

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfisk (LFI)  
Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo

Rapport nr. 169 - 1997

ISSN 0333 - 161x

## Habitatbruk hos røye i Limingen

Carsten Jensen, Finn Gregersen, Åge Brabrand,  
Per Aass & Jan Henning L'Abée-Lund



Universitetet i Oslo

## Habitatbruk hos røye i Limingen

Carsten Jensen, Finn Gregersen, Åge Brabrand,  
Per Aass & Jan Henning L'Abée-Lund

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske,  
Zoologisk Museum, Sarsgt. 1, 0562 Oslo  
Universitetet i Oslo

## FORORD

I Limingen gjennomføres en langtidsundersøkelse på utvikling i røyebestanden. Denne langtidsundersøkelsen startet høsten 1952, mens første regulering ble gjennomført i 1953/54. Undersøkelsen er finansiert av Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk og Faxälvens Vattenregleringsföretag (senere Faxälvens och Ånungsälvens Vattenregleringsföretag). Deler av det materialet som er samlet inn er under bearbeiding og skal inngå i hovedfagsarbeidet til Carsten Jensen og Finn Gregersen ved Universitetet i Oslo. Det ble imidlertid gjennomført en undersøkelse utover langtidsundersøkelsen, og som heller ikke inngår i hovedfagsarbeidet. Det er dette som presenteres i vedlagte rapport.

Den foreliggende undersøkelse ble gjennomført i 1995 og 1996, og er derved et supplement til langtidsundersøkelsen. Hensikten var å fremskaffe informasjon om røyebestanden i andre habitater enn de som er dekket av langtidsundersøkelsen. Undersøkelsen omfatter hydroakustikk, flytegarfniske i pelagiske områder, og bunngarnfiske på dypt vann. Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk og Faxälvens och Ånungsälvens Vattenregleringsföretag har også finansiert denne undersøkelsen.

Båt ble stilt til disposisjon av Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk. Vi takker Lars Joma, Nyvikmoen, for velvillig å stille med rom for prøvetaking. Arne H. Erlandsen og Tor Ericsson deltok velvillig på feltarbeid sommeren 1995.

Oslo, oktober 1997  
Åge Brabrand

## INNHOOLD

Sammendrag .....	5
Innledning .....	6
Områdebeskrivelse .....	7
Metoder .....	9
Resultater og diskusjon .....	12
Lengde og alder .....	12
Rognantall .....	13
Horisontal og vertikal fordeling .....	14
Ekkoloddregistrering .....	17
Ernæring .....	23
Referanser .....	24

## SAMMENDRAG

Jensen, C., Gregersen, F., Brabrand, Å., Aass, P. og L'Abée-Lund, J.H. 1997. Habitatbruk hos røye i Limingen. Rapp. Lab. Ferskv.Økol. Innlandsfiske, Universitetet i Oslo, 169:25s

Røyebestanden i Limingen utnytter i betydelig grad de frie vannmasser der de beiter på zooplankton og overflateinsekter. Mengden av røye som er påvist pelagisk er betydelig høyere enn i mange andre innsjøer med introdusert *Mysis relicta*, men også på samme nivå som andre innsjøer med introdusert *Mysis*. Det er ikke uten videre lett å forklare denne variasjonen mellom innsjøer, men vannets klarhet (stort siktedyp) kan ha ført til at det opprettholdes en *Mysis*-fri sone i de øvre vannlag der zooplankton kan utvikle seg uten å bli nedbeitet av *Mysis*.

Med ekkolodd ble det vist at fisk sto i hele vannsøylen fra overflaten og ned til ca. 140 m's dyp. Dette ble bekreftet av de fangstene som ble gjort på bunngarn ned til 75 m's dyp, mens fisk på bunngarn ikke ble fanget på 100 m's dyp. Bunngarn vil fange fisk som står pelagisk på bestemte dyp, der dette dypet treffer bunnen, mens fisk som står på bestemte dyp i pelagiske dypvannsområder uavhengig av bunnen ikke vil bli tatt på denne type redskap. Det ble imidlertid funnet stor fisketetthet i dybdesjiktet 5-20 m's dyp, stedvis også en jevnere dybdefordeling med dominans i dybdesjiktet 40-60 m's dyp. Både på bunngarn og flytegarn var røye den totalt dominerende art.

Beregnet fisketetthet var i de undersøkte dybdesjikt fra under 10 fisk/ha og opp til ca 80 fisk/ha, helt avhengig av transekt og dyp. Det var ikke entydig mønster i forskjellig fordeling mellom dag og nattoptak. Basert på ekkosignalstyrke var det fisk tilstede i lengdegruppene -52 dB og opp til -dB 40. Dette tilsvarer fisk i lengdeintervallet ca 10 cm til ca 35 cm. Gjennomsnittlig beregnet biomasse var 2,0 kg/ha (0,52-4,43 kg/ha).

Ernæringen viser godt samsvar med det næringstilbudet som var tilstede på det dypet røyene ble fanget på. Det indikerer at det foregår liten vertikalvandring gjennom døgnet. *Mysis relicta* var et av de viktigste næringsdyr for røyebestanden i Limingen. Samtidig viste mageanalysene at den relative betydningen av *Mysis* som næringsdyr økte nedover i dypet.

Det var betydelig vekstforskjell mellom dverg- og normalrøye. Dvergørøye viste stagnert vekst opp under 20 cm, mens dette ikke påvist for normalrøye. Det kunne ikke påvises noen forskjell mellom de to morfene i antall egg.

## INNLEDNING

Biologiske langtidsserier er viktig for å forklare naturlige variasjoner og derved skille disse fra endringer som skyldes menneskelig aktivitet. Det er få slike serier. En av dem dekker røyebestanden i Limingen fra 1952 og frem til 1988. Det ble ytterligere gjennomført et prøvefiske i 1995 og 1996. Bakgrunnen var at Limingen ble regulert ved senkning for produksjon av vannkraft. Senkning av innsjøen ble utført i to perioder, den første i 1953 og den andre i 1963. Undersøkelsene ble gjennomført regelmessig med et standard garnoppsett på faste bunngarnstasjoner for å vurdere virkningen på fiske (Aass 1986, 1963).

Nyere forskning har vist at habitatbruk til røye i innsjøer er et komplekst samspill mellom næringstilgang og predasjonsrisiko, ulike livsstadier og samlevende arter (Hegge et al. 1989, Klemetsen et al. 1989, Langeland et al. 1991, L'Abée-Lund et al. 1993). Ved oppsummering av røyeundersøkelsen i Limingen etter en 44 års periode ble det naturlig nok stilt endel nye spørsmål på basis av siste års forskning. Spesielt om i hvor stor grad røye utnytter de frie vannmasser og i hvilken grad røye utnytter de bunnære områdene fra strandsonen og ned til større dyp.

På denne bakgrunn ble det gjennomført en supplerende undersøkelse der man ønsket å klarlegge:

- Røyas bruk av de frie vannmasser.
- Røyas vertikale fordeling langs bunnen mot dypt vann.

## OMRÅDEBESKRIVELSE

### *Reguleringen*

Limingen er Norges syvende største innsjø og ligger i Røyrvik og Lierne kommuner i Nord-Trøndelag. Limingen er regulert ved senkning. Senkningen ble gjort i to om-ganger. Den første senkningen på 6 m ble foretatt i 1953 av svenske myndigheter ved Faxälvens Vattenregleringsföretag (FVF). Senere (1963) ble dette utvidet med 2,7 m av Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk (NTE), slik at maksimal senkning nå er på 8,7 m.

Laveste regulerte vannstand (LRV) er på kote 409,00 og høyeste regulerte vannstand (HRV) på kote 417,70. Det er sjelden at hele senkningen utnyttes. Laveste vannstand er i april-mai og sjøen er som regel fylt i august-september. Littoralsonen i Limingen er utvasket som følge av reguleringen. Den domineres stort sett av grov stein eller reint fjell. I dypere områder finnes det både sand, gyttje og steinbunn.

### *Temperatur*

Limingen er en svært næringsfattig fjellsjø med liten produksjon. Siktedypet varierte mellom 9 og 14 m i prøvefiskeperioden. Sjøen er svært vindutsatt. Vanntemperatur i overflaten i hovedbassenget blir sjelden over 12°C (Tabell 1). På grunn av den sterke omrøringen skal det ikke mer til enn noen få dagers sterk vind før temperaturen kan gå ned til 5-6°C. Det er bare i en kort periode midtsommers at innsjøen er temperatursjiktet (Langeland et al. 1982). Isen legger seg sjelden før i januar og forsvinner i mai-juni.

Tabell 1. Temperaturprofil i dybdesjiktet 0-10 m under prøvefisket 26.8.1996.

Dyp (m)	0	1	2	3	5	7	10
Temperatur	12.2	9.3	8.6	7.8	7.0	6.7	5.2

### *Omkringliggende landområder*

Områdene rundt Limingen kjennetegnes av bratte skråninger som domineres av granskog med innslag av bjerk. Limingen ligger såvidt under tregrensen og ligger i et område med sterkt omdannede kambro-siluriske bergarter som i syd-vest tildels utgjøres av basiske bergarter (Aass 1963). Langs den østlige siden av vannet finnes det spredt bebyggelse. Den vestlige siden av sjøen er helt øde uten bebyggelse.

I vannets nordvestre ende er Gjersvika adskilt fra Limingen med en terskel. Dette gjør at denne vika er fysisk/hydrologisk tilnærmet uberørt av reguleringen i selve Limingen, men fiskens vandringsmønster er berørt.

I den nordøstre enden ligger kommunesenteret Røyrvik som er det største tettstedet i området. Røyrvikbukta er en relativt grunn vik, men her er forbindelsen med resten av Limingen opprettholdt. Denne vika er noe påvirket av kloakkslipp fra bebyggelsen. I slutten av august 1996 kunne direkteutslipp av urensset kloakk obser-veres rett nedenfor bebyggelsen. Det er få tilløp til Limingen, og de som er kommer som regel ned bratte skråninger slik at deres funksjon som gyteplasser er begrenset.

Utløpselva til Limingen, Linnevasselveen ligger i den sydlige enden og renner inn i Sverige. Her ligger inntakstunnelene for både den norske og svenske utbyggingen. Den norske tunnelen går ned til Tunnsjøen med avløp til Namsen. Den svenske tunnelen går ned til Kvarnbergsvattnet på svensk side.

#### *Fisk*

Den dominerende fiskeart i Limingen er røye. Ved siden av denne finnes det en liten bestand av ørret. Før reguleringen fantes det en livskraftig bestand av ørret i Limingen, men reguleringen har forårsaket en tilbakegang. Dessuten finnes det en bestand av ørekyt (*Phoxinus phoxinus*) som har vært tilstede sannsynligvis fra sist på 1980-tallet, trolig gjennom innvandring fra ovenforliggende vassdrag. Den er høyst sannsynlig bragt dit av sportsfiskere. Den var tidligere bare kjent fra Røyrvik i nordenden av vannet, men elektrofiske ga flere individer i innsjøens sydende sommeren 1996 (egne obs.). Det ble vesentlig observert årsunger.

Limingen var tidligere et mye brukt fiskevann for lokalbefolkningen og det ble tatt tildels store fangster av både ørret og røye. Enkelte gårder hadde fisket i Limingen som hovedinntektskilde. Om vinteren var det et utbredt isfiske der både norske og svenske fiskere var svært aktive. Noen år etter reguleringen gikk fisket betydelig ned, og derved også fangstinnnsatsen. I dag er det svært få som driver fiske i sjøen.

Røyemateriale fra flere innsjøer i Trøndelag, blant dem Limingen, ble tidlig på 1970 tallet brukt av Lennart Nyman fra Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Han var av den oppfatning at Limingen huset tre arter av røye - en østlig dvergform, en østlig stor form og en vestlig form (Nyman 1972, Nyman et al.



1981). Det er idag tilbakevist at røye utgjør mer enn en art, men miljømessig variasjon kan gi opphav til flere morfotyper (Nordeng 1983, Hindar et al. 1986). Slike ulike morfotyper finner vi i Limingen. Det er påvist en dvergtipe i tillegg til den vanlige røya. Dvergtypen når sjelden lengder over 20 cm, beholder ofte fingermerkene langs kroppssiden, er gjerne mørk og har store øyne. En stor gråfarget fiskespisende type er også tilstede. Denne kalles grårør av lokalbefolkningen og er vanligvis sterkt parasittert.

Etter at bestanden av ørret og røye hadde gått dramatisk tilbake på 1960 tallet ble det vurdert å tilføre et nytt næringsdyr til Limingen. Høsten 1969 ble krepsdyret *Mysis relicta* satt ut (75 000-80 000 individer ved Geitbergtangen i sjøens nordvestre ende). Disse stammet fra Blåsjøen i Sverige. Året etter ble det konstatert en ny generasjon *M. relicta* i sjøen og i 1974 ble de første røyene fanget som hadde spist *M. relicta*. I dag er den et av røyas viktigste næringsdyr i Limingen (Gregersen, under arbeid).

## METODER

### *Garnfiske*

Som tidligere år ble suppleringsfiske også utført i august måned. I 1995 fant det sted i begynnelsen av august, mens i 1996 var det mot slutten av måneden.

I 1995 ble småmasket garn (2 av hver maskevidde 10, 12,5, 15, 16, 18 mm) satt i lenker bestående av 4 eller 6 garn fra stranden og rett ut. Det ble fisket en natt med to lenker på hver av stedene Nyvikmoen, Røyrviktangen og i bukten mellom Geitbergtangen og Gjersvika.

I 1996 ble det konsentrert om vertikalt og horisontalt habitatbruk til røye. Det ble kjørt ekkoloddtransekter over hele Limingen. Noen transekter ble kjørt både dag og natt for å få frem eventuelle døgnvariasjoner i røyetetthet. På fem ulike dyp (10, 20, 45-50, 75-80 og 100-105 m) ble det satt én bunn garnlenke bestående av ni maskevidder (16, 19,5, 21,5, 26, 29, 35, 39, 45 og 52 mm). Garnene var 25 m lange og 1,5 m høye. Bunn garnstasjonene ble lagt på linje ut fra Røyrviktangen med unntak av de to dypeste stasjonene som ble lagt parallelt med vestre Halvmilstangen.

I 1996 ble det opprettet en flyte garnstasjon utenfor Røyrviktangen på om lag 45 m

dyp. Det ble benyttet en garnlenke bestående av 7 ulike maskevidder (10, 19,5, 2x21,5, 26, 29, 35, 45 mm). Garnene var 25 m lange og 6 m høye. Flytegarne avfisket to dyp henholdsvis 1-7 m og 7-13 m. Det ble fisket ett døgn på hvert dyp.

#### *Zooplankton*

På flytegarstasjonen ble det tatt to vertikale zooplanktontrekk fra 20 m dyp med en planktonhåv med 95µm maskevidde og fiksert på Lugol's løsning tilsatt is-eddikk. Biomassen av zooplankton ble gjort på grunnlag av lengde-vekt forhold for de ulike artene som ble registrert (Bottrell et al. 1976, Langeland 1982). Siktedypet ble bestemt med en Secchi-skive til 11,2 m. Vannfargen var gullig-grønn.

#### *Elektrofiske*

I 1996 ble det også fisket med elektrisk fiskeapparat i strandsonen i nordre del av vestre Halvmilstangen. Substratet var grovt i det avfiskete området på 5-30 cm dyp. Det ble også fisket i sydenden ved Stortangen på tilsvarende dyp og substrat.

#### *Prøvetaking*

Hver fisk ble lengdemålt (0,1 cm), veiet (1 g) og bestemt kjønn og stadium. Otolitter ble tatt av hver fisk for aldersbestemmelse. Etter brenning og knekking gjennom sentrum, ble de avlest i luppe med påfallende lys (Christensen 1964). Mageene ble fiksert for senere analyse i laboratoriet. I mageinnholdet ble krepsdyr artsbestemt, mens insekter og andre akvatiske organismer ble gruppert til orden. Antall dyr ble tallet for hver byttedyrgruppe.

#### *Hydroakustikk*

For å skaffe informasjon om tetthet, dybdefordeling, biomasse og fiskens relative størrelse i Limingen, ble det gjort opptak med kvantitative hydroakustikk. Dette ble gjort i slutten av august 1996 under meget gode værforhold.

Alle ekkoregistreringer ble gjort med et ekkolodd av type SIMRAD EY-M. Dette ekkoloddet har en tidsvariabel forsterkningskontroll (TVG) som kompenserer for lydimpulsens spredning og absorpsjon i vannet. Denne TVG-funksjonen vil gi samme ekkonivå fra en gitt fisk, enten den befinner seg på 10 eller 60 meters dyp, bare den har samme vinkelposisjon i forhold til transduceren (Nakken og Olsen 1977).

Transduceren har en åpningsvinkel på 11 grader og ekkoloddets vertikale oppløsningsevne er på ca. 80 cm. Det vil si at fisk som er atskilt i dyp med mer enn 80 cm, vil bli registrert som to forskjellige fisker. Effekten av transducerens

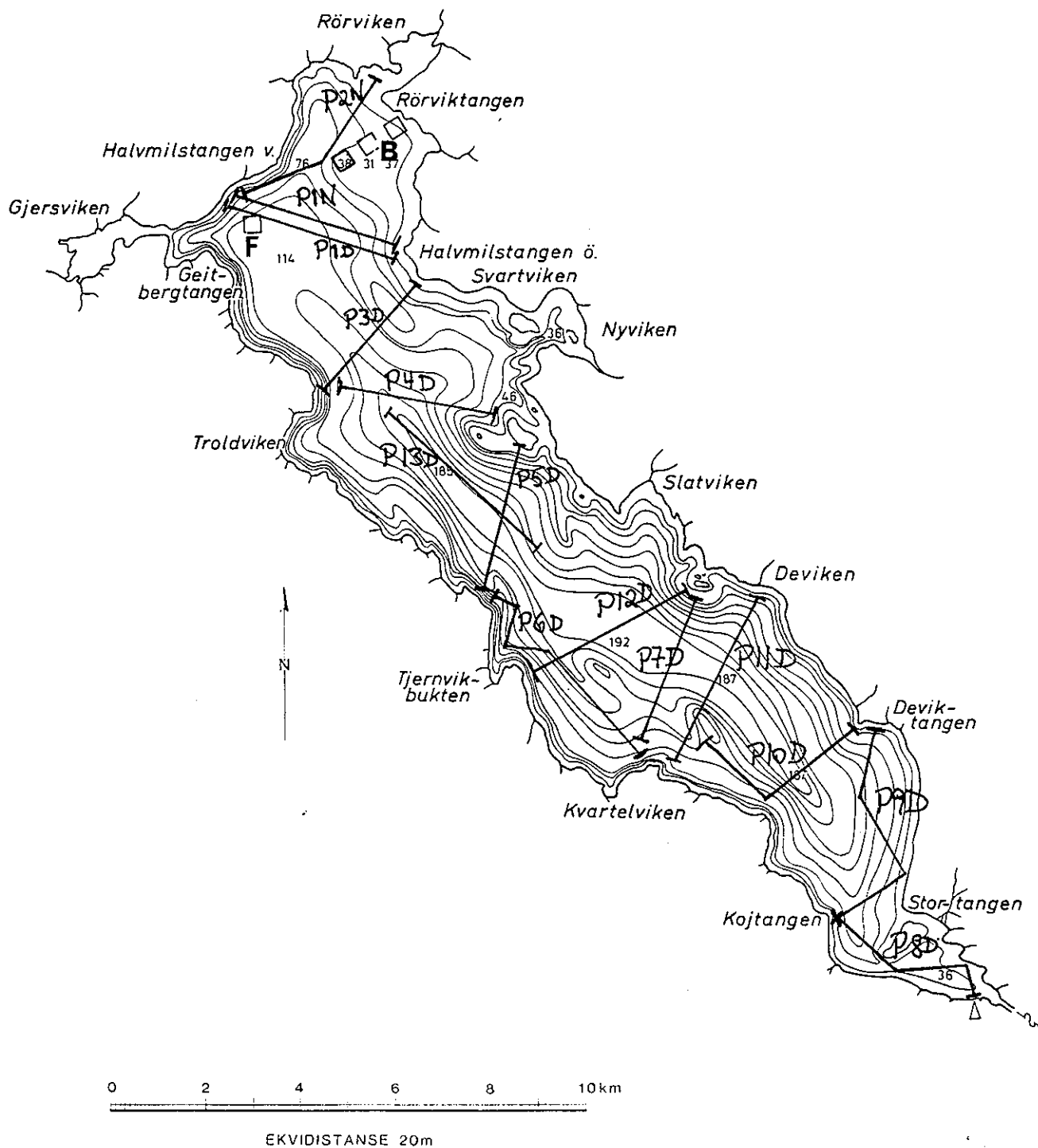


Fig. 1. Kart over Limingen med avmerket område for ekkointegrering og garnfiske i august 1996.

Under dataregistrering i felt blir alle ekkosignalene innspilt på magnetbånd ved hjelp av en kassettspiller av type Nakamichi 550. Denne båndspilleren vil, sammen med magnetbånd av type Maxell UD XLII, gi nødvendig dynamikk ved innspilling av de amplitudemodulerte ekkosignalene på 10 Khz. Det analoge strålingsdiagram blir fjernet ved hjelp av en statistisk metode beskrevet av Craig og Forbes (1969). Metoden ser ut til å gi god nøyaktighet når ekkotallet i analysen blir større enn 1000. Presisjonen på utstyret er funnet å være bedre enn 10%. ekkosignalet ble senere digitalisert, og signalene kan kontrolleres ved at det reproduserer et ekkogram fra den aktuelle kursen. Dette ekkogrammet kan så sammenliknes med originalen som ble registrert i felt. Ekkogrammer ble tatt opp på magnetbånd i området angitt i Fig. 1. Det ble gjort enkelte opptak om natta, men langt de fleste ble gjort på dagtid.

Under analysen av ekkosignalstyrkene fremkommer fiskens målstyrke, target strength TS, i desibel (dB). Disse verdiene er en funksjon av fiskens størrelse og kan omregnes til fiskelengde i cm (L). Det er valgt å benytte regresjonen  $TS = 20 * \log_{10}(L) - 68$  gitt av Lindem og Sandlund (1984). Denne regresjonen er utarbeidet på grunnlag av ekkolodd/trålundersøkelse på fiskesamfunn bestående av sik, lagesild og krøkle i Mjøsa. Det er ikke funnet signifikante forskjeller mellom denne regresjonen og regresjoner basert på bestander dominert av mort (Bjerkeng et al. 1991). Regresjonen antas derfor å kunne benyttes på røye.

For beregning av total biomasse langs transektene er det benyttet regresjoner for lengde/vekt ( $w = a * L^b$ ), der  $w_{(gr)} = 3,11 * \text{Log}_e L_{mm} - 11,87^{6,9972 * 10^{-6}}$  er benyttet for bentisk røye (Sandlund et al. 1987). For hvert transekt er antall fisk i 20 m's dybdesjikt beregnet (5-20 m, 20-40 m, 40-60 m, osv.). Disse dataene er benyttet for å angi fiskens dybdefordeling. For hvert dybdeintervall er biomassen beregnet på grunnlag av antall fisk i hver dB gruppe og overnevnte regresjon mellom vekt og lengde. Summen av biomassen i alle dybde utgjør samlet biomasse for transektet.

## RESULTATER OG DISKUSJON

### *Lengde og alder*

Materialet ble delt inn i de to gruppene normal- og dvergryøye. Dette skyldes at dvergryøyene blir kjønnsmodne på en tidligere alder og derved fremviser et helt annet vekstforløp enn normalrøye. De to gruppene hadde samme veksthastighet frem til 3 års alder og 13 cm (Tabell 2). Dvergene stagnerte deretter raskt i årlig

tilvekst og gjennomsnittslengden overskred ikke 20 cm for noen aldersgrupper. En tilsvarende vekststagnasjon kunne ikke påvises hos normalrøye der 9-åringene i gjennomsnitt var 10 cm lenger enn dvergene. Det var stor samsvar i øvre lengder hos dvergrøye i Limingen og det som er påvist i andre røyebestander med dverger (Hindar & Jonsson 1982, Gudbergsson 1985).

Dvergene hadde videre et mer homogent vekstmønster enn normalrøyene. I alle aldersgrupper var variasjonskoeffisienten lavest hos dverger (Tabell 2).

Tabell 2. Gjennomsnittlig empirisk lengde (cm  $\pm$  standardavvik) og variasjonskoeffisient (CV) hos derg- og normalrøye fanget i Limingen august 1995 og 1996. n angir antall fisk.

Alder	n	Dvergrøye		Normalrøye		
		lengde	CV	n	lengde	CV
2	1	10,0		10	12,7 $\pm$ 0,88	6,97
3	29	12,4 $\pm$ 0,32	2,58	15	13,7 $\pm$ 0,72	5,28
4	28	14,1 $\pm$ 0,32	2,30	14	20,0 $\pm$ 0,75	3,73
5	15	16,1 $\pm$ 0,44	2,76	17	21,6 $\pm$ 0,68	3,13
6	20	17,7 $\pm$ 0,38	2,17	14	22,4 $\pm$ 0,75	3,33
7	14	18,2 $\pm$ 0,46	2,52	15	25,6 $\pm$ 0,72	2,82
8	4	19,0 $\pm$ 0,96	4,51	4	24,4 $\pm$ 1,40	5,73
9	6	19,3 $\pm$ 0,70	3,63	6	29,3 $\pm$ 1,14	3,90
10	2	19,5 $\pm$ 1,21	0,15	2	45,9 $\pm$ 1,98	4,31
11	3	18,7 $\pm$ 0,99	5,29			
13	1	15,8				

### Rognantall

Det var en klar sammenheng mellom fiskelengde og antall rogn (Fig. 2), og fiskelengden forklarte nesten 80% av variasjonen i rognantall. Antall rogn økte med en faktor på 5 når fiskelengden økte fra 15 til 30 cm. Forholdet mellom rognantall og fiskelengde er i samsvar med andre norske røyebestander som enten er splittet i flere morfer eller kun består av en morf (Gudbergsson 1985). Vi har for lite data til å kunne splitte mellom dverg- og normalrøye, men det synes ikke å være noen vesentlig forskjell mellom dem idet de ligger på samme linje. Undersøkelsen til Gudbergsson (1985) omhandlet flere innsjøer der røyebestanden var splittet i dverg- og normalrøye. Han påviste at det kunne være betydelige

forskjeller mellom de to morfene i rognantall når de ble justert til samme fiskelengde.

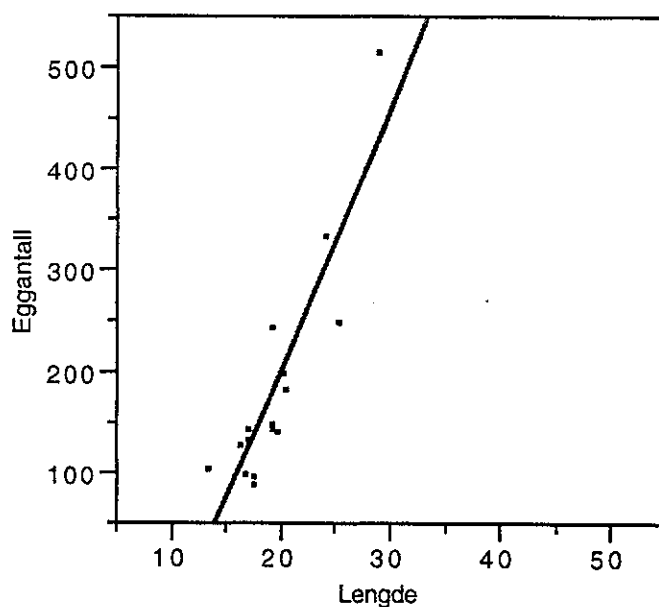


Fig.2. Sammenhengen mellom fiskelengde (cm) og rognantall hos røye i Limingen 1996. Den rette linje er beskrevet ved:  $\text{Rognantall} = 25,81 * \text{Lengde} - 316,42$ ;  $r^2=0,799$ ,  $P<0,001$ .

#### *Horisontal og vertikal fordeling*

Det ble ialt fanget 31 røye på flytegarn og alle ble fanget på 1-7 m dyp. Den markerte vertikale fordelingen i den øvre delen av vannsøylen illustreres ved at ingen ble fanget på dypet under (7-13 m). Røye konsentrert nærmest overflaten er også påvist i andre røyebestander (Hindar & Jonsson 1982, Hegge et al. 1989, Klemetsen et al. 1989, Langeland et al. 1991, Næsje 1995). Forklaringen på denne tilsynelatende generelle vertikale fordeling i de frie vannmasser er trolig å finne i en tilsvarende vertikal fordeling av zooplankton som er en meget viktig næringsressurs for røye. Ernæringsanalyser bekrefter at zooplankton er en viktig næringsressurs.

Også med økende totaldyp var det en markert vertikal fordeling av røye illustrert ved fangster på bunngarn (Tabell 3). Fangstene ved bunnen rundt 50 m's dyp var

om lag det dobbelte av de grunnere stasjonene og fire ganger så høye som 75 m's dyp. Det ble ikke fanget røye på 100 m dyp. Dybdefordelingen i andre røyjesjøer uten *Mysis* viser et vertikalt tetthetsmaksimum rundt 2-4 siktedypenheter (Langeland et al. 1991). Fordelingen i Limingen er forskjøvet mot større dyp, til ca. 4-5 siktedypenheter. Den vertikale utbredelsen er i samsvar med det som ble vist i Benna og Jonsvatnet (Sør-Trøndelag) som er innsjøer med *Mysis*. Også i disse innsjøene ble røye fanget helt ned til 80 m's dyp (Langeland et al. 1991, Næsje 1995). Således skiller den vertikale fordelingen til røye langs bunnære områder i Limingen og Benna seg fra røyebestander i andre innsjøer uten *Mysis*. I slike innsjøer utnytter røyene i svært liten grad dyp under 20 m (Hindar & Jonsson 1982, Hegge et al. 1989, Klemetsen et al. 1989, Brabrand 1991, Langeland et al. 1991). Denne forskjellen mellom innsjøtyper (med og uten *Mysis*) kan forklares ved at *Mysis*-sjøer har et betydelig bedre næringstilbud på større dyp siden *Mysis relicta* oppholder seg langs bunnen og også på de største dyp i innsjøene. I innsjøer uten *Mysis* er næringstilbudet på større dyp vesentlig fattigere og består i hovedsak av fjærmygglarver.

I mange undersøkelser er det påvist forskjeller i lengde mellom fisk fanget pelagisk og bentisk, og mellom ulike vertikale dyp (Hindar & Jonsson 1982, Hegge et al. 1989, Klemetsen et al. 1989, L'Abée-Lund et al. 1993). Et generelt trekk er at pelagisk fanget fisk er større enn bentisk fanget fisk innen samme aldersgruppe.

Tabell 3. Gjennomsnittlig lengde (cm), variasjonskoeffisient (CV) og fangst pr. innsats (CPUE) hos røye fanget pelagisk og på ulike dyp i bunnære områder i Limingen august 1996. CPUE er angitt som antall fisk pr. 100 m<sup>2</sup> og 24 timer.

	Pelagisk 1- 7m	10 m	Bentisk 20 m	45 m	75 m
Gj.snitt	24,3	22,8	22,0	22,3	19,0
SD	4,67	6,31	6,32	8,34	3,55
n	31	19	23	24	15
Max	36,5	43,0	48,8	54,0	26,6
Min	11,9	17,5	16,0	15,3	13,4
CV	19,2	27,7	28,7	37,4	18,7
CPUE	3,54	6,0	7,3	14,2	3,6

Videre er det en reduksjon fra de øvre vannlag og nedover i de frie vannmassene. Resultatene fra Limingen er i samsvar med disse generelle trendene (Tabell 3). Det bør bemerkes at det ikke ble benyttet identiske garnserier bentisk og pelagisk, slik at forskjellene trolig er større. Det var betydelig mer jevn størrelse på fisk fanget pelagisk og på største bentiske dyp ( $CV \approx 19\%$ ) enn røye fanget på de andre dypene ( $27\% < CV > 38\%$ ).

Denne heterogenitet i lengdefordeling mellom habitater er forklart med predator-unntakelse (L'Abée-Lund et al. 1993). De små som er mest utsatt for predasjon fra større artsfrender holder seg i habitater der predasjonsfaren er redusert. Dette er på dypt vann der lyset er redusert. Men det kan også være på svært grunt vann der de lever i skjul blant grovt substrat. Smårøye fanget med elektrisk fiskeapparat i strandsonen i august 1996 bekrefter denne hypotesen. På grovt substrat ble det fanget røyeunger (lengde 5,8-10,0 cm) på 5-50 cm's dyp.

Fangst pr. innsats på flytegarn var vesentlig lavere enn på bunngarn (Tabell 3). Det bør imidlertid påpekes at fangsten på flytegarn i Limingen er høyere enn i andre sjøer der *Mysis relicta* er introdusert (Snåsavatnet [Koksvik & Arnekleiv 1988], Sel-busjøen, Benna [Langeland & Moen 1992]). Men den er i størrelsesorden det samme som i Jonsvatnet (Næsje 1995). En mulig forklaring på det kan være at zoo-planktonet i Limingen har klart å opprettholde en produksjon i et vannvolum som ligger "utenfor" rekkevidden av *Mysis*. Derved kan det være fordelaktig for røye å vandre ut i de frie vannmasser å beite på zooplankton (L'Abée-Lund et al. 1993).

Biomassen av zooplankton i planktontrekket i august 1996 er utregnet for cladocerer (*Bosmina*, *Holopedium*, *Daphnia*, *Bythotrephes*) og copepoder inkludert. Den totale biomassen ble beregnet til 0,47 mg tørrvekt/dm<sup>2</sup> og for bare cladocerer er biomassen beregnet til 0,38 mg tørrvekt/dm<sup>2</sup>. Dette er lite sammenlignet med andre sjøer og særlig når man sammenligner med august-data fra andre innsjøer når biomassen av zooplankton i de frie vannmassene er på sitt høyeste (Langeland et al. 1991).

Biomasseberegningen av cladocerer kan benyttes til å anslå hvor mye røye som kan forventes å bli fanget på flytegarn ut fra tidligere undersøkelser (Fig. 5 i Langeland et al. 1991, Fig. 6 i L'Abée-Lund et al. 1993). Benyttes data fra Selbusjøen som innehar en *Mysis*-bestand skulle man forvente en CPUE på flytegarn som tilsvarte 2,22 røye pr. 100 m<sup>2</sup> og 24 t. Tilsvarende cladocermengde



benyttet i datasett fra flere innsjøer uten Mysis er 0,45 røye pr. 100 m. De pelagiske fangstene av røye i Limingen på 1-13 m dyp er 1,72 røye pr. 100 m<sup>2</sup> og 24 t. Tallene fra Limingen kan virke høye. Her kan imidlertid maskevidden gjøre utslag.

#### *Ekkoloddregistreringer*

Det er vist eksempler på reproduserte ekkogrammer i Fig. 3 og Fig. 4. Den generelle tettheten av fisk var stedvis svært lav, mens den andre steder var betydelig høyere. Den videre bearbeiding av dataene ligger til grunn for den dybdefordeling som er vist i Fig. 5 - Fig. 8.

Det fremgår at fisk påvises i alle dybdesjikt fra overflaten og stedvis ned til ca. 140 m. Hovedmønsteret er at fisk kan i enkelte transekter ha høy forekomst nær overflaten i dybdesjiktet 5-20 m (P 2N, P 6D) eller i dypere vannlag, 40-60 m's dyp (P 1D, P 4D, P 7D), eller en jevn dybdefordeling fra 20-40 m ned til 80-100 m's dyp. Dette samsvarer godt med fangstene på bunngarn på dypt vann, der fisk ble påvist på 80 m's dyp. Det er imidlertid vanskelig å finne et mønster i fordelingen mellom hvorledes fisk fordeler seg gjennom døgnet. Det fleste registreringene er foretatt om dagen, men de nattregistreringene som er foretatt viser ikke vesentlig forskjellig dybdefordeling. Dette er den samme erfaring som er gjort med det samme utstyret i Tunhovdfjorden (Brabrand 1992) og i Atnasjøen (Brabrand 1991).

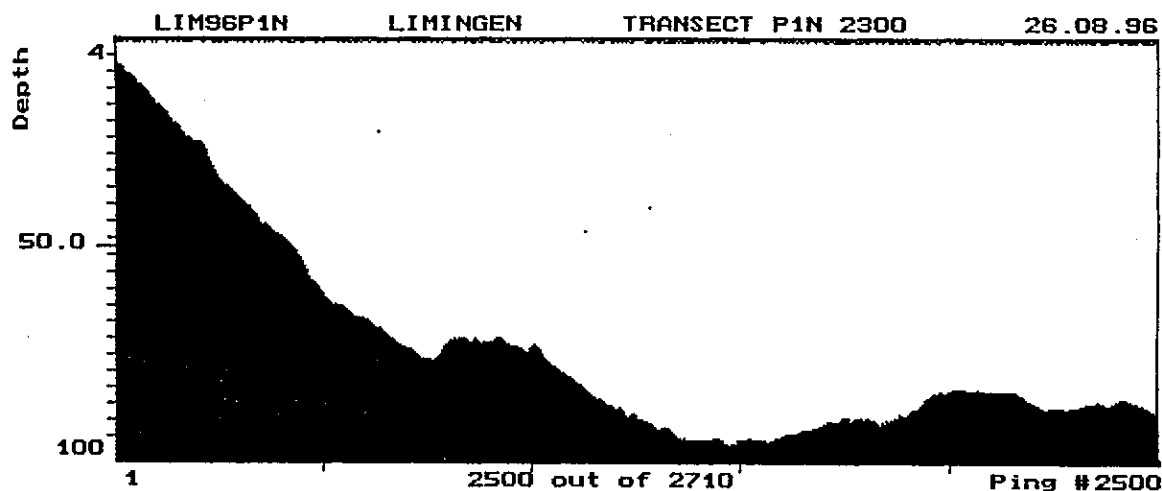


Fig.3. Reprodusert ekkogram fra transekt i Limingen 26.8.1996 om natta langs transekt P 1.

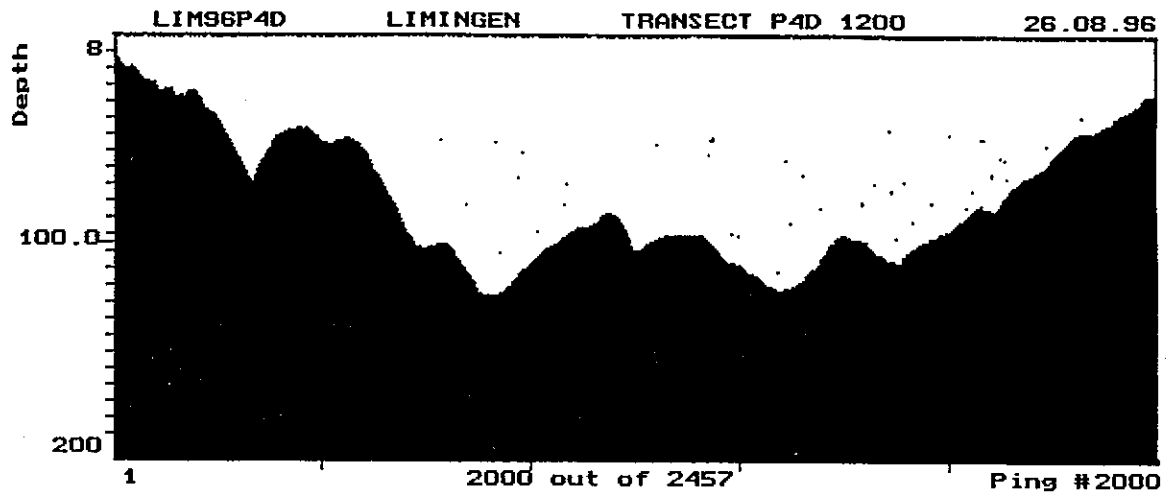


Fig.4. Reprodusert ekkogram fra transekt i Limingen 26.8.1996 om dagen langs transekt P 4.

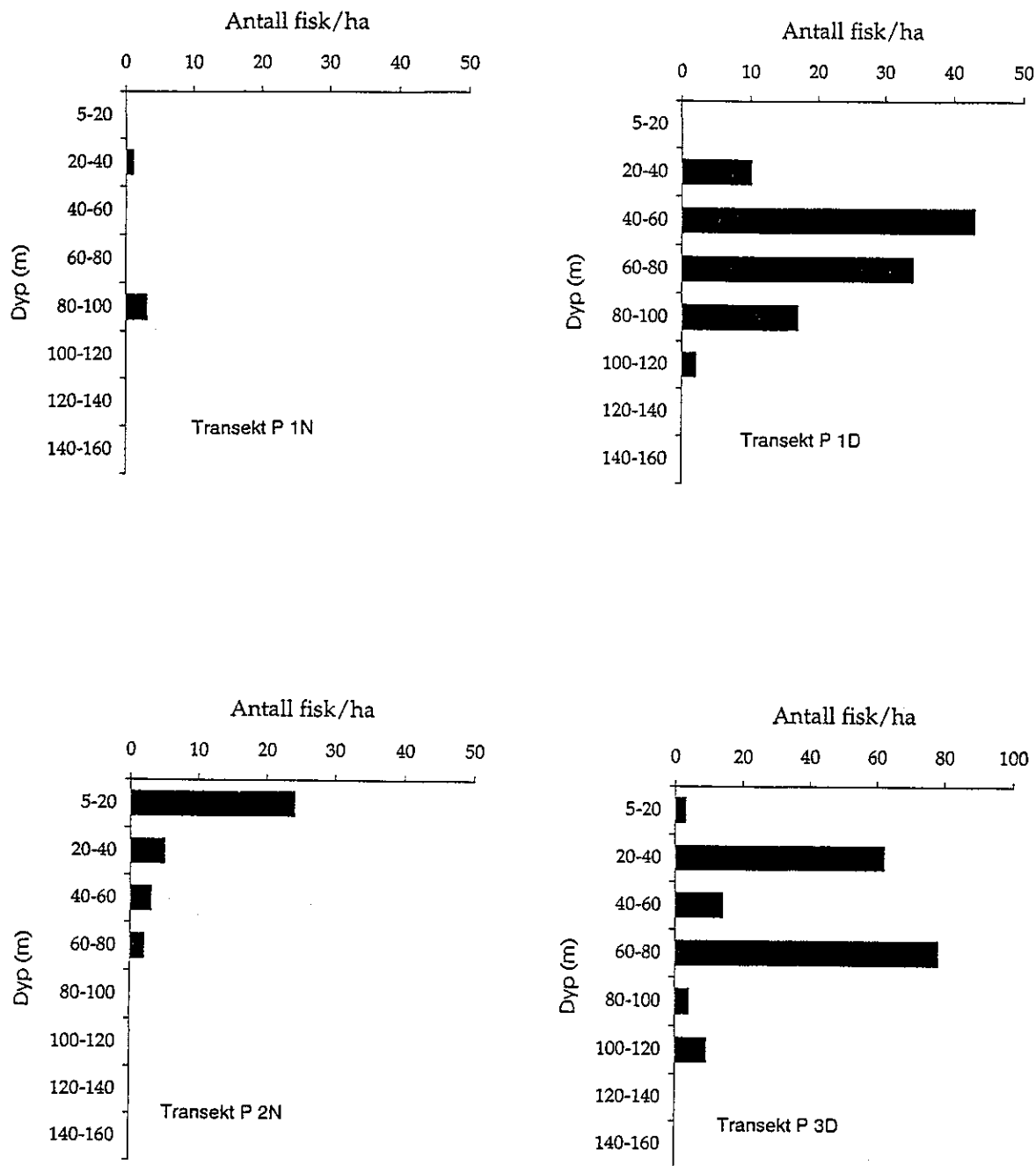


Fig.5. Fiskens dybdefordeling i transektene P 1N (natt), P 1D (dag), P 2N og P 3D i Limingen i slutten av august 1996.

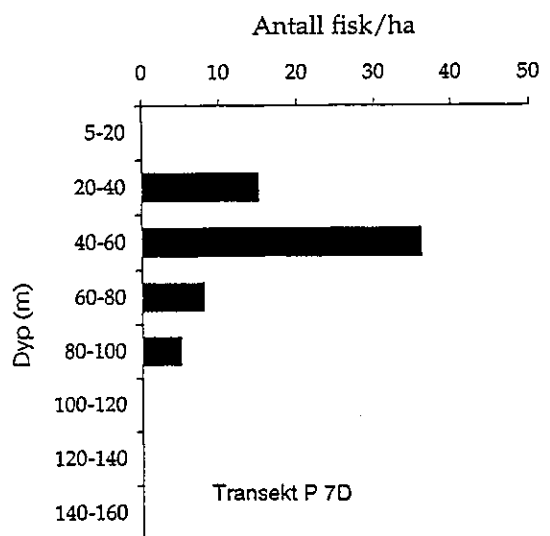
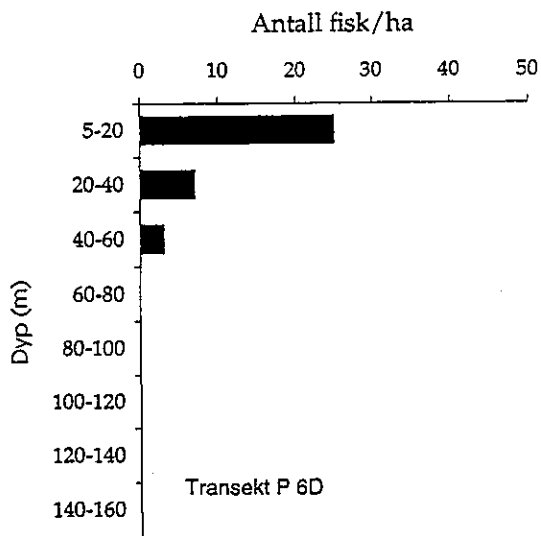
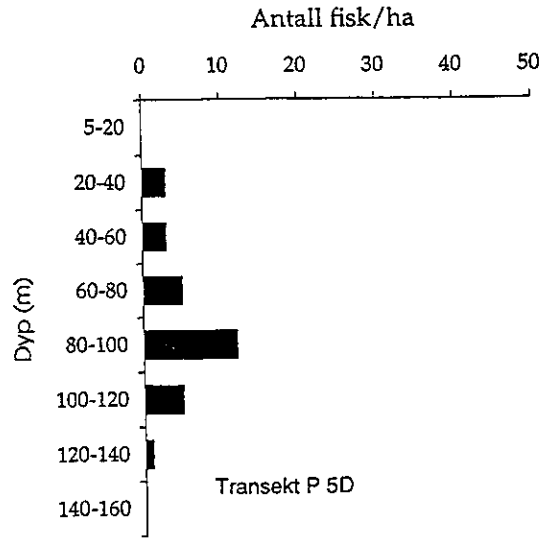
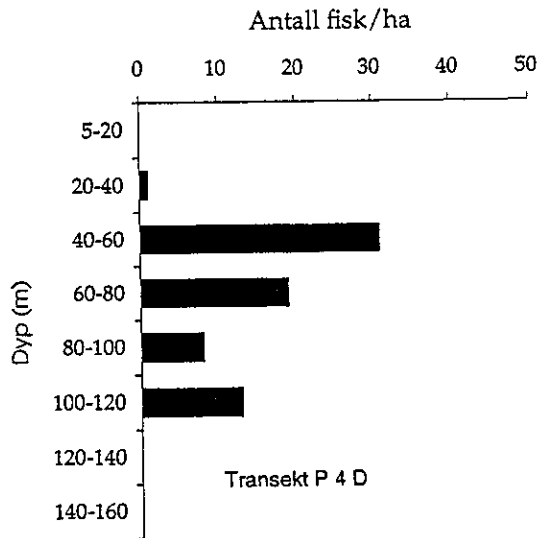


Fig.6. Fiskens dybdefordeling i transektene P 4D (dag), P 5D, P 6D og P 7D i Limingen i slutten av august 1996.

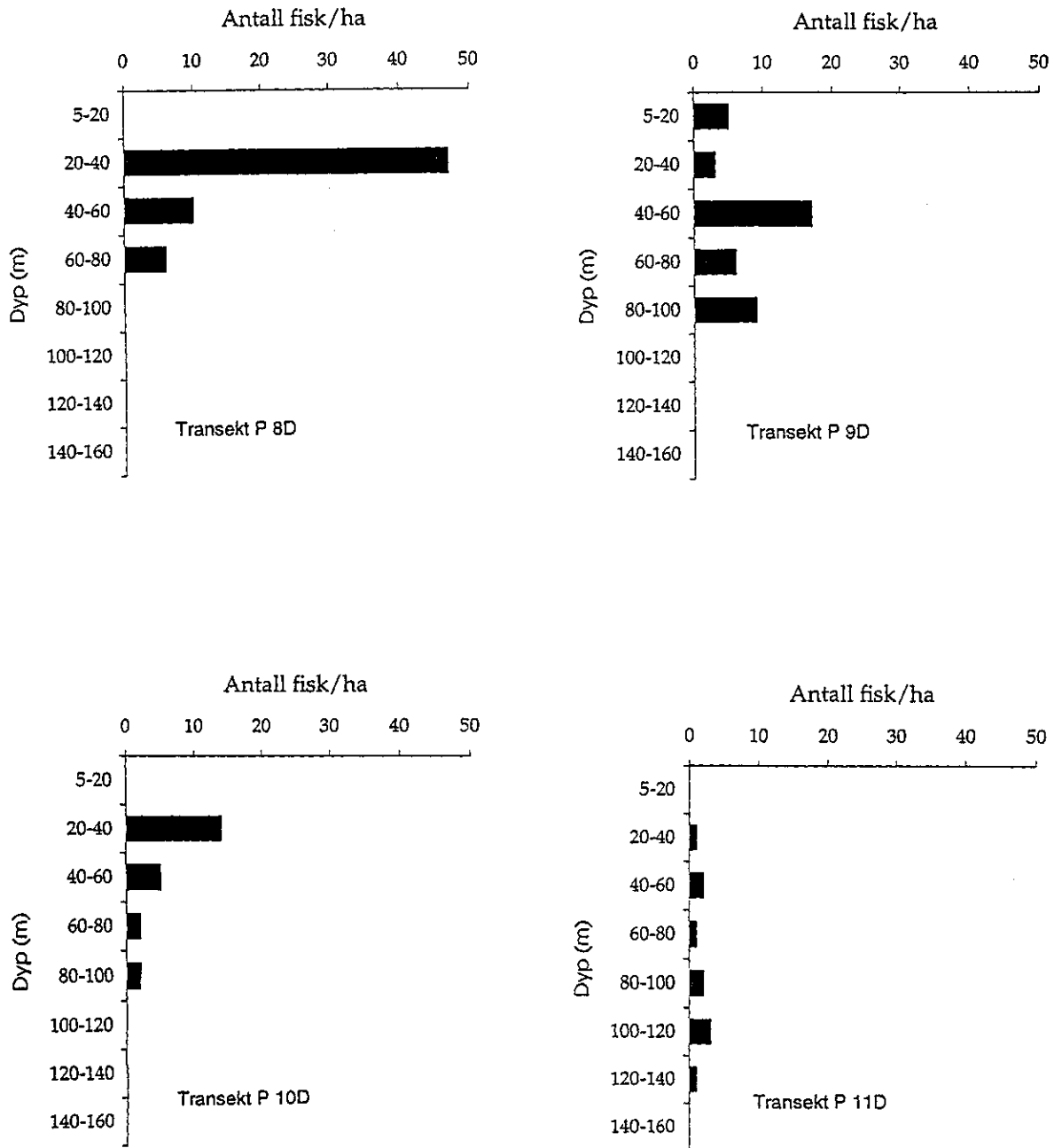


Fig.7. Fiskens dybdefordeling i transektene P 8D (dag), P 9D, P 10D og P 11D i Limingen i slutten av august 1996.

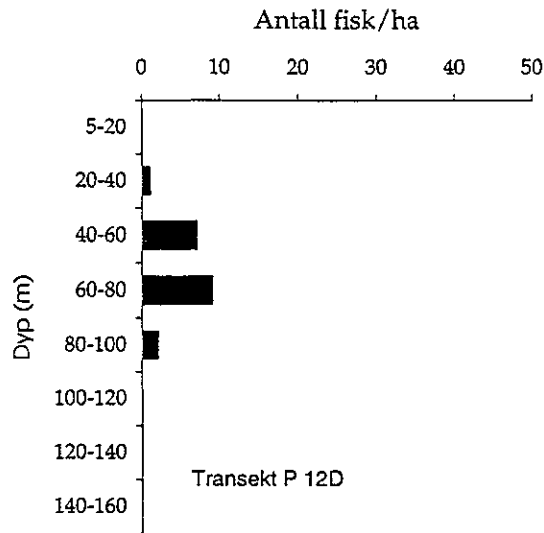


Fig.8. Fiskens dybdefordeling i transekt P 12D (dag) i Limingen i slutten av august 1996.

Beregnet biomasse av fisk i de pelagiske områdene av Limingen er vist i Tabell 4. Tallene oppgir beregnet biomasse i kg/ha innsjøoverflate for pelagiske områder av hvert av transektene, med 95 % konfidensintervall på den usikkerhet som ligger i utstyret og i regresjon mellom signalstyrke (target strength i -dB) og fiskens lengde. Statistikken her er komplisert, så konfidensintervallet angir kun størrelsesorden av denne feilen. Grunne områder eller områder der dybdesjiktet kommer i kontakt med bunnen er utelatt fra beregningene, da falske signaler kan gi store utslag når det totalt sett er lav fisketetthet. Tallene bør derfor betraktes som minimumstall.

Tabell 4. Beregnet biomasse (kg/ha innsjøoverflate± 95 % konfidensintervall) langs pelagiske transekter i Limingen i slutten av august 1996.

P 1N	P 1D	P 2N	P 3D	P 4D	P 5D	P 6D	P 7D	P 8D	P 9D	P 10D	P 11D	P 12D
0,52± 0,056	0,82± 0,17	0,74± 0,016	2,67± 0,41	1,98± 0,056	3,82± 0,32	2,33± 0,56	1,48± 0,35	2,92± 0,13	4,43± 0,14	2,87± 0,78	1,13± 0,08	0,79± 0,19

Beregnet biomasse varierer mellom 0,52 kg/ha og 4,43 kg/ha. Dette gir en gjennomsnittlig biomasse for samtlige transekter på 2,0 kg/ha. Dette er betydelig mindre enn det funnet i Atnasjøen (Brabrand 1991), der beregnet biomasse var mellom 9-14 kg/ha. I Tunhovdfjorden er beregnet biomasse 3,1-8,9 kg/ha (Brabrand 1992). Begge disse sjøene ligger imidlertid under skoggrensen, og må ansees som mindre oligotrofe enn Limingen.

### Ernæring

Røyene fanget i 1996 viste variasjon i næringsvalg mellom habitatet og ulike dybdeskikt. For begge habitattypene pelagisk og bentisk var det ekstremt liten variasjon i næringsvalg innen dyp.

Røyene på flytegarn hadde den mest varierte dietten, og bestod av hovedgruppene overflateinsekter (sommerfugl, stankelbein, fjærmygg, tovinger) og zooplankton (*Heterocope*, *Bosmina*, *Holopedium*, *Daphnia*, *Bythotrephes*). Et generelt trekk var at de som hadde spist zooplankton hadde spist flere av zooplanktongruppene og enkelte av dem i et stort antall. Eksempelvis hadde 8 røyer spist over 1000 *Bosmina* hver med 3800 som høyeste antall. Blant overflateinsektene var det stankelbein som dominerte og av de 31 røyene som ble fanget pelagisk var det kun 4 som ikke hadde stankelbein i magesekken.

*Mysis relicta* var generelt det viktigste næringsdyr blant røyene som ble fanget på bunngarn, og dette var uavhengig av dyp. Dette er i samsvar med tidligere undersøkelser (Koksvik & Arnekleiv 1988, Langeland & Moen 1992, Næsje 1995). På 10 m's dyp ble det registrert én røye uten mageinnhold, av de resterende ble *Mysis* påvist i 12 av 18 individer. Blant de restende utgjorde zooplankton en meget viktig del av næringsvalget.

På 20 m's dyp ble andelen av zooplankton betydelig redusert som næringsdyr i det kun én av 17 røyer hadde spist *Holopedium* og/eller *Bythotrephes*. Seks individer ble påvist med overflateinsekter i magesekken. *Mysis* var også for denne gruppen et viktig næringsdyr og ble påvist i 12 av 17 røyer med mageinnhold.

På 45 m's dyp begynner *Mysis* å utgjøre hoveddietten til mange røyer, og i 10 av 18 røyer utgjorde *Mysis* over 50 volum% av dietten. Den resterende del av byttedyrene var hovedsakelig fjærmygg, selv om sogar overflateinsekter (årevinger, tovinger) ble registrert. Det ble også registrert ett individ som var zooplanktonspiser (*Heterocope*, *Bosmina*). På 80 m dyp hadde røyene nærmest utelukkende (12 av 13 røyer) spist *Mysis*, mens én røye kun hadde spist fjærmygglarver. Dominansen av *Mysis* i dietten til dyptlevende røye er også bekreftet i Jonsvantet (Næsje 1995).

## REFERANSER

- Bjerkeng, B., Borgstrøm, R., Brabrand, Å. og Faafeng, B. 1991. Fish size distribution and total fisk biomass estimated by hydroacoustical methods: a statistical approach. *Fisheries Research*, 11, 41-73.
- Bottrell, H.H., Duncan, A., Gliwicz, Z.M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbricht-Ilkowska, A., Kurasawa, H., Larsson, P. & Weglenska, T. 1976. Review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool.* 24, 419-456.
- Brabrand, Å. 1991. The Estimation of Pelagic Fish Density, Single Fish Size and Fish Biomass of Arctic Charr (*Salvelinus alpinus* (L.)) by Echosounding. *Nordic J. Freshw. Res.* 66, 44-49
- Brabrand, Å. 1992. Estimation of the pelagic density of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) in reservoirs by echosounding. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Universitetet i Oslo, intern rapport, 26 p
- Christensen, J.M. 1964. Burning of otoliths. a technique for age determination of soles and other fish. *J. Cons. int. Expl. Mer.* 29, 73-81.
- Craig, R.E. og Forbes, S.T. 1969. Design og a sonar for fish counting. *Fiskeridiv. Skr. Ser. Havunders.* 15, 210-219.
- Gudbergsson, G. 1985. En regional undersøkelse av fekunditet og rogn diameter hos røye, *Salvelinus alpinus* (L.), i Sør-Norge. Cand.scient. oppgave, Universitetet i Oslo.
- Hegge, O., Dervo, B.K., Skurdal, J. & Hessen, D.O. 1989. Habitat utilization by sympatric Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in Lake Atnsjøen, south-east Norway. *Freshw. Biol.* 22, 143-152.
- Hindar, K., Ryman, N. & Ståhl, G. 1986. Genetic differentiation among local populations and morphotypes of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Biol. J. Linn. Soc.* 27, 269-285.
- Hindar, K. & Jonsson, B. 1982. Habitat and food segregation of dwarf and normal Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from Vangsvatnet Lake, western Norway. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39, 1030-1045.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Muladal, H. Rubach, S. & Solbakken, J.I. 1989. Habitat shifts in a dense, resident Arctic charr *Salvelinus alpinus* population. *Physiol. Ecol. Japan, Spec. Vol. 1*, 187-200.
- Koksvik, J.I. & Arnekleiv, J.V. 1988. Zooplankton, *Mysis relicta* og fisk i Snåsavatn 1984-1987. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet, Rapport Zool. Serie 1988-3, 1-50.



- L'Abée-Lund, J.H., Langeland, A., Jonsson, B. & Ugedal, O. 1993. Spatial segregation by age and size in Arctic charr: a trade-off between feeding possibility and risk of predation. *J. Anim. Ecol.* 62, 160-168.
- Langeland, A. 1982. Interaction between zooplankton and fish in a fertilized lake. *Holarctic Ecology* 5, 273-310.
- Langeland, A. & Moen, V. 1992. Røyas tilstand og framtid i mysissjøer i Norge. NINA Forskningsrapport 22, 1-21.
- Langeland, A., L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B. & Jonsson, N. 1991. Resource partitioning and niche shift in Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta*. *J. Anim. Ecol.* 60, 895-912.
- Langeland, A., Reinertsen, H. & Olsen, Y. 1982. Undersøkelser av vannkjemi, phytoplankton og zooplankton i Namsvatn, Vekteren, Limingen og Tunnsjøen i 1979, 1980 og 1981. Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet, Rapport Zool. Serie 1982-4,1-25
- Lindem, T. og Sandlund, O.T. 1984. Ekkoloddregistrering av pelagiske fiske bestander i innsjøer. *Fauna* 37, 105-111.
- Nakken, O. and Olsen, K. 1977. Target strenght measurements of fish. Rap. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 170, 52-69. Fevrier 1977.
- Nordeng, H. 1983. Solution to the "charr problem" based on Arctic charr in Norway. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40, 1372-1387.
- Nyman, L. 1972. A new approach to the taxonomy of the "*Salvelinus alpinus* species complex". Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 52, 103-131.
- Nyman, L., Hammar, J. & Gydemo, R. 1981. The systematics and biology of landlocked populations of Arctic char from northern Europe. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 59, 128-141.
- Næsje, T.F. 1995. Effects of introduced *Mysis relicta* on habitat utilisation and feeding of Arctic charr. *Nordic J. Freshw. Res.* 71, 359-371.
- Sandlund, T. O.T., Jonsson, B., H.J. Malmquist, R. Gydemo, T. Lindem, S. Skulason, S.S. Snorrason P.M. Skulason. 1987. Habitat use of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Thingvallavatn, Iceland. *Env. Biol. Fish.* 20, 4:263-274.
- Aass, P. 1963. Limingenreguleringens virkninger på fisket. Notat, 40 s + vedlegg.