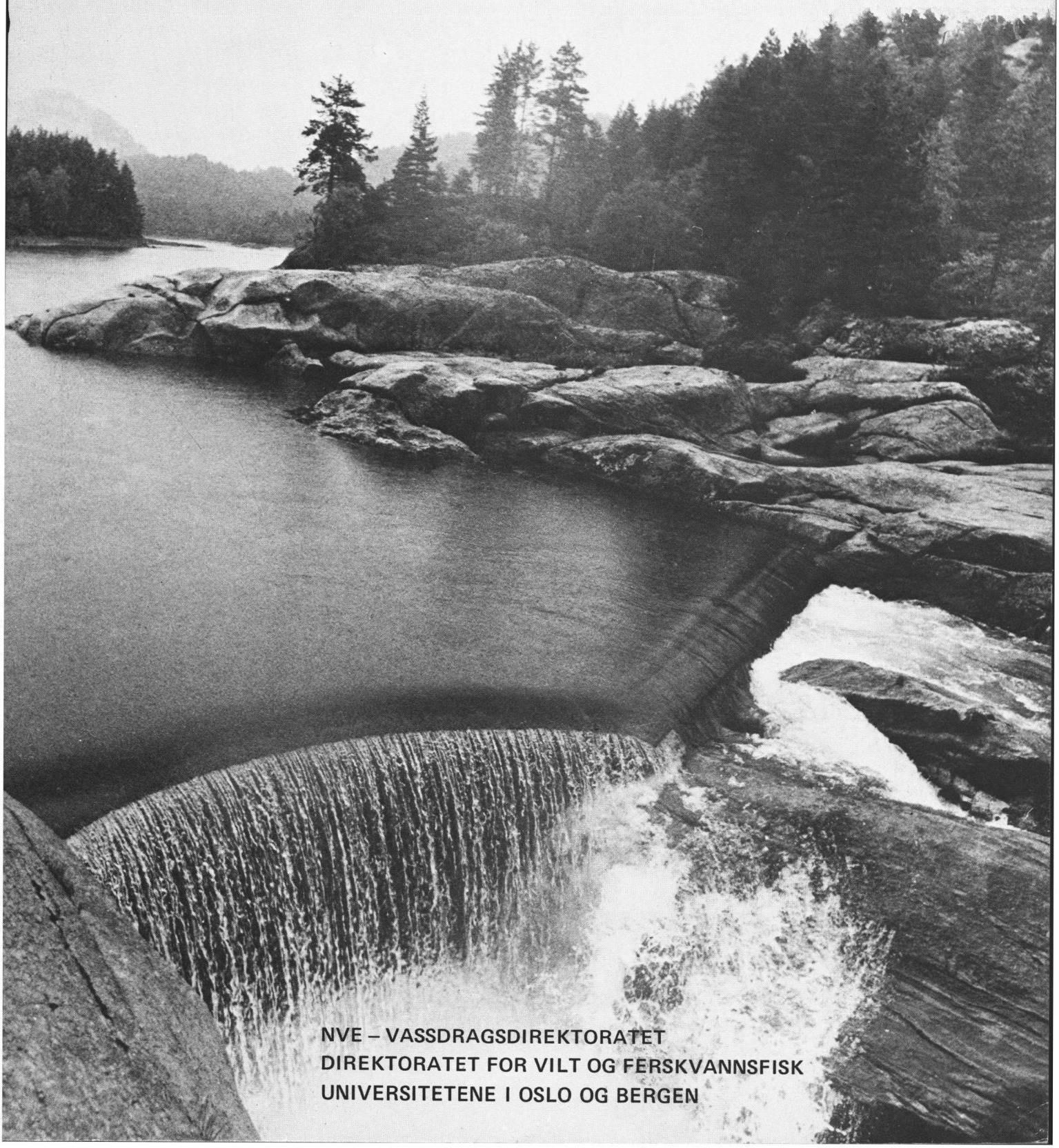
TERSKELPROSJEKTET

INFORMASJON NR. **20**



NVE – VASSDRAGSDIREKTORATET
DIREKTORATET FOR VILT OG FERSKVANNSFISK
UNIVERSITETENE I OSLO OG BERGEN

OM TERSKELPROSJEKTET

Prosjektet, hvis fulle navn er "Undersøkelse av tersklenes innvirkning på biologiske forhold i regulerte vassdrag" ble startet i 1975. Terskelprosjektet er et samarbeidsprosjekt mellom Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen - Vassdragsdirektoratet, Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk - DVF (Trondheim-Ås), Universitetet i Oslo og Universitetet i Bergen. Prosjektet finansieres med midler fra Konsesjonsavgiftsfondet og ved egeninnsats fra de deltagende institusjoner.

Målsettingen for Terskelprosjektet er:

- å klarlegge økologiske endringer som finner sted i rennende vann ved reguleringer og terskelbygging.

- på grunnlag av de observasjoner som gjøres å komme med synspunkter på hvorledes fremtidige tiltak bør være for å styre utviklingen i de regulerte vassdrag i en ønsket retning.

Den ansvarlige ledelse er lagt til Vassdragsdirektoratet ved Natur- og landskapsavdelingen med cand. real Pål Mellquist som prosjektleder.

I tillegg til prosjektlederen har Terskelprosjektet et faglig styringsutvalg som består av for tiden 8 personer fra følgende institusjoner/avdelinger:

Vitenskapelig konsulent, Fil.dr. Per Aass, DVF, Fiskeforskningen.

Overingeniør Øystein Aars, NVE-Vassdragsdirektoratet
Hydrologisk avdeling.

Amanuensis Reidar Borgstrøm, NLH, Institutt for naturforvaltning.

Forsøksleder Tor B. Gunnerød Ph.D., DVF, Reguleringsundersøkelsene.

Fagsjef Knut Ove Hillestad
NVE-Vassdragsdirektoratet, Natur- og landskapsavdelingen.

Amanuensis Roald Larsen, Zoologisk museum, Universitet i Bergen.

Dr.philos Petter Larsson, Zoologisk museum, Universitet i Bergen.

Dr.philos. Albert Lillehammer, Zoologisk museum, Universitet i Oslo.

Forskningsresultatene vil bli presentert i "Informasjon fra Terskelprosjektet" og/eller i nasjonale og internasjonale fagtidsskrifter. Data fra Terskelprosjektets rapporter kan publiseres videre under forutsetning av at kildene oppgis. Det gjøres oppmerksom på at mange av rapportene i denne serien vil være delrapporter og tildels av foreløpig karakter.

Forespørsler om Terskelprosjektet kan rettes til:

Terskelprosjektet v/prosjektleder P. Mellquist
NVE-Vassdragsdirektoratet, Middelthunsgt. 29, OSLO 3
Tlf.: (02) 46 98 00

H. Sperstad

K.O. Hillestad

TERSKLENES INNVIRKNING PÅ BIOLOGISKE FORHOLD
I REGULERTE VASSDRAG - (TERSKELPROSJEKTET)

EGGPRODUKSJON, YNGELTETTHET, DØDELIGHET OG VEKST HOS ØRRET (SALMO TRUTTA L.) YNGRE ENN 3 ÅR I ØVRE DEL AV EKSINGEDALSELVA

EGG PRODUCTION, DENSITY, MORTALITY AND GROWTH OF BROWN TROUT (SALMO TRUTTA L.) YOUNGER THAN 3 YEARS AT EKSE, EKSINGEDALSELVA RIVER

YNGVAR HAGALA
Avd. for Zoologisk økologi
Zoologisk museum, Universitetet i Bergen

NVE - VASSDRAGSDIREKTORATET
1983

ISBN 82-554-0359-0

INNHOLDSFORTEGNELSE

	SIDE
FORORD	5
INNLEDNING	6
OMRÅDE- OG LOKALITETSBESKRIVELSE	6
METODER OG MATERIALE	11
FANGST AV FISK	11
YNGELTETTHET	11
EGGPRODUKSJON	12
EGGDØDELIGHET	13
EGG OG YNGEL I DRIV	14
KANNIBALISME	15
DØDELIGHET	15
VEKST	15
RESULTATER	16
YNGELTETTHET	16
EGGPRODUKSJON	17
EGGDØDELIGHET	19
EGG- OG YNGELDØDELIGHET	19
KANNIBALISME	21
VEKST	21
DISKUSJON	22
YNGELTETTHET	22
EGGPRODUKSJON	24
EGGDØDELIGHET	26
YNGELDØDELIGHET	29
VEKST	31
MEDVIRKENDE	32
SAMMENDRAG	33
SUMMARY	34
LITTERATUR	35
VEDLEGG	43
PUBLISERTE ARBEIDER MED TILKNYTNING TIL TERSKEL-PROSJEKTET	48

FORORD

Undersøkelse av fiskebestandens utvikling i et regulert vassdrag hvor det er bygget terskler er et av hovedmålene for Terskel-prosjektet. For å kunne forklare de endringer som er observert i ørretbestanden i Eksingedalselva ved Ekse var det bl.a. nødvendig å kjenne til de faktorer som regulerer fiskebestandens størrelse. Den foreliggende rapport er en forkortet utgave av cand.real Yngvar Hagala's hovedfagsoppgave og tar for seg disse spørsmål for fisk som er yngre enn 3 år. I den neste rapport i denne serie, TP-informasjon nr. 21, tar hans kollega cand.real Torfinn Fredin Andersen for seg de samme forhold for eldre fisk. De to rapportene bør følgelig sees i sammenheng.

Utgiftene til feltarbeidet og fremstillingen av denne rapport er i sin helhet dekket av Terskelprosjektet. Rapporten er skrevet på tekstbehandlingsutstyr av Eva Klausen, NVE-Vassdragsdirektoratet.

Pål Mellquist

Pål Mellquist
prosjektleder

INNLEDNING

Undersøkelser i Eksingedalen har bidratt til å klarlegge hvordan en populasjon av ørret (Salmo trutta L.) påvirkes av reguleringsinngrep og terskelbygging (Mellquist 1976, Evensen 1981, Andersen 1983). Øvre del av Eksingedalen ble regulert i 1972, og terskelen innen undersøkelsesområdet ble bygget i 1973. Undersøkelsesområdet var terskelbassenget på Ekse med ovenfor- og nedenforliggende strykstrekninger. Der finnes hovedsakelig ørret under 150 g. Antall ørret 3 år og eldre i det undersøkte området, var høsten 1976 ca 2000 med en tetthet på ca 4,5 ørret/100 m^2 på strykstrekningene og 11,1 ørret/100 m^2 i selve terskelbassenget (Andersen 1983). Bortimot 50% av kjønnsmoden ørret i terskelområdet oppholdt seg mer eller mindre stasjonært i terskelbassenget gjennom året. Dette var for det meste fisk som ikke gytte samme år (1976). De øvrige kjønnsmodne fiskene vandret ut av bassenget på forsommeren og under gytinga i oktober.

Denne rapporten behandler tetthet, dødelighet og vekst hos ørret yngre enn 3 år, samt eggproduksjon for ørreten i Ekseområdet. I Norge er det gjort få undersøkelser av de yngste stadiene av ørret i elver hvor den er eneste fiskeart.

OMRÅDE- OG LOKALITETSBESKRIVELSE

Eksingedalselva ligger i Vaksdal kommune ca 50 km nordøst for Bergen (fig. 1). En mer utførlig beskrivelse av vassdraget er gitt av Mellquist (1976).

Undersøkelsesområdet ligger ved Ekse 560 m. o.h. og 36 km fra sjøen. Det ble delt i 3 soner (fig. 2 og tabell 1); selve terskelbassenget (sone 5), strykstrekningen ovenfor terskelbassenget (sone 4B) og strykstrekningen nedenfor (sone 6A). Ved liten vannføring (ca 1 m^3/sek.) er den vannførende delen på strykstrekningene ca 15-20 m bred og 10-40 cm dyp. I selve terskelbassenget, sone 5, er vannarealet tilnærmet konstant i den isfrie perioden selv om vannføringen varierer.

Vanntemperatur ble kontinuerlig målt med termograf og variasjonene gjennom året er vist i fig. 3. Vannføring ble beregnet ut fra en kontinuerlig vannstandsmåler (limnigraf). Variasjonen i gjennomsnittsvannføring pr. døgn er vist i fig. 4. Ledningsevnen (K_{20}) varierte mellom 11 og 35 µS/cm (enkeltmålinger høsten 1977 og våren/sommeren 1978). pH varierte mellom 5,7 og 6,8. For ytterligere fysisk-kjemiske data henvises til Bækken et al. 1981.

Vannets gjennomsnittstemperatur var høyere enn 6°C fra første halvdel av juni til begynnelsen av september (fig. 3). Den isfrie perioden varte i 1977 fra begynnelsen av mai til midten av november. Isforholdene vintrene 1976/77 og 1977/78 var i store trekk like. Deler av undersøkelsesområdet var bunnfrosset, også deler av gyteområdene (fig. 5). Vannet under isen skiftet dessuten leie flere ganger i løpet av vinteren.

Tabell 1. Areal og lengde av soner ved Ekse. Kartgrunnlag er Økonomisk kartverk (Gullbrå AP 066/2). Arealet er gitt fra torvkant til torvkant og er beregnet etter rutenettmetoden. (Etter Evensen 1978).

Area and length of investigated zones at Ekse. The area is measured from riverbank to riverbank on maps 1:5000. (From Evensen 1978).

Sone Zone	Areal, m^2 Area	Lengde, m Length
4B	9 200	310
5	10 600	375
6A	10 100	310

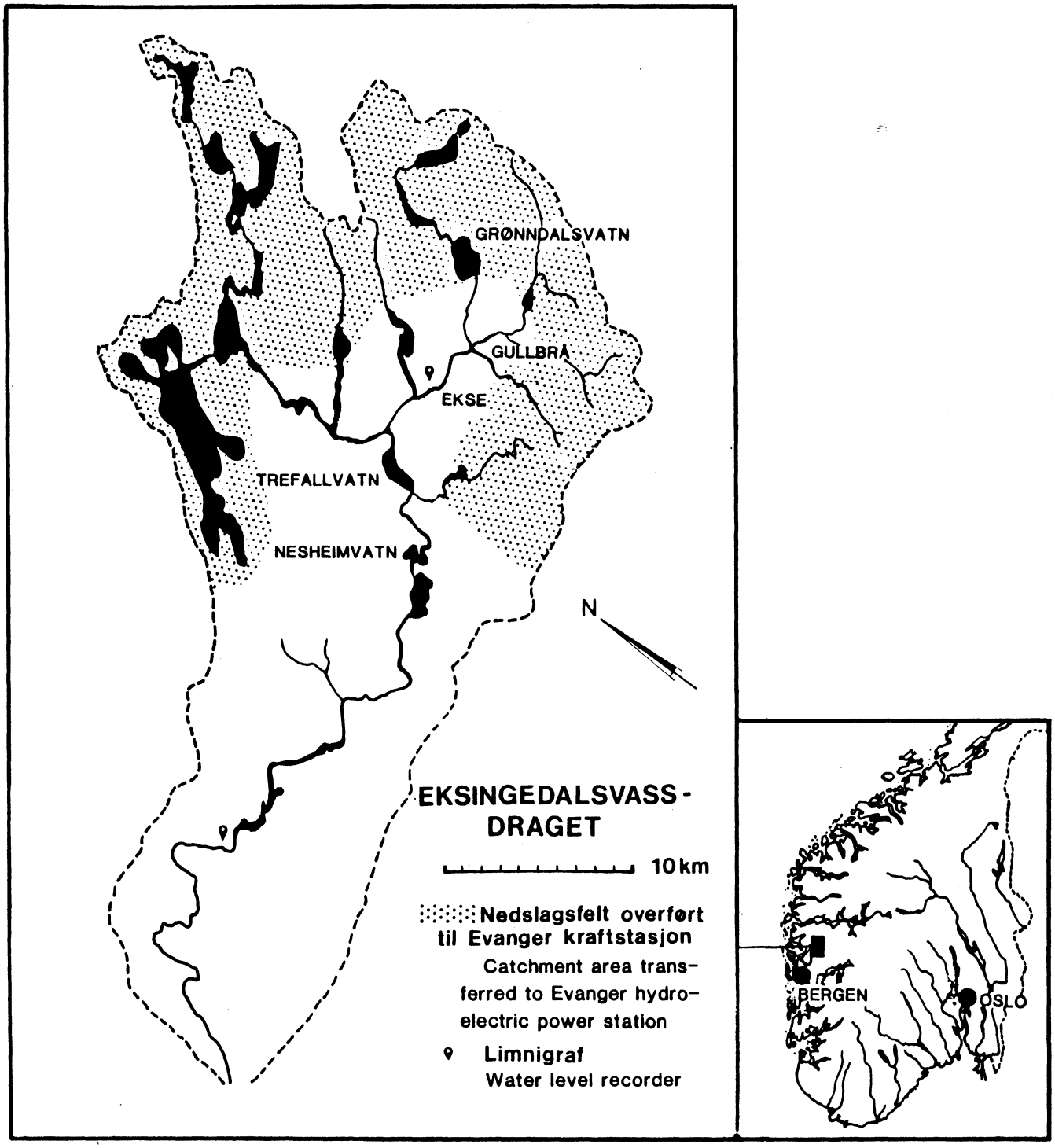


Fig. 1. Kart over Eksingedalsvassdraget.

The catchment area of the river Eksingedalselva.

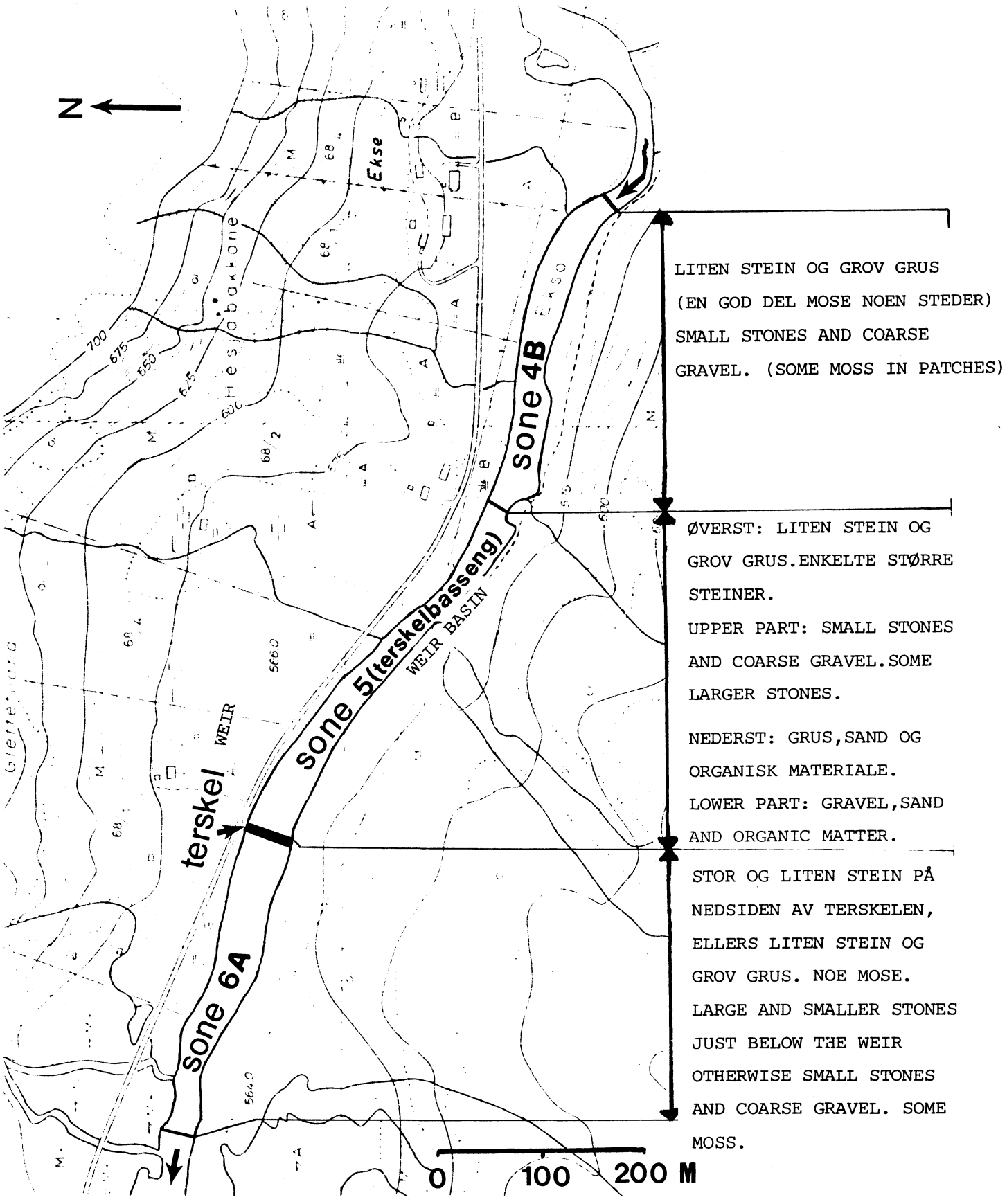


Fig. 2. Soneinndeling og bunnsubstrat ved lokaliteten på Ekse.

The study area at Ekse: division into zones and substrate types.

(Omarbeidet etter Evensen 1978)

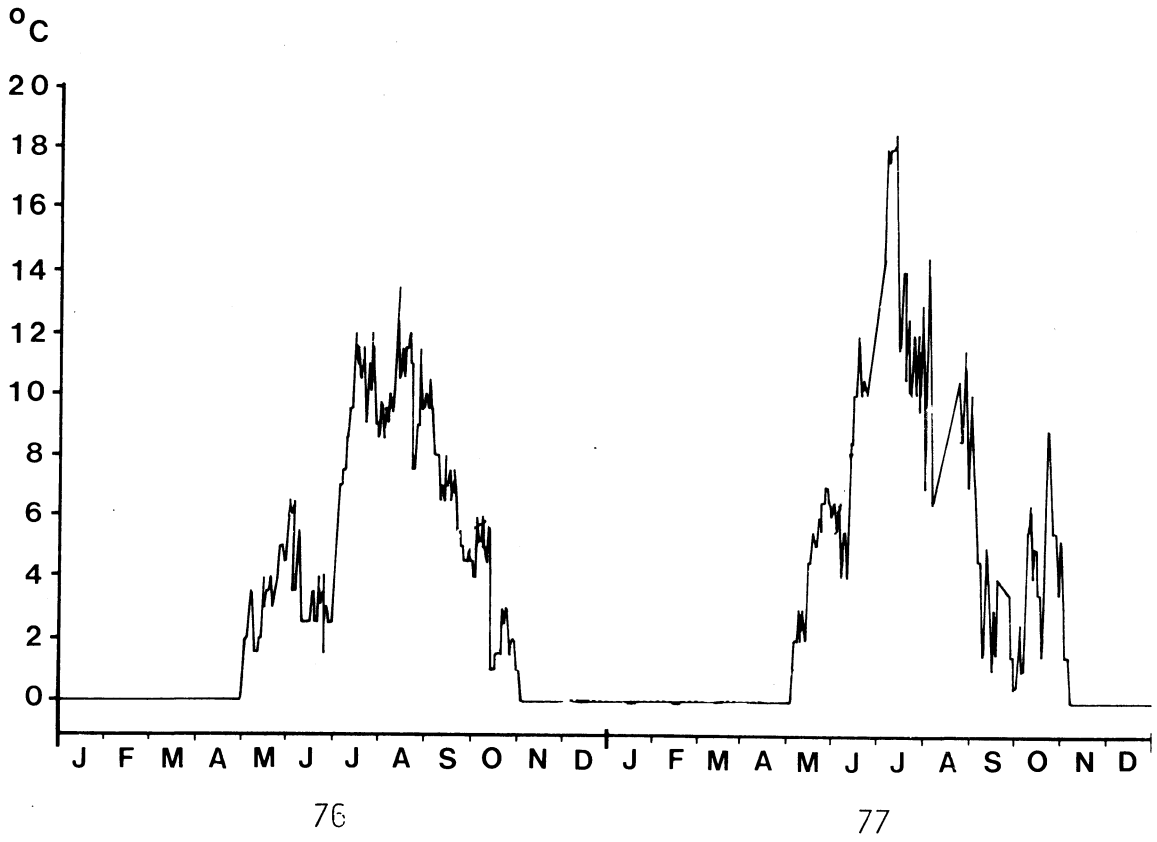


Fig. 3. Vanntemperatur ved Ekse 1976 og 1977. Gjennomsnitt av maks.- og min.verdien pr. døgn målt med termograf.

Water temperature at Ekse 1976-77. Mean values of max. and min. each day.

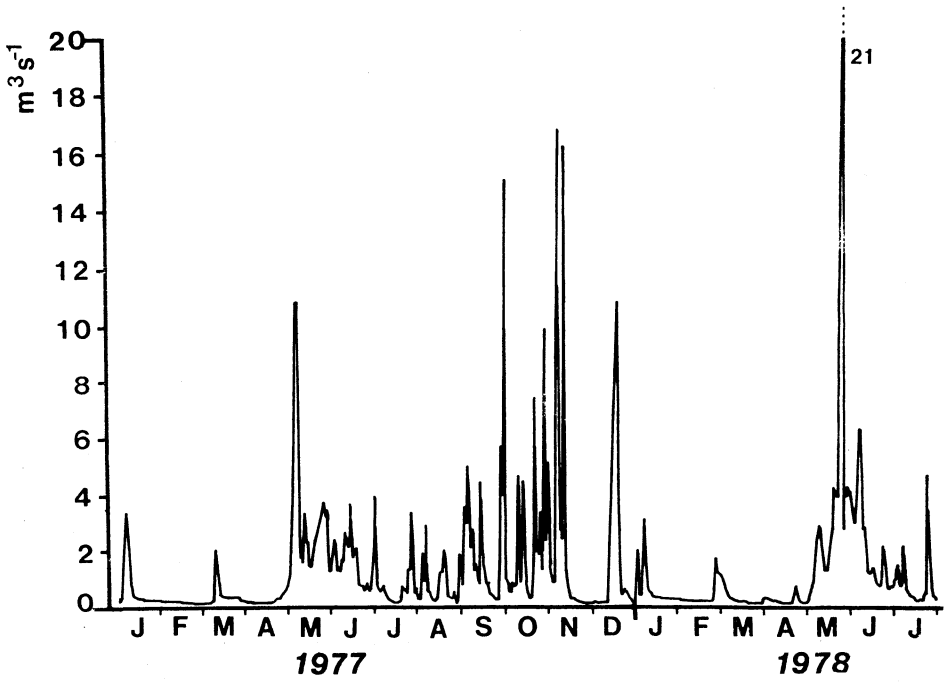


Fig. 4. Vannføring ved Ekse 1977 og 1978. Gjennomsnitt i døgnet omregnet (ved Hydrologisk avdeling, NVE, Oslo) fra kontinuerlige vannstandsmålinger med limnigraf.

Mean water discharge (24 hour) at Ekse.

METODER OG MATERIALE

Fangst av fisk

På strykstrekningene ble mesteparten av fisken fanget med elektrisk fiskeapparat. I terskelbassenget og i de dypeste partier av strykstrekningene ble strandnot med maskevidde 5 mm (120 omfar) benyttet.

De fangstresultater som inngår i rapporten er vist i vedlegg 1. Det ble til sammen fanget 4776 ørret yngre enn 3 år i 1977 og 1978. Det ble også fanget gytefisk for å beregne eggproduksjonen. Etter fangst ble fisken bedøvet i benzokainløsning (Senstad 1971), og lengden ble målt fra snutespiss til ytterste halespiss når halefinnen var naturlig utstrukket.

Kjønnet til gytefisk ble fastslått enten ved å stryke over buken i gytetida for å påvise modne egg eller rennende melke, eller ved å undersøke gonadene etter avliving. Fisken ble merket ved finneklipping (Laird & Stott 1978, Stuart 1958). Ulike finner ble klippet i de forskjellige sonene. Merket fisk ble sluppet samme sted som de var fanget.

Hovedvekten av yngelen ble værende på gyteområdene (strykstrekningene i sone 4B og 6A) de første leveårene, og hovedvekten av fangstinnsatsen ble derfor lagt til sone 4B og 6A.

Aldersbestemmelsen ble gjort ut fra lengde-frekvens fordelingen. Som kontroll ble gjellelokk (opercula)- og skjellprøver benyttet. Skjellprøvene ble tatt fra området over sidelinjen mellom rygg- og fettfinnen (Bagenal & Tesch 1978). Skjellene er avlest som plastavtrykk (Smith 1954) og gjellelokkene er undersøkt av Dr. Tanyolac.

Yngeltetthet

Yngeltettheten ble beregnet ved merking-gjenfangstmetoden i 1977 og ved utfangstmetoden i 1978. Ved gjenfangstmetoden er Chapmans

versjon av Petersens formel brukt, $\hat{N}^* = \frac{(M + 1)\ (C + 1)}{R + 1}$ (Ricker 1975). 95% konfidensintervall er beregnet ut fra appen- diks II i Ricker (1975).

Ved fangstmetoden ble deler av sonene avfisket flere omganger med 20-30 min. pause i mellom. Fiskene som ble fanget i hver enkelt omgang, ble aldersbestemt og sortert i aldersgruppene 0, 1 og 2 (0-, 1- og 2-åringer). Tettheten av fisk ble beregnet på grunnlag av disse gjentatte avfiskinger av de forskjellige prøveflatene. Til beregning av fisketettheten etter tre fiskeomganger er Zippin's (1958) metode benyttet. Til beregning av fisketettheten etter en og to fiskeomganger er Seber & Le Cren's (1967) metoder benyttet.

Forutsetningene for bruk av fangstmetoden er gitt i Zippin (1958). Grunnen til at denne ble benyttet var:

1) å unngå eventuelle følger av merking på fiskens overlevelsesrate (endret atferd/vandring o.l.). (Libosvarsky 1966).
2) å oppnå resultater med mindre arbeid og kortere tid (Libosvarsky 1966).

Metoden er dessuten testet og funnet som den mest høvelige ved elektrisk fiske bl.a. av Karlstrøm (1976).

Eggproduksjon

Ut fra Terskelprosjektets fiskedata før, under og etter gyting er det beregnet hvor mange fisk eldre enn 3 år som var i undersøkelsesområdet i gytetida. Kjønnsmodning (aldersgr.), gytefiskprosent og kjønnsfordeling av gytefisken ble undersøkt. Videre ble 27 hunner, fra tre lengdeintervaller, avlivet for direkte eggtelling før gyting og 8 hunner ble avlivet for kontroll av "restegg" etter gyting.

Eggdødelighet

I tidsrommet 19.-25.10.1977 ble 1866 egg kunstig befruktet og lagt i plastbur til svelling. Senere ble skadde egg fjernet og burene ble gravd ned i grusen (ca 2 cm ned) i fire transekter (tverrsnitt av elva) på gyteområder i sone 4B og 6A (trans. A, B, C og D i fig. 5). Hvert bur inneholdt ca 60 egg. Den ene burtypen var gjennomhullede petriskåler og den andre typen var laget av PVC-rør og fluenetting (fig. 6).

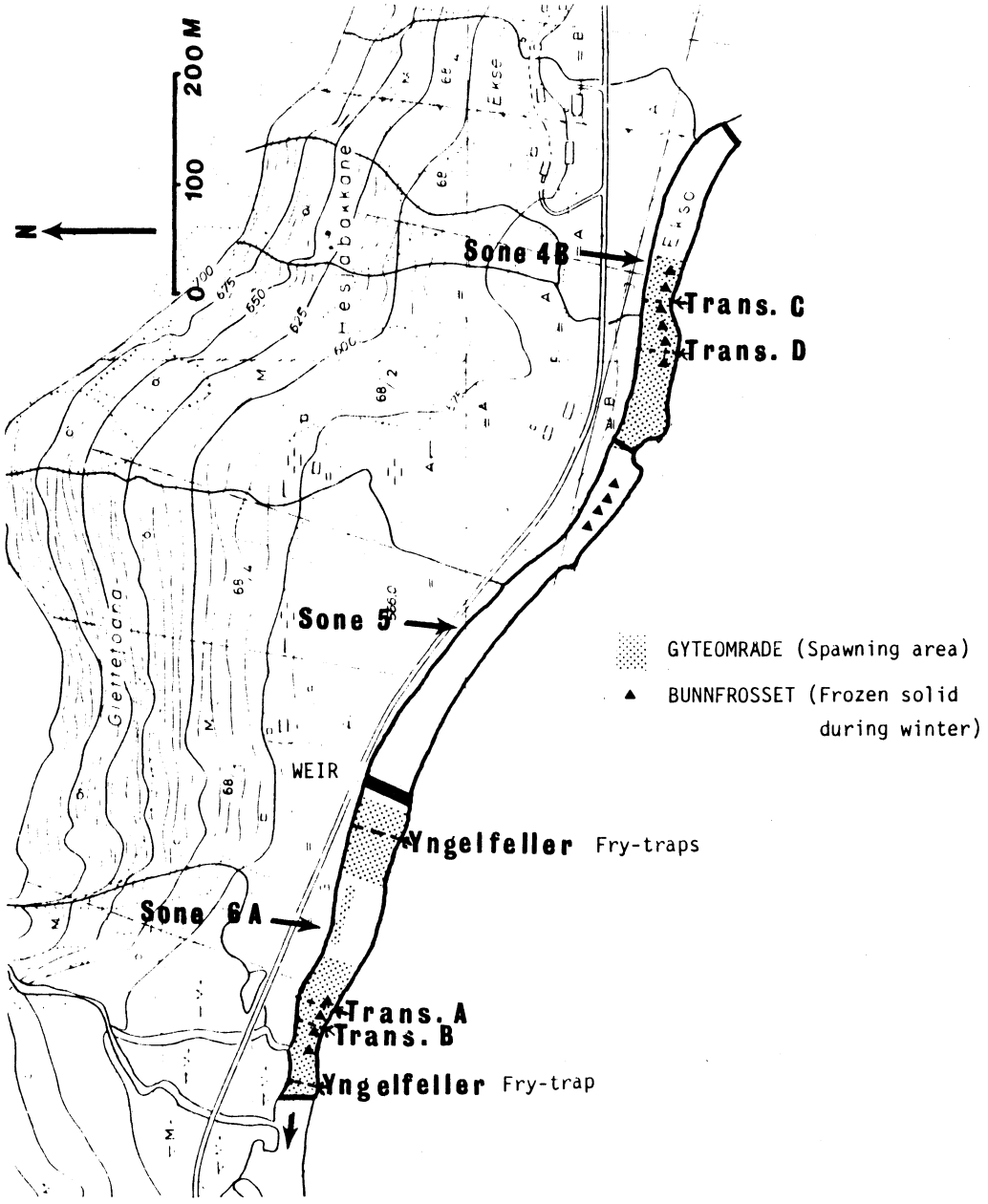


Fig. 5. Lokalisering av gyteområder, yngelfeller og områder som bunnfrøs.

Spawning areas, fry traps and areas which "froze solid" during winter.

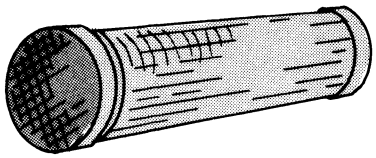


Fig. 6. Burtype benyttet ved eggdødelighetsforsøk. "Skjelettet" er skåret ut av P.V.C.-rør og bekledd med fluenetting. En slangeklemme i hver ende fungerer som lås.

Cage for egg mortality tests.

Egg og yngel i driv

I første halvdel av mai 1977 ble det satt ut 3 typer feller for å fange egg og yngel i driv; 14 drivfeller (angående type, se Bækken et. al. 1979), 6 firkantede plexiglassfeller (48x14 cm) m/nett og 4 plexiglassrørfeller (diameter 20 cm og lengde 50 cm) m/trakt og sil (fig. 7). Fellene ble satt ut i to transekter (tversnitt av elva) i sone 6A (fig. 5). Fellene ble tømt to ganger om dagen, og de sto ute til sist i juni. De største flommene var i denne perioden.

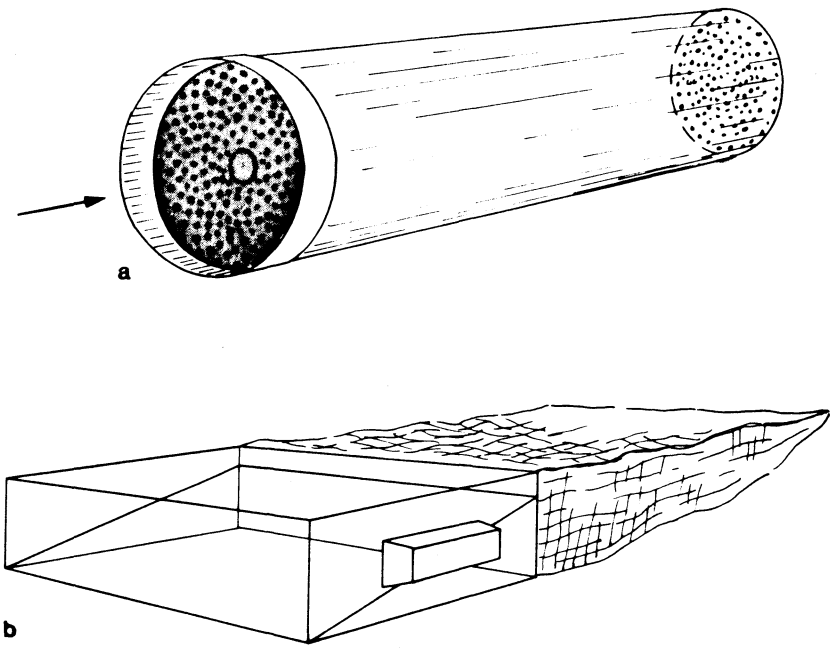


Fig. 7. Felletyper benyttet til å fange egg og yngel i driv.
a) Plexiglassrør med sil og gjennomhullet trakt.
b) Plexiglass med nett.

Traps for collecting eggs and fry in the drift.
a) Plexi-tube with sieve, b) Plexi-box with net.

Kannibalisme

Ved undersøkelser av mageinnholdet hos større fisk i gytetida finner man ikke nødvendigvis predasjonstrykket på eggene, fordi fiskene også snapper opp egg som ikke faller ned i gytegropa. Slike egg kan imidlertid betraktes som allerede "tapte egg", for ubeskyttet mot lys og utsatt for mekaniske skader som de er, har de ingen betydning for artens videreførelse (annet enn til føde).

Når det gjelder funn av yngel i mageprøver fra større fisk kan man i de fleste tilfeller anta at det skyldes kannibalisme.

Dødelighet

Ved beregning av dødelighet er det brukt følgende formel:

$$A = 1 - \frac{N_1}{N_o}$$

der A = dødelighetsrate, $\hat{N}_o$ = beregnet antall fisk (eventuelt egg) i en bestemt aldersgruppe i begynnelsen av en tidsperiode og N_1 = beregnet antall fisk i samme aldersgruppe ved slutten av en tidsperiode (Ricker 1975). Ved utregning av dødelighet er det korrigert for merket fisk avlivet i forsøksperioden. Dødeligheten på egg/yngel er beregnet for hele området (sone 4B, 5 og 6A) samlet.

Vekst

Vekst er uttrykt v.h.a. gjennomsnittslengde ($\bar{l}$) og gjennomsnittsvekt ($\bar{w}$) for n antall fisk. Det er beregnet absolutt økning i lengde ($\bar{l}_2 - \bar{l}_1$) og vekt ($\bar{w}_2 - \bar{w}_1$) i en vekstsesong (Ricker 1975).

$\bar{l}_2$ og $\bar{w}_2$-verdiene for november er konsekvent benyttet, selv om de ved et tilfelle var lavere enn oktoberverdiene.

RESULTATER

Yngeltetthet

Tetthetsberegninger for fisk yngre enn 3 år, i 1977, er gitt i tabell 2a. Grunndata for tabellen finnes i vedlegg 2-4. Totalt antall fisk yngre enn 3 år er beregnet til vel 10 000 pr. juli. Dette gir en tetthet på 34,1 fisk pr. 100 m^2. Sonen oppstrøms terskelbassenget (sone 4B) hadde høyest tetthet med 68,6 fisk pr. 100 m^2, mens nedstrøms terskelbassenget (sone 6A) var tettheten 35,2 fisk pr. 100 m^2. I terskelbassenget (sone 5) ble det ikke fanget 0-åringer, og tettheten av fisk yngre enn 3 år var meget lav, 3,1 fisk pr. 100 m^2. Resultatene fra fangstmetoden i 1978 viste i store trekk det samme bildet, tabell 2b (grunndata vedlegg 5-10).

Tabell 2 a. Beregnet yngeltetthet innen område 4B-5-6A 1977. For 0-åringene er tallene for juli. For 1- og 2-åringene gjennomsnitt for sommeren.

Estimated fry density in zones 4B-5-6A 1977.

Sone Zone	0-åringer (juli) 0^+ (July)		1-åringer (sommer) 1^+ (summer)		2-åringer (sommer) 2^+ (summer)		Ørret < 3 år (Σ) Trout < 3 years (Σ)	
	$\hat{N}$	$\hat{N}$/100 m^2	$\hat{N}$	$\hat{N}$/100 m^2	$\hat{N}$	$\hat{N}$/100 m^2	$\hat{N}$	$\hat{N}$/100 m^2
4B	5129	55,8	913	9,9	272	3,0	6314	68,6
5	*	-	143	1,3	188	1,8	331	3,1
6A	2572	25,5	850	8,4	134	1,3	3556	35,2
Σ 4B, 5& 6A	7701	25,8	1906	6,4	594	2,0	10201	34,1
Σ 4B & 6A	7701	39,9	1763	9,1	406	2,1	9870	51,1

* Ingen 0-åringer ble fanget i sone 5.
No 0^+ was captured in zone 5.

Tabell 2 b. Beregnet yngeltetthet innen område 4B-5-6A 1978. For 0-åringene er beregningene for august. For 1- og 2-åringene er beregnet for juni-september.

Estimated fry density in zones 4B-5-6A 1978.

Sone Zone	0-åringer (august) 0^+ (August)		1-åringer (juni-sept.) 1^+ (June-Sept.)		2-åringer (juni-sept.) 2^+ (June-Sept.)		Ørret < 3 år (Σ) Trout < 3 years (Σ)	
	$\hat{N}$	$\hat{N}$/100 m^2	$\hat{N}$	$\hat{N}$/100 m^2	$\hat{N}$	$\hat{N}$/100 m^2	$\hat{N}$	$\hat{N}$/100 m^2
4B	5246	57,0	356	3,9	314	3,4	5916	64,3
5	*	-	296	2,8	221	2,1	517	4,9
6A	2428	24,0	363	3,6	202	2,0	2993	29,6
4B, 5& 6A	7674	25,7	1015	3,4	737	2,5	9426	31,5
4B & 6A	7674	39,8	719	3,7	516	2,7	8909	46,2

* Ingen 0-åringer ble fanget i sone 5.
No 0^+ was captured in zone 5.

Eggproduksjon

Tabell 3a gir gjennomsnittlig eggantall pr. hunn og totalt antall egg innen de tre lengdeintervallene for gytende hunnfisk. Tabell 3b viser prosent gytefisk, kjønnsfordeling og antall gytende hunner. Det var ingen gytemodne hunner blant 3-åringene verken i 1976 (Evensen 1981) eller i 1977, og det var få gytemodne hunner blant 4-åringene.

Blant hunnene på 5 år og eldre gytte over dobbelt så mange i 1977 som i 1976. Dette ga omtrent dobbelt så mange egg i 1977 som i 1976. I 8 hunner avlivet etter gyting ble det funnet gjennomsnittlig 4 restegg pr. hunn.

Tabell 3 a. Eggproduksjon i 1976 og 1977.

Egg production in 1976 and 1977.

n = antall hunner som det ble talt egg hos.
= no. females with eggs.
$N_{\varphi\varphi}$ = antall gytende hunner i undersøkeslsesområdet.
= no. spawning females in the investigated area.
N_{egg} = antall gytte egg.
= no. spawned eggs.

Lengdeintervall (cm) Length group	n	Gjennomsnittlig egg-antall pr. hunne ± standardavvik Mean egg no. pr. female ± SD	$N_{\varphi\varphi}$ (1976)	$N_{\varphi\varphi}$ (1977)	N_{egg} (1976)	N_{egg} (1977)
≤ 20	10	196,6 ± 31	82	169	16 121	33 225
> 20 ≤ 22	11	216,2 ± 36	113	219	24 431	47 348
> 22	6	266,1 ± 35	38	108	10 112	28 739
Sum	27		233	496	50 664	109 312

Tabell 3 b. Antall gytende hunner fordelt på aldersgruppe og lengdeintervall i 1976 og 1977.
Beregningene for antall fisk eldre enn 3 år er hentet fra Andersen (1978) og kjønnsfordelingen for 1976 fra Evensen (1981).

No. of spawning females with reference to age group and length group in 1976 and 1977.

År Year	Alder (år) Age (year)	Ant. fisk No. of fish	% gytefisk % spawners	Kj.fordeling ♀ ♂	Antall gytende $\varphi\varphi$ pr. ald.gr. No. of spawners
1976	4	600	34	6:94	12
	≥ 5	1050	42	≈50:50	221
1977	4	217	46	8:92	8
	≥ 5	1250	78	≈50:50	488

Eggdødelighet

Under graving på gyteområdene våren 1977 ble det funnet en stor del døde egg. Eggdødelighetsforsøk ble derfor satt igang fra høsten 1977. Beregningen for eggdødelighet i bur er gitt i tabell 4b. Fra stryking (22.10.1977) til avsluttet klekking (14.06.1978) gikk det 235 døgn og eggdødeligheten var 67%. Dødeligheten var total der det ble påvist bunnfrysing og tørrlegging. Ser man bort fra disse burene var eggdødeligheten 53%.

Egg- og yngeldødelighet

Beregninger for egg- og yngeldødelighet er gitt i tabell 4a (grunndata tabell 2 og 3). Som det fremgår var det en betydelig nedgang i yngeltetthet første og andre leveår. Da det bare ble funnet en plommesekkyngel og ingen egg i drivundersøkelsene (se "egg og yngel i driv") måtte nedgangen i det alt vesentlige skyldes dødelighet.

Tabell 4 a. Egg- og yngeldødelighet i undersøkelsesområdet.
Egg- and fry mortality.

Tidsrom Time period (ant. mnd.) (months)	Alder Age	$1 - \frac{N_1}{N_0} \cdot 100$	Mortalitet (%) Mortality
EKSPERIM. 22.10.1977 til 14.06.1978 (Ca. 8 mnd.)	Egg (Fra stryking til klekking)	$1 - \frac{613}{1866} \cdot 100$	67
Medio okt. 1977 til medio aug. 1978 (Ca. 10 mnd.)	Egg til 0-åringer (Fra gyting til ca. 2 mnd. etter klekking)	$1 - \frac{7674}{109312} \cdot 100$	93
Juli 1977 til juni-sept. 1978 (Ca. 12 mnd.)	Fra 0- til 1-åringer	$1 - \frac{1015}{7701} \cdot 100$	87
Juni-sept. 1977 til juni-sept. 1978 (Ca. 12 mnd.)	Fra 1- til 2-åringer	$1 - \frac{737}{1906} \cdot 100$	61

Tabell 4 b. Eggdødelighet i bur.
Egg mortality in cages.
Trans. A og B på gyteområde i sone 6A.
Transect A and B on spawning grounds in zone 6A.
Trans. C og D i gyteområde i sone 4B.
Transect C and D on spawning grounds in zone 4B.

		Bur nr. Cage no.	Ant. egg lagt i buret om høsten. No. of eggs	Ant. overlevende etter klekking No. of hatched eggs	Ant. døde under klekking Mortality during hatching	% døde egg % mortality
Sone 6A	Trans. A.	A1	50	24	1	50
		A2	50	3	1	92
		A3	50	30	0	40
		A4*	60	0	0	100
		A5*	64	0	0	100
		A6	68	58	0	15
		A7	62	32	0	48
		A8	44	4	0	91
		A9	50	30	0	40
		Totalt	498	181	2	63
	Trans. B.	B1	50	49	0	2
		B2	64	9	0	86
		B3	69	9	0	87
		B4	63	56	0	11
		B5*	68	0	0	100
		B6	100	58	0	42
		B7*	73	0	0	100
		B8*	60	0	0	100
		Totalt	547	181	0	67
Sone 4B	Trans. C.	C1	59	4	0	93
		C2	62	2	0	97
		C3*	65	0	0	100
		C4	58	1	0	98
		C5	58	48	0	17
		C6**	61	0	0	100
		C7*	64	0	0	100
		C8*	56	0	0	100
		C9	54	3	0	94
		C10	38	8	0	79
		Totalt	575	66	0	89
	Trans. D.	D1	71	71	0	0
		D2	65	65	0	0
		D3	58	1	0	98
		D4	52	48	0	8
		Totalt	246	185	0	25
		Tot.trans. A,B,C og D	1866	613	2	67

* Stedet tørrlagt/bunnfrosset en tid om vinteren.
Locality dry or frozen at one or more occasions.
** Buret fullstendig knust.
Cage crushed under the ice.

Kannibalisme

Høsten 1976 ble det funnet egg i 6 av 76 mageprøver fra ørret i gytetiden. Totalt 47 egg. Høsten 1977 ble det funnet egg i 4 av 44 mageprøver. Totalt 22 egg. Utenom gytetiden ble det ikke funnet egg i mageprøver (av 672 mageprøver). Yngeldødelighet pga. kannibalisme var også liten:

I 1976 ble det funnet yngel i 2 av 212 mageprøver.
I 1977 ble det funnet yngel i 1 av 158 mageprøver.
I 1978 ble det funnet yngel i 9 av 463 mageprøver.
(Mageprøvene er fra den isfrie perioden)

Vekst

Tabell 5 gir gjennomsnittsvekst ($\bar{l}$ og $\bar{w}$) for 1977. Veksten var størst i juli og august.

Gjennomsnittsvekst pr. år for de tre første leveårene var 3,6 cm og 4,6 g.

Tabell 5. Gjennomsnittsvekst for ørretyngel i 1977. Mean growth of trout fry, 1977.
n = antall ørret. min. og max. = minste og største registrerte fisk.
= no of fish.
s = standardavvik. $\bar{l}_1$ og $\bar{w}_1$ = gjennomsnittslengde og gjennomsnittsvekst ved vekstsesongens start. $\bar{l}_2$ og $\bar{w}_2$ = gjennomsnittslengde og gjennomsnittsvekst ved vekstsesongens slutt.
s = SD. $\bar{l}_1$ and $\bar{w}_1$ = mean length and mean weight at start of growth season.
$\bar{l}_2$ and $\bar{w}_2$ = mean length and mean weight at end of growth season.

	0-åringer (0^+)					1-åringer (1^+)					2-åringer (2^+)				
Måned Month	n	$\bar{l}$ (cm)	s	min.-max.	$\bar{w}$(g)	n	$\bar{l}$(cm)	s	min.-max.	$\bar{w}$(g)	n	$\bar{l}$(cm)	s	min.-max.	$\bar{w}$(g)
Mai, ultimo						11	4,4	0,4	3,8-4,8	-	13	7,8	0,5	7,0-8,4	4,8
Juni, medio	(20	1,7	0,08	1,6-1,8)*		125	4,7	0,5	3,5-6,4	1,0	22	8,0	0,6	7,0-9,0	4,9
Juli, medio	410	3,0	0,3	2,0-4,1	0,3	135	6,7	0,6	5,3-8,0	3,0	20	9,7	0,5	8,3-10,3	9,2
August, ultimo	960	4,8	0,5	3,1-6,2	1,1	144	8,3	0,5	7,0-9,3	5,5	102	10,4	0,6	8,9-11,6	10,5
September, ultimo	356	5,0	0,6	3,2-6,6	1,2	63	8,5	0,5	7,3-9,3	5,4	8	10,7	0,6	9,8-11,8	10,6
Oktober, ultimo	176	5,4	0,6	4,3-6,9	1,5	67	8,7	0,5	7,5-9,6	6,2	48	10,7	0,8	9,4-12,0	11,3
November, medio	88	5,5	0,5	4,0-6,9	1,6	33	8,4	0,5	7,3-9,1	5,7	14	10,7	1,0	9,4-11,9	12,3
Sesongvekst:		$\bar{l}_2-\bar{l}_1$ 3,8			$\bar{w}_2-\bar{w}_1$ 1,5		$\bar{l}_2-\bar{l}_1$ 4,0			$\bar{w}_2-\bar{w}_1$ ca. 4,7		$\bar{l}_2-\bar{l}_1$ 2,9			$\bar{w}_2-\bar{w}_1$ 7,5

* Lengde ved klekking.
Length at hatching.

DISKUSJON

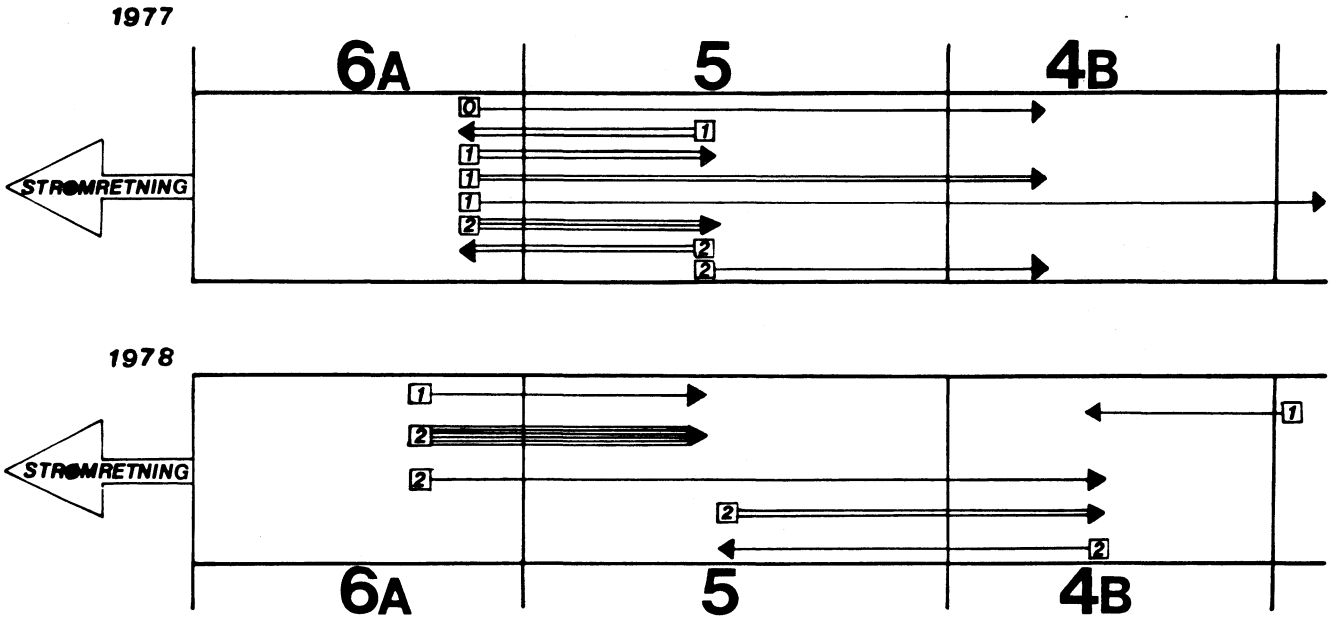
Yngeltetthet

Tetthet av ørret har sammenheng med bunnforhold, næringstilgang og strømforhold (Kalleberg 1958, Heggberget 1974, Karlstrøm 1977). Yngelen er ofte forbausende stasjonær (stedbunden) i det området der den er født (Jonsson & Matzow 1979, Sømme 1944). Yngeltetthetene på strykstrekningene er ikke uten videre sammenlignbare med tetthetene i terskelbassenget. Dette kommer av at tetthetene er regnet pr. areal fra torvkant til torvkant. Det virkelige vannarealet varierte mye på strykområdene, men mindre i terskelbassenget. Derfor blir tettheten på strykstrekningen for lave sammenlignet med terskelbassenget ved lav vannføring. De fleste tetthetsberegningene er fra juni-september, da vannføringen i elva var liten. For yngelen på strykstrekningene syntes bunnforholdene å være viktige idet de høyeste tetthetene på Ekse ble funnet på flekkene med mye mose. Heggberget (1974) fant størst tetthet av småfisk (244 fisk pr. 100 m^2) på en lokalitet der det var sterk algebevoksing. Han antok at den høye tettheten på denne lokaliteten skyldtes den sterke algebevoksingen. Tett bevoksing av moser og planter gir utmerkede skjulesteder og godt næringstilbud til fisken som lever der (Hynes 1970).

Det er registrert forholdsvis få vandringer hos ørretyngelen på Ekse (se fig. 8). Av ca 200 gjenfangede småfisk (av ca 2500 merkede) hadde kun 14 (i 1977) vandret ut av sonen hvor de opprinnelig var merket. Mange av de registrerte vandringene har foregått motstrøms (i 1977 10 av 14 reg. vandringer og i 1978 10 av 12). Sømme (1944) mener at ørretyngelen er meget stasjonær og at all sannsynlighet taler for at det ikke finnes noe utpregede tendenser til vandring de først 2 til 3 årene. Sømme fant at når ørreten på Hardangervidda ble 2-4 år gammel, viste den en oppvandrende tendens. At denne vandringen normalt er rettet mot strømmen, er genetisk betinget og er en naturlig følge av at utløpselvene for de fleste vannene på Hardangervidda spiller en større rolle som gyte- og oppvekstplasser enn tilløpselvene (Jensen 1968). På Ekse ser det imidlertid ut til at sone 4B, "tilløpselven" til terskelbassenget, spiller størst rolle som gyte- og oppvekstplass.

Fig. 8. Ørretvandring (ørret yngre enn 3 år) i 1977 og 1978. Hver strek representerer én fisk. Tallene i firkantene angir alder og pilene angir i hvilken retning fiskene har vandret. Kun ørret som har vandret fra en sone til en annen er tatt med.

Trout migration (<3 years) out of and into the investigated localities 1977 and -78. Every fish is represented by one line, the arrow indicates migration direction and numbers in squares age of migration fish. Migration internally in the zones are not included.



En sammenligning av tettheter innen ulike elvesystemer er ofte vanskelig på grunn av store forskjeller i kjemisk-fysiske forhold, ernærings- og vekstforhold og ikke minst interspesifikk konkurranse. Dessuten oppgir ikke alle forfattere klart hvilke aldersgrupper som er undersøkt. Heggberget (1974) fant tettheter for ungfisk av laks (Salmo salar) og ørret på fire stasjoner i Stjørdalselva på 17, 81, 109 og 244 fisk pr. 100 m^2. I Forra var tettheten på to stasjoner 78 og 79 fisk pr. 100 m^2, mens det på et område (hele elvetverrsnittet) var 45 fisk pr. 100 m^2. Heggberget (1977) beregnet tettheten av laks og ørret i Skjoma til å være 9 fisk

(aldersgr. 0 og 1) pr. 100 m^2, men laks/sjøørretelver er ikke umiddelbart sammenlignbare med rene ørretelver idet to arter utnytter arealet bedre enn en.

For ørret yngre enn 3 år i Nea oppgir Langeland & Haukebø (1979) en gjennomsnittlig fisketetthet av 4 prøvefiskeperioder på 29,7 - 83,5 fisk pr. 100 m^2 i terskelområder og 5,7 - 28,7 fisk pr. 100 m^2 på de øvrige elvestrekningene.

Undersøkelser fra andre elver på Vestlandet (Rosseland 1969) viser tettheter på 37 - 113 ungfisk pr. 100 m^2. For Ekse var gjennomsnittstettheten på strykområdene ca 51 fisk yngre enn 3 år pr. 100 m^2, og for hele undersøkelsesområdet 34,1 fisk pr. 100 m^2. Yngeltettheten på Ekse må kunne sies å være middels høy.

Tetthet av småfisk på Ekse i 1975 og 1976 var lavere enn i 1977 og 1978 og mye tyder på gode forhold for småfisken i 1977 og 1978 (vannføring og temperatur), sammenlignet med forholdene i 1975 og 1976 (Andersen 1979).

Eggproduksjon

Beregningene for eggproduksjonen er basert på to atskilte utregninger, som begge er beheftet med mulige feil (Allen 1951). Disse er beregningene for

1) antall gytende hunner
2) eggproduksjon pr. hunn

Feilgrensene ved beregningene av den totale bestanden er forholdsvis trange (Andersen 1979), men likevel kommer den største usikkerheten ved beregningene for den totale eggproduksjonen herfra. Den kan komme opp i 10-12% av den totale eggproduksjonen.

Ytterligere metodefeil oppstår ved bestemming av andelen hunner i bestanden og andelen av disse som gyter innen hvert av lengdeintervallene. En meget stor del av fiskebestanden ble undersøkt i gyte-

tiden. Av en bestand på ca 2000 fisk som var 3 år eller eldre, ble 752 undersøkt høsten 1977. Evensen (1978) har diskutert gytebestandens sammensetning og normalt gyter de fleste hunnene på Ekse for først gang når de er 5 år. I 1976 var det uvanlige vannforhold i elva på grunn av uttappinger fra Grønndalsmagasinet. Dette kan ha ført til at flere hunner enn normalt hadde hvileår, men også til at mange 5-årige hunner "utsatte" sin gytedebut, og gytte først som 6-åringer i 1977. I 1977 gytte 78% av de som var 5 år eller eldre.

Vanligvis gyter ørreten hvert eneste år etter at den er blitt kjønnsmoden, mens hvilere (ørret som hopper over en eller flere gytesesonger) er relativt sjeldne ifølge Jensen (1968).

Stuart (1953) fant to år på rad, i to forskjellige engelske innsjøer, at nær 50% av hunnene som ble fanget ikke gytte samme år. Han kom til at et stort antall fisk var hvilere.

Størrelsesvariasjonen hos gytende hunnfisk var meget liten, men de største hadde likevel tydelig flere egg enn de minste. Eggantall pr. hunn innen hvert lengdeintervall viste en del variasjon. Dette kan ha ført til feil ved beregningen av den totale eggproduksjonen. Beregningen for den totale eggproduksjonen gir antall modne egg som hunnfiskene har før gytinga starter. Flere faktorer kan virke inn slik at antall plommesekkyngel som kommer fra disse eggene blir redusert. Den første av disse er at fisken ikke gyter alle eggene. Sømme (1944) mener at det alltid er noen får egg igjen etter gyting ("residualrogn"). Hos ørreten på Ekse utgjorde resteggene ca 1,8% av den totale eggproduksjonen i 1977. Det er en god del høyere enn de verdiene som Allen (1951), Hobbs (1948) og Brown & Kamp (1942) nevner. De er på henholdsvis 0,37%, 0,6% og 0,38%, men Allen (1951) mener at det er mulig at noen "restegg" kan ha blitt absorbert eller "sluppet" etter at den egentlige gytinga var over. Da vil 0,37 - 0,38% være minimumstall.

Ved undersøkelsen på Ekse gikk det så kort tid fra gyting til avliving at absorbsjon kan ses bort fra, men hva som eventuelt er "sluppet" vet man ikke. Et tap på 2% er eventuelt ubetydelig i forhold til usikkerhetene i eggproduksjonstallene.

Noen egg går tapt pga. at ikke alle eggene som gytes faller ned i gytegropa. Dette tapet er ikke lett å beregne, for egg som ikke faller ned i gytegropa blir utsatt for kannibalisme. Hobbs (1948) kom til at tapet var ca 2%. Dette forholdet ble ikke undersøkt på Ekse.

I enkelte elver kan utvasking av egg fra gytegropene pga. stor vannhastighet forårsake et stort eggtap (Gangmark & Bakkala 1960, Elliot 1976). Det er ikke påvist et slikt tap på Ekse, men isløsningen kan ha tatt med seg en god del egg (se eggdødelighet).

En del av eggene blir sannsynligvis ikke befruktet under gytinga. Sømme (1944) nevner at det finnes eksempler (Armistead 1920) på at befruktning har vært meget ufullkommen, men i dag antas det at befruktningsprosenten hos laksefisk vanligvis er meget høy (Calderwood 1930, Sømme 1944, Berg 1963, Nordbye 1974). Tapet pga. ubefruktede egg antas å være på opptil et par prosent. Gyting av umodne eller overmodne egg kan også føre til at befruktningsprosenten blir nedsatt. Egidius & Helland-Hansen (1973) nevner at forsøk har vist at eggenes befruktningsdyktighet øker fram mot gytemodning, når et maksimum og avtar deretter brått (etter Leitritz 1960).

Eggdødelighet

Resultatene fra eggdødelighetsforsøket i 1977-78 var omtrent som ventet ut fra hva som ble funnet under graving på gyteområdene året før. Det viste seg at isgang, eller tyngden av isen ved bunnfrysing, hadde knust et bur i sone 4B. To av burene (i trans. D; se fig. 5) som var i et område der det var godt med vann og forholdsvis stor strømhastighet ga 100% overlevelse, og et bur like ved ga 92% overlevelse. De fleste av burene som var på steder der det ble påvist bunnfrysing (fig. 5) hadde ingen overlevende. I tillegg til at elva bunnfrøs enkelte steder, skiftet elva leie i løpet av vinteren. Dette medførte at en del av burene (se tabell 4a) ble tørrlagt. I disse burene var det ingen overlevende. Gjennomsnittlig

eggdødelighet var 67%, dersom alle burene regnes med, men noen av de burene som ble utsatt for "tørrlegging" og "bunnfrysing" kan ha vært plassert på steder som ørreten unngikk. Dersom burene med ingen overlevende taes ut, blir gjennomsnittsdødeligheten 53%.

Ved "tørr-befruktnings"-metoden ligger befruktningsprosenten ofte på 95-100, og i to av burene var eggoverlevelsen 100%. Ved en parallell undersøkelse i Hondalselva ved Nesheim (se fig. 1), utført i Terskelprosjektets regi, hadde de fleste burene nær 100% overlevelse. Jeg antar derfor at verdien for eggdødeligheten i burene på Ekse er representative for eggdødeligheten i området. De fleste av de døde eggene i burene var kraftig angrepet av sopp. Det ble også observert mye sopp på døde egg under graving på gyteområdene. Om soppen var årsak til at eggene døde, ga ikke undersøkelen svar på. Det er imidlertid kjent at skadde eller døde egg blir lettest angrepet av sopp, og så kan soppen spre seg videre til levende egg (Burrows 1949, Kittelsen 1979). Alle eggene som ble lagt i burene var skadefri. Vanligvis var de døde eggene så lite nedbrutt at de kunne telles, slik at antallet som var lagt i buret om høsten kunne kontrolleres. I et av burene ble en vårfluelarve (Trichoptera) funnet. I dette buret var det kun en levende plommesekkyngel og ingen egg eller døde plommesekkyngel. Det ble ikke funnet noen skader på buret. Sannsynligvis hadde vårfluelarven spist eggene og kanskje også plommesekkyngel. Fox (1978) fant at vårfluelarver kan bidra til eggdødelighet, spesielt hos fisk som legger egg på vegetasjon og i grus. Stuart (1953), Royce (1959) og Briggs (1953) nevner at steinfluelarver (Plecoptera), enkelte frittlevende "worms" og en oligochaetart kan bidra til eggdødelighet hos laksefisk.

Eggdødeligheten på Ekse (tab. 4a) synes å være mye høyere enn normalt for laksefisk i andre vassdrag (vedlegg 11-12). Høy overlevelsesprosent (nær 100) i inkubasjonstiden er vanlig hos laksefisk når man ser bort fra stillehavslaks, slekten Oncorhynchus (Royce 1959). Oppgravinger av gytegroper tilhørende ørret og laks har vist at eggdødeligheten kan være meget liten ($\leq$3%), men der det forekommer tørke, flommer, eller spesielt "silting" (tilslamming), kan eggdødeligheten være mye høyere (Le Cren 1965). Le Cren mener

at dødeligheten generelt er liten på egg/øyeeggstadiet i den rene grusen, som laksefisk normalt gyter i. Ved undersøkelser i 10 elvesystemer (64 elver) i New Zealand fant Hobbs (1940) at gjennomsnittstapet pga. ubefruktede eller døde egg i gytegropene varierte (i de forskjellige elvesystemer) mellom 3,2% og 29,3% av lagte egg. Allen (1951) gravde opp få gytegroper, men fant tap på 23-92% av lagte egg. Han konkluderte med at tapet pga. ubefruktede og døde egg syntes å være relativt høyt i Horokiwi, kanskje høyere enn i de fleste av elvene som Hobbs undersøkte. Hobbs (1937, 1940) konkluderer med at høy dødelighet i gytegropene hadde sammenheng med tilstedeværelsen av store mengder fint materiale (silt). Soppangrep på døde egg i førøyestadiet førte til dødelighet på egg i senere stadier. Enkelte ganger kunne også flommer ødelegge gytegroper.

Under graving på gyteområdene på Ekse kom det klart fram at det på enkelte steder var store mengder silt. Vannet ble helt ugjennomsiktig (kraftig farget) av fine partikler som ble virvlet opp. Det er godt mulig at dette fine materialet kan ha ført til høyere eggdødelighet. Eggene ligger forholdsvis lenge (ca 235 døgn) i grusen på Ekse (vanntemperauren er ca $0^{o}C$ fra november/desember til april/mai). På denne lange tida kan det bli avsatt en god del silt (mest i flomperioder). Enkelte steder dannet det seg bunnis senhøstes pga. underkjøling av vannet.

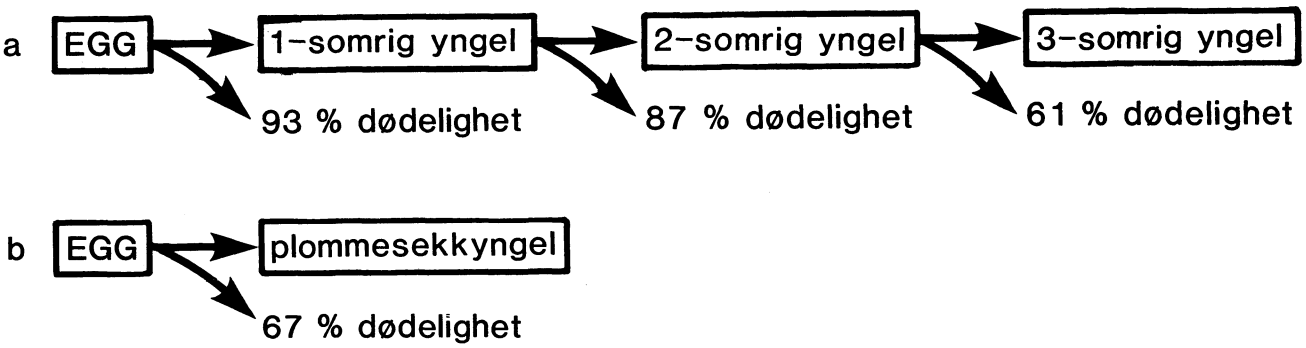
Ifølge Benson (1955) vil ørreteggene ligge så langt nede i grusen at de ikke blir "berørt" av bunnisen, men den lave vanntemperaturen kan kanskje føre til høyere eggdødelighet. Det er gjort få forsøk med egg der vanntemperaturen har vært omkring $0^{o}C$. Egidius & Helland-Hansen (1973) mener at det er viktig at vannet ikke er for kaldt under utviklingen av eggene.

Sveitsiske undersøkelser (Amman 1963) tyder på at ørretyngel blir størst og mest levedyktig når temperaturen er lav, og yngel klekket ved $3^{o}C$ var 34% tyngre enn yngel klekket ved $6,7^{o}C$. Hobbs (1940) fant at ca 0,05% av 141 935 plommesekkyngel led av deformert ryggsøyle og ca 0,03% led av andre misdannelser (f.eks. "siamesiske tvillinger"). Misdannelsen kan være arvelig betinget, men det kan også skyldes at eggene har vært overmodne, utsatt for oksygen-

mangel, temperatursjokk eller hardhendt behandling på tidligere delingsstadier (Egidius & Helland-Hansen 1973). På Ekse ble kun ett tilfelle av deformert ryggsøyle registrert. Mye tyder på at den høye eggdødeligheten på Ekse skyldes ugunstige isforhold, men også silting kan være en viktig dødelighetsfaktor.

Fig. 9. Dødelighet hos ørret opp til 3 somre på Ekse.
a) Egg og yngeldødelighet i vill tilstand.
b) Eggdødelighet i burforsøk.

Mortality of trout up to 2+ at Ekse.
a) Egg- and fry mortality in river.
b) Egg mortality from cage experiments.



Yngeldødelighet

Egg- og yngeldødelighet fra gyting til 2 mnd. gammel yngel var 93% og eggdødelighet fra stryking til klekking (i bur) var 67% (fig. 9). Dette antyder en yngeldødelighet på ca 79% de to første månedene etter klekking. Ettersom plommesekkyngelen blir værende i grusen er deres dødelighet normalt bare 1% (Hobbs 1948). Dødeligheten fra 1 mnd. etter klekking til ett år senere var relativt høy, 87%, mens en dødelighet i andre leveår på 61% synes å være noe høyere enn det andre forfattere har funnet. Le Cren's (1961) "typiske årsklasse av ørret" har 6% dødelighet fra gyting til yngelen kommer opp av grusen, 97,3% dødelighet første leveår og 50% pr. år de neste to årene. Jonsson & Matzow (1979) viser til en undersøkelse gjort av Gøsta Kjellberg og Ole Nashoug i ei gyteelv til Mjøsa. Der overlevde bare 2% av yngelen den første sommeren. Av disse overlevde ca halvparten den andre sommeren, og av disse igjen var det bare halvparten som ble tre år. Le Cren (1961) mener at

yngel har varierende dødelighet fra år til år og dette leder til den generelle konklusjon at antall fisk i en aldersgruppe er mye mer avhengig av overlevelsen i deres tidligere stadier enn av antall egg de kommer fra. Det synes nødvendig å se etter bestandsregulerende mekanismer i perioder med høy dødelighet. Han konkluderer med at den høye første års dødeligheten hos ørret sannsynligvis finner sted de første seks ukene etter at yngelen kommer opp av grusen (begynner å fange levende føde) og kanskje også varierer for å kompensere for variasjoner i antall lagte egg. Le Cren (1965) mener at klimatisk påvirkede faktorer kan være meget viktig for overlevelsesgraden i de tidlige stadier, men hos laksefisk virker territorial adferd som en tetthetsbestemmende mekanisme. Allen (1969) mener at territorial adferd kan være en meget viktig faktor i reguleringen av antall fisk i alle aldersgrupper. Mills (1965, 1969) fant, ved utsetting av yngel umiddelbart etter plommesekkstadiet, at ved høy utsettelsestetthet var overlevelsen høyest i år med få eldre fisk tilstede. McFadden (1961) fant ikke at tettheten av eldre bekkerøye (Salvelinus fontinalis) virket inn på overlevelsen av yngelen. Tettheten av yngelen begrenset tilsynelatende deres egen overlevelse. Etter at yngelen var 9 mnd. gammel så det ut til at overlevelsen ikke lenger var tetthetsavhengig.

Den høye yngeldødeligheten på Ekse de to første leveårene kan være tetthetsavhengig, men klimatiske faktorer spiller nok også inn. Andersen (1979) mener at harde snø- og isforhold gjennom en lang vintersesong er hovedårsaken til vinterdødeligheten for ørret på 3 år og eldre.

Ørreten er den eneste fiskearten på Ekse. Yngeldødeligheten pga. kannibalisme var liten i 1976 og 1977, men økte noe i 1978.

Fiskesykdommer og parasittisme er ikke systematisk undersøkt, men etter arbeidet med mageanalyser og merking o.l., er det generelle inntrykk at fisken er lite plaget av sykdommer og makroparasitter. Fossekall (Cinclus cinclus) er en mulig predator på yngel, men etter observasjoner å dømme antas det at denne predasjonen betyr lite. Villmink (Mustela vison) er bare sporadisk observert.

Vekst

Ørretens vekst er avhengig av både fysiske, kjemiske og biologiske faktorer (Mills 1971). Næringstilgangen for yngelen på Ekse ser ut til å være relativt god (ernæringsundersøkelser er utført, men ikke tatt med i denne rapporten). Andre viktige vekstfaktorer er temperatur og arvemessige forhold. For ungfisk av laks regner man med at veksthastigheten går mot null ved lavere vanntemperatur enn 7°C (Allen 1940). Wingfield (1940) fant at den "kritiske" temperaturen for ørret var 6°C. Under denne temperaturen vokste ikke ørreten. Brown (1946) fant at aktiviteten og fødeinntak til 2-års gammel ørret var liten ved 5°C. Temperaturen i vannet på Ekse var over 6°C (døgngjennomsnitt) i ca 2,5-3 mnd. og 0°C i 6 mnd. (fig 3).

Det var langvarige og sterkt varierende uttappinger av forholdsvis kaldt, magasinert vann fra Grønndalsmagasinet fra midten av juni til begynnelsen av august 1976. Dette er sannsynligvis hovedårsaken til at alle aldersgruppene av ungfisk var klart mindre av vekst ved sesongslutt i 1976 enn i 1977.

Gjennomsnittsveksten pr. år på Ekse for de tre første leveårene er ca 3,6 cm, dersom man antar at veksten i 1977 er representativ (tab. 5). 1977 var imidlertid et "godt vekstår" sammenlignet med 1976, men et "normalt vekstår" sammenlignet med 1978. Jensen (1968) gir eksempel på vekst i elv: 5,4 cm etter ett år, 12,3 cm etter to år og 18,9 cm etter tre år. Dette gir en gjennomsnittsvekst på ca 5,6 cm (antar at lengden ved klekking er ca 2 cm) de tre første leveårene. Sømme (1944) nevner at fra en lengde på omkring 2 cm ved klekking kan ørreten nå lengder fra 3 cm til 15 cm ved vekstavslutning første sommer. Vanligvis vil ørreten i de forskjellige vassdrag i høyfjellet være fra 3,5 til 5 cm lang ved vinterens begynnelse (Sømme 1944).

Heggberget (1974 b) fant at veksten av ungfisk av ørret i Åbjøra (Nordland) var ca 2,4 cm pr. år. Heggberget (1977) fant at ørretens årlige lengdevekst for aldersgr. 1 til aldersgr. 3 var ca 1,7 cm i den kalde Skjoma (Nordland). Langeland & Haukebø (1979) fant at

tilbakeregnet lengde for ungfisk av ørret ga gjennomsnittslengder (for alle stasjoner) på 4,7, 9,3 og 14,5 cm etter henholdsvis 1, 2 og 3 år i Nea. Det gir en gjennomsnittsvekst på 4,2 cm pr. år de tre første årene.

Man må kunne si at den årlige tilveksten (3,6 cm) på Ekse er forholdsvis god sammenlignet med elvene nordpå og middels sammenlignet med lavlandselver ellers i landet.

MEDVIRKENDE

En spesiell takk rettes til Einar Kleiven for uvurderlig hjelp med feltarbeidet. Han har også hjulpet til med skjellavlesning og mageprøver. Torleif Bækken, Torfinn F. Andersen, Tor Henning Evensen og de øvrige hovedfagsstudenter og ansatte på TP/Ekse takkes også for sin hjelp. Petter Larsson takkes for sin konstruktive kritikk ved skrivingen av rapporten og Dr. Tanyolac, Universitetet i Ankara for undersøkelsene av ørretens gjellelokk.

SAMMENDRAG

Yngeltetthet, dødelighet og vekst hos ørret yngre enn 3 år, samt populasjonens reproduksjonsevne er undersøkt i ei regulert elv der det er bygget terskler.

Undersøkelsesområdet (560 m.o.h.) er delt inn i tre soner. Terskelbassenget (sone 5) og strykstrekningene ovenfor (sone 4B) og nedenfor (sone 6A).

Det ble funnet store forskjeller i tetthet fra sone til sone. Sonen ovenfor terskelbassenget hadde høyest tetthet med 68,6 fisk pr. 100 m^2 og terskelbassenget hadde lavest tetthet med 3,1 fisk pr. 100 m^2. 0-åringer ble ikke fanget i terskelbassenget. Yngelen var stasjonær på gyteområdene det første leveåret.

Tetthetsforskjellene må ses på bakgrunn av elvas varierende bunn- og strømforhold.

Eggproduksjonen i 1977, 566 egg/100 m^2 (på strykstrekningene) var over dobbelt så stor som året før (263 egg/100 m^2). Unormale vannforhold antas å være hovedårsaken til den lave eggproduksjonen i 1976.

Eggdødeligheten var meget høy, 67%. Ugunstige isforhold antas å være hovedårsaken til denne høye eggdødeligheten. Egg- og yngeldødeligheten fra gyting til 2 mnd. gammel yngel var 93%, men yngeldødeligheten de to neste leveårene var også meget høy, henholdsvis 87% og 61% (juli til juli).

Det antas at tetthetsavhengig dødelighet sammen med klimatiske faktorer var de viktigste dødelighetsfaktorene for yngre fisk.

Den årlige tilveksten var 3,6 cm (4,6 g) i gjennomsnitt de tre første leveårene.

Forfatterens adresse:
Vardø videregående skole
9950 VARDØ

SUMMARY

Population density, mortality and growth of trout (younger than three-year old) including the total egg-production have been investigated in a regulated river where weir have been built.

The study area (560 m. above sea level) was divided into 3 zones. The weir basin (zone 5) is situated between two stretches of rapids (breeding areas).

Large variations was found in density from zone to zone. The zone above the weir basin (zone 4B) had the greatest density with 68,6 fish per 100 m^2 and the weir basin had the lowest density with 3,1 fish per 100 m^2. The density variations must be regarded in the light of the river's varying substratum and current conditions.

Egg-production in 1977 - 566 eggs per 100 m^2 (in the rapids) more than twice that of the previous year (263 eggs per 100 m^2). Abnormal water flow is supposed to be the main cause of the low egg-production in 1976.

Egg-mortality was found to be very high - 67%. Unsuitable ice conditions would seem to be the main cause of this high egg-mortality.

Egg and fry mortality from spawning to two-month old fry was 93%, but mortality amongst younger fish in age group 0-1 and age group 1-2 (July to July) was also very high, 87% and 61% respectively.

It is thought that density-dependent mortality together with climatic-induced factors were the most important mortalityfactors for young fish.

The annual average growth for the first three years was 3,6 cm (4,6 g).

Authors address:

Vardø videregående skole
9950 Vardø
NORWAY

LITTERATUR

Allen, K.R. 1940: Studies on the biology of the early stages of the salmon (Salmo salar L.). I. Growth in the River Eden. J. Anim. Ecol. 9: 1-23.

1951: The Horokiwi Stream - A study of a trout population. New Zealand Marine Dept., Fish. Bull. 10. 231 s.

1969: Limitations on production in salmonid populations in streams. S. 3-18 i Northcote, T.G. (red). Symposium on salmon and trout in streams. H.R Macmillan Lectures in Fisheries, British Columbia. 358 s.

Amman, E. 1963: Utklekking av ørretegg i klekkeskap med kunstig avkjølt klekkevann. Schweiz, Fisherei-Zeitung (10 & 11), norsk oversettelse. 14 s.

Andersen, T.F. 1983: Bestandstetthet og dødelighet hos ørret (Salmo trutta L.) eldre enn 2 år i øvre del av Eksingedalselva. Inf. Terskelprosjektet 21. s. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.

Armistead, W.H. 1920: Trout waters management and angling, New York.

Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. 1978: Age and growth. S. 101-136 i Bagenal, T. (red.). Fish production in fresh waters. IBP Handbook No. 3. Blackwell Scientific Publication, Oxford & Edinburgh. 365 s.

Benson, N.G. 1955: Observations on anchor ice in a Michigan trout stream. Ecology, 36: 529-530.

Berg, M. 1963: Laks og laksefiske. Universitetsforlaget. 60 s.

Berry, J. 1935: Account of hatching and stocking experiments, 1933-1934. Avon Biological Research, Ann. Rpt., 1933-34: 65-80.

Brasch, J. 1949: Notes on natural reproduction of the eastern brook trout (Salvelinus fontinalis) with a preliminary report on several experiments on the subject. Wisconsin Conservation Dept. Invest. Rept. 653.

Briggs, J.C. 1953: The behaviour and reproduction of salmonid fishes in a small coastal stream. Calif. Fish Game, Fish. Bull. 94: 1-62.

Brown, C.J.D. & Kamp, G.C. 1942: Gonad measurement and egg conts of brown trout (Salmo trutta L.) from Madison River, Montana. Trans. Am. Fish. Soc. 71: 195-200.

Brown, M.E. 1946: The growth of brown trout (Salmo trutta L.). III. The effects of temperature on the growth of two-year old trout. J. exp. Biol. 22: 145-155.

Burrows, R.E. 1949: Prohylactic treatment for control of fungus (Saprolegnia parasitica) on salmon eggs. Prog. Fish-Cult. 11, (2): 97-103.

Bækken, T., Fjellheim, A., Larsen, R. & Otto, C. 1979: Inn- og utførsel av organisk materiale til terskelbassenget ved Ekse, Eksingedalen. Inf. Terskelprosjektet 10. 38 s. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.

Bækken, T., Fjellheim, A. & Larsen, R. 1981: Fysiske og kjemiske parametre ved inn- og utløpet av terskelbassenget ved Ekse, Eksingedalen. Inf. Terskelprosjektet 16. 33 s. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.

Calderwood, W.L. 1930: Salmon and sea trout. London; Edward Arnold. 242 s.

Carlin, B. 1955: Tagging of salmon smolts in the River Lagan. Rep. Inst. Freshwat. Re. Drottningholm. 36: 57-74.

Cooper, E.L. 1953: Mortality rates of brook trout and brown trout in the Pigeon River, Otsego County, Michigan. Prog. Fish-Cult. 15: 163-169.

Dell, M.B. 1968: A new fish tag and rapid, cartridge-fed applicator. Trans. Am. Fish. Soc. 97, (1): 57-59.

Egidius, E. & Helland-Hansen, O. 1973: Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvann. Produksjon av egg og yngel. Fisken og Havet, Serie B nr. 11. 129 s.

Elliot, J.M. 1976: The downstream drifting of brown trout (Salmo trutta L.). J. fish. Biol. 9: 45-50.

Evensen, T.H. 1978: Vandring hos ørret (Salmo trutta L.) i øvre del av Eksingedalselva etter regulering. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, Univ. i Bergen. 84 s.

1981: Ørretvandring i øvre del av Eksingedalselva. Inf. Terskelprosjektet 12. 37 s. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.

Fox, P.J. 1978: Caddis larvae (Trichoptera) as predators of fish eggs. Freshwater Biology 8: 343-345.

Gangmark, H.A. & Bakkala, R.G. 1960: A comparative study of unstable and stable (artificial channel) spawning streams for incubating king salmon at Mill Creek. Calif. Fish & Game. 46, (2): 151-164.

Hatch, R.W. 1957: Success of natural spawning of rainbow trout in the Finger Lakes region of New York. New York Fish and Game Jour. 4: 69-87.

Hazzard, A.S. 1932: Some phases of the life history of the eastern trout (Salvelinus fontinalis Mitchell). Trans. Am. Fish. Soc. 62: 344-350.

Heggberget, T.G. 1974: Habitatvalg hos yngel av laks og ørret. K. Norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser. 1974-12. 75 s.

1974b: Fiskeribiologiske undersøkelser i de lakseførende deler av Åbjøra-vassdraget 1973. K. Norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser. 1974-3. 15 s.

1977: Bestanden av ungfisk i den lakse-førende del av Skjoma før bygging av terskler. Inf. Terskelprosjektet 5. 35 s. NVE-Vassdragsdirektoratetet, Oslo.

Hobbs, D.F. 1937: Natural reproduction of quinnant salmon, brown and rainbow trout in certain New Zealand waters. New Zealand Marine Dept., Fish. Bull. 6: 104 s.

1940: Natural reproduction of trout in New Zealand and its relation to density of populations. New Zealand Marine Dept., Fish. Bull. 8. 93 s.

1948: Trout fisheries in New Zealand; their development and management. New Zealand Marine Dept., Fish. Bull. 9. 175 s.

Hynes, H.B.N. 1970: The ecology of running waters. Liverpool University Press. 555 s.

Jensen, K.W. 1968: (Red.). Sportsfiskernes leksikon. Gyldendal Norsk Forlag A/S, Oslo. 2634 s.

Jonsson, B. & Matzow, D. 1979: (Red.). Fisk i vann og vassdrag. Aschehoug. 160 s.

Kalleberg, H. 1958: Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (Salmo salar and S. trutta). Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 39: 55-98.

Karlstrøm, Ø. 1976: Quantitative methods in electrical fishings in Swedish salmon rivers. Zoon 4: 53-63.

1977: Habitat selection and population densities of salmon and trout parr in Swedish rivers. Inf. fra Søtvattenslab. Drottningholm 6. 72 s.

Kittelsen, A. 1979: Drift av klekkeri. S. 87-95 i Gjedrem, T. (red.). Oppdrett av laks og aure. Landbruksforlaget. 333 s.

Laird, L.M. & Stott, B. 1978: Marking and tagging. S. 84-100 i Bagenal, T. (red.). Fish production in fresh waters. IBP handbook No. 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford & Edinburgh. 365 s.

Langeland, A. & Haukebø, T. 1979: Ørret, lake og bunndyr i Nea før bygging av terskler. Inf. Terskelprosjektet 9. 56 s. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.

Latta, W.C. 1962: Periodicity of mortality of brook trout during first summer of life. Trans. Am. Fish. Soc. 91, (4): 408-411.

Le Cren, E.D. 1961: How many fish survive? Yearb. Riv. Bds. Ass. 9: 57-64.

1965: Some factors regulating the size of populations of freshwater fish. Mitt. int. ver. Limnol. 13: 88-105.

Leitritz, E. 1960: Trout and salmon culture (hatchery methods).
State of California, Departement of Fish and Game, Fish Bulletin 107. 169 s.

Libosvarsky, J. 1966: Successive removals with electrical fishing gear - a suitable method for making population estimates in small streams.
Verh. int. Ver. Limnol. 16: 1212-1216.

McFadden, J.T. 1961: A population study of the brook trout, Salvelinus fontinalis.
Wildl. Monogr., Chestertown 7. 73 s.

McFadden, J.T., Alexander, G.R. & Shetter, D.S. 1967: Numerical changes and population regulation in brook trout, Salvelinus fontinalis.
J. Fish. Res. Bd. Can. 24: 1425-1459.

Mellquist, P. 1976: Informasjon om Terskelprosjektet.
Inf. Terskelprosjektet 1. 47 s.
NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.

Mills, D.H. 1965: Studies of the survival of salmon fry and their application.
Rep. Challenger Soc. 3, XVII: 33-34.

1969: The survival of juvenile Atlantic salmon and brown trout in some Scottish streams.
S. 217-228 i Northcote, T.G. (red.). Symposium on salmon and trout in streams.
H.R. Macmillan Lectures in Fisheries, British Columbia. 358 s.

1971: Salmon and trout: A resource, its ecology, conservation and management.
Oliver & Boyd, Edinburgh. XX, 351 s.

Nordbye, L. 1974: Fiskestell i ferskvann. Landbruksforlaget. 158 s.

Ricker, W.E. 1975: Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 191. 382 s.

Rosseland, L. 1969: Om virksomheten til Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske i 1969. St. meld. nr. 76 (1969-70).

Royce, W.F. 1959: On the possibilities of improving salmon spawning areas. Trans. 24th N. Am. Wildl. Conf.: 356-366.

Seber, G.A.F. & Le Cren, E.D. 1967: Estimating population parameters from catches large relative to the population. J. Anim. Ecol. 36: 631-643.

Senstad, C. 1971: Bedøvelse av fisk. Rundskriv fra Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Trondheim. Stensil.

Smith, O.R. 1947: Returns from natural spawning of cutthrout trout and eastern brook trout. Trans. Am. Fish. Soc. 74 (1944): 281-296.

Smith, S.H. 1954: Method of producing plastic impressions of fish scales without using heat. Prog. Fish. Cult. 16: 75-78.

Stuart, T.A. 1953: Spawning migration, reproduction and young stages of loch trout (Salmo trutta L.). Freshwat. Salm. Fish. Res. 5. 39 s.

1958: Marking and regeneration of fins. Freshwat. Salm. Fish. Res. 22: 1-14.

Sømme, I.D. 1944: Ørretboka.
Jacob Dybwads Forlag, Oslo. 591 s.

White, H.C. 1930: Some observations on the eastern brook trout (Salvelinus fontinalis) of Prince Edwards Island.
Trans. Am. Fish. Soc. 60: 101-108.

Wingfield, C.A. 1940: The effect of certain environmental factors on the growth of brown trout (Salmo trutta L.).
J. Exp. Biol. 17: 435-448.

Zippin, C. 1958: The removal method of population estimation.
J. Wildl. Mgmt. 22: 82-90.

Vedlegg 1. Kronologisk oversikt over fiskefangster som er brukt i oppgaven. Oversikten gjelder fisk yngre enn 3 år.

F.nr.: Fangstnummer, fortløpende journalnummer brukt i felt. N: Not. E: Elektrofiske.

År	Dato:	F.nr.	Sone	Fangst-redskap	Antall notdrag	Totalt fanget	Antall gjenfanger	Sluppet m/merke	Døde (skjell-prøver o.l.)	Sluppet umerket	Totalt sluppet	Periode
1977	21.5.	181	6A	E	-	1	0	1	0	0	1	
	31.5.	189	6A	E	-	24	0	16	8	0	16	
	12.6.	195	6A	E	-	19	0	14	5	0	14	
	13.6.	196	6A	E	-	62	0	47	15	0	47	277
	14.6.	197	6A	E	-	12	0	11	1	0	11	
	17.6.	198	4B	E	-	16	0	14	2	0	14	
	22.-23.6.	205	4B	E	-	61	2	36	23	0	38	
	12.-13.7.	210	6A	E	-	25	0	18	7	0	18	
	13.7.	211	6A	E	-	28	1	24	3	0	25	
	13.-14.7.	212	6A	E	-	49	0	28	21	0	28	
	14.7.	213	6A	E	-	41	0	31	10	0	31	
	15.7.	214	6A	E	-	30	3	13	14	0	16	
	"	215	6A	E	-	89	1	65	23	0	66	377
	18.7.	216	6A	E	-	56	0	40	16	0	40	
	19.7.	217	4B	E	-	164	0	127	37	0	127	
	20.7.	218	4B	E	-	57	0	28	29	0	28	
	"	219	4B	E	-	32	0	32	0	0	32	
	25.7.	220	4B	E	-	36	2	31	3	0	33	
	26.7.	221A	4B	E	-	31	0	26	5	0	26	
	"	221B	6A	E	-	3	0	0	3	0	0	
1977	22.8.	231	6A	N	1	20	0	16	4	0	16	
	"	232	6A	E	-	18	0	14	4	0	14	
	22.-23.8.	233	5	N	2	79	2	62	15	0	64	
	23.8.	234	6A	E	-	143	4	92	47	0	96	
	"	236	5	N	1	1	0	1	0	0	1	
	"	237	4B	N	1	58	2	35	21	0	37	
	"	238	4B	N	1	4	0	4	0	0	4	
	24.8.	239	6A	E	-	129	11	77	41	0	88	477
	"	243	6A	E	-	116	8	91	17	0	99	
	25.8.	244	6A	E	-	110	8	85	17	0	93	
	29.8.	245	6A	E	-	46	4	39	3	0	43	
	30.8.	247	4B	E	-	300	14	278	8	0	292	
	31.8.	252	4B	E	-	174	10	151	13	0	161	
	"	253	4B	E	-	98	4	93	1	0	97	
	19.9.	254	6A	E	-	103	14	79	10	0	93	
	"	255	6A	E	-	58	7	40	11	0	47	577
	20.9.	256	4B	E	-	241	8	146	87	0	154	
	21.9.	257	4B	E	-	28	1	25	2	0	26	
	14.10.	271	6A	E	-	4	0	4	0	0	4	
	"	272	5	N	1	24	4	20	0	0	24	
	17.10.	280	6A	N	2	4	2	2	0	0	4	
	17.-18.10.	281	6A	E	-	1	0	1	0	0	1	
	18.10.	282	6A	E	-	69	15	52	2	0	67	
	"	285	5	N	1	1	0	0	1	0	0	677
	"	286	5	N	1	14	3	9	2	0	12	
	18.-19.10.	287	4B	E	-	3	0	3	0	0	3	
	27.10.	309	6A	E	-	60	12	40	8	0	52	
	"	310	6A	E	-	58	8	40	10	0	48	
	28.10.	313	6A	E	-	20	4	11	5	0	15	
	"	314	6A	E	-	40	8	26	6	0	34	
	10.11.	318	4B	E	-	31	1	2	28	0	3	
	"	322	4B	E	-	62	3	52	7	0	55	
	16.11.	329	4B	E	-	42	2	34	6	0	36	
1978	26.4.	331	6A	E	-	12	2	-2	12	0	0	
	"	332	6A	E	-	9	4	-4	9	0	0	
	14.5.	343	6A	E	-	8	1	-1	8	0	0	178
	"	344	6A	E	-	24	8	0	5	11	19	
	"	345	6A	E	-	5	2	-2	5	0	0	
	1 6.	353	4B	E	-	14	4	-4	14	0	0	
	14.6.	361	6A	E	-	13	3	-3	13	0	0	
	15.6.	365B	6A	E	-	19	6	2	5	6	14	278
	28.6.	383	6A	E	-	10	3	-3	10	0	0	
	29.6.	384	6A	E	-	13	2	-2	13	0	0	
	"	385	5	N	1	18	6	5	7	0	11	
1978	5.7.	386	6A	E	-	25	2	-2	25	0	0	
	6.7.	387	4B	E	-	35	2	9	24	0	11	
	22.7.	388	4B	E	-	81	4	8	34	35	47	378
	23.7.	389	6A	E	-	41	3	15	14	9	27	
	6.8.	390	6A	E	-	96	0	0	21	75	75	
	"	391	6A	E	-	47	1	0	7	39	40	
	"	392	6A	E	-	30	0	0	6	24	24	
	7.8.	393	6A	E	-	58	1	0	7	50	51	478
	8.8.	394A	6A	E	-	136	0	0	8	128	128	
	"	394B	6A	E	-	82	1	-1	1	81	81	
	9.8.	395	4B	E	-	151	0	0	5	146	146	
	10.8.	396	4B	E	-	138	1	-1	5	133	133	
	5.9.	421	4B	N (E)	1	53*	1	0	0	52	53	
	"	422	4B	N	1	57*	3	0	0	54	57	578
	6.9.	425	5	N	1	60	1	0	0	59	60	
	7.9.	435	5	N	1	16	2	0	0	14	16	
	8.9.	440	6A	N	1	66	8	0	0	58	66	
	26.10.	479	5	N	1	22	4	0	0	18	22	678
	14.11.	504	4B	N	3	2	0	0	0	2	2	

* Dette er kun 20 % av fangsten (resten av fangsten ble ikke journalført med lengde og vekt).

Vedlegg 2. Tetthetsestimater for 0-åringer i sone 4B og 6A 1977.

M er antall fisk merket (før gjenfangsten)
C er antall fisk fanget
R er antall fisk gjenfanget
$\hat{N}$ er estimatet for antall yngel
c.i. er konfidensintervall

Sone	Merkeperiode	Gjenf.periode	M	C	R	$\hat{N}$	95% c.i.	$\hat{N}$/100 m^2	95% c.i.
4B	3(-4)	4	236	515	22	5317	3576-8263	57,8	38,9-89,8
4B	3-4-5-6	3_{78}	914	26	4	4941	2206-12353	53,7	24,0-134,3
6A	3	4	148	330	19	2466	1612-3946	24,4	16,0-39,1
6A	3-4-5	6	468	176	30	2678	1895-3916	26,5	18,8-38,8
Gjennomsnitt sone 4B						5129		55,8	
" " 6A						2572		25,5	

Vedlegg 3. Tetthetsestimater for 1-åringer i sone 4B, 5 og 6A 1977.

Sone	Merkeperiode	Gjenf.periode	M	C	R	$\hat{N}$	95% c.i.	$\hat{N}$/100 m^2	95% c.i.
4B	2-3(-4)	4	69	53	3	945	386-2363	10,3	4,2-25,7
4B	2	3	43	39	1	880	267-1600	9,6	2,9-17,4
5	4-6	2_{78}	37	14	3	143	58-356	1,3	0,5-3,4
6A	2-3	4	139	58	8	918	492-1877	9,1	4,9-18,6
6A	2-3-4-5	6	216	53	14	781	478-1347	7,7	4,7-13,3
Gjennomsnitt sone 4B						913		9,9	
" " 6A						850		8,4	

Vedlegg 4. Tetthetsestimater for 2-åringer i sone 4B, 5 og 6A 1977.

Sone	Merkeperiode	Gjenf.periode	M	C	R	$\hat{N}$	95% c.i. (Poison)	$\hat{N}$/100 m^2	95% c.i. (Poison)
4B	2-3-4-5-6	5_{78}	41	24	3	263	107-656	2,9	1,2-7,1
4B	2-3-4-5-6	7_{78}	41	19	2	280	102-700	3,0	1,1-7,6
5	4-6	2_{78}	51	38	9	203	112-406	1,9	1,1-3,8
5	4	6	35	23	4	173	77-432	1,6	0,7-4,1
6A	2-3	4	27	34	6	140	70-306	1,4	0,7-3,0
6A	2	3	22	10	1	127	38-230	1,3	0,4-2,3
Gjennomsnitt sone 4B						272		3,0	
" " 5						188		1,8	
" " 6A						134		1,3	

Vedlegg 5. Tetthetsestimater for 0-åringer i sone 4B 1978.
Utfangstmetoden. Areal sone 4B = 9200 m^2.

c.i. er konfidensintervall
$\hat{N}$ er estimatet for antall yngel
c er antall fisk fanget
k er antall fiskeomganger
$\hat{p}$ er fangsteffektiviteten i en enkelt fangstomgang
S.E. er standardavvik

Dato	c	k	$\hat{p}$	Areal m^2	$\hat{N}$*	S.E.	$\hat{N}_{4B}$	S.E.	95% c.i. ($\hat{N}$+/-2S.E.)	$\hat{N}$/100 m^2	95% c.i. ($\hat{N}$+/-2S.E.)	Beliggenhet i sonen
9.8	150	3	0,35	467	203	19	3999	374	3251-4748	43,5	35,3-51,6	Nedre del
10.8	132	3	0,16	445	314	66	6492	1346	3763-9221	70,6	40,9-100,2	Nedre del
Gjennomsnitt sone 4B							5246			57,0		

* $\hat{N}$ på avfisket areal.

Vedlegg 6. Tetthetsestimater for 0-åringer i sone 6A 1978.
Utfangstmetoden. Areal sone 6A = 10100 m^2.

Dato	c	k	$\hat{p}$	Avfisket areal m^2	$\hat{N}$*	S.E.	$\hat{N}_{6A}$	S.E.	95% c.i. ($\hat{N}$+/-2S.E.)	$\hat{N}$/100 m^2	95% c.i. ($\hat{N}$+/-2S.E.)	Beliggenhet i sonen
6.8	169	3	0,45	700	199	11	2871	159	2554-3189	28,4	25,3-31,6	Nedre del
7.8	52	3	0,45	406	62	7	1542	175	1294-1892	15,3	12,8-18,7	Midtre del
8.8	205	2	0,35	1260	358	73	2870	585	1694-4040	28,4	16,8-40,0	Øvre del
Gjennomsnitt sone 6A							2428			24,0		

* $\hat{N}$ på avfisket areal.

Vedlegg 7. Tetthetsestimater for 1-åringer i sone 4B 1978.
Utfangstmetoden. Areal sone 4B = 9200 m^2.

Dato	c	k	n	$\hat{p}$	Areal m^2	$\hat{N}$	S.E.	$\hat{N}_{4B}$	S.E.	95% c.i. ($\hat{N}$+/-2S.E.)*	$\hat{N}$/100 m^2	95% c.i. ($\hat{N}$+/-2S.E.)	Beliggenhet i sonen
1.6	13	1	14	0,7	520	19	6	336	106	230-548	3,7	2,5-6,0	Midtre del
6.7	23	1	14	0,7	780	33	10	389	118	271-625	4,2	2,9-6,8	Nedre del
22.7	26	1	12	0,9	780	29	3	342	35	307-413	3,7	3,3-4,5	Nedre del
Gjennomsnitt sone 4B								356			3,9		

* Da $\hat{N}$-2S.E. er mindre enn den verdi som c gir, er N-2S.E. satt lik den verdi som c gir.

Vedlegg 8. Tetthetsestimater for 1-åringer i sone 5 1978.
Utfangstmetoden. Areal sone 5 = 10600 m^2.

Dato	c	k	$\hat{n}$	$\hat{p}$	Areal m^2	$\hat{N}$	S.E.	$\hat{N}_5$	S.E.	95% c.i. ($\hat{N}$+/-2S.E.)*	$\hat{N}$/100 m^2	95% c.i. ($\hat{N}$+/-2S.E.)	Beliggenhet i sonen
6.9	36	1	35	0,6	1200	60	18	530	159	318-848	5,0	3,0-8,0	Øvre del
7.9	4	1	35	0,6	1200	7	3	62	27	35-115	0,6	0,3-1,1	Nedre del
Gjennomsnitt sone 5								296			2,8		

* Da $\hat{N}$-2S.E. er mindre enn den verdi som c gir, er N-2S.E. satt lik den verdi som c gir.

Vedlegg 9. Tetthetsestimater for 1-åringer i sone 6A 1978.
Utfangstmetoden. Areal sone 6A = 10100 m^2.

Dato	c	k	$\hat{n}$	$\hat{p}$	Areal m^2	$\hat{N}$	S.E.	$\hat{N}_{6A}$	S.E.	95% c.i. ($\hat{N}$+/-2S.E.)*	$\hat{N}$/100 m^2	95% c.i. ($\hat{N}$+/-2S.E.)	Beliggenhet i sonen
15.6	13	2	-	0,7	350	14	2	404	58	375-520	4,0	3,7-5,1	Nedre del
28.6	8	1	14	0,7	300	11	4	370	135	269-640	3,7	2,7-6,3	Øvre del (N. side)
29.6	10	1	14	0,7	435	14	5	325	116	232-557	3,2	2,3-5,5	Midtre del
5.7	10	1	14	0,7	400	14	5	354	126	253-606	3,5	2,5-6,0	Øvre del (S. side)
Gjennomsnitt sone 6A								363			3,6		

* Dersom $\hat{N}$-2S.E. er mindre enn den verdi som c gir, er N-2S.E. satt lik den verdi som c gir.

Vedlegg 10. Tetthetsestimater for 2-åringer i sone 4B, 5 og 6A 1978.
Utfangstmetoden. Areal sone 4B = 9200 m^2, 5 = 10600 m^2 og 6A = 10100 m^2.

Sone	Dato	c	k	$\hat{n}$	$\hat{p}$	Areal m^2	$\hat{N}$ (Avfisket areal)	S.E.	$\hat{N}$ Hele sonen	S.E.	95% c.i. ($\hat{N}$+/-2S.E)*	$\hat{N}$/100 m^2	95% c.i. ($\hat{N}$+/-2S.E.)	Beliggenhet i sonen
6A	15,6	6	2	-	0,8	350	7*	1	202	29	173-260	2,0	1,7-2,6	Nedre del
4B	5,9	220	1	40	0,7	9200	314	56	314	56	220-426	3,4	2,4-4,6	Hele sonen
5	6,9	24	1	40	0,7	1200	34	7	300	62	212-424	2,8	2,0-4,0	Øvre del
5	7,9	11	1	40	0,7	1200	16	4	141	35	97-211	1,3	0,9-2,0	Nedre del
Gjennomsnitt sone 5									221			2,1		
Tot.område 4B-5-6A									737			2,5		

* Forhøyet fra 6,25 til 7.

Vedlegg 11. Eggdødelighet hos forskjellige laksefisk.

Art	Livsperiode	Dødelighet (%)	Forfatter/"lokalitet"
Bekkerøye (Salvelinus fontinalis)	egg-klekking	21	White, 1930, Canada
"	egg-øyeegg	20	Hazzard, 1932, New York
"	egg-øyeegg eller plommesekkyngel	6	Brasch, 1949, Wisconsin
	egg-øyeegg eller plommesekkyngel	8,5	McFadden, 1961, Wisconsin
Ørret (Salmo trutta)	egg-øyeegg	20	Hobbs, 1937, New Zealand
"	egg-øyeegg	4	Hobbs, 1937, New Zealand
"	egg-plommesekk-yngel	10	Jonsson & Matzow, 1979 v/Mjøsa
Ørret (Salmo trutta) og regnbueørret (S.gairdneri)	egg-øyeegg	7	Hobbs, 1940, New Zealand
Regnbueørret (Salmo gairdneri)	egg-befruktede egg	2	Hatch, 1957, New York
"	egg-øyeegg	11	Hatch, 1957, New York

Vedlegg 12. Egg- og yngeldødelighet hos forskjellige laksefisk.

Art	Livsperiode	Dødelighet (%)	Forfatter
Ørret (Salmo trutta)	egg-3mnd.gml.yng.	98,6	Allen, 1951
"	egg-7 " " "	99,2	Allen, 1951
"	egg-9 " " "	97,3	Cooper, 1953
"	egg-1-somrig "	98	Jonsson & Matzow, 1979
Laks (Salmo salar)	egg-småyngel	97,3	Berry, 1935
Bekkerøye (Salvelinus fontinalis)	egg-4,5mnd.gml.yng.	83,6	Smith, 1947
"	egg-9 " " "	96,6	Cooper, 1953
"	egg-9 " " "	98,0	McFadden, 1961
"	egg-9 " " "	96,4	McFadden et.al., 1967
"	egg-1-somrig" "	94,8	Latta, 1962

PUBLISERTE ARBEIDER MED TILKNYTNING TIL TERSKELPROSJEKTET:
PAPERS WITH DATA FROM THE WEIR PROJECT

Aass, P. 1982.
Age, growth and yield of brown trout (Salmo trutta L.) in the river Hallingdalselv, eastern Norway.
Proc. second int. symp. reg. streams. Ed. Lillehammer, A. and Saltveit, S.J. Oslo 1983 (in press).

Andersen, T., Fjellheim, A., Larsen, R. and Otto, C. 1978.
Relative abundance and flight periods of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in a regulated west Norwegian river.
Norw. J. Ent. Vol. 25, pp 139-144. Oslo ISSN 0029 - 1897.

Bækken, T. 1981.
Growth patterns and food habits of Baetis rhodani, Capnia pygmaea and Diura nanseni in a west Norwegian river.
Holarct. Ecol. 4. p 139-144.

Bækken, T., Fjellheim, A. and Larsen, R. 1981.
Seasonal Fluctuations of Physical and Chemical Parameters of a weir basin in a regulated west Norwegian river.
Nordic Hydrology, 12. pp 31-42.

Bækken, T., Fjellheim, A., Larsen, R. and Otto, C. 1981.
Vegetational energy budget of a weir basin in western Norway.
Arch. Hydrobiol. 91. p 351-365.

Bækken, T., Fjellheim, A. and Larsen, R. 1982.
Bentic animal production in a weir basin area in western Norway.
Proc. second int. symp. reg. streams. Ed. Lillehammer, A. and Saltveit, S.J. Oslo 1983. (in press).

Evensen, T.H. 1982.
Movements of trout (Salmo trutta L.) within a weir basin in a regulated river in western Norway.
Proc. second int. symp. reg. streams. Ed. Lillehammer, A. and Saltveit, S.J. Oslo 1983 (in press).

Heggberget, T.G. 1983.
Habitat selection and segregation of parr of arctic Char (Salvelinus alpinus), brown trout (Salmo trutta) and Atlantic salmon (Salmo salar L.) in two strams in north Norway.
Proc. Symp. on arctic char , Winipeg, Canada 1981 (in press).

Heggberget, T.G. 1982.
Populations of presmolt salmon (Salmo salar L.) and brown trout (Salmo trutta L.) before and after hydroelectric development and building of weirs in the river Skjoma, north Norway.
Proc. second int. symp. reg. streams. Ed. Lillehammer, A. and Saltveit, S.J. Oslo 1983 (in press).

Heggberget, T.G. and Johnsen, B.O. 1982.
Infestations by Gyrodactylus sp. of Atlantic salmon in Norwegian rivers.
Journ. Fish Biol. (1982) 21, p 15-26.

Raastad, J.E. 1981.
Blodsugende knott i Norge.
Fauna 34, pp 11-16.

Raastad, J.E. 1982.
The Weir Project (Terskelprosjektet) in Norway: Investigations of the Bottom Fauna of Regulated Rivers, with special emphasis on Black-flies.
News. Brit. simulium Group. Nr 6 - 1981, pp 5-7.

UTKOMMET I SAMME SERIE:

REPORTS FROM THE WEIR PROJECT (In Norwegian with English summary and table-text)

1) INFORMASJON OM TERSKELPROSJEKTET.
(THE WEIR PROJECT - GENERAL INFORMATION).
(Pål Mellquist)

2) RAPPORT OM TAKSERINGER AV FUGLEFAUNAEN LANGS DELER AV HALLINGDALSELVA I PERIODEN 1. MAI - 1. AUGUST 1975.
(Jan Michaelsen og Viggo Ree)

3) OM FUGLEFAUNAEN I EN DEL TERSKELBASSENGER LANGS EKSINGEDALSELVA, SOMMEREN 1975.
(Olav Råd og Bjørn Angell-Jacobsen)

4) ØRRETBESTANDEN I MØRKEDØLA FØR BYGGING AV TERSKLER.
(THE TROUT POPULATION IN THE RIVER MØRKEDØLA BEFORE THE CONSTRUCTION OF WEIRS).
(Reidar Borgstrøm)

5) BESTANDEN AV UNGFISK I DEN LAKSEFØRENDE DEL AV SKJOMA FØR BYGGING AV TERSKLER.
(POPULATIONS OF YOUNG SALMON AND TROUT IN THE RIVER SKJOMA BEFORE BUILDING OF WEIRS).
(Tor G. Heggberget)

6) ØRRETENS VANDRINGER, BESTANDSSTØRRELSE, VEKST OG FØDE I ØVRE DEL AV EKSINGEDALSELVEN FØR REGULERINGEN.
(MIGRATION, POPULATION SIZE, GROWTH AND NUTRIMENT OF BROWN TROUT (SALMON TRUTTA L.) IN THE RIVER EKSINGEDALSELVEN, WESTERN NORWAY, BEFORE REGULATION OF THE RIVER).
(Roald Larsen)

7) ØRRET OG ØRRETFISKE I HALLINGDALSELVA VED GOL.
(AGE, GROWTH, STOCKING AND YIELD OF BROWN TROUT IN RIVER HALLINGDALSELV AT GOL, EAST NORWAY).
(Per Aass)

8) BUNNDYRUNDERSØKELSER I REGULERTE ELVER MED HOVEDVEKT PÅ INSEKTGRUPPEN KNOTT (DIPTERA, SIMULIIDAE).
(INVESTIGATIONS OF THE BOTTOM FAUNA OF REGULATED RIVERS, WITH SPECIAL EMPHASIS ON BLACK-FLIES, (DIPTERA, SIMULIIDAE)).
(Jan E. Raastad)

9) ØRRET, LAKE OG BUNNDYR I NEA FØR BYGGING AV TERSKLER.
(TROUT, BURBOT AND BOTTOM INVERTEBRATES IN THE RIVER NEA, CENTRAL NORWAY, BEFORE BUILDING OF WEIRS).
(Arnfinn Langeland og Trond Haukebø)

10) INN- OG UTFØRSEL AV ORGANISK MATERIALE TIL TERSKELBASSENGET VED EKSE, EKSINGEDALEN.
(INPUT AND OUTPUT OF ORGANIC MATERIALS TO THE WEIR BASIN AT EKSE, EKSINGEDALEN).
(Torleif Bækken, Arne Fjellheim, Roald Larsen og Christian Otto)

11) VEGETASJONSUNDERSØKELSE I ØVRE DEL AV EKSINGEDALSVASSDRAGET.
(A SURVEY OF VEGETATION IN THE UPPER CATCHMENT AREA OF THE RIVER EKSINGEDALSELVEN, WESTERN NORWAY).
(Karin Skauge Fredriksen)

12) ØRRETVANDRING I ØVRE DEL AV EKSINGEDALSELVA.
(MIGRATION OF BROWN TROUT (SALMO TRUTTA L.) IN THE UPPER PART OF THE RIVER EKSINGEDALSELVA).
(Tor Henning Evensen)

13) BUNNDYRSTUDIER I EKSINGEDALSELVA VED EKSE ETTER REGULERING OG TERSKELBYGGING. (BENTHIC ANIMAL STUDIES IN THE EKSINGEDALEN RIVER AT EKSE AFTER REGULATION AND WEIR-BUILDING).

(Torleif Bækken, Arne Fjellheim og Roald Larsen)

14) DRIV AV BUNNDYR INN I OG UT AV TERSKELBASSENGET VED EKSE. (DRIFT OF BENTHIC ANIMALS INTO AND OUT OF THE WEIR BASIN AT EKSE, EKSINGEDALEN RIVER).

(Torleif Bækken, Arne Fjellheim og Roald Larsen)

15) BUNNDYRPRODUKSJON I EKSINGEDALSELVA VED EKSE ETTER REGULERING OG TERSKELBYGGING. (BENTHIC ANIMAL PRODUCTION IN THE EKSINGEDALEN RIVER AT EKSE AFTER REGULATION AND WEIR-BUILDING).

(Torleif Bækken, Arne Fjellheim og Roald Larsen)

16) FYSISKE OG KJEMISKE PARAMETRE VED INN- OG UTLØP AV TERSKELBASSENGET VED EKSE, EKSINGEDALEN.
(PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS AT THE INLET AND OUTLET OF THE WEIR BASIN AT EKSE, EKSINGEDALEN).

(Torleif Bækken, Arne Fjellheim og Roald Larsen)

17) ØRRETBESTANDEN I MØRKEDØLA ETTER BYGGING AV TERSKLER.
(THE POPULATION OF BROWN TROUT (SALMO TRUTTA) IN THE RIVER MØRKEDØLA DURING AND AFTER CONSTRUCTION OF WEIRS).

(Reidar Borgstrøm)

18) FISK OG FISKERE I HEMSIL 1979.
(THE BROWN TROUT FISHERY OF RIVER HEMSIL, EAST NORWAY 1979).

(Per Aass)

19) OM LAKS OG ØRRET I SKJOMA ETTER REGULERING OG TERSKELBYGGING.
(PRESMOLT ATLANTIC SALMON (SALMO SALAR L.) AND BROWN TROUT (SALMO TRUTTA L.) AFTER HYDRO-ELECTRIC DEVELOPMENT AND BUILDING OF WEIRS IN THE RIVER SKJOMA, NORTH NORWAY).

(Tor G. Heggberget)

20) EGGPRODUKSJON, YNGELTETTHET OG DØDELIGHET OG VEKST HOS ØRRET YNGRE ENN 3 ÅR (SALMO TRUTTA L.) I ØVRE DEL AV EKSINGEDALSELVA.
(EGG PRODUCTION, DENSITY, MORTALITY AND GROWTH OF BROWN TROUT YOUNGER THAN 3 YEARS (SALMO TRUTTA L.) AT EKSE, EKSINGEDALSELVA RIVER).

(Yngvar Hagala)

21) BESTANDSTETTHET OG DØDELIGHET HOS ØRRET ELDRE ENN 2 ÅR (SALMO TRUTTA L.) I ØVRE DEL AV EKSINGEDALSELVA.
(DENSITY AND MORTALITY OF BROWN TROUT (SALMO TRUTTA L.) OLDER THAN 2 YEARS, AT EKSE, EKSINGEDALSELVA RIVER).

(Torfinn Fredin Andersen)

22) ØRRETEN I HALLINGDALSELVA OG HEMSIL.
(THE BROWN TROUT OF THE RIVERS HALLINGDALSELVA AND HEMSIL EASTERN NORWAY AGE, GROWTH, FOOD AND MIGRATION)

(Per Aass)

23) TERSKLERS VIRKNING PÅ BUNNDYR I REGULERTE VASSDRAG, MED HOVEDVEKT PÅ INSEKTSGRUPPEN KNOTT (DIPTERA, SIMULIIDAE).
(THE EFFECT OF WEIRS ON MACROBENTHOS IN REGULATED RIVERS, WITH SPECIAL EMPHASIS ON BLACK-FLIES (DIPTERA, SIMULIIDAE)).

(Jan E. Raastad)