

BIOLOGICAL RESEARCH REPORTS
FROM THE
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

1 1975



UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, JYVÄSKYLÄ

Editor: Pertti Eloranta, Ph. D.
Department of Biology
University of Jyväskylä

URN:ISBN: 978-951-39-8523-3
ISBN 978-951-39-8523-3 (PDF)
ISSN 0356-1062

ISBN 951-677-449-0

Copyright © 1975,
by University of Jyväskylä

Jakaja	Jyväskylän yliopiston kirjasto	40100 Jyväskylä 10
Distributor	Jyväskylä University Library	SF-40100 Jyväskylä 10 Finland

BIOLOGICAL RESEARCH REPORTS
FROM THE
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

1 1975

RAATIKAINEN, M. and VASARAINEN, A.: Damage caused by timothy flies (<i>Amaurosoma</i> spp.) in Finland	3
SÄRKKÄ, J.: The numbers of <i>Tubifex tubifex</i> and its cocoons in relation to the mesh size	9
ELORANTA, P. and ELORANTA, A., Keuruselän kalastosta ja sen rakenteesta (Summary: On the fish fauna of Lake Keuruselkä, Finnish Lake District)	14
ELORANTA, P. and ELORANTA, A.: Kuusveden veden laadusta, kasviplanktonista ja kalastosta (Summary: On the properties of water, phytoplankton and fish fauna of Lake Kuusvesi, Central Finland)	30

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, JYVÄSKYLÄ

Damage caused by timothy flies (*Amaurosoma* spp.) in Finland

MIKKO RAATIKAINEN and ARJA VASARAINEN

RAATIKAINEN, M. and VASARAINEN, A. 1975: Damage caused by timothy flies (*Amaurosoma* spp.) in Finland. Biol. Res. Rep. Univ. Jyväskylä 1: 3—8.

In Finland 794 leys were selected by weighted sampling for determination of damage to timothy flower heads by the timothy flies, *Amaurosoma flavipes* Fall. and *A. armillatum* Zett. (Dipt., Scatophagidae). The number of damaged ears during the study period was moderate to slight averaging 16.0 per m² or 5.1 %. Of the variation in total number of timothy ears, 80.7 % was accounted for by the air-dry weight of timothy, distance from farmstead, year, zone, soil type, age of ley and herbicide treatment of nurse crop. Of the variation in number of ears damaged by timothy flies, 30.3 % was accounted for by the air-dry weight of timothy, phosphorus, potassium and nitrogen fertilization, farmyard manure, year zone, soil type, age of ley and herbicide treatment of nurse crop.

Timothy flies would have reduced the seed yield of the fields for hay and seed, had seed been harvested, by an average of 3 %. Chemical control would have been economically profitable only in exceptional cases.

M. Raatikainen, Department of Biology, University of Jyväskylä, Vapaudenkatu 4, SF-40100 Jyväskylä 10, Finland.

A. Vasarainen, Department of Pest Investigation, Agricultural Research Centre, SF-01300 Vantaa 30, Finland.

Introduction

Two species of timothy flies, *Amaurosoma flavipes* Fall. and *A. armillatum* Zett. (Dipt., Scatophagidae), injurious to flower heads of timothy grass, have been encountered in Finland. *A. flavipes* generally accounts for c. 75 % of the timothy flies in first-year leys but its proportion decreases with increasing age of ley so that in fourth-year and older leys the proportion of the species is c. 50 % (RAATIKAINEN and VASARAINEN 1972). Both species spend winter in the soil as pupae and emerge as adults in late May — early June in central Finland. The eggs are laid on the timothy leaves, and the hatched larvae make their way into the developing inflorescence where they feed damaging the ear before its emergence from the sheath.

The proportion of damaged ears reaches its maximum at approximate intervals of six years and remains at the highest level for a couple of years (RAATIKAINEN and VASARAINEN 1972) so annual counts of damaged ears give

variable results. In Finland numbers of damaged ears have been counted or estimated on individual fields on many occasions (e.g. MANTERE 1937, RAATIKAINEN and VASARAINEN 1972). The most comprehensive investigation was carried out by J. Listo in 1932 when damaged ears were counted on 28 leys and estimated on 17. The sites of investigation lay scattered in the area south of the town Kajaani and some of them now belong to the USSR. The results were never published but kept in the files of the Department of Pest Investigation in Tikkurila where they were available for preparation of this report.

Local records on timothy fly damage exist from many other countries: Sweden (BORG 1959), Poland (GOLEBIEWSKA 1949, STROJNOWSKI et al. 1973), Germany (AHNERT 1973), The British Isles (BARNES 1935, COGHILL and GAIR 1954, KING, MEIKLE and BROADFOOT 1935) and France (RICOU 1967). None of these reports, however, is as extensive as ours.

Material and methods

This study was carried out in the years 1966–68. In each year 18 areas were investigated which were selected from the Agricultural Society districts by a weighted sampling method. Within each Society's limits the rural communes to be included in the study were picked by lot; but where the area under hay fields in a particular commune was less than 3000 ha, the eastern neighbouring commune was incorporated to make up a minimum area 3000 ha. The areas of investigation thus became the following: in 1966 Pohja—Karjaa r.c., Sammatti—Lohja r.c., Laitila, Kojjärvi—Kalvola, Köyliö—Huittinen, Suomeniemi—Savitaipale, Luhanka—Joutsa, Siikainen—Honkajoki, Tohmajärvi, Isokyrö, Vöyri, Viitasaari, Nilsä, Lestijärvi—Reisjärvi, Vieremä, Merijärvi—Oulainen, Muhos and Alatornio; in 1967 Halikko—Kuusjoki, Loppi, Mäntsälä, Anjala—Sippola, Ruokolahti, Kuhmalahti—Eräjärvi—Luopioinen, Lavia—Suodenniemi, Lapväärtti, Pihlajavesi—Keuruu, Jäppilä—Joroinen, Teuva, Karttula—Kuopio r.c., Lappa—järvi, Purmo—Ähtävä, Valtimo, Revonlahti—Paavola, Kiiminki—Ylikkiiminki and Suomussalmi; in 1968 Eckerö—Finstrom—Hammarland—Jomala, Porvoo r.c., Masku—Lemu—Nousiainen—Rusko, Orimattila, Totijärvi—Vesilahti, Sysmä, Punkaharju—Kerimäki, Parkano—Kihniö, Muurame—Jyväskylä r.c., Peräseinäjoki, Lehtimäki—Soini, Tuusniemi, Pielisjärvi, Pietarsaari r.c., Kannus—Rautio, Kestilä—Pulkila, Kemijärvi r.c., and Kittilä. In each area fifteen farms were chosen for the study by random sampling and

two leys per farm were drawn by lot. If on any farm there was just one field under cultivation, three leys were investigated on the next farm as a compensation. The total number studied was thus 30 leys per area. On each of these, four random 0.25 m² subsamples of hay were harvested between 17 June — 22 July. Subsamples were not cut nearer than a distance of 2 meters from open ditches and field edges. The four subsamples from field were combined to make one 1 m² sample which was sent to the Department of Pest Investigation for analysis. The samples were dried and total numbers of timothy ears and ears damaged by timothy flies counted in every second sample. Other field data thought to affect the seed yield of timothy were collected as well. These will be published later in a study of the yields and botanical composition of leys (RAATIKAINEN and RAATIKAINEN, unpublished). In the course of the three years 53 areas were thus investigated (Fig. 1); in 1968 one area (Lehtimäki—Soini) had to be discarded due to poor standard of the material. The total number of leys investigated was 794 and their area 643 ha. Since the total area of leys for hay and seed in Finland at the time was 1 053 100 ha, the area investigated represented a proportion of 0.06 %.

The statistical treatments were the least squares method (HARVEY 1966) and regression analysis (DRAPER and SMITH 1966). Significance is denoted as follows: *** = $P < 0.001$; ** = $P < 0.01$; * = $P < 0.05$.

Results

Timothy ears

A total of 246 946 timothy ears, an average of 311.0 ears per m², was studied. Air-dry weight of timothy accounted for 76.6 % of the variation in number of ears (Table 1). Ears were slightly more numerous on fields situated near the farmstead than on those farther away, and potassium fertilization was found to increase the number of ears. With the air-dry weight of timothy eliminated, nitrogen fertilization, timothy seeding rate, area of ley, and the developmental stage of the timothy explained respectively 6.2, 3.3, 0.9 and 0.7 % of the variation in number of ears. The effect of the last factor indicates that some of the earliest cut timothy was still at such a young stage that ears had not properly emerged; and although attempts were made to extricate them from the leaf sheaths, some still escaped discovery. The above regression variables accounted for 12.7 % of the variation. Of the class variables, years explained 0.7 %, type of soil 0.9 %, herbicide treatment of nurse crop 1.1 % and the interaction of age of ley and herbicide treat-

ment 1.9 %. The total explanation was 24.9 %.

The number of timothy ears was 318 per m² in 1966, 295 per m² in 1967, and 343 per m² in 1968. One of the reasons for this variation was that in 1967 timothy was cut phenologically early and was not in ear on every site at cutting. In 1966 the harvest was phenologically the latest. Thus the difference between 1966 and 1968 indicates the yearly variation in ear density. In south Finland there were 350 ears per m², in central Finland 313, and farther north 292 ears per m². In clay soils there were 348, in organic soils 331, and in coarse mineral soils 294 ears per m². Ageing of ley also affected the ear density. In first-year leys there were 320 ears per m², in second-year leys 352, in third-year leys 331, in fourth-year leys 283, and in leys older than four years 146 ears per m². Spraying the nurse crop with herbicides increased the number of ears: sprayed fields had 364 and unsprayed fields 313 ears per m². The difference was distinct and was maintained as the age of ley increased:

	Age of ley, years				
	1	2	3	4	>5
Sprayed	342	361	372	509	237
Unsprayed	311	248	319	253	141

In interpreting the results one must, however, bear in mind that the old leys were mainly situated in the northern areas and the young ones in the south.

As much as 80.7 % of the variation in timothy ear numbers was accounted for by just a few factors (Table 1).

Ears damaged by timothy flies

The material contained a total of 12 683 ears damaged by timothy flies, or 16.0 per m². The air-dry weight of timothy explained 13.2 % of their number. Phosphorus, potassium manure and nitrogen fertilization, apparently increased the number of ears.

The number of ears damaged by timothy flies was 16.2 per m² in 1966, 13.5 per m² in 1967, and 17.5 per m² in 1968. This variation paralleled the variation in total number of ears and was possibly due to the same cause. In southern Finland the number of ears damaged by flies was 15.3, in central Finland 20.2, and in the north only 6.3 ears per m² (Fig. 1). In coarse mineral soils there were 17.6, in organic soils 15.6 and in clay soils 12.0 damaged ears per m². In first-year leys there were 15.7, in second-year 17.2, in third-year 15.7, in fourth-year 15.5, and in older 7.7 damaged ears per m². Weed control by spraying the nurse crop increased the number of ears damaged by timothy flies; their number on sprayed fields was 21.5 and on unsprayed fields 13.9 ears per m². Obviously the reason was the strengthening of the timothy stand after elimination of the competing weeds. Timothy flies were abundant everywhere, but their numbers increased where the timothy grew best. The effect of herbicide treatment was maintained regardless the age of ley as is seen from the following tabulation:

	Age of ley, years				
	1	2	3	4	≥5
Sprayed	17.0	21.9	23.5	39.1	15.0
Unsprayed	15.2	15.5	13.3	12.3	7.4

Known factors accounted for 30.3 % of the variation in numbers of ears damaged by timothy flies.

Table 1. Stepwise regression and least squares analysis of the effects of some independent variables on the number of timothy ears, the number of timothy ears damaged by timothy flies, and the percentage damaged ears of total.

Timothy ears

Regression variables	r	T	R ² %
Air-dry weight of timothy	0.88	49.81***	76.6
Distance of field from farmstead	-0.05	-2.92**	0.3
Potassium fertilization	0.10	-2.55*	0.2
Explanation by regression variables			77.8
Class variables		F	R ² %
Years		42.65***	2.3
Zones		22.29***	1.2
Type of soil		12.37***	0.7
Age of ley		3.48**	0.4
Interaction of age of ley and herbicide treatment of nurse crop		2.51*	0.3
Total explanation			80.7

Ears damaged by timothy flies

Regression variables	r	T	R ² %
Air-dry weight of timothy	0.37	10.65***	13.2
Phosphorus fertilization	0.17	4.38***	2.2
Potassium fertilization	0.12	-2.32*	0.6
Farmyard manure	0.06	2.30*	0.6
Nitrogen fertilization	0.06	-2.28*	0.6
Explanation by regression variables			16.9
Class variables		F	R ² %
Years		6.13**	1.2
Zones		35.49***	6.9
Type of soil		8.77***	1.7
Age of ley		4.69***	1.8
Herbicide treatment of nurse crop		5.41*	0.5
Interaction of age of ley and herbicide treatment of nurse crop		3.23*	1.3
Total explanation			30.3

Ears damaged by timothy flies, %

Regression variables	r	T	R ² %
Phosphorus fertilization	0.10	3.61***	1.8
Nitrogen fertilization	-0.08	-3.20**	1.4
Farmyard manure	0.08	2.55*	0.9
Explanation by regression variables			3.1
Class variables		F	R ² %
Years		3.33*	0.8
Zones		35.85***	8.3
Type of soil		8.31***	1.9
Total explanation			16.9

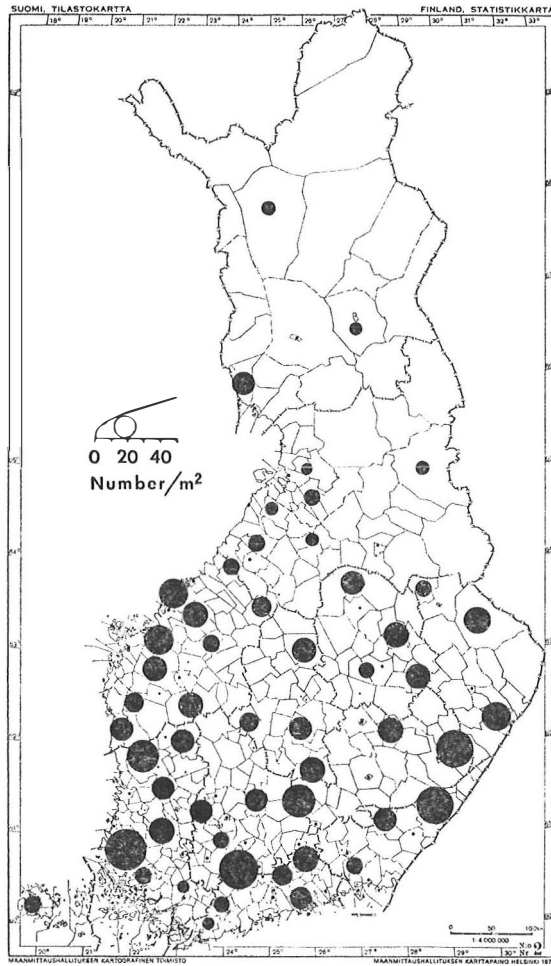


Fig. 1. Number per m^2 of timothy ears damaged by timothy flies (*Amaurosoma* spp.).

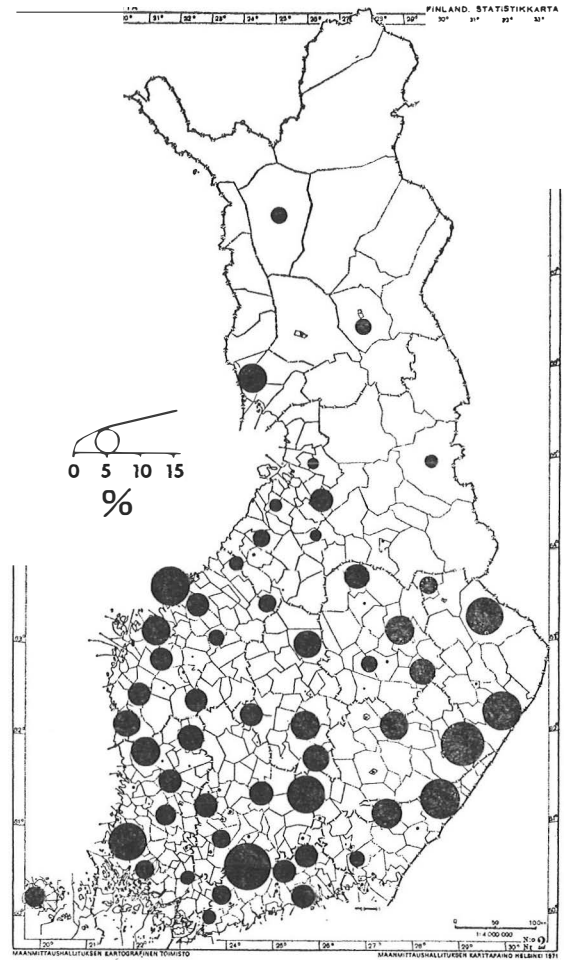


Fig. 2. Timothy ears damaged by timothy flies (*Amaurosoma* spp.) as % of total number of timothy ears.

The proportion of ears damaged (5.1 %) was enhanced by phosphorus and manure fertilization but reduced by nitrogen fertilization which caused strong vegetative growth of timothy (Table 1). The proportion of damaged ears fluctuated yearly. 5.3 % in 1966, 4.7 % in 1967 and 6.0 % in 1968. The highest proportion (6.9 %) occurred in central Finland. In southern Finland there was wide variation with an average of 4.6 %. In the northernmost zone the percentage was 2.5 (Fig. 2). Damaged ears made up 6.3 % of total ears in coarse mineral soils, 4.8 % in organic soils, and 3.8 % in clay soils. Known factors accounted for 16.9 % of the variation.

According to the material assembled by Listo in 1932, damaged ears averaged 5.5 % of total ears on 28 fields; and with his estimates on 17 more fields taken into account, the total average damage by *Amaurosoma* spp. on 45 fields was 5.2 %.

Discussion

Supposing 16.0 ears per m^2 damaged by timothy flies and a total area of 1 053 100 ha under hay and timothy seed production in Finland, it can be estimated that the annual of damaged ears in the whole country is about 170 thousand

million. Since, however, the damaged ears contained more than one larva each and there was plenty of timothy grass growing outside the actual cultivations on pastures, field margins and uncultivated land, it is apparent that the total number of timothy fly larvae was somewhere in the region of 250 billion. In our study the leys had the following age distribution: first-year 31 %, second-year 27 %, third-year 25 %, fourth-year 10 %, and leys older than four years 7 %. Presupposing that in leys of various ages the larvae of *A. flavipes* and *A. armillatum* occurred in the same proportions as the adults according to RAATIKAINEN and VASARAINEN (1972), and supposing that outside the timothy cultivations 45 % of timothy flies were of the species *A. flavipes*, we estimate 160 billion *A. flavipes* and 90 billion *A. armillatum* larvae in Finland.

In Sweden least damage has also been found in the south (BORG 1959) and the literature indicates less damage in southern Europe than in the Nordic countries. The present optimum area for timothy flies in Europe seems to be in the middle and southern boreal zones. In Finland this seems to result from the poor performance of the species on the dry clay soils of the south as well as climatically too northerly areas where timothy is only patchily grown.

Since it appears that the ear length damaged by the timothy fly is c. 2.3 cm on the average, the effect of injury on short-eared varieties is proportionately more severe than on long-eared varieties (cf. KARPOVA 1930, MANTERE 1937, WAHL 1943, COGHILL and GAIR 1945, BORG 1959, RAATIKAINEN and VASARAINEN 1972). In Finland the fraction injured was c. 50 % of the ear (MANTERE 1937, RAATIKAINEN and VASARAINEN 1972) and consequently timothy flies reduced the seed yield of timothy in the years of study by some 3 %, a figure which is expected to go down as long-eared timothy varieties are adopted for cultivation. Chemical control of timothy flies is uneconomical as long as injury remains at the low level it was in the years 1932 and 1966—68. Yet these were years of slight or medium infestation only (RAATIKAINEN and VASARAINEN 1972). Areas were found locally (e.g. at Laitila and Loppi) where control measures would have been economically profitable on many leys, had they actually been harvested for seed. As long as there is no prognosis service in operation for this purpose, it is only advisable to resort to control measures against timothy flies in very special cases, for instance in experimental areas (see RAATIKAINEN and VASARAINEN 1972).

References

- AHNERT, M. 1973: Untersuchungen zur Lebensweise, wirtschaftlichen Bedeutung und Bekämpfung der Lieschfliegen (*Amaurosoma armillatum* Zett. und *A. flavipes* Fall.) im Bezirk Karl-Marx-Stadt. — Nachr.bl. Pfl.schutzd. DDR 27: 127—129.
- BARNES, H. F. 1935: Notes on the timothy grass flies (*Amaurosoma* spp.). — Ann. Appl. Biol. 22: 259—266.
- BORG, Å. 1959: Investigations on the biology and control of timothy grass flies, *Amaurosoma armillatum* Zett. and *A. flavipes* Fall. (Dipt. Cordyluridae). — Stat. Växtskyddsanst. Medd. 11, 75: 297—372.
- COGHILL, K. J. & GAIR, R. 1954: The estimation in the field of the damage caused by timothy flies (*Amaurosoma* spp.). — J. Brit. Grassl. Soc. 9: 329—334.
- DRAPER, N. R. & SMITH, H. 1966: Applied regression analysis. — 407 pp. New York-London-Sydney.
- GOLEBIEWSKA, Z. 1949: Biologia kłósnicy tymownicy (*Amaurosoma flavipes* Fall.) ze szczególnym uwzględnieniem jej znaczenia w Polsce. (Summary: The biology of timothy grass-fly (*Amaurosoma flavipes* Fall.) with special consideration of its importance in Poland.) — Ann. Univ. Marie-Curie-Sklodowska Lublin-Polonia 4: 1—35.
- HARVEY, W. R. 1966: Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers. — ARS 20—8. Agric. Res. Service, U. S. Dept. Agric. 157 pp.
- KARPOVA, A. I. 1930: Beitrag zur Kenntnis von *Amaurosoma flavipes* Fall. und *A. armillatum* Zett. — Rep. Appl. Ent. 4: 431—449. (Ref. Rev. Appl. Ent. 19: 283).
- KING, L. A. L., MEIKLE, A. A. & BROADFOOT, A. 1935: Observations on the timothy grass fly (*Amaurosoma armillatum* Zett.). — Ann. Appl. Biol. 22: 267—278.
- MANTERE, M. A. 1937: Timoteikärpästen aiheuttamista tuhoista kesällä 1936. (Referat: Über die durch die Timotheefliege verursachte Schädigung im Sommer 1936.) — Maatal.tiet. Aikak. 9: 186—193.
- RAATIKAINEN, M. & RAATIKAINEN, T. 1975: Heinänurmien sato, kasvilajikoostumus ja sen muutokset. (Summary: Yield, composition and dynamics of flora in hay fields in Finland.) — Ann. Agric. Fenn. (in print)
- RAATIKAINEN, M. & VASARAINEN, A. 1972: Ecology and control of timothy grass flies (*Amaurosoma* spp.) in Finland. — Ann. Agric. Fenn. (in print)

rosoma spp., Dipt., Scatophacidae) and the effects of chemical control on the fauna of the field stratum. — Ann. Agric. Fenn. 11: 57—73.

RICOU, G. 1967: Beitrag zur Kenntnis der Lieschgrasfliege (*Amaurosoma flavipes* Fall.) in Frankreich. — Z. Angew. Ent. 59: 249—259.

STROJNOWSKI, R., WNUK, A. & NOWAK, B. 1973: Ocena szkód wywołanych przez kłońnice

— *Amaurosoma* Beck. (Diptera, Cordyluridae) na plantacjach nasiennych tymotki lakowej. (Summary: An assessment of damages caused by the flies of the genus *Amaurosoma* Beck. (Diptera, Cordyluridae) in seed plantations of the meadow timothy.) — Acta Agr. et Silvestria 13: 95—104.

WAHL, B. 1943: Über Timotheegrasfliegen. — Arb. Physiol. Angew. Ent. Berlin-Dahlem 10: 90—104.

Selostus

Timoteikärpästen voitukset nurmissa

MIKKO RAATIKAINEN ja ARJA VASARAINEN

Maamme heinänurmista poimittiin otannalla 53 alueelta 794 nurmea, joilta kultakin laskettiin 4 · 0.25 m²:n alalta timotein tähkien ja timoteikärpästen voittamien timotein tähkien määrät. Tutkimusvuosina 1966—1968 voittuneita tähkiä oli keskimertaisesti tai niukasti. Heinänurmillamme oli keskimäärin 311 tähkää/m², ja näistä oli keskimäärin 16 kpl timoteikärpästen voittamia. Timotein tähkien määrän vaihtelusta kyettiin selvittämään 80.7 % timotein ilmakuivan painon, etäisyyden talouskeskuses-

ta, vuoden, alueellisuuden, maalajin, nurmen iän ja suojaviljan herbisidikäsitteilyn avulla. Timoteikärpästen voittamien tähkien määrän vaihtelusta kyettiin selvittämään 30.3 % timotein ilmakuivan painon, fosfori-, kali- ja typpilannoituksen, karjanlannan, vuosien, alueellisuuden, maalajin, nurmen iän ja suojaviljan herbisidikäsitteilyn avulla.

Timoteikärpästen voittamien tähkien tiheys (kuva 1) ja osuus koko tähkämäärästä olivat suurimmat Keski- ja Etelä-Suomessa. Timoteikärpäset olisivat alentaneet heinä- ja siemennurmien siemensatoa, jos se olisi koottu, keskimäärin 3 %. Kemiallinen torjunta olisi kannattanut taloudellisesti vain poikkeustapauksissa.

The numbers of *Tubifex tubifex* and its cocoons in relation to the mesh size

JUKKA SÄRKKÄ

SÄRKKÄ, J. 1975: The numbers of *Tubifex tubifex* and its cocoons in relation to the mesh size. — Biol. Res. Rep. Univ. Jyväskylä 1: 9—13.

When comparing the numbers of *Tubifex tubifex* and its cocoons obtained with 6 sieves with different mesh sizes between 0.27 and 0.82 mm, the numbers were shown to depend significantly on the mesh size. The significance of the differences between the numbers obtained with different sieves increases when the difference between the mesh sizes increases. The dependence of the numbers of *Tubifex* on the mesh size compared with those of its cocoons did not differ significantly. It is recommended that the mesh size should be chosen so small that the number of animals would not increase if the mesh size was still decreased.

J. Särkkä, Department of Biology (Section of Hydrobiology), University of Jyväskylä, Riihimäent. 3, SF-40450 Jyväskylä 45, Finland.

Introduction

In the quantitative research of bottom fauna mesh size is a significant factor, although it has not been studied thoroughly. This question has been examined to some extent e.g. by JÓNASSON (1958), who compared the results obtained using sieves with mesh sizes of 0.20, 0.26, and 0.51 mm, and by KAJAK (1963) with mesh sizes of 0.25 and 0.40 mm.

There are no generally accepted standards for mesh sizes. For instance, EDMONDSON & WINBERG (1971) recommend that one should use as small a mesh as possible with the sediments under study, and no larger than 0.4 mm for whole communities of freshwater benthos. A survey by JÓNASSON (1958) showed most researches using a mesh size of 0.6 mm. However, also many studies have been published with no designation of the used mesh size. Usually mesh size (e.g. a sieve of 0.4 mm) means the length of the side of a quadratic aperture in a sieve, but mesh size could also be given as the diagonal of the square, or as the area of the free aperture of the sieve.

Materials and methods

Samples for this study were taken from Saukonselkä (62° 13' N, 25° 50' E) in the northern part of Lake

Päijänne, on July 22nd, 1974 from a depth of 35 m, where in the summer the macrofauna consists almost exclusively of *Tubifex tubifex* (Müller) (SÄRKKÄ 1973). In winter sampling from this station using mesh size of 0.54 x 0.54 mm (or a diagonal length of 0.76 mm), larvae of *Chaoborus flavicans* Meig. were almost exclusively obtained (SÄRKKÄ 1973). The meiofauna, on the other hand, consists primarily of Cyclopoida, which have an appreciable seasonal fluctuation (SÄRKKÄ 1974). The size of *Tubifex* varies in summer and at the sampling time most of the cocoons still had young worms. The amount of the debris and other sifting residue was very small even in samples sifted with a 0.27 mm sieve. The sediment was soft, gray gyttja.

For this study six different mesh sizes were used with quadratic aperture lengths as follows: 0.27, 0.41, 0.46, 0.54, 0.66 and 0.82 mm. In Finland, sieve nets with these mesh sizes are manufactured from acid-proof steel for the wood-processing industry.

Five samples, as uniform as possible, were taken for each mesh size with an Ekman-Birge dredge. Each of these samples was sifted and treated separately. The sifting of one sample took about 2—3 minutes, and was done by hewing the screen at the bottom of a wooden box against the surface of the water. The animals were picked in the laboratory against a white background. The smallest individuals, those less than 3 mm long, were not included in the counts of *Tubifex tubifex*, since they probably were freed from the cocoons during the sifting or picking. Only cocoons with eggs or young worms were counted.

The cocoons of *Tubifex* are almost uniform in size (length about 1.2—1.5 mm and thickness about 0.8—1.0 mm), but the size of worms can vary considerably (a worm which is freeing from the cocoon is about 2.5 mm long, whereas a mature worm can be 2—4 cm long).

Tab. 1. The numbers of individuals in replicate samples with different sieves.

Mesh size, mm	0.27					0.41					0.46				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Replicate samples															
<i>Tubifex tubifex</i> (Müller)	78	135	151	206	84	115	57	161	150	184	42	41	69	100	87
<i>T. tubifex</i> , cocoons	109	100	78	102	103	89	67	98	83	54	39	96	78	55	59
Tanypodinae	1	2	2	1	1	1	1	1	—	4	1	3	1	3	1
Tanytarsini	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1
Orthocladinae	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Other Chironomidae	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Chaoborus flavicans</i> Meigen, larvae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1
<i>C. flavicans</i> , pupae	1	—	—	—	—	—	4	1	—	—	—	1	—	—	—
Cyclopoida	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Mesh size, mm	0.54					0.66					0.82				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Replicate samples															
<i>Tubifex tubifex</i> (Müller)	25	36	35	18	64	66	21	17	54	27	19	42	12	25	5
<i>T. tubifex</i> , cocoons	48	46	34	56	75	35	47	39	52	61	39	36	33	27	32
Tanypodinae	1	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tanytarsini	1	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Orthocladinae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Other Chironomidae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Chaoborus flavicans</i> Meigen, larvae	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—	—
<i>C. flavicans</i> , pupae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Cyclopoida	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Results and discussion

Table 1 presents the counts of all specimens in the samples. The numbers generally decrease with increasing mesh size. For instance, in samples of the mesh sizes 0.66 and 0.82 mm there are very few larvae of Chironomidae. *Tubifex tubifex* is clearly the most abundant taxon. In Table 2, the mean (\bar{x}), variance (s^2), standard deviation (s), and the coefficient of variation (C) are presented for *Tubifex tubifex* and its cocoons. With one exception the variance is greater than the mean indicating a negative binomial distribution.

The numbers of *Tubifex tubifex* as well as its cocoons obtained with different mesh sizes were compared using a Student's t-test. Table 3 indicates that the significance of the differences in the numbers of *Tubifex* generally increases with increasing the difference between the mesh sizes. For instance, the numbers obtained with sieves of 0.27 and 0.41 mm do not differ significantly, but the differences between 0.27 mm and 0.46, 0.54, 0.66 and 0.82 mm were significant at levels of 5 or 1 percent.

In Table 4, the significance of the differences in the numbers of cocoons increases more regularly with increasing mesh size. With

Tab. 2. Mean, variance, standard deviation, and coefficient of variation of numbers of *Tubifex tubifex* and its cocoons in replicate samples with different sieves.

Side length of the mesh aperture, mm		0.27	0.41	0.46	0.54	0.66	0.82	
<i>Tubifex tubifex</i>	\bar{x}	130.8	133.4	67.8	35.6	37.0	20.6	
	s^2	2765	2443	698	307	472	199	
	s	52.6	49.4	26.4	17.5	21.7	14.1	
	$C\%$	40.2	37.1	39.0	49.2	58.7	68.5	\bar{x} 48.8 %
<i>T. tubifex</i> , cocoons	\bar{x}	98.4	78.2	65.4	51.8	46.8	33.4	
	s^2	141	311	485	230	107	20	
	s	11.9	17.6	22.0	15.2	10.4	4.5	
	$C\%$	12.1	22.5	33.7	29.3	22.1	13.5	\bar{x} 22.2 %

Tab. 3. Numbers of *Tubifex tubifex* obtained with each mesh size compared with other mesh sizes. Values of t and the significances of the differences. (*= significance level of 5 %, **= 1 %).

0.41	0.46	0.54	0.66	0.82	Mesh size, mm
0.081	2.955*	3.841**	3.687*	4.526*	0.27
	2.617*	4.170**	3.992**	4.906**	0.41
		2.271	2.014	3.524**	0.46
			0.112	1.490	0.54
				1.416	0.66

one exception, the number of the cocoons does not differ significantly from the number obtained with the next smaller or greater mesh size. Thus the use of the next smaller or greater mesh size has no significant effect on the numbers of *Tubifex* or its cocoons obtained when using mesh sizes used in this study.

Assuming that mesh sizes of 0.46 and 0.54 mm belong to the size range most generally used for macrofauna studies, we can see that for both *Tubifex* and its cocoons these mesh sizes differ more significantly from mesh sizes of 0.27 and 0.41 mm than from those of 0.66 and 0.82 mm.

In Fig. 1 the regression line shows the numbers of *Tubifex tubifex* in relation to the side length of the aperture, and Fig. 2 shows the same for *Tubifex* cocoons. The regression coefficient differs from zero at a significance level of 5 % for numbers of *Tubifex* and 1 % for cocoons. The numbers of cocoons are less scattered than those of *Tubifex* (Figures 1 and 2 and Table 2), but the t-test does not indicate any significant differences between the regression coefficients.

The regression equations were also calculated for the numbers of *Tubifex* and its cocoons in relation to the area of the aperture of the sieve (Figures 3 and 4). When the regression coefficients for the side length of the aperture were compared with those of the area, it was found that the significance levels for *Tubifex* and cocoons were 5 and 1 %, respectively.

Thus the regression coefficients depend upon whether the side or area of the aperture is used for calculation. If the mesh size is given as the diagonal length, its regression coefficient should lie somewhere between those for the side and the area.

In this study the counts of *Tubifex tubifex* and its cocoons usually increased with decreasing mesh size. One might get the impression from Figures 1—4 that the dependence is not linear, but might better be described by a curve. That in Figures 3 and 4 the delineator is a curve rather than linear as in Figures 1 and 2, is understandable because the side length of Figures 1 and 2 has been raised to the second power. Assuming, that sieves with still smaller mesh size than 0.27 mm right up to the infinite small one were used, the number of individuals of a species should not increase with decreasing mesh size beyond a certain limit, since the magnitude of *Tubifex* or any other species has a minimum limit. Assuming that a series of samples is taken with sieves with mesh sizes from zero to several centimeters, the relationship between the numbers of the animals and the mesh size should be described by a curve, which is first horizontal and then descends. The deflection point of the curve shows the mesh size, which retains all individuals of the species in question. It cannot be said, if this point is reached in this study. When examining only the average numbers of *Tubifex* in Fig. 1, it seems that the delineator

Tab. 4. Numbers of cocoons of *Tubifex tubifex* obtained with each mesh size compared with other mesh sizes. Values of t and the significances of the differences. (*= significance level of 5 %, **= 1 %, and ***= 0.1 %).

0.41	0.46	0.54	0.66	0.82	Mesh size, mm
2.126	2.952*	5.410***	7.324***	11.442***	0.27
	1.015	2.540*	3.437**	5.510**	0.41
		1.138	1.706	3.184*	0.46
			0.609	2.601*	0.54
				2.656*	0.66

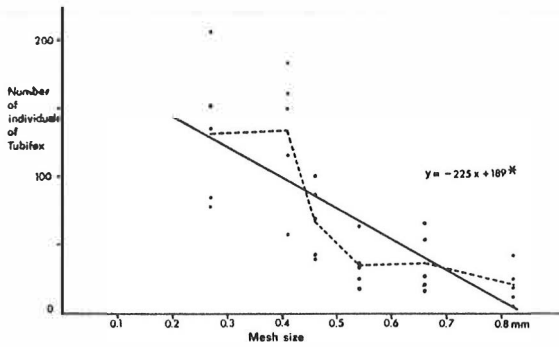


Fig. 1. Number of individuals of *Tubifex tubifex* in relation to the side length of the mesh aperture. The broken line joins the averages.

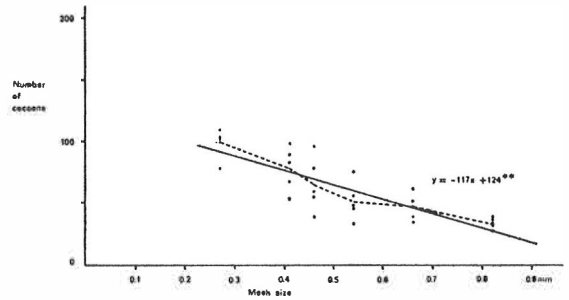


Fig. 2. Number of cocoons of *Tubifex tubifex* in relation to the side length of the mesh aperture. The broken line joins the averages.

could be horizontal between mesh sizes of 0.27 and 0.41 mm. From Table 3 is, however, seen, that the results with mesh sizes of 0.27 and 0.41 mm do not differ significantly.

The mesh size of the sieve obviously should be chosen at the deflection point or at the horizontal part of the curve. This mesh size naturally depends on the species under study and the size of their smallest individuals. If the species has not been reproducing for long time and young individuals are totally lacking, the deflection point will be achieved at a relatively large mesh size, and there will be no benefit of using smaller sizes. On the basis of this it seems, that maximum mesh sizes as a general recommendation are difficult to determine, but the recommendation of EDMONDSON & WINBERG (1971) to use as small a mesh as possible appears well-founded. However, a use of too small a mesh size, which causes unne-

cessary labor in picking or counting, might be eliminated by a preliminary study.

Summary

In a certain area of Lake Päijänne, where in summer almost only species of bottom macrofauna is *Tubifex tubifex*, samples of soft deep sediment were taken from depth of 35 m and sifted using 6 sieves with the following side lengths: 0.27, 0.41, 0.46, 0.54, 0.66, and 0.82 mm. The numbers of *Tubifex tubifex* and its cocoons obtained with these sieves were compared. These numbers usually did not differ significantly when two mesh sizes next to each other were compared and the significance of the differences increased, when the difference between the mesh sizes became greater. The dependence of the numbers on the mesh size is

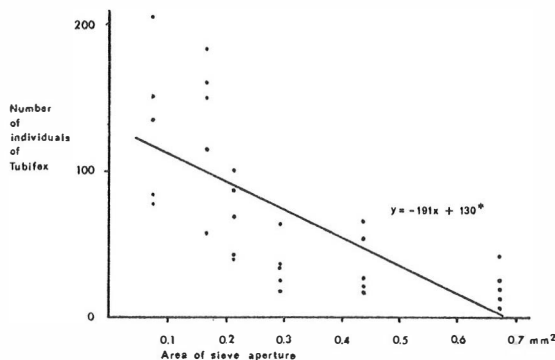


Fig. 3. Number of individuals of *Tubifex tubifex* in relation to the area of the aperture of the sieve.

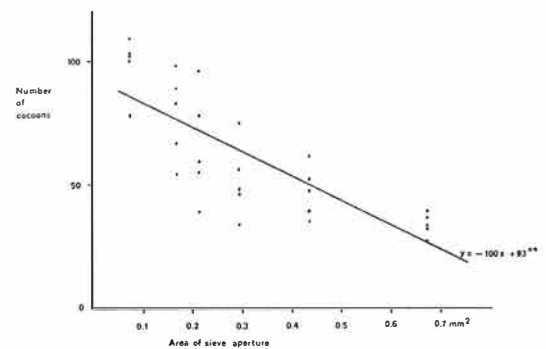


Fig. 4. Number of cocoons of *Tubifex tubifex* in relation to the area of the aperture of the sieve.

significant at the 5 % level for *Tubifex* and at the 1 % level for cocoons. The regression coefficient for the dependence of numbers of *Tubifex* on the mesh size does not differ sig-

nificantly from that of its cocoons. The regression coefficient depends upon whether side length or area of aperture is used in calculation.

References

- EDMONDSON, W. T. and WINBERG, G. G. (eds.) 1971: A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. — IBP Handbook no 17, 358 pp.
- JONASSON, P. M. 1958: The mesh factor in sieving techniques. — Verh. internat. Ver. Limnol. 13: 860—866.
- KAJAK, Z. 1963: Analysis of quantitative benthic methods. — Ekol. Pol. (A) 11: 1—56.
- SÄRKKÄ, J. 1973: Näkökohtia vesibiokenoosin talvitutkimuksista. Pohjaeläimistö (English summary: Viewpoints on winter investigation of aquatic biocoenose. Bottom fauna). — Limnologisymposion 1970: 37—45.
- SÄRKKÄ, J. 1974: Effects of pollution on the profundal meiofauna of Lake Päijänne, Finland. — Aqua Fennica 1974 (in print).

Selostus

Tubifex tubifexin ja sen cocoonien seulonnassa saatujen määrien riippuvuudesta käytetyn seulan silmäkoosta

JUKKA SÄRKKÄ

Päijänteestä otettiin alueelta, jossa kesällä 35 metrin syvyydessä esiintyy lähes yksinomaan *Tubifex tubifex* -harvasukamatoa, mainitusta syvyydestä pohjaeläinnäytteitä, jotka seulottiin silmänsuuruudeltaan 6 erilaisella seulalla, joiden silmien sivun pituudet ovat 0,27, 0,41, 0,46, 0,54, 0,66 ja 0,82 mm. Näin saaduissa näytteissä esiintyneitä *Tubifex tubifexin* ja saman lajin muna- t. toukkakoteloiden l. cocoonien määriä tarkastellaan. Toisiaan lähimpänä olevien seulan silmänsuuruuksien välillä määrät eivät tavallisesti

eroa merkitsevästi toisistaan, ja erojen merkitsevyydet kasvavat silmänsuuruuksien välisten erojen suurentuessa. Määrien riippuvuus silmänsuuruudesta on *Tubifex*illa merkitsevä 5 %:n riskitasolla ja cocoonneilla 1 %:n riskitasolla, ja *Tubifexin* ja sen cocoonien määrien riippuvuudet silmänsuuruudesta eivät eroa merkitsevästi toisistaan. Riippuvuudelle silmän sivun pituudesta ja silmän vapaan aukon alasta saadaan toisistaan merkitsevästi eroavat regressiokertoimet. Koska eläinten yksilömäärien ja silmäkoon välisen riippuvuuden kuvaaja ilmeisesti muuttuu vaakasuoraksi, kun silmäkoko on pienentynyt niin paljon, että kaikki pienimmätkin yksilöt jäävät näytteeseen, tulisi silmäkoko ilmeisesti valita niin, että tutkittavien eläinten määrä ei enää kasvaisi vielä pienempää silmäkokoa käytettäessä.

Keurusselän kalastosta ja sen rakenteesta

PERTTI ELORANTA and ANSSI ELORANTA

ELORANTA, P. and ELORANTA, A. 1975: Keurusselän kalastosta ja sen rakenteesta (Summary: On the fish fauna of Lake Keurusselkä, Finnish Lake District.) — Biol. Res. Rep. Univ. Jyväskylä 1: 14—29.

The fish fauna and its spatial differences in Lake Keurusselkä were studied in the years 1971—73. The lake lies in the northeast section of the Kokemäenjoki drainage basin. The main part of the fishing was made during different times of the open water period in 1972 using gill net series consisting of 12 nets. — In addition to the studies concerning spatial differences among fish species, the species and size compositions of the catches obtained using different mesh sizes were examined.

P. & A. Eloranta, Department of Biology, (Section of Hydrobiology), University of Jyväskylä, Riihimäentie 3, SF-40450 Jyväskylä 45, Finland.

Johdanto

Keurusselkä kuuluu Kokemäenjoen vesistön Keuruun reittiin ollen sen tärkein järviällä (Kuva 1). Järveä koskeva tutkimusohjelma aloitettiin vuoden 1971 alussa ja sen puitteissa tutkittiin aluksi järven fysikaalis-kemiallisia olosuhteita ja kasviplanktonia (ELORANTA 1972, 1974 a, b) sekä myöhemmin, lähinnä vuosina 1972 ja 1973 järven kalastoa ja eläinplanktonia.

Koska veden laatua ja kasviplanktonia koskevissa selvityksissä todettiin järven eri osien olosuhteissa huomattavia eroja (vrt. taulukko 1), jaettiin järven pääosa välillä Mänttä—Keuruu kolmeen osaan näiden kalaston rakenteen keskinäistä vertailua varten (kuva 1).

Tutkimusten tarpeita silmälläpitäen suoritettiin järven eteläosassa (Alue C) kaikuluotauksiin perustuva syvyyskarttoitus kesinä 1972 ja 1973. Muista osista oli syvyyskartat jo olemassa.

Tutkimusten yhteydessä on kerätty haastatteleamalla tietoja järven varhaisemmasta kalastosta ja saaliista. Erityistä merkitystä on ollut herra L. Pitkäsén usealta vuodelta tarkoin pidetyllä saalispäiväkirjalla.

Keurusselän luontaiseen kalastoon kuuluvat ainakin seuraavat lajit:

Taimen
Muikku
Kuore
Hauki
Lahna
Sulkava
Salakka
Pasuri
Säyne
Särki
Ruutana
Made
Kiiski
Kuha
Ahven

Salmo trutta m. lacustris L.
Coregonus albula L.
Osmerus eperlanus L.
Esox lucius L.
Abramis brama (L.)
A. ballerus (L.)
Alburnus alburnus (L.)
Blicca bjoerkna (L.)
Leuciscus idus (L.)
Rutilus rutilus (L.)
Carassius carassius (L.)
Lota lota (L.)
Acerina cernua (L.)
Lucioperca lucioperca (L.)
Perca fluviatilis L.

On ilmeistä, että järvestä elää lisäksi luontaisina lajeina vielä ainakin kivisimppu (*Cottus gobio* L.) sekä pikkunahkiainen (*Lampetra planeri*) (Bloch).

Edellä mainittujen luontaisten lajien lisäksi järveen on istutettu 1930-luvun puolivälin jälkeen useita lajeja samalla kun useiden luontaisten lajien kantoja on vahvistettu istutuksin. Järveen istutettuja uusia lajeja ovat olleet ainakin seuraavat:

Taulukko 1. Veden keskimääräinen laatu koekalastusvyöhykkeillä avovesikaudella (V—X) 1971 pintavesissä (1.5 m). Kasviplanktonin kokonaisbiomassat on laskettu keskimääräisten biomassojen mukaan pitämällä tuottavan kerroksen paksuutena kaksinkertaista näkösyvyyttä kullakin alueella.

Table 1. Some mean values of the properties of surface water (1.5 m) in the test fishing zones of Lake Keurusselkä in the open water period 1971.

Alue Zone	pH	Johtok. Conduct. µS	KMnO ₄ -kul. -cons. mg/l	Väri Colour mg Pt/l	Alkalin. Alk. mval/l	Näkösyv. S.d.v. m	Kasviplankt. Phytopl. kg/ha
A	6.2—6.6	26—30	76—52	131—87	0.08—0.09	1.5—2.1	25—67
B	6.7—6.8	30—34	46—41	68—52	0.09—0.10	2.7—2.9	70—36
C	6.9	33—35	40—35	49—39	0.11—0.12	3.1—3.4	31—28

Siika *Coregonus lavaretus* L. s.lat.
Kirjolohi *Salmo gairdneri* Rich.
Puronieriä *Salvelinus fontinalis* Mitchell
Harmaanieriä *S. namaycush* (Walbaum)
Harjus *Thymallus thymallus* (L.)
Suutari *Tinca tinca* (L.)
Ankerias *Anguilla anguilla* (L.)

Suutaria istutettiin Keurusselkään vuonna 1938 (SAARI 1939 a) ja samana vuonna istutettiin myös ensimmäisen kerran ankeriaita (SAARI 1939 b). Siikoja on Keurusselkään istutettu lähinnä 1960-luvun alusta alkaen ja ainakin vuosikymmenen loppupuolella istutuksia on tehty vuosittain. Ainakin aluksi tulokset olivat melko laihoja ja viime vuosinakin ovat yli kilon painoiset siiat olleet suhteellisen harvinaisia. Ankeriaat ovat menestyneet Keurusselässä melko hyvin, sillä niitä on saatu viime vuosiin saakka säännöllisesti ja suurimmat ovat olleet 1,5—2 kg:n painoisia. Harmaanieriötä istutettiin 1-kesäisinä 5000 kpl vuonna 1963, mutta sen jälkeen niistä ei ole varmoja havaintoja. Varmat saalistiedot puuttuvat myös puronieriästä ja kirjolohenkin merkitys on ollut hyvin vähäinen. Harjusta on istutettu lähinnä järven pohjoispäähän laskevaan koskijakssoon, jossa kalastusta on harjoitettu vain satunnaisesti.

Suutaria saatiin istutusten jälkeen melko pitkään, mutta nykyisin laji lienee hävinnyt järven kalastosta.

Järvitaimen on ollut jatkuvasti merkittävä laji järven kalastossa, vaikka pääosa saaliista saadaankin järven keski- ja pohjoisosasta. Taimenet kutevat ilmeisesti pääasiassa järven pohjoispäähän laskevassa koskijaksossa (vrt. myös HURME 1966). Kirjallisuudessa on lisäksi havaintoja Keurusselän lahnasta (HAKKARAI-

NEN 1956), särkilahnasta (*Abramis brama x Rutilus rutilus*) (HAKKARAINEN 1951) sekä ennätyslauesta, joka oli yli 24 kg painava (HALME 1955). Talvella 1974 Keurusselän pohjoispästä saatiin täysin punainen ahven, jollaiset pigmenttihäiriölliset yksilöt ovat melko tavallisia esim. Pohjois-Päijänteessä.

Menetelmät

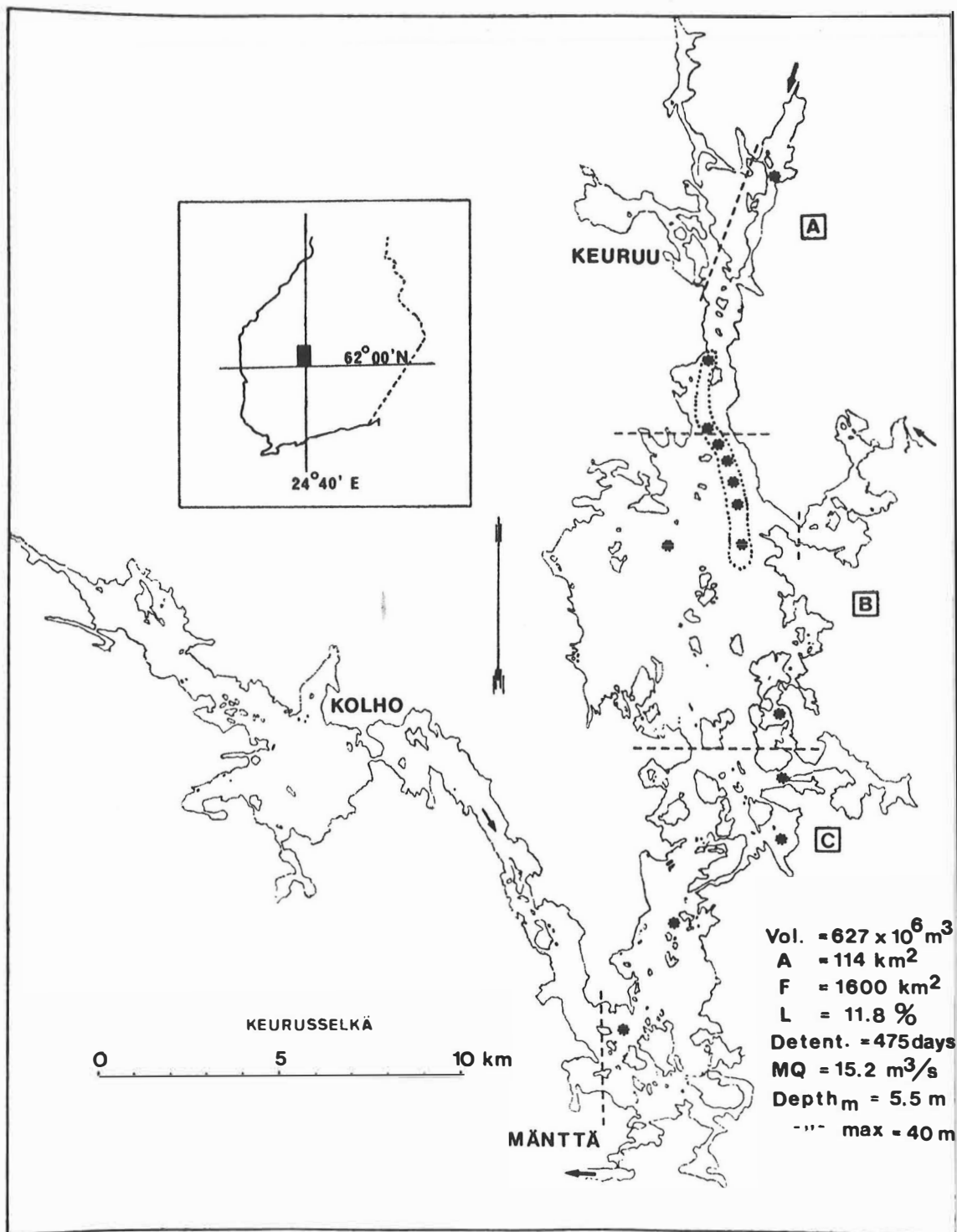
Koekalastuksissa käytettiin tummia 1,8 m:n korkuisia, 30 m:n pituisia nylonverkoja 12 verkon verkkosarjoina. Verkkojen solmuvälit olivat 12, 14, 17, 21, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 ja 75 mm. Harvin verkko oli lisäksi riimuverkko. Kalastukset suoritettiin pääasiassa pohjaverkkokalastuksina ja verkot sijoitettiin syvyyskartan perusteella eri syvyysvyöhykkeisiin 3 verkon jatoina siten, että kussakin jadassa oli tiheä (12—21 mm), keskitiheä (25—40 mm) ja harva verkko (45—75 mm). Kesäkiesän koekalastuskierroksella oli yksi verkkosarjoista kullakin alueella kannatuksella 4—6 m:n syvyudessa.

Koekalastukset suoritettiin syksyllä 1971 järven eteläisimmällä alueella (Alue C, kuva 1) kaksi kertaa kahdella verkkosarjalla (28—29. IX. ja 10—11. X.). Kesällä 1972 kalastukset tehtiin kolme kertaa jokaisella alueella ja kerrallaan oli käytössä 3 verkkosarjaa. Täten kesän 1972 koekalastuksissa oli jokaisella alueella yhteensä 9 verkkosarjakertaa. Koekalastusten ajankohdat olivat vuonna 1972 seuraavat:

Alue A	26—27. V.	25—26. VI.	7—8. X.
Alue B	4—5. VI.	28—29. VI.	4—5. X.
Alue C	12—13. VI.	1—2. VII.	14—15. X.
Pinta- veden t°C	10—14	20—22	4—6

Varsinaisten koekalastusten lisäksi suoritettiin erilisiä koekalastuksia järven eri osissa läpi kesän lähinnä harvalukuisten lajien materiaalin täydennykseksi. Näiden kalastusten tuloksia ei ole huomioitu yhteenvetotaulukoissa esitettyissä tuloksissa.

Verkot laskettiin ja nostettiin samassa järjestyksessä, joten ne olivat olleet pyynnissä suunnilleen saman ajan (22—25 tuntia).



Kuva 1. Keurusselän sijainti, koekalastusalueet (A, B, C), muikun esiintymissyvänteet (tähdet) sekä eräitä hydrografisia tietoja järvestä (KAJOSAARI 1964).

Fig 1. The study area, test fishing zones (A, B, C), and the deep areas populated by vendace (stars) and some hydrological data on Lake Keurusselkä.

Jokaisen verkon saalis laskettiin ja punnittiin erikseen. Punnitukset tehtiin 1 g:n tarkkuudella ja kaloista mitattiin RT- ja RC-pituudet. Ensimmäisellä koekalastuskierroksella otettiin jokaisesta saadusta yksilöstä näytteet iän ja kasvun määrittämiseksi varten. Seuraavilla kalastuskierroilla näytteitä otettiin ahventen, särkien ja kiiskien kohdalla vain suurimmista yksilöistä täydentäen vähälukuisia kokoluokkia. Muista lajeista näytteet otettiin kaikista yksilöistä jokaisella kalastuskierroksella. Suomunäytteet otettiin ns. standardisuomujen kohdalla. Kiiskistä ja mateista otettiin otoliitit. Useimmilta lajeilta otettiin myös operculum, isommista särjistä, lahnoista ja pasureista cleithrum (ARNOLD 1913). Hauista otettiin suomujen ja operculumin lisäksi myös selkänikamia (ARNOLD 1913). Näytteidenoton ja mittausten yhteydessä todettiin kaloista mikäli mahdollista myös sukupuoli. — Ikä- ja kasvumäärittäykset, kesällä 1973 tehtyjen poikastutkimusten tulosten käsittely, suomunkehitystutkimusten tulosten käsittely ja vertikaalikalastusten tulosten käsittely ovat vielä kesken ja ne julkaistaan erikseen myöhemmin.

Koekalastusten tulokset

a. Lajien väliset suhteet ja alueelliset erot

Kesän 1972 koekalastuksissa saatiin 12 kalalajia, yhteensä 6210 yksilöä, yhteispainoltaan 263,69 kg (taulukko 2). Ahventen, särkien ja kiiskien yhteenlaskettu osuus kokonaisyksilöluvusta oli huomiota herättävän suuri, 96,2 % ja osuus saaliin kokonaispainostakin 83,4 %. Tämä johtui lähinnä kahden eteläisemmän osa-alueen tilanteesta, sillä näissä mainittujen lajien runsaus oli poikkeuksellisen suuri. Esi-

merkiksi eteläisimmällä alueella (alue C) ahvenen, särjen ja kiiskan osuus yksilöluvusta oli peräti 99,0 %.

Taulukossa 2 esitetyt alueellisia kokonaisyksilöitä tarkasteltaessa nähdään saaliin kokonaisuuden kasvu järven pohjoisosasta eteläosaan tultaessa, mutta toisaalta pohjoisosan laji on selvästi monipuolisempi ja tasapainoisempi (kuva 3). Järven pohjoisosassa oli voimakkaasti lahna-, pasuri-, kuha- ja madekanta (taulukko 2, kuvat 3 ja 4). Muikkukantojen suhteista järven eri osien välillä ei koekalastustulos anna oikeata kuvaa sikäli, että muikkukannat ovat järven keskiosan suurimmissa syvänteissä selvästi voimakkaimmat (kuvat 1 ja 2). Useilla järven muillakin syvänealueilla on omat muikkukantansa (kuva 1, tähdet), mutta näiden kantojen yksilötiheydet ovat pieniä ja niillä ei ole suurtakaan kalastuksellista merkitystä.

Koska pääosa koekalastuksista suoritettiin pohjaverkkokalastuksina, jäi myös salakan osuus varmasti liian pieneksi. Tosin salakan puuttuminen järven keskiosasta vahvistaa myös vanhempien paikallisten kalastajien ilmoitus salakan häviämisestä ko. alueelta viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana. Lahnan osuus järven eteläisimmässä osassa on ilmeisesti liian pieni todelliseen tilanteeseen verrattuna, sillä eteläosassa on useita tunnettuja hyviä lahnan kutupaikkoja. Myös kesän 1973 kalastuksissa eteläosasta saadut suhteellisen hyvät lahna-saaliit tukevat todellisuudessa lahnan suurempaa

Taulukko 2. Keurusselän kalastusten saaliin lajistollinen rakenne ja keskimääräiset saaliit 12 verkon sarjaa kohti vuonna 1972.

Table 2. Summarized results of test fishing in Lake Keurusselkä in 1972.

Kalalaji Fish species	Alue — Zone A			Alue — Zone B			Alue — Zone C			Yhteensä — Total						
	lukum. number	paino weight	%	lukum. number	paino weight	%	lukum. number	paino weight	%	lukum. number	paino weight	%				
Ahven—Perch	839	56.9	19659	29.9	1312	70.8	42868	49.6	2140	74.3	62151	55.7	4291	69.10	124678	47.28
Kiiski—Ruffe	109	7.4	903	1.4	160	8.6	1276	1.5	107	3.7	957	0.9	376	6.05	3136	1.19
Kuha—Pike-perch	17	1.2	6151	9.4	8	0.4	1657	1.9	1	0.0	729	0.7	26	0.42	8537	3.24
Made—Burbot	16	1.1	5227	8.0	3	0.2	590	0.7	—	—	—	—	19	0.31	5817	2.21
Hauki—Pike	7	0.5	3722	5.7	4	0.2	2793	3.2	11	0.4	4754	4.3	22	0.35	11269	4.27
Särki—Roach	376	25.5	21917	33.4	328	17.7	28488	33.0	604	21.0	41623	37.3	1308	21.06	92028	34.90
Salakka—Bleak	11	0.7	245	0.4	—	—	—	—	7	0.2	266	0.2	18	0.29	511	0.19
Muikku—Vendace	4	0.3	174	0.3	8	0.4	710	0.8	5	0.2	350	0.3	17	0.27	1234	0.47
Säyne—Id	—	—	—	—	1	0.1	680	0.8	—	—	—	—	1	0.02	680	0.26
Lahna—Bream	55	3.7	6692	10.2	20	1.1	7041	8.2	4	0.1	821	0.7	79	1.27	14545	5.52
Pasuri—Wh. bream	17	1.2	858	1.3	3	0.2	257	0.3	—	—	—	—	20	0.32	1115	0.42
Kuore—Smelt	23	1.6	106	0.2	7	0.4	26	0.0	3	0.1	11	0.0	33	0.53	143	0.05
Yht.—Total	1474	yks./ ind.	65.65	kg	1854	yks./ ind.	86.39	kg	2882	yks./ ind.	111.65	kg	6210	yks./ ind.	263.69	kg
Keskim./verkkos. Average/series of nets	163.8		7.30	kg	206.0		9.60	kg	320.2		12.41	kg	230.0		9.77	kg



Kuva 2. Keurusselän syvyysuhteet. Käyrä kuvaa yli 10 m ja mustat alueet yli 20 m syviä alueita.

Fig 2. The bathymetric map of Lake Keurusselkä. The line shows a depth of 10 m. The areas deeper than 20 m are blacked.

suhteellista osuutta alueella kuin mitä koekalastustulokset osoittavat (vrt. myös kuva 4).

Järven eteläisimmän osan roskakalavaltaisuuden syitä tarkasteltaessa on todettava alueella harjoitetun varsin voimaperäistä valikoivaa pyyntiä, jonka yhteydessä petokalakanta on heikentynyt liiaksi pystyäkseen pitämään särki-, kiiski- ja ahvenkannat kurissa. Esimerkiksi heittouistinkalastuksen tultua »jokamiehen» kalastustavaksi, pyydystetään hauet rantavesistä tehokkaasti ja useimmiten alamittaisina. Toisaalta alueen hyvät ravinto-olosuhteet saavat aikaan voimakkaasti lisääntyvän rikkakalalajiston nopean kasvun. Eräällä järven eteläosan erillisen lahden syvänteellä oli kesällä 1972 keskimääräinen eläinplanktonin biomassa 2.78—3.98/g/m³ 0—15 m:n vesikerroksessa ja kokonaisuudessa lähes 100 kg/ha (ELORANTA 1974 b).

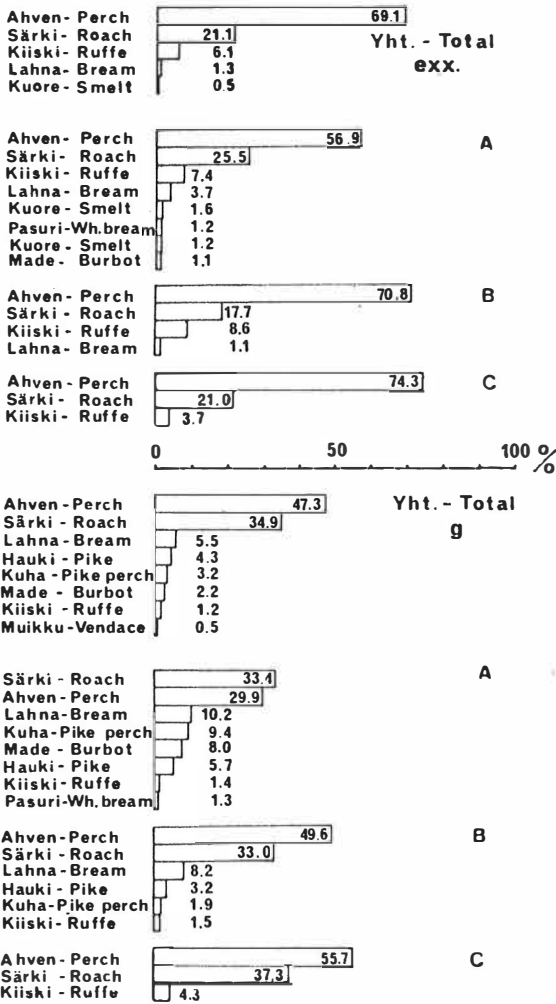
Saaliskalojen (F) ja petokalojen (C) keskinäistä määrasuhdetta vertailtaessa oli eri alueiden välillä todettavissa selvät erot. Petokaloiksi luettiin hauki, made, kuha sekä 50 % ahventen biomassasta sekä vertailun vuoksi hauen, mateen ja kuhan lisäksi vain yli 50 g painavien ahventen osuus (SWINGLE 1950, TUUNAINEN 1970). Molemmilla laskentaperusteilla saadaan samansuuntainen tulos, mutta Keurusselän ahventen pienen keskikoon vuoksi näyttäisi paremman kuvan antavan laskentatapa, jossa huomioidaan vain yli 50 g:n ahvenet:

F/C (ahvenista 50 %)	F/C (ahvenista yli 50 g painavat)
Alue A 1.63	3.9
Alue B 2.26	7.2
Alue C 2.59	10.0

Ensimmäisen laskentatavan mukaan olisi SWINGLEN (1950) tulosten mukaan Keurusselän kaikissa osissa liikaa petokaloja, mikä johtuu juuri pienten ahventen suuren määrän aiheuttamasta painottumisesta. Toisen laskentatavan mukaan alue A olisi kalastoltaan jokseenkin tasapainossa, alueella B olisi lievää saaliskalavaltaisuutta ja alueella C tämä saaliskalavaltaisuus olisi erittäin voimakas.

b. Eri ajankohtina tehtyjen kalastusten vertailu

Vertailtaessa eri koekalastuskertojen saaliita (taulukko 3) nähdään, että kevään ja alkukevään kalastuskierroksella saatiin yksilöluvultaan suurin saalis, josta ahventen osuus oli lähes 75 %. Kaikkiaan ensimmäisellä kalastuskerralla

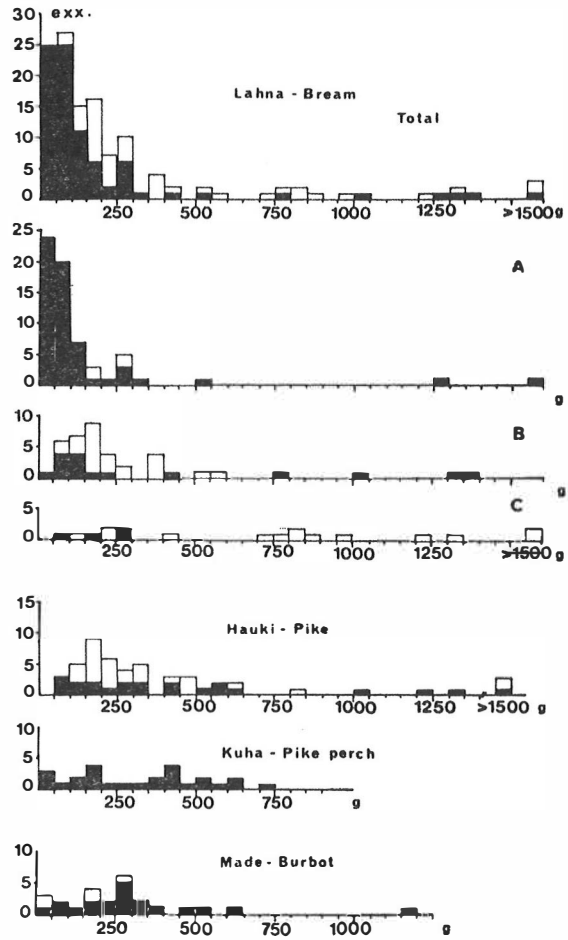


Kuva 3. Koekalastussaaliin tärkeimpien lajien suhteelliset osuudet koko Keurusselällä sekä osa-alueilla yksilömäärien ja biomassojen mukaan laskettuna.

Fig. 3. Percentages of the individual numbers and weights of the most important species caught during test fishing.

saatiin vain 8 lajia. Ahvenen, kiiskan ja särjen osuus oli 97.5 % yksilöluvusta ja 87.9 % painosta.

Kesä-heinäkuun vaihteessa suoritettujen kalastusten saalis oli kokonaispainoltaan suurin ja samalla myös monipuolisin (12 lajia). Syksyä kohti saatettiin havaita ahvenen suhteellisen osuuden pienenemistä ja toisaalta särjen suhteellisen osuuden kasvua jokaisella kalastuskerralla. Viimeisen koekalastuskierroksen ajankohdan myöhäisyys selittänee osaltaan sel-



Kuva 4. Keurusselän kalastuksissa saatujen lahnojen (yhdistetty materiaali ja osa-alueet erikseen, haukien, kuhiien ja mateiden kokojakaumat (mustat pylväät v. 1972 kalastukset, valkeat pylväät v. 1973 kalastukset).

Fig. 4. The size compositions of bream, pike, pike perch and burbot caught in the years 1972 (black) and 1973 (white).

västi pienemmän saaliin alku- ja keskikesän kalastuksiin verrattuna.

c. Kokorakenne ja keskikoot

Ahvenen ja särjen kokojakaumat painoluokittain ilmenevät kuvasta 5 ja kiiskan osalta vastaavasti kuvasta 6. Ahvenen keskipaino oli järven pohjoisosassa alhaisin, kun taas kahdella eteläisemmällä alueella ei ollut keskipainossa

Taulukko 3. Saaliin rakenne Keurusselällä syksyllä 1971, alkukesällä 1972, keskkikesällä 1972 ja loppusyksyllä 1972 suoritetuissa kalastuksissa.

Table 3. The results of the test fishing in autumn 1971 (only in zone C), in spring 1972, in summer 1972 and in autumn 1972.

Kalalaji — Fish species	Syksy 1971* Autumn				Alkukesä 1972 Early summer			Keskikesä 1972 Mid summer			Syksy 1972 Autumn					
	lukum. number.	paino weight		%	lukum. number.	paino weight		%	lukum. number.	paino weight		%	lukum. number.	paino weight		%
		g	%			g	%			g	%		g	%		
Ahven—Perch	475	60.3	13983	32.1	1996	74.6	54249	54.9	1337	66.0	45698	45.7	958	63.4	24731	38.2
Kiiski—Ruffe	24	3.0	278	0.6	185	6.9	1520	1.5	133	6.6	1016	1.0	58	3.8	600	1.0
Kuha—Pike-perch					9	0.3	3109	3.1	15	0.7	4537	4.5	2	0.1	891	1.4
Made—Burbot	4	0.5	1333	3.1	12	0.4	3047	3.1	2	0.1	699	0.7	5	0.3	2071	3.2
Hauki—Pike	3	0.4	1041	2.4	8	0.3	1571	1.6	9	0.4	5975	6.0	5	0.3	3723	5.7
Särki—Roach	272	34.5	24224	55.7	429	16.0	31106	31.5	426	21.0	32725	32.7	453	30.0	28197	43.5
Salakka—Bleak	2	0.3	85	0.2	15	0.6	471	0.5	3	0.1	40	0.0				
Muikku—Vendace	7	0.9	725	1.7					10	0.5	706	0.7	7	0.5	528	0.8
Säyne—Id									1	0.1	680	0.7				
Lähna—Bream		0.1	1820	4.2	20	0.7	3751	3.8	44	2.2	6955	7.0	15	1.0	3839	5.9
Pasuri—Wh. bream									15	0.7	904	0.9	5	0.3	211	0.3
Kuore—Smelt									31	1.5	135	0.1	2	0.1	8	0.0
Yhteensä—Total/ verkkosarja—serie of nets	197.0		10.87 kg		297.1		10.98 kg		225.1		11.12 kg		167.8		7.20 kg	

* Alue — Zone C

suurta eroa. Kuitenkin keskimmaisella alueella suurten ahventen (yli 50 g) suhteellinen osuus oli yli kaksinkertainen muihin alueisiin verrattuna (alueella B 13.2 %, alueella A 6.8 % ja alueella C 6.4 % ahvenista yli 50 g painoisia.)

Järven keskiosan rehevöityminen (vrt. taulukko 1) on vaikuttanut ilmeisen edullisesti särkipopulaatioon, sillä ko. alueella särjen keskikoko oli selvästi suurempi kuin muilla alueilla. Toisaalta taas vähäisempi perustuotanto ja täten todennäköisesti myös suurempi ravintokilpailu näkyy pohjoisimman alueen särkikannan pienessä keskikoossa (alueella A oli yli 50 % särjistä alle 50 g, kun taas järven keskiosassa summafrekvenssikäyrä saavuttaa 50 %:n vasta 80 g:n kohdalla, kuva 5). Syksyn 1971 koekalastuksissa alueella C saadun särki- ja ahvensaaliin ikärakenne ja ikäluokkien kokojakaumat ilmenevät kuvista 7 ja 8.

Koekalastuksissa saatujen lajien keskipainot koekalastussaaliissa saatujen tulosten mukaan ilmenevät taulukosta 4.

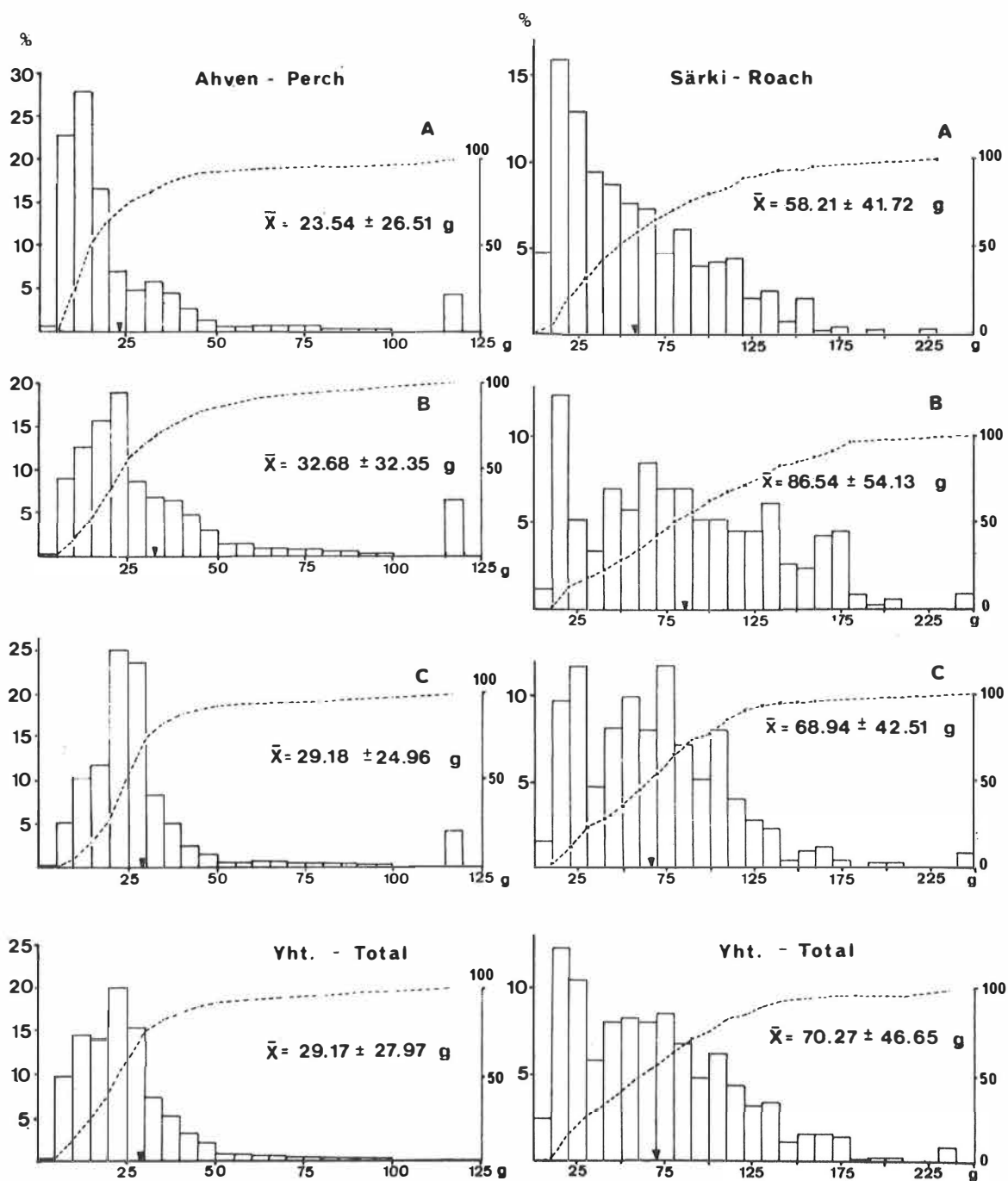
d. Verkon solmuvälin suhde saaliin rakenteeseen

Tutkimuksessa tarkasteltiin myös solmuväliltään erilaisten verkkojen antaman saaliin laji-

ja kokorakennetta. Ahvenen osuus tiheimpien verkkojen saaliista oli huomattavan suuri (kuvat 9 ja 10: 12, 14 ja 17 mm:n verkot). Särkien osuus taas oli suurin verkoissa, joiden solmuväli oli 21—30 mm (kuvat 9 ja 10). Keskkikokoisissa verkoissa (30—40 mm) lajien väliset suhteet olivat tasaisimmat, kun taas harvimpier verkkojen saaliina oli lähinnä lahnoja.

Vertailtaessa verkoittain särjen ja ahvenen kokojakaumaa, havaitaan, että koon keskihajonta tiheissä verkoissa oli ahvenella selvästi pienempi kuin särjellä, mutta 25 mm harvemmissa verkoissa tilanne on molempien lajien kohdalla suunnilleen samanlainen (kuvat 11 ja 12). Yleisesti ottaen ahven oli keskimääräisesti pienempi kuin särki samanharvaisissa verkoissa (kuva 13). Samoin suuresta koon hajonnasta huolimatta oli todettavissa selvä ero hauen ja lahnan keskikoossa samanharvuisten verkkojen saaliissa (kuva 13). Mainitut erot johtuvat luonnollisesti lajien erilaisesta muodosta ja piikkikyydestä, joka esim. ahvenella ja kiiskellä lisäävät verkkoon tarttumisen mahdollisuutta.

Kuvassa 14 on tarkasteltu solmuväliltään erilaisten verkkojen osuuksia kokonaissaaliista. Tiheimmillä verkoilla (12—21 mm) saatiin 90 % kokonaisyksilöluvusta, mutta vain 57 % kokonaispainosta. Suurin suhteellinen osuus saa-



Kuva 5. Keurusselän ahvenen ja särjen kokorakenne koko järven yhdistetyn materiaalin mukaan ja alueittain tarkasteltuna. Katkoviiva esittää summafrekvenssejä.

Fig. 5. The size composition of perch and roach in different zones and in the whole lake. The relative sum frequencies (broken lines), mean weights and standard deviations are also given.

liin painosta saatiin 21 mm:n verkolla, mikä johtuu särkien suuresta osuudesta juuri tämän verkkokoon saaliista.

Havaintoja Keurusselän kuhasta, muikusta ja taimenesta

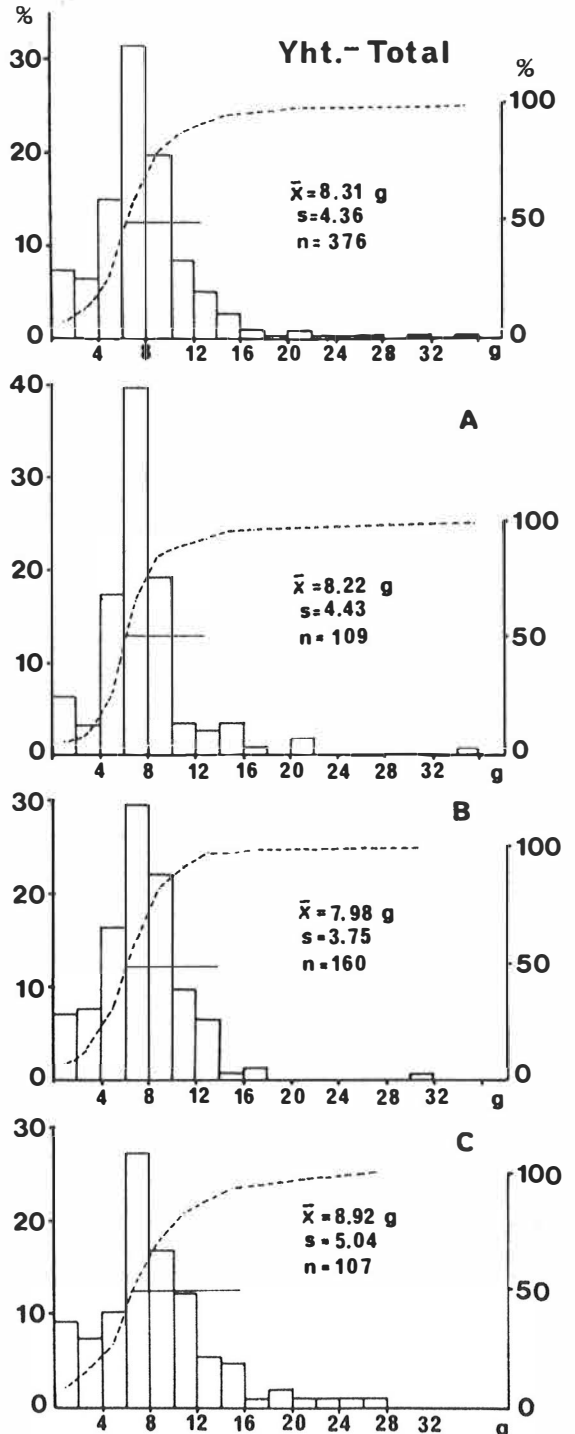
Keurusselkä on varsinkin aikaisemmin ollut tunnettu hyvänä kuhavetenä ja tällöin kuhia saatiin koko järven alueella. Viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana kuhasaaliit ovat kautta linjan vähentyneet ja selvin romahdus on ollut järven eteläpäässä. Järven pohjoisosassa säännöllisesti kalastusta harjoittaneen L. Pitkäsen saalispäiväkirjan merkintöjen mukaan oli sama romahdus havaittavissa (kuva 15). Viime vuosina on kuhia saatu jälleen vähän runsaammin, mutta kuhat ovat olleet keskimäärin melko pieniä (alle 0.5 kg). Koekalastuksissakin kuhia saatiin pääasiassa alueelta A, mutta keskikoko oli vain 362 g.

Myös muikku on ollut Keurusselällä tärkeä pyyntikala ja aikaisemmin järvellä oli useita nuottakuntia. Nykyisin koko järvellä on vain yksi nuotta, jota vedetään vain satunnaisesti ja saaliit ovat olleet vaatimattomia.

Tärkeimpänä muikun pyyntialueena on ollut järven keskiosan suurin syvänealue, joskin muissakin 15—20 m syvänteissä on omia muikkukantojaan (kuva 1). Muikun keskikoon voimakkaasti kasvaessa viime vuosina (kuva 16), ovat myös saaliit alkaneet pienentyä (kuva 15). Seuraavassa on esitetty muutamien eri alueilla sijaitsevien muikkukantojen keskikoot vuosien 1972 ja -73 tulosten mukaan:

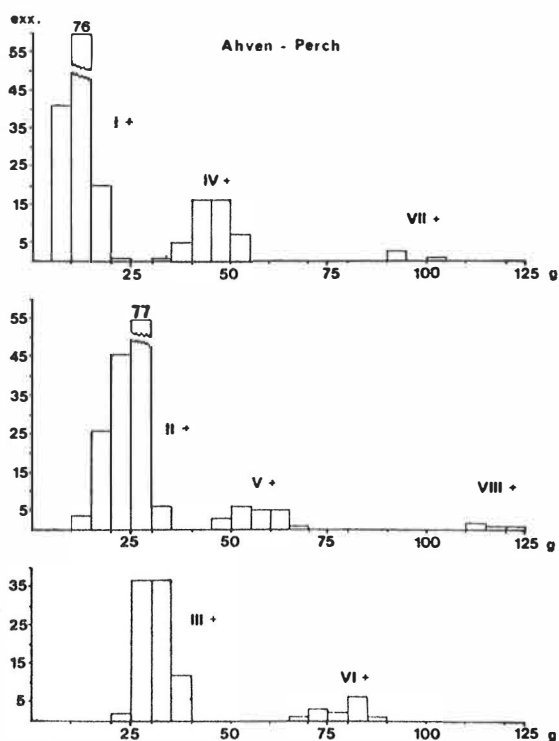
Alue A	Tarhia	44.5 g
Alue B	Isoselkä -72	104.0 g
	» -73	108.1 g
Alue C	Suutarinselkä	104.2 g
	Sorvarinselkä	107.5 g

Tarhialta on koekalastuksissa saatu vain yksittäisiä muikkuja ja laskettu keskikokokin perustuu vain 4 yksilön kokoon, mutta myös alueen kalastajien antamien tietojen mukaan alueen muikku on pienempää kuin Keurusselän keski- ja eteläosassa. Tämä selittyy alueen selvästi muita alueita niukemmasta perustuotannosta (ELORANTA 1974 a) sekä niukemmasta eläinplanktonituotannosta (ELORANTA, julkaisemattomat havainnot).



Kuva 6. Keurusselän kiiskien painoluokkajakautumat ja summafrekvensikäyrät.

Fig. 6. The size composition of ruffe in Lake Keurusselkä (cf. Fig. 5).

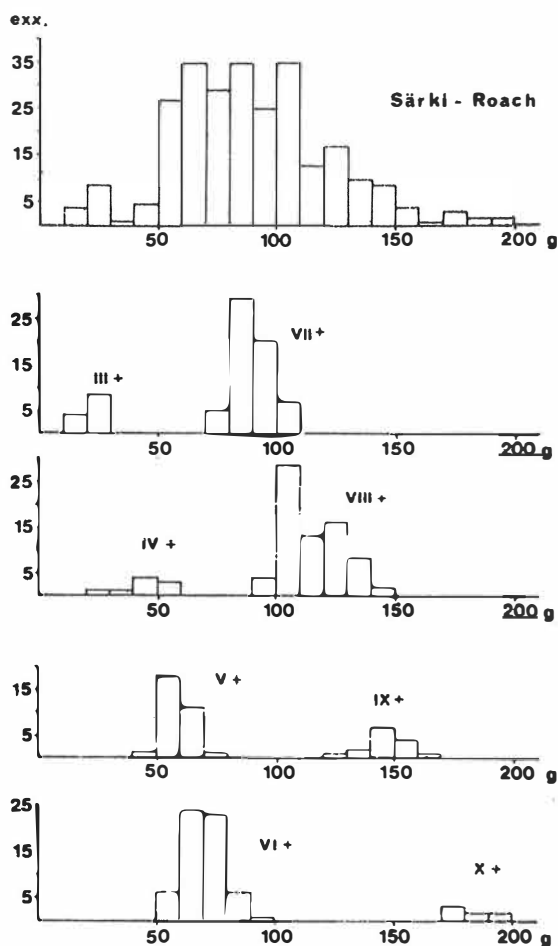


Kuva 7. Keurusselän eteläosassa (alue C) syksyllä 1971 tehtyjen kalastusten ahvensaaliin ikäluokkajakautuma (materiaalin ahventen keskipaino 29.44 g).

Fig. 7. The size composition of the different age classes of perch caught in the autumn of 1971 in zone C.

Kuvassa 16 näkyy muikun keskikoon kasvussa ensimmäinen jyrkempi nousu vv. 1966—68, jonka jälkeen joko 1966 tai 1967 kudun seurauksena pyyntikokoon asti kehittynyt nuorentunut kanta alensi keskipainoa. Vuoden 1971 jälkeen muikun keskipaino kasvoi hyvin nopeasti.

Järven pääsyvänteen alusveden laadun heikkeneminen ja koko alueen rehevöityminen Keuruun taajaman jätevesien vaikutuksesta (vrt. ELORANTA 1972, 1974 a, b).



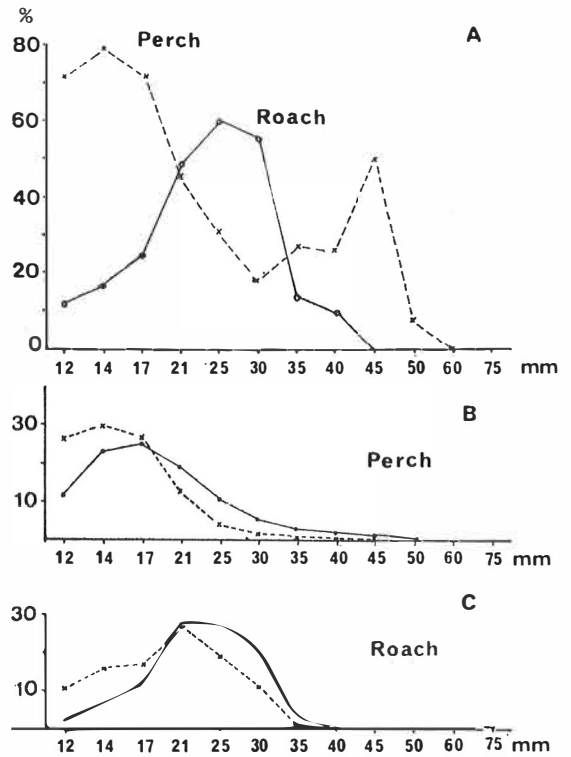
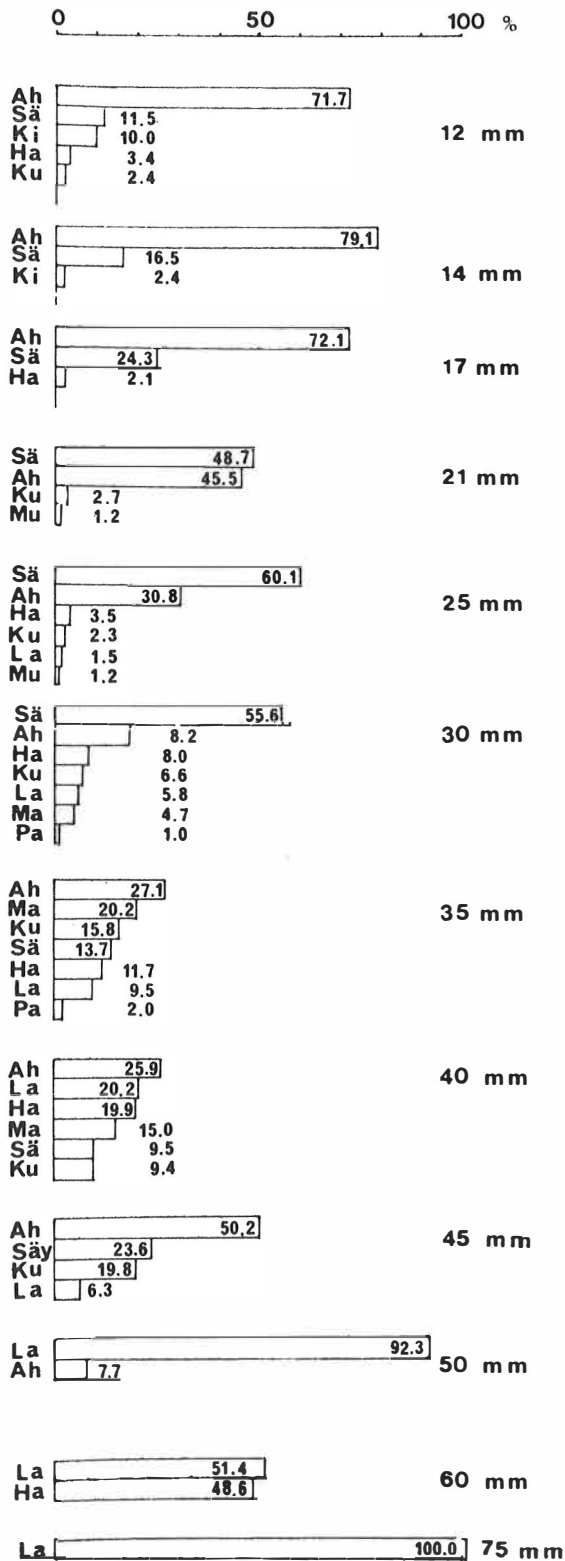
Kuva 8. Keurusselän eteläosassa (alue C) syksyllä 1971 tehtyjen kalastusten särkisaaliin koko- ja ikärakenne (materiaalin särkien keskipaino 89.06 g).

Fig. 8. The size composition of the different age classes of roach caught in the autumn of 1971 in zone C.

Järvitaimenen kanta on pysynyt melko tasaisena, mitä on auttanut suoritettavat täydennysistutukset. Vuosittain saadaan järvestä järvitaimenia arviolta 100—150 kpl, joiden koko on yleensä 500—3500 g.

Havaintoja kaloissa tavatuista loisista

Kesän kuumimpana aikana tavattiin rantanuotauksen yhteydessä etenkin litoraalien ahvenissa

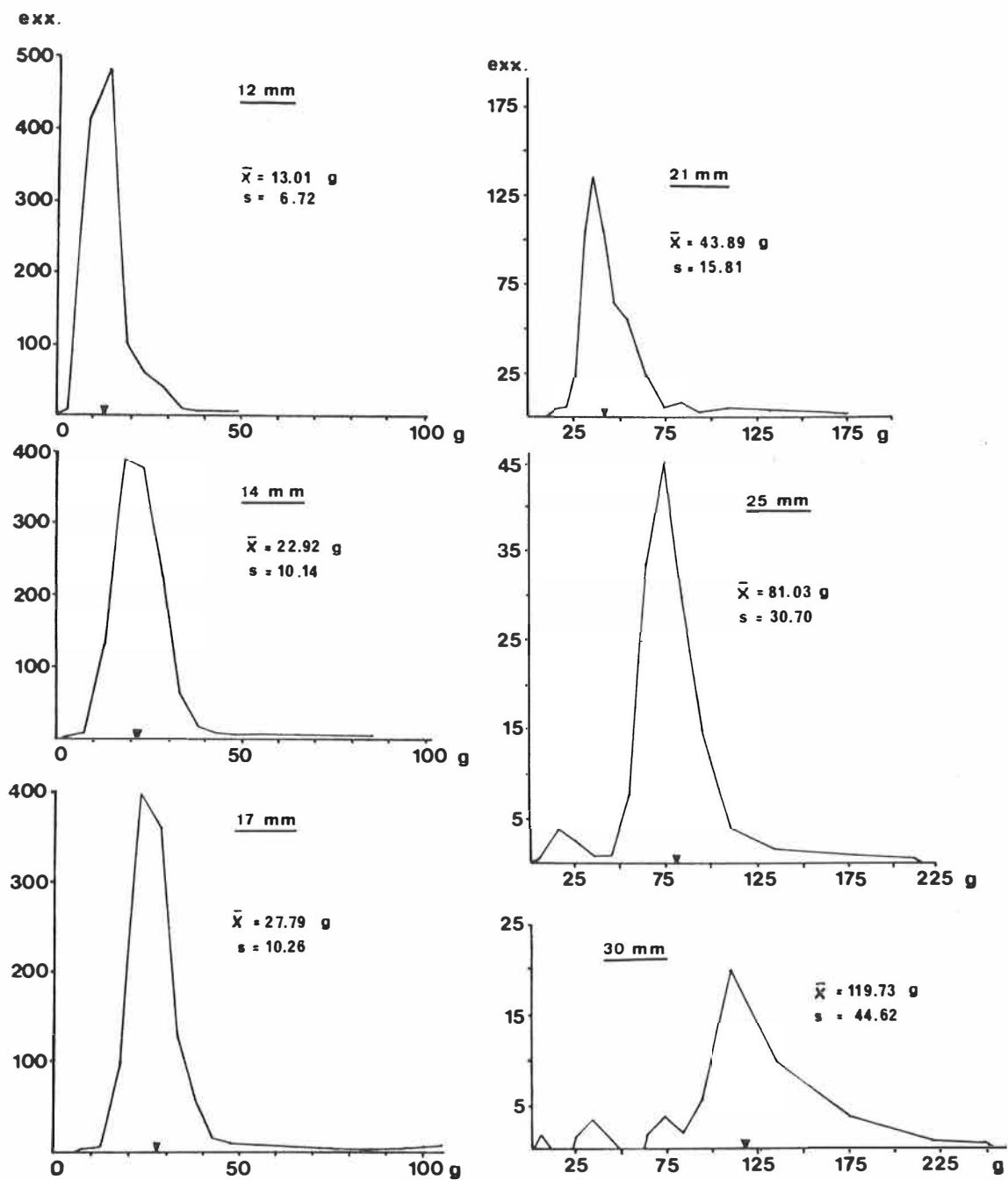


Kuva 10. Ahvenen ja särjen suhteellinen osuus solmuväliltään erikokoisten verkkojen kokonaissaaliista (A) sekä ahvensaaliin (B) ja särkisaaliin (C) suhteellinen jakautuminen erikokoisten verkkojen kesken.

Fig. 10. Percentages of perch and roach relating to the total catch by nets of various mesh sizes (A) and the distribution of the catch of perch (B) and roach (C) to nets of various mesh sizes.

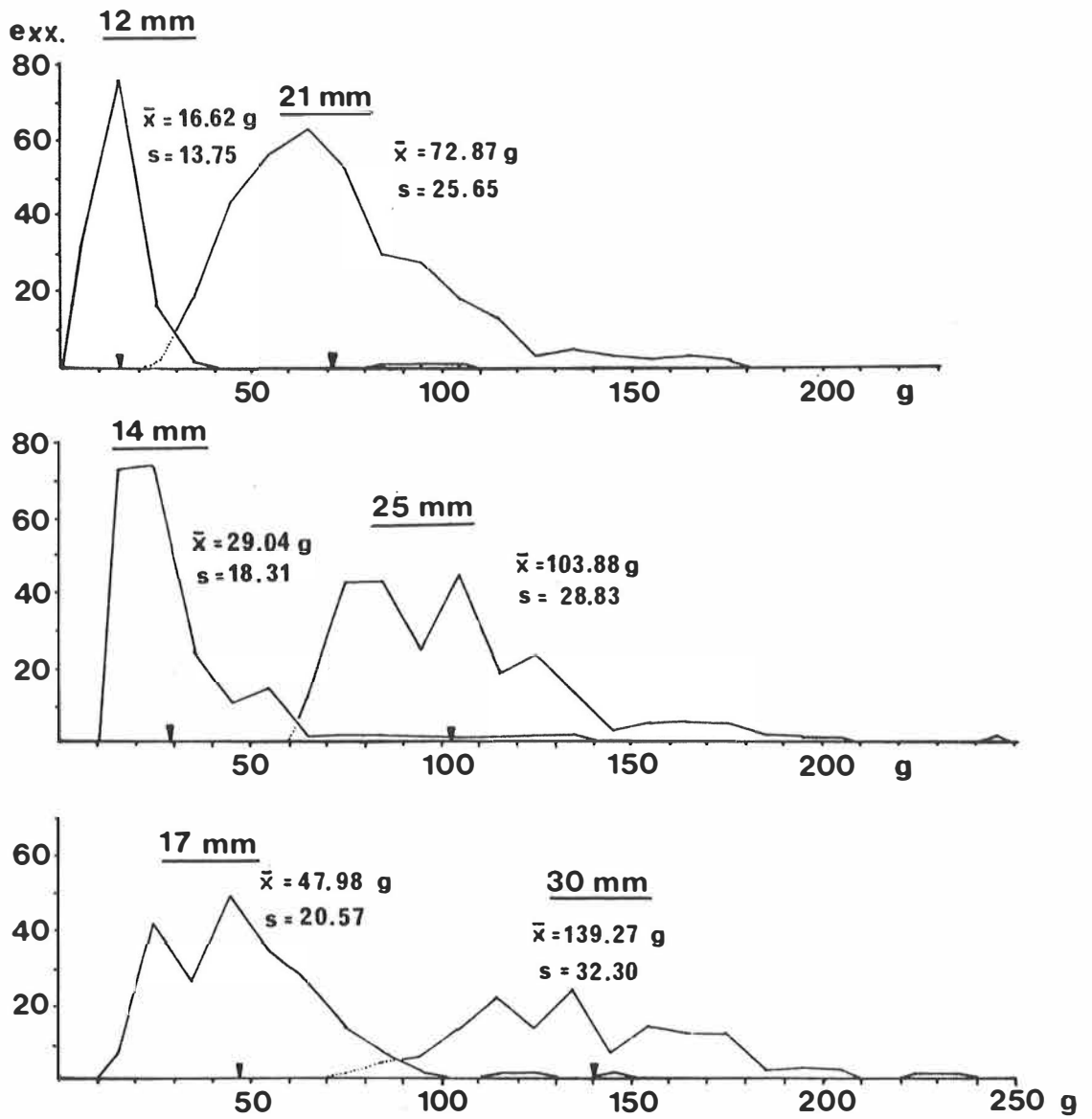
Kuva 9. Tärkeimpien lajien suhteelliset osuudet solmuväliltään erikokoisten verkkojen saaliissa (Ah = ahven, Sä = särki, Ki = kiiski, Ha = hauki, Ku = kuha, La = lahna, Mu = muikku, Ma = made, Pa = pasuri ja Säy = säyne).

Fig. 9. Percentages of the biomasses of the most common species relating to the catches by gill nets of various mesh sizes. (Ah = perch, Sä = roach, Ki = ruffe, Ha = pike, Ku = pike perch, La = bream, Mu = vendace, Ma = burbot, Pa = white bream, Säy = id).



Kuva 11. Ahvensaaliin kokorakenne solmuväliltään erikokoisten verkkojen saaliissa.

Fig. 11. The size composition of the perch in the catches by nets of various mesh sizes.



Kuva 12. Särkisaaliin kokorakenne solmuväliltään erikokoisten verkkojen saaliissa.

Fig. 12. The size composition of roach in the catches by nets of various mesh sizes.

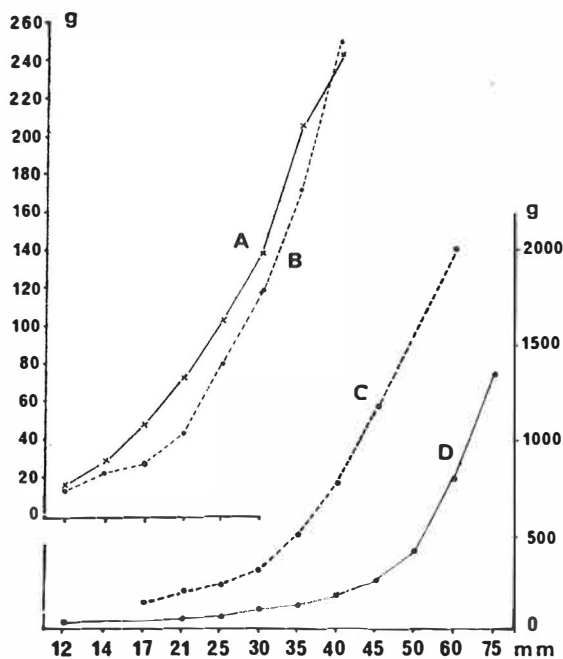
Taulukko 4. Eri lajien keskiarvot yhdistetyn materiaalin mukaan ja alueittain laskettuna.

Table 4. The mean weights of fish species in different zones and for the whole of Lake Keuruselkä.

Kalalaji — Fish species	Alue — Zone A			Alue — Zone B			Alue — Zone C			Yhteensä — Total		
	\bar{X}	s	n	\bar{X}	s	n	\bar{X}	n	s	\bar{X}	n	s
Ahven—Perch	23.54	26.51	839	32.68	32.35	1312	29.18	24.96	2140	29.17	27.97	4291
Kiiski—Ruffe	8.22	4.43	109	7.98	3.75	160	8.92	5.04	107	8.31	4.36	376
Kuha—Pike-perch	361.82	158.26	17	207.13	233.31	8	729	—	1	328.35	207.74	26
Made—Burbot	326.69	272.23	16	196.67	109.87	3	—	—	—	306.16	255.88	19
Hauki—Pike	531.71	405.28	7	698.25	852.93	4	432.18	393.09	11	512.23	484.26	22
Särki—Roach	58.21	41.72	376	86.54	54.13	328	68.94	42.51	604	70.27	46.65	1308
Salakka—Bleak	22.27	9.06	11	—	—	—	38.00	16.63	7	28.39	14.43	18
Muikku—Vendace*	44.50	22.78	4	88.75	7.07	8	110.00	12.39	5	84.59	27.74	17
Säyne—Id**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	587.50	199.99	6
Lahna—Bream	140.50	310.32	55	348.00	422.86	20	200.50	95.74	4	184.36	350.89	79
Pasuri—Wh.bream	48.71	32.17	17	85.67	40.92	3	—	—	—	54.25	35.09	20
Kuore—Smelt	4.57	1.16	23	3.71	0.76	7	3.33	0.58	3	4.27	1.13	33

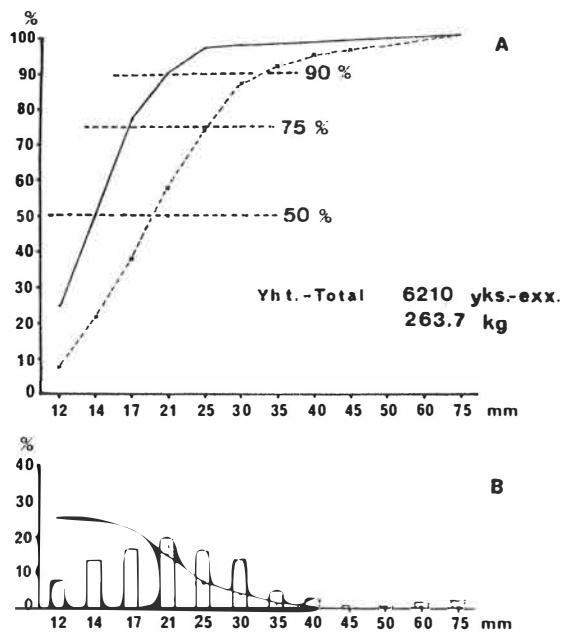
* vrt. taulukkoa tekstissä — cf. the table in text

** mukana myös 1973 kalastuksissa saadut yksilöt — also fish caught in 1973 are included



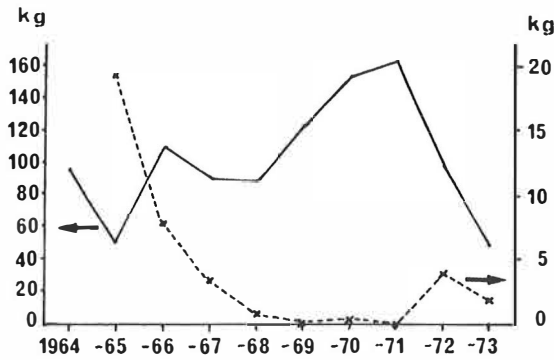
Kuva 13. Särjen (A), ahvenen (B), hauen (C) ja lahnan (D) keskiarvot erikokoisten verkkojen saaliissa.

Fig. 13. Mean weights of roach (A), perch (B), pike (C) and bream (D) in the catches by nets of various mesh sizes.



Kuva 14. Keuruselän kalastuksissa erikokoisilla verkoilla saatujen saaliiden summafrequenssikäyrät (A) (yhtenäinen viiva = yksilömäärät, katkoviiva = biomassat) sekä erikokoisten verkkojen suhteelliset osuudet saaliista (B) (viiva = yksilömäärien mukaiset osuudet, pylväät = biomassaosuudet).

Fig. 14. (A) The relative sum frequency curves of the catches by gill nets of various mesh sizes, (solid line = the numbers of individuals, broken line = the biomasses), and (B) the percentages of the catches by nets of various mesh sizes (columns = percentages of biomasses, solid line = percentages of numbers).



Kuva 15. Vuotuisen kuha- (katkoviiva) ja muikkusaaliin (yht. viiva) vaihtelu Keurusselän pohjois- ja keskiosassa (alueet A ja B; kuhat pyydetty kahdella 40—45 mm:n verkolla, muikunpyynnissä myös 2 verkkoa 15—21 mm, L. Pitkäsen saalispäiväkirjan mukaan).

Fig. 15. The variations of the yearly catches of pike-peech (broken line; two gill nets of mesh sizes from 40 to 45 mm) and of vendace (solid line; two gill nets of mesh sizes from 15 to 21 mm) in the northern Keurusselkä (zones A and B) (Mr. L. Pitkänen, personal communic.).

runsaasti kalatäitä (*Argulus foliaceus* (L.)). Kesällä 1972 todettiin järven keskiosan mui-kuissa useissa yksilöissä jopa 10—15 kpl *Coregonus-suvulla* loisivaa kalatäilajia (*Argulus coregoni* Thorell). Nämä olivat silmiinpistävän suuria (pituus 8 mm) ja eroavat *A. foliaceus*-ta mm. telsonin muodon puolesta.

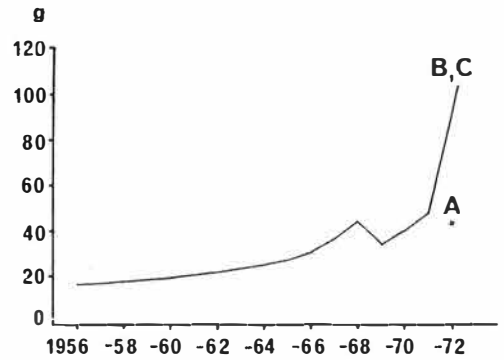
Hihnamatua (*Ligula intestinalis* (Goeze)) esiintyi erityisen runsaasti salakoissa, kun taas lahnoissa sitä tavattiin vain muutamia kertoja.

Mateella sokeuden aiheuttavaa imumatua *Diplostomum spathaceum* (Rudolphi) esiintyi hyvin yleisesti.

Yhteenveto

Keurusselän kalaston rakennetta ja sen alueellisia eroja tutkittiin vuosina 1971—1973. Tutkimukset tehtiin pääasiassa verkkosarjoilla suoritetuilla koekalastuksilla.

Koekalastusten saaliista oli ahvenia, kiiskiä ja särkiä kaikkiaan 96.2 % yksilöluvusta ja 83.4 % kokonaispainosta laskettuna. Kalaston rakenne oli tasapainoisin ja monipuolisin järven pohjoisosassa, sen sijaan järven eteläosassa kalastolle oli luonteenomaista ns. roskakalo-



Kuva 16. Muikun keskikoon kehitys v. 1956 jälkeen Keurusselän keskiosan syvänteellä (alue B; L. Pitkäsen saalispäiväkirja sekä kesien 1972—73 tutkimukset) sekä keskikoko kesällä 1972 järven pohjoisosassa (A) sekä eteläosassa (C).

Fig. 16. The mean weights of vendace since 1956 in the middle of Lake Keurusselkä, and in the summer of 1972 in different zones (A, B and C).

jen runsaus, mitä osoitti myös saalis- ja petokalojen keskinäinen suhde saaliista. Tämä F/C-suhde oli järven pohjoisosassa 3.9, keskiosassa 7.2 ja eteläosassa 10.0, kun ahvenista luettiin petokaloihin vain yli 50 g:n suuruiset yksilöt.

Saaliissa runsaslukuisimpina esiintyneiden särjen ja ahvenen keskikokoja vertailtaessa voitiin todeta, että selvimmin rehevöityneessä järven keskiosassa yksilöiden keskipaino oli suurin, kun taas järven niukkatuottoisimmassa pohjoisosassa keskikoot olivat pienimmät. Järven pohjoisosan heikompi tuotanto näkyy myös muikun keskikooissa.

Vertailtaessa solmuväliltään erikokoisten verkkojen saaliista todettiin, että kolmen tiheimmän verkon saaliissa dominoivana lajina oli ahven, kolmen seuraavaksi tiheimmän saaliissa särki. Keskikokoisten verkkojen saaliissa lajien väliset suhteet olivat tasaisimmat, kun taas harvimmassa verkoissa tavallisin saalislaji oli lahna. Koekalastusten kokonaissaaliin yksilöluvusta 90 % saatiin 4 tiheimmällä verkolla, mutta saaliin kokonaispainosta ko. verkkojen saaliin osuus oli vain 57 %.

Keurusselällä aikaisemmin erittäin hyvänä tunnettu kuhakanta on heikentynyt selvästi viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana. Koe-

kalastuksissa kuhia saatiin lähinnä vain järven pohjoispäästä.

Muikun keskikoko on kasvanut vuoden 1967 jälkeen useimmissa järven keski- ja eteläosan syvänteissä 105—110 g. Muikkusaaliin huippu saavutettiin vuonna 1971, jonka jälkeen vuotuiset saaliit ovat vuosi vuodelta pienentyneet. Nuoria muikkuja ei ole varmuudella viime vuosina tavattu.

— Tekijät kiittävät erityisesti kenttätövävaiheessa suureksi avuksi ollutta johtaja Uuno Hirvenlahtea innokkaasta osanotosta, herra Lauri Pitkäästä käytettäväksemme luovutetusta saalispäiväkirjasta sekä kaikkia muitakin tutkimusten kuluessa tiedoin ja näyttein apuaan antaneita. Taloudellisesti tutkimuksia ovat avustaneet ja tehneet niiden suorittamisen ylipäänsä mahdolliseksi v. 1972 Ellen ja Artturi Nyssösen Säätiö sekä v. 1973 vuorineuvos R. Erik Serlachiuksen Säätiö, Mäntän kaupunki ja Keurusselän kalastuskunnat, joille lausumme saamastamme avusta vielä täten kiitoksemme.

Lähdeluettelo

- ARNOLD, J. 1913: Makean veden kalojen iän määrittämisestä. — Suomen Kalatalous 2: 13—26.
- ELORANTA, P. 1972: Keurusselän fysikaalis-kemiallinen perustutkimus 1971. — Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen julkaisuja 39: 1—17, 18 taul.
- ”— 1974 a: Studies on the phytoplankton in Lake Keurusselkä, Finnish Lake District. — Ann. Bot. Fennici 11: 13—24.
- ”— 1974 b: Lake Keurusselkä, physical and chemical properties of waters, phytoplankton, zooplankton and fishes. — Aqua Fennica 1973: 18—43.
- HAKKARAINEN, E. 1951: Särkilahnan esiintymisestä Keurusselässä. — Suomen Kalastuslehti 58: 88—89.
- ”— 1956: Havaintoja Keurusselän lahnaista. Suomen Kalastuslehti 63 (4—5): 4—5.
- HALME, E. 1955: Kalamiesten Niksikirja. — 395 ss. Porvoo.
- HURME, S. 1966: Kokemäenjoen alueen vanhat lohivedet. — Erämies 20 (2): 8—15, 24, 29; 20 (3): 4—9.
- KAJOSAARI, E. 1964: Toimialueen hydrologian pääpiirteet. — Hämeen vesiensuojeluyhdistyksen julkaisuja 3: 1—53.
- SAARI, L. 1939 a: Ankeriaita istutettu Keuruun vesistöön. — Suomen Kalastuslehti 46 (1): 22.
- ”— 1939 b: Galitsialainen suutari Mäntässä. — Suomen Kalastuslehti 46 (1): 22.
- SWINGLE, H. S. 1950: Relationships and dynamics of balanced and unbalanced fish populations. — Alabama Agr. Exp. Stat. Bull. 274: 1—74.
- TUUNAINEN, P. 1970: Päijänteen kalataloustutkimus. Alustava tutkimusllestus ja hoitosuunnitelma. I. — Jyväskylän hydrobiologisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja 7: 1—101.

Summary

On the fish fauna of Lake Keurusselkä, Finnish Lake District

PERTTI ELORANTA and ANSSI ELORANTA

This study is part of a more comprehensive investigation of Lake Keurusselkä, a lake in the northwest part of the Finnish Lake District. The study was made in the summers of 1971, 1972 and 1973. The test fishing was made using three gill net series with mesh sizes of 12, 14, 17, 21, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 mm and a halter net with a mesh size of 75 mm. The nets were all 1.80 m high, 30 m long and made of dark blue nylon.

Scales, otoliths and bones (operculum, cleithrum, and vertebra) were also taken from about 3000 fishes for later age and growth determinations.

The results indicate great variation in the structures of the stocks of fish. The most dominant species were perch and roach, which were 63.3 % of the total biomass in the northern part of the lake, 82.6 % in the middle and 93.0 % in the south. In the

northern parts of Keurusselkä the species composition was quite good and well-balanced. The mean weights of perch and roach were greatest in the eutrophicated, middle part of the lake (zone B). The mean weight of vendace was considerably greater in the middle and south parts of the lake (104—110 g).

The average catch by one gill net serie was (in zone A) 164 individuals and 7.3 kg, (in zone B) 206 individuals and 9.6 kg and (in zone C) 320 individuals and 12.4 kg. Perch was the most dominant species in the nets with the three smallest mesh sizes (12, 14 and 17 mm) while roach dominated in the catch where mesh sizes from 21 to 30 mm were used. The catch by nets with mesh sizes from 35 to 45 mm seemed to represent the true species composition. Bream was the most common species in the nets with largest mesh sizes.

The increase in the mean size of vendace has been very rapid in last years and at the same time the catches have apparently decreased.

Kuusveden veden laadusta, kasviplanktonista ja kalastosta

PERTTI ELORANTA and ANSSI ELORANTA

ELORANTA, P. and ELORANTA, A. 1975: Kuusveden veden laadusta, kasviplanktonista ja kalastosta (Summary: On the properties of water, phytoplankton and fish fauna of Lake Kuusvesi, Central Finland.) — *Biol. Res. Rep. Univ. Jyväskylä 1: 30—47.*

The properties of water, phytoplankton and fish fauna of Lake Kuusvesi were studied in the late summer of 1972. The lake is the lowest lake of the Rautalampi water course laying in the northeast section of the Kymijoki drainage basin. Spatial differences were seen in the properties of water and especially in the phytoplankton biomasses and species composition. The basis lake type of Lake Kuusvesi is oligotrophic with low humus content.

Attention was also paid to the properties of the deep waters in late winters using water analyses made by the Water Authority of Central Finland since 1965.

The fish studies were made by test fishing with gill net series. The catch consisted of 11 fish species with the dominant species being perch, roach and bream, but also vendace and brown trout were important catch species in the lake.

P. & A. Eloranta, Department of Biology (Section of Hydrobiology), University of Jyväskylä, Riihimäentie 3, SF-40450 Jyväskylä 45, Finland.

Johdanto

Laukaan Kuusvedellä tehtiin kesällä 1972 veden laatua, kasviplanktonia ja kalastoa koskeva selvitys. Tämä tutkimus tehtiin taustatutkimuksena Jyväskylän yliopiston etnologian laitoksen tutkimusohjelmaan, jonka tarkoituksena oli selvittää järven vaikutusta ihmisen toimintoihin sen ympärillä ja toisaalta ihmisen järveen kohdistamia vaikutuksia.

Veden laatua ja planktonia koskevan osan, jonka on kirjoittanut ensinmainittu tekijä, tarkoituksena on luoda kuva veden laadullisista yleispiirteistä ja siinä mahdollisesti esiintyvistä alueellisista eroista. Kalastoa koskevan osan, jonka on kirjoittanut jälkimmäinen tekijä, tarkoituksena on selvittää järven kalaston lajikoostumusta, lajien sisäisiä ja välisiä suhteita sekä eri lajien kasvunopeuksia.

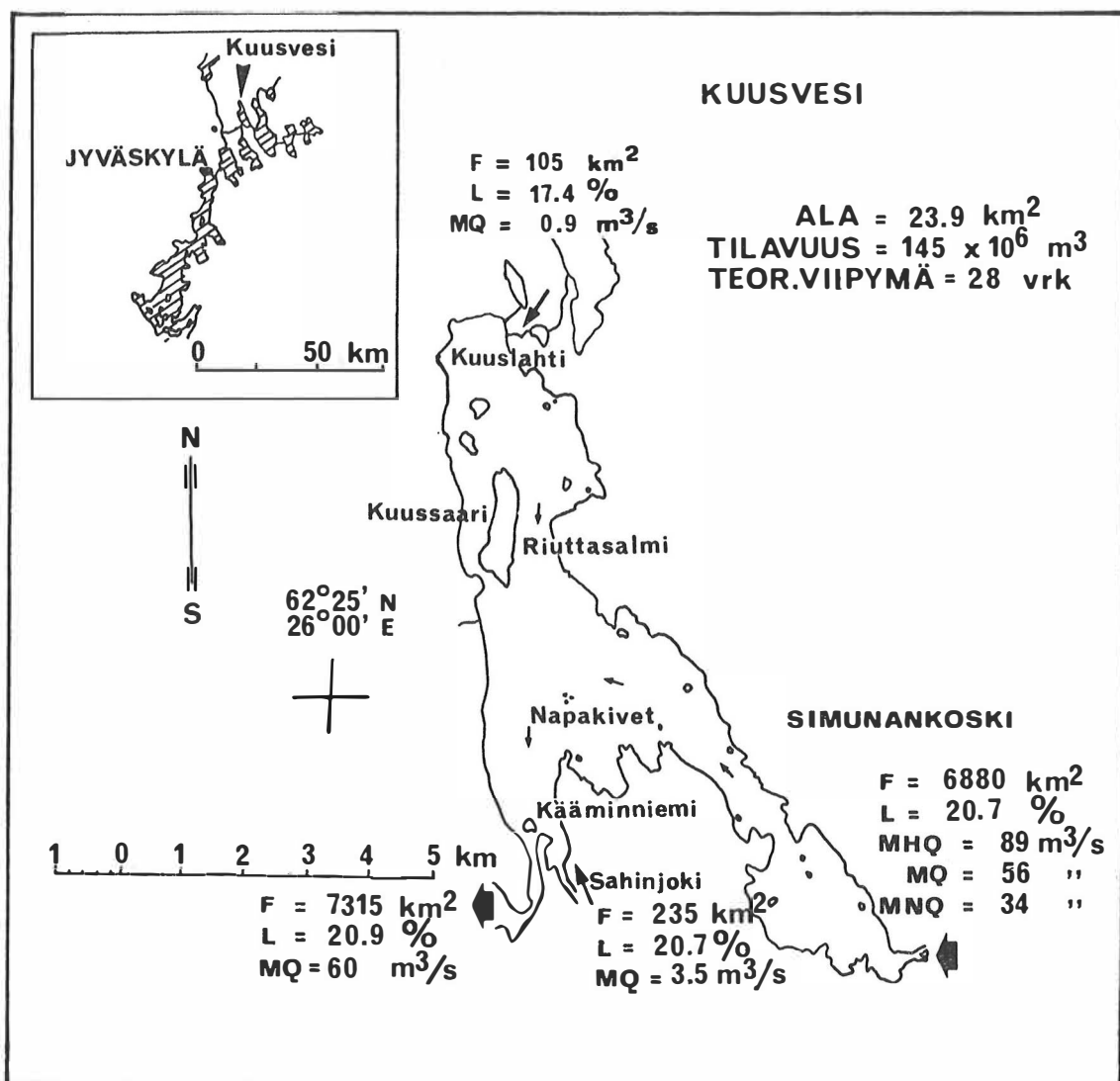
Kuusvesi sijaitsee Kymijoen vesistön yläosassa, ja on Rautalammin reitin alin järviallas. Siiaini, virtaussuunnat ja eräitä hydrografisia tietoja on esitetty kuvassa 1 (SIRÉN 1955, Pohjois-Päijänteen vesiensuojeluyhdistys 1965, Hydrologinen Vuosikirja 1970).

Menetelmät

A. Vesi- ja planktonanalyysien menetelmät

Vesi- ja planktonnäytteet otettiin 23. VIII. 1972 viideltä eri havaintopaikalta (kuva 2). Vesinäytteet otettiin Ruttner-noutimella 5 m:n välein ja siten, että ylin näyte otettiin 1.5 m:n syvyydestä ja alin näyte 1 m pohjan yläpuolelta. Vesinäytteet analysoitiin yleisiä analyysimenetelmiä käyttäen (Vesianalyysitoimikunnan mietintö 1968, LAAKSONEN 1972).

Planktonnäytteet otettiin 2 m:n putkinoutimella 0—6 m:n vesipatsaasta kokoomanäytteenä. Kuuslahden havaintopaikalla (kuva 2, asema 1) näyte otettiin lahden mataluudesta johtuen 0—2 m:n vesipatsaan kokoomanäytteenä. Näytteet kestävästiin 3 pisaralla Utermöhl-liuosta/100 ml (UTERMÖHL 1958) ja tutkittiin käänteismikroskooppia ja vaihevastakohtaoptiikkaa käyttäen. Laskenta suoritettiin 50 ml:n näytteestä, sedimentaatioajan ollessa vähintään 24 tuntia. Näytteistä laskettiin suuremmat lajit koko kammion pohjan alalta 150× suurennuksella sekä lisäksi laskettiin pienemmät lajit kolmelta risti-kaistalta 600× suurennusta käyttäen. Tilavuudet on laskettu pääasiassa valmiiden tilavuustaulukoiden avulla (NAUWERCK 1963, NAULAPÄÄ 1966). Kasviplanktonassosiaatioiden rakennetta kuvaavat diversiteetit on laskettu seuraavien kaavojen avulla:



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti ja Kuusveden hydrologisia ominaisuuksia.

Fig. 1. The study area and some hydrological data on Lake Kuusvesi.

(Ala = area, Tilavuus = volume, Teor. viipymä = theoretical detention time.)

(1) $d = \frac{S-1}{\ln N}$, jossa S on näytteessä todettu lajimäärä ja N on näytteen kokonaisyksilömäärä (MARGALEF 1968)

(2) $\bar{H} = -\sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N}\right) \ln \left(\frac{n_i}{N}\right)$, missä n_i on kunkin lajin suhteellinen osuus kokonaisyksilömäärästä tai kokonaisbiomassasta (N) (SHANNON & WEAVER 1963).

B. Kalastotutkimusten menetelmät

Koekalastukset suoritettiin 22.—23. VIII. 1972 koko vesialueella kolmella vakioverkkosarjalla (3 × 12 verkkoa). Verkkojen solmuvälit kussakin sarjassa olivat seuraavat: 12, 14, 17, 21, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 ja 75 mm, joista viimeksimainittu oli riimuverkko. Verkot olivat 30 m pitkiä ja 1,8 m korkeita, tummia nälönverkoja. Verkot laskettiin kolmen verkon jatoina siten, että kussakin jadassa oli yksi tiheäsilmäinen (12—21 mm), yksi keskiharva (25—40 mm) ja yksi harva verkko (45—75 mm). Verkkojen sijoitus näkyy kuvassa 2. Verkot olivat pyynnissä noin 23 tuntia.

Pyydysten asettelussa pyrittiin saamaan mukaan syvyysuhteiltaan mahdollisimman monipuoliset alueet (2—20 m) ja näin jonkinlainen läpileikkaus kalastosta. Kaikki jadat olivat pohjaverkkoina. Kuuslahden ja Kääminniemen välisellä alueella (järven pohjois- ja keskiosassa) suoritettiin 26.—27. X. 1972 täydentävä koekalastus 18 verkolla. Tällöin verkkojen laskussa noudatettiin samoja periaatteita kuin ensimmäiselläkin kerralla. Tämän koekalastuksen tarkoituksena oli lisäaineiston saaminen lähinnä kasvumäärytyksiä varten. Saaliit punnittiin verkoittain ja kalalajeittain sekä samalla laskettiin myös yksilömäärät.

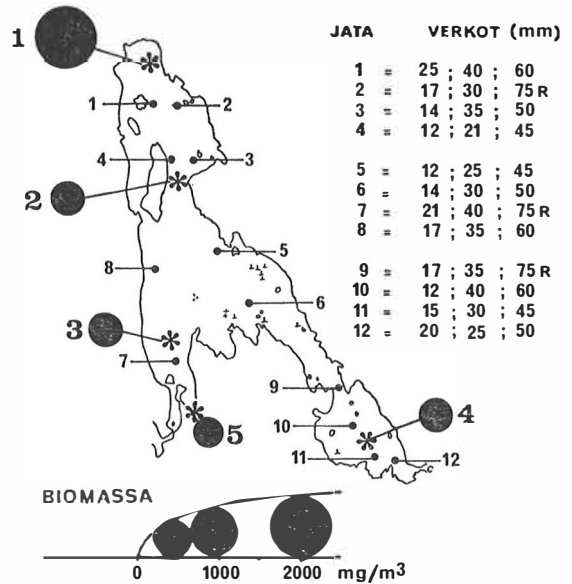
Kaikki kalat säilöttiin välittömästi pyynnin jälkeen joko pakastamalla ilman säilöntäaineita tai osaksi n. 10 %:een formaliiniliuokseen. Pituus mitattiin 1 mm:n tarkkuudella kuonon kärjestä kahteen eri kohtaan pyrstössä, ensinnäkin pyrstön loveen, ns. RC-mitta (rostrum-cauda), sekä pisimpien eväruotojen kärkeen, ns. RT-mitta (rostrum-totale) (vrt. JÄRVI 1919). RT-mittaa jäljempänä käytettäessä se on mainittu sulkeissa, sillä esim. särjellä ja lahnansukuisilla pyrstöevän pituus vaihtelee melko suuresti samanpainoisilla kaloilla, joten RC-pituus antaa paremman kuvan kalan koosta. — Kalojen paino punnittiin täsmävaa'alla 1 g:n tarkkuudella.

Ikä- ja kasvumäärytykset tehtiin pääasiassa suomunäytteistä suomuskuopin avulla 20—30× suurennuksella. Lähes 300 särjestä ja ahvenesta otettiin suomunäytteiden lisäksi operculum. Nämä nk. kaksoismäärytykset tehtiin myös kiiskestä (suomu + otoliitti), hauesta (suomu + operculum), pasurista ja lahnasta (suomu + cleithrum). Mateiden ikä määriteltiin otoliiteista. 'Normaalisuomut' otettiin ahvenesta ja kiiskestä keskiruumiista, kylkiviivan scudusta, siiaista vatsaevien välistä ja muikusta peräaukon ja vatsaevien väliseltä alueelta. Särkikaloista suomunäytteet otettiin kylkiviivan tuntumasta rintaevän kohdalta (vrt. NISKANEN 1960). Kasvumäärytykset laskettiin taannehtivasti LEAn menetelmällä (NIKOLSKY 1963). Alueen kalastajilta saatiin haastatteleamalla lisätietoja kalastosta ja eri lajien saaliista.

Tulokset

A. Vesianalyysien tulokset ja niiden tarkastelu

Viideltä havaintopaikalta otettujen näytteiden tulosten (kuva 2, taulukko 1) sekä Keski-Suomen vesipiirin vuotuisten havaintojen (Vesiensuojelutoimiston tiedonantoja 26, 33, 35, 45, 59 sekä Keski-Suomen vesipiirin julkaisemattomat tulokset) perusteella voidaan sanoa, että Kuusveden veden laadulle on ominaista pienestä humuspitoisuudesta johtuva veden kirkkaus (väri 15—20 mg Pt/l), alhainen elektrolyyttipitoisuus (johtokyky 30—35 μ S) sekä orgaanisen aineen vähyyt (KMnO₄-kulutus 20—25 mg/l). Järvelle on ominaista selvä lämpötilakerrostuneisuus syvänteissä järven keski- ja pohjoisosissa ja voimakkaan virtauksen aiheuttama kerrostuneisuuden puuttuminen



Kuva 2. Verkkojatojen sijoittelu elokuun koekalastuksessa sekä kasviplanktonbiomassat eri havaintopaikoilla (havaintopaikat samat kuin vesinäytteiden otto- paikat; vrt. taulukko 1).

Fig. 2. The sites of the rows of three gill nets during the test fishing in August 1972. The phytoplankton biomasses at the sampling stations (cf. Table 1).

järven eteläosassa Simunankosken alapuolella. JÄRNEFELTin (1963) luokittelua ajatellen Kuusvesi on lähinnä OC-tyyppiä (oligohumoo- sinen ja oligotrofinen).

Keski-Suomen vesipiirin havainnot vuosilta 1965—71 osoittavat järven veden laadussa olleen selviä häiriöitä erityisesti talvisen kerrostuneisuuden aikana. Nämä häiriöt johtuivat järven luusuan lähelle Lievestuoreen järvestä laskevan Sahinjoen tuomista sulfiiittijätevesistä (vrt. kuva 1). Nämä jätevedet esiintyivät lähes tasalaatuisena kerrostumana pohjalla siten, että sen päällä olevan puhtaan vesikerroksen paksuus oli alle 10 m (kuva 3). Haarlan seluloosatehtaan toiminnan loputtua toukokuussa 1967, alkoi myös Kuusveden alusveden tila parantua melko nopeasti (kuva 4). Tähän vaikutti osaltaan myös järven hydrologinen luonne, sillä järvi on tyypillinen järvireitän loppupään läpivirtausallas. Näinollen veden vaihtumisen teoreettinen kestoaikakin on hyvin lyhyt, vain noin 28 vrk, kun se esim. Lievestuoreen järven kohdalla on noin 4 vuotta. Kuvan 4 pe-

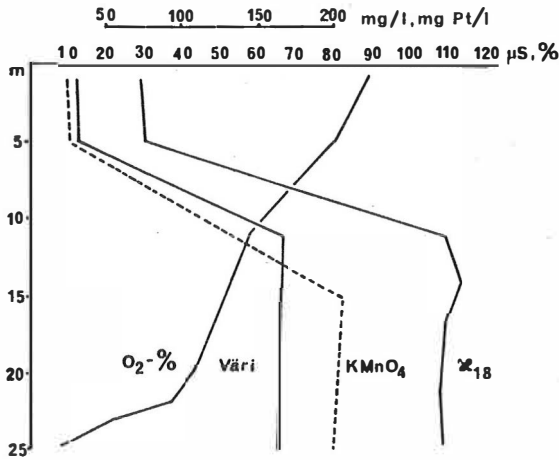
Taulukko 1. Vesianalyysitulokset Kuusveden havaintopaikoilla 23. VIII. 1972 (vrt. Kuva 2). Sää: pilvistä, heikkoa tuulta NE-E (22. VIII. tuuli 4—5 bf N), + 15°C.

Table 1. The properties of water in Kuusvesi 23. VIII. 1972 (for sampling stations, see Fig. 2).

Asema Station	1.	Kuuslahti			Kokonaissyvyys Total depth			2.0 m		Näkösyyvyys Secchi disc value		> 2 m
Syv. Depth	t	O ₂	O ₂	pH	Johtok. Conduct.	Väri Colour	Kok.kov. Tot.hardn.	KMnO ₄ cons.	Alkal. Alk.			
m	°C	mg/l	%		μS	mg Pt/l	°dH	mg/l	mval/l			
1.5	16.5	7.6	80	6.8	35.6	25	1.0	24	0.15			
Asema Station	2.	Riuttasalmi			Kokonaissyvyys 20.2 m Total depth			Näkösyyvyys 4.0 m S. d. v.				
Syv. Depth	t	O ₂	O ₂	pH	Johtok. Conduct.	Väri Colour	Kok.kov. Tot.hardn.	KMnO ₄ cons.	Alkal. Alk.	CaLS		
m	°C	mg/l	%		μS	mg Pt/l	°dH	mg/l	mval/l	mg/l		
1.5	17.2	8.6	92	6.8	35.5	20	1.0	23	0.16	< 1		
10	17.2	8.6	92	6.8	36.6	20	0.9	23	0.16	—		
15	13.5	5.8	58	6.7	36.9	20	1.0	24	0.16	—		
20	10.3	4.1	38	6.7	38.1	20	1.0	25	0.15	1.0		
Asema Station	3.	Kääminniemi W			Kokonaissyvyys 17.8 m Total depth			Näkösyyvyys 3.7 m S. d. v.				
Syv. Depth	t	O ₂	O ₂	pH	Johtok. Conduct.	Väri Colour	Kok.kov. Tot.hardn.	KMnO ₄ cons.	Alkal. Alk.	CaLS		
m	°C	mg/l	%		μS	mg Pt/l	°dH	mg/l	mval/l	mg/l		
1.5	17.5	8.7	93	6.9	35.8	20	0.9	25	0.16	< 1		
10	17.4	8.6	92	6.8	34.0	20	1.0	22	0.16	—		
15	13.4											
17.3	9.7	1.4	13	6.5	45.5	45	1.4	27	0.25	< 1		
Asema Station	4.	Tahkoselkä			Kokonaissyvyys 18.2 m Total depth			Näkösyyvyys 4.0 m S. d. v.				
Syv. Depth	t	O ₂	O ₂	pH	Johtok. Conduct.	Väri Colour	Kok.kov. Tot.hardn.	KMnO ₄ cons.	Alkal. Alk.	CaLS		
m	°C	mg/l	%		μS	mg Pt/l	°dH	mg/l	mval/l	mg/l		
1.5	17.5*	8.8	95	6.9	34.7	20	1.0	22	0.16			
Asema Station	5.	Sahinjoki			Kokonaissyvyys 2.0 m Total depth			Näkösyyvyys 0.8 m S. d. v.				
Syv. Depth	t	O ₂	O ₂	pH	Johtok. Conduct.	Väri Colour	Kok.kov. Tot.hardn.	KMnO ₄ cons.	Alkal. Alk.	CaLS		
m	°C	mg/l	%		μS	mg Pt/l	°dH	mg/l	mval/l	mg/l		
1.5	17.5	3.2	35	5.6	107	160	3.6	229	0.05	36		

* vesipatsas tasalämpöinen ja laadullisesti homogeeninen voimakkaan läpivirtauksen ansiosta
= the whole water column homothermal, caused by rapid flow from Simunankoski Rapids

— vesi tummanruskeaa, voimakas sulfiittilipeän haju
— water dark brown, distinct smell of waste sulphite liquor



Kuva 3. Veden laatu Kuusveden syvänehavaintopaikalla (valtakunnallinen syvänehavaintopaikka n:o 66) 28. III. 1967 (Keski-Suomen vesipiiri).

Fig. 3. The properties of water at the national lake depth station nr 66, 28. III. 1967 (Water Authority of Central Finland).

rusteella voidaan päätellä Kuusveden vapautuneen sulfiittijätevesistä kesällä 1970, sillä tällöin veden laatu oli koko vesipatsaassa normaaliolosuhteita vastaava ja tilanne säilyi vastaavanlaisena myös talvella 1971.

Lievestuoreen järven v. 1972 uudelleen alkaneesta likaantumisesta johtuen ja todetusta Sahinjoen veden laadusta päätellen (taulukko 1) oli myös Kuusveden syvänteiden alusvesien uusi likaantuminen odotettavissa talvella 1972—73, mikä myös tapahtui.

Taulukko 2. Kasviplanktonin biomassat, yksilömäärät, lajimäärät, diversiteetit sekä eutrofiaa ja oligotrofiaa indikoivien lajien tilavuuksien ($Q_{Vol.}$) ja lajimäärien (Q_A) mukaan lasketut kvotientit (vrt. teksti ja JÄRNEFELT 1956). Havaintopaikkojen sijainti ilmenee kuvasta 2.

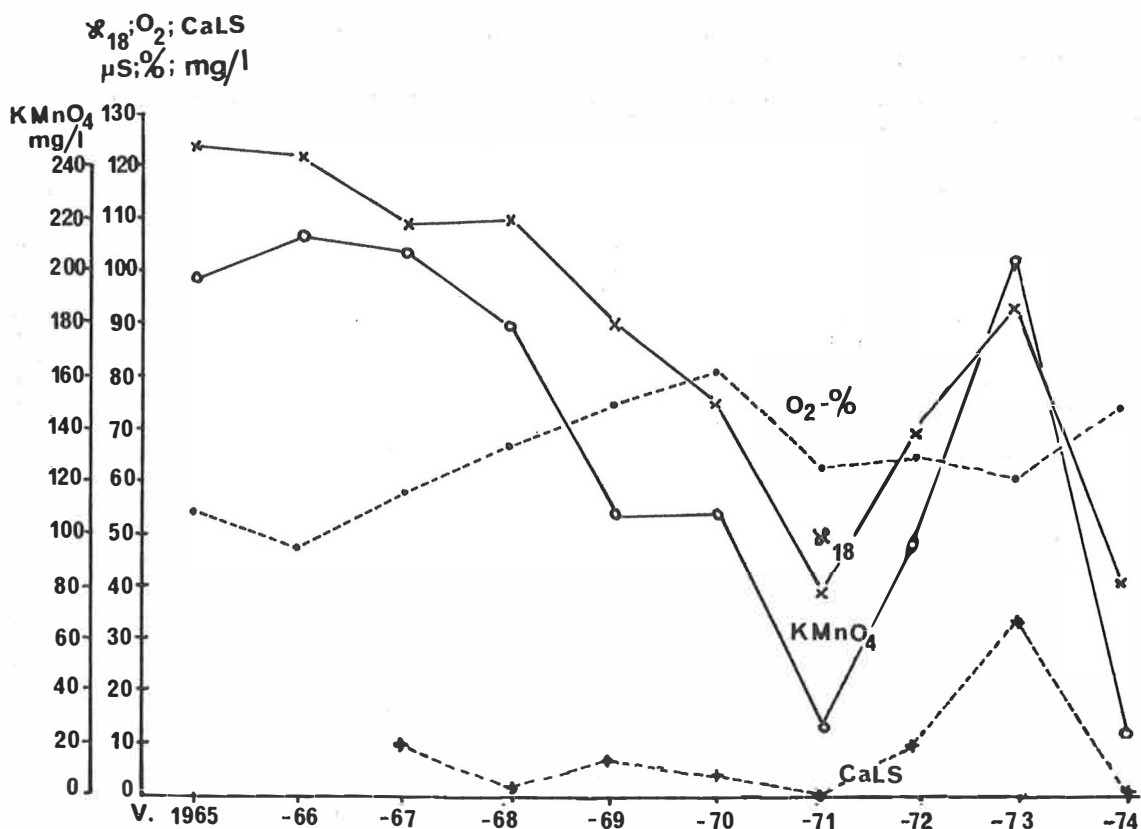
Table 2. Phytoplankton biomasses, numbers of individuals, numbers of identified taxa, values of Margalef's diversity index (d), and values of Shannon's diversity index calculated according to the numbers of individuals ($\bar{H}_{yks.}$) and to the biomasses ($\bar{H}_{biom.}$) of each taxa. The quotients calculated according to the volumes ($Q_{Vol.}$) and to the number of species (Q_A) which indicate eutrophy and oligotrophy. For sampling stations, see Fig. 2.

Havaintopaikka Sampling station	Biomassa Biomass mg/m ³	Yks./100 ml Ind./—»— x 10 ³	Lajeja Species /50 ml	d	$\bar{H}_{yks.}$	$\bar{H}_{biom.}$	$Q_{Vol.}$	Q_A
1.	1909	196	166	13.5	3.23	2.99	102	8.0
2.	413	52	105	9.5	2.63	2.78	8.2	3.5
3.	431	53	94	8.5	2.96	2.87	4.8	3.5
4.	362	80	89	7.8	2.64	3.08	0.4	1.3
5.	319	24	35	3.4	1.64	0.39	0.9	2.5

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella järven eri osat eivät poikenneet toisistaan mainitavasti. Ainoastaan järven pohjoisosan pintaveden happipitoisuus oli pintavesiarvoksi melko alhainen (1,5 m: O₂-kyll. 80 %). Näytteenoton aikaan lämpötilakerrostuneisuus oli syvänteissä vielä jäljellä, tosin tasalaatuinen ja -lämpöinen päällysvesikerros oli jo noin 12 m:n paksuinen (taulukko 1). Veden laadullista homogeenisuutta lisäsi vielä näytteenottoa edeltäneenä päivänä vallinnut kova pohjoistuuli. Tutkittujen syvänteiden alusveden tilaa voidaan pitää kohtalaisen hyvänä, mutta luusuan läheisellä Kääminniemen syvänteellä (taulukko 1) oli nähtävissä selvimmät häiriön merkit. Nämä saattavat johtua aikaisemmasta sulfiittijätekuormituksesta. Hyvin pienet ligniinipitoisuudet osoittivat kuitenkin, että kesällä 1972 ei syvänteeseen tullut sulfiittijätevesiä, vaikka esim. Sahinjoen suulla tilanne oli jo hyvin huono (taulukko 1, asema 5).

B. Planktonanalyysien tulokset ja niiden tarkastelu

Vaikka vesianalyysit eivät antaneetkaan alueellisia eroja järven eri osia vertailtaessa, niin sitäkin paremman kuvan näistä eroista antoivat kasviplanktonanalyysit. Kuvassa 2 on esitetty kasviplanktonbiomassat havaintopaikoittain. Tästä nähdään selvästi järven pohjoisosan eutrofioituminen. Eutrofioitumisen ilmeisenä syyinä ovat lahdelle laskevat, lähinnä maataloudesta peräisin olevat, ravinnepitoiset vedet. Rehevoitymistä on lisäksi edistänyt lahden mataluus



Kuva 4. Alusveden (10 m) veden laadun muuttuminen vuosina 1965—74 vesiviranomaisten suorittamien talvihavaintojen mukaan (Keski-Suomen vesipiiri).

Fig. 4. The changes of some properties of the deep water (10 m) during 1965—74 after the observations of the Water Authority of Central Finland.

ja eristyneisyys järven läpi kulkevien vesien päävirtaussuuntiin nähden. Järven keski- ja eteläosassa todetut biomassat, lajistot, diversiteetit ja kvotientit vastaavat kirkkaiden, oligotrofisten vesien arvoja (taulukot 2 ja 3).

Järven oligotrofistenkin osien lajimäärä oli huomattavan suuri, mikä johtuu toisaalta ajan- kohdasta (vrt. ELORANTA 1974) ja toisaalta veden kirkkaudesta. Elokuussa lajisto on yleisesti monipuolisimmillaan (JÄRNEFELT 1952) ja toisaalta vähähumuksisissa oligotrofisissakin vesissä lajisto on monipuolisempi kuin tummissa dystrofisissa vesissä. Järven pohjoisosan korkeat diversiteetti-arvot osoittavat, ettei eutrofioituminen vielä ole yksipuolistanut kasviplanktonyhteisön koostumusta. Pohjoisosassa esiintyneistä eutrofian indikaattorilajei-

ta (JÄRNEFELT 1952) esiintyi Kuussaaren havaintopaikalla (kuva 2; asema 2) vielä *Pediastrum gracillimum*, *P. boryanum*, *P. duplex*, *Peridinium umbonatum*, ja *P. wolzii*. Näiden yksilötiheydet olivat kuitenkin järven pohjoisosaan verrattuna jo selvästi alentuneet.

Sulfiittiselluloosatehtaan jätevesien likaamasta Lievestuoreenjärvestä laskevan Sahinjoen pohjoispään kasviplanktonkuva oli sulfiittisel- lujätevesien vaikutusten alaisille vesille ominainen. Laji- ja yksilömäärä sekä biomassa olivat järven oligotrofisiin osiin verrattuna alentuneita ja erittäin leimaa-antavana piirteenä oli lajiston yksipuolisuus, jota kuvastavat alhaiset diversiteetti-arvot (taulukko 2; vrt. JÄRNEFELT 1940, 1956, 1961, GRANBERG 1970, ELORANTA 1972 a, b). Runsaslukuisempi-

Taulukko 3. Tilavuuksiltaan ja yksilömääriltään tärkeimpien kasviplanktonilajien suhteelliset osuudet kokonaisbiomassasta (BM) ja -yksilömäärästä (Yks.).

Table 3. Percentages of the most common phytoplankton species at different stations relating to the total biomasses (BM) and to the total numbers of individuals (Yks.) (cf. Table 2).

Asema 1. Kuuslahti Station	BM %		Yks. %
<i>Anabaena planctonica</i>	24.2	<i>Melosira distans</i> var. <i>alpigena</i>	16.6
<i>Cryptomonas</i> spp.	20.2	<i>Planctomyces condensatus</i>	16.5
<i>Anabaena macrospora</i>	12.5	<i>Cryptomonas</i> spp.	7.7
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	4.1	<i>Uroglena americana</i> (s./cells)	5.8
<i>Melosira distans</i> var. <i>alpigena</i>	3.4	<i>Rhodomonas minuta</i>	5.4
<i>Lepocinclis</i> spp.	2.3	<i>Ochromonas</i> spp.	4.5
<i>Anabaena flos-aquae</i>	2.3	<i>Anabaena planctonica</i>	4.4
<i>Chroomonas</i> sp.	2.1	<i>Chroomonas</i> sp.	4.1
<i>Trachelomonas volvocina</i>	1.9	<i>Tetraëdron lunula</i>	2.4
<i>Hyalotheca dissiliens</i>	1.8	<i>Anabaena macrospora</i>	2.4
	74.8		69.8
Asema 2. Riuttasalmi Station			
<i>Cryptomonas</i> spp.	35.6	<i>Rhodomonas minuta</i>	34.6
<i>Rhodomonas minuta</i>	8.7	<i>Cryptomonas</i> spp.	12.2
<i>Melosira distans</i>	7.7	<i>Merismopedia tenuissima</i>	11.5
<i>Mallomonas acaroides</i>	7.4	<i>Melosira distans</i> var. <i>alpigena</i>	5.1
<i>Anabaena planctonica</i>	3.5	<i>M. distans</i>	4.1
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	3.0	<i>Tetraëdron lunula</i>	3.4
<i>Ceratium hirundinella</i>	2.9	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	3.2
<i>Gymnodinium</i> sp.	2.8	<i>Gymnodinium</i> sp.	2.2
<i>Melosira ambigua</i>	2.7	<i>Dinobryon bavaricum</i>	2.2
<i>Tabellaria fenestrata</i>	2.4	<i>Mallomonas acaroides</i>	2.0
	76.7		80.5
Asema 3. Kääminniemi Station			
<i>Cryptomonas</i> spp.	33.9	<i>Rhodomonas minuta</i>	21.0
<i>Mallomonas acaroides</i>	8.7	<i>Merismopedia tenuissima</i>	17.0
<i>Rhodomonas minuta</i>	5.2	<i>Cryptomonas</i> spp.	12.0
<i>Melosira distans</i>	5.1	<i>Melosira distans</i> var. <i>alpigena</i>	5.0
<i>Rhizosolenia eriensis</i>	4.2	<i>Tetraëdron lunula</i>	4.3
<i>Ceratium hirundinella</i>	3.8	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	3.5
<i>Peridinium pusillum</i>	3.3	<i>Dinobryon divergens</i>	3.3
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	2.4	<i>Melosira distans</i>	2.8
<i>Mallomonas tonsurata</i>	2.3	<i>Mallomonas acaroides</i>	2.5
<i>Anabaena planctonica</i>	2.2	<i>Asterionella formosa</i>	2.4
	71.1		73.8
Asema 4. Tahkoselkä Station			
<i>Cryptomonas</i> spp.	22.4	<i>Merismopedia tenuissima</i>	29.1
<i>Mallomonas acaroides</i>	8.0	<i>Rhodomonas minuta</i>	16.3
<i>Melosira distans</i>	7.8	<i>Uroglena americana</i> (s./cells)	12.1
<i>Rhizosolenia eriensis</i>	7.8	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	4.9
<i>Rhodomonas minuta</i>	7.2	<i>Cryptomonas</i> spp.	4.4
<i>Uroglena americana</i>	5.4	<i>Tetraëdron lunula</i>	3.5
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	2.7	<i>Scenedesmus bicellularis</i>	2.4
<i>Rhizosolenia longiseta</i>	2.4	<i>Melosira distans</i>	2.4
<i>Tetraëdron lunula</i>	2.4	<i>Rhizosolenia eriensis</i>	2.2
<i>Melosira ambigua</i>	1.3	<i>Dinobryon acuminatum</i>	2.2
	67.4		79.5

Asema 5. Sahinjoki
Station

<i>Cryptomonas</i> spp.	93.6	<i>Cryptomonas</i> spp.	54.1
<i>Desmarella moniliformis</i>	2.6	<i>Desmarella moniliformis</i>	39.0
<i>Mallomonas caudata</i>	0.4	<i>Tetraëdron lunula</i>	1.0
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	0.3	<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	0.9
<i>Melosira distans</i>	0.3		
<i>Tabellaria fenestrata</i>	0.3		95.0
<i>Closterium diana</i>	0.3		
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0.2		
<i>Tetraëdron lunula</i>	0.2		
<i>Aphanocapsa elachista</i>	0.2		
	98.4		

Taulukko 4. Eri havaintopaikoilla todetut kasviplanktonbiomassat ja taksonien lukumäärät ryhmittäin absoluuttisina sekä prosenttilukuina. CYA = Cyanophyta, VOL = Volvocales, TET = Tetrasporales, CHL = Chlorococcales, DES = Desmidiaceae, EUG = Euglenophyta, CHR = Chrysoomonadinae, DIA = Diatomae, HET = Heterokontae, CRY = Cryptomonadinae, PER = Peridinae ja Cet. = Cetera.

Table 4. The biomasses and the numbers of the taxa belonging to various phytoplankton groups at different stations.

Havaintopaikka Sampling station		CYA	VOL	TET	CHL	DES	EUG	CHR	DIA	HET	CRY	PER	Cet.	Yht. /Total
1.	Vol.	770.2	42.3	2.3	106.2	79.0	200.8	109.2	111.3	7.5	452.1	53.4	16.9	1909 mg/m ³
	%	40.3	2.2	0.1	5.6	4.1	10.5	5.7	5.8	0.4	23.7	2.8	0.9	
2.	Vol.	21.0	1.6	2.3	25.2	5.5	0.1	46.6	85.6	1.0	182.6	41.8	0	413 »
	%	5.1	0.4	0.6	6.1	1.3	0.0	11.3	20.7	0.3	44.5	10.1	0	
3.	Vol.	23.0	0	1.3	30.6	5.1	0.1	62.6	85.1	1.3	170.1	51.7	0	431 »
	%	5.3	0	0.3	7.1	1.2	0.0	14.5	19.7	0.3	39.5	12.0	0	
4.	Vol.	7.5	0.6	2.0	38.6	9.0	0.1	67.3	97.3	2.2	107.3	30.0	0	362 »
	%	2.1	0.2	0.6	10.7	2.5	0.0	18.6	26.9	0.6	29.5	8.3	0	
5.	Vol.	0.6	0.6	0	2.8	2.1	0.7	10.0	3.1	0.5	298.5	0	0	319 »
	%	0.2	0.2	0	0.9	0.7	0.2	3.2	1.0	0.2	93.6	0	0	
1.	A	15	1	1	46	23	14	21	27	5	3	6	3	166 taks.
	%	9.0	0.6	0.6	27.7	13.9	8.4	12.7	16.3	3.0	1.8	3.6	1.8	taxa
2.	A	12	2	2	22	13	1	17	22	2	3	9	0	105 »
	%	11.4	1.9	1.9	21.0	12.4	1.0	16.2	21.0	1.9	2.9	8.6	0	
3.	A	11	0	3	17	13	2	16	17	2	3	9	0	94 »
	%	11.7	0	3.2	18.1	13.8	2.1	17.0	18.1	2.1	3.2	9.6	0	
4.	A	8	2	3	15	9	1	20	21	2	2	6	0	89 »
	%	9.0	2.3	3.4	16.9	10.1	1.1	22.5	23.6	2.2	2.2	6.7	0	
5.	A	1	1	0	8	5	3	6	9	1	1	0	0	35 »
	%	2.9	2.9	0	22.9	14.3	8.6	17.1	25.7	2.9	2.9	0	0	

na esiintyviä lajeja oli vain kaksi (taulukko 3) yhteensä 35 näytteestä todetusta taksonista. Nämä kaksi muodostivat noin 94 % kokonaisyksilömäärästä ja noin 96 % kokonaisbiomassasta. Yksinomaan *Cryptomonas*-suvun osuus biomassasta oli 93.6 %. Sahinjoen tilanne vastasi melko hyvin Lievestuoreenjärvellä 26. VI. 1969 todettua tilannetta, jolloin ko. järvessä todettiin 16300 yks./100 ml, 36 taksonia, biomassa 340 mg/m³ ja diversiteetti (d) oli 3.57 (GRANBERG 1970).

Eri leväryhmien keskinäisiä osuuksia vertailtaessa (taulukko 4) voidaan todeta sinilevien osuus (Cyanophyta = CYA) biomassasta järven pohjoisosassa (Asema 1), Chlorococcales-ryhmän (CHL) osuuden pieneneminen taksonimäärässä oligotrofisemmilla alueilla ja eutrofiaan liittyvien silmälevien (Euglenophyta = EUG) runsaus järven pohjoisosassa. Oligotrofisille vesille ominaisten kultalevien (Chrysoomonadinae = CHR) suhteelliset taksoni- ja biomassaosuudet olivat selvästi suurempia jär-

ven keski- ja eteläosissa kuin eutrofoituneessa pohjoisosassa.

Havaintopaikoilla 1 ja 3 otetuissa haaviplanktonnäytteissä todettiin runsaasti Desmidiales-ryhmän lajeja (haavin silmäkoko 50 μm). Suurin osa näistä lajeista on yksilöihydeltyään niin harvalukuisia, että ne esiintyvät varsinaisissa kasviplanktonnäytteissä vain satunnaisesti. Osa näistä lajeista on tyypillisiä, suurikokoisia litoraalin metafytoniin kuuluvia lajeja, jotka olivat joutuneet litoraalin ulkopuolelle voimakkaan tuulen aiheuttaman veden sekoittumisen ansiosta. Todetut Desmidiales-ryhmän lajit on lueteltu taulukossa 5.

Taulukko 5. Planktonnäytteissä ja haaviplanktonissa todetut Desmidiales-ryhmän taksonit.

Table 5. The desmid species and varieties identified from the samples including some net plankton samples.

Arthrodesmus convergens Ehrnb.
A. crassus W. & G. S. West.
A. incus (Breb.) Hass
A. ralfsii W. & G. S. West.
Closterium acerosum (Schr.) Ehrnb.
Cl. acutum Bred.
Cl. cornu Ehrnb.
Cl. costatum Corda
Cl. diana Ehrnb.
Cl. gracile Breb.
Cl. kuetzingii Breb.
Cl. venus Kuetz.
Cosmarium abbreviatum Racib
C. bioculatum Bred.
C. blyttii Wille
C. contractum Kirchn.
C. depressum (Naeg.) Lund.
C. humile (Gay) Nordst.
C. margaritifera Menegh.
C. margaritifera var. *Kirchneri* (Börger) W. & G. S. West.
C. meneghinii Bred.
C. ornatum Ralfs.
C. phaseolus Breb.
C. punctulatum Breb.
C. pyramidatum Breb.
C. regnesii Reinsch.
C. reniforme (Ralfs.) Arch.
C. subtumidum Nordst.
C. turpinii Breb.
C. sp.
Desmidium swartzii Agardh.
Euastrum insulare (Wittr.) Roy.
E. verrucosum Ehrnb.
Gonatozygon aculeatum
Gymnozyga moniliformis Ehrnb.
Hyalotheca dissiliens (Smith) Breb.
Micrasterias mahabuleschwarensis var. *wallichii*
M. pinnatifida (Kuetz.) Ralfs.
M. radiata Hass.
M. radiosa Ralfs.

Pleurotaenium trabecula (Ehrnb.) Naeg.
P. ehrenbergii (Breb.) De Bary
Sphaerozosma granulatum Roy & Bisset
Spondylosium moniliforme Lund.
S. planum (Wolle) W. & G. S. West.
Staurastrum anatinum Cooke & Wills.
S. arctiscon (Ehrnb.) Lund.
S. aristiferum Ralfs.
S. brasiliense var. *lundellii* W. & G. S. West.
S. brebissonii var. *maximum* Cederer.
S. cingulum var. *obesum* G. M. Smith.
S. cornutum Arch.
S. dejectum Bred.
S. gracile Ralfs.
S. leptodermum Lund.
S. luetkemuelleri Donat & Ruttn.
S. lunatum Ralfs.
S. manfeldtii Delp.
S. ophiura Lund.
S. paradoxum Meyen.
S. paradoxum var. *parvum* W. West.
S. pseudopelagicum W. & G. S. West.
S. sexangulare (Bulnh.) Lund.
S. vestitum Ralfs.
Triploceras gracile Bail.
Xanthidium antilopaeum (Bred.) Kuetz.
X. antilopaeum var. *dimazum* Nordst.
X. antilopaeum var. *polymazum* Nordst.

C. Kalasto

a. Lajisto ja lajien väliset runsaussuhteet

Kuusveden kalaston lajikoostumuksesta ei ole aiemmin julkaistuja havaintoja. Koekalastuksessa saatujen tulosten ja alueen kalastajilta koottujen tietojen perusteella esiintyvät Kuusvedessä ainakin seuraavat kalalajit luontaisina:

Järvitaimen	<i>Salmo trutta</i> m. <i>lacustris</i> L.
Muikku	<i>Coregonus albula</i> L.
Kuore	<i>Osmerus eperlanus</i> L.
Hauki	<i>Esox lucius</i> L.
Lahna	<i>Abramis brama</i> (L.)
Sulkava	<i>A. ballerus</i> (L.)
Salakka	<i>Athurnus alburnus</i> (L.)
Pasuri	<i>Blicca bjoerkna</i> (L.)
Säynävä	<i>Leuciscus idus</i> (L.)
Särki	<i>Rutilus rutilus</i> (L.)
Ruutana	<i>Carassius carassius</i> (L.)
Made	<i>Lota lota</i> (L.)
Kiiski	<i>Acerina cernua</i> (L.)
Kuha	<i>Lucioperca lucioperca</i> (L.)
Ahven	<i>Perca fluviatilis</i> L.
Kivisimppu	<i>Cottus cobio</i> L.

Ylläolevasta luettelosta puuttuvat mahdollisesti järvessä elävät, mutta yleisesti käytössä

Taulukko 6. Kuusveden koekalastusten (elokuu) yhdistetty saalis (3 verkkosarjaa) verkko- ja lajikohtaisesti (22.—23. VIII. 1972, klo 13—12 (23 tuntia); sää: vrt. taulukko 1).

Table 6. The total catch of the test fishing in August 1972 three gill net series, each consisting of 12 nets).

Laji - Species	12 mm		14 mm		17 mm		21 mm		24 mm		30 mm		35 mm		40 mm		45 mm		50 mm		60 mm		75 mm R		Yhteensä			
	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g		
Ahven - Perch	187	2184	96	1909	52	1523	75	3850	9	786	4	471	1	227	4	1420											428	12370
Hauki - Pike					1	62			2	754																	3	916
Kiiski - Ruffe	10	70	4	49	2	27							1	2													17	148
Kuore - Smelt							1	1	1	4																2	5	
Lahna - Bream					1	30	1	34			3	262	5	842	5	1523	1	419	3	1709			2	3850		21	8669	
Made - Burbot	2	27					1	114																		3	141	
Muikku - Vendace	24	309			1	16	2	25	3	35					1	13										31	398	
Pasuri - White bream					1	14	2	93					1	135	1	142											5	385
Salakka - Bleak	2	25	4	89																						6	114	
Siika - Whitefish							1	52																		1	52	
Särki - Roach	49	763	66	1749	83	3336	38	2179	4	392	1	160														241	8579	
Yhteensä - Total	274	3378	170	3796	141	5108	121	6348	19	1971	8	893	8	1206	11	3098	1	419	3	1						758	31777	

olevien pyyntimenetelmien tavoittamattomissa olevat lajit, kuten mutu, (*Phoxinus phoxinus* (L.)), sorva (*Scardinius erythrophthalmus* (L.)), kivenuoliainen (*Nemacheilus barbatus* (L.)) ja ankerias (*Anguilla anguilla* (L.)) (vrt. KOLI 1962, TOIVONEN 1972).

Edellämainittujen lisäksi Kuusvedessä esiintyy istutettuna kirjolohta (*Salmo gairdneri* Rich.) sekä tiheäsiivilähampaista siikaa (*Coregonus lavaretus* L. s. lat.), joskaan tarkempaa tietoa tästä siikalajista ei ole.

Koekalastuksissa saatiin yhtätoista kalalajia kaikkiaan 758 yksilöä yhteispainoltaan 31,78 kg (taulukko 6), josta yhden verkkosarjan osalle tulee keskimäärin 253 kpl ja 10,59 kg. Saaliin lajikohtaiset runsaussuhteet sekä lajien keskipainot ilmenevät taulukosta 7. Erikokoisten verkkojen suhteelliset osuudet saaliista ilmenevät kuvasta 5.

Lähes puolet saaliista (361 kpl) oli järven pohjoisosan verkkosarjasta Kuuslahdenalueelta. Kyseisen alueen verkoissa oli ahvenia 253 kpl ja 6 019 g, kun taas muualta kertyi ahvenia 157 kpl ja 6 351 g. Särjen osalta saaliin alueellinen jakautuma oli tasaisempi, kustakin verkkosarjasta saatiin noin 71—85 kpl ja 2800 g. Materiaalin pienuudesta huolimatta saatettiin todeta kalojen keskikoon kasvu pohjoisesta eteläosaan mentäessä.

b. Painoluokkajakautumat ja kasvu

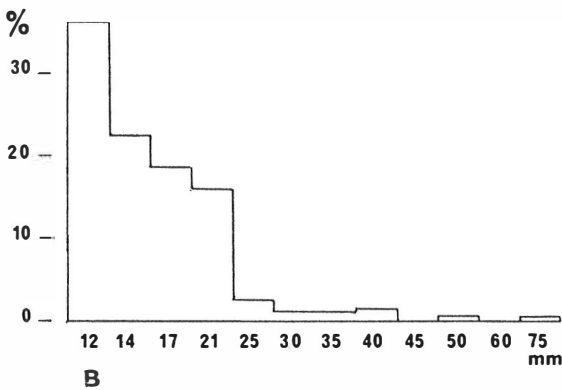
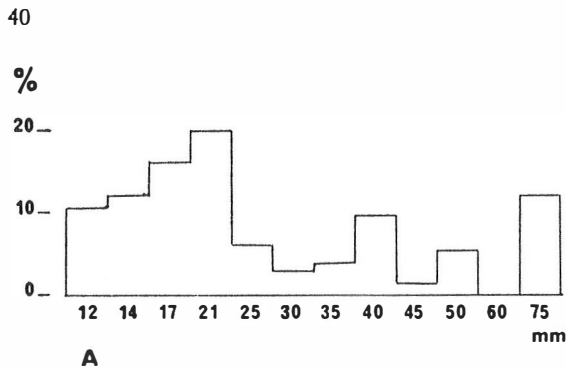
Ahven

Ahvenen kokojakautumasta (kuva 6) ilmenee, että pienikokoiset yksilöt (alle 29 g) ovat sel-

Taulukko 7. Kalalajien runsaussuhteet ja keskipainot koekalastusten tulosten mukaan (Kuusvesi elokuu 1972)

Table 7. Percentages of numbers of fish, average weight and weights of catches in test fishing at Lake Kuusvesi.

Laji Fish species	Luku- määrä number %	paino weight %	keski- paino average weight g	n
Ahven — Perch	56.4	38.9	28.9	428
Hauki — Pike	0.4	3.0	305	3
Kiiski — Ruffe	2.2	0.5	8.7	17
Kuore — Smelt	0.3	+	2.5	2
Lahna — Bream	2.8	27.3	412.3	21
Made — Burbot	0.4	0.4	45.0	3
Muikku — Vendace	4.1	1.3	12.8	31
Pasuri — White bream	0.7	1.2	77.0	5
Salakka — Bleak	0.8	0.4	19.0	6
Siika — Whitefish	0.1	+	52.0	1
Särki — Roach	31.8	27.0	35.6	241



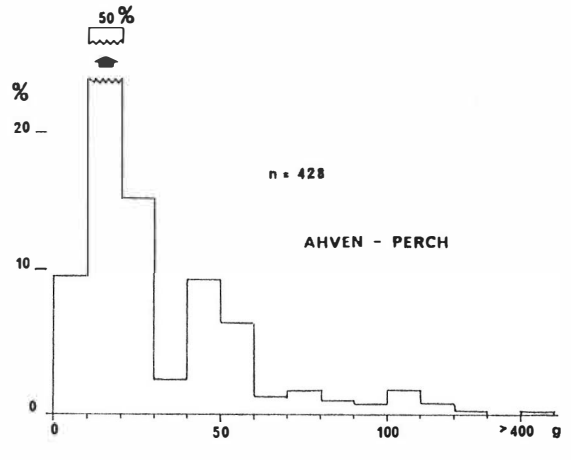
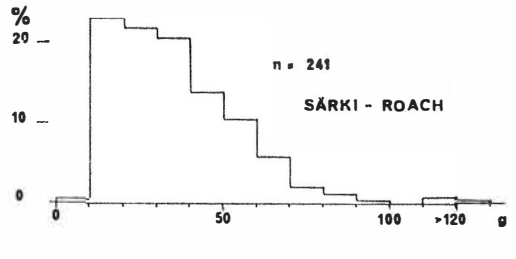
Kuva 5. Verkkokohtaiset prosentiosuudet koekalustussaaliin biomassasta (A) ja yksilömäärästä (B).

Fig. 5. Percentages of the biomasses (A) and the numbers of individuals (B) relating to the catches of various mesh sizes of the gill nets.

vänä enemmistönä. Painoluokka 10—19 g (vastaavat RC-arvot 9—12 cm) käsittää 50 % kaikista ahvenista. Kuusveden ahvenen kasvunopeus eri vuosina on esitetty kuvassa 7. Kolmevuotiaana se on keskimäärin 10,5 cm (RT-arvo 11,1 cm; RT-arvot myöhemmin aina sulkeissa), kuusivuotiaana 17,4 cm (18,2) sekä yhdeksänvuotiaana 20,8 cm (21,7 cm) pitkä. Kuusveden ahvenen lisäkasvu on voimakkainta 1. ja 2. vuonna, kun taas selvä kasvutaantuma alkaa kuudennen ikävuoden jälkeen (kuva 7 A).

Särki

Särjen painojakautuma muistuttaa Kuusvedessä ahvenen jakautumaa, mutta varsinaiset huiput puuttuvat (kuva 6). Kasvu- ja pituus-paino-käyrät on esitetty kuvassa 7 (C). Kuus-



Kuva 6. Ahven- ja särkisaaliin suhteelliset painoluokkajakautumat.

Fig. 6. The size composition of the catches of perch and roach.

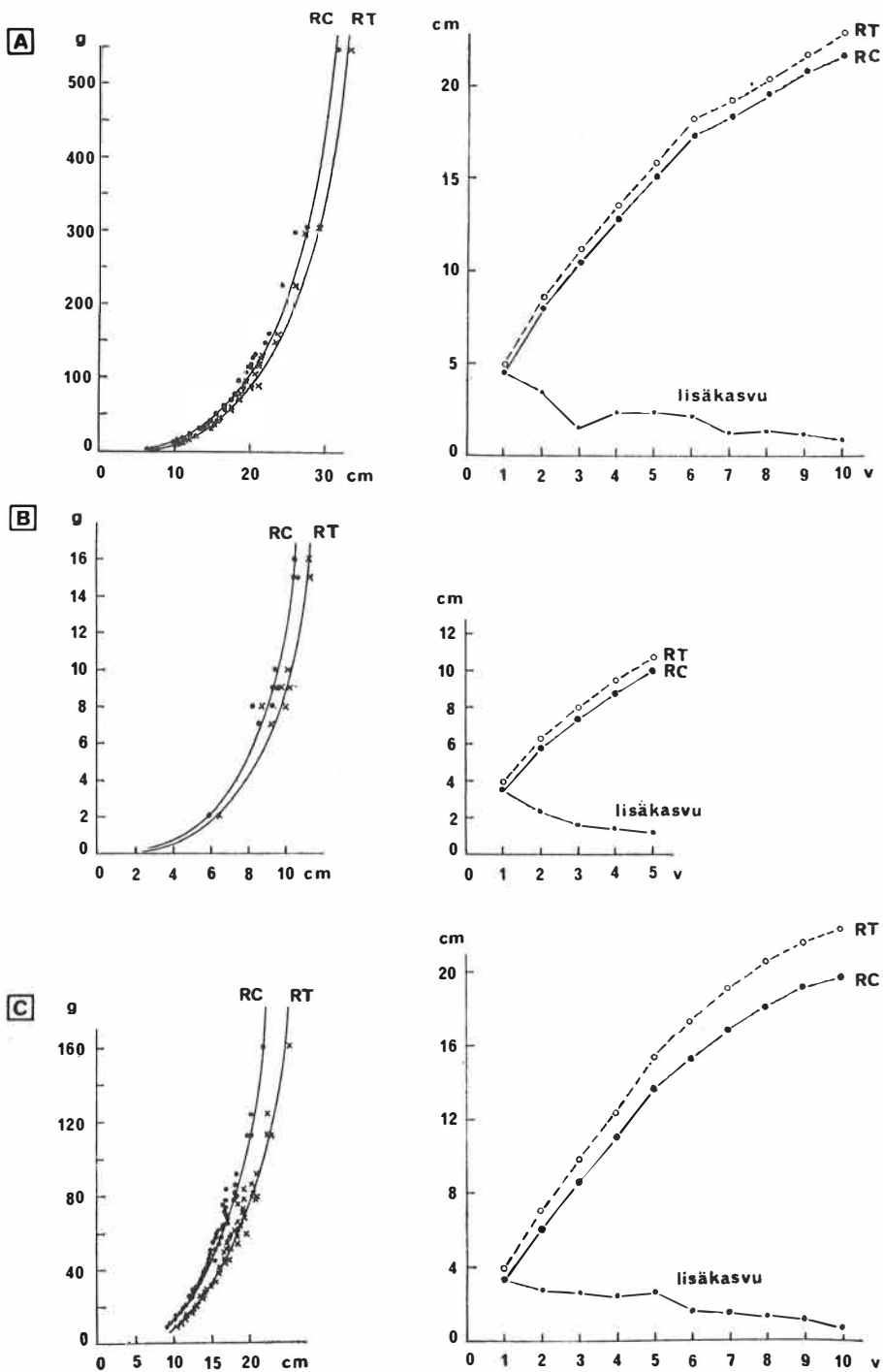
veden särki on kolmevuotiaana 8,6 cm (9,8 cm), kuusivuotiaana 15,2 cm (17,2 cm) sekä yhdeksänvuotiaana 19,1 cm (21,6 cm) pitkä. Vuotuinen lisäkasvu on tasaista viisivuotiaaksi saakka, jonka jälkeen lisäkasvu alkaa tasaisesti laskea.

Kiiski

Kuusveden kiisken pituus-paino- ja kasvukäyrät on esitetty kuvassa 7 (B). Kaksivuotiaana ko. järven kiiski saavuttaa 5,8 cm (6,2 cm) ja neljävuotiaana 8,8 cm (9,5 cm) pituuden.

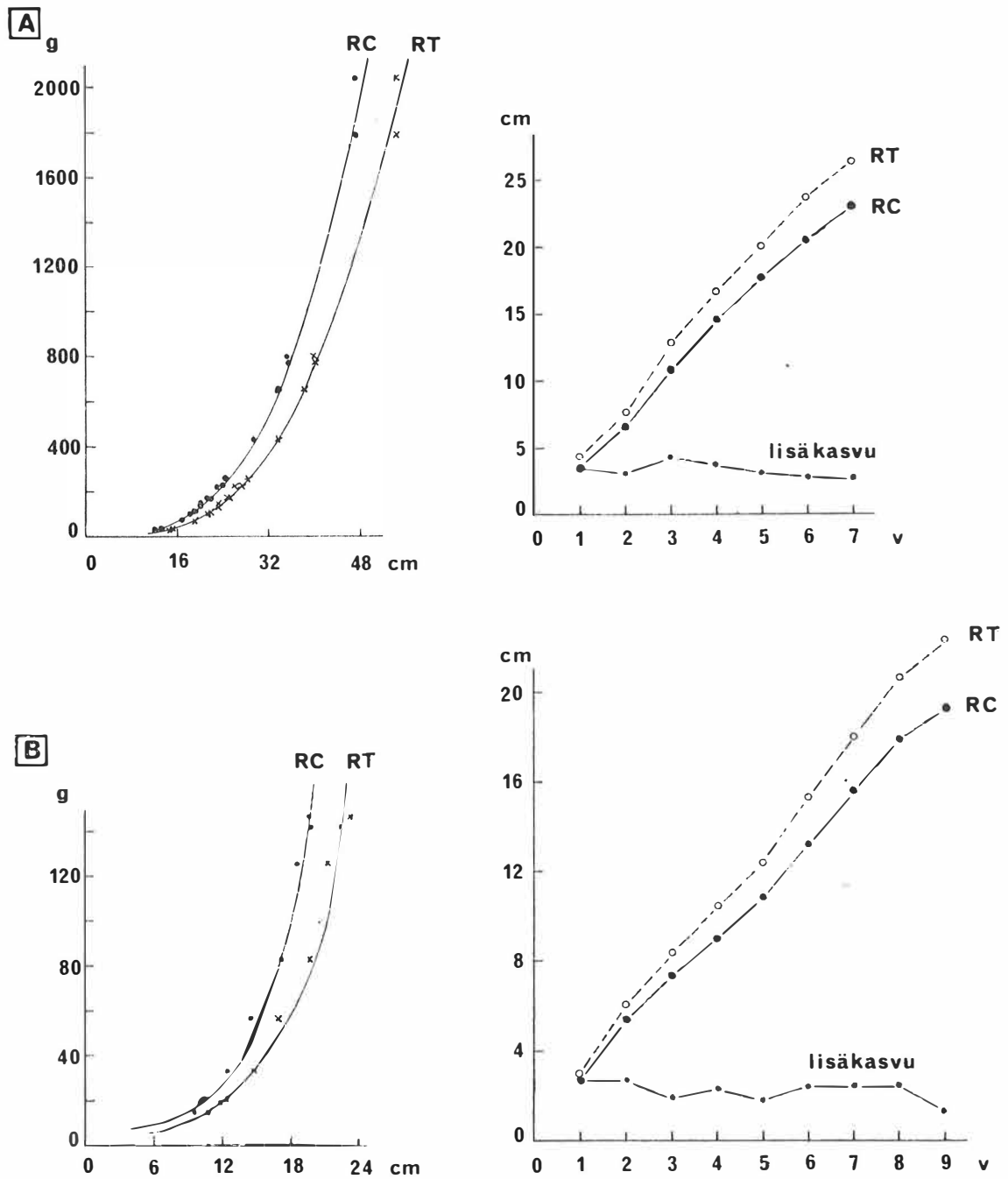
Lahna

Lahnakannasta ei vähäisen materiaalin vuoksi saa riittävää kokonaiskäsitystä. Saaduista kaloista enemmistö sijoittui pituudeltaan 17—24 cm:n välille, huipun ollessa 21 cm ja 160 g.



Kuva 7. Ahven (A), kiiskien (B) ja särjen (C) pituus-painokäyrät, keskimääräiset pituudet eri ikäluokissa sekä keskimääräiset vuotuiset lisäkasvut.

Fig. 7. The length-weight curves, mean length of different age groups and mean yearly increments of perch (A), ruffe (B) and roach (C).



Kuva 8. Lahnan (A) ja pasurin (B) pituus-painokäyrät, keskimääräiset pituudet eri ikäluokissa sekä keskimääräiset vuotuiset lisäkasvut.

Fig. 8. The length-weight curves, mean length of different age groups and mean yearly increments of bream (A) and white bream (B).

Kuusveden lahnakantaa voidaan pitää yleisesti ottaen hyväkasvuisena (kuva 8) ja saaliissa esiintyy yleisesti 0,8—2 kg:n yksilöitä (vrt. HURME 1967). Koekalastuksessa saatu suurin yksilö painoi 2050 g. Saadut lahnat olivat iältään 3—14 vuotiaita. Kolmevuotiaina Kuusveden lahnat ovat 10,8 cm (12,8 cm), kuusi- vuotiaina 20,4 cm (23,6 cm) sekä yhdeksän- vuotiaina 33,0 cm (38,5 cm) pitkiä. Vuotuinen lisäkasvu on melko tasaista, noin 3 cm vuodessa.

Pasuri

Tämä lahnan ravintokilpailijana tunnettu laji esiintyi koekalastussaaliissa keskipainoltaan 77 g:n kokoisena. Saadut yksilöt olivat iältään 4—9 vuotiaita. Laji saavutti Kuusvedessä kolmevuotiaana 7,3 cm:n (22,4 cm) kuusivuotiaana 13,2 cm:n (15,3 cm) ja yhdeksänvuotiaana 19,3 cm:n (22,4 cm) pituuden. Keskimääräiseksi vuotuiseksi lisäkasvuksi saatiin 22 mm. (kuva 8 B).

Muikku

Alueen muikkukannasta lähes kaikki kuuluvat 2 + -vuotisiin eli vuosiluokkaan 1969/70 (vuoden 1969 kudusta keväällä -70 kuoriutuneita). Ainoastaan yksi vanhempi yksilö saatiin koekalastusten yhteydessä. Muikun pääasialliset syönnösalueet sijaitsevat järven keskiosassa, Napakivn ja Riuttasalmen syvänevyöhykkeen alueella, jossa syvin kohta on 25 m. Tällä alueella muodostuu vesipatsaaseen myös selvä terminen kerrostuneisuus. Elokuun koekalastusten aikaan muikut olivatkin miltei poikkeuksetta vielä syvänteiden alaosissa, alusvesikerroksessa. Samanaikaisesti koekalastusten kanssa Riuttasalmissa olleet paikallisten asukkaiden välivedessä olleet verkot eivät pyytäneet muikkua.

Ensimmäisenä ikävuotenaan Kuusveden muikku saavuttaa 8,0 (8,9) cm:n ja toisena ikävuotenaan 10,8 (12,0) cm:n pituuden. Kookkain muikku oli neljännellä kasvukaudella oleva naaras, joka oli 15,7 (17,8) cm pitkä ja 36 g painava.

Muut lajit

Koekalastussaaliissa saatiin vain kolme haukea, jotka olivat pituudeltaan 30—40 cm. Kyseisten haukien keskipaino oli 305 g. Eri ikävuosien keskipituudet ja lisäkasvun keskiarvot ilmenevät allaolevasta taulukosta.

Ikäluokka — Age group	Keskipituus Mean length	Vuotuinen lisäkasvu Yearly increment
I	6,8 (8,0)	6,8
II	18,9 (20,5)	12,1
III	25,2 (27,2)	7,3
IV	35,2 (37,0)	10,0

Seitsemästä koekalastuksissa saadusta maiteesta kaksi kuului ikäluokkaan I (12,8—13,4 cm), kaksi ikäluokkaan III (25,1—27,6 cm) sekä kolme ikäluokkaan V (28,2—38,4 cm). Iänmääritykset suoritettiin otoliiteistä tummaa taustaa vasten, alkoholiin kastettuna ja ulkopuoli ylöspäin, koska tämä on selvempi kuin uurteinen sisäpuoli. Suurin made, mikä saatiin lokakuun täydentävissä koekalastuksissa, painoi 335 g ja oli pituudeltaan 38,4 cm sekä iältään 5 + -vuotias.

Alueen kalastajilta saatujen yhtäpitävien tietojen mukaan tutkitun järven taimenkanta on kohtalainen keskikoon liikkueessa kilon tie-noilla. Taimenia oli saatu kesällä 1972 tasaisesti koko järven alueelta, vaikkakin jonkinlaisena parempana 'apajapaikkana' pidettiin Riuttasalmea. Kuusveden eteläosasta 1. 1. 1973 saatu 780 g painava taimen oli 41 cm pitkä ja neljännellä kasvukaudella (kolmivuotiaana 36,1 cm).

Järven kuorekannan yksilöiden keskipaino vaikutti melko suurelta, sillä syksyn 1972 täydennyskalastuksissa saatiin useita noin 20 g painaneita yksilöitä.

Koekalastustulosten tarkastelu

Koekalastuskertojen määrän ollessa niin pieni kuin tässäkin tutkimuksessa oli, on eri lajien runsaussuhteisiin etenkin vähälukuisten lajien osalta suhtauduttava varauksella. Koska koekalastuksessa ei käytetty muita pyyntivälineitä kuin pohjaverkkoja, on taimenen, kuoreen ja muikun sekä mahdollisesti myös salakan osuuk-sia pidettävä liian pieninä (vrt. myös TOIVONEN 1972). Muikun kohdalla lähinnä siksi, että tiheimmätkin käytössä olleet verkot (12 mm) olivat Kuusveden silloiselle muikkukan-nalle liian harvoja. Sopivin harvuus olisi ollut paikallisten kalastajien mukaan 9—11 mm.

Pelkän pohjaverkkopyynnin valikoivuutta pyrittiin vähentämään ottamalla verkkojen sijoittelussa huomioon eri syvyysvyöhykkeet parhaalla mahdollisella tavalla. Järvessä, sen suu-

rimpia syvänteitä lukuunottamatta, tapahtuneen syyskierron ansiosta kalat olivat jo melko tasaisesti jakautuneet järven vesimassaan. Huomattakoon, että salakoille ja särjille tyypillistä siirtymistä pelagisille alueille syksyisen täyskierron jälkeen ei ollut vielä havaittavissa.

Tuloksia tarkasteltaessa havaitaan, että ahven muodosti kokonaisbiomassasta selvästi suurimman osan (12,37 kg eli 38,9 %; taulukko 7). Suhteellinen osuus vastasi suunnilleen syksyisissä koekalastuksissa Keurusselältä saatuja tuloksia (ELORANTA et al. 1975). Keskipainoltaan Kuusveden ahven (keskipaino 28,9 g) on hieman painavampi kuin LÄHTEENMÄEN (1968) selvittämä Mikkeli—Louhivesi alueen ahven (24,1 g) ja suunnilleen samanpainoinen kuin Keurusselän keskimääräinen ahven (29,2 g; ELORANTA et al. 1974 c). Kokojakautumansa puolesta Kuusveden ahven vastasi Päijänteellä lähinnä pohjoisosan ja Tiirinselän jakautumia (TUUNAINEN 1970).

Myös särki, lahna ja muikku muodostivat kokonaisbiomassasta huomattavan osan. Näistä särkeä voidaan pitää toisena dominanttilajina. TUUNAINEN (1970) havaitsi, että puunjalostusteollisuuden jätevesien vaikutusalueella nuoret särjet olivat vallitsevina, johtuen kohonneesta kuolleisuudesta vanhemmilla yksilöillä tai nuorten yksilöiden vaelluksesta alueelle. Kuusveden särjen kohdalla ei liene kuitenkaan kysymys tästä, vaan siitä, että suuremmat painoluokat poistuvat verkkopyynnin mukana ja toisaalta ravintokilpailusta, mikä näkyy alhaisena keskipainona ja heikkona kasvunopeutena (taulukko 7, kuva 7). LÄHTEENMÄEN (1968) särjelle saama keskipaino Saimaan alueella oli 54,5 g, kun taas Kuusvedessä vastaava arvo oli vain 35,6 g. Keurusselän materiaalin mukaan saatiin särjen keskipainoksi ko. järvestä 46,7 g (ELORANTA et al. 1975).

Eri kalalajien kasvun nopeutta tarkasteltaessa on Kuusveden kalojen kasvua verrattu VALLEN (1944) laatimaan 3-asteiseen luokitukseen (huonokasvuiset, kohtalaisesti kasvavat ja hyväkasvuiset). Ahven kasvaa edellämaitun luokituksen mukaisesti Kuusvedessä kuudenteen ikävuoteensa asti kohtalaisesti, myöhemmin hitaammin, kuuluen yhdeksänvuotiaana ja 21,7 cm pitkänä (RT) huonokasvuisiin (20,5—24,5 cm). Kasvu on täten kokonaisuutena ottaen kohtalaista. Verrattaessa näitä tuloksia Kangasalan Vesijärven (JÄRVI 1937 a) sekä Lieko- ja Rautaveden (LAGOM

1961) ahvenen kasvuun, havaitaan jälkimmäisen alueen ahvenen kasvavan koko ikänsä selvästi nopeammin kuin Kuusvedessä (esim. 9-vuotiaana 28,3 cm), kun taas Vesijärvestä ahven kasvoi nuorempana yhtä nopeasti kuin Kuusvedessä, mutta vanhemmiten hiukan Kuusveden ahventa hitaammin.

Dominoivien lajien suurista yksilötiheyksistä johtuen Kuusveden särki käyttää etenkin järven pohjoisosissa ravinnokseen ilmeisesti runsaasti kasviainesta. Täten se pystyy suuren trofia-adaptaationsa avulla kilpailemaan hyvin muiden lajien kanssa. Särki kasvaa Kuusvedessä koko ikänsä kohtalaisesti. Rauta- ja Liekoveden särki kasvaa kuitenkin tätä selvästi nopeammin (LAGOM 1961). Längelmäveden särki (BROFELDT 1917) sivuaa nuorempana Kuusveden särjen kasvunopeusarvoja (3-vuotiaana 9,7 cm ja Kuusvedessä 9,8 cm), mutta jää pienemmäksi vanhemmiten (6-vuotiaana vastaavat arvot 16,2 cm ja 17,2 cm).

Lahna näytti Kuusvedellä karttavan tiheiden ahven- ja särkipopulaatioiden valtaamaa pohjoisosaa ja viihtyi parhaiten Kääminniemen länsipuolen syvänteen viereisillä liejupohjaisilla ranta-alueilla. Kasvu oli nuorempana kohtalaista ja myöhemmin jopa erinomaista. Keskimääräinen vuosikasvu oli 3 cm. Lahnan kasvu Kuusvedessä on näin ollen selvästi parempi kuin esim. Helsingin merialueen lahnojen kasvu (SEPPÄNEN 1971). Rauta- ja Liekovedessä on LAGOMin (1961) mukaan lahnan kasvu viidenteen ikävuoteen saakka Kuusveden kaltaista, mutta yhdeksäntenä ikävuotena jo selvästi heikompaa (20,8 cm ja 38,3 cm).

Pasuri kasvaa Kuusvedessä koko ikänsä erinomaisesti ja sen kasvu on selvästi parempi kuin Längelmävedessä (BROFELDT 1917), Hiidenvedessä (JÄSKELÄINEN 1930) ja Helsingin merialueella (SEPPÄNEN 1971). Rauta- ja Liekovedessä (LAGOM 1961) pasuri kasvaa kuudenteen ikävuoteensa asti paremmin, mutta on jo yhdeksäntenä ikävuotenaan selvästi lyhyempi (19,4 cm) kuin Kuusveden pasuri (22,4 cm). Pasurin ja lahnan välillä vallitseva ravintokilpailu ei täten ainakaan toistaiseksi näkynyt rajoittavan ko. lajien kasvua.

Alueen kalastajien antamien lausuntojen mukaan Kuusveden muikkukannoissa on tapahtunut jatkuvasti viime vuosina keskikoon alenemista, joka ei johtune muikkukantojen normaalista fluktuaatiosta, vaan ehkä jostain toistaiseksi selvittämättömästä syystä yhdessä

ankaran pyynnin kanssa. Lisäselvitykset olisivat tässä kysymyksessä tarpeen. — Toisena ikävuotenaan (12,0 cm) Kuusveden muikku sijoittuu VALLEN (1944) luokituksessa kohtalaisesti kasvaviin (10,6—14,9 cm). Rautaveden muikku on LAGOMIN (1961) mukaan selvästi nopeakasvuisempi (kaksivuotiaana 18,2 cm) ja sen keskikoko on myös huomattavasti suurempi (48 g — Kuusvedessä 12,8 g) kuin Kuusvedessä. Kuusveden muikusta laskettiin kiloon mahtuva yksilömäärä keskikoon perusteella. Tällä ei liene tulokseen merkittävää vaikutusta, joskin saatu arvo on hieman todellista pienempi suuremmista naaraista johtuen. Allaolevassa taulukossa on täten laskettua Kuusveden muikkua verrattu eräiden muiden vesien muikkukantoihin (AIRAKSINEN 1967). Muut luvut on laskettu 2 + -ikäisten koirasmuikkujen koon mukaan.

Juojärvi	147	II + ♂♂ /kg	1964
Suininki	137	”	1931
Varmavirta	88	”	1963
Pielinen	85	”	1914
<i>Kuusvesi</i>	78	II + ♂♀ /kg	1972
Varmavirta	71	II + ♂♂ /kg	1924
Puulavesi	70	”	1923
Puruvesi, Pajuselkä	27	”	1916
Puruvesi, Mustaselkä	19	”	1914
Paukkaja	8	”	1916
Terijoki, meri	7	”	1924

Hauen kasvua Kuusvedessä voidaan pitää kokonaisuutena ottaen heikkona. Erityisesti huomio kiinnittyy ensimmäisen vuoden hitaaseen kasvuun (8,0 cm), joka kuvastelee lajien ylivoimaa kilpailtaessa poikasajan muiden lajien kanssa samankaltaisesta ravinnosta. Pieniä heilahteluja huomioimatta Kuusveden hauet kasvavat lähes Ala-Vuoksen hauen (JÄRVI 1937 b) kasvunopeusarvoja vastaten.

Muiden kalalajien kasvua tarkasteltaessa voidaan kiisken todeta kasvavan Kuusvedessä ensin kohtalaisesti, myöhemmin heikosti. Taimen ja siian kasvusta ei vähäisen materiaalin vuoksi voida sanoa mitään.

Yhteenveto

Kuusvesi on tyypillinen vähähumuksinen, oligotrofinen, Järvi-Suomen reittijärvi. Järvessä on todettavissa perustyyppistä poikkeavina alueina ilmeisesti maataloudesta peräisin olevien ravinteiden eutrofoima pohjoisosa, joka lisäksi on varsinaisesta läpivirtauksesta erillään. Toisaalta järven luusuan lähelle laskee sulfiittiselluteollisuuden likaamia vesiä, joiden selvin vaikutus on todettavissa lähinnä läheisessä syvänteessä talvisin. Tehtaan toiminnan ollessa pysähdyksissä veden laatu parani ko. syvänteessä lähes alkuperäiseen tilaansa, mutta muuttui jälleen huonompaan suuntaan tehtaan toiminnan uudelleen käynnistyessä. Vaikka järven kasviplanktonista oli käytettävissä vain yhden havaintokerran tulokset, voitiin jo niistä todeta selvästi järvessä olevat alueelliset erot.

Koekalastuksissa saatiin yhtätoista kalalajia ja pääosa saaliista saatiin tiheimmillä verkoilla. Leimaa antavana piirteenä voitiin todeta järven pohjoisosan 'roskakalavaltaisuus', mikä on ilmeisesti yhteydessä siihen, että alueella ei kalasteta lainkaan tiheillä verkoilla ja toisaalta alue on selvästi eutrofioitumassa. Särjen ja ahvenen kasvu todettiin kohtalaiseksi ja pasurin sekä lahnan kasvu erinomaiseksi. Sen sijaan hauen kasvu oli heikkoa. Järven keskiosan syvänteissä kesällä esiintynyt muikku oli pienikokoista. Pyynnin kannalta merkittävä laji järvessä oli myös taimen, jolla on hyvät kutuutaat järven laskevassa Simunankoskessa ja myös ylempänä vesistön alueella.

Lähdeluettelo

- AIRAKSINEN, K. 1967: Varmavirran muikku. Sammandrag: Siklöjan i Varmavirta-strömmen (Norra Saimen); Summary: The vendace (*Coregonus albula* L.) of Varmavirta in the northern part of Lake Saimaa (SE-Finland). — Suomen Kalatalous — Finlands Fiskerier 30: 1—32.
- BROFELDT, P. 1917: Tietoja järviemme kalastosta. Längelmävesi. — Suomen kalatalous 4: 139—180.
- ELORANTA, P. 1972 a: On the phytoplankton of waters polluted by sulphite cellulose factory. — Ann. Bot. Fennici 9: 20—28.
- ”— 1972 b: Pollution of Lake Kuorevesi, Finnish Lake District. — Work-Environment-Health 9: 84—90.
- ”— 1974: Studies on the phytoplankton in Lake Keurusselkä, Finnish Lake District. — Ann. Bot. Fennici 11: 13—24.

- ELORANTA, P. & ELORANTA, A. 1975: Keuruselän kalastosta ja sen rakenteesta. Summary: On the fish fauna of Lake Keuruselkä, Finnish Lake District. — *Biol. Res. Rep. Univ. Jyväskylä* 1: 14—29.
- GRANBERG, K. 1970: Lievestuoreenjärven nykytilasta. — *Vesitalous* 11: 10—12.
- HURME, S. 1967: Järvilahna talous- ja hoitokalana. — *Erämies* 1967 (7—8): 1—7.
- Hydrologinen Vuosikirja 20. 1967—68. — Tie- ja vesirakennushallitus. Hydrologinen toimisto, 103 ss., Helsinki 1970.
- JÄRNEFELT, H. 1940: Die Einwirkung einer Sulfidfabrik auf den Lievestuoreenjärvi. — *Verh. int. Ver. Limnol.* 9: 180—187.
- ”— 1952: Plankton als Indikator der Trophiengruppen der Seen. — *Ann. Acad. Sci. Fenn. (A IV)* 18: 1—29.
- ”— 1956: Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. XVI. Mit besonderer Berücksichtigung des Planktons. — *Ann. Zool. Soc. 'Vanamo'* 17 (1): 1—201.
- ”— 1961: Die Einwirkung der Sulfidablaugen auf das Planktonbild. — *Verh. int. Ver. Limnol.* 14: 1057—1062.
- JÄRNEFELT, H. 1963: Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. XX. Zusammenfassende Besprechung der Thermik und Chemie finnischer Seen. — *Ann. Zool. Soc. 'Vanamo'* 25 (1): 1—52.
- JÄRVI, T. H. 1919: Muikku ja muikkukannat. 1. Keitele. — *Suomen Kalatalous* 5: 1—287.
- ”— 1937 a: Hajanaisia havaintoja: 19. Kangasalan Vesijärven ahvenista. — *Suomen Kalastuslehti* 44: 115—120.
- ”— 1937 b: Hajanaisia havaintoja: 1. Kasvumäärittäisiä Ala-Vuoksen hauista. — *Suomen Kalastuslehti* 44: 94—97.
- JÄÄSKELÄINEN, V. 1930: Hiidenvesi kalavetenä. — *Suomen Kalatalous* 11: 1—37.
- KOLI, L. 1962: Retkeilijän kalaopas. — 120 ss., Helsinki.
- LAAKSONEN, R. 1972: Järvisyvänteet vesiviranomaisen 1965—1970 maaliskuussa tekemien havaintojen valossa. (Summary: Observations on lake depths by the water authority in March 1965—70). — *Vesihallitus. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja* 4: 1—80, Helsinki.
- LAGOM, T. 1961: Rauta- ja Liekoveden kaloista. — *Maataloushallituksen kalataloudellisen tutkimustoimiston monistettuja julkaisuja* 20: 1—65.
- LÄHTEENMÄKI, M. 1968: Koekalastusta Saimaassa Mikkelin kaupungin vaikutuspiirissä. — *Suomen Kalastuslehti* 75: 6—9.
- MARGALEF, R. 1968: Perspectives in ecological theory. — *Chicago Series in Biology*, 111 ss., Chicago.
- NAULAPÄÄ, A. 1966: Eräiden Suomessa esiintyvien planktereiden tilavuuksien keskiarvoja. — *Vesien suojeletoimiston tiedonantoja* 21: 1—26.
- NAUWERCK, A. 1963: Die Beziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton im See Erken. — *Symbolae Bot. Upsaliensis* 17 (5): 1—163.
- NIKOLSKY, G. V. 1963: The ecology of fishes. — 352 ss., London & New York.
- NISKANEN, P. 1960: Lahnan suomen iän ja kasvun määrittämisessä. — *Maataloushallituksen kalataloudellisen tutkimustoimiston monistettuja julkaisuja* 10: 1—50.
- Pohjois-Päijänteen vesien suojeleuyhdistys ry. I Vuosikirja. 1965. — 35 ss., Jyväskylä.
- SEPPÄNEN, P. 1971: Kalojen kasvusta Helsingin merialueella. — Riista- ja kalatalouden tutkimustoimiston kalantutkimusosaston tiedonantoja 1: 24—33.
- SHANNON, C. E. & W. WEAVER, 1963: The mathematical theory of communication. — 117 ss., Urbana.
- SIRÉN, A. 1955: Suomen vesistöalueet ja keskimääräiset valuma-arvot. — *Hydrografisen toimiston tiedonantoja* 15: 1—126.
- TOIVONEN, J. 1972: Konneveden kalasto. (Summary: The fish fauna of Lake Konnevesi.) — *Suomen Kalatalous* 46: 39—44.
- TUUNAINEN, P. 1970: Päijänteen kalataloustutkimus. — *Jyväskylän hydrobiologisen tutkimuslaitoksen tiedonantoja* 7: 1—101.
- UTERMÖHL, H. 1958: Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. — *Mitt. int. Ver. Limnol.* 9: 1—38.
- VALLE, K. J. 1944: Tutkimuksia kalojen kasvusta eräissä Karjalan järvissä. — *Ann. Zool. Soc. 'Vanamo'* 11: 1—65.
- Vesianalyysitoimikunnan mietintö. 1968. — *Komiteamietintö B* 19. 1968, Helsinki.
- Vesien suojeletoimiston tiedonantoja. 1967, 1968 a, 1968 b, 1969, 1970. No:t 26, 33, 35, 45, 59. Syvänettutkimukset I—V. Helsinki.

Summary

On the properties of water, phytoplankton and fish fauna of Lake Kuusvesi, Central Finland.

PERTTI ELORANTA and ANSSI ELORANTA

Lake Kuusvesi is a typical oligotrophic water course lake with low humus content. The northern part of the lake differs from this basic type and it is eutrophicated by agricultural sewages. On the other hand waters polluted by a sulphite cellulose factory are discharging into the southwest part of the lake. The clearest effects of these waters are seen in the south-

western depths of the lake in winters. When the factory was shut down the quality of these deep waters improved, but after the restarting of the factory the situation became bad again.

Clear spatial differences in the phytoplankton biomass and species composition could be noted in spite of the only one sample serie.

Eleven fish species were caught in the test fishing and the bulk of the catch obtained by nets of smallest mesh sizes. A fish stock with »trash fish» species predominating was noted in the northern, eutrophicated part of the lake.

The yearly growth of perch and roach was reasonable and that of bream and white bream was excellent. The yearly growth of pike was slow.

The vendace of the lake were small. The brown

trout was also a remarkable catch fish species in Lake Kuusvesi and this species has good spawning beds in the Simunankoski Rapids and also farther up the water course.