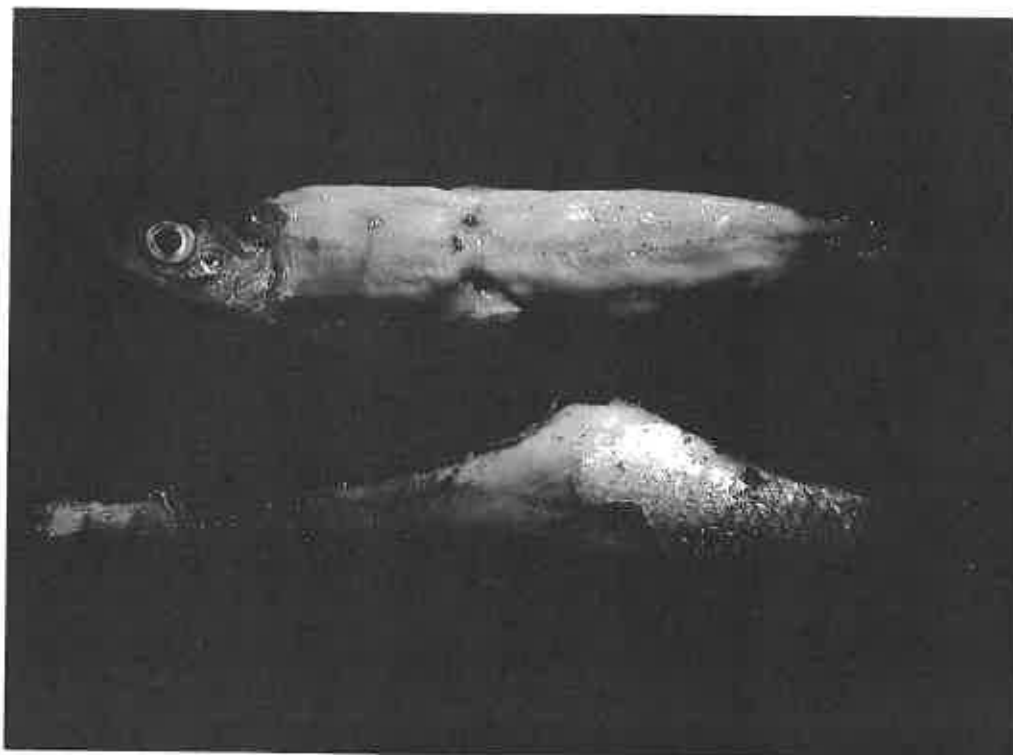


*Matti Miinalainen
Olli Vuorimies
Outi Heikinheimo*

Hauen ravinto Vuokalanjärvessä



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 152

1998

Hauen ravinto Vuokalanjärvessä

Matti Miinalainen, Olli Vuorimies ja Outi Heikinheimo

Helsinki 1998

Vastaava toimittaja: Raimo Parmanne

Kansi: Siika ja särki hauen mahasta (kuva: Lauri Urho)

Kirjoittajat ovat vastuussa kirjoituksensa sisällöstä, eikä se välttämättä edusta Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen virallista kantaa.

ISBN 951-776-193-7

ISSN 0787-8478

Oy Edita Ab

Helsinki 1998

Sisällys

1. JOHDANTO	1
2. TUTKIMUSALUE	2
2.1. Sijainti ja veden laatu	2
2.2. Vuokalanjärven kalasto ja kalastus	3
3. AINEISTO JA MENETELMÄT	5
3.1. Haukinäytteet.....	5
3.2. Ravinnonkulutuksen arviointi	7
4. TULOKSET	10
4.1. Hauen kasvu ja ikäjakauma saaliissa.....	10
4.2. Mahojen täyteisyys.....	11
4.3. Ravinnon koostumus	12
4.3.1. Saaliskalojen osuudet	12
4.3.2. Saaliskalojen koko.....	15
4.3.3. Kuonomerkityt siiat.....	16
4.4. Hauen kasvu ja ravinnonkulutus arvioituna bioenergeettisen mallin avulla.....	17
4.4.1. Hauen kasvu	17
4.4.2. Hauen ravinnonkulutus	18
5. TULOSTEN TARKASTELU	21
5.1. Hauen kasvu	21
5.2. Mahojen täyteisyys.....	21
5.3. Ravinnon koostumus	22
5.3.1. Särki ja siika tärkeimmät saaliskalat	22
5.3.2. Kuonomerkityt siiat hauen ravinnossa	23
5.4. Hauen kasvu ja ravinnonkulutus bioenergeettisellä mallilla arvioituna.....	23
5.4.1. Mallin luotettavuus.....	23
5.4.2. Hauen kasvu ja ravinnonkulutus	24
KIITOKSET	25
KIRJALLISUUS	26

1. Johdanto

Hauki on esiintymiseltään ahvenen jälkeen toiseksi yleisin kala maassamme. Hauen yleisyyteen on vaikuttanut hyvä leviämiskyky ja vaatimattomuus useisiin ympäristötekijöihin nähden. Haukikannan runsaus riippuu haulle soveliaiden lisääntymis- ja poikasalueiden sekä haulle soveltuvan ravinnon määrästä (Koli 1990).

Hauki siirtyy kalaravintoon jo ensimmäisen kasvukautensa aikana. Suurikokoiseksi kasvavana petokalana hauki on vesiekosysteemissä lähellä ravintopyramidin huippua ja vaikuttaa ravinnoksi käyttämiensä saaliskalojen runsauteen ja lajisuhteisiin. Hauen saaliskalakantoihin kohdistuvien vaikutusten selvittäminen edellyttää hauen kuluttaman ravinnon laadun ja määrän tuntemista.

Laadullisia tutkimuksia hauen ravinnosta on tehnyt Ratala (1988) sisävesissä sekä Hellström (1978) ja Salmi (1982) merialueella. Hauen ravintoa ja ravinnonkulutusta ovat Suomessa tutkineet Korhonen ja Heikinheimo-Schmid (1993) ja Heikinheimo ja Korhonen (1996) Ontojärvessä ja Lentuassa sekä Tammi ja Kuikka (1994) Pernajan-Loviisan saaristossa. Vuorimies (1989) on koonnut kirjallisuuskatsauksen petokalojen, erityisesti hauen, ravinnonkäytöstä.

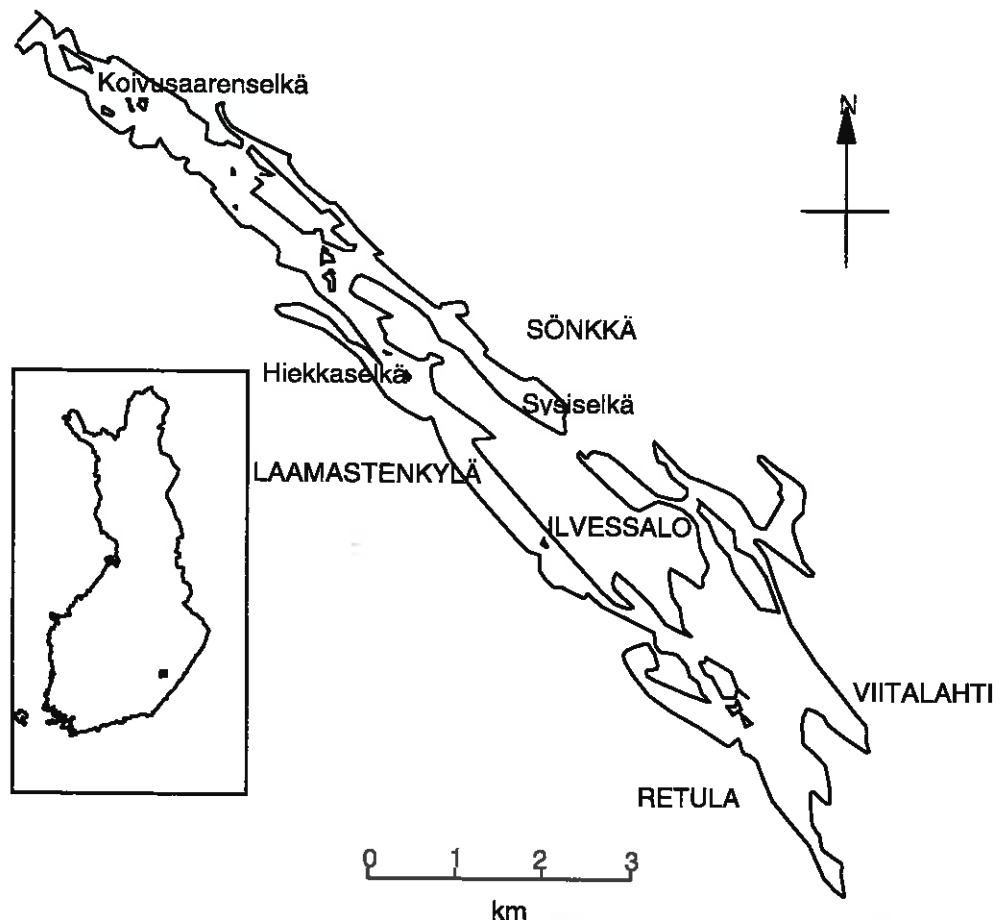
Vuokalanjärven hauen ravintotutkimus liittyi siikaistutusten kannattavuutta Etelä- ja Keski-Suomessa selvittävään tutkimukseen sekä Vesi- ja ympäristöhallituksen ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen yhteistyöprojektiin ”Säännöstelyn kalataloudellisia vaikutuksia kuvaavan systeemimallin kehittäminen”, josta saatiin osa tutkimuksen rahoituksesta vuosina 1988-1989. Tutkimukseen ”Siikojen ravinto ja petokalojen predaatio siikaistutusten tuloksellisuuden vaikuttavina tekijöinä”, jonka vetäjänä toimi Outi Heikinheimo, liittyivät hauen ravintotutkimuksen ohella selvitykset Vuokalanjärven eläinplanktonista (Koli 1989) ja pohjaeläimistä (R. Palomäki, julkaisematon) sekä istutettujen siikamuotojen välisestä ravintokilpailusta (Koli 1991, Miinalainen ja Heikinheimo 1998).

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää hauen ravinnon koostumusta ja vuosittain kulutetun ravinnon määrää Vuokalanjärvessä. Samalla tutkittiin saalistuksen merkitystä siikaistutusten tuloksellisuuden kannalta ja eroja saalistuksen kohdistumisessa eri siikamuotoihin.

2. Tutkimusalue

2.1. Sijainti ja veden laatu

Vuokalanjärvi sijaitsee Itä-Suomessa Savonrannan kunnassa (62°14'N, 29°09'E) Vuoksen vesistöalueella (kuva 1). Järvi laskee Vääräjärven ja Kaitajärven kautta Pyyveteen Savonrannan kirkonkylän kohdalla. Järven pinta-ala on 18 km² ja suurin syvyys 21 metriä. Suurin osa järven rannoista on avoimia ja kivi- tai hiekkapohjaisia. Saaret ja kapeat salmet jakavat järven useaan suhteellisen erilliseen altaaseen.



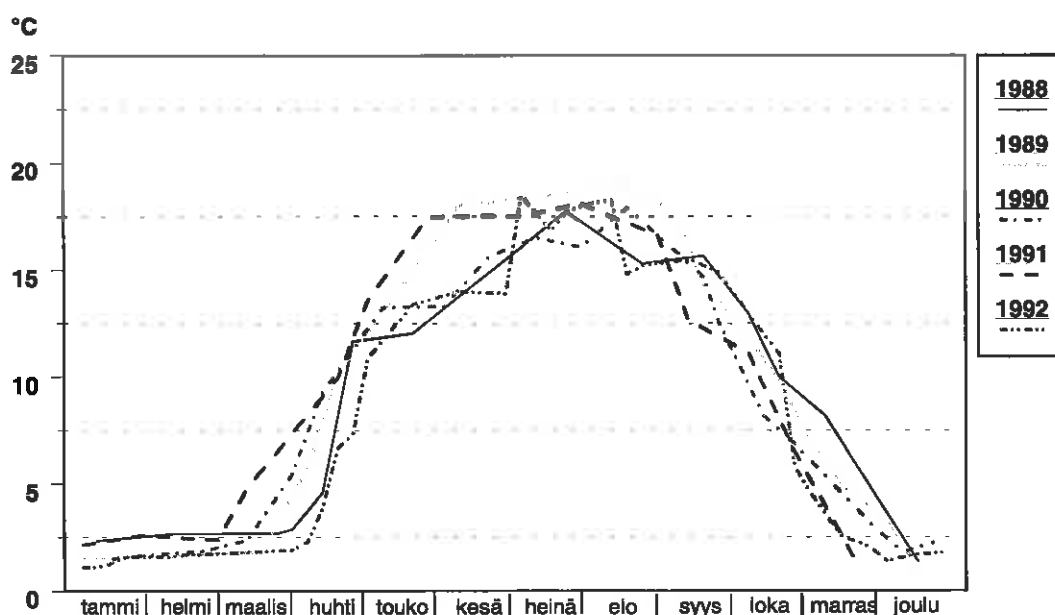
Kuva 1. Vuokalanjärvi

Järven veden laatua on seurattu satunnaisesti 1960-luvulta lähtien. Vesinäytteitä on otettu pääaltaalta kahdesta syvännehavaintopisteestä sekä järven luusuasta (Mikkelin vesipiiri, julkaisematon). Vesianalyytitietojen perusteella järvi on kirkasvetinen ja vähäravinteinen ja muistuttaa Vuoksen vesistön suuria järviä (taulukko 1).

Taulukko 1. Vuokalanjärven vesianalyysitiedot 13.4.1988 (Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri).

Syvyys (m)	Lämpötila (°C)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (%)	Johtokyky (mS/m)	pH	Väri (Pt mg/l)	COD _{Mn} (mg/l)	Kok. N (µg/l)	NH ₄ -N (µg/l)	Kok. P (µg/l)
1,0	0,4	9,8	68	3,1	6,0	35	7,2	720	140	7
5,0	2,5	9,6	71	3,0	6,2	30	7,3	550	66	7
10,0	3,2	9,0	67	2,9	6,1	25	6,7	380	20	4
15,0	4,0	4,7	36	3,2	5,9	40	7,0	450	24	6
17,2	4,3	1,5	12	4,2	6,1	70	8,7	490	78	13

Vuokalanjärvestä ei ollut saatavilla kattavia lämpötilatietoja tutkimusjaksolta 1988-1992. Vuokalanjärven lähistöllä sijaitsevan Ylä-Enonveden vesipatsaan lämpötila on esitetty kuvassa 2.



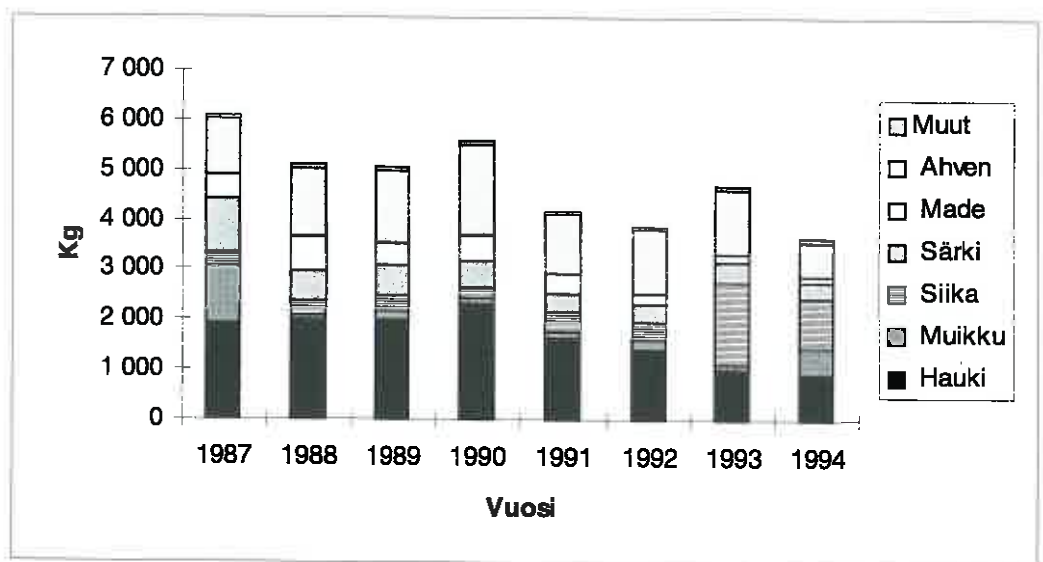
Kuva 2. Vesipatsaan lämpötila vuosina 1988–1991. Ylä-Enonvesi, Enonkoski (Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri).

2.2. Vuokalanjärven kalasto ja kalastus

Vuokalanjärven kalansaalista ja kalastusta on seurattu vuodesta 1987 lähtien Vuokalanjärvellä kalastaneille ruokakunnille tehdyillä kalastustiedusteluilla. Saalistiedustelujen mukaan järven kalasto koostuu hauesta, ahvenesta, muikusta, särjestä, mateesta, siiasta, taimenesta, kuoreesta, säyneestä, kiiskestä ja lahnasta (kuva 3). Tärkeimmät saaliskalat ovat hauki, ahven, muikku, siika ja särki. Vuosina 1987-1994 kokonaissaalessa vaihteli vuoden 1987 6 100 kilosta (3,39 kg/ha) vuoden 1994 3 700 kiloon (2,05 kg/ha) (Moilanen ja Toivonen 1990, T. Nurmio, julkaisematon). Haukisaalis oli hieman yli 2 000 kg (1,11 kg/ha) vuoteen 1991 saakka, jonka jälkeen saaliit ovat pienentyneet. Haukisaaliin pieneneminen lienee kalastustiedustelujen perusteella seurausta pienentyneestä pyyntiponnistuksesta. Vuonna 1994 haukisaalis oli hieman yli

900 kg. Järven muikkukanta heikkeni 1980-luvun aikana ja vuosisaaliit pienenivät voimakkaasti. Vuonna 1987 muikkusaalis oli 1 114 kg (0,62 kg/ha), mutta 1990-luvun alkuvuosina vain hieman yli 100 kiloa vuodessa. Vuonna 1994 muikkukanta alkoi elpyä ja saalis nousi yli 500 kilon. Siikasaalis oli noin 350 kiloa vuodessa vuoteen 1993 saakka, jolloin saalis nelinkertaistui vuosina 1987 ja 1988 istutettujen siikojen kasvettua pyyntikokoisiksi.

Pääasiallinen kalastusmuoto Vuokalanjärvellä on verkkopyynti. Hyvinä muikkuvuosina on harjoitettu myös nuottausta. Vuoden 1988 jälkeen tiheiden verkkojen (solmuväli <27 mm) käyttö väheni ja harvempien verkkojen, solmuväliltään 34-40 mm ja yli 40 mm, käyttö yleistyi (T. Nurmio, julkaisematon). Yli puolet kokonaissaaliista saatiin järven pääaltaalta, jossa etenkin siika- ja muikkusaaliit, ja siitä johtuen myös ruokakuntakohtainen keskisaalis, olivat suurempia kuin Hiekkaselän alueella. Sen sijaan keskimääräiset hauki-, ahven-, särki- ja madesaaliit olivat suurempia Hiekkaselän alueella (Moilanen ja Nurmio 1989).



Kuva 3. Kokonaiscalansaalis Vuokalanjärvellä vuosina 1987-1994.

Kalastuskunnat ovat istuttaneet järveen siikaa, taimenta, harjusta ja lahnaa. 1980-luvulla istutusmäärät ovat olleet muutamia tuhansia yksilöitä vuodessa (Moilanen ym. 1989). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tutkimuksen "Siikaistutusten tulokset ja kannattavuus Etelä- ja Keski-Suomessa" yhteydessä järven pääaltaaseen istutettiin kesänvanhoja, kuonomerkittyjä pohja-, vaellus-, järvi- ja planktonsiian poikasia vuonna 1987 yhteensä 145 942 kappaletta (81 kpl/ha) ja vuonna 1988 yhteensä 67 331 kappaletta (37 kpl/ha) (Juntunen 1988, Juntunen ym. 1989).

3. Aineisto ja menetelmät

3.1. Haukinäytteet

Tutkimusaineisto pyydettiin vuosina 1988-1992 solmuväliltään 20-65 mm:n verkoilla sekä katiskoilla ja rysillä. Ajallisesti haukinäytteet jakautuvat ympäri vuoden (taulukko 2). Haukia saatiin eniten toukokuussa ja vähiten marraskuussa. Myös ravintotutkimuksessa käytetty aineisto jakautuu lähes koko vuoden ajalle. Lukumääräisesti eniten mahoja tutkittiin helmi- ja toukokuun aineistosta. Kalastus keskittyi järven pääaltaalle, ja vain pieni osa hauista pyydettiin Hiekkaselän alueelta. Haukia saatiin yhteensä 595 kappaletta (taulukko 3). Naaraita ja koiraita saatiin suunnilleen yhtä paljon.

Taulukko 2. Vuokalanjärvestä vuosina 1988-1992 ravintotutkimuksen aineistoksi pyydetyn haukisaaliin ja tutkittujen mahanäytteiden (sulamisasteet 0-7) jakautuminen eri kuukausille.

Kuukausi	Saalis (kpl)	Ravintoa sisältäneet mahanäytteet (kpl)
tammikuu	85	21
helmikuu	62	27
maaliskuu	46	17
huhtikuu	47	8
toukokuu	131	33
kesäkuu	35	14
heinäkuu	31	9
elokuu	39	17
syyskuu	43	13
lokakuu	47	17
marraskuu	9	-
joulukuu	20	-
Yht.	595	176

Taulukko 3. Vuokalanjärvestä vuosina 1988-1992 ravintotutkimuksen aineistoksi pyydetty hauet.

Vuosi	Koiraat (kpl)	Naaraat (kpl)	Sukup. ei määr. (kpl)	Yht. (kpl)
1988	35	25	16	76
1989	83	65	4	152
1990	86	107	7	200
1991	46	43	0	89
1992	46	32	0	78
Yht.	275	263	27	595

Suurin osa hauista (64 %) saatiin solmuväliltään 30-45 mm:n verkoilla. Harvemmillä verkoilla (solmuväli 50-60 mm) saatiin noin 16 % hauista. Katiska- ja rysäsaaliin osuus oli hieman yli 10 % kokonaissaaliista.

Hauet punnittiin gramman tarkkuudella ja kokonaispituus mitattiin millimetrin tarkkuudella. Kalojen sukupuoli ja sukukypsyys määritettiin. Iänmäärittämistä varten otettiin suomunäyte ja cleithrum-luu. Ruuansulatuskanava säilöttiin A16-etanoliin.

Laboratoriossa ruuansulatuskanavasta etsittiin detektorin avulla vuosina 1987 ja 1988 Vuokalanjärveen istutettujen siikojen kuonomerkit. Mahan sisällön sulamisaste arvioitiin silmämääräisesti asteikolla 0-10. Mahan sisällön märkätaino punnittiin ja syödyt kalat pyrittiin määrittämään lajilleen. Jokaisesta saaliskalasta mitattiin pituus millimetrin tarkkuudella ja märkätaino 0,1 gramman tarkkuudella. Saaliskaloista merkittiin muistiin mahdolliset pituuteen vaikuttavat muutokset kuten pyrstön, kuonon tai pään puuttuminen, ja alkuperäinen pituus arvioitiin. Osittain sulaneiden saaliskalojen alkuperäinen paino laskettiin kunkin lajin pituus-paino -suhteen avulla. Pituus-paino -suhteen yhtälöinä käytettiin Puruveden (I. Kolari, julkaisematon) ja Lentuan (Korhonen ja Heikinheimo-Schmid 1993) aineistoihin perustuvia yhtälöitä (taulukko 4).

Taulukko 4. Saaliskalojen pituus-paino -suhteen yhtälöiden parametrit. Pituus mm ja paino g. Paino = a * pituus^b.

Laji	a	b
Ahven ¹	5,45 * 10 ⁻⁶	3,11
Kiiski ¹	61,2 * 10 ⁻⁶	2,60
Särki ¹	2,65 * 10 ⁻⁶	3,25
Salakka ¹	3,92 * 10 ⁻⁶	3,11
Muikku ¹	2,55 * 10 ⁻⁶	3,21
Siika ¹	4,20 * 10 ⁻⁶	3,11
<i>Coregonus</i> sp. ¹	1,89 * 10 ⁻⁶	3,26
Harjus ¹	1,89 * 10 ⁻⁶	3,25
Salmonidae sp. ²	8,90 * 10 ⁻⁶	3,03
Kymmenpiikki ¹	20,9 * 10 ⁻⁶	2,75
Made ²	5,10 * 10 ⁻⁶	3,05
Pisces sp. ¹	1,89 * 10 ⁻⁶	3,26

1) Puruveden aineisto (I. Kolari, julkaisematon).

2) Lentuan aineisto (Korhonen ja Heikinheimo-Schmid 1993)

Haukien iät määritettiin suomuista ja cleithrum-luista. Kalojen, joiden ikää ei oltu määritetty, ikä arvioitiin vuosien 1989 ja 1990 aineiston pituus-ikä -suhteen perusteella.

Kunkin ravintokohteen painon osuus haukien käyttämästä ravinnosta laskettiin sekä ikäryhmittäin että vuosittain koko aineistosta (taulukko 5). Haukia, joiden mahan sisältö oli pitkälle sulanutta (sulamisasteet 8-10) ja tyhjävatsaisia kaloja ei otettu mukaan ravintotutkimuksen aineistoon, joka koostui 176 hauesta. Vanhimmat ikäryhmät (6-11 -vuotiaat) yhdistettiin.

Istutettujen viiden siikakannan osuuksia nuottasaaliissa ja hauen ravinnossa testattiin G-testillä. Siikakantojen osuudet nuottasaaliissa muutettiin odotetuksi frekvenssija-kaumaksi hauen ravinnossa kertomalla kunkin siikakannan osuus nuottasaaliissa kuonomerkittyjen siikojen yhteenlasketulla lukumäärällä hauen ravinnossa.

Taulukko 5. Vuokalanjärvestä vuosina 1988-1992 ravintotutkimuksen alnelstoksi pyydettyjen haukien jakautuminen ikäryhmiin ja tutkitut mahanäytteet (sulamisasteet 0-7).

Ikä	Kpl	Ravintoa sisältäneet mahanäytteet (kpl)
1	1	-
2	51	15
3	197	57
4	204	66
5	96	29
6	27	4
7	9	3
8	4	-
9	2	-
10	2	1
11	2	1
6-11	44	9
Yht.	595	176

3.2. Ravinnonkulutuksen arviointi

Vuokalanjärven haukien ravinnonkulutusta arvioitiin bioenergeettisen mallin avulla. Bioenergeettinen malli perustuu päätelmään, että luonnossa havaittu eläimen kasvu ilmentää tietynä aikana tapahtunutta ravinnonkulutusta (Ursin 1979). Mallin avulla voidaan arvioida kulutetun ravinnon määrä käyttämällä lähtötietoina lajin fysiologista energetiikkaa kuvaavia tietoja, luonnosta saatuja tietoja lajin kasvusta ja energiasisällöstä, lämpötilasta sekä ravinnon laadusta ja erityisesti sen energiasisällöstä (Kitchell ym. 1977, Hewett ja Johnson 1987). Vuokalanjärven haukien ravinnonkulutuksen arvioinnissa käytettiin Wisconsinin yliopistossa kehitettyä bioenergeettistä mallia (Hewett ja Johnson 1992).

Malli perustuu energiataseyhtälöön (Winberg 1956, Kitchell 1983), joka voidaan esittää perusmuodossa:

$$G = C - (R_{S+A} + R_{SDA} + F + U), \text{ jossa}$$

G = kasvu tietyssä aikayksikössä,

C = ravinnonkulutus,

R_{S+A} = ylläpitoenergia ja liikkuminen,

R_{SDA} = ravinnon sulaminen ja assimilointuminen,

F = ulosteet,

U = eritteet,

R (hengitys) = $R_{S+A} + R_{SDA}$.

Vuokalanjärven haukien vuotuinen ravinnonkulutus laskettiin erikseen koiraille ja naaraille vuosien 1988-1992 yhdistetystä aineistosta. Vanhimmat ikäryhmät yhdistettiin (7-9 -vuotiaat koiraat ja 7-11 -vuotiaat naaraat) yhdeksi ikäryhmäksi.

Laskelmissa käytettiin lämpötiloina vuosien 1988-1992 Ylä-Enonveden lämpötilojen keskiarvoja. Kaikkien saalislajien oletettiin olevan energiasisällöltään samanlaisia (1 000 cal/g) ja hauen energiasisältö oletettiin vakioksi painoyksikköä kohden (860 cal/g) (Bevelhimer ym. 1985, Hewett ja Johnson 1992). Parametriarvoina käytettiin Korhosen ja Heikinheimo-Schmidin (1993) haulle käyttämiä arvoja, jotka poikkeavat

Hewettin ja Johnsonin (1992) suosittelemista arvoista optimi- ja maksimilämpötilan (CTO ja CTM) sekä hengityksen lämpötilariippuvuuden vakiokertoimen (RQ) osalta, koska Vuokalanjärven hauki on luokiteltavissa viileän veden kalaksi. Haukikoiraiden oletettiin kutevan ensi kerran 3-vuotiaina ja naaraiden 4-vuotiaina. Kudun aiheuttamaksi painon alenemiseksi oletettiin koirailta 4 % ja naarailla 20 % (Raat 1988, Korhonen ja Heikinheimo-Schmid 1993, Heikinheimo ja Korhonen 1996). Käytetyt parametriarvot on esitetty taulukossa 6 ja mallin sisältämät yhtälöt taulukossa 7.

Taulukko 6. Hewettin ja Johnsonin (1992) mallissa haulle käytetyt parametriarvot. Korjatut parametriarvot vahvennettu, suluissa Hewettin ja Johnsonin haulle suosittelemat arvot (Korhonen ja Heikinheimo-Schmid 1993).

Prosessi	Parametrin kuvaus	Muuttujan nimi	Parametrin arvo
Ravinnonkulutus (C) (Kitchell ym. 1977)	Vakiokerroin	CA	0,2045
	EkspONENTTI	CB	-0,18
	Optimilämpötila	CTO	17 (24)
	Maksimilämpötila	CTM	24 (34)
	Lämpötilariippuvuuden vakiokerroin	CQ	2,59
Hengitys (R) Stewart ym. 1983, Stewart ja Binkowski 1986)	Vakiokerroin	RA	0,00246
	EkspONENTTI	RB	-0,18
	Lämpötilariippuvuuden vakiokerroin	RQ	0,08 (0,055)
	Uintinopeudesta riippuvuutta kuvaava vakiokerroin	RTO	0,1222
	Parametrejä, jotka kuvaavat uintinopeuden riippuvuutta painosta ja lämpötilasta, ks. Hewett ja Johnson 1992.	RTM	0
		RTL	0
		RK1	1
		RK4	0
		ACT	1
		BACT	0
"Specific dynamic action"	SDA	0,14	
Ulostus (F)	Vakio-osuus C:sta	FA	0,20
Eritys (U) (Kitchell ym. 1974)	Vakio-osuus (C-FA):sta	UA	0,07

**Taulukko 7. Bioenergeettisen mallin yhtälöt (Hewett ja Johnson 1992).
Muuttujanimet selitetty taulukossa 6.**

Ravinnonkulutus

$$C = C_{\max} * P\text{-value} * f(T)$$

$$C_{\max} = a * W^b$$

$$f(T) = V^x * e^{(x * (1-v))}$$

$$V = (CTM - T) / (CTM - CTO)$$

$$X = (Z^2 * (1 + (1 + 40 / Y)^{0.5})^2) / 400$$

$$Z = \text{Ln}CQ * (CTM - CTO)$$

$$Y = \text{Ln}CQ * (CTM - CTO + 2)$$

$$C_{\max} = \text{suhteellisen kulutusnopeuden maksimi (g * g}^{-1} * \text{d}^{-1})$$

a (= CA) = allometrisen funktion vakiokerroin

b (= CB) = allometrisen funktion eksponentti

W = kalan paino (g)

T = lämpötila (°C)

Hengitys

$$R = RA * W^{RB} * f(T) * \text{ACTIVITY}$$

$$S = SDA * F$$

$$f(T) = e^{(RQ * T)}$$

$$\text{ACTIVITY} = e^{((RTO - (RTM - * T)) * \text{VEL})}$$

$$\text{VEL} = \text{ACT} * e^{(\text{BACT} * T)} * W^{RK4}, \text{ jos } T < \text{RTL}$$

Kuonahäviöt

$$\text{Ulostus: } F = FA * C$$

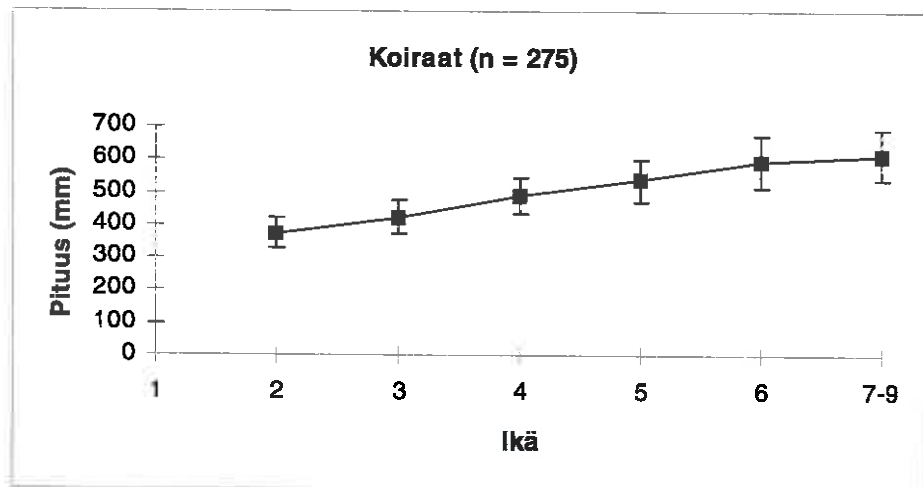
$$\text{Eritys: } U = UA * (C - F)$$

4. Tulokset

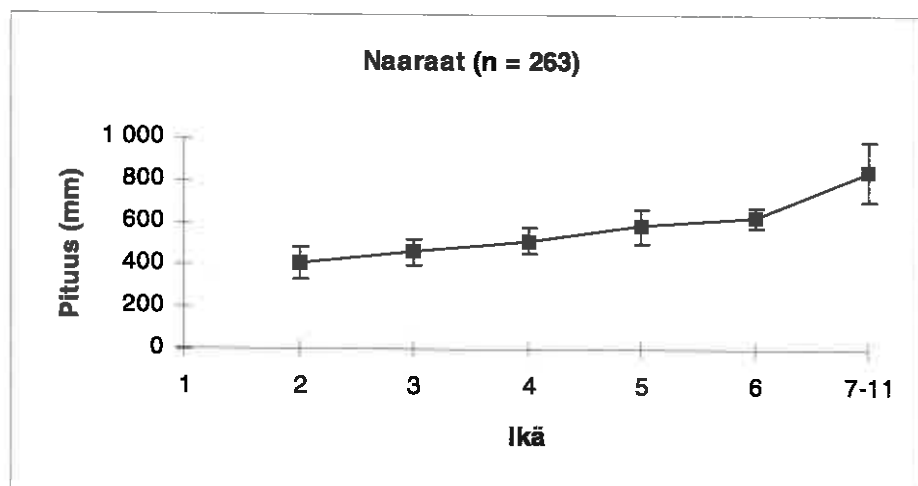
4.1. Hauen kasvu ja ikäjakauma saaliissa

Vuokalanjärven hauet kasvoivat pituutta keskimäärin 6 cm vuodessa. Painon lisäys oli nuoremmissa ikäryhmissä (1-4 -vuotiaat) keskimäärin 200-300 g ja vanhemmissa ikäryhmissä (5-11 -vuotiaat) 500 g vuodessa.

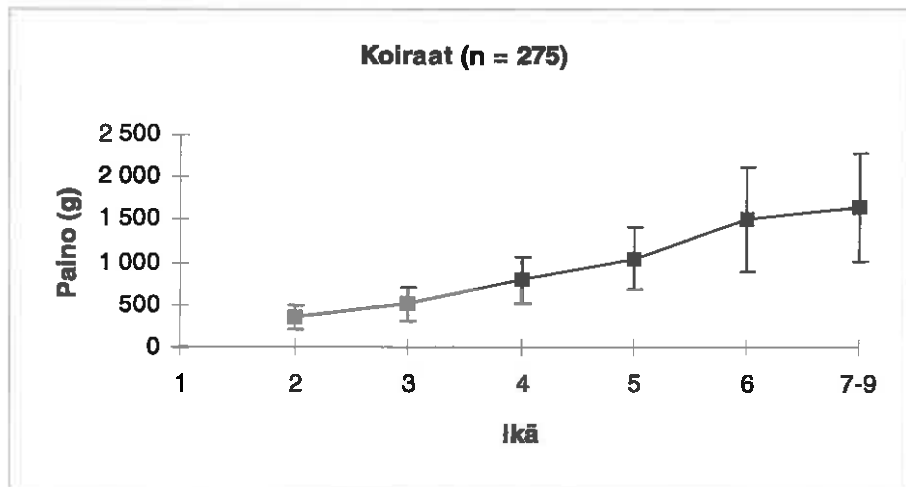
Haukinaaraat olivat keskipituudeltaan ja -painoltaan koiraita suurempia kaikissa ikäryhmissä (kuvat 4-7). Haukien vuosittaisessa kasvunopeudessa toisen ikävuoden jälkeen ei ollut suuria eroja sukupuolten välillä.



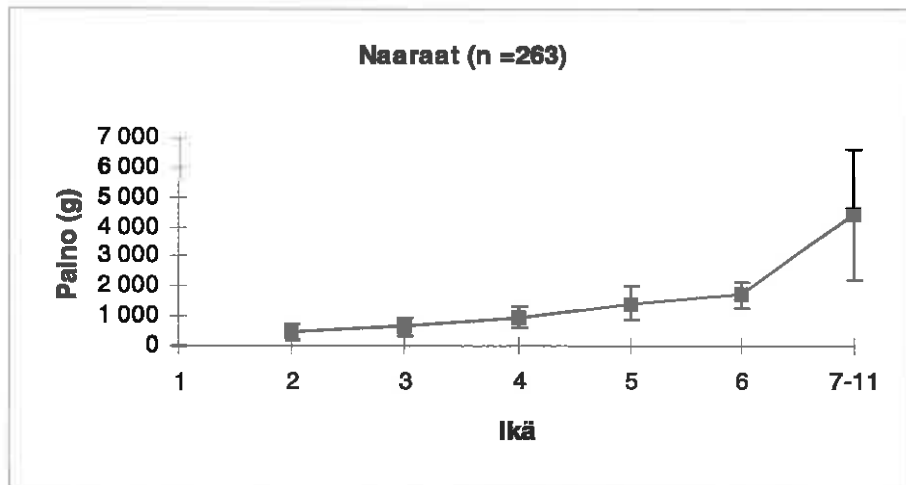
Kuva 4. Haukikoiraiden keskipituus ja sen hajonta Vuokalanjärvessä vuosina 1988-1992.



Kuva 5. Haukinaaraiden keskipituus ja sen hajonta Vuokalanjärvessä vuosina 1988-1992.



Kuva 6. Haukikoiraiden keskipaino ja sen hajonta Vuokalanjärven vuosina 1988-1992.



Kuva 7. Haukinaaraiden keskipaino ja sen hajonta Vuokalanjärven vuosina 1988-1992.

Ravintotutkimuksen aineistoksi pyydetyistä hauista valtaosa oli 3-4 -vuotiaita (67,4 %). 2-vuotiaiden osuus oli 8,6 % ja 5-vuotiaiden 16,1 %. Yli 5-vuotiaita haukia oli vain 7,6 % aineistosta (taulukko 5).

4.2. Mahojen täyteisyys

Tyhjien mahojen osuus aineistossa vaihteli vuosittain 35-50 % välillä. Tyhjien mahojen osuus oli yli 50 % joulukuussa ja tammikuussa sekä heinäkuussa. Myös huhtikuussa tyhjien mahojen osuus oli suuri (48 %). Muina kuukausina tyhjien mahojen osuus oli 35-40 %. Noin viidesosassa mahoista kalaravinto oli sulanut määritys- ja mittauskelvottomaksi. Nuoremmista ikäryhmissä (2-4 -vuotiaat) tyhjien mahojen osuus oli 35-45 %. Vanhemmissa ikäryhmissä tyhjien mahojen osuus oli suurempi, 46-73 %.

4.3. Ravinnon koostumus

4.3.1. Saaliskalojen osuudet

Valtaosasta tutkituista hauen mahoista löytyi vain yksi saaliskala (70,5 %). 2-4 saaliskalaa löytyi 28 %:sta mahoja. Yli 5 kalaa sisältäviä mahoja oli vain 1,5 % koko aineistosta. Yksittäisistä mahoista löytyi lukumääräisesti eniten kuoreita (7 kpl) ja muikkuja (10 kpl).

Tutkituista haukien mahoista löytyi kaikkiaan 10 saalislajia: ahven, kiiski, kymmeniipiikki, särki, salakka, made, muikku, siika, kuore ja harjus. Osa saaliskaloista pystyttiin tunnistamaan vain ryhmätasolle (*Pisces* sp., *Coregonus* sp. ja *Salmonidae* sp.).

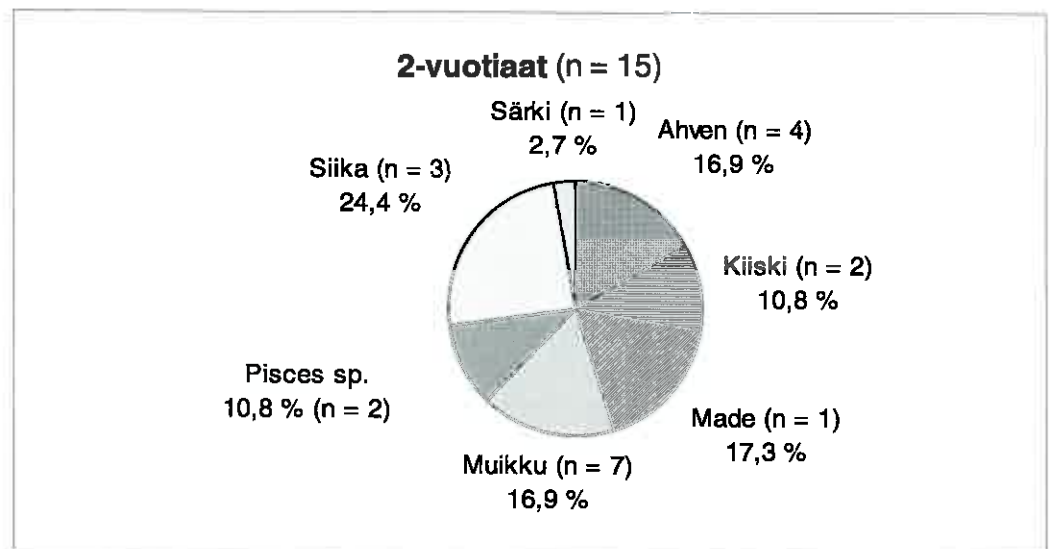
Siian osuus 2-vuotiaiden haukien ravinnon painosta oli 24,4 % (kuva 8). Muita tärkeitä saaliskaloja olivat muikku, made ja ahven.

3-vuotiaiden haukien ravinnosta viidennes oli siikaa (kuva 9). Lisäksi tunnistamattomat siikakalat (*Coregonus* sp.) ja muikku muodostivat yhdessä n. 18 % ravinnosta. Myös särjen (16,5 %) ja ahvenen (14,7 %) osuudet ravinnosta olivat huomattavat.

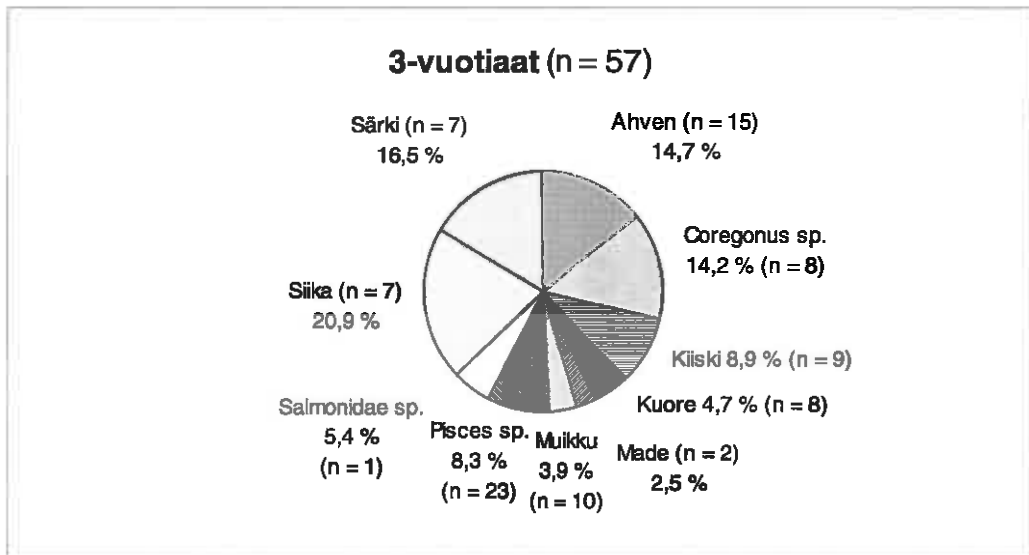
Lähes puolet (46,7 %) 4-vuotiaiden haukien ravinnosta oli särkeä. Muut tärkeät saaliskalat olivat siika ja ahven (kuva 10).

Myös 5-vuotiailla hauilla särki oli ylivoimaisesti tärkein saalislaji (kuva 11). Siikakalojen (siika, muikku ja *Coregonus* sp.) yhteenlaskettu osuus ravinnosta oli noin viidennes.

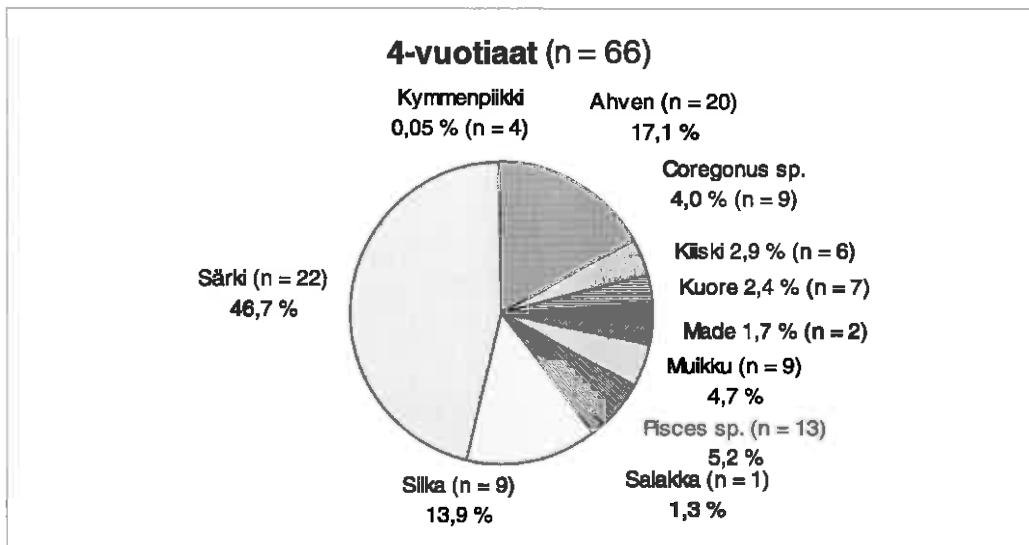
Vanhimpien haukien (6-11 -vuotiaat) ravinnosta valtaosa, lähes 70 %, oli siikaa (kuva 12). Myös särkien osuus oli suuri (27,6 %).



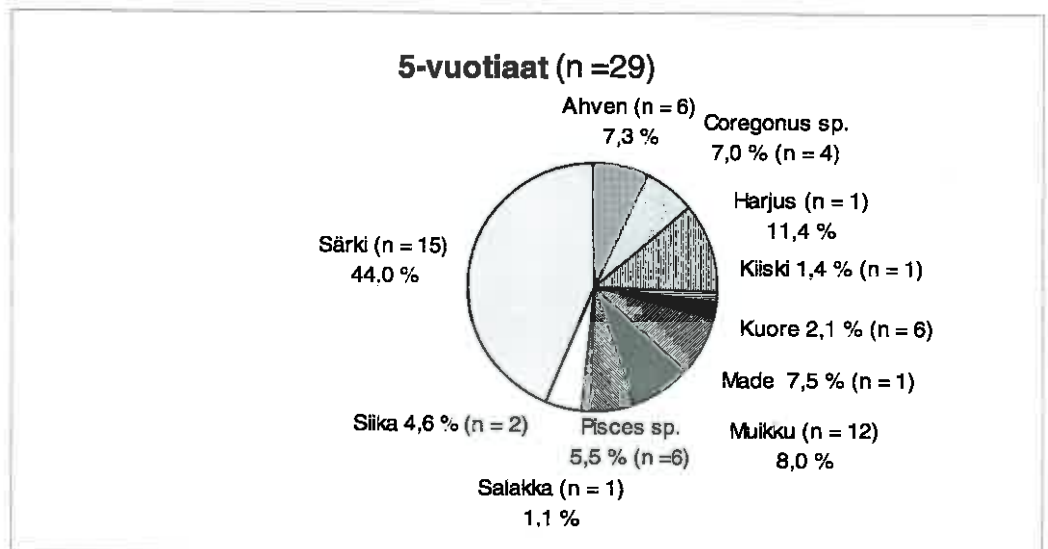
Kuva 8. Saaliskalojen osuudet 2-vuotiaiden haukien ravinnon painosta Vuokalanjärvessä vuosina 1988-1992.



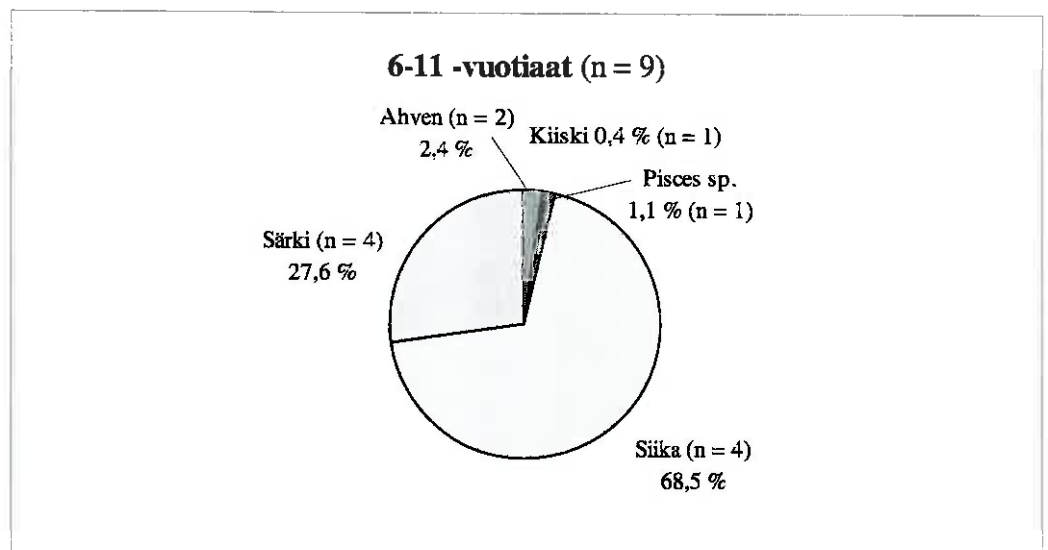
Kuva 9. Saaliskalojen osuudet 3-vuotiaiden haukien ravinnon painosta Vuokalanjärvessä vuosina 1988-1992.



Kuva 10. Saaliskalojen osuudet 4-vuotiaiden haukien ravinnon painosta Vuokalanjärvessä vuosina 1988-1992.

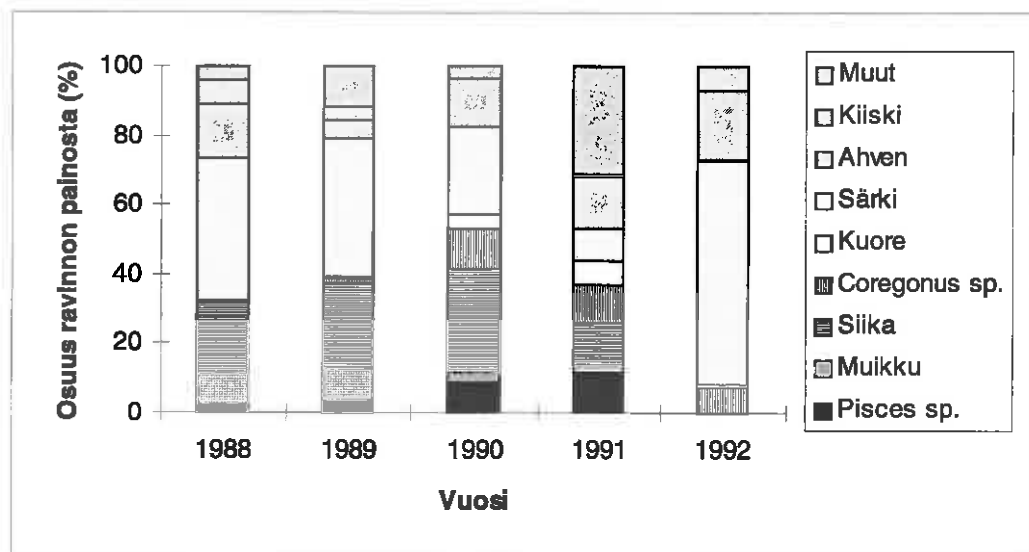


Kuva 11. Saaliskalojen osuudet 5-vuotiaiden haukien ravinnon painosta Vuokalanjärvässä vuosina 1988-1992.



Kuva 12. Saaliskalojen osuudet 6-11 -vuotiaiden haukien ravinnon painosta Vuokalanjärvässä vuosina 1988-1992.

Tarkasteltaessa koko hauen ravintoaineistoa yhteensä vuosina 1988-1992, särki oli hauen tärkein saaliskala. Sen osuus hauen ravinnossa vaihteli vuosittain 9-64 % (kuva 13). Siian osuus ravinnosta oli 15-30 %. Muikun osuus oli hieman alle 10 % ja ahvenen noin 15 %. Siikakalojen (siika ja muikku) yhteenlaskettu osuus oli vuonna 1990 noin 40 %, vuonna 1991 noin kolmannes ja vuonna 1992 noin 8 % haukien ravinnon painosta.



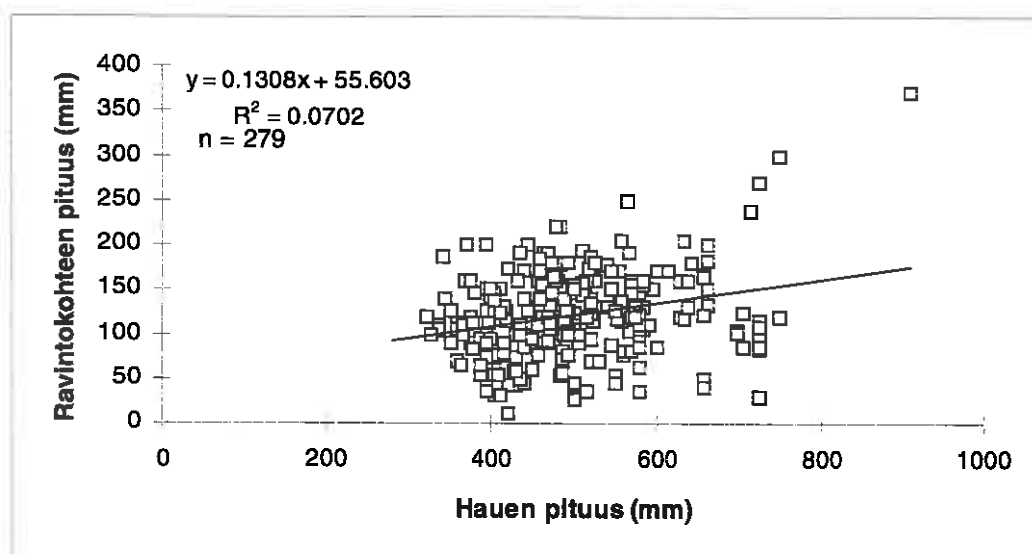
Kuva 13. Saaliskalojen osuudet hauen ravinnon painosta Vuokalanjärvessä vuosina 1988-1992.

4.3.2. Saaliskalojen koko

Pienimmät hauen saaliskalat olivat kymmenpiikkejä, joiden koko oli noin 3-4 cm. Suurimman syödyn kalan (siika) pituus oli 37 cm. Alle 6 cm:n pituisten saaliskalojen osuus hauen ravinnossa oli noin 7 % (taulukko 8). Suurin osa saaliskaloista kuului kokoluokkaan 10-15 cm (45 %). Yli 20 cm:n pituisia saaliskaloja oli noin 4 % hauen ravinnosta. Hauen pituuden ja saaliskalan pituuden välillä ei ollut selvää korrelaatiota ($R^2 = 0,07$) (kuva 14). Saaliskalojen pituus oli keskimäärin 25 % hauen pituudesta. Suhteellisesti pienimmän saaliskalan pituus oli 3 % ja suurimman 55 % hauen pituudesta.

Taulukko 8. Saaliskalojen pituus hauen ravinnossa Vuokalanjärvessä vuosina 1988-1992.

Saaliskalan pituus (cm)	Kpl	%
< 6	17	6,8
6-7,9	17	6,8
8-9,9	29	11,6
10-14,9	113	45,4
15-19,9	62	24,9
20-24,9	8	3,2
> 25	3	1,2
Yht.	249	100



Kuva 14. Hauen pituuden ja saaliskalan pituuden välinen suhde Vuokalanjärvessä vuosina 1988-1992.

Tärkeimpien saaliskalojen osuuksissa hauen ravinnossa oli myös vuodenaikaista vaihtelua (taulukko 9). Siikojen osuus alle 5-vuotiaiden hauen ravinnon painosta oli suurempi kesäkuukausina kuin talvikuukausina. Toisaalta tunnistamattomien siikakalojen osuus ravinnosta oli suurin tammikuun näytteissä. Todennäköisesti suurin osa näistä on siikoja, koska muikkuja oli tunnistetuissa kaloissa vähemmän kuin siikoja. Särjen osuudessa vuodenaikaiset vaihtelut olivat pieniä. Yli 5-vuotiaiden hauen ravinnossa saaliskalojen osuuksien vaihtelu vuodenaikojen mukaan oli voimakkaampaa, mikä voi johtua pienistä näytemääristä.

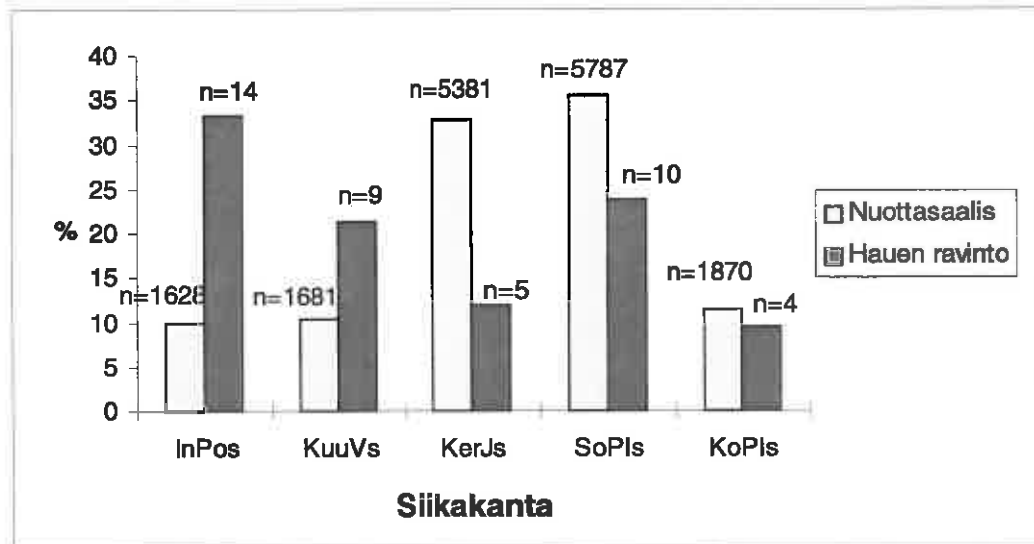
Taulukko 9. Tärkeimpien saaliskalojen osuudet (%) hauen ravinnon painosta eri kuukausina Vuokalanjärvessä vuosina 1988-1992.

	Tammikuu	Helmi-huhtikuu	Touko-heinäkuu	Elo-lokakuu
2-4 -vuotiaat				
Mahanäytteitä (kpl)	13	33	46	46
Ahven (%)	11	19	20	14
<i>Coregonus</i> sp. (%)	30	10	3	3
Muikku (%)	7	1	11	3
Siika (%)	14	10	19	22
Särki (%)	30	31	34	27
5-11 -vuotiaat				
Mahanäytteitä (kpl)	8	19	10	1
Ahven (%)	2	3	10	-
<i>Coregonus</i> sp. (%)	6	8	-	-
Muikku (%)	-	4	9	-
Siika (%)	61	9	26	-
Särki (%)	7	43	53	100

4.3.3. Kuonomerkityt siiat

Vuokalanjärveen vuosina 1987 ja 1988 istutettuja siikoja pyydettiin nuottaamalla järven pääaltaalta vuosina 1988-1992. Nuottasaaliissa oli eniten Kermajärven kannan järvisiikoja ja Sotkamon reitin planktonsiikoja (kuva 15). Muiden siikakantojen osuus

saaliissa oli huomattavasti pienempi. Vuosina 1988-1992 pyydystettyjen haukien ravinnosta kuonomerkityitä siikoja löytyi yhteensä 42 kappaletta. Kuonomerkit löydettiin detektorin avulla syödyistä siioista tai irrallisina haukien mahasta tai suolesta. Noin 54 %:sta syödyistä siioista löytyi kuonomerkki. Kolmasosa syödyistä kuonomerkityistä siioista oli Inarin pohjasiikoja ja neljäsosa Sotkamon reitin planktonsiikoja. Siikakantojen suhteelliset osuudet nuottasaalissa ja hauen ravinnossa poikkesivat toisistaan (G-testi, $G^2 = 16,917$, $df = 4$, $p < 0,01$). Hauet olivat syöneet suhteellisesti enemmän Inarin pohjasiikoja ja Kuusinkijoen vaellussiikoja verrattuna näiden osuuteen nuottasaaliissa.

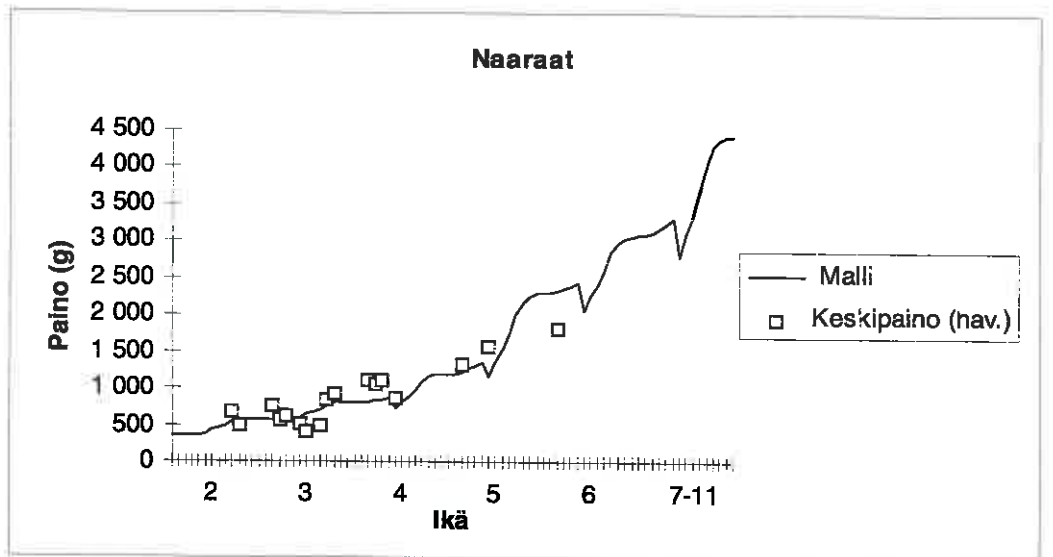
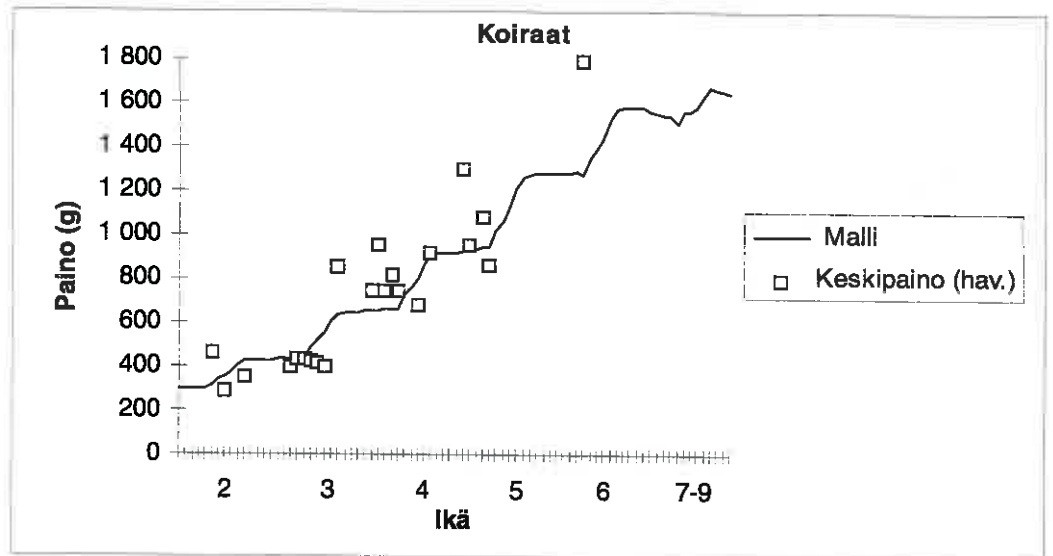


Kuva 15. Vuokalanjärveen vuosina 1987 ja 1988 istutettujen kuonomerkityjen siikojen osuudet nuottasaalissa järven pääaltaalta ja hauen ravinnossa vuosina 1988-1992. InPos = Inarin pohjasiika, KuuVs = Kuusinkijoen vaellussiika, KerJs = Kermajärven järvisiika, SoPls = Sotkamon reitin planktonsiika ja KoPls = Koitajoen planktonsiika.

4.4. Hauen kasvu ja ravinnonkulutus arvioituna bioenergeettisen mallin avulla

4.4.1. Hauen kasvu

Bioenergeettisen mallin tuottama Vuokalanjärven hauen kasvukäyrä kuvaa vuosittaista kasvun vaihtelua (kuva 16). Hauet kasvavat nopeimmin lämpimän veden aikaan ja kasvu lähes pysähtyy kylmän veden aikaan. Kutu näkyy painon putoamisena toukokuussa sukukypsillä hauilla. Mallin tuottama kasvukäyrä vastaa naarilla paremmin haukiaineistosta mitattuja keskipainoja kuin koirilla, etenkin yli 4-vuotiailla hauilla. Haukiaineistossa keskipainoihin voi vaikuttaa verkkojen valikoivuus.



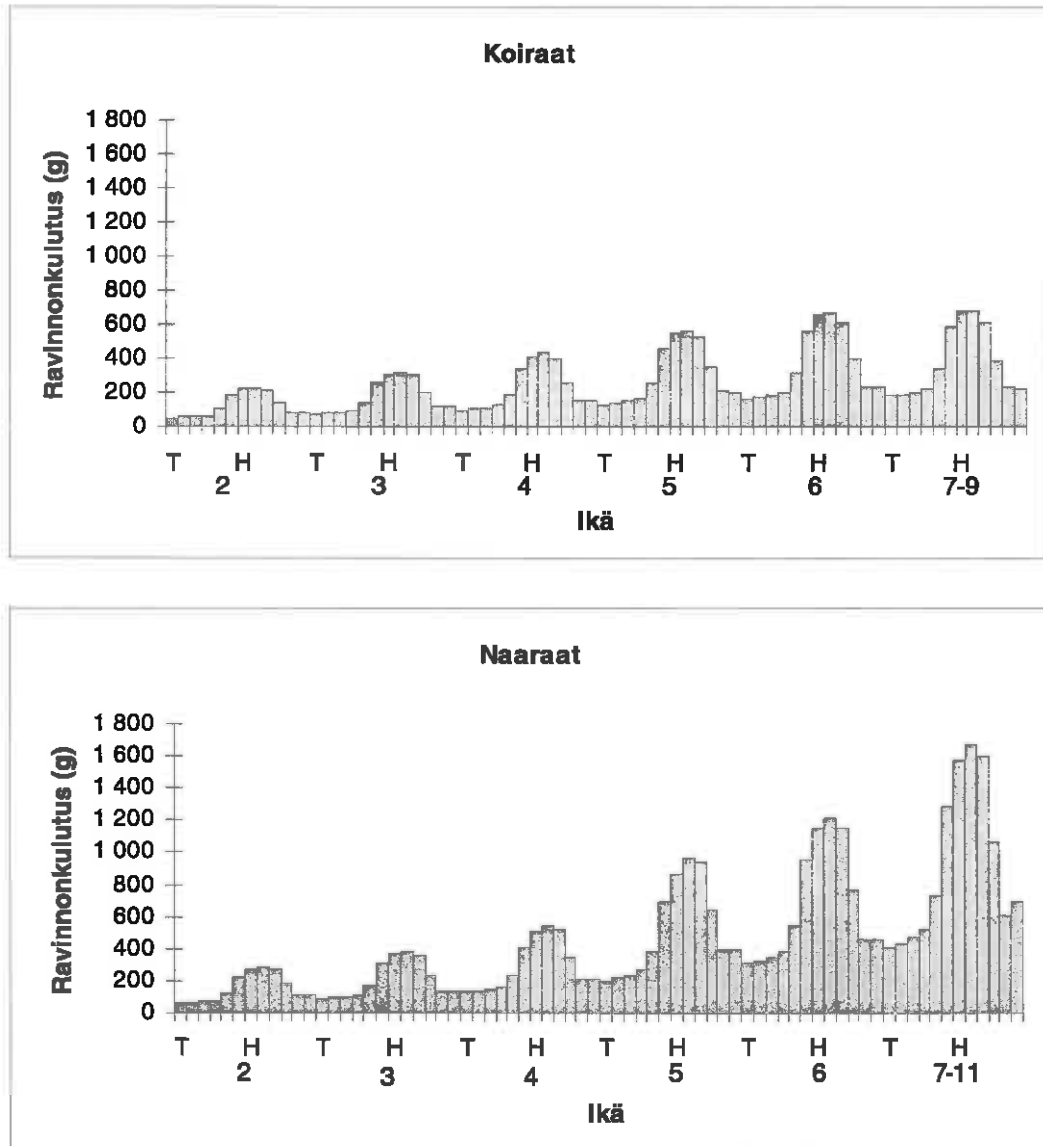
Kuva 16. Hauen kasvu Vuokalanjärvessä vuosina 1988-1992 Hewettin ja Johnsonin (1992) mallilla simuloituna ja haukien keskipainot näytteissä.

4.4.2. Hauen ravinnonkulutus

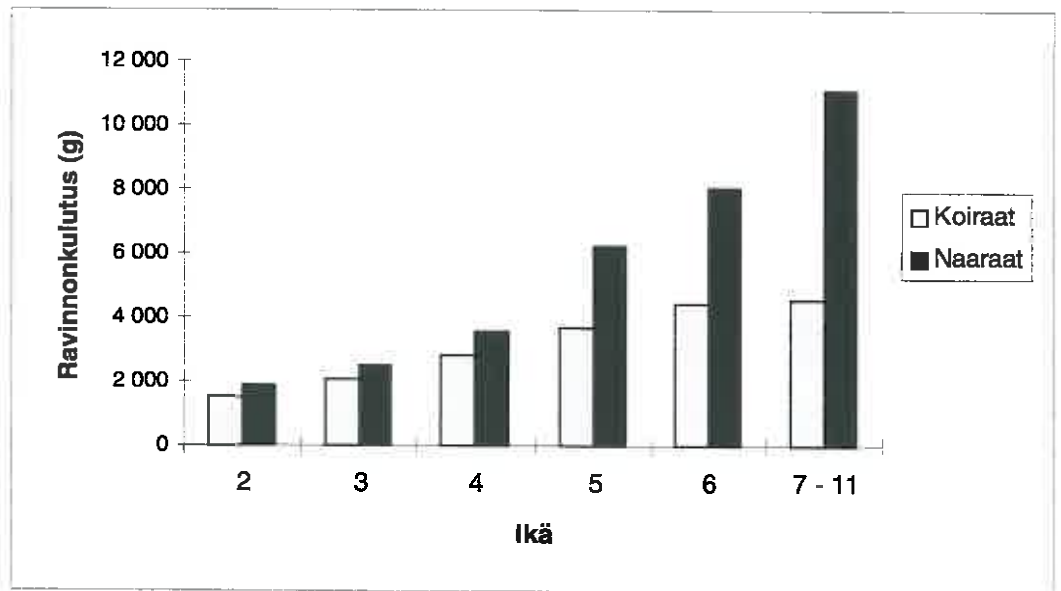
Bioenergeettisellä mallilla arvioituna hauen ravinnonkulutus oli suurinta kesäkuukausina (kuva 17). Kesä-elokuun yhteenlaskettu ravinnonkulutus oli 42 % koko vuoden kulutuksesta. Haukikoiraiden vuotuinen ravinnonkulutus kasvoi vajaalla kilolla siirryttäessä seuraavaan ikäryhmään (kuva 18). Kulutuksen lisäys oli suurin 2- ja 3-vuotiaiden välillä (30 %). 3-6 -vuotiaiden kulutus kasvoi 16-25 % vuodessa. Kuudennen ikävuoden jälkeen kulutuksen kasvu oli vain 3 %. 2-4 -vuotiailla naarailla kulutus kasvoi noin 30 % vuodessa. 5-vuotiaat haukinaaraat kuluttivat yli 40 % enemmän kuin 4-vuotiaat. Viidennen ikävuoden jälkeen kulutus kasvoi noin 25 % vuodessa.

2-4 -vuotiaat koiraat kuluttivat 5,5-6 kertaa, 5-6 -vuotiaat 4,5 kertaa ja yli 6-vuotiaat 3 kertaa oman painonsa verran kalaravintoa vuodessa. 2-4 -vuotiaat naaraat kuluttivat noin 4 kertaa, 5-6 -vuotiaat 4,5 kertaa ja yli 6-vuotiaat 2,5 kertaa oman painonsa verran vuodessa.

2-4 -vuotiaiden haukinaaraiden ravinnonkulutus oli koiraiden kulutusta noin 25 % suurempaa. 5-vuotiaat naaraat kuluttivat 70 %, 6- vuotiaat 80 % ja yli 6-vuotiaat 1,4 kertaa koiraita enemmän.



Kuva 17. Haukikoiraiden ja -naaraiden kuukausittainen ravinnonkulutus Vuokalanjärvessä vuosina 1988-1992 Hewettin ja Johnsonin (1992) mallilla simuloituna. T = tammikuu, H = heinäkuu.



Kuva 18. Haukikoiraiden ja -naaraiden vuotuinen ravinnonkulutus ikäryhmittäin Vuokalanjärven vuosina 1988-1992 Hewettin ja Johnsonin (1992) mallilla simuloituna.

5. Tulosten tarkastelu

5.1. Hauen kasvu

Lämpötila ja päivän pituus ovat hauen kasvunopeuteen vaikuttavia ympäristötekijöitä (Casselman 1978). Laboratorio-oloissa tehdyissä tutkimuksissa hauen kasvu oli hidasta alle 4 °C:n lämpötilassa. Kasvu nopeutuu huomattavasti lämpötilan kohotessa yli 10 °C:een. Lämpötilan kohotessa yli optimin kasvu hidastuu ja lakkaa 28 °C:n lämpötilassa. Päivän pidentyminen nopeuttaa kasvua. Vuosina 1988-1992 Vuokalanjärvessä veden lämpötila oli yli 10 °C toukokuun lopusta syyskuun loppuun. Lämpötilan ohella sopivan ravinnon saatavuus on merkittävin hauen kasvunopeuteen vaikuttava tekijä (Hart ja Conellan 1984, Raitaniemi 1995).

Vuokalanjärvessä pituuden vuosittainen lisäkasvu oli alle neljävuotiailla hauilla noin 12 % ja yli neljävuotiailla noin 8 %. Paino kasvoi vastaavasti alle 5-vuotiailla hauilla noin 30 % ja yli 5-vuotiailla noin 20 % vuodessa. Toisen ikävuoden jälkeen haukien kasvunopeudessa ei ollut eroja sukupuolten välillä. Nuorena hauen kasvu on yleensä nopeampaa kuin vanhempana. Naaraat kasvavat koiraita nopeammin ja saavuttavat suuremman koon (Casselman 1996).

Haukien pituuskasvu oli nopeampaa Vuokalanjärvessä kuin Kemijärvessä (Heikinheimo-Schmid ja Huusko 1987), eteläsuomalaisissa pikkujärvissä (<50 ha) (Raitaniemi 1995), Lentuassa ja Ontojärvessä (Korhonen ja Heikinheimo-Schmid 1993). Vuokalanjärven hauen saavuttivat 50 cm:n pituuden 4-vuotiaina, Ontojärvessä 5-vuotiaina ja Lentuassa vasta 6-vuotiaina. Kasvunopeuteen voi vaikuttaa Vuokalanjärven eteläisempi sijainti ja ravinnon saatavuus.

5.2. Mahojen täyteisyys

Tyhjien mahojen suuri osuus mahanäytteistä on petokaloilla tavallista (Diana 1979). Suuren saaliskoon johdosta hauen pystyvät syömään suuren määrän ravintoa kerralla ja pitämään pitkähkön tauon ennen seuraavaa ruokailua. Mahojen täyteisyysarvoihin vaikuttavat pyydysten pyynnissäoloaika, näytteiden käsittely ja veden lämpötila. Ravinnon sulamista tapahtuu kalan ollessa pyydyksessä, ja entsyymitoiminta jatkuu kalan kuoltuakin, jolloin saaliin tunnistettavuus heikkenee ja ravinnon määrä mahassa vähenee. Alhaisissa lämpötiloissa ravinnon sulaminen on hitaampaa. Tyhjien mahojen osuutta saattaa lisätä petokalojen taipumus oksentaa pyydykseen joutuessaan ja pyydystä koettaessa. Tällainen mahalaukku on kuitenkin erotettavissa todella tyhjästä, kokoonvetäytyneestä mahalaukusta (Treasurer 1988).

Vuokalanjärvessä 2-4 -vuotiailla hauilla tyhjien mahojen osuus oli pienempi kuin yli 5-vuotiailla hauilla. Tyhjien mahojen osuus oli suurin joului- ja tammikuussa sekä heinäkuussa. Talvella veden lämpötila on alhainen ja hauen aktiivisuus on vähäistä (Casselman 1978). Myös korkeissa lämpötiloissa hauen aktiivisuus laskee ja hauen syövät vähän (Lawler 1965). Tyhjien mahojen suuri osuus huhti-toukokuussa johtuu kutuukaisesta paastosta (Frost 1954). Tyhjien mahalaukkujen osuuden on havaittu kasvavan

hauen koon kasvaessa (Frost 1954). Aterioiden välillä on sitä pitempiä ajanjaksoja mitä suurempia ravintokohteita kala pystyy syömään (Diana 1979).

5.3. Ravinnon koostumus

5.3.1. Särki ja siika tärkeimmät saaliskalat

Kaikissa ikäryhmissä, kaksivuotiaita lukuunottamatta, särki oli siian ohella hauen tärkein ravintokohde. Pääosa Vuokalanjärven hauen ravintolajeista on rantavesien lajeja. Hauelle tyypillisiä ympäristöjä ovat järvien ja jokien kaislikkoiset ranta-alueet. Nuorimmat yksilöt viihtyvät lähinnä rantaa (Diana ym. 1977). Muikun, kuoreen ja osin siiankin esiintyminen hauen ravinnossa osoittaa, että ainakin osa hauista ruokailee myös ulappa-alueella.

Hauen ravinnon koostumukseen vaikuttaa eri ravintolajien saatavuus. Haudet syövät kunkin elinympäristön runsaimpia ja helpoimmin saatavia lajeja (Frost 1954, Diana 1979, Mann 1982). Ravintolajin saatavuuteen vaikuttavat mm. saalislajin runsaus, yksilökoko, piikkisyys, kyky piiloutua ja paeta sekä parveutuminen. Hauki suosii ravinnossaan pehmeäviä kaloja (Beyerle ja Williams 1968). Ivlevin (1961) mukaan laikuttaisesti jakautunutta ravintoa käytetään tehokkaammin kuin tasaisesti jakautunutta.

Siian osuus hauen ravinnossa oli suurempi Vuokalanjärvessä kuin Lentuassa tai Ontojärvessä (Korhonen ja Heikinheimo-Schmid 1993). Ylitiheän siikaistutuksen vuoksi Vuokalanjärvessä oli tutkimusaikana tarjolla runsaasti hauen ravinnoksi sopivaa pienikokoista siikaa. Syötyjen siikojen keskipituus oli noin 17 cm. Vuosina 1988-1990, jolloin siian osuus hauen ravinnosta oli 20-30 %, istutettujen siikojen pituus oli alle 20 cm. Hauelle sopivan saalislajin runsastuminen heijastuu sen ravintoon. Pernajan-Loviisan saaristossa silakan osuus hauen ravinnossa kasvoi keväällä, kun silakkaa oli runsaasti tarjolla (Tammi ja Kuikka 1994). Michigan-järvellä haudet siirtyivät keväisin käyttämään ravintonaan rantavyöhykkeellä runsaana esiintynyttä harmaasilliä (*Alosa pseudoharengus*) (Wagner 1972). Loch Lomond -järvellä siian osuus hauen ravinnossa väheni kiiskan runsastumisen jälkeen (Adams 1991).

Jotta saataisiin luotettava kokonaiskuva hauen käyttämästä ravinnosta, tulisi aineiston olla kattava sekä ikä- ja kokoryhmittäin että vuodenajoin. Vuokalanjärven haukiaineistossa tyhjen mahojen suuri osuus ja pääasiallisena pyyntimenetelmänä käytetyn verkkopyynnin valikoivuus vähensivät kerätyn aineiston kattavuutta. Aineiston pienuudesta johtuen Vuokalanjärven haukiaineisto käsiteltiin pääosin ottamatta huomioon vuodenaikaisia eroja ravinnonkäytössä. Aineisto kuvaa kuitenkin suhteellisen luotettavasti keskimääräistä vuotuista ravinnon koostumusta, koska ravintoa sisältäviä mahoja oli vähemmän talvella ja keskikesällä, jolloin ravinnonkulutuskin oli pienempi. Vuodenaikaiset vaihtelut saalislajien osuuksissa hauen ravinnossa etenkin vanhemmissa ikäryhmissä saattavat selittyä myös sillä, että ravintoa sisältäneitä mahoja oli vähän, jolloin yksilökohtaiset erot ravinnon koostumuksessa tulevat näkyviin.

Vuokalanjärvessä valtaosa hauen saaliskaloista oli pituudeltaan 10-20 cm, ja korrelaatio hauen pituuden ja saaliskalan pituuden välillä oli heikko. On esitetty, että haulle, kuten muillakin petokaloilla, on suora suhde saaliin ja saalistajan koon välillä (Frost 1954, Lawler 1965, Fortunatova ja Popova 1973, Mann 1982). Saaliin keskikoko suurenee hauen kasvaessa, vaikka suuretkin haudet jatkavat myös pienikokoisen saaliin syöntiä (Diana 1979). Hauen ravinto muotoutuu ensisijaisesti saaliin runsauden ja saatavuuden perusteella, eikä hauen pituuden ja saaliin pituuden välillä ole

välttämättä selvää yhteyttä (Korhonen ja Heikinheimo-Schmid 1993, Tammi ja Kuikka 1994). Kala pyrkii maksimoimaan nettoenergian saantinsa, jolloin myös saaliikohteen energiasisältö ja saaliin pyydystämiseen, käsittelyyn ja sulattamiseen kuluva aika vaikuttavat valintaan (Werner ja Hall 1974, Hart ja Hamrin 1988).

5.3.2. Kuonomerkityt siiat hauen ravinnossa

Vuokalanjärveen istutettiin vuosina 1987 ja 1988 tiheä, viittä eri alkuperää ja neljää eri siikamuotoa edustava siikakanta. Suuri istutustiheys hidastutti siikojen kasvua ja kaikki siikakannat kääpiöityivät (Miinalainen ja Heikinheimo 1998). Planktonsiiat kasvoivat nopeimmin ja pohjasiiat hitaimmin. Vuosina 1988-1992 kaikkien siikojen keskipituus jäi alle 25 cm:n. Koitajoen planktonsiikojen kasvu nopeutui muihin siikakantoihin nähden kolmannen kasvukauden jälkeen.

Vaikka siiat olivat kokonsa puolesta haulle sopivaa ravintoa koko tutkimusjakson ajan, ei haukikanta ilmeisesti pystynyt harventamaan siikakantaa kovinkaan tehokkaasti. Nuottasaalissa pohja- ja vaellussiikojen sekä Koitajoen planktonsiikojen osuus oli huomattavasti pienempi kuin järvisiikojen ja Sotkamon reitin planktonsiikojen. Haukien syömistä kuonomerkityistä siioista yli puolet oli pohja- ja vaellussiikoja ja vain noin kolmannes planktonsiikoja. Pohjaeläinravinnon osuus kasvoi harvasiivilähempaisimpien siikamuotojen, pohja- ja vaellussiikojen, ravinnossa vasta kolmen vuoden kuluttua istutuksesta. Pohja- ja vaellussiiat oleskelivat mahdollisesti ravinnonkäytön eriytymisen jälkeen planktonsiikoja enemmän rantavyöhykkeessä ja sen lähistöllä (Bergstrand 1982), ja olivat siten alttiimpia joutumaan hauen ravinnoksi. Lisäksi pohjasiikojen hidas kasvu saattoi lisätä todennäköisyyttä joutua hauen saaliiksi.

Kuonomerkkien magneettisuus oli kadonnut osasta merkkejä, eikä niitä pystytty havaitsemaan detektorilla. Siikojen, joista kuonomerkkiä ei löydetty, osuus nuottasaalissa oli vuosina 1989-1992 noin 20 % (Peltonen ym. 1996). Näin ollen kuonomerkityjen siikojen osuus myös hauen ravinnossa saattoi olla havaittua suurempi.

5.4. Hauen kasvu ja ravinnonkulutus bioenergeettisellä mallilla arvioituna

5.4.1. Mallin luotettavuus

Useat bioenergeettisen mallin käyttämät aineenvaihduntaparametrit ovat lämpötilasta riippuvaisia. Huolimatta Vuokalanjärven eteläisemmästä sijainnista aineistoon käytettiin samoja parametriarvoja kuin Lentuassa ja Ontojärvessä. Bioenergeettinen malli kuvasi riittävän luotettavasti hauen kasvua ja ravinnonkulutusta, koska mallin tuottama kasvukäyrä ja haukien keskipainot tutkimusaineistossa vastasivat toisiaan etenkin naarailla. Vanhemmissa ikäryhmissä koiraiden keskipainot olivat tutkimusaineistossa mallin tuottamia arvoja suurempia. Valtaosa tutkimusaineistosta pyydettiin verkoilla. Verkkopyynnissä voivat saaliiseen valikoitua kunkin ikäryhmän suurimmat yksilöt. Keskipainot verkkosaaliissa eivät siksi välttämättä kuvaa todellista kasvua.

5.4.2. Hauen kasvu ja ravinnonkulutus

Hewettin ja Johnsonin (1992) mallin mukaan simuloitu haukien kasvu Vuokalanjärvessä oli nopeinta lämpimän veden aikaan. Kalojen ravinnonkulutus vaihtelee päivittäin, vuodenajoittain, saaliin saatavuuden mukaan sekä säästä, nälästä ja monista muista tekijöistä johtuen. Näin asia on etenkin petokaloilla, jotka yleensä syövät yhden tai kaksi suurta ravintokohdetta ateriaa kohti (Diana 1979). Ravinnonkulutus ja kasvu ovat voimakasta alkukesällä ja vähäistä syksyllä ja talvella (Diana 1979, 1983).

Kuten Lentuassa ja Ontojärvessä (Korhonen ja Heikinheimo-Schmid 1993), Vuokalanjärven haukinaaraiden kuluttaman ravinnon määrä oli suurempi kuin koiraiden. Ero koiraiden ja naaraiden ravinnonkulutuksen välillä kasvoi sukukypsyyden saavuttamisen jälkeen. Dianan (1983) mukaan ennen sukukypsyyden saavuttamista kalat käyttävät tehokkaasti energiaa kudosten rakentamiseen ja 42 % energiasta kuluu kasvuun. Sukukypsyyden saavuttamisen jälkeen koiraiden ja naaraiden energiataseet poikkeavat toisistaan, koska koiraiden lisääntymiseen tarvitsema energiamäärä on huomattavasti pienempi kuin naarailla.

Hauen kasvu oli Vuokalanjärvessä nopeampaa kuin Lentuassa tai Ontojärvessä. Myös hauen vuosittain kuluttama ravinnon määrä oli suurempi. Lentuassa tai Ontojärvessä alle 40 cm:n pituiset hauet kuluttivat noin 4 kertaa ja suuremmat hauet 3-4 kertaa oman painonsa verran kalaa vuodessa (Korhonen ja Heikinheimo-Schmid 1993). Vuokalanjärvessä 2-4 vuotiaat hauet kuluttivat 4-6 kertaa ja yli 4-vuotiaat 4,5 kertaa oman painonsa vuodessa. Nopeampi kasvu ja suurempi ravinnonkulutus johtunevat Vuokalanjärven eteläisemmästä sijainnista, koska sekä ravinnonkulutus että kasvu ovat riippuvaisia lämpötilasta.

Eri ikäryhmissä haukien ravinnosta 5-25 % oli siikaa, joten yksi hauki söi 500 -1 000 g (8-18 kpl) siikaa vuodessa. Vuokalanjärven hauen populaatiokoon arvioinnin jälkeen on mahdollista laskea haukipopulaation kuluttaman ravinnon määrä ja arvioida hauen vaikutusta siikapopulaation luonnolliseen kuolevuuteen.

Kiitokset

Tutkimusmestari Tauno Nurmio vastasi petokala-aineiston keruusta apunaan Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen henkilökunta. Mahanäytteet analysoivat Iipo Häyrynen, Mika Kangasniemi, Jyrki Lappalainen, Kimmo Somppi ja Oili Vuorimies. Haukien iät määrittivät Olli van der Meer (vuoden 1988 aineisto) ja Tauno Nurmio (vuosien 1989-1992 aineisto). Kiitämme myös Tauno Nurmiota ja Markku Julkusta avusta käsikirjoitusvaiheessa sekä Antti Lappalaista, Hannu Lehtosta ja Raimo Parmannetta käsikirjoituksen kommentoinnista.

Kirjallisuus

- Adams, C. E. 1991. Shift in pike, *Esox lucius* L., predation pressure following the introduction of ruffe, *Gymnocephalus cernuus* (L.) to Loch Lomond. *J. Fish Biol.* 38, p. 663-667.
- Bergstrand, E. 1982. The diet of four sympatric whitefish species in Lake Parkijaure. *Rep. Inst. Freshw. Drottingholm* 60, p. 5-14.
- Bevelhimer, M. S., Stein, R. A. & Carline, R. F. 1985. Assessing significance of physiological differences among three esocids with a bioenergetics model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42, p. 57-69.
- Beyerle, G. B. & Williams, J. E. 1968. Some observations of food selectivity by northern pike in aquaria. *Trans. Am. Fish. Soc.* 97 (1), p. 28-31.
- Casselman, J. M. 1978. Effects of environmental factors growth, survival, activity and exploitation of northern pike. *Am. Fish. Soc. Spec. Publ.* 11, p. 114-128.
- Casselman, J. M. 1996. Age, growth and environmental requirements of pike. In: *Pike, Biology and exploitation*. Craig, J. F. (ed.). Chapman & Hall, London. p. 69-101.
- Diana, J. S. 1979. The feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike (*Esox lucius*). *Can. J. Zool.* 57, p. 2121-2127.
- Diana, J. S. 1983. Growth, maturation and production of northern pike in three Michigan lakes. *Trans. Am. Fish. Soc.* 112, p. 38-46.
- Diana, J. S., Mackay, W. C. & Ehrman, M. 1977. Movements and habitat preference of northern pike (*Esox lucius*) in Lac Ste. Anne, Alberta. *Trans. Am. Fish. Soc.* 106 (6), p. 560-565.
- Fortunatova, K. R. & Popova, O. A. 1973. Feeding and food relationships of predaceous fish in Volga delta. Nauka Press, Moscow. (Ref. Popova 1978).
- Frost, W. E. F. 1954. The food of pike in Lake Windermere. *J. Anim. Ecol.* 23, p. 339-360.
- Hart, P. J. B. & Connellan, B. 1984. Cost of prey capture, growth rate and ration size in pike, *Esox lucius* L., as a functions of prey weight. *J. Fish. Biol.* 25, p. 279-292.
- Hart, P. & Hamrin, S. F. 1988. Pike as a selective predator. Effects of prey size, availability, cover and pike jaw dimensions. *Oikos* 51, p. 220-226.
- Heikinheimo, O. & Korhonen, A. P. 1996. Food consumption of northern pike (*Esox lucius* L.), estimated with a bioenergetics model. *Ecol. Freshwat. Fish* 5, p. 37-47.
- Heikinheimo-Schmid, O. & Huusko, A. 1987. Kemijärven biologis-kalataloudellinen tutkimus, kalataloudellinen osatutkimus. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 69. 212 s.
- Hellström, N. 1978. Hauen kasvusta ja ravinnosta Tvärminnessä. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Eläintieteen laitos. 67 s.
- Hewett, S. W. & Johnson, B. L. 1987. A bioenergetics model of fish growth for microcomputers. University of Wisconsin Sea Grant, Technical report WIS-SG-87-245.

- Hewett, S. W. & Johnson, B. L. 1992. Fish Bioenergetics Model 2. University of Wisconsin-Madison. UW Sea Grant Technical report WIS-SG-92-250. 79 p.
- Ivlev, V. S. 1961. Experimental Ecology of the Feeding on Fishes. Scott, D. (transl.). Yale University Press, New Haven. 252 p.
- Juntunen, K. 1988. Vuokalanjärveen istutettujen siikojen kuonomerkinä Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella syksyllä 1987. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 5 s. (Moniste).
- Juntunen, K., Nevala, O., Ratilainen, J. & Heikkala, H. 1989. Vuokalanjärveen istutettujen siikojen kuonomerkinä Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitoksella 1988. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 9 s. (Moniste).
- Kitchell, J. F., 1983. Energetics. In P. W. Webb & D. Weihs (eds.), Fish biomechanics. Praeger Publishing, New York. p. 312-338.
- Kitchell, J. F., Koonce, J. F., O'Neill, R. V., Shugart, H. H. Jr., Magnuson, J. J. & Booth, R. S. 1974. Model of fish biomass dynamics. Trans. Am. Fish. Soc. 103, p. 786-798.
- Kitchell, J. F., Stewart, D. J. & Weininger, D. 1977. Applications of a bioenergetics model to yellow perch (*Perca flavescens*) and walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). J. Fish. Res. Bd Can. 34, p. 1922-1935.
- Koli, A. 1989. Vuokalanjärven eläinplanktonitutkimus 1988; tutkimusraportti. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 11 s. (Moniste).
- Koli, A. 1991. Eri siikamuotojen ravinnonkäyttö Vuokalanjärvessä. Pro gradu - tutkielma. Helsingin yliopiston Hydrobiologian laitos. 21 s.
- Koli, L. 1990. Suomen kalat. WSOY, Porvoo. 357 s.
- Korhonen, P. & Heikinheimo-Schmid, O. 1993. Suurten petokalojen ravinto Ontojärvessä ja Lentuassa ja ravinnonkulutuksen arviointi. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 70, 52 s.
- Lawler, G. H. 1965. The food of pike, *Esox lucius*, in Herning Lake, Manitoba. J. Fish. Res. Bd. Can. 22, p. 1357-1377.
- Mann, R. H. K. 1982. The annual food consumption and prey preferences of pike (*Esox lucius*) in the river Frome, Dorset. J. Anim. Ecol. 51, p. 81-95.
- Miinalainen, M. & Heikinheimo, O. 1998. Siikamuotojen ravintokilpailu Vuokalanjärvessä. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 139, 39 s.
- Moilanen, P. & Nurmio, T. 1989. Kalastus ja kalansaaliit Vuokalanjärvellä 1987. Projektiin "Siikaistutusten tuloksellisuus ja kannattavuus Etelä- ja Keski-Suomessa" liittyvä selvitys. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 6 s. + 14 kuvaa + 7 liitettä. (Moniste).
- Moilanen, P., Nurmio, T. & Toivonen, P. 1989. Kalastus ja kalansaaliit Vuokalanjärvellä vuonna 1987. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 7 s. + 14 kuvaa + 7 liitettä. (Moniste).
- Moilanen, P. & Toivonen, P. 1990. Kalastus ja kalansaaliit Vuokalanjärvellä 1990. Projektiin "Siikaistutusten tuloksellisuus ja kannattavuus Etelä- ja Keski-Suomessa" liittyvä selvitys. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. 5 s. + 14 kuvaa + 7 liitettä. (Moniste).
- Peltonen, H., Saarijärvi, E., Saulamo, K. & Vinni, M. 1996. Siikamuotojen kasvu ja istutusten tuloksellisuus Vuokalanjärvessä. Ohjatun tutkimuksen raportti. Helsingin yliopisto. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos. Kalataloustiede. 25 s. (Moniste).

- Popova, O. A. 1978. The role of predaceous fish in ecosystems. In: Ecology of fresh-water fish production. Gerking, S. D. (ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford. p. 215-249.
- Raat, A. J. P. 1988. Synopsis of biological data on the northern pike, *Esox lucius* Linnaeus 1758. FAO Fisheries Synopsis No. 30. Rev. 2, 178 p.
- Raitaniemi, J. 1995. The growth of young pike in small Finnish lakes with different acidity-related water properties and fish species composition. *J. Fish. Biol.* 47, p. 115-125.
- Ratala, V. 1988. Hauen (*Esox lucius* L.) kasvusta, kunnosta ja ravinnosta Kuhmossa v. 1984-85. Pro gradu -tutkielma. Oulun yliopisto, Eläintieteen laitos. Oulu. 46 s.
- Salmi, J. 1982. Hauen, ahvenen, kuhan ja mateen ravinnosta rannikkovesissämme. Si-vulaudatur-tutkielma. Helsingin yliopisto, Eläintieteen laitos. 97 s.
- Stewart, D. J. Weininger, D., Rottiers, D. V. & Edsall, T. A. 1983. An energetics model for lake trout, *Salvelinus namaycush*. Application to the Lake Michigan population. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40, p. 681-698.
- Stewart, D. J. & Binkowski, F. B. 1986. Dynamics of consumption and food conversion by Lake Michigan alewives: an energetic-modeling synthesis. *Trans. Am. Fish. Soc.* 115, p. 643-661.
- Tammi, J. & Kuikka, S. 1994. Hauen ravinnonkäytön ajallinen ja alueellinen vaihtelu kutuaikana. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. Kalatutkimuksia-Fiskundersökningar 78, 43 s.
- Treasurer, J. W. 1988. Measurement of regurgitation in feeding studies of predatory fishes. *J. Fish Biol.* 33, p. 267-271.
- Ursin, E. 1979. Principles of growth in fishes. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 44, p. 63-87.
- Wagner, W. C. 1972. Utilization of alewives by inshore piscivorous fishes in Lake Michigan. *Trans. Am. Fish. Soc.* 101(1), p. 35-63.
- Werner, E. E. & Hall, D. J. 1974. Optimal foraging and the size selection of prey by the bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*). *Ecology* 55, p. 1042-1052.
- Winberg, G. G. 1956. Rate of metabolism and food requirements of fishes. Translated from Russian 1960. *Fish. Res. Board. Can.*, Translation series 194. Ottawa. p. 1-253.
- Vuorimies, O. 1989. Petokalojen, erityisesti hauen, ravinnonkäyttö. Kirjallisuuskat-saus. Helsinki. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalantutkimusosasto. Mon-istettuja julkaisuja 90, 69 s.

Julkaisija

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Julkaisu-aika

Joulukuu 1998

Tekijä(t)

Matti Miinalainen, Oili Vuorimies ja Outi Heikinheimo

*Julkaisun nimi***Hauen ravinto Vuokalanjärvessä***Julkasun laji*

Tutkimusraportti

Toimeksiantaja

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

*Toimeksiantopäivämäärä**Projektin nimi ja numero*

Siikojen ravinto ja petokalojen predaatio siikaistutusten tuloksellisuuteen vaikuttavina tekijöinä (203260)

Tiivistelmä

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää hauen ravinnon koostumus ja hauen vuosittain kuluttaman ravinnon määrä Vuokalanjärvessä. Erityisesti tutkittiin Vuokalanjärveen istutettujen kuonomerkittyjen siikojen osuutta hauen ravinnossa. Vuokalanjärveen oli vuosina 1987 ja 1988 istutettu tiheä, viittä eri alkuperää ja neljää eri siikamuotoa edustava siikakanta. Aineisto kerättiin siikaistutusten kannattavuustutkimuksen yhteydessä vuosina 1988-1992. Hauen ravinnonkulutusta arvioitiin bioenergeettisellä mallilla, jossa laskentaperusteena on kalan kasvu ja eri elintoimintoihin kuluva energia.

Särki oli hauen tärkein saaliskala. Muita tärkeitä saaliskaloja olivat siika, ahven ja muikku. Hauen pituuden ja saaliskalan pituuden välillä ei ollut selkeää riippuvuutta. Suurin osa saaliskaloista kuului kokoluokkaan 10-15 cm. Siian osuus hauen ravinnon painosta oli vuosina 1988-1992 15-30 %. Tiheästä siikakannasta johtuen siian osuus hauen ravinnossa oli suuri verrattuna tutkimustuloksiin muista suomalaisista järvistä. Haukien syömistä kuonomerkityistä siloista yli puolet oli pohja- ja vaellussiikoja ja vain noin kolmannes planktonsiikoja.

Haukien ravinnonkulutus oli suurinta kesäkuukausina. 2-4 -vuotiaat hauet kuluttivat ravintoa 4-6 kertaa ja yli 5-vuotiaat hauet noin 4,5 kertaa oman painonsa vuodessa. Naaraiden ravinnonkulutus oli 2-4 -vuotiailla hauilla 25 %, 5-vuotiailla 70 % ja 6-vuotiailla 80 % suurempi kuin koirilla. Yli 6-vuotiaat naaraat kuluttivat 1,4 kertaa enemmän kuin koiraat.

Asiasanat

Hauki, ravinto, ravinnonkulutus

Sarjan nimi ja numero

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 152

ISBN

951-776-193-7

ISSN

0787-8478

Sivumäärä

29 s.

Kieli

Suomi

Hinta

50 mk

Luottamuksellisuus

Julkinen

Myynti

Edita-kirjakauppa

Annankatu 44

00100 Helsinki

Kustantaja

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

PL 6

00721 Helsinki

Puh. (09) 566 0566 Fax (09) 566 0570

Puh. 0205 7511 Fax 0205 751201

Utgivare

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

Utgivningsdatum

December 1998

Författare

Matti Miinalainen, Olli Vuorimies och Outi Heikinheimo

Publikationens namn

Gäddans näring i Vuokalanjärvi

Typ av publikation

Forskningsrapport

Uppdragsgivare

Datum för uppdragsgivandet

Projektnamn och -nummer

Effekter av sikens näring och rovfiskpredationen på resultatet av sikplanteringar (203260)

Referat

Undersökningens ändamål var att utreda näringsammansättningen hos gädda och uppskatta gäddans årliga näringskonsumtion i Vuokalanjärvi. Samtidigt undersöktes andelen av nosmärkta sikar, inplanterade i Vuokalanjärvi i 1987 och 1988, i gäddans näring. De inplanterade sikarna hörde till fem olika bestånd. Gäddans näringsintag uppskattades med en bioenergetisk modell där basen för beräkningarna utgörs av fiskens tillväxt och den energi som går åt till olika livsfunktioner. Undersökningen pågick åren 1988-1992.

Räknat i biomassa var mörten den viktigaste bytesfisken för gäddan. Andra viktiga bytesfiskar var sik, abborre och siklöja. Det fanns inte en klar korrelation mellan bytesfiskens längd och gäddans längd. De flesta bytesfiskar hörde till längdgruppen 10-15 cm. Andelen av sik i gäddans näring varierade årligen mellan 15 och 30 %. Till följd av det täta sikbeståndet var andelen sik i gäddans näring stor jämfört med forskningsresultat från andra finska sjöar. Gäddan åt mera Enare storsikar och Kuusinkijoki älvsikar än aspsikar.

Gäddans näringskonsumtion var störst under sommarmånaderna. 2-4 -åriga gäddor kosumerade årligen 4-6 gånger och gäddor äldre än fem år 4,5 gånger sin egen vikt. De 2-4 -åriga honorna kosumerade 25 %, de femåriga 70 % och sexåriga 80 % mera än hanarna. Honorna äldre än sex år kosumerade 1,4 gånger mera än hanarna.

Nyckelord

Gädda, näring, näringskonsumtion

Seriens namn och nummer

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 152

ISBN

951-776-193-7

ISSN

0787-8478

Sidoantal

29 s.

Språk

Finska

Pris

50 mk

Sekretessgrad

Offentlig

Försäljning

Edita-bokhandel
Annegatan 44
00100 Helsingfors

Förlag

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet
PB 6
00721 Helsinki

Tel. (09) 566 0566 Fax (09) 566 0570

Tel. 0205 7511 Fax 0205 751201

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

December 1998

Author(s)

Matti Miinalainen, Oili Vuorimies and Outi Heikinheimo

Title of Publication

The Food of Northern Pike (*Esox lucius* L.) in Lake Vuokalanjärvi

Type of Publication

Research report

Commissioned by

Date of Research Contract

Title and Number of Project

Effects of the diet of whitefish and the predation by piscivorous fish on the success of whitefish stocking (203260)

Abstract

The food composition and food consumption of northern pike (*Esox lucius* L.) was studied at Lake Vuokalanjärvi, eastern Finland. In 1987 and 1988 a dense whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) population was created in Lake Vuokalanjärvi by stocking. The stocked whitefish represented five different origins and four different whitefish forms. In this study special attention was paid to the proportions of different whitefish stocks in the diet of northern pike. The food consumption of northern pike was estimated by using a bioenergetics model. Roach (*Rutilus rutilus* (L.)) was the most important prey species in weight. The other important prey species were whitefish, perch (*Perca fluviatilis* L.) and vendace (*Coregonus albula* (L.)). There was no clear correlation between the size of the prey fish and the size of the northern pike. Most of the prey fish belonged to the length group 10-15 cm. From 1988-1992, the proportion of whitefish in the diet of northern pike varied between 15 and 30 %. Due to the dense whitefish population the proportion of whitefish in the diet of northern pike was higher compared to previous studies in Finnish lakes. Whitefish from the two sparsely gill-rakered stocks were eaten more than were whitefish from the densely gill-rakered stocks.

The maximum consumption of food occurred in summer months. The two to four-year-old pikes consumed 4-6 times and those over five years 4.5 times their own weight, annually. The estimated food consumption of two to four-year-old females was 25 %, five-year-olds 70 % and six-year-olds 80 % higher than the consumption of males. Females over six years of age consumed 1.4 times more than males.

Key words

Northern pike, food, food consumption

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 152

ISBN

951-776-193-7

ISSN

0787-8478

Pages

29 p.

Language

Finnish

Price

50 FIM

Confidentiality

Public

Distributed by

Oy Edita Ab
Book-shop
Annankatu 44
FIN-00100 Helsinki, Finland

Phone +358 0 566 0566 Fax +358 0 566 0570

Publisher

Finnish Game and Fisheries Research Institute
P.O.Box 6
FIN-00721 Helsinki, Finland

Phone +358 205 7511 Fax +358 205 7511

KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

Aiemmin ilmestyneitä julkaisuja

103. TAMMI, J.

Rehevöitymisen vaikutukset kaloihin, kalakantoihin ja kalastukseen –kirjallisuuskatsaus

(Eutrofieringens effekter på fisk, fiskbestånd och fiske – litteraturöversikt) (The Effects of Eutrophication on Fishes, Fish Stocks and Fisheries – A Literature Review). 66 s. Helsinki 1996.

104. SAURA, A., MIKKOLA, J.

Henkiin herätetty lohijoki — Kymijoen vaelluskalatutkimuksia vuosilta 1992—1994

(En laxälv som återuppstått — Vandringsfiskundersökningar i Kymmene älv å 1992—1994) (Revived salmon river — Studies on migratory fish in the River Kymijoki from 1992—1994). 100 s. Helsinki 1996.

105. RAITANIEMI, J., HEIKINHEIMO, O., MIKKOLA, J.

Vaellussiika — Uudenmaan rannikon tuottoisa istutuskala

(Vandringssiika — resultatrik utplantering längs den nyländska kusten) (Whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) — Successful Stocking on the Coast of the Province of Uusimaa). 28 s. Helsinki 1996.

106. KORHONEN, P., KOSKINIEMI, J., TOLONEN, K.

Taimenen ja kotiutetun puronierian tila Ylä-Kemijoella vuosina 1993 — 1994

(Öringens och den införda bäckrödingens situation i Kemi älvs övre lopp åren 1993 — 1994) (The State of Brown and Stocked Brook Trout Populations in the Upper Part of the Kemijoki River between 1993 and 1994). 42 s. + 8 liitt. Helsinki 1996.

107. LAPPALAINEN, A., PÖNNI, J.

Suomenlahti kalastajan silmin — Tutkimus Suomenlahden likaantumuksesta ja vapaa-ajankalastuksesta

(Finska viken ur fiskarens synpunkt — En undersökning av föroreningen av Finska viken och fritidsfisket) (The Gulf of Finland in the Fisherman's eyes — Pollution and Recreational Fishery in the Gulf on Finland). Helsinki 1996.

108. MAKKONEN, J., PIIRONEN, J., PURSIAINEN, M., TOIVONEN, J., KOLARI, I.

Pyyntitavat heikentävät järvitaimenen istutustulosta — Vuoksen vesistöalueelle vuosina 1979 — 1992 tehtyjen Carlin-merkintöjen tulokset

(Utplanteringsresultatet för insjööring försämras av fångstmetoderna — Resultat av Carlin-märkningar i Vuoksi insjösystem åren 1979 — 1992) (Fishing methods decrease the impact of stocking brown trout — Results of Carlin tagging experiments in the Vuoksi watercourse from 1979 — 1992). 105 s. + liite. Helsinki 1996.

109. PYLKKÖ, P., POHJANVIRTA, T., PURSIAINEN, M.

Nierian (Salvelinus alpinus) silmäsamentumat

(Grumling av ögat hos röding (*Salvelinus alpinus*)) (Cataract of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*)). 21 s. Helsinki 1996

110. Istutuspoikasten elinkaari - mätimunasta saaliiksi, Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät

(Utplanterade yngels livscykel - från romkom till fångst, Statens fiskodlings XX diskussionsdagar) (Fish stocking - lifecycle eggs to catch, State Fish Culture Conference, No. XX). Jarmo Makkonen ja Markku Pursiainen (toim.), 103 s. + 4 liitettä. Helsinki 1996.

111. RAHKONEN, R., PASTERNAK, M., POHJANVIRTA, T., PYLKKÖ, P., LINDÉN, J.

Kokeita Apoject 1-Fural paisetautirokotteella 1993-1995

(Försök med Apoject 1-Fural furunkulosvaccin 1993-1995) (Experiments with Apoject 1-Fural Furunculosis Vaccine, 1993 - 1995). 24 s. Helsinki 1996.

112. SOMPPI, K., RAITANIEMI, J., RASK, M.

Kalkituksen vaikutukset särki- ja ahvenkantoihin Etelä-Suomen happamoituneissa pikkujärvissä

(Kalkningens effekter på mört- och abborrbestånd in södra Finlands försurade sjöar) (The Effects of Liming on Roach and Perch Populations of Small Acidified Lakes in Southern Finland). 41 s. + 9 liitettä. Helsinki 1996.

113. Inarijärven pohjasiika - Istutusten merkitys. (Storsiken i Enare träsk - utplanteringsammas betydelse) (Sparsely-rakered

Whitefish from Lake Inari: Results from Stocking). Erno Salonen (toim.), 90 s. Helsinki 1996

114. SALMINEN, M.

Istutusiän ja -koon merkitys merilohen vaelluspoikasten istutuksissa

(Utplanteringsålderns och -storlekens betydelse vid utplantering av smolt av haviax)(The Influence of Stocking Age and Size on the Results of Salmon Smolt Stocking). 59 s. Helsinki 1996.

115. PARMANNE, R., SETÄLÄ, J.

Silakan rehu kalastuksen taloudellinen merkitys ja vaikutus silakkakantoihin

(Foderfiskets effekter på strömmingsbestånden) (The effect of fodder fishing on Baltic herring stocks) 27-18 s. Helsinki 1996.

116. SALMI, J., HONKANEN, A., JURVELIUS, J., MOILANEN, P., SALMI, P. JA VESALA, K. M.

Haastatteluja Hangosta Utsjoelle. Ammattikalastuksen profiilitutkimuksen metodiikkaa.

(Intervjuer från Hangö till Utsjoki, metodik för profilundersökningar av yrkesfisket) (Interviewing Commercial Fishermen in Finland: The Methodology of the Study). 26 s. Helsinki 1996.

117. Mädin desinfiointi - laadun hallintaa käytännössä

(Romdesinfektion i avsikt att kontrollera romproduktionens kvalitet) (The Disinfection of Fish Eggs: Quality Control in Practice). Päivi Eskelinen (toim.), 69 s. Helsinki 1996

118. VEITOLA, K., MÄKINEN, T.

Kalankasvatuksen ympäristöpolitiikka- Tavoitteiden ja tosiasiatietojen yhdistelmä

(Fiskodlingens miljöpolitik - en kombination av målsättningar och fakta) (The Environmental Politics of Fish Farming: A Combination of Goals and Facts). 52 s. Helsinki 1996

119. HYVÄRINEN, P., VIRTANEN, K., VEHANEN, T., KOSKINIEMI, J., KANNEL, R. JA PURSIAINEN, M.

Viihtyykö vieras kala Oulujärvessä? Taimenkantojen ja järvilohen soveltuvuus Oulujärven hoitokalaksi.

(Trivs främmande fiskar i Ule träsk? Jämförelse av olika utplanterade bestånd av öring och insjölox) (Does the strange fish stocks succeed in lake Oulujärvi? Results of stocking four brown trout stocks and land locked salmon in Lake Oulujärvi). 39 s. Helsinki 1996.

120. JOKIKOKKO, E.

Muikun ja siian lisääntymisedellytyksistä Perämerellä.

(Förutsättningar för förökning av siklöja och sik i Bottenviken) (The breeding potential of whitefish and vendace in Bothnian Bay). 32 s. Helsinki 1997.

121. RAITANIEMI, J.

Rannikon siikojen iänmäärityksen luotettavuus.

(Hur pålitlig är åldersbestämningen av kustsiskar?) (The reliability of the ageing of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) on the Finnish Baltic coast). Helsinki 1997.

122. Lähikuvia ammattikalastuksesta - Kalastusammatin rakenne, joustavuus ja mahdollisuudet.

(Yrkesfisket i närbild. Fiskaryrkets struktur, flexibilitet och möjligheter) (Close-ups on the Commercial Fishery: Structure, Flexibility and Opportunities of the Fishing Trade). Juhani Salmi ja Pekka Salmi (toim.). 125 s. Helsinki 1997.

123. TOIVONEN A.-L.

Toistuvan jäätyneen ja sulamisen vaikutus kalanpyydysten havasmateriaaleihin.

(Inverkan av upprepad infrysning och upptining på redskapsmaterial) (The Effects of Freeze-thaw Cycling on Fishing Gear Materials). 30 s. Helsinki 1997.

124. FRIMAN, T., KOLARI, I. JA TOIVONEN, J.

Merkitsekö menetelmä? Carlin-merkinnän virhetekijät kaksi- ja kolmivuotiaina istutetuilla järvitaimenilla.

(Spelar metoden någon roll? Felkällor vid Carlin-märkning av insjööringar utplanterade som två- och treåringar) (The errors caused by Carlin-tagging in the estimation of stocking results of two- and three-year-old brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris*)). 27 s. Helsinki 1997.

125. SUTELA, T. JA HUUSKO, A.

Virkistyskalastus Kuusinki-, Kitka- ja Oulankajoella.

(Fritidsfisket i älvarna Kuusinkijoki, Kitkajoki och Oulankajoki) (Recreational fishery in rivers Kuusinkijoki, Kitkajoki and Oulankajoki). 24 s. Helsinki 1997.

126. Kalastuskiistat haasteena hallinnolle - näkökulmia sisävesien paikallisiin ristiriitoihin

(Fiskekonflikter som en utmaning för förvaltningen - synpunkter på lokala konflikter i insjöområdet) (Perspectives on Fishery Conflicts in Finnish Lakes). Pekka Salmi (toim.). 71 s. Helsinki 1997.

127. SALONEN, E., MUTENIA, A., KOTAJÄRVI, M.

Lokan ja Porttipahdan peledsiika. Tekojärvien siikakantojen vaihtelu vuosina 1987-1996.

(Peledsiken i Lokka och Porttipahta. Sikbeständens variation i konstgjorda sjöar 1987 - 1996) (Peled in the Lokka and Porttipahta Reservoirs. The Variations in the Stocks from 1987 - 1996). 34 s. Helsinki 1997.

128. HYVÄRINEN, P.

Erikokoisten järvitaimenistukkaiden kannattavuusvertailu Oulujärvellä.

(Lönsamhetsjämförelse vid utplantering av olika stora öringsyngel i Ule träsk) (Comparison of the Profitability of the Stocking of Different-Sized Brown Trout in Lake Oulujärvi). 26 s. Helsinki 1997.

129. LEHTONEN, H., VUORIMIES, O., BÖHLING, P., AUVINEN, H.

Kalakantojen vuosiluokkavaihteluiden mekanismit - Kirjallisuuskatsaus.

(Mekanismerna bakom fiskbeständens årsklassvariationer - Litteraturoversikt) (The Mechanisms of Year-class Fluctuations in Fishes - A Literature Review). 44 s. Helsinki 1997.

130. LAUKKANEN, M.

Itämeren lohenkalastuksen bioekonominen analyysi.

(Bioekonomisk analys av laxfisket i Östersjön) (A Bioeconomic Analysis of the Baltic Salmon Fishery). 35 s. Helsinki 1997.

131. KÄYHKÖ, A., SETÄLÄ, J., SALMI, P.

Vajaikäyttöisen järvikalan jalostuksen ongelmat ja kehittäminen.

(Förädling av svagt utnyttjad insjöfisk i Finland) (Processing of under-utilized freshwater fishes in Finland). 31 s. Helsinki 1997.

132. TAMMI, J., LAPPALAINEN, A., MANNIO, J., RASK, M., VUORENMAA, J.

Järvien rehevöityminen ja kalasto Suomessa. Otantaan perustuva järvikartoitus.

(Insjöeutrofiering och fiskbestånd i Finland. Sjöinventering baserad på sampling) (Eutrophication and Fishes in Finnish Lakes: A Survey Based on Random Sampling). 35 s. Helsinki 1997

133. Saimaan nieriä, syvien vesien uhanalainen.

(Saimen rödingen, en hotad djupvattensart) (Saimaa Arctic char, the threatened deep water fish). Makkonen, J. (toim.). 129 s. Helsinki 1997.

134. VALKEAJÄRVI, P., TAKKUNEN, T., ESKELINEN, P., KOVANEN, J.

Rautalammin reitin taimen tulee takaisin - menetelminä monipuoliset istutukset ja kalastuksen säätely.

(Öringen från Rautalampi träten kommer tillbaka - tack vare fiskereglering och mångsidiga utplanteringar) (The brown trout stock of Rautalampi watercourse comes back - by the means of fishing regulation and many-sided stockings). 28 s. Helsinki 1997.

135. Sähkökalastus ja sen luotettavuus Tenon lohen poikastiheyksien seurannassa.

(Användning av elfiske vid bedömningen av yngeltätheter i Tana älv) (Electrofishing as a method of density estimation of salmon juveniles in the River Teno). Julkunen, M. Niemelä, E. (Toim.). 56 s. Helsinki 1997.

136. SETÄLÄ, J.

Parantaako silakan tehokas jäähditys troolikalastuksen kannattavuutta?

(Förbättrar effektiv kylning av strömming trålfiskets lönsamhet?) (Does effective chilling increase the profitability of trawl fisheries?) 36 s. Helsinki 1998.

137. KEMPPAINEN, S., MÄÄTTÄ, V., PASANEN, P., MÄÄTTÄ, E.

Nieriälajit vertailussa - Elämänskaari poikasesta fileeksi

(Jämförelse mellan olika arter av röding - Livscykel från yngel till filé) (Comparison Between Salvelinus species: Lifespan from Fry to Fillet) 23 s. + liitteet. Helsinki 1998.

138. AALTO, J., NIEMELÄ, E., JULKUNEN, M., ERKINARO, J.

Taimenen poikastiheydet, kasvu ja vaellukset Lutto- ja Nuorttijoessa.

(Yngeltätheter, tillväxt och vandringer hos öring i Lutto- och Nuorttijoki) (Juvenile densities, growth and migration of brown trout (Salmo trutta L.) in the Rivers Luttojoki and Nuorttijoki, northern Finland). 38 s. Helsinki 1998

139. MIINALAINEN, M., HEIKINHEIMO, O.

Siikamuotojen ravintokilpailu Vuokalanjärvessä.

(Födokonkurrens mellan olika sikformer i Vuokalanjärvi) (Food segregation between five whitefish (Coregonus lavaretus (L.)) stocks in Lake Vuokalanjärvi). 39 s. Helsinki 1998.

140. HEIKINHEIMO, O., VALKEAJÄRVI, P.

Taimenen ja siian kalastuksen säätely Päijänteellä - Päätösanalyysitarkastelu

(Reglering av örings- och sikfisket i Päijänne - Granskning av beslutsanalys) (Management of the brown trout (*Salmo trutta* m. *Lacustris*) and whitefish (*Coregonus lavaretus*) fishery in Lake Päijänne: A decision analysis approach). 40 s. Helsinki 1998.

141. HONKANEN, A., EEROLA, E., SETÄLÄ, J.

Kalan käyttö eri väestöryhmissä - kotitalouksien haastattelututkimuksen satoa.

(Fiskkonsumtionen i olika befolkningsgrupper - resultat av en intervjuundersökning i hushållen) (Behavioural Patterns Related to Finnish Fish Consumption: An Analysis of Demographic Characteristics). 38 s. + liitteet. Helsinki 1998.

142. LEINONEN, T., KORHONEN, P., SÄKKI, S.

Altaiden kattamisen ja vedenlaadun vaikutus vesihomeen esiintymiseen ja kalojen kuolleisuuteen.

(Effekten av baasängtäkning och vattenkvalitet på förekomst av vattenmögel och på fiskens dödlighet) (The effect of water quality and the covering of ponds on the fish mortality rate and the appearance of aquatic fungi) 24 s. + liitteet. Helsinki 1998.

143. SAARNI, K., SETÄLÄ, J., HONKANEN, A.

Kalakaupan ja jalostuksen odotukset kalanviljelyn monipuolistamiseksi.

(Fiskhandels och -förädlingens förväntningar på en mera mångsidig fiskodling) (The prospects of fish wholesalers and fish processors to increase variety in fish farming) 22 s. Helsinki 1998.

144. MIKKOLA, J.

Havin vuoden 1995 pesuainepäästön kalataloudelliset vaikutukset ja vahinkoarvio.

(Fiskeriekonomiska följder och uppskattning av skadorna till följd av tvättmedelsutsläppet från Havi år 1995.) (Effects on fisheries and the estimation of damage caused by the Hackman Havi detergent discharge.) 34 s. + liitteet. Helsinki 1998.

145. HAKKARI, L., SELIN, P., WESTMAN, K., MIELONEN, M.

Planktonsiian ja peledsiian ravinnosta ja ravintokilpailusta Evon Majajärvessä ja Valkea-Mustajärvessä

(Näring och näringskonkurrens gällande plankton- och peledsik i sjöarna Majajärvi och Valkea-Mustajärvi i Evois.) (Food and competition for food of *Coregonus muksun* and *Coregonus peled* in lakes Majajärvi and Valkea-Mustajärvi, Evo.) 27 s. + liitteet. Helsinki 1998.

146. HAAPALA, A., MÄKI-PETÄYS, A., HUUSKO, A.

Lohen (*Salmo salar* L.) jokipoikasille soveltuva elinympäristö ja sen käyttö — kirjallisuusselvitys.

(Livsmiljöer lämpliga för älvungel av lax (*Salmo salar* L.) och utnyttjandet av dessa. Litteraturundersökning) (Habitat use and preference of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in streams: a review). 21 s. Helsinki 1998.

147. ESKELINEN, P., KOSKINIEMI, J.

Rautalammin reitin taimenen säilyttäminen eri viljelykantoja yhdistämällä.

(Kan öringen från Rautalampi-stråten bevaras genom kombination av olika odlade bestånd?) (Crossbreeding of separate reared strains of brown trout originating from Rautalampi watercourse). 16 s. Helsinki 1998.

148. JUVANKOSKI, N., SETÄLÄ, J., HONKANEN, A., SAARNI, K., MICKWITZ, P.

Tukku- ja vähittäiskaupan näkemys kirjolohifileen kokonaislaadusta.

(Parti- och detaljhandels syn på totalkvaliteten hos regnbågsfile) (The Quality of Rainbow Trout Fillets According to Wholesalers and Retailers). 23 s. + liitteet. Helsinki 1998.

149. MUTENIA, A., KORHONEN, P.

Lokan ja Porttipahdan haukikantojen hoito.

(Vård av gäddbestånden i Lokka och Porttipahta) (Management of Pike Stocks in the Lokka and Porttipahta reservoirs.) 32 s. + liitteet. Helsinki 1998.

150. KAUKORANTA, M., KOLJONEN, M.-L., KOSKINIEMI, J., PENNANEN, J.T.

Kala-atlas. Nahkiainen, pikkunahkiainen, lohi, taimen, nieriä, siika, muikku, harjus, toutain, vimpa, rantaneula ja kivisimppu - esiintymät ja kantojen tila.

(Fiskatlas. Utbredning och tillstånd gällande bestånden av nejonöga, bäcknejonöga, lax, öring, röding, sik, siklöja, harr, asp, vimba, nissöga och stensimpa.) (Atlas of Finnish Fishes. Distribution of lamprey, brook lamprey, salmon, trout, Arctic charr, whitefish, vendace, grayling, asp, vimba, spined loach and bullhead, and status of the stocks). 57 s. Helsinki 1998.

151. KOSKELA, J., SETÄLÄ, J., HONKANEN, A., FORSMAN, L.

Ahvenen kasvatuksen kannattavuus - taloudellis-biologinen analyysi.

(Lönar det sig att odla abborre? - ekonomisk-biologisk analys) (Evaluation of the Profitability of the Short-term Cultivation of Perch: A Cost-Benefit Analysis). 21 s. Helsinki 1998.