

Morten Kraabøl og Jo Vegar Arnekleiv

Telemetristudier av gytevandrende hunderørret i Gudbrandsdalslågen 1990-1997; vandringsproblemer og fordeling av gytefisk





Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Vitenskapsmuseet
Zoologisk notat 2007-5

Telemetristudier av gytevandrende hunderørret i Gudbrandsdalslågen 1990-1997; vandrings- problemer og fordeling av gytefisk

Morten Kraabøl og Jo Vegar Arnekleiv

Dette notatet refereres som: Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. Telemetriskstudier av gytevandrende hunderørret i Gudbrandsdalslågen 1990-1997; vandringsproblemer og fordeling av gytefisk. – NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk notat 2007, 5: 1-23.

Utgiver: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Vitenskapsmuseet
Seksjon for naturhistorie
7491 Trondheim
Telefon: 73 59 22 80
Telefaks: 73 59 22 95
e-mail: zoo@vm.ntnu.no

Tidligere utgivelser i samme serie, se:
<http://www.ntnu.no/nathist/zool>_notat

Forsidebilde: Hunderørret på oppvandring i Hunderfossen. Foto: Morten Kraabøl

ISBN 978-82-7126-779-7
ISSN 1504-503X

INNHold

FORORD	5
SAMMENDRAG	6
INNLEDNING	7
OMRÅDEBESKRIVELSE	8
Gudbrandsdalslågens nedbørfelt og vannføringer	8
Storørret i Gudbrandsdalslågen	8
Hunderfossen kraftstasjon	8
Regulert vannføring nedenfor Hunderfossen	10
MATERIALE OG METODE	10
Fangst og radiomerking	10
Teknisk utstyr og radiopeilinger	11
Utvalg av radiomerket ørret	11
RESULTATER OG KOMMENTARER	13
Kort oppsummering	13
P1: Vandringer forbi Hølsauget	13
P2: Vandringer på regulert strekning mellom Hølsauget og Hunderfossen	14
P3: Effekter av lokkeflommer	15
P4: Vandringsproblemer forårsaket av fisketrappen i Hunderfossen	18
P5: Fordeling av gytefisk på gytelokaliteter	19
KONKLUSJONER	20
LITTERATUR	21

FORORD

Oppsummeringen av disse telemetriresultatene er gjort på oppdrag av ”Bedre Bruk av Fiskeressursene i Regulerte Vassdrag i Oppland” (BB). Feltarbeidet ble gjennomført av Morten Kraabøl og Jo Vegar Arnekleiv i regi av Norges Teknisk Naturvitenskapelige Universitet (NTNU), Vitenskapsmuseet/Seksjon for Naturhistorie. Telemetriosjektene ble finansiert av Vassdragsregulantenenes Forening (VR), Energiforsyningens Fellesorganisasjon (EnFO), Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen og A/L Lågen Fiskeelv.

Stein I. Johnsen og Børre K. Dervo takkes for kommentarer og innspill til tidligere utkast av rapporten.

Lillehammer/Trondheim 14.12 2007

Morten Kraabøl
Doktorgradstipendiat

Jo Vegar Arnekleiv
Forsker

SAMMENDRAG

Vassdragsreguleringer i elver kan forårsake forskjellige typer vandringsproblemer for gytefisk. Vannføringsregulerte områder som for eksempel samløp mellom driftsvannstunnel og regulert elveleie, minstevannføringsstrekninger og fisketrapper kan forhindre eller forsinke oppvandrende gytefisk fordi vannveiene for fisk har regulert og konstant restvannføring. Både avbrudd og forsinkelse i oppvandringen kan gi redusert fordeling av gytefisk på gytedestinasjoner og oppkonsentrering av gytefisk på mindre egnede gyte- og oppvekstområder nedstrøms reguleringsinngrep.

Denne rapporten oppsummerer telemetristudier av 148 gytevandrende hunderørret fra 1990, 1991, 1992, 1993 og 1997 i Gudbrandsdalslågen. Følgende problemstillinger ble omhandlet; 1) vandringer forbi Hølsauget (samløp mellom driftsvannstunnel og regulert elveleie), 2) vandringer på regulert strekning mellom Hølsauget og Hunderfossen, 3) effekter av lokkeflommer, 4) vandringsproblemer forårsaket av fisketrappen i Hunderfossen og 5) fordeling av gytefisk nedenfor og ovenfor Hunderfossen.

Ved samløpet mellom regulert elveleie og driftsvannstunnel i Hølsauget opphørte forbivandring av hunderørret når minstevannføringen i det regulerte elveleiet var $15 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ eller lavere. Ved minstevannføringer på $20 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ eller mer foregikk forbivandringen tilsynelatende uten problemer. Videre oppvandring på minstevannføringsstrekningen fra Hølsauget og opp til Hunderfossen foregikk uten problemer ved vannføringer ned til $5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Resultatene fra til sammen tre lokkeflommer viste at mellom 50 og 70 % av hunderørret som ble forhindret videre oppvandring ved minstevannføringer under $15 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ passerte Hølsauget i løpet av lokkeflommer på $60 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ i et døgn. Kun et fåtall av de radiomerkede ørretene nådde frem til Hunderfossen under lokkeflommen, men de fortsatte oppvandringen ved 10 og $5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ i etterkant av lokkeflommen. Fisketrappen i Hunderfossen gir vandringsproblemer for hunderørret ved at om lag en tredjedel av de radiomerkede ørretene som ble fanget i trappa og gjenutsatt i Mjøsa lykkes i å returnere til fisketrappen etter 12-84 døgn med søking. To tredjedeler viste søkeatferd inntil trappemunningen men lykkes ikke å passere fisketrappen. Disse ble tvunget til å gyte nedenfor Hunderfossen. Fordelingen av radiomerkede ørreter på gyteplassene avdekket 6 gytelokaliteter nedenfor Hunderfossen. Resultatene indikerte at en betydelig andel av gytefisken ble tvunget til å gyte på disse lokalitetene som følge av vandringsproblemer forårsaket av reguleringsinngrepene fra Hunderfossen kraftverk. Ovenfor Hunderfossen ble det registrert 9 gytelokaliteter fordelt på strekningen Granrudmoen i Øyer og opp til Harpefoss i Sør-Fron.

Det konkluderes med at gytevandrende hunderørret møter vannføringsavhengige vandringsproblemer ved samløpet mellom regulert elveleie og driftsvannstunnelen i Hølsauget og at fisketrappen både forsinket og forhindret gytevandringen i betydelig grad. Opphopning av gytefisk nedenfor Hølsauget og Hunderfossen tolkes som en effekt av reguleringsinngrepene og kan i betydelig grad utbedres ved å optimalisere minstevannføringsregimet, slippe lokkeflommer dersom sommeren og høsten er nedbørfattige, samt manøvrere lukene optimalt slik at gytevandrende ørret ledes så nært inntil fisketrappen som mulig. Disse tiltakene vil kunne øke den naturlige rekrutteringen av hunderørret.

INNLEDNING

Vandringsproblemer for gytevandrende fisk i regulerte elver er godt dokumentert og omfatter komplekse sammenhenger mellom årsak og virkning (Rivinoja 2005). Biologiske og hydrologiske preferanser varierer både mellom arter og innen samme art. Gytebestander hos flergangsgytende fiskearter som for eksempel ørret består av flere alders- og størrelsesgrupper. Disse reagerer ofte ulikt på reguleringsinngrep som betinger videre oppvandring gjennom kunstige vannveier (Katopodis 1990; 1999; Johlander 1999). Vannføring er ansett som den viktigste stimulerende faktoren for gytevandrende laksefisk (Banks 1969; Jonsson et al. 1991; Larinier 2002; Williams 1998). Vannveiene med størst vannføring eller som gir markerte strømnings, enten de er naturlige eller regulert, blir derfor ofte preferert av gytevandrerne (Arnold 1974; Thorstad et al. 2003). Denne strategien har sin evolusjonære bakgrunn i at de største vannveiene i naturlige systemer gir tilgang til flere og bedre gyteområder i hovedelven, noe som trolig gir økt gytelus (Fergusson et al. 2002). I forbindelse med elvekraftverk kan denne strategien medføre vandringsproblemer fordi det i mange tilfeller kun er restvannføringer som slippes på regulerte strekninger eller gjennom fisketrapper (Larinier 2002; Rivinoja 2005). I tillegg er mengden og variasjonen av naturlige vandringsstimuli redusert som følge av fastlagte og periodevis konstante minstevannføringer. Vannføringsregulerte områder som for eksempel samløp mellom driftvannføring og regulert minstevannføring, minstevannføringsstrekninger og fisketrapper kan forsinke eller forhindre videre oppvandring mot gyte-lokalitetene (Power & McCleave 1980; Fergusson et al. 2002). Laksefisk er meget sårbare for forsinket gytetidspunkt fordi levedyktigheten hos avkommet reduseres dramatisk dersom tidsvinduet mellom modning og gytetidspunkt øker (deGaudemar & Beall 1998). Redusert tilgang og fordeling av gytefisk på egnede gyteplasser medfører redusert naturlig rekruttering ved at gyting og oppvekst vil foregå i mindre optimale habitater.

I 1990, 1991, 1992 1993 og 1997 ble det gjennomført og rapportert telemetristudier av gytevandrende hunderørret i Gudbrandsdalslågen i regi av NTNU, Vitenskapsmuseet. Det overordnede målet var å få kjennskap til hunderørretens vandringsatferd i forhold til regulert minstevannføring mellom Hunderfossen og Hølsauget (Kraabøl & Arnekleiv 1992; Arnekleiv & Kraabøl 1998), definisjon av problemområder, effekter av lokkeflommer (Arnekleiv & Kraabøl 1996), samt registrering og fordeling av ørret på gytelokalitetene (Kraabøl & Arnekleiv 1998). Videre ble det i de samme prosjektene lagt fokus på returvandring av utgytt ørret forbi Hunderfossen kraftverk i forhold til vannføring og lukemanøvrering (Kraabøl & Arnekleiv 1997; Arnekleiv et al. 2007; Kraabøl et al. 2008, manuskript). Hensikten med studiene har variert mellom årene.

I denne rapporten oppsummeres hovedresultatene fra telemetristudiene av gytevandrende hunderørret ved de kjente flaskehalsene på den regulerte strekningen nedenfor Hunderfossen med relevans for forvaltningsmyndighetene. I tillegg presenteres fordelingen av gytefisk på gytelokalitetene i vassdraget. Følgende problemstillinger (P) er omhandlet:

- P1:** Vandringer forbi Hølsauget
- P2:** Vandringer på regulert strekning mellom Hølsauget og Hunderfossen
- P3:** Effekter av lokkeflommer
- P4:** Vandringsproblemer forårsaket av fisketrappen i Hunderfossen
- P5:** Fordeling av gytefisk på gytelokaliteter nedenfor og ovenfor Hunderfossen

OMRÅDEBESKRIVELSE

Gudbrandsdalslågens nedbørfelt og vannføringer

Gudbrandsdalslågen har sitt utspring i Lesjaskogsvatnet (612 m o.h.) og drenerer høyfjellsområder i Jotunheimen og Rondane. Vannføringen varierer betydelig gjennom året. På vinterstid er den laveste vannføringen om lag $60 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, mens middelvannføringen målt ved Losnavatnet i juli og august ligger på om lag respektive 500 og $350 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Det forekommer to regelmessige smelteflommer hvorav den første kommer under snøsmeltingen i mai i lavereliggende deler av hoved- og sidedalførene. I månedsskiftet juni-juli kommer en ny smelteflom fra høyfjellsområdene i Jotunheimen som dreneres til Lågen gjennom Ottaelva. Denne flommen fører til at Lågen nedstrøms Otta får et høyt partikkelinnhold (høy turbiditet) forårsaket av isbreenes bevegelser og smeltevannsavrenning innunder breene. Elvevannet preges da av en grønnfarge med varierende grad av gråblakking. Smelteflommene gir normalt vannføringer fra $800\text{--}1300 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, og hundreårsflommer kan gi $2500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ved Hunderfossen.

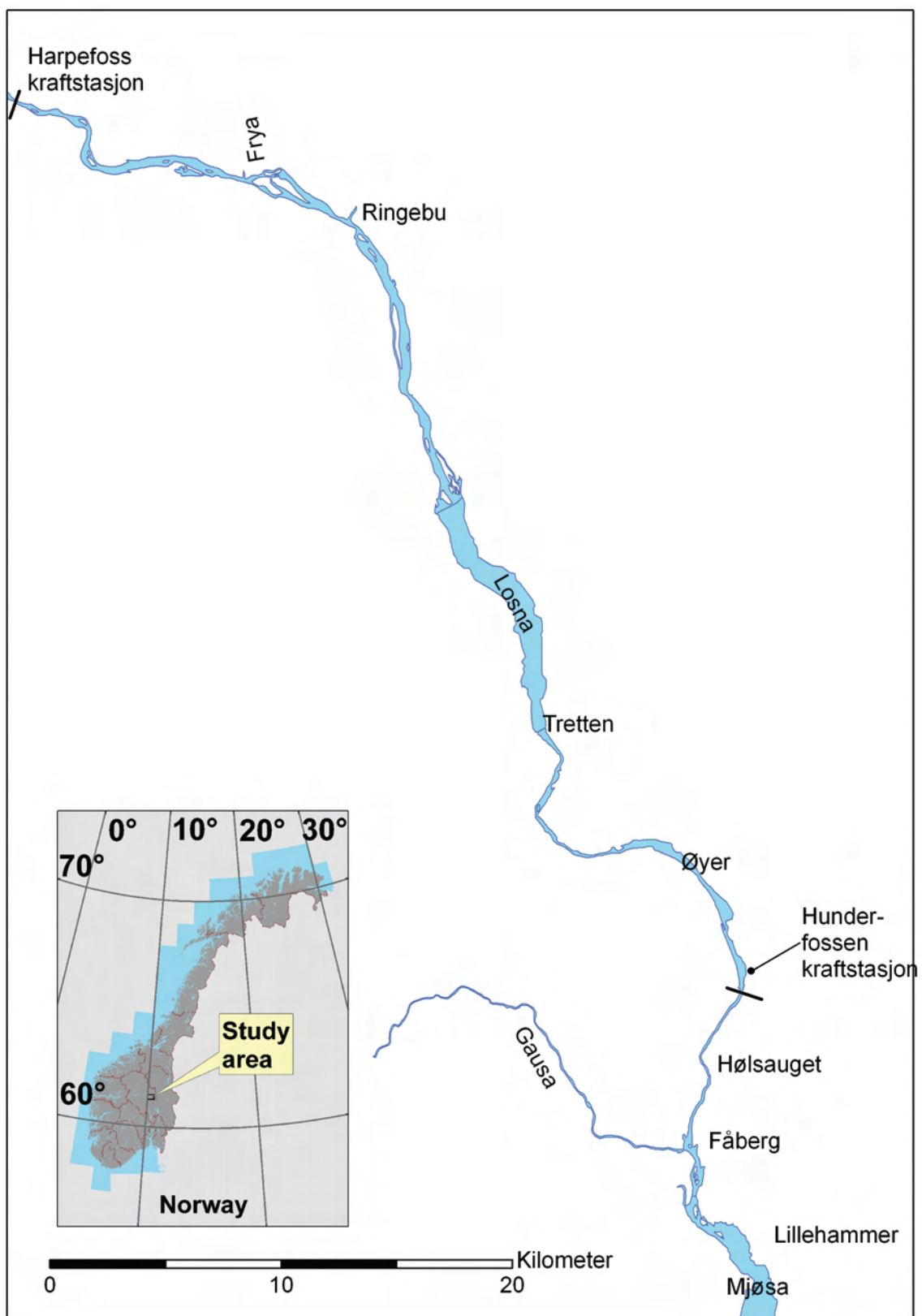
Storørret i Gudbrandsdalslågen

Den storørretførende delen av Gudbrandsdalslågen omfatter 78 km opp til Harpefoss kraftstasjon (figur 1). Mjøsørret som gyter i Gudbrandsdalslågen omtales i dagligtale som hunderørret, og fordeler seg på minst 17 gyteområder opp til Harpefoss (Kraabøl & Arnekleiv 1998; Kristjansson & Kraabøl 1994; Kraabøl 2006). I tillegg er det elvelevende storørret i Jevne- og Gillebofjorden samt Losnavatnet i Øyer og Ringebu kommune (Kraabøl 1995; 2001). Gytefisk fra disse områdene fordeler seg også på tilsvarende gytelokaliteter opp til Harpefoss (M.Kraabøl, upublisert materiale). Tidligere kunne enkelte storørret passere Harpefoss gjennom fisketrapp (Hegge 1994) og deretter vandre videre oppover i Gudbrandsdalen. Fiske-trappa ble imidlertid satt ut av drift som følge av skader og lav funksjonalitet.

Storørreten har i flere hundre år betydd mye som ressurs for lokalbefolkningen. Næringsfiske i form av teinelagsfiske etter gytevandrende hunderørret er omtalt i *Diplomatarium Norvegicum* allerede fra 1300-tallet. Mot slutten av 1800-tallet startet drivgarnsfisket etter hunderørret (Huitfeldt-Kaas 1917). Begge disse fiskemetodene vedvarte frem til etableringen av Hunderfossen kraftverk på midten av 1960-tallet (Kraabøl & Aass 1995; 1996; Aass & Kraabøl 1999). Etter reguleringen av Hunderfossen har gytevandrende hunderørret kun blitt beskattet gjennom sportsfiske (Kraabøl & Aass 1995; Aass & Kraabøl 1999).

Hunderfossen kraftstasjon

Hunderfossen kraftstasjon og demning ble konstruert i perioden 1960-1963. Demningen er lokalisert ved fossehodet til tidligere Hunderfossen. Anleggsarbeidet medførte utsprenget av 750.000 m^3 fast fjell og til sammen 50.000 m^3 betong ble benyttet til demningskonstruksjonen. Fra de to turbininntakene på vestsiden av demningen faller vannet 46 m ned til to turbiner og ledes deretter tilbake til det naturlige elveleiet 4,4 km nedenfor inntaket (Berdal, udatert). I perioden 1963-2003 ble verket drevet av to Kaplanturbiner med $2 \times 150 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ kapasitet og 56 MW ytelse.



Figur 1. Skisse av Gudbrandsdalslågen mellom nordenden av Mjøsa og Harpefoss.

Overskuddsvannføringen fra Hunderfossen demning slippes gjennom 6 flomluker (bredde; 16 m, dybde; max 4,5 m), 1 tømmerluke (bredde; 20 m, dybde; max 5,8 m) og en isluke (bredde, 8 m, dybde; max 2 m). Maksimal dreneringskapasitet gjennom disse lukene er $2.600 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, men kan økes til $3.300 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ dersom vannivået ovenfor demningen heves 1 m. I tillegg kan 2 bunnluker (6 x 4 m) åpnes ved ekstreme flomvannføringer (Berdal, udatert).

Regulert vannføring nedenfor Hunderfossen

Kraftverkets slukeevne er oppgitt til $300 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Ved vannføringer over slukeevnen slippes overskuddsvannføringen gjennom lukene i demningen. Under slike flomperioder fluktuerer vannføringen i det regulerte elveleiet i takt med naturlige svingninger. Ved totalvannføringer under slukeevnen reguleres vannføringen i det regulerte elveleiet etter pålagt bestemmelse om vannføring gitt av *Det Kongelige Departement for Industri og Håndverk* den 2. juli 1976 (tabell 1).

Tabell 1. Minstevannføringsbestemmelser for Hunderfossen kraftverk

Tidsperiode	Minste tillatte vannføring (m^3s^{-1})
1. juli – 15. juli	15
16. juli – 1. september	20
2. september – 10. september	15
11. september – 20. september	10
21. september – 30. september	5
1. oktober – 30. juni	Fisketrappens kapasitet ($1,8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$)

Hunderfossen kraftverk opereres som et elvekraftverk. Dette innebærer at dammen ovenfor demningen ikke benyttes som magasin. Vannspeilet holdes tilnærmet konstant gjennom året, slik at summen av vannføringen gjennom turbinene og overskuddsvann som slippes på den regulerte strekningen er like stor og fluktuerer likt med det naturlige tilsiget. Unntak forekommer i kortvarige perioder ved tekniske feil på installasjonene.

MATERIALE OG METODE

Fangst og radiomerking

Til sammen 148 ørreter med kroppslengder mellom 58 og 95 cm ble fanget, radiomerket og satt ut i nedre deler av Gudbrandsdalslågen (85 stk) eller ovenfor Hunderfossen (63 stk) i løpet av fem feltsesonger. Kjønnfordelingen hanner:hunner i materialet som inngår i denne rapporten var 67:81 med gjennomsnittslengder på henholdsvis 75,6 og 73,1 cm. Tabell 2 angir totalt antall radiomerket ørret og kjønnfordeling de enkelte årene. Fangst av ørret til radiomerking ble gjort i fisketrappa ved Hunderfossen og på drivgarn i kulpene under flomluke 1 på østsiden av Hunderfossen.

Tabell 2. Fordeling av antall radiomerket ørret og kjønnsfordeling i de enkelte år

Kjønn	1990	1991	1992	1993	1997
Hanner	10	17	16	13	11
Hunner	5	17	22	23	14
Totalt	15	34	38	36	25

Ørret ble håvet ut fra trapp eller i kulper innunder Hunderfossen og plassert i en spesialkonstruert merkestall. Radiosenderne ble festet inntil høyre side av ryggfinnen med gjennomgående ståltråder eller hulflettet nylontråder og festet ved tvinning eller knyting inntil en festeplate på venstre side av ryggfinnen. Merkeprosessen tok fra to til fire minutter mens fisken til enhver tid var under vann som ble fornyet kontinuerlig. Individdata som kjønn, lengde og opprinnelse ble bestemt under merkingen.

Etter merking ble de radiomerkede ørretene båret i en lukket plastbag og enten satt ut på oversiden av demningen eller plassert i en 1000 l transporttank med oksygentilførsel og fraktet ned til Mjøsa hvor de ble gjenutsatt.

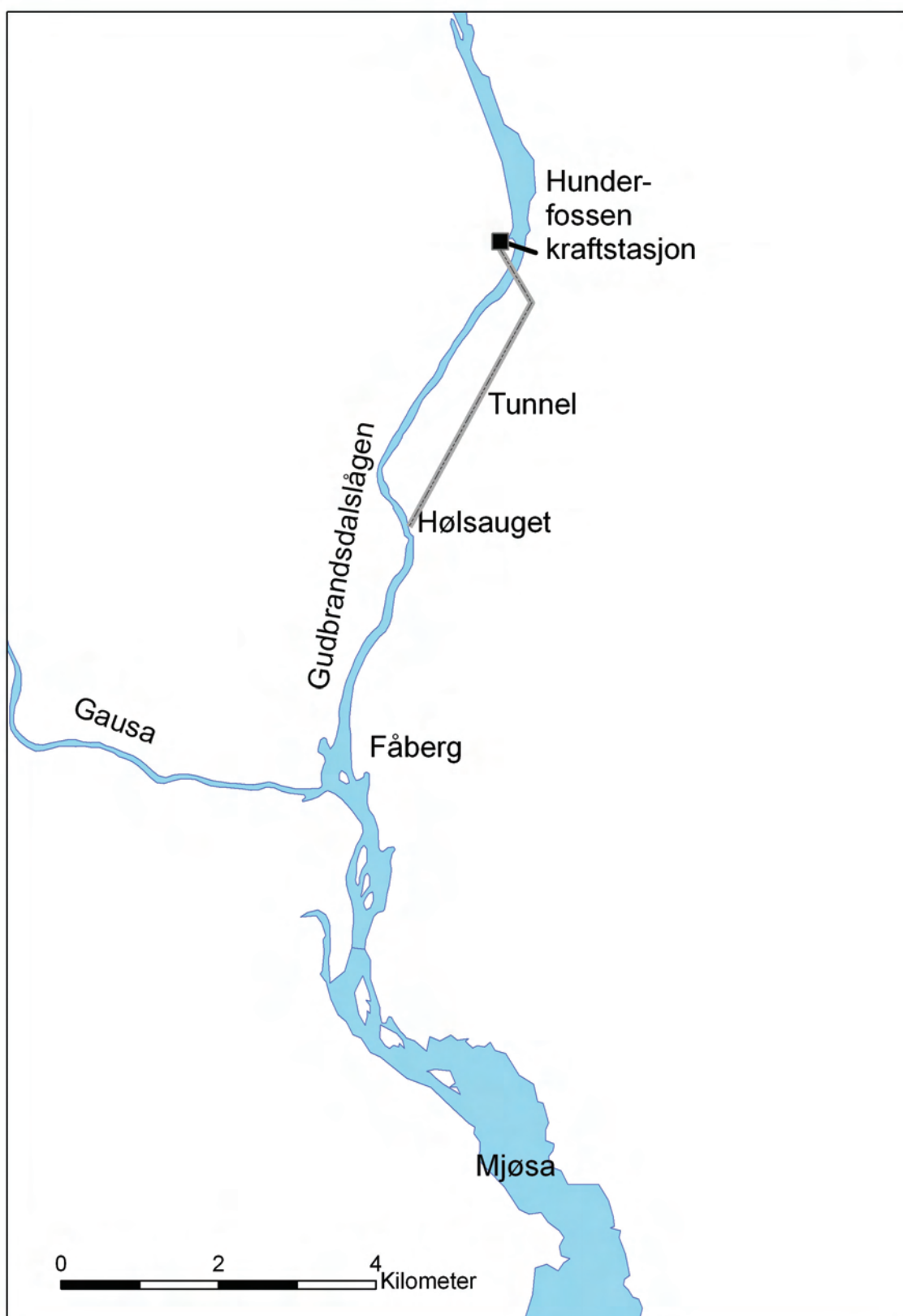
Teknisk utstyr og radiopeilinger

Radiosenderne og mottakerne var produsert av Advanced Telemetry Systems (ATS) i USA. Flere ulike modeller med forskjellige funksjoner og batterikapasitet ble benyttet. Under peiling av flere ørreter samtidig ble det benyttet automatisk scanning for å effektivisere søket under bilkjøring. Oppvandringen i Lågen ble peilet med varierende intensitet etter behov. Ørret som beholdt radiosenderen til gyteperioden i oktober fikk registrert gytelokalitet. Sendere med aktivitetsfunksjon muliggjorde definisjon av gyteperiodens varighet hos de enkelte fiskene.

Utvalg av radiomerket ørret

Det endelige utvalget av 148 ørreter ble gjort ut i fra kriteriet om at radiosenderen forble intakt i løpet av den aktuelle tidsperioden eller elvestrekningen som ble undersøket. Flere ørreter mistet radiosenderne under oppvandringen i 1990 og 1991 (Kraabøl & Arnekleiv 1992). Hver problemstilling ble belyst ved å benytte tilgjengelige resultater fra radiomerket ørret som ga tilstrekkelig informasjon.

Alle resultatene fra de enkelte år behandles videre som en gruppe. Eventuelle forskjeller mellom årene vil derfor ikke avdekkes i denne sammenheng. Det ble lagt vekt på problemstillinger som har betydning for forvaltningen av hunderørret i relasjon til driften av Hunderfossen kraftverk og fordeling av ørret på gytelokalitetene. Dette omfattet problemer med å vandre forbi Hølsauget, gjennom den regulerte minstevannføringsstrekningen mellom Hølsauget og Hunderfossen, oppholdstid i Hunderfosskulpen og andel gjenfangster i fisketrappen og til slutt fordelingen av fisk på gyteområdene både ovenfor og nedenfor Hunderfossen (figur 2, tabell 3).



Figur 2 Kartskisse over nedre del av Gudbrandsdalslågen hvor reguleringen ved Hunderfossen er avmerket.

Tabell 3. Oversikt over hvilke elvestrekninger og antall radiomerkede ørret som inngår i de enkelte problemstillingene

Problemstilling	Elvestrekning	Antall radiomerket ørret
P1	Mjøsa-Hølsauget	74
P2	Hølsauget-Hunderfossen	49
P3	Hølsauget-Hunderfossen	35
P4	Hunderfossen	25
P5	Fåberg-Harpefoss	99

RESULTATER OG KOMMENTARER

Kort oppsummering

På strekningen fra Mjøsa og opp til Hølsauget vandret ørretene raskt og problemfritt. De fleste ørretene brukte mellom et halvt og to døgn på denne strekningen. Vandring forbi Hølsauget (**P1**) var sterkt vannføringsavhengig, og grenseverdien for forbivandring lå mellom 15 og 20 m³s⁻¹ på den regulerte strekningen. Radiomerket ørret som ikke passerte Hølsauget ble registrert på gytelokaliteter mellom Hølsauget og Brunlaugrevet ved Fåberg, mens en betydelig andel forlot elva og returnerte til Mjøsa før gyteperioden startet. Oppvandring på den regulerte strekningen (**P2**) gikk etappevis med stoppesteder i Ensbyhølen og Andershølen. De fleste ørretene kom opp til Hunderfossen i løpet av 4-5 døgn etter at de forlot Hølsauget. Vandringene på den regulerte strekningen var ikke begrenset av regulerte minstevannføringer på 15, 10 og 5 m³s⁻¹. Forsøk med slipp av lokkeflommer på 60 m³s⁻¹ på den regulerte strekningen (**P3**) viste at mellom 50 og 70 % av ørreten som forhindres i å vandre forbi Hølsauget ved minstevannføringer under 15-20 m³s⁻¹ kan stimuleres til videre oppvandring. De fleste ørretene som hadde passert Hølsauget under lokkeflom fortsatte oppvandringen mot Hunderfossen ved vannføringer ned til 5 m³s⁻¹. Oppholdstiden mellom første ankomst i Hunderfosskulpen og gjenfangst i fisketrappen (**P4**) varierte mellom 12 og 84 døgn. Fordelingen av gytefisk på gytelokaliteter (**P5**) avdekket 6 gytelokaliteter nedenfor Hunderfossen og 9 lokaliteter mellom Hunderfossen og Harpefoss.

P1: Vandring forbi Hølsauget

Til sammen 74 radiomerkede ørreter ankom Hølsauget under oppvandringen til Hunderfossen. Av disse var det 49 (66,2 %) som passerte Hølsauget og vandret videre oppover på den regulerte strekningen. Av de 49 som passerte var det 48 (97,9 %) som passerte Hølsauget ved minstevannføringer på 20 m³s⁻¹ eller mer. Kun 1 ørret (2,1 %) passerte ved minstevannføring på 15 m³s⁻¹. De øvrige 25 ørretene som ankom Hølsauget i september ved minstevannføringer på 15 m³s⁻¹ eller mindre vandret ikke videre.

Kommentarer

Resultatene indikerer en klar terskelverdi for minstevannføring som regulerer vandring av ørret forbi Hølsauget. Forbivandringen foregår relativt ubesværet ved 20 m³s⁻¹ eller høyere

mens kun 1 ørret passerte Hølsauget ved $15 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. De øvrige ørretene, som ble fanget og merket ved Hunderfossen, lyktes ikke å passere ved minstevannføringer som var lavere enn $15 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ til tross for oppholdstider på inntil flere uker. Terskelverdien for minstevannføring som sikrer vandringer forbi Hølsauget ligger derfor mellom 15 og $20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Denne terskelverdien kan til en viss grad variere med driftsvannføringen og det eksakte forholdet mellom konstante minstevannføringer og driftsvannføring. Under telemetriforsøkene var det tilnærmet full driftsvannføring, tilsvarende $275\text{--}300 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Ved lavere driftsvannføringer er det mulig at terskelverdien ville bli noe lavere. Terskelverdien bør derfor ikke betraktes som konstant. Imidlertid vurderes den fysiske utformingen av samløpet mellom minstevann- og driftsvannføring som mest utslagsgivende på denne terskelverdien.

I den viktigste oppvandringsperioden i august er minste tillatte vannføring $20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, noe som sikrer tilfredsstillende forbivandringsmuligheter. I nedbørfattige år vil en betydelig del av oppvandringen forskyves utover i september. Dette betyr at en vesentlig andel av gytevandrerne vil fordele seg på mindre egnede gytefelter nedenfor Hølsauget og at både oppgangen av ørret gjennom fisketrappen i Hunderfossen og fordelingen av ørret på gyteplasser oppover i Gudbrandsdalen ikke vil bli optimal. Lokkeflommer i september under nedbørfattige år bør derfor vurderes som relevant fiskeforsterkningstiltak. Dette kan gjøres ved at nedtrappingen av minstevannføringen fra $20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ til $1,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ i løpet av september foregår vesentlig raskere, og at den innsparte vannkraften anses som en vannbank som kan benyttes i form av lokkeflommer. Det understrekes imidlertid at denne nedtappingen bør foregå på en slik måte at bunndyr og ungfisk ikke blir skadelidende.

P2: Vandringer på regulert strekning mellom Hølsauget og Hunderfossen

Til sammen 43 radiomerkede ørreter vandret fra Hølsauget og opp til Hunderfossen. Den regulerte vannføringen varierte mellom flomsituasjoner fra $300\text{--}400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ og ned til $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Resultatene fra forsøkene med lokkeflom viste at ørreten ikke har problemer med oppvandring på den regulerte strekningen ved minstevannføringer på $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Det ble under lokkeflomforsøkene registrert oppvandring gjennom strykstrekninger både fra Ensbyhølen og opp til Andershølen eller Hunderfossen (6 ørreter), samt fra Andershølen/Bergvelta og opp til Hunderfossen (5 ørreter). Det foreligger ingen peilinger av oppvandrende ørret ved $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ på strykstrekningene fra Geitryggen og opp til Ensbyhølen, men en vurdering av elveleiet gir ingen indikasjoner på at oppvandring av ørret ved $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ er vanskeligere på denne strekningen sammenlignet med strykstrekningene ovenfor.

Kommentarer

Resultatene viser at terskelverdien for minstevannføring som sikrer vandringer forbi Hølsauget ikke er relevant for selve minstevannstrekningen. Vandringer gjennom strykstrekningene ovenfor Ensbyhølen foregår ved minstevannføringer ned til $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Imidlertid foreligger det ingen resultater fra oppvandring ved $1,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Dette skyldes at denne laveste minstevannføringen inntreffer fra 1. oktober. På denne tiden er gyteperioden i gang eller svært nær forestående (Kraabøl & Arnekleiv 1998) og ørretene har avsluttet vandringsfasen. Behovet for å undersøke hvorvidt ørreten er i stand til å foreta oppvandring etter 1. oktober er derfor marginalt.

P3: Effekter av lokkeflommer

Det ble utført tre forsøk med lokkeflommer fordelt på et forsøk i 1992 og to forsøk i 1993. I 1992 ble det sluppet en lokkeflom på $60 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ mens det i 1993 ble sluppet to lokkeflommer på henholdsvis 60 og $30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Resultatet av forsøkene er vist i figur 3 og 4.

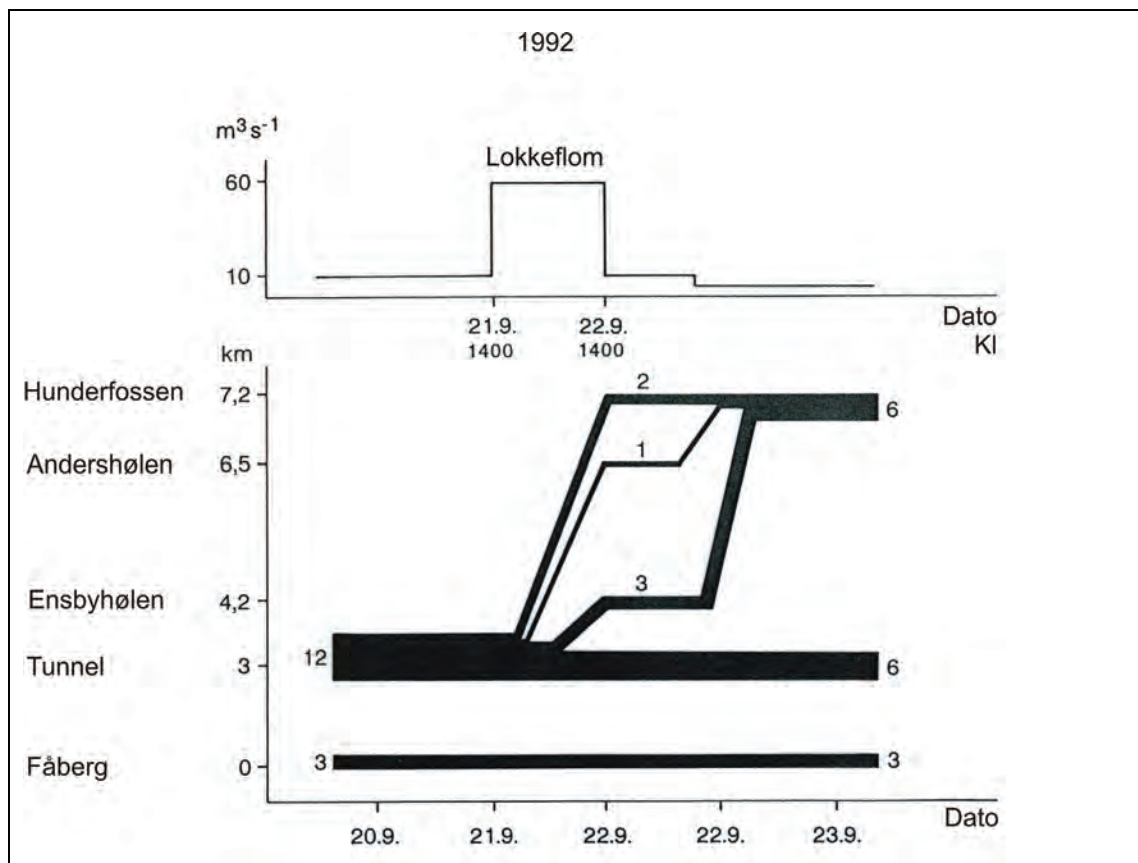
Det første forsøket ble gjennomført fra kl. 14.00 den 21. september til kl. 14.00 den 22. september 1992. I denne 24-timers perioden ble vannføringen økt fra $10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ opp til $60 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. I forkant av forsøket stod 12 radiomerkede ørreter i Hølsauget og 3 radiomerkede ørreter ved Fåberg (de tre sistnevnte ørretene beveget seg ikke i løpet av lokkeflommen). Av de 12 ørretene som stod i Hølsauget reagerte seks (50 %) av disse umiddelbart og startet oppvandringen i regulert elvestrekning. Kun to av disse kom frem til Hunderfossen før lokkeflommen ble avsluttet den 22. september kl. 14.00. Fire ørreter kom frem til Ensbyhølen (3 stk) og Andershølen (1 stk) i løpet av lokkeflommen. Disse fire fullførte oppvandringen til Hunderfossen ved regulert minstevannføring på 10 og $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ i løpet av et døgn etter lokkeflommen. Samlet sett var det 6 (50 %) av de 12 ørretene som stod i Hølsauget som kom opp til Hunderfossen som følge av lokkeflommen.

I 1993 ble det utført to forsøk med lokkeflommer. Det første forsøket ble gjennomført fra den 2. september kl. 14.00 til den 3. september kl. 14.00. I denne 24-timers perioden ble vannføringen økt fra $10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ i forkant av lokkeflommen og opp til $60 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Etter lokkeflommen ble vannføringen senket ned til $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ frem til den andre lokkeflommen som ble gjennomført fra den 5. september kl. 14.00 til den 6. september kl. 14.00. I denne 24-timers perioden ble det sluppet $30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ før vannføringen igjen ble senket ned til $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. I forkant av det første forsøket stod 13 radiomerkede ørreter i Hølsauget mens 7 radiomerkede ørreter stod ved Fåberg (de sistnevnte beveget seg ikke under den første lokkeflommen). Av de 13 ørretene som stod i Hølsauget reagerte 11 (84,6 %) av disse umiddelbart og startet oppvandringen i regulert elvestrekning i løpet av forsøket. Kun to av disse kom frem til Hunderfossen før lokkeflommen ble avsluttet den 6. september kl. 14.00. Tre ørreter kom frem til Andershølen, to ørreter kom fram til strykstrekningene mellom Andershølen og Ensbyhølen og fire kom frem til Ensbyhølen. I løpet av to døgn fortsatte syv av disse videre opp til Hunderfossen under minstevannføring på $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. To ørreter fra henholdsvis Andershølen og Ensbyhølen returnerte til Hølsauget i løpet av den 4. september. Samlet sett var det 9 (69,2 %) av de 13 ørretene som stod i Hølsauget som kom opp til Hunderfossen som følge av lokkeflommen.

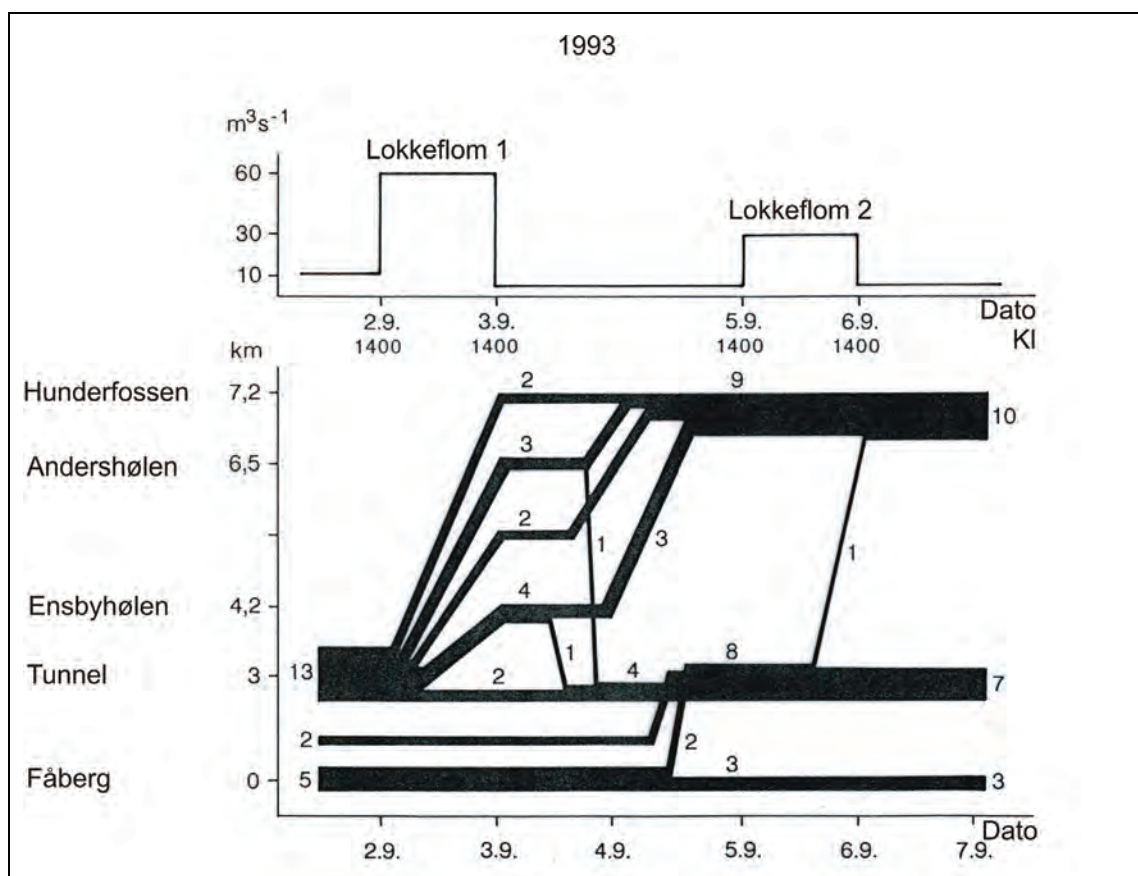
Det andre forsøket i 1993 ble gjennomført fra den 5. september kl. 14.00 til den 6. september kl. 14.00. I denne 24-timers perioden ble vannføringen økt fra $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ og opp til $30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ i løpet av lokkeflommen. Etter lokkeflommen ble vannføringen senket ned til $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. I forkant av forsøket var det til sammen 8 radiomerkede ørreter i Hølsauget. Fire av disse hadde forflyttet seg opp fra Fåberg natt til den 5. september. I løpet av denne lokkeflommen var det kun 1 (12,5 %) av de 8 radiomerkede ørretene i Hølsauget som reagerte mot slutten av flommen og vandret direkte opp til Hunderfossen i løpet av formiddagen den 6. september.

Kommentarer

Forsøkene viste at mellom 50 og 70 % av gytevandrende hunderørret som blir stående i Hølsauget etter at minstevannføringen blir satt ned til 15, 10 og $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ kan stimuleres til å vandre inn i den regulerte strekningen ved å slippe $60 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ i ett døgn. Lokkeflom på $30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ gav imidlertid liten vandringsrespons på ørreten. Videre viste forsøkene at lokkeflommens



Figur 3. Oppvandring av ørret under første forsøket med lokkeflom på $60 \text{ m}^3/\text{s}$. Antall gytevandrende ørret i forsøket er angitt.



Figur 4. Oppvandring av ørret under det andre forsøket med to lokkeflommer på henholdsvis $60 \text{ m}^3/\text{s}$ og $30 \text{ m}^3/\text{s}$. Antall gytevandrende ørret i forsøket er angitt.

viktigste funksjon er å stimulere ørretene til å komme seg forbi Hølsauget. Videre oppvandring i den regulerte strekningen foregår selv om vannføringen senkes ned til $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ etter lokkeflommen. Detaljerte posisjonspeilinger av ørret i Hølsauget, samt de ulike resultatene i 1992 og 1993 indikerer at lokkeflommer bør slippes i perioder hvor driftsvannføringen ut av tunnelen er stabil eller synkende. Dette forklares ved at oppvandrende ørret i større grad søker inn i tunnelåpningen under stigende vannføring gjennom turbinene, mens ørretene i større grad oppholder seg nedenfor tunnelåpningen ved stabil eller synkende driftsvannføring. Ettersom samløpet mellom tunnelvannføring og minstevannføring er lokalisert et par titalls meter nedenfor selve tunnelåpningen er det avgjørende for ørretens muligheter til å oppdage lokkeflommen at den tidvis oppholder seg i samløpet. Det skjer i mindre grad dersom den stimuleres til å søke inn i tunnelen som følge av en økende driftsvannføring.

I tillegg til den fysiske avstanden mellom tunnelen og samløpet og endringer i vannføring vil det relative forholdet mellom driftsvannføring og minstevannføring også være av betydning. Under forhold hvor slukeevnen på om lag $300 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ er maksimalt utnyttet vil en minstevannføring på 20, 15, 10 og $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ tilsvare mellom 6,7 og 1,7 % av driftsvannføringen. Under forsøkene var driftsvannføringen noe lavere. Terskelverdien for minstevannføringen andel i forhold til driftsvannføringen tilsvarer derfor om lag 5 % under de gitte fysiske forhold ved Hølsauget. En forkorting av avstanden mellom samløp og tunnelåpning vil kunne gi en lavere terskelverdi for minstevannføring.

Andre tilsvarende studier av gytevandrende laksefisk har vist at fiskene som oftest søker mot den største vannføringskilden ved samløpsområder mellom drifts- og minstevannføring. Dette fører ofte til at forsinkelser oppstår ved at fisken samles opp i blindveier (Williams 1998; Karppinen et al. 2002; Thorstad et al. 2003).

For å oppnå best mulig effekt av lokkeflommer bør de slippes i perioder med stabil eller synkende totalvannføring i Gudbrandsdalslågen. I tillegg bør de sannsynligvis slippes før slutten av september. Motivasjonen og til dels evnen til videre oppvandring kan modifiseres både av nærhet til gytetidspunkt og synkende vanntemperatur. Det optimale tidsvinduet for å oppnå størst mulig effekt på ørret som forhindres videre oppvandring synes å være perioden 10. – 20. september. I denne perioden vil det normalt samles opp oppvandrende ørret som ankommer Hølsauget etter at nedtrappingen av minstevannføringen fra $20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ og ned til 15, 10 og $5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ igangsettes. Terskelverdien for vandringer forbi Hølsauget synes å ligge mellom 15 og $20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Dersom dette er representativt vil det bety at sene gytevandrerne i stor grad blir forhindret videre oppvandring og må enten velge seg alternative gytelokaliteter på strekningen Hølsauget – Fåberg eller returnere til Mjøsa uten å gyte i Gudbrandsdalslågen. Ved ett tilfelle ble en radiomerket ørret (hannfisk) som returnerte til Mjøsa etter vandringsstopp i Hølsauget gjenfanget på stang ved Svanfossen i Vorma. Denne ørreten gikk ut i Mjøsa i midten av september (om lag to-tre uker før gytetestart) og ble gjenfanget som utgytt vinterstøing ved Svanfossen i mars den påfølgende våren. Dette kan indikere at hunderørret som forhindres fra å nå opp til ønsket gytedestinasjon kan velge alternative gyteelver. Hunderørretens størrelse tilsier at Vorma er mer aktuell som gyteelv sammenlignet med andre tilløpselver som hovedsakelig har gytefiskstørrelser under 3 kg. Disse indikasjonene, samt at en større fraksjon velger å gyte på alternative lokaliteter kan representere et betydelig tap av naturlig rekruttering av Gudbrandsdalslågen som følge av vandringshindringer forårsaket av regulert minstevannføring fra Hunderfossen.

Tidspunktet for hovedinnsiget av gytevandrerne varierer en del mellom årene. Sportsfiskefangster i juni, juli og august viser at vandringsintensiteten i juli og august normalt er høy. I år

hvor vannføringen i Gudbrandsdalslågen er stor og varierende forskyves sportsfiskefangstene mot juli og til dels juni, mens det i vannfattige år fanges lite hunderørret i juli og august (Kraabøl & Aass 1995, Aass & Kraabøl 1999). I slike år foregår oppvandringen i stor del utover i september. Dette medfører at store deler av gytebestanden ikke fordeler seg på gytefeltene fra Hunderfossen og oppover i Gudbrandsdalen via fisketrappen. Dette gir sannsynligvis meget store tap av naturlig reproduksjon. I slike år har det blitt observert betydelig mer gyttende hunderørret (våkeaktivitet) på Brunlaugrevet sammenlignet med vannrike år (Kraabøl, pers. obs). Lokkeflommer bør derfor prioriteres som et effektivt fiskeforsterkningstiltak i år hvor totalvannføringen i vassdraget er så lav at det slippes minstevannføring i store deler av oppvandringsesongen.

P4: Vandringsproblemer forårsaket av fisketrappen i Hunderfossen

Til sammen 25 ørreter ble peilet i perioden fra ankomst til Hunderfosshølen og frem til enten gjenfangst i fisketrappen eller til gytestart. Av disse 25 ørretene ble 7 (28 %) gjenfanget i fisketrappen og de resterende 18 (68 %) ble registrert gyttende i Hunderfossen eller Andersshølen etter flere ukers opphold inntil fisketrappen. Ettersom alle disse ørretene ble fanget i fisketrappen eller i kulpene på østsiden av demningen antas det at gyte destinationsene lå ovenfor Hunderfossen. Fisketrappen kan derfor gi en betydelig seleksjon av oppvandrende ørret etter som to tredjedeler ikke klarte å finne inngangen til fisketrappa før gytingen. Det ble for det meste sluppet minstevannføring mens ørretene søkte tilbake til fisketrappen. Det ble også registrert flere forflytninger som tolkes som søkeatferd mellom jernbanebrua og demningen utover mot gytetiden. Enkelte ørreter gikk ned til Andersshølen og opp til Hunderfossen igjen i denne perioden.

De 7 ørretene som ble gjenfanget i fisketrappen fordelte seg på fire hanner (kroppslengde 60-80 cm) og tre hunner (kroppslengde 65-75 cm). Det lave antallet indikerer ingen seleksjon i forhold til kjønn eller kroppsstørrelse, men det understrekes at materialet er lite. Ørretene oppholdt seg i Hunderfosshølen fra 12 til 84 døgn (gjennomsnitt 33 døgn) før de ble registrert i fiskefella. Det ble ved tre anledninger observert ørret med radiosender som hoppet i fossene inntil fisketrappen (M. Kraabøl, pers. obs).

Kommentarer

Resultatene viser at fisketrappa bør betraktes som en betydelig flaskehals for oppvandrende ørret. Ettersom alle 25 ørretene som inngår i denne vurderingen ble fanget i fisketrappa eller i kulpene på østsiden anses det som høyst sannsynlig at ørretenes opprinnelige gyte destinations var på oversiden av demningen. Telemetristudier har vist at ørret som fanges på disse stedene vandrer videre oppover (Arnekleiv & Kraabøl 1996). En gjennomsnittlig søketid på 33 døgn hos de som ble gjenfanget indikerer en betydelig forsinkelse i forhold til videre oppvandring. Særlig gjelder dette sene gytevandrerne som ankommer Hunderfossen i siste halvdel av august og utover i september.

Forsinkelsens varighet stemmer noenlunde overens med tidsdifferansen mellom første registrerte stangfangst og første ørret registrert i fisketrappen for 12-årsperioden 1983-1994. Første ørret i fisketrappa kom fra 0 til 63 døgn (gjennomsnitt: 24 døgn) senere enn den første stangfangede ørreten ble registrert fra Hunderfosshølen (Kraabøl & Aass 1995). Dette er en indirekte måte å anslå graden av forsinkelse på. I tillegg omfatter sistnevnte metode sommer-

perioder (juni, juli og august) med vesentlig høyere vannføringer på den regulerte strekningen. Ørretens muligheter for å vandre opp i fisketrappen opphører ved om lag $180 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (Jensen & Aass 1995), noe som er vanlig forekommende om sommeren. Imidlertid indikerer begge disse studiene at ørreten forsinkes med om lag en måned i Hunderfosshølen som følge av at fisketrappen representerer en flaskehals.

To tredjedeler av ørretene lykkes ikke å finne fisketrappen. Dette kan bety at fisketrappen i tillegg til å virke forsinkende på oppvandringen også kan virke selektiv. Ørretens muligheter til å finne fiskeinngangen og deretter vandre opp i fisketrappen kan virke selekterende på kjønn, kroppsstørrelse eller motivasjonsstatus hos oppvandrende fisk. Varierende grad av aversjon mot å benytte fisketrappen som vandringsvei kan prege ulike størrelsesgrupper eller kjønn som følge av lav vannføring sammenlignet med naturlig vannvolum. I tillegg kan søkeatferden variere mellom kjønn og størrelsesgrupper. Motivasjonsendringer fremover mot gyteperioden kan også tenkes å øke vandringstrangen frem til gytingen.

Resultatene viser at det er behov for nærmere undersøkelser og utprøving av tiltak for å begrense fisketrappens forsinkelse og eventuelt seleksjon på oppvandrende ørret. Både oppvandringstidspunktet og fordelingen av kjønn og størrelsesgrupper gjennom oppvandringsperioden har betydning for individenes levedyktighet hos laksefisk generelt (Quinn 2005; Hendry & Stearns 2005). Fisketrappen i Hunderfossen kan modifisere disse fordelene og endre mønsteret i oppvandringen av gytefisk både med hensyn til tidspunkt og bestandsstruktur.

P5: Fordeling av gytefisk på gytelokaliteter

Gytelokaliteten til 99 radiomerkede hunderørreter ble registrert gjennom prosjektene. Av disse ble 37 registrert gytende nedenfor Hunderfossen og 62 ovenfor Hunderfossen.

Nedenfor Hunderfossen fordelte 37 radiomerkede ørret seg på 6 gytelokaliteter mellom Hunderfossen og Brunlaugbrekket. I alt 16 ørret (43,2 %) gytt i Hunderfossen ved jernbanebrua og i den kunstige kanalen nedenfor settefiskanlegget. På den regulerte strekningen mellom Hunderfossen og Hølsauget ble det registrert gytelokaliteter for 3 ørret (8,1 %) i Andersshølen og 1 ørret (2,7 %) i Ensbyhølen. Til sammen 3 ørret (8,1 %) ble registrert gytende i nedre deler av Hølsauget, mens henholdsvis 4 (10,8 %) og 11 ørret (29,7 %) ble registrert gytende ved Drotten og Brunlaugrevet (tabell 4).

Tabell 4. Fordeling av gytelokaliteter hos 37 radiomerkede hunderørreter nedenfor Hunderfossen

Gytelokalitet	Fordeling av antall ørret	Prosentvis fordeling (%)
Brunlaugrevet	11	29,7
Drotten	4	10,8
Hølsauget	3	8,1
Ensbyhølen	1	2,7
Andersshølen/Bergvelta	3	8,1
Hunderfossen	16	43,2

Ovenfor Hunderfossen fordelte 62 radiomerkede ørret seg mellom 9 gytelokaliteter på strekningen mellom Rybakken ved Granrudmoen og opp til Harpefoss nedenfor Grøntuveholet. Gyteområdene ved Tingberg i Øyer, Bådstø på Tretten og Frya i Sør-Fron representerer svært viktige gyteområder med henholdsvis 20 (32,3 %), 17 (27,4 %) og 11 (17,7 %) av de kartlagte ørretene. Videre ble det registrert viktige gyteområder ved Ringeby og Harpefoss med henholdsvis 5 (8,1 %) og 4 (6,5 %) av de kartlagte ørretene. Mer sporadiske gytelokaliteter ble registrert ved Hovdefossen (2 ørret), Lybekkstrømmen ved Tretten (1 ørret), Sæterfossen i Skarsmoen (1 ørret) og Rybakken ved Granrudmoen (1 ørret) (tabell 5). En detaljert kartfesting av gytelokalitetene er gitt i Kraabøl & Arnekleiv (1998).

Tabell 5. Fordeling av gytelokaliteter hos 62 radiomerkede ørret ovenfor Hunderfossen

Gytelokalitet	Fordeling av antall ørret	Prosentvis fordeling (%)
Rybakken ved Granrudmoen	1	1,6
Tingberg i Øyer	20	32,3
Sæterfossen i Skarsmoen	1	1,6
Hovdefossen i Skarsmoen	2	3,2
Lybekkstrømmen ved Tretten	1	1,6
Bådstø ved Tretten (Losnaos)	17	27,4
Ringeby ved Randkleivsbrua	5	8,1
Frya ved Gåsøya	11	17,7
Harpefoss	4	6,5

Kommentarer

Fordelingen av gytefisk mellom Hunderfossen og Hølsauget samt nedenfor Hølsauget representerer fordelingen av gytefisk under de rådende reguleringsforhold. Betydelige vandringshindringer i samløpet mellom tunnelen og driftsvannstunnelen samt fisketrappen i Hunderfossen medførte sannsynligvis en opphopning av gytefisk ved Hunderfossen og nedenfor Hølsauget. Tiltak i form av lokkeflommer ned mot Hølsauget og spesifikk lukemanøvrering ved Hunderfossen for å styre oppvandrende ørret inn mot fisketrappens inngang under minstevannføringer vil i betydelig grad bidra til mer optimal fordeling av gytefisk og derav økt naturlig rekruttering ved at en større andel av gytevandrerne fordeler seg på prefererte gytedestinasjoner oppover i vassdraget. Returvandring til Mjøsa før gyting medfører også et direkte tap av naturlig reproduksjon og er sannsynligvis forårsaket av reguleringsinngrepet i Hølsauget.

KONKLUSJONER

1. Ved Hølsauget forhindres gytevandringen når minstevannføringen er lavere enn 15-20 m³s⁻¹. I nedbørfattige år når oppgangen er forsinket vil dette kunne medføre betydelig tap av naturlig rekruttering og redusert oppgang av ørret i fisketrappa ved Hunderfossen.
2. Den regulerte strekningen mellom Hølsauget og Hunderfossen gir tilfredsstillende oppvandringsmuligheter ved minstevannføringer ned til 5 m³s⁻¹.

3. Forsøkene med slipp av kunstige lokkeflommer på $60 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ i 24 t viste at mellom 50 og 70 % av hunderørret som forhindres forbivandring av Hølsaauget stimuleres til videre oppvandring under og etter lokkeflommen. Lokkeflommer er derfor et viktig fiskeforsterkningstiltak som i nedbørfattige år vil forbedre fordelingen av gytefisk på tilgjengelige gytelokaliteter.
4. Fisketrappen i Hunderfossen er en betydelig flaskehals for gytevandrende hunderørret. Telemetristudiene indikerte at en tredjedel av den vandringsvillig hunderørret lykkes i å passere fisketrappen mens de resterende to tredjedeler gyter nedenfor Hunderfossen. De som lykkes i å passere fisketrappen ble forsinket fra 12-84 døgn i Hunderfosskulpen.
5. Fordelingen av gytefisk på gytelokaliteter indikerte en betydelig overdekning på gytelokaliteter ved Hunderfossen og nedenfor Hølsaauget som følge av vandringsproblemer. Ovenfor Hunderfossen ble det registrert store gytefelter ved Tingberg i Øyer, Losnaosen ved Bådstø og Frya. Gyting ble også dokumentert ved Harpefoss, Ringebru, Lybekkstrømmen, Hovdefossen, Sæterfossen, og Rybakken.

LITTERATUR

- Aass, P. & Kraabøl, M. 1999. The exploitation of a migrating brown trout population (*Salmo trutta* L.) population: change of fishing methods due to river regulation. *Regulated Rivers; Research & Management* 15; 211-219.
- Arnekleiv, J.V. & Kraabøl, M. 1996. Migratory behaviour of adult fast-growing brown trout (*Salmo trutta*, L.) in relation to water flow in a regulated Norwegian river. *Regulated Rivers; Research & Management* 12; 39-49.
- Arnekleiv, J.V. & Kraabøl, M. 1998. Opp- og nedvandring av ørret ved Hunderdossen kraftverk. *Proceedings from the Nordic Conference on Fish Passage, Oslo 9.-11. September 1998*. DN-notat 1999-1.
- 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.
- Arnold, G.P. 1974. Rheotropism in fishes. *Biological Reviews* 49; 515-576.
- Banks, J.W. 1969. A review of the literature on the upstream migration of adult salmonids. *Journal of Fish Biology* 1; 85-136.
- Berdal, B.A. udatert. Hunderfossen Dam and Power Plant. *Concrete Dams in Norway*, Østlandets Blad Trykkeri, Ski.
- deGaudemar, B. & Beall, E. 1998. Effects of overripening on spawning behaviour and reproductive success of Atlantic salmon females spawning in a controlled flow channel. *Journal of Fish Biology* 53; 434-446.
- Ferguson, J.W., Williams, J.G. & Meyer, E. 2002. Recommendations for improving fish passage at the Stornorrfor Power station on the Umeälven, Umeå, Sweden. US Department for commerce. National Marine Fisheries Service, Northwest fisheries Science Centre, Seattle, Washington, February 2002.
- Hegge, O. 1994. Vurdering av nytten av opprettholdt minstevannslipp. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Notat.

- Huitfeldt.Kaas, H. 1917. Mjøsens fisker og fiskerier. Aktietrykkeriet i Tronhjem.
- 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* 10; 217-228.
- Johlander, A. 1999. Counting Atlantic salmon and sea trout in fishways in southern Sweden – results and observations. I: (Red.: Kamula & Laine): *Proceedings of the Nordic Conference on Fish Passage*, Oslo 9-11. September 1998. DN-notat 1999-1, s. 98-104.
- Jonsson, N. 1991. Influence of water flow, water temperature and light on fish migrations in rivers. *Nordic Journal of Freshwater Research* 66; 20-35.
- Karppinen, P., Mäkinen, T.S., Erkinaro, J., Kostin, V.V., Sadkovskij, R.V., Lupadin, A.I. & Kaukoranta, M. 2002. Migratory and route-seeking behaviour of ascending Atlantic salmon the regulated river Tuloma. *Hydrobiologia* 483; 23-30.
- Katopodis, C. 1990. Advancing the art of engineering fishways for upstream migrants. I: *Proceedings of the International Symposium on Fishways*. Gifu, October 8-10, Japan, s. 19-28.
- Katopodis, C. 1999. Sustaining fish migrations: swimming performance and fish passage/exclusion methods. I: (Red.: Kamula & Laine): *Proceedings of the Nordic Conference on Fish Passage*, Oslo 9-11. September 1998. DN-notat 1999-1, s. 23-30.
- Kraabøl, M. 1995. Storørretfisket i Lågen ovenfor Hunderfossen 1976-1994. Notat på oppdrag fra Ringeby kommune, 17 s.
- Kraabøl, M. 2001. Storørret i Lågen mellom Hunder og Harpefoss. Fiskets historikk, bestandskarakteristikk, beskatning og ernæring. *Miljøtjenester*. Rapport nr. 1/2001, 61 sider + vedlegg.
- Kraabøl, M. 2006. Gytebiologi hos hunderørret i Gudbrandsdalslågen nedenfor Hunderfossen kraftverk. NINA Rapport 217, 34 s.
- Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. 1992. Gytevandring til hunderørret. Status for prosjektarbeidet 1991. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet. Notat fra Zoologisk avdeling 1992-6, 21 s.
- Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. 1997. Utvandring av vinterstøing og smolt av hunderørret fra Gudbrandsdalslågen i relasjon til manøvrering av Huunderfossen kraftverk. Pilotforslk med radiotelemetri. NTNU Vitenskapsmuseet. Zoologisk notat 1997-1, 22 s.
- Kraabøl, M. & Arnekleiv, J.V. 1998. Registrerte gytelokaliteter for storørret i Gudbrandsdalslågen og Gausa med sideelver. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet. Rapport Zoologisk serie 1998-2, 28 s + vedlegg.
- Kraabøl, M., Arnekleiv, J.V. & Museth, J. (innsendt manuskript). Temporal segregation in downstream migrating brown trout (*Salmo trutta* L.) kelt and smolt populations in a regulated river. Manuscript innsendt til Fisheries Management and Ecology.
- Kraabøl, M. & Aass, P. 1995. Stangfisket etter hunderørret nedenfor Hunderfossen 1965-1994. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapport 3, 1995, 126 s.
- Kraabøl, M. & Aass, P. 1996. Drivgarnsfisket etter ørret i Lågen fra Mjøsa til Fåberg i perioden 1900-1969. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapport 15, 1996, 19 s.
- Kraabøl, M., Arnekleiv, J.V. & Museth, J. 2008. Temporal segregation in downstream migrating brown trout (*Salmo trutta* L.) kelt and smolt populations in a regulated river. Innsendt manuskript til Fisheries Management & Ecology.
- Kristjansson, L.T. & Kraabøl, M. 1994. Gyteplasser for storauren i Lågen fra Harpefoss til Ringeby. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Notat, desember 1994, Ark.: 462.44 LK, 12 s.
- Larinier, M., Travade, F. & Porcher, J.P. 2002. Fishways: biological basis, design criteria and monitoring. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 364, 208 s.

- Power, J.H. & McCleave, J.D. 1980. Riverinne movements of hatchery-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*) upon return as adults. *Environmental Biology of Fishes* 5; 3-13.
- Quinn, T.P. 2005. The behaviour and ecology of Pacific salmon and trout. American Fisheries Society & University of Washington Press, Seattle, 362 s.
- Rivinoja, P. 2005. Migration problems of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in flow regulated rivers. Doctoral Thesis no. 2005: 114. Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå.
- Thorstad, E.B., Økland, F., Kroglund, F. & Jepsen, N. 2003. Upstream migration of Atlantic salmon at a power station on the River Nidelva, Southern Norway. *Fisheries Management & Ecology* 10; ,139-146.
- Williams, J.G. 1998. Fish passage in the Columbia river, USA, and its tributaries: problems and solutions. I: *Fish Migration and Fish Bypasses* (Red.: Jungwirth, Schmutz & Weiss). Fishing News Book, University Press, Cambridge, s 180-191.

VITENSKAPSMUSEET 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 ferskvannsökologi 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 påtar seg:

- **forskningsoppgaver i forbindelse med naturinngrep og naturforvaltning**
- **konsekvensutredninger ved planlagte naturinngrep**
- **for- og etterundersøkelser ved naturinngrep**
- **alle typer faunakartlegging**
- **biologiske overvåkingsprosjekter**

Oppdragsvirksomheten har i dag faglig kapasitet innenfor fagfeltene:

- **ferskvannsökologi**
- **fiskebiologi**
- **ornitologi (fugl) og mammalogi (pattedyr)**
- **viltøkologi**
- i samarbeid med andre forskningsinstitusjoner ved NTNU/SINTEF dekkes også andre fagfelt, deriblant marinøkologi

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 så tidlig som mulig. Spesielt er dette viktig ved arbeidsoppgaver som krever større feltinnsats.

Adresse: NTNU
Vitenskapsmuseet
Seksjon for naturhistorie
7491 Trondheim

Tlf.nr.: 73 59 22 80
Telefax.: 73 59 22 95
E-mail: Zoo@vm.ntnu.no

ISBN 978-82-7126-779-7
ISSN 1504-503X