

# **Lokan ja Porttipahdan tekojärvien vähäarvoisen kalansaaliin kuivaaminen koiranrehuksi**

Loppuraportti 31.8.2013

Teuvo Niva

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

# 1. Johdanto

Tekojärvet Lokka ja Porttipahta ovat merkittävä ammattikalastusalue maamme sisävesillä. Istutettu peledsiika ja paikallinen vaellussiika muodostavat tärkeän osan ammattikalastajien saaliista. Lokan ja Porttipahdan tekojärvillä on viime aikoina ollut ongelmana pienentyneet saaliit ja siikojen loisittuminen.

Saaliiden pieneneminen johtuu tekojärvien pienentyneistä ravinnetasoista sekä suuresta särkien osuudesta. Tekojärvien tuotannon vähenemisen myötä kilpailu ravinnosta on kovaa sekä lajinsisäisesti että lajien välillä. Suuri osa tuotannosta menee särkikantojen ylläpitoon. Särkiä on vesipuitedirektiivin mukaisen koeverkotuksen perusteella Lokalla jopa 70 % kalastosta. Porttipahdalla särkien osuus on 40 %.

Lokan ja Porttipahdan tekojärvillä on viime vuosina muutettu kalastuksen rakennetta niin, että vähäarvoista särkikalaa voidaan vähentää vesistöstä. Käyttöön otetuilla isorysillä on saatu suuria särkisaaliita, mutta saaliin hyödyntäminen on ollut hankalaa. Tehdyn selvitystyön (EKTR-hanke ”Lokan ja Porttipahdan vähäarvoisen kalansaaliin hyödyntämismahdollisuudet”, nro 1001488) perusteella saaliin kaupallisessa hyödyntämisessä on kolme perusongelmaa. Ensinnäkin vähäarvoisesta kalasta maksetaan erittäin alhaista hintaa, 10-30 cmt/kilo riippuen käyttötarkoituksesta ja tuotteen prosessoinnista. Toiseksi kuljetuskustannukset tällä hetkellä oleville markkinoille (Pohjanmaan turkistarhat, Viron tai Venäjän vienti) ovat liian suuret. Kolmanneksi tuoreen kalan prosessointiin tarvittavat investoinnit ovat varsin suuret, noin 50 000 € hapotuksessa ja noin 150 000 € pakastuksessa.

Tässä hankkeessa selvitettiin vähäarvoisen kalansaaliin kuivaamista koiranrehuksi pienoismallimitakaavassa. Kuivatun rehun ravintoarvo tutkittiin. Koiranrehuksi kuivatulla vähäarvoisella kalalla saattaa olla tuoretta kalaa paremmat mahdollisuudet markkinoilla, koska sen hinta on korkeampi, kuljetuskustannukset pienemmät ja koska rehu voidaan varastoida edullisesti.

## 2. Menetelmät

### 2.1. *Kuivausmenetelmät ja mitatut vasteet*

Kesäkuun lopulla 2012 kalojen kuivausta varten rakennettiin 260 (p) X 120 (k) X 120 (l) cm kokoinen kuivauskoppi, joka makasi pitkällään lankuista tehdyllä alustalla Lokan kalasatamassa. Koppi eristettiin mineraali- ja palovillalla, sisäpuoli oli lujalevyä, ulkopuoli vaneria. Koppi oli toisesta päästään avoin kalojen kuormausta varten. Suljettuun päähän tehtiin tuloilmaa varten reikä, jonka kokoa voitiin säätää liukuovella. Avoimeen päähän asennettiin siirrettävä poistotuuletin.

Ensimmäinen kuivauskoe tehtiin 3.7.2012 ja viimeinen 22.8.2012. Kaikkiaan kokeita tehtiin kahdeksan kertaa. Kuivausalustana käytettiin aluksi muovisia perunoiden idätyslaatikoita, mutta niistä luovuttiin nopeasti, koska kuivausreikiä oli liian vähän. Sen jälkeen kuivausalustana toimi teräsverkko (Kuva 1).



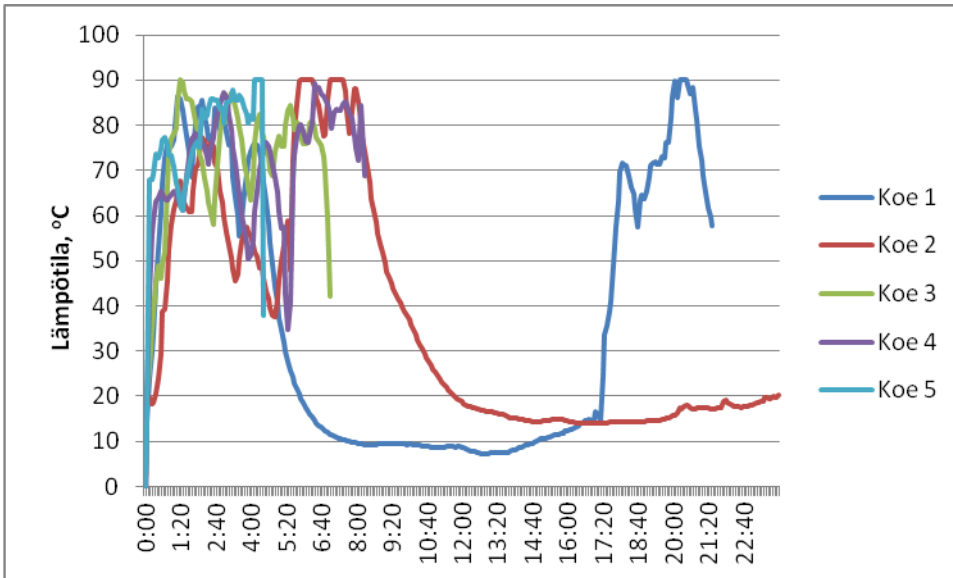
Kuva 1. Lokan kesän 2012 kuivauskokeen kaloja aseteltuna teräsverkolle. Kullekin kuivausalustalle tulevat kalat punnittiin laatikoissa kuvassa näkyvällä vaa'alla.

Kuivattavat kalat laitettiin siirtolavojen päälle kerrokseen, joista käytetään tässä raportissa nimitystä "varvi". Alin varvi sai numeron 1, toinen 2, jne. Kun lavoja oli useampia, ne laitettiin peräkkäin, ja lähimpänä kuivauskoppia olleen lavan numero oli 1, toisen 2, jne. Lavat kuormattiin kuivauskopin korkeuteen, eli n. 120 cm korkeuteen. Lavojen päähän, uloimmaksi kuivauskopista, laitettiin tuuletin. Lavat ympäröitiin (myös alta) pressulla niin, että se tuli tiiviisti tuulettimen kehikon ympärille. Tuulettimen imemä kuivausilma siis virtasi kuivauskopin ja pressukatoksen läpi, jolloin kuivaustilaan syntyi alipaine (Kuva 2).



Kuva 2. Lokan kuivauskoppi ja siihen kiinnitetty pressu kuivaustuulettimen päällä ollessa kesällä 2012.

Kalojen kuivausta kokeiltiin ensin ilman lämmitystä, mutta kuivuminen oli niin hidasta, että kalat alkoivat mätänemään kahden vuorokauden kuluessa. Sen jälkeen kaikissa kuivauksissa käytettiin lisälämmitystä. Lämmitys toteutettiin asentamalla kuivauskopin sisälle vanha saunan kiuas, jonka tulipesä avautui kuivauskopin ulkopuolelle. Viidessä kuivauserässä kuivauskopin lämpötilaa seurattiin tallentavan lämpötilanturin (TinyTag Explorer) avulla. Lämmitystavasta johtuen lämmittämistä ei voitu vakioida, minkä takia kuivauslämpötilan ja -ajan vaikutuksen analysointi oli mahdotonta (Kuva 3).



Kuva 3. Viiden kuivauserän lämpötila mitattuna kuivaslavojen yläosasta. Kuivausten kestoajat 4:25, 6:55, 8:15, 21:25 ja 24:00 tuntia.

Kuivattavia kaloja kuivattiin suomuineen pyöreänä, paloina ja kahdenlaisina fileinä: selkäruodon kanssa ja ilman selkäruotoa. Särkiä oli 27 kuivausalustalla, vaellussiikoja 10:llä ja sekä särkeä että vaellussiikaa sisältäneitä alustoita oli kaikkiaan 78 kappaletta (Taulukko 1).

Taulukko 1. Eri tavoin käsiteltyjen kalojen kuivausalustojen lukumäärä lajeittain Lokassa kesällä 2012.

Käsittely	Särki	Vaellussiika	Seka	Yhteensä
Somu	0	0	40	40
Ruotofile	11	9	10	30
Paloina	10	0	0	10
File	6	1	28	35
Yhteensä	27	10	78	115

Jokaisesta kuivausalustasta kirjattiin ylös kuivauksen aloitus- ja lopetushetki minuutin tarkkuudella, kuivauslavan ja -varvin numero, kalalaji, kalojen käsittely, sekä kunkin kuivausalustan alku- ja loppupaino. Keskimäärin yhdellä kuivausalustalla oli 2151 g (min. 900 g, max. 5000 g) kalaa. Yhdellä kuivauskerralla kuivattiin keskimäärin 31 kg kalaa (min. 19,0 kg; max. 63,5 kg).

## 2.2. Rehun Ravintoarvo

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuslaitos (MTT) määrittä eri tavoin kuivatuista särjistä ja vaellussiioista niiden ravintoarvon. Kemiallinen koostumus määritettiin rehuanalyysillä ja kivennäiset kivennäisanalyysillä ja lisäksi raskasmetallit. Tuloksista laskettiin rehuarvot ja analysoitiin ja arvioitiin rehu- ja ruokinnallinen arvo ja käyttökelpoisuus koirilla.

### 3. Tulokset

#### 3.1. Kuivauskoe

Kuivauskokeen tuloksia analysoitiin kovarianssianalyysillä (ANCOVA), jossa faktoreina olivat "käsittely", "lava", "varvi" ja "laji" sekä kovariaattina alkupaino. Vastemuuttujana oli kuivausprosentti. Analyysin avulla voidaan yhdellä kertaa testata eri muuttujien suhteellista vaikutusta kuivaustulokseen, sekä sitä onko muuttujilla keskinäisiä vaikutuksia kuivaustulokseen (yhdysvaikutus).

Valitun tilastollisen mallin selitysaste oli 90 %, joten selittämätöntä vaihtelua jäi erittäin vähän (Taulukko 2).

Taulukko 2. Lokan 2012 kuivauskokeen tulokset kovarianssianalyysin perusteella. Sig. = merkitsevyystaso.

Vaihtelun lähde	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4824,480a	87	55,454	2,925	0,001
Intercept	4824,357	1	4824,357	254,502	0,000
alkupaino	160,734	1	160,734	8,479	0,007
käsittely	624,411	3	208,137	10,98	0,000
lava	278,82	3	92,94	4,903	0,008
varvi	98,963	5	19,793	1,044	0,412
laji	80,192	2	40,096	2,115	0,140
käsittely * lava	236,42	7	33,774	1,782	0,132
käsittely * varvi	147,561	12	12,297	0,649	0,783
käsittely * laji	51,68	1	51,68	2,726	0,110
lava * varvi	92,154	12	7,679	0,405	0,949
lava * laji	41,417	2	20,709	1,092	0,350
varvi * laji	112,479	8	14,06	0,742	0,655
käsittely * lava * varvi	245,504	20	12,275	0,648	0,840
käsittely * lava * laji	16,04	1	16,04	0,846	0,366
käsittely * varvi * laji	9,645	2	4,823	0,254	0,777
lava * varvi * laji	14,118	5	2,824	0,149	0,979
Error	511,813	27	18,956		
Total	146889,367	115			
Corrected Total	5336,293	114			

a. R Squared = ,904 (Adjusted R Squared = ,595)

Tärkeimmät kuivaustulokseen vaikuttaneet tekijät F-arvojen perusteella olivat kalojen käsittely, kuivausalustalle laitettujen kalojen alkupaino sekä kuinka kaukana lava oli lämmönlähteestä. Muut päätekijät kuten se kuinka korkealla kalat olivat lavalla tai kalalaji eivät vaikuttaneet kuivaustulokseen. Myöskään yksikään yhdysvaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä, mikä tarkoittaa sitä, että missään muuttujayhdistelmässä ei ollut päälinjoista poikkeavia vaikutuksia, vaan kuivaustulos määräytyi suoraan em. kolmen päätekijän mukaan (Taulukko 2).

Kalojen käsittelyn suhteen järjestys oli huonoimmasta parhaimpaan seuraava: pyöreä suomukala (40 %), ruotofile (36 %), paloina (31,5 %) ja fileenä (30 %). Vähän kalaa sisältäneet alustat kuivuivat tehokkaammin kuin ne, joissa kalaa oli paljon, mikä ei ollut yllättävä tulos. Muilla käsittelyillä kuin ruodottomalla fileillä lämmityksestä kauimpana olleet kuivauslavoilla olleet kalat kuivuivat huonommin kuin lähellä olleet lavat (Taulukko 3).

Taulukko 3. Eri tavoin käsiteltyjen kalojen kuivatun massan keskimääräinen osuus (%) tuoreen kalan painosta eri etäisyyksillä (lavojen numerot) Lokassa 2012 tehdyissä kuivauskokeissa. Lava 1 oli lähimpänä lämmönlähdettä.

Lava	Käsittely			
	Suomu	Ruotofile	Paloina	File
1	32,83	35,31	30,3	28,92
2	37,46	35,89	32,68	32,34
3	41,42	39,2		26,41
4	47,73	39,4		30,7
Keskimäärin	39,86	36,07	31,49	29,8

### 3.2. *Rehun ravintoarvo koirille*

Kala on koirille hyvä valkuaisen ja useiden kivennäisaineiden lähde. Kalan valkuaisen laatu on hyvä, etenkin lysiniä ja metioniiniä on paljon. Koirille voidaan syöttää tuoretta tai säilöttyä kalaa ja kalajauhoa. Tuore kala on syytä kypsentää ennen syöttämistä, koska raaka kala sisältää tiamiinia tuhoavaa entsyymiä ja rautaa sitovia komponentteja, joiden määrä vähenee kypsennyksen (kuumentamisen) seurauksena. Samalla kuitenkin valkuaisen sulavuus heikkenee hieman - korkeissa lämpötiloissa valkuaisen sulavuus voi heikentyä oleellisesti. Tässä käytetyn kuivatusmenetelmän vaikutusta mainittuihin seikkoihin ei kuitenkaan tiedetä. Käyttömääräsuosituksia ei myöskään tämän analyysin perusteella pystytä antamaan, mutta näytteiden mukainen kuivattu kala soveltuu hyvin täydentämään koirien valkuaisensaantia.

Näytteiden valkuaispitoisuus vastaa rehukalajauhon valkuaispitoisuutta tai siialla jopa ylittää sen noin kymmenellä prosenttiyksiköllä. Kalan valkuaisen sulavuuden voidaan arvioida rehutaulukoiden perusteella olevan 90 %.

Näytteissä rasvapitoisuus siassa on verrattavissa rasvaiseen rehukalajauhoon, mutta on särkinäytteissä selvästi tätä ja rehutaulukoissa särjelle ilmoitettua alhaisempi (jopa vain puolet). Se on kuitenkin noin kaksinkertainen vähä- ja keskirasvaiseen kalajauhoon verrattuna. Etenkin siian energiapitoisuuden voidaan arvioida olevan hyvä: 5.08 ja 6.20 MJ/kgKA. Särkinäytteille lasketut energia-arvot ovat 3.49, 4.16 ja 3.76 MJ/kgKA. Rasvan sulavuus on rehutaulukoiden perusteella 93 %.

Kivennäispitoisuuksissakin on eroja kalalajien välillä. Kalsiumia siassa on kalauhoa vähemmän, mutta särjessä puolestaan tätä vastaava määrä. Fosforia on näytteissä runsaasti, särkinäytteissä noin kaksinkertainen kalajauhoon verrattuna. Magnesiumpitoisuudet vastaavat kalajauhon pitoisuuksia. Natriuminpitoisuus näytteissä puolestaan on alhainen. Kaliumia on paljon. Hivenaineista kuparin ja sinkin

pitoisuudet vastaavat kalajauhon arvoja. Rautaa ja mangaania on siassa niukasti, mutta särjessä kalajauhoa vastaava määrä. Rikkiä molemmissa kaloissa on runsaasti.

## 4. Tulosten tarkastelu

Vähäarvoisen kalan kuivaaminen tämän tutkimuksen mukaan vaatii kuivausilman lämmittämistä vaikka kerrallaan kuivattu kalamäärä oli keskimääräin vain 31 kiloa. Lisälämmön tarve on varsin suuri mikäli kuivausta tehtäisiin todellisille vähäarvoisten kalojen saaliille, joka on ollut Lokan tekojärvellä useita tonneja vuorokaudessa.

Kalojen suomustaminen ja pieniminen nopeuttaa kuivumista: erityisesti file, jossa ei ollut selkäruotoa kuivui varsin nopeasti. Teollisessa mittakaavassa kalan jauhaminen massaksi on luultavasti kustannustehokkain tapa nopeuttaa kuivumista. Massassa olevan nesteen mekaaninen vähentäminen keskipakoisvoiman tai puristamisen avulla olisi tutkimisen arvoista.

Kuivatun kalan rehuarvo on tutkimuksen mukaan hyvä, erityisesti valkuaisaineiden osalta.

Kaupallisessa mittakaavassa rehun ongelmaksi saattaa muodostua hinta. Kuivatusta kalasta saadaan 25-30 % tuoreen kalan painosta. Lämmityskustannukset nostavat rehun hintaa jonkin verran. Valitettavasti tässä tutkimuksessa ei voitu mitata toteutunutta lämmön kulutusta. Se vaatisi säädettävää lämmönlähdettä. Voidaan kuitenkin arvioida, että jos tuoreen kalan ostohinta olisi 1 €/kg, olisi kuivatun rehun kilohinta pelkästään raaka-aineen osalta noin 4 €/kg. Kun tähän lisätään tarvittava työpanos ja lämmityskustannukset, ollaan lähellä 10 €/kg kilohintaa, eli moninkertainen tavanomaiseen koiranrehuun verrattuna. Toisaalta kokonaisuudessaan kuivattua muikkua ja kuoretta myydään vähittäiskaupassa 40-60 € kilohintaan. Niitä myydään pienissä annoksissa herkkuruokana.

Osa koirien rehuista on tarkoitettu allergisille koirille. Nämä rehut on sertifioitu allergiavapaiksi ja niiden kilohinta on korkea. Vähäarvoisen kalan mahdollisuus saada vastaava sertifiointi olisi hyvin tarpeellinen jatko tälle tutkimukselle.

Toinen vastaava sertifiointi, joka voisi nostaa kuivatun kalan hintaa, olisi luomusertifikaatti. Tällöin luonnosta pyydetty vähäarvoinen kala erottuisi teollisesta ruokakalatuotannosta, jonka perkuujätettä käytetään koirien rehuna.

Mikäli kuivatun kalarehujen tekeminen vähäarvoisesta kalasta saadaan taloudellisesti kannattavaksi, merkittävä osa tekojärvien kalastuksesta voidaan tehdä valikoimattomilla pyydyksillä, millä tulisi olemaan ratkaiseva ja positiivinen vaikutus kalakantojen rakenteeseen niin, että biologisesta tuotannosta kanavoituisi huomattavasti suurempi osa kaupallisesti arvokkaammille lajeille, kuten vaellussiihale. Ottaen huomioon markkinoiden valtavan potentiaalinen, hankkeella saattaa olla yleisempääkin merkitystä koko Lapin ammattikalastukselle.






## 5. Kiitokset

Tämä hanke rahoitettiin pääosin Euroopan kalatalousrahaston (EKTR) varoista. Myös Sodankylän kunta, Kemijoki Oy ja metsähallitus osallistuivat rahoitukseen. Kiitos rahoittajille. Jukka Korpivuoma vastasi tutkimuksen toteutuksesta, ja Lokan ammattikalastajat auttoivat monin tavoin häntä. Vielä kiitos Pohjoisimman Lapin Leader ry:lle sekä Pohjois- ja Itä-Lapin kalatalousryhmälle, joiden valmistelutyö oli rahoituksen taustalla.

## 6. Liite

MTT:n analyysitulokset

Teuvo Niva Erikoistutkija Riisa- ja kalatalouden tutkimuslaitos Puh. 0400-704383						 FINAS Finnish Accreditation Service T024 (EN ISO/IEC 17025)	
							
<b>Analyysitodistus:</b>							
<b>Näytteenumero</b>		<b>13O1386</b>	<b>13O1387</b>	<b>13O1388</b>	<b>13O1389</b>	<b>13O1390</b>	
<b>näyte</b>		<b>Särki 9.-10.8.2012</b>	<b>Vaellussiika 9.-10.8.2012</b>	<b>Särki, erä 4</b>	<b>Vaellussiika erä 4</b>	<b>Särki, erä 6</b>	
<b>analyysikuiva-ainetuhka</b>	%	86,44	83,5	82,31	81,79	84,57	Standardimenetelmä AOAC 1990: kuivaus 105°C 20 h.
	g/kg ka	256,8	162,6	243,7	139,8	257,1	Standardimenetelmä No. 942.05, AOAC, 1990.
<b>raakaproteiini</b>	Duma's	722,7	800,1	720,3	824,4	709,4	Standardimenetelmä No. 968.06. AOAC 1990.
<b>raakarasva</b>	HCl-keitolla	62,9	102,9	81,4	132,7	77,5	Akkreditoitu menetelmä numero 4.21 ja 4.22: Hydrolyysi Soxhlet 2047-laitteistolla ja sen jälkeen etteenauutto Soxtec Avanti 2050 uuttolaitteella (AOAC Official Method 920.39 Fat (Crude) or Ether Extract in Animal Feed).
<b>kalsium</b>	g/kg ka	90	47,78	72,53	31,3	82,77	Nämä kivennäiset tehty MTT/Kasvinuotannon tutkimuksessa ja niistä on erillinen analyysitodistus (liitteenä). Kivennäisistä muut paitsi Na ja S ovat akkreditoituja. Analyysitodistuksen tulokset on ilmoitettu g/kg tuorepaina eli kuivattua näytettä. Tähän taulukkoon ne on laskettu g/kg kuiva-ainetta.
<b>magnesium</b>	g/kg ka	1,83	1,41	1,8	1,28	1,84	
<b>fosfori</b>	g/kg ka	48,12	31,02	41,19	23,72	46,12	
<b>riikki</b>	g/kg ka	6,61	7,64	6,96	7,47	6,8	
<b>kalium</b>	g/kg ka	10,17	13,41	11,23	14,79	10,09	
<b>natrium</b>	g/kg ka	3,14	3,35	3,4	2,46	3,55	
<b>rauta</b>	mg/kg ka	33,5	26,3	27,9	23,2	36,7	
<b>kupari</b>	mg/kg ka	0,5	0,4	0,6	0,4	0,8	
<b>sinkki</b>	mg/kg ka	127,3	155,7	133,6	91,7	130,1	
<b>mangaani</b>	mg/kg ka	9,3	3,1	9,6	2,9	10,2	
Jokioinen 6.6.2013							
Taina Jalava, Kemisti MTT/Kotieläinruokinnan tutkimus, Laboratorio 31600 Jokioinen, puh.029 5317 258							