

944 Nedvandring av ørret forbi Eid kraftverk og kartlegging av fiskesamfunnet i Begna

NINA Rapport

Telemetr studie og pilotprosjekt med elfiskebåt

Jon Museth, Stein I. Johnsen, Gaute Thomassen og
John Gunnar Dokk



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.

Nedvandring av ørret forbi Eid kraftverk og kartlegging av fiskesamfunnet i Begna

Telemetristudie og pilotprosjekt med elfiskebåt

Jon Museth
Stein I. Johnsen
Gaute Thomassen
John Gunnar Dokk

Museth, J., Johnsen, S.I., Thomassen, G. og Dokk, J.G. 2013.
Nedvandring av ørret forbi Eid kraftverk og kartlegging av fiske-
samfunnet i Begna. Telemetristudie og pilotprosjekt med elfiskebåt
- NINA Rapport 944. 30 s. + vedlegg

Lillehammer, mars 2014

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2549-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Jon Museth

KVALITETSSIKRET AV

Jostein Skurdal

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Jostein Skurdal (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Oppland Energi AS og Foreningen til Bægnavassdragets Regule-
ring

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Trond Taugbøl og Øyvind Eidsgård

FORSIDEBILDE

Eid kraftverk (foto: Jon Museth)

NØKKEWORD

Begna, Sperillen, fiskevandring, toveis fiskepassasje, gytevandring,
turbinpassasje, ørret, sik, elfiskebåt

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Fakkeldgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

Sammendrag

Museth, J., Johnsen, S.I., Thomassen, G. og Dokk, J.G. 2013. Nedvandring av ørret forbi Eid kraftverk og kartlegging av fiskesamfunnet i Begna. Telemetristudie og pilotprosjekt med elfiskebåt - NINA Rapport 944, 30 sider + vedlegg

Bakgrunn: Eid kraftverk i Begna ble satt i drift i 2000. Oppvandring av ørret i fisketrappa og tettheten av ung ørret i Begna har vist en negativ utvikling i perioden fra utbygging til i dag. Årsakene til dette er trolig sammensatte og kan bl.a. skyldes reguleringsinngrepet og spredning av gjedde fra Sperillen oppover i Begna. Bakgrunnen for dette prosjektet har vært at det er uttrykt bekymring for ørretens muligheter for å passere Eid kraftverk på nedstrøms vandring. Det er ikke tilrettelagt for nedstrøms vandring forbi kraftverket gjennom vannveier som slipper overflatevann. Turbininntak er neddykket (7 m) og flomlukene tapper vann fra bunnen.

Hovedmålsettingen med dette prosjektet har vært å få økt kunnskap om opp- og nedvandring av gytemoden ørret forbi Eid kraftverk (vandringsdestinasjon, tidspunkt for returvandring, omfang av dødelighet ved nedstrøms passasje av kraftverket) i tillegg til økt kunnskap om bestandsstatus til ulike fiskearter i Begna belyst gjennom et pilotprosjekt med båtelfiske.

Metode og materiale: Totalt 38 gytemodne ørret (27 – 72 cm) ble fanget i fisketrappa i Eid kraftverk og radiomerket i perioden 23. september – 4. oktober 2011. Gjennomsnittsstørrelsen til radiomerket fisk var 32.2 cm. Radiomerkning og prosedyrer ble gjennomført etter tillatelse fra Forsøksdyrutvalget (saksnr. 2011/118160). Radiosenderne ble enten festet eksternt på fiskens rygg eller implantert i bukhulen. Radiopeiling ble hovedsakelig gjennomført manuelt fra bil med takmontert antenne. Det ble totalt gjennomført 47 posisjoneringsrunder.

Den 29. og 30. september 2011 ble ni stasjoner i Begna opp- og nedstrøms Eid kraftverk undersøkt ved bruk av elfiskebåt. Totalt ble det fanget 596 fisk på 187 minutters effektiv fisketid (3.2 fisk per minutt effektivt båtelfiske). Det ble fanget 4 abbor, 35 gjedder, 16 sik, 221 ørekyt og 320 ørret.

Resultater: Radiomerket ørret viste i all hovedsak målrettet oppstrøms vandring etter merking og ble deretter i hovedsak stående på samme sted inntil returvandring begynte etter endt gyting. Gytefiskene fordelte seg på flere gyteområder fra 2.0 til 17.5 km oppstrøms kraftverket.

Det ble registrert varierende grad av forsinkelse hos radiomerket ørret fra de ble plassert i slusekammeret etter merking og til de svømte videre ut gjennom rør i dammen og fortsatte oppstrøms i vassdraget. Flere dagers forsinkelse ble registrert hos 10 av 38 radiomerket fisk (26 %). Disse ørretene ble stående i slusekammeret i gjennomsnitt 20 dager (fra 10 til 33 dager) før de fortsatte vandringene oppstrøms. Når fisketrappa ble stengt den 26. oktober stod det igjen 62 ørret i slusekammeret. Av disse var 4 radiomerket. Forsinkelsen medførte avbrutt gytevandring for en betydelig andel av ørreten.

Vi registrerte nedvandring forbi kraftverket for 31 av 38 radiomerkede ørret (82 %). Returvandring fra gyteområdet og ned til inntaksmagasinet foregikk fra oktober 2011 til juni 2012. Ved utgangen av oktober og november måned hadde henholdsvis 41 og 69 % av fisken vandret ned til inntaksmagasinet. Til sammenligning foregikk kun 13 % av de registrerte nedvandringene forbi kraftverket i samme periode. Hovedtyngden av nedvandring forbi kraftverket ble registrert på sen vinteren/vårparten med 29 %, 35 % og 6 % i henholdsvis mars/april, mai og juni. Resultatet indikerer at kraftverksdammen medfører en betydelig forsinkelse med tanke på nedvandring. Imidlertid må det påpekes at reguleringsinngrepet trolig har skapt et attraktivt overvintringsområde oppstrøms kraftverket.

I alt 11 av 31 ørret (35 %) som ble registrert på nedvandring forbi Eid kraftverk ble posisjonert i Sperillen. Fem av disse fiskene ble posisjonert nord for dammen i utløpet av Sperillen (ca. 25 km fra Begnas utløp i Sperillen). Forutsatt at vandringene startet i sørenden av Sperillen fore-

tok disse ørretene gytevandringer på om lag 120 km tur-retur. Dette er et svært spesielt fenomen for så små gytefisk.

Det er knyttet stor usikkerhet til skjebnen til de øvrige fiskene som vandret nedstrøms kraftverket. Dette skyldes at vi ikke har kunnskap om hvor disse fiskene ønsket å vandre. I tillegg er det vanskelig å skille effektene av dødelighet/skader som følge av nedstrøms passasje forbi kraftverket, predasjon fra gjedde under nedvandring gjennom stilleflytende deler av Begna (høy tetthet av gjedde) og eventuelt annen dødelighet. Ut i fra posisjoneringen vurderer vi at 12 av de øvrige ørretene som vandret ned forbi kraftverket var i live etter passering. I alt 8 ørret (26 %) som ble registrert på nedvandring forbi kraftverket ble vurdert å være døde kort tid etter passering. Det er stor usikkerhet knyttet til dette, men felles for alle er at det ikke ble registrert forflytning etter passering av kraftverket.

Det ble regelmessig sluppet vann i flomlukene ved Eid kraftverk i forsøksperioden, noe som vanskeliggjør vurderingene av om fisken foretok nedvandring via turbiner eller bunnluker. Dette avviker fra informasjonen som ble gitt til oss i forkant av prosjektet. Den største nedvandringen skjedde i perioden 15. mars – 10. april (med flest fra 27. mars – 10. april). Det ser imidlertid ut som de fleste registrerte nedvandringene var forbundet med episoder med vannslipp i bunnluker. Vannslipp via bunnluker om våren er imidlertid forbundet med økning i vannføring og temperatur, faktorer som i seg selv trolig vil indusere vandring. Det er ikke foretatt en vurdering av hvor representativt driften av kraftverket i 2011/2012 er for andre år, og forholdene for nedvandring samt omfang av dødelighet kan derfor variere mye fra år til år. Maksimal registrert vannslipp via flomlukene i nedvandringsperioden var 81 m³/s. Dette er ikke mer enn at ørret som har vandret ned via disse har fulgt en neddykket vannvei. Undersøkelsen har derfor vist at tapping av overflatevann ikke er noe absolutt krav for nedvandring via kraftverk.

Båtelviske viste at tetthetene av ørret på de utvalgte strykstrekningene ved Bagn, nedstrøms Eid kraftverk og i Begnadalen var fra normalt til høye sammenlignet med andre elver hvor metoden er testet ut. Dette sier imidlertid ikke noe om utviklingen i tetthet av ørret fram til i dag på de utvalgte stasjonene. Det er fortsatt relativt høye tettheter av ørret på strykpartier i Begnadalen, men ørret er nesten fraværende på de mer stilleflytende partiene. Dominerende art på disse strekningene er gjedde og tettheten vurderes å være svært høye.

Konklusjon: Fiskevandringene forbi Eid kraftverk følger et klassisk mønster og består både av oppvandring og returvandring av gytemoden fisk. Det er ikke tilrettelagt for nedvandring av ørret forbi Eid kraftverk og dagens løsning er ikke tilfredsstillende for å ivareta vandringssystemet. Effektiviteten til fiskepassasjen for oppvandrende fisk er ikke kjent, men løsninger for nedstrøms passasje bør i første omgang prioriteres og utredes. Generelt anbefales vannveier som slipper overflatevann som alternative nedvandringsruter for laksefisk, og en tilfredsstillende løsning innebærer trolig etablering av en ny vannvei i nærheten av turbininntaket. Behov for tiltak som leder fisken mot alternativ nedvandringvei og/eller hindrer fisk i å vandre inn kraftverksinntak bør vurderes (feks. redusert lysåpning i varegrind, avledere m.m.). Muligheter for å etablere en slik vandningsvei gjennom dammen eller eventuelt via slusekammeret i dagens fiskepassasje bør utredes. En alternativ løsning vil være å etablere et reglement som innebærer at bunnlukene skal åpnes et gitt antall dager høst, ettervinter og vår. Denne undersøkelsen har imidlertid vist at nedvandringen foregår over et langt tidsrom (oktober 2011 – juni 2012) og en optimal løsning vil være å etablere en alternativ nedvandringsvei som er tilgjengelig i så store deler av denne perioden som mulig og med minst mulig tap av kraftproduksjon. Eventuelle tiltak må evalueres og videreutvikles.

- Jon Museth (jon.museth@nina.no), John Gunnar Dokk, Stein I. Johnsen, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Avdeling for naturbruk, Fakkeltgården, NO-2624 LILLEHAMMER
- Gaute Thomassen (FMOPGTH@fylkesmannen.no), Fylkesmannen i Oppland / Bedre Bruk av Fiskeressursene I Regulerte Vassdrag i Oppland, Postboks 987, 2626 LILLEHAMMER

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Områdebeskrivelse	8
3 Metode og materiale	11
3.1 Radiomerking og posisjonering	11
3.2 Båtefiske	13
4 Resultater	16
4.1 Oppvandring	16
4.2 Nedvandring	17
4.2.1 Nedvandring mot inntaksmagasinet	17
4.2.2 Nedvandring forbi kraftverket	18
4.2.3 Nedvandring i forhold til vannføring og lukemanøvrering	19
4.3 Båtefiske	20
4.3.1 Tettheter og fordeling av arter	20
4.3.2 Lengdefordeling ørret	21
4.3.3 Lengdefordeling gjedde	24
5 Diskusjon	25
5.1 Anbefaling	27
6 Referanser	29

Forord

Eid kraftverk er et relativt nytt kraftverk som stod ferdig i 2000. Prosjektet Bedre Bruk av Fiskeressursene i regulerte Vassdrag i Oppland har fulgt utviklingen i oppgangen av fisk i fisketrappa i Eid kraftverk og i tetthetene av ørret (ungfisk) i Begna. Utviklingen for begge disse parameterne har vært bekymringsfull og på bakgrunn av dette initierte Ola Hegge og Gaute Thomassen hos Fylkesmannen i Oppland en studie for å se nærmere på forholdene for nedvandring av ørret forbi Eid kraftverk. I tillegg tok Øyvind Eidsgård i «Foreningen til Bægnavassdragets Regulering» initiativ til å forsøke båtelfiske som metode for kartlegging av status for fiske-samfunnet i Begna opp- og nedstrøms Eid kraftverk.

Prosjektet har vært ledet av Norsk institutt for naturforskning (NINA) og er gjennomført i samarbeid med prosjektet «Bedre Bruk av Fiskeressursene i Regulerte Vassdrag i Oppland».

Telemetri- og båtelfiskeundersøkelsene ble finansiert av henholdsvis Oppland Energi (OE) AS og Foreningen til Bægnavassdragets Regulering (FBR) og vi vil takke Trond Taugbøl i Glommens og Laagens Brukseierforening som har vært kontaktpersonen for OE og Øyvind Eidsgård (FBR) for godt samarbeid underveis i prosjektet.

Prosjektet kunne ikke blitt gjennomført uten hjelp fra Arve Harald Lokreim og Christoffer Rustebakke. Arve Harald Lokreim i Eidsiva hadde ansvaret for posisjonering av radiomerket fisk og arbeidet ble utført svært grundig – både selve posisjoneringene og etterarbeidet etter hver felt-runde. Undertegnede takker spesielt for mange interessante telefonsamtaler om enkeltindividers forflytning mellom hver peilerunde og om kontinuerlig tilsendte posisjoneringsdata i løpet av prosjektet. Christoffer Rustebakke har ansvaret for ettersyn og registrering i fisketrappa i Eid kraftverk og bidrog med uvurderlig hjelp til radiomerking av fisk og under forsøket med båtelfiske. Vi takker også Ingrid Ebne (tidligere ansatt hos Fylkesmannen i Oppland) for hjelp til radiomerking og under båtelfiske, Frode Næstad (Høgskolen i Hedmark) for hjelp under båtelfiske og Johanne Museth for assistanse under radiomerking.

Lillehammer, mars 2013

Jon Museth
Prosjektleder
NINA

1 Innledning

Etablering av kraftverksdammer i elver representerer betydelig utfordringer for vandrende fiskebestander. Redusert økologisk forbindelse i regulerte vassdrag er oftest en konsekvens av kraftutbygging og skyldes utfordringer knyttet til både opp- og nedvandring forbi dammer og andre kraftverksinstallasjoner (Poff & Hart 2002, Fahrig 2003, Nilsson et al. 2005, Venter et al. 2006, Kraabøl et al. 2008, Kraabøl 2012).

Etableringen av Eid kraftverk i Begna i 2000 innebar konstruksjon av demning og inntaksmagasin og i tillegg kanalisering av en 1.3 km lang strykstrekning nedstrøms dammen. Det er gjennomført undersøkelser av fiskesamfunnet i Begna før og etter utbyggingen (se f.eks. Thomassen og Ebne 2012).

For å sikre oppvandringsmuligheter for ørret ble det bygget en fisketrapp forbi Eid kraftverk, og i perioden 2000-2011 ble det registrert over 8000 ørret og 42 sik i trappa. Merkingforsøk de første årene trappa var i drift viste at en del av ørretbestanden vandret mellom gyte- og oppvekstområder i Begna og næringsområder i Sperillen (Johnsen 2005). Fra 2000 til 2007 var det en negativ utvikling i antall oppvandrende ørret (Thomassen og Ebne 2012). Etter dette har totaloppgangen økt, særlig de siste to årene, noe som i all hovedsak skyldes en betydelig økning i antall fisk < 25 cm. Antall fisk > 25 cm har imidlertid ikke vist samme positive utvikling. I perioden 2000 til 2011 er det også dokumentert en negativ utvikling i tetthetene av ungfisk i Begna. Selv om årsakene til den negative trenden i antall ungfisk og større ørret i fisketrappa kan være mange og komplekse, antyder Thomassen og Ebne (2012) at en redusert gytebestand som følge av reduserte vandringsmuligheter i Begna kan være en av årsakene. Det er særlig reist spørsmål om hvorvidt nedvandring av utgytt ørret forbi Eid kraftverk kan ha medført økt dødelighet for ørreten (Johnsen 2005). Det er ingen tilrettelegging for nedvandring av ørret forbi Eid kraftverk, og slik vandring må enten skje gjennom turbiner eller flomluker (tapper bunnvann). Begge disse vandringsveiene er neddykkede. I store perioder av året overstiger ikke vannføringen i elva slukeevnen i kraftverket og eventuell nedvandring i disse periodene må skje via turbinene. Generelt er det anbefalt at nedvandringsveier for fisk baserer seg på slipp av overflatevann (Arnekleiv et al. 2007, Kraabøl et al. 2008, Calles 2012). For å se nærmere på forholdene for nedvandring forbi Eid kraftverk ble NINA engasjert for å gjennomføre en telemetristudie av ørret i vassdraget i samarbeid med prosjektet «Bedre Bruk av Fiskeressursene i Regulerte Vassdrag i Oppland». Hovedmålsettingen med undersøkelsene har vært å få økt kunnskap om:

- Vandringsdestinasjon til gytefisk av ørret som blir fanget ved oppvandring og radiomerket i fisketrappa ved Eid.
- Tidspunkt og omfang av returvandring ned mot området ved kraftverksdemning ved Eid.
- Tidspunkt, omfang, nedvandringsrute (kraftverk el. flomluke) og dødelighet hos ørret som vandrer ned forbi Eid kraftverk.

I tillegg ble det gjennomført et pilotprosjekt med elfiskebåt i Begna ved Bagn (oppstrøms Eid kraftverk) og på elvestrekningen nedstrøms kraftverket for å vurdere status for fiskesamfunnet og om båtelfiske kan være en egnet metode for overvåking av fiskesamfunnet i Begna.

2 Områdebeskrivelse

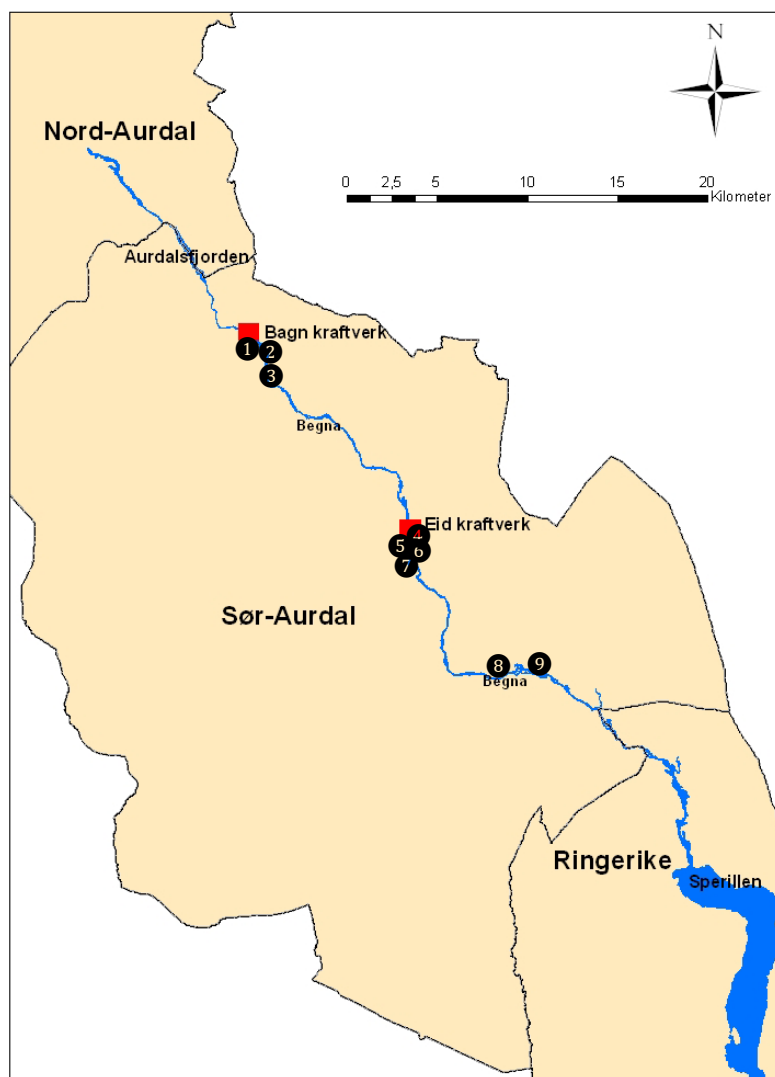
Begnavassdraget har sitt utspring i Utrovatn på Filefjell, og renner gjennom kommunene Vang, Vestre Slidre, Nord- og Sør-Aurdal i Oppland og Ringerike kommune i Buskerud. Elva heter Begna på hele strekningen ned til samløp med Randselva ved Hønefoss, bare avbrutt av innsjøen Sperillen (kart fra Bagn til Sperillen, se **figur 2.1**). Nord for Bagn er det 18 regulerte magasiner i vassdraget, som til sammen rommer ca. 803 mill. m³. Det nederste magasinet er Aurdalsfjorden med et magasinivolum på 11,4 mill. m³, og en reguleringshøyde på 3,75 meter. Fra Aurdalsfjorden føres vannet ca. 5 km i tunnel, via Bagn kraftverk (slukeevne 90 m³/s) og ut i Begna. Totalavrenningen i vassdraget nord for Bagn er på ca. 1 808 mill. m³. Reguleringsgraden er på 44,4 %, og midlere årlig avrenning er 57,3 m³/sek ved Bagn. Nedstrøms Bagn kraftverk er det en pålagt minstevannføring på 6 m³/sek. I praksis blir det imidlertid forsøkt å slippe minst 12 m³/sek (Gregersen og Hegge 2009). Videre praktiseres det som en følge av skjønnsforutsetningene at eventuell variasjon i vannføring skal ligge innenfor ± 30 % av døgnetts middelverdi. Rett oppstrøms utløpet fra Bagn kraftverk er det et vandringshinder for fisk som hindrer oppstrøms vandring videre oppover i vassdraget.

Oppland energiverk ble i 1994 gitt konsesjon for utbygging av Eidsfossen og bygging av Eid kraftverk i Begna, Sør-Aurdal (**figur 2.2**). Kraftverket sto ferdig i år 2000 (Vannkraft Øst 2000). Eidsfossen var en ca. 1 100 m lang strykstrekning med et fall på ca. 10 m. Ovenfor demningen er det nå et 2 km langt inntaksmagasin. Kraftverket utnytter et samlet fall på 12,5 meter. Nedstrøms demningen er elveløpet kanalisert på en ca. 1,3 km lang strekning.

Slukeevnen i Eid kraftverk er på 85 m³/sek. Det er installert to like store Kaplan-turbiner med total effekt på 10 MW. Midlere årlig avrenning ved Eid kraftverk er på ca. 64 m³/sek. Inntaket til kraftverket er neddykket (7 m). Dammen har to flomluker (bunnluker), hver med en avledningskapasitet på 625 m³/s.

Fisketrappa ved Eid er dimensjonert for 500 l/sek, hvor 300 l/sek kan ledes gjennom slusedelen, og 200 l/sek kan tilføres som tilleggsvann. Fisketrappa er todelt, med en kulpetrapp i nedre del (kulp 6 er innredet som kontrollfelle) og slusetrapp med trykkammer i øvre del (**figur 2.2**, se også Gregersen 2000). Et rør går fra slusekammeret og gjennom demningen til inntaksmagasinet. Utgangen til dette røret er neddykket.

Begna er ei populær fiskeelv (Eriksen 1991) og fiskesamfunnet består av ørret, sik, abbor, ørekyt, niøye og tre- og nipigget stingsild (Gregersen og Hegge 2009). Gjedge er introdusert til Sperillen og har i dag spred seg oppover i Begna helt opp til Eid kraftverk. Som en følge av at gjedge finnes nedstrøms kraftverket driftes fisketrappa manuelt, *dvs. all fisk må løftes forbi*, for å hindre ytterligere spredning av gjedge i vassdraget.



Figur 2.1 Oversiktskart over Begna elv fra Aurdalsfjorden til Sperillen. Nord- og Sør-Aurdal i Oppland fylke, og Ringerike i Buskerud fylke. Plassering av Bagn og Eid kraftverk er markert med rødt. Elvestrekningen mellom Eid og Bagn kraftverk er på ca. 18 km (nummerte sirkler viser plassering av stasjoner for båtelfiske).



Figur 2.2 Eid kraftverk (foto hentet fra Vannkraft Øst rapport) (øverst). Tverrsnitt av fisketrappa sett ovenfra (nederst).

3 Metode og materiale

3.1 Radiomerking og posisjonering

Totalt 38 gytemodne ørret ble fanget i fisketrappa i Eid kraftverk og radiomerket den 23. september (n = 13), 28. september (n = 11) og 4. oktober (n = 15). De radiomerket ørretene var i lengdeintervallet 27 – 72 cm (gjennomsnitt: 32.2 cm). Det ble merket 15 hunnfisk (27 - 33 cm) og 24 hannfisk (27 – 72 cm) (**figur 3.1**). Utvalget av gytefisk til radiomerking var ikke representativt for gyteoppgangen mht. størrelse. Årsaken til dette var at vi vurderte ørret ≥ 27 cm som nedre forsvarlige grense for merking med radiosendere med vekt på 3.6 – 4.0 gram (minste tilgjengelige radiosendere med ønsket levetid).

Det ble tatt 3-4 skjell fra all ørret som ble radiomerket, og av disse var 29 mulige å bruke til aldersbestemmelse. Disse var fra 4 – 11 år, men kun to ørret var eldre enn 8 år. Det ble også tatt skjellprøver av et tilfeldig utvalg (n = 32) trappevandrerne den 4. oktober 2012 (29 lesbare skjell). Disse var i lengdeintervallet 18.0 – 28.5 cm. Av disse var 22 gytemodne (18.0 – 28.5 cm) og 10 gjellfisk (18.0 – 26.0 cm), og skjellanalysene viste at de yngste kjønnsmodne ørretene kun var tre år gamle (både hann- og hunnfisk). Minste kjønnsmodne hunn- og hannfisk var henholdsvis 20 cm og 18 cm. Selv om forholdet mellom gytefisk og gjellfisk blant trappevandrerne trolig vil variere gjennom sesongen viste dette utvalget at vandringene forbi Eid kraftverk er en kombinasjon av gyte- og ungfiskvandring.

Det var betydelig individuell variasjon i observert tilvekst (**figur 3.1**). Gjennomsnittslengden til tre- og fireåringer var henholdsvis 20.6 og 24.7 cm. Dette vurderes som normal tilvekst for elvelevende ørret. Veksten flater så ut og gjennomsnittslengden til fem- og seksåringer var henholdsvis 28.2 og 31.3 cm. Den største ørreten på 72 cm (se bilde 2) ble lest til 10 år (skjell er noe usikkert på så gammel fisk), og denne hadde hatt betydelig bedre tilvekst enn de øvrige (**figur 3.1**).

Radiomerking og prosedyrer ble gjennomført etter tillatelse fra Forsøksdyrutvalget (saksnr. 2011/118160). Bedøvelse ble gjennomført ved 2-3 minutters opphold i vannbad med 0,7 ml 2-Phenoxyethanol pr. liter vann. Fiskene ble bedøvd til de mistet all unnvikelses- og retterefleks. Fisken ble lengdemålt, veid og kjønnsbestemt ut i fra ytre karakterer.

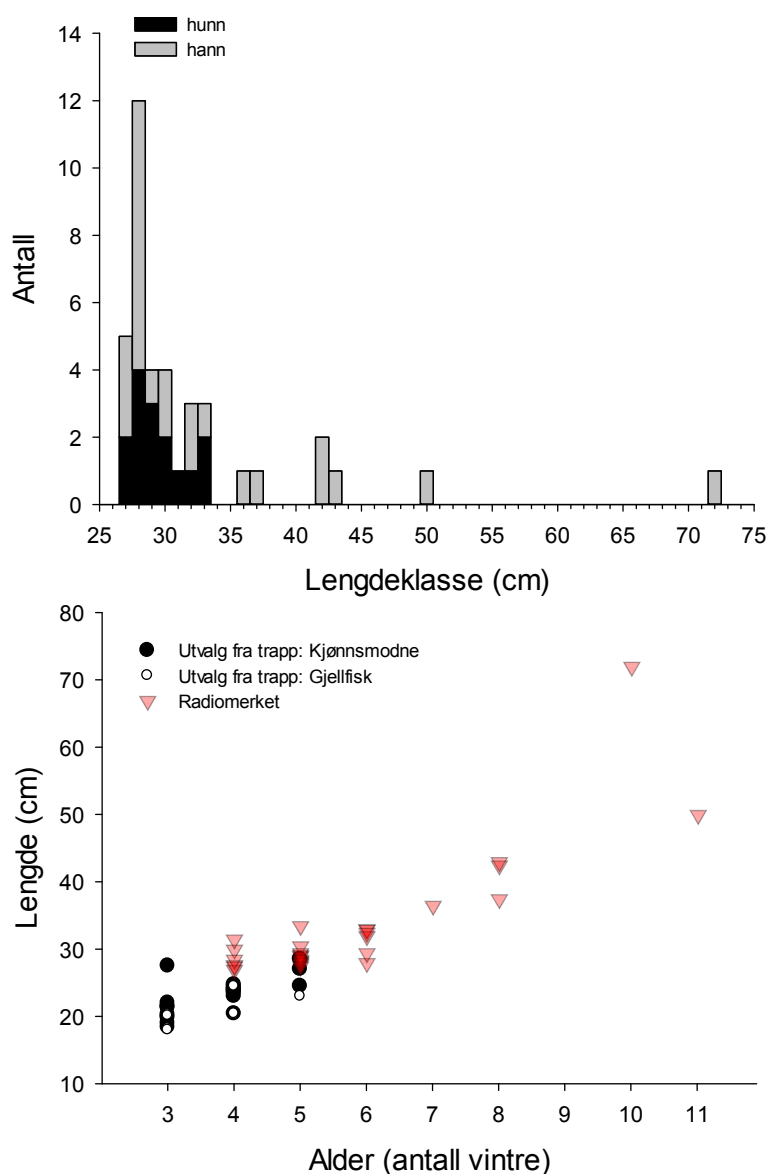
Det ble benyttet teknisk utstyr fra Advanced Telemetry Systems (ATS). Radiosenderne ble enten festet eksternt på fiskens rygg (modell: F1960, vekt 4 gram) eller implantert i bukhulen (modell: F1580, vekt 3.6 gram). Implanterte sendere vurderes som best egnet ved langtidsstudier, men eksterne sendere ble benyttet for å unngå å operere i nær gyteklar fisk (spesielt problematisk for hunnfisk). Det ble benyttet sendere som utgjorde < 2 % av fiskens vekt.

Ansvarlig for drift av fisketrappa sorterte ut ørret som var aktuelle å radiomerke (≥ 27 cm) ved tømning av fiskefella i fisketrappa. Disse ble oppbevart i et kar med kontinuerlig vanngjennomstrømming fram til radiomerking (1-5 dager).

Eksterne radiosendere ble festet inntil ryggfinnen på høyre side (**bilde 1**) med to plastbelagte stålwirer gjennom vevet innunder ryggfinnen og festet på motsatt side med skiver og klips. Innoperering av interne radiosendere i bukhulen ble foretatt mens fisken lå i rygggleie på merkestall. Senderne ble lagt inn i bukhulen gjennom et ventralt lengdesnitt i forkant av bukfinnene, og antenna ble ført ut av bakre del av buken mellom bukfinnene og gattfinnen ved hjelp av en kanyle (**bilde 1**). Operasjonssåret ble sydd med 2 sting. Merkeprosedyrene varte 3-5 minutter, og det var ikke nødvendig med vedlikehold av bedøvelse under inngrepene. Friskt vann ble regelmessig ført over gjellene for å holde en viss gassutveksling i gang. Etter avsluttet inngrep ble fiskene plassert i kar med kontinuerlig vanngjennomstrømming. Retterefleks og oppretting til normal kroppsposisjon inntrådte etter 1,5 – 4 minutter. Etter noen timer ble fisken overført til

slusekammeret hvor fisken kunne svømme videre via et rør gjennom dammen (se **figur 2.2**). Den største ørreten på 72 cm ble satt ut direkte i øvre del av magasinet oppstrøms kraftverket.

Radiopeiling ble hovedsakelig gjennomført manuelt fra bil med takmontert antenne, men også til fots med håndholdt antenne for mer nøyaktig posisjonering. Posisjonering av enkeltfisk ble bestemt til nærmeste kartfestede 500-meters sone. Posisjonen til fisken er oppgitt som avstand (0,5 km nøyaktighet) fra Eid kraftverk beregnet ut i fra en digitalisert midtlinje i elva (negative verdier er posisjoner nedstrøms kraftverket). Peilingene ble gjennomført to ganger i uka om høsten fram til midten av november og 2-3 ganger i måneden gjennom vinteren. Fra midten av april ble peilefrekvensen økt til 1-2 ganger i uka. Det ble totalt gjennomført 47 posisjoneringsrunder fra 28. september 2011 til 21. august 2012.



Figur 3.1 Lengdefordeling til ørret (hann- og hunnfisk) som ble radiomerket etter fangst i fisketrappa i Eid kraftverk i Begna høsten 2011 (øverst) og forholdet mellom alder og lengde til ra-

diomerket ørret ($n = 29$ lesbare skjell) og et utvalg av kjønnsmodne og umodne trappevandrerer ($n = 29$ lesbare skjell) (nederst).



Bilde 1 Øverst til venstre: Christoffer Rustebakke som er ansvarlig for ettersyn av fisketrappa i Eid kraftverk setter ut den største ørreten (hannfisk på 72 cm) i magasinet oppstrøms kraftverket. Øverst til høyre: Gytemoden hunnfisk på 21.5 cm fanget i fisketrappa i Eid kraftverk (begge foto: Jon Museth). Nederst til venstre: Ørret radiomerket med ekstern radiosender. Nederst til høyre: Innoperering av radiosender i bukhulen på ørret (begge foto: Gaute Thomassen).

3.2 Båtefiske

Båtefiske har blitt utviklet i USA for bruk i større elver og i grunne innsjøer (Maret et al. 2007). Til tross for at en rekke studier som har sammenlignet ulike metoder har konkludert med at båtefiske ofte er den mest effektive metoden for kartlegge fiskesamfunn i store elver og strandsoner i innsjøer (Ruetz m.fl. 2007, Jurajda m.fl. 2009, Neebling & Quist 2011, Menezes m.fl. 2012) er denne metoden i liten grad blitt benyttet i Norge (men se Museth m.fl. 2010, 2012, 2013 og Bremseth m.fl. 2012 a og b). Alle metoder har imidlertid sine svakheter og ofte vil det være nødvendig å kombinere ulike metoder for å få tilfredsstillende data om fiskesamfunn i elver. Bremseth m.fl. (2012a) viste at elektrisk båtefiske i laksevassdraget Namsen underestimerte mengden årsyngel av laks sammenlignet med eldre laksunger som ettåringer, toåringer og eldre lakseparr, og forklarte dette med at små årsyngel lettere overses enn større laksunger. Samme studie viste derimot at strandnært elektrisk fiske (bærbart elfiskeapparat) underestimerte alle aldersgrupper av laks eldre enn ettåringer og forklarte dette med at det ble fisket for grunt til å fange opp de viktigste leveområdene for eldre ungfisk.

Den 29. og 30. september 2011 ble utvalgte områder av Begna opp- og nedstrøms Eid kraftverk undersøkt ved hjelp av en spesialkonstruert elfiskebåt (se **bilde 2**).

Det ble fisket i Begna i området ved Bagn (stasjon 1-3), elvestrekningen rett nedstrøms Eid kraftverk (stasjon 4-7) og i Begnadalen (stasjon 8-9). I framstillingen av resultatene er stasjon 1 og 2 slått sammen og stasjon 4-7 slått sammen fordi disse dekket samme habitattype. Totalt ble det fanget 596 fisk på 187 minutters fisketid (3.2 fisk per minutt effektivt båtelfiske). Det ble fanget 4 abbor, 35 gjedder, 16 sik, 221 ørekyt og 320 ørret.

Elfiskebåten som ble benyttet er en 18 fot lang aluminiumsbåt utstyrt med en 200 hestekrefters vannjetmotor. Båten har flatt utformet skrog og kan derfor brukes i grunne områder. Minimum vannndybde under fisket er om lag 40 cm. Foran baugen på båten er to anoder med stålvaiere festet til justerbare svingarmer (**bilde 2**). Under det elektriske fisket fungerer båtens skrog som katode. Når strømmen slås på oppstår et elektrisk felt rundt hver anode. Strømmen sendes ut via en 7,5 kW generator (Kohler Marin Generator) pulsator. Strømfeltet har en horisontal rekkevidde på om lag 5 meter og vertikal rekkevidde på 2-3 meter. Det er mulig å variere mellom pulserende likestrøm (DC) og vekselstrøm (AC). I dette forsøket ble pulserende likestrøm benyttet. Spenning (0 -1000 volt) og pulsfrekvens (7,5-120 hertz) kan justeres etter vannets ledningsevne og etter hvilke fiskegrupper som er hovedfokus for undersøkelsene. Utgangseffekten lå i dette forsøket på 1.0 - 2.5 Ampere.

Forsøksfisket ble gjennomført ved at båten ble manøvrert nedstrøms litt raskere enn den aktuelle vannhastigheten. Imobilisert fisk i strømfeltet driver passivt i vannstrømmen i samme hastighet som båten, noe som gir god tid til oppdagelse og fangst av fisk. Det ble fisket i langsgående forsøksfelt (transsektorer) som ble stedfestet ved hjelp av GPS, og innsatsen i form av fisketid innenfor den enkelte stasjon ble registrert (**tabell 3.1**).

Fiskene som ble svimeslått under elektrofisket ble håvet opp av to personer (se **bilde 2**). Det ble benyttet to langskaftete håver med maskevidder på 15 mm. Fiskene ble overført til en stor oppbevaringstank med kontinuerlig vanngjennomstrømming. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt i naturlig utstrakt stilling til nærmeste millimeter, og fisken ble satt tilbake til elva etter avsluttet fiske. Det ble ikke observert akutt dødelighet hos fisk fanget under båtelfisket.



Bilde 2 Båtelvisning i Begna ble gjennomført ved hjelp av en 18 fots spesialkonstruert elfiskebåt importert fra Smith-Root, USA. Illustrasjonsfoto fra øvre deler av Glomma (foto: Jon Museth).

Tabell 3.1 Lokalisering (UTM-koordinater) av 9 stasjoner i Begna der det ble gjennomført båtelvisning den 29. og 30. september 2011. Fisketid (antall minutt) er oppgitt for den enkelte stasjon. Stasjonene 1-2 og 5-7 er slått sammen i presentasjonen fordi de dekket samme habitattyper.

Stasjon nr.	Beskrivelse	UTM start	UTM stop	Effektiv fisketid (minutter)
1	v/ Bagn: Utløp Bagn kr. til øverste bru i Bagn sentrum. Strykparti	6743409N/ 529704E	6743517N/ 529828E	34
2	v/ Bagn: Fra øverste bru i Bagn sentrum til 200 m oppstrøms kirke. Strykparti + stillere partier	6743541N/ 529931E	6743099N/ 530481E	25
3	v/ Bagn: Stilleflytende parti sør for Bagn sentrum	674235N/ 530766E	6740932N/ 531108E	20
4	Nedstrøms Eid kraftverk: Kanalisert strekning rett nedstrøms kraftverk. Strykparti	6731808N/ 538909E	6731423N/ 538732E	16
5	Nedstrøms Eid kraftverk: Bakevje rette nedstrøms kanal. Stilleflytende	6731391N/ 538755E	6731297/ 538779E	5
6	Nedstrøms Eid kraftverk: Fra kanalisert strekning til øy oppstrøms Campingplass. Strykparti	6731407N/ 538724E	6730938N/ 538787E	13
7	Nedstrøms Eid kraftverk: Nedkant øy til campingplass. Strykparti	6730824N/ 538905E	6730441N/ 538939E	13
8	Begnadalen: Enget (nedstrøm Camping) – Plassen. Strykparti	6724190N/ 543972E	6724404N/ 545933E	15
9	Begnadalen: Plassen – Sørum. Stilleflytende.	6724404N/ 545933E	672326N/ 577814E	46

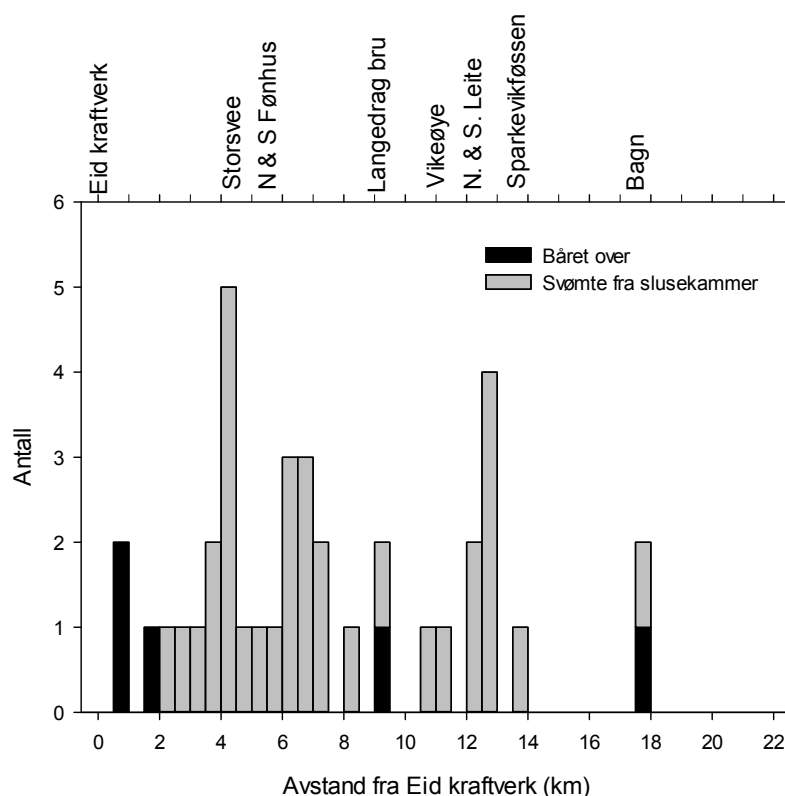
4 Resultater

4.1 Oppvandring

Radiomerket ørret viste i all hovedsak målrettet oppstrøms vandring etter merking. Vi vurderer de individuelle vandringskurvene dithen at ørreten vandret raskt opp til de aktuelle gyteområdene og at øverste registrerte posisjon i elva trolig var gytelokalitet (se **vedlegg 1, 2 og 3** for individuelle vandringskurver). De ble i hovedsak stående i samme område inntil returvandring begynte etter endt gyting. Det ble i liten grad observert at fisken forflyttet seg mellom områder av elva etter oppvandring og vandringene framstod som svært målrettede.

Gytefiskene fordelte seg på mange forskjellige gyteområder fra 2.0 – 17.5 km oppstrøms kraftverket. Områdene ved Storsvee (4.0 – 4.5 km fra Eid krv.), Nordre og Søndre Fønhus (6.0 – 7.0 km fra Eid krv.) og utenfor Nordre Leite (12.5 – 13.0 km fra Eid krv.) pekte seg ut som de viktigste gyteområdene og var vandringsdestinasjon for henholdsvis 5, 6 og 4 gyteørret (**figur 4.1**). Det ser imidlertid ut til å være en rekke gyteområder på strekningen mellom Eid kraftverk og Bagn sentrum. To ørret vandret opp til Bagn og stod her i gyteperioden, bl.a. den største ørreten på 72 cm (**figur 4.1**)

Det ble registrert varierende grad av forsinkelse hos radiomerket fisk fra de ble plassert i slusekammeret etter merking (**figur 2.1**) og til de svømte videre ut gjennom rør i dammen og fortsatte oppstrøms vandring. Flere dagers forsinkelse ble registrert hos 10 av 38 radiomerket fisk (26 %). Disse ble stående i slusekammeret i gjennomsnitt 20 dager (fra 10 til 33 dager) før de fortsatte vandringene oppstrøms. Dette fenomenet forekom ikke bare for radiomerkede fisk og ved merkingen den 4. oktober ble det observert anslagsvis 200 – 300 ørret i slusekammeret. Når fisketrappa ble stengt den 26. oktober stod det igjen 62 ørret i slusekammeret. Av disse var 4 radiomerket. To av disse ble stående i magasinet oppstrøms dammen, én vandret 1.5 km oppstrøms (fortsatt i inntaksmagasinet) og én vandret 9 km oppstrøms. Vanntemperaturen den 26. oktober var 5.7 grader og det er grunn til å anta at forsinkelsen i slusekammeret førte til avbrudd i gytevandringen til tre av de fire radiomerkede fiskene, og dermed også for en betydelig andel av de andre som stod igjen i slusekammeret. Første nedvandring fra antatte gyteplasser til magasinet oppstrøms kraftverket ble registrert mellom den 10. og 13. oktober, noe som indikerer at de første ørretene hadde avsluttet gytingen. På dette tidspunktet stod det igjen 7 radiomerkede fisk i slusekammeret.



Figur 4.1 Vandringsdestinasjon (øverste posisjon) til 38 ørret som ble radiomerket i fisketrappa i Eid kraftverk i Begna høsten 2011. Vandringsene var målrettede og det ble observert lite søkeadferd i elva.

4.2 Nedvandring

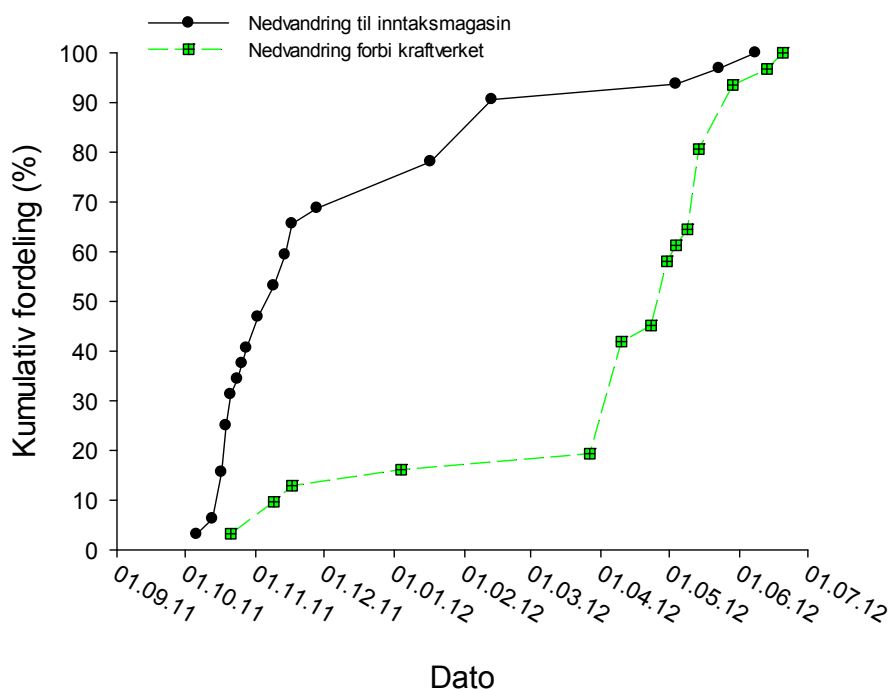
I alt vandret 31 av 38 radiomerkede ørret (82 %) nedstrøms forbi Eid kraftverk og ble posisjonert i Begna og/eller Sperillen. To individer (5 %) ble stående oppstrøms kraftverket ut studieperioden, og det ble mistet kontakt med 5 individer (13 %) mens de stod på elvestrekningen oppstrøms kraftverket. Årsaken til at vi mistet kontakt er mest trolig sendersvikt, men vi kan ikke utelukke at noen av disse kan ha vandret ned i Sperillen hvor det kan være vanskelig å posisjonere fisk.

4.2.1 Nedvandring mot inntaksmagasinet

Ned-/returvandring mot inntaksmagasinet foregikk over en lang periode, fra 6. oktober 2011 til 8. juni 2012, dvs. over en periode på ca. 8 måneder. Mye av nedvandringen foregikk allikevel høsten 2011, og ved utgangen av oktober og november måned hadde henholdsvis 41 og 69 % av fisken vandret ned til magasinet. Det ble imidlertid registrert fortsatt nedvandring til magasinet gjennom vinteren, og sju ørret (22 %) ble posisjonert i magasinet for første gang i januar og februar. Tre ørret overvintret i elva oppstrøms magasinet og vandret ned mot magasinet i perioden april – juni 2012 (**figur 4.2**). Ørret som ankom magasinet hadde ulike atferd og kan grovt deles i fire grupper: 1) 29 % oppholdt seg i øvre del av magasinet (1.5 – 2.0 km oppstrøms kraftverket) ved ankomst og nærmet seg gradvis dam på ettermidten/våren, 2) 42 % pendlet opp og ned i magasinet etter ankomst, trolig på søken etter nedvandringssmulighet, 3) 25 % oppholdt seg i nedre del av magasinet (0 – 500 m fra dam) fram til nedvandring og 4) 6 % ble ikke posisjonert i magasinet før de ble registrert nedstrøms dammen (se vedlegg 1, 2 og 3 for individuelle vandringskurver).

4.2.2 Nedvandring forbi kraftverket

Nedvandringen forbi kraftverket viste et annet mønster enn nedvandringen til inntaksmagasinet. Første nedvandring forbi kraftverket ble registrert i perioden 19. – 21. oktober ($n = 1$) og i løpet av november (6.–9. november: $n = 2$, 14. – 17. november: $n = 1$) hadde fire ørret (13 % av registrerte nedvandringene) vandret ned forbi kraftverket (**figur 4.2**). Til sammenligning hadde 69 % av ørreten vandret ned til inntaksmagasinet i samme periode. Det ble dokumentert nedvandring av én ørret i perioden 22. des. – 4. jan. (6 % av registrerte nedvandringene). Av de øvrige registrerte nedvandringene skjedde 39 %, 35 % og 6 % i henholdsvis mars/april, mai og juni (**figur 4.2**). April og mai 2012 var de viktigste månedene for nedvandring forbi kraftverket.



Figur 4.2. Tidspunkt for nedvandring av radiomerket ørret fra elvestrekningen oppstrøms Eid kraftverk til inntaksmagasinet og forbi kraftverksdammen i 2011 og 2012 (kumulativ fordeling)

I alt 11 av 31 ørret (35 %) som ble registrert nedstrøms Eid kraftverk ble posisjonert i Sperillen (vedlegg 1). På grunn av vanskelige forhold for posisjonering i Sperillen ble det ikke lagt vekt på nøyaktig posisjonering i innsjøen, men fem av disse fiskene (28 – 33 cm) ble posisjonert nord for dammen i utløpet av Sperillen (ca. 25 km fra Begnas utløp i Sperillen). Disse hadde vandringsdestinasjon fra 6.5 – 12.5 km oppstrøms Eid kraftverk. Hvis vi forutsetter at vandringene startet i sørenden av Sperillen hadde disse gjennomført en gytevandring på mellom 117 og 122 km tur-retur. Vi må kunne konkludere med at fiskene som nådde Sperillen hadde en vellykket returvandring ned forbi Eid kraftverk og nedover Begna etter gyting.

Skjebnen til de øvrige fiskene er mer usikker fordi vi ikke har kunnskap om hvor disse fiskene ønsket å vandre og det er vanskelig å skille effektene av dødelighet/skader som følge av nedstrøms passasje forbi kraftverket, vandring gjennom stilleflytende deler av Begna med høy tetthet av gjedde og eventuell naturlig dødelighet. Ut i fra posisjoneringen vurderer vi at 12 av de øvrige ørretene som vandret ned forbi kraftverket var i live etter passering. Ni av disse ble posisjonert på strykstrekningen 1.5 – 4.0 km nedstrøms kraftverket og det ble registrert noe forflytning i løpet av studieperioden. De øvrige to ble posisjonert med forflytninger i henholdsvis

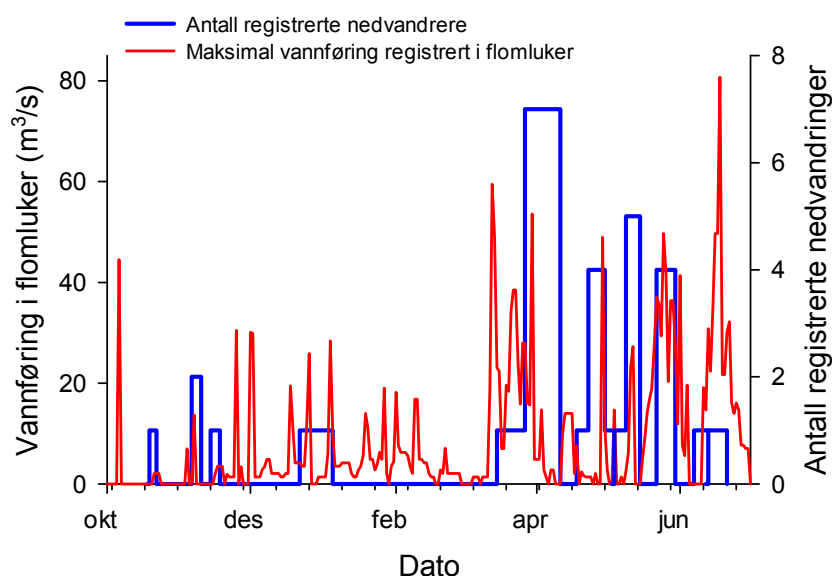
områder 7.5 og 14.5 – 19 km nedstrøms kraftverket (**vedlegg 2**). Disse områdene består av både stilleflytende og strømmende partier.

I alt 8 av 31 ørret (26 %) som ble registrert på nedvandring forbi kraftverket ble vurdert å være døde kort tid etter passering (**vedlegg 3**). Det er usikkerhet knyttet til dette, men felles for alle er at det ikke ble registrert forflytning etter passering av kraftverket. Fem av disse ble posisjonert fra 50 m til 3 km nedstrøms kraftverket, mens to ble posisjonert henholdsvis 5, 9 og 11 km nedstrøms kraftverket.

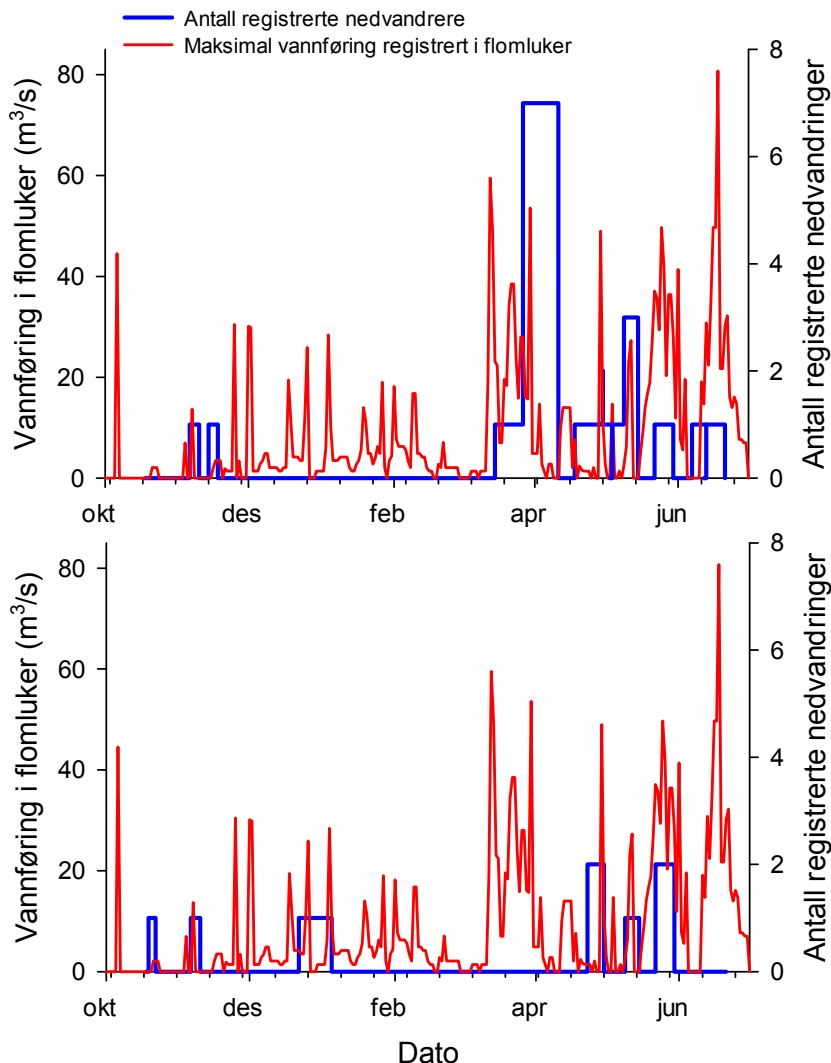
Det var ingen signifikant forskjell i størrelsen på ørreten som ble posisjonert i Sperillen (median = 32 cm), gruppen vi antar var i live etter passering (median 28 cm) og gruppen vi antar døde kort tid etter passering (median 29 cm) (Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks; $H = 3,710$, $P = 0.156$).

4.2.3 Nedvandring i forhold til vannføring og lukemanøvrering

I følge data fra driftssentralen ble det regelmessig sluppet vann i flomlukene ved Eid kraftverk i forsøksperioden, noe som vanskeliggjør vurderingene av om fisken vandret via turbiner eller bunnluker. Dette avviker fra informasjonen som ble gitt til oss i forkant av prosjektet. Det ble registrert forbitapping av vann via bunnluker også perioder hvor vannføringen i Begna ved Eid ikke oversteg slukeevnen i kraftverket. **Figur 4.3** viser at de registrerte nedvandringene er forbundet med tapping av vann i bunnluker. Vi har ikke informasjon om det er benyttet 1 eller 2 luker ved disse episodene og det er ikke gjort beregninger av sammenhengen mellom lukeåpning og vannføring. Den største nedvandringen skjedde i perioden 15. mars – 10. april (med flest fra 27. mars – 10. april). En interessant observasjon er at all ørret som vandret forbi kraftverket i denne perioden ble vurdert til å være i live etter passering og denne perioden må således være gunstig for nedvandring (**figur 4.4**).



Figur 4.3 Antall registrerte nedvandring av ørret ($n = 31$) forbi Eid kraftverk ved ulike tidspunkt fra oktober 2011 tom. juni 2012. Høyde på kurven (blå) angir antall og bredde angir innenfor hvilket tidspunkt nedvandringen kan ha foregått. Rød kurve viser maksimal vannføring som er registrert i flomlukene ulike dager i perioden.



Figur 4.4 Registrerte nedvandringar forbi Eid kraftverk ved ulike tidspunkt fra oktober 2011 tom. juni 2012 som er vurdert til a) å være i live etter passasje av kraftverket (øverst) og b) døde kort tid etter passasje av kraftverket (nederst). Høyde på kurven (blå) angir antall og bredde angir innenfor hvilket tidspunkt nedvandringen kan ha foregått. Rød kurve viser maksimal vannføring som er registrert i flomlukene ulike dager i perioden.

4.3 Båtelviske

4.3.1 Tettheter og fordeling av arter

Det var stor variasjon i fisketetthet uttrykt som *fangst per minutt båtelviske (CPUE)* og arts-sammensetning i fangstene mellom de ulike stasjonene som ble undersøkt (**figur 4.5**)

Ørret (4 – 39 cm) ble påvist i alle sonene, men CPUE varierte mye mellom soner (**figur 4.5**). De største tetthetene av ørret ble registrert på den kanaliserte strekningen nedstrøms Eid kraftverk (stasjon 3). Kanalen er steinsatt med sprengstein med mye hulrom og her var tettheten av ørret svært stor. På grunn av høy vannhastigheten ble fangbarheten på denne stasjonen i tillegg vurdert som lav. Også ved stasjon 5-7 på den naturlige elvestrekningen rett ned-

strøms kraftverkskanalen, var tetthetene høye. På strykpartiet i Begnadalen (stasjon 8) ble det fanget 2.1 ørret per minutt båtelfiske og dette regnes som normalt gode tettheter av ørret (se kap 5 for sammenligning med andre elver). På de stilleflytende partiene i Begnadalen (stasjon 9) var derimot ørret nesten helt fraværende. Her ble kun fanget to ørret på 46 minutters båtelfiske (0.04 ørret per minutt båtelfiske, CPUE var 115 ganger høyere på stasjon 4). På stryktrekningen ved Bagn (stasjon 1-2) ble det fanget 1.8 ørret per minutt båtelfiske noe som indikerer normalt gode tettheter av ørret. På de stilleflytende partiene nedstrøms Bagn sentrum (stasjon 3) var CPUE betydelig lavere, noe som indikerer en relativt tynn bestand av ørret i dette området.

Gjedde (10 – 72 cm) ble kun fanget på stasjon 8 og 9 i Begnadalen. CPUE var betydelig høyere på stasjon 9 (stilleflytende) enn 8 (strykparti) (34 av 35 gjedder ble fanget på stasjon 9). Gjedge var den dominerende arten i fangstene på de stilleflytende delene i Begnadalen. Ut i fra CPUE vurderes tettheten av gjedde på de stilleflytende delene av Begna nedstrøms Eid kraftverk å være ekstremt høy sammenlignet med andre stilleflytende elver der elfiskebåten er prøvd ut (se kap. 5 for diskusjon) (**figur 4.5**).

Abbor ble kun sporadisk påvist i fangstene ($n = 4$, 12 – 37 cm) og ble fanget på stasjon 3, 5-7 og 9. Sik var også relativt fåtallig i fangsten ($n = 16$, 13 – 30 cm) med de relativt sett største tetthetene på det naturlige strykpartiet nedstrøms Eid kraftverk (stasjon 5-7, se **figur 4.5**). I tillegg ble det fanget 221 ørekyt med høyeste tettheten på stasjon 3 (stilleflytende parti sør for Bagn).

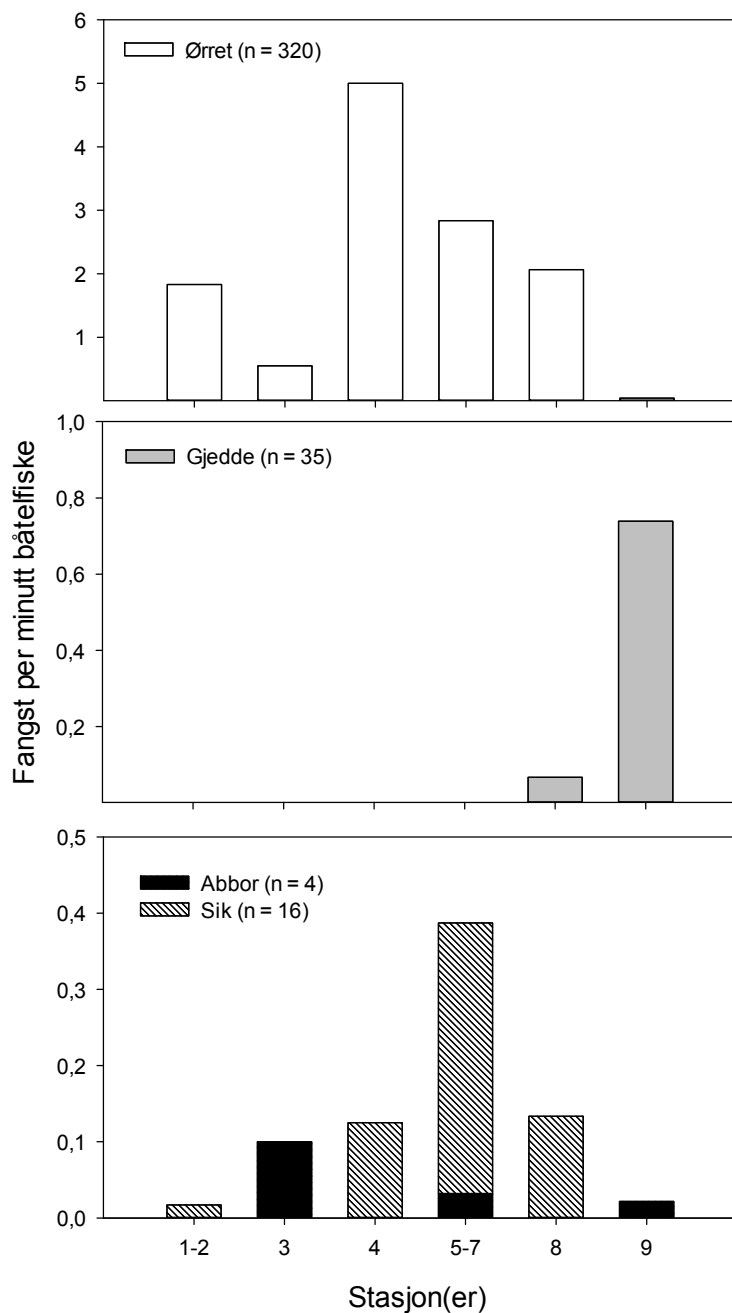
4.3.2 Lengdefordeling ørret

Det ble fanget ørret i lengdeintervallet 4 – 32 cm på stasjon 1 - 2 som dekker strykområdene ved Bagn sentrum. Det ble fanget 11 årsunger av ørret i lengdeintervallet 4 - 6 cm (utgjorde ca. 10 % av fangsten). Ungfisk dominerte i fangsten, men det ble til sammen fanget 8 gytemodne ørret på de to stasjonene. Funn av årsunger (0+) av ørret, fangst av gytemodne individer i slutten av september og telemetristudiet som viste at gytemoden ørret fra fisketrappa i Eid kraftverk vandret opp til dette området dokumenterer at strykpartiet ved Bagn er ett av gyteområdene for ørret i Begna.

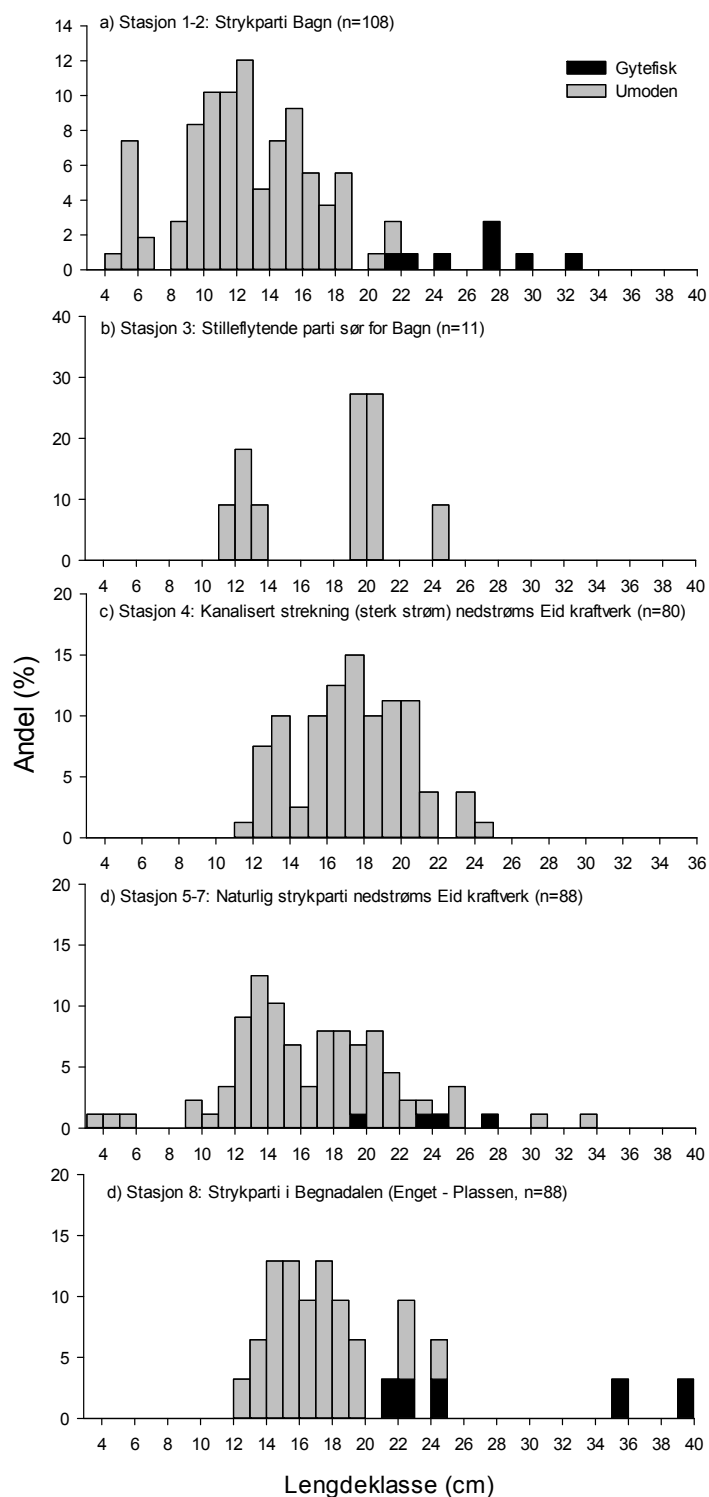
På det stilleflytende partiet sør for Bagn (stasjon 3, $n = 11$) og på den kanaliserte strekningen nedstrøms Eid kraftverk (stasjon 4, $n = 80$) ble det kun fanget ungfisk i lengdeintervallet 11 - 24 cm (**figur 4.6**). På disse stasjonene ble det altså hverken påvist årsunger eller gytefisk av ørret.

På den naturlige stryktrekningen nedstrøms kraftverkskanalen (stasjon 5-7) ble det fanget ørret i lengdeintervallet 3.6 – 33 cm. De minste individene var årsunger (3.6 – 5.9 cm), men innslaget av disse i fangsten var relativt beskjedent (3.4 %). Fangsten inkluderte også gytemoden ørret i lengdeintervallet 19 – 27 cm (**figur 4.6**). Det er derfor grunn til å konkludere med at det er ett eller flere gyteområder for ørret på denne elvestrekningen.

På strykpartiet i Begnadalen (stasjon 8) ble det fanget ørret i lengdeintervallet 12 – 39 cm. Fangsten bestod både av ungfisk (84 %) og gytefisk (16 %). Gytefiskene var i lengdeintervallet 21 – 39 cm (**figur 4.6**). Det ble fanget kun to ørret på de stilleflytende partiene i Begnadalen (stasjon 9). Dette var ungfisk på 16 og 28 cm.



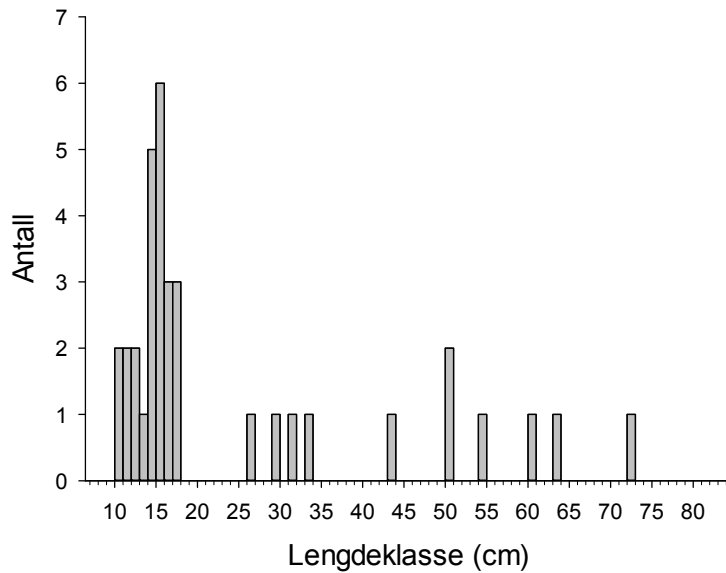
Figur 4.5 Antall individer av ulike fiskearter fanget per minutt båtelfiske på ulike stasjoner i Begna den 29. og 30. september 2011. Sone 1-2 er strykparti ved Bagn sentrum, sone 3 er et stilleflytende parti sør for Bagn sentrum, sone 4 er den kanaliserte strekningen rett nedstrøms Eid kraftverk, sone 5-7 er et naturlig strykparti nedstrøms kanalisert strekning, sone 8 er et strykparti i Begnadalen (Enget – Plassen) og sone 9 er et stilleflytende parti i Begnadalen (Plassen til Sørum) (se tabell 3.1 for nærmere beskrivelse av lokaliteter).



Figur 4.6 Lengdefordeling til ørret fanget på ulike stasjoner under båtelfiske i Begna den 29. og 30. september 2011 (se tabell 3.1 for beskrivelse av stasjoner) (i tillegg ble det fanget to ørret på stasjon 9 (stilleflytende parti i Begnadalen): 13.1 og 28.0 cm).

4.3.3 Lengdefordeling gjedde

Det ble totalt fanget 35 gjedder i lengdeintervallet 11 – 72 cm i Begnadalen. Det ble ikke foretatt aldersanalyse av disse, men de minste individene var trolig årsunger (0+) og ettåringer (1+). Kun 6 av gjeddene (17 %) var ≥ 50 cm (**figur 4.7**).



Figur 4.7 Lengdefordeling til gjedde ($n = 35$) tatt under båtelfiske i Begna (i Begnadalen nedstrøms Eid kraftverk).

5 Diskusjon

Denne undersøkelsen viser at fiskevandringene forbi Eid kraftverk følger et klassisk mønster med både oppvandring og returvandring av gytemoden fisk, og bekrefter tidligere funn der ørret merket i fisketrappa ble gjenfanget av fiskere i Sperillen (Johnsen 2006). I tillegg er det vist at også umoden ørret vandrer i fisketrappa. Registrering av oppgangen i fisketrappa viser at ørret vandrer i hele sommersesongen fra mai til november, med en topp i vandringene på høsten (Thomassen og Ebne 2011).

Oppdraget i dette studiet har vært å studere vandringsdestinasjon til oppvandrende gytefisk av ørret, og tidspunkt og omfang av returvandring til inntaksmagasinet og videre forbi dammen ved Eid kraftverk. Utviklingen i antall oppvandrende ørret > 25 cm i fisketrappa har vært negativ (Thomassen og Ebne 2012). Årsaken dette kan være etableringen av Eid kraftverk, men også andre faktorer kan ha bidratt. Studiet viser at ørreten i Begna er langtvandrende og endringer i f.eks. Sperillen vil kunne påvirke antall ørret i fisketrappa. Gjedde etablerte seg i Sperillen på 1990-tallet (Lund 2007), og har spredd seg oppover i Begna. Det er observert gjedde ved inngangen til fisketrappa ved Eid kraftverk (Christoffer Rustebakke, pers. med.). Båtelviske på de stilleflytende partiene av Begna nedstrøms Eid kraftverk viste at tettheten av gjedde var høy. Det er ikke registrert tilsvarende tettheter ved båtelviske på stilleflytende partier i andre elver med gjedde (f.eks. Glomma: Museth m.fl. 2012, 2013; Søndre Rena: Museth m.fl. 2010, Klarälven: Museth m.fl. 2011). Det er godt dokumentert at gjedde kan være en effektiv predator på ørret og representere en spesiell utfordring for vandrende ørret i elver (Jepsen m.fl. 2000; Olsson m.fl. 2001). Størrelsen på gytevandrende ørret i Begna er relativt liten og studier som har undersøkt forholdet mellom størrelsen på gjedde og byttefisk viser at gytevandrende ørret er potensielt bytte for gjedde med lengde på 50 cm og oppover (Hyvärinen og Vehanen, 2004; Nilsson og Brönmark, 2000). Gjedde tar fisk på ca. halvparten av egen lengde.

Radiomerket gytefisk av ørret fordelte seg på flere gyteområder i Begna, fra 2.5 km til 17.5 km oppstrøms Eid kraftverk. Returvandring fra gyteområdene og ned til inntaksmagasinet foregikk over en lang periode, fra oktober 2011 til juni 2012. En stor andel av nedvandringen mot inntaksmagasinet skjedde om høsten (vanntemperatur fra 2.6 – 6.0 °C). En kombinasjon av returvandring etter endt gyting om høsten og overvintring på elvestrekninger og nedvandring om våren er tidligere vist for ørret (f.eks. Kraabøl m.fl. 2008). Til sammenligning foregikk kun 13 % av de registrerte nedvandringene forbi kraftverket i samme periode. Hovedtyngden av nedvandring forbi kraftverket ble registrert på senvinteren/vårparten. Den observerte forskjellen mellom tidspunkt for nedvandring til inntaksmagasinet og forbi dammen er trolig en kombinasjon av at kraftverksdammen medfører en betydelig forsinkelse i nedvandring og at reguleringsinngrepet trolig har skapt et attraktivt overvintringsområde oppstrøms kraftverket. Bakgrunnen for denne konklusjonen er at ørret som ankom magasinet hadde ulike atferd. Om lag 1/3 ørreten var stasjonære i de øvre deler av magasinet etter ankomst og nærmet seg gradvis kraftverksdammen på ettervinteren/våren. Felles for mange av disse var at de ble stående flere uker nær dammen før nedvandring ble observert, noe som også indikerer en forsinkelse i nedvandringen. I tillegg ble det observert en stor gruppe ørret (42 %) som pendlet opp og ned i magasinet etter ankomst. Vi tolker atferden til at disse fiskene som at de avbrøt nedvandringen etter at de ankom inntaksmagasin/dam og at de deretter søkte etter nedvandringmuligheter. En liten andel (6 %) av fisken vandret så raskt forbi dammen at de ikke ble posisjonert én eller flere ganger i inntaksmagasinet og de ble derfor i liten grad forsinket.

I alt 11 av 31 ørret (35 %) som ble registrert på nedvandring forbi Eid kraftverk ble posisjonert i Sperillen. Fem av disse fiskene ble posisjonert nord for dammen i utløpet av Sperillen (ca. 25 km fra Begnas utløp i Sperillen). Forutsatt at vandringene startet i sørenden av Sperillen foretok disse ørretene gytevandring på om lag 120 km tur-retur. Dette er et svært spesielt fenomen for så små gytefisk. Det er knyttet stor usikkerhet til skjebnen til de øvrige fiskene som vandret nedstrøms kraftverket. Dette skyldes at vi ikke har kunnskap om hvor disse fiskene ønsket å vandre. I tillegg er det vanskelig å skille effektene av dødelighet/skader som følge av nedstrøms passasje forbi kraftverket, predasjon fra gjedde under nedvandring gjennom stille-

flytende deler av Begna (høy tetthet av gjedde) og eventuelt annen dødelighet. Ut i fra posisjonen vurderer vi at 12 av de øvrige ørretene som vandret ned forbi kraftverket var i live etter passering. I alt 8 ørret (26 %) som ble registrert på nedvandring forbi kraftverket ble vurdert å være døde kort tid etter passering. Det er stor usikkerhet knyttet til dette, men felles for alle er at det ikke ble registrert forflytning etter passering av kraftverket.

Det ble regelmessig sluppet vann i flomlukene ved Eid kraftverk i forsøksperioden, noe som vanskeliggjør vurderingene av om fisken foretok nedvandring via turbiner eller bunnluker. Dette avviker fra informasjonen som ble gitt til oss i forkant av prosjektet, og det er ikke foretatt en vurdering av hvor representativ driften av kraftverket i 2011/2012 er for andre år. Forholdene for nedvandring samt omfang av dødelighet kan derfor variere mye fra år til år. Den største nedvandringen skjedde i perioden 15. mars – 10. april (med flest fra 27. mars – 10. april). Det ser imidlertid ut som de fleste registrerte nedvandringene var forbundet med episoder med vannslipp i bunnluker. Vannslipp i bunnluker om våren er imidlertid forbundet med økning i vannføring og temperatur, faktorer som i seg selv trolig vil indusere vandring, og vi kan derfor ikke med sikkerhet slå fast at nedvandringene foregikk gjennom flomlukene og ikke turbinene.

Felles for all ørret som vandret ned forbi Eid kraftverk er at de må ha benyttet neddykkede vannveier. Inntaket til turbinene er 7 m under vannoverflaten. Slipp av maksimalt 81 m³/s gjennom flomlukene i løpet av nedvandringsperioden betyr at også denne vannveien var neddykket. Andre studier er imidlertid relativt entydige på at vannveier som slipper overflatevann ofte blir foretrukket av nedvandrende fisk (Larinier og Travade 2002, Kraabøl m.fl. 2008, 2012; Calles 2012). I tillegg er det vist at nedvandrende fisk som regel følger hovedstrømmen i elva og derfor ledes mot turbininntaket. Alternative nedvandringsveier bør derfor ligge i nærheten av turbininntaket (Clay 1995, Larinier og Travade 2002). Selv om det er store forskjeller i dødelighet ved passering av turbiner (avhengig av turbintype, størrelse på fisk m.m.) vil fisken i varierende grad skades og drepes av roterende turbinblader, trykkforskjeller og gassovermetning ved passering av turbiner (Montèn 1985; Coutant & Whitney 2000; Cada 2001). Kraftverksturbiner bør derfor prinsipielt ikke være nedvandringsvei for fisk.

Nedvandring via flomluker kan også påføre skader på nedvandrende fisk gjennom fall og slag (Bell & Delacy 1972), og det er derfor viktig at de alternative nedvandringsveiene til turbinene heller ikke påfører fisken skade og økt dødelighet. I tillegg er det vist at fisk kan bli desorienterte og stresset etter passering av turbiner, noe som kan øke faren for predasjon i etterkant av turbinpassasje (Ruggles & Murray 1983; Larinier & Travade 2002). Dette er relevant for ørret på nedvandring forbi Eid kraftverk fordi disse passerer elvestrekninger med høy tetthet av gjedde.

Båtelfiske viste at tetthetene av ørret på de utvalgte strykstrekningene ved Bagn, nedstrøms Eid kraftverk og i Begnadalen var fra normalt til høye sammenlignet med andre elver hvor metoden er testet ut. Dette sier imidlertid ikke noe om utviklingen i tetthet av ørret fram til i dag på de utvalgte stasjonene. Det er fortsatt relativt høye tettheter av ørret på strykpartier i Begnadalen, men ørret er nesten fraværende på de mer stilleflytende partiene. Her var gjedde dominerende fiskeart. Den samlede produksjonen av ørret i Begna nedstrøms Eid kraftverk kan være betydelig redusert dersom de stilleflytende strekningene tidligere var produksjonsområder for ørret. Det var stor variasjon i tetthet mellom ulike soner og de høyeste tetthetene ble registrert i kanalen nedstrøms Eid kraftverk. Her består elvekanten av sprengstein med mye hulrom/skjul, noe som tydeligvis prefereres av ung ørret. På denne stasjonen ble det fanget 5 ørret per minutt båtelfiske og dette er den nest høyeste CPUE (fangst per minutt båtelfiske) som er registrert under båtelfiske, bare slått av et tilsvarende habitat (sprengsteinsfylling) i Gudbrandsdalslågen nedstrøms samløpet med Ottaelva. Sammenligner vi de øvrige stasjonene i Begna med andre elver er CPUE i Begna noe lavere enn i Gudbrandsdalslågen ved Vinstra og Otta (Museth m.fl. 2011), men høyere enn i øvre deler av Glomma (Museth m.fl. 2012b), Søndre Rena (Museth m.fl. 2010) og Trysil elva (Museth, upubl.). Man skal imidlertid være forsiktig med å sammenligne fangst per innsatsenhet data fra ulike elver fordi fangbarheten under elfiske kan være forskjellig. Båtelfiske i Begna underestimerte trolig tettheten av år-

sunger av ørret (0+) sammenlignet med eldre fisk fordi de kan overses og være vanskelig å fange, noe som også er vist ved bruk av elfiskebåt ved ungfiskundersøkelser i laksevasdrag (Bremseth m.fl. 2012). Den største av NINA's elfiskebåter ble benyttet under feltarbeidet (se **bilde 2**). I Begna hadde trolig den mindre båten til NINA (cataraft, se **bilde 3**) vært mer egnet fordi den kan brukes på grunnere vann og på strykstrekningene mellom Bagn og Eid kraftverk og i Begnadalen og således dekke et mer representativt utvalg av habitater i Begna.



Bilde 3. Den største av NINAs elfiskebåter (se bilde 2) ble benyttet under båtelfisket i Begna i 2011. I Begna hadde den nye båten (cataraft, kjøpt inn i 2012) trolig vært bedre egnet fordi den kunne vært benyttet på flere elvestrekninger (bl.a. strykpartier mellom Bagn og Eid kraftverk) og bidratt til at et større utvalg av habitater hadde blitt avfisket. Foto: Børre K. Dervo.

5.1 Anbefaling

Fiskevandringene forbi Eid kraftverk følger et klassisk mønster og består både av oppvandring av gytemoden fisk og returvandring av utgytt fisk. Det er ikke tilrettelagt for nedvandring av ørret forbi Eid kraftverk og dagens løsning er ikke tilfredsstillende for å ivareta vandringssystemet. Effektiviteten til fiskepassasjen for oppvandrende fisk er ikke kjent, men løsninger for nedstrøms passasje bør i første omgang prioriteres og utredes. Generelt anbefales vannveier som slipper overflatevann som alternative nedvandringsruter for laksefisk, og en tilfredsstillende løsning innebærer trolig etablering av en ny vannvei i nærheten av turbininntaket. Undersøkelsene tyder på at kraftverksdammen fører til en betydelig forsinkelse i nedvandringen av ørret. En sannsynlig forklaring på dette er at inntaket til kraftverket er neddykket og at fisken «kvier» seg for å dykke ned og vandre inn i kraftverksinntaket. Dette øker etter vår mening sjansen for å lykkes med å etablere en sikker og effektiv alternativ nedvandringsvei. Behov for tiltak som leder fisken mot alternativ nedvandringsvei og/eller hindrer fisk i å vandre inn kraftverksinntak bør vurderes (f.eks. redusert lysåpning i varegrind, avledere m.m., se Kraabøl 2013). Muligheter for å etablere en slik vandringsvei gjennom dammen eller eventuelt via slusekammeret i dagens fiskepassasje bør utredes. Bruk av slusekammer i forbindelse med ny nedvandringsvei kan være en fordel fordi det vil redusere fallhøyden i ny nedvandringsvei. En alternativ løsning vil være å etablere et reglement som innebærer at bunnlukene skal åpnes et gitt antall dager høst, ettervinter og vår. Denne undersøkelsen har imidlertid vist at nedvandringen foregår over et langt tidsrom (oktober 2011 – juni 2012) og en optimal løsning vil være å etablere en alternativ nedvandringsvei som er tilgjengelig i så store deler av denne perioden som mulig med minst mulig tap av kraftproduksjon. Eventuelle tiltak må evalueres og videreutvikles.

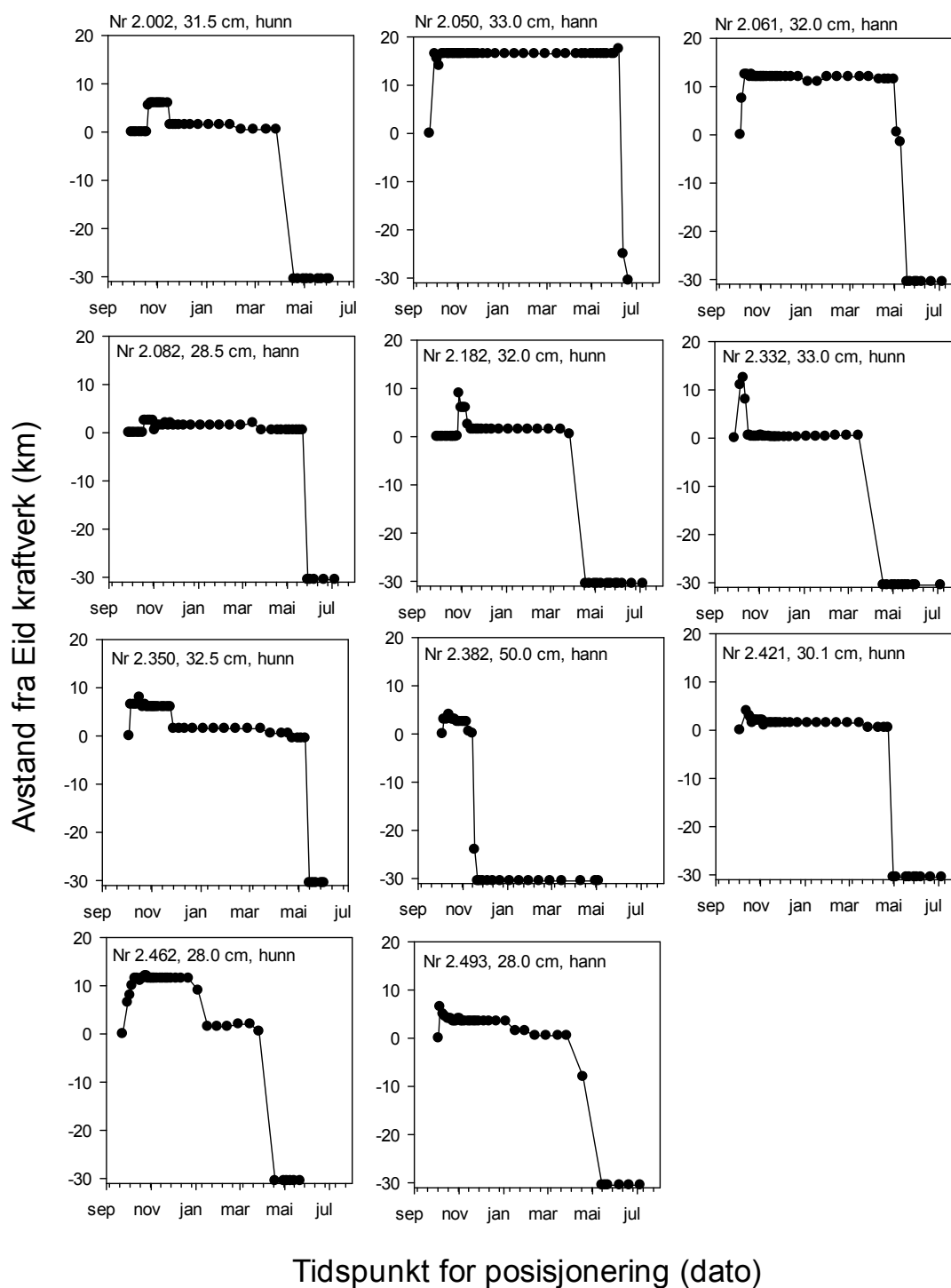
Det ble registrert varierende grad av forsinkelse hos radiomerket ørret fra de ble plassert i slusekammeret etter merking og til de svømte videre ut gjennom rør i dammen og fortsatte oppstrøms i vassdraget. Denne forsinkelsen medførte også avbrutt gytevandring for en betydelig andel av ørreten. Dette kan løses gjennom å sette fisken i magasinet oppstrøms dammen etter registrering. Det er praktiske utfordringer knyttet til dette (vanskelig adkomst til trapp via en stige), men det bør være løsbart.

6 Referanser

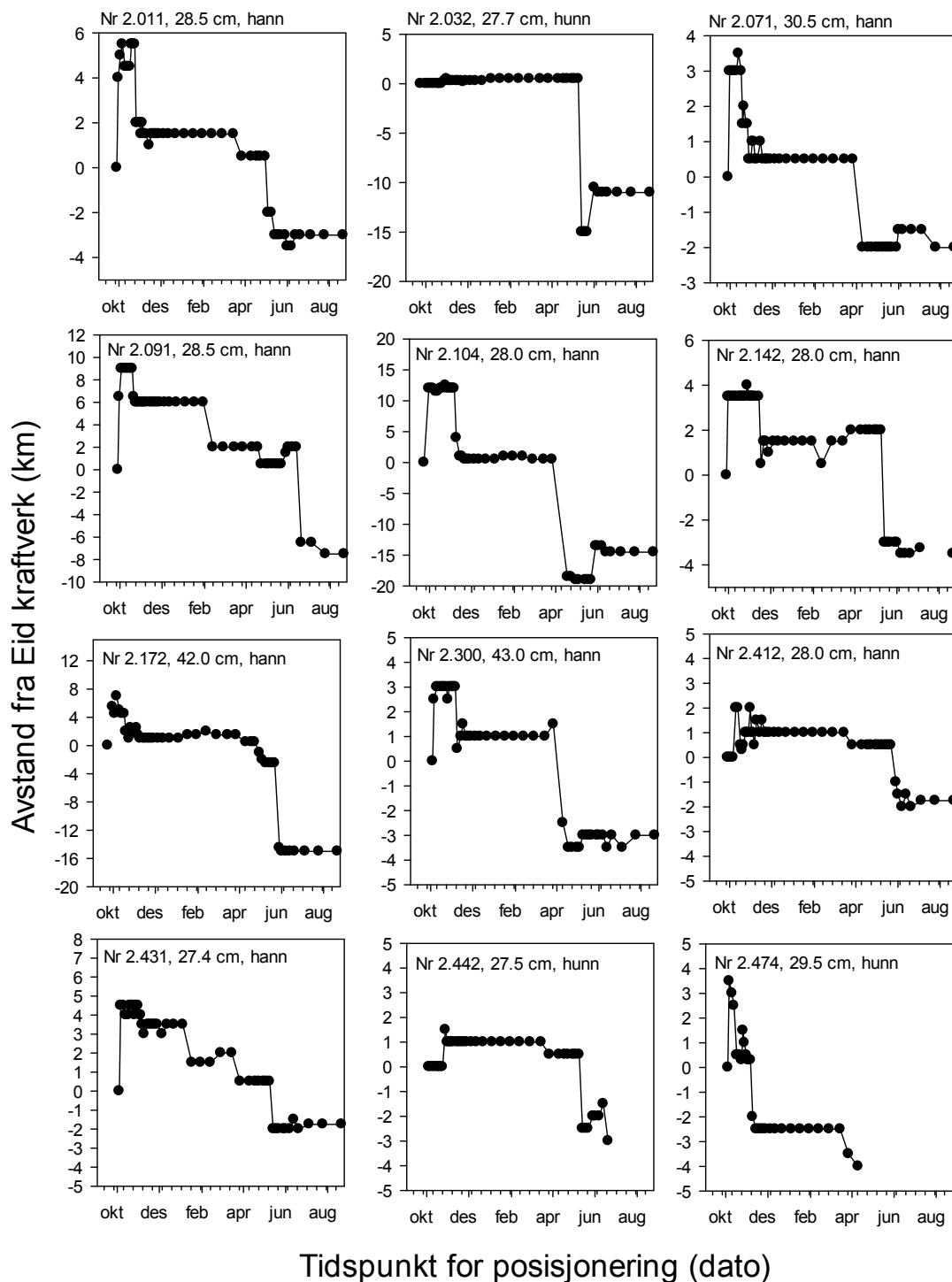
- Arnekleiv, J.V., Kraabøl, M. & Museth, J. 2007. Efforts to aid downstream migrating brown trout (*Salmo trutta* L.) kelts and smolts passing a hydroelectric dam and a spillway. *Hydrobiologia* 582: 5-15.
- Bell, M.C. & Delacy, A.C. 1972. A compendium of the survival of fish passing through spillways and conduits. Fish. Eng. Res. Prog. U.S. Army Corps of Eng., North Pacific Div., Portland, Oregon, 121 pp.
- Bremset, G., Berg, M., Berger, H.M., Dokk, J.G. & Museth, J. 2012a. Ungfiskundersøkelser i Namsen. Forsøk med bruk av elektrisk fiskebåt - NINA Rapport 870. 29 pp. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Trondheim.
- Bremset, G., Dokk, J.G., Kraabøl, M., Museth, J. & Thorstad, E.B. 2012b. Overvåking av småblank i Øvre Namsen. Forsøk med bruk av elektrisk fiskebåt - NINA Rapport 832. 20 pp. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Trondheim.
- Cada, G.F. 2001. The development of advanced hydroelectric turbines to improve fish passage survival. *Fisheries* 26 (97): 14-23.
- Calles, O., Karlsson, S., Hebrand, M. & Comoglio, C. 2012. Evaluating technical improvements for downstream migrating diadromous fish at a hydroelectric plant. *Ecological Engineering* 48: 30-37.
- Clay, C.H. 1995. Design of fishways and other fish facilities. Lewis Publisher, Boca Raton, Ann Harbor, London, Tokyo, 248 sider.
- Coutant, C.C. & Whitney, R.R. 2000. Fish behavior in relation to passage through hydropower turbines; a review. *Transactions of the American Fisheries Society* 129: 351-380.
- Eriksen, H. 1991. Spørreundersøkelse blant fiskere i Begna elv, Sør-Aurdal, 1990. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapp. nr. 14/91.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 34: 487-515.
- Gregersen, F. 2000. Fisketrapper i Oppland – status 2002. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapp. nr. 03/03.
- Gregersen, F. & Hegge, O. 2009. Vassdragsreguleringer og fisk i regulerte vassdrag i Oppland. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapp. nr. 12/2009.
- Hyvärinen, P. & T. Vehanen (2004). "Effect of brown trout body size on post-stocking survival and pike predation." *Ecology of Freshwater Fish* 13: 77-84.
- Jepsen N, Pedersen S & Thorstad E. 2000. Behavioural interactions between prey (trout smolts) and predators (pike and pikeperch) in an impounded river. *Regulated Rivers: Research & Management* 16: 189-198.
- Johnsen, S. 2005. Utviklingen av ørretbestanden i Begna elv etter utbygging av Eid kraftverk. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapp. Nr. 04/06. 29 s.
- Juraida, P., Janáč, White, S.M & Ondračková, M. 2009. Small – but not easy: Evaluation of sampling methods in floodplain lakes including whole-lake sampling. *Fisheries Research* 96: 102-108.
- Kraabøl, M. 2012. Reproductive and migratory challenges inflicted on migrant brown trout (*Salmo trutta* L.) in a heavily modified river. Doctoral theses at NTNU 2012-136.
- Kraabøl, M. 2013. Varegrinder foran turbininntak ved elvekraftverk; barrierer eller inngangsport for fisk? Tidsskriftet VANN. I trykken.

- Kraabøl, M., Arnekleiv, J.V. & Museth, J. 2008. Emigration patterns among trout, *Salmo trutta* (L.) kelts and smolts through spillways in a hydroelectric dam. *Fisheries Management and Ecology* 15: 417-423.
- Larinier & Travade 2002. Downstream migration: problems and facilities. I: Larinier, M. Travade, F. & Porcher, J.P. (Red.). *Bull. Fr. Peche Piscic.* 364: 181- 207.
- Lund, E. 2007. Fremmed fisk I to fylker. Introduserte fiskearter i Buskerud og Oppland. Naturkompetanse. Rapport 1/2007. 58 s.
- Menezes, R.F, Borchsenius, F., Svenning, J.C., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Landkildehus, F., Jeppesen, E. 2012. Variation in fish community structure, richness, and diversity in 56 Danish lakes with contrasting depth, size, and trophic state: does the method matter? *Hydrobiologia*. DOI 10.1007/s10750-012-1025-0.
- Montèn, F. 1985. Fish and turbines: Fish injuries during passage through power station turbines. Vattenfall, Statens Vattenfallsverk, Stockholm.
- Museth, J., Kraabøl, M. & Berge, O. 2010. Overvåking av fiskebestanden i Søndre Rena etter etablering av to OVAS-trasèer. Resultater for perioden 2008-2009. - NINA Minirapport 295: 15 pp.
- Museth, J., Kraabøl, M., Johnsen, S.I., Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Teigen, J. & Aas, Ø. 2011. Nedre Otta kraftverk. Utredning av konsekvenser for harr, ørret og bunndyr i influensområdet. - NINA Rapport 621: 92 pp + vedlegg. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Lillehammer.
- Museth, J., Dokk, J.G. & Kraabøl, M. 2012a. Kartlegging av fiskesamfunnet i Klarälven ved bruk av elfiskebåt høsten 2011. - NINA Minirapport 380: 9 pp. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Lillehammer.
- Museth, J., Johnsen, S.I., Sandlund, O. T., Arnekleiv, J. V., Kjærstad, G. & Kraabøl, M. 2012b. Tolga kraftverk. Utredning av konsekvenser for fisk og bunndyr NINA Rapport 828, 80 s. + vedlegg.
- Neebling, T.E. & Quist, M.C. 2011. Comparison of Boat Electrofishing, Trawling, and Seining for Sampling Fish Assemblages in Iowa's Nonwadeable Rivers. *North American Journal of Fisheries Management* 31: 390-402.
- Nielsen C, Aarestrup K, Nørum U, Madsen SS. 2003. Pre-migratory differentiation of wild brown trout into migrant and resident individuals. *Journal of Fish Biology* 63: 1184-1196.
- Nilsson, P. A. and C. Brönmark (2000). The role of gastric evacuation rate in handling time of equal-mass rations of different prey sizes in northern pike. *Journal of Fish Biology* 57: 516-524.
- Nilsson, C., Reidy, C.A., Dynesius, M. & Revenga, C. 2005. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science* 308: 406-408.
- Olsson I, Greenberg L, Eklöv A. 2001. Effect of an artificial pond on migrating brown trout smolts. *North American Journal of Fisheries Management* 21: 498-506.
- Poff, N.L. & Hart, D.D. 2002. How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal *Bioscience* 52: 653-655
- Ruggles, C.P. & Murray, D.G. 1983. A review of fish response to spillways. Freshwater and Anadromous Division, Resource Branch Department of Fisheries and Oceans, Halifax, Nova Scotia. *Can. Tech. Rep. of Fisheries and Aquatic Sci.* 1172, 30 pp.
- Ruetz, C.R., Uzarski, D.G., Krueger, D.M. & Rutherford, E.S. 2007. Sampling a Littoral Fish Assemblage: Comparison of Small-Mesh Fyke Netting and Boat Electrofishing. *North American Journal of Fisheries Management* 27: 825-831.
- Thomassen, G. & Ebne, I. 2012. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland - Fagrapport 2011. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapp. nr. 6/12, 94 s.
- Vannkraft Øst 2000. Statusrapport pr. 30.06.2000 – Eid kraftverk. Vannkraft Øst rapport.
- Venter, O., Brodeur, N.N., Nemiroff, L., Belland, B., Dolinsek, I.J. & Grant, J.W.A., 2006. Threats to endangered species in Canada. *Bioscience* 56: 903-910

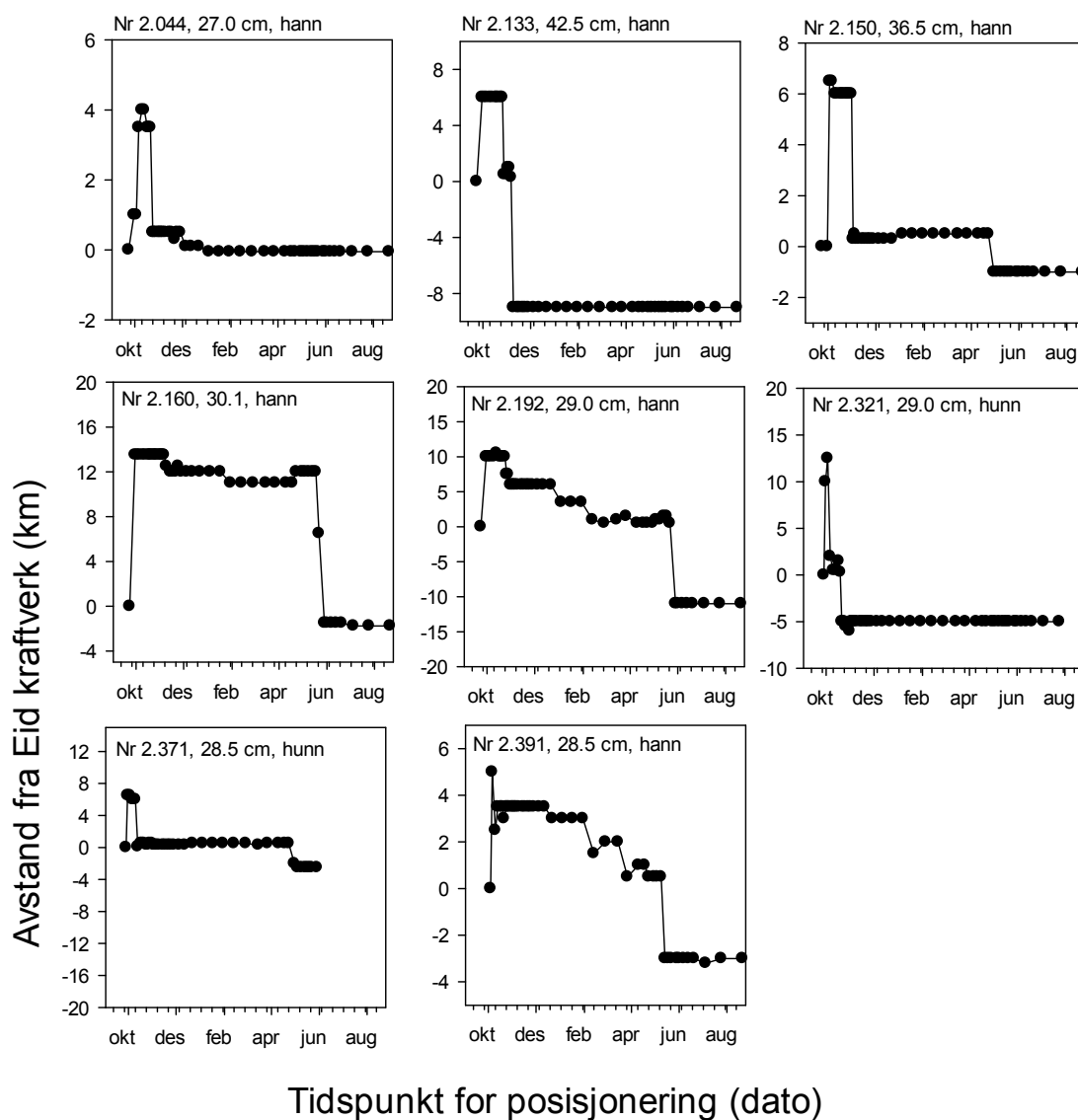
VEDLEGG 1: Individuelle vandringskurver for ørret radiomerket i fisketrappa ved Eid kraftverk i 2011. Utvalg: Ørret (n = 11) vandret ned til og posisjonert i Sperillen (NB! Fiskens posisjon i Sperillen er ikke vist og posisjoner < - 30 km er i Sperillen)



VEDLEGG 2: Individuelle vandringskurver for ørret radiomerket i fisketrappa ved Eid kraftverk i 2011. Utvalg: Ørret (n = 12) vandret ned forbi Eid kraftverk og posisjonert på elvestrekningen mellom Sperillen og Eid kraftverk. Ut i fra vurdering av posisjoner etter passering av Eid kraftverk vurderes disse å ha vært i live etter nedvandring.



VEDLEGG 3: Individuelle vandringskurver for ørret radiomerket i fisketrappa ved Eid kraftverk i 2011. Utvalg: Ørret (n = 12) vandret ned forbi Eid kraftverk og posisjonert på elvestrekningen mellom Sperillen og Eid kraftverk. Ut i fra vurdering av posisjoner etter passering av Eid kraftverk vurderes disse å ha vært døde etter nedvandring.





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: 978-82-426-2549-6

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