

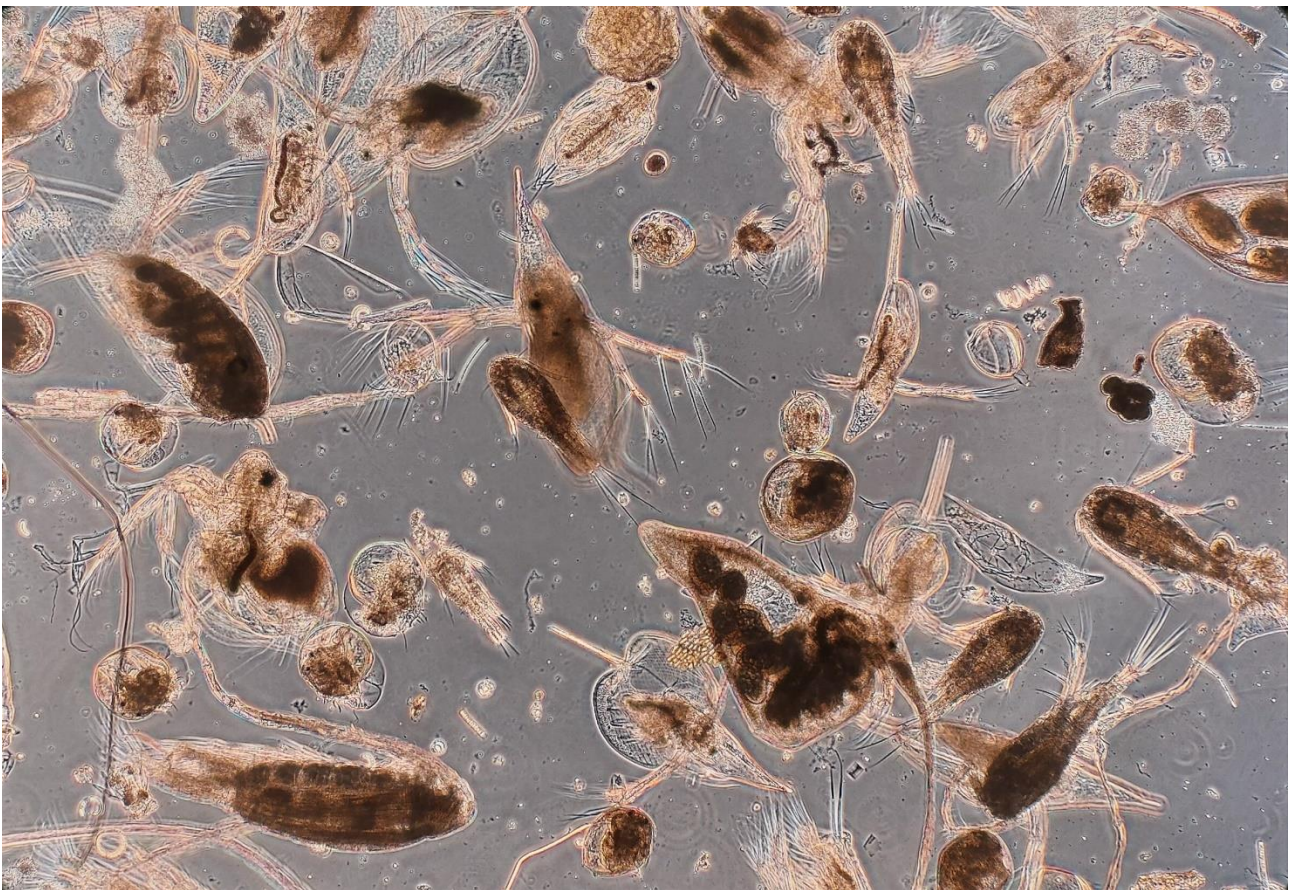
# Tuusulanjärven eläinplankton vuosina 2021-2022

Kirsi Kuoppamäki

KVVY Tutkimus Oy

&

Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta



## Tuusulanjärven eläinplankton vuosina 2021-2022

### Tekijä:

Kirsi Kuoppamäki, FT, Dos.

KVVY Tutkimus Oy

&

Helsingin yliopisto, Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta

### Tilaja:

Keski-Uudenmaan ympäristökeskus, Tuusulan kunta

**Kansikuva:** Eläinplanktonia 5.8.2021 Tuusulanjärvestä otetussa näytteessä

## SISÄLTÖ

1. JOHDANTO .....	2
1.1 Rehevöitynyt Tuusulanjärvi ja sen kunnostaminen.....	3
1.2 Tutkimuksen tavoitteet .....	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	4
2.1 Näytteenotto .....	4
2.2 Eläinplanktonnäytteiden analysointi ja tulosten käsittely.....	5
2.3 Vedenlaatu.....	5
3. TULOKSET.....	6
3.1 Eläinplanktonin biomassa .....	6
3.2 Vesikirppujen yksilökoko.....	7
3.3 Vesikirppujen munamäärä .....	9
3.4 Vesikirppujen laskennallinen suodatusteho ja klorofylli a- pitoisuus .....	9
3.5 Vedenlaatu.....	10
4. TULOSTEN TARKASTELU .....	11
5. KIRJALLISUUS .....	13

## Liitteet

Taulukko L1. Tuusulanjärven vuosien 2021-2022 näytteissä tunnistetut eläinplanktonilajit.

# Tuusulanjärven eläinplankton vuosina 2021-2022

## 1. Johdanto

Tuusulanjärvi on Suomen tiheimmin asutulla Uudenmaalla Vantaanjoen vesistön suurin järvi ja siten mm. virkistyskäyttöä ajatellen merkittävä, mutta se on päässyt pahoin rehevöitymään pitkään jatkuneen ihmistoiminnan aiheuttaman ravinnekuormituksen vaikutuksesta (Horppila ym. 2017, Schönach ym. 2018, Hietala ym. 2022). Järvien rehevöityminen on maailmanlaajuisesti yksi merkittävimmistä ympäristöongelmista, jonka ratkaiseminen on hyvistä yrityksistä, kuten yhdyskuntien jäteveden käsittelyteknologian kehittymisestä huolimatta osoittautunut erittäin haastavaksi hajakuormituksen ja järvien sisäisen ravinnekuormituksen vuoksi (Thornton ym. 2013, Geist & Hawkins 2016). Vesiekosysteemien ravinnekiertoja ohjaavat fysikaalis-kemiallisten tekijöiden ohella merkittävästi biologiset tekijät ravintoverkon toiminnan kautta. Rehevöityneissä järvissä särkikalat ja muut planktonia syövät kalat tyypillisesti runsastuvat. Näkönsä avulla ravintoa etsivät planktonsyöjät valikoivat ensisijaisesti suurikokoista, helposti havaittavaa äyriäisplanktonia, minkä seurauksena etenkin kasviplanktonia tehokkaasti säätelevät suuret vesikirput vähenevät. Tällöin ravintokilpailu vähenee, jolloin pienikokoiset vesikirput ja rataseläimet pääsevät runsastumaan. Niiden kyky säädellä kasviplanktonia on heikko. Eläinplankton on merkittävässä roolissa järviekosysteemien toiminnassa ja sillä on keskeinen asema perustuottajien ja petojen välissä. Se on "avainyhteisö", jonka perusteella voidaan kustannustehokkaasti tehdä päätelmiä järven ravinteikkuudesta, kalastosta ja ekologisesta tilasta, mutta tästä huolimatta eläinplankton ei kuulu vesipolitiikan puitteiden mukaisiin seurattaviin eliöryhmiin (Jeppesen ym. 2011).

Eläinplanktoniyhteisön rakenteessa tapahtuvat muutokset voivat ennustaa muitakin muutoksia koko järviekosysteemin tilassa (Pace ym. 2013). *Daphnia*-suvun suuri- ja keskikokoiset vesikirppulajit ovat tehokkaina laiduntajina järviekosysteemin avainlajeja, koska ne suodattavat suhteellisen valikoimattomasti monen kokoisia leviä (Gliwicz 2003). Niiden runsastuminen onkin yksi rehevöityneiden järvien kunnostuksen keskeisistä tavoitteista, johon pyritään säätelemällä kalaston rakennetta mm. hoitokalastuksella. Kun planktonsyöjälajeja saadaan vähennettyä, luodaan edellytykset keski- ja suurikokoisten vesikirppujen runsastumiselle, jolloin kasviplanktonin biomassa on ravinnetasoon nähden pienempi kuin jos vallitsevina ovat pienikokoiset planktonäyriäiset ja rataseläimet (Mazumder 1994). Lisäksi *Daphnia*, kuten monet muutkin vesikirput, sitovat biomassaansa huomattavan paljon fosforia suhteessa tyyppeen, enemmän kuin esimerkiksi hankajalkaisäyriäiset (Hessen ym. 2013). Fosfori on tavallisesti kasviplanktonin kasvua rajoittava ravinne. Kun sitä saadaan varastoitua vesikirppubiomassaan ja siten pois levien käytöstä, esimerkiksi sinileväkukintojen riski vähenee. Eläinplankton säätelee siis kasviplanktonia paitsi suoraan sitä syömällä myös epäsuorasti ravinnekiertojen kautta.

Eläinplanktoniseuranta auttaa ymmärtämään ravintoverkon rakenteessa ja toiminnassa sekä järven tilassa tapahtuneita muutoksia ja siten arvioimaan myös kunnostustoimien kuten hoitokalastuksen vaikutuksia. Vesikirppujen yksilökoko on yksi keskeisimmistä mittareista, jonka avulla voidaan arvioida esimerkiksi planktonia syövien kalojen määrää ja tätä kautta kalakantojen säätelyn tehokkuutta. Järvikunnostuksen vaikutuksia on tärkeää tutkia, jotta saadaan empiiristä näyttöä onnistuneista ja vähemmän onnistuneista toimenpiteistä. Näin voidaan selvittää erityyppisille järville sopivia kunnostustoimia (Geist & Hawkins 2016).

## 1.1 Rehevöitynyt Tuusulanjärvi ja sen kunnostaminen

Luontaisesti keskiravinteinen ja matala (keskisyvyys 3,2 m) Tuusulanjärvi muuttui asutuksen lisääntymisen ja ympäröivän valuma-alueen maataloustoiminnan aiheuttamien jätevesi- ja hajakuormituksen kasvun myötä erittäin reheväksi, hypereutrofiseksi. Se on luokiteltu runsasravinteiseksi järveksi (Rr) ja sen ekologinen tila on tällä hetkellä arvioitu välttäväksi (SYKE, Herta-tietokanta). Järven hälyttävään tilaan havahduttiin 1960-luvulla, jolloin yhdyskuntajätevedet todettiin merkittävimmäksi kuormittajaksi (Schönach ym. 2018). Vaikka jätevedet 1970-luvulla ohjattiin pois järvestä ja ravinnekuormitus putosi puoleen, maatalouden ja yhä kasvavien taajamien hulevesien aiheuttama hajakuormitus on ylläpitänyt rehevöitymisongelmia (Hietala ym. 2022). Tämän ulkoisen kuormituksen ohella järveä vaivaa voimakas sisäinen kuormitus, jossa fosforin kierrolla on keskeinen merkitys, sillä Tuusulanjärvessä levämäärä korreloi voimakkaasti fosforipitoisuuden kanssa (Schönach ym. 2018). Suomen järvet ovat yleisestikin enimmäkseen fosforirajoitteisia.

Tuusulanjärven sisäistä kuormitusta on yritetty vähentää kesäisin pumpaamalla hapekasta pintavettä pohjanläheiseen veteen aina vuodesta 1982 alkaen (Horppila ym. 2017) ja yhtäjaksoisesti vuodesta 1998 (Hietala ym. 2022). Tämä kunnostustoimi on lisännyt syvien vesikerrosten happipitoisuutta mutta samalla kuitenkin voimistanut fosforin vapautumista sedimentistä ja aiheuttanut negatiivisia vaikutuksia kalakantoihin alusveden lämpenemisen vuoksi (Horppila ym. 2017, Schönach ym. 2018). Samanlaisia havaintoja on tehty myös Lahden Vesijärvellä, missä sekoitushapetuksen on lisäksi arveltu haittaavan vesikirppuja (Niemistö ym. 2016, Ruuhijärvi ym. 2020). Tuusulanjärvellä vuodesta 1997 alkaneen ravintoverkkokunnostuksen on arvioitu jossain määrin kompensoineen voimistunutta fosforin kiertoa sedimentistä (Horppila ym. 2017). Hoitokalastuksen aloittamisen jälkeen levämäärä suhteessa fosforiin nimittäin pieneni merkittävästi, minkä on päätelty olevan eläinplanktonin voimistuneen laidunnuksen ansiota (Schönach ym. 2018). Äyriäiseläinplanktonin biomassa kasvoikin huomattavasti vuosituhannen taitteessa ilmeisesti juuri hoitokalastuksen ansiosta mutta väheni pian jälleen aiemmalle tasolle (Rask & Lehtovaara 2009).

Särkikalavaltaiseksi muuttunutta kalayhteisöä on hoitokalastettu voimallisesti siis jo 25 vuotta ja työtä on nähty aiheelliseksi jatkaa, jottei järven tila lähtisi uudelleen heikkenemään (Olin & Rask 2000, Hietala ym. 2022). Särkikalat, etenkin särjet syövät tehokkaasti eläinplanktonia. Särki valikoi ravinnokseen varsinkin vesikirppuja (Malinen ym. 2015, Ruuhijärvi ym. 2020), joiden saalistamista se voi jatkaa vielä silloinkin kun nämä käyvät harvalukuisiksi (Kornijów ym. 2005). Lisäksi Tuusulanjärven ulapalla esiintyy kuorekanta, joka pääsääntöisesti koostuu hyvin nuorista yksilöistä ja joka voi muodostaa lähes kaiken kalabiomassan syvännealueella (Malinen & Vinni 2020, 2022). Kuoreen ravinto koostuu yksinomaan eläinplanktonista (Malinen ym. 2015) ja sen kannanvaihtelu heijastuu voimakkaasti eläinplanktoniyhteisössä, etenkin vesikirppujen yksilökoossa (Vakkilainen & Kairesalo 2005, Kuoppamäki 2022a,b, Ruuhijärvi ym. 2020). Tuusulanjärven eläinplanktoniyhteisössä onkin todettu reheville järville tyypillisiä piirteitä, kuten vesikirppujen pieni yksilökoko, pienikokoisen *Chydorus*-vesikirppusuvun suuret tiheydet ja Calanoida-hankajalkaisten vähyys (Olin & Rask 2000, Rask & Lehtovaara 2009, Ketola 2015, Kuoppamäki 2018, 2020). Vesikirppujen, etenkin reheville järville tyypillisten *Daphnia cristata* ja *D. cucullata* -lajien todettiin olevan Tuusulanjärven eläinplanktonbiomassan vallitseva ryhmä jo 1980-luvulla (Antikainen 1985).

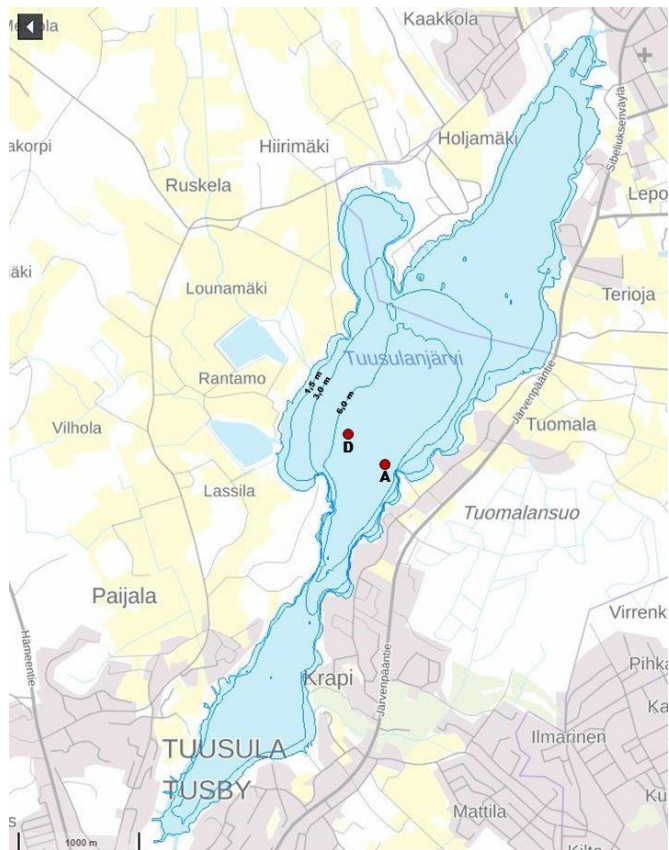
## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen päämääränä oli selvittää Tuusulanjärven eläinplanktonin koostumus vuosina 2021 ja 2022 sekä arvioida eläinplanktonin merkitystä järviekosysteemin toimintaan. Tarkastelussa huomioitiin myös aiempien vuosien aineistoa vuodesta 2015 alkaen (Ketola 2015, Kuoppamäki 2018, 2020). Lisäksi tavoitteena oli arvioida kunnostustoimien, etenkin hoitokalastuksen vaikuttavuutta osana järven kunnostustoimia. Tutkimuksessa oletettiin, että hoitokalastuksen ansiosta vesikirppujen yksilökoko on ajan myötä kasvanut. Samalla planktonlevien säätely on tehostunut ja siten eläinplanktonbiomassan suhde kasviplanktonbiomassaan kasvanut sekä ravinnetasoon nähden planktonlevien määrä on vähentynyt. Ajoittain ylitieheänä esiintyvän kuorekannan (Malinen & Vinni 2020, 2022) oletettiin kuitenkin heijastuvan kielteisesti eläinplanktonyhteisöön, mikä näkyy mm. vesikirppujen yksilökoon pientymisenä.

## 2. Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Näytteenotto

Vuosina 2021-2022 Keski-Uudenmaan ympäristökeskus haki eläinplanktonnäytteet kahdesta näytepisteestä, jotka sijaitsevat järven syvimässä (n. 9 m) kohdassa Halosenniemen edustalla (Kuva 1). Näytteet otettiin metrin pituisella Limnos-putkinoutimella (tilavuus 6.94 l) 6 m kokoomanäyteinä pinnasta pohjanläheiseen vesikerrokseen. Vuonna 2021 näytteet otettiin kuusi kertaa kesäkuun alusta syyskuun alkupuolelle ja vuonna 2022 viisi kertaa toukokuun puolivälistä syyskuun alkuun. Kerätty vesi suodatettiin 100 µm haavin läpi ja haaville jäänyt eläinplankton säilöttiin tekniseen etanoliin (lopullinen konsentraatio 70 %). Näytteet otettiin samalla tavalla ja samoissa pisteissä kuin aiempinakin vuosina, mutta ajankohdat ja näytemäärät ovat vaihdelleet vuosien välillä.



**Kuva 1.** Tuusulanjärven syvyyskartta, jossa kaksi punaista pistettä (A ja D) osoittavat kohdat mistä eläinplanktonnäytteet on haettu. Karttapohja: <https://kartta.paikkatietoikkuna.fi>

## 2.2 Eläinplanktonnäytteiden analysointi ja tulosten käsittely

Laboratoriossa eläinplanktonnäytteitä laimennettiin osittamalla ne 1/8-, 1/16- ja/tai 1/32-osinäytteiksi, jotka laskeutettiin planktonkyveteissä. Planktonäyriäiset (vesikirput ja hankajalkaiset) ja rataseläimet laskettiin käänteismikroskoopilla (Olympus IX50) 100x suurennoksella koko kyvetin alalta. Tavoitteena oli analysoida niin monta osanäytettä, että runsaimpina esiintyvää vesikirppusukua oli laskettu noin 100 yksilöä. Runsaimpina esiintyvistä äyriäislajeista/-suvuista mitattiin 30-50 yksilön pituus ja vähälukuisimmista mitattiin kaikki löytyneet yksilöt. *Leptodora kindtii* –petovesikirput laskettiin ja mitattiin preparointimikroskoopilla (Leica S4E). Näytteenotto- ja käsittelymenetelmistä johtuen alkueläimiä ei tutkittu.

*Bosmina thersites* -vesikirpusta mitattiin pituuden lisäksi korkeus sen voimakkaan sykloromorfoosin vuoksi. Selkäpuolelle muodostuvan korkean sikiökammion ansiosta eläimen korkeus voi olla enimmillään lähes kaksi kertaa sen pituus (Kuoppamäki 2018). Hankajalkaisäyriäisiä mitattiin 3 yksilöä/kehitysvaihe ja aikuisista yksilöistä 3 koirasta ja 3 naarasta. Kaikista äyriäisistä (vesikirput ja hankajalkaiset) laskettiin lajikohtaisesti aikuiset eli lisääntymisvaiheessa olevat naarasyksilöt ja munien/embryoiden määrä. Äyriäiseläinplanktonin lajikohtaiset biomassat laskettiin hiilen pitoisuutena käyttäen pituus:hiilisisältö –regressioyhtälöitä, joissa huomioidaan myös mahdollisten munien ja embryoiden sisältämä hiili (Vasama & Kankaala 1990, Luokkanen 1995, Sarvala & Lehtovaara, julkaisematon aineisto). Tuusulanjärvessä esiintyvän *Bosmina thersites* –vesikirpulle käytettiin *B. coregoni* –lajin laskukaavaa. Tämä oli perusteltua sikäli että *B. thersites* on kehittynyt *B. coregoni* –lajista ja aiemmin sitä pidettiinkin tämän alalajina *Bosmina coregoni thersites* (Błędzki & Rybak 2016). Rataseläinten hiilisisältö saatiin kirjallisuudesta (Latja & Salonen 1978, Telesh ym. 1998). Eläinplanktonryhmien tiheyspainotettu keskikoko saatiin lajikohtaisia yksilömääriä painottaen. Lisäksi laskettiin erikseen aikuisten vesikirppujen pituus. Äyriäisplanktonin ja laiduntavan vesikirppuyhteisön keskikoko laskettiin suku-/lajikohtaista yksilömäärää painottaen (ns. tiheyspainotettu keskipituus).

Vesikirppujen laskennallinen laidunnusteho arvioitiin yhtälöllä (Knoechel & Holtby 1986):

$$F = 11.695 * L^{2.48}, \text{ jossa} \quad F = \text{suodatusteho ml/eläin/päivä}$$

$$L = \text{eläimen pituus mm}$$

Kun kullekin lajille saatiin näin keskimääräinen suodatusteho, laskettiin yksilömäärillä painottaen se osuus vesimassasta, jonka vesikirppuyhteisö kykenee suodattamaan päivässä.

Vesikirppujen biomassa ja yksilökoko vuosina 2021-2022 yhdistettiin vuosina 2015 (Ketola 2015) ja 2016-2020 (Kuoppamäki 2018, 2020) saatuihin tuloksiin ajan myötä tapahtuneen kehityksen tarkastelua varten.

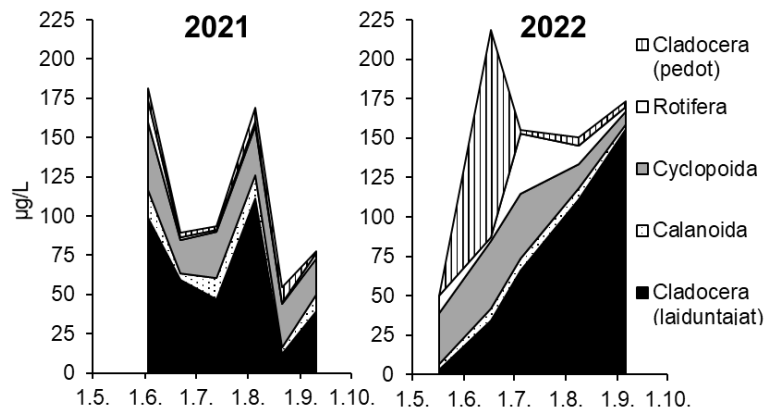
## 2.3 Vedenlaatu

Tuusulanjärven vedenlaatuaineisto haettiin Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämästä Hertta-tietokannasta. Tarkempaan käsittelyyn valittiin pisteen A (Kuva 3.1) tulokset. Hertta-tietokannassa pisteen nimi on "Tuusulanjärvi syväne 89" ja sen syvyudeksi on ilmoitettu 10 m. Tästä pisteestä on kerätty kattavimmat aikasarjat vuodesta 1961 alkaen. Tämän eläinplankton tutkimuksen tarpeita ajatellen varten keskityttiin vain kokonaisfosforin pitoisuuksiin ja kasviplanktonin määrää kuvaavan a-klorofyllin pitoisuuksiin viime vuosina.

## 3. Tulokset

### 3.1 Eläinplanktonin biomassa

Molempina vuosina sestonia laiduntavat vesikirput muodostivat valtaosan eläinplanktonbiomassasta ja pääsääntöisesti seuraavaksi runsain ryhmä oli Cyclopoida-hankajalkaiset, joita esiintyi tasaisesti läpi kasvukauden (Kuva 2). Sestonilla tarkoitetaan kasvi- ja bakteeriplanktonia sekä muita vedessä keijuvia partikkeleita, kuten detritusta (kuollutta orgaanista ainesta) ja mikromuovia. Calanoida-hankajalkaisten osuus oli hyvin vähäinen, joskin niitäkin oli aina kaikissa näytteissä. Ainoa kasviplanktonia ravinnokseen käyttävä Calanoida-laji Tuusulanjärvessä oli *Eudiaptomus gracilis*. Toinen havaittu Calanoida, *Heterocope appendiculata*, on peto. Se esiintyi satunnaisesti hyvin harvalukuisena näytteissä. Petovesikirpuista havaittiin niin ikään vain yksi laji: *Leptodora kindtii*. Sen biomassa oli hyvin alhainen vuonna 2021 mutta esiintyi erittäin runsaana kesäkuun puolivälissä 2022, jolloin otettu näyte oli silminnähdenkin "täynnä *Leptodora*". Niitä oli peräti noin 6 yksilöä litrassa ja biomassa oli 130 µg/l (hiilisisältönä arvioituna). Tämä on poikkeuksellisen paljon – ottaen huomioon senkin, että *Leptodora* kykenee pakenemaan putkinoudinta.



**Kuva 2.** Tuusulanjärven koko eläinplanktoniyhteisön biomassa kumulatiivisesti esitettynä kasvukaudella vuosina 2021 ja 2022: Cladocera = vesikirput, erikseen pedot (käytännössä vain yksi laji: *Leptodora kindtii*) ja sestonia laiduntavat lajit sekä Rotifera = rataseläimet, Cyclopoida = kyklooppihankajalkaiset ja Calanoida = soutajahankajalkaiset.

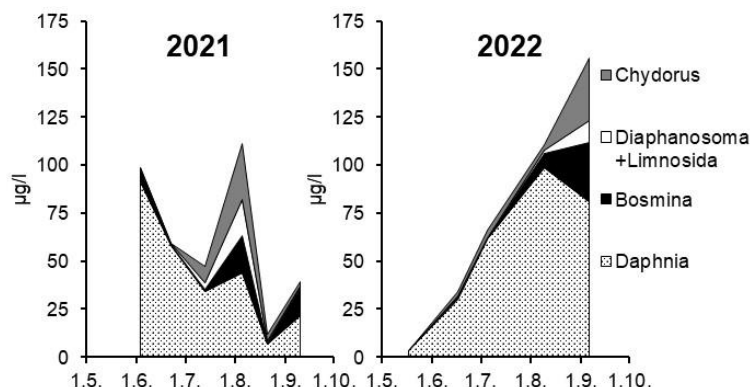
Cyclopoida-hankajalkaisten biomassaa oli tasaisesti (n. 50 µg/l) läpi kesän molempina vuosina (Kuva 3) ja sen muodostivat *Thermocyclops oithonoides* ja *Mesocyclops leuckarti*, jotka ovat aikuisena 0,6-0,9 mm pituisia. Lisäksi näytteissä esiintyi satunnaisesti harvalukuisena kohtalaisen isokokoinen (1,5 mm) Cyclops-suvun laji, joka nopean tarkastelun perusteella oli todennäköisesti *C. strenuus*.

Rataseläimiä, joita rehevissä, planktonsyöjäkalavaltaisissa järvissä on usein runsaasti, oli Tuusulanjärvessä varsin vähän molempina vuosina. Tätä selittää mm. näytteenotossa käytetty haavi, jonka 100 µm silmäkoon vuoksi osa lajeista on mennyt haavin läpi. Kohtalaisen kookkaat *Asplanchna priodonta* ja *Kellicottia longispina* olivat runsaslukuisimmat rataseläinlajit.

Vuonna 2021 vesikirppujen biomassahuiput ajoittuivat alkukesään ja heinä-elokuun taitteeseen, mutta vuonna 2022 biomassa kasvoi tasaisesti läpi kasvukauden ja huipentui viimeisellä näytteenotokerralla syyskuun alussa (Kuva 3). *Daphnia*-suku muodosti suurimman osan sestonia laiduntavien vesikirppujen biomassasta molempina vuosina (Kuva 3). Alkukesällä 2021 *D. cristata* oli runsas ja loppukesällä-syksyllä *D. cucullata*, jonka biomassa oli kuitenkin

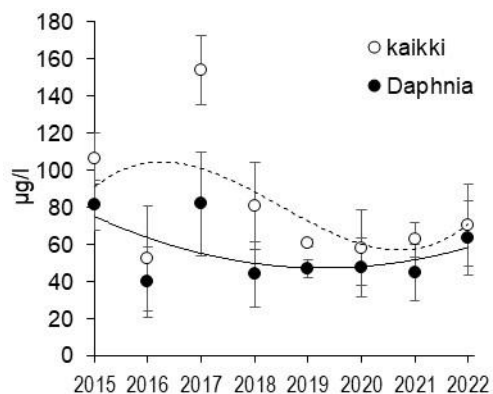
huomattavasti pienempi kuin vuonna 2022. Silloin *Daphnia*-biomassa kasvoi voimakkaasti kesän mittaan ja tuolloin valtaosan biomassasta muodosti *D. cucullata*. *Bosmina*-suvun biomassa koostui käytännössä yksinomaan *B. thersites* -lajista ja sen esiintyminen painottui molempina vuosina loppukesään-alkusyksyyn kuten myös pienikokoisen (aikuisena vain 0,3 mm) *Chydorus sphaericus* -lajin. *Diaphanosoma brachyurum* ja *Limnoscida frontosa* olivat hyvin harvalukuisia (yleensä alle 1 yks./l) ja kohtalaisesta yksilökoostaan (aikuisina 0,8 ja 1,1 mm) huolimatta niiden biomassa oli siten myös vähäinen (Kuva 3).

**Kuva 3.** Tuusulanjärven sestonia laiduntavan vesikirppuyhteisön biomassa kumulatiivisesti esitettynä kesinä 2015-2022.



Sekä *Daphnia*-vesikirppujen että kaikkien sestonia suodattavien vesikirppujen biomassa on pysynyt pääosin samalla tasolla vuosina 2015-2022 lukuun ottamatta vuotta 2017, jolloin koko vesikirppuyhteisön biomassa oli lähes kaksinkertainen verrattuna muihin vuosiin (Kuva 4). Tämän nousun taustalla olivat pienikokoiset *Bosmina thersites* (aikuisena 0,5-0,6 mm) ja *Chydorus sphaericus* (0,3 mm) jotka esiintyivät muita vuosia runsaampina.

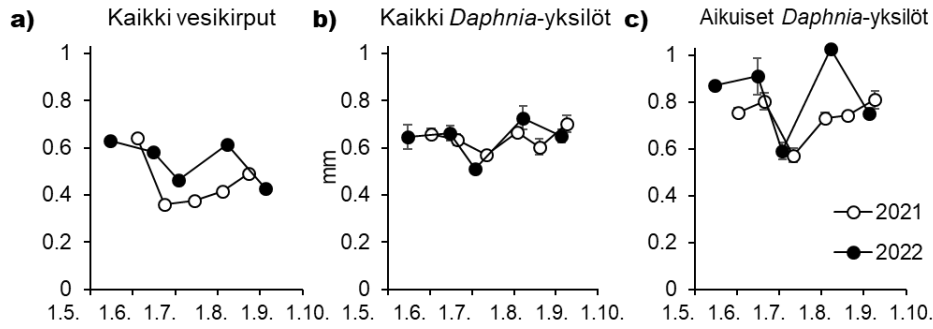
**Kuva 4.** Kaikkien sestonia laiduntavien vesikirppujen sekä erikseen myös *Daphnia*-vesikirppujen biomassan vuosittainen kasvukauden keskiarvo ( $\pm$  keskivirhe) vuosina 2015-2022. Kehityskulkua havainnollistavat käyrät on piirretty aineistolle sovitettujen yhtälöiden perusteella.



### 3.2 Vesikirppujen yksilökoko

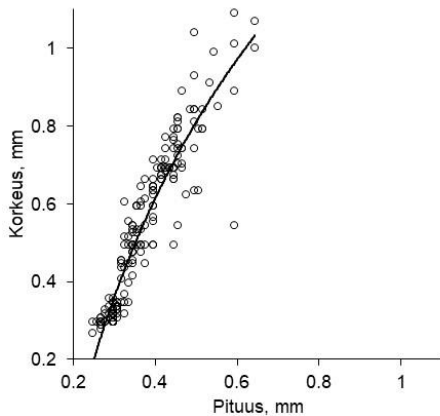
Vuonna 2022 koko vesikirppuyhteisön lajikohtaisesti tiheyspainotettu yksilökoko oli enimmäkseen hivenen suurempi kuin vuonna 2021 (Kuva 5a). Kasviplanktonin säätelyn kannalta tärkeimmän *Daphnia*-suvun yksilöt olivat varsin samankokoisia molempina vuosina (Kuva 5b), mutta alkukesällä ja loppukesällä 2022 havaittiin selvästi suurempia aikuisia yksilöitä verrattuna vuoteen 2021. Kasvukauden mittaan vesikirppujen koossa ei tapahtunut olennaisia muutoksia.





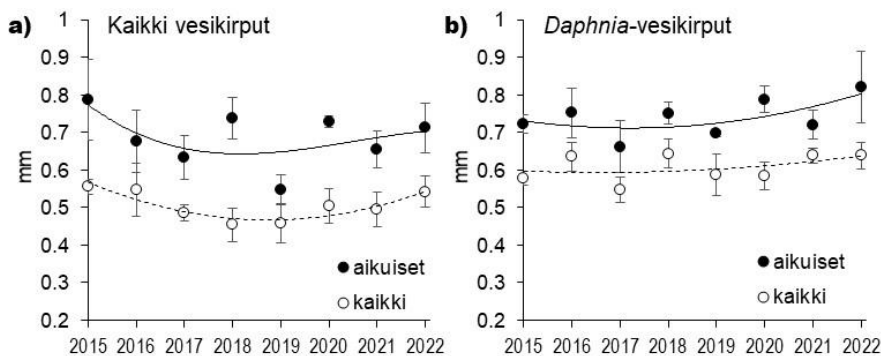
**Kuva 5.** a) Kaikkien vesikirppuyksilöiden, b) kaikkien *Daphnia*-yksilöiden ja c) aikuisten *Daphnia*-yksilöiden pituuden keskiarvo ( $\pm$  keskiarvon keskivirhe) Tuusulanjärvessä kesinä 2021 ja 2022.

*Bosmina*-yksilöiden keskimääräinen pituus vaihteli hieman yli 0,2 mm ja noin 0,6 mm välillä (Kuva 6). Iän myötä *Bosmina thersites* -lajin yksilöt kasvattavat enemmän korkeuttaan kuin pituuttaan. Aikuisten yksilöiden korkeus voi olla "selkäyttyrän" ansiosta lähes kaksinkertainen (jopa yli 1 mm) pituuteen verrattuna (Kuva 5). Niinpä niiden biomassassa on todennäköisesti suurempi kuin mitä tässä tutkimuksessa on arvioitu, koska hiilibiomassan laskukaava perustuu yksilöpituuteen eikä huomioi korkeutta.



**Kuva 6.** *Bosmina thersites* -vesikiripun yksilöiden korkeuden suhde pituuteen Tuusulanjärvessä vuosien 2021-2022 aineiston perusteella ( $n = 244$ ). Viiva on piirretty logaritmisin yhtälön perusteella, joka parhaiten selitti korkeuden suhdetta pituuteen.

Vesikirppujen yksilökoko on pysynyt viime vuosina varsin samalla tasolla, tarkasteltiinpa sitten koko yhteisöä tai erikseen vain aikuisia yksilöitä (Kuva 7a). Sama koskee *Daphnia*-vesikirppuja, joskin aikuiset yksilöt olivat vuonna 2022 hieman kookkaampia kuin aiempina vuosina (Kuva 7b).

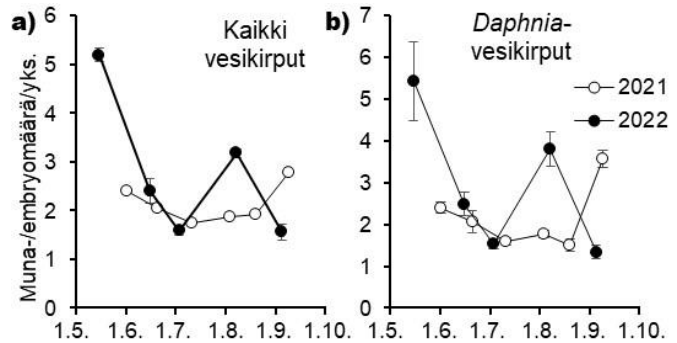


**Kuva 7.** a) Kaikkien vesikirppuyksilöiden ja b) *Daphnia*-vesikirppujen pituuden kesäaikainen vuosikeskiarvo ( $\pm$  keskiarvon keskivirhe) Tuusulanjärvessä. Arvot on esitetty erikseen kaikille yksilöille ja aikuisille yksilöille.

### 3.3 Vesikirppujen munamäärä

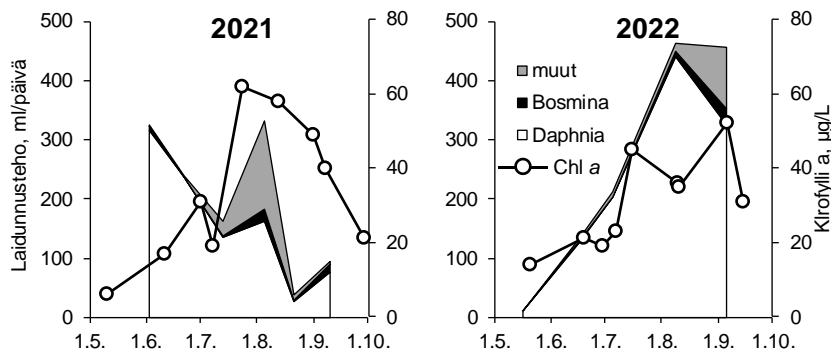
Vesikirppujen lisääntymispotentiaali munamäärillä mitattuna oli suurin toukokuussa 2022 ja putosi sitten 1-2 munaan/yksilö, jolla tasolla munamäärä oli pääsääntöisesti koko kesän 2021 (Kuva 8a). Elokuun alussa vesikirppuyhteisössä tosin esiintyi suurikokoisia *Daphnia*-yksilöitä (Kuva 5c), jotka myös panostivat lisääntymiseen (Kuva 8b).

**Kuva 8.** a) kaikkien vesikirppujen ja b) *Daphnia*-vesikirppujen munien ja embryoiden määrän keskiarvo ( $\pm$  keskiarvon keskivirhe) yksilöä kohden.



### 3.4 Vesikirppujen laskennallinen suodatusteho ja klorofylli a-pitoisuus

Kasviplanktonin säätelyn kannalta merkittävin sestonia ravinnokseen käyttävä vesikirppusuku Tuusulanjärvessä on *Daphnia*. Vuonna 2021 sen laidunnusteho heikkeni kesän mittaan ja samalla kasviplanktonbiomassaa kuvastavan klorofylli a -pitoisuus puolestaan kasvoi alkukesän alhaisista lukemista hyvin korkealle elo-syyskuussa (Kuva 9). "Muut" vesikirput eli käytännössä *Diaphanosoma brachyurum* ja *Limnosa frontosa* kasvattivat osuuttaan kasviplanktonin säätelyssä elokuun alussa, mikä jäi ilmeisen hetkelliseksi ilmiöksi. Vuonna 2022 *Daphnia*-laidunnusteho kasvoi läpi kasvukauden, päinvastoin kuin edellisvuonna. Klorofyllipitoisuus kasvoi silti kohti loppukesää, muttei kuitenkaan yhtä voimakkaasti kuin vuonna 2021. Molempina vuosina *Bosmina*-vesikirppujen osuus laskennallisessa laidunnuspaineessa oli marginaalinen (Kuva 9).

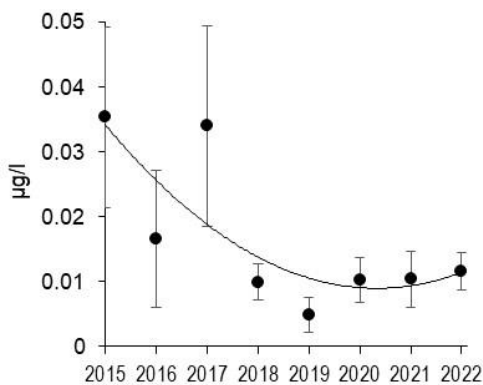
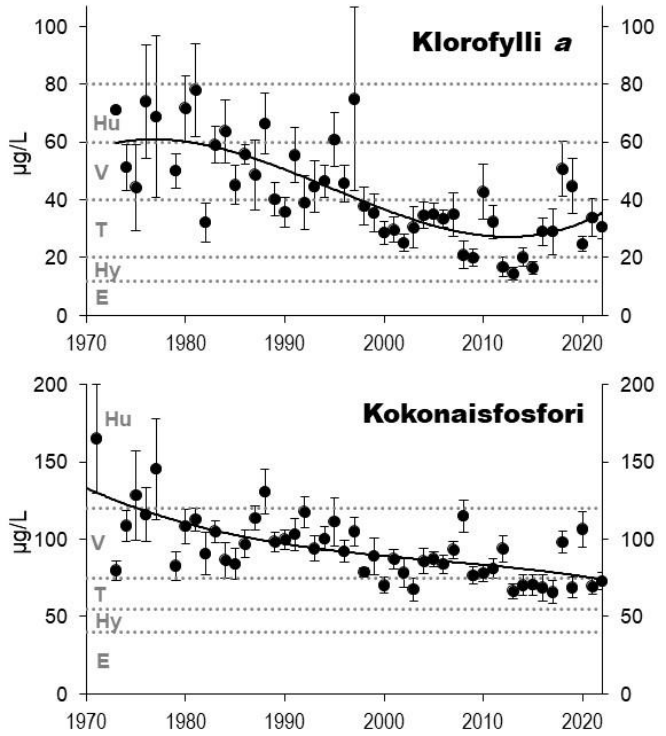


**Kuva 9.** *Daphnia*-, *Bosmina*-sukujen sekä muiden vesikirppusukujen laskennallinen suodatusteho (vasen y-akseli). Ryhmän "muut vesikirput" kasviplanktonin säätelyn kannalta merkittävimmät lajit olivat *Limnosa frontosa* ja *Diaphanosoma brachyurum*. Viivadiagrammi näyttää kasviplanktonin biomassan klorofylli a -pitoisuutena (oikea y-akseli).

### 3.5 Vedenlaatu

Kasviplanktonin määrä klorofylli a –pitoisuudella mitattuna on noin puolittunut 1970-luvulta näihin päiviin. Klorofyllipitoisuus väheni selkeimmin vuosituhannen taitteessa ja alhaisimmat pitoisuudet mitattiin 2010-luvun alussa, mutta sen jälkeen pitoisuus on jälleen noussut (Kuva 10). Samalla vesikirppubiomassan suhde kasviplanktonbiomassaan on pienentynyt vuosien 2015-2016 jälkeen (Kuva 11). Kokonaisfosforin pitoisuus on melko tasaisesti laskenut kaikkien viiden vuosikymmenen ajan, joskin ajoittain se on ollut korkeammalla tasolla, kuten vuosina 2008, 2018 ja 2020 (kuva 10).

**Kuva 10.** Tuusulanjärven kokonaisfosforin (ylhäällä) ja levämäärää kuvastavan klorofylli a -pigmentin (alhaalla) pitoisuuksien vuosikeskiarvo ( $\pm$  keskiarvon keskivirhe kesäajan tuloksille) pintavedessä (1 m syvyydessä) kasvukaudella vuodesta 1974 vuoteen 2022. Kehityskulkua havainnollistavat käyrät on piirretty aineistolle sovitettujen yhtälöiden perusteella. Harmaat katkoviivat osoittavat ekologisen tilan luokittelussa käytettyjä runsasravinteisten järvien raja-arvoja. Järvien tilasta käytetyt lyhenteet: E = erinomainen, Hy = hyvä, T = tyydyttävä, V = välttävä. Data: Hertta-tietokanta (Syke).



**Kuva 11.** Vesikirppubiomassan ja kasviplanktonbiomassan suhteen vuosikeskiarvo ( $\pm$  keskiarvon keskivirhe) kasvukaudella vuosina 2015-2022.

## 4. Tulosten tarkastelu

Tuusulanjärven eläinplanktonyhteisön rakenne ja lajisto on reheville järville sangen tyypillinen. Näytteissä runsaimpina havaitut vesikirppulajit *Daphnia cucullata*, *D. cristata*, *Bosmina thersites* ja *Chydorus sphaericus* runsastuvat järven ravinteisuuden kasvaessa (Błędzki & Rybak 2016). Viimeisten kahdeksan vuoden aikana sestonia suodattavien vesikirppujen biomassassa ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia, joskin kesällä 2021 tapahtuneen kuorekannan romahduksen jälkeen vuonna 2022 vesikirppujen kasvukauden keskimääräinen yksilökoko ja biomassa kasvoivat hieman. Vesikirppujen ja kasviplanktonin biomassasuhde pysyi kuitenkin hyvin alhaisena. Alkukesällä 2022 vesikirppuja oli sangen vähän, mitä voi osaltaan selittää *Leptodora kindtii* –petovesikirpun poikkeuksellinen runsaus mahdollisesti kuorekannan romahduksen seurauksena. Vesikirppubiomassa on viime vuosina ollut hieman alhaisempi kuin 2000-luvulla ja huomattavasti pienempi kuin vuosituhannen taitteessa, jolloin vesikirppujen ja muun äyriäisplanktonin biomassa kasvoi tehokkaan hoitokalastuksen jälkeisinä vuosina (Rask & Lehtovaara 2009).

Vesikirppujen yksilökoossa ei aiempiin havaintoihin verrattuna (Rask & Lehtovaara 2009) ole tapahtunut olennaisia muutoksia. Kasviplanktonin säätelyn kannalta merkittävimmän *Daphnia*-suvun yksilöt ovat pysyneet keskimäärin 0,5-0,7 mm mittaisina eikä aikuiset yksilöt pääsääntöisesti kasva yli 1 mm mittaisiksi. Esimerkiksi Lahden Vesijärven Enonselällä aikuiset *Daphnia*-vesikirput ovat viimeisinä kahtena vuonna olleet keskimäärin pienimmillään 0,7 mm ja suurimmillaan yli 1 mm pituisia (Kuoppamäki 2022a,b). Tuusulanjärven vesikirppujen pienen koon perusteella planktonia syöviä kaloja on ilmeisen runsaasti. Sitä voi heijastella myös kaikilla havaintokerroilla runsaana esiintyneet Cyclopoida-hankajalkaiset, jotka liikkumistapansa ansiosta pystyvät välttämään kalojen saaliiksi joutumista paremmin kuin esimerkiksi vesikirput. Samantapainen tilanne vallitsee myös järven valuma-alueella sijaitsevassa Rusutjärvässä, missä eläinplanktonia saalistaa kalojen lisäksi runsas sulkasääsken (*Chaoborus flavicans*) toukkien populaatio (Malinen & Vinni 2020, Kuoppamäki 2023). Sulkasääsken toukat ovat olleet aiemmin Tuusulanjärvässäkin runsaita mutta vähentyneet 1990-luvun alun jälkeen (Hietala ym. 2022), joten niillä ei ilmeisesti ole tällä hetkellä suurta merkitystä eläinplanktonyhteisöön kohdistuvan saalistuksen kannalta.

Ajoittain Tuusulanjärvässä on ilmeisen ravintoarvoltaan laadukasta kasviplanktonia päätellen siitä, että vesikirput panostavat lisääntymiseen, mikä näkyy suurena munamääränä (Taipale ym. 2020). Näin ollen vesikirppuyhteisössä on potentiaalia runsastua, mikäli olosuhteet sille ovat otolliset sekä ravintotilanteen että saalistuspaineen osalta. Kalojen on helppo havaita suurikokoiset, paljon munia/embryoita sisältävät vesikirput, jotka tulevat siten herkästi syödyiksi, jollei niille ole piilopaikkaa, ns. refugiota minne suojautua kalojen saalistukselta. Tällaisen piilopaikan voi tarjota matalien alueiden uposlehtinen kasvillisuus (Jeppesen ym. 1997) sekä pimeät, vähähappiset syvänteiden vesikerrokset, minne eläinplankton voi vaeltaa (Hays 2003). Mitä suurempi ja siten kalojen helposti havaittava vesikirppu, sitä syvemälle ne pyrkivät vaeltamaan päivisin suojaan kalojen saalistukselta (Gliwicz 2003). Vesikerrosten sekoittaminen voi kuitenkin häiritä tätä eläinplanktonille luontaista käyttäytymistä (Ruuhijärvi ym. 2020).

Vesikirppujen yksilökoon kasvattaminen on yksi rehevöityneiden järvien kunnostuksen tavoitteista, koska sillä tavalla saataisiin parannettua kasviplanktoniin kohdistuvaa säätelyä niin suoran laidunnuksen kuin epäsuorasti ravinnekiertojen kautta. Tuusulanjärvellä yksilökoko on kuitenkin pysynyt samalla tasolla viimeiset kolme vuosikymmentä huolimatta siitä, että järvellä on jatkettu vuosittaista hoitokalastusta aina vuodesta 1997 alkaen (Hietala 2022). Järven vesikerrosten sekoitushapetus mahdollisesti osaltaan vaikuttaa tähän, koska se heikentää vesikirppujen mahdollisuutta hyödyntää pimeitä, vähähappisia vesikerroksia kalojen

saalistukselta (Ruuhijärvi ym. 2020). Vuonna 2022 kuoreita oli edeltävän hellekesän romahduksen jäljiltä hyvin vähän (Malinen & Vinni 2022), mutta siltikään vesikirppujen yksilökoko ja biomassa eivät merkittävästi kasvaneet. Tuusulanjärvessä kuoreen väheneminen voi johtaa jopa entistäkin voimakkaampaan eläinplanktoniin kohdistuvaan saalistukseen, jos särkikalat levittäytyvät ulappa-alueelle kuoreen tilalle (Malinen & Vinni 2022). Särkikalat kohdistuu nimenomaan kasviplanktonia ja muuta sestonia suodattaviin vesikirppuihin, kun kuore sen sijaan käyttää särkikaloihin verrattuna monipuolisemmin ulapan ravintovaroja (Malinen ym. 2015). Lisäksi särkikalat vaeltavat rannan ja ulapan välillä ja saattavat siirtää ravinteita ranta-alueelta ulapalle planktonlevien käyttöön (Horppila ym. 1998), mutta kuoreet pysyttelevät jatkuvasti ulappa-alueella ja siis kierrättävät ravinteita vain siellä.

Viimeaikaiset kaikuluotaushavainnot viittaavat sulkasääsken toukkien lisääntymiseen Tuusulanjärvessä niitä tehokkaimmin saalistavien kuoreiden romahduksen jälkeen (Malinen & Vinni 2022), joka todennäköisesti johti myös poikkeuksellisen suureen *Leptodora*-petovesikirppujen määrään alkukesällä 2022. *Leptodora* voi hyötyä myös vesikerrosten sekoittamisesta (Ruuhijärvi ym. 2020). Mikäli nämä kaksi selkärangattonta petoa pääsevät runsastumaan Tuusulanjärvessä, ravintoverkon rakenne ja toiminta voi muuttua voimakkaasti. Kalakannan romahduksen on havaittu johtavan sulkasääsken toukkien merkittävään lisääntymiseen ja vesikirppumäärien voimakkaaseen vähenemiseen, etenkin kun eläinplanktoniyhteisössä vallitsevat pienikokoiset vesikirput (Rask ym. 1996). Pienet planktonäyriäiset ovat erityisen alttiita selkärangattomien petojen saalistukselle (Zaret 1980).

Näiden mahdollisten muutosten selvittämiseksi Tuusulanjärven eläinplanktonin seuranta on lähivuosina erittäin tärkeää. Kun järvessä on kalojen ohella runsaasti selkärangattomia, eläinplanktonia ravinnokseen syöviä petoja, ravintoverkon toiminta on varsin monimutkaista, hankalasti ennustettavaa ja tekee järvikunnostuksesta haastavaa. Koska selkärangattomat pedot pystyvät pakenemaan eläinplanktonnäytteenotossa käytettävää putkinoudinta, olisi hyvä ottaa myös nostohaavinäytteitä, jotta saataisiin parempi kokonaiskuva Tuusulanjärven ulapan ravintoverkon rakenteesta ja toiminnasta.

## 5. Kirjallisuus

- Antikainen, S. 1985. Rusutjärven ja Tuusulanjärven eläinplanktonitutkimus kesällä 1985. Raportti.
- Błędzki, L.A. & Rybak, J.I. 2016. Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe, Springer.
- Geist, J. & Hawkins, S.J. 2016. Habitat recovery and restoration in aquatic ecosystems: current progress and future challenges. *Aquatic. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 26, 942-962.
- Gliwicz, Z.M. 2003. Between hazards of starvation and risk of predation: the ecology of offshore animals. *Excellence in Ecology 12. International Ecology Institute.* 379 s.
- Hays, G.C. 2003. A review of the adaptive significance and ecosystem consequences of zooplankton diel vertical migrations. *Hydrobiologia* 503, 163-170.
- Hessen, D.O., Elser, J.J., Sterner, R.W. & Urabe, J. 2013. Ecological stoichiometry: an elementary approach using basic principles. *Limnol. Oceanogr.* 58, 2219-2236.
- Hietala, J., Heikkinen, J. & Sammalkorpi, I. 2022. Tuusulanjärven tilan kehitys 1974-2021 ja kunnostuksen toimintasuunnitelma 2022-2027. Keski-Uudenmaan ympäristökeskuksen julkaisuja 3/2022.
- 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.
- Horppila, J., Peltonen, H., Malinen, T., Luokkanen, E. & Kairesalo, T. 1998. Top-down or bottom-up effects by fish: Issues of concern in biomanipulation of lakes. *Restor. Ecol.* 6, 20-28.
- Jeppesen, E., Nøges, P., Davidson, T.A., Haberman, J., Nøges, T., Blank, K., Lauridsen, T.L., Søndergaard, M., Sayer, C., Laugaste, R., Johansson, L.S., Bjerring, R. & Amsinck, S.L. 2011. Zooplankton as indicators in lakes: a scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia* 676, 279-297.
- Jeppesen, E., Søndergaard, M., Søndergaard, M. & Christoffersen, K. (eds.) 1998. The structuring role of submerged macrophytes in lakes. – Springer-Verlag, New York. 423 p.
- Ketola, M. 2015. Tuusulanjärven eläinplanktonitutkimus vuonna 2015. Helsingin yliopisto, 13 s.
- Knoechel, R. & Holtby, B.L. 1986. Construction and validation of a body-length-based model for the prediction of cladoceran community filtering rates. *Limnol. Oceanogr.* 31, 1-16.
- Kornijów, R., Vakkilainen, K., Horppila, J., Luokkanen, E. & Kairesalo, T. 2005. Impacts of a submerged plant (*Elodea canadensis*) on interactions between roach (*Rutilus rutilus*) and its invertebrate prey communities in a lake littoral zone. *Freshw. Biol.* 50, 262-276.
- Kuoppamäki, K. 2018. Tuusulanjärven eläinplankton vuosina 2016–2018. Helsingin yliopisto, 13 s.
- Kuoppamäki, K. 2020. Tuusulanjärven eläinplankton vuosina 2019–2020. Helsingin yliopisto, 7 s.
- Kuoppamäki, K. 2022a. Vesijärven Enonselän ulapan eläinplankton ja vedenlaatu 2021. KVVY Tutkimus Oy (tutkimusraportti 347/22) ja Helsingin yliopisto.
- Kuoppamäki, K. 2022b. Vesijärven Enonselän ulapan eläinplankton ja vedenlaatu vuonna 2022 sekä pitkällä aikavälillä. KVVY Tutkimus Oy (tutkimusraportti 697/22) ja Helsingin yliopisto.
- Kuoppamäki, K. 2023. Rusutjärven eläinplankton vuosina 2021-2022. KVVY Tutkimus Oy ja Helsingin yliopisto.
- Latja R. & Salonen K. 1978. Carbon analysis for the determination of individual biomasses of planktonic animals. *Verh. Int. Verein. Limnol* 20, 2556-2560.
- Luokkanen, E. 1995. Vesikirppuyhteisön lajisto, biomassa ja tuotanto Vesijärven Enonselällä. Helsingin yliopiston Lahden tutkimus- ja koulutuskeskuksen raportteja ja selvityksiä 25.
- Malinen, T., Vinni, M., Vesala, S. & Ruuhijärvi, J. 2015: Tuusulanjärven kalayhteisö kesällä 2015. tutkimusraportti. Helsingin yliopisto ja Luonnonvarakeskus. 17 s.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2020. Tuusulanjärven ulapan kalasto vuosina 1997-2019. Keski-Uudenmaan ympäristökeskuksen julkaisu 2/2020.
- Malinen, T. & Vinni, M. 2022. Tuusulanjärven ulapan kalasto vuosina 1997 - 2021. Tutkimusraportti. Helsingin yliopisto, Lammin Biologinen asema ja KVVY Tutkimus Oy.

- Mazumder A. 1994. Phosphorus-chlorophyll relationships under contrasting herbivory and thermal stratification: predictions and patterns. *Can. J. Aquat. Sci.* 51, 390-400.
- Niemistö, J., P. Köngäs, L. Härkönen & J. Horppila, 2016. Hypolimnetic aeration intensifies phosphorus recycling and increases organic material sedimentation in a stratifying lake: Effects through increased temperature and turbulence. *Boreal Env. Res.* 21, 571-587.
- Olin, M. & Rask, M. (toim.) 2000. Tuusulanjärven ja Rusutjärven ravintoketjukurinostuksen kalatutkimuksia vuosina 1996-1999. Kala- ja riistaraportteja nro 198.
- Pace, M.L., Carpenter, S.R., Johnson, R.A. & Kurtzweil, J.T. 2013. Zooplankton provide early warnings of regime shift in a whole lake manipulation. *Limnol. Oceanogr.* 58, 525-532.
- Rask, M. & Lehtovaara, A. 2009. Tuusulanjärven eläinplanktonitutkimus vuonna 2009. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos ja Helsingin yliopisto.
- Ruuhijärvi, J., Malinen, T., Kuoppamäki, K., Ala-Opas, P. & Vinni, M. 2020. Responses of food web to hypolimnetic aeration in Lake Vesijärvi. *Hydrobiologia* 847, 4503-4523.
- Schönach, P., Nygrén, N.A., Tammeorg, O., Heikkinen, M., Holmroos, H., Massa, I., Niemistö, J., Tapio, P. & Horppila, J. 2018. The past, present, and future of a lake: Interdisciplinary analysis of long-term lake restoration. *Environ. Sci. Policy* 81, 95-103.
- Telesh I.V., Rahkola M. & Viljanen M. 1998. Carbon content of some freshwater rotifers. *Hydrobiologia*, 387/388, 355-360.
- Thornton, J.A., Harding, W.R., Dent, M., Hart, R.C., Lin, H., Rast, C.L., Rast, W., Ryding, S-O. & Slawski, M. 2013. Eutrophication as w 'wicked' problem. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 18, 298-316.
- Vakkilainen, K. & Kairesalo, T. 2005. Zooplankton community responses to the fish stock management of Lake Vesijärvi, southern Finland: changes in the cladoceran body size in 1999-2003. – *Verh. Int. Verein. Limnol.* 29, 488-490.
- Vasama A. & Kankaala P. 1990. Carbon-length regressions of planktonic crustaceans in Lake Ala-Kitka (NE Finland). *Aqua Fennica*, 20, 95-102.
- Schönach, P., Nygrén, N.A., Tammeorg, O., Heikkinen, M., Holmroos, H., Massa, I., Niemistö, J., Tapio, P. & Horppila, J. 2018. The past, present, and future of a lake: Interdisciplinary analysis of long-term lake restoration. *Env. Sci. Policy* 81, 95-103.
- Taipale, S., Kuoppamäki, K., Strandberg, U., Peltomaa, E. & Vuorio, K. 2020. Lake restoration influences nutritional quality of algae and consequently *Daphnia* biomass. *Hydrobiologia* 847, 4539-4557.
- Telesh I.V., Rahkola M. & Viljanen M. 1998. Carbon content of some freshwater rotifers. *Hydrobiologia*, 387/388, 355-360.
- Zaret, T.M. 1980. Predation and freshwater communities. Yale Univ. Press, New Haven. 187 s.

## Liite 1.

Taulukko L1. Tuusulanjärven vuosien 2021-2022 näytteissä tunnistetut eläinplanktonilajit.

<b>Äyriäiset   Crustacea</b>	<b>Rataseläimet   Rotifera</b>
<b>Vesikirput   Cladocera</b> kasviplanktonia, sestonia laiduntavat lajit: <i>Bosmina longirostris</i> <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> <i>Chydorus sphaericus</i> <i>Daphnia cucullata</i> <i>Daphnia cristata</i> <i>Daphnia longiremis</i> <i>Diaphanosoma brachyurum</i> <i>Limnospira frontosa</i> petolajit: <i>Leptodora kindtii</i>	kasviplanktonia, sestonia laiduntavat lajit: <i>Anuraeopsis fissa</i> <i>Ascomorpha ecaudis</i> <i>Brachionus angularis</i> <i>Brachionus calyciflorus</i> <i>Conochilus unicornis</i> <i>Filinia longiseta</i> <i>Gastropus stylifer</i> <i>Kellicottia longiseta</i> <i>Keratella cochlearis</i> <i>Keratella quadrata</i> <i>Polyarthra major</i> <i>Polyarthra remata</i> <i>Polyarthra vulgaris</i> <i>Pompholyx sulcata</i> <i>Sychaeta kitina</i> <i>Synchaeta oblonga</i> <i>Trichocerca longiseta</i> <i>Trichocerca pusilla</i> <i>Trichocerca stylata</i> petolajit: <i>Asplanchna herricki</i> <i>Asplanchna priodonta</i> <i>Trichocerca capucina</i>