



# Läntisen Pien-Saimaan kasviplanktontutkimus 2023

3.12.2024

KASVIPLA, LPSLIIS 7&10

---

**SKYT** SAVO-KARJALAN  
YMPÄRISTÖTUTKIMUS

## Sisällys

1. Tarkkailun toteutus.....3

## Liitteet

**Liite 1.** Raportti: Riutanselkä ja Sunisenselkä 2023 Kasviplankton -lajisto ja biomassa

## Tilaaja

Lappeenrannan seudun ympäristötoimi

## Jakelu

Kaakkois-Suomen ELY-keskus

Lappeenrannan seudun ympäristötoimi

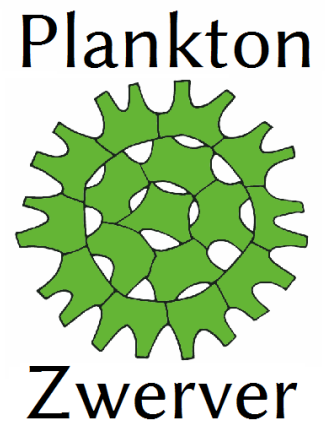
UPM-Kymmene Oyj, Kaukas

Lappeenrannan Lämpövoima Oy

# 1. Tarkkailun toteutus

Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy otti kasviplanktonnäytteet Sunisenselältä ja Riutanselältä (LPS 7 & LPS 10) 7.8.2023. Näytteet toimitettiin määritettäväksi Tmi Zwerverille. Määrittämysraportti Riutanselkä ja Sunisenselkä 2023 Kasviplankton -lajisto ja biomassa (Nro 2024 24) on liitteenä 1.

**SAVO-KARJALAN YMPÄRISTÖTUTKIMUS OY**



Riutanselkä ja Sunisenselkä 2023  
Kasviplankton  
– lajisto ja biomassat

**Raportti nro 2024 24**

**Menetelmäkuvaus, määritysten tulokset  
ja tulosten tarkastelu**

Toimeksiantaja:  
Saimaan vesi- ja ympäristötutkimus Oy

Ajankohta: Huhtikuu 2024  
Kirjoittaja: Päivi Hakanen

Tmi Zwerver  
Planktonmääritykset  
Kuninkaanmäentie 65, 25700 Kemiö  
[info@zwerver.fi](mailto:info@zwerver.fi)  
[www.zwerver.fi](http://www.zwerver.fi)

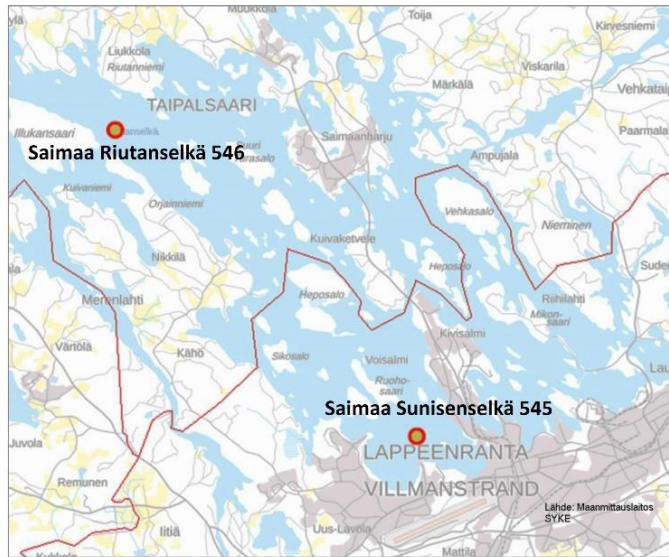
## Sisällysluettelo

1. Johdanto .....	1
2. Aineisto ja menetelmät .....	1
2.1. Kasviplanktonnäytteet ja laskenta .....	1
3. Tulokset .....	2
4. Näytepaikkakohtainen tulosten tarkastelu .....	4
4.1. Riutanselkä 546 (SVh) .....	4
4.2. Sunisenselkä 545 (SVh) .....	5
5. Näytepaikkojen tila ja kasviplanktonmuuttujien kehitys .....	6
6. Lähdeluettelo.....	8
Liite 1. Laskentamenetelmä.....	9
Liite 2. Kasviplanktonmuuttujat .....	11
Liite 3. Ekologiset luokat.....	13

## 1. Johdanto

Kasviplankton on tärkeä biologinen muuttuja, jota käytetään vesimuodostumien ekologisen tilan arvioinnissa. Kasviplanktonin käyttö indikaattorina perustuu sen kykyyn reagoida nopeasti veden laadun muutoksiin (Järvinen ym. 2011). Kasviplanktonbiomassan avulla kuvataan järven rehevyyttä, mutta tarkempaa tietoa antavat kasviplanktonyhteisön koostumus ja monimuotoisuus, joiden perusteella voidaan arvioida vesistön tilan kehitystä (Stevenson & Smol 2015 viitteinen).

Tässä tutkimuksessa mikroskojettiin kasviplanktonnäytteet Saimaan Riutanselältä ja Sunisenselältä elokuulta 2023 Saimaan vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n toimeksiannosta. Tulosten perusteella arvioitiin näytepisteiden ekologista tilaa sekä ekologiseen luokitteluun kuuluvien että muiden kasviplanktonmuuttujien pohjalta.



Kuva 1. Kartta näytepaikkojen sijainnista (lähde: Maanmittauslaitos, SYKE).

## 2. Aineisto ja menetelmät

### 2.1. Kasviplanktonnäytteet ja laskenta

Tutkimuksessa määritettiin Saimaan Riutanselältä ja Sunisenselältä kasviplanktonnäytteet elokuulta 2023 (taulukko 1, kuva 1). Näytteet otettiin kokoomanäytteinä 0–2 metrin syvyydeltä. Näytteet säilöttiin happamalla lugol-liuoksella ja toimitettiin 200 ml:n ruskeissa lasipulloissa. Näytepullot säilytettiin jääkaapissa projektin määrittämisen alkuun saakka. Tmi Zwerver vei näytteenottotiedot SYKE:n rekisteriin.

Taulukko 1. Tärkeimmät tiedot määritetyistä näytteistä.

Näytepaikka	Kunta	Pintavesi- tyyppi	Toimeksi- antajan koodi	SYKE- koodi	Päivämäärä	Tutkittu näytemäärä (ml)
Saimaa Riutanselkä 546	Taipalsaari	SVh	7127	29366	7.8.2023	10
Saimaa Sunisenselkä 545	Lappeenranta	SVh	7109	29365	7.8.2023	10

Kasviplanktonyhteisön koostumuksen laskentamenetelmä perustui Utermöhlin (1958), eurooppalaisen standardin (EN 15204), pohjoismaisten suositusten (Blomqvist & Herlitz 1998, Olrik ym. 1998) sekä Suomen ympäristökeskuksen (Vuorio ym. 2022) kuvaamille menetelmille. Näyte laskettiin käyttäen Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) laajaa kvantitatiivista menetelmään (Vuorio ym. 2022). Tarkempi kuvaus menetelmästä on esitelty liitteessä 1. Määritykset suoritti Päivi Hakanen

### 3. Tulokset

Kasviplanktonnäytteiden tulokset on tallennettu SYKE:n kasviplanktonrekisteriin. Tämän raportin liitteenä on Excel-tiedosto (SVYT Riutanselkä ja Sunisenselkä 2023 Kasviplanktontulokset - Zwerver.xlsx-tiedosto), johon on kerätty alkuperäiset yhteenvedo-, luokka- ja lajilistat kasviplanktonrekisteristä. Lisäksi tulosten selkeyttämiseksi tiedostoon on tehty yhteenvedotaulukoita kasviplanktonlajien ja -ryhmien biomassoista sekä prosenttiosuuksista.

Liitetiedosto sisältää sivut:

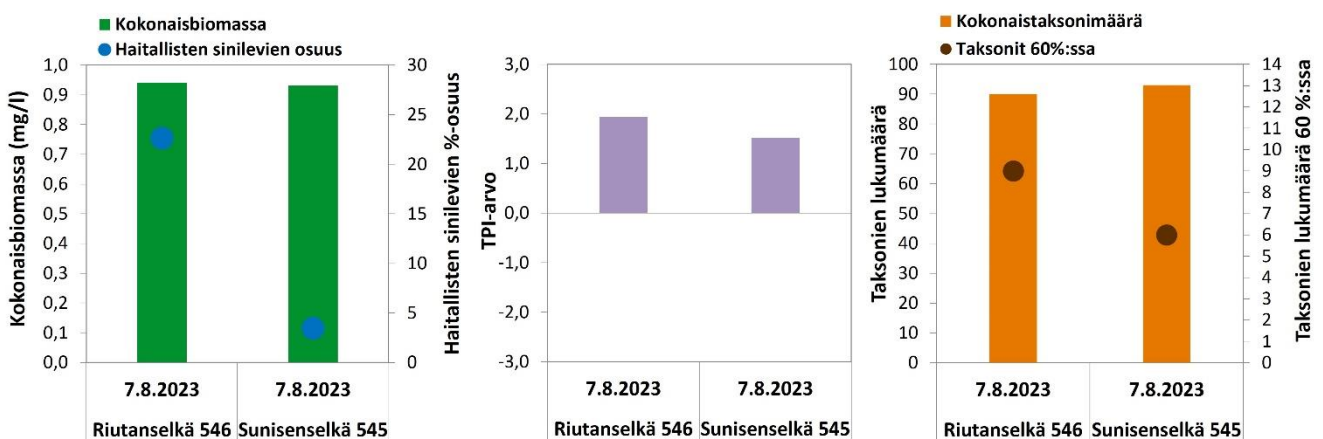
- 1) näytetiedot
- 2) yhteenvedo tuloksista
- 3) lajilistat (biomassa, biomassa-%)
- 4) luokkalistat (biomassa, biomassa-%)
- sekä SYKE:n rekisteristä haetut alkuperäiset
- 5) yhteenvedo-
- 6) laji-
- 7) luokkalistat.

Näytteiden tärkeimmät **numeeristen kasviplanktonmuuttujien** tulokset on esitetty taulukossa 2 ja kuvassa 2. Klorofylli-a:n tulokset on haettu Syke:n kasviplanktonrekisteristä. Excel-liitteen taulukoissa on esitetty lisäksi muitakin muuttujia. Liitteessä 2 on esitelty eri kasviplanktonmuuttujia.

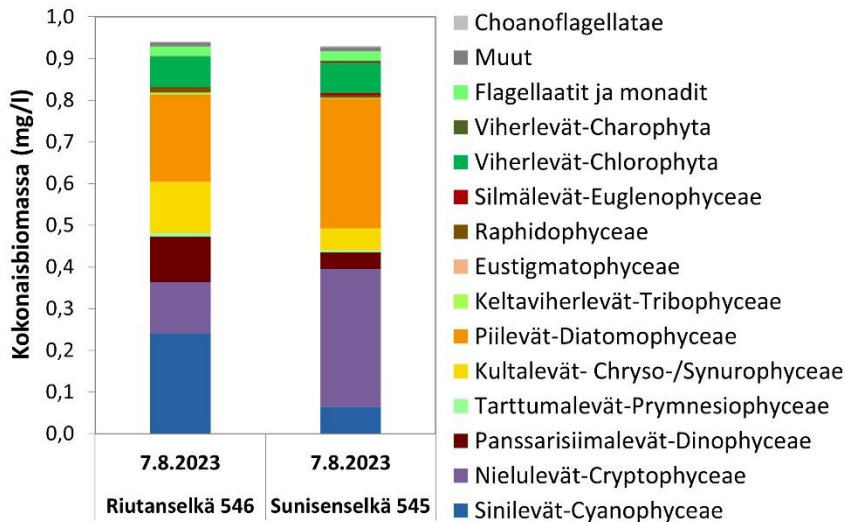
**Taulukko 2. Yhteenvedo tuloksista. Otsikossa harmaalla värjättyjä muuttujia käytetään ekologisessa luokituksessa. Tuloksille on annettu sitä tummempi väri, mitä huonompi tulos on. Väriskaala perustuu kokemukseen eikä tutkittuun tai dokumentoituun tietoon. Liitteessä 1 (Laskentamenetelmä) näkyy väreissä käytetyt raja-arvot.**

Näytepaikka	Päivä-määrä	SYKE-koodi	Kokonaisbiomassa		Haitallisten sinilevien		Sinilevien %-osuus	Taksonit (kpl)	Taksonit 60%:ssa		<i>Gonyostomum semen</i>		
			(mg/l)	Klorofylli-a* (µg/l)	TPI	%-osuus			(kpl)	(kpl)	(mg/l)	(%)	(solua/ml)
Riutanselkä 546	7.8.2023	29366	0,94	5,8	1,9	22,6	25,7	90	9	0,01	1,4	1,4	
Sunisenselkä 545	7.8.2023	29365	0,93	7,1	1,5	3,5	7,0	93	6	-	-	-	

\*Ei määritetty tässä tutkimuksessa, haettu SYKE:n rekisteristä.

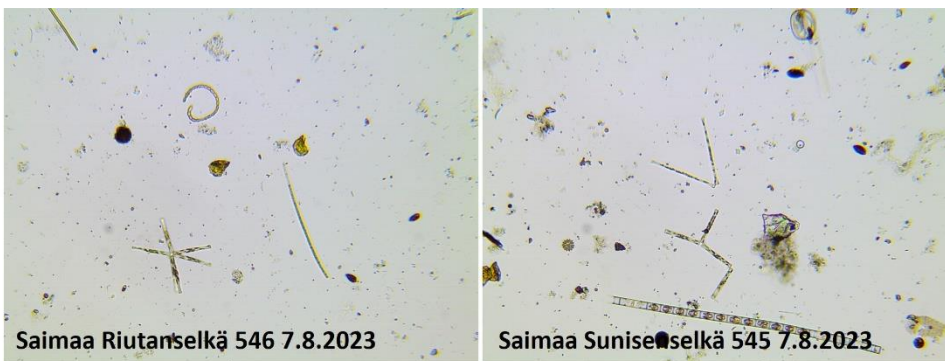


Kuva 2. Kokonaisbiomassan (mg/l), haitallisten sinilevien osuuden (%), TPI-arvon sekä taksonimäärien vaihtelu määritetyissä näytteissä.



Kuva 3. Määritettyjen näytteiden koostuminen eri leväryhmistä.

Kasviplanktonyhteisöjen koostumus eri leväryhmistä on esitetty kuvassa 3 ja yleisvalokuvat 10 ml:n kasviplanktonnäytteistä on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Yleiskuvat 10 ml laskeutetuista näytteistä.

Näytepaikkojen elokuun kasviplanktonmuuttujien arvojen sijoittuminen ekologisessa luokituksessa on esitetty taulukossa 3. Näytepaikat kuuluvat pintavesityypiltään suuriin vähähumuksisiin järviin (SVh).

Taulukko 3. Näytepaikkojen kasviplanktonmuuttujien elokuun 2023 arvojen sijoittuminen ekologisessa luokittelussa suurissa vähähumuksisissa järvisissä (SVh).

Näytepaikka	Pintavesityyppi	Kokonaisbiomassa (mg/l)*	Klorofylli-a (µg/l)*	TPI*	Haitallisten sinilevien %-osuus*
Riutanselkä 546	SVh	0,9	5,8	1,9	22,6
Sunisenselkä 545	SVh	0,9	7,1	1,5	3,5

\* Ei ohjeistuksen mukaista määrää näytteitä.





## 4. Näytepaikkakohtainen tulosten tarkastelu

Seuraavaksi kuvataan näytepaikkoja edellä esitettyjen tulosten perusteella. Lähtökohtana toimii Aroviidan ym. (2019) ekologinen luokitus, johon peilataan muuttujien arvoja huomioiden myös muu kasviplanktonyhteisön antama tieto.

### 4.1. Riutanselkä 546 (SVh)

Taulukko 4. Riutanselkä 546 -näytepaikan tulokset.

Näytepaikka	Päivämäärä	SYKE- koodi	Kokonais- biomassa (mg/l)	Klorofylli- a* (µg/l)	TPI	Haitallisten sinilevien %-osuus	Sinilevien %-osuus	Taksonit (kpl)	Taksonit 60%:ssa (kpl)	Gonyostomum semen		
										(mg/l)	(%)	(solua/ml)
Riutanselkä 546	7.8.2023	29366	0,94	5,8	1,9	22,6	25,7	90	9	0,01	1,4	1,4

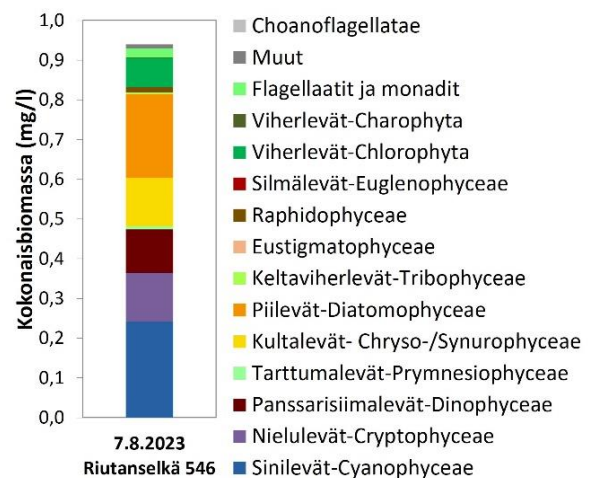
Riutanselkä 546 -näytepisteen levämäärä oli elokuun 2023 alussa pintavesityypilleen melko korkea. Kokonaisbiomassan arvo ilmensi alkavaa rehevöitymistä (0,51–1,0 mg/l) (Heinonen 1980). Elokuun klorofylli-a:n arvo oli kohtalainen.

Riutanselän elokuun kasviplanktonyhteisön TPI-arvo oli hyvin korkea kuvaten selvästi runsasravinteisia oloja. Näytteen TPI-arvoa nostivat etenkin eutrofiaa ilmentävät *Aulacoseira granulata* ja *Stephanodiscus rotula* -piilevät sekä *Aphanizomenon yezoense* ja *Dolichospermum* spp. -sinilevät. Haitallisten sinilevien osuus yhteisöstä oli korkea elokuun alussa. Runsaimmat haitalliset sinilevät olivat rihmamaiset, hypereutrofiaa ilmentävät *A. yezoense* ja eri *Dolichospermum*-lajit.

Riutanselän kasviplanktonyhteisö oli elokuun alussa monimuotoinen: yhteisö oli runsaslajinen ja biomassa jakautui tasaisesti eri taksonien ja leväryhmien kesken.

Riutanselän tärkeimmät leväryhmät olivat sini-, pii-, nielu, kulta- ja panssarisiimalevät.

Kasviplanktonyhteisön rakenne antaa rehevämmän kuvan alueesta kuin kokonaisbiomassan ilmentämä rehevyystaso (Lepistö 1999).



Kuva 5. Kasviplanktonyhteisön rakenne.

Elokuun alun kasviplanktonyhteisössä biomassaltaan runsaimmat taksonit olivat suurikokoinen, ketjuja muodostava *A. granulata* -piilevä, rihmamainen *A. yezoense* -sinilevä, *Uroglena*-kultalevät sekä *Cryptomonas*-nielulevät. Panssarisiimalevistä runsaimpana esiintyi hyvin isokokoinen *Ceratium hirudinella*, joka on aiemminkin esiintynyt kohtalaisen runsaana Riutanselän näytteissä. *S. rotula* esiintyi nyt runsaimpien taksonien joukossa, mutta sitä esiintyi hieman vähemmän kuin elokuussa 2021 ja 2022. Piilevät *A. granulata* ja *S. rotula* ilmentävät kuormitusta suurissa, kirkkaissa järvissä (Lepistö ym. 2004). *Gonyostomum semen* -limalevää esiintyi nyt vain vähän.

Taulukko 5. Kasviplanktonmuuttujien arvot.

Näytepaikka	Pintavesi- tyyppi	Kokonais- biomassa (mg/l)	Klorofylli- a (µg/l)	TPI	Haitallisten sinilevien %-osuus
Riutanselkä 546	SVh	0,9*	5,8*	1,9*	22,6*

\* Ei ohjeistuksen mukaista määrää näytteitä.

Elokuun 2023 kasviplanktonitulosten perusteella Riutanselkä 546 -näytepisteen tila vaikuttaa kohtalaiselta. Ekologisen luokituksen muuttujista a-klorofyllin arvo sijoittui hyvään luokkaan ja kokonaisbiomassan arvo sekä haitallisten sinilevien osuus sijoittuivat tyydyttävään luokkaan. TPI-arvo

oli hyvin korkea sijoittuen selvästi välttävään luokkaan. Elokuun kasviplanktonyhteisö oli monimuotoinen, mutta siinä esiintyi paljon haitallisia sinileviä sekä eutrofiasta kertovia taksoneita. Haitallisten sinilevien lisäksi runsaimpien taksonien joukossa esiintyivät piilevät *Aulacoseira granulata* ja *Stephanodiscus rotula*, jotka ilmentävät rehevyyden lisäksi kuormitusta suurissa, vähähumuksisissa järvissä.

## 4.2. Sunisenselkä 545 (SVh)

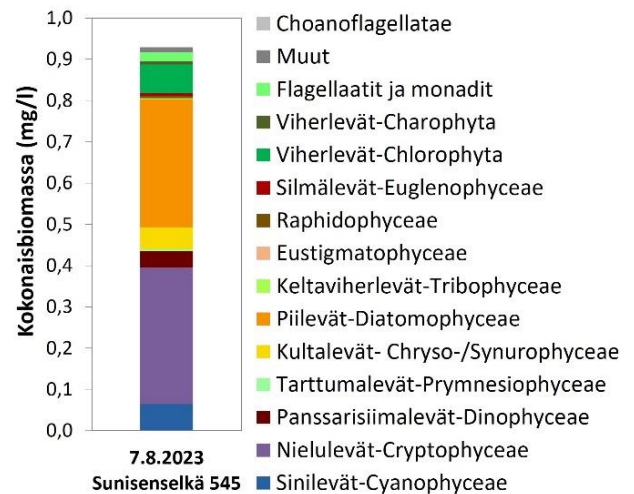
Taulukko 6. Sunisenselkä 545 -näytepaikan tulokset.

Näytepaikka	Päivämäärä	SYKE- koodi	Kokonais- biomassa		Klorofylli- a*		Haitallisten sinilevien		Sinilevien %-osuus	Taksonit (kpl)	Taksonit 60%:ssa (kpl)
			(mg/l)		(µg/l)	TPI	%-osuus	%-osuus			
Sunisenselkä 545	7.8.2023	29365	0,93		7,1		1,5	3,5	7,0	93	6

Sunisenselkä 545 -näyteaseman elokuun 2023 näytteen kasviplanktonbiomassa oli kohtalaisen korkea ja hyvin samaa tasoa kuin Riutanselän asemalla. Arvo ilmensi alkavaa rehevöitymistä (0,51–1,0 mg/l) (Heinonen 1980). Klorofylli-a:n arvo oli biomassan tavoin melko korkea.

Elokuun kasviplanktonyhteisön TPI-arvo oli korkea ilmentäen eutrofisia oloja. Runsaimmat rehevyyden ilmentäjät olivat piilevät *Aulacoseira granulata* ja *Stephanodiscus rotula*. Sinileviä esiintyi näytteessä vain vähän ja haitallisten sinilevien osuus yhteisöstä oli hyvin alhainen. Runsain haitallinen sinilevä oli hypereutrofiaa ilmentävä rihmamainen *Dolichospermum curvum*.

Sunisenselän yhteisössä esiintyi paljon taksonia, mutta biomassassa ei jakautunut erityisen tasaisesti eri taksonien kesken ja vain kuusi taksonia muodosti yli 60 % biomassasta. Kasviplanktonyhteisö myös koostui nyt valtaosaltaan vain nielu- ja piilevistä. Myös elokuussa 2022 pii- ja nielulevät olivat runsaimmat leväryhmät, mutta silloin kultaleviä esiintyi enemmän kuin nyt (Hakanen 2023).



Kuva 6. Kasviplanktonyhteisön rakenne.

Elokuun alun kasviplanktonyhteisössä *Cryptomonas*-nielulevät (30 %) esiintyivät biomassaltaan hyvin runsaina. *Cryptomonas*-lajit ovat hyvin tavallisia suurissa, kirkkaissa järvissä (Lepistö ym. 2003), ja myös elokuussa 2022 *Cryptomonas* spp. oli Sunisenselän yhteisön runsain taksoni (Hakanen 2023). Sunisenselän seuraavaksi runsaimmat taksonit olivat nyt piilevät *A. granulata*, *Tabellaria fenestrata* ja *S. rotula*. *S. rotula* -piilevän määrä oli nyt alhaisempi kuin elokuussa 2022. Tämä kuormituksesta kertova laji on esiintynyt erittäin runsaana elokuussa 2019, 2020 ja 2021, mutta nyt sen määrä oli edelleen vähentynyt. *Gonyostomum semen* -limalevää ei havaittu nyt lainkaan kuten ei myöskään elokuussa 2022.

Taulukko 7. Kasviplanktonmuuttujien arvot.

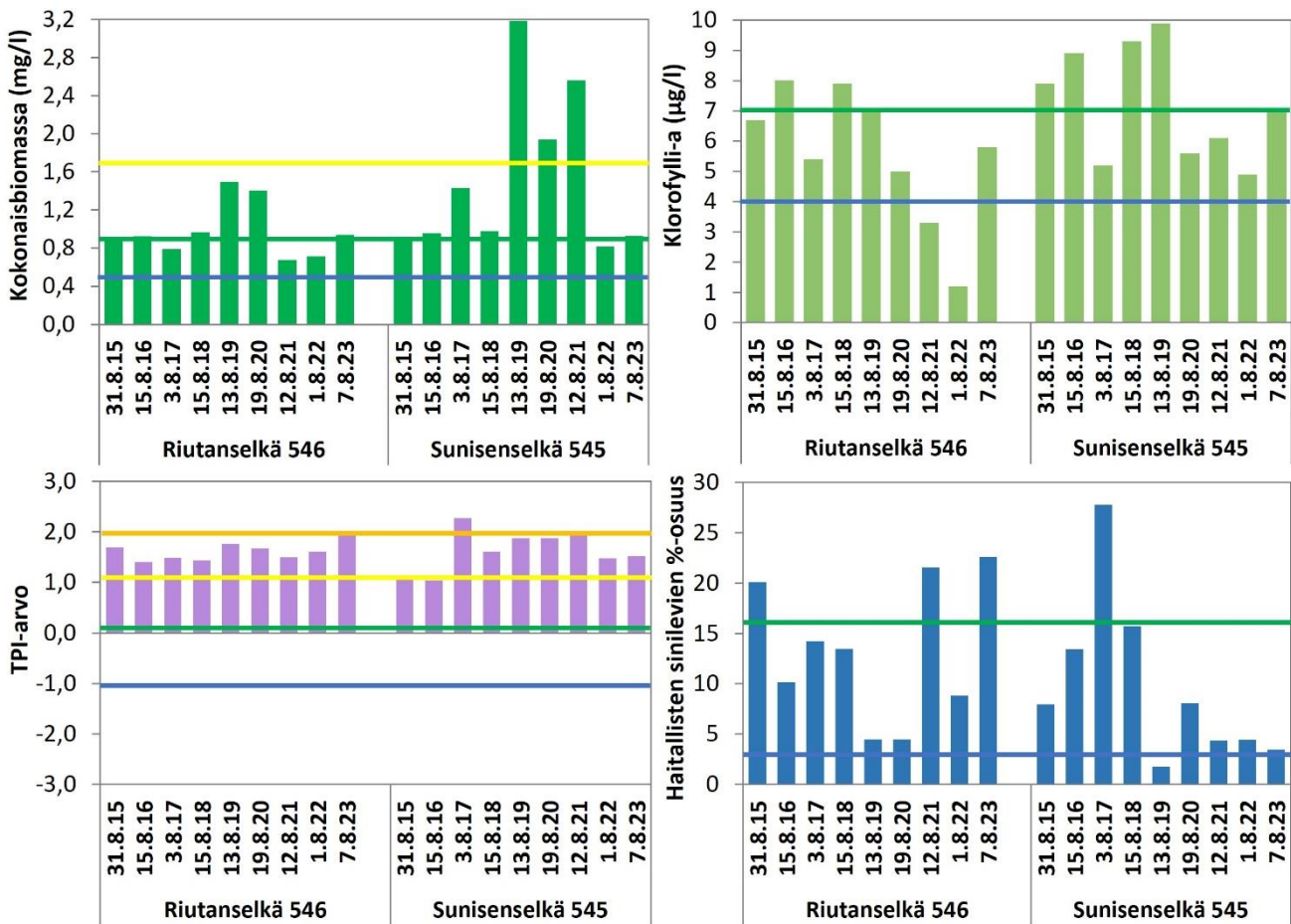
Näytepaikka	Pintavesi- tyyppi	Kokonais- biomassa		Klorofylli- a		Haitallisten sinilevien	
		(mg/l)		(µg/l)	TPI	%-osuus	%-osuus
Sunisenselkä 545	SVh	0,9*		7,1*		1,5*	3,5*

\* Ei ohjeistuksen mukaista määrää näytteitä.

*Sunisenselkä 545 -aseman tila vaikuttaa kohtalaiselta elokuun 2023 kasviplanktonnäytteen perusteella. Ekologisen luokituksen muuttujista kokonaisbiomassan ja klorofylli-a:n arvot sijoittuivat luokkaan tyydyttävä, mutta arvot olivat aivan tämän luokan alarajoilla. Haitallisten sinilevien %-osuus sijoittui hyvään ekologiseen luokkaan, mutta TPI-arvo sijoittui luokkaan välttävä. Sunisenselän kasviplanktonyhteisö oli monimuotoinen, mutta yhteisö koostui suurimmaksi osaksi nielu- ja piilevistä. Yhteisössä esiintyi monia eutrofian indikaattoreita ja biomassaltaan runsaimpien taksonien joukossa olivat rehevyydestä ja kuormituksesta kertovat piilevät *A. granulata* ja *S. rotula*. *S. rotula* -lajin määrä oli kuitenkin edelleen pienentynyt, vaikka aiempina vuosina se on esiintynyt hyvinkin runsaana.*

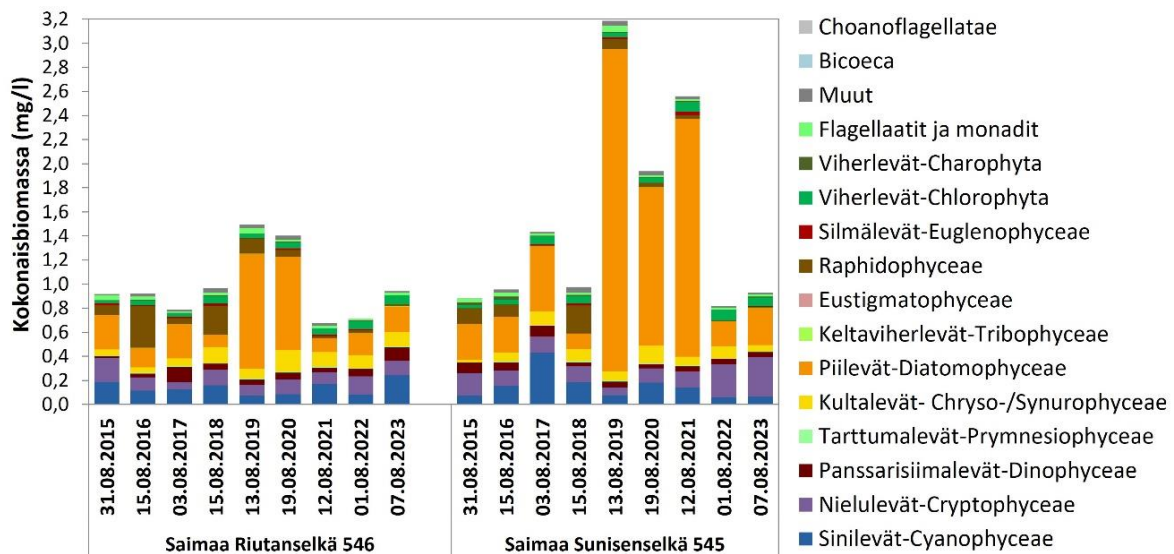
## 5. Näytepaikkojen tila ja kasviplanktonmuuttujien kehitys

Läntisen Pien-Saimaan **Riutanselkä 546** ja **Sunisenselkä 545** -näyteasemien elokuun 2023 kasviplanktonnäytteiden tulokset olivat melko samankaltaisia. Levämäärät olivat kohtalaisen korkeita ilmentäen alkavaa rehevöitymistä. Ekologisen luokituksen kasviplanktonmuuttujien arvot olivat nyt aikaisempien vuosien tasolla kummallakin asemalla (kuva 7). Riutanselän kokonaisbiomassan ja klorofylli-a:n arvot sijoittuivat luokkiin tyydyttävä sekä hyvä, ja muuttujien arvot olivat aikaisempien tulosten tasolla. Riutanselän TPI-arvo sijoittui aiempien vuosien tapaan luokkaan välttävä, mutta arvo oli nyt näytesarjan korkein. Riutanselän asemalla esiintyi nyt paljon haitallisia sinileviä, ja niiden osuus on ollut yhtä korkea vain elokuussa 2015 ja 2021. Sunisenselän näytteessä kokonaisbiomassa ja klorofylli-a sijoittuivat ekologiseen luokkaan tyydyttävä. TPI-arvo sijoittui huonoiten luokkaan välttävä kuten useana aiempana vuonna. Haitallisten sinilevien %-osuus oli nyt hyvin pieni, ja arvo oli näytesarjan toiseksi alhaisin tulos.



Kuva 7. Kasviplanktonmuuttujien vaihtelu Riutanselkä 546 ja Sunisenselkä 545 -näytepisteiden näytteissä. Kuvaajien eri väriset viivat merkitsevät ekologisen luokkien ylärajan arvoja (erinomainen=sininen, hyvä=vihreä, tyydyttävä=keltainen, välttävä=oranssi).

Riutanselän ja Sunisenselän kasviplanktonyhteisöt olivat rakenteeltaan aiempien vuosien kaltaisia (kuva 8). Tärkeimmät leväryhmät olivat nyt pii-, nielu- ja kultalevät sekä Riutanselällä myös sinilevät. Piilevät ovat esiintyneet erittäin runsaina vuosina 2019 ja 2020 sekä Sunisenselällä myös vuonna 2021. Tämä on johtunut suurikokoisen *Stephanodiscus rotula* -piilevä erittäin runsaasta esiintymisestä. Nyt *S. rotula* esiintyi kummallakin näytepisteellä valtataksoniien joukossa, mutta sen määrä oli edelleen laskenut aiemmista vuosista. *Stephanodiscus*-lajit indikoivat runsasravinteisia oloja sekä kuormitusta suurissa, vähähumuksissa järvissä. Kummankin näytepaikan lajistossa esiintyi monia rehevyydestä kertovia taksoneita. Riutanselän näytteessä esiintyi nyt paljon eutrofiasta ja kuormituksesta kertovaa *Aulacoseira granulata* -piilevää sekä hypereutrofiaa indikoivaa, haitallista *Aphanizomenon yezoense* -sinilevää. Nämä lajit ovat esiintyneet aikaisemminkin yhtä runsaana Riutanselän näytteissä. *A. granulata* -piilevä esiintyi nyt runsaana myös Sunisenselän näytteessä.



Kuva 8. Saimaan Riutanselkä 546 ja Sunisenselkä 545 –näytepisteiden kasviplanktonyhteisöjen rakenne eri näytteissä.

## 6. Lähdeluettelo

- Aroviita, J., Mitikka, S., Vienonen, S. (toim.) 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019, 182 s.
- Blomqvist, P., Herlitz, E. 1998. Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwaters. Part 2. Naturvårdsverket, rapport 4861, Stockholm.
- Hakanen, P. 2023. Riutanselkä ja Sunisenselkä 2022. Kasviplankton: lajisto ja biomassat. Tmi Zwerver, Raportti nro 2023 05, 15 s.
- Heinonen, P. 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 37, Vesihallitus, 91 s.
- Järvinen, M., Forsström, L., Huttunen, M., Hällfors, S., Jokipii, R., Niemelä, M., Palomäki, A. (toim.) 2011. Kasviplanktonin tutkimusmenetelmät. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien\\_tila/Pintavesien\\_tilan\\_seuranta/Biologisten\\_seurantamenetelmien\\_ohjeet/Kasviplanktonin\\_tutkimusmenetelmat](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_tilan_seuranta/Biologisten_seurantamenetelmien_ohjeet/Kasviplanktonin_tutkimusmenetelmat)
- Lepistö, L. 1999. Phytoplankton assemblages reflecting the ecological status of lakes in Finland. Monographs of the Boreal Environmental Research No. 18, s. 43.
- Lepistö, L., Jokipii, R., Niemelä, M., Vuoristo, H., Holopainen, A.L., Niinioja, R., Hammar, T., Kauppi, M., Kivinen, J. 2003. Kasviplankton järvien ekologisen tilan kuvaajana. Suomen ympäristö 600, Suomen ympäristökeskus. 80 s.
- Lepistö, L., Holopainen, A.L., Vuoristo, H. 2004. Type-specific and indicator taxa of phytoplankton as a quality criterion for assessing the ecological status of Finnish boreal lakes. Limnologica 34: 236-248.
- Olrik, K., Blomqvist, P., Brettum, P., Cronberg, K., Eloranta, P. 1998. Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwaters. Part 1. Naturvårdsverket, Stockholm, 86 s.
- Stevenson, R.J., Smol, J.P. 2015. Use of algae in ecological assessments. Teoksessa: Wehr, J.D., Sheath, R.G., Kociolek, J.P. (toim.). Freshwater Algae of North America. Academic Press, Elsevier, London, UK, s. 921-962.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 9: 1-39.
- Vuori, K-M., Mitikka, S., Vuoristo, H. (toim.) 2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Ympäristöhallinnon ohjeita 3, 120 s.
- Vuorio, K., Lehtinen, S., Järvinen, M., Hällfors, H. 2022. Kasviplanktonseurannan menetelmäohje vesien- ja merenhoitoon. Suomen ympäristökeskus, <https://vesi.fi/aineistopankki/kasviplanktonseurannan-menetelmaohje-vesien-ja-merenhoitoon/>
- Willén, E. 2003. Dominance patterns of planktonic algae in Swedish forest lakes. Hydrobiologia 503: 315-324.

## Liite 1. Laskentamenetelmä

### Menetelmä

Kasviplanktonyhteisön koostumuksen laskentamenetelmä perustui Utermöhlin (1958), eurooppalaisen standardin (EN 15204), pohjoismaisten suositusten (Blomqvist & Herlitz 1998, Orlík ym. 1998) sekä Suomen ympäristökeskuksen (Järvinen ym. 2011) kuvaamille menetelmille. Näyte laskettiin käyttäen Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) **laajaa kvantitatiivista menetelmään** (Järvinen ym. 2011). Alla on annettu tarkempi kuvaus laskentamenetelmästä.

### Mikroskooppi

Kasviplanktonnäytteiden määrityksissä käytettiin käänteismikroskooppia (Leitz Diavert), joka täyttää eurooppalaisen standardin (SFS-EN 15204) mikroskoopille asettamat vaatimukset kasviplanktonnäytteiden määrittämisessä (taulukko 1). Määritykset tehtiin kirkaskentässä.

### Näytteen esikäsittely

Näyte sekoitettiin tasaiseksi rauhallisesti kääntelemällä pulloja muutaman minuutin ajan, jonka jälkeen tutkittava näytemäärä kaadettiin laskeutuskammioon (Hydro-Bios, Zwerver). Näytteen annettiin laskeutua häiriöttömässä paikassa aina näytemäärälle ohjeistetun ajan (Järvinen ym. 2011). Ennen tarkempaa määrittystä varmistettiin näytteen tasainen jakauma laskeutuskammion pohjalla. Jos näyte oli epätasaisesti laskeutunut, laskeutettiin uusi näyte.

### Laskenta

Näyte laskettiin kolmella eri suurennuksella (taulukko 2). Laskenta aloitettiin suurimmalla 630x-suurennuksella, jolla laskettiin vähintään 400 2–20 µm kokoluokan laskentayksikköä vähintään 50 näkökentältä/100 okulaariruudukolta. Tämän jälkeen laskettiin suuremmat (>20 µm) tai aiemmin havaitsemattomat taksonit 250x-suurennuksella vähintään 50 näkökentältä/100 ruudukolta. Sekä 630x-että 250x-suurennuksella eniten esiintyvistä taksonista pyrittiin keräämään vähintään 50 havaintoa vähintään 20 näkökentästä. Viimeiseksi laskettiin suurimmat ja harvinaisimmat taksonit puolen tai koko laskeutuskyvetin pohjan alalta pienimmällä (100x) suurennuksella. Annetut laskentayksiköiden kokoluokat

**Taulukko 2. Järvinäytteiden laskentamenetelmässä käytetyt suurennuskohtaiset näkökenttien/okulaariruudukoiden ja laskentayksiköiden vähimmäismäärät sekä laskentayksiköiden suuntaa-antava koko.**

Suurennus	Laskentayksiköiden koko (µm)	Näkökenttien/ruudukoiden lukumäärä	Laskentayksiköiden lukumäärä
630x	2-20	50/100	400
250x	> 20	50/100	-
100x	> 20	½ kyvettä	-

**Taulukko 1. SFS-EN 15204 -standardin vaatimukset ja tutkimuksessa käytetyn mikroskoopin tiedot.**

	SFS-EN 15204	Hakanen, Tmi Zwerver
Valaistus	50-100 W	50 W
Kondensorin NA	> 0,5	0,6
Objektiivit	10x (faasi) tai 20x (faasi)	10x/NA 0,25, Plan, Leitz
	20x NA >0,5	25x, NA 0,75, Fluoreszenz, Leitz
	60x Plan Apo (öljy) tai 100x Plan Apo (öljy) NA > 0,9	63x, NA 1,4 Plan Apo, öljy, Zeiss
Okulaarit	10x tai 12,5x	10x

NA = numeerinen aperttuuri

ovat suuntaa-antavia. Tarvittaessa määrittäminen vielä varmistettiin suuremmalla suurennuksella. Näytteiden laskeminen suoritettiin EnvPhyto-laskentaohjelmalla, joka myös tallentaa tulokset SYKE:n kasviplanktonrekisteriin.

Laskentaohjelmassa ei ole mahdollisuutta ottaa mukaan laskennan ulkopuolella havaittuja taksoniteita, joten osaa harvakseltaan esiintyvistä taksoniteista ei ole mainittu tuloslistoissa.

### Laskennan tarkkuus

Kvantitatiivisen kasviplanktonlaskennan tulosten teoreettiset virhearvot määräytyvät lasketun laskentayksikköjen lukumäärän funktiona (taulukko 3) (Järvinen ym. 2011). Mitä enemmän laskentayksikköjä lasketaan, sitä luotettavampia tuloksista tulee.

### Lajinmääritys

Lajinmääritys pyrittiin tekemään lajitasolle. Epävarman määrityksen kohdalla käytetään biologiassa cf.-merkintää. Merkintää käytetään, kun määrityksestä ei olla aivan varmoja, mutta taksoni muistuttaa suuresti tiettyä lajia.

### Biomassa

Kasviplanktonsolujen biomassat saadaan kertomalla laskentayksiköiden tiheys niiden tilavuudella (Järvinen ym. 2011).

### Tietojen käsittely

Kasviplanktonnäytteiden laskentaan käytettiin EnvPhyto-laskentaohjelmaa, joka laskee valmiiksi laskentayksiköiden tiheydet ja kokonaisbiovolyymit. Ohjelma myös vie tulokset suoraan ympäristöhallinnon kasviplanktonrekisteriin. Kasviplanktonrekisteri laskee näytteille automaattisesti vesimuodostumien tilan arvioinnissa käytetyt kasviplanktonlaatutekijän muuttujat: kasviplanktonyhteisön rehevyysindeksin (TPI-indeksi) arvon sekä haitallisten sinilevien prosenttiosuuden kasviplanktonbiomassasta.

Tulosten vertailun helpottamiseksi tulostaulukossa on käytetty värejä siten, että hyvä tulokset saavat vaaleamman värin ja huonommat tulokset tummemmat. Värien luokitus pohjautuu kokemukseen ei tieteellisesti todennettuihin arvoihin.

**Taulukko 4. Tulosten yhteenvetotaulukon värien vertailutaulukko. Otsikossa harmaalla värjättyjä muuttujia käytetään ekologisessa luokituksessa. Tuloksille on annettu sitä tummempi väri, mitä huonompi tulos. Väriskaala perustuu kokemukseen eikä tutkittuun tai dokumentoituun tietoon.**

Kokonais- biomassa (mg/l)	Kloro- fylli-a (µg/l)	TPI	Haitalliset sinilevät (%)	Kaikki sinilevät (%)	Taksonit (kpl)	Taksonit 60%:ssa (kpl)	Gonyostomum semen		
							(mg/l)	(%)	(solua/ml)
<0,2	<3	<-2	<1	<1	>80	>10	<0,2	<2	<2
0,2-0,5	3-7	-2 – -1	1-5	1-5	60-80	8-10	0,2-0,4	2-10	2-10
0,5-1	7-40	-1 – 0	5-20	5-20	40-60	4-7	0,4-0,8	10-75	10-50
1-2,5	>40	0-1	20-50	20-50	20-40	2-3	0,8-1,5	75-90	50-100
2,5-10		1-2	>50	>50	<20	1	1,5-3,0	>90	100-200
>10		>2					>3,0		>200

**Taulukko 3. Virhemarginaalin riippuvuus laskentayksikköjen lukumäärästä.**

Laskentayksikköjen lukumäärä	Virhemarginaali ± (%)
30	37
50	28
250	13
500	9
800	7

## Liite 2. Kasviplanktonmuuttujat

Kasviplanktonyhteisössä voidaan erottaa muun muassa seuraavia muuttujia:

- 1) kokonaisbiomassa
- 2) klorofylli-a
- 3) kasviplanktonin rehevyyssindeksi (TPI)
- 4) haitallisten sinilevien prosenttiosuus kokonaisbiomassasta
- 5) leväryhmien jakautuminen
- 6) erilaisten indikaattorilajien esiintyminen
- 7) lajien määrä
- 8) lajien määrä 60 %:ssa biomassaa

Tässä raportissa valaistetaan näytepaikkojen leväyhteisöjä näiden muuttujien osalta. Neljää ensimmäistä muuttujaa käytetään EU:n vesipolitiikan puitteiden edellyttämässä pintavesien ekologisen tilan luokittelussa (Aroviita ym. 2019).

Kasviplanktonin **kokonaisbiomassa** sekä **klorofylli-a** kuvaavat kokonaislevämäärää. Kokonaisbiomassan keskikesän arvoja käytetään kuvaamaan järvien rehevyyttä. Heinosen (1980) mukaan käytetyt luokat on listattu taulukossa 1. Ekologisessa luokittelussa biomassasta käytetään 1. kesäkuuta–10. syyskuuta otettujen näytteiden keskiarvoa ja klorofyllistä kesä-syyskuun keskiarvoa (Aroviita ym. 2019).

Järvien ekologisen tilan luokittelun kasviplanktonmuuttujiin kuuluu **kasviplanktonin rehevyyssindeksi (TPI)**, jossa tietyt indikaattorilajit on pisteytetty sen mukaan, minkälaisia rehevyysoloja ne ilmentävät (-3, -2, -1, 1, 2, 3) (Aroviita ym. 2019). Pienimmän arvon saavat lajit, jotka suosivat hyvin karuja vesiä. Vastaavasti suurimman pistearvon saavat taksonit, jotka esiintyvät tavallisesti hyvin rehevissä oloissa. Indeksiarvo kerrotaan taksonin biomassalla. Näin ollen mitä pienempi TPI-arvo sitä enemmän lajistossa esiintyy niukkaravinteisiä oloja ilmentäviä taksoniteita. Ekologista luokittelua varten TPI-arvo määritetään laskemalla keskiarvo 1. kesäkuuta–10. syyskuuta otetuista näytteistä.

Ekologisessa luokittelussa **haitallisten sinilevien osuus** kokonaisbiomassasta huomioidaan vain heinä- ja elokuun näytteistä (Aroviita ym. 2019). Sinilevien osuus kasviplanktonyhteisöistä lisääntyy järven rehevyyden kasvaessa (Lepistö 1999). Lievästi rehevissä järvissä sinilevien osuus yleensä kasvaa loppukesää ja syysä kohti, mutta rehevissä ja erittäin rehevissä järvissä sinilevien osuus voi pysyä korkeana kesäkuulta aina elo-syyskuulle asti (Lepistö 1999). Monet haitalliset sinilevät ovat myös rehevyyden ilmentäjiä ja nostavat siten TPI-arvoa.

Pintavesien ekologisen tilan luokittelumuuttujien tuloksia verrataan eri järvityypeille annettuihin raja-arvoihin (Aroviita ym. 2019), mutta varsinainen ekologinen luokitus tehdään kuuden vuoden välein huomioiden mahdollisesti usean vuoden tulokset.

Jos järviluontoa muuttava tekijä on jotain muuta kuin ravinteiden määrän vaihtelua, ei sen vaikutus välttämättä näy suoraan ekologisen luokituksen muuttujissa. Tämän takia ekologisen luokituksen tukena on hyvä käyttää erilaisia **indikaattorilajeja, leväryhmien jakautumista ja lajien määrää**.

Esimerkiksi sähköjohtavuuden kasvu kaivostoiminnan seurauksena ei usein näy ekologisen luokituksen arvoissa. Se kuvastuu paremmin lajistomuutoksena ja **indikaattorilajeissa**. Jotkut levälajit indikoivat juuri veden sähköjohtavuutta tai määrättyä pH:ta. Toisaalta esimerkiksi

Taulukko 1. Heinosen (1980) rehevyyssluokat keskikesän kokonaisbiomassan keskiarvojen (mg/l) mukaan.

Erittäin karu/ ultraoligo- trofinen	Karu/ oligotro- finen	Alkava rehevöi- tyminen	Lievästi rehevä/ mesotro- finen	Rehevä/ eutro- finen	Erittäin rehevä/ hypereu- trofinen
< 0,20	0,21-0,5	0,51-1,0	1,01-2,5	2,51-10	>10



*Gonyostomum semen* -limalevä valtaisissa järvissä **kokonaisbiomassa** ja **klorofylli-a** soveltuvat huonosti ekologisen tilan luokitteluun (Vuori ym. 2009). Tällaisissa tilanteissa lajistotiedon merkitys korostuu.

Myös **leväryhmien suhteellista jakautumista** voidaan käyttää luokituksen tukena. Joissain leväryhmissä on tyypillisesti lajeja, jotka voivat käyttää myös orgaanista ainesta ravintonaan, osa taas pystyy liikkumaan aktiivisesti vedessä ja keräämään ravintoa myös alemmista vesikerroksista ja pakenemaan saalistajia. Kasvukauden sääolot vaikuttavat kasviplanktonyhteisöön (Lepistö ym. 2003) ja voivat merkittävästi vaikuttaa lajien runsauteen. Esimerkiksi sinilevät ja limalevä hyötyvät lämpimästä vedestä, vesipatsaan kerrostuneisuudesta ja tyynestä säästä.

Kasviplanktonyhteisön monimuotoisuutta voidaan arvioida näytteen **kokonaistaksonimäärän** perusteella. Taksoni tarkoittaa eliöiden tieteellisessä luokittelussa erotettua eliöryhmää, joka ei välttämättä merkitse aina lajia vaan joskus myös suurempaa ryhmää, kuten sukua tai viherleviä. Määrityksessä ei aina pystytä menemään lajitasolle asti, minkä takia virallisesti puhutaan taksonimäärästä lajimäärän sijaan. Mitä runsaampi lajisto, sitä paremmin yhteisö pystyy sopeutumaan muutoksiin. Lisäksi voidaan laskea **taksonimäärä, joka muodostaa 60 % kokonaisbiomassasta**. Willén (2003) tutki ruotsalaisten metsäjärvien loppukesän kasviplanktonyhteisöjä ja tulosten mukaan 1-3 valtalajia eivät yleensä muodosta yli 60 % kokonaisbiomassasta. 1-3 valtalajia muodostivat yli 80 % biomassasta vain, jos järvi oli stressitilanteessa jonkin tekijän suhteen (Willén 2003). Tällaisia stressitekijöitä olivat muun muassa hyvin tumma vesi, happamoituminen ja limalevän runsas esiintyminen.

### Liite 3. Ekologiset luokat

Pintavesien ekologinen tila määritetään 6 vuoden välein käyttämällä viisi-asteista (erinomainen – hyvä – tyydyttävä – välttävä – huono) luokittelua. Nykyinen luokittelu eroaa aikaisemmasta käyttökelpoisuusluokituksesta siinä, että järvet on jaoteltu ominaispiirteittensä mukaan erilaisiin järvityyppeihin, joissa kullekin muuttujalle on annettu järvityypille ominaiset luokkarajat (Aroviita ym. 2019). Tämän takia luokittelu on nyt tarkempaa. Ekologinen tila tulisi määrittää käyttämällä usean vuoden tuloksia. Tästä johtuen tämän tutkimuksen tuloksilla ei voi tehdä ekologisen tilan arviointia, mutta eri järvityyppien luokat ovat erittäin käyttökelpoinen työkalu arvioitaessa järvien tilaa ja tilan mahdollista muutosta myös lyhyemmällä aikavälillä.

Luokittelussa käytettävät kasviplanktonmuuttujat ovat levämäärää kuvaavat kokonaisbiomassa ja a-klorofyllipitoisuus sekä kasviplanktonyhteisön rehevyysindeksi (TPI) ja haitallisten sinilevien osuus kokonaisbiomassasta (Aroviita ym. 2019). Klorofylli-a:n arvoja ei ole määritetty tässä tutkimuksessa, vaan arvot on haettu SYKE:n kasviplanktonrekisteristä.

Kokonaisbiomassan ja TPI:n keskiarvot lasketaan 1. kesäkuuta – 10. syyskuuta tuloksista; haitallisten sinilevien osuuden keskiarvossa huomioidaan vain heinä–elokuun tulokset. Klorofylli-a:n keskiarvo lasketaan puolestaan kesä–syyskuun tuloksista. Lopullisessa luokittelussa – jota ei tehdä tässä – usean vuoden ekologisen tilan luokittelumuuttujien alkuperäiset arvot muutetaan ensin yhteismitallisiksi ekologisten laatusuhteiden (ELS) arvoiksi vertaamalla muuttujan arvoa luokkarajoihin ja vertailuarvoihin (Aroviita ym. 2019). Tämän jälkeen kasviplanktonin tilaluokka määräytyy muuttujien ELS-arvojen mediaanin perusteella. Kasviplanktonin lisäksi järven lopullisessa luokittelussa täytyy huomioida myös muun muassa vesikasvit, pohjaeläimet ja kalat.

Tässä raportissa verrataan tutkittujen näytteiden muuttujien (keski)arvoja kyseessä olevan pintavesityypin ekologisten luokkien raja-arvoihin, jolloin saadaan järven senhetkinen ekologinen luokka kunkin muuttujan osalta.

Ekologisen luokittelun eri kasviplanktonmuuttujien keskiarvojen laskemiseen ohjeistuksen mukaan vaadittavat näytteet.

Kasviplankton- muuttujat	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu
Kokonaisbiomassa	X	X	X	X (10. pvä asti)
Klorofylli-a	X	X	X	X
TPI	X	X	X	X (10. pvä asti)
Haitallisten sinilevien %-osuus		X	X	

Ekologiset  
luokat

	Erinomainen
	Hyvä
	Tyydyttävä
	Välttävä
	Huono