

89452

VEKST HOS UNGFISK AV LAKS, SALMO SALAR L.
OG ØRRET, SALMO TRUTTA L. PÅ TRE LOKALI-
TETER I LEVANGERELVA, NORD-TRØNDELAG.

AV

ROAR A. LUND

HOVEDFAGSOPPGAVE I ZOOLOGI TIL
MATEMATISK-NATURVITENSKAPELIG
EMBETSEKSAMEN VED UNIVERSITETET
I TRONDHEIM.

HØSTSEMESTRET 1981

570.000
LUN

FYLKESMANNEN
I NORD-TRØNDELAG

A 001031 -2.FEB.84

402.652

VEKST HOS UNGFISK AV LAKS, SALMO SALAR L.
OG ØRRET, SALMO TRUTTA L. PÅ TRE LOKALI-
TETER I LEVANGERELVA, NORD-TRØNDELAG.

AV

ROAR A. LUND

HOVEDFAGSOPPGAVE I ZOOLOGI TIL
MATEMATISK-NATURVITENSKAPELIG
EMBETSEKSAMEN VED UNIVERSITETET
I TRONDHEIM.

HØSTSEMESTRET 1981

VEKST HOS UNGFISK AV LAKS, SALMO SALAR L.
OG ØRRET, SALMO TRUTTA L. PÅ TRE LOKALI-
TETER I LEVANGERELVA, NORD-TRØNDELAG.

av

Roar A. Lund

Hovedfagsoppgave i zoologi til
matematisk-naturvitenskapelig
embetseksamen ved Universitetet
i Trondheim.

Høstsemestret 1981

INNHOLD

	Side
FORORD	2
1. INNLEDNING	6
2. UNDERSØKELSESONRÅDENE	10
2.1. Levangerelvas beliggenhet og topografi	10
2.2. Geologi	12
2.3. Vegetasjon og kulturpåvirkning	12
2.4. Hydrografi	13
2.4.1. Surhetsgrad	13
2.4.2. Total hardhet	14
2.4.3. Ledningsevne	15
2.4.4. KMnO_4 -forbruk	16
2.4.5. Nitrogen og fosfor	16
2.4.6. Turbiditet	17
2.4.7. Isforhold og vannføring	18
2.5. Valg og beskrivelse av de enkelte prøve- stasjoner	18
2.6. Fiskebestanden	20
3. METODIKK	22
3.1. Det elektriske fiskeapparatets virkemåte	22
3.2. Metode ved innsamling og observasjon av fisken	22
3.2.1. Avfisking av prøveflater for tetthets- bestemmelse	22
3.2.2. Fiske for vekstundersøkelse	23
3.2.3. Merking - gjenfangst	24
3.2.4. Behandling av fisken	24
3.3. Statistisk metode	25
3.3.1. Populasjonsestimering	25
3.3.2. Sammenligning av vekst mellom de for- skjellige stasjoner	26
3.3.3. Beregning av nødvendig antall observa- sjoner	29

3.4. Diskusjon av feltmetodikken	30
4. MATERIALE	33
5. RESULTATER	36
5.1. Merking - gjenfangst	36
5.2. Alder og vekst hos laks	38
5.2.1. Sesongmessig tilvekst	42
5.3. Alder og vekst hos ørret	44
5.3.1. Sesongmessig tilvekst	46
5.4. Sammenligning av alder og vekst mellom de forskjellige stasjoner	48
5.5. Faktorer som påvirker veksten	50
5.5.1. Tetthet og sammensetning av laks- og ørretbestanden	50
5.5.2. Kjønnsmodning	53
5.5.3. Temperatur	56
5.5.4. Papillomatose	58
6. DISKUSJON	60
6.1. Sammenligning av vekst mellom de ulike stasjoner i forhold til vekstpåvirkende faktorer	60
6.1.1. Tetthet	60
6.1.2. Kjønnsmodning	63
6.1.3. Temperatur	65
6.1.4. Kjemiske faktorer og turbiditet	68
6.1.5. Papillomatose	71
6.1.6. Andre faktorer	71
6.2. Sammenligning av fiskeveksten i Levangerelva med andre vassdrag	73
7. SAMMENDRAG	74
8. LITTERATUR	76

Bilag I. Resultater av vannanalyser i perioden 22. februar - 2. november 1979	86
Bilag II. Antall fisk vandret i sjøen som ett-, to- og treåringer etter skjellavlesning av voksenfisk av laks og ørret	87
Bilag III. Antall, gjennomsnittslengder og standard- avvik for laks på St I, St II og St III i september - oktober 1978 og i august og oktober 1979	87
Bilag IV. Antall, gjennomsnittslengder og standard- avvik for ørret på St I, St II og St III i september - oktober 1978 og i august og oktober 1979	88
Bilag V. Fangst pr. fiskeomgang på St I, St II og St III i juli - september 1978 og i august 1979	89
Bilag VI. Temperaturkurver for St I, St II og St III fra 9. mai - 14. november 1979	90

FORORD

Undersøkelsen er foretatt på tre lokaliteter i de lakseførende deler av Levangerelva i Levanger kommune, Nord-Trøndelag. Feltarbeidet er utført i perioden juli - oktober i 1978 og i perioden februar - november i 1979 med utstyr utlånt fra Zoologisk Institutt NLHT, Instrumentsentralen NTH og Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Sistnevnte har også finansiert nitrogen- og fosforanalysene.

Levanger Lærerskole har stilt laboratorieplass til rådighet under feltperioden.

Vitenskapelig konsulent Tor G. Heggberget har gitt uvurderlige impulser og inspirasjon som faglig veileder. Universitetslektor Kjell Ofstad har vært ansvarlig veileder.

Amanuensis Eva Seim og førsteamanuensis Steinar Engen har vært rådgivende for den statistiske behandlingen av materialet.

Vitenskapelig konsulent Bjørn Sæter har bestemt det akvatiske plantematerialet.

Asle Flatås har velvilligst foretatt daglige temperaturmålinger når temperaturskriverne har vært ute av funksjon.

Oppgaven er maskinskrevet av Bente H. Søreng.

Jeg retter en stor takk til alle disse personer og institusjoner og andre som har gitt verdifulle impulser.

Trondheim, september 1981

Roar A. Lund

1. INNLEDNING

Biologien til atlantisk laks (Salmo salar L.) og sjøørret (Salmo trutta L.) er meget lik. De lever normalt de første årene av sitt liv i strømmende ferskvann. Når yngelen klekkes om våren, arbeider den seg opp gjennom bunnsubstratet og blir frittssvømmende ved en lengde på 2 - 3 cm (Allen 1940, Keenleyside & Yamamoto 1962, Frost & Brown 1972), og forlater elva som smolt etter ett eller flere års opphold (vanligvis 2 - 4 år). Næringen under det elvelevende oppholdet hos salmonider er hovedsakelig av bunn- og drivfauna supplert med terrestriske organismer som faller ned i vannet (Thomas 1962, Maitland 1965, Egglshaw 1967). Varigheten av elveopp- holdet avhenger av vekstforholdene i elva, og er vanligvis lengre i elver i nord enn i sør (Jones, 1968).

Smoltalderen avhenger primært av størrelsen på fisken mer enn alderen (Elson, 1957). I våre elver foregår smoltutvandringen vanligvis i mai - juni. Laksen foretar lengre vandringer til havs over ett eller flere år før den vender tilbake til sin fødeelv for å gyte. Sjøørreten er mer knyttet til fjordene, og holder seg sjelden mer enn 100 km fra barndomselva (Jensen, 1968).

Det er en utstrakt oppfatning at laks- og ørretunger er territoriale i sitt elvelevende stadium. Dette er vist bl.a. av Lindroth (1955), Kalleberg (1958) og Keenleyside & Yamamoto (1962). Når disse arter opptrer i sympatriske populasjoner (Odum, 1971), øver de en gjensidig påvirkning på hverandre. Ørreten vil derfor ofte finnes på grovere bunn og i roligere strøm enn laksen som forekommer i striere strøm og lenger ut i elva (Karlstrøm 1972, Heggberget 1974).

Mange studier er viet vekst hos ungfisk av laks og ørret. Eksempelvis kan nevnes Dahl (1910), Allen (1940, 1941), Frost (1950), Swift (1961), Thomas (1962), Egglshaw (1967, 1969), Power (1969) og Schiefer (1972). Fiskeveksten er ofte søkt belyst i relasjon til abiotiske og biotiske faktorer.

Veksthastigheten hos laks- og ørretunger på våre breddegrader varierer ofte i en rytmisk fasong som bærer et bestemt forhold til årstidene. Veksten er rask på vår og forsommer, avtagende på seinsommeren, og det er svak eller ingen vekst om vinteren (Allen 1940, 1941, Frost 1950, Swift 1961, Egglishaw 1969, Einvik 1980).

Allen (1940, 1941) framholdt at vanntemperatur på 7°C representerte en kritisk grense for vekst hos laks, og at under denne grense ble fisken inaktiv og tok ikke næring. Han fant derimot ingen klar årsak til at veksten avtok på seinsommeren, men antyder at vanntemperaturen blir så høy at den har en negativ virkning på laksens aktivitet og næringsutnyttelse. Swift (1961) som undersøkte vekstrytmikken hos ørret, fant ingen indikasjon på at daglengden var en kontrollerende faktor, men derimot en direkte proporsjonalitet mellom rask vekst på vår og forsommer og vanntemperatur opp til 12°C. Over dette temperaturoptimum var veksthastigheten inverst proporsjonal med temperaturen. Temperaturoptimum for vekst hos salmonider er av andre forfattere funnet å være noe høyere (Pentelow 1939, Baldwin 1956, *Woolland 1972) enn Swift (op.cit.).

Årsveksten hos elvelevende salmonider er funnet å variere med breddegradene. Power (1969, 1973) fant en årsvekst på 30 mm hos laks i Nord-Norge og i Canada, mens Allen (1941) og Egglishaw (1969) fant ca. 50 mm tilvekst i skotske elver. Når laks og ørret lever sympatrisk, viser ørret ofte bedre vekst (Egglishaw op.cit., Frost 1950). Egglishaw & Shackley (1977) forklarer dette med at ørret har lengre ernærings sesong på grunn av tidligere klekking og evne til å fortsette vekst i kaldere vann om høsten. Laksens mer strømhårde habitat (Karlstrøm 1972, Heggberget 1974) medfører større forbruk av energi til å holde posisjonen i vannet på bekostning av energi til vekst (Symons, 1976).

Fiskevekstens nære sammenheng med fisketetthet er påpekt av Le Cren (1965) og Backiel & Le Cren (1967) som hevder at vekst-

* ikke sett

hastigheten er inverst relatert til populasjonstettheten hvis næringstilgangen er begrenset, og ikke varierer parallelt med populasjonstettheten. Brown (1946a, b) peker på tetthetsoptimums begrensning for veksthastigheten som følge av gjensidig forstyrrelse som forårsaker økt aktivitet og derved større næringskrav.

Vannkvalitetens betydning for fiskeveksten er beskrevet av forfattere som Huntsman (1948), Frost (1950), McFadden & Cooper (1962), Mann (1971) og Aass (1972). Frost (op.cit.) undersøkte vekst hos laks- og ørretunger i forhold til vannkvaliteten i noen skotske elver, og fant direkte korrelasjon mellom god vekst og høy pH og alkalitet. Mann (op.cit.) kom til samme konklusjon. McFadden & Cooper (op.cit.) fant høy korrelasjon mellom ledningsevne og vekst hos ørret, mens Huntsman (op.cit.) registrerte økning i fiskebestanden etter gjødsling av elv med plantenæringsstoffer. Aass (op.cit.) viste at sterk økning i turbiditeten fikk en markert negativ innvirkning på fiskebestanden.

Kjønnsmodning er funnet å være et vanlig fenomen hos hanner av laksunger, og forekommer også hos hanner av ørretunger (Dahl 1910, Jones 1968, Østerdahl 1969, Schiefer 1972, Johnsen 1978a, b, c). Thorpe (1975) og Lee & Power (1976) hevder at kjønnsmodning går på bekostning av lengdeveksten hos fiskeungene ettersom mye energi går til utvikling av kjønnsprodukter.

Denne undersøkelsen over vekst hos laks- og ørretunger er lagt til Levangerelva, en liten laks- og sjøørretelv som ligger i Levanger kommune i Nord-Trøndelag fylke. Det er tidligere ikke foretatt fiskeribiologiske undersøkelser i dette vassdraget.

Oppgavens formål var å undersøke veksten hos fiskeungene i ulike avsnitt av den lakseførende del av vassdraget sett i relasjon til en del abiotiske og biotiske faktorer. Det ble valgt tre prøvestasjoner geografisk lengst mulig beliggende fra hverandre, og fiskeveksten på disse lokaliteter er sammenlignet med henhold til fisketetthet, kjønnsmodning, temperatur og vannkvalitet. De fysiske forhold som bunnssubstrat og vann-

hastighet er valgt mest mulig lik på stasjonene for å eliminere disse faktorer som variable for fiskeveksten.

Den zoologiske nomenklaturen følger "Djurens Värld" (Hanstrøm, 1965), mens den botaniske nomenklaturen er ifølge Lid (1974) for høyere planter, og Nyholm (1954-69) for moser. Norske navn på moser følger Lye (1968).

2. UNDERSØKELSESONMRÅDENE

2.1. Levangerelvas beliggenhet og topografi

Fig. 1 viser Levangerelvas beliggenhet med oversikt over undersøkelsesområdene.

Levangerelva ligger i Levanger kommune i Nord-Trøndelag fylke. Vassdraget har sitt øvre utspring fra Vulusjøen ca. 500 m o.h., og renner 20 km i vestlig retning hvor det munner ut i Trondheimsfjorden ved Levanger.

Hovedvassdraget har tilløp fra tre mindre elver. Tomtvasselva renner ut i Levangerelva ovenfor den lakseførende del, mens Langåselva slutter seg til i den lakseførende del. Nede i brakkvannssonen har Leirabekken sitt utløp.

Vassdraget faller sterkt de første kilometre fra utspringet i fjellregionen, men går deretter jevnt uten større fossefall. Terrenget nedenfor fjellregionen er dominert av skogkledde åsrygger som går over i hellende dyrket mark i den nedre halvpart.

Nedenfor Tomtvasselvas utløp er hovedvassdraget oppdemt, og danner Reistaddammen. Derfra meandrerer elva sterkt, og veksler jevnt mellom grunne småstryk og korte og dype stilleflytende partier. Levangerelva nedenfor samløpet med Langåselva danner karakteristiske brådype høl, spesielt hvor elva graver i svingene. Hølene gir gode fiskeplasser etter laks og sjøørret.

Den lakseførende del av Levangerelva er gjennomsnittlig 10 meter bred og blir opptil 15 - 20 meter bred i de nedre deler. Substratet er små- og storsteinet i strykpartiene, mens de stillere partier har sand- og mudderbunn med noe stein.

Langåselva er meget lik hovedelva i sin utforming med lette småstryk med mindre og større stein og korte, stillere partier

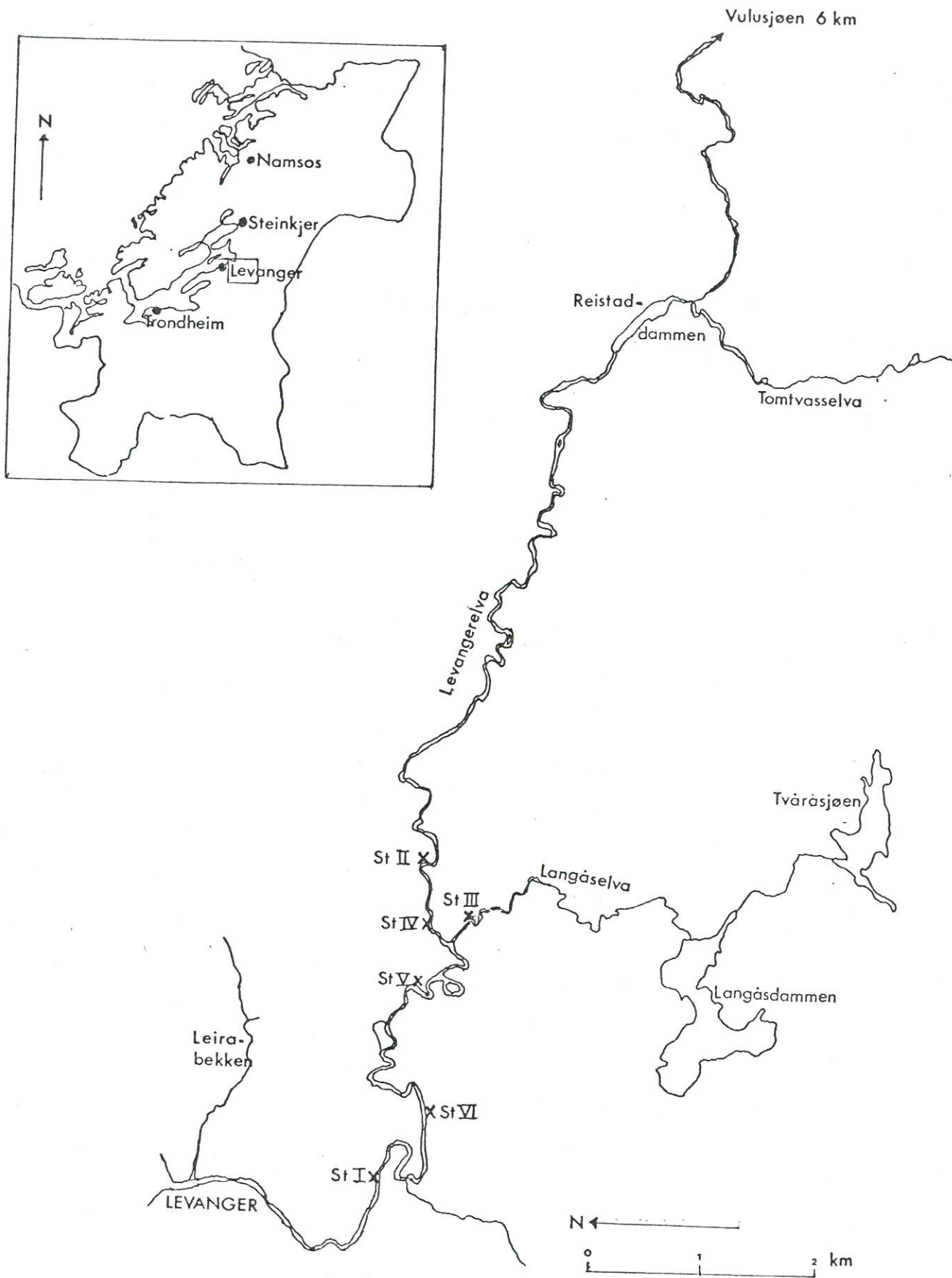


Fig. 1. Beliggenhet av de undersøkte områder med oversikt over de enkelte merke- og prøvestasjoner.

med sand- og mudderbunn. Dens gjennomsnittlige bredde er fem meter.

Brakkvannspåvirkningen strekker seg ca. 1,5 km opp i hovedelva.

Vassdragets totale nedbørfelt er 139 km² hvorav 42 km² (30%) drenerer til Tomtvasselva, 31 km² (22%) til Langåselva og 9 km² (6,5%) til Leirabekken.

2.2. Geologi

Geologien for Levangerelvas nedbørfelt er beskrevet av Wolf (1979).

Levangerelva går i alt vesentlige gjennom områder som domineres av garbenskifer med amfibolitter som geokjemisk er noe alkaline. I sørøst har vassdraget sitt utspring i områder hovedsakelig bestående av fyllitter med innslag av kalkstein. Store deler av nedbørfeltet som drenerer til Langåselva består av amfibolitter med lag av glimmerskifer som geokjemisk er svakt sure bergarter (Wolf, pers.medd.).

De foreliggende opplysninger gir ikke mulighet for nærmere beskrivelse av geologien på og omkring de enkelte prøvestasjoner.

2.3. Vegetasjon og kulturpåvirkning

De øvre deler av vassdraget renner gjennom skog- og myrområder. Skogen utgjøres hovedsakelig av gran (Picea abies (L.) Karst.). Vegetasjonen langs de lakseførende deler av hovedvassdraget og Langåselva preges av en tettvoksende bestand av høgvekst gråor (Alnus incana (L.) Moench) som danner et belte mellom dyrkamarka og elva. Langs Langåselva danner trekronene "tak" over elveløpet i den lakseførende strekning. Gråorskogen har innslag av bjørk (Betula pubescens Ehrh.), gran (Picea abies (L.) Karst.), rogn (Sorbus aucuparia L.), selje (Salix caprea L.) og hegg (Prunus padus L.). Løvskogens undervegetasjon er frodig, og domineres av bringebær (Rubus idaeus L.) og

mjørdurt (Filipendula ulmaria L.).

Vannvegetasjonen i Levangerelva og Langåselva utgjøres av få arter, og domineres av vanlig elvemose (Fontinalis antipyretica). Etter lengre tid med lav vannføring inntreer store oppblomstringer av grønnalger (Microspora sp.). På spredte lokaliteter forekommer tusenblad (Myriophyllum alterniflorum), vanlig tjønnaks (Potamogeton natans), grastjønnaks (Potamogeton gramineus), nøkketjønnaks (Potamogeton praelongus) og småtjønnaks (Potamogeton pusillus).

Vassdraget må betraktes som sterkt kulturpåvirket. Hovedtyngden av de dyrkede arealer ligger nedenfor Reistaddammen. Det dreier seg i alt om ca. 12,3 km² dyrket mark, noe som tilsvarer ca. 9% av det totale nedbørfelt.

2.4. Hydrografi

Vannprøver er samlet inn på St I, St II og St III med to-tre ukers mellomrom fra februar til november i 1979, og analysert for pH, total hardhet, ledningsevne, KMnO₄-forbruk, nitratnitritt, ammoniakk, total nitrogen, ortofosfat og total fosfor. Prøvevannet for nitrogen- og fosforanalysene er samlet på 250 ml glassflasker, mens vann for de øvrige parametre er samlet på plastflasker. Analysene er gjort umiddelbart etter at vannet er hentet fra elven.

Resultatene fra vannanalysene er framstilt i Tabell 1 som gjennomsnittsverdier oppdelt i perioder før og etter begynnelsen av august for senere å relateres til fiskens vekstforløp gjennom sesongen. Enkeltmålingene er oppsatt i Bilag I.

2.4.1. Surhetsgrad

Vannets pH eller surhetsgrad er bestemt kalorimetrisk ved "Hellige" komparator. Det er anvendt "Hellige" bromthymolblått indikatorvæske som måler innenfor et område på 6,0 - 7,6 pH.

Tabell 1. Gjennomsnittsverdier for hydrografiske parametre før og etter 1. august. () = antall målinger.

	27. feb.-27. juli -79			12. aug.-2. nov. -79		
	St I	St II	St III	St I	St II	St II
pH	7,0(8)	7,0(8)	6,9(8)	7,1(7)	7,1(7)	6,9(7)
Tot.hard., mgCaO/l og MgO/l	15(")	13(")	11(")	17(")	15(")	10(")
K ₂₅ , µS/cm	62(")	57(")	51(")	62(")	58(")	43(")
KMnO ₄ -forbruk, mg/l	45(")	43(")	46(")	40(")	40(")	43(")
NO ₃ -NO ₂ , µgN/l	359(5)	249(5)	310(5)	508(6)	368(6)	381(6)
x _{Tot.-N} , µgN/l	1165(3)	438(3)	455(3)	-	-	-
o-PO ₄ , µgP/l	4(5)	2(5)	3(5)	13(6)	7(6)	13(6)
x _{Tot.-P} , µgP/l	5(3)	7(3)	8(3)	-	-	-
Turbiditet, J.T.U.	17(8)	9(8)	9(8)	5(7)	4(7)	4(7)

x_{Tot.-N} og x_{Tot.-P} av de tre målingene er tatt i oktober.

Vannet er svakt surere gjennom hele undersøkelsesperioden i Langåselva (St III) enn i hovedvassdraget hvor pH er lik i de øvre (St II) og nedre deler (St I). pH viser ingen spesielle variasjoner med årstid eller vannføring på noen av de undersøkte lokaliteter.

I Langåselva er det målt pH-verdier mellom 6,7 og 7,1 med et gjennomsnitt på 6,9 gjennom hele måleperioden. I Levangerelva varierer pH mellom 6,8 og 7,4 med et gjennomsnitt på 7,0 før august, og 7,1 etter denne tid.

2.4.2. Total hardhet

Total hardhet er bestemt ved titrering med "Mercks Titriplex B-løsning" (Anonym, 1976). Verdiene er angitt som mg CaO/l og mgO/l. Total hardhet er den totale mengde av alkaline forbindelser, og utgjøres hovedsakelig av kalsium- og magnesiumsalter.

Hardheten er til enhver tid høyest i de nedre deler av Levangerelva (St I), noe lavere i de øvre deler (St II), og lavest i Langåselva (St III). Det er målt opptil 21 mg/l på St I, mens det er målt ned til 7 mg/l på St III. Før august viser gjennomsnittsverdiene små forskjeller mellom stasjonene. Verdiene er 15, 13 og 11 mg/l på henholdsvis St I, St II og St III. Etter august er forskjellene noe større, og verdiene er 17, 15 og 10 mg/l på de samme stasjoner.

Den svake økningen av hardhet nedover vassdraget må antas å komme ved avrenning fra dyrkamark. Når de høyeste verdier er målt mot vinterstid (Bilag I), vil dette være en følge av høyere oppløsningsevne for kalsiumforbindelser ved lave temperaturer. Vann ved 4°C holder 5 mg CaO/l mer enn ved 14°C (Ohle, 1937).

Verdiene for total hardhet må sies å være høy i Levangerelva. Samdal (1962) regner at verdier fra 15 - 20 mg CaO/l og Mgo/l er relativt høyt her til lands.

2.4.3. Ledningsevne

Den elektrolytiske ledningsevne, som er et mål for vannets totale innhold av salter, er avlest på "Delta Scientific Model 1014" med automatisk temperaturkorrigering for ledningsevne ved 25°C. Resultatene er angitt som $\mu\text{S/cm}$, som er resiproke megaohm pr. cm ved 25°C (K_{25}).

Ledningsevnen viser det samme relative forhold mellom stasjonene som målingene for totalhardhet. De høyeste verdier er til enhver tid målt på St I hvor den gjennomsnittlige ledningsevne gjennom begge måleperioder er 62 $\mu\text{S/cm}$, mens den viser 57 - 58 $\mu\text{S/cm}$ på St II og 51 - 43 $\mu\text{S/cm}$ på St III. På St I er det målt opptil 90 $\mu\text{S/cm}$, mens det er målt ned til 35 $\mu\text{S/cm}$ på St III (Bilag I).

Verdiene ligger høyere enn det normale for vann i lavlandet i Trøndelag. Jensen & Holten (1975) hevder at 20 - 40 enheter

er vanlige verdier i dette området.

2.4.4. KMnO₄-forbruk

Vannets innhold av organiske stoffer er bestemt ved oksydasjon med KMnO₄ (Kaliumpermanganat) etter metode beskrevet av Werescagin (1931). Åberg & Rohde (1942) kalkulerer at gjennomsnittlig 40% av den organiske karbonmengde oksyderes ved prøve med KMnO₄.

Vassdraget må betraktes som meget ensartet med hensyn på organisk materiale. De gjennomsnittlige konsentrasjoner ligger innenfor 43 - 46 mg/l på stasjonene i måleperioden for august, og innenfor 40 - 43 mg/l etter august. De høyest målte konsentrasjoner ligger i overkant av 50 mg/l på alle stasjoner, og de lavest målte i overkant av 20 mg/l på alle stasjoner (Bilag I).

I stillestående vann setter Åberg & Rohde (1942) grensen mellom oligotrofe (klarvanns) og dystrofe (bunnvanns) sjøer til 25 mg/l. Innholdet av organiske stoffer må derfor anses som forholdsvis høyt i Levangerelva.

2.4.5. Nitrogen og fosfor

Analysene for nitrogen (N)- og fosfor (P)-forbindelser er gjort på "Technicon Autoanalyser" (Norsk Standard) ved SINTEF, Avdeling for teknisk kjemi.

De høyeste verdier for N- og P-forbindelser er vanligvis målt i de nedre deler av elva, noe som kan tillegges tilførsel fra dyrkamark og kloakk.

Nitrat-nitritt (NO₃ - NO₂)-forekomstene er høyere på St I enn de andre stasjoner gjennom hele måleperioden, mens de er lavest på St II. Gjennomsnittsverdiene for målinger før august viser 359, 249 og 310 µgN/l på henholdsvis St I, St II og St III, mens verdiene er 508, 368 og 381 µgN/l for de samme stasjoner etter august.

Det er ved noen anledninger analysert for total-nitrogen (tot-N) og ammoniakk (NH_4^+). Tot-N viser det samme forhold mellom de ulike deler av vassdraget som $\text{NO}_3 - \text{NO}_2$ -målingene, og at verdiene for tot-N var over dobbelt så høy på St I som de andre stasjoner. Disse målinger viser at $\text{NO}_3 - \text{NO}_2$ -mengdene utgjør 32 - 92% av tot-N på stasjonene, og vanligvis over 50%, mens ammoniakk utgjør 0,6 - 6% av tot-N (Bilag I).

Forekomsten av fosforforbindelser er langt lavere enn forekomsten av nitrogenforbindelser. Ortofosfat (o-PO_4)-verdiene er i samme størrelsesorden på St I og St III, mens verdiene er opptil 50% lavere på St II. Gjennomsnittsverdiene før august er 4, 2 og 3 $\mu\text{gP/l}$ for henholdsvis St I, St II og St III, og 13, 7 og 13 $\mu\text{gP/l}$ etter august for de samme stasjoner.

De få analyser som er gjort for totalfosfor (tot-P) viser derimot høyest gjennomsnittsverdi på St III (8 $\mu\text{gP/l}$), noe lavere på St II (7 $\mu\text{gP/l}$), og lavest på St I (5 $\mu\text{gP/l}$). Disse analysene viser at fosfatmengdene utgjør 40 - 100% av total fosforforekomst, og vanligvis over 50% (Bilag I).

Ifølge Reinertsens (1973) klassifisering for norske innsjøer viser verdiene for nitrogen og fosfor tegn til entrofiering.

2.4.6. Turbiditet

Turbiditeten, som er et mål for konsentrasjonen av svevepartikler som minsker lysgjennomtrengeligheten i vannet (Samdal, 1962), er bestemt ved hjelp av "Hach Laboratory Turbidimeter Model 1860 A". Måleenheten er J.T.U. (Jackson Turbidity Units).

Turbiditeten varierer sterkt med vannføringen, og er vanligvis høyest i nedre del av vassdraget. Det er målt opptil 39 J.T.U. på St I under nedbørsflom. Dette tyder på at elva graver i løsavsetninger av leire eller grus (Langeland, 1977).

Turbiditeten er dobbelt så høy på St I enn de andre stasjoner i perioden før august, mens forskjellen mellom stasjonene er minimal etter august. Verdiene for St I, St II og St III er henholdsvis 17, 9 og 9 J.T.U. før august, og 5, 4 og 4 J.T.U. etter august.

2.4.7. Isforhold og vannføring

Under normale vinterforhold er Levangerelva islagt fra november - desember til april - mai, men det er vanlig å finne korte, åpne partier i de mest strømsterke områder vinterstid. I milde vintre kan lange strekninger være isfri store deler av vinteren.

Vårflommen pågår vanligvis fra begynnelsen av mai til midten av juni.

Vannføringen på sommeren og høsten stiger og synker raskt med nedbørsmengden, og under nedbørstopper følger oppgang av vandrende laks og sjøørret.

2.5. Valg og beskrivelse av de enkelte prøvestasjoner

Det er valgt tre prøvestasjoner innenfor den lakseførende del av vassdraget for vekstundersøkelsen. I stasjonsvalget er det søkt å eliminere fiskens habitat som variabel, og stasjonene er derfor valgt morfologisk mest mulig like slik at de kan sammenlignes direkte med hensyn på fisketetthet og fiskevekst.

Hver stasjon er valgt slik at den søker å romme habitat for ungfisk av laks og ørret. Ørretunger forekommer i større grad på grovere substrat og roligere vannhastigheter enn laksunger som foretrekker mer finkornet bunn og sterkere strøm (Karlstrøm 1972, Heggberget 1974). Det forekommer lite ørretunger ved vannhastigheter over 1,0 m pr. sekund (Karlstrøm, op.cit.). De valgte undersøkelseslokaliteter fikk derfor et vekslende preg av stilleflytende partier og strykparter med vannhastighet opptil 0,9 m pr. sekund. Substratet fikk en

heterogen karakter av grus og stein i alle størrelsesgrupper med regelmessige innslag av blokker opptil en meter.

Det var også en forutsetning for stasjonsvalget at hele elvas tverrsnitt kunne avfiskes med elektrisk fiskeapparat. Når fiskeapparatets effektivitet blir merkbart dårligere på dypere vann (Vibert, 1967), ble prøveområdene valgt grunnere enn en meter.

Valg av prøvestasjoner etter disse premisser gjorde at de også representerte et karakteristisk bilde av vassdraget.

Ved plassering av prøvestasjonene er det også søkt å dekke et geografisk videst mulig område av de lakseførende deler av vassdraget. St I ble derfor valgt like ovenfor brakkvannspåvirkningen, mens St II ble valgt like nedenfor laksens vandringsstopp. St III ble lagt til Langåselva som har sitt utløp i hovedvassdraget nedenfor St II.

Tabell 2 gir en kort beskrivelse av stasjonene. Beskrivelsen er gjort ved middels vannstand.

Tabell 2. Beskrivelse av stasjonene.

	St I	St II	St III
Substrat	Stein 5 - 20 cm Sand- og grusbunn Noe blokk 20 - 50 cm	Stein 2 - 30 cm Sand- og grusbunn Noe blokk 40 - 100 cm	Stein 5 - 20 cm Sand- og grusbunn Noe blokk 20 - 50 cm
Vannhast., m/sek.	0,2 - 0,9	0,2 - 0,7	0,3 - 0,7
Dybde, cm	5 - 80	5 - 70	5 - 50
Elvebredde, m	15	12	6
* Vannveg.	Noe elvemose	Noe elvemose	Noe elvemose
Høyde o.h., m	5	30	25

* elvemose (Fontinalis antipyretica)

Vannhastigheten er anslått i meter pr. sekund (m/sek.) ved å segle et trestykke på tid over 10 m elvestrekning på fem forskjellige steder innenfor prøvestasjonen.

Vegetasjonen ved de tre undersøkelseslokalitetene er meget lik og kan beskrives under ett: løvskog med frodig undervegetasjon står tett på begge elvebredder, og henger skyggefullt 1 - 2 m utover elva. Ved St III danner oreskogen "tak" over elva. Alle stasjoner har dyrkamark ned til løvskogen på begge sider av elva.

2.6. Fiskebestanden

Levangerelva er i likhet med andre vassdrag i Trøndelag meget fattig på fiskearter. For fiskere er det kun laks (Salmo salar L.) og sjøørret (Salmo trutta L.) som er av interesse.

Utbyttet av elvefisket varierer meget fra år til år, da oppgangen av de anadrome fiskeartene er sterkt avhengig av nedbør og flomvannføring. Det fiskes lite sjøørret da hovedtyngden av fisken går opp i elva senhøstes etter fiskesesongens slutt. Det forekommer sjelden eksemplarer av laks og sjøørret over 3 kg.

Laks og sjøørret har de samme øvre grenser for sin utbredelse i Levangerelva. Inntil vinteren 1978 var denne grensen satt ved Gran (St II) ca. 6 km fra elvas utløp i sjøen. Etter at isløsningen sprengte en gammel mølledemning ble den øvre grense forflyttet til demningen for Reistaddammen som ligger ca. 11 km fra Levangerelvas utløp. Fiskevandringen stopper ved naturlig hindring etter 1,5 km i Langåselva.

Under denne undersøkelsen er det aldri funnet hunnfisk av ørret med tegn til kjønnsmodning. Bestanden av elveørret (Salmo trutta L.) må derfor betraktes som minimal i de lakseførende deler av vassdraget.

Denne undersøkelsen viser at det er en tett bestand av ungfisk av laks og ørret. Av denne bestanden er 80% laks og 20% ørret når hele vassdraget ses under ett. Langåselva har noe større ørretandel enn hovedelva.

Ål (Anguilla anguilla L.) forekommer forholdsvis sparsomt. Den kan ha betydning som predator på laks- og ørretunger (Allen, 1969), men kan ikke tillegges noen vekt med hensyn på dette i Levangerelva på grunn av sin spredte forekomst. Thomas (1962), som undersøkte næringsvalg hos flere fiskeslag i elv, fant at ål ikke er næringskonkurrent til laks- og ørretunger på grunn av dens mer bentiske habitat.

Trepigget stingsild (Gasterosteus acuelatus L.) er fanget på alle undersøkelseslokaliteter, men opptrer i meget lav tetthet.

Skrubbe (Platichthys flesus L.) er observert helt opp til de øvre grenser for laksevandring, men forekommer i størst antall på sand- og fin steinbunn i de nedre deler av elva. Ifølge "Europas Ferskvannsfisker" (Muus & Dahlstrøm, 1978) kan skrubbe, som er en marin fisk, gå flere km opp i elver om sommeren.

3. METODIKK

3.1. Det elektriske fiskeapparatet

Til innsamling av fisk fra elva er det anvendt et "Paulsen" elektrisk fiskeapparat av likestrømstype. Apparatet har 12 volts batteri, og bæres på ryggen under fisket.

For beskrivelse av fiskeapparatets anvendelse og virkemåte henvises til Vibert (1967) og Heggberget (1977a).

Fisket i Levangerelva er søkt utført under middels vannføring med god sikt i vannet for at fisken lett skulle kunne ses og fanges. Fiskeapparatets spenning ble valgt til 600 volt, og pulsfrekvensen var 80 hertz. Vanntemperaturen under fisket varierte fra 4,1°C til 9,1°C, og var vanligvis over 12,0°C.

Det ble alltid fisket motstrøms, og for at minst mulig fisk i det ytre spenningsfeltet skulle skremmes vekk, ble anoden flyttet ca. 2 m hver gang strømmen ble sluttet. Fisken ble fanget i en maksimal avstand på 2 m fra anoden, og det syntes sjelden at fisk lot seg skremme innenfor denne avstand.

3.2. Metode ved innsamling og observasjon av fisken

For aldersbetegnelse blir fisk fanget i sitt første leveår betegnet 0+, i sitt andre år 1+ osv.

3.2.1. Avfisking av prøveflater for tetthetsbestemmelse

For bestemmelse av fisketetthet er gitte prøveflater avfisket, og fisk fjernet fra populasjonen ved tre suksessive avfiskinger. All fisk lar seg sjelden fange selv etter en serie fiskeomganger (Karlstrøm, 1972). Fiskepopulasjonen er derfor estimert ved hjelp av Zippins (1958) metode. Metoden forutsetter samme fangstinnsats i alle påfølgende fiskeomganger.

Prøveflatene er avfisket med ca. 30 min. pause mellom hver fiskeomgang for at skremt fisk skulle returnere. Varigheten av fisket ble holdt så konstant som mulig, og var gjennomsnittlig 8 - 10 min. pr. 100 m².

Stasjonene er avfisket for tetthetsundersøkelse en gang i 1978, og to ganger i 1979.

Den andre avfiskingen i 1979 ble foretatt i siste halvdel av oktober under forholdsvis høy vannføring og lav vanntemperatur (4,1 - 6,1°C). Den lavere fangsteffektiviteten under disse forhold (Libosvarsky 1967, Vibert 1967) gav flere fisk i andre eller tredje fiskeomgang på to av stasjonene slik at resultatene er uskikket for populasjonsestimering ved Zippins metode. Resultatene fra denne perioden er derfor valgt utelatt.

Arealene for de avfiskede prøveflater er oppmålt med måleband.

3.2.2. Fiske for vekstundersøkelse

På bakgrunn av innsamlet materiale av ungfisk fra 1978 er det søkt å beregne det nødvendige antall observasjoner for den etterfølgende feltsesong for å påvise eventuelt signifikante vekstforskjeller mellom de ulike stasjoner. De nødvendige antall observasjoner ble estimert til 25 - 30 fisk pr. aldersgruppe pr. stasjon (se s. 29).

Ved å anvende "Petersen-metoden" (Tesch, 1971) for frekvensfordeling av fiskelengdene for det innsamlede materiale etter fisket på prøveflatene, ble det beregnet overslag over ytterligere observasjoner nødvendig for hver art og aldersgruppe for vekstundersøkelsen. Det var minimal overlapping av kroppslengdene for aldersgruppene, og derfor aldri problematisk å skille aldersgruppene.

Skjellavlesning viste senere kun svak overlapping mellom 1+ og 2+ laks; mens det ble funnet ett tilfelle av overlapping hos ørret.

Under fisket for å komplettere materialet ble det kun samlet og målt fisk for de aldersgrupper som ikke hadde tilstrekkelig antall observasjoner etter fisket på prøveflatene. I de tilfeller hvor det ble fisket for å komplettere observasjonsantallet for 2+ laks, er all fisk som senere viste seg å være 1+ laks utelukket fra vekstberegningene for å unngå overrepresentasjon av større 1+.

På grunn av lav tetthet av ørret var det vanskelig å fange det tilsiktede antall fisk for vekstberegningene for denne art.

3.2.3. Merking - gjenfangst

Det er utført merking - gjenfangst av ungfisk på seks ulike avsnitt i vassdraget (Fig. 1, s. 11) for å kartlegge omfanget av eventuelle forflytninger i laks- og ørretbestanden. Denne undersøkelsen ønsker å belyse hvorvidt det fiskes på stasjonære bestander på de stasjoner som analyseres med hensyn på fiske-tetthet og fiskevekst.

Merkestasjonene er avfisket tre ganger og fisken merket med ulike kombinasjoner ved klipping av fettfinne og bukfinner. Merkingen er foretatt i juli 1978 på fem stasjoner (St I, II, IV, V og VI), mens det er merket i begynnelsen av september på en sjette stasjon (St III). På grunn av stor merkedødelighet hos sommergammel laks og ørret er fortrinnsvis ettåringer og eldre fisk merket.

Det er foretatt gjenfangstfiske fra 30 - 85 dager etter merkedato ved 1 - 3 avfiskinger på stasjonene samt en avfisking 100 m ovenfor og nedenfor stasjonene.

3.2.4. Behandling av fisken

Fisken er artsbestemt og lengdemålt i felt. Ved artsbestemmelse av ungfisk av laks og ørret er det nyttet bestemmelsestabell etter Heggberget (1976). Artsadskillelsen var kun problematisk for få tilfeller av sommergammel fisk fanget i juli. Lengde-

måling ble foretatt på målebrett med stopper, og fisken ble målt fra snute til enden av halefinne til nærmeste mm når fisken var naturlig utstrakt.

Innsamlet fisk er konservert på glass med konsentrert formalin. Oppbevaringsglassene hadde tilnærmet samme tetthet av fisk for å oppnå lik fikseringsgrad. Fisken er oppbevart to - tre måneder før videre analyse. Før alders- og kjønnsbestemmelse er den fikserte fisken utvannet ca. to døgn.

Til aldersavlesning er det brukt skjell rundt sidelinjen mellom ryggfinne og fettfinne da det er her fisken først anlegger skjell (Jones, 1968). Skjellene er analysert i saltkar med vann under steromikroskop med 25 ganger eller 50 ganger forstørrelse. Aldersbestemmelsen er utført etter metode utførlig beskrevet av Dahl (1910). Avlesningen var kun i få tilfeller forbundet med vanskelighet. Den gode fiskeveksten gav seg uttrykk i tydelig adskilte vinter- og sommersoner på skjellet.

All fiksert fisk foruten årsyngel er kjønnsbestemt. Bestemmelsen er gjort under steromikroskop med 25 ganger forstørrelse. I de tilfeller der gonadene fyllte halvparten eller mer av buk- hulens volum, er fisken henført til "gyteparr" (Johnsen, 1978a) dvs. ungfisk som etter stor sannsynlighet ville ha gytt i inneværende år. Disse utviklingsstadier er funnet hos lakshanner og noen ørrethanner.

3.3. Statistisk metode

3.3.1. Populasjonsestimering

Fisketettheten er estimert etter Zippins (1958) metode som setter fangst for suksessive fiskeomganger mot kumulativ fangst. Zippin har konstruert diagram hvor de statistiske data kan avleses direkte.

Populasjonsestimatets variabilitet er beregnet etter formel for standardfeil (Zippin, op.cit.).

95% konfidenssannsynlighet fås ved ± 2 standardfeil (SE). Ved populasjonsstørrelser under 200, men større enn 50, gir $\pm 2SE$ 90% konfidenssannsynlighet.

Det er beregnet populasjonsestimat for alle aldersgrupper av laks samlet, og likeledes for ørret. Kun fanget fisk er tatt med i beregningene.

Fisketettheten er uttrykt i antall fisk pr. 100 m².

Påliteligheten av estimatene basert på suksessive avfiskinger og fjerning av fisk forutsetter en stasjonær fiskebestand i løpet av fisket. Dvs. at det ikke skjer inn- eller utvandring, og at fødsels- og dødsrater er neglisjerbare, mens fisket pågår. Ved raskt påfølgende fiskeomganger, er det rimelig å anta en stasjonær populasjon (Zippin, 1956).

3.3.2. Sammenligning av vekst mellom de forskjellige stasjoner

Under forutsetning av at observasjonene betraktes som uavhengige og normalfordelte anvendes T-test for sammenligning av fiskeveksten mellom de forskjellige stasjoner.

Fig. 2, 3, 4 og 5 viser lengdefrekvensfordeling av noen utvalgte populasjoner av laks og ørret. Diagrammene viser at fordelingene har relativt lette haler slik at T-test kan brukes (l. amanuensis Steinar Engen, pers.medd.).

Testobservator,

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

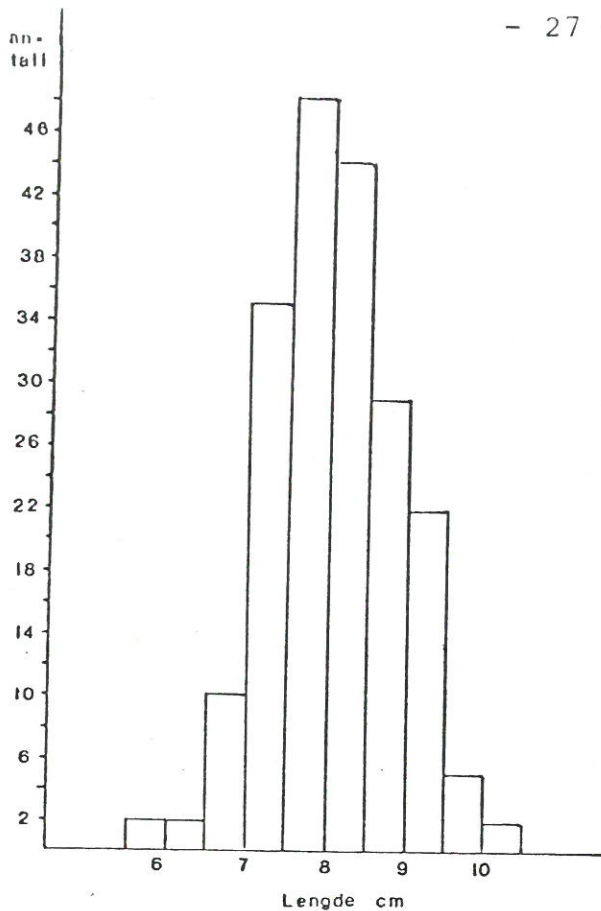


Fig.2. Lengdefordeling av 1+ laks på StI 1.august 1979, antall fisk =199

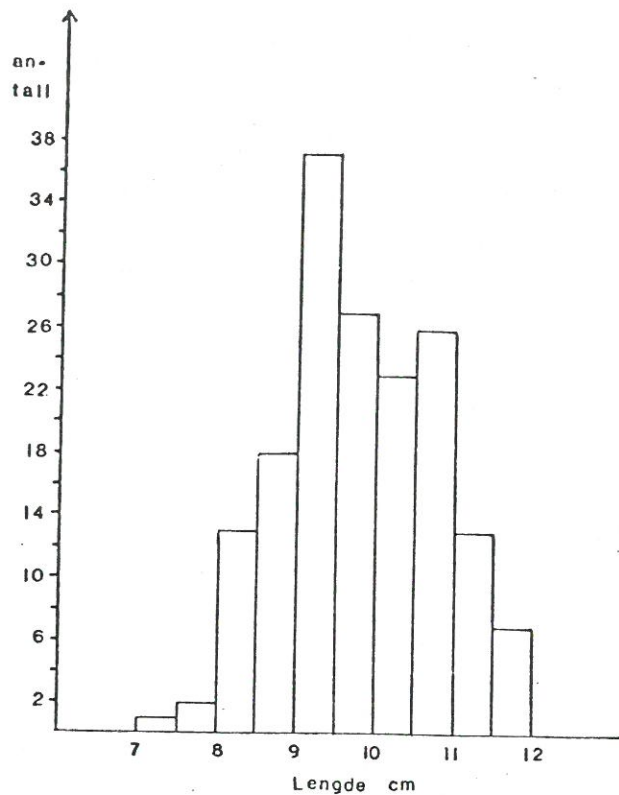


Fig.3. Lengdefordeling av 1+ laks på StII 3.august 1979, antall fisk =167

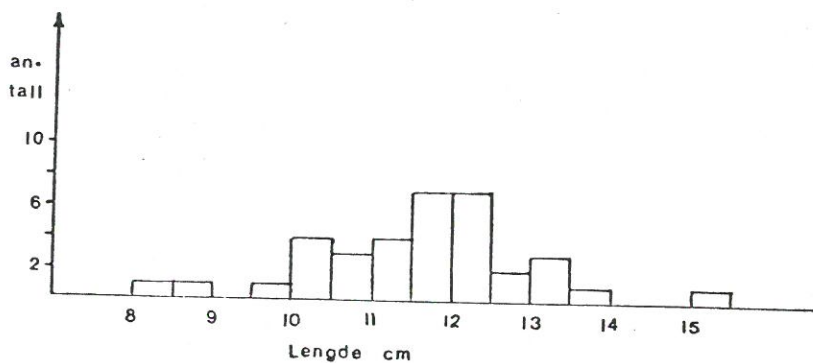


Fig.4. Lengdefordeling av 1+ ørret på StII 3.august 1979, antall fisk =35

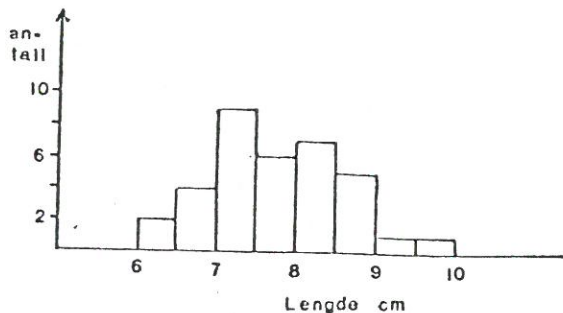


Fig.5. Lengdefordeling av 0+ ørret på StIII 24.oktober 1979, antall fisk =35

hvor \bar{x}_1 og \bar{x}_2 = middellengde i populasjon 1 og 2,
 n_1 og n_2 = antall observasjoner i populasjon 1 og 2,

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x}_1)^2 + \sum(x - \bar{x}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

For populasjonene testes nullhypotesen

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

hvor μ_1 og μ_2 er forventningsverdiene til populasjonene.
Signifikantsnivået (α) er satt til 5%.

Hypotesen forkastes hvis $t > t_\alpha$. t_α er definert slik at sannsynligheten for at t skal bli større enn t_α er lik α når H_0 er riktig, og t er studentfordelt med $n_1 + n_2 - 2$ frihetsgrader. Ved forkastning påstås signifikant forskjell mellom μ_1 og μ_2 .

For sammenligning av lengdevekst mellom prøvestasjonene er T-test anvendt for like aldersgrupper. Alle tre stasjoner er testet mot hverandre, og sannsynlighetsverdiene er lest ut av tabell for tosidig T-test.

For betegnelse av signifikanssannsynlighet er følgende terminologi anvendt:

- = $P > 0,05$ = ikke signifikant
- + = $0,05 > P > 0,01$ = svakt signifikant
- ++ = $0,01 > P > 0,001$ = signifikant
- +++ = $0,001 > P$ = sterkt signifikant

Den statistiske behandling av materialet er gjort på "Sobax Microputer JCC-2700".

3.3.3. Beregning av nødvendig antall observasjoner

På bakgrunn av materialet fra 1978 er det gjort beregninger for å finne et overslag over nødvendig antall observasjoner for etterfølgende undersøkelsesperioder, for å påvise eventuelt signifikante vekstforskjeller mellom stasjonene.

Vurdering av styrkefunksjonen for alternativ-hypotesen til H_0 (s. 28), $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$, kombinert med avlesning av grafisk framstilling for teststyrken gir grunnlag for beregning av observasjonsantallet.

På grunnlag av observasjonene fra 1978 kan det være rimelig å forlange at testen med 95% sannsynlighet skal påstå at $\mu_1 \neq \mu_2$ hvis $|\mu_1 - \mu_2| = d$ er av størrelsesorden $d = 1$. Nå vil imidlertid teststyrken avhenge både av d og av σ (standardavviket på observasjonene), som er ukjent. σ kan derimot estimeres på grunnlag av observasjonene fra 1978. Bilag III og IV viser oversikt over middellengdene og standardavvik (SD) for aldersgruppene. SD-verdiene varierer en del, men stort sett ligger de i intervallet 0,5 til 1,5.

Ser vi på størrelsen

$$= \frac{|\mu_1 - \mu_2|}{\sigma} = \frac{d}{\sigma} = \frac{1}{\sigma} \quad (\text{Owen, 1962})$$

blir denne størrelsesorden 1 om vi antar at σ er omtrent lik 1.

La $\beta = 1 - \text{teststyrken} = 0,05$ og signinivået (α) = 5% for en tosidig T-test.

Når disse krav er satt til testen, viser avlesning av Fig. 6 (Owen, 1962) at 25 - 30 observasjoner er nødvendig innen hver aldersgruppe på hver stasjon.

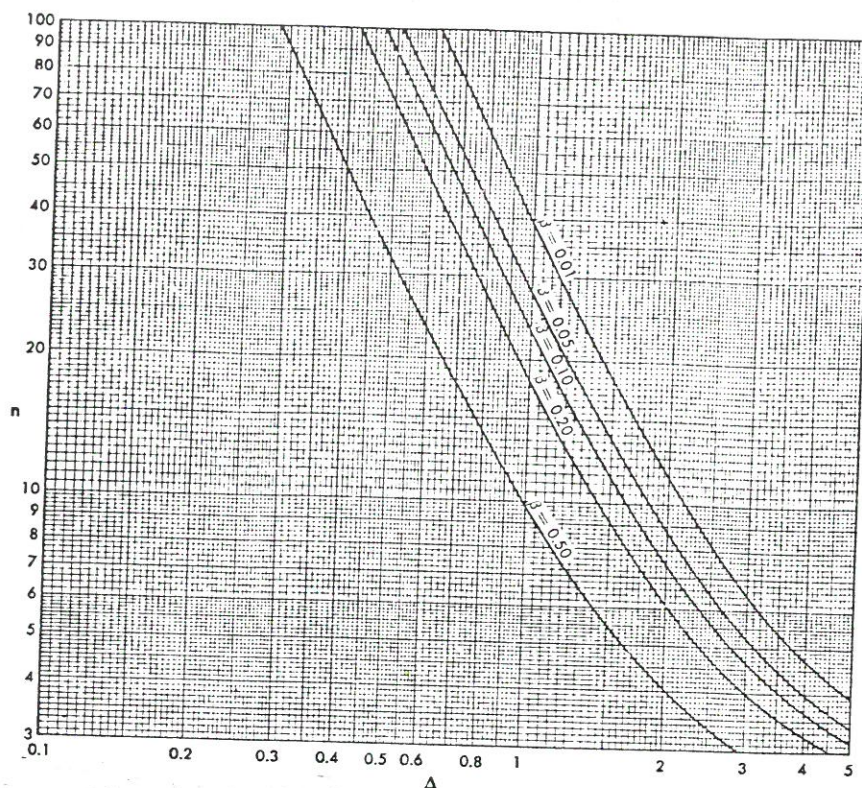


Fig. 6. Diagram over nødvendig antall observasjoner for en test som sammenligner middelerdiene i to normalfordelinger med ukjente, men like standardavvik. $\alpha = 0,05$. (Owen, 1962.)

3.4. Diskusjon av feltmetodikken

Bruk av elektrisk fiskeapparat til kvantitative undersøkelser i rennende vann gir ikke nøyaktige resultater. Karlstrøms (1976) undersøkelser over flere svenske vassdrag viser at fangsteffektiviteten varierer mellom ulike aldersgrupper, ulike arter, ulike vassdrag og på ulike prøveflater i samme vassdrag.

Karlstrøm (op.cit.) viste at laksparr hadde 27% høyere fangsteffektivitet enn 0+ laks, mens forskjellen mellom yngre og eldre laksparr var kun 8%. Parrstadiet hos ørret viste 75% høyere fangsteffektivitet enn 0+-stadiet. Når det gjelder forskjellen i fangsteffektivitet mellom laks og ørret, registrerte Karlstrøm (op.cit.) 19% større fangbarhet hos 0+ ørret enn 0+ laks, mens fangbarheten for alle aldersgrupper hos ørret var 31% høyere enn de samme aldersgrupper for laks.

Heggbergets (1977b) undersøkelser er helt i tråd med Karlstrøm (op.cit.) når han fant at 55% 0+, 72% 1+ og 81% eldre laks ble fanget etter tre fiskeomganger i Skjoma. De tilsvarende tall for ørret var 61%, 78% og 84%.

Når ørretunger lar seg lettere fange ved elektrisk fiske, tilskrives dette at ørret oppholder seg på stillere vann, og står gjerne nærmere land enn laksunger som står lengre fra land på dypere og striere områder (Lindroth 1955, Karlstrøm 1972, Heggberget 1974).

Karlstrøms (1976) resultater fra Mørrumsån viser forskjeller som kan forekomme innen samme vassdrag. Fangsteffektiviteten varierte fra 0,17 - 0,43 for 0+ laks og fra 0,29 - 0,48 for 0+ ørret på ulike prøveflater. De laveste verdier ble målt på prøveflater med høy vannhastighet, stor dybde og grovt bunnsubstrat. Han viste også til at vannvegetasjon gav lav fangsteffektivitet.

I denne undersøkelsen er det søkt å holde de fysiske forholdene innen de ulike prøvestasjoner mest mulig like for å eliminere disse faktorer som variabel for fangsteffektiviteten.

Tabell 3 viser fangsteffektiviteter etter tre fiskeomganger for alle aldersgrupper av laks samlet, og likeledes for ørret. Fangsteffektiviteten er beregnet diagramtisk etter Zippin (1958). Det er ikke gjort forsøk på å beregne fangsteffektivitet for aldersgruppene separat.

Tabell 3. Fangsteffektivitet for laks- og ørretunger på prøvestasjonene i 1978 og 1979.

St, dato	Laks	Ørret
St I, 11. juli -78	0,61	0,90
St II, 28. juli -78	0,62	0,93
St III, 5. sept. -78	0,88	0,83
St I, 1. aug. -79	0,72	0,78
St II, 3. aug. -79	0,82	0,78
St III, 4. aug. -79	0,77	0,73

Verdiene viser ingen entydig tendens mot bedre fangsteffektivitet på noen av prøveflatene, og heller ingen entydig tendens mot bedre fangsteffektivitet for noen av artene. Fangsteffektivitetene er forholdsvis høy for begge arter, og de viser at en stor del av bestanden innenfor prøveflatene fanges etter tre fiskeomganger.

Fangsteffektiviteten for laks på St I og II i 1978 må betraktes som lav i forhold til St III og i forhold til fangsteffektiviteten for disse stasjoners egen ørretbestand. Det må derfor tas i betraktning en underestimering av laksbestanden på disse stasjoner i 1978.

I 1979 er det små forskjeller mellom stasjonene og mellom artene.

4. MATERIALE

Tetthetsundersøkelsen omfatter et avfisket areal på til sammen 2095 m² fordelt på tre prøvestasjoner. Det er foretatt en tetthetsundersøkelse på stasjonene i 1978 og en i 1979. St III er avfisket senere på året (5. september) enn de andre stasjoner (11. og 28. juli) i 1978. I 1979 er stasjonene avfisket i perioden 1. - 4. august.

Tabell 4 viser oversikt over fangst etter tre fiskeomganger, avfisket areal og vanntemperatur på stasjonene for de to undersøkelsesperioder.

Det er avfisket et større areal på St I enn de andre stasjoner som følge av bredere elv på denne lokalitet, og nødvendigheten av å dekke en representativ elvestrekning under disse forhold.

Det er funnet fire aldersgrupper ungfisk av laks, mens tre for ørret. Aldersavlesning viser at laksungene sjelden vandrer ut av elva eldre enn tre år, mens ørret fortrinnsvis forlater elva som toåringer. Det er kun funnet to eksemplarer av 3+ laks, og ti eksemplarer av 2+ ørret.

Skjellstudier av voksenfisk av laks og sjøørret verifiserer at majoriteten av laksungene vandrer til havs som treåringer (74%) og ørretunger som toåringer (75%) (Bilag II). Det er funnet ett eksemplar av hver av artene som hadde gått i sjøen som ettåring.

Tabell 5 viser oversikt over antall fisk som er analysert for vekst for de ulike undersøkelsesperioder.

Vekstundersøkelsen omfatter i alt 1123 ungfisk av laks (0+, 1+, 2+) og 409 ungfisk av ørret (0+, 1+), hvorav 629 1+ og 2+ laks og 169 1+ ørret er bestemt for kjønn og kjønnsmodning.

Tabell 4. Fangst etter tre fiskeomganger, avfisket areal (m²) og vanntemperatur (T, OC). L = laks, Ø = ørret, Sk = skrubb, St = stingsild.

	St I						St II						St III								
	L	Ø	Ål	Sk	st	m ²	T	L	Ø	Ål	Sk	st	m ²	T	L	Ø	Ål	Sk	st	m ²	T
11. juli (St I), 28. juli (St II), 5. sept. (St III) -78	68	19	1	1	4	690	15,1	82	30	-	-	-	200	19,1	82	65	-	-	-	185	12,5
1.-4. aug. -79	215	12	2	6	2	610	16,2	129	30	-	-	-	245	15,1	56	18	-	4	4	165	14,5
Sum	283	31	3	7	6	1300	-	211	60	-	-	-	445	-	138	83	-	4	4	350	-

Tabell 5. Antall laks og ørret undersøkt for vekst.

	St I		St II		St III	
	Laks	Ørret	Laks	Ørret	Laks	Ørret
27. sept. - 5. okt. -78	97	13	44	45	61	61
1. - 4. aug. -79	314	43	224	74	70	41
18. - 24. okt. -79	101	27	138	58	74	47
Sum	512	83	406	177	205	149

I 1978 er vekstundersøkelsen gjort i månedsskiftet september - oktober, mens det er undersøkt for to perioder i 1979, henholdsvis i begynnelsen av august og i siste halvdel av oktober.

I tidsrommet 9. mai - 14. november 1979 er det registrert temperaturer for 134 temperaturdager på hver av prøvestasjonene.

Det er analysert vannprøver for 15 perioder på alle tre stasjoner fra februar til november i 1979. For nitrogen- og fosforanalyser er det 11 måleperioder.

5. RESULTATER

5.1. Merking - gjenfangst

Det er i alt merket 512 laks og 173 ørretunger (Tabell 6).

For å undersøke eventuell vandringsreaksjon på fisken som følge av behandlingen ved merkingen, er hele elvetverrsnittet avfisket en gang 300 m ovenfor og nedenfor St V dagen etter merking. Det ble funnet en 1+ laks ca. 20 m nedenfor merkestasjonen. Denne laksen hadde sterkt deformert halefinne. Selv om en avfisking kun fanger en del av bestanden, tyder gjenfangst av en av 80 merkede fisk på St V at de fleste igjen hadde funnet tilhold innenfor merkestasjonen. Det ble heller ikke observert død fisk de nærmeste dager etter merkingen.

Tabell 6. Antall laks og ørret merket og gjenfanget.
Gjenfangstprosent i ().

St og merkedato	Art	Antall merket	Antall gjenfanget og % gjenfangst	Antall dager etter merking	Antall fiskeomg.
St. I, 11. juli -78	L	64	4 (6,3)	79	1
	Ø	15	0 (0)		
St II, 28. juli -78	L	67	0 (0)	61	1
	Ø	24	1 (4,2)		
St III, 5. sept. -78	L	83	16 (19,3)	30	1
	Ø	63	10 (15,9)		
St IV, 4. aug. -78	L	91	42 (46,2)	34	3
	Ø	29	8 (27,6)		
St V, 1. juli -78	L	63	16 (25,4)	45	3
	Ø	17	5 (29,4)		
St VI, 5. juli -78	L	144	5 (3,5)	85	1
	Ø	25	0 (0)		

Gjenfangstresultatene er gjengitt i Tabell 6.

Kun to stasjoner er avfisket tre ganger (St IV og St V), og disse stasjonene viser også de høyeste gjenfangstprosentene med 25 - 46% gjenfangst for laks og 28 - 29% gjenfangst for ørret 34 - 45 dager etter merkedato. St III er også avfisket innen samme tidsintervall etter merking, og 19% laks og 16% ørret er gjenfanget etter en fiskeomgang. De øvrige stasjoner (St I, St II og St IV) er også avfisket en gang, men to - tre måneder etter merking. Disse viser betydelig lavere gjenfangster.

Av de gjenfangede fisk er størstedelen fanget innenfor merkestasjonens grenser. Opptil 19% er fanget utenfor merkestasjonen (St V), men ikke lenger enn 50 m fra yttergrensene. Det er observert en lengre vandring hvor en 1+ laks merket på St V er gjenfanget på St III, en vandringsstrekning på ca. 500 m.

Ifølge fangsteffektivitetene (s. 31) fanges kun en del av populasjonen etter tre fiskeomganger, og ytterligere færre etter en omgang. Dette tatt i betraktning angir forholdsvis høye gjenfangstprosent på St III, IV og V.

Merkeundersøkelsen tyder på at det skjer fiskevandring i en viss utstrekning innenfor kortere elvestrekninger, men at det ikke skjer noen signifikant forflytning av fisk mellom de elveavsnitt som analyseres med hensyn på fiskevekst og fiske-tetthet.

Denne undersøkelsen er i overensstemmelse med Saunders & Gee (1964) som på bakgrunn av merkeundersøkelser i en liten laks- elv i New Brunswick konkluderte at laksunger var meget sted- bundne. De viste at laksunger som ble forflyttet til andre områder i elven, vendte tilbake til sitt tidligere habitat. Også Allen (1951) konkluderte med høy stasjonærhet i en ørretpopulasjon etter at 80% av ørreten ble gjenfanget mindre enn 75 m fra merkestasjonen i gjenfangster fra noen få dager til 333 dager etter merking.

5.2. Alder og vekst hos laks

Det er beregnet vekst for 0+, 1+ og 2+ laks.

Fig. 7, 8 og 9 framstiller vekstkurver for St I, St II og St III for de tre undersøkelsesperioder på bakgrunn av middellengdene for hver aldersgruppe. Tallverdien for middellengder og standardavvik er oppført i Bilag III.

Kurvene for begge undersøkelsesperioder i 1979 viser det samme vekstforløp når stasjonene relateres til hverandre, mens forholdet er et annet i 1978.

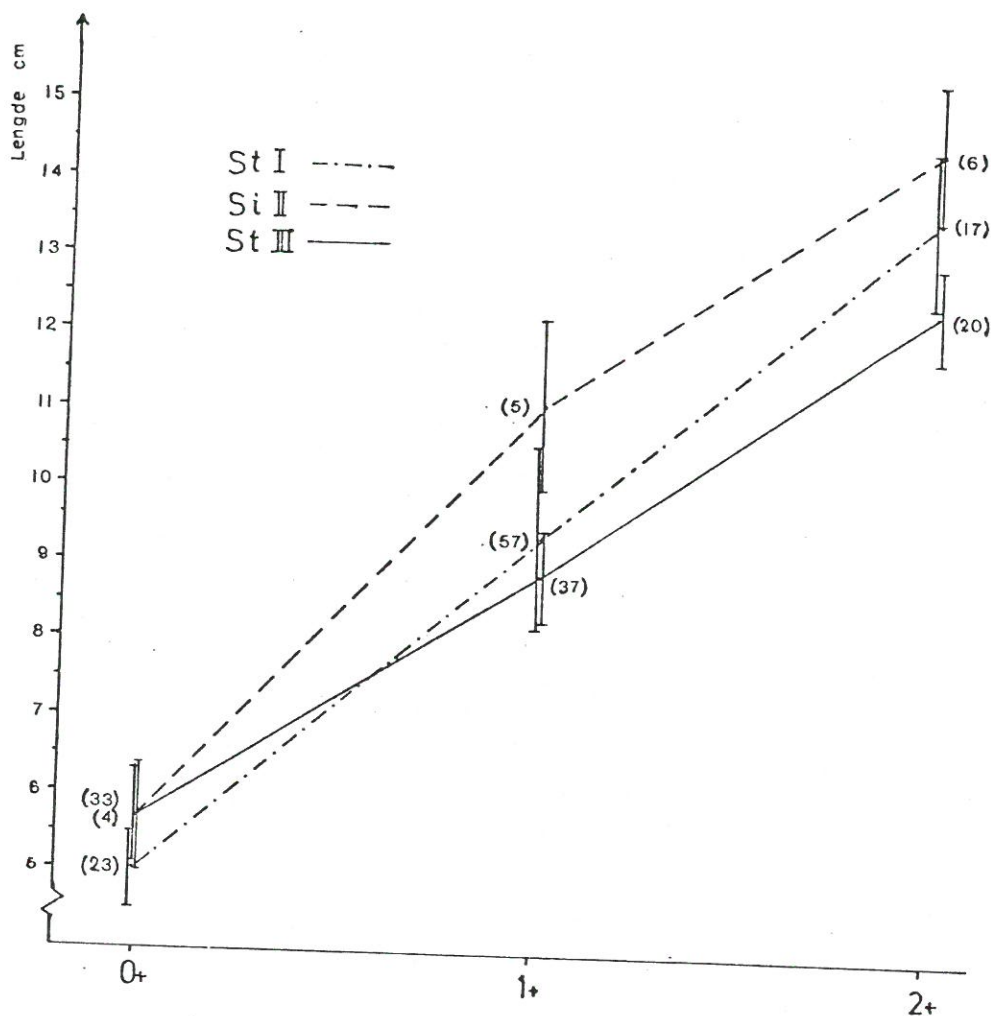


Fig. 7. Middellengder hos laks på St I, St II og St III ca. 1. oktober 1978, () = antall fisk, I = standardavvik.

St II har de største middellengder for alle aldersgrupper i 1978 (Fig. 7). Det må bemerkes at det foreligger få observasjoner for de eldste aldersgrupper på denne stasjonen, henholdsvis fem og seks observasjoner for 1+ og 2+, slik at middelveiene må vurderes med forsiktighet. Når veksten for begge disse aldersgrupper på St II ligger markant høyere enn de andre stasjoner, og standardavvikene er innenfor akseptable grenser, gir resultatene et relativt pålitelig inntrykk av best vekst på St II.

Differensen mellom middellengdene for St II og St III, som viser svakest vekst av alle stasjoner for 1+ og 2+, er 2,2 cm og 2,1 cm for de respektive aldersgrupper. Differensen mellom St II og St I er 1,7 cm og 0,9 cm for de samme aldersgrupper. Når St I og St III sammenlignes, er middellengdene 0,5 cm større for 1+ og 1,2 cm større for 2+ på St I.

For 0+ laks er veksten like god på St II og St III i 1978, men middellengden for St III må tillegges usikkerhet på bakgrunn av kun fire observasjoner. Vekstdifferensen mellom St II og St I, som har svakest vekst for denne aldersgruppe, er 0,7 cm.

Fra 1978 til 1979 er det en sterk økning i veksten for alle aldersgrupper på St III i forhold til de andre stasjoner. Fig. 8 viser at St III har de største middellengder for 0+ og 1+ i august 1979, mens St II fortsatt har de lengste 2+. St I har de minste middellengder for alle aldersgrupper.

For 0+ er veksten 0,5 cm bedre på St III enn St I og II, mens differensen mellom de samme stasjoner for 1+ er henholdsvis 2,1 cm og 0,4 cm. 1+ laks på St II er 1,7 cm lengre enn St I.

Middellengdene for 2+ viser at fisk på St II er 0,5 cm lengre enn St III og 1,9 cm lengre enn St I, mens differensen fra St III til St I er 1,4 cm.

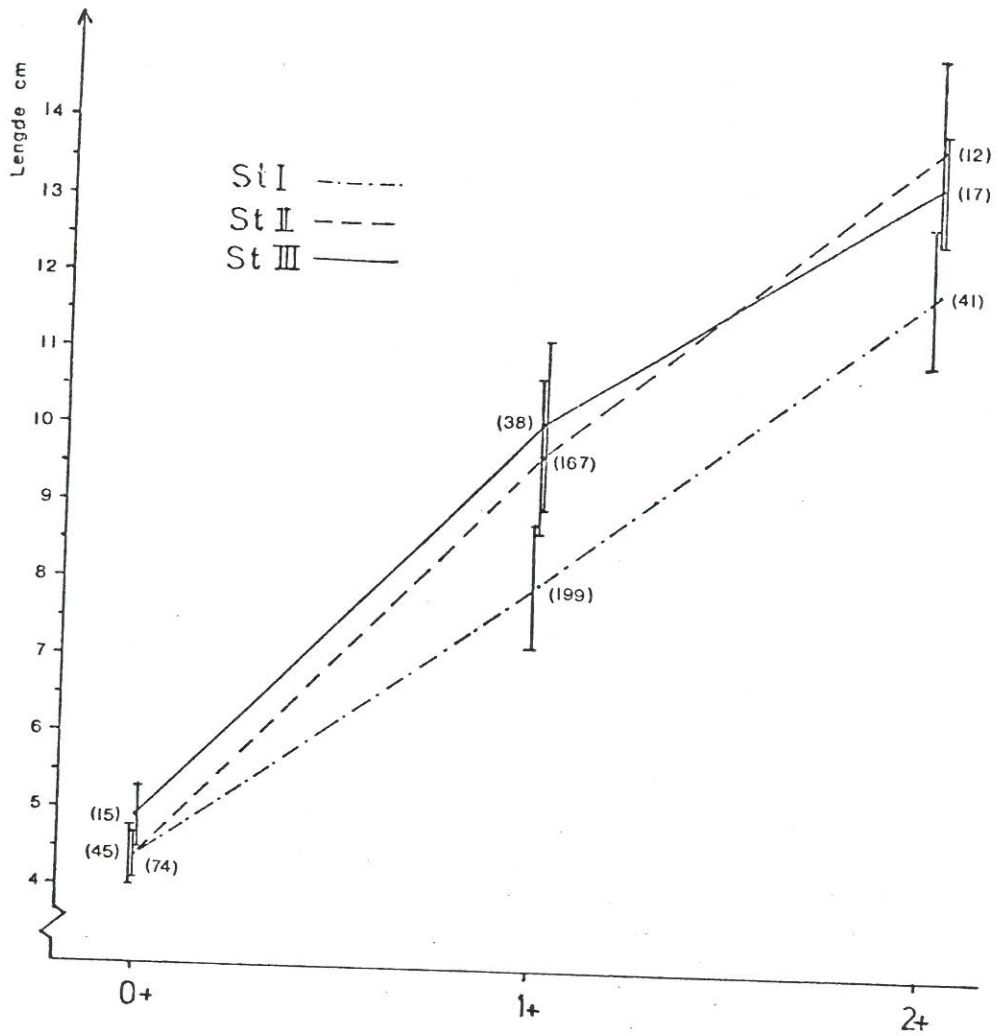


Fig. 8. Middellengder hos laks på St I, St II og St III ca. 1. august 1979, () = antall fisk, I = standardavvik.

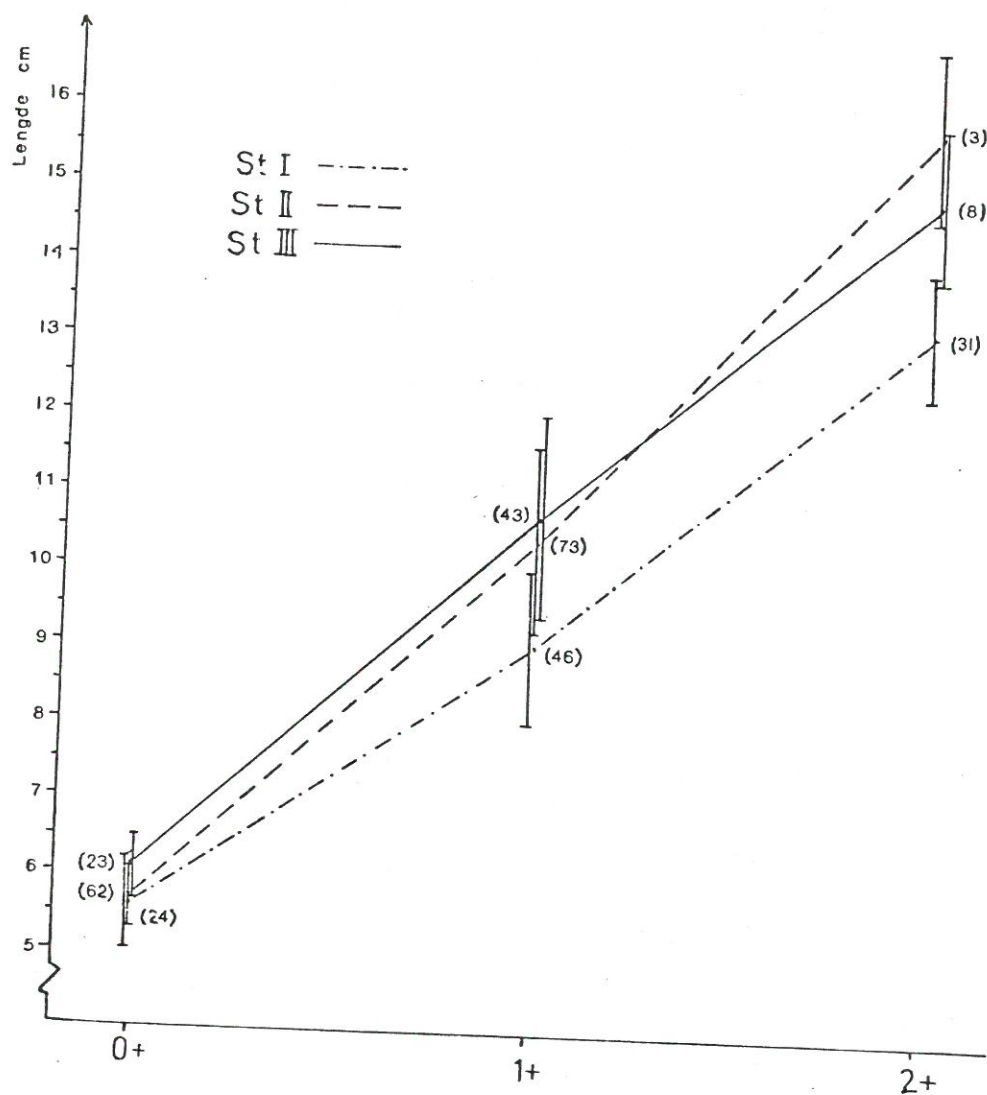


Fig. 9. Middellengder hos laks på St I, St II og St III ca. 20. oktober 1979, () = antall fisk, I = standardavvik.

Fig. 9 som framstiller vekstkurver for oktober 1979, viser det samme vekstmønstret mellom stasjonene som i august. Verdiene for middellengdene av 2+ på St II og St III er usikre på grunn av lave observasjonsantall, henholdsvis tre og åtte observasjoner for St II og St III. Det må bemerkes at de funne verdier også her viser den samme tendens i vekstmønstret mellom stasjonene som i august.

5.2.1. Sesongmessig tilvekst

Allen (1940) fant at vekst hos laks opphørte når vanntemperaturen falt under 7°C . Egglshaw (1969) registrerte ingen vekst hos laks og ørret fra oktober til mars, mens vanntemperaturen var under $5 - 6^{\circ}\text{C}$. Hvis disse forhold kan overføres til Levangerelva, opphører fiskeveksten fra begynnelsen av oktober til siste halvdel av mai (Bilag VI). Det kan derfor antas at målt fiskevekst mellom oktober 1978 og oktober 1979 representerer årsveksten i 1979.

Årsyngelens tilvekst kan beregnes når lengde ved klekking settes til 2,5 cm. Allen (1941) og Lillehammer (1975) setter lengde ved klekking hos laks, dvs. når plommesekken er oppbrukt og fisken begynner å ta føde, til 2,5 cm. Jones (1968) setter denne lengde til 1,8 cm.

I Tabell 7 er årsvekst og tilvekst før og etter begynnelsen av august framstilt for alle aldersgrupper.

Veksten er sterkest i første halvdel av vekstperioden for alle aldersgrupper på alle stasjoner. 59 - 88% av årsveksten skjer før august.

St III har sterkest vekst for alle aldersgrupper før august, mens St I har svakest vekst for samtlige aldersgrupper i denne perioden.

Etter august er tilveksten tilnærmet lik for årsyngel på alle stasjoner, mens St I har 3 - 4 mm bedre vekst enn de andre

Tabell 7. Laksungenes lengdevekst (cm) til forskjellige tider av året. Fiskens lengde ved klekking er satt til 2,5 cm.

	St I	St II	St III
<u>1. år</u>			
Lengde ved klekking	2,5	2,5	2,5
Lengde i okt. (1979)	5,6	5,7	6,1
Årlig tilvekst	3,1	3,2	3,6
Lengde i aug.	4,4	4,4	4,9
Tilvekst før aug.	1,9	1,9	2,4
% tilvekst før aug.	61	59	67
Tilvekst etter aug.	1,2	1,3	1,2
<u>2. år</u>			
Lengde i okt. (1979)	9,0	10,4	10,7
Årlig tilvekst	4,0	4,7	5,0
Lengde i aug.	8,0	9,7	10,1
Tilvekst før aug.	3,0	4,0	4,4
% tilvekst før aug.	75	85	88
Tilvekst etter aug.	1,0	0,7	0,6
<u>3. år</u>			
Lengde i okt. (1979)	13,2	15,8	14,9
Årlig tilvekst	3,8	4,7	6,0
Lengde i aug.	11,9	13,8	13,3
Tilvekst før aug.	2,5	2,7	4,4
% tilvekst før aug.	66	58	73
Tilvekst etter aug.	1,3	2,0	1,6

stasjoner for ettåringer i denne perioden. For toåringer er veksten sterkest på St II og svakest på St I etter august.

5.3. Alder og vekst hos ørret

På grunn av få observasjoner for 2+ ørret er denne gruppen holdt utenfor vekstundersøkelsen.

Fig. 10, 11 og 12 framstiller fiskeveksten for de tre undersøkelsesperioder på bakgrunn av middellengde for hver aldersgruppe. Standardavvik og middellengdenes tallverdi er gjengitt i Bilag IV.

Vekst hos ørret er til enhver tid bedre enn tilsvarende aldersgrupper hos laks på alle stasjoner (Bilag III og IV).

Når stasjonene relateres til hverandre, viser vekstmønstret en lignende tendens som for laks. St III viser en økning i veksten i forhold til de andre stasjoner fra 1978 til 1979.

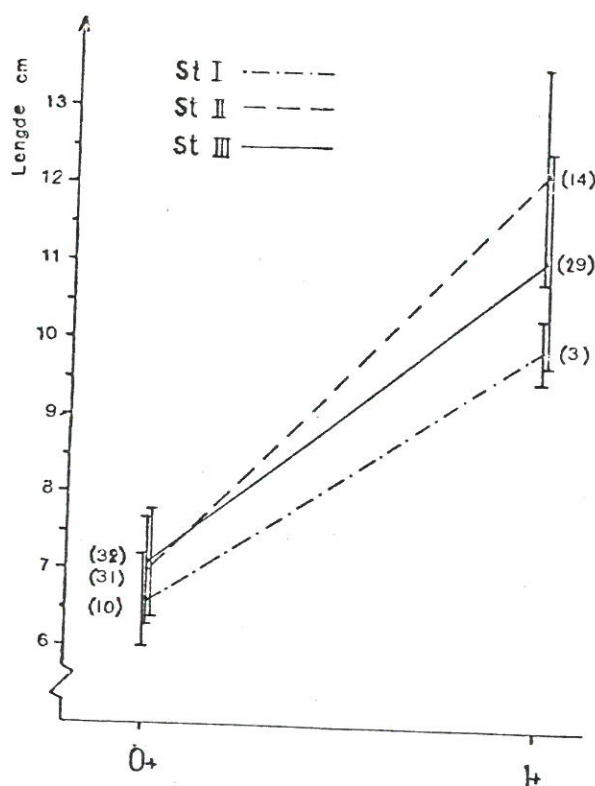


Fig. 10. Middellengder hos ørret på St I, St II og St III ca. 1. oktober 1978, () = antall fisk, I = standardavvik.

Fig. 10 framstiller lengdevekst for 1978. Middellengden for 1+ på St I er usikker på grunn av få observasjoner (tre). De forholdsvis store standardavvik som opptrer for 1+ ørret indikerer stor spredning i fiskelengdene. Dette forhold tilsier at St I har for lite materiale til å kunne betraktes i sammenheng med de andre stasjoner for 1+ ørret i denne perioden.

Middellengden for 1+ ørret er 1,1 cm større på St II enn St III i 1978, mens den er tilnærmet lik på begge stasjoner for 0+. St I har 0,4 - 0,5 cm kortere 0+ enn de andre stasjonene.

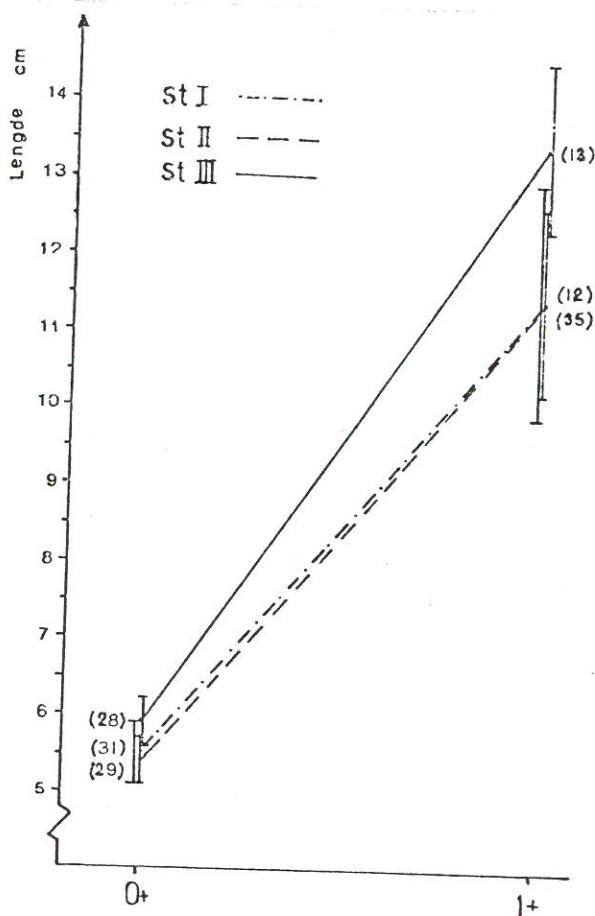


Fig. 11. Middellengder hos ørret på St I, St II og St III ca. 1. august 1979, () = antall fisk, I = standardavvik.

I august 1979 er middellengdene på St I og St II tilnærmet lik for begge aldersgrupper, mens St III har 2,0 cm lengre 1+ og 0,4 - 0,5 cm lengre 0+ enn disse stasjoner (Fig. 11).

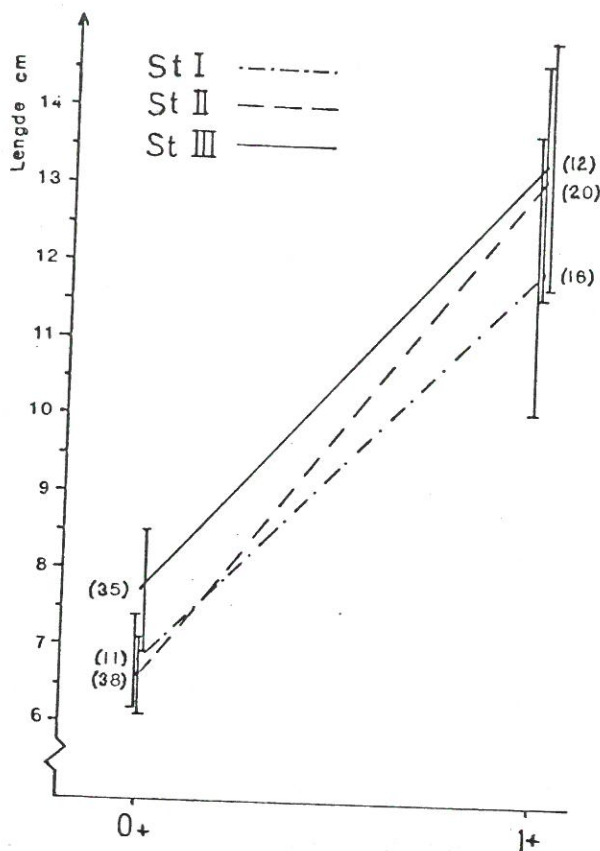


Fig. 12. Middellengder hos ørret på St I, St II og St III ca. 20 oktober 1979, () = antall fisk, I = standardavvik.

I oktober er vekstdifferensene for 0+ fra St III til de andre stasjoner forsterket, mens de er avtatt for 1+ (Fig. 12). Differensen mellom St III og St II for 1+ er nå kun 0,2 cm, mens den er 1,4 cm til St I. For 0+ er differensen mellom St III og St II 1,1 cm, og til St I 0,9 cm.

5.3.1. Sesongmessig tilvekst

Wingfield (1940) fant ingen vekst hos ørret under 6°C, mens Brown (1946c) observerte lite næringsopptak og aktivitet hos ørret under 5°C. Hvis disse undersøkelser legges til grunn, tilsier temperaturregistreringene i Levangerelva (Bilag VI) at vekstsesongen for ørret vil være tilnærmet sammenfallende med den antatte for laks (s.42). Det kan derfor antas at tilveksten fra oktober 1978 til oktober 1979 representerer årsveksten i 1979.

Årsyngelens tilvekst kan beregnes når lengde ved klekking settes til 2,5 cm (Frost & Brown, 1972).

Årsvekst og tilvekst før og etter begynnelsen av august for årsyngel og ettåringer er framstilt i Tabell 8.

Tabell 8. Ørretungens lengdevekst (cm) til forskjellige tider av året. Fiskens lengde ved klekking er satt til 2,5 cm.

	St I	St II	St III
<u>1. år</u>			
Lengde ved klekking	2,5	2,5	2,5
Lengde i okt. (1979)	6,8	6,6	7,7
Årlig tilvekst	4,3	4,1	5,2
Lengde i aug.	5,5	5,4	5,9
Tilvekst før aug.	3,0	2,9	3,4
% tilvekst før aug.	70	71	65
Tilvekst etter aug.	1,3	1,2	1,8
<u>2. år</u>			
Lengde i okt. (1979)	11,9	13,1	13,3
Årlig tilvekst	5,3	6,1	6,1
Lengde i aug.	11,4	11,4	13,4
Tilvekst før aug.	4,8	4,4	6,2
% tilvekst før aug.	91	72	100
Tilvekst etter aug.	0,5	1,7	0

Veksten er sterkest i første halvdel av vekstsesongen for begge aldersgrupper på alle stasjoner. 65 - 100% av årlig tilvekst skjer i denne perioden.

St III har langt bedre vekst enn de andre stasjoner for 0+ gjennom hele vekstsesongen, og også langt bedre vekst for 1+ før august. St I har svakt bedre vekst enn St II for 0+ både før og etter august, og også bedre vekst for 1+ før august. Etter august, derimot, er veksten langt bedre på St II for 1+ fisk.

Det er ikke registrert vekst for 1+ på St III etter august, men tvertimot en reduksjon i gjennomsnittslengden på 0,1 cm. Dette kan være et utslag av lave observasjonsantall (12 - 13) kombinert med stor spredning i lengdene innenfor aldersgruppen, som de store standardavvik angir (Bilag IV). Dette kan tas som en indikasjon på at observasjonsantallet for 1+ ørret, som er i samme størrelsesorden i begge undersøkelsesperioder på St I og St III, er for lavt til å gi et helt pålitelig bilde av veksten i disse tilfeller. Materialet fra disse stasjoner er allikevel valgt å presenteres i sammenheng med de øvrige data.

5.4. Sammenligning av alder og vekst mellom de forskjellige stasjoner

Tabell 9 angir signifikanssannsynligheter for T-test. Alle stasjoner er testet mot hverandre for middellengdene for like aldersgrupper.

Det lave observasjonsantallet for 1+ ørret på St I i 1978 er vurdert å ikke gi grunnlag for sammenligning med de andre stasjoner for denne perioden (s. 45).

St II har bedre vekst enn de andre stasjoner for både laks og ørret i 1978. Relatert til St I framtrer signifikant vekstforskjell for 0+ og 1+ laks. Når St II relateres til St III, er vekstforskjellen signifikant for eldre enn 0+ både for laks og ørret.

Sammenligning av St I og St III avtegner et mindre entydig bilde idet St III har svakt signifikant bedre vekst for 0+ laks og ørret, mens St I har signifikant bedre vekst for 1+ og 2+ laks.

I begge undersøkelsesperioder i 1979 viser St III signifikant bedre vekst enn St I for alle aldersgrupper av laks og ørret. For laks er vekstforskjellene sterkt signifikante i begge perioder, mens ørret viser tendens mot svakere signifikanssannsynligheter i oktober.

Tabell 9. T-test. Sammenligning av middellengder (\bar{x}) av hver årsklasse mellom de forskjellige stasjoner, (se s. 28 for signifikansnivå).

Dato	Alder og art	Teststasjoner	\bar{x}	Signifikansnivå
27. september - 5. oktober 1978	0+ laks	St I / St II	5,0 / 5,7	xxx
		St I / St III	5,0 / 5,7	x
		St II / St III	5,7 / 5,7	-
	1+ laks	St I / St II	9,4 / 11,1	xx
		St I / St III	9,4 / 8,9	x
St II / St III		11,1 / 8,9	xxx	
2+ laks	St I / St II	13,6 / 14,5	-	
	St I / St III	13,6 / 12,4	xxx	
	St II / St III	14,5 / 12,4	xxx	
0+ ørret	St I / St II	6,6 / 7,0	-	
	St I / St III	6,6 / 7,1	x	
	St II / St III	7,0 / 7,1	-	
1+ ørret	St I / St II	9,9 / 12,2	få obs.	
	St I / St III	9,9 / 11,1	få obs.	
	St II / St III	12,2 / 11,1	x	
1. - 4. august 1979	0+ laks	St I / St II	4,4 / 4,4	-
		St I / St III	4,4 / 4,9	xxx
		St II / St III	4,4 / 4,9	xxx
	1+ laks	St I / St II	8,0 / 9,7	xxx
		St I / St III	8,0 / 10,1	xxx
St II / St III		9,7 / 10,1	x	
2+ laks	St I / St II	11,9 / 13,8	xxx	
	St I / St III	11,9 / 13,3	xxx	
	St II / St III	13,8 / 13,3	-	
0+ ørret	St I / St II	5,5 / 5,4	-	
	St I / St III	5,5 / 5,9	xxx	
	St II / St III	5,4 / 5,9	xxx	
1+ ørret	St I / St II	11,4 / 11,4	-	
	St I / St III	11,4 / 13,4	xxx	
	St II / St III	11,4 / 13,4	xxx	
18. - 24. oktober 1979	0+ laks	St I / St II	5,6 / 5,7	-
		St I / St III	5,6 / 6,1	xx
		St II / St III	5,7 / 6,1	xxx
	1+ laks	St I / St II	9,0 / 10,4	xxx
		St I / St III	9,0 / 10,7	xxx
St II / St III		10,4 / 10,7	-	
2+ laks	St I / St II	13,2 / 15,8	xxx	
	St I / St III	13,2 / 14,9	xxx	
	St II / St III	15,8 / 14,9	-	
0+ ørret	St I / St II	6,8 / 6,6	-	
	St I / St III	6,8 / 7,7	xx	
	St II / St III	6,6 / 7,7	xxx	
1+ ørret	St I / St II	11,9 / 13,1	x	
	St I / St III	11,9 / 13,3	x	
	St II / St III	13,1 / 13,3	-	

St III har også signifikant bedre vekst enn St II for begge aldersgrupper ørret og 0+ og 1+ laks i august 1979, mens signifikant forskjell inntreer for 0+ laks og ørret i oktober. Vekstforskjellen er sterkt signifikant for 0+ laks og ørret i begge undersøkelsesperioder, og for 1+ ørret i august. Vekstforskjellen for 1+ laks i august er svakt signifikant.

Når St I og II sammenlignes, viser St II sterkt signifikant bedre vekst for 1+ og 2+ laks i begge perioder i 1979, og svakt signifikant bedre vekst for 1+ ørret i oktober. Det framtrer ingen signifikante vekstforskjeller for 0+ laks og ørret for disse stasjoner i 1979, og heller ikke for 1+ ørret i august.

5.5. Faktorer som påvirker veksten

5.5.1. Tetthet og sammensetning av laks- og ørretbestanden

De statistiske data for fiske på prøveflater er summert i Tabell 10.

I 1978 er prøvestasjonene avfisket til ulike tider. Fisket på St III er utført på høsten, mens det er fisket midtsommers på de andre stasjonene. Fisketettheten på St III vil derfor i større grad være påvirket av mortalitet, spesielt hos den yngste fisken (Le Cren 1965, Backiel & Lee Cren 1967), som følge av forskjellen i tid. Det inntreer derfor en mulig underestimert på St III. Av Tabell 3 (s. 31) går det fram at fangsteffektiviteten for laks var høyere på St III enn de andre stasjoner i 1978. Det kan derfor antas at den lengre mortalitetsperioden kan utlignes av dette forhold med hensyn på tettheten av laks, mens tettheten av ørret vil være ytterligere underestimert som følge av noe lavere fangsteffektivitet av ørret i forhold til de andre stasjoner.

St I har lavest samlet tetthet av laks og ørret både i 1978 og 1979. Innslag av skrubbe, stingsild og ål er derimot noe større for denne stasjonen (Tabell 4, s. 34).

Tabell 10. Beregnet tetthet laks og ørret etter tre fiskeomganger, 90% konfidensintervall (+ 2SE) og fisk pr. 100 m².

St, dato	LAKS		ØRRET		Sum L + Ø	Areal m ²	LAKS/100 m ²		ØRRET/100 m ²		L + Ø 100 m
	N	N+2SE	N	N+2SE			N	N+2SE	N	N+2SE	
StI, 11. juli -78	111,5	(61,3-161,7)	21,1	(15,9-26,3)	132,6	630	17,7	(9,7-25,7)	3,4	(2,5-4,2)	21,1
StII, 28. juli-78	130,2	(70,2-190,2)	32,3	(26,9-37,7)	162,5	200	65,1	(35,1-95,1)	16,2	(13,5-18,9)	81,3
StIII, 5. sept.-78	93,2	(79,2-107,2)	78,3	(61,7-94,9)	171,5	185	50,4	(42,8-57,9)	42,3	(33,4-51,3)	92,7
StI, 1. aug. -79	298,6	(251,6-345,6)	15,4	(3,6-27,2)	314,0	610	49,0	(41,3-56,7)	2,5	(0,6-4,5)	51,5
StII, 3. aug.-79	157,3	(132,1-182,5)	38,5	(19,9-57,1)	195,8	245	64,2	(53,9-74,5)	15,7	(8,1-23,3)	79,9
StIII, 4. aug.-79	72,7	(51,3-94,1)	24,7	(8,1-41,3)	97,4	165	44,1	(31,1-57,0)	15,0	(4,9-25,0)	59,1

Det registreres spesielt lav tetthet i 1978 (21,1 pr. 100 m²), hvor den samlede bestanden av laks og ørret er ca. 74 - 77% lavere enn de andre stasjoner. Den lavere tetthet utgjøres av en minimal ørretbestand (3,4 pr. 100 m²), og en laksbestand (17,7 pr. 100 m²) som er under halvparten av bestanden på St III og over tre ganger lavere enn St II.

Den høyeste fisketetthet i 1978 er registrert på St III (92,7 pr. 100 m²) som har tilnærmet like stort innslag av ørret og laks. Ørretbestanden på St III (42,3 pr. 100 m²) er ca. 60% høyere enn St II (16,2 pr. 100 m²), mens laksbestanden er ca. 25% mindre enn denne stasjonen.

Fra 1978 til 1979 er det en sterk økning i fiskebestanden på St I som følge av bortimot tredobling av laksbestanden, mens St III viser ca. 35% nedgang i fiskebestanden hovedsakelig som følge av sterk reduksjon i ørretbestanden. St II viser ingen forandringer i tetthet fra foregående år, og har den høyeste fisketetthet i 1979 (79,9 pr. 100 m²). Den samlede tetthet av laks og ørret er ca. 35% høyere enn St I, og ca. 25% høyere enn St III.

I Tabell 11 er sammensetningen av laks- og ørretbestanden på stasjonene framstilt.

Tabell 11. Sammensetning av laks- og ørretbestanden på bakgrunn av antall fisk fanget etter tre fiskeomganger. () angir prosentandelen i hver aldersgruppe.

	L A K S						Ø R R E T			
	0+	(%)	1+	(%)	2+	(%)	0+	(%)	1+	(%)
StI, 11. juli-78	7	(10,3)	51	(75,0)	10	(14,7)	15	(78,9)	4	(21,1)
StII, 28. juli-78	67	(81,7)	12	(14,6)	3	(3,7)	16	(53,3)	14	(46,7)
StIII, 5. sept.-78	9	(11,0)	49	(59,8)	24	(29,2)	34	(52,3)	31	(47,7)
StI, 1. aug.-79	22	(10,2)	162	(75,4)	31 _x	(14,4)	8	(66,7)	4	(33,3)
StII, 3. aug.-79	32	(24,8)	87	(67,4)	10	(7,8)	20	(66,7)	10	(33,3)
StIII, 4. aug.-79	6	(10,7)	38	(67,9)	12	(21,4)	13	(72,2)	5	(27,8)

x - innkludert 1 3+

1+ utgjør til enhver tid majoriteten av fanget laks på alle stasjoner bortsett fra en stasjon i 1978 hvor 0+ dominerer. Når bestanden av 0+ framtrer som 1+ med høyere prosentandel året etter, viser dette at 0+ fiskes mindre effektivt.

Ørretbestanden domineres i begge undersøkelsesperioder av 0+ på alle stasjoner.

Det er grunn til å legge merke til at det sterke innslaget av 1+ ørret på St III i 1978 (47,7%) er langt svakere på denne stasjon i 1979 (27,8%). Dette forhold er nært forbundet med reduksjonen i ørretbestanden på St III fra 1978 til 1979. Reduksjonen av ettåringer kan være et resultat av den uvanlig strenge vinteren dette år, slik at ørret, som foretrekker grunnere områder nærmere land enn laksen (Karlstrøm, 1972), blir trent til marginale områder under lav vintervannføring og is.

5.5.2. Kjønnsmodning

Det er analysert for kjønnsutvikling for 1+ og 2+ fisk. Kjønnsmodning er påvist hos hannfisk av både laks og ørret, men forekommer ikke hos hunnfisk. Kjønnsmodne hannlaksunger er gitt betegnelsen gytepar (Johnsen, 1978a). I denne undersøkelsen gis også kjønnsmoden ørret denne betegnelsen.

Forekomsten av gytepar på de ulike stasjoner er framstilt i Tabell 12.

Resultatene fra oktober 1979 er usikre ettersom gytingen antas å ha begynt på denne tid. En del av gyteparren kan derfor ha forflyttet seg til gyteområdene (Jones 1968, Østerdahl 1969). Forandringen i gyteparfrekvensen for 1+ laks på St I og St III fra august til oktober gir en indikasjon på dette forhold. Forekomsten av gytepar vil derfor bli belyst ved resultatene fra august for 1979. Det må bemerkes at resultatene fra oktober forøvrig verifiserer de fra august.

Tabell 12. Antall hanner og gytepar hanner og prosentandel gytepar hos laks og ørret i 1978 og 1979.

		L A K S						Ø R R E T		
		1+			2+			1+		
Periode	St	Tot. ♂♂	Gyt. ♂♂	% gyt.	Tot. ♂♂	Gyt. ♂♂	% gyt.	Tot. ♂♂	Gyt. ♂♂	% gy
27. sept.	I	23	7	30	8	5	63	-	-	-
- 5. okt.	II	-	-	-	3	3	100	7	2	29
-78	III	18	2	11	8	6	75	11	1	9
1. - 4.	I	40	3	8	19	16	84	9	0	0
aug.	II	40	17	43	6	6	100	13	0	0
-79	III	30	7	23	11	11	100	7	1	14
18. - 24.	I	22	4	18	10	7	70	7	0	0
okt.	II	39	19	49	2	2	100	7	2	29
-79	III	18	1	6	2	2	100	6	0	0

Forekomsten av gytepar er langt mindre hyppig hos ørret enn hos laks. Det største innslag for ørret er observert på St II i 1978 og på St III i 1979, mens kjønnsmoden ørret ikke er påvist på St I i noe av undersøkelsesperiodene.

Hos laks er innslaget av gytepar alltid langt høyere for 2+ enn 1+.

St II har høyest innslag av 2+ gytepar i 1978 idet samtlige hanner er registrert som kjønnsmodne. Forekomsten av gytepar blant 2+ laks på St I og St III er henholdsvis 63% og 75%.

Mens det er høyere frekvens av gytepar på St III enn St I for 2+, har St I høyere frekvens for 1+ enn St III. Forekomsten er 30% og 11% for de respektive stasjoner. Det er ikke funnet 1+ hannfisk på St II.

Også i 1979 er det funnet bare gytere blant 2+ hanner på St II. Dette er også tilfelle på St III, mens St I har 84% gyteparr.

St II har også høyest innslag av gyteparr blant 1+ i 1979 idet 43% av hannene er kjønnsmodne. St I viser også lavest innslag av 1+ gytere med 8%, mens St III har 23% gytere blant 1+.

Tabell 13 og 14 gir vekstforholdet mellom de ulike kjønn og gyteparr hanner for henholdsvis 1+ og 2+ laks på bakgrunn av middellengdene etter fiksering med konsentrert formalin. (Undersøkelse av 44 1+ og 2+ laks og ørret gav 4% skrumpning med konsentrert formalin.) Forekomsten av gyteparr hos ørret er så liten at disse ikke vurderes i denne sammenheng.

Tabell 13. Vekst hos hunner, hanner og gyteparr hanner av 1+ laks basert på middellengder (\bar{x}) (etter fiksering med konsentrert formalin). SD = standardavvik, n = antall fisk.

Periode		St I			St II			St III		
		♀♀	♂♂	gyt. ♂♂	♀♀	♂♂	gyt. ♂♂	♀♀	♂♂	gyt. ♂♂
27. sept.	\bar{x}	9,4	9,1	9,4	10,6	-	-	9,0	8,8	9,3
- 5. okt.	SD	1,1	1,2	1,1	0,8	-	-	0,6	0,7	0,4
-78	n	32	16	7	5	-	-	22	16	2
1. - 4.	\bar{x}	7,6	7,8	8,4	9,8	9,1	10,1	10,0	9,6	10,2
aug.	SD	0,9	0,9	0,3	1,0	0,9	0,7	1,0	1,2	0,8
-79	n	31	37	3	24	23	17	20	23	7
18. - 24.	\bar{x}	8,8	8,3	9,6	10,7	9,4	10,0	10,4	10,7	11,2
okt.	SD	1,4	0,8	0,9	1,0	1,1	1,0	1,1	1,5	0
-79	n	28	18	4	39	20	19	35	17	1

Gytere av 1+ laks er lengre enn både hunnfisk og ikke-gytere av hannfisk på alle stasjoner i august, i månedsskiftet september - oktober og sent i oktober med unntak av St II i oktober 1979. Hunnfisk er vanligvis lengre enn ikke-gytere av

hannfisk. En sammenlikning av middellengdene for august og oktober 1979 viser at gyteparren har like god tilvekst som hunnfisk og ikke-gytere av hannfisk i denne perioden fram til full kjønnsmodning i oktober.

Tabell 14. Vekst hos hunner, hanner og gytepar hanner for 2+ laks basert på middellengder (\bar{x}) (etter fiksering med konsentrert formalin). SD = standardavvik, n = antall fisk.

Periode		St I			St II			St III		
		♀♀	♂♂	gyt. ♂♂	♀♀	♂♂	gyt. ♂♂	♀♀	♂♂	gyt. ♂♂
27. sept. - 5. okt. -78	\bar{x}	13,3	12,4	12,9	14,6	-	13,1	12,1	11,7	11,8
	SD	1,0	1,2	0,8	0,2	-	0,2	0,7	0,1	0,7
	n	10	3	5	3	-	3	14	2	6
1. - 4. aug. -79	\bar{x}	11,9	10,9	11,3	13,6	-	13,2	13,1	-	12,7
	SD	0,7	0,4	0,8	0,6	-	0,9	0,5	-	0,6
	n	20	3	16	5	-	6	7	-	11
18. - 24. okt. -79	\bar{x}	12,9	11,7	12,3	16,3	-	14,5	14,3	-	14,9
	SD	0,8	0,2	0,4	-	-	0	0,8	-	0,2
	n	24	3	7	1	-	2	6	-	2

For 2+ laks er vekstforholdet et annet enn for 1+. Hunnfisk er lengre enn gytepar i alle undersøkelsesperioder på alle stasjoner, mens ikke-gytere av hannfisk alltid har de minste middellengder. Tilveksten fra august til oktober er allikevel like god for 2+ gytepar som for 2+ hunner.

5.5.3. Temperatur

Vanntemperaturer er registrert ved hjelp av "Grant"-skrivere med temperatursonde plassert i solskygge like over elvebunnen. Det er plassert skriver på hver stasjon fra 9. mai til 14. november i 1979. I Langåselva er temperaturen målt med termometer i perioden 20. mai til 10. juni (Asle Flatås).

Termometeret er korrigert for avvik i forhold til skriverne. Temperaturen er registrert en gang i døgnet mellom kl. 17 og 18, og målt til nærmeste $0,1^{\circ}\text{C}$.

De høyeste temperaturer er målt til $19,8^{\circ}\text{C}$ i Langåselva (7. juni) og $19,0^{\circ}\text{C}$ i Levangerelva (St II, 22. juni).

I Tabell 15 er temperaturregistreringene framstilt som temperatur (T)-summer for perioder før og etter 4. august for å relateres til fiskevekst før og etter dette tidspunkt. Brudd i registreringene skyldes feil på temperaturskriverne ved en eller flere av stasjonene. Temperaturkurver er framstilt i Bilag VI.

Tabell 15. Temperatur (T)-sum for St I, St II og St III før og etter 4. august, og antall temperaturdøgn.

Periode	St I	St II	St III	T-døgn
9.-16. mai	32,5	25,4	28,7	8
20. mai-20. juli (-5., 16. juni, 8., 9. juli)	729,5	733,8	751,5	58
25.-28. juli+31. juli-4. aug.	130,5	128,4	133,6	9
T-sum 9. mai-4. aug.	892,5	887,6	913,8	75
5.-12. aug.	116,6	113,1	120,3	8
11. sept.+15.-19. sept.	56,3	51,2	61,1	6
29. sept.-14. nov. (-27., 28. okt.)	170,9	134,5	205,1	45
T-sum 5. aug.-14. nov.	343,8	298,8	386,5	59

T-sommene viser at St III har varmere vann enn de andre stasjoner gjennom hele måleperioden, mens St I framtrer som merkbart varmere enn St II i andre halvdel av måleperioden.

I perioden før august er differansen mellom T-sommene fra St III til de andre stasjoner $21 - 26^{\circ}\text{C}$ etter 75 temperaturdøgn. Dette tilsvarer gjennomsnittlig $0,4^{\circ}\text{C}$ høyere døgntemperatur på St III enn St II, og $0,3^{\circ}\text{C}$ høyere enn St I.

I siste måleperiode er temperaturforskjellene forsterket mellom stasjonene. Etter 59 temperaturdøgn er T-summen 88°C høyere på St III enn St II, og 43°C høyere på St III enn St I, mens St I har 45°C høyere T-sum enn St II. Dette tilsvarer gjennomsnittlig 1,5°C høyere døgntemperatur på St III enn St II, og 0,8°C høyere på St III enn St I. St I har gjennomsnittlig 0,7°C høyere døgntemperatur enn St II.

5.5.4. Papillomatose

Fikserte prøver av sykdomsangrepne fisk er bestemt av Tore Håstein ved Veterinærinstituttet.

Tabell 16 gir oversikt over forekomsten av hudsykdommen papillomatose, også kalt vortesjuka, som ble påvist hos 1+ og 2+ laks. Den er aldri påvist hos ørretunger. Sykdommen artet seg som gråhvite vortelignende fortykkelser på 3 - 15 mm diameter, og forekom vanligvis i størrelse under 5 mm. De angrepne individer hadde vanligvis en eller få vorter på ryggsiden eller halefinnen.

Tabell 16. Forekomst av papillomatose på laks på stasjonene i oktober 1978 og samlet for august og oktober i 1979. U = antall undersøkte, P = antall med papillomatose og %P = % med papillomatose.

	1978						1979					
	1+			2+			1+			2+		
	U	P	%P	U	P	%P	U	P	%P	U	P	%P
St I	56	-	0	18	3	16,7	124	4	3,2	73	9	12,3
St II	5	-	0	6	2	33,3	143	-	0	15	1	6,7
St III	40	1	2,5	21	4	19,1	105	1	1,0	26	6	23,1

Forekomsten av papillomatose på 1+ laks var meget lav på alle stasjoner både i 1978 og 1979 (0 - 3,2%). Hos 2+ laks er sykdomsfrekvensen høyest på St II i 1978 (33,3%), mens de andre stasjoner viser tilnærmet lik frekvens (16,7 - 19,1%). I 1979 er innslaget blant 2+ laks lavest på St II (6,7%), noe høyere på St I (12,3%), og høyest på St III (23,1%).

6. DISKUSJON

6.1. Sammenligning av vekst mellom de ulike stasjoner i forhold til vekstpåvirkende faktorer

6.1.1. Tetthet

Den nære sammenheng mellom fisketetthet og fiskevekst er behandlet av Backiel & Le Cren (1967) som hevder at veksthastigheten forandrer seg inverst med økende fisketetthet hvis næringstilgangen er begrenset og ikke øker parallelt med fisketettheten.

I sine undersøkelser over ørret yngel fant Le Cren (1965) og Backiel & Le Cren (1967) at veksthastigheten avtok til tettheter opp til 50 fisk pr. m², mens det ikke forekom noen videre nedgang i veksthastigheten over denne tetthet. Backiel & Le Cren (op.cit.) forklarer dette med at høy tetthetsavhengig mortalitet sannsynligvis reduserte populasjonen til under 50 fisk pr. m² før noen videre vekst kunne inntreffe.

Tetthetsavhengige effekter framtrer i de yngste aldersgrupper, men det er helst på eldre fisk at populasjonstetthetens innflytelse på veksten er tydeligst (Backiel & Le Cren, op.cit.)

Også Brown (1946a, b) peker på tetthetens begrensning for veksthastigheten, og tillegger dette to hovedårsaker: konkurranse om en begrenset næringstilgang og gjensidig forstyrrelse som forårsaker økt aktivitet og derved større næringskrav.

Ved tetthetsforandringer trenger vekstforandring allikevel ikke være en nødvendig konsekvens. Le Cren (1949) registrerte ingen umiddelbar vekstforandring hos abbor (Perca fluviatilis) etter en sterk reduksjon av bestanden. Vekstøkning ble registrert først etter en forlenget og mer detaljert undersøkelse (Le Cren, 1958). Zawisza (1961) kunne heller ikke finne forandring i vekst hos åtte fiskeslag i innsjøer i Polen etter

intens høsting. Vekstøkning inntraff først etter høy vinterdødelighet som følge av forurensing i de grunne entrofe sjøene.

Symons (1968) og Allen (1969) påpeker viktigheten av den territorielle adferd i sammenheng med fisketetthet, og fiskens territoriell størrelse som bestemmende for fisketettheten. Allen (op.cit.) mener territoriell størrelse bare er lett influert av fisketettheten, og helst bestemt av faktorer som nærings-tilgang, artssammensetning, fiskestørrelse, vannhastighet, bunnsstrat og temperatur. Derfor kan et gitt areal av elva bare gi plass for et begrenset antall territorier.

Når vekst sammenholdes med fisketetthet i denne undersøkelsen, viser vekstutviklingen på stasjonene fra 1978 til 1979 nær sammenheng med forandringer i fiskebestandens størrelse og sammensetning.

St III hadde i 1978 signifikant svakere vekst for de eldste aldersgrupper av laks i henhold til de andre stasjoner, og også signifikant svakere vekst for den eldste ørreten i forhold til St II (Tabell 9, s. 49). Fisketettheten på St III var på denne tid ca. 77% høyere enn St I, og noe høyere enn St II (Tabell 10, s. 51). I 1979 er fiskebestanden redusert med over 35% fra foregående år på St III, mens den er mer enn fordoblet på St I, og stabil på St II. Bestandsreduksjonen på St III er til samme tid fulgt av en sterk økning i veksten både for laks og ørret i forhold til de andre stasjoner. I august 1979 er middellengdene for alle aldersgrupper laks og ørret signifikant lengre på St III enn de andre stasjoner med unntak for 2+ laks på St III. Dette tyder på at vekstutviklingen på St III er sterkt tetthetsavhengig.

Når middellengdene sammenlignes for oktober 1978 og oktober 1979, viser disse betydelig høyere verdier i 1979 for alle aldersgrupper laks og ørret på St III (Bilag III og IV), noe som også peker i retning av tetthetsavhengig vekst. Det kan allikevel ikke utelukkes at også andre faktorer kan ha med

virket til den bedrede veksten.

Reduksjonen i fiskebestanden på St III skyldes hovedsakelig færre ørret. Den markerte sterkere veksten som så opptrer hos både laks og ørret peker mot interspesifikk konkurranse, og intraspesifikk konkurranse i ørretbestanden på St III.

St II, som ikke har vesentlige tetthetsforandringer fra 1978 til 1979, viser ingen entydige forandringer i middellengdene i oktober fra det ene til det andre år.

På St I tilskrives bestandsøkningen i 1979 en tredobling av laksbestanden. Denne utviklingen er fulgt av lavere middellengder for de eldste aldersgrupper laks i oktober 1979 enn i oktober 1978 (Bilag III), mens begge aldersgrupper ørret viser bedret vekst (Bilag IV). Dette peker i retning av intraspesifikk konkurranse og tetthetsavhengig vekst i laksbestanden på denne stasjon. Bedre ørretvekst kan være en årsak av svakere konkurranse i ørretbestanden som følge av langt lavere tetthet av ørret.

Disse forhold er i tråd med Egglisshaw & Shackleys (1977) undersøkelser i en skotsk elv, hvor vekst hos 0+ laks og ørret var inverst relatert til populasjonstettheten av 0+ laks. Når det ikke ble funnet å være signifikant forhold mellom lengdevekst for 0+ ørret og populasjonstettheter for 0+ ørret, tilskriver forfatterne dette til de langt lavere tettheter av ørret.

Når St I har lavest fisketetthet, og også svakest årlig tilvekst for alle aldersgrupper laks og 1+ ørret i 1979 (Tabell 7 og 8, s. 43 og s. 47), er det rimelig å anta at også andre faktorer enn fisketettheten påvirker veksten i dette elveavsnitt.

Tettheten er i 1979 ca. 25% høyere på St II enn St III, mens årlig tilvekst er svakere for alle aldersgrupper laks og ørret på St II. Dette indikerer at fisketettheten også kan virke

begrensende for veksten på St II.

Innslaget av andre fiskeslag på de undersøkte lokaliteter (Tabell 4, s. 34) må sies å være så lavt at det ikke påvirker vekstforholdene for laks- og ørretungene i noen vesentlig grad.

6.1.2. Kjønnsmodning

Flere undersøkelser viser at det er vanlig at hannlaksungene gjennomgår en kjønnsmodning før de forlater elva. Av 3000 undersøkte parr og smolt fra 20 britiske elver var omtrent halvparten hanner. Av disse hannene var 75% kjønnsmodne, gytende eller utgytt, mens ingen av hunnene viste tegn til kjønnsmodning (Jones, 1968). Det er også funnet større innslag av kjønnsmodne hannlaksunger i nord-norske lakselver (Johnsen, 1978a, b c).

Gyteparr forekommer også hos sjøørret. Dahl (1910) registrerte at en del av hannfisken ikke gikk ut i sjøen, men ble kjønnsmoden på elva.

Jones (1968) og Schiefer (1972) fant at hurtig vekst gav større innslag av gyteparr. Dette er i stor grad i overensstemmelse med denne undersøkelsen for både laks og ørret.

I 1978 og 1979 er gyteparrfrekvensen høyest for både laks og ørret (Tabell 12, s. 54) på de stasjoner som har signifikant best fiskevekst, dvs. på St II og på St III for de respektive år (Tabell 9, s. 49). Frekvensen er til enhver tid lavest på stasjoner med dårlig fiskevekst, dvs. på St III for laks i 1978 og på St I for laks og ørret i 1979. Gyteparrfrekvensens proporsjonalitet med veksthastigheten finner unntak for 2+ laks i 1978 hvor gyteparrfrekvensen er noe høyere på St III enn St I, mens veksten er signifikant svakere på St III, og i 1979 for 1+ laks hvor gyteparrfrekvensen er høyere på St II enn St III, mens veksten er signifikant svakere på St II.

Thorpe (1975) og Lee & Power (1976) hevder at kjønnsmodning går på bekostning av lengdevekst ettersom mye energi går til utvikling av kjønnsprodukter. Alm (1959) er ikke i overensstemmelse med disse forfattere når han hevder at kjønnsmodningens veksthemmende innvirkning ikke er stor under naturlige forhold, men at de ytre og indre faktorer som regulerer vekstevnen er sterkere enn de veksthemmende seksualhormonene. Han mener at det derfor er liten sammenheng mellom kjønnsmodning og den ofte sterkt avtagende veksthastighet, men at dette forhold heller er å finne spesielt i fattigere næringstilgang etter år med gunstige næringsforhold.

Ifølge Jones (1968) starter kjønnsmodningen i juni - juli det året fisken blir kjønnsmoden, og noen fisk kan være fullt modnet allerede i august.

Hos både laks og ørret fyllte gonadene hos de observerte gytepar to tredjedeler eller mer av bukhulen allerede i begynnelsen av august, slik at en eventuell innvirkning av kjønnsmodning på veksten vil ha gjort seg gjeldende på dette tidspunkt.

Når middellengdene for 1+ gytepar av laks er lengre enn hunnfisk og ikke-gytere av hannfisk på alle stasjoner i august såvel som i oktober, og tilveksten for gytepar fra august til oktober ikke ligger tilbake for de to andre kategorier (Tabell 13, s. 55), tilsier dette at kjønnsmodningen ikke virker hemmende for veksten til denne aldersgruppen.

For 2+ laks er derimot hunnfisk lengre enn gytepar på alle stasjoner i august, mens tilveksten synes å være like god for begge kategorier fram til full kjønnsmodning i oktober (Tabell 14, s. 56). Når det ikke er vesentlige forandringer i kjønnsfordelingen av 2+ fra oktober 1978 til august 1979, kan dårligere vekst hos 2+ gytepar før august ikke være en følge av noen større dødelighet blant de lengre 1+ gytere etter foregående års gyting. Det synes derfor som om kjønnsmodning i fasen fram til august er vekstbegrensende for 2+ gytepar.

Når gyteparreffrekvensen er høyere for 2+ laks på St II og St III enn St I i august, kunne det forventes en lavere tilvekst i det samlede materialet av 2+ hann- og hunnfisk før august på St II og St III som følge av kjønnsmodningens vekstbegrensning. Tilveksten fram til august er derimot bedre på St II og St III (Tabell 7, s. 43). Gyteparrens innvirkning på veksten av det samlede materiale av hann- og hunnfisk er avhengig av kjønnsfordelingen i dette materialet for august. Det er ingen større avvik fra en 50% kjønnsfordeling på noen av stasjonene (Tabell 14).

Når denne undersøkelsen viser at gyteparr av 1+ og 2+ laks er betydelig lengre enn ikke-gytere av hannfisk i august, og gyteparreffrekvensen er høyere for 2+ enn 1+ fisk, er dette helt i samsvar med Alm (1959) som hevder at størrelsesfaktoren er av avgjørende betydning for den begynnende kjønnsmodning. Fisk som fra begynnelsen oppnår god veksthastighet, når kjønnsmodning ved tidligere alder enn fisk som vokser sakte de første leveår (Alm, op.cit.).

6.1.3. Temperatur

Med bakgrunn i en rekke undersøkelser som betrakter vekst hos elvelevende stadier av salmonider som sterkt temperaturavhengig, kan temperaturregistreringene delvis belyse de observerte forskjeller i fiskeveksten på de ulike undersøkelsesområder.

Laks- og ørretungers vekstforløp med henhold til vanntemperatur må sies å være meget lik. Lav vintertemperatur medfører nedsatt aktivitet og næringsopptak og svak eller ingen vekst (Pentelow 1939, Allen 1940, Wingfield 1940, Egglisshaw 1969, Elliot 1975), mens stigende vanntemperatur på vår og sommer følges av en rask økning i veksthastighet til et temperatur-optimum. Temperaturer over denne grense medfører nedgang i veksten. Temperaturoptimum er funnet å variere noe mellom de ulike undersøkelser.

Pentelow (1939) fant under eksperimentelle forhold at veksthastighet hos 0+ og 1+ ørret nådde et maksimum mellom 10 - 15,5°C, og at veksten avtok raskt over den øvre grense. Browns (1946c) eksperimentelle undersøkelser med to år gammel ørret konkluderte derimot med to vekstoptima, ved 7 - 9°C og 16 - 19°C, hvor fiskeveksten over, mellom og under disse temperaturer var lav. Disse forhold sammenholder forfatteren med ulik effekt av temperatur på mengde næringsopptak og fiskens aktivitet. Swift (1961) mener Browns (op.cit.) resultater er meget upålitelige på grunn av det lave observasjonsantallet. Swift (op.cit.) fant selv vekstoptimum for ørretunger ved 12°C.

*Wooland (1972) undersøkte laksunger i elv i Wales, og registrerte begynnende vekst i april ved vanntemperaturer fra 4 - 8°C, og en skarp nedgang i veksten når temperaturen passerte 17°C i juli - august. Wooland (op.cit.) fant også en senere høsttopp i veksten når temperaturen var mellom 8 - 14°C. Allen (1940) sammenholdt en nedgang i lakseveksten på seinsommer med lengre tids vanntemperatur over 15°C, og viste at reduksjonen i veksthastighet ikke var forårsaket av næringsmangel. Han forklarer dette med at siden laks er en art for den tempererte region, er det mulig at høye temperaturer har negativ effekt på unge stadier.

Når fiskeveksten øker ved stigende temperatur, har dette sammenheng med en samtidig økning i fiskens aktivitet og næringsopptak, mens avtagende veksthastighet over temperturoptimum tilskrives lavere næringsopptak og økt basalmetabolisme (Brown, 1946c). Swift (1961) tilskriver fallet i veksthastighet over temperturoptimum helst som resultat av økende respirasjonskostnad og en økende utilstrekkelighet i fiskens respiratoriske kapasitet til å møte dens respiratoriske behov.

På undersøkelseslokalitetene i Levangerelva er det kun korte perioder av måletidsrommet fra begynnelsen av mai til midten av november at temperaturen går over 16 - 17°C. Hovedtyngden

* ikke sett

av temperaturregistreringene ligger mellom 10 og 16°C (Bilag V). Det skulle derfor være belegg for å vurdere fiskeveksten i en direkte proporsjonal sammenheng med temperaturforholdene på stasjonene uten omsyn til begrensning av temperaturoptimum.

De høyeste temperaturer for de målte tidsintervaller er til enhver tid registrert på St III (Tabell 15, s. 57), som har signifikant bedre vekst enn de andre stasjoner i 1979. For de målte perioder før august ligger temperaturen 0,3 - 0,4°C høyere pr. dag på St III enn de andre stasjoner. Disse temperaturdifferenser må antas å bidra til større veksthastighet på St III i denne perioden. Når vekstforskjellene fortrinnsvis framtrer i perioden før august har dette sammenheng med at 60 - 100% av årsveksten foregår før august (Tabell 7 og 8, s. 43 og s. 47).

Bedre fiskevekst på St III kan også tilskrives lengre vekstsesong i fiskens første leveår som følge av tidligere klekketidspunkt. Fiskeeggens utvikling er sterkt temperaturavhengig, og intervallet mellom befruktning og klekking avtar med høyere temperatur (Jones 1968, Hamor & Garside 1976, Gunnes 1979). Når gytingen vanligvis foregår fra midten av oktober i Levangerelva, viser temperaturmålingene (Bilag VI) at fiskeeggene påvirkes av høyere temperatur på St III den første tiden etter gyting.

Når vannet er varmere i sideelva (St III) enn i hovedvassdraget, har dette sammenheng med at sideelva får oppvarmet overflatevann fra den ovenforliggende Langåsdammen. Elver som dreneres fra overforliggende sjøer er vanligvis varmere gjennom sommeren, og avkjøles senere om høsten (Schiefer, 1972). Reistaddammen, som er en oppdemt utvidelse av Levangerelva, har sannsynligvis for stor gjennomstrømning til å kunne påvirke hovedvassdraget i dette henseende.

Temperaturforholdene er like på St I og St II fram til august, mens tilveksten i denne tiden er bedre på St II for laks (Tabell 7), men dårligere for ørret (Tabell 8).

Bedre ørretvekst på St I kan være en årsak av svakere konkurranse i ørretbestanden på denne stasjon som følge av langt lavere tetthet av ørret (Tabell 10, s. 51). Dårligere laksevekst på St I forekommer til samme tid som tettheten av laks såvel som den samlede tetthet av laks og ørret, er lavere på St I. Det er derfor grunn til å anta at det er andre faktorer til stede som hemmer fiskeveksten på St I. Denne antagelsen styrkes videre av at tilveksten er bedre for laks og ørret på St II etter august (med unntak 1+ laks), mens St II er kaldere enn St I.

6.1.4. Kjemiske faktorer og turbiditet

Disse faktorer (Tabell 1, s. 14) diskuteres i sammenheng med fiskeveksten i 1979 (Tabell 7 og 8, s. 43 og s. 47).

Frost (1950), Campell (1961) og Mann (1971) undersøkte fiskevekst i relasjon til pH og alkalitet, og representerer divergerende oppfatninger. Vannets alkalitet, eller syrebindings-evne, er et mål for vannets evne til å nøytralisere sure komponenter (Wetzel, 1975).

Frost (1950) sammenholder fiskevekst for laks- og ørretunger og vannkvaliteten i den skotske elva Forss med andre undersøkelser i skotske elver (Allen 1940, 1941), og konkluderer med at det er direkte korrelasjon mellom god vekst og høy pH og alkalitet, og mellom dårlig og middels vekst og lav pH og alkalitet. Mann (1971), som undersøkte vekst hos flere fiske-slag i fire mindre elver i Sør-England, kom til samme konklusjon. Campbell (1961) derimot, kunne ikke finne noe direkte forhold mellom vekst og alkalitet etter å ha sammenlignet ørretveksten i ni sjøer med vidt alkalitetsspekter i det skotske høyland.

I de fleste norske vanntyper er det innholdet av hydrogenkarbonat som bestemmer vannets alkalitet. Hvis alkaliteten skyldes innholdet av hydrogenkarbonat, er den proporsjonal med vannets hardhet (Snekvik i Jensen, 1968). Når denne undersøkelsen viser svakt surere vann på St III, har dette sammen-

heng med at vannet er noe bløtere (mindre hydrogenkarbonatinnhold) enn på de andre stasjoner.

Ut fra Frosts (1950) og Manns (1971) konklusjoner skulle en forvente best fiskevekst på St I som har det hardeste vannet, og lavest vekst på St III som har det bløteste. Når vekstforholdet er det motsatte, viser dette ingen positiv korrelasjon mellom vannets hardhet og fiskevekst. Når verdiene for hardhet ses i relasjon til de som korreleres med vekstforskjeller i Frosts (op.cit.) og Manns (op.cit.) undersøkelser, framkommer det at konsentrasjonsforholdene er langt mindre mellom undersøkelseslokalitetene i denne undersøkelsen.

McFadden & Cooper (1962) fant høy korrelasjon mellom ledningsevne og vekst hos ørret, og et positivt forhold mellom ledningsevne og tetthet. Ledningsevnen, som er direkte proporsjonal med konsentrasjonen av oppløste substanser, utgjøres ofte av opptil 90% karbonater og bikarbonater (Ruttner, 1974). Det vil derfor være et proporsjonalt forhold mellom vannets ledningsevne og hardhet, når også hardhet er proporsjonal med karbonatmengden. Dette forhold framtrer klart i denne undersøkelsen når høyeste og laveste ledningsevne opptrer med ditto verdier for hardhet. Det er derfor heller ingen positiv korrelasjon mellom ledningsevne og fiskevekst i denne undersøkelsen.

Vannets innhold av organiske stoffer målt ved KMnO_4 (kaliumpermanganat)-oksydasjon varierer ubetydelig mellom undersøkelseslokalitetene, og kan derfor ikke betraktes som en variabel angående fiskeveksten.

Hynes (1979) konkluderer med at i mange elver er plantenæringsstoffer av nitrogen- og fosforforbindelser i utilstrekkelig tilgang for maksimal vekst av de primærproduserende alger, som beites av fiskens fødeorganismer (Lillehammer, 1975). Huntsman (1948) fant økt algevekst i elv nedenfor gårdbruk, og korrelerte dette med økende antall laksunger og andre fiske-slag. Ved gjødsling av elva og elvebredden med kunstgjødsel kunne han etter et par år også registrere større algeproduksjon

og økning i fiskebestanden umiddelbart nedenfor gjødslingsområdet.

Resultatene fra nitrat-nitrit ($\text{NO}_3 - \text{NO}_2$)- og ortofosfat (o-PO_4)-analyser, som er de lettest tilgjengelige næringsformer for plantene (Wetzel, 1975), viser at økende konsentrasjoner av disse stoffer ikke følges av bedre fiskevekst eller høyere bestandstetthet. De høyeste konsentrasjoner av både $\text{NO}_3 - \text{NO}_2$ og o-PO_4 er registrert på St I hvor både fiskeveksten og bestandstettheten er lavest. *lettst ved*

Fosfor er det av plantenes næringsemner som vanligvis begrenser den biologiske produktivitet i ferskvann, og vil derfor tas raskt opp av de fotosyntetiserende organismer (Wetzel, 1975). Mesteparten av fosforet er derfor i den organiske fase, slik at målinger for total-fosfor (tot-P) vil gi et bedre bilde på fosforforekomstene. Tot-P-målingene viser derimot at St I har de laveste konsentrasjoner av fosfor, og St III de høyeste. Konsentrasjonsforskjellene mellom stasjonene er imidlertid så små, og resultatene baserer seg på så få målinger at de ikke kan tillegges noen avgjørende vekt i å forklare vekstforskjellene mellom stasjonene.

Turbiditeten, som i strømmende vann vanligvis er forårsaket av silt, detritus, og andre ikke-levende materialer (Welch, 1952), regnes av mange forfattere for å være en generell veksthemmer. Welch (op.cit.) hevder at høy turbiditet har en tendens til å modifisere generell produktivitet, og utøve en selektiv effekt på biota, mens Hynes (1970) tilskriver den en negativ effekt på fotosyntesen.

Svakere fiskevekst på St I i 1979 kan ha sin årsak i turbiditetsforholdene. Når turbiditeten er dobbelt så høy på denne stasjonen i forhold til de andre stasjoner i vekstperioden før august, er det nærliggende å framheve dette som en mulig årsak til den svakere veksten.

At slam- og siltpartikler kan ha innvirkning på fiskebestanden viste undersøkelsene i Ustedalsfjorden etter vassdragsregulering i øvre deler av Usta (Aass, 1972). Etter reguleringen steg turbiditeten i vassdraget sterkt med den følge at ørret- og røyebestanden i Ustedalsfjorden på få år ble redusert med henholdsvis 60% og 95%.

6.1.5. Papillomatose

Papillomatose hos laks er tidligere studert av Chronwall (1976), Carlisle (1977) og Carlisle & Roberts (1977).

Carlisle (1977) mener sykdommen er av virusnatur. Den opptrer vanligvis hos laksparr i sin andre sommer, men forekommer også hos smolt og smålaks som har tilpasset seg saltvann. Sykdomsangrepet begynner vanligvis i juli, og når et høydepunkt på sensommeren for så å leges helt på vinteren. Papillomatose forårsaker tilsynelatende lite skade på fisken, og er sjelden en direkte dødsårsak. Skade som følge av papillomatose, kan derimot være en kilde til sekundære infeksjoner (Chronwall 1976, Carlisle & Roberts 1977).

Ifølge Roald & Håstein (1978) synes ikke papillomatose å påvirke fiskens vekst i noen vesentlig grad. Dette må også være konklusjonen av denne undersøkelsen ettersom sykdomsfrekvensen for 2+ laks i 1978 er høyest på St II (Tabell 16, s. 58) hvor veksten er signifikant bedre enn de andre stasjoner. Dette støttes av at sykdomsfrekvensen er dobbelt så høy for 2+ laks på St III (23,1%) enn St I (12,3%) i 1979, mens veksten til samme tid er signifikant bedre på St III.

Sykdomsfrekvensen for 1+ laks er så liten på alle stasjoner at den er neglisjerbar i denne sammenheng.

6.1.6. Andre faktorer

Schiefer (1972) registrerte bedre vekst hos laksunger i elver som drenerte fra ovenforliggende sjøer, og forklarte dette

blant annet med at den invertebrate "drift" fra vannets produktive epilimnion representerte et viktig næringsbidrag til parrveksten. Også Lillehammer (1973) kunne dra denne konklusjonen etter å ha funnet stort innslag av planktoniske krepsdyr i laksungenes mager i Suldalslågen, som drenerer fra Suldalsvatnet. Dette forhold kan tenkes å representere et bidrag til bedre fiskevekst på St III som ligger ca. 2,5 km nedenfor elveutløpet fra Langåsdammen.

Fiskeveksten på St III kan også tenkes å dra nytte av et større tilskudd av alloktont materiale pr. arealenhet fra løvskogen enn de andre stasjoner. Langåselva har et overhengende "tak" av gråor som kan antas å bidra med et betydelig næringstilskudd for fisken i form av terrestriske organismer som faller i elva. Løvskogen er dessuten av stor betydning som en indirekte næringskilde for fisken ettersom høstens løvfall er næring for hovedmengden av fiskens akvatiske fødeorganismer (Lillehammer, 1975). Når Egglisshaw (1967) registrerte tre ganger større tetthet i bunnfaunaen i Shelligan Burn enn i River Almond, mente han blant annet at dette hadde nær sammenheng med at Shelligan Burn fikk et stort tilskudd av alloktont materiale fra løvskogen, mens River Almond drenerte et område uten løvtrær. Egglisshaw (1964) hadde tidligere funnet en nær korrelasjon mellom distribusjonen av detritus og distribusjonen av bunndyr i Shelligan Burn.

Det må betraktes som lite sannsynlig at veksten i de ulike elveavsnitt er betinget av genetiske forskjeller som følge av voksefiskens valg av gyteplass i nær tilknytning til sitt oppvekstområde i elva (Jones, 1968). Vekstforholdet mellom stasjonene varierer så sterkt fra det ene til det andre år hos ungfisken at det ikke gir grunnlag for noen spekulasjon omkring genetiske variasjoner.

6.2. Sammenligning av fiskeveksten i Levangerelva med andre vassdrag

Den årlige tilvekst er 3,8 - 6,0 cm hos 1+ og 2+ laks, og 5,3 - 6,1 hos 1+ ørret i Levangerelva. En sammenligning med andre elver i Trøndelag (Heggberget 1973, Einvik 1980) og ellers i landet (Vasshaug 1973, Johnsen 1978a, b, c) viser at fisken i Levangerelva vokser særdeles godt. Når det tas i betraktning at den beste fiskeveksten finnes på lokaliteter med fisketettheter som er forholdsvis høy (59 - 82 laks og ørret pr. 100 m²), tyder dette på rike næringsforhold.

De gode vekstbetingelsene i Levangerelva må tilskrives høy vanntemperatur i fiskens vekstsesong (Bilag VI), og høyt innhold av næringsalter i elvevannet (Tabell 1, s. 14) som følge av et betydelig tilskudd ved avrenning fra dyrkamark. Det vil dessuten være et betydelig tilskudd av næringsemner til fiskens akvatiske fødeorganismer ved bladfall (Lillehammer, 1975) fra en tett gråorskog som følger elva i hele dens lakseførende strekning.

7. SAMMENDRAG

Undersøkelsen er utført på tre lokaliteter innenfor den lakseførende del av Levangerelva som ligger i Levanger kommune i Nord-Trøndelag fylke.

Hensikten med undersøkelsen var å sammenligne veksten av ungfisk av laks og ørret på ulike lokaliteter i relasjon til fisketetthet, kjemiske og fysiske forhold og kjønnsmodning.

Feltarbeidet er utført sommeren 1978 og 1979.

Berggrunnen i undersøkelsesområdet nedbørfelt domineres av garbenskifer, amfibolitter og fyllitter med innslag av alkaline bergarter. Store deler av vassdraget ligger i nær tilknytning til dyrkamark.

Det er foretatt vannanalyser hver 2. uke fra februar til november i 1979. Disse viser at vassdraget har et forholdsvis høyt innhold av næringssalter som kan tilbakeføres til berggrunnsforholdene og et betydelig tilsig fra jordbruksvirksomhet. Ledningsevne og hardhet viser verdier som er høyere enn vanlig for denne landsdel. De nedre deler av vassdraget har høyest ledningsevne, hardhet, turbiditet og høyest innhold av nitrogen- og fosforforbindelser. Sideløpet, Langåselva, har svakt surere vann enn hovedvassdraget samt lavere hardhet og ledningsevne. Vassdraget er meget ensartet med hensyn på organisk materiale.

Det er foretatt daglige temperaturmålinger fra mai til november i 1979 på alle tre undersøkelseslokaliteter. Disse viser at Langåselva er varmere enn lokalitetene i hovedelva.

Det er funnet fem forskjellige fiskearter i vassdraget. Laks dominerer på alle undersøkelseslokaliteter.

Laksungene går til havs hovedsakelig som treåringer, mens ørretungene går i sjøen fortrinnsvis som toåringer.

Prøvestasjonene er valgt morfologisk mest mulig like for å eliminere de fysiske forhold med hensyn på bunnsubstrat og strømhastighet som variabel for fiskeveksten.

I feltarbeidet er det anvendt elektrisk fiskeapparat av likestrømstype. Materialet for vekstundersøkelsen består av i alt 1123 laks og 409 ørret. For bestemmelse av fisketetthet er det i alt avfisket 2095 m².

Fiskeveksten var i 1978 signifikant bedre i øvre del av hovedelva (St II) både for laks og ørret, mens veksten var signifikant bedre for begge arter i Langåselva (St III) i 1979.

Fiskens vekst på de ulike lokaliteter synes å ha en klar sammenheng med de undersøkte parametre. Veksten på stasjonene er sterkt tetthetsavhengig, og synes å være betinget både av intra- og interspesifikk konkurranse. Best fiskevekst i Langåselva i 1979 har sin forklaring i høyere vanntemperaturer samt en sterk reduksjon i fiskebestanden fra det foregående år. Fiskeveksten i Langåselva er også diskutert ut fra muligheten for tilførsel av større mengde alloktont materiale enn de andre stasjoner. Det er påpekt betydningen av at denne prøvestasjon ligger i nær tilknytning til ovenforliggende vatn. Når fiskeveksten er svakest i de nedre deler av vassdraget (St I), synes dette å ha sammenheng med høy turbiditet som veksthemmer.

En stor del av laksungene blir kjønnsmodne som 2+, og en mindre del som 1+. Kjønnsmodningsfrekvensen har en sterk korrelasjon med veksthastigheten, og den begynnende kjønnsmodning er størrelsesbetinget. Kjønnsmodning viser ingen veksthemmende virkning på 1+ laks, mens den begynnende kjønnsmodning synes å hemme veksten hos 2+ laks.

Det er funnet laksparr angrepet av papillomatose (vortesjuka), men sykdommen er funnet å ikke påvirke fiskens vekst.

8. LITTERATUR

- Allen, K.R. 1940: Studies on the biology of the early stages of the salmon (Salmo salar). I. Growth in the River Eden. J. Anim. Ecol. 9, 1-23.
- Allen, K.R. 1941: Studies on the biology of the early stages of the salmon (Salmo salar). III. Growth in the Thurso river system, Caithness. Ibid. 10, 273-295.
- Allen, K.R. 1951: The Horokiwi stream. A study of a trout population. Fish. Bull. Wellington, N.Z. 10, 1-231.
- Allen, K.R. 1969: Limitations on production in salmonid populations in streams. 3-18 in Northcote, T.G. (ed.). Symposium on salmon and trout in streams. H.R. Macmillan Lectures in Fisheries.
- Alm, G. 1959: Connection between maturity, size and age in fishes. Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 40, 5-145.
- (Anonym) 1976: Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water: Am. Publ. Health Ass., Washington, 14. utg., 1193 pp.
- Backiel, T. & E.D. Le Cren. 1967: Some density relationships for fish population parameters. In Gerking, S.D. (ed.). The Biological Basis of Freshwater Fish Production. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 479 pp.
- Baldwin, N.S. 1956: Food consumption and growth of brook trout at different temperatures. Amer. Fish. Soc. Trans. 86, 323-328.
- Brown, M.E. 1946a: The growth of brown trout (Salmo trutta Linn). I. Factors influencing the growth of trout fry. J. Exp. Biol. 22, 118-129.

- Brown, M.E. 1946b: The growth of brown trout (Salmo trutta Linn.). II. The growth of two-year-old trout at a constant temperature of 11,5°C. Ibid. 22, 130-144.
- Brown, M.E. 1946c: The growth of brown trout (Salmo trutta Linn.). III. The effect of temperature on the growth of two-year-old trout. Ibid. 22, 145-155.
- Campbell, R.N. 1961: The growth of brown trout in acid and alkaline waters. Salm. Trout Mag. (Lond.), no. 161, 47-52.
- Carlisle, J.C. & R.J. Roberts. 1977: An epidermal papilloma of the Atlantic salmon. I: Epizootiology, pathology and immunology. J. Wildl. Dis. 13, 230-234.
- Carlisle, J.C. 1977: An epidermal papilloma of the Atlantic salmon. II: Ultrastructure and etiology. Ibid. 13, 235-239.
- Chronwall, B. 1976: Epidermal papillomas in Salmo salar L.: A histological description. Zoon 4, 109-114.
- Dahl, K. 1910: Alder og vekst hos laks og ørret belyst ved studiet av deres skjæl. Centraltrykkeriet, Kristiania (Oslo), 115 s.
- Egglisshaw, H.J. 1964: The distributional relationship between the bottom fauna and plant detritus in streams. J. Anim. Ecol. 33, 463-476.
- Egglisshaw, H.J. 1967: The food, growth and population structure of salmon and trout in two streams in the Scottish Highlands. Freshw. Salm. Fish. Res. 38, 1-32.
- Egglisshaw, H.J. 1969: Production of salmon and trout in a stream in Scotland. J. Fish. Biol. 2, 117-136.

- Egglishaw, H.J. & P.E. Shacley. 1977: Growth, survival and production of juvenile salmon and trout in a Scottish stream. Ibid. 11, 647-672.
- Einvik, K. 1980: En sammenligning av vekst hos yngel av laks *Salmo salar* L. i Øysterelva, Ferga og Øyensåa i Namdals- eid kommune, Nord-Trøndelag. Hovedfagsoppgave i zoologi ved Univ. i Trondheim 1980, 77 s.
- Elliot, J.M. 1975: Weight of food and time required to satiate brown trout, *Salmo trutta*. Freshw. Biol. 5, 51-64.
- Elson, P.F. 1957: The importance of size in the change from parr to smolt in Atlantic salmon. Can. Fish. Cult. 21, 1-6.
- Frost, W.E. 1950: The growth and food of young salmon (*Salmo salar*) and trout (*S. trutta*) in the River Forss, Caithness. J. Anim. Ecol. 19, 147-158.
- Frost, W.E. & M.E. Brown. 1972: The Trout. 2. ed. Collins, London, 286 pp.
- Gunnes, K. 1979: Survival and development of Atlantic salmon eggs and fry at three different temperatures. Aquaculture 16, 211-218.
- Hamor, T. & E.T. Garside. 1976: Developmental rates of embryos of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in respons to various levels of temperature, dissolved oxygen and water exchange. Can. J. Zool. 54, 1912-1917.
- Hanstrøm, B. 1965: Djurens värld. Bd. 5-6 (Fiskar 1-2). Förlagshuset Norden AB, Malmø, 422 s. (Bd. 5), 611 s. (Bd. 6).
- Heggberget, T.G. 1973: Hydrografiske og fiskeribiologiske undersøkelser i Stjørdalsvassdraget 1972. Lab. Ferskvannøkologi og innlandsfiske. K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. nr. 16, 51 s.

- Heggberget, T.G. 1974: Habitatvalg hos yngel av laks, Salmo salar L. og ørret, Salmo trutta L. K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser. 1974-12, 75 s.
- Heggberget, T.G. 1976: Laks, ørret eller røye? Jakt-Fiske-Friluftsliv nr. 7-1976.
- Heggberget, T.G. 1977a: Elektrisk fiskeapparat - anvendelse i praktisk og vitenskapelig fiskeribiologi. DVF. Stensil, 11 s.
- Heggberget, T.G. 1977b: Bestanden av ungfisk i den lakseførende del av Skjoma før utbygging av terskler. Informasjon fra Terskelprosjektet 5, NVE - Vassdragsdirektoratet, 35 s.
- Huntsman, A.G. 1948: Fertility and fertilisation of streams. J. Fish. Res. Bd. Can. 7, 248-253.
- Hynes, H.B.N. 1970: The Ecology of Running Waters. Liverpool University Press. 555 pp.
- Jensen, J.W. & J. Holten 1975: Flora og fauna i og omkring Rusasetvatn. K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser. 1975-2, 30 s.
- Jensen, K.W. (red.) 1968: Sportsfiskerens leksikon. Gyldendal Norsk Forlag, Oslo, 2636 s.
- Johnsen, B.O. 1978a: Fiskeribiologiske undersøkelser i de lakseførende deler av Saltdalsvassdraget. DVF. Reguleringsundersøkelsene i Nordland, 1-1978, 64 s.
- Johnsen, B.O. 1978b: Fiskeribiologiske undersøkelser i de lakseførende deler av Beiarvassdraget. Sammest., 2-1978, 59 s.
- Johnsen, B.O. 1978 c: Fiskeribiologiske undersøkelser i de lakseførende deler av Ranavassdraget. Sammest., 7-1978, 53 s.

- Jones, J.W. 1968: The Salmon. The New Naturalist. Collins, St. James' Place, London, 192 pp.
- Kalleberg, H. 1958: Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (Salmo salar L. and S. trutta L.). Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 39, 55-98.
- Karlstrøm, Ø. 1972: Biotopval och besättningstäthet hos lax- og Öringungar i svenska vattendrag. Licentiatavhandling, Zool. Inst. Uppsala Univ., 115 s.
- Karlstrøm, Ø. 1976: Quantitative methods in electrical fishings in Swedish salmon rivers. Zoon 4, 53-63.
- Keenleyside, M.H.A. & F.T. Yamamoto 1962: Territorial behaviour of juvenile Atlantic salmon (Salmo salar L.). Behaviour 19, 139-169.
- Langeland, A. 1977: I Lande E. (ed.) et.al. Resipientundersøkelsen av Trondheimsfjorden 1972-1975. K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Zool. Ser. 1977-11, 277 s.
- Le Cren, E.D. 1949: The effect of reducing the population on the growth-rate of Perca fluviatilis. Verh. int. Verein. theor. angew. Limnol. 10, 258.
- Le Cren, E.D. 1958: Observations on the growth of perch (Perca fluviatilis L.) over twenty-two years with special reference to the effects of temperature and changes in population density. J. Anim. Ecol. 27, 287-334.
- Le Cren, E.D. 1965: Some factors regulating the size of populations of freshwater fish. Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol. 13, 88-105.

- Lee, R.L.G. & G. Power. 1976: Atlantic salmon (Salmo salar) of the Leaf River, Ungava Bay. J. Fish. Res. Bd. Can. 33, 2616-2621.
- Libosvarsky, J. 1967: The effect of fish irritation by electro-fishing on the population estimate. Ekol. Pol. Ser. A 15, 91-106.
- Lid, J. 1974: Norsk og svensk flora. 2. utg. Det Norske Samlaget, Oslo, 800 s.
- Lillehammer, A. 1973: An investigation of the food of one- to four-month-old salmon fry (Salmo salar L.) in the River Suldalslågen, West Norway. Norw. J. Zool. 21, 17 - 24.
- Lillehammer A. 1975: Viktige sider ved laksens oppvekstmiljø i elvene. Fauna 28, 8-15.
- Lindroth, A. 1955: Distribution, territorial behaviour and movement of the sea trout fry in the River Indalsälven. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 36, 104-119.
- Lye, K.A. 1968: Moseflora. Universitetsforlaget, 140 s.
- McFadden, J.T. & E.L. Cooper. 1962: An ecological comparison of six populations of brown trout (Salmo trutta). Amer. Fish. Soc. Trans. 91, 53-62.
- Maitland, P.S. 1965: The feeding relationships of salmon, trout, minnows, stone loach and tree-pined sticklebacks in the River Endrick, Scotland. J. Anim. Ecol. 34, 109-133.
- Mann, R.H.K. 1971: The populations, growth and production of fish in four small streams in Southern England. Ibid. 40, 155-190.

- Muus, B.J. & P. Dahlstrøm. 1978: Europas Ferskvannsfisk. Gyldendal Norsk Forlag, Oslo, 224 s.
- Nyholm, E. 1954-1969: Illustrated Moss Flora of Fennoscandia. Fasc. 1-6 Lund, 799 pp.
- Odum, E.P. 1971: Fundamentals of Ecology, 3. ed. Saunders Company. Philadelphia-London, 574 pp.
- Ohle, W. 1937: Kalksystematik unserer Binnengewässer und der Kalkgehalt Rügener Bäche. Geologie Meere Binnengewäss. 1, 291-316.
- Owen, D.B. 1962: Handbook of Statistical Tables. Addison-Wesley Publishing Company. Inc., London, 579 pp.
- Pentelow, F.T.K., 1939: The relation between growth and food consumption in the brown trout (Salmo trutta), J. Exp. Biol. 16, 446-473.
- Power, G. 1969: The salmon of Ungava Bay. Arctic Institute of North America Technical paper no. 22.
- Power, G. 1973: Estimates of age, growth, standing crop and production of salmonids in some North Norwegian rivers and streams. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 53, 78-111.
- Reinertsen, H. 1973: Klorofyll A - variasjoner og hydrografi i Målsjøen 1971. Hovedfagsoppgave i alm. botanikk ved Univ. i Trondheim 1973, 138 s.
- Roald, S.O. & T. Håstein. 1978: Papillomatose (vortesjuka) hos laks. Norsk Fiskeoppdrett nr. 4-1978.
- Ruttner, F. 1974: Fundamentals of Limnology. Univ. of Toronto Press, 307 pp.

- Samdal, J.E. 1962: Rensing av drikkevann. Tidsskr. Kjemi, Berv. Metallurgi 22, 35-41.
- Saunders, R.L. & J.H. Gee. 1964: Movements of young Atlantic salmon in a small stream. J. Fish. Res. Bd. Can. 21, 27-36.
- Schiefer, K. 1972: Ecology of Atlantic Salmon, with special Reference to Occurrence and Abundance of Grisle, in North Shore Gulf of St. Lawrence Rivers. Ph.D. Thesio. Univ. of Waterloo, 129 pp.
- Swift, D.R. 1961: The annual growth rate cycle in brown trout and its cause. J. Exp. Biol. 38, 595-604.
- Symons, P.E.K. 1968: Increase in aggression and in strength of the social hierarchy among juvenile Atlantic salmon deprived of food. J. Fish. Res. Bd. Canada 25, 2387-2401.
- Symons, P.E.K. 1976: Behaviour and growth of juvenile Atlantic salmon (Salmo salar) and three competitors at two stream velocities. Ibid. 33, 2766-2773.
- Tesch, F.W. 1971: Age and growth. 98-130 in Ricker, W.E. (ed.). Methods for Assessment of Fish Productions in Fresh Waters. IBP Handbook No. 3. Blakw. Scient. Publ. Oxford and Edinburgh, 348 pp.
- Thomas, J.D. 1962: The food and growth of brown trout (Salmo trutta L.) and its feeding relationships with the salmon parr (Salmo salar L.) and the eel (Anguilla anguilla L.) in the River Teify, West Wales. J. Anim. Ecol. 31, 175-205.
- Thorpe, J.E. 1975: Early maturity in male Atlantic salmon. Scottish Fish. Bull. 42, 15-17.

- Vasshaug, Ø. 1973: NVE, Statskraftverkene, Ulla-Førre-anleggene. Lakseelver og laksefiske. Rapp. fra konsulenten for ferskvannsfisket i Vest-Norge, 50 s.
- Vibert, R. 1967: Fishing with Electricity. Its Application to Biology and Management. London and Tonbridge, 275 pp.
- Welch, S. 1952: Limnology. 2. ed. McGraw-Hill Book Company Inc., London, 538 pp.
- Werescagin, G.J. 1931: Methoden der hydrochemischen Analyse in der limnologischen Praxis. Int. Verh. Limnol. Standardisationskomm. 1, 1-230.
- Wetzel, R.G. 1975: Limnology. Saunders Company. Philadelphia-London, 743 pp.
- 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.
- Wolf, F.C. 1979: Beskrivelse til de berggrunnsgeologiske kart Trondheim og Østersund 1:250000. NGU nr. 353, 1-76.
- *Woolland, J.V.W. 1972: Studies of Salmonid Fishes in Llyn Tegid and Welsh Dee. Unpubl. Ph.D. Thesis, Liverpool Univ.
- Zawischa, J. 1961: The growth of fishes in lakes of Wegorzewo district. (Eng. summ.) Roczn. Naukro. ln. 77 B, 731-748.
- Zippin, C. 1956: An evaluation of the removal method of estimating animal populations. Biometrics 12, 163-189.
- Zippin, C. 1958: The removal method of population estimation. J. Wildl. Mgmt. 22, 82-90.

* ikke sett

Østerdahl, L. 1969: The smolt run of a small Swedish river.
Laxforsk. inst. medd. 8.

Åberg, B. & W. Rohde. 1942: Über die Milieufaktoren einigen
südschwedischen Seen. Symb. bot. upsal. 5 (3), 1-256.

Aass, P. 1972: Virkning av reguleringer på fiskebestander.
I Elgmork, K. (ed.). Kraft og Miljø nr. 1, 1972.

Bilag I. Resultater av vannanalyser på St I, St II og St III i perioden 22. februar - 2. november.

Dato	pH			Tot. hard., mgCaO og MgO/l			K ₂₅ , µS/cm			KMnO ₄ -forbruk, mg/l			NO ₃ -NO ₂ , µM/l			NH ₄ ⁺ , µgN/l			Tot-N, µgN/l			o-PO ₄ , µgP/l			Tot-P, µgP/l			Turbiditet J.T.U.					
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III			
27.2.	6,8	6,9	6,7	17,0	16,0	14,0	90	80	70	52	42	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,0	6,7	7,5
15.3.	7,0	7,0	7,0	18,0	17,0	16,0	80	74	84	44	44	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8	2,5	7,9
1.5.	7,0	7,0	6,8	19,0	16,0	11,0	65	56	45	37	37	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,0	14,0	7,7
20.5.	6,9	6,9	6,8	12,0	9,0	7,0	44	42	36	49	50	52	235	170	185	8	13	3	315	225	270	4	3	4	4	4	4	4	4	7	39,0	20,0	30,0
3.6.	7,2	7,2	6,8	13,0	13,0	7,8	61	60	40	32	33	27	235	170	65	-	-	-	-	-	-	1	0,5	<0,2	-	-	-	-	-	-	5,0	3,6	2,7
17.6.	7,0	7,0	7,0	10,0	10,0	7,0	45	41	36	50	48	43	235	170	65	-	-	-	-	-	-	1	<0,2	1	-	-	-	-	-	-	6,5	5,8	7,5
10.7.	7,3	7,3	7,1	15,0	12,0	12,0	52	44	51	48	48	43	500	310	805	-	-	-	-	-	-	9	3	8	-	-	-	-	-	-	38,0	15,0	4,2
27.7.	6,9	6,9	6,7	14,0	12,0	9,0	60	55	45	45	44	49	590	425	430	11	7	6	1850	475	470	3	1	2	3	2	5	-	-	-	6,7	4,8	3,3
12.8.	7,0	7,3	7,0	15,0	14,0	11,0	50	43	41	52	51	49	315	215	290	-	-	-	-	-	-	13	8	13	-	-	-	-	-	-	12,0	7,5	3,0
26.8.	7,0	7,0	6,8	14,0	13,0	9,0	50	50	35	45	47	44	315	220	255	-	-	-	-	-	-	10	4	9	-	-	-	-	-	-	3,4	2,4	2,7
6.9.	7,1	7,1	6,9	16,0	15,0	9,0	55	55	40	41	50	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7	2,2	2,1
17.9.	7,1	7,1	7,0	16,0	15,5	9,5	70	68	51	40	37	44	625	475	475	-	-	-	-	-	-	8	5	12	-	-	-	-	-	-	2,8	3,5	3,6
30.9.	6,9	6,9	6,8	12,5	12,0	8,0	50	43	38	43	41	43	500	360	430	-	-	-	-	-	-	33	18	24	-	-	-	-	-	-	12,0	8,7	9,0
18.10.	7,1	7,0	7,0	21,0	19,3	11,0	87	78	53	34	30	45	700	515	445	8	6	8	1330	615	625	7	7	10	8	14	13	-	-	-	2,9	1,9	2,8
2.11.	7,4	7,4	7,0	21,3	19,0	11,5	72	67	43	27	22	36	590	425	390	-	-	-	-	-	-	6	1	9	-	-	-	-	-	-	2,3	2,0	2,6

Bilag II. Antall fisk vandret i sjøen som ett-, to- og treåringer etter skjellavlesning av voksenfisk av laks og sjøørret. Prosentandel i ().

	Alder ved utvandring		
	1 år	2 år	3 år
Laks	1(1,6)	15(24,6)	45(73,8)
Ørret	1(6,3)	12(75,0)	3(18,6)

Bilag III. Antall (N), gjennomsnittslengder (\bar{x}) og standardavvik (SD) for laks på St I, St II og St III i september - oktober 1978 og i august og oktober 1979.

St	Alder	27. sept. - 5. okt. -78			11. - 4. aug. -79			18. - 24. okt. -79		
		N	\bar{x} (cm)	SD(cm)	N	\bar{x} (cm)	SD(cm)	N	\bar{x} (cm)	SD(cm)
I	0+	23	5,0	0,5	74	4,4	0,4	24	5,6	0,6
	1+	57	9,4	1,2	199	8,0	0,8	46	9,0	1,0
	2+	17	13,6	1,0	41	11,9	0,9	31	13,2	0,8
II	0+	33	5,7	0,6	45	4,4	0,3	62	5,7	0,4
	1+	5	11,1	1,1	167	9,7	1,0	73	10,4	1,2
	2+	6	14,5	0,9	12	13,8	1,2	3	15,8	1,1
III	0+	4	5,7	0,7	15	4,9	0,4	23	6,1	0,4
	1+	37	8,9	0,6	38	10,1	1,1	43	10,7	1,3
	2+	20	12,4	0,6	17	13,3	0,7	8	14,9	1,0

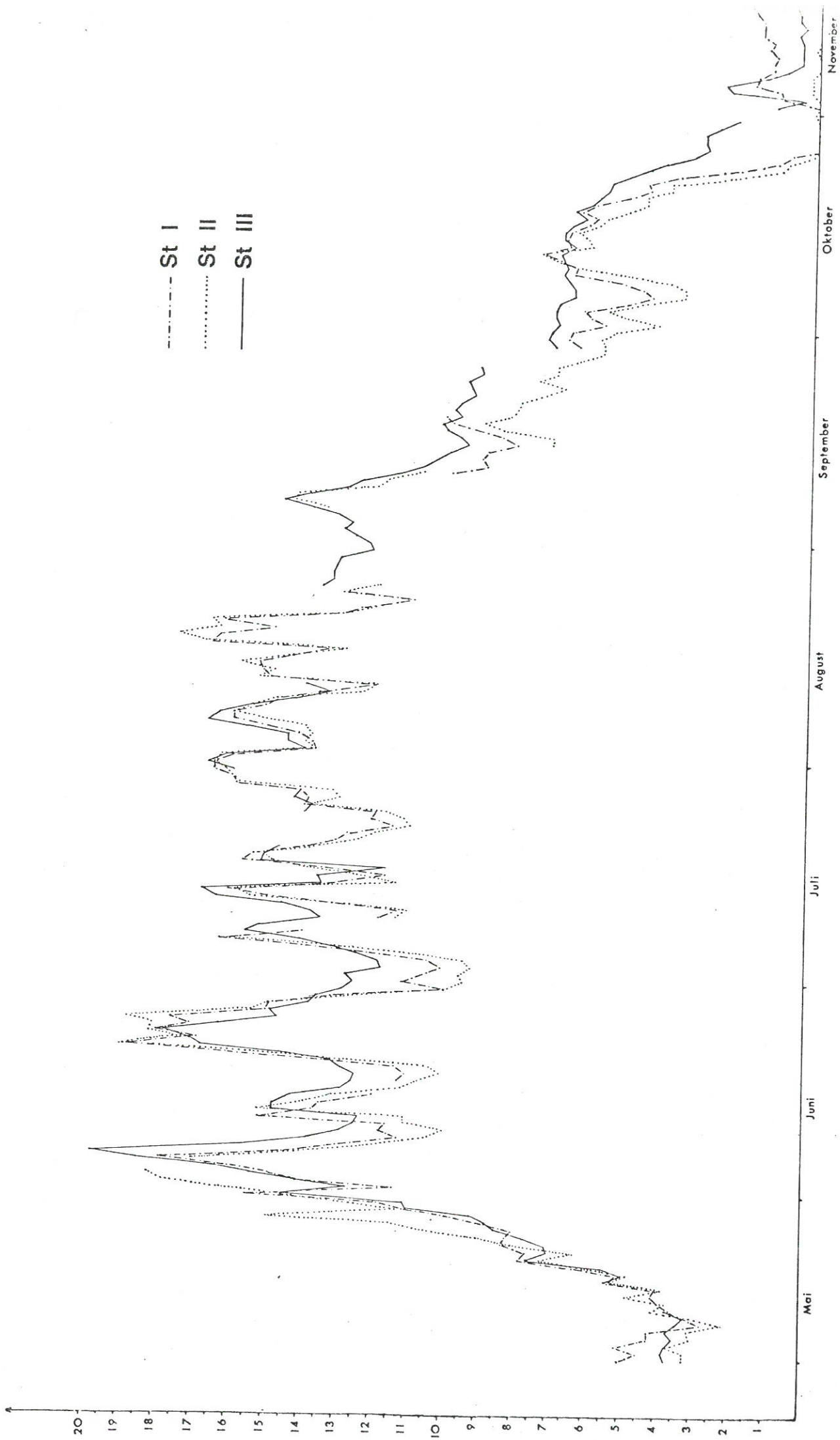
Bilag IV. Antall (N), gjennomsnittslengder (\bar{x}) og standardavvik (SD) for ørret på St I, St II og St III i september - oktober 1978 og i august og oktober 1979.

St	Alder	27. sept. - 5. okt. -78			1. - 4. aug. -79			18. - 24. okt. -79		
		N	\bar{x} (cm)	SD(cm)	N	\bar{x} (cm)	SD(cm)	N	\bar{x} (cm)	SD(cm)
I	0+	10	6,6	0,6	31	5,5	0,4	11	6,8	0,6
	1+	3	9,9	0,4	12	11,4	1,5	16	11,9	1,8
II	0+	31	7,0	0,7	39	5,4	0,3	38	6,6	0,5
	1+	14	12,2	1,4	35	11,4	1,2	20	13,1	1,5
III	0+	32	7,1	0,7	28	5,9	0,3	35	7,7	0,8
	1+	29	11,1	1,4	13	13,4	1,1	12	13,3	1,6

Bilag V. Fangst pr. fiskeomgang på St I, St II og St III i juli - september 1978 og i august 1979.

	St I, 11. juli -78			St II, 28. juli -78			St III, 5. sept. -78		
	LAKS		ØRRET	LAKS		ØRRET	LAKS		ØRRET
	0+	1+ 2+ Sum	0+ 1+ Sum	0+ 1+ 2+ Sum	0+ 1+ Sum	0+ 1+ 2+ Sum	0+ 1+ Sum	0+ 1+ Sum	
1. omg.	4	24 4 32	8 3 11	29 5 1 35	10 9 19	4 28 17 49	20 14 34		
2. "	1	12 5 18	5 1 6	23 6 1 30	5 3 8	3 12 5 20	11 10 21		
3. "	2	15 1 18	2 - 2	15 1 1 17	1 2 3	2 9 2 13	3 7 10		
	St I, 1. aug. -79			St II, 3. aug. -79			St III, 4. aug. -79		
	LAKS		ØRRET	LAKS		ØRRET	LAKS		ØRRET
	0+	1+ 2+ Sum	0+ 1+ Sum	0+ 1+ 2+ Sum	0+ 1+ Sum	0+ 1+ 2+ Sum	0+ 1+ Sum		
1. omg.	9	84 15* 108	4 2 6	14 54 6 74	12 2 14	- 21 7 28	6 3 9		
2. "	7	41 9 57	2 1 3	10 17 1 28	5 7 12	4 11 3 18	4 1 5		
3. "	6	37 7 50	2 1 3	8 16 3 27	3 1 4	2 6 2 10	3 1 4		

* innkludert 1 3+.



Bilag VI. Temperaturkurver for St I, St II og St III fra 9. mai - 14. november 1979.