

UiT

NORGES
ARKTISKE
UNIVERSITET

Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi

Institutt for arktisk og marin biologi

Gjenfangst av laks (*Salmo salar* L.) etter fang og slipp-praksis i norske elver

Martin Rognli Johansen

BIO-3950 Mastergradsoppgave i biologi

Mai 2017



Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi

Institutt for arktisk og marin biologi

Gjenfangst av laks (*Salmo salar* L.) etter fang og slipp-praksis i norske elver

Martin Rognli Johansen

BIO-3950 Mastergradsoppgave i biologi

Mai 2017

Veiledere

Eva B. Thorstad, NINA Trondheim

Audun H. Rikardsen, UIT Norges Arktiske Universitet

Ingebrigt Uglem, NINA Trondheim



Forord

Det å skulle skrive en masteroppgave ble ikke helt som jeg hadde tenkt meg. Grunnet helseplager ble det enda tyngre, mer tidkrevende, mer frustrerende og til tider tilsynelatende bare en umulig oppgave. Det ble faktisk en av mine livs største utfordringer. Til tross for dette har det vært lyspunkter! Det jeg tar med meg videre er først og fremst lærdommen og kunnskapen. Men også en nyfunnet lykke i å være i stand til å få jobben gjort.

Underveis har jeg tenkt en del på teoremet om apen som ble gitt uendelig med tid fremfor en skrivemaskin. På ett eller annet tidspunkt forventes den å ha kunnet reprodusere Shakespeares verker bare ved å trykke på knappene i tilfeldig rekkefølge...

Apen byttes ut med meg, skrivemaskin byttes ut med Mac og Shakespeares verker byttes ut med:

”Gjenfangst av laks etter fang og slipp praksis under sportsfiske”

...dette har gitt meg håp!

I tillegg til uendelig med tid har jeg ikke kunnet ferdigstille masteroppgaven min uten hjelp fra de som jeg har hatt rundt meg. Jeg vil derfor benytte sjansen til å rette en ENORMT STOR TAKK til min fantastiske familie som har bidratt med uvurderlig hjelp og støtte underveis. Jaco (hunden min), unnskyld for at lufteturene har blitt for få og for korte. Til tross for alt for mange lange dager og kvelder hjemme alene, tid du nok aller helst skulle ønske vi tilbrakte sammen i evig forfølgelse av vettskremte ryper: Takk for godt selskap, støtte og motivasjon som bare du kan gi.

Til mine medstudenter og spesielt dere som jeg har delt kontor med (dere har faktisk blitt for mange til ”namedropping”), takk for fine stunder, hjelpsomhet, inspirasjon og hyggelige bekjenskap. Takk til ferskvannsgruppa for at dere har inkludert meg både faglig og sosialt og alltid har fått meg til å føle meg velkommen.

Takk Willy, for godt samarbeid og gode samtaler.

Takk Kristoffer, for at alle fisketurene og de ”faglige” diskusjonene.

Takk Jørgen, for kyndig rettleiding av mine forsøk på å herpe statistikken!

Takk til de som ellers har inspirert og motivert underveis (dere vet hvem dere er!).

Til sist, men definitivt ikke minst, TUSEN TAKK til veilederteamet som har vært over all forventning forståelsesfulle og tålmodige. Takk for måten dere har tatt i mot meg på, for at dere har inkludert meg i forskningen deres og for alt dere har lært meg!

Sammendrag

Som følge av at norske laksebestander har blitt redusert i løpet av de siste tiårene har det blitt vanligere å gjenutsette laks i forbindelse med sportsfiske. Noen av disse gjenutsatte laksene er rapportert å gjenfanges, men omfanget av dette har hittil ikke vært dokumentert i detalj i norske elver. Slik gjenfangst kan tenkes å beskatte forskjellige deler av en populasjon ulikt, være problematisk i forhold til etiske aspekter og i forhold til populasjonsestimater og overbeskatning knyttet til forvaltning.

For å undersøke omfanget av gjenfangst av gjenutsatt laks i sportsfiske, og hvordan gjenfangster fordeler seg på populasjoner, ble det i 2012 og 2013 merket totalt 478 laks under det ordinære sportsfisket i syv norske elver, fra Lakselv i nord til Otra i sør.

Resultatene viste at gjenfangstraten av laks varierte mellom 0-39 % i de ulike elvene i denne perioden. I gjennomsnitt var gjenfangsten 18 % i 2012 og 13 % i 2013. Beregnet merketap viste at gjenfangsten kan ha vært underestimert med 2.5 % og 0.3 % i henholdsvis 2012 og 2013. Den dokumenterte dødeligheten i forbindelse med undersøkelsen var 2.5 %. Sammen med lav dødelighet, var høy gjenfangstandel i enkelte elver en indikasjon på at de potensielt negative effektene av gjenutsetting av laks ikke overstiger det som tidligere er antatt.

Det kom frem fra modellering at det bare var signifikant korrelasjon mellom gjenfangst og tidspunkt for gjenutsetting, det vil si at laksene som ble merket og gjenutsatt tidlig i fiskesesongen hadde størst sannsynlighet for å bli gjenfanget. Imidlertid viste en korrelasjonsanalyse at dette ikke var helt uavhengig av andre faktorer, inkludert kroppslengde, kjønn og posisjon, og ved modellutvelgelse ble det derfor demonstrert at gjenfangsten ble best forklart ved en kombinasjon av flere faktorer.

Ingen laks ble gjenfanget mer enn én gang, trolig fordi gjenutsatt laks var mindre bitevillig i en periode etter merking, og at det derfor ikke var tilstrekkelig med tid til at de kunne bli gjenfanget flere ganger i løpet av fiskesesongen. Det ble ikke påvist forskjellige gjenfangstrater mellom de ulike størrelsesgruppene av laks, eller mellom hunn- og hannlaks. Gjenfangst relativ til fangstposisjoner kunne til en viss grad knyttes til hvor det ble merket flest laks og fisketrykk i områder av elvene.

Videre så var det en lineær sammenheng mellom antall gjenfangster og antall merkede gjenutsatte laks som var tilgjengelige for gjenfangst gjennom hele sesongen over begge år. Det kan derfor tenkes at prediktive modeller for gjenfangst i stor grad kan basere seg på antall laks som har blitt gjenutsatt.

Det kom frem at gjenfangsten av gjenutsatt laks må kunne anses å være betydelig i enkelte elver og områder. Som følge av at den største laksen ofte vandrer først opp i elvene og dermed i større grad fanges tidlig i fiskesesongen, kan disse fiskene potensielt kunne påvirkes mer av fang og slipp i elvene enn mindre laks siden de da har større sjanse for å gjenfanges. Sammenhengen mellom faktorer som kan tenkes å påvirke gjenfangst, og om gjenfanget laks er utsatt for en større belastning enn de som ikke gjenfanges, bør derfor undersøkes nærmere i senere studier.

Innholdsfortegnelse

FORORD	5
SAMMENDRAG	7
INNLEDNING	10
MATERIALE OG METODE	14
OMRÅDEBESKRIVELSE.....	14
FANGST	15
MERKING.....	16
GJENFANGST	19
STATISTISKE METODER.....	19
<i>Gjenfangst relatert til kroppslengde</i>	20
<i>Gjenfangst relatert til kjønn</i>	21
<i>Gjenfangst relatert til fangstposisjon</i>	22
<i>Gjenfangst relatert til ukevise fangster</i>	23
RESULTAT	24
TOTAL GJENFANGST	24
GJENFANGST FORDELT PÅ KOMPONENTER AV POPULASJONENE	25
<i>Gjenfangst relatert til kroppslengde</i>	25
<i>Modellering av gjenfangst ~ kroppslengde</i>	26
<i>Gjenfangst relatert til kjønn</i>	27
<i>Modellering av gjenfangst ~ kjønn</i>	28
<i>Gjenfangst relatert til fangstposisjon</i>	29
<i>Modellering av gjenfangst ~ fangstposisjon</i>	30
<i>Gjenfangst relatert til ukevise fangster</i>	31
<i>Modellering av gjenfangst ~ ukevise fangster</i>	31
SAMMENLIGNING MELLOM ANTALL LAKS TILGJENGELIG FOR GJENFANGST OG AKKUMULERT GJENFANGST PER UKE	32
VARIABELUTVELGELSE VED MODELLERING AV GJENFANGSTSANNSYNLIGHET BASERT PÅ FAKTORENE: LENGDE, FANGSTTIDSPUNKT, KJØNN OG FANGSTPOSISJON.	33
DISKUSJON	35
TOTAL GJENFANGST	35
DØDELIGHET, UTVANDRING OG MERKETAP.....	36
KORRELASJON MELLOM GJENFANGST OG GJENFANGSTFAKTORER	37
GJENFANGSTFORDELING PÅ KOMPONENTER AV POPULASJONER	37
<i>Gjenfangst fordelt på kroppslengde</i>	37
<i>Gjenfangst fordelt på kjønn</i>	39
<i>Gjenfangst relatert til fangstposisjon</i>	41
<i>Gjenfangst relatert til ukevise fangster</i>	44
SAMMENHENG MELLOM ANTALL LAKS TILGJENGELIG FOR GJENFANGST OG AKKUMULERT GJENFANGST PER UKE	45
MODELLUTVELGELSE VED MODELLERING AV GJENFANGSTSANNSYNLIGHET BASERT PÅ FAKTORENE: LENGDE, FANGSTTIDSPUNKT, KJØNN OG FANGSTPOSISJON.	46
KONKLUSJON	46
REFERANSER	48
ELEKTRONISKE REFERANSER	53
APPENDIKS	54

Innledning

Laks (*Salmo salar* L.) er en svært ettertraktet art innenfor sportsfiske og har stor økonomisk og samfunnsmessig betydning. Den norske laksebestanden utgjør en betydelig andel av den totale bestanden i og rundt Nord-Atlanteren (ICES 2013), hvor laksefiske i norske elver er estimert til å generere verdier for rundt 1,5 milliarder NOK årlig (Miljøverndepartementet 2007). Forvaltning av laksen er derfor viktig i forhold til å bevare bærekraftige bestander som tåler beskatning. Ulike tiltak er blitt iverksatt for å forsøke oppnå dette.

Laks er med unntak av noen relikte bestander (Klemetsen et al. 2003) en anadrom art som er utbredt på den nordlige halvkule rundt Nord-Atlanteren, hvor den tilbringer sine første 2-7 leveår som yngel i vassdrag langs kysten før den smoltifiserer og gjør næringsvandring i Atlanterhavet. Denne sjøfasen varer mellom 1 og 5 år før den returnerer til oppvekstelve for å gyte som små-, mellom-, eller storlaks (Klemetsen et al. 2003).

I løpet av de siste tiårene har imidlertid innsiget av laks til kyst og elver i Norge blitt redusert. Sammenlignet med midten av 1980-tallet, da over en million laks årlig returnerte til norske farvann, viser estimater en halvering av bestanden frem mot i dag (Anon. 2014). I Norge er det registrert 439 lakseførende vassdrag (Anon. 2014), hvorav ca. 120 er stengt som følge av at bestandene ikke tåler beskatning (Langset & Staldvik 2011). I 2013 var det totalt 332 vassdrag hvor det ble registrert fangst av laks (Anon. 2014).

Tidligere var fangstene av laks i havet betydelig større enn i elvene (Anon. 2014). Etter at drivgarnsfiske etter laks ble forbudt i 1989 (Anon. 2013), har lovlig fangst i form av kilenotfiske og krokgarn langs kysten og sportsfiske i elv beskattet bestanden med tilnærmet like mange laks. De siste årene har det også forekommet at fangstene har vært høyere i elvene enn i havet (Anon. 2014). Som følge av stadig reduserte laksebestander har det blitt gjort innskrenkninger i fisket både i sjøen og elver. Dette dreier seg hovedsakelig om avkortet fiskesessong for not og garnfisket i havet I tillegg til stengning av fisket i en del elver har også sesongavkortning og fredningssoner blitt innført i elvene, men her har det også blitt brukt virkemidler som døgn- og sesongkvoter, fredning med hensyn på kjønn og størrelse, og/eller at fisken settes ut igjen etter fangst (Anon. 2014). Slike tiltak har blitt iverksatt ulikt i forskjellige vassdrag, basert på resultater fra overvåkning og kartlegging av

bestandsstrukturen, årsklasser, størrelsesgrupper, kjønn og tilhørighet til spesifikke deler av en elv og bestandsstørrelse, samt ulike reguleringer på bestandsnivå (Anon. 2014).

Elvefiske etter laks i Norge har historisk sett utviklet seg fra husholdsfiske med garn og fast redskap til stangfiske som siden 1960-tallet kan betraktes som et tilnærmet rendyrket sportsfiske. Samtidig har fisket etter laks gått over til å bli et rekreasjonsfiske hvor opplevelse står sentralt og i økende grad verdsettes høyere enn fangstens verdi som mat. Denne moderne tilnærmingen til laksefiske i kombinasjon med minkende bestander, har ført til at stadig flere fiskere velger å sette laksen skånsomt tilbake i elven i stedet for å ta den med hjem som mat. Denne praksisen vil videre i oppgaven omtales som fang og slipp-fiske.

Det er uklart nøyaktig når fang og slipp fiske oppstod, men det er skrevet om: “The need to release a portion of one’s catch” av amerikanske fiskere så tidlig som i 1864 (Arlinghaus et al. 2007). Moderne fang og slipp-fiske har vært utført i USA siden 1960-tallet som et tiltak mot overfiske i forbindelse med konkurransefiske etter bass (*Micropterus spp.*) (Arlinghaus et al. 2007). Praksisen viste seg å ha positiv effekt på overbeskattede fiskepopulasjoner hvor dette ble innført og har siden spredt seg til bruk på andre arter og til andre land hvor sportsfiske har medført fare for overbeskatning (Arlinghaus et al. 2007). Fang og slipp-fiske ble mest sannsynlig først innført og praktisert av utenlandske turistfiskere i Norge en gang på 1990-tallet, men det er først de seneste 10 årene at dette har begynt å bli vanlig praksis blant norske fiskere. Innføring av fang og slipp-fiske for voksen fisk i norske lakseelver har vært kontroversielt. Siden 2006 har fang og slipp vært anerkjent som forvaltningsverktøy (Aas et al. 2008), men det dreier seg imidlertid oftest om moderat og indirekte utøvelse av praksisen. Med det menes at man setter bestemmelser som tillater og stimulerer til økt bruk av fang og slipp. Dette skiller seg fra absolutt krav om bruk av fang og slipp som påbyr at all fisk som fanges gjenutsettes. Denne formen for fang og slipp er aktuell for å kunne forvalte populasjoner mer målrettet. Det vil si at dersom en for eksempel vil øke reproduksjonen innad en populasjon, kan en forsøke å øke antall hunnfisk, ved å frede eller sette kvoter for disse for å få fiskerne til å sette dem levende tilbake i elva etter fangst. Fang og slipp representerer i så måte et verktøy for en forvaltning som kan innføres før en elvepopulasjon har blitt så svekket at fisket må stenges.

For at fang og slipp skal kunne være et relevant verktøy for forvaltning av laks må noen grunnleggende kriterier ligge til grunn. Overlevelse etter fang og slipp bør være høy (Cooke

et al. 2012). Laksen må også kunne være i stand til å reproducere seg og derfor kunne bidra til reproduksjon i elven (Cooke et al. 2012). Fang og slipp bør heller ikke medføre belastninger i form av smerte, stress og mekanisk skade utover det som anses som et akseptabelt nivå for å kunne ivareta en ønsket fiskevelferd ved denne praksisen (Arlinghaus & Cooke 2007, Mattilsynet 2013).

Det er tidligere dokumentert at ved temperaturer under 18°C og korrekt utførelse av fang og slipp, kan overlevelse være opp mot 95 % hos de gjenutsatte laksene (Thorstad et al. 2003, Thorstad et al. 2007). Det har videre blitt vist at laks som har vært håndtert i forbindelse med fang og slipp har vært til stede på kjente gyteplasser i gytetiden og derfor må kunne antas å ha reproducert seg (Whoriskey et al. 2000). Overlevelse blant gjenutsatte laks forventes å ha sammenheng med faktorer som kjøretid, håndtering, vanntemperatur og eventuelle skader fra fangstsituasjonen (Cooke et al. 2012). I tillegg kan det være ikke-dødelige konsekvenser som redusert vekst, reproduktiv suksess, atferdsendringer og økt mottagelighet for sykdommer (Richard et al. 2013; Cooke et al. 2012). Under forutsetning om at fang og slipp utføres korrekt, peker kunnskapen så langt i retning av at praksisen ikke ser ut til å medføre vesentlige negative konsekvenser for fisken (Thorstad et al. 2003; Thorstad et al. 2007; Whoriskey et al. 2000; Gargan et al. 2015; Jensen et al. 2010).

Fra telemetristudier (elektronisk merking og sporing) vet man at en del av laksen som gjenutsettes ved fang og slipp fiske blir gjenfanget (Whoriskey et al. 2000, Thorstad et al. 2003). Et problem med disse undersøkelsene har vært knyttet til at lave antall merkede fisk som følge av kostbare merker. Det har derfor vært vanskelig å si noe om effekten gjenfangst kan ha på laksen og hvilken størrelsesorden det faktisk dreier seg om. Et studium på gjenfangst som har blitt gjort i Skottland (Thorley 2007), viste at opp til 25 % av den gjenutsatte laksen ble gjenfanget og at andelen gjenfangede fisker var størst blant de fiskene som ble gjenutsatt tidlig i sesongen. Videre ble det vist at gjenfangstraten sank gjennom sesongen. På grunn av ulikheter i oppvandringstidspunkt, forskjell i lengden på fiskesessong og variabler som temperatur og vannføring er det imidlertid usikkert om resultatene er overførbare til norske forhold.

Kunnskap om gjenfangst av gjenutsatt fisk er viktig fordi fangstrater sammen med gjenutsettingsrater i enkelte elver danner en del av grunnlaget for populasjonsestimater (Anon. 2014). Gjenfangstraten av gjenutsatt fisk har som oftest ikke vært inkludert i disse

analysene, noe som kan tenkes å medføre overestimer av populasjonsstørrelse. Dersom det skulle vise seg at gjenfangstratene er betydelige vil det videre være viktig å undersøke effektene av gjenfangst og om det drives målrettet fiske mot enkelte grupper innen populasjonene. En vet fra tidligere studier at de forskjellige størrelsesgruppene innen en populasjon har forskjellig oppvandringstidspunkt og derfor kan være tilgjengelige for fangst/gjenfangst til forskjellige tider i løpet av fiskesesongen (Falkegård 2014). På samme måte kan laks med tilhørighet til ulike deler i en elv kunne ha ulikt oppvandringstidspunkt og kan derfor tenkes å være ulikt utsatt for fangst i sportsfiske. Et gjenfangstudie fra elven Spey i Skottland viser at gjenfangstraten var ulik for laks som var fanget henholdsvis tidlig og sent på sesongen (Thorley 2007). På bakgrunn av dette kan det tenkes at det også i norske elver kan være enkelte deler av en laksepopulasjon som er mer utsatt for gjenfangstfangst og at dette kan relateres til både tid på sesong og fangststed.

Tidligere studier har vist at noen fisker gjenfanges flere ganger som følge av fang og slipp-praksis (Thorley 2007; Thorstad et al. 2007; Thorstad et al. 2003; Whoriskey et al. 2000). Dersom repeterte gjenfangster skulle vise seg å være et hyppig forekommende fenomen er det nærliggende å tro at eventuelle negative effekter som følge av fang og slipp vil forsterkes. Ut fra et fiskevelferdsmessig perspektiv vil repeterte gjenfangster også kunne danne grunnlag for rent etiske problemstillinger knyttet til fang og slipp-fiske.

Med tanke på den negative bestandsutviklingen av laks i norske elver samtidig som både frivillig og forvaltningsrettet fang og slipp fiske stadig øker i omfang, vil et sannsynlig fremtidsscenario være at en større andel av den norske laksefangsten i elv blir gjenutsatt. Det er derfor viktig å skaffe til veie kunnskap om omfanget av gjenfangster, samt hvordan disse fordeler seg på ulike deler av en populasjon. Mer kunnskap om gjenfangst av gjenutsatt laks vil være med på å danne grunnlag for en fornuftig integrering av praksisen med fang og slipp i forvaltning av laks.

Hovedmålet med undersøkelsen var å undersøke gjenfangstrate av laks etter fang og slipp-fiske i syv ulike norske elver i 2012 og 2013 (Lakselv, Ranaelva, Verdalselva, Gaula, Orkla, Osen Vestre Hyen og Otra), basert på merking og gjenfangst gjennomført av sportsfiskere.

Delmålene var å:

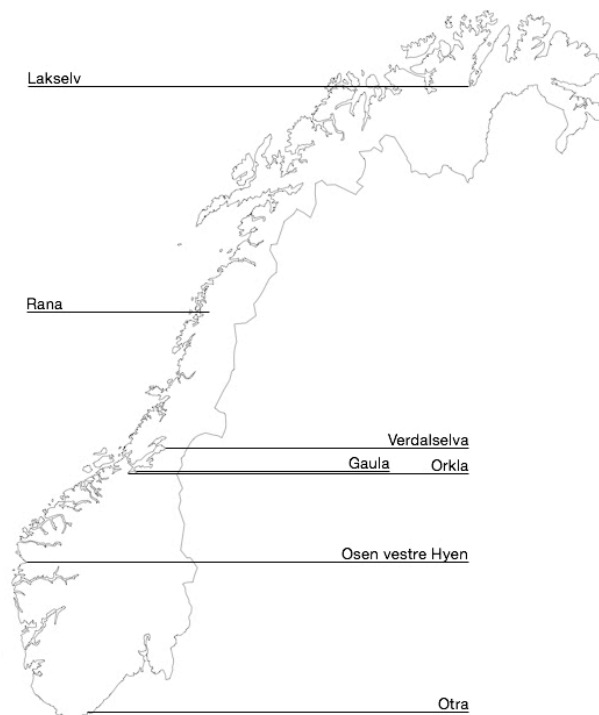
- Estimere gjenfangstraten i ulike elver og mellom år
- Analysere om gjenfangstraten påvirkes av kroppsstørrelse, kjønn, fangstposisjon i vassdragene og tid i sesongen
- Estimere gjenfangstsannsynlighet basert på tidspunkt og/eller posisjon

Materiale og metode

I forbindelse med prosjektet *Survival, behaviour and welfare of Atlantic salmon after catch and release (SalCaRe)* utført av Norsk Institutt for Naturforskning (NINA) i Trondheim ble det i 2012 og 2013 merket totalt 484 laks i syv elver. Laksene ble merket med floy- og radiomerker for å undersøke effekter av gjenutsetting på laks i forbindelse med sportsfiske. Av disse ble 469 laks inkludert for å undersøke hvordan gjenfangst av gjenutsatt fisk relaterte seg til kroppslengde, kjønn, fangststed og fangsttidspunkt. Undersøkelsen inkluderte også en sammenligning av gjenfangster mellom elver og år.

Områdebeskrivelse

Elvene ligger i forskjellige regioner (figur 1) og skiller seg fra hverandre i lengde, vannføring, karakter og grad av menneskelig påvirkning (tabell 1). I så måte representerer elvene et utvalg med variasjon som kunne tenkes å påvirke gjenfangst av gjenutsatt laks ulikt. Ved å inkludere flere elver sikret man et større datamateriale, samt muliggjorde å kunne skille universelle gjenfangstfaktorer fra stedegne forhold og variasjon mellom år.



Figur 1 Kart over Norge der beliggenhet til elvene som er inkludert i studiet er markert.

Tabell 1 Informasjon om elvene som er inkludert i undersøkelsen.

Elv (vassdragsnummer)	Beliggenhet (fylke/utløpskommune/gps koordinat)	Nedslagsfelt km ²	Middelvannføring (m ³ s ⁻¹)	Lengde i km (lakseførende strekning)	Årlig gjennomsnittlig fangst i tonn	Gytebestandsmål (kg humnlaks)	Vannkraftverk	Vandringshinder	Ordinær fiskesesong (varighet)
Lakselv 224.z	Finmark/ Porsanger (70° N 25° Ø)	153	27	(34)	5,6 ± 2,6	3424	Ja	Nei	01.06.- 31.08.
		6							
Rana 156.z	Nordland/ Rana (66° N 14° Ø)	385	78	(10/ 56/75,2)	2,0 ± 1,0	1222	ja	Ja	01.07.- 14.09.
		4							
Verdalselva 127.z	Nord-Trøndelag/ Verdal (64° N 11° Ø)	146	52	(84,1)	3,5 ± 2,4	4016	JA	Ja	10.06.- 31.07.
		9							
Gaula 122.z	Sør-Trøndelag/ Melhus (63° N, 10° Ø)	366	93	110 (173,3)	28,2 ± 12,1	25817	Nei	Ja	01.06.- 31.08.
		8							
Orkla 121.z	Sør-Trøndelag/ Orkdal (63° N, 9° Ø)	305	70*	88 (95,3)	18,2 ± 8,8	18911	Ja	Ja	01.06.- 31.08.
		2							
Osen vestre Hyen 085.z	Sogn og Fjordane/ Flora (62° N 5° Ø)	288	20	(30,6)	0,7 ± 0,5	1019	Ja	Nei	01.06.- 15.08.
Otra 021.z	Vest Agder/ Kristiansand(58° N 8° Ø)	375	149	16 (24,5)	5,2 ± 2,6	2341	Ja	Ja	01.06.- 15.09.
		2							

*i deler av elva blir vann omdirigert i forbindelse med forsyning av vann til kraftverk.

Minstevannføring på 16 m³ store deler av sesongen.

Fangst

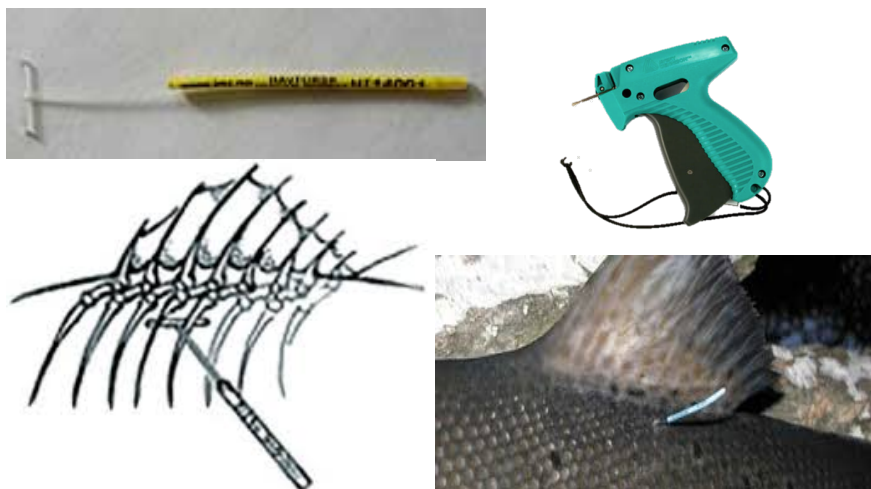
Fisket etter laks i forbindelse med undersøkelsen ble gjennomført i henhold til fastsatte tider (tabell 1) og gjeldende regelverk som definerer det ordinære sportsfisket etter laks i elv (Lovdata 2003). Det ble fisket med både flue, sluk/wobbler og mark i henhold til lokale bestemmelser for tillatt redskap. Fisket ble utført på en måte som kan tenkes å ligge nært opp mot reelle situasjoner i det ordinære fisket og ble gjennomført i samarbeid med utvalgte fiskere, guider og representanter fra grunneierforeninger. For å maksimere antall fisk inkludert i undersøkelsen ble det både fanget laks under eget fiske og det ble gjort avtaler om å kunne følge andre fiskere eller å bli oppringt av tilfeldige fiskere når de var i ferd med å lande laks som de hadde til hensikt å gjenutsette. Landing skjedde ved bruk av håv, håndtailing eller ved lett stranding. Landing og håndtering av fanget fisk ble gjort med eller uten medhjelper tilstede. Fiskerne fulgte ellers de retningslinjer som er gitt for fang og slipp praksis (Mattilsynet, 2013).

Merking

I forkant av undersøkelsen ble det innhentet godkjenning til å gjennomføre merking med floy- og radiomerker fra forsøksdyrutvalget. Det ble videre gjennomført opplæring av alle deltakere for å standardisere merking og sikre at utførelse skjedde i henhold til gjeldende regelverk.

Merkene som ble brukt i studiet var seks cm lange floy-merker (figur 2) levert av Hallprint, Hindmarsh Valley, Australia. Merkene som også er kjent som t-bar-tags eller spagettimerker er plastmerker bestående av en monofil plaststreng med et tverrstilt ankerfeste i enden.

Utenpå plaststrengen ligger en gummiert hylse hvor et unikt identifikasjonsnummer, informasjon om dusør og kontaktinformasjon er påtrykt. Ved hjelp av en merkepistol (figur 2) ble Floy-merkene stukket inn ved roten av fiskens ryggfinne slik at ankeret fikk feste på tvers bak finnestrålene. For å minimere sjansen for at merkene heftet seg fast i noe, ble de orientert slik at de pekte skrått bakover i fiskens lengderetning (figur 2). Ved merking med floymerker ble laksen enten plassert i merkerør, veieslynge, håv eller holdt fast hvorpå man under hele merkeprosedyren sørget for at fisken var dekket med vann for å unngå uttørking eller lufteksponering av gjellene.



Figur 2 Øverst venstre: floymerke, øverst høyre: merkepistol brukt til merking med floymerker, nederst venstre: innfesting av floymerke og nederst høyre: floymerket laks.

I tillegg til å floymerke laks, ble også laks som var merket med radiomerker i forbindelse med andre deler av prosjektet inkludert som en del av datamaterialet (tabell 2). Radiomerkene som ble brukt var av typen F2120 og ble levert av Advanced Telemetry Systems, Minnesota, USA. De hadde målene 21 x 52 x 11 mm, veide 16 gram og hadde en 30 cm lang antenne stikkende

ut bak i laksens lengderetning (figur 3). Også disse hadde ID-nummer, informasjon om dusør og kontaktinformasjon påtrykt. Til dette studiet ble radiomerkene kun brukt som individmerker på lik linje med floymerker, og merkenes tekniske spesifikasjoner beskrives derfor ikke ytterligere. For radiomerking ble laksen etter landing overført til et merkerør. Dette var fylt med vann for at laksens slimlag ikke skulle skades og for at gjellene ikke skulle bli eksponert for luft under merkingen. Merket ble festet med to ståltråder som ved hjelp av kanyler ble stukket gjennom fiskens ryggmuskulatur rett under ryggfinnen. For å feste merket ble endene på ståltrådene tvunnet sammen på motsatt side av merket. Overflødig ståltråd ble klippet bort og den sammentvunnede enden på 2-3 cm ble bøyd bakover slik at den ikke skulle hekte seg fast i noe. Merking med radiomarker ble bare utført av forskere.



Figur 3 Øverst til venstre radio- og spagettimerke, midten og nederst, radiomerking av laks. Foto Torgeir Havn

For at merkesituasjonene skulle være så lik en normal fangst og slipp-situasjon som mulig, ble ingen av fiskene bedøvet i forbindelse med merkingen. For å kunne følge videre skjebne hos de merkede fiskene ble informasjon fra fangst- og merkesituasjonene registrert i et standardisert merkeskjema (appendiks 1). I denne undersøkelsen ble det samlet informasjon om fiskesituasjon (fangststed og fangstdato) og om fisken (lengde og kjønn). Fordi det ikke var noe forskjell i gjenfangst mellom radio og floymerkede lakser (Ki-kvadrat test, $X^2 = 2.0714$, p-verdi = 0.15 og $X^2 = 1.674$, p-verdi = 0.19), ble det ikke gjort forskjell på merketype ved databehandling videre i oppgaven.

For å kunne evaluere eventuelle merketap ved floymerking ble noen av fiskene dobbeltmerket ved at det ble satt inn et merke på hver side av ryggfinneren (tabell 2). Fiskere som rapporterte om gjenfangst av merket fisk ble eksplisitt spurt om fisken hadde ett eller to merker, slik at det kunne beregnes hvor mange av de dobbeltmerkede som hadde mistet et merke. Andelen mistede merker hos de dobbeltmerkede laksene ble siden brukt som sannsynlig andel merketap hos laksene som var merket med kun ett merke.

Tabell 2 Antall merket laks med floy- og radiomerker (laks som ble dobbeltmerket med floymerker i parentes)

Elv	År	Floy (dobbeltmerket)	Radio
Lakselv			
	2012	59 (20)	0
	2013	21 (11)	0
Ranaelva			
	2013	39 (28)	0
Verdalselva			
	2012	23 (6)	0
	2013	5 (0)	0
Gaula			
	2012	54 (36)	54
	2013	26 (17)	18
Orkla			
	2012	39 (25)	0
	2013	22 (20)	6
Osen			
	2013	77 (58)	0
Otra			
	2012	54 (33)	9
	2013	23 (16)	5
Totalt			
	2012	229 (120)	63
	2013	213 (150)	29

Gjenfangst

Det ble informert om undersøkelsen på forhånd og underveis for å opplyse fiskere og publikum om undersøkelsen. For å sikre bred dekning, ble informasjon om undersøkelsen spredt gjennom nettsteder, lokalt media som aviser og lokal-TV. I tillegg ble det delt ut brosjyrer og satt opp oppslag langs elvene og hos tilbydere av fiske og tjenester tilknyttet fiske. For å sikre høy grad av innrapportering ved gjenfangst av merket fisk ble det utlovd dusør pålydende 500 kr pr. innrapportert fisk. Ved gjenfangst eller funn av døde fisk ble registrering av data gjort fortløpende i kontakt med fiskere som rapporterte om dette. Innrapportering av fangst eller funn av død fisk ble gjort via mail eller telefon. Informasjon som ble brukt i denne undersøkelsen var fangst/funnsted, dato, lengde og kjønnsbestemmelse (evt. ved åpning av fisk).

Statistiske metoder

Excel ble brukt til å sortere data, til enkle utregninger, lage tabeller og til å gjøre utvalg av data. Statistiske analyser og grafiske fremstillinger ble gjort ved hjelp av R versjon 3.1.1 (r-project 2013). For å undersøke om det var forskjeller mellom grupper ble det brukt Ki-kvadrat tester for uavhengige nominale data og Fisher's exact test ble brukt for å sammenligne uavhengige grupper. For å vise hvordan de forskjellige faktorene forholdt seg til hverandre og til gjenfangst, ble det brukt en korrelasjonsanalyse for heterogen korrelasjon oppgitt i p-verdier som uttrykk for bivariat normalfordeling for hvert par av variabler som ble sammenlignet.

Til modellering av en teoretisk gjenfangstsansynlighet i forhold til kroppslengde, fangstposisjon og fangstdato ble det brukt generaliserte logistiske regresjoner (GLM). For å evaluere disse ble McFadden pseudo R^2 beregnet (Domencich & McFadden 1975). Denne skiller seg fra vanlig R^2 ved at 0.2-0.4 regnes som meget god beskrivelse av data.

For å vise hvordan gjenfangst forholder seg som en funksjon av kjønn ble det brukt prosentvis gjenfangst pr. kjønn som et mål på dette. For å velge ut faktorer til modellene som beskriver gjenfangstdataen best ble det brukt stegvis modellutvelgelse (StepAIC/stepwise GLM) basert på Akaike's informasjons kriterium (AIC).

Gjenfangst relatert til kroppslengde

For å kunne evaluere hvordan gjenfangst relaterte seg til kroppslengde, ble laksenes totallengde målt fra snutespiss til enden av spordens lengste finnestråler (tabell 3).

Gjennomsnittslengden i 2012 var 81 cm (SD \pm 16 cm, variasjonsbredde: 43-119 cm), i 2013 78 cm (SD \pm 15 cm, variasjonsbredde: 39-121 cm) og totalt sett 80 cm (SD \pm 15 cm).

Tabell 3 Antall merket laks i henhold til lengde, hvor kategorisering av laks og lengde/vekt-konvertering er i henhold til Miljødirektoratets standard (Miljødirektoratet 2011): smålaks < 68 cm (< 3kg), mellomlaks 69-90 cm (3-7 kg) og storlaks > 91 cm (>7kg).

Elv år	Små (antall)	Mellom (antall)	Stor (antall)	Gjennomsnitts- lengde (cm)	SD (cm)	Min (cm)	Maks (cm)
Lakselv							
2012	11	13	35	88,2	15,8	53	119
2013	4	6	11	86,1	15,3	54	100
Ranaelva							
2013	8	22	9	78,9	16,6	46	121
Verdalselva							
2012	6	14	3	76,9	13,6	50	90
2013	0	1	4	90,8	9,7	75	101
Gaula							
2012	1	18	34	93	8,6	62	113
2013	5	18	21	84,5	14,1	50	108
Orkla							
2012	11	19	9	76,6	13,3	50	100
2013	10	10	8	78,3	15,8	54	117
Osen v Hyen							
2013	14	59	4	75,5	11,2	39	100
Otra							
2012	33	25	2	67,4	10,5	43	90
2013	17	10	1	66,6	13,5	46	114

Gjenfangst relatert til kjønn

For å kunne evaluere hvordan gjenfangst relaterte seg til kjønn ble all fisk forsøkt kjønnsbestemt av fiskerne. Dette ble basert på ytre trekk (tabell 4). Disse er krokform på underkjeve, hodefasong, kroppsfasong fra et tenkt tverrsnitt (runderer hos hunner og mer høyreist slank hos hanner) og farge hos laks som har stått en stund i elva (gråbrun hos hunnlaks og brun med innslag av rødt hos hannlaks).

Tabell 4 Antall merket laks fordelt på kjønn og ikke-kjønnsbestemt laks.

Elv år	Hunn	Hann	Ikke-kjønnsbestemt
Lakselv			
2012	29	29	1
2013	12	8	1
Rana			
2013	21	18	0
Verdalselva			
2012	6	11	6
2013	4	1	0
Gaula			
2012	7	8	39
2013	25	18	1
Orkla			
2012	18	4	17
2013	20	8	0
Osen			
2013	31	45	1
Otra			
2012	2	6	53
2013	22	6	0

Gjenfangst relatert til fangstposisjon

For å kunne evaluere hvordan gjenfangst relaterte seg til fangstposisjon i elva ble stedsnavn for fangststed notert (tabell 5). Dette ble senere omgjort til avstand fra munning målt i kilometer. Måling av avstander ble gjort ved hjelp av landkart og målefunksjoner i norgeskart.no (kartverket 2014). Elvelengde ble målt langs elvenes midtlinje fra øvre grense for lakseførende del til elvemunning ved havnivå. Avstand fra alle fangstposisjoner til elvemunning ble målt på samme måte.

Tabell 5 Antall merkede laks pr. elv i henhold til fangstposisjon (pr 10 km avstand fra elvemunning), grå felter markerer slutt på lakseførende del.

Elv år	Avstand fra munning (km)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	NA
Lakselv													
2012		10	25	9									15
2013		3	4	1									13
Ranaelva													
2013		15	22									2	
Verdalselva													
2012		9										14	
2013		3		1									1
Gaula													
2012		11		3	38			2					3
2013		5			5	1	9	2	5		11	6	
Orkla													
2012		14	6	4	12		2	1					0
2013		5	5	3	9		4	2					3
Osen													
2013		64										13	
Otra													
2012		49										12	
2013		22										6	

Gjenfangst relatert til ukevise fangster

For å kunne evaluere hvordan gjenfangst relaterte seg til fangsttidspunkt ble fangstdato notert for hver merkede laks (tabell 6). Datoer for fangst, eventuell gjenfangst og død har blitt omgjort til ukenummer og julianske dager for videre databehandling.

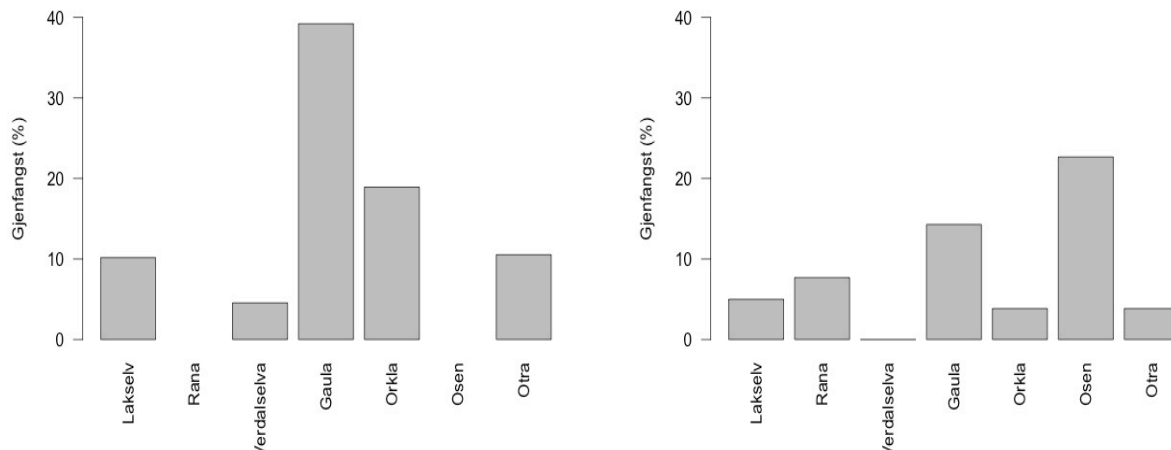
Tabell 6 Antall merket laks i henhold til fangsttidspunkt (oppgitt i ukenummer). De grå feltene markerer tid før og etter fiskesesong.

Tidspunkt merking (uke)	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	39
Elv år															
Lakselv															
2012					1	2		1	8	16	12	15	3	1	
2013									1	6	11	1	2		
Ranaelva															
2013						7	7	3	2	4	7		3	5	1
Verdalselva															
2012		2		4	4	6	4	3							
2013			3	1	1										
Gaula															
2012	7	14	16	1	13			1		1	1				
2013	2	2	4	3	2		16	2	4	6	3				
Orkla															
2012		1		4	4	9	3	3	3		5	2	1	4	
2013			1	2	1	1	10	4	3	2	2	1	1		
Osen															
2013	6	12	15	9	7	10	14	1			1		2		
Otra															
2012		1		1	2		10	12	12	10	9	3		1	
2013			1					3	6	5	12		1		

Resultat

Total gjenfangst

Av totalt 478 merkede laks ble 12 fisker funnet døde og 7 hadde med sikkerhet forlatt vassdraget de ble merket i. Av de resterende 459 laksene ble 69 gjenfanget (figur 4). Dette ga totalt 18 % (SD ± 14 %) og 13 % (SD ± 8%) gjenfangst i henholdsvis 2012 og 2013. Den høyeste gjenfangsten var 39 % (Gaula 2012) og den laveste gjenfangsten var 0 % (Verdalselva 2013). I løpet av undersøkelsen ble ingen laks gjenfanget mer enn én gang. Gjenfangstprosenten var forskjellig mellom årene i Gaula, men ikke i de andre elvene (Fisher`s exact test: Lakselv: $p = 0.67$, Verdalselva $t = 1$, $p = 0.40$, Gaula $p = 0.010$, Orkla $p = 0.22$, Otra $p = 0.43$). Merketap hos dobbeltmerkede laks var 9.7 % i 2012 og 2.3 % i 2013. Merketapet utgjorde et underestimat på 2.5 % i 2012 og 0.3 % i 2013 på den totale gjenfangsten.



Figur 4 Prosentandel gjenfanget laks pr. elv i 2012 (venstre panel, $n = 226$) og 2013 (høyre panel, $n = 233$).

I 2012 var det korrelasjon mellom gjenfangst og hvor i elva de ble fanget og merket (dvs. posisjon gitt som avstand fra munning (tabell 7). Det var i tillegg nær signifikant korrelasjon mellom gjenfangst og fangstdato. Det var i tillegg korrelasjon mellom posisjon og lengde, dato og lengde samt dato og kjønn, som kunne virke indirekte inn på gjenfangst.

Tabell 7 Korrelasjonskoeffisient (KI) (merket grått, heltrukket = polyserial, loddrette linjer = polychoric og vannrette linjer = pearson) for sammenheng mellom gjenfangstfaktorer og gjenfangst i 2012 (p-verdier for korrelasjonene merket hvitt).

2012	gjenfangst	lengde	posisjon	dato	kjønn
gjenfangst	1	0.2503	6.142e-08	0.08167	0.2992
lengde	0.045	1	3.036e-09	0.000117	0.1382
posisjon	0.192	0.412	1	1.382e-12	1.175e-12
Dato	-0.335	-0.251	-0.264	1	0.002109
kjønn	-0.009	-0.230	-0.011	-0.443	1

Også i 2013 var det korrelasjon mellom posisjon og gjenfangst (tabell 8). Det var i tillegg korrelasjon mellom dato og posisjon, lengde og posisjon samt posisjon og kjønn som kunne påvirke gjenfangsten indirekte.

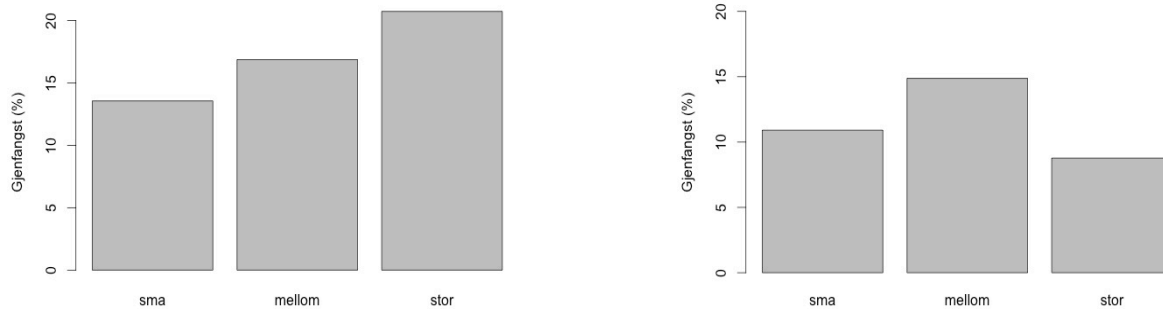
Tabell 8 Korrelasjonskoeffisient (KI) (merket grått, heltrukket = polyserial, loddrette linjer = polychoric og vannrette linjer = pearson) for sammenheng mellom gjenfangstfaktorer og gjenfangst i 2013 (p-verdier for korrelasjonene merket hvitt).

2013	gjenfangst	lengde	posisjon	dato	kjønn
gjenfangst	1	0.3789	1.072e-13	0.3077	0.9012
lengde	-0.053	1	1.12e-16	0.194	0.395
posisjon	-0.214	0.160	1	2.944e-19	3.536e-12
Dato	-0.420	-0.227	0.267	1	0.5901
kjønn	0.413	-0.140	-0.220	-0.209	1

Gjenfangst fordelt på komponenter av populasjonene

Gjenfangst relatert til kroppslengde

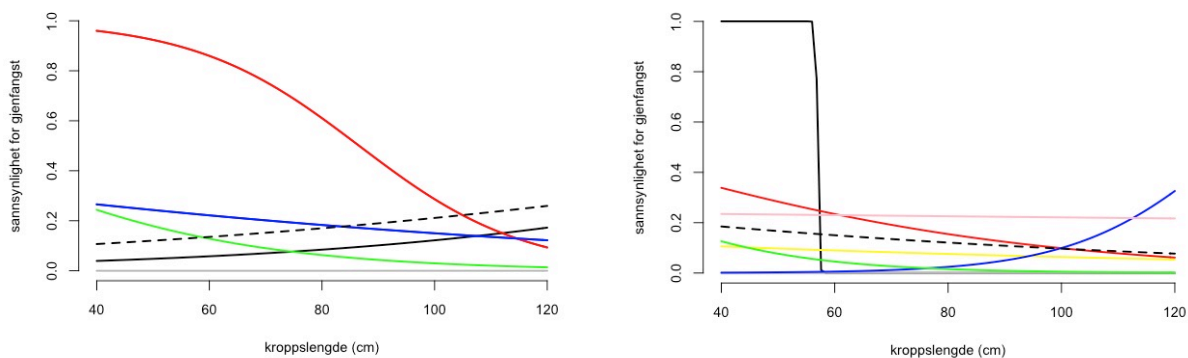
Det var ikke forskjeller i prosentvis gjenfangst mellom størrelsesgruppene i 2012 (Pearson's Chi-squared test: $X^2 = 2.68$, $p = 0.44$) eller i 2013 (Pearson's Chi-squared test: $X^2 = 1.48$, $p = 0.48$) (figur 5). Gjenfangstprosenten var ikke forskjellig mellom år for små- (Fisher's exact test: $p = 0.79$) og mellomlaks ($p = 0.70$), men for storlaks var det nær signifikant forskjell ($p = 0.063$).



Figur 5 Prosentvise gjenfangster pr. størrelsesgruppe i 2012 (venstre panel, n = 226) og 2013 (høyre panel, n = 233).

Modellering av gjenfangst ~ kroppslengde

Modellering av sannsynlighet for gjenfangst relatert til kroppslengde viste med unntak av Lakselv i 2012 og Orkla i 2013 at den generelle trenden for sannsynlighet for gjenfangst ble mindre ved økende kroppslengde (figur 6). Modellen for Gaula i 2012 var nærmest å ha signifikant korrelasjon, men forklaringsgraden for modellen var lav. I Verdalselva og Osen vestre Hyen forekom ingen endring i sannsynlighet for gjenfangst ved økende kroppslengde. I 2013 vises knekkpunkter i regresjonen for Lakselv som følge av få gjenfangster.



Figur 6 Modellert sannsynlighet (GLM) for gjenfangst som en funksjon av kroppslengde for de inkluderte elvene i 2012 (venstre panel) og 2013 (høyre panel). Elvene er representert med henholdsvis: svart-Lakselv, gul-Rana, grå-Verdalselva, rød-Gaula, blå-Orkla, rosa-Osen v. Hyen, grønn-Otra og svart (stiplet)-alle elver sammenslått.

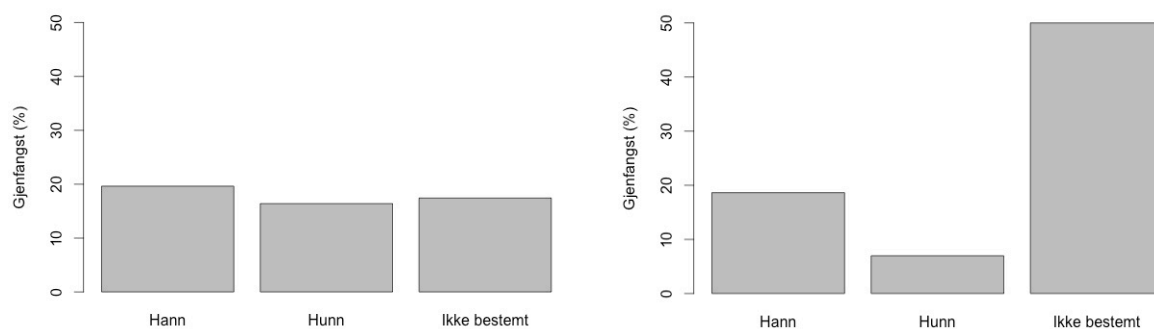
Tabell 9 McFaddens pseudo R^2 og p-verdier for modellert gjenfangstsannsynlighet relativ til kroppslengde i 2012 og 2013 (figur 6).

	2012		2013	
	McFadden R^2	Pr(> z)	McFadden R^2	Pr(> z)
Lakselv	0.013	0.5	<0.001	0.999
Rana			0.003	0.802
Verdalselva	<0.001	1	<0.001	1
Gaula	0.065	0.09	0.020	0.397
Orkla	0.004	0.71	0.157	0.279
Osen v Hyen			<0.001	0.959
Otra	0.022	0.37	0.040	0.592
Sammenslått (lengde + elv)	0.15	0.31	0.09	0.36

Gjenfangst relatert til kjønn

Det var ikke forskjell i prosentvis gjenfangst mellom kjønn i 2012 (Fisher`s exact test: $p = 0.81$), men i 2013 var gjenfangst av hannlaks høyere enn hunnlaks ($p = 0.008$) (figur 7).

Det var ikke forskjell i prosentvis gjenfangst for hannlaks mellom år ($p = 1.0$), men nær signifikant forskjell for hunnlaks (Fisher`s exact test: $p = 0.067$).

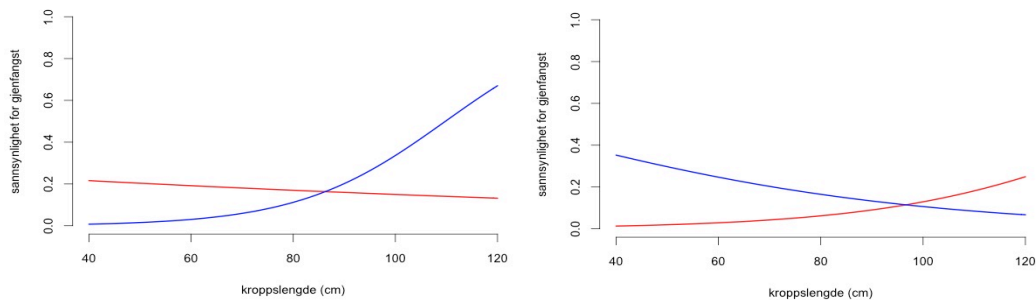


Figur 7 Prosentvis gjenfangster pr. kjønn i 2012 (venstre panel, $n = 226$) og 2013 (høyre panel, $n = 233$).

Modellering av gjenfangst ~ kjønn

Gjenfangst ~ kjønn (kroppslengde)

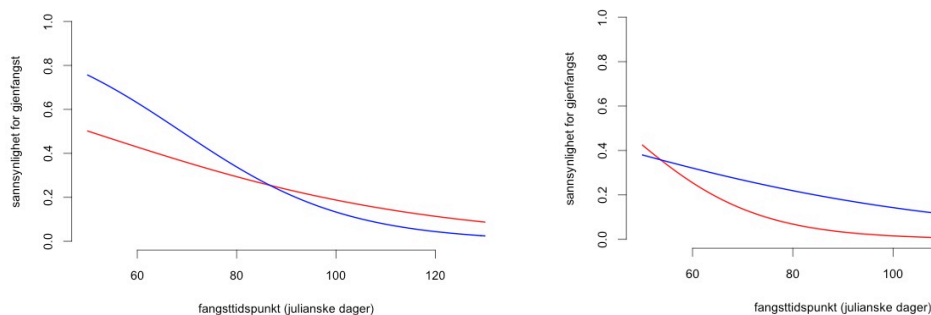
Bare hos hannlaks i 2012 var det en signifikant korrelasjon mellom gjenfangst og kroppslengde. Sannsynligheten for gjenfangst økte med kroppslengde hos hannlaks i 2012 (figur 8) og sank i 2013. Gjenfangstsannsynligheten og kroppslengde korrelerte ikke noen av årene hos hunnlaks.



Figur 8 Modellert sannsynlighet (GLM) for gjenfangst relativ til kroppslengde pr. kjønn. Hunner (rød) og hanner (blå). 2012 (venstre panel, hann: McFadden pseudo $R^2 = 0.16$, p-verdi = 0.04 og hunn: McFadden pseudo $R^2 = 0.01$, p-verdi = 0.72) og 2013 (høyre panel, hann: McFadden pseudo $R^2 = 0.02$, p-verdi = 0.13 og hunn: McFadden pseudo $R^2 = 0.03$, p-verdi = 0.15).

Gjenfangst~ kjønn (ukevise fangster)

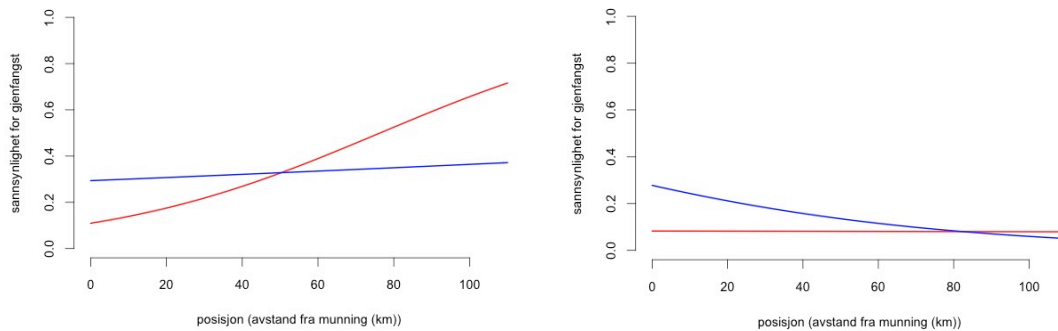
Den modellerte gjenfangstsannsynligheten relativ til fangsttidspunkt viste negative korrelasjoner for begge kjønnene både i 2012 og 2013 (figur 9). Forklaringsgraden var spesielt høy for hannlaks i 2012 og hunn laks i 2013. For begge kjønn var den generelle trenden at gjenfangstsannsynlighet var størst for individer som ble fanget tidlig i sesongen og at sannsynlighet for gjenfangst var mindre for individer som ble fanget sent.



Figur 9 Modellert sannsynlighet (GLM) for gjenfangst relativ til fangsttidspunkt pr. kjønn. Hunner (rød) og hanner (blå). 2012 (venstre panel, hann: McFadden pseudo $R^2 = 0.28$, p-verdi < 0.01 og hunn: McFadden pseudo $R^2 = 0.07$, p-verdi = 0.05) og 2013 (høyre panel, hann: McFadden pseudo $R^2 = 0.05$, p-verdi = 0.03 og hunn: McFadden pseudo $R^2 = 0.27$, p-verdi < 0.01).

Gjenfangst ~ kjønn (fangstposisjon)

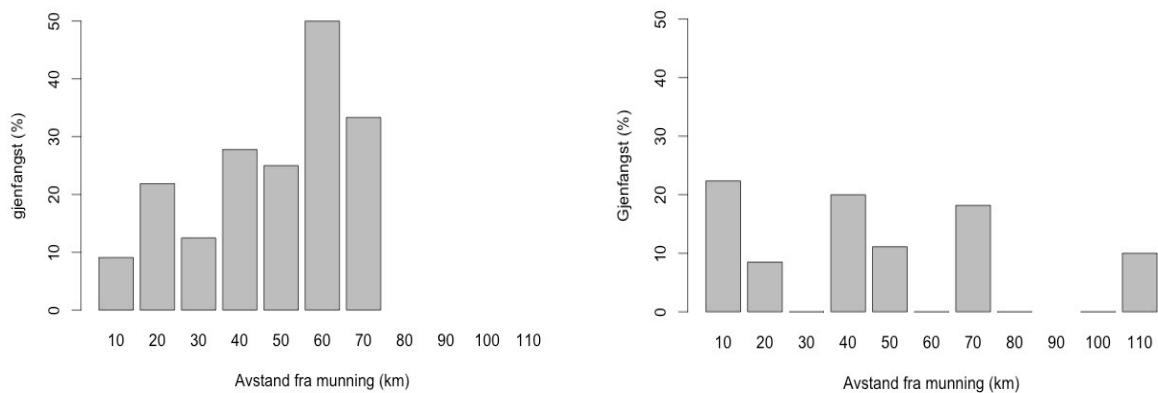
Modellert sannsynlighet for gjenfangst viste ikke korrelasjoner med fangstposisjon for hunn- eller hannlaks i 2012 eller 2013 (figur 10).



Figur 10 Modellert sannsynlighet (GLM) for gjenfangst relativ til fangstposisjon pr. kjønn. Hunner (rød) og hanner (blå). 2012 (venstre panel, hann: McFadden pseudo $R^2 = 0.20$, p-verdi = 0.93 og hunn: McFadden pseudo $R^2 = 0.11$, p-verdi = 0.22) og 2013 (høyre panel, hann: McFadden pseudo $R^2 = 0.11$, p-verdi = 0.20 og hunn: McFadden pseudo $R^2 = 0.04$, p-verdi = 0.97).

Gjenfangst relatert til fangstposisjon

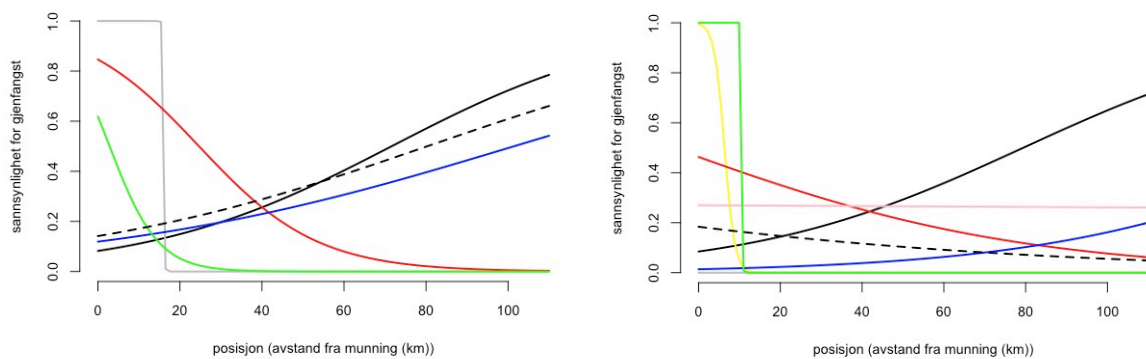
I 2012 økte de prosentvise gjenfangstene med økende avstand fiskene ble merket fra elvemunningen (fig.9). I 2013 var det ikke et slikt klart mønster (figur 11). I 2012 ble laksene gjenfanget i gjennomsnitt 11,2 km (SD \pm 17.3 km) fra der de var gjenutsatt. I 2013 ble laksene i gjennomsnitt gjenfanget 3.8 km (SD \pm 8,3 km) fra der de var gjenutsatt.



Figur 11 Prosentvise gjenfangster relatert til fangstposisjon i 2012 (venstre panel, n = 187) og 2013 (høyre panel, n = 195)

Modellering av gjenfangst ~ fangstposisjon

Det var store forskjeller mellom elvene i hvordan den modellerte gjengangstsannsynligheten relativ til fangstposisjon opptrådte. I Lakselv og Orkla i 2012 var det høyere sannsynlighet for gjenfangst dess høyere opp i vassdraget laksen ble fanget og gjenutsatt, mens i Gaula og Otra var trenden motsatt (figur 12). I 2013 var trenden for Lakselv og Orkla den samme som i 2012, om noe svakere. I Verdalselva (2012) og Otra (2013) fikk modellene knekkpunkter som følge av for få gjenfangster.



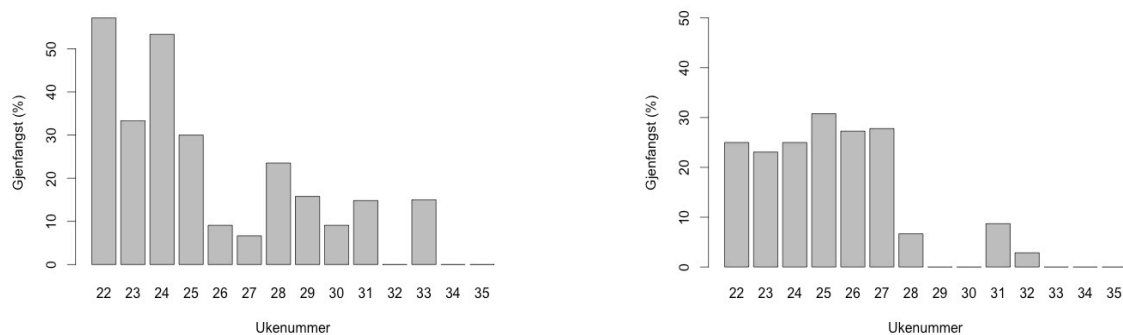
Figur 12 Modellert sannsynlighet (GLM) for gjenfangst som en funksjon av fangstposisjon for de inkluderte elvene i 2012 (venstre panel) og 2013 (høyre panel). Elvene er representert med henholdsvis: svart-Lakselv, gul-Rana, grå-Verdalselva, rød-Gaula, blå-Orkla, rosa-Osen v. Hyen, grønn-Otra og svart (stiplet)-alle elver sammenslått.

Tabell 10 McFaddens pseudo R^2 og p-verdier for modellert som gjenfangstsannsynlighet relativ til fangstposisjon i 2012 og 2013

	2012		2013	
	McFadden R^2	Pr(> z)	McFadden R^2	Pr(> z)
Lakselv	0.10	0.66	0.25	0.84
Rana			0.21	0.07
Verdalselva	0.66	0.998	<0.001	1
Gaula	0.05	0.09	0.13	0.13
Orkla	0.02	0.37	0.03	0.66
Osen v Hyen			0.08	0.99
Otra	0.10	0.39	<0.001	0.99
Sammenslått	0.14	0.78	0.16	0.15
(posisjon + elv)				

Gjenfangst relatert til ukevise fangster

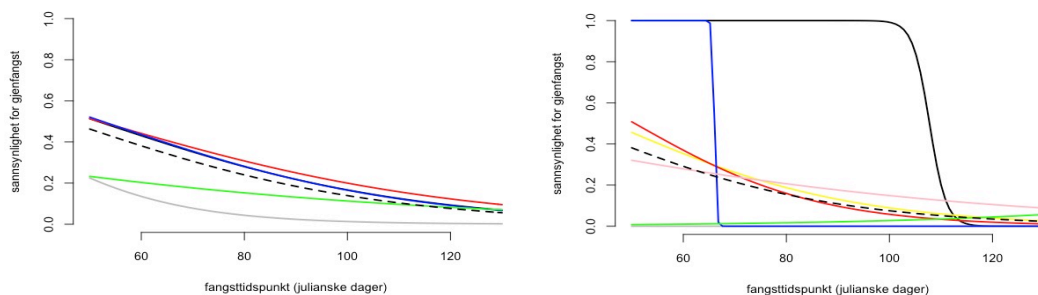
Gjenfangstprosent var høyest blant laks fanget i løpet av de første ukene av fiskesesongen, og deretter minket gjenfangsten gradvis i 2012 (figur 13). I 2013 var det lite variasjon i gjenfangstprosent for laks merket i ukene 22-27, og gjenfangstene var lave etter dette. I 2012 gikk det i gjennomsnitt 21.3 dager mellom fangst og gjenfangst (SD \pm 15.2 dager). I 2013 gikk det i gjennomsnitt 29.5 dager mellom fangst og gjenfangst (SD \pm 18.2 dager).



Figur 13 Prosentvis gjenfangst for laks merket i de ulike ukene gjennom fiskesesongen i 2012 (venstre panel, n = 226) og 2013 (høyre panel, n = 233)

Modellering av gjenfangst ~ ukevise fangster

Modellert sannsynlighet for gjenfangst relatert til fangsttidspunkt viste at sannsynlighet for gjenfangst sank utover sesongen i de fleste elvene over begge år (figur 14). Det var bare i Otra og Verdalselva i 2013 at dette ikke vistes. Det oppstod knekkpunkter i modellene for de to elvene i 2013 som følge av for få gjenfangster.



Figur 14 Modellert sannsynlighet (GLM) for gjenfangst som en funksjon av fangsttidspunkt for de inkluderte elvene i 2012 (venstre panel) og 2013 (høyre panel). Elvene er representert med henholdsvis: svart-Lakselv, gul-Rana, grå-Verdalselva, rød-Gaula, blå-Orkla, rosa-Osen v. Hyen, grønn-Otra og svart (stiplet)-alle elver sammenslått.

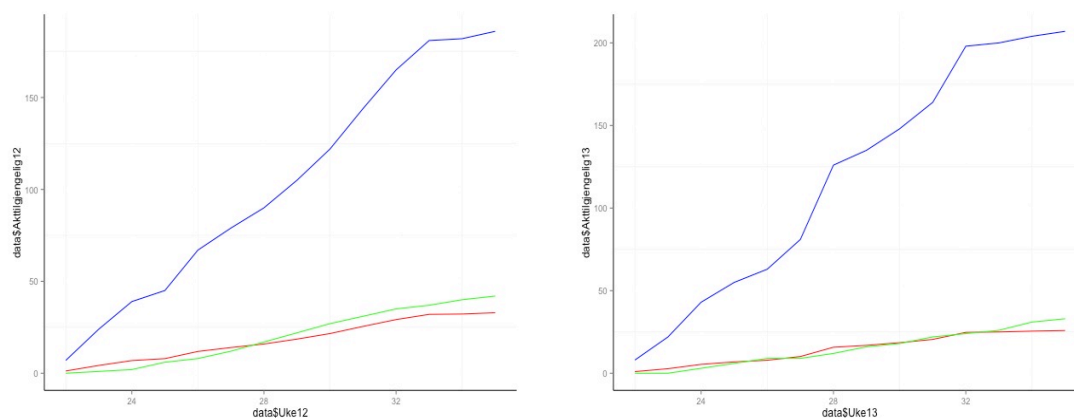
Tabell 11 McFaddens pseudo R² og p-verdier for modellert som gjenfangstsannsynlighet relativ til fangsttidspunkt i 2012 og 2013

	2012		2013	
	McFadden R ²	Pr(> z)	McFadden R ²	Pr(> z)
Lakselv	0.024	0.324	0.37	0.40
Rana			0.072	0.28
Verdalselva	0.060	0.479	<0.001	1
Gaula	0.025	0.228	0.16	0.03*
Orkla	0.076	0.137	<0.001	0.999
Osen v Hyen			0.017	0.26
Otra	0.009	0.559	0.007	0.82
Sammenslått	0.13	0.02	0.16	0.004

(tidspunkt + elv)

Sammenligning mellom antall laks tilgjengelig for gjenfangst og akkumulert gjenfangst per uke

Ved å multiplisere antall laks som var tilgjengelige for gjenfangst per uke med gjennomsnittlig gjenfangstprosent ble det simulert en tenkt konstant gjenfangst med et lineært forhold til antall laks som var tilgjengelige for gjenfangst (for å oppnå størrelsesmessig likhet med antall gjenfangster akkumulert gjennom fiskesesongen). Antall gjenfangster per uke fulgte den simulerte konstante gjenfangsten relativt likt i 2012 (figur 15) (Two-sample Kolmogorov-Smirnov test : D = 0.29, p-verdi = 0.64) og i 2013 (figur 15) (Two-sample Kolmogorov-Smirnov test: D = 0.21, p-verdi = 0.90).



Figur 15 Antall laks tilgjengelig for gjenfangst per uke (blått). Antall laks tilgjengelig for gjenfangst multiplisert med gjennomsnittlig gjenfangstprosent merket rødt. Antall gjenfangster per uke (merket grønt) i 2012 (venstre panel, n = 226) og 2013 (høyre panel, n = 233)

Variabelutvelgelse ved modellering av gjenfangstsannsynlighet basert på faktorene: lengde, fangsttidspunkt, kjønn og fangstposisjon.

Ved stegvis modellutvelgelse (stepAIC) kom det frem at modellen som beskrev gjenfangst best i 2012, inkluderte alle undersøkte variabler (tabell 12 og 13). Beregning av McFadden pseudo R^2 for modellen som baserer seg på gjenfangst ~ kjønn + lengde + dato + posisjon, ga det $R^2 = 0.23$, som tilsier at dataene forklarer gjenfangsten godt.

Tabell 12 stepAIC rangerer kandidatmodeller for modellering av gjenfangst 2012

Start AIC: gjenfangst ~ kjønn + lengde + dato + posisjon			Deviance	AIC
Start			161.48	173.48
- Posisjon	1		165.59	175.59
- Lengde	1		166.25	176.25
- Kjønn	2		171.91	179.91
- Dato	1		178.96	188.96

Tabell 13 Oppsummering av GLM(gjenfangst ~ kjønn + lengde + dato + posisjon)

GLM(gjenfangst ~ kjønn + lengde + dato + posisjon)				
	Estimate	Std. error	Z verdi	Pr(> z)
Intercept (hunn)	5.20395	2.01046	2.588	0.00964 **
Kjønn(hann)	0.45617	0.61363	0.743	0.45724
Kjønn(NA)	-1.18819	0.52880	-2.247	0.02464 *
Posisjon	0.03622	0.01778	2.037	0.04169 *
Lengde	-0.03684	0.01746	-2.110	0.03485 *
Dato	-0.04110	0.01052	-3.908	9.29e-05 ***

For 2013-data viste den stegvise modellutvelgelsen (stepAIC) at modellen som beskrev gjenfangst best, bestod av faktorene lengde, kjønn og dato (tabell 14 og 15). Beregning av McFadden pseudo R squared for modellen basert på gjenfangst ~ kjønn + dato, ga $R^2 = 0.15$, som var under hva som regnes for å være en god forklaringsgrad. Ved å berogene McFadden pseudo R squared for modellen som inkluderte alle faktorene i 2013, gjenfangst ~ kjønn + lengde + dato + posisjon, kom $R^2 = 0.22$ innenfor intervallet som tilsier at inkludert data forklarte gjenfangsten godt.

Tabell 14 stepAIC rangerer kandidatmodeller for modellering av gjenfangst 2013

Start AIC: gjenfangst ~ kjønn + lengde + dato + posisjon			
		Deviance	AIC
- Posisjon	1	135.46	145.46
- Lengde	1	136.69	146.69
Start		135.45	147.45
- kjønn	2	141.54	149.54
- dato	1	147.71	157.71

Tabell 15 Oppsummering av GLM(gjenfangst ~ kjønn + lengde + dato + posisjon)

GLM(gjenfangst ~ kjønn + lengde + dato + posisjon)				
	Estimate	Std. error	Z verdi	Pr(> z)
Intercept (hunn)	2.8757854	2.0227900	1.422	0.15512
Kjønn(hann)	1.0463012	0.4672974	2.239	0.02515 *
Kjønn(NA)	1.8877686	1.4699601	1.284	0.19906
Posisjon	-0.0008171	0.0090498	-0.090	0.92806
Lengde	-0.0194741	0.0175432	-1.110	0.26697
Dato	-0.0427578	0.0132657	-3.223	0.00127 **

Diskusjon

Total gjenfangst

Resultatene fra undersøkelsen viste at gjenfangstprosenten var ulik mellom elvene. Det har ikke blitt gjennomført undersøkelser som beskriver hvilke faktorer som påvirker fangbarhet hos laks, men det finnes dokumentasjon på at fysiske forhold i en elv påvirker laksens adferd (Thorstad et al. 2008, Kennedy et al. 2013, Jonsson et al. 2007). Det var derfor naturlig å tro at dette også kunne påvirke fangbarhet i forbindelse med gjenfangst. Gjenfangsten kunne derfor tenkes å være påvirket av effekter av lokale forhold som vannstand og temperatur, vandringshindringer, topografi og lengde på lakseførende strekning. I tillegg ville forvaltningstiltak som regulerte tilgjengelighet av fiske i form av antall fiskere, fiskbare områder med eventuelle fredningssoner og lengde på fiskesesong også kunne påvirke gjenfangster.

Andelen laks som ble gjenfanget i løpet av undersøkelsen var i enkelte av elvene betydelig høyere enn hva som tidligere har vært dokumentert i forbindelse ved praktisering av fang og slipp (Whoriskey 2000, Richard et al. 2013, Thorstad et al. 2008, Thorstad et al. 2003). Da enkelte tilfeller av høy gjenfangstandel sannsynligvis hadde sammenheng med spesielle forhold, var det viktig å forklare disse. Den høye gjenfangstandelen i Gaula i 2012 kunne mest sannsynlig settes i sammenheng med stor vannføring i løpet av første del av fiskesesongen. Ved høy vannstand fungerer Gaulfossen som et vandringshinder. Det kan igjen ha ført til at fisk som ble gjenutsatt nedenfor Gaulfossen ikke kom seg videre og derfor i større grad var tilgjengelig for gjenfangst enn de ellers ville vært. Dette kan være fordi en del av laksen fortsatt var i oppvandringsfasen (Økland et al. 2001) av elveoppholdet, noe som kan være forbundet med høyere fangbarhet (Jensen et al. 2010).

Gjenfangstandelen i Verdalselva var vesentlig lavere enn i de andre elvene. Her var tilgjengeligheten til fisket og lengden på fiskesesongen betydelig redusert i både 2012 og 2013 som et forvaltningstiltak som følge av at laksepopulasjonen ikke var tilstrekkelig stor i forhold til gytebestandsmålet (Anon. 2014). Antall oppvandrende laks trolig var lavt i Verdalselva i årene undersøkelsen pågikk (Anon. 2014), burde gjenfangstandelen i henhold til funnene til Thorley (2007) vært høy, dersom fisket ellers hadde pågått som normalt. I gjennomsnitt var det 21,3 (2012) og 29,5 -dager (2013) mellom fangst og gjenfangst for alle

laks inkludert i undersøkelsen. Det er derfor sannsynlig at fiskesesongen var for kort både i 2012 (31 dager) og 2013 (52 dager) i Verdalselva til at man kunne forvente gjenfangst i særlig grad. I tillegg til avkortet fiskesesong, vil lavere fiskepress være med på å forklare den lave gjenfangstandelen. Om man ser bort fra de nevnte elvene hvor spesielt høy eller lav gjenfangstandel kan relateres til lokale forhold, var gjenfangstandelen i resterende elver mellom 7 og 22 prosent. Dette er høyt i forhold til hva som er dokumentert tidligere (Whoriskey 2000, Richard et al. 2013, Thorstad et al. 2008, Thorstad et al. 2003).

Det var ingen signifikant forskjell på gjenfangstprosenten mellom 2012 og 2013 i Lakselv, Verdalselva, Orkla eller Otra, mens i Gaula ble det påvist ulik gjenfangstprosent mellom årene. Fordi laksen har en kompleks livshistorie som vil kunne påvirkes av fysiske og økologiske faktorer gjennom flere livsstadier (Klemetsen et al. 2003), vil oppvandringstidspunkt, populasjonssammensetningen og antall laks variere mellom elver og år (Anon. 2012-2016). Dette vil kunne gi ulike *in situ* scenarier fra år til år som kan tenkes å påvirke både fangst og gjenfangst i forbindelse med sportsfiske under laksens elveopphold. I Gaula viser ulik gjenfangstprosent mellom 2012 og 2013 at gjenfangst ikke behøver å være konstant over tid. Selv om det ikke var signifikante forskjeller mellom år i de resterende elvene, var det en svak nedgang i gjenfangstandel fra 2012 til 2013. Reduksjon i gjenfangstandel fra 2012 til 2013 sammenfalt imidlertid med et redusert innsig av laks fra 2012 til 2013 (Anon. 2014, Anon. 2013). Det kan tenkes at færre laks i elvene resulterer i færre fiskere og at dertil lavere fiskepress kunne være med å forklare påfølgende lavere gjenfangstandeler. Relativt lav gjenfangstandel i Lakselv og Otra i 2013 kan tenkes å ha sammenheng med at mange av laksene ble merket sent i fiskesesongen (Appendiks 36 og 42) og at det derfor ikke var tilstrekkelig med tid for å kunne forvente særlig grad av gjenfangst.

Dødelighet, utvandring og merketap

Det er tidligere dokumentert at merkeeffekter i form av overlevelse og adferd er små når merkene er tilpasset fiskestørrelse og merking utføres korrekt (Thorstad et al. 2000).

Merkingen ble derfor ikke tillagt å ha noen effekt på resultatene av undersøkelsen

De laksene som ble dokumentert å ha forlatt vassdraget de var merket i eller de som ble funnet død, ble ikke brukt i datamaterialet for beregninger av gjenfangst. Død fisk vil som oftest føres med strømmen nedover elven til de enten når havet, eller de legger seg på bunnen

i dype strømsvake kulper (Havn et al. 2017) og kan derfor være vanskelige å oppdage.. Dersom udokumenterte død og utvandret laks forekom, ville disse bidra til at gjenfangstandelen ble underestimert som følge av at disse ikke kunne bli gjenfanget. Imidlertid er dødeligheten etter gjenutsetting vanligvis lav (Lennox et al. 2017), slik at dette neppe er noen stor feilkilde.

Korrelasjon mellom gjenfangst og gjenfangstfaktorer

Det kom frem av korrelasjonsanalysene at det var sammenheng mellom gjenfangst og flere av de undersøkte faktorene. I tillegg ble det påvist sammenheng mellom flere av faktorene. Det ble tolket som at enkelte faktorer som ikke korrelerer med gjenfangst likevel kan ha indirekte sammenheng med gjenfangst ved at de kan ha sammenheng med en annen faktor som gjør det. Det kom frem at ingen av korrelasjonene var sterke. Resultatene fra analysen var hovedsakelig ment som et verktøy for å demonstrere at mange av de undersøkte faktorene henger sammen og at tolkningen av gjenfangst var avhengig av en holistisk tilnærming.

Gjenfangstfordeling på komponenter av populasjoner

Gjenfangst fordelt på kroppslengde

Den prosentvise gjenfangsten var ikke forskjellig mellom størrelsesgruppene verken i 2012 eller 2013. Dette var ikke som forventet, da man vet at større individer vandrer tidligere opp i elvene enn mindre individer (Vähä et al. 2011; Niemelä, Orell, et al. 2006) og derfor gjerne fanges tidligere med dertil lengre periode tilgjengelig for gjenfangst enn små individer, noe som var tilfellet i både i 2012 og 2013 (Appendiks 14 og 15). Ergo ville det vært logisk med høyere gjenfangstandel av stor laks. Gjenfangstrater knyttet til størrelsesgrupper bør derfor sees i sammenheng med fangsttidspunkt.

Det var imidlertid variasjoner mellom elvene i hvordan gjenfangstprosenten fordelte seg på størrelsesgruppene. Noe av grunnen til dette kan ha vært at enkelte størrelsesgrupper var svakt representert i noen av elvene som følge av at forskjellig aldersstruktur i populasjonene (Barson et al. 2015). Det var ingen forskjell på gjenfangst innad størrelsesgruppene mellom år, men nær signifikant forskjell på gjenfangst av storlaks mellom årene. Dette ble imidlertid

ansett å ha liten betydning fordi det kunne settes i sammenheng med nedgangen i gjenfangst av storlaks i Gaula fra 2012 til 2013, som er diskutert tidligere, samt at elvene Rana og Osen som kun var med i 2013 ikke hadde noe gjenfangst av storlaks.

Det var totalt sett ingen korrelasjon mellom den modellerte gjenfangstsannsynligheten og kroppslengden i 2012 eller 2013. Den totale gjenfangstfrekvensen var økende med kroppslengde i 2012, mens den var minkende i 2013. Ingen av modellene for enkeltelvene viste signifikante korrelasjoner mellom kroppslengde og gjenfangst. Ved å inkludere de elvene med mest relevans for total-modellene for kroppsstørrelse (Lakselv, Orkla og Otra i 2012 samt Orkla og Otra 2013), viste modellene for enkeltelvene forskjellige trender. Forskjeller mellom elvene kunne tyde på at gjenfangstfordeling mellom størrelsesgruppene var tilfeldige og pekte i retning av at kroppslengde ikke direkte spilte inn på gjenfangstratene i denne undersøkelsen. Korrelasjonsanalysene (tabell 7 og 8) underbygget at sammenheng ikke bør vektlegges hverken i 2012 eller 2013.

Selv om undersøkelsen ikke avdekket forskjellig gjenfangstandel mellom størrelsesgruppene, var det likevel ikke usannsynlig at større laks vil være mer sårbar for gjenfangst som følge av at de vandrer tidligere opp i elvene enn små laks (se diskusjon tid). Da størrelsesgruppene til dels og med unntak av flergangsgytende laks representerer forskjellige genetiske grupper i form av lengde ved kjønnsmodning (Barson et al. 2015) er det interessant å diskutere om det kan være atferdsmessige forskjeller mellom gruppene som påvirket gjenfangsten ulikt. Det har blitt vist at fangbarhet kan være genetisk betinget hos andre fiskearter (Klefoth et al. 2013). Aggressiv adferd lik den man har observert i forbindelse med intraspesifikk territorial aggresjon (Weir et al. 2004) er trolig medvirkende til at laksen biter på sportsfiskeredskap. Teorien underbygges av at laksen som oftest ikke tar til seg føde under ferskvannsoppholdet (Jensen et al. 2010, Vähä et al. 2011), men til tross for dette lar seg fange. Fangst og gjenfangst i forbindelse med sportsfiske etter laks kan derfor antas å rette seg mot individer med aggressiv adferd og ikke mot beiteadferd hos næringssøkende individer. Da man vet at både aggresjon og kjønnsmodning ved alder er arvbart hos laksefisk (Kortet et al. 2014; Kittilsen et al. 2009), kan det tenkes at det kan være genetisk betinget hvor predisponert et individ er for fangst med påfølgende gjenfangst. I tidligere undersøkelser har det blitt vist at større individer utviser mer aggresjon enn mindre individer (Jonsson et al. 1997, Garant et al. 2002; Webb and Hawkins 1989). Dette kan tenkes å danne et genetisk skille mellom størrelsesgruppene med tanke på fangbarhet (Duston et al. 2005). Fordi stor laks opplever større relative energitap i

løpet av elveoppholdet enn mindre laks (Jonsson et al. 1997), kan store individer i større grad være avhengige av å ha en mer energibesparende adferd enn mindre individer. Dette kan være i form av at de oppsøker dype kulper med kaldere vann, unngår strømsterke partier i elvene og i perioder vil være inaktive (Cooke et al. 2009). Dette kan gjøre at stor laks tidvis vil være mindre utsatt for gjenfangst enn mindre laks, til tross for at de er tilgjengelig for gjenfangst over en lengre periode som følge av tidligere oppvandring.

Gjenfangst fordelt på kjønn

Det var ikke forskjell på gjenfangstprosent mellom kjønn i noen av elvene. Totalt sett ble det ikke påvist ulik gjenfangstandel mellom kjønnene i 2012, men i 2013 var det høyere gjenfangstandel hos hannlaks enn hos hunnlaks. Det kan tenkes at ulikheter mellom kjønnene i form av forskjellig livshistorie og reprodutiv strategi påvirket gjenfangsten i 2013. I følge Jonsson et al. (1997) forbruker begge kjønn omtrent like mye energi (opp mot 70 % av kroppsreservene) i løpet av elveoppholdet, men de disponerer imidlertid energien ulikt. Hunnlaks investerer vesentlig mer energi i produksjon av kjønnsprodukter enn hannlaks, mens hannlaks igjen bruker mer energi i form av aggresjon knyttet til territorial adferd (Jonsson et al. 1991; Halttunen et al. 2013). I tillegg har tidligere studier vist at størrelsessammensetning, kjønnsratio og tetthet kan variere fra år til år (Vähä et al. 2011) som følge av ulik livshistorie mellom kjønn (Barson et al. 2015). Populasjonssammensetningen kan påvirke aggresjonsnivå og adferd hos hann- og hunnlaks ulikt (Weir et al. 2010, Raby et al. 2013, Cook et al. 2011). Om fangbarhet og gjenfangst kan knyttes til aggressiv adferd, var det i så måte ikke usannsynlig at høyere gjenfangstandel hos hannlaks i 2013 kunne antas å ha vært et resultat av fysiologiske faktorer påvirket av populasjonssammensetning som i enkelte tilfeller kan gjøre hannlaks mer utsatt for gjenfangst. At det ellers ikke ble påvist forskjellig gjenfangstandel mellom kjønnene, indikerer i midlertid at det ikke dreier seg om store ulikheter. Ved sammenligning av gjenfangstprosenten innad kjønn, mellom år, var det totalt sett ingen forskjell i gjenfangst av hannlaks, mens for hunnlaks var det en nedgang fra 2012 til 2013. Nedgangen kunne knyttes til resultatene fra Gaula, som var den eneste enkeltelven hvor det ble påvist forskjellig gjenfangstandel hos hunnlaks mellom år. Forskjellen kunne mest sannsynlig settes i sammenheng med de spesielle forholdene som førte til høye gjenfangster i Gaula i 2012 (diskutert tidligere) og måtte derfor kunne ses på som et særtilfelle. Av samme årsaker som diskutert for gjenfangstfordeling mellom kjønn, vil

gjenfangstandelen innad kjønn trolig ikke være konstant fra år til år. Fordi det med unntak av Gaula ikke ble dokumentert signifikante forskjeller mellom år, antas at variasjoner mellom år vil være små.

Sannsynlighet for gjenfangst ~ kjønn (kroppslengde)

Den modellerte gjenfangstsannsynligheten viste positivt korrelasjon mellom gjenfangstsannsynlighet og kroppslengde hos hannlaks i 2012. For hunnlaks begge år samt hannlaks i 2013 var det ingen korrelasjon. Høyere gjenfangstandel blant større hannlaks i forhold til mindre individer var trolig påvirket av flere faktorer. En del av forklaringen kunne kanskje knyttes til det størrelsesrelaterte hierarkiet som oppstår i elvepopulasjoner sammensatt av flere årsklasser med ulikt antall år tilbrakt i havet. I form av at dominans etableres relativ til størrelse som følge av at større fisk blir mer aggressive i møte med mindre rivaler (Weir et al. 2010). Linken mellom dominans og fangbarhet i forbindelse med sportsfiske er enda ikke dokumentert, så dette er foreløpig bare hypotetisk. Fra korrelasjonsanalysen kom det frem at lengde og fangsttidspunkt korrelerte. Det var også nær signifikant korrelasjon mellom fangsttidspunkt og gjenfangstfrekvens. Dette indikerte at økt gjenfangstsannsynlighet med kroppslengde hos hannlaks også ble påvirket av fangsttidspunkt. Man vet fra tidligere undersøkelser at stor laks vandrer tidlig opp i elvene, etterfulgt av mindre laks utover i sesongen (Niemelä et al. 2006). Den store laksen vil derfor være tilgjengelig for gjenfangst i en lengre periode enn mellom- og smålaks. At sammenhengen mellom kroppsstørrelse og sannsynlighet for gjenfangst ikke kom frem hos hunnlaks, kan trolig forklares med at færre hunnlaks returnerer til elv som 1-SV smålaks (Niemela 2000; Jokikokko et al. 2006) og størrelsesintervallet da vil være mer kompakt enn hos hannlaks. Dette vil gjøre det vanskeligere å modellere sammenhengen mellom kroppslengde og gjenfangstsannsynlighet for hunnlaks.

Sannsynlighet for gjenfangst ~ kjønn (ukevise fangster)

Den modellerte gjenfangstsannsynligheten relativ til fangsttidspunkt viste negativ korrelasjon for begge kjønn i både 2012 og 2013. Fordi individer med lik størrelse generelt har relativt lik oppvandringstidspunkt uavhengig av kjønn (Jokikokko et al. 2004), er det derfor sannsynlig at

begge kjønn også opplever eventuelle faktorer som måtte påvirke gjenfangsten likt. Fangsttidspunkt ble vurdert å være sentral med tanke på gjenfangst (se diskusjon fangsttidspunkt). Gjenfangst vil trolig påvirkes av stress og utmattelse med potensiell forsinkelse og reduksjon av videre vandring (Lennox et al. 2016; Lennox et al. 2015; Tufts et al. 2000) som følge av fang og slipp, men det har ikke tidligere blitt undersøkt om det forekommer kjønnsvis forskjeller. Likhet mellom fangsttidspunkt-modellene for begge kjønn indikerte at hunn- og hannlaks responderte likt på de ikke-dødelige effektene fang og slipp tenkes å ha medført.

Sannsynlighet for gjenfangst ~ kjønn (fangstposisjon)

Den modellerte gjenfangstsannsynligheten relativ til fangstposisjon viste ikke korrelasjoner i 2012 eller 2013. Modellene viste heller ingen gjennomgående trender for gjenfangstsannsynligheten relativ til kjønn og ble derfor forventet å ha liten forklaringsgrad.

Gjenfangst relatert til fangstposisjon

Den totale gjenfangsten relativ til fangstposisjon fordelte seg ulikt i 2012 og 2013. Dette kan ha sammenheng med at det i 2013 ble inkludert to elver mer i undersøkelsen. Totalt sett var det økende prosentvis gjenfangst i forhold til økende avstand fra elvemunning for merking i 2012. Dette hadde sammenheng med at få laks ble merket i øvre deler sammenlignet med nedre deler av elvene (Appendiks 45-56). Det førte til at hver laks fra øvre deler vektet de prosentvise gjenfangstene mer enn laks merket i nedre. Det vil derfor være knyttet større usikkerhet til om utvalget av fisk i øvre deler av elvene var tilstrekkelig for å kunne beskrive gjenfangst. Det gjaldt også for 2013. I 2013 virket den prosentvise gjenfangsten totalt sett å være jevnere fordelt. Gjenfangsten ved enkelte posisjoner var fraværende men det skyltes at få eller ingen laks var merket der.

Fordelingen av gjenfangster i enkeltelvene skilte seg i stor grad fra fordelingen av gjenfangster totalt sett. I enkeltelvene opptrådte gjenfangstene relativ til merkeposisjoner klumpet, uten at det kom frem et unisont mønster. Fordelingen av gjenfangster på de forskjellige merkeposisjonene reflekterte blant annet at merkingen av laks som var inkludert i undersøkelsen ikke var jevnt spredt over elvene.

Gjenfangstene fra de forskjellige merkeposisjonene langs elvene var mest sannsynlig påvirket av lokale forhold. På grunn av høy vannføring tidlig i sesongen ble Gaulfossen i Gaula et vandringshinder for laksen. Dette resulterte i høye gjenfangster for laks tatt nedenfor Gaulfossen sammenlignet med gjenfangster av laks tatt ovenfor. Fordi en del av laksene som ble merket nedenfor Gaulfossen sannsynligvis hadde tilhørighet lengre opp i elven (Primmer et al. 2006), kan det tenkes at gjenfangstsannsynligheten blant disse var høyere som følge av at de fortsatt var i migrasjonsfasen av vandringen (Økland et al. 2001). Dette støttes av funn gjort i Alta (Jensen et al. 2010), hvor fangst av laks så ut til å være knyttet til migrasjon. Det er kan tenkes at dette også vil gjelde i forhold til andre typer vandringshinder som demninger og utløp av sideelver. I Orkla var gjenfangst andelen høy for laks tatt 50-60km fra munningen sammenlignet med resten av elva. Dette hadde mest sannsynlig sammenheng med at gjestene ved Aunan Lodge setter tilbake mesteparten av fangstene sine og i så måte bidrar til å øke antall laks tilgjengelig for gjenfangst betydelig. Samtidig kunne dette være en indikasjon på at antall laks ikke var tilstrekkelig for å gi et representativt bilde på gjenfangst i andre deler av elva. I Osen vestre Hyen ble alle laksene merket i de nederste 10 km av vassdraget. Klumpete fordeling av gjenfangst relativ til merkeposisjon kunne indikere at lokale faktorer som fisketrykk og fysiske forhold som vannstand og vandringshinder påvirket gjenfangst av laks.

Det er flere svakheter forbundet til å bruke gjenfangst relativ til merkeposisjon for å beskrive gjenfangsten. Fisketrykket ikke ble målt og gjenfangst relativ til fangstposisjonens avstand fra elvemunning var derfor til en viss grad forankret i en antakelse om konstant- og jevnt fordelt fisketrykk langs elvene. Det har tidligere blitt vist at en del gjenutsatte laks ikke beveger seg langt fra stedet hvor de ble fanget og gjenutsatt frem mot gyting (Lennox et al. 2016). Fordelingen av fangster og gjenfangster var mest sannsynlig nært knyttet til plasseringen av de beste fiskeplassene i elvene. Det var nærliggende å tro at fisketrykket på disse plassene var høyere enn ellers i elvene og derfor genererte flere fangster og gjenfangster.

Undersøkelsen kunne ikke avdekket om laksen som ble merket ved en gitt posisjon i elvene var nær eller langt unna endepunktet for vandringen. Man visste heller ikke om laksen vandret oppover, nedover, ble værende eller tidsintervallet for vandringsadferd etter merking. Både laksens posisjon i elven relativ til hvordan fiskepresset fordelte seg samt adferd i form av i hvilken fase av elvevandringen (Jensen et al. 2010, Økland et al. 2001, Finstad et al. 2005)

laksen var i etter merking det vil være med på å påvirke i hvor stor grad de gjenutsatte laksene var eksponert for fiske (Jensen et al. 2010) og eventuell gjenfangst.

Ved sammenslåing av elvene viste modellering av gjenfangstsannsynlighet relatert til posisjon i elva målt i km fra munning ingen sammenheng mellom disse verken i 2012 eller 2013. I enkeltelvene som var nærmest å ha korrelasjon mellom fangstposisjon og sannsynlighet for gjenfangst (Gaula 2012, 2013 og Rana 2013), var tendensen at sannsynligheten sank dess lengre fra elvemunningen laksen var merket og gjenutsatt. Dette var i overenstemmelse med funn som er gjort tidligere (Falkegård 2014), hvor det med utgangspunkt i telemetriske undersøkelser ble vist at laks med tilhørighet i øvre deler av et vassdrag vil være mer eksponert for fangst som en konsekvens av at den må passere flere områder hvor det fiskes i løpet av vandringen. Det kunne videre tenkes at ved merking av laks i nedre deler av et vassdrag, var det større sannsynlighet for at en del av laksene ikke hadde nådd sitt endepunkt for vandringen, enn om laksen hadde vært fanget i øvre deler av vassdraget.

Gjenfangstsannsynligheten vil derfor trolig være større for laks fanget i nedre- i forhold til laks som fanges lengre opp. Det kunne også tenkes at lengden på den lakseførende strekningen kan påvirke gjenfangstsannsynlighet i form av større sannsynlighet for gjenfangst dess lengre lakseførende strekning.

Som følge av at fisketrykket i elvene mest sannsynlig ikke var jevnt fordelt, var trolig ikke fangstposisjon en presis faktor for å predikere gjenfangst. Da man vet at laksens vandringsadferd er påvirket av flere fysiske parameter (Thorstad et al. 2008) som forventes å variere fra år til år, kunne dette være med på å forklare forskjeller mellom år.

Gjenfangst relatert til fangstposisjon var trolig påvirket av både lokale forhold som vandringshinder, fordeling av fisketrykk og sannsynlighet for gjenfangst som følge av avstand fra elvemunning ved fangst/merking. Årlig variasjon i sammensetning av den oppvandrende populasjonen vil også kunne tenkes å spille inn i form av forskjellig populasjonsstruktur og størrelsessammensetning (Primmer et al. 2006) av laks med tilhørighet til forskjellige deler av elvene fra år til år.

Gjenfangst relatert til ukevise fangster

Den totale prosentvise fordelingen av gjenfangst mellom ukevise fangster varierte gjennom sesongen og fulgte forskjellige mønster i 2012 og 2013. I 2012 var det størst andel gjenfangst hos laks som var gjenutsatt tidlig i sesongen. Enkelte av disse ble gjenfanget over en lengre periode og det var lengre avstand mellom merke- og gjenfangststed enn for tilsvarende tidlig merket laks i 2013 (appendiks 43-44). Flere variabler som populasjonstetthet, fysiologisk status, vannføring, temperatur, lysinnstråling og sikt kan påvirke fangbarhet hos fisk (Stoner 2004). I tillegg vil vannføring, temperatur, sikt m.m. påvirke vandringsadferd (Thorstad et al. 2008) og derfor være medvirkende til at laksen er mer eller mindre fangbar etter gjenutsetting (L'Abée-Lund & Aspas 1999). Variasjoner i disse faktorene, kunne derfor ha vært med på å forklare at gjenfangsten fordelte seg ulikt mellom årene. I 2013 var gjenfangsten av de ukevise fangstene relativt like i uke 22-27, for så å avta de siste ukene i sesongen. Likt for begge sesongene var at gjenfangstandelen per ukevis fangst avtok mot slutten. Som følge av at laksen utsettes for påkjenninger i form av utmattelse, stress og håndtering i forbindelse med fang og slipp (Lennox et al. 2016; Wood, 1991; Kieffer, 2000; Barton 2002, Lennox et al. 2016; Scarabello et al. 1991; Kieffer 2000), vil det oftest ta noen tid før laksen gjenopptar "normal" adferd (Havn et al. 2015; Jensen et al. 2010) og dermed kunne forventes å være tilgjengelig for gjenfangst igjen. Dette var sannsynlig medvirkende årsak til at det i gjennomsnitt gikk 21,3 i 2012 og 29,5 dager i 2013 mellom fangst og gjenfangst. Som et resultat av tiden som gikk i forbindelse med restitusjon etter fang og slipp oppstod en kanteffekt i form av at færre av laksene som ble merket sent i sesongen ble gjenfanget. Resultatet av denne kanteffekten av tid for å bli gjenfanget virker å bli synlig rundt uke 27 ved at antall dager mellom fangst og gjenfangst synker herfra og mot sesongslutt (appendiks 43-44). Reduksjon i gjenfangstandel hos denne gruppen må ikke forveksles med at de var mindre latente til å kunne gjenfanges, det var bare ikke tilstrekkelig tid igjen av fiskesesongen til at de ble tilgjengelige for gjenfangst. Samtidig kan ulik merkefrekvens mellom og gjennom sesongene ha hatt innvirkning på fordelingen av gjenfangstene. Resultatene reflekterte mest sannsynlig at fisketrykket er ulikt mellom årene og at fisketrykk kan ha vært en viktig faktor. Fangsttidspunktet for storlaks var forskjellig mellom årene. I 2012 ble det merket storlaks nesten gjennom hele sesongen (appendiks 14), mens i 2013 ble de fleste merket tidlig (appendiks 15). Dette kunne ha vært med på å forklare den nær signifikante forskjellen i gjenfangstandel mellom årene. Det var tenkelig at gjenutsatt laks var mest sårbar for gjenfangst innenfor et tidsvindu etter gjenutsetting og i liten grad lot seg gjenfange etter det.

I enkeltelvene var det vanskelig å se noe unisont mønster blant gjenfangster per ukevise fangster. Men gjenfangstene så ut til å være størst blant laksene som var merket tidlig i sesongen, i uker hvor det ble fanget mange laks, ble som regel en del av disse gjenfanget (appendiks 31-42).

Ved modellering av gjenfangster relativ til merketidspunkt kom det frem at det var en negativ korrelasjon mellom gjenfangstsannsynlighet og tidspunkt for merking i alle elver i både 2012 og 2013. Ved sammenslåing av data fra alle elvene var tidspunkt for merking den eneste faktoren som viste sammenheng med gjenfangst. Denne sammenhengen kom også frem i Gaula i 2013. I resterende elver (bare med unntak av Otra og Verdalselva 2013) viste at laks som var fanget tidlig i sesongen har større sannsynlighet for å bli gjenfanget enn laks som ble fanget senere, kan reflektere at sannsynlighet for gjenfangst i stor grad avhenger av hvor mange dager en gjenutsatt laks er tilgjengelig for gjenfangst. Dette var likt med tidligere funn gjort i elven Spey (Thorley 2007).

Sammenheng mellom antall laks tilgjengelig for gjenfangst og akkumulert gjenfangst per uke

Det viste seg at gjenfangsten fulgte antall merkede laks som var tilgjengelige for gjenfangst relativt lineært gjennom fiskesesongen i 2012 og 2013. Fordi individer som var merket tidlig i 2012 ble gjenfanget over en lengre tidsperiode enn individer som var merket senere, kunne det forventes at gjenfangsten ville være lavere i begynnelsen av fiskesesongen, for så å øke som følge av at det da ble gjenfanget laks som var merket både tidlig og sent. Lineær gjenfangst oppstod trolig som følge av at det var større gjenfangstandel blant tidlig merket laks relativt til laks som var merket senere på sesongen. Restitusjon etter gjenfangst tar lengre tid ved lavere temperaturer enn ved høyere (Wilkie et al. 1997). Det kunne derfor tenkes at det tok lengre tid for tidlig merket laks å bli gjenfanget sammenlignet med laks merket senere som følge av at lavere temperaturer i vannet tidlig på sesongen. Til tross for at andelen gjenfangster var jevnere mellom ukevise fangster i 2013, fulgte antall gjenfangster og antall laks tilgjengelig for gjenfangst hverandre relativt lineært.

Modellutvelgelse ved modellering av gjenfangstsannsynlighet basert på faktorene: lengde, fangsttidspunkt, kjønn og fangstposisjon.

Modellutvelgelsen viste at den beste modellen for å beskrive gjenfangsten i 2012 baserte seg på alle de undersøkte variablene og støttet dermed opp om det som tidligere er diskutert rundt korrelasjonsanalysen (tabell 7 og 8). Dette indikerte at til tross for at flere av modellene som beskrev gjenfangstsannsynlighet ikke viste signifikante sammenheng med gjenfangst, så hadde de undersøkte en synergieffekt på hverandre og gjenfangst er derfor ikke uavhengig av disse. Da den beste modellen for å beskrive gjenfangst i 2013 ekskluderte lengde og posisjon, demonstreres det at viktighet av faktoren kan variere.

Konklusjon

Studien viste at gjenfangstandelen av laks varierte både mellom elver og år. Gjenfangsten varierte trolig som følge av påvirkning fra mange faktorer. Enkeltfaktorer påvirker ikke bare gjenfangst, men også hverandre på en måte som igjen kan tenkes å ha påvirket gjenfangsten indirekte. Spesielle forhold som for eksempel avkortet fiskesesong medvirket til at ned mot 0 % av gjenutsatt laks ble gjenfanget som følge av at restitusjonstiden etter gjenutsetting trolig varte lengre enn fiskesesongen. Vandringshinder i kombinasjon med lokalt høyt fisketrykk bidro trolig til at gjenfangstandelen var opp til hele 39 % ved et tilfelle. Gjenutsatt laks i migrasjonsfasen av elveoppholdet kan antas å ha vært mer utsatt for gjenfangst ved et vandringshinder som følge av at de var mer aktive ved dette hinderet da de ikke umiddelbart klarte å passere.

Gjenutsetting kan potensielt ha en redusert effekt for laks som fanget tidlig i fiskesesongen som følge av høyere gjenfangstandel blant disse. Dette vil være en aktuell problematikk spesielt i elver med tidlig oppvandrende populasjoner og eller elver med lang fiskesesong. Restitusjonstiden mellom fangst og gjenfangst medvirket trolig til at gjenfangsten sank mot slutten av fiskesesongen. For laks som var gjenutsatt sent på sesongen var det ikke tilstrekkelig mange dager igjen kunne bli gjenfanget. Tid var mest sannsynlig årsak til at ingen laks ble gjenfanget flere ganger.

På grunn av at ingen laks ble gjenfanget flere enn en gang etter fang og slipp, kan man konkludere med at fang og slipp i alle fall ikke medfører nye etiske problemstillinger knyttet til at det er de samme individene som blir fanget igjen mange ganger i løpet av fiskesesongen. Andre undersøkelser har dessuten vist at overlevelsen av laks er høy etter gjenutsetting (oppsummert av Lennox et al. 2017). Da det fortsatt ikke er undersøkt hvordan vinteroverlevelsen er etter gjenutsetting, bør dette undersøkes i framtidige studier da dette kan tenkes å medføre en økt dødelighet av potensielle flergangsgytende laks. Det bør i den sammenheng også undersøkes om det å fanges to ganger kan påvirke langtidsoverlevelsen negativt.

På bakgrunn av at dette studiet viste at gjenfangst av gjenutsatt laks har vist seg å være stort i enkelte tilfeller i elver hvor det praktiseres fang og slipp av laks i norske elver, vil det for fremtiden være behov for mer kunnskap om både effekten på fisken og etiske aspekter omkring gjenfangst av gjenutsatt laks.

Det er behov for langtidsserier som dokumenter gjenfangst på lokalt nivå over flere år for å kunne beskrive hvordan gjenfangst relaterer seg til ulike scenarier. Det kan tenkes at langtidsserier i kombinasjon med det observerte tilnærmet lineære forholdet mellom antall gjenutsatt laks og antall gjenfangster, vil kunne danne et bedre grunnlag for enkle prediktive modeller for gjenfangst i fremtiden.

Referanser

- Anon. 2014. *Status for norske laksebestander i 2014*. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 6, 225 s.
- Anon. 2013. *Status for norske laksebestander i 2013*. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 5, 136 s.
- Anon. 2012. *Status for norske laksebestander i 2012*. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 4, 103 s.
- Arlinghaus, R. & Cooke, S. J. 2007. Understanding the complexity of catch-and-release in recreational fishing: an integrative synthesis of global knowledge from historical, ethical, social, and biological perspectives. *Rev. Fish. Sci.* **15**, 75–167.
- Arlinghaus, R. & Cooke, S. 2007. Fish welfare: a challenge to the feelings-based approach, with implications for recreational fishing. *Fish Fish.* **8**, 57–71.
- Barson, N. J., Aykanat, T., Hindar, K., Baranski, M., Bolstad, G. H., Fiske, P., Jacq, C., Jensen, A. J., Johnston, S. E., Karlsson, S., Kent, M., Moen, T., Niemelä, E., Nome, T., Næsje, T. F., Orell, P., Romakkaniemi, A., Sægvog, H., Urdal, K., Erkinaro, J., Lien, S. & Primmer, C. R. 2015. Sex-dependent dominance at a single locus maintains variation in age at maturity in salmon. *Nature* **528**, 405–408.
- Cooke, S. J., Donaldson, M. R., O'connor, C. M., Raby, G. D., Arlinghaus, R., Danylchuk, A. J., Hanson, K. C., Hinch, S. G., Clark, T. D., Patterson D. A. & Suski, C. D. 2012. The physiological consequences of catch-and-release angling: perspectives on experimental design, interpretation, extrapolation and relevance to stakeholders. *Fish. Manag. Ecol.* **20**, 268–287.
- Cook, K. V., McConnachie, S. H., Gilmour, K. M., Hinch, S. G. & Cooke, S. J. 2011. Fitness and behavioral correlates of pre-stress and stress-induced plasma cortisol titers in pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) upon arrival at spawning grounds. *Horm. Behav.* **60**, 489–497.
- Cooke, S. J., Donaldson, M. R., Hinch, S. G., Crossin, G. T., Patterson, D. A., Hanson, K. C., English, K. K., Shrimpton, J. M. & Farrell, A. P. 2009. Is fishing selective for physiological and energetic characteristics in migratory adult sockeye salmon? *Evol. Appl.* **2**, 299–311.
- Duston, J., Astatkie, T. & MacIsaac, P. F. 2005. Genetic influence of parr versus anadromous sires on the life histories of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **62**,

2067–2075.

- Falkegård, M. 2014. *Laksebestandene i Tanavassdraget. Status og utvikling i verdens viktigste laksevassdrag*. NINA Temarapport **55**, 1-67.
- Gargan, P. G., Stafford, T., Økland, F. & Thorstad, E. B. 2015. Survival of wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) after catch and release angling in three Irish rivers. *Fish. Res.* **161**, 252–260.
- Garant, D., Fontaine, P., Good, S. P., Dodson, J. J. & Bernatchez, L. 2002. The influence of male parental identity on growth and survival of offspring in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Evol. Ecol. Res.* **4**, 537–549.
- Halttunen, E. Jensen, J. L. A., Næsje, F., Davidsen, J. G., Thorstad, E. B., Chittenden, M., Hamel, S., Primicerio, R., Rikardsen, A. H. 2013. State-dependent migratory timing of postspawned Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **70**, 1063–1071.
- Havn, T. B., Uglem, I., Solem, Ø., Cooke, S. J., Whoriskey, F. G. & Thorstad, E. B. 2015. The effect of catch-and-release angling at high water temperatures on behaviour and survival of Atlantic salmon *Salmo salar* during spawning migration. *J. Fish Biol.* **87**, 342–359.
- ICES. 2013 *Report of the Working Group on North Atlantic Salmon (WGNAS)*. International Council for the Exploration of the Sea ICES CM 2013/ACOM:09, 380 s.
- Jensen, J. L. A., Halttunen, E., Thorstad, E. B., Næsje, T. F. & Rikardsen, A. H. 2010. Does catch-and-release angling alter the migratory behaviour of Atlantic salmon? *Fish. Res.* **106**, 550–554.
- Jensen, J. L. A. Rikardsen, A. H., Næsje, T. F., Thorstad, E. B., Halttunen, E., Suhr, A. H., Leinan, I. 2010. *Fangstrater, oppvandring og fordeling av laks i Altaelva*. NINA rapport **595**, 1-60.
- Jokikokko, E., Kallio-Nyberg, I., Jutila, E. & Saloniemi, I. 2006. Effect of origin, sex and sea age of Atlantic salmon on their recapture rate after river ascent. *J. Appl. Ichthyol.* **22**, 489–494.
- Jokikokko, E., Kallio-Nyberg, I. & Jutila, E. 2004. The timing, sex and age composition of the wild and reared Atlantic salmon ascending the Simojoki River, northern Finland. *J. Appl. Ichthyol.* **20**, 37–42.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L. P. 2007. Factors affecting river entry of adult Atlantic salmon in a small river. *J. Fish Biol.* **71**, 943–956.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L. P. 1997. Changes in proximate composition and estimates of energetic costs during upstream migration and spawning in Atlantic

- salmon *Salmo salar*. *J. Anim. Ecol.* **66**, 425–436.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L. P. 1991. Energetic cost of spawning in male and female Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *J. Fish Biol.* **39**, 739–744.
- Kennedy, R. J., Moffett, I., Allen, M. M. & Dawson, S. M. 2013. Upstream migratory behaviour of wild and ranched Atlantic salmon *Salmo salar* at a natural obstacle in a coastal spate river. *J. Fish Biol.* **83**, 515–530.
- Kittilsen, S., Kittilsen, S., Schjolden, J., Beitnes-Johansen, I., Shaw, J. C., Pottinger, T. G., Sørensen, C., Braastad, B. O., Bakken, M. & Øverli, Ø. 2009. Melanin-based skin spots reflect stress responsiveness in salmonid fish. *Horm. Behav.* **56**, 292–298.
- Klefoth, T., Pieterek, T. & Arlinghaus, R. 2013. Impacts of domestication on angling vulnerability of common carp, *Cyprinus carpio*: The role of learning, foraging behaviour and food preferences. *Fish. Manag. Ecol.* **20**, 174–186.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J. B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M. F., Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecol. Freshw. Fish* **12**, 1–59.
- Kortet, R., Vainikka, A., Janhunen, M., Piironen, J. & Hyvärinen, P. 2014. Behavioral variation shows heritability in juvenile brown trout *Salmo trutta*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **68**, 927–934.
- L'Abée-Lund, J. H. & Aspas, H. 1999. Threshold values of river discharge and temperature for anglers' catch of Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Fish. Manag. Ecol.* **6**, 323–333.
- Langset, M. & Staldvik, F. 2011. *Utvikling i offentlige reguleringer av laksefiske i sjø og vassdrag 1850 – 2010 - med hovedvekt på fisketid*. Notat nr. 5, 2011, Kunnskapssenteret for laks og vannmiljø, Namsos.
- Lennox, R. J., Cooke, S. J., Davis, C., Gargan, P., Hawkins, L. A., Havn, T. B., Johansen, M. R., Kennedy, R., Richard, A., Svenning, M.-A., Uglem, I., Webb, J., Whoriskey, F. G. & Thorstad, E. B. 2017. Pan-Holarctic assessment of post-release mortality of angled Atlantic salmon *Salmo salar*. *Biol. Cons.* **209**, 150–158.
- Lennox, R. J., Cooke, S. J., Diserud, S. J., Havn, T. B., Johansen, M. R., Thorstad, E. B., Whoriskey, F. G., Uglem, I. 2016. Use of simulation approaches to evaluate the consequences of catch-and-release angling on the migration behaviour of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Ecol. Modell.* **333**, 43–50.
- Lennox, R. J., Uglem, I., Cooke, S. J., Næsje, T. F., Whoriskey, F. G. & Havn, T. B. 2015. Does catch-and-release angling alter the behavior and fate of adult Atlantic salmon during

- upriver migration? *Trans. Am. Fish. Soc.* **144**, 400–409.
- Miljøverndepartementet 2007. *Om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder*. St.prp. nr. 32, 143 s. Det kongelige miljøverndepartement.
- Muhametsafina, A., Midwood, J. D., Bliss, S. M., Stamplecoskie, K. M. & Cooke, S. J. 2014. The fate of dead fish tagged with biotelemetry transmitters in an urban stream. *Aquat. Ecol.* **48**, 23–33.
- Niemelä, E., Orell, P., Erkinaro, J., Dempson, J. B., Brørs, S., Svenning, M. A. & Hassinen, E. 2006. Previously spawned Atlantic salmon ascend a large subarctic river earlier than their maiden counterparts. *J. Fish Biol.* **69**, 1151–1163.
- Niemelä, E., Erkinaro, J., Julkunen, M., Hassinen, E., Länsman, M. & Brørs, S. 2006. Temporal variation in abundance, return rate and life histories of previously spawned Atlantic salmon in a large subarctic river. *J. Fish Biol.* **68**, 1222–1240.
- Niemelä, E. 2000. Age, sex ratio and timing of the catch of kelts and ascending Atlantic salmon in the subarctic River Teno. *J. Fish Biol.* **56**, 974–985.
- Primmer, C., Veselov, A. J., Zubchenko, A., Poututkin, A., Bakhmet, I. & Koskinen, M. T. 2006. Isolation by distance within a river system: genetic population structuring of Atlantic salmon, *Salmo salar*, in tributaries of the Varzuga River in northwest Russia. *Mol. Ecol.* **15**, 653–666.
- Raby, G. D., Cooke, S. J., Cook, K. V., McConnachie, S. H., Donaldson, M. R., Hinch, S. G., Whitney, C. K., Drenner, S. M., Patterson, D. A., Clark, T. D. & Farrell, A. P. 2013. Resilience of pink salmon and chum salmon to simulated fisheries capture stress incurred upon arrival at spawning grounds. *Trans. Am. Fish. Soc.* **142**, 524–539.
- Richard, A., Dionne, M., Wang, J. & Bernatchez, L. 2013. Does catch and release affect the mating system and individual reproductive success of wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)? *Mol. Ecol.* **22**, 187–200.
- Stoner, A. W. 2004. Effects of environmental variables on fish feeding ecology: Implications for the performance of baited fishing gear and stock assessment. *J. Fish Biol.* **65**, 1445–1471.
- Thorley, J. 2007. Seasonal variation in rod recapture rates indicates differential exploitation of Atlantic salmon, *Salmo salar*, stock components. *Fish. Manag.* **5**, 191–198.
- Thorstad, E. B., Økland, F., Aarestrup, K. & Heggberget, T. G. 2008. Factors affecting the within-river spawning migration of Atlantic salmon, with emphasis on human impacts.

- Rev. Fish Biol. Fish.* **18**, 345–371.
- Thorstad, E. B., Økland, F., Aasestad, I., Diserud, O. & Forseth, T. 2008. *Oppvandring av laks i Numedalslågen*. NINA rapport **360**, 1-46.
- Thorstad, E. B., Næsje, T. F. & Leinan, I. 2007. Long-term effects of catch-and-release angling on ascending Atlantic salmon during different stages of spawning migration. *Fish. Res.* **85**, 316–320.
- Thorstad, E., Næsje, T., Fiske, P. & Finstad, B. 2003. Effects of hook and release on Atlantic salmon in the River Alta, northern Norway. *Fish. Res.* **60**, 293–307.
- Tufts, B. L., Davidson, K. & Bielak, A. T. 2000. *Biological implications of "catch-and-release" angling of Atlantic salmon*. I: Whoriskey, F.G. & Whelan, K.E. (red.), *Managing Wild Atlantic Salmon*. Atlantic Salmon Federation, St. Andrews, NB, s. 195–225.
- Vähä, J. P., Erkinaro, J., Niemelä, E., Primmer, C. R., Saloniemi, I., Johansen, M., Svenning, M. & Brørs, S. 2011. Temporally stable population-specific differences in run timing of one-sea-winter Atlantic salmon returning to a large river system. *Evol. Appl.* **4**, 39–53.
- Weir, L. K., Hutchings, J. A., Fleming, I. A. & Einum, S. 2004. Dominance relationships and behavioural correlates of individual spawning success in farmed and wild male Atlantic salmon, *Salmo salar*. *J. Anim. Ecol.* **73**, 1069–1079.
- Weir, L. K., Grant, J. W. A. & Hutchings, J. A. 2010. Patterns of aggression and operational sex ratio within alternative male phenotypes in atlantic salmon. *Ethology* **116**, 166–175.
- Wilkie, M. P., Brobbel, M. A., Davidson, K., Forsyth, L. & Tufts, B. L. 1997. Influence of sea temperature upon the numbers of grilse and multi-sea-winter Atlantic salmon (*Salmo salar*) caught in the vicinity of the River Dee (Aberdeenshire). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **54**, 503–511.
- Whoriskey, F., Prusov, S. & Crabbe, S., 2000. Evaluation of the effects of catch-and-release angling on the Atlantic salmon (*Salmo salar*) of the Ponoï River, Kola Peninsula, Russian Federation. *Ecol. Freshw. Fish* 118–125.
- Økland, F., Erkinaro, J., Moen, K., Niemelä, E., Fiske, P., McKinley, R. S. & Thorstad, E. B. 2001. Return migration of Atlantic salmon in the River Tana: phases of migratory behavior. *J. Fish Biol.* **59**, 862–874.
- Aas, Ø., Arlinghaus, R., Ditton B., R., Policansky, D. & Schramm Jr, H. L. 2008. *Global challenges in recreational fisheries*. Blacwell Publishing Ltd.

Thorstad, E. B. Næsje, T. F., Mawle, G. W. & Policansky, D. 2008. *The atlantic salmon C&R story. The Atlantic salmon C&R story*. I: Aas, Ø. (red.) Global Challenges in Recreational Fisheries. Blackwell Publishing, s. 219–222.

Domencich, T. A. & McFadden, D. 1975. *Urban travel demand - a behavioral analysis*. North-Holland Publishing Company Limited.

Elektroniske referanser

Kartverket (2016). Norgeskart. Tilgjengelig på: <http://www.norgeskart.no/>
[lest: 01.10.14]

Lovdata (2003). Forskrift om oppgaveplikt og om redskaper som er tillatt benyttet ved fiske etter anadrome laksefisk. Tilgjengelig på: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2003-02-25-256> [lest: 09.05.16]

Mattilsynet (2013). Begrenset utøvelse av «fang og slipp» av laks og sjøørret er lovlig. Tilgjengelig på: http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskevelferd/fang_og_slipp/
[lest:05.01.16]

Miljødirektoratet (2011) Fangstrappertering og oppgaveplikt Tilgjengelig på:
<http://www.miljodirektoratet.no/no/Tema/Arter-og-naturtyper/Villaksportalen/Bestandstilstanden-for-laks-sjoorret-og-sjoroye/Fangstrappertering-og-oppgaveplikt/> [lest: 08.04.15]

Miljøverndepartementet (2007). St.prp. nr. 32 (2006-2007) Om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder Tilgjengelig på:
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/stprp-nr-32-2006-2007-/id442061/sec2> [lest: 03.11.14]

r-project (2013). Tilgjengelig på: (<https://www.r-project.org/>) [lest: 20.09.13]

Appendiks

www.nina.no

MERKESJEMA

Dato: 09.07.13 Elv: Orla
 Merkenummer 1: 142152.1-12 Merkenummer 2: Merket fra før: Ja Nei
 Fisker: Jessen, Olse
 Sted/vald: Rindalen, Rindalen Fisket fra: Båt Land
 Klokkeslett: Bitt på: 10.07 Landet: 10.22 Sluppet ut: 10.33

Landing
 Alene: Medhjelper: Evt. antall medhjelpere:
 Håv: Ført fisken rett opp i plast bag/cradle sling:
 Annen landingsmetode:
 Ble fisken tatt opp av vannet etter landing: Ja Nei
 Fisken krokert i: overkjeve: underkjeve: munnhule: svelg: gjeller: mage: tunge:
 kjevel/munnvik: annet (beskriv):
 Kroken tatt ut: Kroken står igjen i fisken og fortommen klippet av:
 Blødninger ved krokingssted: Ja Nei

Slipp
 Tilstand hos fisken ved utsetting (beskriv): bra, litt fersk
 Hvor lenge ble fisken holdt i vannet før den kom til hektene og kunne slippes: 0+8(3) min
 Svømte fisken umiddelbart ved slipp: Ja Nei
 Dersom nei, hvor lenge gikk det før fisken svømte etter slipp: min

Fisken
 Lengde: 94 cm Kjenn: Hunn Hann
 Art: Laks Sjøørret Oppdrettsfisk: Ja Nei Avlivet: Ja Nei
 Kan laksen anses som nyttgitt i elva: Ja Nei
 Slimlag: lynt lykt Farge blank brun: Lakselus: Ja Nei
 Skader (beskriv):

Kontakttelefon: 401 09 266, E-post: 500kr@nina.no

NINA Norsk institutt for naturforskning

www.nina.no

MERKESJEMA

Fiskeredskap
 Sluk: Wobbler: Mark: Flue: Flue og dupp:
 Navn på sluk/flue/wobbler: Gaule, laks Farge sluk/wobbler: søt, søt
 Sluk/wobbler vekt (gram): Krokstørrelse: 6 Antall kroker: 1 Kroktype: dobbel
 Total lengde på flue (fra hode til halevingespiss): 60 mm
 Type flue: Våttflue: Tørrflue: Tube:
 Tube: Plast Metall Conehead:
 Fortom (mark, sluk, og wobbler): Monofilament: Fluorcarbon: Multifilament:
 Fortom (flue og flue-dupp): Monofilament: Fluorcarbon: Multifilament: Polyleader et.:
 Snøre sluk, mark og wobbler: Monofilament: Fluorcarbon: Multifilament:
 Fluesnøre: Flytende: Intermedier: Synkende: Evt. synkegrad:

Temperatur
 Vanntemperatur: 11 °C Lufttemperatur: 12 °C

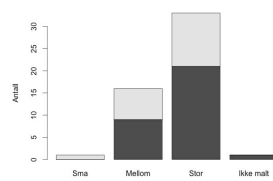
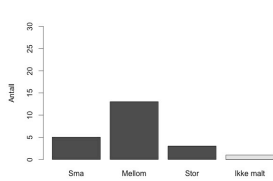
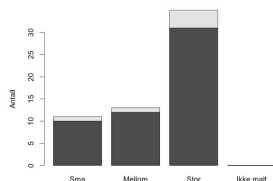
Anmerkninger
 Radiomøte hekket i kanta på plevfloss ved utsetting, men ingen synlige skader

Kontakttelefon: 401 09 266, E-post: 500kr@nina.no

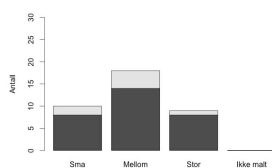
NINA Norsk institutt for naturforskning

Appendiks 1 Merkeskjema med forside og bakside.

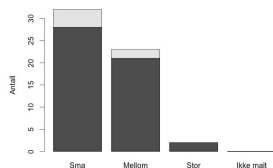
Gjenfangst fordelt på størrelsesgrupper 2012



Appendiks 2 Antall merket laks (totaløyde på søylene) og gjenfanget (grå) i Lakselv 2012.



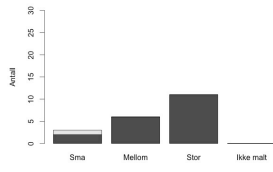
Appendiks 2 Antall merket laks (totaløyde på søylene) og gjenfanget (grå) i Verdalselva 2012



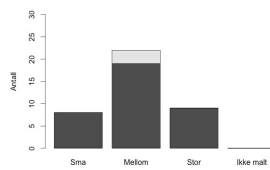
Appendiks 3 Antall merket laks (totaløyde på søylene) og gjenfanget (grå) i Gaula 2012.

Appendiks 5 Antall merket laks (totaløyde på søylene) og gjenfanget (grå) i Otra 2012.

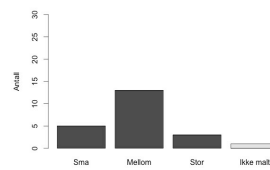
2013



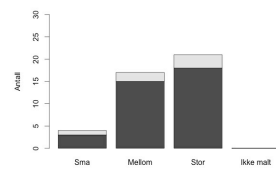
Appendiks 3 Antall merket laks (totaløyde på søylene) og gjenfanget (grå) i Lakselv 2013.



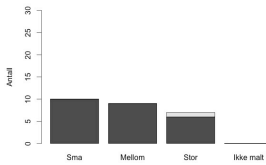
Appendiks 7 Antall merket laks (totaløyde på søylene) og gjenfanget (grå) i Rana 2013.



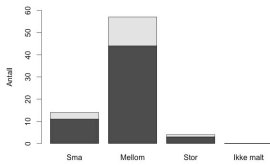
Appendiks 8 Antall merket laks (totaløyde på søylene) og gjenfanget (grå) i Verdalselva 2013.



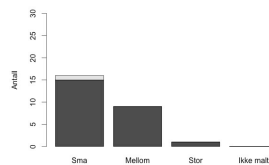
Appendiks 9 Antall merket laks (totaløyde på søylene) og gjenfanget (grå) i Gaula 2013.



Appendiks 4 Antall merket laks (totaløyde på søylene) og gjenfanget (grå) i Orkla 2013.



Appendiks 11 Antall merket laks (totaløyde på søylene) og gjenfanget (grå) i Osen 2013.

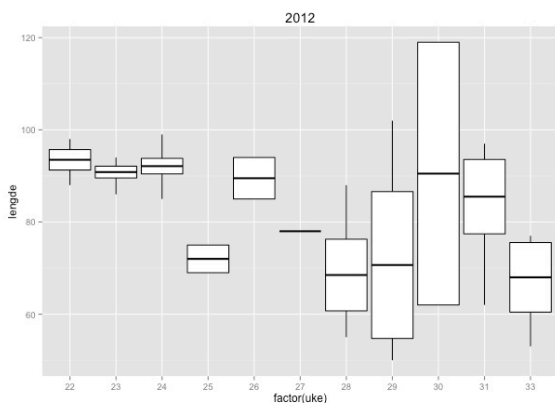


Appendiks 12 Antall merket laks (totaløyde på søylene) og gjenfanget (grå) i Otra 2013.

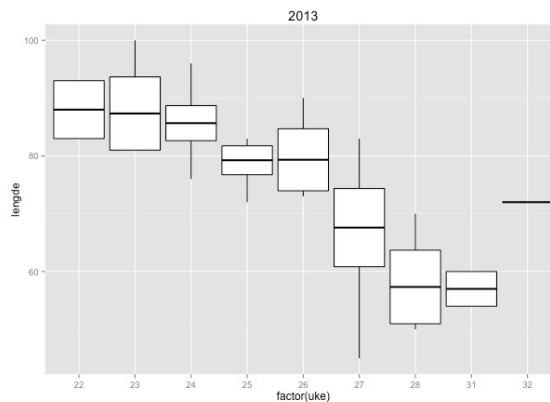
Appendiks 13 Pearson's Chi-squared test gjenfangst størrelsesgrupper.

	Lakselv		Rana		Verdal		Gaula		Orkla		Osen		Otra	
	X ²	p-verdi	X ²	p-verdi	X ²	p-verdi	X ²	p-verdi	X ²	p-verdi	X ²	p-verdi	X ²	p-verdi
2012	0.13	0.94			NA	NA	0.57	0.75	0.35	0.84			0.38	0.83
2013	4.46	0.11	2.22	0.33	NA	NA	0.32	0.85	2.47	0.29	0.02	0.99	0.61	0.74

Kroppslengde på de ukevis fangstene gjennom fiskesesongen



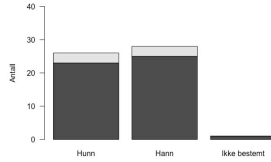
Appendiks 14 Kroppslengde pr ukevis fangst 2012.



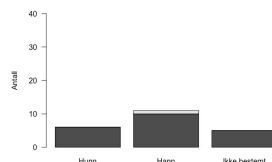
Appendiks 15 Kroppslengde pr ukevis fangst 2013.

Gjenfangst fordelt på kjønn

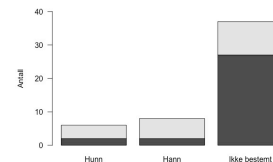
2012



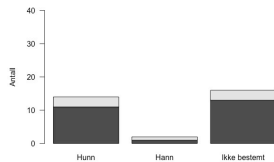
Appendiks 16 Antall gjenfangster pr. kjønn (lys grå) og antall merket (søylene totalhøyde) i Lakselv 2012.



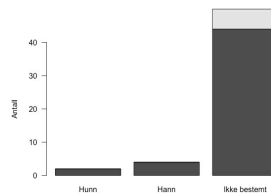
Appendiks 17 5 Antall gjenfangster pr. kjønn (lys grå) og antall merket (søylene totalhøyde) i Verdalselva i 2012.



Appendiks 17 Antall gjenfangster pr. kjønn (lys grå) og antall merket (søylene totalhøyde) i Gaula 2012.

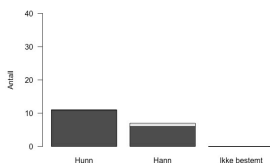


Figur 18 Antall gjenfangster pr. kjønn (lys grå) og antall merket (søylene totalhøyde) i Orkla 2012.

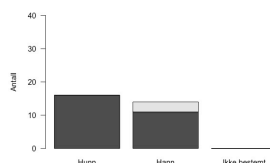


Figur 19 Antall gjenfangster pr. kjønn (lys grå) og antall merket (søylene totalhøyde) i Otra 2012.

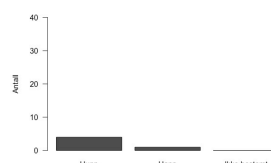
2013



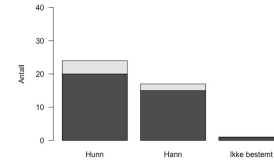
Appendiks 20 Antall gjenfangster pr. kjønn (lys grå) og antall merket (søylene totalhøyde) i Lakselv 2013.



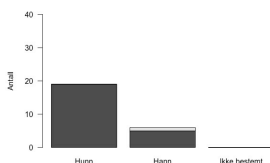
Appendiks 21 Antall gjenfangster pr. kjønn (lys grå) og antall merket (søylene totalhøyde) i Rana 2013.



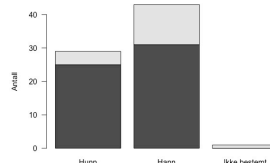
Appendiks 22 Antall gjenfangster pr. kjønn (lys grå) og antall merket (søylene totalhøyde) i Verdalselva 2013.



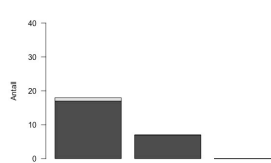
Appendiks 23 Antall gjenfangster pr. kjønn (lys grå) og antall merket (søylene totalhøyde) i Gaula 2013.



Appendiks 24 Antall gjenfangster pr. kjønn (lys grå) og antall merket (søylene totalhøyde) i Orkla 2013.



Appendiks 25 Antall gjenfangster pr. kjønn (lys grå) og antall merket (søylene totalhøyde) i Osen 2013.



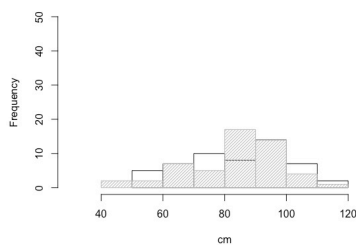
Appendiks 26 Antall gjenfangster pr. kjønn (lys grå) og antall merket (søylene totalhøyde) i Otra 2013.

Appendiks 27 Fishers exact test mellom kjønn.

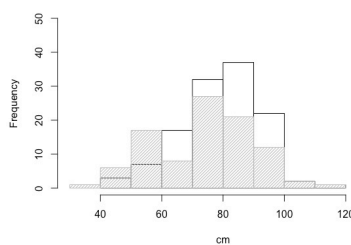
	Lakselv	Rana	Verdal	Gaula	Orkla	Osen	Otra
2012	1		1	1	0.53		1
2013	0.43	0.23	1	1	1	0.39	0.26

Appendiks 28 Fisher`s exact test kjønn mellom år.

	Lakselv	Rana	Verdal	Gaula	Orkla	Osen	Otra
Hunn	0.55		1	0.17	0.61		1
Hann	1		1	0.05*	0.33		1

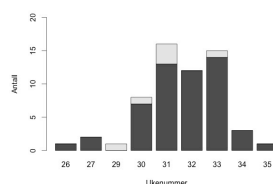


Appendiks 29 Histogram med lengdefordeling hos merkede hanner (grå), hunner (hvit) 2012.

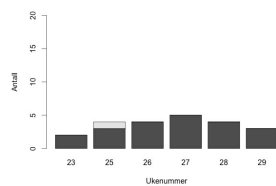


Appendiks 30 Histogram med lengdefordeling hos merkede hanner (grå), hunner (hvit) 2013.

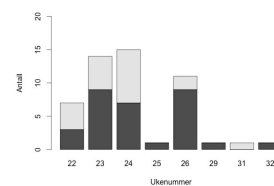
Gjenfangst i forhold til fangsttidspunkt
2012



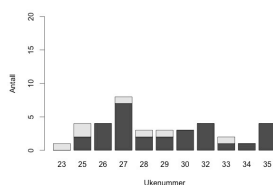
Appendiks 31 Antall gjenfangster (lys grå) av antall laks merket pr. uke i Lakselv 2012 .



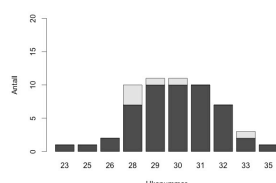
Appendiks 32 Antall gjenfangster (lys grå) av antall laks merket pr. uke i Verdalselva 2012.



Appendiks 33 Antall gjenfangster (lys grå) av antall laks merket pr. uke i Gaula 2012.

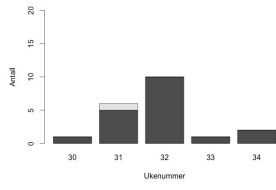


Appendiks 34 Antall gjenfangster (lys grå) av antall laks merket pr. uke i Orkla 2012.

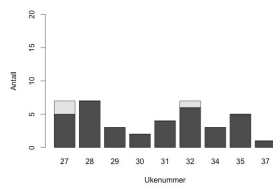


Appendiks 35 Antall gjenfangster (lys grå) av antall laks merket pr. uke i Otra 2012.

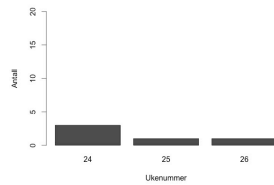
2013



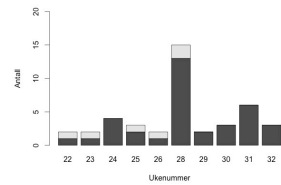
Appendiks 36 Antall gjenfangster (lys grå) av antall laks merket pr. uke i Lakselv i 2013.



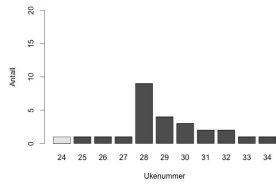
Appendiks 37 Antall gjenfangster (lys grå) av antall laks merket pr. uke i Rana i 2013.



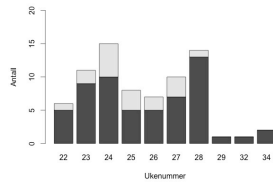
Appendiks 38 Antall gjenfangster (lys grå) av antall laks merket pr. uke i Verdalselva i 2013.



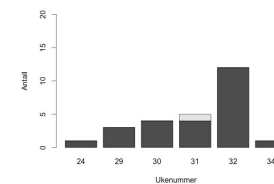
Appendiks 39 Antall gjenfangster (lys grå) av antall laks merket pr. uke i Gaula i 2013.



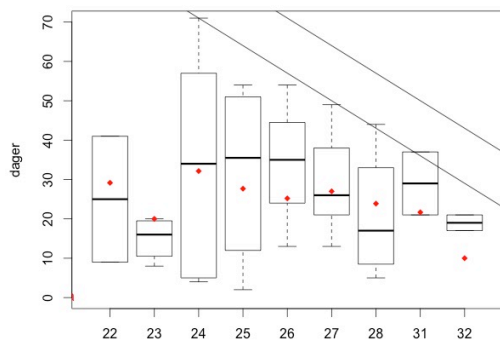
Appendiks 40 Antall gjenfangster (lys grå) av antall laks merket pr. uke i Orkla i 2013.



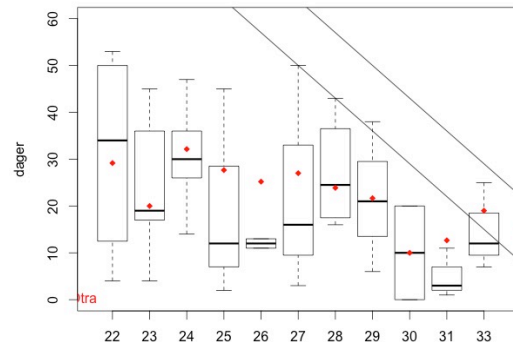
Appendiks 41 Antall gjenfangster (lys grå) av antall laks merket pr. uke i Osen i 2013.



Appendiks 42 Antall gjenfangster (lys grå) av antall laks merket pr. uke i Otra i 2013.



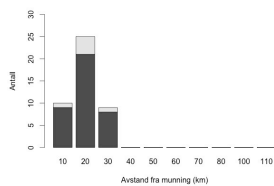
Appendiks 43 Antall dager mellom fangst og gjenfangst. Skrå linjer viser kanteffekt av sesongslutt 31.08.12 og 15.09.12 (Otra og Rana).



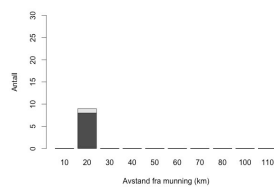
Appendiks 44 Antall dager mellom fangst og gjenfangst pr. ukevisse fangster. Skrå linjer viser kanteffekt av sesongslutt 31.08.13 og 15.09.13(Otra og Rana).

Gjenfangst relatert til fangstposisjon

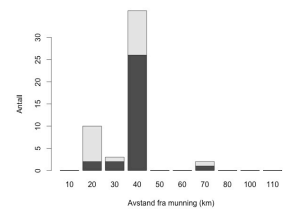
2012



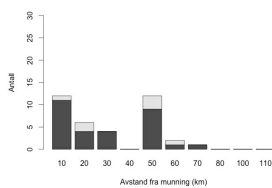
Appendiks 45 Antall gjenfangster (lys grå) og antall merket (hele søylehøyden) pr. posisjon i Lakselv 2012.



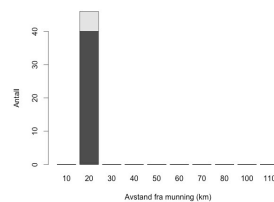
Appendiks 46 Antall gjenfangster (lys grå) og antall merket (hele søylehøyden) pr. posisjon i Verdalselva 2012.



Appendiks 47 Antall gjenfangster (lys grå) og antall merket (hele søylehøyden) pr. posisjon i Gaula 2012.

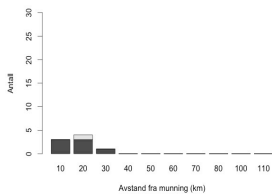


Appendiks 48 Antall gjenfangster (lys grå) og antall merket (hele søylehøyden) pr. posisjon i Orkla 2012.

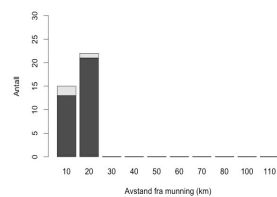


Appendiks 49 Antall gjenfangster (lys grå) og antall merket (hele søylehøyden) pr. posisjon i Otra 2012.

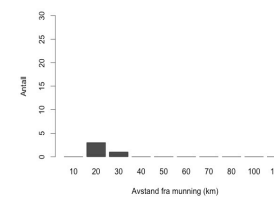
2013



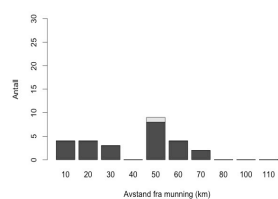
Appendiks 50 Antall gjenfangster (lys grå) og antall merket (hele søylehøyden) pr. posisjon i Lakselv 2013.



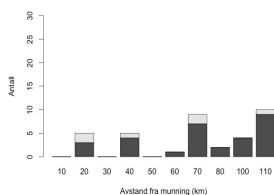
Appendiks 51 Antall gjenfangster (lys grå) og antall merket (hele søylehøyden) pr. posisjon i Rana 2013.



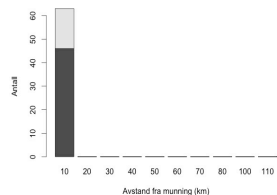
Appendiks 52 Antall gjenfangster (lys grå) og antall merket (hele søylehøyden) pr. posisjon i Verdalselva 2013.



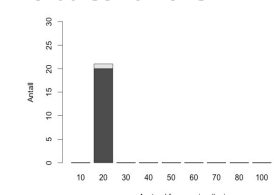
Appendiks 53 Antall gjenfangster (lys grå) og antall merket (hele søylehøyden) pr. posisjon i Gaula 2013.



Appendiks 54 Antall gjenfangster (lys grå) og antall merket (hele søylehøyden) pr. posisjon i Orkla 2013.



Appendiks 55 Antall gjenfangster (lys grå) og antall merket (hele søylehøyden) pr. posisjon i Osen 2013.



Appendiks 56 Antall gjenfangster (lys grå) og antall merket (hele søylehøyden) pr. posisjon i Otra 2013.