

Pro gradu -tutkielma

**Lahna-, särki- ja ahvensaaliiden koostumus
järvikalastuksissa ja erikokoisten kalojen
hyödynnettävyys kalanjalostuksessa**

Iia Suomi



Jyväskylän yliopisto

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Akvaattiset tieteet

13.11.2018

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Akvaattiset tieteet

Iia-Elisabeth Suomi: Lahna-, särki- ja ahvensaaliiden koostumus järvikalastuksissa ja erikokoisten kalojen hyödynnettävyys kalanjalostuksessa

Pro gradu -tutkielma: 40 s., 3 liitettä (5 s.)

Työn ohjaajat: FT Timo Ruokonen, Prof. Juha Karjalainen

Tarkastajat: FT Tapio Keskinen, Prof. Juha Karjalainen

Lokakuu 2018

Hakusanat: hoitokalastus, kalanjalostus, koeverkkokalastus, särkikala

Ekologinen lähiruoka kasvattaa suosiotaan kalamarkkinoilla. Tästä syystä vajaasti hyödynnettyjen kalalajien kysyntä on kasvussa, ja uusia kalastus- ja jalostusmenetelmiä kehitetään jatkuvasti. Tutkimuksessa selvitettiin järvien kunnostamisessa käytettävän hoitokalastuksen saaliin soveltuvuutta kalanjalostukseen. Tutkimuksessa tarkasteltiin hoitokalastussaaliissa yleisesti esiintyvien lahnan, ahvenen ja särjen pituusjakaumia neljältä eri järveltä. Saaliin pituusjakaumia verrattiin kalanjalostajien tuotannossaan käyttämiin kokoluokkiin. Tiedonkeruussa käytettiin tutkimusjärvien hoitokalastusaineistoja sekä haastateltiin kalanjalostajia. Myös eri järvien saaliskokojakaumia verrattiin toisiinsa. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös koeverkkokalastusaineistojen ja hoitokalastusaineistojen laji- ja kokojakaumatietojen samankaltaisuutta. Hoitokalastussaaliiden eri lajien kokojakaumat vaihtelivat eri järvien ja kalastusvuosien välillä, ja pienten kalojen osuus kasvoi hoitokalastuksen edetessä. Kalanjalostajien haastattelujen perusteella suuri osa hoitokalastussaaliista voitaisiin hyödyntää kalanjalostuksessa. Pienten kalojen hyödyntäminen on kuitenkin kaikista haasteellisinta, ja niiden osuus hoitokalastussaaliista oli suuri usealla tutkimusjärvellä. Koeverkkokalastusta voitaisiin hyödyntää hoitokalastuksen saalispotentiaalin ennakkoinnissa, sillä koeverkkokalastuksen ja hoitokalastuksen saaliiden kokojakaumat olivat samankaltaisia. Vastaavasti kalaston rakennetta olisi mahdollista arvioida hoitokalastusaineistoja tarkastelemalla. Lahnan, särjen ja ahvenen populaatioiden rakenteesta on tuotettava tulevaisuudessa lisätietoa niiden kysynnän kasvaessa.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of Mathematics and Science
Department of Biological and Environmental Science
Aquatic sciences

Iia-Elisabeth Suomi: Composition of bream, roach and perch catches on lake fisheries in Finland and the utilization possibilities for different size-classes in fish processing industry
MSc thesis: 40 p., 3 appendices (5 p.)
Supervisors: PhD Timo Ruokonen, Prof. Juha Karjalainen
Inspectors: PhD Tapio Keskinen, Prof. Juha Karjalainen
October 2018

Key words: biomanipulation, fish processing, lake monitoring, cyprinid

Ecologically produced local food is becoming more popular. For this reason, the demand for underutilized fish species is growing on the fish market, and new fishing and fish processing methods are being developed constantly. The aim of the study was to examine the suitability of biomanipulation based fish catch for fish processing industry. I compared the size compositions of catches of different species in four different lakes. I also compared the size compositions to the size classes fish processing industry is favouring. The fishes investigated were bream (*Abramis brama*), roach (*Rutilus rutilus*), and perch (*Perca fluviatilis*). I also used multi-mesh gill net data used in lake monitoring to analyze, whether the catch composition of experimental gill net fishing is similar to the biomanipulation based fish catch. The length-composition of different species was differing between the study lakes and years fished. The amount of small fish also increased during the biomanipulation. Theoretically a large part of the biomanipulation-based fish catch could be utilized in fish processing industry. However, utilization of the smallest fish is very challenging, and the proportion of small fish was large on several study lakes. Multi-mesh gill net data could be used in estimating the possible fish catch from biomanipulation, as the size compositions from biomanipulation and multi-mesh gillnetting were much alike. Correspondingly data from biomanipulation could be used in estimating the structure of fish populations. Due to growing demand on the fish market, the population structures of bream, roach and perch have to be studied more comprehensively.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	1
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	4
2.1 Aineisto	4
2.1.1. Kalanjalostajien haastattelut	4
2.1.2 Tutkimusjärvet sekä hoito- ja koekalastusaineisto	5
2.2 Menetelmät	8
3 TULOKSET	10
3.1 Kalanjalostajien haastattelut	10
3.1.1 Valmistetut tuotteet	10
3.1.2 Jalostuksessa käytetyt kokoluokat	11
3.1.3 Kalojen saatavuus	13
3.1.4 Hyödyntämättömät kokoluokat	14
3.1.5 Hoitokalastussaaliin hyödyntäminen	15
3.2. Hoitokalastussaaliiden koostumus	16
3.3. Hoitokalastussaaliin soveltuvuus jalostukseen	19
3.4. Hoitokalastuksen ja koeverkkokalastuksen vertailu	26
3.5. Yleiskatsausverkon ja NORDIC-yleiskatsausverkon saaliiden vertailu	28
4 TULOSTEN TARKASTELU	30
4.1. Kalanjalostajien haastattelut	30
4.2. Hoitokalastuksen saalisjakaumat	31
4.3. Hoitokalastussaaliin soveltuvuus jalostukseen	32
4.4. Hoitokalastus- ja koeverkkokalastussaaliin kokorakenteen vertailu	34
5 PÄÄTELMÄT	35
KIITOKSET	35
KIRJALLISUUS	36
LIITTEET	40

1 JOHDANTO

Maailman eläinproteiinista 17 % saadaan kalasta (FAO 2018) ja väestönkasvun seurauksena sen kysyntä tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Vielä muutama vuosikymmen sitten loputtomina pidettyjen luonnonkalavarojen ehtyminen pakottaa uusien raaka-aineiden hyödyntämiseen sekä jalostusmenetelmien kehittämiseen.

Vuonna 2015 suomalaiset yritykset jalostivat noin 80 miljoonaa kiloa kalaa, josta ulkomaisen kalan osuus oli lähes puolet (SVT 2018). Norjassa kasvatettu lohi (*Salmo salar*) onkin tärkein jalostusteollisuuden käyttämä laji. Muita tärkeitä lajeja ovat kasvatettu kirjolohi (*Oncorhynchus mykiss*), silakka (*Clupea harengus membras*) sekä siika (*Coregonus lavaretus*). Näiden neljän lajin osuus kaikesta jalostuksessa käytettävästä raaka-aineesta oli 97 % vuonna 2015 (SVT 2018).

Suuri osa Suomen järvikalalajeista on kuulunut perinteisesti monen suomalaisen ruokapöytään, mutta nykysuomalaisten ruokailutottumukset ovat muuttuneet huomattavasti. Kalastusmenetelmien kehittyminen ja paremmaksi miellettyjen ruokakalojen halvempi hinta sekä parempi saatavuus ovat laskeneet monen järvikalalajin markkina-arvon alhaiseksi. Tästä syystä useat lajit ovat nykyään vajaasti hyödynnettyjä. Vajaasti hyödynnetyllä kalalla tarkoitetaan tässä tapauksessa niitä kalalajeja, joiden markkinat ovat vähäiset, ja joiden ekologisesti kestävä saalispotentiaali on vajaasti hyödynnetty. Tällaista kalaa saadaan esimerkiksi hoitokalastuksessa, sekä rannikko- ja sisävesien kaupallisen kalastuksen sivusaaliina.

Vajaasti hyödynnettyjä kalalajeja ovat muun muassa särki (*Rutilus rutilus*), lahna (*Abramis brama*), ahven (*Perca fluviatilis*), sekä kuore (*Osmerus eperlanus*). Nämä lajit ovat yleisiä rehevissä sekä keskirehevissä sisävesissä (Nellbring 1989, Hayden ym. 2017). Etenkin särkikalat (Cyprinidae) voivat muodostaa todella tiheitä populaatioita rehevissä vesistöissä (Jeppesen ym. 2000). Vaikka Suomessa on paljon

luontaisesti reheviä järviä, ovat myös monet luonnostaan karut järvet altistuneet rehevöitymiselle haja- ja pistekuormituksen seurauksena. Rehevöitymisen vaikutusten ennustetaan voimistuvan ilmastonmuutoksen seurauksena, kun pintavesien lämpötilan noustessa kasviplanktonbiomassa kasvaa (Elliot ym. 2006).

Vajaasti hyödynnettyjä kaloja saadaan paljon saaliiksi esimerkiksi hoitokalastuksessa. Hoitokalastus on laajalti käytetty menetelmä vedenlaadun parantamiseksi rehevissä järvissä järven sisäisen kuormituksen hillitsemiseksi (Drenner & Hambright 1999). Hoitokalastus perustuu kalakannan tarkoitukselliseen harventamiseen, usein vesistön särkikalabiomassaa vähentämällä (Shapiro ym. 1975). Suomessa on ollut käynnissä kymmeniä, ellei satoja hoitokalastusprojekteja (esim. Sarvala ym. 1998, Kairesalo ym. 1999, Olin ym. 2006). Olin ym. (2006) havaitsivat särkikalojen osuuden vaihtelevan 63–97 prosentin välillä hoitokalastussaaliissa, lahnan ja särjen ollessa runsaslukuisimmat saalislajit. Osalla järvistä suuri osa saaliista koostui lahnan ja särjen lisäksi myös pienistä ahvenista sekä salakasta (*Alburnus alburnus*).

Kalan kysyntä kotimaan elintarvikemarkkinoilla on kaksinkertaistunut 1980-lukuun verrattuna (Setälä ym. 2017). Tästä syystä myös suomalaisen järvikalan asemaa kalamarkkinoilla tulisi parantaa. Ongelmana on kuitenkin ollut taloudellisesti kannattavien tuotantomenetelmien kehittäminen (Setälä ym. 2011). Järvikalan käytön edistämiseksi on ollut useita kehittämishankkeita, ja vajaasti hyödynnettyjen kalojen hyödyntämisen haasteeksi on todettu raaka-aineen huono saatavuus sekä kalastuksen ja tuotteiden jalostamisen heikko kannattavuus (Kaski 2010). Etenkin kalastuksen kausittaisuus sekä kalojen pieni ja vaihteleva koko on ongelmallista. Myös tuotantoketjun kehittymättömyys vajaasti hyödynnettyjen kalojen hyödyntämiseen, sekä raaka-aineen kausittain vaihteleva laatu tekevät tilanteesta haasteellisen (Käyhkö ym. 1997). Tästä syystä vajaasti hyödynnettyjen lajien ammatillinen pyynti on ollut vähäistä (Setälä ym. 2011). Myös hoitokalastuksista saadun kalan hyödyntämistä elintarvikkeeksi tulisi kehittää. Hoitokalastussaalis on tyypillisesti päätynyt turkiseläinten rehuksi tai kompostiin, ja vain pieni osa saaliista on hyödynnetty ihmisravinnoksi. Ekologinen lähiruoka

kasvattaa kuitenkin suosiotaan elintarvikemarkkinoilla. Tämän seurauksena ennen lähes hyödyntämättömien ja arvoltaan vähäisten kalojen kysyntä Suomessa on kasvamassa.

Myös yksi vajaasti hyödynnettyjen kalojen käytön ongelmista on puute raaka-aineen saatavuustiedoista, sillä suurimmalle osalle lajeista täsmällistä populaatioiden tilanseurantaa ei ole tehty (Mäkinen 2008). Saatavuustietoja on myös vaikea kerätä kalastustilastoista, sillä vajaasti hyödynnettyjen kalalajien saalismäärät on usein ilmoitettu puutteellisesti (Mäkinen 2008). Monien hoitokalastusprojektien saaliiden kokojakaumatietoja ei myöskään ole määrätietoisesti kerätty minnekään, vaan tieto on hajallaan.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella hoitokalastussaaaliin laji- sekä kokojakaumatietoja ja selvittää, soveltuuko saalis kalanjalostajien tarpeisiin. Tavoitteena oli myös selvittää, kuinka paljon hoitokalastuksesta ja koeverkkokalastuksesta saadut tiedot eroavat toisistaan, eli voidaanko koeverkkokalastuksia käyttää jalostukseen sopivan kokoisten lahnojen, särkien ja ahventen saalispotentiaalinn ennakkoinnissa. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös hoitokalastussaaaliin kokojakaumien muutoksia hoitokalastuksen aikana. Usein varsinkin rehevissä järvissä pienten kalayksilöiden osuus on suuri, ja hoitokalastuksen seurauksena pienten kalojen osuus saaliista kasvaa entisestään (Karjalainen ym. 1999, Olin ym. 2006). Aineistona käytettiin jo olemassa olevaa hoitokalastusaineistoa neljältä eri järveltä, sekä koeverkkokalastusaineistoa yhdeltä järveltä. Tutkimusta varten haastateltiin kahdeksaa kalanjalostusyrittäjää, jotka käyttävät vajaasti hyödynnettyjä kalalajeja tuotannossaan. Haastattelujen tarkoituksena oli selvittää lahnan, särjen ja ahvenen käyttömahdollisuuksia ja sitä, minkä kokoisia kaloja on mahdollista hyödyntää kalanjalostuksessa. Haastattelujen pohjalta pohdittiin myös jalostukseen kelpaamattomien, esimerkiksi liian pienten kalojen käyttömahdollisuuksia ja kalan tämänhetkistä saatavuutta.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Aineisto

2.1.1. Kalanjalostajien haastattelut

Tutkimusta varten haastateltiin kahdeksaa eri puolella Suomea toimivaa kalanjalostusyrittäjää, joiden valikoimaan kuului särjestä, lahnasta tai ahvenesta jalostettavia tuotteita. Haastattelut suoritettiin puhelimitse, ja haastattelun runkona toimi neljästä kysymyksestä koostuva haastattelupohja (Liite 1). Haastatteluissa keskityttiin kalanjalostajien tuotannossaan käyttämiin lajeihin sekä kalojen eri kokoluokkien soveltuvuuteen erilaisten tuotteiden valmistuksessa. Haastatteluissa keskusteltiin myös tällä hetkellä hyödyntämättömien kokoluokkien käyttömahdollisuuksista tulevaisuudessa, sekä tiedusteltiin kalanjalostajien arvioita kalojen saatavuudesta. Saatavuusluokat olivat hyvä, kohtalainen ja heikko (Taulukko 1). Käytimme vain kolmea saatavuusluokkaa, sillä oletimme suullisissa haastatteluissa selkeiden arvioiden saamisen olevan hankalaa. Haastattelut kestivät noin 10–15 minuuttia. Haastateltavia yrityksiä ei valittu satunnaisesti, vaan tutkimukseen valikoitiin alan merkittävimpiä toimijoita. Yritykset olivat eri kokoisia, ja vuosittainen liikevaihto vaihteli 200 000 eurosta noin 6 miljoonaan euroon. Yrityksistä kolmen liikevaihtotietoja ei ollut saatavilla.

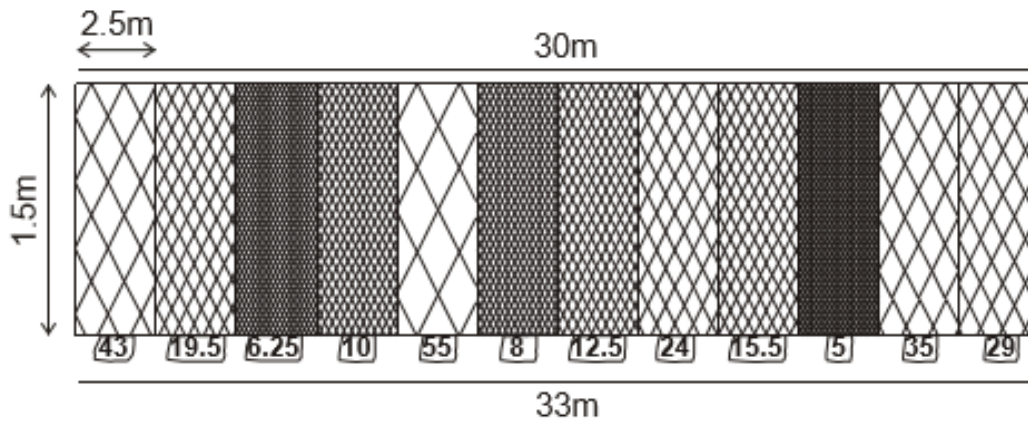
Taulukko 1. Kalanjalostajien haastatteluissa käytetyt saatavuusluokat.

hyvä	kohtalainen	heikko
Kalaa on saatavilla tarpeeksi kalanjalostajan tarpeisiin.	Kalaa on saatavilla, mutta resursseja olisi myös suurempien määrien käsittelyyn.	Kalan saatavuus on huono.

2.1.2 Tutkimusjärvet sekä hoito- ja koekalastusaineisto

Jyväsjärvi (62°14.4'N, 25°46.4'E) (Kuva 2) (Taulukko 2) on Kymijoen vesistöön kuuluva humusjärvi, joka sijaitsee Jyväskylän keskustan eteläpuolella. Jyväsjärvi on tyypitelty pieneksi (< 5 km²) humusjärveksi (veden väri 30–90 mg Pt/l) (Vuori ym. 2006). Vesimuodostuman biologisiin tekijöihin ja fysikaalis-kemialliseen tilaan perustuvan luokittelun mukaan Jyväsjärven ekologinen tila on tyydyttävä. (Anonyymi 2009). Jyväsjärveen kohdistuu paljon kuormitusta sen lähellä kaupunkia olevan sijainnin vuoksi, ja se on kärsinyt rehevöitymisestä. Jyväsjärvellä hoitokalastettiin rysillä vuosina 2004–2006. Hoitokalastus ajoittui touko–heinäkuulle vuonna 2004 ja touko–kesäkuulle vuosina 2005 ja 2006.

Jyväsjärven koeverkkokalastusaineistoa oli vuosilta 2001–2013, 2015 ja 2017. Koeverkkokalastukset suoritettiin vuosina 2001–2009 yleiskatsausverkoilla ja vuosina 2010–2017 NORDIC-yleiskatsausverkoilla. Yleiskatsausverkoissa kaikki käytettävät solmuvälit ovat peräkkäin yhdessä verkossa (Kurkilahti & Rask 1999) (Kuva 1). Suomessa on ollut käytössä useita eri yleiskatsausverkkotyyppisiä, ja Jyväsjärvellä vuosina 2001–2009 suoritetuissa koeverkkokalastuksissa verkon solmuvälit olivat 10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 45 ja 55 mm. NORDIC-yleiskatsausverkko on Suomessa, Norjassa sekä Ruotsissa nykyään käytettävä standardiverkko (Appelberg ym. 1995). NORDIC-yleiskatsausverkon solmuvälit perustuvat geometriseen sarjaan, jossa peräkkäisten lukujen suhde on vakio (Appelberg ym. 1995). Solmuvälit ovat 5, 6,25, 8, 10, 12,5, 15,5, 19,5, 24, 29, 35, 43 ja 55 mm. Vuosina 2001–2009 käytettyyn yleiskatsausverkkoon verrattuna NORDIC-yleiskatsausverkossa käytetään myös kolmea alle 10 mm solmuväliä, jolloin myös pienimmät kalat ovat mukana otannassa.



Kuva 1. NORDIC-yleiskatsausverkon rakenne. Kuva: Luonnonvarakeskus.

Karvianjärvi (62°13.2'N, 22°38.1'E) ja Lavian Karhijärvi (61°35'N, 22°31.5'E) ovat Karvianjoen vesistöalueella sijaitsevia matalia (keskisyvyys < 3 m) runsashumuksisia (veden väri > 90 mg Pt/l) järviä (Kuva 2) (Taulukko 2). Karvianjärven ekologinen tila on luokiteltu välttäväksi ja Lavian Karhijärven tyydyttäväksi (Anonyymi 2013). Karvianjärveä kuormittavat hajakuormitus, puutarhatalous sekä turvetuotanto, ja se on pahasti rehevöitynyt (Anonyymi 2015). Karhijärveä kuormittavat hajakuormitus sekä vähissä määrin myös Laviolla sijaitseva jätevedenpuhdistamo (Anonyymi 2015). Karvianjärveltä hoitokalastusaineistoa oli vuosilta 2009-2011, 2013 ja 2015, ja hoitokalastus ajoittui loka-marraskuulle. Karhijärveltä hoitokalastusaineistoa oli vuosilta 2013, 2014 sekä 2016, ja hoitokalastus ajoittui elo-helmikuulle. Sekä Karvianjärvellä että Karhijärvellä hoitokalastus suoritettiin nuotalla.

Säkylän Pyhäjärvi (60°59.3'N, 22°18.1'E) (Kuva 2) (Taulukko 2) on Eurajoen vesistöalueella sijaitseva suuri (> 40 km²) vähähumuksinen (veden väri < 30 mg Pt/l) järvi, jonka ekologinen tila on luokiteltu hyväksi (Anonyymi 2014). Säkylän Pyhäjärveltä hoitokalastusaineistoa oli vuosilta 2015-2017. Kalastus suoritettiin talvinuotalla ja ajoittui tammi-maaliskuulle.

Hoitokalastusaineisto kerättiin hoitokalastajilta sekä hoitokalastusprojektien vetäjiltä. Tutkimuksessa käytetty aineisto perustui saaliista otettuihin satunnaisiin

otoksiin. Otoksista oli kirjattu saaliin lajitiedot sekä kalojen pituudet. Saalisotosten oletettiin kuvaavan kokonaissaaliin laji- sekä pituusjakaumatietoja.



Kuva 2. Jyväsjärven, Karvianjärven, Karhijärven sekä Pyhäjärven maantieteelliset sijainnit. Kuva: Google.

Taulukko 2. Tutkimusjärvien tietoja (heinä–elokuu 2018). Lähde: SYKE tietokannat.

Järvi	Jyväsjärvi	Karvianjärvi	Karhijärvi	Pyhäjärvi
Pinta-ala (ha)	310	920	3330	15520
Keskisyvyys (m)	7,2	1,4	2,2	5,5
Maksimisyvyys (m)	25,0	8,1	7,3	26,2
Näkösyvyys (m)	1,1	0,5	0,6	1,6
Väriluku (mg Pt/l)	77,0	110,0	94,0	12,0
Kokonaisfosfori (µg/l)	21,8	98,0	52,0	28,0

2.2 Menetelmät

Kalanjalostajien haastattelujen tulokset kerättiin Microsoft Excel 2016 -taulukkolaskentaohjelmaan, jossa eri jalostajilta saatuja tuloksia verrattiin toisiinsa. Tiedon pohjalta arvioitiin eri tuotteiden valmistukseen parhaiten sopivat pituus- sekä massaluokat jokaisen tutkimuslajin osalta. Osa jalostajista arvioi kalojen koon pituutena (cm) ja osa massana (g). Tämän vuoksi jokaiselle tutkimuksessa käytettävälle kalalajille laskettiin pituus-massayhtälöt Jyväsjärven hoitokalastusaineistosta (Taulukko 3). Pituus-massayhtälön avulla kalan pituus voidaan arvioida sen massan perusteella tai päinvastoin.

Taulukko 3. Tutkimuksessa käytetyille lajeille lasketut pituus-massayhtälöt.

	pituus (mm)	massa (g)	n	r ²
lahna	51,307 x paino (g) ^{0,3108}	0,000004 x pituus (mm) ^{3,1921}	454	0,992
särki	51,401 x paino (g) ^{0,3087}	0,000005 x pituus (mm) ^{3,1347}	3178	0,968
ahven	48,537 x paino (g) ^{0,3195}	0,000009 x pituus (mm) ^{3,0023}	5122	0,959

Eri järvien saaliin laji- ja kokojakauma-aineisto kerättiin niin ikään Microsoft Excel 2016 -taulukkolaskentaohjelmaan, jonka avulla selvitettiin lahna-, särki- sekä ahvensaaliiden eri pituusluokkien jakautuminen. Tämä tehtiin keräämällä yhteen järvikohtaiset saalisotannot jokaiselle lajille jokaiselta kalastusvuodelta. Tämän jälkeen laskettiin eri pituusluokkien prosentuaaliset osuudet jokaiselle hoitokalastusvuodelle mahdollisten vuosittaisten saalisjakaumamuutosten tarkastelemiseksi. Myös saaliin soveltuvuutta kalanjalostajien tarpeisiin tarkasteltiin jokaiselta hoitokalastusvuodelta erikseen. Kalat jaettiin pituusluokkiin 1 cm välein. Lahnasaaliin tarkastelu jouduttiin jättämään pois Pyhäjärven osalta liian pienen saalismäärän vuoksi. Myös Karvianjärven ja Karhijärven ahvensaalis oli liian pieni tarkasteltavaksi.

Jyväsjärven hoitokalastusrysäsaaliin ja koeverkkokalastussaaliin pituusjakaumien samankaltaisuutta testattiin ei-parametrisella Kolmogorov–Smirnov -testillä. Testiä varten Jyväsjärven hoitokalastusaineisto sekä koeverkkokalastusaineisto vuosilta 2004–2006 kerättiin yhteen ja laskettiin eri pituusluokkien suhteelliset osuudet. Testiä varten kalat jaettiin pituusluokkiin 2 cm välein, jolloin verrattavia kokoluokkia oli yhteensä 10. Kolmogorov–Smirnov -testi tehtiin vertaamalla eri pituusluokkien suhteellisten osuuksien jakaumia.

Koska Jyväsjärven hoitokalastusjakson aikana suoritetuissa koeverkkokalastuksissa käytettiin yleisverkkoja, josta NORDIC-verkkoon verrattaessa puuttuvat pienimmät solmuvälit, oli yleisverkon pyytävyys selvitettävä ennen pituusjakaumien vertailua. Esimerkiksi alle 10 cm pituisten kalojen tiedetään jäävän pois saaliista, jos pienin käytettävä solmuväli on 12 mm (Rask ym. 1997). Hoitokalastuksessa käytettävät rysät ovat tiheäsilmäisiä, joten ne pyytävät kaikenkokoisia kaloja. Koska Jyväsjärvellä hoitokalastus suoritettiin rysillä, olivat myös pienimmät pituusluokat mukana aineistossa. Tästä johtuen pyyntimenetelmien suora vertaaminen olisi vääristänyt tulosta. Pyytävyys selvitettiin keräämällä yhteen Jyväsjärven yleiskatsausverkoilla vuosina 2001–2009 saatu saalisaineisto särjen ja ahvenen osalta ja järjestämällä molempien lajien aineistot pituusjärjestykseen pienimmästä suurimpaan. Tämän jälkeen molemmista aineistoista poistettiin 1 % pienimpiä havaintoja sattuman vaikutuksen minimoimiseksi. Särkiaineistossa kaloja oli 6751, joten aineistosta poistettiin 68 pienintä yksilöä. Ahvenaineistossa kaloja oli 15088, joten aineistosta poistettiin 151 pienintä yksilöä. Tämän jälkeen pystyttiin arvioimaan, minkä kokoiset kalat tulee jättää pois hoitokalastusaineistosta verrattaessa sitä koeverkkokalastusaineistoon.

Myös vuosina 2001–2009 Jyväsjärvellä käytetyn yleiskatsausverkon ja NORDIC-verkon pyytävyyttä vertailtiin toisiinsa. Tämä tehtiin kokoamalla koeverkkokalastusaineisto särjen ja ahvenen osalta ja jakamalla aineisto eri pyydystyypin mukaan. Kalat jaettiin pituusluokkiin 1 cm välein ja laskettiin suhteelliset osuudet eri pituusluokille. Lahnan saalismäärä oli pieni, joten se jätettiin pois tarkastelusta.

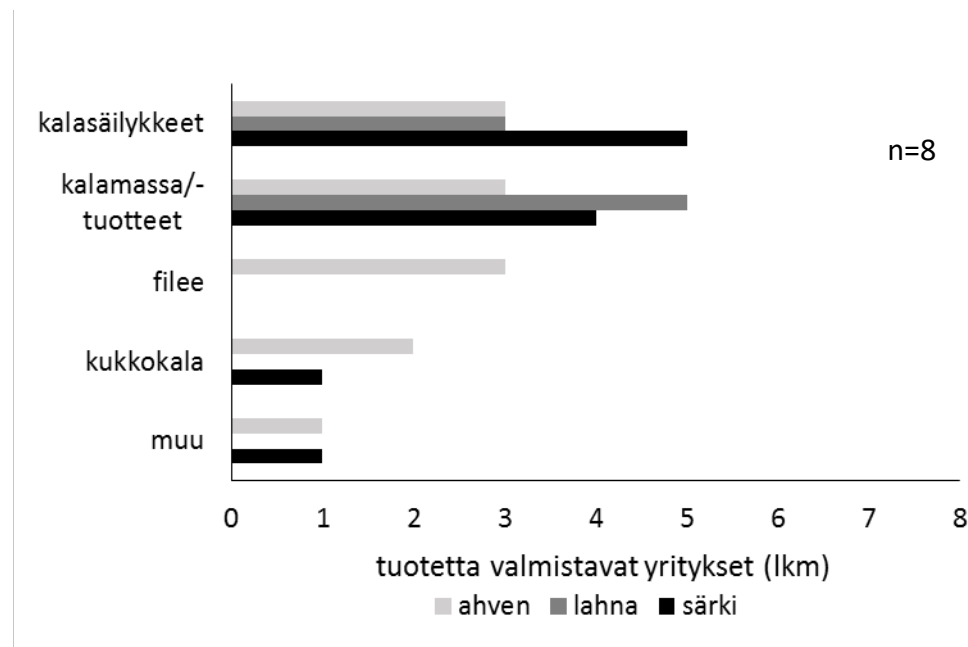
3 TULOKSET

3.1 Kalanjalostajien haastattelut

Kahdeksasta haastatellusta kalanjalostajasta viisi hyödynsi tuotannossaan lahnaa, särkeä ja ahventa. Jalostajista kaksi käytti lahnaa sekä särkeä. Yksi jalostaja käytti tuotannossaan ainoastaan särkeä.

3.1.1 Valmistetut tuotteet

Kaikki haastatellut jalostajat valmistivat kalamassaa ja/tai siitä valmistettavia tuotteita ja/tai kalasäilykkeitä. Kalamassan sekä säilykkeiden valmistukseen käytettiin lahnaa, särkeä ja ahventa (Kuva 3). Fileitä valmistettiin ainoastaan ahvenesta. Kalakukkoon soveltuvaa kalaa perattiin sekä särjestä että ahvenesta. Erikoistuotteita olivat pienistä ahvenista valmistetut frittikalat sekä tuubissa myytävä gourmet-särkitahna.



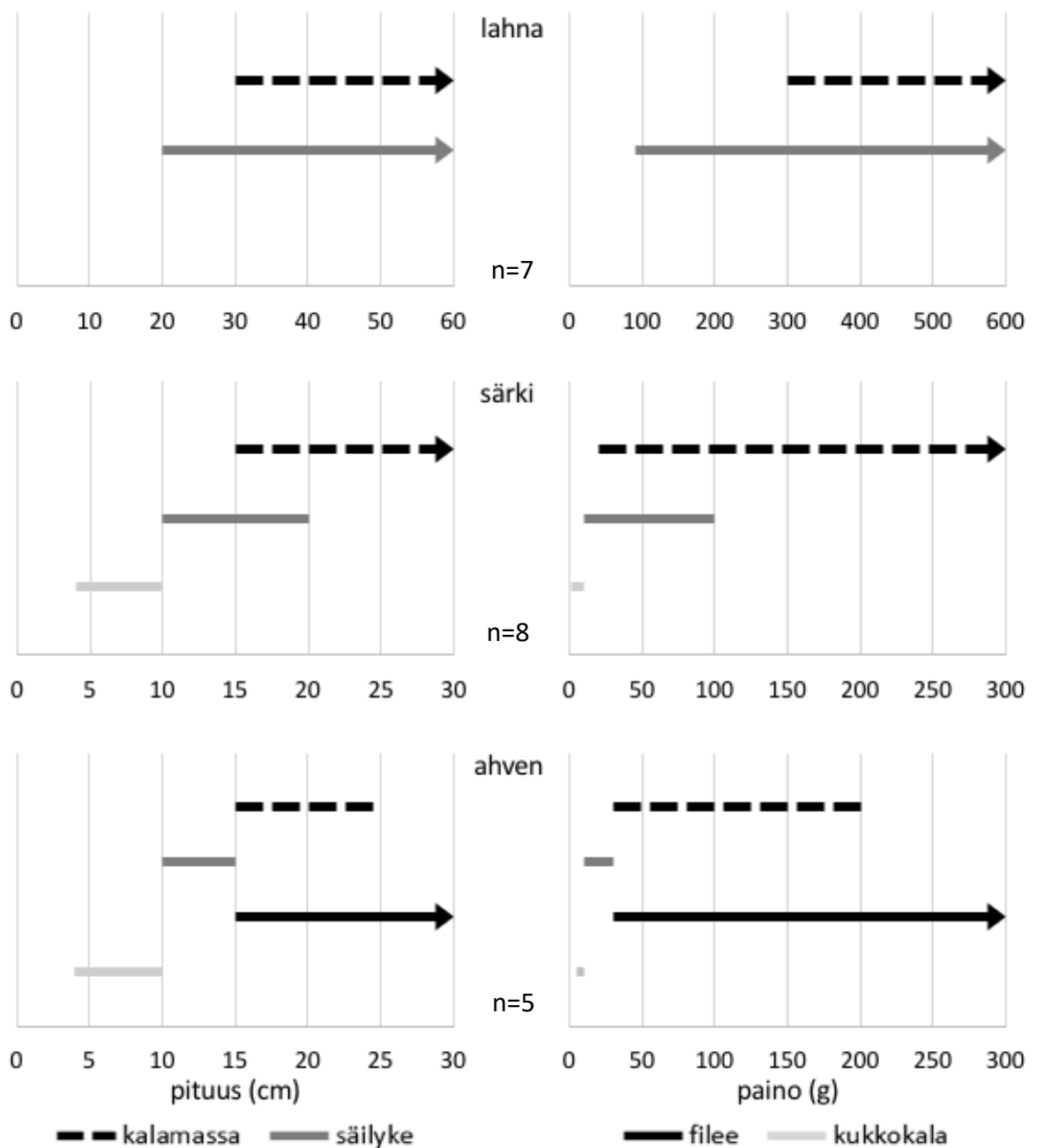
Kuva 1. Eri kalatuotteita jalostavien yritysten lukumäärä.

3.1.2 Jalostuksessa käytetyt kokoluokat

Lahnasta valmistettiin ainoastaan kalamassaa ja kalamassasta valmistettavia tuotteita sekä säilykkeitä (Kuva 4). Kalamassaan soveltuivat yli 30 cm:n (300 g) ja säilykkeeksi yli 20 cm:n (90 g) lahnat. Eräs kalanjalostaja kuitenkin kertoi massaavansa yli 17 cm:n (50 g) pituisia lahnoja.

Särjestä valmistettavaan kalamassaan soveltuivat yli 15 cm:n (20 g), säilykkeeksi 10-20 cm:n (10-100 g) ja kukkokalaksi alle 10 cm:n (10 g) pituiset kalat (Kuva 4). Yksi jalostajista totesi myös alle 10 cm (10 g) särkien soveltuvan säilykkeiksi. Säilykesärjen ihannekooksi todettiin 20 cm (100 g).

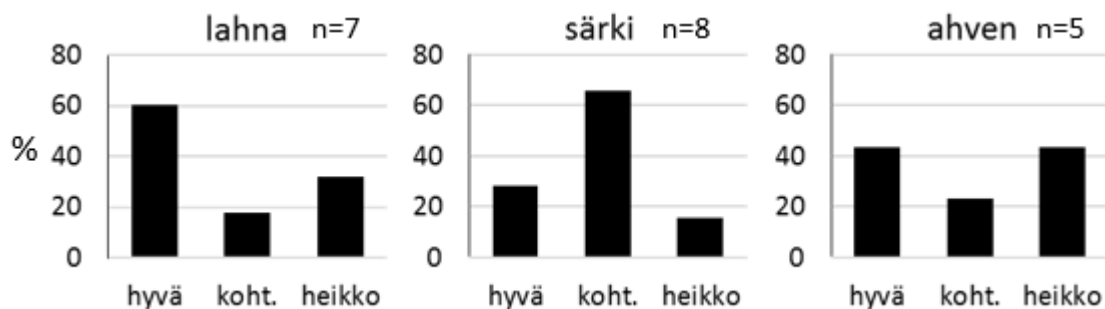
Ahvenesta valmistettavaan kalamassaan soveltuivat 15-25 cm:n (30-200 g), säilykkeeksi 10-15 cm:n (10-30 g), fileeksi yli 15 cm:n (30 g) ja kukkokalaksi alle 10 cm:n (10 g) pituiset kalat (Kuva 4). Kalamassaan ei käytetty suurempia kaloja ahvenen korkean kilohinnan vuoksi, joten suuremmat ahvenet fileerattiin. Yksi jalostajista kertoi myös massaavansa alle 10 cm:n (10 g) pituisia ahvenia, vaikka totesi sen olevan työlästä. Fileerattavaksi sopivien ahventen kokoluokissa oli paljon eroja jalostajien välillä. Eräs jalostaja valmisti ahvenista nahallisia fileitä, jolloin myös 12 cm:n (15 g) pituisten kalojen käyttö oli mahdollista. Eräs jalostaja taas mainitsi massaavansa pienimmät ahvenet ja fileeraavansa vasta 20 cm:n (200 g) pituiset kalat.



Kuva 4. Kalojen kokoluokkien käyttö eri tuotteiden valmistuksessa. Nuoli viittaa siihen, ettei kalan koolle ole ylärajaa tuotteen valmistuksen kannalta. n=kysymykseen vastanneiden jalostajien määrä.

3.1.3 Kalojen saatavuus

Kalojen saatavuus vaihteli jalostajien ja lajien välillä. Lahnaa tuotannossaan käyttävistä kalanjalostajista 57 % arvioi lahnan saatavuuden olevan hyvä (Kuva 5). Eräs jalostaja mainitsi lahnan saatavuuden olevan hyvä ainoastaan itse kalastettuna. Jalostajista 63 % arvioi särjen saatavuuden olevan kohtalainen (Kuva 5). Moni oli huolissaan lahnan ja särjen saatavuudesta jalostustuotannon mahdollisesti kasvaessa. Ahvenen kohdalla tulokset eivät olleet yhtä selkeitä, vaan vastausten välillä oli paljon vaihtelua (Kuva 5). Kaksi jalostajaa kertoi ahvenen saatavuuden vaihtelevan suuresti sääolojen mukaan. Moni käytti tuotannossaan ainoastaan muun kalan keräilyn yhteydessä saatavaa ahventa.



Kuva 5. Kalanjalostajien arvio eri kalalajien saatavuudesta. n=kysymykseen vastanneiden jalostajien määrä. Tulokset on esitetty prosentteina.

Lähes jokainen lahnaa tai särkeä tuotannossaan käyttävä jalostaja korosti käyttävänsä ainoastaan kylmän veden aikana kalastettua särkeä sekä lahnaa makuhaittojen välttämiseksi. Tästä syystä lahnan ja särjen saatavuusarvio perustui sesonkiaikaan, joka on syksy-kevät. Eräs jalostaja kuitenkin mainitsi, että pohjoisessa Suomessa kesällä kalastetussa kalassa ei juurikaan ole makuhaittoja. Yhden jalostajan mukaan myös ahven on sesonkikala, jota saadaan parhaiten avovesiaikaan. Eräs kertoi kalamassaan soveltuvan ahvenen saatavuuden olevan huipussaan keväällä kutuaikaan. Hän kuitenkin mainitsi, että kutuaikaiset ahvenet ovat pieniä ja niiden laatu on huonoa. Yksi jalostaja korosti ison pakkasvaraston tärkeyttä, jolloin kausittain saatavaa kalaa on mahdollista säilöä ja täten ylläpitää ympärivuotista tuotantoa.

Osa jalostajista ilmoitti kalastavansa itse kaupallisilta kalastajilta saadun saaliin lisäksi. Yksi jalostaja kertoi tilaavansa valmista kalamassaa sekä valmiiksi nyljettyä kalaa sopimuskalastajilta, ja käyttävänsä sekä meri- että järvikaloja. Eräs taas ilmoitti käyttävänsä tuotannossaan vain yhdeltä järveltä kalastettua kalaa. Yksi jalostaja kertoi särjen olevan raaka-aineena paljon lahnaa kalliimpaa, mutta käyttävänsä sitä sen hyvän maun vuoksi.

Moni jalostaja oli huolestunut kaupallisten kalastajien määrän jatkuvasta vähenemisestä, sekä tällä hetkellä toimivien kalastajien vanhenemisesta. Moni toivoikin kaupallisten kalastajien määrän lisääntyvän tulevaisuudessa. Kaksi jalostajaa oli myös kehittämässä teknologiaa tehokkaamman tuotannon mahdollistamiseksi. Eräs jalostaja kuitenkin toivoi kaupallisilta kalastajilta ymmärrystä vajaasti hyödynnettyjen kalojen kestävästä kalastuksesta.

3.1.4 Hyödyntämättömät kokoluokat

Jokainen kokonaisia kaloja käsittelevä jalostaja totesi, että pienten kalojen hyödyntäminen joko kalamassan tai säilykkeiden valmistuksessa on työlästä ja taloudellisesti kannattamatonta. Kalanjalostajien mukaan pienet kalat eivät sovellu perkauskoneessa käsiteltäviksi, joten ne on perattava käsin. Vaikka pienempien kalojen käsittely onnistuisikin perkuukoneella, on niiden käyttäminen isoja kaloja kannattamattomampaa. Tämä johtuu siitä, että isojen ja pienten kalojen käsittelyyn menee yhtä paljon aikaa. Tämä oli ongelma kaikkien tutkimuslajien kohdalla. Kaksi kalanjalostajaa kertoi kuitenkin käyttävänsä myös pieniä kaloja, jos isoja ei ole tarpeeksi saatavilla. Toinen heistä oli erikoistunut kalamassan ja toinen säilykkeiden valmistukseen. Erään jalostajan näkemyksen mukaan savusäilykkeiden valmistus pienistä kaloista on ongelmallista kalaan kertyvien korkeiden PAH-yhdistepitoisuuksien vuoksi.

Isot kalat soveltuvat lajista riippumatta massattavaksi, joten niiden koolla ei jalostajien näkemyksen mukaan ole ylärajaa. Yksi jalostaja kuitenkin mainitsi todella isojen lahnojen olevan työläisiä halkaista ja suomustaa. Säilyketuotannossa isojen särkien ja ahventen käyttö on ongelmallista, sillä keitetessä isot ruodot eivät

pehmene tarpeeksi, ja kalan keittoaika pitenee huomattavasti. Liian pitkän keittoajan mainittiin aiheuttavan makuhaittoja särkisäilykkeelle. Isojen särkien käyttö vaatisi selkäruodon poistamisen, joka on työlästä. Lahnasäilykkeissä käytetään suuria kaloja, joista keskiruoto poistetaan ennen säilömistä.

Kalanjalostusyrittäjistä kolme oli sitä mieltä, että perkuuvaiheen teknologiaa kehittämällä myös pieniä kaloja voitaisiin hyödyntää tehokkaasti. Yksi jalostajista mainitsi perkuukoneeseen liitettävän automaattisyöttökoneen kehittämisen, jolloin kaloja ei tarvitsisi syöttää koneeseen käsin. Jalostajista kaksi myös toivoi perkuukoneen säätöjen kehittämistä niin, että eri kokoluokille olisi omat säätönsä. Tämä kuitenkin edellyttäisi kalojen lajittelua ennen perkuuta. Toinen vaihtoehto olisi kehittää säätöjä niin, että yhdellä säädöllä pystyttäisiin käsittelemään mahdollisimman tehokkaasti eri kokoluokkia.

Yhden kalanjalostajan mielestä kalojen lajittelua järvellä tulisi kehittää, jotta pienten yksilöiden vapauttaminen olisi mahdollista. Täten vapautetut kalat voitaisiin hyödyntää paremmin tulevaisuudessa niiden kasvettua isommiksi. Jalostajan mielestä myös pyydysten valikoivuutta tulisi kehittää paremmaksi. Jalostajista kaksi mainitsi pienten kalojen säilöntämahdollisuuden massaamisen sijaan. Säilykekalan ruodot voitaisiin täten hyödyntää, ja myös hävikkiä tulisi vähemmän. Yhden jalostajan mielestä pieniä kaloja ei ole mahdollista käyttää taloudellisesti kannattavalla tavalla.

3.1.5 Hoitokalastussaaliiin hyödyntäminen

Kaksi jalostajaa kertoi hoitokalastussaaliiin hyödyntämisen olevan ongelmallista kalanjalostajan näkökulmasta. Toisen jalostajan hyödyntämistä särjistä ja lahnoista ainoastaan pieni osa tuli hoitokalastajilta. Hänen mukaansa tämä johtuu siitä, että hoitokalastus tapahtuu useimmiten lämpimän veden aikaan. Jalostaja myös kertoi, että hoitokalastajilta on todella vaikea saada kalaa. Hän uskoi ongelman johtuvan hoitokalastajien puutteellisesta saalisraportoinnista, sekä todellisuudessa raportoitua pienemmistä saalismääristä. Toinen jalostaja toivoi, että hoitokalastuksessa keskityttäisiin kalastamaan elintarvikkeeksi sopivaa kalaa.

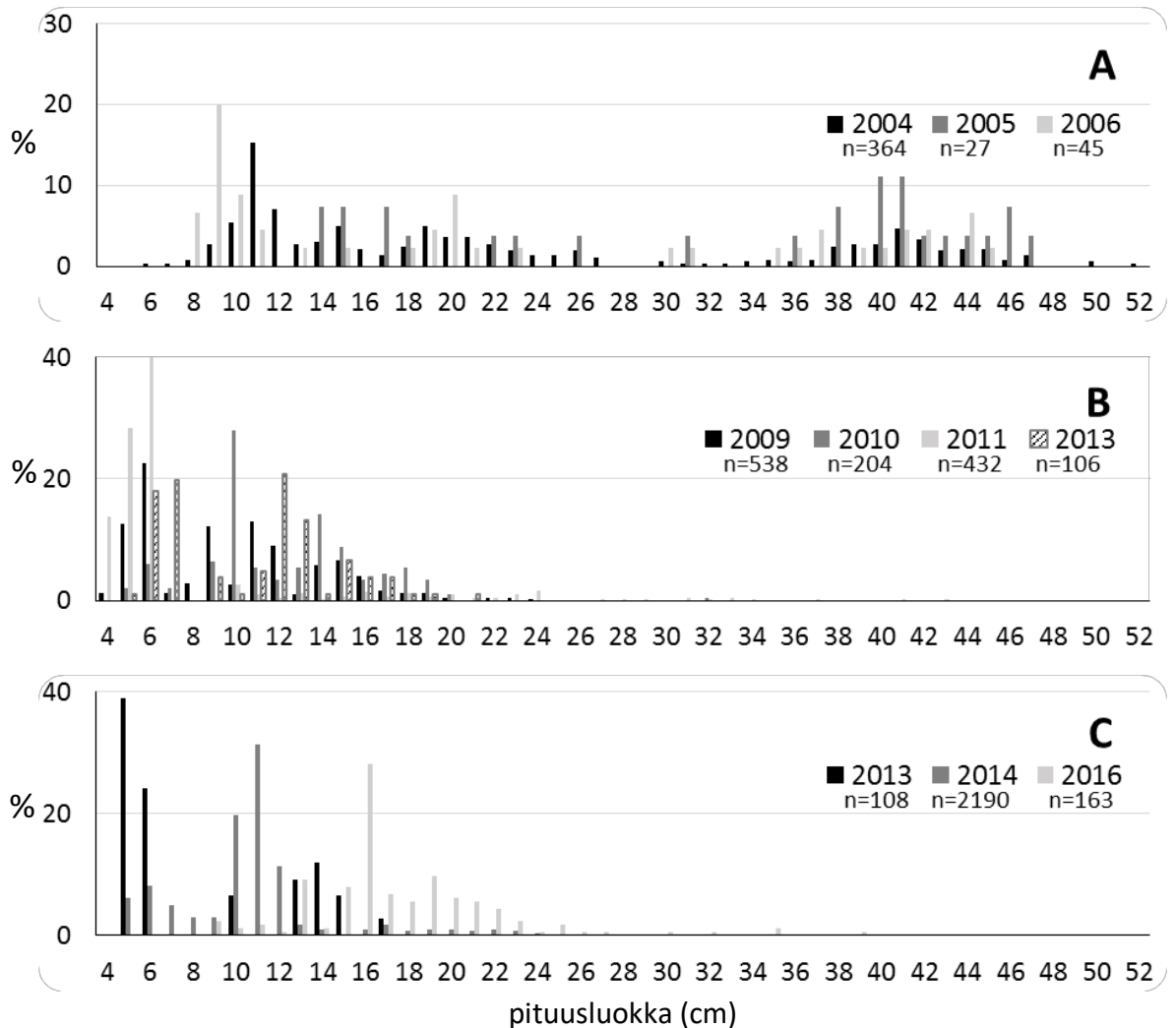
Tästä syystä myös hoitokalastuksen tulisi olla valikoivaa niin, että saaliiksi valikoituisi kalamarkkinoille sopivia kaloja.

3.2. Hoitokalastussaaliiden koostumus

Kalasaaliiden eri lajien kokojakaumat vaihtelivat eri hoitokalastusvuosien välillä, ja joissakin järvissä oli havaittavissa muutoksia lajien runsaussuhteissa. Myös järvien välinen vaihtelu oli suurta.

Lahnojen eri kokoluokkien suhteellinen osuus vaihteli eri järvien välillä (Kuva 6). Jyväsjärveltä saatiin paljon erikokoisia, myös suuria lahnoja jokaisena hoitokalastusvuonna, kun taas Karvianjärven ja Karhijärven saalisnäytteissä ei ollut kuin satunnaisesti yli 20 cm:n pituisia kaloja. Jyväsjärvellä vuonna 2004 33,5 % saaliista koostui 10–14 cm:n pituisista kaloista, kun taas vuonna 2005 vastaavan pituisten kalojen osuus oli 7,4 %, ja vuonna 2006 15,6 % (Kuva 6A). Myös yli 30 cm:n pituisten kalojen osuus saaliista vaihteli niin, että vuonna 2004 yli 30 cm:n pituisia lahnoja oli saaliista 29,1 %, vuonna 2005 63 % ja vuonna 2006 35,5 % (Liite 3).

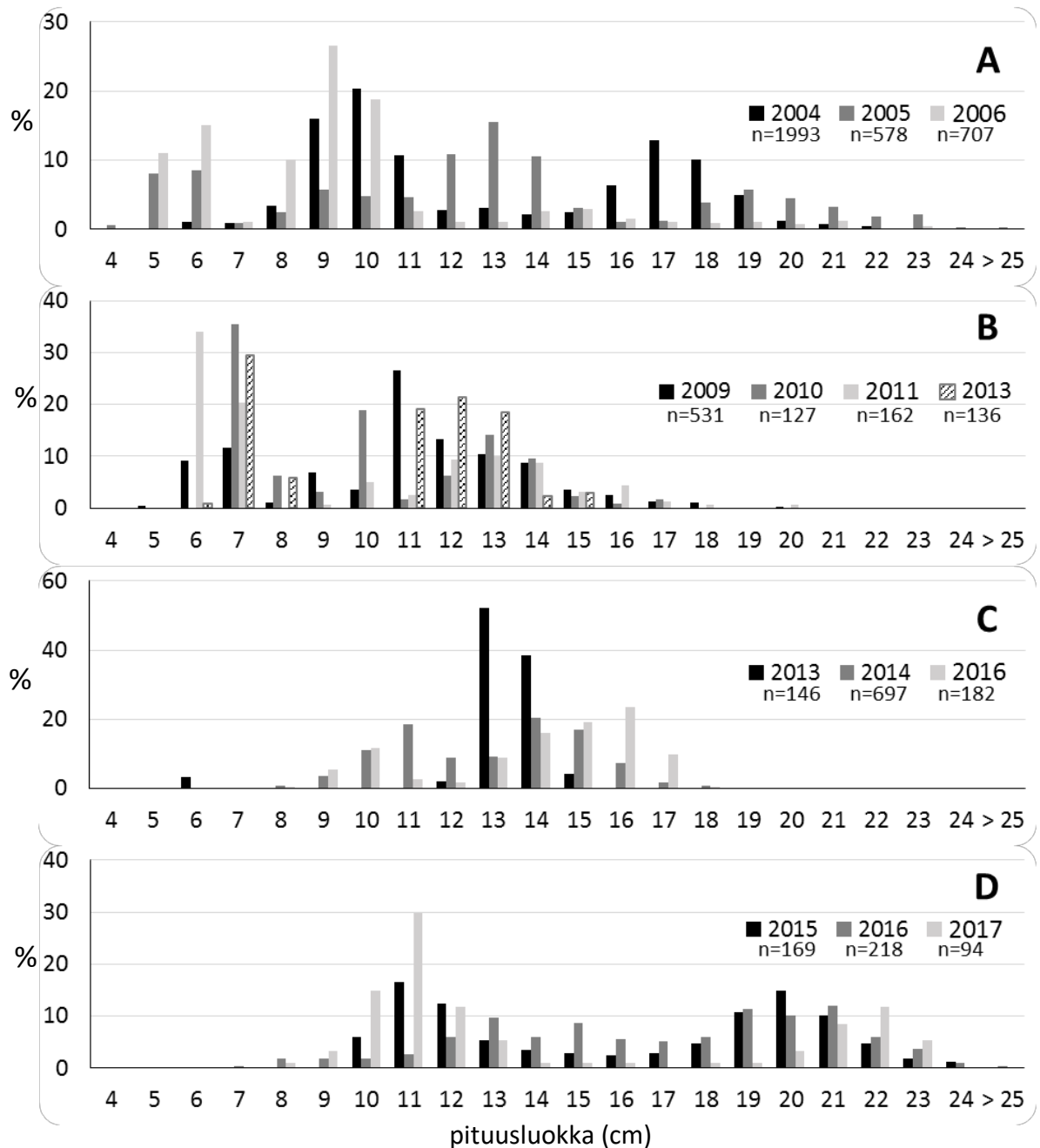
Karvianjärven lahnasaaliin kokojakaumissa oli vaihtelua vuosien välillä (Kuva 6B). Yli 20 cm:n pituisten lahnojen osuus saaliista oli joka kalastusvuonna alle 5 %, ja eri pituusluokkien osuus kokonaissaaliista vaihteli (Kuva 6B, Liite 3). Myös Karhijärvellä alle 20 cm pituisten kalojen osuus oli pieni lukuun ottamatta vuotta 2016 (Kuva 6C). Vuonna 2016 20–24 cm:n pituisten lahnojen osuus oli 19 %. Suurimmat pituusluokat olivat vuonna 2013 4–10 cm (63 %), vuonna 2014 10–14 cm (65,4 %) ja vuonna 2016 15–19 cm (58,3 %) (Liite 3).



Kuva 6. Lahnasaaliin suhteellinen pituusjakauma Jyväsjärvellä (A), Karvianjärvellä (B) ja Karhijärvellä (C) eri vuosina. Huomaa kuvien toisistaan poikkeavat asteikot.

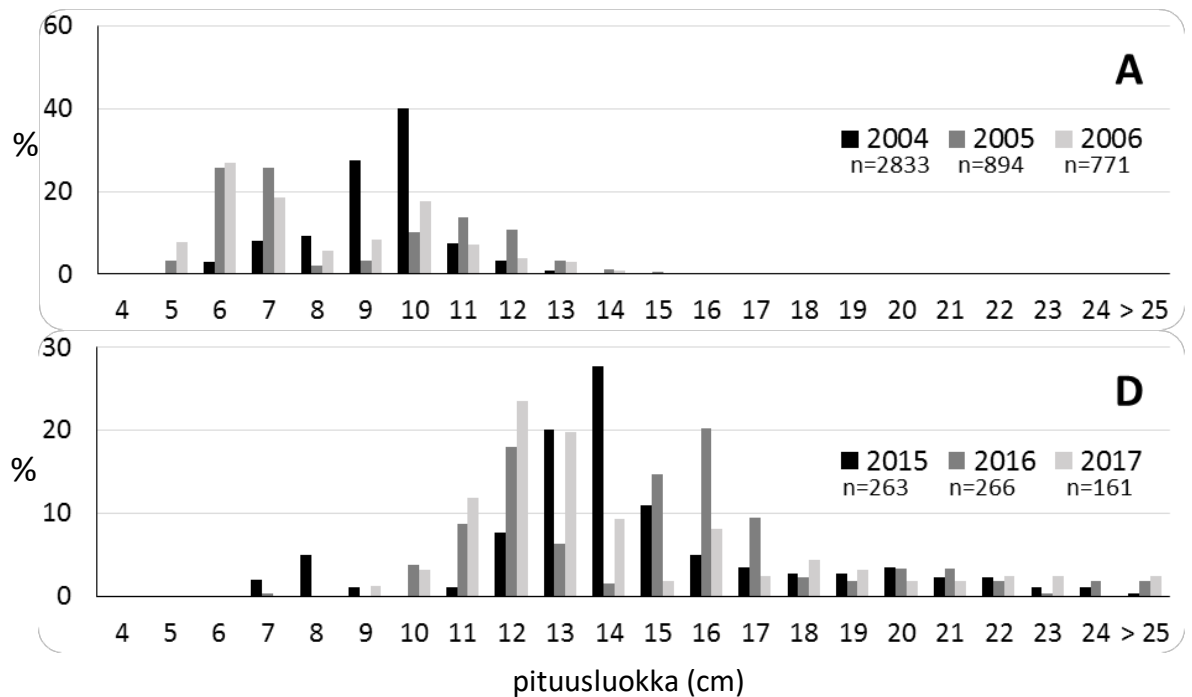
Myös särkisaaliin eri kokoluokkien suhteellinen osuus vaihteli eri järvien välillä (Kuva 7). Karhijärven (Kuva 7C) ja Pyhäjärven (Kuva 7D) saaliissa oli suhteellisesti enemmän isoja yksilöitä verrattuna Jyväsjärven (Kuva 7A) ja Karvianjärven (Kuva 7B) saaliiseen. Jyväsjärvessä yli 15 cm pituisten kalojen osuus pieneni vuosien aikana, ja alle 10 cm:n pituisten kalojen osuus kokonaissaaliista oli vuonna 2004 21,4 %, vuonna 2005 26,1 ja vuonna 2006 64,1 %. Vuonna 2004 särkisaaliista 36,9 % oli 15-19 cm:n pituisia, vuonna 2005 14,9 % ja vuonna 2006 7,4 % (Liite 3). Karvianjärven saaliissa yli 15 cm:n pituisten särkien osuus oli joka kalastusvuonna alle 10 %. Karhijärvellä yli 10 cm pituisten kalojen osuus oli joka vuonna yli 90 %, mutta yli 20 cm pituisia kaloja ei juurikaan saatu. Pyhäjärvellä saaliin

kokojakaumissa ei ollut paljon vuosien välistä vaihtelua, ja lähes koko saalis koostui joka vuonna yli 10 cm pituisista kaloista (Kuva 7D). Pienten kalojen osuus vaikutti kuitenkin hieman kasvavan hoitokalastuksen edetessä (Liite 3).



Kuva 7. Särkisaaliin suhteellinen pituusjakauma Jyväsjärvellä (A), Karvianjärvellä (B), Karhijärvellä (C) ja Pyhäjärvellä (D) eri vuosina. Huomaa kuvien toisistaan poikkeavat asteikot.

Jyväsjärven hoitokalastussaaliis koostui kaikkina tutkimusvuosina lähes kokonaan alle 15 cm:n pituisista ahvenista, kun taas Pyhäjärven ahvensaalis koostui pääasiassa yli 10 cm:n pituisista yksilöistä (Kuva 8, Liite 3). Jyväsjärvellä pienten ahventen osuus kasvoi hoitokalastuksen edetessä.

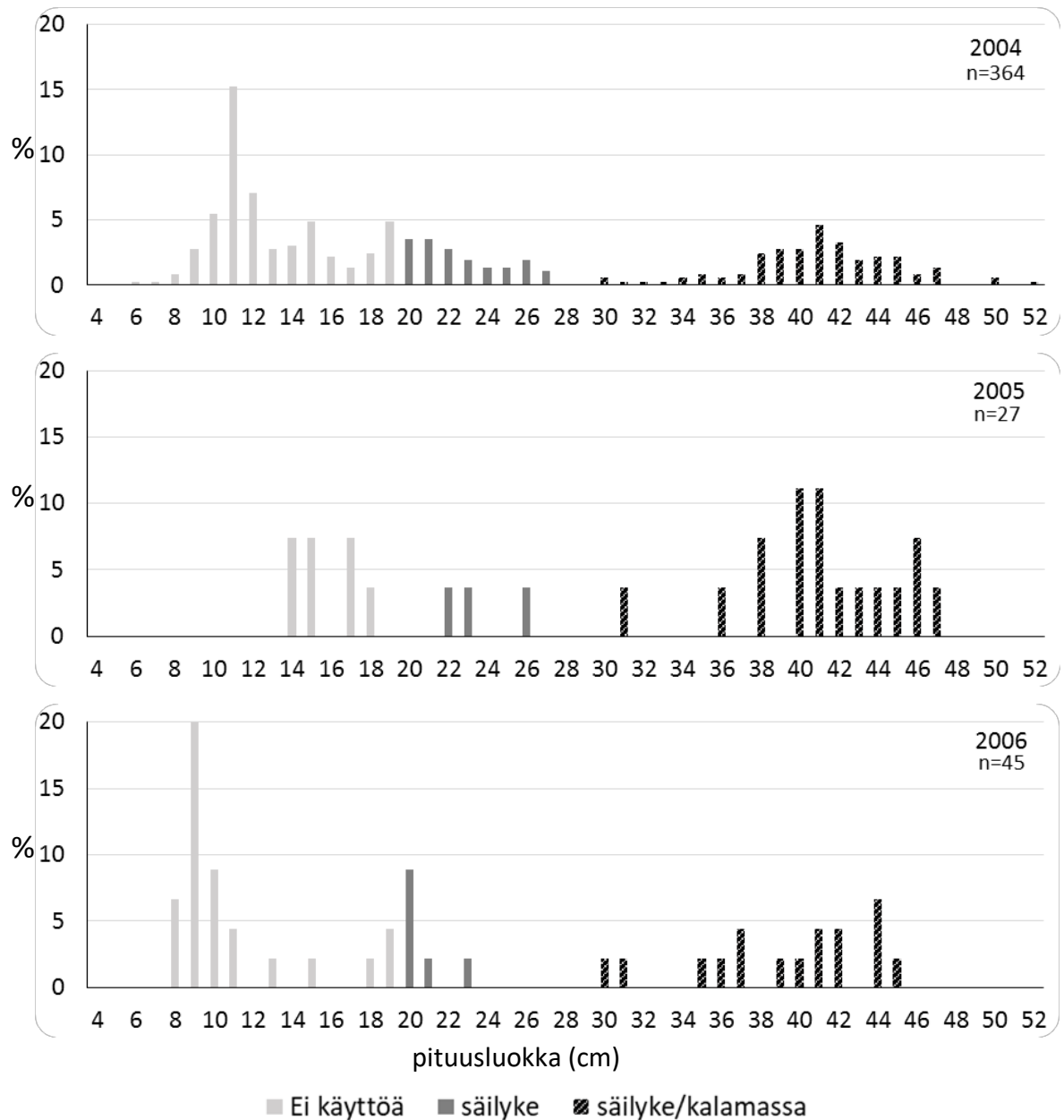


Kuva 8. Ahvensaaliin suhteellinen pituusjakauma Jyväsjärvellä (A) ja Pyhäjärvellä (D) eri vuosina. Huomaa kuvien toisistaan poikkeavat asteikot.

3.3. Hoitokalastussaaliin soveltuvuus jalostukseen

Koska hoitokalastussaaliiden kokojakaumissa oli vaihtelua eri järvien välillä, myös eri kalanjalostustuotteisiin sopivien kalojen määrä vaihteli. Lahnasaaliin soveltuvuus kalanjalostukseen vaihteli etenkin eri järvien välillä. Ainoastaan Jyväsjärveltä saatiin paljon jalostukseen sopivia lahnoja (Kuva 9). Pienten kalojen osuus vaihteli eri hoitokalastusvuosien välillä, mutta säilykkeeksi ja kalamassaan soveltuvia kaloja saatiin Jyväsjärveltä jokaisena vuonna. Karvianjärven hoitokalastussaaliista säilykkeiden valmistukseen soveltui suurimmillaan 7 % saaliista vuonna 2011, ja muina vuosina osuus jäi alle 2 %. Karvianjärveltä ei saatu kalamassan valmistukseen kelpaavia lahnoja. Karhijärven saaliista säilykkeiden valmistukseen soveltui parhaimmillaan 25 % saaliista vuonna 2016, mutta vuonna

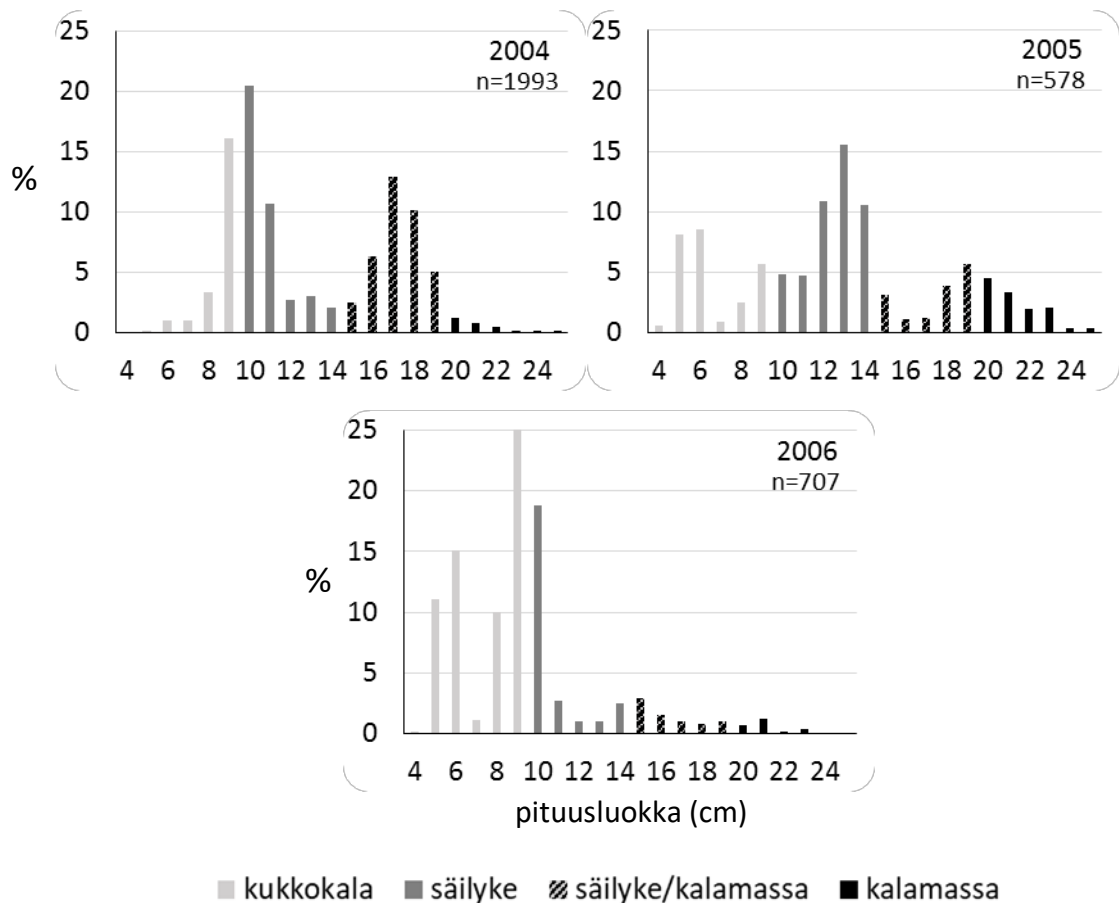
2014 vain 5 % ja vuonna 2013 0 % saaliista. Karhijärveltä kalamassaan kelpaavaa lahnaa saatiin alle 3 % jokaisena hoitokalastusvuonna.



Kuva 9. Jyväsjärven lahnaosaaliin soveltuvuus eri kalanjalostustuotteiden valmistukseen eri hoitokalastusvuosina.

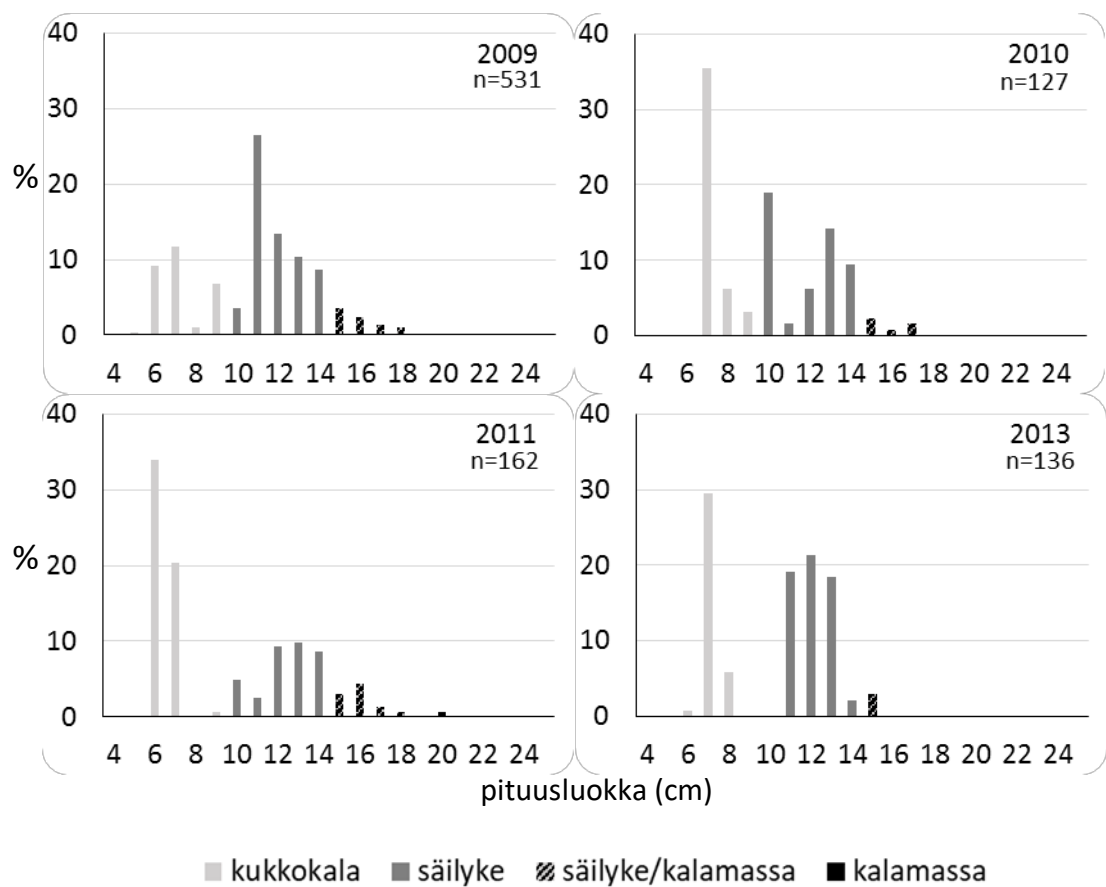
Särkisaaliin soveltuvuus kalanjalostukseen vaihteli eri järvien ja hoitokalastusvuosien välillä. Jyväsjärvestä kalamassan valmistukseen kelpaavaa särkeä saatiin hyvin ensimmäisenä ja toisena kalastusvuonna (Kuva 10). Vuonna 2004 säilykkeiden ja/tai kalamassan valmistukseen kelpaavien kalojen osuus oli 79

% ja vuonna 2005 74 %. Suurten kalojen osuuden vähentyessä vuonna 2006 4–10 cm:n pituisten kalojen osuus oli 86 %, ja saalis olisi kelvannut vain kalakukkojen valmistukseen.



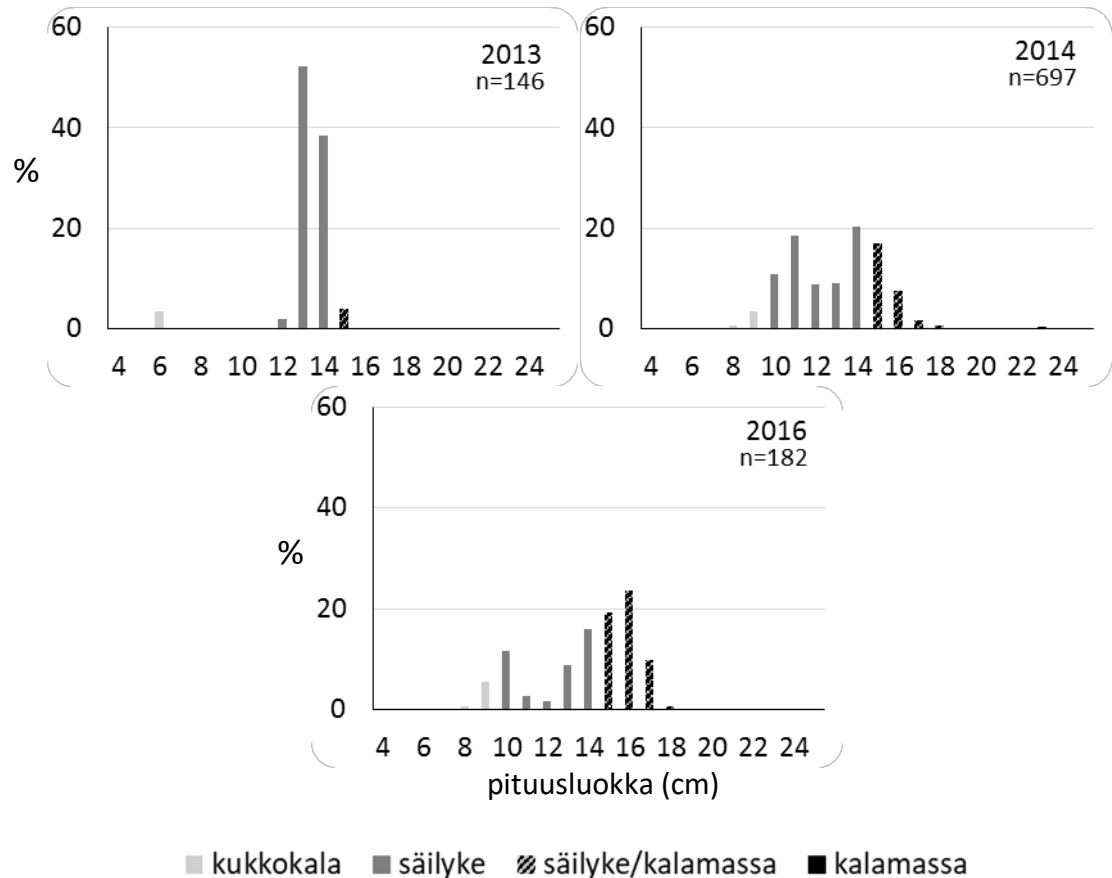
Kuva 10. Jyväskylän särkisaaliin soveltuvuus eri kalanjalostustuotteiden valmistukseen eri hoitokalastusvuosina.

Karvianjärvellä saatiin pääosin kalakukon sekä säilykkeiden valmistukseen soveltuvia alle 15 cm pituisia särkiä (Kuva 11). Kalakukon valmistukseen soveltuvan kalan osuus oli Karvianjärven särkisaaliista vuonna 2009 29 %, vuonna 2010 45 %, vuonna 2011 55 %, ja vuonna 2013 36 %. Kalasäilykkeiden valmistukseen soveltuvan kalan osuus oli vuonna 2009 71 %, vuonna 2010 55 %, vuonna 2011 45 % ja vuonna 2013 64 %.



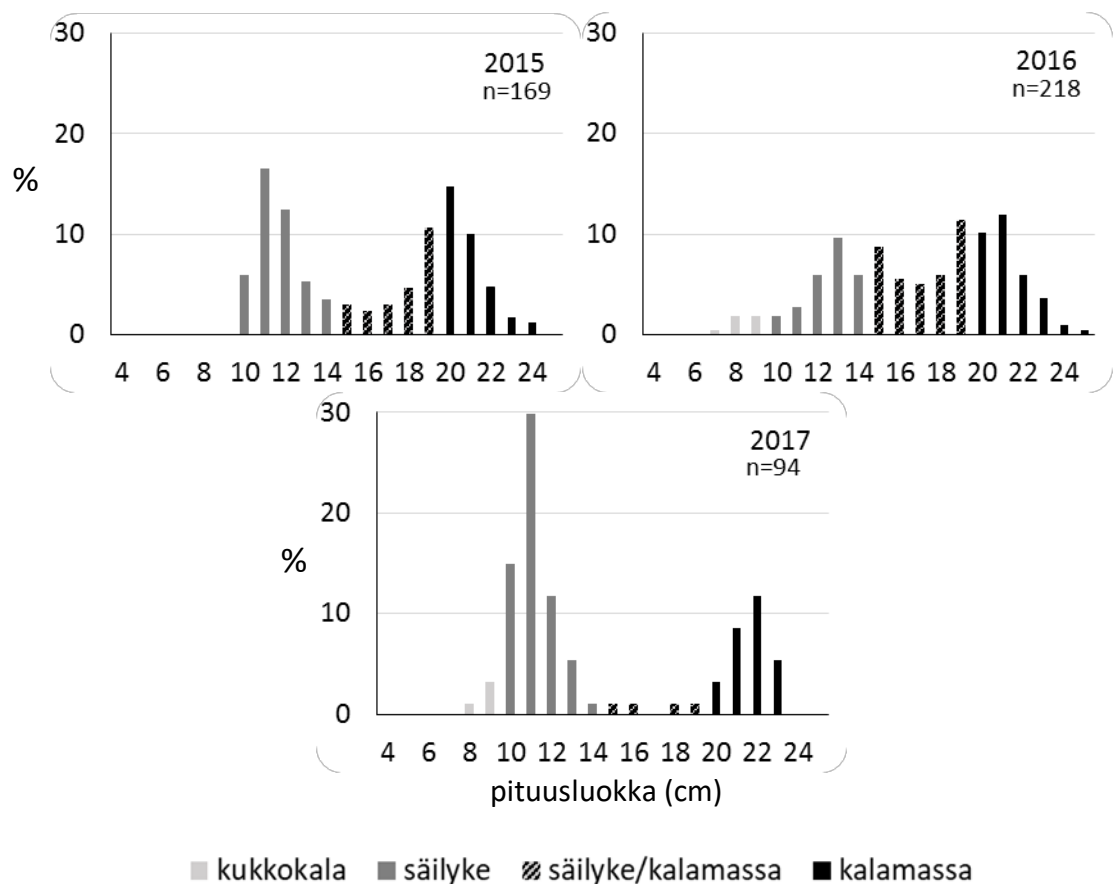
Kuva 11. Karvianjärven särkisaaliin soveltuvuus eri kalanjalostustuotteiden valmistukseen eri hoitokalastusvuosina.

Lähes koko Karhijärven särkisaalis soveltui säilykkeiden ja/tai kalamassan valmistukseen (Kuva 12). Kalasäilykkeiden valmistukseen soveltui vuonna 2013 97 %, vuonna 2014 95 % ja vuonna 2016 94 % saaliista. Kalamassan valmistukseen soveltui vuonna 2013 4 %, vuonna 2014 27 % ja vuonna 2016 53 % saaliista.



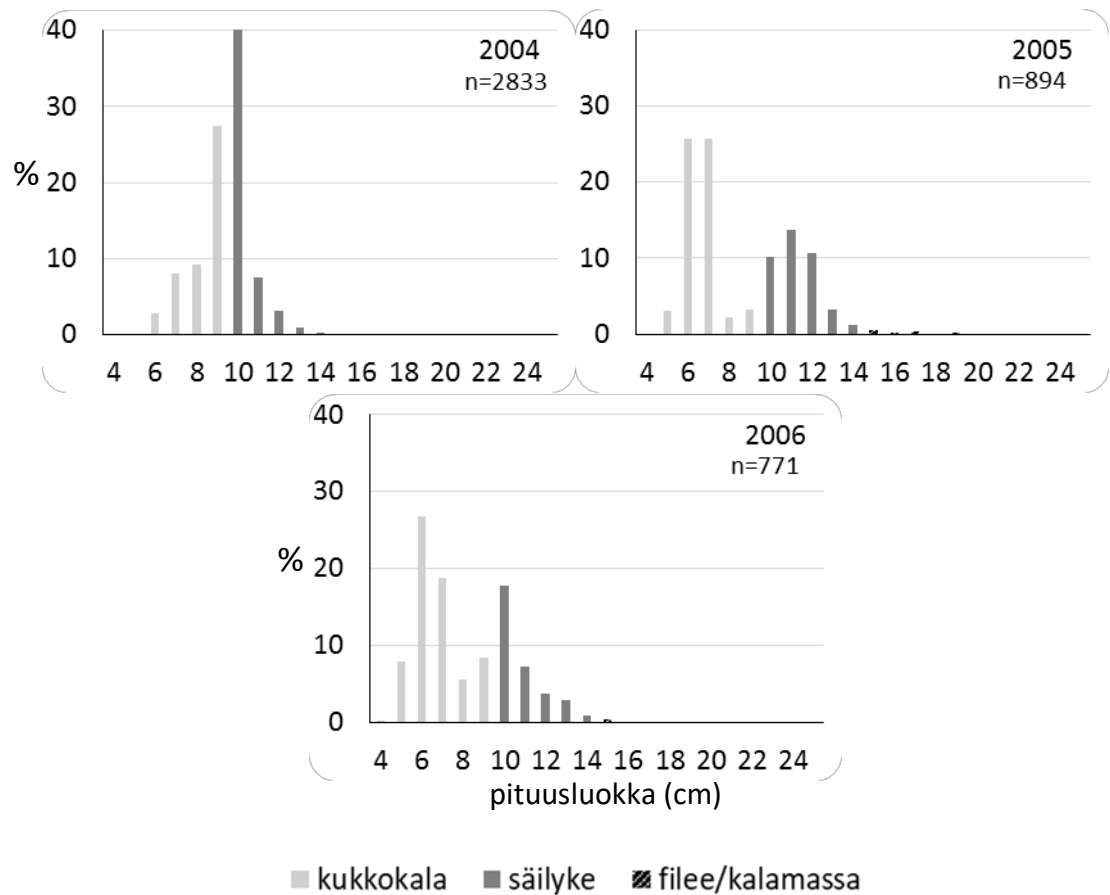
Kuva 12. Karhijärven särkisaaliin soveltuvuus eri kalanjalostustuotteiden valmistukseen eri hoitokalastusvuosina.

Pyhäjärven särkisaalis koostui pääasiassa säilykkeiden ja kalamassan valmistukseen soveltuvasta kalasta (Kuva 13). Säilykkeiden valmistukseen soveltui vuonna 2015 67 %, vuonna 2016 62 % ja vuonna 2017 67 % saaliista. Kalamassan valmistukseen taas soveltui vuonna 2015 56 %, vuonna 2016 70 % ja vuonna 2017 33 % saaliista. Pyhäjärvi oli ainoa tutkimusjärvi, josta saatiin runsaasti yli 20 cm:n pituisia, kalamassan valmistukseen soveltuvia kaloja jokaisena tutkimusvuonna.



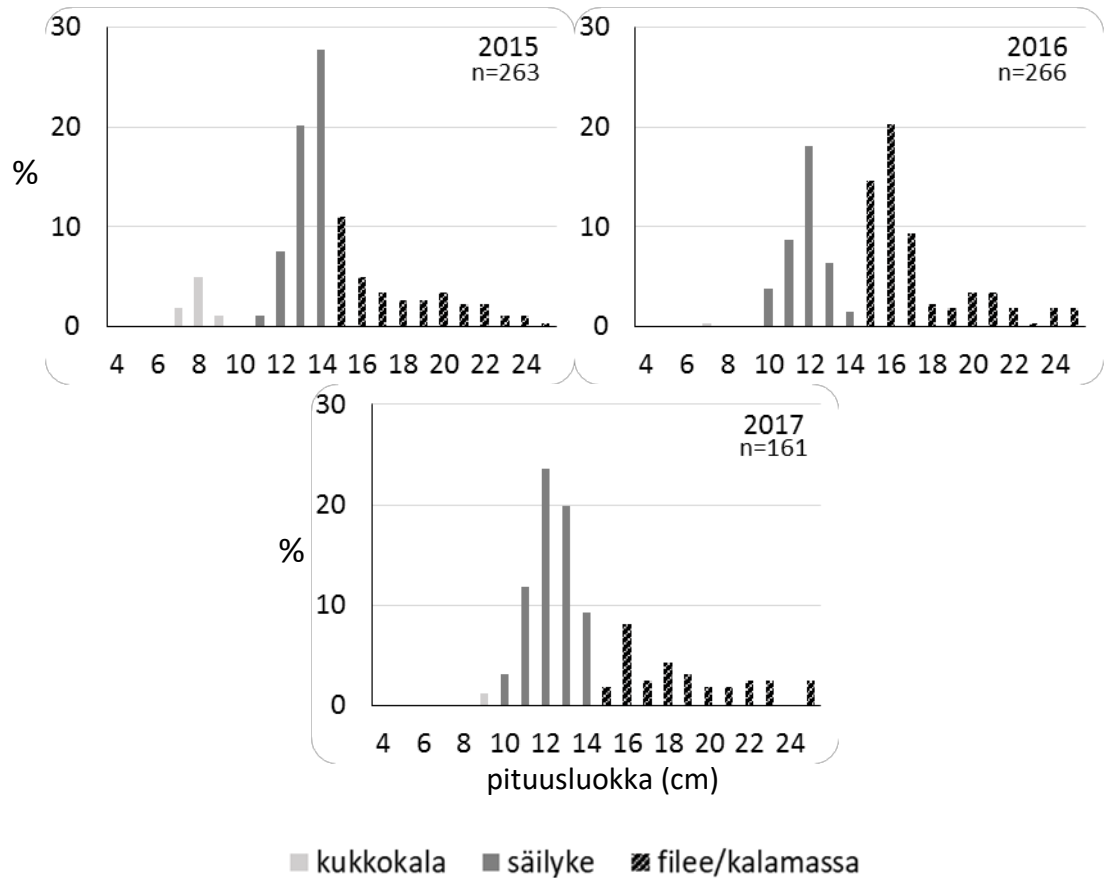
Kuva 13. Pyhäjärven särkisaaliin soveltuvuus eri kalanjalostustuotteiden valmistukseen eri hoitokalastusvuosina.

Ahvensaaliin soveltuvuus kalanjalostukseen oli hyvin erilainen Jyväsjärven ja Pyhäjärven välillä. Jyväsjärven ahvensaalis koostui lähes kokonaan vain kalakukkojen sekä säilykkeiden valmistukseen soveltuvasta kalasta (Kuva 14). Kalakukkojen valmistukseen soveltuvan kalan osuus oli vuonna 2004 48 %, vuonna 2005 60 %, ja vuonna 2006 67 %. Säilykkeiden valmistukseen soveltuvan kalan osuus oli vuonna 2004 52 %, vuonna 2005 39 % ja vuonna 2006 32 %. Fileen ja kalamassan valmistukseen soveltuvaa kalaa ei juurikaan saatu.



Kuva 14. Jyväsjärven ahvensaaliin soveltuvuus eri kalanjalostustuotteiden valmistukseen eri hoitokalastusvuosina.

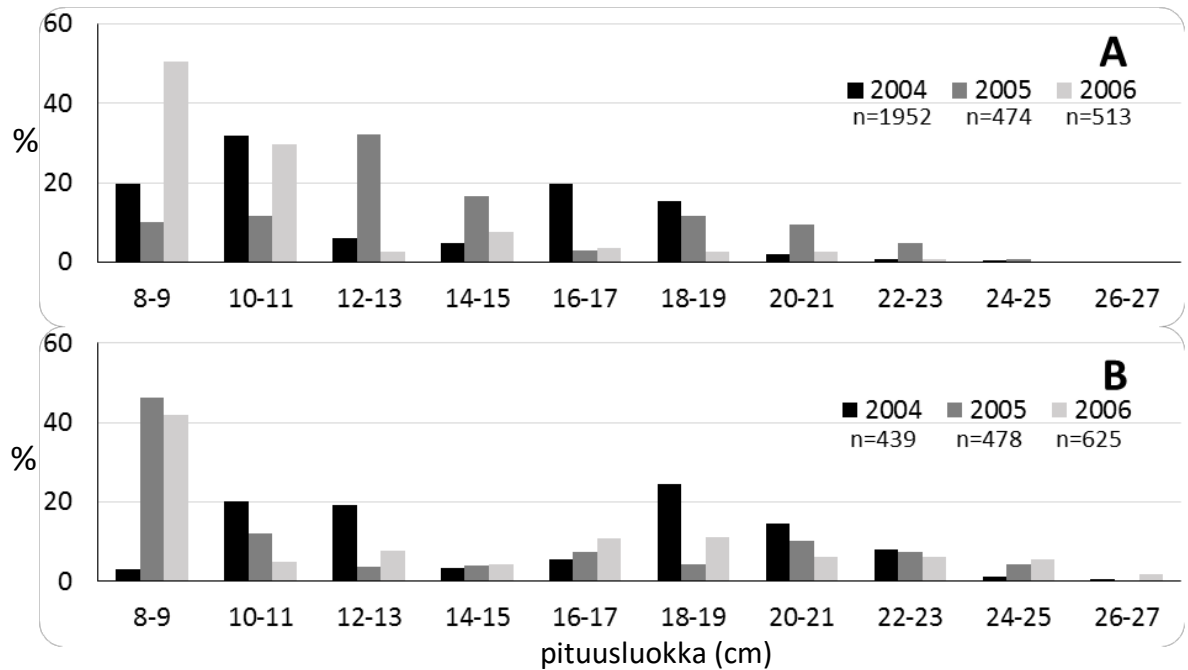
Pyhäjärven ahvensaalis koostui jokaisena tutkimusvuonna säilykkeiden sekä fileen/kalamassan valmistukseen soveltuvasta kalasta (Kuva 15). Säilykkeiden valmistukseen soveltuvaa kalaa oli saaliista vuonna 2015 57 %, vuonna 2016 38 % ja vuonna 2017 68 %. Fileen ja kalamassan valmistukseen soveltuvaa kalaa oli saaliista vuonna 2015 35 %, vuonna 2016 61 % ja vuonna 2017 31 %. Kalakukon valmistukseen soveltuvaa kalaa ei juurikaan saatu.



Kuva 15. Pyhäjärven ahvensaaliin soveltuvuus eri kalanjalostustuotteiden valmistukseen eri hoitokalastusvuosina.

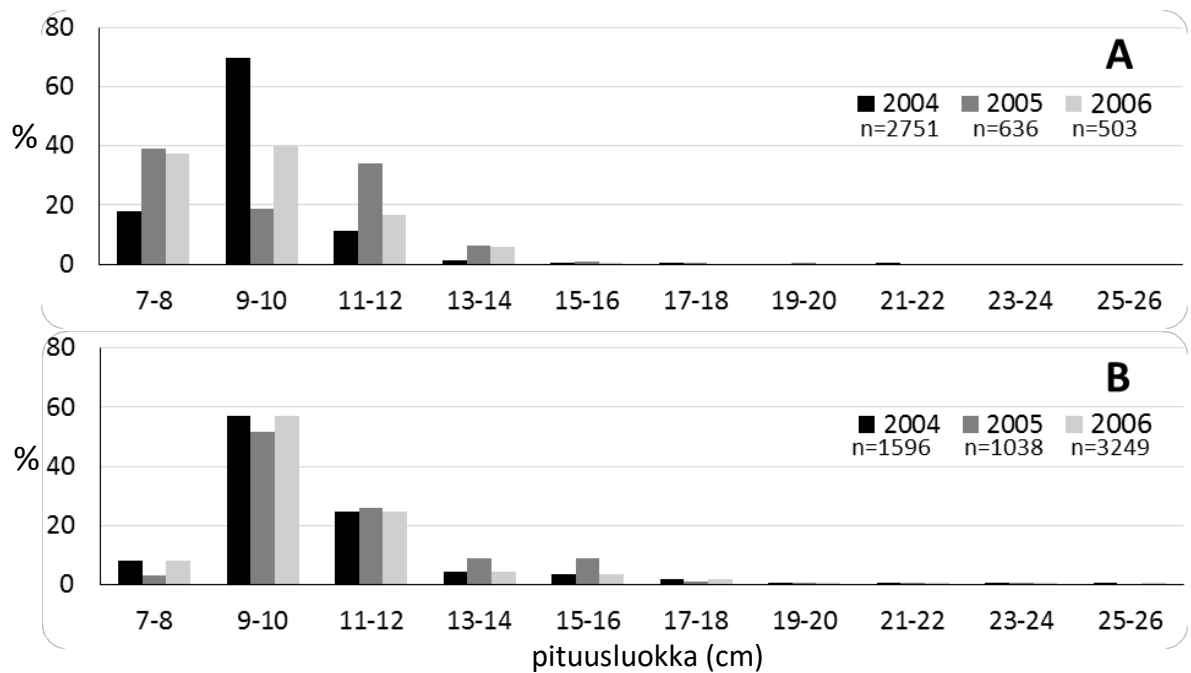
3.4. Hoitokalastuksen ja koeverkkokalastuksen vertailu

Jyväsjärven hoito- ja koeverkkokalastusten särkisaaliiden kokojakaumat poikkesivat merkitsevästi toisistaan jokaisena tutkimusvuonna (Kolmogorov-Smirnov, 2004: $KS=0,163$, $n_1=1952$, $n_2=439$, $p<0,01$, 2005: $KS=0,044$, $n_1=474$, $n_2=478$, $p<0,01$, 2006: $KS=0,317$, $n_1=513$, $n_2=625$, $p<0,01$). Molempien pyyntimenetelmien pituusjakaumien perusteella isojen kalojen osuus pieneni hoitokalastuksen edetessä (Kuva 16). Hoitokalastusaineiston perusteella pienten kalojen osuus kasvoi huomattavasti vuonna 2006, kun taas koeverkkokalastusaineiston perusteella näin olisi käynyt vuonna 2005. Alle 14 cm:n pituisten kalojen osuus on kuitenkin molemmissa pyyntimenetelmissä jokaisena vuonna yli 40 %.



Kuva 26. Jyväskylän särkisaaliin pituusluokkien suhteellinen jakautuminen hoitokalastuksessa (A) ja koeverkkokalastuksessa (B).

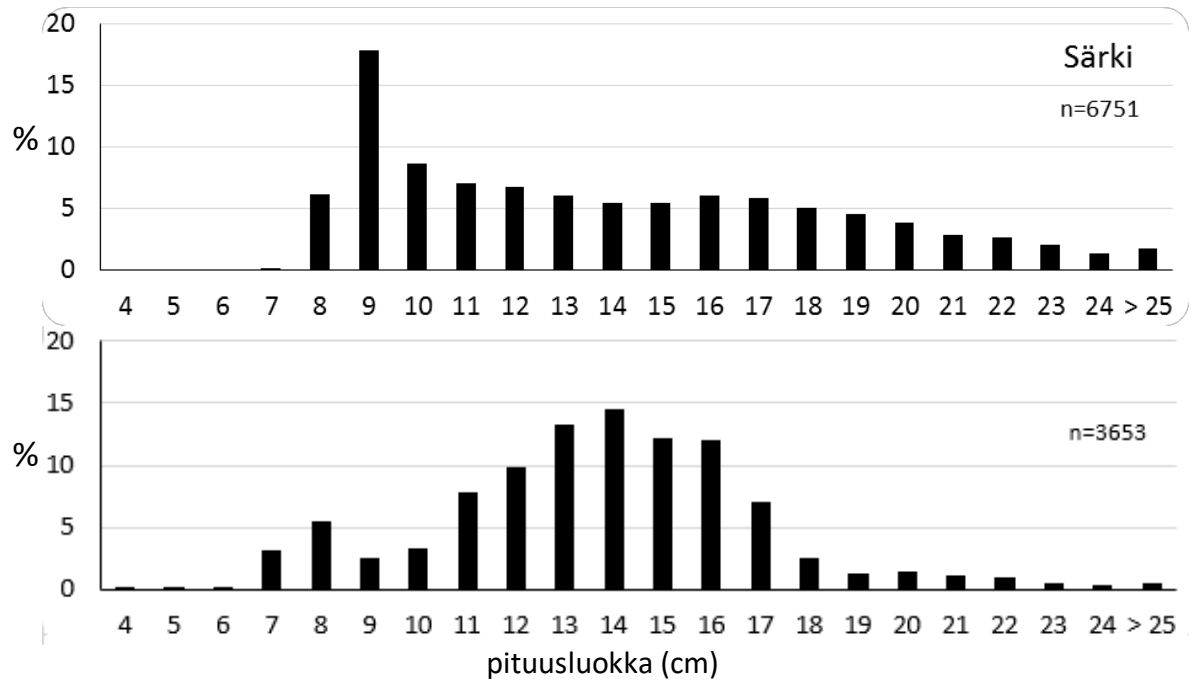
Myös ahvensaaliiden kokojakaumat hoito- ja koeverkkokalastusten välillä poikkesivat merkitsevästi toisistaan jokaisena kalastusvuonna (Kolmogorov-Smirnov, 2004: $KS=0,007$, $n_1=2751$, $n_2=1596$ $p<0,01$, 2005: $KS=0,087$, $n_1=636$, $n_2=1038$ $p<0,01$, 2006: $KS=0,055$, $n_1=503$, $n_2=3249$ $p<0,01$). Kummallakaan pyyntimenetelmällä ei juurikaan saatu yli 15 cm:n pituisia kaloja (Kuva 17). Koeverkkosaaliissa 7–8 cm:n pituisten kalojen osuus oli huomattavasti pienempi hoitokalastussaaliiseen verrattuna. Alle 14 cm:n pituisten ahventen osuus oli jokaisena tutkimusvuotena yli 70 % molemmilla pyyntimenetelmillä. Eri kokoluokkien suhteellisia runsauksia vertailtaessa on muistettava, että hoitokalastussaalis on keväältä ja koeverkkosaalis loppukesältä. Myös kalojen kasvu kesän aikana selittää osin eroa pyyntimenetelmien välillä.



Kuva 17. Jyväskylän ahvensaaliin pituusluokkien suhteellinen jakautuminen hoitokalastuksessa (A) ja koeverkkokalastuksessa (B).

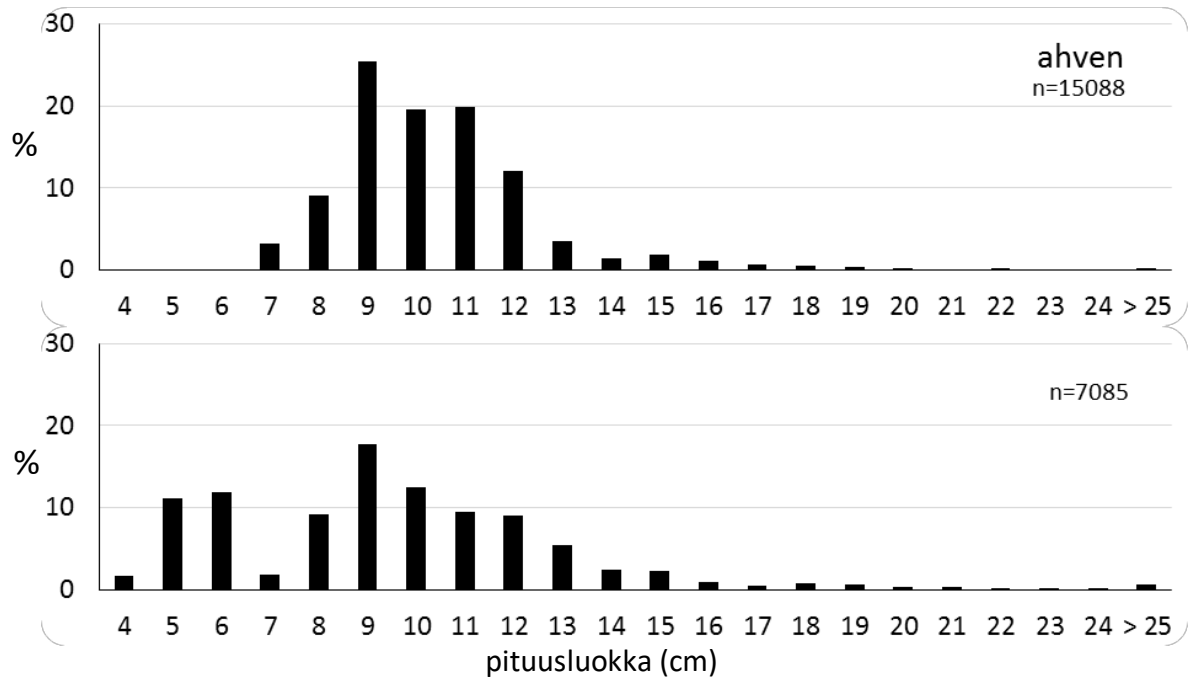
3.5. Yleiskatsausverkon ja NORDIC-yleiskatsausverkon saaliiden vertailu

Särjen osalta yleiskatsausverkon ja NORDIC-verkon pyytävyydessä ei ollut suuria eroja (Kuva 18). Yleiskatsausverkko ei kuitenkaan pyytänyt alle 7 cm:n pituisia kaloja niin kuin NORDIC-verkko. Eri pituusluokkien suhteellisia runsauksia vertailtaessa on muistettava, että yleiskatsausverkon ja NORDIC-verkon havainnot ovat eri vuosilta.



Kuva 18. Särkisaaliin suhteellisten pituusjakaumien vertaaminen eri verkkotyyppien välillä. Yleiskatsausverkko ylhäällä ja NORDIC-verkko alhaalla.

Eri verkkotyyppien pyytävyysero oli ahvenella särkeä suurempi (Kuva 19). Yleiskatsausverkolla saatiin vain satunnaisesti alle 7 cm:n pituisia ahvenia, kun taas NORDIC-verkolla 4–6 cm:n pituisia kaloja jäi runsaasti verkkoon.



Kuva 19. Ahvensaaliin suhteellisten pituusjakaumien vertaaminen eri verkkotyyppien välillä. Yleiskatsausverkko ylhäällä ja NORDIC-verkko alhaalla.

4 TULOSTEN TARKASTELU

4.1. Kalanjalostajien haastattelut

Haastattelujen perusteella sekä särki, ahven että lahna soveltuvat sekä säilykkeiden että kalamassan valmistukseen. Särjen ja ahvenen kaikki kokoluokat ovat periaatteessa hyödynnettävissä, ja kalamassan ja säilykkeiden valmistukseen liian pienistä särjistä ja ahvenista on mahdollista valmistaa esimerkiksi kalakukkoja. Pienet ahvenet soveltuvat myös friteerattaviksi. Lahnan kokoluokista hyödynnettävissä ovat kaikki yli 20 cm:n (100 g) pituiset yksilöt.

Kalanjalostajien käyttämissä kokoluokissa ainoastaan kalamassassa käytettävän lahnan ja ahvenen sekä fileerattavan ahvenen välillä oli eroja. Muuten jalostajat käyttävät lähes samoja lajikohtaisia kokoluokkia eri tuotteiden valmistuksessa. Erot eri tuotteiden valmistukseen käytettävien kalojen ihannekoossa johtunevat kalanjalostajien erilaisista tuotantomenetelmistä ja käytettävissä olevista

resursseista. Kalanjalostajien resurssit lahnan, särjen ja ahvenen hyödyntämiseen tulevat kuitenkin luultavasti kasvamaan tulevaisuudessa teknologian ja markkinoiden kehittyessä.

Haastatteluissa mukana olleet kalanjalostusyrietykset olivat liikevaihdoiltaan eri kokoisia ja toimivat eri puolilla Suomea. Tästä johtunee suuri vaihtelu saatavuusarvioissa. Tutkimuksessa saatiin kuitenkin hyvä kokonaiskuva lahnan, särjen ja ahvenen markkinatilanteesta. Jokaisella tutkimuslajilla on selvästi kysyntää kalamarkkinoilla, vaikkakin ahvenen taloudellinen merkitys kalanjalostajille vaikuttaisi olevan pieni.

4.2. Hoitokalastuksen saalisjakaumat

Erot eri järvien hoitokalastussaaaliin kokojakaumatiedoissa johtunevat järvien toisistaan poikkeavista ominaisuuksista. Erittäin rehevissä järvissä etenkin särkikalajien populaatio voi olla alkutilanteessa todella tiheä. Tällaisessa tilanteessa järven kalapopulaation rakenne on muuttunut niin, että kalayksilöiden kasvu on hidasta ja pienten yksilöiden osuus on suuri. Esimerkiksi särjen kasvukertoimen on todettu olevan pienempi tiheissä populaatioissa (Olin ym. 2017). Myös ahvenen kasvu voi hidastua järven särkipopulaation ollessa tiheä. Sekä ahvenen että särjen yksilöiden koon on todettu pienentyvän tiheissä populaatioissa (Hayden ym. 2017). Tiheä särkipopulaatio voi myös syrjäyttää muita särkikalajoja, kuten lahnan (Lammens ym. 1992).

Voimakkaasti rehevöityneellä Karvianjärvellä hoitokalastussaaaliiksi saatiin lähes ainoastaan pientä särkeä ja lahnaa. Järven särkikalakanta on siis luultavasti todella tiheä. Kalojen keskipituus kuitenkin vaikuttaisi kasvaneen hieman viimeisen hoitokalastusvuoden saaliissa sekä Karvianjärvellä että Karhijärvellä. Molemmilla järvillä hoitokalastuksessa on ollut kahden vuoden tauko kahden viimeisen kalastusvuoden välillä, joten on mahdollista, että kalojen kasvu on nopeutunut populaation mahdollisesti pienentyessä ja täten ravintotilanteen kasvaessa. Aikaisemmissa hoitokalastustutkimuksissa myös petokalojen osuuden on todettu kasvavan (Jeppesen ym. 2005, Olin ym. 2006), joka voisi myös selittää pienten

yksilöiden osuuden vähentymistä hoitokalastussaaliissa. Sekä Karvianjärven että Karhijärven aineistossa oli kuitenkin suurta vaihtelua kalanäytteiden koon sekä kokonaissaaliiden välillä (Liite 2), joten järvien kalaston rakennetta tulisi tutkia tarkemmin esimerkiksi mahdollisten koeverkkokalastusaineistojen pohjalta.

Myös rehevöityneen Jyväsjärven hoitokalastussaaliksi koostui kappalemääräisesti pääasiassa pienistä yksilöistä, vaikka sekä lahna- että särkisaaliissa oli mukana isompiakin kaloja. Ainoastaan särkisaaliin kokojakaumissa oli selvä muutos hoitokalastusvuosien välillä, ja pienten kalayksilöiden osuus vaikutti kasvavan. Biomassana vanhoja kaloja ja ikäryhmiä oli kuitenkin paljon kalastuksen alussa. Samanlaisia tuloksia on saatu myös tarkastelemalla Jyväsjärven hoitokalastusvuosien aikaisia koeverkkokalastusaineistoja (Alaja 2008). Hoitokalastuksen seurauksena pienten kalayksilöiden määrä voi myös lisääntyä (Olin ym. 2006). Tämä johtuu hoitokalastustoimenpiteen jälkeen syntyvästä vahvasta ahvenen ja särjen vuosiluokasta, joka saattaa pahimmassa tapauksessa jopa kompensoida hoitokalastuksen tuloksia (Hansson ym. 1998, Karjalainen ym. 1999, Olin ym. 2006, Ruuhijärvi ym. 2017).

Pyhäjärvi ei ole yhtä rehevöitynyt kuin Karvianjärvi ja Karhijärvi. Voikin olla, että tästä syystä hoitokalastussaaliiksi saatiin pääasiassa muita tutkimusjärviä isompia yksilöitä. Pyhäjärvi on myös suuri muihin tutkimusjärviin verrattuna, ja sen kalaston tiedetään olevan tuottoisa (Sarvala ym. 1984). Pyhäjärven vuosittaisissa saalismäärissä ei ollut paljon eroa eri vuosien välillä (Liite 2).

Eri järvien kalastojen vertailussa on aina huomioitava, että kalasto saattaa olla erilainen myös toisiaan lähellä sijaitsevilla samankaltaisilla järvillä (Horppila ym. 2010), ja yksiselitteisten vastausten löytäminen kalapopulaatioiden rakenteellisiin eroihin voi olla hankalaa.

4.3. Hoitokalastussaaliin soveltuvuus jalostukseen

Tutkimusjärvien erilaisista kalojen kokojakaumista huolimatta jokaisen järven hoitokalastussaaliksi voitaisiin teoriassa hyödyntää alle 20 cm:n pituisia lahnoja lukuun ottamatta. Suuri osa lahnan, särjen ja ahvenen jalostuksesta perustuu

kuitenkin kalasäilykkeiden ja -massan tuotantoon, joihin käytetään isompia kaloja. Vaikka alle 10 cm:n pituiset särjet ja ahvenet voidaan teoriassa hyödyntää, ei niiden kalastus ole kalanjalostuksen kannalta mielekästä, etenkin jos pienten kalojen osuus tuotantoon tulevasta kalasta on suuri. Pienten kalojen käsittelyn työläys siihen kulutettavaan aikaan nähden tekee taloudellisesti kannattavasta jalostuksesta haastavaa. Myös valmistettavien tuotteiden, kuten kalakukon ja frittiahventen erikoisuus ja tästä johtuva pieni kysyntä vaikeuttaa pienten kalojen hyödyntämistä.

Jokaisesta tutkimusjärvestä saatiin kuitenkin hyvin etenkin kalasäilykkeiden valmistukseen soveltuvaa särkeä. Vajaasti hyödynnettyjen kalojen jalostamisen ongelmana on kuitenkin yleisesti pidetty kalojen pientä ja vaihtelevaa kokoa (Käyhkö ym. 1997). Tästä syystä tuotannon tehokas koneistaminen ja tätä kautta kannattavuuden lisääminen on ollut hankalaa.

Useat haastatelluista kalanjalostajista toivoivat lahnalle, särjelle ja ahvenelle parempaa saatavuutta, joten hoitokalastus olisi tärkeä nähdä resurssina elintarvikekelpoiselle kalaraaka-aineelle. Vajaasti hyödynnettyjen kalojen kysynnän kasvaessa hoitokalastus yksin tulee tuskin tarjoamaan ratkaisua, sillä hoitokalastuksella pyritään vähentämään järven kalabiomassaa. Tällöin jatkuva ja tasainen saalismäärä on vaikea saavuttaa. Hoitokalastusta tulisi kuitenkin yleensä jatkaa alhaisemmalla tasolla, jos vedenlaatuvaikutusten halutaan säilyvän. Tällöin esimerkiksi useamman järven saaliin kerääminen yhteen voisi tuottaa riittäviä määriä kalaa.

Kala on yksi nopeimmin pilaantuvista elintarvikkeista (Hall 1997), ja vuodenaika vaikuttaa suuresti kalan elintarvikearvoon ja säilyvyyteen (Shewan 1977). Hoitokalastushankkeiden yhteydessä saatavan saaliin täytyisi olla laadultaan kalanjalostajien hyödynnettäväksi kelpaavaa. Tämä tarkoittaisi esimerkiksi hoitokalastuksen ajoittamista kylmän veden ajalle ainakin eteläisessä Suomessa. Kalamassaa on kuitenkin mahdollista säilyttää pakastettuna yli vuoden ajan (Karvinen 2005), joten kylmän veden aikana kalastettua kalaa olisi mahdollista hyödyntää myös muina vuodenaikoina. Myös kalan kuljetus järvestä jalostajalle täytyisi olla huolellisesti järjestetty.

4.4. Hoitokalastus- ja koeverkkokalastussaaliin kokorakenteen vertailu

Koeverkkokalastuksessa on aina huomioitava se, että verkko on valikoiva pyydys, joka pyytää erilaisella tehokkuudella eri kalalajeja sekä saman lajin eri-ikäisiä ja -kokoisia yksilöitä (Hamley 1975). Verkkojen pyytävyyys riippuu myös kalojen aktiivisuudesta, koosta sekä muodosta. Esimerkiksi ahvenet jäävät evien piikikkyyden vuoksi särkiä helpommin saaliiksi, ja suuret kalat saattavat olla pieniä kaloja aktiivisempia. Vaikka esimerkiksi NORDIC-yleiskatsausverkkojen valmistuksessa on pyritty vakio-pyyntitehoon monilajikalastuksen parantamiseksi, pyyntiteho ei kuitenkaan käytännössä ole vakio (Appelberg ym. 1995). Verkon pyytävyyys myös laskee sitä mukaa kun kaloja kertyy verkkoon (Appelberg ym. 1995, Marjomäki ym. 2015). Tämän on todettu johtuvan tilan puutteesta (Minns & Hurley 1988) sekä välttelystä (Hamley 1975). Olin ym. 2004 totesivat, että monisolmuväliverkon pyytävyyys laskee huomattavasti standardi 12 tunnin pyynnin aikana, ja Marjomäki ym. 2015 huomasivat pyytävyyden laskevan jo 6 tunnin pyynnin aikana. Myös veden kirkkaus vaikuttaa negatiivisesti verkon pyytävyyteen (Olin ym. 2004). Olin ym. 2004 mukaan koeverkkosaalis vääristää tuloksia eniten kalastettaessa kirkkaassa vesistöissä, jossa on suuri kalatiheys.

Molemmista jakaumista saa suuntaa-antavan kuvan siitä, minkälainen järvien kalaston rakenne on. Koeverkkokalastuksia tehdään paljon vesienhoidon suunnittelussa erilaisilla järvillä. Järven särki- ja ahvenkantojen kaupallista hyödyntämistä mietittäessä voisi siis olla mahdollista käyttää koeverkkokalastusaineistoja näiden lajien kalastuksen ohjaamisessa huomioiden kalanjalostajien tarpeet.

Vastaavasti myös hoitokalastusaineistoja voisi käyttää järven kalaston rakenteen arvioinnissa. Hoitokalastusaineistojen hyödyntämisen etuna on se, että esimerkiksi nuotta- ja rysäpyynti eivät ole yhtä valikoivia pyyntimenetelmiä koeverkkokalastukseen verrattuna. Esimerkiksi nuotan kaltaisen aktiivisen pyydyksen pitäisi antaa koeverkoja parempi kuva kalakannan rakenteesta (Olin & Malinen 2003), ja esimerkiksi isojen kalojen määrää voitaisiin arvioida tarkemmin. Tästä syystä hoitokalastushankkeiden saaliskirjanpidon tulisikin aina olla

johdonmukaista ja verrattavissa koeverkkokalastuksesta saataviin vastaaviin tuloksiin.

5 PÄÄTELMÄT

Kalanjalostajien haastattelujen perusteella lahnan, särjen ja ahvenen monipuolinen käyttö on mahdollista, ja niiden kysyntä kalamarkkinoilla on selvästi kasvussa. Tämän vuoksi hoitokalastussaalista tulisi hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. Kalojen pieni koko etenkin rehevöityneissä järvissä on kuitenkin ongelmallista, sillä pienten kalojen hyödyntäminen kalanjalostuksessa on haastavaa. Myös hoitokalastus vaikuttaa järven kalapopulaation rakenteeseen niin, että pienten kalayksilöiden osuus saaliista yleensä kasvaa hoitokalastuksen edetessä. Tästä syystä koeverkkokalastusaineistoja olisi mahdollista käyttää lahnan, särjen ja ahvenen saalispotentiaalin sekä saaliin hyödyntämisen ennakoinnissa. Tämä mahdollistaisi saaliiden kokojakaumien arvioinnin järvikohtaisesti ennen hoitokalastuksen aloittamista. Hoitokalastus tulisi myös ajoittaa kylmän veden ajalle mahdollisten makuhaittojen välttämiseksi. Lahnan, särjen ja ahvenen populaatioiden rakenteista tulisi myös tuottaa enemmän tietoa. Näin voitaisiin mahdollistaa näiden lajien parempi saatavuus, sekä kestävän tason kaupallinen kalastus.

KIITOKSET

Haluan kiittää ohjaajiani Juha Karjalaista sekä Timo Ruokosta. Molemmat olivat aktiivisesti mukana graduprojektini eri vaiheissa ja aina valmiita auttamaan. Heidän ansiostaan minun oli mahdollista työstää graduani tehokkaasti eteenpäin oman aikatauluni mukaisesti. Olen myös kiitollinen minulle gradun kirjottamista varten myönnetystä työpisteestä yliopistolla. Tutkimus on osa Jyväskylän yliopiston, Luken sekä Pyhäjärvi-instituutin ”Sisävesien talouslajien ekologisesti

kestävän saalispotentiaalin määrittäminen” -hanketta. Hanke on osa Euroopan meri- ja kalatalousrahaston 2014–2020 Suomen toimintaohjelmaa.

KIRJALLISUUS

- Alaja H. 2008. Hoitokalastuksen vaikutukset kalaston rakenteeseen ja kalojen kasvuun Pohjois-Päijänteellä ja Jyväsjärvessä vuosina 2001-2007. Julkaisussa: Salo H. (toim.), *Pohjois-Päijänteen ja Jyväsjärven kehittäminen – kalataloudellinen kunnostus*. Jyväskylän yliopisto, Ympäristöntutkimuskeskus.
- Anonyymi 2009. OIVA - Ympäristö ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille. <http://www.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp> . Hakupäivä: 1.4.2018.
- Anonyymi 2013. OIVA - Ympäristö ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille. <http://www.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp> . Hakupäivä: 1.4.2018.
- Anonyymi 2014. OIVA - Ympäristö ja paikkatietopalvelu asiantuntijoille. <http://www.ymparisto.fi/scripts/oiva.asp> . Hakupäivä: 1.4.2018.
- Anonyymi 2015. Järviwiki.fi
[https://www.jarviwiki.fi/wiki/Karvianj%C3%A4rvi_\(36.043.1.001\)](https://www.jarviwiki.fi/wiki/Karvianj%C3%A4rvi_(36.043.1.001)).
Hakupäivä: 21.5.2018.
- Appelberg M., Berger H-M., Hesthagen T., Kleiven E., Kurkilahti M., Raitaniemi J. & Rask M. 1995. Development and intercalibration of methods in Nordic freshwater fish monitoring. *Water Air Soil Poll.* 85: 401-406.
- Drenner R.W. & Hambright K.D. 1999. Biomanipulation of fish assemblages as a lake restoration technique. *Arch Hydrobiol.* 146: 129-165.

- Elliot J.A., Jones I.D. & Thackeray S.J. 2006. Testing the sensitivity of phytoplankton communities to changes in water temperature and nutrient load in a temperate lake. *Hydrobiologia* 559: 401-411.
- FAO. 2018. FAO yearbook. *Fishery and Aquaculture Statistics 2016*. Rome/Roma. 104pp.
- Hall G.M. 1997. *Fish processing technology*. Chapman & Hall.
- Hamley J.M. 1975. Review of gillnet selectivity. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 32: 1943-1969.
- Hansson L.A., Annadotter H., Bergman E., Hamrin S.F., Jeppesen E., Kairesalo T., Luokkanen E., Nilsson P.A., Søndergaard M. & Strand J. 1998. Biomanipulation as an application of food-chain theory: Constraints, synthesis, and recommendations for temperate lakes. *Ecosystems* 1: 558-574.
- Hayden B., Myllykangas J-P., Rolls R.J. & Kahilainen K. 2017. Climate and productivity shape fish and invertebrate community structure in subarctic lakes. *Freshwt. Biol.* 62: 990-1003.
- Horppila J., Olin M., Vinni M., Estlander S., Nurminen L., Rask M., Ruuhijärvi J. & Lehtonen H. 2010. Perch production in forest lakes: the contribution of abiotic and biotic factors. *Ecol. Freshwt. Fish.* 19: 257-266.
- Jeppesen E., Jensen J.P., Søndergaard M., Lauridsen T. & Landkildehus F. 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwt. Biol.* 45: 201-218.
- Jeppesen E., Søndergaard M., Jensen J.P., Havens K.E., Anneville O., Carvalho L., Coveney M.F., Deneke R., Dokulil M.T., Foy B., Gerdeaux D., Hampton S.E., Hilt S., Kangur K., Kohler J., Lammens E.H.H.R., Lauridsen T.L., Manca M., Miracle M.R., Moss B., Noges P., Persson G., Phillips G., Portielje R., Schelske C.L., Straile D., Tatrai I., Willen E. & Winder M. 2005. Lake responses to reduced nutrient loading – an analysis of contemporary long-term data from 35 case studies. *Freshwt. Biol.* 50: 1747-1771.

- Kairesalo T., Laine S., Luokkanen E., Malinen T. & Keto J. 1999. Direct and indirect mechanisms behind successful biomanipulation. *Hydrobiologia* 395: 99-106.
- Karjalainen J., Leppä M., Rahkola M. & Tolonen K. 1999. The role of benthivorous and planktivorous fish in a mesotrophic lake ecosystem. *Hydrobiologia* 408/409: 73-84.
- Karvinen V. 2005. Vajaasti hyödynnettyjen kalalajien tutkimus- ja tuotekehityshanke 1.10.2001-30.11.2004. loppuraportti. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus. 75 s. + liitteet.
- Kaski O. 2010. Vähempiarvoisen kalan hyödyntämismahdollisuudet teollisuudessa -esiselvitys. Kokkolan kaupunki. 32 s. + liitteet.
- Kurkilahti M. & Rask M. 1999. Verkkokoekalastukset. Julkaisussa: Böhling P. & Rahikainen M. (toim.), *Kalataloustarkkailu. Periaatteet ja menetelmät*. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki.
- Käyhkö A., Setälä J. & Salmi P. 1997. Vajaakäyttöisen järvikalan jalostuksen ongelmat ja kehittäminen. *Kalatutkimuksia*. 131. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.
- Lammens E.H.R.R., Frank-Landman A., McGillavry P.J. & Vink B. 1992. The role of predation and competition in determining the distribution of common bream, roach and whie bream in Dutch eutrophic lakes. *Environ. Biol. Fishes* 33: 195-205.
- Marjomäki T.J., Paloniemi M., Keskinen T., Kuha J. & Karjalainen J. 2015. Empirical estimation of accumulation-induced change in gill net catchability: mind the observation errors. *Open Fish Science Journal* 8: 13-22.
- Minns C.K. & Hurley D.A. 1988. Effects of net lenght and set time on fish catches in gill nets. *N. Am. J. Fish Manage.* 8(2): 216-223.

- Mäkinen T. 2008. Voidaanko kalastuksella vähentää kalankasvatuksen ravinnekuormaa? Kalankasvatuksen nettokuormitusjärjestelmän esiselvitys. *Riista- ja kalatalous. Selvityksiä*. 2/2008. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.
- Nellbring S. 1989. The ecology of smelts (Genus *Osmerus*): a literature review. *Nord. J. Freshw. Res.* 65: 116-145.
- Olin M. & Malinen T. 2003. Comparison of gillnet and trawl in diurnal fish community sampling. *Hydrobiologia* 506-509: 443-449.
- Olin M., Kurkilahti M., Peltola P. & Ruuhijärvi J. 2004. The effects of fish accumulation on the catchability of multimesh gillnet. *Fish Res.* 69: 135-147.
- Olin M., Rask M., Ruuhijärvi J., Keskitalo J., Horppila J., Tallberg P., Taponen T., Lehtovaara A. & Sammalkorpi I. 2006. Effects of biomanipulation on fish and plankton communities in ten eutrophic lakes of southern Finland. *Hydrobiologia* 553: 67-88.
- Olin M., Rask M., Estlander S., Horppila J., Nurminen L., Tiainen J., Vinni M. & Lehtonen H. 2017. Roach (*Rutilus rutilus*) populations respond to varying environment by altering size structure and growth rate. *Boreal Environ. Res.* 22: 119-136.
- Rask M., Kurkilahti M. & Olin M. 1997. Koeverkkokalastuksen oikeat työtavat ja välineet. *Suomen kalastuslehti*. 104(5): 22-25.
- Ruuhijärvi J., Rask M., Vesala M. & Olin M. 2017. Tuusulanjärven kalakantojen muutokset järven kunnostuksen vuosina 1996-2012. Julkaisussa: Hietala J. (toim.), *Raportteja*. 56/2017. *Tuusulanjärven kunnostus vuosina 1999-2013. Hoitotoimia ja seurantaa*. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
- Sarvala J., Aulio K., Mölsä H., Rajasilta M., Salo J. & Vuorinen I. 1984. Factors behind the exceptionally high fish yield in the Lake Pyhäjärvi, southwestern Finland: hypotheses on the biological regulation of fish production. *Aqua Fenn.* 14: 49-57.

- Sarvala J., Helminen H. & Karjalainen J. 1998. Restoration of Finnish lakes using fish removal: changes in the chlorophyll – phosphorus relationship indicate multiple controlling mechanisms. *Int. Ver. The.* 27: 1473-1479.
- Setälä J., Tarkki V., Mannerla M. & Vielma J. 2011. Vajaasti hyödynnetyn kalan kaupalliset käyttömahdollisuudet. *RKTL:n Työraportteja.* 11/2011. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.
- Setälä J., Niukko J. & Saarni K. 2017. Kalamarkkinakatsaus 2016. *Kirjat ja raportit.* Luonnonvarakeskus (Luke).
- Shapiro J., Lamarra V.A. & Lynch M. 1975. *Bio-manipulation: an ecosystem approach to lake restoration.* Limnological Research Center, University of Minnesota.
- Shewan J.M. 1977. The bacteriology of fresh and spoiling fish and the biochemical changes induced by bacterial action. Teoksessa: Sutcliffe P. & Disney J. (toim.), *Handling, processing and marketing of tropical fish.* Tropical products institute, London.
- Vuori K-M., Bäck S. Hellsten S. Karjalainen S. M, Kauppila P. Lax H-G, Lepistö L. Londesborough S. Mitikka S. Niemelä P. Niemi J. Perus J. Pietiläinen O-P. Pilke A. Riihimäki J. Rissanen J. Tammi J. Tolonen K. Vehanen T. Vuoristo H. ja Westberg V. 2006. Suomen pintavesien tyypittelyn ja ekologisen luokittelujärjestelmän perusteet. *Suomen ympäristö 807.*
- Suomen virallinen tilasto (SVT): Kalajalosteiden tuotanto [verkkójulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus [haettu: 20.5.2018].

LIITTEET

LIITE 1. Kalanjalostajien haastattelujen haastattelupohja

Päivämäärä:
Yrityksen nimi:
Haastateltavan nimi:
Sähköpostiosoite:
Haastattelija:

Kysymykset

1. Mitä tuotteita valmistatte kyseisistä lajeista tällä hetkellä?
2. Minkä kokoinen kala soveltuu minkäkin tuotteen valmistukseen?
3. Mikä on kalalajien eri kokoluokkien saatavuus jalostukseen (hyvä/kohtalainen/heikko)?
4. Miksi muut kokoluokat eivät käy?
5. Miten hyödyntämättömien kokoluokkien käyttöä voitaisiin kehittää tulevaisuudessa?

LIITE 2. Eri järvien hoitokalastuksien saalismäärät kilogrammoina

Jyväsjärvi	2004	2005	2006
lahna	22812	10670	7183
särki	9358	8485	6094
ahven	15173	5129	6921
Kok. poistomäärä	53381	25924	21795

Karvianjärvi	2009	2010	2011	2013
lahna	21141	26000	2977	40440
särki	19035	22022	1271	18710
ahven	0	0	112	175
Kok. poistomäärä	40500	26000	4490	59700

Karhijärvi	2013	2014	2016
lahna	104	32795	11440
särki	227	35120	11300
ahven	0	595	126
Kok. poistomäärä	3300	108020	30000

Pyhäjärvi	2015	2016	2017
lahna	51000	49000	48000
särki	200000	215000	198000
ahven	176000	178000	145000
Kok. poistomäärä	758600	761575	897000

LIITE 3. Hoitokalastussaaliiden kokojakaumat prosentteina

Lahna, Jyväsjärvi

pituus (cm)	2004	2005	2006
< 10	4,1 %	0,0%	26,7 %
10-14	33,5 %	7,4 %	15,6 %
15-19	15,8 %	18,5 %	8,9 %
20-24	13,1 %	7,4 %	13,3 %
25-29	4,4 %	3,7 %	0,0 %
> 30	29,1 %	63 %	35,5 %
n	367	27	45

Lahna, Karvianjärvi

pituus (cm)	2009	2010	2011	2013
< 10	52,6 %	16,3 %	82,9 %	42,5 %
10-14	31,2 %	56,6 %	5,3 %	40,6 %
15-19	14,9 %	25,6 %	4,6 %	16,0 %
20-24	1,3	1,0 %	4,4 %	0,9 %
25-29	0,0 %	0,0 %	0,7 %	0,0 %
> 30	0,0 %	0,5 %	2,1 %	0,0 %
n	538	204	432	106

Lahna, Karhijärvi

pituus (cm)	2013	2014	2016
< 10	63,0 %	25,4 %	2,5 a
10-14	27,8 %	65,4 %	14,1 %
15-19	9,2 %	4,7 %	58,3 %
20-24	0,0 %	3,7 %	19,0 %
25-29	0,0 %	0,5 %	3,1 %
> 30	0,0 %	0,3 %	3,1 %
n	108	2190	163

Särki, Jyväsjärvi

pituus (cm)	2004	2005	2006
< 10	21,4 %	26,1 %	64,1 %
10-14	38,9 %	46,5 %	26,0 %
15-19	36,9 %	14,9 %	7,4 %
> 20	2,8 %	12,5 %	2,5 %
n	1993	578	707

Särki, Karvianjärvi

pituus (cm)	2009	2010	2011	2013
< 10	29,0 %	44,9 %	54,9 %	36,0 %
10-14	62,5 %	50,4 %	35,2 %	61,0 %
15-19	8,3 %	4,7 %	9,3 %	2,9 %
> 20	0,2 %	0,0 %	0,6 %	0,0 %
n	531	127	162	136

Särki, Karhijärvi

pituus (cm)	2013	2014	2016
< 10	3,4 %	5 %	6 %
10-14	92,5 %	67,9 %	40,7 %
15-19	4,1 %	26,8 %	53,3 %
> 20	0,0 %	0,3 %	0,0 %
n	146	697	182

Särki, Pyhäjärvi

pituus (cm)	2015	2016	2017
< 10	0,0 %	4,1 %	4,2 %
10-14	43,8 %	26,2 %	62,8 %
15-19	23,7 %	36,7 %	4,3 %
> 20	32,5 %	33,0 %	28,7 %
n	169	218	94

Ahven, Jyväsjärvi

pituus (cm)	2004	2005	2006
< 10	47,6 %	60,0 %	67,3 %
10-14	52,2 %	38,8 %	32,4 %
15-19	0,2 %	1,2 %	0,3 %
20-24	0,0 %	0 %	0 %
> 25	0,0 %	0 %	0 %
n	2833	894	771

Ahven, Pyhäjärvi

pituus (cm)	2015	2016	2017
< 10	8,0 %	0,4 %	1,2 %
10-14	56,6 %	38,3 %	67,7 %
15-19	24,7%	48,5 %	19,9 %
20-24	10,3 %	10,9 %	8,7 %
> 25	0,4 %	1,9 %	2,5 %
n	263	266	161