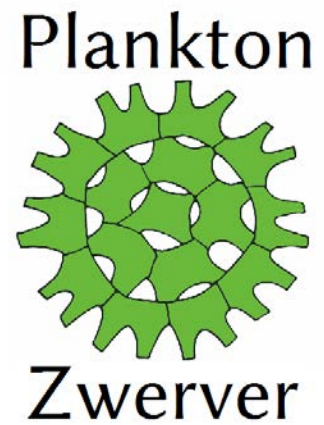


Terrafamen kaivos
Nuasjärven purkuputken tarkkailu

Kasviplankton
veden kuvaajana
– lajisto ja biomassa

kesänäytteet vuodelta 2016
Nuasjärvi/Rehjanselkä



Raportti

Vuoden 2016 määrittämisestä
Ramboll Finland Oy:n
toimeksiannosta

Projektinumero: 1510024162-003

Ajankohta: joulukuu 2016

Raportti nro: 2016 25

Raportin tekijät:
Päivi Hakanen ja Satu Zwerver
Tmi Zwerver
Planktonmääritykset
Arkadiantie 2, 25700 Kemiö
info@zwerver.fi
www.zwerver.fi

Sisällysluettelo

<u>1.Johdanto.....</u>	<u>3</u>
<u>2.Aineisto ja menetelmät.....</u>	<u>3</u>
<u>2.1.Näytteet.....</u>	<u>3</u>
<u>2.2.Mikroskooppi.....</u>	<u>3</u>
<u>2.3.Menetelmä.....</u>	<u>4</u>
<u>2.3.1.Näytteen esikäsittely.....</u>	<u>4</u>
<u>2.3.2.Määrittäminen ja laskenta.....</u>	<u>4</u>
2.3.2.1.Laskenta.....	4
2.3.2.2.Laskennan tarkkuus.....	5
2.3.2.3.Lajinmäärittäminen.....	5
2.3.2.4.Biomassa.....	5
2.3.2.5.Tietojen käsittely.....	5
<u>3.Tulokset.....</u>	<u>6</u>
<u>3.1.Yhteenvetotaulukko.....</u>	<u>6</u>
<u>3.2.Kaaviot yhteenvedoista.....</u>	<u>7</u>
<u>3.3. Kasviplanktonbiomassa.....</u>	<u>8</u>
<u>3.4. Sinilevät.....</u>	<u>8</u>
<u>3.5.TPI.....</u>	<u>8</u>
<u>3.6. Taksonit.....</u>	<u>8</u>
<u>3.7. Solukoko.....</u>	<u>8</u>
<u>3.8. Leväryhmät.....</u>	<u>9</u>
<u>3.9. Lajisto.....</u>	<u>9</u>
<u>3.10. Valokuvat.....</u>	<u>11</u>
<u>4.Ekologinen luokitus.....</u>	<u>12</u>
<u>5.Näytepaikkakohtaiset lausunnot.....</u>	<u>12</u>
<u>5.1 Nuasjärvi 34.....</u>	<u>12</u>
<u>5.2 Nuasjärvi 35.....</u>	<u>13</u>
<u>5.3 Nuasjärvi 44.....</u>	<u>13</u>
<u>5.4 Nuasjärvi 45.....</u>	<u>14</u>
<u>5.5 Rehjanselkä 135.....</u>	<u>14</u>
<u>6.Yhteenveto.....</u>	<u>15</u>
<u>7.Lähdeluettelo.....</u>	<u>16</u>

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 voidaan kuvata muun muassa vesimuodostuman rehevyyttä. Tämän lisäksi kasviplanktonyhteisön koostumuksen ja monimuotoisuuden perusteella voidaan arvioida vesistön mahdollista tilan muutosta (Stevenson & Smol 2015 viitteineen). Tässä tutkimuksessa määritettiin Terrafamen kaivosalueen Nuasjärven purkupuolen tarkkailuun liittyvät kasviplanktonnäytteet Ramboll Finland Oy:n toimeksiannosta. Kasviplanktonnäytteet otettiin kuukausittain kesä-elokuussa 2016 viideltä eri näytepaikalta. Tulosten perusteella arvioitiin järven ekologista tilaa.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Näytteet

Tutkimuksessa määritettiin kasviplanktonnäytteet kesä-, heinä- ja elokuulta 2016 Rehja-Nuasjärven viideltä eri näytepaikalta: Nuasjärvi 34, Nuasjärvi 35, Nuasjärvi 44, Nuasjärvi 45 ja Rehjanselkä 135 (taulukko 1). Kaikki näytteet otettiin kokoomanäytteinä 0-2 m syvyydeltä ja säilöttiin happamalla lugol-liuoksella. Näytteet toimitettiin 500–1000 ml ruskeissa lasipulloissa. Näytepullot säilytettiin jääkaapissa projektin määrittämisen alkuun saakka, jonka jälkeen näytteet säilytettiin huoneenlämmössä valolta suojattuna.

2.2. Mikroskoopi

Kasviplanktonnäytteiden määrittämisessä käytettiin käänteismikroskooppia (Leitz Diavert), joka täyttää eurooppalaisen standardin (SFS-EN 15204) mikroskoopille asettamat vaatimukset kasviplanktonnäytteiden määrittämisessä (taulukko 2). Määrittäykset tehtiin kirkaskentässä.

Taulukko 1. Tiedot kasviplanktonnäytteistä sekä tutkittu näytemäärä.

Näytepaikka	Kunta	Syke-koodi	Toimeksiantajan koodi	Zwerver -koodi	Näytteenotto- päivämäärä	Tutkittu näytemäärä (ml)	Koordinaatit (ETRSTM35FIN)	
							N	E
Nuasjärvi 34 (Nj34)	Sotkamo	16559	16VV2113	Tv1	6.6.2016	10	7114943	556137
Nuasjärvi 34 (Nj34)	Sotkamo	16560	16VV2362	Tv2	20.7.2016	10	7114943	556137
Nuasjärvi 34 (Nj34)	Sotkamo	16561	16VV3484	Tv3	18.8.2016	25	7114943	556137
Nuasjärvi 35 (Nj35)	Sotkamo	16562	16VV2114	Tv4	6.6.2016	10	7115889	552956
Nuasjärvi 35 (Nj35)	Sotkamo	16563	16VV2366	Tv5	20.7.2016	25	7115889	552956
Nuasjärvi 35 (Nj35)	Sotkamo	16564	16VV3488	Tv6	18.8.2016	25	7115889	552956
Nuasjärvi 44 (Rimpilänsalmi)	Sotkamo	16565	16VV2163	Tv7	7.6.2016	25	7117103	548426
Nuasjärvi 44 (Rimpilänsalmi)	Sotkamo	16566	16VV2372	Tv8	20.7.2016	25	7117103	548426
Nuasjärvi 44 (Rimpilänsalmi)	Sotkamo	16567	16VV3492	Tv9	18.8.2016	10	7117103	548426
Nuasjärvi 45 (Rehja itä)	Sotkamo	16568	16VV2159	Tv13	7.6.2016	10	7119603	544883
Nuasjärvi 45 (Rehja itä)	Sotkamo	16569	16VV2375	Tv14	20.7.2016	10	7119603	544883
Nuasjärvi 45 (Rehja itä)	Sotkamo	16570	16VV3496	Tv15	18.8.2016	10	7119603	544883
Rehjanselkä 135 (Reh135)	Kajaani	16571	16VV2160	Tv10	7.6.2016	25	7122120	542661
Rehjanselkä 135 (Reh135)	Kajaani	16572	16VV2379	Tv11	20.7.2016	10	7122120	542661
Rehjanselkä 135 (Reh135)	Kajaani	16573	16VV3500	Tv12	18.8.2016	10	7122120	542661

Taulukko 2. 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 apertuuri

2.3. Menetelmä

Kasviplanktonyhteisön koostumuksen laskentamenetelmä perustui Utermöhl (1958), eurooppalaisen standardin (EN 15204), pohjoismaisten suositusten (Blomqvist & Herlitz 1998, Orlík ym. 1998) sekä Suomen ympäristökeskuksen (Järvinen ym. 2011) kuvaamille menetelmille. Näytteet laskettiin käyttäen Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) laajaa kvantitatiivista menetelmää (Lepistö ym. 2006, Järvinen ym. 2011). Tarkempi kuvaus menetelmästä on esitelty kappaleessa 2.3.2 Määrittäminen ja laskenta.

2.3.1. Näytteen esikäsittely

Näytteet sekoitettiin tasaiseksi rauhallisesti kääntelemällä pulloja muutaman minuutin ajan, jonka jälkeen tutkittava näytemäärä kaadettiin Hydro-Bios-laskeutuskammioon (taulukko 1). Näytteen annettiin laskeutua häiriöttömässä paikassa aina näytemäärälle ohjeistetun ajan (Lepistö ym. 2006, Järvinen ym. 2011). Ennen tarkempaa määrittäystä varmistettiin näytteen tasainen jakauma laskeutuskammion pohjalla. Jos näyte oli epätasaisesti laskeutunut, laskeutettiin uusi näyte.

2.3.2. Määrittäminen ja laskenta

2.3.2.1. Laskenta

Näytteet laskettiin kolmella eri suurennuksella (taulukko 3). Laskenta aloitettiin suurimmalla suurennuksella (630x), jolla laskettiin ja määritettiin pienimmät lajit. Kaikkein pienimmät pikoplanktonlevät (<2 µm) määritettiin seitsemästä näkökentästä. Osa näistä soluista voi olla bakteereita, sillä niitä ei voi erottaa leväsoluista valomikroskoopilla. Tämä askel on ylimääräinen SYKE:n ohjeistukseen verrattuna. Seuraavaksi 630x-suurennuksella laskettiin vähintään 400 2-20 µm kokoluokan laskentayksikköä vähintään 50 näkökentältä. Tämän jälkeen laskettiin suuremmat (>20 µm) tai aiemmin havaitsemattomat taksonit 250x-suurennuksella vähintään 50 näkökentältä. 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 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 taksonia, joten osaa harvakseltaan esiintyvistä taksonista ei ole mainittu tulostuloksissa.

Taulukko 3. Laskentamenetelmässä käytetyt suurennuskohtaiset näkökenttien ja laskentayksiköiden vähimmäismäärät sekä laskentayksiköiden suuntaa-antava koko.

Suurennus	Laskenta- yksiköiden koko (µm)	Näkökenttien lukumäärä	Laskentayksiköiden lukumäärä
630x	< 2	7	-
630x	2-20	50	400
250x	> 20	50	-
100x	> 20	½ kyvettä	-

2.3.2.2. Laskennan tarkkuus

Kvantitatiivisen kasviplanktonlaskennan tulosten teoreettiset virhearvot määräytyvät laskettujen laskentayksikköjen lukumäärän funktiona (taulukko 4) (Järvinen ym. 2011). Mitä enemmän laskentayksikköjä lasketaan sitä luotettavampia tuloksista tulee.

2.3.2.3. Lajinmääritys

Lajimääritys pyrittiin tekemään lajitasolle. Määritykset suoritti Päivi Hakanen, mutta Satu Zwerver auttoi tarvittaessa lajimäärityksissä sekä tarkisti tulokset. Määrityksessä käytetty kirjallisuus löytyy liitteestä 1.

2.3.2.4. Biomassa

Kasviplanktonsolujen biomassat saadaan kertomalla laskentayksiköiden lukumäärä niiden tilavuudella (Järvinen ym. 2011). EnvPhyto-laskentaohjelma käyttää SYKE:n ylläpitämän makean veden kasviplanktonrekisterin lajilistaa ja laskee valmiiksi laskentayksiköiden tiheydet sekä biomassat.

2.3.2.5. 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.

Taulukko 4. Virhemarginaalin riippuvuus laskentayksikköjen lukumäärästä.

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

3. Tulokset

Kaikkien kasviplanktonnäytteiden tulokset on tallennettu SYKE:n kasviplanktonrekisteriin. Tämän raportin liitteenä on Excel-tiedosto (Terrafame 2016 Kasviplanktontulokset Ramboll - Zwerver.xlsx-tiedosto).

Seuraavassa arvioidaan näytepaikkojen tilaa kasviplanktontulosten pohjalta. Ekologisen tilan luokittelussa kasviplanktonlaatutekijä koostuu kasviplanktonin kokonaisbiomassasta, klorofylli-a-pitoisuudesta, haitallisten sinilevien prosenttiosuudesta kokonaisbiomassasta ja kasviplanktonin rehevyyssindeksistä (TPI). Saatujen tulosten keskiarvoja verrataan eri järviyypeille annettuihin raja-arvoihin (Aroviita ym. 2012). Lisäksi näytteistä tarkastellaan taksoneiden kokonaismäärää ja niiden määrää 60%:ssa biomassaa, lajiston koostumusta ja indikaatorilajeja, leväryhmien jakautumista, levien keskikokoa. Tutkimuksen kasviplanktonnäytteet otettiin Oulujoen vesistöalueeseen kuuluvasta Rehja-Nuasjärvestä, joka on järviyypiltään suuri humusjärvi.

3.1.Yhteenvetotaulukko

Taulukkoon 5 on kerätty näytteiden kasviplanktonmuuttujien tulokset. Lisäksi taulukkoon on haettu SYKE:n rekisteristä löytyneet a-klorofyllin tulokset. Raportin liitteenä oleva Excel-tiedosto sisältää sivut:

- 1) näytetiedot,
- 2) yhteenveto tuloksista,
- 3) lajilistat (biomassa, biomassa-%),
- 4) luokkalistat (biomassa, biomassa-%) sekä alkuperäiset
- 5) yhteenveto-,
- 6) laji- ja
- 7) luokkalistat

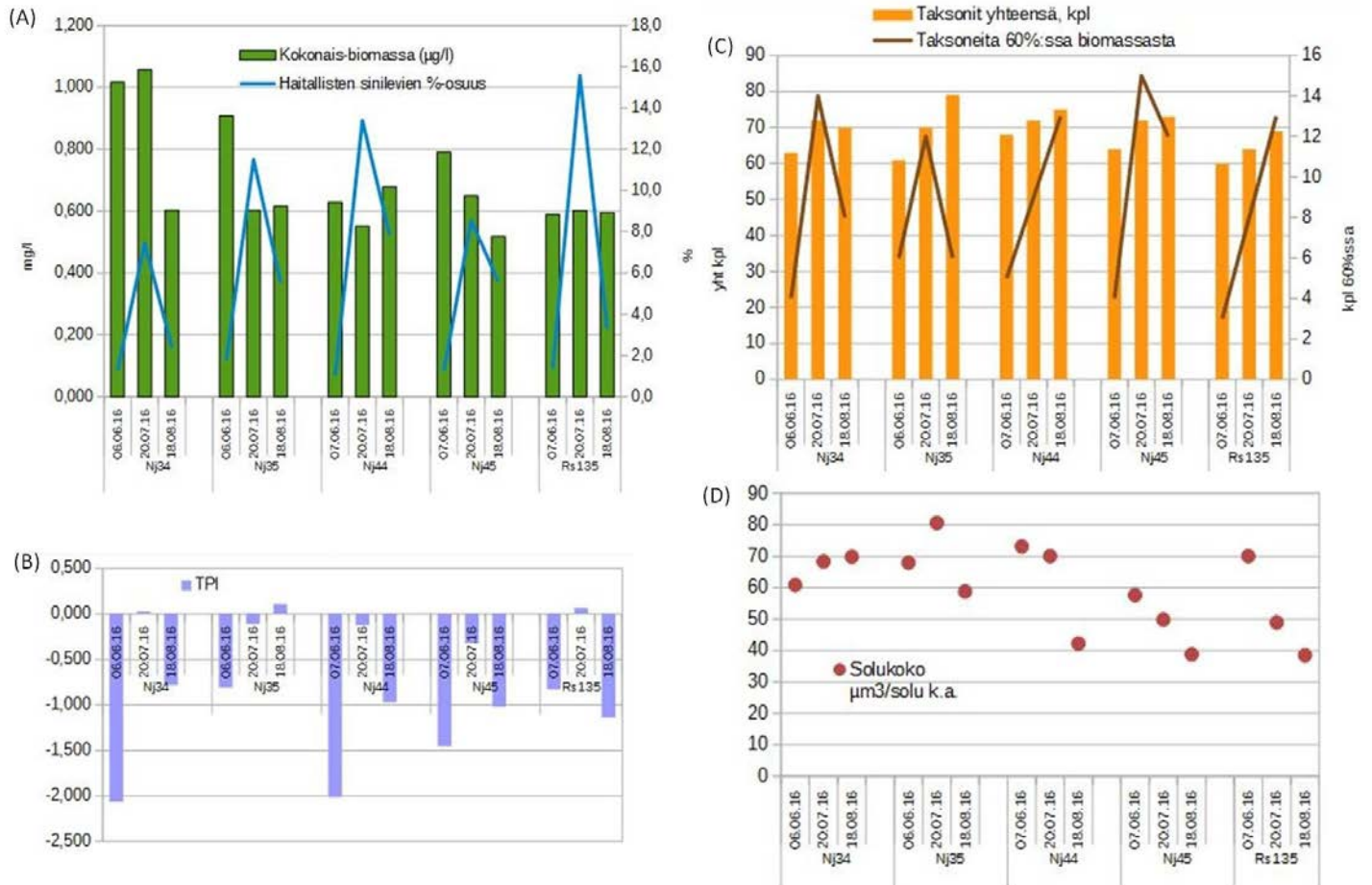
ympäristöhallinnon rekisteristä.

Taulukko 5. Yhteenveto näytekohtaisista tuloksista.

Nimi	Päivämäärä	SYKE-koodi	Kokonaisbiomassa (mg l ⁻¹)	Haitallisten sinilevien %-osuus	TPI	Taksoni lkm	Taksonit 60%:ssa	Yksikkökoko, keskiarvo (µm ³)	Klorofylli-a* (µg l ⁻¹)
Nuasjärvi 34	6.6.2016	16559	1,02	1,28	-2,06	63	4	61	
Nuasjärvi 34	20.7.2016	16560	1,06	7,44	0,02	72	14	68	10
Nuasjärvi 34	18.8.2016	16561	0,60	2,39	-0,78	70	8	70	
Nuasjärvi 35	6.6.2016	16562	0,91	1,78	-0,81	61	6	68	
Nuasjärvi 35	20.7.2016	16563	0,60	11,50	-0,11	70	12	81	8,7
Nuasjärvi 35	18.8.2016	16564	0,62	5,50	0,11	79	6	59	
Nuasjärvi 44	7.6.2016	16565	0,63	1,02	-2,01	68	5	73	
Nuasjärvi 44	20.7.2016	16566	0,55	13,40	-0,13	72	9	70	6,2
Nuasjärvi 44	18.8.2016	16567	0,68	7,84	-0,97	75	13	42	
Nuasjärvi 45	7.6.2016	16568	0,79	1,26	-1,45	64	4	58	2,8
Nuasjärvi 45	20.7.2016	16569	0,65	8,55	-0,32	72	15	50	5,9
Nuasjärvi 45	18.8.2016	16570	0,52	5,58	-1,02	73	12	39	
Rehjänselkä 135	7.6.2016	16571	0,59	1,36	-0,83	60	3	70	3
Rehjänselkä 135	20.7.2016	16572	0,60	15,57	0,07	64	8	49	5,4
Rehjänselkä 135	18.8.2016	16573	0,60	3,30	-1,14	69	13	39	

* Ei määritetty tässä tutkimuksessa vaan tiedot haettu SYKE:n rekisteristä

3.2. Kaaviot yhteenvedoista



Kuva 1. Yhteenvetokaaviot kokonaisbiomassan (mg/l) ja haitallisten sinilevien osuuden (%) (A), TPI-arvon (B), taksoneiden lukumäärän ja taksoneiden määrä 60 % biomassasta (C) sekä keskimääräisen solukoon (µm³) (D) tuloksista.

3.3. Kasviplanktonbiomassa

Biomassa kuvaa a-klorofyllin tapaan kokonaislevymäärää. Kasviplanktonin kokonaisbiomassaa käytetään yhtenä kasviplanktontekijänä ekologisessa luokittelussa (Aroviita ym. 2012). Näytteiden kasviplanktonin kokonaisbiomassat on saatu laajasta kvantitatiivisesta kasviplanktonlaskennasta. Kokonaisbiomassat vaihtelivat Rehja-Nuasjärven näytepisteillä 0,52-1,06 mg l⁻¹ välillä (kuva 1A) ollen varsin maltillisia.

Kokonaisbiomassaa on käytetty myös järvien rehevyyssuokittelussa (Heinonen 1980). Heinosen (1980) mukaan käytetyt luokat olivat karu (oligotrofinen, 0,21-0,50 mg l⁻¹), alkava rehevöityminen (0,51-1,00 mg l⁻¹), lievästi rehevä (mesotrofinen, 1,01-2,50 mg l⁻¹) ja rehevä (eutrofinen, 2,51-10,00 mg l⁻¹). Kaikkien Rehja-Nuasjärven näytepaikkojen kesän kokonaisbiomassan tulosten keskiarvot (0,6-0,9 mg l⁻¹) kuvaavat alkavan rehevöitymisen tilaa.

3.4. Sinilevät

Sinileviä seurataan tiukemmin niiden aiheuttamien kukinta- ja myrkyllisyshaittojen takia. Osa sinilevistä pystyy käyttämään hyväkseen molekulaarista typpeä ja ovat näin etulyöntiasemassa muihin leviin nähden, jos fosforia on tarpeeksi. Sinilevät eivät viihdy kovinkaan alhaisessa pH:ssa

Ekologisessa luokituksessa haitallisten sinilevien (Aroviita ym. 2012) osuus kokonaisbiomassasta huomioidaan vain heinä- ja elokuun näytteistä.

Nuasjärven näytepaikoilla sinilevien kokonaismäärä oli hyvin vähäinen, vaihdellen 0,01 ja 0,1 mg l⁻¹ välillä. Haitallisia sinileviä esiintyi niin ikään vähän ja suurin osa arvoista alitti hyvän ekologisen luokan rajan (<20 % haitallisia sinileviä) (kuva 1A). Erinomaisen tilan alle (<5 %) sijoittuivat elokuun näytteet näytepaikoilta Nuasjärvi 34 ja Rehjanselkä 135. Näytteissä esiintyneitä haitallisia sinileviä olivat koloniaalinen *Woronichinia naegeliiana* sekä rihmaisat *Aphanizomenon*, *Anabaena* ja *Planktothrix*-lajit. Monet haitalliset sinilevät ovat rehevyyden ilmentäjiä ja nostavat siten TPI-arvoa (Aroviita ym. 2012).

3.5.TPI

TPI on ruotsissa kehitetty planktonindeksi, joka reagoi lähinnä fosforin määrään (Willén 2007). Arvot vaihtelevat välillä -3 (karuin) ja +3 (rehevin). Ympäristöhallinnon rekisteri laskee rehevyyssindeksi TPI:n arvon automaattisesti näytteessä tavattujen indikaattorilajien esiintymisen perusteella. TPI:n mukaan näytepaikat Nuasjärvi 34, 35, 45 ja Rehjanselkä 135 osoittavat hyvää ekologista tilaa: indeksin kesän keskiarvot vaihtelivat välillä -0,94 – -0,27 (kuva 1B). Näytepisteen Nuasjärvi 44 indeksin keskiarvo -1,04, joka alitti juuri ja juuri erinomaisen ekologisen tilan rajan (indeksin arvo <-1,0).

3.6. Taksonit

Taksonien määrä tässä tarkoittaa laskennassa erotettuja taksonomisia yksikköjä, ollen käytännössä melkein sama kuin lajimäärä. Taksonien määrä kuvastaa karkeasti otettuna kasviplankton yhteisön stabiilisuutta: mitä enemmän lajeja, sitä stabiilimpi yhteisö. Todella karuissa ja toisaalta todella rehevissä vesissä taksonien määrä on pieni. Samoin stressitilanteessa saattaa taksonimäärä pudota. Kaikissa näytteissä taksonien kokonaismäärä oli suhteellisen tasainen (60-75) ja keskitasoa isoille järville (Willén 2003). Taksonien määrä kasvoi muissa paitsi NJ34:ssä loppukesää kohti (taulukko 5, kuva 1C).

Taksonilukumäärä, joka muodostaa 60 % kasviplanktonin kokonaisbiomassasta ja joka antaa kuvan lajiston diversiteetistä, oli yleisesti alhaisempi kesäkuun näytteissä, joissa piilevät esiintyivät hyvin runsaina (taulukko 5). Heinä- ja elokuussa yhteisörakenne oli tasaisempi ja taksonien tarvittiin selvästi enemmän (12-14) 60 %:iin biomassasta (taulukko 5).

3.7. Solukoko

Laskentayksikköjen koko on suorassa yhteydessä levien sopivuudelle eläinplanktonin ravinnoksi. Liian suuren levät eivät kelpaa eläinplanktonille. Laskentayksikköiden koko näytteissä vaihteli välillä 39-73 µm (taulukko 5) ollen melko pieniä- keksikokoja. Muilla näytepaikoilla paitsi Nuasjärvi 34 keskimääräinen solukoko pieneni loppukesää kohden (kuva 1D). Tämä oli merkille pantavaa, sillä samanaikaisesti planktoniyhteisön

valtalajina oli suurikokoinen limalevä. Solukoon pienentyminen tarkoittaa tässä tilanteessa siis, että mukana on todella paljon pieniä soluja.

3.8. Leväryhmät

Eri leväryhmillä on usein samankaltaiset elintavat johtuen niiden samankaltaisesta rakenteesta (uimisen mahdollistavat siimat, mikсотроfia, piin tarve jne.) ja näin ollen ryhmien perusteella voi karkeasti kertoa mm. veden rehevyydestä, joidenkin hivenaineiden (kuten pii) määrästä tai pH:n arvosta sekä virtauksesta. Suurikokoiset piilevät tarvitsevat paitsi piitä, myös virtausta pysyäkseen vesimassassa. Viherleviin kuuluvista koristelevistä useat viihtyvät vedessä, jossa ei ole paljon metalleja. Kultalevät ovat usein karumpien vesien kasvatteja, ne kun pystyvät mikсотроfian avulla selviytymään myös vähempiravinteisessa vedessä. Silmäleviä taas tavataan usein paikoissa, joissa on paljon orgaanista ainesta.

Yhteisinä piirteinä eri näytepaikkojen välillä oli muun muassa piilevien suuri määrä, etenkin kesäkuun näytteissä, *Gonyostomum semen* -limalevän lisääntyminen heinä- ja elokuun näytteissä sekä nielulevien kohtalainen esiintyminen kaikissa näytteissä.

Kaikilla näytepaikoilla haitallisten sinilevien osuus oli korkeimmillaan heinäkuun näytteissä ja laski selvästi elokuun näytteissä. Vastaavasti piilevien osuus kasvoi elokuussa näytepaikoilla Nuasjärvi 34, 35 ja 45. Kasvukauden sääolot vaikuttavat kasviplanktonyhteisöön (Lepistö ym. 2003) ja voivat osaltaan selittää tuloksia: piilevät hyötyvät tuulisista oloista, kun taas sinilevät ja limalevä hyötyvät lämpimästä vedestä, vesipatsaan kerrostuneisuudesta ja tynnestä säästä. SYKE:n valtakunnallisen leväkatsauksen mukaan sateet, tuulet ja kolea sää lopettivat sinileväkukinnat elokuun 2016 puolivälissä ja sisävesillä sinilevää oli poikkeuksellisen vähän (SYKE: Valtakunnallinen leväkatsaus 18.8.2016).

Kasviplanktonyhteisöjen koostuminen eri leväryhmistä on esitetty taulukoissa 6 ja 7 sekä kuvassa 2.

3.9. Lajisto

Näytteiden kasviplanktonyhteisöt näyttivät normaaleilta ja humusjärville tyypillisiltä.

Kaikissa näytteissä piilevät esiintyivät runsaina (23–71 % biomassasta). Nielulevät olivat myös runsaslukuisia (8–22 %).

Pii- ja nielulevät ovatkin hyvin tyypillisiä leväryhmiä humusjärvissä (Lepistö ym. 2003, Lepistö & Rosenström 1998). Kesäkuussa kaikkien näytepaikkojen valtalaji biomassan perusteella oli pitkulainen, hyvin ohut piilevä ***Rhizosolenia longiseta***. Tämä piilevä esiintyy yleisesti eri järvityypeissä, on tavallinen myös suurissa ja keskisuurissa humusjärvissä (Lepistö ym. 2003, Lepistö & Rosenström 1998). Laji kuvataan useimmiten hieman rehevämmässä vedessä viihtyväksi (Brettum 1989, Lepistö 1990, Lepistö ym. 2003, Yung ym. 1988). Se ei kuitenkaan usein esiinny näin runsaana (40–50% biomassasta, n. 200 solua ml⁻¹) kuin näissä näytteissä (Lepistö ym. 2003). Kyseessä oli varsin lyhytaikainen, mutta voimakas yhteisön dominointi. Yungin ym (1988) mukaan se kuitenkin saattaa muodostaa 70% biomassasta kukintojen aikana.

Lähes kaikissa näytteissä oli myös kappalemääräisesti hyvin merkittäviä määriä (100 – 400 kpl ml⁻¹) pienempiä *Rhizosolenia*-lajeja, jotka pienen kokonsa takia eivät olleet niin merkittäviä biomassan muodostuksessa. Stoermer & Julius (2003) luonnehtivat koko *Rhizosolenia*-sukua tyypillisenä ekologisen muutoksen kourissa oleville vesille.

Suvun edustajat eivät muodosta haitallisia pitkiä ketjuja eivätkä tietävästi aiheuta minkäänlaista fyysistä tai toksikologista haittaa.

Toinen näytteissä usein esiintyvä piilevälaji oli *Aulacoseira islandica*, joka Gibsonin ym. (2003) mukaan viihtyy jonkin verran rehevöityneissä vesissä kun taas Houkin (2003) mukaan laji viihtyy lähinnä oligo- ja mesotrofisissa vesissä. *A. islandica* pärjää hyvin erityisesti vain muutaman asteen lämpötiloissa (Weyhenmeyer ym. 2008). Laji tulee usein *A. subarctica*n tilalle, kun fosforipitoisuudet kasvavat (Gibson ym. 2003). K

Heinä- ja elokuun näytteissä *Gonyostomum semen* -limalevä oli valtalajina melkein kaikissa näytteissä. Poikkeuksen muodosti Rehjanselän heinäkuun näyte, jossa piilevä *Asterionella formosa* oli valtalajina. Limalevää esiintyi kuitenkin kohtuudella heinä- ja elokuun näytteissä (6–22 % biomassasta). Limalevä on tyypillinen laji humusjärvissä (Lepistö ym. 1994). Sen esiintymistä suosivat pintaveden

lämpeneminen ja sen seurauksena vesipatsaan kerrostuneisuuden lisääntyminen ja kasvukauden piteneminen (Rengefors ym. 2012).

Tämän lisäksi paikallisesti limalevän esiintymiselle tärkeät tekijät ovat veden väri ja pH (Trigal ym. 2013). Limalevä saattaa runsaana esiintyessään olla haitallinen uimareille

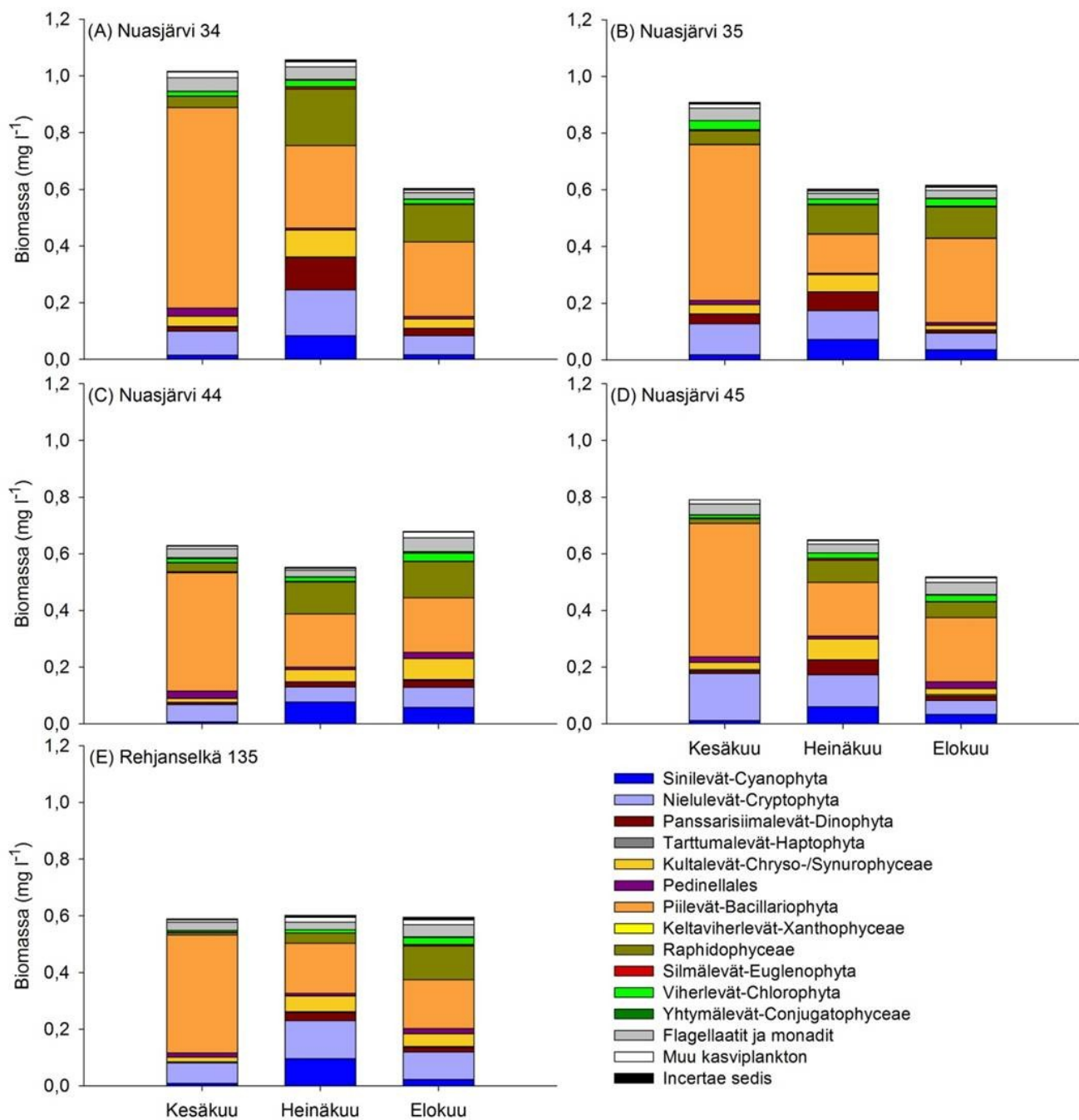
aiheuttaen kutinaa, varsinaisesti myrkyllinen laji ei ole.

Taulukko 6. Leväryhmien biomassa-arvot (mg l⁻¹) eri näytteissä. Suurimpia biomassa-arvoja on korostettu tumman ja vaalean harmaalla.

	Päivämäärä	Sinilevät-Cyanophyta	Nielulevät-Cryptophyta	Panssariisilevät-Dinophyta	Tarttumalevät-Haptophyta	Kultalevät-Chryso-/Synurophyceae	Pedinellales	Pilevät-Bacillariophyta	Keltaviherlevät-Xanthophyceae	Raphidophyceae	Silmälevät-Euglenophyta	Vihreät-Chlorophyta	Yhtymälevät-Conjugatophyceae	Flagellaatit ja monadit	Muut	Incertae sedis
Nuasjärvi 34	6.6.2016	0,015	0,085	0,015	0,002	0,036	0,029	0,708	0,000	0,040	0,001	0,016	0,001	0,047	0,021	0,002
	20.7.2016	0,084	0,161	0,114	0,002	0,095	0,007	0,291	0,000	0,200	0,008	0,022	0,004	0,044	0,017	0,007
	18.8.2016	0,016	0,067	0,026	0,001	0,032	0,009	0,263	0,000	0,131	0,003	0,015	0,002	0,022	0,010	0,005
Nuasjärvi 35	6.6.2016	0,018	0,109	0,034	0,002	0,033	0,014	0,550	0,001	0,048	0,005	0,031	0,000	0,044	0,016	0,005
	20.7.2016	0,072	0,102	0,066	0,001	0,061	0,005	0,138	0,000	0,104	0,002	0,018	0,000	0,020	0,008	0,007
	18.8.2016	0,036	0,059	0,010	0,002	0,016	0,009	0,297	0,000	0,110	0,003	0,026	0,003	0,027	0,012	0,007
Nuasjärvi 44	7.6.2016	0,008	0,060	0,007	0,002	0,014	0,025	0,418	0,003	0,032	0,001	0,014	0,003	0,032	0,009	0,002
	20.7.2016	0,077	0,053	0,016	0,001	0,043	0,009	0,187	0,000	0,113	0,002	0,015	0,001	0,024	0,007	0,003
	18.8.2016	0,058	0,071	0,024	0,003	0,074	0,021	0,194	0,000	0,127	0,001	0,029	0,005	0,049	0,020	0,003
Nuasjärvi 45	7.6.2016	0,012	0,166	0,009	0,005	0,026	0,020	0,470	0,000	0,018	0,002	0,010	0,001	0,038	0,015	0,000
	20.7.2016	0,060	0,114	0,051	0,002	0,072	0,011	0,190	0,000	0,077	0,007	0,019	0,000	0,031	0,013	0,003
	18.8.2016	0,033	0,050	0,014	0,006	0,022	0,023	0,227	0,000	0,056	0,002	0,022	0,002	0,043	0,016	0,003
Rehjänselkä 135	7.6.2016	0,009	0,072	0,002	0,002	0,017	0,015	0,415	0,000	0,008	0,002	0,006	0,000	0,029	0,008	0,003
	20.7.2016	0,096	0,134	0,028	0,003	0,055	0,009	0,177	0,000	0,037	0,000	0,010	0,000	0,027	0,017	0,008
	18.8.2016	0,023	0,096	0,017	0,003	0,046	0,017	0,173	0,000	0,118	0,006	0,025	0,003	0,043	0,017	0,010

Taulukko 7. Leväryhmien osuudet (%) kokonaisbiomassasta eri näytteissä. Suurimpia arvoja on korostettu tumman ja vaalean harmaalla.

	Päivämäärä	Sinilevät-Cyanophyta	Nielulevät-Cryptophyta	Panssariisilevät-Dinophyta	Tarttumalevät-Haptophyta	Kultalevät-Chryso-/Synurophyceae	Pedinellales	Pilevät-Bacillariophyta	Keltaviherlevät-Xanthophyceae	Raphidophyceae	Silmälevät-Euglenophyta	Vihreät-Chlorophyta	Yhtymälevät-Conjugatophyceae	Flagellaatit ja monadit	Muut	Incertae sedis
Nuasjärvi 34	6.6.2016	1,48	8,34	1,45	0,23	3,51	2,83	69,68	0,00	3,91	0,07	1,55	0,08	4,66	2,08	0,15
	20.7.2016	7,97	15,26	10,78	0,19	8,96	0,70	27,53	0,00	18,89	0,79	2,11	0,33	4,20	1,64	0,66
	18.8.2016	2,73	11,15	4,27	0,16	5,33	1,45	43,73	0,04	21,82	0,46	2,49	0,27	3,67	1,59	0,84
Nuasjärvi 35	6.6.2016	1,93	12,02	3,74	0,22	3,58	1,57	60,51	0,06	5,29	0,54	3,38	0,03	4,83	1,72	0,58
	20.7.2016	11,88	16,86	10,89	0,18	10,04	0,83	22,85	0,07	17,19	0,30	3,03	0,05	3,36	1,33	1,12
	18.8.2016	5,80	9,56	1,55	0,26	2,64	1,53	48,28	0,04	17,82	0,51	4,29	0,43	4,33	1,88	1,09
Nuasjärvi 44	7.6.2016	1,21	9,60	1,07	0,24	2,16	4,04	66,45	0,53	5,14	0,14	2,16	0,44	5,07	1,49	0,27
	20.7.2016	13,96	9,67	2,97	0,20	7,83	1,60	33,90	0,00	20,54	0,32	2,67	0,23	4,42	1,24	0,46
	18.8.2016	8,51	10,47	3,55	0,44	10,96	3,10	28,58	0,00	18,74	0,11	4,28	0,74	7,19	2,95	0,39
Nuasjärvi 45	7.6.2016	1,46	20,95	1,15	0,63	3,25	2,48	59,45	0,00	2,22	0,20	1,32	0,18	4,85	1,86	0,00
	20.7.2016	9,22	17,51	7,85	0,28	11,16	1,74	29,20	0,00	11,84	1,14	2,87	0,06	4,70	1,97	0,46
	18.8.2016	6,35	9,60	2,76	1,15	4,23	4,45	43,84	0,00	10,72	0,31	4,30	0,32	8,38	3,02	0,58
Rehjänselkä 135	7.6.2016	1,47	12,27	0,35	0,28	2,93	2,51	70,57	0,00	1,32	0,41	1,05	0,03	5,01	1,35	0,43
	20.7.2016	16,01	22,25	4,64	0,50	9,16	1,56	29,40	0,00	6,12	0,00	1,73	0,08	4,46	2,78	1,31
	18.8.2016	3,79	16,20	2,80	0,44	7,76	2,92	29,06	0,00	19,80	1,00	4,18	0,42	7,14	2,87	1,63



Kuva 2. Kasviplanktonyhteisöjen koostumus eri näytepaikkojen kesä-elokuun näytteissä.

3.10. Valokuvat

Kaikista kasviplanktonnäytteistä on otettu valokuvat 25 ml:n laskeutetusta näytteestä 10x-kertaisella suurennuksella (liite 2). Kuvat antavat käsityksen näytteiden yleisilmeestä.

4. Ekologinen luokitus

Ekologisen tilan luokittelu tehdään kasviplanktonin muuttujien kesän keskiarvojen perusteella (Aroviita ym. 2012). Kokonaisbiomassan ja TPI-indeksin keskiarvo otetaan kesä-elokuun näytteistä ja haitallisten sinilevien %-osuuden keskiarvo lasketaan heinä-elokuun näytteistä. Ekologisen tilan luokan määrää muuttuja, joka antaa alhaisimman tuloksen (Aroviita ym. 2012).

Biomassan lisäksi a-klorofylliä käytetään kasviplanktonmuuttujana, joka kuvaa levien kokonaismäärää vedessä (Aroviita ym. 2012). Kasviplanktonrekisteristä löytyi vain yksittäisiä a-klorofyllituloksia Rehja-Nuasjärven näytepaikoille kesältä 2016 (taulukko 5). Ekologisen tilan luokittelussa käytetään klorofylli-a:sta kesä-syyskuun näytteiden keskiarvoa (Aroviita ym. 2012). Vähäisten tulosten takia a-klorofyllia ei ole käsitelty enempää tässä raportissa. Kasviplanktonin lisäksi järven lopullisessa luokittelussa täytyy huomioida myös muun muassa vesikasvit, pohjaeläimet ja kalat.

Kaikkien näytepaikkojen kasviplanktonmuuttujien tulosten perusteella Rehja-Nuasjärvi on hyvässä ekologisessa tilassa (taulukko 8).

Tässä ekologista luokitusta on käytetty edelleen mahdollisten erojen esiin tuomiseen eri näytepaikkojen välillä. Normaalisti yhdelle järvelle annetaan vai yksi ekologinen luokitus.

5. Näytepaikkakohtaiset lausunnot

Kaikki näytteet olivat suhteellisen samanlaisia: pienikokoinen epäorgaaninen aines aiheutti suttuisen yleisilmeen.

5.1 Nuasjärvi 34

Nuasjärvi 34:n kesä- ja heinäkuun näytteissä tavattiin koko sarja korkeimmat biomassat: 1,02 ja 1,06 mg l⁻¹. Kuitenkin näytepaikan elokuun kokonaisbiomassa on huomattavasti alempi (0,89 mg l⁻¹). Suurten humusjärvien hyvän ja tyydyttävän (Hy/T) tilan välinen raja-arvon on 0,9 mg l⁻¹. Viime vuoteen verrattuna biomassan määrän lasku oli erittäin huomattava, kesäkuussa 2015 biomassa oli peräti 1,4 ja elokuussakin lähes 1 mg l⁻¹.

Haitallisten sinilevien osuus kokonaisbiomassasta vaihteli 1,3-7,4 % välillä ja heinä-elokuun keskiarvo 4,9 % osoitti juuri ja juuri erinomaista tilaa (< 5 %). Kasviplanktonin TPI-indeksin arvot (-2,06–0,02) vaihtelivat erinomaisen (< -1) ja hyvän (< 0,2) tilan välillä.

Taksonien määrä vaihteli 60-70 välillä, 60% biomassaa tavattiin 4-14 taksonia. Solukoko oli koko ajan melko sama, keskinkertainen (60-70 µm³).

Nuasjärvi 34:n kesäkuun näytteessä piilevät muodostivat valtaosan (70 %) kokonaisbiomassasta. Biomassaltaan runsaimmat lajit olivat piilevät *Rhizosolenia longiseta* (34 %) ja rihmamainen *Aulacoseira islandica* (17 %). Nämä ilmentävät muutosta ja alkavaa rehevöitymistä (Stoermer & Julius 2003). Kesäkuussa 60 % biomassasta tarvittiin

Taulukko 8. Kokonaisbiomassan (mg l⁻¹), TPI-indeksin ja haitallisten sinilevien osuuden (%) keskiarvot eri näytepaikoilla. Biomassan ja TPI:n keskiarvo on kesä-elokuulta ja sinilevien heinä-elokuulta.

Näytepaikka	Kokonaisbiomassa (mg l ⁻¹)	Haitallisten sinilevien %- osuus	TPI	
Nuasjärvi 34	0,892	4,9	-0,94	Erinomainen
Nuasjärvi 35	0,709	8,5	-0,27	Hyvä
Nuasjärvi 44	0,620	10,6	-1,04	Tyydyttävä
Nuasjärvi 45	0,653	7,1	-0,93	Välttävä
Rehjanselkä 135	0,595	9,4	-0,63	Huono

vain 4 taksonia, kun *R. longiseta* ja *A. islandica* vastasivat suurimmasta osasta biomassaa. Vähäinen lajimäärä kuvastaa myös stressitilaa. Viime vuiden vastaava luku oli 8. Seuraavaksi runsain ryhmä oli nielulevät (8 %). Lukumäärältään eniten esiintyi pientä nielulevää *Rhodomonas lacustris* var. *nannoplanctica* (356 solua ml⁻¹).

Heinäkuun näytteessä biomassaltaan runsaimmat ryhmät olivat piilevät (28 %), Raphidophyceae eli lähinnä limalevä (19 %) ja nielulevät (15 %). Biomassaltaan runsaimpana esiintyi *Gonyostomum semen* -limalevä (18 %), mutta *R. lacustris* var. *nannoplanctica* -nielulevää oli solulukumäärältään eniten (553 solua ml⁻¹). Elokuussa kasviplanktonyhteisö oli hyvin heinäkuun kaltainen: suurimmat leväryhmät olivat piilevät (44 %), Raphidophyceae (22 %) ja nielulevät (11 %). *G. semen* oli edelleen biomassaltaan valtalaji (21,7 %) ja *R. lacustris* var. *nannoplanctica* solutiheydeltään (305 solua ml⁻¹).

Nuasjärvi 34:n ekologiseksi luokaksi tuli biomassan ja TPI:n hyvä ja sinilevien osalta erinomainen. Näytepaikalla tuntuu olevan muutos meneillään: biomassa on pudonnut rajusti, lajisto on yksipuolistunut ja limalevän määrä on loppukesän näytteissä suhteellisesti suurempi kuin viime vuonna.

5.2 Nuasjärvi 35

Nuasjärvi 35 -näytepisteellä kesäkuun biomassa (0,91 mg l⁻¹) oli korkein, heinä- ja elokuun kokonaisbiomassat ovat alempia, jopa aivan erinomaisen tilan rajalla. Näytteiden biomassatulosten keskiarvo 0,71 mg l⁻¹. Haitallisten sinilevien osuus vaihteli 1,8-11,5 % välillä, TPI-arvot -0,81–0,11.

Taksoneiden kokonaismäärä vaihteli välillä 61–79 ja oli alhaisin kesäkuussa piilevien dominoidessa yhteisöä. Silloin vain 4 taksonia muodosti 60 % biomassasta. Elokuussa sekä näytepaikalla Nuasjärvi 34 että 35 taksonimäärä, joka muodostaa 60 % biomassasta, laski huomattavasti heinäkuun arvosta. Näissä näytteissä esiintyi valtalajin *G. semen* -limalevän lisäksi paljon biomassaltaan isoja rihmamaisia *Aulacoseira*-piileviä. Solukuossa oli suuri hyppäys heinäkuussa

(kuva1 D), johtuen limalevän määrän kasvusta sekä panssarisiimalevistä.

Kesäkuun kasviplanktonyhteisöä dominoivat piilevät muodostaen 61 % kokonaisbiomassasta. Seuraavaksi runsain ryhmä oli nielulevät (12 %). Piilevä *R. longiseta* oli biomassaltaan selvä valtalaji (38 %) täälläkin. Lukumäärältään eniten esiintyi Pedinellales-lahkon *Pseudopedinella tricostata* -lajia (218 solu ml⁻¹). *Pseudopedinella*-lajit ovat tavallisia humusjärvisissä ja ne ovat niukkaravinteisuuden ilmentäjiä (Aroviita ym. 2012, Lepistö & Rosenström 1998).

Heinäkuussa lajisto oli hyvin tasaisesti jakautunut eri ryhmiin. Piilevien määrä oli vähentynyt ja *G. semen* -limalevän osuus kasvoi. Piilevät muodostivat nyt 23 % biomassasta. Muita ryhmiä olivat Raphidophyceae (17 %), nielulevät (17 %) ja sinilevät (11 %). Elokuussa piilevät runsastuivat uudelleen (48 % biomassasta), lähinnä *Aulacoseira ambigua* ja *A. subarctica*, molemmat hiukan rehevöityneen veden lajeja. (Poster ym. 2012) ja vastaavasti sini-, nielu-, panssarisiima- ja kultalevien määrät vähenivät. Sekä heinä- että elokuussa limalevä oli biomassaltaan runsain laji ja solulukumäärältään eniten esiintyi *R. lacustris* var. *nannoplanctica* -nielulevää. *R. lacustris* esiintyy yleisesti humusjärvisissä samoin kuin muut Cryptomonadales-lahkon nielulevät, joita myös Rehja-Nuasjärven näytteissä esiintyi runsaasti. *R. lacustris* var. *nannoplanctica* on myös hyvää ruokaa eläinplanktonille.

Nuasjärvi 35:n ekologiseksi luokaksi tuli kaikilta muuttujilta hyvä. Täälläkin oli biomassa laskenut merkittävästi viime vuoteen verrattuna, täällä etenkin elokuun osalta. Haitallisten sinilevien määrä oli kasvanut viime vuoteen verrattuna.

5.3 Nuasjärvi 44

Näytepaikalla Nuasjärvi 44 kesä-elokuun biomassoissa oli vähemmän vaihtelua (0,55-0,68 mg l⁻¹) kuin edellisissä näytepisteissä. Kesän keskiarvo 0,62 mg l⁻¹ aivan erinomaisen tilan raja-arvon (0,6 mg l⁻¹) liepeillä. Haitallisten sinilevien osuus vaihteli 1-13 % välillä. TPI:n keskiarvo (-1,04) oli näytepaikoista alhaisin ja osoitti juuri ja juuri erinomaista tilaa.

Taksoneiden kokonaismäärä oli hyvin tasainen (68-72), mutta lajiston diversiteetti kasvoi suuresti kesäkuusta elokuuhun, joka näkyi taksonien määrän nousussa 60%:saa biomassaa: 5 → 13. Solukoko putosi rajusti elokuussa ollen silloin vain 42 μm^3 .

Kesäkuun kasviplanktonyhteisössä piilevät esiintyivät kaikista runsaimpana ja ne muodostivat 66 % kokonaisbiomassasta (kuva 3C). Valtalaji *R. longiseta* muodosti jopa 46 % biomassasta. Heinäkuussa piilevien (34 %) määrä väheni ja muun muassa *G. semen*-limalevä (Raphidophyceae) (21 %) ja sinilevät (14 %) lisääntyivät. Elokuussa kasviplanktonyhteisön koostumus pysyi hyvin heinäkuun kaltaisena. Kuten edellä mainituilla näytepaikoilla, limalevä oli biomassaltaan runsain laji ja solutiheydeltään eniten esiintyi nielulevää *R. lacustris* var. *nannoplanctica* heinä- ja elokuun näytteissä.

Nuasjärvi 44:n ekologiseksi luokitukseksi tuli biomassan ja haitallisten sinilevien osalta hyvä, TPI oli juuri ja juuri erinomaisessa luokassa. Lajistossa on muuttunut edelliseen vuoteen verrattuna, mikä näkyy esim. TPI-arvon pienenemisenä.

5.4 Nuasjärvi 45

Nuasjärvi 45 kasviplanktonin biomassaa laski tasaisesti kesäkuusta elokuuhun (0,8 → 0,5 mg l^{-1}). Kokonaisbiomassatulosten keskiarvo 0,65 mg l^{-1} tarkoittaa hyvää ekologista tilaa. Haitallisten sinilevien osuus oli melko alhainen; 1,3-8,6 %. TPI-indeksi keskiarvo (-0,93) edusti hyvää ekologista tilaa. Taksoneiden määrä oli tasainen (64-73), diversiteetti kasvoi heinä-elokuussa suuresti. Samoin kuin edellisessä paikassa pieneni solukoko elokuun päästäessä roimasti.

Piilevät muodostivat 59 % kesäkuun alun kasviplanktonyhteisön kokonaisbiomassasta ja nielulevät 21 % näytestä Nuasjärvi 45 (kuva 3D). Biomassaltaan eniten oli *R. longiseta*-piilevää (36 %). Solulukumäärältään runsain laji oli nielulevä *R. lacustris* var. *nannoplanctica* (261 solua ml^{-1}). Sekä pii- että nielulevien määrä aleni heinäkuun näytteessä, kun taas limalevän (Raphidophyceae), sini-, panssarisiima- ja kultalevien osuudet kasvoivat.

Elokuun yhteisössä piilevien osuus lisääntyi ja nielulevien määrä edelleen vähentyi. Limalevä *G. semen* oli biomassaltaan runsain yksittäinen laji (11 %). Solulukumäärältään runsaina esiintyivät pienet siimalliset levät kuten *Chrysochromulina parva* (tarttumalevä) (273 solua ml^{-1}), *Pedinomonas*-laji (vihreä) (237 solua ml^{-1}), *R. lacustris* var. *nannoplanctica* (225 solua ml^{-1}). *Chrysochromulina*-suvun lajit edustavat vähäravinteisuutta (Aroviita ym. 2012). Runsas useiden pienten flagellaattien esiintyminen selittää myös keskimääräisen solukoon pienenemistä.

*Nuasjärvi 45 sai kaikkien muuttujien osalta hyvän luokituksen. Viime vuonna näytteitä oli vain yksi, joten vertailu ei ole mielekästä. Näytepaikka muistutti paljon edellisiä: kesäkuussa runsaasti muutosta indikoivaa *Rhizosoleniaa*, elokuussa paljon pienikokoisia leviä.*

5.5 Rehjanselkä 135

Rehjanselällä kokonaisbiomassat vaihtelivat vain hyvin vähän, 0,59-0,60 mg l^{-1} ja näin ekologiseksi luokitukseksi tuli rimaa hipoen erinomainen (raja 0,60 mg l^{-1}). Haitallisten sinilevien osuus vaihteli 1,4-15,6 %, keskiarvo hyvässä luokassa. Heinäkuun 15,6 % oli kaikkien näytepaikkojen korkein haitallisten sinilevien osuus. TPI:n keskiarvo (-0,63) edusti hyvää ekologista tilaa.

Taksonien määrä oli kuten muissakin paikoissa, melko tasainen (60-69). Taksonien määrä 60%:ssa biomassassa nousi rajusti kesäkuun kolmesta elokuun kolmeentoista eli diversiteetti kasvoi. Solukoko putosi rajusti kesäkuun 70:stä elokuun 39:än. Tämä kuvaa lajiston suurta muutosta.

Kesäkuun näytteessä 3 lajia muodostivat 60 % biomassasta: *R. longiseta* (44%) lisäksi näytteessä valtalajeina olivat isokokoinen *Aulacoseira islandica* -piilevä (11%) ja isot nielulevät (Cryptomonadales).

Rehjanselän kesäkuun kasviplanktonyhteisö oli todella piilevävaltainen, sillä piilevät tuottivat 71 % kokonaisbiomassasta.

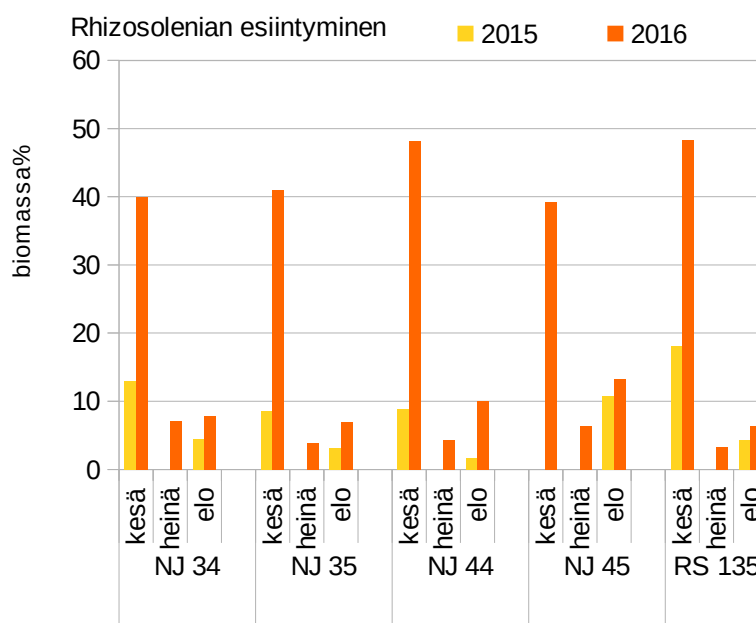
Heinäkuun näytteessä piilevien osuus oli vähentynyt ja nielu- ja sinilevät olivat

lisääntyneet. Biomassaltaan runsaimpana esiintyi piilevä *Asterionella formosa* (17 %). Sinileviä oli runsaasti. Eniten oli kolonioita muodostavaa *Woronichinia naeglianaa* (11%), joka lasketaan haitallisiin leviin kuuluvaksi. Elokuun yhteisössä piilevien osuus pysyi heinäkuun tasolla (29 %). Rehjanselällä limalevä runsastui vasta elokuussa ja oli silloin biomassaltaan runsain laji (19,6 %). Nielulevä *R. lacustris* var. *nannoplanctica* esiintyi lukumäärältään runsaimpana sekä heinä- (451 solua ml⁻¹) että elokuussa (319 solua ml⁻¹).

Rehjanselän ekologinen luokitus oli hyvä, biomassa oli niin vähän erinomaisen puolella, että se on parempi laskea hyväksi sekin. Täälläkin oli runsaasti muutosta indikoivaa Rhizosoleniaa. Merkittävää oli sinilevien määrän kasvu heinäkuussa.

6. Yhteenveto

Näytepaikkojen kokonaisbiomassat vaihtelivat 0,52–1,06 mg l⁻¹ välillä vuonna 2016. Kasviplanktonlajit olivat humusjärvelle tyypillisiä ja leväsolut hyväkuntoisia. Rehja-Nuasjärvi on ekologiselta luokitukseltaan hyvässä tilassa näytepaikkojen kasviplanktonmuuttujien tulosten perusteella. Lajiston koostumus kuitenkin paljastaa, että menossa saattaa ekologinen muutos. Tähän viittaa rehevyyttä ja muutosta indikoiva *Rhizosolenia* – piilevän (Brettum 1989, Lepistö 1990, Lepistö ym. 2003, Yung ym. 1988, Stoermer & Julius 2003) suuri määrä kaikissa kesäkuun näytteissä, mutta myös biomassojen pieneneminen etenkin Nuasjärvi 34 kohdalla kesäkuussa, sinilevien määrän hienoinen kasvu ja TPI-arvojen suuret muutokset. Ero *Rhizosolenian* biomassoissa oli huomattava edelliseen vuoteen verrattuna, kuten kuvasta 3 näkyy. Kyseessä voi olla hyvin lyhytaikainen tiheyden kasvu, jolloin sen mahdollinen, samanlainen piikki olisi voinut jäädä huomaamatta 2015. *Rhizosolenia*-leväsuvun massaesiintymisen havaitusta yhteydestä kaivostoiminnan kuormittamiin vesiin (Austin & Munteanu 1984, Deniseger ym. 1986 ja 1990, Yung ym. 1988) johtuen suvun edustajien esiintymistä vedessä kannattaa kuitenkin seurata.



Kuva 3. *Rhizosolenia*-piileväsuvun lajien biomassa-prosentit vuosina 2015 ja 2016 eri näytesteillä eri kuukausina.

7. Lähdeluettelo

- Austin, Alan & Norina Munteanu 1984. Evaluation of Changes in a Large Oligotrophic Wilderness Park Lake Exposed to Mine Tailing Effluent for 14 Years: The Phytoplankton. Environmental Pollution (Series A) 33: 39-62.
- Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, J., Karjalainen, S.M., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, J., Mitikka, S., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela, T., Vehanen, T., Vuori, K.-M. 2012. Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013 – päivitetyt arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2012. Suomen ympäristökeskus. 144 s.
- Blomqvist, P., Herlitz, E. 1998. Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwaters. Part 2. Naturvårdsverket, rapport 4861, Stockholm.
- Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. Planteplankton. Nivarrapport 0-86116. 111 s.
- Deniseger, John, Alan Austin, Mike Roch and Malcolm J. A. Clark 1986. A persistent bloom of the diatom *rhizosolenia eriensis* (smith) and other changes associated with decreases in heavy metal contamination in an oligotrophic lake, Vancouver island. Environmental and Experimental Botany, Vol. 26, No. 3, pp. 217-226.
- Deniseger, J., Erickson L.J., Austin, A., Roch, M., Clark, M.J.R. 1990. The effects of decreasing heavy metal concentrations on the biota of Buttle lake, Vancouver Island, British Columbia. Wat. Res. Vol 24, No.4, pp-403-416.
- Gibson, Chris, E., Anderson, John and Elizabeth Y. Haworth 2003. *Aulacoseira subarctica*: taxonomy, physiology, ecology and palaeoecology Eur. J Phycol 38: 83-101.
- Heinonen, P. 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 37, Vesihallitus, 91 s.
- Houk, Vaclav 2003. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part 1. Melosiraceae, Orthoseiraceae, Paraliaceae and Aulacoseiraceae. Czech Phycology Supplement 1, 112 pp.
- 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
- Lepistö, L., Antikainen, S., Kivinen, J. 1994. The occurrence of *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing in Finnish lakes. Hydrobiologia 273: 1-8.
- 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., Rosenström, U. 1998. The most typical phytoplankton taxa in four types of boreal lakes. Hydrobiologia 369/370: 89-97.
- Lepistö, L., Vuorio, K., Holopainen, A.L., Huttunen, M., Jokipii, R., Niemelä, M. (toim.) 2006. Kasviplanktonin tutkimusmenetelmät. Vesitalous 1: 16-21.
- 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.
- Poister, David, Alyssa Kurth, Andrew Farrell & Sarah Gray, 2012. Seasonality of *Aulacoseira ambigua* abundance and filament length: biogeochemical implications. Plankton Benthos Res 7(2): 55–63.
- Rengefors, K., Weyhenmeyer, G.A., Bolch, I. 2012. Temperature as a driver for the expansion of the microalga *Gonyostomum semen* in Swedish lakes. Harmful Algae 18: 65-73.
- 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, 921-962 s.
- Stoermer, E.F. & Julius, M.L. (2003). Centric Diatoms. In: Freshwater Algae of North America. (Wehr, J.D. & Sheath, R.G. Eds), pp. 559-594. San Diego: Academic Press
- Suomen ympäristökeskuksen tiedote: Valtakunnallinen leväkatsaus 18.8.2016. [http://www.syke.fi/fi-FI/SYKE_Info/Viestintaaineistot/levatilannekatsaukset/Valtakunnallinen_levakatsaus_1882016_Sat\(39930\)](http://www.syke.fi/fi-FI/SYKE_Info/Viestintaaineistot/levatilannekatsaukset/Valtakunnallinen_levakatsaus_1882016_Sat(39930))

- Tikkanen, T. 1986. Kasviplanktonopas. Suomen Luonnonsuojelun Tuki OY. 278 s.
- Trigal, C., Hallstan, S., Johansson, K.S.L., Johnson, R.K. 2013. Factors affecting occurrence and bloom formation of the nuisance flagellate *Gonyostomum semen* in boreal lakes. *Harmful Algae* 27: 60-67.
- Tsarenko P.M., Wasser S.P., Nevo E. (eds) 2009. *Algae of Ukraine, Volume 2: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography: Bacillariophyta*. Ruggell: A.R.A. Gantner Verlag K.-G. 413 p.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommenung 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.
- Weyhenmeyer G.A., Westöö A-K., Willén E., 2008. Increasingly ice-free winters and their effects on water quality in Sweden's largest lakes. *Hydrobiologia* 599:111–118
- Willén, E. 2003. Dominance patterns of planktonic algae in Swedish forest lakes. *Hydrobiologia* 503: 315-324.
- Willén, Eva, 2007. Växtplankton i sjöar. Bedömningsgrunder. Rapport 2007:6. Institutionen för miljöanalys. Sveriges Landbruksuniversitet.
- Yung, Ying-kit, Nicholls, K.H., Cheng, A.G. 1988. The detection of *Rhizosolenia* (Bacillariophyceae) in sediment of Ontario lakes and implications for paleoecology. *Journal of Paleolimnology* 1(1):61-69.

Liite 1.

Perusmäärittäjäskirjallisuus:

- Bijkerk, Ronald, Ton Joosten, Reinoud Koeman 1996** Documentatie van centrale diatomeën uit Nederlandse eutrofe wateren. Koeman en Bijkerk bv, Haren. 23 s.
- Ciugulea, Ionel & Triemer, Richard, E., 2010.** A color atlas of photosynthetic Euglenoids. Michican State university Press. 204 p.
- Cleve-Euler, Astrid, 1951,** Die diatomeen von Schweden und Finnland. Part I: Kungliga Svenska vetenskaps-akademiens handlingar, ser. 4, no. 1: Stockholm, Almqvist and Wiksell, 163 p.
- Cleve-Euler, Astrid, 1953,** Die diatomeen von Schweden und Finnland. Part II, Arraphideae, Brachyraphideae: Kungliga Svenska vetenskaps-akademiens handlingar, ser. 4, v. 4, no. 1: Stockholm, Almqvist and Wiksell, 158 p.
- Cleve-Euler, Astrid, 1953,** Die diatomeen von Schweden und Finnland. Part III, Monoraphideae, Biraphideae 1: Kungliga Svenska vetenskaps-akademiens handlingar, ser. 4, v. 4, no. 1: Stockholm, Almqvist and Wiksell, 255 p.
- Cleve-Euler, Astrid, 1955,** Die diatomeen von Schweden und Finnland. Part IV, Biraphideae 2: Kungliga Svenska vetenskaps-akademiens handlingar, ser. 4, v. 5, no. 4: Stockholm, Almqvist and Wiksell, 232 p.
- Cleve-Euler, Astrid, 1952,** Die diatomeen von

- Schweden und Finnland. Part V;: Kungliga Svenska vetenskaps-akademiens handlingar, ser. 4, v. 3, no. 3: Stockholm, Almqvist and Wiksell, 153 p.
- Carmelo R. Tomas (ed.) 1997.** Identifying Marine Phytoplankton. Florida Marine Research Institute, St. Petersburg, U.S.A. 858 s.
- Coesel, Peter F.M. & Meesters, Koos (J.) 2007.** Desmids of the Lowlands. Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European Lowlands. KNNV, Zeist. 351 s.
- Cronberg, Gertrud, Heléne Annadotter 2006.** Manual on aquatic cyanobacteria. A photo guide and synopsis of their toxicology. ISSHA, Copenhagen. 106 s.
- Ettl, Hanuš 1978.** Xanthophyceae 1. Teil. Julk.: Ettl H., Gerloff J., Heynigh H. (toim.). Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 3. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. 530 s.
- Ettl, Hanuš 1983.** Chlorophyta 1. Teil: Phytomonadina. Julk.: Ettl H., Gärtner G., Heynigh H., Mollenhauer D. (toim.). Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 9. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. 807 s.
- Ettl, Hanuš, Georg Gärtner 1988.** Chlorophyta 2. Teil: Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales. Julk.: Ettl H., Gärtner G., Heynigh H., Mollenhauer D. (toim.). Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 10. Gustav Fischer Verlag,

Jena. 436 s.

Hegewlad, E, Hindák, F 1990. Studies on the genus *Scenedesmus* MEYEN (Chlorophyceae, Chlorococcales) from South India, with special reference to the cell wall structure. Beiheft zur Nova Hedwigia, Heft 99.

Hindák, František 1977. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). I. Biol. Práce., XXIII/4, p. 190.

Hindák, František 1980. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). II. Biol. Práce., XXVI/6, p. 196.

Hindák, František. 1984. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). III. Biol. Práce., XXX/1, p. 310.

Hindák, František 1988. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). IV. Biol. Práce., XXXIV/1-2, p. 264.

Hindák, František 1990. Studies on the chlorococcal algae (Chlorophyceae). V. Biol. Práce., XXXVI/4, p. 192.

Hindák, František 2008. Colour Atlas of Cyanophytes. Veda. Bratislava. 253 s.

Hoppenrath, Mona; Elbrächter, Malte; Drebes, Gerhard, 2009: Marine Phytoplankton. Selected microphytoplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 264 pages, 87 figures.

Houk, Vaclav 2003. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part 1. Melosiraceae, Orthoseiraceae, Paraliaceae and Aulacoseiraceae. Czech Phycology Supplement 1, 112 pp.

Houk, Vaclav & Rolf Klee 2007. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part 2. Melosiraceae and Aulacoseiraceae. (Supplement to part 1) Fottea 7 (2) 85-255.

Hustedt, Friedrich 1985 (1959). The Pennate Diatoms. Koeltz Scientific Books. 918 s.

Håkansson, Hannelore 2002. A compilation and evaluation of species in the general *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos* and *Cyclotella* with a new genus in the family *Stephanodiscaceae*. Diatom Research 17. 1-139.

Hällfors, Guy, 2004. Checklist of the Baltic Sea Phytoplankton Species. Baltic Sea Environment Proceedings No. 95. Helsinki Commission Baltic Marine Environment Protection Commission 2004.

John, D.M., Whitton B.A. and Brook A.J., 2008. The Freshwater Algal Flora of the British Isles. An

Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press. 702 s.

John, D.M. & Williamson D.B. 2009. A practical guide to the Desmids of the West of Ireland. MRI. 196 p.

Joosten, A.M.T 2006. Flora of the blue-green algae of the Netherlands I The non filamentous species of inland waters. KNNV Publishing, Utrecht. 239 s.

Järnefelt, H., Naulapää, A. & Tikkanen, T. 1963. Planktonopas, Kalavesitutkimus II, Suomen Kalastusyhdistys N:o 34. 133 s.

Kadlubowska, Joanna 1984. Teil: Chlorophyta VIII Zygnemales. Julk.: .: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer D. (toim.). Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 16. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. 532 s.

Komárek, Jirí . 2013. Cyanoprokaryota, Teil 3: Heterocytous Generea. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band. 19. Springer Spectrum, 1130 s.

Komárek, Jirí, Anagnostidis, Konstantinos 1999. Cyanoprokaryota, 1.Teil: Chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 19. Gustav Fischer Verlag, Jena. 548 s.

Komárek, Jirí, Anagnostidis, Konstantinos 2007. Cyanoprokaryota , 2. Teil: Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band. 19. Elsevier, München. 759 s.

Komárek J., Fott B. 1983 Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung Chlorococcales.. In: Huber-Pestalozzi G. (Ed.): Das Phytoplankton des Süßwassers, Die Binnengewässer 16, 7/1: 1-1044, Schweizerbart Verlag, Stuttgart 1983

Komárek, J. & Jankovská, V. 2001. Review of the Green Algal Genus *Pediastrum*; Implication for Pollenanalytical Research. Bibliotheca Phycologica, Band 108. 127 s.

Komárek, J. & Zapomelová, E. 2008 Planktic morphospecies of the cyanobacterial genus *Anabaena* = subg. *Dolichospermum* – 1. part: coiled types. – Fottea 7(1): 1–31.

Komárek, J. & Zapomelová, E. 2008 : Planktic morphospecies of the cyanobacterial genus *Anabaena* = subg. *Dolichospermum* – 2. part: straight types. – Fottea 8(1): 1–14.

Kraberg, Alexandra, Marcus Baumann & Claus-Dieter Dürselen 2010. Coastal Phytoplankton. Photo Guide for Northern European Seas. 204 p

Krammer, K. & H. Lange-Bertalot, 1997. Bacillariophyceae. 1.Teil: Naviculaceae. Julk.: Ettl,

- H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer D. (toim.). Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, Jena. 876 s.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988.** Bacillariophyceae. 2.Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Julk.: Ettl, H., Gerloff J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (toim.). Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, Jena. 596 s.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991.** Bacillariophyceae. 3.Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Julk.: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (toim.), Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, Jena. 576 s.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991.** Bacillariophyceae. 4.Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Julk.: Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (toim.), Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, Jena. 437 s.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991.** Bacillariophyceae. 5.Teil. Julk.: Ettl, H., Gärtner, G., Krieniz, K., Lokhorst G.M. (toim.), Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin. 311 s.
- Lange- Bertalot H., Metzeltin D. 1996.** Indicators of Oligotrophy. 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types. Carbonate buffered – Oligodystrophic – Weakly buffered soft water Iconographia Diatomologica: Annotated Diatom Micrographs. Volume 02: Ecology-Diversity-Taxonomy..1996. 2428 figures on 125 plates.390 p.
- Lange-Bertalot, H. 2001.** Diatoms of Europe, Volume 2: Navicula Senu Stricto, 10 Genera Separated from Navicula Senu Lato, Frustulia. A.R.G Gantner Verlag K.G., Ruggel. 526 s.
- Lenzenweger, Rupert 1996.** Desmidiaceenflora von Österreich. Teil 1. Bibliotheca Phycologica, Band 101. J. Cramer.
- Lepistö, Liisa, Gertrud Cronberg, Toini Tikkanen 1996.** Records of some algal species. Nordic Phytoplankton Workshop 7.-10.6. 1994. Finnish Environment Institute 20. 34 s.
- Middelhoek, A. 1962.** Flagellaten. Overzicht van een 50-tal soorten van Trachelomonas en Strombomonas in Nederland. KNNV no. 45. 59 s.
- Mrozinska, Teresa 1985.** Chlorophyta, 4.Teil: Oedogoniophyceae: Oedogoniales. Julk.: Ettl H., Gärtner G., Heynigh H., Mollenhauer D. (toim.). Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 14. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. 624 s.
- Nygaard, G. (1977).** New or interesting plankton algae. With a contribution on their ecology. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Skrifter 21(1): 1-107.
- Popovsky Jiří, Lois Ann Pfiester 1990.** Dinophyceae (Dinoflagellida). Julk.: Ettl H., Gerloff J., Heynigh H., Mollenhauer D. (toim.). Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 6. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart. 272s.
- Rieth, Alfred 1980.** Xanthophyceae, 2.Teil. Julk.: Ettl H., Gärtner G., Heynigh H. (toim.). Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 4. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. 147 s.
- Ravanko, Orvokki 1974.** Kurssimoniste piilvökurssia varten Turun Yliopiston Kasvitieteen laitoksella.
- Ruzicka, J., 1977.** Die Desmidiaceen Mitteleuropas. Band 1, Lief. 1. – E.Schweizerbart, Stuttgart
- Ruzicka, J., 1981.** Die Desmidiaceen Mitteleuropas. Band 1, Lief. 2. – E.Schweizerbart, Stuttgart
- Schmidt, Antal & Fehér Gizella 1999.** A zöldalgák Chloroccales rendjének kishatározója 2. 2. (átdolgozott) kiadás. Vízi természet – és környezetvédelem 10. Budapest.
- Skuja, H. (1948).** Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. Symbolae Botanicae Upsalienses 9(3): 1-399.
- Skuja, H. (1964).** Grundzüge der Algenflora und Algenvegetation der Fjeldgegenden um Abisko in Schwedisch-Lappland. Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis, Series 4, 18(3): 1-465.
- Starmach, Karol 1983.** Euglenophyta. Flora Slodkowodna Polski. Tom 3. Polska Akademia Nauk. Insytut Botaniki. 594 s.
- Starmach, Karol 1985.** Chrysophyceae und Haptophyceae. Julk.: Ettl H., Gerloff J., Heynigh H., Mollenhauer D. (toim.). Süßwasserflora von Mitteleuropa Band 1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York. 515 s.
- Tikkanen, Toini 1986.** Kasviplanktonopas. Suomen Luonnonsuojeluliiton tuki Oy. Helsinki.
- Tsarenko P.M., Wasser S.P. , Nevo E. (eds) 2009.** Algae of Ukraine, Volume 2: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography: Bacillariophyta. Ruggell: A.R.A. Gantner Verlag K.-G. 413 p.
- Tomas, Carmelo R. (ed.) 1997.** Identifying Marine Phytoplankton Academic Press, New York, 858 p.

Wehr, John D. & Sheath, Robert G (ed.) 2003.
Freshwater Algae of North America. Ecology and
Classification. 918 s.
Wołoski, Konrad & Hindák, František 2005.
Atlas of Euglenophytes. Veda. 136 s.

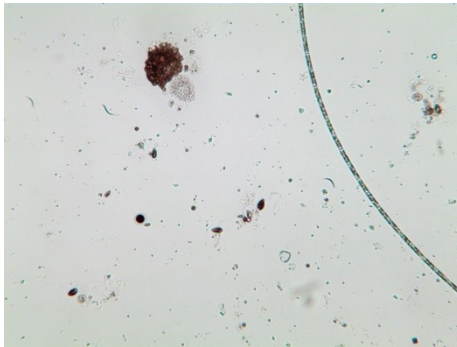
Yamagishi, Takaaki 2013. Lepocinclis
(Euglenophyta) Taxonomical review. Bishen Singh
Mahendra Pal Singh. 141 p.

Liite 2. Yleiskuvat Rehja-Nuasjärven 25 ml:n kasviplanktonnäytteistä 100-kertaisella suurennoksella.

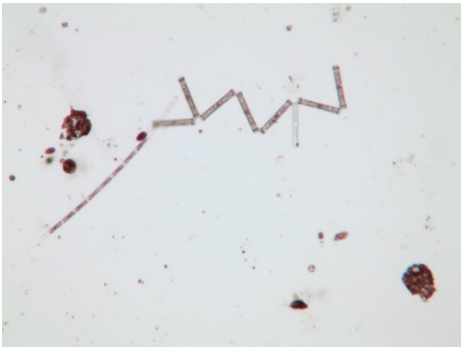
Nuasjärvi 34
6.6.2016



20.7.2016



18.8.2016



Nuasjärvi 35
6.6.2016



20.7.2016



18.8.2016



Nuasjärvi 44
7.6.2016



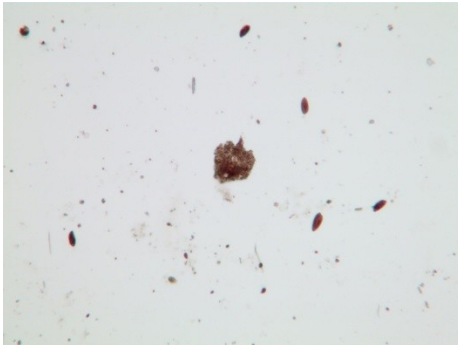
20.7.2016



18.8.2016



Nuasjärvi 45
7.6.2016



20.7.2016

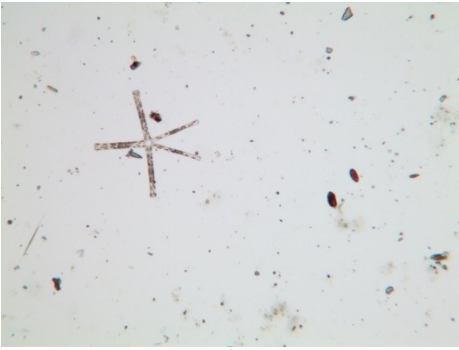


18.8.2016

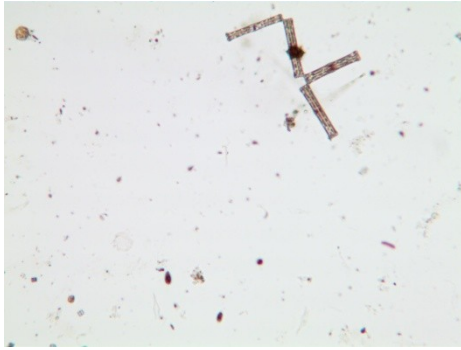


Rehjanselkä 135

7.6.2016



20.7.2016



18.8.2016

