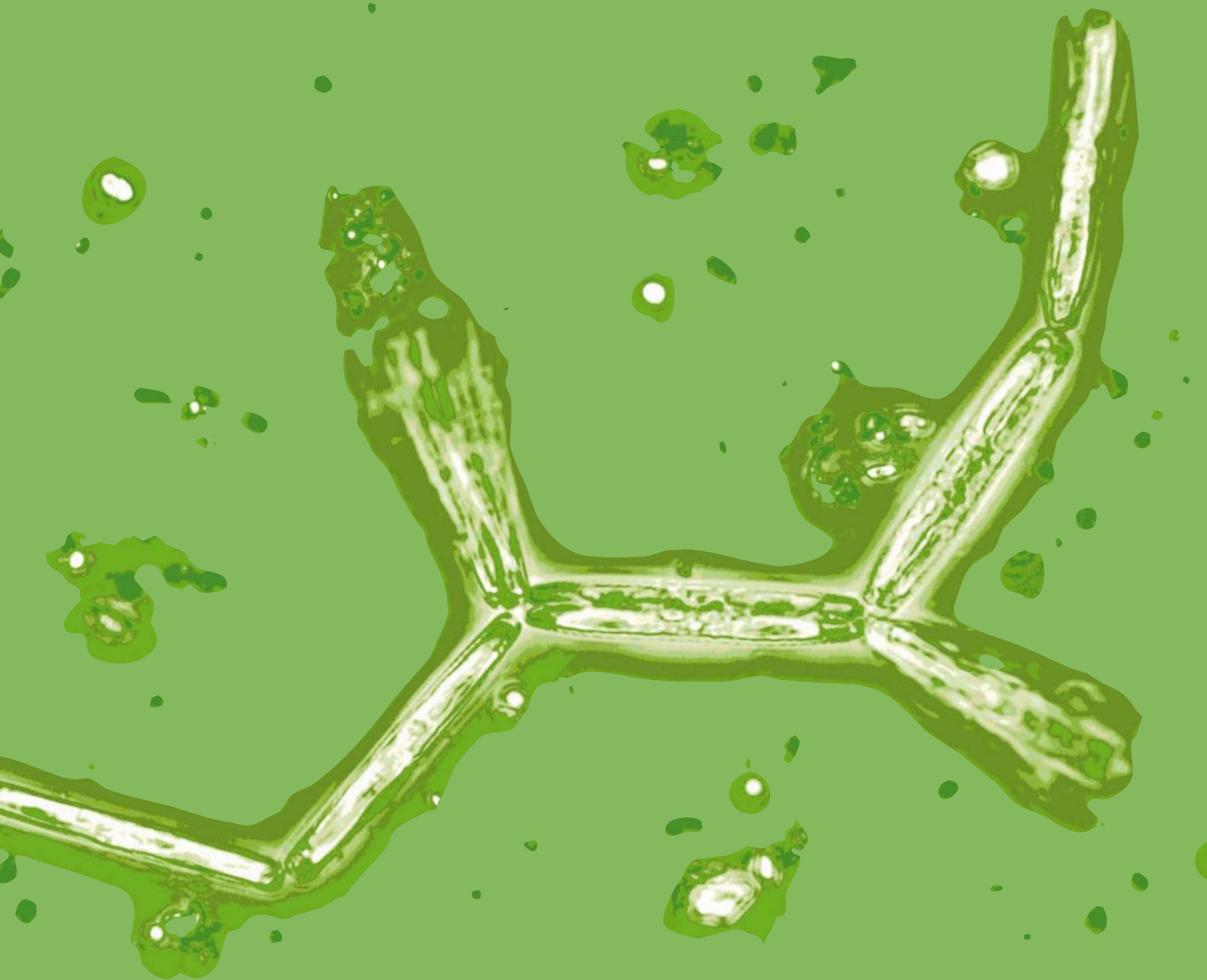


# Kasviplanktonanalyysin laadunvarmistus

**Liisa Lepistö, Kristiina Vuorio, Anna-Liisa Holopainen,  
Arja Palomäki, Marko Järvinen ja Maija Huttunen**

YMPÄRISTÖN-  
SUOJELU





# Kasviplanktonanalyysin laadunvarmistus

**Liisa Lepistö, Kristiina Vuorio, Anna-Liisa Holopainen,  
Arja Palomäki, Marko Järvinen ja Maija Huttunen**

Helsinki 2009

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖ 40 | 2009  
Suomen ympäristökeskus  
Tutkimusosasto

Taitto: Erika Várkonyi  
Kansikuva: Maija Huttunen ja Erika Várkonyi

Julkaisu on saatavana vain internetistä:  
[www.ymparisto.fi/syke/julkaisut](http://www.ymparisto.fi/syke/julkaisut)

ISBN 978-952-11-3619-1 (PDF)  
ISSN 1796-1637 (verkkoj.)

## ALKUSANAT

Suomen ympäristökeskus (SYKE) on toiminut ympäristöalan kansallisena vertailulaboratoriona vuodesta 2001 lähtien. Toiminta perustuu ympäristöministeriön määräykseen, mikä on annettu ympäristönsuojelulain (86/2000) 24§ nojalla. Ympäristöministeriö on vuonna 2005 jatkanut alun perin määräaikaista toimeksiantoa niin, että päätös toiminnasta on voimassa toistaiseksi.

Vertailulaboratorion tehtävänä on tukea viranomaisille mittaus-, testaus- ja tutkimustietoa tuottavia laitoksia niin, että tieto on vertailukelpoista, luotettavaa ja tarkoitukseensa soveltuva. Keskeisiä asiakkaita ovat ympäristötietoa tuottavien laitosten lisäksi mm. ministeriöt sekä akkreditointielin. Vertailulaboratorion tarjoamia tärkeimpiä palveluja ovat pätevyyskokeiden ja muiden vertailujen järjestäminen, vertailumateriaaleihin liittyvä tiedottaminen ja vertailumateriaalien valmistaminen, ympäristömenetelmien standardisointiin osallistuminen, asiantuntijoiden koulutus, tiedonvälitys sekä asiantuntija-avun antaminen viranomaisille. Toimintaan liittyy kiinteästi kansainvälinen yhteistyö ja verkottuminen.

SYKE:n vertailulaboratorion pätevyysalueeksi on määrätty toiminta, joka liittyy erilaisten vesien ja kiinteiden ympäristönäytteiden, kuten maan, sedimentin ja jäteiden ympäristökemialliseen ja ekotoksikologiseen mittaus-, testaus- ja näytteenototoimintaan. Asiakkaat ovat esittäneet SYKELLE toiminnan kehittämiseen liittyviä tarpeita. Erityisesti on korostunut Euroopan yhteisön Vesipolitiikan puitedirektiivin (VPD) edellyttämien seurantojen biologiset laatutekijät, joiden perusteella vesistöjen ekologinen tila määritellään. Biologisten määritysten laadun ja jäljitettävyyden sekä toiminnan koordinoinnin alueella on paljon kehittämistä.

SYKE käynnisti keväällä 2005 laajan hankkeen vertailulaboratorion pätevyysalueen laajentamiseksi koskemaan kolmea biologista laatutekijää, kasviplanktonia, vesikasveja (makrofytyt) sekä pohjaeläimiä. Hankkeen vastuullisena johtajana on toiminut allekirjoittaja. Hanke jakautui kolmeen osahankkeeseen, joista ovat vastanneet professori Liisa Lepistö, SYKE (kasviplankton), erikoistutkija Seppo Hellsten, SYKE (vesikasvit) sekä tutkija Juhani Hynynen, Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus, YmTk (pohjaeläimet). Hankeorganisaatioon ovat lisäksi kuuluneet tutkija Minna Kuoppala, SYKE sekä johtaja Jarmo Meriläinen, YmTk. Asiantuntijoina hankkeessa ovat toimineet tutkija Antti Kanninen, Pohjois-Savon ympäristökeskus, tutkija Arja Palomäki, YmTk, professori Kari-Matti Vuori, SYKE, tutkija Anna-Liisa Holopainen, Joensuun yliopisto/Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, tutkija Kristina Vuorio, Turun yliopisto, erikoistutkija Marko Järvinen, SYKE sekä laatupäällikkö Eeva-Liisa Hartikainen, SYKE. Hanketta rahoitti vuosina 2005–2006 ympäristöministeriö ja yhdyshenkilönä on koko hankkeen ajan toiminut kehitysjohtaja Pasi Iivonen.

Tämä julkaisu sisältää kasviplanktonin laadunvarmistusta koskevan osahankkeen kuvauksen, tulokset sekä suositukset laadunvarmistustoimenpiteiksi. Aiemmin on hankkeesta julkaistu vesikasveja koskevan osahankkeen tulokset (Kuoppala et al. 2008).

Parhaat kiitokset kaikille tutkimukseen osallistuneille henkilöille sekä ympäristöministeriölle pitkäjänteisestä kiinnostuksesta ja tuesta hankkeen aikana.

Helsingissä 15.10.2009

Marja Luotola  
Suomen ympäristökeskus



## SISÄLLYS

<b>Alkusanat</b> .....	3
<b>1. Johdanto</b> .....	7
<b>2. Kasviplankton tutkimuksen kehitys Suomessa</b> .....	9
<b>3. Vertailulaboratoriotoiminnan tavoite</b> .....	11
<b>4. Vertailtavuus</b> .....	13
4.1 Kotimainen tilanne .....	13
4.2 Pohjoismainen tilanne.....	15
4.3 Tilanne muualla Euroopassa.....	15
<b>5. Valmiudet ja kehittämislinjat</b> .....	17
5.1 Koulutus.....	18
5.2 Analyysimenetelmät.....	19
5.3 Laitteisto .....	19
5.4 Vertailunäytteet .....	21
<b>6. Toiminnan virhelähteiden ja riskien arviointi</b> .....	23
6.1 Virhelähteet.....	23
6.2 Osaamisen ylläpitäminen ja kehittäminen.....	24
<b>7. Laadunvarmuksen suunnitelmat</b> .....	26
<b>8. Yhteenveto</b> .....	27
<b>Kirjallisuus</b> .....	28
<b>Kuvailulehti</b> .....	29
<b>Presentationsblad</b> .....	30
<b>Documentation page</b> .....	31





# 1 Johdanto

Euroopan Unionin vesipolitiikan puitedirektiivin (VPD) (EY 2000) mukaisesti ihmistoiminnan vesien ekologisessa tilassa aiheuttamien muutosten arvioinnin tulee perustua biologisiin muuttujiin. Yksi VPD:n biologisista muuttujista on kasviplanktonin määrä ja koostumus. Kasviplanktonin kuten muidenkin biologisten muuttujien (pohjaeläimet, makrofytyt, päällyslämsät ja kalat) käyttö ekologisen tilan luokittelussa edellyttää, että analysoidut tulokset ovat luotettavia ja vertailukelpoisia.

Kasviplanktonin analysointi edellyttää hyvää lajintuntemusta, yhtenäisten ja hyväksytyjen analyysimenetelmien käyttöä sekä kykyä tulkita saatuja tuloksia. Euroopassa tehtävää kasviplanktonin analysointia yhdenmukaistetaan CEN -standardeilla (CEN = The European Committee for Standardisation; <http://www.cen.eu/>). Kasviplanktonin kvantitatiivisen analyysin standardi (CEN 15204) on valmistunut vuonna 2006. Solutilavuukien laskemista koskeva standardi (CEN /TC 230/N608) sekä kasviplanktonin näytteenottoa koskevat standardit (CEN/N95 ja N118) ovat parhaillaan valmisteilla.

Kasviplanktonista on tuotettu vesipuitedirektiivin tarpeisiin havaintoaineistoa – pääasiassa vertailuaineistoksi – kahdessa valtion tutkimuslaitoksessa, Suomen ympäristökeskuksessa (SYKE) ja Merentutkimuslaitoksessa (MTL, vuodesta 2009 alkaen SYKEN merikeskus). Molemmissa laitoksissa kasviplanktonianalyysi on akkreditoitu menetelmä. Kasviplanktonianalyysijä tehdään myös konsulttityönä kaupallisissa yrityksissä ”likaaja maksaa” periaatteen mukaisesti. Konsulttien tuloksia käytetään arvioitaessa kuormitettujen vesien ekologista tilaa. Yliopistoissa on kasviplanktoniin liittyvää tutkimusta mm. pro gradu -töinä ja jatkokoulutukseen liittyvinä tutkimuksina. Tutkimuslaitosten ja yliopistojen kasviplanktonituloksia julkaistaan sekä raportteina että tieteellisinä julkaisuina kotimaisissa ja kansainvälisissä sarjoissa.

Jotta muutokset vesistön ekologisessa tilassa voidaan havaita ja tulkita oikein, kaikissa analyysin vaiheissa on oltava käytettävissä korkealaatuinen laitteisto, syvällinen asiantuntemus ja osaaminen, mm. lajintuntemus ja tutkimusmenetelmien oikea soveltaminen. Vastuu vertailuvesistöistä tehtävistä analyyseistä tulee säilymään ympäristöviranomaisilla, joiden on huolehdittava analyysiensä laadusta ja vertailukelpoisuudesta. Myös hajakuormitetut vedet, joissa yksittäistä kuormituksen aiheuttajaa ei voida selvittää, ovat ympäristöhallinnon vastuulla. Konsulttien tehtäväksi jää toiminnallisen seurannan (velvoitetarkkailun) kuormitettujen vesistöjen kasviplanktonianalyysit. Samoin teetettäneen edelleen tutkimuksiin liittyvät analyysit konsulttivoimin tai yliopistotutkijoilla. Myös näiden tulosten on oltava vertailukelpoisia ja luotettavia vastaisuudessakin.

SYKE toimii ympäristöministeriön määräämänä ympäristöalan kansallisena vertailulaboratoriona. Sen nykyiseen pätevyysalueeseen kuuluu vesien ja kiinteiden näytteiden kemiallinen ja ekotoksikologinen testaus- ja näytteenotto toiminta. Pätevyysaluetta pyritään laajentamaan EY:n VPD:n edellyttämällä biologisilla analyyseillä, ml. kasviplanktonin kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen analyysi. Tähän liittyen kansain-

välinen asiantuntija arvioi SYKEN sisävesien ja rannikkoalueiden kasviplankton tutkimuksen lokakuussa 2007. Vertailulaboratoriona SYKEN tehtävänä olisi varmistaa kansallisten kasviplankton tulosten vertailukelpoisuus sekä vertailtavuus muiden jäsenmaiden tuloksiin, mikä on yhä tärkeämpää. Ympäristöministeriön määräyksen mukaan vertailulaboratorion tehtäviin kuuluu erityisesti vertailumittausten järjestäminen (pätevyyskokeet), osallistuminen menetelmästandardisointiin sekä menetelmien kehittäminen ja testaus. Vertailulaboratorion tulee myös järjestää koulutusta alan asiantuntijoille sekä huolehtia tiedonvälityksestä ja osallistua asiantuntijana alan kansainväliseen toimintaan.

## 2 Kasviplanktontutkimuksen kehitys Suomessa

Kasviplanktontutkimuksella on pitkät perinteet Suomessa. Vesien mikroskooppisen pieneliöstön tutkiminen alkoi suomalaisissa yliopistoissa 1800-luvun lopulla haavinäytteistä tehtyinä lajistokartoituksina (esim. Levander 1900, 1914, Blomqvist ym. 1915, Järnefelt 1921, 1937). Tutkimus laajeni nopeasti peittävyystarkasteluksi ja edelleen eri lajien (taksonien) prosentiosuuksien tarkasteluksi koko lajistosta. Järnefelt siirtyi 1930-luvulla kvantitatiiviseen laskentaan, jossa tulokset ilmoitettiin solulukumäärinä litraa kohden. Tätä käytäntöä noudatetaan edelleen esimerkiksi joissakin saksalaisissa tutkimuslaitoksissa. Vasta 1940-luvulla alettiin laskea solutilavuuksia käyttäen kasviplanktonin kokonaisbiomassa tuorepainona vesitilavuutta kohti, mikä on nykyinen menetelmä. Kasviplanktonin kokonaismäärä voidaan ilmoittaa myös hiilen pitoisuutena, mitä tehdään lähinnä merivesien tutkimuksissa.

Suomen ensimmäisen limnologian professorin, Heikki Järnefeltin, kouluttama assistentti Ainikki Naulapää siirtyi vuonna 1962 Helsingin yliopiston limnologian laitokselta Maataloushallituksen vesiensuojelutoimistoon (sitten Vesihallitus VH, Vesi- ja ympäristöhallitus VYH, ja nykyisin Suomen ympäristökeskus SYKE). Naulapää aloitti vuonna 1965 planktonlaskijoiden koulutuksen ympäristöhallinnon seurannan laajennuttua. Lisäkoulutusta annettiin Helsingin kaupungin järjestämällä kolmen kuukauden kurssilla vuonna 1966. FL Toini Tikkanen, joka myös kuului professori Järnefeltin tutkimusryhmään Helsingin yliopistolla, osallistui etenkin lajinmäärityksen osalta VH/VYH -planktonryhmän ammatilliseen opetukseen.

SYKEssä on tehty kasviplanktontutkimusta vuodesta 1963 lähtien. Kasviplanktonseuranta kattoi 1960-luvulla järvet ja joet. Rannikkovesien seurantanäytteiden tutkiminen alkoi 1970-luvulla. Sisävesien kasviplanktonanalyysien osalta lajinmääritysten yhdenmukaistaminen aloitettiin 1980-luvun alkupuolella. VYH ja sitten SYKE on toiminut kotimaisten koulutustilaisuuksien, interkalibrointiseminaarien ja työkokousten järjestäjänä. Suomalainen tutkija- ja konsulttiverkosto on tiiviissä yhteistyössä. Käytössä on sähköpostilista, jossa käsitellään määritykseen ja laskentaan liittyviä ongelmia ja kysymyksiä sekä tiedotetaan esimerkiksi uudesta kirjallisuudesta jäsenille. Vuonna 2007 perustettiin Suomen kasviplanktonseura ry. helpottamaan entisestään eri toimijoiden välistä yhteistyötä, tiedotusta ja kouluttautumista.

Kasviplanktonin systematiikka, erityisesti sinilevien eli sinibakteerien osalta, on muuttunut suuresti 1990-luvulta lähtien (esim. Komárek & Anagnostidis 1999). Jotta alan nopeaa kehitystä on voitu seurata, vuosittain järjestettyihin työkokouksiin on kutsuttu etenkin sinilevien taksonomian ulkomaisia asiantuntijoita. Myös muihin kasviplanktonryhmiin on vuorollaan perehdytty. Lisäksi on osallistuttu HELCOM:in (Itämeren suojelukomissio) järjestämiin murtoveden kasviplanktonin tunnistamis- ja analysointikokouksiin sekä NPPG:n (Nordic Phytoplankton and Periphyton Group) toimintaan. Kotimaisissa kokouksissa on 2000-luvulla keskitytty laskentamenetelmäohjeiden selkeyttämiseen ja yhdenmukaistamiseen sekä kasviplanktonlaskennan interkalibrointiin (Vuorio ym. 2007a). SYKE järjesti mm. yhteistyössä Turun yliopiston

ja Merentutkimuslaitoksen kanssa kansainvälisen virtuaalisen pätevyystestin loppuvuodesta 2006 (Vuorio ym. 2007b). Tämä digitaalikuviin ja video-otoksiin perustuva laskenta- ja lajintunnistustesti on tarkoitus jatkossa järjestää SYKE:n toimesta kahden vuoden välein täydennettynä kasviplanktonin solutilavuuksien testillä.

### 3 Vertailulaboratoriotoiminnan tavoite

Vesipuidedirektiivin biologisista elementeistä kasviplankton, vesikasvit ja pohjaeläimet on sisällytetty SYKEN vertailulaboratorion laajennushankkeeseen. Vertailulaboratoriotoiminnan laajentamisella pyritään varmistamaan, että valtakunnallisiin seurantatuloksiin perustuvat ekologisessa luokittelussa sovellettavat vertailuarvot (kasviplanktonin määrä ja runsaussuhteet) ja lajistotulokset (vesien tilaa ilmentävät indikaattorilajit) ovat vertailukelpoisia muiden tulosten kanssa. Näitä tuloksia saadaan mm. seuraavista tutkimuksista: muu valtakunnallinen seuranta (esimerkiksi eivertailutilassa olevat järvet), alueellinen seuranta, VPD:n edellyttämä toiminnallinen seuranta (aiemmin velvoitetarkkailu) ja eri tutkimushankkeet. Kasviplanktonitutkimusta tehdään viranomaistyönä paitsi valtakunnallisena seurantana vertailuvesissä myös hajakuormituksen kohteena olevissa vesistöissä, joiden tutkimiseen ja/tai seurantaan ei ole osoitettavissa maksajaa. SYKE voi toimia myös kansainvälisenä asiantuntijana sekä määrittää konsulttityönä VPD:n toteuttamiseksi kerättyjä ulkomaisia kasviplanktonnäytteitä. Esimerkiksi vuonna 2008 SYKEssä on analysoitu Skotlannin järvien VPD kasviplanktonnäytteitä sekä auditointinäytteitä Englannin ja Walesin VPD järvistä. Lisäksi on koulutettu englantilaisia laskijoita kultalevien tunnistamisessa.

Kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen kasviplanktonanalyysin menetelmien (näytteenotto, lajinmääritys sekä laskenta ja biomassan määritys) ohjeistoa kehitetään edelleen. Menetelmäohjeet löytyvät SYKEN internetsivuilla ([www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Suomen ympäristökeskus > Tutkimus > Hankkeet ja tulokset > Järvien biomonitorointi > Kasviplanktonin laskentamenetelmät) ja ne on julkaistu myös Vesitalous -lehdessä (Lepistö ym. 2006). Akkreditointia varten on laadittu omat sisäiset menetelmäohjeet.

Tavoitteena on selkeyttää ja kehittää edelleen erityisesti laskentaohjeita ja mikroskoopintimenetelmiä, joilla taataan vertailukelpoiset tulokset. Kasviplanktonin lajintunnistus sopeutetaan tasolle, joka vastaa VPD:n vaatimuksia ja antaa riittävästi tietoa ekologisen tilan arvioinnin perustaksi. Etenkin ekologista tilaa ilmentävien indikaattorilajien tunnistamiseen kiinnitetään huomiota. Lajintuntemusta yhtenäistetään seminaarityöskentelyllä, koulutuksella ja internetsivujen kuvagallerioilla. Analyysitulosten vertailtavuutta seurataan kehittämällä ja järjestämällä lajintunnuksen ja mikroskooppianalyysien vertailukokeita.

Tulosten vertailukelpoisuutta parannetaan myös yhtenäistämällä biomassan arvioinnissa käytettäviä solutilavuuksia. SYKEN ylläpitämä solutilavuustiedosto päivitetään jatkossa vuosittain esimerkiksi käyttäjiltä tulleiden kommenttien perusteella. Solutilavuudet laskukaavoineen ovat saatavilla SYKEN internetsivuilla ([www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Suomen ympäristökeskus > Tutkimus > Hankkeet ja tulokset > Järvien biomonitorointi > Kasviplanktonin tilavuudet). Tulosten raportoinnin selkeyteen ja kattavuuteen tullaan paneutumaan myös vertailulaboratorion toiminnassa.

SYKEN vertailulaboratorion tavoitteena on:

- Toimia riippumattomana vertailulaboratoriona ja taata eri toimijoiden tulosten vertailukelpoisuus, jotta voidaan varmistaa tulosten käyttö luotettavasti vesien ekologisen tilan arvioinnin työkaluna.
- Järjestää ja koordinoida kansallisia vertailukokeita sekä valmistaa vertailukokeisiin liittyvä referenssimateriaali.
- Osallistua kansainvälisiin arviointeihin ja hyödyntää niistä saatuja kokemuksia vertailulaboratoriotoiminnan kehittämisessä.
- Osallistua kasviplanktonanalyysijä tekevien henkilöiden koulutukseen.
- Antaa viranomaisille asiantuntija-apua.
- Osallistua uusien menetelmästandardien laatimiseen.
- Toimia asiantuntijana alan kansainvälisessä yhteistyössä.
- Ohjeistaa ja yhtenäistää tulosten esittämistä ja tulkintaa.

## 4 Vertailtavuus

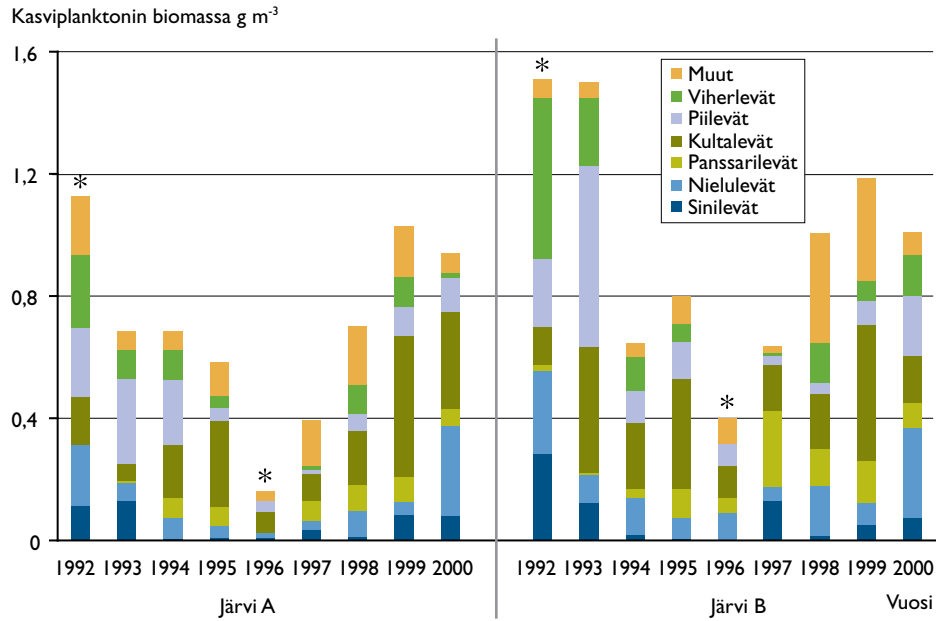
### 4.1

#### Kotimainen tilanne

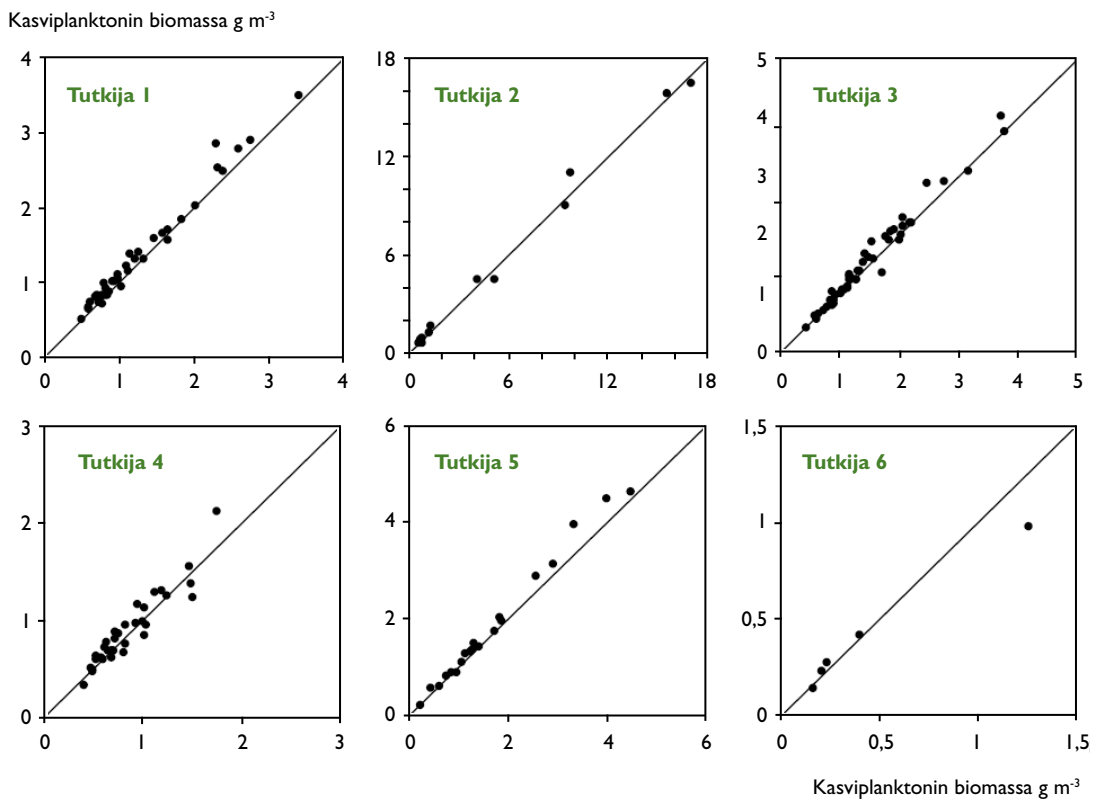
Valtakunnallisessa seurannassa ja velvoitetarkkailuissa (VPD:n toiminnallinen seuranta) biologisten analyysien osuus on ollut Suomessa suhteellisen pieni verrattuna fysikaalis-kemiallisiin mittauksiin. Valtakunnallisen seurannan ohjelman puitteissa on tutkittu biologisista muuttujista kasviplanktonin määrää ja koostumusta noin 200 havaintopaikalla. Intensiivisesti kasviplankton- ja pohjaeläinseuranta on tehty 15 havaintopaikalla.

Kasviplanktonanalyysi edellyttää hyvää ammattitaitoa, yleisesti hyväksytyjen ja vertailukelpoisten menetelmien käyttöä, yhteneväistä solutilavuustiedostoa, asianmukaisia tutkimusvälineitä ja kattavaa määrittäjäkirjallisuutta, jotta tulokset ovat mahdollisimman vertailukelpoisia. Näin toimimalla voidaan erottaa kasviplanktonin vuosien välinen luonnollinen vaihtelu ja rehevöitymisestä johtuvat muutokset havaintopaikalla siten, että vaihtelun syynä ei ole analysoijan ammattitaito tai käytetyt laitteet ja menetelmät. Vertailukelpoisuus on erittäin tärkeää, koska muuttuneista vesistä analysoituja tuloksia verrataan ns. vertailuvesien aineistoon laskemalla ekologinen laatusuhde (ELS). Kasviplanktonilajien ja etenkin indikaattorilajien oikea tunnistaminen sekä oikeiden tilavuuksien ja sovittujen laskentamenetelmien käyttö on edellytys tulosten vertailtavuudelle. SYKE tarjoaa ylläpitämänsä lajilistan käyttöön kaikille halukkaille. Lajilista on yhdistettävissä tällä hetkellä esimerkiksi SYKEN käyttämään laskentaohjelmaan.

Kokeneiden, kotimaisessa yhteistyössä toimivien tutkimuslaitosten kasviplankton-tutkijoiden ja konsulttien tulokset ovat olleet vertailukelpoisia. SYKEN kasviplanktonanalyysit ovat akkreditoituja. Alueelliset ympäristökeskukset ovat käyttäneet omissa seurannoissaan enimmäkseen konsulttipalveluja. Samoin järvien suojeluyhdistykset ovat teettäneet kasviplanktonanalyysijä konsulttipalveluna. Kaupungit ja kunnat teettävät laajojakin tutkimuksia kasviplanktonista, kuten esimerkiksi sinileväongelmista johtuneiden kunnostustoimenpiteiden yhteydessä Vesijärvellä ja Tuusulanjärvellä. Myös näitä tuloksia on tallennettu SYKEN biologiseen rekisteriin. Koska tutkimusmenetelmiä ja raportointia ei ole ohjeistettu aina selkeästi ja yhtenäisesti, tulosten tulkinta ja vertailtavuus menetelmien ja toimijoiden kirjavuudesta johtuen on ollut joskus hankalaa (kuvat 1 ja 2). Osa tuloksista ei ole soveltunut tästä syystä VPD:n edellyttämän kotimaisen ekologisen luokittelun tarpeisiin. Lähtökohtana on, että ainoastaan vertailukelpoista aineistoa voidaan kerätä ja tallentaa mahdollisimman kattavasti yhteiseen tietopankkiin.



Kuva 1. Tuloksiin vaikuttavat kasviplanktonin luontainen vuosien välinen vaihtelu, mutta myös käytetyt tutkimusmenetelmät, lajimäärityksen taso ja määrittäjän ammatillinen osaaminen. Kuvassa on esitetty kahden velvoitetarkkailujärven kasviplanktonyhteisön vaihtelu vuosina 1992–2000. Sama henkilö on mikroskopoinut näytteet lukuun ottamatta vuosia 1992 ja 1996 (\*), jolloin mikroskopoinnin on tehnyt kaksi eri laskijaa (Hakala ym. 2002).



Kuva 2. Saman kasviplanktonnäytteen kokonaisbiomassa muuttuu käytettäessä eri solutilavuuslueteloita. Velvoitetarkkailujen kasviplanktonnäytteitä on mikroskopoinut kahdeksan tutkijaa 1990-luvulla. Kuvien pisteet osoittavat, miten kuuden laskijan käyttämät omat tai ympäristökeskuksen vanhat levättilavuudet muuttavat kokonaisbiomassaa verrattuna SYKEN solutilavuuksilla laskettuun kokonaisbiomassaan (1:1 suora). Huomaa osakuvien eri mitta-asteikko. (Hakala ym. 2002).



## Pohjoismainen tilanne

Pohjoismaissa kasviplanktonlaskennan laaduntarkkailu on nähty perinteisesti tärkeäksi, mutta VPD:n myötä siihen tullaan kiinnittämään yhä enemmän huomiota. Pohjoismaisena yhteistyönä on julkaistu kasviplanktonnäytteenoton ja -analyysin menetelmäsuositus (Oirik ym. 1998), mitä noudatetaan kaikissa pohjoismaissa. Norjassa, Ruotsissa ja Tanskassa kasviplanktonitutkimuksen menetelmiä ei ole akkreditoitu. Pohjoismainen kasviplanktonryhmä NPPG (Nordic Phytoplankton and Periphyton Group) on lähes kaksikymmentä vuotta järjestänyt koulutus- ja työkokouksia, joihin on vuosittain osallistunut myös suomalaisia kasviplankton tutkijoita. Norjan (NIVA), Ruotsin (SLU) ja Suomen (SYKE ja Joensuun yliopisto) kesken on toteutettu myös lajiston harmonisointia, jossa on tarkasteltu kasviplanktonlajimäärittäjiä ja sovittu yhtenäisestä nimestä ja määritystarkkuuden tasosta. Tarkastelussa on huomioitu pohjoismaisten järvien luontaiset erot, jotka tuottavat jonkin verran toisistaan poikkeavia lajiluetteloita. Tätä työtä hyödynnettiin esimerkiksi EY:n rahoittamassa REBECCA-hankkeessa, jossa selvitettiin biologisten ja ympäristömuuttujien välisiä yhteyksiä lähes koko EY:n alueen vesissä (esim. Ptacnik ym. 2008), ja EY:n jäsenvaltioiden välisessä interkalibrointityössä. Tällainen vertailukelpoinen aineisto tuottaa myös lisäaineistoa vesien ekologisen tilan luokittelutyöhön, etenkin silloin kun jossakin maassa tietyn järviyypin vertailuaineistoa on olemassa vähän tai ei lainkaan. Tämä mahdollistaisi aineiston "lainaamisen".

Kuten Suomessa myös muissa pohjoismaissa kasviplanktonosaajien joukko on pieni ja uudet rekrytoinnit kohdistuvat helposti laaja-alaisempaan, mutta vähemmän syvälliseen menetelmäosaamiseen.

## Tilanne muualla Euroopassa

Kasviplanktonanalyysin standardi (CEN 15204, 2006) valmistui vuonna 2006. Se on yleisluonteinen suositus, jolla pyritään lisäämään analyysien vertailtavuutta. Valmistelun alkuvaiheessa standardi painottui tutkimusmikroskoopilla tapahtuvaan laskentaan, jossa käytetään mm. Sedgwick-Rafter, Lund tai Palmer-Maloney-laskentakyvettejä. Kyseiset menetelmät soveltuvat lähinnä runsasravinteisten, runsaasti levää sisältävien näytteiden laskemiseen, mutta eivät niinkään pohjoismaisten pääosin karujen vesien kasviplanktonin laskentaan. Uusi standardi perustuu Utermöhl-menetelmän (Utermöhl 1958) käyttöön, jossa kasviplanktonnäyte laskeutetaan laskeuttamiskammiossa eli kyvetissä ja tutkitaan käänteismikroskoopilla. Utermöhl-menetelmä on yleisesti käytössä Alankomaissa, Belgiassa, Englannissa (myös Lund-laskentakyvetit), Espanjassa, Irlannissa, Italiassa, Itävallassa, Latviassa, Ranskassa, Saksassa, Sloveniassa ja Virossa. Monissa Euroopan maissa, kuten Espanjassa, Italiassa, Portugalissa, Romaniassa, Latviassa ja Puolassa, noudatettava laskentamenetelmä on tuottanut vain solulukumäärän, mutta ei kokonaisbiomassaa tiettyä vesitilavuutta kohden.

Kasviplanktonanalyysin yhdenmukaistaminen on aloitettu monissa maissa ja solulaskennan lisäksi analyysiin tullaan lisäämään myös solutilavuuksien avulla laskettava kokonaisbiomassan arvio. Yhdenmukaistaminen edellyttää yhteisistä analyysimenetelmistä, kuten käytetyistä mikroskoopeista, suurennuksista ja laskentayksiköistä (solut, yhdyskunnat, rihmat), sopimista. Useissa maissa ei ole sovittu vielä kansallisella tasolla yhteistä menettelytapaa.

Valmisteilla olevalla CEN-standardilla (CEN/N608) pyritään edistämään ja yhdenmukaistamaan tulosten muuttamista biomassaksi tietyssä vesitilavuudessa. Standardissa tullaan esittämään biomassan arvon laskemista varten käytettävät me-

netelmät, kuten tarvittavat solumitat ja niiden mittaaminen, kullekin solutyypille (taksonille) sopivat geometriset kaaviot sekä eri kertoimien ja solutilavuuksien käyttö.

EY:n laajuinen kasviplanktonmenetelmän yhdenmukaistaminen edellyttää vertailua ja standardien käyttöä. Analyysitulosten vertailua voi haitata järvien huomattavan suuret keskinäiset rehevyserot ja sitä myötä erot kasviplanktonin tiheydessä ja lajistossa. Vaikka Euroopan järvien kasviplanktonlajistossa on paljon samoja lajeja, on alueellisia eroja havaittavissa. Toistaiseksi Itävallan ja Saksan kasviplanktonitutkimusta on yhdenmukaistettu keskinäisin vertailuin (esimerkiksi Barinova 1980, Rott 1981, Jensen & Søndergaard 1994), mutta koko EY:n alueen kattavaa tutkimusmenetelmien vertailua ja yhdenmukaistamista ollaan vasta aloittamassa sisävesien osalta. Rannikkoalueilla suolapitoisuuden suuri vaihtelu esimerkiksi Välimeren, Atlantin rannikon, Pohjanmeren ja Itämeren välillä tuottanee ongelmia toisistaan selkeästi eroavan lajiston takia. Itämeren maiden piirissä menetelmät on yhdenmukaistettu, analyysituloksia on vertailtu ja lajiston määrittämistä on harmonisoitu merilajiston osalta (HELCOM 2002).

Ekologisen tilan luokittelussa käytettävien biologisten muuttujien arvot normalisoidaan laskemalla niille ekologista laatua ilmaiseva suhdeluku (ELS), jolloin voidaan verrata eri luonnonmaantieteellisillä alueilla sijaitsevia järviä. Tästä syystä kasviplanktonanalyysin tulosten tulee olla vertailukelpoisia sekä kotimaassa että Euroopassa tehtävien analyysien kanssa. Lajimääritysten harmonisointiin on kiinnitettävä yhä enemmän huomiota ja varsinkin indikaattorilajien havaitseminen ja määrittäminen on oltava yhdenmukaista ja vertailukelpoista.

## 5 Valmiudet ja kehittämissinjat

SYKEN sisävesien ja rannikkoalueen kasviplanktonitiimin menetelmälliset ja laadulliset valmiudet ovat tällä hetkellä hyvät. Kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen kasviplanktonlaskennan menetelmä akkreditoitiin vuonna 2005 (FINAS T003/M17/2005) osana SYKEN laboratorion akkreditointia. Toiminnan kuvaus liitettiin SYKEN laboratorion toimintakäsikirjaan. Akkreditointia varten laskentamenetelmät tarkistettiin vaihe vaiheelta ja kirjattiin menetelmäohjeeseen, johon tehdään jatkossakin tarkistuksia tarpeen vaatiessa. Laskennassa käytetään apuna tähän tarkoitukseen kehitettyä laskentaohjelmaa.

Rekisterissä olevan lajiluettelon tilavuudet pohjautuvat professori Järnefeltin käyttämiin tilavuuksiin, jotka on tarkistettu 1990-luvun puolivälissä. Tilavuuksia tarkistetaan ja täydennetään edelleen vuosittain kirjallisuuden ja omien solumittausten perusteella. Tilavuusluettelo on toimitettu myös SYKEN ulkopuolisille tutkijoille, joilla on käytössä sama laskentaohjelma. Laskentaohjelmalla saadut tulokset voidaan siirtää SYKEN kasviplanktonrekisteriin. Näin vältetään myös muuntokertoimien laskemisesta ja tallennuksesta aiheutuvat virheet. SYKEN kasviplanktonrekisteriä on toistaiseksi hankala käyttää, koska se on VAX-pohjainen tietokanta, joka ei ole erityisen käyttäjäystävällinen. Rekisterin teknisestä ylläpidosta SYKEssä vastaa FK Jouko Rissanen. Laji- ja tilavuustietojen ylläpidosta on vastuussa kasviplanktoniimi. Kasviplanktonrekisterin uudistamishanke on parhaillaan käynnissä.

SYKEN kasviplanktoniimi on tutkinut sekä sisä- että murtovesiä ja vastannut yhteisesti levähaittanäytteiden kvalitatiivisesta tutkimuksesta. Sisävesien kasviplanktonanalyysistä vastaa kaksi planktoniimin apulaistutkijaa ja rannikkovesien kasviplanktonanalyysistä koulutuksessa oleva harjoittelija, joka siirtyi vuonna 2009 SYKEN merikeskukseen, jossa työskentelevät myös MTL:stä tulleet avomerinäytteiden analyysoijat. Lajintuntemus on pitkäaikaisilla kasviplanktonitutkijoilla erinomainen monivuotisen työkokemuksen ja yhtenäisen koulutuksen sekä vuosia jatkuneen kotimaisissa ja ulkomaisissa työkokouksissa tapahtuneen koulutuksen ja -vertailun ansiosta. SYKEN kasviplanktonitiimin sisävesien apulaistutkijat ovat osallistuneet aktiivisesti sekä ulkomaisten että kotimaisten yliopistojen järjestämiin lajintunnistamiskursseihin ja interkalibrointitesteihin. Lajintuntemusta on ylläpidetty ja vahvistettu kotimaisten ja ulkomaisten asiantuntijoiden johdolla sekä hankkimalla ajanmukaista määrityskirjallisuutta. Määritysongelmien ilmaantuessa näytteitä on lähetetty tarkistettaviksi ulkomaisille asiantuntijoille (Gertrud Cronberg, Lundin yliopisto ja Jarka Komárkova, Etelä-Böömin yliopisto). Asiantuntijoilla varmistetuista määrityksistä SYKEN apulaistutkijoiden alkuperäinen määritys on ollut oikea noin 75 % määrityksistä, joskin eräissä tapauksissa edes asiantuntija ei ole voinut tehdä tarkkaa lajimääritystä. Osa näytteistä on ollut muuta kuin kasviplanktonia. Määritysapua on tällöin etsitty eri yliopistoista.

SYKEN kasviplanktoniimi on järjestänyt vuosina 1998–2001 neljä kasviplanktonin tunnistamiskurssia. Kursseihin on sisällynyt ulkopuolisten asiantuntijoiden

opastuksella myös pohjaeläinten ja makrolevien tunnistamista ja ekologiaa. Alueellisten ympäristökeskusten ja vesiensuojeluyhdistysten biologisista analyyseistä vastaavat henkilöt ovat osallistuneet kursseille. Joillekin osallistujille kurssit olivat osa uudelleenkoulutusta, jonka tarkoituksena oli antaa valmiudet hälytysnäytteiden tutkimiseen. Palaute kursseista on ollut positiivista ja niiden uusimista on tiedusteltu ajoittain. Kahtena vuonna toteutettu kurssisisällön laajennus tehtiin palautteiden perusteella.

Kasviplanktonin kvantitatiivisen laskennan tulosten vertailtavuuden varmistamiseksi SYKEN sisävesien ja rannikkovesien kasviplanktonitiimi on osallistunut myös HELCOM:in järjestämiin ulkomaisiin murtoveden interkalibrointeihin vuosina 1990, 2000, 2003. Sisävesien kasviplanktonin kvantitatiivisen laskennan vertailtavuutta on arvioitu osallistumalla kotimaisiin interkalibrointeihin vuosina 2003, 2004, 2005 ja 2006, joista viimeisessä oli osallistujia kuudesta Euroopan maasta (Vuorio ym. 2007a, 2007b). Interkalibroinneista on vastannut SYKE yhteistyössä mm. Turun yliopiston kanssa. SYKEN apulaistutkijat ovat menestyneet hyvin vertailukokeissa: ryhmän sisäinen hajonta on ollut laskentatesteissä erittäin pieni ja tulokset muihin osallistujiin verrattuna ovat olleet hyvät (Vuorio ym. 2007a). Interkalibroinneista ja lajimäärityksistä saadut kokemukset on huomioitu menetelmiä edelleen kehitettäessä. Vuoden 2008 alussa kasviplanktonitiimi osallistui sekä kansainväliseen sisävesien että Itämeren kasviplanktonin (HELCOM) kvantitatiivisen laskennan ja lajintuntemuksen testiin.

## 5.1

### Koulutus

Suurin osa säännöllisesti mikroskoopilla kasviplanktonanalyysejä tekevistä on saanut peruskoulutuksensa kasviplanktonitutkimuksesta ja -lajinmäärityksestä yliopistoissa biologian ja limnologian aine- ja syventäviin opintoihin kuuluvilla kursseilla. Opin- näytetöihin (pro gradu -työt ja väitöskirjat) liittyvä tutkimus tapahtuu omatoimisesti sekä opettajan ohjauksessa. Perusteellinen lajistotuntemus voidaan saavuttaa kuitenkin yleensä vain hakeutumalla alan specialistin oppiin esimerkiksi tutkijavaihdon kautta. Valtaosa näistä opiskelijoista päätyy lopulta tutkijoiksi, jotka eivät tee päätoimisesti kasviplanktonin mikroskooppianalysointia tai edes kasviplanktoniin muutoin liittyvää työtä.

SYKEN sisävesien planktonitiimin apulaistutkijat ovat yo-tutkinnon suorittaneita ja saaneet koulutuksensa ammattiin kolmevuotisen koulutus sopimuksen aikana. Nykyisten laskijoiden koulutus aloitettiin vuosina 1975 ja 1979. Tiimiin vuonna 2005 palkattu harjoittelija, joka siirtyi vuoden 2009 alussa SYKEN merikeskukseen, on koulutukseltaan ylioppilas pohjainen laborantti. Harjoittelijan kouluttaminen ammattiin on toteutettu kolmen vuoden koulutus sopimuksella. Koulutusohjelmaan on kuulunut lajintuntemus ja akkreditoinnin mukaiset menetelmät sekä kasviplanktonin systematiikkaa ja ekologiaa. Kaikkien tiimiin kuuluvien apulaistutkijoiden koulutusta on täydennetty osallistumalla mahdollisuuksien mukaan Helsingin yliopiston syventäviin kasviplanktonkursseihin. Suomessa on ollut mahdollista toistaiseksi sopia osallistumisesta yliopistojen järjestämille kursseille, etenkin jos käytettävissä on oma mikroskooppi. Yliopistoyhteydet takaavat myös, että alan uusimmista sovelluksista ja muutoksista saadaan tieto mahdollisimman nopeasti. Apulaistutkijan pohjakoulutukseksi soveltuu ylioppilas pohjainen laboranttikoulutus, sillä tämä peruskoulutus antaa hyvät valmiudet laboratoriotyöskentelyyn, vieraskielisen ammattikirjallisuuden käyttöön ja lisäopiskeluun. SYKEN vertailulaboratoriotoinnin arvioinnissa lokakuussa 2007 kansainvälinen arvioija korosti, että biologian opinnot ovat eduksi planktonanalyytiikkaa tekevillä.

Kasviplanktontaksonomia on molekyylibiologisten tutkimusmenetelmien seurauksena jatkuvassa muutostilassa. Taksonomisen tietämyksen päivittäminen edellyttää ammattiin liittyvää jatkuvaa koulutusta ja ammattikirjallisuuden seuraamista. Lisäksi määritysten vertailtavuus edellyttää osallistumista kotimaisiin ja pohjoismaisiin työkokouksiin sekä kotimaisten ja ulkomaisten yliopistojen järjestämiin kasviplanktonin tunnistuskursseihin. Näitä maksullisia kursseja, joihin osallistumista varten on varattava jatkossa riittävät resurssit, on järjestetty mm. Etelä-Böönin yliopistossa ja Tsekin tasavallassa.

Kasviplanktonin lajintuntemuksen ja mikroskooppianalysoinnin omatoiminen opiskelu:

- Omatoiminen kouluttautuminenkin edellyttää ehdottomasti tiivistä yhteydenpitoa muihin alalla toimiviin, sillä muussa tapauksessa lajinmääritys ja laskentamenetelmät saattavat eriytyä.
- Tutkijaverkoston ylläpito ja laajentaminen sekä työkokoukset asiantuntijavierailijoihin ovat oleellinen osa vertailulaboratorion toimintaa. Tämä edellyttää resurssointia myös vertailulaboratorion varoista.
- Yhdenmukaisuuden ja vertailtavuuden säilyttämiseksi on osallistuttava interkalibrointeihin ja hyödynnettävä piirroksia, kuvagallerioita ja uusinta kirjallisuutta.

Koska kasviplanktonanalyysijä tekevät tutkimuslaitosten ja yliopistojen tutkijat joko ryhmissä tai yksinään ja pääosin yksinään työskentelevät kaupalliset konsultit, vertailtavuuden säilyttäminen edellyttää kaikilta syvällistä perehtyneisyyttä kasviplanktonin analysointiin ja lajintunnistukseen ja osallistumista yhteisiin kokouksiin. Kaikkien näiden tahojen tulisi osoittaa säännöllisin välein pätevyytensä ja heiltä tulisi edellyttää osallistumista kansallisiin vertailukokeisiin ja niiden hyväksyttävää läpäisemistä. Analyysien tilaajat ovat avainasemassa, sillä vaikka laadukas ja vertailukelpoinen työ on kalliimpaa, se takaa luotettavat tulokset.

## 5.2

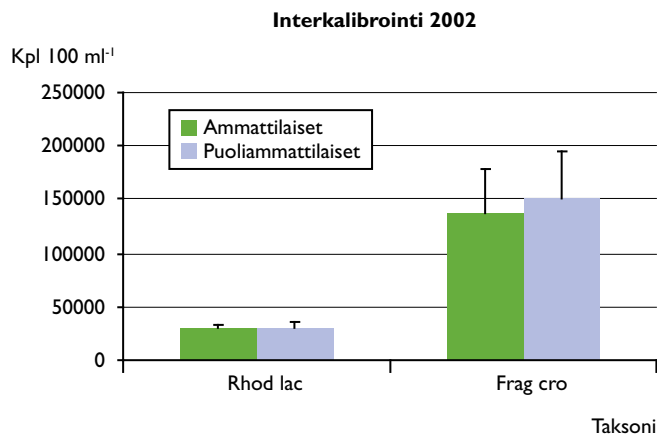
### Analyysimenetelmät

Klassinen kasviplanktonitutkimus tehdään käänteismikroskoopilla ja lajit tunnistetaan solujen morfologisten eli rakenteellisten ominaisuuksien perusteella. Kasviplanktonitutkimus on 1980-luvulta lähtien kehittynyt molekyylibiologisten ja biokemiallisten tutkimusmenetelmien ansiosta. Systematiikka on hyötynyt molekyylibiologisten menetelmien kehityksestä. Biokemiaan ja molekyylibiologiaan perustuvilla menetelmillä voidaan tutkia suurempia näytemääriä yleisellä tasolla. Kasviplanktonin kokonaismäärää on seurantaohjelmien puitteissa mitattu myös *a*-klorofyllin pitoisuutena jo 1970-luvulta lähtien. Menetelmällä ei kuitenkaan voida selvittää kasviplanktonin koostumusta, jota tarvitaan etenkin kartoitettaessa/seurattaessa haitallisten levien esiintymistä. Lisäksi *a*-klorofyllin pitoisuus vaihtelee leväryhmittäin: etenkin sinilevien, piilevien ja panssarilevien on todettu sisältävän vähemmän *a*-klorofylliä verrattuna muihin leväryhmiin (Tolstoy 1979). Verrattaessa kasviplanktonin mikroskooppisella analyysillä saatua kokonaisbiomassaa *a*-klorofyllin pitoisuuteen, voi kasviplanktonbiomassan ja klorofyllin välinen suhde vaihdella välillä 50–300.

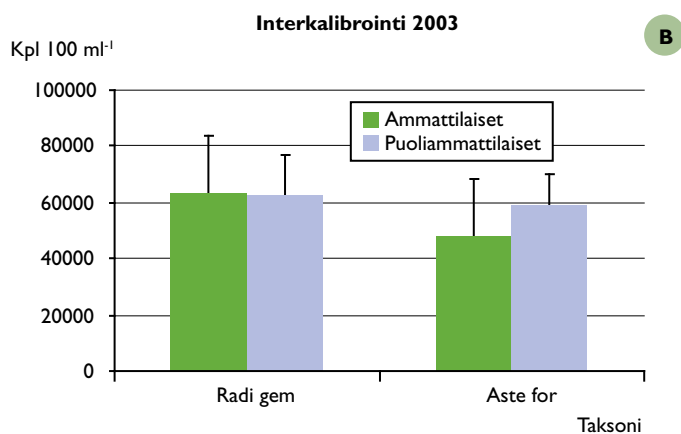
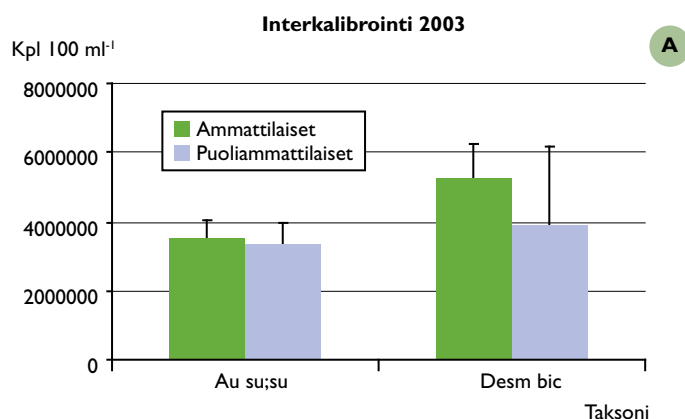
## 5.3

### Laitteisto

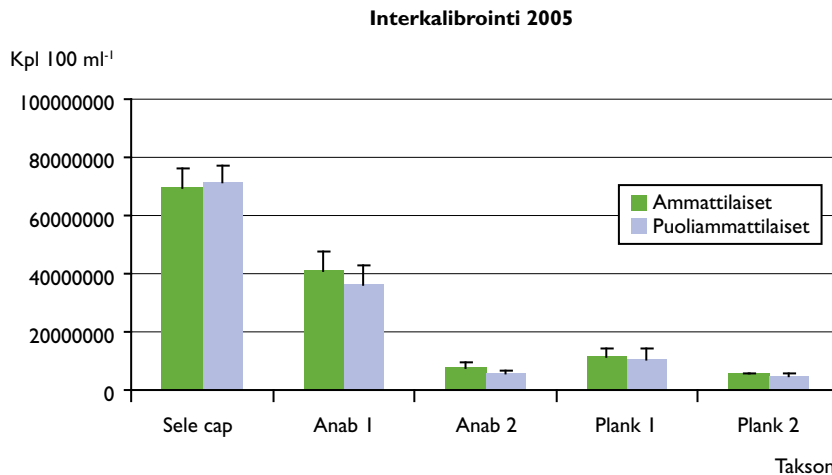
Standardin mukaisesti (CEN 15204, 2006) kasviplanktonanalyysi tehdään käänteismikroskoopilla, jossa on mahdollista käyttää 100–1200 -kertaista suurennosta. Mikroskooppi on varustettu vastavaihevalo-optiikalla, joka parantaa solurakenteiden yksityiskohtien havaitsemista. Tarvittaessa leväsoluja voidaan myös tarkastella kir-



Kuva 3. Vuoden 2002 interkalibrointitestin näytteet oli otettu luonnonvesistä. Tulosten tarkastelussa osallistujat jaettiin kokoaikaisiin (ammattilaiset) ja osa-aikaisiin (puoliammattilaiset) laskijoihin. Kuvassa on esitetty kahden taksonin (*Rhodomonas lacustris* -nielulevä, Rhod lac, ja *Fragilaria crotonensis* -piilevä, Frag cro) laskentatulokset. *Rhodomonas* -levä laskettiin kahdessa eri kokoluokassa. Näytteiden valmistelu ja tulokset on esitetty yksityiskohtaisemmin julkaisussa Vuorio ym. (2007a).



Kuva 4. Vuoden 2003 interkalibrointitestin näytteet oli otettu luonnonvesistä. Tulosten tarkastelussa osallistujat jaettiin kokoaikaisiin (ammattilaiset) ja osa-aikaisiin (puoliammattilaiset) laskijoihin. Kuvissa 4a ja 4b on esitetty laskentatulokset neljälle taksonille: *Aulacoseira subarctica* var. *subborealis* (Au su;su), *Desmodesmus bicellularis* (Desm bic), *Radiocystis geminata* (Radi gem) ja *Asterionella formosa* (Aste for). Näytteiden valmistelu ja tulokset on esitetty yksityiskohtaisemmin julkaisussa Vuorio ym. (2007a).



Kuva 5. Vuoden 2005 interkalibrointitestin näytteet ovat peräisin leväviljelmistä. Tulosten tarkastelussa osallistujat jaettiin kokoaikaisiin (ammattilaiset) ja osa-aikaisiin (puoliammattilaiset) laskijoihin. Kuvassa on esitetty viiden lasketun taksonin tulokset: Selenastrum sp. (Sele cap), Anabaena sp.1 (Anab 1), Anabaena sp.2 (Anab 2), Planktothrix sp.1 (Plank 1) ja Planktothrix sp.2 (Plank 2). Näytteiden valmistelu ja tulokset on esitetty yksityiskohtaisemmin julkaisussa Vuorio ym. (2007a).

kaskentäoptiikalla. Objektiivien ja kondensorin laadun tulee olla riittävän hyvä. Kondensorin numeerinen apertuuri (NA) on 0,5, mikä on minimi. Tällä etäisyydellä levien määrittystarkkuus on riittävä. Kondensorin tulee olla säädettyinä objektiivin NA:n suhteen siten, että kondensorin himmennin on 0,5-kertainen (käänteismikroskoopissa) objektiivin NA:han verrattuna. Objektiivin tarkkuus ilmenee sen numeerisesta apertuurista, jonka kasvaessa tarkkuus (resoluutio) lisääntyy. Suositeltavaa olisi, että objektiiveissa on käytössä joku seuraavista linseistä: Plan Apochromat, Plan Achromat tai Plan\_Fluorotar, joissa NA on välillä 0,70–1,4 NA.

Kasviplanktonanalyysissä käytettävät mikroskoopit on varustettu joko kameroilla tai videointilaitteilla, joilla tallennetaan kuvia lajeista määrittämiseksi esimerkiksi seuraavassa työkokouksessa sekä arkistointia varten. Työkokouksissa ja opetustilanteissa videokameran ja videotykin avulla mikroskoopin näkymä voidaan heijastaa kankaalle, josta levälajin tunnistamiseen tarvittavat yksityiskohdat ovat nähtävissä kaikille samanaikaisesti.

Kuvatallenteet lajeista, jotka on määritetty suomalaisissa työkokouksissa yhteistyössä ulkomaisten asiantuntijoiden kanssa, siirretään SYKEN internetsivuille. Työ on aloitettu kesällä 2006, jolloin sinileväkuvasto tallennettiin nettisivuille: [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > ympäristön tila > pintavedet > vesien elämää > levät mikrolevät eli planktonlevät. Kuvissa on mittajana, josta selviää solujen koko. Mikäli lajimääritykseen tulee taksonomian kehityessä muutoksia, määrittäminen päivitetään työkokouksen yhteisellä sopimuksella, jolloin kaikki ovat tietoisia muutoksista. Muutokset kirjataan SYKEN internetsivuille, akkreditointiasiakirjoihin ja internetsivulla olevaan laji- ja tilavuusluetteloon. Eri leväryhmien asiantuntijoiden kanssa yhteistyössä varmennettuja lajistokuvia nimineen ja mittoineen taltioidaan työkokousten aikana videoille ja myöhemmin CD:lle, joita jaetaan työkokousten osanottajille.

#### 5.4

### Vertailunäytteet

Lajintunnistuksen jäljitettävyyden varmistamiseksi lajistosta otetaan valokuvia ja video-otoksia, jotka arkistoidaan taustatietoineen, sillä tutkittuja näytteitä tai rinnakkaisnäytteitä ei ole syytä säilyttää edes kestävästi kolmea vuotta kauemmin. Leväsolujen rakenne saattaa muuttua pitkän säilytyksen aikana merkittävästi, jolloin

niiden tunnistaminen on mahdotonta. Esimerkiksi hennot piilevä- tai kultaleväsolut saattavat liueta ja limaleväsolut rikkoutuvat helposti.

Vuosina 2002 ja 2003 toteutetuissa kvantitatiivisen kasviplanktonanalyysin interkalibroinneissa käytettiin luonnonvesistä otettuja näytteitä ja vuonna 2005 sinilevien (kaksi kantaa) ja viherlevän (yksi kanta) puhdasviljelmistä kestävyitä näytteitä (Vuorio ym. 2007a). Eläviä näytteitä luonnonvesistä ei ole ollut käytettävissä testien ajankohdan takia. Luonnonvesinäytteistä oli sovittu etukäteen laskettavat taksonit (useimmiten lajitasolla) ja käytettävät suurennukset, joilla kukin taksoni lasketaan. Alkuperäisistä näytteistä ositettiin jokaiselle osallistujalle oma osanäyte, jonka hän laski normaalisti työssään käyttämällä mikroskoopilla. Puhdasviljelmänäytteiden laskennan toteuttivat kaikki interkalibrointiin osallistujat samoista laskeutetuista näytteistä käyttäen yhteistä mikroskooppia. Näin voitiin minimoida näytteiden osittamisesta, laskeuttamisesta ja mikroskooppien optisista ominaisuuksista johtuva vaihtelu (kuvat 3–5). Ammattilaisten ja puoliammattilaisten väliset erot olivat vähäisiä. Osa kuvien 3–4 vaihtelusta liittyi mahdollisesti osanäytteiden valmistamiseen. Vuoden 2005 interkalibrointikokeessa tutkittava näyte oli yhteinen ja erot johtuivat osittain ohjeiden erilaisesta tulkinnasta. Testien tulokset on julkaistu Boreal Environment Research -sarjassa (Vuorio ym. 2007a). Vuonna 2006 toteutettu kvantitatiivisen kasviplanktonanalyysin virtuaalinen interkalibrointi perustui sekä laskentaosuuden että lajintunnistuksen osalta täysin digitaalivalokuviiin ja video-otoksiin. Virtuaalisen testin toteutus ja tulokset on esitetty julkaisussa Vuorio ym. (2007b).



## 6 Toiminnan virhelähteiden ja riskien arviointi

### 6.1

#### Virhelähteet

VPD:n edellyttämä vesien ekologisen luokittelun ensimmäinen toteutus biologisten muuttujien avulla on valmistunut. Työtä varten asetettiin vuonna 2007 vertailuolot kasviplanktonin kokonaisbiomassalle ja haitallisten sinilevien %-osuudelle erityyppisissä vesissä biologisessa rekisterissä olevaa aineistoa käyttäen. SYKEN kasviplanktontimi on mikroskopoinut pääosan sisävesien kasviplanktonin vertailuaineistosta vuosilta 1980–2007. Ekologisen luokituksen luokkarajojen asettaminen ja tarkentaminen kaikille 12 kotimaiselle järvityypille edellyttää edelleen lisäaineistoa myös aiemmin valtakunnallisen seurannan ulkopuolelle jääneistä pienistä järvistä sekä kuormitetuista vesistä, joiden tutkimus on kuulunut velvoitetarkkailun piiriin. SYKEN biologiseen rekisteriin on tallennettu myös ammattitaitoisten ulkopuolisten tutkijoiden tuloksia. Ongelmana näissä eri tutkimusohjelmia ja velvoitetarkkailua varten tehdyissä näytteissä on ollut kuitenkin se, että näytteitä yksittäiseltä havaintopaikalta on saattanut tutkia useampi tutkija eri menetelmin ja erilaisella lajinmäärityksen tarkkuustasolla. Raporteissa ei ole kuvattu aina käytettyä menetelmää riittävän selkeästi ja sen vuoksi yhtenäisten ohjeiden puuttuessa tulosten vertailtavuus ei ole aina paras mahdollinen (kuvat 1 ja 2, Hakala ym. 2002). Rannikkoalueen ekologisessa luokittelussa on käytetty kasviplanktonin kokonaismäärää ilmaisevaa *a*-klorofyllin pitoisuutta ja kasviplanktonin koostumusta ja määrää on tarkasteltu ensimmäisessä luokittelussa alustavasti (Vuori ym. 2006, Kauppila 2007).

Suomessa tehtävän kasviplanktonianalyysin menetelmäohjeiden (Lepistö ym. 2006) laatimiseen on osallistunut työkokouksissa useita henkilöitä, jotka edustavat monipuolisesti kasviplanktonitutkimusta. Menettelyohjeista huolimatta laskijan on tehtävä useita valintoja näytettä mikroskopoidessa, jotka edellyttävät hyvää perehtyneisyyttä. Kaikkia analyysiin liittyviä ratkaisuja ei voida ohjeistaa koskaan täysin yksiselitteisesti. Seuraavat valinnat vaikuttavat saatuun lopputulokseen ja edellyttävät sen vuoksi hyvää ammattitaitoa:

- Näytteen laskeutustilavuus (3 ml–50 ml) on arvioitava näytettä valmistettaessa siten, että solutiheys on laskennan onnistumisen kannalta sopiva (ei liian tiheä tai harva).
- Valitaan sopiva suurennus (yleensä käytössä on 2–3 suurennosta), jolla eri taksonit /lajit lasketaan.
- Valitaan määritystarkkuus (lahko-, heimo-, suku- tai lajitaso) ja määritettävä lajisto (kaikki taksonit tai ainoastaan indikaattorilajit).
- Noudatetaan menetelmäohjeita, kun valitaan tutkittavan osapinta-alan osuus koko laskentakyvetin pinta-alasta. Tämä valinta vaikuttaa kertoimien suuruuteen ja sitä kautta lopulliseen biomassatulokseen.

- Poikkeustapauksissa voidaan tyytyä pienempään laskettavaan pinta-alaan, vaikka se vaikuttaa käytettäviin kertoimiin.
- Lasketaan riittävä määrä leväsoluja tai laskentayksikköjä, jotta esiintymisen satunnaisuuden aiheuttama virhe pienenee.
- Huomioidaan laskentayksikköjen (rihmat, yhdyskunnat) tilastollisesti riittävä lukumäärä
- Käytetään ajanmukaista kirjallisuutta.

## 6.2

### Osaamisen ylläpitäminen ja kehittäminen

Kasviplankton reagoi herkästi vesien ekologisen tilan muutokseen ja siksi sen määrää ja koostumusta käytetään rehevöitymistä ilmaisevana indikaattorina etenkin vesistöjen ulappa-alueilla (mm. Heinonen 1980, Tikkanen 1986, Brettum 1989, Willén 2000). Vesien lisääntyvä ravinnekuormitus (rehevöityminen) on ihmistoiminnan seurausta. Kasviplanktonin koostumus ja määrä eroavat luonnostaan veden väriltään erilaisissa vähähumuksisissa järvissä ja humusvesissä (Lepistö 1999), mikä on huomioitava aina, kun tarkastellaan vesien ekologista tilaa. Vaikka kasviplanktonin kokonaismäärää voidaan mitata myös *a*-klorofyllin pitoisuutena, menetelmällä ei voida selvittää kasviplanktonin koostumusta. Esimerkiksi kultalevâyhteisön muutokset ja sinilevien lisääntyminen ilmentävät rehevöitymisen eri vaiheita. Vastaavasti muutosta Pennales (Bacillariales) -lahkon piilevien osuudessa kokonaisbiomassasta pidetään ensimmäisenä merkinä muuttuvasta rehevyystilanteesta (esim. Willén 2007).

VPD:n asettaa suuret vaatimukset biologisten muuttujien, myös kasviplanktonin, analysoinnille, sillä ekologiseen luokitteluun sisältyy myös kaikkien EY:n jäsenmaiden kesken tehtävä vertailu.

- Vertailuololoja ilmentävät kultalevät, jotka ryhmänä ovat monimuotoisia, ovat solukooltaan erittäin pieniä. Leväsolujen havaitseminen ja tunnistaminen edes sukutasolle edellyttää sekä hyvällä optiikalla varustettua mikroskooppia että ajantasaista määrittyskirjallisuutta.
- Rehevöitymistä indikoivien sinilevien tunnistaminen sukutasolle edellyttää uusimman taksonomian hyvää tuntemusta.
- Piilevien lajitasolle tunnistaminen vaatii erityisosaamista ja erityisnäytteiden (piileväpreparaatit) tutkimista. VPD:n edellyttämään ekologiseen luokitteluun riittää usein planktisten piilevien määrittäminen sukutasolle.

SYKEN kasviplanktonmenetelmät on akkreditoitu ja vastuuhenkilö huolehtii akkreditointiin liittyvien menettelytapojen toteuttamisesta. Sisävesien akkreditoidut kasviplanktonanalyysit tehdään SYKEN Mechelininkadun tiloissa. Vertailulaboratoriotoiminta edellyttää kiinteää yhteistyötä vastuuhenkilön ja muiden kasviplanktonitiimin jäsenten kesken. Vertailulaboratoriotoiminnan arvostus ja luotettavuus edellyttävät, että vastuuhenkilöllä on ylempi korkeakoulututkinto ja hän hallitsee hyvin kasviplanktonsystematiikan ja -ekologian ja on perehtynyt kasviplanktonanalyysiin. Vastuuhenkilön tulee ymmärtää myös VPD:n edellyttämä luokittelumenettely. Vertailulaboratoriotoimintaa ei voida rakentaa pelkästään laskijoiden/apulaistutkijoiden varaan, vaikka lajintuntemuksen taso on tiimillä korkea ja valmiudet vertailulaboratoriotoimintaan liittyvän lisäkoulutuksen antamiseen ovat hyvät.

Vastuuhenkilön tehtävät vertailulaboratoriossa:

- Toimintaa johtaa kasviplanktonanalyysiin, -taksonomiaan ja -ekologiaan perehtynyt vastuuhenkilö.
- järjestää, koordinoi ja johtaa laboratorioiden välisiä vertailututkimuksia.
- ohjaa ja valvoo referenssi- ja laadunvalvontanäytteiden valmistamista.
- raportoi vertailututkimusten tulokset.
- järjestää ja koordinoi alalla toimivien lisäkoulutusta.

- tiedottaa alan kehityksestä alalla toimiville tutkijoille ja apulaistutkijoille.

SYKEN planktonitiimin vastuuhenkilönä toimi elokuuhun 2007 asti professori, FT Liisa Lepistö, joka on väitellyt kasviplanktoniin liittyvästä aiheesta, ja jolla on yli 40 vuoden kokemus kasviplanktonitutkimuksesta, lajimäärityksestä ja laskennasta sekä seminaarien ja työkokousten järjestämisestä. Hänen seuraajansa tehtävässä on dosentti, FT Marko Järvinen, jolla on 20 vuoden kokemus kasviplanktonin ekologiasta ja lajintuntemuksesta. Marko Järvinen perehtyi keväällä 2007 Liisa Lepistön johdolla kasviplanktonitiimin työhön. Perehdyttämisessä painotettiin mm. vertailulaboratoriotointia ja akkreditoinnin ylläpitämistä.

Perinteisen Utermöhl kasviplanktonanalyysin osaamisen säilyttämiseen ja kehittämiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota sekä tutkimuslaitoksissa että yliopistoissa. Nykyiset pitkäaikaisen kokemuksen omaavat kasviplanktonlaskijat julkisella ja yksityisellä sektorilla ovat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta yli 50-vuotiaita ja useimmat työskentelevät yksin ilman varahenkilöä.

Julkisen hallinnon tuottavuusohjelma, organisaatiomuutokset ja siihen liittyvä alueellistaminen saattavat hidastaa uusien planktonlaskijoiden rekrytointia lähiaikoina ilmeisestä tarpeesta huolimatta. Planktonlaskijan koulutus edellyttää sekä työnantajan että tulevan työntekijän molemminpuolista sitoutumista pitkään työsuhteeseen, sillä laskijan kouluttaminen kestää noin kolme vuotta ja vielä senkin jälkeen tiivis yhteistyö ammattitaitoisen mikroskopioijan kanssa edesauttaa laskentatradition siirtymistä ja yhtenäisen määrityskäytännön muodostumista.

Kaupalliset konsultit, lähinnä vesiensuojeluyhdistykset, ovat toistaiseksi rekrytoineet vain muutamia uusia planktonitutkijoita, koska analyysien tuleva tarve ei ole ollut tiedossa. Ympäristöministeriön seurantojen kehittämistyö on tuonut tarkennusta asiaan vuonna 2008. Uudet henkilöt eivät voine keskittyä pelkästään kasviplanktonanalyysiin, vaan osallistuvat myös muuhun yrityksen toimintaan. Vain muutama yksityinen kokenut konsultti tekee tällä hetkellä yksinomaan kasviplanktonanalyysijä.

Vertailulaboratoriotointia on valtakunnallisen edun mukaista toimintaa. Toiminta ei täysin perustu taloudelliseen kannattavuuteen. Kun VPD:n edellyttämä biologinen seuranta on käynnissä täydellä teholla, on analyysien laatu kyettävä riippumattomasti arvioimaan ja koulutusta sekä opastusta on oltava saatavilla. Vertailulaboratoriotointia edellyttää osaamisen ja ammattitaidon ylläpitämistä ja edelleen kehittämistä SYKEssä. Tästä syystä kasviplanktonitiimin jäsenet (tiimiä johtava asiantuntijatasoinen tutkija ja apulaistutkijat) olisi aina rekrytoitava riittävän ajoissa, jotta toiminnan jatkuvuus ja tiedonsiirto seuraajille olisi mahdollista. SYKEN kasviplanktonitutkimukseen liittyvää toimintaa ei tule liiaksi hajauttaa, vaan sen on tapahduttava vastuullisen tiiminvetäjän ja planktonanalyysistä vastaavien apulaistutkijoiden tiiviissä yhteistyössä vastaisuudessakin.

## 7 Laadunvarmuuksen suunnitelmat

Vertailulaboratoriotoiminnan tarkoituksena on järjestää koulutusta, kursseja (maksullisia) ja työkokouksia sekä suositella yhteiseen laskentaohjelmaan siirtymistä. Laskentaohjelman käyttöä tuetaan ylläpitämällä ja päivittämällä laskentaohjelmaan liittyvää, SYKEN vastuulla olevaa tilavuustiedostoa. Tiedosto on mahdollista liittää laskentaohjelmaan ja se päivitetään vuosittain. Yhteiset tilavuustiedostot, laskentamenetelmät ja ammattitaidolla tehty lajinmääritys mahdollistavat tulosten tallentamisen SYKEN ylläpitämään rekisteriin ja käytön esimerkiksi vesien ekologisen tilan arvioinnissa. Laskentaohjelman käyttö ja kehittäminen liittyy kiinteästi kasviplanktonrekisterin päivittämiseen.

Vertailulaboratorio osallistuu myös VPD:n toiminnallisen seurannan raportoinnin kehittämiseen, etenkin analyysimenetelmien kuvausten, määritystarkkuuden ja lajikuvausten yhdenmukaistamiseksi. Tietoa julkaistaan myös SYKEN internetsivuilla, yhteisen sähköpostilistan ja Suomen kasviplanktonseuran kautta. SYKE järjestää kasviplanktonin pätevyyskokeen säännöllisin välein. SYKEN tiimi järjestää jatkossa vertailulaboratorion puitteissa maksullisia koulutustilaisuuksia alueellisten ympäristökeskusten ja hallinnon ulkopuolisille henkilöille. Tässä työssä auttaa myös vuonna 2007 perustettu Suomen kasviplanktonseura. Työkokousten järjestämiseen ovat osallistuneet viime vuosina yhteistyössä SYKEN kanssa Helsingin, Joensuun, Jyväskylän ja Turun yliopistot sekä MTL.

SYKEN planktonitiimi toimii akkreditoituna osana laboratorion johtamisjärjestelmää, joka määrittelee sen toiminnan. Planktonitiimi noudattaa akkreditoinnin menetelmäohjeita, joissa on kuvattu kasviplanktonanalyysi ja menettely epävarmuustilanteissa.

- SYKE osallistuu kansainvälisten standardien kehittämiseen, myös antamalla lausuntoja valmisteilla olevista standardeista.
- Laadunvarmennusmenetelmiä kehitetään ja tehostetaan jatkuvasti. Mahdollisista ongelmista neuvotellaan tiimissä ja laboratorion laatuvaastavien kanssa sekä otetaan tarvittaessa yhteyttä muihin alan suomalaisiin tai ulkomaisiin asiantuntijoihin.
- Kehitetään edelleen pätevyyskokeita (interkalibroinnit) yhteistyössä Suomen kasviplanktonseuran kanssa.
- Pyritään siihen, että kaikki suomalaiset planktonitutkijat sitoutuvat yhtenäiseen menetelmään, jota edelleen kehitetään mahdollisimman selkeäksi yhteistyöllä.
- Järjestetään suomalaisten kasviplanktonitutkijoiden työkokouksia, joista tiedotetaan tehokkaasti.
- Lajikuvagalleriaa, laji- ja tilavuusluetteloa ja menetelmäohjeita ylläpidetään internetsivuilla, joita päivitetään tarvittaessa. Näiden lajikuvienv määritys perustuu kotimaisten ja ulkomaisten asiantuntijoiden yhteiseen määritystulokseen. Planktonitiimin vastuuhenkilö ja apulaistutkijat vastaavat internetsivuista.
- Vuosittaisissa laboratorion johdon laatukselmuksissa raportoidaan edellisen vuoden toiminta ja kehitetään sitä palautteiden mukaisesti.

## 8 Yhteenveto

Kasviplanktonanalyysillä on pitkät perinteet Pohjoismaissa. Menetelmää on interkalibroitu 1970-luvulta lähtien ja yhteinen pohjoismainen menetelmäsuositus sisävesien kasviplanktonanalyysiin laadittiin 1980-luvulla. Aiemmin vesien luokittelu perustui pitkälti fysikaalis-kemiallisiin mittauksiin. EY:n vesipolitiikan puitedirektiivin luokittelu perustuu biologisiin muuttujiin, minkä seurauksena vertailukelpoisten ja luotettavien biologisten tulosten saaminen on yhä tärkeämpää.

Biologinen analyysitoiminta laajenee useamman toimijan piiriin, mikä edellyttää tulosten testaamista ja vertailua määrävuosin. Suomalaiset kasviplanktonitutkijat ovat olleet tässä suhteessa edelläkävijöitä verkostoitumalla ja kokoontumalla vuosittain työseminaareihin. Seminaareissa on selvitetty ulkomaisten asiantuntijoiden kanssa määritysongelmia sekä kehitetty ja yhdenmukaistettu laskentamenetelmiä.

Tältä vahvalta pohjalta on hyvä jatkaa kohti virallisesti toteutettua laaduntarkkailua ja vertailtavuutta. SYKE:lla on valmiudet laajentaa laboratorion vertailutoimintaa biologisiin mittauksiin, kuten kasviplanktonin kvantitatiiviseen ja kvalitatiiviseen tutkimukseen, jotka kuuluvat jo akkreditoinnin piiriin. Kansainvälinen ulkopuolinen arvioija suositteli lokakuussa 2007 kasviplanktonanalyysin liittämistä SYKEN vertailulaboratoriotoiminnan piiriin. Perusteluina olivat mm. SYKEN kasviplanktonitiimin vankka asiantuntemus menetelmän ja kasviplanktonlajiston osalta, aktiivinen osallistuminen kasviplanktonanalyysin menetelmän kehittämiseen ja harmonisointiin sekä interkalibrointitestien toteuttamiseen. SYKEN on kuitenkin varmistettava, että sillä on jatkossa resursseja hoitaa vertailulaboratoriotoimintaan liittyvät tehtävät ja panostettava ennakoivasti kasviplanktonitiimin henkilökunnan rekrytointiin ja koulutukseen.

## KIRJALLISUUS

- Barinova, S.P., Forsskähl, M., Kukkk, E., Melnikova, L., Melvasalo, T., Niemi, Å., Piirsoo, K. & Viljamaa H. 1980. Phytoplankton. Teoksessa: Järvekylg, A., Kukkk, E., Lassig, J., Melvasalo, T., Niemi, Å. & Saava, A. (toim.), Finnish-Soviet intercalibration of biological parameters used for monitoring the conditions of the Gulf of Finland. *Meri*, 8, 11–23.
- Brettum, P., 1989. Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. *Planteplankton. Niva-Rapport 0-86116*, 111 s.
- Blomqvist E., Levander K.L. & Witting R. 1915. Arbetsutskottet för undersökning af de finska insjöarnas vatten och plankton. *Fennia*, 39, 1–95.
- CEN 2006, EN 15204. Water quality- Guidance standard on the enumeration of phytoplankton abundance and composition using inverted microscopy (Utermöhl technique).
- EY 2000. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY. L327, 72 s.
- Hakala, J., Vuoristo, H. & Lepistö, L. 2002. Kasviplanktonitutkimusten laadunvarmistuksen ongelmista. *Vesitalous* 3, 47–49.
- Heinonen, P., 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. Publications of the Water Research Institute. Helsinki. 37, 91 s.
- HELCOM, 2002. Manual for marine monitoring in the Combine Programme of HELCOM. Annex C-6. Phytoplankton species composition, abundance and biomass. 22 s. <http://sea.helcom.fi/Monas/CombineManual2/PartC/CFrame.htm>
- Ilmavirta, V. 1980. Phytoplankton in 35 Finnish brown-water lakes of different trophic status. In: Dokulil, M., Metz, H. & Jewson, D. (eds.). *developments in Hydrobiology* 3, 121–130.
- Jensen, J.P. & Søndergaard, M. 1994. Interkalibrering af planteplanktonundersøgelser i søer. Teknisk anvisning fra DMU, nr. 8. Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser juni 1994, 39 s.
- Järnefelt, H., 1921. Fische und ihre Nahrung. *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 52, 1–60.
- Järnefelt, H., 1937. Ein kleiner Beitrag zur Limnologie des Tuusulanjärvi. *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 60, 502–515.
- Kauppila, P., 2007. Phytoplankton quantity as an indicator of eutrophication in Finnish coastal waters – applications within the Water Framework Directive. University of Helsinki, Ph:D thesis, Vammalan kirjapaino, Vammala. 58 s.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K., 1999. Cyanoprocaryota 1. Teil: Chroococcales. Gustav Fisher Verlag, Jena. 548 s.
- Kuoppala, M., Hellsten, S., Kanninen, A. 2008: Sisävesien vesikasvieurantojen laadunvarmistus, Suomen ympäristö 36, 94 s. ([www.ymparisto.fi/julkaisut](http://www.ymparisto.fi/julkaisut)).
- Lepistö, L., 1999. Phytoplankton assemblages reflecting the ecological status of lakes in Finland. *Monographs of the Boreal Environment Research*, 16, 43 s.
- Lepistö, L., Vuorio, K., Holopainen, A.-L., Huttunen, M., Jokipii, R., & Niemelä, M., 2006. Kasviplanktonin tutkimusmenetelmät. *Vesitalous* 47(1), 16–21. ISSN 0505-3838.
- Levander, K.M., 1900. Zur Kenntniss der Fauna und Flora finnischer Binnenseen. *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica* 19, 1–55.
- Levander, K.M., 1914. Företeckningar öfver planktonter i Tusuträsk. *Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica* 40, 49–53.
- Olrik, K., Blomqvist, P., Brettum, P., Cronberg, C. & Eloranta, P. 1998: Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwaters, part I. Naturvårdsverket, Stockholm, 86 s.
- Ptácnik, R., Solimini, A.G., Andersen, T., Tamminen, T., Brettum, P., Lepistö, L., Willén, E. & Rekolainen, S. 2008. Diversity predicts stability and resource use efficiency in natural phytoplankton communities. *PNAS* 105(13): 5134–5138.
- Rott, E. 1981. Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Schweiz. Z. Hydrol.* 43/1, 34–62.
- Tikkanen, T. 1986. Kasviplanktonopas. Suomen Luonnonsuojelun Tuki Oy, Helsinki, 278 s.
- Tolstoy, A. 1979. Chlorophyll a in relation to phytoplankton volume in some Swedish lakes. *Arch. Hydrobiol.* 85, 133–151.
- Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 9, 1–38.
- Vuori, K.-M., Bäck, S., Hellsten, S., Karjalainen, M., Kauppila, P., Lax, H.-G., Lepistö, L., Londesborough, S., Mitikka, S., Niemelä, P., Niemi, J., Perus, J., Pietiläinen, O.-P., Pilke, A., Riihimäki, J., Rissanen, J., Tammi, J., Tolonen, K., Vehanen, T., Vuoristo, H. ja Westberg, V. 2006. Suomen pintavesien tyypittelyn ja ekologisen luokittelujärjestelmän perusteet. *Suomen ympäristö* 807, 1–151.
- Vuorio, K., Lepistö, L. & Holopainen, A.-L. 2007a. Intercalibrations of freshwater phytoplankton analysis. *Boreal Environment Research* 12, 561–569.
- Vuorio, K., Lepistö, L., Mäkinen, I., Niemelä, M., Hällfors, S., Jokipii, R. ja Huttunen, M. 2007b. SYKE Intercomparison test 11/2006. Reports of Finnish Environment Institute 25/2007. 20 s.
- Willén, E. 2000. Phytoplankton in water quality assessment – an indicator concept. Teoksessa: P. Heinonen, G. Zoglio & Van Der Beken, A. (toim.) *Hydrological and Limnological Aspects of Lake Monitoring*. John Wiley & Sons, 372 s.
- Willén, E. 2007. Växtplankton i sjöar – bedömningsgrunder. Institutionen för Miljöanalys, SLU, Rapport 2007/5. ISSN 1403-977X. 33 s.

## KUVAILULEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)			Julkaisu-aika Joulukuu 2009
Tekijä(t)	Liisa Lepistö, Kristiina Vuorio, Anna-Liisa Holopainen, Arja Palomäki, Marko Järvinen ja Maija Huttunen			
Julkaisun nimi	<b>Kasviplanktonanalyysin laadunvarmistus</b>			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 40/2009			
Julkaisun teema	Ympäristönsuojelu			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana vain internetissä: <a href="http://www.ymparisto.fi//syke/julkaisut">www.ymparisto.fi//syke/julkaisut</a>			
Tiivistelmä	<p>Biologisten määritysten laadunvarmennuksen merkitys on korostunut EU:n vesipuitedirektiivin (VPD) voimaantulon myötä, sillä vesistöjen ekologisen tilan luokittelu edellyttää, että käytössä on laadukasta ja vertailukelpoista tietoa biologisista laatu-tekijöistä.</p> <p>Suomen ympäristökeskus SYKE on toiminut vuodesta 2001 kansallisena ympäristöalan vertailulaboratoriona pätevyysalueena vesien ja kiinteiden ympäristönäytteiden ympäristökemiallinen ja ekotoksikologinen mittaus-, testaus- ja näytteenotto toiminta. SYKE:ssä alkoi vuonna 2005 hanke vertailulaboratorion pätevyysalueen laajentamiseksi kolmella biologisella laatu-tekijällä, kasviplankton, vesikasvit ja pohjaeläimet.</p> <p>Tämä julkaisu sisältää kasviplanktonin laadunvarmistusta koskevan osahankkeen kuvauksen ja tulokset sekä suositukset laadunvarmistustoimenpiteiksi. Raportissa tarkastellaan kasviplanktonanalyysin toteutusta Suomessa ja muualla Euroopassa. Tarkastelun painopisteenä ovat tulosten vertailtavuus ja siihen vaikuttavat tekijät sekä SYKEN sisä- ja rannikkovesien kasviplanktonanalyysin nykytila, valmiudet ja kehittämislinjaukset. Raportissa linjataan SYKEN rooli sisä- ja rannikkovesien kasviplanktonmäärityksen kansallisessa ja kansainvälisessä laadunvarmennuksessa osana vertailulaboratoriotoimintaa.</p> <p>Kasviplanktonin analysointi edellyttää hyvää lajintuntemusta, yhtenäisten ja hyväksytyjen analyysimenetelmien käyttöä sekä kykyä tulkita saatuja tuloksia. Kasviplanktonmäärityksiä tehdään Suomessa viranomaisten lisäksi konsulttityönä sekä tutkimushankkeissa. On myös todennäköistä, että biologinen analyysitoiminta laajenee jatkossa useamman toimijan piiriin. VPD:n toteutuksen kannalta on tärkeää, että kasviplanktonin määritystulokset ovat mahdollisimman laajasti hyödynnettävissä ekologisen tilan luokittelussa. Tämä asettaa vaatimuksia tulosten keskinäiselle vertailtavuudelle ja laadulle ja edellyttää säännöllistä määritystulosten testaamista ja vertailua toimijoiden kesken. Suomalaiset kasviplanktonitutkijat ovat olleet edelläkävijöitä laadunvarmistuksessa verkostoitumalla ja kokoontumalla vuosittain työseminaareihin, joissa on käsitelty menetelmien harmonisointia ja vertailtavuutta. Vertailulaboratoriotoiminnan tarkoituksena on vahvistaa ja koordinoita toteutettua laadunvarmennusta ja saada mahdollisimman moni kasviplanktonmäärityksiä tekevä mukaan toiminnan piiriin.</p>			
Asiasanat	kasviplanktonmääritys, laadunvarmennus, vertailulaboratorio, Suomen ympäristökeskus			
Rahoittaja/toimeksiantaja				
	ISBN (nid.)	ISBN 978-952-11-3619-1 (PDF)	ISSN (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkokj.)
	Sivuja 31	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis. alv 8 %) -
Julkaisun myynti/ jakaja	Julkaisu on saatavana vain internetissä: <a href="http://www.ymparisto.fi/syke/julkaisut">www.ymparisto.fi/syke/julkaisut</a>			
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), PL 140, 00251 HELSINKI Puh. 020 610 123 Sähköposti: <a href="mailto:neuvonta.syke@ymparisto.fi">neuvonta.syke@ymparisto.fi</a> , <a href="http://www.ymparisto.fi/syke">www.ymparisto.fi/syke</a>			
Painopaikka ja -aika				

## PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)			Datum December 2009
Författare	Liisa Lepistö, Kristiina Vuorio, Anna-Liisa Holopainen, Arja Palomäki, Marko Järvinen och Maija Huttunen			
Publikationens titel	<b>Kasviplanktonanalyysin laadunvarmistus</b> (Kvalitetskontroll för växtplankton analys)			
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 40/2009			
Publikationens tema	Miljövård			
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig bara på internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/syke/publikationer">www.ymparisto.fi/syke/publikationer</a> (på finska)			
Sammandrag	<p>Betydelsen av biologiska analysers kvalitetsverifiering har betonats sedan EUs ramdirektiv för vatten trädde i kraft eftersom bedömningen av vattendrags ekologiska tillstånd förutsätter att den biologiska kvalitetsfaktorinformation som används är jämförbart och av högt kvalitet.</p> <p>Finlands miljöcentral SYKE har sedan 2001 fungerat som nationellt referenslaboratorium inom miljöbranschen med behörighet för miljökemisk och ekotoxikologisk mätning, testning och provtagning av vatten och miljöprov i fast form. I SYKE började år 2005 ett projekt för utvidgandet av referenslaboratoriets kompetensområde med tre biologiska kvalitetsfaktorer, växtplankton, vattenväxter och bottenlevande djur.</p> <p>Denna publikation innehåller beskrivningen och resultaten av delprojektet för växtplanktonets kvalitetsverifiering, samt rekommendationerna beträffande kvalitetsverifieringsåtgärder. I rapporten granskas förverkligandet av växtplanktonanalyser i Finland och annanstans i Europa. Tyngdpunkten ligger i granskandet av analysresultatens jämförlighet och de faktorer som påverkar detta, samt i granskandet av SYKEs inlands- och kustvattens växtplanktonanalyser tillstånd, beredskap och utvecklingslinjer. Rapporten definierar SYKEs roll i nationell och internationell kvalitetsverifiering av inlands- och kustvattens växtplanktonanalys som en del av referenslaboratorieverksamhet.</p> <p>Analys av växtplankton förutsätter god artkännedom, bruket av enhetliga och godkända analysmetoder samt kunskapen att tyda de erhållna resultaten. Växtplanktonanalyser utförs i Finland förutom av myndigheter även som konsultarbete och i forskningsprojekt. Det är sannolikt att biologisk analysverksamhet i fortsättningen utvidgar till att omfatta ytterligare aktörer. För genomförandet av EUs ramdirektiv för vatten det är viktigt att växtplanktonanalysresultaten kan utnyttjas i så omfattande omfång som möjligt i bedömningen och klassificeringen av det ekologiska tillståndet. Detta ställer krav på analysresultatens jämförbarhet och kvalitet och förutsätter regelbunden testning av analysresultat och jämförandet av aktörer. Finländska växtplanktonforskare har varit föregångare i kvalitetsverifiering genom samverkande och genom sammankommandet i årliga arbetsseminarier där metodharmonisering och verifiering har behandlats. Referenslaboratoriets syfte är att förstärka och koordinera kvalitetsverifiering och motivera så många växtplanktonanalytiker som möjligt att delta i verksamheten.</p>			
Nyckelord	växtplanktonanalys, kvalitetsverifiering, referenslaboratorium, Finlands miljöcentral			
Finansiär/ uppdragsgivare				
	ISBN (hft.)	ISBN 978-952-11-3619-1 (PDF)	ISSN (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	Sidantal 31	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) -
Beställningar/ distribution	Publikationen finns tillgänglig bara på internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/syke/publikationer">www.ymparisto.fi/syke/publikationer</a> (på finska)			
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors Tfn. +358 20 610 123 Epost: <a href="mailto:neuvonta.syke@ymparisto.fi">neuvonta.syke@ymparisto.fi</a> , <a href="http://www.miljo.fi/syke">www.miljo.fi/syke</a>			
Tryckeri/tryckningsort -år				



## DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)			<i>Date</i> December 2009
<i>Author(s)</i>	Liisa Lepistö, Kristiina Vuorio, Anna-Liisa Holopainen, Arja Palomäki, Marko Järvinen and Maija Huttunen			
<i>Title of publication</i>	<b>Kasviplanktonanalyysin laadunvarmistus</b> (Quality control in phytoplankton analysis)			
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 40/2009			
<i>Theme of publication</i>	Environmental protection			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available only on the internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/syke/publications">www.ymparisto.fi/syke/publications</a> (in Finnish)			
<i>Abstract</i>	<p>The importance of quality assurance (QA) of biological analysis has increased after the implementation of the EU's Water Framework Directive (WFD) because the harmonized high quality data on biological quality elements is a prerequisite for a reliable assessment of the ecological status of water bodies.</p> <p>The Finnish Environment Institute SYKE has been since 2001 the national reference laboratory for environmental studies in Finland. At present the area of proficiency of SYKE includes the chemical and ecotoxicological measuring, testing and sampling of the environmental water and solid samples. In 2005 SYKE initiated a large project to expand the proficiency area of the reference laboratory to three biological quality elements, phytoplankton, macrophytes and benthic animals.</p> <p>This report describes the results and recommendations for the quality assessment of the phytoplankton analysis. It presents how the phytoplankton analysis is carried out in Finland and other European countries with special emphasis on the comparability of the analysis results, the factors affecting it, and also the present status, facilities and possibilities for the development of the phytoplankton analysis of freshwater and coastal samples at SYKE. The report gives guidelines on the role of SYKE in the national and international quality assurance and reference laboratory work of phytoplankton.</p> <p>Reliable phytoplankton analysis requires good species identification, the use of agreed and harmonised methods and the ability to interpret the obtained results. In Finland, phytoplankton is analysed by environmental authorities, consultants and universities. It is likely that the biological analysis in future is done by more analysts. For the implementation of the WFD it is important that the phytoplankton results are largely available for the needs of the ecological classification. This sets high demands for the comparability and quality of the analysis results, and thus requires a regular testing of the comparability of the results between the different analysts. Finnish phytoplankton analysts have been pioneers in QA by forming a network and organizing annual seminars concerning the method harmonization, identification and proficiency. SYKE's reference laboratory work on phytoplankton would strengthen and coordinate this QA work and invites all phytoplankton analysts to participate in the activity.</p>			
<i>Keywords</i>	phytoplankton analysis, quality assurance, reference laboratory, Finnish Environment Institute			
<i>Financier/ commissioner</i>				
	ISBN (pbk.)	ISBN 978-952-11-3619-1 (PDF)	ISSN (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	No. of pages 31	Language Finnish	Restrictions Public	Price (incl. tax 8 %) -
<i>For sale at/ distributor</i>	The publication is available only on the internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/syke/publications">www.ymparisto.fi/syke/publications</a> (in Finnish)			
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O.Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland Tel. +358 20 610 123, fax +358 20 490 2190 Email: <a href="mailto:neuvonta.syke@ymparisto.fi">neuvonta.syke@ymparisto.fi</a> , <a href="http://www.environment.fi/syke">www.environment.fi/syke</a>			
<i>Printing place and year</i>				



**ISBN 978-952-11-3619-1 (PDF)**

**ISSN 1796-1637 (verkkoj.)**