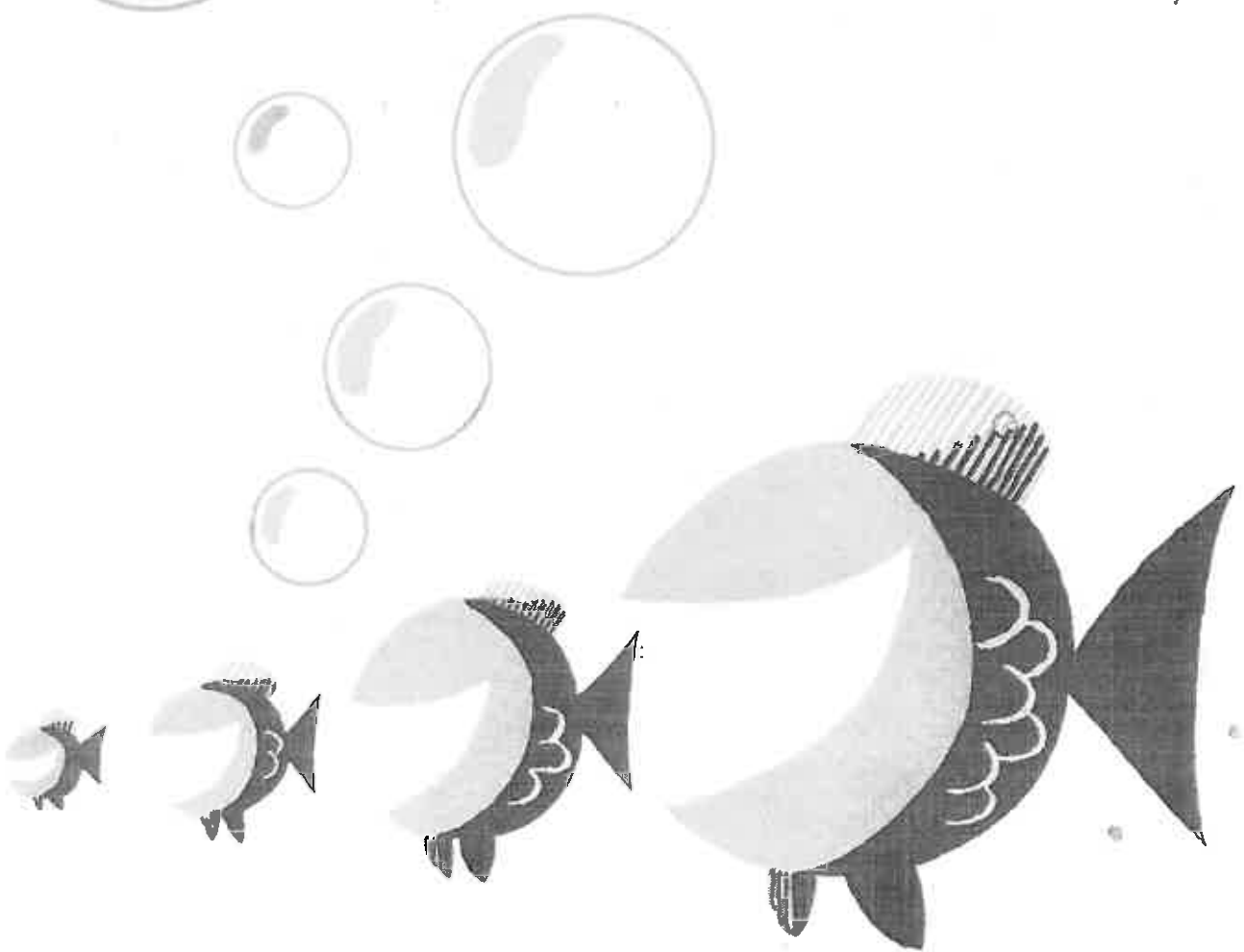


RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALANTUTKIMUSOSASTO



MONISTETTUJA JULKAISUJA

50
1986





RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALANTUTKIMUSOSASTO

MONISTETTUA JULKAISUJA

Toimittaja: Viljo Nylund. Toimitussihteerit: Marja-Liisa Koljonen, Petri Suuronen.

Julkaisun jakelusta päätetään kunkin numeron osalta erikseen.

Julkaisua koskevat tiedustelut osoitetaan Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston kirjastolle, PL 193, 00131 Helsinki 13.

Monistettuja julkaisuja on jatkoa sarjalle: ”Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja”. Kalantutkimusosaston muut julkaisusarjat ovat ”Finnish Fisheries Research”, ”Suomen kalatalous”, ”Tiedonantoja” ja ”Meddelanden”.

Redaktör: Viljo Nylund. Redaktionssekreterare: Marja-Liisa Koljonen, Petri Suuronen.

Publikationens distribuering fastställs skilt för varje nummer.

Förfrågningar angående tidskriften riktas till bibliotekarien, Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet, fiskeriforskningsavdelningen, PB 193, 00131 Helsingfors 13.

Tidskriften är fortsättning på ”Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja”. Övriga publikationsserier från fiskeriforskningsavdelningen är ”Finnish Fisheries Research”, ”Suomen kalatalous”, ”Tiedonantoja” och ”Meddelanden”.

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS, KALANTUTKIMUSOSASTO
MONISTETTUJA JULKAISUJA

No 50

1986

HAPPAMAN LASKEUMAN VAIKUTUKSET KALOIHIIN

Raportti vuodelta 1985

English summary: Effects of acidic deposition
on fish, Report 1985

Pekka Tuunainen, Pekka Vuorinen, Martti Rask,
Teuvo Järvenpää ja Marja Vuorinen

AHVENEN POPULAATIORAKENNE, KASVU JA TUOTANTO KAHDESSA
ETELÄSUOMALAISESSA METSÄJÄRVESSÄ

Juha Tikka ja Lauri Paasivirta

HELSINKI 1986

ISBN 951-9092-79-X
ISSN 0358-4623
Helsinki 1986
Yliopistopaino

AHVENEN POPULAATIORAKENNE, KASVU JA TUOTANTO
KAHDESSA ETELÄSUOMALAISESSA METSÄJÄRVESSÄ

Juha Tikka ja Lauri Paasivirta

Sisällys	Sivu
I JOHDANTO	41
II TUTKIMUSJÄRVET	41
III AINEISTO JA MENETELMÄT	42
IV TULOKSET	45
1. Saaliin ikä- ja kokoluokat	45
2. Sukupuolijakautuma ja gonadien kehitys	46
3. Kuntoindeksi ja pituus:paino-suhde	46
4. Kasvu	48
5. Populaation koko	50
6. Populaation tuotanto	51
V TARKASTELU	52
1. Populaatorakenne	52
2. Kasvu	54
3. Populaatiokoko	56
4. Populaation tuotanto	57
TIIVISTELMÄ	58
KIITOKSET	59
KIRJALLISUUS	60

I. Johdanto

Pienissä vesiekosysteemeissä, kuten metsäjärvissä, on kalatuotanto usein mahdollista arvioida ainakin tyydyttävän tarkasti. Sen sijaan suuremmissa järvissä ja vesistöissä kohdataan usein vaikeita ongelmia etenkin populaatiokoon ja kuolleisuuden määrityksissä.

Ahvenen tuotannon mittauksia populaatiokokoon ja kasvuun perustuen on Suomessa aiemmin tehty vain Kuusamon Kiutajärves-
sä (LIND et al. 1974). Sen sijaan ahvenen populaatiokoko- ja rakennetta järvissä on tutkittu enemmän (esim. TOIVONEN et al. 1964, LIND et al. 1969, LIND & TURUNEN 1971, SUMARI 1971, LIND et al. 1974, NISSINEN 1975, HOLOPAINEN & VILJANEN 1976 ja VILJANEN 1978).

Tämä tutkimus on osa laajemmasta Evon kalastuskoeaseman jär-
vistä vuosina 1977 ja 1978 Jyväskylän yliopiston biologian lai-
toksen toimesta tehdystä metsäjärvitutkimuksesta (TIKKA 1979,
MERILÄINEN 1979 ja MERILÄINEN & PAASIVIRTA 1979).

II. Tutkimusjärvet

Tutkimusjärvet sijaitsevat Evolla, Lammin kunnassa (EH, 61°
25'N, 25° 09'E) ja ne kuuluvat riista- ja kalatalouden tutki-
muslaitoksen Evon kalastuskoeaseman ja kalanviljelylaitoksen
hallinnassa oleviin Evon valtionpuiston järviin. Järvet ovat
pieniä, matalia (syvyyskartat, ks. BROFELDT 1920) ja polyhumoo-
sisia. Tutkimusjärviä ympäröi kapea rämevyöhyke ja kangasmaa.
Litoraalissa on 2-5 m leveä ulpukkavyöhyke. Pohja on tummanrus-
keaa mutaa, jossa on runsaasti karkeata kasvidetritusta. Hauki-
lammen pinta-ala on 2,3 ha ja maksimisyvyys 7 m, Iso Mustajär-
vessä vastaavasti 2,7 ha ja 5,5 m. Karummassa Haukilammessa on
happitilanne melko hyvä läpi vuoden, kun taas lievästi rehevöi-
tyneessä Iso Mustajärvessä havaittiin alusvedessä (3-5 m) lähes
jatkuva happikato. Iso Mustajärven lievän rehevöitymisen liene-
vät aiheuttaneet valuma-alueella aikaisemmin suoritettut metsän-
hakkuut, sekä metsälannoitukset. Haukilammen pintavesikerrosten
lämpötilat ovat kesäisin useita Iso Mustajärven vastaavia kyl-
memmät. Syynä tähän ovat Haukilammen nopeampi veden vaihtuminen
(n.1kk) ja suurempi valuma-alue (480 ha) kuin vastaavasti Iso-
Mustajärvessä (n. 7kk ja 50 ha). Taulukossa 1 on esitetty jär-
vien tärkeimpiä hydrografisia tietoja. Haukilammessa vuoden

1978 korkeimmat väri-, typpi-, fosfori- ja rauta-arvot johtunevat suuremmasta valumasta ja laajasta avohakkuusta ja metsämaan vaotuksesta keväällä 1978 järven ympäristössä.

Kalastoltaan ovat tutkimusjärvet melko samantapaiset. Molemmissa järvissä elää ahventa, särkeä (Rutilus rutilus) ja haukea (Esox lucius), sekä istutettuina peledsiikaa (Coregonus peled) ja ankeriasta (Anguilla anguilla). Lisäksi Haukilammessa on pienet kannat salakkaa (Alburnus alburnus), ruutanaa (Carassius carassius) ja madetta (Lota lota). Selvästi runsaimmat kannat molemmissa järvissä on ahvenella ja särjellä. Kalastus näissä järvissä on ulkopuolisilta kielletty. Kalojen vaellukset tutkimuksen aikana estettiin lähtö- ja tulopurojen suihin asennetuilla rautalankaverkkoaidoilla.

Tutkimusjärvistä on aikaisemmin julkaistu eräitä niiden kalastoa koskevia tietoja (BROFELDT 1920).

Taulukko 1. Haukilammen ja Iso Mustajärven hydrografisia tietoja 23.VI 1977 ja 17.VI 1978. ⁽¹⁾ Happikyllästysarvoja ei mitattu.

	Haukilampi				Iso Mustajärvi			
	1977		1978		1977		1978	
	1 m	6 m	1 m	5 m	1 m	5 m	1 m	5 m
pH	6.9	6.6	5.9	6.6	6.8	6.9	6.8	6.7
Alk. mval/l	.16	.10	.05	.12	.13	.13	.58	.45
Väri mg Pt/l	70	160	150	320	80	70	350	280
KMnO ₄ mg/l	38	77	105	83	55	45	57	60
Kok. N --	.29	.51	.76	.66	.58	.71	.87	.67
Kok. P --	.020	.041	.044	.092	.023	.027	.275	.259
Fe --	.44	.64	1.15	3.03	.29	.21	6.60	5.58
Johdotk. µS ₂₅	62 (1)	51	60 (1)	52	43 (1)	40	75 (1)	65
O ₂ %		87		34		96		0
t °C	14.2	10.4	6.4	4.9	17.1	14.8	5.6	5.4

III. Aineisto ja menetelmät

Pyynti tapahtui touko-syyskuussa vuonna 1977 ja touko-kesäkuussa vuonna 1978 pääasiassa katiskoilla (10-15 kpl/kalastuskerta), joiden metalliverkon silmäkoko oli 10 mm. Pyyntisyvyytenä oli etupäässä 1-2 m, sillä v. 1977 järjestetyissä koepyyntneissä ei ahventa saatu syvemmältä juuri lainkaan. Katiskoita pidettiin pyynnissä joko 5-9 tuntia päivällä tai yli yön. Verkkopyyntiä harjoitettiin elo- ja syyskuussa v. 1977 (silmäkoot 15 ja 25 mm) sekä touko- ja kesäkuussa v. 1978

(silmäkoot 15, 20, 25 ja 35 mm). Verkot olivat pyynnissä joko keskim. 4 tuntia päivällä tai yli yön.

Ahvenia oli saaliissa Haukilammessa yhteensä 784 ja Iso Mustajärvessä 2463 yksilöä. Jokaisen kalastuskerran yhteydessä otettiin kummastakin järvestä 30-60 ahvenen näytteet jatkotutkimuksia varten. Jokaisesta saaliskalasta mitattiin kokonaispituus (RT) 1 mm:n tarkkuudella, jonka lisäksi näytekalat punnittiin 0,1 g:n tarkkuudella. Iän ja kasvun määrittämistä varten otettiin näytekalojen kiduskannesta operculum. Ravintoanalyysiä (tulokset:TIKKA 1979) varten poistettiin kaikilta näytekaloilta koko ruuansulatuskanava, joka säilöttiin 4 %:een neutraloituun formaliiniin. Gonadit punnittiin syyskuussa vuonna 1977 ja kaikilla vuoden 1978 kalastuskerroilla ja lisäksi määritettiin kypsyyskertoimet eli gonadipainon osuus %:na ruumiinpainosta (vrt. esim. LE CREN 1951), jotka testattiin t-testillä. Sukupuoli määritettiin silloin, kun se oli visuaalisesti mahdollista eli ennen kutua ja kesän lopulla. Sukupuolijakaumat testattiin tilastollisesti χ^2 -testillä. Ennen vuoden 1978 kutua pyydetyiltä ahvennaarailta arvioitiin fekunditeetti (ks. esim. BAGENAL & BRAUM 1971) laskemalla kolmelta eri kokoluokkaa olevalta naarasahvenelta kummastakin järvestä niiden absoluuttinen mätimunaäärä.

Kunto arvioitiin Fultonin kuntokertoimella, $K = \frac{W}{L^3} \times 100$, missä W= yksilön tuorepaino (g) ja L= yksilön pituus (cm) (HILE 1936, ref. LE CREN 1951). Kuntokertoimet testattiin tilastollisesti t-testillä.

Pituus: paino-suhdetta varten määritettiin pituuden ja painon logaritminen regressiosuora: $\log w = b \cdot \log l + \log a$, missä W= paino (g), l= pituus (mm), b= kulmakerroin ja a= vakio (TESCH 1971).

Ikä ja taannehtiva kasvu määritettiin stereomikroskoopilla operculumin vuosirenkaiden avulla. Kasvu arvioitiin taannehtivasti LE CRENin (1947) menetelmällä, jolloin ahvenen pituuden (y) ja operculumin säteen (x) väliseksi suhteeksi saatiin Haukilammessa $\log y = 1.406 + 0.851 \log x$ ja Iso Mustajärvessä $\log y = 1.384 + 0.866 \log x$. Eri ikäryhmille saadut keskipituudet ja -painot testattiin tilastollisesti t-testillä.

Populaation koko arvioitiin pyyntimittaisilta ahvenilta merkinnällä ja takaisinpyynnillä. Ahvenia merkittiin rinta- tai vatsaeväleikkauksella. Evä leikattiin tyvestään, mutta kuitenkin niin, että sitä jäi vielä osa jäljelle. Haukilammessa merkittiin 358 ja Iso Mustajärvessä 1310 ahventa. Kalat merkittiin pääasiassa kutuaikana ja niitä pyydettiin takaisin vähintään kerran kuukaudessa syyskuun alkuun asti. Leikattujen evien regeneroituneet evät erotti helposti normaaleista evisistä (vrt. STOTT 1971). Populaation koko laskettiin muunnetulla Petersenin menetelmällä (RICKER 1958), paitsi kutuaikana, jolloin käytettiin Schnabelin menetelmää (CHAPMAN 1954). Populaation kokoarvioille laskettiin 95%:n luotettavuusrajat. Kutuainainen sukupuolijakauma (saaliissa naaraiden aliedustus) on oletettu samaksi kuin mikä ko. järvissä on normaalisti todettu olevan eli n. 1:1.

Alle pyyntimittaisten (alle 8 cm) ja myös Iso Mustajärven 2-vuotiaiden, joita oli saaliissa liian vähän, lukumäärän arvioinnin perustana olivat ennen kutua pyydetyiltä naarasahvenilta mitatut gonadipainot ja edellä mainitut fekunditeetti-arviot (mätimunamäärät), sekä kutupopulaation arvioidut naaraiden määrät, joista saatiin hedelmöitettyjen mätimunien kokonaismäärä-arviot. Hedelmöitettyjen mätimunien kuoriutumisprosenttiarvio (95%) ja luonnollisen kuolleisuuden arviot saatiin NYBERGIN (1976) tutkimustuloksista kahdesta ruotsalaisesta metsäjärvestä, joiden olosuhteet eivät merkittävästi eroa Evon tutkimusjärvistä.

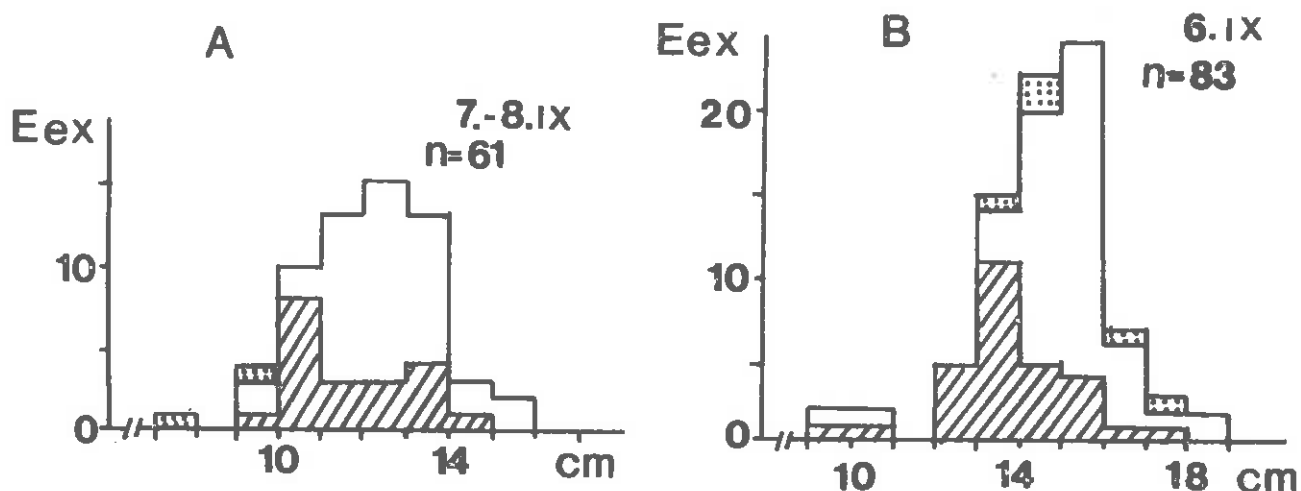
Yksivuotiaiden ja sitä vanhempien ahventen tuotanto määritettiin Allenin graafisella menetelmällä (esim. CHAPMAN 1971), mutta saman kesän poikasten osalta kaavalla $P = G\bar{B}$ (P =tuotanto, G =painon lisäys ja \bar{B} =keskibiomassa; RICKER 1958). Allenin graafista menetelmää varten jouduttiin piirtämään eri ikäryhmien keskipaino- ja kuolleisuuskäyrät ajan funktiona, jolloin käyrien kulussa huomioitiin myös keskiarvojen 95%:n luotettavuusrajat ja aineiston suuruus (vrt. esim. CHAPMAN 1971). Poikasten kasvun ja kuolleisuuden oletettiin olevan eksponentiaalista.

Sukukypsien ahventen syys-toukokuun aikainen sukuolutuotanto lisättiin kesän aikaiseen somaattiseen tuotantoon. Mikäli tuotantolaskelmissa tarvittavia ikäryhmiä keskipainotietoja ei ollut käytettävissä (lähinnä 0- ja 1-vuotiaat) arvioitiin ne taannehtivan kasvun arvojen ja pituus:paino -tietojen avulla. 0-vuotiaiden kuoriutumispainoksi oletettiin 4 mg (NYBERG 1976).

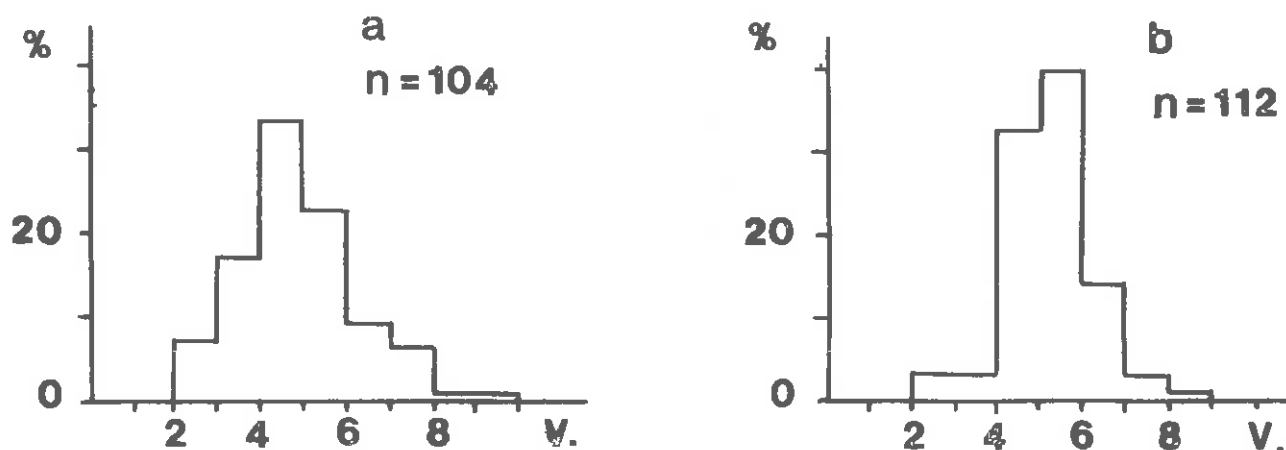
IV. Tulokset

1. Saaliin ikä- ja kokoluokat

Runsaimpina saaliissa olivat Haukilammessa 4-5-vuotiaat eli n. 11-13 cm:n pituiset ja Iso Mustajärvessä 4-6-vuotiaat eli n. 12-15 cm:n pituiset ahvenet. Koko- ja ikäjakaumat olivat selvästi yksihiippuiset molemmissa järvissä, Haukilammessa kuitenkin tasaisemmat kuin Iso Mustajärvessä (kuva 1 ja 2).



Kuva 1. Ahvenen pituusluokkajakautuma syyskuun 1977 katiska- ja verkkosaaliissa Haukilammessa (A) ja Iso Mustajärvessä (B) . Viivoitettu pylväs koiraita, viivoittamaton naaraita ja pilkuttettu sukupuoleltaan määrittämättömiä.



Kuva 2. Kutuajan ulkopuolella saatujen ahventen suhteellinen ikäjakauma Haukilammessa (a) ja Iso Mustajärvessä (b) kesällä 1977.

Huomattavaa on 2- ja 3-vuotiaiden ahventen vähäinen osuus Iso Mustajärvessä. Ahven kasvoi tutkimusjärvissä vain harvoin yli 7-vuotiaaksi eli yli 16 cm:n pituiseksi. Yleisesti (esim. SVÄRDSON 1968 ja VILJANEN 1974) on järviahvenella pidetty 16-20 cm:n pituutta rajana, jolloin kalaravinto ohittaa tärkeydessä pohjaeläinravinnon.

2. Sukupuolijakautuma ja gonadien kehitys

Ahventen sukupuolijakautuma oli saaliissa normaalisti noin 1:1 eivätkä poikkeamat tästä suhteesta olleet tilastollisesti merkitseviä. Katuaikana oli katiskasaaliissa kuitenkin yhtä naarasta kohden 10-20 koirasta.

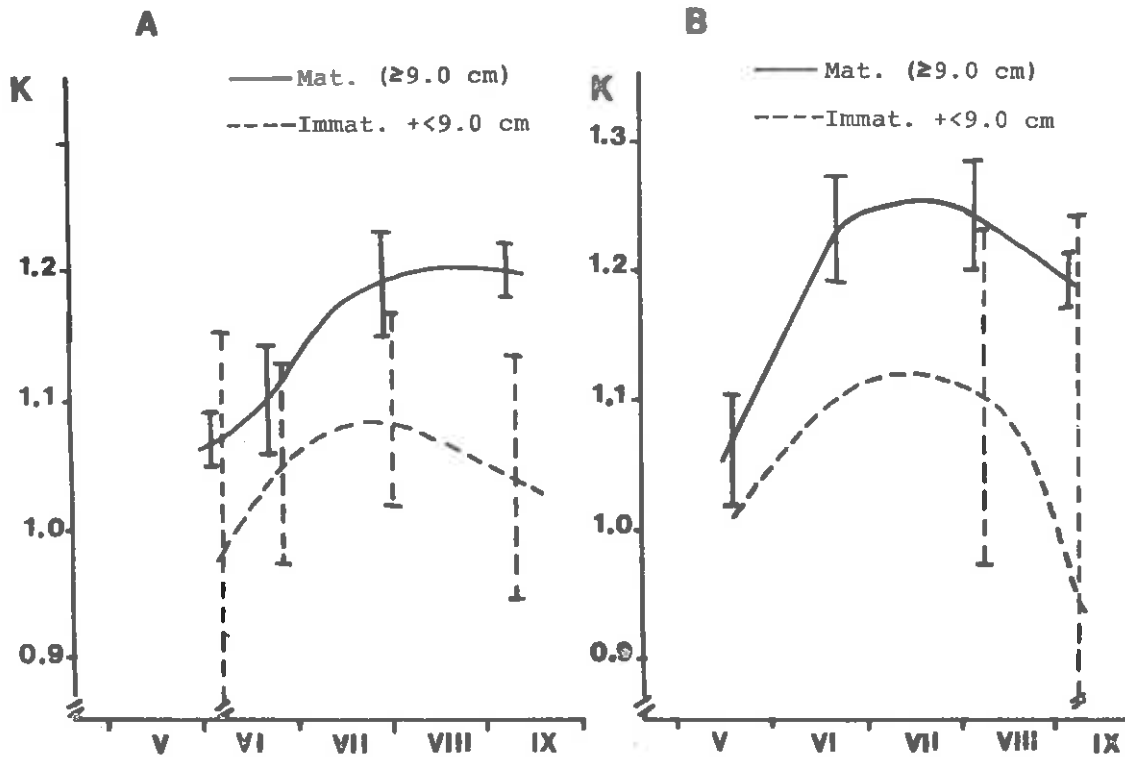
Kutu alkoi järvissä toukokuun puolivälin maissa, jolloin veden lämpötila oli Haukilammessa 6-8° C ja Iso Mustajärvessä 9-12° C.

Kutuajan saaliissa ei ollut alle 12 cm:n naaraita eli Haukilammessa alle 5-vuotiaita ja Iso Mustajärvessä alle 3-4-vuotiaita ja koirastakin pienimmät olivat Iso Mustajärvessä yleensä yli 11 cm eli vähintään 3-vuotiaita. Haukilammessa sen sijaan pienimmät kutevat koiraat olivat 8 cm eli 2-vuotiaita. Kutuajan ulkopuolella saaliissa olivat koiraat enemmistönä pienemmissä kokoluokissa eli Haukilammessa alle 11 cm ja Iso Mustajärvessä alle 14 cm, kun taas näitä suurempien kokoluokkien saaliissa olivat naaraat vallitsevina (kuva 1).

Keskimääräisten kypsyyskertoimen ja gonadipainojen maksimit olivat koirailta syksyllä, mutta naarailta vasta vähän ennen kutua. Kypsyyskerroinmaksimit olivat koirailta Haukilammessa 6,0 % ja Iso Mustajärvessä 7,1 %, sekä naarailta vastaavasti 14,6 % ja 17,0 %.

3. Kuntoindeksi ja pituus:paino-suhde

Sukukypsillä ahvenilla keskimääräinen Fultonin kuntoindeksin minimi oli alkukesällä ja maksimi kasvukauden lopulla (kuva 3).



Kuva 3. Haukilammen (A) ja Iso Mustajärven (B) matuurien ja immatuurien ahventen keskim. kuntokerroin (K) 95 %:n luotettavuusrajoineen vuonna 1977.

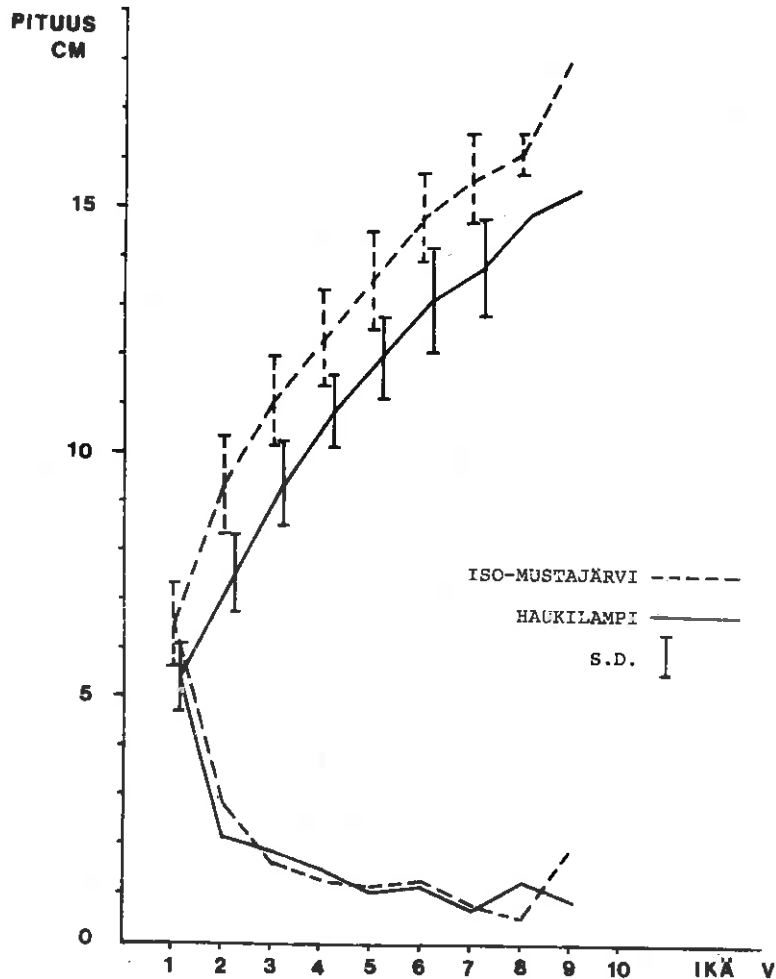
Ahventen kuntokertoimet olivat suurimman osan kasvukautta suuremmat Iso Mustajärvessä kuin Haukilammessa, mutta erosivat tilastollisesti merkitsevästi sukukypsien ahventen osalta kuitenkin vain kesäkuun lopulla ($p < 0.001$, $t = 4.560$). Kuntoindeksi saavutti maksimitason Iso Mustajärvessä ilmeisesti jo kesäkuun lopussa, mutta Haukilammessa vasta elokuussa. Kunto eri sukupuolten kesken ei eronnut selvästi kuin keväällä ennen kutua, jolloin se oli naaraille parempi.

Vuoden 1977 ahvenen keskimääräinen pituus:paino-suhteen logaritmisien regressiosuoran kulmakertoimen (b) ja vakion (a) arvot olivat tutkimusjärvissä seuraavat:

		b	a	n, kpl
Haukilampi	koiraat	3,16	- 5,25	35
	naaraat	3,33	- 5,61	49
	molemm. sukupuolet	3,16	- 5,27	131
Iso Mustajärvi	koiraat	3,03	- 4,99	48
	naaraat	3,12	- 5,17	46
	molemm. sukupuolet	3,06	- 5,04	149

4. Kasvu

Ahventen ikäryhmittäiset keskipituudet olivat merkitsevästi suuremmat Iso Mustajärvessä kuin Haukilammessa (t-testi). Vuosittainen lisäkasvu oli ahvenen kahtena ensimmäisenä elinvuonna Iso Mustajärvessä noin 1 cm parempi kuin Haukilammessa, mutta vanhemmilla ikäryhmillä kasvuerot tasaantuivat (kuva 4).



Kuva 4. Ahventen, koiraat ja naaraat yhdessä, ikäryhmittäiset yksilön keskipituudet ja vuosittainen lisäkasvu tutkimusjärvissä.

Kasvuerot eri sukupuolten kesken samassa järvessä olivat pieniä. Keskimääräisten pituuksien väliset erot olivat tilastollisesti merkitseviä vain Iso Mustajärven 3-, 4- ja 5-vuotiailla, jolloin naaraat olivat pitempiä, t:n arvot 2.822 (df=52) ja 3,834 (df=36) vastaavasti.

Ahvenen painon lisäys oli Haukilammessa voimakkaimmillaan kesä-elokuun aikana, kun taas Iso Mustajärvessä kasvu hidastui selvästi keskikesällä. Eri ikäryhmien ahventen keskipainot olivat selvästi suuremmat Iso Mustajärvessä kuin Haukilammessa.

Yli 1-vuotiaista kasvoivat suhteellisesti eniten Haukilammen 2-vuotiaat ja Iso Mustajärven 4-vuotiaat (taulukot 2 ja 3).

Taulukko 2. Eri ikäryhmien absoluuttinen ja suhteellinen yksilön painonlisäys kasvukautena 1977 Haukilammessa ja Iso Mustajärvessä. Yksilöiden keskipainot eri pyyntikertoina ovat taulukossa 3.

HAUKILAMPI			ISO MUSTAJÄRVI		
Ikäryhmä	VI-IX		Ikäryhmä	V-IX	
Age class	g	%	Age class	g	%
0+	(1.8)	(44900)	0+	(1.7)	(42400)
1+	(2.7)	(150)	1+	(5.0)	(294)
2+	(5.4)	(120)	2+	(3.1)	46
3+	4.5	48	3+	7.6	39
4+	6.6	49	4+	14.6	74
5+	7.9	47	5+	13.6	57
6+	5.8	23	6+	16.3	59
≥ 7+	3.7	11	≥ 7+	19.4	47

Taulukko 3. Populaation koko- ja biomassa-arviot (kg) , sekä yksilön keskim. paino (g) eri ikäryhmille Haukilammessa ja Iso Mustajärvessä vuonna 1977. (¹ Vastakuoriutuneiden yksilöiden arvoja.

		Haukilampi									
		Ikäryhmä								Σ	Σ
		0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	≥7+	≥1+	≥1+/ha
3.VI	N		202	121	135	263	208	170	34	1 133	493
	\bar{w}		1.8	4.5	9.4	13.6	16.9	24.8	34.7		
	B		0.36	0.55	1.27	3.56	3.52	4.22	1.18	14.65	6.37
22.VI	N	(¹ 504 997	170	70	105	262	201	159	32	999	434
	\bar{w}	(¹ 0.004	2.0	6.1	7.5	13.7	17.9	23.1	31.8		
	B	(¹ 2.02	0.33	0.43	0.79	3.58	3.59	3.67	1.02	13.40	5.83
28.VII	N		132	30	67	258	192	144	28	851	370
	\bar{w}		3.9	9.5	14.3	20.0	25.4	31.2	43.5		
	B		0.52	0.28	0.96	5.16	4.87	4.49	1.22	17.48	7.60
7.IX	N		202	121	12	54	254	188	138	24	791
	\bar{w}		1.8	4.5	10.0	14.1	20.3	24.8	32.0	43.4	344
	B		0.36	0.55	0.12	0.76	5.16	4.66	4.42	1.04	16.70

jatkuu seuraavalla sivulla

taulukko 3 jatkoa

		Iso Mustajärvi										
		Ikäryhmä								\bar{x}	\bar{x}	
		0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	$\geq 7+$	$\geq 1+$	$\geq 1+/ha$	
19.V	N		325	124	93	792	883	407	50	2 674	990	
	\bar{w}		1.7	6.7	19.4	19.6	23.9	27.4	41.7			
	B		0.55	0.83	1.79	15.52	21.10	11.15	2.09	53.02	19.64	
21.VI	N	(1 3 250 267	250	118	85	791	877	403	49	2 573	953	
	\bar{w}	(1 0.004	2.9	6.9	22.8	24.1	28.3	38.1	48.2			
	B	(1 13.00	0.73	0.81	1.94	19.06	24.82	15.35	2.36	65.07	24.10	
6.VIII	N		140	112	74	784	862	393	47	2 412	893	
	\bar{w}		5.8	8.0	24.2	27.3	31.6	39.4	51.6			
	B		0.81	0.90	1.79	21.40	27.24	15.48	2.43	70.04	25.94	
6.IX	N		325	124	111	70	780	854	389	46	2 374	879
	\bar{w}		1.7	6.7	9.8	27.0	34.2	37.5	43.8	61.0		
	B		0.55	0.83	1.09	1.89	26.68	32.03	17.04	2.81	82.37	30.51

5. Populaation koko

Merkinnän ja takaisinpyynnin avulla saatiin yksilömäärä arvioiduksi vain 3-vuotiaille ja sitä vanhemmille ja loppukesällä Haukilammen 2-vuotiaille (taulukko 3). 0-, 1- ja 2-vuotiaiden yksilömäärien arvioinneissa käytettiin apuna laskettuja absoluuttisia mätimunamääriä (vrt. sivu 3). Keskimääräinen mätimunanien lukumäärä kalan tuorepainogrammaa kohden oli Haukilammen naarailla 50 ± 17 (S.D.) ja Iso Mustajärven naarailla 89 ± 15 (S.D.). Ero johtuu pääasiassa ahvenen mätimunan alemmasta keskimääräisestä painosta Iso Mustajärven (2,1 mg) verrattuna Haukilammen (3,0 mg).

Haukilammessa laskettiin olevan 1-vuotiaita ja sitä vanhempia ahvenia alkukesällä noin 500 ja syksyllä noin 350 yksilöä hehtaarilla ja Iso Mustajärven vastaavasti noin 1000 ja 880 yksilöä hehtaarilla (taulukko 3).

Kokonaiskuolleisuuden arvo oli Haukilammessa vuoden 1977 kasvukaudella 1-vuotiailla ja sitä vanhemmilla ahvenilla 0.31, josta luonnollisen kuolleisuuden osuus oli 68%, muu osa oli kalastuskuolleisuutta. Vastaavat arvot Iso Mustajärnessä olivat 0,11 ja 46 %. Erityisesti Haukilammen 2- ja 3-vuotiaiden osuus väheni selvästi kesän aikana (taulukko 4).

Taulukko 4. Eri ikäryhmien suhteellinen (%) populaatioko-
ko tutkimusjärvissä kesä- ja syyskuussa 1977.

Ikäryhmä Age class	Haukilampi %		Iso Mustajärvi %	
	3.VI	7.IX	21.VI	6.IX
1+	17.8	15.3	11.7	5.2
2+	10.7	1.5	4.6	4.7
3+	11.9	6.8	3.3	2.9
4+	23.2	32.1	29.9	32.9
5+	18.4	23.8	33.3	36.0
6+	15.0	17.4	15.2	16.4
≥ 7+	3.0	3.0	1.9	1.9

Vastaavaa vähenemistä ei havaittu Iso Mustajärnessä, jossa ikäluokkien osuus oli jo alkukesällä vähäinen. Iso Mustajärnessä 4- ja 5-vuotiaat olivat erittäin selvästi dominoiva ikäryhmä (taulukko 3).

6. Populaation tuotanto

3-vuotiaiden ja sitä vanhempien ahventen tuotannoksi saatiin Haukilammessa 2.6 kg/ha/a ja Iso Mustajärnessä 12,7 kg/ha/a. Vastaavat kokonaistuotantoarviot kaikille ikäryhmille olivat 5.5 kg/ha/a ja 22.1 kg/ha/a (taulukko 5).

Taulukko 5. Ahvenen tuotanto (P), keskibiomassa (\bar{B}) ja P/ \bar{B} -suhde tutkimusjärvissä kasvukautena 1977 (kg/ha).

Ikäryhmä Age class	Haukilampi			Iso Mustajärvi		
	P	\bar{B}	P/ \bar{B}	P	\bar{B}	P/ \bar{B}
0+	(2.57)	(0.42)	(6.12)	(8.83)	(1.46)	(6.05)
1+	(0.17)	(0.19)	(0.89)	(0.38)	(0.25)	(1.46)
2+	(0.14)	(0.15)	(0.93)	(0.13)	(0.34)	(0.38)
3+	0.11	0.41	0.27	0.23	0.69	0.33
4+	0.79	1.90	0.42	4.25	7.65	0.56
5+	0.67	1.81	0.37	4.40	9.74	0.45
6+	0.41	1.83	0.22	2.45	5.46	0.45
≥ 7+	0.16	0.49	0.33	0.35	0.90	0.39
Gonadit IX-V	0.47	0.53		1.05	2.13	
Σ 0+ - ≥ 7+	5.49	7.73	0.71	22.07	28.63	0.77
Σ ≥ 3+	2.61	6.97	0.37	12.73	26.57	0.48

Pyyntikokoisten ahventen biomassa oli Haukilammessa 7.0 kg/ha/a ja Iso Mustajärvessä 26.6 kg/ha/a. Gonadien osuus yli 2-vuotiaiden kokonaistuotannosta oli myös merkittävä eli Haukilammessa noin 31 % ja Iso Mustajärvessä noin 24 %.

V. Tarkastelu

1. Populaatiorakenne

Molemmissa järvissä olivat vallitsevina vuosina 1972 ja 1973 syntyneet ikäluokat. Eräänä syynä ahvenen ikäjakauman suurempaan epätasaisuuteen Iso Mustajärvessä voi olla siellä mahdollisesti vallitseva kovempi kilpailu ravinnosta, sillä samoja ravintovaroja hyödyntävät tiheämmän ahvenpopulaation lisäksi runsaammat särki- ja peledsiikakannat (TIKKA 1979). Lisäksi alusveden happikato pienentää oleellisesti järven kalaston elin-tilää ja ravinnonsaantialuetta.

ALMin (1952) ja SUMARIn (1971) mukaan myös kannibalismi ja muu predaatio voivat jossain määrin vaikuttaa vuosiluokkien voimakkuuksiin. Toisaalta McCORMACK (1970) ja NYBERG (1976) ovat havainneet kannibalismin vaikuttavan vain vähän tai ei ollenkaan vuosiluokkien voimakkuuksiin. Ilmeisesti kannibalismilla ei ole oleellista vaikutusta ahvenen vuosiluokkien voimakkuuksiin tutkimusjärvissä etenkin Haukilammen osalta, sillä tehdyissä ravinto-

tutkimuksissa (TIKKA 1979) kannibalismia havaittiin Iso Mustajärvessä vain kevätkesällä, eikä Haukilammessa lainkaan. Myös muiden petojen eli lähinnä hauen osuus lienee kummankin järven kalastossa pieni.

Kriittisimpänä vaiheena ahvenen vuosiluokkien voimakkuuden määräytymiseen pitää EINSELE (1963) ahventen siirtymistä ruskuaispussiravinnosta ulkoiseen eli lähinnä eläinplanktonravinnon käyttöön, jolloin planktonin riittävyys on eloonjäämisen ratkaisevana ehtona.

NYBERG (1976) ei havainnut yhteyttä tuotetun mätimunamäärän ja siitä muodostuvan seuraavan vuoden 1-vuotiaiden runsauden välillä.

Jotkut tutkijat (esim. LE CREN 1958 ja KIPLING 1976) ovat korostaneet lämpötilojen ja yleensäkin säätekijöiden vaikutuksia ahvenen vuosiluokkien voimakkuuden vaihteluihin. Evon tutkimusjärvissä kesien säätilojen vaikutus on mahdollista, sillä Iso Mustajärvessä ja Haukilammessa ahvenen vuosiluokkien vaihtelu on samansuuntaista (kuva 2). Toisaalta VILJANEN (1975) ei havainnut Lammin Pääjärvellä kesäkuun tai kesä-elokuun ilman lämpötilojen vaikuttavan merkittävästi vuosiluokkien voimakkuuteen ahvenilla, särjellä sitävastoin lämpötilat vaikuttivat. Pääjärvi on kuitenkin isona ja syvänä järvenä huonosti verrattavissa suojaisiin ja mataliin metsäjärviin.

Evon tutkimusjärvien lisäksi on ahvenen sukupuolijakauman havaittu olevan noin 1:1 myös monissa muissa järvissä, joissa on myös kuten Evon tutkimusjärvissä todettu olevan vanhemmissa ikäryhmissä naarasenemmistön (esim. SUMARI 1971, VILJANEN 1975 ja NYBERG 1976). SUMARI (1971) on lisäksi havainnut nuoremmissa ikäryhmissä lievän koirasenemmistön, mikä todettiin myös tutkimusjärvissä.

Kuusamon Kiutajärvessä on gonadien kypsyyskertoimien maksimi naarailla samaa luokkaa kuin tutkimusjärvissä eli noin 16 %, mutta koirailta hieman pienempi eli 4,8 % (LIND et al. 1973). Naaraiden kypsyyskerroinmaksimit ovat Windermere- ja Slapton Ley-järvessä 16-23 % (LE CREN 1951 ja CRAIG 1974), sekä Klicavatekojärvessä jopa 26 % (STEHLIK 1968). Kaikissa näissä järvissä alkoi gonadien kasvu samaan aikaan eli elokuussa.

2. Kasvu

Ahvenen kasvu oli tutkimusjärvissä tyypillistä kääpiökasvua: kasvu oli nuorilla kaloilla kohtalaista ja heikkeni kuitenkin vanhempana huomattavasti (vrt. VALLE 1944). Tämä tilanne havaittiin myös särjellä (TIKKA 1979). DEELDERin (1951) mukaan ahvenen kääpiökasvun syitä ovat ennenkaikkea huonot ravinto-olot ja etenkin sopivan kalaravinnon niukkuus. Tällöinhän ahventen on syötävä kalaravinnon sijasta pohjaeläimiä ja eläinplanktonia. Kannibalismilla ei DEELDERin (1951) mukaan ole merkitystä, jos suojapaikkoja, kuten tiheitä vesikasvustoja on tarjolla poikasille. Toisaalta, kuten edellä (kpl 5.1) todettiin karussa ja niukkakasvustoisessa Haukilammessa ei kannibalismia havaittu, joten DEELDERin teoriaa kannibalismin edellytyksistä ei ainakaan Haukilammen osalta voida soveltaa.

Iso Mustajärven ahvenen kasvun taantuminen kahden ensimmäisen elinvuoden jälkeen saattaa johtua suurehkon populaatioitiheyden aiheuttamasta stressistä (vrt. KJELLBERG 1971) ja ilmeisesti myös mahdollisesta ravintokilpailusta. LE CRENin (1958), ALMin (1946) ja VILJASEN (1975) mukaan populaation tiheydellä ei ole vaikutusta 1-vuotiaiden ja vaikutusta on vain vähän 2-vuotiaiden ahventen kasvuun.

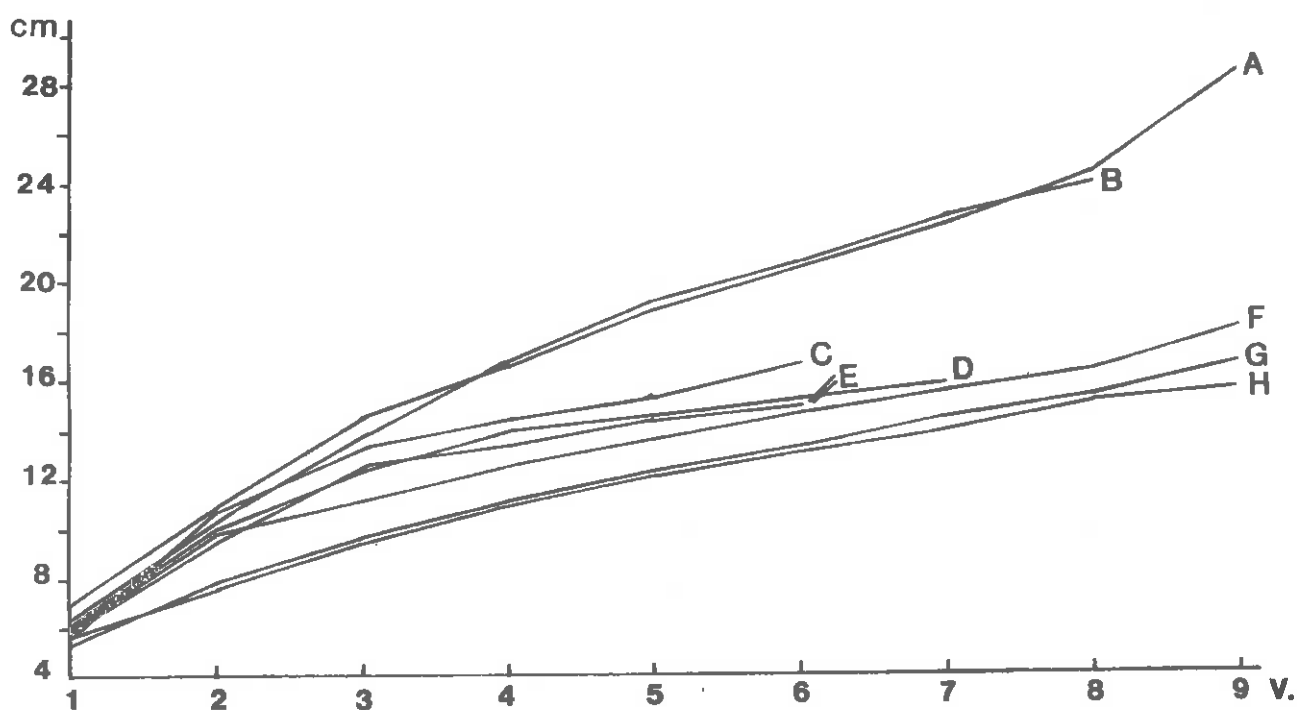
Iso Mustajärven alle 2-vuotiaiden ahventen ja särkien (TIKKA 1979) parempi kasvu Haukilampeen verrattuna johtune pääasiassa Iso Mustajärven pitemmästä kasvukaudesta ja korkeammista pintaveden lämpötiloista kesäisin, mitkä puolestaan vaikuttavat ahvenen ravintoeläinten tuotantoon. MERILÄISEN & PAASIVIRRRAN (1979) mukaan pohjaeläinten biomassat olivatkin Iso Mustajärvesä paljon suuremmat kuin kuin Haukilammessa. Myös eläinplanktonkantojen ilmeinen niukkuus Haukilammessa lienee syynä heikompaan alle 3-vuotiaiden ahventen kasvuun siellä, onhan eläinplankton ahvenelle sen kahtena ensimmäisenä elinvuonna tärkeää ravintoa.

Operculumin reunakasvun alkamisen ajankohdan perusteella alkoi kasvukausi Haukilammessa kesäkuun puolenvälin jälkeen ja Iso Mustajärvesä jo kesäkuun alussa. Jos kasvun minimilämpötilana pidetään $+13 - +14^{\circ}\text{C}$ päättyi kasvukausi kummassakin järvesä syyskuun alkuun mennessä. KUDRINSKAYA (1970) havaitsi ahvenen poikasilla kasvun huononemista ja alle $+16^{\circ}\text{C}$:n lämpötiloissa. Tutkimuksen aikana Haukilammessa olivat kesäiset pintaveden lämpötilat päinvastoin kuin Iso Mustajärvesä useimmiten

tämän raja-arvon alapuolella.

Ahvenen eri ikäryhmien yksilöiden väliset kasvuerot olivat Iso Mustajärvessä suuremmat kuin Haukilammessa, mikä johtunee edellisen järven ahventen laajemmasta ravintovalikoimasta (TIKKA 1979). Esimerkiksi VILJASEN (1975) mukaan kasvu lisääntyy ravintokohteiden koon kasvaessa ja ILINAN (1970) mukaan kalaa syövät nuoret ahvenet kasvavat noin kolme kertaa niin hyvin kuin eläinplanktonia syövät yksilöt.

Kuvaan 5 on koottu eräiden vesistöjen ahvenen kasvuarvoja.



Kuva 5. Ahvenen kasvu eräissä järvissä. A= Loch Lomond (SHAFI & MAITLAND 1971), B= Pääjärvi (VILJANEN 1974), C= Windermere (DEELDER 1951), D= Tvätjärnarna (KJELLBERG 1971), E= Keskiarvo 32 suomalaisesta metsäjärvestä (SUMARI 1971), F= Iso Mustajärvi (tämä tutkimus), G= Dubh Lochan (SHAFI & MAITLAND 1971) ja H= Haukilampi (tämä tutkimus).

Useissa näissä on myös havaittu ahvenen kääpiökasvua ja kasvu hidastuu erityisen jyrkästi 3.-4. elinvuoden jälkeen Windermere-järvessä ja Tvätjärnarna-järvessä. Isommissa ja syvem-

missä järvissä kuten skotlantilaisessa Loch Lomond-järvessä ja Lammin Pääjärvessä on ahvenen kasvu tutkimusjärviä parempaa. Muissa vesistöissä ovat kasvunopeudet samaa luokkaa tai hieman suurempia kuin Evon tutkimusjärvissä.

3. Populaationkoko

Syinä tutkimusjärvien ahventen populaatiokoon eroihin kuten kasvueroihinkin lienevät Haukilammen huomattavasti alhaisemmat veden lämpötilat, lyhyempi kasvukausi sekä huonompi ravintotilanne. Tästä osoituksena ovat myös Haukilammen pienemmät fekunditeetti-arvot. Ei pidä unohtaa särjenkään merkitystä kilpailijana Haukilammen niukoista ravintovaroista sillä särjen ja ahvenen todettiin (TIKKA 1979) syövän melko samantyyppistä pohjaeläin- ja eläinplanktonravintoa. PIVNIČKA ja ŠVATORA (1977) ovat todenneetkin särjellä olevan jopa neljä kertaa ahventa suuremman fekunditeetin, mikä tietyissä ympäristöoloissa saa aikaan särjellä suuremman populaatiotiheyden.

Merkintää ja takaisinpyyntiä voidaan käyttää populaatiokoon arviointimenetelmän apuna tuloksellisesti vain pienissä vesistöissä, sillä populaation koon ja kuolleisuuden arviointi tuottaa suuriakin ongelmia suuremmissa vesissä. Lisäksi CHADWICKin (1976) mukaan merkintä- ja takaisinpyyntimenetelmällä aliarvioidaan nuorien ikäryhmien ja etenkin 1-vuotiaiden osuus, kun taas vanhempien ikäryhmien osuutta yliarvioidaan.

LIND et al. (1971) havaitsivat, että etenkin yli 30g painoiset ahvenet voivat oppia 3 - 5 vuorokaudessa karttamaan katiskaa muulloin paitsi kutuaikana. Evon tutkimusjärvissä ei tätä ilmiötä todennäköisesti juuri ollut, sillä pyynti kesti kutuaikaa lukuunottamatta vain 1-2 vrk ja useimmat kalat olivat alle 30g painoisia.

Haukilammen ahvenen populaatiokoko oli alle puolet ja biomassaa vain noin neljännes Iso Mustajärven vastaavista arvoista. Tulosten tarkastelussa on otettava huomioon se, että nuorempien ikäryhmien yksilömäärien arviot ovat vain suuntaa-antavia.

Vastaavia arvioita ahvenen populaation koosta kuin Haukilammesta on saatu muistakin karuista järvistä ja lammista (esim. TOIVONEN et al. 1964 ja SUMARI 1971). Tätä pienempiä arvoja on havaittu esim. Evon Pitkänienjärven (JURVELIUS

1977) ja lisäksi Pohjois-Suomessa (LIND ja TURUNEN 1971 ja KUKKO et al. 1972).

Iso Mustajärven ahvenen populaation koko- ja/tai biomassarviot ovat samaa tasoa tai hieman korkeampia kuin NYBERGIN (1976) tutkimassa Vitalampa-järvessä, sekä useassa muussakin järvessä (SUMARI 1971, LIND et al. 1974, CHADWICK 1976 ja VILJANEN 1978). Järviä, joissa ahvenen populaatiokoko on selvästi suurempi kuin Iso Mustajärvessä ovat havainneet esim. ALM (1946) ja NYBERG (1976).

4. Populaation tuotanto

Verrattuna taulukossa 6 esitettyjen karujen metsäjärvien arvioihin Iso Mustajärven tuotanto on melko suurta, mutta verrattaessa isoon mesotrofiseen Windermere-järveen (LE CREN 1962) Iso Mustajärven tuotanto on huomattavasti alhaisempi. Haukilammen tuotantoarvio on poikkeuksellisen alhainen, joskin esimerkiksi ruotsalaisen Vitalampa-järven arviot (NYBERG 1976) eivät ole kovin paljon suurempia. Kanadalaisessa Red Deer-järvessä kolmivuotiaiden tai niitä vanhempien kelta-ahventen erittäin alhainen tuotantoarvio on johtunut vastaavien ikäryhmien hyvin pienestä määrästä (CHADWICK 1976).

Gonadien osuus tuotannosta on todettu useissa tutkimuksissa suureksi ja esimerkiksi Vitalampa-järvessä (NYBERG 1976) se oli noin 50% yli 2-vuotiaiden tuotannosta ja Windermere-järvessä (LE CREN 1962) noin 42% sukukypsien ahventen tuotannosta. Kuusamon Kiutajärvessä (LIND et al. 1974) sulusolutuotanto oli sukukypsien ahventen tuotannosta noin 27% mikä sijoittuu Haukilammen (31%) ja Iso Mustajärven (24%) arvojen väliin.

Tuotantolaskelmia vertaillen täytyy ottaa huomioon käytetyt menetelmät. Esimerkiksi CHADWICK (1976) sai Allenin graafisella menetelmällä kelta-ahvenkoiraille 42% ja -naaraille 51% suuremman tuotantoarvion kuin Rickerin matemaattisella menetelmällä, joskin kahdella Semotilus-lajilla kummallakin menetelmällä saatiin samantapaiset tuotantoluvut.

Taulukko 6. Eräiden pienten metsäjärvien ahvenen tuotantoarvioita: ⁽¹⁾vuosi 1974, ⁽²⁾ \geq 2-vuotiaat.

Järvi	Yhteensä	kg/ha/vuosi ($\geq 3+$)
Vitalampa (1970-74, NYBERG 1976)	7,0-12,0	3,0-5,1
Botjärn " "	13,0-27,0	5,2 ⁽¹⁾
Red Deer (CHADWICK 1976)	20,7	0,4
Kiutajärvi (LIND et al. 1974)	11,2	5,6 ⁽²⁾
Haukilampi	5,5	2,6
Iso Mustajärvi	22,1	12,7

TIIVISTELMÄ

Tutkimus on osa laajemmasta metsäjärvien eläinplanktonin, pohjaeläimistön ja kalaston välisiä suhteita käsitelleestä tutkimuksesta, jota tehtiin Evon alueella muutamissa metsäjärvisissä vuosina 1977 ja 1978. Ahvenpopulaatiotutkimuksia tehtiin Iso Mustajärvessä ja Haukilammessa pääasiassa katiska- ja verkkopyynnillä. Tuotannon määrittäminen perustui merkintä- ja takaisinpyynnin avulla saatujen eri ikäryhmien yksilömäärien ja keskipainojen kehitykselle kasvukauden aikana. Iso Mustajärvi (2,7 ha maksimisyvyys 5 m, valuma-alue 50 ha) on voimakkaammin kerrostunut, lämpimämpi ja eutrofisempi kuin läheinen Haukilampi (2,3 ha, maksimisyvyys 7 m, valuma-alue 480 ha). Molemmissa järvissä oli ahvenen lisäksi valtalajina särki ja jonkin verran haukea, peled-siikaa ja ankeriasta. Haukilammesta on lisäksi tavattu salakkaa, ruutanaa ja madetta pieniä määriä.

Ahventen kasvu oli tutkimusjärvissä heikkoa, suurimmat saadut yksilöt olivat 18 cm:n pituisia. Kahtena ensimmäisenä vuotenaan kasvoivat Iso Mustajärven ahvenet noin 1 cm:n nopeammin kuin Haukilammen ahvenet, myöhemmin ei kasvunopeudessa ollut eroa. Poikasten kasvunopeusero tulkittiin johtuvaksi Iso Mustajärven pitemmästä kasvukaudesta ja suuremmasta äyriäisplanktontuotannosta. Sukupuolten välillä ei kasvunopeuksissa ollut merkittävää eroa.

Molemmissa järvissä olivat vallitsevina 4- ja 5-vuotiaat. Iso Mustajärvessä 2- ja 3-vuotiaiden osuus oli erityisen pieni verrattuna 4- ja 5-vuotiaisiin.

Sukupuolijakautuma oli järvissä noin 1:1, kutuaikana katis- kasaaliissa kuitenkin selvästi koirasvoittoinen. Gonadien osuus kokonaispainosta oli koirailta korkeimmillaan syksyllä (Haukilammessa 6 % ja Iso Mustajärvessä 7 %) ja naarailta keväällä ennen kutua (15 % ja 17 % vastaavasti).

Ahventen kutukerroin oli minimissään alkukesällä ja maksimissaan kasvukauden lopulla, yleensä suurempi Iso Mustajärvessä, erityisesti kesäkuussa.

Haukilammen yli 2-vuotiaitten eli yli 9,5 cm:n ahventen populaatiokoko oli yksilömäärältään, 352 yks./ha kesäkuun alussa, vain alle puolet ja biomassaltaan, 7,0 kg/ha, noin neljännes Iso Mustajärven vastaavista arvoista, 824 yks./ha ja 26,6 kg/ha. Järvien ahvenen populaatiokoon eroihin vaikuttanevat pääasiassa kasvukauden aikaiset erilaiset veden lämpötilat ja ravintovarot. Samoin Haukilammen yli 2-vuotiaitten ahventen tuotanto oli noin viidennes Iso Mustajärven tuotannosta, arvojen ollessa 2,6 ja 12,7 kg/ha. Sukusolujen osuus tuotannosta, oli Haukilammessa 31 % ja Iso Mustajärvessä 24 %. Ensimmäisen ikävuoden yksilöiden arvioitu tuotanto oli Haukilammessa 47 % ja Iso Mustajärvessä 40 % koko populaation arvioidusta vuosituotannosta, mikä oli edellisessä 5,5 kg/ha ja jälkimmäisessä 22,1 kg/ha. Haukilammen ahventuotanto on eräisiin muihin karuihin metsäjärviin verrattuna pienempää, mutta Iso Mustajärven suurempaa.

KIITOKSET

Haluamme kiittää kenttätöissä ja aineiston esikäsittelyssä tiiviisti mukana ollutta LuK Jarmo Meriläistä, sekä Evon kalastuskoeaseman ja kalanviljelylaitoksen vastaavaa kalastusmestaria Alpo Mäntyrantaa ja koko laitoksen henkilökuntaa monenlaisesta käytännön avusta, jota ilman tutkimus ei olisi ollut mahdollinen. Vesianalyysit suoritti Jyväskylän yliopiston hydrobiologinen tutkimuskeskus.

KIRJALLISUUS

- ALM, G. 1946: Reasons for the occurrence of stunted fish populations with special regard to the perch. - Inst. Freshw. Res. Drottningholm Rep. 25:1-146.
- "- 1952: Year class fluctuation and span of life of perch, - Inst. Freshw. Res. Drottningholm Rep. 33:1-38.
- BROFELDT, P. 1920: Evon kalastuskoeasema. 25-vuotinen toiminta ja tulokset 1892-1917. - Suomen kalatalous 6. 141 pp.
- CHADWICK, E.M.P. 1976: Ecological fish production in a small Precambrian shield lake. - Env. Biol. Fish. 1:13-60.
- CHAPMAN, D.G. 1954: The estimation of biological populations. - Ann. Math. Statistics 25:1-15.
- CHAPMAN, D.W. 1971: Production. - In: RICKER, W.E. (ed.), Methods for assesment of fish production in fresh waters.-IBP Handbook 3:199-214.
- CRAIG, J.F. 1974: Population dynamics of perch, *Perca fluviatilis* L. in Slapton Ley, Devon. I. Trapping behaviour, reproduction, migration, population estimates, mortality and food. II. Age, growth, lenght-weight relationship and condition. - Freshwat. Biol. 4:417-444.
- DEELDER, C.L. 1951: A contribution to the knowledge of the stunted growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) in Holland. - Hydrobiologia 3: 357-378.
- EINSELE, W. 1963: Problems of fish-larvae survival in nature and rearing of economically important middle European freshwater fishes. -Calif. Coop. Oseanic Fish. Invest. 10:24-30.
- HILE, R. 1936: Age and Growth of the cisco *Leucichthys artedi* (Le Sueur), ¹⁾ in the lakes of the north-eastern highlands, wisconsin. - Bull.U.S. Bur.Fish.48: 211-317.
- HOLOPAINEN, I.J. & VILJANEN, M. 1976: Kalastotutkimukset Suomunjärvellä (Lieksa) vuosina 1973-1975. -Joensuun korkeakoulu, Karjalan tutkimuslaitos. Julkaisuja 15. 11 pp.
- ILINA, L.K. 1970: Qualitative differences in young perch (*Perca fluviatilis* L.) and irregular growth of the scales in perch fingerlings. -J. Ichthyol. 10(1):141-146.
- JURVELIUS, J. 1977: Kalakantojen arviointiin liittyvien näytteenottomenetelmien vertailukoe. -Suomen Kalastuslehti 6: 140-141.
- KIPLING, C. 1976: Year-class strengths of perch and pike in Windermere. -Rep. Freshw. Biol. Assoc. 44: 68-75.

- KJELLBERG, G. 1971: Ett tusenbrödrabestånds (*Perca fluviatilis*) näringsekologi i en mindre skogstjärn. - Inf. Sötvattenslab. Drottningholm 4: 1-105.
- KUDRINSKAYA, O.M. 1970: Food and temperature as factors affecting the growth, development and survival of pike-perch and perch larvae. - J. Ichthyol. 10 (6):779-788.
- KUKKO, O., LIND, E.A. & HYTINKOSKI, P. 1972: Lampiahventen kutaika. - Kalamies 8:3.
- LE CREN, E.D. 1947: The determination of the age and growth of the perch (*Perca fluviatilis*) from the opercular bone. - J. Anim. Ecol. 16:188-204.
- "- 1951: The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). - J. Anim. Ecol. 20:201-219.
- "- 1958: Observations on the growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) over twenty-two years with special reference to the effects of temperature and changes in population density. - J. Anim. Ecol. 27:287-334.
- "- 1962: The efficiency of reproduction and recruitment in freshwater fish. - In : LE CREN, E.D. & M.W. HOLDGATE (eds.). The exploitation of natural animal populations. pp. 283-296. Blackwell, Oxford.
- LIND, E.A., HYTINKOSKI, P. & KUKKO, O. 1969: Uusien ikäluokkien synnystä tiheydeltään vaihtelevissa kalapopulaatioissa. (Zusammenfassung: Entstehung neuer Alterklassen in Fischpopulationen von verschiedener Dichte). - Suomen Kalastuslehti 76:240-246.
- LIND, E.A. & TURUNEN, J. 1971: Kalapopulaatioista ja niiden tutkimisesta merkintämenetelmällä. - Luonnon Tutkija 75: 29-35.
- LIND, E.A., HYTINKOSKI, P. & KUKKO, O. 1971: Ahvenen kyvyistä oppia karttamaan katiskaa. - Kalamies 10:5-6.
- LIND, E.A., HYTINKOSKI, P., KUKKO, O. & TURUNEN, J. 1973: Ahvenen, *Perca fluviatilis* L., gonadien kehitymisestä ja ruumiillisen kunnan vuosijaksottaisuudesta Kuusamon Kiu-tajärvässä. - Ichthyol. Fenn. Borealis 4:91-136.
- LIND, E.A., ELLONEN, T., KERÄNEN, M. & KUKKO, O. 1974: Population structure and production of the perch, in lake Kiu-tajärvi NE-Finland. - Ichthyol. Fenn. Borealis 3:116-159.
- MCCORMACK, J.C. 1970: Observations on the food of perch (*Perca fluviatilis* L.) in Windermere. - J. Anim. Ecol. 39:255-267.

- MERILÄINEN, J. 1979: Aikuksen ahvenen (*Perca fluviatilis* L.) kesäaikainen ravinto kahdessa etelä-suomalaisessa metsälammessa. - Käsikirjoitus, Jyväskylän yliopiston biologian laitos, 17 pp.
- MERILÄINEN, J. & PAASIVIRTA, L. 1979: Food of perch (*Perca fluviatilis* L.) in two forest lakes at Evo, southern Finland. - Jyväskylän yliopiston biologian laitoksen tiedonantoja 19: 87-94.
- NISSINEN, T. 1975: Ahvenkantojen arviointi ja merkintä Oulujärvellä. - Suomen Kalastuslehti 3: 61-66.
- NYBERG, P. 1976: Production and food consumption of perch in two Swedish forest lakes. - Scripta Upsaliensia 421:1-97.
- PIVNIČKA, K. & ŠVATORA, M. 1977: Factors affecting the shift in predominance from Eurasian perch to roach in Kličava reservoir, Czechoslovakia. - J. Fish. Res. Board Can, 34: 1571-1575.
- RICKER, W.E. 1958: Handbook of computations for biological statistics of fish populations. - Fish. Res. Board Can. Bull. 119. 300 pp.
- SHAFI, M. & MAITLAND, P.S. 1971: The age and growth of perch (*Perca fluviatilis* L.) in two Scottish lochs. - J. Fish Biol. 3:39-57.
- STEHLIK, J. 1968: The fecundity of perch, *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) in the Kličava water reservoir. - Vestn. Česk. Spol. Zool. 33:88-95.
- STOTT, B. 1971: Marking and tagging. - In: RICKER, W.E. (ed.),
¹⁾ Methods for assesment of fish production in fresh waters. IBP Handbook 3:82-97.
- SUMARI, O. 1971: Structure of the perch populations of some ponds in Finland. - Ann. Zool. Fennici 8:406-421.
- SVÄRDSON, G. 1968: Ahven- In SVÄRDSON, G., NILSSON, N.A., DAHLSTRÖM, H. & TUUNAINEN, P. Kalat, kalavesien hoito ja kalanviljely: 79-92. Helsinki.
- TESCH, F.W. 1971: Age and growth.- In: RICKER, W.E. (ed.),
²⁾ Methods for assesment of fish production in fresh waters. IBP Handbook 3:98-130.
- TIKKA, J. 1979: Ahvenen (*Perca fluviatilis*) ja särjen (*Rutilus rutilus*) kasvu ja äyriäisplanktonravinnon käyttö, sekä ahvenen tuotanto kahdessa etelä-suomalaisessa metsäjärvessä. - Käsikirjoitus, Jyväskylän yliopiston biologian laitos, 97 pp.

- TOIVONEN, J., TUUNAINEN, P. & PEIPPO, L. 1964: Rotenon-myrkytysten avulla saatuja tietoja eräiden lampien kalakannoista ja niihin vaikuttavista tekijöistä. - Suomen Kalastuslehti 71(6): 156-164.
- VALLE, K.J. 1944: Tutkimuksia kalojen kasvusta eräissä Karjalän järvissä. - Ann. Zool. Soc. Zool. - Bot. Fennicae Vanamo 11(1): 1-65.
- VILJANEN, M. 1974: Pääjärven kalasto. - Luonnon Tutkija 78: 174-180.
- "- 1975: Särven ja ahvenen kasvusta ja kasvuun vaikuttavista tekijöistä Pääjärvässä (EH). - Käsikirjoitus, Helsingin yliopiston eläintieteen laitos. - 62 pp.
- "- 1978: Population studies of vendace (*Coregonus albula* (L.)) and perch (*Perca fluviatilis* L.) in a mesohumic oligohumic lake. - Verh. Int. Verein. Limnol. 20: 2103-2110.

**RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS,
KALANTUTKIMUSOSASTO**

MONISTETTUJA JULKAISUJA

- No 34. MUTENIA, A.: Kalastus ja kalansaaliin alueellinen jakautuminen Inarijärvellä vuonna 1979. 1—19.
MUTENIA, A.: Kalastus Inarijärvellä vuonna 1980 ja kalastuksen ja kalansaaliin kehittyminen. 20—36.
MUTENIA, A.: Kalastus Inarijärvellä vuonna 1981 ja virkistyskalastuksen taloudellisesta merkityksestä. 37—50.
MUTENIA, A.: Kalastus Inarijärvellä vuonna 1982. 51—58.
MUTENIA, A. ja OKSMAN, H.: Lokan ja Porttipahdan tekojärvien kalavarojen hyödyntäminen. 59—72. Helsinki 1985.
- No 35. VIHERVUORI, A.: Jänisjoen vesistön kala- ja rapukannoille aiheutuneet vahingot ja niiden kompensointi. Helsinki 1985. 114 s.
- No 36. SEPPONEN, M. ja HILDÉN, M.: Virkistys- ja kotitarvekalastus merenkurkun pohjoisosassa vuonna 1981. 1—32.
KOIVISTO, V. ja PARMANNE, R.: Vedenalaisten räjähdysten aiheuttamista kalakuolemista Lounais-Suomessa Reilan ammunta-alueella. 33—64. Helsinki 1985.
- No 37. KOLJONEN, M-L.: Suomen lohikantojen entsyymigeneettinen muuntelu. Helsinki 1985. 94 s.
- No 38. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston tutkimus-, palvelu-, tiedotus- ja julkaisutoiminta vuonna 1983. Helsinki 1985. 133 s.
- No 39. Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1985. Helsinki 1985. 155 s.
- No 40. SALOJÄRVI, K., PARTANEN, H., AUVINEN, H., JURVELIUS, J., JÄNTTI-HUHTANEN, N. ja RAJAKALLIO, R.: Oulujärven kalatalouden kehittämissuunnitelma. Osa I: Nykytila. Helsinki 1985. 278 s.
- No 41. SALOJÄRVI, K. ja PARTANEN, H.: Oulujärven kalatalouden kehittämissuunnitelma. Osa II: Suunnitelma. Helsinki 1985. 116 s.
- No 42. PURSIAINEN, M., ASLA, I., KANNEL, R. ja WESTMAN, K.: Lohenpoikasten vapautusallaskokeet Selkämeren rannikolla vuosina 1983—1984. 1—28.
NAARMINEN, M.: Lohi- ja taimenmerkintöjen yhteydessä tapahtuvasta kalojen käsittelystä, kuljetuksesta ja istutuksesta. 29—62. Helsinki 1985.
- No 43. SALMI, P.: Ammattikalastuksen investointien, vuosiansioiden ja saaliiden aikasarja-analyysi vuosilta 1978—1982. Helsinki 1986. 46 s.
- No 44. KALLIO, I.: Vaelluskalakantojen nykyinen tila ja hoito. 1—51.
KALLIO, I.: Istutettujen ja luonnonkudusta peräisin olevien emolohien (Salmo salar L.) fekunditeetti ja mätimunien koko. 53—74. Helsinki 1986.
- No 45. LOUHIMO, J. ja HONKASALO, L.: Taimenkanta ja taimenen ympäristövaatimukset Evon Luutajoessa. 1—74.
JUTILA, E.: Vaikkojoen kunnostussuunnitelmaa koskeva tarkastus- ja selvitystyö. 75—96.
JUTILA, E.: Selvitys Vieksinjoen vesistön uittolaitteiden ja -rakenteiden kalataloudelle aiheuttamista haitoista sekä niiden poistamiseksi tarvittavista toimenpiteistä. 97—112.
JUTILA, E.: Hossanjoen uittoperkauksien aiheuttamat kalataloudelliset vahingot sekä niiden poistamiseksi tarvittavat toimenpiteet. Hossanjoen uittosäännön kumoamiseen liittyvä kalataloudellinen selvitys. 113—126. Helsinki 1986.
- No 46. Nahkiainen-nejonögon -symposiumin, 17.—18.10.1979 Kalajoki. Toim. T. Järvenpää ja K. Westman. Helsinki 1986. 107 s.
- No 47. LEHTONEN, H., BÖHLING, P. och HUDD, R.: Siken och sikkfisket i Kvarkenområdet. Helsinki 1986. 76 s.
- No 48. Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1986. Helsinki 1986. 178 s.
- No 49. ERÖNEN, T., HANSKI, A., HYYTINEN, L. ja KAIJOMAA, V-M.: Vuoksen vesistöalueen lohi- ja taimenkantojen hoidon puiteohjelma. Helsinki 1986. 117 s.

SISÄLTÖ

TUUNAINEN, P., VUORINEN, P., RASK, M., JÄRVENPÄÄ, T. ja VUORINEN, M.: Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin. Raportti vuodelta 1985. English summary: Effects of acidic deposition on fish, Report 1985	1—39
TIKKA, J. ja PAASIVIRTA, L.: Ahvenen populaatorakenne, kasvu ja tuotanto kahdessa eteläsuomalaisessa metsäjärvässä	40—63