

Tuusulanjärven ulappa-alueen kalayhteisö kesällä 2015

Tommi Malinen¹, Mika Vinni¹, Sami Vesala² ja Jukka Ruuhijärvi²

¹Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos, akvaattiset tieteet

²Luonnonvarakeskus



Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	3
2. Aineisto ja menetelmät.....	3
2.1 Kalatiheys ja -biomassa sekä lajijakauma.....	3
2.2 Ravintoanalyysit.....	4
3. Tulokset.....	5
3.1 Kalatiheys ja -biomassa.....	5
3.2 Kuhanpoikaset.....	6
3.3 Kuorekannan tila.....	8
3.4 Kalojen ravinto.....	8
3.4.1 Kuha.....	8
3.4.2 Kuore.....	8
3.4.3 Ahven.....	8
3.4.4 Särkikalat.....	11
3.5 Kesän lämpötilan yhteys kuorekantaan ja kuhanpoikasiin.....	12
4. Tulosten tarkastelu.....	14
Lähdeluettelo.....	16

Kanen kuva: Tuusulanjärven kuoret ja kuhanpoikaset ovat varsin samannäköisiä ja saaliin lajittelu pitää tehdä huolellisesti. Yllä kuore ja alla kuhanpoikanen. Kuva: Mika Vinni

1. Johdanto

Tuusulanjärven kalakantojen kehitystä on seurattu tiiviisti jo noin 20 vuoden ajan (Ruuhijärvi & Vesala 2009, Malinen & Kervinen 2013, Malinen & Vinni 2015). Viime vuosituhaten puolella alkaneet tehokalastus ja sekoitushapetus ovat muuttaneet huomattavasti järven kalayhteisöä. Alkujaan suuri särkikalabiomassa on pienentynyt selvästi ja viileätä alusvettä vaativan kuoreen kanta on voimakkaasti taantunut. Tuusulanjärven nykyinen kalaston koostumus on sellainen, että kesän sääolot vaikuttavat voimakkaasti ulapan kalamäärään. Lämpiminä kesinä syntyy useimmille lajeille voimakkaita vuosiluokkia ja ulapan kalamäärä on loppukesällä suuri, kun taas viileinä kesinä tilanne on päinvastainen. Järven kuhanpoikastuotanto on poikkeuksellisen runsasta ja ajoittain kuha on jopa ulapan valtalaji. Joinakin lämpiminä kesinä vallalla ovat pienet lahnat ja pasurit, joinakin viileinä kesinä yksikesäiset kuoreet. Koska ulapan kalamäärä ja lajikoostumus vaihtelevat voimakkaasti vuosittain, vaihtelee myös ravintoverkon toiminta suuresti. Jos kalayhteisön rakenne on sellainen, että kalat syövät pääasiassa kasviplanktonia sääteleviä vesikirppuja, sinileväkukintojen riski on suuri. Jos taas runsaana esiintyvät sellaiset lajit, jotka hyödyntävät monipuolisemmin ravintoresursseja syöden myös hankajalokaisia ja petovesikirppuja, leväkukintojen riski on paljon pienempi. Jos järven tilan kehitystä halutaan ymmärtää, ulapan kalamäärää ja lajikoostumusta tulee seurata vuosittain. Tässä suhteessa Tuusulanjärveltä kerätty aineisto onkin riittävän kattavaa. Toisaalta ravintoverkon toiminnan ymmärtämiseksi tarvitaan myös tietoja runsaimpien kalalajien ravinnonkäytöstä. Muilla järvillä saatujen tulosten soveltamiskelpoisuus on hyvin rajallista ja lisäksi kalojen ravinnonkäytössä on huomattavaa vuotuista vaihtelua. Tuusulanjärven nykyisen kalayhteisön ravintoa on tutkittu laajemmin ainoastaan kesällä 2008 (Malinen & Vinni 2009). Kyseinen kesä oli poikkeuksellisen kylmä ja sateinen, eikä sen voida missään tapauksessa ajatella edustavan keskimääräistä kalojen ravinnonkäyttöä.

Tämän tutkimuksen päämääränä oli arvioida Tuusulanjärven ulapan kalatiheys ja -biomassa lajeittain sekä runsaimpien lajien ravinnonkäyttö loppukesällä 2015. Erityistä huomiota kiinnitettiin ulapalla runsaina esiintyviin kuoreisiin ja kuhanpoikasiin, joiden runsauden ja kasvun mahdollista riippuvuutta kesän lämpötilasta selvitettiin vuosien 2004-2015 aineistosta. Lisäksi arvioitiin kuoreen mahdollista merkitystä kuhanpoikasten tiheyteen ja kasvuun.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1 Kalatiheys ja -biomassa sekä lajijakauma

Vuonna 2015 kaikuluotaus ja koetroolaukset tehtiin 25. elokuuta. Kaikuluotaus tehtiin samoja, yhdensuuntaisia ja 200 m välein sijaitsevia linjoja pitkin kuin vuosina 1999-2014 (Malinen 2013). Kalalajijakauman määrittämiseksi vedettiin viisi troolivettoa runsaskalaisilta paikoilta ja syvyyksiltä. Kaikuluotaimen pintakatvealueen kalamäärän arviointia varten vedettiin yksi trooliveto 0-2 m syvyydeltä satunnaisesti valitulla paikalla. Kaikuluotaukset tehtiin SIMRAD EY-500 -kaikuluotaimella, joka oli varustettu lohkokeilaisella ES120-7C -anturilla (äänen taajuus 120 kHz ja äänikeilan avautumiskulma 7°). Koetroolauksissa käytettiin pientä paritroolia, jonka suuaukon korkeus oli 2 m, leveys 5 m ja perän silmäharvuus 3 mm.

Kaikuluotausaineisto analysoitiin EP500-ohjelmalla käyttäen s_v -kynnysarvoa -60 dB. Pohjasta nousseiden metaanikuplien vaikutus kalakanta-arvioihin poistettiin rajaamalla kuplavanat manuaalisesti pois analyysistä. Kalamääräarvot laskettiin erikseen yli 5 m syville ja 3-5 m syville alueille. Yli 5 m syvien alueen kalatiheys

laskettiin siten, että yhden otosyksikön muodosti yhden kaikuluotauslinjan yli 5 m syvä alue. Vastaavasti kalatiheys 3-5 m syville alueille laskettiin käyttämällä otosyksikköinä niitä linjojen osia, joissa syvyys oli 3-5 m. Yleensä yhdestä kaikuluotauslinjasta tuli näitä otosyksiköjä kaksi kappaletta (linjan alku- ja loppuosa). Otosyksikön kalatiheys laskettiin kuten aikaisemminkin Tuusulanjärven seurannassa (Malinen 2013). Tutkimusalueen keskimääräinen kalatiheys ja -biomassa sekä niiden varianssit laskettiin otosyksikköjen pituuksilla painotettuna (Shotton & Bazigos 1984). Kalatiheyden ja -biomassan 95 % luottamusvälit laskettiin Poisson -jakaumaan perustuen (Jolly & Hampton 1990). Pintatrootivedon saalis oli niin pieni (13 kalaa), että kaikuluotaimen pintakatvealueen kalamääräestimaatteja ei koettu tarpeelliseksi laskea lainkaan.

Koetrootisaaliista määritettiin kalalajijakauma sekä mitattiin lajikohtaiset pituusjakaumat 1 mm tarkkuudella ja painojakaumat 0,01 g tarkkuudella. Yksikesäiset kuoret ja kuhat erotettiin vanhemmista kaloista pääasiassa pituusjakauman perusteella, mutta suurimpien kuhanpoikasten ikä varmistettiin suomusta. Kuoreen ja kuhanpoikasten tiheyden ja keskikoon mahdollista riippuvuutta kesän lämpötilasta tutkittiin regressioanalyysillä vuosien 2004-2015 aineistoista. Selittävänä muuttujana käytettiin lämpösummaa, joka laskettiin Helsinki-Vantaan lentoaseman vuorokauden keskilämpötilojen summuna kesäkuun alusta elokuun loppuun.

2.2 Ravintoanalyysit

Ravintoanalyysistä varten kerättiin kaksi aineistoa. Pienten ulappakalojen ravinnon tutkimista varten poimittiin troolilla saaduista lajijakaumanäytteistä otokset runsaimmista lajeista (kuha, kuore, särki, lahna, ahven). Ravintokaloja ei poimittu satunnaisesti vaan siten, että kaikista kokoryhmistä saatiin mukaan riittävästi näyttekaloja. Suurempikokoisten kuhien ravintoa tutkittiin Luonnonvarakeskuksen heinä-elokuussa tekemien koeverkkokalastusten saaliista. Tästä aineistosta analysoitiin kaikki yli 10 cm pituiset kuhat.

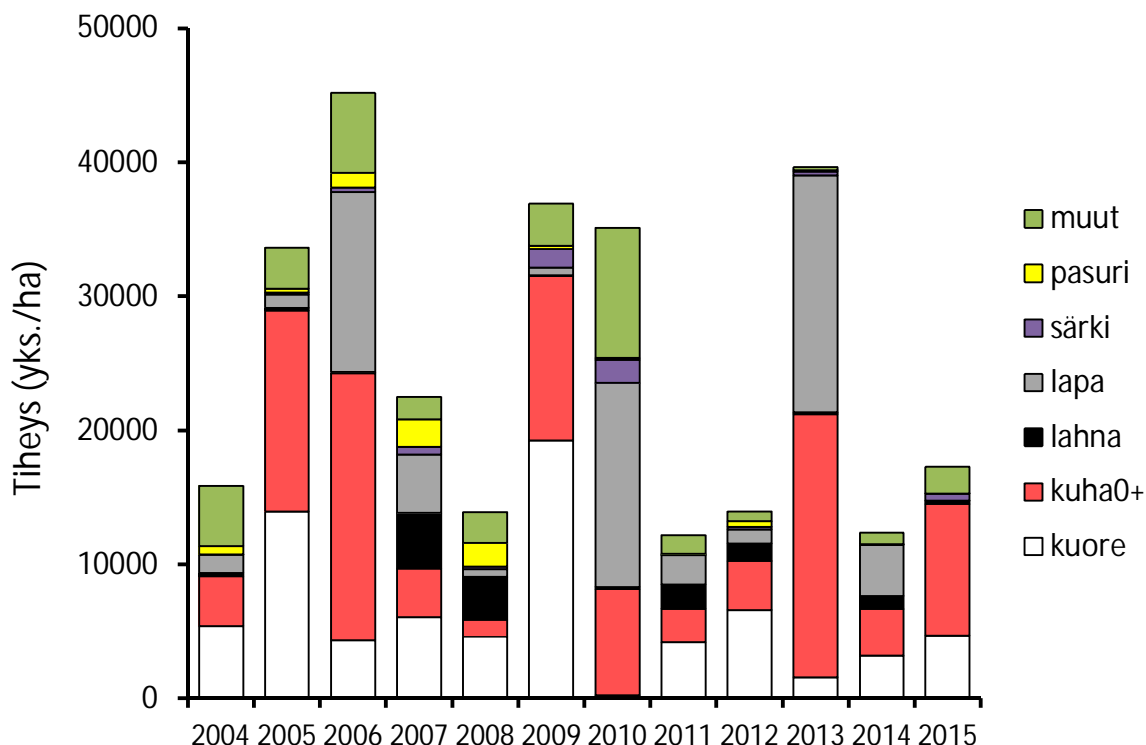
Kalalajeilla, joilla ravinto kerääntyy säkkimäiseen vatsalaukkuun (kuore ja ahvenkalat), käytettiin tutkimusmenetelmänä pistemenetelmää (Hynes 1950, Windell 1971). Menetelmässä arvioidaan ensin kalan vatsalaukun täyteisyys, jonka jälkeen kullekin ravintokohteelle annetaan pisteitä sen mukaan, kuinka suuren osan mahan tilavuudesta ne muodostavat. Lopuksi kunkin ravintokohteen saamat pistemäärät lasketaan yhteen ja ilmaistaan prosentteina kokonaispistemäärästä. Särkikaloiden käyttämä ravinto arvioitiin suolen ensimmäisestä kolmanneksesta tilavuusmenetelmällä (Vøllestad 1985, Rask 1989). Selkärangattomat ravintokohteet pyrittiin määrittämään vähintään sukutasolle yleisimpien ryhmien osalta. Mikäli kalaravinto oli jo pitkälle hajonnutta, määritettiin ravintokohteet mahdollisten luutumien perusteella. Lisäksi hyväkuntoiset kuhien saaliskalat mitattiin pedon ja saaliskalan koon riippuvuuden tutkimiseksi.

3. Tulokset

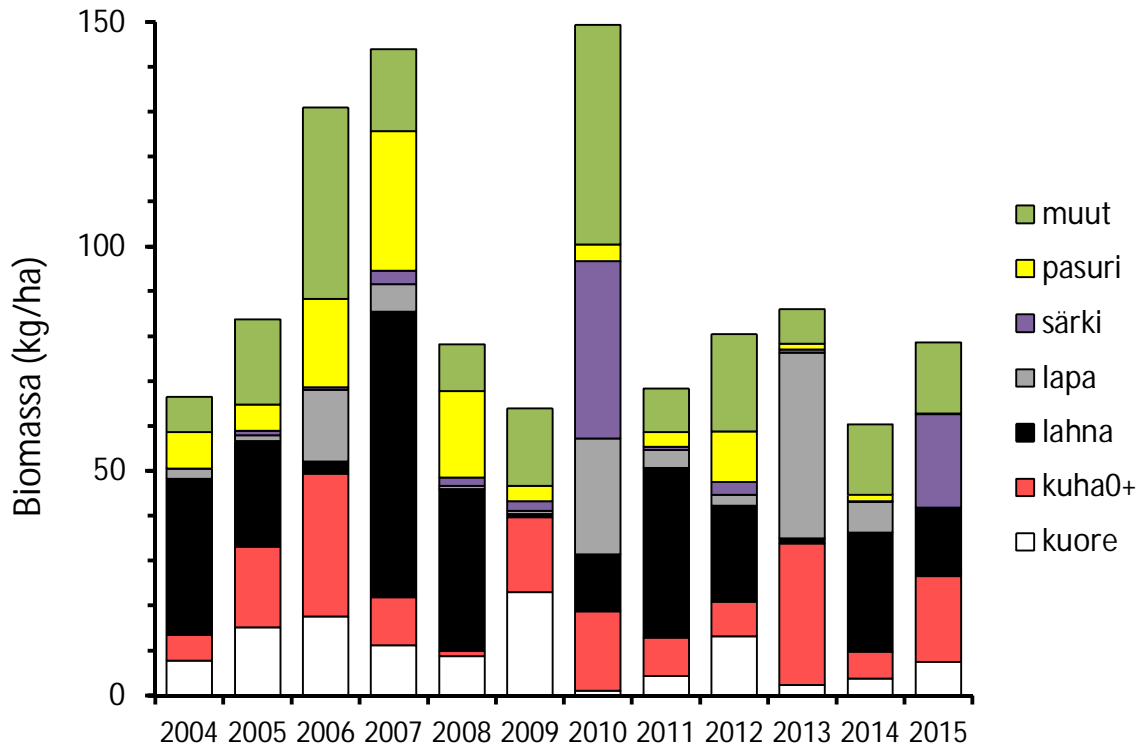
3.1 Kalatiheys ja -biomassa

Tuusulanjärven ulappa-alueen kalatiheys oli loppukesällä 2015 suurempi kuin vuonna 2014 mutta kuitenkin hieman pienempi kuin keskimäärin (kuva 1). Kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella laskettu tiheysarvio yli 5 m syville alueille oli n. 17300 yks./ha. Arvion 95 %:n luottamusvälit olivat 13200-21900 yks./ha. Vastaava arvio 3-5 m syvillä alueilla oli 11300 (4200-21600) yks./ha. Lukumääräisesti ulapan selvä valtalaji oli kuha (yli 99 % yksikesäisiä poikasia). Kuhatiheys oli n. 7900 yks./ha. Toiseksi runsain laji oli kuore (4700 yks./ha) ja kolmanneksi runsain ahven (2000 yks./ha). Muiden kalojen määrä oli vähäinen. Esimerkiksi ajoittain runsaana esiintyviä pieniä lahnoja ja pasureita (lapa) ei ollut juuri lainkaan.

Myöskin kalabiomassa oli hieman keskimääräistä pienempi (kuva 2). Yli 5 m syvien alueiden kalabiomassa oli n. 79 kg/ha (95 %:n luottamusvälit olivat 51-107 kg/ha). Vastaava arvio 3-5 m syville alueille oli 121 (43-240) kg/ha. Biomassaltaan runsaimmat lajit olivat kuha ja särki. Lahnan ja pasurin biomassa oli selvästi keskimääräistä pienempi. Se, että kalabiomassa oli 3-5 m syvällä alueella suurempi kuin yli 5 m syvällä alueella, on Tuusulanjärvellä poikkeuksellista. Matalamman alueen biomassa-arvio on kuitenkin valitettavan epävarma. Suuri biomassa-arvio aiheutui muutamasta linjalle osuneesta tiheästä kalaparvesta, mikä näkyy poikkeuksellisen laajoina luottamusväleinä.



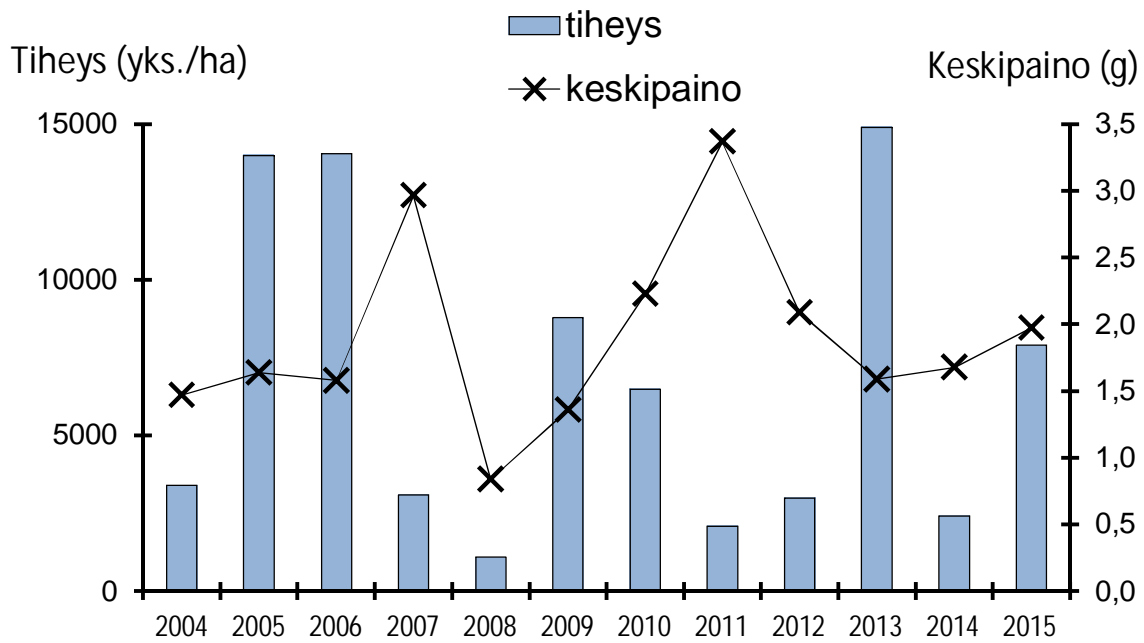
Kuva 1. Tuusulanjärven ulapan (> 5 m syvä alue) kalatiheys elo-syyskuun vaihteessa vuosina 2004-2015 kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella. Luokka "muut" koostuu vuonna 2015 pelkästään ahvenesta. Luokka "lapa" tarkoittaa alle 8 cm lahnoja ja pasureita.



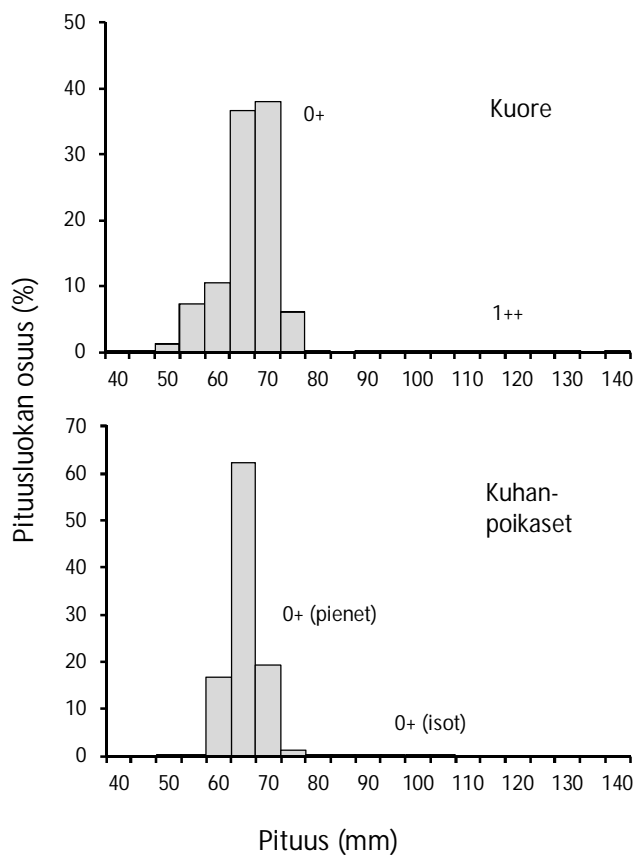
Kuva 2. Tuusulanjärven ulapan (> 5 m syvä alue) kalabiomassa elo-syyskuun vaihteessa vuosina 2004-2015 kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella arvioituna. Luokka "muut" koostuu vuonna 2015 pelkästään ahvenesta. Luokka "lapa" tarkoittaa alle 8 cm lahnoja ja pasureita.

3.2 Kuhanpoikaset

Kuhanpoikastiheys oli yli 3 m syvällä alueella n. 7900 yks./ha (kuva 3), mikä on Tuusulanjärvelle varsin keskimääräinen arvo. Kuhanpoikasten keskipituus oli 67,1 mm, mikä oli hieman suurempi kuin seurantajakson (2004-2015) keskiarvo (65,5 mm). Myös poikasten keskipaino (1,98 g) oli hieman suurempi kuin keskimäärin (1,90 g). Vaikuttaakin siltä, että viileästä kesästä huolimatta kuhanpoikasille on ollut tarjolla runsaasti eläinplanktonravintoa. Kuhanpoikasten pituusjakauma paljastaa kuitenkin sen, että suurikokoisten, yli 8 cm poikasten määrä oli todella pieni (kuva 4). Elokuussa 2015 niiden tiheys oli alle 1 kpl/ha, kun koko seurantajakson keskiarvo on yli 160 yks./ha. Jopa jakson viileimpänä kesänä 2008 suurikokoisia poikasia oli selvästi enemmän. Koska kuhanpoikasen koko vaikuttaa huomattavasti niiden selviämiseen ensimmäisestä talvesta, on suurikokoisten poikasten vähyys hieman huolestuttavaa. Toisaalta jo runsaana esiintyneiden 70-80 mm pituisten poikasten eloonjäätynä lienee varsin korkea, joten kovin heikoksi vuosiluokka 2015 tuskin muodostuu. Suurten kuhanpoikasten vähyys johtui mitä ilmeisimmin viileästä kesästä. Viileissä olosuhteissa kuorenpoikaset kasvoivat jopa nopeammin kuin kuhanpoikaset (kuva 3), jolloin kuhanpoikasilla ei ollut mahdollisuutta siirtyä kalaravintoon ensimmäisen kasvukautensa aikana. Jakson viileimpänä kesänä (2008) kuhanpoikasten pituusjakauma oli jostain syystä poikkeuksellisen laaja, ja suurimmat poikaset pystyivät syömään pienimpiä lajitovereitaan (Malinen & Vinni 2009). Tämän seurauksena suurikokoisten kuhanpoikasten määrä oli loppukesällä suurempi kuin vuonna 2015.



Kuva 3. Kuhanpoikasten tiheys ja keskipaino Tuusulanjärven yli 3 m syvillä alueilla elo-syyskuun vaihteessa vuosina 2004-2015 kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella.



Kuva 4. Kuoreen (yläkuva) ja kuhanpoikasten (alakuva) pituusjakaumat Tuusulanjärven koetroolauksissa 25. elokuuta 2015. Kuoreella "1++" tarkoittaa yksivuotiaita ja vanhempia kuoreita.

3.3 Kuorekannan tila

Yksikesäisten kuoreiden tiheys (4600 yks./ha) oli kuoretta suosineesta viileästä kesästä huolimatta pienempi kuin keskimäärin (5400 yks./ha). Tämä viittaa siihen, että kuoreen emokanta on niin pieni, että se rajoittaa poikasmäärää. Kuoreet kuitenkin kasvoivat selvästi keskimääräistä nopeammin ja niiden keskipituus oli elokuun lopussa jo 66 mm (kuva 4). Koko seurantajakson (2004-2015) keskiarvo oli 57 mm. Hyvä kasvu oli ilman muuta positiivinen asia Tuusulanjärven epävakaalle kuorekannalle, koska parhaiten kasvaneet kuoreenpoikaset saattavat kutea jo ensimmäisenä keväänään. Ilman näitä nuoria emokaloja kutukannan koko olisikin ollut keväällä 2016 olemattoman pieni. Kuoreen kuolevuus on nimittäin edelleen hyvin suurta ja vanhempien kuin yksikesäisten kuoreiden tiheys oli elokuun lopussa 2015 alle 10 yks./ha. Tuusulanjärven kuorekannan tulevaisuutta on hyvin vaikea ennustaa. Jo kahden peräkkäisen kuoreelle epäsuotuisan kesän jälkeen kanta saattaa jopa kadota kokonaan.

3.4 Kalojen ravinto

3.4.1 Kuha

Elokuussa troolilla saadut pienet yksikesäiset (ikäryhmä 0+) kuhanpoikaset (alle 7 cm) olivat syöneet pelkästään eläinplanktonia: *Leptodora*-petovesikirppuja, *Daphnia*- vesikirppuja ja hankajalkaisia (kuva 5). Suuremmilla yksikesäisillä kuhanpoikasilla esiintyi näiden lisäksi jonkin verran kalaravintoa: kuoreen ja tunnistamattomien särkikaloiden poikasia. Troolilla saadut yksivuotiaat kuhat olivat syöneet pelkästään kuhanpoikasia. Myös verkoilla saadut, 10-20 cm pituiset kuhat olivat syöneet pääasiassa kuhanpoikasia (osuus keskimäärin 83 % mahan sisällöstä, kuva 6). Lisäksi niiden mahoista löytyi kuoreita (9 %) sekä muutama ahven ja särki. Suuremmat kuhat olivat syöneet monipuolista kalaravintoa. Runsaita saalislajeja olivat särki (25 %), kuha (21 %) ja kuore (16 %). Lisäksi suuremmat kuhat olivat syöneet ahvenia, kiiskiä, salakoita ja pasureita.

Kuhan kalaravintokohteiden keskimääräinen koko kasvoi kuhan koon kasvaessa, mutta suuretkin kuhat söivät myös pieniä kaloja (kuva 7). Suurten kuhien (yli 40 cm) mahoista löytyi sekä n. 12 cm pituisia särkikalvoja että 5-7 cm pituisia kalanpoikasia. Alle 20 cm pituiset kuhat olivat syöneet alle vain alle 7 cm pituisia kalanpoikasia. Syksyllä 2002 saadut 27-67 cm pituiset kuhat olivat syöneet lähinnä ahventa ja särkeä (Vesala & Ruuhijärvi 2002). Ero tämän tutkimuksen tuloksiin johtunee pääosin eri vuodenajasta. Lisäksi kuoreen vähyys kuhan ravinnossa syksyllä 2002 selittyi sillä, että kuorekanta oli juuri romahtanut.

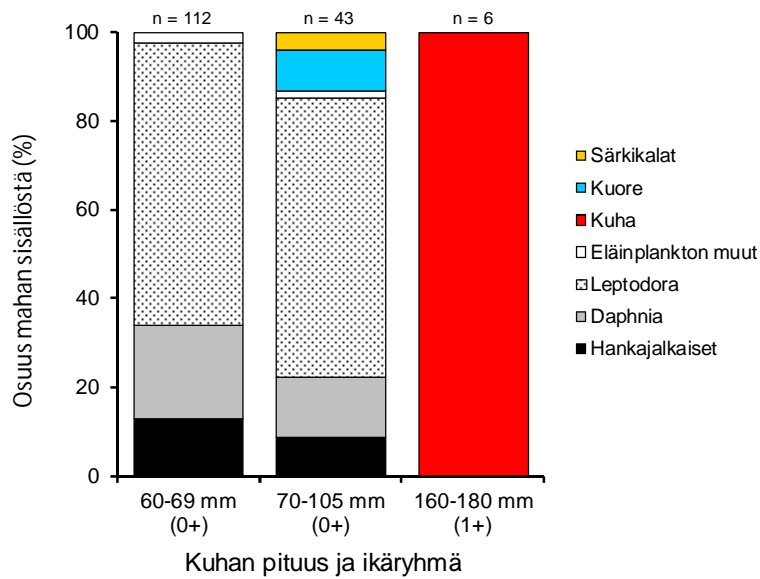
3.4.2 Kuore

Elokuussa troolilla saadut kuoreet olivat syöneet vain eläinplanktonia (kuva 8). Yksikesäiset (0+) kuoreet olivat syöneet runsaasti *Daphniaa* (n. 40 %), *Bosminaa* (n. 20 %), *Leptodora* (n. 20 %) ja hankajalkaisia (n. 15 %). Suuremmat ja vanhemmat kuoreet olivat syöneet pääasiassa *Bosminaa* (70 %). Näiden suurempien kuoreiden osuus kuorekannasta on niin pieni, että niiden merkitys ravintoverkossa on hyvin vähäinen. Erityisesti yksikesäisten kuoreiden ravinnon koostumus muistutti melko paljon vesikirppujen runsaussuhteita vesipatsaassa (Ketola 2015). *Bosminan* osuus ravinnossa oli kuitenkin suurempi kuin sen osuus vesipatsaassa.

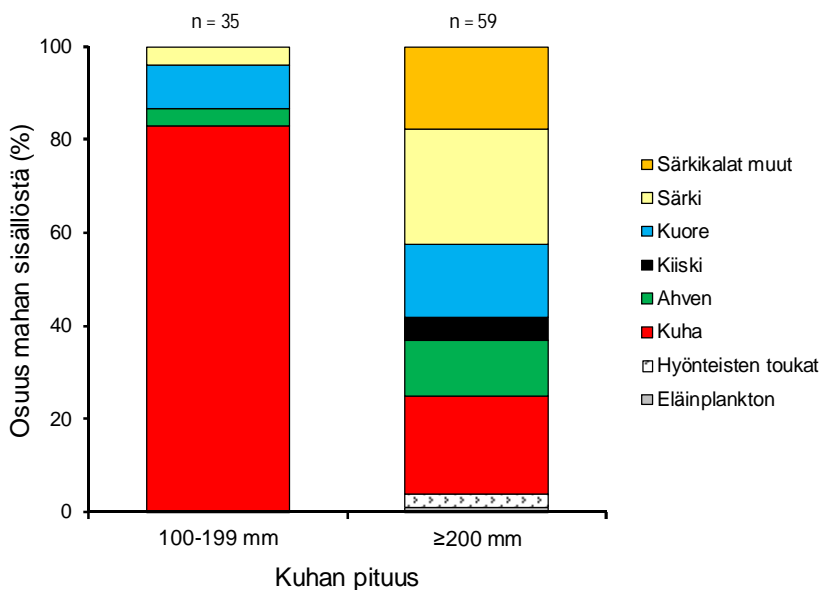
3.4.3 Ahven

Elokuussa 2015 ulapan ahventen ravinto näytti muuttuvan täysin n. 15 cm koossa: tätä pienemmät ahvenet olivat syöneet käytännössä vain eläinplanktonia, kun taas tätä suuremmat ahvenet olivat syöneet pelkästään

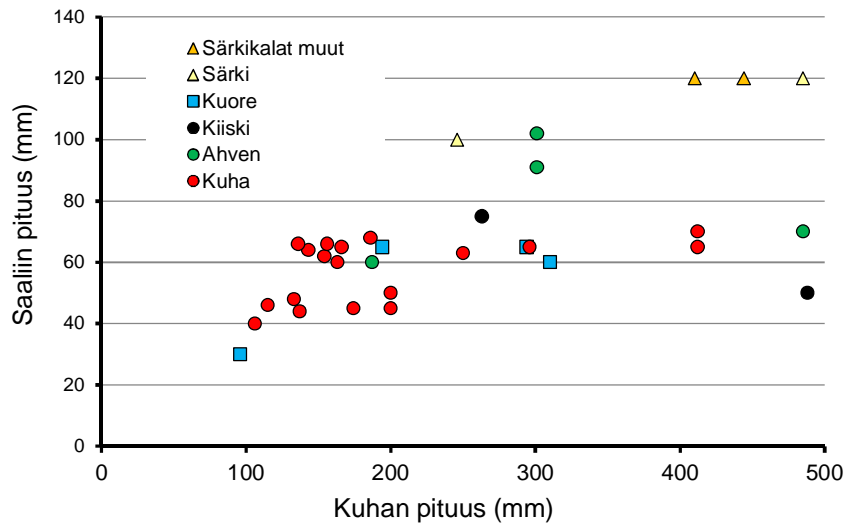
kaloja (kuva 9). Pienten ahventen tärkeimmät ravintokohteet olivat *Leptodora* (47 %) ja *Daphnia* (35 %). Suurten ahventen ravinto koostui kuoreesta (63 %) ja kuhanpoikasista (37 %).



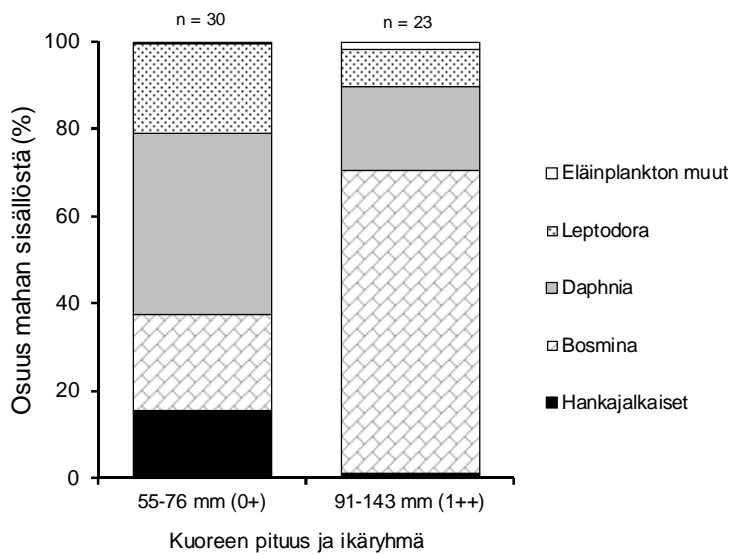
Kuva 5. Tuusulanjärven ulappa-alueen kuhanpoikasten ravinto elokuussa 2015. Näytekalat on pyydetty koetroolilla yli 6 m syvällä alueella kaikuluotaustutkimuksen yhteydessä.



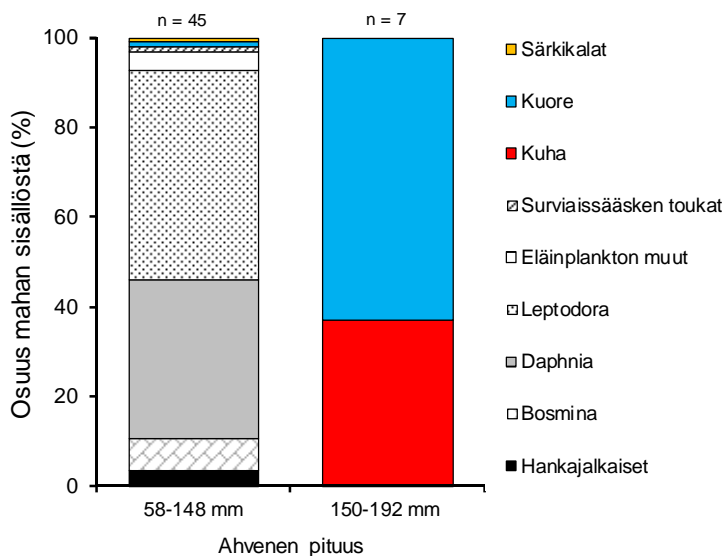
Kuva 6. Tuusulanjärven kuhan ravinto heinä-elokuussa 2015. Näytekalat on pyydetty Nordic-verkoilla kaikilta syvyysvyöhykkeiltä alle 1,5 m syvää aluetta lukuun ottamatta.



Kuva 7. Kuhan pituuden ja saaliskalan pituuden välinen riippuvuus Tuusulanjärvellä heinä-elokuussa 2015.



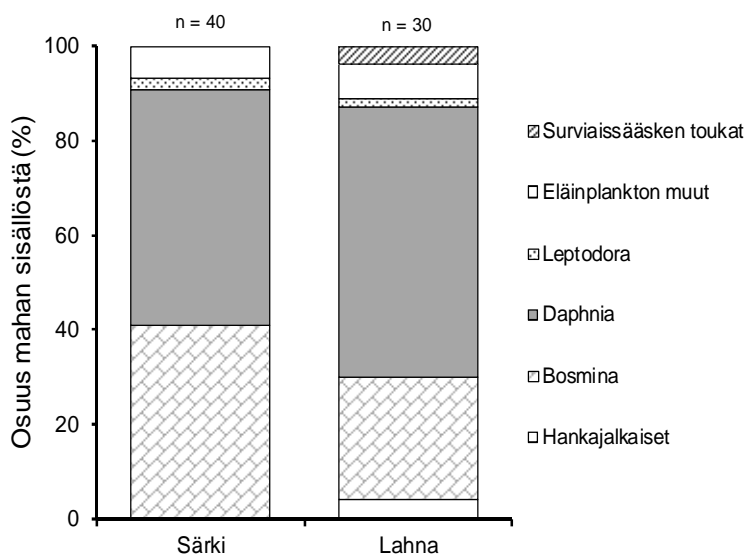
Kuva 8. Kuoreen ravinto Tuusulanjärven ulapalla 25.8.2015. Näytekalat on pyydetty koetroolilla yli 6 m syvällä alueella kaikuluotaustutkimuksen yhteydessä.



Kuva 9. Ahvenen ravinto Tuusulanjärven ulapalla 25.8.2015. Näytekalat on pyydetty koetrollilla yli 6 m syvällä alueella kaikuluotaustutkimuksen yhteydessä.

3.4.4 Särkikalat

Elokuussa ulapalta troolattujen särkien ja lahnojen ravinto oli hyvin samankaltaista: *Daphnia* oli tärkein ja *Bosmina* toiseksi tärkein ravintokohde (kuva 10). Lisäksi nämä lajit olivat syöneet hieman muuta eläinplanktonia ja lahnat muutamia surviaissääsken toukkia. Petovesikirppu *Leptodora* osuus oli silmiinpistävän pieni. Pasurin ravinnonkäyttöä ei pystytty kunnolla tutkimaan, koska niitä oli troolisaaliin joukossa vain muutamia yksilöitä. Kaikki neljä tutkittua pasuria olivat syöneet yksinomaan *Leptodora*-petovesikirppuja. Särjen ja lahnan eläinplanktonravinnon koostumus heijasteli vesipatsaan vesikirppujen runsaussuhteita – *Daphnia* oli runsain ja *Bosmina* toiseksi runsain (Ketola 2015). *Bosminan* osuus oli kuitenkin selvästi suurempi särkikalojen ravinnossa kuin vesipatsaassa.

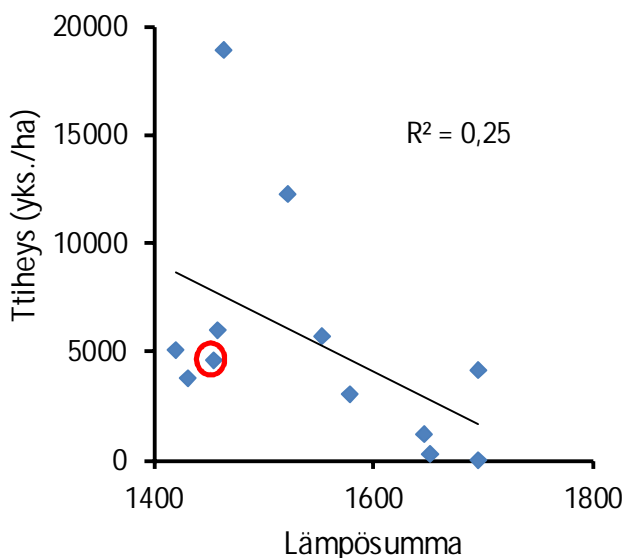


Kuva 10. Särjen ja lahnan ravinto Tuusulanjärven ulapalla 25.8.2015. Näytekalat on pyydetty koetrollilla yli 6 m syvällä alueella kaikuluotaustutkimuksen yhteydessä.

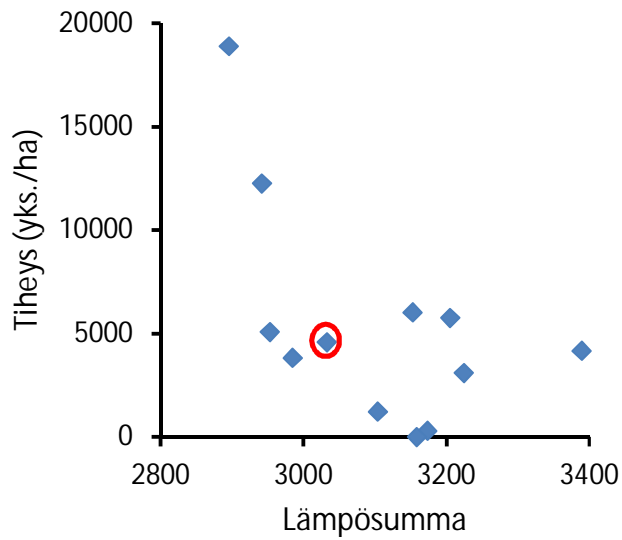
3.5 Kesän lämpötilan yhteys kuorekantaan ja kuhanpoikasiin

Kesän lämpötilan yhteyttä Tuusulanjärven kuorekantaan ja kuhanpoikasiin on käsitelty melko laajasti edellisessä raportissa (Malinen & Vinni 2015). Tuolloin lämpötilan havaittiin vaikuttavan etenkin kuoreen tiheyteen ja keskipituuteen sekä kuhanpoikasten keskipainoon. Tässä raportissa esitetään vuoden 2015 aineistolla päivitettyt analyysit näistä voimakkaimmista yhteyksistä.

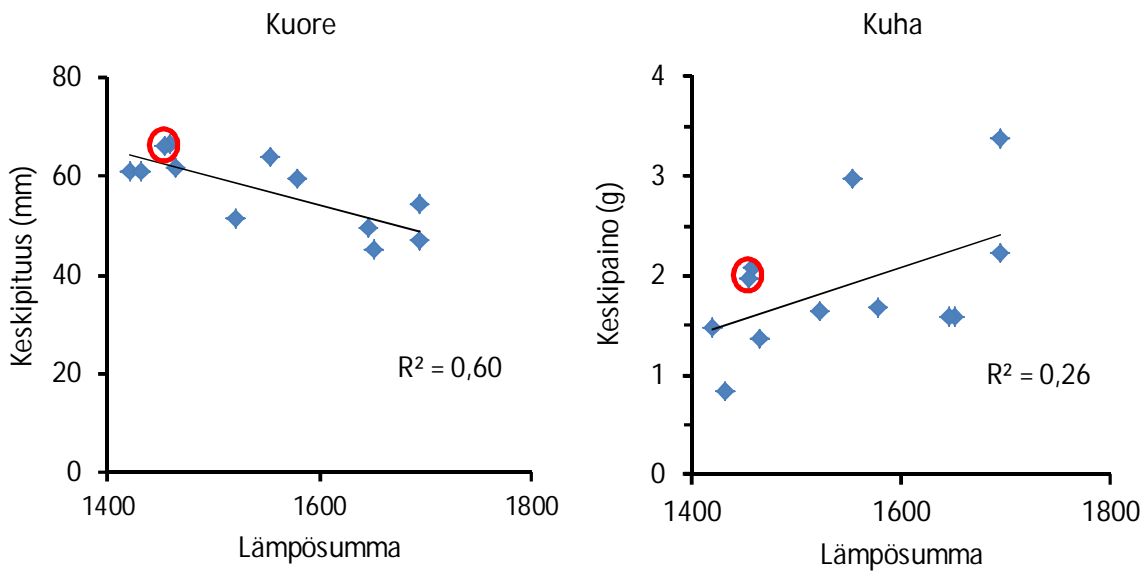
Vaikka kesän lämpösummalla ja yksikesäisten kuoreiden tiheydellä lienee jonkinlainen yhteys (kuva 11), muuttuu kuva huomattavasti selkeämmäksi kun otetaan huomioon myös edellisen kesän lämpösomma (kuva 12). Mitä suurempi lämpösomma on, sitä alhaisempi on kuoretiheys. Edellisen kesän lämpösomman vaikutus on ymmärrettävissä siten, että sen viileys parantaa vanhempien kuoreiden eloonjäantiä ja johtaa siten seuraavana kesänä suurempaan kutukantaan. Kuluvan vuoden kesän lämpösomman ja kuoreenpoikasten kasvunopeuden välillä on voimakas käänteinen riippuvuus (kuva 13). Mitä lämpimämpi kesä, sitä hitaammin kuoreet kasvavat. Sen sijaan kuhalla lämpötila vaikuttaa toiseen suuntaan: mitä lämpimämpi kesä, sitä nopeammin poikaset kasvavat (kuva 13). Riippuvuus ei kuitenkaan ole yhtä voimakas kuin kuoreella. Todennäköisesti lämpötilan käänteinen vaikutus kuoretiheyteen heikentää lämpötilan vaikutusta kuhanpoikasten kasvuun: erityisen lämpiminä kesinä kuhanpoikaset eivät välttämättä kasva kovin nopeasti, koska niiden tärkeintä kalaravintokohdetta, kuoretta, on vähän.



Kuva 11. Lämpösomman ja yksikesäisten kuoreiden tiheyden välinen yhteys vuosien 2004-2015 aineistossa. Kuvassa on ilmoitettu myös lineaarisen regressioyhtälön selityssaste. Vuoden 2015 havainto on ympyröity.



Kuva 12. Yksikesäisten kuoreiden tiheys kahden edellisen kesän yhteenlasketun lämpösumman suhteen vuosien 2004-2015 aineistossa. Viimeisin havainto on ympyröity.



Kuva 13. Kuoreenpoikasten keskipituus lämpösumman suhteen (vas.) ja kuhanpoikasten keskipaino lämpösumman suhteen (oik.) vuosien 2004-2015 aineistossa. Huomaa erilaiset muuttujat y-akselilla. Kuvissa on esitetty myös lineaaristen regressioyhtälöiden selitysasteet. Kesän 2015 havainnot on ympyröity.

4. Tulosten tarkastelu

Kesällä 2015 Tuusulanjärven ulapan valtalaji oli kuha, jonka lukumäärästä yli 99 % oli yksikesäisiä poikasia. Lisäksi ulapalla esiintyi melko runsaasti yksikesäisiä kuoreita ja pieniä (6-11 cm) ahvenia. Muita kaloja ulapalla oli hyvin vähän, eikä toisinaan runsaina esiintyviä pieniä lahnoja ja pasureita havaittu juuri lainkaan. Ulapalla kesällä 2015 vallalla olleet kuhanpoikaset, pienet ahvenet ja kuoreet käyttävät paljon monipuolisemmin ulapan eläinplanktonvaroja kuin särkikalat, jotka suosivat ravinnossaan kasviplanktonia syöviä vesikirppuja. Runsaat särkikalakannat johtavatkin usein vesikirppujen pieneen keskikokoon. Tämä heikentää vesikirppujen kasviplanktoniin kohdistamaa laidunnusta ja saattaa aiheuttaa tai voimistaa sinileväkukintoja. Tuusulanjärven ulapan kalayhteisön lajikoostumus voi selittää sen, että kesällä 2015 suurikokoisia vesikirppuja oli kalatiheyteen nähden yllättävän runsaasti (Ketola 2015).

Petovesikirppu *Leptodora* esiintyi elokuun lopussa erittäin runsaasti (Ketola 2015) ja se oli tuolloin sekä kuhanpoikasten että pienten ahventen tärkein ravintokohde. Myös elo-syyskuussa 2008 *Leptodora* oli ylivoimaisesti Tuusulanjärven kuhanpoikasten tärkein ravintokohde (Malinen & Vinni 2009). Pienten kuhien ja ahventen on todettu muuallakin suosivan *Leptodora* ravinnossaan (Horppila ym. 2000, Peterka ym. 2003, Ginter ym. 2011). Sen runsaudella on todennäköisesti positiivinen vaikutus kuhanpoikasten kasvuun. Varsin suurikokoisina vesikirppuina ne ovat hyvää ravintoa pienille poikasille, jotka eivät vielä pysty siirtymään kalaravintoon. Kalaravintoon siirtyneitä, kaikkein suurikokoisimpia kuhanpoikasia oli elokuussa 2015 poikkeuksellisen vähän, mutta siitä huolimatta poikasten keskipaino oli suurempi kuin koko seurantajakson keskiarvo. Tämä saattaa hyvin olla *Leptodoran* runsauden ansiota.

Tuusulanjärven kuorekannan tulevaisuus ei näytä kovin valoisalta. Emokanta on nykyisin niin pieni, ettei viileinäkään kesinä muodostu runsaita vuosiluokkia. Kutukannasta merkittävä osa lienee nuoria, 1-vuotiaita kaloja, joiden kuolevuus on erityisen suurta kudun jälkeen. Osa näistä nuorista emoista saattaa kuolla jo kevättalvella kutuun valmistautuessaan (Ivanova 1988). Näin vahvasti yhden ikäryhmän varassa oleva kanta saattaa taantua pahasti jo yhden epäsuotuisan (lämpimän) kesän seurauksena. Kaksi peräkkäistä lämmintä kesää saattaisi hävittää koko kannan. Kuore on runsaana esiintyessään arvokas ravintokala erityisesti pienille kuhille ja sen häviäminen heikentäisi todennäköisesti pitkällä aikavälillä järven kuhantuotantoa. Lisäksi kuoreen katoaminen saattaa lisätä riskiä sille, että särkikalat (erityisesti pienet lahnat ja pasurit) runsastuvat ulapalla (Malinen & Vinni 2015). Tämä olisi järven tilan kannalta erityisen huono kehityssuunta. Tuusulanjärvellä käytössä oleva kesäaikainen sekoi-tushapetus heikentää ratkaisevasti kuoreen menestymistä, ja pienelläkin hapetusjakson lyhentämisellä saattaisi olla suotuinen vaikutus kuorekantaan.

Loppusyksyllä tehtävissä hoitonuottauksissa tulee ehdottomasti välttää kuoreen pyytämistä. Erityisesti 1-vuotiaiden ja vanhempien kuoreiden (> 9 cm) nuottasaalis tulee pitää mahdollisimman pienenä. Nämä kalat kutisivat varmuudella seuraavana keväänä, ja niiden lisääntyminen on tehokkaampaa kuin mahdollisesti kutevien suurimpien 0-vuotiaiden kuoreiden.

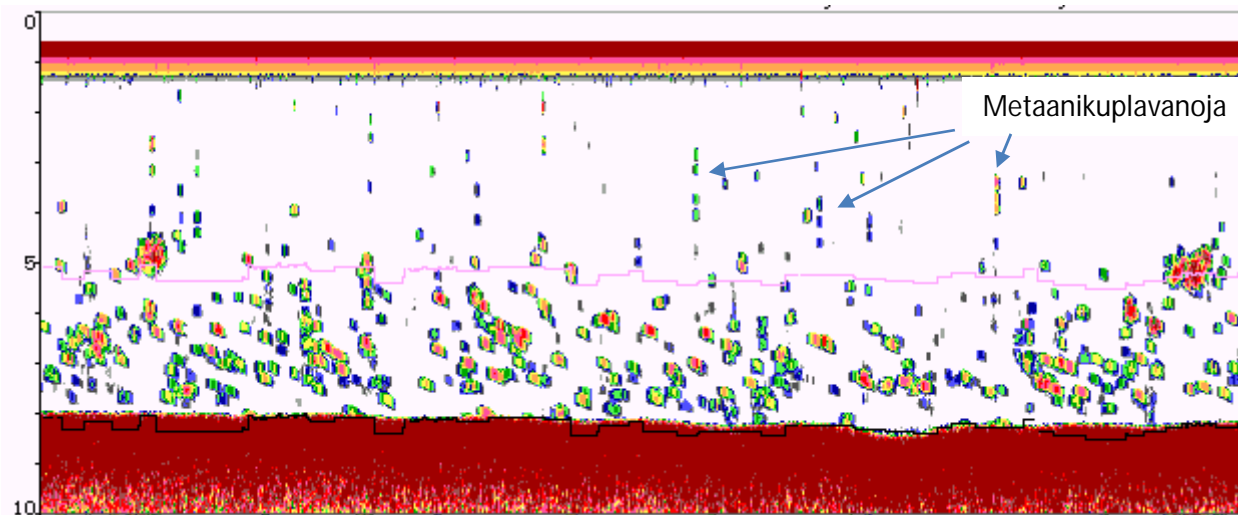
Vuotuinen kaikuluotausseuranta sekä harvemmin tehdyt eläinplankton- ja kalojen ravintonselvitykset antavat viitteitä siitä, että Tuusulanjärven ulapan ravintoverkon toiminta saattaa vaihdella huomattavasti vuosien välillä. Järven ravintoverkon toiminnasta ei kuitenkaan ole vielä kovin kattavaa tietoa, koska molemmat kalojen ravintonselvitykset on tehty viileinä kesinä. Lämpiminä kesinä kalayhteisön

koostumus on täysin erilainen ja tämä heijastuu ilman muuta myös ravintoverkon toimintaan. Eläinplanktonseurannan ja kalojen ravintaselvityksen toteuttaminen ainakin yhtenä lämpimänä kesänä auttaisi paremmin hahmottamaan ulapan ravintoverkon mahdollisia vaikutuksia järven tilaan. Ravintaselvityksen toteuttaminen kannattaa päättää vasta elokuussa - kun tiedetään varmuudella että kesästä tuli lämmin.

Tässä tutkimuksessa kerättiin kuhan ravintonäytteet sekä kaikuluotauksen yhteydessä tehdyistä ulapan koetroolauksista että laajemmalla alueella (yli 1,5 m syvät) tehdyistä verkkokoekalastuksista. Käytetyt pyyntimenetelmät täydensivät hyvin toisiaan. Ulappatroulauseilla saatiin riittävästi kuhanpoikasia ja verkoilla melko runsaasti vanhempia kuhia. Vaikka verkot olivat verkkokoekalastusstandardin mukaisesti pyynnissä illasta aamuun, lähes kaikki kalaravintokohteet olivat tunnistettavissa. Myös tyhjien mahojen osuus oli kohtuullisen pieni (45 %). Näiltä osin aineisto oli jopa odotettua parempilaatuista. Tämä saattoi johtua keskimääräistä viileämmästä vedestä, joka hidasti ravinnon sulamisnopeutta verrattuna keskimääräiseen tilanteeseen. Lämpiminä kesinä ravintokohteiden tunnistettavuus ja myös tyhjien mahojen osuus saattaa olla paljonkin suurempi ongelma. Vaikka kuha on Etelä-Suomen järvien tärkeimpiä kaloja, ovat tiedot sen ravinnosta varsin puutteellisia. Verkkokoekalastusseurantoja tehdään nykyään varsin laajasti, ja niistä saatavaa aineistoa kannattaisi hyödyntää nykyistä paremmin.

Tutkimuspäivänä 25.8.2015 esiintyi vesipatsaassa jostain syystä paljon enemmän metaanikuplia kuin aikaisemmin (kuva 14). Metaanikuplien aiheuttaman häiriön poistaminen täytyi tehdä manuaalisesti rajaamalla kuplavanat analyysin ulkopuolelle. Osa kuplavanoista oli helposti tunnistettavissa, mutta aineistossa esiintyi myös harmillisen paljon vaikeasti tunnistettavissa olevia kohteita. Yleensä metaanikuplia on esiintynyt niin vähän, ettei virhetulkinnoista ole aiheutunut merkittävää virhelähdettä kalakanta-arvioihin. Elokuussa 2015 vaikeasti tunnistettavat metaanikuplat saattoivat aiheuttaa jonkinlaista virhettä kalatiheys- ja biomassarvioihin. Tämän tutkimuksen johtopäätöksiin niiden aiheuttama virhe ei kuitenkaan ole voinut vaikuttaa.

Metaanikuplien alueellinen jakauma oli mielenkiintoinen: kuplia esiintyi eniten 5-8 m syvillä alueilla eikä syvimmällä alueella kuten yleensä. Kaikuluotaus saattaisi olla sopiva menetelmä kuplien alueellisen ja ajallisen esiintymisen selvittämiseen, koska sillä saavutetaan melko nopeasti hyvä kattavuus. Kalojen kaikuluotaukseen suunnitellusta tutkimuksesta ei kuitenkaan voida tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Metaanikuplien laskennalliseen erotteluun kaloista on kehitetty muutamia menetelmiä, joista Tuusulanjärvelle ehkä parhaiten sopii Ostrovskyn (2009) menetelmä. Siinä tehdään laajempi otanta normaalivauhdilla ja suppeampi otanta hitaalla vauhdilla. Metaanikuplavanat näkyvät hitaalla vauhdilla selvästi nousevina viivoina. Tuusulanjärven kalakaikuluotauksissakin kannattaa jatkossa varautua tämän menetelmän käyttöön. Jos tutkimuspäivänä havaitaan runsaasti metaanikuplia, voidaan varsinaisen kalakaikuluotauksen jälkeen tehdä suppeampi otanta hitaalla vauhdilla.



Kuva 14. Kaikuluotauskuva Tuusulanjärven syvänteeltä (syvyys n. 8 m) aamupäivällä 25.8.2015. Osa metaanikuplavanoista erottuu selvästi kalakaikujen joukosta.

Lähdeluettelo

- Ginter, K., Kangur, K., Kangur, A., Kangur, P. & Haldna, M. 2011: Diet patterns and ontogenetic diet shift of pikeperch, *Sander lucioperca* (L.) fry in lakes Peipsi and Võrtsjärv (Estonia). *Hydrobiologia* 660: 79-91.
- Horppila, J., Ruuhijärvi, J., Rask, M., Karppinen, C., Nyberg, K. ja Olin, M. 2000: Seasonal changes in the diets and relative abundances of perch and roach in the littoral and pelagic zones of a large lake. *J. Fish Biol.* 56: 51-72.
- Hynes, H. B. N. 1950: The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.* 19: 35-58.
- Ivanova, M. N. 1988: On the duration of the life span of smelt, *Osmerus eperlanus*. *J. Ichthyol.* 23: 115-118.
- Jolly, G. M. & Hampton, I. 1990: Some problems in the statistical design and analysis of acoustic surveys to assess fish biomass. *Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 189: 415-420.
- Ketola, M. 2015: Tuusulanjärven eläinplanktonitutkimus vuonna 2015. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymä. Tutkimusraportti. 15 s.
- Malinen, T. 2013: Tuusulanjärven ulappa-alueen kalasto vuosina 1997-2013 kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella arvioituna. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 14 s.
- Malinen, T. & Kervinen, J. 2013: Tuusulanjärven lahna-, pasuri- ja särkikannat vuosina 2005-2011. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 18 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2009: Tuusulanjärven kuhanpoikasten ja muiden ulappa-alueen kalojen ravinto elosyyskuussa 2008. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 10 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2015: Tuusulanjärven ulappa-alueen kalasto vuonna 2014 kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella arvioituna. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 12 s.
- Ostrovsky, I. 2009: Hydroacoustic assessment of fish abundance in the presence of gas bubbles. *Limnol. Oceanogr.: Methods* 7: 309-318.
- Peterka, J., Matena, J. & Lipka, J. 2003: The diet and growth of larval and juvenile pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)): A comparative study of fishponds and a reservoir. *Aquaculture International* 11: 337-348.

- Ruuhijärvi, J. & Vesala, S. 2009: Tuusulanjärven verkkokoekalastukset vuonna 2009. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon riistan- ja kalantutkimus. Moniste. 11 s.
- Rask, M. 1989: A note of the diet of roach, *Rutilus rutilus* L., and other cyprinids at Tvärminne, northern Baltic Sea. *Aqua Fenn.* 19: 19–27.
- Shotton, R. & Bazigos, G. P. 1984: Techniques and considerations in the design of acoustic surveys. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.* 184: 34-57.
- Vesala, S. & Ruuhijärvi 2002: Tuusulanjärven kuhan ravinto- ja kasvututkimus 2002. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evo. Moniste. 7 s.
- Vøllestad, L. 1985: Resource partitioning of roach *Rutilus rutilus* and bleak *Alburnus alburnus* in two eutrophic lakes in South-Eastern Norway. *Holarc. Ecol.* 8: 88–92.
- Windell, J. T. 1971: Food analysis and rate of digestion - Teoksessa: Ricker, W. E. (toim.): *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. IBP Handbook, s. 197-203.