

Tuusulanjärven ulapan kalasto vuosina 1997-2018

Tutkimusraportti

Tommi Malinen ja Mika Vinni

Helsingin yliopisto

Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma



Elokuun hellepäivän näkymä kaikuluotausveneestä. Kuva: Mika Vinni.

Tiivistelmä

Tässä raportissa esitetään tulokset vuosina 2017-2018 tehdyistä kaikuluotaus- ja koetroolaustutkimuksista sekä runsaimpien lajien ravintonselvityksestä. Lisäksi arvioidaan Tuusulanjärven ulapan kalayhteisön kehitystä ja siihen vaikuttavia vuosien 1997-2018 aineistosta.

Tuusulanjärven ulapan kalastossa näkyivät selvästi viileän kesän 2017 ja hellekesän 2018 vaikutukset. Vuonna 2017 muodostui poikkeuksellisen runsas ja vuonna 2018 erityisen heikko kuorevuosiluokka. Elokuussa 2017 kuorekanta oli ylitiheä ravintoresursseihin nähden ja se näkyi vesikirppujen koon pienenemisenä. Viileänä kesänä 2017 kuhanpoikaset olivat odotetusti pienikokoisia ja niiden tiheys alhainen. Hellekesänä 2018 ulapalla vallitsivat korkeasta lämpötilasta hyötyvät lahnan- ja pasurinpoikaset. Sen sijaan myös helteestä yleensä hyötyvät kuhanpoikaset puuttuivat ulapalta lähes tyystin. Kuhanpoikaskato saattoi johtua erittäin runsaana esiintyneiden 1-vuotiaiden kuoreiden aiheuttamasta saalistuksesta. Kuhavuosisluokat 2017 ja 2018 ovat poikkeuksellisen heikkoja, mikä saattaa näkyä heikompina kuhasaaliina muutaman vuoden päästä.

Vaikka kuore on yleisesti ottaen hyödyllinen kala niin järven tilan kuin kuhantuotannonkin kannalta, ylitiheällä kannalla on merkittäviä haittavaikutuksia. Se voi voimistaa sinileväkukintoja ja vaikuttaa haitallisesti kuhanpoikasiin. Poikkeuksellisen runsaat kuorevuosiluokat saattavat johtua sekoitushapetuksesta viileänä kesänä. Kesäaikaisen sekoitushapetuksen lopettamista kannattaisi harkita.

Tuusulanjärven ulapan kalaston rakenne ja koko ravintoverkon toiminta vaihtelevat paljon vuodesta toiseen ja niiden kehitystä on vaikea ennustaa. Viileänä kesänä kuore todennäköisesti vallitsee mutta lämpimänä kesänä ulapan kalasto voi olla täysin erilainen. Tällöin ulapan kalastossa vallitsevat tyypillisesti pienet lahnat ja pasurit sekä kuhanpoikaset.

Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	3
2. Aineisto ja menetelmät.....	3
2.1 Kaikuluotaus ja troolaus.....	3
2.2 Ravintoanalyysit.....	4
3. Tulokset.....	4
3.1 Ulapan kalatiheys ja biomassa.....	4
3.2 Kalalajijakauma.....	6
3.3 Kuorekannan tila.....	7
3.4 Kuhanpoikaset.....	9
3.5 Pienet lahnat ja pasurit.....	10
3.6 Kalojen ravinto.....	10
3.6.1 Kuhan ravinto.....	10
3.6.2 Muiden lajien ravinto.....	12
4. Tulosten tarkastelu.....	14
5. Johtopäätökset.....	16
Lähdeluettelo.....	16

1. Johdanto

Tuusulanjärven kalaston kehitystä on seurattu koko järven kunnostushankkeen ajan (Olin & Rask 2000, Hietala 2017). Yli 20 vuotta sitten alkaneet tehokalastus ja sekoitushapetus ovat vaikuttaneet paljon järven kalakantoihin. Tehokalastus harvensi alkuvaiheessa erityisesti lahnakantaa, mutta vaikutus jäi lyhytaikaiseksi ja muidenkin särkikalojen kannat ovat pysyneet runsaina (Malinen ym. 2017, Ruuhijärvi ym. 2017). Sekoitushapetus on heikentänyt viileätä vettä vaativan kuoreen elinmahdollisuuksia ja sen kanta on vaihdellut voimakkaasti kesän sääolosuhteiden mukaan. Tehokalastuksen seurauksena järven kalasto on nuorentunut. Aikaisemmin kalabiomassa koostui pääasiassa keskikokoisista ja iäkkäistä särkikaloista, mutta nykyään ulapalla vallitsevat yksikesäiset kalanpoikaset. Nykyinen kalasto on herkkä ympäristöolojen vaikutukselle ja varsinkin kesän lämpötila vaikuttaa suuresti ulapan kalatiheyteen ja lajikoostumukseen. Viileinä kesinä kuore vallitsee, mutta lämpiminä kesinä ulapalla esiintyy runsaasti etenkin pieniä lahnoja ja pasureita. Suuri vuosittainen vaihtelu kalayhteisön koostumuksessa johtaa väistämättä siihen, että ulapan ravintoverkon toiminta vaihtelee paljon vuodesta toiseen. Kesinä, jolloin ulapalla vallitsevat lähinnä vesikirppuja syövät pienet lahnat ja pasurit, on eläinplanktoniyhteisön kyky säädellä kasviplanktonia ja sinileväkukintoja alhaisempi kuin kesinä, jolloin vallalla on ulapan ravintovaroja monipuolisemmin hyödyntävät kuore, kuha ja ahven (Malinen 2017b).

Kalaston seuranta on tarpeellista, jotta voitaisiin ymmärtää järven tilassa tapahtuvia muutoksia kunnostushankkeen edetessä. Seuranta myös mahdollistaa kunnostustoimenpiteiden sovittamisen sellaisiksi, että pahimmat uhkakuvat voidaan välttää. Esimerkiksi särkikalojen mahdolliseen runsastumiseen ulapalla voidaan vastata tehostamalla hoitokalastusta. Jos taas kuorekanta taantuu voimakkaasti, voidaan kannan häviämisen riskiä pienentää säätämällä hapetuskäytäntöä paremmin kuoreelle sopivaksi.

Tuusulanjärven ulapan kalastoa on seurattu vuosittain elo-syyskuussa tehtävillä kaikuluotauksilla ja koetroolauksilla (Malinen 2017a). Lisäksi Luonnonvarakeskus seuraa verkkokoekalastuksilla kalaston kehitystä kolmen vuoden välein (Ruuhijärvi ym. 2017). Tässä raportissa esitetään tulokset vuosien 2017 ja 2018 kaikuluotauksista ja koetroolauksista, joiden päämääränä oli arvioida ulappa-alueen kalatiheys ja -biomassa sekä lajikoostumus. Vuosien 1997-2018 aineiston perusteella selvitetään Tuusulanjärven kalastossa tapahtuneita muutoksia. Yksityiskohtaisemmin käsitellään järven arvokkaimman kalalajin, kuhan, poikastuotantoa ja ravintoverkon avainlajin, kuoreen, kannan kehitystä. Lisäksi esitetään tulokset ulapan runsaimpien kalojen ravinnosta. Niiden perusteella hahmotellaan kuvaa Tuusulanjärven ulapan ravintoverkon toiminnasta.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1 Kaikuluotaus ja koetroolaus

Vuonna 2017 Tuusulanjärven kaikuluotaus ja koetroolaus tehtiin 28. elokuuta ja vuonna 2018 29. elokuuta. Kaikuluotaus tehtiin samoja, yhdensuuntaisia ja 200 m välein sijaitsevia linjoja pitkin kuin aiemmin (Malinen 2017a). Kalalajijakauman määrittämiseksi vedettiin 3-4 troolivettoa runsaskalaisilta paikoilta ja syvyyksiltä. Kaikuluotaimen pintakatvealueen kalamäärän arviointia varten vedettiin kaksi troolivettoa 0-2 m syvyydeltä satunnaisesti valituilla paikoilla. 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 8 m ja perän silmäharvuus 3 mm.

Kaikuluotausaineisto analysoitiin EP500-ohjelmalla käyttäen s_v -kynnysarvoa -60 dB. Kalamääräarviot laskettiin sekä yli 5 m syville että 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 otosyksiköitä kaksi kappaletta (linjan alku- ja loppuosa). Otosyksikön kalatiheys laskettiin

kuten aikaisemminkin Tuusulanjärven kaikuluotausseurannassa (Malinen 2017a). 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). Kaikuluotaimen pintakatvealueen kalatiheydet ja -biomassat hehtaaria kohti laskettiin ns. pyyhkäisyestimaattina (Marjomäki & Huolila 1995) pintatrootlivetojen perusteella.

Koetroolisaaliista määritettiin kalalajijakauma sekä mitattiin lajikohtaiset pituus- ja painojakaumat. Yksikesäiset kuoreet ja kuhat erotettiin vanhemmista kaloista pääasiassa pituusjakauman perusteella, mutta suurimpien kuhanpoikasten ikä varmistettiin suomusta. Kuoreen ja kuhanpoikasten tiheyden ja keskikoon riippuvuutta lämpötilasta tutkittiin regressioanalyysillä vuosien 2004-2018 aineistoista. Kuhanpoikasilla selittävänä muuttujana käytettiin lämpösummaa, joka laskettiin Helsinki-Vantaan lentoaseman vuorokauden keskilämpötilojen summana kesäkuun alusta troolauspäivään asti. Tämä yksinkertainen lähestymistapa on perusteltavissa lämpötilan suoraviivaisella vaikutuksella kuhanpoikasiin. Lämpötilan kasvaessa kasvu nopeutuu, eikä Suomessa tavata kuhanpoikasille liian korkeita lämpötiloja. Sen sijaan kuoreella lämpötilan vaikutus on mutkikkaampi. Viileässä vedessä kuoreen kasvu kiihtyy lämpötilan noustessa, mutta yli 20°C lämpötilat ovat kuoreelle selvästi haitallisia (Kangur ym. 2007). Tämän takia käytettiin selittävänä muuttujana vastaavan aikajakson yli 20°C päiväasteita (laskettiin yhteen niiden vuorokausien keskilämpötilat, jotka olivat yli 20°C).

2.2 Ravintoanalyysit

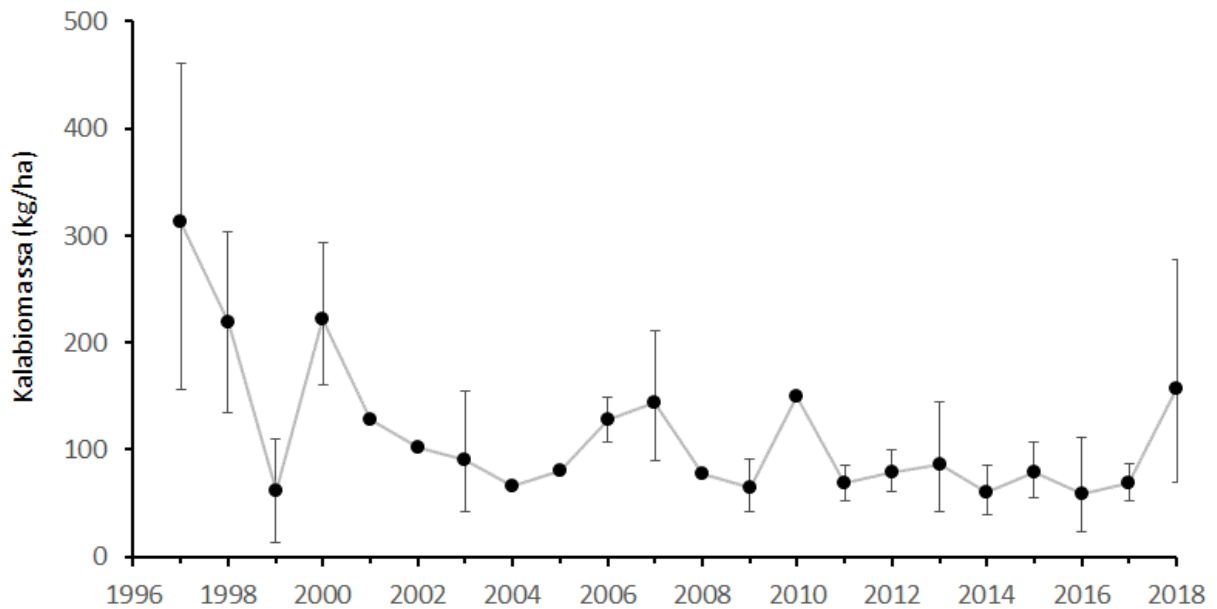
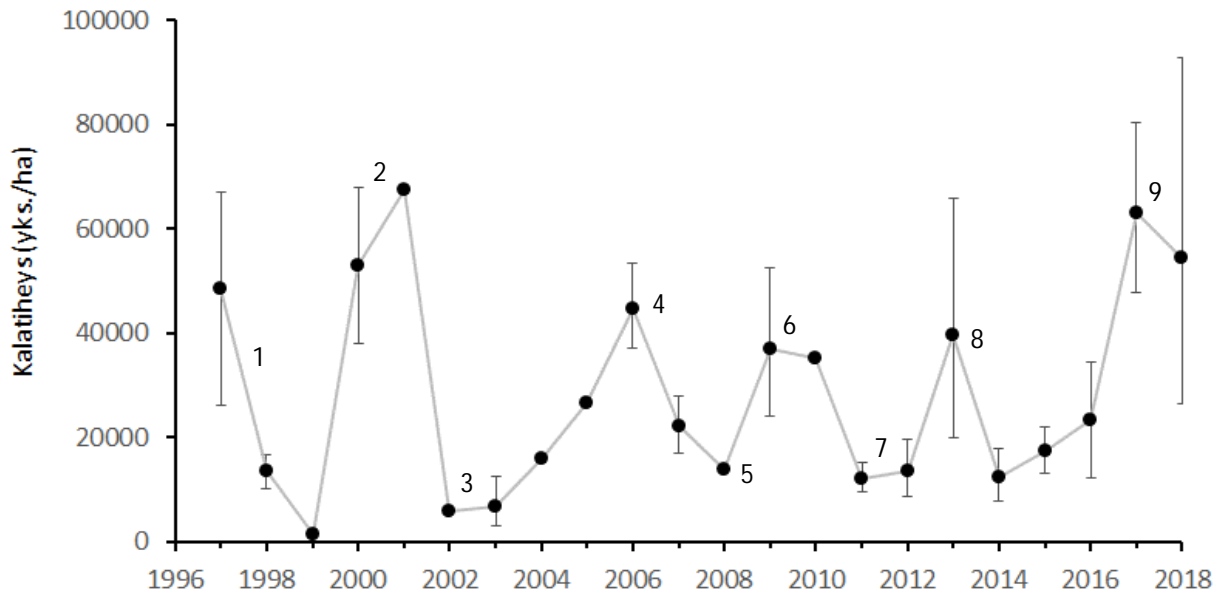
Pienten ulappakalojen ravinnon tutkimista varten poimittiin troolilla saaduista lajijakaumanäytteistä otokset runsaimmista lajeista (kuha, kuore, särki, lahna, ahven). Ravintokaloja ei poimittu satunnaisesti vaan siten, että kaikista kokoryhmistä saatiin mukaan riittävästi näytekaloja. Kuhien ravintoa tutkittiin myös Luonnonvarakeskuksen heinä-elokuussa tekemien koeverkkokalastusten saaliista. Kaikkien kokonaisina säilyneiden verkkokuhien ravinto tutkittiin.

Kuoreella ja ahvenkaloilla, joilla on säkkimäinen mahalaukku, käytettiin tutkimusmenetelmänä pistemenetelmää (Hynes 1950, Windell 1971). Menetelmässä arvioidaan ensin kalan mahalaukun täyteisyys, jonka jälkeen kullekin ravintokohteelle annetaan pisteitä sen mukaan, kuinka suuren osan tilavuudesta ne muodostavat. Lopuksi kunkin ravintokohteen saamat pistemäärät lasketaan yhteen ja ilmaistaan prosentteina kokonaispistemäärästä. Särkikaloiden käyttämä ravinto arvioitiin suolen ensimmäisestä kolmanneksestä 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 Ulapan kalatiheys ja biomassa

Vuoden 2017 elokuun lopussa kalatiheys oli yli 5 m syvillä alueella n. 63000 yks./ha (Kuva 1). Arvion 95 %:n luottamusvälit olivat 47900-80300 yks./ha. Vuonna 2018 vastaava kalatiheysarvio oli 54500 (26400-92700) yks./ha. Hieman matalampien (3-5 m syvien) alueiden kalatiheys oli vuonna 2017 n. 21500 yks./ha ja vuonna 2018 n. 39000 yks./ha. Tuusulanjärven ulapalla vuonna 2017 havaittu kalatiheys oli paljon keskimääräistä suurempi ja koko tutkimusjakson toiseksi suurin (kuva 1). Myös vuoden 2018 kalatiheys oli paljon keskimääräistä suurempi. Sen sijaan kalabiomassa oli varsin alhainen (70 kg/ha) vielä elokuussa 2017, mutta nousi selvästi keskimääräistä korkeammaksi (160 kg/ha) elokuun loppuun 2018 mennessä (kuva 1). Matalampien (3-5 m syvien) alueiden kalabiomassa oli vuonna 2017 n. 20 kg/ha ja vuonna 2018 n. 125 kg/ha. Pintakatveen kalatiheys ja -biomassa olivat molempina vuosina merkityksettömän pieniä (alle 3 % kokonaisuudesta).

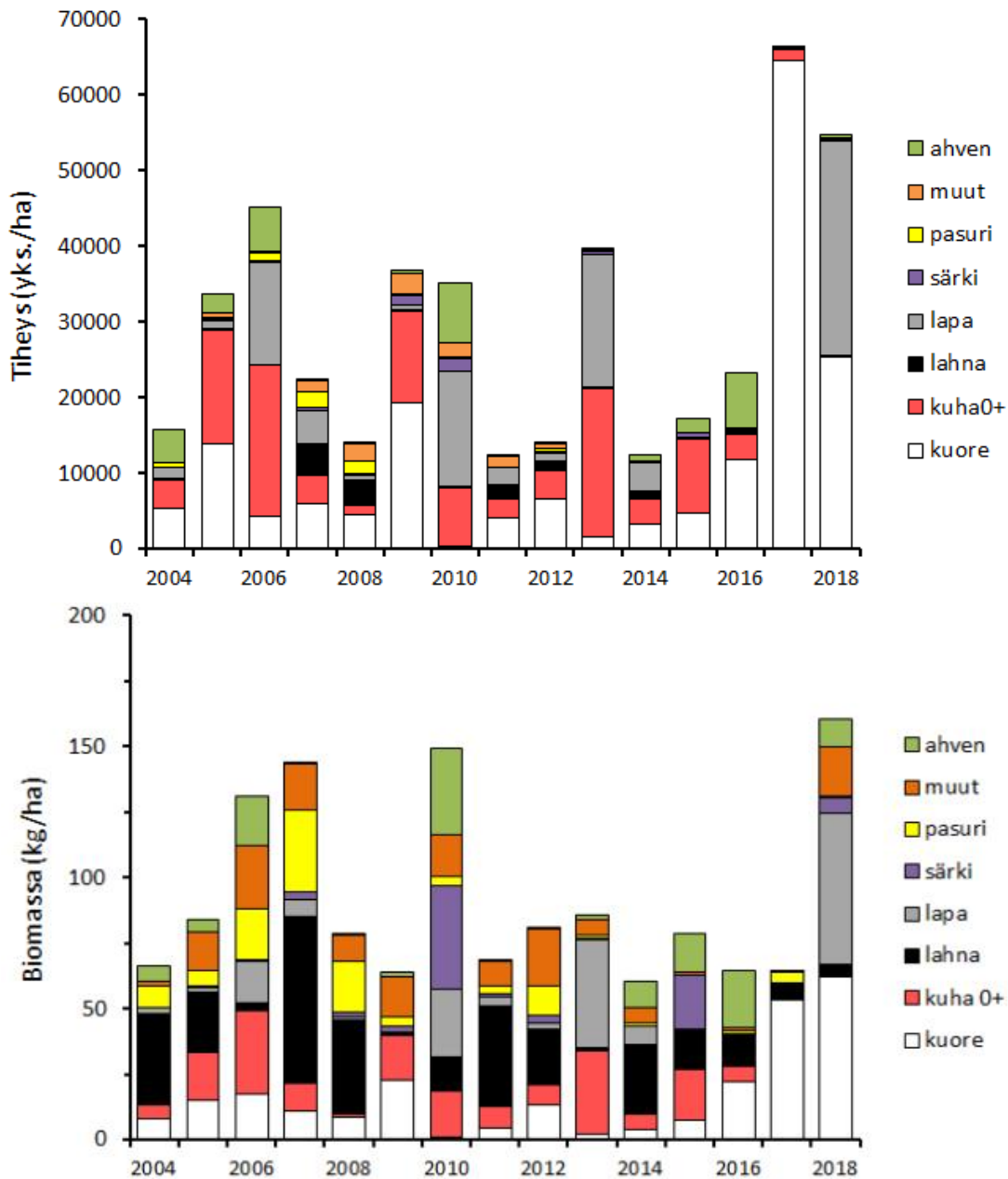


Kuva 1. Tuusulanjärven ulapan kalatiheyden (yläkuva) ja kalabiomassan (alakuva) kehitys vuosina 1997-2018 kaikuluotauksen ja koetroolauksen perusteella arvioituna 95 %:n luottamusväleineen. Kalatiheyden vaihtelua voidaan selittää seuraavasti: 1) tehokalastus harventaa kalakantoja, 2) erittäin runsaat kuorevuosiluokat kesinä 2000 ja 2001, 3) lämpimänä kesänä 2002 kuorekanta romahtaa, 4) lämpimänä kesänä 2006 ulapalla on poikkeuksellisen runsaasti kalanpoikasia (kuha, lahna, ahven), 5) viileänä ja sateisena kesänä 2008 kalanpoikasia on erittäin vähän, 6) kuore elpyy tilapäisesti viileiden kesien 2008 ja 2009 seurauksena ja lisäksi lämpimänä kesänä 2010 on paljon ahvenenpoikasia, 7) kaksi lämmintä kesää (2010 ja 2011) romahduttavat kuorekannan, 8) Lämpimänä kesänä 2013 lahnan- ja kuhanpoikasia on poikkeuksellisen paljon sekä 9) kuorekanta kasvaa viileiden kesien 2015-2017 ansiosta (kts. myös kuva 2).

3.2 Kalalajijakauma

Elokuussa 2017 ulapan ylivoimainen valtalaji oli kuore (kuva 2). Sen osuus kalatiheydestä oli 97 % ja biomassastakin lähes 80 %. Kuoreen lisäksi ulapalla esiintyi jonkin verran kuhanpoikasia (tiheys 1400 yks./ha) sekä lahnoja ja pasureita. Muiden kalojen kuin kuoreen tiheys ja biomassa olivat selvästi tutkimusjakson pienimpiä.

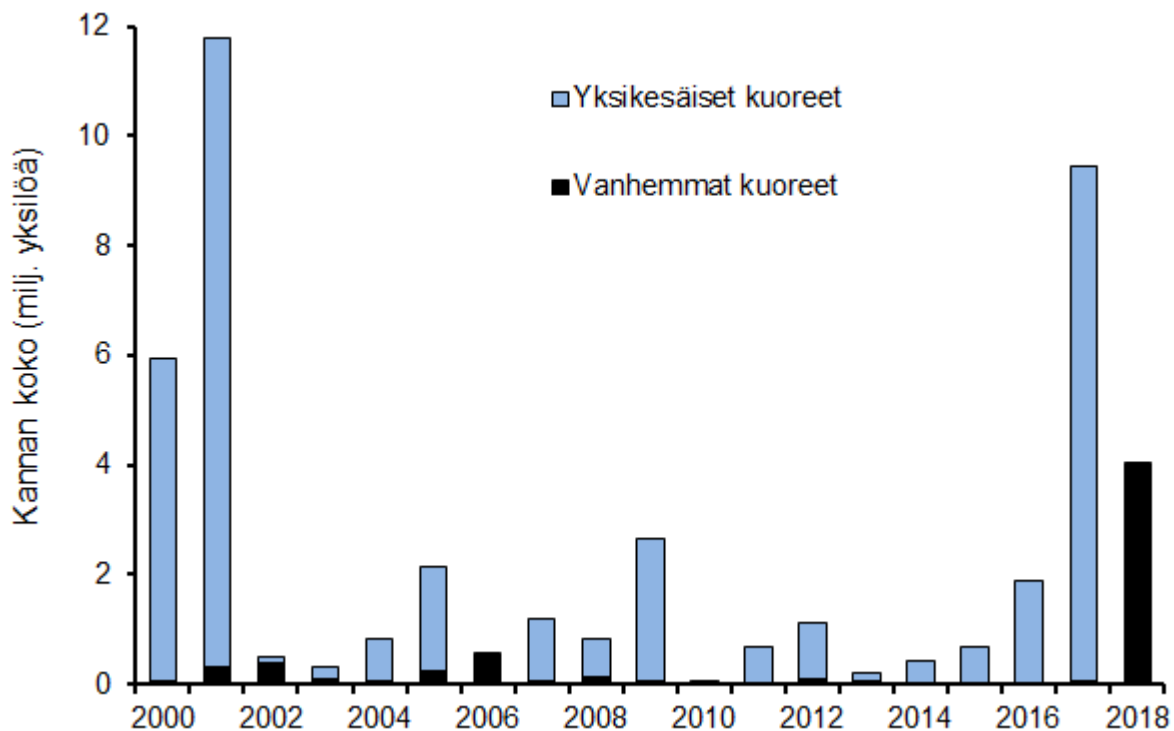
Elokuussa 2018 ulapalla esiintyi runsaasti kuoretta sekä pientä lahnaa ja pasuria (luokka "lapa" kuvassa 2). Kuoreen osuus yksilömäärästä oli 46 % ja lapan 52 %. Muita kaloja ulapalla esiintyi erittäin vähän, ja esimerkiksi kuhanpoikasten tiheys oli alhaisempi (50 yks./ha) kuin kertaakaan tutkimusjaksolla. Myös ahventiheys (320 yks./ha) oli yllättävän alhainen lämpimästä kesästä huolimatta.



Kuva 2. Tuusulanjärven ulapan (yli 5 m syvä alue) lajikohtaiset kalatiheys- (yläkuva) ja kalabiomassa-arviot (alakuva) elo-syyskuun vaihteessa tehtyjen kaikuluotausten ja koetroolausten perusteella.

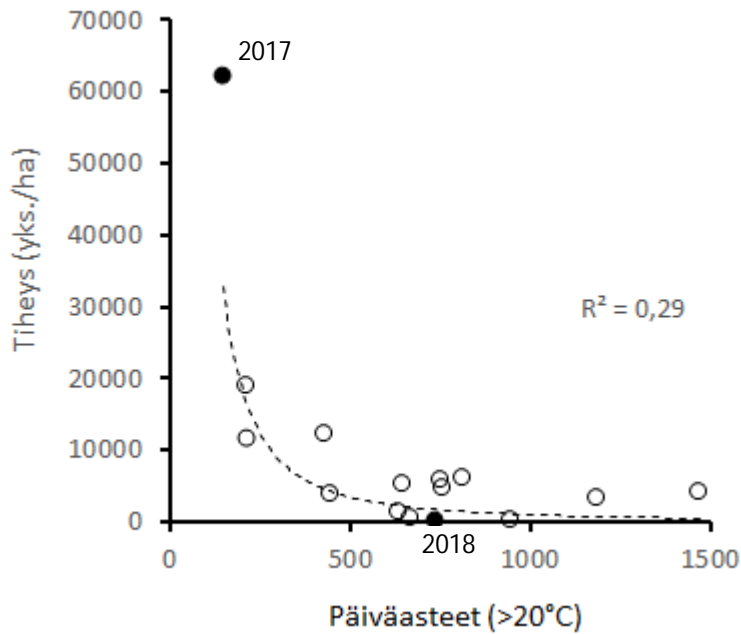
3.3 Kuorekannan tila

Kuorevuosiluokasta 2017 muodostui viileän kesän ansiosta erittäin runsas (kuva 3). Kun oletetaan kuoretta esiintyvän ainoastaan yli 3 m syvillä alueilla, saadaan Tuusulanjärven kuorekannan kooksi n. 9,5 miljoonaa yksilöä. Se on tarkastelujakson toiseksi suurin ja moninkertainen viime vuosina vallinneeseen tasoon verrattuna. Lämpimänä kesänä 2018 muodostui heikko vuosiluokka. Koska kuitenkin vuonna 2017 syntyneitä kuoreita oli vielä runsaasti jäljellä, oli kannan koko elokuun lopussa 2018 vielä paljon keskimääräistä suurempi, n. 4 miljoonaa yksilöä. Runsaan vuosiluokan 2017 kuoreiden eloonjäänti oli selvästi suurempi kuin Tuusulanjärven kuoreella keskimäärin. Elokuun lopun 2017 ja elokuun lopun 2018 välisenä aikana yli 40 % kuoreista säilyi hengissä. Vuosina 2000-2017 kuoreen keskimääräinen eloonjäänti on ollut ainoastaan 11 %. Korkea eloonjäänti näkyy selvästi kuoreen ikäjakaumassa; vanhempien kuoreiden osuus oli elokuussa 2018 todella suuri verrattuna aikaisempiin vuosiin (kuva 3).



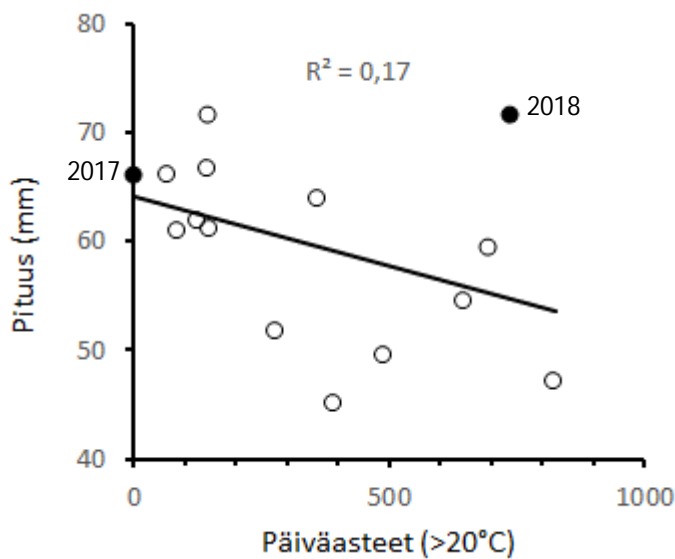
Kuva 3. Tuusulanjärven kuorekannan kehitys vuosina 2000-2018 kaikuluotauksen ja koetroolauksen mukaan. Vuosien 2000-2003 arviot eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska silloin tutkimus tehtiin loka-marraskuussa. Jos otetaan vertailukohdaksi vuodet 2004-2018, vuosien 2000-2003 pylväiden tulisi olla kuvassa esitettyjä korkeampia (syys-lokakuun luonnollinen kuolevuus oli ehtinyt verottaa kantaa).

Vuosien 2017 ja 2018 havainnot muodostuneista kuorevuosiluokista sopivat hyvin aikaisempaan aineistoon Tuusulanjärven kuoreesta (kuva 4). Lämpiminä kesinä muodostuu heikkoja ja viileinä kesinä runsaita vuosiluokkia. Menossa olevan kesän lisäksi myös edellisen kesän lämpötila vaikuttaa vuosiluokan runsauteen. Tämä johtunee viileän kesän positiivisesta vaikutuksesta kuoreen emokannan kokoon. Näin ollen kaksi viileätä kesää peräkkäin saattaa johtaa erittäin runsaaseen vuosiluokkaan jälkimmäisenä kesänä. Näin on käynyt kesinä 2000-2001 ja 2016-2017. Kesällä 2017 kuorekanta vaikutti jopa ylitteältä ravintoresursseihin nähden. Kuoreen tärkeimmän ravintokohteen, *Daphnia*-vesikirppujen yksilökoko nimittäin pieneni selvästi läpi kesän viitaten erityisen voimakkaaseen, kalojen aiheuttamaan saalistukseen (Kuoppamäki 2018).



Kuva 4. Edellisen ja menossa olevan kesän lämpötilan vaikutus kuoretiheyteen vuosien 2004-2018 aineistossa. Vuodet 2017 ja 2018 on esitetty mustalla pisteellä.

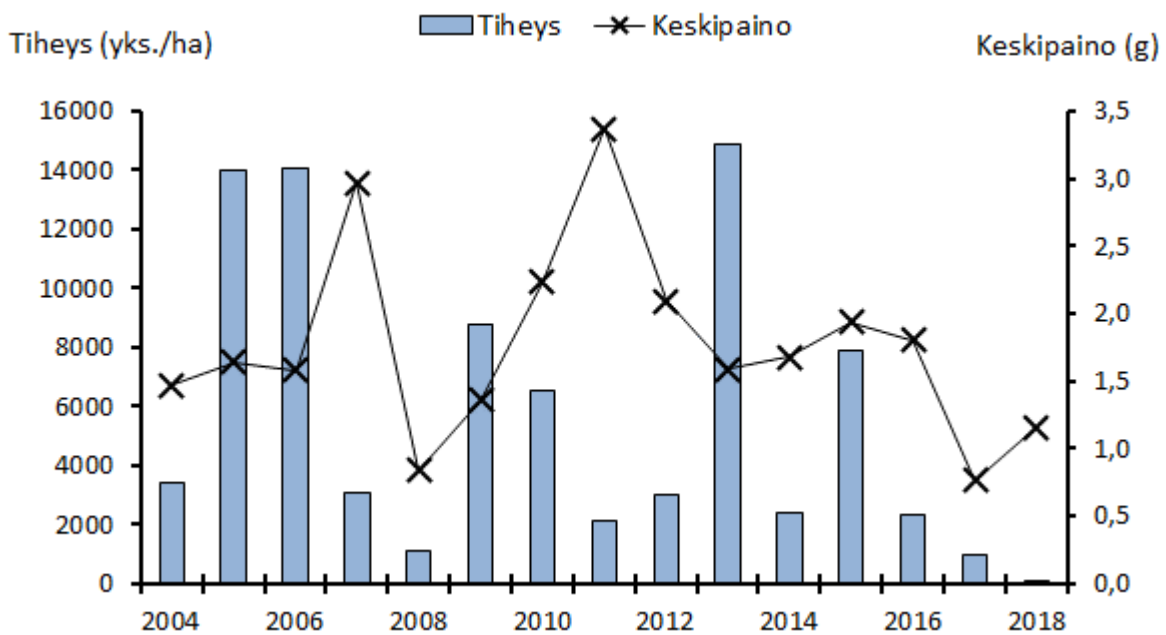
Aikaisemman Tuusulanjärven aineiston perusteella kesän lämpötila näytti vaikuttavan kuoreen kasvunopeuteen siten, että viileänä kesänä yksikesäiset kuoret kasvavat hieman nopeammin kuin lämpimänä kesänä (kuva 5). Viileän kesän 2017 havainto sopikin tähän aineistoon hyvin (yksikesäisten kuoreiden keskipituus 66 mm). Sen sijaan lämpimän kesän 2018 havainto (keskipituus 71,5 mm) sopi aikaisempaan aineistoon erittäin huonosti. Tämä saattaa johtua poikkeuksellisen alhaisesta kuoreenpoikastiheydestä (220 yks./ha). Ehkäpä alhainen tiheys on mahdollistanut normaalia paremmat ravintovarats kuoreenpoikasille. Koko tutkimusjakson aineistossa kuoretiheyden ja kuoreen kasvunopeuden välillä ei kuitenkaan havaittu riippuvuutta.



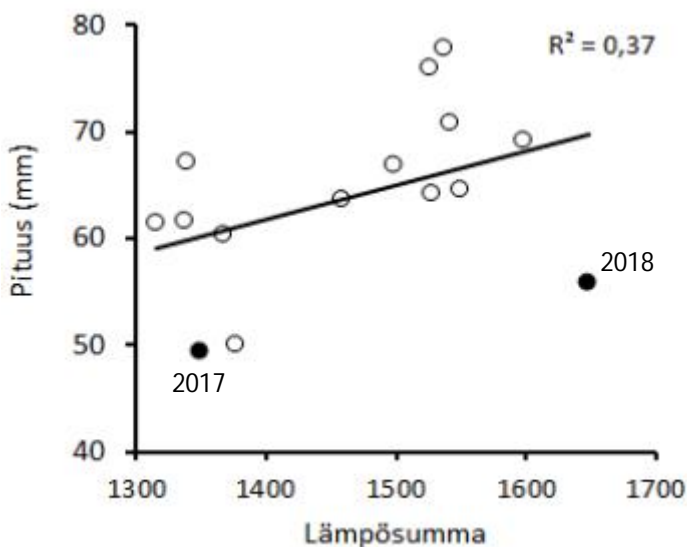
Kuva 5. Yksikesäisten kuoreiden keskipituus elo-syyskuun vaihteessa kesä-elokuun päiväasteiden suhteen Tuusulanjärven aineistossa vuosina 2004-2016. Vuodet 2017 ja 2018 on esitetty mustalla pisteellä.

3.4 Kuhanpoikaset

Tuusulanjärven ulapalla havaitut kuhanpoikastiheydet vuosina 2017 ja 2018 olivat tutkimusjakson pienimmät (kuva 6). Elokuun lopun kuhanpoikastiheys (yli 3 m syvillä alueilla) oli vuonna 2017 n. 970 yks./ha ja vuonna 2018 ainoastaan 40 yks./ha. Kun eloonjäantiin vaikuttava keskipainokin oli keskimääräistä alhaisempi (vuonna 2017 ainoastaan 0,77 g), molemmat vuosiluokat näyttävät jäävän poikkeuksellisen heikoiksi. Viileän kesän 2017 alhaista keskipainoa voidaan selittää kesän viileydellä. Tuusulanjärvellä on aikaisemminkin havaittu kuhanpoikasten keskikoon jääneen pieniksi viileinä kesinä (kuva 7). Joinakin viileinä kesinä, kuten vuonna 2008 myös kuhanpoikastiheys on jäänyt alhaiseksi. Sen sijaan lämpimän kesän 2018 havainnot eivät näytä lainkaan sopivan aikaisempaan aineistoon. Selitys poikkeuksellisen alhaiselle poikastiheydelle ja poikasten pienelle koolle täytyy löytyä jostakin muusta tekijästä. Mahdollisia syitä pohditaan luvussa 4.



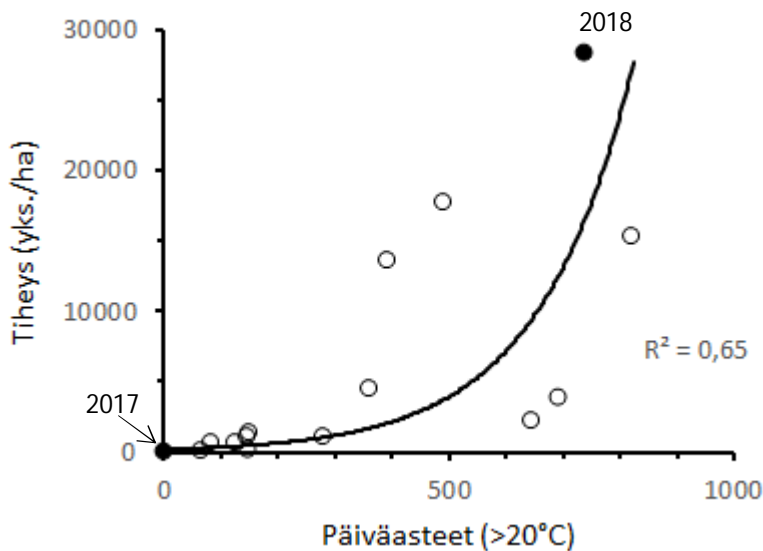
Kuva 6. Tuusulanjärven kuhanpoikasten tiheys yli 3 m syvillä alueilla ja poikasten keskipaino elo-syyskuun vaihteessa vuosina 2004-2018.



Kuva 7. Kesän lämpösumman ja kuhanpoikasten keskipituuden välinen riippuvuus vuosisien 2004-2018 aineistossa. Vuodet 2017 ja 2018 on merkitty kuvaan.

3.5 Pienet lahnat ja pasurit

Pienet lahnat ja pasurit (alle 7,5 cm pituiset) eli "lapa" oli elokuussa 2018 tiheydeltään runsain ryhmä Tuusulanjärven ulapalla (kuva 2). Lapan runsaus ulapalla näyttää voimakkaasti riippuvan kesän lämpötilasta. Useimpina lämpiminä kesinä lapa esiintyy runsaasti, mutta viileinä kesinä lapa tiheys on aina hyvin alhainen (kuva 8). On vaikea sanoa, vaikuttaako lämpötila todella voimakkaasti vuosiluokan suuruuteen vai vaikuttaako se lapan käyttäytymiseen siten, että ne suosivat ulappa-aluetta. Lapa-ryhmä koostuu pääosin yksikesäisistä lahnoista, mutta sisältää myös yksikesäisiä ja yksivuotiaita pasureita. Joka tapauksessa lapan ajoittainen esiintyminen ulapalla on merkittävä ilmiö järven ravintoverkon toiminnan ja järven tilan kannalta.



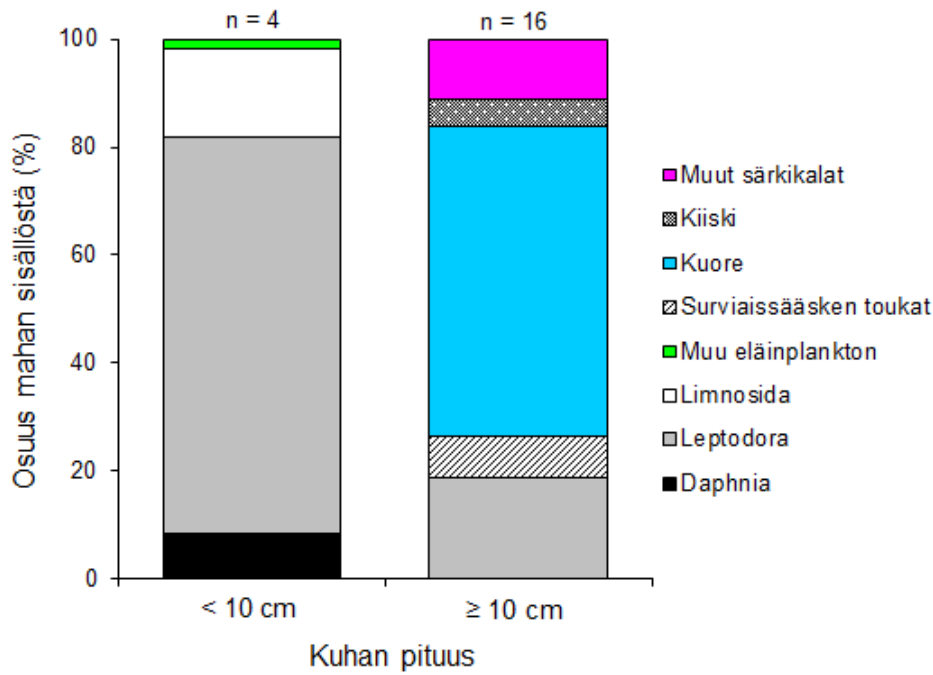
Kuva 8. Pienten lahnojen ja pasureiden tiheyden (yli 5 m syvällä alueella) riippuvuus kesän lämpötilasta Tuusulanjärven vuosien 2004-2018 aineistossa. Vuodet 2017 ja 2018 on merkitty kuvaan.

3.6 Kalojen ravinto

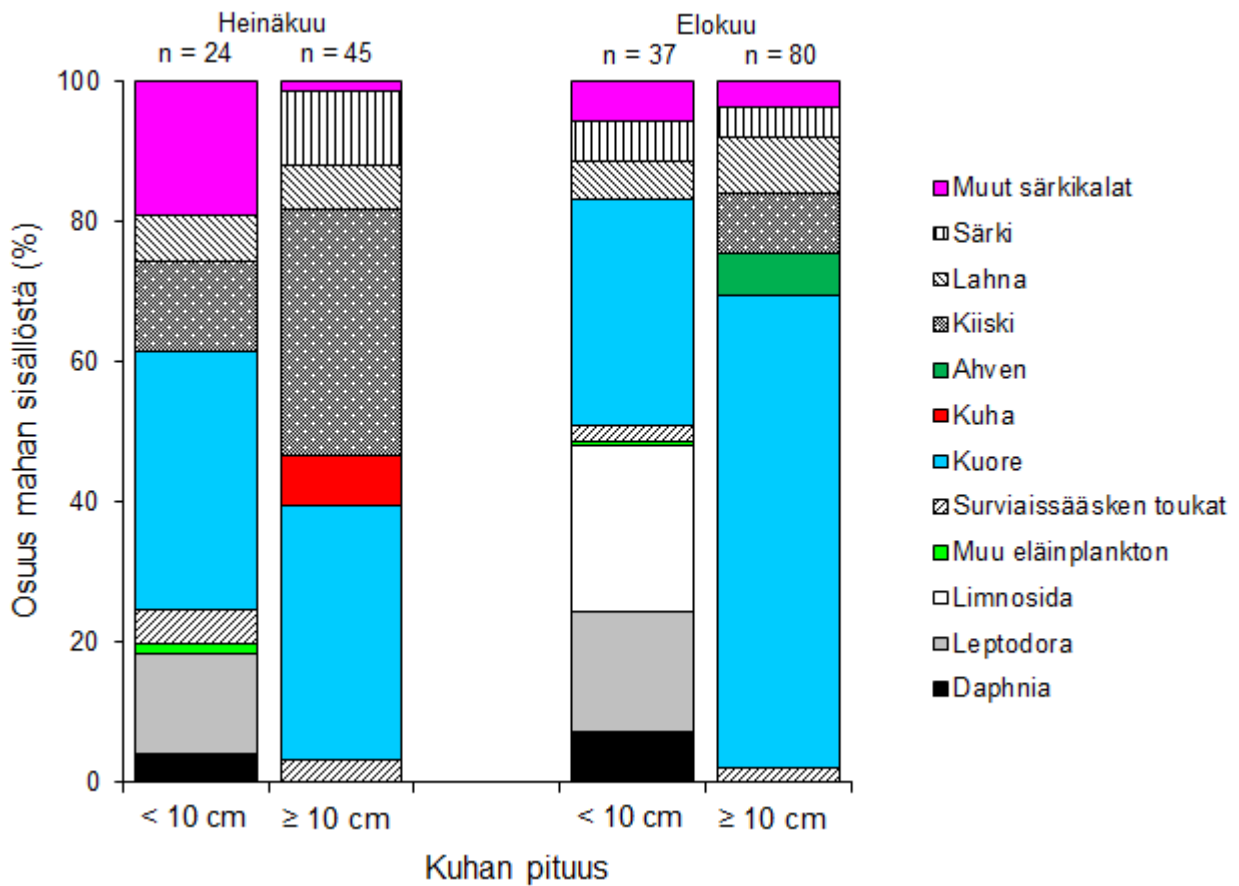
3.6.1 Kuhan ravinto

Troolilla saatiin aikaisempiin vuosiin verrattuna todella vähän kuhanpoikasia. Alle 10 cm troolikuhiin ravinto koostui eläinplanktonista (kuva 9). Vähän suuremmilla, 10-20 cm pituisilla poikasilla tärkein ravintokohde oli kuore. Pienen otoskoon takia troolikuhiin ei kannata tehdä pidemmälle meneviä päätelmiä. Verkkokuhien perusteella alle 10 cm kuhanpoikasten ravinto koostui heinäkuussa pääosin kaloista ja elokuussakin kalaravinnon osuus oli noin 50 % (kuva 10). Eläinplanktonravinto koostui pääasiassa *Limnospira*- ja *Leptodora*-vesikirpuista. Yli 10 cm pituiset kuhat olivat syöneet miltei yksinomaan kalaa. Kuore oli tärkein saaliskala, mutta heinäkuussa myös kiisken osuus oli merkittävä. Lisäksi kuhat olivat syöneet jonkin verran särkikaloja. Kuhanpoikasten ja ahvenen osuus ravinnosta oli erittäin pieni.

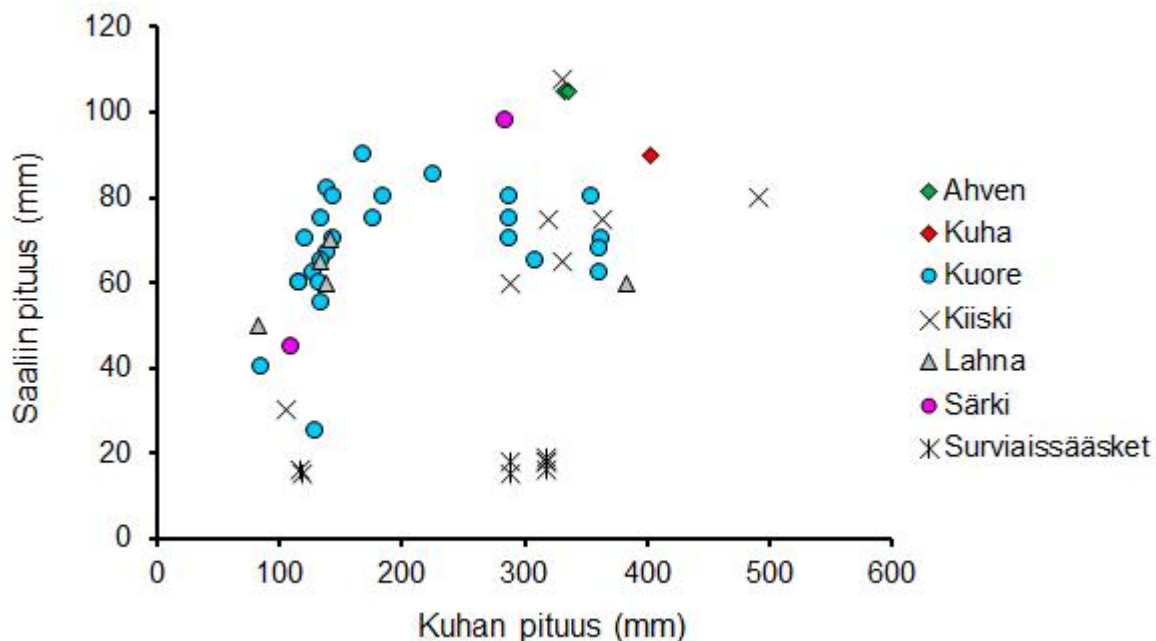
Kuhan saaliskalojen pituus kasvoi selvästi kuhan pituuden kasvaessa (kuva 11). Kaikki kuhien syömät saaliskalat olivat kuitenkin pieniä. Vaikka aineistossa oli melko runsaasti yli 30 cm pituisia kuhia, kaikki mittauskelppoisina löydetty saaliskalat olivat alle 11 cm pituisia.



Kuva 9. Elokuun lopussa 2018 troolilla pyydettyjen kuhien ravinto. Kaikki kuhat olivat alle 20 cm:n pituisia.



Kuva 10. Heinä-elokuussa (10.7.-24.8.2018) verkoilla pyydettyjen kuhien ravinto. Luokka $\ge 10\text{ cm}$ koostuu 10-49 cm pituisista kuhista.



Kuva 11. Kuhan pituuden ja saaliin pituuden välinen riippuvuus vuoden 2018 aineistossa.

Tuusulanjärven kuhan kesäaikaista ravintoa on tutkittu myös vuosina 2008 ja 2015 (Malinen & Vinni 2009, Malinen ym. 2016). Kesällä 2018 kuhan ravinto oli hyvin erilaista verrattuna näihin aikaisempiin kesiiin. Vuosina 2008 ja 2015 hieman suurempien kuhanpoikasten (10-20 cm) tärkein ravintokohde oli pienemmät kuhanpoikaset. Kesällä 2018 kuhanpoikasten tiheys oli erittäin pieni, eikä niitä myöskään juuri esiintynyt kuhan ravinnossa (kuvat 9 ja 10). Sen sijaan kiiskan merkitys kuhan ravintokohteena oli paljon suurempi kuin aikaisempina kesinä. Poikasvaiheen ohittaneiden kuhan ravinnossa kuoreella oli paljon suurempi merkitys kuin aikaisempina kesinä. Tämä johtunee 1-vuotiaiden kuoreiden suuresta tiheydestä. Niiden pituus oli heinä-elokuussa 2018 jo 7-9 cm, joten kovin pienet kuhat eivät voineet hyödyntää niitä ravintonaan. Kuoreen melko suuri osuus myös alle 10 cm kuhan ravinnossa kesällä 2018 viittaa siihen, että kesäkiesällä 2018 0-vuotiaita kuoreenpoikasia on ollut varsin runsaasti. Niiden tiheys oli kuitenkin romahtanut hyvin alhaiseksi heinä-elokuun hellejakson aikana (kaikuluotausarvio ainoastaan 220 yks./ha).

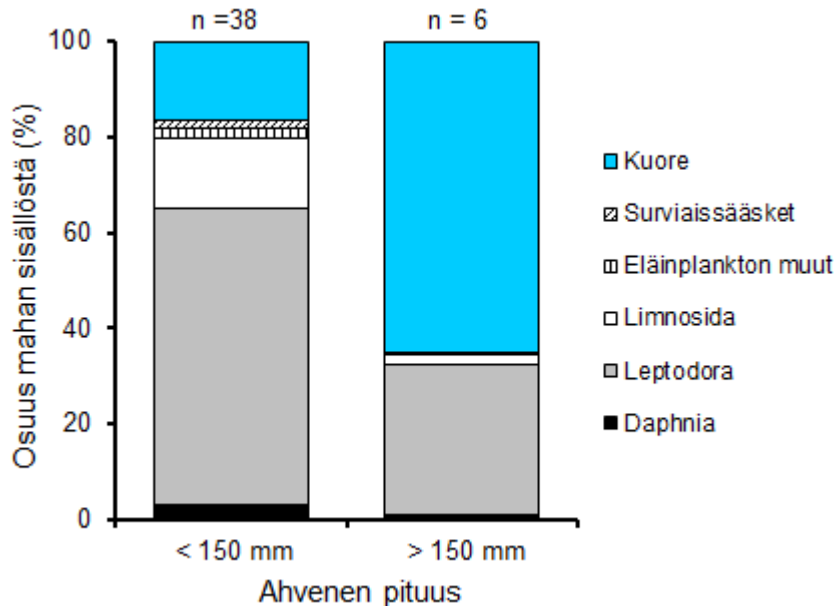
3.6.2 Muiden lajien ravinto

Ahvenen ravinto koostui lähinnä petovesikirppu *Leptodora* ja kuoreesta (kuva 12). Pienet ahvenet olivat syöneet enemmän *Leptodora* ja suuret enemmän kuoretta. Niiden lisäksi pienet ahvenet olivat syöneet *Limnosida*-vesikirppuja. Ahvenet olivat alkaneet syödä kalaravintoa jo varsin pienikoisina – pienimmät kuoreita syöneet ahvenet olivat n. 13 cm pituisia.

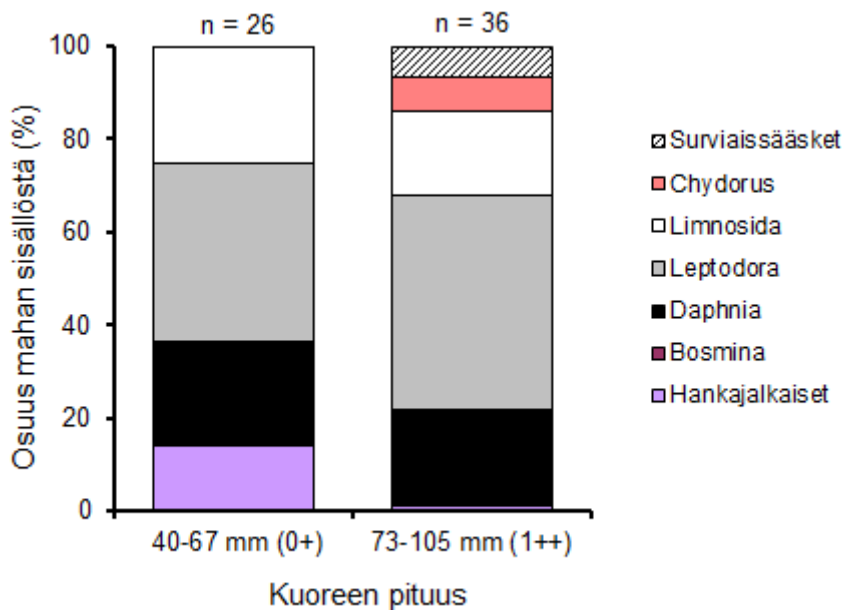
Kuoreen ravinto koostui miltei yksinomaan eläinplanktonista (kuva 13). Tärkein ravintokohde oli *Leptodora*, mutta kuoreet olivat syöneet runsaasti myös *Limnosida* ja *Daphnia*. Yksikesäiset kuoreet olivat syöneet jonkin verran myös hankajalkaisia.

Ulapalta troolattujen särkien ja lahnojen ravinto koostui lähinnä vesikirpuista (kuva 14). Lahnalla tärkein ravintokohde oli *Chydorus* ja särjellä *Leptodora*. Näiden lisäksi ulapan särjet ja lahnat olivat syöneet *Daphnia* ja *Bosminaa*.

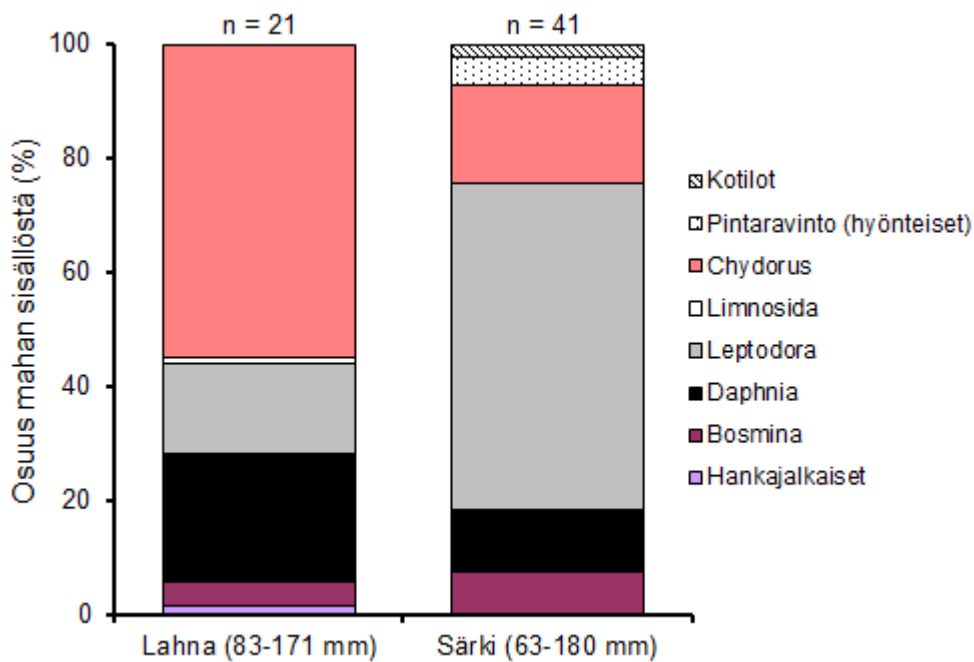
Elokuussa 2018 pyydettyjen kalojen ravinnossa on selvästi nähtävissä myös eläinplankton tutkimuksessa havaittu *Daphnia* vähyys (Kuoppamäki 2018). Elokuussa 2015 *Daphnia* muodosti valtaosan vesikirppubio-
massasta (Ketola 2015), ja tuolloin sen osuus oli suuri kuoreen, särjen, lahnan ja pienten ahventen ravinnossa (Malinen ym. 2016).



Kuva 12. Ahvenen ravinto elokuun lopussa 2018 troolinäytteiden perusteella.



Kuva 13. Kuoreen ravinto elokuun lopussa 2018 troolinäytteiden perusteella.



Kuva 14. Lahnan ja särjen ravinto elokuun lopussa 2018 troolinäytteiden perusteella.

4. Tulosten tarkastelu

Tuusulanjärven ulapan kalastossa näkyivät selvästi viileän kesän 2017 ja hellekesän 2018 vaikutukset. Vuonna 2017 muodostui poikkeuksellisen runsas ja vuonna 2018 erityisen heikko kuorevuosiluokka. Loppukesällä 2017 kuorekanta vaikutti olevan jopa ylitiheä ravintoresursseihin nähden ja sen vaikutus näkyi myös eläinplanktonissa. Viileänä kesänä 2017 kuhanpoikaset olivat odotetusti pienikokoisia ja niiden tiheys alhainen. Hellekesänä 2018 ulapalla vallitsivat korkeasta lämpötilasta hyötyvät lahnan- ja pasurinpoikaset. Sen sijaan niin ikään tyyppillisesti helteestä hyötyvien kuhan ja ahvenen poikaset puuttuivat ulapalta lähes tyystin, mikä näkyi selvästi myös petokalojen ravinnossa.

Erytisesti kuhanpoikasten vähyys on Tuusulanjärvellä poikkeuksellista. Yksi mahdollinen selitys on runsas kuorekanta. Tuusulanjärvellä oli kesällä 2018 todella paljon 1-vuotiaita kuoreita verrattuna aikaisempiin vuosiin. Elokuun lopussa 1-vuotiaiden kuoreiden määrä oli peräti 33-kertainen aikaisempien vuosien keskiarvoon verrattuna. Nämä kuoreet olivat keskikesällä 7-9 cm pituisia, joten ne ovat pystyneet syömään ulapalle siirtyneitä, pintakerroksessa esiintyviä pieniä kuhanpoikasia. Tuusulanjärveltä ei kuhanpoikasten siirtymisestä ulapalle ole tutkimustietoa, mutta ainakin Lahden Vesijärvellä kuhanpoikasia esiintyy ulapan pintakerroksessa jo kesä-heinäkuun vaihteessa, jolloin ne ovat n. 2 cm pituisia (julkaisematon aineisto). Koska kuoreen tiedetään siirtyvän kalaravintoon koon kasvaessa (Vinni ym. 2004, Hammar ym. 2017), vaikuttaa kuhanpoikasten päätyminen kuoreen ravinnoksi varsin uskottavalta vaihtoehdolta.

Toisaalta on myös mahdollista, että kesän 2018 normaalia heikompi happitilanne on aiheuttanut kuhanpoikasille kuolevuutta. Tutkimuspäivänä havaittiin pinnalla ja rannoilla runsaasti kuolleita kiiskiä. Kuhanpoikasia ei havaittu, mutta on mahdollista että kuolevuus on tapahtunut jo aiemmin tai sitten henkitorissaan olevat poikaset ovat joutuneet petokalojen ravinnoksi. Tietysti kuhanpoikaskato saattaa johtua molemmista tekijöistä, sekä runsaan kuorekannan saalistuksesta että heikoista happioloista. Teoriassa kaikuluotauspäivän

alhainen kuhanpoikastiheys ulapalla voisi selittyä myös sillä, että kuhanpoikaset ovat keskittyneet matalammille alueille. Heinä-elokuussa tehdyt verkkokoekalastukset eivät tätä teoriaa kuitenkaan tue. Kuhanpoikasten määrä oli nimittäin niissäkin selvästi normaalia pienempi (Vesala ym., julkaisematon).

Tiheä kuorekanta näkyi myös petokalojen, kuhan ja ahvenen ravinnossa. Kuore oli selvästi yleisempi ravintokohde molemmilla lajeilla kuin aikaisemmin tehdyissä ravintaselvityksissä (Vesala & Ruuhijärvi 2002, Malinen & Vinni 2009, Malinen ym. 2016). Kuoreella näyttäisi olevan aivan keskeinen asema erityisesti kuhan ravinnossa. Se on selvä pääravintokohde aina kun sitä on runsaasti. Harvan kuorekannan aikaan kuhat syövät pienempiä kuhia, kiiskiä sekä pieniä ahvenia ja särkikaloja. Kannibalismin yleisyys kuorekatovuosina viittaa siihen, että Tuusulanjärven kuhakanta säätelee ajoittain voimakkaastikin omaa runsauttaan. Vaikuttaa ilmeiseltä, että kuorekannan nykyiset, erittäin suuret vuotuiset vaihtelut aiheuttavat kuhan saalistuksen kautta suuria muutoksia muiden kalojen runsauteen.

Lisäksi kesän 2017 tiheä kuorekanta vaikutti selvästi myös järven eläinplanktoniin. Kuoreen pääravintokohteen, *Daphnia*-vesikirpunan keskikoko laski selvästi koko kesän 2017 ajan, mikä viittaa voimakkaaseen kalojen saalistukseen (Kuoppamäki 2018). Tämä on järven tilan kannalta haitallinen ilmiö, koska sinileväkukintojen riski kasvaa suurikokoisten vesikirppujen vähetessä.

Petovesikirppu *Leptodora* oli elokuussa 2018 runsaasti kaikkien tutkittujen kalalajien ravinnossa. Tämä kertoo *Leptodora*n runsaudesta vesipatsaassa, mistä saatiin viitteitä myös eläinplanktonitutkimuksessa (Kuoppamäki 2018). *Leptodora*n runsaus saattaa selittyä kuhanpoikasten ja ahventen vähyydellä. Se on nimittäin ollut aikaisempina vuosina kuhanpoikasten ja pienten ahventen pääravintokohde (Malinen & Vinni 2009, Malinen ym. 2016). Petovesikirppu *Leptodora* syö levää syöviä vesikirppuja ja sen runsastuminen saattaa heikentää eläinplanktoniyhteisön kykyä säädellä kasviplanktonbiomassaa. Tässä mielessä kuhanpoikaset ovat järven tilan kannalta esimerkiksi särkikaloja hyödyllisempiä.

Tuusulanjärven ulappakalojen ravinto näyttää vaihtelevan paljon vuosittain ja ilman ravintotutkimuksia olisi erittäin vaikeaa ymmärtää ravintoverkon toimintaa. Ravintotutkimukset olisivat tulevaisuudessakin hyödyllisiä. Erityisesti ajoittain ulapalla vallitsevien pienten lahnojen ja pasureiden ravinnosta tarvittaisiin lisää tietoa.

Tulokset viittaavat siihen, että Tuusulanjärven kuorekannan vaihtelulla saattaa olla luultua suurempi vaikutus ulapan ravintoverkon toimintaan ja muiden kalojen runsauteen. Se vaikuttaa ravintoverkossa sekä alaspäin (kuhanpoikasiin, eläinplanktoniin ja sinileväkukintoihin asti) että ylöspäin (tärkeänä kuhan ja ahvenen ravintokohteena). Lisäksi se saattaa ravintokilpailullaan estää muita lajeja (erityisesti särkikaloja) kansoittamasta ulappaa. Osa näistä vaikutuksista on järven tilan kannalta hyödyllisiä ja osa haitallisia. Hieman yksinkertaistaen voidaan ehkä sanoa, että kohtalaisen suuren kuorekannan vaikutus on myönteinen, mutta ylitieheen kannan puolestaan haitallinen. Tuusulanjärven ja Vesijärven (Malinen & Vinni 2019) kalastoseurantojen perusteella vaikuttaa siltä, että poikkeuksellisen runsaat kuorevuosiluokat saattavat johtua sekoitushapetuksesta viileänä kesänä. Tällöin koko vesipatsas saattaa olla juuri optimaalisen lämmön kuoreenpoikasille, jotka suosivat selvästi lämpimämpää vettä kuin vanhemmat kuoreet. Toisaalta sekoitushapetus lisää vaihtelua myös toiseen suuntaan, eli suurentaa kannan romahtamisen riskiä lämpiminä kesinä. Näin ollen kesäaikaista sekoitushapetusta voidaan pitää kuorekannan ja ravintoverkon toiminnan kannalta selvästi haitallisena toimenpiteenä. Koska lisäksi sen merkitys sisäisen kuormituksen vähentäjänä on kyseenalaistettu (Horppila ym. 2017), kannattaisi sen lopettamista harkita.

Tuusulanjärven kuorekannan kehitystä on nyt erityisen hankala ennustaa. Vaikka hellekesä 2018 oli harventanut kuorekantaa voimakkaasti, oli emokanta ainakin vielä elo-syyskuussa suurempi kuin kertaakaan 20 vuoteen. Näin ollen viileänä kesänä muodostuu todennäköisesti runsas vuosiluokka. Toisaalta, jos kesästä 2019 tulee lämmin, kanta todennäköisesti harvenee tuntuvasti ja saattaa romahtaa hyvinkin pieneksi. Koska kuorekannan koolla näyttää olevan ratkaiseva merkitys ulapan muihin kaloihin ja koko ravintoverkon toiminnalle, liittyy myös niiden kehitykseen suurta epävarmuutta.

Myös kuhakannan kehittymistä on nyt vaikea ennustaa. Kuhavuosisluokat 2017 ja 2018 ovat poikkeuksellisen heikkoja, mikä tulee todennäköisesti näkymään kuhasaaliiden laskuna muutaman vuoden päästä. Toivottavasti olosuhteet ovat kesällä 2019 paremmat kuhanpoikasille ja Tuusulanjärven kuhan poikkeuksellisen hyvä poikastuotanto (Malinen 2017a) näkyy tällä kertaa runsaana vuosiluokkana. Kuoreen kuhanpoikasin kohdistama saalistus on ainakin vähentynyt tuntuvasti kuorekannan harvenemisen myötä. Viileänä kesänä vuosiluokka voi kuitenkin jäädä pieneksi. Kuhakannan seuranta vaikuttaa tulevana vuosina erityisen tärkeältä.

5. Johtopäätökset

Tuusulanjärven kuorekanta runsastui yllättäen viileänä kesänä 2017 ja kannasta muodostui ylitiheä.

Vaikka kuore on yleisesti ottaen hyödyllinen kala niin järven tilan kuin kuhantuotannonkin kannalta, ylitiheällä kannalla voi olla merkittäviä haittavaikutuksia. Se voi voimistaa sinileväkukintoja ja vaikuttaa haitallisesti kuhanpoikasiin.

Poikkeuksellisen runsaat kuorevuosisluokat saattavat johtua sekoitushapetuksesta viileänä kesänä. Kesäaikaisen sekoitushapetuksen lopettamista kannattaisi harkita.

Kuhavuosisluokat 2017 ja 2018 ovat heikkoja, mikä saattaa näkyä heikompina kuhasaaliina muutaman vuoden päästä. Kuhakannan kehitystä kannattaa seurata. Kuhanpoikasia mahdollisesti syövien, vanhempien kuoreiden määrä on nyt selvästi pienentynyt, eikä runsaalle kuhavuosisluokalle pitäisi olla estettä, jos kesästä 2019 tulee lämmin.

Tuusulanjärven ulapan kalaston kehitystä on nyt erityisen vaikea ennustaa. Viileänä kesänä kuorekanta todennäköisesti jälleen kasvaa mutta lämpimänä kesänä ulapan kalasto voi olla täysin erilainen. Mahdollisia hyötyjiä ovat tällöin pienet lahnat ja pasurit sekä kuhanpoikaset.

Lähdeluettelo

- Hammar, J., Axenrot, T., Degerman, E., Asp, A., Bergstrand, E., Enderlein, O., Filipsson, O. & Kylberg, E. 2017: Smelt (*Osmerus eperlanus*): Glacial relict, planktivore, predator, competitor, and key prey for the endangered Arctic charr in Lake Vänern, southern Sweden. *J. Great Lakes Res.* 44: 126-139.
- Hietala, J. (toim.) 2017: Tuusulanjärven kunnostus vuosina 1999-2013 - Hoitotoimia ja seuranta. Uudenmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. Raportteja 56/2017.
- Horppila, J., Holmroos, H., Niemistö, J., Massa, I., Nygrén, N., Schönach, P., Tapio, P. & Tammeorg, O. 2017: Variations of internal phosphorus loading and water quality in a hypertrophic lake during 40 years of different management efforts. *Ecol. Eng.* 103: 264–274.
- 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.
- 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.
- Kangur, A., Kangur, P., Kangur, K. & Möls, T. 2007: The role of temperature in the population dynamics of smelt *Osmerus eperlanus eperlanus* m. *spirinchus* Pallas in Lake Peipsi (Estonia/Russia). *Hydrobiologia* 584: 433-441.
- Ketola, M. 2015: Tuusulanjärven eläinplanktonitutkimus vuonna 2015. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymä. Tutkimusraportti. 15 s.
- Kuoppamäki, K. 2018: Tuusulanjärven eläinplankton vuosina 2016-2018. Tutkimusraportti. 9 s.

- Malinen, T. 2017(a): Tuusulanjärven ulappa-alueen kalasto vuosina 1997-2013 kaikuluotauksen ja koetrollauksen perusteella arvioituna. Julkaisussa: Hietala, J. (toim.): Tuusulanjärven kunnostus vuosina 1999-2013 - Hoitotoimia ja seurantaa. Uudenmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. Raportteja 56/2017.
- Malinen, T. 2017(b): Tuusulanjärven ulapan kalasto vuosina 1997-2016 kaikuluotauksen ja koetrollauksen perusteella arvioituna. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 12 s.
- Malinen, T., Kervinen, J. & Peltonen, H. 2017: Tuusulanjärven lahna-, pasuri-, ja särkikannat vuosina 2005-2011. Julkaisussa: Hietala, J. (toim.): Tuusulanjärven kunnostus vuosina 1999-2013 - Hoitotoimia ja seurantaa. Uudenmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. Raportteja 56/2017.
- 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. 2019: Vesijärven Enonselän ulapan kalayhteisön kehitys vuosina 2017 ja 2018. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma. 14 s.
- Malinen, T., Vinni, M., Vesala, S. & Ruuhijärvi, J. 2016: Tuusulanjärven ulappa-alueen kalayhteisö kesällä 2015. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos ja Luonnonvarakeskus. 17 s.
- Marjomäki, T. J. & Huolila, M. 1995: Monitoring the density of Lake Puulavesi vendace (*Coregonus albula* (L.)) by hydroacoustics, catch per unit effort, virtual population and catch per swept area. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 46: 267-276.
- Olin, M. & Rask, M. (toim.): Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurannostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999. Kala- ja riistaraportteja nro 184. Riistan- ja kalantutkimus. 74 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.
- Ruuhijärvi, J., Rask, M., Vesala, S. & Olin, M. 2017: Tuusulanjärven kalakantojen muutokset järven kunnostuksen vuosina 1996-2012. Julkaisussa: Hietala, J. (toim.): Tuusulanjärven kunnostus vuosina 1999-2013 - Hoitotoimia ja seurantaa. Uudenmaan elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. Raportteja 56/2017.
- 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, J. 2002: Tuusulanjärven kuhan ravinto- ja kasvututkimus. Julkaisussa: Olin, M. & Ruuhijärvi, J. 2004: Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurannostuksen kalatutkimuksia vuosina 2000-2003. Kala- ja Riistaraportteja nro 324. Riistan- ja kalantutkimus. 60 s.
- Vinni, M., Lappalainen, J., Malinen, T. & Peltonen, H. 2004: Seasonal bottlenecks in diet shifts and growth of smelt in a large eutrophic lake. J. Fish Biol. 64: 567-579.
- 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.