

Oppvandring av radiomerket laks i Numedalslågen i 2003

Eva B.Thorstad
Torbjørn Forseth
Finn Økland
Ingar Aasestad
Bjørn Ove Johnsen



Norsk institutt for naturforskning

Oppvandring av radiomerket laks i Numedalslågen i 2003

Eva B.Thorstad

Torbjørn Forseth

Finn Økland

Ingar Aasestad

Bjørn Ove Johnsen

NINA publikasjoner

NINA utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, års-rapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

NINA Project Report

Serien presenterer resultater fra instituttets prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

NINA Temahefte

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

NINA Fakta

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINAs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

I tillegg publiserer NINA-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Thorstad, E. B., Forseth, T., Økland, F., Aasestad, I. & Johnsen, B. O. 2004. Oppvanding av radiomerket laks i Numedalslågen i 2003. - NINA Oppdragsmelding 835. 37pp.

Trondheim, juli 2004

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1474-1

Forvaltningsområde: Naturinngrep
Management area: Impact assessment

Rettighetshaver ©:

Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Ansvarlig kvalitetssikrer:

Torbjørn Forseth

NINA

Sideombrekking:

Kari Sivertsen

NINA

Kopiering: Norservice

Opplag: 200

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

N-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

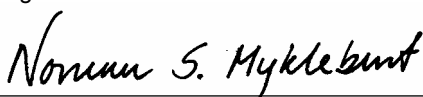
Telefax: 73 80 14 01

<http://www.nina.no>

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13159002

Ansvarlig signatur:



Forskningsdirektør

Oppdragsgiver:

Numedals-Laagens Brugseierforening

Referat

Thorstad, E.B., Forseth, T., Økland, F., Aasestad, I. & Johnsen, B.O. 2004. Oppvandring av radiomerket laks i Numedalslågen i 2003. - NINA Oppdragsmelding 835. 37pp.

Bakgrunn og formål

Ny konsesjon for fortsatt regulering av Numedalslågen ble gitt i 2001. Som et ledd i å oppfylle konsesjonsvilkårene, fikk Norsk institutt for naturforskning (NINA) i oppdrag fra Numedals-Laugens Brugseierforening (NLB) å gjennomføre undersøkelser av oppvandring av radiomerkede laks i vassdraget. Hovedformålet med alle de biologiske undersøkelsene i vassdraget er å skaffe tilstrekkelig grunnlag for vurdering av eventuelle endringer av manøvreringsreglementet etter ti år. Formålene med undersøkelser av oppvandring av laks er spesielt å:

- Dokumentere og beskrive laksens vandring fram til gyteområdene.
- Identifisere vandringshindre.
- Analysere passering av eventuelle vandringshindre i forhold til vannføring og vanntemperatur.

Metoder

Til sammen 64 laks ble fanget i bunngarn og kilenot ved Kaffiholmen i Larviksfjorden og radiomerket i perioden 22. mai - 19. august 2003 (gjennomsnittlig kroppslengde 72 cm, variasjonsbredde 51-99 cm). Etter merking ble laksens atferd registrert ved 1) jevnlig manuelle peilinger langs Numedalslågen, 2) automatiske lyttestasjoner som kontinuerlig registrerte merket laks ved Bommestad, Holmfoss og Hoggveita, 3) rapportering av gjenfangster i sjø- og elvefisket, og 4) noen få manuelle peilinger langs Drammenselva, Lierelva, Glomma og Ågårdselva. Individuelle fisk kunne gjenkjennes ved at hver sender hadde en egen frekvens.

For å sikre at resultater og konklusjoner er basert på laks som hørte hjemme i Numedalslågen, og som hadde en motivasjon og vandringsatferd som er representativ for laks som har vokst opp i vassdraget, ble hovedsakelig bare villaks som var i vassdraget i gyteperioden (og som ikke hadde vandring ut i sjøen ved trefiberutslipp, se nedenfor), inkludert i analyser av oppvandringen. Resultatene omfatter dermed fullstendige vandringsdata for 19 laks fra merking og fram til gyteperioden. I tillegg inkluderes vandringsdata for nedre deler av Numedalslågen for fem laks som trolig gikk opp i sidevassdrag (fire til Hagnesvassdraget og én til Hagtvedtelva).

Resultater

Totalt ble 57 av 64 radiomerkede laks (89 %) registrert etter merking ved peiling og/eller rapporterte gjenfangster, og 51 av disse (80 %) ble registrert i Numedalslågen. Til sammen 21 laks ble rapportert gjenfanget (33 % av de som ble merket), og 15 av disse ble gjenfanget i Numedalslågen (23 % av de som ble merket, 29 % av de som ble registrert i Numedalslågen).

Tid fra laksen ble sluppet i fjorden til de første gang ble registrert i elva, varierte mellom 6 timer og nesten 30 dager, med et gjennomsnitt på ca 3,5 dager. Gjennomsnittlig vandringshastighet fra laksen ble sluppet til de første gang ble registrert i elva var 10,5 km per dag. Vannføring større enn ca 150 m³/s så ut til å forsinke oppvandringen fra sjøen og opp i elva, men få fisk ble merket ved så høye vannføringer.

Den merkede laksen spredte seg over hele elva opp til Hem ovenfor Brufoss. Øverste registrerte posisjon for individuelle laks var gjennomsnittlig 39 km fra elvemunningen (variasjonsbredde 5-60 km). I gyteperioden (ved peiling 6. november) var laksen gjennomsnittlig 37 km fra elvemunningen (variasjonsbredde 4-59 km). Tretten laks (68 %) var oppstrøms Holmfoss i gyteperioden, og sju (37 %) var oppstrøms Hoggveita.

Laksen nådde sin øverste posisjon i elva gjennomsnittlig 55 dager (variasjonsbredde 7-147 dager) etter merking og utsetting i sjøen, og gjennomsnittlig 50 dager (variasjonsbredde 3-145 dager) etter at de første gang ble registrert i elva. Gjennomsnittlig vandringshastighet fra første registrering i elva til øverste posisjon var 1,4 km/dag (variasjonsbredde 0,25-7,5 km/dag). Laksen nådde sin øverste posisjon i perioden 12. juni - 29. oktober. Halvparten av laksen hadde nådd sin øverste posisjon 14. august og 90 % av laksen 15. oktober.

Åbyfoss og Holmfoss ble identifisert som vandringshindre, med en liten forsinkelse i oppvandringen ved Åbyfoss (gjennomsnittlig 15 dager for den tredjedelen av laksen som stanset lengre enn tre dager) og en betydelig forsinkelse ved Holmfoss. Gjennomsnittlig tok det 29 dager fra laksen ble registrert første gang ved Holmfoss til de passerte fossen (variasjonsbredde 5-74 dager) (gjennomsnittlig 24 dager hvis all laks som passerte fossen inkluderes og ikke bare sikre numedalslaks). Flere laks (8 av 13, 62%) viste et urolig vandringsmønster i dette område og stod ikke i ro i hølen nedenfor Holmfoss, men vandret ned- og oppstrøms på elvestrekningene nedenfor Holmfoss over distanser på opp til 14 km.

Hoggveita og Kjærrafossene kan se ut som vanskelige stryk for laks å passere, men i denne undersøkelsen stanset ikke laksen lengre enn gjennomsnittlig 2,4 dager (variasjonsbredde 0-8 dager) nedenfor Hoggveita. Den raske passeringen av dette området har sannsynligvis sammenheng med relativt lave vannføringer i undersøkelsesperioden.

Bortsett fra Åbyfoss, Holmfoss og Hoggveita/Kjærrafossene var det ingen av strykene i elva eller andre lokaliteter som utpekte seg som vandringshindre. Vandringshastigheter mellom disse lokalitetene var relativt rask, og laksen hadde vandringshastighet på gjennomsnittlig 4,9 km per dag mellom Bommestad og Holmfoss (13 km) og 4,7 km per dag mellom Holmfoss og Hoggveita (26 km).

Ut fra resultatene i denne undersøkelsen, kan vi fastslå med sikkerhet at laksen er i stand til å passere Åbyfoss ved vannføring 41-139 m³/s og vanntemperatur 3-21 °C, Holmfoss ved vannføring 57-152 m³/s og vanntemperatur 11-22 °C, Hoggveita ved vannføring 55-109 m³/s og vanntemperatur 18-22 °C, Sjulstadfoss ved vannføring 43-90 m³/s og vanntemperatur 15-21 °C og Brufoss ved vannføring 64-72 m³/s og vanntemperatur 12-20 °C. Verdiene må ikke betraktes som øvre og nedre grense for mulig passering av disse områdene, men er basert på under hvilke forhold radiomerket laks passerte i denne undersøkelsen. Verdiene er derfor begrenset av variasjon i vannføring og vanntemperatur i undersøkelsesperioden, og av antall fisk i undersøkelsen.

Ved Holmfoss var vannføringen stigende i forhold til dagen før da fem radiomerkede laks passerte, synkende da sju laks passerte og jevn da fire laks passerte. Ved å sammenligne vannføringen på dager da laksen stod i hølen nedenfor Holmfoss uten å passere i forhold til vannføring ved passering, kunne vi ikke finne noe mønster; vannføringen ved oppvandring lå hos de fleste individer innenfor variasjonen av vannføring på dager de stod nedenfor Holmfoss uten å passere. En kan derfor ikke si at laksen stod nedenfor fossen og ventet på en spesifikk vannføring før de passerte.

Ved markert vannføringsøkning 23.-24. september satte 16 av 32 villaks (50 %) som var i Numedalslågen seg i bevegelse. Seks laks (19 %) vandret oppover og 10 laks (31 %) vandret nedover elva - og åtte (25 %) av disse vandret helt ut i sjøen igjen. Årsaken til denne uvanlige atferden viste seg å være trefiberutslipp i forbindelse med anleggsarbeider ved Hvitvingfoss, og var trolig en umiddelbar fluktrespons fra ubehagelige partikler i form av bark og flis i vannet. Av de åtte fiskene som gikk helt ut i sjøen, kom fire tilbake til Numedalslågen igjen (etter 7, 7, 15 og 21 dager), to vandret til Drammenselva og to ble ikke registrert siden.

Konklusjon

Metodene som ble benyttet viste seg velegnet til å besvare formålene med undersøkelsen. Resultatene er imidlertid basert på et relativt lite antall merkede laks, særlig fra Hoggveita og videre oppover i vassdraget.

Laksens vandring fram til gyteområdene er dokumentert, beskrevet og sammenlignet med resultater fra andre vassdrag. Oppvandring av laks i Numedalslågen og atferd fram til gyteperioden fulgte generelt samme mønster som kjent fra den uregulerte Tanaelva.

Enkle forklaringer på hvilke stimuli som fikk individuelle laks til å passere Holmfoss etter at de hadde stått i hølen nedenfor i lengre tid, ble ikke funnet. Dette er i samsvar med tidligere undersøkelser av radiomerkede laks i norske vassdrag, og tyder på at stimuli for oppvandring forbi vandringshindre er en kompleks kombinasjon av fysiske forhold og laksens motivasjon.

Undersøkelsen ble gjennomført i et år da vannføringen i sesongen for oppvandring av laks det meste av tiden var 20-50 m³/s lavere enn gjennomsnittet for perioden 1984-2000, og vanntemperaturen i juli og august var relativt høy. Identifiseringen av vandringshindre må ses i lys av dette. Ved en høyere vannføring kan det tenkes at andre stryk-områder i Numedalslågen framstår som vandringshindre enn i denne undersøkelsen, og at forsinkelsen ved de to vandringshindrene Åbyfoss eller Holmfoss har en annen varighet. Det kan også tenkes at den høye vanntemperaturen medførte at laksen var mindre vandringsvillig i deler av sesongen 2003, slik at forsinkelsene ved Åbyfoss og Holmfoss er kortere ved lavere vanntemperaturer. Dette kan vi imidlertid ut fra eksisterende kunnskap ikke si noe om.

Emneord: *Salmo salar*, gytevandring, vandringshindre, vandringshastigheter, vannføring, vanntemperatur, telemetri

Eva B. Thorstad, Torbjørn Forseth, Finn Økland, Bjørn Ove Johnsen, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7585 Trondheim. e-post eva.thorstad@nina.no
Ingar Aasestad, Hvarnes, 3282 Kvelde

Forord

Som et ledd i å oppfylle konsesjonsvilkårene for kraftregulering, fikk Norsk institutt for naturforskning (NINA) i oppdrag fra Numedals-Laugens Brugseierforening (NLB) å undersøke oppvandring av radiomerket laks i Numedalslågen. En pilotstudie som skal danne grunnlag for anbefalinger av eventuelle videre undersøkelser av oppvandring av laks, ble gjennomført i 2003. Resultatene fra undersøkelsen er presentert i denne rapporten.

Vi vil takke alle som bidro til ulike deler av prosjektet for god hjelp og godt samarbeid: Thore Halvorsen fanget fisk for merking, Jon G. Backer (NINA) hjalp til med utsetting av kilenot, Lars Kristian Eikenæs, Georg Helgeland og Olaf Gjone stilte husrom til rådighet for dataloggestasjoner, Leidulf Fløystad (NINA) analyserte skjell fra merket fisk, Berit Larsen (NINA) bearbeidet kartdata fra manuell peiling, Jan-Petter Magnell (SWECO Grøner AS) skaffet til veie og tilrettela vannførings- og vanntemperaturdata, Kari Sivertsen (NINA) laget figur 1, 2 og 10 i rapporten og Morten Tallaksen deltok ved peiling av fisken. I tillegg deltok Runar Bingen, Viggo Brudevoll, Åge Christiansen, Arild Jacobsen, Morten Kvammen, Ralf Skram og Svein Søhus ved daglig peiling av fisken en periode i juli. Numedals-Laugens Brugseierforening, Niels Jepsen (Danmarks Fiskeriundersøgelser) og Ola Ugedal (NINA) leste gjennom og kommenterte en tidligere versjon av rapporten. Vi vil også takke Numedalslågen Elvelag for godt samarbeid under gjennomføringen av prosjektet.

Numedals-Laugens Brugseierforening finansierte prosjektet i sin helhet. Vi vil takke Numedals-Laugens Brugseierforening ved Jan Gaute Bjerke, Olav Brunvatne (innleid delprosjektleder fra SWECO Grøner AS) og Nils Runar Sporan for godt samarbeid under gjennomføringen av prosjektet.

Trondheim, juni 2004

Torbjørn Forseth
prosjektleder

Innhold

Referat	3
Forord	5
Innhold	5
1 Innledning	6
2 Områdebeskrivelse	7
2.1 Numedalslågen	7
2.2 Fiskebestander	7
2.3 Regulering	8
3 Materiale og metoder	10
3.1 Fangst og radiomerkning av laks	10
3.2 Registrering av radiomerket laks og bearbeiding av data	10
3.3 Vannføring og vanntemperatur	13
4 Resultater	15
4.1 Andeler laks registrert etter merking og gjenfangster	15
4.1.1 Laks registrert i Numedalslågen	15
4.1.2 Laks med kultiveringsbakgrunn	15
4.1.3 Gjenfangster	15
4.1.4 Registreringer i andre fjorder og vassdrag	16
4.2 Vandringshastigheter og vandringsmønster	16
4.2.1 Tid fra utsetting til første registrering i Numedalslågen	16
4.2.2 Fordeling i elva	17
4.2.3 Identifisering av vandringshindre	18
4.2.4 Passering av vandringshindre og viktige strykområder i forhold til vannføring	19
4.2.5 Passering av vandringshindre og viktige strykområder i forhold til vanntemperatur	21
4.3 Atferd i forbindelse med trefiberutslipp	21
4.4 Atferd under og etter gyteperioden	22
4.5 Sammenligning av merkemethoder	22
5 Diskusjon	23
5.1 Oppvandringsmønster	23
5.2 Identifisering av vandringshindre	23
5.3 Passering av vandringshindre i forhold til vannføring og vanntemperatur	24
5.4 Betydning av forsinkelser i oppvandringen	25
5.5 Trefiberutslipp	25
5.6 Vurdering av merkemethoder	25
6 Konklusjon	26
7 Referanser	27
8 Vedlegg	29

1 Innledning

Vannføring er den faktoren som oftest er omtalt som kontrollerende faktor i forhold til oppvandring av laks i elver (f eks Banks 1969, Jonsson 1991). Effekter av vannføring kan imidlertid være modifisert av andre faktorer som vanntemperatur, turbiditet, atmosfæretrykk, skydekke, vannkvalitet og tidevann (f eks Banks 1969, Jonsson, 1991). Resultater fra ulike undersøkelser spriker, og forholdet mellom vandring, vannføring og andre faktorer synes å være kompleks. Naturlige og menneskeskapte vandringshindre kan også påvirke oppvandringshastigheter og oppvandringsmønstre i betydelig grad (f eks Johnsen *et al.* 1996, Thorstad & Hårsaker 1998, Thorstad *et al.* 2000b, 2003a, b).

Numedalslågen er ei av Norges viktigste lakseelver, og oppgitt årlig fangst varierer vanligvis mellom 10 og 25 tonn laks. Fisket har stor kulturhistorisk verdi, med mange tradisjonelle fangstmetoder som er helt spesielle for vassdraget, og som fortsatt holdes i hevd. Vassdraget er lokalisert nær tett befolkede områder i Vestfold og Buskerud fylker og har mange brukerinteresser. Tidligere var Numedalslågen et viktig tømmerfløtingsvassdrag, og vassdraget er regulert for kraftproduksjon siden ca 1920. I dag er det til sammen seks magasinkraftverk og sju elvekraftverk ovenfor naturlig lakseførende strekning. Manøvreringsreglementet for vassføring i Numedalslågen har vært basert på fløtingsreglementet fra 1914, en reguleringstillatelse som Statkraft SF hadde til 1994. Reguleringstillatelsen ble forlenget til 2001 i påvente av sluttbehandling av søknad om fornyet konsesjon.

Ny konsesjon for fortsatt regulering av Numedalslågen ble gitt ved kongelig resolusjon av 18. mai 2001. Numedals-Laugens Brugseierforening (NLB) er nå konsesjonær vassdragsforvalter på vegne av medlemmene i foreningen, som er kraftverkseierne i vassdraget. NLB har ansvar for å følge opp og gjennomføre myndighetenes krav og pålegg gitt i medhold av regulerings- og vassdragskonsesjoner gjennom manøvreringsreglement og konsesjonsvilkår.

Post 7 pkt II c i konsesjonsvilkårene sier at konsesjonær plikter, etter nærmere bestemmelse av Direktoratet for naturforvaltning (DN) å

"gjennomføre undersøkelser i samråd med NVE innenfor de vannføringer som er fastsatt i pkt 2 i manøvreringsreglementet over laksens overlevelse, oppvandring til - og utvandring fra - vassdraget som grunnlag for eventuelle endringer av nevnte pkt 2."

I manøvreringsreglementets punkt 2 står det, i tillegg til de fastsatte minstevannføringene ved Skollenborg:

"Bestemmelsene i denne post kan tas opp til ny vurdering, dersom undersøkelser vedrørende laksens overlevelse, oppvandring til - og utvandring fra - vassdraget viser behov for det etter 10 år eventuelt samtidig med revisjon pr. 12.05.2011 av konsesjonsvilkårene tilknyttet tillatelse til å foreta reguleringer og overføringer i Uvdalsvassdraget. I den forbindelse kan også eventuelle slipp av lokkeflommer vurderes."

Som et ledd i å oppfylle konsesjonsvilkårene, har Norsk institutt for naturforskning (NINA) fått i oppdrag fra Numedals-Laugens Brugseierforening å gjennomføre undersøkelser av oppvandring av radiomerkede laks i vassdraget. Hovedformålet med alle de biologiske undersøkelsene i vassdraget er å skaffe tilstrekkelig grunnlag for vurdering av eventuelle endringer av manøvreringsreglementet etter ti år. Formålene med undersøkelser av oppvandring av laks er spesielt å:

- Dokumentere og beskrive laksens vandring fram til gyteområdene under nåværende manøvreringsreglement.
- Identifisere vandringshindre.
- Analysere passering av eventuelle vandringshindre i forhold til vannføring og vanntemperatur.

I denne rapporten presenteres resultater fra undersøkelser av oppvandring av radiomerket laks i Numedalslågen i 2003.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Numedalslågen

Numedalslågen (**figur 1**) er Norges tredje lengste elv (336 km). Årlig middelvannføring ved utløpet i Larvik er 120 m³/s. Numedalslågen har opprinnelse på Hardangervidda, og nedbørsfeltet er 5670 km².

Naturlig lakseførende strekning til Hvittingfoss er 72 km. I tillegg finnes laks i de større sidevassdragene, som totalt utgjør ca 55 km lakseførende strekning. Det største sidevassdraget langs lakseførende strekning er Hagnesvassdraget, som renner ut i Numedalslågen via Åsumvannet (**figur 1**). Daleelva og Herlandselva er også større sidevassdrag som er lakseførende, i tillegg til flere små sideelver. Sidevassdragene langs lakseførende strekning er ikke regulert for kraftproduksjon. Ved Hvittingfoss ble det bygd ei laksetrapp i 1989, som åpner for ytterligere 35 km lakseførende strekning av hovedelva pluss sideelver til Labro (Gravenfoss). Så langt har imidlertid trappa fungert dårlig, og kun ca 10 laks totalt har passert trappa de 15 årene den har vært i drift (én laks passerte i 2002 og ingen i 2003).

Lakseførende strekning opp til Hvittingfoss har flere fosser og strykområder, hvor de største fallene utgjøres av Åbyfoss, Holmfoss, Hoggveita/Kjærrafossene, Sjulstadfoss og Brufoss (**figur 2**). Vanntemperaturen på lakseførende strekning er ned mot null om vinteren, øker vanligvis raskt i mai og juni og når et maksimum på 15-20 °C i juli/august, før den gradvis reduseres ned mot null i november igjen.

Vannet har i utgangspunktet lite oppløste salter og er nøytralt (pH 6,6). Den menneskelige påvirkningen av elva øker nedover vassdraget. Utslipp fra industri og kloakk samt landbruksforurensing gjør vannet næringsrikt i de nedre delene. I de senere årene har konsentrasjonen av fosfor og bakterier i vannet økt (Alsaker-Nøstdal 2002).

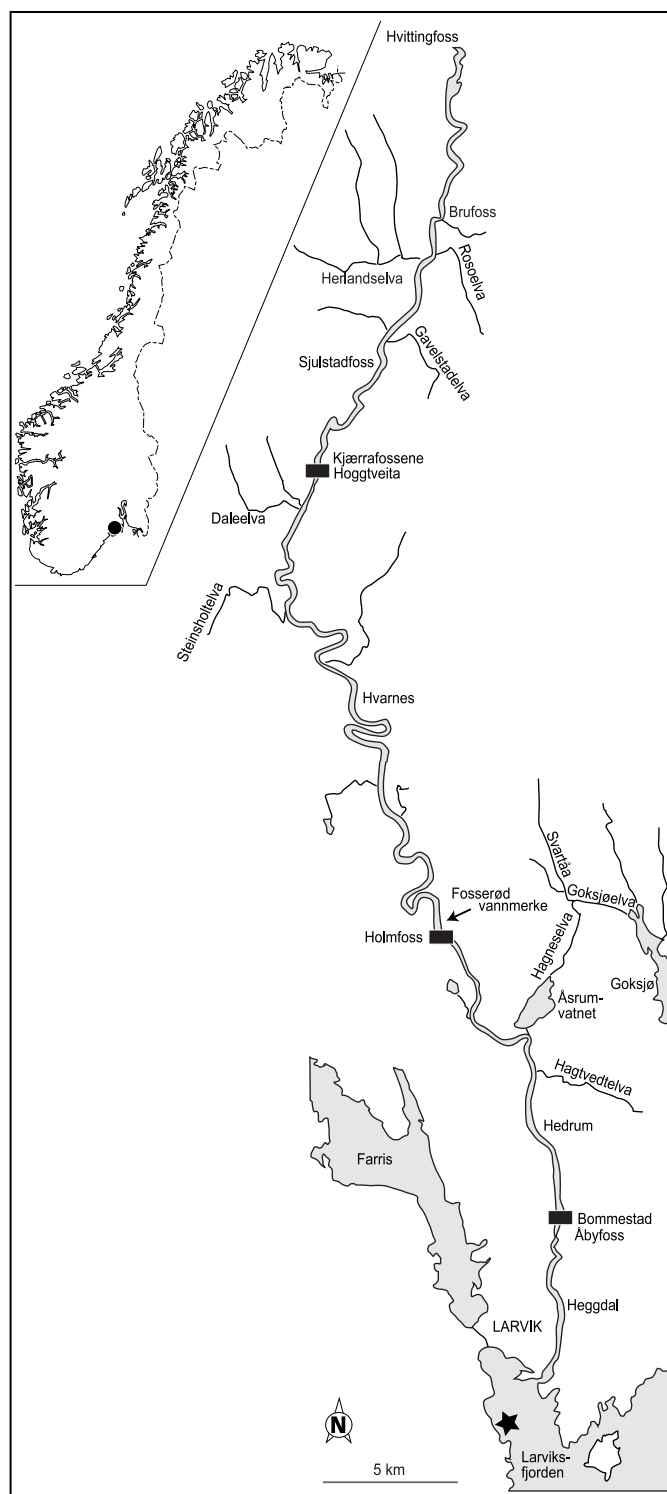
2.2 Fiskebestander

Numedalslågen er ei av de få lakseelvene i Norge som har et betydelig innslag av andre fiskearter enn laks. Det finnes faste bestander av 16 fiskearter i vassdraget, og det er fanget individer av ytterligere fire fiskearter som ikke har faste bestander i elva. Sjøaure utgjør eksempelvis bare 1-4 % av den totale fangsten av laks og sjøaure.

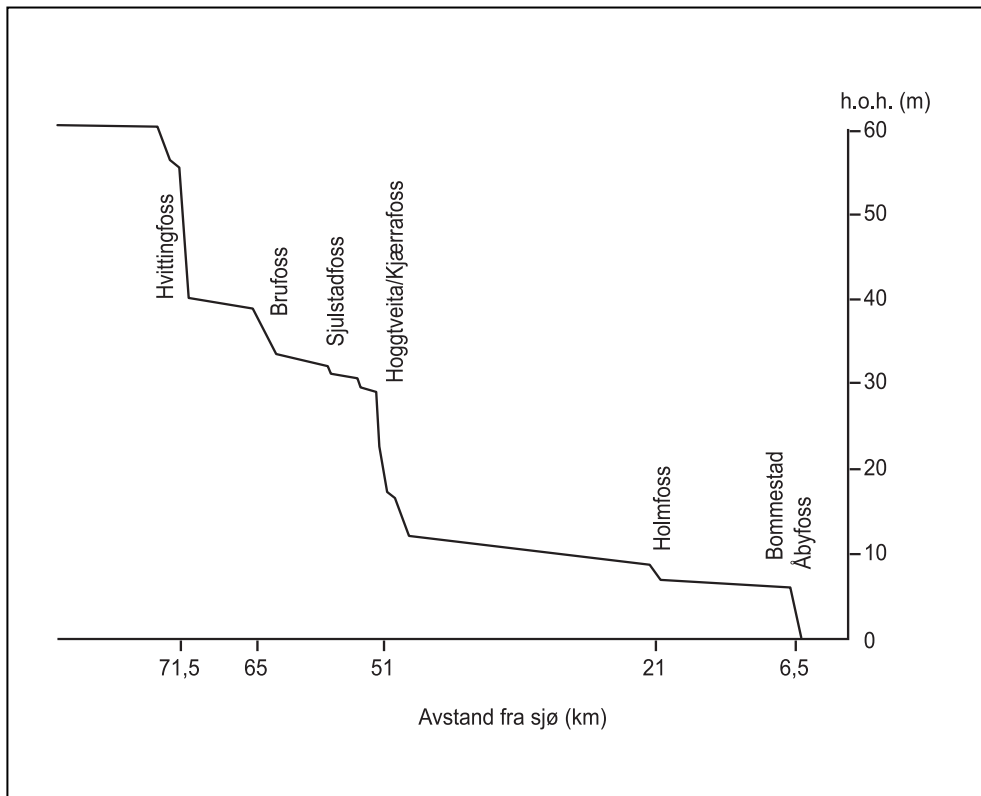
Årlig gjennomsnittlig fangst av laks var gjennomsnittlig 17 tonn i perioden 1876-1985 (Larsen & Gunnerød 1986). Laksefiske har hatt stor betydning i området, og Numedalslågen er kjent for et stort antall tradisjonelle fiskemetoder som er spesielle for elva, og som fortsatt holdes i hevd.

Undersøkelser av laksefangstene i 1986-1988 (Larsen 1989) viste at gjennomsnittlig smoltalder for laks var 2,6 år og smoltlengde 137 mm. De største andelenene av laksen

hadde vært ett og to år i sjøen (henholdsvis 54 og 41 %), mens bare en liten andel hadde vært tre eller fire år i sjøen (henholdsvis 5 og 1 %). Det var en overvekt av hanner som hadde vært ett år i sjøen, mens blant de som hadde vært to år i sjøen dominerte hunnene (Larsen 1989).



Figur 1
Lakseførende strekning av Numedalslågen. Stjerne viser lokalitet for fangst og radiomerking av laks i Larviksfjorden. Svarte rektangler ved Bommestad, Holmfoss og Hoggveita viser plassering av dataloggestasjoner som automatisk og kontinuerlig registrerte radiomerket laks som passerte.

**Figur 2**

Profil av lakseførende strekning av Numedalslågen og angivelse av de største fallene (omarbeidet etter Berdal og Hydroconsult 1983). (Avstander fra munning stemmer ikke helt overens med vedlegg 2, sannsynligvis fordi ulike nullpunkter er benyttet.)

I følge Gunnerød & Sigholt (1982) forekommer gyting av laks spredt over hele vassdraget, men en rekke viktige gyteplasser og oppvekstplasser for laksunger finnes i den aller øverste delen av lakseførende strekning - opp mot Hvitvingfoss. Ungfiskundersøkelser i 1985, 1986 og 2003 (Gunnerød & Larsen 1986, Larsen 1987, Larsen, upublisert notat) viste også at de høyeste tetthetene av laksunger forekom i de øvre deler av vassdraget. Fordelingen av ungfisk kan imidlertid ha sammenheng med at det er vanskelig å finne egnede stasjoner for innsamling av ungfisk ved bruk av elektrisk fiskeapparat i nedre deler av elva (Larsen 1989, Larsen, upublisert notat).

2.3 Regulering

Tidligere var Numedalslågen et viktig tømmerfløttingsvassdrag, og vassdraget er regulert for kraftproduksjon siden ca 1920. I dag er det til sammen seks magasin kraftverk og sju elvekraftverk ovenfor naturlig lakseførende strekning. Manøvreringsreglementet for vassføring i Numedalslågen i reguleringstillatelse til Statkraft SF var fram til 1994 basert på fløtningsreglementet fra 1914, selv om fløtningen ble innstilt i 1979. Denne reguleringstillatelsen ble forlenget fram til 2001 i påvente av sluttbehandling av søknad om fornyet konsesjon. I forhold til uregulert tilstand ble flommene både om våren/forsommeren og høsten dempet, og vannet fordelt utover året med en jevnere vannføring (Asvall 1993). Vintervannføringen ble som et resultat av dette høyere enn ved uregulert tilstand (Asvall 1993).

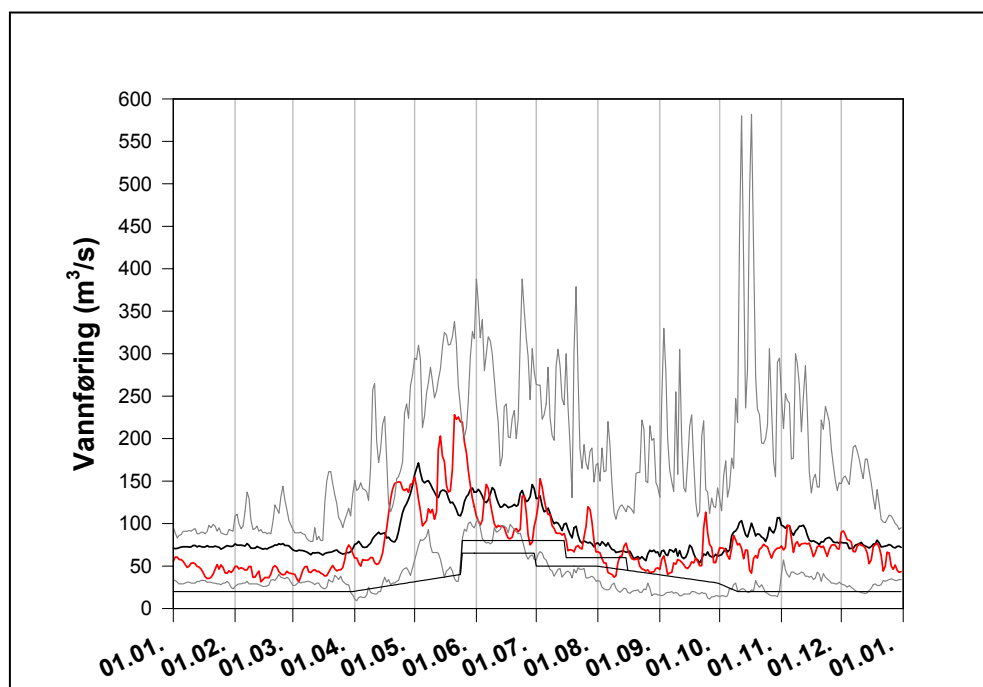
Ny konsesjon for fortsatt regulering av Numedalslågen ble gitt ved kongelig resolusjon av 18. mai 2001. Dette manøvreringsreglementet har bestemmelser for minste vannføring ved Skollenborg målestasjon i Numedalslågen nedstrøms Kongsberg (oppstrøms lakseførende strekning) (tabell 1, figur 3). Med det nye manøvreringsreglementet vil vannføringen vanligvis bli lavere fra 25. mai til 30. juni i forhold til ved det gamle fløtningsreglementet, fordi krav til slipp av fløtningsvann er fjernet (tidligere var minste vannføring 100 m³/s i denne perioden). I år med lave vannføringer vil det nye reglementet også medføre endringer i august og september i forhold til det gamle fløtningsreglementet, ved at høyere vannføringer er sikret (figur 3).

Vannføringen ved Skollenborg skal i følge minste vannføringsbestemmelsene aldri være mindre enn 20 m³/s (tabell 1, figur 3). I perioden 25. mai - 30. juni er minste vannføring fra Skollenborg 65 m³/s, i perioden 1. - 31. juli 50 m³/s og i perioden 1. - 31. august 40 m³/s. Dersom naturlig tilsig til Skollenborg i perioden 25. mai til 15. juli er større enn minste vannføringen, slippes imidlertid tilsiget, begrenset oppad til 80 m³/s. Dersom naturlig tilsig til Skollenborg i perioden 16. juli til 15. august er større enn minste vannføringen, slippes tilsiget, begrenset oppad til 60 m³/s.

Av årlig middelvannføring ved munningen av Numedalslågen ved Larvik, bidrar det uregulerte nedbørsfeltet nedstrøms Skollenborg med 25 %. I tillegg bidrar feltene fra Norefjorden og ned til Skollenborg med uregulert vannføring, slik at i sum er det midlere bidraget til årsmiddelvannføringen ved elvemunningen fra den uregulerte delen av nedbørsfeltet nesten 50 %. (Da er ikke feltene som er regu-

Figur 3

Gjennomsnittlig daglig vannføring for perioden 1984-2000 ved Skollenborg i Numedalslågen (tykk svart linje), under gammelt minstevannføringsreglement. Absolutt og tilsigsavhengig minstevannføringskrav i henhold til det nye reglementet av 18. mai 2001 er inntegnet (tynne svarte linjer, se også tabell 1). Høyeste og laveste daglige vannføring i perioden 1984-2000 ved Skollenborg er også vist (grå linjer), samt vannføringen i 2003 (rød linje).



Tabell 1. Minstevannføringer som skal opprettholdes ved Skollenborg i hovedelva nedstrøms Kongsberg, i følge manøvreringsreglementet for Numedalslågen (fastsatt ved kongelig resolusjon 18. mai 2001).

Periode	Minstevannføring
1. januar - 31. mars	20 m ³ /s
1. april - 24. mai	jevn opptrapping til minimum 40 m ³ /s
25. mai - 30. juni	65 m ³ /s*
1. juli - 31. juli	50 m ³ /s*
1. august - 31. august	jevn nedtrapping til minimum 40 m ³ /s*
1. september - 30. september	jevn nedtrapping til minimum 30 m ³ /s
1. oktober - 10. oktober	jevn nedtrapping til minimum 20 m ³ /s
11. oktober - 31. desember	20 m ³ /s

*Dersom naturlig tilsig til Skollenborg i perioden 25. mai til 15. juli er større enn minstevannføringen, slippes tilsiget, begrenset oppad til 80 m³/s.
Dersom naturlig tilsig til Skollenborg i perioden 16. juli til 15. august er større enn minstevannføringen, slippes tilsiget, begrenset oppad til 60 m³/s.

lert i Gjuva/Vrenga tatt med.) Vannføringen i Numedalslågen nedenfor Skollenborg er derfor preget av variasjoner i nedbør og andre klimaforhold gjennom året, men minst om vinteren da bidraget fra det uregulerte feltet er minst.

Vanntemperaturmålinger for vassdraget i uregulert tilstand finnes ikke (Asvall 1993). I følge Asvall (1993) ville overgangen til nytt reglement trolig ikke medføre store endringer i is- eller temperaturforhold i forhold til det gamle reglementet. Imidlertid kunne det, i følge Asvall (1993), forventes at vanntemperaturen ville øke raskere nedover i vassdraget ved det omsøkte reglementet på varme dager i juni med lite tilsig fra restfeltet, slik at vanntemperaturen ne-

derst i vassdraget kunne bli opp til 3 °C høyere ved lave og midlere vannføringer, men ingen effekt ved høyere vannføringer (Asvall 1993). Det omsøkte reglementet innebar at absolutt minstevannføring i perioden 25. juni - 25. juli skulle økes fra 30 til 50 m³/s. Imidlertid avviker det nye reglementet fra det omsøkte, og absolutt minstevannføring i perioden 25. mai - 30. juni er 65 m³/s. Dette innebærer at en svært tørr juni vil medføre en temperaturøkning på inntil 2 °C nederst i vassdraget, men normalt vil økningen bli mindre. Asvall (1993) påpekte at de naturlige variasjoner fra år til år er større enn overgangen til det omsøkte reglementet kunne forventes å medføre.

3 Materiale og metoder

3.1 Fangst og radiomerking av laks

Sekstifire laks (25 hanner, 38 hunner og 1 ukjent kjønn) ble fanget i bunngarn og kilenot ved Kaffiholmen (også kalt Jordeholmen) i Larviksfjorden (3,0 km fra elvemunningen ved bru over elva ved Fylkesvei 303) og radiomerket i perioden 22. mai - 19. august 2003 (**tabell 2**). Bunngarn er et tradisjonelt fiskeredskap som tidligere ble benyttet på grunt vann vanligvis etter makrell, torsk, laks og andre arter, men som i dag ikke er vanlig i bruk. Garnet ble satt ut i polygonform og holdt oppe av pæler som ble slått ned i grunnen. Fisken ble ledet inn i garnet ved bruk av ledegarn fra Kaffiholmen, og åpningen var bøyd innover i en kile slik at fisk som svømte inn ikke så lett kom ut igjen. Fisken ble samlet opp for merking ved hjelp av et nett som dannet garnbunnen. Både kilenot og bunngarn er skånsomme fangstredskaper, fordi fisken vanligvis svømmer fritt i nota inntil de tas ut. Fisken ble merket spredt gjennom sesongen, ved ulike vannførings- og vanntemperaturforhold i Numedalslågen (57-262 m³/s og 8,3-20,6 °C på merkedagen, **figur 4**).

Laksen ble oppbevart i merd ved fangstredskapene i sjøen i 0-10 dager, før de ble merket med radiosender og sluppet samme sted som de ble fanget. Radiosenderne ble operert inn i bukhulen (n = 36 laks), eller festet utvendig under ryggfinnen (n = 28 laks) (**tabell 2**). Total kroppslengde for merket laks var 51-99 cm (gjennomsnittlig 72 cm, SD¹ = 12,8 cm, **tabell 2**).

Utvendige radiosendere (modell F2120 fra Advanced Telemetry Systems, ATS, USA) ble festet til fisken med ståltråd gjennom ryggmuskulaturen like under ryggfinnen. Under merkeprosedyren ble fisken holdt i et plastrør med hodet under vann. Senderne var flate og firkantede (19 x 50 x 9 mm) og veide 15 g i luft. Signalene var i frekvensområdet 142.003-142.242 MHz. Garantert levetid for senderne var 129 dager.

Sendere som ble operert inn i bukhulen (modell F1830 ATS), ble ført inn i fisken gjennom et kirurgisk snitt i bukhulen. Før inngrepet ble fisken plassert ca 3 min i bedøvelse (2 phenoxy-ethanol EEC No 204 589-7, ca 0,5 ml per l vann). Etter at fisken var bedøvet ble den lagt på et V-formet operasjonsbord. Radiosenderen ble lagt inn gjennom et ca 2,5 cm langt snitt på høyre side av buken bak brystfinnene, ca 1-3 cm fra midten. Antennen ble trukket fra bukhulen og ut gjennom skinnen på siden av fisken ved å benytte en hul nål som er spiss i den ene enden, og som ble ført ut gjennom skinnen fra innsiden. Operasjonssåret ble lukket med to eller tre separate sting med permanent silketråd (Etichon 2/0). Etter at operasjonen var ferdig, ble fisken satt i et plastkar i båten for å våkne etter bedøvelsen. Da fisken kunne svømme normalt, ble den sluppet ut i sjøen. Senderne var sylindriske (12 mm i diameter og 53

mm lange) og veide 11 g i luft. Garantert levetid var 121 dager. Signalene var i frekvensområdet 142.252-142.493 MHz.

3.2 Registrering av radiomerket laks og bearbeiding av data

Etter merking ble laksen registrert ved 1) manuell peiling langs hele lakseførende strekning av Numedalslågen, 2) automatiske lyttestasjoner ved Bommestad, Holmfoss og Hoggveita, 3) rapportering av gjenfangster i sjø- og elvefisket, og 4) manuell peiling langs Drammenselva og Lierelva 2. september og 18. oktober 2003, og langs Drammenselva, Lierelva, Glomma og Ågårdselva 6. november 2003. Individuelle fisk kunne gjenkjennes ved at hver sender hadde en egen frekvens.

Manuelle peilinger (mottaker modell R2100, ATS) i Numedalslågen ble gjennomført hver 3. dag i perioden 24. mai - 1. oktober, og deretter én gang i uka fram til 26. november 2003. I tillegg ble fisken posisjonert daglig i elleve dager i perioden 11.-21. juli. Utover vinteren ble fisken peilet én gang i måneden, og resultater til og med 14. april 2004 er inkludert i denne rapporten. Ved peiling ble fisken posisjonert med en nøyaktighet på ± 150 m eller bedre. Posisjoner ble plottet på et kart med målestokk 1: 50 000. Posisjoner ble senere beregnet som avstand fra elvemunningen (det vil si fra bru over elva ved fylkesvei 303) langs midten av elva. Vandringshastigheter som er beregnet i rapporten må betraktes som minimumshastigheter, fordi de er basert på antakelsen om at laksen har fulgt korteste vei mellom posisjoner hvor de ble peilet. I virkeligheten kan laksen ha vandret opp- og nedstrøms på strekninger mellom peilingene uten at dette er registrert, og de egentlige vandringshastighetene kan i realiteten være høyere.

Hagnesvassdraget, det største lakseførende sidevassdraget til Numedalslågen, er delvis vanskelig tilgjengelig for peiling og har to innsjøer hvor laksen kan stå så dypt at signaler ikke høres. Laksen som vandret opp i dette sidevassdraget, ble derfor ikke peilet regelmessig.

Dataloggere (modell DCCII fra ATS) som automatisk og kontinuerlig registrerte radiomerket fisk innenfor et definert rekkeviddeområde ble installert ved Bommestad, Holmfoss og Hoggveita. Formålet med loggeren ved Bommestad var å registrere når laksen kom opp i elva. Loggeren ble ikke plassert lengre ned mot elvemunningen, fordi saltvann tidvis kan komme opp til Åbyfoss, og radiosignaler overføres ikke i saltvann. Hvor lenge fisk oppholdt seg nedenfor Åbyfoss, ble derfor ikke registrert hjelp av datalogging, men basert på manuelle peilinger. De to øvrige dataloggerne registrerte hvor lenge fisken oppholdt seg nedenfor de potensielle vandringshindrene Holmfoss og Hoggveita. Dataloggeren ved Holmfoss var ute av drift i perioden 4.-12. juli, fordi noen ukjente hadde vært inne i hytta og

¹ SD = standardavvik

Tabell 2. Individopplysninger om laks som ble radiomerket i Larviksfjorden utenfor Numedalslågen i 2003. Koder for forkortelse av stedsnavn: Num = Numedalslågen, Larv = Larviksfjorden, Dram = Drammenselva eller -fjorden og Glom = Glomma; e = elv, s = sjø. Sikre numedalslaks er villaks som var i Numedalsvassdraget i gyteperioden og som ikke vandret ut i sjøen ved trefiberutslipp (se kap. 3.2).

Merke dato	Frekvens 142.xxx MHz	Total kroppslengde cm	Kjønn	Merke metode	Kulti-vert	Ikke reg. etter utsetting	Reg. i Numedalslågen	Reg. i andre vassdrag el fjorder	Gjenfanget	Sikker numedalslaks	I Hagnessvassdraget eller Hagtvedtelva	Atferd ved trefiberutslipp 1 = ut i sjøen 2 = nedstrøms i elv 3 = oppstrøms i elv
22.mai	004	99	hunn	utvendig			x			x		
22.mai	014a	99	hunn	utvendig			x		Num e			
05.aug	014b	79	hunn	utvendig	x			Dram e				
22.mai	024	92	hunn	utvendig			x			x		
04.jun	033	98	hann	utvendig			x			x		
04.jun	045	90	hann	utvendig			x			x		
04.jun	053	80	hann	utvendig			x			x		
19.aug	063	63	hunn	utvendig		x						
04.jun	073	90	hann	utvendig			x			x		3
05.aug	084	57	hunn	utvendig			x		Num e			
19.aug	093	54	hann	utvendig			x					1
04.jun	104	90	hann	utvendig			x			x		
05.aug	113	60	hunn	utvendig			x	Dram e				1
05.aug	122	54	hunn	utvendig			x		Num e			
04.jun	133a	85	hann	utvendig			x		Num e			
05.aug	133b	70	hann	utvendig			x					
19.aug	144	93	hann	utvendig			x					
05.aug	152	78	hunn	utvendig	x		x					1
04.jun	163	74	hunn	utvendig		x						
04.jun	174	79	hunn	utvendig			x			x	x	
04.jun	184	81	hunn	utvendig			x			x		3
04.jun	193a	81	hunn	utvendig					Larv s			
05.aug	193b	54	hunn	utvendig			x			x		
05.aug	203	62	hunn	utvendig			x			x	x	
19.aug	213	70	hunn	utvendig	x			Glom e	Glom e			
23.jul	223	58	hann	utvendig			x			x		
19.aug	232	74	hann	utvendig	x		x					
19.aug	243	59	hunn	utvendig			x			x	x	3
10.jul	253	70	hann	bukhule			x	Dram e	Dram e			1
10.jul	261	82	hunn	bukhule			x			x		
23.jul	274	57	hunn	bukhule			x					1
10.jul	283	77	hunn	bukhule			x			x		3
26.jun	294a	85	hunn	bukhule	x		x		Num e			
23.jul	294b	71	hann	bukhule			x			x		
10.jul	302	64	hann	bukhule			x		Num e			
23.jul	313	53	hunn	bukhule			x					1
10.jul	332	66	hann	bukhule			x			x		2
26.jun	343a	80	hann	bukhule			x		Num e			
10.jul	343b	82	hann	bukhule			x		Num e			
10.jul	353a	90	hann	bukhule			x		Num e			
19.aug	353b	64	hann	bukhule			x					
10.jul	363	79	hunn	bukhule		x						
26.jun	372a	84	hunn	bukhule			x		Num e			
19.aug	372b	56	hunn	bukhule		x						
10.jul	383a	66	?	bukhule			x		Num e			
05.aug	383b	59	hann	bukhule			x					1
10.jul	392	60	hunn	bukhule			x			x	x	2
05.jul	403	77	hunn	bukhule			x			x		3
10.jul	413	80	hunn	bukhule			x			x		3
23.jul	422	66	hann	bukhule	x	x						

Tabell 2. fortsetter

Merke dato	Frekvens 142.xxx MHz	Total kroppslengde cm	Kjønn	Merke- metode	Kulti- vert	Ikke reg. etter utsetting	Reg. i Numedalslågen	Reg. i andre vassdrag el fjorder	Gjenfanget	Sikker numedalslaks	I Hagnessvassdraget eller Hagtvedtelva	Atferd ved trefiberutslipp 1 = ut i sjøen 2 = nedstrøms i elv 3 = oppstrøms i elv
05.jul	433a	61	hann	bukhule			x		Num e			
23.jul	433b	70	hann	bukhule			x		Num e			
19.aug	433c	59	hunn	bukhule			x			x	x	
10.jul	442	78	hunn	bukhule			x			x		
23.jul	456	51	hunn	bukhule			x					1
26.jun	465a	71	hunn	bukhule			x		Num e			
05.jul	465b	82	hunn	bukhule				Dram s	Dram s			
23.jul	465c	61	hann	bukhule			x		Num e			
19.aug	465d	69	hunn	bukhule		x						
26.jun	474a	81	hunn	bukhule				Dram s	Dram s			
05.aug	474b	59	hunn	bukhule			x			x		
26.jun	484a	64	hann	bukhule				Larv s				
23.jul	484b	63	hunn	bukhule		x						
26.jun	493	78	hunn	bukhule			x			x		

stanset loggingen. Eksakt tidspunkt for passering av Holmfoss mangler derfor for tre laks, og resultater for denne perioden er basert på manuelle peilinger. Dataloggeren var også ute av drift av samme grunn 12. oktober - 19. januar.

Skjellprøve ble tatt av laksen ved merking. På bakgrunn av skjellanalysene ble ingen merket laks karakterisert som rømt oppdrettslaks, men 6 laks (9 %) kan ha kultiveringsbakgrunn (tabell 2). Kun 2-3 skjell ble samlet inn ved merking, og skjellanalysene er derfor usikre slik at antall fisk med kultiveringsbakgrunn kan være overestimert.

Laks som ikke har vokst opp i vassdraget de vandrer opp i - det vil si kultivert laks satt ut andre steder, rømt oppdrettslaks og laks fra andre vassdrag - kan ha en avvikende vandringsatferd (se Heggberget *et al.* 1996, Thorstad *et al.* 1996, 1998). For å sikre at resultater og konklusjoner er basert på laks som hører hjemme i Numedalslågen, og som har en motivasjon og vandringsatferd som er representativ for laks som har vokst opp i vassdraget, ble bare villaks som var i vassdraget i gyteperioden (og som ikke hadde vandring ut i sjøen ved trefiberutslipp, se kap. 4.3), inkludert i analyser av oppvandringen. Denne gruppen blir i det følgende kalt "sikre numedalslaks" (n = 24, tabell 2). Vi har fullstendige vandringsdata for 19 sikre numedalslaks som oppholdt seg i hovedelva fra merking og helt fram til gyteperioden (tabell 2). Av disse passerte 13 laks Holmfoss (nest nederste datalogger) og 7 laks Hoggveita (øverste datalogger) før gyteperioden. I tillegg har vi vandringsdata for nedre deler av Numedalslågen for fem laks som trolig gikk opp i sidevassdrag (fire til Hagnessvassdraget og én til Hagtvedtelva, tabell 2, vedlegg 1). Antallet sikre numedalslaks som passerte Åbyfoss var 22. Ved for eksempel passering av vandringshindre vil imidlertid resultater fra all laks, selv om de ikke har vokst opp i vassdraget, gi informasjon om ved hvilke vannføringer og vann-

temperaturer disse vandringshindrene er fysisk mulige å passere. Ved en del analyser er derfor resultater fra alle merkede laks inkludert, men resultater fra sikre numedalslaks er alltid oppgitt separat.

Laksen i klekkeriet i Numedalslågen strykes i perioden 10.-15. november (Heggberget 1988 og egne observasjoner av Ingar Aasestad), og gyteperioden varer i ca 18 dager (Heggberget 1988). Naturlig gyting i elv starter vanligvis litt tidligere enn laksen strykes i klekkeri (Heggberget 1988). Vi har derfor antatt at hovedgytingen i Numedalslågen foregikk i november før den 10., og valgte peiling 6. november som representativ for laksens oppholdssted under gytingen.

Mann-Whitney U tester ble benyttet for å statistisk undersøke om det var forskjeller i en variabel mellom to utvalg. Dette er en ikke-parametrisk test som baseres på rangering av observasjoner, og som blant annet forutsetter at utvalgene er uavhengige. To-utvalgs Kolmogorov-Smirnov test ble benyttet for å undersøke om det var forskjeller mellom utvalg i fordeling i elva. Dette er også en ikke-parametrisk test, men er en mer generell test enn Mann-Whitney U test fordi den i større grad tester både forskjeller i lokalisering og form på fordelinger. Lineære regresjoner ble benyttet for å teste om det var lineære sammenhenger mellom én avhengig og én eller flere uavhengige variabler. Fishers exact test ble benyttet for å teste om det var forskjeller i frekvensdistribusjoner av to kategorier mellom to utvalg. Fishers exact test ble valgt framfor Yates-korrigert Chi-kvadrat test fordi forventet verdi i en av cellene var mindre enn fem.

3.3 Vannføring og vanntemperatur

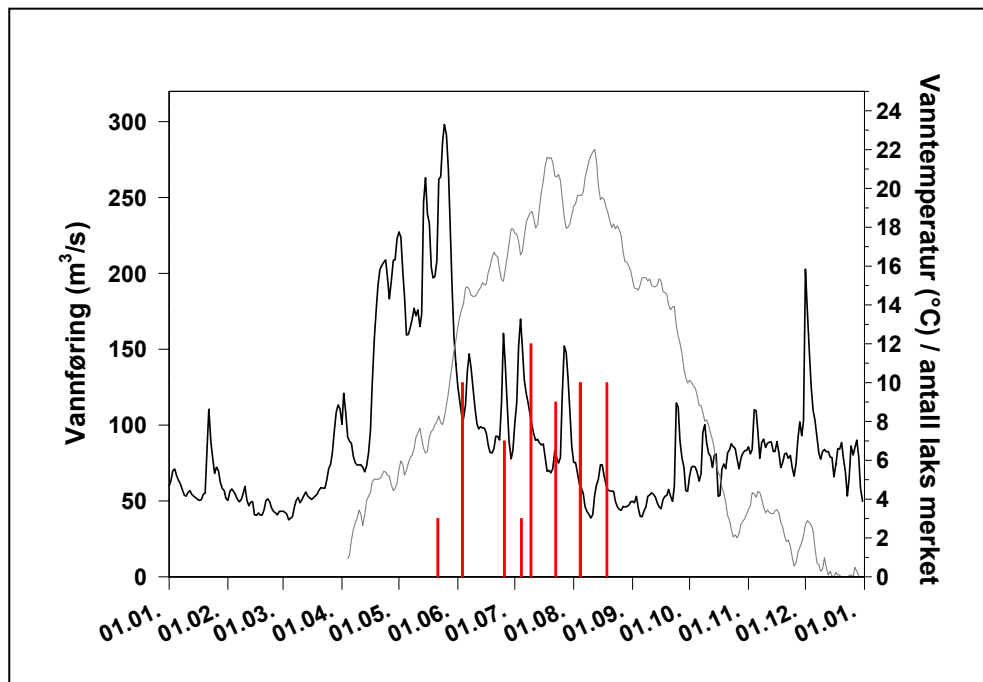
Vannføringsdata fra Skollenborg, nedstrøms Kongsberg, er skaffet til veie fra Buskerud Kraftproduksjon AS. Vanntemperaturdata fra Bommestad, nederst i Numedalslågen, er skaffet til veie fra en stasjon opprettet av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) i april 2003. Vannføringsdata fra Holmfoss er også skaffet til veie fra NVE.

foss varierte mellom 39 og 298 m³/s i oppvandringsperioden, med månedlige gjennomsnitt fra 55 til 211 m³/s i perioden mai-oktober (**figur 4, 5** og **tabell 3**). Vannføringen i Numedalslågen var lavere enn gjennomsnittet for perioden 1984-2000 i oppvandringsperioden for laks i 2003, bortsett fra noen få topper (**figur 6**). Vanntemperaturen varierte mellom 10 og 22 °C i perioden juni-september, og sank ned i 2 °C innen utgangen av oktober (**figur 4**).

I resultatanalyser som omfatter vannføring, er vannføring registrert ved Holmfoss benyttet. Vannføringen ved Holm-

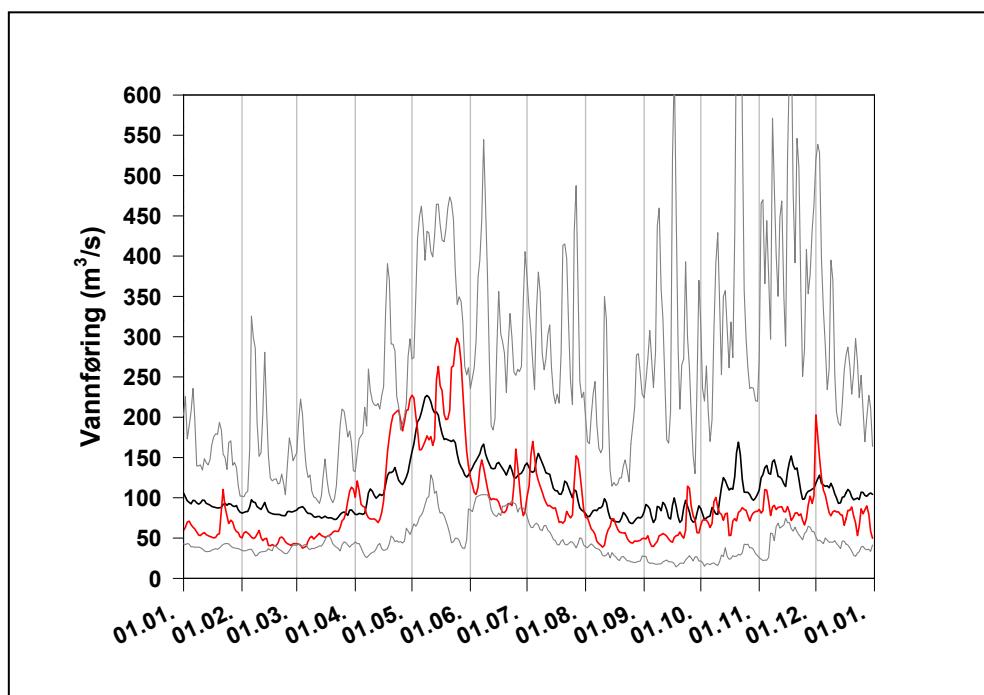
Figur 4

Antall laks radiomerket i Larviksfjorden ved ulike datoer i 2003 (røde søyler) i forhold til vannføring (svart linje) og vanntemperatur (grå linje) i Numedalslågen, målt ved henholdsvis Holmfoss og Bommestad



Figur 5

Gjennomsnittlig daglig vannføring for perioden 1984-2000 ved Holmfoss i Numedalslågen (tykk svart linje), under gammelt minstevannføringsreglement. Høyeste og laveste daglige vannføring i perioden (grå linjer) er også vist, samt vannføringen i 2003 (rød linje).

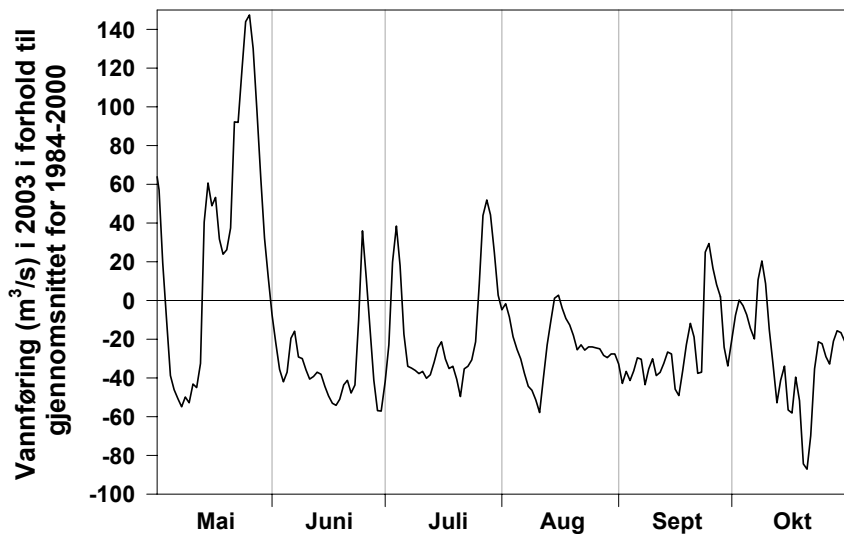


Tabell 3.

Daglig vannføring i Numedalslågen ved Holmfoss gitt som månedlige gjennomsnitt for mai-oktober 2003 med minimum- og maksimumverdi. Median med 25 og 75 persentil er også gitt.

Måned	Gjennomsnittlig vannføring (m ³ /s)	Minimum vannføring (m ³ /s)	Maksimum vannføring (m ³ /s)	Median* vannføring (m ³ /s)	25 persentil*	75 persentil*
Mai	211	140	298	202	172	247
Juni	107	78	160	100	90	118
Juli	104	69	170	94	79	121
August	55	39	75	55	46	61
September	58	40	115	53	48	57
Oktober	77	53	100	78	71	83

*Median er midtverdien, og det betyr at halvparten av dagene hadde lavere og halvparten av dagene høyere vannføring enn medianverdien. En fjerdedel av dagene hadde lavere vannføring enn 25 persentilen og en fjerdedel av dagene hadde høyere vannføring enn 75 persentilen.

**Figur 6**

Vannføring i Numedalslågen ved Holmfoss i perioden 1. mai - 1. november 2003 i forhold til gjennomsnittet for perioden 1984-2000. Negative verdier viser lavere vannføring i 2003 enn gjennomsnittet (null-punktet), mens positive verdier viser høyere vannføring enn gjennomsnittet.

4 Resultater

4.1 Andeler laks registrert etter merking og gjenfangster

Totalt ble 57 av 64 radiomerkede laks (89 %) registrert etter merking ved peiling og/eller rapporterte gjenfangster, og 51 av disse (80 %) ble registrert i Numedalslågen (**tabell 2**).

4.1.1 Laks registrert i Numedalslågen

Av 51 laks som ble registrert i Numedalslågen, ble 20 jevnlig registrert i Numedalslågen til etter gyteperioden (**tabell 2, vedlegg 2**). Én av disse var klassifisert som kultivert ut fra skjellprøver (nr 232, **tabell 2**). Ytterligere fem laks ble jevnlig registrert i Numedalslågen, men vandret trolig opp i Hagnesvassdraget (n = 4) eller Hagtvedtelva (n = 1) i gyteperioden (se kap 4.2.2, **tabell 2, vedlegg 1**). Videre ble 15 laks, hvorav én kultivert, gjenfanget i elvefisket (se kap. 4.3.1, **tabell 2**). Åtte laks, hvorav én kultivert, hadde utvandring til sjøen i forbindelse med trefiberutslipp (se kap. 4.3, **tabell 2**). To laks (nr 133b og 144, hvorav nr 144 var kultivert) ble registrert i kort tid i elvemunningen og vandret trolig ut i sjøen igjen (**tabell 2, vedlegg 2**). Én laks (nr 353b) var i Numedalslågen opp til Holmfoss, men vandret ut i sjøen igjen før gyteperioden (**tabell 2, vedlegg 2**). Andelen laks som ble registrert i Numedalslågen varierte mellom merkedatoer (**figur 7**).

4.1.2 Laks med kultiveringsbakgrunn

Av de seks laks med mulig kultiveringsbakgrunn (kap. 3.2), ble én registrert i Drammenselva, én i Glomma, tre i Numedalslågen (se kap 4.1.1) og én ble ikke registrert etter merking.

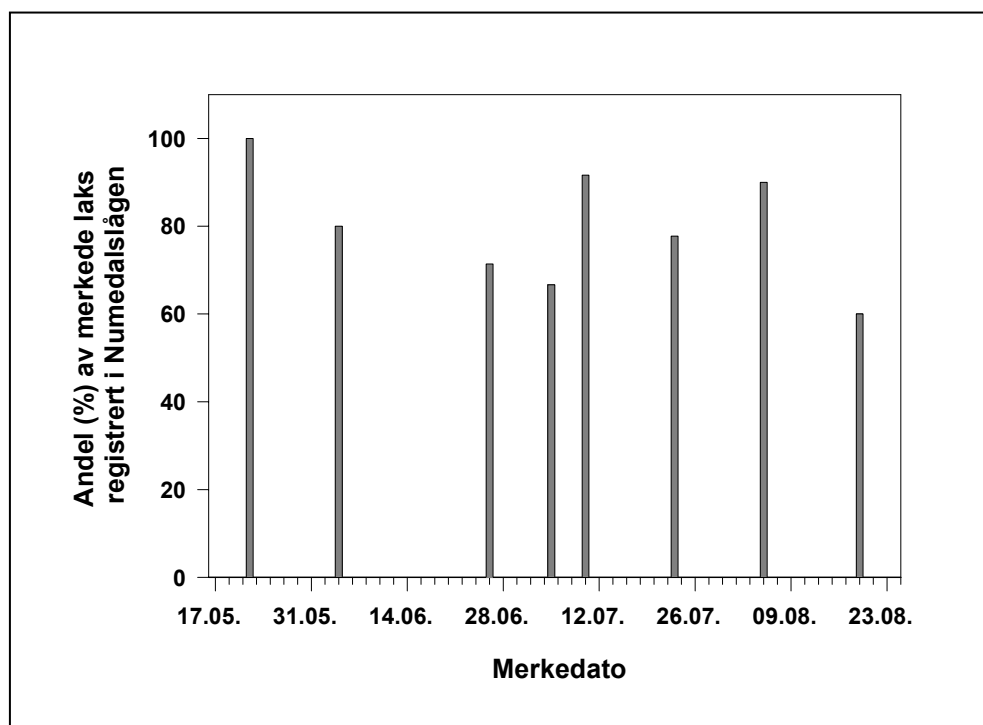
4.1.3 Gjenfangster

Til sammen 21 laks ble rapportert gjenfanget (33 % av de som ble merket); 15 laks i Numedalslågen (23 % av de som ble merket), 29 % av de som ble registrert i Numedalslågen), 1 i Drammenselva (2 % av de som ble merket), 1 i Glomma (2 % av de som ble merket) og 4 i kilenot i sjøen (2 i Larviksfjorden og 2 i Drammensfjorden, 6 % av de som ble merket) (**tabell 2**). Gjenfangstene i Drammenselva og Glomma ble gjort under stamfiske og fiske etter rømt oppdrettslaks etter fiskesesongens slutt.

Av de 15 laks som ble gjenfanget i Numedalslågen, ble 8 laks (53 %) fanget med sportsfiskeredskap og 7 laks (47%) med tradisjonelle redskaper. Imidlertid ble to av laksen som ble fanget på flåte fanget fordi radiosenderen heftet seg fast i ledegarnet, slik at disse sannsynligvis ikke ville blitt fanget om de ikke var radiomerket. Laksen som ble gjenfanget i Numedalslågen, var merket i perioden 22. mai - 5. august. Av merket laks som gikk opp i Numedalslågen, ble største andeler gjenfanget av de som var merket i perioden 26. juni-10. juli (**figur 8**). Laksen som ble gjenfanget i sportsfisket, ble fanget gjennomsnittlig 13 dager etter merking (variasjonsbredde 2-32 dager) og gjennomsnittlig 10 dager etter at de første gang ble registrert i elva (variasjonsbredde 0-30 dager). Laksen som ble gjenfanget med

Figur 7

Andelen radiomerket laks som ble registrert i Numedalslågen i forhold til tidspunkt for merking og utsetting i Larviksfjorden i 2003.



tradisjonelle redskaper, ble fanget gjennomsnittlig 18 dager etter merking (variasjonsbredde 1-7 dager) og gjennomsnittlig 9 dager etter at de første gang ble registrert i elva (variasjonsbredde 1-34 dager).

4.1.4 Registreringer i andre fjorder og vassdrag

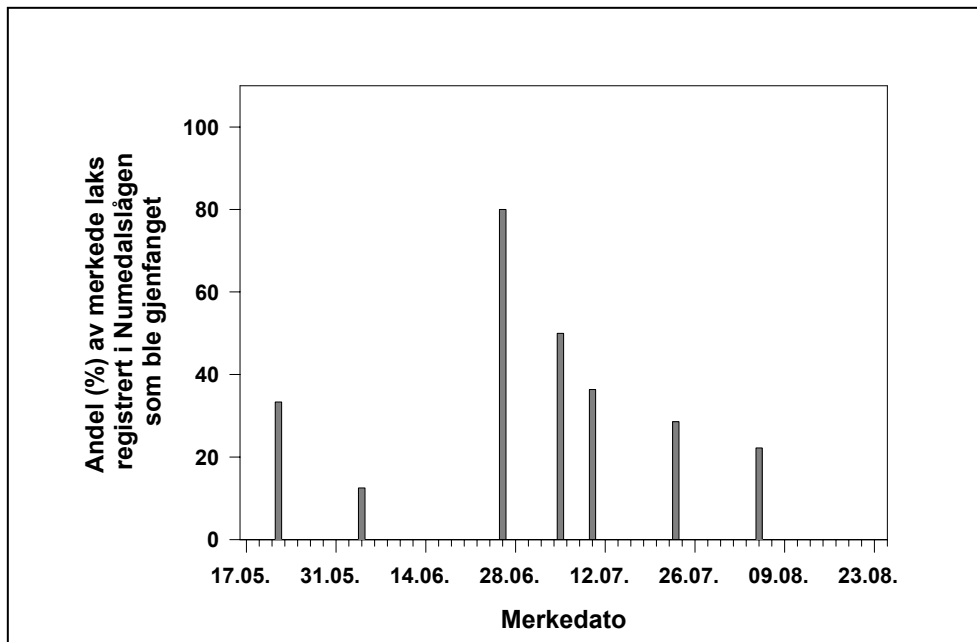
Sender fra én laks som passerte laksetrappa i Hellefoss i Drammenselva, ble klippet av og returnert (fisk nr. 14b, **tabell 2**). Én laks som gikk ut i sjøen ved trefiberutslippet (se kap. 4.3) ble peilet i Drammenselva 18. oktober (fisk nr 253, **tabell 2**). Dermed var det totalt 6 (9 %) merkede laks som ble registrert andre steder enn i Larviksfjorden og Numedalslågen, gjenfangster tatt i betraktning (**tabell 2**). Av disse hadde tre laks tidligere i sesongen blitt registrert i Numedalslågen (**tabell 2**).

4.2 Vandringshastigheter og vandringsmønster

4.2.1 Tid fra utsetting til første registrering i Numedalslågen

Tid fra laksen ble sluppet ved Kaffiholmen i Larviksfjorden til de første gang ble registrert i elva, enten ved registrering ved dataloggeren ved Bommestad eller ved at de ble peilet lengre nede i elva, varierte mellom 6,1 timer og nesten 30 dager, med et gjennomsnitt på ca 3,5 dager (**tabell 4**). Vandringshastighet fra laksen ble sluppet til de første gang ble registrert i elva var gjennomsnittlig 10,5 km per dag (**tabell 4**).

Vannføringen i Numedalslågen på utsettingsdagen (vf) kunne forklare 35 % av variasjonen i tid fra utsetting til første registrering i elva (t), mens kroppslengde, dag nummer og vannføring i elva ikke ble inkludert som signifikante



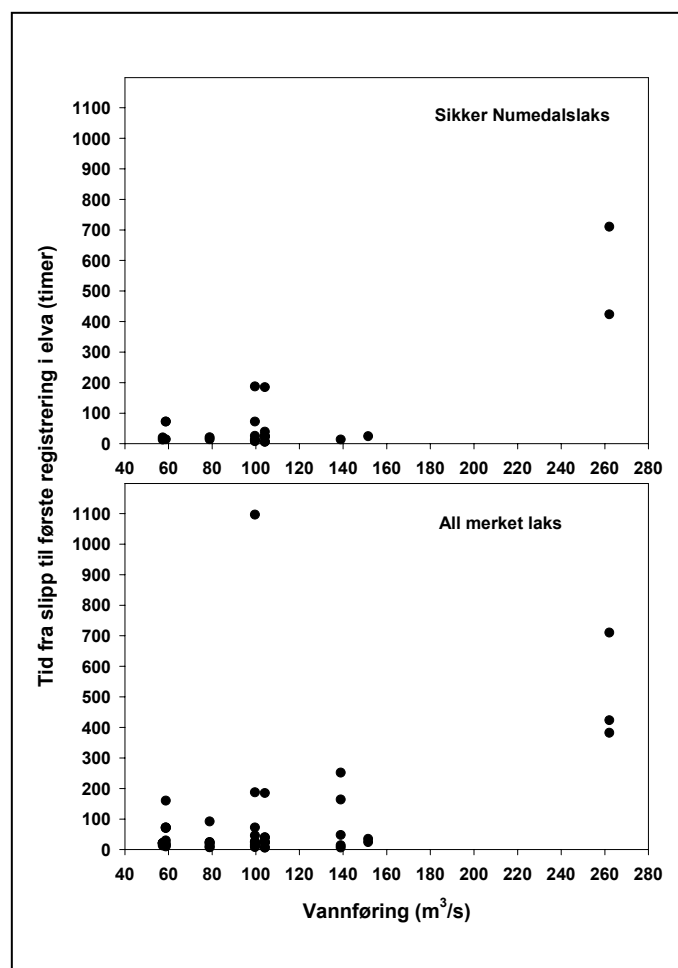
Figur 8

Andelen radiomerket laks som ble gjenfanget i elvefisket av de som ble registrert i Numedalslågen, i forhold til tidspunkt for merking og utsetting i Larviksfjorden i 2003.

Tabell 4. Tid og minimum vandringshastigheter fra utsetting av radiomerket laks ved Kaffiholmen i Larviksfjorden til første registrering i Numedalslågen i 2003. Resultater er gitt både for 1) sikre numedalslaks og 2) øvrige merkede laks (se kap. 3.2). Første registrering av laksen i elva var enten ved registrering ved dataloggeren ved Bommestad eller ved manuell peiling lengre ned. Tid fra merking til første registrering ved loggeren ved Bommestad er også gitt separat. Resultater er gitt som gjennomsnitt med variasjonsbredde, standardavvik og antall fisk i parentes.

Gruppe fisk	Tid (timer) fra utsetting til første registrering i elva	Vandringshastighet (km per dag) fra utsetting til første registrering i elva	Tid (timer) fra utsetting til første registrering ved logger ved Bommestad
Sikker numedalslaks	85 (6,1-711, SD = 162, n = 24)	10,5 (0,10-33,6, SD = 9,1)	178 (6,1-1010, SD = 311, n = 23)
Øvrige	104 (6,7-1097, SD = 220, n = 26)	8,3 (0,19-30,4, SD = 8,6)	198 (6,7-1618, SD = 396, n = 22)

variabler i modellen (stegvis multippel regresjonsanalyse med forward inclusion prosedyre, valgte modell: $\log(t) = 0,840 + 0,006 \text{ vf}$, $F_{1,22} = 11,88$, $P = 0.002$). Vannføring og tid fra utsetting til første registrering i elva var ikke normalfordelte variabler. Tid fra utsetting til første registrering ble normalfordelt ved å log-transformere dataene, mens det ikke var mulig å få vannføringsverdiene normalfordelt med bruk av vanlige transformeringer. Analysen omfatter fisk som var sikre numedalslaks (se kap. 3.2 og **tabell 2**), men resultatet blir det samme når all merket fisk inkluderes ($n = 50$) ved at vannføring er eneste signifikante variabel, men forklaringsgraden synker til 23 %. Imidlertid ser det ut til at vannføring ikke hadde noen særlig effekt på tiden fra utsetting til oppvandring på lave vannføringer (ingen signifikant sammenheng for fisk sluppet ved vannføringer opp til 100-150 m^3/s), men at oppvandringen ble forsinket ved høyere vannføringer (**figur 9**). Få fisk ble satt ut da det var høye vannføringer i elva, slik at datasettet er noe usikkert i forhold til en slik konklusjon.



Figur 9

Tid fra utsetting av radiomerket laks ved Kaffiholmen i Larviksfjorden til første registrering i elva i forhold til vannføring på utsettingstidspunktet. Resultater er gitt for 1) sikre numedalslaks ($n = 24$) og 2) all merket laks ($n = 50$) (se kap. 3.2).

4.2.2 Fordeling i elva

Den merkede laksen spredte seg over hele elva til Hem ovenfor Brufoss. Øverste registrerte posisjon for individuelle laks var gjennomsnittlig 39 km fra elvemunningen (variasjonsbredde 5-60 km, $SD = 18$, $n = 19$). All laksen slapp seg noe nedover i elva igjen i forhold til øverste registrerte posisjon, de fleste fra 50 m til 3,5 km nedstrøms (**vedlegg 2**). I gyteperioden (ved peiling 6. november) var laksen gjennomsnittlig 37 km fra elvemunningen (variasjonsbredde 4-59 km, $SD = 19$, $n = 19$, **figur 10**). Tretten laks (68 %) var oppstrøms Holmfoss i gyteperioden, og sju (37 %) var oppstrøms Hoggteveita. Posisjon i gyteperioden gitt som avstand fra munning var ikke avhengig av merkedato (lineær regresjon, $r^2 = 0.094$, $P = 0,20$). Det var imidlertid en positiv sammenheng mellom laksens kroppslengde og avstand fra munning i gyteperioden, det vil si at de største fiskene i større grad var lengre oppe i elva ($r^2 = 0.094$, $P = 0.026$). Dersom det korrigeres (Bonferroni-korreksjon) for at det er kjørt flere statistiske tester på datamaterialet som involverer kroppslengde, er imidlertid ikke denne sammenhengen statistisk signifikant.

Laksen nådde sin øverste posisjon i elva gjennomsnittlig 55 dager (variasjonsbredde 7-147 dager, $SD = 37$, $n = 19$) etter merking og utsetting i sjøen, og gjennomsnittlig 50 dager (variasjonsbredde 3-145 dager, $SD = 39$) etter at de første gang ble registrert i elva. Gjennomsnittlig vandringshastighet fra første registrering i elva til øverste posisjon var 1,4 km/dag (variasjonsbredde 0,25-7,5 km/dag, $SD = 1,6$). Laksen nådde sin øverste posisjon i elva i perioden 12. juni - 29. oktober. Halvparten av laksen hadde nådd sin øverste posisjon 14. august og 90 % av laksen 15. oktober.

De fem fiskene som trolig gikk opp i sidevassdrag til Numedalslågen (fire til Hagnesvassdraget og én til Hagtvettelva), ble merket i perioden 4. juni - 19. august (**tabell 2**, **vedlegg 1**). De ble registrert første gang i Numedalslågen i perioden 5. juni - 25. september, det vil si gjennomsnittlig 19,5 timer etter utsetting (variasjonsbredde 13,2-25,5 timer). Laksen som vandret opp i Hagnesvassdraget, hadde variabel vandringsatferd (se detaljerte beskrivelser i **vedlegg 1**). Én laks vandret direkte opp i Hagnesvassdraget, mens de øvrige var i Numedalslågen til starten av oktober, for så å bli registrert i Hagnesvassdraget fra og med 1.-9. oktober. Av de tre som stod i Numedalslågen til oktober før de vandret opp i Hagnesvassdraget, stod én oppstrøms utløpet fra Hagnesvassdraget (opp til 3,6 km ovenfor), én 200-700 m nedstrøms, og én ca 9 km nedstrøms, men med en kort tur til 3,6 km oppstrøms utløpet før oppvandring i Hagnesvassdraget. Laksen som gikk opp i Hagnesvassdraget, benyttet Årumvannet i varierende grad som oppholdssted før og etter gyteperioden (**vedlegg 1**). Laksen som trolig gikk opp i Hagtvettelva ble i lange perioder registrert ved utløpet av denne, og ble i gyteperioden ikke funnet i hovedelva. Det ble imidlertid ikke bekreftet ved peiling at den var i Hagtvettelva.

4.2.3 Identifisering av vandringshindre

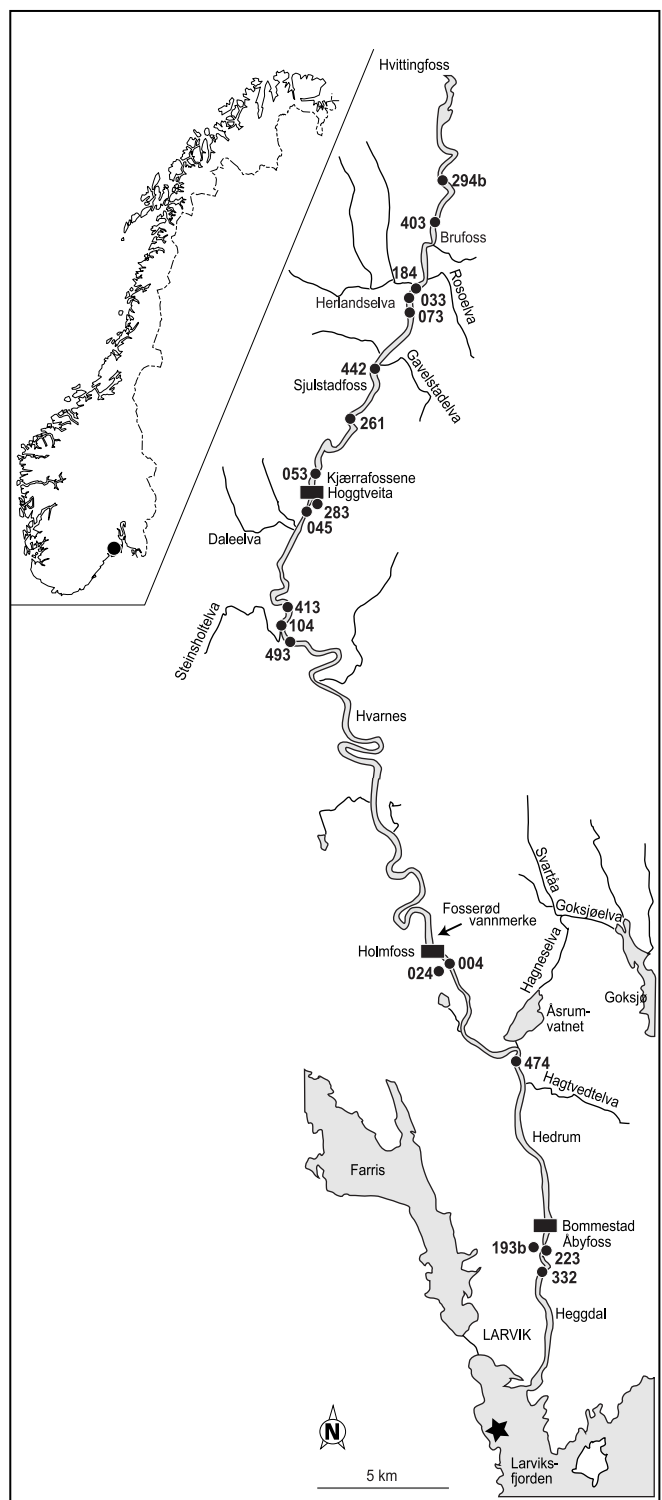
Lokaliteter hvor laksen stanset under oppvandringen var Åbyfoss og Holmfoss (**vedlegg 2**). Holmfoss framstår som det tydeligste vandringshinderet under oppvandring i Numedalslågen, ved de vannføringer og vanntemperaturer som var gjeldende denne sesongen.

Ca en tredjedel (36 %) av de 22 sikre numedalslaks som passerte Åbyfoss stanset lengre enn tre dager ved Åbyfoss. De åtte som stanset lengre enn tre dager, oppholdt seg nedenfor eller i Åbyfoss i gjennomsnittlig 15 dager (variasjonsbredde 4-34 dager, SD = 12.1) (nøyaktigheten på disse resultatene varierer mellom ± 1 og ± 3 dager siden de er basert på manuelle peilinger). Det var ingen forskjell i hverken merkedato eller kroppslengde mellom laks som stanset i kortere og lengre tid enn tre dager ved Åbyfoss (Mann-Whitney U-tester, dag nr: $U = 53,5$, $P = 0,87$, kroppslengde: $U = 48,0$, $P = 0,62$).

Mer enn halvparten (62 %) av de 13 sikre numedalslaks som passerte Holmfoss stanset lengre enn 20 dager nedenfor fossen (**tabell 6**). Gjennomsnittlig tok det 29 dager fra laksen ble registrert første gang ved Holmfoss til de passerte fossen (variasjonsbredde 5-74 dager, SD = 23, $n = 13$) (tilsvarende resultater når all laks som passerte Holmfoss inkluderes: gjennomsnittlig 24 dager, variasjonsbredde 1-74 dager, SD = 22, $n = 17$) (**tabell 6**). Flere laks (8 av 13, 62 %) viste et urolig vandringsmønster i dette området; de stod ikke i ro i hølen nedenfor Holmfoss men vandret ned- og oppstrøms på elvestrekningene nedenfor Holmfoss over distanser på opp til 14 km (nedvandring for fisk nr. 283 ble registrert ved dataloggeren ved Bommestad i tillegg til det som framkommer av peileresultater i **vedlegg 2**). Tid fra første registrering ved Holmfoss til passering av fossen var ikke avhengig av merkedato, dato for første registrering ved Holmfoss eller kroppslengde (lineær regresjon, merkedato: $r^2 = 0,13$, $P = 0,24$, dato for første registrering ved Holmfoss: $r^2 = 0,04$, $P = 0,51$, kroppslengde: $r^2 = 0,011$, $P = 0,73$).

Tre sikre numedalslaks vandret opp til Hoggveita/Kjærrafossene, uten at de passerte disse strykene i løpet av sesongen (**vedlegg 2**). De sju sikre numedalslaks som passerte brukte ikke lang tid på å passere verken Hoggveita, hvor det var plassert en datalogger, eller Kjærrafossene. Laksen stanset nedenfor Hoggveita i gjennomsnittlig 2,4 dager (variasjonsbredde 0-8 dager, SD = 3,1). De tre raskeste individene brukte mellom 20 og 60 minutter på å passere Hoggveita.

Bortsett fra Åbyfoss, Holmfoss og Hoggveita/Kjærrafossene var det ingen av strykene i elva eller andre lokaliteter hvor flere laks stanset i lengre perioder under oppvandringen. Imidlertid var hyppige benyttede stoppesteder under oppvandringen Skjærhølen i Hvarnes og nærliggende oppstrøms områder med mer hurtigstrømmende vann (ca 38-40 km fra munningen, se **vedlegg 2**). Dette er de første områdene med mer hurtigstrømmende vann opp-



Figur 10

Fordeling av radiomerkede laks (●, $n = 19$) i Numedalslågen i gyteperioden (ved peiling 6. november) i 2003. Fiskenumre tilsvare frekvens i tabell 2. Stjerne viser lokalitet for fangst og radiomerking av laks i Larviksfjorden. Svarte rektangler ved Bommestad, Holmfoss og Hoggveita viser plassering av dataloggestasjoner som automatisk og kontinuerlig registrerte radiomerket laks som passerte.

strøms Holmfoss. Laksen oppholdt seg imidlertid ikke i disse områdene i lang tid, og ulike individer stoppet ved ulike lokaliteter. Disse områdene framstår derfor ikke som vandringshindre, selv om flere laks ble registrert i disse områdene.

Med unntak av laks som vandret ned- og oppstrøms i forbindelse med oppholdet nedenfor Holmfoss, vandret den merkede laksen målrettet oppstrøms uten nedstrøms vandring fram til de var i nærheten av stedet de oppholdt seg fram til gyteperioden (eller fram til utslippet av trefibermasse skjedde, se kap. 4.3) (**vedlegg 2**).

Vandringen på elvestrekningene mellom dataloggerne var til dels rask (**tabell 5**). Sikre numedalslaks brukte gjennomsnittlig 2,8 dager på strekningen mellom Bommestad og Holmfoss (13,4 km) og 5,4 dager fra Holmfoss til Hoggteveita (25,7 km) (60 % av laksen brukte mindre enn tre dager mellom Holmfoss til Hoggteveita) (**tabell 5**). Dette tilsvarer vandringshastigheter på gjennomsnittlig 4,9 km per dag mellom Bommestad og Holmfoss, og 4,7 km per dag mellom Holmfoss og Hoggteveita (**tabell 5**).

4.2.4 Passering av vandringshindre og viktige strykområder i forhold til vannføring

Abyfoss

Nøyaktig tidspunkt for passering av Abyfoss ble ikke registrert siden det ikke var en datalogger i dette området, og nøyaktig vannføring ved passering er derfor ikke kjent. Imidlertid vet vi innenfor hvilken tredagersperiode laksen passerte, basert på manuelle peilinger, eller mer nøyaktig i perioden med daglige peilinger. Tolv av passeringene på vei oppstrøms skjedde i juni, fjorten i juli, ni i august, to i september, to i oktober og én i november.

Fire passeringer skjedde ved vannføring < 50 m³/s, 26 passeringer ved 50-100 m³/s, og ti passeringer ved > 100 m³/s (vannføringer målt ved Holmfoss, se kap. 3.3). I alle fall skjedde passeringer ved vannføring ned til 41 m³/s og opp til 139 m³/s, men passeringer kan også ha skjedd ved enda lavere eller høyere vannføring.

Holmfoss

Laksen passerte Holmfoss på vei oppstrøms i perioden 3. juli - 22. august, bortsett fra én som passerte så sent som 27. september (åtte sikre numedalslaks og fem øvrige passerte i juli, fire sikre numedalslaks passerte i august og én sikker numedalslaks passerte i september, **vedlegg 2**). Vannføringen var 57-152 m³/s da laksen passerte Holmfoss (sikre numedalslaks: gjennomsnittlig 83 m³/s, variasjonsbredde 57-152 m³/s, SD = 28,2, n = 11; all laks kombinert: gjennomsnittlig 83 m³/s, variasjonsbredde 57-152 m³/s, SD = 25,7, n = 16, **tabell 6**). Vannføring ved passering var ikke avhengig av laksens kroppsstørrelse (lineær regresjon for sikre numedalslaks, $r^2 = 0.001$, $P = 0.92$, n = 11).

Vannføringen var stigende i forhold til dagen før da fem laks passerte Holmfoss, synkende da sju laks passerte og jevn da fire laks passerte (**tabell 6**). I tillegg var vannføringen mest sannsynlig stigende for to laks som passerte Holmfoss da loggeren var ute av drift og nøyaktig passeringdato ikke ble registrert (**tabell 6**). Vannføringen på oppvandringsdagen lå for de fleste individer innenfor variasjonen av vannføring på dager som laksen hadde stått nedenfor Holmfoss uten å passere (**tabell 6**). En kan derfor ikke si at laksen hadde stått nedenfor fossen og ventet på en spesifikk vannføring før de passerte.

Hoggteveita

Laksen passerte Hoggteveita på vei oppstrøms i perioden 9. juli - 2. august, bortsett fra én som passerte 21. august (**vedlegg 2**). Vannføringen var 55-109 m³/s da laksen passerte Hoggteveita (sikre numedalslaks: gjennomsnittlig 79 m³/s, variasjonsbredde 55-109 m³/s, SD = 21,9, n = 7; all laks kombinert: gjennomsnittlig 79 m³/s, variasjonsbredde 55-109 m³/s, SD = 20,3, n = 8, **tabell 7**). Vannføring ved passering var ikke avhengig av laksens kroppsstørrelse (lineær regresjon for sikre numedalslaks, $r^2 = 0.29$, $P = 0.22$, n = 7).

Vannføringen var stigende i forhold til dagen før da én laks passerte Hoggteveita, synkende da fire laks passerte og jevn da tre laks passerte (**tabell 7**). For laks som stod noen dager nedenfor Hoggteveita før de passerte, var vannføringen lavere ved passering enn den var på dager da de stod nedenfor uten å passere (**tabell 7**).

Sjulstadfoss

Åtte laks passerte Sjulstadfoss (sju var sikre numedalslaks), og tre av disse gikk ned og passerte fossen på nytt opp til fire ganger før gyteperioden. Fire av passeringene skjedde i juli, sju i august og to i september. I likhet med Abyfoss, kan ikke passeringstidspunktet bestemmes nøyaktig siden resultatene er basert på manuelle peilinger.

Passeringer av Sjulstadfoss skjedde i alle fall ved vannføring ned til 43 m³/s og ved vannføring opp til 90 m³/s, men passeringer kan også ha skjedd ved enda lavere eller høyere vannføring. Sju passeringer skjedde ved vannføring < 60 m³/s, mens seks passeringer skjedde ved vannføring > 60 m³/s.

Brufoss

To laks passerte Brufoss, og begge var sikre numedalslaks. Den ene laksen passerte Brufoss på vei oppstrøms i perioden 11.-14. august, da vannføringen varierte mellom 41 og 64 m³/s. Den andre passerte i perioden 25.-28. september, da vannføringen varierte mellom 72 og 112 m³/s. Dermed vet vi sikkert at passeringer i alle fall skjedde ved vannføring ned til 64 m³/s og ved vannføring opp til 72 m³/s, men at passeringene også kan ha skjedd ved lavere eller høyere vannføring.

Tabell 5. Tid og minimum vandringshastighet fra Bommestad til Holmfoss og fra Holmfoss til Hoggveita av radiomerket laks i Numedalslågen i 2003, basert på registreringer ved dataloggerne. For laks som vandret flere ganger opp- og nedstrøms, er kun første gangs oppvandring mellom Bommestad og Holmfoss inkludert. Resultater er gitt både for 1) sikre numedalslaks og 2) alle merkede laks (se kap. 3.2). Tid er gitt som gjennomsnitt med variasjonsbredde, standardavvik og antall fisk i parentes. Tilsvarende vandringshastighet er gitt som gjennomsnitt med variasjonsbredde i parentes.

Gruppe fisk	Tid (timer) fra Bommestad til Holmfoss	Vandringshastighet (km per dag) fra Bommestad til Holmfoss	Tid (timer) fra Holmfoss til Hoggveita	Vandringshastighet (km per dag) fra Holmfoss til Hoggveita
Sikker numedalslaks	66 (5,5-348, SD = 85, n = 18)	4,9 (0,9-58)	130 (25-613, SD = 176, n = 10)	4,7 (1-25)
Alle	53 (5,5-348, SD = 72, n = 28)	6,0 (0,9-58)	254 (25-1035, SD = 361, n = 13)	2,4 (0,6-25)

Tabell 6. Vannføring ved passering av Holmfoss i Numedalslågen for radiomerket laks i 2003. Vannføringen på dager da laksen ble registrert i kulpen nedenfor Holmfoss uten at de passerte fossen er gitt som gjennomsnitt, med variasjonsbredde, standardavvik og antall dager registrert i kulpen nedenfor Holmfoss i parentes. Antall dager fra første registrering i kulpen nedenfor Holmfoss til passering av fossen er også gitt. Eksakt passeringsdato mangler for fisk nr. 033 og 045, fordi dataloggeren var ute av drift i perioden (se kap. 3.2). Av samme årsak mangler opplysninger om dager registrert nedenfor Holmfoss for fisk nr 433a, men passeringsdato er registrert på grunn av daglig peiling i perioden. Fisk nr. tilsvarende frekvens i tabell 2. Fisk som er karakterisert som sikre numedalslaks (n = 13, se kap. 3.2), har understreket nummer.

Fisk nr.	Vannføring (m ³ /s) ved passering	Vannføring ved Passering i forhold Til dagen før	Vannføring (m ³ /s) på dager fisken ble registrert i kulpen nedenfor Holmfoss uten å passere	Antall dager fra første registrering i kulpen nedenfor Holmfoss til passering
<u>033</u>	130-170	trolig opp	108 (82-160, SD = 26,7, n = 9)	24
<u>045</u>	130-170	trolig opp	119 (78-170, SD = 26,6, n = 18)	29
<u>052</u>	57	jevn	79 (39-170, SD = 31,1, n = 44)	53
<u>073</u>	87	jevn	108 (78-170, SD = 26,4, n = 27)	8
<u>104</u>	61	ned	96 (68-148, SD = 24,9, n = 11)	62
<u>184</u>	119	opp	86 (69-139, SD = 16,5, n = 23)	48
<u>261</u>	74	opp	77 (39-152, SD = 33,6, n = 23)	23
<u>283</u>	78	ned	64 (39-152, SD = 24,6, n = 74)	74
<u>294b</u>	68	ned	108 (75-152, SD = 31,1, n = 9)	9
313	119	opp	79 (n = 1)	1
343a	68	ned	104 (75-148, SD = 30,8, n = 6)	5
372a	71	opp	95 (69-170, SD = 29,4, n = 15)	22
383a	69	jevn	79 (70-88, SD = 8,8, n = 5)	5
<u>403</u>	79	ned	89 (87-91, SD = 1,6, n = 5)	5
<u>413</u>	152	opp	81 (69-119, SD = 15,5, n = 9)	11
433a	94	ned		
<u>442</u>	69	jevn	83 (70-91, SD = 8,7, n = 8)	8
<u>493</u>	70	ned	96 (78-152, SD = 21,2, n = 12)	21

Tabell 7. Vannføring ved passering av Hoggveita i Numedalslågen for radiomerket laks i 2003. Vannføringen på dager da laksen ble registrert i kulpen nedenfor Hoggveita uten at de passerte fossen er også gitt. Fisk nr. tilsvarer frekvens i tabell 2. Fisk som er karakterisert som sikre numedalslaks ($n = 7$, se kap. 3.2), har understreket nummer.

Fisk nr.	Vannføring (m ³ /s) ved passering	Vannføring ved passering i forhold til dagen før	Vannføring (m ³ /s) på dager fisken ble registrert i kulpen nedenfor Hoggveita uten å passere
<u>033</u>	107	ned	152, 130, 121, 115
<u>073</u>	70	jevn	-
<u>184</u>	109	ned	152, 148, 132
<u>261</u>	56	jevn	56
<u>294b</u>	55	ned	-
383a	79	opp	83, 79, 75
<u>403</u>	75	jevn	79, 119, 152, 148, 132, 109, 86, 75
<u>442</u>	79	ned	-

4.2.5 Passering av vandringshindre og viktige strykområder i forhold til vanntemperatur

Vanntemperaturen var 3-21 °C da laksen passerte Åbyfoss på vei oppstrøms (vanntemperaturer målt ved Bommestad, se kap. 3.3). Seks passeringer skjedde ved vanntemperatur < 15 °C, 24 passeringer skjedde ved vanntemperatur 15-20 °C, og ti passeringer skjedde ved vanntemperatur > 20 °C. (Passering ved så lav temperatur som 3 °C skjedde da fisk nr 203 passerte Åbyfoss på vei opp mellom 13. og 18. november, **vedlegg 2**.)

Vanntemperaturen var 17-22 °C da laksen passerte Holmfoss på vei oppstrøms, med unntak av én laks som passerte da vanntemperaturen var 11°C (sikre numedalslaks: gjennomsnittlig 18,9 °C, variasjonsbredde 11-22 °C, SD = 2,9, $n = 13$; all laks kombinert: gjennomsnittlig 19,1 °C, variasjonsbredde 11-22 °C, SD = 2,6, $n = 18$).

Vanntemperaturen var 18-22 °C da laksen passerte Hoggveita på vei oppstrøms (sikre numedalslaks: gjennomsnittlig 19,6 °C, variasjonsbredde 18-22 °C, SD = 1,5, $n = 7$; all laks kombinert: gjennomsnittlig 19,6 °C, variasjonsbredde 18-22 °C, SD = 1,4, $n = 8$).

Vanntemperaturen var 15-21 °C da laksen passerte Sjulstadfoss på vei oppstrøms. To laks passerte Brufoss, og den ene laksen passerte i en periode med vanntemperatur 20-22°C, og den andre i en periode med vanntemperatur 11-12 °C.

4.3 Atferd i forbindelse med trefiberutslipp

Ved markert vannføringsøkning 23.-24. september satte 16 av 32 villaks (50 %) som var i Numedalslågen seg i bevegelse (**vedlegg 2**). Seks laks (19 %) vandret oppover og 10 laks (31 %) vandret nedover elva - og åtte (25 %) av disse vandret faktisk helt ut i sjøen igjen. Årsaken til denne uvanlige atferden viste seg å være trefiberutslipp i forbindelse med anleggsarbeider ved Hvittingfoss (se diskusjon). Trefiberutslippet skjedde i en periode da de fleste fiskene var ferdige med oppvandringen og stod i ro i elva (**vedlegg 2**).

Det var en tendens til at laks som forflyttet seg ved trefiberutslippet var mindre enn de som ikke forflyttet seg, men forskjellen var ikke statistisk signifikant (laks med forflytning: gjennomsnittlig kroppslengde 67 cm, variasjonsbredde 51-90 cm, SD = 12,0, laks uten forflytning: gjennomsnittlig kroppslengde 76 cm, variasjonsbredde 54-99 cm, SD = 15,2, Mann-Whitney U test, $U = 81,0$, $P = 0,080$). Det var ingen forskjell mellom laks som forflyttet seg ved trefiberutslippet og de som stod i ro med hensyn til hvor langt oppe i elva de oppholdt seg før utslippet skjedde (Mann-Whitney U-test, $U = 110,5$, $P = 0,51$). Fisk som reagerte med en oppstrøms forflytning stod imidlertid lengre oppe i elva ved utslippet enn de som reagerte med en nedstrøms forflytning (oppstrøms forflytning: gjennomsnittlig 36,6 km fra munning, variasjonsbredde 4,5-53,7 km, SD = 20,1, nedstrøms forflytning: gjennomsnittlig 15,5 km fra munning, variasjonsbredde 2,8-42,1 km, SD = 11,5, Mann-Whitney U test, $U = 10,5$, $P = 0,031$) (**vedlegg 2**).

Fisken som vandret helt ut i sjøen igjen ved trefiberutslippet, stod 14,8 km (variasjonsbredde 2,8-42,1 km, SD = 12,9) fra elvemunningen ved peiling 22. september (**vedlegg 2**). Av de åtte fiskene som gikk helt ut i sjøen, kom fire tilbake til Numedalslågen igjen (etter 7, 7, 15 og 21 dager), to vandret til Drammenselva og to ble ikke registrert siden (**vedlegg 2**).

Fisk som forflyttet seg nedstrøms uten å gå helt ut i sjøen ved trefiberutslippet forflyttet seg gjennomsnittlig 5,3 km ved utslippet (variasjonsbredde = 4,4-6,2 km, n = 2, SD = 1,3), mens de som forflyttet seg oppstrøms forflyttet seg gjennomsnittlig 6,7 km (variasjonsbredde = 1,0-17,6 km, n = 6, SD = 5,9) (**vedlegg 2**). Bare to laks flyttet seg senere tilbake dit de stod før utslippet (**vedlegg 2**).

4.4 Atferd under og etter gyteperioden

All laksen var på områder med egnet gytesubstrat i gyteperioden, unntatt fisk nr 442. Siden denne heller ikke har forflyttet seg, kan den ha vært død før gyteperioden. Det ble heller ikke registrert forflytning av fisk nr. 474 og 104 etter gyteperioden, slik at status er usikker også for disse.

Etter gyteperioden oppholdt fisken seg i de mest stilleflytende delene av elva. Ni sikre numedalslaks (47 %) vandret nedover i elva etter gyteperioden, hvorav seks startet nedstrøms vandring umiddelbart etter gytingen (6. november - 19. november, tre hanner og tre hunner), mens tre startet nedstrøms vandring mellom 26. november og 18. desember (alle hunner). Nedstrøms vandring etter gyteperioden var mellom 6 og 32 km.

Fram til siste peiling 14. april 2004, hadde tre laks gått ut av elva. Én av disse var av gruppen sikre numedalslaks (nr 332), én var av dem som gikk ut i sjøen ved trefiberutslippet (nr 093) og én hadde trolig vært i Hagtvedtelva i gyteperioden (nr 203). Nr 332 gikk ut i sjøen umiddelbart etter gyteperioden 6. november, nr 093 gikk ut i sjøen 5. desember og nr 203 gikk ut i sjøen mellom 16. februar og 22. mars. Nr 093 ble imidlertid registrert i elvemunningen igjen ved peiling 22. mars og 14. april.

4.5 Sammenligning av merkemethoder

Det var ingen indikasjoner på at merkemethode (intern implantert og utvendig festet sender) påvirket resultatene i undersøkelsen. Andelen laks registrert etter merking var ikke forskjellig mellom de to merkemethodene (26 av 28 utvendig merkede og 26 av 31 med implantert sender, Fishers exact test, $P = 0,45$). Tid fra merking til første registrering i elva (13 utvendig merkede og 11 implanterte) og tid fra første registrering i elva til laksen var ved sin øverste registrerte posisjon (10 utvendig merkede og 9 implanterte) var heller ikke forskjellig mellom merkemethodene (Mann-Whitney U tester, henholdsvis $U = 60,0$, $P = 0,53$; $U = 39,0$, $P = 0,62$). Det samme gjaldt vandringshastighet fra Bommestad til Holmfoss (9 utvendig merkede og 9 implanterte) og fra Holmfoss til Hoggveita (5 utvendig merkede og 5 implanterte), som heller ikke var forskjellig mellom merkemethodene (Mann-Whitney U tester, henholdsvis $U = 36,0$, $P = 0,73$; $U = 8,0$, $P = 0,35$).

Evnen til å passere vandringshindre syntes ikke forskjellig for laks merket med de ulike methodene. Andelen laks som stanset lengre enn tre dager ved Åbyfoss var ikke forskjellig mellom merkemethodene (4 av 10 utvendig merkede og 4 av 11 med implantert sender, Fishers exact test, $P = 1,0$). Tiden fra første registrering ved Holmfoss til laksen passerte var heller ikke forskjellig (6 utvendig merkede og 7 med implantert sender, Mann-Whitney U test, $U = 10,5$, $P = 0,13$). Det var heller ingen forskjell i laksens fordeling i elva i gyteperioden mellom utvendig merkede laks og laks med implantert sender (10 utvendig merkede og 9 med implantert sender, to-utvalgs Kolmogorov-Smirnov test, $Z = 0,48$, $P = 0,97$).

To laks med implantert sender som ble gjenfanget i Numedalslågen hadde sår som ikke var skikkelig grodd. Én laks med utvendig sender hadde løs sender da den ble gjenfanget på flåtefiske, men dette skjedde sannsynligvis i forbindelse med fangsten.

5 Diskusjon

5.1 Oppvandringsmønster

Oppvandringen hos laks i Numedalslågen og atferd fram til gyteperioden fulgte generelt samme mønster som kjent fra den uregulerte Tanaelva, med en atferd bestående av to eller tre faser (Økland *et al.* 2001):

1. **Oppvandringsfase**, når laksen vandrer oppstrøms i elva, avbrutt av stansperioder underveis.
2. **Søkefase**, når laksen vandrer opp- og nedstrøms flere ganger i elva over en strekning på noen hundre meter eller noen få km i nærheten av senere gyteplass. Ikke alle individer har en søkefase. Hos noen individer kan en dessuten se at de bare slipper seg litt ned i elva igjen i forhold til øverste posisjon under oppvandringen.
3. **Stans**, når laksen etter oppvandrings- og søkefasen står mer eller mindre i ro på samme sted i elva fram til gyteperioden.

Vandringsatferden hos laksen i Numedalslågen avvok imidlertid fra dette mønsteret på tre måter. For det første så ble det registrert et urolig vandringsmønster med vandringer både ned- og oppstrøms på elvestrekninger nedenfor Holmfoss, over distanser på opp til 14 km. Dette er ikke vanlig for villaks på elvestrekninger uten store vandringshindre, der oppvandringsfasen nesten alltid består kun av oppstrøms forflytning (Økland *et al.* 2001). For det andre så ble det registrert lange stansperioder ved Åbyfoss og Holmfoss. For det tredje så ble vandringsatferden påvirket av trefiberutslipp fra Hvitvingfoss 23.-24. september.

Den merkede laksen spredte seg over hele elva til Hem ovenfor Brufoss i gyteperioden. I forhold til opplysninger i Gunnerød & Sigholt (1982) om at det er en rekke viktige gyteområder helt øverst i elva mot Hvitvingfoss, så var det få radiomerkede laks som vandret så langt opp i elva. Siden et relativt lite antall laks ble merket, kan dette skyldes tilfeldigheter. Resultatene kan også skyldes at det er flere viktige gyteområder av betydning lengre nedover i elva enn i følge Gunnerød & Sigholt (1982).

Villaks ser ut til å vende tilbake til oppvekstområdet sitt i elva når de skal gyte (Heggberget *et al.* 1986, 1988, Heggberget 1989). Vi antar derfor at fordelingen av radiomerket laks i gyteperioden hovedsakelig reflekterte hvor i vassdraget disse individene hadde vokst opp. Hvorvidt vandringshindre eller vanskelige vannføringsforhold i noen grad reduserer motivasjonen for å vende tilbake til oppvekstområdet slik at enkelte laks avbryter oppvandringen og gyter lengre nedstrøms, vet vi ikke.

5.2 Identifisering av vandringshindre

Holmfoss framstod som det tydeligste vandringshinderet for oppvandrende laks i Numedalslågen, ved de vannføringer og vanntemperaturer som var gjeldende i 2003, selv om fallet ved Holmfoss ikke er det største langs lakseførende strekning (**figur 2**). Fra laksen ble registrert ved Holmfoss første gang til de passerte, tok det gjennomsnittlig 29 dager (gjennomsnittlig 24 dager hvis all laks som passerte fossen inkluderes og ikke bare sikre numedalslaks). For individet som brukte lengst tid på å passere, tok det hele 74 dager fra første registrering ved Holmfoss til passering. Ingen laks vandret rett forbi Holmfoss uten å stanse, og den korteste stopp ved Holmfoss var fem dager.

En tredjedel av laksen stanset ved Åbyfoss, slik at Åbyfoss også kan karakteriseres som et vandringshinder. Stans i oppvandringen betyr ikke nødvendigvis at det er et vandringshinder i området, fordi laks også har pauser under oppvandringen i uberørte vassdrag uten vandringshindre. Åbyfoss er imidlertid så langt nede i vassdraget at det ikke er et sted hvor en forventer at en stor andel av laksen stanser uten at dette er knyttet til et vandringshinder. Vårigheten på stansen nedenfor Åbyfoss var også lengre enn naturlige stans i oppvandringen i Tana på strekninger uten vandringshindre. I Tana var lengden på stansperioder i typiske hvilehøler uten vandringshindre gjennomsnittlig ni og fem dager ved Tana bru og fem og seks dager ved Storfossen (to års undersøkelser, Økland *et al.* 2001).

Hoggtveita og Kjærrafossene kan se ut som vanskelige stryk for laks å passere, men i denne undersøkelsen stanset ikke laksen lengre enn gjennomsnittlig 2,4 dager nedenfor Hoggtveita. Laksen som stanset lengst nedenfor Hoggtveita, stod ikke i dette området i mer enn åtte dager før de passerte. Den raske passeringen av dette området har sannsynligvis sammenheng med at det var relativt lave vannføringer i undersøkelsesperioden (se nedenfor). Imidlertid var det et lite antall laks i undersøkelsen som vandret så langt opp i vassdraget.

Bortsett fra Åbyfoss, Holmfoss og Hoggtveita/Kjærrafossene var det ingen av strykene i elva eller andre lokaliteter hvor flere laks stanset i lengre perioder under oppvandringen. Vandringshastigheter mellom disse lokalitetene var relativt raske, og laksen hadde vandringshastighet på gjennomsnittlig 4,9 km per dag mellom Bommestad og Holmfoss (13 km) og 4,7 km per dag mellom Holmfoss og Hoggtveita (26 km). Disse vandringshastighetene samsvarer med det som er funnet for laks i andre undersøkelser. I følge Smirnov (1971) var oppvandringshastigheter for Onega-laks sjelden mer enn 4 km per døgn. Laks som vandret opp en 64 km lang strekning i Miramichi, vandret med en hastighet på 4,3 km per døgn (Hayes 1953). De raskeste fiskene i en undersøkelse i Suldalslågen ble registrert med en vandringshastighet på 6,5 km per døgn (Johnsen *et al.* 1996). I Orkla og Mandalselva ble det re-

gistrert vandringshastigheter på 3,6 og 3,7 km per dag på uberørte elvestrekninger (Thorstad & Heggberget 1997, Thorstad *et al.* 2003b). Noen undersøkelser har vist raske vandringshastigheter, som i Aberdeenshire Dee (> 10 km per døgn, Hawkins & Smith 1986), Indalselven (10-20 km per døgn, Lindroth 1952) og Gudena (8-12 km per døgn, Aarestrup *et al.* 2000). Sammenligning av vandringshastigheter mellom undersøkelser er imidlertid vanskelig, fordi hastigheten vil være avhengig av undersøkelsesmetode, kroppsstørrelse og hvor sterk strøm laksen svømmer mot.

Ved Hvitvingfoss, som er et naturlig vandringshinder som tidligere dannet øverste grense for lakseførende strekning i Numedalslågen, ble det bygd ei laksetrapp i 1989 for å forlenge lakseførende strekning med 35 km. Plommesekk-yngel har blitt satt ut på strekningene ovenfor for å bygge opp en laksebestand, men av smittemessige hensyn er dette ikke gjort siden 2001. Svært få laks har passert trappa siden den ble åpnet (totalt ca 10 laks), og dette antas å ha sammenheng med at laksen har problemer med å finne åpningen av trappa, men heller trekkes mot turbinvannet fra kraftstasjonen som har utløp ved siden av trappa. Denne problemstillingen var ikke formål for undersøkelsen, og siden ingen radiomerket laks vandret så langt opp i vassdraget, har vi heller ingen opplysninger om atferd i dette området eller på strekningene ovenfor. Basert på registreringer av fisk i laksetrappa, må imidlertid Hvitvingfoss fremdeles betraktes som et nærmest absolutt vandringshinder i Numedalslågen.

5.3 Passering av vandringshindre i forhold til vannføring og vanntemperatur

Vannføring og vanntemperatur er faktorer som er viktig i forhold til om laks kan passere fysiske vanskelige vandringshindre. For eksempel i Vefsna passerer ikke oppvandrende laks Forsjordfossen før vanntemperaturen er høyere enn 8 °C og vannføringen lavere enn 300 m³/s (Jensen *et al.* 1986). Fiske-trappa i Laksfossen i samme vassdrag er svært effektiv, men bare på vannføringer høyere enn 70 m³/s (Jensen *et al.* 1986). Vandringshindre kan altså ha både en øvre og nedre grense som vannføringen bør være innenfor for at laks skal kunne passere. Når det gjelder vanntemperatur så er det gjerne ved lave temperaturer at oppvandringen forbi vandringshindre begrenses, men også ved høye vanntemperaturer (> 20 °C) kan laks generelt vise redusert vandringsaktivitet (Alabaster 1990).

Ut fra resultatene i denne undersøkelsen, kan vi fastslå med sikkerhet at laksen kan passere Åbyfoss ved vannføring 41-139 m³/s og vanntemperatur 3-21 °C, Holmfoss ved vannføring 57-152 m³/s og vanntemperatur 11-22 °C, Hoggveita ved vannføring 55-109 m³/s og vanntemperatur 18-22 °C, Sjulstadfoss ved vannføring 43-90 m³/s og vanntemperatur 15-21 °C og Brufoss ved vannføring 64-72 m³/s

og vanntemperatur 12-20 °C. Verdiene må ikke betraktes som øvre og nedre grense for mulig passering av disse områdene, men er basert på under hvilke forhold radiomerket laks passerte i denne undersøkelsen. Verdiene er derfor begrenset av variasjon i vannføring og vanntemperatur i undersøkelsesperioden, og av antall fisk i undersøkelsen. Vannføringen i oppvandrings-sesongen 2003 var lav og vanntemperaturen høy i forhold til gjennomsnittet for tidligere år. Dessuten var antallet merket laks i undersøkelsen relativt lavt, særlig for passering av Hoggveita/Kjærrafossene og områder oppstrøms.

Økninger i vannføring kan stimulere oppvandring av laks i elver (f. eks. Huntsman 1948, Hayes 1953, Dunkley & Shearer 1982, Laughton 1989, Webb & Hawkins 1989, Baglinière *et al.* 1990, Jensen *et al.* 1998, Erkinaro *et al.* 1999). I regulerte elver med muligheter til å kontrollere vannføringen kan kunstige lokkeflommer stimulere laks til å vandre oppover elvene (se f. eks. Huntsman 1948, Hayes 1953, Banks 1969). Resultater fra ulike undersøkelser spriker imidlertid, og forholdet mellom vandring, vannføring og andre faktorer synes å være kompleks, slik at det kan være vanskelig å finne klare sammenhenger mellom økning av vannføring og vandring hos individuelle laks (Thorstad *et al.* 2003b).

Heller ikke i denne undersøkelsen fant vi en systematisk sammenheng mellom passering av vandringshindre og variasjon i vannføring. Ved Holmfoss var vannføringen stigende i forhold til dagen før da fem radiomerkede laks passerte, synkende da sju laks passerte og jevn da fire laks passerte. Ved Hoggveita var vannføringen stigende da én laks passerte, synkende da fire passerte og jevn da tre passerte. Siden vi ikke hadde en datalogger ved Åbyfoss og dermed ikke nøyaktige passeringstidspunkter, vet vi ikke hvordan forholdene var for passering av dette vandringshinderet.

Laksen stod ikke permanent i hølen nedenfor Holmfoss i perioden fra de første gang ble registrert ved Holmfoss til de passerte (noe som tok gjennomsnittlig 29 dager), men ble registrert i dette området i gjennomsnittlig 16 av dagene. Den øvrige tiden var de lengre nedstrøms i elva. Ved å sammenligne vannføringen på dager da de stod i hølen nedenfor Holmfoss uten å passere i forhold til vannføring ved passering, kunne vi ikke finne noe mønster; vannføringen ved oppvandring lå hos de fleste individer innenfor variasjonen av vannføring på dager de stod nedenfor Holmfoss uten å passere. En kan derfor ikke si at laksen stod nedenfor fossen og ventet på en spesifikk vannføring før de passerte. Vi kan dermed ikke ut fra disse resultatene finne enkle forklaringer på hvilke stimuli som får laks til å passere et vandringshinder som de har stått nedenfor i lengre tid. Dette er i samsvar med tidligere undersøkelser av radiomerket laks i norske vassdrag (Thorstad *et al.* 2003b) og tyder på at stimuli for oppvandring er en kompleks kombinasjon av fysiske forhold og laksens motivasjon.

At laks ikke nødvendigvis oppholder seg like nedenfor et vandringshinder, men gjerne vandrer nedstrøms i elva igjen etter å ha møtt hinderet, er også observert i Varde Å i Danmark (Jepsen *et al.* 2003). På bakgrunn av resultatene fra Varde Å, konkluderer Jepsen *et al.* (2003) med at det nødvendigvis ikke står et stort antall fisk nedenfor et vanskelig passerbart område. De advarer derfor mot å evaluere vandringshindre kun på bakgrunn av observasjoner av antallet fisk som står like nedenfor.

Ved Hoggveita tyder resultatene på at laksen hadde problemer med å passere ved høy vannføring, i samsvar med lokal oppfatning som går ut på at Hoggveita er et vandringshinder for oppvandrende laks ved vannføringer over 120 m³/s. For laks som stod noen dager nedenfor Hoggveita før de passerte, var nemlig vannføringen lavere ved passering enn den var på dager da de stod nedenfor uten å passere. Vannføringen var dessuten høyere enn 120 m³/s på en del dager de stod nedenfor Hoggveita uten å passere, mens passeringer skjedde opp til 109 m³/s. Basert på registrering av fangster i 1986 beskrev også Larsen (1989) at passering av Hoggveita ikke skjedde før i uke 26, da vannføringen falt under 90-100 m³/s.

5.4 Betydning av forsinkelser i oppvandringen

Laksen vandrer gjerne opp i elvene i flere måneder før gyteperioden, og de kan stå i ro på gyteplassen i én til to måneder før gyting (Økland *et al.* 2001). Hvorfor laksen vandrer så tidlig opp i elvene vet vi ikke (Fleming 1996), og den biologiske betydningen av forsinkelser i oppvandringen som ikke går utover gyteperioden er dermed heller ikke kjent. Hvis den tidlige oppvandringen er knyttet til økt gytesuksess, vil forsinkelser under oppvandringen ha tilsvarende negative effekter.

Forsinkelser i oppvandringen kan imidlertid skape konflikter i organiseringen av sportsfisket innen et vassdrag ved at laksen ankommer de øvre delene av elva sent i forhold til fiskesesongen. Opphoping av et stort antall laks nedenfor vandringshindre kan også øke faren for sykdomsutbrudd, særlig ved høye vanntemperaturer (Johnsen *et al.* 1993).

5.5 Trefiberutslipp

Kongsberg kommune ønsket en oppgradering av området like nedenfor Hvitvingfoss kraftstasjon, og ett av tiltakene var å fjerne en molo i elva som ble etablert for deponering av bark, flis og papirfiber fra den tidligere papirfabrikken på stedet. Anleggsarbeidet ble utført i henhold til planen ved at 5000 m³ masse ble deponert på land. Ved vannføringsøkningen fra 50 til 125 m³/s 23.-24. september, som skyldtes kraftig nedbør, ble anleggsområdet overflommet og restene av fiber og partikler skylt nedover elva. Dette kan ha dreid seg om ca 1000 m³ resterende masse. Forunder-

søkelser av Norges Geotekniske Institutt (NGI) tyder på at det ikke var miljøgifter i sedimentene (Okkenhaug 2002). Den uvanlige atferden hos laksen med opp- eller nedstrøms forflytning i denne perioden var derfor trolig en umiddelbar fluktespons fra ubehagelige partikler i form av bark og flis i vannet.

En kan tenke seg at vannføringsøkningen i seg selv kan ha påvirket laksens atferd, men en slik respons på økning i vannføring har vi aldri registrert ved undersøkelser av radiomerket laks i 12 norske vassdrag (NINAs egne undersøkelser). Vi kjenner heller ikke til andre undersøkelser hvor en slik atferd hos individer er registrert i forbindelse med vannføringsøkning. Episoden skjedde heller ikke i hovedoppvandringsperioden for laksen, men så sent i sesongen at de fleste var ferdige med oppvandringen og hadde stilt seg i ro i nærheten av gyte plassene. Det er derfor sannsynlig at den uvanlige atferden skyldtes trefiberutslippet og ikke vannføringsøkningen i seg selv.

5.6 Vurdering av merkemetoder

Merking med utvendige radiosendere er benyttet i undersøkelser av oppvandring av laks i 12 norske vassdrag (Thorstad *et al.* 2003b), uten at særlige negative effekter av merkene er påvist. Undersøkelser i svømmekammer har dessuten vist at laksens svømmekapasitet ikke ble redusert av verken utvendige eller implanterte sendere lik de som ble benyttet i denne undersøkelsen (Thorstad *et al.* 2000a). Imidlertid er det flere fosser og stryk langs lakseførende strekning i Numedalslågen enn i de øvrige undersøkte vassdragene, og på forhånd fryktet vi at utvendige sendere kunne redusere laksens kapasitet til å passere alle fossene og strykene. Det ble derfor bestemt å merke laks med både utvendige og implanterte sendere for å kunne sammenligne merkemetoder. Det var imidlertid ingen indikasjoner på at merkemetoden påvirket resultatene i undersøkelsen, og vandringsatferd og evne til å passere vandringshindre var ikke forskjellig mellom fisk merket med utvendige og implanterte sendere. To laks som ble gjenfanget i Numedalslågen med implanterte sendere hadde imidlertid sår som ikke var skikkelig grodd. Laks som får sendere implantert i bukhulen nær vassdrag med store vandringshindre bør derfor holdes tilbake i merd i sjøen noen dager for å være sikker på at sårene har grodd før de vandrer opp i elva.

6 Konklusjon

Metodene som ble benyttet viste seg velegnet til å besvare formålene med undersøkelsen, som var å dokumentere laksens vandring fram til gyteområdene, identifisere vandringshindre, og analysere passering av eventuelle vandringshindre i forhold til vannføring og vanntemperatur. Resultatene er imidlertid basert på et relativt lite antall merkede laks, særlig fra Hoggveita og videre oppover i vassdraget.

Laksens vandring fram til gyteområdene er dokumentert, beskrevet og sammenlignet med resultater fra andre vassdrag. Oppvandringen hos laks i Numedalslågen og atferd fram til gyteperioden fulgte generelt samme mønster som kjent fra den uregulerte Tanaelva.

To vandringshindre ble identifisert, med en liten forsinkelse i oppvandringen ved Åbyfoss (gjennomsnittlig 15 dager for den tredjedelen av laksen som stanset lengre enn tre dager) og en betydelig forsinkelse ved Holmfoss (gjennomsnittlig 29 dager). Vi kunne ikke finne enkle forklaringer på hvilke stimuli som fikk individuelle laks til å passere Holmfoss etter at de hadde stått i hølen nedenfor i lengre tid. Dette er i samsvar med tidligere undersøkelser av radiomerkede laks i norske vassdrag (Thorstad *et al.* 2003b) og tyder på at stimuli for oppvandring forbi vandringshindre er en kompleks kombinasjon av fysiske forhold og laksens motivasjon.

Undersøkelsen ble gjennomført i et år da vannføringen i sesongen for oppvandring av laks det meste av tiden var 20-50 m³/s lavere enn gjennomsnittet for perioden 1984-2000, og vanntemperaturen i juli og august var relativt høy. Identifiseringen av vandringshindre må ses i lys av dette. Ved en høyere vannføring kan det tenkes at andre strykeområder i Numedalslågen framstår som vandringshindre enn i denne undersøkelsen, og at forsinkelsen ved de to vandringshindrene Åbyfoss eller Holmfoss har en annen varighet. Det kan også tenkes at den høye vanntemperaturen medførte at laksen var mindre vandringsvillig i deler av sesongen 2003, slik at forsinkelsene ved Åbyfoss og Holmfoss er kortere ved lavere vanntemperatur. Dette kan vi imidlertid ut fra eksisterende kunnskap ikke si noe om.

En sammenligning av våre resultater med sonevise fangstdata fra Numedalslågen i 1986 (Larsen 1989) tyder på at vandringshindre i Numedalslågen kan framstå som av ulik betydning i ulike år. Fangstdataene fra 1986 tydet nemlig på at laksen passerte Åbyfoss og Holmfoss raskt, men at Hoggveita framstod som et vandringshinder - i motsetning til resultatene i denne undersøkelsen. Vannføringen var delvis lavere i juni og juli i 1986 enn i 2003 (bortsett fra en periode i juni da den var høyere), men var betydelig høyere i august og begynnelsen av september. Vanntemperaturen var lavere i 1986 enn i 2003. Larsen (1989) påpeker imidlertid at metoden med å benytte fangsttidspunkter i elva til å registrere oppvandringstidspunkter har flere åpenbare svakheter. De forskjellige konklusjonene med hensyn til identifisering av vandringshindre mellom Larsen (1989) og denne undersøkelsen kan derfor skyldes både at det er forskjeller mellom år, og at ulike metoder er benyttet.

7 Referanser

- Alabaster, J.S. 1990. The temperature requirements of adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., during their upstream migration in the River Dee. - J. Fish Biol. 37: 659-661.
- Alsaker-Nøstdahl, B. 2002. Overvåkningen av Numedalslågen i 2001. - BUVA-rapport 02/1: 1-39.
- Asvall, R.P. 1993. Nytt manøvreringsreglement for Noreverkene. Virkninger på vanntemperatur- og isforhold. - Rapport 05 1993, Norges vassdrags- og energiverk.
- Baglinière, J.L., Maise, G. & Nihouarn, A. 1990. Migratory and reproductive behaviour of female adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in a spawning stream. - J. Fish Biol. 36: 511-520.
- Banks, J.W. 1969. A review of the literature on the upstream migration of adult salmonids. - J. Fish Biol. 1: 85-136.
- Berdal A/S, Ingeniør A.B. & Hydroconsult A/S 1983. Numedalslågen. Fase IIA. - Delrapport vannbruksplan - omdisponering av fløtningsvann. Del 2: 62 s. + 6 bilag.
- Dunkley, D.A. & Shearer, W.M. 1982. An assessment of the performance of a resistivity fish counter. - J. Fish Biol. 20: 717-737.
- Erkinaro, J., Økland, F., Moen, K., Niemelä, E. & Rahiala, M. 1999. Return migration of Atlantic salmon in the River Tana: the role of environmental factors. - J. Fish Biol. 55: 506-516.
- Fleming, I.A. 1996. Reproductive strategies of Atlantic salmon: ecology and evolution. - Rev. Fish Biol. Fish. 6: 379-416.
- Gunnerød, T.B. & Larsen, B.M. 1986. Produksjon og avkastning av laks i Numedalslågen fra munningen til Hvittingfoss 1980 - 1985. - Direktoratet for naturforvaltning, Reguleringsundersøkelsene, rapport nr. 10-1986: 1-60.
- Gunnerød, T.B. & Sigholt, T. 1982. Behov for vannføring i Numedalslågen for opprettholdelse av laksefisket. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Reguleringsundersøkelsene, rapport nr. 10-1982: 1-38.
- Hawkins, A.D. & Smith, G.W. 1986. Radio-tracking observations on Atlantic salmon ascending the Aberdeenshire Dee. - Scott. Fish. Res. Rep. 36: 1-24.
- Hayes, F.R. 1953. Artificial freshets and other factors controlling the ascent and population of Atlantic salmon in the LaHave River, Nova Scotia. - Bull. Biol. Board Can. 99: 1-47.
- Heggberget, T.G. 1988. Timing of spawning in Norwegian Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 845-849.
- Heggberget, T.G. 1989. The population structure and migration system of Atlantic salmon *Salmo salar*, in the River Alta, North Norway. A summary of the studies 1981-86. - Proceedings of the salmonid migration and distribution symposium (Brannon, E.L. & Jonsson, B., red.). University of Washington, Seattle, pp. 124-139.
- Heggberget, T.G., Hansen, L.P. & Næsje, T.F. 1988. Within-river spawning migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45: 1691-1698.
- Heggberget, T.G., Økland, F. & Ugedal, O. 1996. Prespawning migratory behaviour of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a North Norwegian river. - Aquacult. Res. 27, 313-322.
- Heggberget, T.G., Lund, R.A., Ryman, N. & Ståhl, G. 1986. Growth and genetic variation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) from different sections of the River Alta, North Norway. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1828-1835.
- Huntsman, A.G. 1948. Freshets and fish. - Trans. Am. Fish. Soc. 75: 257-266.
- Jensen, A.J., Heggberget, T.G. & Johnsen, B.O. 1986. Upstream migration of adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the River Vefsna, northern Norway. - J. Fish Biol. 29: 459-465.
- Jensen, A.J., Hvidsten, N.A. & Johnsen, B.O. 1998. Effects of temperature and flow on the upstream migration of adult Atlantic salmon in two Norwegian rivers. - I: M. Jungwirth, S. Schmutz & S. Weiss (red.) Fish Migration and Fish Bypasses. Oxford: Fishing News Books, s. 45-54.
- Jepsen, N., Deacon, M. & Ejby-Ernst, M. 2003. Laksens gydevandring i Varde Å systemet. Radiotelemetriundersøgelse. - DFU-rapport nr. 125-03: 1-72.
- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1993. Furunkulose i norske vassdrag - statusrapport. - NINA Forskningsrapport 038: 1-73.
- Johnsen, B.O., Økland, F., Lamberg, A., Thorstad, E. & Jensen, A.J. 1996. Undersøkelser av laksens vandring i Sandsfjordsystemet og i Suldalslågen i 1995 ved hjelp av radiotelemetri. - NINA Oppdragsmelding 421: 1-44.
- Jonsson, N. 1991. Influence of water flow, water temperature and light on fish migration in rivers. - Nordic J. Freshw. Res. 66: 20-35.
- Larsen, B.M. 1987. Forskref-prosjekt Numedalslågen. Fiskeribiologiske undersøkelser i lakseførende del. - Direktoratet for naturforvaltning, Reguleringsundersøkelsene, rapport nr. 2-1987: 1-36.
- Larsen, B.M. 1989. Forsknings- og referansevassdrag - Numedalslågen. Vandring, fangst, vekst og tetthet hos laks og aure sett i relasjon til vannføring. - MVU-rapport nr. B 61-1989.
- Laughton, R. 1989. The movements of adult salmon within the River Spey. - Scott. Fish. Res. Rep. 41: 1-19.
- Lindroth, A. 1952. Salmon tagging experiments in Sundsvall Bay of the Baltic in 1950. - Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 33: 57-69.
- Okkenhaug, G. 2002. Oppryddingstiltak ved Hvittingfoss - Feltundersøkelse og analyse av sedimenter. - Teknisk notat fra Norges Geotekniske Institutt, 5 s.
- Smirnov, Y.A. 1971. Salmon of Lake Onega. - Fish. Res. Bd. Can. Transl. Ser. 2137: 1-212.
- Thorstad, E.B. & Heggberget, T.G. 1997. Oppvandring hos radiomerket laks og sjøørret i Mandalsvassdraget i forhold til minstevannføring, terskler og kalking. - NINA Oppdragsmelding 470: 1-41.

- Thorstad, E.B. & Hårsaker, K. 1998. Vandring hos radio-merket laks i Mandalselva i forhold til minstevannføring, lokkeflommer, terskler og kalking - videreføring av tidligere undersøkelser. - NINA Oppdragsmelding 541: 1-31.
- Thorstad, E.B., Heggberget, T.G. & Økland, F. 1996. Gytevandring og gyteatferd hos villaks og rømt oppdrettslaks (*Salmo salar*) i Namsen og Altaelva. - NINA Fagrapport 17: 1-35.
- Thorstad, E.B., Heggberget, T.G. & Økland, F. 1998. Migratory behaviour of adult wild and escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., before, during and after spawning in a Norwegian river. - Aquacult. Res. 29: 419-428.
- Thorstad, E.B., Økland, F. & Finstad, B. 2000a. Effects of telemetry transmitters on swimming performance of adult Atlantic salmon. - J. Fish Biol. 57: 531-535.
- Thorstad, E.B., Økland, F., Berger, H.M. & Kroglund, F. 2000b. Vandring hos laks ved Rygene kraftverk - telemetriundersøkelser 1999. - NINA Oppdragsmelding 654: 1-30.
- Thorstad, E.B., Økland, F., Kroglund, F. & Jepsen, N. 2003a. Upstream migration of Atlantic salmon at a power station on the River Nidelva, Southern Norway. - Fish. Mgmt. Ecol. 10: 139-146.
- Thorstad, E.B., Økland, F., Hvidsten, N.A., Fiske, P. & Aarestrup, K. 2003b. Oppvandring av laks i forhold til redusert vannføring og lokkeflommer i regulerte vassdrag. - Rapport nr. 1-2003, Miljøbasert vannføring, Norges vassdrags- og energidirektorat, 52 s.
- Webb, J.H. & Hawkins, A.D. 1989. The movements and spawning behaviour of adult salmon in the Girnock Burn, a tributary of the Aberdeenshire Dee, 1986. - Scott. Fish. Res. Rep. 40: 1-42.
- Økland, F., Erkinaro, J., Moen, K., Niemelä, E., Fiske, P., McKinley, R.S. & Thorstad, E.B. 2001. Return migration of Atlantic salmon in the River Tana: phases of migratory behaviour. - J. Fish Biol. 59: 862-874.
- Aarestrup, K., Jepsen, N., Rasmussen, G., Økland, F., Thorstad, E.B. & Holdensgaard, G. 2000. Prespawning migratory behaviour and spawning success of sea-ranched Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the River Gudena, Denmark. - Fish. Mgmt. Ecol. 7: 387-400.

8 Vedlegg

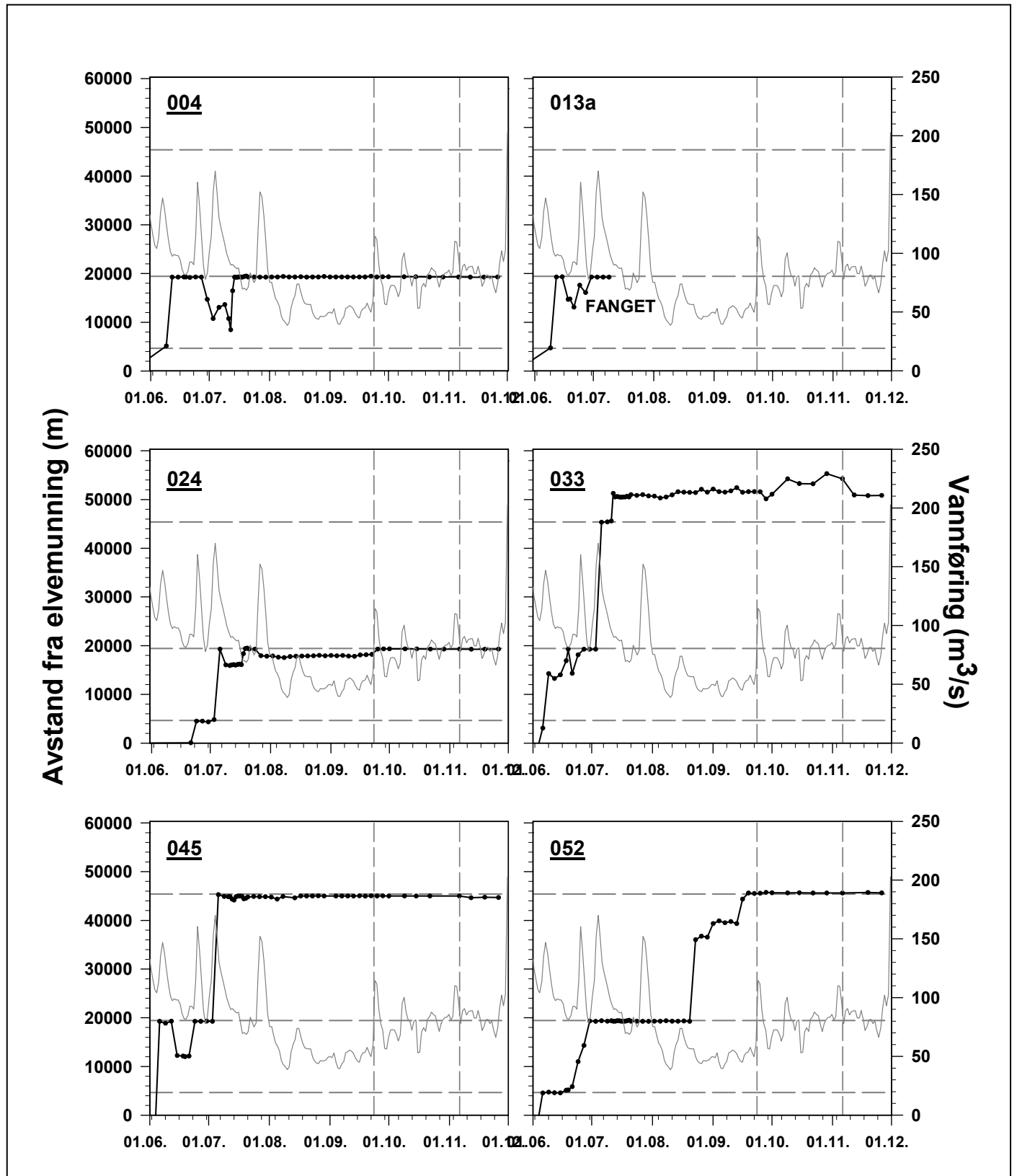
Vedlegg 1.

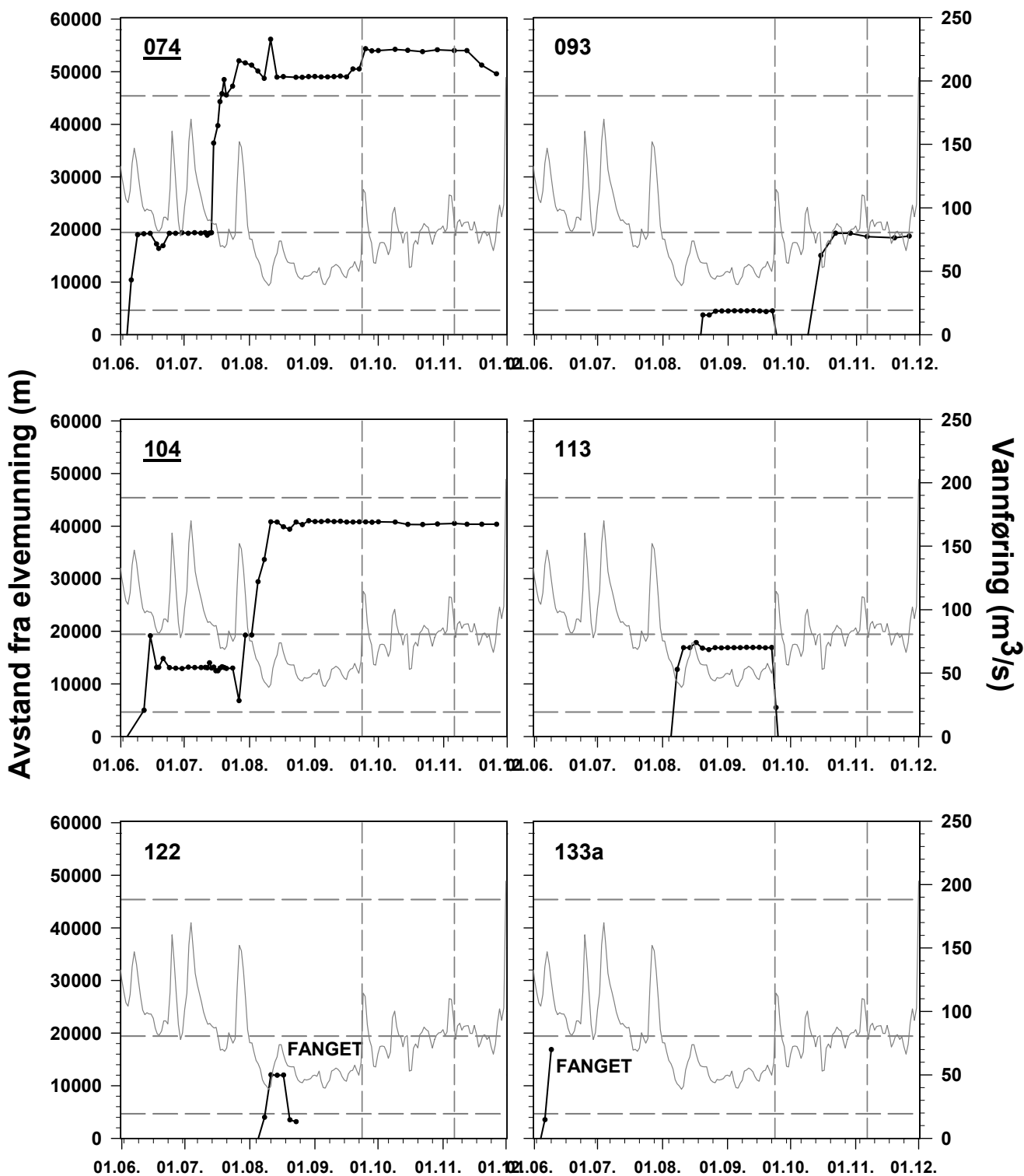
Detaljert beskrivelse av vandringsatferd for fem radiomerkede laks som trolig vandret opp i Hagnesvassdraget og Hagtvedtelva i 2003. Fiskenumre tilsvare frekvens i tabell 2.

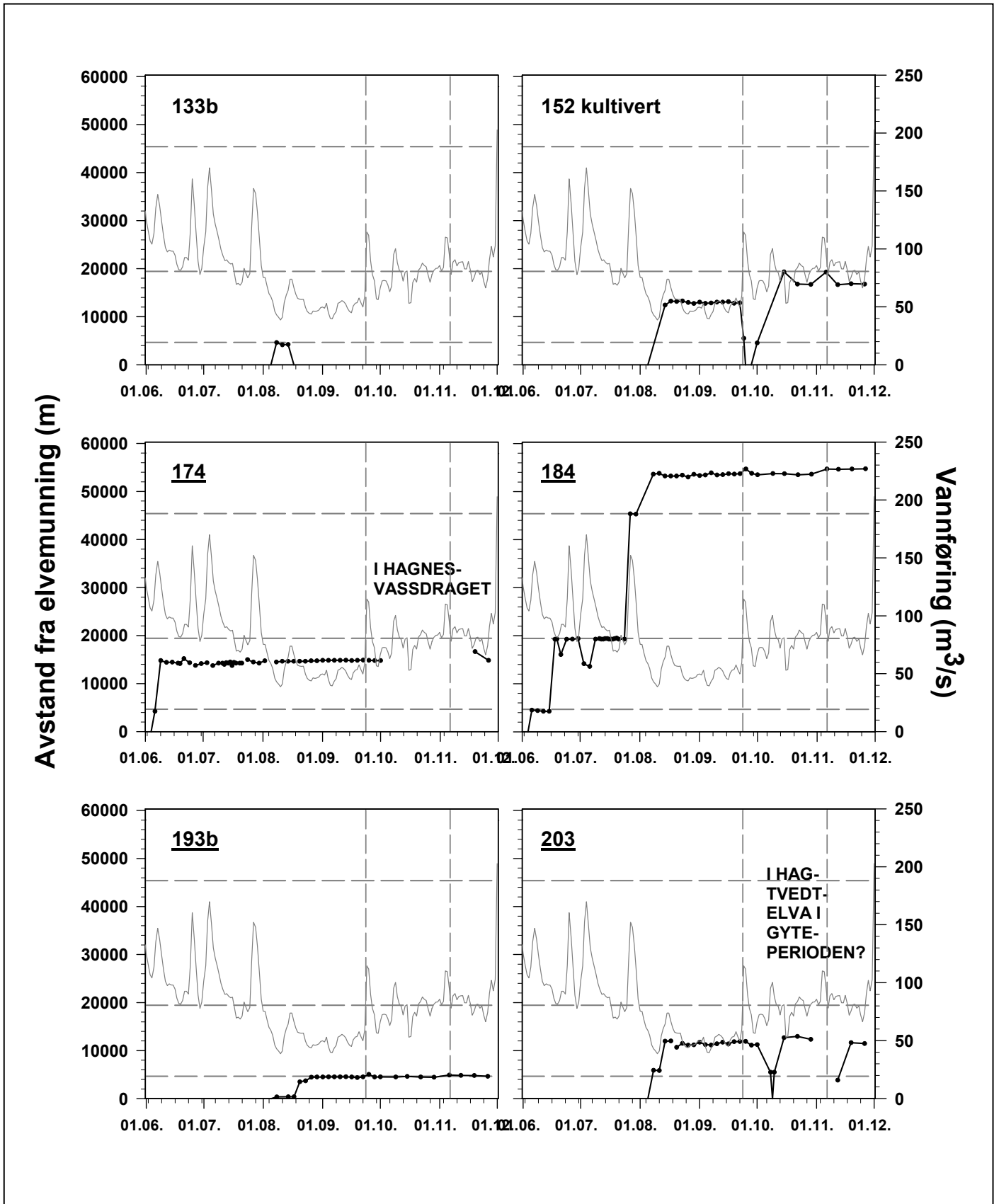
Fisk nr.	Vandringsatferd
174	Merket 4. juni. Peilet i Numedalslågen 6. juni. Var i Åsumvannet 9. juni - 1. oktober. Var borte, trolig lengre opp i Hagnesvassdraget, i perioden 9. oktober - 12. november. Tilbake i Åsumvannet 19. november-14. april.
243	Merket 19. august. Peilet i Numedalslågen 20. august - 28. september. Var i Åsumvannet 1. oktober, og ble fra 9. oktober peilet lengre opp i Hagnesvassdraget (peilet ved Skolli 9. oktober og ved Hagnes bru 14. november).
392	Merket 10. juli. Peilet i Numedalslågen 11. juli - 1. oktober. Var lengre opp i Hagnesvassdraget enn Åsumvannet 9. oktober - 26. november (peilet ved Skolli 9. oktober og 14. november og ved Fjære 19. og 26. november). Tilbake i Åsumvannet 18. desember-14. april.
433c	Merket 19. august. Peilet i Numedalslågen 20. august - 1. oktober. Ble ikke funnet ved peiling etter dette, og det antas at den gikk opp Hagnesvassdraget.
203	Ble peilet i Numedalslågen med unntak av en tur ut i sjøen, men antas å ha vært oppe i Hagtvedtelva i gyteperioden. Dette fordi den ikke ble funnet i hovedelva ved peiling, og den i lange perioder tidligere i sesongen oppholdt seg utenfor utløpet av Hagtvedtelva. Vandret ut i sjøen etter gyting, mellom 16. februar og 22. mars 2004.

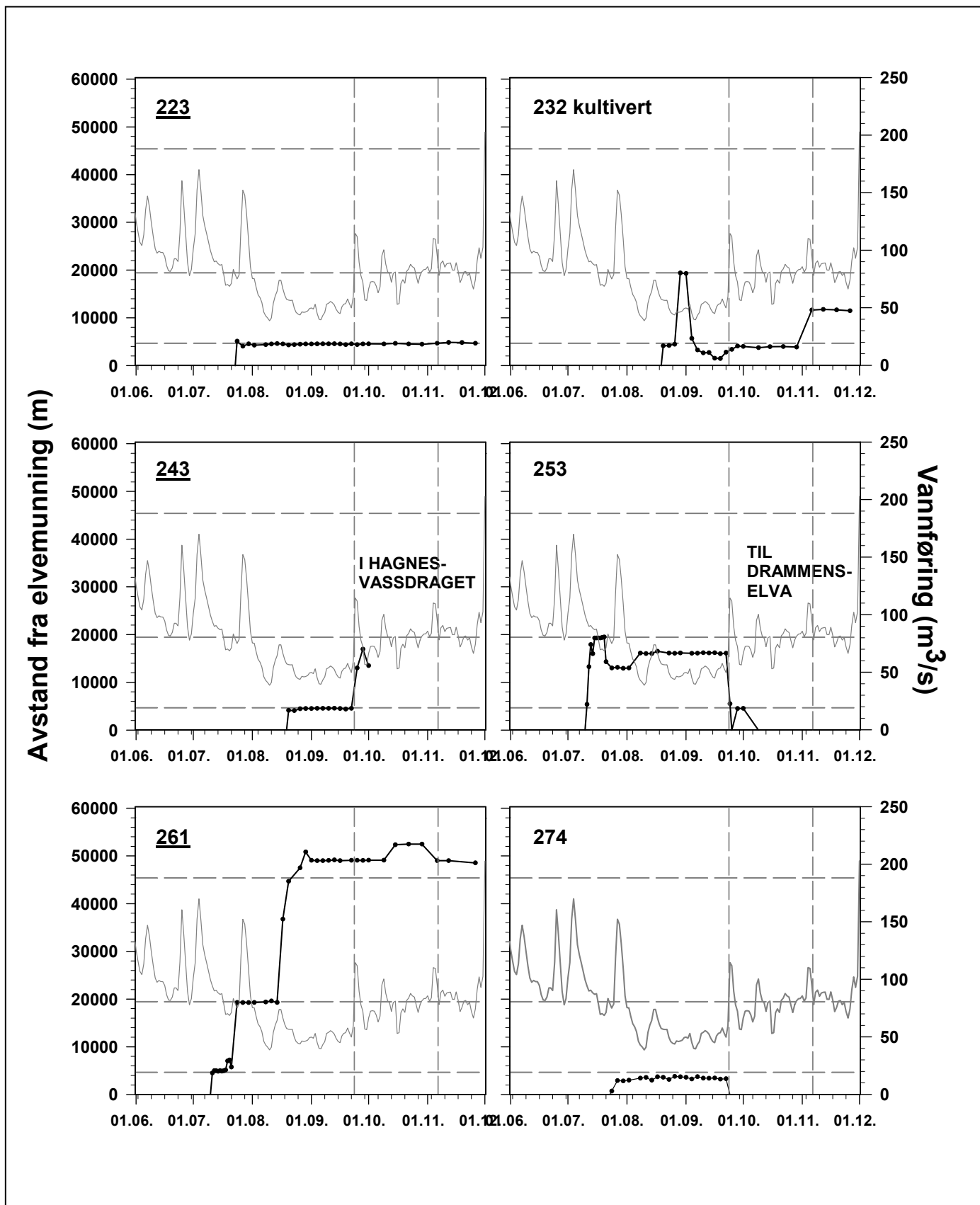
Vedlegg 2.

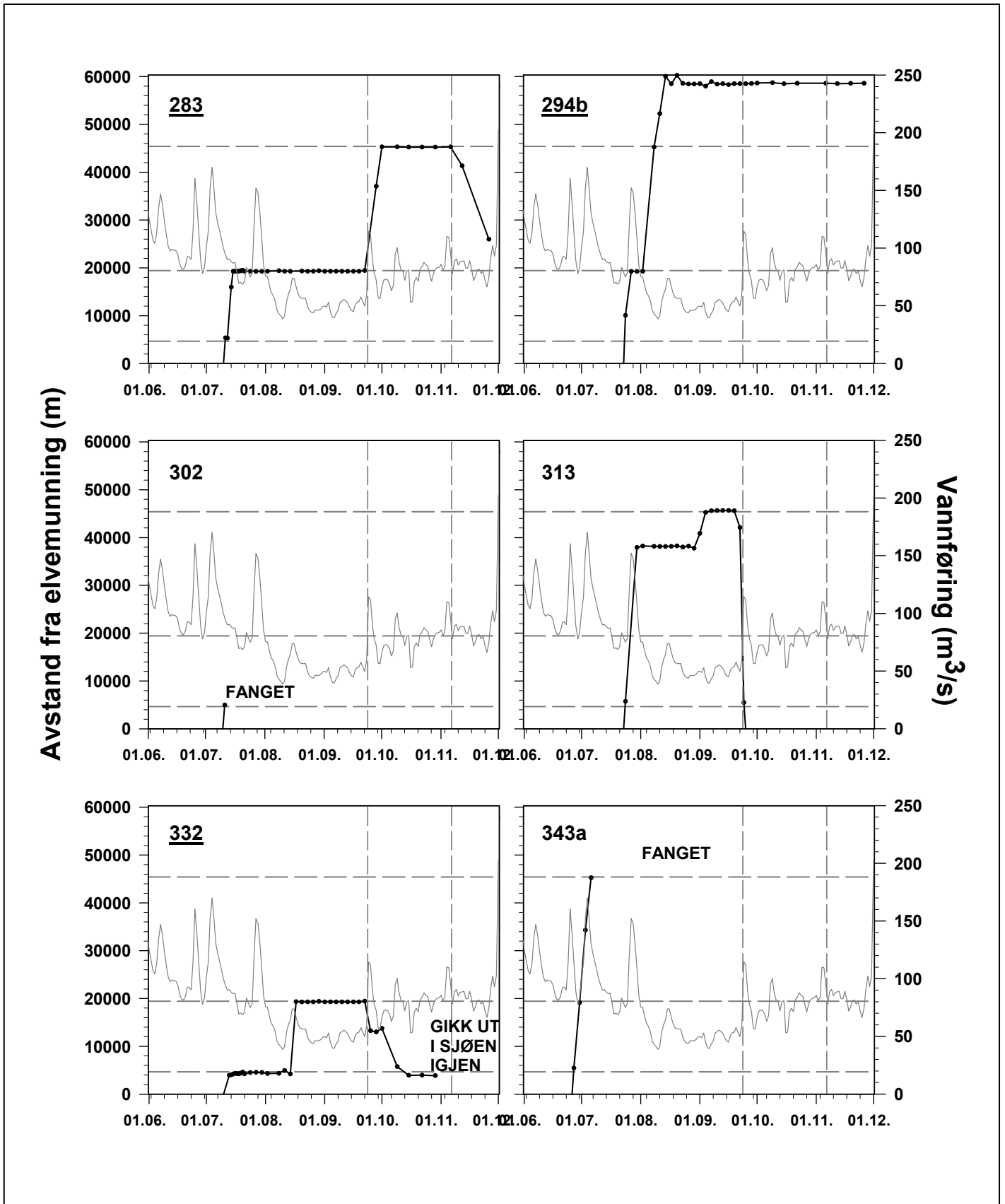
Vandringsmønster hos radiomerket laks i Numedalslågen fram til 1. desember 2002 basert på manuelle peilinger (svart linje, hvor peiletidspunkt er angitt med prikker). Posisjoner er angitt som avstand fra elvemunningen (det vil si bru over elva ved fylkesvei 303). Vannføringen ved Holmfoss er vist som grå linje. Horisontale stiplede linjer angir Åbyfoss (nederste), Holmfoss (midterste) og Hoggveita (øverste). Vertikale stiplede linjer angir tidspunkt for trefiberutslipp (venstre linje, se kap. 4.3) og gyteperioden (høyre linje, 6. november). Fiskenumre tilsvare frekvens i tabell 2. Fisk som er karakterisert som sikre numedalslaks (n = 24, se kap. 3.2), har understreket nummer.

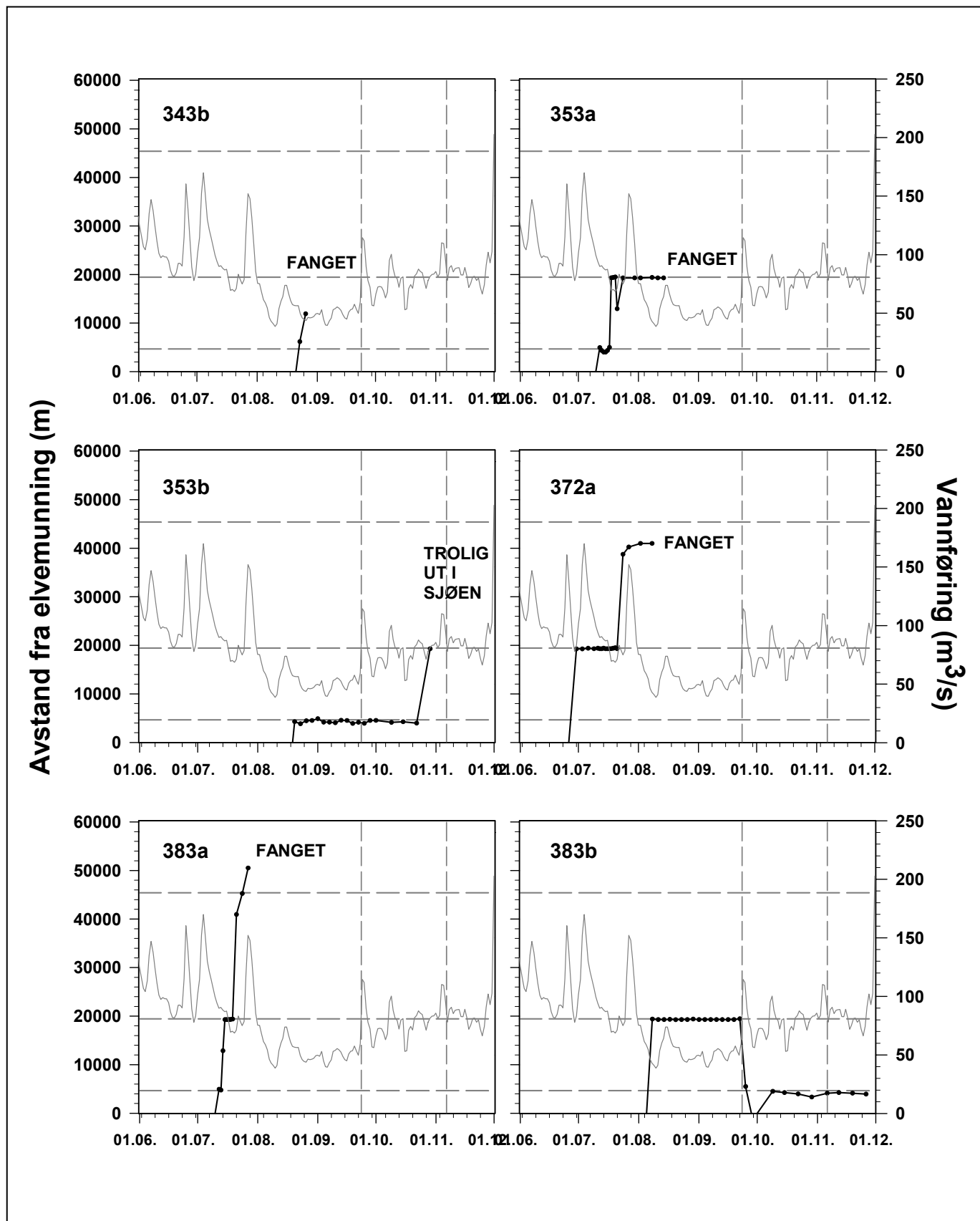


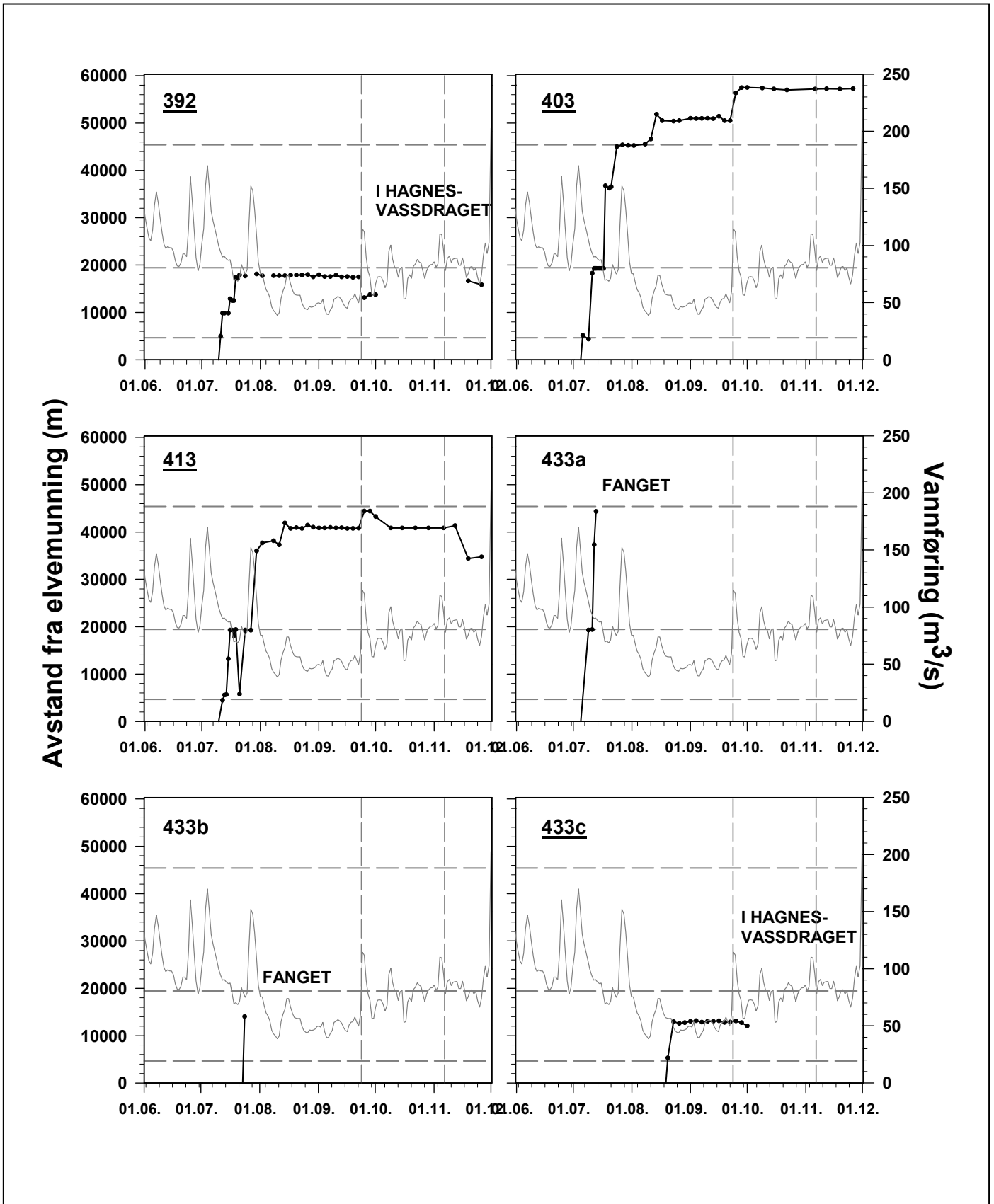


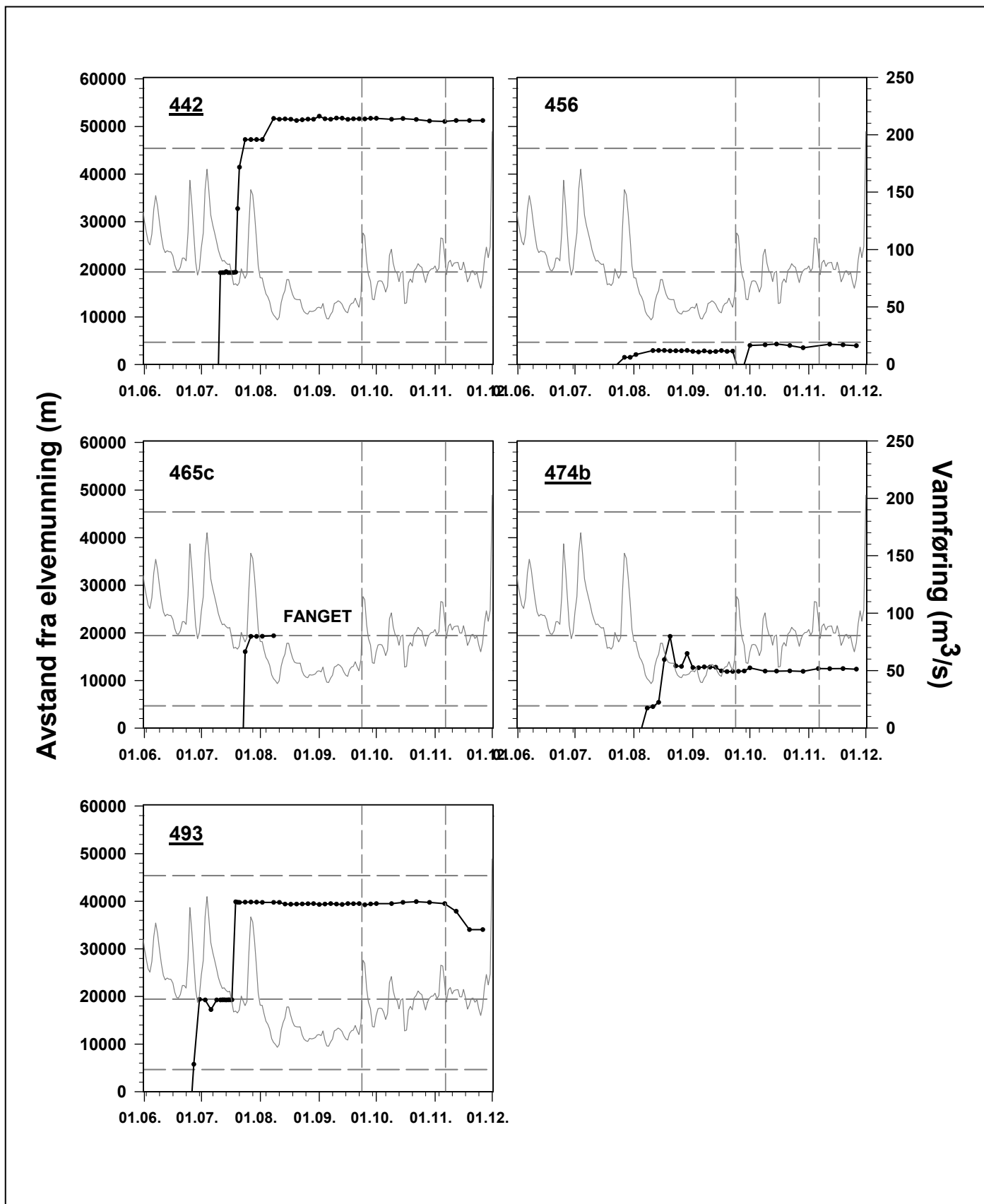












NINA Oppdragsmelding 835

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1474-1

NINA Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor • Tungasletta 2 • 7485 Trondheim

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

<http://www.nina.no>