

Keski-Uudenmaan ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2020

# Sulkasääsken toukkien ja pohjaeläinten runsaus Rusutjärvessä vuosina 2016–2019

Tommi Malinen ja Mika Vinni



Keski-Uudenmaan ympäristökeskuksen julkaisu 4/2020  
Sulkasääsken toukkien ja pohjaeläinten runsaus Rusutjärvässä vuosina 2016–2019  
Tekijät: Tommi Malinen ja Mika Vinni  
Kannen valokuva: Mika Vinni

**Keski-Uudenmaan ympäristökeskus**  
**Järvenpää, Kerava, Mäntsälä, Nurmijärvi, Tuusula**  
[www.keskiuudenmaanymparistokeskus.fi](http://www.keskiuudenmaanymparistokeskus.fi)

<b>Julkaisun nimi</b>	<b>Sulkasääsken toukkien ja pohjaeläinten runsaus Rusutjärvessä vuosina 2016–2019</b>		
<b>Tekijät</b>	<b>Tommi Malinen ja Mika Vinni</b>		
<b>Sarja</b>	Julkaisu 4/2020		<b>13 sivua</b>

Rusutjärven yhdeksi kunnostusmenetelmäksi on esitetty tehokalastusta. Järvessä kuitenkin tiedetään esiintyvän sulkasääsken toukkia, joiden runsastuminen kalojen vähetessä saattaisi mitätöidä tehokalastuksen vaikutuksen ja jopa johtaa entistä pahempiin sinileväkukintoihin. Tässä tutkimuksessa selvittiin Rusutjärven sulkasääsikannan runsautta ja esiintymisaluetta neljänä kesänä.

Järven mataluuden huomioon ottaen Rusutjärvessä esiintyy poikkeuksellisen runsaasti sulkasääsken toukkia. Järven nykyinen sulkasääskitiheys ei kuitenkaan näyttäisi vaikuttavan sinileväkukintojen muodostumiseen. Toukkia esiintyy kuitenkin niin runsaasti ja laajalla alueella, että tehokalastukseen sisältyy merkittävä riski sulkasääsken runsastumisesta. Koska Rusutjärven tehokalastukseen sisältyy muitakin ongelmia, kuten riittävän suuren pyyntitehon saavuttaminen, ei tehokalastus vaikuta sopivalta kunnostusmenetelmältä. Tehokalastusta voidaan jatkossa harkita, jos suurikokoisten särkikalojen määrä kasvaa selvästi. Tällöin kuitenkin kannattaisi selvittää järven eläinplanktonin koostumusta ja runsaimpien kalalajien ravinnonkäyttöä. Sulkasääsken toukkia syöviin kaloihin ei kannata kohdistaa tehokalastusta.

# Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Aineisto ja menetelmät</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Tulokset ja niiden tarkastelu</b> .....	<b>8</b>
	3.1 Sulkasääsken toukat.....	8
	3.2 Rusutjärven pohjaeläinyhteisö vuosina 2016–2019 .....	10
	3.3 Sulkasääsken merkitys Rusutjärven kunnostamisen kannalta.....	12
	<b>Lähdeluettelo</b> .....	<b>13</b>

# 1 Johdanto

Jatkuvasti rehevöitymishaitoista kärsivän Rusutjärven kunnostamisvaihtoehtoja on selvitetty varsin kattavasti (Pekkarinen 1987, Jääskeläinen 2008, Huuhko & Hanski 2012, Hietala 2018). Yhtenä kunnostusvaihtoehtona on pidetty tehokalastukseen perustuvaa ravintoketjukunnostusta. Ylitiheällä kalastolla on useita mahdollisia, rehevyyttä ylläpitäviä vaikutuksia, kuten leviä laiduntavan suurikokoisen eläinplanktonin määrän säätely, ravinteiden vapautuminen kalojen tonkiessa pohjaa ja ravinteiden siirtyminen kalojen liikkeiden mukana ranta-alueilta ulapalle (esim. Horppila ym. 1998). Suhteellisen edullisena ja monin tavoin vaikuttavana menetelmänä tehokalastus olisikin varsin houkutteleva vaihtoehto. Rusutjärven särkikalakannat todettiin runsaiksi jo yli 30 vuotta sitten (Marttinen 1985) ja tehokalastuksella on yritetty kohentaa järven tilaa kahteen otteeseen. Vuosina 1986-1990 yhteenlaskettu saalis oli n. 150 kg/ha ja vuosina 1998-1999 yli 200 kg/ha (Olin & Ruuhijärvi 2000). Saalis koostui lähinnä lahnasta, särjestä, salakasta ja pasurista. Särki- ja salakkakannat pienenivät kalastuksen seurauksena. Sen sijaan lahna- ja pasurikannat eivät vaikuttaneet vähentyvän, vaan ilmeisesti kompensoivat pyynnin tehostuneella lisääntymisellä ja parantuneella kasvulla. Koska ensimmäisen tehokalastuksen vuotuinen saalis jäi pieneksi järven rehevyytystasoon nähden ja jälkimmäisen kesto jäi liian lyhyeksi, ei tehokalastuksen vaikutuksista järven tilaan saatu selvyttä.

Vuosien 2008 ja 2011 verkkokoekalastusten perusteella järven särkikalakannat vaikuttivat runsailta (Sairanen 2008, Vesala 2011) mutta vuoden 2018 verkkokoekalastuksissa saaliit olivat selvästi alhaisempia (Vesala 2018). Menetelmään liittyy kuitenkin monien tekijöiden, esimerkiksi kesän lämpötilan aiheuttamaa epävarmuutta, eikä päätelmiä särkikalojen runsaudesta ole helppo tehdä pelkästään verkkoyksikkösaaliiden perusteella. Särkikalojen kasvunopeus on yksikkösaaliiden ohella toinen käyttökelpoinen mittari kantojen tiheydelle, koska tiheyden kasvaessa kasvu hidastuu. Vuosina 2017-2018 pyydettyjen särkikalojen kasvunopeus osoittautui erittäin hitaaksi, mikä viittaa vahvasti ylitiheisiin kantoihin (Malinen & Vinni 2019). Tämän perusteella tehokalastus saattaisi olla käyttökelpoinen menetelmä Rusutjärven kunnostukseen.

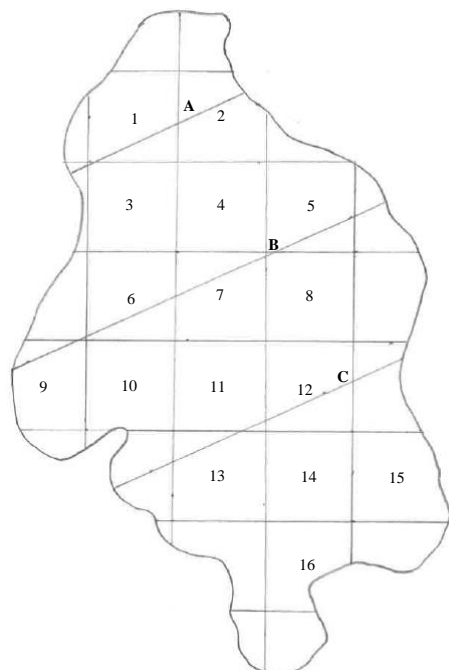
Toisaalta tiedetään, että tehokalastus ei sovellu kaikille järville, koska kalaston merkitys järven rehevyyden ylläpitäjänä vaihtelee suuresti. Jos järven ulkoinen kuormitus tai esimerkiksi tuulen aiheuttama resuspensio (jo sedimenttiin päätyneiden ravinteiden palautuminen veteen) ovat suuria, kalaston merkitys saattaa olla vähäinen. Joka tapauksessa järven tilan paranemiseen tarvittava saalismäärä on rehevissä järvissä hyvin suuri. Monet, erityisesti savisameat järvet ovat hankalia pyyntikohteita, eikä riittävää pyyntitehoa välttämättä saavuteta. Lisäksi esimerkiksi selkärangattomien petojen, kuten sulkasääsken toukkien runsastuminen voi mitätöidä tehokalastuksen suotuisat vaikutukset eläinplanktoniin. Tiheä sulkasääsikanta nimittäin säätelee eläinplanktonyhteisöä vielä tehokkaammin kuin tiheä kalakanta (Liljendahl-Nurminen ym. 2003). Koska kalasto puolestaan säätelee sulkasääsken toukkien käyttäytymistä ja runsautta, voidaan huonosti kohdennetulla tehokalastuksella pahimmassa tapauksessa jopa heikentää järven tilaa. Rusutjärvestä tiedetään esiintyvän sulkasääsken toukkia. Ensimmäiset maininnat niistä ovat jo 1920-luvulta (Järnefelt 1925) ja toukkia havaittiin runsaasti myös 1980-luvulla tehdyissä syvänealueen pohjaeläintutkimuksissa (Kalliola 1990). Rusutjärvi kuuluu siis järviin, joissa tehokalastukseen liittyy ainakin teoriassa riski sulkasääsken runsastumisesta ja järven tilan huononemi-

sesta. Tehokalastuksen sopivuus Rusutjärvelle riippuu siitä, kuinka suurella alueella sulkasääsken toukkia esiintyy ja siitä, minkälaisia ovat kalaston ja sulkasääsken toukkien väliset vuorovai-  
kutukset.

Tämän tutkimuksen päämääränä oli selvittää sulkasääsken toukkien runsautta ja esiintymisaluetta Rusutjärvellä tehokalastuksen soveltuvuuden arvioimiseksi. Sulkasääskitutkimus tehtiin neljänä kesänä, koska sulkasääsken toukkien runsaus voi vaihdella todella voimakkaasti edellisen kesän sääolojen mukaan (Malinen & Vinni 2017). Samoista näytteistä tutkittiin myös muiden pohjaeläinten runsautta.

## 2 Aineisto ja menetelmät

Näytteenotto tehtiin touko-kesäkuun vaihteessa vuosina 2016-2019. Näytepisteet (yhteensä 16) oli sijoitettu tasavälein järven yli 1,5 m syvälle alueelle (kuva 1). Kaikilta pisteiltä otettiin sekä sedimenttinäyte (Ekman-noudin, näyteala 231 cm<sup>2</sup>) että nostohaavinäyte vesipatsaasta (planktonhaavi, silmäkoko 183 µm, halkaisija 50 cm). Lisäksi vuonna 2016 kaikuluodattiin kolme linjaa vesipatsaassa olevien toukkien alueellisen jakauman selvittämiseksi.



**Kuva 1.** Näytteenottopisteiden (1-16) ja kaikuluodauslinjojen (A-C) sijainti Rusutjärvellä

Näytteistä laskettiin pohjaeläinten lukumäärä ja märkäbiomassa laajoihin luokkiin jaettuna (sulkasääsken toukat, surviaisääsken toukat, polttiaisen toukat, harvasukasmadot ja muut pohjaeläimet). Näytteiden perusteella laskettiin näiden pohjaeläinluokkien keskimääräinen tiheys ja biomassa Rusutjärven yli 1,5 m syvillä alueilla. Erytystä huomiota kiinnitettiin sulkasääsken toukkiin, joiden tiheydelle laskettiin myös 95 %:n luottamusväli Poisson-jakaumaan perustuen (Jolly & Hampton 1990). Lähes kaikki näytteistä löydetty sulkasääsken toukat myös mitattiin 0,1 mm:n tarkkuudella toukkien keskipituuden määrittämiseksi. Toukat jaoteltiin varsinaisiin toukkiin ja kotelovaiheen sulkasääskiin. Rusutjärven sulkasääsken tiheysarvioita ja keskipituuksia vertailtiin muiden sulkasääskijärvien tuloksiin.

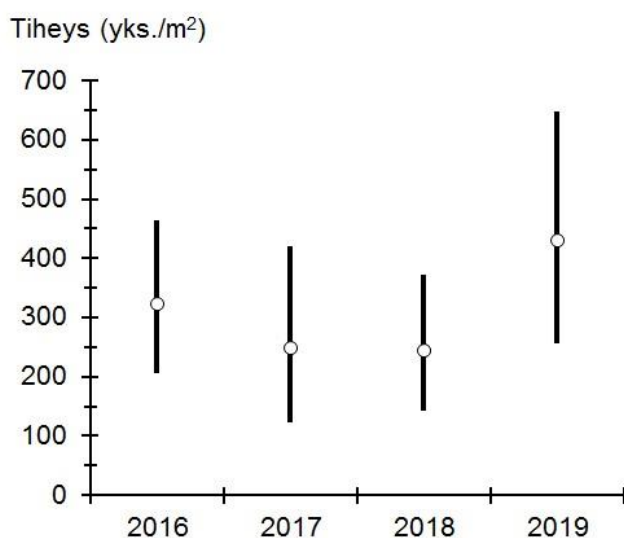
Kaikuluotaus tehtiin SIMRAD EY-500 -tutkimuskaikuluotaimella, joka oli varustettu lohkokeilaisella ES120-7C –anturilla (äänen taajuus 120 kHz ja keilan avautumiskulma 7°). Samaa laitteistoa on käytetty onnistuneesti monissa sulkasääskitutkimuksissa (esim. Malinen & Vinni 2017). Kaikuluotusaineistosta tarkasteltiin silmämääräisesti, kuinka suurella alueella sulkasääsken toukkia esiintyy vesipatsaassa.

## 3 Tulokset ja niiden tarkastelu

### 3.1 Sulkasääsken toukat

Rusutjärven vesipatsaassa ei esiintynyt sulkasääsken toukkia yhtenäkkään tutkimusajankohtana. Kaikki nostohaavinäytteet olivat tyhjiä eikä myöskään kesäkuun 2016 kaikuluotauksissa havaittu sulkasääsken toukkia. Sen sijaan sedimentissä toukkia oli runsaasti. Tutkimuksen ajoitusta (touko-kesäkuun vaihde) voidaan pitää onnistuneena, koska lähestyvistä tai käynnissä olevasta kuoriutumisesta kertovia kotelovaiheen toukkia ei esiintynyt. Näin ollen oli mahdollista arvioida tarkasti edellisenä kesänä syntyneen toukkasukupolven runsautta.

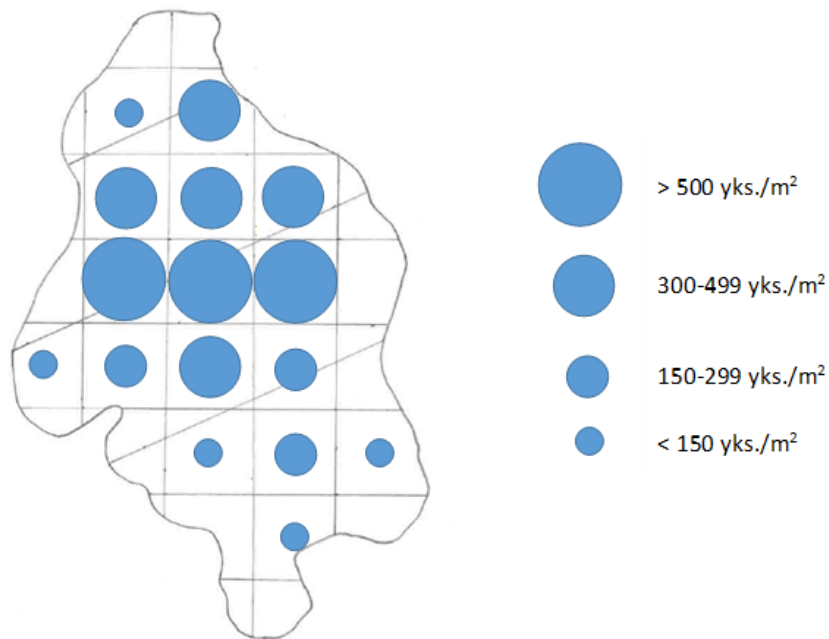
Rusutjärven yli 1,5 m syvien alueiden keskimääräinen toukka tiheys vaihteli vuosina 2016–2018 välillä 250–320 yks./m<sup>2</sup> (kuva 2). Vuonna 2019 tiheys oli kuitenkin paljon suurempi, n. 430 yks./m<sup>2</sup>, joskaan kasvu vuodesta 2018 ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Mahdollinen toukkien runsastuminen johtuu todennäköisesti hellekesästä 2018. Sulkasääsken toukkien kuoriutumisaikojen osuvat lämpimät, heikkotuuliset ja sateettomat ilmat saattavat nimittäin johtaa paljonkin keskimääräistä runsaampaan sulkasääskivuosi luokkaan (Malinen & Vinni 2017). Juuri hellekesänä 2018 syntyneen vuosiluokan runsautta arvioitiin kesällä 2019.



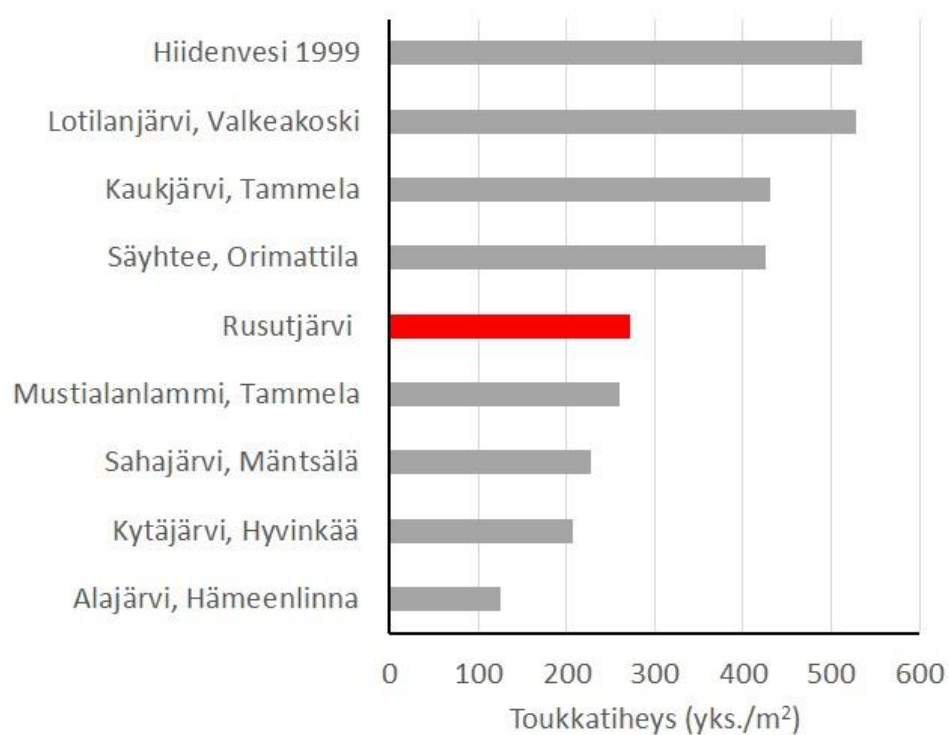
**Kuva 2.** Sulkasääsken toukkien keskimääräinen tiheys Rusutjärven yli 1,5 metriä syvillä alueilla alkukesällä vuosina 2016–2019. Viivat kuvaavat tiheysarvioiden 95 %:n luottamusvälit.

Havaitut toukka tiheydet eivät yllä eräiden syvien ja savisameiden järvien huipputiheyksiin, mutta toisaalta Rusutjärvellä toukkien esiintymisalue ulottuu poikkeuksellisen matalalle kattaen ainakin koko yli 1,5 m syvän alueen (kuva 3). Esimerkiksi Hiidenvedellä sulkasääsken toukkia esiintyy ainoastaan yli 3 m syvillä alueilla (Liljendahl-Nurminen ym. 2002). Rusutjärvellä suurin osa näytepisteistä oli tätä matalampia. Kun toukkien määrä lasketaan koko järven pinta-ala kohti, Rusutjärven toukka tiheys on samalla tasolla kuin muissa sulkasääsken vaivaamissa järvissä (kuva 4). Kuvaa tulkittaessa tulee ottaa huomioon, että kaikki siinä esiintyvät järvet ovat runsaan sulkasääskikannan vaivaamia. Suomen järvistä valtaosa on sellaisia, joissa toukkia esiintyy paljon vähemmän kuin Rusutjärvellä.



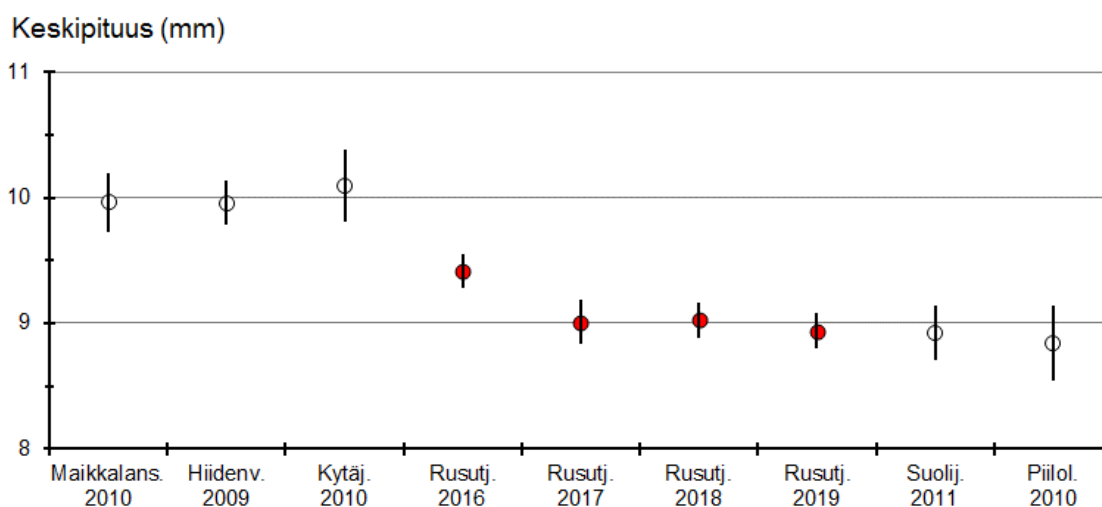


**Kuva 3.** Sulkasääsken toukkien keskimääräinen tiheys eri näytopisteillä vuosien 2016–2019 alkukesällä.



**Kuva 4.** Rusutjärven sulkasääsken toukkien tiheys (keskiarvo vuosilta 2016–2019) koko järven pinta-alaa kohti laskettuna verrattuna muiden järvien toukattiheyksiin. Kaikki tutkimukset on tehty samoilla menetelmillä touko-kesäkuun vaihteessa, joten tulokset ovat vertailukelpoisia. Huom! Kaikki kuvassa esiintyvät järvet ovat sulkasääsken vaivaamia, eivätkä ne edusta keskimääräisiä Suomen järviä.

Sulkasääsken toukkien keskipituus oli vuonna 2016 n. 9,4 mm, mutta vuodesta 2017 lähtien keskipituus on ollut hieman pienempi, n. 9,0 mm (kuva 5). Keskipituuden lasku vuodesta 2016 vuoteen 2017 oli tilastollisestikin merkitsevä (riskitaso < 1 %). Rusutjärvellä sulkasääsken toukkien keskipituus oli selvästi pienempi kuin muissa tutkituissa rehevissä järvissä (Maikkalanselkä, Hiidenvesi, Kytäjärvi) mutta hieman suurempi kuin humusjärvissä (Suolijärvi ja Piilolampi). Melko alhainen keskipituus voi viitata siihen, että toukilla ei ole aivan yhtä hyvät ravintovarot kuin muissa rehevissä järvissä. Tämä on sopusuunnassa sen kanssa, että toukkia ei esiintynyt päivällä vesipatsaassa. Järvissä, joissa toukat eivät pysty hyödyntämään päiväsaikaan vesipatsaan eläinplanktonia, on toukilla heikompi ravintotilanne kuin esimerkiksi erittäin savisameissa järvissä, joissa ne syövät eläinplanktonia myös päivällä.



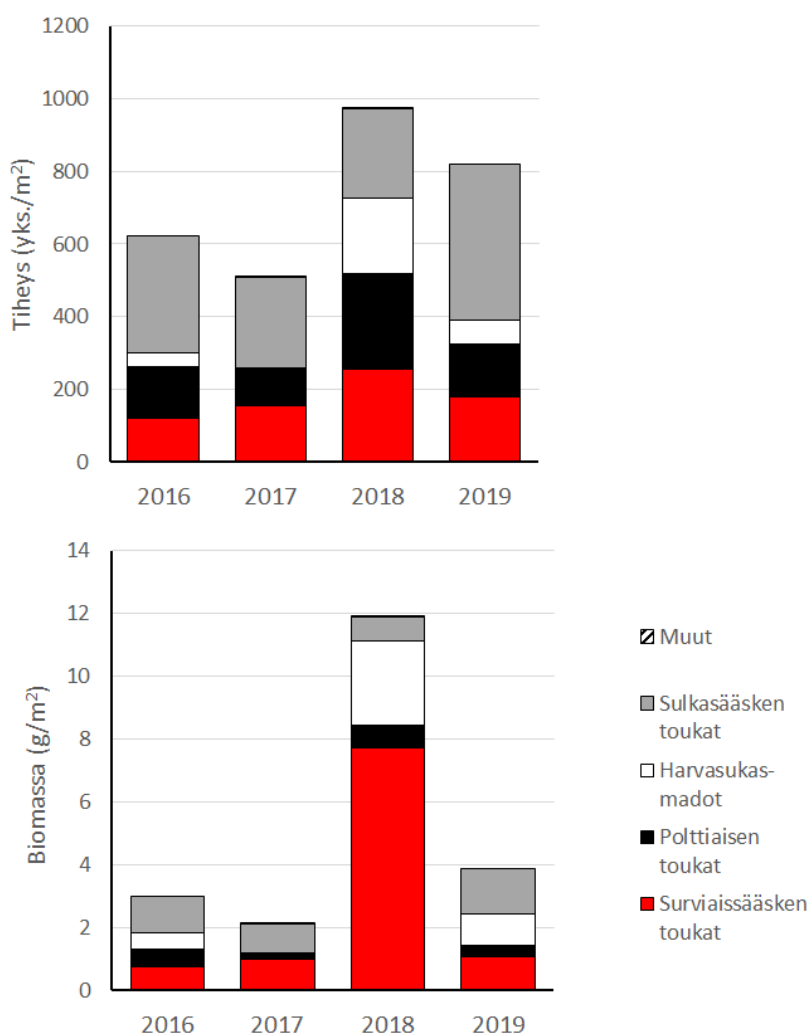
**Kuva 5.** Rusutjärven sedimentistä löytyneiden sulkasääsken toukkien keskipituus (95 %:n luottamusvälineen) verrattuna muiden järvien vastaaviin arvoihin.

### 3.2 Rusutjärven pohjaeläinyhteisö vuosina 2016–2019

Tässä luvussa käsitellään laajemmin Rusutjärven pohjaeläimistöä. Edellisessä luvussa käsitellyt sulkasääsken toukat ovat mukana myös tässä luvussa. Rusutjärven pohjaeläinyhteisö on varsin yksipuolinen. Se koostuu miltei yksinomaan surviaissääsken, sulkasääsken ja polttiaisen toukista sekä harvasukasmadoista (kuva 6). Esimerkiksi kotiloita ja simpukoita on hyvin vähän. Pohjaeläinten tiheys vaihteli 500 ja 1000 yks./m<sup>2</sup> välillä eikä kovin suuria muutoksia havaittu neljän vuoden aikana. Sen sijaan biomassa oli vuonna 2018 paljon korkeampi kuin muina vuosina. Biomassan kasvu vuodesta 2017 vuoteen 2018 oli myös tilastollisesti merkitsevä (riskitaso < 1 %). Kasvu johtui yksinomaan suurikokoisten surviaissääsken toukkien runsastumisesta. Jostain syystä niitä oli vuonna 2018 paljon enemmän kuin aikaisemmin. Keskimääräinen surviaissääsken toukan paino oli 0,006 grammaa vuosina 2016 ja 2017, mutta nousi 0,03 grammaan vuonna 2018. Vuoden 2018 surviaissääskibiomassa oli hyvin suuri verrattuna rehevyytasoltaan samanaisten järvien havaintoihin. Esimerkiksi Mäntsälän Saha- ja Hunttijärvessä sekä Tammelan Kaukjärvessä vastaavat biomassat olivat alle 3 g/m<sup>2</sup> (Malinen ym. 2008a ja b). Koska vuonna 2019 surviaissääskien biomassa palautui aikaisemmalle tasolle, ilmiö saattaa selittyä surviaissääskien kuoriutumisajankohdan vaihtelulla: ilmeisesti vuonna 2018 suurikokoiset surviaissääsken

toukat eivät ehtineet kuoriutua ja poistua järvestä ennen näytteenottoa, mutta muina vuosina ehtivät.

Pohjaeläinten vähyyys viittaa voimakkaasti ylitiheisiin kalakantoihin. Kuhaa, haukea ja salakkaa lukuun ottamatta kaikki Rusutjärven kalalajit käyttävät pohjaeläinravintoa jossain vaiheessa elämänsä. Monien lajien, kuten pasurin, lahnan ja kiiskan ravinto koostuu tyypillisesti miltei yksinomaan pohjaeläimistä, jos niitä vaan on tarjolla. Myös kalojen kasvututkimukset viittaavat ylitiheisiin kantoihin (Malinen & Vinni 2019). Ainakin ajoittain runsaana esiintyvät suurikokoiset surviaissääsken toukat saattavat puolestaan kertoa siitä, että järvestä esiintyy vain vähän suurikokoisia lahnoja. Suuret surviaissääsken toukat nimittäin kaivautuvat tyypillisesti niin syvälle sedimenttiin, että vain suurikokoiset lahnat pystyvät syömään niitä (Van Densen ym. 1986). Suurten lahnojen puuttumiseen viittaa myös Rusutjärven lahnan erittäin hidas kasvunopeus (Malinen & Vinni 2019).



**Kuva 6.** Rusutjärven pohjaeläinten tiheys (yläkuva) ja biomassa (alakuva) touko-kesäkuun vaihteessa vuosina 2016–2019.

### 3.3 Sulkasääsken merkitys Rusutjärven kunnostamisen kannalta

Neljän vuoden seurannan perusteella Rusutjärvellä on suhteellisen runsaasti sulkasääsken toukkia vuodesta toiseen. Järven mataluuden huomioon ottaen toukkatiheydet ovat jopa yllättävän suuria ja niiden esiintymisalue ulottuu matalammille alueille kuin yleensä. Toukkatiheys näyttösi vaihtelevan edellisen kesän sääolojen mukaan kuten Hiidenvedellä, jossa tiheyden on havaittu riippuvan edellisen kesän lämpösummasta (Malinen & Vinni 2017). Hellekesä 2018 tuotti runsaan sulkasääskivuosi-alueen myös Rusutjärvellä. Voidaan ajatella, että sulkasääskikannan eläinplanktonin saalistus saattoi olla jopa suurimmillaan alkukesällä 2019. Koska tämä ei kuitenkaan näkynyt erityisen runsaana sinileväbiomassana (Vahtera 2020), nykyinen sulkasääskitiheys ei vaikuttaisi olevan merkittävä tekijä Rusutjärven sinileväkukintojen muodostumisessa. Toukkien eläinplanktoninkulutus lienee Rusutjärvellä pienempi kuin syvissä savisameissa järvissä. Rusutjärvellä toukat nimittäin joutuvat päiväsaikaan välttämään valaistua vesikerrosta, jossa kalojen saalistus on tehokasta. Sedimentissä piilotellessaan toukat eivät voi syödä eläinplanktonia. Myös Rusutjärven toukkien pieni koko verrattuna muiden reheviin järvien tuloksiin viittaa rajoitettuihin saalistusmahdollisuuksiin.

Tilanne saattaa kuitenkin muuttua, jos kalastoa vähennetään tuntuvasti. Ulapan kalaston vähentäessä niiden ravinnokseen kuluttama toukkamäärä vähenee ja lisäksi saalistusuhan heikkentyminen saattaa johtaa siihen, että toukat alkavat syödä eläinplanktonia myös päivällä. Tällöin sulkasääskikannan eläinplanktoninkulutus voi kasvaa huomattavasti, mikä saattaisi kumota tehokalastuksen suotuisat vaikutukset.

Tehokalastukseen liittyy sulkasääsken runsastumisriskin lisäksi Rusutjärvellä muitakin ongelmia. Näin rehevässä järvestä kalastuksen tulisi olla todella tehokasta vaikuttaakseen järven tilaan. Rusutjärveltä saatujen kokemusten valossa riittävän pyyntitehon saavuttaminen vaikuttaa epätodennäköiseltä. Myös Rusutjärven särkikaloiden nykyinen kokojakauma vaikeuttaa tehokasta pyyntiä. Suurikokoisia lahnoja kalastamalla on paljon helpompi saavuttaa riittävä poistomäärä kuin pienikokoisten särkikaloiden vallitessa. Vajaatehoisen hoitokalastuksen ainoana vaikutuksena saattaisi olla särkikaloiden kasvun nopeutuminen, mikä tuskin parantaisi järven tilaa millään tavoin. Kuhakantakaan ei siitä hyötyisi, koska pienikokoisista särkikalosta koostuva särkikalasto näyttäisi tarjoavan kuhalle hyvät ravintovarot.

Päätelmät Rusutjärven kalaston runsaudesta ja rakenteesta ovat kuitenkin melko epävarmoja. On myös mahdollista, että osittain hieman ristiriitaiset tulokset kertovat kalastossa tapahtuneesta muutoksesta esimerkiksi hellekesän 2018 seurauksena. Tähän saadaan selvyys lähivuosina, kun Luonnanvarakeskus tekee seuraavan koeverkkokalastuksen. Näiden tulosten valmistuttua kannattaa järven kalaston tilaa arvioida uudelleen. Tehokalastusta voidaan harkita lähinnä silloin, jos suurikokoisten särkikaloiden määrä näyttää nousseen tuntuvasti nykyistä korkeammalle tasolle. Mikäli kalaston rakenne puoltaa tehokalastusta, kannattaisi vielä selvittää ainakin yhtenä kesänä eläinplanktonin koostumusta ja Rusutjärven runsaimpien kalojen (särki, päsuri, lahna, salakka, kiiski) ravinnonkäyttöä. Jos jokin laji käyttää sulkasääsken toukkia runsaasti ravintonaan, pyynti kannattaa mahdollisuuksien mukaan keskittää muihin lajeihin.

## Lähdeluettelo

- Hietala, J. 2018: Rusutjärven tilan kehitys 1984-2017. Tarkkailuraportti ja ehdotus seurantaohjelmaksi. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymä. 25 s. + 4 liitettä.
- Horppila, J., Peltonen, H., Malinen, T., Kairesalo, T. & Luokkanen, E. 1998: Top-down or bottom-up effects by fish—issues of concern in biomanipulation of lakes. *Restoration Ecology* 6(1): 20-28.
- Huuhko, J. & Hanski, A. 2012: Rusutjärven kunnostus- ja hoitosuunnitelma. Tuusulan kunta ja Ramboll. 40 s. + liitteitä.
- Jolly, G. M. & Hampton, I. 1990: Some problems in the statistical design and analysis of acoustic surveys to assess fish biomass. *Rapp. P.-v Réun. Cons. int. Explor. Mer.* 189: 415-420.
- Järnefelt, H. 1925: Zur limnologie einiger gewässer Finnlands. *Ann. Zool. Soc. Vanamo* 2. 5:217-223.
- Jääskeläinen, K. 2008: Rusutjärven kunnostuksen toimenpideohjelma 2004-2008. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 15/2008. 61 s. + 4 liitettä.
- Kalliola, I. 1990: Rusutjärven pohjaeläinselvitys 1990. Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntainliitto, Vantaa. 6 s. + liite. Julkaisematon raportti.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Eloranta, P., Malinen, T. & Uusitalo, L. 2002: The seasonal dynamics and distribution of *Chaoborus flavicans* larvae in adjacent lake basins of different morphometry and degree of eutrophication. *Freshwat. Biol.* 47: 1283-1295.
- Liljendahl-Nurminen, A., Horppila, J., Malinen, T., Eloranta, P., Vinni, M., Alajärvi, E., & Valtonen, S. 2003: The supremacy of invertebrate predators over fish – factors behind the unconventional seasonal dynamics of cladocerans in Lake Hiidenvesi. *Arch. Hydrobiol.* 158: 75-96.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2017: Sulkasääsken toukkien, jäännemassiaisen ja valkokatkan runsaus Hiidenvedellä vuosina 2016 ja 2017. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos. 19 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2019: Rusutjärven kala- ja pohjaeläintutkimukset vuosina 2016-2018. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, Ekosysteemit ja ympäristö -tutkimusohjelma. 18 s.
- Malinen, T., Vinni, M. & Antti-Poika, P. 2008(a): Kaukjärven kalojen sekä sulkasääsken toukkien ja muiden pohjaeläinten runsaus vuonna 2007. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 17 s.
- Malinen, T., Vinni, M., Antti-Poika, P. & Tuomaala, A. 2008(b): Sulkasääsken toukkien ja pohjaeläinten runsaus Mäntsälän Huntti- ja Sahajärvässä. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 17 s.
- Marttinen, M. 1985: Tuusulan- ja Rusutjärven kalastosta elokuussa 1985. Moniste. Uudenmaan kalastuspiiri. 20 s.
- Olin, M. & Ruuhijärvi, J. (toim.) 2000: Rehevöityneiden järvien hoitokalastusten vaikutukset. Vuosiraportti 1999. Kala- ja riistaraportteja nro 195. Riistan- ja kalantutkimus. 116 s.
- Pekkarinen, M. 1987: Tuusulanjärven ja Rusutjärven hoito- ja kunnostusmahdollisuudet. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto, limnologian laitos. 144 s.
- Sairanen, S. 2008: Rusutjärven koekalastukset vuonna 2008. Moniste. Evon riistan- ja kalantutkimus.
- Vahtera, H. 2020: Lisäveden vaikutukset Rusutjärvässä vuonna 2019. Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry. Raportti 5/2020. 15 s.
- Van Densen, W.L.T., Dijkers, C & Veerman, R. 1986: The fish community of the Loosdrecht lakes and the perspective for biomanipulation. *Hydrobiological Bulletin* 20: 147-163.
- Vesala, S. 2011: Rusutjärven koekalastukset vuonna 2011. Moniste. Evon riistan- ja kalantutkimus.
- Vesala, S. 2018: Rusutjärven koekalastukset vuonna 2018. Moniste. Suomen Vesistöpalvelu osk. 9 s.



Keski-Uudenmaan  
**YMPÄRISTÖKESKUS**