

Status for ungfiskbestanden i et regulert laksevassdrag (Levangerelva) relatert til vannføringsregimet

Roar A. Lund



LAGSPILL



ENTUSIASME



INTEGRITET



KVALITET

NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Status for ungfiskbestanden i et regulert laksevassdrag (Levanger- elva) relatert til vannføringsregimet

Roar A. Lund

Lund, R.A. 2006. Status for ungfiskbestanden i et regulert lakse-
vassdrag (Levangerelva) relatert til vannføringsregimet. - NINA
Rapport 134. 40 s.

Trondheim, mars 2006

ISSN: 1504-3312

ISBN: 82-426-1683-3

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Roar A. Lund

KVALITETSSIKRET AV

Bjørn Ove Johnsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Levanger kommune

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Roar A. Lund

FORSIDEBILDE

Roar A. Lund

NØKKELOORD

vassdragsregulering, vannføring, laks, *Salmo salar*, ørret, *Salmo trutta*, fisketetthet, vekst, Levangerelva

KEY WORDS

Hydro power development, water discharge, salmon, *Salmo salar*, sea trout, *Salmo trutta*, parr density, growth, the stream Levangerelva

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA Trondheim

NO-7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Postboks 736 Sentrum

NO-0105 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 33 11 01

NINA Tromsø

Polarmiljøsenderet

NO-9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkeltgården

NO-2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

<http://www.nina.no>

Referat

Lund, R.A. 2006. Status for ungfiskbestanden i et regulert laksevasdrag (Levangerelva 2004) relatert til vannføringsregimet. - NINA Rapport 134. 40 s.

Ungfiskbestanden i Levangerelva består i all hovedsak av laks. Ørretunger utgjorde kun 9 % av ungfisk eldre enn årsyngel i 2004. Det ble ikke funnet andre fiskearter på de ti undersøkte lokalitetene som var jevnt spredt på alle deler av den lakseførende delen av vassdraget. Tettheten av presmolt av laks (fisk større enn 99 mm ved endt vekstsesong) varierte fra 5,4 til 53,7 individer pr 100 m² på de ti lokalitetene som alle var antatt gode produksjonsområder og valgt med mest størst mulig habitatmessig likhet.

Målinger av tetthet og vekst på de ti lokalitetene viste at en stor del av vassdraget har reduserte produksjonsvilkår sannsynligvis som følge av vannføringsregimet gjennom de to kraftverkene som tilfører vann fra ulike deler av vassdragets nedbørfelt. I løpet av perioden på ca tre år (1.11.2001 - 31.10.2004) som det her er vurdert timebaserte vannføringer, har det årlig vært en rekke større og raske vannføringsreduksjoner ved begge kraftverkene som kan ha medført stranding av fisk og tap av næringsdyr for fisk ved hyppig tørrlegging av elveleiet. Redusert fiskeproduksjon kan i tillegg være en effekt av kaldt driftsvann fra kraftverkene i fiskens vekstsesong. De laveste fisketetthetene var i nedre halvdel av vassdraget og nedenfor utløpet av Langåsfoss kraftverk.

Det er sannsynligvis et betydelig potensial til å produsere større mengder laksunger ved gode avbøtende tiltak. Vassdraget bør derfor følges opp med mer reguleringsspesifikke undersøkelser for å komme fram til gode tiltak, m.a. for å vurdere en egnet minstevannføring fra begge kraftverkene og driftsprosedyrer som søker å unngå stranding av fiskunger.

Roar Asbjørn Lund, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

E-post:
roar.lund@nina.no

Abstract

Lund, R.A. 2006. Status of the parr population in a salmon stream regulated for hydro power (the stream Levangerelva) related to the water flow. - NINA Report 134. 40pp.

The parr population in the river Levangerelva is dominated by salmon. In 2004 only 9 % of parr older than fry (0+) was trout. At the ten localities examined, these evenly spread to all parts of the anadromous stretch, other fish species was not found. Although each locality was chosen to have high habitat similarity and assumed to have high production suitability, the densities of salmon presmolt (individuals larger than 99 mm at the end of growth season) varied from 5,4 to 53,7 individuals pr 100 m².

Analysis of fish density and growth at the ten localities showed reduced production in substantial parts of the watercourse most possible as a consequence of the water flow regime through both the hydro power plants draining water from different catchment areas. During the period of three years which hourly based water discharges were analysed, there have annually been several water flow reductions through both the power plants most probably being large and rapid enough to cause stranding of parr and loss of benthic prey by frequent drying of the river bed. In addition reduced fish production may be an effect of cold water taken through the power plants in the growth season of the fish. The lowest fish densities were found in the lower half of the anadromous stretch and in areas below the outlet from the Langåsfoss power plant.

Most probably there is a substantial potential to produce higher amounts of salmon parr by mitigating measures. Thus, the stream should be followed up by specific studies to come up with sufficient measures, i.e. to consider minimum water flow from both the power plants and procedures in drifting the power plants aimed to avoid stranding of parr.

Roar Asbjørn Lund, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7485 Trondheim, Norway.

E-mail:
roar.lund@nina.no

Innhold

Referat	3
Abstract	4
Innhold.....	5
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Områdebeskrivelse.....	8
2.1 Generell beskrivelse.....	8
2.2 Fiskebestand.....	9
2.3 Vannkraftutbygging	10
3 Metoder og materiale.....	12
3.1 Vannføring	12
3.2 Ungfiskundersøkelser	12
4 Resultater	15
4.1 Vannføring	15
4.2 Fisketetthet	24
4.3 Fiskevekst	27
5 Diskusjon.....	31
5.1 Vannføring og strandingsfare	31
5.2 Fisketetthet	33
5.3 Fiskevekst	34
5.4 Smoltutvandring	35
6 Konklusjoner.....	37
7 Referanser	38

Forord

Etter oppdrag fra Levanger kommune har Norsk institutt for naturforskning (NINA) foretatt en undersøkelse av tettheten av ungfisk i den lakseførende delen av Levangerelva i 2004. Oppdraget var et resultat av drøftelser mellom Levangerelva Grunneierlag og Levanger kommune om bruk av fondsmidler avsatt av regulanten (Nord-Trøndelag E-verk) og øremerket til bruk for undersøkelser av og tiltak for fiskebestanden i vassdraget. Videre ble NINA konsultert for en nærmere vurdering av mest hensiktsmessig anvendelse av midlene. Utgangspunktet for oppdraget var å vurdere tilstanden for ungfiskbestanden i den lakseførende delen av vassdraget i forhold til vannføringsregimet som mulig påvirkningsfaktor. Vi takker Levanger kommune og Levangerelva Grunneierlag for tildeling av oppdraget.

Vi retter også en takk til André Reitlo ved Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk for tilgang på vannføringsdata fra Langåsfoss kraftverk og opplysninger om kraftreguleringen i vassdraget og til Arnt Bjøru ved Norges vassdrags- og energidirektorat for tilgang på vannføringsmålinger fra hovedvassdraget ved Floan bru. Vi vil også rette en takk til Stian Staberg for bistand under elfisket.

Trondheim, januar 2006

Roar A. Lund
Prosjektleder

1 Innledning

Levangerelva er regulert til produksjon av elektrisk kraft ved et elvekraftverk (Hansfossen kraftverk) øverst i den lakseførende delen av hovedelva og et kraftverk (Langåsfoss kraftverk) i sideelva Langåselva med uttak av vann fra en innsjø (Langåsdammen) ovenfor den lakseførende strekningen (**figur 1**). Vannføringen i hele den lakseførende delen av vassdraget er i all hovedsak bestemt av vannføringen gjennom de to kraftverkene.

Det er ikke fastsatt minstevannføring i vassdraget, men ifølge overenskomst mellom Fylkesmannen i Nord-Trøndelag og regulanten skal det være en minimum vannføring nedenfor Hansfossen kraftverk på 0,1 m³/sek (jf brev fra Fylkesmannens miljøvernaveiding av 10.06.1987 til Nord-Trøndelag E-verk med vedlagt uttalelse fra Fylkesmannen 02.04.1987). Når kraftverket kjøres med denne vannmengden vil bare en liten del av elvesenga være oversvømt. Det foreligger ikke andre bestemmelser for regulering av vannmengden gjennom kraftverkene.

I regulerte vassdrag vil vannføringsregimet ofte være en avgjørende faktor for fiskeproduksjonen. Utviklingen i fiskebestanden i regulerte vassdrag bør derfor evalueres jevnlig og avbøtende tiltak vurderes.

Ungfiskproduksjonen kan reduseres på ulike måter som følge av endret vannføringsregime:

- Raske vannstandsendringer kan forårsake økt dødelighet av fiskunger som følge av stranding og økt predasjon fra fugler og dyr
- Lav vannføring i tiden etter gyting kan forårsake tørrlegging og innfrysing av rogn
- Lavere vannføring og/eller hyppige vannstandsendringer i fiskens vekstsesong kan gi reduserte vekstbetingelser og økt dødelighet for både fiskunger og fiskungenes næringsdyr og et generelt redusert produksjonsareal
- Lav vannføring under smoltutvandringen om våren kan forårsake en usynkronisert utvandring og redusert stimdannelse med risiko for økt predasjon fra rovfisk, fugl og sel når smolten kommer i sjøen
- Magasinering av nedbøren kan gi redusert flomvirkning med tilslamming av elvegrusen og reduserte skjulmuligheter for fiskunger og fiskens næringsdyr

I dette prosjektet var hensikten å gjøre en statusundersøkelse av ungfiskbestanden av laks og ørret i hovedvassdraget og sideelva Langåselva med utgangspunkt i fisketetthet og vekst og vurdere tilstanden i forhold til vannføringsregimet som en mulig påvirkningsfaktor. Når det gjelder vannføringens betydning, var utgangspunktet å identifisere vannføringer som kan ha vært så lav og endringer så hurtige at de kan ha vært av betydning for overlevelse og vekst. I prosjektet var det også et mål å vurdere vannføringen i perioden da laksesmolten gikk ut i sjøen i årene 2001-2003 i forhold til dens betydning for fiskens overlevelse.

Vassdragsreguleringer kan også medføre endret vanntemperatur som kan påvirke produksjonsforholdene. Da det ikke foreligger temperaturregistreringer fra vassdraget, er temperaturrens betydning for fiskeproduksjonen ikke vurdert.

Det er tidligere foretatt fiskebiologiske undersøkelser i Levangerelva i form av ungfiskundersøkelser i den lakseførende delen av elva i årene 1978-1979 (Lund & Heggberget 1985). Deler av disse materialene er tatt inn i den foreliggende vurderingen.

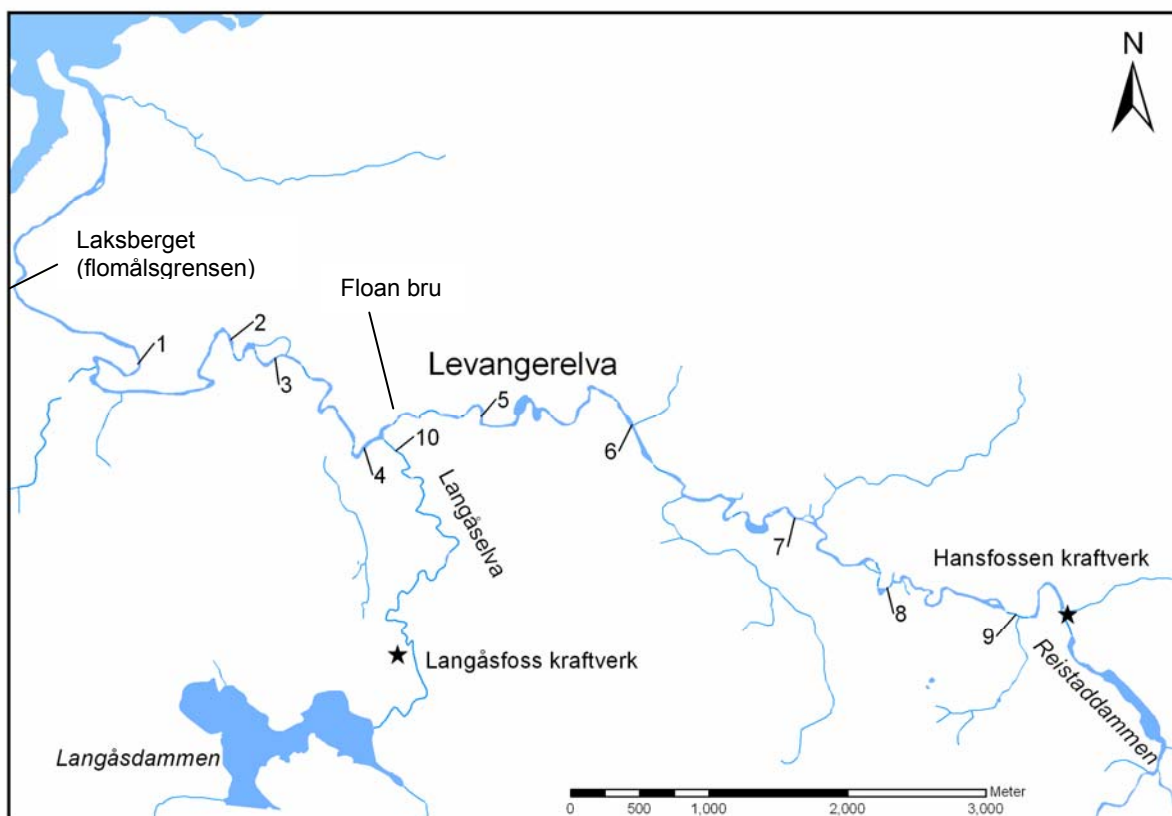
2 Områdebeskrivelse

2.1 Generell beskrivelse

Levangervassdraget (**figur 1**) har et nedslagsfelt på 139 km². Midlere regulert vannføring over året er ca 3 m³/sek der henholdsvis 2 og 1 m³/sek er regulert gjennom Hansfossen kraftverk og Langåsfoss kraftverk.

Vassdraget har sitt utspring fra skog- og fjellområdene i Frol i Levanger kommune, Nord-Trøndelag fylke. Vassdraget har de vesentligste tilløp fra områdene rundt Volusjøen i øst, Tomtvatnet i sørøst og Langåsdammen i sør. Generelt sig fra jordbruk tilfører elva betydelige mengder næringssalter som sannsynligvis gir elva en høy produksjon av næringsdyr. Vannkjemiske undersøkelser har også vist dette og at vannkjemien i sin alminnelighet er god (Lund & Heggberget 1985).

Lengde på lakseførende strekning i hovedvassdraget opp til Hansfossen er ca 15 km. Derav er flomålsonen, som går opp til Laksberget ved Mo, ca 1,7 km. I 1979 ble strekningen ovenfor Gran, som ligger ca 8 km fra elvemunningen, gjenåpnet for vandrende laks og sjørret. En gammel mølledemning som hindret fiskevandringen, ble da revet. I Langåselva (også kalt Kaldelva og Litjelva) som renner ut i hovedelva ca 7 km oppe i vassdraget, er lakseførende strekning på ca 1,5 km. Det er ingen vanskelige passasjer for vandrende fisk i den lakseførende delen av vassdraget. Det er ikke kjent at det er gjennomført andre fiskestellstiltak i vassdraget.

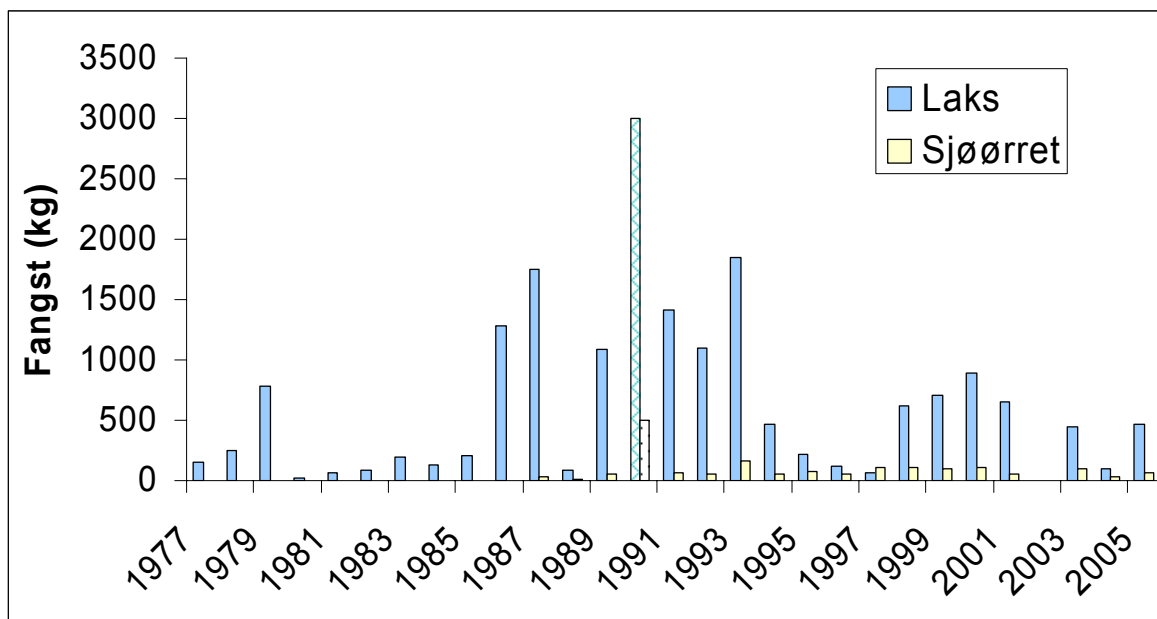


Figur 1. Kart over Levangerelva med beliggenhet av de ti stasjonene der fisketetthet og vekst ble undersøkt i 2004.

Vassdraget meandrer sterkt i alle deler av den lakseførende strekningen og veksler mellom svinger med kulper og strekninger med stryk. Elvebotnen består i store deler av vassdraget av stein i varierende størrelse og avsetninger av finere materiale som grus og sand i meandrene. Substratet i store deler av vassdraget er velegnet for produksjon av laks.

2.2 Fiskebestand

Det foreligger fangststatistikk for vassdraget fra og med 1977. De rapporterte laksefangstene har variert mellom 0 (2002) og 1850 kg (1993), mens sjørretfangstene i dette tidsrommet har variert mellom 1 (2002) og 163 kg (1993) (Norges offisielle statistikk, Statistisk sentralbyrå) (**figur 2**). Vi har da sett bort i fra de spesielt høye fangstene som er oppgitt i den offisielle statistikken for 1990 da fangsten dette året ble oppjustert i forhold til antallet fiskekort som ble innrapportert (Torstein Dahlen, formann Levangerelva Grunneierlag, pers.medd.). Når det i visse år fanges svært lite fisk i elva, er dette ofte sammenfallende med nedbørsfattige somre, liten vannføring og lite oppgang av fisk. Fra og med 1994 har det årlig vært lagt et depositum på kjøp av fiskekort. Det innebærer at nøyaktigheten i innrapportering av fangstene høyst sannsynlig er bedre i tiden etter denne endringen. I 2005 var depositumet på sesongkort 300 kr, mens det var 50 kr for døgnkort og ½-døgnskort. Til tross for bedre fangstrapportering de 12 siste årene med depositum på fiskekortene, har fangstene disse årene vært betydelig lavere enn de beste fangstårene i vassdraget. De sju beste fangstårene finner vi i 8-årsperioden fra 1986 til 1993.



Figur 2. Rapportert fangst av laks og sjørret i Levangerelva i perioden 1977-2005. Fangsten for 1990 (skraverste søyle/laks, prikket søyle/sjørret) er overestimert (kan sannsynligvis halveres) da fangsten dette året ble oppjustert i forhold til antallet fiskekort som ble innrapportert.

Fisket er godt tilgjengelig for allmennheten. Med unntak av noen korte strekninger gir fiskekortet tilgang til fiske i hele vassdraget. Oppgang av fisk fra sjøen og fisket er imidlertid betydelig betinget av nedbørsflommer. I tørre år kan derfor fiskeutøvelsen og fangstutbyttet være svært begrenset. Voksenfiskebestanden av laks består i all hovedsak av smålaks som har vært ett år i sjøen før den kommer tilbake til elva for å gyte. Gjennomsnittsvekten for laks i sportsfiske-

fangstene de siste ti år har variert fra 1,4 til 2,1 kg, med unntak av 1989 da den var oppe i hele 3,6 kg. For sjørret har den variert fra 0,6 til 1,1 kg i samme tidsrom.

I miljøforvaltningens kategorisystem er både laks- og sjørretbestanden i Levangerelva kategorisert som redusert (reduisert ungfiskproduksjon) og vassdragsregulering er anført som negativ påvirkningsfaktor på fiskebestandene.

Ved Stortingets vedtak i februar 2003 ble Trondheimsfjorden gitt status som nasjonal laksefjord og flere elver innenfor dette området gitt status som nasjonale laksevassdrag (NLV). Denne ordningen innebærer at dette fjordområdet er gitt en særlig beskyttelse mot påvirkninger som kan virke negativt på laksebestandene. Selv om Levangerelva ikke var blant de vassdragene som ble gitt status som NLV, vil den beskyttelsen fjordområdet fikk gjennom denne ordningen, også gi en beskyttelse for laksebestanden i Levangerelva.

2.3 Vannkraftutbygging

Byggingen av Langåsfoss kraftverk i Langåselva og demningen ved Langåsdammen ble påbegynt i 1912. Aggregat 1 ble satt i drift i 1914, mens aggregat 2 ble satt i drift i 1916. Tvårråsjøen ble oppdemmet og tatt inn som reguleringsmagasin for Langåsfoss kraftverk i 1920. Opprinnelig konsesjonær for kraftverket var Levanger Kommunale E-verk. Langåsfoss kraftverk var ute av drift i årene 1970-1989.

Byggingen av Hansfossen kraftverk i hovedelva og demningen ved Reistaddammen (elvemagasin) ble påbegynt i 1915. Aggregat 1 og 2 ble satt i drift i henholdsvis 1917 og 1920. Demningen ved Reistaddammen ble forhøyet med 1 meter i 1921. Kraftverket har også Tomtvatnet som reguleringsmagasin. Opprinnelig konsesjonær for dette kraftverket var Levanger Herred (senere Frol kommune fra 1918).

Slukeevnen i Langåsfoss og Hansfossen kraftverker er henholdsvis 1,8 og 2,8 m³/sek. Midlere årlig kraftproduksjon i Langåsfoss har i perioden 1988-2001 vært 3,5 GWh med maksimum 5,0 GWh og minimum 1,9 GWh i henholdsvis nedbørrike og tørre år. I Hansfossen kraftverk har midlere årlig produksjon i samme periode vært 4,4 GWh med maksimum 5,5 GWh og minimum 2,6 GWh i henholdsvis nedbørrike og tørre år.

Nord-Trøndelag E-verk (NTE) ble eier av kraftverkene i 1959 (Hansfossen) og 1969 (Langåsfoss) og vassdragsrettigheten til kraftverkene ble overtatt av NTE i 1985. Vassdraget har ikke fastsatt minstevannføring, men etter en overenskomst mellom Fylkesmannen i Nord-Trøndelag og regulanten skal det være en minimum vannføring nedenfor Hansfossen kraftverk på 0,1 m³/sek (jf brev fra Fylkesmannens miljøvernavdeling til Nord-Trøndelag E-verk av 10.06.1987 med vedlagt uttalelse fra Fylkesmannen 02.04.1987). I tilfeller der rørgata er tømt, tappes det vann fra Reistaddammen for å sikre denne vannmengden. Vannstanden i Reistaddammen reguleres normalt ikke lavere enn ca 30 cm under overløp. Det er kun i spesielt tørre år med svært lite tilsig at lavere vannstand kan forekomme. Arbeider på dam e.l. kan imidlertid betinge nedtapping. For Reistaddammen er det også et driftsmål å holde dammen mest mulig innenfor en reguleringshøyde på 10-12 cm under overløp. Etterfylling av dammen skjer fra et reguleringsmagasin ovenfor (Tomtvatnet). Ved tapping av dammen ned til 30 cm under overløp, vil drift av kraftverket automatisk stanse. Vann vil da automatisk sikres til vassdraget nedenfor ved en forbitappingsventil. Uttaket for rørgate til kraftverket ligger 5,7 meter under overløp i Reistaddammen.

Det er ikke fastsatt en minimum vannføring for elva nedenfor Langåsfoss kraftverk, men det praktiseres en vannføring ned mot 0,1 m³/sek i vinterhalvåret (gjelder vanligvis perioden november-april). Som ved Hansfossen kraftverk, er det også her installert en forbitappingsventil som automatisk åpner og gir en vannføring på 0,1 m³/sek når aggregatet stopper i vinterhalvåret. Det kan imidlertid forekomme nedtappede rørgater og stans i tilførselen av vann ved ar-

beider på rørgatene. I tørre somre der kraftverket ikke driftes, kan ønsket om vann gjennom forbitappingsventilen komme i konflikt med det å opprettholde laveste reguleringshøyde (LRV) for vannspeilet i Langåsdammen. Uttaket for rørgate til kraftverket ligger 12 meter under HRV. Reguleringshøyden i Langåsdammen er 3,5 meter. Dammen tappes vanligvis ned mot LRV på senvinteren / våren.

I perioder med lite vann gjennom kraftverkene og kaldt vær om vinteren islegges vassdraget i de fleste deler nedenfor kraftverkene. I mildværsperioder med større vannføring vil isen raskt brytes opp og forsvinne. Vassdraget erfarer således i de fleste vintre en vekslning mellom perioder med islegging og åpen elv.

Så langt en kjenner, er det ikke fastsatt et neste revisjonstidspunkt for reguleringen av vassdraget.

3 Metoder og materiale

3.1 Vannføring

For vurderingen av vannføringsforholdene i hovedvassdraget ovenfor samløpet med Langåselva er data fra Norges Vassdrags- og energidirektorats automatiske måler ved Floan bru anvendt. Denne målestasjonen ligger ca midtveis på den lakseførende strekningen og ca 350 m ovenfor samløpet med Langåselva. I Langåselva er det ingen målestasjon i vassdraget nedenfor kraftverket. For vurdering av vannføringen i Langåselva er det derfor benyttet data for driftsvannføringen gjennom Langåsfoss kraftverk. Det tilsier at de presenterte vannføringsdata for Langåselva ikke gir et bilde på vannføringsforholdene ved overløp i vannmagasinet Langåsdammen i nedbørrike perioder. De høyeste vannføringer som disse dataene gir uttrykk for, er derfor det samme som den maksimale slukeevnen i Langåsfoss kraftverk.

Ettersom det ikke foreligger eksakte vannføringsdata for perioder med overløp ved Langåsdammen, er det ikke mulig å presentere helhetlige data for vannføringen i hovedvassdraget nedenfor samløpet med Langåselva.

De presenterte vannføringsdata er for begge målepunktene presentert med en oppløsning på timebasis.

Da ungfishbestanden av både laks og ørret i all hovedsak består av fisk fra tre årsklasser i Levangerelva, er vannføringsforhold fisken har vært underlagt fra tiden da den eldste av årsklassene var på eggstadiet og fram til det tidspunkt feltundersøkelsen blir utført i 2004, vurdert. Dette tilsier at samlet periode for studie av vannføringsforholdene er fra høsten 2001 (etter overstått gyting, dvs fra og med begynnelsen av november) og til oktober 2004.

3.2 Ungfishundersøkelser

Undersøkelsene ble lagt opp slik at de kunne gi kunnskap om tettheten av ungfish på antatt gode produksjonsområder. De ni undersøkte lokalitetene i hovedvassdraget (stasjon 1-9) ble spredt med mest mulig jevne mellomrom for å gi kunnskap om fisketettheten i alle deler av den lakseførende delen av vassdraget. I tillegg ble en stasjon i sideelva Langåselva (stasjon 10) undersøkt (se **figur 1** i kap 2.1). På den ca 12,4 km lange strekningen i hovedelva fra nederste stasjon ved Næssan (stasjon 1) til øverste stasjon nedenfor Hansfossen (stasjon 9) ble gjennomsnittsavstanden mellom elfiskestasjonene ca 1,4 km. Lokaliteten ved Næssan ligger ca 1,2 km ovenfor flomålsgrensen ved Laksberget.

På fire av stasjonene i hovedløpet ble tettheten beregnet med utgangspunkt i utfangstmetoden (Zippin 1958, Bohlin et al. 1989). Dvs at disse stasjonene ble avfisket i tre fiskeomganger med elektrisk fiskeapparat. Metoden bygger på at tettheten beregnes ut fra nedgangen i fangst mellom hver fiskeomgang. Det er i beregningene skilt mellom årssyngel (0+) og eldre ungfish (1+ og eldre) for laks og ørret. I tilfeller der denne metoden gir usikre tall (konfidensintervallet er større enn estimatet eller at beregningene ikke kan utføres), har vi beregnet tetthet ut fra totalt antall fisk fanget og en fangsteffektivitet på 0,5 per fiskeomgang (gjelder for 0+ laks og 0+ ørret på stasjon 7).

De øvrige stasjonene (seks stasjoner) ble avfisket en gang. Tettheten av ungfish på disse stasjonene ble beregnet ved å benytte gjennomsnittet av den estimerte fangsteffektiviteten på de lokaliteter der utfangstmetoden ble benyttet.

Undersøkelsene ble utført på dagene 31. august (stasjon 2, 4, 5, 6, 7, 8 og 9) og 14. oktober (stasjon 1, 3 og 10) 2004. Når tre av lokalitetene ble avfisket 1,5 måned senere enn de øvrige, var dette som følge av umulige forhold for elfiske på grunn av nedbør og høy vannføring i sep-

temper og første del av oktober. For de tre lokalitetene som ble avfisket i oktober, ble fangsteffektiviteten som ble beregnet på den ene stasjonen som ble avfisket tre fiskeomganger, anvendt på de to øvrige. For ørret eldre enn 0+ var tettheten så lav på stasjonene som ble avfisket med tre fiskeomganger at det ikke var mulig å beregne en fangsteffektivitet som kunne anvendes på stasjonene som ble avfisket med en fiskeomgang. På disse stasjonene ble derfor fangsteffektiviteten for laks eldre enn 0+ anvendt.

Vannføringen under elfisket i hovedelva den 31. august varierte fra 194 til 205 liter pr. sekund (målt ved Floan bru), mens vanntemperaturen varierte fra 13,1 til 13,7 °C. Under fisket den 14. oktober varierte vannføringen i hovedløpet fra 690 til 740 liter pr. sekund, mens vanntemperaturen var 4,5 °C. Vannføringen under elfisket i Langåselva denne dagen var ca 200 liter pr. sekund og vanntemperaturen 7 °C (**tabell 1**).

Tabell 1. Oversikt over avfisket areal, antall fiskeomganger, bunnforhold (steinstørrelse), dyp, vannhastighet og vanntemperatur, på stasjonene avfisket med elektrisk fiskeapparat i Levangerelva i 2004.

Stasjon	Dato	Avfisket areal (m ²)	Antall fiskeomg.	Steinstr. (cm)	Dyp (cm)	Vannhast. (m/s)	Vann-temp. (°C)
1	14.10.04	29 x 5 (145)	3	5-20	10-15	0,1-0,2	4,5
2	31.08.04	21 x 5 (105)	1	5-30	5-20	0,2-0,5	13,1
3	14.10.04	13 x 9 (117)	1	5-20	5-20	0,1-0,2	4,3
4	31.08.04	0+: 12 x 5 (60) Eldre: 32x5 (160)	3	5-15	5-15	0,1	13,1
5	31.08.04	24 x 5 (120)	3	10-35	10-30	0,2-0,4	13,1
6	31.08.04	25,5 x 5 (127,5)	1	5-20	5-15	0,1-0,2	13,1
7	31.08.04	21,5 x 4,5 (97)	3	2-20	5-20	0,1-0,2	13,3
8	31.08.04	21 x 6 (126)	1	5-30	5-15	0,2-0,5	13,2
9	31.08.04	18 x 6 (108)	1	5-30	5-20	0,1-0,2	13,1
10	14.10.04	(15 x 5)+(6 x 7) (117)	1	5-15	10-25	0,1-0,6	7,0

Det ble anvendt et fiskeapparat av Paulsen-type med likestrømpulser under fisket. Apparatet var drevet av et 12 volts/15 ampertimer batteri, og ble båret på ryggen under fisket. Fiskeapparatets spenning ble valgt til «lav» (ca 350 volt ved 250 ohm belastning) og pulsfrekvensen 70 hertz under alle avfiskinger. Arealene for de avfiskede prøveflatene ble oppmålt med målband.

I utgangspunktet var det et mål å avfiske arealer på ca 100 m² på de ulike stasjonene i hovedløpet. I de tilfeller der det ble avfisket arealer større enn dette, var det for å oppnå et antall fisk som gav et tilstrekkelig estimeringsgrunnlag (Bohlin et al. 1989). De avfiskede arealene på de ulike stasjonene i hovedløpet varierte fra 97-160 m² og hadde beliggenhet fra elvebredden og strakk seg fra 5 til 9 m ut i elva. På den vannføringen fisket ble utført på, var vanndekt elvetverrsnitt i sin alminnelighet fra 8-10 m. I sideelva Langåselva ble hele elvas bredde (5-7 m bred) avfisket. Fisketettheten er oppgitt som antall individer pr 100 m². **Tabell 1** gir en oversikt over lokalitetenes fysiske beskaffenhet.

Fisken ble artsbestemt og målt fra snute til enden av halefinnen til nærmeste mm når fisken var naturlig utstrakt. Aldersgruppene ble skilt ved frekvensfordeling av fiskelengdene på hver av lokalitetene. Nøyaktigheten i denne separeringen var høy mellom aldersgruppene årsyngel (0+) og ettåringer (1+) da det på alle lokalitetene var klart separate modale fordelinger for disse aldersgruppene. Som forventet var det vanligvis overlappende størrelsesfordelinger mellom aldersgrupper eldre enn 0+. Fisk i overlappende størrelser ble aldersbestemt ved skjellanalyse på lab (nedfrosset fisk). Materialet av ungfisk på de ulike stasjonene er presentert i **tabell 2**.

Tabell 2. Antall ungfisk av laks og ørret fordelt på alder (0+, 1+ og >1+) fanget ved elfiske på ti stasjoner i Levangerelva i 2004.

Stasjon	Laks			Ørret	
	0+	1+	>1+	0+	>0+
1	16	5	6	2	1
2	116	19	11	29	0
3	13	6	11	5	0
4	30	31	0	3	0
5	81	29	6	23	8
6	22	13	20	35	3
7	14	23	32	36	5
8	10	20	28	3	7
9	12	12	18	15	4
10	13	3	3	21	4

4 Resultater

4.1 Vannføring

Over den nesten tre år lange perioden det er presentert vannføringsdata (**figur 4, 5 og 6**), har vannføringen i hovedvassdraget ovenfor samløpet med Langåselva (målepunkt ved Floan bru) i hovedsak variert mellom ca 0,2 m³/sek (m³/sek) (tilsvarer 200 liter pr sekund) til ca 10 m³/sek. Største og laveste registrerte vannføring ved målepunktet ved Floan bru var henholdsvis 58 m³/sek (13.01.2003) og 0,089 m³/sek (22.10.2002).

Perioder med lave vannføringer (omkring 0,2 m³/sek) er registrert i 2002, 2003 og 2004, men ikke høsten 2001 (**figur 7, 8 og 9**). I de tre siste årene forekom vannføringer på dette nivået i flere lengre perioder, spesielt mellom begynnelsen av juni og midten av desember. I vinterhalvåret og fram til begynnelsen av mai var vannføringen i alle årene vanligvis høyere enn 1 m³/sek. Dette med unntak av noen perioder vinteren 2003, der vannføringen i perioder var nede i ca 0,3 m³/sek.

I hvert av årene har det vært ca ti flomtopper der vannføringen har vært omkring eller høyere enn 10 m³/sek. Slike flommer forekom i hovedsak i høst og vinterhalvåret.

Perioden for smoltutvandring strekker seg i hovedsak fra ca 10.-25. mai i midt-Norge (Hvidsten et al. 2004). I 2002 var vannføringen målt ved Floan bru i denne perioden 0,8-1,5 m³/sek fram til ca 20. mai. I dagene deretter varierte den mellom 0,15 og 0,20 m³/sek (**figur 4 og 7**). I samme periode (10.-25. mai) varierte vannføringen gjennom Langåsfoss kraftverk fra 0,6-1,75 m³/sek (**figur 10**). Lave vannføringer ved Floan bru indikerer at det ikke var overløp på reguleringsmagasinene i perioden.

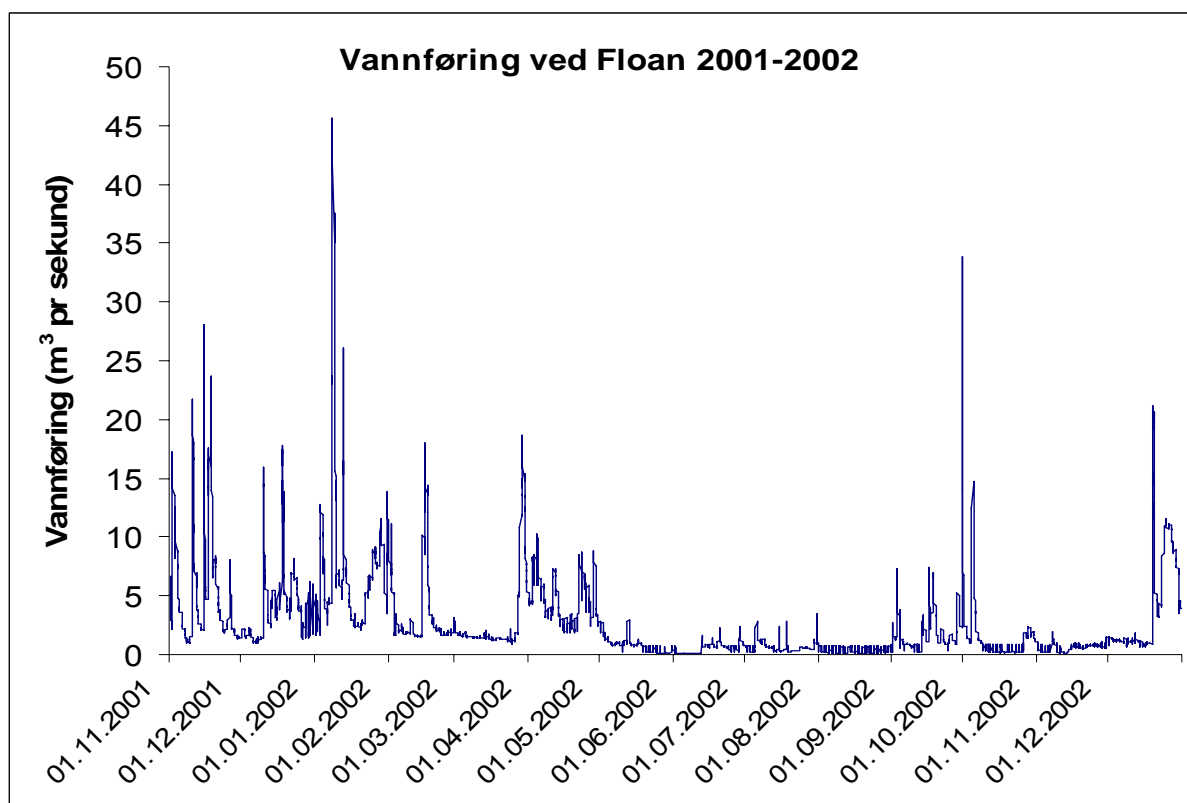
I 2003 var vannføringen betydelig høyere ved målepunktet ved Floan bru i denne perioden og varierte i hovedsak mellom 2-7 m³/sek (**figur 5 og 8**). Vannføringer høyere enn 2,8 m³/sek (slukeevnen i Hansfossen kraftverk) viser at det var overløp på reguleringsmagasinet og en moderat stor vårflom sannsynligvis som følge av snøsmelting. Vannføringen gjennom Langåsfoss kraftverk varierte fra null som følge av flere stans i driften av kraftverket i perioden til maks drift av kraftverket (1,8 m³/sek) (**figur 11**). Det må imidlertid antas at vannføringen også i perioder var høy i Langåselva som følge av snøsmelting og vårflom.

I 2004 var vannføringen målt ved Floan bru i smoltutvandringsperioden svært vekslende og varierte fra ca 0,5-7 m³/sek (**figur 6 og 9**). Langåsfoss kraftverk var i hele denne perioden ute av drift (**figur 12**), men det må påregnes overløp i reguleringsmagasinet (Langåsdammen) i perioden som følge av vårflom ettersom vannføringen ved Floan bru i perioder viste vannføringer betydelig høyere enn slukeevnen ved Hansfossen kraftverk.

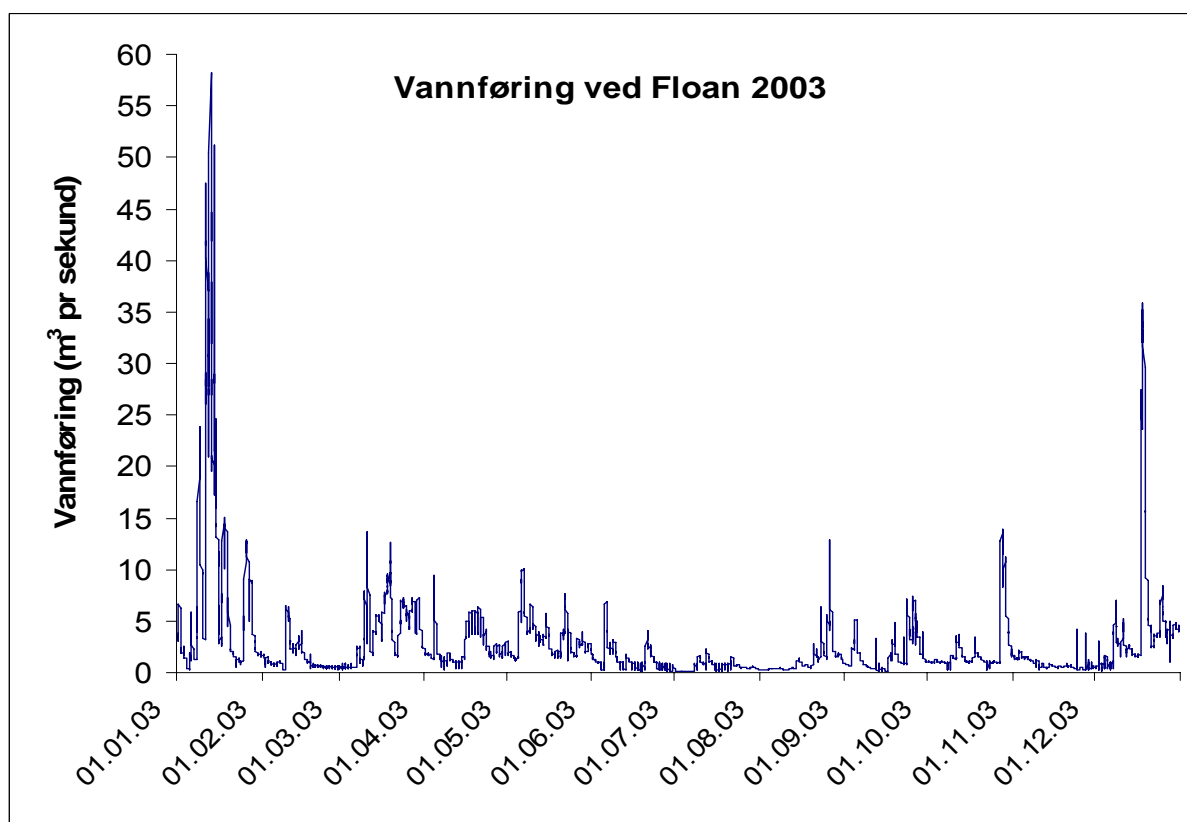
Store og raske vannføringsreduksjoner

For perioden det er presentert vannføringsdata, er den største vannføringsreduksjonen mellom to påfølgende timeregistreringer 14,4 m³/sek (14.01.2003). Denne reduksjonen var fra en flomvannføring på 43 m³/sek. Når det gjelder reduksjon av vannføringen innenfor vannmengden som er slukeevnen i Hansfossen kraftverk (2,8 m³/sek), er største vannføringsreduksjon mellom to påfølgende timeregistreringer 1,6 m³/sek (reduksjon fra 2,9 til 1,3 m³/sek). Det er registrert 10 tilfeller der vannføringen ble redusert med mer enn 1 m³/sek over en times periode fra vannføringer innenfor kraftverkets slukeevne.

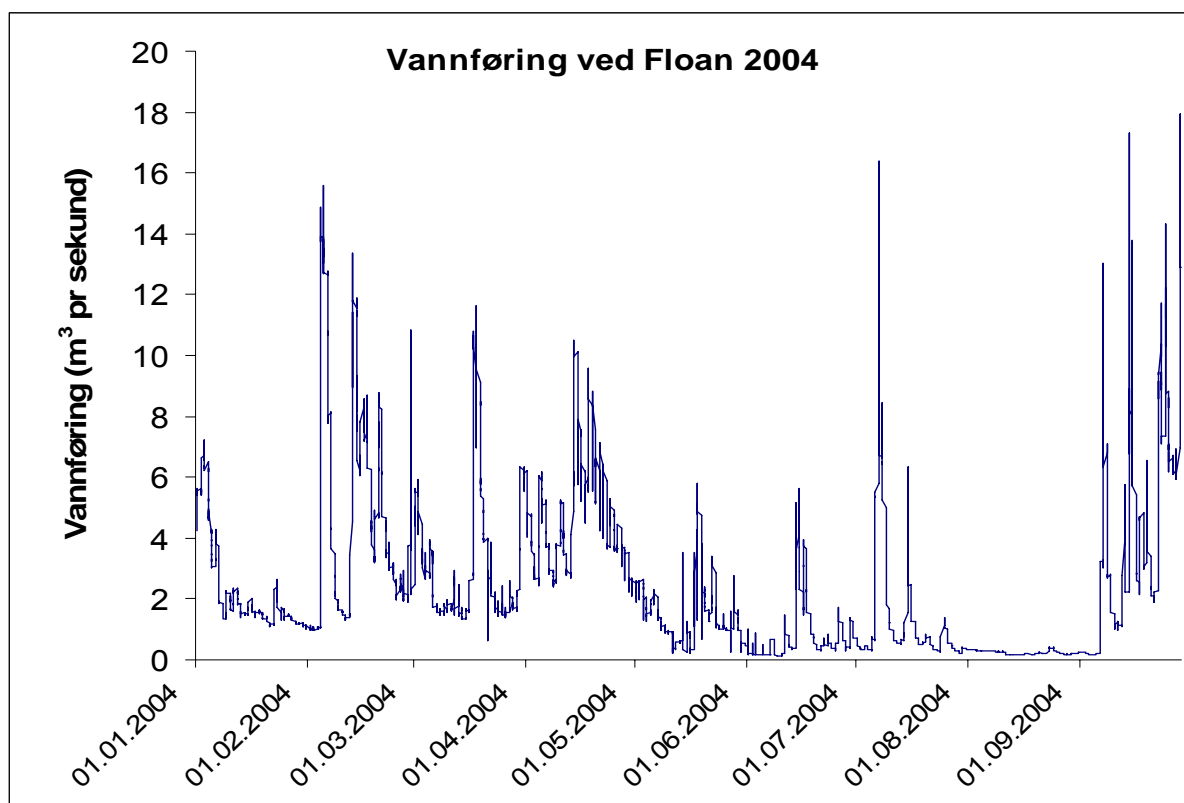
Ved felt- og laboratorieforsøk er det vist at stranding kan reduseres betydelig når vannstanden ikke faller hurtigere enn 10-15 cm per time (Saltveit et al., 2001; Halleraker et al., 2003). **Tabell 3** viser vannføringsendringer for hver 10 cm endring i vannstand ved vannføringsmålet ved Floan bru. Denne sammenhengen er lagt til grunn ved identifisering av større og raske vannføringsreduksjoner innenfor vannføringer som var mindre enn slukeevnen (2,8 m³/s) til



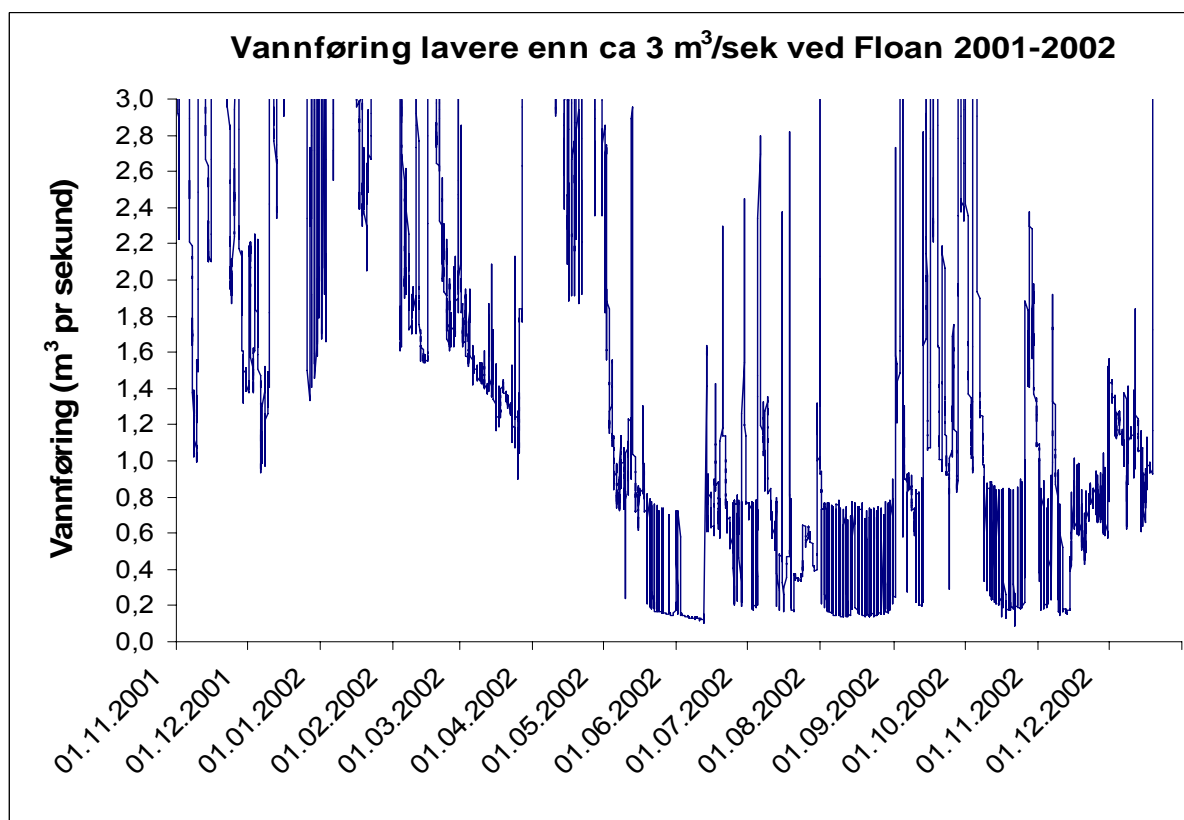
Figur 4. Vannføring målt på timebasis ved Floan bru i Levangerelva i perioden 1.11.2001 – 30.12.2002.



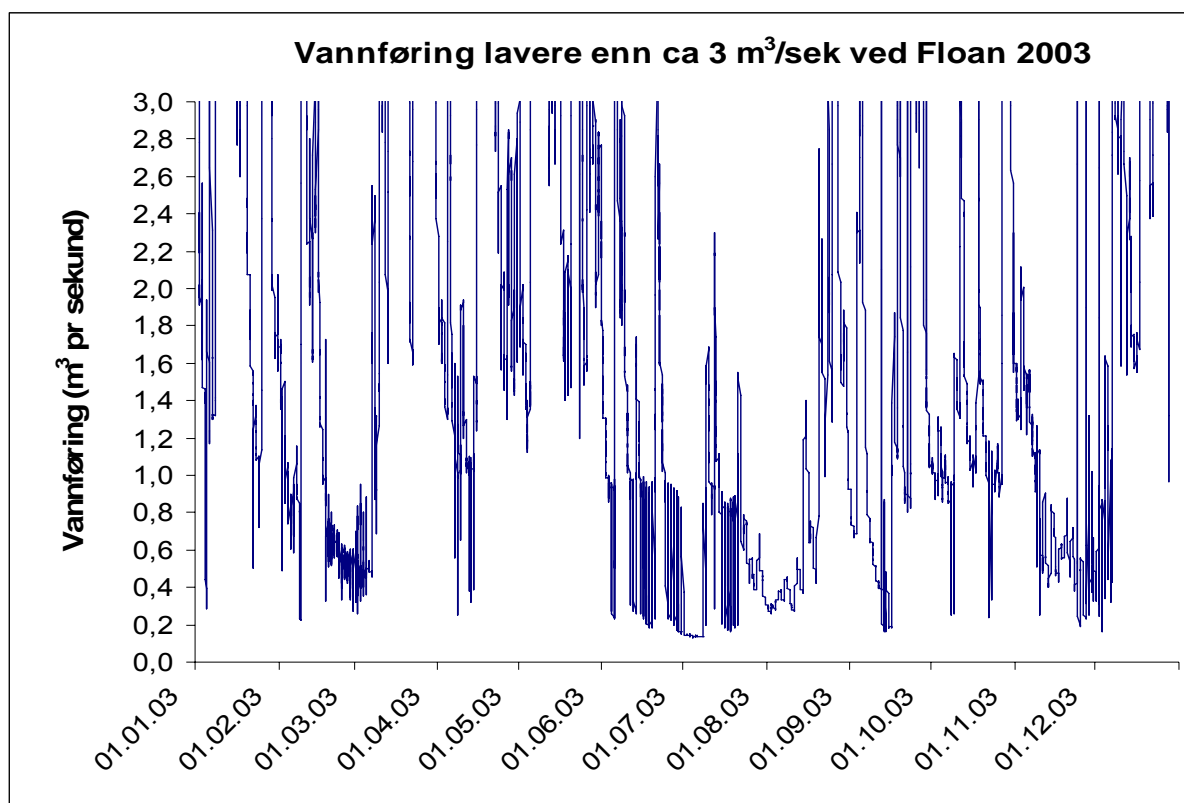
Figur 5. Vannføring målt på timebasis ved Floan bru i Levangerelva i perioden 1.01. – 30.12.2003.



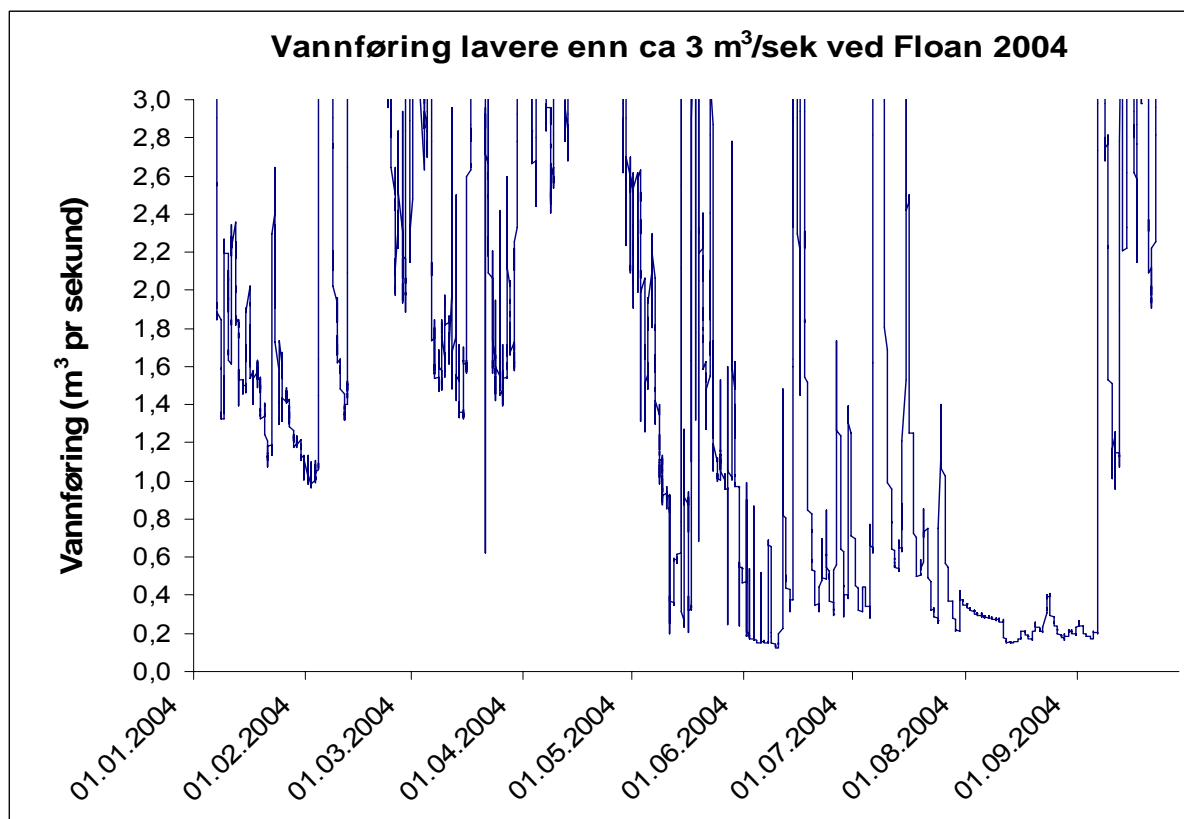
Figur 6. Vannføring målt på timebasis ved Floan bru i Levangerelva i perioden 1.01.–30.12.2004.



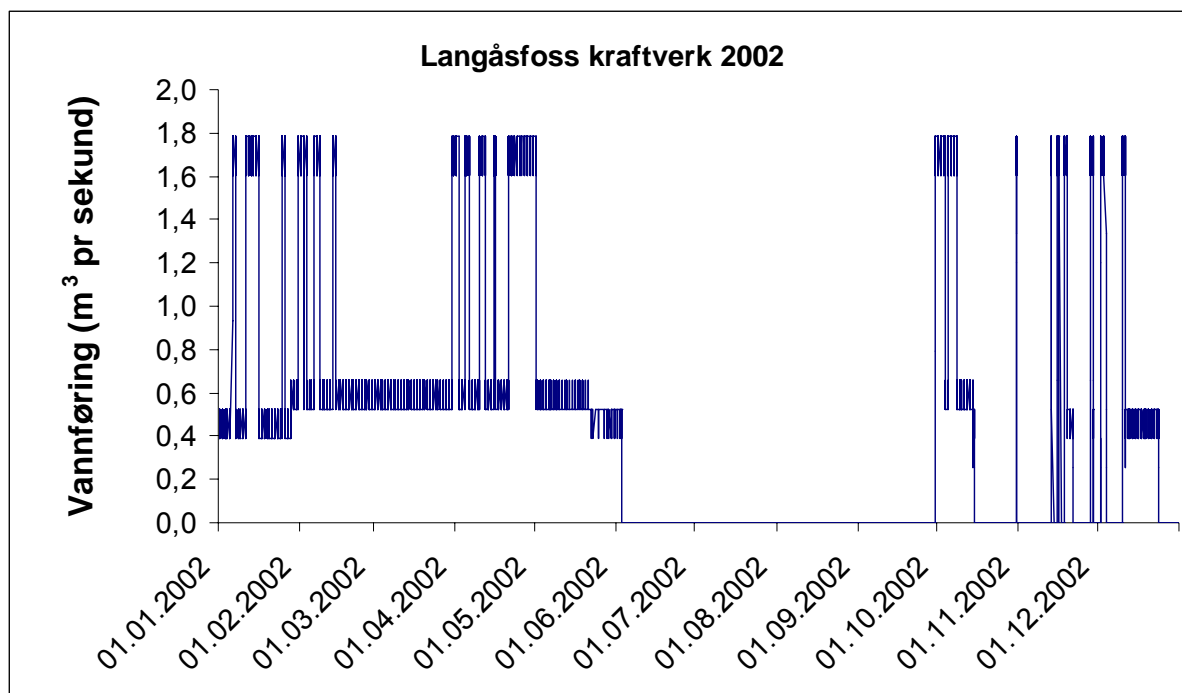
Figur 7. Vannføringer lavere enn 3 m^3/sek målt på timebasis ved Floan bru i Levangerelva i perioden 1.11.2001 – 30.12.2002.



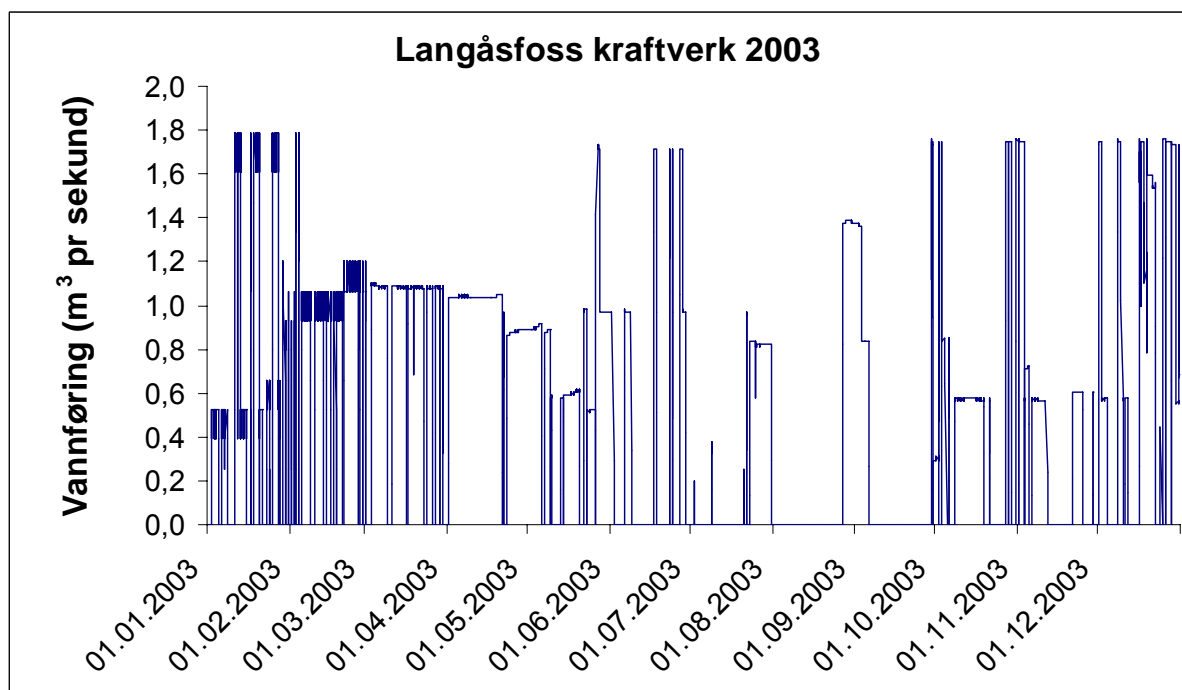
Figur 8. Vannføringer lavere enn 3 m³/sek målt på timebasis ved Floan bru i Levangerelva i perioden 1.01. – 30.12.2003.



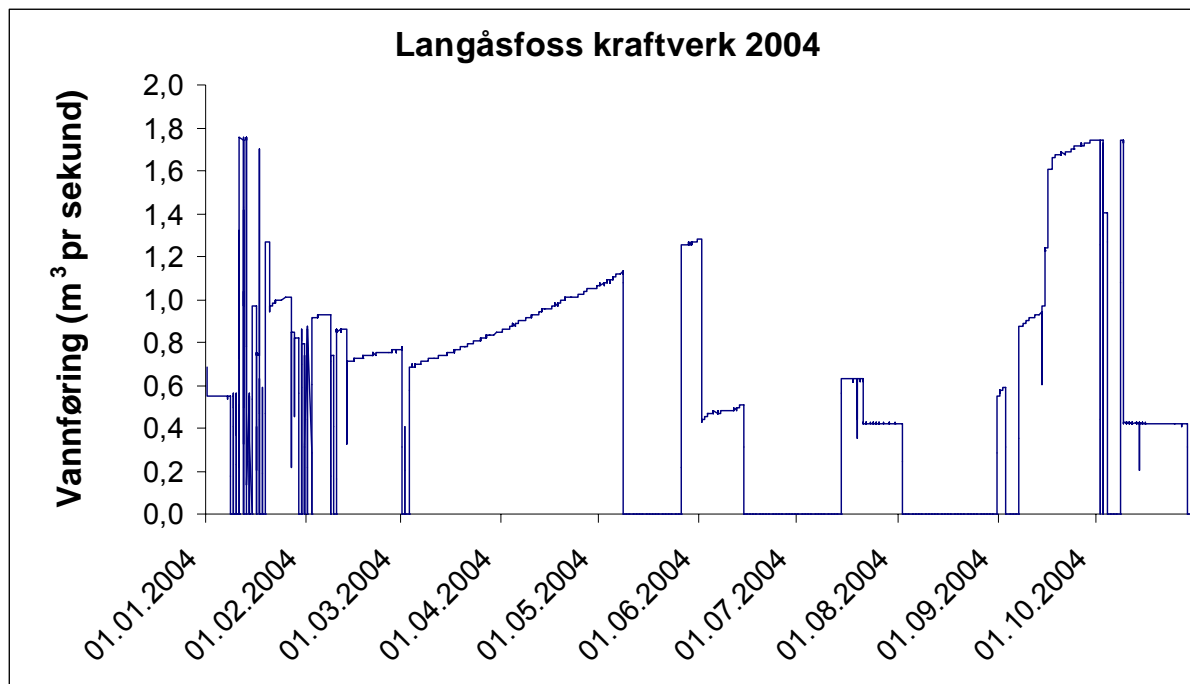
Figur 9. Vannføringer lavere enn 3 m³/sek målt på timebasis ved Floan bru i Levangerelva i perioden 1.01. – 30.12.2004.



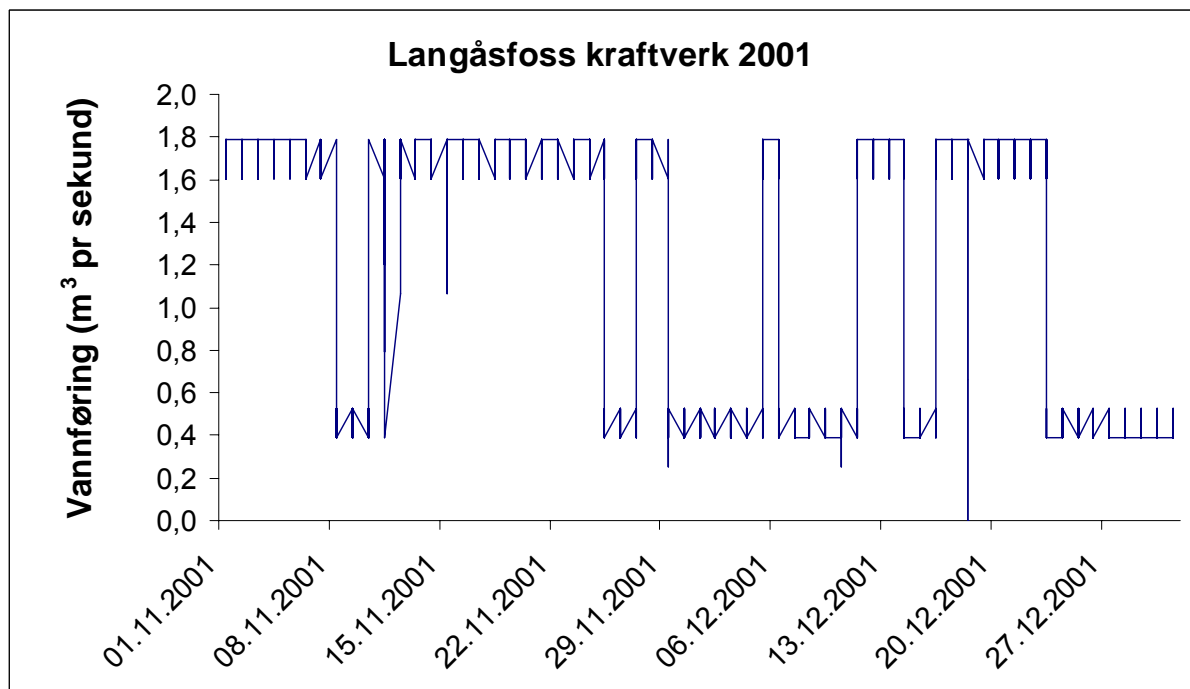
Figur 10. Vannføringer målt på timebasis ved Langåsfoss kraftverk i perioden 1.01 – 30.12.2002.



Figur 11. Vannføringer målt på timebasis ved Langåsfoss kraftverk i perioden 1.01 – 30.12.2003.



Figur 12. Vannføringer målt på timebasis ved Langåsfoss kraftverk i perioden 1.01 – 30.10.2004.



Figur 13. Vannføringer målt på timebasis ved Langåsfoss kraftverk i perioden 1.11 – 30.12.2001.

Tabell 3. Vannføring og vannføringsendring ved hver 10 cm redusert vannstand ved vannføringsmålet ved Floan bru i Levangerelva. Tall som er uthevet viser vannføringer og vannføringsendringer innenfor slukeevnen ($2,8 \text{ m}^3/\text{s}$) til Hansfossen kraftverk.

Vannstand (m)	Vannføring (m^3/s)	Vannføringreduksjon (m^3/s) ved hver 10 cm reduksjon i vannstand
1,5	47,850	
1,4	37,820	10,030
1,3	29,260	8,560
1,2	22,060	7,200
1,1	16,120	5,940
1,0	11,330	4,790
0,9	7,565	3,765
0,8	4,722	2,843
0,7	2,681	2,041
0,6	1,474	1,207
0,5	0,945	0,529
0,4	0,545	0,400
0,3	0,264	0,281
0,2	0,091	0,173
0,1	0,012	0,079
0		0,012

Tabell 4. Dato og klokkeslett for større og raske vannførings- og vannstandsreduksjoner i hovedelva (målt ved Floan bru) og samtidig vannføring gjennom Langåsfoss kraftverk (LK) i årene 2002-2004.

Dato	Klokkeslett Tid 1 - Tid 2	Vannføringsreduksjon i hovedelva (m^3/s)	Vannstandsreduksjon (cm) pr time	Vannføring fra LK (m^3/s)
15.07.02	13 - 14	2,37 - 1,29	11	0
18.07.02	16 - 17	1,60 - 1,05	10	0
04.09.02	03 - 04	1,47 - 0,87	12	0
22.01.03	16 - 17	1,03 - 0,55	12	0
02.02.03	05 - 06	1,36 - 0,86	10	0
18.02.03	17 - 18	1,33 - 0,48	19	0,93
12.09.03	13 - 14	2,11 - 1,17	11	0
27.11.03	19 - 20	1,07 - 0,61	10	0
05.12.03	20 - 21	1,10 - 0,65	10	0
28.12.03	02 - 03	2,66 - 1,31	13	1,80
21.03.04	08 - 10*	2,92 - 0,83	23*	0,78
14.05.04	14 - 15	2,12 - 1,20	12	0
17.05.04	18 - 19	2,31 - 1,35	10	0
19.05.04	10 - 11	2,05 - 1,11	14	0

* vannstandsreduksjon over to timer

Hansfossen kraftverk og der risikoen for stranding av fiskunger kan ha vært høy. Høsten 2001 ble det ikke funnet vannføringsendringer som var lik eller større enn 10 cm pr time i det foreliggende vannføringsmaterialet. I løpet av 2002, 2003 og 2004 ble det påvist henholdsvis tre, sju og fire tilfeller der vannstanden endret seg svært raskt. Med unntak av tre av disse situasjonene var Langåsfoss kraftverk samtidig ute av drift (**Tabell 4**).

Vannføringen gjennom Langåsfoss kraftverk preges av mange utfall over den nesten tre år lange perioden det er presentert vannføringsdata for (**figur 10, 11 og 12**). I tre tilfeller gikk vannføringen fra verket fra full drift ($1,8 \text{ m}^3/\text{s}$) til umiddelbar stans (**Tabell 5**). Ellers er det mange tilfeller med større og raske vannføringsendringer ved full stans av verket både i sommer- og vinterhalvåret i alle årene 2002-2004. Disse driftstansene har inntrådt på natt- såvel som på dagtid både om sommeren og vinteren i alle årene (**Tabell 5**). Høsten 2001 var det ingen slike utfall ved Langåsfoss kraftverk (**figur 13**).

Langåselva vil i perioder med utfall av Langåsfoss kraftverk på vinteren (november-april) allikevel vanligvis ha tilsig fra Langåsdammen, da det slippes $0,1 \text{ m}^3/\text{sek}$ gjennom en forbitappingsventil. Alle somrene i 2002, 2003 og 2004 var imidlertid kraftverket ute av drift i lengre perioder. Da forbitappingsventilen ikke er i drift i sommerhalvåret, var Langåselva tilnærmet tørrlagt i flere perioder i hver av disse somrene i perioder da det ikke var overløp på reguleringsmagasinet.

Det finnes ikke vannføringsmåler i vassdraget nedenfor samløpet med Langåselva. En vurdering av samtidige vannføringer ved Floan bru (som ligger like ovenfor utløpet av Langåselva) i tilfeller med større og raske vannføringsendringer ved full stans av Langåsfoss kraftverk, kan imidlertid gi et utgangspunkt til å identifisere situasjoner i hovedelva nedenfor Langåselva med høy risiko for stranding av fiskunger. Dette vil rimeligvis være situasjoner der vannføringen i hovedelva også var lav. Særlig vinteren 2002 og 2003 var det en rekke slike situasjoner i hovedelva samtidig med store og raske vannføringsreduksjoner ved stans av Langåsfoss kraftverk (**tabell 5**).

Tabell 5. Dato og klokkeslett for større og raske vannføringsreduksjoner (m^3/s) ved stans av Langåsfoss kraftverk i årene 2002-2004 og samtidig vannføring (m^3/s) i hovedelva (målt ved Floan bru). Vannføringer i hovedelva presentert med uthevet skrift under "Tid 2", viser situasjoner der det er grunn til å anta at strandingsrisikoen var spesielt høy for fiskunger i hovedelva nedenfor utløpet av Langåselva.

Dato	Klokkeslett Tid 1 - Tid 2	Vannføringsreduksjon ved stans av Langåsfoss kraftverk	Vannføring målt i hovedelva like ovenfor utløpet av Langåselva	
			Ved Tid 2	Endring fra Tid 1 til Tid 2
03.06.02	13 - 14	0,53	0,15	0
31.10.02	22 - 23	1,34	1,08	- 0,01
13.11.02	24 - 01	0,53	0,18	0
16.11.02	05 - 06	1,79	0,68	- 0,04
16.11.02	24 - 01	1,79	0,63	- 0,03
29.11.02	05 - 06	0,66	0,62	- 0,04
29.11.02	23 - 24	0,53	0,61	- 0,04
15.01.03	12 - 13	0,53	23,67	0,14
31.01.03	22 - 23	0,66	1,69	- 0,04
20.01.03	06 - 07	1,79	2,98	0,16
03.02.03	15 - 16	1,34	0,90	- 0,01
04.02.03	23 - 24	1,20	0,83	0,09
08.02.03	19 - 20	0,66	0,27	0,06
16.02.03	17 - 18	0,53	1,35	- 0,01
20.02.03	20 - 21	0,80	0,65	0,08
28.02.03	21 - 22	1,07	0,41	- 0,13
01.03.03	22 - 23	0,93	0,51	- 0,04
09.03.03	05 - 06	0,75	0,96	- 0,08
16.03.03	22 - 23	1,08	5,81	0,46
30.03.03	21 - 22	1,01	4,55	- 0,12
30.09.03	16 - 17	0,94	1,12	0,06
28.10.03	03 - 04	1,50	11,50	0,04
26.12.03	10 - 11	1,31	4,84	- 0,05
11.01.04	18 - 19	0,73	2,27	0,02
12.01.04	03 - 04	1,43	2,22	0,03
12.01.04	23 - 24	1,42	1,83	- 0,03
16.01.04	04 - 05	0,96	1,77	- 0,01
30.01.04	11 - 12	0,81	1,15	0,01
08.05.04	15 - 16	1,08	1,07	- 0,07
03.10.04	13 - 14	1,59	•	•
04.10.04	10 - 11	1,27	•	•

• betyr at vannføringsdata ikke foreligger

4.2 Fisketetthet

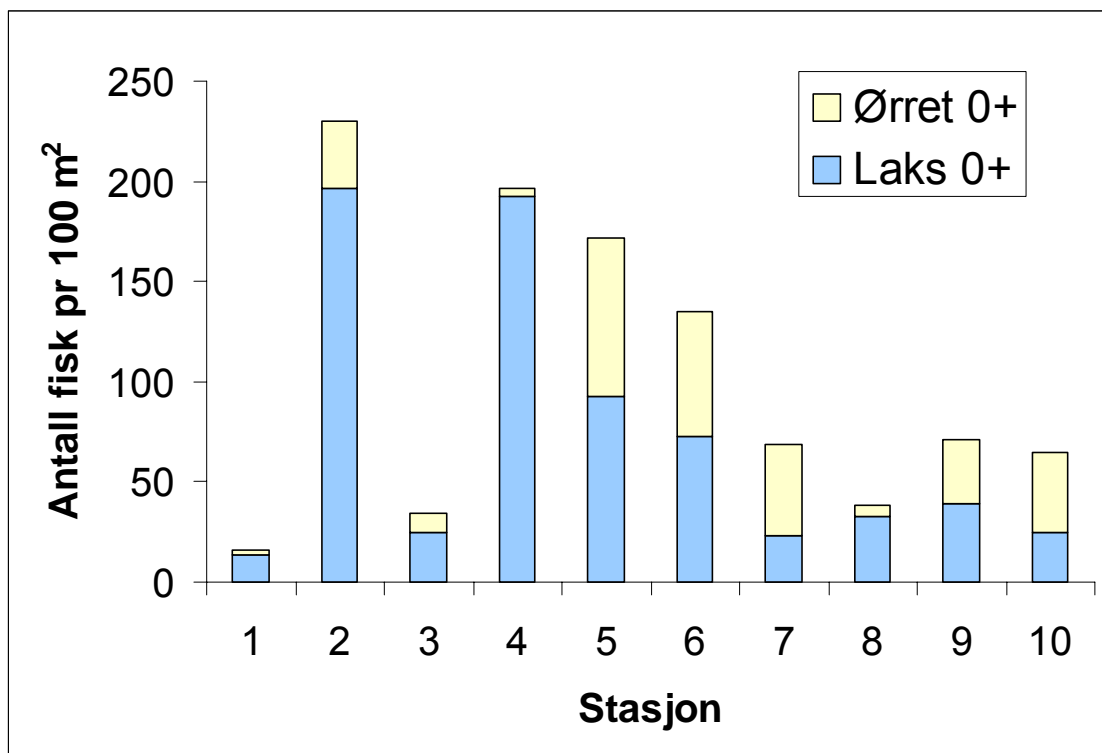
Årsyngel

Det ble funnet årsyngel (0+) av laks på samtlige lokaliteter, men i svært varierende tettheter (13-197 individer pr 100 m²)(figur 14). Både de høyeste og laveste tetthetene av 0+ laks ble funnet i nedre halvdel av vassdraget nedenfor samløpet med Langåselva.

På strekningen fra Hansfossen kraftverk og ned til samløpet med Langåselva var det en økende tetthet av 0+ laks fra lave tettheter på de tre første lokalitetene nedenfor kraftverket (stasjon 7-9: 23-39 individer pr 100 m²) til moderat høye tettheter på de neste to lokalitetene (stasjon 5-6: 72-92 individer pr 100 m²). Den gjennomsnittlige tettheten av 0+ laks på de ni lokalitetene i hovedvassdraget var 76 individer pr 100 m² (uveid middelerverdi).

Det ble også funnet årsyngel (0+) av ørret på samtlige undersøkte lokaliteter, men tetthetene var betydelig lavere enn de for laks på alle lokalitetene i nedre halvdel av vassdraget (stasjon 1-4: 2-10 individer pr 100 m²). I området ovenfor samløpet med Langåselva, dvs i øvre halvdel av vassdraget, var tettheten av ørretyngel jevnt over høyere enn i nedre del av elva, og på de fleste av lokalitetene var den nær like høy som for årsyngel av laks (stasjon 5-9: 5-79 individer pr 100 m²) (figur 14).

Den gjennomsnittlige tettheten av 0+ ørret på de ni lokalitetene i hovedvassdraget var 30 individer pr 100 m² (uveid middelerverdi), noe som tilsier at ørret i gjennomsnitt utgjorde ca 28 % av årsyngelen av laks og ørret på disse lokalitetene.



Figur 14. Tetthet av 0+ laks og ørret på ti stasjoner avfisket med elektrisk fiskeapparat i Levangerelva i 2004. Stasjon 1, 3 og 10 ble avfisket den 14. oktober, mens de øvrige stasjonene ble avfisket den 31. august. Jf figur 1 for stasjonenes beliggenhet.

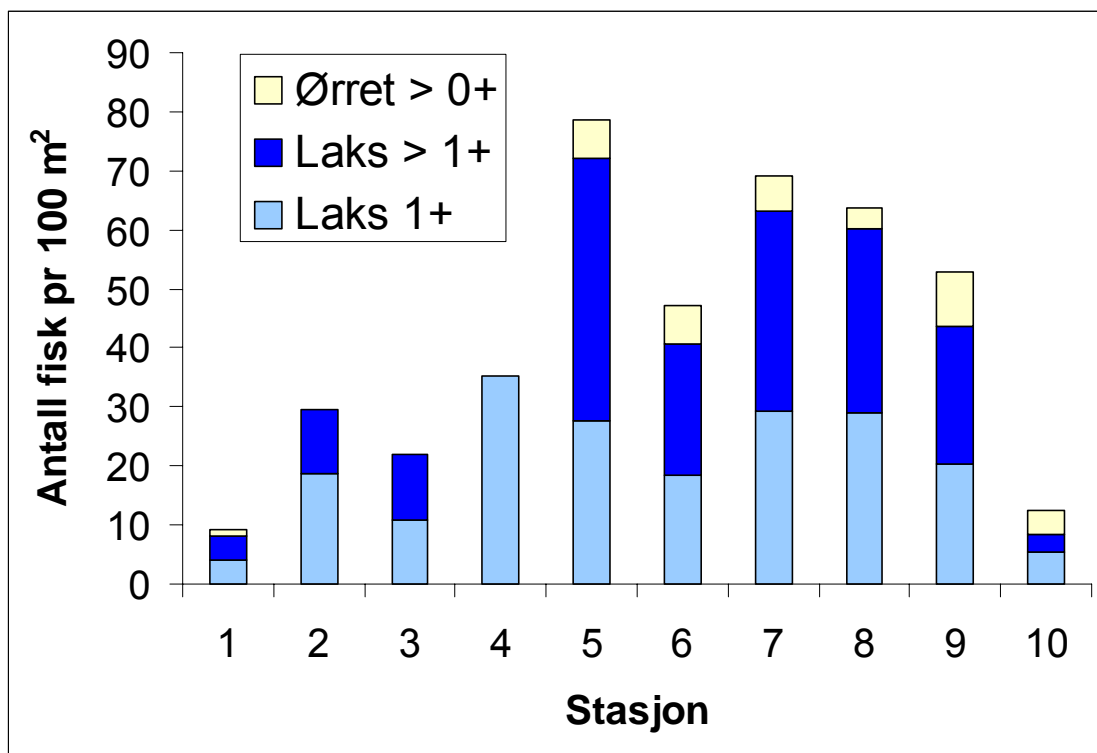
Med unntak av to stasjoner nederst i vassdraget var det en økning i den samlede tettheten av laks- og ørret yngel nedstrøms Hansfossen kraftverk. På de tre stasjonene nærmest kraftverket var den samlede tettheten av laks- og ørret yngel (stasjon 7-9: 38-71 individer pr 100 m²) bare halvparten eller mindre enn den på de nærmeste tre stasjonene nedenfor (stasjon 4-6: 135-197 individer pr 100 m²) (**figur 14**).

På lokaliteten som ble undersøkt i Langåselva var den samlede tettheten av årsyngel (stasjon 10: 65 individer pr 100 m²) på nivå med det som ble funnet på de nærmeste tre lokalitetene nedenfor kraftverket i hovedvassdraget (**figur 14**). Blant årsyngelen var det her en dominans av ørret (ørret: 40 individer pr 100 m², laks: 25 individer pr 100 m²).

Eldre enn 0+

Det ble funnet 1+ laks og laksunger eldre enn 1+ på samtlige lokaliteter) (**figur 15**). Laksunger eldre enn 1+ var i all hovedsak 2+ med noe innslag av 3+. Andelen som 1+ utgjorde av den samlede tettheten av 1+ og eldre laks innenfor de ulike stasjonene, varierte fra ca 40-65 % med unntak av stasjon 4, der det ikke ble funnet laks eldre enn 1+ (**figur 15**). Den samlede tettheten av 1+ og eldre laks var moderat høy i øvre halvdel av vassdraget (stasjon 5-9: 41-72 individer pr 100 m²) og vesentlig høyere enn på lokalitetene i områdene nedenfor (stasjon 1-4: 8-35 individer pr 100 m²). Den gjennomsnittlige tettheten av 1+ og eldre laks på de ni lokalitetene i hovedvassdraget var 42 individer pr 100 m² (uveid middelerdi).

På lokalitetene i hovedvassdraget nedenfor samløpet med Langåselva ble det knapt funnet ørretunger eldre enn 0+, mens tettheten av slik fisk også var svært lav på lokalitetene ovenfor samløpet med sideelva (stasjon 5-9: 3-9 individer pr 100 m²) (**figur 15**). Den gjennomsnittlige tettheten av ørret eldre enn 0+ på de ni lokalitetene i hovedvassdraget var 4 individer pr 100 m² (uveid middelerdi), noe som tilsier at ørret i gjennomsnitt utgjorde ca 9 % av laks og ørret eldre enn 0+ på disse lokalitetene.



Figur 15. Tetthet av laks og ørret eldre enn 0+ på ti stasjoner avfisket med elektrisk fiskeapparat i Levangerelva i 2004. Stasjon 1, 3 og 10 ble avfisket den 14. oktober, mens de øvrige stasjonene ble avfisket den 31. august. Jf **figur 1** for stasjonenes beliggenhet

På lokaliteten i Langåselva, var den samlede tettheten av laks og ørret eldre enn 0+, lav (stasjon 10: 13 individer pr 100 m²) (**figur 15**). Som i hovedvassdraget var det også her en dominans av laks (laks: 9 individer pr 100 m², ørret: 4 individer pr 100 m²).

Presmolt av laks

Det foreliggende materialet kan gi et mål på variasjonen i presmoltproduksjonen på de ulike lokalitetene som er avfisket i denne undersøkelsen. Da det i undersøkelsen er valgt å avfiske lokaliteter som var mest mulig like og best egnet til produksjon av laksefisk, gir materialet imidlertid ikke et egnet grunnlag til å estimere presmoltproduksjonen for hele vassdraget. Til dette kreves det at fisket er utført på et mer representativt utvalg av habitattyper i vassdraget.

Ved beregning av presmolttetthet på våre lokaliteter må vi finne tettheten av laksunger som er store nok til å bli utvandrende smolt året etter. Parren må nå en viss størrelse for å smoltifisere. De fiskene som når denne størrelsen etter endt vekstsesong, vandrer ut av elva som smolt året etter. Det synes som om minimumsstørrelsen på høsten for å bli smolt våren etter er ca 10 cm (Elson 1957). Fra elfiskematerialet kan vi beregne tettheten for laksunger som er større enn 99 mm. Da det er all grunn til å anta at fisk på stasjonene som ble elfisket den 31. august i gjennomsnitt ville ha vokst ytterligere minimum 5 mm før årsveksten var over, setter vi denne grensen til fisk større enn 94 mm på disse stasjonene.

På de respektive strekningene; nedenfor samløpet med Langåselva (dvs stasjon 1-4) og fra samløpet med Langåselva til Hansfossen kraftverk (stasjon 5-9) varierte denne tettheten med henholdsvis 5,4 - 17,4 laks (gjennomsnitt 12,3) og 24,6 - 53,7 laks (gjennomsnitt 36,2) pr 100 m². På lokaliteten i Langåselva (stasjon 10) var tettheten 7,6 laks pr 100 m² (**tabell 6**).

Andre fiskearter

Det ble ikke observert andre fiskearter enn laks og ørret under feltarbeidet.

Tabell 6. Tetthet pr 100 m² av laksunger (presmolt) større enn 99 mm på stasjoner avfisket den 14. oktober og større enn 94 mm på stasjoner avfisket den 31. august i 2004.

Stasjon	Fisketetthet
1	5,4
2	11,7
3	17,4
4	14,7
1-4	12,3
5	53,7
6	30,5
7	33,7
8	36,0
9	24,6
5-9	35,7
10	7,6
1-10	23,5

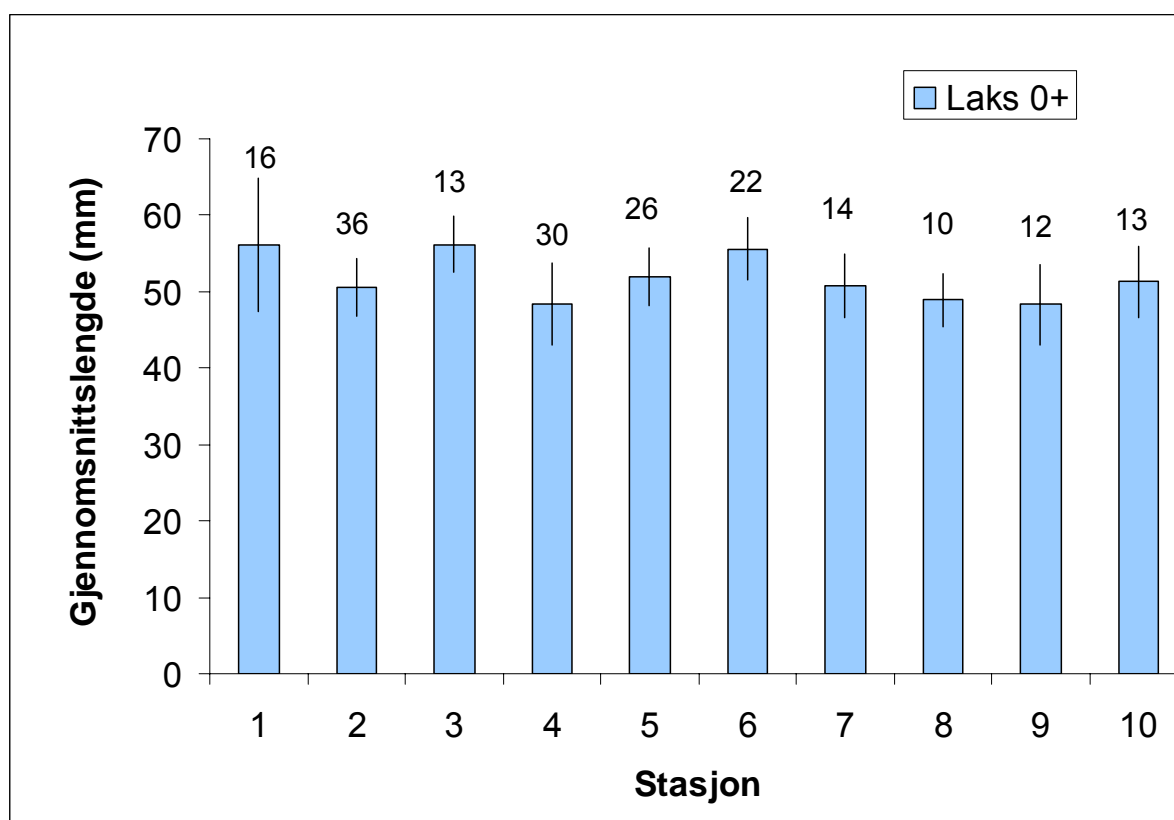
4.3 Fiskevekst

Fiskens vekst er beregnet med utgangspunkt i gjennomsnittslengder for ulike aldersklasser for hver av artene på hver stasjon. For å oppnå størst mulig presisjon i å evaluere vekstbetingelsene i de ulike deler av vassdraget, er det valgt å presentere vekstdata for 0+ laks og ørret og 1+ laks. Eldre aldersklasser enn disse presenteres ikke da det forekommer en grad av overlapping av lengden hos fisk i disse aldersgruppene. Stasjoner med få fisk, dvs færre fisk enn fem fisk i innenfor en aldersgruppe, er ikke tatt med i beregningene. Dette tilsier at det ikke var et tilstrekkelig materiale for vekstberegning for 0+ørret på stasjonene 1, 4 og 8 og for 1+ laks på stasjonen i Langåselva (stasjon 10). Når veksten på de ulike stasjonene vurderes, er det viktig å huske at fisken er målt etter endt vekstsesong (14. oktober) og 1,5 måned senere på stasjonene 1, 3 og 10 enn de øvrige stasjonene.

Laks

Hos 0+ laks varierte gjennomsnittstørrelsen fra 48-56 mm på de ulike stasjonene i hovedvassdraget (**figur 16**).

Hos 0+ laks var det ikke signifikante vekstforskjeller mellom stasjon 9, som ligger nærmest kraftverket, og de to stasjonene nedenfor stasjon 9 (dvs stasjon 7 og 8) (Anova: $df=1$, $p>0,05$). Det var heller ikke signifikant forskjell i gjennomsnittslengden mellom stasjon 7 og 8 ($df=1$, $F=1,36$, $p>0,05$). Sammenlignet med gjennomsnittslengden for de øvrige stasjonene i hovedvassdraget var gjennomsnittslengden for 0+ laks på stasjon 9 signifikant kortere enn stasjonene 6 ($df=1$, $F=19,7$, $p<0,001$), 5 ($df=1$, $F=5,8$, $p<0,05$) og 3 ($df=1$, $F=19,7$, $p<0,001$).



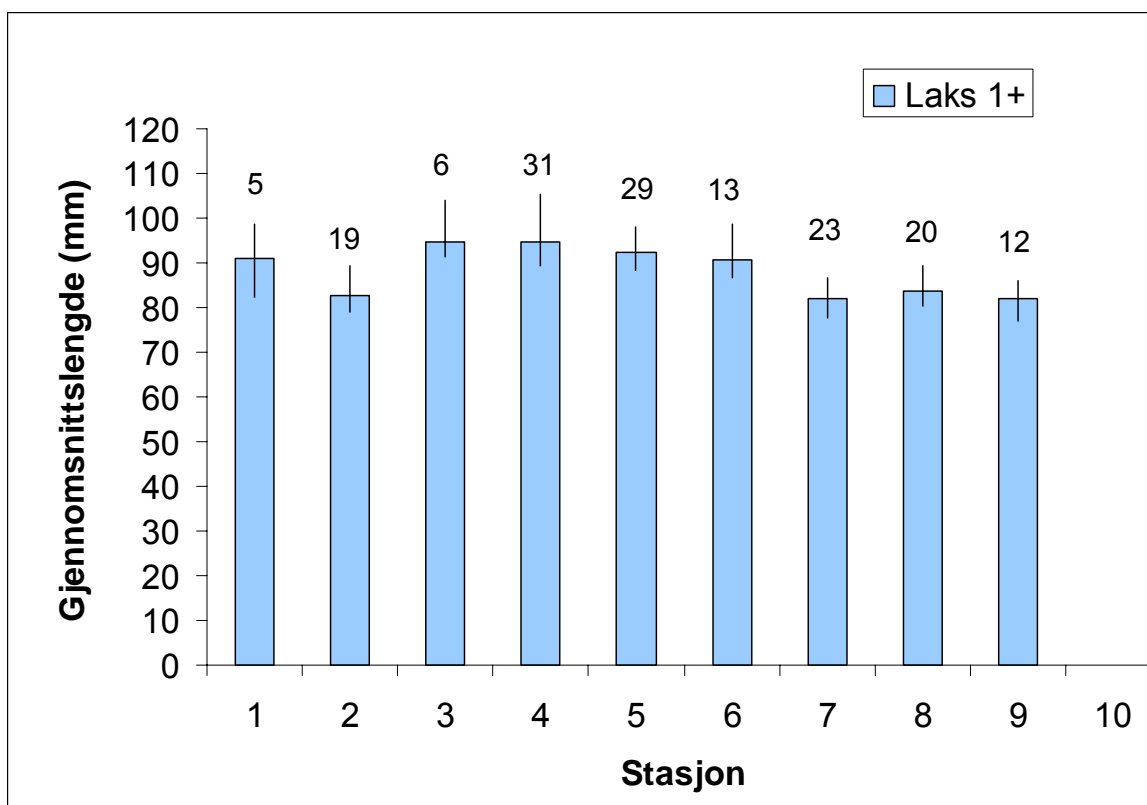
Figur 16. Gjennomsnittslengde (med standardavvik) hos 0+ laks på ulike stasjoner i Leivangerelva i 2004. Tallene over søylene angir antall fisk. Stasjon 1, 3 og 10 ble avfisket den 14. oktober, mens de øvrige stasjonene ble avfisket den 31. august. Jf **figur 1** for stasjonenes beliggenhet.

Gjennomsnittslengden hos 0+ laks i Langåselva (51 mm) var signifikant mindre enn hos 0+ laks på to av de ni stasjonene i hovedelva (Anova, mot henholdsvis stasjon 6 og 3, $df=1$ for begge tester, $F=7,7$, $p<0,01$, $F=8,9$, $p<0,01$), mens den ikke var signifikant forskjellig fra de øvrige sju stasjonene ($df=1$, $p>0,05$).

Hos 1+ laks varierte gjennomsnittstørrelsen fra 82-95 mm på de ulike stasjonene i hovedvassdraget (**figur 17**). Forskjeller i gjennomsnittslengden mellom stasjonene for denne aldersgruppen var svært lik variasjonen mellom stasjonene for 0+ laks.

Det var ikke signifikante vekstforskjeller mellom stasjon 9 og de to stasjonene nedenfor stasjon 9 (dvs stasjon 7 og 8) (Anova: $df=1$, $p>0,05$). Det var heller ikke signifikant forskjell i gjennomsnittslengden mellom stasjon 7 og 8 ($df=1$, $F=1,30$, $p>0,05$). Sammenlignet med gjennomsnittslengden for de øvrige stasjonene i hovedvassdraget var gjennomsnittslengden for 1+ laks på stasjon 9 signifikant kortere enn stasjonene 6 (Anova: $df=1$, $F=12,2$, $p<0,01$), 5 ($df=1$, $F=31,9$, $p<0,001$), 4 ($df=1$, $F=15,1$, $p<0,001$), 3 ($df=1$, $F=17,2$, $p=0,001$) og 1 ($df=1$, $F=10,3$, $p<0,01$). I sum tilsier dette at gjennomsnittslengden for 1+ laks på stasjon 9 nærmest kraftverket er signifikant kortere enn alle stasjonene nedenfor med unntak av de to stasjonene nærmest stasjon 9 og en stasjon helt nederst i vassdraget.

Da tettheten av fiskunger eldre enn 0+ jevnt over er lavere på alle stasjonene i hovedelva nedenfor samløpet med Langåselva, kan dette indikere endrede produksjonsbetingelser nedenfor dette samløpet. Det vil derfor være interessant å teste om det er vekstforskjeller hos fisken nedenfor og ovenfor dette skillet.



Figur 17. Gjennomsnittslengde (med standardavvik) hos 1+ laks på ulike stasjoner i Leivangerelva i 2004. Tallene over søylene angir antall fisk. På stasjon 10 var det for få fisk i materialet til å beregne gjennomsnittslengde. Stasjon 1, 3 og 10 ble avfisket den 14. oktober, mens de øvrige stasjonene ble avfisket den 31. august. Jf **figur 1** for stasjonenes beliggenhet.

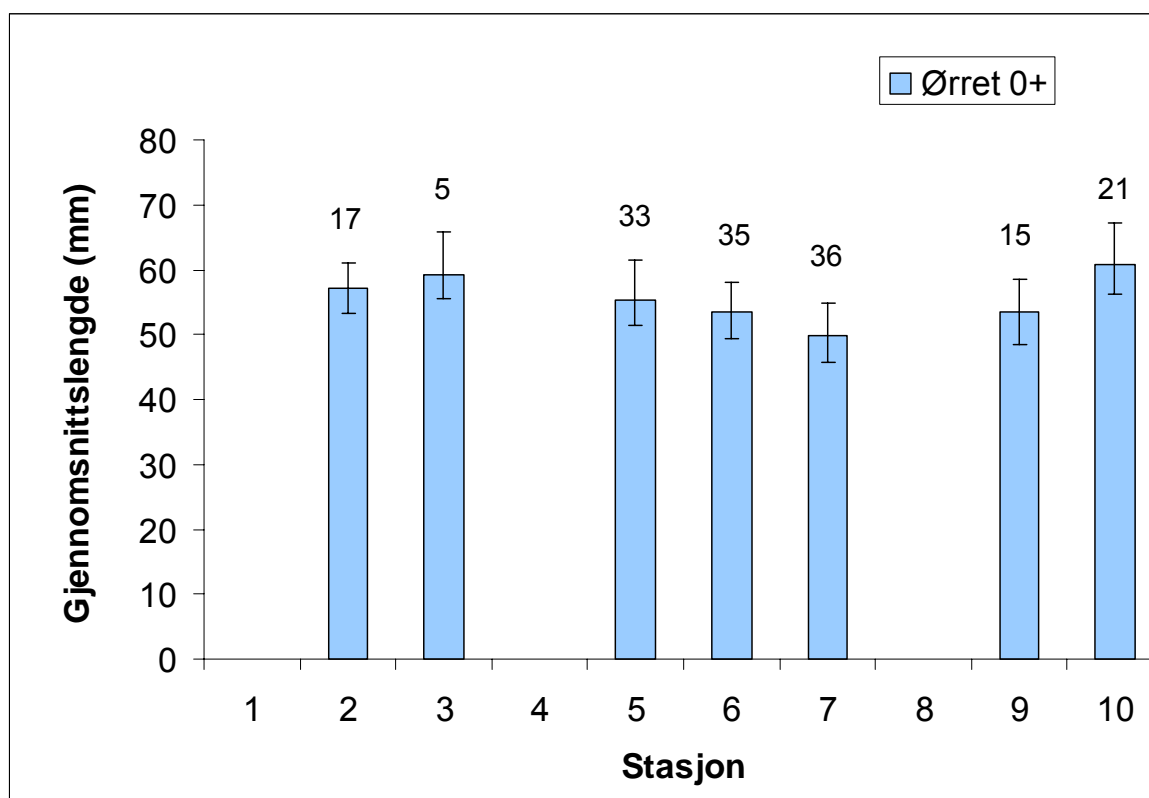
Som følge av stor forskjell i tidsperioden for vekst mellom lokalitetene avfisket i oktober og august, ser vi bort fra lokalitetene avfisket i oktober (stasjon 1, 3 og 10) i denne sammenligningen;

Sammenlignet med de fem stasjonene ovenfor samløpet med Langåselva var gjennomsnittslengden for 0+ laks på stasjon 2 signifikant kortere enn den på stasjon 6 (Anova: $df=1$, $F=22,8$, $p<0,001$) og ikke signifikant forskjellig fra de øvrige. Tilsvarende sammenligning viste at gjennomsnittslengden på stasjon 4 var signifikant kortere enn den på stasjon 5 ($df=1$, $F=7,9$, $p<0,001$) og 6 ($df=1$, $F=27,0$, $p<0,001$), men ikke signifikant forskjellig fra stasjon 7, 8 og 9. Det var ikke signifikant forskjell i gjennomsnittslengden mellom stasjon 2 og 4.

Tilsvarende tester for 1+ laks viste at gjennomsnittslengden på stasjon 2 var signifikant kortere enn den på stasjon 5 ($df=1$, $F=28,5$, $p<0,001$) og 6 ($df=1$, $F=10,0$, $p<0,01$), men ikke signifikant forskjellig fra de øvrige. Gjennomsnittslengden for 1+ laks på stasjon 4 var signifikant kortere enn den på stasjon 7 ($df=1$, $F=27,7$, $p<0,001$), 8 ($df=1$, $F=17,0$, $p<0,001$) og 9 ($df=1$, $F=15,1$, $p<0,001$), men ikke signifikant forskjellig fra stasjon 5 og 6. Det var også signifikant forskjell i gjennomsnittslengden mellom stasjon 2 og 4 ($df=1$, $F=18,6$, $p<0,001$).

Ørret

Hos 0+ ørret varierte gjennomsnittstørrelsen fra 53-59 mm på de ulike stasjonene i hovedvassdraget (**figur 18**).



Figur 18. Gjennomsnittslengde (med standardavvik) hos 0+ ørret på ulike stasjoner i Leivangerelva i 2004. Tallene over søylene angir antall fisk. På stasjon 1, 4 og 8 var det for få fisk i materialet til å beregne gjennomsnittslengde. Stasjon 1, 3 og 10 ble avfisket den 14. oktober, mens de øvrige stasjonene ble avfisket den 31. august. Jf figur 1 for stasjonenes beliggenhet.

Hos 0+ ørret var gjennomsnittslengden på stasjon 9 kun signifikant forskjellig fra stasjon 7 (større på stasjon 9, Anova: $df=1$, $F=6,0$, $p<0,05$) og stasjon 2 (større på stasjon 2, Anova: $df=1$, $F=4,9$, $p<0,05$).

Gjennomsnittslengden hos 0+ ørret i Langåselva (61 mm) var signifikant større enn den hos 0+ ørret på fem av de seks stasjonene i hovedelva med tilstrekkelige materialstørrelser til å kunne testes (Anova, mot henholdsvis stasjon 9, 7, 6, 5, og 2, $df=1$ for alle tester, $F=14,2$, $p=0,001$, $F=54,8$, $p<0,001$, $F=25,9$, $p<0,001$, $F=10,0$, $p=0,01$, $F=4,8$, $p<0,05$), mens den ikke var signifikant forskjellig fra den sjette (stasjon 3, $F=0,3$, $p>0,05$).

Blant de to stasjonene nedenfor Langåselva som ble avfisket i august var det bare et tilstrekkelig materiale på stasjon 2 til å beregne gjennomsnittslengden for 0+ ørret. 0+ ørret var her signifikant større enn den på stasjon 6 ($df=1$, $F=7,6$, $p<0,01$), 7 ($df=1$, $F=27,9$, $p<0,001$) og 9 ($df=1$, $F=4,9$, $p<0,05$), men ikke signifikant forskjellig fra stasjon 5 og 6.

Alders sammensetning

For laks ble det funnet fisk i aldersgruppene 0+ - 3+, dvs fisk som hadde levd i elva fra én og opptil fire vekstsesonger. Det var svært få 3+ i materialet. For ørret ble det funnet fisk i aldersgruppene 0+ - 4+, dvs fisk som hadde levd i elva fra én og opptil fem vekstsesonger.

5 Diskusjon

I undersøkelsen ble det lagt opp til å avfiske gode lokaliteter for produksjon av laks- og ørret-onger og med mest mulig likhet i sammensetningen av bunnsubstrat og topografi for at dette i seg selv ikke skulle være en kilde til variasjon for fisketetthet og fiskevekst. Til tross for dette utgangspunktet er det vanskelig å unngå noe variasjon i lokalitetenes habitat, men større og systematiske variasjoner i tetthet og vekst av andre årsaker vil allikevel kunne avdekkes ved en slik tilnærming.

Vannføringen i den lakseførende delen av vassdraget er i all hovedsak betinget av vannføring- en gjennom Hansfossen og Langåsfoss kraftverk. I uke 24 og 25 (fra den 7. juni til ca 15. juni) i 2004 ble Reistaddammen gradvis nedtappet for å utføre vedlikeholdsarbeid på anlegget. Deretter og fram til den 22. desember samme år var Hansfossen kraftverk ute av drift og vatnet rant fritt gjennom Reistaddammen. Fiskens livsbetingelser nedenfor kraftverket var i denne pe-rioden, som utgjorde hovedtyngden av vekstsesongen (begynnelsen av mai til slutten av sep-tember), påvirket av eventuelle reguleringseffekter i mindre grad enn under normal drift av an- legget.

Langåsfoss kraftverk var også ute av drift i fire ulike perioder som utgjorde til sammen i over- kant av halvparten av vekstsesongen og innenfor det samme tidsintervallet som Hansfossen kraftverk var ute av drift i 2004. Det ble da sluppet vann gjennom forbitappingsventilen ved kraftverket (0,1 m³/sek, André Reitlo, Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk, pers. medd.) slik at vannføringen i vassdraget nedenfor samløpet med Langåselva fikk vann fra begge elveløpene i tidsperioden som ett eller begge kraftverkene var ute av drift.

Denne situasjonen gav ikke et optimalt utgangspunkt for å vurdere eventuelle effekter av regu- leringen på ungfiskbestanden i vassdraget ved materialer innsamlet i vekstsesongen 2004. Ungfiskbestanden i vassdraget består imidlertid av tre årsklasser. Eventuelle reguleringseffek- ter av vesentlig negativ karakter skulle derfor allikevel være mulig å detektere ved å studere vekst og fisketetthet hos eldre årsklasser enn årsyngelen i 2004. Det må imidlertid påpekes at også årsyngelen i 2004 har vært underlagt de livsbetingelser som driftvannføringen gjennom kraftverket har gitt siden denne årsklassen ble eksponert for elvevatnet som egg høsten før og som yngel i tiden etter klekking i første halvdel av mai og fram til stans av kraftverksdriften i midten av juni. I denne sammenheng er det viktighet å bemerke at hovedtyngden av veksten skjer i første halvdel av vekstsesongen.

5.1 Vannføring og strandingsfare

I regulerte vassdrag kan ungfiskproduksjonen reduseres på ulike måter som følge av endret vannføringsregime. Dette kan m.a. være som følge av betydelige og raske vannføringsreduk- sjoner som kan forårsake økt dødelighet av fiskunger som følge av stranding (dvs tørrlegging av fisken) og innestegning av fisken i vannlommer. Slike situasjoner kan ved siden det direkte tapet av fisk også gi økt predasjon på ungfiskbestanden fra fugler og dyr. Slike endringer i vannføringen vil ha størst negativ innvirkning i vinterhalvåret da fisken på denne tiden ikke res- ponderer like raskt som følge av tregere kroppsfunksjoner ved lave vanntemperaturer enn til andre tider av året. Strandingsfaren er betydelig større i dagslys enn i mørke for laksunger om vinteren. I sommerhalvåret er det funnet at faren for stranding er omtrent like stor dag og natt. Videre er stranding funnet å avta med økende fiskelengde og at fiskunger som oppholder seg på grovt substrat og på svakt skrånende elvebanker er mer utsatt for stranding enn fisk som oppholder seg på finere substrat og i brattere helninger (Monk 1989, Hunter 1992, Bradford 1997, Saltveit et al. 2001).

Dersom raske vannføringsendringer gir økt dødelighet i bestanden, vil effekten vanligvis være størst nærmest kraftverket. Videre kan lavere vannføring og/eller hyppige vannstandsendringer

i fiskens vekstsesong gi reduserte vekstbetingelser og økt dødelighet for både fiskunger og fiskungenes næringsdyr og et generelt redusert produksjonsareal. Undersøkelser i Nidelva (Hvidsten 1985, Arnekleiv et al. 1994) viste at ørret hadde stor dødelighet som følge av raske vannstandsendringer, og i øvre deler av Altaelva ble stranding vurdert som en viktig faktor for reduksjon i ungfisktetthet de første årene kraftverket var i drift (Forseth et al. 1996, Ugedal et al. 2002). Stranding er også omtalt som et problem i flere andre regulerte elver i Norge (m.a. Jølstra og Surna) (Heggberget 1997, Kaasa 2002, Lund et al. 2005, Halleraker et al. 2005). I Harby et al. 2004 er det gitt konkrete råd for mer miljøtilpasset drift av effektkjørt kraftverk (drift av kraftverk der raske vannstandsendringer kan finne sted).

Noen eksperimentelle strandingsstudier har funnet sammenhenger mellom nedtappingshastighet og andel strandet fisk (Bradford et al. 1995, Bradford 1997). Grensen for hvilken nedtappingshastighet som drastisk reduserer stranding varierer og er trolig stedsspesifikk (avhenger av helning, substrat) og varierer over året (avhenger av vanntemperatur og fiskestørrelse). Det finnes ikke entydige resultater som tyder på at det er en lineær sammenheng mellom hastigheten på nedtappingen og andel strandet fisk. Ved felt- og laboratorieforsøk er det vist at stranding kan reduseres betydelig når vannstanden ikke faller hurtigere enn 10-15 cm per time (Saltveit et al. 2001, Halleraker et al. 2003). Bradford (1997) fant imidlertid at en betydelig andel fiskunger (5-20 % av vill Chinook lakseparr) ble innestengt i vannlommer selv etter at vannstanden ble senket med 6 cm pr time ved vanntemperaturer på 10 °C.

For Levangerelva og sideelva Langåselva er det ikke kjent ved hvilke vannføringer det skjer begynnende tørrlegging av elveleiet. Dette vil variere med topografien i ulike deler av vassdraget. Nærmere undersøkelser trengs for å kartlegge dette. Det er imidlertid grunn til å tro at det det årlig har vært flere vannføringsreduksjoner av en karakter som kan ha medført stranding av fisk i løpet av perioden på ca tre år, som det her er vurdert vannføringer.

I henholdsvis 2002, 2003 og 2004 (dvs fram til 14. juni i 2004 / fra da rant hovedelva fritt som følge av driftsstans ved Hansfossen kraftverk) ble det påvist tre, sju og fire tilfeller da vannstanden endret seg svært raskt, dvs med nedtappingshastigheter fra 10-19 cm pr time (vannstand målt ved Floan bru) og ved startvannføringer som var tilnærmet lik eller lavere enn slukeevnen (2,8 m³/sek) til Hansfossen kraftverk (HK). I alle disse tilfellene var sluttvannføringen i løpet av timesintervallet lavere enn 1,5 m³/sek (variasjonsbredde 0,55-1,47 m³/sek). Disse nedtappingshastighetene er målt ca 7 km nedenfor kraftverket, noe som betyr at hastighetene ved disse tilfellene har vært enda større i elva ovenfor målepunktet og størst nærmest kraftverket. Langåsfoss kraftverk (LK) var ute av drift ved alle disse situasjonene i 2002, ved fem av de sju situasjonene i 2003 og ved tre av de fire situasjonene i 2004. Da det ikke er målestasjon for vannføringen i Langåselva eller i hovedelva nedenfor utløpet av Langåselva, er det ikke kjent om det kom "buffrende" vann til hovedelva nedenfor utløpet av Langåselva ved overløp fra reguleringsmagasinet til LK. Ettersom vannføringen målt i hovedløpet nedenfor HK ved disse situasjonene var lavere enn slukeevnen til HK, var det sannsynligvis ikke overløp ved reguleringsmagasinet til HK. Dette indikerer situasjoner med lite eller moderat tilsig fra nedbørfeltene og sannsynligvis også situasjoner med lite vann til hovedelva nedenfor utløpet av Langåselva ved overløp på reguleringsmagasinet til LK. Det må her imidlertid påpekes at det ved de raske nedtappingssituasjonene fra HK som forekom samtidig med driftsstans ved Langåsfoss kraftverk i vinterhalvåret (30.11.2002, 22.01.2003, 2.02.2003, 18.02.2003, 27.11.2003, 5.12.2003, 21.03.2004, se kap. 4.4 for mer informasjon), høyst sannsynlig ble sluset vann gjennom forbittappingsventilen (0,1 m³/sek) ved LK. Denne ventilen blir automatisk aktivert ved driftsstans ved LK i vinterhalvåret (november-april).

Da flere av de raske nedtappingene ved HK også har forekommet i vinterhalvåret (jf avsnittet ovenfor) da fisken er mest utsatt for stranding, er det all grunn til å anta at det har vært en rekke situasjoner i perioden 2002 og fram til driftsstansen ved HK i juni 2004 da strandingsrisikoen for fiskunger i hovedelva har vært høy (særlig vintrene 2002 og 2003). Nedenfor samløpet med Langåselva var hovedelva i denne perioden også påvirket av mange større og raske nedtappinger ved driften av LK i situasjoner da vannføringen i hovedelva var lav. Disse nedtappinge-

ne var ofte forbundet med driftstans ved LK og har inntrådt på natt- såvel som på dagtid både om sommer og vinter i alle årene. I situasjoner med lav vannføring i hovedelva og der vannføringen fra LK i mange tilfeller har blitt redusert fra høy driftstilstand (maksimum slukeevne $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$) til umiddelbar stans, vil vannmengden på $0,1 \text{ m}^3/\text{sek}$, som i vinterhalvåret automatisk slippes gjennom forbitappingsventilen ved LK under driftstans, bare kunne dempe strandingsrisikoen i beskjeden grad. Til sammenligning vil en vannføringsreduksjon på $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ fra en startvannføring på $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ tilsvare en vannstandsreduksjon på 15 cm ved vannføringsmålet i hovedelva ved Floan bru. Ved lavere vannføringer i hovedelva vil en slik vannføringsreduksjon medføre økt vannstandsreduksjon og vil eksempelvis gi en vannstandsreduksjon på 42 cm ved en startvannføring på $2 \text{ m}^3/\text{s}$ i hovedelva (jf **tabell 3** i kap. 4.1). Da gjennomsnittsbredden av hovedelva nedenfor utløpet av Langåselva (14 m, vegetasjonsfri sone målt på kart i målestokk 1:10 000) ikke er stort større enn i området ovenfor, der vannføringsmålet ligger (13 m), er det åpenbart at store og raske vannføringsreduksjoner ved driften av LK har medført høy strandingsrisiko, særlig i tilfeller der vannføringen i hovedelva har vært lav.

Vi har her kun sett nærmere på større vannføringsreduksjoner forbundet med driftsstans av LK. Større og raske reduksjoner har imidlertid også forekommet ved andre driftssituasjoner. Av ressursmessige hensyn har vi ikke gjort en nærmere analyse av slike situasjoner. Vannføringsreduksjoner ved stans av verket er allikevel av et slikt omfang at de i seg selv er tilstrekkelig til å konkludere med mange uheldige situasjoner for fiskebestanden i både Langåselva og i hovedelva nedenfor utløpet av Langåselva.

5.2 Fisketetthet

Tettheten av ungfisk i Levangerelva var for alle aldersgrupper dominert av laks. Blant parr eldre enn 0+ (årsyngel) utgjorde ørret 9 %. Dette gjenspeiles også i fangststatistikken som viser at Levangerelva er et laksevassdrag og at sjørret bare utgjør en mindre del av fangstene. Tettheten av parr eldre enn 0+ i ulike deler av vassdraget varierte fra lav til moderat sammenlignet med andre regulerte småvassdrag i regionen hvor elfiske også har foregått på lav vannføring (Johnsen & Hvidsten 2004). Vannføringen på de stasjonene som ble avfisket i august (sju av de ti stasjonene), var svært lav (ca $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$).

Fisketettheten på de tre stasjonene som ble avfisket i oktober (stasjon 1, 3 og 10) er de laveste i denne undersøkelsen. Tettheten er, relatert til de øvrige stasjonene, høyst sannsynlig underestimert på disse stasjonene som følge av at fisket ble utført på en betydelig lavere vanntemperatur i oktober enn de øvrige som ble avfisket i slutten av august (ca 13°C) samt at disse stasjonene ble avfisket på en vannføring som var betydelig høyere enn vannføringen under fisket i august. Spesielt gjelder dette stasjonene i hovedvassdraget (stasjon 1 og 3), der vanntemperaturen var lavest (ca $4,5^\circ\text{C}$) og som ble avfisket på en vannføring som var over tre ganger høyere enn i august. Fisken er mindre fangbar med elektrisk fiskeapparat på det temperaturnivået en hadde under fisket i oktober. Resultatet for stasjonene som ble avfisket i oktober, kan også antas å være påvirket av noe større dødelighet enn på stasjonene avfisket i august som følge av tidsforskjellen i fisket. Denne faktoren kan imidlertid antas å være liten da hovedtyngden av dødeligheten innenfor en årsklasse vanligvis skjer i løpet av vinteren. Tettheten av fiskunger eldre enn 0+ på disse stasjonene er imidlertid så mye lavere enn de i hovedelva ovenfor samløpet med Langåselva at forskjellen neppe kan tilskrives de metodiske forhold alene. Når tettheten av fiskunger eldre enn 0+ også er betydelig lavere på stasjon 4, som ble avfisket samme dag i august som de ovenfor samløpet med Langåselva, tyder dette på at produktionsvilkårene i området nedenfor samløpet med Langåselva har vært dårligere enn i andre deler av vassdraget.

I denne undersøkelsen har en forsøkt å eliminere habitatforskjeller som mulig kilde til produktjonsforskjeller ved å avfiske områder med mest mulig likt habitat. Da forekomsten av ørrettinger er minimal i hovedelva nedenfor samløpet med Langåselva, kan forskjellen i fisketetthet hos laksunger heller ikke forklares ved konkurranse mellom artene. Da det heller ikke er kjente

forurensingskilder eller kjent at det har forekommet episodiske forurensingssituasjoner i denne delen av vassdraget, kan resultatet derfor tyde på at ungfiskbestanden i den delen av vassdraget som er underlagt vannføringsregimet fra Langåsfoss kraftverk, har vært utsatt for en negativ påvirkning ved driften av kraftverket. Denne vurderingen styrkes ved at tettheten av fiskunger eldre enn 0+ også var svært lav på lokaliteten i Langåselva og betydelig lavere enn det som ble registrert på den samme lokaliteten i to ulike år på slutten av 1970-tallet (Lund & Heggberget 1985).

Vannføringsdata fra Langåsfoss kraftverk 2002-2004 viser at kraftverket har vært ute av drift i mange perioder i hvert av årene og mange situasjoner der vannføringen gjennom kraftverket på kort tid er endret fra full eller høy drift til umiddelbar stans verket (se kap. 4.1 og 5.1 for mer informasjon). Som ved Hansfossen kraftverk har også Langåsfoss kraftverk forbitappingsventil som automatisk gir en minstevannføring på 0,1 m³/sek når anlegget settes ut av drift. Denne ventilen er imidlertid bare aktivert i vinterhalvåret (november-april). Dette tilsier at Langåselva har vært tilnærmet tørrlagt i perioder i sommerhalvåret når kraftverket har vært ute av drift og det ikke var overløp på reguleringsmagasinet. Spesielt i situasjoner der vannføringen gjennom Hansfossen kraftverk var lav, har raske og større endringer fra Langåsfoss kraftverk sannsynligvis gitt uheldige virkninger på fiskebestanden i hovedelva nedenfor samløpet med Langåselva.

Både for 0+ (årsyngel) og eldre laks og ørret var det en klart økende tetthet på strekningen fra Hansfossen kraftverk og ned til samløpet med Langåselva. Da det heller ikke er kjente forurensingskilder eller kjent at det har forekommet episodiske forurensingssituasjoner i denne delen av vassdraget, kan derfor resultatet tyde på at ungfiskbestanden også i denne delen av vassdraget er berørt av reguleringen og at effekten er størst i områdene nærmest kraftverket. Når en slik effekt også kan ses hos årsyngelen, som i store deler av sin levetid ikke har vært underlagt ordinær drift av kraftverket som følge av driftsstans sommeren og høsten 2004 (i perioden 7. juni - 22. desember), må det bemerkes at denne fisken allikevel kan ha vært utsatt for påvirkninger fra driften av kraftverket i en tidlig og sensitiv livsfase. Yngelen kommer vanligvis opp av elvegrusen omkring midten av mai i midt-Norge. I perioden 14. til 19. mai var det tre tilfeller med uheldige nedtappingshastigheter i størrelse 10-14 cm pr time og der sluttvannføringen etter nedtapping sannsynligvis var så lav at det medførte tørrlegging av deler av elveleiet (sluttvannføringer på 1,11 - 1,35 m³/sek).

5.3 Fiskevekst

I regulerte vassdrag der driftsvannet til kraftverket tas fra dypere lag i reguleringsmagasinet vil gjerne fiskeveksten nedenfor kraftverket bli redusert i forhold til en uregulert tilstand som følge av lavere vanntemperatur i fiskens vekstsesong i sommerhalvåret. Dette er m.a. vist i Surna (Lund et al. 2005). I reguleringsmagasin der uttaket ligger under sprangsjiktet, kan driftsvannet gjennom kraftverket holde en temperatur ned mot 4 °C om sommeren. Vanntemperatur og næringstilgang er de faktorer som har størst betydning for fiskens vekst (Brett et al. 1969, Elliot 1975 a, b).

Aurlandselva er imidlertid et eksempel på et vassdrag som avviker fra det en vanligvis ser i regulerte vassdrag der vanntemperaturen reduseres om sommeren. Her var veksten hos ungfisk omtrent den samme etter kraftregulering som før til tross for en slik endring i vanntemperaturen etter kraftutbygging. Årsaken til dette var at tetthet og biomasse av bunndyr hadde økt etter reguleringen og dempet effekten av redusert vanntemperatur (Raddum et al. 1991, Jensen et al. 1993).

Fiskeveksten i Levangerelva ble analysert for 0+ og 1+ laks og 0+ ørret. Når gjennomsnittslengden både for 0+ og 1+ laks var kortere på de tre lokalitetene som lå innenfor en ca tre kilometer lang strekning nedenfor Hansfossen kraftverk enn på de fleste av lokalitetene lenger ned i vassdraget, er dette resultatet sammenfallende med lavere fisketetthet i dette området (jf

kap. 5.1). Dette styrker forklaringen om at vannføringsregimet ved Hansfossen kraftverk har en negativ effekt på fiskeproduksjonen i områdene nedenfor kraftverket. Dårligere vekst i områdene nær kraftverket kan være en effekt av lavere vanntemperatur og reduserte produksjonsbetingelser ved uttak av kaldere vann under overflatelaget i reguleringsmagasinet i fiskens vekstsesong (sommeren). Dette kan også være en effekt av redusert mengde næringsdyr i områdene nærmest kraftverket som følge av større grad av vannstandsendringer og tørrlegging av elveareal ved drift av kraftverket.

Uttaket for rørgata til Hansfossen kraftverk ligger 5,7 meter under overløp i reguleringsmagasinet (Reistaddammen) der det er et driftsmål å holde dammen mest mulig innenfor en reguleringshøyde på 10-12 cm under overløpet (damkrona). Reistaddammen er et mindre elvemagasin. Det foreligger ikke vertikale temperaturmålinger i magasinet som kan gi informasjon om eventuell dannelse av et sprangsjikt med kaldere vann på dypet for innløpet til rørgata til kraftverket om sommeren. Målinger av vanntemperaturen på timebasis ca 7 km nedenfor kraftverket i 1979 (samme sted som stasjon 5) viste imidlertid en gjennomsnittstemperatur som var ca 13 °C i perioden 20. mai til 13. august under drift av kraftverket (Lund & Heggberget 1985). Dette måleresultatet forteller at vannet kan varmes betydelig opp på veien nedover vassdraget eller at det i visse år ikke dannes et sprangsjikt i Reistaddammen.

Uttaket for rørgate til Langåsfoss kraftverk ligger på henholdsvis 12 og 8,5 meter under høyeste og laveste reguleringshøyde i reguleringsmagasinet. Dette er såpass dypt at en i de fleste somre må anta at driftsvannet tas fra dyp som ligger under sprangsjiktet i Langåsdammen, som til sammenligning er et betydelig større og noe dypere magasin enn Reistaddammen. Dette medfører at elva nedenfor verket får et kaldere vann om sommeren og varmere vann om vinteren når verket er i drift enn ved naturlig avrenning.

Det foreliggende materiale til å belyse en eventuell effekt av reguleringen ved Langåsfoss kraftverk på fiskeveksten, er begrenset da fisken på tre av lokalitetene i vassdraget nedenfor kraftverket ble målt senere på året (14. oktober) enn de ovenfor (31. august) (dette som følge av utsatt feltarbeid pga regnflom). Denne forskjellen i veksttid er så stor at en sammenligning av veksten på lokaliteter avfisket til ulik tid, har liten mening. Målinger av fiskeveksten på de to lokalitetene i hovedelva nedenfor Langåsfoss kraftverk som var avfisket til samme tid (31. august) som de ovenfor, viste imidlertid et resultat som delvis pekte i retning av reduserte vekstbetingelser nedenfor Langåsfoss kraftverk. Dette i form av en signifikant dårligere vekst for laksunger (både 0+ og 1+) på en av lokalitetene i hovedelva nedenfor samløpet med Langåselva enn de nærmeste lokalitetene ovenfor.

5.4 Smoltutvandring

Det var svært få fiskunger med alder 3+ i materialet, noe som viser at laksungene i all hovedsak går ut i sjøen som smolt ved en alder som er lavere enn fire år og fortrinnsvis som tre år gammel. Skjellanalyser av voksen laks innsamlet fra sportsfiskefangster i 1987 (104 skjellprøver, eget materiale, upublisert), viste at i underkant av 70 % av fisken utvandret ved en smoltalder på 3 år. Ca 30 % var imidlertid utvandret som 4-årig smolt, mens noen få fisk hadde vandret ut to som 2-årig smolt (2 %). Når ungfiskundersøkelsen i 2004 viser at få fisk vil vandre ut som 4-årig smolt i 2005, har dette trolig sin årsak i varme somre og god vekst de siste tre år. Dess raskere vekst, dess lavere blir alder ved smoltutvandring (Jonsson 1985, Jonsson et al. 1998).

For ørret var tettheten av eldre fisk enn 0+ lav på alle stasjoner i 2004 slik at det er vanskelig ut fra dette materialet å anslå en primær alder for smoltutvandring. Materialets sammensetning indikerer imidlertid en utvandring ved en alder på to og tre 3 år.

Smoltutvandringen er en kritisk periode for overlevelse hos laks og det har trolig utviklet seg bestandsspesifikke utløsermekanismer i forhold til fysiske omgivelsesvariable. Disse variable-

ne sikrer at smolten de fleste år når sjøen under optimale forhold for overlevelse. Smoltutvandringen styres av miljøfaktorer hvor forholdet mellom vannføring og vanntemperatur og daglige endringer i disse verdiene synes å være de viktigste. Endringer i miljøforhold ved vassdragsreguleringer vil kunne føre til smolttap fordi endringene gjør at smolten vandrer ut i sjøen til feil tid. Utvandring til feil tid kan gi fysiologisk stress og/eller begrenset næringstilgang i sjøen og dermed økt dødelighet. Triggerfaktorer som styrer smoltutvandring er undersøkt i en rekke elver, men hvilke faktorer som er viktige kan variere mellom elver. Slike faktorer kan være en terskeltemperatur i elvevannet, en aktuell temperatur og temperaturøkning i elvevannet (jf Imsa i Rogaland, Altaelva i Finnmark), en terskel for vannføring og/eller økning i vannføringen (Stjørdalselva og Orkla i Trøndelag, Suldalslågen i Rogaland). Det er også påvist at smolt som vandrer ut på høy vannføring overlever bedre enn smolt som vandrer ut på lav vannføring. Det antas at dette har sammenheng med redusert predasjon på smolt som følge av høyere vannføring. Hovedutvandringen synes å ha en varighet av ca en måned i de fleste elver og foregår i hovedsak i mai og begynnelsen av juni i elver i Sør-Norge. Mekanismene omkring smoltutvandring er fyldig belyst i Hvidsten et al. (2004).

I 2002 var perioden for smoltutvandring (10.-25. mai), preget av lav vannføring i hele perioden, mens vannføringen i denne perioden bar preg av betydelige flomtopper i 2003 og 2004. Det er vanskelig å vurdere effekten av disse variasjonene med utgangspunkt i fangststatistikken som en indeks for overlevelse og tilbakevandring av smålaks (en-sjøvinter laks) fordi oppgangsforholdene og fisket i de påfølgende årene var svært ulike. I henholdsvis 2003 og 2004 ble oppvandringsforholdene i fiskesesongen ansett for å ha vært dårlig og fangsttinnssatsen lav som følge av nedbørfattige somre og liten vannføring, mens disse forholdene var betydelig bedre i 2005. Allikevel ble det fanget nesten like mye laks i 2003 som i 2005, mens fisket i 2004 var uvanlig dårlig (jf **figur 2** i kap. 2.1). Laksefangstene i 2003 og 2005 må imidlertid anses for å være lave i forhold til de beste lakseårene i vassdraget. Fangstutbyttet relatert til oppvandringsforhold for fisken og fiskeforholdene indikerer imidlertid at den oppvandrende bestanden av smålaks høyst sannsynlig var større i 2003 enn i 2005 og at denne forskjellen kan tilskrives andre forhold enn variasjon i vannføringssituasjonen i vassdraget under smoltutvandringen for disse årsklassene. Dette kan for eksempel ha vært smoltårgangenens størrelse (dvs antallet smolt), predasjonsintensiteten i fiskens sjøfase eller størrelsen på sjøbeskatningen.

6 Konklusjoner

- I undersøkelsen ble det lagt opp til å avfiske gode lokaliteter for produksjon av laks- og ørret-unger og mest mulig likhet i sammensetningen av bunnsubstrat og topografi for at dette i seg selv ikke skulle være en kilde til variasjon for fisketetthet og fiskevekst.
- Tettheten av ungfisk var for alle aldersgrupper dominert av laks. Blant parr eldre enn 0+ (årsyngel) utgjorde ørret 9 %. Dette gjenspeiles også i fangststatistikken som viser at Levangerelva er et laksevassdrag og at sjørret bare utgjør en mindre del av fangstene.
- Tettheten av ungfisk viste at produksjonsvilkårene i hovedelva nedenfor samløpet med Langåselva var betydelig dårligere enn i andre deler av vassdraget.
- Da forekomsten av ørretunger er minimal i hovedelva nedenfor samløpet med Langåselva, kan forskjellen i fisketetthet hos laksunger ikke forklares ved konkurranse mellom artene.
- Da det heller ikke er kjente forurensingskilder eller kjent at det har forekommet episodiske forurensingssituasjoner i denne delen av vassdraget, tyder resultatet derfor på at ungfiskbestanden i den delen av vassdraget som er underlagt vannføringsregimet fra Langåsfoss kraftverk (nedre halvdel av anadrom strekning i hovedelva samt Langåselva), har vært utsatt for en negativ påvirkning ved driften av kraftverket. Denne vurderingen styrkes ved at tettheten av fiskunger eldre enn 0+ også var svært lav på lokaliteten i Langåselva og betydelig lavere enn det som ble registrert på den samme lokaliteten i to ulike år på slutten av 1970-tallet.
- Både for årsyngel og eldre laks og ørret var det en klart økende tetthet på strekningen fra Hansfossen kraftverk og ned til samløpet med Langåselva. Da det heller ikke er kjente forurensingskilder eller kjent at det har forekommet episodiske forurensingssituasjoner i denne delen av vassdraget, tyder derfor resultatet på at ungfiskbestanden også i denne delen av vassdraget er berørt av reguleringen og at effekten er størst i områdene nærmest kraftverket.
- Dårligere vekst hos ungfisk i de øvre deler av vassdraget nær Hansfossen kraftverk styrker forklaringen om at vannføringsregimet ved kraftverket har en negativ effekt på fiskeproduksjonen.
- I løpet av perioden på ca tre år som det her er vurdert vannføringer, har det årlig vært flere vannføringsreduksjoner ved Hansfossen kraftverk av en karakter som kan ha medført stranding av fisk og tap av næringsdyr for fisk ved hyppig tørrlegging av elveleiet.
- Det kan ikke utelukkes at redusert fisketetthet og -vekst også kan være en effekt av kaldt vann tappet under sprangsjiktet i reguleringsmagasinene i fiskens vekstsesong. Spesielt gjelder dette for elva nedenfor Langåsfoss kraftverk som høyst sannsynlig har vanninntak under dette sjiktet de fleste somre.
- Det er et betydelig potensial til å produsere større mengder laksunger ved avbøtende tiltak. Vassdraget bør derfor følges opp med mer reguleringsspesifikke undersøkelser for å komme fram til gode tiltak, m.a. for å vurdere en egnet minstevannføring fra begge kraftverkene og drift av kraftverkene som reduserer stranding av fiskunger.

7 Referanser

- Arnekleiv, J. V., Koksvik J. I., Hvidsten, N. A. & Jensen, A. J. 1994. Virkninger av Bratsberg-reguleringen (Bratsberg kraftverk) på bunndyr og fisk i Nidelva, Trondheim (1982-1986). - Rapport Zoologisk serie 1994-7, Vitenskapsmuseet.
- Arnekleiv, J.V., Kjærstad, G., Rønning, L., Koksvik, J.I. & Urke, H.A. 2000. Fiskebiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-1999. Del I. Vassdragsregulering, hydrografi, bunndyr, ung-fisktettheter og smolt. - Vitenskapsmuseet, Rapport Zoologisk Serie, 2000, 3: 1-19.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - Hydrobiologia 173: 9-43.
- Bradford, M. J. 1997. An experimental study of stranding of juvenile salmonids on gravel bars and inside channels during rapid flow decreases. - Journal of Regulated Rivers 13: 395-401.
- Bradford, M. J., Taylor, G. C., Allan, A. & Higgins, P. 1995. An experimental study of the stranding of juvenile Coho salmon and rainbow trout during rapid flow decreases under winter condition. - North American Journal of Fisheries Management 15: 473-479.
- Brett, J.R., Shelbourn, J.E. & Shoop, C.T. 1969. Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size. - Journal of Fisheries Research Board of Canada 26: 2363-2394.
- Elson, P.F. 1957. The importance of size in the change from parr to smolt in Atlantic salmon. - Can. Fish. Cult. 21: 1-6.
- Elliott, J.M. 1975a. The growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on maximum rations. - Journal of Animal Ecology 44: 805-821.
- Elliott, J.M. 1975b. The growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on reduced rations. - Journal of Animal Ecology 44: 823-842.
- Forseth, T., Næsje, T. F., Jensen, A.J., Saksgård, L., Hvidsten, N.A. 1996. Ny forbitappingsventil i Alta kraftverk: betydning for laksebestanden. - NINA Oppdragsmelding 392: 1-28.
- Halleraker, J. H., Saltveit, S. J., Harby, A., Arnekleiv, J. V., Fjeldstad, H. P. and Kohler, B. 2003. Factors influencing stranding of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. - Journal of River Research and Application (19): 589-603.
- Halleraker, J.H., Johnsen B.O., Lund, R.A., Sundt, H., Forseth T. og Harby, A. 2005. Vurdering av stranding av ungfisk i Surna ved utfall av Trollheim kraftverk i august 2005. - SINTEF rapport TR A6220: 1-37.
- Harby, A., K. Alfredsen, J.V. Arnekleiv, Flodmark, L.E.W., Halleraker, J.H., Johansen, S., Saltveit, S.J. 2004. Raske vannstandsendringer i elver - Virkninger på fisk, bunndyr og begroing. - SINTEF TR A5932.
- Heggberget, T. G. 1997. Fiskebestanden i Jølstra etter utbygging av Brulandsfoss. - NINA notat til Sunnfjord heradsrett.
- Hunter, M. A. 1992. Hydropower flow fluctuations and salmonids: A review of the biological effects, mechanical causes, and options for mitigation. - State of Washington Department of Fisheries Technical report 119: 1-46.

Hvidsten, N.A. 1985. Mortality of presmolt Atlantic salmon and brown trout caused by fluctuating water levels in the regulated river Nidelva, central Norway. - Journal of Fish Biology 27: 711-718.

Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. og Forseth, T. 2004. Orkla - et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 1997-2002. - NINA Fagrapport 079. 96pp.

Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1988. The effect of river flow on the results of electrofishing in a large Norwegian salmon river. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 23: 1724-1729.

Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Møkkelgjerd, P.I. 1993. Sjøaure og laks i Aurlandsvassdraget 1911-92. - NINA Forskningsrapport 48. 31pp.

Jensen, A.J., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O. & Lund, E. 2003. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport 2002. - NINA Oppdragsmelding 781: 1-36.

Johnsen, B.O. & Hvidsten, N.A. 2004. Krav til vannføring i sterkt regulerte småvassdrag. - Norges vassdrags- og energidirektorat, Rapport nr. 4-2004. 68s.

Jonsson, B. 1985. Life history patterns for freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway. - Transaction of the American Fisheries Society 114: 182-194.

Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen L.P. 1998. Long-term study of the ecology of wild Atlantic salmon smolts in a small Norwegian river. - Journal of Fish Biology 52: 638-650.

Kaasa, H. 2002. Vurdering av Brulandsfoss kraftstasjon sin verknad på fiskebestanden i Jølstra. - Rapport utarbeid for overskjønn i Gulating lagmannsrett.

Lund, R.A. and Heggberget, T.G. 1985. Growth analysis of presmolt Atlantic salmon, *Salmo salar* L., at three sections of a small Norwegian stream. - Holarctic Ecology 8: 299-305.

Lund, R.A., Johnsen, B.O. og Fiske, P. 2005. Fiskebiologiske undersøkelser i Surna 2002-2004. - NINA Rapport 54. 86pp.

Monk, C.L. 1989. Factors that influence stranding of juvenile chinook salmon and steelhead trout. - Thesis Master of science. University of Washington, Washington. 81pp.

Raddum G.G., Fjellheim, A., Barlaup, B. & Åtland, Å. 1991. Undersøkelser av bunndyr i Aurlandsvassdraget: En sammenligning av forholdene før og etter utbygging. - LFI. Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen. Rapport nr. 70: 70s + tabeller.

Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V. and Harby, A. 2001. Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. - Regulated Rivers 17: 609-622.

Symons, P.E.K. 1979. Estimated escapement of Atlantic salmon for maximum smolt production in rivers of different productivity - Journal of Fisheries Research Board of Canada 36: 132 -140.

Ugedal, O., Koksvik, J.I., Reinertsen, H., Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Saksgård, L. & Blom, H.H. 2002. Biologiske undersøkelser i Altaelva 2001. - Altaelva - Rapport nr. 20. Statkraft Grøner. 74 s.

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

NINA Rapport 134

ISSN: 1504-3312

ISBN: 82-426-1683-3



Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: 9500 37 687

<http://www.nina.no>