

NINA Kortrapport 13

Elektrisk fiske - effekter av høy vanntemperatur på fangbarhet av ungfisk

Resultater fra eksperimentelt feltstudium sommeren 2015

Gunnbjørn Bremset
Ola Diserud
Laila Saksgård
Odd Terje Sandlund
Ola Ugedal

NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Kortrapport

Dette er en enklere og ofte kortere rapportform til oppdragsgiver, gjerne for prosjekt med mindre arbeidsomfang enn det som ligger til grunn for NINA Rapport. Det er ikke krav om sammendrag på engelsk. Rapportserien kan også benyttes til framdriftsrapporter eller foreløpige meldinger til oppdragsgiver.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Elektrisk fiske - effekter av høy vanntemperatur på fangbarhet av ungfisk

Resultater fra eksperimentelt feltstudium sommeren 2015

Gunnbjørn Bremset
Ola Diserud
Laila Saksgård
Odd Terje Sandlund
Ola Ugedal

Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L., Sandlund, O.T. & Ugedal, O. 2016. Elektrisk fiske – effekt av høy vanntemperatur på fangbarhet av ungfisk. Resultater fra eksperimentelt feltstudium sommeren 2015. - NINA Kortrapport 13, 19 sider.

Trondheim, mars 2016

ISSN: 2464-2797

ISBN: 978-82-426-2899-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Arne Johan Jensen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Ingeborg Palm Helland (sign.)

OPPDRAUGSGIVER

Miljødirektoratet

KONTAKTPERSON HOS OPPDRAGSGIVER

Roar Asbjørn Lund

NØKKELOORD

- Laks
- Aure
- Ungfisk
- Elektrisk fiske
- Ledningsevne
- Vanntemperatur
- Fangbarhet
- Midt-Norge

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkeldgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L., Sandlund, O.T. & Ugedal, O. 2016. Elektrisk fiske – effekt av høy vanntemperatur på fangbarhet av ungfisk. Resultater fra eksperimentelt feltstudium sommeren 2015. - NINA Kortrapport 13, 19 sider.

Elektrisk fiske er en vanlig metode for å skaffe informasjon om fiskebestander i rennende vann. Det er en rekke fysiske og biologiske faktorer som påvirker fangbarhet av ungfisk under elektrisk fiske. Flere av disse faktorene virker sammen, slik at det kan være vanskelig å isolere effekten fra én enkelt faktor fra andre faktorer. Det er i perioden 2010-2015 gjennomført en rekke felteksperimenter for å forsøke å belyse den relative betydningen av ledningsevne, vanntemperatur, fiskestørrelse og fisketype. Felteksperimentene viser at både ledningsevne og vanntemperatur påvirker resultatene under elektrisk fiske, slik at man under gitte forhold kan få lite representative tetthetsdata. Vanntemperatur har stor betydning for hvor mye årsyngel av laks som fanges, fangstforløp utover fiskeomgangene og ikke minst presisjon på estimater av fangbarhet og mengde fisk innenfor et område.

I en varm periode i august 2015 da vanntemperaturen steg til over 18 grader Celsius, ble et mindre elveavsnitt på lakseførende strekning av Homla i Sør-Trøndelag avsperrert med to finmaskete nøter. Størrelsen på det avstengte området ble fastsatt etter at det var fanget minimum 50 eldre laksunger under standardisert elektrisk fiske. Deretter ble arealet overfisket ti ganger inntil fangstene gradvis avtok og nærmet seg null. På grunnlag av fangstutviklingen under dette kontrollerte utfangstfisket var det mulig å beregne fangbarhet av ungfisk ved høye vanntemperaturer. Estimert fangbarhet for ulike aldersgrupper av ungfisk ga dermed et godt grunnlag for å vurdere hvor mye fisk av hver gruppe som fantes innenfor sperrenøtene.

Estimert fangbarhet av årsyngel av laks under varmtvannsfisket var forholdsvis stabilt fra og med femte fiskeomgang og inntil avsluttet fiske etter ti omganger. Det var også forholdsvis små forskjeller fra det første estimatet på bestandsstørrelse etter to omganger og det endelige estimatet etter ti omganger. Tilsvarende var det forholdsvis små forskjeller i estimert fangbarhet av laksunger eldre enn årsyngel utover fiskeomgangene. Det var ingen forskjell i det første estimatet på bestandsstørrelse etter to omganger og det endelige estimatet etter ti omganger, og det var små forskjeller i estimatene underveis i fangstomgangene.

Under varmtvannsfisket i Homla i august 2015 ble det registrert betydelig dødelighet hos ungfisk av laks og aure. Av alle ungfisk som ble fanget ble det registrert 36 % dødelighet hos laksunger og 31 % dødelighet hos aureunger. Det ble registrert dødelighet hos ungfisk i løpet av alle de ti fiskeomgangene. Størst absolutt dødelighet ble registrert i løpet av de to første fiskeomgangene, noe som hovedsakelig kan forklares ut fra at mesteparten av samlet fangst ble gjort i løpet av disse omgangene. Dødeligheten under varmtvannsfisket i august 2015 var vesentlig høyere enn registrert dødelighet ved middels høye vanntemperaturer i september 2010 og ved lave vanntemperaturer i desember 2014.

I og med at det samme området i Homla er undersøkt ved lignende vannføringsforhold men ved ulike temperaturforhold, er det mulig å se nærmere på hvordan vanntemperatur påvirker estimater av fangbarhet og bestandsstørrelse. Under kaldtvannsfiske i november 2014 ble det fanget svært lite årsyngel av laks, og det var ingen nedgang fra første til andre fiskeomgang. Under varmtvannsfiske i august 2015 ble det fanget store mengder årsyngel, og det var en kraftig nedgang i fangst i løpet av de fire første fiskeomgangene. På middels høy vanntemperatur i september 2010 var det en mellomting mellom de to ytterpunktene med hensyn til fangst og fangstforløp.

Når det gjelder laksunger eldre enn årsyngel var det nesten identiske fangstforløp under elektrisk fiske på lav, middels høy og høy vanntemperatur. Dette styrker tidligere konklusjoner om at vanntemperatur har langt mindre betydning for fangbarhet av eldre laksunger enn årsyngel av laks. Estimert fangbarhet for årsyngel av laks varierte betydelig mellom de ulike feltrundene. Under kaldtvannsfiske var estimert fangbarhet svært lav etter to omganger, og økte for hver omgang inntil estimatene stabiliserte seg etter seks omganger. Tilsvarende var det innledningsvis svært lav estimert fangbarhet under fiske på middels høy temperatur, før estimatene økte etter tre omganger og stabiliserte seg etter seks omganger. Under varmtvannsfiske var estimert fangbarhet på tilnærmet samme nivå fra andre til tiende omgang.

Estimert fangbarhet for eldre laksunger viste jevnt over mindre variasjoner med temperatur og fiskeomgang. Ved kaldtvannsfiske var det en noe økende trend i estimert fangbarhet, mens det var en noe avtakende trend i fangbarhet ved middels høy vanntemperatur, og et tilnærmet stabilt nivå under varmtvannsfisket. Felles for alle tre feltrunder var at estimert fangbarhet på eldre laksunger var i området 0,35-0,45, noe som indikerer at det ikke er noen klar temperatureffekt på fangbarhet av eldre laksunger under elektrisk fiske.

Gunnbjørn Bremset (Gunnbjorn.Bremset@nina.no), Ola Diserud, Laila Saksgård, Odd Terje Sandlund & Ola Ugedal, Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Torgard, 7485 Trondheim

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Metoder	9
3 Resultater og diskusjon.....	11
3.1 Fangstforløp.....	11
3.2 Fangbarhet og estimer	12
3.3 Dødelighet.....	15
4 Oppsummering og konklusjoner	16
5 Referanser	17
6 Vedlegg.....	19

Forord

Miljødirektoratet har gitt tilskudd til å gjennomføre felteksperimenter som belyser hvordan vannets ledningsevne og andre faktorer påvirker fangbarhet av ungfisk av laks og aure under elektrisk fiske. Bakgrunnen er at elektrisk fiske med bærbart apparat er den dominerende metoden for overvåking av laks og aure i norske elver. Spesielt fiske i forbindelse med overvåking av effekten av vassdragskalking foregår i stor grad i elver med svært lav ledningsevne i vannet, men også mange brepåvirkete vassdrag uten påvirkning av sur nedbør er svært ionefattige. Det er derfor viktig å kartlegge hvordan ledningsevne og andre fysisk-kjemiske faktorer påvirker resultatene som oppnås under tradisjonelt elektrisk fiske.

Den første fasen i dette prosjektet omhandlet seks felteksperiment som ble gjennomført i fem elver i 2010. Resultatene fra disse eksperimentene ble presentert i en rapport i 2011. Andre fase i prosjektet omhandlet felteksperiment som ble gjennomført i tre av elvene i 2013 og 2014. Resultatene fra disse eksperimentene ble i 2015 presentert i en samlerapport for perioden 2010-2014. I samlerapporten er det også gitt en del tilrådinger basert på oppnådde resultater og erfaringer fra andre studier. Denne rapporten omhandler resultatene fra et felteksperiment ved høy vanntemperatur i august 2015.

Mars 2016

Gunnbjørn Bremset,
prosjektleder

1 Innledning

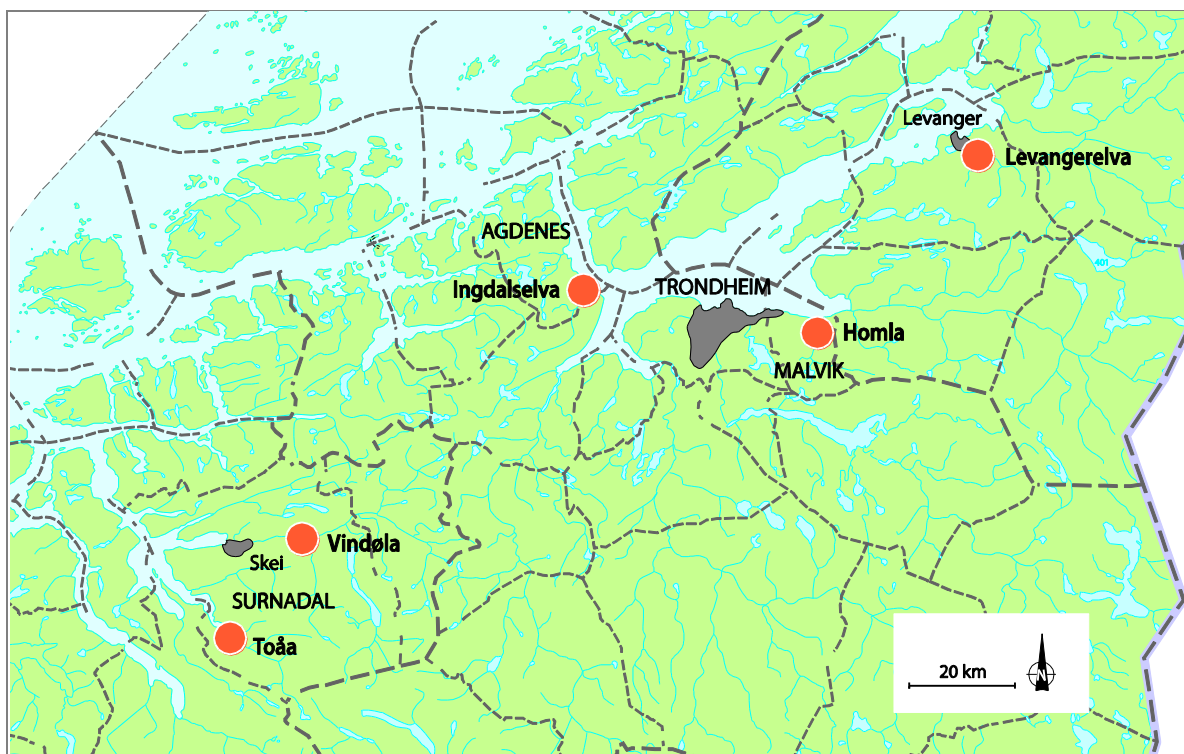
Elektrisk fiske er en vanlig metode for å skaffe kvalitativ og kvantitativ informasjon om fiskebestander. I implementeringen av vannforskriften vil undersøkelser med bruk av elektrisk fiske inngå som en standard overvåkingsmetode i rennende vann (Sandlund mfl. 2013, Anonym 2014). Effektiviteten av elektrisk fiske og kvaliteten på innsamlete data påvirkes av en lang rekke faktorer, både hvilke lokaliteter som velges til undersøkelsene, miljøfaktorer på lokaliteten og erfaring og kunnskap hos personellet som utfører undersøkelsene. Selv om det er mulig å gi relativt spesifikke anbefalinger med hensyn til rutiner og prinsipper for gjennomføring av undersøkelser og overvåking ved hjelp av elektrisk fiske (Larsen mfl. 2010), er det behov for å skaffe seg sikrere informasjon om hvordan de viktigste miljøfaktorene påvirker resultatene.

Det er en rekke fysiske og biologiske faktorer som påvirker fangbarhet av ungfisk under elektrisk fiske. De mest sentrale fysiske faktorene er ledningsevne, vanntemperatur, vannhastighet, vanddybde og habitatforhold. Biologiske forhold som kan påvirke fangbarhet er fiskestørrelse, fisketype, atferd og habitatbruk. Flere av de fysiske og biologiske faktorene virker sammen, slik at det kan være vanskelig å isolere effekten fra én enkelt faktor fra andre faktorer. I en gjennomgang av undersøkelser med elektrisk fiskeapparat har Forseth & Forsgren (2009) gitt en oppdatert oversikt over hvilke prinsipper og vurderinger som bør ligge til grunn for undersøkelser i rennende vann. I kvantitative studier må det ikke fiskes på for dypt vann eller ved for høy turbiditet, siden slike forhold fører til at fangstsannsynlighet eller fangbarhet på fisk blir svært lav.

Blant de viktigste miljøfaktorene er vannets ledningsevne (Jensen & Johnsen 1988, Bohlin mfl. 1989, Cowx & Lamarque 1990). Ledningsevne vil variere fra elv til elv, fra sted til sted i elva og over tid på samme lokalitet i elva. Ledningsevnen har direkte effekt på fangbarhet av fisk, som øker lineært med ledningsevnen (Cowx & Lamarque 1990). Mulige negative effekter av lav ledningsevne kan motvirkes ved å endre spenning og pulsfrekvens, bevegelse av anoden i vannet og varighet av strømgiving (Larsen mfl. 2010). Norske elver har generelt lav ledningsevne, og i de fleste lakseelver varierer vanligvis ledningsevnen mellom 10 og 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Anonym 2009). I vann med lav ledningsevne kreves det høyere spenning for å oppnå samme effekt på fisken som i vann med høyere ledningsevne. Ledningsevnen varierer med vanntemperaturen slik at lavere vanntemperatur fører til lavere ledningsevne.

I 2010 ble det startet opp systematiske studier med felteksperimenter for å belyse hvordan i første rekke ledningsevne og vanntemperatur, påvirker fangbarhet av ungfisk av laks og aure. Den første rapporten fra dette prosjektet (Sandlund mfl. 2011) presenterte resultater fra fem elver med ulik ledningsevne (7-74 $\mu\text{S}/\text{cm}$). En av konklusjonene var at lav ledningsevne ($< 20 \mu\text{S}/\text{cm}$) påvirker fangbarheten for årsyngel av laks og aure. I tillegg syntes lav vanntemperatur å føre til ekstra dødelighet hos yngelen. Hensikten med de tilleggsundersøkelsene som beskrives her, var bl.a. å undersøke nærmere hvordan høy og lav vanntemperatur påvirker fangbarheten, og også om justering av strømspenning kan motvirke den negative effekten av lav ledningsevne. Tilnærmingen som er benyttet er kontrollerte feltforsøk etter samme opplegg som beskrevet i Sandlund mfl. (2011) og Bremset mfl. (2015).

Felteksperimentet sommeren 2015 ble gjennomført på samme lokalitet i Homla i Malvik kommune, Sør-Trøndelag, som ble undersøkt i 2010 og 2014 (**figur 1**). Lokaliteten ligger om lag 600 meter fra Homlas utløp i Hommelvika, i et elveparti som er så pass smalt og grunt at det er mulig å fiske effektivt over hele elvetverrsnittet (**bilde 1**).



Figur 1. Geografisk beliggenhet til de fem elvene som har inngått i undersøkellesprogrammet i perioden 2010-2015. Lokalteten i Homla er undersøkt i 2010, 2013 og 2015.



Bilde 1. Undersøkt lokalitet i Homla. Foto: Gunnbjørn Bremset.

2 Metoder

Feltekspperimentet i 2015 ble utført på samme lokalitet som ble undersøkt i september 2010 og november 2014 (**tabell 1**). Under det elektriske fisket ble det benyttet elektrisk fiskeapparat fra produsenten TERIK av modell FA-50, der arbeidsspenningen justeres ved fiskets begynnelse ut fra vannets ledningsevne. Hensikten med denne funksjonen er å oppnå optimal effektivitet ut fra vannets ledningsevne. I vann med lav ledningsevne vil apparatet automatisk velge en høy spenning, mens i vann med middels høy ledningsevne som i Homla vil det velges en middels høy spenning (**tabell 1**).

Tabell 1. Vanntemperatur, ledningsevne, overfisket areal ved feltekspperimentene i Homla i undersøkelsesperioden 2010-2015. Ledningsevne er temperaturkorrigert for standardiserte forhold ved 25° C. Arealet som ble undersøkt i august 2015 var vesentlig større enn i foregående år på grunn av lavere fangst av eldre laksunger i første fiskeomgang.

Dato	Vanntemperatur (°C)	Ledningsevne (µS/cm)	Areal (m ²)	Apparatspenning (volt)
02.09.10	12,0	36,0	220	700
18.11.14	1,3	35,6	190	700
26.08.15	18,3	65,1	429	700

Forsøksområdet ble sperret av med 30 meter lange og to meter dype sperrenøter med 5 mm maskevidde for å unngå at fisk flyktet vekk fra området under undersøkelsen. Før forsøket tok til ble en sperrenot plassert som en nedre grense for forsøksfeltet. Nedre del av nota ble holdt nede med store steiner for å begrense mulighetene for rømming under nota. Øvre del av nota ble holdt godt over vannoverflata ved hjelp av kløftete kjepper. Oppstrøms sperrenota ble det fisket over hele elvas bredde inntil det var fanget om lag 50 eldre laksunger. Det ble ikke stilt tilsvarende krav til fangst av aure, da disse elvene har en relativt tynn aurebestand. Etter første overfisking ble det undersøkte området avsperrert med en øvre sperrenot. Deretter ble det gjennomført gjentatte utfiskinger inntil fangsten per omgang nærmet seg null. Tida fra starten av en overfisking til starten av neste overfisking var minst 30 minutter.

Det elektriske fisket ble utført av to personer, der én person opererte det elektriske fiskeapparatet mens den andre assisterte og tok vare på fanget fisk (**bilde 2**). I tillegg var det to personer som kontinuerlig sjekket den nedre sperrenota og tok vare på ungfisk som hadde havnet i notveggen. Etter hver omgang ble all fisk fanget som var blitt fanget under elektrisk fiske eller i nota, registrert og klassifisert med hensyn til art, naturlig utstrakt lengde (mm), fangstmåte (not eller elektrisk fiske) og status (uskadet, skadet, død). Deretter ble ungfisken oppbevart i beholdere med elvevann på en sikker plass inntil de kunne tilbakeføres til fangstområdet.

Etter avsluttet fiske ble vanddekt areal innenfor sperrenøtene målt opp. I forbindelse med de eksperimentelle studiene i 2010 ble habitatforholdene på lokaliteten i Homla undersøkt. Vanddybde (i cm) ble målt for hver andre meter i transekter med 3-5 meters avstand. På de samme målepunktene ble bunnssubstratet innenfor en utlagt jernramme (0,25 m²) beskrevet i henhold til klassifisering gitt av Jowett mfl. (1991), og antall potensielle skjulesteder for ungfisk ble registrert i tråd med metode beskrevet av Finstad mfl. (2007). For flere detaljer om denne habitatkartlegginga vises det til Sandlund mfl. (2011).



Bilde 2. Det elektriske fisket ble gjennomført på standard måte med to personer. I tillegg ble nedre sperrenet kontinuerlig sjekket av to andre personer. Foto: Odd Terje Sandlund.

Standardisert elektrisk fiske foregår ved at et elveareal overfiskes tre ganger. Så sant fangsten avtar ved hver av disse tre rundene gir dette grunnlag for å beregne fangbarhet og estimere antall fisk innenfor det overfiskete området. I de eksperimentelle feltstudiene som er gjennomført i perioden 2010-2015 er det gjennomført elektrisk fiske innenfor et lukket område i inntil 13 omganger. Dette gir mulighet for å beregne fangbarhet, bestandsstørrelse og bestandstetthet etter utfangstmetoden basert på et mer omfattende datamateriale enn standard tre gangers utfisking (Zippin 1958). Ifølge Bohlin mfl. (1989) vil man under elektrisk fiske med et gitt antall utfiskingsrunder (k) ha to estimeringsligninger for fangbarhet (p) og bestandsstørrelse (N):

Ligning 1: Eq.6:
$$\frac{q}{p} - \frac{kq^k}{1-q^k} = \frac{\sum_{i=1}^k (i-1)y_i}{T}$$

Ligning 2: Eq.7:
$$N = \frac{T}{(1-q^k)}$$

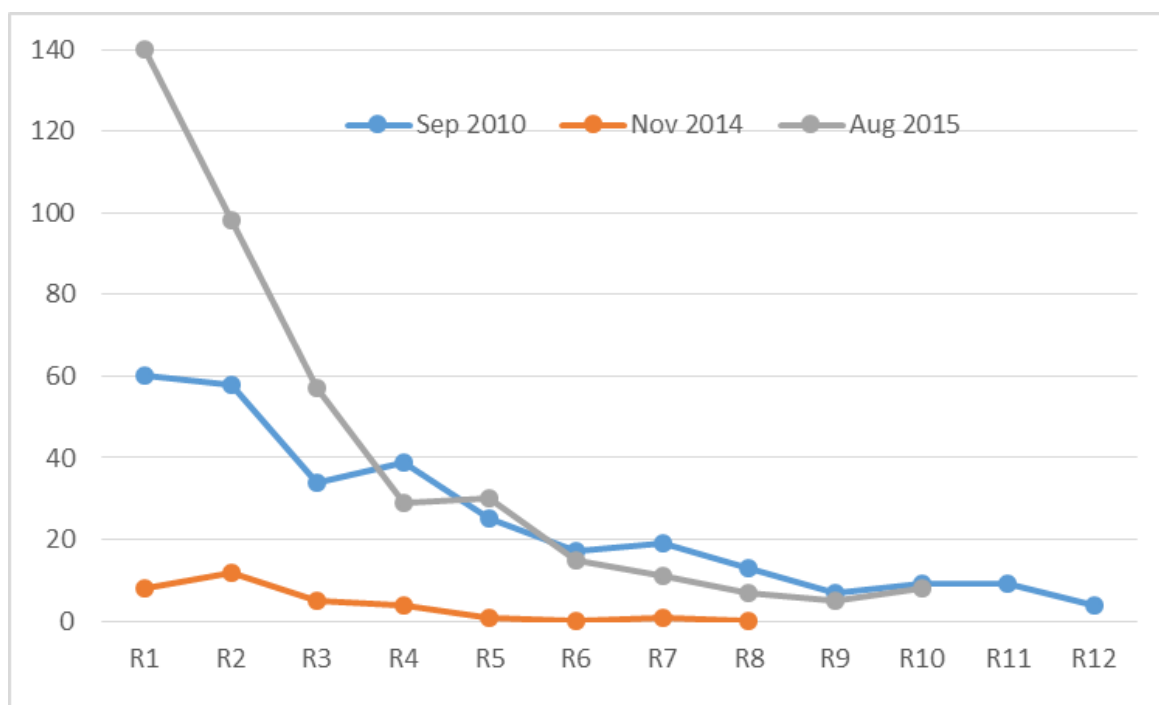
hvor y_i er fangst i utfiskingsrunde i , $q = 1 - p$ og $T = \sum_{i=1}^k y_i$.

Variansene til p og N beregnes fra ligningene 8 og 9 i Bohlin mfl. (1989). Tilnærmet konfidensintervall for estimatene av fangbarhet (p) og bestandsstørrelse (N) vil da være $\pm 2\sqrt{\text{Var}(p)}$ og $\pm 2\sqrt{\text{Var}(N)}$

3 Resultater og diskusjon

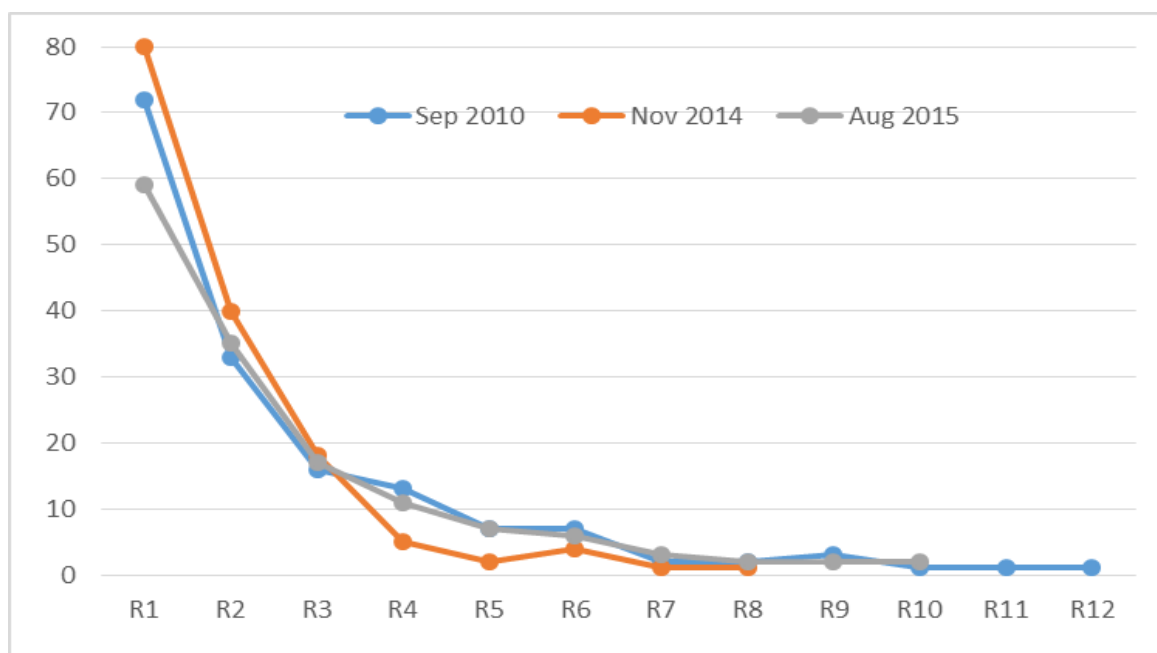
3.1 Fangstforløp

Den samme lokaliteten i Homla ble undersøkt ved tre anledninger med henholdsvis lav vanntemperatur (november 2014), middels høy vanntemperatur (september 2010) og høy vanntemperatur (august 2015). Vannføringsforholdene var forholdsvis like på de tre undersøkelsestidspunktene. Av fysiske faktorer er det følgelig vanntemperatur og ledningsevne som utgjør hovedforskjellen på de tre periodene. I tillegg kommer biologiske faktorer som varierende årsklassestyrke og sesongvariasjon i habitatbruk og aktivitetsmønster. For årsyngel av laks ble det observert svært store forskjeller i fangstforløp utover fiskeomgangene på de tre undersøkelsestidspunktene (**figur 2, vedleggsfigur 1**). Under kaldtvannsfiske i november 2014 ble det jevnt over fanget få årsyngel i alle fiskeomganger, og det var ingen nedgang i fangst fra første til andre fiskeomgang. Under varmtvannsfiske i august 2015 ble det fanget betydelige mengder årsyngel, og det var en kraftig nedgang i fangst i løpet av de første fire fiskeomgangene. Elektrisk fiske på middels høy temperatur i september 2010 utgjorde en mellomting mellom de to ytterpunktene, med middels høye fangster og en forholdsvis jevn nedgang i fangst utover fiskeomgangene.



Figur 2. Fangstforløp for årsyngel av laks (0+) etter 8-12 omgangers elektrisk fiske i Homla i september 2010 (blå linje), november 2014 (brun linje) og august 2015 (grå linje).

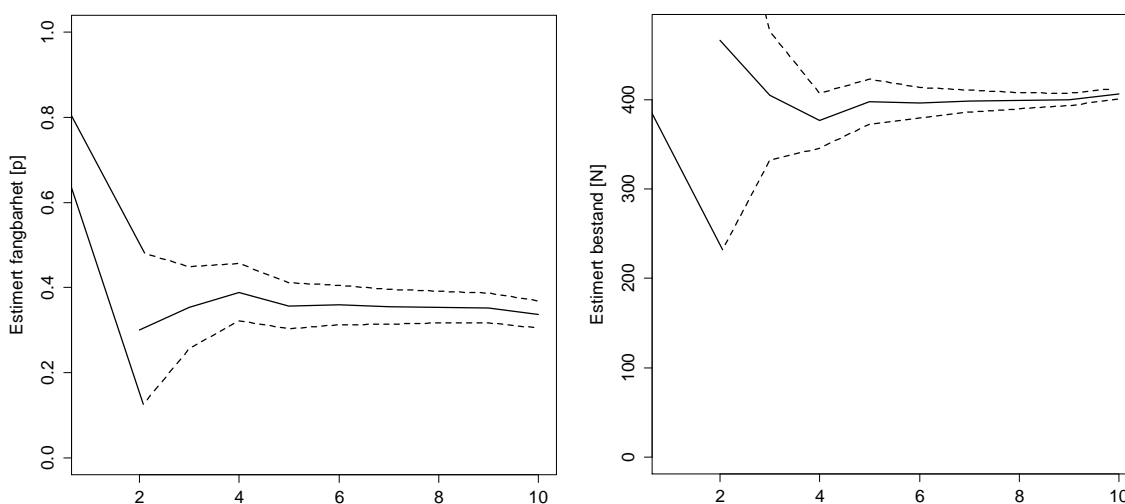
Når det gjelder laksunger eldre enn årsyngel var det nesten identiske fangstforløp under elektrisk fiske på lav, middels høy og høy vanntemperatur (**figur 3**). Dette styrker tidligere konklusjoner om at vanntemperatur har langt mindre betydning for fangbarhet av eldre laksunger enn årsyngel av laks (Sandlund mfl. 2011, Bremset mfl. 2015). De svært like fangstene fra omgang til omgang er noe overraskende, siden undersøkelsene er gjort i løpet av en femårsperiode, Rene tilfeldigheter har trolig også virket inn på resultatene, i og med at arealet som ble undersøkt i 2015 var vesentlig større enn i 2010 og 2014. For ytterligere sammenligninger av fangstforløp ved ulike vanntemperaturer vises det til **figur 9** i vedlegg.



Figur 4. Fangstforløp for eldre laksunger (> 0+) etter 8-12 omgangers elektrisk fiske i Homla i september 2010 (blå linje), november 2014 (brun linje) og august 2015 (grå linje).

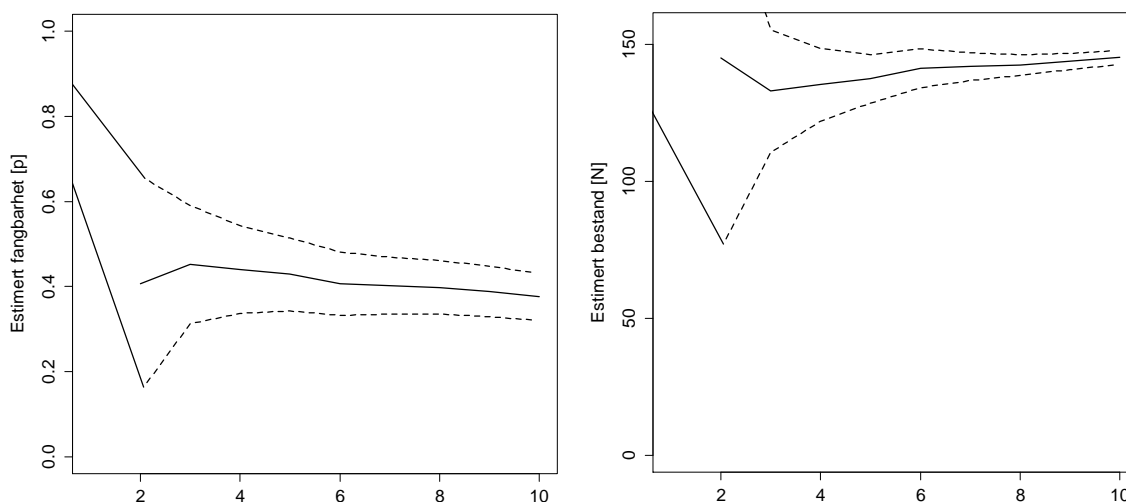
3.2 Fangbarhet og estimer

På grunnlag av fangstutvikling i løpet av flere gangers overfiske er det mulig å estimere fangbarhet og størrelse på bestand. Presisjonen på estimatene øker med antall omganger det fiskes. I og med at det ikke kan rømme fisk ut av et avsperrert forsøksområde vil presisjonen på estimatene være noe høyere enn ved elektrisk fiske i åpne elveavsnitt. Estimert fangbarhet av årsyngel av laks i Homla i august varierte forholdsvis lite utover fiskeomgangene (**figur 5**). Laveste verdi ble estimert etter andre omgang (0,300), høyeste verdi ble estimert etter fjerde omgang (0,389) før estimerte verdier avtok ned til sluttverdien etter siste omgang (0,337). Det var også relativt små forskjeller fra det første estimatet på bestandsstørrelse etter andre fiskeomgang (466 individer) til det endelige estimatet etter ti fiskeomganger (407 individer).



Figur 5. Estimert fangbarhet (venstre) og størrelse på bestand (høyre) av årsyngel av laks innenfor et avsperrert elveavsnitt i Homla i august 2015.

Tilsvarende varierte fangbarhet av laksunger eldre enn årsyngel forholdsvis lite utover fiskeomgangene (**figur 6**). Den høyeste verdien for fangbarhet ble estimert etter andre omgang (0,452), før estimerte verdier gradvis avtok ned til sluttverdien etter siste omgang (0,376). Det var ingen forskjell i det første estimatet på bestandsstørrelse etter andre fiskeomgang og det endelige estimatet etter ti fiskeomganger (145 individer). Videre var det svært små forskjeller i estimat underveis i fangstomgangene, med det laveste estimatet etter tre omgangers fiske (133 individer).



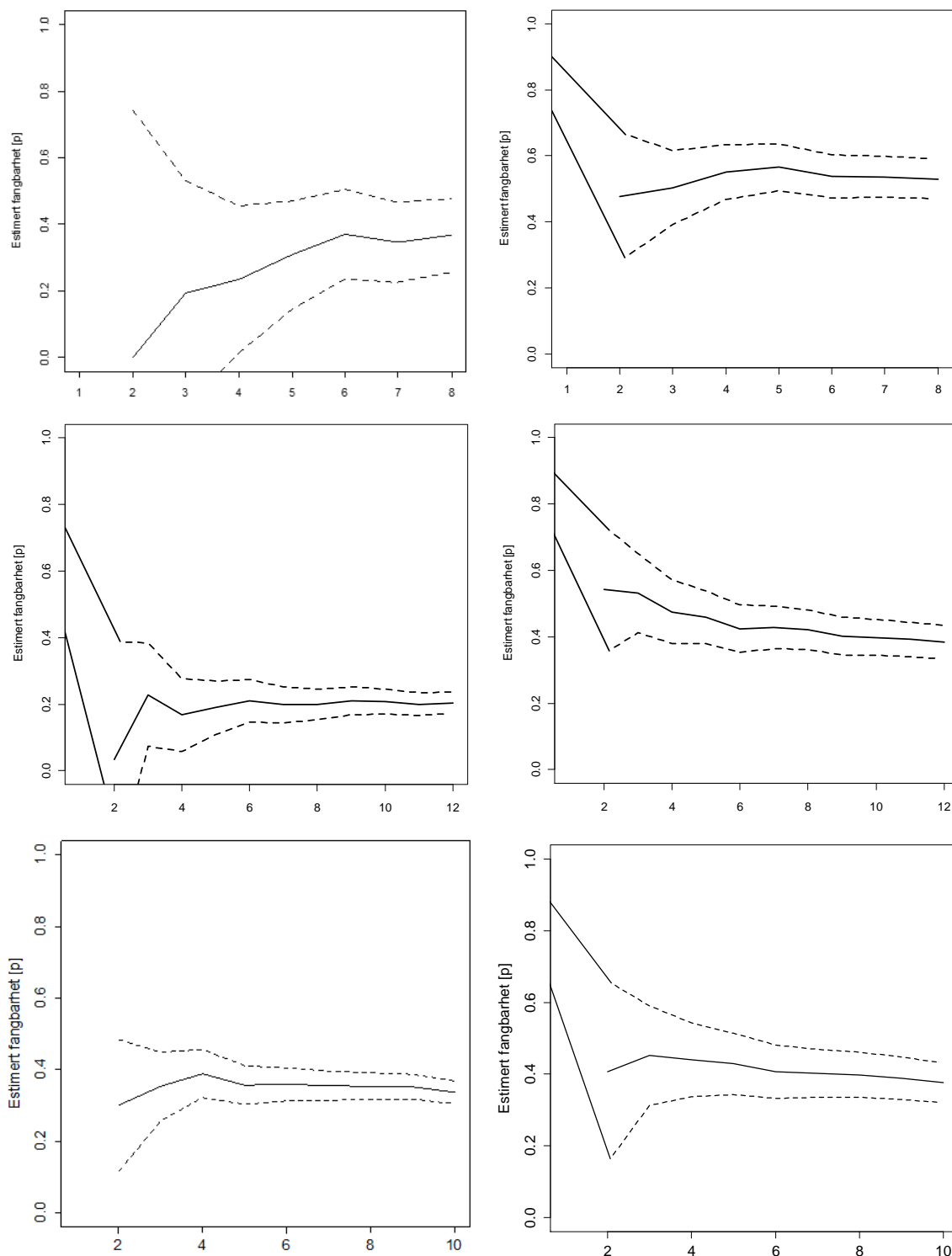
Figur 6. Estimert fangbarhet (venstre) og størrelse på bestand (høyre) av eldre laksunger (> 0+) innenfor et avsperrt elveavsnitt i Homla i august 2015.

Vannføringsforholdene i Homla var liknende i august 2015 som i september 2010 og november 2014, og ledningsevnen var omtrent identisk under feltarbeidet i september 2010 og november 2014. På grunn av at ledningsevne er sterkt temperaturavhengig og standardisert for 25° C, var ledningsevnen under varmtvannsfisket i august 2015 en god del høyere enn da de to tidligere feltrundene ble gjennomført. Med unntak av denne forskjellen var de fysiske forholdene så pass like under de tre feltrundene at det kan gjøres noen direkte sammenligninger av estimert fangbarhet under ulike temperaturforhold.

Estimert fangbarhet for årsyngel av laks varierte betydelig mellom de ulike feltrundene (**figur 7**). Under kaldtvannsfisket i november 2014 var estimert fangbarhet svært lav etter to omganger med elektrisk fiske, og økte for hver fiskeomgang inntil estimatet stabiliserte seg i området 0,35-0,37 etter seks-åtte omganger. Usikkerheten i estimatene var svært stor de første fem omgangene og var også relativt stor etter åtte omganger. Under fiske på middels høy temperatur i september 2010 var det også svært lav estimert fangbarhet etter to omgangers fiske, før estimatet økte betydelig etter tre omganger, og der estimatet stabiliserte seg til området 0,20-0,21 etter seks omgangers fiske. Usikkerheten i estimatene avtok også vesentlig etter seks omgangers fiske. Under varmtvannsfisket i august 2015 var estimert fangbarhet etter to omgangers fiske på samme nivå som etter ti omgangers fiske, men usikkerheten i estimatene avtok fra å være relativt store etter to-tre omganger til svært små etter seks-ti omgangers fiske.

Estimert fangbarhet for laksunger eldre enn årsyngel viste jevnt over mindre variasjoner med temperatur og fiskeomgang (**figur 7**). Generelt sett var det relativt store usikkerheter i estimatene i de første to til fire fiskeomganger, mens usikkerheten avtok utover omgangene i alle tre feltrundene. Ved kaldtvannsfiske i november 2014 var det en noe økende trend i estimert fangbarhet, mens det var en noe avtakende trend i fangbarhet ved middels høy vanntemperatur i september

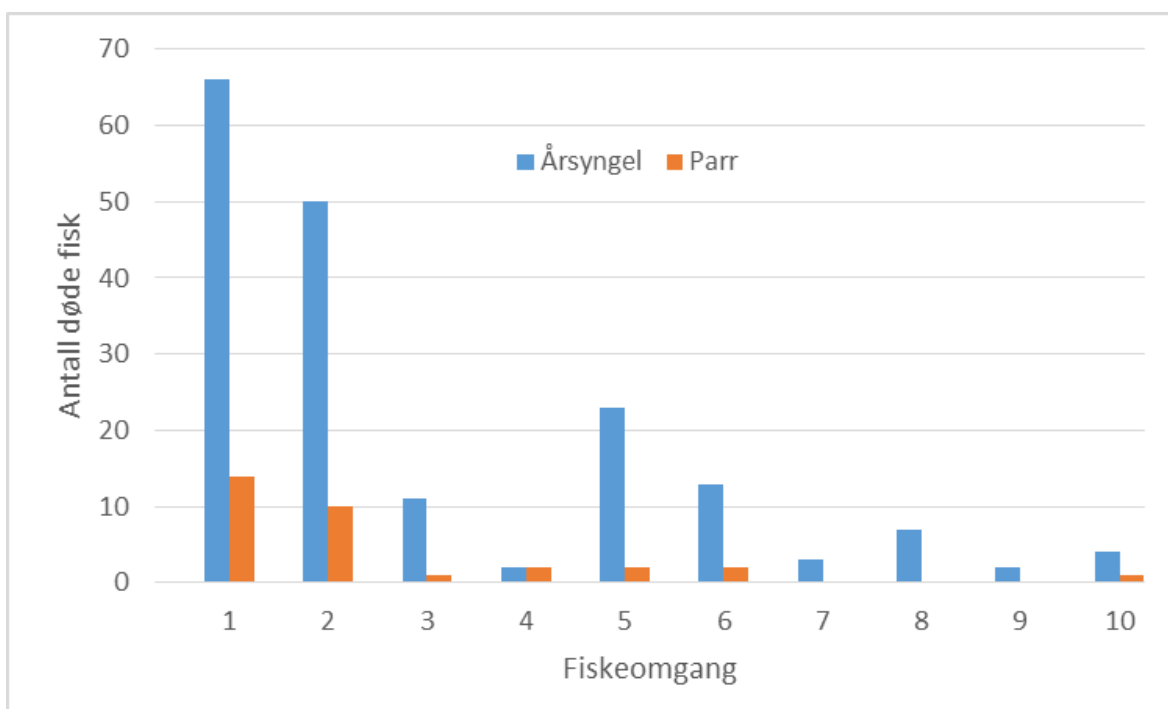
2010, og et tilnærmet stabilt nivå under varmtvannsfisket i august 2015. Felles for alle tre felt-runder var at estimert fangbarhet på eldre laksunger var i området 0,35-0,45, noe som indikerer at det ikke er noen klar temperatureffekt på fangbarhet av eldre laksunger under elektrisk fiske.



Figur 7. Estimert fangbarhet av årsyngel av laks (venstre) og eldre laksunger (høyre) i Homla ved lave (øverst), middels høye (midterst) og høye vanntemperaturer (nederst). Legg merke til at det varierer mellom åtte og tolv fiskeomganger ved de ulike feltrundene.

3.3 Dødelighet

Under varmtvannsfisket i august 2015 ble det registrert betydelig dødelighet på ungfisk av laks og aure. Av all ungfisk som ble fanget under elektrisk fiske og i sperrenot ble det registrert 36 % dødelighet hos laksunger og 31 % dødelighet hos aureunger. Det ble ikke registrert noen dødelighet blant de 11 ålene som ble fanget under det elektriske fisket. De fleste døde fiskene ble registrert i løpet av de to første fiskeomgangene (**figur 8**), noe som i hovedsak er en direkte følge av samlet antall fisk som ble fanget i disse omgangene. Dødeligheten som ble registrert under varmtvannsfiske i august 2015 var vesentlig høyere enn registrert dødelighet ved middels høye og lave vanntemperaturer. Årsaken er trolig at en kombinasjon av lavere oksygeninnhold i vannet og høyere aktivitetsnivå hos ungfisken gjør den spesielt sårbar for stresset som fisken utsettes for under det elektriske fisket.



Figur 8. Antall årsyngel (blå søyler) og parr (brune søyler) av laks og aure som døde i løpet av de ti omgangene med elektrisk fiske i Homla i august 2015. Død fisk fanget under elektrisk fiske og i sperrenot er for enkelthets skyld slått sammen for hver fiskeomgang.

4 Oppsummering og konklusjoner

Med bakgrunn i varmtvannsfisket i august 2015 og tidligere undersøkelser i samme område på lavere vanntemperaturer, kan det trekkes følgende konklusjoner om temperatureffekter på resultatene fra elektrisk fiske:

- Vanntemperatur har stor betydning for hvor mye årsyngel av laks som fanges, fangstforløp utover fiskeomgangene og ikke minst presisjon på estimer av fangbarhet og mengde fisk innenfor et område.
- Under kaldtvannsfiske ble det fanget svært lite årsyngel av laks, og det var ingen nedgang fra første til andre fiskeomgang. Under varmtvannsfiske ble det fanget store mengder årsyngel, og det var en kraftig nedgang i fangst i løpet av de fire første fiskeomgangene. På middels høy vanntemperatur var det en mellomting mellom de to ytterpunktene med hensyn til fangst og fangstforløp.
- Når det gjelder laksunger eldre enn årsyngel var det nesten identiske fangstforløp under elektrisk fiske på lav, middels høy og høy vanntemperatur. Dette styrker tidligere konklusjoner om at vanntemperatur har langt mindre betydning for fangbarhet av eldre laksunger enn årsyngel av laks.
- Estimert fangbarhet av årsyngel av laks under varmtvannsfiske var forholdsvis stabilt fra og med femte fiskeomgang og inntil avsluttet fiske etter ti omganger. Det var også forholdsvis små forskjeller fra det første estimatet på bestandsstørrelse etter to omganger og det endelige estimatet etter ti omganger.
- Tilsvarende var det forholdsvis små forskjeller i estimert fangbarhet av laksunger eldre enn årsyngel utover fiskeomgangene. Det var ingen forskjell i det første estimatet på bestandsstørrelse etter to omganger og det endelige estimatet etter ti omganger, og det var små forskjeller i estimatene underveis i fangstomgangene.
- Estimert fangbarhet for årsyngel av laks varierte betydelig mellom de ulike feltrundene. Under kaldtvannsfiske var estimert fangbarhet svært lav etter to omganger, og økte for hver omgang inntil estimatene stabiliserte seg etter seks omganger. Tilsvarende var det innledningsvis svært lav estimert fangbarhet under fiske på middels høy temperatur, før estimatene økte etter tre omganger og stabiliserte seg etter seks omganger. Under varmtvannsfiske var estimert fangbarhet på tilnærmet samme nivå fra andre til tiende omgang.
- Estimert fangbarhet for eldre laksunger viste jevnt over mindre variasjoner med temperatur og fiskeomgang. Ved kaldtvannsfiske var det en noe økende trend i estimert fangbarhet, mens det var en noe avtakende trend i fangbarhet ved middels høy vanntemperatur, og et tilnærmet stabilt nivå under varmtvannsfisket. Felles for alle tre feltrunder var at estimert fangbarhet på eldre laksunger var i området 0,35-0,45, noe som indikerer at det ikke er noen klar temperatureffekt på fangbarhet av eldre laksunger under elektrisk fiske.
- Under varmtvannsfisket ble det registrert betydelig dødelighet hos ungfisk av laks og aure. Av alle ungfisk som ble fanget ble det registrert 36 % dødelighet hos laksunger og 31 % dødelighet hos aureunger. Dødeligheten under varmtvannsfisket var vesentlig høyere enn registrert dødelighet ved lave og middels høye vanntemperaturer.

5 Referanser

Anonym 2003. NS-EN 14011. Water quality – Sampling of fish with electricity. Standard Norge, Oslo, 16 sider.

Anonym 2014. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiserings-system for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratetsgruppe for gjennomføringen av vanddirektivet. – Veileder 02:2013, 254 sider.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing: theory and practice, with special emphasis on salmonids. – *Hydrobiologia* 173, 9-43.

Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L. & Sandlund, O.T. 2015. Elektrisk fiske – faktorer som påvirker fangbarhet av ungfisk. Resultater fra eksperimentelle feltstudier 2010-2014. – NINA Rapport 1147, 35 sider.

Chapman, D.G. 1951. Some properties of the hypergeometric distribution with applications to zoological sample censuses. – *University of California Publications in Statistics* 1, 131-160.

Cowx, I.G. & Lamarque, P. (red.) 1990. Fishing with electricity. – Fishing News Books, 248 sider.

Finstad, A.G., Einum, S., Forseth, T. og Ugedal, O. 2007. Shelter availability affects behaviour, size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. – *Freshwater Biology* 52, 1710-1718.

Forseth, T. & Forsgren, E. (red.) 2009. El-fiskemetodikk – Gamle problemer og nye utfordringer. – NINA Rapport 488, 74 sider.

Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1988. The effect of river flow on the results of electrofishing in a large, Norwegian salmon river. – *Verhandlungen Internationale Vereinigen Limnology* 23, 1724-1729.

Jowett, I.G., Richardson, J., Biggs, B.J.F., Hickey, C.W. & Quinn, J.M. 1991. Microhabitat preferences of benthic invertebrates and the development of generalised Deleatidium spp. Habitat suitability curves, applied to four New Zealand rivers. – *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 25, 187-199.

Larsen, B.M., Sandlund, O.T., Gabrielsen, S.E., Saksgård, L. & Saksgård, R. 2010. Metodiske utfordringer i undersøkelsene av ungfisk av laks og ørret i effektkontrollen i kalkede vassdrag – NINA Rapport 644, 37 sider.

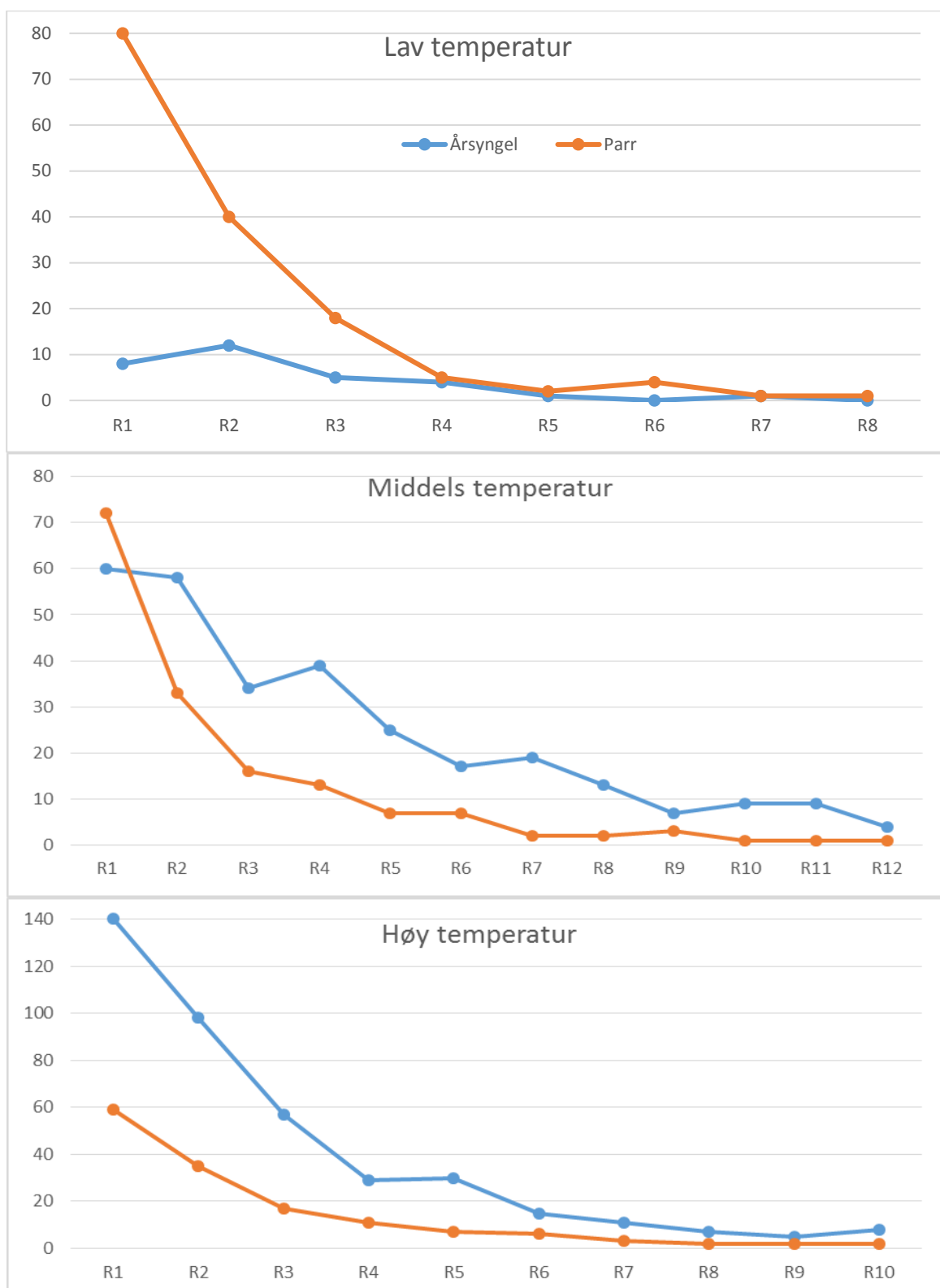
Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. – *Bulletins of the Fisheries Research Board of Canada* 191, 382 sider.

Sandlund, O.T., Berger H.M., Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L., Ugedal, O. & Ulvan, E.M. 2011. Elektrisk fiske – effekter av ledningsevne på fangbarhet av ungfisk. – NINA Rapport 668, 41 sider.

Sandlund, O.T. (red.), Bergan, M.A., Brabrand, Å., Diserud, O., Fjeldstad, H.-P., Gausen, D., Halleraker, J.H., Haugen, T., Hegge, O., Helland, I.P., Hesthagen, T., Nøst, T., Pulg, U., Rustadbakken, A. & Sandøy, S. 2013. Vannforskriften og fisk – forslag til klassifiseringssystem. – Miljødirektoratet, Rapport M22-2013, 60 sider.

Zipin, C. 1958. The removal method of population estimation. – Journal of Wildlife Management 22, 82-90.

6 Vedlegg



Vedleggsfigur 1. Fangstforløp for årsyngel av laks (blå linjer) og eldre laksunger (brune linjer) under elektrisk fiske ved lav temperatur ($1,3^{\circ}\text{C}$) i november 2014, middels høy temperatur ($12,0^{\circ}\text{C}$) i september 2010 og høy temperatur ($18,3^{\circ}\text{C}$) i august 2015 på samme lokalitet i Homla

ISSN: 2464-2797
ISBN: 978-82-426-2899-2

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidas miljøløsninger