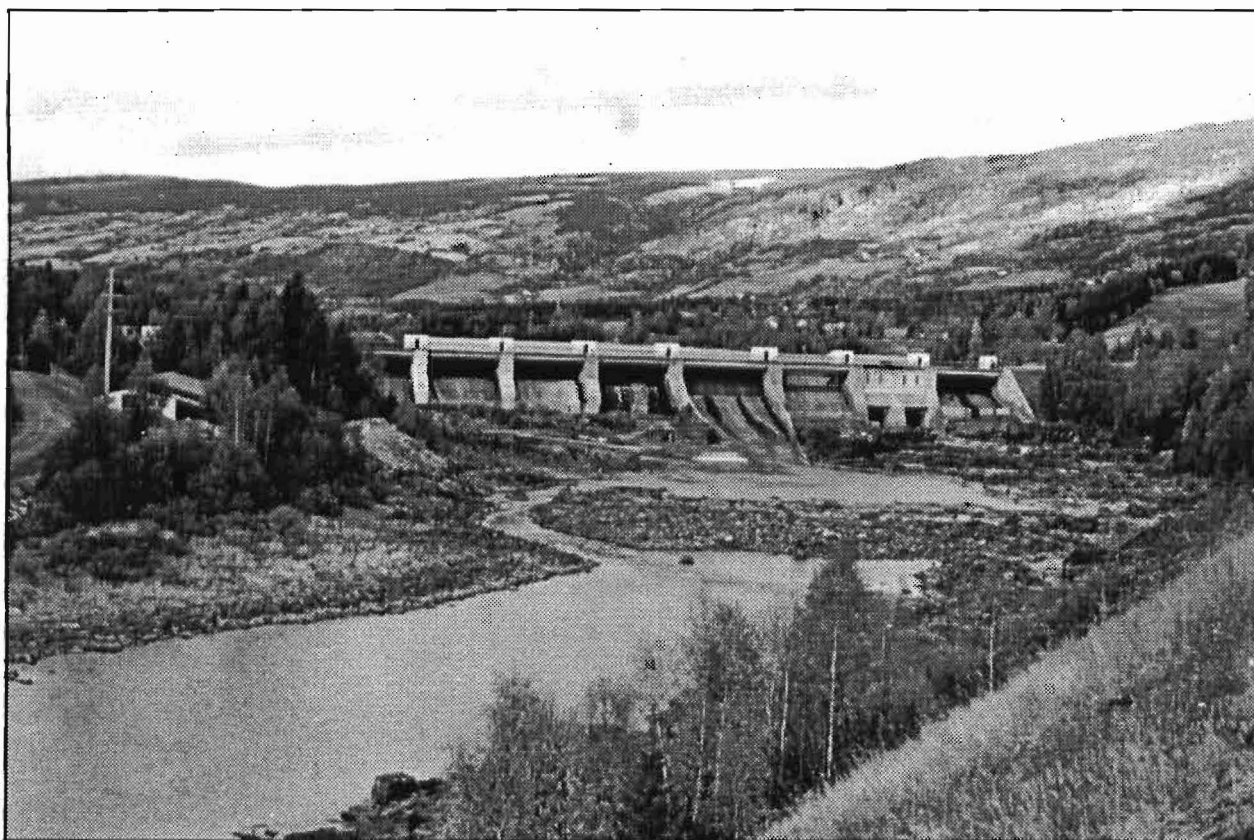




UTVANDRING AV VINTERSTØING OG SMOLT AV
HUNDERØRRET FRA GUDBRANDSDALSLÅGEN I RELASJON TIL
MANØVRERING AV HUNDERFOSSEN KRAFTVERK – PILOTFORSØK
MED RADIOTELEMETRI

Morten Kraabøl
Jo Vegar Arnekleiv



NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
VITENSKAPSMUSEET
TRONDHEIM

Forsidefoto: Hunderfossen med vintervannføring. (Foto: J.V. Arnekleiv)

Zoologisk notat 1997-1

Utvandring av vinterstøing og smolt av Hunderørret fra
Gudbrandsdalslågen i relasjon til manøvrering av Hunderfossen kraftverk –
pilotforsøk med radiotelemetri

Morten Kraabøl
Jo Vegar Arnekleiv

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Vitenskapsmuseet
Laboratoriet for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI, notat nr. 14)
Trondheim, januar 1997

ISBN 82-7126-520-2
ISSN 0803-0146

FORORD

Det er utført en rekke undersøkelser på gytevandring til laks og ørret, men finnes lite data på atferd etter gyting. For å lette oppvandring bl.a. ved kraftanlegg og dammer, er det bygd en rekke fisketrapper. Samtidig har det vært fokusert lite på fiskens nedvandring i vassdrag etter gyting. Særlig for storørret-stammene, hvor individene ofte er flergangsgytere, er det viktig at fisken kommer ut i innsjøen igjen etter gyting. I denne undersøkelsen har vi ved hjelp av telemetri forsøkt å se på hvordan utvandring av vinterstøing av Hunderørret foregår over Hunderfossen dam i forhold til vannslipp over dammen. Det er også utført en innledende undersøkelse på smoltutgangen i relasjon til kraftverksmanøvrering i Hunderfossen.

Undersøkelsen ble utført med økonomisk støtte fra Energiforsyningens Fellesorganisasjon (ENFO) og Norges Vassdrags- og Energiverk (NVE). K/L Opplandskraft har gitt oss avgjørende hjelp i form av fleksibel lukemanøvrering under forsøksperioden, samt skaffet utskrifter fra driftjournalene og vannføringsdata for Hunderfossen kraftverk. I tillegg har ansatte ved kraftverket bidratt med verdifulle observasjoner av fisk i forbindelse med rensking av rist foran vanninntaket. Personalet ved Hunderfossen settefiskanlegg har også vært behjelpelige under radiomerkingen av smolt fra anlegget.

Det rettes derfor en stor takk til Oddvar Caspersen og Frank Hansen ved K/L Opplandskraft. Jan Teigen takkes for informasjon om funn av Carlinmerket smolt i gjeddemager fra Lågen.

INNHOOLD

FORORD

1. INNLEDNING	6
2. OMRÅDEBESKRIVELSE	7
2.1. Reguleringen	7
2.2. Vannføringer	8
2.3. Hunderørreten	9
3. METODER OG MATERIALE	9
3.1. Gytevandrerer	9
3.2. Smolt	10
4. RESULTATER	11
4.1. Nedvandring av utgytt fisk	11
4.1.1. Nedvandring til Hunderfossen fra gyteplassene	11
4.1.2. Utvandring av vinterstøing gjennom lukene under vårfloppen	11
4.1.3. Utvandring av vinterstøing gjennom lukene under Ottafloppen	14
4.2. Utvandring av smolt fra Hunderfossen	14
4.2.1. Generelt vandringsmønster	14
4.2.2. Vandringer gjennom døgnet	16
4.2.3. Vandringer i forhold til vannføring	16
5. DISKUSJON	16
5.1. Utvandring av vinterstøing	16
5.2. Utvandring av smolt	18
6. OPPSUMMERING	19
6.1. Utvandring av vinterstøing	19
6.2. Utvandring av smolt	20
7. ANBEFALINGER	20
8. LITTERATUR	21
VEDLEGG	

1. INNLEDNING

Mange populasjoner av laksefisk er avhengige av å skifte habitat i løpet av livssyklusen. Laks (*Salmo salar*) og sjørørret (*Salmo trutta*) lever sine første leveår i fødeelven før de smoltifiserer og vandrer ut til fjorden eller havet for å oppsøke egnede ernæringsområder. Her vokser de meget raskt i forhold til årene i elva bl.a. som følge av overgang til fiskediett. Ved kjønnsmodning vandrer de hovedsaklig tilbake til fødeelven igjen for å gyte. En parallell til denne livssyklusen finner vi hos endel populasjoner av innlandsørret (*S. trutta*), og disse betegnes som storørretstammer. Hunderørreten i Gudbrandsdalslågen (heretter kalt Lågen) er en av de mest typiske storørretstammene, og bruker Mjøsa som sitt "hav".

Som i de fleste regulerte vassdrag med viktige vandrende fiskepopulasjoner er det i Lågen bygd fisketrapp ved Hunderfossen. Denne har en relativt god virkningsgrad, men mindre enn ønskelig (Anon. 1990). Når vannføringen over dammen (overskuddsvannet) overstiger 180 m³/s, opphører oppvandringen av Hunderørret i trappen. Ved lave vannføringer om høsten (minstevannføringer) ser det ut til at de største Hunderørretene får problemer med oppvandringen (Jensen & Aass 1991, 1995).

Fisketrappen ved Hunderfossen fungerer imidlertid ikke som utvandringsvei for utgytt Hunderørret. Det er kun ved én enkelt anledning at det ble observert en nedvandrende vinterstøing i trappen om våren (Frank Hansen pers.medd). Veteranvandrende Hunderørret må derfor ha sluppet seg ut gjennom flomlukene i demningen under foregående gytevandring, enten om høsten eller om våren. Gytende Hunderørret er for stor til å passere rista ved inntaket til kraftverket og kan ikke slippe seg ned gjennom turbinene.

Dette reiser spørsmål om *når*, og *under hvilke vannslippsituasjoner* denne utvandringen inntrer. Dreneringen av overskuddsvann over demningen ved Hunderfossen kraftverk skjer etter to prinsipper; bunnvann og overflatevann. Slipp av bunnvann er mest vanlig, da dette kan skje gjennom mange luker. Overflatetapping skjer først når vannføringen blir stor over en lengre tidsperiode. Hvis Hunderørreten har spesielle preferanser til vannslipp for å slippe seg ut gjennom lukene, så kan det medføre forsinkelser eller sperring av utvandringsmulighetene. Begge tilfeller vil sannsynligvis medføre økt dødelighet under gytevandringene som følge av manglende tilgang på næring, og dermed for høyt forbruk av energireservene for den enkelte fisk under gytevandring. Demningsmagasinet inneholder ikke mengder av egnet førfisk til Hunderørret, så grunnlaget for tilstrekkelig næring til så stor fisk er dårlig i magasinet. Ved en forsinket nedvandring til Mjøsa om våren (f.eks. stengt Hunderfoss dam pga sein og/eller moderat vårflom) vil vi anta at næringstilbudet til ørret seinere på våren/sommeren er begrenset fordi tettheten av krøkle i nordenden av Mjøsa er redusert på denne tiden. Krøkla gyter bl.a. i Lågens innløp til Mjøsa rundt 17. mai (Klyve 1985).

Det synes derfor velbegrunnet å fokusere på utvandringsmulighetene til flergangsgytende fiskepopulasjoner, spesielt i tilknytning til demninger i elvekraftverk. Fisketrappene er konstruert for oppvandring, mens utvandringen er viet svært liten oppmerksomhet.

I tillegg kan de samme problemstillingene være direkte overførbare til smoltutvandringen. Fire av de fem store gytefeltene til Hunderørret er lokalisert ovenfor Hunderfossen (Arnekleiv & Kraabøl 1994, 1996, Kristjansson & Kraabøl 1996). En stor mengde av Hunderørret-smolt vil derfor måtte passere demningen på sin veg ned til Mjøsa om våren/forsommeren. Det er

tidligere gjort forsøk med utsetting av smolt ned i trykksjaktene til turbininntaket, og resultatene viste noe lavere gjenfangst av smolten som ble satt ut gjennom Kaplanturbinene (Aass 1976). Det er imidlertid ikke sikkert at smolten frivillig velger å slippe seg ned i trykksjaktene. Dessuten er dette vanninntaket lokalisert 3-5 m under vannoverflaten.

Med bakgrunn i ovennevnte problemer ble det bestemt å gjøre to innledende forsøk ved hjelp av radiotelemetri. Voksen Hunderørret fra fisketrappen ble i 1993 radiomerket og sluppet ut ovenfor Hunderfossen under oppvandringen. Etter gyting ble de så peilet under nedvandringen mot Mjøsa igjen. Den viktigste problemstillingen var å undersøke hvilke manøvrerings-situasjoner av lukene som ga utvandring. Radiomerkning av smolt ble utført med fisk fra Hunderfossen settefiskanlegg. Pga. usikkerhet med festemetodikk av senderene, valgte vi å slippe dem ut nedenfor demningen for å unngå sendertap og lette peilearbeidet. Med det tilgjengelige utstyret ville det også blitt vanskelig å kontrollere om nedvandringene skjedde gjennom turbinene.

2. OMRÅDEBESKRIVELSE

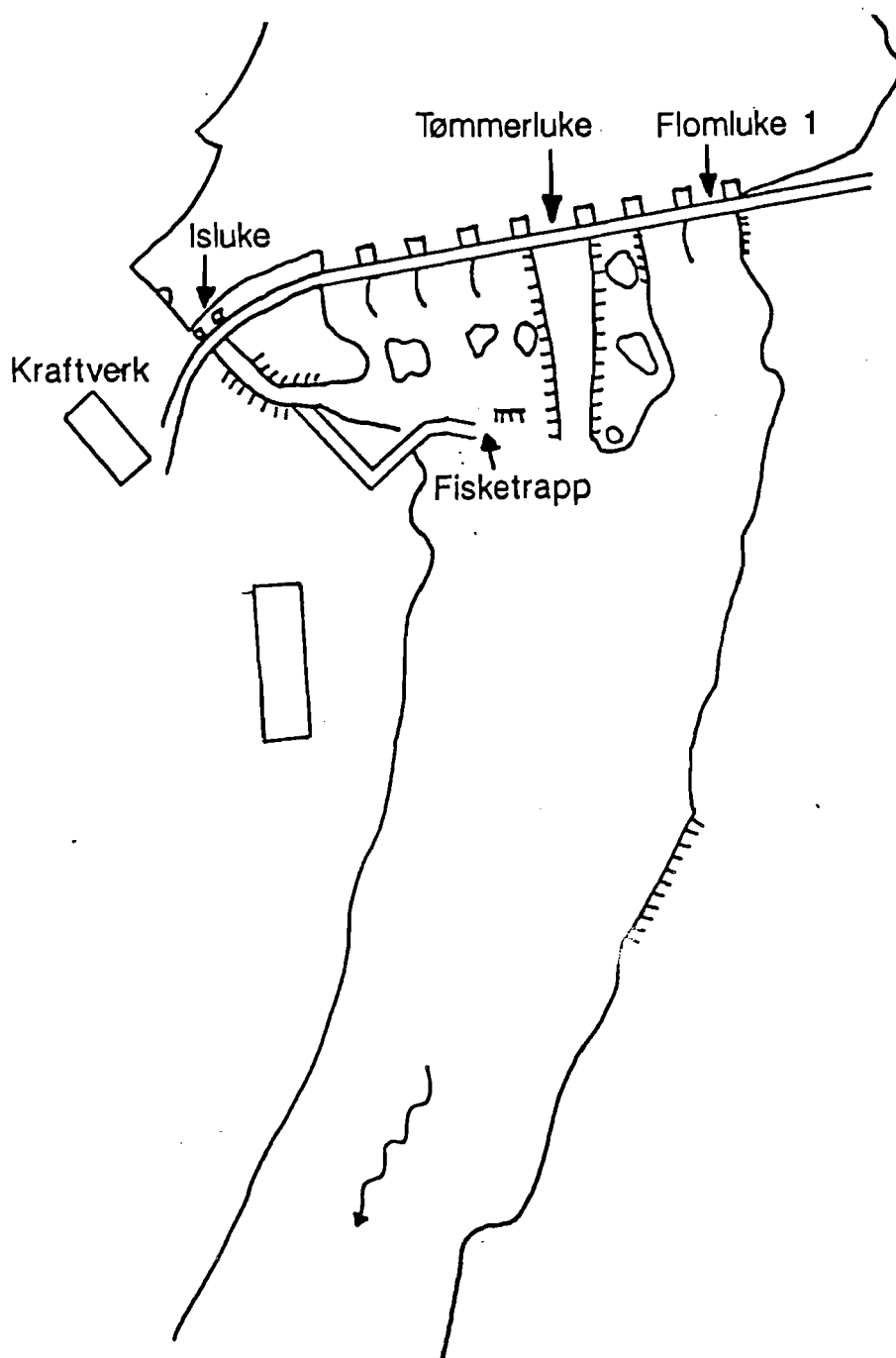
2.1. Reguleringen

Hunderfossen kraftverk ble satt i drift i 1964, og eies av K/L Opplandskraft. Demningen ligger 15 km fra Lågens utløp i Mjøsa. Reguleringen fungerer som et elvekraftverk, med vanninntaket på vestre side av demningen. Her ledes driftsvannet via to lodderette trykksjakter ned til to Kaplanturbiner. Fallhøyden er 46 m, og den totale slukeevnen er 300 m³/s. Etter at vannet har passert turbinene ledes det tilbake til Lågen ca. 4,4 km nedenfor Hunderfossen gjennom en tunnell (tverrsnittsareal 130 m²).

Demningen ved Hunderfossen kraftverk er ca. 200 m bred og består av 6 flomluker, 1 tømmerluke og 1 isluke (figur 1). De enkelte flomlukene er 16 m brede og taper bunnvann fra ca. 4 m dyp og med normale vannføringer pr. luke fra 0-170 m³/s. Dette tilsvarer en spalteåpning på 0-203 cm pr. luke. Full lukeåpning i flomlukene (267 m³/s) gir en vanddybde på 365 cm under luka. Tømmerluka ble konstruert for å muliggjøre tømmerfløting. Denne 20 m brede luka fungerer etter motsatt prinsipp som flomlukene ved at den senkes ved tapping av vann. Dette gir overflatetapping. Luka benyttes først når vannføringen forventes flomstor over lengre tidsrom. Isluka (6 m bred) har som funksjon å lede overflatevann med brask vekk fra turbininntaket. Under forsøket i 1993-1994 hadde denne luka en maksimal kapasitet på 8 m³/s, og ble under flomsituasjoner innstilt på 7-8 m³/s, og rundt 2 m³/s i perioder med lite brask i elvevannet. Denne luka er nå utbedret til å kunne senkes ytterligere, slik at den kan tappe opptil 40 m³/s. Reguleringen av lukene skjer både manuelt med elektrisk heis eller via datastyrte terminaler ved hovedkontorene. Bevegelser av tømmerluka krever langt mer arbeid enn de øvrige, og åpning av luka krever et arbeidsomfang på to dagsverk. Den blir derfor bare benyttet under vedvarende flom.

2.2. Vannføringer

Det opprinnelige elveleiet på 4,4 km mellom Hunderfossen og Hølsauget fikk et helt annet vannføringsregime etter reguleringen. Når Lågens totale vannføring overstiger $300 \text{ m}^3/\text{s}$, kjøres turbinene som oftest med full kapasitet. Det overskytende vannet blir sluppet gjennom lukene i demningen som overskuddsvann eller pålagt minstevannføring. Minstevannføringen i perioden f.o.m. oktober t.o.m. juni er satt til $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$, mens den i Hunderørretens viktigste gytevandrsperiode i juli og august er satt til $20 \text{ m}^3/\text{s}$. I løpet av siste del av oppvandringsperioden, september, trappes minstevannføringen ned til $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figur 1. Skisse over demningen ved Hunderfossen kraftverk.

Vannføringer over den pålagte minstevannføring forekommer regelmessig i form av vårflommen i mai-juni, og Ottaflommen i juli. Begge disse flommene er induisert av snøsmelting i nedbørfeltet, og gir årlig perioder med vannføringer opp mot 1200-1500 m³/s ved Hunderfossen. Vårflommen kommer av snøsmelting fra dalsidene i hovedvassdraget opp til 800-1000 m.o.h., mens Ottaflommen for det meste kommer av snøsmeltingen fra høyfjellsområdene på vestsiden (Jotunheimen), og dreneres ut i Lågen via Ottaelva. Totalt 65 % av det 11.500 km² store nedbørfeltet ligger over 1000 m.o.h. Nesten hver sommer kommer også ekstra tilsig etter regnværperioder, enten som tillegg til smelteflommene eller som separat regnværflom etter snøsmeltingen i august. Høstflommer forekommer mer sjelden, og er som oftest mindre i omfang.

2.3. Hunderørreten

Hunderørreten lever sine første 2-6 år i Lågen før den smoltifiserer ved en gjennomsnittlig lengde på 25 cm. Utvandringen til Mjøsa skjer om våren/forsommeren, og raskt skifter den diett fra insektlarver i Lågen til fisk i Mjøsa. Studier av ernæringen til storørret fanget i Mjøsa viste at næringen hovedsaklig bestod av krøkle (*Osmerus eperlanus*), men også lagesild (*Coregonus albula*) og sik (*C. lavaretus*) (Sandlund & Næsje 1984, Taugbøl et al. 1989). I Mjøsa oppholder de seg gjennomsnittlig i 3 år før kjønnsmodning. Normalt er det to år mellom hver gytevandring hos Hunderørreten, men frafallet i de mellomliggende årene ligger rundt 80 %. Gytefiskens gjennomsnittsvekt i Lågen er i underkant av 4 kg, og nesten årlig fanges eksemplarer mellom 10 og 13 kg på stang. Beskatningen av Hunderørret i Lågen ligger rundt 200 kg årlig (Kraabøl & Aass 1995).

3. METODER OG MATERIALE

3.1. Gytevandrere

Fangst av gytevandrende Hunderørret skjedde i fisketrappen ved Hunderfossen. Fiskene ble håvet opp fra trappen og plassert i en spesialkonstruert merkestall. Under påsying av radiosender (fabrikat: ATS, modell: LS6, frekvens: 30 Mhz) lå fisken i den vannfylte merkestallen med jevn tilførsel av friskt vann. Radiosenderne, som veide 27 g i luft, ble festet inntil høyre side av ryggfinnen. Merkeprosessen tok fra to til fire minutter, og individdata som kjønn, lengde, opprinnelse og gytedrakt ble bestemt under merking. Bedøvelse ble ikke benyttet (for nærmere beskrivelse av festemetodikk se Arnekleiv & Kraabøl 1994, 1996).

Etter merking ble fiskene løftet over i en laksebag og båret over til demningens overside, hvor de ble sluppet ut umiddelbart. Det tok i underkant av ett minutt å transportere fiskene fra merkestallen til oversiden av demningen.

Tilsammen 16 gytevandrere ble merket på denne måten i perioden 9. juli til 24. september 1993. I denne rapporten utelates data fra oppvandringen, gytelokaliteter og overvintringssted, og det presenteres kun data fra når de enkelte fiskene ble registrert ved Hunderfossen under nedvandringen, samt tidspunkt for utvandring over dammen. For å teste utvandring av støing ved ulike vannslipp, ble det avtalt med Hunderfossen kraftverk å slippe ulike mengder av vannføringen under vårflommen som overflatevann over tømmerluka, samt betydelige deler som

bunnvann gjennom flomlukene. På grunn av vedlikeholdsarbeid på demningen kunne ikke tømmerluka benyttes av sikkerhetsmessige årsaker. Det ble derfor bestemt at flomluke 1 skulle åpnes maksimalt ved tilstrekkelige vannføringer. På denne måten ville det skje overflate-tapping. Større fisk kan ikke slippe seg ned gjennom turbinene på grunn av rista ved inntaket (spalteåpning 80 mm). Derimot vil smolt (fiskestørrelse opp mot 30 cm) kunne passere gjennom turbininntaket.

Kjønnsfordelingen var litt skjev i forhold til registreringene i trappen, hvor fordelingen er omtrent 50:50. Vi merket 5 hanner og 11 hunner, dvs. en kjønnsfordeling på 31:69 (tabell 1). Gjennomsnittlig fiskelengde for de radiomerkede ørretene var 75,6 cm. Fiskene ble i gjennomsnitt peilet hver 9. dag fra november (etter gyting) og fram til ca. 15. april hvor registreringene igjen ble intensivert og fiskene peilet i gjennomsnitt hver 2. dag til de var ute i Mjøsa.

Tabell 1. Individdata og tidspunkt for første registrering ved Hunderfossen etter gyting.

Fisk nr.	Kjønn	Lengde (cm)	Opprinnelse	Første registrering ved Hunderfossen
020	hun	74	settefisk	3. november 1993
030	hun	79	villfisk	3. november 1993
040	hun	75	villfisk	14. mai 1994
060	hun	67	villfisk	3. november 1993
070	han	80	settefisk	15. mai 1994
080	han	75	settefisk	3. november 1993
090	hun	78	settefisk	15. november 1993
130	hun	76	settefisk	15. november 1993
150	hun	65	settefisk	18. november 1993
160	hun	76	settefisk	15. mai 1994
170	han	68	villfisk	15. mai 1994
180	hun	64	settefisk	3. november 1993
190	hun	63	settefisk	3. november 1993
200	han	65	settefisk	15. mai 1994
210	hun	65	villfisk	15. mai 1994
220	han	65	settefisk	3. november 1993

3.2. Smolt

Fangst av vill smolt viste seg å være vanskelig pga. høy vannføring. Det ble derfor besluttet å benytte 2-årig smolt fra Hunderfossen settefiskanlegg. Tilsammen 10 smolt i meget god kondisjon med lik størrelse (25 cm/200 g) ble håvet ut fra årets utsettingskvote på 15.000 smolt. Påsyingen av radiosenderne (fabrikat: Televilt, frekvens: 142 Mhz) skjedde i en spesialkonstruert merkestall (2" PVC-rør). Radiosenderne veide 2,6 g i luft, og utgjorde derfor 1,3 % av smoltens vekt, målt i luft. Det ble ikke foretatt kjønnsbestemmelse av den radiomerkede smolten. Merkingen skjedde uten bedøvelse.

Etter merking ble alle satt ut i Lågen rett nedenfor demningen ved Hunderfossen den 18. mai 1993. Radiopeilingene startet umiddelbart, og ble utført minst to ganger pr. døgn. Hver smolt ble peilet helt ned til Mjøsa, men ikke utover i Mjøsa.

4. RESULTATER

4.1. Nedvandring av utgytt fisk

4.1.1. Nedvandring til Hunderfossen fra gyteplassene

I løpet av perioden 3.- 18. november 1993 ble 10 av de utgytte fiskene (62,5 %) registrert helt nede ved lukene ved demningen (figur 2). På denne tiden ble det kun tappet vann (1,8 m³/s) gjennom fisketrappen. Ingen av fiskene gikk ned trappen utover vinteren, men holdt seg for det meste i det oppdemte magasinet. Fiskenes atferd var preget av stor aktivitet, både i form av svært hyppige aktivitetsutslag på radiosenderen og bevegelsesmønster. I november og desember forflyttet de seg ofte fra demningskronen og ca. 1 km oppstrøms. Enkelte ganger ble det også peilet fisk i strømmen ovenfor magasinet, ca. 3 km oppstrøms demningen (figur 3). Vanntemperaturen var i denne perioden mellom 0,1 og 0,8 °C. Aktivitetsnivået holdt seg høyt gjennom hele vinteren. Til sammenligning ble det på samme tid ikke observert hverken aktivitetssignaler eller forflytninger hos de 6 fiskene som overvintret lengre opp i Lågen.

I perioden 18. november 1993 - 13. mai 1994 skjedde ingen ny nedvandring mot demningen. I perioden frem til 7. mai ble det ikke tappet vann over dammen utover fisketrappens kapasitet.

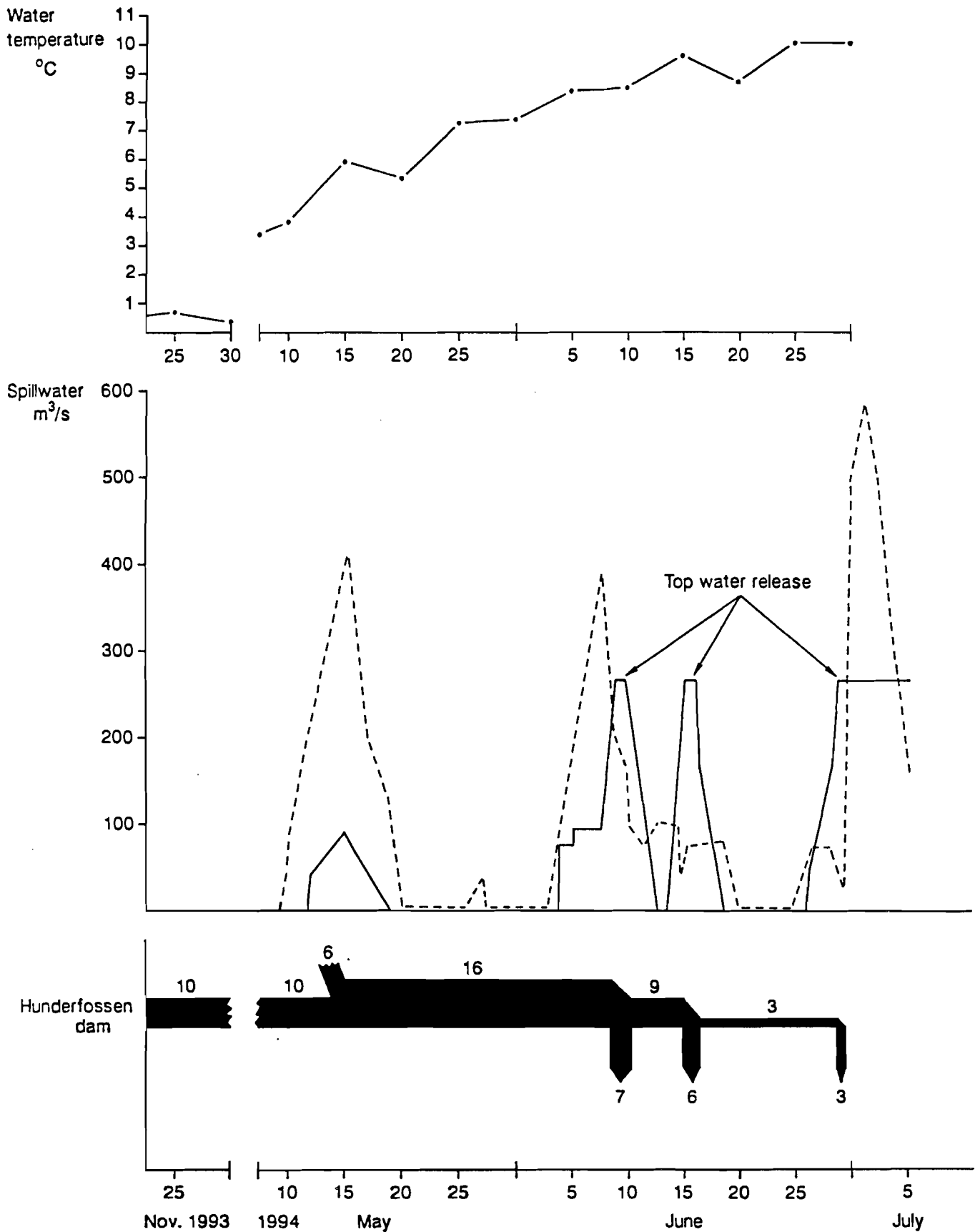
4.1.2. Utvandring av vinterstøing gjennom lukene under vårflommen

Vårflommen startet beskjedent den 26. april, da totalvannføringen i Lågen steg fra i underkant av 100 m³/s til drøyt 200 m³/s i månedsskiftet april-mai. Deretter kulminerte den litt frem til 4. mai. Deretter kom den relativt raskt opp til 770 m³/s den 14. mai. I denne perioden ble det peilet annenhver dag i demningsbassenget etter de 6 fiskene som overvintret lengre opp i Lågen. En av disse ble registrert ved demningen den 14. mai, og de resterende fem ble peilet den 15. mai helt innved demningen (figur 2). Nedvandringen fra overvintringslokalitetene til Hunderfossen skjedde altså ved totalvannføring i Lågen under vårflommen på opp mot 700 m³/s. Vanntemperaturen var mellom 5 og 6 °C.

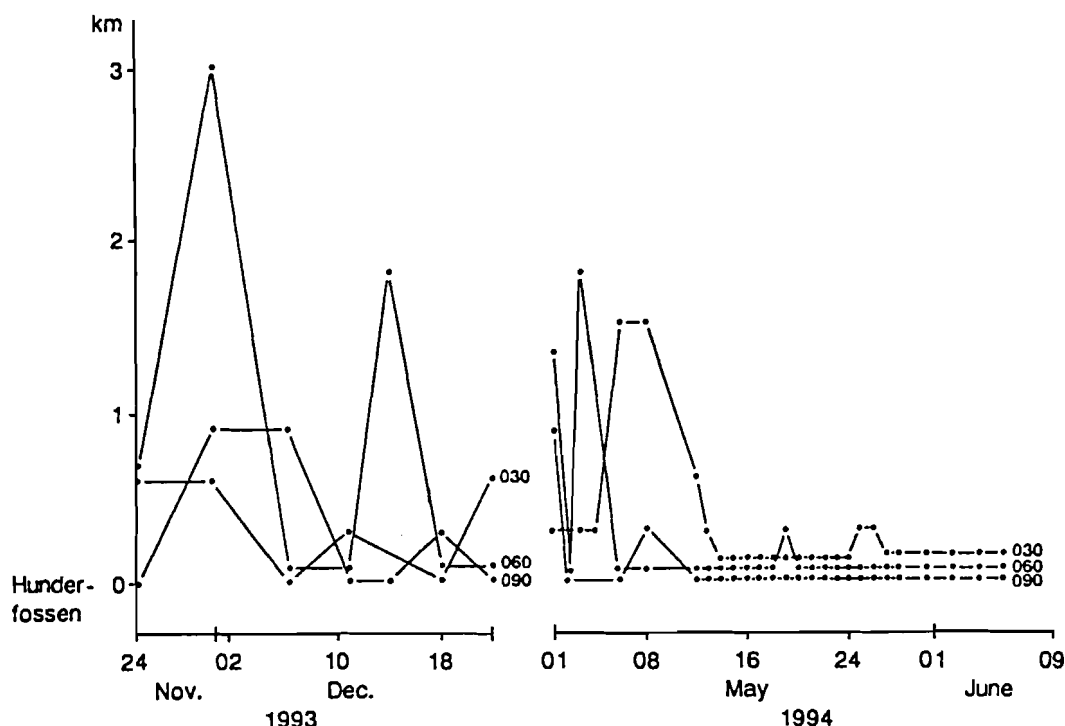
De 16 fiskene som befant seg i demningsmagasinet fra 15. mai ble mindre rastløse mht. oppstrøms vandring. Etterhvert som det ble sluppet bunnvann gjennom flomlukene befant fiskene seg nesten kontinuerlig inntil demningen (figur 3). Radiosignalene viste imidlertid et høyt aktivitetsnivå.

I perioden 9. mai - 7. juni (tilsammen 30 døgn) ble det tappet overskuddsvann fra 4 til 496 m³/s gjennom de 6 flomlukene samt isluka og fisketrappa. Den samlede detaljerte manøvreringen av vann i denne 30-døgns perioden var som følger:

Flomluke 1: 0-94 m³/s, bunnvann
 Flomluke 2: 0-96 m³/s, bunnvann
 Flomluke 3: 0-110 m³/s, bunnvann
 Flomluke 4: 0-92 m³/s, bunnvann
 Flomluke 5: 0-168 m³/s, bunnvann
 Flomluke 6: 0-168 m³/s, bunnvann
 Isluka: 2-8 m³/s, overflatevann
 Fisketrappen: konstant 1,8 m³/s



Figur 2. Utvandring av vinterstøing over demningen i forhold til vannføring, manøvreringen av flomluke 1 og vanntemperatur.



Figur 3. Bevegelsesmønster for tre av de 16 ørretene i demningsbassenget ovenfor Hunderfossen i perioden 24. november 1993 til 5. juni 1994.

Ingen av fiskene slapp seg utfor i denne perioden (figur 2). Vanntemperaturen var stigende fra ca. 6-8 °C.

Den 8. juni kl 0900 ble flomluke 1 åpnet maksimalt, slik at den drenerte 267 m³/s. Lukeporten var da ikke i kontakt med vannet, slik at det ble tappet overflatevann. Denne situasjonen ble holdt til kl. 1900 den 9. juni (34 timer). Den samlede vannføring over dam i denne perioden sank fra 463 til 350 m³/s, og vanntemperaturen var ca. 9 °C. Den samlede detaljerte manøvreringen av vann i denne 34-timers perioden var som følger:

Flomluke 1: konstant 267 m³/s, åpen luke
 Flomluke 2; 47-119 m³/s, bunnvann
 Flomluke 5; 70-0 m³/s, bunnvann
 Flomluke 6; 70-21 m³/s, bunnvann
 Isluka; konstant 7 m³/s, overflatevann
 Fisketrappen; konstant 1,8 m³/s

Total overskuddsvannføring sank fra 463-350 m³/s. Under denne manøvreringen av vann slapp 7 (44 %) av de 16 ørretene seg over demningen (figur 2).

I perioden 10. juni - 15. juni ble det tappet overskuddsvannføringer fra 94-337 m³/s, fordelt på bunnvannstapping gjennom flomlukene 2 og 6, samt overflatevann i isluka og fisketrappen. Den samlede detaljerte manøvreringen av vann i denne 133-timers perioden var som følger:

Flomluke 2: 8-133 m³/s (ca. 90 % av tiden mellom 65 og 87 m³/s) , bunnvann.

Flomluke 6: 0-21 m³/s (konstant 21 m³/s i ca. 50 % av tiden) , bunnvann.

Isluka: konstant 7 m³/s, overflatevann

Fisketrappen: konstant 1,8 m³/s

Total overskuddstapping sank fra 296 til 94 m³/s i de første 3 døgnene av perioden, men steg til 337 m³/s i løpet av de to siste døgnene. Ingen av fiskene vandret ut i denne 5-dagers perioden (figur 2).

Flomluke 1 ble igjen åpnet fullstendig den 15. juni kl. 1200. Den frie utstrømmingen av vann på 267 m³/s ble holdt frem til 16. juni kl. 0900, tilsvarende 21 timer. Flomluke 2 tappet i denne perioden fra 16-96 m³/s, og isluka og fisketrappen hhv. 7 og 1,8 m³/s. På denne tiden slapp 6 (67 %) av de gjenværende 9 ørretene seg ned over demningen (figur 2).

4.1.3. Utvandring av vinterstøing gjennom lukene under Ottaflommen

I perioden 16/6 - 28/6 ble det sluppet overskuddsvann fra 4-273 m³/s. Denne vannføringen ble sluppet for det meste som bunnvann gjennom flomluke 1 og til dels flomlukene 4, 5 og 6. Overflatevann ble sluppet over isluka og i fisketrappen. Den samlede detaljerte lukemanøvreringen i denne perioden på 13 døgn var som følger:

Flomluke 1: 0-168 m³/s (ca. 12 % av tiden med vannføring 168 m³/s), bunnvann.

Flomluke 2: 0-96 m³/s (ca. 35 % av tiden med vannføringer mellom 50 og 96 m³/s), bunnvann.

Flomlukene 4, 5 og 6: 0-20 m³/s (totalt tre timer med vannføring på 20 m³/s), bunnvann.

Isluka: 2-8 m³/s (ca. 12 % av tiden med vannføring på 8 m³/s), overflatevann.

Fisketrappen: konstant 1,8 m³/s.

Totalt varierte den samlede overskuddsvannføringen i perioden mellom 4 og 273 m³/s. Vannføringen var konstant 4 m³/s i 8 døgn (19.-27. juni), likt fordelt på trappen og isluka.

Ingen av de gjenværende 3 fiskene gikk ut i løpet av denne 13-døgns perioden (figur 2). Vanntemperaturen var rundt 10 °C.

Ved midnatt den 28. juni ble flomluke 1 for tredje gang åpnet fullstendig opp, slik at 267 m³/s strømmet fritt ut. Totalvannføringen i Lågen økte kraftig i de etterfølgende dagene, og full lukeåpning ble holdt i flere døgn. De tre gjenværende fiskene gikk imidlertid ut i løpet av natten og morgenen etter at flomluka ble åpnet helt (7 timer) (figur 2). I denne perioden ble det tappet 24 m³/s gjennom flomluke 2, og hhv. 8 og 2 m³/s i isluka og fisketrappen. Vanntemperaturen var 10,5 °C.

4.2. Utvandring av smolt fra Hunderfossen

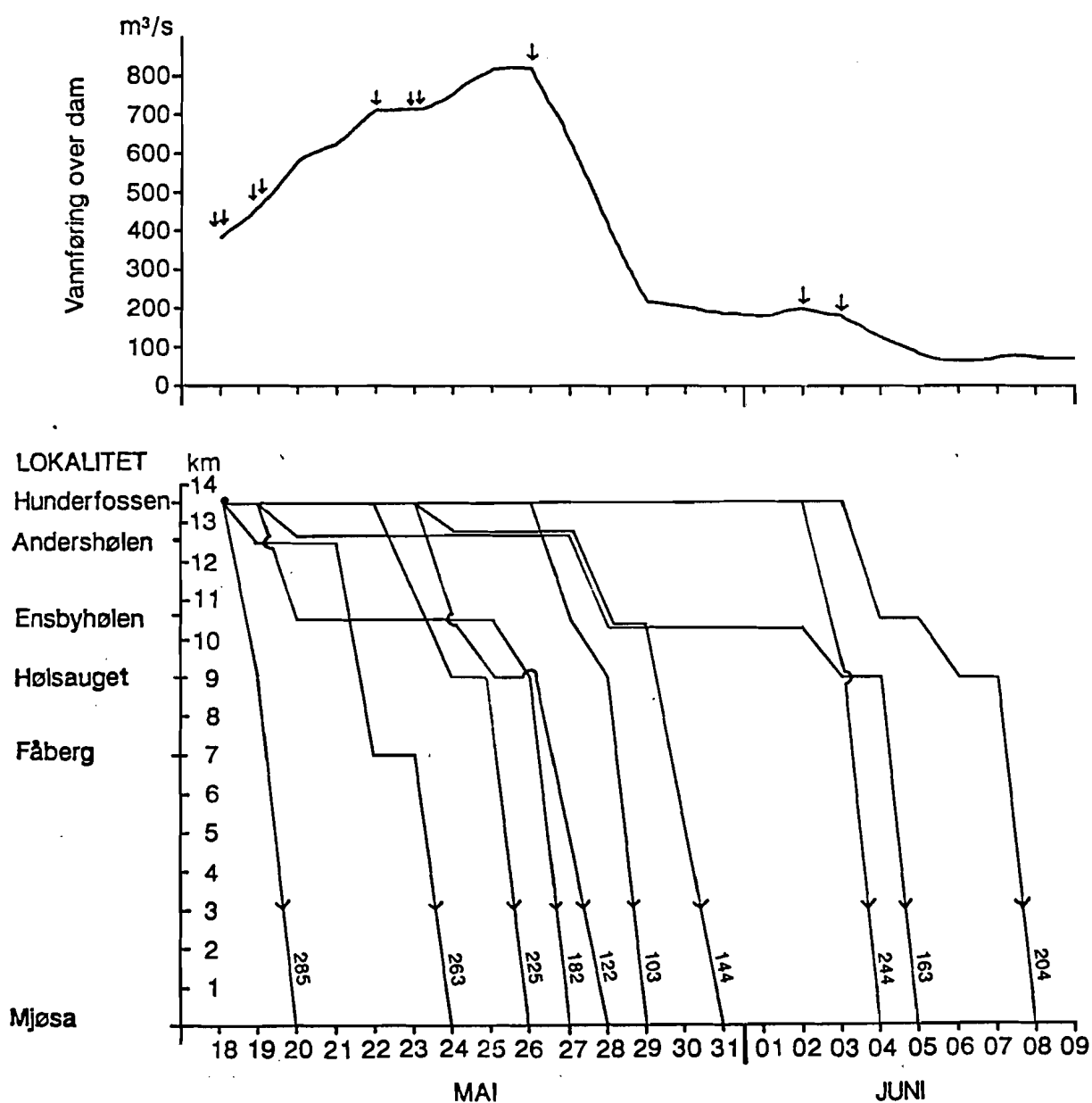
4.2.1. Generelt vandringsmønster

I gjennomsnitt brukte de 10 smoltene 11,5 døgn (SD = 5,5362) fra utsettingsdatoen den 18. mai til de kom ned til Mjøsa. Den raskeste brukte kun to døgn, mens den seneste brukte 21 døgn. I den regulerte sonen fra Hunderfossen til Hølsauget (4,4 km) brukte smoltene fra 1 til 19 døgn, med et gjennomsnitt på 9,75 døgn (SD = 5,5283). Fra Hølsauget og ned til Mjøsa

(10,8 km) vandret de langt raskere, med et gjennomsnitt på 1,75 døgn (SD = 0,6801). De raskeste vandret på 1 døgn, mens de seneste brukte 2,5 døgn. Vandringshastighetene i de ulike elvesonene er vist i tabell 2. Figur 4 viser vandringskurvene for de 10 radiomerkede smoltene. Vanntemperaturen i undersøkelsesperioden (18. mai-8. juni) var jevnt stigende fra 5,9-10,5 °C.

Tabell 2. Gjennomsnittlig vandringshastighet for smoltene, samt lengde og fallhøyde for de inndelte strekningene mellom Hunderfossen og Mjøsa. * = kroppslengder pr. sekund

Elvestrekning	Lengde (km)	Fallhøyde (m)	Hastighet (kl s ⁻¹)*
Hunderfossen-Hølsauget	4,4	36	0,02
Hølsauget-Mjøsa	10,8	6	0,29
Totalt	15,2	42	0,06



Figur 4. Utvandringmønster for ti radiomerkede smolt i forhold til vannføring over dammen.

4.2.2. Vandringer gjennom døgnet

Tidspunkter for forflytninger nedstrøms skjedde oftere i den halvdelen av døgnet som hadde to skumrings- og en mørkeperiode (kl. 21-09) enn den lyse halvdelen (kl. 09-21). Av 23 registrerte forflytninger ble 18 (78 %) registrert i den første perioden, og 5 (22 %) skjedde i fullt dagslys.

4.2.3. Vandringer i forhold til vannføring

I perioden 18.-26. mai steg vannføringen på den regulerte strekningen fra ca. 400 m³/s til ca. 800 m³/s. I løpet av denne perioden startet 8 (80 %) av de 10 radiomerkede smoltene nedvandringen fra Hunderfossen. I perioden 27. mai - 1. juni sank vannføringen, og ingen av de to gjenværende smoltene vandret ut i denne perioden. De to (20 %) resterende startet nedvandringen i forbindelse med en svært liten vannføringsøkning den 2. juni (figur 4).

5. DISKUSJON

5.1. Utvandring av vinterstøing

Resultatene indikerer at utvandring av vinterstøinger hindres ved tapping av bunnvann gjennom flomlukene, selv ved vannføringer opp til 168 m³/s gjennom den enkelte luke. Tapping av overflatevann gjennom fisketrappen (1,8 m³/s) og isluka (8 m³/s) gir heller ikke nedvandringmuligheter ifølge våre resultater, men det er ved enkelte anledninger observert at vinterstøingene slipper seg over isluka (Oddvar Caspersen. pers.medd). Det ser ut til at det kreves vannføring i form av overflatevann for at vinterstøingene slipper seg ut. Ut ifra resultatene kan man ikke slutte seg til terskelverdier for utvandring, men den raske utvandringssraten ved 267 m³/s i flomluke 1 kan tyde på at nedre grense for overflatevann som gir tilfredsstillende utvandring ligger vesentlig lavere, men likevel høyere enn 8 m³/s. Det er også mulig at det ikke bare er vannføringen, men også lukens bredde som er avgjørende. Ved en gitt vannføring vil en smal luke som f.eks. isluka gi dypere vann dybde over luka enn tilsvarende vannføring over tømmerluka, som er mer enn tre ganger så bred.

Utvandringen gjennom flomluke 1 skjedde både om dagen og om natten. Dette kan imidlertid ha sammenheng med at vannet i flomperiodene var betydelig farget, noe som kan føre til at fisk beveger seg over en større periode av døgnet. Videre kan det tenkes at vannføringer ned mot en eventuell terskelverdi, og god sikt i vannet, fører til at utvandringssraten er størst i skumringsperiodene eller om natten.

Tradisjonelt er det fokusert mest på å bygge fisketrapper for å hjelpe gytevandrende fisk forbi demninger og andre vandringshindringer under oppvandringssfasen av gytevandringen (f.eks. Baxter 1961, Stewart 1969, Anon. 1990). Kunnskap om hvordan fisken klarer nedvandringen til f.eks. innsjøen er sentralt med hensyn til best mulig overlevelse og produksjon i flergangsgytende bestander. I Alta er det f.eks. vist at overlevelsen av vinterstøinger av laks ga et viktig tilskudd til laksebestanden (Berg & Hagala 1972). Dødeligheten etter gyting er relatert til i hvor stor grad gytevandringen tærer på energireservene. Det er ikke uvanlig at vinterstøinger

om våren etter gyting og overvintring i elva har mistet mer enn halvparten av den kroppsvekten de hadde før gyting. Det er derfor viktig at fiskene ikke holdes tilbake unødige lenge i elvene, hvor det som oftest ikke finnes tilstrekkelig næringsgrunnlag i form av egnede förfiskforekomster. Hvis vårfloppen i Lågen blir sein og/eller moderat, så kan det skje at det ikke tappes overflatevann før Ottafloppen i juli. Dette betyr en forlengelse av sulteperioden i elv med opptil flere uker i høy temperatur. Stoffskiftet vil derfor i denne forsommerperioden bli høyere enn om vinteren, og tæring på energireserver skjer derfor raskere. Det kan derfor regnes som sannsynlig at energiforbrukets nedre grense for overlevelse til neste gyting kan overskrides, og dødeligheten etter gyting øker.

Registreringen av nedvandringen etter gyting tyder på at 60-70 % av Hunderørreten starter nedvandringen på høsten og kunne overvintret i Mjøsa dersom utvandringen ikke ble hindret. Selv om vinterstøingen overlever en forsinkelse i utvandringen over Hunderfossen, så er det sannsynlig at den om sommeren vil oppleve en lav tetthet av krøkle i nordenden av Mjøsa. Krøkletettheten er antatt størst i denne delen av Mjøsa rundt gytetiden den 17. mai. Dette underbygges av at dreggefisket etter Mjøsørret i Mjøsa ved Lillehammer gir mer enn dobbelt så stor avkastning i de to siste ukene i mai sammenlignet med første halvdel av juni. Videre utover i juni og juli er fangstene kun sporadiske (Kraabøl, unpubl.data). Det er derfor grunn til å anta at vinterstøingen må søke utover i Mjøsa etter krøkleforekomster, noe som gir ytterligere energiforbruk.

Med bakgrunn i dette kan det være grunnlag for å hevde at det ligger en gevinst i form av økt overlevelse av Hunderørret etter gyting ved å sørge for betydelig tapping av overflatevann i en tidlig fase av vårfloppen. Dette bør da fortrinnsvis gjøres med tømmerluka, før det foreligger kunnskap om terskelverdier for utvandring. Etter at islukas kapasitet ble økt til 40 m³/s i 1996, kan det i et eventuelt senere studie av utvandring gjøres forsøk med vannføringer over isluka mellom 8 og 40 m³/s. Observasjoner gjort av ansatte ved Hunderfossen kraftverk viser at det ofte står flere titalls vinterstøinger foran turbininntaket og isluka om våren, og det observeres mer fisk hvis det ikke har vært høstflom, og omvendt (O. Caspersen pers.medd). Spesielt mye fisk ble observert våren 1994, da det var rekordantall som passerte trappa foregående høst (532 stk). Ved rensk av rista over inntaket observeres stimer av vinterstøinger som rømmer unna. Det ble også ved ett enkelt tilfelle observert at en vinterstøing slapp seg over isluka ved 8 m³/s om dagen (O. Caspersen pers.medd). Det ble observert vinterstøing under rensk av rista helt frem til begynnelsen av juli 1993, med avtakende mengde utover i forsøksperioden. Dette underbygger resultatene fra dette studiet.

Temperaturen kan i tillegg til vannføringen virke bestemmende på utvandringsraten. Utover i forsøksperioden steg temperaturen, og den var fra 9 til 10,5 °C da vinterstøingen gikk ut. Under den første flomtoppen rundt midten av mai, hvor det ble tappet opptil 463 m³/s gjennom bunnlukene, var vanntemperaturen betydelig lavere (3,5 til 6 °C). Hvorvidt dette virket hindrende på utvandringen er vanskelig å si. Men nedvandringen av de seks overvintrende fiskene fra ovenforliggende gyteplasser indikerer at fiskene var vandringsvillige. I tillegg var det en periode på 4,5 døgn (3.-8. juni) hvor det ble tappet vannføringer fra 105-485 m³/s som bunnvann gjennom flomlukene. Flomlukene 5 og 6 hadde i denne perioden vannføringer på 133-168 m³/s i nesten to døgn uten at noen av de 16 fiskene slapp seg ut. Vanntemperaturen var da 8,5-9 °C, det samme som da 7 av fiskene slapp seg ut senere på dagen den 8. juni. Dette tyder på at det er overflatetappingen fremfor vanntemperaturen som er utslagsgivende for utvandring.

Hvis utvandringmønsteret til de 16 fiskene i dette studiet var representativt for alle overlevende vinterstøingene fra foregående års gytepopulasjon, kan man anslå en verdi på den reelle utvandringraten. Gitt følgende forutsetninger; A: 450 av de 532 gytevandrerne fra 1993 hadde overlevd til våren 1994, B: utvandring skjer like gjerne om natten som om dagen og C: utvandringen er 100 % relatert til den beskrevne lukemanøvreringen. I løpet av den 62 timer lange perioden med full lukeåpning i flomluke 1 ville 450 fisk sluppet seg ut. Dette gir en utvandringssrate på 7,2 fisk pr. time.

5.2. Utvandring av smolt

Det er sannsynlig at utvandring av smolt over demningen også er avhengig av tapping av overflatevann. Det er gjort forsøk med utsetting av smolt gjennom turbinene med relativt godt resultat (Aass 1976). Det er tidligere vist at laksesmolt kan passere Kaplanturbiner uskadd ved fallhøyder opptil 100 fot (ca. 33 m) (Baxter 1961). Fallhøyden i Hunderfossen er 46 m, og Hunderørretsmolten noe større enn laksesmolt, noe som kan forklare en viss dødelighet. Det er imidlertid ikke sikkert at smolten vil slippe seg ned i trykksjaktene frivillig ved manglende utvandringssmulighet over demningen. For å undersøke dette bør tilsvarende undersøkelse, som utført med støing, gjøres med utvandring av smolt over demningen. De samme effekter i tilknytning til en forsinkelse i utvandringen kan gjelde også for smolt. Det optimale utsetnings-tidspunkt for smolt i Lågen er siste del av mai og begynnelsen av juni, noe som kan henge sammen med næringstilbudet i Mjøsa. Gjenfangstene er klart størst for smolt utsatt i Lågen nedenfor Hunderfossen sammenlignet med utsettinger ovenfor (Aass 1990). Hvis dette kan forklares med vanskeligheter med passering av demningen, vil det være en gevinst i form av økt tilslag fra smoltutsettingene ved å tappe overflatevann under tidlig vårflom. Dette bør imidlertid undersøkes nærmere.

Resultatene fra telemetristudiene nedenfor demningen viser at telemetri er en egnet metode for vandringsstudier også på smolt. Vandringsmønsteret nedover mot Mjøsa samsvarer med andre studier av smoltvandring i elv, selv om det oppgis noe sprikende resultater når det gjelder vandringer i forhold til vannføring, lysintensitet og vanntemperatur. For det meste vandrer smolt av laksefisk i skumring og mørke (f.eks. Northcote 1962, Byrne 1971, Hoar 1976, Thorpe & Morgan 1978, Thorpe et al. 1981, Hansen & Jonsson 1985, Thorpe et al. 1988). Når det gjelder vanntemperatur, så kan denne virke regulerende på smoltutvandringen i form av en nedre terskelverdi (Fried et al. 1978, McCleave 1978), men også i form av endringer i vanntemperaturen (Jonsson & Ruud-Hansen 1985). Ettersom vanntemperaturen var jevnt økende fra 5,9 til 10,5 °C i undersøkelsesperioden, tyder dette på at endringene i seg selv ikke forklarer utvandringmønsteret. Vanntemperaturen var også over de beskrevne terskelverdiene for smoltutvandring. Det er derfor sannsynlig at økende vannføring er den utløsende faktor for utvandring av Hunderørretsmolt. Det må imidlertid tas i betraktning at materialet er for lite til å trekke sikre konklusjoner.

Smolten vandret raskest i Lågens nedre deler. Dette kan ha sammenheng med at det er i denne delen den møter predatorer. Det er ikke gjort undersøkelser av predasjon på smolt under utvandringen i Lågendeltaet, men det er kjent at f.eks. torsk kan predatere sterkt på laksesmolt i estuariene. Utenfor munningen av Surna ble det estimert en total mortalitet på smolt i et lite avgrenset område på hele 24,8 %, og torsken samlet seg i munningsområdet som følge av denne næringstilgangen (Hvidsten & Møkkelgjerd 1987). Hvidsten & Lund (1988) fant det samme forhold utenfor munningen av Orkla. Et mottrekk til dette predasjonstrykket vil være å

vandre ut under høy og turbid vannføring og i store stimer. Undersøkelser har vist at disse forhold gir bedre overlevelse hos smolt (Hvidsten & Hansen 1988, Hvidsten & Johnsen 1993). I Lågendeltaet er det kjent at det finnes store mengder gjedde (*Esox lucius*) om våren og forsommeren, og Carlinmerket smolt er sporadisk observert i gjeddemager fra tidligere år (Jan Teigen pers.medd.). Gjeddass to viktigste gyteområder ligger i de nederste 5 km av Lågen, men den finnes også opp til Fåberg. Predasjonstrykk fra gjedde kan derfor tenkes å ha ført til at smolten vandrer ut under perioder med lavere predasjonsrisiko, dvs. stigende og høye vannføringer, og at den bruker kortest mulig tid i dette området.

6. OPPSUMMERING

6.1. Utvandring av vinterstøing

- 1) En betydelig del av gytevandrerne som passerer fisketrappen ved Hunderfossen ser ut til å vandre nedstrøms umiddelbart etter gyting. 10 av 16 ørreter vandret ned til demningen i løpet av november. Den rastløse atferden langs demningen og i bassenget utover vinteren tolkes som at den ønsker videre nedvandring, men blir hindret av dammen.
- 2) Resultatene indikerer at det er vannføringen og lukemanøvreringen som igangsetter utvandringen av vinterstøing, fremfor vanntemperaturen. Utvandringen skjedde både på dagtid og om natten.
- 3) Ørretene slapp seg ut i forbindelse med full åpning av flomluke 1. Dette ga overflatetapping på $267 \text{ m}^3/\text{s}$, og vanddybde under luka på 3,65 m. Denne luka ble åpnet fullt ved tre anledninger, og alle 16 ørretene slapp seg ut i løpet av en sammenlagt periode på 62 timer.
- 4) Ingen av ørretene slapp seg ned fisketrappen, som slipper en konstant vannføring på $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 5) Ingen av ørretene slapp seg ned isluka, som i lengre perioder slapp $8 \text{ m}^3/\text{s}$ som overflatevann. Dette til tross for at det gjentatte ganger ble observert stimer av vinterstøing i umiddelbar nærhet til luka. Personalet ved kraftverket har imidlertid ved enkelte anledninger observert ørret som har sluppet seg over isluka ved nevnte vannføring.
- 6) Ingen av ørretene slapp seg ned flomlukene, som enkeltvis tappet bunnvann inntil $168 \text{ m}^3/\text{s}$, tilsvarende lukeåpning på 2 m.
- 7) Materialet gir ikke holdepunkter til å fastslå evt. terskelverdier for vannføring som gir nedvandring. Den raske nedvandringen ved tapping av $267 \text{ m}^3/\text{s}$ i flomluke 1 indikerer at den laveste terskelverdi sannsynligvis ligger under denne vannføringen. Observasjoner kan tyde på at $8 \text{ m}^3/\text{s}$ over isluka gir sporadisk utvandring.

- 8) Det er sannsynlig at en forsinket utvandring av vinterstøing om våren kan gi økt dødelighet på ørreten. Ørret som ikke vandrer ut tidlig, vil måtte tære ekstra på energireservene i en periode med stigende vanntemperatur og derav høyere stoffskifte. Demningsmagasinet huser ikke egnet förfisk for storørret. Hvis vinterstøingen kommer ut i Mjøsa i juni eller juli, vil den sannsynligvis møte en lav tetthet av krøkle som følge av at krøklas gyttid er over, og denne viktige förfisken i denne perioden er mindre tilgjengelig. Dette kan igjen føre til at vinterstøingen må bruke ytterligere energi på å oppsøke egnede krøklelokaliteter lengere ut i Mjøsa.

6.2. Utvandring av smolt

- 1) Et forsøk med å følge 10 smolt på utvandring viste at de i gjennomsnitt brukte 11,5 døgn fra utsetting 18. mai og ned til Mjøsa. Utvandringen og forflytningene skjedde utelukkende i forbindelse med økende vannføringer, eller ved vannføringsmaksimum.
- 2) Gjennomsnittlig utvandringshastighet på smolten fra Hunderfossen til Mjøsa var 0,06 kroppslengder pr. sekund (kl/s). I den regulerte strekningen fra Hunderfossen og ned til Hølsauget ble hastigheten målt til 0.02 kl/s, mens den vandret nesten 15 ganger så raskt (0,29 kl/s) i den uregulerte og stilleflytende delen mellom Hølsauget og Mjøsa.
- 3) 78 % av forflytningene skjedde i døgnetts mørke halvdel (mellom kl. 21 og 09), mens 22 % av forflytningene skjedde mellom kl. 09 og 21.
- 4) Det er grunn til å tro av nedvandring av smolt fra oppvekstplassene ovenfor Hunderfossen kan møte de samme problemene med utvandring over dammen som vinterstøingen. Det er tidligere vist at overlevelsen av smolt er relativt god hvis den går ut gjennom turbinene, men det er ikke sikkert smolten frivillig vil slippe seg ut gjennom turbinene ved uegnet vannslipp over lukene.
- 5) Pilotforsøket har vist at telemetri er en velegnet metode for å kartlegge smoltens utvandringsmønster i Lågen.

7. ANBEFALINGER

- 1) I en tidligfase av vårflommen bør det så tidlig som mulig tappes overflatevann i stedet for bunnvann i størst mulig mengde. Denne tappingen bør være i størrelsesorden minst 100 m³/s over flere døgn, for å sikre utvandring av vinterstøing og smolt over Hunderfossen dam, inntil en vet nærmere om grenseverdiene for vannføring/utvandring.
- 2) Det bør utføres telemetriundersøkelser på både gytevandrerne og smolt for å finne terskelverdiene som igangsetter utvandring over lukene. Forsøkene bør da skje med utgangspunkt i etappevis økning av vannslipp over enten tømmerluka eller den utbedrede isluka. Resultatet av slike forsøk kan bidra til økt overlevelse og produksjon av Hunderørret ved at en finner en "riktig" manøvrering av Hunderfossen kraftverk. Dette vil kunne sikre utvandringen til en lavest mulig kostnad.

8. LITTERATUR

- Anon. 1990. Fisketrapper. Funksjoner og virkemåte. Innstilling fra fisketrapputvalget. - Direktoratet for Naturforvaltning og Vassdragsregulantenenes Forening. 71 s + vedlegg.
- Arnekleiv, J.V. & Kraabøl, M. 1994. Gytevandring til innsjølevende aure i Gudbrandsdalslågen og Nea. I: Erlandsen, A. H. (red). Fiskesymposiet 1994. - Energiforsyningens Fellesorganisasjon, s. 99-118.
- Arnekleiv, J.V. & Kraabøl, M. 1996. Migratory behaviour of adult fast-growing brown trout, *Salmo trutta*, in relation to water flow in a regulated Norwegian river. - Regulated Rivers, Research & Management. Vol. 10: 39-49.
- Baxter, G. 1961. River utilization and the preservation of migratory fish life. - The North of Scotland Hydro-Electric Board. Paper no. 6471, pp.225-244.
- Berg, M & Hagala, P. 1972. Merking av utgytt laks i Altaelva, Finnmark. - Jakt-Fiske-Friluftsliv 101(1): 16-19, 46.
- Byrne, J. E. 1971. Photoperiodic activity changes in juvenile sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. - Canadian Journal of Zoology 49: 1155-1158.
- Fried, S. M., McCleave, J. D. & LaBar, G. W. 1978. Seaward migration of hatchery-reared Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolts in the Penobscot River estuary, Maine; riverine movements. - Journal of the Fisheries Research Board of Canada 35: 76-87.
- Hansen, L. P. & Jonsson, B. 1985. Downstream migration of hatchery-reared Atlantic salmon, *Salmo salar*, in the River Imsa, Norway. - Aquaculture 45: 237-248.
- Hoar, W. S. 1976. Smolt transformation: evolution, behaviour and physiology. - Journal of the Fisheries Research Board of Canada 33: 1234-1252.
- Hvidsten, N. A. & Møkkelgjerd, P. I. 1987. Predation on smolts, *Salmo salar*, in the estuary of the River Surna, Norway. - Journal of Fish Biology 30: 273-280.
- Hvidsten, N. A. & Hansen, L. P. 1988. Increased recapture rate of adult Atlantic salmon, *Salmo salar*, 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*, in the estuary of River Orkla, Norway. - Journal of Fish Biology 33: 121-126.
- Hvidsten, N. A. & Johnsen, B. O. 1993. Increased recapture rate of adult Atlantic salmon smolts into large shoals of wild smolts in the River Orkla, Norway. - North American Journal of Fisheries Management 13: 272-276.
- Jensen, A. J. & Aass, P. 1991. Oppgang av ørret i fisketrappa i Hunderfossen 1983-1990 i forhold til vannføring og vanntemperatur. - NINA forskningsrapport 19, 27 s.
- Jensen, A. J. & Aass, P. 1995. Migration of a fast-growing population of brown trout (*Salmo trutta*) through a fish ladder in relation to water flow and water temperature. - Regulated Rivers, Research & Management. Vol. 10: 217-228.
- Jonsson, B. & Ruud-Hansen, J. 1985. Water temperature as the primary influence on timing of seaward migrations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolts. - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 42: 593-595.
- Klyve, L. 1985. Krøkla (*Osmerus eperlanus*) i Mjøsa. Alder, vekst og ernæring. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi. Universitetet i Oslo, 62 s.
- Kraabøl, M. & Aass, P. 1995. Stangfisket etter Hunderørret nedenfor Hunderfossen 1965-1994. - Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapport nr. 3, 1995, 27 s.
- Kristjansson, L.T. & Kraabøl, M. 1994. Gyteplasser for storauren i Lågen fra Harpefoss til Ringeby. - Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Notat desember 1994, 12 s.

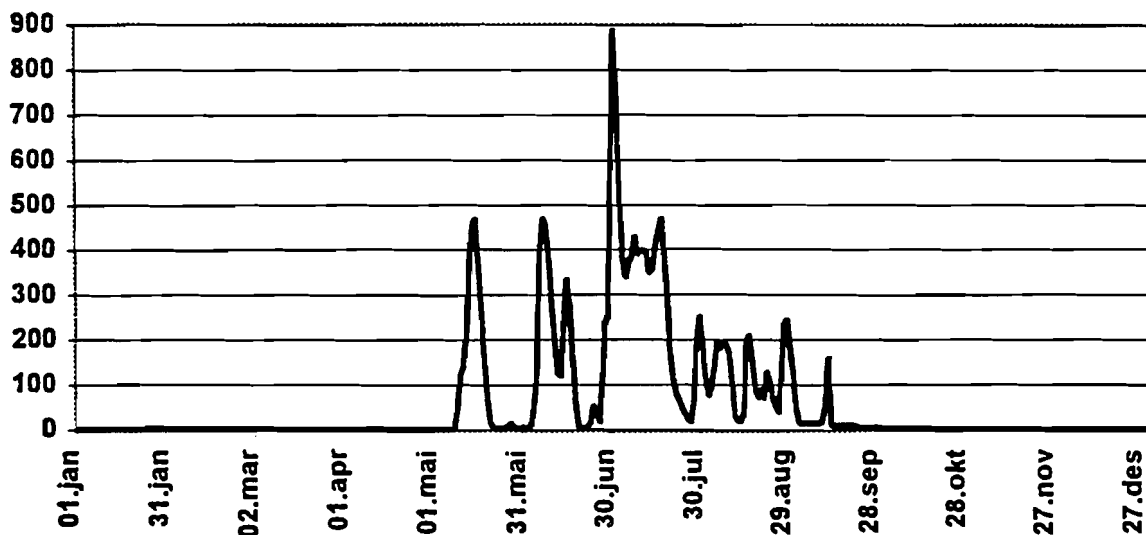
- Northcote, T. G. 1962. Migratory behaviour of juvenile rainbow trout, *Salmo gairdneri*, in outlet and inlet streams of Loon Lake, British Columbia. - Journal of the Fisheries Research Board of Canada 19: 201-207.
- McCleave, J. D. 1978. Rhythmic aspects of estuarine migration of hatchery-reared Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolts. - Journal of Fish Biology 12: 559-570.
- Sandlund, O. T. & Næsje, T. F. 1984. Mjøsaure; alder, vekst og ernæring hos fisk fanget med garn i Mjøsa 1978-1979. - Det Kgl. Selskap for Norges Vel, 7 s.
- Stewart, L. 1969. Criteria for safeguarding fisheries, fish migration and angling in rivers. Symposium on the River-flow Measurement 10th and 11th Sept. 1969. Institution of Water Engineers, Loughborough, University of Technology. - Association of River Authorities, Year Book pp. 134-149.
- Taugbøl, T., Hegge, O., Qvenild, T. & Skurdal, J. 1989. Mjøsørretens ernæring. - Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapport nr. 15, 1989, 17 s.
- Thorpe, J. E. & Morgan, R. I. G. 1978. Periodicity in Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolt migration. - Journal of Fish Biology 12: 541-548.
- Thorpe, J. E., Ross, L. G., Struthers, G. & Watts, W. 1981. Tracking Atlantic salmon smolts, *Salmo salar*, through Loch Voil, Scotland. - Journal of Fish Biology 19: 519-537.
- Thorpe, J. E., Morgan, R. I. G., Pretswell, D. & Higgins, P. J. 1988. Movement rhythms in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. - Journal of Fish Biology 33: 931-940.
- Aass, P. 1976. Utsettinger av Hunderørret 1965-1975. - Direktoratet for vilt- og ferskvannsfisk. Fiskeforskningen. Notat 14. mai 1976.
- Aass, P. 1990. Utsetting av Hunderørret i Mjøsa og Lågen 1965-1989. - Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapport nr. 9, 1990, 25 s

VEDLEGG

Vedlegg 1. Utskrift av vannføring (døgnmiddel m³/s) over Hunderfossen 1994.

VFF HUND 1994												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1	2	2	2	2	2	3	890	121	47	2	2	2
2	2	2	2	2	2	4	769	79	15	2	2	2
3	2	2	2	2	2	11	541	94	15	2	2	2
4	2	2	2	2	2	69	388	140	15	2	2	2
5	2	2	2	2	2	140	341	197	15	2	2	2
6	2	2	2	2	2	399	371	181	15	2	2	2
7	2	2	2	2	2	471	386	198	15	2	2	2
8	2	2	2	2	3	455	430	191	15	2	2	2
9	2	2	2	2	51	379	392	171	15	2	2	2
10	2	2	2	2	119	286	399	99	20	2	2	2
11	2	2	2	2	141	196	398	32	53	2	2	2
12	2	2	2	2	242	124	395	20	160	2	2	2
13	2	2	2	2	357	121	352	20	10	2	2	2
14	2	2	2	2	458	241	359	36	10	2	2	2
15	2	2	2	2	469	336	404	192	10	2	2	2
16	2	2	2	2	371	280	438	210	10	2	2	2
17	2	2	2	2	266	163	471	147	10	2	2	2
18	2	2	2	2	163	61	406	88	10	2	2	2
19	2	2	2	2	66	5	303	72	10	2	2	2
20	2	2	2	2	18	4	182	91	10	2	2	2
21	2	2	2	2	4	4	112	72	8	2	2	2
22	2	2	2	2	4	4	79	129	6	2	2	2
23	2	2	2	2	4	17	67	107	5	2	2	2
24	2	2	2	2	4	55	48	73	5	2	2	2
25	2	2	2	2	4	36	36	53	5	2	2	2
26	2	2	2	2	6	19	23	41	5	2	2	2
27	2	2	2	2	16	101	20	118	5	2	2	2
28	2	2	2	2	4	237	66	233	5	2	2	2
29	2		2	2	4	251	195	246	5	2	2	2
30	2		2	2	4	578	253	180	5	2	2	2
31	2		2		4		194	109		2		2
Mid	2	2	2	2	90	168	313	121	18	2	2	2

Vannføring forbi Hunderfossen 1994



Hittil utkommet i samme serie:

- 1989-1: Thingstad, P.G., Arnekleiv, J.V. & Jensen, J.W. Zoologiske befaringer av aktuelle ilandføringssteder for gass i Midt-Norge.
- 1989-2: Thingstad, P.G. Kraftledning/fugl-problematikk i Grunnfjorden naturreservat, Øksnes kommune, Nordland.
- 1989-3: Thingstad, P.G. Konsekvenser for marint tilknyttete fuglearter ved eventuell utfylling av Levangersundet.
- 1990-1: Thingstad, P.G. Oversikt over fuglefaunaen og de ornitologiske verneinteressene i trønderske Verneplan IV-vassdrag.
- 1990-2: Thingstad, P.G. & Dahl, E. Ornitologiske befaringer i aktuelle verneplan IV-vassdrag i Troms sommeren 1989.
- 1990-3: Thingstad, P.G. & Frengen, O. Kvalitative og kvantitative ornitologiske observasjoner fra Tautra.
- 1990-4: Bangjord, G. & Thingstad, P.G. Ornitologiske befaringer i aktuelle verneplan IV-vassdrag i Finnmark.
- 1991-1: Thingstad, P.G. Nerskogmagasinets effekter på tilgrensende fuglepopulasjoner. Sammendrag av prosjektarbeidet 1989-90.
- 1991-2: Thingstad, P.G. Konsekvenser for det nordboreale fuglesamfunnet av ulike driftsformer i skogbruket. Erfaringer fra et pilotprosjekt i Lierne 1989/91.
- 1992-1: Tømmeraas, P.J. Konsekvensundersøkelser på rovfugl og kråkefugl i Alta-Kautokeino- og Reisavassdragene. Årsrapport 1991.
- 1992-2: Berg, O.K. & Berg, M. Forsøk for å bedre oppgangen i fisketrappen ved Løpet kraftstasjon, Rena.
- 1992-3: Koksvik, J.I. Ørreten i Innerdalsvatnet i perioden 1982-1989.
- 1992-4: Winge, K. & Koksvik, J.I. Undersøkelser av bunnfauna og fisk i forbindelse med flytting av elveleiet i Gaula ved Støren i Sør-Trøndelag.
- 1992-5: Arnekleiv, J.V. Fiskeribiologiske referanseundersøkelser i Stjørdalselva 1990-91 i forbindelse med bygging av Meråker kraftverk.
- 1992-6: Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. Gytevandring til Hunderørret. Status for prosjektarbeidet 1991.
- 1992-7: Koksvik, J.I. & Arnekleiv, J.V. Verneplan IV. Ferskvannsbiologiske data fra et utvalg vassdrag i Troms og Finnmark.
- 1992-8: Thingstad, P.G. Ornitologiske konsekvensundersøkelser i Beiardalen i forbindelse med Stor-Glomfjord-utbyggingen. Status etter to år med forundersøkelse.
- 1992-9: Dolmen, D. Herptilreservat Rindalsåsene. Forslag til verneområde for amfibier og reptiler.
- 1992-10: Thingstad, P.G. Konsekvenser for det nordboreale fuglesamfunnet av ulike driftsformer i skogbruket. Status etter ett års takseringer i Furudalsområdet, Nord-Fosen.
- 1993-1: Tømmeraas, P.J. Konsekvensundersøkelser på rovfugl og kråkefugl i Alta-Kautokeino- og Reisavassdragene. Årsrapport 1992.
- 1993-2: Bongard, T. & Arnekleiv, J.V. Bunndyrundersøkelser i Hotranvassdraget og Årgårdsvassdraget, Nord-Trøndelag.
- 1993-3: Arnekleiv, J.V. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Hustadvassdraget, Møre og Romsdal 1992, med konsekvensvurdering av økt vannuttak.

- 1993-4: Dolmen, D. Herptilreservat Geitaknottheiane. Forslag til verneområde for amfibier og reptiler.
- 1993-5: Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. Telemetristudier over Gausaørretens vandringer i Lågen og Gausa. Status for prosjektarbeidet 1992.
- 1993-6: Winge, K. & Koksvik, J.I. Bestandsparametre hos ørret i et reguleringsmagasin og et tilknyttet terskelbasseng.
- 1993-7: Dahl, E., Hjelmseth, W. & Thingstad, P.G. Ornitologiske befaringer i verneplan I/II-vassdrag i Troms og Finnmark sommeren 1992.
- 1993-8: Dolmen, D. Herptilområde Kviteseidhøgden. En dokumentasjon av verneverdiene mht. amfibier og reptiler.
- 1993-9: Bongard, T. & Rønning, L. Flate- og volumberegninger av elvebunn som metode for å beskrive bunndyrhabitat.
- 1993-10: Thingstad, P.G. Nordboreale fuglesamfunn og konsekvenser av hogst. Oppfølgende takseringer i Furudalen og Nordli 1993.
- 1993-11: Thingstad, P.G. Ornitologiske forundersøkelser i forbindelse med sikringsarbeider mot erosjon og ras i Gråelva, Stjørdal kommune.
- 1993-12: Dolmen, D., Olsvik, H. & Tallaksrud, P. Statusrapport om øyenstikkere i Kopstadelva med omgivelser 1993. Konsekvensutredning mht. inngrep og råd om skjøtselstiltak for truede og sjeldne arter.
- 1993-13: Dolmen, D. Statusrapport om amfibier i Inderøy kommune 1993. Registreringer og råd om skjøtselstiltak.
- 1993-14: Strømgren, T. & Hokstad, S. RV 65 Skaun kommune, kartlegging og beskrivelse av de marinbiologiske forhold i Buvikfjæra.
- 1994-1: Arnekleiv, J.V. Fisk og bunndyr i Skauga 1985-1990.
- 1994-2: Koksvik, J.I. Undersøkelser av gelekreps (*Holopedium gibberum*) i Jonsvatn i forbindelse med planer om nytt inntak for drikkevannsforsyningen til Trondheim.
- 1994-3: Winge, K. & Arnekleiv, J.V. Fiskeribiologiske undersøkelser i Falningsjøen 1990.
- 1994-4: Arnekleiv, J.V. Fiskebestandene i Håen, Sør-Trøndelag 1991.
- 1995-1: Thingstad, P.G. & Vie, G. Fugl som indikatorgruppe for miljøriktig utvikling av kulturlandskapet. Et forstudie av fuglefaunaen ved Mære Landbrukshøgskole.
- 1995-2: Thingstad, P.G. & Husby, M. Halsøen våtmarksområde og konsekvenser av ny E6-trasé.
- 1995-3: Thingstad, P.G. Ny bru over Ullasundet. Mulige konsekvenser for vannfugl.
- 1995-4: Thingstad, P.G. Ornitologiske befaringer i norsk-russiske Pasvik naturreservat. Med forslag til oppfølgende overvåkninger av vannfuglbestanden i Fjærvannområdet.
- 1995-5: Thingstad, P.G. Statusrapport fra de pågående vannfuglregistreringer i Figgaoaset - foreløpig konsekvensvurdering av ny utfylling og ny veitrasé.
- 1995-6: Hokstad, S., Strømgren, T. & Thingstad, P.G. Undersøkelser av bunnfaunaen i Tautrasvaet 1995. Mulige konsekvenser for vannfugl av endrete næringsbetingelser.
- 1996-1: Arnekleiv, J.V., Rønning, L. & Rikstad, A. Prosjektet "Bestand og beskatning av laks i Stjørdalselva". Rapport fra et pilotprosjekt i 1995.
- 1996-2: Thingstad, P.G. Ornitologiske befaringer innen noen nordtrønderske kystskogslokaliteter våren/sommeren 1995.

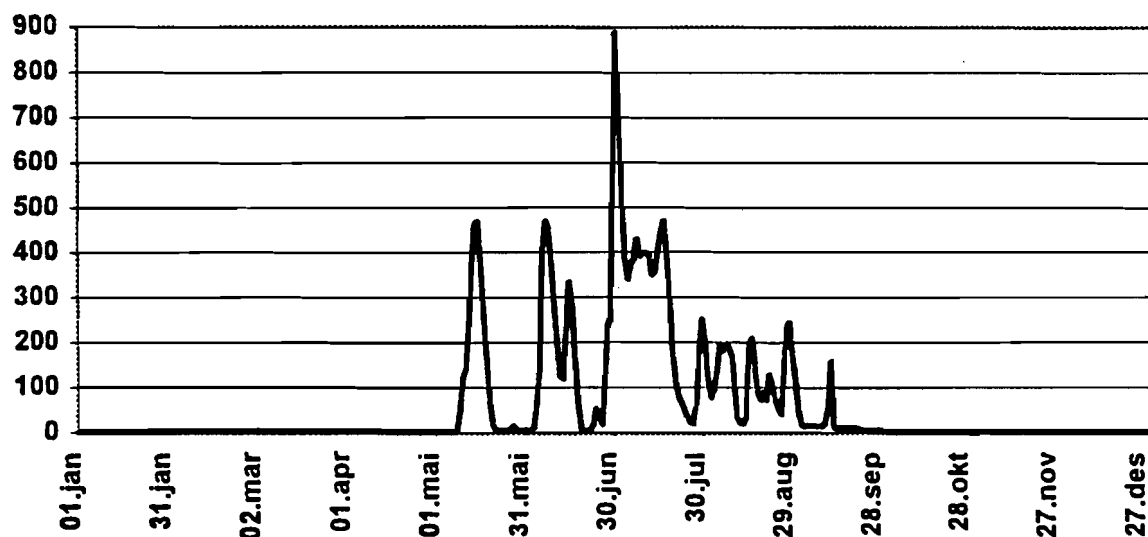
1997-1: Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. Utvandring av vinterstøing og smolt av Hunderørret fra Gudbrandsdalslågen i relasjon til manøvrering av Hunderfossen kraftverk – pilotforsøk med radiotelemetri.

VEDLEGG

Vedlegg 1. Utskrift av vannføring (døgnmiddel m³/s) over Hunderfossen 1994.

VFF HUND 1994												
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1	2	2	2	2	2	3	890	121	47	2	2	2
2	2	2	2	2	2	4	769	79	15	2	2	2
3	2	2	2	2	2	11	541	94	15	2	2	2
4	2	2	2	2	2	69	388	140	15	2	2	2
5	2	2	2	2	2	140	341	197	15	2	2	2
6	2	2	2	2	2	399	371	181	15	2	2	2
7	2	2	2	2	2	471	386	198	15	2	2	2
8	2	2	2	2	3	455	430	191	15	2	2	2
9	2	2	2	2	51	379	392	171	15	2	2	2
10	2	2	2	2	119	286	399	99	20	2	2	2
11	2	2	2	2	141	196	398	32	53	2	2	2
12	2	2	2	2	242	124	395	20	160	2	2	2
13	2	2	2	2	357	121	352	20	10	2	2	2
14	2	2	2	2	458	241	359	36	10	2	2	2
15	2	2	2	2	469	336	404	192	10	2	2	2
16	2	2	2	2	371	280	438	210	10	2	2	2
17	2	2	2	2	266	163	471	147	10	2	2	2
18	2	2	2	2	163	61	406	88	10	2	2	2
19	2	2	2	2	66	5	303	72	10	2	2	2
20	2	2	2	2	18	4	182	91	10	2	2	2
21	2	2	2	2	4	4	112	72	8	2	2	2
22	2	2	2	2	4	4	79	129	6	2	2	2
23	2	2	2	2	4	17	67	107	5	2	2	2
24	2	2	2	2	4	55	48	73	5	2	2	2
25	2	2	2	2	4	36	36	53	5	2	2	2
26	2	2	2	2	6	19	23	41	5	2	2	2
27	2	2	2	2	16	101	20	118	5	2	2	2
28	2	2	2	2	4	237	66	233	5	2	2	2
29	2		2	2	4	251	195	246	5	2	2	2
30	2		2	2	4	578	253	180	5	2	2	2
31	2		2		4		194	109		2		2
Mid	2	2	2	2	90	168	313	121	18	2	2	2

Vannføring forbi Hunderfossen 1994



VITENSKAPSMUSEET
INSTITUTT FOR NATURHISTORIE
ZOOLOGISK OPPDRAGSTJENESTE

Utredning og forskning innen
anvendt zoologisk miljøproblematikk

Helt siden 1969 har Vitenskapsmuseet, NTNU, påtatt seg oppdrag innen anvendt zoologisk miljøproblematikk. Et laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI) ble da tilknyttet Zoologisk avdeling. Siden har en også fått en terrestrisk oppdragsenhet.

Vitenskapsmuseet har derfor i dag et utrednings- og forskningsmiljø som blant annet tar sikte på å bistå ulike offentlige myndigheter innen stat, fylker, fylkeskommuner og kommuner med miljøkonsekvensanalyser. Vi påtar oss også forsknings- og utredningsoppgaver (FoU) i forbindelse med planlagte naturinngrep fra interesserte private bedrifter m.m.

Oppdragsvirksomheten har i dag faglig kapasitet innenfor fagfeltene

- | | |
|----------------------------------|---------------|
| - ferskvannsbiologi | - ornitologi |
| - fiskeribiologi | - viltbiologi |
| - herpetologi (amfibier/krypdyr) | |

Oppdragsvirksomheten påtar seg

- faunakartlegging og overvåking
- for- og etterundersøkelser ved naturinngrep
- konsekvensanalyser av planlagte naturinngrep
- biologiske verdievalueringer
- forskningsoppgaver

Vitenskapsmuseets geografiske arbeidsfelt vil normalt være innenfor fylkene Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag og Nordland. Så fremt vi har kapasitet bistår vi imidlertid også innen andre landsdeler.

Vi har lang erfaring i FoU innen våre fagfelt og bred erfaring fra samarbeid med forvaltningsmyndighetene på ulike plan. Dette medfører at vi kan tilby alle våre kunder et ferdig produkt:

- av faglig god standard
- til avtalt tid
- til konkurransedyktige priser

For å sikre dette, er det ønskelig at oppdrag blir bestilt i så god tid som mulig på forhånd. Spesielt er dette viktig ved arbeidsoppgaver som krever større feltinnsats.

Adresse: NTNU
Vitenskapsmuseet
Institutt for naturhistorie
7004 Trondheim

Tlf.nr.:
73 59 22 80 (generell zoologi)
73 59 22 89 (LFI - ferskvannsekologi, fisk)
73 59 22 74 (ornitologi/viltbiologi)
73 59 21 08 (herpetologi)

ISBN 82-7126-520-2
ISSN 0803-0146