

1051 Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna

Sluttrapport for perioden 2009-2013

NINA Rapport

Ola Ugedal, Marius Berg, Terje Bongard, Gunnbjørn Bremset, Eli Kvingedal, Ola Diserud, Jan Gunnar Jensås, Bjørn Ove Johnsen, Nils Arne Hvidsten og Gunnel Østborg



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 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.

Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna

Sluttrapport for perioden 2009-2013

Ola Ugedal
Marius Berg
Terje Bongard
Gunnbjørn Bremset
Eli Kvingedal
Ola Diserud
Jan Gunnar Jensås
Bjørn Ove Johnsen
Nils Arne Hvidsten
Gunell Østborg

Ugedal, O., Berg, M., Bongard, T., Bremset, G., Kvingedal, E., Diserud, O., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A. & Østborg, G. 2014. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Sluttrapport for perioden 2009-2013. NINA Rapport 1051. 132 s. + vedlegg.

Trondheim, september 2014

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2667-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Norunn S. Myklebust

KVALITETSSIKRET AV

Grethe Robertsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsleder Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Statkraft Energi AS

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Sjur Gammelsrud

FORSIDEBILDE

Ungfiskstasjon 1 i de nedre deler av Surna

Foto: Jan Gunnar Jensås

NØKKEWORD

Surna, bunndyr, laks, sjøaure, smolt, vassdragsregulering, fiske-
tetthet, vekst, produksjon, gytebestand, fiskeutsettinger, tiltak

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

Fakkeltgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

Sammendrag

Ugedal, O., Berg, M., Bongard, T., Bremset, G., Kvingedal, E., Diserud, O., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A. & Østborg, G. 2014. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Sluttrapport for perioden 2009-2013. - NINA Rapport 1051. 132 s. + vedlegg.

I perioden 2002-2013 er det utført undersøkelser i Surna med formål å bedre kunnskapen om bestandsstatus for laks og sjøaure. Kunnskapen skal brukes i vurderinger av relevante kompensasjonstiltak for å bøte på effekter av reguleringen av vassdraget ut over dagens utsettingspålegg av laksunger. Reguleringen ble iverksatt i 1968 og berører vannføringen i ca. 2/3-deler av den lakseførende strekningen av vassdraget. Vannføringen i de midtre deler av Surna (mellom utløpt av Rinna og Trollheim kraftverk) er betydelig redusert, mens elva nedenfor utløpet av kraftverket er påvirket av kjøringen av kraftverket. Surna ovenfor samløpet med Rinna er ikke direkte berørt av reguleringene. I denne rapporten har vi fokusert på de fem siste årene av undersøkelsene.

Laksefangstene i Surna har vært betydelige også etter reguleringen. Gjennomsnittsfangst av laks for årene 1993-2013 var 1200 individer og 4800 kilo. De siste fem årene har både antall og kilo laks fanget vært lavere enn gjennomsnittet for denne perioden med unntak av i 2010, da det ble fanget 1400 laks med en samlet vekt på 7400 kilo. Innsiget av laks til Surna har avtatt de senere årene. Dette er i tråd med en generell nedgang i lakseinnsig til elver i denne delen av landet. Vi har ikke grunnlag for å vurdere om og eventuelt i hvor stor grad kraftverksreguleringen har bidratt til denne nedgangen.

Fangstene av sjøaure økte jevnt på 1990-tallet fram til 2002 og Surna var et betydelig sjøaurevassdrag i landsmålestokk. De største fangstene ble tatt i 2000 og 2001 med mer enn 3000 sjøaure per år. Fra 2004 har fangstene avtatt kraftig og de siste fem årene er det rapportert en fangst på færre enn 500 sjøaure, med lavest fangst de to siste årene med om lag 150 sjøaure per år. Bestanden av sjøaure synes å ha avtatt mye i Surna løpet av de siste årene. Dette er i tråd med en generell utvikling for sjøaurebestander i denne delen av landet. Vi har ikke grunnlag for å vurdere om og eventuelt i hvor stor grad kraftverksreguleringen har bidratt til denne nedgangen.

De siste årene er det innført betydelige restriksjoner på uttaket av både laks og sjøaure i Surna. Fangsten fra disse årene kan ikke direkte sammenliknes med tidligere år uten å ta hensyn til dette. Sportsfiskefangstene av laks og sjøaure ble i alle år i all hovedsak tatt nedenfor Trollheim kraftverk.

Laksens størrelse ved alder har endret seg vesentlig i Surna i løpet av undersøkelsesperioden. Disse endringene samsvarer med endringer i andre laksebestander i regionen og skyldes trolig endringer i laksens oppvekstmiljø i havet.

I skjellprøvematerialer av laks innsamlet i sportsfiskesesongen i perioden 2009-2013 varierte andelen villaks mellom 79 og 90 %. Resten har vært rømt oppdrettslaks og laks som stammer fra utsatt smolt eller settefisk. De siste fem årene har andelen rømt oppdrettslaks i skjellmaterialet fra sportsfisket variert mellom 2 og 13 % med høyest andel i 2013. Andelen rømt oppdrettslaks har i de fleste år vært høyere i stamfisket enn i sportsfisket.

Andelen utsatt smolt i skjellmaterialet var 10-12 % i 2010 og 2011, men har avtatt til 3-4 % de to siste årene. Beregnet gjenfangstrate i sportsfisket for smolt utsatt i 2008 var 0,5 % og på høyde med tidligere utsetninger av smolt i Surna. Tilslaget av utsettingene i 2009 og 2010 var betydelig dårligere, og gjenfangsten tegner heller ikke bra for utsettingene i 2011. Hvis denne utviklingen ikke endrer seg til det bedre bør det gjøres en evaluering om

smoltutsettinger helt eller delvis kan erstattes av habitattiltak eller utsetting av yngre livsstadier.

I undersøkelsesperioden er det gjennomført både registrering av gytegroper og telling av gytefisk. Foreliggende erfaringer gjør det nødvendig å benytte en kombinasjon av flere metoder for å kartlegge gytebestandene i Surnavassdraget. Fangst med lys og håv er egnet i sidevassdrag og øvre deler av hovedstrengen. Drivtelling er den beste metoden i nedre del av Lomunda og i hovedstrengen fra Bolme og ned til Trollheim kraftverk. På grunn av elvas bredde, dybde og siktforhold er drivtelling nedstrøms Trollheim kraftverk usikre, men kan suppleres med gytegropregistreringer som er bedre egnet i hovedstrengen nedstrøms kraftverket enn oppstrøms. Usikkerheten knyttet til presisjonen på gytefiskundersøkelsene er vurdert å være for stor til direkte vurderinger av oppnåelse av gytebestandsmål.

De fleste år ble det registrert lave tettheter av eldre laksunger nedstrøms Trollheim kraftverk. Vurdert ut fra undersøkelsene av ungfisk stod områdene oppstrøms kraftverket for hovedtyngden av presmoltproduksjonen av laks. Det er metodiske svakheter knyttet til det elektriske fisket på strekningen nedstrøms kraftverket slik at resultatene kan gi et feilaktig bilde av ungfiskbestanden her.

Fangst av utvandrende laks- og auresmolt i smoltfeller på Øvre Harang, ovenfor Trollheim kraftverk, og på Tellesbø langt ned i vassdraget i 2011-2013 viste at utvandningsperioden til smolten i 2011 og 2012 startet i begynnelsen av mai og hoveddelen hadde vandret ut ved utgangen av mai. I 2013 var det en kald vår med sen snøsmelting og utvandringen kom ikke i gang før i midten av mai, og det gikk da en drøy uke ut i juni før hoveddelen av smolten hadde vandret ut. Modellering basert på miljøparametrer viser at vannføring har stor påvirkning på utvandningsforløpet til laksesmolt.

Merking-gjenfangst av smolt under utvandring ved Harang i 2012, ga et estimat av utvandringen av laksesmolt på om lag 26 000 fra de øvre deler av Surna. Tilsvarende estimat ved Tellesbø, i de nedre deler av Surna, var om lag 36 000. Dette betyr at om lag 10 000 av laksesmolten som gikk ut av Surna våren 2012 stammet fra områdene nedstrøms Trollheim kraftverk. I 2013 ble antall smolt ved Harang estimert til minimum 7 500 mens det vandret ut minst 25 000 forbi Tellesbø. Begge fellene var ute av drift i 5-6 dager i starten av utvandningsperioden, og det er mer usikkert hvor stor andel som stammer fra de to ulike områdene dette året. I 2011 ble antall laksesmolt ved Harang estimert til minimum 17 000.

Resultatene fra smoltstudiene i 2012 stemmer i store trekk med ungfiskundersøkelsene med hensyn til hvor mesteparten av laksesmolten produseres i vassdraget. Det samme var ikke tilfelle i 2013. God kvalitet på felledata fra 2012 tyder på at konklusjonene fra dette året er relativt pålitelige. I hvilken grad dette året er representativt for Surna generelt er imidlertid vanskelig å si. Grove estimater av antallet presmolt i Surna om sensommeren/høsten tyder på at antallet smolt som vandret ut har vært større i flere tidligere år enn i 2012 og 2013.

Datagrunnlaget (fangststatistikk) er etter vår vurdering ikke godt nok å kunne undersøke vannføringens betydning for oppvandring av laks oppstrøms Trollheim kraftverk. Det må derfor gjennomføres mer spesifikke undersøkelser, for eksempel med telemetri, hvis denne problemstillingen skal belyses på en tilfredsstillende måte. Undersøkelsesprogrammet for perioden 2002-2013 har hatt en generell innretning med preg av overvåking. Følgelig er det behov for mer reguleringsspesifikke undersøkelser for å ha et tilstrekkelig grunnlag for å gjøre grundige vurderinger av hvordan reguleringene påvirker fiskeproduksjon og fiske i vassdraget.

Bunndyrundersøkelsene i Surna er gjennomført for å vurdere virkningene av vannstands- endringene på bunnfaunaen nedstrøms kraftverket og overvåke tilstanden for biologisk mangfold. Prøver er tatt på seks stasjoner i perioden 2007-2013. Både når det gjelder forekomster nær land og ute i permanent vanddekt areal viser resultatene store forskjeller i bunndyrtettheter oppstrøms og nedstrøms utløpet fra Trollheim kraftverk. Artsmangfoldet er generelt lavt, og viktige arter og grupper som *Baetis rhodani* og fjærmygg er kraftig redusert nedstrøms kraftverket. Snegl, fåbørstemark, stankelbeinlarver og døgnfluen *Ameletus inopinatus* varierte mindre i antall over transektene.

Vannføringsforholdene i Surna er svært vekslende nedstrøms kraftverket og fører til hyppige tørrlegginger som reduserer bioproduksjonen. Ved å sammenligne resultatene med et anslag over forventningssamfunn for bunndyr for Nordmøre ligger trolig antall organismer i de tørrlagte områdene i Surna nedstrøms kraftverket mellom 5-20 % av naturlige forekomster. Det er sannsynlig at utarming av bunndyrforekomstene påvirker ernæringsforhold for fisk, særlig for årsyngel nært land, og at mattilgang kan være en begrensende faktor for vekst særlig på langgrunne arealer i nedre deler av Surna.

Etter vår vurdering er det sannsynligvis et betydelig potensial for å øke naturlig fiskeproduksjon gjennom ulike former for biotoptiltak og habitattiltak. Aktuelle biotoptiltak kan være reetablering av standplasser for voksen fisk i gjenarete dypåler og høler og etablering av sedimentfeller for å redusere omfanget av nedauring. Av habitattiltak vil spesielt en økning av hulromkapasiteten i bunnsubstratet kunne øke produksjonspotensialet for ungfisk. Det bør utføres en kartlegging av aktuelle deler av vassdraget for å avdekke potentialet for slike tiltak.

Ola Ugedal, Marius Berg, Terje Bongard, Gunnbjørn Bremset, Eli Kvingedal, Ola Diserud, Jan Gunnar Jensås, Bjørn Ove Johnsen, Nils Arne Hvidsten og Gunnel Østborg. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685, Sluppen, NO-7485 Trondheim.

E-post: ola.ugedal@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	6
Forord	8
1 Innledning	9
2 Områdebeskrivelse	10
2.1 Generell beskrivelse	10
2.2 Vannkraftutbygging og fysiske forhold	10
3 Metoder og materiale	12
3.1 Fangststatistikk	12
3.2 Skjellprøver	12
3.3 Registrering av gytefisk og gytegroper	13
3.3.1 Gytegroper	13
3.3.2 Gytefisktellinger	14
3.4 Ungfiskundersøkelser	17
3.4.1 Estimering av antall presmolt av laks	20
3.5 Smoltundersøkelser	21
3.5.1 Drift av smoltfellene	21
3.5.2 Merking og datainnsamling	22
3.5.3 Modellering av smoltutvandringen	23
3.5.4 Beregning av smoltproduksjon	24
3.6 Bunndyr	26
3.6.1 Metoder	26
3.6.2 Stasjonsbeskrivelse	28
3.6.3 Materiale	30
4 Resultater og diskusjon av gjennomførte undersøkelser	32
4.1 Fangster, størrelsessammensetning og livshistorie	32
4.1.1 Livshistorie hos vill laks	35
4.1.2 Livshistorie hos sjøaure	38
4.2 Sammensetning av laksebestanden med hensyn på opphav	40
4.2.1 Oppdrettslaks og utsatt laks i gytebestanden	41
4.3 Gjenfangst av utsatt fisk som voksen laks	43
4.4 Gytefisk og gytegroper	48
4.4.1 Registreringer av gytegroper	48
4.4.2 Tellinger av gytefisk	50
4.4.3 Samlet vurdering av gytefiskundersøkelser i Surna	56
4.4.4 Gytebestandsmål for laks	58
4.5 Ungfisk	62
4.5.1 Forekomst og tetthet av aure	62
4.5.2 Tetthet og årsklassestyrke av laks på ulike delstrekninger	64
4.5.3 Presmolt av laks	69
4.5.4 Alder og størrelse	72
4.6 Smoltundersøkelser	77
4.6.1 Alder og størrelse hos utvandrende fisk	77
4.6.2 Vannføring og vanntemperatur i utvandningsperioden	82
4.6.3 Smoltutvandring og atferd hos laks	83
4.6.4 Utvandningsmodell basert på miljøparametere	84
4.6.5 Smoltproduksjon av laks og aure	88

4.6.6	Vurdering av resultatene.....	91
4.7	Bunndyr.....	95
4.7.1	Artsmangfold.....	98
4.7.2	Effekter av endringer i vannføring	99
4.7.3	Oppsummering og konklusjon	107
5	Bestandsstatus og effekter av reguleringen	108
5.1	Bestandsstatus	108
5.2	Effekter av reguleringen	112
5.2.1	Generelt for regulert strekning	113
5.2.2	Nedstrøms Trollheim kraftverk.....	116
5.2.3	Trollheim kraftverk - Rinna.....	118
6	Tilrådinge om avbøtende tiltak	120
6.1	Biotoptiltak og habitattiltak.....	120
6.2	Utsettinge av fisk	121
7	Referanser.....	124
	Vedlegg.....	133

Forord

På oppdrag fra Statkraft Energi AS har Norsk institutt for naturforskning (NINA) gjennomført årlige ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna siden 2002.

Undersøkelsene i inneværende prosjektperiode har bakgrunn i prosjektforslaget "*Fiskebiologiske undersøkelser i Surna 2009-2013*". Vi takker Statkraft for oppdraget.

Vi vil takke Arne O. Sæter for omfattende bistand under feltarbeidet i forbindelse med ungfiskundersøkelser, smoltundersøkelser, gytefisktellinger og gytegropperegistreringer. Eivind Wiik samt personell fra Rossåa Fiskeanlegg bistod også under smoltundersøkelsene. Ola Diserud, Knut Andreas Eikland, Anders Foldvik, Roger Meås, Michael Puffer, Odd N Lykkja, Torgeir Havn, Grethe Robertsen, Laila Saksgård, Randi Saksgård, Eva B. Thorstad og Eva Ulvan bistod under drivtelling eller lysfiske etter gytefisk. Vi takker også elveeierlagene og de mange prøvetakerne som har stått for innsamling av skjellprøver og Veterinærinstituttet i Trondheim for lån og bruk av skjellprøver av laks fra sportsfisket i Surna i 2012. Fleming Vatne ved Opplev Oppdal har bistått med følgebåt under gytefisktellningene.

Vi takker Veterinærinstituttet i Trondheim for opplysninger om opphav til laksen fanget ved stamfiske i Surna, Rossåa settefiskanlegg for opplysninger om kultiveringen i vassdraget herunder opplysninger om antall egg hos stamlaks samlet inn i Surna.

Undersøkelsene i Surna i perioden 2009-2013 har vært gjennomført av en faggruppe ledet av Bjørn Ove Johnsen mens Terje Bongard, Nils Arne Hvidsten og Gunnbjørn Bremset har hatt hovedansvaret for henholdsvis undersøkelser av bunndyr, ungfisk- og smoltundersøkelser og undersøkelser av gytefisk og gytegropper. Marius Berg overtok ansvaret for gytefiskundersøkelsene fra og med 2012, mens Ola Ugedal har hatt hovedansvaret for undersøkelsene i Surna det siste året av prosjektperioden.

Trondheim, september 2014

Ola Ugedal
prosjektleder

1 Innledning

Reguleringen av Surna, som ble tatt i bruk i 1968, berører vannføringen i ca. 2/3-deler av den lakseførende delen av vassdraget. Ved reguleringen fikk en betydelig strekning av den lakseførende delen av elva redusert vannføring eller vesentlig endret vannføringsregime. I tidligere undersøkelser og utredninger er det pekt på at reguleringen av vassdraget har ført til redusert smoltproduksjon grunnet både reduserte oppvekstarealer oppstrøms Trollheim kraftverk og dårligere vekst- og levetid for fisk nedstrøms Trollheim kraftverk (Saltveit & Ofstad 1985a,b, Johnsen & Hvidsten 1995, Saltveit & Brodtkorb 1999).

Siden 2002 har NINA gjennomført årlige undersøkelser i vassdraget. Formålet med disse undersøkelsene har vært å bedre kunnskapen om bestandsstatus av laks og sjøaure i Surna og de effekter som kraftreguleringen av vassdraget har på fiskebestandene. Undersøkelsene har bestått av en "basisdel" (analyse av fangststatistikk, skjellprøver av voksen laks og sjøaure, ungfiskundersøkelser, og gytegroptellinger), som i hovedsak har vært gjennomført etter samme opplegg hvert år. I tillegg til "basisundersøkelsene" har flere ulike tema med relevans til reguleringen vært berørt i løpet av undersøkelsesperioden (kfr. Lund mfl. 2003, 2004, 2005, 2006 og Lund & Johnsen 2007a, Johnsen mfl. 2008).

I 2009 ble en ny prosjektperiode innledet hvor hensikten med undersøkelsene og utredningene er beskrevet i brev fra Statkraft av 29.9.2009:

- Overvåke bestandsutviklingen av laks og sjøaure.
- Kartlegge vannkvaliteten i vassdraget våren 2010.
- Evaluere effekten av iverksatte tiltak.
- Tilrå eventuelle nye tiltak i vassdraget.
- Vurdere alternative metoder for gytebestandsregistrering.
- Avklare om det er fastsatt et pålitelig gytebestandsmål for laksebestanden.
- Anbefale metodikk for å kunne gjennomføre framtidige undersøkelser av smoltproduksjonen og smoltutvandringen fra og med 2010.
- Vurdere om det er tilstrekkelig datagrunnlag for eventuelt å kunne undersøke vannføringens betydning for oppvandring av laks ovenfor Trollheim kraftverk.
- Gjennomføre overvåking av bunndyrbestanden i vassdraget og hvilke effekter reguleringen har på bunndyrsamfunnet nedstrøms Trollheim kraftverk.

Vannkvalitetsundersøkelsene som ble gjennomført våren 2010, viste god vannkvalitet for parametrene som ble målt (Johnsen mfl. 2011).

De innledende smoltundersøkelsene i 2011, ga så gode resultater at undersøkelsene ble vidreført i 2012 og 2013 med overordnet målsetting å fremskaffe kunnskap om atferd hos utvandrende smolt i Surna spesielt i forhold til vannføring og å beregne smoltproduksjonen i Surna på strekningene oppstrøms og nedstrøms Trollheim kraftverk.

Det er utarbeidet årlige framdriftsrapporter fra prosjektet og resultatene fra 2009 ble oppsummert av Johnsen mfl. (2010). Etter feltsesongen 2010 ble det utarbeidet en mer omfattende fagrapport (Johnsen mfl. 2011). Resultatene fra 2011 og 2012 ble rapportert i to fremdriftsrapporter (Johnsen mfl. 2012, Ugedal mfl. 2013b). Den foreliggende rapporten oppsummerer og diskuterer resultatene fra hele undersøkelsesperioden 2009-2013. Siden hovedmålet med undersøkelsene er tiltaksrettet overvåking, har vi inkludert resultater fra tidligere år der det er naturlig å se resultatene i en større sammenheng.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Generell beskrivelse

Surnavassdraget har et nedslagsfelt på 1201 km² og midlere avrenning over året er 56 m³/s. Vassdraget har sitt utspring fra Slettfjellet i Orkdal kommune, Sør-Trøndelag fylke og renner derfra ned i Lomundsjøen i Møre og Romsdal fylke. Vassdraget som herfra heter Lomunda, renner sammen med Tiåa i Øvre Rindal og danner Surna. Lenger ned i dalen renner Rinna inn i vassdraget fra øst. Surna renner i vestlig retning ned til utløpet ved Surnadalsøra. Sideelvene Bulu, Folla og Vindøla renner alle inn i Surna fra sørøst nedenfor samløpet med Rinna (se **figur 3.4.1**).

Surna renner gjennom kommunene Rindal og Surnadal. I hovedelva kan laksen vandre helt opp i Lomundsjøen ca. 54,6 km fra utløpet. Lakseførende strekning i sideelvene er: Tiåa: 7,1 km, Rinna: 3 km, Bulu: 5 km, Folla: 1,2 km og Vinddøla: 1,5 km. Samlet lengde på lakseførende strekning er 72,4 km. Det er ingen fisketrapper i vassdraget.

Surna er det viktigste laks- og sjøaurevassdraget i Møre og Romsdal og det blir vanligvis rangert blant landets tjuefem beste laksevassdrag. Fisket er godt tilgjengelig for allmennheten. I et Stortingsvedtak av februar 2003 ble Surna et av landets nasjonale laksevassdrag, og det nærliggende fjordområdet utenfor vassdraget ble gitt status som nasjonal laksefjord. Innlemmelse i denne ordningen innebærer at vassdraget er gitt en særlig beskyttelse mot påvirkninger i selve vassdraget og i nære fjordområder som kan virke negativt på laksebestanden. Dette innebærer videre at Surna er blant de vassdragene som i framtiden vil bli prioritert i det generelle arbeidet med å styrke laksebestandene i landet.

I miljøforvaltningens kategorisystem er bestandstilstanden til laksen i Surna vurdert som dårlig, med fysiske inngrep, vassdragsreguleringer og rømt oppdrettslaks som avgjørende påvirkningsfaktorer (www.lakseregistret.no). Sjøaurebestanden i Surna er også vurdert som redusert, med fysiske inngrep og vassdragsreguleringer som avgjørende påvirkningsfaktorer.

2.2 Vannkraftutbygging og fysiske forhold

Ved kgl. res. av 21.12.1962 fikk Statskraftverkene tillatelse til å overføre deler av nedbørfeltene til Rinna, Bulu, Lille Bulu og Vindøla til Folla. Videre ble det tillatt å bygge to kunstige magasiner, Follsjø og Gråsjø, samt å utnytte fallet fra Follsjø ned til Surna ved bygging av Trollheim kraftverk. Ved kgl. res. av 1.7.1966 ble det gitt tillatelse til ytterligere overføring fra Vindøla, slik at utbyggingen i dag berører ca. 60 % av Surnavassdragets nedbørfelt. Reguleringen ble tatt i bruk i 1968. Follsjøen ble oppdemt 5. juli 1968. Midlere årlig kraftproduksjon er 807 GWh.

Reguleringen av Surna førte til redusert vannføring på en betydelig del av den lakseførende strekningen oppstrøms Trollheim kraftverk ca. 20 km fra elvemunningen. På strekningen fra Trollheim kraftverk til utløpet av Folla (5 km) ligger restvannføringen på ca. 40 %, mens den på strekningen Folla til utløpet av Rinna (7 km) ligger på 70-80 %. På denne 12 km lange strekningen med redusert vannføring kan vintervannføringen komme ned i 0,5 m³/s (Korsen 1979). Etter reguleringene er den årlige vårfloppen betydelig dempet.

Strekningen nedstrøms Trollheim kraftverk til samløpet med Vindøla har gjennom året en liten økning i gjennomsnittlig vannføring som følge av at regulert felt i Vindøla har blitt ført oppover i vassdraget. I utgangspunktet bidrar reguleringen til at den laveste vannføringen

nedstrøms kraftverket blir større enn ved naturlig avrenning. Det er ikke gitt konsesjonspålagt minstevannføringer i vassdraget. Skjønnsretten har imidlertid forutsatt minstevannføring på 15 m³/s nedstrøms Trollheim kraftverk (Overskjønn vedrørende revisjon fiskeerstatninger avhjemlet 6. og 7. mai 1986). Minstevannføringen kan fravikes ned til 5 m³/s i perioden 15. oktober-15. mai ved driftsfeil eller fare for driftsfeil ved kraftverket. Muligheten til unntak er håndhevet svært strengt og skjønnet gir bestemmelser om at eventuelle skader på fiskebestanden kan erstattes med økte utsetninger etter direktoratets (MD) bestemmelser. Årsaken til at man får brudd på minstevannføringskravet har de fleste gangene vært utfall i kraftverket på grunn av tekniske feil. Dette fører til at kraftverket slutter å tilføre vann til elva. I senere år har det forekommet tre slike utfall som følge av teknisk svikt i kraftverket (Halleraker mfl. 2005, Forseth mfl. 2009a, Ugedal mfl. 2013a).

Vinteren 2009/2010 ble arbeidet med påmontering av en omløpsventil i Trollheim kraftverk startet. Ventilen har utløp i avløpskanalen fra Trollheim kraftverk og ved driftsstans i kraftverket vil omløpsventilen åpnes umiddelbart og levere minimum 15 m³/s (sannsynligvis 1-3 m³/s mer) til avløpskanalen. Ventilen kom drift i november 2011 (Trine Hess Elgersma, Statkraft, pers. medd.). Til tross for dette oppstod en ny episode med vannføring lavere enn 15 m³/s i Surna den 9. og 10. april 2012. Som følge av en teknisk feil ble rørbruddsventilen som ligger oppe ved dammen stengt og trykksjakta ble tømt for vann. Omløpsventilen åpnet som den skulle, men med stengt rørbruddsventil stanset etter hvert vannstrømmen fra kraftverket og vannføringen i elva ble redusert fra om lag 42 m³/s ned til 9 m³/s. Vannføringen ble etter hvert økt ved at det ble åpnet for tapping fra Follsjø. Det er gjennomført en vurdering av hvilke effekter dette utfallet hadde på fiskebestandene i Surna (Ugedal mfl. 2013a).

3 Metoder og materiale

3.1 Fangststatistikk

For presentasjon av fangster av laks og sjøaure i sportsfisket over år er den offisielle statistikken lagt til grunn (Norges offisielle statistikk, Statistisk sentralbyrå). I tillegg er det benyttet opplysninger fra hjemmesiden til elva (www.surna.no).

3.2 Skjellprøver

Hvert år har fiskerne tatt skjellprøver av et utvalg laks og sjøaure fra sportsfiskefangsten i vassdraget. I 2005 og 2006 ble det gjennomført prøvefiske i vassdraget om høsten og det ble også tatt skjellprøver av denne fangsten (Lund & Johnsen 2007). Veterinærinstituttet i Trondheim har gjennomført en opphavs vurdering av all stamfisk tatt ut av Surna fra og med 2008 basert på skjellanalyser og disse opplysningene er benyttet i denne rapporten.

Tabell 3.2.1. Totalt antall laks og sjøaure rapportert fanget (inkludert gjenutsatt fisk) i sportsfisket i Surna og antall og andel skjellprøver innsamlet fra disse fangstene i Surna i årene 2002-2013.

År	Laks			Sjøaure		
	Antall fanget	Antall skjellprøver	Andel (%) skjellprøver	Antall fanget	Antall skjellprøver	Andel (%) skjellprøver
2013	602	310	51	150	5	3
2012	842	611	73	141	8	6
2011	877	263	30	296	17	6
2010	1423	445	31	318	23	7
2009	729	231	32	455	18	4
2008	726	225	31	778	46	6
2007	503	174	35	552	56	10
2006	1081	485	45	582	59	10
2005	1250	259	21	839	53	6
2004	1237	272	22	791	91	12
2003	895	177	20	1649	107	7
2002	1710	317	19	2505	165	7

Ved analyse av skjellprøvene ble fiskens alder ved utvandring til sjøen (smoltalder) og antall år i sjøen registrert. Dessuten ble fiskens lengde ved smoltutvandring tilbakeberegnet etter Lea-Dahls metode (Lea 2010). Når det er anført at fisk har gytt tidligere, er slik informasjon funnet ved gytemerker på fiskens skjell (Dahl 1910).

Ut fra skjellanalysene ble laksen delt inn i 5 kategorier: 1) Vill; 2) Rømt oppdrettslaks; 3) Utsatt laks fra settefiskanlegg; 4) Enten utsatt laks eller oppdrettslaks rømt på et tidlig stadium; 5) Usikker (kan være både vill, utsatt og rømt), oftest på grunn av uleselige skjell. Ved vurderingen av om et individ er utsatt som smolt fra settefiskanlegg eller oppdrettslaks som er rømt på et tidlig stadium er det avgjørende for riktig kategoriplassering at fiskerne gir riktig informasjon om hvorvidt fisken er merket med klipping av fettfinne eller ikke. Dette fordi det er tilnærmet umulig å skille disse to kategoriene ved skjellanalyse.

3.3 Registrering av gytefisk og gytegroper

I Surna har det blitt gjennomført årlige registreringer av gytegroper siden 2002. Høstflommer og islegging har imidlertid i flere år ført til problemer med å kartlegge gytegroper oppstrøms Trollheim kraftverk, slik at det bare i et fåtall av årene har vært mulig å kartlegge hele hovedstrengen av elva. For å gi et bedre bilde av gytebestandens størrelse ble drivtelling av gytefisk utprøvd som alternativ metodikk på to delstrekninger i 2008 og 2009. I 2010 ble drivtellingene utvidet med registreringer på en om lag 31 km lang elvestrekning i Surna, mens det i perioden 2011-2013 har blitt foretatt drivtelling i 39 km av elva. For å kunne inkludere også de øverste delene av Surnavassdraget i gytefisketellingene ble lysfiske (bruk av lys og håv) prøvd ut på to korte strekninger i sideelvene Tiåa og Lomunda høsten 2009. Dette fisket har gradvis blitt utvidet til å omfatte store deler av vassdraget oppstrøms Trøknaholt.

3.3.1 Gytegroper

Registreringer av gytegroper har i perioden 2009-2013 blitt utført i store deler av hovedstrengen fra Lomundsjøen til Skei (om lag 55 km). Etter at lysfiske ble tatt i bruk som alternativ metode for å telle gytefisk har gytegroppregistreringer bare blitt gjennomført nedstrøms Trollheim kraftverk og på noen begrensede elvestrekninger oppstrøms kraftverket. Høsten 2013 ble gytegroppregistreringer oppstrøms kraftverket i sin helhet erstattet med lysfiske og drivtelling. Feltarbeidet i prosjektperioden har vært gjennomført i tidsrommet fra 4. til 19. november.

Tabell 3.3.1. Navn og omtrentlig lengde på elvestrekninger med gytegroppregistreringer i Surna i perioden 2009-2013. Oppstrøms Trollheim kraftverk (TK) ble omfanget av gytegroppregistreringer redusert i 2011 og 2012 og erstattet med gytefisketelling i 2013.

Område	År	Strekning	Distanse (km)
Oppstrøms TK	2009	Lomundsjøen - Trollheim kraftverk	28*
	2010	Lomundsjøen - Trollheim kraftverk	11*
	2011	Lomunda ved Toråa - Trøknaholt	14,5
	2012	Lomunda ved Toråa - Tiosen	3,5
Nedstrøms TK	2009-2013	Trollheim kraftverk - Skei	19

* På grunn av islegging og vanskelige observasjonsforhold lot bare deler av planlagt strekning seg undersøke.

I øvre deler (oppstrøms Trollheim kraftverk) ble elva befart nedstrøms av to personer ved en kryssende vandring i elveløpet, der avstanden mellom observatørene til enhver tid ble tilpasset slik at det var god kontroll med hele elvetverrsnittet. Nedstrøms Trollheim kraftverk har registreringene de siste årene blitt utført av to personer i gummibåt utstyrt med elektrisk motor. I sakteflytende områder ble det kjørt i sikk-sakk mønster nedover elva med baugen i strømmretningen fra elvebredd til elvebredd, der to personer holdt utkikk etter gytegroper. I mer strømharde områder ble elva saumfart ved krysninger fra bredd til bredd med baugen mot strømmretningen slik at hele elvetverrsnittet ble dekket. I de tilfellene observerte gytegroper lå på grunt vann og vannstrømmen var lav til middels ble det gravd

forsiktig med en potethakke for å påvise eggglommer. Egg ble på bakgrunn av størrelse og farge bestemt til art. Laksegg er gjennomgående større og har en tydeligere rødfarge enn de noe mindre og blassere aureeggene (Jensen mfl. 2010). For å unngå unødvendig påkjenning på rogn ble det ikke gravd i gytegroper som visuelt kunne bestemmes til laksegrop eller auregrop ut fra form, farge på bunnsubstrat og plassering i elva.

Ut fra plassering og utforming av gytegroper ble det vurdert om disse var gravd av laks (oftest groper i midtparti i grovere bunnsubstrat) eller sjøaure (oftest groper langs elvebredene i finere bunnsubstrat). I tillegg graver laksen jevnt over rogn dypere ned i substratet enn hva som er tilfelle for sjøaure (Berg mfl. 2011). For å skille mellom graveforsøk uten gyting og gytegroper med eggglommer ble registreringene inndelt i følgende kategorier:

- a) Graveaktivitet uten tydelig gytegrop (= ingen registrering av gytegrop)
- b) Mulig gytegrop med egglomme (= maksimumsanslag over antall gytegroper)
- c) Sikker gytegrop med egglomme (= minimumsanslag over antall gytegroper)

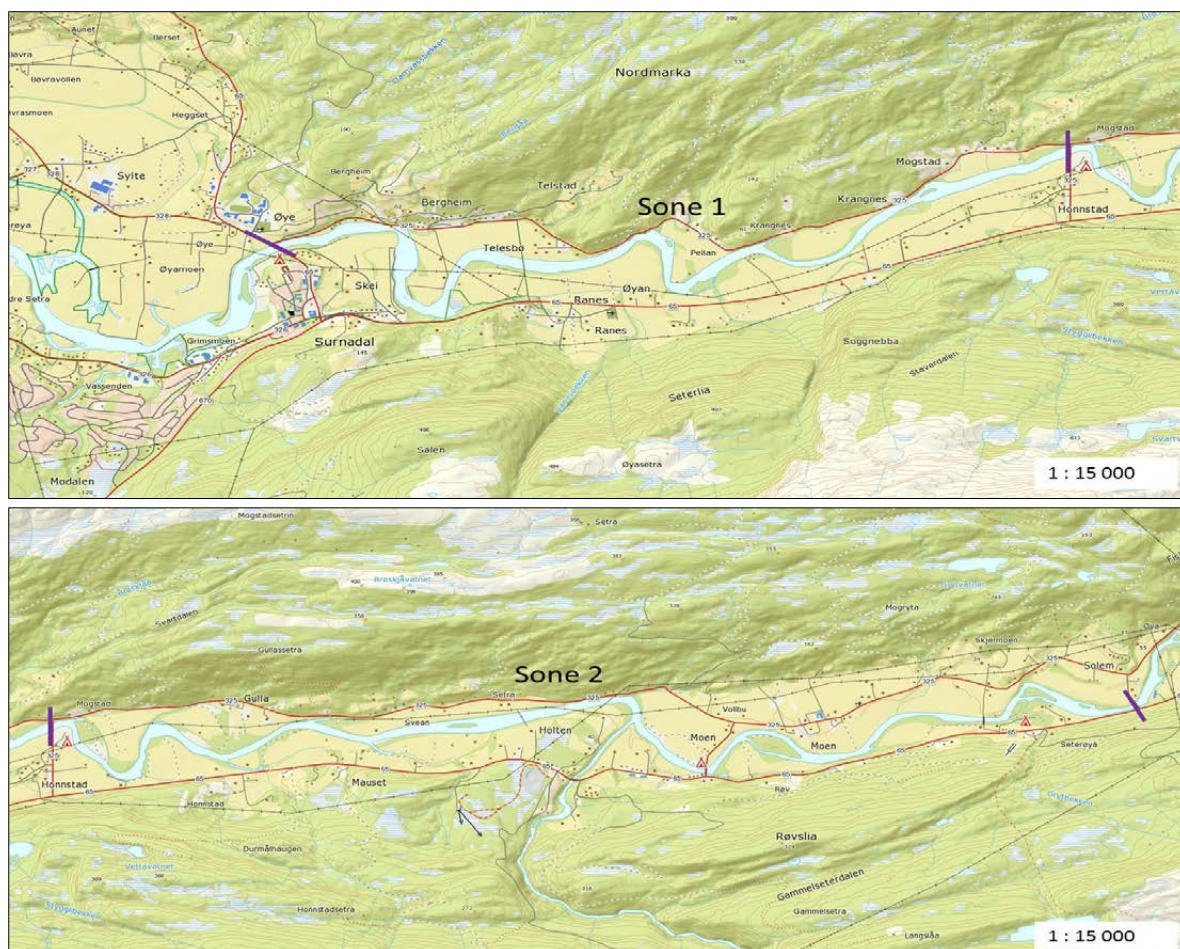
Gytegroper har vanligvis en oval eller rektangulær form og har sin lengste utstrekning i strømrretningen (Lund mfl. 2006, Berg mfl. 2011). I noen tilfeller kan gropene være bredere enn de er lange. Ved telling av gytegroper har en klart definert fordypning med en nedstrøms opphøyet rygg av steinmasser blitt registrert som én gytegrop. Der gytegroper ligger tett og går over i hverandre, kan det være vanskelig å avgrense gropene til enkeltenheter. Telling av antall groper ble i slike tilfeller gjort etter beste skjønn. Alle registreringene av gytegroper ble stedfestet ved hjelp av håndholdt GPS (Garmin GPS-map 62sc).

3.3.2 Gytefisktellinger

Gytefisktellingene i Surna har bestått av en kombinasjon av drivtelling i hovedstrengen og lysfiske i sideelver og de øvre delene av vassdraget. I pilotforsøket høsten 2008 ble drivtelling gjennomført over 12 km elvestrekning. I 2010 ble drivtellingene utvidet med registreringer på en om lag 31 km lang elvestrekning i Surna, mens det i perioden 2011-2013 har blitt foretatt drivtelling i 39 km av elva. Dette ble utvidet for å kunne sammenligne gytebestandens størrelse og fordeling mellom år har elvestrekningen det telles gytefisk på blitt inndelt i fem soner (**figur 3.3.1a,b**):

- Sone 1: Mellom Honnstad camping og Brekkøya camping på Skei (8 km)
- Sone 2: Mellom Trollheim kraftverk og Honnstad camping (11 km)
- Sone 3: Mellom Bolme og Trollheim Kraftverk (12 km)
- Sone 4: Mellom Stortrøkna og Bolme (8 km)
- Sone 5: Oppstrøms Trøknaholt inkludert Lomunda og Tiåa

Registreringene har blitt utført av to-fire personer på hver delstrekning utstyrt med dykkerdrakt, maske og snorkel. Observatørene beveger seg nedover i elva i en parallell formasjon, og gytefisk av laks og sjøaure blir registrert og stedfestet med en håndholdt GPS (Garmin GPS-map 60 sc). Med regelmessige mellomrom blir drivtellers observasjoner sammenholdt, for å redusere feilkilder som gjentatte registreringer av samme fisk og feil artsbestemmelse. Observasjoner av fisk og effektiv sikt under vann blir fortløpende registrert på vannfast syntetisk papir. På strekningen fra Trollheim kraftverk til Skei ble det i 2012 og 2013 benyttet følgebåt med hjelpesmann som noterte og stedfestet observasjoner. I undersøkelsesperioden har drivtellingene i Surna blitt utført fra 1. til 27. oktober.

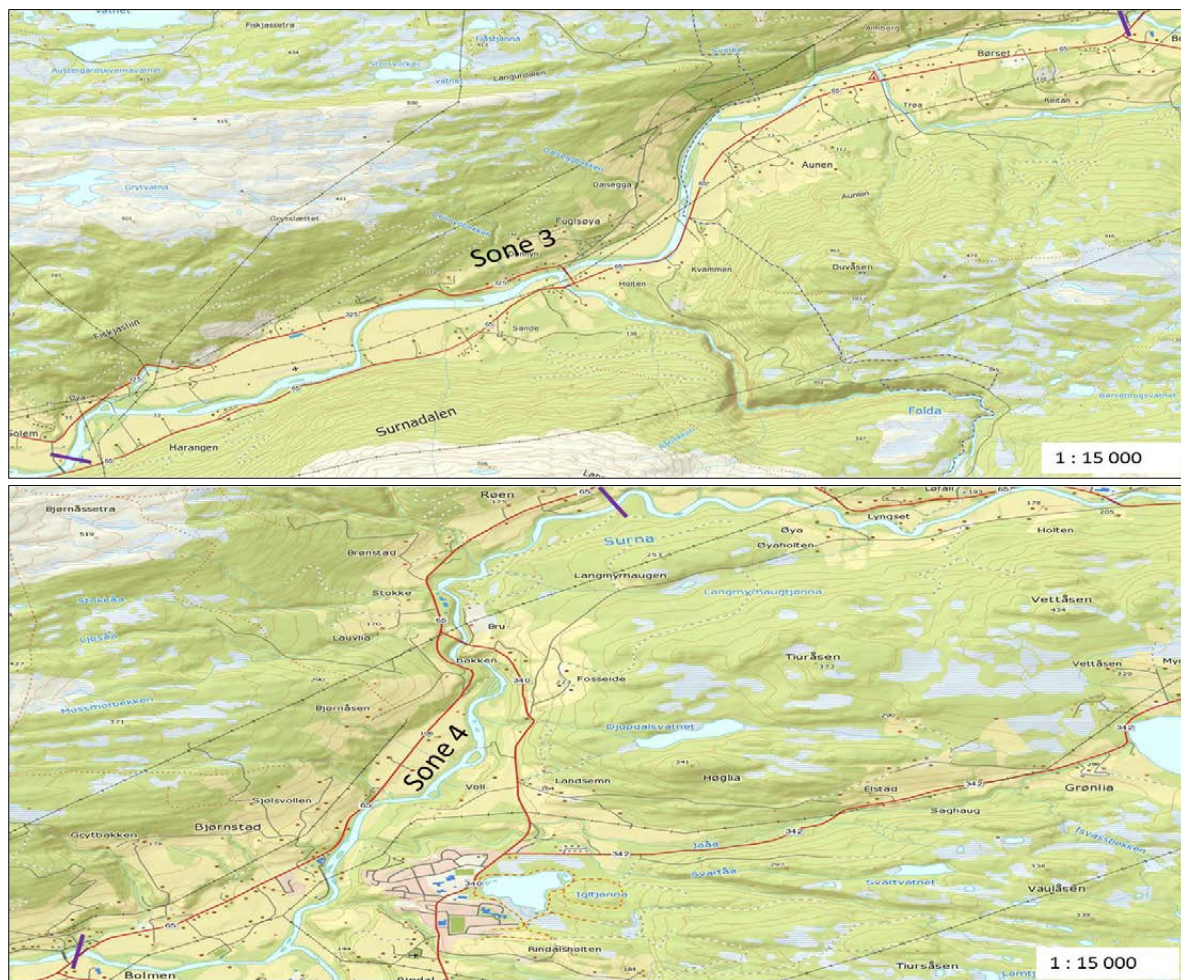


Figur 3.3.1a. Områder i Surna nedstrøms Trollheim kraftverk hvor gytefisk har blitt registrert ved drivtelling. Sone 1 mellom Honnstad camping og Brekkøya camping. Sone 2 mellom Trollheim kraftverk og Honnstad camping. Øvre og nedre grense for sonene er indikert med lilla linjer.

Observerte fisk ble gruppert i samsvar med norsk standard for visuell registrering av laks, sjøaure og sjørøye (Anonym 2004): Laks: Mindre enn 3 kg, 3-7 kg og større enn 7 kg. Aure: Mindre enn 1 kg, 1-3 kg og større enn 3 kg. Artsbestemmelse og kjønnsbestemmelse ble utført i henhold til kriterier gitt i den norske standarden (Anonym 2004). Art ble bestemt ut fra kroppsform, kroppspigmentering og størrelse på finner, mens kjønn ble bestemt ut fra hodeform, snutelengde, utforming av gatt og farge på gytedrakt. I tillegg til art og kjønn ble den observerte laksen om mulig bestemt til én av følgende kategorier:

- a) Villfisk (naturlig produsert i vassdrag)
- b) Utsatt fisk (produsert i kultiveringsanlegg)
- c) Oppdrettsfisk (produsert i kommersielt oppdrettsanlegg)

Med villfisk menes her all fisk som ikke åpenbart stammer fra oppdrettsnæringen eller er utsatt som kultiveringssmolt (fettfinneklippte). Med de siktforholdene som er i Surna er det imidlertid svært vanskelig å identifisere om en laks er fettfinneklippt eller om den med sikkerhet er en rømt oppdrettslaks. Drivtellingene gir derfor ikke pålitelig informasjon om forekomsten av slike individer i gytebestanden i Surna.



Figur 3.3.1b. Områder i Surna oppstrøms Trollheim kraftverk for drivtelling av gytefisk i Surna oppstrøms Trollheim kraftverk hvor gytefisk har blitt registrert ved drivtelling. Sone 3 mellom Bolme og Trollheim kraftverk. Sone 4 mellom Trøknaholt og Bolme. Øvre og nedre grense for sonene er indikert med lilla linjer.

Høsten 2009 ble lysfiske utprøvd på to kortere strekninger i sidevassdragene Lomunda og Tiåa. De overveiende positive erfaringene medførte at lysfiske ble gjennomført på lengre elvestrekninger fra og med høsten 2010. I 2012 ble lysfisket utvidet til Sunna (elvestrekningen nedstrøms samløpet mellom Lomunda og Tiåa og ned til Trøknaholt), og i 2013 ble hele Lomunda nedstrøms Lomundsjøen undersøkt. Lysfisket har i prosjektperioden blitt utført i tidsrommet fra 1. til 24. oktober (**tabell 3.3.2**).

Under lysfisket vadet to-tre personer oppover elvestrengen og søkte systematisk etter gytefisk ved hjelp av hodelykter og håndholdte halogenlykter. Observert gytefisk ble paralyserert ved å konsentrere lys mot fiskens hode, og fisken ble fanget i store håver. Fiskene ble overført til en bærebag (fiskeseil) for større stamfisk hvor hodet hele tiden er dekket av vann, mens fisken ble artsbestemt, kjønnsbestemt, lengdemålt og tatt skjellprøve av. Oppdrettsfisk ble avlivet med kraftige slag mot hodet. All fanget og observert laks og aure ble stedfestet med en håndholdt GPS (Garmin GPS-map 60sc).

Tabell 3.3.2. Undersøkte strekninger, tidspunkt og samlet distanse (km) for lysfiske i Lomunda, Tiåa og Sunna i 2009-2013. Utløpet av Lomundsjøen definerer øvre grense for potensielle gyteområder i Lomunda, mens tilgjengelig gyteområde for sjøvandrende laksefisk i Tiåa er avgrenset av et høyt fossefall i Stoen.

Område	Strekning	Dato	År	Distanse
Lomunda	Storbekken - Ner Grøtan	21. oktober	2009	1,5 km
	Ner Grøtan - Toråa	5. oktober	2010	2 km
	Lomundsjøen-Toråa	24. oktober	2011	5 km
	Lomundsjøen-Toråa	2. oktober	2012	5 km
	Lomundsjøen-Tiosen	21.-22. oktober	2013	10 km
Tiåa	Rindal idrettsplass-Tiosen	22. oktober	2009	1,5 km
	Såmmarvollen-Tiosen	19.oktober	2010	4 km
	Stoen-Tiosen	17. oktober	2011	8 km
	Rindal idrettsplass-Tiosen	1. og 23. oktober	2012	6 km
	Såmmarvollen-Tiosen	21. oktober	2013	4 km
Sunna	Tiosen-Stortrøkna	17. oktober	2012	4,5 km
	Tiosen-Stortrøkna	15. oktober	2013	4,5 km

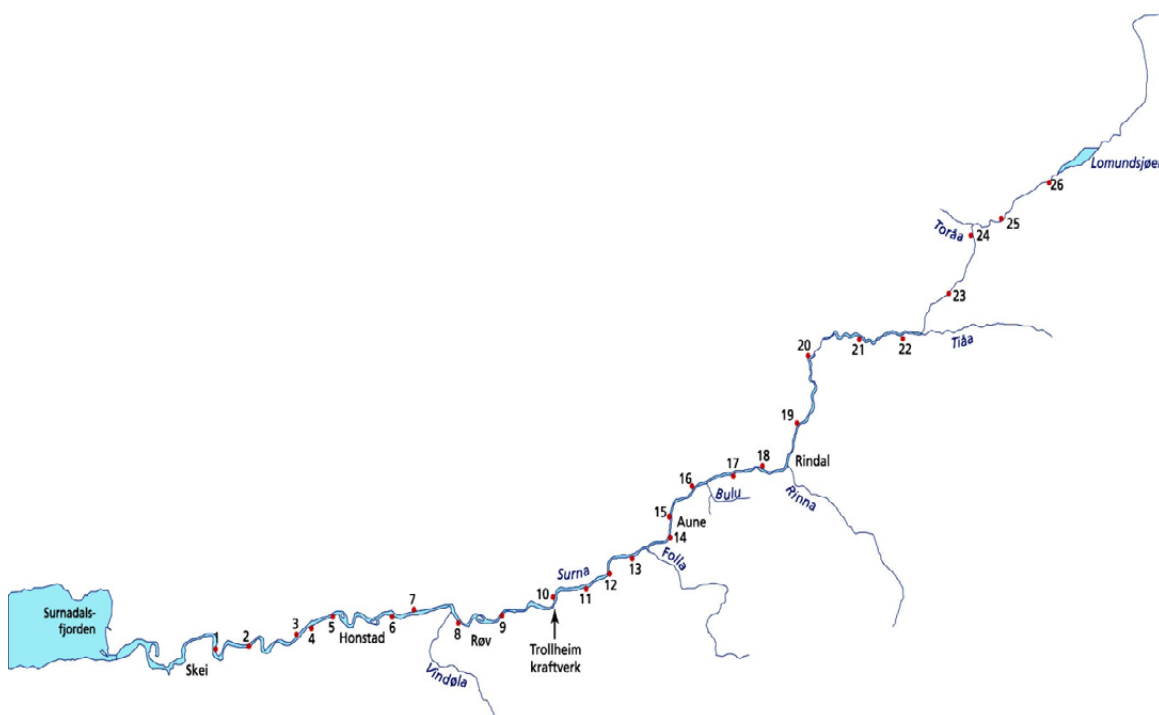
3.4 Ungfiskundersøkelser

Det er gjennomført ungfiskundersøkelser i Surna hvert år fra 2002. Undersøkelsene ble lagt opp slik at de skulle gi kunnskap om hvilke områder av vassdraget som benyttes til gyting, og i tillegg gi informasjon om vekst og fisketetthet i ulike områder (**figur 3.4.1**). Ved å benytte elektrisk fiske til tetthetsberegninger på et større antall lokaliteter, kan utbredelsen av årsyngel (0+) gi informasjon om beliggenhet av gyteområder da laksunger i sitt første leveår har begrenset spredning fra gyteområdene (Johnsen & Hvidsten 2002, Einum & Nislow 2005).

Ved fisket ble det anvendt et fiskeapparat av Paulsen-type med likestrømpulser. Apparatet var drevet av et 12 volts/15 amperetimer batteri, og ble båret på ryggen under fisket. Fiskeapparatet ble innstilt på "lav" spenning (ca 350 volt ved 250 ohm belastning) og "høy" pulsfrekvens (70 hertz).

For å oppnå best mulig sammenlignbarhet med tidligere undersøkelser i vassdraget (Saltveit & Ofstad 1985a,b, Saltveit & Brodtkorb 1999), ble det så langt det var mulig, benyttet lokaliteter som ble elektrisk fisket ved disse undersøkelsene. I de tidligere undersøkelsene ble det utført elektrisk fiske på 17 lokaliteter på strekningen opp til Surnas samløp med

Rinna. Ni av lokalitetene (stasjon, 2, 5, 8, 9, 10, 12, 14, 16 og 19) i foreliggende undersøkelse har samme lokalisering eller ligger svært nær de lokalitetene som ble avfisket i undersøkelsene i tidligere år (1984, 1985 og 1998). De stasjoner som ble avfisket ut over de som ble innlemmet fra tidligere undersøkelser, ble valgt slik at de var mest mulig representative for de ulike områdene av vassdraget.



Figur 3.4.1. Kart over Surna som viser 26 stasjoner hvor ungfiskundersøkelser ble gjennomført i perioden 2002-2012. De tre stasjonene som ble etablert i tillegg i 2009: st. 2B, st. 6B og st. 9B, ligger i nærheten av henholdsvis st. 2, st. 6 og st. 9.

I 2002-2004 ble det hvert år fisket på de samme 26 stasjonene (åtte eller ni stasjoner innenfor hver av de tre delstrekningene av hovedelva) (**figur 3.4.1**). I 2005 ble stasjon 2 flyttet til motsatt elvebredd og det samme skjedde med stasjon 8 i 2006. I 2006 ble stasjon 24 flyttet ca. 600 m nedstrøms som følge av høy tetthet av elvemusling i det opprinnelige området. På den om lag 50 km lange strekningen fra nederste stasjon ved Bergem (stasjon 1), som ligger ca. 1,5 km ovenfor flomålet til Lomundsjøen er gjennomsnittsavstanden mellom ungfiskstasjonene 1,9 km. I 2009 ble antall stasjoner nedstrøms Trollheim kraftverk økt med tre for å styrke datagrunnlaget på denne strekningen. I 2009-2013 ble dermed totalt 29 stasjoner undersøkt.

På alle stasjonene ble all fisken som ble fanget under elfiske artsbestemt, og lengden målt fra snute til enden av halefinnen til nærmeste mm når fisken var naturlig utstrakt. På de fleste av stasjonene ble et utvalg av eldre fisk fiksert for nærmere aldersanalyse (2002-2012), eller det ble tatt en liten skjellprøve for samme formål (i 2013).

I utgangspunktet ble det på hver delstrekning avfisket tre stasjoner i tre omganger med elektrisk fiskeapparat, altså totalt ni stasjoner hvert år. På disse stasjonene kunne fangbarheten til fisken estimeres ved utfangstmetoden (Zippin 1958, Bohlin mfl. 1989). De øvrige stasjonene ble avfisket én gang. Tettheten av ungfisk på elfiskestasjonene i Surna ble beregnet med utgangspunkt i en samlet fangsteffektivitet for hver delstrekning, det vil si basert på summen av fangst på alle stasjoner med tre gangers overfiske på en gitt del-

strekning. Denne prosedyren ble valgt fordi fangsten av fisk på den enkelte stasjon i mange tilfeller var for liten at det lot seg gjøre å estimere en noenlunde sikker fangbarhet for alle de aktuelle fiskegruppene. I estimatene av felles fangbarhet ble det skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk (1+ og eldre) for både laks og aure, og det ble gjennomført egne estimater for hvert enkelt år. Hvis det ikke lot seg gjøre å estimere en noenlunde pålitelig fangbarhet (dvs. med total fangst av 50 eller flere individer) for en av kategoriene på en delstrekning ble den estimerte fangbarheten for tilsvarende størrelseskategori av den andre arten på samme delstrekning benyttet. I de fleste tilfeller gjaldt dette aure hvor fangsten på de to delstrekningene ovenfor Trollheim kraftverk i mange år har vært for lav til å estimere en pålitelig fangbarhet for enten årsyngel eller eldre ungfisk. Denne beregningsmåten avviker fra den som er benyttet i tidligere rapporter, noe som gjør at resultatene som presenteres i denne rapporten også i noen tilfeller avviker fra resultater presentert tidligere rapporter. I de aller fleste tilfellene var imidlertid avvikene små vurdert ut fra gjennomsnittlige tettheter på elvestrekningsnivå. Alle tettheter er gitt som antall individ pr. 100 m².

Undersøkelsene i Surna har blitt gjennomført ved ulik vannføring i de ulike år (**tabell 3.4.1**). Ved elektrisk fiske påvirkes tetthetsestimatene av miljøforholdene under innsamlingen (Jensen & Johnsen 1988, Forseth & Forsgren 2008). Spesielt er vannføring viktig, og estimert tetthet avtar vanligvis med økende vannføring. I tillegg påvirkes tetthetsestimatene av endring i vannføring i timene eller dagene før innsamling, samt vanntemperatur, lysforhold og turbiditet (sikten i vannet).

Tabell 3.4.1. Vannføring og vanntemperatur under elfisket i ulike deler av Surna i ulike år. Vannføringen like nedenfor Trollheim kraftverk (TK) er målt ved Skjermo, mens vannføringen like ovenfor TK er beregnet som differansen mellom vannføringen ved Skjermo og driftsvannføringen gjennom TK og er usikker i perioder hvor denne differansen er liten.

År	Vannføring (m ³ /s)		Vanntemperatur (°C)	
	Like nedenfor TK	Like ovenfor TK	Nedenfor TK	Ovenfor TK
2013	19	1,5 - 2,0	6 - 9	11 - 14
2012	34 - 39	4 - 8	11 - 15	16 - 19
2011	30	2 - 4	10 - 16	12 - 17
2010	39 - 46	3,9 - 9,1	10 - 12	9 - 15
2009	36 - 60	7,5 - 9,0	12 - 15	12 - 17
2008	36 - 42	3,7 - 4,8	12 - 15	11 - 16
2007	45 - 55	7,3 - 9,6	9	7 - 9
2006	20 - 22	4,3 - 5,3	12 - 15	16 - 22
2005	42 - 44	8,5 - 10	9 - 10	9 - 11
2004	37 - 38,5	2 - 3	10 - 12	9 - 16
2003	21 *	3,5 - 10	8 - 9	7 - 12
2002	17	0,5 **	12 - 14	15 - 22

* Vannføringen ble redusert fra 48 til 21 over en 12 timers periode like i forkant av fisket

** Antatt vannføring da vannføringen målt ved Skjermo minus den gjennom TK gav minusverdier pga teknisk målefeil for dagene like før, under og like etter elfisket.

I Surna ble det funnet signifikante sammenhenger mellom gjennomsnittlig tetthet (T) av både årsyngel ($T_{0+} = 118 - 9,1 V$; $R^2 = 0,54$; $p < 0,001$) og eldre laksunger ($T_{EL} = 77 - 6,3 V$; $R^2 = 0,54$; $p < 0,001$) og vannføring (V) ved elektrisk fiske for strekningen fra Trollheim kraftverk og opp til Rinna. Tilsvarende signifikante sammenhenger ble også funnet for strekningen oppstrøms Rinna (årsyngel: $T_{0+} = 116 - 9,5 V$; $R^2 = 0,49$; $p < 0,001$; eldre laksunger: $T_{EL} = 63 - 5,9 V$; $R^2 = 0,65$; $p < 0,001$). Ved analyser av utvikling av tetthet og

årsklassestyrke hos laksunger på de enkelte delstrekninger (se kapittel 4.5.3) ble disse sammenhengene brukt til å justere tetthetene av fiskunger til en gjennomsnittlig vannføring på 5,4 m³/s under elektrisk fiske i området mellom Trollheim og Rinna. Vi brukte også denne vannføringen for å korrigere tetthetsestimatene for stasjonene oppstrøms utløpet av Rinna fordi elfisket vanligvis ble gjennomført omtrent samtidig og fordi det ikke foreligger egne vannføringsmålinger for denne delen av vassdraget. Fangstene av aure var så lave i disse to delene av elva at det ikke var mulig å gjennomføre noen korrigeringer for denne arten. Det ble også funnet signifikante sammenhenger mellom gjennomsnittlig tetthet (T) av eldre laksunger ($T_{EL} = 33 - 0,53 V$; $R^2 = 0,46$; $p < 0,001$) og vannføring (V) ved elektrisk fiske for strekningen nedstrøms Trollheim kraftverk (data for ble 2003 utelatt i denne sammenhengen på grunn av at tettheten kan være overvurdert dette året). Denne sammenhengen ble brukt til å justere tetthetene av fiskunger til en gjennomsnittlig vannføring på 33 m³/s under elektrisk fiske i dette området. For årsyngel av laks og aure nedstrøms kraftverket var det ingen signifikante sammenhenger mellom gjennomsnittlig tetthet (verken artene hver for seg eller samlet) og vannføring under elektrisk fiske ($p = 0,82$), og det var derfor ikke mulig å justere tetthetene for disse.

3.4.1 Estimering av antall presmolt av laks

Presmolt er ungfisk som antas å vandre ut som smolt førstkommande vår. Lakseparren må nå en viss størrelse for å smoltifisere. De fiskene som når denne størrelsen etter endt vekstsesong, vandrer ut av elva som smolt året etter. Det synes som om minimumsstørrelsen på høsten for å bli smolt våren etter er om lag 10 cm (Elson 1957). Fra elfiskematerialet har vi beregnet tettheten av laksunger som er større eller lik 10 cm på de ulike elfiskestasjonene og betegnet disse som presmolt.

Antallet presmolt av laks i elva hver høst, og den relative betydningen av de ulike områder av vassdraget for produksjonen av slike individer, ble grovt anslått ved bruk av data fra elfiske. Beregningene ble utført ved å benytte gjennomsnittlig tetthet av slike individer på elfiskestasjonene på de tre ulike delstrekningene som ble vurdert. Beregningene forutsetter derfor at den gjennomsnittlige tettheten av presmolt på elfiskestasjonene er representative for hele det vanndekte arealet på samme elvestrekning.

I tidligere rapporter er de observerte tetthetene av presmolt sammenholdt med de vanndekte arealene under elektrisk fiske benyttet til en direkte estimering av antallet presmolt i de ulike delområdene av vassdraget (se Lund & Johnsen 2007, Johnsen mfl. 2011). I denne rapporten valgte vi å beregne antallet presmolt ved å benytte vannføringskorrigerte tetthetsestimater (se ovenfor) sammen med vanndekt areal ved gjennomsnittlig vannføring for elektrisk fiske på de tre delstrekningene. Begge metodene gir i prinsippet en korrigering av tetthetsresultatene med hensyn til forskjeller i vanndekt areal under gjennomføringen av undersøkelsene. Erfaringer tilsier imidlertid at forskjeller i estimer av tetthet ved elektrisk fiske ikke bare er avhengig av vanndekt areal, men at vannføringen i seg selv også påvirker resultatene, sannsynligvis fordi høy vannføring gir lavere "reell" fangbarhet hos fisk (Forseth & Forsgren 2008). Resultatene presentert i denne rapporten avviker derfor noe sammenliknet med tidligere rapporter både med hensyn på tetthet av presmolt på ulike strekninger av Surna i ulike år og estimer av antallet presmolt om sensommer/høsten på de samme strekningene. I de fleste tilfellene var imidlertid avvikene små vurdert ut fra hvor store usikkerheter som er knyttet til slike beregninger av antall presmolt basert på oppskalering av resultater fra elektrisk fiske på få stasjoner til en hel elvestrekning. Vi har ikke forsøkt å anslå usikkerhetene i disse beregningene formelt, men understreker at de estimerte antallene presmolt må anses å være svært omtrentlige.

For Surna mellom Øye bru ved flomålsønen og opp til utløpet av Rinna er det utarbeidet en hydraulisk modell som gjør det mulig å beregne det vanndekte arealet ved ulike vannføringer (Halleraker mfl. 2006, Sundt mfl. 2006). Da det ikke er utarbeidet en hydraulisk modell som gjør det mulig å beregne vanndekt areal ved ulike vannføringer i Surna ovenfor samløpet med Rinna, ble vanndekt areal under elfisket i 2005, 2006 og 2007 i dette området beregnet med utgangspunkt i elvelengde og anslått elvebredde i ulike seksjoner av området (Lund & Johnsen 2007). Vi benyttet disse beregningene til å anslå et omtrentlig areal for denne elvestrekningen ved gjennomsnittlig vannføring for elfisket i dette området. Det er derfor knyttet ekstra usikkerheter til estimatene av antall presmolt oppstrøms Rinna sammenliknet med estimatene for de to andre elvestrekningene.

3.5 Smoltundersøkelser

I årene 2011-2013 har det blitt fanget smolt i feller på to steder i Surna under utvandningsperioden. Den ene smoltskruen har vært plassert på Øvre Harang ovenfor utløpet Trollheim kraftverk og den andre på Tellesbø nederst i vassdraget. Smoltundersøkelsene har som målsetting å fremskaffe kunnskap om atferd hos utvandrende smolt i Surna spesielt i forhold til vannføring, og å estimere smoltproduksjonen i Surna på strekningene oppstrøms og nedstrøms Trollheim kraftverk ved merking-gjenfangst. Undersøkelsen gir også informasjon om utvandningsadferd, størrelse, alder og kjønn på smolten. For å kunne estimere smoltproduksjonen ble den fangede smolten transportert 2-4 km oppstrøms fangststedet, individuelt merket med PIT-merker og deretter gjenutsatt i elva. Smolt fanget ved Harang ble transportert opp til Dønnem mens smolt fanget ved Tellesbø ble flyttet opp til Mogstad. Gjenfangster av merket smolt i fellene ga grunnlag for å estimere fellenes fangsteffektivitet og dermed også antallet smolt som vandret forbi fangststedene. Det er tidligere rapportert fra undersøkelsen i 2011 og 2012 (Johnsen mfl. 2012, Ugedal mfl. 2013b) og det henvises til disse for en mer detaljert beskrivelse av metoder for disse to årene.

3.5.1 Drift av smoltfellene

For å oppnå best mulig fangst, ble hver smoltskruer ved normal drift manøvrert til det mest strømkraftrike området i elva ved hjelp av monterte kabelbaner. I 2011 foregikk fellefangsten i perioden 28. april-30. juni. På begge fangststedene gjorde høy vannføring og driv at fellene ikke var operative eller fanget effektivt hele dette året. Fella ved Harang var imidlertid i drift mesteparten av perioden. Fangsten ved Tellesbø i 2011 var lite effektiv når elva gikk stor, fordi mye vann da gikk forbi fella (se Johnsen mfl. 2012 for detaljer). Det ble derfor konstruert en smoltleder i 2012 som ledet vannstrømmen (og smolten) mot fella også ved høy vannføring.

I 2012 ble fellefangsten gjennomført i perioden 27. april til 30. juni. Dette året var fellene i drift i hele perioden. Den nye smoltlederen ved fangststedet på Tellesbø bedret fangsteffektiviteten ved høy vannføring, men gjorde også at fella ble mer utsatt for driftstans som følge av driv. Under slike forhold måtte fella røktes intensivt for at den skulle fange fisk gjennom natta og for at smolten i fella ikke skulle utsettes for unødvendig stress og/eller skades og dø. I slike perioder måtte fella tas inn til land oftere med sannsynlig lavere fangsteffektivitet som resultat (se Ugedal mfl. 2013b for detaljer).

I 2013 medførte sein snøsmelting til at smoltfellene først kom i drift natt til 8. mai på Tellesbø og natt til 12. mai på Harang. Kraftig økning i vannføring, som følge av stor snøsmelting, sammen med driv av skitt, grener og trær gjorde at begge fellene ble tatt ut av drift på ettermiddagen 16. mai. Fellene på Harang og Tellesbø ble operative igjen på henholdsvis

natt til 21. og natt til 22. mai. Etter dette var det så å si kontinuerlig fangst helt til driften ble avsluttet natt til 20. juni på Harang og natt til 21. juni på Tellesbø. Smoltfangsten ble i hovedsak registrert tre ganger i døgnet. Nattfangsten foregikk fra ca. kl. 21-22 til ca. kl. 4 om morgenen. Gjennom natta ble fellene sjekket og rensket flere ganger ved behov. Deretter ble fellene som regel røktet en gang på morgenen ca. kl. 8-10 og igjen på ettermiddag/kveld (kl. 17-21 avhengig av behov). I begynnelsen av fangstperioden, når forholdene var vanskelige, var det 4-5 døgn hvor det kun var nattfangst. Dette var en periode med lave fangster og siden en liten del av fangsten gjøres på dagtid, antar vi at få eller ingen smolt unnsnapp fangst på grunn av manglende dagfangst i denne perioden.

Fangsten ble tatt ut av kammeret om morgenen og satt over i en transportkasse. Deretter ble fisken kjørt til utsettingsstedet 2-4 km ovenfor fangststedet (Mogstad og Dønnem) og satt i oppbevaringskar med vanngjennomstrømming. Smolten ble vanligvis lengdemålt, veid og PIT-merket på formiddagen og deretter satt tilbake i oppbevaringskaret. Den merkede smolten ble gjenutsatt i elva om kvelden samme døgn den var fanget.

3.5.2 Merking og datainnsamling

Ved merking ble smolten i fangsten artsbestemt, veid (i 2012 og 2013) og lengdemålt. Laksesmolten ble merket med PIT-merker. Ved merking ble fisken forsiktig håvet opp fra karet med en håv med knutefritt nett og plassert direkte i et bedøvelseskar. Bedøvelseskaret var en løsning av 2 g finquel og 2 g natriumhydrogenkarbonat pr. 10 liter elvevann. Fisken ble bedøvet til stadium 5, dvs. at den er klar for kirurgiske inngrep, med svake og rolige ventilasjonsbevegelser. Bedøvelsesbadet ble byttet med mellomrom for å sikre at det hadde tilstrekkelig oksygen. PIT-merket ble ført inn i fiskens bukhule med en merkepenn. Fisken ble satt til oppvåkning i friskt vann og deretter satt ut i bur i elva. Selve inngrepet med innlegging av PIT-merket i bukhula og utsetting av smolten i friskt vann tok mindre enn ett minutt for hvert individ. Det var kontinuerlig overvåking av oksygennivået i bedøvelses- og oppvåkningskar. I 2011 og 2012 ble auresmolten merket ved bukfinneklipping (forskjellig kode på de to merkestedene), men ikke i 2013.

I 2013 ble det til sammen fanget 1585 laksesmolt og 282 auresmolt på Tellesbø og Harang når en utelater gjenfangster (**tabell 3.5.1**). I tillegg ble det fanget én laksunge på Harang som defineres som parr (< 95 mm). Det ble unntaksvis fanget smolt i løpet av dagen. På Harang ble tre laks og fire aure fanget på morgenen, mens det på Tellesbø ble fanget 14 laks og fem aure på morgen eller dagtid (tre av laksene og tre av aurene). Under smoltfangsten ble det til sammen drept 129 laks og 4 auresmolt på grunn av skader og/eller for analyser av livshistorieparametre. Antall gjenfangster av PIT-merket laks var 15 på Harang og 63 på Tellesbø (**tabell 3.5.1**). Totalfangsten av smolt i 2013 var noe lavere enn årene før. I 2012 var totalfangsten 2842 laksesmolt og 558 auresmolt (Johnsen mfl. 2012 og **tabell 3.5.1**), mens den i 2011 var på 2020 laksesmolt og 348 auresmolt (Ugedal mfl. 2013b og **tabell 3.5.1**).

Tabell 3.5.1. Oversikt over antall smolt fanget (gjenfangster er utelatt), antall døde og avlivede, antall merket og gjenutsatt og antall gjenfangster av merket smolt i feller ved Harang og Tellesbø i Surna 2011-2013.

Sted og år	Art	Antall smolt fanget	Antall avlivet og døde	Antall merket	Antall gjenfangster
Harang 2013	Laks	379 ¹	44 ¹	334	15
	Aure	175	4	0	-
Tellesbø 2013	Laks	1206	84	833	63 (inkl. 19 fra Harang)
	Aure	107	0	0	-
Harang 2012	Laks	888 ¹	35	844	33
	Aure	213	30	177	12
Tellesbø 2012	Laks	1953	140	1767	159 (inkl. 40 fra Harang)
	Aure	342	43	283	13 (inkl. 2 fra Harang)
Harang 2011	Laks	767	39	728	30
	Aure	204	23 ²	177	7
Tellesbø 2011	Laks	1253	117	1116	79 (inkl. 12 fra Harang)
	Aure	148	50 ²	95	12 (inkl. 4 fra Harang ³)

¹ Et individ mindre enn 95 mm er antatt å være parr og er utelatt fra tabellen ² Inkluderer rømt smolt, én på Harang og 23 på Tellesbø

³ Tre gjenfanget individer manglet notert merkekode og er her antatt å stamme fra Tellesbø, men én eller flere av disse kan være merket på Harang)

I 2013 ble det analysert 126 laksesmolt, 34 fra Harang og 92 fra Tellesbø, for livshistorieparametere (kjønn, alder og vekst). I 2011 var tilsvarende antall 166 laksesmolt (35 fra Harang, 117 fra Tellesbø og 14 ukjent) og i 2012 104 laksesmolt (34 fra Harang og 70 fra Tellesbø).

3.5.3 Modellering av smoltutvandringen

Hvordan miljøvariabler som vannføring og vanntemperatur påvirker tidsforløpet til smoltutvandringen kan modelleres statistisk med generaliserte lineære modeller (Poisson log-lineære modeller; McCullagh & Nelder 1989). Tilsvarende modellering har blitt gjort i andre vassdrag som Mandalselva (Uglen mfl. 2005) og Numedalslågen (Sundt-Hansen mfl. 2012). Det er da antatt at fangstene representerer en fast andel av den totale utvandringen forbi fangststedet. Fangst og gjenfangstundersøkelsene i Surna viser imidlertid at smoltfellenes fangsteffektivitet, spesielt på Tellesbø, varierer gjennom sesongen (se neste avsnitt) og vannføring antas å virke inn på fangsteffektiviteten her. I de tilfellene der variasjon i fangsteffektivitet kunne påvises statistisk, benyttet vi derfor det antallet som ble predikert å vandre når denne variasjonen var tatt hensyn til. Dette gjaldt for Øvre Harang i 2011 og 2012, mens en konstant fangstsannsynlighet for denne fella ble antatt for 2013. I 2011 ved Tellesbø, før etablering av en smoltleder, fanget fella godt kun i en kort periode av sesongen (se Johnsen mfl. 2011). Modelleringen av utvandring ved Tellesbø er derfor kun basert på dataene fra 2012 og 2013. I begge disse årene ble det påvist variasjon i fangsteffektivitet gjennom sesongen, slik at de daglige fangsttallene ble justert i forhold til dette. I 2013 ble estimert fangsteffektivitet for perioden etter fangststansen ($p = 0,09$) benyttet til å beregne utgangen i perioden før den ble stanset. For å gjøre sammenlikning mellom år enklere antas det at populasjonen er konstant mellom år. På Øvre Harang antas det at utvandringen er 20 000 smolt, mens det på Tellesbø er antatt at det vandrer ut 30 000 smolt.

Antall smolt som vandret ut på de ulike dagene etter skalering og eventuelt justering for ulik fangbarhet, blir benyttet som avhengig variabel. Antall gjenværende smolt delt på antall gjenværende dager av utvandringsperioden ble brukt som en "offset" i modellen. Dette vil si at antallet som kan vandre ut i følge modellen er avhengig av antallet smolt som er tilgjengelig for utvandring. Slik tar modellen hensyn til selv om det skulle være gode forhold for utvandring kan dette ikke resultere i store utvandring når det er få smolt igjen.

Det ble tilpasset en modell for hver fellelokalitet. Forklaringsvariablene som ble inkludert i modellen var: vannføring, endring i vannføring fra dagen før, temperatur, endring i vann-temperatur fra dagen før, dagnummer (dag 1 = 1. april) og år. For utvandringen på Tellesbø ble det benyttet døgnmiddel av vannføringsdata fra Skjærmo og temperaturer målt av NVE ved Honnstad. For utvandringen på Øvre Harang benyttet vi døgnmiddel av vannføringsdata ovenfor Trollheim kraftverk beregnet av Statkraft. For 2011 og 2012 har vi benyttet temperaturer målt av NVE ved Surna oppstrøms Trollheim kraftverk. For 2013 hadde ikke NVE måledata fra denne stasjonen og vi måtte benytte vanntemperaturer fra egen temperaturlogger ved Øvre Harang. Temperaturloggeren ble først satt ut 13. mai, slik at det mangler temperaturmåling ovenfor kraftverket for første dag av fellefangsten. Vann-temperaturen denne dagen ble estimert ut fra vanntemperaturen målt på Honnstad. Disse temperaturene er sterkt korrelert i perioden 1. april til 30. juni de enkelte år.

Valget mellom ulike modeller ble gjort ved Akaikes informasjonskriterium (AIC) (Akaike 1974). Siden bruk av AIC kan føre til at man får "overtilpassede" modeller (Venables & Ripley 2002) valgte vi å fjerne termer som ikke bidro signifikant til modellen. Dette ble gjort stegvis ved å fjerne den minst signifikante termen inntil alle termene i modellen bidro signifikant (ved $\alpha = 0,05$).

Startmodellen som ble valgt som utgangspunkt var:

$\ln(\text{Forventet antall utvandrende smolt}) = \ln(\text{Antall gjenværende smolt} / \text{Antall gjenværende dager}) + \beta_1 * (\text{Vannføring}) + \beta_2 * \ln(\text{Vannføring}) + \beta_3 * (\text{Endring i vannføring}) + \beta_4 * (\text{Vanntemperatur}) + \beta_5 * \ln(\text{Vanntemperatur}) + \beta_6 * (\text{Endring i vanntemperatur}) + \beta_7 * \ln(\text{Antall smolt igjen}) + \text{År} + \text{konstant}.$

Denne modellen ble valgt basert på erfaring fra tidligere modellering (Uglen mfl. 2005, Sundt-Hansen mfl. 2012). Analyser av startmodellene viste at de hadde overdispersjon, dvs. større variasjon i dataene en forutsatt ved Poisson-fordeling. Modellering ble derfor gjennomført med en antakelse om quasi-poisson fordeling. All modellering ble utført i det statistiske programmet R (versjon 3.0.2).

3.5.4 Beregning av smoltproduksjon

Med individuell merking av smolten kan fangstsannsynligheten ($\hat{p}$) for grupper av merket smolt beregnes. Dersom fangstsannsynligheten er lik for ulike fangstperioder kan en benytte Petersens metode til å estimere smoltproduksjonen (Ricker 1975, Dempson & Stansbury 1991):

Estimert antall smolt, $\hat{N}_C$, er gitt ved:

$$\hat{N}_C = \frac{(M + 1)(C + 1)}{(R + 1)}$$

hvor M er antall merket smolt, C er total fangst og R er antall smolt som fanges igjen. Denne estimatoren er uten bias når antall fisk er få og tilnærmet lik $\hat{p} \cdot C$, der p er fangstrate, ved store antall smolt.

Når fangstsannsynligheten varierer i tid eller rom, finnes det flere metoder for å estimere bestanden fra merke-gjenfangst eksperimenter (Schwarz & Seber 1999). Men det å kunne estimere daglige fangstsannsynligheter stiller imidlertid store krav til datasett med hensyn til antall merkede og gjenfangede individer. For Surna vil ikke dette være mulig, det vil være for mange "0'er" (ingen gjenfangster en gitt dag) i datasettet. Ved å benytte Bjorkstedts metode (Bjorkstedt 2005, 2010) anvendes enkle regler for å aggregere dataene på en slik måte at de tillater "gyldig" estimering av fangst og migrasjonssannsynligheter, samtidig som så mye som mulig av informasjonen om temporær variabilitet beholdes. Aggregeringen foregår ved at dager hvor en ikke har grunn for å tro at det er forskjeller i fangstsannsynlighet eller migrasjonssannsynlighet slås sammen, inntil en har nok gjenfangster til å kunne få gode nok estimater. Dagene som skal slås sammen kan enten spesifiseres manuelt (ut fra kunnskap om fangstforhold) eller optimeres vha. R-programmet DARR 2.0.2 (Bjorkstedt 2010).

I forbindelse med sluttrapporteringen av dette prosjektet ble fangsttallene og estimatene for merke-gjenfangst-undersøkelsene i 2011 og 2012 også gjennomgått på nytt. Beregningene av antall utvandrende smolt på de to fangststedene ble gjennomført på en mer nøyaktig måte ved sluttrapportering, slik at estimatene for 2012 avviker noe fra de som er gitt i tidligere rapporter fra prosjektet (Johnsen mfl. 2012, Ugedal mfl. 2013b). De nye beregningene ga noe høyere estimater for smoltutvandring både forbi Harang og totalt for Surna i 2012, men medfører ingen vesentlige endringer i tidligere konklusjoner.



Smoltskrue i drift ved Øvre Harang. Foto Jan Gunnar Jensås.

3.6 Bunndyr

3.6.1 Metoder

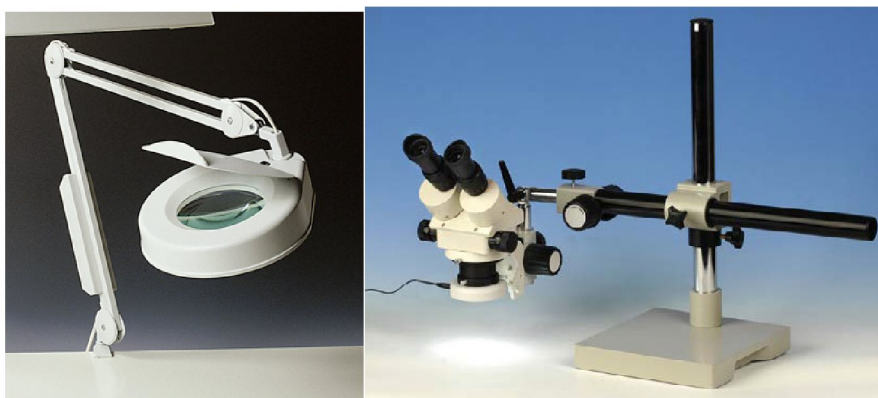
De to mest brukte metodene for å samle bunndyr i rennende vann er Surber og sparkehåv (figur 3.6.1). Prinsippet for innsamling er det samme. Med sparkehåven rygger man motstrøms og sparker opp bunnen slik at håven siler substrat og organismer som virvles opp. Surberen skal samle organismene som finnes innen et kjent areal, definert av bunnrammen.



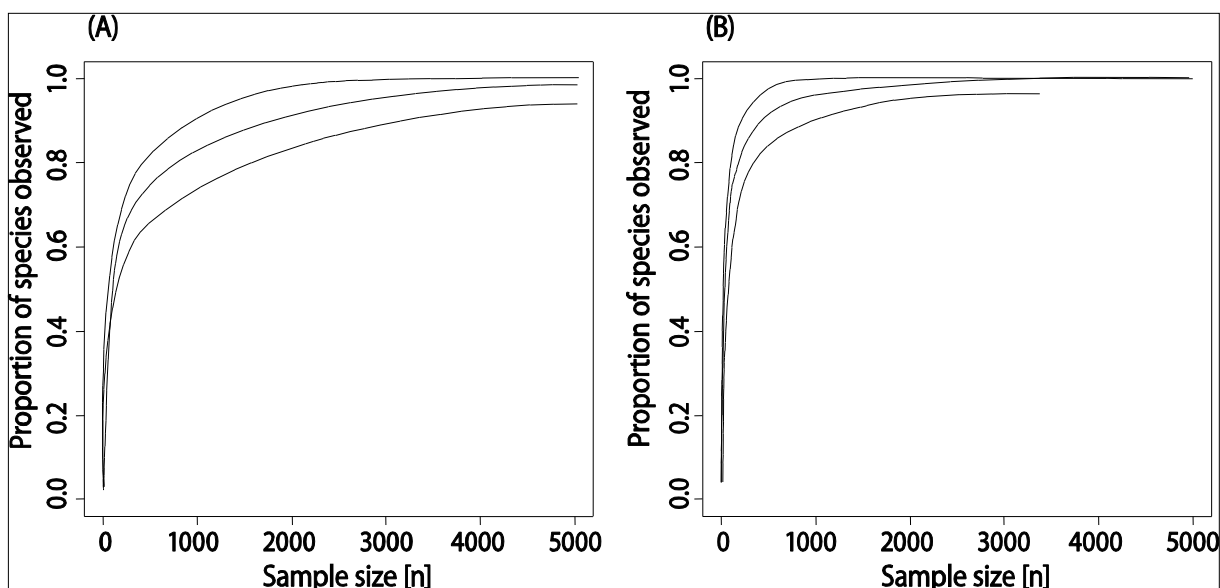
Figur 3.6.1. Surbersamplers (til venstre) og sparkehåv finnes i flere utgaver.

Surberprøver er ikke mulig å ta dypere enn 40-50 cm, fordi man må komme ned til bunnen med armene for å kunne vaske ut substratet. Det er mulig å bruke sparkehåv mye dypere, så lenge man klarer å sparke opp bunnen og bevege seg motstrøms. Klassifiseringsveilederen for ferskvann fra 2009 oppgir kun sparkehåv som standardmetode (Iversen 2009a,b). For praktiske undersøkelser finnes det i dag ingen god metode for å angi antall per areal av bunndyr i elver. Den norske standarden NS-EN ISO 10870 er derfor stadig under revisjon, og NINA er med i dette arbeidet.

Prøvene er sortert med to typer luper (figur 3.6.2). Sorteringen ble foretatt på levende materiale. Eksemplarer av grupper og arter ble konserverte og senere artsbestemt på laboratoriet. Arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer (EPT-arter), snegl, biller og mudderfluer ble artsbestemt. Sorteringsprosedyren som ble brukt ved overvåkingen av bunndyr i Surna er beskrevet i Bongard mfl. (2011; se figur 3.6.3).



Figur 3.6.2. Luper som er brukt i utsortering av organismer fra bunndyrprøver i Surna.



Figur 3.6.3. Kurvene viser hvordan prøvestørrelsen (x-aksen, oppgitt som antall individer gjennomført) har betydning for hvor stor andel av totalt artsantall (y-aksen) som påvises ved å undersøke et økende antall organismer. **A** viser registrert andel av det **totale antall** arter på en lokalitet, mens **B** viser de **25 vanligste artenes** økende sannsynlighet for registrering. (Data fra Atna, Hedmark: Bongard mfl. 2011).

For å oppnå et noenlunde reelt bilde av artsinventaret må man øke prøvestørrelsen inntil man når knekkpunktet i kurvene i **figur 3.6.3**. Dette antallet varierer mye mellom elver og regioner, og kan ikke standardiseres. Anvendt metode for undersøkelsene i Surna i perioden 2007-2013 har derfor vært å sortere et stort antall sparkeprøver tatt med bestemte antall minutter. Metoden kan beskrive Vanndirektivets mål for økologisk tilstand, fordi alle former for påvirkning måles ved å vurdere avvik fra naturtilstand (Bongard & Aagaard 2006, Bongard mfl. 2011).

Påvirkning av økosystemer viser seg gjennom endringer i to forhold:

- Endring i fra naturtilstandens artsinventar og/eller
- Endring i fra naturtilstandens antall per art.

Avvik fra naturtilstanden kan være resultatet uansett påvirkningsfaktor, enten det er kraftutbygging, forsurening, eutrofiering eller forurensinger. Naturtilstanden kan være ukjent, og en må ofte bygge på erfaring og regional kunnskap om forventet artsmangfold og forekomster for å anslå denne. I henhold til utkast til regional plan for vassforvaltning for Møre og Romsdal vassregion 2015-2021 er Surna vurdert som sterkt modifisert vannforekomst i planperioden, noe som har betydning for hvilke miljømål ("godt økologisk potensial" eller "god økologisk tilstand") som skal oppfylles i løpet av planperioden (Anonym 2014c). Endring i naturtilstanden er uansett utgangspunktet for vurdering av det biologiske potensialet vassdraget har. Naturtilstanden for Surna er ukjent, men ut fra generell kunnskap om elveøkosystemers biomangfold og utbredelsesmønstre for ferskvannsorganismer forventes det å være omkring 500 organismer i en ett-minutts bunndyrprøve om våren og høsten i region Nord-Vestlandet (Aagaard mfl. 2002). Det kan på samme måte settes opp en liste over forventede arter (se kapittel 4.7).

3.6.2 Stasjonsbeskrivelse

Stasjonsnettets omfattet Tiåa og stasjonene 19, 18, 11, 10, 8, 7 og 4 i Surna, til sammen åtte stasjoner. Stasjonsnumrene er de samme som i fiskeundersøkelsene (se **figur 3.4.1**), bortsett fra en nyopprettet stasjon 11 fra og med 2012. Det er bare stasjonen i Tiåa og stasjon 19 som ikke er påvirket av reguleringen. Stasjonene 18, 11 og 10 ligger oppstrøms kraftverksutløpet, og stasjonene 8, 7 og 4 ligger nedenfor kraftverksutløpet.

- **Tiåa:**



Tiåa ved tettstedet Tiset ble valgt som referanselokalitet. Elva er så langt oppe mye mindre enn hovedelva, men er upåvirket av reguleringen. Lokaliteten framstår som urørt, men med relativt mye begroing som sannsynligvis skyldes landbruk.

Stasjon 19 besto av svaberg og ble forsøksvis undersøkt ved to anledninger i 2007 og 2008 for om mulig å kartlegge denne typen biotoper i Surna. Stasjonen ble kuttet ut i 2009.

- **Stasjon 18:**



Stasjon 18 ble etablert for å se på biomangfoldet i elvas partier med sterk strøm, som ofte har ustabilt substrat med mye sand i bevegelse.

- **Stasjon 10:**



Stasjon 10 ligger rett på oversiden av Trollheim kraftverk. Den ble etablert for å sammenligne strykstrekningene ovenfor og nedenfor kraftverksutløpet. Stryket på Stasjon 10 besto opprinnelig av en langgrunn grusør med variert og godt substrat. I 2011 ble grusøra gravet opp og dybdeprofilen endret av flommer (se bilde til høyre). Stasjonen ble derfor flyttet et stykke lenger opp i elva og kalt Stasjon 11.

- **Stasjon 11:**



Stasjon 11 er ikke like langgrunn som stasjon 10 og 8, og dermed ikke like ideell. Den har imidlertid et mer stabilt substrat, med mer begroing.

- **Stasjon 8:**



Stasjon 8 ligger i en langgrunn strykstrekning nedenfor Fergemannshølen ved Røv bru. Substratet er tilsvarende som stasjon 10. Store deler av stasjonen tørregges ved stans i kraftverket.

- **Stasjon 7:**

Stasjon 7 har en noe mer traufomet profil ut mot djupålen, og er derfor noe mindre utsatt for tørregging. Substratet er preget av sand og gjenkitting, er ganske stabilt og er kraftig begrodd av mose.



- **Stasjon 4:**



Stasjon 4 ligger nedenfor Mogstadhølen. I nedre deler endrer Surna karakter ved å bli mer sakteflytende og dermed svært påvirket av sand og slam. Breddene består enten av forbygninger med blokkstein eller ustabile grus- og sandører hvor bunnprofilen endres jevnlig.

3.6.3 Materiale

I løpet av perioden 2007-2013 ble det tatt 288 sparkeprøver på til sammen 537 minutter fordelt på 19 prøvetidspunkter (**tabell 3.6.1**). Nesten 155 000 bunndyr er gjennomgått og subsamplet med hensyn til antall per art og antall per prøveminutt. Overvåkingsprøver er tatt som sparkeprøver med 2-6 minutters varighet. Transektprøver er tatt som 1-2 minutters parallelle sparkeprøver på langs av elva med lengde 10-20 meter, fra elvebredd til dyp. Det ble brukt sparkehåv med 500 µm håvduk (Barba mfl. 2010, Frost mfl. 1971).

Denne sluttrapporten omhandler undersøkelsene fra 2007-2013. Data for årene 2007-2012 er presentert i tidligere rapporter (Johnsen mfl. 2008, 2010, 2011, 2012, Ugedal mfl. 2013b). Dataene for 2013 presenteres i denne rapporten.

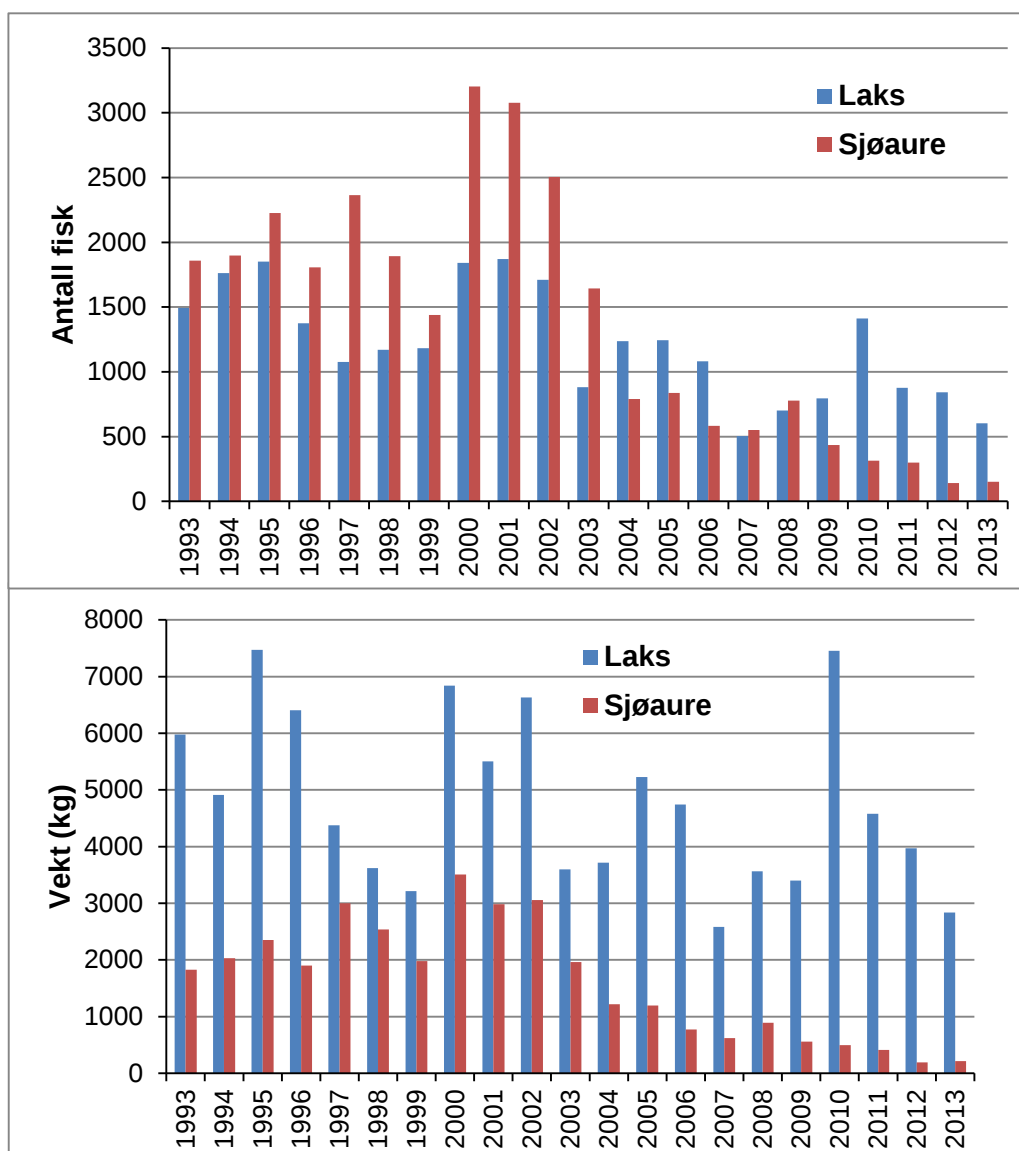
Tabell 3.6.1. Plassering av stasjonene og oversikt over prøvetakingen av bunndyr i Surna 2007-2013. Tidspunkter for prøvetaking for overvåking (O) og transektprøver (T) er gitt. Stasjon 10 ble i 2012 flyttet lenger opp i elva og ble etter det kalt stasjon 11.

År	Dato/ UTM: EPSG 32633	Tiåa 213659 7009080	19 207757 7007414	18 205602 7004575	11 198609 7000610	10 197185 7000050	8 193260 6999440	7 191450 6999773	4 186930 6999262
2007	11.-12.6		O	T			T	O	O
2008	2.-4.4		O	O		T	T	O	O
	24.-25.6	O		O		T	T	O	O
	14.-17.10	O		O		O	O	O	O
2009	19.12	O		O		O	O	O	O
2010	14.4	O				O	O	O	O
	18.-20.7	O		O		T	T	T	T
	13.-15.8	O		O		T	T	T	T
	10.-11.11	O		O		T	T	T	T
2011	30.5-1.6	O		O		T	T	T	T
	11.-16.8	O				T	T	T	T
2012	3.-4.5	O			T		T	T	T
	26.-27.6	O		O	T		T	T	T
	23.10	O		O	T		T	T	T
	5.11				T		T	T	T
2013	13.6	O			T		T	T	T
	24.6						T	T	T
	22.8						T	T	T
	24.10	O					T	T	T

4 Resultater og diskusjon av gjennomførte undersøkelser

4.1 Fangster, størrelsessammensetning og livshistorie

I perioden 1993-2013 har den årlige rapporterte fangsten av laks i Surna variert fra 503 til 1872 individer, med et gjennomsnitt på 1215 (**figur 4.1**). I vekt har fangsten av laks variert fra 2582 til 7470 kg med et gjennomsnitt på 4791 kg. De siste fem årene har både antall og kilo laks fanget vært lavere enn gjennomsnittet for hele perioden med unntak av i 2010, da det ble fanget 1411 laks med en samlet vekt på 7454 kg.



Figur 4.1.1. Rapporterte fangster i antall (øvre panel) og vekt (nedre panel) av laks og sjøaure i sportsfisket i Surna i årene 1993-2013. Laks og sjøaure som er rapportert gjenutsatt etter fangst er inkludert i figuren.

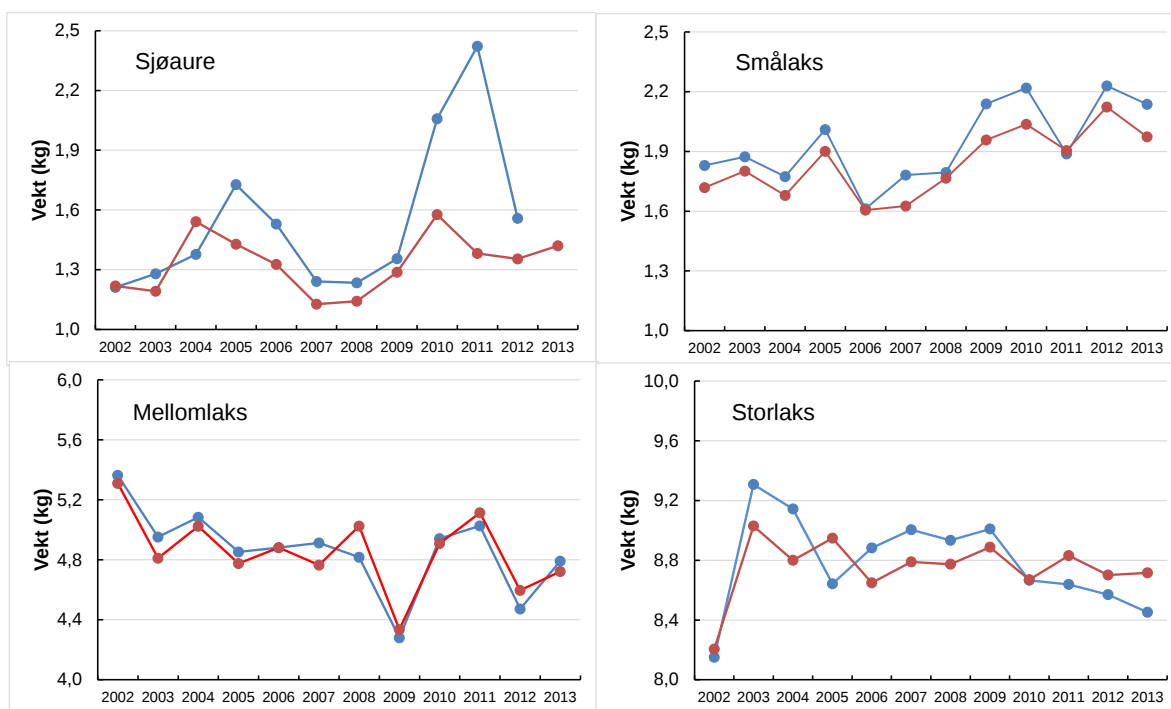
I de siste tre årene er det rapportert om gjenutsetting av fra 131 til 259 laks årlig, noe som i antall har utgjort fra 16 til 20 % av den totale fangsten. I vekt har gjenutsatt laks variert fra 583

til 1208 kilo, noe som har utgjort fra 14 til 16 % av totalfangsten på vektbasis. I følge den offisielle statistikken var gjenutsettingen av laks i 2009 på omtrent samme nivå som i 2011-2013. I 2010 derimot var det ifølge offisiell statistikk lite gjenutsetting i Surna, men i henhold til hjemmesiden til elva (www.surna.no) ble det gjenutsatt 348 laks dette året, noe som utgjorde om lag 25 % av fisken som ble fanget.

Den rapporterte årlige fangsten av sjøaure i Surna i perioden 1993-2013 har variert fra 141 til 3202 individer, med et gjennomsnitt på 1371 sjøaure. I vekt har fangsten variert fra 191 til 3506 kg, med et gjennomsnitt på 1828 kg. De største fangstene ble tatt i 2000 og 2001 med mer enn 3000 sjøaure hvert år (**figur 4.1.1**). Fra 2004 har fangstene avtatt kraftig og de siste fem årene er det rapportert en fangst på færre enn 500 sjøaure årlig, med lavest fangst de to siste årene med henholdsvis 141 og 150 sjøaure i 2012 og 2013.

Den offisielle fangststatistikken mangler opplysninger om gjenutsetting av sjøaure i Surna de siste årene. I henhold til hjemmesiden til elva (www.surna.no) har det blitt gjenutsatt noe i overkant av 20 % av sjøauren de siste to årene.

Gjennomsnittsvekta til sjøaure i fangsten har variert mellom 1,1 og 1,6 kg i perioden 2002-2013 (**figur 4.1.2**). Det har gradvis kommet inn færre skjellprøver fra sjøaure ettersom fangsten har avtatt fra midten av 2000-tallet (se **tabell 3.2.1**), og de siste 4 årene var gjennomsnittsvekta i skjellprøvematerialet vesentlig høyere enn i fangsten slik at skjellprøvene i de siste årene ikke er representative for fangsten (i 2013 var det bare 3 prøver med opplysning om vekt og dette året er ikke vist i figuren).



Figur 4.1.2. Gjennomsnittsvekt (i kg) til sjøaure, små-, mellom-, og storlags (rød farge) i rapporterte fangster fra Surna sammenliknet med gjennomsnittsvekt beregnet ut fra opplysninger gitt på skjellprøvekonvolutter (blå farge) i perioden 2003-2013.

Gjennomsnittsvekta for smålags i fangsten har økt signifikant (lineær regresjon, $R^2 = 0,48$, $p = 0,012$) i perioden 2003-2013. De første sju årene var snittvekta vanligvis lavere enn 2 kg, mens den har vært større enn 2 kg i fire av de siste fem årene (**figur 4.1.2**). Snittvekta for mellomlags har variert mellom 4,3 kg (i 2009) og 5,4 kg (i 2002), og det var ingen signi-

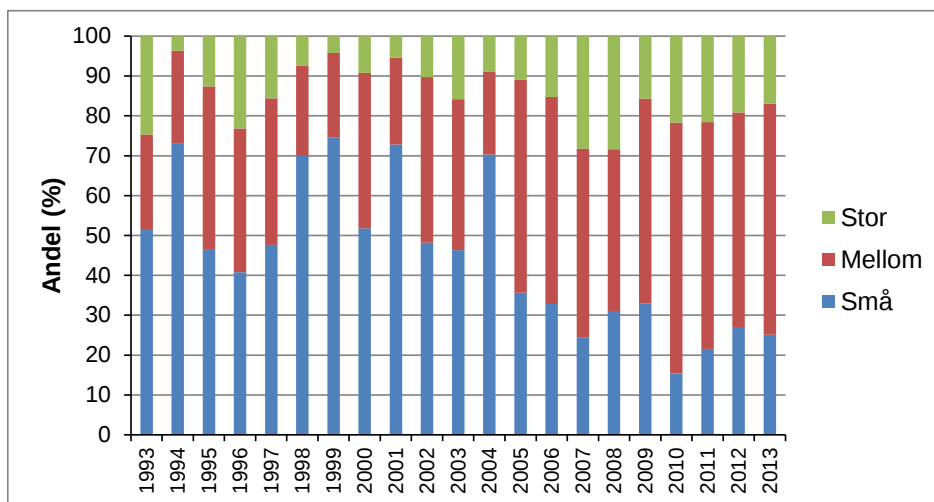
fikant lineær trend ($R^2 = 0,18$, $p = 0,17$) i løpet av disse 12 årene. Snittvekta for storlaks har variert mellom 8,2 kg (i 2002) og 9,0 kg (i 2003), og det var ingen signifikant lineær trend ($R^2 = 0,02$, $p = 0,67$) i løpet av disse 12 årene. En sammenlikning av gjennomsnittsvikt i fangster med gjennomsnittsvikt i skjellprøvematerialet viser at det var rimelig god overensstemmelse for de tre størrelseskategoriene av laks gjennom hele perioden, og vi har i den videre bearbeidingen av materialet antatt av skjellprøvene er representative for fangsten.

Variasjon i fangsten av laks og sjøaure kan skyldes ulike forhold som variasjon i smoltproduksjon og forskjellig overlevelse i sjøfasen hos ulike årsklasser av smolt og varierende forhold for sportsfisket i elva. Fangstbegrensninger kan også ha stor betydning for den totale fangsten. På grunn av dårlige fangster i 2007-sesongen ble det besluttet å frede hunnlaksen fra 1. august og sportsfiskerne ble pålagt å sette ut all hunnlaks etter denne datoen. Fra og med 2008 ble det innført personlige kvoter for antall laks det var lov å avlive i sportsfisket på 1 laks pr. døgn, 2 laks pr. uke og 4 pr. sesong, og også krav om gjenutsetting av hunnlaks i august. I 2012 ble døgnkvoten på maksimum én laks pr. døgn opprettholdt, mens sesongkvoten ble endret til 6 laks hvorav maks 3 stk. over 70 cm (ca. 3 kg). Dette ble gjort for å begrense uttaket av storlaks. Ukeskvoten gikk ut mens fredningen av hunnlaks fra 1. august ble opprettholdt. For sjøaure ble det fra og med 2008 også fastsatt maksimum fangst på 10 sjøaure i løpet av sesongen for hver person. I 2013 var det en personlig kvote på to sjøaure pr. døgn og maksimum 8 pr. sesong. I kvoten inngår fisk som tas på land og ikke gjenutsettes. Etter at kvoten for laks eller sjøaure er fylt, er det lov å fortsette fisket etter den andre arten. Når kvotene for begge fiskeartene er fylt skal alt fiske opphøre (se www.surna.no).

Fangstbegrensningene i Surna de senere årene har sannsynligvis ført til en redusert beskatning av laks og sjøaure (se vurderinger i Anonym 2014b). Hvis en ønsker å bruke fangst som et mål på bestandsstørrelse så kan derfor ikke fangsten fra de siste årene direkte sammenliknes med tidligere år uten slike fangstbegrensninger.

Størrelsessammensetning av laks

Fra 1993 til 2004 var smålaks (< 3 kg) den mest tallrike av de tre størrelsesgruppene i fangsten i Surna, med fra 41 til 75 % av individene (**figur 4.1.3**). Fra og med 2005 har mellomlaks (3-7 kg) vært mest tallrik, med fra 41 til 63 % av fangsten. Storlaks (≥ 7 kg) har de siste fem årene utgjort om lag 20 % av fangsten.

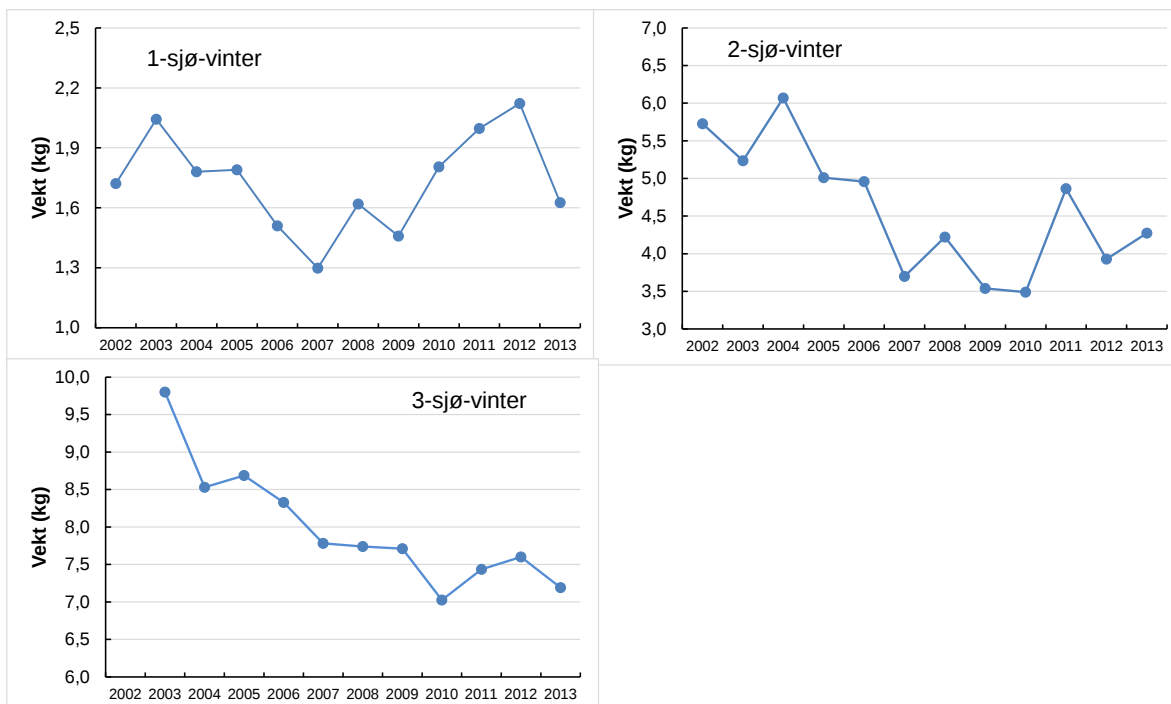


Figur 4.1.3. Sammensetning av rapportert fangst med hensyn på størrelse av laks i Surna i perioden 1993-2013. Laks som er rapportert gjenutsatt etter fangst er inkludert i figuren.

4.1.1 Livshistorie hos vill laks

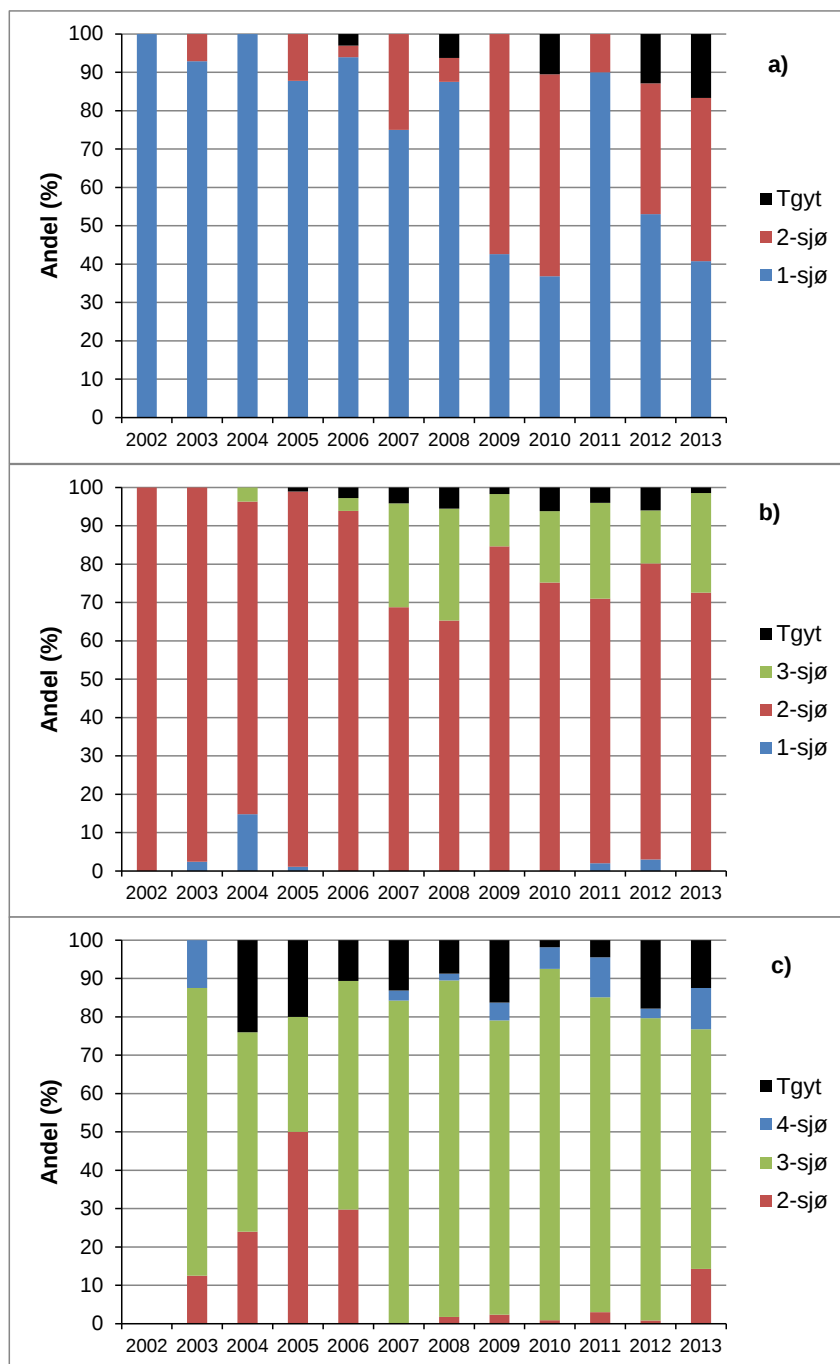
Sjøalder og størrelse

Laksens størrelse ved alder har endret seg i Surna i løpet av undersøkelsesperioden 2002-2013 (**figur 4.1.4**). Gjennomsnittsvekta til 1-sjø-vinter laks i fangsten i Surna avtok fra begynnelsen av 2000-tallet og var lavest i 2007 med 1,3 kg. Deretter økte snittvekta tilbake til samme nivå som i starten av undersøkelsen, men var noe lavere igjen i 2013. Gjennomsnittsvekta til 2-sjø-vinter laks har hatt en markert nedgang i løpet av perioden. De første årene kunne snittvekta være opptil 6,0 kg, mens den i årene 2009 og 2010 var nede i 3,5 kg. Også hos 3-sjø-vinter laks har det skjedd en markert nedgang og de fire siste årene har gjennomsnittsvekta variert mellom 7,0 og 7,5 kg.



Figur 4.1.4. Gjennomsnittsvekt til førstegangsgytende vill laks med ulike sjøalder i Surna i perioden 2002-2013 basert på skjellanalyser og opplysninger om laksens størrelse på skjellprøvekonvolutter.

Endret størrelse ved alder hos laks gir seg blant annet utslag i endret alderssammensetning hos de tre ulike størrelsesgruppene av laks som fangststatistikken er inndelt i (**figur 4.1.5**). Smålaksen (< 3 kg) i Surna var frem til 2008 tallmessig dominert av 1-sjø-vinter fisk. I de siste årene har imidlertid andelen 2-sjøvinter fisk i denne gruppa økt betydelig i Surna, på samme måte som i mange andre norske elver (Anonym 2014a). I 2009 og 2010 utgjorde 2-sjø-vinter fisk en større andel enn 1-sjø-vinter fisk blant av smålaksen. I tillegg er det noe fisk som har gytt tidligere (flergangsgyttere) blant smålaksen, og denne andelen synes også å ha økt noe de senere år. Dette innebærer at vi ikke lengre kan anta at det aller meste av smålaksen er 1-sjøvinter fisk, slik som vi kunne gjøre tidligere.



Figur 4.1.5. Sjøalderssammensetning hos vill smålaks (a), mellomlaks (b) og storlaks (c) i Surna i perioden 2002-2013 basert på skjellanalyser. Figuren viser andelen av førstegangsgytere som har vært henholdsvis én-, to-, tre- og fire vintre i sjøen, og andelen av laks som har gytt tidligere (Tgyt). Bare år med mer enn 20 skjellprøver fra en størrelseskategori er tatt med i figuren.

Mellomlaksen i Surna har vært tallmessig dominert av 2-sjø-vinter fisk i hele perioden, men fra 2007 og utover har 3-sjø-vinter fisk utgjort om lag 20-30 % av denne størrelsesgruppen. Før dette var det få slik individer blant mellomlaksen. Storlaksen i Surna har vært tallmessig dominert av 3-sjø-vinter fisk i alle år med unntak av 2005. I de første årene kunne 2-sjø-vinter fisk utgjøre en betydelig andel av storlaksen, men slike individer har vært fåtallig de senere årene. Blant storlaksen har det vært opptil 10 % av førstegangsgyterende 4-sjø-vinter laks i enkelte år, og flergangsgytere har år om annet utgjort opp til 20 % av

materialet i denne størrelsesgruppen. Det var imidlertid ingen tendens til at andelen flergangsgytere blant storlaksen har økt i løpet av undersøkelsesperioden.

Kjønnsforhold

I skjellmaterialet har det totalt sett vært en overvekt av hanner blant villaksen de siste fem årene, mens det i de fleste av årene i perioden 2002-2006 var en liten overvekt av hunner (**tabell 4.1.1**). I materialet har det vært en klar overvekt av hannfisk blant 1-, og 2-sjøvinter laks de fem siste årene, mens kjønnsforholdet har vært mer jevnt hos 3-sjøvinter og eldre laks (**vedlegg 1**).

Det er usikkerheter knyttet til kjønnsbestemmelsen i dette materialet da få fiskere angir at de har åpnet fisken for å sjekke kjønn. Totalt er det opplyst om at 121 laks er kjønnsbestemt etter åpning av bukhulen i perioden 2007-2013, og dette materialet er altfor lite til å kunne være representativt for bestanden. I dette materialet var det for øvrig om lag like mange hanner som hunner. Kjønnsbestemmelse ut fra utseende er vanskelig for smålaks og er heller ikke enkelt for større laks før de begynner å utvikle mer utpreget gytedrakt. Dessuten vet vi ikke om fiskerne bare rapporterer om kjønn på individ de er sikre på eller om de oppgir det de tror er riktig kjønn. Uansett så kan endringene i rapportert kjønnsforhold fra starten av undersøkelsen til de siste årene tyde på at det kan ha skjedd endringer i kjønnsforholdet i Surna. I de siste årene (fra og med 2008) er det imidlertid innført utsettingspåbud på hunnlaks i august, noe som sannsynligvis bidrar til at kjønnsforholdet til laks i sportsfiskefangsten ikke lengre er representativt for gytebestanden om høsten.

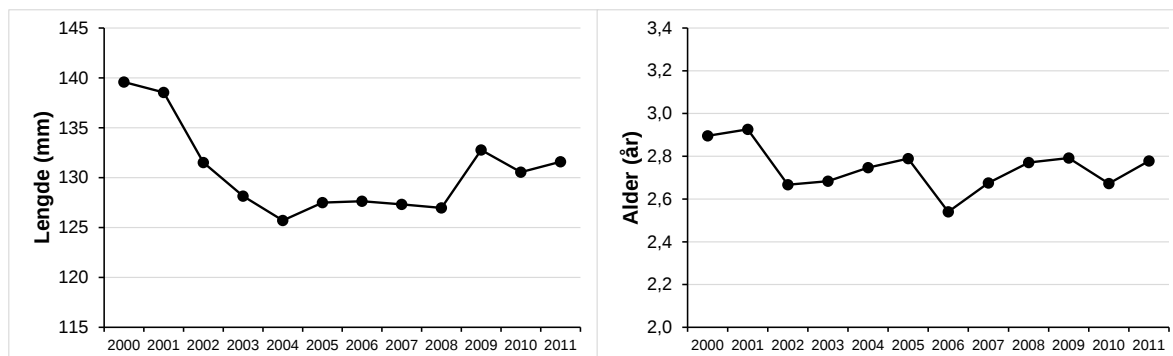
Tabell 4.1.1. *Kjønnsfordeling (antall) hos villaks fanget i sportsfisket i Surna i ulike år. Andel (%) står i parentes. Kjønnsbestemmelse er i all hovedsak basert på fiskernes vurdering av karakterer på fiskens utseende (noen få fisk er også rapportert åpnet for å bestemme kjønn).*

År	Hanner	Hunner
2013	167 (68)	77 (32)
2012	315 (68)	149 (32)
2011	105 (58)	75 (42)
2010	173 (56)	136 (44)
2009	134 (78)	38 (22)
2008	113 (74)	40 (26)
2007	54 (56)	42 (44)
2006	122 (49)	128 (51)
2005	62 (41)	89 (59)
2004	140 (76)	45 (24)
2003	41 (46)	48 (54)
2002	119 (46)	137(54)

Smoltalder og smoltlengde

Basert på skjellprøvene fra 2002-2013 varierer smoltalderen til laksen i Surna mellom 2 og 5 år, med et gjennomsnitt på 2,75 år (SD: 0,59 n = 2483). I materialet var det en overvekt av 3-årig smolt (60 %), mens andelen av 2-års, 4-års og 5-års smolt var henholdsvis 33 %, 7 % og 0,25 %. Gjennomsnittlig tilbakeberegnet smoltlengde var på 130 mm (SD: 21 mm; n = 2483).

Gjennomsnittlig tilbakeberegnet smoltlengde for ulike smoltårsklasser av villaks fanget i sportfisket i Surna i løpet av undersøkelsene har variert fra 126 mm (2004-årsklassen) til 140 mm (2000-årsklassen; **figur 4.1.6**). Gjennomsnittlig smoltalder har variert fra 2,6 år (2006-årsklassen) til 2,9 år (2000 og 2001 årsklassene).



Figur 4.1.6. Gjennomsnittlig tilbakeberegnet lengde (mm) og alder (år) hos laksesmolt i Surna i perioden 2002-2013. Beregningene er basert på skjellanalyser og fisken er sortert etter det året den gikk ut av elva som smolt.

4.1.2 Livshistorie hos sjøaure

Skjellprøvematerialet av sjøaure er vesentlig mindre enn for laks og har i de fleste år utgjort mindre enn 10 % av den rapporterte fangsten av denne arten (**tabell 3.1.1**). Fangststatistikken skiller ikke på størrelser av sjøaure og vi har derfor dårligere grunnlag enn for laks til å gi noen god beskrivelse av om og eventuelt hvordan livshistorien til bestanden har endret seg i løpet av perioden 2002-2013.

Sjøalder og størrelse

Det har gradvis kommet inn færre skjellprøver fra sjøaure ettersom fangsten har avtatt fra midten av 2000-tallet, og de siste fire årene var gjennomsnittsvekta i skjellprøvematerialet vesentlig høyere enn i fangsten slik at skjellprøvene i de siste årene ikke er representative for fangsten (**figur 4.1.2**). I 2013 var det bare 3 prøver med opplysning om vekt og disse var alle eldre, større individer (**tabell 4.1.2**). Vi har derfor for sparsomt materiale de siste fem årene til å gjøre analyser av om det er noen sammenhenger mellom livshistorietrekk hos sjøauren og den betydelige nedgangen det har vært i bestanden ifølge fangststatistikken.

Tabell 4.1.2. Gjennomsnittsvekter (V, gram) etter 2-7 somrer i sjøen for sjøaure fanget i sportsfisket i Surna i årene 2002 - 2013. n = antall fisk i hver gruppe.

	2-somre		3 somre		4 somre		5 somre		6 somre		7 somre	
År	V	n	V	n	V	n	V	n	V	n	V	n
2013	-	0	-	0	2700	1	1800	1	3600	1	-	0
2012	-	0	1150	2	1500	2	2135	2	1700	1	-	0
2011	925	2	1250	2	1750	2	2510	6	-	0	-	0
2010	-	0	1480	5	1589	9	2500	2	2740	5	-	0
2009	-	0	1275	12	1300	3	1733	3	-	0	-	0
2008	833	12	1089	22	1386	7	800	1	-	0	5800	1
2007	632	19	1118	21	1380	5	1500	2	2133	3	3500	2
2006	811	19	1429	14	1180	5	1900	6	2040	5	2660	10
2005	810	10	1400	6	1527	11	1813	9	2482	11	2775	4
2004	740	12	1188	24	1420	19	1635	25	1883	6	2850	2
2003	755	13	993	25	1244	47	1660	16	1950	3	2800	1
2002	846	15	1057	102	1592	34	1767	6	-	-	3000	1

Det samlede materialet fra årene 2002-2013 viser at de fleste sjøaurene som er blitt fanget i sportsfisket hadde vært tre eller fire somrer i sjøen (**tabell 4.2.6**). Minstemålet for sjøaure som kan fanges i sportsfisket er 35 cm (om lag 400 g). Ifølge skjellanalysene vil dette være fisk som har vært maksimum to somrer i sjøen.

I årene 2002-2005 var det en jevn og betydelig økning i den gjennomsnittlige sjøalderen (2,2-3,4 år) på sjøauren i skjellmaterialet, mens denne tendensen ble brutt ved lavere sjøalder i 2006-2009 (**tabell 4.1.3**). Disse årene var det relativt god overenstemmelse mellom gjennomsnittsvekta i sportsfiskefangsten og snittvekta i skjellmaterialet (**figur 4.1.2**). Gjennomsnittlig sjøalder i skjellmaterialet fra og med 2010 har vært høy, men disse årene har gjennomsnittsvekta i skjellprøvematerialet vært vesentlig høyere enn i fangsten slik at skjellprøvene i de siste årene ikke er representative for fangsten (**figur 4.1.2**).

Tabell 4.1.3. Gjennomsnittlig sjøalder, gjennomsnittsvekt, gjennomsnittslengde og kjønnsfordeling i skjellprøvematerialer hos sjøaure fanget i sportsfisket i Surna i årene 2002 - 2012. $\bar{x}$ = gjennomsnittsverdi og n = antall sjøaure. Kjønnsfordeling er presentert som antall hunner og hanner og andel (%) i parenteser.

	Sjøalder		Vekt (kg)		Lengde (cm)		Kjønnsfordeling	
	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	Hanner	Hunner
2013	5,0	4	2,7	3	62	3	-	-
2012	4,3	7	1,7	8	57	7	5 (83)	1 (17)
2011	3,5	15	2,0	14	58	16	5 (42)	7 (58)
2010	3,7	23	2,1	23	57	21	7 (37)	12 (63)
2009	2,5	18	1,4	18	50	18	5 (29)	12 (71)
2008	2,3	46	1,2	45	47	45	7 (18)	31 (82)
2007	2,4	55	1,2	56	46	55	10 (21)	32 (79)
2006	2,9	59	1,5	59	50	59	12 (24)	39 (76)
2005	3,4	52	1,7	53	53	52	15 (34)	29 (66)
2004	3,0	91	1,4	91	49	92	17 (24)	55 (76)
2003	2,8	109	1,3	107	49	104	32 (42)	45 (58)
2002	2,2	159	1,2	165	48	165	47 (44)	60 (56)

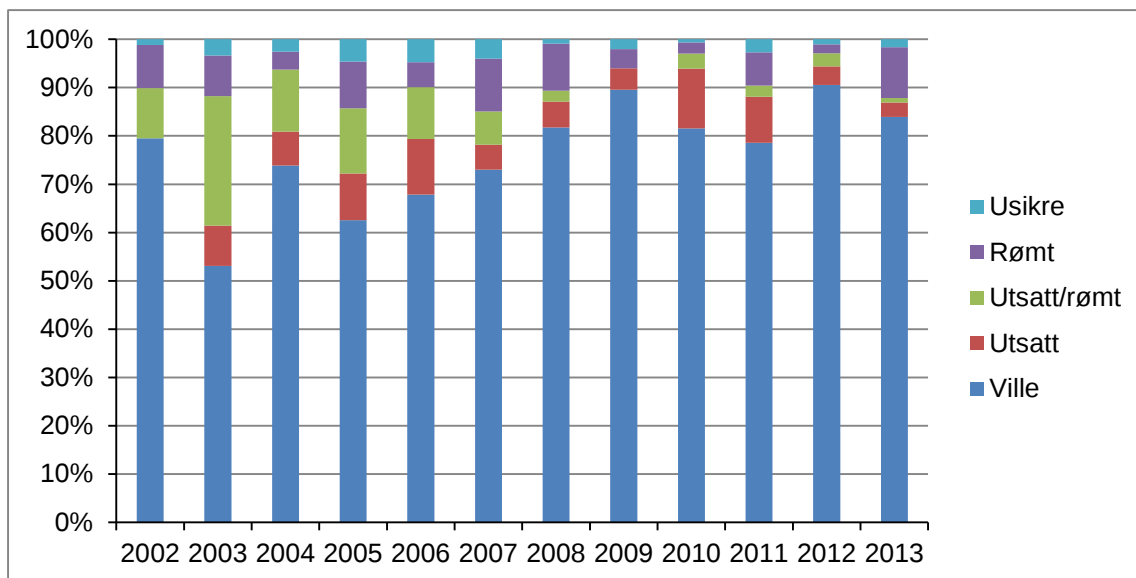
I årene 2002-2006 utgjorde smoltårsklassen 2000 (det vil si aure som vandret ut av elva i 2000) en stor andel av skjellprøvematerialet. I 2002 hadde denne årgangen vært 3 somre i sjøen og hele 64 % av prøvene var fra denne årsklassen. Andelen avtok med årene, men i 2006 (etter 7 somre i sjøen) utgjorde denne årsklassen fremdeles 16 % av prøvene, og det ble også fanget noen individer i 2007 og 2008. Hvis vi antar at skjellmaterialet er representativt for fangsten ble det i alt fanget om lag 2800 sjøaure fra denne årsklassen i årene 2002-2009. Denne årsklassen bidro også til fangsten som 2-somrig sjøaure i 2001. De fire påfølgende årsklassene, 2001-2004 årsklassene, ga med samme beregningsmåte opphav til en fangst på henholdsvis om lag 1000, 700, 300 og 400 sjøaure disse årene. Disse beregningene er svært usikre fordi skjellprøvematerialet utgjør bare en liten andel av fangsten i Surna. Hvis beskatningsratene ikke endret seg vesentlig i denne perioden tyder dette på et innsiget av sjøaure til Surna ble redusert fra og med smoltårsklasse 2001 og at innsiget avtok ytterligere for de påfølgende årsklassene. Vi har ikke noe grunnlag for å avgjøre om redusert innsig av smoltårsklassene fra og med 2001 skyldes redusert smoltproduksjon eller redusert sjøoverlevelse. De siste årene har det blitt innført strenge restriksjoner på uttaket av sjøaure i Surna noe som sannsynligvis har redusert beskatningen. Dessuten er skjellmaterialet de siste årene såpass sparsomt og lite representativt at det er tvilsomt om slike beregninger for nyere årsklasser av sjøaure er sammenliknbare med beregninger fra starten av undersøkelsesperioden.

Smoltalder og lengde

Basert på skjellprøvene fra 2002-2013 varierer smoltalderen til sjøauren i Surna mellom 2 og 5 år, med et gjennomsnitt på 3,1 år (SD: 0,74 år; n = 633). I materialet var det en overvekt av 3-årig smolt (59 %), mens andelen av 2-års, 4-års og 5-års smolt var henholdsvis 18 %, 19 % og 4 %. Gjennomsnittlig tilbakeberegnet smoltlengde var på 178,9 mm (SD: 36,1 mm; n = 574). Smolten til sjøaure i Surna var dermed gjennomgående noe eldre og klart større enn laksesmolten.

4.2 Sammensetning av laksebestanden med hensyn på opphav

Individ som ut fra skjellprøvene kunne karakteriseres som villaks har i hele perioden 2002-2013 utgjort størsteparten av skjellmaterialet fra sportsfisket i Surna (**figur 4.2.1**). Andelen villaks har variert fra 52 % i 2003 til 90 % i 2009. Resten av skjellmaterialet består av utsatt laks og rømt oppdrettslaks. For en liten del av skjellmaterialet er det ikke mulig å bestemme opphav til individene med sikkerhet.



Figur 4.2.1. Sammensetning av laksebestanden i Surna i perioden 2002-2013 med hensyn på opphav vurdert ut fra skjellmateriale fra sportsfiskefangsten.

I de siste fem årene har andelen villaks i skjellmaterialet variert fra 79 % i 2011 til 90 % i 2009. Individuer som ut fra skjellprøvene kunne karakteriseres som rømt oppdrettslaks har i utgjort mellom 2 og 10 % av skjellmaterialet disse årene, og andelen var høyest i 2013. Andelen usikker utsatt/rømt har de siste fem årene vært 3 % eller lavere. Det er ikke mulig å skille mellom oppdrettslaks som er rømt på smoltstadiet og kultivert smolt på skjellprøvene, hvis ikke den utsatte fisken er merket eller merkingen overses av sportsfiskerne. I perioden 2000-2006 ble ikke den utsatte smolten i Surna merket. Utsettingene av smolt i Surna ble startet opp igjen i 2008 og alle har blitt finneklippet. At utsatt smolt kan gjenkjennes med et ytre merke er nok en viktig årsak til at andelen laks som klassifiseres som usikker rømt/utsatt har vært lav de siste årene.

Andelen utsatt fisk i materialet økte fra 4 % i 2009 til 12 % i 2010 og var også relativt høy i 2011 med 10 %. Økningen fra 2009 til 2010 og 2011 skyldes hovedsakelig at smolt fra utsettingene i Surna i 2008 kom inn i fangstene som 2- og 3-sjøvinter laks disse to årene (se kapittel 4.3). Andelen utsatt laks i fangsten har avtatt til 4 og 3 % de to siste årene. Denne

nedgangen skyldes at gjenfangsten av utsatt laks fra utsettingen i 2010 har vært lav i sportsfisket og at utsettingene i 2011 og 2012 også har gitt svært lave gjenfangster foreløpig. I 2009 inneholdt gruppen utsatt laks også noen få fettfinneklippede individer som sannsynligvis stammet fra utsettingene av énsomrige laksunger på starten av 2000-tallet (se Johnsen mfl. 2011 for detaljer). I de siste årene har ikke de énsomrige laksungene som settes ut i vassdraget vært merket og disse kan derfor ikke identifiseres i skjellmaterialet. Flesteparten av de voksne individene som stammer fra disse utsettingene vil bli karakterisert som vill laks ved skjellanalysen og dermed bidra til å overvurdere andelen av slike individer i fangsten noe.

4.2.1 Oppdrettslaks og utsatt laks i gytebestanden

Innslaget av rømt oppdrettslaks og utsatt laks i gytebestanden om høsten er undersøkt med to ulike fangstmetoder og fra ulike vassdragsavsnitt av Surna høstene 2009-2013. Under lysfiske og stamfiske ble det i perioden 2009-2013 totalt fanget og tatt skjellprøver av 71-135 lakser årlig med hensyn på opphav (**tabell 4.2.1**). Av disse ble 40-77 individer fanget i det ordinære stamfisket i midtre deler av Surna, mens 11-78 laks ble fanget under lysfiske i de øvre delene av Surna fra Lomundsjøen til Trøknaholt, samt sideelven Tiåa i Rindal.

Andelen utsatt laks i høstfisket har samlet sett variert fra 6 til 11 % i undersøkelsesperioden (sum av stamfiske og lysfiske). Stamfisket i hovedelva ga et innslag av utsatt laks på 6-13 %, der 2013 var det året med størst andel i fangstene (6 av 45 individer). Tilsvarende har innslaget av utsatt laks under lysfiske etter gytelaks i øvre deler av elva variert mellom 3-7 % årlig, hvis vi ser bort fra 2009 da det bare ble undersøkt 11 laks og 2 av disse var utsatt (28 %).

Andelen utsatt laks har de to siste årene også vært noe høyere i det samlede materialet fra stamfiske og lysfiske (6 % i begge år) enn i sportsfisket (henholdsvis 4 og 3 % i 2012 og 2013). Hvis vi bare ser på stamfisket har andelen utsatt laks vært gjennomgående høyere enn i sportsfisket i alle årene untatt i 2010, og forskjellen var størst i 2013 med henholdsvis 13 % i stamfiske og 3 % i sportsfiske. Dette året ble det faktisk registrert omtrent like mange fettfinneklippede individer i stamfisket (6 stk.) som i sportsfisket (7 stk.).

At kultivert laks vandrer opp i elva senere på sesongen enn vill laks kan (som for rømt oppdrettslaks) være en mulig forklaring på at andelen slik fisk i prøvefiske og stamfiske om høsten er høyere enn i prøver fra sportsfiskesesongen. Senere oppvandring i elva hos voksen laks som stammer fra kultivert smolt enn hos villaks er funnet i andre studier (Jonsson mfl. 1991, Jonsson & Jonsson 2006). Ulik andel utsatt laks i sportsfiske og stamfiske kan også være påvirket av at stamfisket gjennomføres i en mindre del av elva enn sportsfisket. Hvis andelen kultivert laks av en eller annen grunn er større i denne delen av elva på den tiden stamfisket skjer vil dette kunne gi et skjevt bilde av forekomsten av kultivert laks i gytebestanden.

Andelen rømt oppdrettslaks i høstfisket har samlet sett variert fra 7 til 20 % i undersøkelsesperioden (sum av stamfiske og lysfiske). Stamfisket i hovedelva ga et innslag av rømt oppdrettslaks på 10-29 %, der 2013 var det året med størst andel oppdrettslaks i fangstene (13 av 45 individer). Tilsvarende har innslaget av rømt oppdrettslaks under lysfiske etter gytelaks i øvre deler av elva variert mellom 0-16 % årlig, der lysfisket høsten 2011 ga flest fangster av rømt fisk (9 av 58 individer). Om en vurderer de fem årene hver for seg var 2013 det året med størst andel oppdrettslaks i fangstene (24 av 123 laks).

Tabell 4.2.1. Klassifisering av opphav til laks fanget under lysfiske og stamfiske i Surnavassdraget 2009-2013. Klassifiseringen av opphav er basert på ytre morfologi og analyser av skjellkarakterer (Lund mfl. 1989). Skjell fra stamfisket er analysert av Veterinærinstituttet og klassifisert på ytre morfologi, skjellkarakter og i usikre tilfeller er det også gjennomført genetiske analyser. I denne klassifiseringen inneholder kategorien usikker både individer som kan være utsatt som smolt eller rømt fra oppdrettsanlegg på smoltstadiet og individer som har usikkert opphav av andre årsaker (jfr. klassifisering i **figur 4.2.1**).

År	Metode	Strekning	Vill (%)	Utsatt (%)	Rømt (%)	Usikker (%)	Sum
2009	Lysfiske	Øvre	8 (73)	2 (18)	1 (9)	0 (0)	11
	Stamfiske	Midtre	43 (72)	6 (10)	8 (13)	3 (5)	60
	Totalt		51 (72)	8 (11)	9 (13)	3 (4)	71
2010	Lysfiske	Øvre	28 (88)	2 (6)	0 (0)	2 (6)	32
	Stamfiske	Midtre	39 (72)	6 (11)	7 (13)	2 (4)	54
	Totalt		67 (78)	8 (9)	7 (8)	4 (5)	86
2011	Lysfiske	Øvre	43 (74)	4 (7)	9 (16)	2 (3)	58
	Stamfiske	Midtre	54 (70)	9 (12)	8 (10)	6 (8)	77
	Totalt		97 (83)	13 (10)	17 (13)	8 (6)	135
2012	Lysfiske	Øvre	64 (88)	4 (5.5)	4 (5.5)	1 (1)	73
	Stamfiske	Midtre	31 (77)	3 (8)	4 (10)	2 (5)	40
	Totalt		95 (84)	7 (6)	8 (7)	3 (3)	113
2013	Lysfiske	Øvre	65 (83)	2 (3)	11 (14)	0 (0)	78
	Stamfiske	Midtre	22 (49)	6 (13)	13 (29)	4 (9)	45
	Totalt		87 (71)	8 (6)	24 (20)	4 (3)	123

Andelen oppdrettslaks i stamfisket i Surna har vært vesentlig høyere enn i sportsfisket i alle de fem siste årene (jfr. **figur 4.2.1**). I norske elver er det vanlig at andelen rømt oppdrettslaks er lavere i sportsfiske enn i prøvefiskerier senere på sesongen (Fiske mfl. 2001, Anonym 2014a). Dette forklares vanligvis med at oppdrettslaks gjennomgående vandrer opp i elvene senere på sesongen enn vill laks. Dette underbygges av fangstene i lysfiske i de øvre delene av Surna hvor relativt mange av de oppdrettede laksene er blankfisk og mangler typisk gytedrakt.

Skjellprøvematerialer fra stamfisket om høsten har i hele perioden 2005-2013 (se Johnsen mfl. 2011 for tidligere år) vist høye innslag av rømt oppdrettslaks (10-43 %), noe som gir grunn til å tro at andelen rømt oppdrettslaks i gytebestanden i Surna kan ha vært relativt høy over en lang rekke år. Totalt sett er innslaget rømt oppdrettslaks i Surnavassdraget enkelte år langt over det som regnes som sikre biologiske rammer, til tross for at andelen oppdrettsfisk i innsamlet materiale er betydelig redusert fra tidligere år. Da det er vanskelig å definere opphav på fisk som har rømt på et tidlig tidspunkt (smolt) ved skjellanalyser, kan andelen oppdrettslaks ha vært noe høyere enn det som ble påvist høstene 2012-2013.

Hindar & Diserud (2007) vurderte at innslaget av rømt oppdrettslaks i gytebestandene bør ligge under 5 % for å unngå genetiske endringer over tid, samt at innslag i størrelsesorden 20 % vil medføre betydelige endringer i ville laksebestander. I en gjennomgang av mange lakseelver, basert på tidsrekker av rømt oppdrettslaks utviklet ved å ta med informasjon

både fra sportsfisket om sommeren og fra stikkprøver om høsten, er Surna plassert i kategorien "sårbar" med et beregnet langsiktig innslag av rømt oppdrettslaks på 14 % (Diserud mfl. 2012).

Molekyærgenetiske studier viser at det allerede har skjedd genetiske endringer i villaksbestander som har hatt høye andeler av rømt oppdrettslaks over flere år (Skaala mfl. 2006) og som er forenlig med gyting av rømt oppdrettslaks (Sægrov mfl. 1997). I tallrike bestander som Etneelven og Namsen, ble det imidlertid ikke påvist genetiske endringer tross høye innslag av rømt oppdrettslaks (Skaala mfl. 2006). Genetiske studier av skjellprøver av villaks fra Surna viste at det ikke var signifikante forskjeller mellom skjellmateriale innsamlet i 1977-1978, 1989 eller 2009-2010. Dette tyder på at laksestammen i Surna er en genetisk stabil (stor) laksebestand (Hindar 2011).

4.3 Gjenfangst av utsatt fisk som voksen laks

I dette kapitlet fokuserer vi på gjenfangster i sportsfisket av fisk fra de årlige smoltutsettingene som kom i gang igjen i 2008. Dette er smolt produsert ved settefiskanlegget på Rossåa, som fra og med 2006 har drevet produksjon av settefisk og smolt for utsetting i Surna. Det har også blitt satt ut énsomrige laksunger i Rinna og andre sidevassdrag de siste årene (i 2006 og årlig fra og med 2008), men denne fisken har ikke vært finneklippet slik at den ikke enkelt kan gjenkjennes i sportsfiskefangsten. Gjenfangster av voksen laks fra disse utsettingene er sannsynligvis klassifisert som vill laks. Ved skjellanalysene fra Surna de siste to årene har det blitt funnet enkelte individer som har en "unormalt" stor første sommersonne i ferskvann. Dette kan være individer som stammer fra slike utsettinger av settefisk og de er foreløpig klassifisert å ha usikkert opphav.

I de siste fem årene har det i skjellmaterialet fra Surna vært 3, 55, 25, 23 og 8 fettfinneklippet laks i henholdsvis 2009, 2010, 2011, 2012 og 2013. Sjøalder hos mesteparten av disse individene er i samsvar med at fisken er satt ut som smolt i Surna og individene ble på denne måten tilordnet utsettingsår. Ut fra fiskens størrelse og andel i fangsten av de respektive størrelsesgruppene av laks kan det beregnes hvor mange slike individer som har blitt fanget i sportsfisket i Surna de siste årene (se Johnsen mfl. 2011 for detaljer). Denne beregningen forutsetter at skjellmaterialet er representativt for fangsten i vassdraget. Beregningene tyder på at det har blitt fanget 180 laks som stammer fra smoltutsettingene i 2008, noe som utgjør en gjenfangstrate på 0,51 % (**tabell 4.3.1**). Utsettingen av smolt i 2009 og 2010 har gitt gjenfangstrater på henholdsvis 0,25 og 0,08 %, altså vesentlig lavere enn utsettingen i 2008. For smolten som ble satt i 2010 kan det enda komme noen gjenfangster som 4-sjø-vinter laks i 2014, men neppe mange.

Våre beregninger er sannsynligvis et underestimat av antallet gjenfanget smolt fordi individer hvor det ikke opplyses om finneklipping vil bli klassifisert som usikker utsatt/rømt ved skjellanalysen. Andelen av skjellmaterialet som har blitt klassifisert som utsatt/rømt har vært lav de senere år (1-3 %) slik at denne feilkilden ikke synes betydelig. Dessuten har vi ikke sikre opplysninger om andelen finneklippet laks blant de fiskene som gjenutsettes i elva etter fangst og heller ikke blant fisk det ikke tas skjellprøver av. I henhold til hjemmesiden til elva (www.surna.no) har det blitt fanget henholdsvis 27, 18 og 7 fettfinneklippede laks de siste tre årene. Dette antallet stemmer godt overens med antallet i vårt skjellmateriale (se ovenfor), og vi har derfor skjellprøver av mesteparten av den laksen som er rapportert uten fettfinne disse tre årene. I 2010 ble det rapportert fanget 109 laks uten fettfinne (www.surna.no) mens vi har skjellprøver av 55 slike individer.

Tabell 4.3.1. Antall laksesmolt utsatt i Surna i 2008-2013, beregnet antall gjenfanget som 1-, 2-, 3- og 4-sjøvinter laks i sportsfisket i vassdraget i påfølgende år og total gjenfangstrate for de ulike utsettingene. Beregningene av antall gjenfanget laks forutsetter at skjellprøvematerialet er representativt for sportsfiskefangsten.

Utsett-ingsår	Antall 2-årig smolt Utsatt	Beregnet antall gjenfanget i sportsfisket					Gjenfangst-rate (%)
		1-sjø-vinter	2-sjø-vinter	3-sjø-vinter	4-sjø-vinter	Sum	
2008	35 000	12	135	29	4	180	0,51
2009	20 000	0	49	10	0	59	0,25
2010	35 000*	10	13	4	-	27	0,08
2011	44 500**	3	10	-	-	13	-
2012	47 000***	4	-	-	-	4	-
2013	61 000****	-	-	-	-	-	-

*: Hvorav 3 000 var PIT-merket. **: Hvorav 5000 var 1-årig smolt og 5000 av hver aldersklasse var PIT-merket. *** 5500 1-års smolt og 5000 2-års smolt var PIT-merket. ****Bare 2-års smolt og 5000 var PIT-merket.

Gjenfangst av PIT-merket smolt

Fra og med 2010 har en del av smolten vært merket med PIT-merker (**tabell 4.1.1**). For å kontrollere gjenfangsten av disse fiskene har Rossåa settefiskanlegg i samarbeid med elveeierlaget i Surna, etablert ett opplegg for registrering av PIT-merket fisk. Det er plassert ut PIT-scannere på flere ulike steder i elva. Opplegget er å gjennomføre scanning av så mange fettfinneklippede fisk som mulig for å sjekke forekomsten av PIT-merker og sportsfiskere blir oppfordret til å bringe fettfinneklippt laks til nærmeste sted hvor det finnes en skanner. Det ble imidlertid fanget relativt få fettfinneklippede laks i Surna i 2011 og antallet fisk som ble skannet var derfor lavt (Johnsen mfl. 2012). Det ble til sammen påvist to PIT-merkede laks i 2011. En laks på 5 kg ble fisket ved Skei 19. juli og det viste seg at den var satt ut i Bævra i mai 2009. Ved Solem ble til sammen fem fettfinneklippede laks skannet og det ble påvist et PIT-merke i en fisk som var satt ut i Surna i 2010.

I 2011 var til sammen 10 000 av de 44 500 smolt som ble satt ut, PIT-merket. Tre av disse ble gjenfanget allerede i mai 2011 på veg ut Surnadalsfjorden. To stk. ble gjenfunnet i torskemager og en ble funnet i magen på en laks. Det ble ikke påvist PIT-merket fisk i sportsfiskefangstene hverken i 2012 eller 2013. Da fangsten av fettfinneklippet smolt har vært særdeles lav disse to årene kan fravær av PIT-merket fisk i fangsten skyldes tilfeldigheter.

Vurdering av resultatene

I Surna ble det satt ut 35 000 stk. 2-årig smolt i 2008, og av denne utsettingen ble det beregnet en gjenfangst 180 voksen laks, eller 0,51 % ved sportsfiske i Surna. Vi kjenner ikke beskatningsratene i sportsfisket i Surna og derfor heller ikke "overlevelsen" til den utsatte smolten. Hvis vi antar at beskatningsraten i Surna er ett sted mellom 25 og 50 %, blir "overlevelsen" til utsatt smolt i 2008 ett sted mellom 1 og 2 %, noe som er innenfor det som er beregnet for smoltutsettinger i Eira. Tilsvarende regneøvelse for utsettingene i 2009 og 2010 gir en "overlevelse" på henholdsvis mellom 0,5 og 1 % for 2009 og mellom 0,16 og 0,32 % for 2010. I Eira er det estimert at overlevelsen hos utsatt smolt, fra de forlot elva og til de kom tilbake til elva som voksen laks, har variert fra 0,4 til 2,2 % med et gjennomsnitt på 0,86 % for utsettingene i perioden 2001-2010 (Jensen mfl. 2014). Sammenlikner vi vårt grove regnestykke over "overlevelse" for utsatt smolt i Surna med verdiene fra Eira, ser vi at "overlevelsen" til smolt utsatt i Surna i 2008 og 2009 var i samme størrelsesorden som for utsettingene i Eira, men at utsettingen i 2010 synes å ha hatt en lavere "overlevelse" selv sammenliknet med år i Eira med lav overlevelse til utsatt smolt. En total

gjenfangst på 0,5 % i Surna er for øvrig på nivå med gjenfangstratene fra smoltutsettingene i Surna i 1973-1983 (Johnsen & Hvidsten 1995) og 2001-2003 (0,44-0,49 %; Johnsen mfl. 2012), men høyere enn fra utsettingene i 2004 og 2005 (henholdsvis 0,27 % og 0,11 %; Johnsen mfl. 2012).

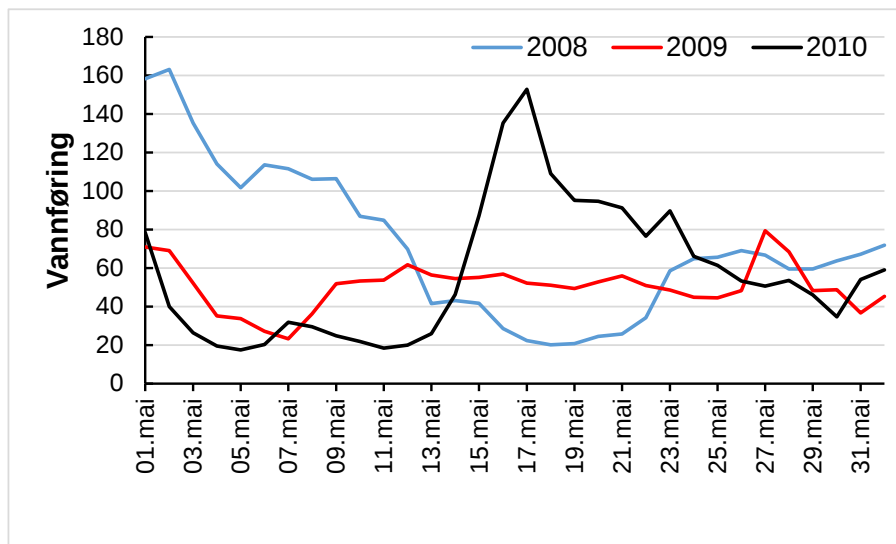
For å vurdere betydningen av den utsatte smolten for fangsten i Surna kan en alternativt beregne hvor stor andel den utsatte smolten utgjør av fangsten av en smoltårsklasse, dvs. smolt (både vill og utsatt) som vandret ut samme vår. For smoltårsklassen 2008 utgjorde utsatt smolt 16 % av den totale fangsten av førstegangsgytende vill laks og utsatt laks. For smoltårsklassene 2009 og 2010 sank denne andelen til henholdsvis 10 % og 4 %. Tallene for smoltårsklassen 2010 er foreløpige da 4-sjø-vinter laks fra denne årsklassen først kan fanges i 2014. Denne beregningen viser at selv med en gjenfangstrate på 0,5 % kan altså utsatt smolt gi et ikke ubetydelig bidrag til fangsten (16 % i 2008) av en smoltårsklasse av laks i Surna.

Hvor stor andel fangsten av utsatt fisk utgjør av en smoltårsklasse vil være avhengig av forholdstallet mellom utsatt smolt og vill smolt som vandrer ut ett år, og den relative overlevelsen til vill og utsatt smolt fra den går ut av elva til den vender tilbake for denne årsklassen. Vi vet ikke hvor mange villsmolt som vandret ut fra Surna i 2008-2010, men ungfiskundersøkelsene tyder på at utvandringen disse tre årene kan ha vært noe høyere enn i 2012-2013 hvor det foreligger estimater av smoltutvandringen fra Surna på om lag 36 000 smolt i 2012 og minimum 25 000 i 2013 (se kapittel 4.6). Hvis vi som en forenkling antar at antallet vill smolt som vandret ut fra elva i 2008 var i samme størrelsesorden som antallet utsatt (dvs. om lag 35 000 vill smolt) tyder disse beregningene på at overlevelsen til utsatt smolt var om lag en sjettedel av overlevelsen til vill smolt, noe som er en lav relativ overlevelse sammenliknet med Eira (se nedenfor). Hvis utvandringen av vill smolt var større enn 35 000 smolt i 2008 vil den relative overlevelsen til utsatt smolt være høyere enn i beregningen ovenfor.

Kultivert smolt har vanligvis en vesentlig lavere overlevelse fra utsetting til voksen fisk enn vill smolt (Jonsson & Jonsson 2006). I Norge har det vært vanlig å anta at en må sette ut to kultiverte smolt for å kompensere for tapet av én villsmolt, men nyere undersøkelser tyder på at det dette forholdstallet kan være for lavt. I en langtidsstudie i Imsa fant Jonsson mfl. (2003a) en gjennomsnittlig gjenfangstprosent på om lag 3 % av merket kultivert smolt mot om lag 9 % gjenfangst hos merket vill smolt. Data fra utsettingene av laksesmolt i Eira i årene 2001-2010 tyder på at det i gjennomsnitt må minst 2,9 utsatt smolt til for å erstatte en villsmolt (Jensen mfl. 2014). Forholdstallet i de enkelte smoltårganger i Eira har variert mellom 1,2 og 5,7, altså lavere enn vår grove beregning for smolt utsatt i Surna i 2008.

Smoltutsettingen i 2008 ga en vesentlig bedre gjenfangst i Surna enn utsettingene i 2009 og 2010. Det kan være flere årsaker til dette. Overlevelsen til både vill og utsatt smolt varierer mellom år som følge av variasjoner i miljøforhold både i elva og kystområdet under utvandring og i sjøen. Hvidsten & Hansen (1988) har vist at høyere vannføring ved utsetting av kultivert smolt både i Gaula og Surna resulterte i bedre overlevelse fram til voksen laks. Det samme ble funnet for utsatt smolt i Orkla (Hvidsten mfl. 2004). Hvis kultivert smolt er av tilfredstillende kvalitet vil den vanligvis vandre ut kort tid etter utsetting. Ved tidligere vurderinger av mulige sammenhenger mellom vannføring ved utsetting og gjenfangst av smolt i Surna har maksimal vannføring innen en 7-dagers periode etter utsetting blitt brukt som et relevant mål på vannføringen mulige betydning for gjenfangstraten (Hvidsten & Hansen 1988, Lund mfl. 2005). For eksempel økte gjenfangsten av utsatt smolt fra 1,5 til 2,5 % når vannføringen innenfor en sjudagers periode etter utsetting økte fra 40 til 100 m³/s (Hvidsten & Hansen 1988).

I 2008 skjedde utsettingene av smolt i Surna i perioden 2.- 8. mai, og fisken ble satt ut ved Bolme og i Solemshølen. Vannføringen dette året var høyere enn 100 m³/s ved utsetting, men avtok deretter (**figur 4.3.1**). I 2009 skjedde utsettingene i Surna i perioden 5.-12. mai, og fisken ble satt ut i Lomunda og i Solemshølen. Vannføring dette året var lav ved første utsetting (om lag 30 m³/s) og økte deretter til 55-60 m³/s ved siste utsetting og de påfølgende dagene. I 2010 skjedde utsettingene i Surna i perioden 21.-28. mai, og fisken ble satt ut i Lomunda, ved Bolme og i Solemshølen. Vannføringen ved første utsett var relativ høy (90 m³/s men avtok deretter til 50-70 m³/s ved siste utsetting og de påfølgende dagene. Utsettingene i 2008 skjedde altså i en periode ved en noe høyere vannføring enn de øvrige årene. Dette kan være en medvirkende årsak til større gjenfangst fra denne utsettingen enn av utsettingene i 2009 og 2010, men forskjellene kan også ha andre årsaker som for eksempel generelt dårligere oppvekstforhold i sjøen for smolt de siste årene. I alle tre årene ble en del av smolten satt ut oppstrøms kraftverket slik at vannføringen i denne delen av vassdraget kan ha påvirket vandringshastigheten til denne smolten under utvandring i denne delen av elva og derfor også vannføringen denne smolten opplevde ved utvandring fra Surna.



Figur 4.3.1. Vannføring (døgnmiddel i m³/s) målt ved Skjermo i Surna fra 1. mai til 1. juni i årene 2008-2010.

At én laks som ble satt ut som smolt i Bævra ble gjenfanget i Surna i 2009, er den første sikre indikasjonen på at utsatt smolt kan feilvandre til Surna. Dette tyder på at feilvandring av utsatt smolt fra andre vassdrag vil kunne bidra til økte gjenfangster av merket smolt i Surna, og dermed gi en overvurdering av suksessen til utsatt smolt. Feilvandring fra andre vassdrag må imidlertid være betydelig hvis dette skal være noe stort problem. I årene som kommer kan imidlertid genetiske analyser bidra til å redusere denne usikkerheten idet all stamfisk i Surna (og Bævra) nå karakteriseres med molekylærgenetiske metoder slik at tilordning av laks med kultiveringsbakgrunn med svært stor sikkerhet kan angi om ett individ kommer fra fisk satt ut i en av disse to elvene.

Generelt gjør kultivert fisk det dårligere i naturen jo lengre tid de har oppholdt seg i anlegg før utsetting (Jonsson & Jonsson 2006). Dessuten er det liten dødelighet i et anlegg (om lag 60-90 % overlevelse fra egg til smolt; Eriksson mfl. 2008) sammenliknet med i naturen (om lag 0,5-5 % overlevelse fra egg til smolt; Chaput mfl. 1998). Individer med egenskaper som gjør at de har mindre sjanse til å overleve under naturlige forhold vil derfor ha mye

større sjanse til å overleve i et klekkeri. Det er ikke å forvente at kultivert smolt skal gjøre det like bra som vill smolt i naturen fordi fisk som vokser opp i anlegg mangler erfaring med livet i et naturlig miljø. Klekkerimiljøet er mye mer uniformt enn et naturlig oppvekstmiljø. I klekkeriet mangler det også predatorer, og fisken har en jevn, forutsigbar tilgang til mat. Et slikt oppvekstmiljø er svært sannsynlig ufordelaktig med hensyn til fiskens prestasjoner etter at den er satt ut i et naturlig miljø. Lav overlevelse til utsatt smolt kan også skyldes andre forhold under oppveksten i anlegg slik som vannkvalitet, smoltifiseringsutvikling og smoltkvalitet. Overlevelsen vil også kunne påvirkes av prosedyrer under behandling, transport og utsetting av fisken. For å få så gode resultater som mulig ved utsetting av smolt, er det derfor viktig at det fokuseres på prosedyrene helt frem til smolten slippes fri i elva.

For å summere opp så ga smoltutsettingen i Surna i 2008 en forventet gjenfangst i sportsfisket i elva, sammenliknet med utsettingene tidlig på 2000-tallet. Utsettingene i 2009 og spesielt 2010 ga derimot en lavere gjenfangst enn forventet. Utsettingen i 2011 ser så langt også ut til å gi lav gjenfangst, mens det er for tidlig å konkludere for utsettingen i 2012.

4.4 Gytefisk og gytegroper

4.4.1 Registreringer av gytegroper

I undersøkelsesperioden har det vært store variasjoner i antall registrerte gytegroper av laks og sjøaure i Surna. Dette skyldes delvis variable feltforhold og delvis ulikt omfang og innretning av undersøkelsene. Mellom Lomundsjøen og Trollheim kraftverk ble gytegroppregistreringene i 2009-2012 gradvis erstattet av lysfiske og drivtelling, mens det høsten 2013 ikke ble gjennomført gytegroppregistreringer i dette området. Nedstrøms Trollheim kraftverk ble det i perioden 2009-2013 årlig registrert mellom 62 og 231 gytegroper av laks og mellom 26 og 165 gytegroper av sjøaure (**tabell 4.4.1**). På strekningen oppstrøms kraftverket ble det i perioden 2009-2012 årlig registrert mellom 15 og 112 laksegroper og mellom 0 og 2 sjøaugroper (**tabell 4.4.2**).

Tabell 4.4.1. Årlige registreringer av gytegroper av laks og sjøaure i Surna nedstrøms Trollheim kraftverk i perioden 2009-2013. Minimums- og maksimumsverdier er oppgitt basert på henholdsvis sikre gytegroper og mulige gytegroper. Groper som ikke kunne identifiseres til art er ikke inkludert.

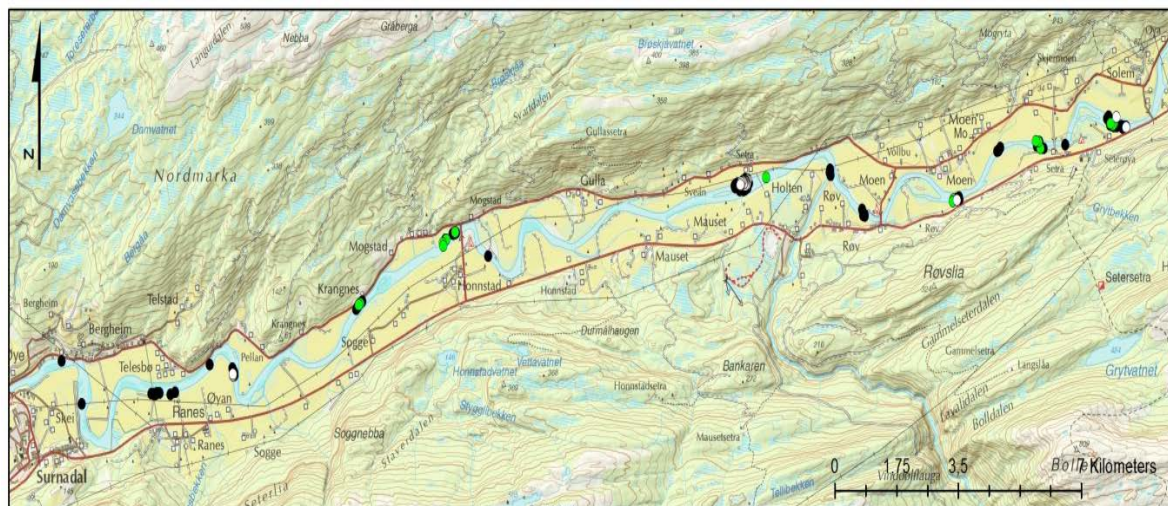
Undersøkelsesår	Gytegroper av laks		Gytegroper av sjøaure	
	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
2009	129	132	83	92
2010	214	214	58	60
2011	207	231	66	71
2012	117	130	24	26
2013	60	62	165	165

Tabell 4.4.2. Årlige registreringer av gytegroper av laks og sjøaure i Surna oppstrøms Trollheim kraftverk i perioden 2009-2012. Minimums- og maksimumsverdier er oppgitt basert på henholdsvis sikre gytegroper og mulige gytegroper. Groper som ikke kunne identifiseres til art er ikke inkludert. Undersøkte elvestrekninger i de respektive årene har variert noe da kaldt vær enkelte år har forårsaket islegging rett etter gyting (se **tabell 3.3.1**).

Undersøkelsesår	Gytegroper av laks		Gytegroper av sjøaure	
	Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum
2009	52	62	0	2
2010	15	18	2	2
2011	95	112	0	0
2012	22	25	2	2

Det er registrert gytegroper av laks i alle deler av vassdraget, mens gytegroper av sjøaure nesten utelukkende har blitt registrert nedstrøms Trollheim kraftverk. De største forekom-

tene av gytegrøper har i hele undersøkelsesperioden blitt registrert i Sveahølen ved Mauset, der det årlig har blitt registrert mellom 21 og 90 laksegrøper og mellom 30 og 123 auregrøper (se **figur 4.4.1**). Andre viktige gyteområder for laks er brekket nedstrøms Solemshølen (inntil 50 gytegrøper ett år), Honnstad (inntil 25 grøper ett år) og Tellesbø (inntil 25 grøper ett år). Tellesbø er også et viktig gyteområde for sjøaure og her ble det funnet 17 auregrøper høsten 2013.



Figur 4.4.1. Oversiktskart over plassering av de 312 gytegrøpene som ble registrert nedstrøms utløpet til Trollheim kraftverk høsten 2011. Hvite sirkler er sjøauregrøper (totalt 70 stk.), svarte sirkler er laksegrøper (totalt 222 stk.) og grønne sirkler (20 stk.) har ikke blitt bestemt til art. Dette året var Sveahølen (med 70 laksegrøper og 62 auregrøper) og Solemshølen (med 47 laksegrøper og 4 auregrøper) de to områdene i elva med størst forekomst av gytegrøper).

Siden oppstart i Surna høsten 2002 er det gjennomført registrering av gytegrøper oppstrøms Trollheim kraftverk i sju av tolv år (**tabell 4.4.3**). Imidlertid ble hele området kun undersøkt i 2005 og 2008. Gytegrøpregistrering nedstrøms Trollheim kraftverk har blitt gjennomført i ti av tolv år. Det har vært til dels betydelige variasjoner i antallet gytegrøper som har blitt registrert de ulike årene. En vesentlig feilkilde er de store årlige variasjoner i vannføring i gyteperioden og feltforholdene i registreringsperioden. Stor vannføring etter gyting kan føre til at gytegrøpene blir helt dekket av deponerte løsmasser slik at grøpene ikke lenger er mulig å oppdage. Dårlige registreringsforhold som grumsete vann, nedbør og isdannelser vil også redusere oppdagelsessannsynligheten i vesentlig grad.

Variasjoner i forhold mellom år har spesielt påvirket registreringene oppstrøms kraftverket. Kun høsten 2005 ble registreringene oppstrøms kraftverket utført under optimale forhold på hele den undersøkte strekningen. Feltforholdene har også variert nedstrøms kraftverket. Høsten 2012 var det vanskelig å oppdage grøpene og de oppgravde massene nedstrøms grøpene grunnet små fargeforskjeller fra uberørt bunns substrat. I tillegg var det forholdsvis dårlige siktforhold og mye vann når undersøkelsene ble gjennomført. Antallet registrerte gytegrøper dette året var det laveste i perioden 2009-2013, noe som i alle fall delvis kan tilskrives spesielt dårlige feltforhold dette året.

Tabell 4.4.3. Registrerte gytegroper av laks og sjøaure på elvestrekningene oppstrøms og nedstrøms Trollheim Kraftverk i perioden 2002-2013. Det ble ikke gjennomført registreringer i 2004 og 2006, og i 2002 og 2013 ble det bare gjennomført registreringer nedstrøms kraftverket. De oppgitte tallene er maksimumstall for antallet registrerte groper der usikre groper og groper som ikke kan bestemmes til spesifikk art også er inkludert.

År / strekning	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Oppstrøms kraftverk	-	46*	-	379	-	41*	61	66*	20*	112*	28*	-
Nedstrøms kraftverk	585	89	-	268	-	165	92	221	272	404	164	224
Hele vassdraget	585	135	-	647	-	206	153	287	292	516	192	224

* Bare deler av strekningen ble undersøkt.

Det registrerte antallet gytegroper må betraktes som et absolutt minimumsantall for begge artene. Det kan være vanskelig å skille gytegroper av laks og sjøaure, med mindre det er betydelige størrelsesforskjeller på de to artene innenfor samme vassdrag (Heggberget mfl. 1988). I Surna er det grunn til å anta en betydelig størrelsesoverlapping mellom gytegroper av sjøaure og laks, fordi en del gytemoden sjøaure kan være like stor som smålaks og mellomlaks. Sannsynligvis er det større sannsynlighet for å overse auregroper enn laksegroper i Surna. Dette skyldes forskjeller i både plassering, størrelse og utforming (Jensen mfl. 2012). Auregroper er oftere enn laksegroper plassert enkeltvis, og kan være i sideløp, helt inne ved elvebredden eller i andre uoversiktlige deler av elveløpet. Små auregroper kan være plassert på små flater mellom større steiner, mens laksegropene i større grad er plassert på større flater med mer homogent bunns substrat. Groper av laks er ofte tydelige, langstrakte fordypninger i elvebunnen (Johnsen mfl. 2007), som er langt lettere å oppdage enn gropene til aure som ofte er mer unnselige fordypninger mellom steiner eller skjult i elvemosen.

4.4.2 Telling av gytefisk

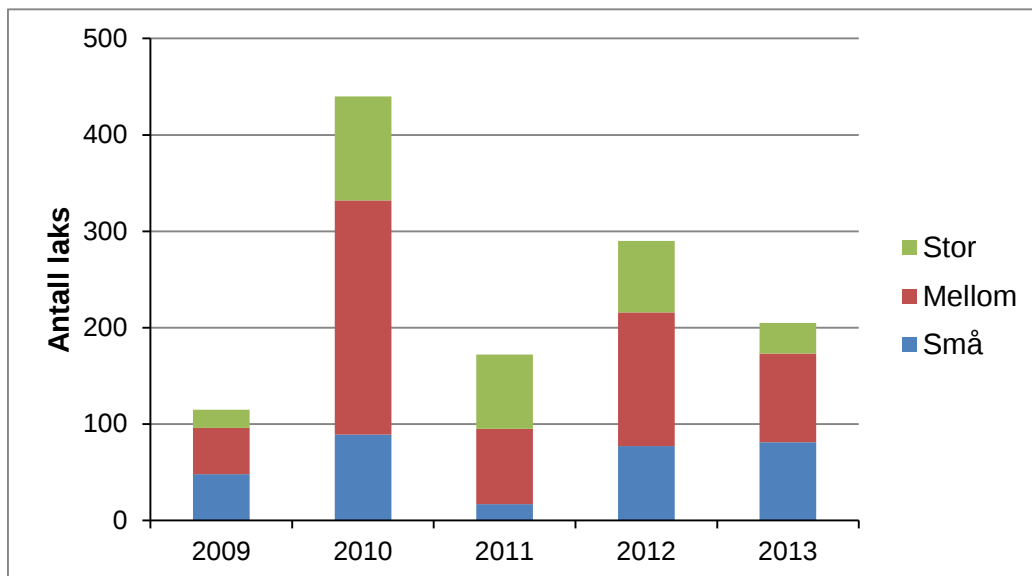
Drivtelling

I perioden 2009-2013 ble det ved drivtelling i Surna fra Trøknaholt til Skei registrert flest laks i 2010 med 440 individer og færrest i laks i 2009 med 143 individer. I de tre siste årene ble det registrert mellom 172 og 290 laks (**figur 4.4.2, vedlegg 2 og 3**). Til tross for at drivtellingene ble utført på en kortere strekning i 2010 enn i påfølgende år, er dette den høsten med flest registreringer av gytelaks de siste fem årene.

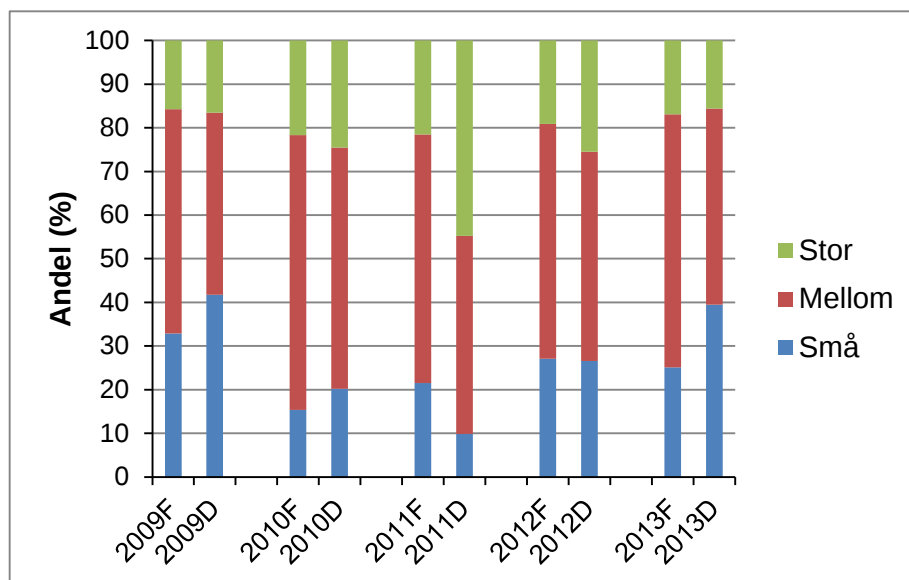
Mellomlaks var den mest tallrike størrelsesgruppen under tellingene med fra 42 til 55 % av observasjonene (**figur 4.4.2**). Innslaget av smålaks har variert fra 10 % (i 2011) til 42 % (i 2009), mens innslaget av storlaks har variert fra 16 % (i 2009) til 45 % (i 2011). Det var relativt god overenstemmelse mellom størrelsessammensetningen vurdert ut fra drivtelling og sammensetningen i sportsfiskefangsten (**figur 4.4.3**). I årene 2010-2012 ble det registrert en større andel storlaks ved drivtellingene enn i fangsten. Forskjellen var størst i 2011 med om lag 45 % storlaks ved tellingene sammenliknet med 22 % i fangsten. Forskjeller mellom fangst og gytebestand kan skyldes ulik beskatning av de tre størrelsesgruppene av laks, men kan også skyldes usikkerheter knyttet til korrekt estimering av størrelse under drivtellingene.

Andelen av gytelaks som har latt seg kjønnsbestemme under tellingene har variert mellom 39 og 67 %. Generelt sett er det lettere å kjønnsbestemme stor fisk enn små fisk, og lettere å identifisere hannfisk enn hunnfisk. Dette skyldes at sekundære kjønnskarakterer som kraftig gytefarge og krok i underkjeven er svært iøynefallende på stor hannlaks, mens de sekundære kjønnskarakterene til små laks generelt og hunnlaks spesielt er mindre utpre-

get. Det er derfor grunn til å anta at det kan være et høyere innslag av hunnlaks i gytebestanden enn hva det drivtellingene tilsier. Under tellingene høsten 2009 og høsten 2010 var det en overvekt hannlaks i observasjonene (56 % og 55 %), mens de tre siste årene har gitt flere observasjoner av hunnfisk (50-57 %) enn hannfisk. Fra og med 2007 har det vært pliktig gjenutsetting av hunnlaks i siste del av fiskesesongen i Surna, og dette kan ha bidratt til en større andel hunnlaks i gytebestanden.

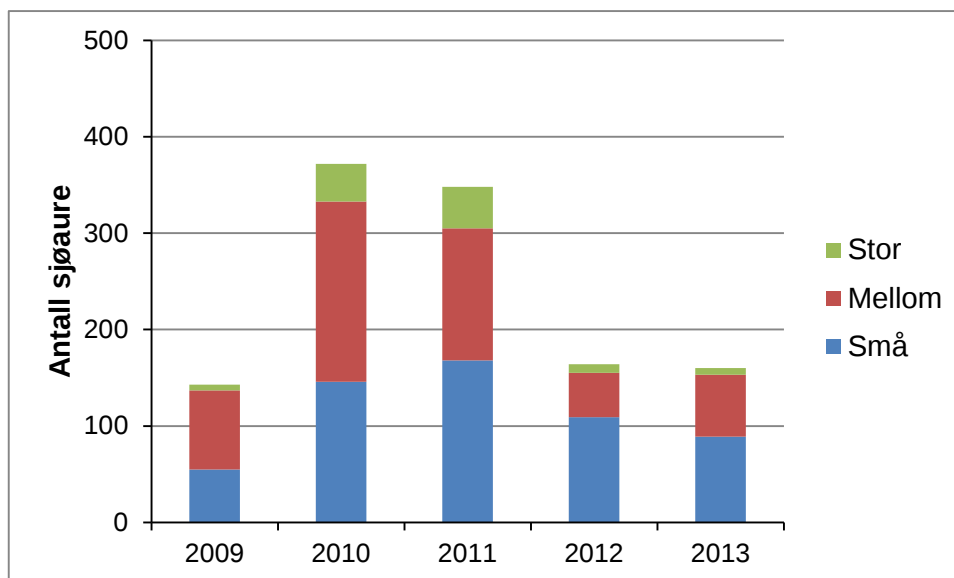


Figur 4.4.2. Antall gytefisk av laks registrert ved drivtelling i Surna på strekningen fra Trøknaholt i Rindal ned til Skei i Surnadal i perioden 2009-2013. Det ble skilt mellom små (< 3 kg), mellomstor (3-7 kg) og stor laks (> 7 kg). Strekningen som ble undersøkt var kortere i 2009 (24 km) og 2010 (31 km) enn de tre siste årene (39 km).



Figur 4.4.3. Størrelsessammensetning av gytebestanden i Surna i perioden 2009-2013 basert på drivtelling (D) og sammenliknet med sportsfiskefangsten (F).

Ved drivtellingene ble det registrert flest sjøaure i 2010 med 372 individer som ble antatt å være gytemodne og færrest i 2009 med 143 slike individer. I de tre siste årene ble det observert 348, 164 og 160 sjøaurer i henholdsvis 2011, 2012 og 2013 (**figur 4.4.4, vedlegg 2 og 3**). Tilsvarende som for laks ble det registrert flest sjøaurer i Surna høsten 2010, til tross for at en kortere elvestrekning ble undersøkt dette året. I 2012 og 2013 ble det observert betraktelig færre sjøaure enn tidligere år.



Figur 4.4.4. Antall gytefisk av sjøaure som er registrert ved drivtelling i Surna i perioden 2009-2013. Det ble skilt mellom små (< 1 kg), mellomstor (1-3 kg) og stor sjøaure (> 3 kg). Tellingene i 2009 (24 km) og 2010 (31 km) dekket en mindre del av vassdraget enn de tre siste årene (39 km).

Undersøkelsene i 2009-2010 ga flest observasjoner av mellomstor sjøaure (1-3 kg), mens små sjøaure (0,5-1 kg) var mest tallrik de siste tre årene av undersøkelsen. Andelen stor sjøaure (> 3 kg) har vært gjennomgående lav, og fra 4 til 12 % av den observert fisken har tilhørt denne størrelseskategorien. I tillegg til at det totale antallet sjøaure generelt synes å ha avtatt i Surna de to siste årene er det også påfallende at reduksjonen har vært størst for mellomstore og store individer.

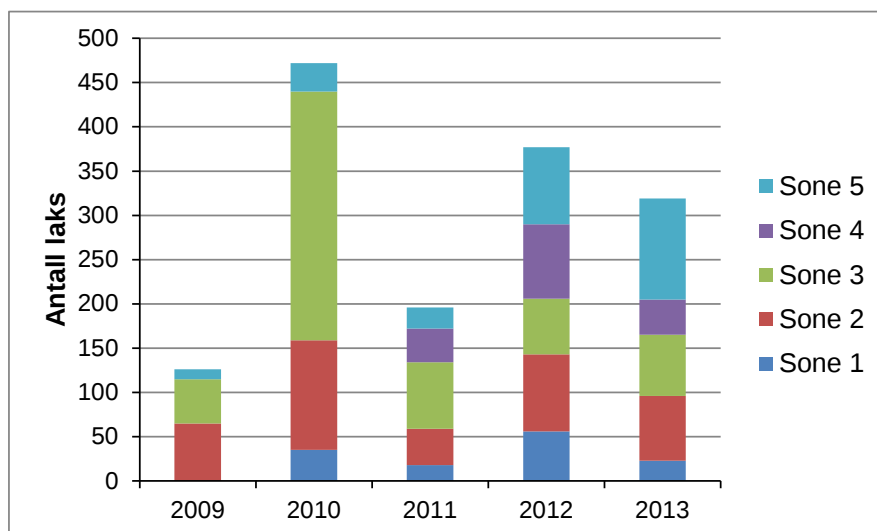
Lysfiske

I perioden 2009-2011 ble det gjennomført forsøk med lysfiske for å observere og ta prøver av gytefisk i Surna oppstrøms Trøknaholt (i Tiåa og øverst i Lomunda). Disse tre årene ble det observert henholdsvis 11, 32 og 68 laks i 2009, 2010 og 2011 (**vedlegg 4**). Fra og med høsten 2012 ble også Sunna undersøkt med lys og håv, og dette året ble det observert 87 laks. Høsten 2013 ble i tillegg den nederste delen av Lomunda inkludert i lysfisket, og dette året ble det observert 114 laks i Surna oppstrøms Trøknaholt. Det har blitt funnet få sjøaure ved lysfiske i de øvre deler av vassdraget. Flest observasjoner ble gjort i 2012 med 12 individer (**vedlegg 4**).

Mellomlaks har vært den dominerende størrelseskategorien under lysfisket i samtlige år og mellom 50 og 64 % av laksen har tilhørt denne gruppen. Innslaget av smålaks har variert mellom 19 og 36 %, mens storlaks har utgjort fra 7 til 20 % av registreringene. Kjønnfordelingene hos villaks i de undersøkelsesårene med størst antall fisk i fangstene (2011-2013) har vært skjevfordelt, med en større andel hanner (63-65 %) enn hunner. Årsaken til dette kan være knyttet til tidspunktet som lysfisket har blitt gjennomført på og laksens gy-

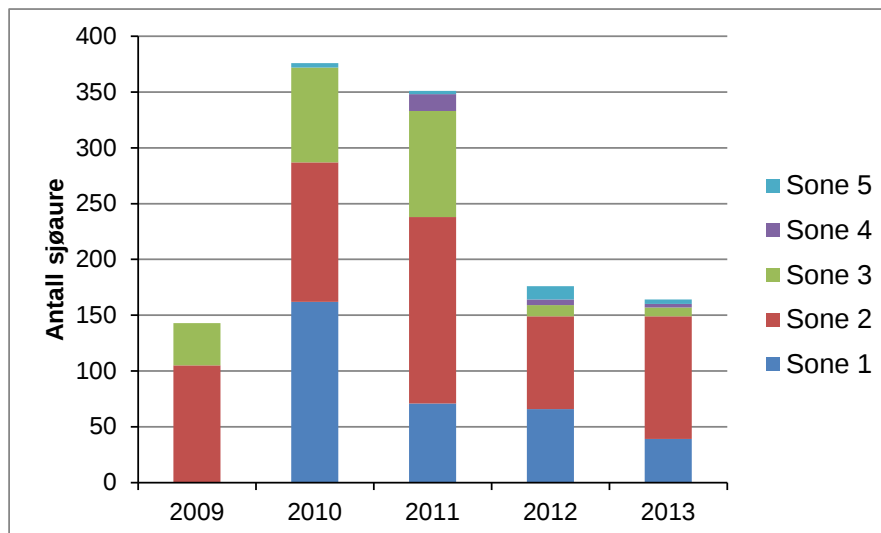
teadferd. Hanner oppholder seg i lengre tid på gyteområdene enn hunner som synes å forlate gyteplassen relativt kort tid etter gyting. Samlet sett for årene 2011-2013 var smålaksen dominert av hanner (91 %, $n_{\text{tot}} = 45$) og storlaksen av hunner (67 %, $n_{\text{tot}} = 30$), mens kjønnsforholdet var omtrent likt hos mellomlaks (47 % hunner, $n_{\text{tot}} = 95$).

Fordelingen av gytefisk i de ulike sonene av Surna har variert mellom år for både laks og sjøaure. De tre siste høstene har hele strekningen fra Trøknaholt ned til Skei blitt undersøkt ved drivtelling, og disse årene har mesteparten av laksen (51-65 %) blitt registrert oppstrøms kraftverket (**figur 4.4.5**). Antallet laks registrert tilsvarer en tetthet på henholdsvis 5-7 og 3-7 gytelaks pr. kilometer elvestrekning ovenfor og nedenfor Trollheim kraftverk i perioden 2011-2013, mens tilsvarende tall for toppåret 2010 var 14 og 8 individer. At det observeres flere laks oppstrøms kraftverket enn nedstrøms kan imidlertid skyldes at en sannsynligvis observerer en større andel av gytebestanden oppstrøms. Resultatene fra lysfisket i Sunna i 2012 og 2013 viser at elvestrekningen mellom Tiosen og Trøknaholt er et viktig gyteområde for laks i vassdraget med en tetthet på 14-17 laks pr. kilometer elvestrekning. Høyere registrert tetthet på denne strekningen kan imidlertid være et resultat av at en har observert en større andel av gytebestanden ved lysfisket enn en har gjort ved drivtelling lengre ned i elva.



Figur 4.4.5. Antall laks registrert i ulike deler av Surna ved drivtelling og lysfiske (bare i Sone 5) i perioden 2009-2013. Sone 4 (Bolme-Trøknaholt) ble ikke undersøkt i 2009 og 2010, mens sone 1 (Skei-Honnstad) ikke ble undersøkt i 2009. I sone 5 (oppstrøms Trøknaholt) ble det undersøkt en vesentlig større del av vassdraget i 2012 og 2013 enn i de tidligere årene.

I alle årene med drivtelling har det blitt registrert vesentlig flere sjøaure nedstrøms kraftverket enn oppstrøms (**figur 4.4.6**). Andelen registreringer nedstrøms varierte mellom 68 og 73 % i 2009-2011. I 2012 og 2013 ble det nesten ikke observert sjøaure ovenfor kraftverket (7-10 %) og det samlede antallet sjøaure observert var mer enn halvert sammenlignet med årene 2010 og 2011. Resultatene for 2012 samsvarer med ungfiskundersøkelsene i 2013 hvor det bare ble funnet årsyngel av aure på 6 av 17 stasjoner oppstrøms Trollheim kraftverk, og tettheten av slik fisk var svært lav på disse stasjonene. Tettheten av årsyngel av aure har i hele perioden 2010-2013 gjennomgående vært høyere nedstrøms kraftverket enn oppstrøms noe som også stemmer overens med resultatene fra drivtellingene.



Figur 4.4.6. Antall sjøaure registrert i ulike deler av Surna ved drivtellingene og lysfiske i perioden 2009-2013. Sone 4 (Bolme-Trøknaholt) ble ikke undersøkt i 2009 og 2010, mens sone 1 (Skei-Honnstad) ikke ble undersøkt i 2009. I sone 5 (oppstrøms Trøknaholt) ble det undersøkt en vesentlig større del av vassdraget i 2012 og 2013 enn i de tidligere årene.

Drivtellingene i 2010 og 2012 ble gjennomført i begynnelsen av oktober, mens tellingene i 2011 og 2013 ble gjennomført i midten av oktober. Ulikt tidspunkt for telling i forhold til antatt kjernetid for sjøauregyting i vassdraget kan derfor neppe forklare nedgangen i observasjoner i begge de to siste årene av undersøkelsen sammenliknet med 2010 og 2011. I 2013 ble det registrert vesentlig flere gytegrøper av aure nedstrøms kraftverket enn i de foregående årene. Dette kan tyde på at gytebestanden av sjøaure var en god del større høsten 2013 enn hva tellingene av gytefisk tilsier.

Tidspunkt for gjennomføring av drivtellingene kan virke inn på hvor i elva fisken blir observert. I 2010 og 2012 ble undersøkelsene foretatt i begynnelsen av oktober og de fleste observasjonene av laks ble gjort i dype partier av elva, noe som indikerer at gytingen enda ikke var kommet i gang. Ulikt tidspunkt for gjennomføring av undersøkelsene vil sannsynligvis medføre mindre overenstemmelse mellom observasjonssted og faktisk gyteområde i år hvor tellingene ble gjennomført før antatt kjernetid for gyting (15.oktober-25.oktober i Surna). Dette underbygges også av resultatene fra gytegruppregistreringene. Til tross for at det i området ved Svean har blitt observert lite gytefisk av laks og sjøaure under drivtellingene, har registreringer av gytegrøper i november måned vist at dette området sannsynligvis er det viktigste gyteområdet i hele vassdraget.

Undersøkelser i flere norske vassdrag (Heggberget mfl. 1987) viser at sjøaure generelt gyter noe før laksen. En enkelt fisketelling som tar sikte på å anslå gytebestanden av begge artene vil om arbeidet blir utført utenfor kjernetiden til en av artene underestimere gytebestanden til denne arten. Drivtellingene har de siste fire årene vært gjennomført enten i begynnelsen av (2010 og 2012) eller i midten av oktober (2011 og 2013). Antatt kjernetid for gyting av laks i Surna er 15.-25. oktober, og disse forskjellene i gjennomføring av tellingene kan ha påvirket resultatene.

Visuell telling av gytefisk gir estimerer på hvor mye gytefisk som faktisk er til stede i vassdraget. Det er imidlertid knyttet en god del usikkerheter til disse estimatene. Usikkerhetene ved tradisjonelle drivtellingene er i første rekke knyttet til andelen gytefisk som blir observert, artsbestemmelse, størrelsesfordeling og kjønnsfordeling (Bremset mfl. 2010). Når det gjelder sjøaure er det også knyttet usikkerhet til hvorvidt all fisk er gytemoden, eller om det

også er et innslag av umoden fisk og tidligere kjønnsmoden fisk som står over gyting (såkalte hvilere). Dette problemet er spesielt stort i tilfeller der umoden og moden sjørret danner større stimer i dypere elveområder (Jensen mfl. 2010).

Presisjonen på gytefisktellinger avhenger i stor grad av vassdragets utforming (Orell & Erkinaro 2007) og mannskapets erfaring (Orell mfl. 2011). Ikke minst er observasjonsforholdene på undersøkelsestidspunktet avgjørende. Å kunne registrere art, kjønn og størrelse på fisk som i hovedsak er fordelt parvis eller i små grupper presist krever erfaring med undervannsobservasjoner i elv. En absolutt forutsetning for gode undervannsobservasjoner av fisk er at siktforholdene er tilfredsstillende. Ved drivtellingene i Surna har effektiv sikt variert fra 3-4 meter (ved flere anledninger på strekningene fra Trøknaholt til kraftverket) til 6-7 meter (nederste strekning høsten 2013, se **vedlegg 2** og **3**). Førstnevnte siktforhold er mindre egnet for drivtelling, i og med at det er anbefalt minst 4 meter effektiv sikt for undervannsobservasjoner av fisk (Gardiner 1984). Dårlige siktforhold vil kunne bidra til en vesentlig underestimering av fiskeforekomst, ved at fisk i et område enten svømmer bort fra observatør eller blir oversett når observatør passerer oppholdsstedet til fiskene.

Siktforholdene fører også til at bare deler av elvetverrsnittet kan undersøkes effektivt når det benyttes få drivtellere. Nedstrøms Trollheim kraftverk er effektiv sikt som regel om lag fire meter, hvilket innebærer at hver observatør i prinsippet dekker en stripe på om lag åtte meter. Teoretisk sett skal da tre observatører i formasjon dekke om lag 24 meter. I praksis vil det likevel bli en viss overlapping i enkelte områder, grunnet sterke vannstrømmer og vanskelige dybdeforhold (for grunt og steinete). Surna er jevnt over bred i de nedre delene, og middelbredden på 22 dypområder som ble undersøkt høsten 2008 var om lag 45 meter (Forseth mfl. 2009a). Maksimal vanndybde i disse dypområdene varierte mellom tre og åtte meter - noe som tilsier at gytefisk som har oppholdt seg i de dypeste områdene trolig ikke har blitt registrert under gytefisktellingene. I 2012 og 2013 ble antallet observatører nedstrøms TK økt fra tre til fire for å få en bedre dekning av elvetverrsnittet i brede partier av elva som ved Svean.

Det foreligger få studier hvor drivtelling er forsøkt verifisert med andre metoder i elver som kan sammenliknes med de nedre deler av Surna med hensyn på dybde, bredde og sikt. I de øvre deler av Altaelva (Sautso) ble det i årene 2009-2010 utført en merking-gjensynundersøkelse, der laks ble merket med godt synlige "Petersons disc tags", slik at fisken kunne gjenkjennes under drivtelling. Det ble gjennomført en drivtelling pr. dag med et tellemannskap bestående av tre erfarne personer i 6-8 påfølgende dager inn mot og under laksens kjerneperiode for gyting. De tre personene dekte deler av elvetverrsnittet der valg av drivrute var basert på kjennskap til gyteområder og standplasser for laks under gyting. I gjennomsnitt ble mellom 14-20 % av den merkede smålaksen og 12-26 % av den merkede mellom- og storlaksen observert under tellingene (Ugedal mfl. 2010, 2011). Altaelva har en noe større vannføring enn Surna, men har som Surna brede dypområder i tillegg til mer rasktflytende grunnere områder. Siktforholdene synes heller ikke å være vesentlig forskjellig. Resultatene fra Altaelva tyder på at undervurderingen av gytebestanden i store elver med relativt dårlig sikt kan være betydelig ved én enkelt drivtelling. I utgangspunktet er tre eller fire drivtellere for lite til å ha god dekning i slike store elver. Om det lar seg gjøre å få bedre resultater med flere drivtellere er usikkert.

4.4.3 Samlet vurdering av gytefiskundersøkelser i Surna

Erfaringene fra forsøk med registrering av gytefisk i perioden 2009-2013 tilsier at det er betydelige metodiske utfordringer i et så stort og komplekst vassdrag som Surnavassdraget. De fleste gytefisktellinger i Norge gjennomføres i betydelig mindre vassdrag på Vestlandet og i Nord-Norge. Det er i første rekke de nasjonale laksevassdragene Altaelva og Driva som størrelsesmessig kan sammenlignes med Surnavassdraget, og som det er naturlig å benytte som referansegrunnlag for gytefiskundersøkelsene i Surna. I Altaelva har det i flere år vært benyttet en kombinasjon av telling av gytegroper og registrering av gytefisk (Ugedal mfl. 2010, 2011). Forsøk med merking-gjensyn i Sautso i perioden 2009-2011 viste at det kunne være store forskjeller i antall registrerte fisk innenfor det samme området ved tellinger på påfølgende dager. I Driva har det ved en anledning vært gjennomført drivtelling av gytefisk på den 89 kilometer lange strekningen fra vandringshinderet i Drivdalen til utløpet i Sunndalsfjorden (Bremset mfl. 2012a). Beregninger basert på fysiske og biologiske forhold tilsa at oppdagelsessannsynlighet var mindre enn 35 % for laks og mindre enn 28 % for sjøaure i undersøkelsesperioden, til tross for at Driva er en forholdsvis klar elv med effektiv sikt på opp mot 8 meter.

Nedstrøms Trollheim kraftverk

I likhet med i Altaelva er det til dels dårlige siktforhold i Surna; nedstrøms Trollheim kraftverk kan det enkelte ganger være dårligere sikt enn det som er anbefalt som et minimum for undervannsobservasjoner (Gardiner 1984). Dårlig sikt kan føre til at laks og sjøaure blir skremt og aktivt unngår observatør ved å flykte nedstrøms eller til sidene (Anonym 2004). I de mest rasktflytende elvepartiene nedstrøms kraftverket er vannhastigheten høy (2-3 m/s), noe som medfører svært kort tid til å observere og identifisere gytefisk. Et høyt innslag av til dels dype kulper (Forseth mfl. 2009a) øker sannsynligheten for at gytefisk som benytter dypområder som standplasser før gyting ikke blir registrert. Samlet sett vil oppdagelsessannsynligheten være lavere enn ønskelig og ligger på et ukjent nivå, noe som medfører betydelige usikkerheter med hensyn til gytebestandenes størrelse i nedre deler av Surnavassdraget. Senere års erfaringer med registrering av gytegroper fra båt tilsier at dette er en egnet metode i området nedstrøms kraftverket, men også her er det usikkert hvor stor andel av gytegroperne en er istand til å observere. Det kan derfor være nødvendig å kombinere gytefisktelling og gytegropregistrering for å få best mulig oversikt over gytebestandens størrelse og fordeling i denne delen av elva.

Strekningen mellom Bolme og Trollheim kraftverk

Den elvestrekningen som vurderes mest egnet for drivtelling er strekningen mellom Bolme og Trollheim kraftverk. Selv om effektiv sikt enkelte år har vært ned mot det absolutte minimumskravet er det lite innslag av områder som er vanskelig å undersøke grunnet dybdeforhold (dype holer eller svært grunne elveparti), sikkerhetsforhold (rasktflytende områder med mye stor stein) eller kompleksitet (sideløp, elvedeler). Alternative metoder er vurdert mindre egnet enn drivtelling. Erfaringene fra gytegroptellinger som har vært gjennomført siden høsten 2002 viser at det mange ganger blir problemer med overflateis, sarr og kjøving. Elvestrekningen er jevnt over for dyp og bred til at lysfiske kan gjennomføres på en presis og kostnadseffektiv måte. Ut fra en samlet vurdering anbefales det derfor å benytte drivtelling i framtidig overvåking av gytefisk på strekningen mellom Bolme og Trollheim kraftverk.

Strekningen mellom Rinna og Bolme

Vassdraget oppstrøms Bolme er i likhet med området nedstrøms Trollheim kraftverk forholdsvis dårlig egnet for drivtellinger. Dette skyldes at elvestrekningene jevnt over er grunne, steinete og strie, noe som medfører lav effektiv sikt og sikkerhetsmessige utfordringer. Strekningen mellom Trøknaholt og utløpet av Rinna har imidlertid en del dypere kulpområder som ikke lar seg undersøke med andre metoder. I perioden 2002-2013 var det bare

ved én anledning mulig å registrere gytegroper under tilfredsstillende forhold i denne delen av vassdraget kun i 2005. Forsøk med lysfiske i dette området i 2011 ble mislykket på grunn av for stor vannføring med påfølgende liten oppdagelsessannsynlighet. Samlet sett vurderes det derfor at drivtelling er mest egnet metode i området mellom Rinna og Bolme.

Vassdraget oppstrøms Rinna

I Tiåa, Lomunda og Sunna synes fangst av gytefisk ved hjelp av lys og håv (lysfiske) å være godt egnet i perioder med lav vannføring. Det er også grunn til å anta at lysfiske kan være egnet i andre sidevassdrag som Bulu, Folla og Vindøla. Fangst av gytefisk har det fortrinn foran undervannsobservasjoner at en kan innhente relevant tilleggsinformasjon (lengde, vekt, merking og opphav). Ut over dette har man også anledning til sikrere bestemmelse av art, kjønn og størrelsesgruppe, noe som bidrar til en mer pålitelig informasjon om gytebestandenes størrelse og sammensetning.

Muligheter og begrensninger

Størsteparten av fangsten av laks og sjøaure i Surna tas nedstrøms Trollheim kraftverk. På grunn av det sterkt reduserte elvefisket oppstrøms kraftverket vil ikke rapportert fangst kunne gi et tilfredsstillende grunnlag for å vurdere gytebestandenes størrelse og sammensetning i midtre og øvre deler av Surnavassdraget. Det finnes heller ingen alternativ metodikk til gytefiskundersøkelser for å overvåke utviklingen i gytebestandene. Ungfiskundersøkelser gir indirekte informasjon om gyting hos laks og sjøaure gjennom forekomst og tetthet av årsyngel. Siden årsyngel synes å ha en begrenset spredning den første tiden etter at de er kommet opp av grusen vil denne informasjonen i første rekke være knyttet til nærområdene til de undersøkte stasjonene. Det etablerte stasjonsnett er relativt begrenset og har ikke den oppløsning som er anbefalt i den nylig utarbeidete håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013).

Med mindre man etablerer et betydelig mer omfattende stasjonsnett for ungfiskundersøkelser, vil man ikke kunne få presis informasjon om fordeling av gytefisk i ulike elveavsnitt og oppdage eventuell mangel på gytefisk i enkelte år og i enkelte områder. Undersøkelsene av ungfisk som har vært gjennomført i perioden 2002-2013 kan ikke svare på om liten rekruttering av årsyngel i et område skyldes manglende gytefisk eller dårlig overlevelse fra egg til yngel. Sammenliknbare tall for forekomst av gytelaks i disse vassdragsavsnittene vil gi et vesentlig bedre grunnlag for å vurdere eggdeponering på strekningsnivå og kan potensielt bidra til å avdekke produksjonsmessige flaskehalser. Informasjon om fordeling av gytefisk gir også mulighet til å vurdere om ulike strekninger har ulikt stadium for bestandsregulering på ungfiskstadiet, som igjen kan relateres til ulik grad av påvirkning fra reguleringsinngrepene i vassdraget.

For en framtidig overvåking av gytebestandene av laks og sjøaure i Surnavassdraget vurderer vi at det er nødvendig å benytte en kombinasjon av flere metoder. I deler av vassdraget kan det også være hensiktsmessig å benytte mer enn én overvåkingsmetode. Basert på erfaringer som er oppnådd i perioden 2002-2013 anbefaler vi følgende innretning av framtidig gytefiskovervåking i Surnavassdraget:

- a) Sidevassdrag og øvre deler av hovedstreng: Lysfiske.
- b) Hovedstreng mellom Rinna og kraftverket, samt nedre del av Lomunda: Drivtelling.
- c) Hovedstreng nedstrøms Trollheim kraftverk: Gytegroper og drivtelling.

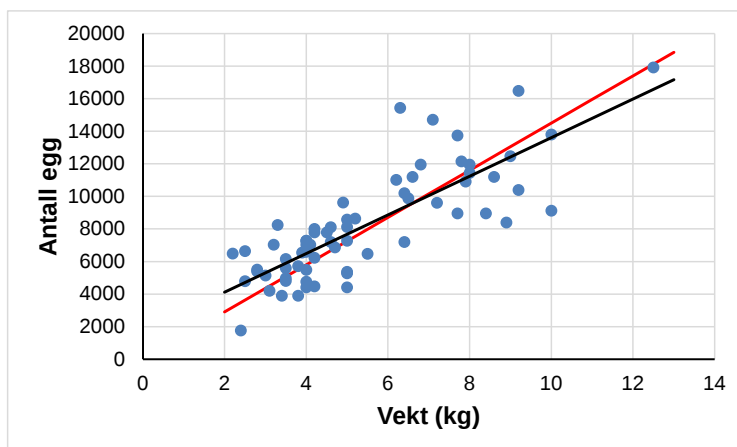
4.4.4 Gytebestandsmål for laks

I de senere år har gytebestandsmål blitt innført som et verktøy i norsk lakseforvaltning. I 2007 ble førstegenerasjons gytebestandsmål foreslått for 80 av de viktigste laksevassdragene (Hindar mfl. 2007). Senere er gytebestandsmål fastsatt for øvrige vassdrag, slik at det nå er gitt gytebestandsmål for til sammen 439 laksevassdrag (Anonym 2010). Det aktuelle gytebestandsmålet for laks i Surna er i størrelsesorden 2 egg/m² (med usikkerhetsmargin mellom 1,5 og 3 egg/m²). Med utgangspunkt i et vanndekt areal på om lag 3 506 000 m² (ut fra areal målt på 1:50 000 kart), tilsvarer dette at det må gytes om lag 7 million egg (7 012 000 egg). Omregnet til gytefisk tilsvarer dette om lag 4840 kg hunnfisk. Dersom man tar høyde for usikkerhetsmarginen, tilsvarer dette mellom 3630 og 7250 kg gytende hunnlaks i Surna (Anonym 2010). Gjennomsnittsstørrelsen til hunnfisk i skjellprøvematerialet samlet inn fra sportsfisket i Surna i 2009-2013 var 6,0 kg. Hvis denne størrelsen er representativ for gytebestanden må om lag 800 (600-1200) hunnlaks gyte i elva for at gytebestandsmålet skal nås.

Gytefisktellingerne i Surna kan i prinsippet brukes til å gi et grovt anslag over hvor mange hunnlaks som har deltatt i gytingen hvert år og hvor mange egg de potensielt har gytt, og dermed kunne vurdere om gytebestandsmålet i elva er oppnådd. Det er knyttet stor usikkerhet til hvor stor andel av gytefisken som observeres i Surna, i og med at det ikke er gjennomført undersøkelser for å beregne hvor stor andel av gytefisk som blir observert under henholdsvis drivtelling og lysfiske. Det kan derfor være formålstjenlig å inkorporere denne usikkerheten i beregninger av antall gytefisk og det samlede antall egg som kan gytes. Vi har derfor i våre beregninger antatt en deteksjonssannsynlighet mellom 15 og 50 %, som erfaringsmessig er i det området som sann verdi trolig ligger innenfor i et større vassdrag som Surna. Det er ikke gjennomført beregninger for 2009 fordi det dette året bare ble gjennomført gytefisktelling på et begrenset område av elva. Heller ikke i 2010 ble hele elva dekket av tellingene, men dette året ble en større del av elva undersøkt enn i 2009, og vi valgte å ta med dette året.

I beregninger av eggdeponering tas det vanligvis utgangspunkt i at det i snitt produseres 1450 egg per kilo gytende hunnlaks (Anonym 2010). Vi sjekket denne sammenhengen opp mot en sammenheng mellom antall egg og vekta på hunnfisk (i kg) basert på estimater av eggantall for 54 stamfisk samlet inn i Surna i årene 2010-2013 fra Rossåa fiskeanlegg. Disse stedegne dataene ga et avtakende antall egg pr. kilo hunnfisk med økende fiskestørrelse, men gjennomsnittlig eggantall pr. kilo hunnfisk for større laks var ikke vesentlig forskjellig fra 1450 (**figur 4.4.7**).

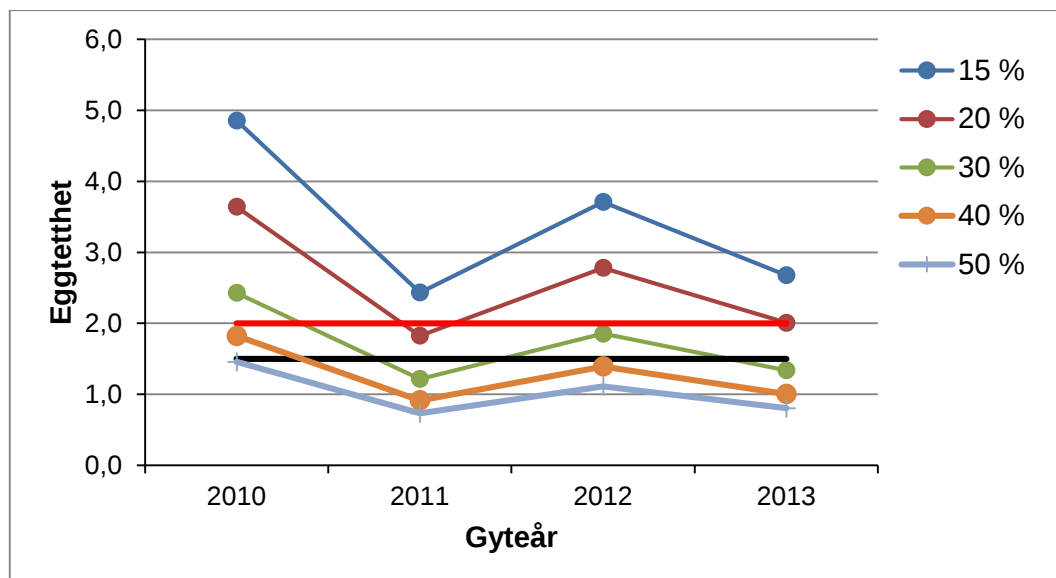
I beregninger av samlet vekt av gytende hunnlaks tas det utgangspunkt i den observerte størrelsesfordelingen av gytefisk ved gytefisktellingerne det enkelte år. Denne er i rimelig godt samsvar med størrelsesfordelingen i sportsfiske. Videre har vi benyttet samme kjønnsfordeling i de tre størrelsesgruppene av laks som benyttet av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning: henholdsvis 20, 70 og 70 % hunner for små-, mellom- og storlaks basert på sportsfiskefangster i Surna på første halvdel av 2000-tallet og generell kunnskap om kjønnsfordeling i bestander med liknende bestandsstruktur som i Surna. (Peder Fiske NINA pers. medd.) Denne kjønnsfordelingen ble benyttet fordi våre beregninger vil bli sammenliknet med Vitenskapelig råd sine vurderinger.



Figur 4.4.7. Sammenheng mellom vekta på hunnlaks (i kg) og antall egg hos stamlaks fanget i Surna. Regresjonslinja for sammenhengene ($E = 1747 + 1187 V_h$; lineær regresjon $R^2 = 0,66$; $p < 0,001$) er vist som svart linje mens den røde linja viser 1450 egg pr. kg hunnfisk.

Beregningene viser at dersom så mye som 50 % av gytelaksen har blitt registrert hvert år har eggtettheten vært for lav til at gytebestandsmålet har blitt nådd i noen av årene (**figur 4.4.8**). Hvis 40 % av laksen ble registrert hvert år ville eggtettheten i 2010 vært om lag 1,5 per m^2 og i nærheten av nedre usikkerhetsskranke for gytebestandsmålet i Surna. Hvis bare 20 % av fisken registreres hvert år så ville gytebestandsmålet på 2 egg pr. m^2 elvebunn blitt nådd med god margin både i 2010 og 2012, mens eggdeponeringen i 2011 og 2013 ville ha vært om lag 1,5 egg pr. m^2 elvebunn. Med 15 % deteksjon ville målet vært nådd med god margin alle årene.

Vi mangler kunnskap om hvor stor andel av laksen som registreres ved tellingene i Surna. Underestimeringen av gytebestanden ved drivtelling er sannsynligvis stor nedstrøms Trollheim kraftverk og kan også være betydelig oppstrøms kraftverket på grunn av siktforholdene i vassdraget. Undersøkelser fra Altaelva viser at deteksjonssannsynligheten ved gytefisketelling i store elver med relativt dårlig sikt, som i Surna nedstrøms kraftverket, kan være lavere enn 20 % ved en enkel telling (se forrige avsnitt). Det er derfor ikke usannsynlig at den samlede deteksjonssannsynligheten i 2010 kunne vært så lav som 20 %, blant annet fordi tellingen dette året bare skjedde i deler av elva (se også avsnitt 4.4.3). En gradvis større del av vassdraget er undersøkt de senere årene hvor lysfiske er blitt tatt i bruk i de øvre deler av elva. Vi mangler også kunnskap om hvor stor andel av laksen som blir registrert ved lysfiske, men undervurderingen med denne metoden er neppe så stor som ved drivtelling. Lysfisket dekker imidlertid bare en mindre andel av det totale arealet tilgjengelig for gyting av sjøvandrende laksefisk i Surna, slik at usikkerhetene knyttet til sannsynlighet for deteksjon ved drivtellingene i de midtre og spesielt nedre deler av vassdraget vil være helt avgjørende for hvor stor andel av gytebestanden som er observert de ulike år. Områdene nedstrøms kraftverket utgjør om lag 60 % av det totale lakseproduserende arealet i elva (ut fra areal målt på 1:50 000 kart). Hvor stor andel av den totale gytebestanden som gyter i de ulike delene av vassdraget vil derfor påvirke den samlede sannsynligheten for å oppdage gytelaks ved undersøkelsene. Vi vil imidlertid forvente at det gjennomgående har vært en noe høyere deteksjonssannsynlighet de to siste enn de to foregående årene.



Figur 4.4.8. Beregnet eggtetthet for laks i Surna basert på antall og størrelsessammensetning av gytefisk i elva i ulike gyteår i perioden 2010-2013. Beregningene er foretatt for 5 ulike sannsynligheter for hvor stor andel av laksen som blir registrert ved gytefisktellningene (15, 20, 30, 40, og 50 %). Rød strek angir gytebestandsmålet for Surna (2 egg pr. m²) mens svart strek angir nedre skranke for gytebestandsmålet (1,5 egg pr. m²).

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning gjennomfører årlig en vurdering av måloppnåelse med hensyn på gytebestandsmål for laks i Surnavassdraget etter sin standardiserte metodikk for slike vurderinger i norske laksevassdrag (Anonym 2014a,b). Rådets vurdering tilsier at gytebestandsmålet ble nådd med god margin i 2010. I 2011 og 2012 ble eggdeponeringen vurdert å være vesentlig lavere enn i 2010, men fremdeles over gytebestandsmålet med stor sannsynlighet. I 2013 var den simulerte eggdeponeringen lavere enn de to foregående årene. Vitenskapelig råd konkluderer (Anonym 2014b) med at "Forvaltningsmålet er nådd for denne bestanden. Oppnåelsen av gytebestandsmålet var dårligere i 2013"

Våre grove beregninger av eggdeponering de siste fire årene stemmer i store trekk overens med vurderingene til vitenskapelig råd med hensyn på forskjeller mellom år med 2010 som det året med størst eggdeponering og 2013 som året med lavest eggdeponering. Våre beregninger gir imidlertid en lavere eggdeponering enn vitenskapelig råds beregninger selv med en deteksjonssannsynlighet på 20 %.

I Surna er vitenskapelig råds vurderinger basert på rapportert fangst av laks med antakelser om beskatningsrate, det vil si hvor stor andel av innsiget av laks til vassdraget som tas ut i sportsfiske. I de siste årene har rådet antatt at beskatningen i Surna tilsvarer kategorien lav beskatning i store vassdrag, fordi det er innført strenge kvoter og gjenutsetting av fisk (spesielt hunnlaks) i august (se Anonym 2014b for detaljer). Rådet har i sine simuleringer av gytebestand lagt inn usikkerheter i blant annet beskatningsrate, og på denne måten tatt høyde for at beskatningsraten kan variere mellom år. Det er imidlertid ikke utenkelig at vitenskapelig råd år om annet kan ha undervurdert beskatningen i Surna med denne metoden. Hvis beskatningen i vassdraget er undervurdert vil det være større overenstemmelse mellom våre beregninger av gytebestand og eggdeponering og beregningene presentert av vitenskapelig råd.

Uansett så understreker våre grove beregninger at usikkerheten rundt gytefisktellningene i Surna foreløpig er for stor til at disse kan brukes til å vurdere måloppnåelse med hensyn til

gytebestandens størrelse. Gytefisktellingene gir imidlertid nyttig kunnskap om hvordan laksen er fordelt i vassdraget, og kan over tid bidra til bedre vurderinger av eggdeponering i forskjellige vassdragsavsnitt. Dette kan være nyttig kunnskap for vurderinger av bestandsutviklingen i vassdraget i årene fremover generelt og også for vurderinger av effekter knyttet til reguleringen. Økt kunnskap om usikkerheter i registreringene av gytefisk i forhold til miljøfaktorer under tellingene og topografiske forhold i elva (spesielt kombinasjonen av sikt, bredde og dyp) kan enten framskaffes ved undersøkelser i Surna eller hentes fra undersøkelser i vassdrag med sammenliknbare forhold.

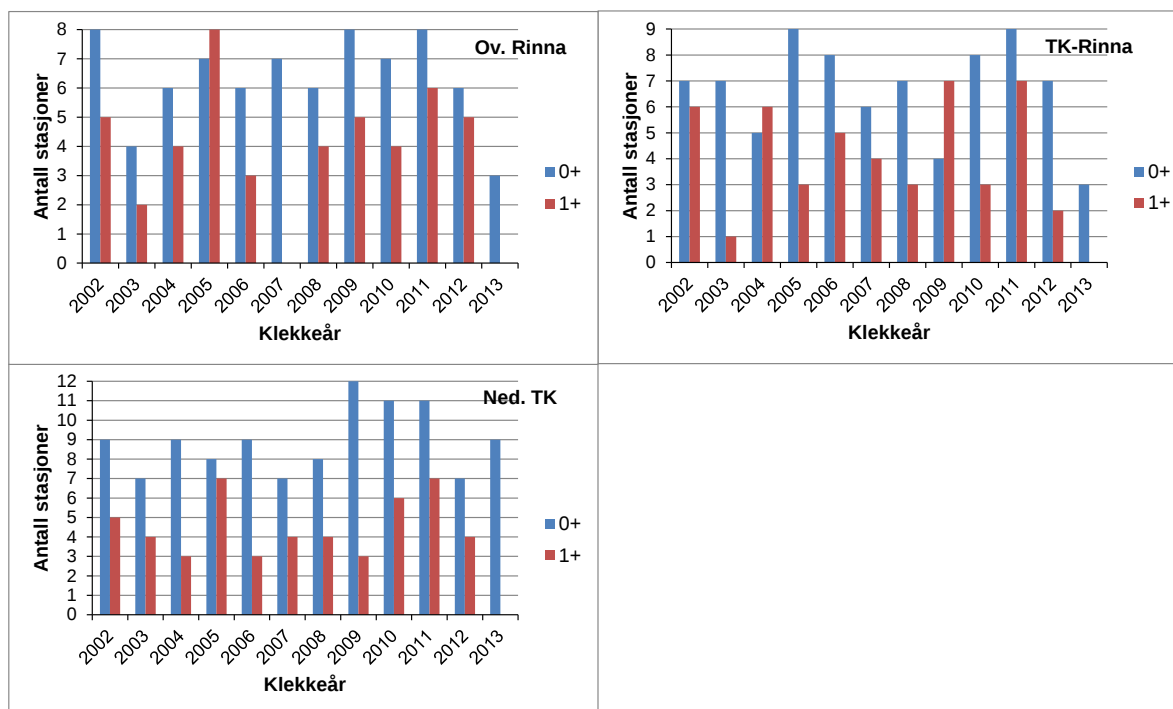


Mellomstor sjøaurehunn fanget ved lysfiske i Tiåa. Foto: Marius Berg.

4.5 Ungfisk

4.5.1 Forekomst og tetthet av aure

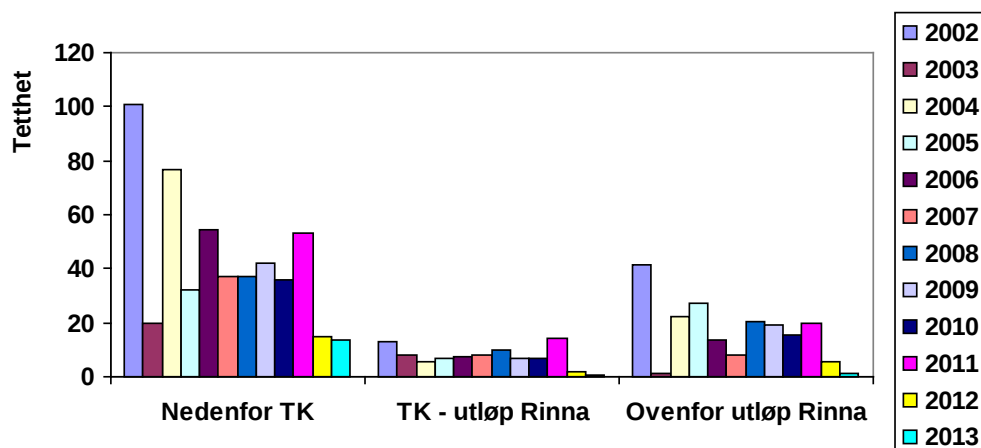
Årsyngel av aure ble i perioden 2002-2013 funnet på fleste av ungfiskstasjonene i Surna nedstrøms kraftverket, med 2012 som året med lavest utbredelse (7 av 12 stasjoner). Ettåringer forekom vanligvis på vesentlig færre stasjoner enn årsyngel fra samme årsklasse (**figur 4.5.1**). Årsyngel av aure har også blitt funnet på mesteparten av stasjonene oppstrøms kraftverket de fleste år. I 2013 ble det imidlertid bare funnet årsyngel på til sammen 6 av 17 undersøkte stasjoner oppstrøms kraftverket. Dette stemmer overens med at få sjøaure ble observert ved gytefisktellingene i denne delen av vassdraget høsten før. Også i denne delen av elva finnes ettåringer på færre stasjoner enn årsyngel fra samme årsklasse.



Figur 4.5.1. Forekomst av årsyngel (0+) og ettårige aureunger (1+) av samme årsklasse på elfiskestasjonene nedenfor (nedre panel) og ovenfor (øvre paneler) utløpet av Trollheim kraftverk (TK) i Surna i perioden 2002-2013. Resultatene er gruppert etter klekkeår for de ulike årsklassene. Oppstrøms Rinna og mellom Trollheim kraftverk og Rinna er det fisket henholdsvis 8 og 9 stasjoner alle år. Nedenfor TK ble det fisket 9 stasjoner (8 i 2003 og 2007) fram til 2008 og 12 stasjoner de siste fem årene.

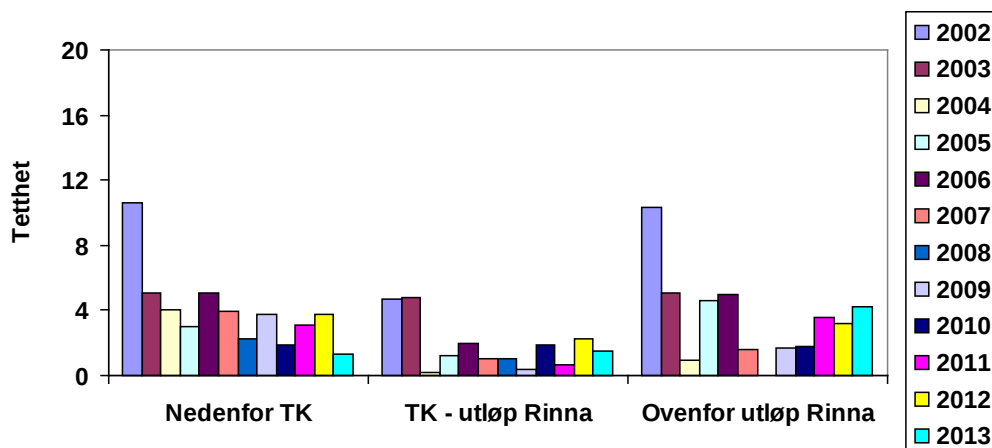
De gjennomsnittlige tetthetene av årsyngel av aure har i de aller fleste år vært vesentlig høyere nedstrøms kraftverket enn oppstrøms (**figur 4.5.2**). De høyeste tetthetene ble funnet i starten av undersøkelsene med opptil 100 individer pr. 100 m². Fra 2005 til 2010 varierte verdiene mellom 30 og 50 individer pr. 100 m², mens den gjennomsnittlige tettheten har vært lavere enn 15 individer pr. 100 m² de to siste årene.

På stasjonene oppstrøms kraftverket og opp til utløpet av Rinna har den gjennomsnittlige tettheten av årsyngel vært lavere enn 14 individer pr. 100 m² i alle år. Oppstrøms utløpet av Rinna har den gjennomsnittlige tettheten av årsyngel i de fleste år variert mellom 10 og 25 individer pr. 100 m², med høyest tetthet i 2002 med 40 individer pr. 100 m².



Figur 4.5.2. Gjennomsnittlig beregnet tetthet ($n/100 \text{ m}^2$) av 0+ aure på ulike strekninger av Surna i 2002-2013. TK = Trollheim kraftverk.

På alle de tre strekningene av Surna har den gjennomsnittlige tettheten av eldre aureunger vært lavere enn 5 individ pr. 100 m^2 i alle år, med unntak av nedstrøms kraftverket og oppstrøms utløpet av Rinna i 2002 da det ble funnet om lag 10 individ pr. 100 m^2 (figur 4.5.3).



Figur 4.5.3. Gjennomsnittlig beregnet tetthet ($n/100 \text{ m}^2$) av eldre aureunger på ulike strekninger av Surna i 2002-2013. TK = Trollheim kraftverk.

Alt i alt tyder resultatene på at området nedstrøms Trollheim kraftverk er det viktigste området for produksjon av sjøaure i hovedstrengen av Surna. Mellom kraftverket og utløpet av Rinna har det i alle år vært lave tettheter av årsyngel. Oppstrøms utløpet av Rinna har tetthetene av årsyngel vært gjennomgående høyere enn i de midtre deler av elva, men fremdeles lave. I alle deler av hovedelva er det funnet svært lave tettheter av eldre aureunger. Dette skyldes sannsynligvis at ungfiskstasjonene ikke er plassert på en slik måte at de representerer gode habitater for eldre aureunger i en elv som er dominert av laksunger. Ungfiskundersøkelsene i vassdraget gir derfor lite presis informasjon om utviklingen i bestanden av eldre aureunger.

Sjøauren (og til en viss grad også laks) utnytter også sideelver og sidebekker til gyting og oppvekst. Ved en befaring av sidebekker i vassdraget ble det funnet minst 36 bekker som egner seg til gyting og oppvekst av sjøvandrende laksefisk (Sæter & Øien 2009), med en

samlet strekning på om lag 30 km. Vanddekt areal ved lav vannføring ble beregnet til om lag 64 000 m². Det tilgjengelige arealet for produksjon i sidelver er større enn dette fordi Vindøla, Bulua, øvre deler av Tiåa, Toråa og bekker som drenerer til Lomundsjøen ikke inngikk i undersøkelsen. Uansett blir det totale arealet i sidevassdragene lite sammenliknet med arealet i hovedstrengen av elva, men slike sideelver og bekker kan likevel utgjøre et viktig bidrag til den totale produksjonen av sjøaure i vassdraget, ikke minst fordi fiskeproduksjonen per arealenhet ofte er betydelig større i slike små elver og bekker enn i store elver.

4.5.2 Tetthet og årsklassestyrke av laks på ulike delstrekninger

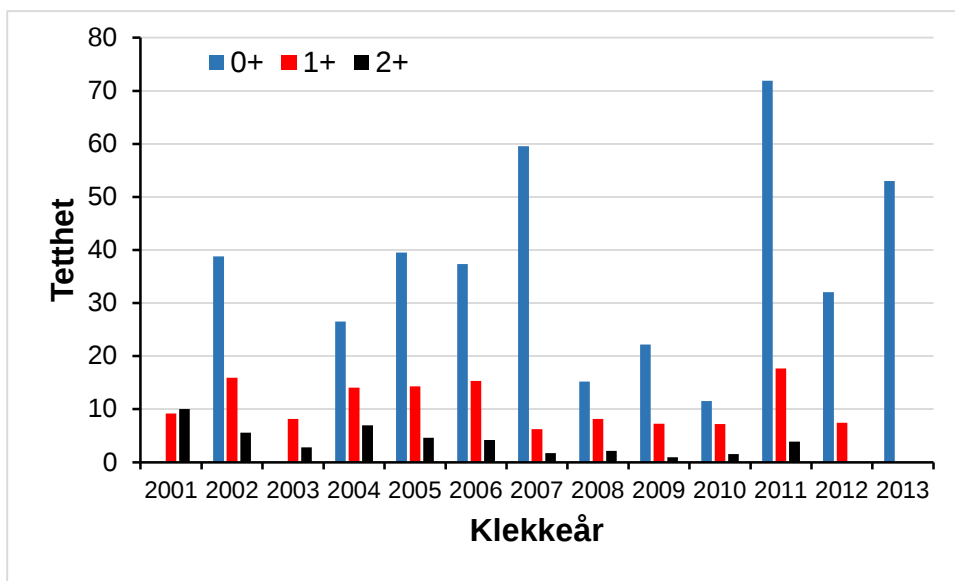
Ved elektrisk fiske påvirkes tetthetsestimatene av miljøforholdene under innsamlingen (Jensen & Johnsen 1988, Forseth & Forsgren 2008). Spesielt er vannføring viktig, og estimert tetthet avtar vanligvis med økende vannføring. I tillegg påvirkes tetthetsestimatene av vannføringsendring i timene eller dagene før innsamling, vanntemperatur, lysforhold og turbiditet (sikten i vannet). Det er derfor knyttet usikkerheter til bruken av tetthetsestimater for å studere tidstrender i tettheten av ungfisk, hvis ikke undersøkelsene kan gjennomføres på samme tid av året og under tilnærmet samme miljøforhold. Dette har ikke vært mulig å gjennomføre i Surna, slik at vi har forsøkt å korrigere tetthetsestimatene for ulik vannføring under fisket, noe som lot seg gjøre for laks med unntak for årsyngel nedstrøms kraftverket (se kapittel 3.4). Nedstrøms kraftverket vil resultatene også påvirkes av hvordan kraftverket driftes i tiden før fisket foregår. I to tilfeller har det vært drevet effektkjøring i forkant eller under undersøkelsene og i disse årene kan resultatene være påvirket av dette.

Nedenfor Trollheim kraftverk

Årsyngel av laks har blitt funnet på de fleste av ungfiskstasjonene nedstrøms Trollheim kraftverk i alle år, med forekomst på færrest stasjoner i 2008 (7 av 9 undersøkte). Ettårige laksunger har vanligvis blitt funnet på noe færre stasjoner enn årsyngel fra samme årsklasse. Toårige laksunger har en enda mindre forekomst og har de siste fem årene blitt funnet på under halvparten av stasjonene (3-5 stasjoner av 12 undersøkte) med unntak av i 2013 hvor de ble funnet på 7 av 12 stasjoner. Mindre forekomst av større laksunger kan i noen grad trolig tilskrives habitatforhold på ungfiskstasjonene fordi enkelte stasjoner nedstrøms kraftverket i stor grad mangler skjulplasser for de største laksungerne.

Den gjennomsnittlige tettheten av årsyngel av laks nedstrøms kraftverket har variert mye mellom år i undersøkelsesperioden (fra 12 til 72 individer pr. 100 m²), noe som delvis må antas å skyldes at fangstforholdene for elektrisk fiske har variert mellom år, og vi ikke har klart å korrigere for dette for denne aldersgruppen (**figur 4.4.4**). Årsklassene som klekket i 2007 2011 og 2013 fremstår som de sterkeste vurdert ut fra gjennomsnittlig tetthet av årsyngel, mens årsklassene som klekket i 2008 og 2010 fremstår som de svakeste. Høy tetthet i 2011 samsvarer med at gytebestanden høsten før fremstår som den mest tallrike de siste fem årene (se kapittel 4.4). I tillegg til forskjeller i gytebestandens størrelse kan varierende tetthet av årsyngel også skyldes forskjeller i overlevelse til rogn og yngel mellom år.

Gjennomsnittlig korrigert tetthet av 1+ har variert mellom 5 og 17 individer pr. 100 m². Det var en positiv men ikke signifikant sammenheng mellom tettheten av en årsklasse som 0+ og tettheten av den samme årsklassen som 1+ (lineær regresjon: $R^2 = 0,21$, $p = 0,13$). Gjennomsnittlig korrigert tetthet av 2+ har variert mellom 1 og 10 individer pr. 100 m², og flesteparten av årene har tettheten vært lavere enn 5 individer pr. 100 m². Det var en positiv men ikke signifikant sammenheng mellom tettheten av en årsklasse som 1+ og tettheten av den samme årsklassen som 2+ (lineær regresjon: $R^2 = 0,19$, $p = 0,18$).



Figur 4.5.4. Gjennomsnittlig tetthet ($n/100 \text{ m}^2$) av laksunger med ulik alder i Surna på strekningen nedstrøms Trollheim kraftverk (TK). Tetthetene for eldre laksunger er korrigert for vannføringsforholdene under elfiske. Tettheten av årsyngel av laks ble av metodiske årsaker sannsynligvis grovt overvurdert på noen stasjoner nedenfor TK i 2003 og gjennomsnittsverdien for dette året er ikke vist i figuren. I figuren er tetthetene gruppert etter klekkeår slik at figuren viser utvikling av tetthet av samme årsklasse ved ulik alder. For årsklassen som klekket i 2013 har vi derfor bare tetthet av denne som 0+ samme år.

Vitenskapelig råd har vurdert gytebestandsmål og eggdeponering for Surnavassdraget i hele undersøkelsesperioden. I henhold til rådets vurdering var sannsynlig eggdeponering under gytebestandsmålet (dvs. lavere enn 2 egg/m^2) i 2003, 2004 og 2007, mens sannsynlig eggdeponering har vært omkring gytebestandsmålet eller høyere resten av årene (Anonym 2014b). Det var ingen signifikante samvariasjoner mellom rådets vurdering av eggdeponering på vassdragsnivå og tetthet av ettåringer eller toåringer fra disse årsklassene nedstrøms kraftverket (korrelasjonsanalyser: absoluttverdi av Pearsons $r < 0,12$ for disse årsklassene). Det var imidlertid en nært signifikant positiv sammenheng mellom eggdeponering og gjennomsnittlig tetthet av 0+ (lineær regresjon, $R^2 = 0,34$, $p = 0,06$; $n = 11$). Denne sammenhengen ble imidlertid sterkt påvirket av et utliggerpunkt, gyteåret 2010, som hadde den klart høyeste eggdeponeringen (om lag $4,5 \text{ egg/m}^2$) og samtidig den høyeste tettheten av 0+ året etter (om lag 70 årsyngel/m^2). Hvis dette punktet holdes utenfor analysene forsvinner sammenhengen helt (lineær regresjon, $R^2 = 0,06$, $p = 0,63$; $n = 10$). En mulig forklaring på manglende sammenhenger mellom eggdeponering og tetthet av ungfisk av samme årsklasse kan være at dødeligheten mellom ulike livsstadier (fra egg til 0+, fra 0+ til 1+ og så videre) er svært variabel mellom år på strekningen nedstrøms kraftverket. En alternativ forklaring er at ungfiskstasjonene ligger for spredt eller er for lite representative til å fange opp variasjoner i tetthet av ulike årsklasser på en god måte. Mangel av kunnskap om gytebestandens virkelige størrelse og fordeling i ulike år gjør det imidlertid vanskelig å vurdere sikkert hvilken av disse forklaringene som er mest sannsynlig.

Undersøkelsene nedstrøms Trollheim kraftverket er gjennomført ved høyst ulik vannføring de ulike år (**tabell 3.3.1**). I 2003 ble lokalitetene nedenfor kraftverket avfisket etter en reduksjon av driftsvannføringen gjennom kraftverket (vannføringsreduksjon fra ca $48 \text{ m}^3/\text{s}$ til ca $21 \text{ m}^3/\text{s}$ over en 12 timers periode), for å gi mer sammenlignbare fiskeforhold med året før. Dette førte sannsynligvis til en høy grad av sammentregning av årsyngel av laks i området nærmest land, der elfisket ble foretatt. Tettheten av eldre ungfisk kan også være

overvurdert dette året sammenliknet med mange andre år. I 2002, 2006 og 2013 ble undersøkelsene gjennomført ved lav og stabil vannføring ($< 22 \text{ m}^3/\text{s}$), mens vannføringen de øvrige årene har vært vesentlig høyere og vanligvis mer enn $35 \text{ m}^3/\text{s}$. I tillegg kommer at driftsvannføringen gjennom Trollheim kraftverk kan variere betydelig gjennom døgnet. I 2010 var vannføringen betydelig lavere natt til 8. september enn den var på dagtid den 7. og 8. september da fisket foregikk. Dermed ble den 8. september fisket delvis på arealer som var tørrlagt natta i forveien. På samme måte var vannføringen lavere natt til 21. august 2008 enn under fisket på dagtid den 20. og 21. august. I begge disse årene ble altså deler av fisket gjennomført på arealer som delvis hadde vært tørrlagt kort tid i forveien. Vi vet ikke hvor raskt ungfisk tar i bruk de tørrlagte delene av elvesenga etter slike kortvarige tørrlegginger, men det er sannsynlig at forekomst av ungfisk på slike områder er mindre enn den ville ha vært hvis fisket foregikk på et område som hadde vært vanndekt hele tiden. Dette betyr at tetthetene av ungfisk nedstrøms kraftverket sannsynligvis er noe undervurdert disse to årene sammenliknet med andre år hvor undersøkelsene har blitt gjennomført ved mer stabil vannføring.

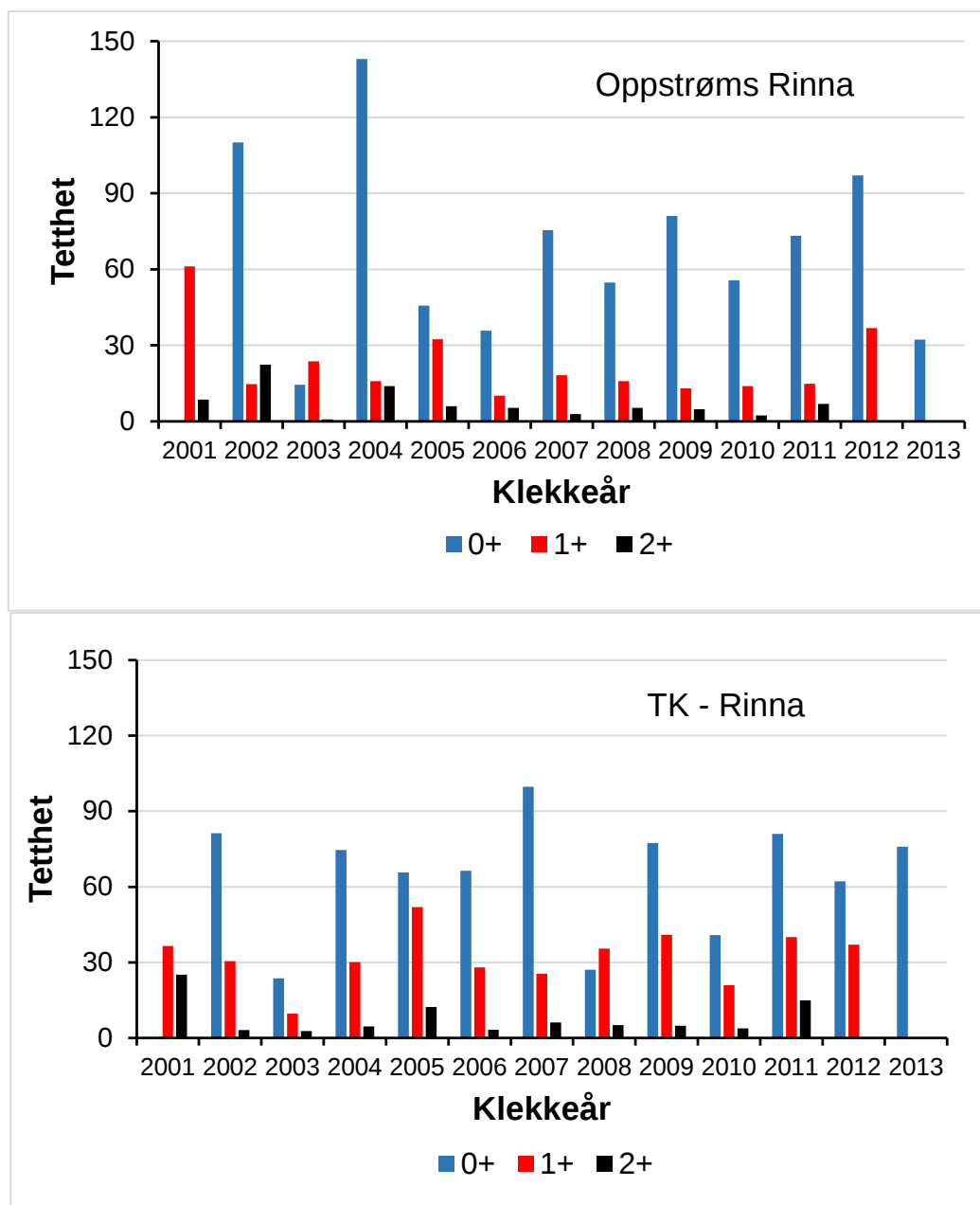
I åtte av årene har undersøkelsene blitt gjennomført ved relativt høy vannføring ($> 35 \text{ m}^3/\text{s}$) og i slike tilfeller skjer fisket i den delen av elva som ikke har permanent vanndekt areal (minstevannføringssonen). Erfaringer fra andre regulerte vassdrag tilsier at minstevannføringssonen kan inneholde høyere tettheter av både bunndyr og fisk enn reguleringssonen (Johnsen mfl. 2010). Våre resultater fra undersøkelsene nedstrøms Trollheim kraftverk kan derfor gi et feilaktig bilde av ungfiskbestanden i dette området. Ideelt sett burde fisket nedstrøms kraftverket foregå på vannføringer så nær minstevannføringen på $15 \text{ m}^3/\text{sek}$ som mulig.

Oppstrøms Trollheim kraftverk

Årsyngel av laks har blitt funnet på alle ungfiskstasjonene oppstrøms kraftverket i alle år med ett unntak (stasjon 20 i 2006). Ettåringer fra samme årsklasse forekom på samtlige stasjoner i alle år. To-årige laksunger forekom vanligvis på 1-3 færre stasjoner enn ettårige. Lavest forekomst ble funnet i 2005 da to-åringer ble funnet på 4 av 8 stasjoner oppstrøms utløpet av Rinna og 5 av 9 stasjoner mellom Rinna og kraftverket. Resultatene viser at det har gytt laks over hele den undersøkte delen av Surna i hele perioden 2002-2013.

Oppstrøms utløpet av Rinna

Vurdert ut fra gjennomsnittlig korrigert tetthet av årsyngel har rekrutteringen på denne strekningen variert mye (fra 14 til 140 individer pr. 100 m^2) i løpet av undersøkelsesperioden. Årsklassene klekket i 2002 og 2004 framstår som sterke, mens årsklassene klekket i 2003, 2008 og 2013 framstår som svake (**figur 4.5.5**). Det var imidlertid ingen signifikant samvariasjon mellom tettheten av en årsklasse som 0+ og tettheten av den samme årsklassen som 1+ (korrelasjonsanalyse $r = -0,01$). Vurdert ut fra tetthet av 1+ framsto årsklassene klekt i 2001, 2005 og 2012 som de sterkeste. Gjennomsnittlig korrigert tetthet av 1+ har variert mellom 10 og 61 individer pr. 100 m^2 . Tettheten av 1+ i 2002 (klekkeår 2001) kan til tross for at dataene er korrigert for vannføring være overvurdert sammenliknet med andre år på grunn av at undersøkelsene i 2002 ble gjennomført på svært lav vannføring. Gjennomsnittlig tetthet av 2+ har de fleste år vært lavere enn 10 individer pr. 100 m^2 , men tettheten av denne aldersgruppen påvirkes av at en ikke ubetydelig andel av laksungene vandrer ut som 2-års smolt i denne delen av elva (se kapittel 4.5 og 4.6), og at denne andelen kan variere mellom år. Andelen 1+ laksunger større eller lik 10 cm (grenseverdien vi har brukt for å karakterisere presmolt) på denne strekningen har variert fra 5 til 49 % i løpet av undersøkelsen, med lavest andel for 2005 årsklassen.



Figur 4.5.5. Gjennomsnittlig korrigert tetthet ($n/100 \text{ m}^2$) av laksunger med ulik alder i Surna på strekningen fra Trollheim kraftverk (TK) opp til Rinna og på strekningen oppstrøms utløpet av Rinna. Tetthetene er korrigert for vannføringsforholdene under elfiske. I figuren er tetthetene gruppert etter klekkeår slik at figuren viser utvikling av tetthet av samme årsklasse ved ulik alder. For årsklassen som klekket i 2013 har vi derfor bare tetthet av denne som 0+ samme år.

Trollheim kraftverk til Rinna

Vurdert ut fra gjennomsnittlig korrigert tetthet av årsyngel har rekrutteringen på denne strekningen variert relativt sett mindre (fra 24 til 100 individer pr. 100 m^2) enn på strekningen oppstrøms utløpet av Rinna (**figur 4.5.5**). Årsklassen klekket i 2007 framstår som den sterkeste, mens årsklassene klekket i 2003 og 2008 framstår som svakere enn de andre. Det var en svak positiv men ikke signifikant lineær sammenheng mellom tettheten av en årsklasse som 0+ og tettheten av den samme årsklassen som 1+ (lineær regresjon,

$R^2 = 0,16$, $p = 0,15$). Gjennomsnittlig korrigert tetthet av 1+ har variert mellom 10 og 52 individer pr. 100 m², og flesteparten av årene har tettheten vært på 30 individer pr. 100 m² eller høyere. Årsklassen klekket i 2003 fremstår som en god del svakere enn de andre. Gjennomsnittlig tetthet av 2+ har de fleste år vært lavere enn 10 individer pr. 100 m², men tettheten av denne aldersgruppen påvirkes av at en ikke ubetydelig andel av laksungene vandrer ut som 2-års smolt i denne delen av elva (se kapittel 4.5 og 4.6), og at denne andelen kan variere mellom år. Andelen 1+ laksunger større eller lik 10 cm (grenseverdien vi har brukt for å karakterisere presmolt) på denne strekningen har variert fra 1 til 63 % i løpet av undersøkelsen, med lavest andel for 2011 og 2012 årsklassen (1 og 3 %).

Samlet vurdering oppstrøms Trollheim kraftverk

Vitenskapelig råd har vurdert gytebestandsmål og eggdeponering for Surnavassdraget i hele undersøkelsesperioden. I henhold til rådets vurdering var sannsynlig eggdeponering under gytebestandsmålet (dvs. lavere enn 2 egg/m²) i 2003, 2004 og 2007, mens sannsynlig eggdeponering har vært omkring gytebestandsmålet eller høyere resten av årene (Anonym 2014b). Det var ingen signifikante samvariasjoner mellom rådets vurdering av eggdeponering på vassdragsnivå og tetthet av årsyngel eller ettåringer fra disse årsklassene på de to strekningene oppstrøms Trollheim kraftverk (korrelasjonsanalyser: absoluttverdi av Pearsons $r < 0,30$ for alle tester). En visuell vurdering av sammenhengene tyder heller ikke på at mer formelle analyser av forholdet mellom bestand og rekruttering kan avdekke slike sammenhenger. Da vi ikke vet med sikkerhet hvordan gytebestanden har variert på disse strekningene i løpet av undersøkelsesperioden er det også vanskelig å gjøre mer formelle analyser av slike sammenhenger. En mulig forklaring på manglende sammenhenger mellom eggdeponering og tetthet av ungfisk av samme årsklasse kan være at dødeligheten mellom ulike livsstadier (fra egg til 0+ og fra 0+ til 1+) er svært variabel mellom år på de to strekningene ovenfor kraftverket. Dette kan også være en forklaring på at det ikke var noen signifikant samvariasjon mellom tetthet av 0+ og tetthet av samme årsklasse som 1+ på disse to strekningene. En alternativ og ikke usannsynlig forklaring er at ungfiskstasjonene ligger for spredt eller er for lite representative til å fange opp variasjoner i rekruttering av årsyngel på en god måte. Mangel av kunnskap om gytebestandens virkelige størrelse og fordeling i ulike år gjør det imidlertid vanskelig å vurdere sikkert hvilken av disse forklaringene som er mest sannsynlig.

Ungfiskundersøkelser gir indirekte informasjon om gyting hos laks og sjøaure, først og fremst gjennom forekomst av årsyngel. Siden årsyngel har begrenset spredning ut fra gyteområdene den første tiden etter at den kommer opp av grusen (f.eks. Einum & Nislow 2005, Foldvik 2013) vil informasjon om gyting av laks og aure i første rekke være knyttet til nærområdene til de undersøkte stasjonene. Det etablerte stasjonsnett i Surna oppstrøms kraftverket er relativt begrenset (8 stasjoner på om lag 22 km fra oppstrøms Rinna til Lomundsjøen og 9 stasjoner på om lag 12 km mellom Trollheim kraftverk og Rinna) og kan ha for liten oppløsning til å fange opp betydningsfulle forskjeller i rekruttering av årsyngel mellom år og strekninger. Ettersom laksungene vokser til sprer de seg over stadig større strekninger av elva (f.eks. Foldvik 2013) slik at det kan være større sjanse for at stasjonsnett kan fange opp forskjeller i rekruttering fram til eldre livsstadier.

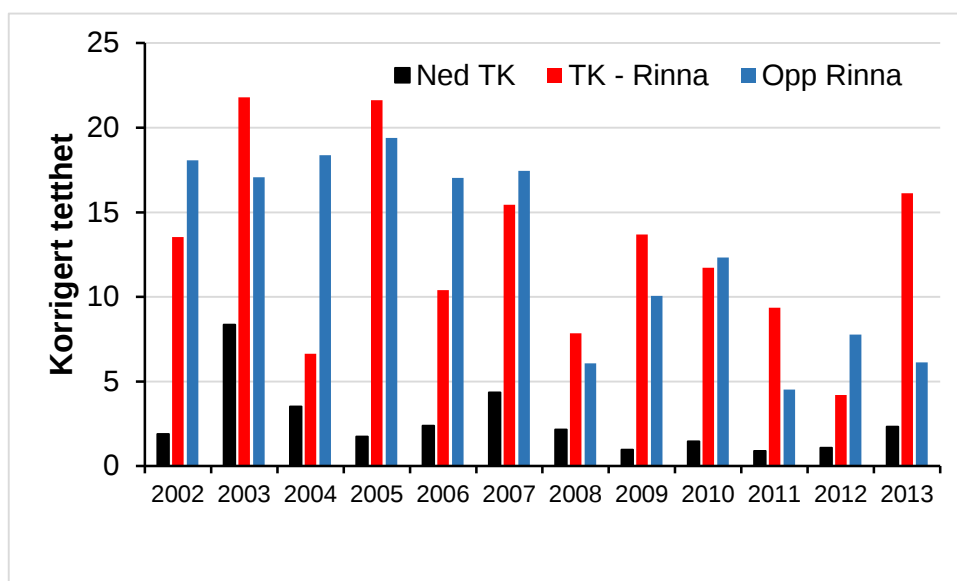
Årene med sannsynlig eggdeponering under gytebestandsmålet (klekkeårene 2004, 2005 og 2008) ga tilsynelatende ikke spesielt svake årsklasser hverken som 0+ eller som 1+ på de to elvestrekningene oppstrøms kraftverket. Gyteåret 2002 (klekkeår 2003) peker seg derimot ut med lav gjennomsnittlig tetthet av 0+ på begge elvestrekningene oppstrøms, og også lav tetthet av 1+ på strekningen mellom kraftverket og Rinna sammenliknet med andre år. En stor overvekt av gytegrøper umiddelbart nedstrøms utløpet fra Trollheim kraftverk høsten 2002 kan tyde på at mye av laksen ble stående her i gytetida dette året (Lund mfl. 2003).

Alt i alt synes produksjonen av ungfisk å ha vært være gjennomgående høyere og kanskje noe mer stabil mellom Trollheim kraftverk og Rinna enn oppstrøms Rinna i undersøkelsesperioden. Dette kan skyldes at rekrutteringen er mer variabel for eksempel som følge av større variasjon i forekomst av gytefisk mellom år oppstrøms utløpet av Rinna.

4.5.3 Presmolt av laks

Antallet presmolt i elva hver høst, og den relative betydningen av de ulike områder av vassdraget for produksjonen av slike individer, ble grovt anslått ved bruk av data fra elfiske. I disse beregningene ble laksunger større eller lik 10 cm betegnet som presmolt. Beregningene ble utført ved å benytte gjennomsnittlig tetthet av slike individer på elfiskestasjonene på de tre ulike delstrekningene som ble vurdert. Beregningene forutsetter derfor at den gjennomsnittlige tettheten av presmolt på elfiskestasjonene er representative for hele det vanddekte arealet på samme elvestrekning. Beregningene i denne rapporten er gjennomført på en annen måte enn i tidligere rapporter, slik at de resultatene som presenteres her avviker noe fra de som tidligere er rapportert (se kapittel 3.4.1)

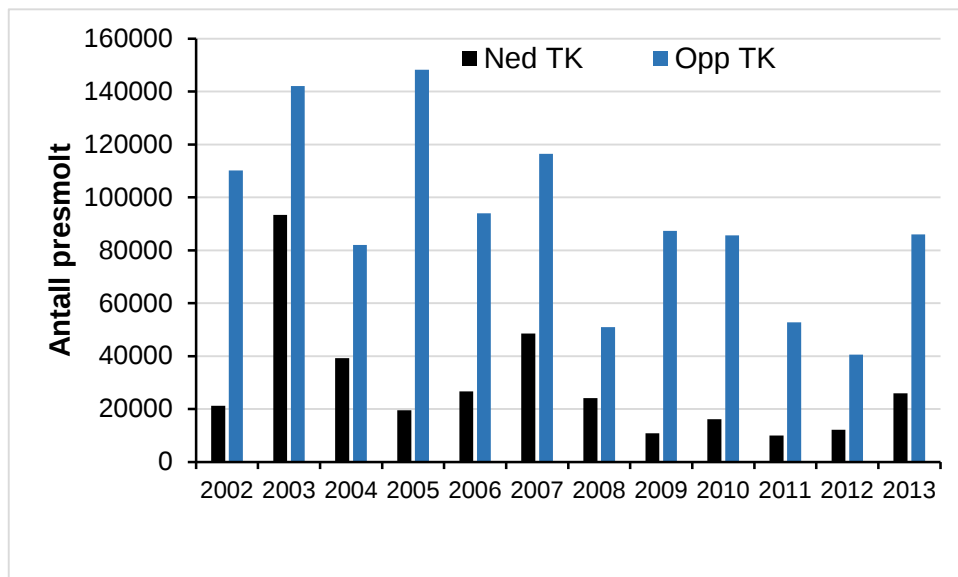
Tettheten av presmolt på de ulike delområdene har variert mye mellom år (**figur 4.5.6**). For området nedenfor Trollheim kraftverk varierte tettheten mellom 0,9 og 4,4 individer pr. 100 m² med unntak av 2003 da gjennomsnittstettheten var 8,4 individer pr. 100 m². Dette året ble vannføringen gradvis ble redusert fra 48 til 21 m³/s like i forkant av fisket, noe som ga svært høye tettheter av årsyngel spesielt på de stasjonene som ble fisket tidlig på dagen. Denne vannføringssendringen kan også ha påvirket fordelingen av eldre laksunger i de strandnære områdene av elva noe som gjør at presmolttettheten dette året sannsynligvis er overvurdert sammenliknet med andre år. Tetthetene av presmolt var i alle år vesentlig lavere nedstrøms kraftverket enn i de andre delområdene. For strekningen Trollheim kraftverk-Rinna varierte tettheten mellom 4,2 og 21,8 individer pr 100 m² de ni årene, og vekslet med området ovenfor utløpet av Rinna med å ha de høyeste tetthetene i ulike år. For strekningen ovenfor Rinna varierte tettheten mellom 4,5 og 19,4 individer pr 100 m² (**figur 4.5.6**). Samlet sett var gjennomsnittlig presmolttetthet på de to øverste delstrekningene av elva i lavest i 2012.



Figur 4.5.6. Gjennomsnittlig korrigert tetthet (n/100 m²) av presmolt laks i Surna på ulike strekninger av Surna i 2002-2013. TK = Trollheim kraftverk. Tetthetene er korrigert for vannføringsforholdene under elfiske.

Estimatene av antall presmolt laks om sensommeren i Surna nedstrøms kraftverket har i gjennomsnitt vært 23 000 individ (variasjon: 10 000-48 000) for årene 2002-2013 (med unntak av 2003 da estimatet var 93 000). Bestanden av presmolt laks nedstrøms kraftverket synes å ha vært på det laveste i årene 2009-2012 med estimater fra 10 000 til 16 000, mens de øvrige årene har gitt estimater på over 20 000 presmolt (**figur 4.5.7**). I perioden 2002 til 2013 (med unntak av 2003) har andelen presmolt på denne elvestrekningen vært 23 % (variasjon: 12-36 %) av totalt antall presmolt i Surna.

Estimatene av antall presmolt laks om sensommeren i Surna på strekningen oppstrøms Trollheim har i gjennomsnitt vært 82 000 individ (variasjon: 35 000-134 000) for årene 2002-2013. Samlet sett har altså estimert andel presmolt i områdene oppstrøms kraftverket (med unntak av 2003) utgjort 77 % (variasjon 64-88 %) av det totale antallet presmolt i Surna. I de aller fleste år er det estimert en større andel mellom kraftverket og Rinna (snitt 50 %; variasjon 26-67 %) enn oppstrøms utløpet av Rinna (snitt 27 %; variasjon 13-38 %). Det er knyttet størst usikkerhet til hvor stort det vanndekte arealet er oppstrøms Rinna, slik at betydningen av denne elvestrekningen kan være feilvurdert.



Figur 4.5.7. Estimert antall presmolt av laks (fisk ≥ 10 cm) nedstrøms og oppstrøms Trollheim kraftverk (TK) i Surna i perioden 2002-2013. Estimatenes er basert på gjennomsnittlig korrigert tetthet (til en gjennomsnittlig vannføring for undersøkelsene, se kapittel 3.3) av presmolt ved elektrisk fiske på tre strekninger av av elva om sensommeren/høsten og vanndekt areal ved gjennomsnittlig vannføring for elektrisk fiske på de samme strekningene. Det er usikkerheter knyttet til vanndekt areal på strekningen oppstrøms utløpet av Rinna. Det understrekes at estimatene er svært grove overslag som forhåpentligvis gir et bilde av den relative utviklingen i tidsperioden. Spesielt er estimatene usikre nedstrøms Trollheim kraftverk.

Betydningen av strekningen nedstrøms Trollheim kraftverk for presmoltproduksjonen kan være undervurdert da undersøkelsene i de fleste år er gjennomført ved høy vannføring i en del av elvesenga som ikke har permanent vanndekke. Vår oppskalering av fisketettheter, som baserer seg på undersøkelser i elvepartier som ikke er dypere enn maksimum 50-70 cm til å gjelde hele det vanndekte arealet, kan innebære en feilkilde for beregningen av antallet presmolt i dette området. Dette området er preget av betydelige dypområder der det ikke er mulig å undersøke fisketetthet ved tradisjonelt elfiske og der det ellers er forbundet med store utfordringer og ressurser å anvende alternativ metodikk. Det er derfor

utført få studier av fiskeforekomsten i slike habitat. Undersøkelser av kulper i blant annet Vindøla og Toåa, viste at dypere områder hadde tettheter som var over dobbelt så høye som de i grunnere strykområder (Bremset & Berg 1998). Overført til vår undersøkelse kan dette indikere en underestimering av betydningen av området nedenfor kraftverket for den totale lakseproduksjonen i Surna. En skal imidlertid være forsiktig med å overføre resultatene denne undersøkelsen da dette er resultater fra vassdrag med langt lavere vannføringer og helt andre typer kulper enn de en har i området nedstrøms kraftverket. Ellers er det vårt inntrykk, etter gjentagende snorkeldykk langs hele strekningen fra utløpet av kraftverket og ned til Øye bru i forbindelse med registrering av gytegroper, at dypområdene ofte har et substrat som ikke er ulikt det en finner i de områdene elfisket er utført. Da substratforholdene er av stor betydning for fisketetthet, taler dette for at oppskaleringen av fisketettheten ved elfisket kan ha en viss gyldighet. Det er likevel klart at vurderingen av dette områdets betydning for smoltproduksjonen vil styrkes ved å skaffe kunnskap om fisketetthet og størrelsessammensetning av ungfiskbestanden i mesohabitater som vi så langt ikke har kunnskap om, det vil si i dypområder og sterke strykpartier av elva nedstrøms kraftverket. En undersøkelse av ungfiskbestanden i Surna nedstrøms kraftverket ved bruk av elektrisk fiskebåt kunne gitt mer kunnskap om sammensetning av ungfiskbestanden i de dypere områdene av elva. I et komparativt studium i Namsen i 2011 ble det funnet betydelige forskjeller i resultatene oppnådd under strandnært elektrisk fiske og elektrisk båtfiske i de samme områdene innenfor samme tidsrom. Strandnært elektrisk fiske syntes å underestimere mengden eldre laksunger i Namsen, mens elektrisk båtfiske syntes å underestimere mengden årsyngel (Bremset mfl. 2012b).

En annen stor usikkerhet knyttet til oppskalering av tetthet i dette området er at arealet er svært stort (om lag 1 400 000 m² ved gjennomsnittlig vannføring for elektrisk fiske), mens tettheten av fisk estimeres på et lite areal (om lag 1500 m² de siste fem årene). I tillegg er tetthetene av presmolt gjennomgående svært lave, noe som gjør at tilfeldigheter ved innsamlingen det enkelte år kan gi store utslag på det estimerte antallet presmolt i området. Ideelt sett burde et vesentlig større areal fiskes hvis en ønsker at ungfiskundersøkelsene skal gi en pekepinn på variasjonen mellom år i presmolttetthet i dette området. For god sammenlikning mellom år burde undersøkelsene også vært gjennomført ved lavest mulig vannføring for å minske usikkerhetene knyttet til slike forhold. Erfaringer tilsier at et slikt opplegg kan være svært vanskelig å få til med tradisjonelt elektrisk fiske i Surna nedstrøms kraftverket.

Vi mangler kunnskap om dødeligheten til presmolt i Surna siste vinter før utvandring slik at antallet smolt som går ut av elva ikke kan fastslås ut fra disse estimatene. Variasjoner i antall presmolt mellom år er imidlertid det beste målet vi har på hvordan smoltproduksjonen i vassdraget kan ha utviklet seg i løpet av undersøkelsesperioden. Beregningene forutsetter at tettheten av presmolt på elfiskestasjonene er representative for hele det vanndekte arealet på samme elvestrekning. Denne forutsetningen brytes sannsynligvis i varierende grad på ulike elvestrekninger av Surna. Vi finner det sannsynlig at det i de fleste år kan ha vært en underestimering av tetthet av presmolt nedstrøms Trollheim kraftverk på grunn av vannføringsforholdene under elfiske.

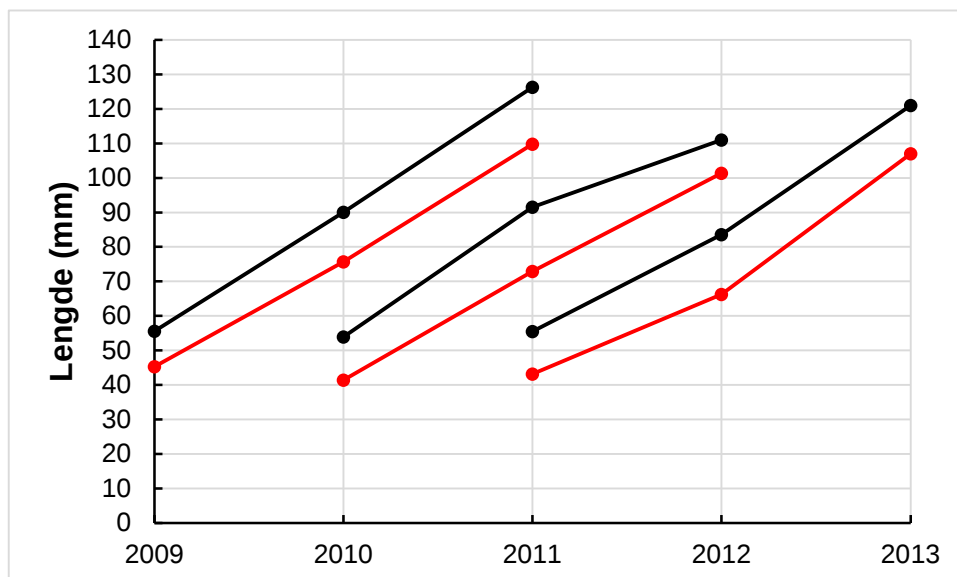
Oppstrøms Trollheim kraftverk har vi ikke noe godt grunnlag for å vurdere en eventuell over- eller underestimering. I følge resultatene fra Ugedal mfl. (2005), som påviste at laksunger bruker det meste av elvesenga i området mellom Trollheim kraftverk og Rinna og at forskjellene i tetthet mellom ulike elveklasser (blankstryk, turbulent stryk, grunnområder med lav vannhastighet og kulp) var relativt små, kan vår oppskalering av fisketetthet ha større gyldighet for områdene oppstrøms kraftverket enn nedstrøms. Vi vet imidlertid ikke hvor representative stasjonene er for den elvestrekningen de ligger på. En kartlegging av substratsammensetning og skjul (hulrom) på ungfiskstasjonene og i elva som helhet kunne ha gitt grunnlag for å vurdere representativitet (jfr Forseth & Harby 2014). Det er imidlertid

ikke usannsynlig at stasjonene er slikt plassert at de gir en overestimering av presmoltetthet. Ved elfiske ønsker en å fange fisk og stasjoner legges vanligvis ikke på steder i elva hvor det vurderes som lite sannsynlig at det kan skje tilstrekkelig fangst. Vi anser det derfor som trolig at slike estimer av antall presmolt overvurderer den virkelige bestandsstørrelsen på de elvestrekningene som er undersøkt i Surna oppstrøms kraftverksutløpet. På den andre siden er anslaget over vanddekt areal på elvestrekningen oppstrøms utløpet av Rinna muligens undervurdert slik at antallet presmolt i denne delen av elva kan være undervurdert.

4.5.4 Alder og størrelse

Alders- og størrelsesfordeling hos ungfisk er vurdert for ulike strekninger av elva; det vil si for elva nedenfor Trollheim kraftverk (stasjon 1-9B), området mellom kraftverksutløpet og opp til utløpet av Rinna (stasjon 10-18) og området ovenfor utløpet av Rinna (stasjon 19-26), som er den uregulerte delen av vassdraget.

I perioden 2009-2013 var gjennomsnittslengden til årsyngel og ettåringer av laks signifikant mindre nedstrøms kraftverket enn på strekningene oppstrøms (enveis ANOVA, Scheffe tester, $p < 0,001$) i alle årene. I de årene hvor undersøkelsene har blitt gjennomført til samme tid på året var gjennomsnittslengden 10-14 mm lavere nedstrøms for årsyngel og 14-25 mm lavere for ettåringer enn på strekningene oppstrøms (se også figur 4.5.8). Det var bare små forskjeller i gjennomsnittslengde hos årsyngel (maksimum 2 mm) mellom de to strekningene oppstrøms kraftverket. Vanligvis var det også bare mindre forskjeller i gjennomsnittslengde hos ettåringer (maksimum 4 mm), men i 2013 var snittlengden oppstrøms utløpet av Rinna 8 mm større enn mellom Rinna og kraftverket, noe som var statistisk signifikant (enveis ANOVA, Scheffe test, $p < 0,05$).



Figur 4.5.8. Gjennomsnittslengde (i mm) hos tre ulike årsklasser av laksunger (0+ - 2+) fanget i Surna nedstrøms Trollheim kraftverk (rødt i figuren) og mellom kraftverket og utløpet av Rinna (svart i figuren). Laksunger som ble fanget oppstrøms utløpet av Rinna hadde gjennomgående svært lik gjennomsnittslengde som de som ble fanget mellom kraftverket og Rinna og er derfor ikke vist i figuren. I 2013 ble området nedstrøms kraftverket fisket i overkant av en måned senere enn området mellom kraftverket og Rinna.

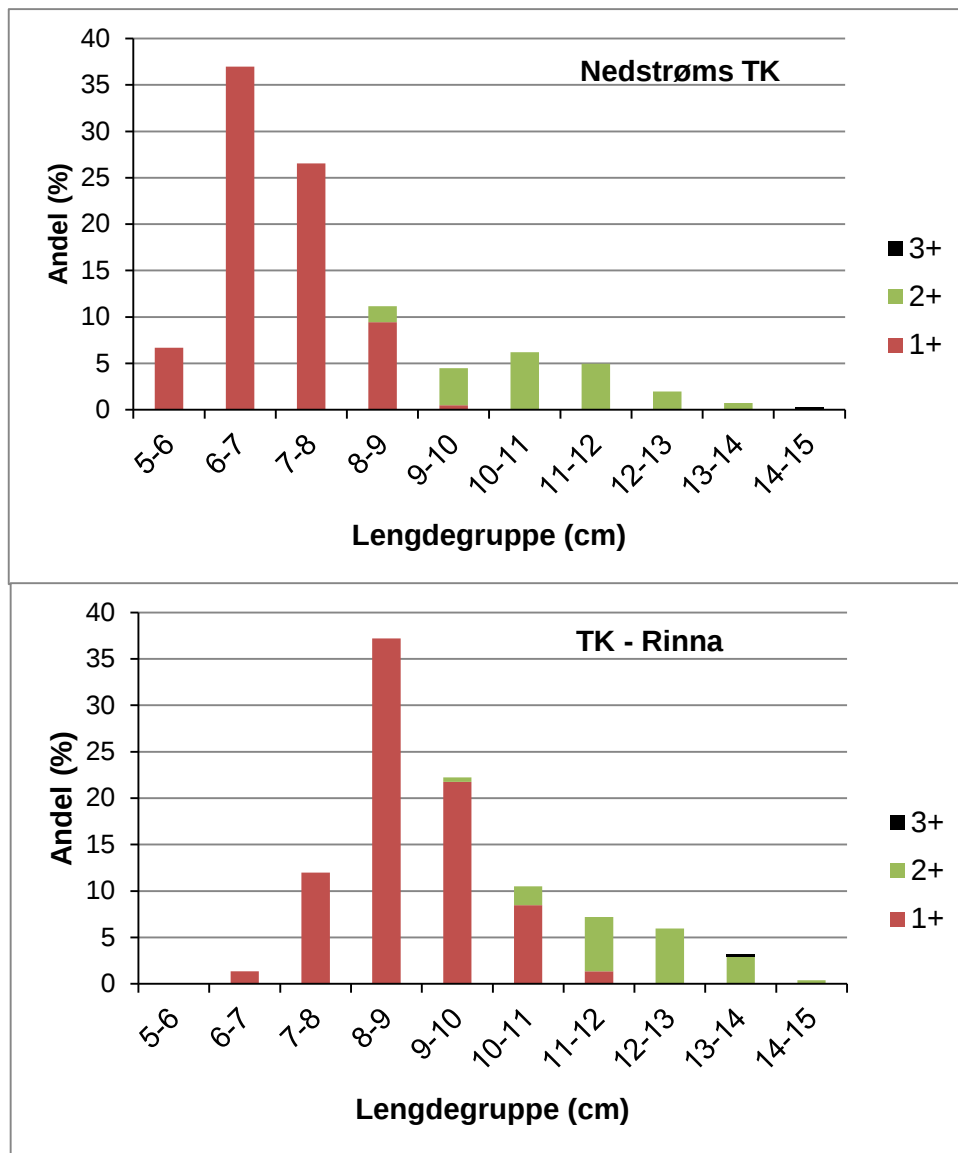
Gjennomsnittslengden til toåringer av laks var også signifikant mindre nedstrøms kraftverket enn på strekningene oppstrøms (enveis ANOVA, Scheffe tester, $p < 0,05$) i alle årene med stort nok materiale av ettåringer nedstrøms kraftverket. I de årene hvor undersøkelsene har blitt gjennomført til samme tid på året var gjennomsnittslengden 10-24 mm lavere nedstrøms enn på strekningene oppstrøms. Gjennomsnittslengden til toåringer var større (2-14 mm) oppstrøms Rinna enn på strekningen mellom Rinna og kraftverket i alle årene.

I perioden 2009-2012 var gjennomsnittslengden til årsyngel av aure signifikant mindre nedstrøms kraftverket enn på strekningene oppstrøms (enveis ANOVA, Scheffe tester, $p < 0,001$) i alle årene. I de årene hvor undersøkelsene har blitt gjennomført til samme tid på året var gjennomsnittslengden 6-13 mm lavere nedstrøms enn på strekningene oppstrøms. Det var bare små forskjeller i gjennomsnittslengde hos årsyngel aure (maksimum 4 mm) mellom de to strekningene oppstrøms kraftverket. I 2013 ble det bare fanget et fåtall årsyngel av aure på strekningene oppstrøms Trollheim kraftverk og en sammenlikning av størrelse ga liten mening.

Gjennomsnittslengden til ettåringer av aure var også gjennomgående mindre nedstrøms Trollheim kraftverk enn på strekningene oppstrøms i alle årene. Forskjellene var statistisk signifikante bare i 2012 og 2013 (enveis ANOVA, Scheffe tester, $p < 0,05$). I de årene hvor undersøkelsene har blitt gjennomført til samme tid på året var gjennomsnittslengden 8-17 mm lavere nedstrøms enn på strekningene oppstrøms. Det var bare mindre forskjeller i gjennomsnittslengde hos ettåringer av aure (maksimum 10 mm) mellom de to strekningene oppstrøms kraftverket og ingen var statistisk signifikante. Materialstørrelsen av ettåringer av aure er lav på alle elvestrekningene. Det ble fanget så få toåringer av aure på alle elvestrekningene at det ikke var grunnlag for noen vidtgående sammenlikninger av størrelsesforskjeller mellom elvestrekningene.

Forskjellene i størrelse ved alder hos fiskunger nedstrøms og oppstrøms kraftverket i perioden 2009-2013 stemmer overens med hva som er funnet ved undersøkelsene i perioden 2002-2008 og også med tidligere resultater fra vassdraget (se Lund & Johnsen 2007 og Johnsen mfl. 2009 for detaljer).

Gjennomsnittsstørrelsen til laksungene nedstrøms kraftverket var altså mindre gjennom hele fersvannsoppholdet (**figur 4.5.8**). Mesteparten av forskjellen synes å etableres den første sommeren, men år om annet øker størrelsesforskjellen i fiskens andre leveår også noe. Forskjellen i gjennomsnittslengde hos toårige (2+) laksunger var i noen år gjennomgående mindre enn hos ettårige laksunger fra samme årsklasse. Dette skyldes høyst sannsynlig at en del av de største ettåringene oppstrøms kraftverket vandrer ut av elva som smolt den våren de blir 2 år gamle (jfr kapittel 4.6), slik at denne sammenlikningen under vurderer eventuelle forskjeller i lengdeøkning mellom de to områdene. Størrelsen til ettåringer nedstrøms kraftverket tilsier at det skjer svært liten eller ingen utvandring av 2-års smolt hos laksunger fra dette området fordi bare en svært liten andel av individene i denne aldersgruppen er større enn 9 cm på sensommeren/høsten (**figur 4.5.9**). Det antas vanligvis at laksungene må være større enn om lag 10 cm på sensommeren/høsten for at de skal vandre ut som smolt våren etter. Størrelsen til toårige laksunger på sensommeren/høsten nedstrøms kraftverket tyder på at mesteparten av disse vil kunne vandre ut som 3-års smolt, men at om lag 20-30 % kan være for små og først vil vandre som 4-års smolt. Vi har generelt fanget få to-åringer (2+) og svært få tre-åringer (3+) ved undersøkelsene nedstrøms kraftverket, slik at det ikke er mulig å trekke noen sikker konklusjon basert på dette materialet. En usikkerhet er også om vi er istand til å få et representativt prøvemateriale av de eldste og største laksungene ved strandnært elektrisk fiske i dette området. Resultatene fra ungfiskundersøkelsene tyder imidlertid på at gjennomsnittlig smoltalder i området nedstrøms kraftverket er høyere enn 3 år.

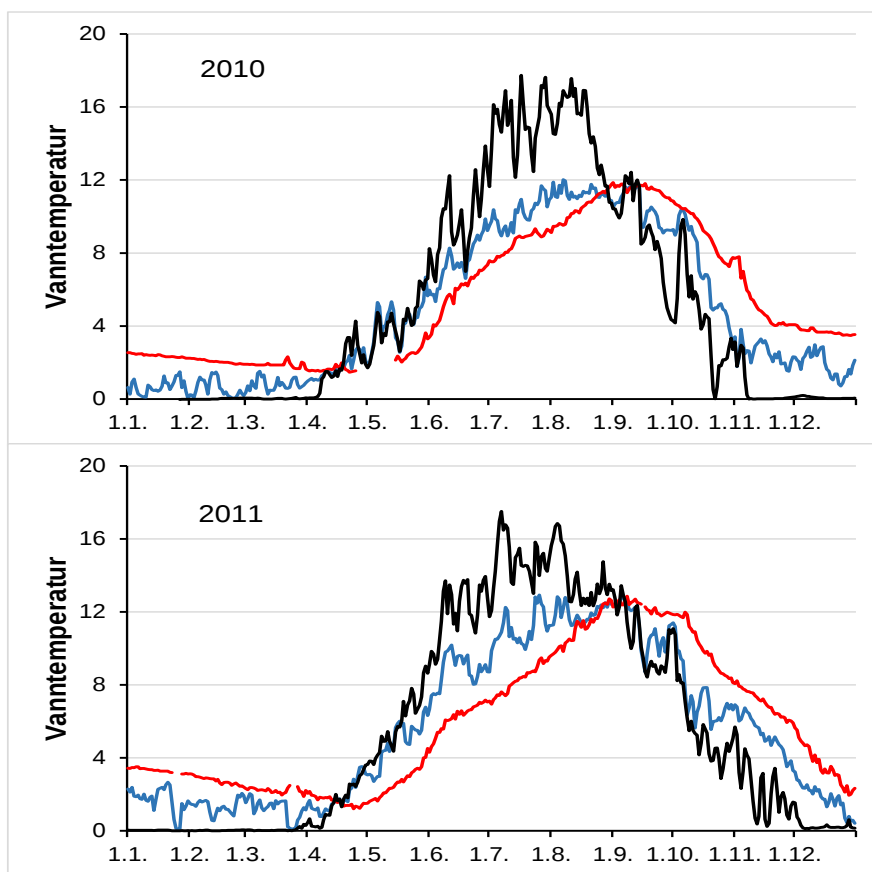


Figur 4.5.9. Lengdefordeling (i %) hos eldre laksunger i Surna fanget nedstrøms Trollheim kraftverk ($n = 403$) og mellom kraftverket og utløpet av Rinna ($n = 1277$) på sensommer/høsten 2009-2013. Bare individer som ble fanget ved første avfisking av en stasjon er tatt med i beregningene for å unngå at stasjoner med tre avfiskninger skal få en uforholdsmessig stor påvirkning på lengdefordelingen.

Lengdefordelingen av ettårige laksunger (1+) oppstrøms kraftverket tyder på at en god del av laksungene i dette området vandrer ut som 2-års smolt, og at så godt som alle toåringer (2+) er store nok til å vandre ut våren etter. Utvandring av hovedsakelig 2- og 3-års smolt fra disse områdene bekreftes av smoltundersøkelsene hvor det ble funnet en overvekt av slike individer i prøvene (se kapittel 4.6). Gjennomsnittlig smoltalder i oppstrøms kraftverket synes å være om lag 2,7 år ut fra både prøver tatt av utvandrende smolt og smoltalder hos voksen laks som er fanget ved lysfiske i øvre del av vassdraget (se kapittel 4.6). Det må imidlertid forventes noe variasjon i gjennomsnitt mellom år på grunn av variasjoner i vekstbetingelser mellom år.

Alt i alt tyder resultatene fra ungfiskundersøkelsene på at gjennomsnittlig smoltalder for laksunger nedstrøms kraftverket bør være en del høyere enn oppstrøms, men materialet tillater ikke noen presis konklusjon om hvor stor forskjellen kan være.

Gjennomsnittsstørrelsen til laksungene nedstrøms kraftverket var altså mindre gjennom hele fersvannsoppholdet enn oppstrøms (**figur 4.5.8**). Resultatene tyder på gjennomgående dårligere vekstforhold for både laks- og aureunger, spesielt for årsyngel, nedstrøms kraftverket enn oppstrøms. Vanntemperatur og næringstilgang er de faktorer som har størst betydning for fiskens vekst (Brett mfl. 1969, Elliot 1975a,b). Temperaturmålinger i Surna viser at vanntemperaturen nedstrøms kraftverket er vesentlig lavere enn oppstrøms i størsteparten av vekstsesongen (se **figur 4.5.10**). En viktig årsak til lavere vekst og størrelse nedstrøms kraftverket er derfor vesentlig lavere vanntemperatur på grunn av tilførsel av kaldt bunnvann fra Follsjømagasinet i sommersesongen. Dårligere næringstilgang på denne strekningen kan være en medvirkende årsak til lavere vekst. Undersøkelser av bunndyr i Surna viser at den sterkt vekslende vannføringen nedstrøms kraftverket fører til hyppige tørrlegginger som reduserer bioproduksjonen (se kapittel 4.7) Reduksjon i næringstilbudet for fisken på grunn av fluktuerende vannstand kan påvirke fiskebestandene indirekte. For eksempel er små *Baetis rhodani* sammen med små fjærmyggglarver det viktigste startfôret for den minste yngelen av både laks og aure. *Baetis rhodani* lever på overflaten av substratet og er svært sårbar for vannstandsendringer.



Figur 4.5.10. Vanntemperatur (i °C døgnmiddelverdier) i Surna ved Honnstad (blå linje), i driftsvannet fra Trollheim kraftverk (rød linje) og i Surna oppstrøms Trollheim kraftverk (svart linje) gjennom året i 2010 og 2011. Data fra NVE.

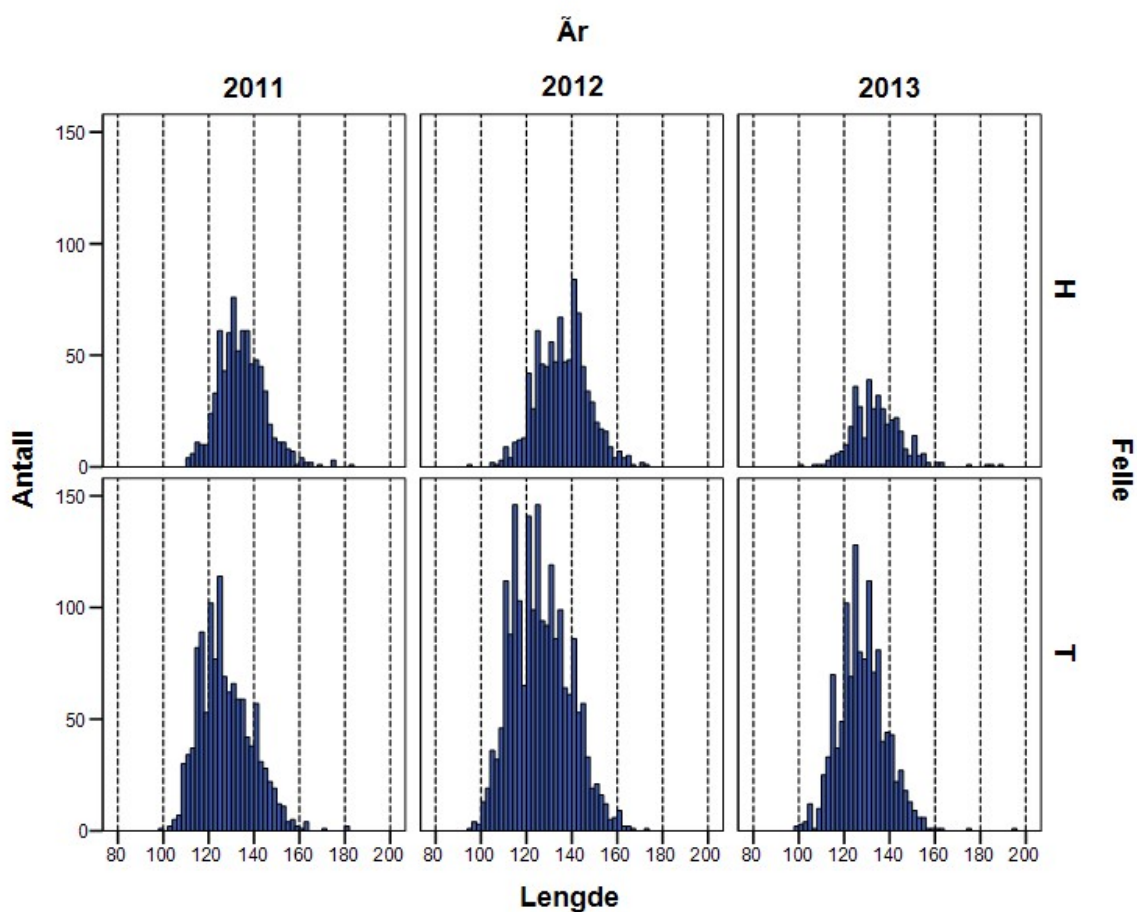
Vurderinger av årsaker til forskjeller i vekst mellom ulike strekninger av Surna kompliseres imidlertid av at det synes å være store forskjeller i tetthet spesielt av eldre laksunger, men også årsyngel i enkelte år, mellom strekningen nedstrøms Trollheim kraftverk sammenliknet med strekningene oppstrøms. I flere studier er det funnet tetthetsavhengig vekst hos laks- og aureunger (for eksempel Jenkins mfl.1999, Grant & Imre 2005, Imre mfl. 2005). Flere av disse studiene tyder også på at hvis tetthetene av en årsklasse blir svært lav øker veksten hos individer fra denne årsklassen uforholdsmessig mer enn hva en direkte lineær sammenheng mellom vekst og tetthet skulle tilsi (Grant & Imre 2005, Imre mfl. 2005). Vannføringen i Surna i vekstsesongen kan bli lav oppstrøms kraftverket, både på strekningen som er fraført vann og oppstrøms utløpet av Rinna. I slike tilfeller vil fiskungene trenge sammen på et mindre areal med økt konkurranse om mat og plass som resultat. Detaljerte studier av laksefisk i små elver har vist at veksten om sommeren kan påvirkes mye av vannføringsforholdene slik at veksten i tørre år med lav vannføring kan være vesentlig dårligere enn i år med større vannføring og at slike forhold kan ha større betydning for veksten i sommersesongen enn vanntemperaturen (Nislow mfl. 2004, Xu mfl. 2010). Nedstrøms kraftverket er vannføringen i vekstsesongen gjennomgående betydelig høyere slik at konkurransen om mat og plass, spesielt hos de eldre fiskungene sannsynligvis er vesentlig mindre her enn i lavvannsperioder oppstrøms. Det er derfor ikke usannsynlig at lavere tetthetsavhengig konkurranse mellom individer nedstrøms kraftverket kan bidra til å maskere en forventet lavere vekst som følge av lavere vanntemperatur og/eller redusert næringstilgang i dette området.

4.6 Smoltundersøkelser

4.6.1 Alder og størrelse hos utvandrende fisk

Størrelsesfordeling fra samlet fangst

Når en ser på totalfangst i fellene, så har gjennomsnittlig størrelse på laksesmolten vært større på Harang enn på Tellesbø i alle de tre årene (**figur 4.6.1, tabell 4.6.1**). I beregninger og figurer er laks mindre enn 95 mm antatt å være parr og er utelatt fra materialet. Det er også utelatt tre individer med lengde over 200 mm i 2011 (to fra Harang og en fra Tellesbø) for å unngå stor skjevhet i størrelsesfordelingen.



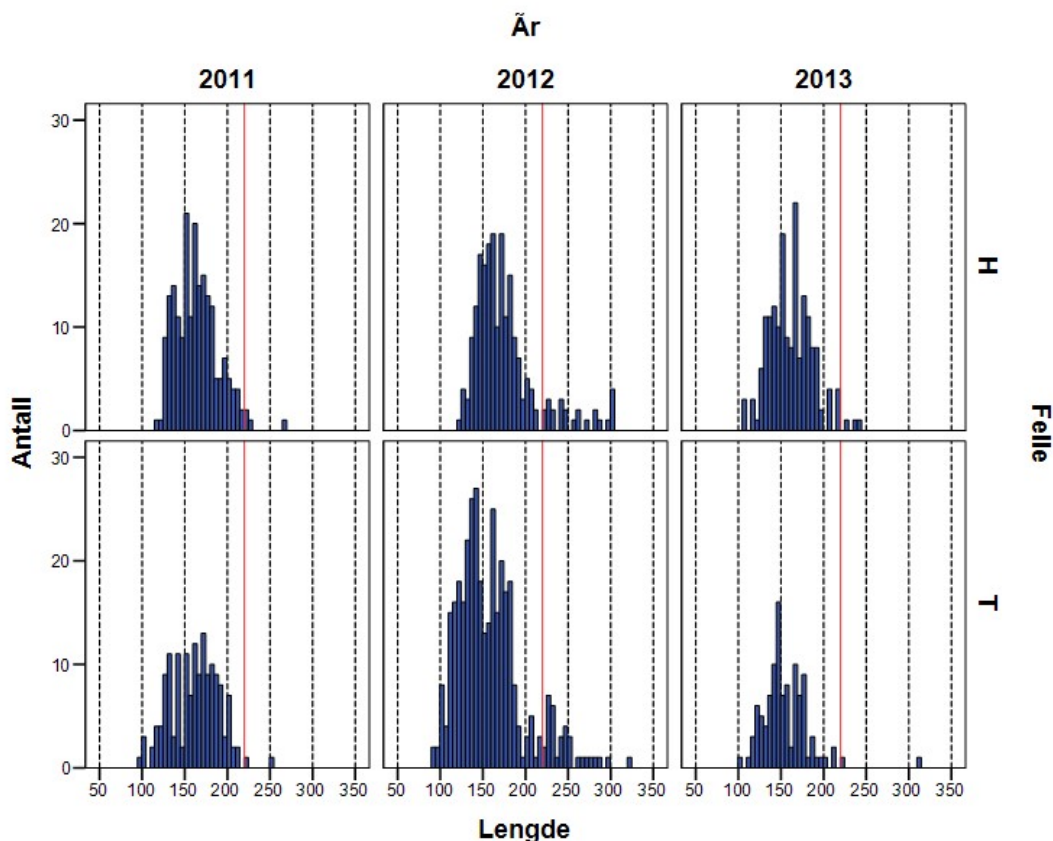
Figur 4.6.1. Lengde (mm) hos utvandrende laksesmolt ved Harang (H: øvre panel) og Tellesbø (T: nedre panel) i Surna våren 2011-2013. Laksunger under 95 mm er antatt å være parr. Tre individer med lengde over 200 mm er utelatt fra 2011-dataene.

Gjennomsnittslengda til laksesmolten var større ved Harang (om lag 134 mm) enn ved Tellesbø (om lag 127 mm) i alle tre årene (**tabell 4.6.1**). Disse forskjellene var statistisk signifikante (parvise 2-sidige t-tester på log-transformert data, 2011: $t=14,8$, $p<0,001$, 2012: $t=21,0$, $p<0,001$ og 2013: $t=10,3$, $p<0,001$). Tilsvarende forskjeller ble også funnet i vekt i 2012 og 2013 (fisken ble kun lengdemålt i 2011). Forholdet mellom vekt og lengde ("kondisjonsfaktor") var ikke forskjellig på de to stedene, dvs. at vekt ved gitt lengde på fisken var den samme. Forskjellen i gjennomsnittslengde mellom fangststedene varierte fra 6,6 til 9,7 mm i de tre årene.

Tabell 4.6.1. Lengde (i mm; gjennomsnitt $\pm$ SD) hos lakse- og sjøauresmolt fanget på Harang og Tellesbø i 2011-2013. N angir det antallet fisk som gjennomsnitt og SD av lengde er beregnet ut fra.

År	Laks				Sjøaure			
	Harang		Tellesbø		Harang		Tellesbø	
	N	Lengde (mm)	N	Lengde (mm)	N	Lengde (mm)	N	Lengde (mm)
2011	770	134,3 ($\pm 12,1$)	1228	127,0 ($\pm 11,9$)	196	162,1 ($\pm 22,8$)	152	159,8 ($\pm 26,6$)
2012	888	135,4 ($\pm 11,3$)	1992	125,7 ($\pm 12,7$)	184	162,5 ($\pm 25,9$)	321	147,1 ($\pm 30,1$)
2013	378	134,0 ($\pm 11,3$)	1200	127,4 ($\pm 10,5$)	172	160,1 ($\pm 23,4$)	105	152,5 ($\pm 22,0$)

Ser en på størrelsen av all auren som ble fanget, synes også den å være noe større på Harang sammenliknet med Tellesbø. Spesielt i 2012 ble det fanget en del stor aure. For at disse store individene ikke skal gi store og tilfeldige utslag inkluderes derfor bare aure mindre enn 220 mm (merket med rød strek i **figur 4.6.2**) i den videre sammenlikningen. Gjennomsnittlig lengde på aure mindre enn 220 mm (**tabell 4.6.1**) var signifikant større på Harang i 2012 og 2013 (2-sidig t-test, 2012: $t=7,6$, $p<0,001$ og 2013: $t=2,7$, $p=0,008$), men forskjellen var ikke signifikant i 2011 (2-sidig t-test, $t=0,8$, $p=0,4$). I 2012 og 2013 ble det også målt vekt på auren. Tilsvarende som for lengde var gjennomsnittlig vekt større på Harang i disse to årene, men vekt ved gitt lengde (dvs. "kondisjonsfaktor") er ikke forskjellig.



Figur 4.6.2. Lengde (mm) hos aure fanget ved Harang (H: øvre panel) og Tellesbø (T: nedre panel) i Surna våren 2011-2013. Aure under 220 mm (på venstre side av rød linje) er antatt å være sjøauresmolt.

Alder og størrelse basert på innsamlet materiale

For smolten som ble samlet inn for livshistoriekarakterer, var gjennomsnittlig lengde signifikant større på Harang i 2011 (**tabell 4.5.2**, 2-sidig t-test lengde: $t=3,2$, $p=0,002$ og alder: $t=2,76$, $p=0,007$). I 2012 var ikke forskjellen i størrelse og alder signifikant (**tabell 4.6.2**, 2-sidig t-test lengde: $t=1,6$, $p=0,1$ og alder: $t=1,1$, $p=0,3$). I 2013 var lengden større på Harang (2-sidig t-test, $t=5,0$, $p<0,001$), men ikke alder (2-sidig t-test $t=1,2$, $p=0,2$).

Tabell 4.6.2. Lengde (i mm; gjennomsnitt $\pm$ 95 % K.I.) og alder (i år; gjennomsnitt $\pm$ 95 % K.I.) hos laksesmolt fanget på Harang og Tellesbø i 2011-2013.

År	N	Harang		N	Tellesbø	
		Lengde (mm)	Alder (år)		Lengde (mm)	Alder (år)
2011	35	130,8 $\pm$ 3,0	2,97 $\pm$ 0,10	116	124,3 $\pm$ 2,0	2,69 $\pm$ 0,11
2012	34	127,4 $\pm$ 3,4	2,68 $\pm$ 0,16	66	122,9 $\pm$ 3,3	2,56 $\pm$ 0,14
2013	33	133,8 $\pm$ 3,2	2,61 $\pm$ 0,17	90	124,0 $\pm$ 2,0	2,73 $\pm$ 0,11

Ser en på størrelsen hos laksesmolten innenfor de enkelte aldersklassene, gir materialet en indikasjon på at den er noe mindre på Tellesbø (**figur 4.6.3**). Trinnvis forenkling av en lineær statistisk modell med lengde som avhengig variabel og faktorene aldersgruppe (to grupper < 3 år og ≥ 3 år), sted og samplingsuke som forklaringsvariabler og med alle to-veis interaksjoner i startmodellen, gir en beste forklaringsmodell lik:

$$\text{lengde} \sim \text{aldersgruppe} + \text{sted} + \text{år} + \text{uke} + \text{aldersgruppe:år} + \text{sted:år}$$

En videre inspeksjon av resultatet viser at det ikke er signifikant forskjell i effekten av år for 2011 og 2012 eller med interaksjoner med disse to årene. For å forenkle modellen, kan disse to årene slås sammen og sluttmodellen blir:

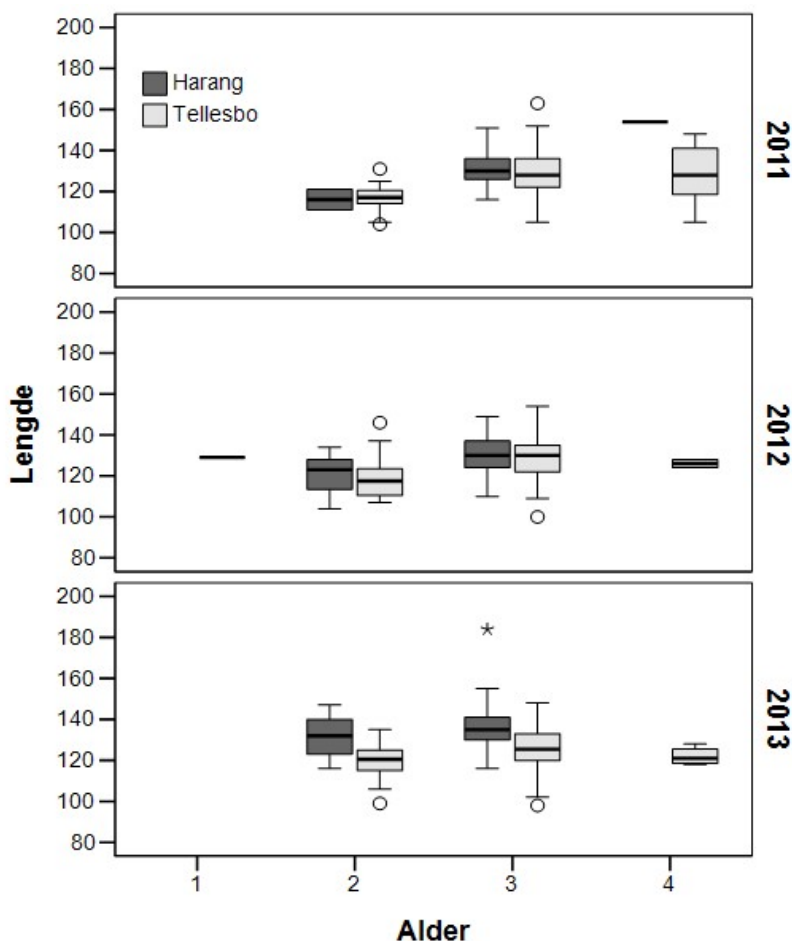
$$\text{lengde} \sim \text{aldersgruppe} + \text{sted} + \text{årskode} + \text{uke} + \text{aldersgruppe:årskode} + \text{sted:årskode},$$

der årskode = A for årene 2011 og 2012 og B for 2013. Modellen gir en forklaringsgrad på om lag 24% (korrigert $r^2 = 0,235$, $p < 0,001$). Estimerte statistiske parametere for sluttmodellen er vist i **tabell 4.6.3**.

Tabell 4.6.3. Estimerte verdier, standardfeil, t-verdi og statistisk signifikans for de enkelte forklaringsvariablene i den statistiske sluttmodellen (se tekst). Uteliggeren merket stjerne i figur 4.6.3. er utelatt.

	Estimert verdi	Std. feil	t-verdi	Pr(> t)
Aldersgruppe < 3 år	99,8	7,4	6	$<0,001$
Aldersgruppe ≥ 3 år	111,2	7,1	15,6	$<0,001$
Sted = Tellesbø	-3,4	1,4	-2,4	0,019
År = 2013	8,7	2,6	3,3	0,001
Uke	1,0	0,4	2,8	0,005
Aldersgruppe ≥ 3 år og År=2013	-6,5	2,3	-2,9	0,004
Sted= Tellesbø og År = 2013	-6,9	2,4	-2,8	0,005

Modelleringen viser dermed at størrelsen på laksesmolten, når det er korrigert for alder og uke, statistisk sett er mindre på Tellesbø enn på Harang. Predikert lengde på Tellesbø er ca. 3,4 mm kortere ($\pm 2,8$ mm 95% K.I.) i 2010 og 2011 (data slått sammen for disse to årene) og 10,2 mm kortere ($\pm 5,5$ mm 95% K.I.) i 2013.



Figur 4.6.3. Boksplott av lengde fordelt på aldersklasse i innsamlet materiale av utvandrende laksesmolt ved Harang og Tellesbø våren 2011-2013. Midtlinjen angir medianverdi, boksene området mellom 25- og 75-persentilen (området for den midterste halvparten) og hakeparensen hele vidden av målinger, med unntak av uteliggere som er markert utenom (o: avstand til boksen er mer enn 1,5 ganger høyden på boksen, ★: avstand mer enn 3 ganger høyden på boksen). Laksunger under 95 mm er antatt å være parr og er utelatt i figurene.

Sammenlikning av alder og størrelse hos laksesmolt fanget i feller og resultater fra skjellanalyser av voksen laks.

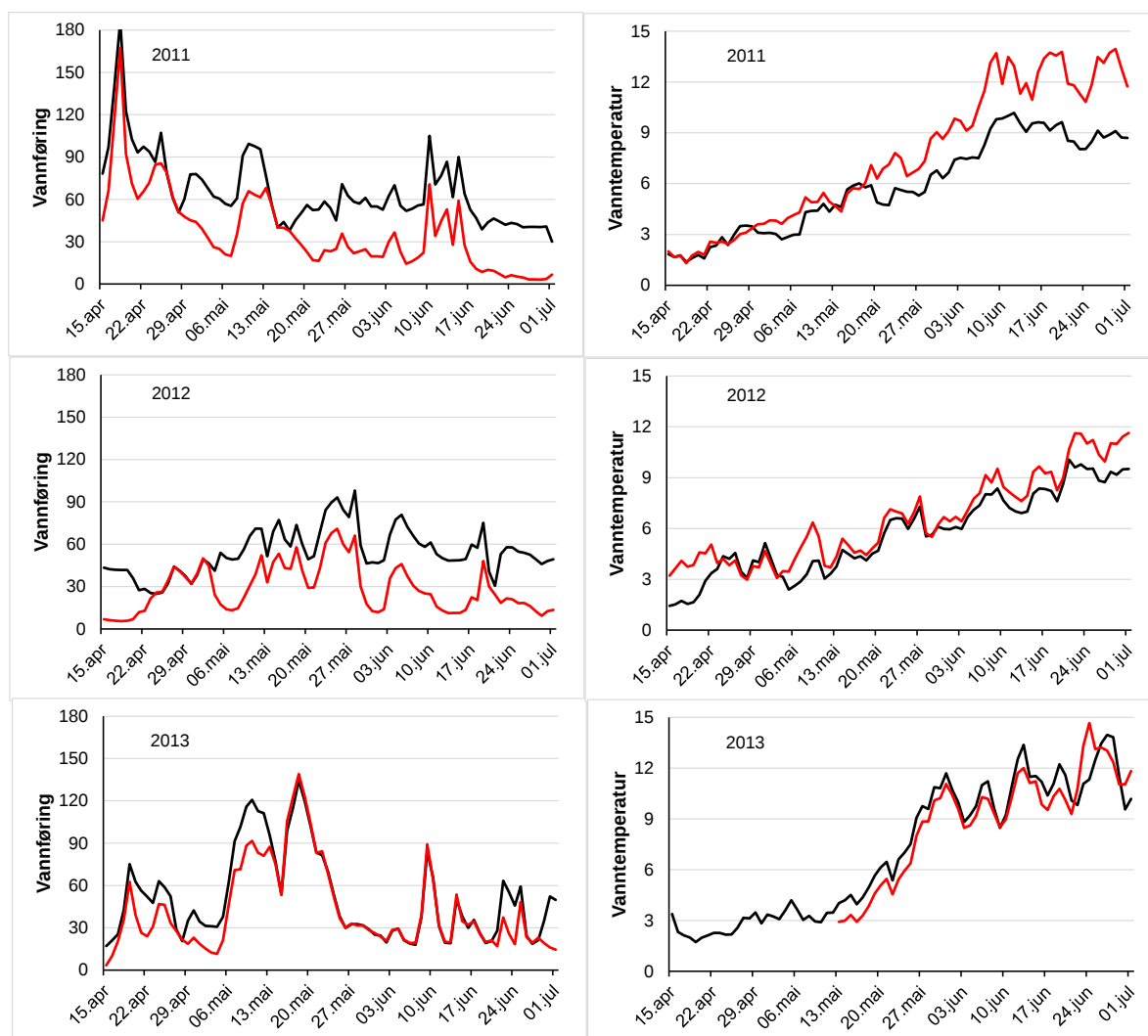
Størrelsen på laksesmolten fanget ved Harang i 2011 var om lag 134 mm (**tabell 4.6.2**), noe som er i overensstemmelse med tilbakeberegnet smoltlengde hos voksen laks fanget ved lysfiske i øvre deler av Surna. I dette materialet var gjennomsnittslengden 135,4 (SD=21,2) mm. Gjennomsnittlig smoltalder for disse individene var 2,68 (SD=0,63) år. I skjellmaterialet av villaks fra sportsfiskefangstene i Surna ble gjennomsnittlig smoltlengde for individer som vandret ut som smolt i 2011 beregnet til 131,6 (SD = 23,3) mm, mens gjennomsnittlig smoltalder var 2,78 år. Smoltalderen hos innsamlet fisk under fellefangsten var i 2011 om lag 3 år på Harang og 2,7 år på Tellesbø (**tabell 4.6.2**), noe som også stemmer godt med opplysningene fra voksen fisk. Skjellmaterialet fra voksen laks fra smoltårgangen 2011 inneholder imidlertid ikke eldre fisk enn 2-sjø-vinter laks, slik at disse resultatene kan endres noe når eldre laks kommer inn i materialet.

Konklusjon

Smolten som ble fanget ovenfor Trollheim kraftverk var større enn nedenfor kraftverket, når en sammenlikner all smolten som ble fanget av både aure og laks. I materialet av laksesmolt som ble samlet inn for bestemmelse av alder, finner vi at smoltalderen i 2011 var lavere nedenfor kraftverket, mens det ikke var signifikante forskjeller i de to andre årene. Materialet gir altså ingen indikasjoner på at smoltalderen er høyere nedenfor kraftverket. Mer komplekse statistiske analyser av dette materialet viste at lengden innenfor hver årsklasse er lavere nedenfor kraftverket. Dette kan tyde på at dårligere vekst nedenfor kraftverket ikke nødvendigvis betyr at smoltalderen blir høyere, men at de smoltifiserer og vandrer ut av elva ved en lavere størrelse. Det at størrelsesforskjellene er mindre i det innsamlede materialet i forhold til total fangst kan imidlertid tyde på at innsamlet materiale ikke er et representative utvalg alle de tre årene, slik at vi ikke kan utelukke at det også kan være noe forskjell i smoltalder. En annen usikkerhet er at smolt som vandrer forbi Tellesbø er en blanding av individer som har vokst opp oppstrøms og nedstrøms kraftverket. Smoltestimatene i 2012 tyder på at mesteparten av smolten dette året stammet fra områdene oppstrøms kraftverket, mens estimatene i 2013 kan tyde på at en vesentlig større andel av smolten dette året stammer fra områdene nedstrøms kraftverket. Det er derfor vanskelig ut fra et dette materialet å dra sikre konklusjoner om forskjeller i livshistorie til smolt som har vokst opp i ulike deler av elva.

4.6.2 Vannføring og vanntemperatur i utvandringsperioden

Vannføringsforholdene i undersøkelsesperioden har variert betraktelig både mellom år og innenfor de enkelte år. Både i 2011 og i 2013 var det store flomtopper over 100 m³/s, mens vannføringen i 2012 holdt seg på et lavere nivå (**figur 4.6.4**). Vanligvis er det stans i kraftproduksjonen ved Trollheim kraftverk i april eller mai på grunn av behov for teknisk revisjon. I slike tilfeller vil tilsiget fra vassdraget oppstrøms bestemme vannføringen like nedstrøms kraftverket, men lengre ned får Surna tilført vann fra andre sidevassdrag spesielt Vindøla. I 2011 var det stans i kraftproduksjonen noen få dager i slutten av april og i midten av mai, mens stansen i 2012 fant sted i en 10-dagers periode i månedsskiftet april-mai. I 2013 var det stans i kraftverket fra midten av mai og mesteparten av juni, altså i en betydelig lengre periode enn de øvrige to årene.

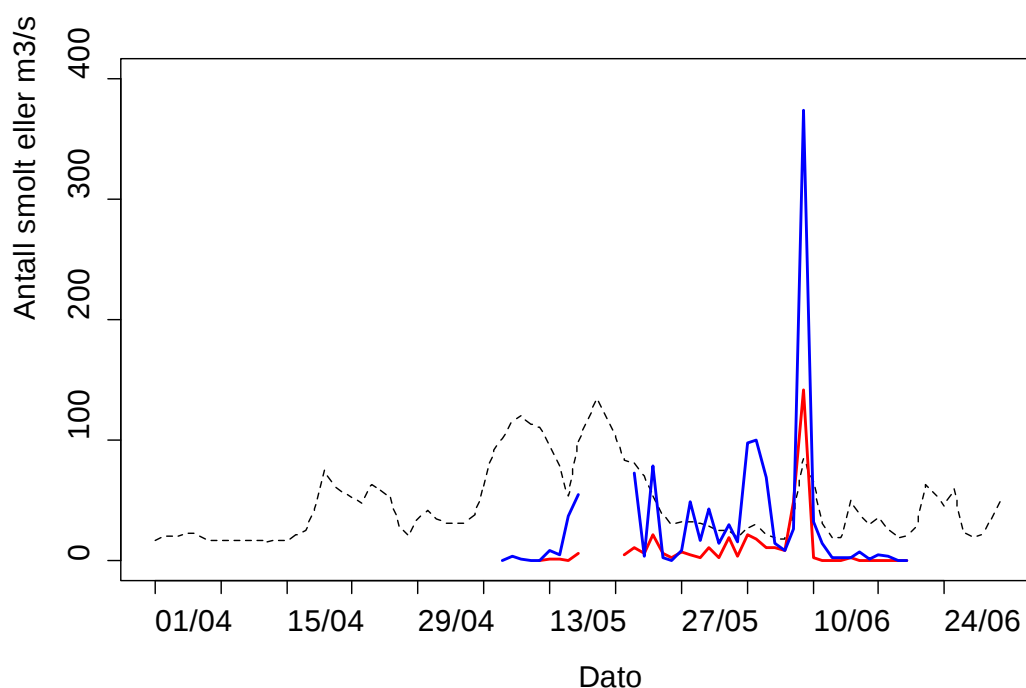


Figur 4.6.4. Vannføring (døgnmiddel i m³/s) og vanntemperatur (døgnmiddel i °C) i Surna oppstrøms (rød linje) og nedstrøms (svart linje) Trollheim kraftverk i perioden 15. april-1. juli i de tre årene med smoltundersøkelser i Surna. Vannføringen er målt ved Skjermo nedstrøms kraftverket og beregnet oppstrøms kraftverket som differansen mellom målte verdier ved Skjermo og produksjon i kraftverket (Data fra Statkraft). Vanntemperaturen er fra NVEs målestasjoner Honnstad og Surna oppstrøms Trollheim kraftverk. I 2013 er temperaturen fra oppstrøms kraftverket fra egne målinger ved Dønnem.

Vanntemperaturen ovenfor Trollheim kraftverk steg fra rundt 3 grader i slutten av april til rundt 11-12 grader i slutten av juni både i 2011 og 2012. I 2013 holdt temperaturen seg lav helt fram til midten av mai etterfulgt av en rask temperaturstigning. Temperaturen nedstrøms kraftverket er i stor grad korrelert med temperaturen ovenfor, men en del lavere i perioder der mye vann føres fra Follsjøen gjennom kraftverket. Dette temperaturavviket er imidlertid mest tydelig i 2011 og gir ikke like stort utslag i 2012. I 2013 var den observerte temperaturen hovedsakelig litt varmere lenger ned i vassdraget, på grunn av at stansen i kraftverket ikke ga tilførsel av kaldt vann.

4.6.3 Smoltutvandring og atferd hos laks

Utvandring av laksesmolt i 2013 fordelte seg med flere topper fordelt på utvandringsperioden 14. mai-18. juni (**figur 4.6.5**). Den første toppen som ble registrert på Tellesbø startet 16. mai, men størrelsen og varigheten på denne er ukjent pga. stansen i felledrift fram til 22. mai, da det igjen ble fanget en del smolt (**figur 4.6.5**). I samme periode kan det også ha vært en vesentlig utvandring av laks på Harang som ikke har blitt registrert. Etter at fellene var i drift igjen, var toppene i utvandring nærmest sammenfallende for Tellesbø og Øvre Harang, med en hovedtopp på begge steder 9. juni. I 2011 var ett døgns forsinkelse i toppene ved Tellesbø typisk for smoltfangsten (Johnsen mfl. 2012). Dette gjaldt også hovedtoppen i 2012, mens utvandringen på de to fangststedene ellers var ganske synkron (Ugedal mfl. 2013b).



Figur 4.6.5. Antall laksesmolt fanget pr. døgn i smoltskruene ved Øvre Harang (rød strek) og Tellesbø (blå strek) i 2013 samt vannføring ved Skjermo nedenfor Trollheim kraftverk (stiplet linje).

På grunn av kald vår og sen snøsmelting var smoltutvandringen av laks og sjøaure senere i 2013 enn i 2011 og 2012 spesielt på Øvre Harang, men også på Tellesbø (**tabell 4.6.4** og **tabell 4.6.5**). I 2011 og 2012 lå kumulative fangster av laksesmolt noen dager etter på Tellesbø (**tabell 4.6.4**), noe som kan relateres til at smolten langt oppe i vassdraget bruker tid

på å nå fella på Tellesbø. I 2013 derimot ble smolten fanget tidligere på Tellesbø. Dette kan skyldes at fellene var ute av drift i starten og dermed ikke fanget i en periode det var utvandring på Øvre Harang eller at fellene ble satt ut for sent. Sen utvandring ved Harang kan imidlertid også være relatert til den lave vanntemperaturen oppstrøms Trollheim kraftverk i begynnelsen av mai 2013 (**figur 4.6.4**). I 2011 fanget smoltfella svært lite effektivt på Tellesbø en lang periode i juni (8.-17.juni). Vi forventer at det var en del smolt som gikk i denne perioden, slik at utvandringsdatoene gitt i **tabell 4.6.4** er satt noen dager for tidlig i forhold til reell utvandring. I 2012 var fella operativ i hele perioden, men intensiv røkting gjorde at fella på Tellesbø fanget mindre effektivt når vannføringen ble høy. Dette gjør at også reelle utvandringsdatoer for 2013 kan være noe senere enn gitt av fangstene for Tellesbø i 2013 (**tabell 4.6.4**).

Tabell 4.6.4. Dato for 25, 50 og 75 % utvandring av laksesmolt og varighet i dager mellom 25 og 75 % utvandring av laksesmolt fanget i smoltfella ved Øvre Harang og Tellesbø 2011-2013.

År	Øvre Harang				Tellesbø			
	25 %	50 %	75 %	Dager fra 25 til 75 %	25 %	50 %	75 %	Dager fra 25 til 75 %
2011	22.5.	26.5.	29.5.	7	26.5.	30.5.	31.5.	5
2012	12.5.	22.5.	23.5.	11	18.5.	24.5.	27.5.	9
2013	1.6.	7.6.	9.6.	8	28.5.	4.6.	10.6.	13

Fangstene av sjøauresmolt (**tabell 4.6.5**) på Tellesbø var i stor grad sammenfallende med fangsten av laksesmolt (**tabell 4.6.5**). Dette var også tilfelle på Øvre Harang i 2011, mens fangstene var senere i 2012 og tidligere i 2013.

Tabell 4.6.5. Dato for 25, 50 og 75 % utvandring av sjøauresmolt og varighet i dager mellom 25 og 75 % utvandring av sjøauresmolt fanget i smoltfella ved Øvre Harang og Tellesbø 2011-2013.

År	Øvre Harang				Tellesbø			
	25 %	50 %	75 %	Dager fra 25 til 75 %	25 %	50 %	75 %	Dager fra 25 til 75 %
2011	16.5.	25.5.	29.5.	13	21.5.	28.5.	31.5.	10
2012	17.5.	27.5.	4.6.	18	18.5.	23.5.	28.5.	10
2013	27.5.	31.5.	2.6.	6	24.5.	4.6.	10.6.	17

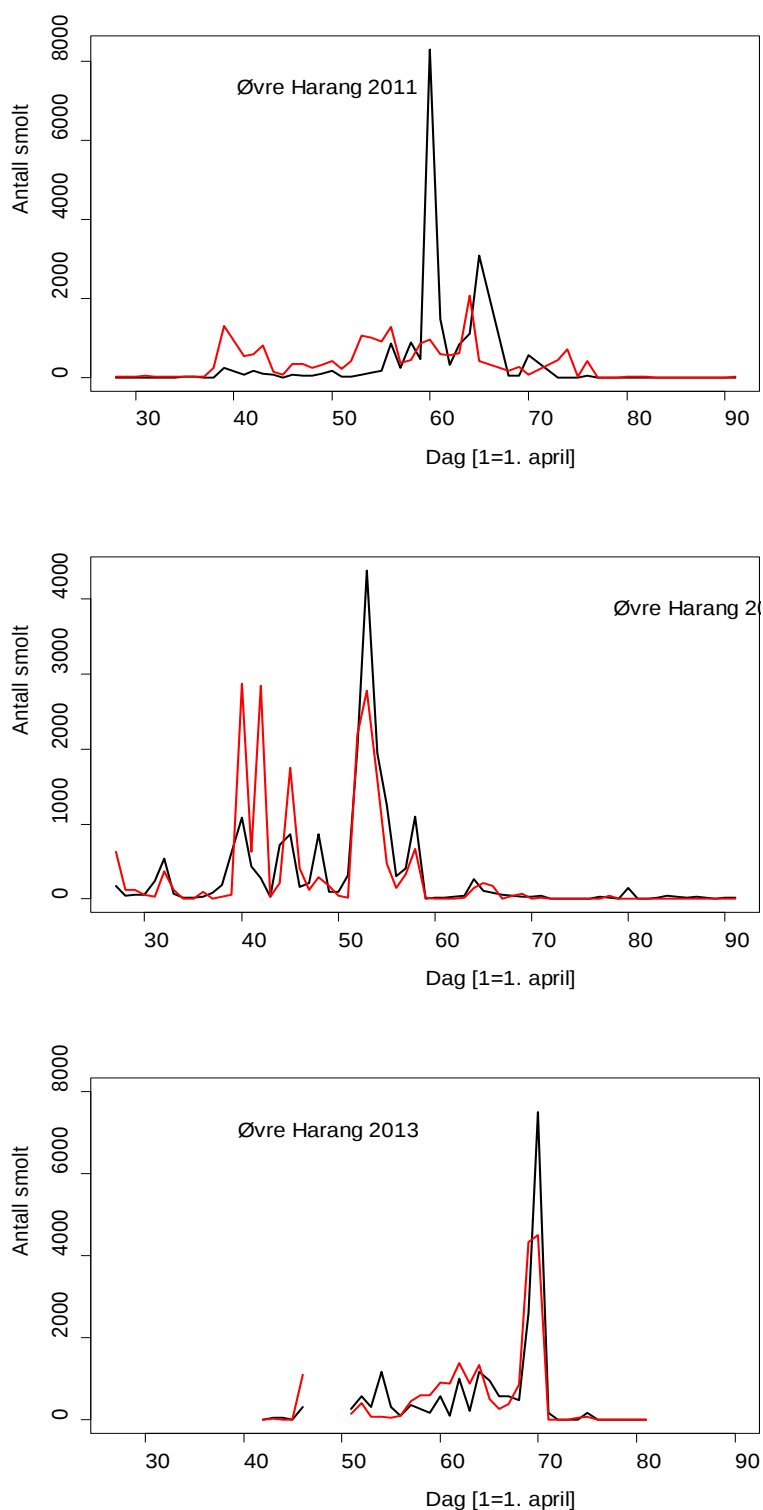
4.6.4 Utvandringsmodell basert på miljøparametere

Statistisk modellering av utvandringsforløpet på Øvre Harang ga en følgende generalisert lineær modell:

$$\ln(\text{Forventet antall utvandrende smolt}) = \text{Konstant} + \beta_1 \cdot \text{År} + \beta_2 \cdot \ln(\text{Vannføring}) + \beta_3 \cdot (\text{Endring i vannføring}) + \beta_5 \cdot \ln(\text{Vanntemperatur} + 0,5) + \beta_6 \cdot \text{Endring i vanntemperatur}.$$

Modellen beskriver at sannsynligheten for smoltutvandring øker med høy og økende vannføring og med høy, men avtagende vanntemperatur (**tabell 4.6.6**). I det samlede datasettet forklarer modellen ca. 45 % av variasjonen ($r^2=0,47$). I 2011 modellen ca. 17% av va-

riasjonen, i 2012 ca. 60 % og i 2013 hele 76 % av variasjonen, noe som også fremgår når en sammenlikner modellestimer med observerte verdier (**figur 4.6.6**).



Figur 4.6.6. Utvandningsforløp for laksesmolt basert på justert fangst i smoltfella (svart linje) og statistisk modellerte estimater (rød linje) for Øvre Harang i 2011-2013. Fangstdataene er oppskalerte til å gi en samlet fangst på 20 000 individer og er justert for ulik fangbarhet som kan påvises statistisk (se avsnitt 4.6.5).

Tabell 4.6.6. *Parameterestimer for modell for smoltutvandring ved Øvre Harang i Surna i 2011-2013.*

Faktor	Parameterestimat	SE	t-verdi	P
Konstant	-11,04	1,35	-8, 2	< 0,001
År = 2012	0,92	0,33	2,8	0,006
År = 2013	-1,82	0,35	-5,2	< 0,001
Ln (Vannføring)	0,04	0,01	4,3	< 0,001
Endring i vannføring	0,05	0,01	3,8	< 0,001
Ln (Vanntemperatur +0,5)	5,12	0,56	9,0	< 0,001
Endring i vanntemperatur	-0,57	0,19	3,0	0,003
Ln (Antall smolt igjen)	0,52	0,08	44,8	< 0,001

Vannføring gir et vesentlig bidrag til forklaringen av utvandringens mønsteret. Selv om det i modelleringen er benyttet smoltfangster kontrollert for målbare forskjeller i fangbarhet, så kan noe av økningen skyldes at fella fanger bedre ved høy vannføring. Hvis vannføring fjernes som forklaringsvariabel, forklares ca. 38 % av variasjonen i det samlede materialet.

Tilsvarende statistisk modellering av utvandringens forløpet på Tellesbø for 2012 og 2013 ga følgende generaliserte lineære modell basert på hele materialet:

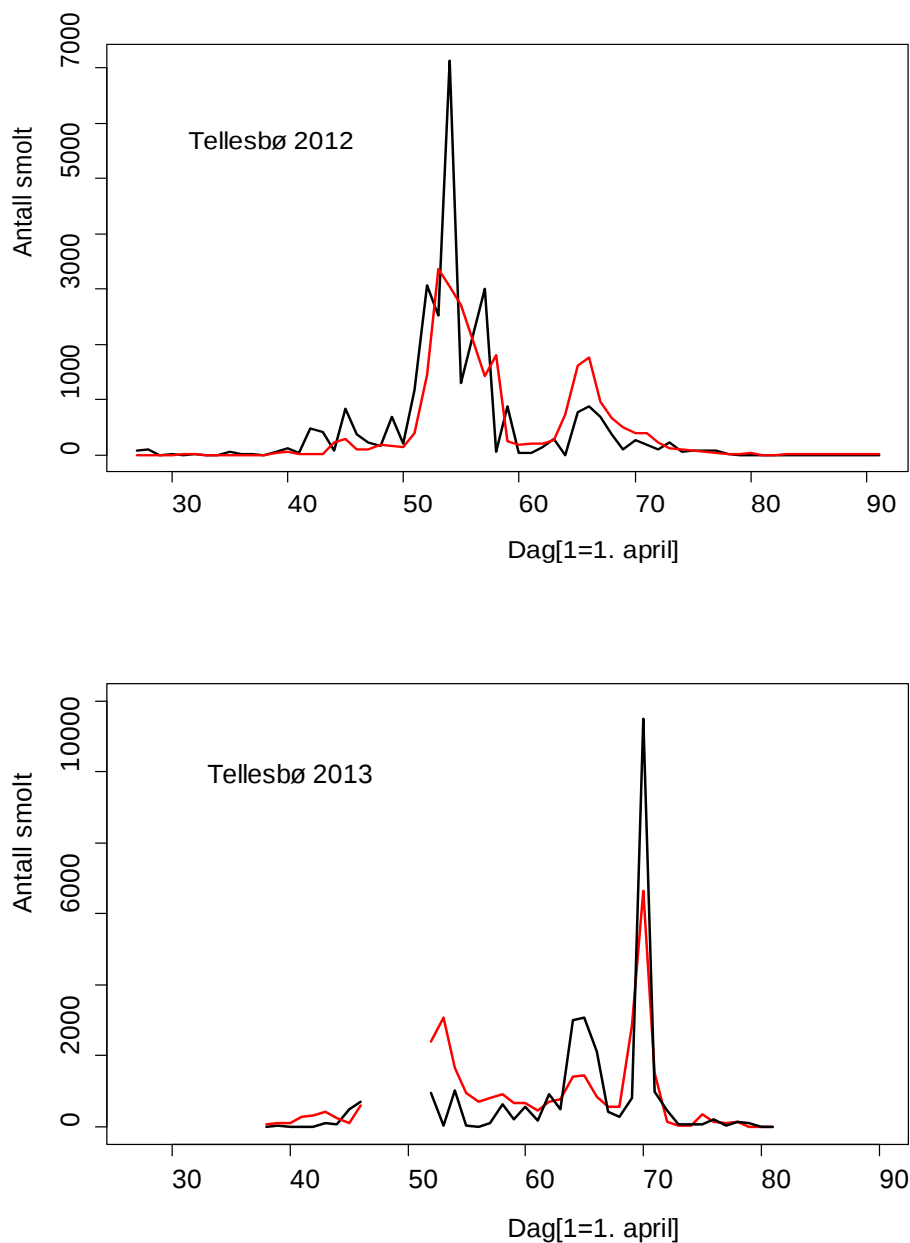
$$\ln(\text{Forventet antall utvandrende smolt}) = \text{Konstant} + \beta_1 \cdot \text{Vannføring} + \beta_2 \cdot \text{Vanntemperatur} + \beta_3 \cdot \ln(\text{Vanntemperatur} + 0,5) + \beta_4 \cdot \text{Dag}$$

I denne modelleringen slår verken endringer i vanntemperatur eller endringer i vannføring signifikant ut. Modellen beskriver at sannsynligheten for smoltutvandring øker med høy vannføring (**tabell 4.6.7**). De to leddene $\beta_2 \cdot \text{Vanntemperatur} + \beta_3 \cdot \ln(\text{Vanntemperatur} + 0,5)$ virker i motsatt retning og gir til sammen et bidrag som øker med temperaturen opp til ca. 4-5 grader der effekten flater ut og er tilnærmet konstant opp til ca. 12 grader. Modelleringen tyder også på at smoltutgangen øker utover i sesongen. Modellen for Tellesbø forklarer 68 % av variasjonen i dataene for 2012 og 2013 sammen. I 2012 ga modellen en forklaringsgrad på 63 % og i 2013 70 % av variasjonen. Dette fremgår når en korrelerer modellestimer med observerte verdier (**figur 4.6.7**).

Tabell 4.6.7. *Parameterestimer for modell for smoltutvandring ved Tellesbø i Surna i 2012–2013.*

Faktor	Parameterestimat	SE	t-verdi	P
Konstant	-24,01	3,74	-6,4	< 0,001
Vannføring	0,05	0,01	6,1	< 0,001
Vanntemperatur	-1,63	0,47	-3,5	< 0,001
Ln (Vanntemperatur +0,5)	14,35	3,58	4,0	< 0,001
Dag	0,08	0,02	3,34	0,001

Også i denne modellen gir vannføring et stort bidrag til forklaringen av utvandringmønsteret og noe av dette kan være relatert til variasjon i fangsteffektivitet av fella. Hvis vannføring fjernes som forklaringsvariabel, forklares bare 27 % av variasjonen i det samlede materialet.



Figur 4.6.7. Utvandningsforløp for laksesmolt basert på fangst i smoltfella (svart linje) og statistisk modellerte estimater (rød linje) for Tellesbø i 2012 og 2013. Fangstdataene er oppskalerte til å gi en samlet fangst på 30 000 individer og er justert for ulike fangbarhet i smoltfella som kan påvises statistisk (se avsnitt 4.6.5).

Konklusjon

Fordelingen av fangstene på Harang og Tellesbø kan til dels relateres til vannføring og temperaturforhold i elva. Høy vannføring øker sannsynlighet for fangst i tillegg til høy vann-

temperatur. På Harang, der vi har tre år med data og mindre variasjon i fangbarhet, finner vi også at en økning i vannføring gir en oppgang i smoltfangsten, mens en økning i vann-temperatur virker negativt på antall smolt som fanges. Siden vanntemperaturen øker ut-over våren, kan det være vanskelig å utelukke at ikke effekten av f.eks. lysforhold kan spille inn.

En fundamental utfordring med modellbeskrivelsen er om fordelingen av fangstene faktisk representerer utvandringen på en god måte. I beregningene er det tatt hensyn til statistisk målbare endringer i fangsteffektivitet, men få gjenfangster gjør at beregningene aggregeres over lengre perioder og det er ikke usannsynlig at fangsteffektiviteten varierer på en finere skala enn det som avdekkes her. Hvis fangsteffektiviteten varierer med temperatur, vannføring og/eller tid, vil det påvirke estimatene i modellene. Noen undersøkelser finner at fangsteffektiviteten til smoltskurer påvirkes av miljøparametre som vannføring og vannstand (Cheng & Gallinat 2004) og sikt (Eskelin 2004). Hvis økt vannføring har gitt økte fangster, så kan dette ha gitt en overestimering av hvor stor effekt vannføring har. Det motsatte kan imidlertid også være tilfelle. Effektiviteten til smoltfella er trolig avhengig av hvor i elva den plasseres i forhold til hovedvannstrømmen og hovedstrømmen kan endre posisjon med endring i vannføring.

Selv om det er noe usikkerhet knyttet til fangsteffektiviteten i smoltskruene, så støttes modellen av undersøkelser fra andre vassdrag som også finner at smoltutvandringen stimuleres av vannføring og/eller temperatur (oppsummert i Klemetsen mfl. 2003 og Thorstad mfl. 2011a). I Halselva, hvor det er en permanent felle som dekker hele elvetverrsnittet, er daglig variasjon i utvandring av laksesmolt også avhengig av vannføring og endring i vannføring (Jensen mfl. 2012).

I 2013 var kraftverket stengt på grunn av teknisk revisjon fra midten av mai og i mesteparten av juni (**figur 4.5.4**). På grunn av stor tilførsel av vann fra ovenfor kraftverket, var likevel vannføringen nedstrøms, målt ved Skjærmo, normalt høy i mai. I en periode fra ca. 27. mai til 8. juni falt imidlertid vannføringen under 30 m³/s. Ser en på smoltfangstene på Tellesbø i denne perioden, så ble det likevel fanget en del smolt (**figur 4.6.5**). Dette er også i henhold til modellen, selv om modellen ikke ga et like stort utslag (**figur 4.6.7**). Felledataene for 2013 på Tellesbø gir dermed ikke noen indikasjoner på at driftstans ved kraftverket virker negativt på utvandringsforløpet til smolten når miljøforholdene var som i 2013, det vil si med stor vanntilførsel fra områdene oppstrøms kraftverket. Tilførsel av vann fra Vinddøla (nedenfor Skjærmo) kan også ha gitt bidrag av betydning for smoltutvandringen nederst i vassdraget i denne perioden.

4.6.5 Smoltproduksjon av laks og aure

I utgangspunktet ønsket vi å beregne smoltutvandringen av laks med Bjorksteds metode som tar hensyn til at fangsteffektiviteten til smoltfeller kan variere gjennom sesongen. Dette lot seg gjøre ved Harang i 2011 og 2012 og ved Tellesbø i 2012 og 2013. I tillegg har vi for alle fangststedene presentert tradisjonelle Petersen-estimer av antallet utvandrende smolt. Disse estimatene forutsetter egentlig at fangsteffektiviteten av fella med hensyn på merket smolt er den samme gjennom hele sesongen, en forutsetning som i større eller mindre grad ikke er oppfylt for estimatene i Surna. Ved Tellesbø gjenfanges også smolt som er merket og gjenutsatt oppstrøms Harang. Vi har også beregnet estimer av den totale smoltutvandringen i Surna basert på gjenfangsten av disse. Dette representerer på en måte en "uavhengig" sjekk på fangsteffektivitet og bestandsestimatene ved Tellesbø i og med at denne merkede fisken er fanget og gjenutsatt lengre opp i vassdraget uten å vært i tidligere kontakt med fella ved Tellesbø. I forbindelse med sluttrapporteringen av dette prosjektet ble fangsttallene og estimeringsprosedyren for merke-gjenfangst-

undersøkelsene i 2011 og 2012 også gjennomgått på nytt og resultatene for 2012 avviker derfor noe fra det som ble rapportert i forrige fremdriftsrapport (Ugedal mfl. 2013b).

Ovenfor Trollheim kraftverk

I 2013 ble det merket 334 smolt på Harang og transportert oppstrøms til Dønnem. Det var kun 15 gjenfangster av merket laksesmolt i smolthjulet på Harang og av disse ble 7 fanget på samme dag. Det har dermed ingen hensikt å estimere daglige fangstsannsynligheter ved Bjorkstedts metode, slik at vi isteden brukte Petersens metode til å estimere antallet smolt som vandret. Denne metoden antar lik fangbarhet over hele perioden. Basert på alle merket og gjenfanget fisk var gjenfangstraten $15/334 = 0,044$, mens raten basert kun på de som ble merket 9. juni og senere gjenfanget (alle dagen etter) var $7/138 = 0,051$. Disse estimatene av gjenfangstrate er tilnærmet like, så det er ingen indikasjoner på store forskjeller i fangbarhet gjennom undersøkelsesperioden. Disse estimatene av fangbarhet stemmer også bra overens med estimerer fra 2012 da det ble estimert en fangbarhet på om lag 0,040 i størsteparten av den perioden fella var i drift ved Harang (Ugedal mfl. 2013a). Estimert mengde utvandrende laksesmolt ved Harang i 2013 blir da 7400 med et tilnærmet 95 % konfidensintervall på [5200,16300]. Dette estimatet dekker imidlertid bare den perioden når fella var i drift, dvs. ikke perioden 17.-20. mai.

I 2012 ble det merket 844 smolt på Harang og gjenfangstene dette året var mere spredt ut i tid og tallrike nok (33 individer) til at det lot seg gjøre å estimere smoltproduksjonen ved hjelp av Bjorkstedts metode. Dette året ble det med denne metoden estimert en total smoltproduksjon ovenfor Harang i på 26 000, med tilnærmet 95 % konfidensintervall [15 800, 34 000]. Dette anslaget stemmer godt overens med estimatet framkommet ved bruk av Petersens metode samme år som var 22 000 med tilnærmet 95 % konfidensintervall [17 000, 35 000]. God overenstemmelse mellom de to metodene er forventet siden de estimerte daglige fangstsannsynlighetene ikke varierte så mye gjennom sesongen i 2012 (se Ugedal mfl. 2013b). Konfidensintervallet kan synes bredt for Bjorkstedts metode, men det er basert på mer realistiske antagelser (varierende fangstsannsynligheter) og det vil kreve ekstremt stor innsats for å redusere denne bredden betydningsfullt.

I 2011 ble det merket 728 smolt på Harang og 30 av disse ble gjenfanget i fella. Smoltestimatet fra de to beregningsmetodene ga nært likt resultat også dette året. Petersen-estimat ga 18 100 med tilnærmet 95 % konfidensintervall [13 700, 29 100] og Bjorkstedts metode ga 17 000 med tilnærmet 95 % konfidensintervall [9 500, 24 000]. Fella på Harang var ute av drift i to dager (Johnsen mfl. 2011), noe som gjør at dette er minimumsestimater.

For hele Surna

På Tellesbø ble det i 2013 fanget 111 laksesmolt fra fella ble satt i drift 9. mai til den måtte tas ut av drift 16. mai. Av de 100 smoltene som ble merket i denne perioden ble bare 2 gjenfanget, og begge disse før fella måtte tas ut av drift. Mesteparten av den smolten som ble merket i dette tidsrommet ble fanget natta før, og merket og gjenutsatt den samme dagen fella måtte tas ut av drift. Denne smolten vandret sannsynligvis ut i den perioden fella ikke var i drift og kunne dermed heller ikke gjenfanges. I den videre estimeringen av antallet smolt som gikk ut av Surna i 2013 har vi derfor bare benyttet smolt som ble merket og gjenfanget fra fella ble satt i drift igjen 22. mai og ut sesongen.

På grunn av flere perioder uten gjenfangster må mange dager aggregeres, dvs. vi antar at disse dagene har lik fangstsannsynlighet som de "omkringliggende" dagene, inntil vi har nok gjenfangster til å kunne få akseptable estimerer for fangstsannsynlighetene. For perioden 22. mai til 31. mai estimeres dermed en fangstsannsynlighet på 0,090, mens det for perioden 1. juni til 17. juni estimeres en fangstsannsynlighet på 0,038. Et Bjorksted estimat basert på merket og gjenfanget fisk fra 22. mai og ut sesongen ga et estimat på 24 000

smolt med tilnærmet konfidensintervall på [17 000, 39 000]. Dette er et minimumstall for utvandringen forbi Tellesbø i 2013. Hvis vi antar samme fangstsannsynlighet i den første perioden fella var i drift som i perioden 22. mai til 31. mai (dvs. 0,090) tilsier en fangst av 111 smolt fra oppstart 9. mai til fella måtte tas ut av drift 16. mai at det vandret ut om lag 1000 smolt i denne perioden, slik at det total antallet øker til om lag 25 000 laksesmolt i 2013. Hvor mange smolt som gikk ut de dagene fella var ute av drift vet vi ikke, men fangstene var økende i dagene før fella måtte tas ut av drift, noe som kan tyde på at vi muligens har gått glipp av noen tusen smolt i denne perioden.

Et Petersen estimat basert på merket og gjenfanget laksesmolt på Tellesbø fra 22. mai og ut sesongen i 2013 ga et estimat på 19 000 smolt med tilnærmet 95 % konfidensintervall på [15 000, 29 000], som var noe lavere enn estimatet basert på Bjorksted sin metode. Et Petersen estimat basert på smolt merket på Harang og gjenfanget på Tellesbø fra 22. mai og ut sesongen i 2013 ga et estimat på 18 000 smolt med tilnærmet 95 % konfidensintervall på [13 000, 35 000]. Disse Petersen estimatene var altså noe lavere enn estimatet basert på Bjorksteds metode i 2013, noe som kan skyldes at fangseffektiviteten til fella varierende relativt mye i løpet av sesongen.

I 2012 ga gjenfangstene av merka fisk på Tellesbø grunnlag for å estimere fangstsannsynligheter på 0,134, 0,038 og 0,067 for henholdsvis periodene 27. april til 20. mai, 21. mai til 29. mai, og 30. mai til 17. juni (Ugedal mfl. 2013b). Estimert total utvandring av laks for hele Surna i 2012 basert på Bjorksteds metode blir dermed 36 000 med tilnærmet 95 % konfidensintervall [29 000, 49 000]. Med Petersens metode estimeres smoltproduksjonen til 32 700 med tilnærmet konfidensintervall [28 000, 40 000]. Som nok en kontroll på estimatene kan vi bruke gjenfangstene i fella på Tellesbø av smolt merket på Harang ($n = 41$). Her er gjenfangstene så få at vi ikke får estimert periodevis fangstsannsynligheter, men Petersens metode estimerer smoltproduksjonen til 36 100 med tilnærmet konfidensintervall [25 700, 46 500]. De tre metodene ga altså estimerer i samme størrelsesorden for utvandringen av laksesmolt ved Tellesbø i 2012.

I 2011 var fangsteffektiviteten til fella på Tellesbø så lav i perioder at det ikke var mulig å beregne noe pålitelig antall for utvandrende smolt fra hele Surna dette året (Johnsen mfl. 2011)

Sjøaure

I 2011 og 2012 ble auresmolten merket med finnekipping (forskjellig kode ved Harang og Tellesbø) slik at gjenfangster av merket aure i fiskefellene ga grunnlag for estimerer av utvandringen av auresmolt ved bruk av Petersens metode.

I 2012 ble det merket 177 auresmolt på Harang og 12 av disse ble gjenfanget. Dette ga et estimat på 3000 smolt forbi Harang med tilnærmet konfidensintervall på [2000, 8000]. Ved Tellesbø ble det merket 283 auresmolt og 11 av disse ble gjenfanget. Dette ga et estimat på 8500 smolt ut av Surna med tilnærmet konfidensintervall på [5500, 24 000]. Med samme tilnærming som for laksesmolt innebærer disse estimatene at det i 2012 vandret ut om lag 5500 auresmolt som stammer fra sidebekker og hovedelva nedstrøms Trollheim kraftverk.

I 2011 ble det merket 177 auresmolt på Harang og 7 av disse ble gjenfanget. Dette ga et estimat på 4500 smolt forbi Harang med tilnærmet konfidensintervall på [3000, 24 000]. Smoltestimatene for aure har ganske vide konfidensintervaller blant annet fordi det ble merket og fanget vesentlig færre aure enn laks. Vi har derfor ikke noe grunnlag til å påstå at utvandringen forbi Harang var vesentlig forskjellig i 2011 og 2012.

4.6.6 Vurdering av resultatene

De største usikkerhetene knyttet til estimering av bestand ved merking/gjenfangst basert på vandrende smolt er knyttet til hvordan håndtering og merking av smolt påvirker dødelighet og vandringsatferd til fisken i etterkant. Udokumentert økt dødelighet som følge av håndtering vil tendere til å gi en overestimering av faktisk bestandsstørrelse. Endret atferd hos smolten som følge av håndtering og flytting oppstrøms, f.eks. at fisken kan få en forsinket utvandring eller at merket fisk velger en annen vandringsrute ved neste passering av fella, kan også påvirke estimatene av fangsteffektivitet til fellene som igjen vil påvirke estimatene av bestandsstørrelse. Endret atferd kan gi både over- og underestimering av faktisk bestandsstørrelse. Bare kontrollerte forsøk kan gi svar på om slike atferdsendringer har betydning for estimatene. Vi kjenner ikke til slike kontrollerte forsøk som er relevante for vår estimering av bestandsstørrelse av smolt i Surna.

Smoltproduksjon oppstrøms og nedstrøms Trollheim kraftverk

Et av formålene med smoltundersøkelsene i Surna har vært å estimere og sammenlikne smoltproduksjonen på strekningene oppstrøms og nedstrøms Trollheim kraftverk. I 2012 ble det estimert at utvandringen fra Surna var om lag 36 000 smolt mens utvandringen forbi Øvre Harang var om lag 26 000 smolt. Ser en på differansen mellom estimatene oppstrøms Trollheim kraftverk og for hele Surna, tyder resultatene på at om lag 10 000 smolt stammer fra områdene nedstrøms kraftverket. Dette innebærer at om lag 28 % av lakse-smolten som vandret ut fra Surna stammet fra områdene nedstrøms kraftverket dette året. Dette kan være en liten overvurdering av andelen fordi den øverste fella var plassert ved Harang, som ligger om lag 3,5 km ovenfor kraftverksutløpet, og det vandret sannsynligvis også smolt fra denne elvestrekningen mellom fella og kraftverksutløpet. På den andre siden var fella ved Tellesbø plassert om lag 1-2 km ovenfor flomålet ved Skei. Også her må en regne med at det oppholder seg smolt som vandrer ut av elva, noe som vil bidra til å undervurdere andelen nedenfor kraftverket (og det totale antallet smolt i Surna).

Resultatene fra smoltestimatene i 2012 stemmer i store trekk overens med estimerer fra elektrisk fiske over hvilke områder av Surna som står for hovedmengden av smoltproduksjonen av laks. Estimerer av antall presmolt på ulike elvestrekninger i perioden 2002-2013 (untatt 2003), tyder på at produksjonen av presmolt på strekningen nedenfor Trollheim kraftverk utgjør i gjennomsnitt 23 % (variasjon mellom år fra 11 til 32 %) av den totale produksjonen i Surna (se kapittel 4.5).

Estimerer over antallet presmolt i Surna i slutten av august 2011 (altså om lag 8 måneder før smoltutvandringen våren 2012), tydet på at bestanden av presmolt nedenfor kraftverket var om lag 10 000, mens bestanden oppstrøms var om lag 53 000. Denne høsten utgjorde altså det estimerte antallet presmolt nedenfor kraftverket 16 % av det totale antallet presmolt i Surna (se kapittel 4.5). Andelen smolt (om lag 28 %) som vandret ut fra områdene nedstrøms kraftverket våren 2012 var altså en god høyere enn andelen presmolt i dette området høsten før. Det er flere mulige forklaringer på dette fenomenet; 1) Elektrisk fiske undervurderer bestanden av presmolt nedstrøms Trollheim kraftverk sammenliknet med bestanden oppstrøms; 2) Det var større dødelighet av store laksunger i perioden august-mai oppstrøms enn nedstrøms kraftverket; 3) Det har forgått en nedstrøms forflytning av presmolt fra områdene oppstrøms i løpet av perioden august-mai.

Ingen av disse tre mulighetene kan utelukkes. Det er meget sannsynlig at strandnært elektrisk fiske i en stor, bred og dyp elv som Surna nedstrøms kraftverket undervurdere bestanden av presmolt sammenliknet med elektrisk fiske i elva oppstrøms kraftverket (se kapittel 4.4). Undervurderingen er sannsynligvis størst i de årene det elektriske fisket gjennomføres på høy vannføring eller i perioder med variabel vannføring gjennom kraftverket.

Minstevannføringen nedstrøms kraftverket er 15 m³/s og vannføringen er sjelden langt under 20 m³/s i vinterhalvåret. Oppstrøms kraftverket kan vintervannføringen bli lav både på den strekningen som er fraført vann (Trollheim kraftverk-Rinna) og også i den øverste delen av vassdraget som er uregulert. Lav vintervannføring kan gi økt dødelighet hos laksunger og det er derfor ikke usannsynlig at dødeligheten i perioden fra august-september til mai gjennomgående er større oppstrøms enn nedstrøms kraftverket.

Nedstrøms vandring av presmolt laks om høsten er beskrevet i flere undersøkelser fra utlandet. Slike vandringer kan være fra sidevassdrag og ned i hovedelva, eller fra mindre elver og ut i innsjøer eller til og med brakkvann (se referanser i Ugedal mfl. 2014a). Surna oppstrøms kraftverket er vannføringsmessig sett en liten elv sammenliknet med nedstrøms kraftverket. Vi mangler imidlertid kunnskap om slike vandringer forekommer i norske elver. Det er likevel ikke usannsynlig at det skjer forflytninger av ungfisk fra områder oppstrøms kraftverket og nedover i elva på andre tider av året, slik at noe av den smolten som vandrer ut fra områdene nedstrøms kraftverket kan være individer som har tilbrakt deler eller mesteparten av livet sitt i elva oppstrøms kraftverket.

I 2013 ble antall smolt ovenfor kraftverket estimert til minimum 7 500 mens vandret ut minst 25 000 forbi Tellesbø. Hvis vi bruker samme tilnærming som i 2012 stammer altså om lag 17 500 eller 70 % av laksesmolten fra områdene nedstrøms kraftverket dette året. Mulighetene for feilvurdering av de to hovedområdenes betydning for smoltproduksjonen er imidlertid vesentlig større i 2013 fordi de to fellene var ute av drift i 5-6 dager i det som synes å være starten av utvandringsperioden. I denne perioden kunne det ha vandret smolt nedstrøms fra områdene ovenfor kraftverket som enten ikke ble registrert i det hele tatt i fellene eller som bare bidro til fangstene og estimatet for Surna totalt de første dagene etter at fella ved Tellesbø ble satt i drift igjen. Fella ved Harang ble også satt ut 4 døgn senere enn fella ved Tellesbø dette året, og det kan heller ikke utelukkes at det skjedde noe nedvandring av smolt i denne perioden.

Resultatene fra 2013 stemmer altså dårlig med resultatene fra undersøkelsene av ungfisk. Estimater over antallet presmolt i Surna i slutten av august 2012, tydet på at bestanden av presmolt nedenfor kraftverket var om lag 12 000, mens bestanden oppstrøms var om lag 41 000. Hvis estimatene gir et riktig uttrykk for forholdet mellom de to delene av elva med hensyn på hvor smolten stammer fra gikk det ut en langt større andel smolt fra områdene nedstrøms kraftverket enn en skulle forvente. Hvis alle de 17 500 smoltene som i henhold til differensen mellom estimatene virkelig stammet fra områdene nedstrøms var utvandringen av smolt større enn estimert antall presmolt om høsten. En slik undervurdering av antallet presmolt nedstrøms kraftverket høsten 2012 kan ikke utelukkes fordi det er store usikkerheter knyttet til oppskalering av tetthet av presmolt på ungfiskstasjonene til total bestand av presmolt på denne elvestrekningen. Stans i felledriften i starten av utvandringsperioden gjør imidlertid at det ikke kan dras sikre konklusjoner om smoltens opphav i 2013.

Alt i alt kan resultatene tyde på at andelen av smoltutvandringen som stammer fra områdene nedstrøms Trollheim kraftverk kan være en god del større enn hva undersøkelsene av ungfisk har vist, slik at produksjonen av smolt i dette vassdragsavsnittet sannsynligvis utgjør en større andel av den totale produksjonen i elva enn tidligere antatt. Dette kan være relatert til metodiske utfordringer ved elektrisk fiske nedstrøms kraftverket som undervurderer produksjonen av ungfisk eller en forflytning av eldre laksunger og presmolt fra de øvre områdene. Hvor mye produksjonen kan være undervurdert gir ikke smoltundersøkelsene noe klart svar på. Best kvalitet på dataene fra fellefangsten i 2012 og det at resultatene stemmer rimelig godt overens med undersøkelsene av presmolt, tyder på at konklusjonene fra dette året er relativt pålitelige. I hvilken grad dette året er representativt for Surna generelt er imidlertid vanskelig å si ut fra smoltundersøkelsene.

Smolt ved Harang versus presmolt oppstrøms kraftverket

På Harang ble det estimert en smoltutvandring på om lag 17 000, 26 000 og 7 500 i henholdsvis 2011, 2012 og 2013. Estimaten i 2011 og 2013 er minimumsestimater fordi fellene ikke var operative i hele perioden. I 2011 var fella ute av drift i to dager i starten av juni mot slutten av utvandringsperioden (Johnsen mfl. 2011), mens fella var ute av drift i fem døgn i begynnelsen av utvandringen i 2013. Grove estimater av antall presmolt oppstrøms Trollheim kraftverk basert på elektrisk fiske tyder på at antallet var høyere i 2011 (86 000) og 2012 (53 000) enn i 2013 (41 000). En nedgang i antallet utvandrende smolt forbi Harang i 2013 sammenliknet med de to foregående årene er derfor i samsvar med resultatene fra ungfiskundersøkelsene. Estimaten antyder ett forhold mellom smolt om våren og presmolt om høsten på om lag 20 % i 2012 og om lag 49 % i 2011 og 18 % 2013. Både smoltestimaten og oppskalering av antall presmolt er beheftet med stor usikkerhet slik at disse forholdstallene ikke nødvendigvis er et presist mål på "overlevelsen" hos presmolt mellom august/september og utvandring i mai neste år. Vi vet heller ikke om tettheten av presmolt på ungfiskstasjonene oppstrøms kraftverket er representative for elva som helhet (se kapittel 4.5). I tillegg er det også mulig at den størrelsesgrensen vi har benyttet for å karakterisere presmolt (≥ 10 cm på sensommeren) kan feilvurdere andelen presmolt i bestanden i alle fall år om annet.

En lavere smoltutvandring fra de øvre deler av Surna i 2013 sammenliknet med 2011 og 2012 var altså i store trekk i samsvar med resultatene fra ungfiskundersøkelsene. Lavere forventet smoltutgang i 2013 skyldes ikke generelt lave tettheter av ungfisk for de to årsklassene som i hovedsak bidro til utvandringen (2- og 3-års smolt) denne våren, det vil si årsklassene som klekket i 2010 og 2011 (se kapittel 4.5.4). Lavere forventet smoltutgang i 2013 var i større grad påvirket av hvor stor andel av ettåringene som ble vurdert å være store nok til sannsynligvis å vandre ut som 2-årig smolt om våren. Høsten 2012 var bare 1 % av ettåringene på strekningen mellom Trollheim kraftverk og Rinna større eller lik 10 cm og ble klassifisert som presmolt. Denne andelen har vanligvis vært større enn 20 % i løpet av undersøkelsesperioden. Andelen av ettåringene som var større eller lik 10 cm på strekningen oppstrøms Rinna var for øvrig 20 % denne høsten. Dette understreker at sammenhengen mellom styrken av ulike årsklasser og smoltproduksjon hos laks kan variere mellom år fordi smoltifisering er avhengig av individenes størrelse. Interaksjoner mellom vekstforhold og fisketetthet kan gi en lavere andel av individer som blir store nok til å smoltifisere ved en gitt alder for enkelte årsklasser enn for andre (Horton mfl. 2009).

Vinteren 2012/2013 var vannføringen oppstrøms kraftverket svært lav i en lengre periode slik at lavere "tilsynelatende overlevelse" mellom presmolt på sensommeren 2012 og smolt om våren 2013 også kan være påvirket av økt vinterdødelighet som følge av denne lave vannføringen.

Tetthet av smolt i Surna

Det sikreste estimatet for utvandring av laksesmolt i hele Surna, om lag 36 000 smolt, ble oppnådd i 2012. Hvis vi legger arealet av lakseførende strekning (ut fra areal målt på 1:50 000 kart og brukt ved beregning av antall egg ved gytebestandsmålvurderinger) tilsvarende dette en smolttetthet på 1,0 smolt pr. 100 m² elveareal i Surna som helhet. I 2012 stammet om lag 10 000 av smolten fra områdene nedstrøms kraftverket. Grovt vurdert så utgjør arealet av Surna nedstrøms kraftverket om lag 60 % av dette totale arealet. Dette innebærer at tettheten dette året var om lag 1,8 smolt pr. 100 m² elveareal oppstrøms kraftverket og om lag 0,5 smolt pr. 100 m² elveareal nedstrøms. Vi gjør oppmerksom på at tetthetene presentert ovenfor er beregnet ut fra et vesentlig større areal (omtrent breddfull elv som angitt i 1:50 000 kart) enn de tetthetene av presmolt som er presentert i kapittel 4.5 (som er basert på vanndekt areal ved gjennomsnittlig vannføring for elektrisk fiske) slik at disse ikke er sammenliknbare størrelser.

Smoltestimatene i 2013 gir en tetthet for elva som helhet på minimum 0,7 smolt pr. 100 m², med om lag 0,5 smolt pr. 100 m² elveareal oppstrøms Trollheim kraftverk og om lag 0,8 smolt pr. 100 m² elveareal nedstrøms. Smoltbestanden dette året er undervurdert på grunn av at fellene måtte tas på land i 5-6 dager og det er større usikkerheter knyttet til hvor stor andel av smolten som egentlig hadde opphav nedstrøms kraftverket. Estimater for Harang i 2011 gir for øvrig en smolttetthet på om lag minimum 1,2 pr. 100 m² elveareal oppstrøms kraftverket. Dette året var fella på Harang ute av drift i 2 dager, altså betydelig kortere enn i 2013.

Merking/gjenfangst av vandreende smolt gir muligheter for å estimere det antallet smolt som vandrer forbi lokaliteten(e) hvor undersøkelsen gjennomføres. I flere vassdrag i Norge er det gjennomført undersøkelser med merke/gjenfangst basert på merking av presmolt i forkant av utvandringen og gjenfangst i feller senere i sesongen. Dette gir egentlig et estimat av bestanden av presmolt på merketidspunktet slik at disse estimatene ikke er direkte sammenliknbare med estimer basert på den metoden vi har benyttet. Metodetester i mindre elver tyder på at merke-gjenfangst på den tradisjonelle måten kan gi betydelig overestimat av antall utvandrende smolt (f.eks. Forseth mfl. 2009b), men hvor overførbart resultatene fra disse få metodetestene i mindre vassdrag er til større vassdrag vet vi ikke. Størrelsesorden på denne feilkilden er ikke undersøkt i store vassdrag i Norge (Ugedal mfl. 2014a).

En smolttetthet på 1,0 smolt pr. 100 m² elveareal i Surna er lavt sammenliknet med andre elver i regionen slik som Orkla, Stjørdalselva og Eira (se Ugedal mfl. 2014a for en oppsummering), selv om vi tar i betraktning at smolttetthetene i disse elvene kan være en god del overvurdert sammenliknet med Surna som følge av ulik metode for gjennomføring av merke/gjenfangst. Den lave totale tettheten av smolt i Surna i 2012 er delvis en følge av at de nederste delen av vassdraget, som er arealmessig dominerende, hadde svært lav tetthet av smolt i 2012.

Den estimerte smolttettheten oppstrøms Trollheim kraftverk i 2012, om lag 1,8 smolt pr. 100 m² elveareal, er vesentlig større enn nedstrøms, men likevel noe lavere enn de estimerte tetthetene i vassdrag som Stjørdalselva (snitt 3,4 pr. 100 m²; Arnekleiv mfl. 2007) og Eira (snitt 3,6 pr. 100 m²; Jensen mfl. 2011). Smolttettheten oppstrøms kraftverket var imidlertid vesentlig lavere i 2011 og 2013, men estimatene disse to årene er minimumsestimater. En sammenlikning av habitatforhold (som skjul og substratsammensetning) i Surna oppstrøms kraftverket med tilsvarende forhold i Stjørdalselva og Eira kan gi grunnlag for en nærmere vurdering av om forskjellen mellom disse elvene i smoltproduksjon skyldes habitatforholdene eller kan være forårsaket av andre forhold knyttet til reguleringen av disse elvene som for eksempel lav vinter- eller sommervannføring enkelte år i Surna på strekningene oppstrøms kraftverket.

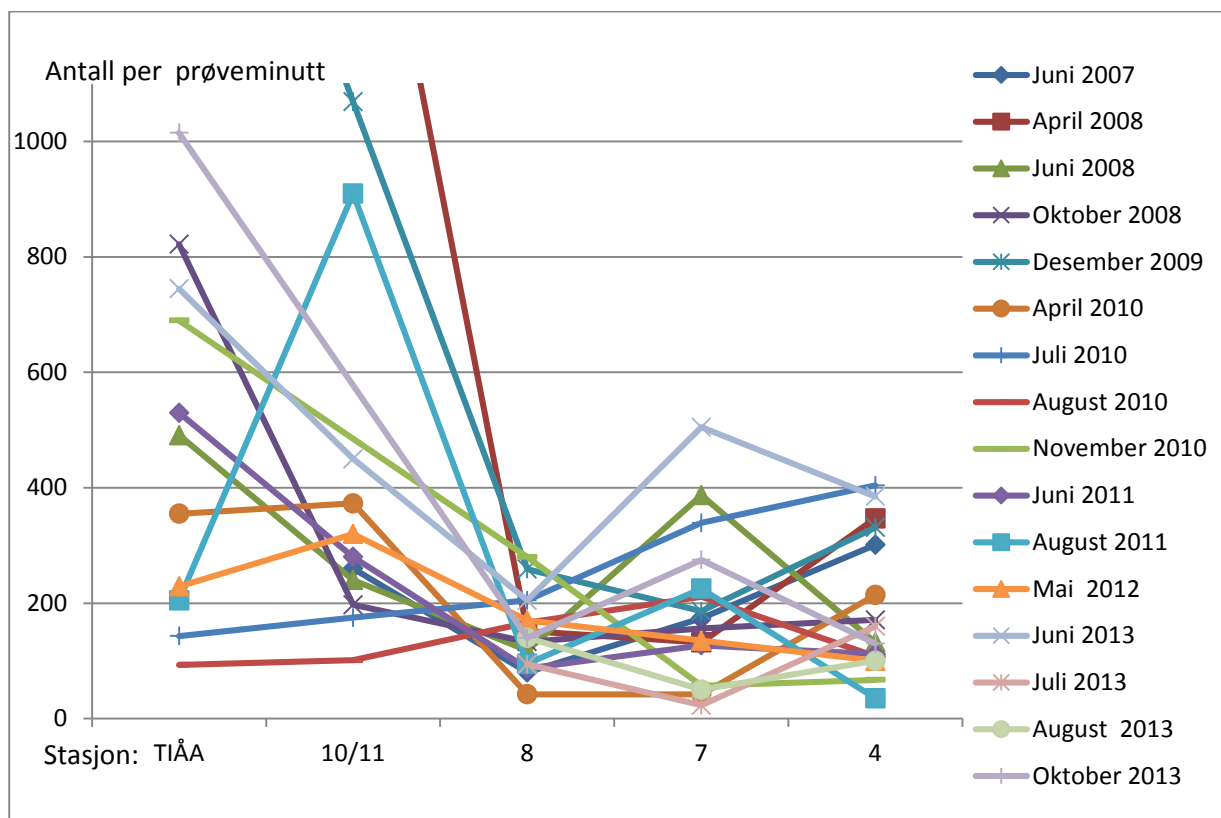
Ungfiskundersøkelsene tyder på at tettheten av presmolt i Surna på sensommeren/høsten kan ha vært en god del større i tidligere år enn den var i 2012-2013 (se kapittel 4.5), både nedstrøms og oppstrøms kraftverket. Utvandringen av laksesmolt i Surna i 2012 og 2013 kan derfor ha vært lavere enn i mange andre år av undersøkelsesperioden.

4.7 Bunndyr

Målsettingen for undersøkelsene kan oppsummeres i to hovedspørsmål:

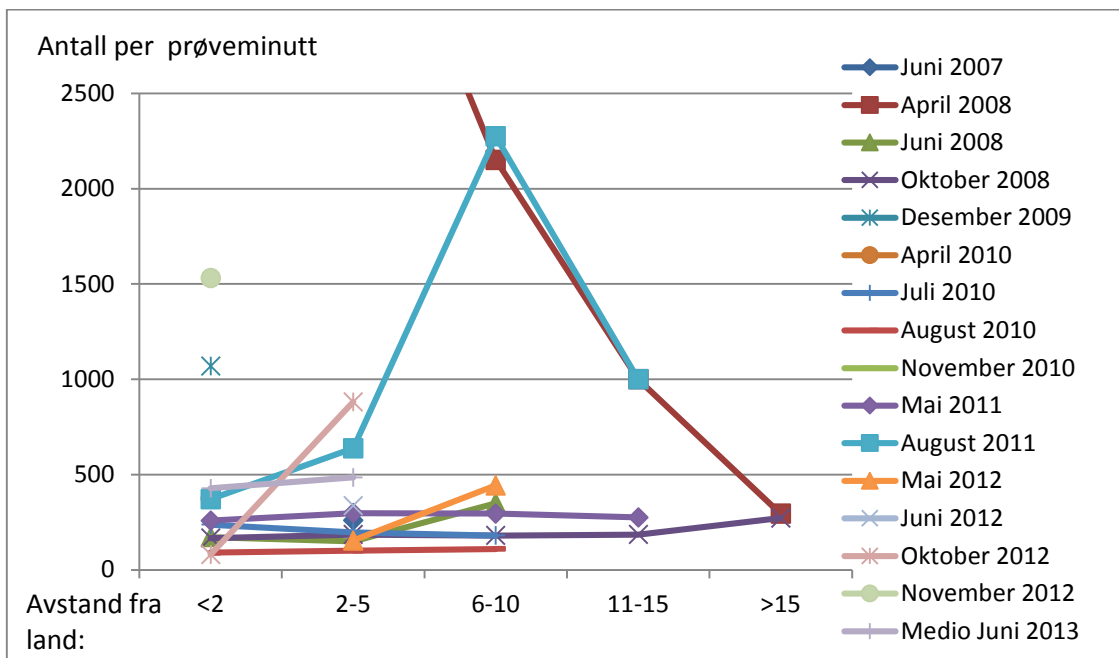
1. Avvik fra forventningssamfunn. Hvordan er situasjonen ovenfor og nedenfor Trollheim kraftverk i forhold til forventede forekomster og arts mangfold av bunndyr?
2. Hvilke effekter har reguleringen på bunndyrsamfunnet nedstrøms Trollheim kraftverk?

Det finnes ikke bunndyrdata fra før reguleringen i 1968, så referansesituasjonen kan kun estimeres (Saltveit & Ofstad 1985). På bakgrunn av senere undersøkelser, data fra referansestasjonen Tiåa, stasjonene i øvre deler av Surna og fra Midt-Norge generelt, anslås et forventet gjennomsnitt på omkring 500 organismer per minutt sparkeprøve. Det var bare referansestasjonen i Tiåa og til dels stasjon 10/11 ovenfor kraftverksutløpet som jevnt over hadde slike forekomster. Stasjonene 8, 7 og 4 nedenfor kraftverket hadde som regel langt under forventede antall individer per prøveminutt, gjennomsnittlig omkring 20 % av forventede forekomster. **Figur 4.7.1** illustrerer den store ulikheten i bunndyrtetthet ovenfor og nedenfor kraftverksutløpet. Unntakene er få, i 2013 hadde eksempelvis Stasjon 7 og 4 nedstrøms Trollheim kraftverk store forekomster av fjærmygglarver i juni. I juni 2013 var det tilsvarende store antall med de samme organismegruppene. Variasjoner innen samme stasjon mellom prøvetidspunkter skyldes ikke bare vekslinger i forekomster gjennom sesongen, men også ulik vannføring. Jo høyere vannføring, jo færre dyr fanges i prøvene. Derfor må sammenligningen mellom lokalitetene foretas ved at prøvetakingen på samme tidspunkt vurderes som et eget datapunkt. Det vil si at hver kurve viser bunndyrforekomstene den spesielle prøvetakingsdagen fra øverst til nederst i elva.

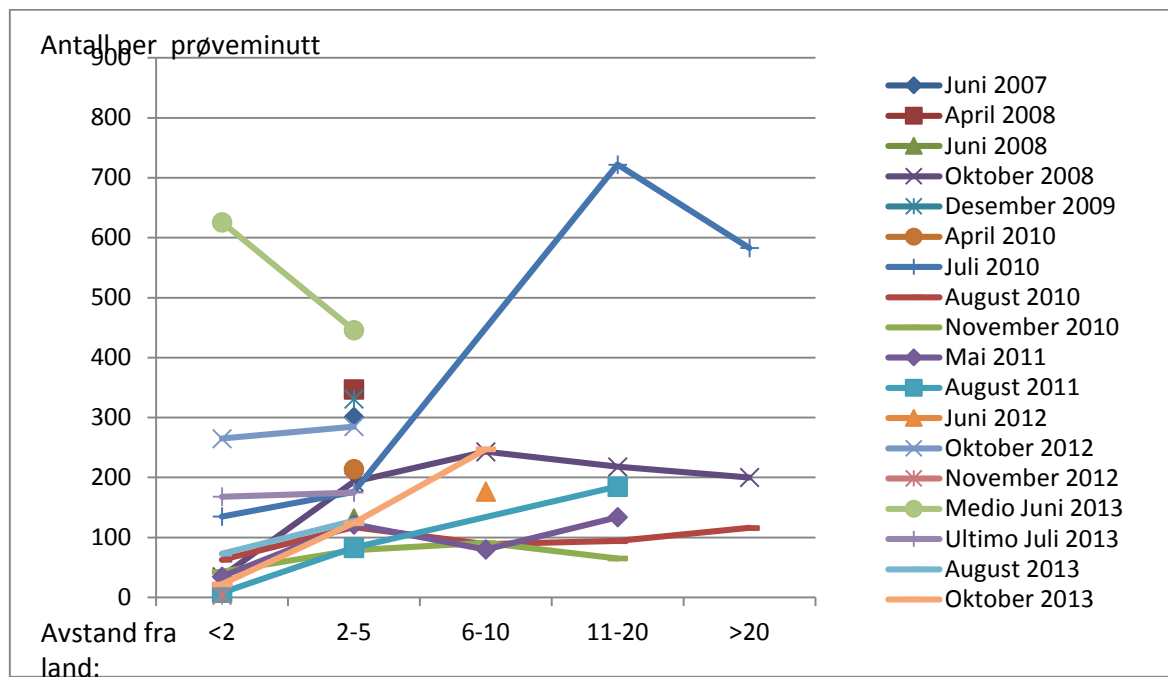


Figur 4.7.1. Bunndyrforekomster fra øverst (Tiåa) til nederst (Stasjon 4) i Surnavassdraget 2007-2013. Fire verdier for Tiåa og stasjon 10/11 ligger over skalaen. Nesten 1900 organismer per minutt ble funnet i Tiåa i desember 2009.

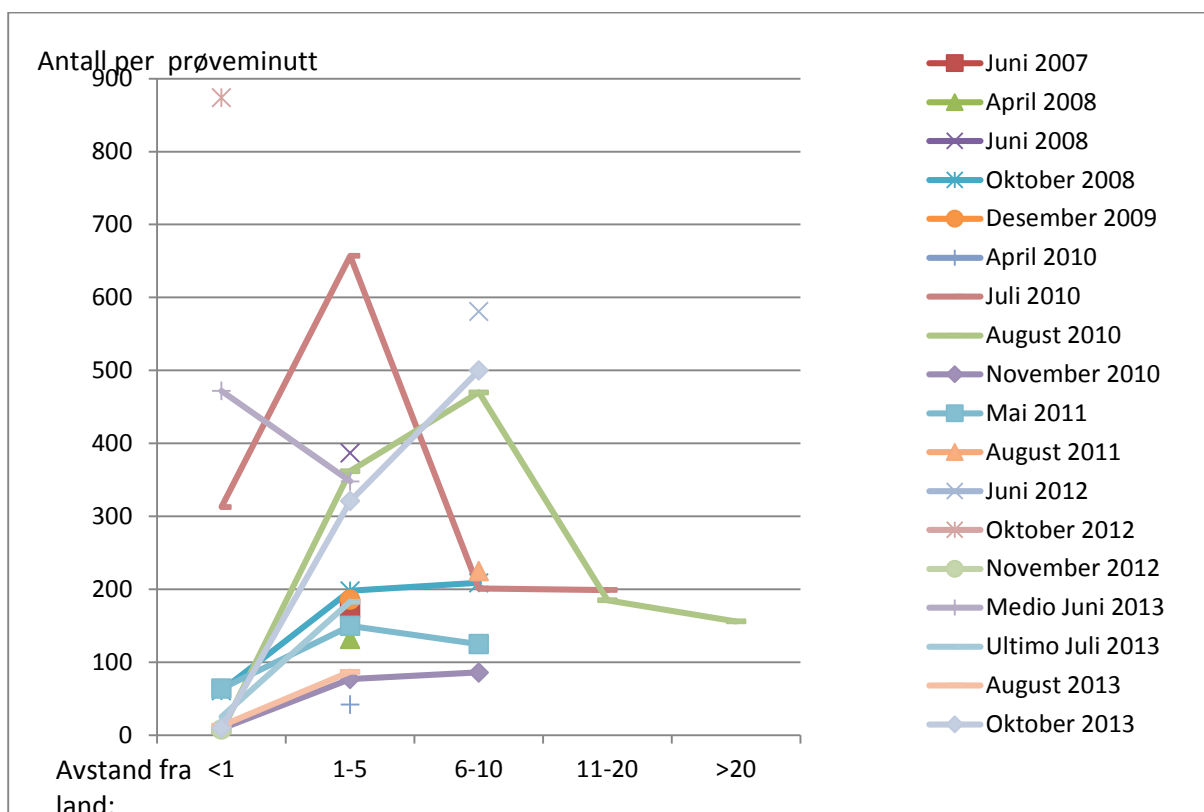
Resultatene av transektprøvene fra stasjonene 10/11, 8, 7 og 4 for alle år er framstilt i **figur 4.7.2a-d**. Figurene illustrerer tydelig den store forskjellen det er i forekomster ovenfor (Tiåa og stasjon 10/11) og nedenfor Trollheim kraftverk (stasjonene 8, 7 og 4), både når det gjelder totalantall og antall organismer nærmest land.



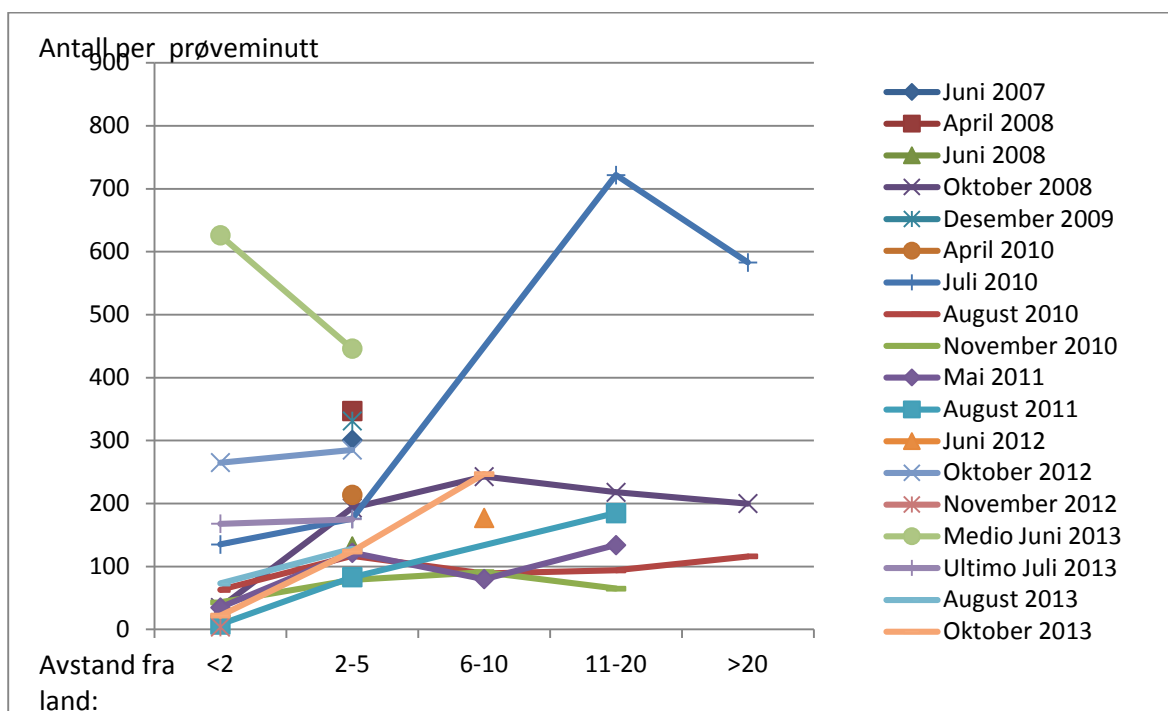
Figur 4.7.2a. Antall organismer per minutt prøve og avstand fra land i meter for stasjon 10/11 i Surna 2007-2013. To verdier går utenfor skalaen: I april 2008 var det pr. minutt prøve henholdsvis 3700 individer innerst og 4000 individer 2-5 meter fra land.



Figur 4.7.2b. Antall organismer per minutt prøve og avstand fra land i meter for stasjon 8 i Surna 2007-2013.



Figur 4.7.2c. Antall organismer per minutt prøve og avstand fra land i meter for stasjon 7 i Surna 2007-2013.



Figur 4.7.2d. Antall organismer per minutt prøve og avstand fra land i meter for stasjon 4 i Surna 2007-2013.

4.7.1 Artsmangfold

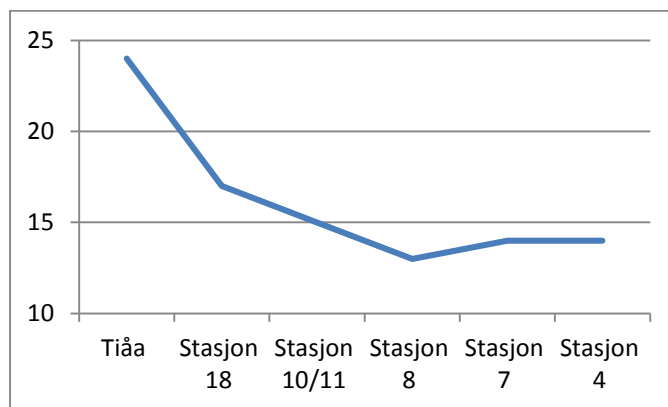
Vedlegg 5 viser alle artene som ble funnet i Surna 2007-2013, med gjennomsnittlige antall pr. prøveminutt for alle år og stasjoner. Det ble funnet totalt 16 arter døgnfluer, 19 arter steinfluer og 25 arter vårfluer i årene 2007-2013 i Surna. Av disse er én klobilleart, fem døgnfluearter, to steinfluearter og tre vårfluearter nye for fylket. Til sammen er det nå totalt registrert 21 (48) døgnfluearter, 24 (35) steinfluearter og 60 (200) arter vårfluer for Møre og Romsdal (totale antall for Norge i parentes: Artsdatabanken, Aagaard & Dolmen 1996).

Tabellen viser at det registrerte arts mangfoldet for Møre og Romsdal er lavere enn i Sør-Trøndelag, noe som i hovedsak skyldes to forhold: En generell nedgang i arter ut mot periferier, og generelt færre undersøkelser i fylket. De omfattende undersøkelsene som er gjort i Surna har dermed ført til at nesten alle døgn-, stein og vårflueartene (EPT-artene) som er registrert for fylket ble funnet, i tillegg til de nye. De fleste artene ble imidlertid registrert med ekstremt få individer. Artsforekomster er generelt ulikt fordelt, men forekomstene i Surna viste ekstremt skjeve fordelinger. Nesten hele økosystemet besto gjennomgående av omtrent 10 taxa, hvorav halvparten av disse dominerte faunaen: Døgnfluen *Baetis rhodani*, steinfluene *Diura nansenii* og *Amphinemura borealis*, vårfluen *Rhyacophila nubila* og gruppen fjærmygg (**vedlegg 5**). Av de registrerte 60 EPT-artene utgjorde 25 arter under 400 eksemplarer av totalantallet på nesten 155 000 organismer. Så skjeve fordelinger skyldes som regel at økosystemet er påvirket.

Det totale artsantallet øker nedover i vassdraget. To hovedgrunner til det er:

- Det er tatt mange flere prøver nedenfor kraftverket, eksempelvis mer enn tre ganger så mange prøveminutter på Stasjon 8 som i Tiåa. Som beskrevet under kapitlet Metoder er det en direkte sammenheng mellom økende prøvestørrelse og økende registrering av arter med lave forekomster.
- Artsantallet for de fleste grupper øker fra fjell mot fjord i rennende vann. I tillegg til arter som bare finnes i lavereliggende strøk vil enkeltindivider av arter som er tilpasset høyereliggende strøk og kaldere vann drive nedover et vassdrag og dermed øke artsantallet.

Det som indikerer påvirkning i Surna er at gjennomsnittlig antall arter *per prøveminutt* synker nedover elva. Bunndyrartenes forekomster blir altså skjevare fordelt nedover, ved at mange arter har svært lave forekomster. Forholdet burde vært omvendt: Med økende arts mangfold nedover burde flere arter blitt registrert per prøveminutt (**figur 4.7.3**). Kurven for urørte vassdrag peker motsatt vei.

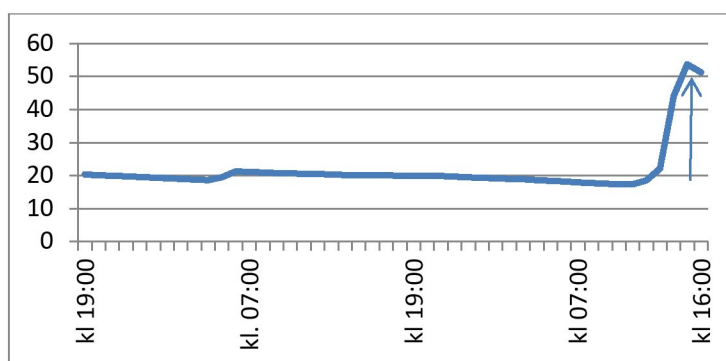


Figur 4.7.3. Gjennomsnittlig antall døgn-, stein- og vårfluearter per prøveminutt for årene 2007-2013 fra øverst til nederst i Surnavassdraget.

4.7.2 Effekter av endringer i vannføring

Et mål for undersøkelsene var å kvantifisere påvirkningene som reguleringen generelt og effektkjøringen spesielt har på biomangfoldet. Her presenteres resultatene av transektundersøkelsene for 2013, i tillegg til eksempler fra tidligere år.

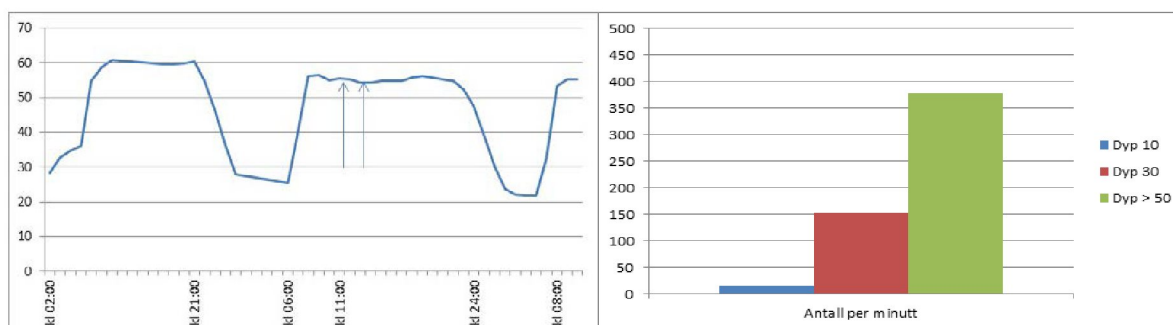
For å se på dynamikken i systemet er korrelering med vannføring i tiden før prøvetaking viktig. I praksis viste dette seg meget vanskelig å få til. I 2012 ble det innvilget et arbeidsønske som skulle gi en planlagt vannføring, men forsøket ble spolert av kraftig nedbør og måtte avsluttes. I november 2012 ble kraftverket stoppet en tid. Dette ga en mulighet for en prøverunde etter en lengre periode med fullstendig tørrlegging av områdene nær bredden (figur 4.7.4).



Figur 4.7.4 Vannføring i m^3/s ved Skjermo fra 3.11. kl 19:00 til 5.11. kl 16:00, 2012. Pilen angir når transektprøver ble tatt.

En time etter økning i vannstanden var det gjennomsnittlig bare 4 dyr per minutt prøve innerst ved land på stasjonene nedenfor kraftverket. Til sammenligning var det innerst ved land på Stasjon 10 ovenfor kraftverket over 1500 individer per minutt (vedlegg 6). Noen ganske få individer av taksa som forventes å tåle noe mer ble registrert nærmest land, men disse kan ha blitt med det stigende vannet. Denne nullsituasjonen er utgangspunktet for å kunne vurdere effektkjøringens påvirkning på bunndyrforekomstene.

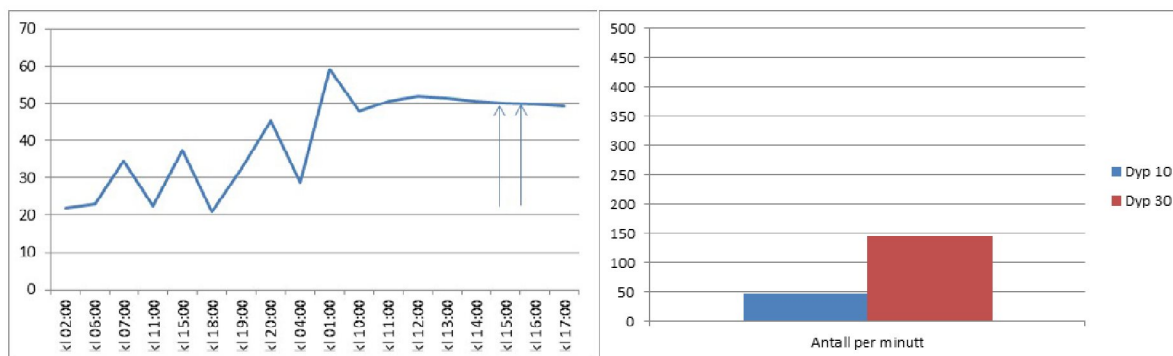
Her presenteres noen illustrerende sammenligninger mellom prøvetaking og vannføring: 23.-25. oktober 2013 var vannføringssituasjonen som vist i figur 4.7.5.



Figur 4.7.5. Venstre panel: Vannføring i m^3/s fra 23-25.10.2013. Pilene angir når transektprøver ble tatt, mellom kl. 12-13.30. Fra kl 2 til kl 11 den 4.11. steg vannføringen fra 28 til nesten 60 m^3/s . Høyre panel: Antall organismer per minutt prøve på 10, 20 og 30 centimeters dyp nedenfor Trollheim kraftverk 24.10.2013. Gjennomsnitt for Tiåa samme dag var til sammenligning 508 organismer per minutt over hele elvebunnen.

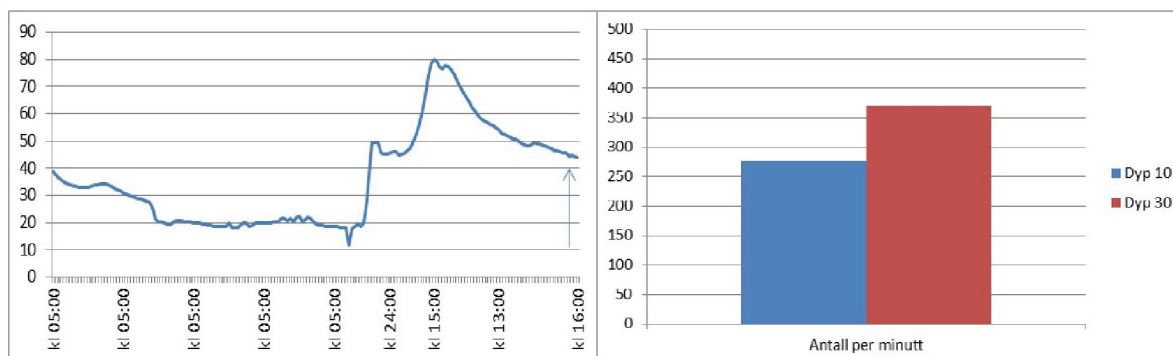
Ved prøvetakingen 1-2 timer etter vannstandsøkningen på formiddagen ble det nedenfor kraftverksutløpet registrert et lite antall organismer av flere taxa innerst. Denne forekomsten besto først og fremst av fåbørstemark, snegl, stankelbeinmygg og husbyggende vårfluer. Dette er former som har bedre forutsetninger for å kunne overleve noen timer med tørrleggingen nettene før, og de kan dermed ha vært til stede hele perioden. De enorme mengdene med *B. rhodani* som ble registrert i Tiåa var imidlertid ikke til stede langs bredden nedover. Ytterst, hvor arealet hadde vært vanddekt over flere dager, var forekomstene som ventet (**figur 4.7.5, vedlegg 7**).

Den 22. august 2013 ble det tatt prøver etter relativt stabil vannføring i omtrent 18 timer (**figur 4.7.6**). Det ble på disse 18 timene rekolonisert noe under 50 organismer i gjennomsnitt per prøveminutt innerst langs land, en del færre på stasjon 7 (se **vedlegg 8**). På dette tidspunktet ble det på stasjon 4 registrert en del store *B. rhodani*. Steinfluen *Leuctra fusca* forekom på de fleste transekter på alle stasjonene. Arten nærmer seg klekking til voksen så sent i august. Dette foregår ved at den ferdige nymfen kryper opp på land. Dette stadiet er sannsynligvis dermed mer robust enn de første stadiene i forhold til å kunne bevege seg og følge raske vannstandsendringer.



Figur 4.7.6. Venstre panel: Vannføring i m³/s 20-22.8.2013. Før kl 10:00 den 22.8 er bare enkelte målinger med for å vise variasjonene før prøvetaking. Pilene viser når transektprøver ble tatt, mellom kl. 15.00-16.00 22.8. Høyre panel: Gjennomsnittlig antall organismer per minutt prøve på 10 og 30 centimeters dyp på stasjonene nedenfor Trollheim kraftverk den 22.8.2013.

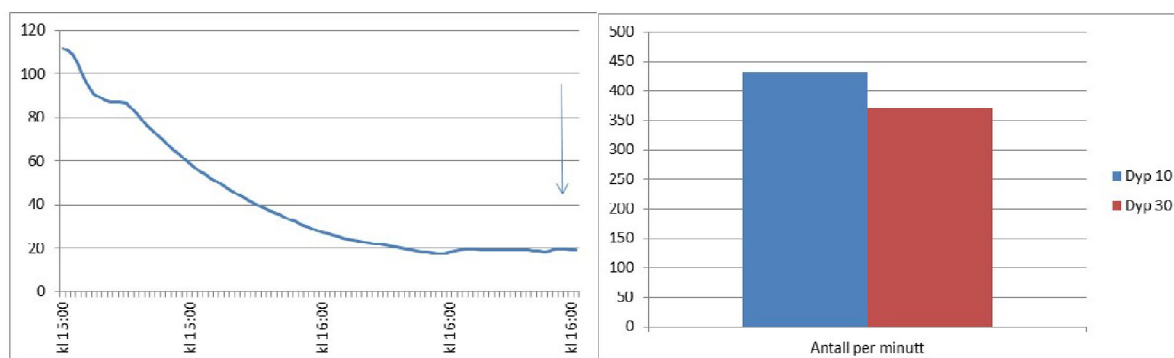
I slutten av juni 2013 oppsto det en interessant situasjon ved at Trollheim kraftverk ble stanset i en uke, og vannføringen lå rundt 20 m³/s i flere dager. I løpet av litt over et døgn fra den 21. juni steg vannet fra under 12 til nesten 80 m³/s (**figur 4.7.7**).



Figur 4.7.7. Venstre panel: Vannføring i m³/s mellom 17.-24.6.2013. Pilen viser når transektprøver ble tatt, mellom kl. 12.00-13.00 den 24.6. Høyre panel: Gjennomsnittlig antall organismer per minutt prøve på 10 og 30 centimeters dyp på stasjonene nedenfor Trollheim kraftverk den 24.6.2013.

I dette scenariet hadde rekolonisering av tørrlagte områder pågått i omtrent 67 timer før prøvetaking. De siste 48 timene inntraff imidlertid en ny, men langsom vannstandssenkning og dermed ny tørrlegging, ned fra nesten 80 til 45 m³/s fra ettermiddagen den 22.6. til prøvetaking to døgn etter. Dermed oppstår en oppkonsentrering av bunndyr i påvirket sone nær land (**figur 4.7.7, vedlegg 9**).

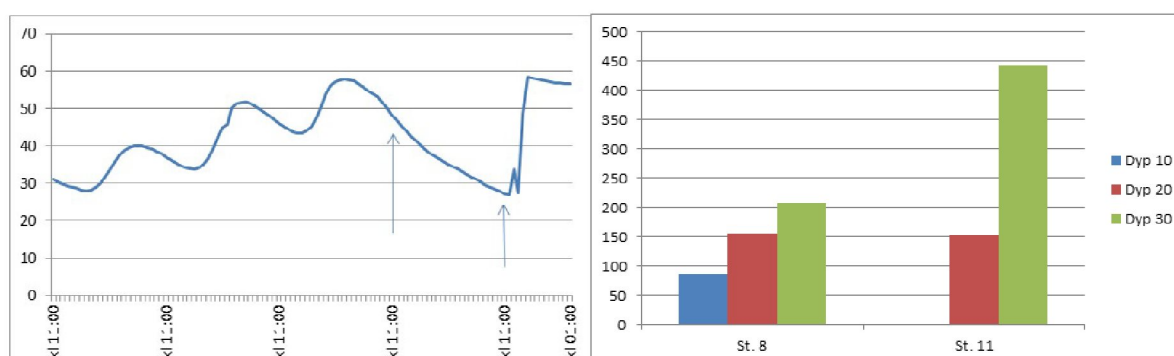
Denne konsentrasjonseffekten oppsto igjen ved prøvetakingen den 13. juni. I løpet av fire dager før prøvetakingen gikk elva fra en flomsituasjon med over 110 m³/s til under 20 m³/s ved prøvetakingstidspunktet (**figur 4.7.8**).



Figur 4.7.8. Venstre panel: Vannføring i m³/s 9.-13.6.2013. Pilen viser når transektprøver ble tatt, mellom kl. 12.00-13.00. Høyre panel: Gjennomsnittlig antall organismer per minutt prøve på 10 og 30 centimeters dyp på stasjonene nedenfor Trollheim kraftverk den 13.6.2013.

Ved så lav vannføring går elva ute i de alltid vanndekte arealene. Dette ga seg utslag i at det ble registrert flere individer innerst enn ytterst. Dette har i tillegg sammenheng med vanskelige prøvetakingsforhold ut mot djupålen (**figur 4.7.8, vedlegg 10**). Det er imidlertid som vanlig de ordinære taksa som dominerer, og biomangfoldet framstår som fattig til tross for normale antall pr. prøve.

I 2012 ble det tatt transektprøver i forbindelse med noen dager med ujevn vannføring. **Figur 4.7.9.** viser hvordan vannføringen svingte mellom 28 og 58 m³/s i tre omganger i dagene fra 30.4 til 4.5.2012.

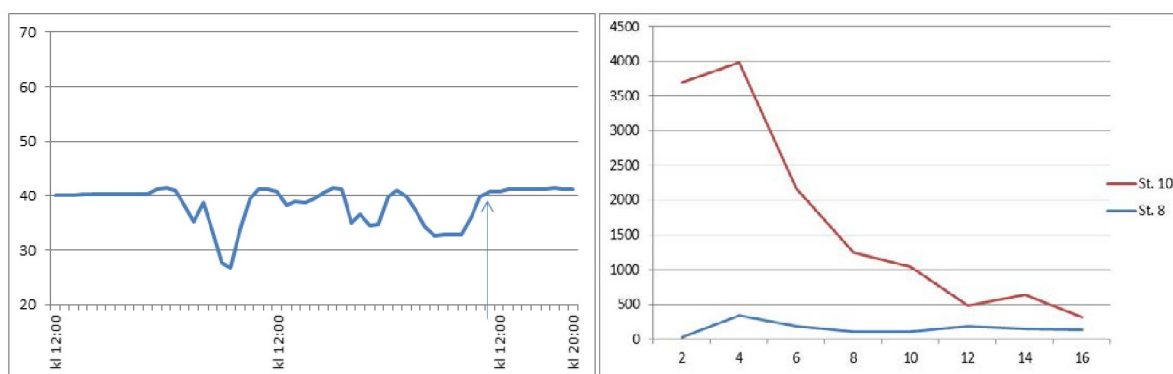


Figur 4.7.9. Venstre panel: Vannføring ved Skjermo i m³/s i dagene før og under prøvetakingen 3.-4. mai 2012. Pilene viser prøvetidspunkter. Høyre panel: Gjennomsnittlig antall organismer per minutt prøve på 10, 20 og 30 centimeters dyp på Stasjon 8 nedstrøms og Stasjon 10 oppstrøms utløpet av Trollheim kraftverk den 3. mai 2012.

Figur 4.7.9 (se **vedlegg 11**) viser resultatene av bunndyrprøvene i denne situasjonen, hvor antall bunndyr nærmest elvebredden var omkring 90 på Stasjon 8 nedenfor kraftverket, mens det var ingen på Stasjon 11 ovenfor kraftverket. De små, svømmende og overflatelevende artene, som for eksempel *Baetis rhodani*, opptrer i færre antall nær land ovenfor.

Dette omvendte bildet kan ha sammenheng med en konsentrasjonseffekt nedenfor kraftverket, kombinert med at det kan ha skjedd et fall i vannføringen ovenfor. Når en ser på antallene lenger ut er imidlertid bildet som før: Det er mange flere individer generelt per prøve ovenfor enn nedenfor kraftverket når en ser hele transektet under ett. Dette uvanlige eksemplet viser hvor komplisert dynamikken i bunndyrsamfunnet er, og hvor viktig det er med flere prøvetidspunkter og prøvedyp for å få et riktig bilde.

Den mest ekstreme forskjellen som ble registrert i hele undersøkelsen var mellom stasjon 10 og 8 i april 2008. En ny kohort av *B. rhodani* ble registrert med 3000 individer innerst ved elvebredden på stasjon 10 ovenfor kraftverket. På stasjon 8 nedenfor kraftverket ble det funnet kun ett individ innerst (**figur 4.7.10**). Prøvene ble tatt etter en periode på 32 timer med uregelmessig, men likevel ikke ekstrem variasjon i vannføring. Dette viser at enkelte tidspunkter kan være mye mer sårbare for tap av bunndyr. Å skulle forutsi slike perioder for eventuelt å utsette fall i vannføring vil være svært krevende.



Figur 4.7.10. Venstre panel: Vannføring ved Skjermo 31.3-2.4.2008. Pilen indikerer tidspunkt for prøvetakingen. Høyre panel: Antall bunndyr i ett minutts sparkeprøver fra stasjon 10 og stasjon 8 på ulike avstander fra elvebredden 2.4.2008.

Resultatene viser en logisk sammenheng mellom fluktuasjoner i vannføring og virkningene disse påfører biomangfoldet. De mest tallrike gruppene i hele materialet generelt besto av døgnfluen *Baetis rhodani* og den artsrike familien fjærmygg. *B. rhodani* utgjorde alene en fjerdedel av antall organismer i materialet. Denne arten er en opportunist, med flere kohorter gjennom året, og er dermed en av de første til å kunne rekolonisere etter uttørring. Mange arter klekker nær bredden, og oppholder seg der den første tiden. Dette gjør dem sårbare overfor tørrlegging. De enorme mengdene med små individer av *B. rhodani* ble ofte registrert innerst ved land på stasjonene ovenfor kraftverksutløpet. Bare i en eneste prøve nedenfor utløpet ble det registrert antydninger til slike mengder, nemlig på stasjon 7 i oktober 2012, hvor *B. rhodani* utgjorde 750 av totalt 900 individer (se kryss øverst til venstre på stasjon 7 i **figur 4.7.2c**). Tallene i materialet sannsynliggjør at de hyppige tørrleggingene fører til sammenbrudd i de nyklekte kohortene av disse gruppene. Enkeltpå prøver er usikre og påvirkes av mange faktorer, men det totale bildet peker signifikant i denne retning.

Som nevnt anslås et forventet gjennomsnitt på omkring 500 organismer per minutt sparkeprøve som referansenivå i Surna. Midtsommers er det mange arter som svermer, og forekomstene av larver og nymfer i elva er lavere. Høst, vinter og vår er antallene høyere. På bakgrunn av til sammen 16 prøvetidspunkter skisseres her en statisk modell over tap av bunndyr, basert på sammenhengen:

Forventet forekomst minus observert forekomst er lik tap

Transektundersøkelsene har vært svært vanskelige både å planlegge, gjennomføre og tolke på grunn av uforutsigbarhet i nedbør og kjøreforholdene ved Trollheim kraftverk. Det er den ujevne vannføringen som kompliserer bildet. Ved hver ny oversvømmelse vil organismene komme tilbake, både ved drift og egenbevegelse, i ulik hastighet og mengde. Å beregne andelen av forekomstene som går tapt for hver tørrlegging er svært vanskelig. Denne andelen er avhengig av mange samvarierende faktorer. Alle har betydning for å anslå hvor store andeler av forekomster og biomangfold som blir påvirket av vannføringssendringer og tørrlegginger.

Her er noen av de viktigste variablene:

- Hvor raskt elva synker. Dette er kanskje den viktigste faktoren, fordi raskt fall i vannføring er en situasjon som vannlevende arter ikke er evolvert til å takle. Trollheim kraftverk har en selvpålagt restriksjon i forhold til stengning av kraftverket for å bremse tørrleggingshastigheten (**vedlegg 12**). Restriksjonen medfører at senkning av vannstanden forlenges med mellom 4-8 timer, avhengig av årstid og tid på døgnet. Dette er et viktig tiltak, men naturlig forekommende vannstandssenkninger går som regel over flere døgn, bufret av svampeeffekten i terrenget. Langsom senkning gir organismene nok tid til å følge vannets tilbaketrekning. Om det finnes en grenseverdi for hastighetssenkning som eventuelt ikke bør overstiges på grunn av dramatiske økninger i tap er ikke mulig å anslå ut fra foreliggende data. Harby mfl. (2004) foreslår fall i vannstand på mellom 6 og 13 cm/time, avhengig av bunnprofil. Jo saktere, jo bedre for bunndyrfaunaen.
- Hvor mye elva synker. Tidlige stadier av viktige arter benytter de innerste centimeterne nær land. Jo lenger ut vannstandssenkningen går, jo flere arter og organismer blir påvirket. Uhell som fører til dramatiske fall i vannføring har svært store konsekvenser for både bunndyr og fisk (<http://www.tk.no/nyheter/article6006033.ece>).
- Hvor mye areal som tørrlegges, det vil si substrattopografien. Ved en gitt vannstandssenkning vil en traufomet elvebunn føre til mindre tørrlagt areal enn en flat, langgrunn elvebunn. I en bratt elvekant er avstanden ut til vanndekt areal kortere, og flere organismer vil kunne overleve ved å flykte.
- Hvor tørt det blir. Vannlevende arter har ulik grad av toleranse overfor tørrlegging. De fleste døgn-, stein og vårfluer (EPT-arter) er svært skjøre og dør på minutter. Hvis strandsonen ikke tørker ut, kan imidlertid eksempelvis husbyggende vårfluer klare seg. Mange arter fåbørstemark lever både i jord og ferskvann, og kan grave seg ned i fuktig substrat. Dette har vi observert. Noen EPT-arter kan bevege seg ned i hulrom i substratet, og dermed kunne følge vannspeilet nedover i det interstitielle rommet mellom grus og stein. Dette er igjen avhengig av hvor gjenkittet substratet er. Regulerte elver har som regel et mer gjenkittet, sedimentert substrat med mindre hulrom, fordi kraftreguleringer gir færre utspylende, naturlige flommer.
- Hvor varmt det er under tørrlegging. De fleste elvelevende organismer er tilpasset kaldt vann. Eksponering for sol og mange varmegrader tar dermed også livet av arter som kan tåle litt tørrlegging, som snegl, fåbørstemark, stankelbeinmygg og husbyggende vårfluer.

- Hvor lang tid det går til ny oversvømming. Hvor ofte vannet blir borte avgjør antall organismer som er til stede etter forrige uttørring. Det er lett å tro at jo sjeldnere kraftverket kjøres ned, jo bedre for økosystemet i elva, men det er en hypotese med mange usikkerheter: For arter med rask rekolonisering vil riktignok hyppige senkninger kunne ha større skadevirkninger enn for arter som bruker lengre tid på å innta oversvømte bredder. Rekolonisering av oversvømte arealer begynner umiddelbart, men for noen arter tar det flere dager å fullføre. Disse vil kanskje ha større ulemper om tørrleggingene opptrer med lengre intervaller. For disse artene vil åpenbart likevel hyppige tørrlegginger påvirke den begynnende rekoloniseringen. Dermed blir uttynningseffektene kanskje like betydelige for begge strategiene. Kvantifisering av dette krever et meget komplisert studiedesign.
- Strømhastigheten på stedet. Sterkere strøm vil føre til raskere rekolonisering og øke sannsynligheten for at større deler av bestandene vil dø ut ved neste tørrlegging, særlig ved hyppige endringer i kjøremønster og vannstand. Samtidig vil sterkere strøm gjøre det lettere å gå i driv ved vannstandssenkning, og flere vil kunne overleve.
- Hvilke arter som til enhver tid er til stede. De fleste EPT-arter har ettårig livssyklus, med et landlevende voksenstadium i løpet av sommerhalvåret. Noen skjøre arter ser ut til å klare seg bedre, for eksempel døgnfluen *Ameletus inopinatus*. Den er en rask svømmer som flykter under stress og påvirkning, noe som ser ut til å gi denne arten en fordel. Den viktige arten *Baetis rhodani* ser ut til å være svært sårbar på grunn av at klekking og vekst av de første stadiene ser ut til å foregå nær land. Arten kompenserer ved å ha mange kohorter i løpet av året. Nye generasjoner kommer derfor til med noen ukers mellomrom i sommerhalvåret.
- Tørrlegging av egg. Mange EPT-arter legger egg på grunt vann. Eggene er ubevegelige og dermed mer eksponert for tørrlegging, varme og sol. Nyklekte stadier av særlig fjærmygg og døgnfluer langs bredden utgjør et viktig startfor for fiskeunger, og er dermed svært viktig for økosystemet i elva.

Disse faktorene varierer i styrkegrad, slik at konkrete beregninger av hvor stor andel av bunndyrforekomstene som går tapt for hver vannstandssenkning er svært komplisert å beskrive. Dette kan illustreres med en formel:

Andel som går tapt for hver vannstandssenkning = Forekomster og artsutvalg på det aktuelle tidspunkt x senkningshastighet x vannføringsendring x tid til neste oversvømmelse x substrattopografi x værforhold x andre ukjente variabler.

Det kan i prinsippet estimeres totale tap av organismer for hele vassdraget, ved å bruke SINTEFs arealberegninger. Hvis vi anslår at et minutt sparkeprøve utgjør omkring 1 m² areal, kan dette estimatet brukes til å anslå bunndyrantall/areal. Denne beregningen er imidlertid igjen avhengig av en variabel som ikke er tallfestet, nemlig bonitering av elva. Inndeling av substratet kan gjøres svært detaljert. For å illustrere poenget kan vi grovdele elva i strykstrekninger, rolige partier og djuphøler. Hver av disse bonitetene har ulike tettheter av bunndyr. I våre undersøkelser har vi konsentrert oss om strykstrekningene, fordi de er mest sårbare for vannstandssenkninger og har høyest artsrikdom. For å få et helhetlig bilde må ulike dyp og strømforhold undersøkes på alle boniteter. Surnas areal er omkring 1600 daa, fordelt på omtrent 500 daa ovenfor og omtrent 1100 daa nedenfor Trollheim kraftverk (1 daa = 1000 m²). Summen av bonitetene utgjør det totale arealet. SINTEF har laget beregninger over hvor store prosentandeler som tørrlegges ved ulike vannføringer nedstrøms kraftverket (Halleraker mfl. 2006). Beregningene av andelen bunndyr som dør for hvert enkelt tidspunkt vil imidlertid bli så usikre at dette ikke vil ha noen verdi uten å ha data for variablene som er presentert i listen over. Vi har gjort en utregning ved stasjon

8, som ligger i området mellom kote 35 og 34,5. En vannføringsreduksjon fra 40 til 30 m³/sek vil her føre til en tørrlegging av 6500 m² over en strekning på 273 meter. Antall bunndyr per m² svinger mellom under 100 til ca. 400 per m² på de innerste fire meterne på denne stasjonen. Bare i dette området innenfor 273 meter vil det kunne tørrlegges mellom 0,5-3 millioner individer for hver gang vannstanden reduseres med 10 m³/sek. Vi vet imidlertid svært lite om hvor stor andel av disse som klarer seg og hvor stor del som dør. Likevel, selv med svært positive anslag er det åpenbart at store mengder biomasse går tapt ved vannstandssenkningene. Det er svært problematisk å tallfeste og kvantifisere rekoloniseringshastighet når en tar i betraktning variasjonsmulighetene.

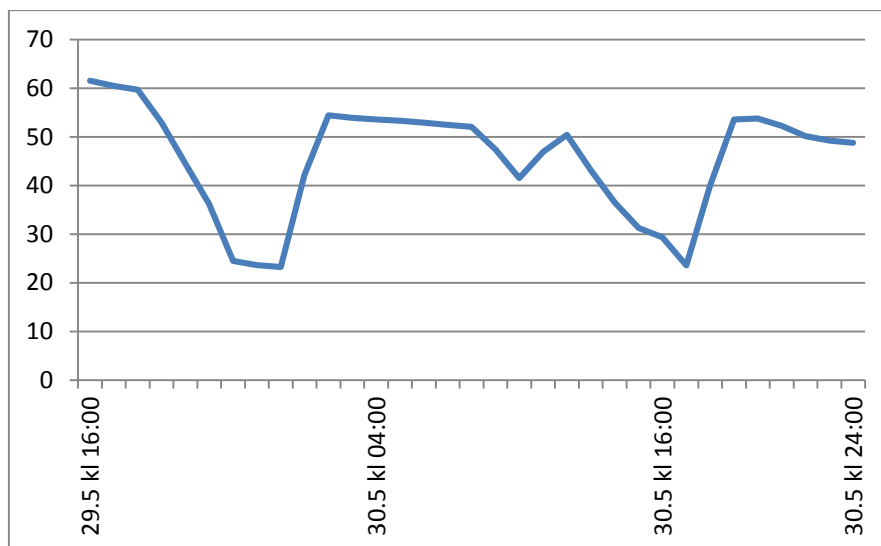
Å sammenligne resultatene med et anslått forventningssamfunn gir et mer konkret bilde av påvirkningsgraden. Det generelle bildet er at bunndyrsamfunnet i arealene som utsettes for tørrlegginger er mellom 5 og 20 % av antallene i et forventet urørt elveøkosystem. Fordelingen av artsforekomster er unormalt skjev ved at mange arter opptrer i svært lave antall. Dette viser at økosystemet er betydelig påvirket.

Både vannstandsendringer og temperaturendringer som følge av reguleringer er vist å ha store innvirkninger på utbredelser og klekkesidspunkter (Cereghino mfl. 2002, Elliott, 1972). Eksempelvis ble det i juni 2008 registrert store ulikheter i livssyklus ovenfor og nedenfor kraftverksutløpet i Surna (**tabell 4.7.1**). Kaldt kraftverkssvann kan ha store effekter på vekst og klekkesidspunkt for mange arter.

Tabell 4.7.1. Forskyvninger i livssyklus for fire døgnflue- og fire steinfluearter ovenfor og nedenfor Trollheim Kraftverk, vist som ulikheter i antall individer påvist i juni 2008.

Art:	Antall ovenfor kraftverksutløp	Antall nedenfor kraftverksutløp
<i>Baetis scambus</i> (NY MRI)	50	0
<i>Heptagenia sulphurea</i>	9 (påvist på 6 av 10 st.)	0
<i>Ecdyonurus joernensis</i>	390 (påvist på 9 av 10 st.)	0
<i>Ephemerella aroni</i>	Voksne og 5 nymfer	370 nymfer
<i>Diura nanseni</i>	163	4
<i>Isoperla grammatica</i>	Voksne	Noen voksne på st 4 og 7
<i>Amphinemura borealis</i>	Mest voksne og 33 nymfer	En voksen og 275 nymfer
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	420	24

Trollheim Kraftverk gjennomfører en selvpålagt restriksjon i forhold til nedkjøring av kraftproduksjon og vannføring (**vedlegg 12**). **Figur 4.7.11** viser vannføringsfallene 29.-30. mai 2012. Dette er eksempler på nedkjøring av kraftverket som faller innenfor minst skånsom selvpålagt restriksjon (35 m³/s reduksjon på 4 timer). Den mest skånsomme innebærer at det brukes 8 timer på den samme reduksjonen i vannføring. Det er usikkert om dette er nok til å begrense bortfallet av bunndyr i særlig grad.



Figur 4.7.11. Vannføring (i m^3/s) ved Skjermo under tre nedkjøringer ved Trollheim kraftverk 29.-30. mai 2012

Artsinventar

Surna er et stort og sentralt vassdrag i Møre og Romsdal, og forventes dermed å ha et tilnærmet komplett biomangfold ut fra foreliggende kunnskap om utbredelser av vannlevende organismer i rennende vann i Midt-Norge. Følgende EPT-arter burde vært registrert i Surna, men er ikke funnet:

Døgnfluer:

Leptophlebia marginata. Opptrer vanligvis sammen med søsterarten *L. vespertina*. Begge er svært vanlige arter i hele landet, også i Møre og Romsdal.

Følgende arter er ikke registrert eller uvanlige i ytre områder av Møre, men er ellers vanlig utbredt i Midt-Norge: *Centroptilum luteolum*. En svært vanlig art i elver i Midt-Norge, og burde vært funnet.

Cloeon simile og den mer uvanlige søsterarten *C. dipterum*. Artene er mer vanlige i stilleflytende elver, men særlig *C. simile* burde vært til stede i nedre deler av Surna.

Steinfluer:

Arcynopteryx compacta. Arten er høyfjellsspesialist, men opptrer gjerne i kalde elver også i lavlandet.

Xanthoperla apicalis. Opptrer fåtallig i lavereliggende, store elver, foretrekker sannsynligvis djupål.

Amphinemura standfussi. Har færre registreringer de senere årene, men burde vært funnet i Surna.

Nemoura flexuosa. Registreres vanligvis i svært lave forekomster, mangler på Sørvestlandet, men burde blitt registrert i et såpass stort materiale fra Surna.

I tillegg kan det være små nymfer av *Leuctra digitata* og *Capnia*-artene *C. bifrons* og *C. pygmaea* til stede. Sikker bestemmelse av disse krever store nymfer eller voksne.

Vårfluer:

Når det gjelder vårfluer er bildet mer usikkert. Det er vanskelig å være konkret i forhold til forventet artsmangfold for denne ordenen. Nettspinnende arter registreres vanligvis godt, men det er normalt å registrere færre enn forventede arter husbyggende vårfluer i rennende vann fordi disse ikke så lett fanges i håv eller Surber. Generelt er flygefeller mer effektive for å kartlegge denne ordenen.

I gruppen nettspinnende vårfluer ble følgende arter ikke registrert, men forventes å være til stede i Surna: *Tinodes waeneri*, *Psychomyia pusilla*, *Holocentropus dubius*, *Neureclipsis bimaculata* og *Arctopsyche ladogensis*,

Det er interessant å sammenligne Surna og Barduelva. Effektkjøringen i Barduelva er relativt sett større, og har en tilsvarende større uttynningseffekt på bunndyrfaunaen enn i Surna. Barduelva er artsrik i forhold til geografisk beliggenhet, men har som Surna svært lave forekomster per art i hele transektet (Bongard 2008). Surna er relativt artsfattig, men har høyere forekomster av enkeltarter ovenfor kraftverket og i permanent vanndekt areal nedstrøms kraftverket. En kan derfor se at påvirkningen fra ulike grader av regulering endrer bioproduksjonen av både fisk og bunndyr: I Barduelva er reguleringen så kraftig at den påvirker bunndyrfaunaen i hele elvearealet. Surna har fremdeles mye av bioproduksjonen igjen i de midtre, permanent vanndekte arealene nedstrøms kraftverket, og ovenfor kraftverksutløpet.

Tiltak

Det viktigste tiltaket vil være å redusere hastigheten i vannføringsreduksjonen. Derneft vil begrensninger i tørrleggingsareal være gunstig. Mange arter legger egg på grunt vann langs bredden, og tørrlegging av egg i varme og tørre perioder bør unngås. I og med at artenes sykluser endrer seg fra år til år er det svært vanskelig å identifisere mer nøyaktig sårbare tidspunkter for tørrlegging.

Redusering av massetransport kan være et godt tiltak. Det er vist tydelige sammenhenger mellom sedimenttransport og reduksjoner i bunndyrforekomster. NINA har i møter tidligere foreslått sandfang på utvalgte steder nedstrøms kraftverket for å minske gjenkitting av hulrom i substratet.

4.7.3 Oppsummering og konklusjon

Surna nedstrøms kraftverket har et bunndyrsamfunn med en svært skjev artsfordeling med en sterk dominans av få taxa. Det er sannsynlig at dette er et resultat av betydelige påvirkninger i form av vannstandsfluktuasjoner som stresser økosystemet. Det store antallet prøver gjør at resultatene er entydige. Resultatene viser flere viktige forskjeller i økosystemets biomangfold og produksjon ovenfor og nedenfor kraftverksutløpet.

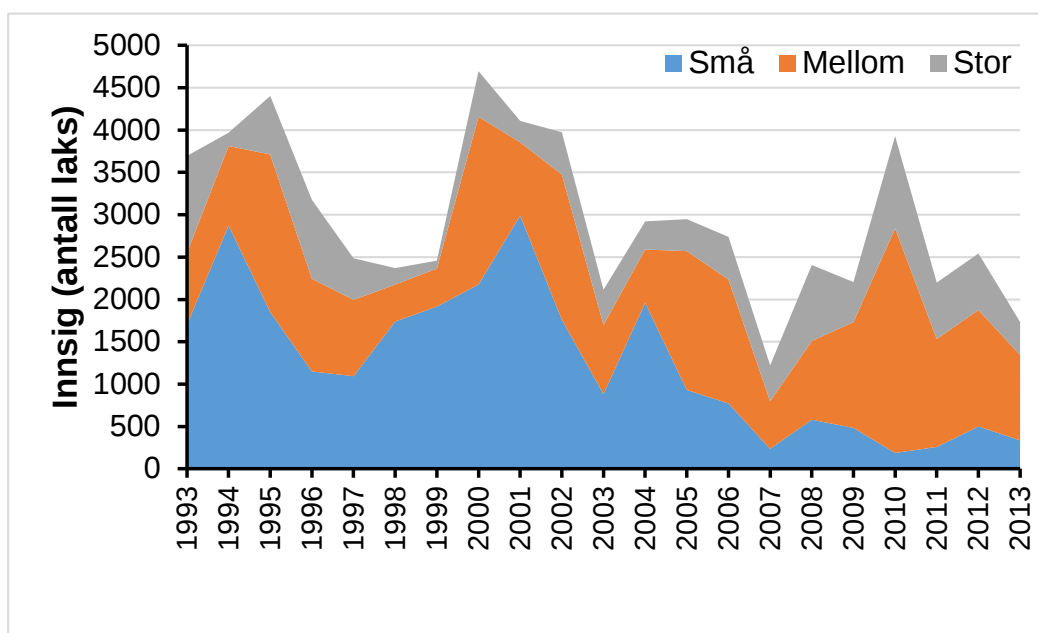
- Bunndyrtetthetene er generelt svært mye lavere nedstrøms kraftverket, omkring 5-20 % av forventet antall.
- Tetthetene av bunndyr nært land er ekstremt mye lavere nedenfor Trollheim kraftverk.
- Det er sannsynlig at fluktuasjonene i vannføring fører til artsutarming. Artsmangfoldet er fattigere nedenfor, noe som viser seg gjennom ekstremt skjev fordeling mellom arter og taxa.
- Det er usikkert hvor stor andel av bunndyrene i påvirkede områder som dør under tørrlegging. Det er imidlertid mye lavere tettheter av bunndyr enn forventet i Surna nedstrøms kraftverket.

Det er sannsynlig at utarming av bunndyrforekomstene påvirker ernæringsforhold for fisk, særlig for de yngste årsklassene nært land, og at mattilgang kan være en begrensende faktor for vekst særlig på langgrunne arealer i nedre deler av Surna.

5 Bestandsstatus og effekter av reguleringen

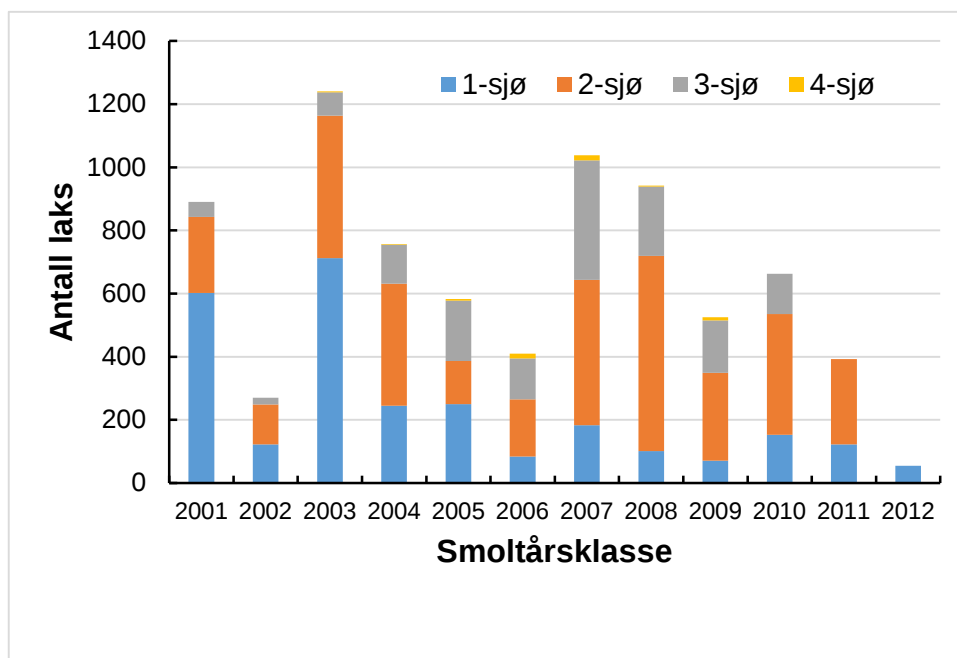
5.1 Bestandsstatus

Fangststatistikken i Surna kan brukes til å beregne innsiget av laks til elva. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har gjennomført slike beregninger for perioden 1993-2013 basert på antakelser om beskatningsrater i vassdraget (se Anonym 2014b for detaljer). I disse beregningene er det korrigert for innslag av rømt oppdrettslaks det enkelte året, men ikke korrigert for innslag av utsatt laks i bestanden. Innsigsberegningene gjelder derfor summen av vill laks og laks med kultiveringsbakgrunn. Beregningene tyder på at innsiget var høyt i starten av perioden for så å avta mot slutten av 1990-tallet (**figur 5.1.1**). Årene 2000-2002 hadde også høye innsig med om lag 4000 laks årlig. Deretter har innsiget av laks generelt sett avtatt de siste ti årene. Det har også skjedd en markert endring i størrelsessammensetning av laksebestanden i perioden 1993-2013. Fram til omtrent midt på 2000-tallet utgjorde smålaks gjennomgående størsteparten av innsiget i antall. I de siste årene har mellomlaks vært den antallsmessige viktigste størrelsesgruppen, og antall storlaks har i de siste årene vært høyere enn antall smålaks i innsiget til Surna. Det er viktig å være klar over at det har skjedd betydelige reduksjoner i sjøbeskatning av laksen de siste årene slik at innsiget av laks til elva ikke gir et korrekt bilde av utvikling i for eksempel smoltproduksjonen av vill laks i vassdraget i perioden 1993-2013.



Figur 5.1.1. Beregnet akkumulert innsig av vill og utsatt laks av ulike størrelser til Surna i perioden 1993-2013. Innsiget er beregnet ut fra fangststatistikken med en antakelse om beskatningsrater i vassdraget (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning, upubliserte data). Vitenskapelig råd gjennomfører simuleringer hvor beskatningsratene varieres innenfor et sannsynlig intervall når de gjør slike beregninger for å ta høyde for at det er usikkerheter knyttet til disse innsigsberegningene (se Anonym 2014b for detaljer). For enkelhets skyld har vi i denne figuren utelatt usikkerhetsberegningene og bare vist 50 % percentilen for beregnet innsig til Surna, altså midtverdien for beregningene det enkelte året.

Sjøalderssammensetningen av de ulike størrelsesgruppene av laksefangsten de ulike år (se kapittel 4.1.1) gjør det også mulig å beregne hvor stor fangst ulike årsklasser av vill smolt har gitt opphav til i Surna i perioden fra og med 2002. En slik beregning viser at smolten som vandret ut i 2003 er den årsklassen som har gitt de høyeste fangstene av laks i nyere tid (**figur 5.1.2**). Smolten som vandret ut i 2007 og 2008 ga også høye fangster mens smolten fra 2002 ga desidert lavest fangst. Ungfiskundersøkelsene i elva ble startet i 2002 etter at denne smolten hadde vandret ut slik at vi ikke vet om lav fangst skyldtes spesielt lav smoltproduksjon eller spesielt lav sjøoverlevelse for denne årgangen. Årsklassene 2009 og 2010 har gitt fangster på samme nivå som midt på 2000-tallet. Hvis en gjør antakelser omkring beskatningsratene i Surna kan den akkumulerte fangsten av ulike smolt-årsklasser benyttes til å beregne innsiget av de samme årsklassene til elva (jfr. beregningene bak **figur 5.1.1**). Fangstbegrensningene i vassdraget de senere årene har sannsynligvis gitt redusert beskatning, slik at akkumulert fangst av de siste årsklassene vil undervurdere innsiget til elva sammenliknet med akkumulert fangst av de årsklassene som ble fanget i begynnelsen av undersøkelsesperioden.



Figur 5.1.2. Akkumulert fangst av førstegangsgytende vill laks fra ulike smoltårsklasser i Surna i perioden 2001-2013. For smoltårsklassene fra og med 2010 mangler vi data for en eller flere sjøalderårganger av laks som enda ikke har kommet tilbake til elva.

Merking-gjenfangst av laksesmolt under utvandring ved Tellesbø i 2012, ga et estimat av utvandringen av laksesmolt på om lag 36 000 fra Surna. I 2013 ble antall smolt estimert til minimum 25 000. Dette året var fella ved Tellesbø ute av drift i 6 dager i starten av utvandringssperioden, og fangstene av smolt var stigende i dagene før fella måtte tas til land. Vi kan derfor ha gått glipp av en god del smolt dette året. Uansett synes en utvandring på om lag 36 000 smolt å være relativt lavt med tanke på at innsiget til elva er anslått å være i størrelsesorden 2000 laks (sum av vill og utsatt) de senere årene. Foreløpig har bare 1-sjø-vinter laks fra utvandringen i 2012 kommet tilbake til elva som voksen laks, og fangsten av denne årsklassen (som utgjorde om lag halvparten av smålaksen i 2013) kan grovt anslås til om lag 150 individer av i 2013. Hvis beskatningsraten for smålaks var et sted

mellom 25 og 50 % i 2013 var altså innsiget av 1-sjø-vinter laks fra smoltårsklassen et sted mellom 300 og 600 individer.

Grove estimerer av antall presmolt laks på sensommeren/høsten i Surna har variert fra 53 000 til 168 000 individer i perioden 2002-2013 (med unntak av 2003), med et gjennomsnitt på 110 000 individer. De laveste antallene med presmolt ble estimert høsten 2011 og 2012 med henholdsvis 63 000 og 53 000 (se kapittel 4.5.4). Disse tallene overestimerer sannsynligvis antallet smolt som går ut av elva fordi det skjer dødelighet av presmolt mellom sensommer/høst og vår. Dessuten er det også en mulighet for at en oppskalering basert på tetthet av slike individer på ungfiskstasjonene overestimerer antall presmolt i Surna oppstrøms utløpet av Trollheim kraftverk. Det er imidlertid heller ikke usannsynlig at antallet presmolt nedstrøms kraftverket er underestimert en god del i alle fall i enkelte år i løpet av perioden 2002-2013. Uansett feilkilder og usikkerheter så kan disse resultatene tyde på at utvandringen av smolt fra Surna har vært en god del høyere i mange andre år enn hva den var i 2012 og 2013.

I Eira er det estimert at overlevelsen hos vill smolt, fra de forlot elva og til de kom tilbake til elva som voksen laks, har variert fra 0,7 til 4,6 % med et gjennomsnitt på 2,2 % perioden 2001-2010 (Jensen mfl. 2014). Av ulike grunner må dette antas å være underestimerer av sjøoverlevelse (Jensen mfl. 2010, 2014). Hvis overlevelsen til smolten fra Surna er i samme størrelsesorden som den hos smolten i Eira betyr dette at for hver 10 000 vill smolt som går ut av elva vil det i gjennomsnitt komme tilbake om lag 220 individer fra hver smoltårsklasse. En slik vurdering tilsier at med dagens tilsynelatende lave sjøoverlevelse kan en ikke forvente et stort innsig av vill laks til Surna fra smoltårsklassene 2012 og 2013 med mindre sjøoverlevelsen til laks for disse årsklassene blir større enn hva den tilsynelatende har vært de siste årene. Det er imidlertid ikke sikkert at sjøoverlevelsen til laksen fra Eira og Surna er den samme fordi utvandningsruta til åpent hav er forskjellig. Undersøkelser tyder på at dødeligheten til laksesmolt fra utvandring av elva til den kommer ut på kysten kan være betydelig og variere mellom vassdrag (se Ugedal 2014b for en oppsummering).

Vitenskapelig råd har vurdert gytebestandsmål og eggdeponering for Surnavassdraget i hele undersøkelsesperioden. I henhold til rådets vurdering var sannsynlig eggdeponering under gytebestandsmålet (dvs. lavere enn 2 egg/m²) i 2003, 2004 og 2007, mens sannsynlig eggdeponering har vært omkring gytebestandsmålet eller høyere resten av årene (Anonym 2014b). Dette tilsier at produksjonen av ungfisk og smolt i vassdraget kan ha vært begrenset av antall gytefisk i enkelte år i perioden 2002-2013, men ikke de siste 5-6 årene. Rådet vurderer imidlertid måloppnåelse for hele vassdraget samlet. Ujevn fordeling av gytefisk i vassdraget kan derfor gjøre at produksjonen i enkelte vassdragsavsnitt likevel kan ha vært begrenset av antallet gytefisk de senere årene, i alle fall år om annet. Dette kan være en mulig forklaring på at produksjonen av ungfisk oppstrøms Rinna synes å ha vært mer variabel enn mellom Rinna og Trollheim kraftverk i undersøkelsesperioden. Resultatene fra undersøkelsene av ungfisk viser imidlertid at det har gytt laks i hele vassdraget opp mot Lomundsjøen i hele perioden 2002-2013.

Innsiget av smålaks til kysten av Midt-Norge har vist en jevn nedgang fra midten av 1980-tallet, mens det har vært et relativt stabilt innsig av mellom- og storlaks etter årtusenskiftet (Anonym 2014a). Redusert innsig av laks kan knyttes til redusert sjøoverlevelse, da det har vært en betydelig økning i dødelighet av laks i havet i mesteparten av dens utbredelsesområde over de siste 20-25 år. Dette er også observert for norsk laks. Fra og med smoltårsklassen 2006 ser det også ut til at overlevelsen av 2-sjø-vinterlaks har vært større enn for 1-sjø vinter laks, noe som tyder på at laksen har utsatt kjønnsmodningen ett år og/eller at større laks har hatt bedre overlevelse enn tidligere år (Anonym 2014a). Dette er nok forklaringen på at størrelsessammensetningen til laksebestanden i Surna har endret

seg i de siste årene (se kapittel 4.1). Utviklingen i innsig av laks til Surna de siste årene sammenfaller i store trekk med den generelle utviklingen i laksebestander i Midt-Norge. I tillegg til disse storskala påvirkningene av utvikling i laksebestander kan også mer lokale endringer i dødelighetsfaktorer i vassdraget og i smoltens utvandringsrute virke inn på utviklingen av bestandene. Vannføringen i Surna er sterkt påvirket av vannkraftreguleringen og vassdragets produksjonskapasitet for smolt er redusert etter regulering. Variasjoner mellom år i vannføgingsrelatert dødelighet hos egg og ungfisk i elva og/eller hos smolt under utvandring er viktige lokale faktorer som kan påvirke utviklingen av laksebestanden i vassdraget.

Sjøaure

Vi har vesentlig dårligere grunnlag for å vurdere utviklingen i sjøaurebestanden i Surna enn laksebestanden. Den betydelige nedgangen i fangst etter 2004 er imidlertid en sterk indikasjon på at bestanden har avtatt mye. Restriksjonene i sportsfisket i Surna de senere årene har med stor sannsynlighet også ført til redusert beskatning av sjøaure, men uten kunnskap om beskatningsrater før og nå er det ikke mulig å tallfeste nedgangen i bestand på en sikker måte.

Sjøauren kommer inn i fangstene i Surna først etter to somre i sjøen, og hovedtyngden av fangsten skjer på individer som har vært tre og fire somre i sjøen. I årene 2002-2006 utgjorde smoltårsklassen 2000 (det vil si aure som vandret ut av elva i 2000) en stor andel av skjellprøvematerialet av sjøaure. Hvis vi antar at skjellmaterialet er representativt for fangsten ble det fanget minst 2800 sjøaure fra denne årsklassen i årene 2002-2009, og denne årsklassen bidro sannsynligvis også noe til fangsten i 2001 (som to-somrig fisk) før våre undersøkelser begynte. De fire påfølgende smoltårsklassene ga med samme beregningsmåte opphav til en fangst på henholdsvis om lag 1000, 700, 300 og 400 sjøaure. Dette tyder på at innsiget av sjøaure til Surna ble redusert fra og med smoltårsklasse 2001 og avtok ytterligere for de påfølgende årsklassene. Vi har ikke noe grunnlag for å avgjøre om det reduserte innsiget skyldes redusert smoltproduksjon eller redusert sjøoverlevelse eller en kombinasjon av disse to mulighetene. På grunn av restriksjoner i uttaket av sjøaure de senere årene og få og urepresentative skjellprøver kan vi ikke tallfeste innsiget av senere smoltårsklasser på noen pålitelig måte.

Resultatene fra ungfiskundersøkelsene tyder på at området nedstrøms kraftverket er det viktigste området for rekruttering av sjøaure i hovedstrengen av Surna, fordi tettheten av årsyngel har vært vesentlig større her enn på strekningene oppstrøms kraftverket. I alle deler av hovedelva er det funnet svært lave tettheter av eldre aureunger på ungfiskstasjonene. Dette skyldes trolig at stasjonene ikke er plassert på en slik måte at de representerer gode habitater for eldre aureunger i en elv som er dominert av laksunger. Ungfiskundersøkelsene i vassdraget gir derfor lite presis informasjon om utviklingen i bestanden av eldre aureunger.

Utvandringen av auresmolt ved Harang ble estimert til om lag 3000 i 2012, mens utvandringen ved Tellesbø var om lag 8500. Resultatene tyder altså på at utvandringen dette året var større fra hovedelva og sidebekker nedstrøms kraftverket enn oppstrøms. Vi mangler gode referansedata på hva som er naturlig produksjon av sjøauresmolt i et vassdrag som Surna. Det synes imidlertid lite sannsynlig at en utvandring av om lag 8500 smolt skal kunne gi opphav til en fangst av denne smoltårsklassen på mer enn 3000 individer gjennom livsløpet, slik den synes å ha vært for 2000 årsklassen av sjøauresmolt. Dette tyder på at smoltproduksjonen av sjøaure i tidligere tider var vesentlig større enn hva den var i 2012.

Vurdert ut fra tetthet av årsyngel av aure holdt rekrutteringen av aure seg noenlunde stabil nedstrøms kraftverket frem til og med 2011, mens de to siste årene har tettheten av årsyngel i dette området vært gjennomgående lavere enn i perioden 2004-2011. I 2013 ble ungfiskundersøkelsene nedstrøms kraftverket gjennomført ved lav og stabil vannføring (19 m³/s) og selv under slike gunstige forhold for elektrisk fiske var tetthetene av årsyngel lave.

I alle årene med drivtelling har det blitt registrert vesentlig flere sjøaure nedstrøms kraftverket enn oppstrøms. Andelen nedstrøms varierte mellom 68 og 73 % i 2009-2011. I 2012 og 2013 ble det nesten ikke observert sjøaure ovenfor kraftverket (7-10 %) og det samlede antallet sjøaurer observert ble mer enn halvert sammenlignet med årene 2010 og 2011. Vi må anta at en gjennomgående observerer en større andel av gytefisker ved drivtelling ovenfor kraftverket enn nedstrøms på grunn av elvas karakter (jfr. kapittel 4.4.3). Dette tyder på at gytebestanden av sjøaure var vesentlig mindre høsten 2012 og 2013 enn i de foregående årene med gytefisketelling. Heller ikke ved lysfiske i de øvre deler av vassdraget har det blitt observert/fanget mange sjøaure de to siste årene. Lav forekomst av sjøaure oppstrøms kraftverket høsten 2012 stemmer med lav fangst av årsyngel av aure på ungfiskstasjonene i Lomunda og hovedelva oppstrøms kraftverket ved elektrisk fiske i 2013. Det kan derfor synes som om produksjonen av sjøauresmolt kan avta i årene fremover.

På 2000-tallet har det vært en generell nedgang i sjøaurebestander på Vestlandet og i Midt-Norge (Anonym 2009). Denne nedgangen skyldes mest sannsynlig økt dødelighet av sjøauresmolt i sjøen. Den økte dødeligheten har skjedd i områder med høy oppdrettsaktivitet og høye infeksjoner av lakselus på sjøauren, men også i fjordområder med mye brakvann og lite lakselus har sjøauren hatt bestandsreduksjoner. Disse observasjonene tyder på at det også har kommet inn andre faktorer i tillegg til lakselus de siste 4-6 år som har redusert overlevelsen til aure i sjøen (Anonym 2009). I naboelva til Surna, Bævra, synes det også å ha vært en nedgang i bestanden av sjøaure de siste årene (Ugedal mfl. 2014b). Vi har ikke kunnskap om hvilke faktorer som er mest avgjørende for sjøoverlevelsen til ulike årsklasser av sjøaure i fjordområdene utenfor Surna og Bævra. For eksempel har det så vidt vi kjenner til ikke vært noen systematisk overvåking av lakselusinfeksjon på sjøaure på Nordmøre som kan bidra til å forklare eventuelle variasjoner mellom år i overlevelse til smolt og eldre sjøaure på grunn av denne påvirkningsfaktoren.

Vannføringen i Surna er sterkt påvirket av vannkraftreguleringen og vassdragets produksjonskapasitet for smolt er redusert etter regulering. Variasjoner mellom år i vannføringsrelatert dødelighet hos egg og ungfisk i elva og/eller hos smolt under utvandring er viktige lokale faktorer som kan påvirke utviklingen av både sjøauren og laksen i vassdraget. I perioder hvor sjøoverlevelsen er lav vil det være viktig å legge mest mulig til rette for at produksjonen av vill smolt blir så høy og stabil som mulig i vassdraget. For sjøaure er det derfor også viktig å sørge for at sideelver og sidebekker har så høy produksjon som mulig slik at foreslåtte tiltak for å motvirke produksjonsbegrensende faktorer i disse bekkene anbefales fulgt opp (jfr. Sæter & Øien 2009).

5.2 Effekter av reguleringen

I dette kapitlet tar vi en vurdering av bestandsstatus opp mot noen sannsynlige effekter av reguleringen. Vi har i store trekk vurdert de samme forholdene som i forrige fagrapport (Johnsen mfl. 2011), men vi har oppdatert vurderingene der vi har fått ny kunnskap de siste tre årene av undersøkelsesperioden. Hovedformålet med undersøkelsene i Surna i perioden 2009-2013 har vært å overvåke bestandsstatus til laks og sjøaure i vassdraget (tilstandsundersøkelser). Undersøkelsene har i mindre grad vært innrettet for å belyse regu-

leringsspesifikke problemer (effektundersøkelser). For bunndyr har det imidlertid også vært et formål å studere forhold omkring tap og rekolonisering i forbindelse med fluktuerende vannstand nedstrøms kraftverket. Vi har i liten grad forsøkt å analysere reguleringsspesifikke problemstillinger for fisk i denne rapporten, da det ikke har vært en del av vårt oppdrag og det heller ikke har vært satt av ressurser til slike analyser.

I løpet av perioden 2002-2013 er det samlet inn mye data som i ettertid kan benyttes i vurderinger av mer reguleringsspesifikke problemstillinger for fisk. Bestandsdataene som er samlet inn fra Surna i løpet av undersøkelsene har ved flere anledninger blitt benyttet i slike analyser og vurderinger, for eksempel var ungfiskundersøkelsene viktige for å vurdere effekter av tre utfallsepisoder ved Trollheim kraftverk (i 2005, 2008 og 2012 se Halleraker mfl. 2005, Forseth mfl. 2009a og Ugedal mfl. 2013a). Det siste utfallet fant sted i april 2012 og da kunne kartleggingen av gytegroper høsten før sammen med en undersøkelse like i etterkant av utfallet benyttes for å vurdere om det var sannsynlig at gytegroper ble tørrlagt som følge av vannstandssenkningen, og om det kunne påvises dødelighet hos egg og plommeseekkyngel i utvalgte gytegroper (se Ugedal mfl. 2013a).

Med hensyn på endringer i vannføring og andre fysiske forhold som følge av reguleringen kan den delen av Surna som er påvirket av reguleringen naturlig deles i to: nedstrøms utløpet av kraftverket og fra kraftverket og opp til utløpet av Rinna. Vassdraget oppstrøms utløpet av Rinna er ikke påvirket av reguleringen med hensyn på endringer i vannføring og vanntemperatur og habitatforhold. Denne delen av vassdraget er imidlertid indirekte påvirket gjennom regulerings mulige effekter på forholdene for utvandring og overlevelse av smolt og oppvandring av voksen laks.

5.2.1 Generelt for regulert strekning

Habitatdegradering

Surna har vært regulert for vannkraftformål siden 1968, altså i over 45 år. Dette har sannsynligvis påvirket habitatforholdene for fisk på flere måter som kan virke negativt på smoltproduksjonen på sikt. Mulige prosesser/endringer kan kort oppsummeres som følger:

- Reduksjon av dimensjonerende flommer i hele vassdraget nedstrøms Rinna
- Fravær av islegging og isganger nedstrøms Trollheim kraftverk
- Oppfylling av kulper og andre dypområder oppstrøms kraftverket
- Redusert sedimenttransport mellom Rinna og kraftverket
- Gjenauring av bunnsubstrat (mest mellom Rinna og kraftverket)

Et vanlig problem i regulerte elver med fraføring av vann er en økt deponering av finsedimenter med påfølgende gjenkitting av hulrom og levesteder for fisk og bunndyr. Denne habitatdegraderingen skjer gradvis og de langsiktige effektene vil ofte være synlige først mange år etter vannkraftutbyggingen. På grunn av fravær eller reduksjon i frekvens og omfang av dimensjonerende flommer vil dypområder ofte kunne fylles opp med finsedimenter. Ifølge den eldre delen av lokalbefolkningen i Rindal hadde Surna tidligere en rekke høler som etter regulering har blitt fylt opp og blitt omdannet til grunne elveområder. Det opprinnelige grovere bunnsubstratet i mange av de gjenværende dypområdene har blitt dekket av silt, sand og andre finsedimenter.

Det er sannsynlig at mye rogn som gytes i Surna nedenfor Trollheim kraftverk ikke gir den forventede smoltproduksjonen. Samtaler med lokalkjente og egne vurderinger tilsier at en god del av de habitatforholdene som observeres i nedre del av elva kan tilskrives menneskelig aktivitet der kraftregulering og jordbruksvirksomhet er sentrale forhold. Surna ligger i

et landbruksområde og kulturlandskap. Dette innebærer både drenering av jorder med avrenning til elva, skogsdrift som kan gi økt avrenning, og at det er gjort inngrep i elva (forbygning og grusuttak). Avrenning fra jordbruksområder gir økt tilførsel av finpartikulært materiale. Dette fyller opp hulrommene mellom steinene og reduserer skjulmulighetene for fisk.

Grusuttak virker selvsagt direkte på habitatet, spesielt der gruslaget er tynt. Årsyngel kan, på grunn av sin størrelse, finne skjul selv der det er små steiner, mens større fisk er avhengig av større steiner og hulrom. Ifølge lokalkjente har vassdraget i årene etter reguleringen endret karakter i betydelige partier i området nedenfor kraftverket. Dette er mellom annet blitt beskrevet som påleiring av jord og sand og økt vegetasjon i områder som før var elveører og holmer og bratte og forhøyede elvekanter. Et tydelig eksempel på en slik utvikling var den 500 meter lange strekningen på høyre side like nedenfor Trollheim kraftverk som før reguleringen var dominert av elveør. En slik utvikling kan tenkes å være en følge av fravær av islegging i området nedenfor kraftverket og temming av flomtoppene etter reguleringen i tillegg til en mer intensiv jordbruksvirksomhet over samme tid. Isgang og flommer har stor betydning for å opprettholde porøsiteten og hulromskapasiteten i elveleiet, noe som gir skjulplasser for fiskunger.

Vandringsproblem for oppvandrende fisk

Fra naturens side er det ingen betydelige oppvandringshindre på den lakseførende delen av Surna. Eldre fangstdagbøker tyder på at en betydelig andel av den årlige laksefangsten i Surna ble tatt på strekningen oppstrøms Trollheim kraftverk før regulering (se Johnsen mfl. 2011). Fordelingen av sportsfiskefangstene i Surna etter reguleringen viser imidlertid at reguleringen av vassdraget skapte et betydelig oppvandringshinder ved etableringen av Trollheim kraftverk. I perioden 2002-2011 ble mesteparten av laks (> 92 %) og nesten all sjøaure (> 99 %) i elvefisket fanget nedstrøms kraftverket.

Undersøkelser av fiskevandring i flere vassdrag tyder på at kraftverksutløp medfører forsinkelser i oppvandring og at laksens motivasjon ser ut til å være mest avgjørende for når den passerer utløpene (Thorstad mfl. 2003, 2006). I Surna ser det ut til at laksens vandringsvillighet til områdene oppstrøms kraftverket øker etter at fiskesesongen er over og gytetiden nærmer seg. Som regel er det også nedbørsrike perioder om høsten før gytetiden. De fleste år vil derfor gytefisk ha mulighet til å vandre opp til vassdragets øvre deler på høstflom. Undersøkelsene av ungfisk har også vist at det har forekommet gyting av laks på hele den undersøkte strekningen oppstrøms kraftverket i hele undersøkelsesperioden. I år med lite nedbør kan det imidlertid skje at gyteområdene i de øvre delene blir dårlig utnyttet. Overvekt av gytegroper umiddelbart nedstrøms utløpet fra Trollheim kraftverk høsten 2002 tyder på at reguleringen enkelte år kan påvirke fordelingen av gytefisk i betydelig grad. Ungfiskundersøkelsene tyder på at gytingen denne høsten ga en relativt svak årsklasse av laks på elvestrekningene oppstrøms kraftverket.

Vandringsproblem knyttet til kraftverksutløpet synes derfor i alle fall å være en produksjonsmessig flaskehals for fiskebestandene i Surna. Tiltak som reduserer dette problemet vil bidra til at gyte- og oppvekstområdene i øvre deler vil bli bedre utnyttet. I tillegg vil det kunne gi grunnlag for et mer attraktivt elvefiske i midtre og øvre deler av Surna-vassdraget. Hovedårsaken til at fisk stopper nedstrøms utløpet av Trollheim kraftverk er trolig at det er for liten restvannføring i elvestrekningen med fraføring av vann. Medvirkende årsaker til vandringsproblemene kan være elveløpets fysiske utforming og stor forskjell i vannføring gjennom kraftverket og vannføring i elveløpet.

Forholdene for smoltvandring

Surna var før regulering karakterisert av en rask stigning i vannføring om våren og vanligvis med en flomtopp i slutten av mai (Halleraker mfl. 2006). Det var derfor forventet at ut-

vandringen av laksesmolt i Surna, som i flere andre vassdrag i regionen med liknende vannføringsregime, skulle skje i forbindelse med vårflo og at vannføring og vannføringsendringer skulle ha betydning for utvandningsforløpet (Lund & Johnsen 2007, Johnsen mfl. 2011). Nedstrøms Trollheim kraftverk er vannføringen betydelig jevnet ut etter regulering og i alle deler av vassdraget som er berørt av reguleringen er vårfloppen redusert både i varighet og størrelse.

Statistisk modellering av utvandningsforløpet til laksesmolt ved Øvre Harang i 2011-2013 tyder på at sannsynligheten for utvandring fra de øvre deler av Surna øker med høy og økende vannføring og med høy, men avtagende vannetemperatur. Tilsvarende modellering av utvandningsforløpet ved Tellesbø i 2012-2013 tyder på at sannsynligheten for utvandring øker med høy vannføring, men i denne modelleringen slo verken endringer i vannetemperatur eller endringer i vannføring signifikant ut. For utvandringen ved Tellesbø var to temperaturledd i modelleringen signifikante, men disse leddene virket i motsatt retning og ga til sammen et bidrag som tyder på at utvandringen øker med temperaturen opp til ca. 4-5 grader der effekten flater ut og er tilnærmet konstant opp til ca. 12 grader. Modelleringen ved Tellesbø tyder også på at utvandringen øker utover i sesongen (se kapittel 4.6 for detaljer). En usikkerhet med modelleringen av utvandringen ved Tellesbø er at vi har benyttet vannføring målt ved Skjermo slik at tilførsel av vann fra nedslagsfeltet mellom Skjermo og Tellesbø, spesielt Vindøla, kan ha gitt bidrag av betydning for utvandningsforløpet nederst i vassdraget uten at vi har klart å fange opp dette i vår modellering.

I 2013 var kraftverket stengt på grunn av teknisk revisjon fra midten av mai og i mesteparten av juni. På grunn av stor tilførsel av vann fra ovenfor kraftverket var likevel vannføringen nedstrøms, målt ved Skjermo, om lag like høy i mai dette året som i 2011 og 2012. Fangsten av laksesmolt i fella på Tellesbø dette året ga ikke noen indikasjoner på at driftstans i kraftverket virker negativt på utvandningsforløpet til smolt når miljøforholdene var som i 2013, det vil si med stor vannføring i elva oppstrøms kraftverket. Tilførsel av vann fra Vindøla og andre sidevassdrag nedenfor Skjermo kan også ha gitt bidrag av betydning for smoltutvandringen nederst i vassdraget i denne perioden. Modelleringen har altså vist at vannføringen er viktig for utvandningsforløpet til laksesmolt i Surna, som var i tråd med forventningene på forhånd.

Undersøkelser har vist at størrelsen på vannføringen under utvandringen er viktig for overlevelsen til utsatt smolt i flere regulerte vassdrag inkludert Surna (Hvidsten & Hansen 1988, Hvidsten mfl. 2004), og det er også undersøkelser som tyder på at økt vannføring i slike vassdrag påvirker overlevelsen til vill laks (Forseth mfl. 2003, Jensen mfl. 2011). Nedstrøms Trollheim kraftverk er vannføringen betydelig jevnet ut etter regulering og i alle deler av vassdraget som er berørt av reguleringen er vårfloppen redusert både i varighet og størrelse.

Miljøforholdene under utvandringen kan ha betydning for overlevelsen til smolten under utvandring i elva og overlevelsen til smolten etter at den har kommet ut i fjorden og i den første fasen av sjøvandringen. Dødeligheten i marin fase er stor og variabel både for vill og utsatt smolt. Gjenfangsten av utsatt smolt i Surna viste en økning fra 1,5 til 2,5 % når vannføringen innenfor en sjudagers periode etter utsetting økte fra 40 til 100 m³/s (Hvidsten & Hansen 1988). En mulig årsak til økt overlevelse ved økt vannføring under utvandring kan være at smolten blir mindre utsatt for predasjon ved slike forhold. Studier i elvemunningene i Surna og Orkla, har vist at predasjonen av laksesmolt kan være betydelig i selve elvemunningen (Hvidsten & Møkkelgjerd 1987, Hvidsten & Lund 1988). I elvemunningen av Surna ble det estimert at torsk kunne spise opptil om lag 25 % av Carlin-merket kultiveringssmolt (Hvidsten & Møkkelgjerd 1987). I estuariet til Orkla ble det funnet om lag 20 % predasjon på Carlin-merket laksesmolt fra torsk og sei, og dødeligheten synes like stor hos villsmolt som hos utsatt smolt (Hvidsten & Lund 1988). Undersøkelser utenfor Eira

i Romsdalsfjorden har også vist at dødeligheten til laksesmolt kan være betydelig i første fase av sjøvandringen, og det skjer dødelighet både i munningsområdet og under vandringen utover i fjorden (Jepsen mfl. 2006, Thorstad mfl. 2007, Thorstad mfl. 2011b). I dette fjordsystemet var overlevelsen til vill og kultivert laksesmolt om lag 30-35 % på de første 37 km av vandringen fra munningen av elva.

Sakkyndige vurderinger har fremhevet at redusert vårflo og økt dødelighet hos smolt under utvandring kan være en viktig årsak til redusert "effektiv smoltproduksjon" i Surna etter regulering (Johnsen & Hvidsten 1995). En medvirkende årsak til redusert vannføring i utvandringsperioden nedstrøms Trollheim kraftverk i Surna i mange år har også vært at kraftverket har vært stengt på denne tiden av året på grunn av teknisk revisjon. Av hensyn til smoltutvandring og vannføringsrelatert smoltoverlevelse hadde det vært gunstig å legge revisjonstidspunktet til en mindre sensitiv periode, eksempevis i forbindelse med nedbørsrike perioder om høsten, men ikke i oktober for å unngå eventuelle negative effekter på gytingen som hovedsakelig foregår i denne måneden.

5.2.2 Nedstrøms Trollheim kraftverk

Elvestrekningen mellom Trollheim kraftverk og utløpet av Vindøla har gjennom året en liten økning i gjennomsnittlig vannføring sammenlignet med situasjonen før regulering som følge av at regulert felt i Vindøla er ført oppover i vassdraget. I utgangspunktet bidrar reguleringen til at de laveste vannføringene blir større både sommer og vinter nedstrøms kraftverket (Halleraker mfl. 2006). Vannføringsregimet er imidlertid vesentlig endret som følge av reguleringen. Skjønnsretten har forutsatt en minstevannføring på 15 m³/s nedstrøms Trollheim kraftverk som kan fravikes ned til 5 m³/s i perioden 15. oktober-15. mai ved driftsfeil eller fare for driftsfeil ved kraftverket. Ved utfall i kraftverket på grunn av tekniske feil har det forekommet brudd på dette minstevannføringskravet (Halleraker mfl. 2005a, Forseth mfl. 2009a). Den nye omløpsventilen som kom i drift i 2011 vil gjøre det lettere å holde minstevannføringen, men er ingen garanti for at ikke det kan skje driftsfeil med påfølgende lav vannføring også i framtida. Kraftverket blir i perioder også effektregulert dag/natt noe som gir hyppige vannstandsfluktuasjoner i elva nedstrøms.

Den gjennomsnittlige tettheten av årsyngel av laks har vært lav i mange av årene 2002-2013 nedstrøms kraftverket. I ni av de 12 årene strekningen nedenfor Trollheim kraftverk er undersøkt, har tettheten av eldre laksunger (2+ og 3+) også vært svært lav (< 5 individer pr. 100 m²). Dette kan, som tidligere nevnt skyldes metodiske problemer forbundet med strandnært elektrisk fiske og i noen grad døgnregulering av vannføring i forbindelse med gjennomføring av undersøkelser (kfr. kap. 4.5), men det kan også være en følge av større vannstandsreduksjoner som gir stranding av fisk. I løpet av undersøkelsesperioden har det forekommet tre utfall som følge av teknisk svikt i kraftverket som har gitt rask vannstandssenkning og stranding av fiskeunger (i august 2005, i juli 2008 og i april 2012). Det er gjennomført vurderinger av mulig omfang av strandingsdødelighet for disse tre utfallene (Halleraker mfl. 2005, Forseth mfl. 2009a, Ugedal mfl. 2013a). Disse vurderingene tilsier at utfallene førte til såpass stor dødelighet av fiskeunger at de sannsynligvis hadde negativ effekt på smoltproduksjonen av laks nedstrøms kraftverket i de påfølgende årene. Det ble også vurdert at den relative effekten av utfallene i forhold til totalproduksjonen av aure var sterkere enn for laks, men at det ikke var datagrunnlag nok til å kvantifisere denne påvirkningen på aure på en god måte (Forseth mfl. 2009a, Ugedal mfl. 2013a). I perioden 1999-2004 forekom det også en rekke tilfeller der raske vannføringsreduksjoner kan ha gitt potensielle strandingssituasjoner i forbindelse med ordinær drift av kraftverket (Halleraker mfl. 2005b), og slike tilfeller forekom også flere ganger i perioden 2005-2008 (Forseth mfl. 2009a). Samlet sett synes det derfor sannsynlig at smoltproduksjonen av både

laks og aure nedstrøms kraftverket har vært negativt påvirket av stranding i hele undersøkellesperioden.

Smoltutvandringen i Surna nedstrøms kraftverket ble estimert til om lag 10 000 laks i 2012, mens den kan ha vært minimum 17 500 i 2013 hvis det ikke vandret ned mye smolt fra områdene oppstrøms kraftverket i den perioden fella ved Harang ikke var i drift. Hvis vi legger arealet av lakseførende strekning (ut fra areal målt på 1:50 000 kart og brukt ved beregning av antall egg ved gytebestandsmålvurderinger) tilsvarer dette en smolttetthet på henholdsvis 0,5 og 0,8 smolt pr. 100 m² elveareal nedstrøms kraftverket i 2012 og 2013 (se kapittel 4.6). Vi gjør oppmerksom på at tetthetene presentert ovenfor er beregnet ut fra et vesentlig større areal (omtrent breddfull elv som angitt i 1:50 000 kart) enn de tetthetene av ungfisk og presmolt som er presentert i kapittel 4.5 (som er basert på vanndekt areal ved gjennomsnittlig vannføring for elektrisk fiske) slik at disse ikke er sammenliknbare størrelser.

Ungfiskundersøkelsene tyder på at mesteparten av smolten nedstrøms kraftverket er 3 år (se kapittel 4.5), slik at det hovedsakelig var smolt fra årsklassene som ble gytt i 2008 og 2009 som utgjorde utvandringen fra områdene nedstrøms kraftverket i 2012 og 2013. I henhold til vurderinger fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning ble gytebestandsmålet til Surna oppnådd disse to årene (Anonym 2014b). Hvis vi som forenkling antar at Surna nedstrøms kraftverket var fullrekruttert med egg disse to gyteårene tilsier en smolttetthet på 0,5-0,8 individer pr. 100 m² at overlevelsen fra egg (2 egg pr. m² som tilsvarer 200 egg pr. 100 m²) til smolt har vært på 0,25-0,4 % for disse to årsklassene. Overlevelsen fra egg til smolt i vassdrag med tre-årig smolt er normalt i størrelsesorden 2,5 %, men variasjonen er stor (Hindar mfl. 2007). Tilsynelatende lav overlevelse fra egg til smolt i Surna kan skyldes at dødeligheten nedstrøms kraftverket er stor og variabel mellom år som følge av kraftverksdriften. Et annet alternativ kan være at bæreevnen for eldre laksunger i Surna nedstrøms kraftverket er lav på grunn av habitatforholdene, for eksempel at området i stor grad mangler skjulplasser for store laksunger. En tredje mulighet er at området nedstrøms kraftverket ikke var fullrekruttert med egg disse to årene selv om gytebestandsmålet ble vurdert oppfylt på vassdragsnivå. Tellingene av gytegrøper viste vesentlig færre grøper av laks nedstrøms kraftverket i 2008 enn i 2009 (se kapittel 4.4). Selv om det er stor usikkerhet knyttet til hvor stor andel av gytegrøpene en observerer nedstrøms kraftverket og hvordan denne andelen varierer mellom år, kan dette tyde på at eggdeponeringen høsten 2008 var lavere enn høsten 2009 slik at forutsetningen om en eggdeponering på 2 egg pr. m² kanskje ikke var oppfylt i 2008. Dette vil i så fall bety at overlevelsen fra egg til smolt var høyere enn 0,25 % for denne årsklassen. Undersøkelsene i Surna så langt kan imidlertid ikke skille mellom disse alternative forklaringene som heller ikke nødvendigvis står i motsetningsforhold til hverandre, det vil si at alle tre kan bidra til å forklare den tilsynelatende lave overlevelsen nedstrøms kraftverket.

Statkraft har innført rutiner ved nedkjøring av Trollheim kraftverk for å unngå raske vannstandsendringer. Den nye omløpsventilen vil gi en større sikkerhet for at minstevannføringen vil opprettholdes kontinuerlig, noe som vil føre til en forbedret situasjon for produksjon av laksunger nedstrøms kraftverket. Selv om effektkjøring også i framtida vil kunne føre til stranding av fisk og redusert næringstilbud i reguleringssonen, vil sikring av et økt permanent vanndekt areal kunne gi større og mer stabil produksjon både av næringsdyr og fisk.

Driftsvannet til Trollheim kraftverk hentes fra dypt vann i Follsjømagasinet. Dette gjør at vanntemperaturen nedstrøms kraftverket er kaldere om sommeren og varmere om vinteren enn hva den ville ha vært ved en uregulert tilstand i vassdraget. På grunn av denne temperaturendringen forventes det at smoltalderen har økt nedstrøms kraftverket etter regulering. Hvis vi antar at jo lengre tid fisken står på elva før den går ut som smolt jo flere

dør, kan dette ha redusert smoltproduksjonen i denne delen av elva. Redusert vekst som følge av redusert vanntemperatur kan også påvirke overlevelsen på andre måter. Hvis for eksempel vinterdødeligheten er størrelsesavhengig (spesielt aktuelt for første vinter) kan en redusert første års vekst gi mindre vinteroverlevelse hos årsyngelen. I tillegg kan redusert vekst føre til at yngelen er utsatt for stranding over en lengre tidsperiode i sitt livsløp fordi strandingsrisikoen er høyere for små enn større fisk (Hvidsten 1985, Halleraker mfl. 2003). Om eventuelt økt dødelighet på disse tidlige stadiene gir seg utslag i redusert smoltproduksjon vil imidlertid avhenge av om hvor viktig tetthetsavhengige prosesser er for overlevelsen til yngre og eldre laksunger i nedre deler av Surna (se f.eks. Einum & Nislow 2011).

Gjennomsnittsstørrelsen til laks- og aureunger nedstrøms kraftverket var signifikant mindre enn oppstrøms gjennom hele fersvannsoppholdet. Forskjellene i størrelse ved alder oppstrøms og nedstrøms kraftverket tyder på at gjennomsnittlig smoltalder for laks er forskjellig i de to områdene (se kapittel 4.5.4). Utvandrende smolt ved Harang hadde en gjennomsnittlig smoltalder på om lag 2,7 år som er i rimelig samsvar med forventninger ut fra undersøkelsene av ungfiskens størrelse. Ved smoltundersøkelsene ble det ikke funnet forskjeller i gjennomsnittlig smoltalder mellom Harang og Tellesbø, men da det ved Tellesbø fanges smolt med opphav fra både oppstrøms og nedstrøms kraftverket kan ikke denne undersøkelsen gi noe klart svar på om det er forskjeller i smoltalder mellom de to områdene. Resultatene fra ungfiskundersøkelsene tyder på at gjennomsnittlig smoltalder i området nedstrøms kraftverket er høyere enn 3 år, men materialet tillater ikke noen presis konklusjon om hvor stor andelen av 4-årig smolt det er i denne delen av vassdraget. Denne sammenlikningen mellom smoltalder nedstrøms og oppstrøms kraftverket i dag kan imidlertid ikke si noe om hvor mye smoltalderen kan ha endret seg nedstrøms kraftverket etter regulering. Vanntemperaturen i vekstsesongen på strekningen med fraført vann oppstrøms kraftverket har økt etter reguleringen (Halleraker mfl. 2006), noe som gjør at smoltalderen også kan ha endret seg i denne delen av elva.

5.2.3 Trollheim kraftverk - Rinna

Reguleringen av Surna førte til redusert vannføring på en betydelig del av den lakseførende strekningen oppstrøms Trollheim kraftverk som ligger ca. 20 km fra munningen. På strekningen fra Trollheim kraftverk til utløpet av Folla (5 km) ligger restvannføringen på ca. 40 %, mens den på strekningen Folla til utløpet av Rinna (7 km) ligger på 70-80 %. På denne strekningen må en anta at redusert lavvannføring både sommer og vinter kan påvirke produksjonen av ungfisk av laks og sjøaure negativt.

Våre undersøkelser tyder på at produksjonen av laks på denne strekningen har vært relativt høy i mesteparten av undersøkelsesperioden 2002-2013. Gjennomsnittlig korrigert tetthet av 1+ har variert mellom 10 og 52 individer pr. 100 m², og flesteparten av årene har tettheten vært på 30 individer pr. 100 m² eller høyere. Samlet sett har estimert andel presmolt i områdene oppstrøms kraftverket (med unntak av 2003) utgjort 77 % (variasjon 64-88 %) av det totale antallet presmolt i Surna. I de aller fleste år er det estimert en større andel mellom Trollheim kraftverk og Rinna (snitt 50 %; variasjon 26-67 %) enn oppstrøms utløpet av Rinna (snitt 27 %; variasjon 13-38 %). Det er knyttet størst usikkerhet til hvor stort det vanndekte arealet er oppstrøms Rinna, slik at betydningen av denne elvestrekningen kan være feilvurdert.

Ungfiskundersøkelsene i Surna er vanligvis gjennomført i august/september altså om lag 8-9 måneder før smolten går ut av elva. Hvis det skjer omfattende dødelighet av presmolt i denne perioden vil ikke vår undersøkelse av ungfisk fange opp dette. Slik dødelighet kan være knyttet til lavvannsperioder både på sensommeren etter at våre undersøkelser er

gjennomført og om vinteren. Undersøkelser i Orkla tyder på at den laveste vannføringen om vinteren kan ha betydning for hvor mange smolt som vandrer ut neste vår (Hvidsten mfl. 2004, 2014). Det er derfor mulig at vår undersøkelse, i alle fall år om annet, kan overvurdere smoltproduksjonsbidraget fra strekningene oppstrøms Trollheim kraftverk. Ett mulig eksempel er året 2013 hvor den "tilsynelatende overlevelsen" mellom presmolt og smolt var betydelig lavere enn i 2012 (se kapittel 4.6).

Det var ingen signifikant samvariasjon mellom tetthet av 0+ laks og tetthet av samme årsklasse som 1+ på strekningen mellom kraftverket og Rinna. Det var heller ingen samvariasjon mellom eggdeponering vurdert på vassdragsnivå av Vitenskapelig råd for lakseforvaltning og tetthet av ungfisk av samme årsklasse. En mulig forklaring på slike manglende sammenhenger kan være at dødeligheten mellom ulike livsstadier (fra egg til 0+ og fra 0+ til 1+) er svært variabel på elvestrekningene ovenfor kraftverket. En alternativ og ikke usannsynlig forklaring er at ungfiskstasjonene ligger for spredt eller er for lite representative til å fange opp variasjoner i rekruttering av årsyngel på en god måte. Mangel på kunnskap om gytebestandens virkelige størrelse og fordeling i ulike år gjør det imidlertid vanskelig å vurdere sikkert hvilken av disse forklaringene som er mest sannsynlig, men forklaringene er heller ikke nødvendigvis motstridende.

Smoltproduksjonen på strekningen mellom Trollheim kraftverk og Rinna er vurdert å være redusert som følge av mindre vannføring etter regulering (Johnsen & Hvidsten 1995). Undersøkelser har vist at laksunger bruker det meste av elvesenga på denne strekningen ved lav vannføring på sensommeren og at forskjellene i tetthet mellom ulike elveklasser (blankstryk, turbulent stryk, grunnområder med lav vannhastighet og kulp) var relativt små og ikke signifikante (Ugedal mfl. 2005). Dette kan innebære at økning i vanndekt areal i dette vassdragsavsnittet vil kunne øke fiskeproduksjonen da elveprofilen i store deler av området er flat og substratet i områder som ofte er tørrlagt er svært likt det en finner i vanndekte områder. I den pågående revisjonsprosessen for reguleringsvilkårene vurderes minstevannføringer på strekningen oppstrøms Trollheim kraftverk for å bedre fiskeproduksjonen. Større vannføring vil sikre bedre gyteforhold for laks og sjøaure, mens økt vanndekt areal vil øke produksjonskapasiteten for ungfisk. Større vannføring oppstrøms kraftverket er også nødvendig for å kunne gjenskape et fiske av betydning i Rindal kommune.

6 Tilrådinger om avbøtende tiltak

I fagrapporten for 2011 ble det skissert flere mulige avbøtende tiltak for å redusere negative regulerings effekter samt gi grunnlag for økt fiskeproduksjon og bedre elvefiske (Johnsen mfl. 2011). Det har ikke kommet til nye opplysninger i siste del av undersøkelsesperioden som tilsier at de foreslåtte tiltakene ikke lenger er aktuelle. Imidlertid har man de siste årene fått ytterligere erfaringer om innretning og virkning av tiltak, som det er naturlig å inkludere i gjennomgangen av aktuelle tiltak i Surna. Undersøkelsene har ikke hatt som formål å vurdere vannslipp/minstevannføringer som hører til vilkårsrevisjonen og eventuelle utredninger/undersøkelser i den forbindelse.

6.1 Biotoptiltak og habitattiltak

På grunn av de store hydrologiske og fysiske endringer i Surna etter regulering er det sannsynligvis et betydelig potensial for å øke naturlig fiskeproduksjon gjennom biotoptiltak og habitattiltak. Av aktuelle biotoptiltak kan det reetableres standplasser for voksen fisk i gjenarete dypåler og høler, samt etableres sedimentfeller som reduserer omfanget av nedauring med finsedimenter. Av habitattiltak vil spesielt en økning av hulromkapasiteten i bunnsubstratet kunne øke produksjonspotensialet for ungfisk.

Etablering av standplasser og sedimentfeller

Få standplasser for større fisk i form av dypåler og høler er et generelt problem i hovedstrengen oppstrøms Bolme. De få dypområdene ligger i yttersving, er langstrakte og smale, og elvebunnen består som hovedregel av fast fjell eller grov stein. I lavvannsperioder er større fisk som oppholder seg i disse områdene avsondret fra øvrige deler av vassdraget, og kan bli forsinket i sin oppvandring til sentrale gyteområder i Sunna, Lomunda og Tiåa. I naturlige elvesystem er det normalt med en regelmessig vekslning mellom grunne stryk- og dypere kulpområder (Allan 1995). I disse elvene vil slike kulp-stryk-sekvenser tilby gunstige forhold for ulike livsstadier hos fisk, som har til dels svært forskjellige krav til det fysiske miljøet. Mens et vanlig forholdstall i lengdeenheter mellom kulp og stryk i naturlige elvesystem er 1:7 (Montgomery mfl. 1995), er forholdstallet i øvre deler av Surna og i Sunna nærmere 1:30, hvilket vil si inntil én kilometer mellom hvert dypområde. Et fiskeforsterkende tiltak kan derfor være å etablere flere standplasser i dypområder ved å fjerne deponerte løsmasser fra tidligere dypåler og høler.

Det anbefales å iverksette et restaureringsprogram som tar sikte på å restaurere tidligere dypområder som er gjenarete av sedimenter. Det er tidligere gjort forsøk på Sande i form av to kulper og en kanal. To år etter var kulpene gjenarete. Det foreslås derfor forsøk med å lage sedimentfeller eller sandfang i utvalgte kulper i Surna. Ved å forme en dyp grop og plastre med stor blokkstein dannes et sandfang som bremser vannhastigheten slik at sand og slam kan sedimentere. Dermed hindres gjentetting av hulrommene i substratet nedenfor. Med noen års mellomrom vil det være nødvendig å tømme sandfanget, som for eksempel kan brukes til jordforbedring. En hydraulisk utredning kan danne grunnlag for vurdering av hvordan man kan gjennomføre forsøk med biotopjustering. Parallelt med den hydrauliske utredningen bør det gjøres diverse kartlegginger i felt. Sentrale parametre er fysisk habitatkartlegging (gradient, vann dybde, vannhastighet, sammensetning av og mengde hulrom i bunnsubstrat) og produksjonsforhold for fisk og bunndyr. På grunnlag av utredningene identifiseres egnede lokaliteter der det gjennomføres forundersøkelser, deretter gjennomføres tiltakene og til slutt evalueres virkningen av tiltakene med etterundersøkelser.

Endringer av bunnsubstratet

Til tross for at endringer i sedimenttransport er en vanlig reguleringseffekt er det begrenset omfang på avbøtende tiltak i norske vassdrag. I Eira i Romsdal har elvebunnen etter regulering fått langt mer finsubstrat noe som her også trolig skyldes redusert vannføring og økt sedimentasjon. I denne elva hadde harving av elvebunnen en positiv effekt for eldre laksunger de to første årene etter at tiltaket ble gjennomført, men effekten avtok etter tre år og etter fire år synes den å ha opphørt (Jensen mfl. 2007). Det er senere utarbeidet en plan for habitattiltak (Hvidsten & Bremset 2011) med ambisjon om å optimalisere langtidseffektene av tiltakene. I 2013 ble det gjennomført forsøk med mekanisk fjerning av finstoffer i to områder, og de foreløpige resultatene tyder på vesentlig økning i både hulromskapasitet og forekomst av eldre laksunger (Jensen mfl. 2014). Varigheten av habitattiltak vil være avhengig av blant annet sedimenttransport fra ovenforliggende områder og erosjon i tiltaksområdet. I Surna kan det være hensiktsmessig å utføre en kartlegging av aktuelle deler av vassdraget for å avdekke potensialet for habitatforbedringer før det gjøres vurderinger av potensialet for habitattiltak.

6.2 Utsettinger av fisk

Genbankbasert kultivering

Kultivering er et potensielt kraftfullt redskap for introduksjon av ønskede og uønskede genetiske forandringer i en populasjon. I 2011 la et utvalg som hadde som mandat å vurdere kultiveringsstrategier for sjøvandrende laksefisk fram sin innstilling (Skår mfl. 2011). En av de sentrale tilrådingene fra kultiveringsutvalget var å endre fokus fra fiskeforsterkende tiltak til bevaringstiltak. Et overordnet mål er å bevare den genetiske variasjonen og integriteten til de ulike laksebestandene. Et hovedgrep i den foreslåtte strategien er å satse på genbankbasert kultivering. Genbankbasert kultivering ivaretar både populasjonsgenetiske og sykdomsmessige forhold på en langt bedre måte enn utsettinger basert på årlig stamfiske. Ved hjelp av moderne genetiske metoder kan man identifisere både rømt oppdrettsfisk og avkom etter rømt oppdrettsfisk (Karlsson mfl. 2011), samt velge ut stamfisk som med en rimelig grad av sannsynlighet tilhører den stedegne stammen.

Det foreligger godt etablerte metoder for å beregne slektskap mellom stamfisk og dermed unngå kryssninger mellom nært beslektede individer. Utfra genetiske profiler til stamfisken er det mulig med tilnærmet 100 % sikkerhet å identifisere avkom til disse i prøver av fisk fra elva. Det siste gjør det mulig å skille mellom fisk produsert i anlegget fra naturlig produsert fisk og dermed estimere andel utsatt fisk i bestanden samt å vurdere den genetiske effekten av kultivering. En utfordring med kultivering er å benytte et stort nok antall stamfisk for å unngå negative genetiske effekter i form av tap av genetisk variasjon som følge av at et begrenset antall stamfisk får et uforholdsmessig stort antall avkom, såkalt Ryman-Laikre effekt (Ryman & Laikre 1991). Genbankbasert kultivering kan være effektivt for å sikre at man for hvert år har et tilstrekkelig antall stamfisk tilgjengelig. Det sistnevnte forutsetter imidlertid at man har full oversikt over slektskap mellom stamfisken og at slektskapet mellom ny stamfisk som tas inn fra elven og eksisterende stamfisk i anlegget blir analysert.

Statkraft har tatt initiativ til et prosjekt for å utrede bruk av genbankbasert kultivering. Selv om Surna ikke er blant de vassdragene som foreløpig er inkludert i prosjektet, er det de siste årene samlet inn gytemoden laks fra Surna til levende genbank etter de samme prinsipper som er benyttet i blant annet Eira og Bævra. Vår anbefaling er at man i framtida satser på en genbankbasert kultivering også i Surna, slik at utsettingsmaterialet stammer fra en stamfiskbeholdning i genbank, og at man i minst mulig grad reduserer naturlig egg-

deponering i vassdraget ved å fjerne gytelaks. Ved å bygge opp en bestand av laks i levende genbank vil man kunne sikre at man for hvert produksjonsår har et større antall stamfisk enn om man kun hadde hentet inn ny stamfisk hvert år. På sikt vil også vil også stamfisken i genbank kunne redusere behovet for store stamfiskuttak hvert år. For å bygge opp en tilstrekkelig stor og genetisk mangfoldig beholdning av Surna-laks i genbank anbefales det å også ta inn stamfisk fra mesteparten av vassdraget inkludert de viktigste sidevassdragene. Det kan i den forbindelse være hensiktsmessig å ta vare på en del av gytelaks fanget under lysfiske i Sunna, Lomunda og Tiåa.

Merking og identifisering

For å vurdere tilslaget av utsetninger er det nødvendig å ha en egnet merkemetodikk som sikrer best mulig deteksjon av utsatt fisk. Manglende fettfinne på laks utsatt som énsomrig settefisk eller smolt kan ofte overses av fiskere som fanger kultivert fisk. Ved utlegging av øyerogn er ingen fysiske merkemetoder aktuelle, og for å identifisere utsatt fisk må man bruke kjemisk merking og/eller genetisk identifisering. Forutsetningene for genetisk identifisering av utsatt fisk i Surna er godt etablert ved at alle stamfiskene som benyttes blir analysert genetisk og ut fra den genetiske profilen er alle deres avkom således indirekte merket, og kan tilordnes tilbake til sine stamfisk foreldre. Ulempen med både kjemisk merking og genetisk identifisering er at det er ressurskrevende metoder, samt at det ikke er mulig å identifisere kultivert fisk i felt. Det kan derfor være ønskelig med fysisk merking av både settefisk og smolt.

Smolten som settes ut i Surna fra og med 2008 er merket ved at fettfinnen er klippet av. Ved framtidige utsetninger av énsomrig settefisk bør det også vurderes finnermerking. Dette vil bidra til at det er enkelt å skille ut slik fisk fra villfisk både på ungfiskstadiet og som voksen laks. Ulempen med fettfinnermerking av settefisken er at det ikke vil være mulig å skille denne fra utsatt smolt på utseende hos voksen laks. Det er imidlertid sannsynligvis mulig å skille disse to gruppene ved skjellanalyser. Genetisk tilordning til stamfiskforeldre kombinert med skjellanalyser vil også kunne bidra til å skille disse to fiskegruppene fra hverandre, spesielt hvis utsatt smolt og utsatt settefisk av samme sjøalder stammer fra ulike generasjoner av anleggsprodusert fisk.

Utlekking av øyerogn og utsetting av laksunger

Kultiveringutvalget (Skår mfl. 2011) anbefaler å benytte det tidligst hensiktsmessige livsstadium i de enkelte vassdrag, slik at det i større grad enn tidligere bør legges ut øyerogn og settes ut årsyngel. I Surnavassdraget er utsetting av tidlige livsstadier spesielt aktuelt i større sidevassdrag. Tidlige livsstadier kan også være aktuelt i deler av hovedstrengen med liten rogndeponering, som følge av at det enkelte år kan være en sterkt klumpvis fordeling av gytefisk og større potensielle gyteområder med liten eller ingen gyteaktivitet. Av større sidevassdrag er det i første rekke Rinna som har større arealer som i dagens situasjon ikke er lakseproduserende. I hovedstrengen av Surna er det i første rekke strekningen mellom Bolme og Trollheim kraftverk som basert på gytefisketellingene enkelte år synes å ha for lite gytefisk til å utnytte produksjonspotensialet på strekningen.

I Rinna kan sjøvandrende laksefisk vandre om lag 2 km opp til et fossefall som hindrer videre oppvandring. Om lag 700 meter oppstrøms fossefallet er det et nytt vandringshinder, men oppstrøms dette vandringshinderet er det ifølge lokalkjente mulig for fisk å vandre omtrent 15 km før neste vandringshinder. På denne strekningen har elva mye gunstig habitat for oppvekst av laksunger. I mange partier har elva et substrat med varierende steinstørrelse med god hulromskapasitet. Utsettingene av énsomrige laksunger som vi har evaluert tidligere (Lund & Johnsen 2007), viste at elva kan gi god produksjon av laksunger. Dersom et eventuelt framtidig krav om minstevannføring blir knyttet til Rinna vil dette gi en tilleggsgevinst i form av økt produksjon i dette sidevassdraget. Gevinsten vil øke desto lengre opp i Rinna vannslippet skjer. En slik tilbakeføring av vann til Rinna vil også kunne

gi økte fiskemuligheter i Surna på strekningen oppstrøms Trollheim kraftverk. Tilbakeføring av vann til Rinna aktualiserer etablering av fiskepassasje i denne elva for å utnytte produksjonspotensialet i Rinna via naturlig gyting. En fysisk kartlegging og beregninger av vanndekt areal ved ulike vannføringer vil gi et godt grunnlag for å beregne produksjonspotensialet for ungfisk.

Utsettinger av laksesmolt

Fram til 2006 ble pålagte smoltutsettinger gjennomført med fisk fra A/S Settefiskanlegget Lundamo. I januar 2006 kom Rossåa settefiskanlegg i Todalen i drift og fra og med 2008 er det levert smolt fra det nye anlegget. Det er investert betydelige midler og innsats i det nye anlegget i Todalen. Selv om produksjonen av settefisk og smolt foregår etter velkjente metoder som er utviklet over en lang periode, er det kjent at det kan forekomme store variasjoner mellom ulike smoltanlegg med hensyn til fiskens kvalitet og dermed også evne til å klare seg i naturen. Dette kan skyldes variasjoner i miljøforhold (vannkvalitet, temperatur, lys) og variasjoner i selve behandlingen av fisken både i anlegget (tetthet i karene, foring, rengjøring etc.) og ved transport og utsetting. Tilslaget av smoltutsettingene har avtatt de senere år og til dels vært svært lav. Hvis denne utviklingen ikke endrer seg til det bedre bør det derfor gjøres en evaluering om smoltutsettinger helt eller delvis kan erstattes av habitattiltak eller utsetting av yngre livsstadier.

7 Referanser

- Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control, AC-19: 716-723.
- Allan, J.D. 1995. Stream ecology: structure and function of running waters. Chapman & Hall, London. 388 s.
- Anonym 2000. Nasjonale laksefjorder og laksevassdrag. 2001. Grunnlagsmateriale for departementenes arbeid. - Materiale vedrørende nasjonale laksefjorder utarbeidet i samarbeid mellom Direktoratet for naturforvaltning, Fiskeridirektoratet og Statens dyrehelsetilsyn. 273 s.
- Anonym 2004. NS 9456 - Vannundersøkelse: Visuell telling av laks, sjørørret og sjørøye. Norges Standardiseringsforbund, Oslo. 16 s.
- Anonym 2009. Bestandsutvikling hos sjørørret og forslag til forvaltningstiltak. Direktoratet for naturforvaltning, Notat 2009-1. 28 s.
- Anonym 2010. Status for norske laksebestander i 2010. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 2. 213 s.
- Anonym 2014a. Status for norske laksebestander i 2013. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 6a. 225 s.
- Anonym 2014b. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 6b. 729 s.
- Anonym 2014c. Regional plan for vassforvaltning for Møre og Romsdal vassregion 2015-2021. Høyringsdokument. Møre og Romsdal fylkeskommune. 83 s.
(http://www.vannportalen.no/hoved.aspx?m=36255&amid=3651703&fm_site=31134).
- Arnekleiv, J. V., Rønning, L., Koksvik, J., Kjærstad, G., Alfredsen, K., Berg, O. K. & Finstad, A. G. 2007. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-2006. Faglig oppsummering: kraftverksregulering, bunndyr, drivfauna, ungfisk og smolt. NTNU Vitenskapsmuseet, Rapport zoologisk serie 2007-1. 147 s.
- Barba, B., Larranaga, A., Otermin, A., Basaguren, A., & Pozo, J. 2010. The effect of sieve mesh size on the description of macroinvertebrate communities. Limnetica 292: 211-219.
- Berg, M., Eide, O., Bremset, G., Haukebø, T. & Jensen, A.J. 2011. Kartlegging av gytegrøper av laks og sjøaure i Eira i perioden 1952-2010. NINA Rapport 731. 60 s.
- Bjorkstedt, E.P. 2005. DARR 2.0: updated software for estimating abundance from stratified mark-recapture data. U.S. Depart. Commer. NOAA Technical memorandum NMFS-SWFSC-368. 13 s.
- Bjorkstedt, E.P. 2010. DARR 2.0.2: DARR for R.
(<http://swfsc.noaa.gov/textblock.aspx?Division=FED&id=3346>).
- 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.
- Bongard, T. 2008. Bunndyr i Barduelva. Vurderinger på bakgrunn av bunnprøver tatt 2.9.2008. NINA Upublisert notat. 8 s.

- Bongard, T., & Rønning, L. 1993. Flate- og volumberegninger av elvebunn som metode for å beskrive bunndyrhabitat. Notat Zool. Avd Vol. 1993-9. 17 s.
- Bongard, T. & Aagaard, K. 2006. BIOKLASS. Klassifisering av økologisk status i norske vannforekomster - elver. Forslag til bunndyrindeks for definisjon av Vanndirektivets fem nivåer for økologisk status. NINA rapport 113.
- Bongard, T., Diserud, O.H., Sandlund, O.T. & Aagaard, K. 2011. Detecting invertebrate species change in running waters: an approach based on the sufficient sample size principle. Benthic Open Environmental & Biological Monitoring Journal 4: 72-82.
- Bremset, G. & Berg, O.K. 1997. Density, size-at-age and distribution of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in deep river pools. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 54: 2827-2836.
- Bremset, G., Sættem, L.M. & Johnsen, B.O. 2010. Status for bestandene av laks og sjøaure i Nærøydalselva, Sogn og Fjordane. Samlerapport fra fiskebiologiske undersøkelser i perioden 2006-2008. NINA Rapport 475. 104 s.
- Bremset, G., Berg, M., Diserud, O., Solem, Ø. & Ulvan, E.M. 2012a. Fisketelling i Driva høsten 2011. Forekomst og fordeling av gytemoden sjøaure og laks før planlagt etablering av langtidssperre i Snøvasfossan. NINA Rapport 781. 49 s.
- Bremset, G., Berg, M., Berger, H.M., Dokk, J.G. & Museth, J. 2012b. Ungfiskundersøkelser i Namsen. Forsøk med bruk av elektrisk fiskebåt. NINA Rapport 870. 30 s.
- Cereghino, R., Cugny, P., & Lavandier, P. 2002. Influence of intermittent hydropeaking on the longitudinal zonation patterns of benthic invertebrates in a mountain stream. International Review of Hydrobiology 871: 47-60.
- Chaput, G., Allard, J., Caron, F., Dempson, J.B., Mullins, C.C., & O'Connell, M.F. 1998. River-specific target spawning requirements for Atlantic salmon (*Salmo salar*) based on a generalized smolt production model. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 55: 246-261.
- Cheng, Y.W. & Gallinat, M.P. 2004. Statistical analysis of the relationship among environmental variables, inter-annual variability and smolt trap-efficiency of salmonids in the Tucannon River. Fisheries Research 70: 229-238.
- Dahl, K. 1910. Alder og vekst hos laks og aure belyst ved studiet av deres skjæl. Centraltrykkeriet, Kristiania. 115 s.
- Darroch, J.N. 1961. The two-sample capture-recapture census when tagging and sampling are stratified. Biometrika 48: 241-260.
- Dempson, J.B. & Stansbury, D.E. 1991. Using partial counting fences and a two-sample stratified design for mark-recapture estimation of an Atlantic salmon smolt population. North American Journal of Fisheries Management 11: 27-37.
- Diserud, O.H., Fiske, P. & Hindar, K. 2012. Forslag til kategorisering av laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks. NINA Rapport 782. 32 s.
- Einum, S. & Nislow, K.H. 2005. Local-scale density-dependent survival of mobile organisms in continuous habitats: an experimental test using Atlantic salmon. Oecologia 143: 203-210.

Einum, S. & Nislow, K.H. 2011. Variation in population size through time and space: theory and recent empirical advances from Atlantic salmon. S. 277-298, i: Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen & J. Skurdal (eds.): Atlantic salmon ecology. Blackwell Publishing, Oxford.

Elliott, J. M. 1972. Effect of temperature on the time of hatching in *Baëtis rhodani* Ephemeroptera: Baëtidae. Oecologia, 91: 47-51.

Elliott, J.M. 1975a. The growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on maximum rations. Journal of Animal Ecology 44: 805-821.

Elliott, J.M. 1975b. The growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on reduced rations. Journal of Animal Ecology 44: 823-842.

Elson, P.F. 1957. The importance of size in the change from parr to smolt in Atlantic salmon. Canadian Fish Culturist 21: 1-6.

Eriksson, L.O., Rivinoja, P., Östergren, J., Serrano, I. & Larsson, S. 2008. Smolt quality and survival of compensatory stocked Atlantic salmon and brown trout in the Baltic Sea. Sveriges Lantbruksuniversitet, Department of Wildlife, Fish, and Environmental studies, Report 62. 23 s.

Eskelin, A.A. 2004. An assessment of trap efficiency to estimate coho salmon smolt abundance in a small Alaskan stream. Master's thesis, University of Alaska-Fairbanks.

Fiske, P., Lund, R.A., Østborg, G.M. & Fløystad, L. 2001. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefiske i årene 1989-2000. NINA oppdragsmelding 704. 26 s.

Foldvik, A. 2013. Spatial distributions and productivity in salmonid populations. Doctoral theses at NTNU, 2013: 235.

Forseth, T. & Forsgren, E. (red.). 2008. El-fiske metodikk. Gamle problemer og nye utfordringer. NINA Rapport 488. 74 s.

Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte vassdrag. NINA Temahefte 52. 99 s.

Forseth, T., Fiske, P., Hvidsten, N.A. & Saltveit, S.J. 2003. Smoltoverlevelse i Suldalslågen - miljø-faktorer som påvirker smoltutvandring og overlevelse i fjorden. Statkraft, Suldalslågen-Miljørapport Nr. 30. 59 s.

Forseth, T., Stickler, M., Ugedal, O., Sundt, H., Bremset, G., Linnansari, T., Hvidsten, N.A., Harby, A., Bongard, T. & Alfredsen, K. 2009a. Utfall av Trollheim kraftverk i juli 2008. NINA Rapport 435. 35 s.

Forseth, T., Bremset, G., Lamberg, A., Fiske, P., Wibe, H. & Øksenberg, S. 2009b. Evaluering av metoder for estimat av smoltproduksjon i laks og sjøaurebestander. NINA Rapport 489. 23 s.

Frost, S., Huni, A., & Kershaw, W. E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie, 49: 167-173.

Gardiner, W.R. 1984. Estimating population densities of salmonids in deep water in streams. Journal of Fish Biology 24: 41-49.

Grant, J.W.A. & Imre, I. 2005. Patterns of density-dependent growth in juvenile stream-dwelling salmonids. Journal of Fish Biology 67: 100-110.

- Halleraker, J.H., Saltveit, S.J., Harby, A., Arnekleiv, J.V., Fjeldstad, H.-P. & Kohler, B. 2003. Factors influencing stranding of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *River Research and Applications* 19: 589-603.
- Halleraker, J.H., Johnsen, B.O., Lund, R.A., Sundt, H., Forseth, T. & Harby, A. 2005a. Vurdering av stranding i Surna ved utfall av Trollheim kraftverk i august 2005. SINTEF rapport TR A6220. 36 s.
- Halleraker, J.H., Sundt, H., Dangelmaier, G. 2005b. Optimalisering av fiskeforhold og kraftproduksjon i Surna - Delrapport om vanntemperaturer og hydrologisk variasjon før og etter regulering på ulike steder i vassdraget. SINTEF rapport TR.
- Halleraker, J.H., Sundt, H. & Alfredsen, K. 2006. Optimalisering av fiskeforhold og kraftproduksjon i Surna. Hovedrapport om videreutvikling og anvendelse av simuleringsverktøy fra samløpet Rinna til Skei. SINTEF Rapport TR A6264.
- Harby, A., & Bogen, J. 2012. Miljøkonsekvenser av raske vannstandsendringer. Straumsmo kraftverk / Barduelva. Miljøbasert vannføring. NVE Rapport 1-2012. 88s.
- Harby, A., Alfredsen, K., Arnekleiv, J. V., Flodmark, L. E. W., Halleraker, J. H., Johansen, S., & Saltveit, S. J. 2004. Raske vannstandsendringer i elver - Virkninger på fisk, bunndyr og begroing. Teknisk Rapport: SINTEF. 39 s.
- Heggberget, T.G., Haukebø, T., Mork, J. & Ståhl, G. 1988. Temporal and spatial segregation of spawning in sympatric populations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, L. and brown trout, *Salmo trutta* L. *Journal of Fish Biology* 33: 347-356.
- Hindar, K. 2011. Genetisk karakterisering av laks fra Bævre og Surna. - Foredrag på møte om fiskebiologiske undersøkelser og tiltak i Bævre og i reguleringsmagasiner til Svorka kraftverk. Svorka Energi AS, Surnadal 16.6. 2011.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.-E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA Rapport 226. 78 s.
- Horton, G.E., Letcher, B.H., Bailey, M.M. & Kinnison, M.T. 2009. Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt production: the relative importance of survival and body growth. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 66: 471-483.
- Hvidsten, N. A. 1985. Mortality of pre-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and Brown trout *Salmo trutta* L., caused by fluctuating water levels in the regulated River Nidelva, central Norway. *Journal of Fish Biology* 27: 711-718.
- Hvidsten, N.A. & Bremset, G. 2010. Etablering av steinsettinger som habitatrestaurerende tiltak i Eira. NINA Minirapport 298. 10 s.
- Hvidsten, N.A. & Hansen, L.P. 1988. Increased recapture rate of adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., stocked as smolts at high water discharge. *Journal of Fish Biology* 32: 153-154.
- Hvidsten, N.A. & Lund, R.A. 1988. Predation on hatchery reared and wild smolts of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the estuary of River Orkla, Norway. *Journal of Fish Biology* 33: 121-126.
- Hvidsen, N.A. & Møkkelgjerd, P.I. 1987. Predation on salmon smolts (*Salmo salar* L.) in the estuary of the River Surna, Norway. *Journal of Fish Biology* 30: 273-280.

Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. & Forseth, T. 2004. Orkla - et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 1997-2002. NINA Fagrapport 79. 96 s.

Hvidsten, N.A., Diserud, O.D., Jensen, A.J., Jensås, J.G., Johnsen, B.O. & Ugedal, O. 2014. Water discharge affects Atlantic salmon *Salmo salar* smolt production: a 27-year study in the River Orkla, Norway. Journal of Fish Biology (i trykken).

Imre, I., Grant, J. W. A. & Cunjak, R. A. 2005. Density-dependent growth of young-of-the-year Atlantic salmon *Salmo salar* in Catamaran Brook, New Brunswick. Journal of Animal Ecology 74: 508-516.

Iversen, A. 2009a. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiserings-system for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.

Iversen, A. 2009b. Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking i hht. kravene i Vannforskriften. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vanndirektivet.

Jenkins, T.M., Diehl, S., Kratz, K.W. & Cooper, S.D. 1999. Effects of population density on individual growth of brown trout in streams. Ecology 80: 941-956.

Jensen, A.J., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Lund, E. & Solem, Ø. 2007. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Rapport for prosjektperioden 2004-2006. NINA Rapport 241. 63 s.

Jensen, A.J., Bremset, G., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O. & Lund, E. 2010. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport 2009. NINA Rapport 574. 53 s.

Jensen, A.J., Berg, M., Bremset, G., Eide, O., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O. & Lund, E. 2011. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Rapport for perioden 2008-2010. NINA Rapport 659. 77s.

Jensen, A.J., Finstad, B., Fiske, P., Hvidsten, N.A. & Saksgård, L. 2012. Timing of smolt migration in sympatric populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), and Arctic char (*Salvelinus alpinus*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 69: 711-723.

Jensen, A.J., Berg, M., Bremset, G., Eide, O., Finstad, M., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Lund, E. & Ulvan, E.M. 2014. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Sluttrapport for perioden 2009-2013. NINA Rapport 1015. 74 s.

Jepsen, N., Holthe, E. & Økland, F. 2006. Observations of predation on salmon and trout smolts in a river mouth. Fisheries Management and Ecology 13: 341-343.

Johnsen, B.O. & Hvidsten, N.A. 1995. Evaluering av utsettingspålegg i Surna og Bævra. NINA Oppdragsmelding 338. 30 s.

Johnsen, B.O. & Hvidsten, N.A. 2002. Utsetting av radiomerket gytelaks og spredning av laks-yngel fra gyteområder i Ingdalselva, et vassdrag uten egen laksebestand. Side 35-39 i NINAs strategiske instituttprogrammer 1996-2002. Bærekraftig høsting av bestander. Sluttrapport. NINA temahefte 18. 92 s.

- Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A., Bongard, T. & Bremset, G. 2010. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Surna. Årsrapport for 2008 og 2009. NINA Rapport 511. 86. s.
- Johnsen, B.O., Arnekleiv, J.V., Asplin, L., Barlaup, B.T., Næsje, T.F., Rosseland, B.O. & Salteit, S.J. 2010. Effekter av vassdragsregulering på villaks. Kunnskapscenter for laks og vannmiljø, Namsos, Rapport 3. 111 s.
- Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A., Bongard, T. & Bremset, G. 2011. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Surna. Fagrapport 2010. NINA Rapport 700. 118 s.
- Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A., Bongard, T., Bremset, G. & Diserud, O. 2012. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Surna. Framdriftsrapport 2012. NINA Rapport 857. 79 s.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2006. Cultured Atlantic salmon in nature: a review of their ecology and interaction with wild fish. ICES Journal of Marine Science 63: 1162-1181.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 1991. Differences in life history and migratory behaviour between wild and hatchery-reared Atlantic salmon in nature. Aquaculture 98: 69-78
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 2003a. Marine survival and growth of wild and released hatchery reared Atlantic salmon. Journal of Applied Ecology 40: 900-911.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 2003b. Atlantic salmon straying from the River Imsa. Journal of Fish Biology 62: 641-657.
- Korsen, I. 1979. Reproduksjonsundersøkelser i regulerte vassdrag i Midt-Norge. Side 201-228, i: Gunnerød, T.B. & Mellquist, P. (red.): Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasiner og lak-selver. Foredrag og diskusjoner ved symposiet 29.-31. mai 1978. NVE og DVF.
- 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. Ecology of Freshwater Fish 12: 1-59.
- Lea, E. 1910. On the methods used in the herring investigations. Publications de Circonstance Conseil Permanent International pour L'Exploration de la Mer 53: 7-174.
- McCullagh, P. & Nelder, J.A. 1989. Generalized linear models. Chapman & Hall. London.
- Lund, R.A. & Johnsen, B.O. 2007. Status for laks- og sjøaurebestanden i Surna relatert til reguleringen av vassdraget. Undersøkelser i årene 2002-2006. NINA Rapport 272. 67 s.
- Lund, R.A., Hansen, L.P. & Økland, F. 1989. Identifisering av rømt oppdrettslaks og villaks ved ytre morfologi, finnestørrelse og skjellkarakterer. NINA Forskningsrapport 001. 54 s.
- Lund, R.A., Østborg, G.M. & Hansen L.P. 1996. Rømt oppdrettslaks i sjø- og elvefisket i årene 1989 - 1995. NINA Oppdragsmelding 411. 16 s.
- Lund, R.A., Johnsen, B.O. & Hvidsten, N. A. 2003. Fiskebiologiske undersøkelser i Surna 2002. NINA Oppdragsmelding 788. 41 s.
- Lund, R.A., Johnsen, B.O. & Fiske, P. 2004. Fiskebiologiske undersøkelser i Surna 2003. NINA Oppdragsmelding 826. 51 s.
- Lund, R.A., Johnsen, B.O. & Fiske, P. 2005. Fiskebiologiske undersøkelser i Surna 2002-2004. NINA Rapport 54. 86 s.

Lund, R.A., Johnsen, B.O. & Fiske, P. 2006. Status for laks- og sjøaurebestanden i Surna relatert til reguleringen av vassdraget. Undersøkelser i årene 2002-2005. NINA Rapport 164. 102 s.

Montgomery, D.R., Buffington, J.M. & Smith, R.D. 1995. Pool spacing in forest channels. *Water Resources Research* 31: 1097-1105.

Nislow, K.H., Sepulveda, A.J. & Folt, C.L. 2004. Mechanistic linkage of hydrologic regime to summer growth of age-0 Atlantic salmon. *Transactions of the American Fisheries Society* 133: 79-88.

Orell, P. & Erkinaro, J. 2007. Snorkelling as a method for assessing spawning stock of Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Fisheries Management and Ecology* 14: 199-208.

Orell, P., Erkinaro, J. & Karppinen, P. 2011. Accuracy of snorkelling counts in assessing spawning stock of Atlantic salmon, *Salmo salar*, verified by radio-tagging and underwater video. *Fisheries Management and Ecology* 18: 392-399.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can.* 191. 382 s.

Roen, S. 1980. Temperaturforhold i Surna. En utredning til Nord-Møre herredsrett i forbindelse med Trollheimsreguleringen. Stensil, 10 s. med vedlegg.

Ryman, N. & Laikre, L. 1991. Effects of supportive breeding on the genetically effective population size. *Conservation Biology* 5: 325-328.

Saltveit, S.J. & Ofstad, K. 1985a. Skjønn Trollheimen Kraftverk. Undersøkelser av laks og ørret i Surna i 1984. Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI), Oslo. Rapport nr. 81. 32 s.

Saltveit, S.J. & Ofstad, K. 1985b. Skjønn Trollheimen Kraftverk II. En sammenfatning av resultater av undersøkelser på laks og aure i Surna i 1984 og 1985. Notat, Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI), Oslo. 16 s.

Saltveit, S. J., Bremnes, T., Brittain, J.E. 1994. Effect of changed temperature on the benthos of a Norwegian river. *Regulated Rivers* 9: 93-102.

Saltveit, S. J. & Brodtkorb, E. 1999. Tetthet og vekst hos laks- og aureunger i Surna og sidebekker i 1998. Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI), Oslo, Rapport 185-1999. 34 s.

Schwarz, C.J. & Dempson, J.B. 1994. Mark-recapture estimation of a salmon smolt population. *Biometrics* 50: 98-108.

Schwarz, C.J. & Seber, G.A.F. 1999. Estimating animal abundance: review III. *Statistical Science* 14: 427-456.

Schwarz, C.J. & Taylor, C.G. 1998. The use of stratified-Petersen estimator in fisheries management: estimating the number of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) spawners in the Fraser River. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 281-297.

Skaala, Ø., Wennevik, V. & Glover, K.A. 2006. Evidence of temporal genetic change in wild Atlantic salmon, *Salmo salar*, L., populations affected by farm escapees. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1224-1233.

Skår, K., Barlaup, B., Bremset, G., Dyrendal, H.A., Limstrand, R. & Wennevik, V. 2011. Innstilling fra utvalg om kultivering av laksefisk. Direktoratet for naturforvaltning, Utredning 11-2011. 48s.

Sundt, H., Halleraker, J.H., Alfredsen, K.T., Svelle, K. 2005. Optimalisering av fiskeforhold og kraft-produksjon i Surna - Delrapport om elvetyper, vanndekt areal og hydrauliske forhold av betydning for laksefisk ved ulike vannføringer og raske endringer. - SINTEF rapport TR A6263. 37 s.

Sundt-Hansen, L.E., Forseth, T., Kvingedal, E., Thorstad, E.B., Larsen, B.M., Hvidsten, N.A. & Fiske, P. 2012. Laksen i Numedalslågen - evaluering av manøvreringsreglementet. NINA Rapport 793. 89 s.

Sægrov, H., Hindar, K., Kålås, S. & Lura, H. 1997. Escaped farmed Atlantic salmon replace the original salmon stock in the River Vosso, western Norway. ICES Journal of Marine Science 54: 1166-1172.

Sæter, A.O. & Øien, E. 2009. Sidebekker i Surnavassdraget. Fase 1. Rapport fra prosjekt sidebekker i Surnavassdraget. 94 s.

Thorstad, E.B., Økland, F., Hvidsten, N.A., Fiske, P. & Aarestrup, K. 2003. Oppvandring av laks i forhold til redusert vannføring og lokkeflommer i regulerte vassdrag. Miljøbasert vannføring, Norges vassdrags- og energidirektorat, Rapport nr. 1-2003. 52 s.

Thorstad, E.B., Arnekleiv, J.V., Forseth, T., Sandlund, O.T., Jensen, A.J. & Næsje, T.F. 2006. Fiskevandring og effekter av endringer i vannføring. S. 100-118, i: Saltveit, S.J. (red.). Økologiske forhold i vassdrag - konsekvenser av vannføringsendringer. Norges vassdrags- og energidirektorat.

Thorstad, E.B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Plantalech, N., Bjørn, P.A. & McKinley, R.S. 2007. Comparing migratory behaviour and survival of wild and hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts during the first stages of marine migration. *Hydrobiologia* 582: 99-107.

Thorstad, E.B., Whoriskey, F.G., Rikardsen, A.H., Aarestrup, K. 2011a. Aquatic nomads: the life and migrations of the Atlantic salmon. S. 1-32. I: Aas, Ø, Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J. (red.). *Atlantic salmon ecology*. Blackwell Publishing, Oxford.

Thorstad, E.B., Uglem, I., Arechavala-Lopez, P., Økland, F. & Finstad, B. 2011b. Low survival of hatchery-released Atlantic salmon smolts during initial river and fjord migration. *Boreal Environment Research* 16: 115-120.

Ugedal, O., Forseth, T., Lund, R.A., Alfredsen, K. & Halleraker, J. 2005. Variasjon i tetthet av laksunger i Surna. NINA notat, januar 2005. 17 s.

Ugedal, O., Thorstad, E.B., Finstad, A.G., Fiske, P., Forseth, T., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Koksvik, J.I., Reinertsen, H., Saksgård, L. & Næsje, T.F. 2007. Biologiske undersøkelser i Altaelva 1981-2006: oppsummering av kraftreguleringens konsekvenser for laksebestanden. NINA Rapport 281. 106 s.

Ugedal, O., Næsje, T.F., Thorstad, E.B., Saksgård, L., Jensen, J.L.A., C. Chittenden, Cowley, P. & Rikardsen, A. 2010. Fiskebiologiske undersøkelser i Altaelva 2009. NINA Rapport 585. 59 s.

Ugedal, O., Næsje, T.F., Thorstad, E.B., Saksgård, L., Jensen, J.L.A., C. Chittenden, Cowley, P. & Rikardsen, A. 2011. Fiskebiologiske undersøkelser i Altaelva 2010. NINA Rapport 728. 59 s.

Ugedal, O., Sundt, H., Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Ulvan, E.M. & Zinke, P. 2013a. Utfall av Trollheim kraftverk i april 2012. Effekter på fiskebestandene i Surna. NINA Rapport 922. 35 s.

Ugedal, O., Berg, M., Bongard, T., Diserud, O., Kvingedal, E., Robertsen, G., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A., Ulvan, E.M. & Østborg, G. 2013b. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Framdriftsrapport 2013. NINA Rapport 963. 63 s.

Ugedal, O. Kroglund, F., Barlaup, B. & Lamberg, A. 2014a. Smolt - en kunnskapsoppsummering. Miljødirektoratet Rapport M 136-2014. 128 s.

Ugedal, O., Berg, M., Jensås, J.G. & Karlsson, S., Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A. & Bremset, G. 2014b. Fiskebiologiske undersøkelser i Bævera. Sluttrapport for perioden 2009-2013. NINA Rapport 1030. 80 s.

Uglen, I., Økland, F., Forseth, T., Diserud, O., Fiske, P., Thorstad, E.B., Hvidsten, N.A. & Berger, H.M. 2005. Smoltutvandring forbi Laudal kraftverk i Mandalselva. NINA Rapport 13. 31 s.

Venables, W.N. & Ripley, B.D. 2002. Modern applied statistics with S. 4th edition. Springer, New York.

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

Zu, C., Letcher, B.H. & Nislow, K. 2010. Context-specific influence of water temperature on brook trout growth rates in the field. Freshwater Biology 55: 2253-2264.

Aagaard, K., & Dolmen, D. 1996. Limnofauna Norvegica. Tapir forlag.

Aagaard, K., Bækken, T., & Jonsson, B. 2002. Felles instituttprogram. Virkninger av forurensninger på biologisk mangfold: Vann og vassdrag i by- og tettstednære områder. Sluttrapport 1997-2001 NINA Temahefte 19. 80 s.

Vedlegg

Vedlegg 1. *Kjønnsfordeling (antall) hos villaks med ulik sjøalder fanget i sportsfisket i Surna i årene 2002-2013. Andel (%) står i parentes. Kjønnsbestemmelse er i all hovedsak basert på fiskernes vurdering av karakterer på fiskens utseende (noen få fisk er også åpnet).*

Sjøalder	År	Hanner	Hunner
1-sjøvinter	2013	20 (100)	0 (0)
	2012	62 (91)	6 (9)
	2011	24 (92)	2 (8)
	2010	12 (92)	1 (8)
	2009	18 (95)	1 (5)
	2008	33 (95)	2 (5)
	2007	16 (76)	5 (25)
	2006	54 (81)	13 (19)
	2005	32 (80)	8 (20)
	2004	121 (86)	20 (14)
	2003	20 (83)	4 (17)
	2002	88 (83)	36 (17)
2-sjøvinter	2013	38 (71)	26 (29)
	2012	141 (66)	74 (34)
	2011	38 (59)	26 (41)
	2010	70 (75)	23 (25)
	2009	93 (85)	17 (15)
	2008	36 (78)	10 (22)
	2007	20 (56)	16 (44)
	2006	57 (38)	92 (62)
	2005	29 (29)	72 (71)
	2004	14 (56)	11 (44)
	2003	14 (32)	30 (68)
	2002	33 (22)	117 (78)
3-sjøvinter	2013	37 (54)	31 (46)
	2012	75 (59)	41 (53)
	2011	37 (47)	41 (53)
	2010	87 (45)	108 (55)
	2009	20 (53)	18 (47)
	2008	39 (60)	26 (40)
	2007	16 (47)	18 (53)
	2006	9 (35)	17 (65)
	2005	0 (0)	6 (100)
	2004	4 (29)	10 (71)
	2003	6 (33)	12 (67)
	2002	0 (0)	1 (100)
4-sjøvinter og mer	2013	7 (64)	4 (36)
	2012	15 (60)	10 (40)
	2011	6 (50)	6 (50)
	2010	4 (50)	4 (50)
	2009	3 (60)	2 (40)
	2008	5 (71)	2 (29)
	2007	2 (40)	3 (60)
	2006	0 (0)	6 (100)
	2005	1 (25)	3 (75)
	2004	1 (25)	3 (75)
	2003	1 (33)	2 (67)
	2002	1 (33)	2 (67)

Vedlegg 2. Drivtelling av laks og sjøaure i Surna oppstrøms Trollheim kraftverk (TK) i perioden 2009-2013. Laks er i henhold til norsk standard (Anonym 2004) inndelt i smålaks (1-3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (> 7 kg), mens sjøaure er inndelt i små (< 1 kg), middels store (1-3 kg) og store (> 3 kg) individ.

Elvestrekning	Dato	Sikt (m)	Art	Små	Middels	Store	Sum
Trøknaholt-Bolme	27.10.2011	3-4	Laks	5	16	17	38
			Sjøaure	6	6	3	15
	01.10.2012	3-5	Laks	8	49	27	84
			Sjøaure	2	2	1	5
	14.10.2013	3-4	Laks	16	15	9	40
			Sjøaure	1	2	0	3
Bolme-TK	21.10.2009	4-6	Laks	16	24	10	50
			Sjøaure	3	31	4	38
	04.10.2010	4-5	Laks	36	190	55	281
			Sjøaure	21	57	7	85
	17.10.2011	3-4	Laks	8	41	26	75
			Sjøaure	54	34	7	95
	01.10.2012	3-5	Laks	12	29	22	63
			Sjøaure	5	5	0	10
	14.10.2013	3-4	Laks	23	31	15	69
			Sjøaure	5	3	0	8

Vedlegg 3. Drivtelling av laks og sjøaure i Surna nedstrøms Trollheim kraftverk (TK) i perioden 2009-2013. Laks er i henhold til norsk standard (Anonym 2004) inndelt i smålaks (1-3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (> 7 kg), mens sjøaure er inndelt i små (< 1 kg), middels store (1-3 kg) og store (> 3 kg) individ.

Elvestrekning	Dato	Sikt (m)	Art	Små	Middels	Store	Sum
TK-Honnstad	20.10.2009	5-7	Laks	32	24	9	65
			Sjøaure	52	51	2	105
	05.10.2010	3-4	Laks	35	40	49	124
			Sjøaure	53	58	14	125
	18.10.2011	4-6	Laks	3	14	24	41
			Sjøaure	78	65	24	167
	02.10.2012	4-7	Laks	26	39	22	87
			Sjøaure	63	18	2	83
	15.10.2013	4-5	Laks	28	37	8	73
			Sjøaure	70	37	3	110
Honnstad-Skei	06.10.2010	3-4	Laks	18	13	4	35
			Sjøaure	72	72	18	162
	18.10.2011	4-6	Laks	1	7	10	18
			Sjøaure	30	32	9	71
	03.10.2012	4-6	Laks	31	22	3	56
			Sjøaure	39	21	6	66
	16.10.2013	6-7	Laks	14	9	0	23
			Sjøaure	13	22	4	39

Vedlegg 4. Fangst av laks og sjøaure under lysfiske i øvre del av Surnavassdraget i perioden 2009-2013. Omfang av undersøkelserne har økt i løpet av undersøkelsesperioden (se **tabell 3.1.1**). Laks er i samsvar med norsk standard (Anonym 2004) inndelt i smålaks (1-3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (> 7 kg), mens sjøaure er inndelt i små (< 1 kg), middels store (1-3 kg) og store (> 3 kg) individ.

Undersøkelsesområde	År	Art	Små	Middels	Store	Sum
Lomunda	2009	Laks	3	4	0	7
		Sjøaure	0	0	0	0
	2010	Laks	2	1	0	3
		Sjøaure	0	2	0	2
	2011	Laks	9	13	1	23
		Sjøaure	1	1	0	2
	2012	Laks	6	5	0	11
		Sjøaure	4	2	0	6
	2013	Laks	12	18	2	32
		Sjøaure	0	0	0	0
Tiåa	2009	Laks	0	3	1	4
		Sjøaure	0	0	0	0
	2010	Laks	12	11	6	29
		Sjøaure	0	1	1	2
	2011	Laks	6	14	1	21
		Sjøaure	0	1	0	1
	2012	Laks	4	7	1	12
		Sjøaure	0	1	0	1
	2013	Laks	1	3	0	4
		Sjøaure	1	0	1	2
Sunna	2012	Laks	11	41	12	64
		Sjøaure	0	1	0	1
	2013	Laks	19	43	16	78
		Sjøaure	1	1	0	2

Vedlegg 5. (neste to sider) Alle gruppene og artene av bunndyr som ble funnet i Surna på de ulike stasjonene fra 2007-2013. X indikerer ett eller færre enn ett individ per prøveminutt.

Arter/taxa	Stasjon 4	Stasjon 7	Stasjon 8	Stasjon 10/11	Stasjon 18	Tiåa
Bløtdyr						
<i>Radix balthica</i>	X	X	X	X	X	3
<i>Gyraulus acronicus</i>			X	X	X	X
Ertemuslinger		X	X			
Planaria	X	X	X	X	X	X
Nematomorpha			X			X
Fåbørstemark	5	4	4	2	2	8
Midd	11	9	8	4	8	14
Døgnfluer						
<i>Siphonurus lacustris</i>	X	X	X	X	X	
<i>Ameletus inopinatus</i>	X	X	X	2	X	X
<i>Acentrella lapponica</i>			X			
<i>Baetis muticus</i>	X	8	1	7	13	23
<i>Nigrobaetis niger</i>	X		X	X		X
<i>Baetis rhodani</i>	31	60	55	314	153	397
<i>B. subalpinus</i>	X	X	X	X	X	
<i>B. scambus</i> NY MRI	6	1	2	11	10	6
<i>Afghanurus joernensis</i>	4	3	2	14	3	7
<i>Heptagenia dalecarlica</i>	X	X	X	X	X	X
<i>H. sulphurea</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Ephemerella aroni</i>	9	25	6	5	1	3
<i>E. mucronata</i> NY MR	X	X	X			
<i>Serratella ignita</i> NY MR	X	3	X	X	X	X
<i>Paraleptophlebia strandii</i> NY MR	X					
<i>Leptophlebia vespertina</i>	X	X	X	X		
Steinfluer						
<i>Diura nanseni</i>	10	4	3	10	2	7
<i>Isoperla</i> spp.			X		X	X
<i>I. grammica</i>	X	X	X	3	1	3
<i>I. difformis</i> NY MR						X
<i>I. obscura</i>		X	X	X	X	2
<i>Dinocras cephalotes</i> NY MR		X	X	X		X
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	X	X	X	X	2	10
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	X	X	X	X		X
<i>Brachyptera risi</i>	X	X	X	21	X	3
<i>Nemoura</i> spp.	X					
<i>N. cinerea</i>	X	X	X	X	X	X
<i>N. avicularis</i>	X					
<i>Nemurella pictetii</i>						AD
<i>Amphinemura borealis</i>	3	3	5	24	7	27
<i>A. sulciollis</i>	X	X	3	11	X	6
<i>Protonemura meyeri</i>	X	X	X	X	2	10
<i>Capnia</i> spp.	X			X	X	X
<i>C. atra</i>	4	X	X	7	X	12
<i>Capnopsis schilleri</i>				X		X
<i>Leuctra fusca</i>	2	3	3	5	4	3

Arter/taxa	Stasjon 4	Stasjon 7	Stasjon 8	Stasjon 10/11	Stasjon 18	Tiåa
<i>L. hippopus</i>	7	X	X	10	2	11
<i>L. fusca/digitata</i>	5	3	4	8	4	8
<i>L. nigra</i>			X			
Mudderfluer	X	X				
<i>Sialis fuliginosa</i>						X
Biller				X		
Vannkalvlarver	X		X	X		X
Palpebiller	X	X	X	X	X	X
<i>Elodes sp. Scirtidae)</i>			X	X		
<i>Elmis aenea</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Oulimnius tuberculatus NY MRI</i>	X		X	X		
<i>Limnius volckmari</i>	3	X	X	X	X	X
Vårfluer						
<i>Rhyacophila nubila</i>	4	3	3	3	2	10
<i>Glossosoma intermedia</i>	4	X	X	X		
<i>Apapetus ochripes</i>	X	X	X			
<i>Hydroptila spp. NY MR</i>	X	X	X			X
<i>Oxyethira spp.</i>		X				X
<i>Philopotamus montanus</i>				X		X
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	X	X		X		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	X	X	X	2	X	5
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	X	X	X	X	X	X
<i>H. siltalai</i>		X				X
<i>H. nevae</i>		X	X	X	X	
<i>Lepidostoma hirtum</i>	X		X		X	
<i>Limnephilidae spp.</i>	X	X	X	X		X
<i>Apatania stigmatella</i>	X	X	X			
<i>A. wallengreni</i>						AD
<i>A. zonella</i>		X				
<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>	2	X	X	X	X	2
<i>Chaetopteryx villosa</i>	X	X	X		X	
<i>H. radiatus</i>	X	X	X	X		X
<i>H. digitatus</i>	X		X			X
<i>Potamophylax latipennis</i>	X	X	X	X	X	X
<i>P. cingulatus</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Silo pallipes NY MR</i>			X		X	2
<i>Athripsodes spp.</i>			X	X		
<i>A. cinereus</i>	X		X	X	X	
<i>Micrasema setiferum NY MR</i>	X		X	X	X	
<i>Sericostoma personatum</i>	X	X	X	X	X	X
Ubestemte tovingelarver	X	X	X	X		
Psychodidae		X	X	X		X
Stankelbeinmygg	5	2	5	2	2	3
Knott	11	6	9	13	3	19
Fjærmygg	24	58	21	24	14	52
Sviknott	X	X	X	X	X	X
TOTALT ANTALL TAXA	61	61	69	62	49	58
ANTALL TAXA PER MIN.	14	14	13	15	17	24
ANTALL MINUTTER PRØVE TOTALT	90	71	165	110	41	49
ANTALL INDIVIDER PER MIN. PRØVE	161	211	145	513	244	669

Vedlegg 6. Antall bunndyr i prøver tatt på stigende vannføring på stasjonene 4, 7, 8 og referansestasjon 11 overfor Trollheim kraftverk 5.11.2012. Prøven på stasjon 8 kl 13.15 er tatt 15 meter fra land, før vannstanden økte.

Klokken	14.30	15.30	13.30	15.00	13.15	14.45	
STASJON:	4	4	7	7	8	8	11
AVSTAND FRA LAND meter	2-3	1	0-1	0,5	15	0,5	0,5
DYP cm	5-15	10	10	10	30-35	10	10
VANNHASTIGHET cm/s	0-15	5-15	5-20	5-10	30-40	5	20-30
VANNFØRING økende til 48 m ³ /s	ØKENDE	ØKENDE	ØKENDE	ØKENDE	LAV	ØKENDE	LAV
Bløtdyr							
<i>Radix balthica</i>				1			
Fåbørstemark				8	2	20 DØDE	
Midd					10		
Døgnfluer							
<i>Ameletus inopinatus</i>							2
<i>Baetis muticus</i>							55
<i>Nigrobaetis niger</i>							2
<i>Baetis rhodani</i>					175		1250
<i>Heptagenia sulphurea</i>							2
<i>Ephemerella aroni</i>					12		25
Steinfluer							
<i>Diura nanseni</i>					1		5
<i>Dinocras cephalotes</i>							1
<i>Brachyptera risi</i>							30
<i>Amphinemura borealis</i>					2		55
<i>Protonemura meyeri</i>							3
<i>Capnia atra</i>					1		
<i>Leuctra hippopus</i>					1		2
Palpebiller							1
<i>Elmis aenea</i>		1	1				
Vårfluer							
<i>Rhyacophila nubila</i>			1		1		3
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>							2
<i>Potamophylax spp.</i>			1	1			1
<i>P. latipennis</i>		1					
<i>P. cingulatus</i>	1		1				
Psychodidae			1				
Stankelbeinmygg		1		1	5		
Knott					2		25
Fjærmygg		1			25		65
Sviknott							1
ANTALL PR. R 1	1	4	5	11	237	0	1530

Vedlegg 7. Artsforekomster og antall bunndyr per minutt prøve fra transektprøver 24. oktober 2013.

STASJON:	4	4	4	7	7	7	8	8	8	Tiåa
AVSTAND FRA LAND meter	1	5	8	1	3	5	1	5	10	
DYP cm	10	30	80	10	30	60	10	30	50	30
Bløtdyr										
<i>Radix balthica</i>	1	3	2	1	5		1		1 død	1
Fåbørstemark	4	5	10	4	20	2	15	6	5	5
Midd		2	12			20			45	20
Døgnfluer										
<i>Ameletus inopinatus</i>					2			1		5
<i>Baetis muticus</i>										50
<i>B.niger</i>										5
<i>B. rhodani</i>	4	9	15	1	2	15			20	600
<i>Heptagenia dalecarlica</i>						1				
<i>H. sulphurea</i>						4				
<i>Ephemerella aroni</i>		2	2			8			25	
Steinfluer										
<i>Diura nanseni</i>		6	30		2	20		4	20	15
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		1								55
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>									1	
<i>Nemoura cinerea</i>					1					
<i>Amphinemura borealis</i>					2	15		2	15	65
<i>Protonemura meyeri</i>										50
<i>Capnia atra</i>	12	75	40		20			2		10
<i>Capnopsis schilleri</i>										
<i>Leuctra fusca</i>					15				15	25
<i>L. hippopus</i>						8		1		
Mudderfluer										
<i>Sialis fuliginosa</i>										1
Palpebiller			1		1					2
<i>Elmis aenea</i>						6		1	2	4
<i>Limnius volckmari</i>			1			1		1	5	4
Vårfluer										
<i>Rhyacophila nubila</i>			6	1	5	3			12	15
<i>Glossosoma intermedia</i>			2		1	8			2	
<i>Oxyethria spp.</i>					1					
<i>Philopotamus montanus</i>										1
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>						5				8
<i>Hydropsyche nevae</i>									1	
<i>Limnephilidae spp.</i>			10		5					
<i>Apatania stigmatella</i>			20							
<i>A. zonella</i>					2	3				
<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>		2	25		3					1
<i>Potamophylax latipennis</i>		1		1	4	1				3
<i>Silo pallipes</i>										25
<i>Sericostoma personatum</i>			1							3
Stankelbeinmygg	1	15	20	2	20	10			18	15
Fjærmygg	0	3	45	0	210	370			200	25
Sviknott			5						1	2
ANTALL ARTER/GRUPPER	6	12	18	7	19	18	2	8	16	27
ANTALL PR. R 1	22	124	247	10	321	500	16	18	387	1015

Vedlegg 8. Artsforekomster og antall bunndyr per minutt prøve fra transektprøver 22. august 2013.

STASJON:	4	4	7	7	8	8
AVSTAND FRA LAND meter	2	5	0,5	2	1-2	6
DYP cm	10	30	10	30	10	30
Bløtdyr						
<i>Radix balthica</i>			1	2		
Fåbørstemark	2	2	10	12	2	5
Midd	1					20
Døgnfluer						
<i>Baetis rhodani</i>	18	35				
<i>B. subalpinus</i>	1	5		2		
<i>Afghanurus joernensis</i>	10				1	1
<i>Seratella ignita</i>						1
Steinfluer						
<i>Diura nanseni</i>	11	45				35
<i>Dinocras cephalotes</i>						1
<i>Leuctra fusca</i>	2	15		45	4	10
Palpebiller		1		1		4
<i>Limnius volckmari</i>	1					8
Vårfluer						
<i>Rhyacophila nubila</i>				1		
<i>Glossosoma intermedia</i>						15
<i>Limnephilidae spp.</i>				1		
<i>Potamophylax latipennis</i>				1		1
Stankelbeinmygg		15	2	2	30	35
Knott	2					
Fjærmygg	25	10		20	20	80
Sviknott						8
ANTALL ARTER/GRUPPER	10	8	3	10	5	14
ANTALL PR. R 1	73	128	13	87	57	224

Vedlegg 9. Artsforekomster og antall bunndyr per minutt prøve fra transektprøver 24. juni 2013.

STASJON:	4	4	7	7	8	8
AVSTAND FRA LAND meterdyp)	2	5	1	4	2	9
DYP cm	10	30	10	30	10	30
Fåbørstemark	3	23	5	12	14	25
Midd	18	10		8	4	10
Døgnfluer						
<i>Ameletus inopinatus</i>	3	2	2	1	2	2
<i>Baetis muticus</i>	5	10		8		10
<i>Baetis rhodani</i>	33	25	1	45	10	38
<i>Afghanurus joernensis</i>				1		1
<i>Ephemerella aroni</i>	2	1		4		1
<i>Ephemerella mucronata</i>	1					
Steinfluer						
<i>Diura nanseni</i>	1	3				
<i>Isoperla grammatica</i>	1	1		1	1	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				1		
<i>Amphinemura borealis</i>	18	23	2	10	23	5
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	30	33		38	20	45
Vannkalvlarver	5					
Palpebiller				2		
<i>Elmis aenea</i>				3		1
<i>Limnius volckmari</i>	4				3	
Vårfluer						
<i>Rhyacophila nubila</i>	2	3		3		9
<i>Hydroptila</i> spp. NY MR						1
<i>Limnephilidae</i> spp.	1				2	1
<i>Apatania stigmatella</i>				1		3
<i>Potamophylax</i> spp.	1					1
<i>Potamophylax latipennis</i>		1	1	2	1	
<i>Athripsodes cinereus</i>		1				1
Ubestemte tovingelarver			1	1		
Stankelbeinmygg	2	18			3	18
Knott	25	10	2	4		10
Fjærmygg	13	10	8	38	13	18
Sviknott		1	3			
ANTALL ARTER/GRUPPER	19	17	9	19	12	19
ANTALL PR. R 1	168	175	25	183	96	200

Vedlegg 10. Artsforekomster og antall bunndyr per minutt prøve fra transektprøver 9.-13.6.2013.

STASJON:	Tiåa	11	11	8	8	7	7	4	4
AVSTAND FRA LAND meterdyp)	2-3	1	2-3	5	30	1	3	1-2	5
Minutter prøve	4	2	2	2	2	2	2	2	2
DYP cm	30	10	30	10	30	10	30	10	50
Bløtdyr									
<i>Radix balthica</i>	1	1	1		1			1	
Fåbørstemark	11	1	2		1			1	4
Midd	33	13	15	3	8	2	3	60	36
Døgnfluer									
<i>Ameletus inopinatus</i>	5	10	18	2			1	8	
<i>Baetis muticus</i>	33	35	33			8	18		
<i>Baetis rhodani</i>	175	110	155	124	110	260	138	140	95
<i>Heptagenia dalecarlica</i>			1					1	
<i>H. sulphurea</i>	5								
<i>Ephemerella aroni</i>	4	1	4	1	1	2	2	4	2
<i>E. mucronata</i>				1			1		
Steinfluer									
<i>Diura nanseni</i>			1			1	1		
<i>Isoperla grammatica</i>	5	2		1		1		1	2
<i>Dinocras cephalotes</i> UVANLIG	3	1					1		
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	18	3	6			1			
<i>Amphinemura borealis</i>	8	8	10	13	1				
<i>A. sulcicollis</i>	1								
<i>Leuctra fusca/digitata</i>				10				13	8
Palpebiller	4	1	5						
<i>Elmis aenea</i>	1								
<i>Limnius volckmari</i>	1		4	10	4	2	2	33	13
Vårfluer									
<i>Rhyacophila nubila</i>	36	4	5		2	2	20	20	10
<i>Glossosoma intermedia</i>					1				
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	23	8	13						
<i>Apatania stigmatella</i>								4	23
<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>	1								
<i>Halesus radiatus</i>	1								1
<i>Potamophylax</i> spp.								1	
<i>Athripsodes cinereus</i>								1	
Stankelbeinmygg			2	1	4			3	2
Knott	163	105	100	5	130	3	46	130	100
Fjærmygg	213	125	110	38	165	190	115	205	150
ANTALL ARTER/GRUPPER	22	16	18	12	12	11	12	17	13
ANTALL PR. R 1	745	428	485	209	428	472	348	626	446

Vedlegg 11. Artsforekomster og antall bunndyr per minutt prøve fra transektprøver 3-4.5.2012.

DATO	3.5.2012					04.05.2012		
STASJON:	8	8	8	8	8	8	11	Tiåa
AVST land/DYP	0,5/5-10	1/10	2/10-20	3/25	8/25	40-50	35-50	
VANNHAST.	10-20	20	30	30	40	70-80	60-80	
VANNFØRING m3/s	45,8	45,8	45,8	45,8	45,8	27	27	HØY
Bløtdyr								
<i>Radix balthica</i>	2				1			
Ertemuslinger	1							
Fåbørstemark	20	20	35	3	10	3	10	10
Midd	1	2	2	3	5	5	15	8
Døgnfluer								
<i>Ameletus inopinatus</i>			1			5	1	
<i>Baetis muticus</i>			1	1		3	1	
<i>B. rhodani</i>	5	2	5	45	35	85	225	60
<i>Heptagenia dalecarlica</i>							1	
<i>Heptagenia sulphurea</i>					1			
<i>Ephemerella aroni</i>	1		15	6	45	10	25	4
Steinfluer								
<i>Diura nanseni</i>	1	1	2	3	3	8	25	3
<i>I. grammatica</i>	1			2	1	2	5	2
<i>Dinocras cephalotes</i>			1					
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	2	1	6	3	5	10	25
<i>Brachyptera risi</i>		1	1	1	2	10	30	7
<i>Nemoura cinerea</i>	1	1	1	1				1
<i>Protonemura meyeri</i>	1	1	1	2				1
<i>Amphinemura borealis</i>	4	2	5	2	1	5	10	6
<i>A. sulcicollis</i>	30	20	50	35	40	25	40	10
<i>L. hippopus</i>	2	2		1	2		5	5
Palpebiller						1		
Klobiller								
<i>Elmis aenea</i>				1				
<i>Oulimnius tuberculatus</i>					1			
<i>Limnius volckmari</i>	2	1	1	1	1			
Vårfluer								
<i>Rhyacophila nubila</i>		2	6	1	8	7	20	7
<i>Glossosoma intermedium</i>			1	1	1			
<i>Hydroptila spp.</i>	1							
<i>Hydropsyche pellucidula</i>					1		1	
<i>Hydropsyche siltalai</i>								1
<i>H. nevae</i>	1	1	1	2				
<i>Lepidostoma hirtum</i>	1	1						
<i>Limnephilidae</i>	2							
<i>A. stigmatella</i>		1	1	1				
<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>				1				1
<i>Limnephilidae</i>			1					
<i>Halesus radiatus</i>		1		1				
<i>P.cingulatus</i>					1			
<i>P. latipennis</i>			1	2				1
<i>Sericostoma personatum</i>			1	2	1			
<i>Micrasema setiferum</i>					1			
<i>Athripsodes cinereus</i>	1	1						
Psychodidae	3							
Stankelbeinmygg	2	1	1	20	2	2	2	1
Knott			1		3	40	50	40
Fjærmygg	10	15	15	70	25	30	75	35
Sviknott	1	1	5	5	1	1	2	1
ANTALL PR. R 1	95	79	156	219	195	247	553	229

Vedlegg 12

SJØLVPÅLAGD RESTRIKSJON SURNA

	Mjuk restriksjon	Surna brukar 4 timar frå 50 m3/s til 15 m3/s
	Swimup restriksjon	Surna brukar 6 timar frå 50 m3/s til 15 m3/s
MØRKT	Hard restriksjon i dagslys, mjuk restriksjon når det er mørkt	Surna brukar 8 timar frå 50 m3/s til 15 m3/s

Etter lengre tid med stabil vassføring meir enn 14 dagar) skal alltid hard restriksjon benyttast fyrste nedkøyring

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
2	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
3	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
4	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
5	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
6	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
7	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
8	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
9	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
10	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
11	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
12	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
13	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
14	MØRKT	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT
15	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
16	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
17	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
18	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
19	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
20	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
21	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
22	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
23	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
24	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
25	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
26	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
27	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
28	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
29	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
30	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT
31	MØRKT	MØRKT								MØRKT	MØRKT	MØRKT



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-2667-7

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 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 framtidens miljøløsninger