

019

Oppgang av ørret i fisketrappa i
Hunderfossen 1983-1990 i forhold
til vannføring og vanntemperatur

Arne J. Jensen
Per Aass

forskningsrapport



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Oppgang av ørret i fisketrappa i Hunderfossen 1983-1990 i forhold til vannføring og vanntemperatur

Arne J. Jensen
Per Aass

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

NINAs publikasjoner

NINA utgir seks ulike faste publikasjoner:

NINA Forskningsrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, i den hensikt å spre forskningsresultater fra institusjonen til et større publikum. Forskningsrapporter utgis som et alternativ til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe mm. gjør dette nødvendig.

NINA Utredning

Serien omfatter problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, litteraturstudier, sammenstilling av andres materiale og annet som ikke primært er et resultat av NINAs egen forskningsaktivitet.

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. Opplaget er begrenset.

NINA Notat

Serien inneholder symposie-referater, korte faglige redegjørelser, statusrapporter, prosjektskisser o.l. i hovedsak rettet mot NINAs egne ansatte eller kolleger og institusjoner som arbeider med tilsvarende emner. Opplaget er begrenset.

NINA Temahefter

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

NINA Fakta-ark

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.

Jensen, A.J. & Aass, P. 1991

Oppgang av ørret i fisketrappa i Hunderfossen 1983-1990 i forhold til vannføring og vanntemperatur

NINA forskningsrapport 19: 1-27

Trondheim, juni 1991

ISSN 0802-3093

ISBN 82-426-0163-1

Klassifisering av publikasjonen:

Norsk: Ørret, oppvandring i elv

Engelsk: Brown trout, upward migration

Rettighetshaver ©:

NINA Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon: Bror Jonsson

NINA, Trondheim

Design og layout:

Eva M. Schjetne

Kari Sivertsen

Alfhild M. Borgen

Tegnekontoret NINA

Sats: NINA

Trykk: BJÆRUM Trykkeri as

Opplag: 200

Trykt på 100% resirkulert papir!

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

N-7004 Trondheim

Tel: (07) 58 05 00

Referat

Jensen, A.J. & Aass, P. 1991. Oppgang av ørret i Hunderfossen 1983-1990 i forhold til vannføring og vanntemperatur. - NINA Forskningsrapport 19: 1-27.

Oppvandringen av ørret i fisketrappa i Hunderfossen i Gudbrandsdalslågen i perioden 1983 til 1990 er vurdert i forhold til vannføring og vanntemperatur. Oppvandringen varer normalt fra slutten av juni til slutten av oktober. Den viktigste oppvandringsperioden er august og første halvdel av september.

Vannføringen har stor innvirkning på oppvandringen, idet både stor og liten vannføring begrenser oppgangen i trappa. Vanntemperaturen har mindre betydning. Når vannføringen blir større enn ca. $150 \text{ m}^3/\text{s}$ over dammen i Hunderfossen, stopper oppgangen av ørret i fisketrappa. Vannføringer større enn dette forekommer ofte i juni, juli og august, og oppvandringen blir derfor sterkt forsinket i vannrike år. Ved vannføringer lavere enn $20 \text{ m}^3/\text{s}$ har de største ørretene problemer med å gå opp trappa i Hunderfossen, og når vannføringen er lavere enn $10 \text{ m}^3/\text{s}$ har alle størrelsesgrupper av ørret vanskeligheter.

Dersom det konstant slippes bare minstevannføring over dammen i august-september, vil endel fisk bli stående i kulpen under trappa til tross for at de forsøker å komme opp. Produksjonsmessig er dette uheldig, men kan rettes på ved å slippe lokkeflommer med jevne mellomrom. I et framtidig manøvreringsreglement bør det tas med muligheter for å slippe lokkeflommer i vannfattige år.

Emneord: Gudbrandsdalslågen - Hunderfossen - ørret - gytevandring

Arne J. Jensen, NINA, Tungasletta 2, N-7004 Trondheim
Per Aass, Zoologisk Museum, Sarsgt. 1, 0562 Oslo 5

Abstract

Jensen, A.J. & Aass, P. 1991. Ascent of brown trout spawners, *Salmo trutta* L., in the waterfall Hunderfossen 1983-1990, correlated with river flow and water temperature. - NINA Forskningsrapport 19: 1-27.

The ascent of brown trout in the fish ladder in the Hunderfossen waterfall in Gudbrandsdalslågen in the period 1983-1990, was correlated with river flow and water temperature. Ascent takes place from the last days of June to the final days of October. The main period is in August and the first half of September.

The water flow is important for ascent, which is prevented both when flow levels are too high or too low. Water temperature is, however, of lesser importance. When water flow over the dam at Hunderfossen exceeds about $150 \text{ m}^3/\text{s}$, the ascent in the fish ladder stops. Higher discharges than this occur frequently in June and July, and therefore the ascent of brown trout is often delayed. Also at water flows lower than $20 \text{ m}^3/\text{s}$ it is difficult for large trout ($> 80 \text{ cm}$) to pass the fish ladder, and when the water flow is below $10 \text{ m}^3/\text{s}$, ascent is difficult for all size groups of trout.

The river is regulated for hydropower purposes. We recommend that freshets are released at intervals in low water years.

Key words: brown trout - ascent - water flow - water temperature

Arne J. Jensen, NINA, Tungasletta 2, N-7004 Trondheim, Norway
Per Aass, University of Oslo, Zoological Museum, Sarsgt. 1, 0562 Oslo 5, Norway

Forord

I september 1990 ble Per Aass, Zoologisk Museum, Oslo og Arne Jensen, NINA forespurt av Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Oppland om i fellesskap å bearbeide og behandle statistisk de data som finnes om oppgang av ørret i Hunderfossen. Det foreligger daglige tellinger av oppvandrende ørret i Hunderfossen gjennom 25 år (1966-1990). I samme periode er også vannføring og vanntemperatur målt. Formålet med undersøkelsen er å se om det finnes noen sammenheng mellom oppvandring av Hunderørret og vannføring/vanntemperatur. Det er nå nedsatt et utvalg som skal vurdere vannføringsreglementet for Hunderfossen. Resultatene i denne rapporten bør tas med i vurderingen.

Trondheim, juni 1991

Arne Jensen

Per Aass

Innhold

Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	5
2 Reguleringer	6
3 Metoder og materiale	7
4 Resultater	9
4.1 Oppvandring av ørret i fisketrappa de enkelte år	9
4.2 Oppvandring gjennom sesongen - samlet vurdering	15
4.3 Oppvandring i forhold til fiskestørrelse	16
4.4 Oppvandring i forhold til kjønn	17
4.5 Oppvandring av villfisk i forhold til utsatt fisk	19
4.6 Oppvandring i forhold til total vannføring i Lågen	19
4.7 Oppvandring i forhold til vannføring over dammen	21
4.8 Oppvandring ved minstevannføring over dammen	22
4.9 Oppvandring i forhold til vanntemperatur	23
4.10 Hvilke faktorer er viktigst for oppvandringen? Multipel regresjonsanalyse	23
5 Diskusjon	25
6 Litteratur	26

1 Innledning

Hunderørreten er en storvokst type innlandsørret som vandrer mellom gyte- og yngelområdet i de nedre deler av Gudbrandsdalslågen og ernæringsområdene i Mjøsa (Aass et al. 1989). Gytevandringene skjer i juli-september, mens smolten går ut i Mjøsa i mai-juni etter 3 til 5 år på elv. Oppvandringen stopper hovedsakelig ved Hunderfossen. Dette skyldes i dag Hunderfossdammen, men også tidligere kan Hunderfossen ha vært et betydelig vandringshinder. I forbindelse med bygging av kraftverket ble det i 1966 laget en fisketrapp i Hunderfossen. All fisk som har gått trappa, årlig mellom 75 og 515 ørret, er blitt registrert. I denne rapporten har vi sammenlignet oppgang av ørret i trappa med vannføring og vanntemperatur.

Det er en rekke faktorer som innvirker på laksefiskenes trang til å vandre oppover et vassdrag. Den dominerende faktoren i de fleste situasjoner synes å være vannføringen, og da helst endringer i vannføring. Men uheldige temperatur- og lysforhold kan modifisere eller stoppe oppvandringen til tross for gunstige vannføringsforhold. Andre faktorer som er nevnt er vannkvalitet og generelle vær- og vindforhold (Banks 1969).

De samme faktorene virker inn når fisken skal passere ei fiske-trapp. I Norge finnes det i dag ca. 400 fisketrapper. De fleste er bygget for laks og sjørret, mens 52 trapper er bygget i vassdrag med innlandsfisk, vesentlig for ørret og harr (Anon. 1990).

En nylig undersøkelse viste at halvparten av landets fisketrapper ikke fungerer eller fungerer dårligere enn ønskelig (Anon. 1990). Omkring 100 fisketrapper kan bringes i produksjon ved at manglende vedlikehold utføres. For de øvrige trappene, som teknisk er i orden, er munningsproblemer og bestandsmessige forhold årsaken til manglende virkning.

Grande (1983) diskuterte hvorfor noen fisketrapper virker og andre ikke, og listet opp fem faktorer som er avgjørende:

1. Tilstrekkelig antall vandringsvillige fisk må være tilstede i vassdraget.
2. Vanntemperatur og vannføring må være gunstige for fiskeoppgang.
3. Trappa må være riktig plassert.
4. Riktig utforming av trappekonstruksjon, munning og vanninntak.
5. Tilsyn, pass, stell og drift av fisketrapper. Det er viktig med systematiske observasjoner slik at en finner fram til under hvilke forhold ei trapp virker eller ikke.

Det er investert betydelige midler i bygging av fisketrapper i Norge, men en del av disse trappene fungerer likevel dårlig. Det er gjort få systematiske observasjoner for å finne fram til under hvilke forhold ei trapp fungerer, og ingen gjelder innlandsørret. Fra Hunderfossen foreligger det imidlertid et stort materiale systematisk innsamlet gjennom en årrekke. I denne rapporten har vi vurdert dette materialet og analysert faktorer som kan påvirke fiskeoppgangen. Det er nå nedsatt et utvalg som skal vurdere vannføringsreglementet for Hunderfossen. Resultatene som vi har kommet fram til bør tillegges vekt ved vurderingen.

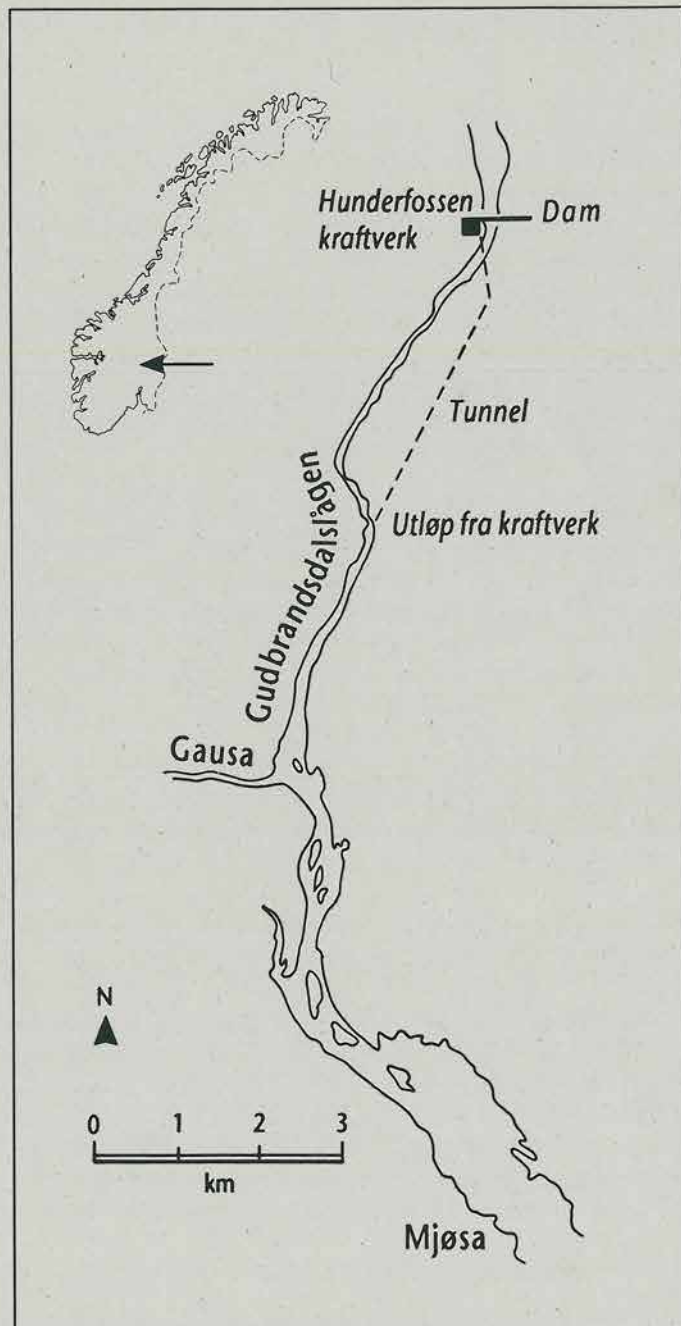
2 Reguleringer

Gudbrandsdalslågen har i vel 70 år vært påvirket av reguleringer og utbygginger. Aursjøen i Skjåk ble regulert knappe 2 m i 1919. Senere er denne reguleringen økt til 12,5 m. I 1933 ble Bygdin regulert, og senere har ytterligere 15 vann blitt regulert. Pr. dato er det magasinivolum på 1107 millioner m^3 ovenfor Hunderfossen (Aass 1990). Allerede i 1856 ble Mjøsa permanent hevet 2,3 m over lawannstand. Dette skjedde av hensyn til båttrafikken på Mjøsa. I forhold til denne vannstanden er Mjøsa senere blitt hevet 3 ganger; i 1912, 1940 og 1965. Samlet reguleringshøyde er 3,61 m. For næringsnettet der Hunderørreten er toppredator, har Mjøsreguleringene antagelig hatt liten betydning.

Av inngrepene i vassdraget er det utbyggingen av Hunderfossen som har hatt størst betydning for Hunderørreten. Byggingen startet i 1961 og kraftverket stod ferdig i 1964. Verket utnytter et fall på 46 m, og vannet føres tilbake til elva 4,4 km nedenfor fossen (**figur 1**). Ved samløpet er det foretatt utgravinger av elvebunnen for å hindre oppstuvning av vann. Når kraftverket går for fullt, går det 300 m^3/s gjennom turbinene. Når vannføringen overskrider 300 m^3/s , går det overskytende over Hunderfossdammen. Dette hender regelmessig vår og høst, og enkelte ganger også om sommeren. Ellers renner det en regulert minstevannføring i elveleiet mellom dammen og tunnelutløpet. Denne vannføringen varierer fra 1,8 m^3/s om vinteren til 20 m^3/s i halvannen måned om sommeren (**tabell 1**). Ved stor vannføring demmer Hunderfossdammen opp elva 6 m, dvs. opp til foten av Hovdefossen nedenfor Losna.

Tabell 1. Manøvreringsreglement for minstevannføring nedenfor Hunderfossen. - Manipulation of lowest water levels below Hunderfossen.

Periode Period	Vannføring Water flow (m^3/s)
01.07-15.07	15,0
16.07-01.09	20,0
02.09-10.09	15,0
11.09-20.09	10,0
21.09-30.09	5,0
01.10-30.06	1,8



Figur 1

Nedre del av Gudbrandsdalslågen, med Hunderfossen, kraftstasjonen og avløpstunnelen fra kraftstasjonen inntegnet. - Map of the lower part of Gudbrandsdalslågen indicating the waterfall Hunderfossen, the power station and the outlet from the power station.

3 Metoder og materiale

All ørret som vandrer opp fisketrappa i Hunderfossen blir holdt tilbake i ei fella i fisketrappa. Fisken blir bedøvet, veid, målt og kjønnsbestemt. Det blir dessuten tatt skjellprøve av hver fisk for aldersbestemmelse. Til slutt blir fisken merket og flyttet over til en dam hvorfra den kan vandre videre når den selv ønsker. Hele prosessen tar noen få minutter pr. fisk.

Fisketrappa og -fella kom i drift sommeren 1966. Siden da har all oppgang av fisk blitt registrert. I denne rapporten er materialet fra 1983 til 1990 behandlet.

I 1989, 1990 og deler av 1988 ble fella kontrollert daglig fra 1. juni til 31. oktober. De øvrige år ble den kontrollert på ukedagene mandag til fredag i samme periode. I den perioden fella ikke ble kontrollert i helga og det var fisk i fella på mandag, har vi fordelt fangsten likt mellom lørdag, søndag og mandag. I oversiktsfigurene for de enkelte år (**figur 3-10**) er likevel fangsten tegnet inn på den dagen fella ble kontrollert.

Fisken ble delt inn i fire lengdegrupper for å teste om forskjellige størrelsesgrupper av fisk vandret opp trappa til forskjellig tid. De fire lengdegruppene er: mindre enn 60 cm, mellom 60 og 70 cm, mellom 70 og 80 cm, og større enn 80 cm.

Hunderfossen kraftverk har pålegg om å sette ut ungfisk av ørret i Lågen for å bøte på rekrutteringsskader etter kraftutbyggingen. Etter pålegget skal det årlig settes ut 15 000 ungeenheter (Aass 1990). Alle ørretungene er blitt merket. De fleste er merket ved avklipping av fettfinnen, men et betydelig antall er blitt merket med nummererte ryggmerker (Carlin-merker). I oppgangsfella kontrolleres hver fisk, og det skilles mellom villfisk og utsatt fisk.

Vanntemperaturen er målt daglig i perioden juni-oktober 1983-1990 i Lågen like ovenfor Hunderfossen (**figur 2**). Dessuten er vannføringen over dammen i Hunderfossen og gjennom kraftverket notert daglig. Summen av disse målingene representerer total vannføring i Lågen nedenfor utløpet av kraftverket. I de fleste tilfellene ble ikke vannføringen avlest på lørdager. Vi har for disse dagene benyttet interpolerte verdier mellom fredag og søndag.

Fella ble vanligvis tømt på formiddagen (kl. 9-12). Det finnes få opplysninger om når på døgnet ørreten vandrer oppover fiske-trapper. Fra Sjurhaugfossen i Lærdalselva er det kjent at sjøørreten vandrer mest om ettermiddagen med en topp mellom kl. 15 og 18. Lavest er oppgangen i perioden kl. 03-10 (Larsen et al.

1988). Hvis Hunderørreten har samme oppgangsmønster som sjøørreten i Lærdalselva, har de fleste fiskene som registreres i fella om formiddagen gått opp foregående kveld. Ved alle beregninger har vi derfor benyttet data for vannføring og vanntemperatur som ble målt dagen før fisken ble registrert i fella.

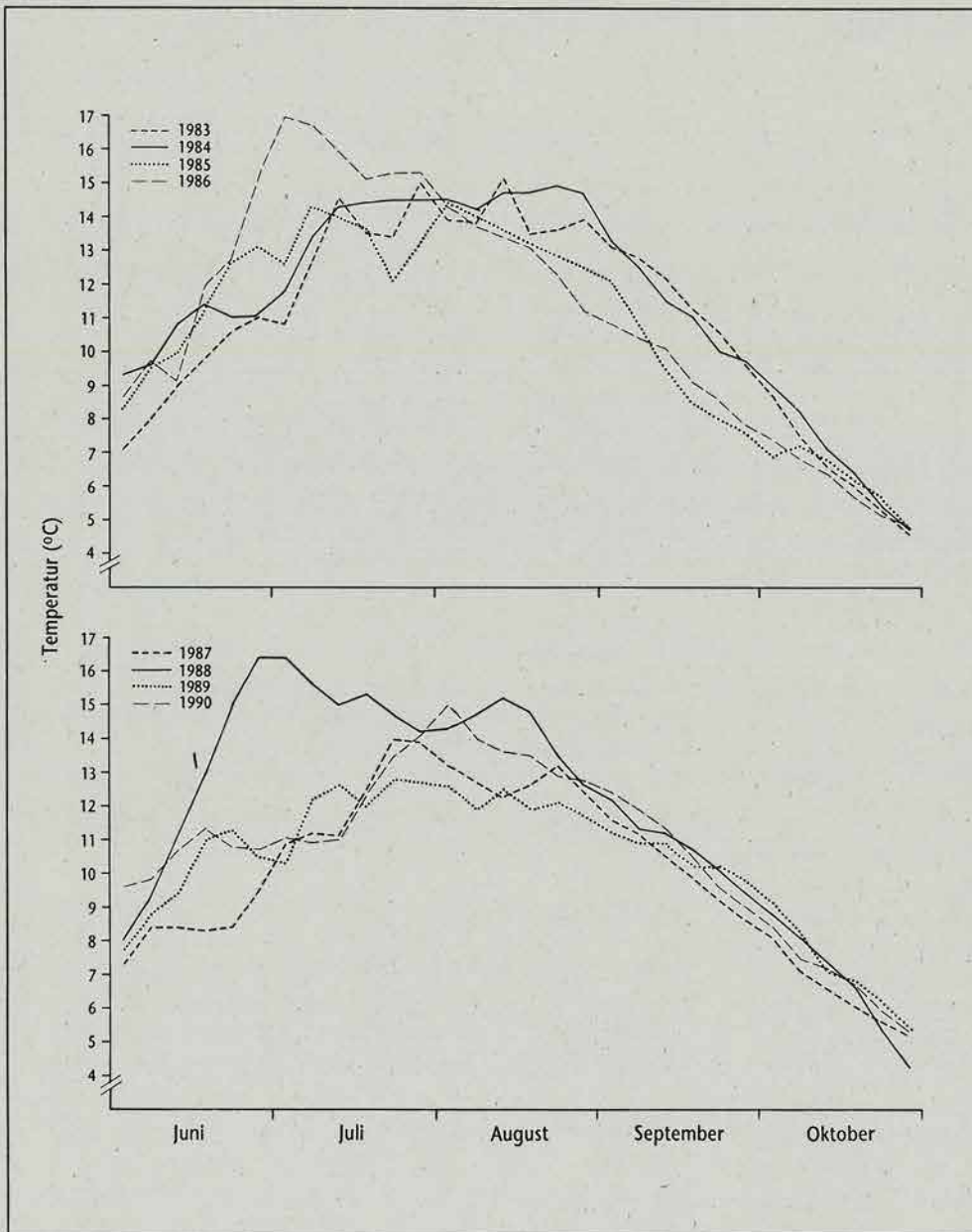
Oppgangen av ørret i fisketrappa i Hunderfossen i perioden 1983-1990 er analysert i forhold til vannføring og vanntemperatur. Vi ønsket å teste hvilken av disse to faktorer det er som har størst innvirkning på oppgangen. Til dette benyttet vi statistikk-pakken SPSS/PC+ og multipl regressjonsanalyse.

Følgende forhold ble vurdert i analysen:

1. Vannføring over dammen
2. Endring i vannføring over dammen fra foregående dag
3. Total vannføring (nedenfor utløpet av kraftverket)
4. Endring av total vannføring fra foregående dag
5. Vannføring gjennom kraftverket
6. Endring av vannføring gjennom kraftverket fra foregående dag
7. Vanntemperatur
8. Endring av vanntemperatur fra foregående dag
9. Oppgang gjennom sesongen (representert ved dagnummer, der 1. juni er dag nr. 1, osv.).

Ved analysen ble bare faktorer som hadde signifikant innflytelse på oppvandringen av ørret ($p < 0,05$) plukket ut.

Regresjonsanalysen ble utført bare for den perioden av sommeren da oppgangen av ørret normalt er best (1. august - 20. september). I perioder med høy vannføring har ørreten store problemer med å finne inngangen til fisketrappa i Hunderfossen (se resultatkapitlet). De periodene da vannføringen over dammen var høyere enn $150 \text{ m}^3/\text{s}$ er derfor utelatt fra analysen.



Figur 2

Vanntemperaturer målt i Gudbrandsdalslågen ved Hunderfossen, juni-oktober 1983-1990. -
Water temperatures measured in Lågen at Hunderfossen, June-October 1983-1990.

4 Resultater

4.1 Oppvandring av ørret i fiske-trappa de enkelte år

Oppgangen av ørret startet til noe forskjellig tid fra år til år. Enkelte år ble de første fiskene registrert i trappa allerede i slutten av juni, mens det i andre år ikke kom fisk før i august. Opp-

gangen av fisk varte oftest til i midten av oktober. Det ble årlig registrert mellom 151 og 349 ørret i trappa i perioden 1983-1990 (**tabell 2**). Flest fisk (349) ble observert i 1990, og færrest fisk (151) i 1986.

1983

I juni og det meste av juli 1983 var vannføringen for stor til at det gikk opp ørret i fisketrappa. I en periode med noe redusert

Tabell 2. Oppgangen av ørret i fisketrappa i Hunderfossen 1966-1990. - Trout ascending through the fish ladder at Hunderfossen 1966-1990

År	Total oppgang	Villfisk	Utsatt fisk	Utsatt fisk i % av total
Year	Total ascent	Wild fish	Stocked fish	Stocked fish as a percentage of the total
1966	515	515		
1967	389	389		
1968	320	319	1	0,3
1969	239	237	2	0,8
1970	173	169	4	2,4
1971	135	131	4	3,0
1972	144	139	5	3,5
1973	169	165	4	2,4
1974	155	125	30	19,4
1975	174	129	45	25,9
1976	150	112	38	25,3
1977	75	58	17	22,7
1978	83	56	27	32,5
1979	244	166	78	32,0
1980	128	71	57	44,5
1981	161	123	38	23,6
1982	131	86	45	34,3
1983	155	106	49	31,6
1984	172	129	43	25,0
1985	229	144	85	37,1
1986	151	93	58	38,4
1987	193	117	76	39,4
1988	321	186	135	42,1
1989	216	92	124	57,4
1990	349	149	200	57,3

vannføring de første dagene av juli passerte imidlertid seks fisk fella (**figur 3**). Total vannføring i Lågen (nedenfor utløpet av kraftstasjonen) var da ca. 450 m³/s, og vannføringen over dammen var en kort periode nede i 169 m³/s. Vanntemperaturen var 10,9 °C da første fisk ble registrert.

En ny flomtopp midt i juli hindret videre oppgang, men etter at denne kulminerte ble det regelmessig registrert fisk resten av sommeren. Fra 9. august ble det kjørt på minstevannføring over dammen. Også på minstevannføringen var det en jevn oppgang av ørret til midt i september. Etter denne tid ble oppvandrende fisk vesentlig registrert i forbindelse med småflommer over dammen.

1984

I 1984 ble første ørret registrert i trappa på synkende vannføring den 29. juni (**figur 4**). Total vannføring og vannføring over dammen var henholdsvis 308 og 10 m³/s, og vanntemperaturen var 10,9 °C. To nye flomtopper (midt i juli og først på august) var store nok til at oppvandringen av fisk stoppet opp. Forøvrig var det en jevn oppgang av ørret i trappa utover sommeren.

1985

I 1985 var oppgangen av ørret i trappa svært sen. De første fiskene ble registrert 5. august (**figur 5**). Vannføringen hadde vært høy i hele juli, og dette synes å være årsaken til den sene oppvandringen. I dagene før 5. august sank vannføringen kraftig. Totalvannføringen var denne dagen nede i 317 m³/s, mens det gikk minstevannføring (20 m³/s) over dammen. Vanntemperaturen var 14,2 °C. En kortvarig flom midt i august stoppet oppgangen, men da flommen hadde gitt seg, gikk hele 96 ørret opp trappa i løpet av fire dager. I august og september 1985 var vannføringen over dammen oftest høyere enn minstevannføring, men likevel ikke så høy at oppgangen i trappa ble hindret.

1986

I 1986 kulminerte vårflommen tidlig, og allerede i slutten av juni var vannføringen tilstrekkelig lav til at ørret kunne passere fiske-trappa. De første fiskene ble registrert 30. juni (**figur 6**). Vannføringen over dammen var 31 m³/s, totalvannføringen var 331 m³/s, og vanntemperaturen var så høy som 16,4 °C.

Hele sommeren var det lite vann i elva, og i siste halvdel av juli synes det som om vannføringen var for liten til at det gikk opp fisk fra Mjøsa. Totalvannføringen var da omkring 200 m³/s. Dette bedret seg da det kom en liten flom først på august, og en jevn oppgang ble registrert videre utover sommeren. Det totale

antallet fisk som ble registrert i fella i 1986 (151) var imidlertid det laveste i de 8 årene som er tatt med i denne rapporten (**tabell 2**).

1987

Lågen var vannrik i juni og juli 1987. Bare i en kort periode midt i juli var vannføringen lav nok til at det gikk ørret opp trappa (**figur 7**). Over dammen gikk det da 100-150 m³/s, mens total vannføring i Lågen var 400-450 m³/s. Vanntemperaturen var 10,8 °C da første fisk ble registrert.

Etter en ny flomtopp i slutten av juli ble det jevnlig registrert fisk i trappa i hele august og halve september. Etter 15. september ble det imidlertid nærmest full stopp i oppvandringen av fisk. Totalt ble bare 4 fisk fanget etter denne datoen, til tross for at vannføringsforholdene syntes tilfredsstillende.

1988

I 1988 kulminerte vårflommen tidlig, og vannføringen sank jevnt i hele juni. De første fiskene i fella ble registrert 27. juni (**figur 8**), og dette er det tidligste av de 8 årene som er tatt med i denne rapporten. Vannføringen over dammen var da kommet ned i 129 m³/s, og total vannføring var 429 m³/s. Vanntemperaturen var 15,6 °C.

Utover sommeren var det flere flomperioder. Unntatt i ett tilfelle kom det ikke fisk opp trappa i disse flomperiodene, men mellom flommene var oppgangen betydelig. Unntaket ble registrert 5. september, da 14 ørreter ble funnet i fella. Dette var en mandag, og fella hadde ikke vært kontrollert siden fredag. Mandag 5. september gikk det 862 m³/s over dammen, mens vannføringen bare var 100 m³/s fredagen før. Det er derfor sannsynlig at ørretene gikk inn i trappa mens vannføringen ennå var moderat.

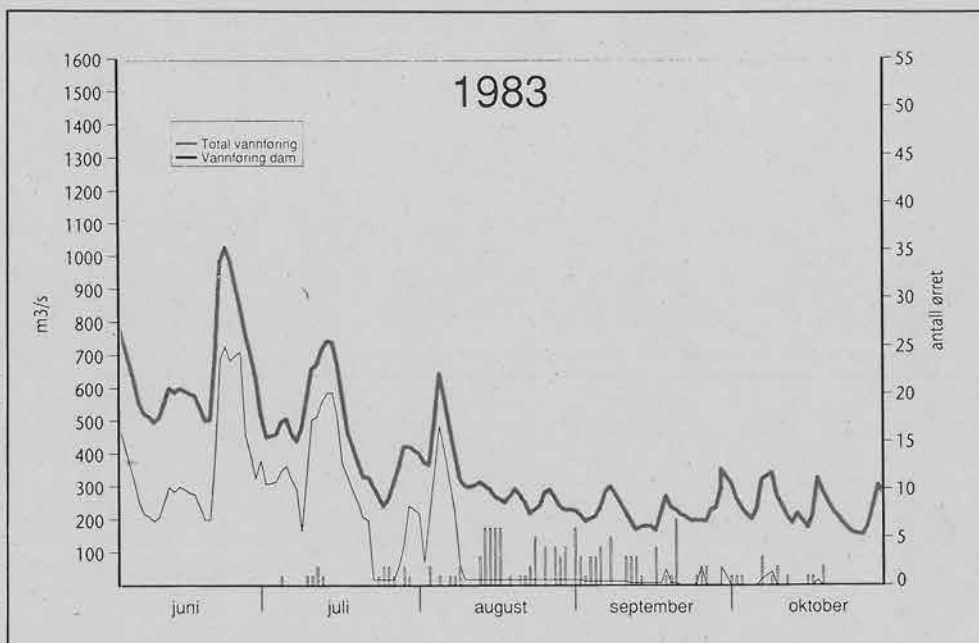
Utenom flomperiodene var det jevn oppvandring av ørret i trappa helt til i begynnelsen av oktober.

1989

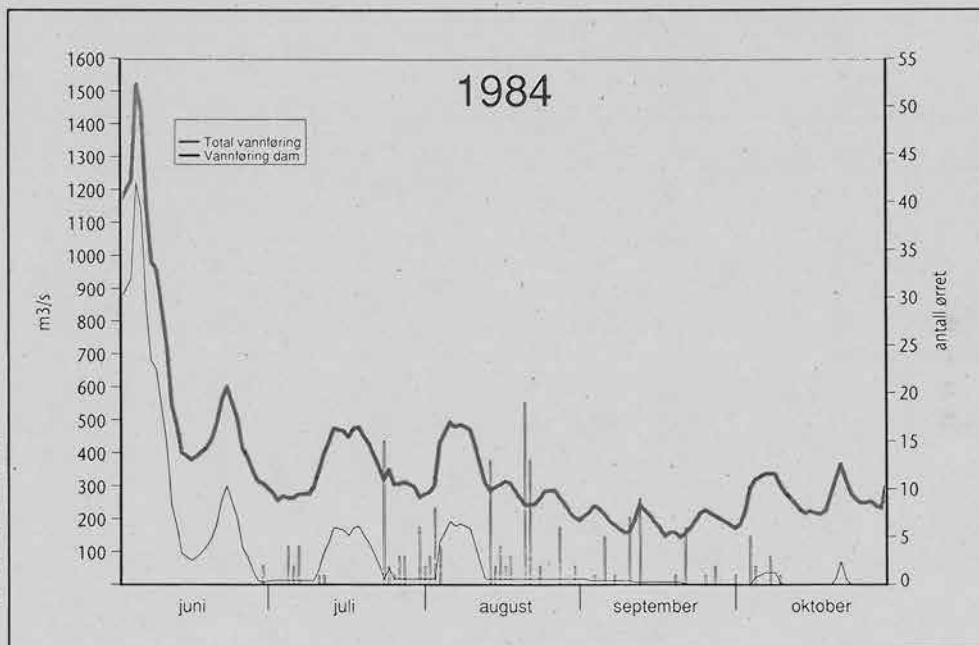
Det var svært stor vannføring i Lågen i hele juni, juli og august 1989, og med unntak av noen få fisk i slutten av juli ble det ikke registrert fangst i fella før helt i slutten av august (**figur 9**). Ørretene som gikk opp trappa i juli gjorde dette mens totalvannføringen i en kort periode var nede i under 300 m³/s, og det gikk minstevannføring over dammen (20 m³/s). Vanntemperaturen var 12,0 °C.

Figur 3

Vannføring over Hunderfosdammen, total vannføring nedenfor utløpet av kraftverket og daglige registreringer av ørret i fisketrappa i Hunderfossen, juni-oktober 1983. - Water flow over the dam at Hunderfossen, total water flow below the outlet of the power station and daily recording of fish in the fish ladder at Hunderfossen, June-October 1983.

**Figur 4**

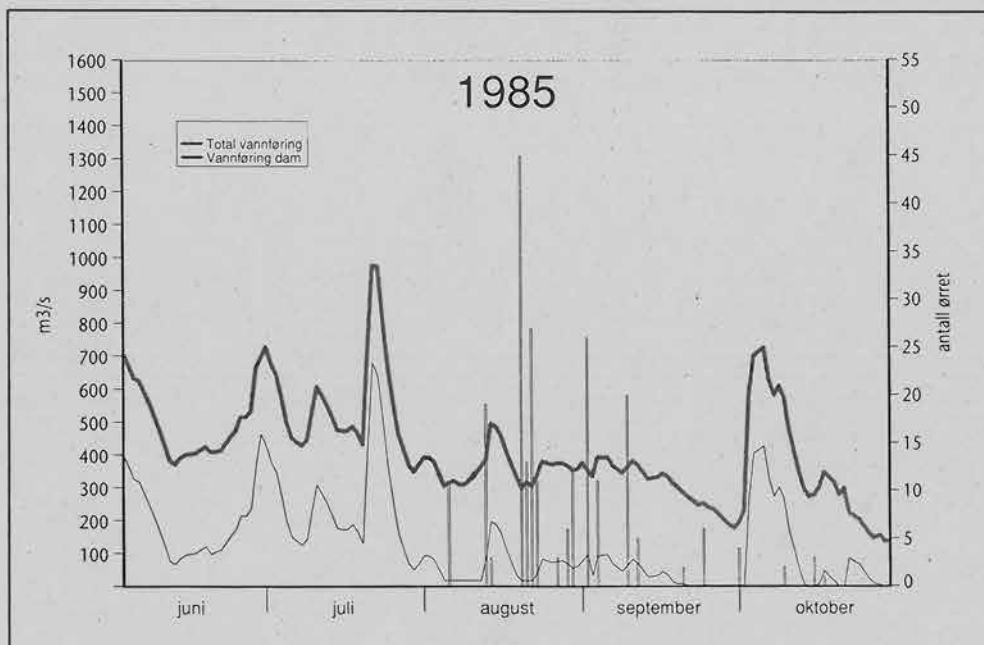
Vannføring over Hunderfosdammen, total vannføring nedenfor utløpet av kraftverket og daglige registreringer av ørret i fisketrappa i Hunderfossen, juni-oktober 1984. - Water flow over the dam at Hunderfossen, total water flow below the outlet of the power station and daily recording of fish in the fish ladder at Hunderfossen, June-October 1984.



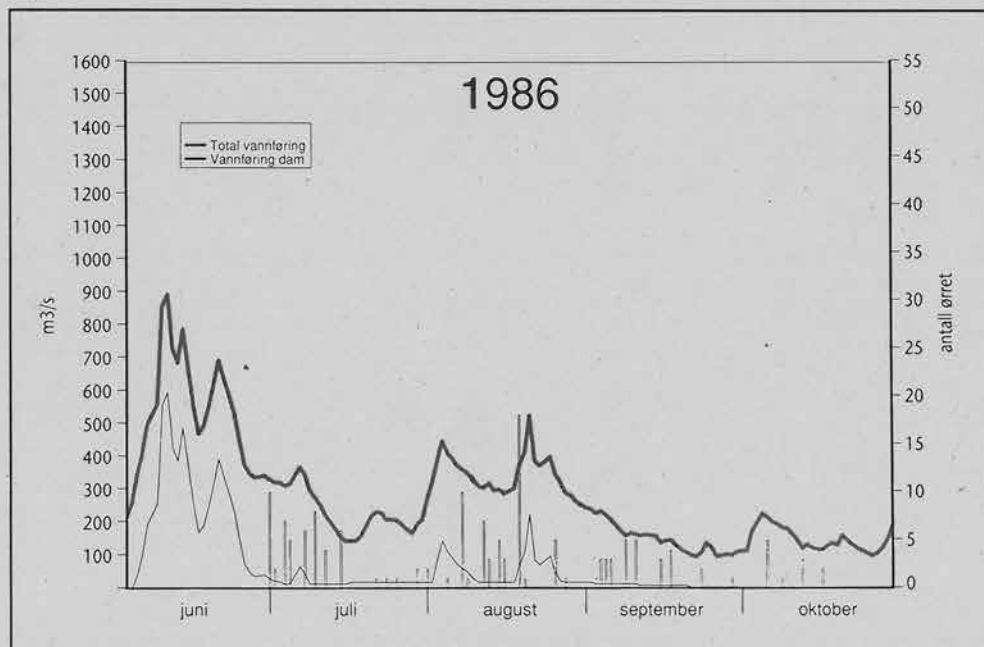
I hele september var det svært god oppgang av ørret, til tross for at det i lange perioder rant minstevannføring over dammen.

1990

Også i 1990 ble oppgangen av ørret sterkt forsinket på grunn av svært stor vannføring i hele juni og juli. Etter en brå nedgang i vannføringen ble de fire første ørretene fanget i fisketrappa 10.

**Figur 5**

Vannføring over Hunderfosdammen, total vannføring nedenfor utløpet av kraftverket og daglige registreringer av ørret i fisketrappa i Hunderfossen, juni-oktober 1985. - Water flow over the dam at Hunderfossen, total water flow below the outlet of the power station and daily recording of fish in the fish ladder at Hunderfossen, June-October 1985.

**Figur 6**

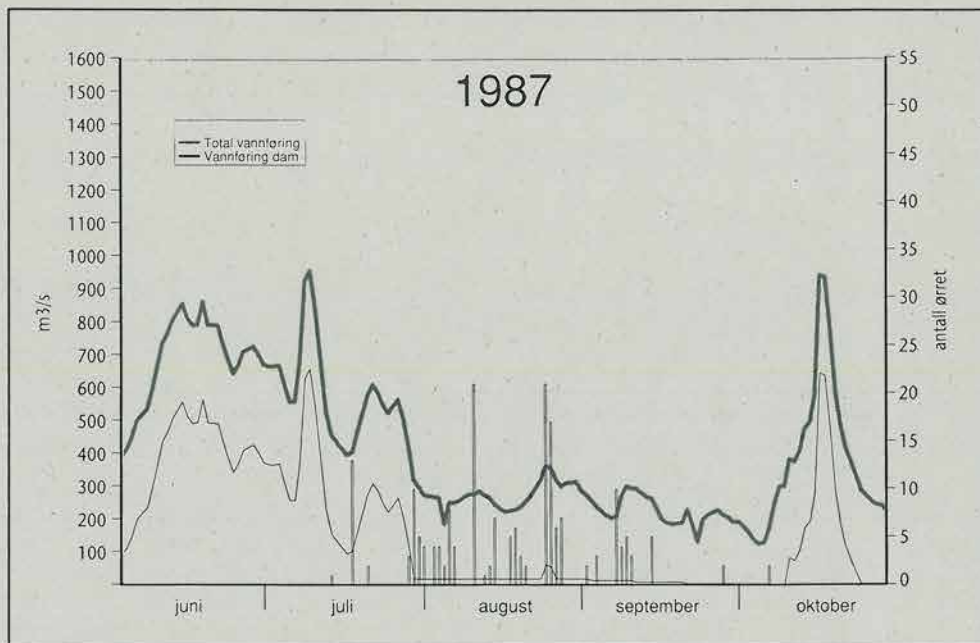
Vannføring over Hunderfosdammen, total vannføring nedenfor utløpet av kraftverket og daglige registreringer av ørret i fisketrappa i Hunderfossen, juni-oktober 1986. - Water flow over the dam at Hunderfossen, total water flow below the outlet of the power station and daily recording of fish in the fish ladder at Hunderfossen, June-October 1986.

august. Totalvannføringen var da kommet ned i 419 m³/s, mens det over dammen gikk 139 m³/s. Vanntemperaturen var 13,9 °C. I påfølgende uke gikk hele 124 ørreter opp trappa (**fig. 10**).

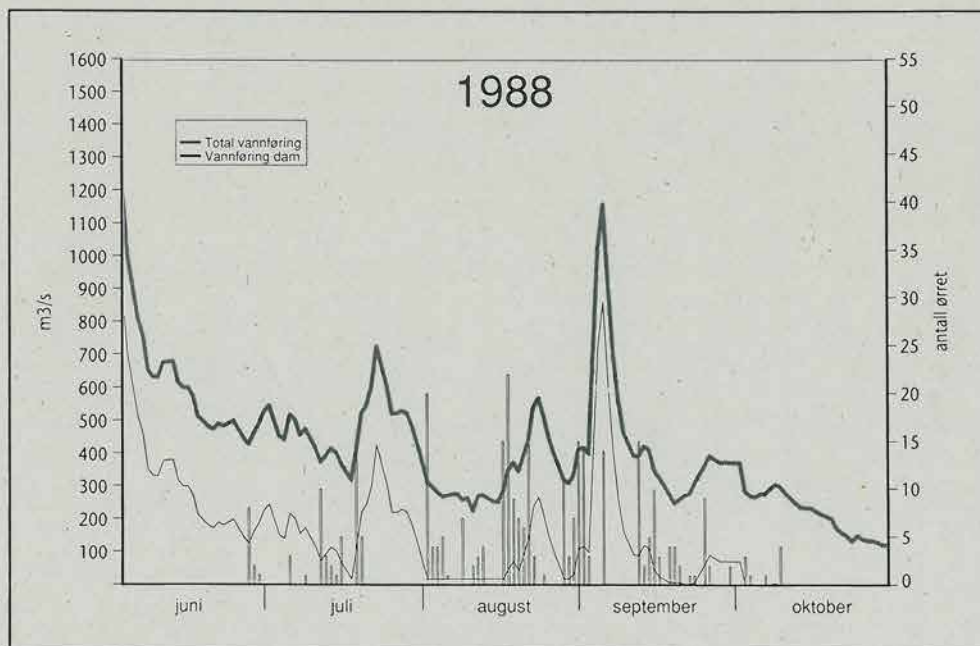
I resten av august og det meste av september var det god oppvandring av ørret i trappa, med unntak av to korte perioder da nye flomtopper hindret oppgangen. Totalt ble det registrert 349 ørreter i trappa i 1990, og dette er det høyeste tallet siden 1967 (**tabell 2**).

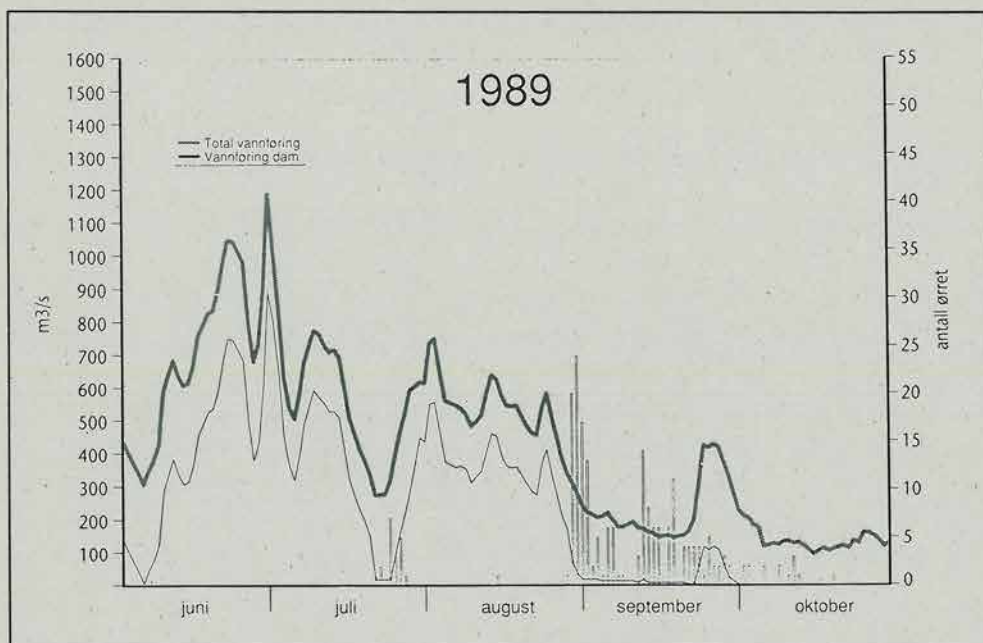
Figur 7

Vannføring over Hunderfosdammen, total vannføring nedenfor utløpet av kraftverket og daglige registreringer av ørret i fisketrappa i Hunderfossen, juni-oktober 1987. - Water flow over the dam at Hunderfossen, total water flow below the outlet of the power station and daily recording of fish in the fish ladder at Hunderfossen, June-October 1987.

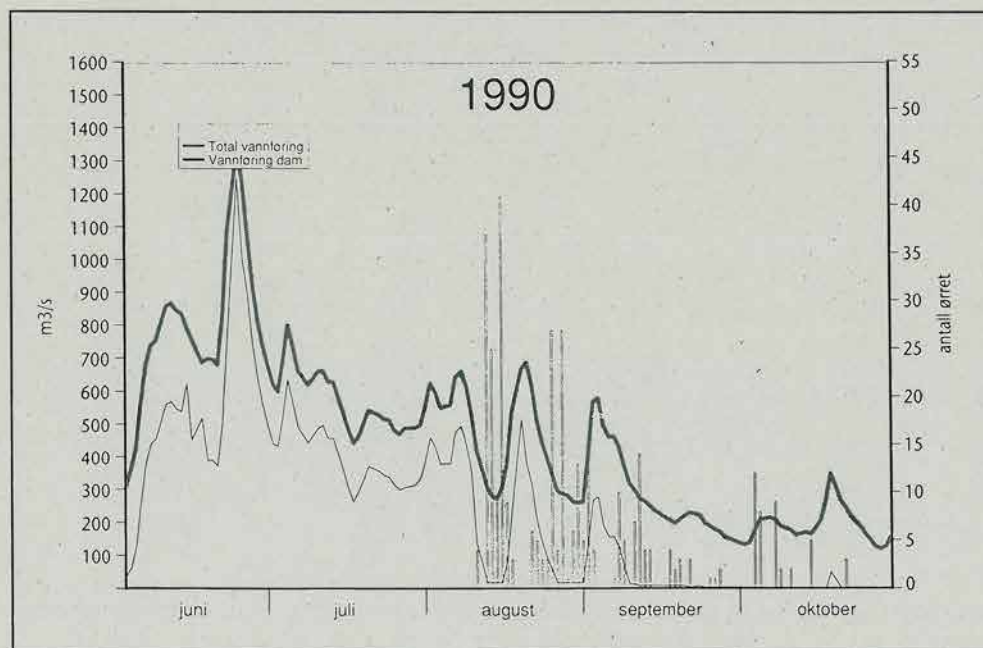
**Figur 8**

Vannføring over Hunderfosdammen, total vannføring nedenfor utløpet av kraftverket og daglige registreringer av ørret i fisketrappa i Hunderfossen, juni-oktober 1988. - Water flow over the dam at Hunderfossen, total water flow below the outlet of the power station and daily recording of fish in the fish ladder at Hunderfossen, June-October 1988.



**Figur 9**

Vannføring over Hunderfosdammen, total vannføring nedenfor utløpet av kraftverket og daglige registreringer av ørret i fisketrappa i Hunderfossen, juni-oktober 1989. - Water flow over the dam at Hunderfossen, total water flow below the outlet of the power station and daily recording of fish in the fish ladder at Hunderfossen, June-October 1989.

**Figur 10**

Vannføring over Hunderfosdammen, total vannføring nedenfor utløpet av kraftverket og daglige registreringer av ørret i fisketrappa i Hunderfossen, juni-oktober 1990. - Water flow over the dam at Hunderfossen, total water flow below the outlet of the power station and daily recording of fish in the fish ladder at Hunderfossen, June-October 1990.

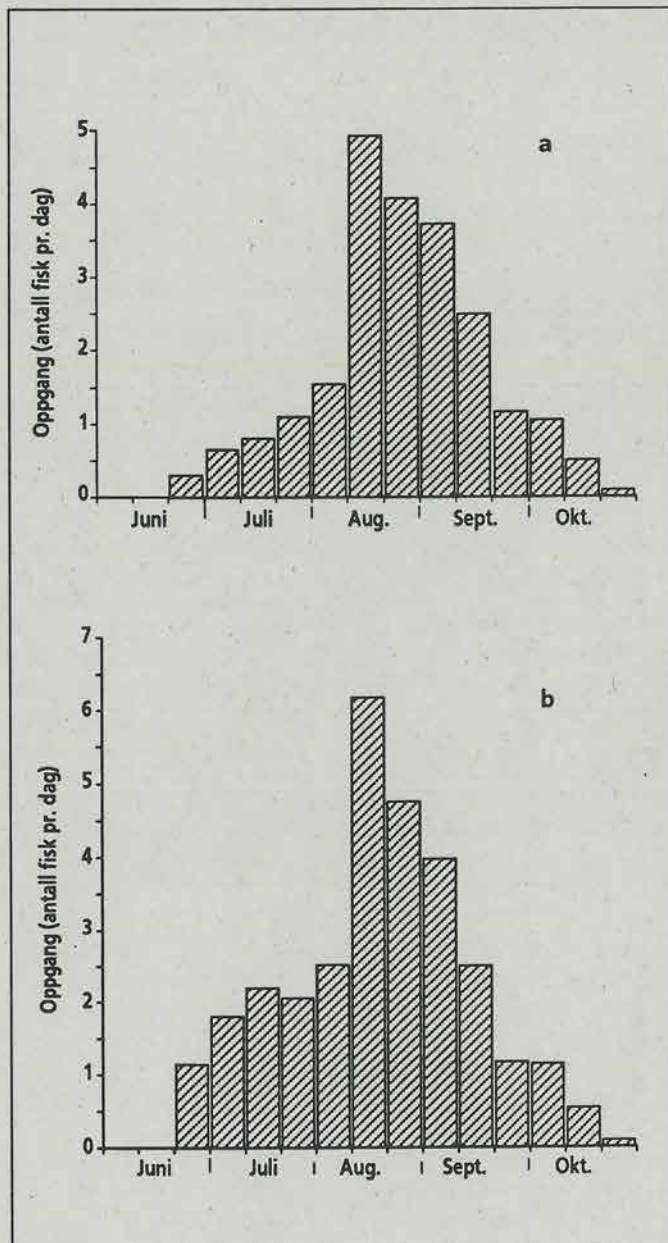
4.2 Oppvandring gjennom sesongen - samlet vurdering

Oppgangen av ørret i fisketrappa i Hunderfossen varer normalt fra slutten av juni til slutten av oktober (**fig. 11a**). I gjennomsnitt for de åtte årene registrerte vi størst oppgang i perioden fra 10. august til 10. september. I gjennomsnitt passerte ca. 4 fisk pr. dag i denne perioden.

Det går klart fram av fig. 3-10 at når vannføringen er for stor stopper oppgangen av ørret i fisketrappa. Dette skjer når vannføringen over dammen er en plass mellom 150 og 200 m³/s og total vannføring i Lågen (nedenfor utløpet av kraftverket) er ca. 450-500 m³/s. Disse grenseverdiene vil bli vurdert grundigere senere i rapporten.

Det ble ikke registrert oppvandring i trappa før i slutten av juni (**figur 11a**). Dette skjedde til tross for at vannføringen over dammen i første og midtre del av juni i flere år (1984, 1985, 1986, 1987, 1989, 1990) var tilstrekkelig lav til at fisk kunne ha gått opp i trappa. Det ser derfor ikke ut for at det er for stor vannføring som hindrer tidligere oppgang. Men oppvandringen fra Mjøsa synes å starte noe tidligere enn fellefangstene indikerer. I Langteinlaget (noe ovenfor tunnelutløpet) kunne det fiskes på de fleste vannføringer. I årene 1940-1961 ble 0,6 prosent fisket i mai og 19,3 prosent i juni (Løkensgard & Aass 1962).

Enkelte år ble oppgangen av ørret i trappa fra kulpen nedenfor forsinket av for stor vannføring på forsommeren. Oppvandringstallet på forsommeren er derfor trolig underestimert (**figur 11a**). For å få et riktigere bilde av oppvandringen gjennom sesongen, har vi bare tatt med de dagene da vannføringen over dammen var mindre enn 150 m³/s (**figur 11b**), dvs. bare de dagene vannføringen ikke er så høy at den hindrer oppgangen av ørret i trappa. August og første halvdel av september var fremdeles den viktigste oppvandringsperioden, men siste del av juni og hele juli er likevel viktigere enn det som kommer fram av **figur 11a**.



Figur 11

Oppgang av ørret i fisketrappa i Hunderfossen gjennom sesongen (antall fisk pr. dag), a) hele materialet, og b) bare medregnet dager da vannføringen over dammen var mindre enn 150 m³/s. - Ascent of trout in the fish ladder at Hunderfossen throughout the entire season (number of fish daily), (a) all data included, (b) only data from days when water flow was less than 150 m³/s is included.

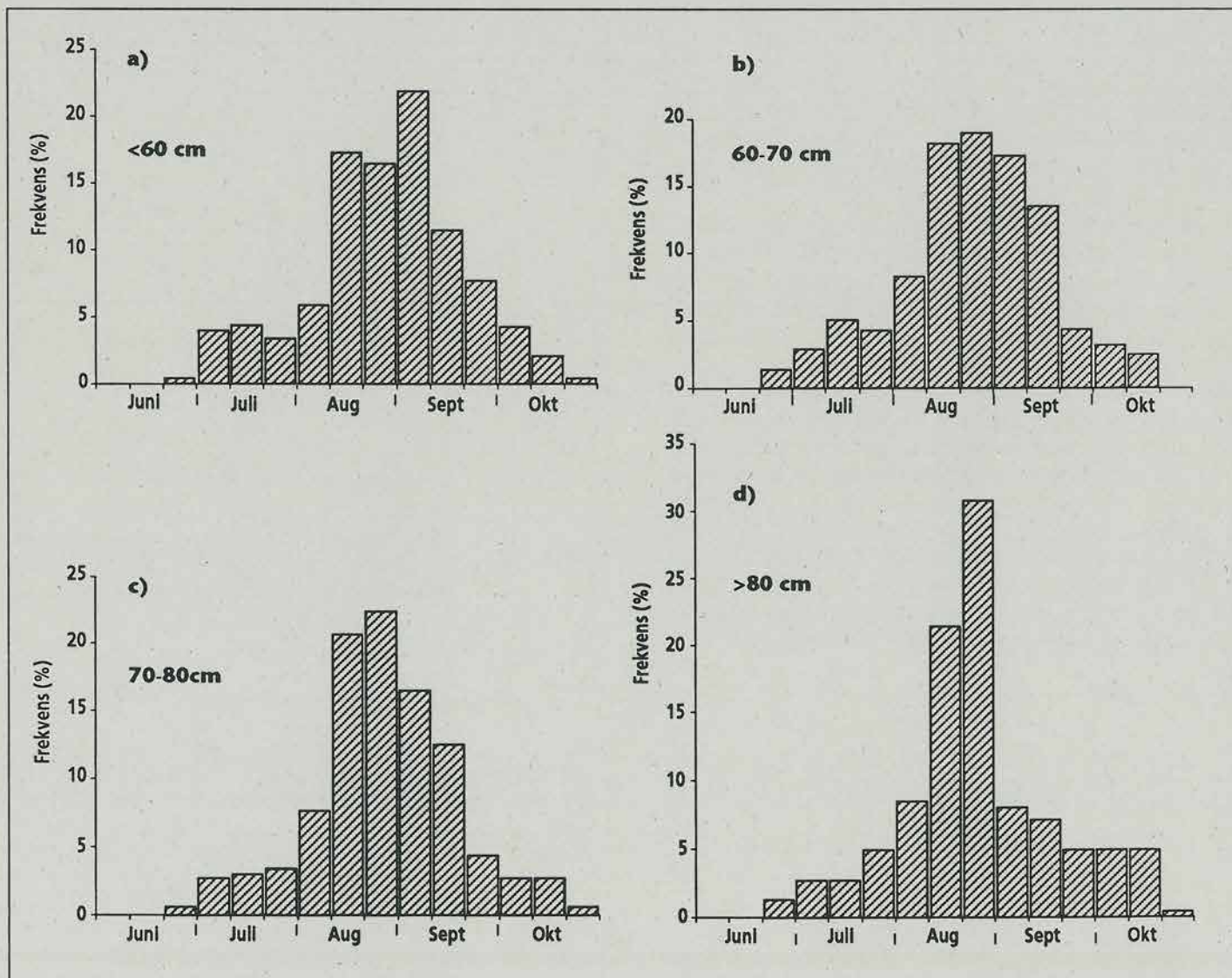
4.3 Oppvandring i forhold til fiskestørrelse

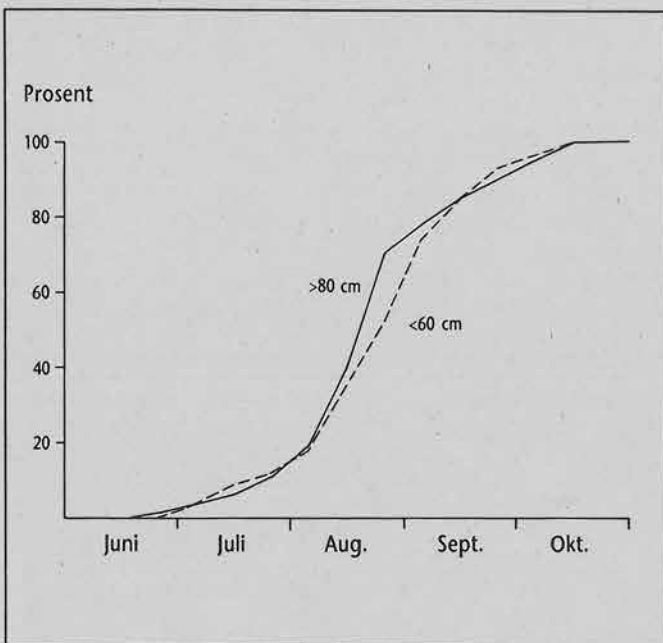
Ørretene som passerte fella i Hunderfossen i perioden 1983-1990 er inndelt i fire størrelsesgrupper: mindre enn 60 cm, mellom 60 og 70 cm, mellom 70 og 80 cm og større enn 80 cm

(figur 12). De fire lengdegruppene har i hovedtrekk det samme oppvandringsmønsteret gjennom sesongen, men stor fisk går i gjennomsnitt noe tidligere enn små fisk. 1. september hadde 70 % av ørretene som var større enn 80 cm passert fella, mens bare 52 % av fisk som var mindre enn 60 cm hadde passert (figur 13).

Figur 12

Fordeling av forskjellige størrelsesgrupper av ørret i trappa i Hunderfossen gjennom sesongen, a) mindre enn 60 cm, b) mellom 60 og 70 cm, c) mellom 70 og 80 cm, og d) større enn 80 cm. - Distribution of different size groups of trout in the fish ladder at Hunderfossen throughout the season (a) less than 60 cm, (b) 60-70 cm, (c) 70-80 cm, (d) larger than 80 cm.



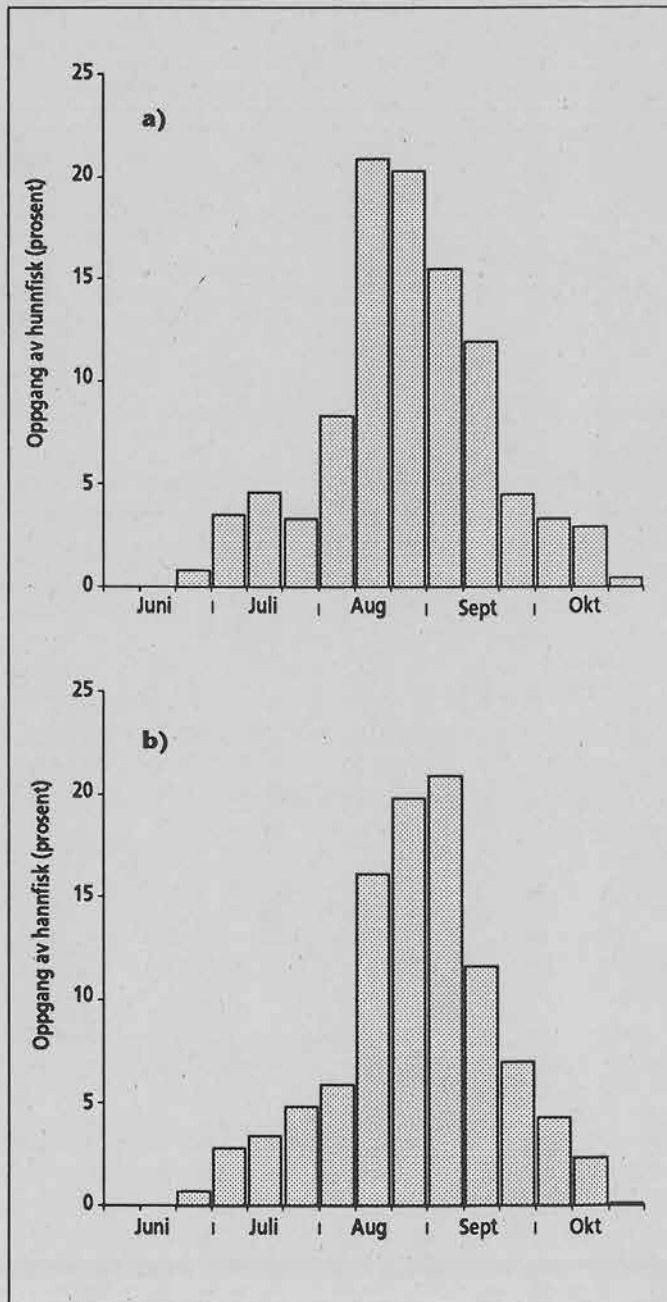


Figur 13

Kumulativ oppvandring av ørret i fisketrappa i Hunderfossen gjennom sesongen. Heltrukket linje: fisk større enn 80 cm, stiplet linje: fisk mindre enn 60 cm. - Cumulative curve for ascending trout in the fish ladder at Hunderfossen throughout the entire season. Solid line = fish larger than 80 cm, dotted line = fish smaller than 60 cm.

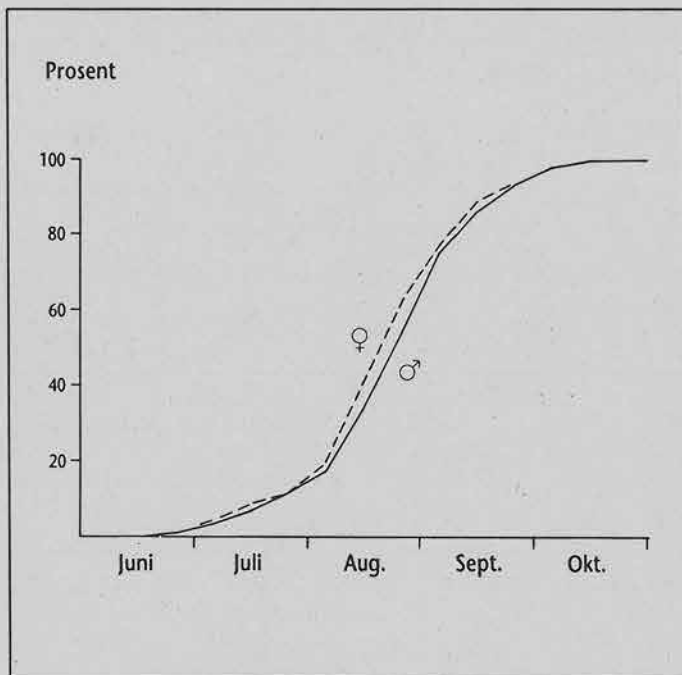
4.4 Oppvandring i forhold til kjønn

Både hannfisk og hunnfisk begynner oppvandringen i trappa i slutten av juni. Størst frekvens av hunnfisk ble i gjennomsnitt registrert midt i august, mens toppen i oppvandringen av hannfisk ikke fant sted før i begynnelsen av september (figur 14).



Figur 14

Oppvandring av ørret i fisketrappa i Hunderfossen gjennom sesongen, a) hunner, b) hanner. - Ascending trout in the fish ladder at Hunderfossen throughout the season, distribution according to sex, (a) females, (b) males.



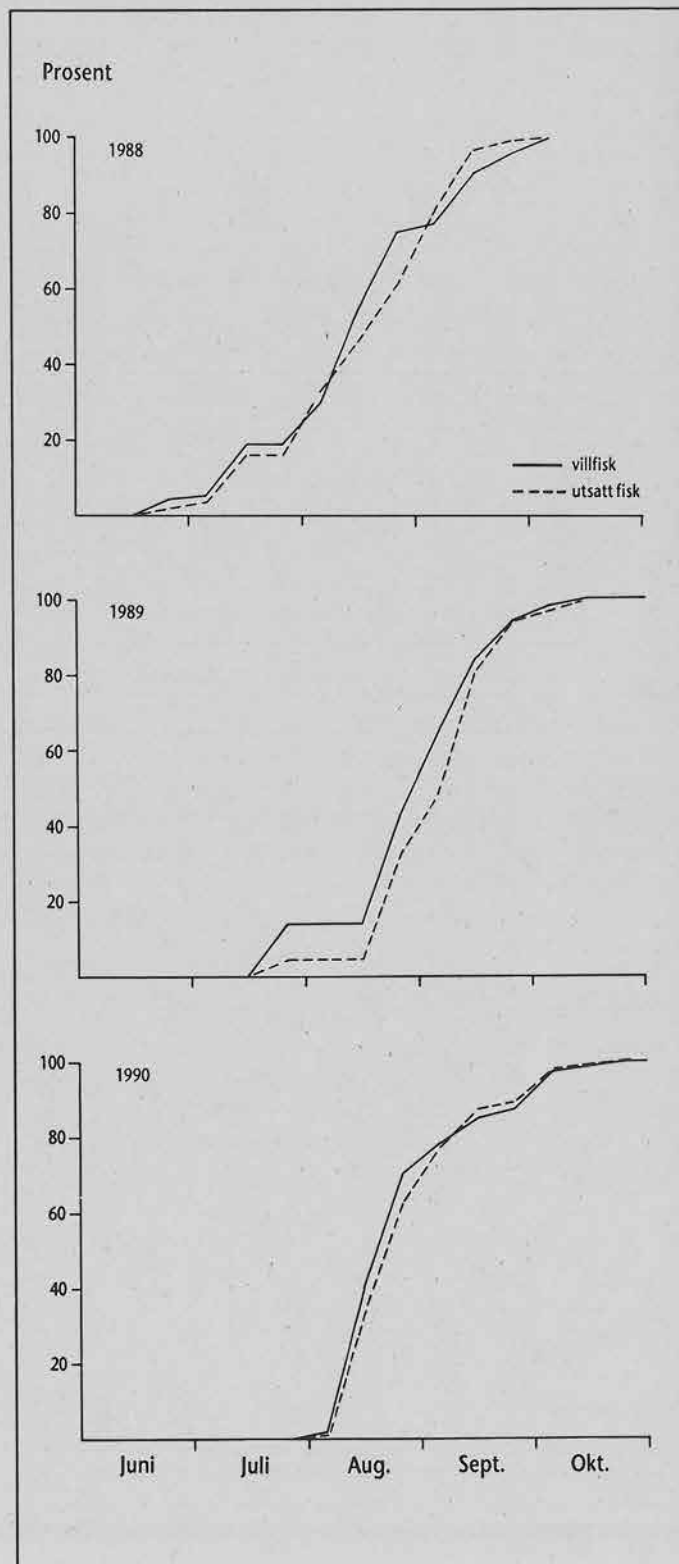
Figur 15

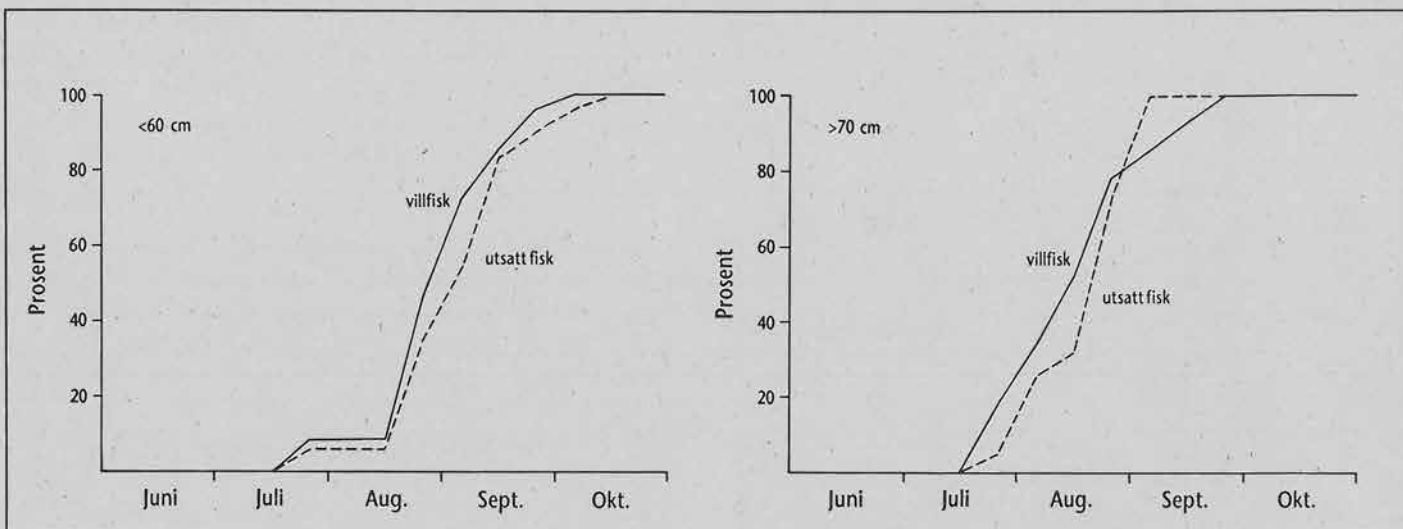
Kumulativ oppvandring av ørret i fisketrappa i Hunderfossen gjennom sesongen, fordelt på kjønn. Heltrukket linje: hanner, stiplet linje: hunner. - Cumulative curve for ascending trout in the fish ladder at Hunderfossen throughout the entire season, divided into categories according to sex: solid line = males, dotted line = females.

Kumulative kurver for oppvandringen (**figur 15**) viser tydelig at hunnene kommer opp til Hunderfossen noe tidligere enn hannerne. Forskjellen utgjør imidlertid ikke mer enn ei uke på det meste.

Figur 16

Kumulativ oppvandring av ørret i fisketrappa i Hunderfossen 1988-1990. Heltrukket linje: villfisk, stiplet linje: utsatt fisk. - Cumulative curve for the distribution of different size groups of trout in the fish ladder at Hunderfossen in 1988-90, divided into categories wild fish and stocked fish. Solid line = wild fish, dotted line = stocked fish.





Figur 17

Kumulativ fordeling av forskjellige størrelsesgrupper av ørret i fisketrappa i Hunderfossen i 1989. Heltrukket linje: villfisk, stiplet linje: utsatt fisk. a) fisk mindre enn 60 cm, b) fisk større enn 70 cm. - Cumulative curve for the distribution of different size categories of trout in the fish ladder at Hunderfossen in 1989, divided into wild fish and stocked fish. Solid line = wild fish, dotted line = stocked fish. (a) fish smaller than 60 cm, (b) fish larger than 70 cm.

4.5 Oppvandring av villfisk i forhold til utsatt fisk

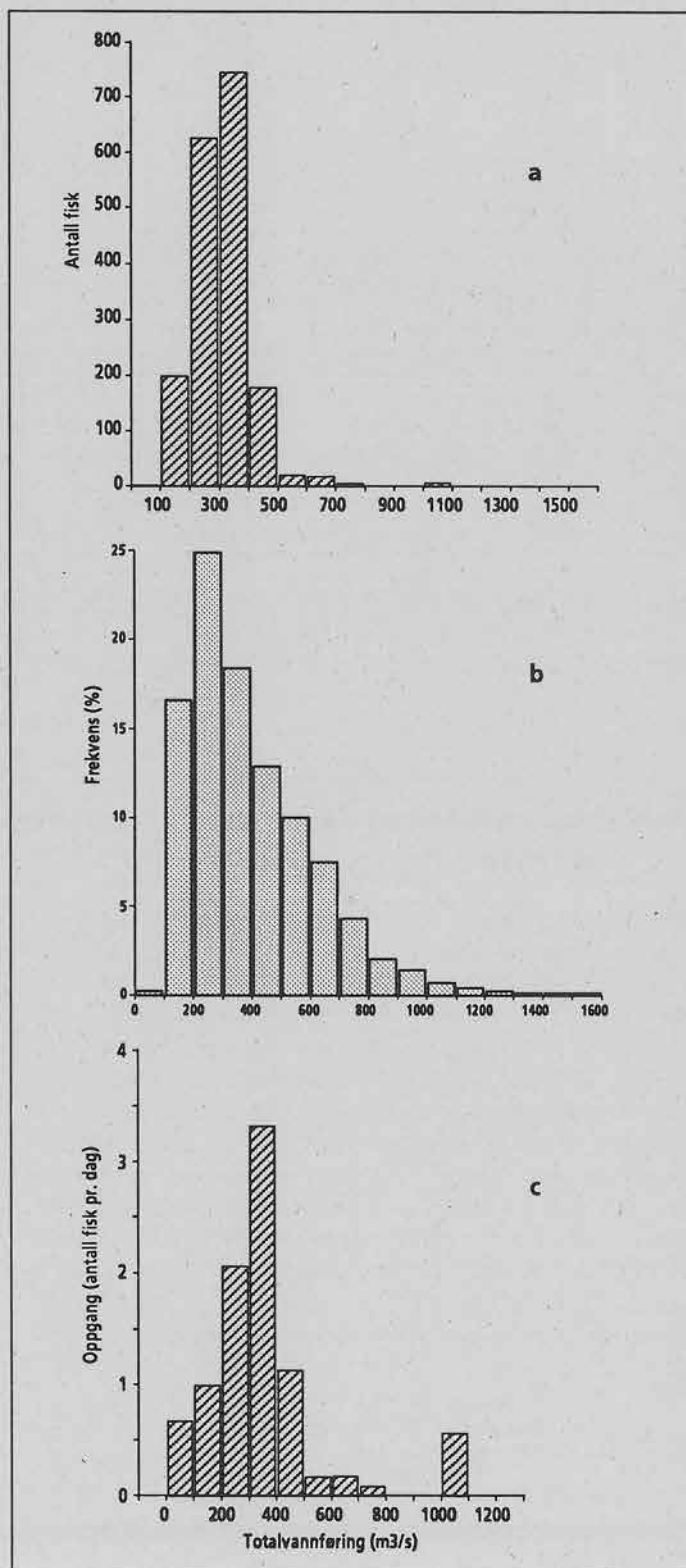
Utsatt fisk kommer opp til Hunderfossen noe senere enn villfisken (**figur 16**). Tre år er studert, og 50 prosent av villfisken hadde passert tre til sju dager tidligere enn settefisken. Tilsvarende resultater er påvist av Aass (1990). I 1979 passerte de første 50 prosent av villfisken ei uke tidligere enn utsatt fisk.

Aass (1990) har vist at den utsatte fisken er noe mindre enn villfisken, ca. 600-700 g i gjennomsnitt. Ved å spalte materialet fra 1989 opp i fisk mindre enn 60 cm og fisk større enn 70 cm, ser vi at både små og stor villfisk kommer opp til Hunderfossen tidligere enn utsatt fisk (**figur 17**). At utsatt fisk kommer opp til Hunderfossen senere enn vill fisk skyldes altså ikke størrelsen.

4.6 Oppvandring i forhold til total vannføring i Lågen

Det går tydelig fram av **figur 3-10** at for stor vannføring hindrer oppvandringen av ørret i fisketrappa i Hunderfossen. Men det går ikke klart fram av figurene om det er vannføringen over dammen eller total vannføring nedenfor kraftverkets utløp i Lågen som er bestemmende for oppvandringen. På den ene side kan det tenkes at vannføringen nedenfor kraftverkets utløp er bestemmende ved at vannføringen kan bli så stor at ørreten ikke maktet å vandre oppover i vassdraget. På den andre siden kan problemet være at fisken ved vannføringer over en viss størrelse har problemer med å finne inngangen til fisketrappa i Hunderfossen. I såfall er det vannføringen over dammen som er bestemmende for oppvandringen. Derfor er begge mulighetene analysert i denne rapporten, og det er lagt vekt på å finne ut hvilken av de to vannføringene som er avgjørende for oppvandringen.

De fleste ørretene hadde gått opp på totalvannføringer mellom 200 og 400 m³/s, men det ble registrert ørret på oppvandring mens totalvannføringen var opptil 800 m³/s (**figur 18a**). I tillegg ble det funnet 14 fisk i fella 5. september 1988 ved en vannføring på 1025 m³/s.

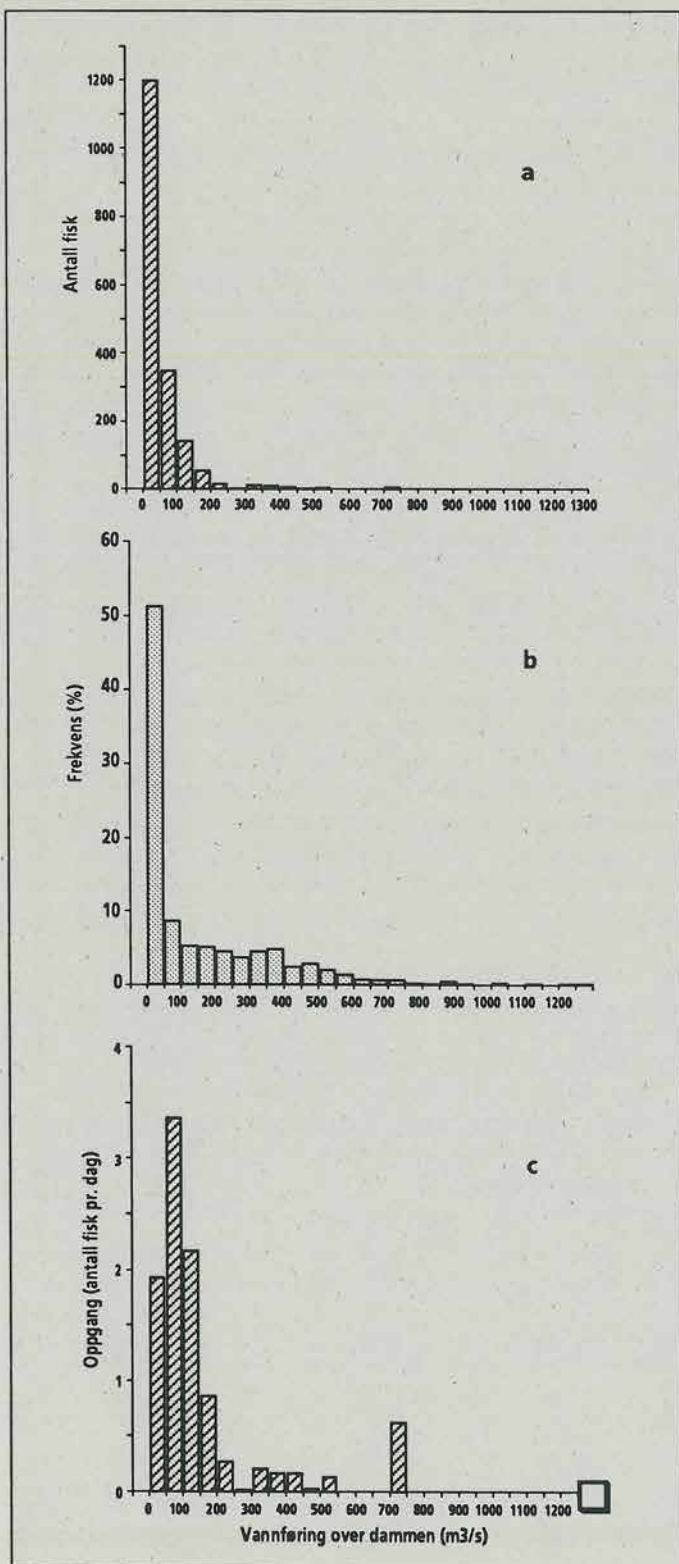


Til tross for at vannføringen i 27 % av tida var høyere enn 500 m³/s, ble det bare registrert 46 fisk (2,6 %) ved så høye vannføringer. Deriblant var de 14 fiskene som ble registrert 5. september 1988. Vannføringen steg kraftig i perioden før fella ble tømt, og vi har antydning tidligere (**kapittel 4.1**) at de trolig gikk inn i trappa mens vannføringen ennå var betydelig lavere.

Vi får et bedre mål på hva vannføringen betyr for oppvandring av ørret ved å studere frekvensfordelingen av vannføringer i Lågen (**figur 18b**), og å beregne hvor mange fisk som vandrer pr. dag ved forskjellige intervaller av vannføring (**figur 18c**). Best oppgang i trappa ble registrert ved totalvannføringer på mellom 300 og 400 m³/s, men vannføringer på mellom 100 og 500 m³/s ga også god oppgang. Ved vannføringer på over 500 m³/s ble det registrert lite fisk i trappa.

Figur 18

a) Totalt antall ørret registrert i fisketrappa i Hunderfossen fra 1983 til 1990 ved forskjellige totalvannføringer i Lågen (målt nedenfor utløpet av kraftverket), b) frekvensfordeling av totalvannføringer registrert mellom juni og oktober 1983-1990, og c) gjennomsnittlig antall ørret registrert pr. dag i trappa i Hunderfossen for forskjellige totalvannføringer i Lågen i samme periode. - (a) Total number of trout recorded in the fish ladder at Hunderfossen from 1983 to 1990 at different levels of water flow in Lågen (measured below the outlet from the power station), (b) frequency distribution of the water levels recorded between June and October 1983-1990, and (c) average number of trout recorded daily in the fish ladder at Hunderfossen in association with different levels of water flow in Lågen during the same period.



4.8 Oppvandring ved minstevannføring over dammen

Hunderfossen kraftverk har pålegg om å slippe minstevannføring mellom dammen og tunnelutløpet fra kraftverket. Denne varierer mellom 2 m³/s om vinteren og 20 m³/s i halvannen måned om sommeren. Minstevannføringen trappes gradvis ned fra 20 m³/s til 2 m³/s i løpet av september (tabell 1).

Vi har sett spesielt på om størrelsen på minstevannføringen er tilstrekkelig til at ørreten kan passere trappa. Dette har vi gjort ved

Tabell 3. Fangsteffektivitet i fella ved forskjellige vannføringer over dammen. Vannføringene mellom 2 og 20 m³/s er minstevannføringer til forskjellige tider av sommeren og høsten. - Capture efficiency in the trap at different levels of water flow over the dam. Water flow levels between 2 and 20 m³/s are the lowest water flow values at different times of the summer and autumn.

Vannføring (m ³ /s) Water flow (m ³ /s)	Antall fisk pr. dag Number of fish per day
2	0.42
5	0.60
10	3.25
15	2.33
20	3.51

20 - 40	3.64
40 - 60	1.94
60 - 80	3.13
80 - 100	4.13
100 - 120	2.18
120 - 140	2.24
140 - 160	1.43
160 - 180	1.22
180 - 200	0.35
200 - 220	0.42
220 - 240	0.23
240 - 260	0.00
260 - 280	0.06
280 - 300	0.00

å studere fangsteffektiviteten i fella ved de forskjellige minstevannføringer, og å sammenligne denne med tilsvarende verdier ved høyere vannføringer (tabell 3). Ved vannføringer der fiske-trappa fungerer godt er fangsteffektiviteten mellom 2 og 4 fisk pr. dag. Dette gjelder ved vannføringer mellom 10 og 140 m³/s (tabell 3). Oppvandringen var betydelig lavere ved vannføringer på 2-5 m³/s, enn ved 10 m³/s og høyere. Vannføringer på 2-5 m³/s forekommer bare etter 20. september, d.v.s. etter at den viktigste oppvandringsperioden er over. Dette kan forklare den lavere oppvandringen ved disse vannføringene. Vi registrerte imidlertid at fisken foretrakk høyere vannføringer også i september/oktober. Se f.eks. oppvandringen i september/oktober 1983 (figur 3). Dette tyder på at ørreten er mindre villig til å gå opp trappa ved vannføringer på 2-5 m³/s, enn ved høyere vannføringer.

Har stor ørret vanskeligere for å gå opp trappa på lav vannføring enn mindre ørret? Dette ble testet ved å se på hvor stor andel av stor ørret (større enn 80 cm) som hadde gått opp trappa ved forskjellige vannføringer. I gjennomsnitt for hele materialet var 11,2 prosent av fisken større enn 80 cm. Samme andel ble funnet blant fiskene som hadde passert trappa ved 20 m³/s, men ved 15, 10 og 5 m³/s var andelen av stor fisk mindre enn gjennomsnittet (tabell 4). Den største fisken var imidlertid overrepresentert ved 2 m³/s. Dette må tolkes slik at de største ørretene har vanskeligere enn mindre fisk for å gå opp trappa ved vannføringer lavere enn 20 m³/s. Etter hvert som vannføringen blir redusert utover i september blir et betydelig antall stor fisk stående i kulpen nedenfor trappa. Men når gytetida nærmer seg går en del

Tabell 4. Andelen av stor ørret (større enn 80 cm) i fella i fisketrappa ved forskjellige minstevannføringer over dammen. - Percent of large trout (larger than 80 cm) in the trap in the fish ladder at different levels of lowest water flow over the dam.

Vannføring Water flow (m ³ /s)	Antall ørret Number of trout > 80 cm	Andel av tot.ant. fisk Percent of tot. amount of fish (%)
2	14	14,7
5	3	6,8
10	11	8,5
15	11	8,1
20	79	11,2

av dem opp trappa likevel. Minstevannføringen er da $2 \text{ m}^3/\text{s}$. Andelen av stor ørret blir dermed høyere enn gjennomsnittet ved denne vannføringen. Denne tolkingen av resultatene styrkes ved at en ved stamfiske i kulpen under Hunderfossen om høsten fanger enkelte ørreter som er større enn de som er registrert i trappefella samme år.

4.9 Oppvandring i forhold til vanntemperatur

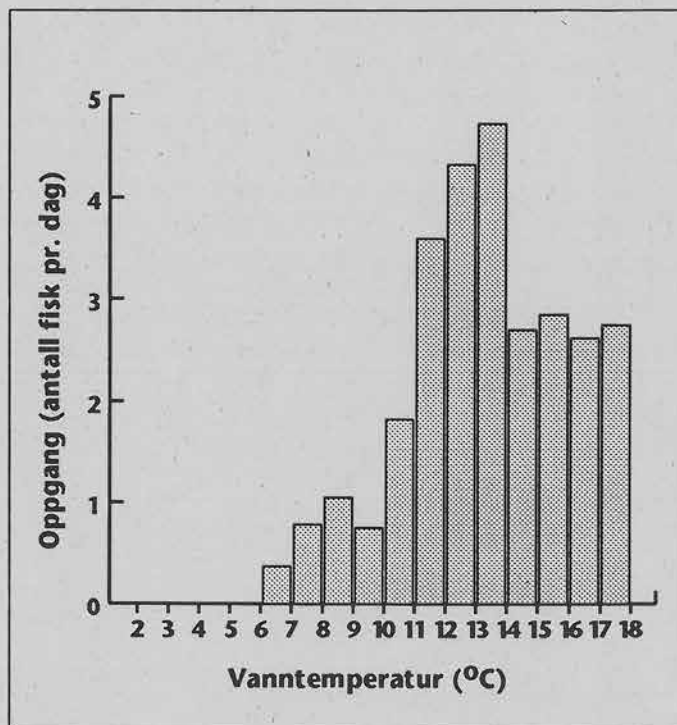
De første ørretene synes å starte oppvandringen i trappa i slutten av juni. I sju av de åtte årene var vanntemperaturen 20 . juni kommet opp i mer enn 10°C , mens den i 1987 var $8,3^\circ\text{C}$ (fig. 2). Lav vanntemperatur synes ikke å forsinke oppvandringen i Lågen om forsommeren. Lav vanntemperatur er imidlertid ofte nevnt som begrensende for laksefisk når de skal passere vandringshindringer. Hos laks er dette ved lavere temperaturer enn det som forekommer i Lågen i den perioden da ørreten begynner gytevandringen. I Vefsna passerte verken laks eller sjøørret den nederste fossen før vanntemperaturen hadde kommet opp i over 8°C om våren, men senere var temperaturen ingen hindring (Jensen et al. 1986). Sammenlignet med andre undersøkelser var dette en uvanlig høy terskelverdi (Banks 1969).

Oppvandringen i trappa var størst ved vanntemperaturer på 12 - 14°C , men ved alle temperaturer høyere enn 10°C var oppgangen god (fig. 20). Også ved 7 - 10°C gikk det opp fisk, men i lavere frekvens. Vi har ikke registrert at fisk har passert trappa ved temperaturer lavere enn 6°C , men slike temperaturer forekom bare i slutten av oktober.

Vanntemperaturen var lavere enn 10°C vesentlig om høsten, fra ca. 10. september og utover. Dette er etter at den viktigste perioden for oppgang av ørret er avsluttet. Den reduserte oppvandringen ved temperaturer lavere enn 10°C skyldes derfor delvis at det var færre fisk tilgjengelig for oppvandring enn midt på sommeren.

4.10 Hvilke faktorer er viktigst for oppvandringen? Multipl regressjonsanalyse

Det er vanskelig å avgjøre hvilke faktorer som har størst innflytelse på oppvandringen av ørret i fisketrappa ved å studere parametrene enkeltvis. Ved multipl regressjonsanalyse blir de enkelte parametrene veid opp mot hverandre, og metoden tar hensyn til at flere av dem varierer "i takt".



Figur 20

Gjennomsnittlig oppgang av ørret pr. dag i trappa i Hunderfossen ved forskjellige vanntemperaturer, registrert fra juni til oktober 1983-1990. - Average number of trout ascending daily through the fish ladder at Hunderfossen correlated with different water temperature recorded from June to October 1983-1990.

Denne metoden er benyttet på datamaterialet fra Hunderfossen. Materialet fra perioden 1983-1990 er behandlet under ett. Bare perioder med god oppgang av fisk er tatt med, dvs. perioden mellom 10. august og 20. september hvert år (fig. 11). Når vannføringen over dammen overskrider $150 \text{ m}^3/\text{s}$ stopper oppgangen i trappa (fig. 19, tabell 3). Derfor er bare de dagene da vannføringen over dammen var lavere enn $150 \text{ m}^3/\text{s}$ tatt med i testen.

De viktigste faktorene for oppgang av ørret i trappa er (1) endring i vannføring over dammen, (2) tidspunkt på sesongen (her representert ved dagnummer) og (3) vannføring over dammen (tabell 5).

Resultatene viser at det er vannføringen over dammen som er avgjørende for oppgangen av ørret, og ikke totalvannføringen nedenfor utløpet av kraftverket (se kap. 4.6). Høy vannføring over dammen gir økt oppgang, men dette gjelder bare inntil en terskelverdi på ca. $150 \text{ m}^3/\text{s}$. Når vannføringen overskrider denne

Tabell 5. Multipl regressjonsanalyse av oppgang av fisk i fisketrappa i Hunderfossen i perioden 1983-1990. Analysen er utført for den delen av sesongen da oppgangen i trappa var best (10. august til 20. september), og bare dager da vannføringen over dammen var mindre enn 150 m³/s er tatt med. Ni faktorer er analysert, men bare de som var signifikante (p<0,05) er tatt med i tabellen. Signifikansnivåene er angitt slik: * p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001. - Multiple regression analysis of the ascent of trout in the fish ladder at Hunderfossen in the period from 1983 to 1990. The analysis was made for the part of the season when ascent was highest (August 10 to September 20), and only when water flow over the dam was less than 150 m³/s. Nine different factors were analysed, but only those with significant values (p<0.05) are included in the table. Level of significance is indicated as follows * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

	F	r ²
Endring i vannføring over dammen (A) Changes in water flow over the dam (A)	42,6 ***	0,12
Dagnummer (B) Day number (B)	34,9 ***	0,09
Vannføring over dammen (C) Water flow over the dam (C)	8,3 **	0,02
Alle tre faktorene All three factors	30,8 ***	0,23

$$y = 13,5 - 0,073 A - 0,12 B + 0,028 C$$

terskelverdien fungerer ikke trappa lenger (fisken finner ikke inngangen til trappa).

Endringer i vannføringen over dammen påvirker ørretens oppvandring. En reduksjon i vannføringen gir økt oppvandring. Dette er i kontrast til mange andre studier, som har vist at oppvandringen oftest er best i forbindelse med flommer, dvs. at økt vannføring gir økt oppvandring (Banks 1969, Jensen & Hvidsten 1986). Den sannsynlige forklaringen er at vandringen oppover Lågen er best på høy vannføring, men ved vannføringer høyere enn 150 m³/s finner ikke ørreten inngangen til fisketrappa. Når så vannføringen synker til under 150 m³/s og forholdene for oppvandring blir gode, har det samlet seg mange fisk i kulpen under Hunderfossen. Derfor registrerer vi spesielt stor oppgang av ørret i perioder like etter at vannføringen har sunket til under terskelverdien for oppvandring i trappa.

Den statistiske testen viser dessuten at ørreten går opp trappa på samme tid hvert år, såfremt ikke for stor vannføring hindrer den. Oppgangen er størst i august, og avtar utover i september.

5 Diskusjon

De fleste studier av laksefiskenes oppvandring i elv er utført på laks. Noen få observasjoner finnes også for sjørørret, mens data for innlandsørret mangler helt. Vi må imidlertid anta at innlandsørreten i store trekk følger samme atferdsmønster som øvrige laksefisk.

Hunnene kom opp til Hunderfossen noe tidligere enn hannene. Det samme er registrert for laks i fiskefella i Imsa (Jonsson et al. 1990a).

Utsatt fisk kom opp til Hunderfossen noe senere enn vill fisk. Tilsvarende er observert i Imsa, idet villaks av alle aldersgrupper og av begge kjønn kommer tidligere enn tilsvarende grupper av oppdrettslaks (Jonsson et al. 1990a).

En rekke faktorer innvirker på laksefiskenes trang til å vandre oppover et vassdrag. De samme faktorene virker inn også når fisken skal passere ei fisketrapp. Den dominerende faktoren i de fleste oppvandringssituasjoner synes å være endring i vannføring, mens uheldige temperatur- og lysforhold kan modifisere eller stoppe oppvandringen til tross for gunstige vannføringsforhold (Banks 1969). Andre faktorer som er nevnt er vannkvalitet og generelle vær- og vindforhold. Hayes (1953) fant f. eks. at sterk pålandsvind får laksen til å samle seg i munningsområdet, og eventuelt begynner å vandre opp elva.

Vanntemperaturen er en viktig faktor, spesielt tidlig på sommeren og sent på høsten når elvtemperaturen er lav. Menzies (1939) rapporterte at laksen i elvene Tay og Spey i Skottland gikk opp i munningen av elvene når vanntemperaturen var 1 oC, men så lenge den var lavere enn 4,5 oC gikk de aldri lenger enn ca. 3 mil opp i elvene. De klarte ikke å passere vandringshindere ved lavere temperaturer enn 5,5 oC, men ved høyere temperaturer kunne de fritt passere hindringene. Liknende observasjoner er gjort av Pyefinch (1955) og Jackson & Howie (1967). Jensen et al. (1986) observerte at verken laks eller sjørørret klarte å gå opp Forsjordfossen i Vefsna før vanntemperaturen hadde nådd opp i 8 oC og vannføringen hadde sunket til under 300 m³/s. Ved multippel regresjonsanalyse ble oppgangen av fisk i fisketrappa i Laksforsen i Vefsna korrelert til en rekke fysiske og meteorologiske parametre. De to parametrene som viste signifikant korrelasjon til oppgang av fisk var økning i vanntemperatur og økning i vannføring.

En tilsvarende test i Fyrdsfossen i Fyrdselva, ei lita lakselv på Sunnmøre, viste imidlertid at det først og fremst var en økning i vannføring som skulle til for å få laksen oppover denne elva (Jensen &

Hvidsten 1986). I slike småelver som Fyrdselva er småflommer svært viktige for å lokke fisken oppover.

I flere elver er det kjent at fisken krever spesielle vannføringsforhold for å passere vanskelige områder, f. eks. Hoggveita i Numedalslågen (Larsen 1987), Sæltagelet i Lærdalselva (Anon. 1989) og en rekke fosser i Vefsna (Jensen et al. 1989).

Oppvandringen av ørret i trappa i Hunderfossen varer normalt fra slutten av juni til slutten av oktober. Den viktigste oppvandringsperioden er august og første halvdel av september. **Figur 3-10** viser klart at vannføringen har stor innvirkning på oppvandringen. Når vannføringen blir for stor (større enn ca. 150 m³/s over dammen), stopper oppgangen av ørret i fisketrappa. Dette gjør at oppvandringen blir sterkt forsinket i vannrike år.

Både for høy vannføring over dammen og for høy totalvannføring nedenfor kraftverkets utløp kan være årsak til at oppvandringen stopper opp. På den ene side kan det tenkes at vannføringen nedenfor kraftverkets utløp er bestemmende ved at ørreten ved vannføringer over en viss størrelse ikke makter å vandre oppover i vassdraget. På den andre siden kan problemet skyldes den tekniske utformingen av fisketrappa i Hunderfossen, slik at ørreten ved vannføringer over en viss størrelse har problemer med å finne inngangen til trappa. I såfall er det vannføringen over dammen som er bestemmende for oppvandringen. Den statistiske testen viser at det er vannføringen over dammen som er avgjørende for oppvandringen. Dette støttes av figurene som beskriver effektiviteten av oppvandringen ved ulike vannføringer (**figur 18 og 19**). Det gamle teinlagfisket i Lågen, 3-4 km nedenfor Hunderfossen, bekrefter også at ørreten går opp strykstrekningene i Lågen på betydelig høyere totalvannføringer enn 500 m³/s. Både Langteinlaget og Einsbyteinlagene fisket ved vannføringer opptil 900 m³/s (Lø-kensgard & Aass 1962).

Ved vannføringer høyere enn ca. 150 m³/s over dammen stoppet oppvandringen opp. Den sannsynlige forklaringen er at ørreten ikke finner inngangen til fisketrappa ved så høy vannføring. Dette til tross for at trappa har to innganger, en for lave og en for høye vannføringer. Resultatene viser at det er behov for justeringer i trappa dersom en ønsker å slippe ørreten opp på vannføringer høyere enn 150 m³/s, og dermed unngå forsinkelser i oppvandringen i vannrike år.

Ett område i Lågen der oppvandringen av ørreten i enkelte perioder sannsynligvis forsinkes, er ved Hølsaundet, der utløpet fra kraftverket munner ut i elva. Det hender at vannføringen gjennom kraftverket er opptil 300 m³/s, mens vannføringen i Lågen er betydelig mindre, gjerne ned mot minstevannføring. Radiomerkin-

ger av ørret i Lågen har vist at de i slike situasjoner i lengre tid kan bli stående ved utløpet av kraftstasjonen i stedet for å gå videre oppover (J.V. Arnekleiv, pers. med.).

Ved vannføringer lavere enn 20 m³/s har de største ørretene problemer med å gå opp trappa i Hunderfossen, og når vannføringen er lavere enn 10 m³/s har alle størrelsesgrupper av ørret vanskeligheter. Også for laks er det registrert at stor fisk helst passerer hindringer på større vannføringer enn mindre fisk (Jonsson et al. 1990b).

Dersom det konstant slippes bare minstevannføring over dammen hele høsten (september-oktober), vil endel fisk bli stående i kulpen under trappa til tross for at de gjerne vil opp. Dette er uheldig, men kan rettes på ved å slippe lokkeflommer med jevne mellomrom. I et framtidig manøvreringsreglement bør det tas med muligheter for å slippe lokkeflommer i vannfattige år.

6 Litteratur

Aass, P. 1990. Utsetting av Hunderørret i Mjøsa og Lågen, 1965-1989. - Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernnavdelingen. Rapport nr. 9-1990.

Aass, P., Sondrup Nielsen, P. & Brabrand, Å. 1989. Effects of river regulation on the structure of a fast-growing brown trout (*Salmo trutta* L.) population. - Regulated rivers: Research & Management 3: 255-266.

Anon. 1989. Fysiske tiltak for bedring av fiskeoppgang i Lærdal-selva. - Direktoratet for naturforvaltning.

Anon. 1990. Fisketrapper. Funksjoner og virkemåte. Innstilling fra Fisketrapputvalget. - Direktoratet for Naturforvaltning og Vassdragsregulantenenes forening.

Banks, J.W. 1969. A review of the literature on the upstream migration of adult salmonids. - J. Fish Biol. 1: 85-136.

Grande, R. 1983. Erfaring med bygging av fisketrapper. Hvorfor virker noen og andre ikke. - VR/LFI. Symposium om tiltak ved vassdragsreguleringer og virkningene av disse, 1.-3. november 1983.

Hayes, F.R. 1953. Artificial freshets and other factors controlling the ascent and population of Atlantic salmon in Le Have River. - N.S. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 99: 47 s.

Jackson, P.A. & Howie, D.I.D. 1967. The movement of salmon (*Salmo salar*) through an estuary and a fish-pass. - Irish Fish. Invest. Ser. A-2: 1-28.

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: 459-466.

Jensen, A.J. & Hvidsten, N.A. 1986. Oppgang av laks og sjøaure i Fyrdsfossen i Fyrdselva, Møre og Romsdal i 1986. - Direktoratet for naturforvaltning, Reguleringsundersøkelsene. Rapport nr. 15-1986.

Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Hansen, L.P. 1989. Effect of river flow and water temperature on the upstream migration of adult Atlantic salmon *Salmo salar* L. in the River Vefsna, northern Norway. - pp. 140-146 I: E. Brannon & B. Jonsson (red.). Proceedings of the Salmonid Migration and Distribution Symposium. Trondheim, Norway.

Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 1990a. Does juvenile experience affect migration and spawning of adult Atlantic salmon? Behav. Ecol. Sociobiol. 26: 225-230.

Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 1990b. Partial segregation in the timing of migration of Atlantic salmon of different ages. Anim. Behav. 40: 313-321.

Larsen, B.M. 1987. Forskref-prosjekt Numedalslågen, fiskeribiologiske undersøkelser i lakseførende del, statusrapport 1986. - Direktoratet for naturforvaltning, Reguleringsundersøkelsene. Rapport nr. 2-1987.

Larsen, B.M., Jensen, A.J. & Johnsen, B.O. 1988. Oppgang av laks og sjøaure gjennom fisketrappa i Sjurhaugsfossen, Lærdalselva. - Direktoratet for naturforvaltning, Reguleringsundersøkelsene. Rapport nr. 5-1988.

Løkensgard, T. & Aass, P. 1962. Hunderfossreguleringens virkninger på fisket. Stensil. 44 s.

Menzies, W.J.M. 1939. I: Conference on Salmon Problems. (Red. F.R. Moulton). - Publs. Am. Ass. Advmt. Sci. 8: 100-101.

Pyefinch, R.A. 1955. A review of the literature on the biology of the Atlantic salmon. - Sci. Invest. Freshwat. Fish. Scot. No. 9.

0 19

nina
forsknings-
rapport

ISSN 0802-3093
ISBN 82-426-0163-1

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7004 Trondheim
Tel. (07) 913020 580