

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 328

Juha-Pekka Turkka
Pasi Arkko

Järvilohen ja järvitaimenen mädintuotannon
ennustaminen

Helsinki 2004

Juha-Pekka Turkka ja Pasi Arkko

Järvilohen ja järvitaimenen mädintuotannon ennustaminen

Tutkimusraportti

Saimaan kalantutkimus ja vesiviljelyssä on emokalojen lypsyjen yhteydessä useiden vuosien ajan tehty kalojen ja niistä lypsetyn mädin yksilöpunnituksia ym. emokalaparvien seurantaa. Järvilohen ja järvitaimenen vuosina 1997-2003 emokalastoista kertynyttä lypsyaineistoa on tässä työssä hyödynnetty ja laskettu tunnuslukuja ym. arvoja emoparvien mädintuotannon ennustamiseksi luotettavasti. Emokaloista saadut tulokset on esitetty sekä ikä- että kokoluokittain. Kokoluokittainen käsittely antaa laajemmat hyödyntämismahdollisuudet eri kalanviljelylaitoksilla, koska saman ikäiset kalat ovat viljelyolosuhteista riippuen eri kokoisia eri kasvatuspaikoissa.

mädintuotanto, ennustaminen, järvilohi, järvitaimen

Kala- ja riistaraportteja 328

951-776-464-?

1238-3325

20 s.

suomi

-

julkinen

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely
Laasalantie 9
58175 Enonkoski
Puh. 0205 7511 faksi 0205 751 609

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PL 6
00721 Helsinki
Puh. 0205 7511 faksi 0205 751 201

Sisällys

1. JOHDANTO	1
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	2
2.1. Järvilohen ja järvitaimenen emokalastot	2
2.2. Lypsypunnitukset ja -määritykset	2
2.3. Lypsytiedon käsittely	3
3. TULOKSET	5
3.1. Järvilohi	5
3.1.1. Naaraiden ja mätien keskipainot	5
3.1.2. Mädituotantoprosentti	6
3.1.3. Naaraskohtaiset mätijyvän painot ja mätimunien kappalemäärät	7
3.1.4. Parvikohtaiset naaras-, koiras- ja martosuhteet	10
3.2. Järvitaimen	11
3.2.1. Naaraiden ja mätien keskipainot	11
3.2.2. Mädituotantoprosentti	12
3.2.3. Naaraskohtaiset mätijyvän painot ja mätimunien kappalemäärät	12
3.2.4. Parvikohtaiset naaras-, koiras- ja martosuhteet	15
4. JOHTOPÄÄTÖKSET JA KÄYTÄNNÖN SOVELLUTUKSET	17
KIITOKSET	19
KIRJALLISUUS	20

1. Johdanto

Saimaan kalantutkimus ja vesiviljelyn ylläpitämät järvilohen ja järvitaimenen emokalo- lastot on pyritty pitämään ikä- ja kokoluokiltaan kaksijakoisena. Lukumäärältään pie- net parvet, joissa on suhteellisen suurikokoiset emokalat, takaavat pienellä työmäärällä tuotannon perustason. Lisäksi nuoret, lukumääriltään suuremmat parvet toimivat ns. ”puskurivarastona” mahdollistaen nopean tuotannon lisäämisen tarvittaessa. Ylimää- räisten nuorten emokalojen poistaminen istutuksiin on helpompaa kuin suurikokoisten emokalojen markkinointi. Tällaisella viljelymenetelmällä emokalaparvien lukumäärä pysyy suurena, jolloin ikäluokkien väliset hedelmöitykset pienentävät sukusiitoksen riskiä. Nuoret emokalaparvet varmistavat myös koiraiden riittävyden käytettäessä ns. parittaista hedelmöitystä. Geneettiseen monimuotoisuuteen tähtäävistä hedelmöitys- menetelmistä ja emoparvien mitoituksista on kerrottu tarkemmin mm. Kala- ja riista- raportissa nro 253 (Aho ym. 2002).

Mätiä tuottavan kalanviljelylaitoksen tuotannon suunnittelussa ja emokalaviljelyn par- vikokoja sekä –määriä suunniteltaessa on tärkeää pystyä luotettavasti etukäteen arvi- oimaan parvien mädintuotantokyky. Tämän työn tarkoituksena on auttaa järvilohen ja järvitaimenen mädintuotannon ennustamisessa ja helpottaa kyseisten lajien mätiä tuot- tavien kalanviljelylaitosten tuotannon suunnittelua. Luettavuuden helpottamiseksi on vältetty liiallista ammattisanastoa, esim. gonadosomaattisesta indeksistä (GSI) käyte- tään ilmaisua mädintuotantoprosentti.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Järvilohen ja järvitaimenen emokalastot

Saimaan kalantutkimus ja vesiviljely ylläpitää Vuoksen vesistöalueen kantaa olevien järvilohien ja järvitaimenten emokalastoja. Emokalastot on perustettu luonnonkaloista saaduilla sukutuotteilla. Luonnonmädin hankintaa suoritetaan vuosittain pyytämällä Pielisjokeen ja Heinäveden reitin koskiin sekä tarvittaessa Lieksanjokeen kudulle nousevia emokaloja. Emokalaparvia perustettaessa pyritään aina geneettisesti mahdollisimman monimuotoisiin parviin. Pyynnin vuosittainen tavoite on saada sekä järvilohella että järvitaimenella vähintään 25 kutuparia. Emokalaparvia perustettaessa käytetään aina ns. täydellistä hedelmöitystä. Täydellisessä hedelmöityksessä kunkin naaraan mäti jaetaan yhtä moneen osaan kuin koiraita on käytettävissä, ja jokainen jaettu mäti-erä hedelmöitetään eri koiralla. Hedelmöitettyt mäti-erät haudotaan erillään omissa haudontalokeroissaan silmäpisteasteelle asti, jonka jälkeen varsinaiseen emoparveen poimitaan tasamäärä mätimunia jokaisesta mäti-erästä. Näin perustettavassa emoparvessa on suurin mahdollinen määrä erilaisia geneettisiä yhdistelmiä. Vuosittain perustetaan luonnonmädistä useita samalla menetelmällä tehtyjä rinnakkaisparvia. Mitä useampia sukupolvia viljelyn varassa joudutaan toimimaan, sitä varmempaa on, että muutoksia perintötekijöiden keskinäisessä jakaumassa aiheutuu ja joitakin geenimuotoja todennäköisesti kokonaan häviää (Aho ym. 2002).

Geneettistä monimuotoisuutta ylläpidetään myös tuotettaessa Saimaan kalantutkimus ja vesiviljelyn emokaloista toisen sukupolven istukaspoikasia. Tällöin hedelmöityksissä käytetään aina parittaista hedelmöitystä. Parittaisessa hedelmöityksessä jokaisen naaraan mäti hedelmöitetään eri koiralla, jolloin tulevalle sukupolvelle saadaan emoparven kaikkien koiraiden ja naaraiden perimä. Parittainen hedelmöitys suoritetaan lisäksi siten, että naaraat ovat aina eri ikäluokkaa kuin koiraat, jolloin ehkäistään sukusiitos.

2.2. Lypsypunnitukset ja -määritykset

Tässä työssä käytetty aineisto koostuu Saimaan kalantutkimuksen ja vesiviljelyn vuosien 1997-2002 Vuoksen vesistöalueen kantaa olevien järvilohien ja järvitaimenten kaloviljelylaitokselle perustettujen emokalastojen lypsytiedoista. Vuosittain on jokaisesta lypsettävästä emoparvesta punnittu lypsyn yhteydessä tietty määrä kaloja. Punnituksessa naaraiden mäti on lypsetty siivilään, jolloin mädistä on saatu erilleen ovariaalilinneste. Vastalypsetty mäti on punnittu ilman ovariaalinnestettä ja naaraskalojen paino on punnittu lypsetystä kalasta. Ovariaalinneste muodostuu syksyllä juuri ennen mädin kypsymistä, joten mädin tuotantoa ennustettaessa ovariaalinnesteen painoa ei tarvitse huomioida. Parvikohtainen sukupuolijakauma on määritelty lajittelemalla lypsyjen yhteydessä kukin parvi naaraisiin, koiraisiin ja ns. martoihin (yksilöt, jotka eivät kyseisenä vuonna tuota sukutuotteita).

Koko aineisto käsittää tiedot 7 083 järvilohesta ja 4 341 järvitaimenesta. Lypsettyjä järvilohinaaraita aineistossa on 4 290 kpl ja vastaava järvitaimennaaraiden määrä on 2 542 kpl. Erillisiä parvia aineistossa oli järvilohella 36 kpl ja -taimenella vastaavasti 31 kpl.

Vuosien 1997-2002 lypsytietojen lisäksi punnittiin syksyllä 2003 järvilohelta 250:n ja järvitaimenelta 244:n eri ikäisen naaraan vastalypsetystä, hedelmöittämättömästä mä-

distä kahdensadan mätijyvän paino 0,1 gramman tarkkuudella. Tästä laskettiin naaras-kohtaisesti yhden mätijyvän paino.

Vuosina 1996 ja 1998-2002 punnittiin järvilohen luonnosta pyydytyistä emokaloista (n=105) lypsyjen jälkeen kalan sisälle jääviä mätimääriä. Mäti punnittiin ilman ovariaalinesettä. Kalan ruumiinonteloon jäänyt mäti oli lypsyhetkellä todennäköisesti vielä osittain kypsymätöntä, mutta myös eri henkilöiden lypsytarkkuus vaihteli.

2.3. Lypsytiedon käsittely

Järvilohen ja järvitaimenen yksilömittaustuloksista laskettiin jokaiselle naaraalle mädintuotantoprosentti seuraavasti:

$$\text{Mädintuotanto-\%} = w_1 / (w_1 + w_2) \times 100,$$

missä w_1 = vastalypsetyn mädin paino (g) ja w_2 = lypsetyn naaraan paino (g)

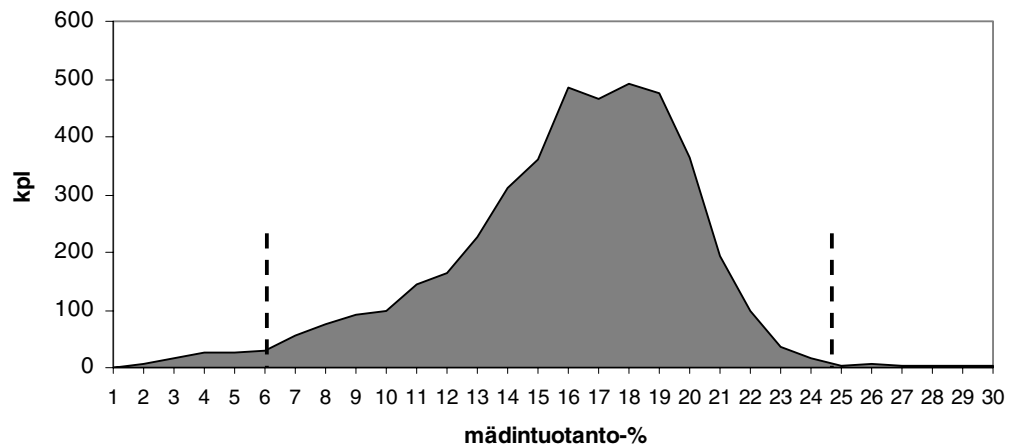
Oheista kaavaa käyttäen saatiin eri ikä- ja kokojakauman naaraille keskimääräinen mädintuotantoprosentti. Aineistosta on karsittu pois kalat joiden mädintuotantoprosentti on ollut kuusi tai alle. Mädintuotantoprosentin ollessa alle kuuden, kyse on todennäköisesti kaloista, joiden mäti ei vielä ole ollut kypsää. Vastaava yli 24,8 prosentin mädintuotanto järvilohella ja 21,7 prosentin mädintuotanto järvitaimenella on katsottu punnitusvirheeksi (kuvat 1 ja 2). Lopullisen aineiston koko laskennassa on näin ollen järvilohella 4 155 kpl ja järvitaimenella 2 503 kpl.

Syksyllä 2003 tehtyjen mätijyväpunnitusten perusteella laskettiin naaraiden mätimunien kappalemäärä (fekunditeetti) seuraavasti:

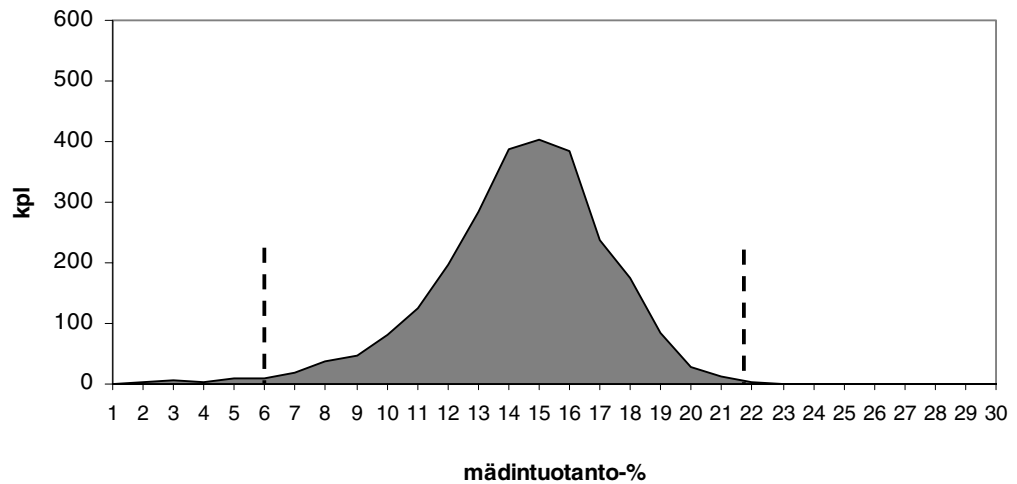
$$\text{Naaraan mätimunien kappalemäärä} = w_1 / w_x,$$

missä w_1 = vastalypsetyn mädin paino (g) ja w_x = yhden mätijyvän paino (g); keskimääräiset painot (g) kyseisistä ikä- tai kokoluokista

Kaavaa käyttäen laskettiin naaraiden eri ikä- ja kokojakaumille keskimääräinen mätimunien kappalemäärä.



Kuva 1. Järvilohinaaraiden (n = 4 290) jakauma määntuotantoprosenttien mukaisesti. Aineistosta pois rajatut yksilöt merkitty katkoviivalla.



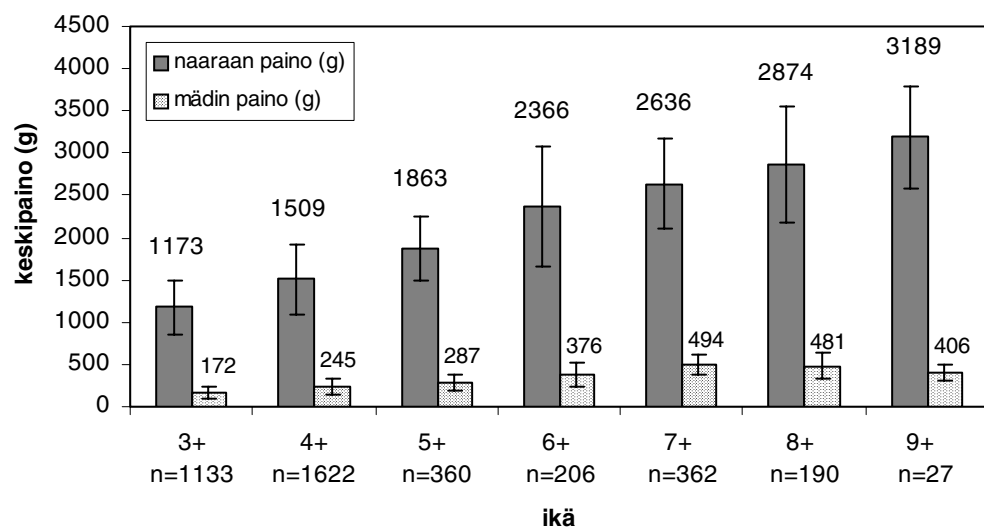
Kuva 2. Järvitaimennaaraiden (n = 2 542) jakauma määntuotantoprosenttien mukaisesti. Aineistosta pois rajatut yksilöt merkitty katkoviivalla.

3. Tulokset

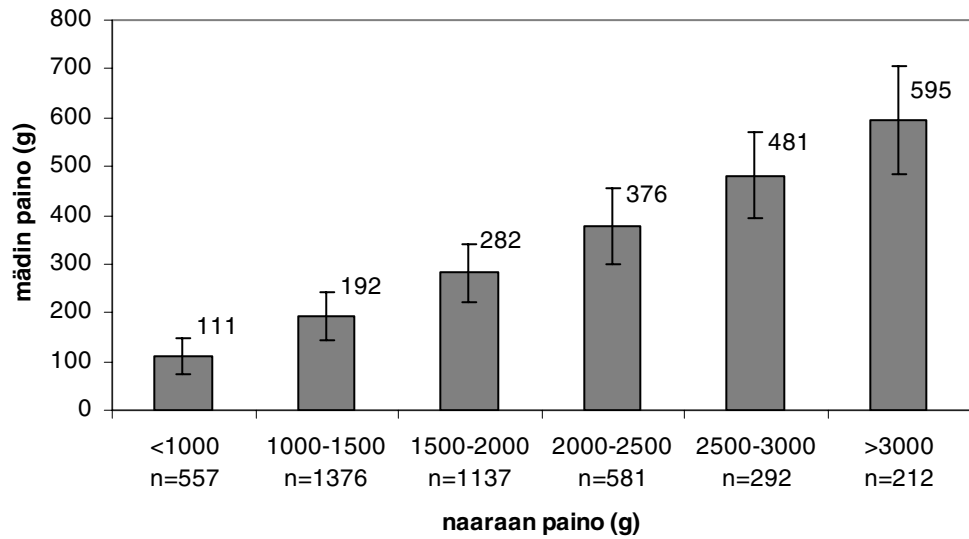
3.1. Järvilohi

3.1.1. Naaraiden ja mätien keskipainot

Saimaan kalantutkimus ja vesiviljelyn vuosien 1997-2002 aikana mitatuista järvilohinaaraista noin 66 % oli 3+ ja 4+ -ikäisiä. 3+ -ikäisten naaraiden keskipaino (lypsetyn naaraan paino + mätipaino) oli keskimäärin 1 173 grammaa ja 4+ -ikäisten 1 509 grammaa (kuva 3). Vanhimmat lypsetyt naaraat olivat iältään 9+. Naaraista lypsetty keskimääräinen mätimäärä nousi tasaisesti iän kohotessa aina 7+ -ikävuoteen (494 g) ja laskien tämän jälkeen 9+ -ikävuoteen (406 g). Eri kokoluokkiin jaoteltuna suurimmat 3 000-5 500 grammaa painavat naaraat tuottivat eniten mätää, mätimäärän ollessa keskimäärin 595 grammaa (kuva 4).



Kuva 3. Järvilohinaaraiden keskipaino (g) ja keskimääräinen mätin paino (g) (keskihajonta) ikäluokittain.

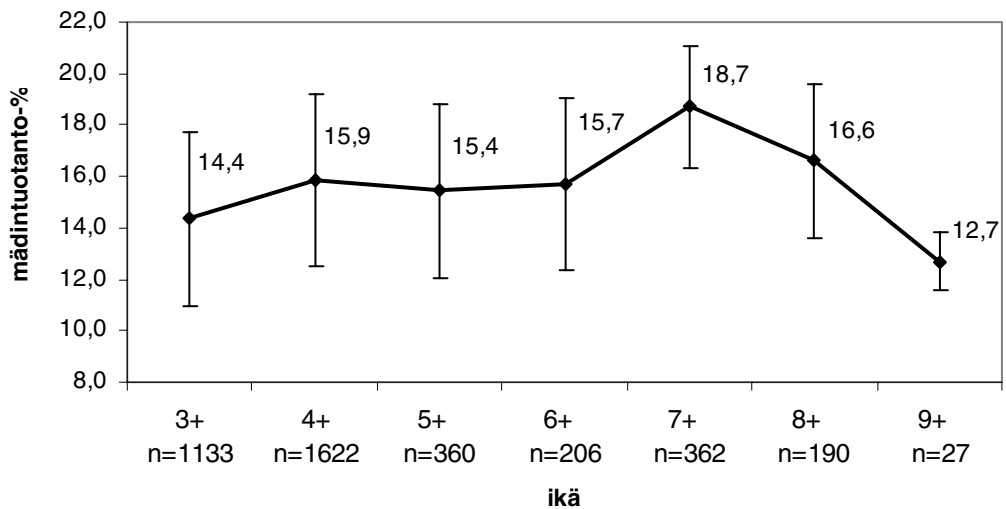


Kuva 4. Järvilohinaaraan tuottama keskimääräinen mätimäärä (g) (keskihajonta) kokoluokittain.

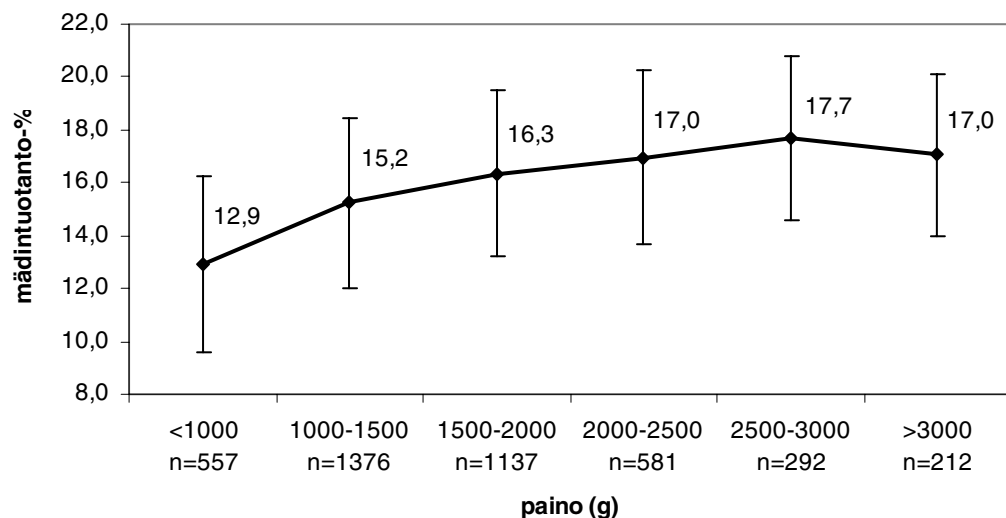
3.1.2. Mädintuotantoprosentti

Järvilohen keskimääräinen mädintuotantoprosentti oli 15,7. Eri ikäisten naaraiden keskimääräinen mädintuotantoprosentti vaihteli 12,7-18,7 prosentin välillä ollen suurimmillaan 7+ -ikäisillä ja pienimmillään 9+ -ikäisillä naarailla (kuva 5). 9+ -ikäisillä naarailla tulee huomioida, että kalamäärä aineistossa oli vain 27. Eri kokoluokkiin lajiteltuna saatiin suurin keskimääräinen mädintuotantoprosentti (17,7 %) 2 500-3 000 grammaa painaville naaraille (kuva 6). Pienin mädintuotantoprosentti oli alle 1 000 grammaa painavilla naarailla, ollen keskimäärin 12,9 %.

Vuosina 1996 ja 1998-2002 suoritetuissa punnituksissa luonnosta pyydettyjen järvilohinaaraiden keskimääräinen ruumiinonteloon jäävä mätimäärä lypsytyn jälkeen vaihteli eri vuosina, eri henkilöiden lypsäminä 7,3 %-17,4 % välillä naaraan koko mätimäärän painosta (tiedonanto, Jorma Piironen). Ruumiinonteloon jäävää mätää ei ole huomioitu tuloksissa, koska huolellisestikin lypsettynä osa mädistä jää kalan sisälle ja osuuden arviointi on käytännössä mahdotonta suuresta vaihtelusta johtuen.



Kuva 5. Järvilohen keskimääräinen mädintuotantoprosentti (keskihajonta) ikäluokittain.

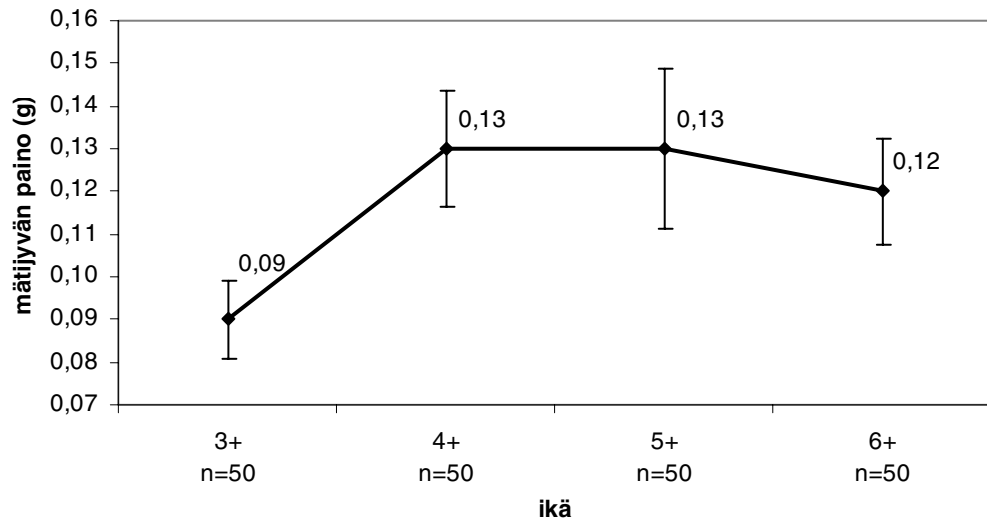


Kuva 6. Järvilohen keskimääräinen mädintuotantoprosentti (keskihajonta) kokoluokittain.

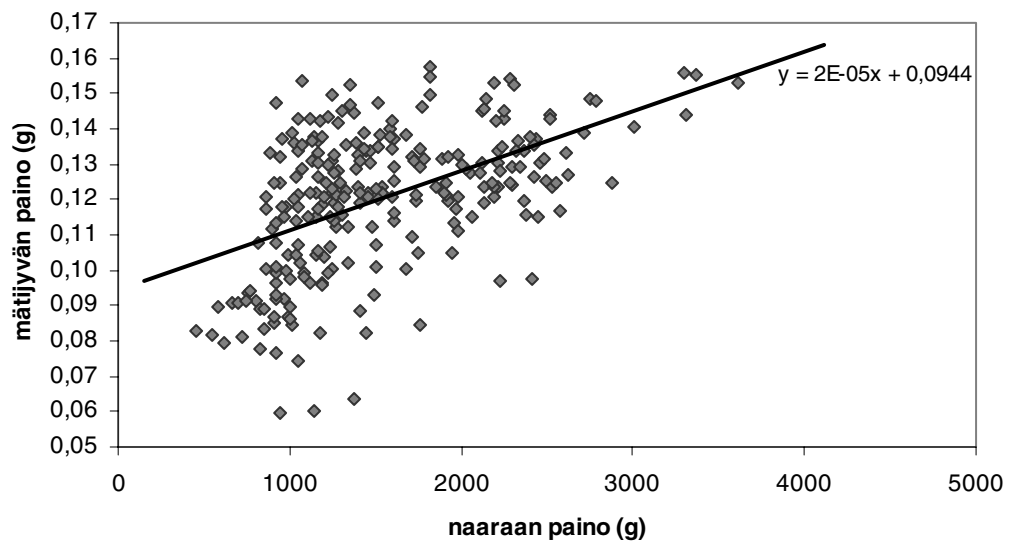
3.1.3. Naaraskohtaiset mätijyvän painot ja mätimunien kappalemäärät

Järvilohen keskimääräiseksi mätijyvän painoksi saatiin 0,12 grammaa. 3+ -ikäisillä järvilohilla keskimääräinen mätijyvän paino oli pienin eli 0,09 grammaa (kuva 7) ja suurimmillaan se oli 4+ - 5+ -ikäisillä naarailla ollen 0,13 grammaa. Järvilohinaaraiden keskipainon kasvaessa myös keskimääräinen mätijyvän paino kasvoi (kuva 8). Alle 1 500 grammaa painavilla kaloilla mätijyvän kokovaihtelut olivat suurempia kuin tätä suuremmilla kaloilla (kuva 9). Eri kokoluokkiin lajiteltuina pienin keskimääräinen mätijyvän paino oli 0,10 grammaa alle 1 000 grammaa painavilla naarailla ja suurin 0,15 grammaa 3 000-3 600 grammaa painavilla naarailla. 3 000-3 600 grammaa painavilla naarailla tulee huomioida, että kalamäärä aineistossa oli vain 5.

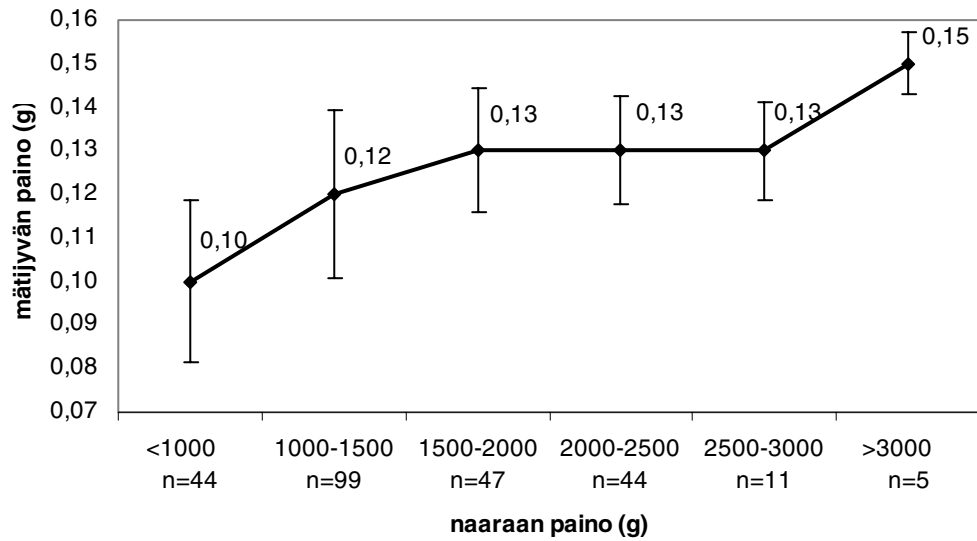
Naaraan tuottama mätijyvien keskimääräinen lukumäärä vaihteli 3+ -ikäisten naaraiden 1 822:sta 6+ -ikäisten 3 027:ään (kuva 10). Kokoluokittainen määrä vaihteli alle 1 000 grammaa painavien naaraiden 1 108:sta ja 3 000-3 600 grammaa painavien naaraiden 3 975:een (kuva 11).



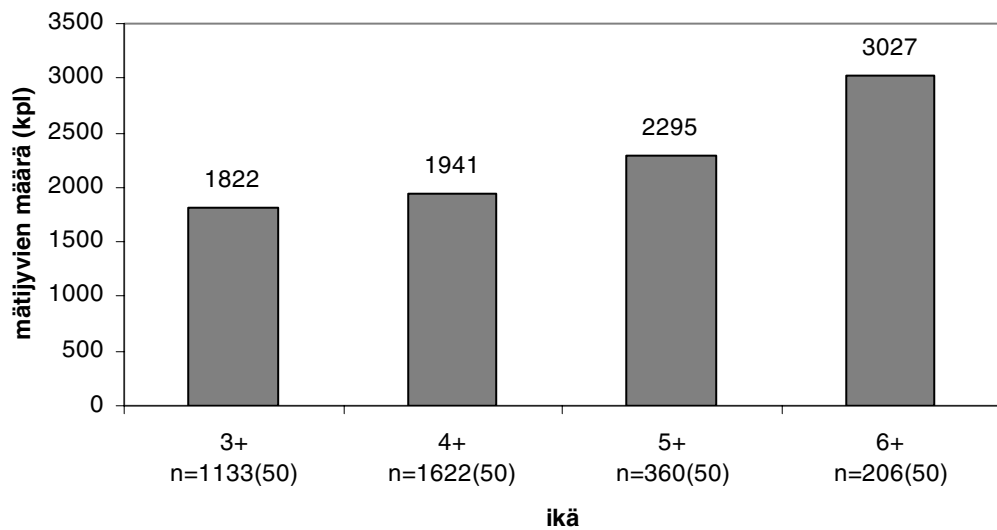
Kuva 7. Järvilohen keskimääräinen mätijyvän paino (g) ikäluokittain.



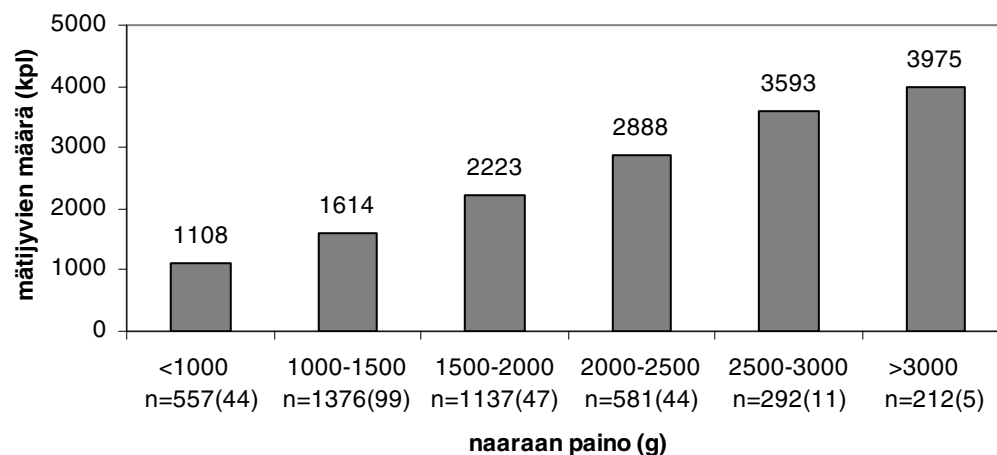
Kuva 8. Järvilohen mätijyvän paino (g) suhteessa naaraan painoon (g) (n=250).



Kuva 9. Järvilohen keskimääräinen mätijyvän paino (g) kokoluokittain.



Kuva 10. Järvilohinaaraiden tuottama keskimääräinen mätijyvien määrä ikäluokittain. n = laskelmissa käytetty naaraiden määrä; suluissa naaraiden määrä, joilta punnitti yhden mätijyvän paino.



Kuva 11. Järvilohinaaraiden tuottama keskimääräinen mätijyvien määrä kokoluokittain. n = laskelmissa käytetty naaraiden määrä; suluissa naaraiden määrä, joilta punnitti yhden mätijyvän paino.

3.1.4. Parvikohtaiset naaras-, koiras- ja martosuhteet

3+ -ikäisissä järvilohiparvissa oli keskimääräisesti yhtä paljon mätiä tuottavia naaraita, koiraita ja martokaloja (taulukko 1). 4+ -ikäisten naaraiden keskimääräinen osuus parvissa oli yli puolet (52 %), koiraiden ja martojen osuuksien jäädessä molemmissa 24 prosenttiin. Naaraiden osuudet parvissa kasvoivat tasaisesti 3+ -ikävuodesta (34 %) aina 6+ - 7+ -ikävuoteen asti (98-100 %). 7+ -ikävuodesta lähtien emokalaparvissa ei enää ollut koiraita. Martojen osuudet laskivat tasaisesti 3+ -ikävuodesta (33 %) 7+ -ikävuoteen (0 %), jonka jälkeen 8+ -ikäisillä parvilla osuus kasvoi taas 12 prosenttiin. Tuloksissa tulee huomioida 7+ ja 8+ -ikäisten parvien pieni lukumäärä (2). Marroista kaloista heti ensimmäisen lypsykerran jälkeen kasvava osuus on naaraita, koska koirasmäärä vähenee vuosi vuodelta.

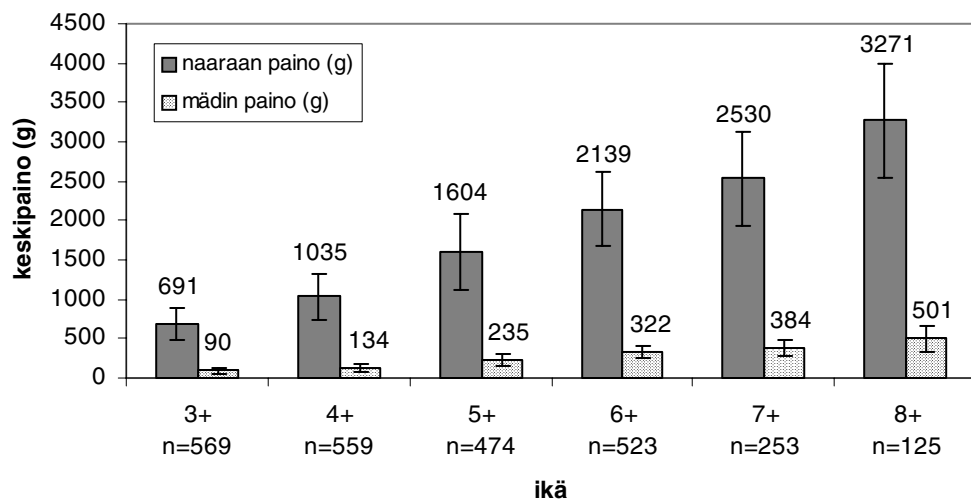
Taulukko 1. Järvilohiparvien mätinaaras-, koiras- ja martosuhteet (%) sekä parvien väliset keskihajonnat (n = parvien lukumäärä).

ikä	n	mätiä tuottaneet naaraat		koiraat		marrot	
		osuus (%)	keskihajonta	osuus (%)	keskihajonta	osuus (%)	keskihajonta
3+	10	34	16,97	33	18,49	33	16,43
4+	10	52	17,60	24	10,17	24	16,71
5+	7	73	16,97	9	11,38	18	18,98
6+	5	98	0,95	<1	0,27	2	0,94
7+	2	100	0,00	0	0,00	0	0,00
8+	2	88	20,67	0	0,00	12	20,67

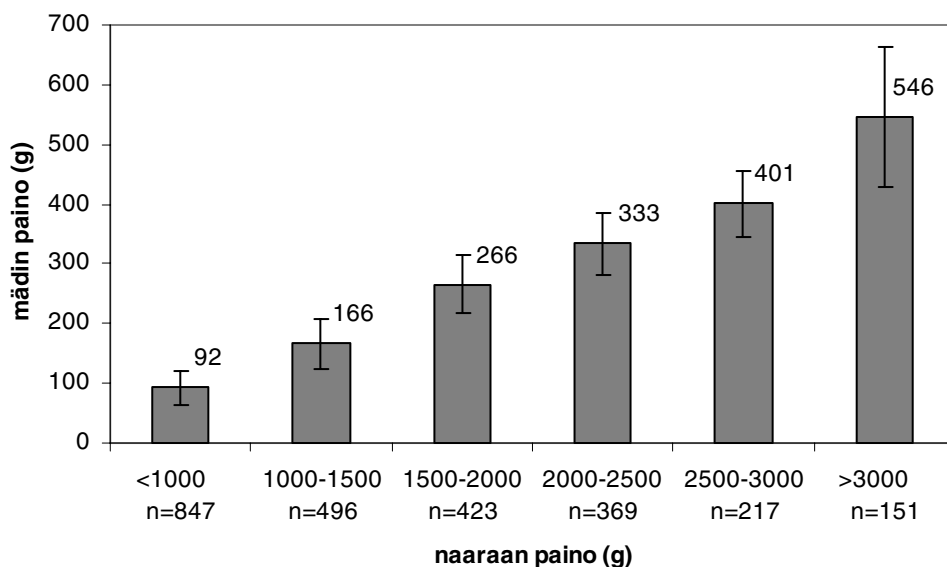
3.2. Järvitaimen

3.2.1. Naaraiden ja mätien keskipainot

Saimaan kalantutkimus ja vesiviljelyn vuosina 1997-2002 lypsetyt järvitaimenparvet olivat 3+ - 8+ -ikäisiä. Järvitaimennaaraiden keskipaino (lypsetyn naaraan paino + mätipaino) vaihteli 3+ -ikäisten 691 grammasta 8+ -ikäisten 3 271 grammaan (kuva 12). Naaraista lypsetty keskimääräinen mätimäärä nousi tasaisesti iän kohotessa ollen huipussaan 8+ -ikäisillä naarailla 501 grammaa. Eri kokoluokkiin jaoteltuna suurimmat 3 000-5 800 grammaa painavat naaraat tuottivat eniten mätää, mätimäärän ollessa keskimäärin 546 grammaa (kuva 13).



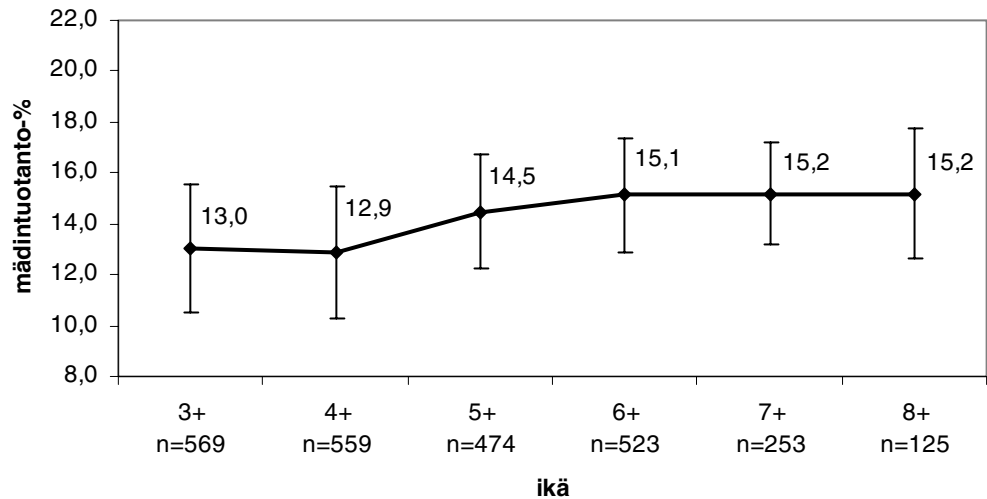
Kuva 12. Järvitaimennaaraiden keskipaino (g) ja keskimääräinen mädin paino (g) (keskihajonta) ikäluokittain.



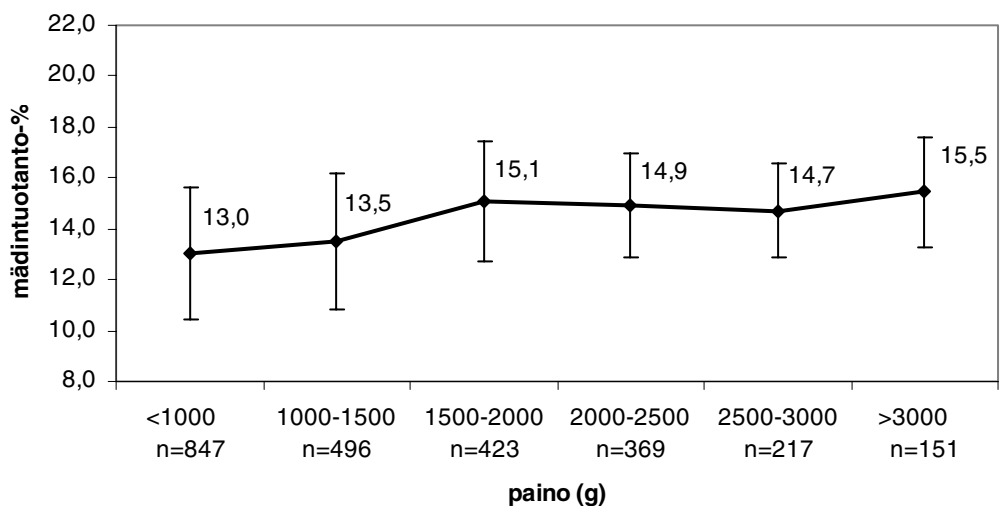
Kuva 13. Järvitaimennaaraiden tuottama keskimääräinen mätimäärä (g) (keskihajonta) kokoluokittain.

3.2.2. Mädituotantoprosentti

Järvitaimenen keskimääräinen mädituotantoprosentti oli 14,0. Eri ikäisten naaraiden keskimääräinen mädituotantoprosentti vaihteli 12,9-15,2 prosentin välillä, ollen suurimmillaan 7+ ja 8+ -ikäisillä ja pienimmillään 4+ -ikäisillä naarilla (kuva 14). Eri kokoluokkiin lajiteltuna suurin keskimääräinen mädituotantoprosentti (15,5 %) saatiin 3 000-5 800 grammaa painaville naarille (kuva 15). Pienin mädituotantoprosentti oli alle 1 000 grammaa painavilla naarilla, ollen keskimäärin 13,0 %. Ruumiinonteloon lypsyn jälkeen jäävää mätää ei ole huomioitu tuloksissa.



Kuva 14. Järvitaimenen keskimääräinen mädituotantoprosentti (keskihajonta) ikäluokittain.



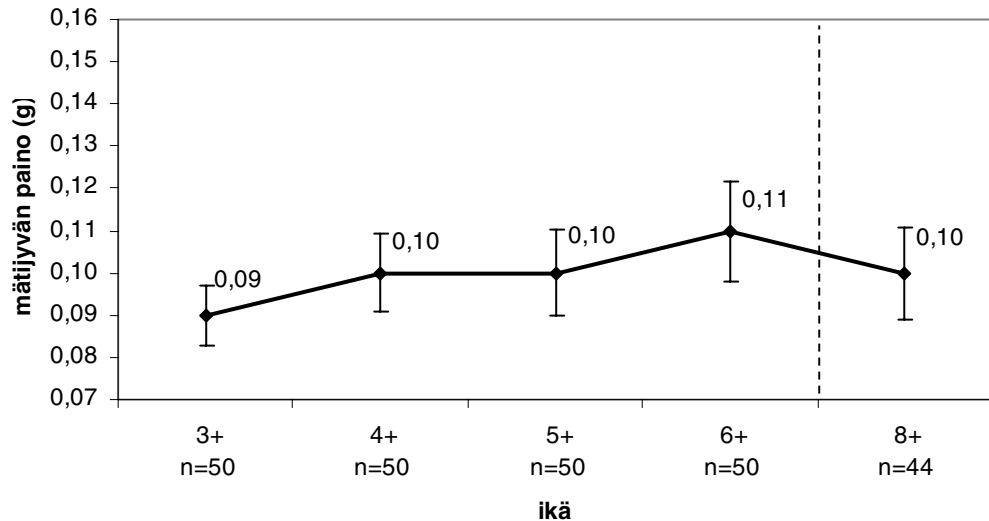
Kuva 15. Järvitaimenen keskimääräinen mädituotantoprosentti (keskihajonta) kokoluokittain.

3.2.3. Naaraskohtaiset mätijyvän painot ja mätimunien kappalemäärät

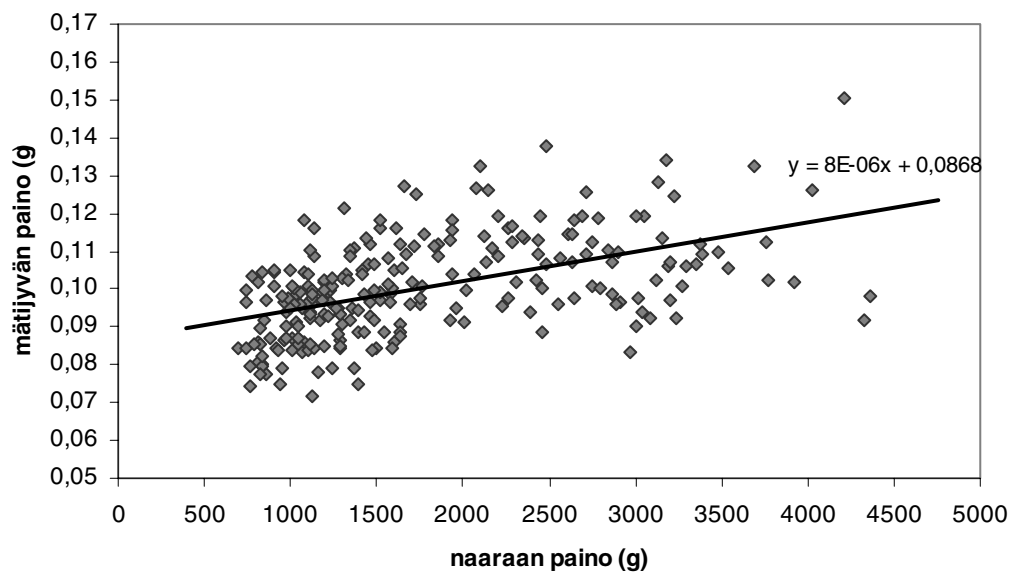
Järvitaimenen keskimääräiseksi mätijyvän painoksi saatiin 0,10 grammaa. 3+ -ikäisillä järvitaimenilla keskimääräinen mätijyvän paino oli pienin eli 0,09 grammaa (kuva 16).

Suurimmillaan se oli 0,11 grammaa 6+ -ikäisillä naarailla. Järvitaimennaaraiden keskipainon kasvaessa myös keskimääräinen mätijyvän paino kasvoi (kuva 17). Mätijyvien painovaihtelut suurenivat myös naaraiden painon kasvaessa (kuva 18). Eri kokoluokkiin lajiteltuina pienin keskimääräinen mätijyvän paino oli 0,09 grammaa alle 1 000 grammaa painavilla naarailla. 2 000-4 500 grammaa painavilla naarailla keskimääräinen mätijyvän paino pysyi tasaisesti 0,11 grammana.

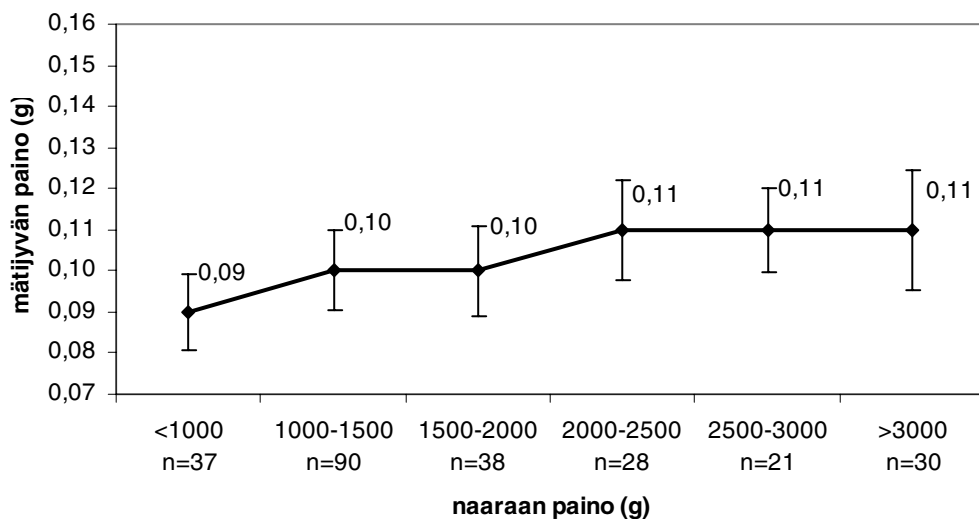
Naaraan tuottama mätijyvien keskimääräinen lukumäärä vaihteli 3+ -ikäisten naaraiden 1 040:sta 8+ -ikäisten 4 825:een (kuva 19). Kokoluokittainen määrä vaihteli alle 1 000 grammaa painavien naaraiden 1 030:sta ja 3 000-4 500 grammaa painavien naaraiden 4 990:een (kuva 20).



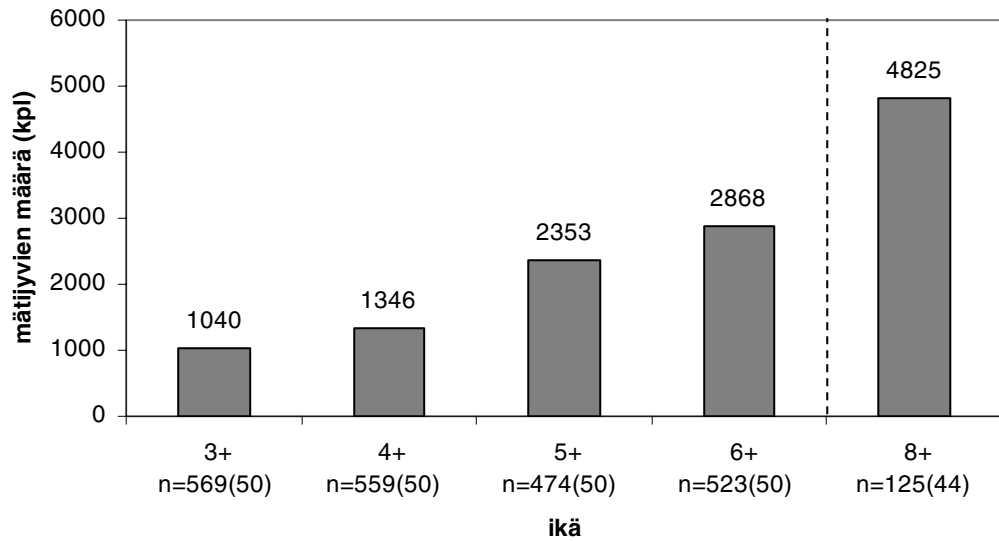
Kuva 16. Järvitaimenen keskimääräinen mätijyvän paino (g) ikäluokittain. Syksyn 2003 mätijyväpunnituksissa ei ollut käytettävissä 7+ -ikäisiä järvitaimenia.



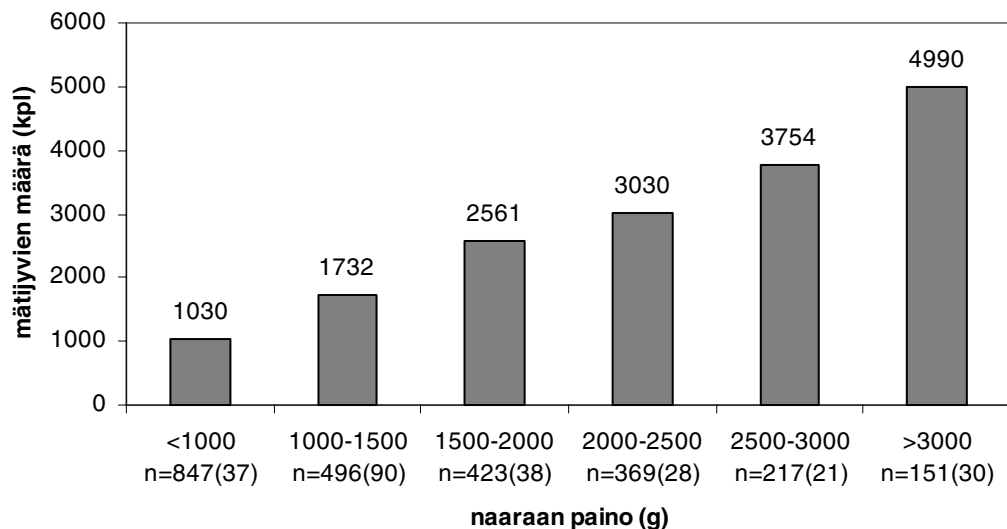
Kuva 17. Järvitaimenen mätijyvän paino (g) suhteessa naaraan painoon (g) (n=244).



Kuva 18. Järvitaimenen keskimääräinen mätijyvän paino (g) kokoluokittain.



Kuva 19. Järvitaimennaaraiden tuottama keskimääräinen mätijyvien määrä ikäluokittain. Syksyn 2003 mätijyvöpunnituksissa ei ollut käytettävissä 7+ -ikäisiä järvitaimenia. n = laskelmissa käytetty naaraiden määrä; suluissa naaraiden määrä, joilta punnitti yhden mätijyvän paino.



Kuva 20. Järvitaimennaaraiden tuottama keskimääräinen mätijyvien määrä kokoluokittain. n = laskelmissa käytetty naaraiden määrä; suluissa naaraiden määrä, joilta punnitti yhden mätijyvän paino.

3.2.4. Parvikohtaiset naaras-, koiras- ja martosuhteet

Järvitaimenilla mätää tuottavien naaraiden osuudet emokalaparvissa kasvoivat tasaisesti 3+ -ikäisistä (20 %) 7+ - 8+ -ikäisiin (62-63 %) (taulukko 2). Koiraiden osuudet vaihtelivat 36-47 prosentin välillä. Martojen keskimääräinen osuus laski 3+ -ikäisten parvien 43 prosentista 6+ - 8+ -ikäisten 0-1 prosenttiin.

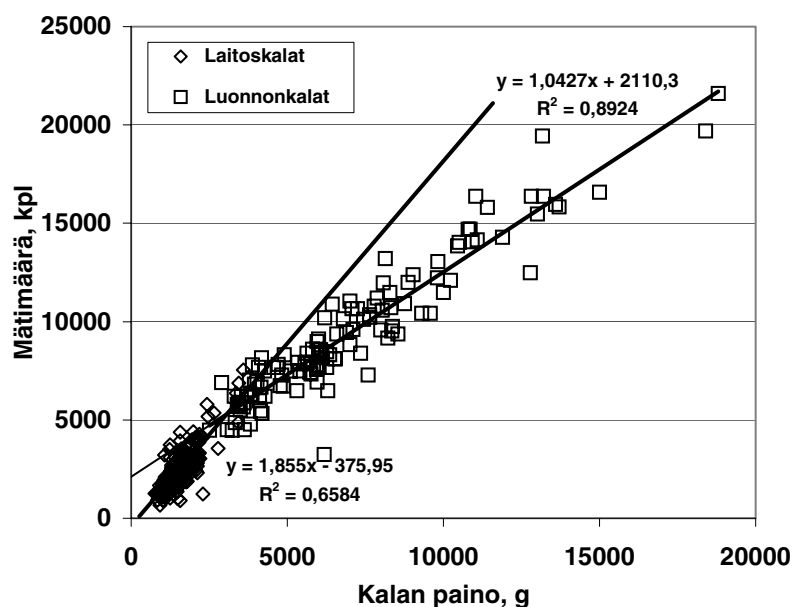
Taulukko 2. Järvitaimenparvien mätinaaras-, koiras- ja martosuhteet (%) sekä parvien väliset keskihajonnat (n = parvien lukumäärä).

ikä	n	mätiä tuottaneet naaraat:		koiraat:		marrot:	
		osuus (%)	keski-hajonta	osuus (%)	keski-hajonta	osuus (%)	keski-hajonta
3+	6	20	12,24	37	12,23	43	19,19
4+	9	36	10,65	43	7,57	21	15,25
5+	5	44	11,79	47	10,88	9	13,65
6+	5	53	13,08	47	12,46	<1	0,93
7+	3	62	26,10	37	25,33	1	1,08
8+	3	63	12,33	36	12,42	1	0,95

4. Johtopäätökset ja käytännön sovellutukset

Kalojen lisääntymisvaihetta edeltävillä ympäristöolosuhteilla ja ravinnon laadulla on todennäköisesti vaikutusta naaraiden tuottamaan mätimäärään ja mätimunien kokoon. Paremmiin ruokituihin taimiin (*Salmo trutta* L.) tuottivat kappalemääräisesti enemmän, mutta pienempiä mätimunia kuin heikommin ruokitut (Bagenal 1969). Mätimunien koossa on lisäksi havaittu Itämeren ja Atlantin lohella eri kantojen välisiä eroja (Larsson & Pickova 1978, Aulstad & Gjedrem 1973).

Naaraan koon ja mätimunien kappalemäärän välinen positiivinen suhde on havaittu aikaisemmin sekä viljeillä että kalanviljelylaitoksissa kasvatetuilla Atlantin lohella (Thorpe et al 1984, Brännas et al 1985, Kallio 1986, Eskelinen & Ruohonen 1989, Erkinaro et al 1997, Määttä 2000 (kuva 21), Heinimaa & Heinimaa 2004). Myös lohien koon ja mätimunien koon välinen positiivinen korrelaatio on havaittu luonnonkaloista ja viljelykannoista (mm. Pope et al 1961, Aulstad & Gjedrem 1973, Larsson & Pickova 1978, Prouzet et al 1984).



Kuva 21. Lautiosaaren kalanviljelylaitoksessa kasvatettujen ja luonnosta sukukypsinä pyydettyjen Tornionjoen lohien absoluuttisen fekunditeetin (mätimäärä kpl) ja naaraan painon riippuvuus (Määttä 2000).

Tässä työssä käsiteltiin emokalojen mädintuotannon tuloksia sekä ikä- että kokoluokitain (yhteenveto taulukoissa 3 ja 4). Työn tarkoituksena on ollut mädintuotannon enustettavuuden parantaminen ja tuloksien hyödyntäminen kalanviljelylaitoksilla. Tarkkoja tilastollisia laskelmia ei tehty, koska aineiston keruu on tapahtunut rutiinityön ohella ja punnitus- ja mittaustarkkuudet eivät välttämättä täytä tilastollisen käsittelyn vaatimuksia. Aineistoa (4 155 järviolhi- ja 2 503 järvitaimennaarasta) voidaan kuitenkin pitää laajana ja kattavana tulosten tarkastelua ja johtopäätösten tekoa varten. Tuloksissa tulee huomioida, että aineistossa 9+ -ikäisten järvilohinaaraiden (n=27) ja mätijyväpunnituksissa yli 3 000 grammaa painavien järvilohinaaraiden (n=5) määrä on niin pieni, että tarkkoja johtopäätöksiä ei näiltä osin voida tehdä. Huolellisestikin lypsettyjen kalojen sisään jää lypsyn jälkeen aina osa mädistä ja lisäksi eri henkilöiden lypsettävyys vaihtelee. Tätä mätimäärää ei ole huomioitu laskelmissa. Lypsettäessä osittain vielä koviksi jääneet kalat on sitä vastoin karsittu aineistosta pois (mädintuotantoprosentti < 6).

Emokalajien kasvatuksessa kalojen kasvuun vaikuttavat kasvatuspaikan maantieteellinen sijainti, kalojen ruokinta, ym. kasvatusolosuhteet. Myös eri vuosien kasvatusolosuhteet eroavat toisistaan. Samassa kasvatuspaikassa eri vuosina tai eri paikoissa kasvatetut saman ikäiset kalat voivat olla hyvinkin eri painoisia. Mädituotantoa ennustettaessa onkin luotettavampaa hyödyntää tässä työssä esitettyjä kokoluokkiin sidottuja tuloksia. Ennustettaessa mädituotantoa parvikohtaisesti, tulee ensin määrittää kalojen keskipaino ja arvioida tuottavien naaraiden yksilömäärä parvessa. Kun tiedetään naaraiden yksilömäärä (ks. edellä esitetyt taulukot 1 ja 2) ja kokoluokka tai vaihtoehtoisesti ikä, voidaan parvikohtaista mädituotantoa ennustaa edellä esitettyjä tuloksia ja kuvia apuna käyttäen. Kokoluokittainen käsittely antaa laajemmat mahdollisuudet hyödyntää tuloksia eri kalanviljelylaitoksilla.

Taulukko 3. Yhteenveto eri ikäisten järvilohien ja –taimienten emokalastojen tunnusluvuista.

	Ikä	Aineisto 1997-2002				Mätipunnitukset 2003		
		n (kpl)	naaraan paino (g)	mädin paino (g)	mädituotanto (%)	n (kpl)	mätijyvän paino (g)	mätijyvien määrä (kpl)
Järvilohi	3+	1133	1173	172	14,4	50	0,09	1822
	4+	1622	1509	245	15,9	50	0,13	1941
	5+	360	1863	287	15,4	50	0,13	2295
	6+	206	2366	376	15,7	50	0,12	3027
	7+	362	2636	494	18,7	-	-	-
	8+	190	2874	481	16,6	-	-	-
	9+	27	3189	406	12,7	-	-	-
Järvitaimen	3+	569	691	90	13,0	50	0,09	1040
	4+	559	1035	134	12,9	50	0,10	1346
	5+	474	1604	235	14,5	50	0,10	2353
	6+	523	2139	322	15,1	50	0,11	2868
	7+	253	2530	384	15,2	-	-	-
	8+	125	3271	501	15,2	44	0,10	4825

Taulukko 4. Yhteenveto eri kokoluokan järvilohien ja –taimienten emokalastojen tunnusluvuista.

	Kokoluokka (g)	Aineisto 1997-2002			Mätipunnitukset 2003		
		n (kpl)	mädin paino (g)	mädituotanto (%)	n (kpl)	mätijyvän paino (g)	mätijyvien määrä (kpl)
Järvilohi	<1000	557	111	12,9	44	0,10	1108
	1000-1500	1376	192	15,2	99	0,12	1614
	1500-2000	1137	282	16,3	47	0,13	2223
	2000-2500	581	376	17,0	44	0,13	2888
	2500-3000	292	481	17,7	11	0,13	3593
	>3000	212	595	17,0	5	0,15	3975
Järvitaimen	<1000	847	92	13,0	37	0,09	1030
	1000-1500	496	166	13,5	90	0,10	1732
	1500-2000	423	266	15,1	38	0,10	2561
	2000-2500	369	333	14,9	28	0,11	3030
	2500-3000	217	401	14,7	21	0,11	3754
	>3000	151	546	15,5	30	0,11	4990

Kiitokset

Tämä raportti on tullut mahdolliseksi vain koko Saimaan kalantutkimus ja vesiviljelyn henkilöstön yhteistyöllä. Veikko Linnan ja Kimmo Mannin vetämät ”lypsyryhmät” ovat tehneet kalojen ja niistä lypsetyn mädin yksilöpunnitukset. Syksyn 2003 mätijäväpunnitukset teki Kirsi Laitinen. Raportin kommentoimisesta vastasi Markku Pursiainen ja taitosta Jarmo Makkonen.

Kirjallisuus

- Aho, T., Piironen, J. & Pursiainen, M. 2002. Avain viljeltävien taimen-, harjus- ja sii-kaemokalastojen geneettiseen tietokantaan Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen vesiviljelyssä. Kala- ja riistaraportteja nro 253. 23 s.
- Aulstad, D. & Gjedrem, T. 1973. The egg size of salmon (*Salmo salar*) in norwegian rivers. *Aquaculture* 2. s. 337-341.
- Bagenal, T.B. 1969. The relationship between food supply and fecundity in brown trout *Salmo trutta* L. *J.Fish.Biol.* 1. s. 167-182.
- Brännas, E., Brännas, K. & Eriksson, L.-O. 1985. Egg characteristics and hatchery survival in a Baltic salmon, *Salmo salar* L., population. Rept. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 62. s. 5-11.
- Erkinaro, J., Dempson, J.B., Julkunen, M. & Niemelä, E. 1997. Importance of ontogenetic habitat shifts to juvenile output and life history of Atlantic salmon in a large subarctic river: an approach based on analysis of scale characteristics. *J. Fish Biol.* 51. s. 1174-1185.
- Eskelinen, U. & Ruohonen, K. 1989. Reproduction parameters of hatchery-reared Atlantic salmon broodstocks and a model to optimize the rearing cycle. Teoksessa: De Pauw, N., Jaspers, E., Ackefors, H. & Wilkins, N. (toim.): *Aquaculture – a biotechnology in progress*. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium. s. 507-516.
- Heinimaa, S. & Heinimaa, P. 2004. Effect of the female size on egg quality and fecundity of the wild Atlantic salmon in the sub-arctic River Teno. *Boreal environment research* 9. s. 55-62.
- Kallio, I. 1986. Istutettujen ja luonnonkudusta peräisin olevien emolohien (*Salmo salar* L.) fekunditeetti ja mätimunän koko. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 44. s. 53-74.
- Larsson, P.-O. & Pickova, J. 1978. Egg size of salmon (*Salmo salar*) in correlation to female age and weight in three river stocks. *Salmon Research Institute Report* 2. 6 s.
- Määttä, V. 2000. Kalanviljelylaitoksessa ja luonnossa sukukypsiksi kasvaneiden Tornionjoen lohien (*Salmo salar* L.) sukukypsyyssykön, mädintuotanto ja mädin hedelmöityminen. Jyväskylän yliopisto. *Hydrobiologian ja limnologian pro gradu – tutkielma*.
- Pope, J.A., Mills, D.H. & Shearer, W.M. 1961. The fecundity of Atlantic Salmon (*Salmo salar* Linn.). *Freshwater and Salmon Fisheries Research*. Dep.Agr.Fish.Scot.Rep. 26. 12 s.
- Prouzet, P., Bail, P.Y. & Heydorff, M. 1984. Sex ratio and potential fecundity of Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) caught by Anglers on the Elorn River (Northern Brittany, France) during 1979 and 1980. *Fish Mgmt.* 15. s. 123-130.
- Thorpe, J.E., Miles, M.S. & Keay, D.S. 1984. Developmental rate, fecundity and egg size in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture* 43. s. 289-305.