

Vastaanottaja
Terrafame Oy

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
2.5.2016

Viite
1510016678-009

Osaprojekti
Biologinen tarkkailu pintavesissä

TERRAFAME OY

OSA VI: PINTAVESIEN BIOLOGINEN TARKKAILU VUONNA 2015 KASVIPLANKTON



TERRAFAME OY
OSA VI: TERRAFAMEN KAIVOKSEN
KASVIPLANKTONTARKKAILU VUONNA 2015

Päivämäärä **2/5/2016**
Laatija **Sanna Sopanen, Ramboll Finland Oy**
Tarkastaja **Anna Hakala, Ramboll Finland Oy**
Hyväksyjä
Kuvaus **Raportti kasviplanktontarkkailusta**

Viite **1510016678-009**

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	1
2.	Näytteenotto ja aineiston analysointi	1
3.	Tulokset ja tulosten tarkastelu	2
3.1	Oulujoen suunta	2
3.2	Vuoksen suunta	6
4.	Yhteenveto ja suositukset	9
5.	Kirjallisuus	11

LIITTEET

Liite 1

Talvivaaran kasviplankton, Tmi Zwerver

Liite 2

Talvivaaran kasviplankton, kuvaliite

Liite 3

Kartta tutkimusalueesta

1. JOHDANTO

Tässä raportissa kuvataan Terrafamen kaivoksen ympäristötarkkailuun kuuluvan kasviplankton-tutkimuksen tulokset. Selvityksessä tutkittiin kaivosalueen lähistöllä sijaitsevien järvien kasviplanktonin kesänaikaisia yhteisöjä ja niissä tapahtuneita muutoksia suhteessa aikaisempiin tarkkailuihin. Kasviplanktonyhteisön koostumus ja biomassa vaihtelee huomattavasti erityyppisissä ja ravinnetasoiltaan erilaisissa vesistöissä. Niukkaravinteisissa (oligotrofisissa) vesistöissä vallitsevia ovat mm. piilevät, siimalliset kultalevät sekä nielulevät. Runsasravinteisissa vesissä kasviplanktonin biomassa saattaa olla moninkertainen verrattuna oligotrofisiin vesiin. Happamissa ja humuspitoisissa vesistöissä lajimäärä usein pienenee.

Kasviplanktonnäytteitä otettiin kesä-elokuussa Oulujoen suunnasta Kolmisopesta, Kalliojärvestä, Jormasjärvestä sekä Nuasjärvestä. Vuoksen suunnalta näytteitä otettiin Kivijärvestä, Laakajärvestä ja Kiltuanjärvestä. Tutkimuksen tarkoituksena oli kerätä tietoa näiden vesimuodostumien ekologisesta tilasta, ravinteisuudesta sekä kuormituksesta.

Kaivostoiminnan vaikutusalueen vesistöjen kasviplanktonyhteisöjä on tutkittu vuosina 2008, 2010, 2012 ja 2013 osana kaivoksen tarkkailua (Pöyry Environment Oy 2009, Pöyry Finland Oy 2011, Pöyry Finland Oy 2012 ja Pöyry Finland Oy 2014). Seuraavan kerran tutkimus toteutetaan tarkkailuohjelman mukaisesti vuonna 2017. Tässä raportissa esitellään vuoden 2015 tulokset.

Raportin pohjana on käytetty Tmi Zwerver (2015) raporttia Talvivaaran kasviplanktonmäärittämisestä (Liite 1). Kasviplanktonnäytteistä otetut valokuvat on koottu liitteeseen 2.

2. NÄYTTEENOTTO JA AINEISTON ANALYSOINTI

Kasviplanktonnäytteet otettiin kesän tuotantokaudella kesä-elokuussa vesinäytteenoton yhteydessä 0-2 m kokoomanäytteinä. Näytteiden yhteismäärä vuonna 2015 oli 36 kappaletta. Näytteet kestävöitiin happamalla Lugolin liuoksella ja toimitettiin Tmi Zwerverille määritettäväksi. Näytteenotosta vastasivat Ramboll Finland Oy:n sertifioidut näytteenottajat. Näytepisteet ja näytemäärät on esitetty taulukossa 1 sekä karttaliitteessä (liite 3).

Näytteiden laskennasta ja tulosten viemisestä ympäristöhallinnon kasviplanktonrekisteriin vastasi Satu Zwerver (Tmi Zwerver). Määritys- ja laskentamenetelmät on selvitetty perusteellisesti liitteessä 1. Kaikki näytteet laskettiin Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) laajaa kvantitatiivista menetelmää (Järvinen toim. 2011) käyttäen. Laaja menetelmä on kuvattu liiteraportin luvussa 2.3.2. Kvantitatiivisessa menetelmässä saadaan tuloksena lajikoostumus, lajien yksilötiheydet sekä biomassa. Biomassan määrittämisessä käytettiin SYKE:n kasviplanktonrekisterin tilavuusarvoja.

Taulukko 1. Terrafamen kaivoksen lähivesistöjen järviyhteydet, kasviplanktonitutkimusten näytteenotto-paikat ja näytteenottokertojen lukumäärä vuosina 2008-2015.

Näytepiste	Tunnus	Järvi- tyyppi	2008			2010			2012			2013			2015		
			kesä	heinä	elo	kesä	heinä	elo	kesä	heinä	elo	kesä	heinä	elo	kesä	heinä	elo
<i>Oulujoen suunta</i>																	
Kalliojärvi	Kal1		1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1
Kolmisoppi	Kol1	Rh	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1
Jormasjärvi syvp3	Jor3	Kh	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jormasjärvi 5	Jor5	Kh	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nuasjärvi 34	Nj34	Sh													1		1
Nuasjärvi 35	Nj35	Sh													1		1
Nuasjärvi 44		Sh													1		1
Nuasjärvi 45		Sh															1
Rehjanselkä 135		Sh													1		1
<i>Vuoksen suunta</i>																	
Kivijärvi	Kiv2	Rh		1	1		1	1	1	2	2	1		1	1	1	1
Kivijärvi 7	Kiv7	Rh										1	1	1	1	1	1
Laakajärvi 081	Laa081	Rh							1	1	1	1	1	1	1	1	1
Laakajärvi 13	Laa13	Rh							1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kiltuanjärvi 4	Kil4	Rh										1	1	1	1	1	1

Tulosten perusteella voidaan arvioida vesistöjen ekologista tilaa (Aroviita ym. 2012). Tilan luokittelu kasviplanktonilla perustuu biomassan, haitallisten sinilevien, TPI:n ja klorofylliin kesän keskiarvoihin.

3. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Tulokset on esitetty tarkemmin Tmi Zwerverin (Zwerver 2015) raportissa liitteessä 1. Tässä selvityksessä esitetään yhteenveto sekä johtopäätöksiä Tmi Zwerverin raporttiin pohjautuen. Tarkemmat järviokohtaiset selostukset ovat liitteessä 1. Vedenlaatua on kuvattu kattavasti Terrafamen ympäristötarkkailuun kuuluvissa neljännesvuosi- ja vuosiraporteissa.

3.1 Oulujoen suunta

Alueen vesistöt ovat alun perin olleet pääosin luontaisesti happamia sekä ruskeavetisiä, mikä on seurausta humuksisuudesta. Vesistöjen kiintoainepitoisuudet ja sameus ovat ennen kaivostöiden alkua olleet alhaisella tasolla. Myös sähkönjohtavuus on ollut alun perin sisävesille tyypillisesti alhaisella tasolla. Alueen järvien rehevyystasossa on luontaista vaihtelua.

Ekologista tilaa ilmentävien kasviplanktonmuuttujien (kokonaisbiomassa, haitallisten sinilevien osuus ja TPI) perusteella tutkitut vesistöt olivat tyydyttävässä - erinomaisessa tilassa (Zwerver 2015). Tyydyttävää/hyvää tilaa kuvaavia arvoja tavattiin Nuasjärven tarkkailupisteillä. Ekologinen luokitus painottuu pitkälti rehevyystason aiheuttamien vaikutusten näkymiseen kasviplanktonyhteisössä, muiden tekijöiden jäädessä vähemmälle huomiolle. Vertailtaessa aineistoja aikaisempiin vuosiin saadaan selkeämpi kuva kaivostoiminnan vaikutusalueen järvien kasviplanktonin kehityksestä pidemmällä aikavälillä. Olettaessa tarkasteluun mukaan muita muuttujia, voidaan havaita, ettei ekologinen luokitus anna täysin oikeaa kuvaa kasviplanktonyhteisöjen kehityksestä kaivoksen lähivesistöissä.

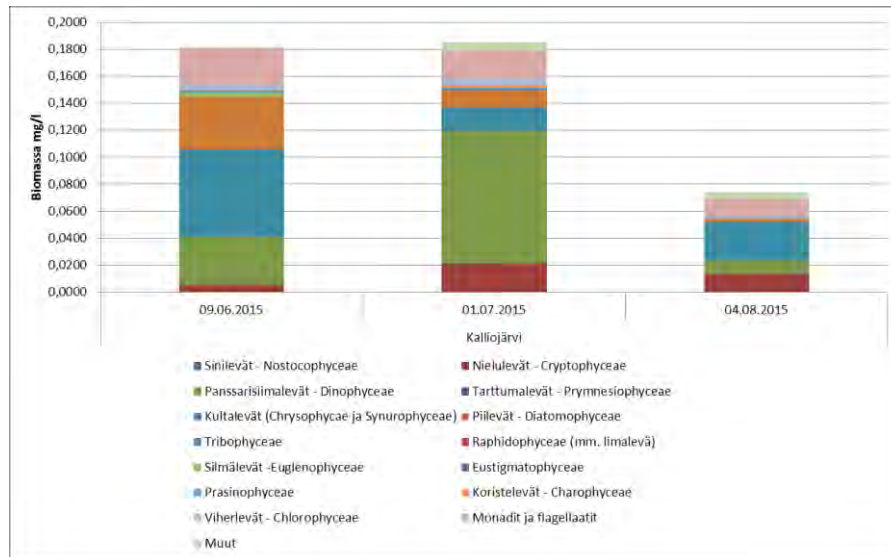
Useiden tutkittujen järvien näytteille oli tyypillistä "suttuinen" yleisilme, joka johtuu pienikokoisesta epäorgaanisesta aineksestä näytteissä. Osassa näytteistä tavattiin myös huonokuntoisia leväsoluja, joissa oli havaittavissa mm. soluseinän muutoksia. Kasviplanktonyhteisön rakenteelle oli myös tyypillistä pienikokoisten siimallisten solujen runsaus (mm. nielulevät ja panssarisiima-levät).

Raphidophyceae heimoon kuuluva limalevä (*Gonyostomum semen*) on vähentynyt selvästi monissa tutkituissa järvissä ja selittää suurelta osin vuoden 2015 alhaisia biomassoja suhteessa edellisiin vuosiin. Limalevä on siimallinen levä, joka vaeltaa aktiivisesti alempiin vesikerroksiin hakemaan ravinnetäydennystä. Päivisin levää esiintyy pintavedessä, jolloin biomassat ja klorofyllitasot voivat olla järven vallitseviin ravinneoloihin nähden korkeita. Laji on tyypillinen etenkin melko matalissa ruskeavetisissä järvissä. Limalevä voi hävitä itsestäänkin, mutta sen häviämiseen on saattanut vaikuttaa myös järvien vesikemiallisten ominaisuuksien muutokset (Zwerver 2015).

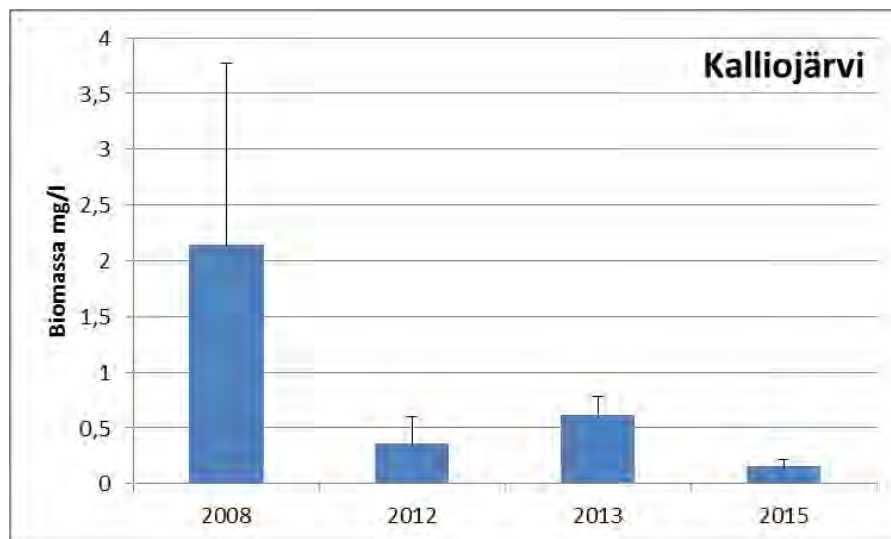
Kalliojärvi

Kalliojärven alus- ja päällysvesi on ollut vuodesta 2011 lähtien pysyvästi kerrostunut suolaisuuden suhteen. Tästä johtuen alusveden happitilanne on heikko. Päällysveden pH taso viittaa lievään happamuuteen / happamuuteen. Ravinnepitoisuudet viittaavat vähä- tai keskiravinteisuuteen.

Kasviplanktonnäytteet olivat yleisilmeeltään "suttuisia", sisältäen paljon pientä epäorgaanista ainetta. Myös monet leväsolut näyttivät huonokuntoisilta. Kalliojärven kasviplanktonbiomassat vaihtelivat vuonna 2015 välillä 0,07-0,18 mg/l ja olivat tutkituista järvistä alhaisimmat (kuva 1). Biomassat ovat laskeneet edellisistä vuosista (kuva 2, Zwerver 2015). Laskeva suuntaus on aiheutunut erityisesti limalevän vähenemisestä, mutta on havaittavissa vaikka limalevää osuutta kokonaisbiomassasta ei huomioitaisi.



Kuva 1. Kalliojärven kasviplanktonin biomassat ja eri ryhmien suhteelliset osuudet kokonaisbiomassasta.



Kuva 2. Kasviplanktonbiomassan (keskiarvo ja -hajonta) kehitys Kalliojärvessä vuosina 2008-2015.

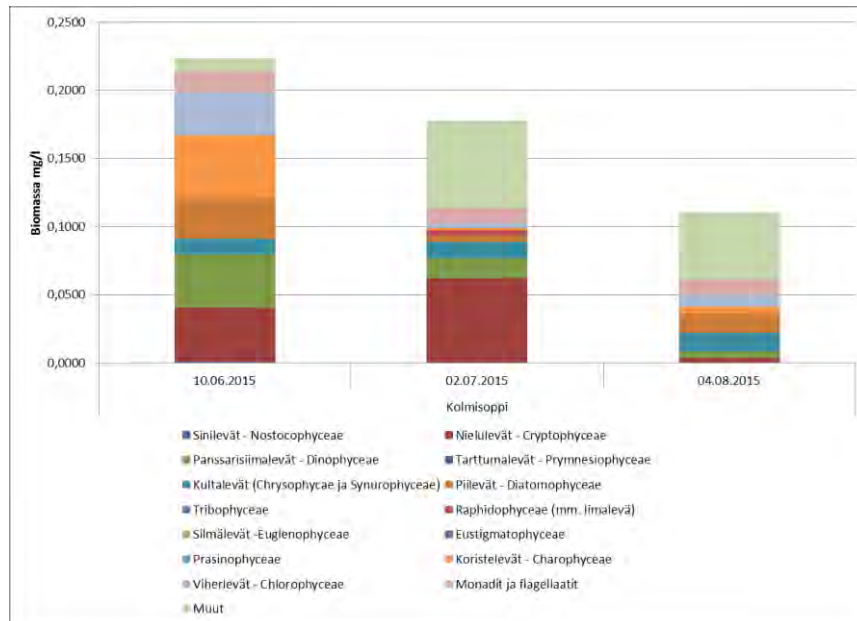
Lajimäärä oli alhainen, mutta puolet biomassasta muodostui kuitenkin 3-7 lajista. Limalevä näyttää hävinneen lajistosta kokonaan. Biomassaltaan runsaimpia olivat kesäkuussa panssarisiimalevät, kultalevät sekä piilevät (kuva 1). Heinäkuussa yhteisössä tavattiin runsaimpina panssarisiimaleviä ja elokuussa kultaleviä. Keskimääräisen solukoon perusteella lajistossa vallitsivat pienikokoiset lajit. Tällaiset lajit hyötyvät tilanteissa, joissa ravinteita on niukasti saatavissa. Alhainen lajimäärä heikentää yhteisön kykyä vastustaa ympäristön stressiä. Tutkimuksen perusteella järven kasviplanktoniyhteisö ei vaikuta hyvinvoivalta vaikka ekologisen luokituksen perusteella järvi olisi kasviplanktonin osalta erinomaisessa tilassa.

Kolmisoppi

Kaivospiirin sisällä sijaitseva Kolmisoppi on kerrostuneisuusoloiltaan lähempänä luonnontilaa kuin Kalliojärvi. Sulfaattipitoisuudet ovat luonnontasoa korkeammat, mutta eivät estä järven normaalia kevään ja syksyn täyskiertoa. Veden pH-arvot viittaavat happamuuteen. Ravinnepitoisuudet ovat tyypillisiä vähä- tai keskiravinteisille vesille.

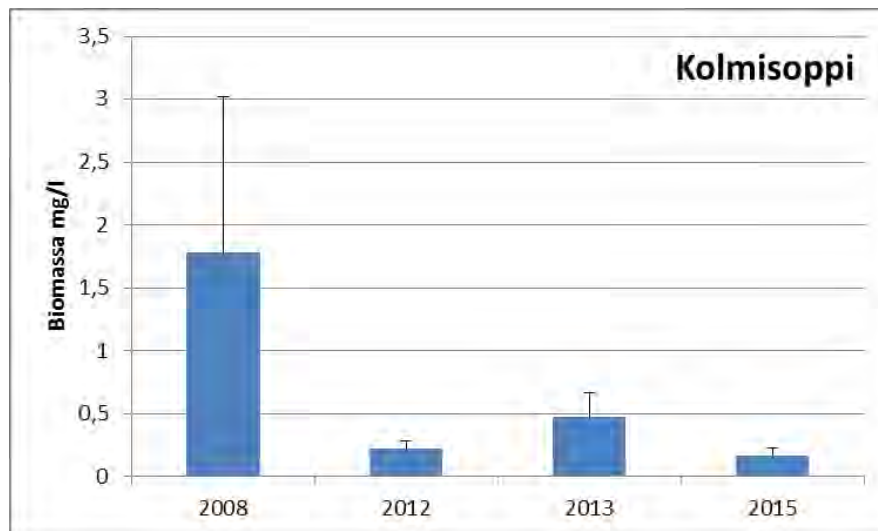
Myös Kolmisopen kasviplanktonnäytteet olivat yleisilmeeltään "suttuisia" ja sisälsivät paljon piko-planktonia (kokoluokka $< 2 \mu\text{m}$). Kolmisopen kokonaisbiomassa oli tutkimuksen toiseksi alhaisin, vaihdellen välillä 0,11–0,22 mg/l. Suurikokoista limalevää ei esiintynyt. Biomassat ovat laskeneet vuodesta 2008 (Zwerver 2015). Tämä johtuu erityisesti limalevän häviämisestä. Jos limalevän osuus jätetään pois vuoden 2008 keskimääräisestä kokonaisbiomassasta, ei laskeva suuntaus ole

yhtä selkeä kuin kuvassa 4. Tällöinkin vuoden 2015 biomassa erottuu edellisvuosia alhaisempaan. Kolmisopen yhteisö eroaa muiden tutkittujen järvien kasviplanktonkoostumuksesta. Heinä- ja elokuun yhteisöille oli tyypillistä pienten pikoplanktisten levien esiintyminen (kuva 3). Pikoplanktiset eliöt runsastuvat usein tilanteissa, joissa suurin osa ravinteista on sitoutuneena orgaaniseen ainekseen ja tuotanto perustuu pääosin ravinteiden tehokkaaseen kierrätykseen.



Kuva 3. Kolmisopen kasviplanktonin biomassat ja eri ryhmien suhteelliset osuudet kokonaisbiomassasta.

Myös Kolmisoppi luokituu kasviplanktonin perusteella erinomaiseen ekologiseen tilaan kun luokittelumuuttujina on biomassa, haitallisten sinilevien osuus ja TPI (Zwerver 2015). Biomassan asteittainen väheneminen sekä lajiston niukkuus ja kulta- sekä piilevien alhainen määrä eivät kuitenkaan tue ekologisen luokituksen antamaa tila-arviota (kuva 4).



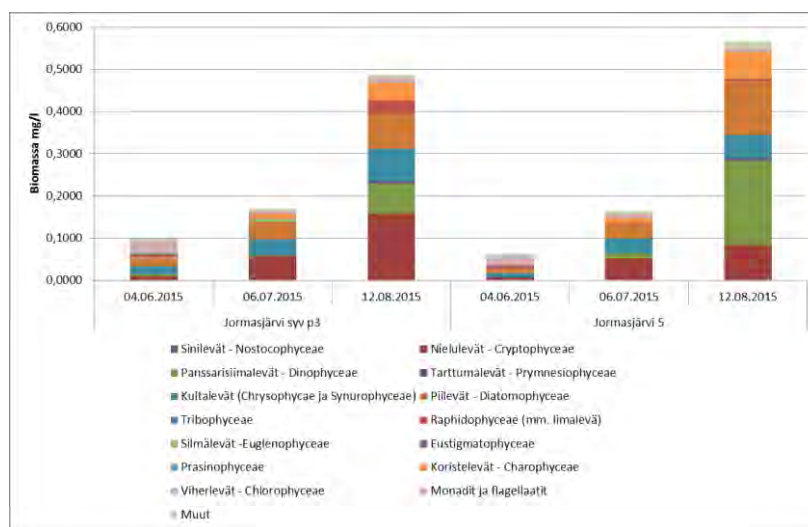
Kuva 4. Kasviplanktonbiomassan (keskiarvo ja -hajonta) kehitys Kolmisopessa vuosina 2008-2015.

Jormasjärvi

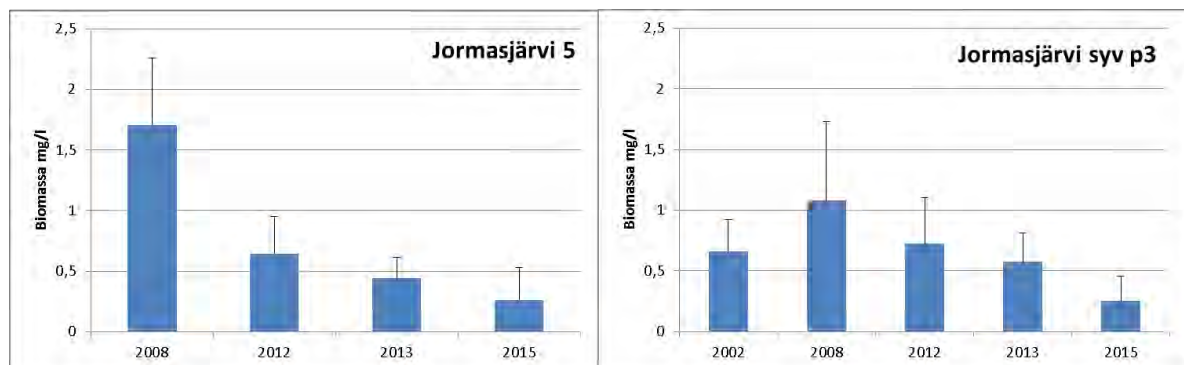
Jormasjärven sulfaattipitoisuudet ovat nousseet vuodesta 2011. Nousu on kuitenkin niin vähäinen, ettei sillä ole ollut vaikutusta järven kerrostumisoihin ja hydrologiseen vuodenaikaiskiertoon. Veden pH-arvot ovat tyypillisiä happamille tai lievästi happamille vesille. Tuottavan kerroksen (päällisvesi) ravinnepitoisuudet viittaavat niukkaravinteisuuteen.

Jormasjärveltä otettiin näytteitä kahdesta pisteestä (taulukko 1). Myös Jormasjärven näytteet olivat yleisilmeeltään "suttuisia" ja näytteissä oli paljon epäorgaanista ainetta. Näytteistä tavattiin paljon huonokuntoisia leväsoluja, joiden määrittäminen oli mahdotonta ja ne sijoitettiin luokkaan monadit ja flagellaatit. (Zwerver 2015)

Kokonaisbiomassa vaihteli välillä 0,06-0,57 mg/l (kuva 5). Kasviplanktonyhteisön sukkessio oli molemmilla tutkituilla pisteillä samankaltainen. Korkeimmat biomassat havaittiin elokuussa. Biomassaltaan suurimpia ryhmiä olivat heinä-elokuussa pienikokoiset siimalliset nielulevät, panssariisiimalevät sekä kultalevät ja piilevät (Zwerver 2015). Siimalliset levät pystyvät liikkumalla täydentämään ravinnevarastojaan alemmista vesikerroksista. Monet pienimmistä soluista voivat myös olla ravinnonkäytöltään heterotrofeja (toisenvaraisia) tai mikсотrofeja (voivat sekä yhteyttää että hankkia ravintoa toisenvaraisesti). Myös Jormasjärvellä biomassat ovat olleet laskusuunnassa vuodesta 2008, koska limalevä on kadonnut yhteisöstä lähes tyystin (kuva 6, Zwerver 2015). Laskeva suuntaus on havaittavissa vaikka limalevää ei huomioitaisi. Vuonna 2008 kokonaisbiomassa (ilman limalevää) oli Jormasjärvi 5 pisteellä keskimäärin 1,46 mg/l ja Jormasjärvi 3 pisteellä 1,0 mg/l. Limalevän häviämiseen saattaa vaikuttaa vesikemialliset muutokset.



Kuva 5. Jormasjärven kasviplanktonin kokonaisbiomassat ja eri ryhmien suhteelliset osuudet.



Kuva 6. Kasviplanktonin kokonaisbiomassojen kehitys (keskiarvot ja -hajonnat) Jormasjärvessä 2008–2015 (Jormasjärvi 5) ja 2002–2015 (Jormasjärvi Syv p3).

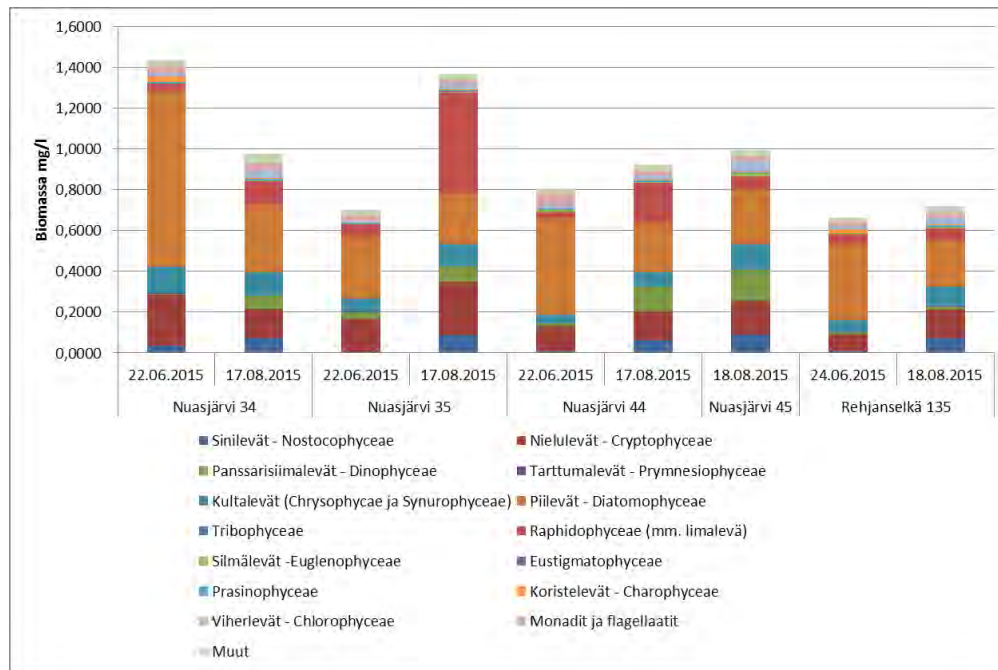
Ekologisen luokituksen kasviplanktonmuuttujien perusteella Jormasjärvi luokituu erinomaiseen tilaan. Muut tekijät kuten edelleen alenevat kokonaisbiomassat ja taksonien määrän väheneminen sekä leväsolujen huonokuntoisuus viittaavat kuitenkin veden laadun heikkenemiseen.

Nuasjärvi

Nuasjärvi on tyypiltään suuri humusjärvi. Veden pH arvot ovat tyypillisiä lievästi happamille vesille. Nuasjärven purkputkihankkeen vesistötarkkailussa vedenlaatua seurattiin samoilta pisteiltä kuin kasviplanktonia. Tulosten mukaan eri pisteiden vedenlaadussa ei ole suuria eroja.

Nuasjärveltä otettiin kasviplanktonnäytteet viideltä näytepisteeltä kesä- ja elokuussa. Kaikkien näytteiden yleisilme oli huomattavasti normaalimpi niin lajistoltaan kuin levien kunnon osalta verrattuna Oulujoen suunnan muihin tutkittuihin vesistöihin.

Kokonaisbiomassa vaihteli välillä 0,7-1,4 mg/l ja oli selvästi korkeampi kuin muissa Oulujoen suunnan näytteissä (kuva 7). Samoin kasviplanktonyhteisön monimuotoisuutta kuvaava taksonien määrä sekä taksonien määrä 50 % biomassassa oli selkeästi korkeampi verrattuna muihin Oulujoen suunnan näytteisiin. Monimuotoisuus antaa yhteisölle paremmat mahdollisuudet sopeutua muuttuviin ympäristöolosuhteisiin. Biomassaltaan runsaimpia ryhmiä olivat mm. piilevät. Muita melko runsaina esiintyviä ryhmiä olivat nielulevät, limalevät, panssarisiimalevät sekä kultalevät. Myös sinileviä esiintyi jonkin verran.



Kuva 7. Nuasjärven kasviplanktonin kokonaisbiomassat ja eri ryhmien suhteelliset osuudet.

Ekologisen luokituksen kasviplanktonmittareiden perusteella järven tila on hyvä/tydyttävä (kts. taulukko 8 liitteessä 1). Järvi on selkeästi muita Oulujoen suunnan järviä rehevämpi eivätkä leväsolut näytä huonokuntoisilta kuten muissa tutkituissa Oulujoen suunnan näytteissä. Kasviplankton antaa järvestä luonnontilaisemman kuvan verrattuna muihin tutkittuihin näytteisiin Oulujoen suunnalla.

3.2 Vuoksen suunta

Vuoksen suunnan vesistöt ovat yleisesti Oulujoen suunnan vesistöjä matalampia. Mataluus mahdollistaa useimpien järvien tehokkaan sekoittumisen. Vesistöt ovat Oulujoen tapaan ruskeavetisiä ja humuksisia, mutta pH on yleensä hieman korkeampi Oulujoen suunnan vesistöihin verrattuna. Ravinteikkuus on ollut keskimäärin korkeampi verrattuna Oulujoen suuntaan. Alueen vesistöjen suolaisuusarvot eivät ole ennen kaivostoiminnan alkua poikenneet alhaisista luonnontasoista.

Ekologista tilaa ilmentävien kasviplanktonmuuttujien (kokonaisbiomassa, haitallisten sinilevien osuus ja TPI) perusteella tutkitut vesistöt olivat erinomaisessa tilassa (liite 1). Myös Vuoksen suunnan tutkituissa järvissä muut tekijät kuin ekologisen luokittelun muuttujat kuvaavat järvien tilaa paremmin.

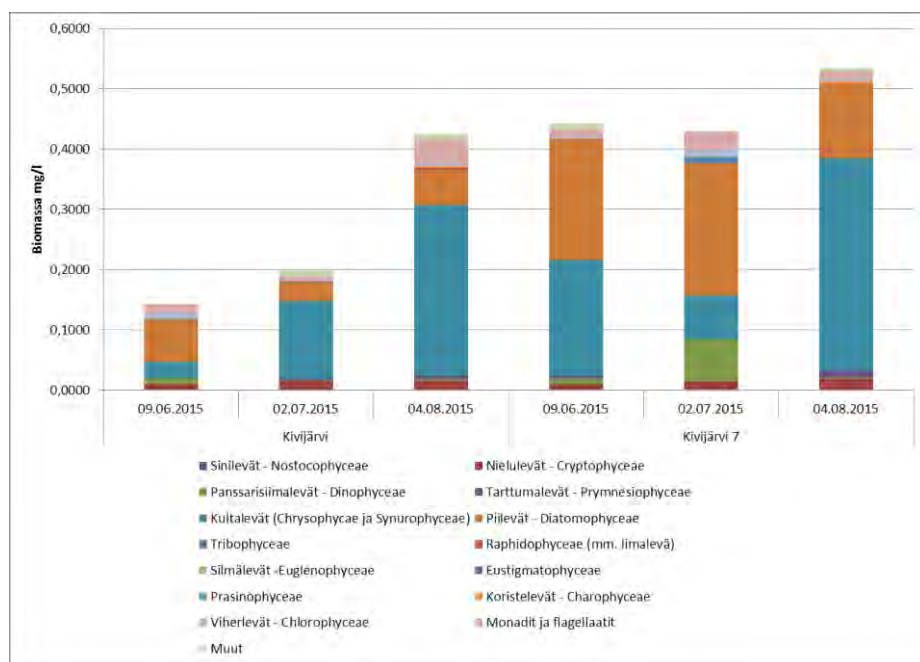
Kivijärvi

Kivijärven alusvesi ollut vuonna 2012 aloitetusta tarkkailusta lähtien käytännössä hapetonta, mikä on seurausta sulfaattipäästöjen aiheuttamasta kerrostuneisuudesta. Sulfaatin pitoisuus on las-

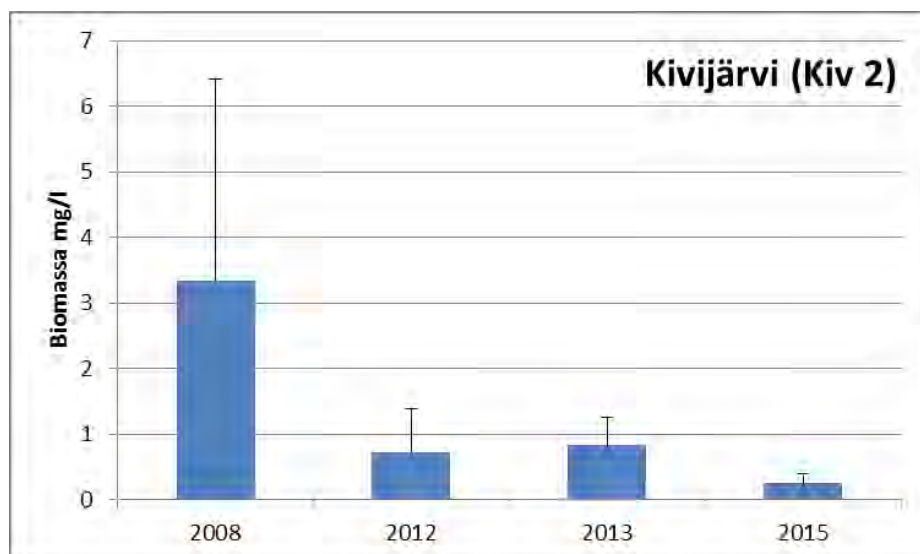
kenut alusvedessä hiljalleen, mutta on edelleen merkittävästä luonnontilaa korkeampi (ka. v. 2015 2200 mg/l). Ravinnepitoisuudet ilmentävät vähä- tai keskiravinteisuutta.

Kasviplanktonnäytteitä otettiin kahdesta pisteestä, joista Kiv 7 seuranta on alkanut vuonna 2013. Pohjoisen pisteen näytteet olivat yleisilmeeltään "suttuisia", keskiosan näytteet taas puhtaita. Kokonaisbiomassa vaihteli välillä 0,14–0,5 mg/l. Biomassa ei ollut niin alhainen kuin Oulujoen suunnan suolakerrostuneissa järvissä. Biomassaltaan runsaimpia ryhmiä olivat piilevät, kultalevät. Taksonimäärän perusteella yhteisön monimuotoisuus on alhainen (kuva 8). Myös Kivijärven kokonaisbiomassa on erityisesti vuonna 2015 laskenut suhteessa aikaisempiin vuosiin (kuva 9). Vuoden 2008 korkeaa biomassaa selittää limalevän runsas esiintyminen kyseisenä vuonna. Mikäli limalevä poistetaan vuoden 2008 kokonaisbiomassasta, on biomassa suunnilleen samaa tasoa kuin vuosina 2012–2013. Vuosi 2015 erottuu muista vuosista alhaisella kokonaisbiomassallaan.

Erinomaista ekologista tilaa vastaan puhuvat näytteissä havaitut lukumäärältään runsaat pienet huonokuntoiset nielulevät sekä lajiston niukkuus.



Kuva 8. Kivijärven kasviplanktonin kokonaisbiomassat ja eri ryhmien suhteelliset osuudet.

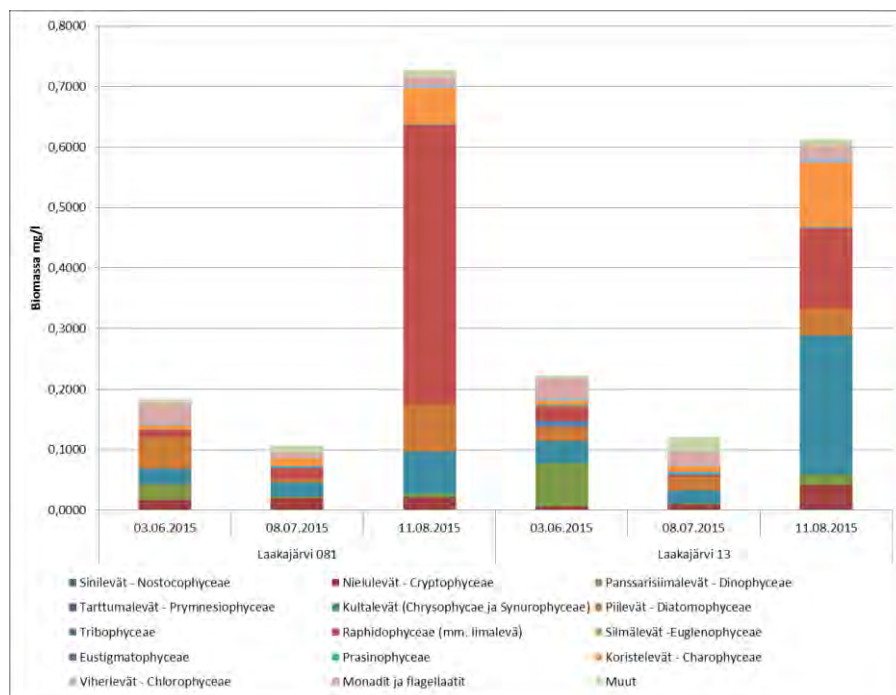


Kuva 9. Kasviplanktonin kokonaisbiomassojen kehitys (keskiarvot ja -hajonnat) Kivijärvessä vuosina 2008–2015.

Laakajärvi

Laakajärvi on profiililtaan matala järvi, josta vesinäytteet otetaan vain päänäylyvedestä. Happipitoisuudet ovat keskimäärin hyvällä tasolla. Sulfaattipitoisuudet vaihtelevat melko paljon, alle kymmenestä milligrammasta yli sataan milligrammaan, ollen luonnontilaa korkeampia. Ravinnetitoisuudet ilmentävät vähä- tai keskivänteisiä olosuhteita.

Laakajärvestä otettiin näytteet järven keskiosasta ja pohjoisosasta. Myös Laakajärvellä näytteiden yleisilme oli suttuinen. Kokonaisbiomassa vaihteli välillä 0,1–0,7 mg/l. Biomassaltaan runsaimpia olivat kultalevät, piilevät, panssarisiimalevät ja koristelevät. Limalevä oli Laakajärvi 081 - pisteellä erittäin runsas elokuussa (kuva 10). Haitallisia sinileviä oli erittäin vähän. Taksoniluku vaihteli välillä 33–48 jokseenkin alhaisesta keskimääräiseen.



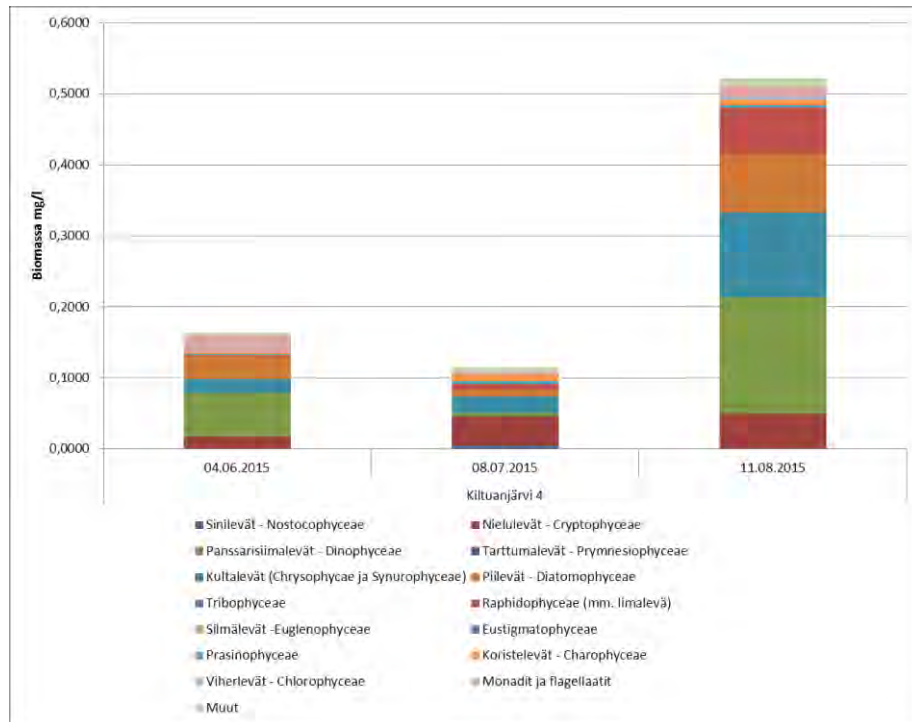
Kuva 10. Laakajärven kasviplanktonin kokonaisbiomassat ja eri ryhmien suhteelliset osuudet.

Laakajärven ekologinen tila on kasviplanktonin perusteella erinomainen. Laakajärvessä luokitus pitää paremmin paikkansa kuin kaivosta lähempänä sijaitsevilla järvillä ja järven leväkoostumus on yleisemmin esiintyvä.

Kiltuanjärvi

Päänäylyveden happitilanne on ollut pääosin hyvä ja alusveden tyydyttävä/välttävä. Sulfaattipitoisuudet ovat selvästi alhaisemmat kuin Laakajärvessä. Kiltuanjärven sulfaattipitoisuuksien vaihteluun vaikuttaa Laakajärvestä sekoittumiskausina purkautuvat vedet. Ravinnetitoisuudet edustavat vähäravinteisiä olosuhteita.

Kiltuanjärven kasviplanktonnäytteiden leväsolut olivat huomattavasti paremmassa kunnossa kuin kaivosta lähempänä sijaitsevien järvien näytteissä. Kokonaisbiomassa vaihteli välillä 0,1–0,5 mg/l. Biomassaltaan runsaimmat leväryhmät olivat panssarisiimalevät, koristelevät, piilevät ja silmäleviin kuuluva limalevä, jota esiintyi erityisesti elokuun yhteisössä (kuva 11). Haitallisten sinilevien osuus oli tutkimuksen korkein, ollen kuitenkin edelleen alhainen 2,2 %. Kokonaisbiomassat ovat lievästi laskeneet vuodesta 2012 (Zwerver 2015). Kiltuanjärvi luokitui kasviplanktonin perusteella erinomaiseen tilaan.



Kuva 11. Kiltuanjärven kasviplanktonin kokonaisbiomassat ja eri ryhmien suhteelliset osuudet.

4. YHTEENVETO JA SUOSITUKSET

Kasviplanktonin seuranta toteutettiin vuonna 2015 kaikkiaan 14 havaintopisteellä. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Terrafamen kaivosalueen vaikutuksia läheisten järvien kasviplanktoniyhteisöihin. Erityisesti kaivosalueen läheisten järvien näytteille oli ominaista "suttuinen" yleisilme ja leväsolujen huonokuntoisuus. Tulosten perusteella kasviplanktoniyhteisöjen kehityksestä voidaan tehdä seuraavia johtopäätöksiä.

Oulujoen suunta:

- Kalliojärvestä, Kolmisopesta ja Jormasjärvestä tavattiin huonokuntoisia leväsoluja ja näytteet olivat yleisilmeeltään suttuisia
- Kalliojärvestä on tapahtunut lajistollisia muutoksia ja biomassat ovat laskeneet vuodesta 2008
- Kolmisopen lajisto oli hyvin niukkaa ja pieniä pikoplanktisia leviä paljon. Myös Kolmisopen biomassat ovat pienentyneet suhteessa edellisvuosiin.
- Jormasjärvestä on tapahtunut lajistollisia muutoksia ja limalevä on lähes tyystin hävinnyt. Tämä näkyy kokonaisbiomassan laskuna.
- Kasviplanktonin perusteella selvästi karuuntuneet Kalliojärvi, Kolmisoppi ja Jormasjärvi luokitteivat erinomaiseen ekologiseen tilaan. Luokittelussa otetaan huomioon lähinnä rehevöitymiseen liittyvät tekijät. Muut tekijät kuten solujen huonokuntoisuus, lajiston niukkuus ja kokonaisbiomassan muutos eivät kuitenkaan tue näiden järvien luokitustulosta.
- Nuasjärven näytteiden yleisilme oli lähellä luonnontilaista sekä lajistollisesti että kokonaisbiomassan suhteen tarkasteltuna.

Vuoksen suunta:

- Kivijärven pohjoisosan ja Laakajärven näytteiden yleisilme oli "suttuinen"
- Kivijärven kokonaisbiomassa on selvästi laskenut aikaisempiin vuosiin verrattuna ja monimuotoisuus on melko alhainen
- Myös Kivijärvellä erinomaista ekologista tilaa vastaan puhuvat näytteissä havaitut lukumäärältään runsaat pienet huonokuntoiset nielulevät sekä lajiston niukkuus
- Laakajärven leväkoostumus on normaalimpi ja ekologisen luokituksen tulos pitää paremmin paikkansa

- *Kiltuanjärven leväsolut ovat parempikuntoisia verrattuna kaivosta lähempänä sijaitseviin järviin*
- *Kiltuanjärvi luokituu kasviplanktonin perusteella erinomaiseen tilaan*

Kasviplanktonseuranta suositellaan jatkettavaksi tarkkailuohjelman mukaisesti samoin periaattein kuin aikaisempina vuosina.

5. KIRJALLISUUS

Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Karjalainen, S. M., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, 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 (SYKE). s. 144.

Pöyry Environment Oy 2009. Talvivaara projekti Oy. Talvivaaran kaivoksen tarkkailu v. 2008. Moniste.

Pöyry Finland Oy 2011. Talvivaara Sotkamo Oy. Talvivaaran kaivoksen tarkkailu v. 2010. Moniste.

Pöyry Finland Oy 2012. Talvivaara Sotkamo Oy. Järvien biologiset tutkimukset kesällä 2012: Kasviplankton, pohjaeläimet, verkkokoekalastukset, kalojen metallipitoisuudet. Moniste.

Pöyry Finland Oy 2014. Talvivaara Sotkamo Oy. Talvivaaran kaivoksen tarkkailu v. 2013. Moniste.

Zwerver, S. 2015. Kasviplankton veden kuvaajana – lajisto ja biomassa. Talvivaaran alue. Raportti vuoden 2015 kasviplanktonin määrityksistä. Tmi Zwerver. 18 s.

LIITE 1

TALVIVAARAN KASVIPLANKTON, TMI ZWERVER

Kasviplankton veden kuvaajana - lajisto ja biomassa -

Talvivaaran alue

kesänäytteet vuodelta 2015
seuraavilta näytepaikoilta:

Jormasjärvi
Kalliojärvi
Kiltuanjärvi
Kivijärvi
Kolmisoppi
Laakajärvi
Nuasjärvi / Rehjanselkä

Raportti

vuoden 2015 näytteiden määrityksistä
Ramboll Finland Oy:n
toimeksiannosta

ajankohta: marraskuu 2015

raportti nro: 2015 22

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO.....	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	3
2.1 NÄYTTEET.....	3
2.2 MIKROSKOOPPI.....	5
2.3 MENETELMÄ.....	5
2.3.1 Näytteen esikäsittely.....	5
2.3.2 Runsauden arviointi ja lajien määrittäminen.....	5
2.3.2.1 Runsauden arviointi.....	5
2.3.2.2 Laskennan tarkkuus.....	6
2.3.2.3 Lajinmäärittäminen.....	6
2.3.2.4 Biomassa.....	6
2.3.2.5 Tietojen käsittely.....	6
3. Tulokset.....	7
3.1 YHTEENVETO TULOKSISTA.....	7
3.2 KAAVIOT YHTEENVETOISTA.....	8
3.3 LEVÄRYHMIEN JAKAANTUMINEN, TAULUKOT.....	10
3.4 LEVÄRYHMIEN JAKAANTUMINEN, KAAVIOT.....	12
3.5 VALOKUVAT NÄYTTEISTÄ.....	12
4 EKOLOGINEN LUOKITTELU.....	12
5 JÄRVIKOHTAISET LAUSUNNOT.....	14
5.1 JORMASJÄRVI.....	14
5.2 KALLIOJÄRVI.....	14
5.3 KILTUANJÄRVI.....	15
5.4 KIVIJÄRVI.....	15
5.5 KOLMISOPPI.....	15
5.6 LAAKAJÄRVI.....	16
5.7 NUASJÄRVI / REHJANSELKÄ.....	16
6. KIRJALLISUUS.....	18

1. Johdanto

Tässä raportissa esitetään aineisto, menetelmät ja tulokset kasviplanktonlaskennoista sekä kerrotaan, mitä kasviplankton kertoo veden tilasta. Näytteet ovat Talvivaaran kaivoksen lähi-alueelta vuodelta 2015, jotka Ramboll Finland Oy on toimittanut määritettäväksi.

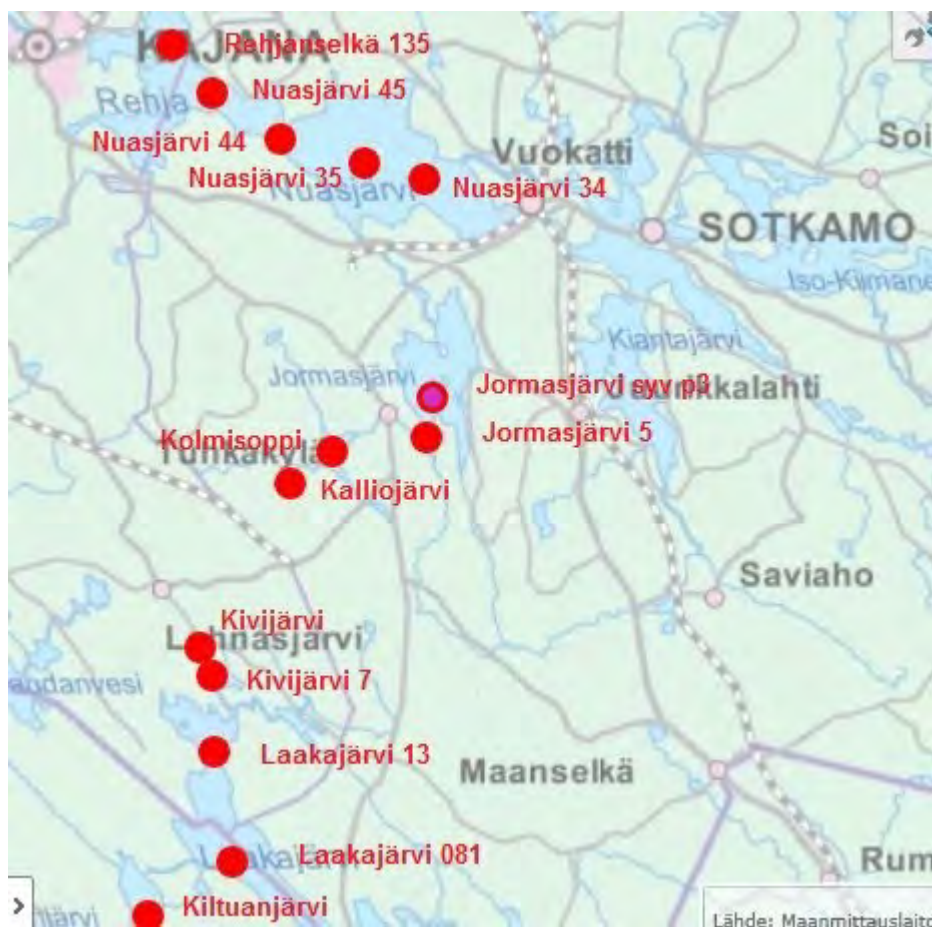
2. Aineisto ja menetelmät

2.1 Näytteet

Näytteitä toimitettiin määritettäväksi 36 kpl, 14 eri näytepaikalta. Näytteet oli otettu seitsemästä eri järvestä: Jormasjärvi (2 näytepaikkaa), Kalliojärvi (1), Kiltuanjärvi (1), Kivijärvi (1), Kolmisoppi (1), Laakajärvi (2) ja Rehja-Nuasjärvi (5) kokoomanäytteinä kesäelokuussa.

Näytteet oli kestäväöity happamalla lugolin liuoksella ja niitä säilytettiin jääkaapissa n. 6°C:n lämpötilassa määrittelyn alkuun asti.

Kartta näytepaikoista. Ympäristökeskuksen portaalista.



Taulukko 1. Näytteet. Toimeksiantajan projektikoodi, näytepaikka, kunta, SYKE:n näytekoodi, Zwerverin koodi, näytteenottopäivämäärä, tutkitun näytteen määrä, järvi-tyyppi ja koordinaatit.

Projektinumero	Näytepaikka	Kunta	Syke-koodi	Toimeksiantajan koodi	Zwerver	Näytepvm	Tutkittu näyte-määrä. ml	Järvi-tyyppi	Koordinaatit (ETRSTM35FIN)	
1510016678-010	Jormasjärvi, syväne (Jor3)	Sotkamo	14892	15VV02594	TV 4	04.06.2015	25,15	Kh	7103305	556645
1510016678-010	Jormasjärvi, syväne (Jor3)	Sotkamo	14893	15VV02605	TV 5	06.07.2015	25,15	Kh	7103305	556645
1510016678-010	Jormasjärvi, syväne (Jor3)	Sotkamo	14894	15VV02614	TV 6	12.08.2015	25,07	Kh	7103305	556645
1510016678-010	Jormasjärvi, Talvilahti (Jor5)	Sotkamo	14889	15VV02593	TV 1	04.06.2015	25,26	Kh	7101186	556226
1510016678-010	Jormasjärvi, Talvilahti (Jor5)	Sotkamo	14890	15VV02604	TV 2	06.07.2015	25,09	Kh	7101186	556226
1510016678-010	Jormasjärvi, Talvilahti (Jor5)	Sotkamo	14891	15VV02613	TV 3	12.08.2015	25,1	Kh	7101186	556226
1510016678-010	Kalliojärvi (Kal1)	Sotkamo	14895	15VV02591	TV 7	09.06.2015	25,32		7098727	548979
1510016678-010	Kalliojärvi (Kal1)	Sotkamo	14896	15VV02602	TV 8	01.07.2015	25,06		7098727	548979
1510016678-010	Kalliojärvi (Kal1)	Sotkamo	14897	15VV02611	TV 9	04.08.2015*	25,17		7098727	548979
1510016678-010	Kiltuanjärvi (Kil4)	Sonkajärvi	14898	15VV02599	TV 10	04.06.2015	25,21	Rh	7075673	541368
1510016678-010	Kiltuanjärvi (Kil4)	Sonkajärvi	14899	15VV02610	TV 11	08.07.2015	25,18	Rh	7075673	541368
1510016678-010	Kiltuanjärvi (Kil4)	Sonkajärvi	14900	15VV02619	TV 12	11.08.2015	10,12	Rh	7075673	541368
1510016678-010	Kivijärvi, pohjoisosa (Kiv2) (SYKE: Kivijärvi)	Kajaani	14901	15VV02595	TV 13	09.06.2015	25,07	Rh	7089971	544191
1510016678-010	Kivijärvi, pohjoisosa (Kiv2)	Kajaani	14902	15VV02606	TV 14	02.07.2015	10,16	Rh	7089971	544191
1510016678-010	Kivijärvi, pohjoisosa (Kiv2)	Kajaani	14903	15VV02615	TV 15	04.08.2015	10,08	Rh	7089971	544191
1510016678-010	Kivijärvi, keskiosa (Kiv7)	Kajaani	15280	15VV02596	TV 32	09.06.2015	10,1	Rh	7088528	544879
1510016678-010	Kivijärvi, keskiosa (Kiv7)	Kajaani	15281	15VV02607	TV 33	02.07.2015	10,08	Rh	7088528	544879
1510016678-010	Kivijärvi, keskiosa (Kiv7)	Kajaani	15282	15VV02616	TV 34	04.08.2015*	10,08	Rh	7088528	544879
1510016678-010	Kolmisoppi (Kol)	Sotkamo	14904	15VV02592	TV 16	10.06.2015	10,09	Rh	7100496	551228
1510016678-010	Kolmisoppi (Kol)	Sotkamo	14905	15VV02603	TV 17	02.07.2015	10,05	Rh	7100496	551228
1510016678-010	Kolmisoppi (Kol)	Sotkamo	14906	15VV02612	TV 18	04.08.2015*	10,05	Rh	7100496	551228
1510016678-010	Laakajärvi, keskiosa (Laa081)	Sonkajärvi	14907	15VV02598	TV 19	03.06.2015	10,08	Rh	7078540	545920
1510016678-010	Laakajärvi, keskiosa (Laa081)	Sonkajärvi	14908	15VV02609	TV 20	08.07.2015	10,07	Rh	7078540	545920
1510016678-010	Laakajärvi, keskiosa (Laa081)	Sonkajärvi	14909	15VV02618	TV 21	11.08.2015	10,08	Rh	7078540	545920
1510016678-010	Laakajärvi, pohj.osa (Laa13)	Kajaani	14910	15VV02597	TV 22	03.06.2015	10,1	Rh	7084449	544950
1510016678-010	Laakajärvi, pohj.osa (Laa13)	Kajaani	14911	15VV02608	TV 23	08.07.2015	20,04	Rh	7084449	544950
1510016678-010	Laakajärvi, pohj.osa (Laa13)	Kajaani	14912	15VV02617	TV 24	11.08.2015	10,08	Rh	7084449	544950
1510016678-024	Nuasjärvi 34	Sotkamo	14913	15VV02695	TV 25	22.06.2015	10,05	Sh	7114943	556137
1510021110-004	Nuasjärvi 34	Sotkamo	14914	15VV02699	TV 26	17.08.2015	10,08	Sh	7114943	556137
1510016678-024	Nuasjärvi 35	Sotkamo	14915	15VV02696	TV 27	22.06.2015	10,08	Sh	7115889	552956
1510021110-004	Nuasjärvi 35	Sotkamo	14916	15VV02700	TV 28	17.08.2015	10,08	Sh	7115889	552956
1510016678-024	Nuasjärvi 44 (Rimpilänsalmi)	Sotkamo	14940	15VV02697	TV 29	22.06.2015**	10,05	Sh	7117103	548426
1510021110-004	Nuasjärvi 44 (Rimpilänsalmi)	Sotkamo	14941	15VV02701	TV 30	17.08.2015	10,08	Sh	7117103	548426
1510021110-004	Nuasjärvi 45	Sotkamo	14942	15VV02702	TV 31	18.08.2015	10,03	Sh	7119603	544883
1510016678-024	Rehjanselkä 135	Kajaani	14917	15VV02698	TV 35	24.06.2015***	10,10	Sh	7122120	542661
1510021110-004	Rehjanselkä 135	Kajaani	14918	15VV02703	TV 36	18.08.2015	10,01	Sh	7122120	542661

* = pullossa 06.08.2015

** = pullossa 24.06.2015

*** = pullossa 23.06.2015

2.2 Mikroskooppi

Määrittelyssä käytettiin käänteismikroskooppia (Leitz Diavert). Määrittelyt tehtiin kirkaskentässä.

Mikroskooppi täyttää kirkkaasti eurooppalaisen standardin (SFS-EN 15204) asettamat vaatimukset, jotka ilmenevät seuraavasta taulukosta:

Taulukko 2. Mikroskoopin ominaisuudet.

	Eurooppalainen suositus EN 15204	Zwerver
valaistus	50-100 W	50 W
kondensorin NA	> 0,5	0,6
objektiivit	10x (faasi) tai 20x (faasi)	10 x NA 0,22 Plan, Zeiss
	20x, NA>0,5	25x NA 0,8 Neofluor, öljy, Zeiss
	40x faasi	40x NA 0,75, Neofluor, faasi, Zeiss
	60x plan apo, öljy tai 100x plan apo, öljy, NA > 0,9	63x NA 1,4 plan apo, öljy, Zeiss
okulaarit	10x tai 12,5 x	10x

2.3 Menetelmä

Määrittely- ja laskentamenetelmä perustui Suomen ympäristökeskuksen (Järvinen, toim., 2011), Utermöhlin (1958) ja eurooppalaisen standardin (SFS-EN 15204, 2006) kuvaamille menetelmille.

Kaikki näytteet laskettiin SYKEN laajaa menetelmää (Järvinen, toim., 2011) käyttäen. Tarkempi kuvaus menetelmästä löytyy kohdassa 2.3.2. Runsauden arviointi ja lajien määrittely.

2.3.1 Näytteen esikäsittely

Ennen näytteen valmistelua näytepullo otettiin jääkaapista ja sen lämpötilan annettiin nousta huoneenlämpötilaa vastaavaksi vähintään 12 tunnin ajan. Näyte sekoitettiin näytepulloa kääntelemällä muutaman minuutin ajan rauhallisesti, jonka jälkeen näyte laskeutettiin kyvetissä.

Näytemäärä laskeutettiin Hydro-Bioksen 10 tai 25 ml:n kyveteissä. Näytteen annettiin laskeutua Järvinen ym. (2011) ohjeistuksen mukaisen ajan.

2.3.2 Runsauden arviointi ja lajien määrittely

2.3.2.1 Runsauden arviointi

Näyte tutkittiin kolmea suurennusta käyttäen. Ensiksi tarkastettiin näytteen tasainen jakautuminen kyvetin pohjalle pienellä (100x) suurennuksella. Jos näyte oli epätasaisesti laskeutunut, laskeutettiin uusi näyte.

Itse määrittely aloitettiin pienimmistä levistä. Kaikkein pienikokoisimmat (< 2 µm) taksonit laskettiin erikseen 630x-suurennuksella 7 näkökentästä. Tämä askel on ylimääräinen SYKEN ohjeistukseen verrattuna. Se antaa kuvan aivan pienimpien planktoneliöiden (picoplankton) määrästä.

Seuraavaksi laskettiin ja määritettiin hieman suuremmat taksonit (2-20 µm) samalla (630x) suurennuksella vähintään 50 näkökentästä, ohjeistuksen mukaan. Tämän jälkeen laskettiin ja määritettiin suurikokoiset (>20 µm) sekä aikaisemmin havaitsemattomat taksonit 250x-suurennuksella, niin ikään vähintään 50 näkökentästä.

630x suurennuksella kerättiin vähintään 400 havaintoa. Eniten esiintyvistä taksonista pyrittiin keräämään vähintään 50 havaintoa, vähintään 20:stä näkökentästä, niin 630x- kuin 250x-suurennuksella.

Lopuksi laskettiin vähintään puolen kyvetin alalta suurimmat ja harvalukuisimmat taksonit 100x suurennuksella, käyttäen tarvittaessa suurempaa suurennusta määrittelyyn.

Mainitut suurusluokat ovat vain suuntaa antavia. Levät määritettiin sillä suurennuksella, jossa tuntomerkit olivat luotettavasti havaittavissa.

SYKEN Phyto-ohjelmassa ei ole mahdollisuutta ottaa mukaan laskennan ulkopuolella havaittuja taksoneita. Alkuperäisissä laskennoissa ne on otettu mukaan.

Seuraavaan taulukkoon on koottu yhteenvetona yllä selvitetyn laskentamenetelmän keskeiset numerot.

Taulukko 3. Laskentamenetelmä

Laaja suurennus	laskenta- yksiköiden koko	Vähintään	
		näkökenttiä	yksiköitä
630x	0-2 µm	7	
630x	2-20	50	400
250x	> 20 µm	50	
100x/250x/630x	> 20 µm	1/2 kyvetiä	

Runsaimmin esiintyvää taksonia väh. 50 kpl,
väh. 20 näkökentältä, 630x- ja 250x- suurennoksilla.

2.3.2.2 Laskennan tarkkuus

Laskennan tarkkuus vaihtelee laskentayksiköiden määrän mukaan seuraavasti:

Taulukko 4. Laskennan tarkkuus

laskenta- yksiköiden lukumäärä	virhe- marginaali +-
10	63%
50	28%
100	20%
400	10%
600	8%

2.3.2.3 Lajinmääritys

Lajit pyrittiin määrittämään lajitasolle. Luettelo tärkeimmästä käytetystä määrittyskirjallisuudesta löytyy kirjallisuusluettelosta. Lajilistana käytettiin SYKEN ylläpitämää lajilistaa.

2.3.2.4 Biomassa

Levien biomassa saadaan kertomalla laskentayksiköiden lukumäärä niiden tilavuudella (Lepistö, L. toim., 2006). Laskennassa on käytetty Suomen ympäristökeskuksen kasviplanktonrekisterin tilavuusarvoja.

2.3.2.5 Tietojen käsittely

Näytteen laskentaan käytettiin planktonlaskentaohjelmaa Count 6.2, jonka jälkeen tulokset vietiin SYKEN kasviplanktonrekisteriin Env-Phyto-ohjelman avulla.

Tämän jälkeen tulokset haettiin SYKEN Hertta-palvelusta ja toimitettiin toimeksiantajalle taulukkomuodossa.

3. Tulokset

Laskentatulokset on viety SYKE:n kasviplanktonrekisteriin. Liitteenä olevassa excel-tiedostosta (Kasviplanktontulokset Talvivaara 2015.xlsx) löytyvät kasviplanktonrekisteristä haetut tulokset. Tiedosto käsittää sivut

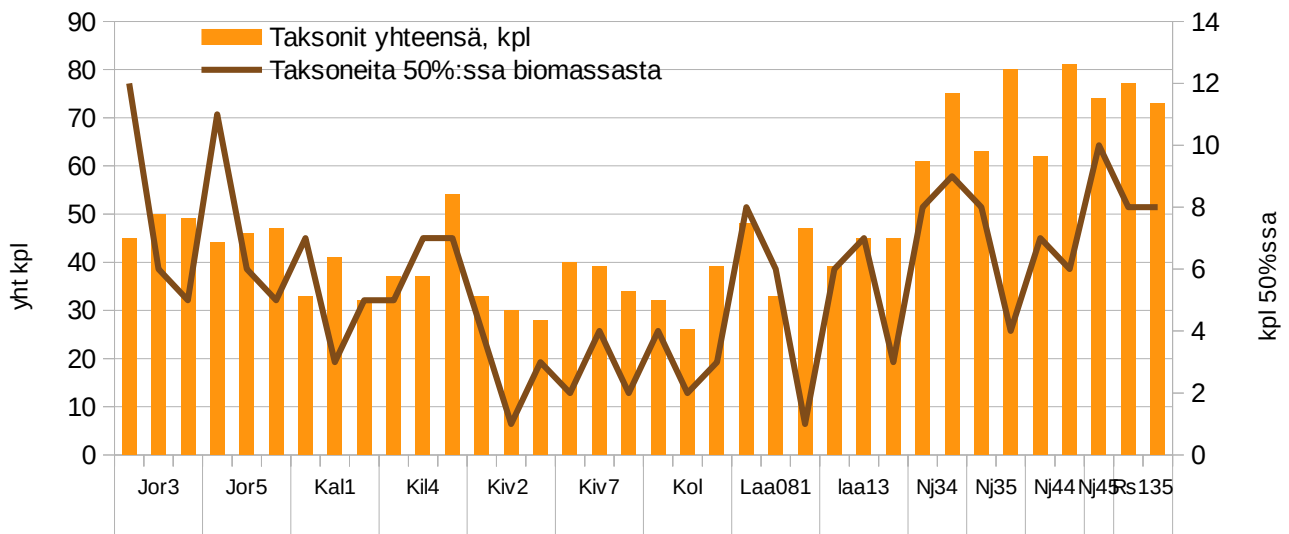
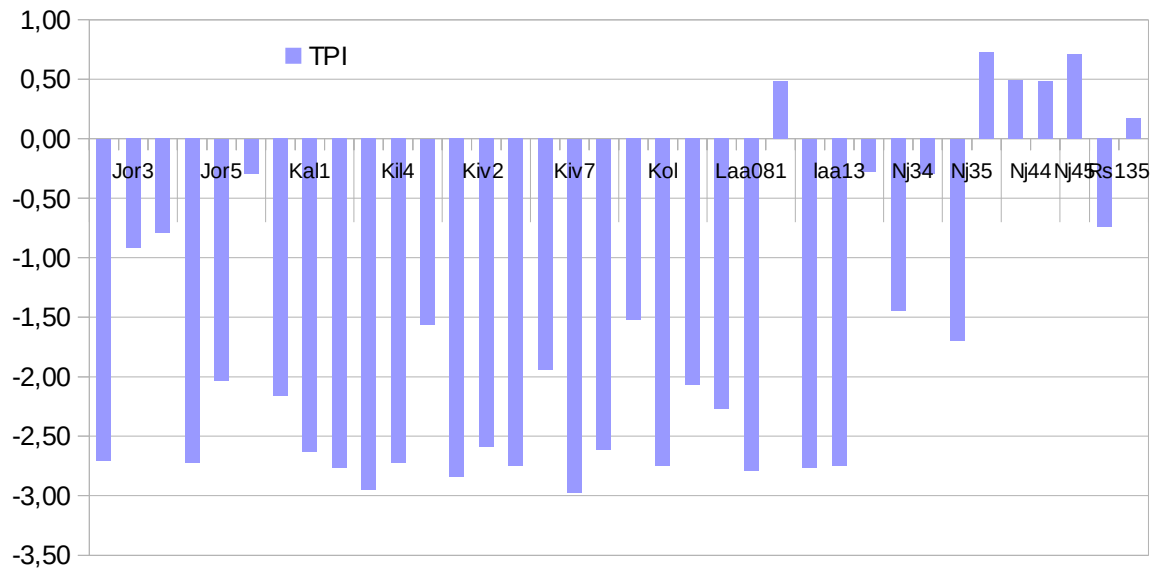
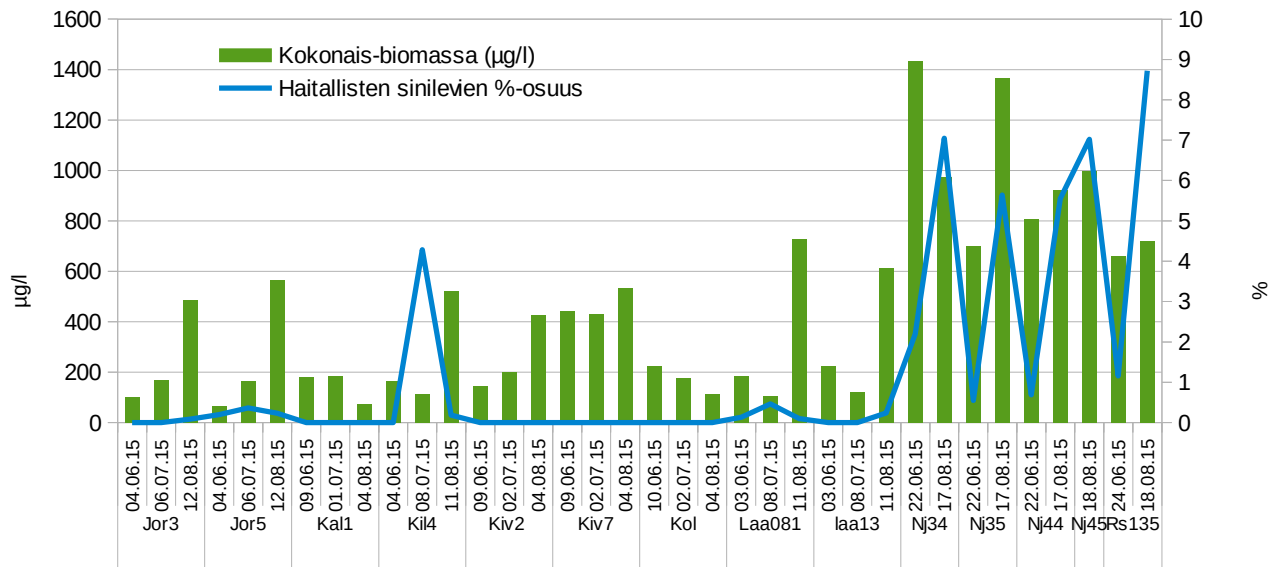
- 1) lajilistat kasviplanktonrekisteristä
- 2) luokkalistat kasviplanktonrekisteristä
- 3) yhteenvetolista kasviplanktonrekisteristä

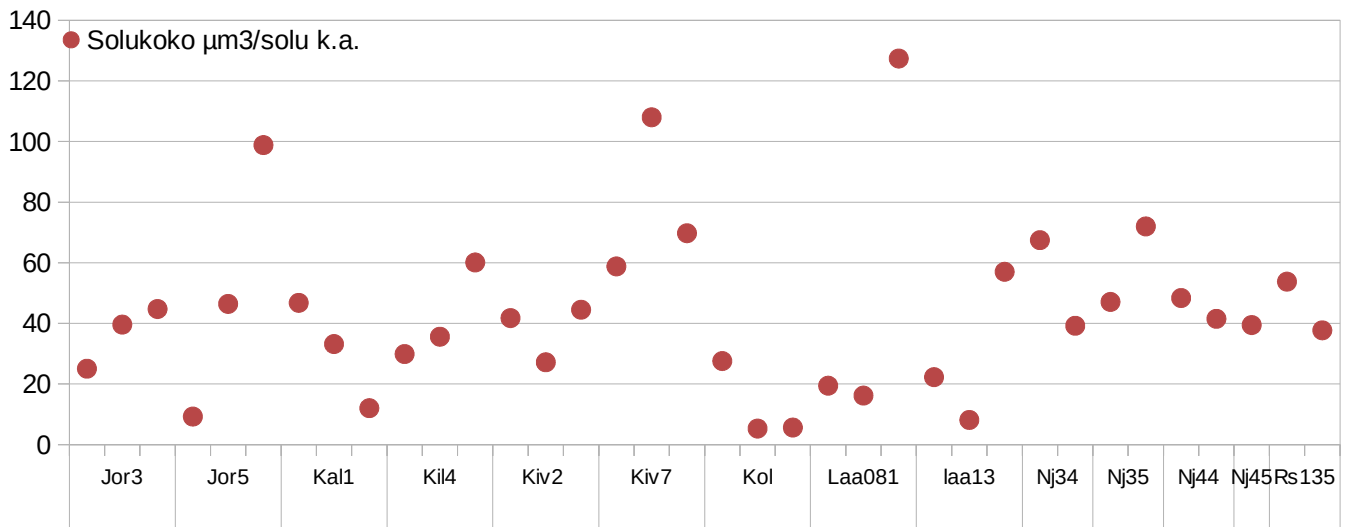
3.1 Yhteenvedo tuloksista

Taulukko 5. Tulokset

Näytepaikka	Syke-koodi	Näytepvm	Kokonais-biomassa (µg/l)	Haitallisten sinilevien %-osuus	TPI	Solukoko µm3/solu k.a.	Taksonit yhteensä, lkm	Taksoneita 50%:ssa biomassasta
Jormasjärvi, syväne (Jor3)	14892	04.06.2015	99	0	-2,71	25	45	12
Jormasjärvi, syväne (Jor3)	14893	06.07.2015	170	0	-0,92	40	50	6
Jormasjärvi, syväne (Jor3)	14894	12.08.2015	487	0,1	-0,79	45	49	5
Jormasjärvi, Talvilahti (Jor5)	14889	04.06.2015	63	0,2	-2,72	9	44	11
Jormasjärvi, Talvilahti (Jor5)	14890	06.07.2015	164	0,4	-2,03	46	46	6
Jormasjärvi, Talvilahti (Jor5)	14891	12.08.2015	567	0,2	-0,29	99	47	5
Kalliojärvi (Kal1)	14895	09.06.2015	182	0	-2,16	47	33	7
Kalliojärvi (Kal1)	14896	01.07.2015	185	0	-2,63	33	41	3
Kalliojärvi (Kal1)	14897	04.08.2015	74	0	-2,77	12	32	5
Kiltuanjärvi (Kil4)	14898	04.06.2015	164	0	-2,96	30	37	5
Kiltuanjärvi (Kil4)	14899	08.07.2015	115	4,3	-2,72	36	37	7
Kiltuanjärvi (Kil4)	14900	11.08.2015	522	0,2	-1,56	60	54	7
Kivijärvi, pohjoisosa (Kiv2) (SYKE: Kivijärvi)	14901	09.06.2015	143	0	-2,84	42	33	4
Kivijärvi, pohjoisosa (Kiv2)	14902	02.07.2015	199	0	-2,59	27	30	1
Kivijärvi, pohjoisosa (Kiv2)	14903	04.08.2015	426	0	-2,75	45	28	3
Kivijärvi, keskiosa (Kiv7)	15280	09.06.2015	442	0	-1,94	59	40	2
Kivijärvi, keskiosa (Kiv7)	15281	02.07.2015	430	0	-2,97	108	39	4
Kivijärvi, keskiosa (Kiv7)	15282	04.08.2015	535	0	-2,61	70	34	2
Kolmisoppi (Kol)	14904	10.06.2015	224	0	-1,52	28	32	4
Kolmisoppi (Kol)	14905	02.07.2015	178	0	-2,75	5	26	2
Kolmisoppi (Kol)	14906	04.08.2015	111	0	-2,07	6	39	3
Laakajärvi, keskiosa (Laa081)	14907	03.06.2015	183	0,1	-2,27	19	48	8
Laakajärvi, keskiosa (Laa081)	14908	08.07.2015	106	0,5	-2,79	16	33	6
Laakajärvi, keskiosa (Laa081)	14909	11.08.2015	728	0,1	0,48	127	47	1
Laakajärvi, pohjoisosa (laa13)	14910	03.06.2015	223	0	-2,76	22	39	6
Laakajärvi, pohjoisosa (laa13)	14911	08.07.2015	121	0	-2,75	8	45	7
Laakajärvi, pohjoisosa (laa13)	14912	11.08.2015	613	0,2	-0,27	57	45	3
Nuasjärvi 34	14913	22.06.2015	1435	2,2	-1,44	67	61	8
Nuasjärvi 34	14914	17.08.2015	973	7,0	-0,30	39	75	9
Nuasjärvi 35	14915	22.06.2015	701	0,5	-1,69	47	63	8
Nuasjärvi 35	14916	17.08.2015	1366	5,6	0,73	72	80	4
Nuasjärvi 44 (Rimpilänsalmi)	14940	22.06.2015	806	0,7	0,49	48	62	7
Nuasjärvi 44 (Rimpilänsalmi)	14941	17.08.2015	922	5,6	0,48	42	81	6
Nuasjärvi 45	14942	18.08.2015	995	7,0	0,71	39	74	10
Rehjanselkä 135	14917	24.06.2015	662	1,2	-0,74	54	77	8
Rehjanselkä 135	14918	18.08.2015	718	8,7	0,17	38	73	8

3.2 Kaaviot yhteenvedoista





3.3 Leväryhmien jakaantuminen, taulukot

Suurin ryhmä (tai kaksi) on merkitty tummanharmaalla. Muut valtarehymät on merkitty vaaleanharmaalla.

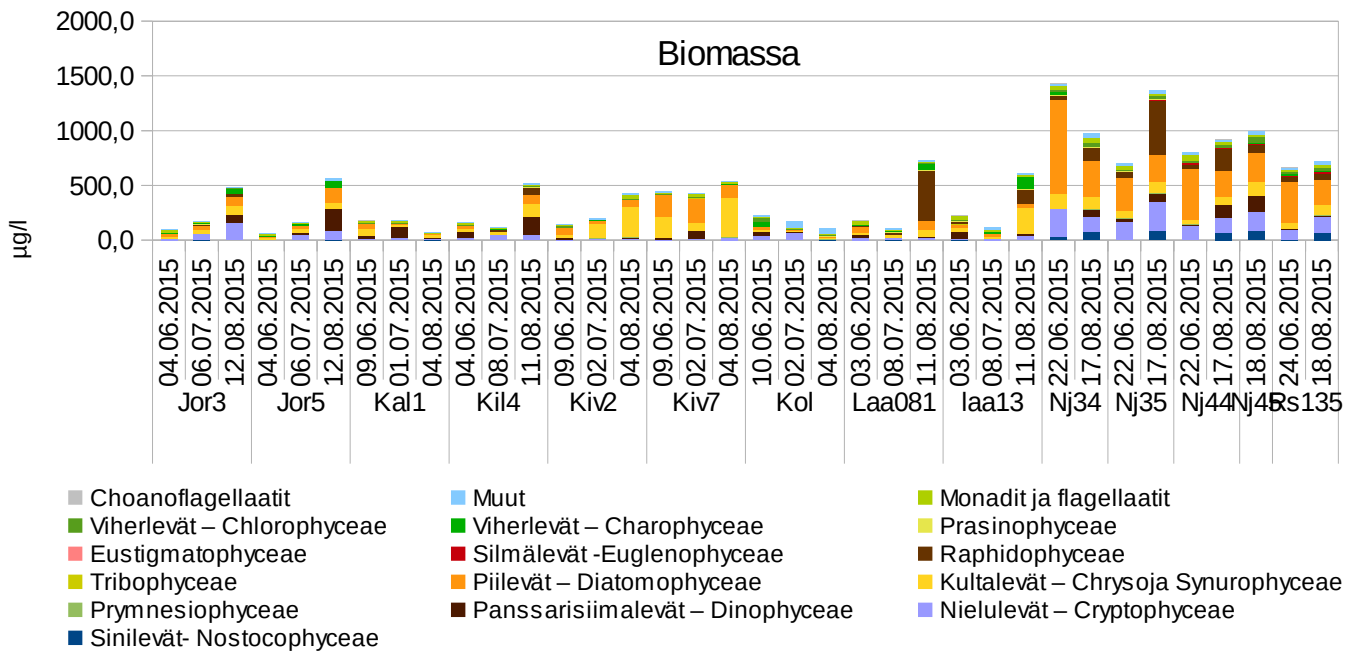
Taulukko 6. Leväryhmien jakautuminen, µg/l

Nimi	Näyte nro	Pvm	Sinilevät- Nostocophyceae	Nielulevät – Cryptophyceae	Panssarisiimalevät – Dinophyceae	Prymnesiophyceae	Kultalevät – Chrysoja Synurophyceae	Pilevät – Diatomophyceae	Tribophyceae	Raphidophyceae	Silmälevät – Euglenophyceae	Eustigmatophyceae	Prasinophyceae	Vihreät – Charophyceae	Vihreät – Chlorophyceae	Monadit ja flagellaatit	Muut	Choanoflagellaatit
Jormasjärvi syv	14892	04.06.2015	0,3	9,0	4,2	0,6	20,0	23,9		4,0	0,3		0,5	2,0	1,1	26,5	7,0	
	14893	06.07.2015	0,6	56,2	2,7	0,7	37,6	38,5		1,7	5,7		0,9	14,2	1,9	5,5	4,0	
	14894	12.08.2015	1,1	156,7	71,7	5,1	76,9	82,7		31,7	0,0		0,1	43,0	3,0	8,1	7,1	
Jormasjärvi 5	14889	04.06.2015		5,4	0,5	0,2	11,5	12,0	1,1	3,9	0,0		0,4	1,5	1,1	21,2	4,5	
	14890	06.07.2015		52,4	11,9	1,0	34,1	34,8		1,3	0,0		0,6	12,0	1,4	8,2	6,5	
	14891	12.08.2015	0,5	83,1	201,0	4,6	55,7	128,7		5,3	0,0		0,1	61,5	1,4	6,6	18,3	
Kalliojärvi	14895	09.06.2015		5,8	35,1	0,1	65,0	38,6			3,2		1,4	0,5	4,1	26,3	1,4	0,3
	14896	01.07.2015		21,4	98,3		17,7	12,3	1,2		0,0		0,8	1,3	5,2	20,8	6,0	
	14897	04.08.2015	0,2	13,5	9,9		28,6	2,1			0,0		0,4	0,2	1,8	12,4	5,0	
Kiltuanjärvi 4	14898	04.06.2015		17,2	61,7		19,7	32,1	0,1	2,0	0,0		0,6	1,7	0,4	24,5	3,7	
	14899	08.07.2015	4,9	40,5	4,6		24,0	9,3		8,5	0,0		3,2	8,6	0,2	5,6	5,0	
	14900	11.08.2015	1,0	48,2	164,2	0,0	119,1	82,8		66,1	0,0		2,4	8,1	3,2	14,2	12,9	
Kivijärvi	14901	09.06.2015		9,9	9,8		26,2	69,4	1,8		0,5		0,6	1,0	9,1	13,6	1,4	
	14902	02.07.2015		14,8	1,7	2,6	128,3	31,5	1,4		0,0		0,1	1,1	1,5	5,8	9,9	
	14903	04.08.2015		14,9	4,2	4,6	282,6	58,7		3,8	0,0		0,2	2,9	4,7	39,5	9,6	
Kivijärvi 7	15280	09.06.2015		9,8	8,6	5,3	191,9	198,8	0,8		0,0	0,4	0,2	2,2	2,1	12,4	9,6	
	15281	02.07.2015	0,8	13,7	69,8	0,3	71,9	220,5	9,0		0,9		0,4	0,4	11,0	29,9	1,6	
	15282	04.08.2015	0,0	18,3	2,7	9,9	353,7	124,6			0,0		0,0	3,3	4,0	12,6	5,8	
Kolmisoppi	14904	10.06.2015	0,8	39,7	38,9		11,9	29,1			0,0		0,3	46,4	31,3	15,3	9,8	
	14905	02.07.2015		62,2	14,2		12,4	4,4		4,0	0,0		0,0	1,6	4,0	11,2	63,5	
	14906	04.08.2015	0,1	3,8	4,5	0,0	13,6	13,9			0,0		0,0	5,4	8,4	11,6	49,1	
Laakajärvi 081	14907	03.06.2015	0,6	16,9	25,1		25,5	52,2	0,8	11,3	1,1		0,7	5,8	3,6	32,2	6,5	0,2
	14908	08.07.2015	0,5	20,0	2,6		22,3	6,2		18,6	0,0		2,9	12,6	1,2	8,4	11,0	
	14909	11.08.2015	0,7	21,0	5,0		70,3	78,0		461,6	0,0		0,7	60,5	5,0	12,3	12,3	
Laakajärvi 13	14910	03.06.2015	0,1	6,2	70,9		37,0	23,7	9,4	24,1	1,6		1,7	5,7	5,0	32,9	4,4	0,1
	14911	08.07.2015	0,1	9,7	0,6		21,8	22,9	0,0	3,2	0,0		4,4	10,4	2,4	20,8	24,4	
	14912	11.08.2015	1,7	40,4	16,2		230,4	45,0		131,5	0,0		2,5	106,9	7,5	20,0	10,7	
Nuasjärvi 34	14913	22.06.2015	33,2	251,2	4,9	2,2	129,5	861,6		38,0	0,0		6,6	26,3	17,7	37,0	27,1	0,1
	14914	17.08.2015	75,4	137,6	68,0	1,5	113,1	331,9		114,7	2,3		9,9	2,6	36,3	37,9	42,3	
Nuasjärvi 35	14915	22.06.2015	5,4	163,4	31,2	2,1	63,6	299,8		62,8	0,0		5,2	1,4	10,1	33,1	23,1	
	14916	17.08.2015	85,9	261,5	79,3	1,3	104,0	249,0	0,4	492,6	6,5	1,7	6,0	2,1	26,6	21,0	28,5	
Nuasjärvi 44	14940	22.06.2015	7,3	121,3	14,9	1,0	42,9	469,4		31,0	17,0	1,1	2,2	1,7	12,1	59,7	24,2	
	14941	17.08.2015	63,7	137,9	123,1	1,6	69,4	238,5	0,5	200,5	3,1		6,5	3,7	20,1	25,0	28,6	0,0
Nuasjärvi 45	14942	18.08.2015	87,9	165,2	152,4	2,4	124,1	264,9		69,3	13,1		6,2	3,1	50,5	22,4	33,5	
Rehjänselkä 13	14917	24.06.2015	8,8	82,9	10,6	1,4	58,0	372,6		48,5	3,6		1,3	19,5	15,3	21,5	18,0	0,0

Taulukko 7. Leväryhmien jakautuminen, % kokonaisbiomassasta

Nimi	Näyte nro	Pvm	Sinilevät- Nostocophyceae	Nielulevät – Cryptophyceae	Panssarisiimalevät – Dinophyceae	Pymnesiophyceae	Kultalevät – Chrysoja Synurophyceae	Piilevät – Diatomophyceae	Tribophyceae	Raphidophyceae	Silmälevät -Euglenophyceae	Eustigmatophyceae	Prasinophyceae	Viherelevät – Charophyceae	Viherelevät – Chlorophyceae	Monadit ja flagellaatit	Muut	Choanoflagellaatit
Jormasjärvi syv p3	14892	04.06.2015	0,3	9,1	4,2	0,6	20,1	24,1		4,0	0,3		0,5	2,0	1,1	26,6	7,1	
	14893	06.07.2015	0,4	33,0	1,6	0,4	22,1	22,6		1,0	3,4		0,5	8,3	1,1	3,2	2,4	
	14894	12.08.2015	0,2	32,2	14,7	1,1	15,8	17,0		6,5	0,0		0,0	8,8	0,6	1,7	1,4	
Jormasjärvi 5	14889	04.06.2015		8,5	0,8	0,3	18,1	19,1	1,8	6,1	0,0		0,6	2,3	1,7	33,5	7,1	
	14890	06.07.2015		32,0	7,3	0,6	20,8	21,2		0,8	0,0		0,4	7,3	0,8	5,0	3,9	
	14891	12.08.2015	0,1	14,7	35,5	0,8	9,8	22,7		0,9	0,0		0,0	10,8	0,3	1,2	3,2	
Kalliojärvi	14895	09.06.2015		3,2	19,3	0,1	35,7	21,3			1,7		0,8	0,3	2,2	14,5	0,7	0,2
	14896	01.07.2015		11,6	53,2		9,6	6,6	0,6		0,0		0,5	0,7	2,8	11,2	3,2	
	14897	04.08.2015	0,3	18,2	13,4		38,6	2,9			0,0		0,5	0,3	2,4	16,8	6,7	
Kiltuanjärvi 4	14898	04.06.2015		10,5	37,7		12,0	19,6	0,1	1,2	0,0		0,4	1,0	0,3	15,0	2,2	
	14899	08.07.2015	4,3	35,3	4,1		21,0	8,2		7,4	0,0		2,8	7,5	0,2	4,9	4,4	
	14900	11.08.2015	0,2	9,2	31,4	0,0	22,8	15,9		12,7	0,0		0,5	1,6	0,6	2,7	2,5	
Kivijärvi	14901	09.06.2015		6,9	6,8		18,3	48,4	1,3		0,3		0,4	0,7	6,4	9,5	1,0	
	14902	02.07.2015		7,4	0,9	1,3	64,5	15,8	0,7		0,0		0,1	0,6	0,8	2,9	5,0	
	14903	04.08.2015		3,5	1,0	1,1	66,4	13,8		0,9	0,0		0,0	0,7	1,1	9,3	2,3	
Kivijärvi 7	15280	09.06.2015		2,2	1,9	1,2	43,4	45,0	0,2		0,0	0,1	0,1	0,5	0,5	2,8	2,2	
	15281	02.07.2015	0,2	3,2	16,2	0,1	16,7	51,3	2,1		0,2		0,1	0,1	2,6	7,0	0,4	
	15282	04.08.2015	0,0	3,4	0,5	1,8	66,1	23,3			0,0		0,0	0,6	0,8	2,4	1,1	
Kolmisoppi	14904	10.06.2015	0,4	17,7	17,4		5,3	13,0			0,0		0,1	20,8	14,0	6,9	4,4	
	14905	02.07.2015		35,0	8,0		7,0	2,5		2,3	0,0		0,0	0,9	2,3	6,3	35,8	
	14906	04.08.2015	0,1	3,4	4,1	0,0	12,3	12,6			0,0		0,0	4,9	7,6	10,5	44,5	
Laakajärvi 081	14907	03.06.2015	0,3	9,3	13,7		14,0	28,6	0,4	6,2	0,6		0,4	3,2	2,0	17,7	3,6	0,1
	14908	08.07.2015	0,5	18,8	2,4		21,0	5,8		17,5	0,0		2,7	11,9	1,2	7,9	10,4	
	14909	11.08.2015	0,1	2,9	0,7		9,7	10,7		63,5	0,0		0,1	8,3	0,7	1,7	1,7	
Laakajärvi 13	14910	03.06.2015	0,0	2,8	31,9		16,6	10,6	4,2	10,8	0,7		0,8	2,6	2,2	14,8	2,0	0,0
	14911	08.07.2015	0,1	8,0	0,5		18,1	18,9	0,0	2,7	0,0		3,6	8,6	2,0	17,3	20,2	
	14912	11.08.2015	0,3	6,6	2,7		37,6	7,3		21,5	0,0		0,4	17,4	1,2	3,3	1,8	
Nuasjärvi 34	14913	22.06.2015	2,3	17,5	0,3	0,2	9,0	60,0		2,6	0,0		0,5	1,8	1,2	2,6	1,9	0,0
	14914	17.08.2015	7,7	14,1	7,0	0,2	11,6	34,1		11,8	0,2		1,0	0,3	3,7	3,9	4,3	
Nuasjärvi 35	14915	22.06.2015	0,8	23,3	4,5	0,3	9,1	42,8		9,0	0,0		0,7	0,2	1,4	4,7	3,3	
	14916	17.08.2015	6,3	19,1	5,8	0,1	7,6	18,2	0,0	36,0	0,5	0,1	0,4	0,2	1,9	1,5	2,1	
Nuasjärvi 44	14940	22.06.2015	0,9	15,1	1,9	0,1	5,3	58,3		3,9	2,1	0,1	0,3	0,2	1,5	7,4	3,0	
	14941	17.08.2015	6,9	15,0	13,3	0,2	7,5	25,9	0,1	21,7	0,3		0,7	0,4	2,2	2,7	3,1	0,0
Nuasjärvi 45	14942	18.08.2015	8,8	16,6	15,3	0,2	12,5	26,6		7,0	1,3		0,6	0,3	5,1	2,2	3,4	
Rehjanselkä 135	14917	24.06.2015	1,3	12,5	1,6	0,2	8,8	56,3		7,3	0,5		0,2	2,9	2,3	3,2	2,7	0,0
	14918	18.08.2015	10,1	19,1	2,4	0,2	13,5	30,8		8,5	1,5		0,8	0,7	4,1	3,6	4,5	

3.4 Leväryhmien jakaantuminen, kaaviot



3.5 Valokuvat näytteistä

Valokuvat on otettu 100x-kertaisella suurennuksella 25 ml:n näytteestä. Kuvista saa yleiskäsityksen näytteistä ja niiden runsaudesta toisiinsa verrattuna. Valokuvat löytyvät liitteestä Talvivaara kasviplankton valokuvat.pdf

4 Ekologinen luokittelu

Ohjeistuksen (Aroviita ja muut 2012) mukainen ekologisen tilan luokittelu tehdään laskemalla biomassan, haitallisten sinilevien, TPI:n ja klorofyllin kesän keskiarvot. Biomassa ja TPI on ohjeistettu laskettavaksi kesä-elokuun näytteiden keskiarvoista, sinileville riittää heinä-elokuun keskiarvo, klorofyllille arvot taas otetaan kesä-syyskuulta.

Kaikilta näytepaikoilta ei ollut kaikkia vaadittavia näytteitä. Nuasjärvestä ei ollut kuin kesä- ja elokuun näytteet, Nuasjärvi 45:stä ainoastaan elokuun näyte. Nuasjärven kesäkuun näytteet olivat kesäkuun lopulta, niitä käytetään tässä suuntaa-antavasti ekologisen luokan määrittelyyn sinilevän osalta.

Tässä sijoitetaan näytepaikkojen ekologisen tilan arviointiin käytettävät kasviplanktonmuuttujat ohjeistuksessa (Aroviita ja muut 2012) annettuihin luokkiin ja tätä luokitusta sekä muita esiin tulevia asioita kommentoidaan kasviplanktonin koostumuksen pohjalta.

Klorofyllitietoja ei SYKEN rekisteristä näille näytteille löytynyt.

Lopullista ekologista luokitusta varten tulee ottaa myös muut muuttujat (kuten mm. vesikasvit, kalat ja haitalliset aineet) huomioon.

Seuraavan sivun taulukossa näkyy näytepaikkojen ekologinen luokittelu kasviplanktonin perusteella käytössä olevien tietojen perusteella.

Kaikki näytepaikat, paitsi Nuasjärven, olivat kaikkien muuttujien (biomassa, haitalliset sinilevät, TPI) osalta ohjeistuksen mukaisen ekologisen luokituksen (Aroviita ja muut 2012) mukaan erinomaisessa tilassa.

Nuasjärven eri pisteissä oli hiukan enemmän hajontaa tyydyttävän ja erinomaisen välillä muuttujien ja näytepaikkojen kesken. Ne poikkesivat selkeästi muista näytepaikoista.

On myös huomioitava, että Nuasjärvestä ei ollut ekologiseen luokitteluun vaadittavaa määrää näytteitä, jolloin luokituksen luotettavuus heikkenee. Heinäkuun näytteet olisivat luultavasti huonontaneet keskiarvoja.

Nuasjärvi/Rehjänselkä kuuluu järviyhteyksiin Sh = suuret humusjärvet, jonka ekologisen luokituksen luokkarajat ovat biomassan ja TPI:n osalta matalammat kuin muiden järvien, jotka kuuluvat tyyppiin Kh = keskikokoiset humusjärvet ja Rh = runsashumuksiset järvet. Eli samat biomassa- ja TPI -arvot luokittavat Nuasjärven huonompaan ekologiseen luokkaan kuin muut järvet. Tämä johtuu eri järviyhteyksien erilaisuudesta, joka on otettu huomioon luokituksessa.

Taulukko 8. Ekologinen luokittelu

Näytepaikka	Syke- koodi	Näytepvm	Järvi- tyyppi	keskiarvot kuukausilta		
				VI-VIII	VI-VII	VI-VIII
				Kokonais- biomassa (mg/l)	Haitallisten sinilevien %- osuus	TPI
Jormasjärvi, syväne (Jor3)	14892	04.06.2015	Kh	0,25		-1,47
Jormasjärvi, syväne (Jor3)	14893	06.07.2015	Kh		0,0	
Jormasjärvi, syväne (Jor3)	14894	12.08.2015	Kh			
Jormasjärvi, Talvilahti (Jor5)	14889	04.06.2015	Kh	0,26		-1,68
Jormasjärvi, Talvilahti (Jor5)	14890	06.07.2015	Kh		0,3	
Jormasjärvi, Talvilahti (Jor5)	14891	12.08.2015	Kh			
Kalliojärvi (Kal1)	14895	09.06.2015		0,15		-2,52
Kalliojärvi (Kal1)	14896	01.07.2015			0,0	
Kalliojärvi (Kal1)	14897	04.08.2015				
Kiltuanjärvi (Kil4)	14898	04.06.2015	Rh	0,27		-2,41
Kiltuanjärvi (Kil4)	14899	08.07.2015	Rh		2,2	
Kiltuanjärvi (Kil4)	14900	11.08.2015	Rh			
Kivijärvi, pohjoisosa (Kiv2) (SYKE: Kivijärvi)	14901	09.06.2015	Rh	0,26		-2,73
Kivijärvi, pohjoisosa (Kiv2)	14902	02.07.2015	Rh		0,0	
Kivijärvi, pohjoisosa (Kiv2)	14903	04.08.2015	Rh			
Kivijärvi, keskiosa (Kiv7)	15280	09.06.2015	Rh	0,47		-2,51
Kivijärvi, keskiosa (Kiv7)	15281	02.07.2015	Rh		0,0	
Kivijärvi, keskiosa (Kiv7)	15282	04.08.2015	Rh			
Kolmisoppi (Kol)	14904	10.06.2015	Rh	0,17		-2,11
Kolmisoppi (Kol)	14905	02.07.2015	Rh		0,0	
Kolmisoppi (Kol)	14906	04.08.2015	Rh			
Laakajärvi, keskiosa (Laa081)	14907	03.06.2015	Rh	0,34		-1,53
Laakajärvi, keskiosa (Laa081)	14908	08.07.2015	Rh		0,3	
Laakajärvi, keskiosa (Laa081)	14909	11.08.2015	Rh			
Laakajärvi, pohjoisosa (Laa13)	14910	03.06.2015	Rh	0,32		-1,93
Laakajärvi, pohjoisosa (Laa13)	14911	08.07.2015	Rh		0,1	
Laakajärvi, pohjoisosa (Laa13)	14912	11.08.2015	Rh			
Nuasjärvi 34	14913	22.06.2015	Sh	1,20	4,6	-0,87
Nuasjärvi 34	14914	17.08.2015	Sh			
Nuasjärvi 35	14915	22.06.2015	Sh	1,03	3,1	-0,48
Nuasjärvi 35	14916	17.08.2015	Sh			
Nuasjärvi 44 (Rimpilänsalmi)	14940	22.06.2015	Sh	0,86	3,1	0,49
Nuasjärvi 44 (Rimpilänsalmi)	14941	17.08.2015	Sh			
Nuasjärvi 45	14942	18.08.2015	Sh	1,00	7,0	0,71
Rehjanselkä 135	14917	24.06.2015	Sh	0,69	4,9	-0,29
Rehjanselkä 135	14918	18.08.2015	Sh			

heinäkuun näytteet puuttuvat

kesä- ja heinäkuun näytteet puuttuvat

	huono
	välttävä
	tydyttävä
	hyvä
	erinomainen

5 Järvikohtaiset lausunnot

Ekologinen luokitus näytesteille on siis erinomainen tai hyvä. Kun mukaan otetaan muita muuttujia ja kun verrataan tuloksia edellisten vuosien tuloksiin, ei ekologista tilaa voi kuvata niin hyväksi kuin mitä luokitus antaa ymmärtää. Ekologien luokitus painottuu rehevöittävien aineiden vaikutuksen näkymiseen kasviplanktonissa, muut muuttujat jäävät vähemmälle huomiolle.

Useissa näytteissä kiinnitti ensiksi huomiota levien huonokuntoisuus, jonka takia osaa lajeista ei edes pystytty määrittämään tarkemmin. Toisekseen näytteet olivat suttuisia, mukana oli paljon anorgaanista aineista.

Seuraavassa käsitellään ekologisen luokituksen lisäksi näitä muita muuttujia järvikohtaisesti. Mukaan tulevat taksonien määrä ja niiden jakautuminen yksittäisessä näytteessä sekä näytteenottoajan aikana, keskimääräinen solukoko, näytteiden yleisilme sekä levien ulkonäkö. *Lopuksi annetaan järvikohtainen lausunto perustuen ekologiseen luokitukseen ja muihin huomioihin.*

5.1 Jormasjärvi

Näytteet olivat suttuisia, niissä oli paljon anorgaanista materiaalia. Heterotrofisen planktonin määrä oli kesäkuussa huomattava (16% biomassasta). Useat levät näyttävät huonokuntoisilta, niin että monia leviä ei voinut tarkemmin määrittää, vaan ne oli sijoitettava ryhmään Monadit ja flagellaatit.

Näytteiden perusteella piste sijoittuu ekologisen luokituksen erinomaiseen luokkaan, koska biomassassa on erittäin alhainen (0,25 mg/l), haitallisia sinileviä ei ole juuri lainkaan ja TP-indeksikin on alhainen (-1,47).

Hyvää ekologista luokitusta vastaan oli taksonien kovin vähäinen määrä (44-50). Puolet biomassasta koostuu kuitenkin kiitettävän monesta taksonista (5-12).

Limalevä *Gonyostomum semenia* tavattiin vain elokuun näytteessä ja silloinkin sitä oli alle prosentin, 280 solua/l.

Kesäkuun näytteessä oli paljon viherlevä *Koliella longiseta* var. *tenuista*, joka Nygaardin (1977) mukaan viihtyy happamissa vesissä. Samoin koristelevä *Closterium gracile* var. *elongatumia* oli runsaasti, tämäkin laji on happaman ympäristön indikoija.

Leväryhmistä suurimmat olivat nielulevät ja panssarisiimalevät sekä kulta- ja piilevät. Kahden ensimmäisen ryhmän levät pystyvät liikkumaan aktiivisesti vedessä ja hakemaan ravintoa myös alemmista vesikerroksista, joten ne eivät ole

riippuvaisia päällysveden ravinteista. Sinileviä ei ollut juuri lainkaan.

*Vuoden 2008 tuloksiin (Hilli ja muut 2009) verrattuna kesän biomassan keskiarvo on laskenut kuudenteen osaa (1,7 mg/l → 0,26 mg/l). Tämä johtuu suureksi osaksi siitä, että isokokoinen limalevä *Gonyostomum semenia* ei tavata enää juuri lainkaan. Limalevä saattaa hävitä itsestäänkin, mutta sen poistumiseen on saattanut vaikuttaa vesikemian muutokset. Myös taksonimäärät ovat hiukan pudonneet. Vuonna 2013 huomattavasi määrin tavattua sinilevä *Planktothrix spp.*:tä ei nyt tavattu juuri lainkaan. Yhä aleneva biomassan sekä taksonien määrä ja levien huonokuntoisuus viittaavat veden laadun jatkuvaan huonontumiseen.*

5.2 Kalliojärvi

Näytteet olivat todella ”höttöisiä”, niissä oli paljon pientä, anorgaanista ainetta, kts. valokuvia liitteestä.

Kalliojärvestä oli koko sarjan alhaisimmat biomassat, 0,07-0,18 mg/l. Haitallisia sinileviä ei ollut ja myös TPI oli erittäin alhainen. Niinpä ekologinen luokka on erinomainen.

Lajien määrä oli kovin vähäinen (32-41), mutta puolet biomassasta muodostui kuitenkin vielä 3-7 taksonista. Keskimääräinen solukoko oli etenkin elokuun näytteessä kovin pieni (12 µm³).

Kalliojärvestä ole enemmän panssarisiimaleviä, kuin Jormasjärvestä, mutta vähemmän pii- ja nieluleviä.

Myös Kalliojärvi saa ekologisen luokituksen erinomainen. Silti täälläkin oli mukana paljon lähemmin tunnistamattomia monadeja ja flagellaatteja sekä huonovointisen näköisiä leviä, kuten pieniä (< 10µm) nieluleviä, jotka näyttivät oudoilta, soluseinä näytti olevan nieluleville epätavallisesti irrallaan, kts kuva.



Myös Kalliojärven biomassa on pudonnut rajusti vuodesta 2008, 2,1 mg/l → 0,15 mg/l. Kalliojärven lajimäärä on vähäinen ja näin ollen luonnollista joustoa stressitilanteissa on vähän. Limalevää ei tavattu enää lainkaan. Kyseessä voi olla niin luonnollinen poistuma kuin vastaus muuttuneisiin olosuhteisiin. Järven kasviplankton ei vaikuta hyvinvoivalta.

5.3 Kiltuanjärvi

Näytteet olivat huomattavasti paremmassa kunnossa kuin edellisissä näytepaikoissa, levät näyttivät hyväkuntoisemmilta eikä vedessä ollut niin paljon töhnää. Kesäkuun näytteessä oli kuitenkin runsaasti bakteereita.

Myös Kiltuanjärvi sai ekologisen luokituksen erinomainen. Biomassa oli kahdessa ensimmäisessä näytteessä alle 0,2 mg/l, mutta kipusi elokuussa hiukan yli 0,5 mg/l. Biomassaa oli silloin kohottamassa limalevä *Gonyostomum semen*, jota oli kuitenkin vain 9% biomassasta (4700 solua/l).

Haitallisten sinilevien keskiarvoksi nousi ”peräti” 2,2 %, joka johtui lähinnä heinäkuun pallomaisia kolonioita muodostavan *Woronichinia*-lajin esiintymisestä.

Taksonien määrä oli alhainen (37-54), puolet biomassasta muodostui 5-7 taksonista. Kesä- ja elokuun näytteissä oli runsaasti panssariimaleviä, heinäkuussa eniten nieluleviä.

Kiltuanjärvestä on tietoja vasta vuodelta 2012, josta taksonien määrä on hiukan pudonnut, samoin biomassat. Woronichinia-sinilevää, eikä muitakaan haitallisia sinileviä ei tavattu aikaisemmin. Limalevän määrä oli myös kasvanut. Sinilevien ja limalevän määrän kasvu poikkeaa edellisten järvien kehityksestä, mutta lisääntynyttä sinilevää ja limalevämäärää ei sitäkään voi kuvata positiiviseksi kehitykseksi. Samoin suuri bakteerimäärä ei ole hyväksi. Levät näyttivät täällä parempikuntoisilta kuin edellisissä näytepaikoissa.

5.4 Kivijärvi

Pohjoisosan näytteet olivat hyvin suttuisia, anorgaanista ainesta oli paljon kun taas keskiosan näytteet olivat huomattavan puhtaita.

Kivijärven pohjoisosassa biomassan kesän keskiarvo oli välillä 0,26 ja 0,47 mg/l. Haitallisia sinileviä ei ollut pohjoisosassa ollut lainkaan, keskiosassa sinileviä oli heinäkuun näytteessä pikkiriikkisen, mutta haitallisiksi luokiteltuja niistä ei ollut yksikään. ja TPI:n arvot olivat erittäin alhaisia. Näin ollen luokitukseksi tuli erinomainen.

Taksoneita erotettiin kuitenkin hyvin vähän, pohjoisosassa vain 28-33, keskiosassa hiukan enemmän (34-40). Tämän lisäksi puolet biomassasta muodostui vain 1-4:stä taksonista, joten lajirikkaus oli vähäinen.

Limalevää Kivijärvestä oli vain elokuussa pohjoisosassa ja silloinkin hyvin vähäisessä määrin (400 solua/l).

Keäkuun näytteissä oli pohjoisosassa eniten piileviä, pitkulaista pennaless- ryhmään kuuluvaa taksonia, keskiosassa kultaleviä oli eniten (*D. divergens*, *D. sertularia*). Heinäkuussa pohjoisosassa oli eniten erittäin yleistä, myös rehevimmissä vesissä viihtyvää kultalevää *Dinobryon divergensistä* (63% & 32% biomassasta), keskiosassa oli tällä kertaa pennaliksia (*Synedra/Fragilaria* ja *Surirella*). Sinileviä oli, mutta erittäin vähäisessä määrin.

Kivijärven erinomaista ekologista luokitusta vastaan puhuivat näytteessä runsain määrin olevat pienet, huonokuntoisen näköiset nielulevät, kts. kuva Kalliojärven kohdalla sekä se, että lajisto on todella niukka, vaikka biomassaa ei ollut aivan mitätön. Kivijärven biomassat ovat pudonneet puoleen vuodesta 2013 ja alle 10. osaan vuoden 2008 määrästä (Kiv2 osalta). Erot näytepaikkojen välillä lajistossa olivat huomattavat.

5.5 Kolmisoppi

Näytteet olivat erittäin suttuisia ja mukana oli paljon picoplanktonia (<2 µm).

Kolmisopen biomassat olivat sarjan toiseksi alhaisimmat, kesän keskiarvo oli 0,17 mg/l. Haitallisia sinileviä ei ollut ja TPI oli -2,11 eli hyvin alhainen. Ekologinen luokitus näin ollen erinomainen.

Taksoneita oli 26-39 eli vähän. Puoleen määrään biomassasta mahtui vain 2-4 taksonia.

Limalevää ei tavattu lainkaan.

Kolmisopen lajisto ja leväryhmien jakautuminen oli hyvin erilaista verrattuna edellisiin näytepaikkoihin. Kesäkuussa varsin suuren osuuden muodostivat viherlevät (35%) eniten oli *Koliella longiseta* var. *longiseta* (20%), joka on biomassaltaan pienelle lajille todella paljon (350 000 solua/l). Muissa paikoissa runsaasti esiintyviä kulta- ja piileviä oli vähän.

Heinä- ja elokuun näytteissä suurimman ryhmän muodosti picoplankton, yli 30% biomassasta. Tämä on todella suuri suhteellinen ja absoluuttinen (64 ja 37 µg/l) määrä. Määrä on todennäköisesti hiukan yläkanttiin, sillä picoplankton on laskettu hyvin pienestä määrästä, jolloin virhemarginaalit tulevat suuremmiksi ja SYKEN listassa oleva biomassaa tälle taksonille on hiukan liian korkea. Selkeää kuitenkin on, että järvestä on todella paljon picoplanktonia, joka on puolestaan hyvää eläinplanktonin ruokaa kokonsa puolesta. Usein picoplanktonia on runsaasti, jos vedessä joko hyvin paljon orgaanisia ravinteita tai sitten ravinteita ei ole juuri lainkaan, jolloin picoplankton pienen kokonsa ansiosta on etulyöntiasemassa ravinteiden kuljetuksessa solun sisällä (Reynolds 2007). Alhaiset

keskimääräiset solukoot (5-28 µm³) kuvastavat osaltaan picoplanktonin suurta määrää.

Kolmisopessa samoin lajiston niukkuus ja yksipuolisuus puhuvat osittain erinomaista ekologista laatuluokitusta vastaan. Ja tietenkin myös biomassan dramaattinen lasku muutamassa vuodessa (2008: 1,8 mg/l, 2015: 1,7 mg/l). Tosin biomassa oli vuonna 2013 hiukan korkeampi (0,4 mg/l). Erikoista oli picoplanktonin suuri määrä. Myös piilevien ja kultalevien määrä oli todella alhainen eikä tue erinomaista ekologista luokitusta.

5.6 Laakajärvi

Laakajärven lajisto oli huomattavan erilainen kuin aikaisemmissa järvissä. Näytteet olivat kuitenkin täälläkin suttuisia. Kesäkuussa keskiosan näytepaikan näytteessä oli paljon bakteereita.

Laamajärven keskiosan biomassat olivat kesä- ja heinäkuussa hyvin alhaiset (< 0,2 mg/L), mutta elokuun biomassassa oli yli 0,7 mg/l. Elokuun arvo nosti kesän keskiarvon 0,32:en mg/l. Pohjoisosassa oli samanlainen kehitys ja biomassan keskiarvo olikin vain hiukan korkeampi (0,34 mg/l).

Haitallisia sinileviä oli, mutta erittäin vähän. TPI oli melko matala (-1,53 - -1,93), samoissa luvuissa kuin Jormasjärven, hiukan korkeampi kuin muissa. TPI oli huomattavasti korkeampi elokuussa kuin kesä- ja heinäkuussa, mikä osoittaa lajiston muuttuneen. Ekologinen luokka oli erinomainen.

Taksonien määrä vaihteli välillä 33-48, jokseenkin alhaisesta keskivertoon. Puolet biomassasta muodosti kesä-heinäkuussa 6-8 taksonia, elokuussa huomattavasti vähemmän (1 ja 3).

Elokuun valtalaji oli limalevä *Gonyostomum semen*, jota oli keskiosan näytteessä peräti 62% biomassasta, 0,5 mg/l eli 47 000 solua/l, pohjoisosassa huomattavasti vähemmän (8%, 5000 solua/l). Limalevä pystyy liikkumaan aktiivisesti vedessä ja hakemaan ravinteita myös syvemmältä vedestä. Lindholmin (1998) mukaan *Gonyostomum* muodostaakin ikään kuin ylimääräisen kerroksen muun kasviplanktonin päälle. Ekologisessa luokituksessa kiinnitetään erityistä huomiota limalevän esiintymiseen. Ilman limalevän biomassaa Laakajärven keskiosan biomassan kesän keskiarvo olisi ollut vain 0,19 mg/l. Suuren kokonsa vuoksi se kasvattaa helposti biomassaa. Tämä näkyy myös solukoon keskiarvossa, joka on elokuussa keskiosassa niinkin korkea kuin 127 µm³. Muuten solukoko oli erittäin pieni (16-19 µm³).

Heinä- ja elokuun näytteissä oli enemmän koristeleviä kuin aikaisemmissa näytteissä. *Closterium gracilea* oli runsaasti kuin myös *Staurastrum*-lajeja. Pohjoisosan elokuun näytteessä oli todella runsaasti (15%, 250 000 solua/l) koristelevä *Closterium acutum* var. *variabilestä*, joka viihtyy melko rehevissä vesissä, toisin kuin useimmat muut koristelevät. Erikoista oli, ettei näytteissä ollut erittäin tavallista, pientä tarttumalevää *Chrysochromulina parva*.

*Myös Laakajärvi sai erinomaisen ekologisen luokituksen. Laakajärvessä se tuntuu pitävän hiukan paremmin paikkansa kuin muissa tämän tutkimuksen järvissä. Vaikka taksoneita ei erotettu juurikaan enempää kuin muissa järvissä, oli lajiston koostumus kuitenkin huomattavan erilainen, yleisemmin esiintyvä. Vaikkakin *Chrysochromulina parva* puuttuminen oli outoa. Leväryhmien vaihtelu oli terveempää. Limalevän esiintyminen on edelleen vähentynyt edellisistä vuosista.*

5.7 Nuasjärvi / Rehjanselkä

Kaikkien Nuasjärven näytepisteiden kasviplankton oli normaalimman näköistä niin lajiston kuin levien kunnon puolesta, vaikka näytteet suttuisia olivatkin.

Biomassat olivat huomattavasti korkeampia kuin aikaisemmissa näytteissä, keskiarvo 0,7-1,4 mg/l. Ekologinen luokka oli biomassan osalta vain hyvä tai tyydyttävä. Haitallisten sinilevien osalta luokitus oli erinomainen, paitsi näytepaikka 45:n kohdalla (hyvä). TPI sijoittui niin ikään luokkaan hyvä tai tyydyttävä eri näytepaikkojen osalta. Taas näytepaikka 45 erottui joukosta huomattavasti korkeammalla arvolla (0,71). Nämä erot johtunevat siitä, että näytepaikalta oli vain elokuun näyte, jolloin kesäkuun näyte ei ollut laskemassa keskiarvoa, kuten muissa näytepaikoissa.

Taksonien määrä oli selkeästi korkeampi kuin aikaisemmissa näytteissä (61-80), samoin taksoneiden määrä 50%:ssa biomassaa, useimmiten 8. Suurempi lajirikkaus tarkoittaa samalla suurempaa yhteisön kykyä muovautua muuttuviin ympäristötekijöiden mukaan.

Limalevä *Gonyostomum semen*ä oli kaikissa näytteissä, yleensä alle 10%. Näytepaikoissa 35 ja 44 limalevää oli enemmän (35 ja 20%, elokuussa).

Sinileviä edustivat lähinnä *Aphanizomenon yezoense* ja *Woronichinia naegliana*. Sinileviä oli huomattavasti enemmän kuin muissa järvissä, elokuun näytteissä 6-10% biomassasta.

Muista ryhmistä suurin oli piilevät, jotka olivat lähes kaikissa näytteissä suurin ryhmä. Eniten oli suurikokoisia, rihmamaisia *Aulacoseira*-

lajeja, kuten *subarctica* ja *ambigua*, molemmat ovat tyypillisiä rehevämille järville. Näytepaikassa 45 oli runsaasti piilevä *Rhizosolenia longisetaa*, Rehjanselältä löytyi runsaasti pienikokoista *Rhizosolenia* sp:tä. Myös nieluleviä oli kaikissa näytteissä runsaasti.

Nuasjärven ekologinen luokitus oli huonompi kuin tämän sarjan muiden järvien. Lähes kaikki muuttujat ovat huomattavasti korkeampia kuin

muilla havaintopaikoilla, kuten biomassat, sinilevien ja taksonien määrät ja TPI. Limalevää oli joka näytteessä, parhaimmillaan lähes 50 000 solua/l (näytepaikka 35, elokuu). Järvi on selkeästi rehevämpi eivätkä levät ole niin huonovointisen näköisiä kuin useissa muissa tämän tutkimuksen näytteissä. Vaikka ekologinen luokitus oli siis sarjan huonoin, antoi kasviplankton järvestä paljon normaalimman kuvan kuin muissa tämän sarjan järvissä.

6. Kirjallisuus

Aroviita, Jukka, Seppo Hellsten, Jussi Jyväsjärvi, Lasse Järvenpää, Marko Järvinen, Satu Maaria Karjalainen, Pirkko Kauppila, Antton Keto, Minna Kuoppala, Kati Manni, Jaakko Mannio, Sari Mitikka, Mikko Olin, Jens Perus, Ansa Pilke, Martti Rask, Juha Riihimäki, Ari Ruuskanen, Katri Siimes, Tapio Sutela, Teppo Vehanen ja Kari-Matti Vuori 2012. Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013 – päivitetty arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2012. Suomen ympäristökeskus (SYKE). s. 144.

Eloranta, Pertti (1989). On the ecology of the genus *Dinobryon* in Finnish lakes. Beiheft zur Nova Hedwigia, 95: 99-109.

Hilli, Tuija, Eeva-Leena Anttila, Pekka Majuri, Eero Taskila (2009). Talvivaara Projektin Oy. Talvivaaran kaivoksen tarkkailu v. 2008. Osa IV a Pintavesien tarkkailu. Pöyry Environment Oy.

Järvinen, Marko ym. (toim) 2011. Kasviplanktonin tutkimusmenetelmät. Suomen ympäristökeskus. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=25750&lan=fi>

Kasviplanktonrekisterin lajitiedot.xls Suomen ympäristökeskus. <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=115356&lan=fi>

Lepistö, Liisa. (toim) 2006. Kasviplanktonin tutkimusmenetelmät. Suomen ympäristökeskus.

Lindholm, Tore 1998. Algfenomen och algproblemm. Åbo Akademi. S 168.

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.

Reynolds C.S 2007. Ecology of phytoplankton. Cambridge University Press. 535 s.

SFS-EN 15204 (2006). Water quality – Guidance standard on the enumeration of phytoplankton using inverted microscopy (Utermöhl technique). European standard. CEN, Brussels. 42s.

Tikkanen, Toini 1986. Kasviplanktonopas. Suomen Luonnonsuojeluliiton tuki Oy. Helsinki.

Utermöhl, Hans 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 9: 1-39.

Perusmäärityskirjallisuus:

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. Michigan 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.

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.

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

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.

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.

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: Achnantheaceae. 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 Sensu Stricto, 10 Genera Separated from *Navicula* Sensu Lato,Frustulia. A.R.G Gantner Verlag K.G.,Ruggel. 526s.

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.

Popovsky Jiří, Lois Ann Pfister 1990. Dinophyceae

(Dinoflagellida). Julk.: Ettl H., Gerloff J., Heynigh H.,

Mollenhauser 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 piileväkurssia 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

Chlorococcales 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., Mollenhauser 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.

Wehr, John D. & Sheath, Robert G (ed.) 2003.

Freshwater Algae of North America. Ecology an

Classification. 918 s.

Wołowski, 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

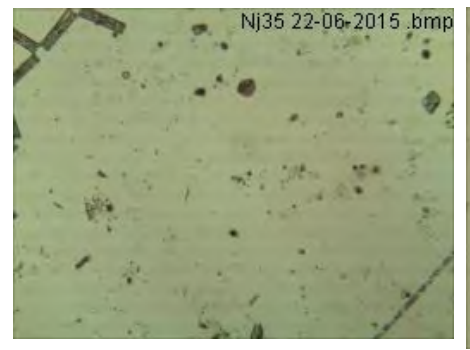
TALVIVAARAN KASVIPLANKTON, KUVALIITE

Talvivaaran alueen kasviplankton 2015

Yleiskuvat näytteistä,
25 ml

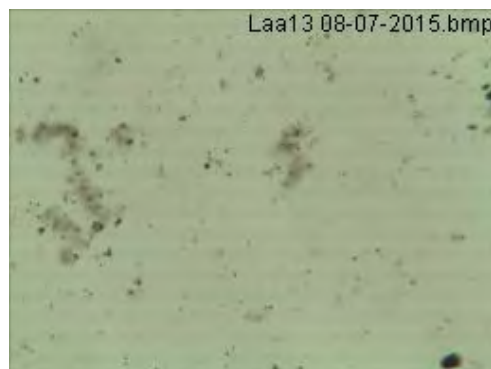
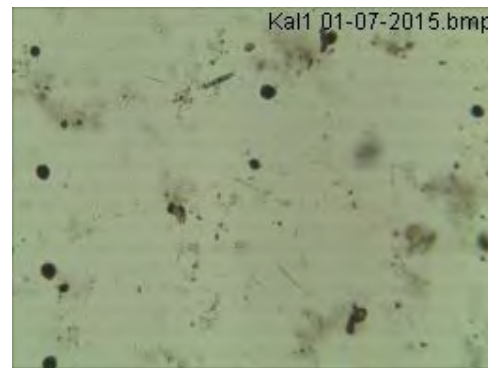
Kuvien yleisvärityksen vaihtelu johtuu valotuksen vaihtelusta eikä siis kerro mitään veden tilasta.

Kesäkuu



Nuasjärvi 44:stä ei kesäkuun näytettä

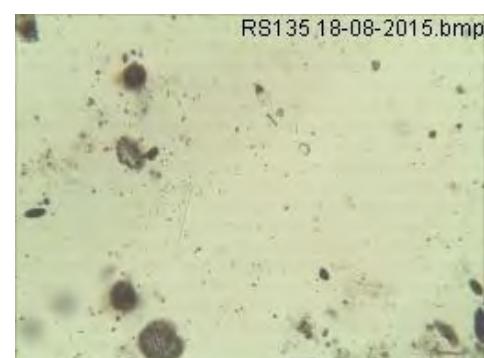
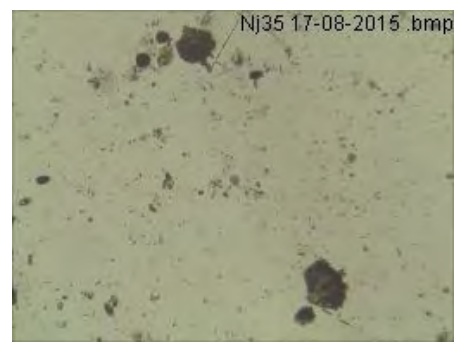
Heinäkuu



Nuasjärveltä ei heinäkuun näytteitä

Elokuu

Jor3 elokuun näytteestä
ei valokuvaa



LIITE 3
KARTTA TUTKIMUSALUEESTA



