

Opinnäytetyö (AMK)

Kala- ja ympäristötalous

Iktyonomi

2015

Henna Pölönen

NIERIÄN (*SALVELINUS ALPINUS*) LÄMPÖMENETELMÄ INARIN KALANVILJELYLAITOKSELLA

– kasvun ja kuolleisuuden vertaus
luonnonlämpömenetelmään



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kala- ja ympäristötalouden koulutusohjelma | Iktyonomi

2015 | Sivumäärä: 50

Ohjaajat: Antti Forsman & Timo Rauhala

Henna Pölönen

NIERIÄN (SALVELINUS ALPINUS) LÄMPÖMENETELMÄ INARIN KALANVILJELYLAITOKSELLA – KASVUN JA KUOLLEISUUDEN VERTAUS LUONNONLÄMPÖMENETELMÄÄN

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on koota yhteen tietoa nieriän (*Salvelinus alpinus*) lämpö- ja luonnonlämpömenetelmästä Inarin kalanviljelylaitoksella ja menetelmien eroavaisuuksista istutuspoikasten alkukasvatuksessa. Tavoitteena on verrata menetelmien vaikutuksia poikasten kasvuun ja kuntoisuuteen sekä kuolleisuuteen kasvatuksen aikana.

Tutkimuskohteena ovat nieriän vuosiluokkien 2011–2014 haudonnan aikainen mädin kehitys ja istutuspoikasten kasvu ja kuntoisuus. Pääpaino on 1-vuotiaissa poikasissa, joilla Inarjärven velvoiteistutukset nieriän osalta pääosin toteutetaan. Lisäksi on tutkittu mädin haudonnan ja poikasten ensimmäisen kasvatusvuoden aikaista kuolleisuutta. Aineisto koostuu pääasiassa Inarin kalanviljelylaitoksen kirjanpidoista, joiden pohjalta tulokset on koottu, sekä henkilökohtaisista tiedonannoista.

Lämpömenetelmällä kasvatetut poikaset kuoriutuvat ja aloittavat starttiruokinnan luonnonlämpömenetelmän poikasia aiemmin sekä kasvavat samassa ajassa tilastollisesti merkittävästi suuremmiksi luonnonlämpömenetelmän poikasiin verrattuna. Tulokset osoittavat, että myös kuntoisuus on ollut lämpömenetelmän 1-vuotiailla istutuspoikasilla pääosin luonnonlämpömenetelmän poikasia parempi ja ero on myös tilastollisesti merkittävä. Kuolleisuus on haudonnan aikana ollut pääosin korkeampaa lämpömenetelmässä, mutta ensimmäisen kasvatuskesän aikana luonnonlämpömenetelmässä. Lisäksi lämpömenetelmän poikasten kasvu ja kuntoisuus on ollut osittain parempaa verrattuna aiemmin Sarmijärven kalanviljelylaitoksella kasvatettuihin poikasiin. Lämpömenetelmän tarkoituksena onkin ollut jäljitellä SKVL:n istutuspoikasten kokoa, mikä on onnistunut.

Tähän työhön koottuja tuloksia voi hyödyntää nieriän alkukasvatuksessa Inarin kalanviljelylaitoksella. Tämän lisäksi tuloksia on mahdollista verrata myöhemmin Inarjärvestä tutkimussuunnitelman mukaisesti kerättyihin saalisnäytteisiin, kun tarkastellaan eri menetelmillä kasvatettujen poikasten kasvua, kuntoisuutta ja eloonjääntiä järvi vuosien jälkeen.

ASIASANAT:

Nieriä, istutuspoikanen, lämpömenetelmä, luonnonlämpömenetelmä, haudonta, starttaus, kasvu, kuntoisuus, kuolleisuus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme of Fisheries and Environmental Care | Ichthyonome

2015 | Total number of pages: 50

Instructors: Antti Forsman & Timo Rauhala

Henna Pölönen

WARMED WATER METHOD OF ARCTIC CHAR (*SALVELINUS ALPINUS*) IN AN INARI FISH FARM – A COMPARISON ON THE GROWTH AND MORTALITY RATE TO NON-WARMED WATER METHOD

The purpose of this thesis was to collect data about warmed and non-warmed water methods used in farming arctic char (*Salvelinus alpinus*) in an Inari fish farm and the differences between the methods during the farming of fry stocking of arctic char. The focus is on the comparison of the effects these methods have on the growth, condition and mortality rate of the fry during the farming.

The data was based on year classes 2011–2014, which produced information about egg development during the incubation as well as the growth and condition of the fry. The focus was on 1-year-olds which are mainly used in the stocking of arctic char of Lake Inari. In addition the mortality rates during the incubation of eggs and first farming year was examined. The data was mainly based on bookkeeping from which the results were collected, and the author's statements of the Inari fish farm.

The warmed water method fry hatch and start to learn eating earlier and also grow larger compared to the non-warmed water method fry. The results show that the condition of the warmed water method fry is better and the difference is also statistically significant. The mortality rate during the incubation of eggs is mainly higher in the warmed water method but during the first farming summer the mortality rate is higher in the non-warmed water method. In addition the growth and condition of the warmed water method fry is partly better compared to the fry farmed before in the Sarmijärvi fish farm. The purpose of the warmed water method has been to achieve the same growth as in Sarmijärvi fish farm, which has been successful.

Data and results collected in this thesis can benefit the future farming of arctic char in the Inari fish farm. The results can also be used to compare results later when analyzing arctic char catch, growth, condition and survival after years in Lake Inari.

KEYWORDS:

Arctic char, fry stocking, warmed water method, non-warmed water method, incubation, start feeding, growth, condition, mortality rate

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 MATERIAALI JA MENETELMÄT	9
2.1 Emokalot	10
2.2 Lypsy	11
2.3 Haudonta-aika	12
2.3.1 Haudonta ja kuoriutuminen lämpömenetelmässä	14
2.3.2 Haudonta ja kuoriutuminen luonnonlämpömenetelmässä	17
2.4 Starttaus	19
2.4.1 Starttaus lämpömenetelmässä	20
2.4.2 Starttaus luonnonlämpömenetelmässä	21
2.5 Jatkokasvatus	23
2.5.1 Jatkokasvatus lämpömenetelmässä	23
2.5.2 Jatkokasvatus luonnonlämpömenetelmässä	24
2.6 Tulosten koonti ja vertailumenetelmät	25
2.6.1 Haudonta ja kuoriutuminen	25
2.6.2 Starttaus	26
2.6.3 Jatkokasvatus ja istutukset	26
3 TULOKSET	27
3.1 Haudonta ja kuoriutuminen	27
3.1.1 Vertailu vuosiluokkien välillä lämpömenetelmässä	27
3.1.2 Vertailu vuosiluokkien välillä luonnonlämpömenetelmässä	28
3.1.3 Vertailu menetelmien välillä	29
3.2 Starttaus	30
3.2.1 Vertailu vuosiluokkien välillä lämpömenetelmässä	30
3.2.2 Vertailu vuosiluokkien välillä luonnonlämpömenetelmässä	32
3.2.3 Vertailu menetelmien välillä	34
3.3 Jatkokasvatus ja istutukset	35
3.3.1 Vertailu vuosiluokkien välillä lämpömenetelmässä	35
3.3.2 Vertailu vuosiluokkien välillä luonnonlämpömenetelmässä	35
3.3.3 Vertailu menetelmien välillä	36
4 TULOSTEN TARKASTELU	39

4.1 Haudonta ja kuoriutuminen	39
4.2 Starttaus	41
4.3 Jatkokasvatus ja istutukset	44
5 YHTEENVETO	46
6 KIITOKSET	49
LÄHTEET	50

KUVAT

Kuva 1. Haudontakaukaloita ja -asetteja, joissa nieriän mätiä syksyllä 2013.	12
Kuva 2. Haudontasaaveja.	13
Kuva 3. Vuosiluokan 2014 luonnonlämpömenetelmän vastakuoriutuneita poikasia ARS-värimerkinnässä.	19
Kuva 4. Starttialtaita.	19
Kuva 5. Lämpömenetelmän 1-vuotiskasvatuksen altaat.	24

KUVIOT

Kuvio 1. Vuosien 2010–2013 lypsyjen ajankohdat ja niiden aikaiset veden lämpötilat.	11
Kuvio 2. Mätimäärät haudontalaittekohtaisesti ja yhteensä vastalypsettyinä ja silmäpisteastevaiheessa vuosiluokittain.	14
Kuvio 3. Veden lämpötilat haudonnan aloituksesta starttauksen aloitukseen vuosiluokittain lämpömenetelmässä sekä luonnonlämpömenetelmän keskiarvo.	16
Kuvio 4. Veden lämpötilat haudonnan aloituksesta starttauksen aloitukseen vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.	18
Kuvio 5. Starttauksen ja ensimmäisen kasvatuskesän aikaiset veden lämpötilat vuosiluokittain lämpömenetelmässä.	21
Kuvio 6. Starttauksen ja ensimmäisen kasvatuskesän aikaiset veden lämpötilat vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.	22
Kuvio 7. Mädin kuolleisuus vuosiluokittain haudontalaittekohtaisesti ja yhteensä vastalypsetystä mädistä silmäpisteastevaiheen mätiin sekä kuolleisuusprosentit kaukalohaudonnassa heti lypsyjen jälkeen.	27
Kuvio 8. Starttauksen aloituksen ja jatkokasvatukseen siirron aikaisten keskipainojen keskiarvot ja hajontatiedot vuosiluokittain lämpömenetelmässä.	31
Kuvio 9. Kuolleisuus vastalypsetystä mädistä silmäpisteastevaiheen mätiin, spa:lta starttauksen, startista syksyyn ja syksystä 1-vuotisistutuksiin vuosiluokittain lämpömenetelmässä.	32
Kuvio 10. Starttauksen aloituksen aikaiset keskipainojen keskiarvot ja hajontatiedot vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.	33

Kuvio 11. Kuolleisuus vastalypsetystä mädistä silmäpisteastevaiheen mätiin, spa:lta starttaukseen, startista syksyyn ja syksystä 1-vuotistutuksiin vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.	34
Kuvio 12. Lämpö- ja luonnonlämpömenetelmän 1-vuotiaiden istutuspoikasten keskipainojen keskiarvot ja hajontatiedot vuosiluokittain.	36
Kuvio 13. Lämpö- ja luonnonlämpömenetelmän 1-vuotiaiden istutuspoikasten pituuksien keskiarvot ja hajontatiedot vuosiluokittain.	37
Kuvio 14. Lämpö- ja luonnonlämpömenetelmän 1-vuotiaiden istutuspoikasten kuntokertoimien keskiarvot ja hajontatiedot vuosiluokittain.	38

TAULUKOT

Taulukko 1. Emokalojen keskipainojen keskiarvot, minimi ja maksimi vuosina 2011–2013.	11
Taulukko 2. Vuosiluokkien 2011–2014 emojen vuosiluokat ja mätikappale/litra.	14
Taulukko 3. Haudonnan aikaisten mätimäärien keskiarvot ja hajonta kaukaloissa vuosiluokittain lämpömenetelmässä.	15
Taulukko 4. Haudonnan aikaiset mätimäärät/kaukalo ja saavi vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.	17
Taulukko 5. Silmäpisteastevaiheen ja kuoriutumisen ajankohdat vuosiluokittain lämpö- ja luonnonlämpömenetelmässä.	18
Taulukko 6. Starttauksen aloituspäivät ja tiheydet sekä jatkokasvatukseen siirron päivät ja tiheydet vuosiluokittain lämpömenetelmässä.	20
Taulukko 7. Starttauksen aloituspäivät ja tiheydet vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.	22
Taulukko 8. Haudonnan aikaiset mädin lämpösummat ja haudontapäivät vuosiluokittain lämpömenetelmässä.	28
Taulukko 9. Haudonnan aikaiset lämpösummat ja haudontapäivät vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.	29
Taulukko 10. Mäti- ja poikasmäärät sekä istutukset ja myynnit vuosiluokittain lämpömenetelmässä.	31
Taulukko 11. Mäti- ja poikasmäärät sekä istutukset ja myynnit vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.	33

1 JOHDANTO

Inarijärven säännöstelystä aiheutuvien kalataloudellisten haittojen vuoksi järveen ja sen sivuvesistöihin istutetaan vuosittain korkeimman hallinto-oikeuden päätöksen (KHO 4672/75) mukaan 250 000 1-kesäistä tai rahalliselta arvoltaan vastaava määrä 1–3-vuotiaista nieriän (*Salvelinus alpinus*) poikasta (Marttunen, M.; Hellsten, S.; Puro, A.; Huttula, E.; Nenonen, M-L.; Järvinen, E.; Salonen, E.; Palomäki, R.; Huru, H. & Bergman, T. 1997, 44). Kasvatus- ja istutusprosessista on vastannut Luonnonvarakeskuksen Inarin kalanviljelylaitos, joka on vuoteen 2015 saakka ollut Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen toimipaikka. Istutukset toteutetaan sopeutuvan velvoitehoidon suunnitelman mukaisesti, mikä mahdollistaa istutuspoikasten iän ja koon muuttamisen istutusvesistöjen tilaan kulloinkin sopivaksi (T. Rauhala, henkilökohtainen tiedonanto 19.5.2014).

Nieriän viljely on siirtynyt Inariin Sarmijärven kalanviljelylaitokselta, jonka luonnonlämmöllä tuottamiin saaliisiin on alueella oltu tyytyväisiä. SKVL:lla kalojen kasvu on järviveden suotuisammista lämpötiloista johtuen ollut talviaikaan parempaa kuin Inarin kalanviljelylaitoksella, jossa Juutuanjoesta laitokselle johdettava kasvatusvesi lähes lakkauttaa kalojen kasvun talven ajaksi. Tästä johtuen kasvatus on toteutettu IKVL:lla luonnonlämpömenetelmän lisäksi lämpömenetelmällä, jonka tavoitteena on jäljitellä SKVL:lla saavutettua nieriän kasvua. Tavoitteena on siis tuottaa suurempi, pääosin 1-vuotiaana istutettava poikanen, kuin laitoksella on luonnonlämpömenetelmällä mahdollista. (T. Rauhala, henkilökohtainen tiedonanto 19.5.2014.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on koota yhteenveto nieriän lämpö- ja luonnonlämpömenetelmän eroavaisuuksista. Tutkimuskohteena ovat nieriän vuosiluokkien 2011–2014 haudonnan aikainen mädin kehitys ja istutuspoikasten kasvu ja kuntoisuus, painotuksen ollessa pääosin 1-vuotiaana istutettavissa poikasissa. Lisäksi tavoitteena on koota tiedot mädin haudonnan ja poikasten ensimmäisen kasvatusvuoden aikaisesta kuolleisuudesta. Lämpömenetelmällä kasvatettujen 1-vuotiaiden poikasten kasvutuloksia verrataan lisäksi SKVL:n poikasten kasvuun, mikä kertoo lämpömenetelmällä jäljittelyn onnistumisesta.

Tuloksia menetelmien kannattavuudesta nieriän alkukasvatuksessa on mahdollista hyödyntää viljelyssä, jonka tavoitteena on edelleen hyvä Inarijärven nieriän saalistuotto. Tämän työn poikasten kasvu- ja kuolleisuustuloksia voi lisäksi verrata tulevaisuudessa saataviin tuloksiin, kun vuonna 2016 on poikashallissa tarkoitus ottaa käyttöön loisten torjuntaan tarkoitettu UV-valo. Tulevina vuosina saalisnäytteistä saatavia tuloksia tarkasteltaessa saadaan myös selville, tuottaako toisella menetelmällä kasvatetut istutuspoikaset mahdollisesti parempaa saalista. Tämä kertoo eri menetelmillä kasvatettujen poikasten kasvusta ja eloonjäännistä järvi vuosien aikana.

2 MATERIAALI JA MENETELMÄT

Inarin kalanviljelylaitoksella on startattu nieriän istutuspoikasia vuosiluokasta 2011 lähtien sekä lämpö- että luonnonlämpömenetelmällä. Menetelmät ovat tietyin osin yhteneväisiä, mutta eroavat toisistaan erityisesti haudonnan aikaisen kasvatusveden lämpötilojen osalta. Tämä vaikuttaa sekä poikasten kuoriutumisen että starttauksen ajankohtaan ja edelleen jatkokasvatukseen.

Yhteistä menetelmissä ovat emot ja lypsyajankohdat sekä haudonnan osalta haudontalaitteet ja mädin hoito osittain. Eroavaisuudet menetelmien välillä ovat alkaneet pääosin vähän ennen mädin kehittymistä silmäpisteasteelle, joka on vaihe noin alkion kehityksen puolivälissä, kun silmä pigmentoituu. Tällöin lämpömenetelmässä aloitetaan haudontaveden lämmitys ja luonnonlämpömenetelmässä jatketaan luonnonlämpöisellä vedellä. Starttaukset menetelmissä tapahtuvat eri ajankohtina ja eri veden lämpötiloilla, mutta yhteistä niissä ovat altaat, ruokinta ja päivittäiset hoitorutiinit.

Istutukset toteutetaan pääosin poikasten ollessa 1-vuotiaita, minkä lisäksi lämpömenetelmällä startattuja poikasia kasvatetaan 2-vuotiaiksi ja luonnonlämpömenetelmällä 2- ja 3-vuotiaiksi. Myös muun ikäisiä poikasia silmäpisteasteelta lähtien on joko istutettu tai myyty vuodesta riippuen. Tutkimusten mukaan poikasten eloonjäänti on yleensä sitä parempi, mitä isompia ne istutettaessa ovat (Salminen, M. & Böhling, P. 2002, 163), ja suositeltu 1-vuotiaan nieriän istutuspoikasen keskipituus onkin Pohjois-Suomessa yli 6 cm (Salminen, M. & Böhling, P. 2002, 114). Mikäli istutusvesistöissä on pienille poikasille sopivaa ravintoa, voi istutuksiin käyttää kesänvanhoja tai yksivuotiaita poikasia, muutoin kannattaa käyttää 2-vuotiaita poikasia (Salminen, M. & Böhling, P. 2002, 163).

Jotta tulevaisuudessa tutkimussuunnitelman mukaisesti kerätyistä saalisnäytteistä on istutusten kannattavuutta tutkittaessa mahdollista erottaa eri menetelmillä kasvatetut ja eri-ikäisinä istutetut poikaset toisistaan, on Inarin kalanviljelylaitoksella vertailuparien saamiseksi käytössä Alitzarin Red S- eli Alitsariinipunainen S-värimerkintä- ja kuonomerkintämenetelmä (T. Rauhala, henkilökohtai-

nen tiedonanto 19.5.2014). ARS-merkintäväri kulkeutuu kylvetyksen aikana kalan sisäkorvan kuuloluihin eli otoliitteihin, joissa merkki säilyy koko kalan eliniän ajan (Raitaniemi, J.; Nyberg, K. & Torvi, I. 2000, 83). Väriainepitoisuutena on käytetty 100 ppm, ja merkinnän ajaksi uuden veden tulo on katkaistu ja vettä on ilmastettu ja kierrätetty (kuva 3). Merkintäaika on mädillä yön yli eli noin 18 tuntia ja muilla kehitysasteilla noin 3 tuntia. (Alitsariinivärjäykset 2013 -moniste & ARS-perusmerkinnät Inarissa 2011 → -moniste.) Kuonomerkinnässä puolestaan pieni metallilangan pala injektoidaan eli viedään neulalla kalan nenärustoon mukanaan koodi, jonka perusteella kalan istutuserä on myöhemmin selvittävissä (Raitaniemi ym. 2000, 82). Saalisnäytteistä kerätään talteen otoliitit myöhempää ARS-merkin tarkastamista varten. Myös päänäyte detektoidaan eli piipataan detektorissa, joka tunnistaa kuonomerkin. Kuonomerkittyjen näytekalojen kuonorustosta etsitään kuonomerkki, jonka koodi määritetään mikroskooppilla. (T. Rauhala, henkilökohtainen tiedonanto 26.3.2015.) Näin saalisnäytteiden kautta on mahdollista saada tietoa istutuspoikasten kasvusta, kuntoisuudesta ja eloonjäännistä menetelmittain istutusten jälkeen.

2.1 Emokalat

Vuosiluokkaa 2011–2014 olevien istutuspoikasten emot ovat Inarijärvestä pyydettyjen emojen jälkeläisiä ja vuosiluokkaa 2001–2008 (taulukko 2). Vuosiluokan 2011 mäti on lypsetty osittain vielä Sarmijärven kalanviljelylaitoksella, jossa emot ovat olleet vuosiluokkaa 2001 ja 2002, Inarin kalanviljelylaitoksella puolestaan 2002 ja 2004.

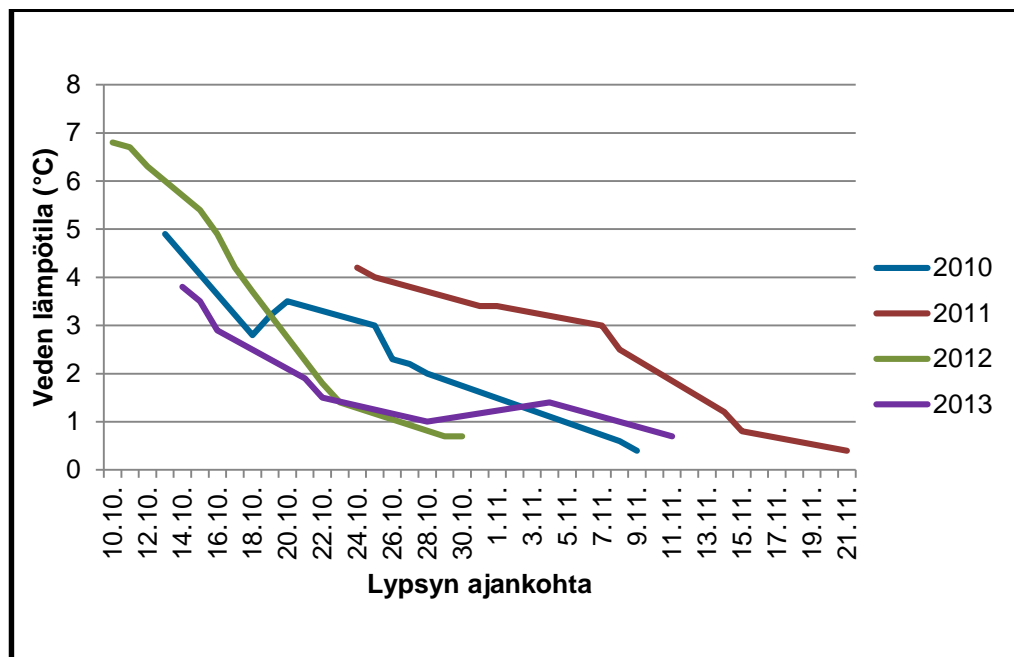
Emojen keskipainot ovat vuosina 2011–2013 olleet naarailla keskimäärin 3 166 g (680–8 800 g) ja koirailta 3 310 g (520–7 100 g) (taulukko 1). Vuoden 2010 emojen keskipainotiedot puuttuvat.

Taulukko 1. Emokalojen keskipainojen keskiarvot, minimit ja maksimit vuosina 2011–2013.

Vuosi	2011		2012		2013	
	naaras	koiras	naaras	koiras	naaras	koiras
ka (g)	3 426	3 534	2 966	3 139	3 106	3 258
min (g)	1 320	860	760	520	680	1 160
max (g)	6 900	6 700	8 800	7 100	8 800	6 760

2.2 Lypsy

Vuosina 2010–2013 mäti on lypsetty loka-marraskuun aikana, jolloin veden lämpötilat ovat vaihdelleet 0,4 ja 6,8 °C:n välillä (kuvio 1). Vuonna 2010 SKVL:lla lypsetty (13., 18. & 25.10.) ja IKVL:lle vastalypsettyinä kuljetettu mäti on lypsetty, kun veden lämpötila on ollut 1,3–1,4 °C.



Kuvio 1. Vuosien 2010–2013 lypsyjen ajankohdat ja niiden aikaiset veden lämpötilat.

2.3 Haudonta-aika

Vastalypsetty nieriän mäti on turvotettu saaveissa pääosin lypsyjä seuraavaan aamuun, jonka jälkeen se on mitattu haudontalaitteisiin menetelmittain. Osittain mäti on mitattu haudontalaitteisiin jo lypsypäivänä. Lämpömenetelmässä on käytetty kaukalohaudontaa, sillä kaukaloihin saadaan johdettua menetelmässä tarvittavaa lämmitettyä vettä. Luonnonlämpömenetelmässä on puolestaan käytetty vuodesta riippuen joko kaukalohaudontaa, saavihaudontaa tai molempia. Kaukalot ovat kooltaan 40 x 325 x 17 cm, josta veden korkeus on 11 cm ja joissa on kuusi 39 x 39 cm:n kokoista asetta/kaukalo (kuva 1). Kaukalohaudontaan mitattu mäti on puhdistettu ensimmäisten haudontapäivien aikana kuolleista mätimunista lappoamalla, jonka jälkeen varovasti nyppimällä.



Kuva 1. Haudontakaukaloita ja -asetteja, joissa nieriän mätiä syksyllä 2013.

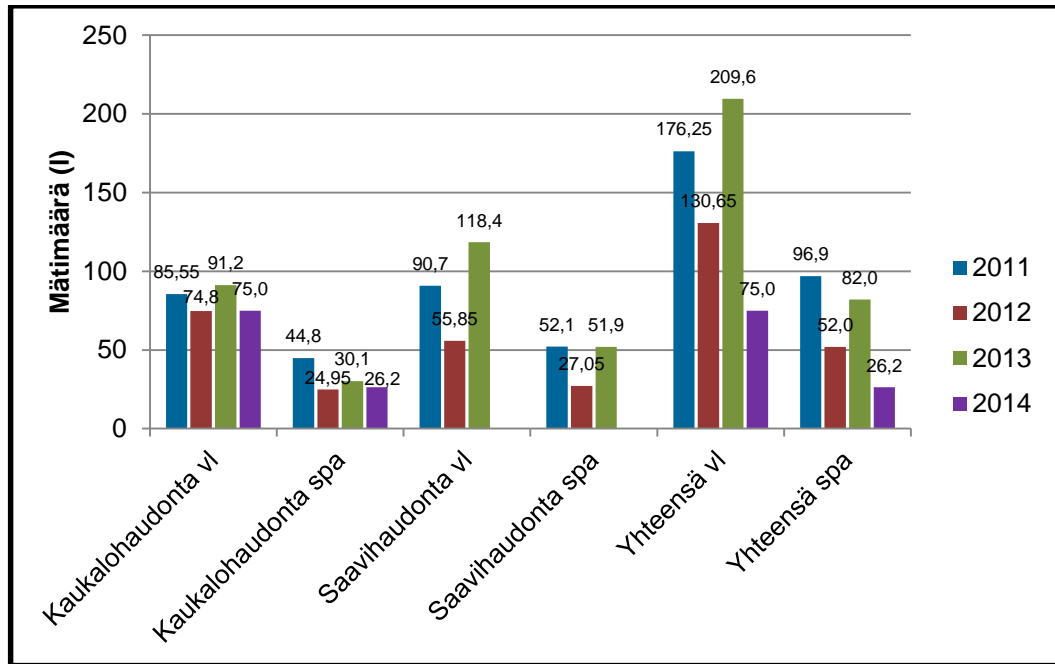
Haudontasaavit ovat tilavuudeltaan 85 litraa (kuva 2). Kuollut mäti on puhdistettu saaveista vasta mädin kehityttyä silmäpisteasteelle ja eroaa näin kaukalohaudonnan mädin puhdistuksesta. Vesihomeen torjunnassa on käytetty formaliinihoitoja kolme kertaa viikossa koko haudonnan ajan, alkaen 3–4 päivää lypsyjen jälkeen. Kylvetyspitoisuudeksi on mitattu 500 ml formaliinia/saaviryhmä, joihin kuuluu myös ylävesikaukalo (kuva 2). Formaliinin on an-

nettu vaikuttaa suljetussa kierrossa yhden tunnin ajan. (T. Rauhala, henkilökohtainen tiedonanto 19.5.2014.)



Kuva 2. Haudontasaaveja.

Kuviossa 2 on esitetty vuosiluokkien 2011–2014 vastalypsetyt ja silmäpisteasteen aikaiset mätimäärät haudontalaitekohtaisesti ja yhteensä. Mädin saatavuuteen ovat vaikuttaneet emokalojen määrä ja kuntoisuus, joihin puolestaan ovat vaikuttaneet sekä emokalaston osittainen vaihtuminen että lypsyjä edeltävän kesän aikaiset veden lämpötilat ja tautitilanne.



Kuvio 2. Mätimäärät haudontalaitekohtaisesti ja yhteensä vastalypsettynä ja silmäpisteastevaiheessa vuosiluokittain.

Mädin koko eli mätikappale/litra on vaihdellut vuosiluokkien välillä silmäpisteastevaiheessa mitattuna 10 250–12 750 (taulukko 2).

Taulukko 2. Vuosiluokkien 2011–2014 emojen vuosiluokat ja mätikappale/litra.

Poikasten vuosiluokat	Emojen vuosiluokat ja silmäpisteastemäti kpl/litra			
	2001	2002	2004	2007–2008
2011	10 335	10 265/10 550	10 700	-
2012	-	10 900	11 000	-
2013	-	10 250	10 550	12 750
2014	-	10 335	10 780	11 750

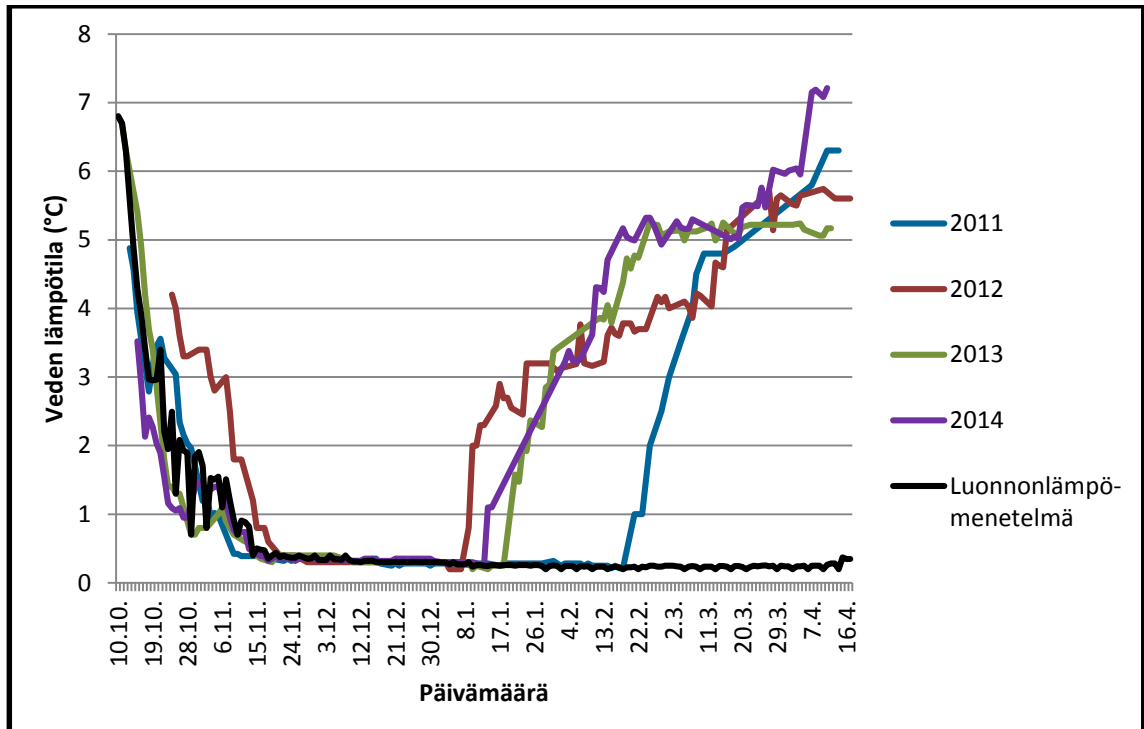
2.3.1 Haudonta ja kuoriutumisen lämpömenetelmässä

Vastalypsettyä mätää on mitattu lämpömenetelmässä vuodesta riippuen keskimäärin 6,3 litraa/kaukalo (5,2–8,0 litraa/kaukalo) ja silmäpisteastemätiä 3,8 litraa/kaukalo (1,7–5,0 litraa/kaukalo) (taulukko 3).

Taulukko 3. Haudonnan aikaisten mätimäärien keskiarvot ja hajonta kaukaloissa vuosiluokittain lämpömenetelmässä.

Vuosiluokka	Vastalypsetty mäti (l)/kaukalo	Spa-mäti (l)/kaukalo
2011	Ei tietoa	3,8 (3,1–4,2)
2012	6,8 (5,2–8,0)	4,2 (3,2–5,0)
2013	6,1 (5,6–8,0)	3,6 (1,7–4,4)
2014	6,0 (5,5–6,7)	3,7

Haudonnassa käytetään lypsyistä mädin silmäpisteasteen vaiheille luonnonlämpöistä jokivettä. Lämpömenetelmässä siirrytään käyttämään lämmitettyä vettä vähän ennen mädin kehittymistä silmäpisteasteelle, josta poikkeuksena on kuitenkin vuosiluokka 2011, jolle veden lämmitys on aloitettu vasta silmäpisteasteelle kehittymisen jälkeen (kuvio 3). Tappioiden minimoimiseksi veden lämmitys olisi hyvä aloittaa vasta mädin silmäpisteasteelle kehittymisen jälkeen, sillä vesihomeen vaikutus nopeutuu veden lämmityksen myötä. IKVL:lla haudontaveden lämmitys on kuitenkin aloitettu jo ennen silmäpisteastevaihetta olosuhteista eli starttialtaiden riittävydestä johtuen. Vuonna 2011 veden lämmitys on aloitettu myöhemmin, koska lämmityslaitteiston rakentamisen viimeistely ja koekäyttö jäi alkuvuoteen, jolloin laitteistoa ei saatu käyttökuntoon aiemmin. (T. Rauhala, henkilökohtainen tiedonanto 15.3.2015.) Lämmitysprosessi oli siis laitoksella uutta, minkä lisäksi laskelmien mukaan jaksotus luonnonlämpömenetelmän poikasten starttauksen kanssa olisi toiminut. Veden lämmitys olisi kuitenkin pitänyt aloittaa aiemmin, sillä lämpömenetelmän poikasia ei ehditty siirtää starttialtaista kokonaisuudessaan 1-vuotiskasvatukseen toisiin altaisiin luonnonlämpömenetelmän poikasten siirtyessä starttaukseen. Tästä johtuen luonnonlämpömenetelmän poikasia on aluksi startattu muita vuosiluokkia suuremmalla tiheydellä. (K. Pukkila, henkilökohtainen tiedonanto 2.2.2015.)



Kuvio 3. Veden lämpötilat haudonnan aloituksesta starttauksen aloitukseen vuosiluokittain lämpömenetelmässä sekä luonnonlämpömenetelmän keskiarvo.

Kasvatusveden lämmityksessä hyödynnetään lämpömenetelmässä jo kertaalleen lämmitettyä ja hautomossa tai starttialtaissa kiertänyttä vettä. Lämmitetystä prosessista poistuvasta vedestä siirretään lämpöenergiaa lämmön talteenottovaihtimen avulla uuteen tuloveteen, jolloin energiasta saadaan talteen noin 70 %. Lisäksi poistuvasta ja käytetystä lämpimästä vedestä otetaan energiaa talteen lämpöpumpulla, mutta vasta huhti-toukokuussa, sillä lämpöpumpun höyrystimeltä jokeen poistuvan käytetyn veden lämpötilan tulisi olla 1 °C tai enemmän järjestelmän jäätyksen ja toimintahäiriöiden estämiseksi. Loput tarvittavasta lämmöstä tehdään jälkilämmön siirtimellä, jonka lämmitysenergiana käytetään viljelylaitoksen aluelämpöverkkoa, joka puolestaan saadaan kaukolämmöstä. (K. Pukkila, henkilökohtainen tiedonanto 30.10.2013.)

Lämpömenetelmän mäti on kehittynyt silmäpisteasteelle tammi-helmikuun aikana, ja poikaset ovat kuoriutuneet pääosin maaliskuussa (taulukko 5). Mäti kuoriutetaan kaukaloissa, jolloin vastakuoriutuneet poikaset myös merkitään en-

simmäisen kerran ARS-värimerkintämenetelmää käyttäen. Lämpömenetelmän istutuspoikasten merkinnässä käytetään ainoastaan ARS-merkintää.

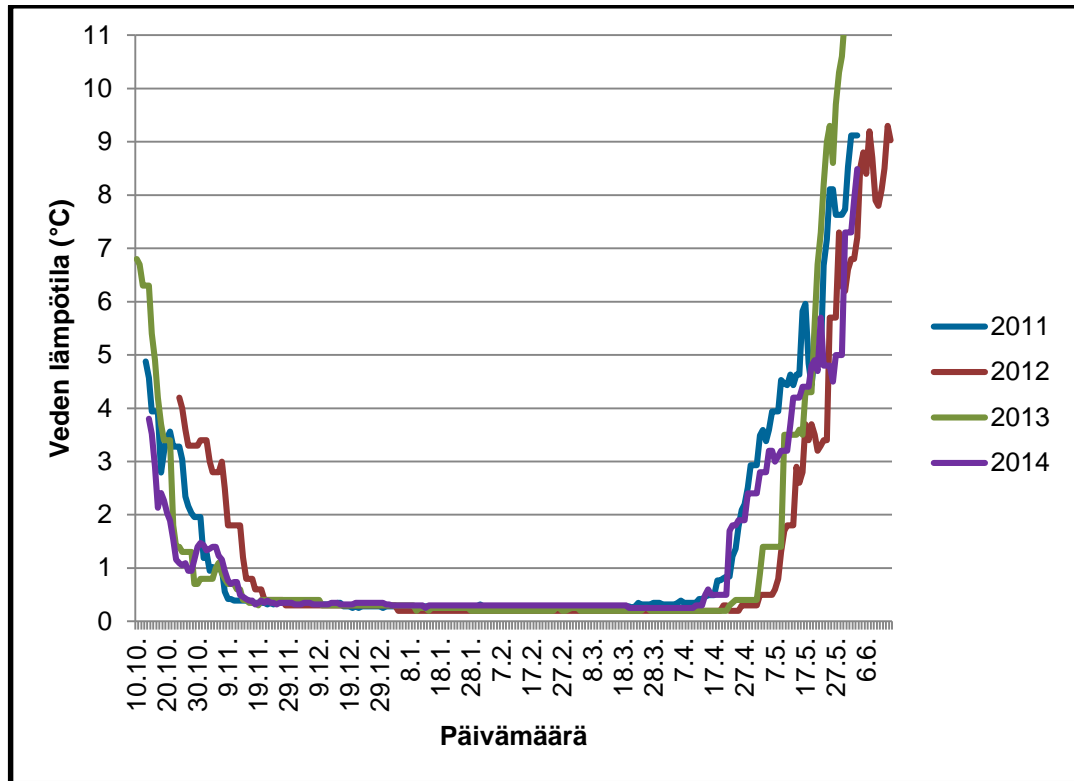
2.3.2 Haudonta ja kuoriutumisen luonnonlämpömenetelmässä

Vastalypsettyä mätiä on mitattu luonnonlämpömenetelmässä 6,0–6,7 litraa/kaukalo ja 18,1–41,4 litraa/saavi. Silmäpisteastemätiä on puolestaan mitattu 1,1–6,8 litraa/kaukalo ja 9,95–21,6 litraa/saavi (taulukko 4).

Taulukko 4. Haudonnan aikaiset mätimäärät/kaukalo ja saavi vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.

Vuosiluokka	Vastalypsetty mäti (l)/kaukalo	Vastalypsetty mäti (l)/saavi	Spa-mäti (l)/kaukalo	Spa-mäti (l)/saavi
2011	Ei tietoa	18,1; 32,0 & 40,6	6,8	11,3; 21,0 & 19,8
2012	-	35,6 & 20,25	-	17,1 & 9,95
2013	6,0	36,8; 40,2 & 41,4	1,1	15,0; 21,6 & 15,3
2014	6,7	-	2,7 (1,5–4,95)	-

Luonnonlämpömenetelmässä käytetään haudonnan, kuten koko kasvatuksen, aikana luonnonlämpöistä jokivettä (kuvio 4).



Kuvio 4. Veden lämpötilat haudonnan aloituksesta starttauksen aloitukseen vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.

Silmäpisteasteelle mäti on kehittynyt tammikuun lopulta maaliskuun alkuun ja poikaset ovat kuoriutuneet huhti-toukokuun aikana, pääosin toukokuussa (taulukko 5). Mäti kuoriutetaan kaukaloissa samoin kuin lämpömenetelmässä, ja merkitään ensimmäisen kerran ARS-värillä joko silmäpisteastemätinä tai vasta-kuoriutuneina poikasina. 2- ja 3-vuotiaita istutuspoikasia merkitään lisäksi kuonumerkillä.

Taulukko 5. Silmäpisteastevaiheen ja kuoriutumisen ajankohdat vuosiluokittain lämpö- ja luonnonlämpömenetelmässä.

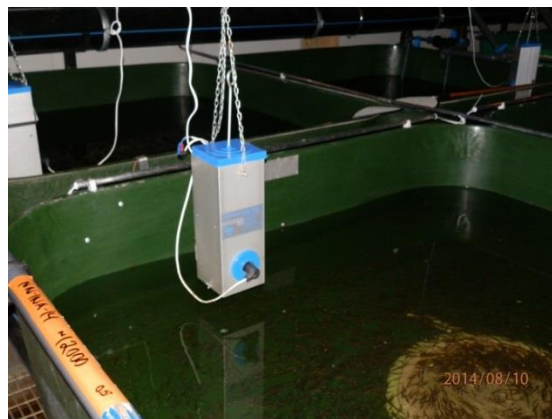
Vuosiluokka	Lämpömenetelmä		Luonnonlämpömenetelmä	
	Silmäpisteaste	Kuoriutuminen	Silmäpisteaste	Kuoriutuminen
2011	25.1.–7.2.	28.3.	25.1.–7.2.	5.5.
2012	23.1.–7.2.	Ei tietoa	2.3.	Ei tietoa
2013	15.–31.1.	25.2.–26.3.	25.2.	Ei tietoa
2014	24.1.–3.2.	3.3.	20.–28.1.	18.4.–12.5.



Kuva 3. Vuosiluokan 2014 luonnonlämpömenetelmän vastakuoriutuneita poikasia ARS-värimerkinnässä.

2.4 Starttaus

Starttiruokinnan ajankohdat ja sen aikaiset veden lämpötilat eroavat lämpö- ja luonnonlämpömenetelmässä. Starttialtaat ovat kuitenkin samat, väritään vihreät, kulmistaan pyöristetyt 4 m²:n lasikuitualtaat (kuva 4), joissa viljelyvettä on 15–20 cm. Viljelyveden tilavuus on siis pidetystä veden korkeudesta riippuen 0,6–0,8 m³. (K. Pukkila, henkilökohtainen tiedonanto 2.2.2015.) Ruokinta-automaatteina käytetään Itumic:n Itu Salmo Feeder -automaatteja (kuva 4) ja rehuina AgloNorsen 0,3 mm:n ja Biomarin 0,5 mm:n raekokoja.



Kuva 4. Starttialtaita.

Päivittäisiin hoitorutiineihin kuuluu niin starttivaiheessa kuin jatkokasvatuksessakin rehumäärän tarkastus altaiden pohjalla, kuolleiden poikasten poiskeräys

sekä altaiden harjaus 2–3 kertaa viikossa ja tautitilanteen mukaan. Altaiden pohjalla olevan rehumäärän mukaan ruokintaa voidaan joko lisätä tai vähentää. Lämpimän veden aikaan seurataan myös happi- ja loistilannetta, joiden perusteella valitaan sopivin menetelmä kuolleisuuden vähentämiseksi. Loisten poistamiseksi on käytetty joko formaliini- tai suolakylpyjä loislajista riippuen.

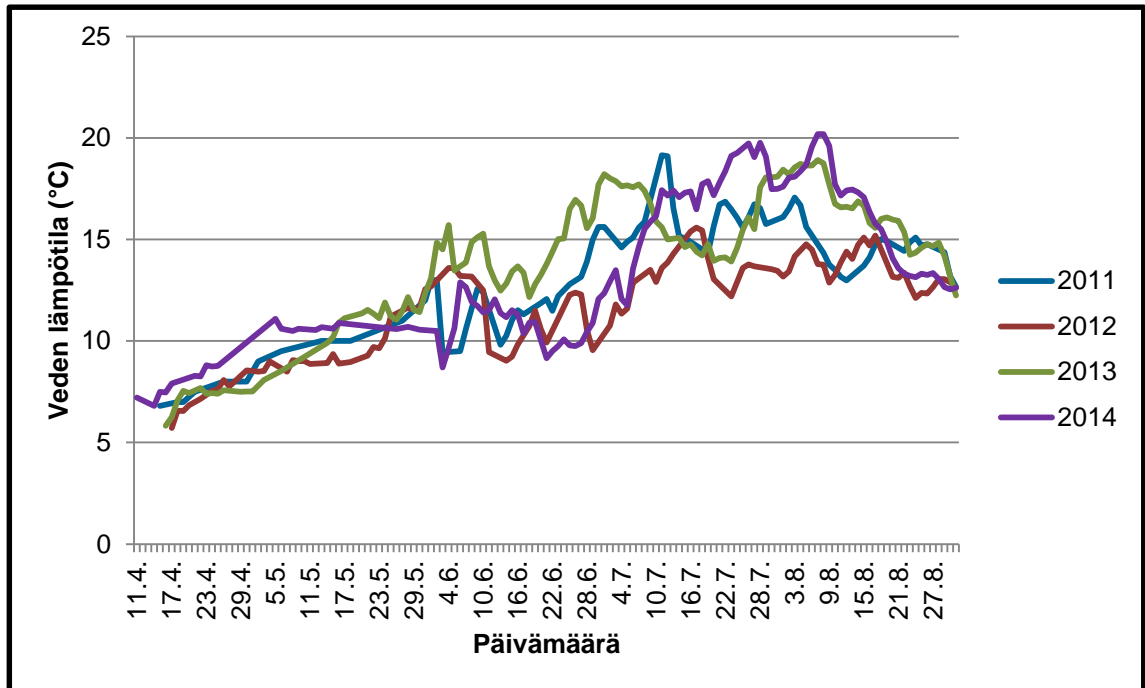
2.4.1 Starttaus lämpömenetelmässä

Lämpömenetelmän poikasia on siirretty starttiruokintaan huhtikuussa 10 451–20 027 poikasta/allas eli 2 612–5 006 poikasta/m² (taulukko 6). Tarvittavia harvennuksia on tehty heti mahdollisuuksien mukaan.

Taulukko 6. Starttauksen aloituspäivät ja tiheydet sekä jatkokasvatukseen siirron päivät ja tiheydet vuosiluokittain lämpömenetelmässä.

Vuosiluokka	Starttipäivä	Starttitiheys/m ² (Poikasmäärä/allas)	Jatkokasvatukseen siirtopäivä	Jatkon siirtotiheys/m ² (Jatkon siirtotiheys/m ³)
2011	14.4.	5 000–5 006 (20 000–20 027)	8.–16.6.	1 588–1 664 (3 310–3 468)
2012	17.4.	3 125–3 910 (12 500–15 640)	12.–13.6.	2 408–2 715 (5 018–5 657)
2013	12.4.	2 822–3 754 (11 288–15 016)	29.5.	2 801–3 071 (5 837–6 399)
2014	11.4.	2 612–3 000 (10 451–12 000)	11.6.	999–1 082 (2 082–2 256)

Kasvatusveden lämpötila on starttauksen alkaessa ollut 5,72–7,21 °C (kuvio 5), kun jokivesi on tänä aikana ollut vasta 0,25–0,46 °C. Veden lämpötila on nostettu starttauksen aikana maksimissaan 11,1 °C:een (kuvio 5). Veden lämmitystä on jatkettu noin jatkokasvatukseen siirtoon eli pääasiassa kesäkuulle saakka (kuvio 5) siten, että luonnonlämpöinen jokivesi on lämmennyt noin samaan asteeseen kuin lämmitetty vesi.



Kuvio 5. Starttauksen ja ensimmäisen kasvatuskesän aikaiset veden lämpötilat vuosiluokittain lämpömenetelmässä.

Poikasilla on esiintynyt loisia starttivaiheessa toukokuusta lähtien. Pääosin on esiintynyt *Ichthyobodo necatoria* (ent. *Costia necatrix*) ja *Chilodonellaa*, joiden lisäksi myös *Apiosomaa*, *Caprinianaa* ja *Trichodinaa*. Vuosina 2013 ja 2014 loistartunnat ovat alkaneet aikaisemmin vuosiin 2011 ja 2012 verrattuna. Kylvytshoitoja on tehty vähiten vuonna 2012.

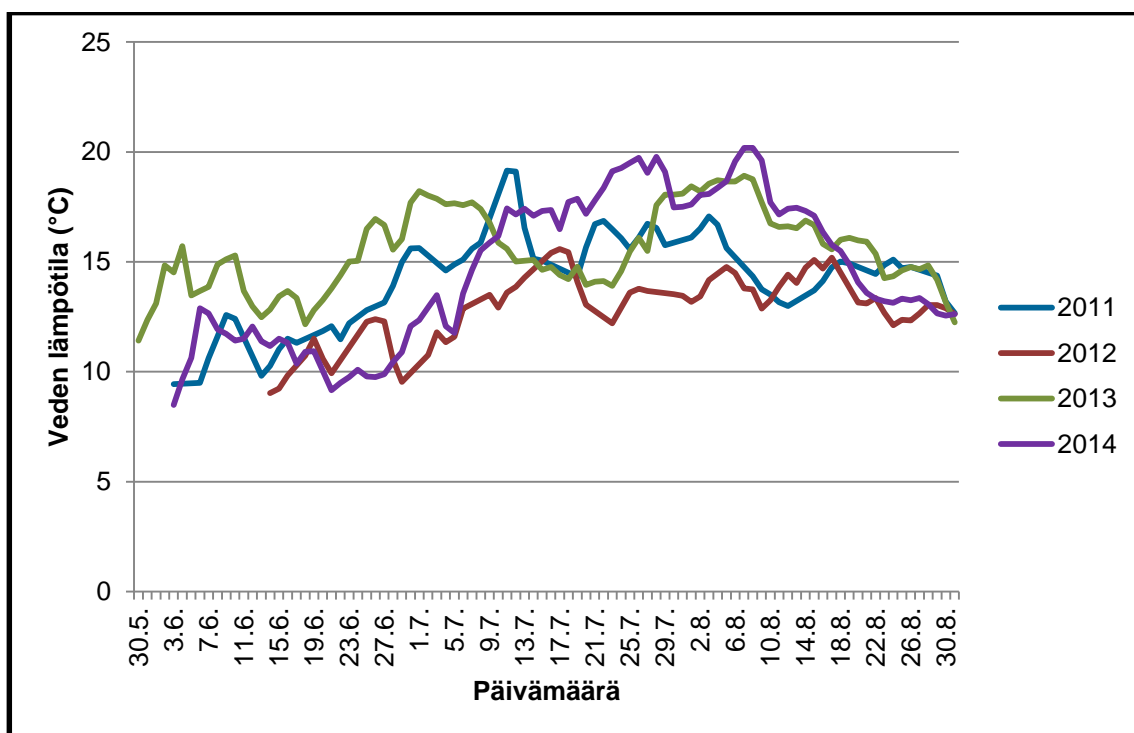
2.4.2 Starttaus luonnonlämpömenetelmässä

Luonnonlämpömenetelmän poikasia on siirretty starttaukseen pääosin kesäkuussa 8 469–28 812 poikasta/allas eli 2 117–7 203 poikasta/m² (taulukko 7). Parvia on harvennettu heti allastilan vapauduttua.

Taulukko 7. Starttauksen aloituspäivät ja tiheydet vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.

Vuosiluokka	Starttipäivä	Starttitiheys/m ² (Poikasmäärä/allas)	Huom.
2011	3.6.	6 666–7 203 (26 666–28 812)	16.–17.6. harvennus: 11 432–11 564 poikasta/allas
2012	14.6.	3 750 (15 000)	-
2013	30.5.	3 250 (13 000)	-
2014	3.6.	2 117–3 027 (8 469–12 108)	-

Kasvatusveden lämpötila on starttauksen alkaessa ollut 8,49–11,42 °C ja lämmennyt starttauksen aikana maksimissaan 17,7 °C:een (kuvio 6).



Kuvio 6. Starttauksen ja ensimmäisen kasvatuskesän aikaiset veden lämpötilat vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.

Poikasilla on esiintynyt loisia kesäkuusta lähtien. Suurimmaksi osaksi on esiintynyt *I. necatoria*, jonka lisäksi on esiintynyt myös *Chilodonellaa*, *Apiosomaa*,

Trichodinaa ja *Caprinianaa*. Vuosina 2013 ja 2014 tartunnat ovat alkaneet aikaisemmin ja loistarkkailukertoja on tehty useammin kuin vuosina 2011 ja 2012. Vuonna 2012 loisia on esiintynyt kaikista vähiten, jolloin myös kylvetyshoitoja on tehty vähiten. Tänä vuonna myös veden lämpötilat ovat pysyneet alhaisimpana (kuvio 6).

2.5 Jatkokasvatus

Nieriän istutuspoikasia kasvatetaan Inarin kalanviljelylaitoksella pääasiassa 1-vuotiaiksi, mutta lämpömenetelmän poikasia myös 2-vuotiaiksi ja luonnonlämpömenetelmän poikasia 2- ja 3-vuotiaiksi. Jatkokasvatus tapahtuu luonnonlämpöisellä vedellä.

2.5.1 Jatkokasvatus lämpömenetelmässä

Lämpömenetelmän poikaset on siirretty starttauksen jälkeen touko-kesäkuussa jatko- eli 1-vuotiskasvatukseen toiseen halliin 12,5 m²:n vihreisiin, pyöreän muotoisiin lasikuituallaisiin (kuva 5), joissa viljelyveden tilavuus on noin 6 m³ (K. Pukkila, henkilökohtainen tiedonanto 2.2.2015). Altaisiin on siirretty 12 493–38 394 poikasta/allas eli tiheydellä 2 082–6 399 poikasta/m³ (taulukko 6). Tarvittavat harvennukset varsinaiseen jatkokasvatustiheyteen on tehty heti mahdollisuuksien mukaan, ja tiheys on talviaikaan ollut keskimäärin 1 865–3 099 poikasta/m³. Rehuna on käytetty maksimissaan Biomarin 1,5 mm:n ja RehuRaision 1,7 mm:n raekokoa sekoituksena.



Kuva 5. Lämpömenetelmän 1-vuotiskasvatuksen altaat.

Poikasilla on esiintynyt loisia myös myöhemmin kesällä eli starttauksen jälkeen, mutta tartunnat ovat pysyneet alhaisina. Vuonna 2011 on esiintynyt *Ichtyobodo necatoria* ja *Chilodonellaa*, 2012 *I. necatorin* lisäksi *Apiosomaa*, 2013 ainoastaan *I. necatoria* ja vuonna 2014 *I. necatoria*, *Chilodonellaa*, *Apiosomaa* ja *Trichodinää*.

2-vuotiaat poikaset kasvatetaan 28 m²:n altaissa, joissa viljelyveden tilavuus on noin 34 m³. Käytössä on Arvotec T-drum 2000 -automaatit noin 60 litran säiliöllä ja rehukokona 1,7–5,0 mm. (K. Pukkila, henkilökohtainen tiedonanto 2.2.2015.)

2.5.2 Jatkokasvatus luonnonlämpömenetelmässä

Luonnonlämpömenetelmän poikaset on kasvatettu 1-vuotiaiksi saakka starttialtaissa, ja kasvatustiheys on talviaikaan ollut keskimäärin 2 824–6 917 poikasta/m³, kun veden korkeus on ollut altaassa noin 25 cm. Rehuna on käytetty Biomarin maksimissaan 1,5 mm:n raekokoa.

2- ja 3-vuotiaat poikaset kasvatetaan samankokoisissa altaissa kuin lämpömenetelmän 2-vuotiaat poikaset. Myös ruokinta-automaatit ja rehukoot ovat samat. (K. Pukkila, henkilökohtainen tiedonanto 2.2.2015.)

2.6 Tulosten koonti ja vertailumenetelmät

Tämän opinnäytetyön tulokset lämpö- ja luonnonlämpömenetelmän vaikutuksista nieriän haudonta-aikaan, istutettavien poikasten kasvuun ja kuntoisuuteen sekä mädin haudonnan ja poikasten ensimmäisen kasvatusvuoden aikaiseen kuolleisuuteen on koottu jo olemassa olevien tietojen eli Inarin kalanviljelylaitoksen kirjanpidon pohjalta. Tiedot perustuvat tähän mennessä startatuista vuosiluokista 2011–2014 kirjattuun materiaaliin.

Tulokset on esitetty menetelmittäin vuosiluokkia vertaillen, jolloin menetelmien välisten erojen lisäksi tulokset kertovat myös vuosien välisestä vaihtelusta. Menetelmien vaikutusten arvioinnissa mädin kehitykseen ja kuolleisuuteen sekä poikasten kasvuun ja kuolleisuuteen on käytetty ensisijaisesti haudonnan ja kasvatuksen aikaisia veden lämpötiloja. Muita huomioon otettavia asioita ovat haudontalaittekohtaiset erot mädin haudonnassa, kasvatustiheydet ja kalojen terveyteen vaikuttavat loistaudit ensimmäisen kesän aikana. Myös emojen kuntoisuutta yhtenä vaikuttavana tekijänä on pohdittu.

Poikasten kasvu-, kuntoisuus- ja kuolleisuustulosten tilastolliset merkitsevyydet on laskettu SPSS Statistics -ohjelmalla. Menetelmien välisten erojen selvittämiseen on käytetty riippumattomien otosten t-testiä ja vuosiluokkien väliseen vertailuun yksisuuntaista varianssianalyysiä. Kuolleisuusprosenttien eroavaisuudet on laskettu yhden otoksen t-testillä.

2.6.1 Haudonta ja kuoriutuminen

Mädin haudontatiedot on koottu sekä mätitaulukkojen että hautomon päiväkirjojen ja hautomokorttien pohjalta. Tästä kirjanpidosta selviävät myös poikasten kuoriutumisaikajankohdat. Haudonnan aikaiset mädin kehitysasteet eli läm-

pösummat on laskettu laitospitoon kirjattujen veden lämpötilojen perusteella ja tietojen kirjaamisesta riippuen mädin silmäpisteastevaiheeseen ja poikasten kuoriutumiseen. Mädin lämpösumma on haudonta-ajan ja sen aikaisten veden lämpötilojen summa.

2.6.2 Starttaus

Starttiruokinnan aloituksen ajankohdat ja poikasten keskipainotiedot perustuvat poikasten siirtokirjanpitoihin. Starttauksen ja ensimmäisen kasvatuskesän aikaiset kuolleisuustiedot perustuvat puolestaan siirto- ja kuolleisuusraportteihin. Veden lämpötilat on koottu laitospitoista samoin kuin haudonnan aikaiset lämpötilat.

2.6.3 Jatkokasvatus ja istutukset

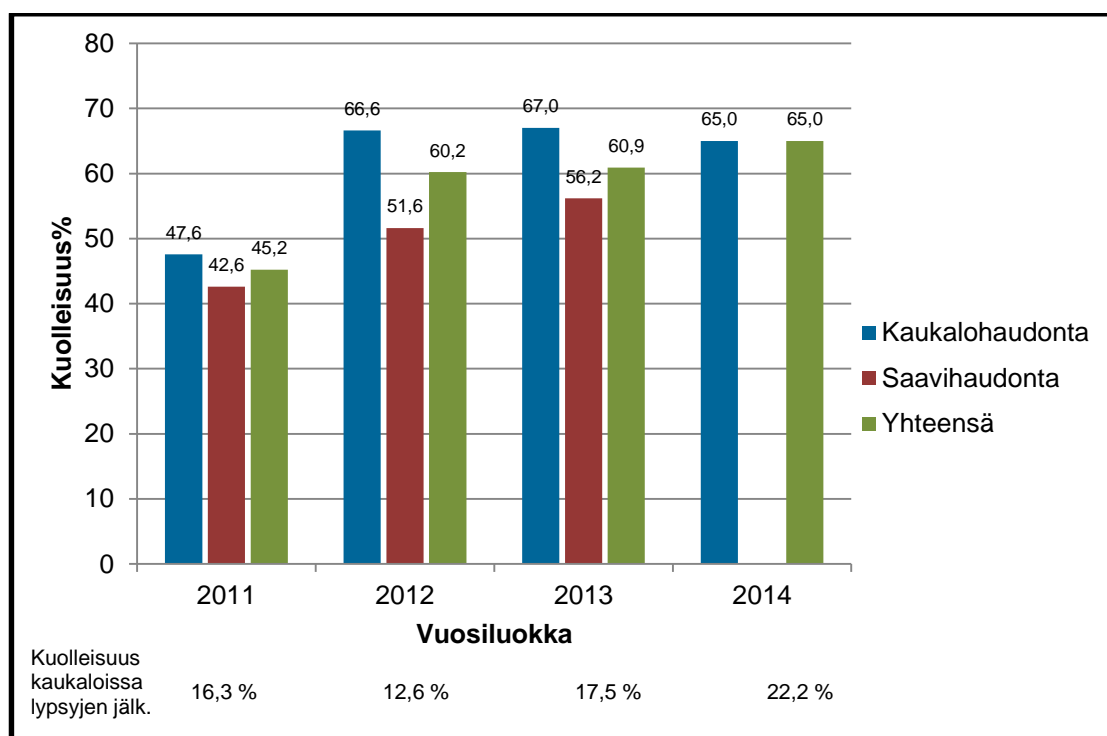
Istutuspoikasten paino- ja pituustiedot on koottu istutusraporteista ja kuntokerrotoimet on laskettu Fultonin kuntokerroinkaavalla $K = \text{paino(g)} / \text{pituus(cm)}^3 \times 100$. Kuntokerrointa käytetään kalojen yleiskunnon mittana, jonka mukaan iso kuntokerroin kertoo hyvästä ravitsemuksesta ja mitä suurempi kuntokerroin on, sitä paremmin istutuspoikaset selviävät istutusvesistöissä (Salminen, M. & Böhling, P. 2002, 116). Kuolleisuustiedot perustuvat poikasten siirto-, istutus- ja kuolleisuusraportteihin.

Vertailuaineisto Sarmijärven kalanviljelylaitoksella kasvatetun 1-vuotiaan nieriän kasvusta ja kuntoisuudesta pohjautuu kyseisen laitoksen kirjanpitoon. SKVL:lla kasvatetuista poikasista on tähän työhön koottu tiedot viimeisimmistä kasvuvvertailuun sopiviksi katsotuista vuosiluokista eli 2006–2008. Vain 1-vuotiaiden poikasten kasvutulokset on otettu vertailuun, sillä istutusten pääpaino on tämän ikäisissä poikasissa.

3 TULOKSET

3.1 Haudonta ja kuoriutuminen

Vuosiluokkien 2011–2014 kuolleisuus haudontalaitekohtaisesti ja yhteensä vastalypsetystä mädistä silmäpisteasteelle kehittyneeseen mätiin on esitetty kuviossa 7. Huomioitavaa on kaukaloaudontaan mitatun mädin puhdistus heti lypsyjä seuraavina päivinä, jolloin kuolleisuus on ollut 12,6–22,2 % (kuvio 7). Kuolleisuus on ollut korkeampaa kaukaloaudonnassa, mutta ero saavihaudontaan ei ole tilastollisesti merkitsevä ($t=1,768$, $p=0,137$).



Kuvio 7. Mädin kuolleisuus vuosiluokittain haudontalaitekohtaisesti ja yhteensä vastalypsetystä mädistä silmäpisteastevaiheen mätiin sekä kuolleisuusprosentit kaukaloaudonnassa heti lypsyjen jälkeen.

3.1.1 Vertailu vuosiluokkien välillä lämpömenetelmässä

Veden lämpötilat ovat haudonnan aloituksesta starttaukseen eronneet vuosiluokkien välillä tilastollisesti merkitsevästi ($F=7,185$, $p<0,0001$). Vuosiluokkien

2011–2014 mädin haudonnan aikaiset kehitysasteet eli lämpösummat ovat haudonnan aloituksesta kuoriutumiseen olleet keskimäärin 376 d° (268–459 d°) ja haudontapäiviä on kulunut keskimäärin 154 (128–168) (taulukko 8).

Taulukko 8. Haudonnan aikaiset mädin lämpösummat ja haudontapäivät vuosiluokittain lämpömenetelmässä.

Vuosiluokka	Mädin kehitys	Lypsy → silmäpisteaste	Silmäpisteaste → kuoriutuminen	Lypsy → kuoriutuminen
2011	Lämpösumma (d°)	41–46	202–349	268–432
	Haudonta-aika (d)	105–113	51–64	156–163
2012	Lämpösumma (d°)	163–287	-	-
	Haudonta-aika (d)	92–114	-	-
2013	Lämpösumma (d°)	81–152	277–296	394–459
	Haudonta-aika (d)	98–107	53–61	157–162
2014	Lämpösumma (d°)	90–181	183–208	330–392
	Haudonta-aika (d)	92–102	33–40	128–141

Vastalypsettyä mätiä on mitattu haudontaan vuodesta riippuen yhteensä 54,4–85,2 litraa ja silmäpisteastemätiä 18,25–38,0 litraa. Starttaukseen on puolestaan siirretty 130 451–280 027 poikasta (taulukko 10). Kuolleisuus on haudonnan aloituksesta silmäpisteastevaiheeseen vaihdellut vuosiluokkien välillä 66,0–66,6 % (kuvio 9) eikä ole siis vaihdellut vuosiluokkien välillä juuri lainkaan. Silmäpisteasteelta starttaukseen kuolleisuus on ollut 20,6–37,9 % (kuvio 9) ja erot ovat vuosiluokkien välillä myös tilastollisesti merkitseviä ($t=6,984$, $p=0,006$).

3.1.2 Vertailu vuosiluokkien välillä luonnonlämpömenetelmässä

Veden lämpötilat eivät ole haudonnan aloituksesta starttaukseen eronneet vuosiluokkien välillä tilastollisesti merkitsevästi ($F=0,825$, $p=0,480$). Vuosiluokkien 2011–2014 mädin haudonnan aikaiset kehitysasteet ovat haudonnan aloituksesta kuoriutumiseen olleet keskimäärin 231 d° (210–261 d°) ja haudontapäiviä on kulunut keskimäärin 203 (201–204) (taulukko 9).

Taulukko 9. Haudonnan aikaiset lämpösummat ja haudontapäivät vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.

Vuosiluokka	Mädin kehitys	Lypsy → silmäpisteaste	Silmäpisteaste → kuoriutumisen	Lypsy → kuoriutumisen
2011	Lämpösumma (d°)	41–46	-	261
	Haudonta-aika (d)	105–113	-	204
2012	Lämpösumma (d°)	26–33	-	-
	Haudonta-aika (d)	108–129	-	-
2013	Lämpösumma (d°)	43–44	-	-
	Haudonta-aika (d)	131–138	-	-
2014	Lämpösumma (d°)	35–40	141–194	210–223
	Haudonta-aika (d)	99–100	104–109	201–203

Vastalypsettyä mätää on mitattu haudontaan vuodesta riippuen yhteensä 20,6–124,4 litraa, josta kaukalohaudontaan 6,0–20,6 litraa ja saavihaudontaan 55,85–118,4 litraa. Silmäpisteastemätää on mitattu yhteensä 7,95–58,9 litraa, kaukalohaudonnassa 1,1–7,95 litraa ja saavihaudonnassa 27,05–52,1 litraa. Starttaukseen on puolestaan siirretty 65 000–82 140 poikasta (taulukko 11). Kuolleisuus on haudonnan aloituksesta silmäpisteastevaiheeseen vaihdellut vuosiluokkien välillä 51,6–61,4 % (kuvio 11) ja erot ovat vuosiluokkien välillä myös tilastollisesti merkitseviä ($t=19,966$, $p=0,002$). Silmäpisteasteelta starttaukseen kuolleisuus on ollut 6,2–29,0 % (kuvio 11), mutta vuosiluokkien välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa ($t=2,987$, $p=0,058$).

3.1.3 Vertailu menetelmien välillä

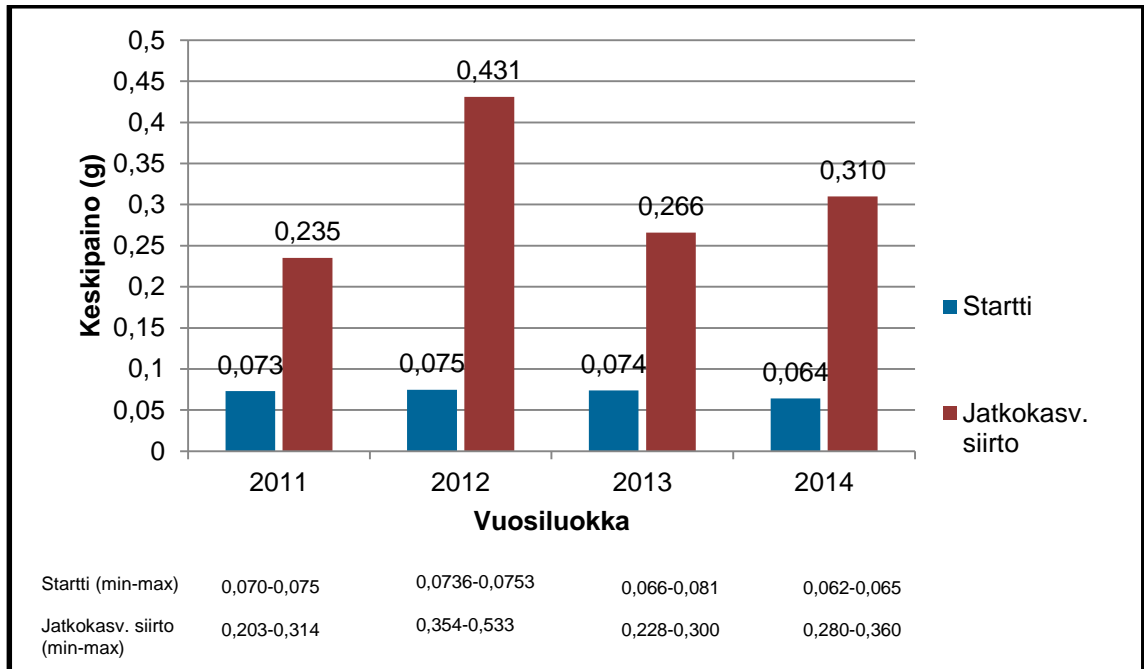
Veden lämpötiloissa on menetelmien välillä haudonnan aloituksesta starttaukseen tilastollisesti merkitsevä eroavaisuus ($t=10,814$, $p<0,0001$). Haudonnan aikaiset lämpösummat ovat lämpömenetelmässä haudonnan aloituksesta poikasten kuoriutumiseen olleet luonnonlämpömenetelmään verrattuna suuremmat. Lämpömenetelmän poikaset ovat myös kuoriutuneet keskimäärin 49 päivää aiemmin kuin luonnonlämpömenetelmän poikaset.

Mädin kuolleisuus on haudonnan aloituksesta silmäpisteastevaiheeseen ollut pääosin korkeampaa lämpömenetelmässä (kuviot 9 ja 11) ja ero on luonnonlämpömenetelmään myös tilastollisesti merkitsevä ($t=3,356$, $p=0,028$). Silmäpisteasteelta starttaukseen kuolleisuus on myös ollut pääosin korkeampaa lämpömenetelmässä (kuviot 9 ja 11), mutta ero luonnonlämpömenetelmään ei ole tilastollisesti merkitsevä ($t=1,958$, $p=0,098$).

3.2 Starttaus

3.2.1 Vertailu vuosiluokkien välillä lämpömenetelmässä

Poikaset on siirretty starttiruokintaan huhtikuun puolivälissä (taulukko 6). Poikasten keskipainot ovat tällöin vaihdelleet vuosiluokkien välillä keskimäärin 0,064–0,075 grammaa (kuvio 8), mutta keskipainoissa ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa ($F=3,423$, $p=0,066$). Starttauksen aikaiset veden lämpötilat ovat puolestaan vaihdelleet vuosien välillä (kuvio 5) ja erot ovat myös tilastollisesti merkitseviä ($F=3,966$, $p=0,012$). Myös starttauksen aloituksen aikaiset kasvatustiheydet eroavat vuosiluokkien välillä tilastollisesti merkitsevästi ($F=8,779$, $p=0,031$). Suurin tiheys on ollut vuosiluokalla 2011 ja pienin vuosiluokalla 2014 (taulukko 6).



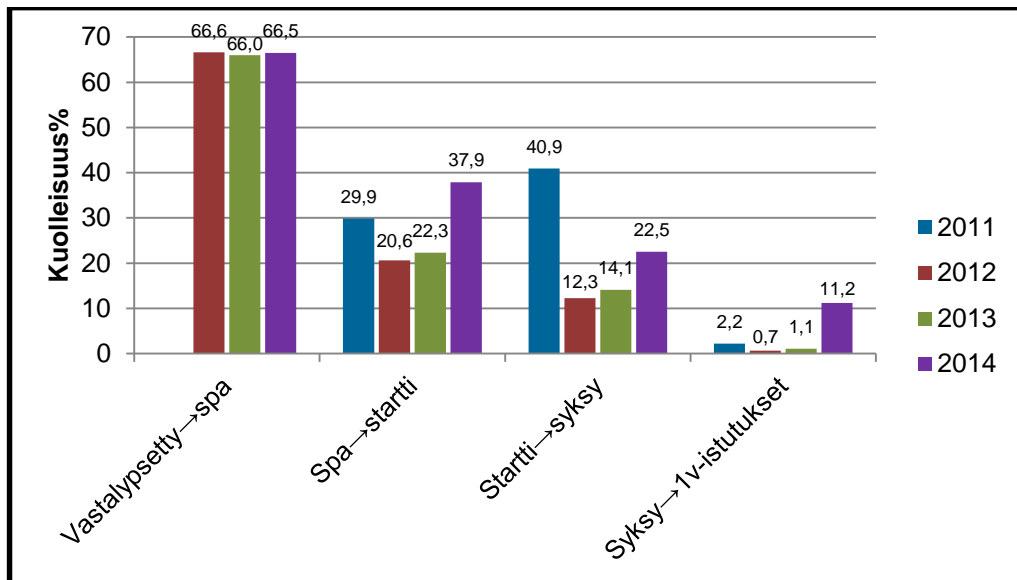
Kuvio 8. Starttauksen aloituksen ja jatkokasvatukseen siirron aikaisten keskipainojen keskiarvot ja hajontatiedot vuosiluokittain lämpömenetelmässä.

Poikasten määrät laitoksella sekä istutukset ja myynnit 2-vuotiskasvatukseen siirtoon saakka on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Mäti- ja poikasmäärät sekä istutukset ja myynnit vuosiluokittain lämpömenetelmässä.

Vuosiluokka	2011	2012	2013	2014
Vastalypsetty mäti (l)	Ei tietoa	74,8	85,2	54,4
Spa-mäti (l)	38,0	24,95	29,0	18,25
Spa-mäti (kpl)	399 530	274 979	307 200	210 009
Startti (kpl)	280 027	218 332	238 546	130 451
Siirto 1-vuotiskasvatukseen	199 885	194 503	216 332	103 655
Syksy	165 408	191 459	204 969	101 069
0+ -istutukset/myyty	-	100	27	500
Loppuvuosi	163 642	190 711	204 547	89 536
1-vuotisistutukset	150 710	181 670	195 600	83 000
Siirto 2-vuotiskasvatukseen	11 000	8 330	7 066	6 205

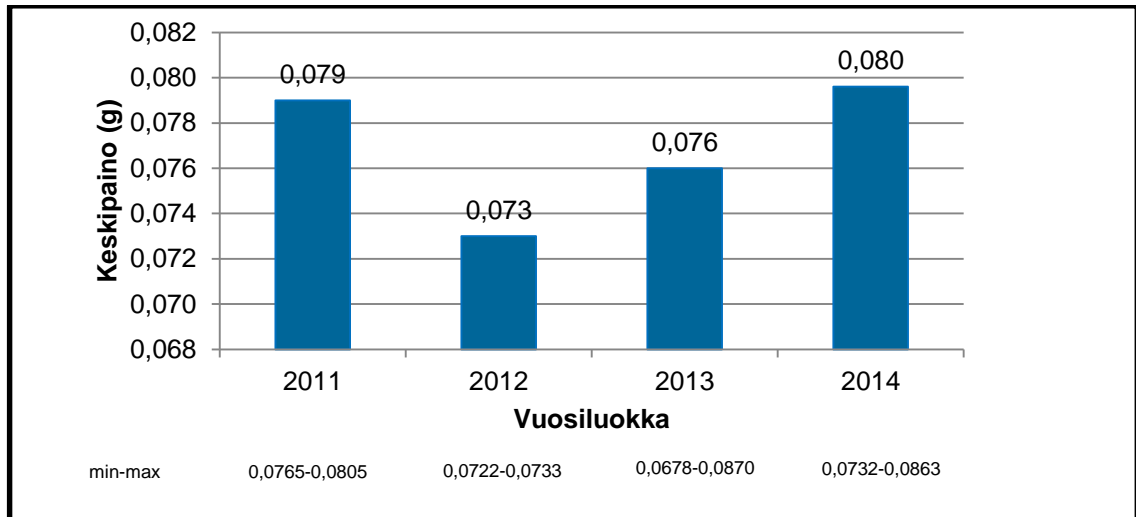
Kuolleisuus on starttauksen ja ensimmäisen kasvatuskesän aikana eli starttauksesta syksyyn vaihdellut vuosiluokkien välillä 12,3–40,9 % (kuvio 9). Kuolleisuudessa on tilastollisesti merkitsevä ero vuosiluokkien välillä ($t=3,433$, $p=0,041$), sillä vuosiluokilla 2011 ja 2014 kuolleisuus on ollut korkeampaa vuosiluokkiin 2012 ja 2013 verrattuna (kuvio 9).



Kuvio 9. Kuolleisuus vastalypsetystä mädistä silmäpisteastevaiheen mätiin, spa:lta starttaukseen, startista syksyyn ja syksystä 1-vuotisistutuksiin vuosiluokittain lämpömenetelmässä.

3.2.2 Vertailu vuosiluokkien välillä luonnonlämpömenetelmässä

Poikaset on siirretty starttiruokintaan toukokuun lopulta kesäkuun puoliväliin (taulukko 7). Poikasten keskipainot ovat tällöin olleet keskimäärin 0,073–0,080 grammaa (kuvio 10) eikä keskipainoissa ole tilastollisesti merkitsevää eroa vuosiluokkien välillä ($F=0,609$, $p=0,63$). Starttauksen aikaisissa veden lämpötiloissa on vuosien välistä vaihtelua (kuvio 6) ja erot ovat myös tilastollisesti merkitseviä ($F=27,747$, $p<0,0001$). Starttauksen aloituksen aikaisissa tiheyksissä ei puolestaan ole tilastollisesti merkitsevää eroa vuosiluokkien välillä ($F=1,642$, $p=0,400$).



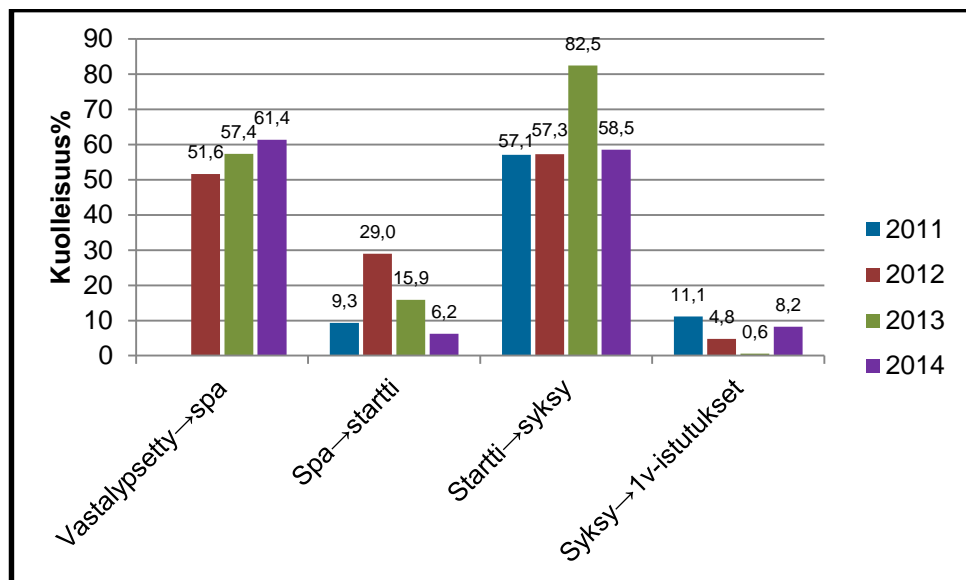
Kuvio 10. Starttauksen aloituksen aikaiset keskipainojen keskiarvot ja hajontatiedot vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.

Poikasten määrät laitoksella sekä istutukset ja myynnit 2–3-vuotiskasvatuksen siirtoon saakka on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Mäti- ja poikasmäärät sekä istutukset ja myynnit vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.

Vuosisluokka	2011	2012	2013	2014
Vastalypsetty mäti yht. (l)	Ei tietoa	55,85	124,4	20,6
Vastalypsetty mäti kaukaloissa (l)	Ei tietoa	-	6,0	20,6
Vastalypsetty mäti saaveissa (l)	90,7	55,85	118,4	-
Spa-mäti yht. (l)	58,9	27,05	53	7,95
Spa-mäti yht. (kpl)	614 007	298 265	591 077	86 511
Spa-mäti kaukaloissa (l)	6,8	-	1,1	7,95
Spa-mäti kaukaloissa (kpl)	72 760	-	14 025	86 511
Spa-mäti saaveissa (l)	52,1	27,05	51,9	-
Spa-mäti saaveissa (kpl)	538 146	298 265	577 052	-
Spa-mäti-istutukset (kpl)	422 000	-	360 000	12 525
Vk-poikasistutukset (kpl)	52 500	136 700	72 000	-
Startti (kpl)	82 140	75 000	65 000	68 656
Syksy	35 260	32 002	11 342	28 514
0+ -istutukset/myyty	-	-	30	-
Loppuvuosi	32 070	31 247	11 298	27 670
1-vuotisistutukset	18 440	17 250	2 551	25 800
Siirto 2–3-vuotiskasvatukseen	12 900	13 222	8 723	367

Kuolleisuus on starttauksen ja ensimmäisen kasvatuskesän aikana eli starttauksesta syksyyn vaihdellut vuosiluokkien välillä 57,1–82,5 % (kuvio 11). Kuolleisuudet ovat eronneet vuosiluokkien välillä tilastollisesti merkitsevästi ($t=10,258$, $p=0,002$) johtuen vuosiluokan 2013 huomattavasti muita vuosiluokkia korkeammasta kuolleisuudesta (kuvio 11).



Kuvio 11. Kuolleisuus vastalypsetystä mädistä silmäpisteastevaiheen mätiin, spa:lta starttaukseen, startista syksyyn ja syksystä 1-vuotisistutuksiin vuosiluokittain luonnonlämpömenetelmässä.

3.2.3 Vertailu menetelmien välillä

Lämpömenetelmän poikaset on siirretty starttiruokintaan luonnonlämpömenetelmän poikasia aiemmin. Veden lämpötilat ovat starttauksen aikana eronneet merkitsevästi menetelmien välillä ($t=-17,484$, $p<0,0001$), sillä luonnonlämpömenetelmän poikasilla veden lämpötilat ovat starttauksen ajankohdasta johtuen olleet huomattavasti lämpömenetelmää korkeampia.

Starttauksen aloituksen aikaisissa poikasten keskipainoissa on menetelmien välillä tilastollisesti merkitsevä eroavaisuus ($t=-2,298$, $p=0,031$) ja luonnonlämpömenetelmän poikasten keskipainot ovatkin olleet suuremmat (kuviot 8 ja 10). Kuolleisuus on kuitenkin starttauksesta syksyyn ollut merkitsevästi korkeampaa luonnonlämpömenetelmän poikasilla ($t=-4,586$, $p=0,004$).

3.3 Jatkokasvatus ja istutukset

3.3.1 Vertailu vuosiluokkien välillä lämpömenetelmässä

1-vuotiaiden istutuspoikasten keskipainot ovat olleet keskimäärin 13,8–15,7 g (kuvio 12) ja pituudet 11,9–12,1 cm (kuvio 13). Keskipainot eroavat vuosiluokkien välillä tilastollisesti merkitsevästi ($F=3,031$, $p=0,045$), mikä johtuu erityisesti vuosiluokkien 2011 ja 2013 välisistä kasvueroista. Vuosiluokalla 2011 poikasten keskipainot ovat olleet pienimmät ja vuosiluokalla 2013 suurimmat (kuvio 12). Keskipituudet eivät puolestaan eroa vuosiluokkien välillä merkitsevästi ($F=0,342$, $p=0,795$). 2-vuotiaat kesäkuussa istutetut vuosiluokan 2011 poikaset ovat olleet 161,0–219,0 g ja vuosiluokan 2012 puolestaan 133,0 g.

1-vuotiaiden poikasten kuntokertoimet ovat vaihdelleet vuosiluokkien välillä keskimäärin 0,79–0,97 (kuvio 14) ja kuntokertoimet ovat eronneet vuosiluokkien välillä myös tilastollisesti merkitsevästi ($F=13,416$ $p<0,0001$). Poikasten kuntoisuus on parantunut vuosiluokasta 2011 vuosiluokkaan 2013 saakka (kuvio 14). 2-vuotiaiden istutuspoikasten kuntokertoimet ovat vuosiluokalla 2011 olleet 0,98–1,0.

Kuolleisuus on syksystä 1-vuotisistutuksiin vaihdellut vuosiluokkien välillä 0,7–11,2 % (kuvio 9), mutta ero ei ole tilastollisesti merkitsevä ($t=1,528$, $p=0,224$). Korkein kuolleisuus on ollut vuosiluokalla 2014 (kuvio 9).

3.3.2 Vertailu vuosiluokkien välillä luonnonlämpömenetelmässä

1-vuotiaiden istutuspoikasten keskipainot ovat olleet keskimäärin 3,5–8,1 g (kuvio 12) ja pituudet 7,4–9,9 cm (kuvio 13). Keskipainoilla on tilastollisesti merkitsevä ero vuosiluokkien välillä ($F=27,028$, $p<0,0001$), kun vuosiluokalla 2013 on suurin ja vuosiluokalla 2014 pienin keskipaino (kuvio 12). Poikasten pituudet eroavat myös merkitsevästi vuosiluokkien välillä ($F=13,620$, $p=0,001$). Vuosiluokan 2013 poikaset ovat olleet pisimpiä ja vuosiluokan 2014 poikaset lyhimpiä (kuvio 13). 2-vuotiaat kesäkuussa istutetut vuosiluokan 2011 poikaset ovat ol-

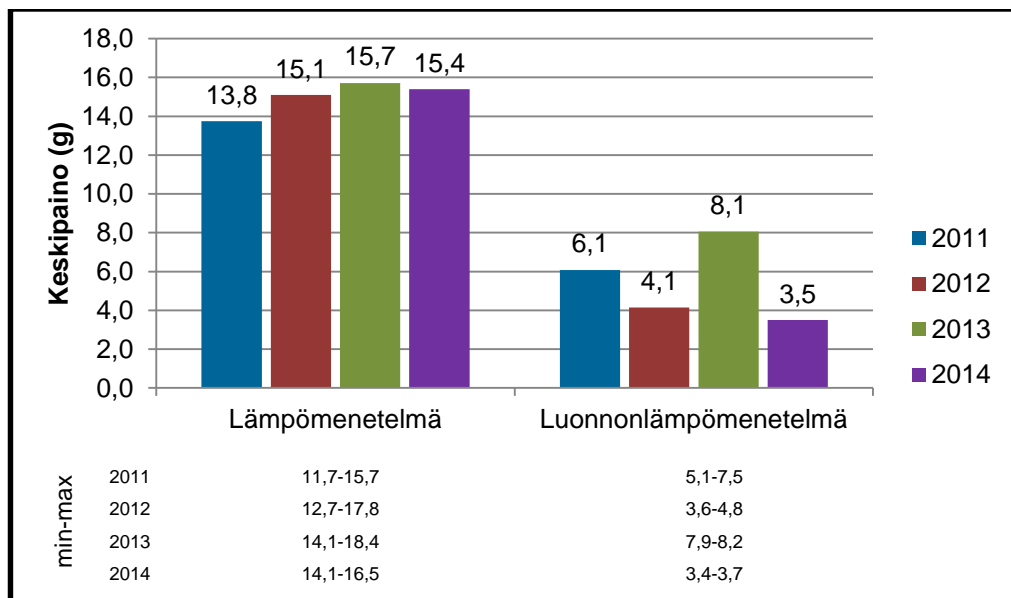
leet 106,8 g ja vuosiluokan 2012 puolestaan 90,4 g. Vuosiluokan 2011 3-vuotiaat poikaset on istutettu kesäkuussa keskipainolla 306,0 g.

1-vuotiaiden poikasten kuntokertoimet ovat vaihdelleet vuosiluokkien välillä keskimäärin 0,80–088 (kuvio 14) eikä kuntokertoimissa ole tilastollisesti merkitsevää eroa vuosiluokkien välillä ($F=1,957$, $p=0,179$). 2-vuotiaiden poikasten kuntokerroin on vuosiluokalla 2011 ollut 0,99.

Kuolleisuus on syksystä 1-vuotisistutuksiin vaihdellut vuosiluokkien välillä 0,6–11,1 % (kuvio 11), mutta ero ei ole tilastollisesti merkitsevä ($t=2,731$, $p=0,072$). Korkeimmat kuolleisuudet ovat olleet vuosiluokilla 2011 ja 2014 (kuvio 11).

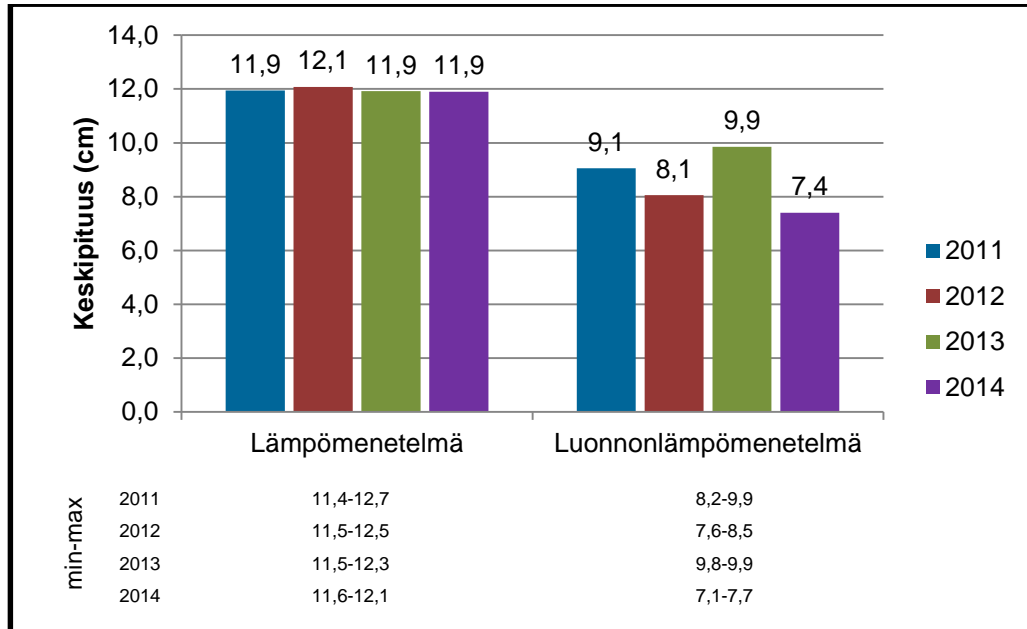
3.3.3 Vertailu menetelmien välillä

Lämpömenetelmän 1-vuotiaat istutuspoikaset ovat kasvaneet selvästi suuremaksi kuin luonnonlämpömenetelmän poikaset (kuviot 12 ja 13) ja keskipainot eroavat myös tilastollisesti merkitsevästi menetelmien välillä ($t=19,640$, $p<0,0001$).



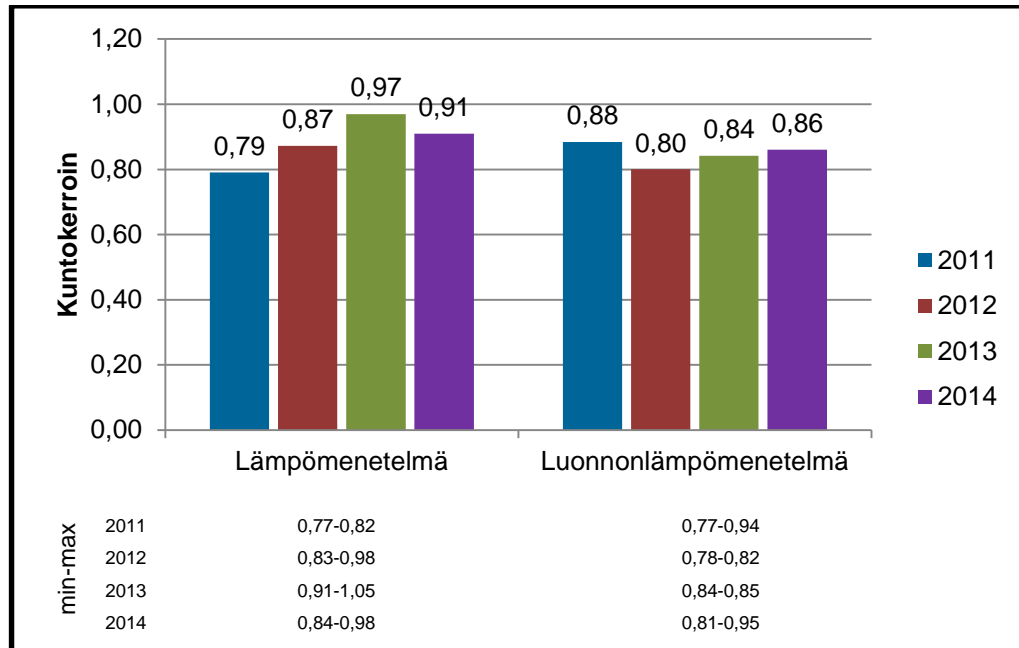
Kuvio 12. Lämpö- ja luonnonlämpömenetelmän 1-vuotiaiden istutuspoikasten keskipainojen keskiarvot ja hajontatiedot vuosiluokittain.

Lämpömenetelmän poikaset ovat olleet myös pidempiä kuin luonnonlämpömenetelmän poikaset (kuvio 13). Pituuksissa on tilastollisesti merkitsevä ero menetelmien välillä ($t=13,052$, $p<0,0001$).



Kuvio 13. Lämpö- ja luonnonlämpömenetelmän 1-vuotiaiden istutuspoikasten pituuksien keskiarvot ja hajontatiedot vuosiluokittain.

Lisäksi kuntokertoimet ovat lämpömenetelmän 1-vuotiailla istutuspoikasilla paremmat luonnonlämpömenetelmän poikasiin verrattuna, josta poikkeuksena kuitenkin vuosiluokka 2011 (kuvio 14). Kuntokertoimet eroavat menetelmien välillä myös tilastollisesti merkitsevästi ($t=2,203$, $p=0,034$).



Kuvio 14. Lämpö- ja luonnonlämpömenetelmän 1-vuotiaiden istutuspoikasten kuntokerroimien keskiarvot ja hajontatiedot vuosiluokittain.

Kuolleisuudessa syksystä 1-vuotisistutuksiin ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa menetelmien välillä ($t=-0,707$, $p=0,506$). Kummankin menetelmän kohdalla korkeimmat kuolleisuudet ovat vuosiluokilla 2011 ja 2014 (kuviot 9 ja 11).

Sarmijärven kalanviljelylaitoksella aiemmin kasvatettujen 1-vuotiaiden istutuspoikasten keskipainot ovat olleet keskimäärin 11,2–17,8 g, pituudet 11,1–12,6 cm ja kuntokerroimet 0,81–0,90. IKVL:lla lämpömenetelmällä onkin kasvanut keskimäärin suurempia poikasia kuin SKVL:lla. Lämpömenetelmän 1-vuotiaiden poikasten keskipainot eroavat tilastollisesti merkitsevästi SKVL:n luonnonlämpömenetelmällä kasvatetuista poikasista ($t=2,176$, $p=0,037$). Myös pituuksissa on tilastollisesti merkitsevä ero menetelmien välillä ($t=2,143$, $p=0,045$). Lisäksi lämpömenetelmän poikasten kuntokerroimet eroavat Sarmijärven poikasten kuntokerroimista tilastollisesti merkitsevästi ($t=2,135$, $p=0,039$), mutta luonnonlämpömenetelmän ja Sarmijärven poikasilla ero ei ole merkitsevä ($t<0,0001$, $p=1,000$).

4 TULOSTEN TARKASTELU

4.1 Haudonta ja kuoriutuminen

Mädin haudontalaitokohtainen kuolleisuus on haudonnan aloituksesta silmäpisteastevaiheeseen ollut kaukalohaudonnassa hieman korkeampaa kuin saavihaudonnassa. Lähes kaikki kaukaloissa haudotusta mädistä on ollut lämpömenetelmän mätiä, joten korkeampi kuolleisuus kaukalohaudonnassa voi johtua veden lämmityksen seurauksista. Vesihomeen vaikutusten on havaittu nopeutuvan lämmitetyssä haudontavedessä, mutta haudontalaitokohtaiset kuolleisuuserot voivat johtua myös eroista vesihomeen torjunnassa. Kaukalohaudonnassa käytettävä mädin nypintä lisää riskiä terveen mädin liikkumiselle ennen silmäpisteastevaihetta, jolloin mädin on tärkeää pysyä liikkumattomana. Saavihaudonnassa vesihometta torjutaan formaliinikylvetyksillä, jolloin riskiä mädin liikkumiselle ei ennen silmäpisteastetta ole. Vuosiluokan 2011 lämpömenetelmän mädillemä haudontaveden lämmitys on aloitettu vasta mädin silmäpisteasteelle kehittymisen jälkeen, mikä näkyy myös pienempänä kuolleisuutena kaukalohaudonnan mädillä.

Mädin haudontaan on lypsyistä poikasten kuoriutumiseen kulunut lämpömenetelmässä huomattavasti vähemmän aikaa kuin luonnonlämpömenetelmässä. Tämä johtuu lämpömenetelmässä käytetystä lämmitetystä haudontavedestä, jolloin mädin kehitys nopeutuu. Veden lämpötilat ovat haudonnan aloituksesta kuoriutumiseen olleet lämpömenetelmässä keskimäärin 1,42–2,07 °C (0,20–6,8 °C) ja luonnonlämpömenetelmässä 0,72–0,75 °C (0,21–4,88°C). Lämpömenetelmän poikaset ovatkin kuoriutuneet pääasiassa maaliskuussa ja luonnonlämpömenetelmän poikaset toukokuussa.

Lämpömenetelmässä mädin haudonnan aikaiseen kehitykseen ovat vaikuttaneet lypsyajankohtien ja niiden aikaisten veden lämpötilojen sekä ensimmäisten haudontakuukausien aikaisten jokiveden lämpötilojen lisäksi veden lämmityksen aloituksen ajankohta ja käytetyt lämpötilat. Veden lämpötilat ovat haudonnan aloituksesta starttaukseen vaihdelleet vuosiluokkien välillä, sillä vuosiluokalle

2011 haudontaveden lämmitys on aloitettu muihin vuosiluokkiin verrattuna myöhemmin. Suurin haudonta-ajan veden lämpötilojen välinen ero on vuosiluokilla 2011 ja 2012, mikä johtuu sekä lämmitetyn veden aloitusajankohdan eriaikaisuudesta että veden lämpötilaeroista. Alhaisimmat lämpötilat ovat olleet vuosiluokalla 2011 ja korkeimmat vuosiluokalla 2012.

Kuolleisuus haudonnan aloituksesta mädin silmäpisteastevaiheeseen ei ole lämpömenetelmässä juurikaan vaihdellut vuosiluokkien välillä, silmäpisteasteelta starttaukseen vaihtelu on puolestaan suurempaa. Kuolleisuus on ollut suurinta vuosiluokalla 2014, jonka kuolleisuus on jo heti lypsyjen jälkeen ollut muihin vuosiluokkiin verrattuna korkein. Edellisen kesän korkeat lämpötilat ja tautitilanne ovat omalta osaltaan vaikuttaneet emokalojen hyvinvointiin ja tätä kautta myös mädin laatuun ja kuolleisuuteen. Kun kasvatusveden lämpötila nousee yli kalojen optimilämpötilan, on seurauksena muun muassa kalojen stressaantuminen, jolloin kalojen lisääntyminen heikkenee, martojen kalojen määrä lisääntyy ja mädin laatu heikkenee (Heinimaa, S.; Eskelinen, P.; Eskelinen, U.; Makkonen, J.; Pasanen, P.; Piironen J. & Vielma, J. 2004, 34–35). Lisäksi vuosiluokalle 2014 on veden lämpötila ennen starttausta nostettu kaikista korkeimmaksi, jolla voi omalta osaltaan olla vaikutusta kuolleisuuteen. Toiseksi korkein kuolleisuus silmäpisteasteelta starttaukseen on ollut vuosiluokalla 2011, jolle myös veden lämpötila on nostettu toiseksi korkeimmalle ennen starttausta. Tällä vuosiluokalla on lisäksi vanhimmat emot, joita ei ole käytetty enää tulevissa lypsyissä. Tämän voidaankin katsoa vaikuttaneen mädin laatuun heikentävästi. Vuosiluokkien 2012 ja 2013 kuolleisuudet silmäpisteasteelta starttaukseen ovat olleet pienimmät. Kyseisten vuosiluokkien emojen lypsyjä edeltäneet kesän aikaiset veden lämpötilat ovat pysyneet alhaisimpana ja veden lämpötilat on pidetty pois kasille matalimpana ennen starttausta.

Luonnonlämpömenetelmässä mädin haudonnan aikaiseen kehitykseen ovat vaikuttaneet lypsyajankohdat ja niiden aikaiset veden lämpötilat samoin kuin lämpömenetelmässä sekä jokiveden lämpötilat. Kuolleisuus on ollut haudonnan aloituksesta silmäpisteastevaiheeseen korkein vuosiluokalla 2014. Tämän voidaan katsoa johtuvan edeltäneen kesän aikaisista emokalojen olosuhteista, joil-

la on ollut negatiivinen vaikutus mädin laatuun samoin kuin lämpömenetelmässä. Koska haudontaveden lämpötilat eivät ole eronneet vuosiluokkien välillä, ei niitä voida pitää syynä haudonnan aikaisiin kuolleisuuseroihin. Todennäköisimpänä syynä kuolleisuuden vaihteluun on siis mädin laatu.

Menetelmien väliset erot veden lämpötiloissa ovat haudonnan aloituksesta starttaukseen eronneet huomattavasti johtuen juuri lämpömenetelmässä käytetystä lämmitetystä vedestä. Mädin kuolleisuus on ollut haudonta-aikana pääosin korkeampaa lämpömenetelmässä, jonka voidaan katsoa johtuvan sekä vesihönnän vaikutuksen nopeutumisesta lämmitetyssä vedessä että mädin puhdistuksessa käytettyjen menetelmien eroavaisuuksista. Vuosiluokkaa 2014 tarkasteltaessa, jolloin kaikki mäti on haudottu kaukaloissa, on lämpömenetelmässä kuolleisuus ollut tässäkin luonnonlämpömenetelmää korkeampi. Tämä kertoo juuri veden lämmityksen vaikutuksesta eli mädin kuolleisuuden kasvusta, kun mädin puhdistuksen tarve on lisääntynyt vesihönnestä johtuen.

4.2 Starttaus

Starttiruokinta on aloitettu lämpömenetelmän poikasille huhtikuun puolivälissä ja luonnonlämpömenetelmän poikasille toukokuun lopusta kesäkuun puoliväliin. Ero johtuu lämpömenetelmässä käytetyn lämmitetyn veden vaikutuksesta mädin kehityksen nopeuteen. Starttauksen aloituksen aikaiset keskipainot eivät ole lämpömenetelmän tai luonnonlämpömenetelmän poikasilla eronneet vuosiluokkien välillä. Menetelmien välillä poikasten keskipainoilla on kuitenkin eroa, sillä luonnonlämpömenetelmän poikaset ovat olleet suurempia. Syynä tähän on luonnonlämpömenetelmän pidempi haudonta-aika, jolloin poikasilla on enemmän aikaa kehittyä ja kasvaa.

Starttauksen aikaiset veden lämpötilat ovat lämpömenetelmässä eronneet vuosiluokkien välillä merkittävästi toisistaan, samoin luonnonlämpömenetelmässä. Korkeimmalle veden lämpötila on lämpömenetelmässä starttauksen aikana nostettu vuonna 2014, luonnonlämpömenetelmässä puolestaan lämpötila on ollut korkein vuonna 2013. Lämpötilat ovat olleet luonnonlämpömenetelmässä huo-

mattavasti lämpömenetelmää korkeampia, mikä johtuu starttauksen ajankohdasta.

Kuolleisuus on starttauksen ja ensimmäisen kasvatuskesän aikana eli starttauksesta syksyyn ollut lämpömenetelmässä korkeinta vuosiluokilla 2011 ja 2014. Osan vuosiluokan 2011 kuolleisuudesta selittää sähkökatkosten aiheuttamat valaistusmuutokset, kun valaistusautomaattiikka ei ole aluksi toiminut suunnitellulla tavalla. Pimeys on saanut poikaset hätääntyessään kerääntymään altaan pohjaan sihdille, jolloin sihti on tukkeutunut ja osa poikasista on kuollut. Kuolleisuus on jatkunut stressin ja huonontuneiden happiolojen vuoksi vielä muutaman päivän ajan tapahtuneesta. Tämän jälkeen poikasia rauhoittamaan asennettu ympärivuorokautinen himmeä valaistus on toiminut lähes poikkeuksetta eli varavaloja on tarvittu vain muutamia kertoja. Osan vuosiluokan 2013 kuolleisuudesta selittää puolestaan kerran yhdestä altaasta auki jäänyt settiputki, jolloin iso osa kyseisen altaan poikasista on kuollut. (T. Rauhala, henkilökohtainen tiedonanto 2015.)

Vuosiluokan 2014 kuolleisuuteen on mahdollisesti vaikuttanut eniten mädin laatu, mikä on vaikuttanut myös startattaviin poikasiin. Lisäksi veden lämpötila on starttauksen aloituksessa nostettu korkeimmalle ja kesän aikana lämpötila on pysytellyt korkealla, mikä on aiheuttanut poikasille stressiä. Luonnonlämpömenetelmässä starttauksen ja ensimmäisen kasvatuskesän aikainen kuolleisuus on ollut korkein vuosiluokalla 2013. Tällöin starttiveden lämpötila on ollut keskimäärin korkein ja loistartuntoja paljon.

Starttauksesta syksyyn kuolleisuus on ollut huomattavasti korkeampaa luonnonlämpömenetelmän poikasilla, minkä voidaan katsoa johtuvan starttauksen ajankohdasta. Tällöin poikaset ovat alttiita korkeammille kasvatusveden lämpötiloille myös heti varsinaisen starttauksen jälkeen, jolloin poikasia stressaavat myös loistartunnat. Lisäksi loistartuntojen hoidossa käytetyt formaliini- ja suolakylvelyshoidot stressaavat poikasia vaikuttaen sekä kuolleisuuteen että kasvuun.

Starttitiheydet startin alkaessa eroavat lämpömenetelmässä vuosiluokkien välillä. Suurin tiheys on ollut vuosiluokalla 2011, jonka suurta kuolleisuutta tiheys ei

kuitenkaan selitä. Luonnonlämpömenetelmässä saman vuosiluokan starttitiheys on aluksi ollut vielä suurempi, mutta kuolleisuus muita vuosiluokkia pienempi. Menetelmien välillä starttitiheydet eivät eroa toisistaan, jolloin luonnonlämpömenetelmän starttauksen ja ensimmäisen kasvatuskesän aikainen korkeampi kuolleisuus lämpömenetelmään verrattuna ei voi johtua tiheyseroista.

Nieriän veri pystyy sitomaan ja kuljettamaan happea ainoastaan alle 15,0–16,0 °C:ssa, joten veden kylmyys on elinehto. Lisäksi nieriä tarvitsee paljon happea eli vähintään 5 mg/l. (Yrjölä, S; Lehtonen, H. & Nyberg, K. 2015, 108.) Tutkimuksessa, jossa on selvitetty yksikesäisen inarinnieriän lämpötilabiologiaa, on poikasen kasvun optimilämpötilaksi havaittu 13,8–15,1 °C, josta 14,4 °C:ssa poikanen on syönyt parhaiten. 18,0 °C:ssa kasvu on taantunut ja elossa säilymisen ylärajana voidaan pitää 23,0–24,0 °C, jossa nieriä on tutkimuksen mukaan selvinnyt vähintään viisi päivää. (Lyytikäinen 1998, 29 & 192.)

Ichthyobodo necatoria, jota tavataan loisista Inarin kalanviljelylaitoksella yleisimmin, esiintyy runsaimmin keväällä veden lämpötilan kohotessa ja aiheuttaa ongelmaa erityisesti starttivaiheen poikasille. Loinen vaurioittaa kalan ihoa aiheuttamalla lisääntyvää liman erityistä ja ihon paksuuntumista syömällä niin eläviä kuin kuolleita soluja. Lisäksi vaurioitunut iho on alttiina esimerkiksi bakteeritartunnoille. Loistartunnan ennaltaehkäisyssä on tärkeää muun muassa altaiden puhtaanapito, mutta jo puhjenneen tartunnan hoidossa käytetään formaliinikylvetyksiä. (Rahkonen, R.; Vennerström P.; Rintamäki-Kinnunen, P. & Kannel, R. 2000, 57–58.) Vuonna 2016 on IKVL:lla poikashallissa loisten torjuntaa varten tarkoitus ottaa käyttöön UV-valo (T. Rauhala, henkilökohtainen tiedonanto 16.3.2015), jolla mahdollistetaan tulevaisuudessa paremmat starttausolosuhteet kummankin menetelmän poikasille.

Viljelylaitosta kehitettäessä on lisäksi tavoitteena saada muun muassa nieriän emokalaviljelyn viileävesityshanke kärkihankkeeksi, sillä nieriän viljelyssä on kohdattu ongelmia muun muassa kuumina kesinä. Emokalat ovat sairastelleet ja kuolleisuus on kohonnut, minkä lisäksi martojen kalojen määrä on lisääntynyt. Tällöin mädin määrä on vähentynyt ja sen laatu on heikentynyt, mikä näkyy myös poikastuotossa. Ongelmiin IKVL pyrkii vastaamaan yhdessä Inarijärven

velvoitteen haltijan eli Lapin Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksen kanssa. (T. Rauhala, henkilökohtainen tiedonanto 16.3.2015.)

4.3 Jatkokasvatus ja istutukset

Kasvutulokset osoittavat, että lämpömenetelmän 1-vuotiaiden istutuspoikasten keskipainot eroavat huomattavasti vuosiluokkien välillä. Vuosiluokan 2011 poikaset ovat jääneet pienimmäksi ja kuntokertoimet huonoimmaksi, kun poikasten keskipainot ovat olleet pienimmät jo heti starttauksen jälkeen eli jatkokasvatukseen siirrossa. Muutoin kasvu on lämpömenetelmässä ollut tasaisempaa ja kuntoisuus on kohonnut vuosiluokkaan 2013 saakka. Vuosiluokan 2013 istutuspoikaset ovat kasvaneet parhaiten korkeista kesän aikaisista veden lämpötiloista ja loistartunnoista huolimatta.

Luonnonlämpömenetelmän istutuspoikasten keskipainot ja -pituudet ovat myös eronneet vuosiluokkien välillä. Vuosiluokan 2014 poikasten kasvu on ollut huonointa. Kesä 2014 onkin ollut poikasille stressaavaa aikaa sekä veden korkeista lämpötiloista että loistartuntamääristä johtuen. Vuosiluokan 2013 poikaset ovat puolestaan kasvaneet parhaiten samoin kuin lämpömenetelmässä. Korkein kuolleisuus on luonnonlämpömenetelmässä ollut vuosiluokalla 2013 ja matalin vuosiluokalla 2011. Kesän 2013 veden lämpötilat ovatkin olleet korkealla ja loistartuntoja runsaasti.

Kuolleisuus on starttauksesta syksyyn ollut korkeampaa luonnonlämpömenetelmässä ja selittyy nimenomaan starttauksen ajankohdalla. Korkeat veden lämpötilat stressaavat luonnonlämpömenetelmän poikasia sekä starttauksessa että heti varsinaisen starttauksen jälkeen. Tämä vaikuttaa merkittävästi kasvuolosuhteisiin muun muassa happioloja huonontamalla, jolloin veden virtausta on altaissa lisättävä ja se voi osaltaan lisätä poikasten stressiä. Talviaikaan poikasten kuolleisuus on kummassakin menetelmässä ollut vähäistä.

Lämpömenetelmän 1-vuotiaat istutuspoikaset ovat kasvaneet huomattavasti suuremmiksi ja kuntokertoimet ovat paremmat luonnonlämpömenetelmän poikasiin verrattuna. Syynä lämpömenetelmän poikasten suurempaan kokoon on

lämpimämmän veden käyttö jo haudonta-aikana, joka mahdollistaa poikasten kuoriutumisen aiemmin. Tällöin poikasilla on pidempi kasvukausi luonnonlämpömenetelmän poikasiin verrattuna. Myös starttauksen aikaisilla kasvuolosuhteilla on merkitystä poikasten hyvinvointiin ja tätä kautta kasvuun. Sarmijärven kalanviljelylaitoksen luonnonlämpömenetelmällä aiemmin kasvatettuihin 1-vuotiaisiin istutuspoikasiin verrattuna Inarin lämpömenetelmällä on kasvanut suurempia ja kuntoisuudeltaan parempia poikasia. Jäljittelyn voi siis katsoa olleen onnistunut ja tuloksen kasvun osalta jopa parempi.

5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli koota tietoa Inarin kalanviljelylaitoksella lämpö- ja luonnonlämpömenetelmällä kasvatettujen nieriän istutuspoikasten haudonta-ajasta ja starttauksesta sekä erityisesti 1-vuotiaaksi saakka kasvatettavien poikasten kasvusta, kuntoisuudesta ja kuolleisuudesta. Haudonnan aikaisesta kuolleisuudesta tulokset kertovatkin, että kaukalohaudonnassa mädin kuolleisuus on ollut hieman korkeampaa saavihaudontaan verrattuna. Tämän voidaan katsoa johtuvan lämmitetyn veden käytöstä kaukaloissa, joissa suurin osa mädistä on ollut lämpömenetelmän mätiä. Vesihomehoitojen eroilla haudontalaitteissa on myös vaikutuksensa kuolleisuuteen, kun vesihomeen vaikutus lämmitetyssä vedessä nopeutuu. Kaukaloiden puhdistus vesihomeesta ja kuolleista mätimunista ennen silmäpisteastevaihetta voi aiheuttaa lisääntyntä kuolleisuutta aikana, jolloin mädin on tärkeää pysyä liikkumattomana.

Mädin haudonta-aika on lämpömenetelmässä selkeästi luonnonlämpömenetelmää lyhyempi, joten poikaset myös kuoriutuvat ja siirtyvät starttiruokintaan luonnonlämpömenetelmän poikasia aiemmin. Tämä saadaan aikaan haudontaveden lämmityksellä, jolloin mädin kehitys nopeutuu. Haudonta-aika on lämpömenetelmässä ollut pisin vuosiluokalla 2011, jolloin veden lämmitys on aloitettu muihin vuosiluokkiin verrattuna myöhemmin ja veden keskilämpötila on ollut alhaisin. Tästä johtuen myös haudonnan aikaiset veden lämpötilat eroavat vuosiluokkien välillä huomattavasti. Luonnonlämpömenetelmässä haudonta-aika ei puolestaan ole vaihdellut vuosiluokkien välillä juuri lainkaan.

Haudonnan aikainen mädin kuolleisuus on ollut lämpömenetelmässä pääosin korkeampaa kuin luonnonlämpömenetelmässä. Tämän voidaan katsoa johtuvan vesihomeen vaikutuksen nopeutumisesta lämmitetyssä vedessä, mikä lisää mädin puhdistuksen tarvetta. Tämä puolestaan lisää riskiä terveen mädin liikkumiselle ennen silmäpisteastevaihetta, jolloin mäti ei saa liikkua. Korkein mädin kuolleisuus on lämpömenetelmässä ollut vuosiluokalla 2014, johon on vaikuttanut erityisesti mädin laatu. Emokaloja on stressannut lypsyjä edeltäneen kesän aikana veden korkeat lämpötilat ja tautitilanne.

Luonnonlämpömenetelmässä kuolleisuudessa on vuosien välistä vaihtelua, mutta koska haudontaveden lämpötiloissa ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa vuosiluokkien välillä, eivät lämpötilat selitä kuolleisuuden vaihtelua. Syynä kuolleisuuden vaihteluun voidaan pitää eroja mädin laadussa ja vesihomeloidoissa. Haudonnan aloituksesta silmäpisteasteelle kuolleisuus on ollut korkeinta vuosiluokalla 2014, mihin on vaikuttanut mädin laatu samoin kuin lämpömenetelmässä.

Starttiruokinnan alkaessa luonnonlämpömenetelmän poikaset ovat olleet lämpömenetelmän poikasia isompia. Syynä tähän on luonnonlämpömenetelmän pidempi haudonta-aika, jolloin poikasilla on enemmän aikaa kehittyä. Kuolleisuus on kuitenkin starttauksesta syksyyn ollut korkeampaa luonnonlämpömenetelmän poikasilla, ja johtuu starttauksen ajankohdasta. Luonnonlämpömenetelmän poikasilla starttaus ja heti varsinaisen starttauksen jälkeinen aika on ollut stressaavampaa sekä veden lämpötiloista että loisten runsaasta esiintymisestä johtuen.

Lämpömenetelmän 1-vuotiaat istutuspoikaset ovat kasvaneet huomattavasti suuremmiksi kuin luonnonlämpömenetelmän poikaset. Lisäksi lämpömenetelmän poikasten kuntoisuudet ovat paremmat luonnonlämpömenetelmän poikasiin verrattuna. Lämpömenetelmässä vuosiluokakohtaiset keskipainot eroavat toisistaan merkitsevästi, mutta pituudet eivät, ja kuntoisuudet ovat parantuneet vuosiluokkaan 2013 saakka. Luonnonlämpömenetelmässä sekä keskipainot että -pituudet eroavat vuosiluokkien välillä merkitsevästi toisistaan, mutta kuntoisuudet eivät. Koska starttiruokinta ja ensimmäiset kasvatuskuukaudet ovat kriittistä aikaa kasvatuksen onnistumisessa, on kasvatusveden lämpötilan pitäminen halutulla korkeudella tärkeää. Loisia on starttauksen aikana toki esiintynyt myös lämpömenetelmän poikasilla, mutta muuten olosuhteet ovat ensimmäisten kuukausien aikana olleet vähemmän stressaavia kuin luonnonlämpömenetelmän poikasilla.

Sarmijärven kalanviljelylaitoksen luonnonlämpömenetelmällä kasvatettuihin 1-vuotiaisiin istutuspoikasiin verrattuna lämpömenetelmällä on kasvanut keski-

määrin suurempia ja parempikuntoisia poikasia kuin Sarmijärvellä aiemmin. Lämpömenetelmällä jäljittelyn voi siis katsoa olleen onnistunut.

6 KIITOKSET

Kiitos Antti Forsmanille hyvästä työn ohjauksesta ja avusta aiheen rajauksessa. Suuri kiitos kuuluu myös Timo Rauhalalle kärsivällisestä materiaalin läpikäynnistä, henkilökohtaisista tiedonannoista ja ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää kaikkia Inarin kalanviljelylaitoksen työntekijöitä, jotka ovat auttaneet tähän työhön tarvittavan materiaalin haussa ja lisänneet tietoisuuttani nieriän kasvatusprosessista.

LÄHTEET

Heinimaa, S.; Eskelinen, P.; Eskelinen, U.; Makkonen, J.; Pasanen, P.; Piironen, J. & Vielma, J. 2004. Mädituotantoon vaikuttavat tekijät. Kala- ja riistaraportteja nro 322. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.

Lyytikäinen, T. 1998. Thermal Biology of Underyearling Lake Inari Arctic Charr *Salvelinus alpinus*. Jyväskylän University Printing House, Jyväskylä and ER-Paino, Lievestuore.

Marttunen, M.; Hellsten, S.; Puro, A.; Huttula, E.; Nenonen, M-L.; Järvinen, E.; Salonen, E.; Palomäki, R.; Huru, H. & Bergman, T. 1997. Inarijärven tila, käyttö ja niihin vaikuttavat tekijät. Rovaniemi: Pohjolan Painotuote Oy.

Pukkila, K. Inarin kalanviljelylaitos, kalastusmestari. Henkilökohtainen tiedonanto 30.10.2013, 2014 & 2.2.2015.

Rahkonen, R.; Vennerström P.; Rintamäki-Kinnunen, P. & Kannel, R. 2000. Terve kala. Tautien ennaltaehkäisy, hoito ja tunnistus. Helsinki: Nykypaino.

Raitaniemi, J.; Nyberg, K. & Torvi, I. 2000. Kalojen iän ja kasvun määrittäminen. Helsinki: F.G. Lönnberg Oy.

Rauhala, T. Inarin kalanviljelylaitos, tuotantopäällikkö. Henkilökohtainen tiedonanto 19.5.2014 & 2015.

Salminen, M. & Böhling, P. (toim.). 2002. Kalavedet kuntoon. Helsinki: F.G. Lönnberg.

Yrjölä, S.; Lehtonen, H. & Nyberg, K. 2015. Suomen kalat. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Nemo.