

# Sisävesien vesikasviseurantojen laadunvarmennus

**Minna Kuoppala, Seppo Hellsten ja Antti Kanninen**

YMPÄRISTÖN-  
SUOJELU





# Sisävesien vesikasviseurantojen laadunvarmennus

**Minna Kuoppala, Seppo Hellsten ja Antti Kanninen**



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖ 36 | 2008  
Suomen ympäristökeskus

Taitto: Katariina Kytönen  
Kansikuva: Antti Kanninen

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

Edita Prima Oy, Helsinki 2008

ISBN 978-952-11-3223-0 (nid.)  
ISBN 978-952-11-3224-7 (PDF)  
ISSN 1238-7312 (pain.)  
ISSN 1796-1637 (verkkoj.)



## ALKUSANAT

Suomen ympäristökeskus, SYKE on vuodesta 2001 toiminut kansallisena ympäristöalan vertailulaboratoriona. Määräys perustuu Ympäristönsuojelulain (86/2000) 24§:ään, jonka mukaan ympäristöministeriö voi antaa asiantuntijalaitokselle kyseisen määräyksen. Ympäristöministeriö on jatkanut alun perin määrämuotoista toimeksiantoa niin, että päätös toiminnasta on voimassa toistaiseksi. Toiminnan kehittämistä tukemaan on myös asetettu ohjausryhmä.

Vertailulaboratorion tehtävänä on tukea viranomaisille mittaus-, testaus ja tutkimustietoa tuottavia laitoksia niin, että tieto on vertailukelpoista, luotettavaa ja tarkoitukseensa soveltuvaa. Keskeisiä asiakkaita ovat ympäristötietoa tuottavien laitosten lisäksi mm. ministeriöt sekä akkreditointielimet.

Vertailulaboratorion antamia tärkeimpiä palveluja ovat pätevyyskokeiden ja muiden vertailujen järjestäminen, vertailumateriaaleihin liittyvä tiedottaminen ja niiden valmistaminen, ympäristömenetelmien standardisointiin osallistuminen, asiantuntijoiden koulutus, tiedonvälitys sekä asiantuntija-avun antaminen viranomaisille. Toimintaan liittyy kiinteästi kansainvälinen yhteistyö.

SYKEN vertailulaboratorion pätevyysalueeksi määrättiin toiminta, joka liittyy vesien ja kiinteiden näytteiden, kuten maan, sedimentin ja jätteiden ympäristökemialliseen ja ekotoksikologiseen mittaukseen, testaukseen ja näytteenotto toimintaan.

Asiakkaat ovat esittäneet SYKELLE toiminnan kehittämiseen liittyviä mielipiteitä. 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 aloitti keväällä 2005 valmistelut pätevyysalueen laajentamiseksi koskemaan kolmea biologista laatutekijää, kasviplanktonia, vesikasveja (makrofytyt) sekä pohjajaeläimiä. Hankkeen vastuullisena johtajana on toiminut allekirjoittaja. Hanke jaettiin kolmeen osaan, joista ovat vastanneet professori Liisa Lepistö (kasviplankton), erikoistutkija Seppo Hellsten (vesikasvit) sekä tutkija Juhani Hynynen (Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus, YmTk). Hankeorganisaatioon ovat lisäksi kuuluneet tutkija Minna Kuoppala, SYKE sekä johtaja Jarmo Meriläinen, YmTk. Asiantuntijoina ovat hankkeessa 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 sekä Kristina Vuorio, Turun yliopisto. Hanketta on vuosina 2005 – 2006 rahoittanut ympäristöministeriö, jossa yhdyshenkilönä on toiminut ylitarkastaja Pasi Iivonen.

Tämä julkaisu sisältää vesikasvien laadunvarmistusta koskevan osahankkeen kuvauksen, tulokset sekä suositukset laadunvarmistustoimenpiteiksi. Muut osahankkeet julkaistaan erikseen.

Parhaat kiitokset kaikille työhön osallistuneille sekä ympäristöministeriölle kiinnostuksesta ja tuesta hankkeen aikana.

Helsingissä 17.6.2008

Marja Luotola  
Suomen ympäristökeskus

## SISÄLLYS

<b>Alkusanat</b> .....	3
<b>I Johdanto</b> .....	7
<b>2 Seurantojen suunnittelussa käytettävät CEN-standardit ja niiden soveltaminen</b> .....	9
2.1 Yleistä .....	9
2.2 Makrofytytien tutkimista järvissä ja joissa koskevat CEN-standardit ...	10
2.2.1 Tarkoitus .....	10
2.2.2 Periaate.....	10
2.2.3 Välineet.....	10
2.2.4 Tutkimuskäytännöt.....	10
2.2.5 Tutkimuksen menettelytavat vaiheittain.....	12
2.2.6 Aineiston kokoaminen ja luokittelu - järvet.....	12
2.3 Biologisten ja ekologisten arviointien laadunvarmistusta vesistöissä koskeva CEN-standardiohjeistus .....	12
2.3.1 Yleistä .....	12
2.3.2 Biologisten ja ekologisten tutkimusten suunnittelu.....	12
2.3.3 Maastossa tehtävät tutkimukset ja näytteenotto sekä lajintunnistus	13
2.3.4 Referenssikokoelmat ja varmentamisnäytteet .....	14
2.3.5 Menetelmän toiminnalliset ominaisuudet.....	14
2.3.6 Tulosten luotettavuuden validointi .....	14
2.3.7 Mittausten epävarmuus.....	15
2.3.8 Tulkinta ja raportointi .....	15
2.3.9 Koulutus.....	15
2.4. Yhteenveto .....	15
<b>3 Eurooppalaiset ja kotimaiset menetelmät</b> .....	17
3.1 Ekologisessa luokittelussa ja seurannassa käytetyt eurooppalaiset makrofytyttutkimusmenetelmät – vastaukset kyselyyn.....	17
3.1.1 Yleistä .....	17
3.1.2 Norja .....	17
3.1.3 Viro .....	18
3.1.4 Puola .....	19
3.1.5 Saksa .....	20
3.1.6 Belgian Flanderi.....	21
3.1.7 Hollanti .....	22
3.1.8 Iso-Britannia .....	23
3.1.9 Irlanti .....	25
3.1.10 Romania.....	25
3.1.11 Portugali.....	26
3.1.12 Yhteenveto .....	26
3.2 Muita tunnettuja menetelmiä - Eurooppa ja USA .....	27
3.2.1 Arviointi- ja maastomenetelmiä järvien makrofytytiseurantoihin..	27
3.2.2 Arviointi- ja maastomenetelmiä jokien makrofytytiseurantoihin ...	32
3.3 Kotimaiset menetelmät.....	36
3.3.1 Järvet - maastomenetelmät.....	36
3.3.2 Järvet - aineiston käsittely .....	40

3.3.3 Joet - maastomenetelmät .....	42
3.3.4 Joet – aineiston käsittely .....	43
<b>4. Tärkeimpien menetelmien kuvaukset ja suositukset .....</b>	<b>44</b>
4.1 Johdanto .....	44
4.2 Järvien makrofyttiselvityksen kuvaus vaiheittain .....	45
4.2.1 Suunnittelu .....	45
4.2.2 Maastotyö linjamenetelmällä .....	46
4.2.3 Näytteiden säilytys .....	52
4.2.4 Aineiston tallennus .....	53
4.2.5 Aineiston peruskäsittely, analysointi ja raportointi .....	53
4.3 Jokien makrofyttiselvityksen kuvaus vaiheittain .....	54
4.4 Makrofyttilajisto .....	54
4.4.1 Selvityksiin sisällytettävä lajisto .....	54
4.4.2 Lajirauhoituksia koskevat säännökset luonnonsuojelulaissa .....	55
4.4.3 Määrityskirjallisuus .....	56
<b>5. Laadunvarmistuksen kehittäminen .....</b>	<b>57</b>
5.1 Makrofyttiselvitysten suorittajatahot .....	57
5.2 Työnjako .....	58
5.3 Koulutus .....	59
5.3.1 Yleistä .....	59
5.3.2 MTR-menetelmän koulutusjärjestelmä .....	59
5.3.3 Koulutuksen järjestäminen ja sisältö käytännössä .....	60
5.4 Lajien tarkistusmääritykset .....	61
5.5 Interkalibraatioharjoitukset .....	61
5.6 Auditointitutkimukset .....	63
5.6.1 Yleistä .....	63
5.6.2 Auditoija .....	63
5.6.3 MTR-menetelmän mukainen auditoinnin menettelytapaohje .....	63
5.6.4 Ehdotus auditoinnin toteutustavaksi .....	65
5.7 Laadunvarmistuksen kehittämisen yhteenveto .....	66
<b>6 Yhteenveto .....</b>	<b>68</b>
<b>Kuvailulehti .....</b>	<b>91</b>
<b>Presentationsblad .....</b>	<b>92</b>
<b>Documentation page .....</b>	<b>93</b>





# 1 Johdanto

Euroopan yhteisön Vesipolitiikan puitedirektiivi (VPD) nimeää jokien ja järvien ekologisen tilan seurannassa vesikasvien eli makrofytytien (suomennoksessa vesikasvillisuuden) koostumuksen ja runsaussuhteet yhdeksi ekologisen tilan luokittelun laadulliseksi tekijäksi. VPD:n edellyttämässä vesistöjen perusseurannassa tulee seurata kaikkia ekologisia laatutekijöitä mukaan lukien vesikasvillisuus. Samoin toiminnallisessa seurannassa on seurattava kaikkia niitä laatutekijöitä, jotka osoittavat vesimuodostumaan tai -muodostumiin kohdistuvien muuttavien toimintojen vaikutusta (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY).

Vesipuitedirektiivissä kiinnitetään huomiota laatutekijöiden luokituksen riittävään tarkkuuteen, mikä edellyttää myös kuhunkin biologiseen tekijään liittyvän lajinmääritystason yhtenäistämistä. Vesienhoitoalueen hoitosuunnitelmassa on arvioitava seurantaohjelmien tuottamien tulosten luotettavuus- ja tarkkuustasoa.

Seurannan tuottamien tulosten luotettavuus riippuu sen eri vaiheiden virheettömyydestä ja tarkkuudesta, alkaen menetelmän ja koealueen valinnasta aina aineiston käsittelyyn ja tulosten tulkintaan saakka. Koska makrofytytien tunnistus tapahtuu pääosin maastossa, on maastohenkilöstön pätevyydellä tärkeä osuus tulosten luotettavuudessa. Ratkaiseva tekijä on myös seurannassa ja analysoinnissa käytettävä lajinmääritystaso.

Euroopan tasolla makrofytytiseurantojen suunnittelussa tullaan käyttämään CEN-standardeja (SFS-EN 14184. Veden laatu. Ohje vesikasvien tutkimiseksi virtaavissa vesissä.) ja standardiluonnoksia (CEN/TC230/WG2/TG3/N80. Water quality – Guidance standard for the surveying of macrophytes in lakes; CEN/TC230/WG2TG6/pr EN 14996. Water quality – Guidance on assuring the quality of biological and ecological assessments in the aquatic environment). Niiden antama ohjeistus on melko yleisluonteista etenkin menetelmien osalta. Myös eräissä Euroopan Unionin rahoittamissa tutkimushankkeissa on käsitelty makrofytytien käyttökelpoisuutta VPD:n ekologisessa luokittelussa (esim. REBECCA, STAR). Kansainvälinen limnologijärjestö SIL on perustanut kesällä 2004 työryhmän miettimään makrofytyttutkimuksen tulevaisuutta (SIL Working group for macrophytes).

Vesipolitiikan puitedirektiivin tuomien tarpeiden vuoksi Suomessa on viime vuosina toteutettu useita kehityshankkeita. Life Vuoksi-hankkeessa (Life Vuoksi: Rantavyöhykkeen merkitys seurantaohjelman osana ja paikalliset asukkaat ympäristönsä hoitajina; v. 2001-2004) on kehitetty ja testattu maastomenetelmiä sekä numeerista ja visuaalista ilmakuvatulkintaa (Leka ym. 2003). Menetelmien käyttökelpoisuuden arviointia järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa on jatkettu edelleen Pohjois- ja Etelä-Savon ympäristökeskusten sekä Oulun yliopiston yhteishankkeissa (esim. Vallinkoski ym. 2004). Biologitoimisto Jari Venetvaara on aiemmin kehittänyt Tekesin tuella oman, pohjoismaiseksi standardiksi nimetyn linjamenetelmän (Venetvaara-menetelmä) sekä aineiston käsittely- ja analysointiohjelman (Najas) ([www.venetvaara.com](http://www.venetvaara.com)). SYKE on kehittänyt makrofytytien tutkimusmenetelmiä lähinnä rakennetuissa vesistöissä tehtäviä selvityksiä varten.

Suomen ympäristökeskus toimii Ympäristöministeriön valtuuttamana ympäristöalan kansallisena vertailulaboratoriona. Määräys umpeutui vuonna 2005, mutta sitä jatkettiin toistaiseksi. Osana määräyksen uusimista SYKelle annettiin tavoitteeksi laajentaa pätevyysaluetta biologisten määritysten laadunvarmistusten suuntaan. SYKE käynnistikin vuonna 2005 kolme erillistä kehityshanketta koskien kasviplanktonia, vesikasveja ja pohjaeläimistöä.

Vesikasviseurantojen laadunvarmennus -hankkeen tavoitteeksi asetettiin:

- yhteenvedon laatiminen eurooppalaisista makrofyttiseurantojen menetelmistä ja tärkeimmistä hankkeista
- tärkeimpien maastotyöhön ja aineiston käsittelyyn liittyvien menetelmien kuvaaminen ja arvioiminen
- suosituksen laatiminen sopivista makrofyttiseurantojen menetelmistä eri vaiheineen
- makrofyttiseurantojen laadunvarmistusohjeiston laatiminen ja suunnitelman tekeminen laadunvarmistuksen kehittämiseksi ja noudattamiseksi kansallisella tasolla

## 2 Seurantojen suunnittelussa käytettävät CEN-standardit ja niiden soveltaminen

### 2.1

#### **Yleistä**

Makrofyttiseurantojen suunnittelussa käytetään seuraavia CEN-standardeja:

- EN 14184. Water quality. Guidance standard for the surveying of aquatic macrophytes in running waters.
- SFS-EN 14184. Veden laatu. Ohje vesikasvien tutkimiseksi virtaavissa vesissä. Suomen standardisoimisliitto, Helsinki. 14 s.
- SFS EN 14614; Water quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers.

Lisäksi valmisteilla ovat seuraavat standardit:

- CEN/TC 230/WG 2/TG 3/prEN 15460. Water quality – Guidance standard for the surveying of macrophytes in lakes.
- CEN/TC 230/WG 2/TG 8/ prEN 14996. Water quality – Guidance on assuring the quality of biological and ecological assessments in the aquatic environment.
- CEN/TC 230/WG 2/TG 3/prEN 14393. Water quality – Guidance standard on the quality aspects of aquatic macrophytes surveying and analysis in running waters.

CEN (European Committee for Standardization) on alunperin EEC- ja EFTA-maiden kansallisten standardoimisjärjestöjen perustama komitea, joka nykyisin edistää EU:n ja EEA:n tavoitteita vapaaehtoisilla ympäristönsuojelua tukevilla standardeilla. CEN/TC 230 "Water analysis" on tekninen komitea, joka vastaa biologisten, kemiallisten ja mikrobiologisten menetelmien standardisoinnista CEN:ssä. Biologisia menetelmiä kehittää sen alaisessa työryhmässä Working Group 2 "Biological and Ecological Assessment Methods", jonka sisällä puolestaan Task Group 3:lle kuuluvat vesimakrofytyt ja levät sekä Task Group 6:lle laadunvarmistus. Suomen ympäristökeskuksella on edustus työryhmässä. Hydrobiologinen työryhmä, johon kuuluu suomalaisia alan asiantuntijoita, kokoontuu säännöllisesti ja voi esittää ehdotuksia uusien standardien sisällöksi.

Sekä järvien että jokien makrofyttitutkimuksia käsittelevien CEN-standardien alussa esitetään standardin tarkoitus, periaatteet, normatiiviset viitteet sekä termit ja niiden määritelmät. Luvussa 6 ohjeistetaan tutkimuksen suunnittelua ja luvussa 7 tutkimusmenettelytapaa (procedure), joka sisältää tutkimuksen valmistelun, maastotutkimukset, runsausasteikot ja jokien osalta vesimakrofyttien tunnistuksen. Järvien osalta esitetään makrofyttien tunnistaminen omassa luvussaan. Samoin järvien makrofyttitutkimuksia käsittelevässä standardissa on näytteiden säilyntä ja

säilytys, aineiston kokoaminen ja luokittelu sekä laadunvarmistus käsitelty erillisissä luvuissa.

Seuraavassa (luku 2.2) esitellään makrofytytien tutkimista järvissä ja joissa koskevien CEN-standardien sisältö standardien väliotsikoittain. Periaatteena on esitellä tiivistetysti standardien sisältöä ja käsittelytapaa. Laadunvarmistusta koskeva standardiohjeistusta (luku 2.3) esitellään edellisiä yksityiskohtaisemmin.

## 2.2

# **Makrofytytien tutkimista järvissä ja joissa koskevat CEN-standardit**

### 2.2.1

#### **Tarkoitus**

Järvien ja jokien makrofytytitutkimuksia käsittelevissä CEN-standardeissa kuvataan menetelmä makrofytytien tutkimiseksi järvissä/joissa ensisijaisesti ekologisen tilan arvioimista varten.

### 2.2.2

#### **Periaate**

Järven tai joen osan edustavan alueen (Representative Site eli RepS) tila arvioidaan mittaamalla sen poikkeama samanlaista luontaista ekologista tyyppiä olevan järven tai joen luonnontilaisista olosuhteista, jotka on tarvittaessa rekonstruoitava. Tutkittavilta alueilta kirjataan lajien esiintyminen ja makrofytytien runsaus. Runsaus voidaan mitata eri tavoin riippuen tutkimuksen laajuudesta ja tarkoituksesta. Menetelminä mainitaan lajien tai makrofytyttikasvustojen alueellinen ulottuvuus ja/tai makrofytytilajien suhteellinen runsaus ja/tai makrofytytien biovolyyymi tai biomassa. Ero tyyppikohtaisiin luonnontilaisiin olosuhteisiin voidaan tunnistaa käyttämällä mallinnettuja arvoja tai makrofytytikoostumuksen ja runsauden mittareita. Molemmissa ohjeistoissa esitetään lyhyesti niiden keskeisten termien määritelmät.

Standardeissa esitetään referenssialueiden valinnan kriteerejä. Jokien osalta annetaan ohjeita tutkittavien jokijaksojen ja niiden sisältä valittavien varsinaisten maastossa tutkittavien edustavien osuuskien valintaan.

### 2.2.3

#### **Välineet**

Molemmissa ohjeistoissa luetellaan yleisesti tarvittavat kaikille makrofytytitutkimuksille yhteiset tarvikkeet. Jokia koskevassa ohjeistossa luetellaan erikseen syviä jokia tutkittaessa tarvittavat välineet ja järviä koskevassa ohjeistossa sekä sukeltamalla että veneestä käsin haran avulla tutkittaessa tarvittavat välineet.

### 2.2.4

#### **Tutkimuskäytännöt**

Sekä järvien että jokien makrofytytitutkimuksille esitetään standardeissa erilaisia tarkkuus- ja laajuustasoja. Käytettävä taso riippuu tutkimuksen tarkoituksesta.

Järvien makrofytyttitutkimusten tasot ovat:

1. Useita erillisiä linjoja tai lyhyitä osuuksia rantaviivaa. Näiden tulee edustaa järven tyypillistä lajistoa.
2. "Monipisteiset" (multipoint) linjat tai pitemmät rantaosuudet, joiden avulla määritetään tutkimuslinjojen parhaat sijainnit menetelmää 1. varten.
3. Jatkuvat linjat tai rantaosuudet.
4. Erityistapauksissa koko järven tutkiminen.

Kahta ensimmäistä tasoa suositellaan järvien ekologisen tilan rutiiniarviointeihin ja ne voivat olla hyödyllisiä seurantatutkimuksiin. Kolmas taso on työläs, eikä sovellu rutiinikäyttöön. Koko järven tutkimista voidaan käyttää pitkän aikavälin seurantaan ja yksityiskohtaisen taustatiedon hankkimiseksi ekologista luokittelua varten. Standardiohjeistossa esitettävä menettelytapa koskee ensimmäistä tasoa, jossa käytetään vyöhykelinjoja (belt transects).

Jokien makrofytyttitutkimusten tasot ovat:

1. Lyhyet jokiosuudet, jotka ovat edustavia alueita (Representative Sites eli RepS).
2. Pitkät jokiosuudet, joiden avulla määritetään edustavien alueiden (RepS) parasta sijaintia.
3. Erityistapauksissa koko joen tutkiminen.

Ensimmäinen taso soveltuu standardin mukaan ekologisen luokan rutiiniarviointeihin ja seurantatutkimuksiin. Edustavien alueiden (RepS) määrittämistä varten tulisi tutkia ensin pitempi jokiosuus fysikaalisten ja biologisten muuttujien samankaltaisuuden osoittamiseksi ko. osuudella. Koko joen tutkimista voidaan käyttää samanlaisiin tarkoituksiin kuin koko järven tutkimista.

### **Linjatutkimukset - järvet**

Maastomenetelmänä esitetään järville yleisimmin käytetty menetelmä eli linjamenetelmä. Linjojen määrästä ja sijainnista esitetään yleisluonteisia ohjeita. Kerätystä aineistosta tulee käydä ilmi tyypillinen lajisto ja kolonisaation määrä. Linjoilla tulisi olla järveltä löytyvä koko olosuhdevalikoima, muun muassa lahdet, avoimet alueet, saaret, luusuat ja lähivaluma-alueen maankäyttötyypit. Linjojen määrä ja paikat voidaan valita empiirisesti (Janauer 2002) tai numeerisesti (Jensén 1977), mutta määrän tulee olla riittävä, jotta havaitaan mahdollisimman suuri määrä lajeja. Riittävän määrän avulla voidaan myös varmistaa, että ihmisen vaikutuksen kuten maankäytön aiheuttamat muutokset makrofytytyhteisöihin voidaan erottaa luonnon omista tekijöistä aiheutuvista muutoksista. Valitun linjamäärän tulisi olla sellainen, että lajimäärä ei enää nouse tutkittaessa lisää linjoja (SSN eli Species Saturation Number). Standardiehdotuksen mukaan linjat voivat vaihdella leveydeltään, tosin tämä tulisi standardisoida niin pitkälle kuin mahdollista. Seurantajärvillä ja niitä vastaavilla referenssijärvillä linjojen tulisi olla saman levyisiä.

### **Edustavien alueiden valinta - joet**

Jokien maastomenetelmissä ei oteta suoraan kantaa tutkittavien jokiosuuksien pituuteen. Edustavan alueen pitäisi kuitenkin olla tarpeeksi pitkä, jotta se heijastaisi riittävästi kunkin jokiosuuden luontaiselle ekologiselle tyypille ominaista kasvilajien diversiteettiä. Standardin mukaan yksittäisten tutkittavien osuuksien ei tarvitse olla samanpituisia, sillä aineistoja voidaan verrata suoraan matemaattisella skaalauksella. Jokaisen tutkimusosuuden tulisi kuitenkin olla pituudeltaan sama kuin vastaavan referenssialueen, ja samaa pituutta tulisi käyttää saman joen eri edustavilla alueilla (RepS).

#### 2.2.5

### Tutkimuksen menettelytavat vaiheittain

Standardiehdotuksissa ohjeistetaan myös mm. tutkimuksen valmistelua ja ajoitusta. GPS:n käyttöä suositellaan tutkimuspaikkojen koordinaattien mittaamiseen. Lajilueteloa alueella esiintyvistä lajeista (checklist) suositellaan käytettävän aina kun se on mahdollista. Erikseen annetaan ohjeita järvissä sukeltamalla ja haran avulla tehtävään linjatutkimukseen sekä linjatutkimuksen lisäksi tehtävään rantaviivan ja litoraalin tutkimukseen. Myös jokien osalta tutkimuksen tekeminen maastossa kuvataan eri vaiheineen (mm. lajien kirjaaminen, näytteiden keruu, runsauksien arviointi). Makrofytytien runsausasteikkoon otetaan kantaa molemmissa standardeissa.

Sekä järvien että jokien makrofytytien tutkimusohjeistoissa suositellaan lajintunnistuksen varmistamista tarvittaessa näytteistä asiantuntijan avulla. Suomen olosuhteissa olisi syytä taltioida kriittisistä lajeista myös museonäytteet.

#### 2.2.6

### Aineiston kokoaminen ja luokittelu - järvet

Järvien osalta annetaan laadunvarmistusohjeita myös mm. aineiston tallentamisesta ja säilyttämisestä.

Seuranta- ja referenssijärvien aineiston vertailu voidaan tehdä monimuuttujamenetelmillä tai vesikasvien tilaa kuvaaviin muuttujasarjoihin perustuen. Suositeltavia muuttujia ovat dominanssi, lajimäärä, biomassan määrän arviointi ja harvinaisten lajien esiintyvyys. Myös paikallisesti merkitsevät trofiapisteytysjärjestelmät (trophic scoring systems) mainitaan. Seuranta- ja referenssikohteiden vesikasvien tilaa kuvaavia muuttujia voidaan verrata laskemalla ekologisia laatusuhteita (EQR).

#### 2.3

## **Biologisten ja ekologisten arviointien laadunvarmistusta vesistöissä koskeva CEN-standardiohjeistus**

#### 2.3.1

### Yleistä

Vesiympäristöjen biologisten ja ekologisten arviointien laadunvarmistusohjeisto on yleiskatsaus laadunvarmistusmenettelyihin. Ohjeistoon sisältyy tutkimuksen suunnittelu, tutkimuksen teko ja näytteenotto, analyysit ja lajintunnistus, luotettavuuden toteaminen, tulosten tulkinta ja raportointi sekä henkilöstön koulutus.

Ohjeistuksen alussa esitetään standardin tarkoitus ja periaatteet sekä selitetään siinä esiintyvää sanastoa. Standardi sisältää erillisen informatiivisen liitteen mittausten epävarmuuden arvioinnista ja epävarmuustekijöiden määrällistämistä.

#### 2.3.2

### Biologisten ja ekologisten tutkimusten suunnittelu

Tutkimukseen valittujen menetelmien tulisi olla sen tarkoitukseen soveltuvia ja niiden tilastollinen tehokkuus tulisi ottaa huomioon. Jos mahdollista, menetelmän tulisi olla peräisin kansainvälisestä tai eurooppalaisesta standardista. Menetelmästä tulisi myös olla kirjallinen tutkimuskäytännön kuvaus saatavissa.

Menetelmän käyttäjien tulisi olla tietoisia kaikista todennäköisistä menetelmään liittyvistä virhelähteistä. Jokaisen virhelähteen osuus kokonaisvirheeseen pitäisi arvioida ennen kuin menetelmä otetaan käyttöön. Tulosten yhteydessä tulisi olla mittausten päävirhelähteiden arviot koskien näytteenottoa, näytteiden valmistusta, näytteiden analyysiä, aineiston käsittelyä ja aineiston analyysiä. Tieto jokaisesta analyysissä käytetyn parametrin tarkkuudesta ja virheettömyydestä on välttämätöntä. Mahdollisten virheiden lähteet pitää ymmärtää, ja sopivat toimenpiteet niiden korjaamiseksi kuvata.

Mittausten tai arviointien tulos eroaa todellisesta arvosta, koska esiintyy joukko systemaattisia ja satunnaisvirheitä. Erityisesti biologisissa tutkimuksissa tärkeitä satunnaisvirheiden lähteitä ovat ne, jotka liittyvät näytteiden ottoon ja otantaan. Nämä virheet pitäisi käsitellä erilleen muista epävarmuustekijöistä.

Kaikkia virhetyyppejä ei ole mahdollista arvioida rutiininomaisesti. Sellaisissa tapauksissa odotetun virheen suuruus tulisi arvioida etukäteen perustuen kokoneiden henkilöiden tekemiin kalibrointitutkimuksiin.

Tutkimus- ja näytteenottostrategiat tulisi suunnitella huomioiden eliöstön lajisto- ja runsaussuhteiden säännönmukainen aikaan ja paikkaan liittyvä vaihtelu. Tutkimusta suunniteltaessa tulisi tunnistaa sellaiset ennustettavat vuodenaikaan liittyvät tekijät, jotka vaikuttavat eliöstön koostumukseen. Myös ennustamattomien tapahtumien kuten tutkimusta edeltävien tulvien vaikutus eliöstön koostumukseen olisi tunnistettava, samoin tulisi huomioida toipumisaika, jonka jälkeen tutkimus voidaan suorittaa.

Tutkimus- ja seurantaohjelmien tulisi ottaa huomioon eliöstön reaktioaika ympäristön muutokseen. Reaktioaika riippuu muun muassa elämänkierron kestosta ja uudelleenlevittäytymisen nopeudesta.

### 2.3.3

#### **Maastossa tehtävät tutkimukset ja näytteenotto sekä lajintunnistus**

Maastotutkimuksen tekemiseen liittyen ohjeistossa kiinnitetään huomiota tutkimuspaikan riittävän tarkkaan määrittelyyn, jotta jatkossa myös muut tutkijat voivat paikantaa tutkimusalueen.

Taksonien tunnistamisen menettelytavat, näytteenotto ja säilöminen tunnistusta varten tulisi kuvata toimintaa koskevissa menettelytapaohjeissa (operating procedures). Samoin erityiset ohjeet ovat välttämättömiä sellaisia tilanteita varten, joissa tavataan uhanalaista ja lailla rauhoitettua lajistoa. Jos tällaisten taksonien esiintyminen saattaa aiheuttaa paikkaa koskevaa sääntelyä tai jos kysymyksessä on kansalliselle uhanalaistietojärjestelmälle uusi esiintymä, määrittäminen tulisi varmistuttaa kyseisen taksonomisen ryhmän asiantuntijalla.

Tutkimuksen tarkoitukseen ja eri lajiryhmille sopivista taksonomisista tasoista tulisi olla selvä ohjeistus. Tutkimusalueella todennäköisesti tavattavista lajeista pitäisi olla luettelo, jonka painos tai versio tulee mainita sekä vanhat versiot säilyttää. Tarpeellinen metatieto (tieto aineiston keräämistavasta, koostumuksesta, tulkintarajoista, aineiston laadusta, omistajasta ja saatavuudesta) tulisi säilyttää, jotta tutkimus- ja näytteenotto-ohjelmat voidaan linkittää tutkimuksessa käytettyihin taksonomisiin standardeihin.

Koska taksonomiset käsitteet kehittyvät jatkuvasti, on todennäköistä, että osa tutkimuksessa käytetystä nimistöstä tulee muuttumaan. Lajiluetteloiden tulisi sen vuoksi sisältää kaikkien taksonien auktorit tai pitäisi mainita mihin teokseen taksonomian käsittely ja nimistö perustuu.

Tutkimuskäytännöissä tutkimusmenetelmien kuvauksessa pitäisi mainita yksi tai muutama taksonomiaa koskeva standarditeos. Käytäntöjen tulisi sisältää myös

viitteet mahdollisiin muihin teoksiin, joita voidaan käyttää vaikeiden tai harvinaisten lajien tunnistamiseen.

#### 2.3.4

### Referenssikokoelmat ja varmentamisnäytteet

Näytteet pitäisi säilyttää laboratorioissa referenssilähteenä aina, kun se on käytännöllistä. Referenssikokoelmien säilyminen tulisi varmistaa, ja tarvittaessa uusia näytteet. Joitakin taksonomisia ryhmiä varten tulisi säilyttää näytteitä taksonien määrityksen varmistamiseksi. Myös hyvälaatuiset valokuvat ovat arvokkaita varmentamis- ja referenssimateriaalia. Uhanalaisten ja suojeltujen lajien ollessa kyseessä tulisi käyttää määrityksen varmistamiseksi esimerkiksi valokuvaamista tai taksonomian asiantuntijan käyntiä paikalla.

#### 2.3.5

### Menetelmän toiminnalliset ominaisuudet

Tieto menetelmän toiminnallisista ominaisuuksista on välttämätöntä, jotta voitaisiin valita tarkoituksenmukainen menetelmä ja määrittää laadunvarmistuksen suunta- viivat. Tutkimusmenetelmien kuvauksessa tulisi mainita niiden toimivuuteen liittyvät ominaisuudet sisältäen toistettavuuden, epävarmuuden, harhat, mittaustulosten vaihteluvälin ja luontaisen häiriön aina, kun sillä on merkitystä. Nämä asiat pitäisi olla määriteltynä ennen kuin menetelmä otetaan rutiinikäyttöön. Tutkimusmenetelmien kuvauksessa tulisi eritellä niiden olosuhteiden vaihteluväli, joissa suorituskykyominaisuudet pätevät. Näin sen vuoksi, että joidenkin mainittujen muuttujien suuruus voi vaihdella eri habitaattityyppien ja maantieteellisten alueiden välillä.

#### 2.3.6

### Tulosten luotettavuuden validointi

Ekologiset arvioinnit sisältävät yleensä useita eri työntekijöiden suorittamia vaiheita, jolloin on tärkeää, ettei tiedon tai näytteiden siirrossa vaiheiden välillä tule virheitä. Ohjeistossa suositellaan, että tulosten luotettavuuden arvioisi alkuperäisestä analyysistä riippumaton henkilö.

Tutkimusmenetelmien kuvauksessa tulisi kuvata tarvittavat vaiheet laadun mittaamiseen ja kontrolliin. Niissä tulisi olla tarkat tiedot sopivista korjaavista toimenpiteistä.

Ekologiseen arviointiin osallistuvien tutkijoiden pitäisi olla pätevöityneitä ja kokeneita. Tutkimustulokset tulisi vahvistaa esim. interkalibraatiojärjestelmällä tai riippumattomien tutkijoiden tekemien uusintatutkimusten avulla. Erityistä huolellisuutta tarvitaan eliöiden tunnistamista sisältäviin vaiheisiin. Ekologisia arviointeja tekevien henkilöiden täytyisi mahdollisuuksien mukaan ottaa osaa laboratorioden välisiin vertailuihin tai pätevyyttä testaaviin ohjelmiin. Ohjelmien tulisi vastata maasto-olosuhteiltaan sitä maantieteellistä aluetta ja niitä ympäristöolosuhteita, joissa he työskentelevät.

On tärkeää, että perusaineiston luotettavuus arvioidaan, ennen kuin siihen sovelletaan yhdistäviä käsittelyjä kuten biologisia indeksejä.



### 2.3.7

#### Mittausten epävarmuus

Mittausta ei voida kunnolla tulkita ilman tietoa sen epävarmuudesta. Lopullisen tuloksen epävarmuus sisältää koko mittausprosessin (näytteenotto, tasapainoisuus, otokset, homogeenisyys, tunnistus, määrällistäminen) epävarmuudet. Yleinen menetelytapa määrittää epävarmuutta on eritellä mittaustulokset, tunnistaa epävarmuuslähteet, määrittää/ilmaista epävarmuudet kokeella tai mallitutkimuksella ja laskea yhdistetty ja laajennettu epävarmuus. Epävarmuus voidaan ilmaista keskihajonnan muodossa.

### 2.3.8

#### Tulkinta ja raportointi

Raportit pitäisi laatia siten, että objektiivinen tutkimuksessa kerätty aineisto ja kirjoittajan mielipiteet olisivat eroteltavissa. Myös tekijät, jotka voivat vaikuttaa tulkintaan, pitäisi mainita (esim. poikkeavat sääolosuhteet, poikkeamiset standardimenettelystä). Tutkimuksen tekijät, analysoijat ja kirjoittajat tulisi mainita nimeltä.

Mikäli ekologisen aineiston käsittelyssä käytetään luokittelujärjestelmiä, tulisi ilmoittaa väärinluokittelun riskit. Tutkimuksen pohjana oleva aineisto pitäisi olla liitteenä tai vaihtoehtoisesti tulisi viitata tietokantaan, johon asiakkaalla on pääsy. Aina kun mahdollista, raaka-aineisto tulisi olla kansallisten tietokantojen kokoajien saatavilla laajasti käytetyssä digitaalisessa muodossa. Myös kaikki raportoitu aineisto tulisi olla saatavissa yleisesti käytetyissä digitaalisissa formaateissa.

### 2.3.9

#### Koulutus

Ennen biologisen tai ekologisen tutkimuksen tekemistä olisi suositeltavaa hankkia tarkoituksenmukainen koulutus, joka voi sisältää maastotutkimusten menetelmiä, taksonomiaa ja aineiston käsittelyä. Lajintunnistuskoulutuksen pitäisi olla paikallista eliöstöä koskeva. Koulutuksen tulisi sisältää mm. luokittelun perusteita, määritysoppaiden käyttöä ja yleisiä synonyymejä. Koulutuksella pitäisi katsoa olevan tietty voimassaoloaika, joka loppuu, ellei ole suorittanut riittävästi analyysejä tai maastotutkimuksia.

Maastotutkimuksiin osallistuvien henkilöiden tulisi olla hyvin perehtyneitä kansallisiin ja eurooppalaisiin habitaatteja ja lajeja koskeviin suojelusäännöksiin, suojeltujen habitaattien sijaintiin ja rauhoitettujen lajien tunnistamiseen.

### 2.4.

#### Yhteenveto

Sekä järvien että jokien makrofytyttitutkimuksia ohjeistavissa CEN-standardeissa annetaan suuntaviivoja ja varsin yleisluontoisia ohjeita tutkimusten eri vaiheiden toteuttamiseen etenkin menetelmien osalta. Ohjeet ovat useimmiten luonteeltaan suosituksia (yleensä käytetään sanamuotoa "should"). Esimerkiksi maastomenetelmistä luetellaan useita tarkkuustasoja, joiden valinta jää harkittavaksi tutkimuksen tarkoituksen mukaan. Järvien ekologisen tilan rutiiniarviointeihin CEN-standardi suosittaa kahta ensimmäistä tasoa, joista standardissa on linjamenetelmän menettelytavasta melko väljäksi jäävä kuvaus. Toisaalta tutkimuksen eri vaiheiden laadunvarmistukseen kiinnitetään huomiota molemmissa standardeissa monin paikoin melko yksityiskohtaisesti.

Luotettavan ja vertailukelpoisen aineiston kokoaminen ja sen käsittely ekologisen tilan arvioimiseksi edellyttää maakohtaisia yhtenäisiä menetelmiä ja menetelmien tuntemista (vrt. laatustandardi). Standardeissa määrittelemättä jääviä laadunvarmistuksen kannalta olennaisia asioita ovat:

- tutkittava lajisto (mm. rajan vetäminen rantakasvien ja vesikasvien välille)
- määrittystaso (suku/laji/alalaji/variaatio tapauksesta riippuen; risteymät)
- menettely harvinaisten ja suojeltujen lajien suhteen
- vaikeiden näytteiden määrittäjätaho
- yhtenäiset maastomenetelmät järvien ja jokien makrofytytiseurantoihin (ym. menetelmiin liittyvät asiat: suositeltavat välineet, lomakkeet, GPS:n käyttö, maastotöiden ajoitus jne.)
- seuranta-alueiden/linjojen riittävän määrän määrittelytapa
- aineistojen säilyttäminen ja kokoaminen (mikä tahoylläpitää yhteistä tietokantaa ja käsittelee aineiston)
- seurattavien alueiden ja referenssialueiden vertailussa käytettävät yhtenäiset menetelmät
- valitun menetelmän ominaisuuksien kuvaaminen
- mahdolliset interkalibraatiot tai riippumattomien tutkijoiden tekemät uusintatutkimukset
- tulosten luotettavuuden toteaminen
- arviointiin osallistuvien henkilöiden koulutus (sisältö, mikä tahovastaa)
- testien järjestäminen
- koulutuksen "voimassaoloaika" ja henkilöiden pätevyyden arviointi

## 3 Eurooppalaiset ja kotimaiset menetelmät

### 3.1

#### **Ekologisessa luokittelussa ja seurannassa käytetyt eurooppalaiset makrofyyttitutkimusmenetelmät – vastaukset kyselyyn**

##### 3.1.1

##### **Yleistä**

Mualla Euroopassa käytössä olevien makrofyyttiseurantojen menetelmien ja niihin liittyvän laadunvarmistusohjeiston selvittämiseksi lähetettiin lyhyt kysely eräille eurooppalaisille makrofyyttitutkijoille syyskuussa 2005. Kysely koostui seuraavista kohdista:

- mitä menetelmää on käytetty VPD:n ekologisessa luokittelussa makrofyyttien osalta?
- mihin menetelmään tuleva VPD:n ekologinen seuranta tulee perustumaan?
- onko ko. taholla makrofyyttiseurannoissa käytössä standardoitua menetelmää tai menetelmiä?
- onko ko. taholla makrofyyttitutkimuksia varten laadittua lajiluettoa (checklist) ja sisältyvätkö siihen myös helofyytit ja sarat, vesisammalet ja näkinparitaiset? Onko käytössä makrofyyttikasviota?
- onko menetelmälle järjestetty koulutusta?
- järjestetäänkö menetelmän käyttäjille laadunvarmistustestejä?
- kuka valvoo seurannan laatua?

Maakohtaisten menetelmien kuvaukset perustuvat pääosin kyselyn tuloksiin ellei toisin ole mainittu. Kyselyn vastaukset on esitetty tiivistetysti liitteessä 1.

##### 3.1.2

##### **Norja**

**Vastaaja:** Marit Mjelde, Norwegian Institute for Water Research (NIVA)

Norjassa on olemassa julkaisematon standardimenetelmä sekä järvien että jokien makrofyyttitutkimuksiin.

**Järvissä** standardimenetelmä perustuu maastokäynteihin järven eri tyyppisillä osilla (eri eroosio-olosuhteet, tulouoma, luusua, matalat ja syvät alueet). Vesikasveja havainnoidaan vesikiikarin ja haran avulla, ja lajien runsaudet arvioidaan asteikolla 1-5. Kokonaispeittävyyttä ja maksimikasvuvyyttä (kokonais- tai eri elomuotojen) ei

vielä ole sisällytetty tähän menetelmään, mutta ne pitäisi vastaajan mielestä arvioida. On keskusteltu myös mahdollisuudesta käyttää vedenalaista videokameraa.

Toinen, vähemmän käytetty ja kalliimpi menetelmä perustuu laitesukellukseen ja vedenalaiseen valokuvausotantaan järvessä (menetelmä mukailtu Rørsletin ym. (1978) mukaan). Menetelmässä käytetään näytealakokoa 0,25 m<sup>2</sup>. Valokuvia otetaan satunnaisesti useista paikoista 0,5 m:n syvyydestä aina kasvillisuuden alarajan alapuolelle asti (10 -11 m).

Ensimmäinen menetelmä tulee todennäköisesti olemaan päämenetelmä järvien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa, mutta myös toista saatetaan käyttää joskus.

**Joissa** käytetyssä standardimenetelmässä tutkitaan n. 50 m:n pituisia hitaasti virtaavia jokiosuuksia. Vesikasveja havainnoidaan haran ja vesikiikarin avulla. Lajien runsaus arvioidaan viisiportaisella asteikolla. Kokonaispeittävyyttä ei arvioida aina, tosin vastaajan mielestä se tulisi arvioida.

Menetelmille ei ole olemassa koulutusta eikä laadunvalvontaa ole järjestetty. Makrofyttitutkimuksia varten ei ole käytössä erityistä lajistaa. Tutkimuksiin otetaan mukaan näkinpartaiset levät, mutta ei vesisammalia eikä ilmaversoisia. Nopeasti virtaavia joen osia tutkittaessa vesisammalet kuitenkin otetaan mukaan.

### 3.1.3

#### Viro

**Vastaaja 1:** Helle Mäemets, Centre for Limnology, Institute of Agricultural and Environmental Sciences of EAU

Virossa käytetyssä **järvien** makrofyttitutkimusmenetelmässä tutkitaan koko järven litoraali veneestä käsin ja lajirunsaudet arvioidaan Braun-Blanquetin asteikolla. 100-500 m:n välein olevilta linjoilta määritetään vyöhykkeisyys ja makrofyttien syvyysrajat. Linjatutkimuksissa käytetään apuna köydellä tai varrella varustettua koukkumaista haraa.

Pienissä järvissä voidaan tehdä kasvillisuuskartoitus ja syvyyskarttojen avulla voidaan laskea makrofyttialueiden prosenttimäärä koko järven pinta-alasta.

Suurin osa VPD:n mukaiseen seurantaan ehdotettujen parametrien arvoista voidaan saada aikaisemman seurantamenetelmän avulla. Lisäystä on PVI (plant volume infested), joka on makrofyyttejä sisältävä osuus vesistön tilavuudesta prosentteina. Sitä on käytetty ECOFRAME-projektissa matalille järville, joissa se toimii paremmin (Moss et al. 2003). Alkujaan se perustui suoraan havainnointiin (putki/kamera jne.) sadan metrin välein järven poikki meneviltä linjoilta. Lajiluettelot vedenalaisesta kasvillisuudesta tehtiin joka 10. metri, mitattiin veden syvyys, kasvien pituudet ja arvioitiin peittävyudet. Ilmaversoisen ja kelluslehtisen kasvillisuuden peittävyys arvioitiin erikseen. Koska veden näkösyvyys on kesällä monissa järvissä pieni, on myöhemmin käytetty vähemmän tarkkaa haramenetelmää. Haran vetoja on tehty linjoilla eri syvyyksillä kattaen n. 10 % järven pinta-alasta. Haramenetelmän arviot ovat:

- 0: ei kasveja näkyvissä, haraan ei tule kasveja
- 1: joitakin kasveja näkyvissä, joitakin kasveja harassa
- 2: kasveja näkyy, useat haranvedot tuovat kasvinäytteitä (n. 50 %) (PVI 25 %)
- 3: kasvillisuutta selvästi, useimmat haranvedot tuovat kasvinäytteitä (>70 %) (PVI 25-50 %)
- 4: kasvillisuutta hyvin selvästi, melkein kaikki haranvedot tuovat kasvinäytteitä ja kasveja kasvaa pintaan asti pääosassa järveä (PVI > 50 %)

Vastaaja on arvioinut PVI:n käyttäen syvyysjakaumaa ja kasvien pituusaineistoa, kasvillisuus-karttoja, syvyyskarttoja tai aineistoa eri syvyysvyöhykkeiden koosta.

**Vastaaja 2:** Tiiu Trei, Institute of Agricultural and Environmental Sciences, Centre for Limnology, Estonian University of Life Sciences

Virossa kansallista hydrobiologista seurantaohjelmaa on toteutettu vuodesta 1994 lähtien. **Jokimakrofyyttitutkimus** kuuluu osana tähän. Samoja jokiosuuksia tutkitaan viiden vuoden välein keskikesällä matalan veden aikaan. Yhteensä seurataan 25 jokisysteemiä. Tutkimuskohteena ovat bakteeriplankton, kasviplankton, klorofylli a -pitoisuus, mikrofytobentos, makrofyytit, pohjaeläimet ja kalat. Lisäksi tehdään useita morfometrisiä, hydrologisia ja hydrokemiallisia tutkimuksia.

Makrofyyttien rutiinitutkimuksissa 50-100 m pituisia jokiosuuksilta merkitään ylös putkilokasvien kokonaismäärä ja yhteispeittävyys prosentteina sekä eritellään vallitsevat lajit. Vain jokiuoman lajit otetaan tutkimukseen. Kelluvien rihmalevien esiintyminen arvioidaan kolmiportaisella asteikolla. Kivillä kasvavien sammalten ja makrolevien kokonaispeittävyys arvioidaan, ja vallitsevista lajeista kootaan näytteet myöhempää määrittämistä varten.

Joista kerättyä makrofyyttiaineistoa ei ole vielä käsitelty tyypittelytarkoituksessa. Nyt jokien tyypittely on Virossa toteutettu siten, että joet on jaettu neljään tyyppiin valuma-alueen koon mukaan. Nämä tyypit voidaan jakaa vielä humuspitoisuuden mukaan runsas- ja niukkahumuksiin jokiin.

Virossa on vaikeuksia löytää herkkää referenssilajistoa, koska Keski-Euroopassa käytetyt lajit (*Chara hispida*, *Potamogeton coloratus*, *Ranunculus fluitans* jne.) eivät esiinny Viron joissa ja suurimmalle osalle maassa esiintyvistä jokimakrofyyteistä on tyypillistä laaja ekologinen amplitudi.

Maassa ei ole standardisoituja jokien tai järvien makrofyyttien seurantamenetelmiä. Tutkimuksia varten on järvien makrofyyteistä olemassa erityinen lajiluettelo, johon sisältyvät myös rantalajit, vesisammalet ja näkinpartaiset levät. Jokimakrofyyttien seurantaan ei ole lajiluettelo. Seurantatutkimuksiin ei kuitenkaan oteta mukaan rantalajeja kuten ilmaversoisia tai saroja, sen sijaan sammalet ja näkinpartaiset levät otetaan mukaan. Menetelmiä varten ei ole vielä koulutusta eikä laadunvalvontaa ole järjestetty.

#### 3.1.4

### Puola

**Vastaaja 1:** Agnieszka Kolada, Institute of Environmental Protection

Tähän mennessä Puolassa ei ole ollut käytössä menetelmiä makrofyyttien seurantaan järvissä. Maassa on käynnistynyt vuonna 2005 järvien makrofyyttiseurannan menetelmiä koskeva projekti, joka kestää v. 2007 saakka. Puolassa tullaan käyttämään Iso-Britanniassa kehitettyä TRS-menetelmää (ks. tarkemmin luku 3.21) (Palmer ym. 1992), yhdistettynä puolalaiseen MPhI- eli Macro-Phyto-Indication -menetelmään (Ciecierska 1997). Se tulee mahdollisesti perustumaan trofialuokituksen pistemäärään (samanlainen kuin MTR-menetelmä, mutta sovitettuna VPD:n vaatimukseen eli tyyppikohtainen, 5-luokkainen, jne.).

**Virtaavissa vesissä** tullaan todennäköisesti seurannassa käyttämään jo STAR-projektissa käytettyä MTR-tutkimusmenetelmää (kuvaus luvussa 3.2.2), jossa arvioidaan 100 m:n jokiosuuksilta kaikkien vesikasvilajien peittävyudet yhdeksänportaisella asteikolla. MTR-menetelmää ollaan nyt sovittamassa Puolan olosuhteisiin ja VPD:n vaatimukseen.

Standardisoituja menetelmiä ei Puolassa ole. Jokimakrofyyteistä on olemassa lajiluettelo, johon sisältyvät helofyytit, sarat, vesisammalet ja näkinpartaiset levät. Järvien makrofyyteistä ei sen sijaan ole erillistä lajilistaa. Järvien luokittelumenetelmä perustuu kuitenkin koko fytolitoraalivyöhykkeen kasvillisuuteen eli helofyytteihin (sis. sarat), nymfeideihin, elodeideihin, karideihin ja sammaliin. Makrofyyteistä on olemassa oma kasvionsa Puolassa. Koulutusta on suunniteltu järjestettävän järvien makrofyyttimenetelemistä kesällä 2006. Joissa käytettävästä MTR-menetelmästä on ollut koulutusta jo vuonna 2005 ja sitä tullaan järjestämään myös vuonna 2006. Seurantojen laadunvarmistuksesta vastaavaa tahoja ei ollut kyselyajankohtana vielä päätetty.

**Vastaaja 2:** Hanna Ciecierska, Department of Botany and Nature Protection, University of Warmia and Mazury in Olsztyn

Puolassa Rejewskin ja edelleen Ciecierskan kehittämä menetelmä liittyy kasvillisuuden rakenteellisen ja spatiaalisen järjestäytyneisyyden eroihin verrattaessa luontaista sukkessiota ja tilannetta, jossa kasvit levittäytyvät ihmisen luomiin olosuhteisiin (synanthropization). Näistä ensimmäinen johtaa monimutkaisempiin rakenteisiin ja järjestäytyneisyyteen ja jälkimmäinen yksinkertaisiin.

Menetelmässä lasketaan ensin fytokenoottinen diversiteetti-indeksi (määritelty Shannon-Weaverin kaavasta) ja kolonisaatioindeksi, joka on fytolitoraalien ja 2,5 m:n syvyyskäyrän rajaaman vesipinta-alan välinen suhde. Näiden indeksien perusteella voidaan laskea nk. sukkessiotulos (succession product), joka heijastaa vesistön kehitystä sekä indeksi, joka heijastaa ihmistoiminnan aiheuttamia rakenteellisia muutoksia järven kasvillisuudessa (index of aquatic vegetation synanthropization).

Edellä esitettyjen indeksien perusteella järvet luokitellaan viiteen ryhmään (1 = hyvin nuoret järvet, 5 = vanhat järvet), jotka heijastavat niiden kehittyneisyyttä sukkessioprosessissa sekä samoin viiteen ekologista tilaa kuvaavaa ryhmään (1 = luonnontilaiset järvet, 5 = antropogeeniset järvet) antropogeenisen muuttuneisuuden avulla.

Tätä aikaisemmin kehitettyä menetelmää ollaan nyt muokkaamassa ja sovittamassa VPD:n vaatimuksiin. Pääkriteerit ryhmien (järven ekologisen tilan indikaattoreille) erottamiselle ovat järven ekologisen tilan makrofyytti-indeksin arvot (muokattu "synanthropization"-indeksistä) ja kasvillisuuden luonne. Järven kehityksessä voidaan tunnistaa kaksi polkua: trofia- ja humussukcessiosarjat. Humusjärvet muodostuvat oligotrofisen järven umpeenkasvun viimeisessä vaiheessa. Eri sukkessiosarjoihin kuuluvien järvien jako ekologista tilaa kuvaaviin VPD:n luokkiin tehdään eri tavoin.

**Vastaaja 3:** Krzysztof Szoszkiewicz, Agricultural University in Poznan  
Hanna Ciecierska kehittää Macro-Phyto-Indication -järjestelmää järvien luokitteluun. Jokia varten ollaan valmistelemassa luokitteluun valittua MTR-menetelmää. Vastaaja on järjestänyt jokimakrofyyttikoulutuksen. Koulutusohjelma on kuitenkin vasta alkuvaiheessa.

3.1.5.

## Saksa

**Vastaaja:** Uwe Weit, Institute of Landscape and Plant Ecology, University of Hohenheim.

Saksassa on käytetty **virtaavien vesien** makrofyyttitutkimuksissa Kohlerin (1978) menetelmää, jossa joet kartoitetaan jaksoittain. Jaksot voivat olla eri pituisia, mutta

kunkin jakson sisällä makrofyttikasvillisuus on yhtenäistä eivätkä ympäristötekijät juuri vaihtelee. Uusi jakso alkaa, jos kasvillisuus tai jokin ympäristötekijä muuttuu. Jokaiselle lajille arvioidaan kasvimassan estimaatti viisiportaisella asteikolla. Lisäksi määritetään useita ympäristötekijöitä kuten syvyys, joen leveys, sameus, varjostus, pohjan laatu, rantakasvillisuustyyppi ja viereinen maankäyttötyppi. Aineiston kvantitatiiviset analyysit tehdään Kohler & Janauerin (1995) mukaisesti.

Edellä esitettyä menetelmää voidaan käyttää myös VPD:n mukaisessa seurannassa. Vastaajan tutkimusryhmä on laajentanut menetelmää VPD:n vaatimusten mukaan. Lisäksi Kohlerin menetelmään perustuen on kehitetty kaksi muuta menetelmää eri tutkimusryhmissä. Ensimmäisessä on laskettu lajistoon perustuva referenssi-indeksi (ks. luku 3.2.2) ja toinen perustuu luokittelujärjestelmään, joka käyttää eri jokityypeille tyypillisiä kasvivyhdyskuntia (van de Weyer 2003). Ekologisessa arvioinnissa jälkimmäinen menetelmä luokittelee jokijaksoja vertaamalla yhdyskunnissa eriasteisesti vallitsevia lajeja (dominant, co-dominant, subdominant) vertailuolujen vastaaviin. Vastaajan tutkimusryhmä on edelleen käsitellyt tätä menetelmää ja yhdistänyt siihen joitakin matemaattisia menetelmiä käyttäen Kohlerin ja Janauerin tunnuslukuja, erityisesti suhteellista kasvimassaa (Relative Plant Mass) (esim. Schütz ym. 2005). Lisäksi joskus lasketaan trofiaindeksi "Trophic Index for Macrophytes" eli TIM (Schneider & Melzer 2003). Standardina käytetään EN 14184 –standardin saksalaista versiota.

Yleensä maassa käytetään Saksan vesieliöiden lajiluetteloa (BLW 2003). Maastotöissä merkitään ylös kaikki lajit, mutta arvioinneissa käytetään vain hydrofyttisiä ja amfifyttisiä lajeja sekä näkinpartaisia leviä ja vesisammalia. Mahdollisuuksien mukaan kaikki vesisammalet merkitään ylös, ja määritetään tarvittaessa näytteistä laboratoriossa. Koska määrittäminen on vaikeaa, kartoitetaan usein yleiset lajit koko joesta ja käytetään arvioinnissa vain niitä. Erillistä makrofyttikasviota ei ole käytössä.

Makrofyttiseurannoista ei ole erityistä koulutusta. Uudet työntekijät koulutetaan siten, että he työskentelevät useita päiviä yhdessä kokeneemman työntekijän kanssa - tämä koskee erityisesti kasvimassan arviointia. Myöskään erityistä laadunvarmistusjärjestelmää ei vielä ole. Kriittiset jokijaksot kuitenkin kartoitetaan uudelleen muutaman viikon kuluttua. Tallennettu aineisto tarkastetaan, mutta siihenkään ei varsinaista sovittua menettelytapaa ole.

### 3.1.6

## Belgian Flanderi

**Vastaaja:** Anik Schneiders, Institute of Nature Conservation

Belgiassa on ollut projekti makrofyttien seurantarjestelmästä ja arviointimenetelmistä Flanderissa (Pohjois-Belgiassa) VPD:n mukaisesti. Projektista on valmistunut kaksi raporttia, joista ensimmäinen (Schneiders ym. 2004) ehdotti makrofyttien arviointikonseptin kahdelle jokityypille ja yhdelle järviyypille. Toinen raportti (Leyssen ym. 2005) arvioi edellisessä esitettyä arviointijärjestelmää, ehdottaa parannuksia ja laajentaa soveltamisen muihin järvi- ja jokityyppeihin. Seuraavassa esitetyt tiedot Flanderin makrofyttiseurannoista ja arviointijärjestelmästä ovat vuoden 2005 raportista.

**Jokien** seurantaan Leyssen ym. (2005) ehdottavat 100 m pituisia näytealoja, jotka käsittävät molemmat rannat sekä väliin jäävän vesialueen. Pieniä jokia tutkittaessa 100 m:n osuudet jaetaan 10:een 10 m:n osiin. Jokaiselta osuudelta merkitään ylös ranta- ja vesilajien runsaus 7-asteikolla. Osalta jokityypeistä arvioidaan myös uposkasvillisuuden kokonaisrunsaus. Tutkimus tehdään kahlaamalla, veneellä tai rannalta käsin haraa apuna käyttäen.

**Järvistä** erotetaan rakenteeltaan ja kasvillisuudeltaan yhtenäisiä segmenttejä, ja näiltä tehdään erillisiä näytealoja ranta- ja vesikasvillisuudesta. Tarvittaessa käytetään linjamenetelmää näytealojen teossa. Runsausarvioinnissa käytetään järvillä viisipor- taista asteikkoa. Lisäksi arvioidaan aina uposkasvillisuuden runsaus.

Järjestelmässä lasketaan neljä erillistä EQR-arvoa: tyyppille ominaisten lajien ko- koonpano, häiriöindikaattorien runsaus, elomuotojen diversiteetti ja uposkasvilli- suuden kehittyneisyys. Näiden laskemista varten on olemassa standardiluettelo, joka sisältää kaikki alueella esiintyvät vesikasvit ja kosteikkolajit ja lisäksi joitakin rantalajeja. Luetteloon sisältyvät myös näkinpartaiset, rajoitettu määrä sammalia sekä rihmalevät, joita ei määritetä lajilleen.

Lopullisen laatupistemäärän saamiseksi jokiosuudelle tai järvelle käytetään ”one out – all out” - periaatetta. EQR-arvoksi annetaan sen tarkastelunäkökohdan piste- määrä, joka on huonoin.

### 3.1.7

## Hollanti

**Vastaaja 1:** Roelf Pot, Roelf Pot research and consultancy

Hollannissa on käytetty useita maastomenetelmiä riippuen siitä, minkä tahon hal- linnassa järvi on ollut. Suurissa **järvissä** käytetystä menetelmästä (Point Quadrat methods combined with transect point measurements) ei löytynyt selkeää kuvausta. Yleensä lajeja on havainnoitu pisteistä ja käytetty runsausarvioinnissa Tansley-asteikkoa. Lisäksi on käytetty oikeaa Tansley-menetelmää, jossa havainnoidaan kaikki lajit vesibiotoopilta tai rantabiotoopilta.

Tulevaisuudessa maastomenetelmät eivät tule muuttumaan paljon. Päämääränä on saada niin täydellinen lajiluettelo vesistöstä kuin mahdollista ja arvioida elomuotojen runsaus.

**Jokien** osalta yleisimmin käytetty menetelmä on pistemenetelmä (point sampling) joka tehdään samalla kun otetaan vesinäytteitä veden kemiallisen laadun seuran- taa varten. Kaikki nopeasti tunnistettavat lajit kirjataan ylös ja runsaus arvioidaan käyttäen joko Tansley-asteikkoa tai Braun-Blanquetin asteikkoa. Tämän menetelmän on todettu aliarvioivan lajimäärää. Tulevaisuudessa täydellinen lajiluettelo tullaan tekemään pidemmiltä jokiosuuksilta (50-100 m) joita on useita (20-30 kpl) vesimuo- dostumaa kohden. Myös uposkasvien, irtokellujien, kelluslehtisten, ilmaversoisten sekä erityisen törmäkasvillisuustyyppin (yleensä ruokoa tai puuvartisia kasvustoja) peittävyys arvioidaan.

Maastomenetelmistä ei ole varsinaista standardia Hollannissa, mutta edellä mai- nitut menetelmät ovat eniten käytettyjä. Makrofyttiseurannat toteuttaa pääosin laboratorioden henkilökunta. Koulutus on joko kasvitieteilijöiden johdolla tehtävää käytännön harjoittelua tai se kuuluu laboranttien opintoihin. Joitakin suunnitelmia on olemassa biologisten laboratorioden akkreditoinnista ja näihin sisältyisi myös maastotyö. Suurin osa tutkijoista on jäseniä vuosittain tapaavissa ryhmissä, joissa keskustellaan kalibroinnista ja muista maastotöihin liittyvistä asioista. Seurantojen laatua valvovat laboratorioden päälliköt.

Koppisiemenistä ja näkinpartaisista levistä on Hollannissa kasviot, joita on suosi- teltu käytettäväksi makrofyttiseurannoissa, sammalten osalta ei suositeltua määri- tysopasta ole. Vastaaja on tehnyt uuden makrofyttikasvion (Pot 2003), joka sisältää myös näkinpartaiset ja vesisammalet, ja se on todettu hyödylliseksi seurantoihin.



**Vastaaja 2:** Ellis Penning / WL Delft, Delft (Marcel van den Berg, RIZA, Lelystadt)

Hollantilainen arviointimenetelmä koostuu kolmesta eri osatekijästä: elomuotojen peittävydestä, makrofytytien lajikoostumuksesta ja fyto bentoksesta. Jos kaikista tekijöistä on aineistot käytettävissä, käytetään niistä saatujen tulosten keskiarvoa. Elomuotojen runsaus arvioidaan siltä alueelta, millä ne voivat kasvaa. Uposkasveilla tämä riippuu vesistötyypistä ja on esimerkiksi matalissa järvissä erilainen kuin syvis- sä. Jokainen laji saa asiantuntija-arvion perusteella annetun pistemäärän.

Kunkin vesistön lajisto määritetään, ja lajien runsaus arvioidaan kolmiasteikolla. Jokaisen lajin sama runsausarvo muutetaan referenssiluettelon avulla pistemää- räksi. Lajien saamien pistemäärien avulla lasketaan vesistökohtainen pistemäärä, jota muuntotaulukkoon vertaamalla saadaan vesistön laatu luokka. Laatu luokkien määrittely perustuu asiantuntijoiden arvioon ja kalibraatioihin ”parhailta paikoilla”. Menetelmä on sama sekä joille että järville.

3.1.8

### Iso-Britannia

**Vastaaja:** Jo-Ann Pitt, Environment Agency

Isossa-Britanniassa on valittu VPD:n edellyttämää **järvien** makrofytyttiseurantaa varten maan luonnonsuojeluhallinnossa luontodirektiivin mukaista arviointia (Site Condition Assessment) varten kehitetty menetelmä, joka on kansallinen standar- dimenetelmä. Menetelmästä on olemassa kuvaus, jota ei ole vielä julkaistu. VPD:n seurantoja varten saatetaan menetelmään tehdä vielä muutoksia, kun tähän mennessä kerätyt aineistot on käsitelty.

Menetelmässä järvi jaetaan erillisiin otantayksiköihin (sample units). Jokaisen yksi- kön sisältä valitaan n. 100 m rantaviivan suunnassa oleva alue, josta tutkitaan vesiraja maalta käsin ja litoraalivyöhykkeen matalimmat osat (< 0,75 m) kahlaten. Syvem- män veden habitaatit tutkitaan veneestä käsin kohtisuoraa rantaa vasten kulkevan linjan avulla kasvillisuuden maksimiesiintymissyvyyteen asti. Pääsääntöisesti suo- sitellaan käyntiä neljällä otantayksiköllä tutkimuskohdetta kohti. Vähintään yhden tutkimusyksikön tulisi sijaita sellaisella alueella, missä sedimentti todennäköisesti akkumuloituu (lahti, laskukohta, luusua) ja toisen yksikön avoimella rantavyöhyk- keellä, mihin pohjasta irronnut kasvimateriaali todennäköisesti ajautuu. Päivässä voidaan näillä menetelmillä tutkia neljä otantayksikköä, jos tutkimusryhmässä on kolme henkilöä.

Maalta käsin tehtävässä vesirajan ja maarannan tutkimuksessa jokaiselta 100 m:n osuudelta kirjoitetaan ylös kaikki helposti nähtävät kasvit ja paikalle ajautunut kas- vimateriaali. Kasvimateriaalin määrä arvioidaan kolmiportaisella asteikolla. Lisäksi merkitään muistiin kaikki ilmaversoiset vesikasvit ja rantalajit sekä kaikki juurtuneet uposkasvit ja kelluslehtiset vesikasvit, jotka ovat jääneet vesirajan yläpuolelle veden- pinnan tason laskettua. Tavatut lajit pisteytetään peittävyden mukaan seuraavasti: 1 = <1 %, 2 = 1-25 %, 3 = >25 %. Kun koko alue on käyty läpi, arvioidaan lajien run- saus DAFOR-asteikolla (dominant, abundant, frequent, occasional, rare). Rannan yläpuolinen kasvillisuustyyppi (esim. kosteikko, suo, laidun, metsä) merkitään ylös ja havainnoidaan mahdolliset ihmisen tekemät muutokset rantaviivassa sekä tulo- ja lasku-uomassa.

Kahluututkimuksessa määritetään aloituspiste, josta tehdään neljä pisteotantaa (point samples) 0,25 m, 0,5 m, 0,75 m ja < 0,75 m:n syvyyksiltä. Näistä kolmelta ma- talimmalta syvyydeltä havainnoidaan vesikiikarin avulla kaikki lajit 1 m<sup>2</sup> alalta ja arvioidaan kasvillisuuden kokonaispeittävyys kolmiasteikolla. Lisäksi tehdään 4 m:n

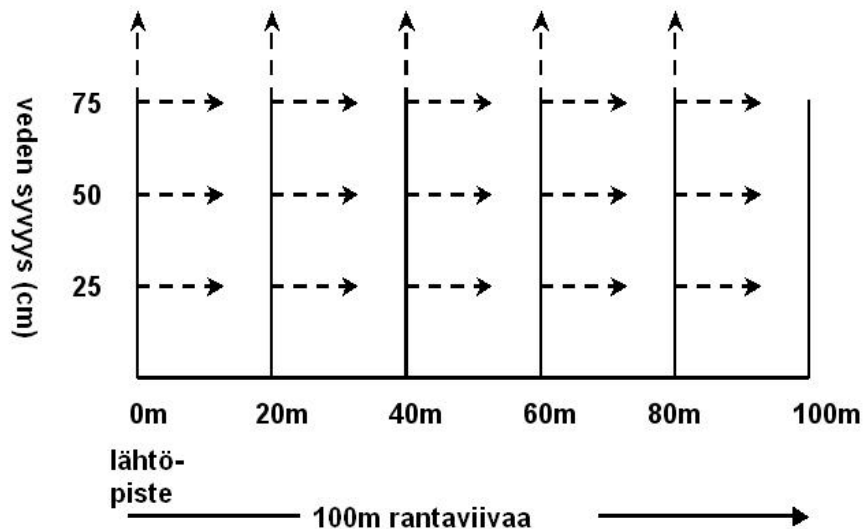
pituinen ja rantaviivan suuntainen haranveto ja merkitään ylös kaikki haralla saadut lajit. 0,75 m:n syvyyden jälkeen kahlataan syvemmälle kohtaan, jossa syvyys yli 0,75 m ja heitetään haraa rannasta kohtisuoraan järvelle päin (4 m veto) ja merkitään ylös kaikki saadut lajit. Käytettäessä 0,25 m levyistä haraa tulee neljän metrin haranvedon pinta-alaksi n. 1 m<sup>2</sup>. Haraa ei kuitenkaan käytetä, jos pohja näkyy vesikiikarilla katsottaessa. Edellä mainittu prosessi toistetaan neljällä seuraavalla otantapisteellä, jotka sijoitetaan aina 20 m:n päähän edellisestä. Siten tutkimuksen tässä osassa tulee yhteensä 20 (5 x 4) pisteotantaa (kuva 1).

Veneestä käsin tehtävässä tutkimuksessa edellä kuvatun 100 m:n kahluulinjan keskikohdasta edetään kohtisuoraa pois rannasta makrofytytien maksimiesiintymissyvyyteen asti. Jos avovesialuetta ei ole, lopetetaan linja järven keskikohtaan tai vastakkaisten tutkimuspaikkojen kohtaamispisteeseen. Vesikasvillisuuden maksimiesiintymissyvyydestä tutkitaan rantaa kohti kymmenen säännöllisin välein sijoitettua otantapistettä. Jokaisella pisteellä merkitään ylös kaikki vesikiikarin yhdellä näkökentällä näkyvät lajit. Jos näkösyvyys ei riitä tähän, tehdään yksi 4 m pitkä haranveto veneen vierestä. Haraa ja vesikiikaria apuna käyttäen havainnoidaan ja merkitään muistiin kaikki lajit 1 m<sup>2</sup> alueelta sekä arvioidaan kasvillisuuden kokonaisrunsaus asteikolla 0-3.

Kuvatuilla kolmella eri tutkimusosilla kerätyn aineiston ja eri otantayksiköiden aineiston yhdistäminen yhdeksi järven makrofytytikoostumuksen kokonaismitaksi vaatii kerätyn aineistotyypin laajuuden tarkastelua. On arvioitava kullakin menetelmällä ja eri otantayksiköillä tehtyjen tutkimusten pinta-alat ja käytettävä niitä painottavana tekijänä. Makrofytytien kokonaisrunsaudesta järvessä antavat tietoa kolonisaation maksimisyvyys ja kasvittunen vyöhykkeen makrofytytilavuuden mediaaniarvo. Tätä voi täydentää aineisto lajien esiintymisfrekvenssistä pisteotannoissa, tosin tämä viittaa vain kasvien esiintymiseen tutkimusajankohtana kasvittuneena olleella vyöhykkeellä.

**Jokien** makrofytytiseurantoihin on Iso-Britanniassa esitetty Mean Trophic Rank -menetelmän (MTR) (Holmes ym. 1999) maastomenetelmää, jossa tutkitaan 100 m:n jokiosuuksia. MTR-menetelmässä arvioidaan makrofytytilajin peittävyysprosentti asteikolla 1-9.

Lisäksi tarkastellaan useita jokea koskevia fyysisiä muuttujia (ks. tarkemmin luku 3.2.2). Lisää työtä kuitenkin vaatii vielä alueellisen vaihtelun arviointi ja vesimuodostumaa kohti tarvittavien linjojen määrän selvittäminen.



Kuva 1. Kaavapiirros Iso-Britanniassa käytetystä kahluututkimusmenetelmästä, jossa tehdään määrättyillä syvyyksillä harauksia (katkoviivalla merkityt nuolet).

Erityisiä lajilistoja ei makrofyttitutkimuksia varten Isossa-Britanniassa ole, vaan kaikki kohteella esiintyvät lajit huomioidaan. Kaikki lajit eivät kuitenkaan toimi pisteytyslajeina luokittelumenetelmässä. Pelkästään makrofyttilajistoa käsittävää kasviota ei ole käytössä.

Järvien makrofyttimenetelmää varten kehitetään koulutus Environment Agencyssa vuonna 2006. Jokimenetelmää varten on ulkopuolinen konsultti esitellyt koulutuksen Environment Agencyn henkilöstölle. Tavallisesti koulutuksen päätteeksi järjestetään pätevyyden arviointi. Maan luonnonsuojeluhallinnossa on tehty erikseen konsulttien valintaa varten lajintunnistuskoe CD:lle.

Tähän mennessä järvien makrofyttitutkimukset on teetetty konsulteilla, ja esimerkiksi näkinpartaisten ja vitojen lajimääritykset on tarkistutettu lähettämällä näytteet kansallisille asiantuntijoille. Environment Agencyn projektipäällikkö on arvioinut maastotyön laatua käymällä kohteilla konsulttien kanssa. Virallista laadunvalvontaa ei kuitenkaan ole ollut ja tähän on paneuduttava lähitulevaisuudessa.

Jokien makrofyttitutkimuksia varten on Environment Agencyssä järjestelmä, jossa eri tutkijat tutkivat saman alueen uudelleen lyhyen ajan sisällä ensimmäisestä tutkimuksesta ja tuloksia vertaillaan. Lisäksi aina maastokauden alussa on kertauskoulutus yhdenmukaisuuden varmistamiseksi.

### 3.1.9

#### Irlanti

**Vastaaja:** Deidre Tierney, EPA

Irlannissa ei ole ollut makrofyttiseurantoja järvissä ennen vesiputedirektiivin tuloa. Vuonna 2000 kuitenkin aloitettiin projekti, jonka aikana kehitettiin menetelmä järvien makrofyttiseurantaan. Menetelmä on nyt käytössä, mutta sitä muunnellaan vielä vuonna 2006.

Menetelmä perustuu kasvillisuuslinjoihin. Ensimmäisen linjan paikka valitaan satunnaisesti ja sen jälkeen 3-5 linjaa sijoitetaan tasaisin välein järven ympäri. Lisäksi valitaan vielä yksi linja paikasta (esim. suojaisa lahti), jossa todennäköisesti on suuri lajimäärä tai peittävyys. Jokaisen linjan kohdalta suoritetaan rannassa 20 m:n levyisellä rantaosuudella rantavyöhykkeen makrofyttitutkimus. Tässä voidaan käyttää apuna vesikiikaria. Jos rantaviivaa reunustaa ruokovyöhyke, lajit ja niiden etäisyys rannasta merkitään ylös. Lajien runsaus arvioidaan DAFOR-asteikolla. Kohtisuoraan rannasta pois päin kulkevalta linjalla havainnoidaan makrofytyt 0, 2,5; 5,0; 7,5; 10, 25, 50, 75 ja 100 m päässä rannasta. Jokaisessa pisteessä vene ankkuroidaan ja mitataan koordinaatit ja syvyys. Vesikasvilajisto tutkitaan vetämällä haraa neljä kertaa siten, että kunkin haranvedon pituudeksi tulee 1 m. Ensimmäisellä haranvedolla saatu kasvimateriaali punnitaan digitaalivaa'alla. Lajien runsaus kyseisellä pisteellä arvioidaan DAFOR-asteikolla kaikkien neljän haranvedon jälkeen.

Järvien makrofyttitutkimuksiin ei ole käytössä erityistä lajiluetteloa. Maasto-tutkimuksessa huomioidaan myös ilmaversoiset vesikasvit, mutta niitä ei käytetä arvioinnissa. Vesisammalet otetaan mukaan tutkijan lajintuntemuksesta riippuen ja näkinpartaisista levistä arviointiin sisällytetään lajilleen tunnistetut. Menetelmästä on kaksipäiväinen koulutus, mutta varsinaista laadunvarmistusta ei muutoin ole järjestetty.

### 3.1.10

#### Romania

**Vastaaja:** Jenica Hanganu, Danube delta National Institute for Research & Development

Romaniassa on käytetty näytealamenetelmää tutkittaessa Tonavajoen suisto-alueella makrofytytien ja ympäristökijöiden välisiä ekologisia gradientteja. Näytealoilta arvioitiin yksittäisten lajien ja rihmalevien peittävyudet seitsenasteikolla sekä kasvillisuuden kokonaispeittävyys.

Wienin yliopiston vetämän makrofytytiprojektin aikana on käytetty Tonavalla Kohlerin menetelmää virtaaville vesille (Department of Limnology and Hydrobotany, University of Vienna). Seurantamenetelmiä ei Romaniassa ollut vielä kyselyajankohtaan mennessä päätetty eikä myöskään standardisoituja menetelmiä ole. Lajiluettelo on olemassa jokien makrofytyteistä. Luetteloon kuuluvat myös ilmaversoiset vesikasvit, sarat sekä näkinpartaiset levät, mutta ei vesisammalia. Tonavajoen makrofytytiprojektin aikana on tehty makrofytyttikasvio ja menetelmäkoulutuksessa käytettävä kirja.

### 3.1.11

#### Portugali

**Vastaja:** Teresa Ferreira, Forest Department, Institutio Superior de Agronomia, Technical University of Lisbon

Portugalissa ei hallinnossa toistaiseksi ole käytetty makrofytyttejä luokittelussa. Maassa ei ole luonnontilaisia järviä, vaan ainoastaan kosteikkoja, laguuneja ja tekojärviä.

VDP:n toimeenpanoa varten on meneillään makrofytytitutkimus, jonka tuloksista riippuu makrofytytien käyttö ekologisen tilan arvioinnissa. Standardisoidun menetelmän luominen on annettu tehtäväksi yliopiston tutkimusryhmälle, ja menetelmäoppaan on tarkoitus valmistua vuoden 2006 loppuun mennessä. Tutkimusryhmä käyttää sekä järvissä että joissa menetelmää, jossa tehdään useita litoraalivyöhykkeen poikki meneviä linjoja. Jokilajeista on olemassa luettelo (Duarte & Moreira), jota tullaan vielä tarkastelemaan uudelleen meneillään olevan makrofytytitutkimuksen lopussa. Tutkimukseen otetaan mukaan myös viereisiä maakasveja, koska ne oletettavasti heijastavat häiriöitä, kuten virtaamien vaihteluita. Koulutusta ja testejä menetelmistä tullaan järjestämään vuoden 2006 jälkeen.

### 3.1.12

#### Yhteenveto

Kyselyyn vastasi kymmenestä Euroopan maasta neljätoista henkilöä. Vastauksia saatiin Norjasta, Virosta, Puolasta, Hollannista, Saksasta, Belgiasta, Isosta-Britanniasta, Irlannista, Romaniasta ja Portugalista. Jokaiseen kyselyn osaan ei saatu kaikista maista vastausta, vaan osa vastasi pelkästään järvi- ja osa jokimakrofytytitutkimuksia koskeviin kysymyksiin. Osa vastauksista keskittyy kuvaamaan maastomenetelmiä ja toisissa on selitetty myös ekologisen tilan arvioinnissa käytettyjä menetelmiä kuten erilaisia indeksejä. Vastauksen laajuus riippui usein tehdyn menetelmäkehitystyön laajuudesta ja vaiheesta sekä vastaajan ja hänen organisaationsa osuudesta kehitystyöhön. Kyselyyn vastanneille lähetettiin englanninkielinen yhteenveto kyselyn tuloksista (Kuoppala & Hellsten 2006).

Pääosassa kyselyyn vastanneista maista on meneillään makrofytytien seurantamenetelmien kehittäminen VPD:n toimeenpanoa varten. Osassa maista kuten Belgian Flanderissa on jo tehty ehdotukset seurantamenetelmiksi. Aktiivista menetelmäkehitystyötä on ollut Belgian lisäksi muun muassa Saksassa, Isossa-Britanniassa ja Puolassa. Sen sijaan esimerkiksi Portugalissa ei ollut vielä tehty päätöstä makrofytytien käytöstä ekologisessa arvioinnissa.

Viisi vastaajamaata ilmoitti tutkimuksissa käytettävän lajiluettelon löytyvän, kolmessa näistä luettelo oli vain jokimakrofyyteistä ja Virossa vain järvimakrofyyteistä. Luetteloihin on pääosin sisällytetty vesikasvien (hydrofyyttien) lisäksi myös ilmaversoiset, vesisammalet ja näkinpartaiset levät.

Norjaa lukuun ottamatta kaikki maat ilmoittivat ottaneensa myös ilmaversoiset kasvit huomioon maastossa, mutta Irlanti, Saksa ja Viro eivät kuitenkaan käytä niitä laskennassa. Vesisammalet ja näkinpartaiset otetaan myös useimmissa tapauksissa huomioon, joskin erityisesti vesisammalten osalta monissa vastauksissa oli varovainen sävy.

Koulutusta ei juurikaan ole vielä järjestetty, koska menetelmiä vasta kehitetään. Puolassa ja Isossa-Britanniassa on ollut MTR-menetelmään liittyvää koulutusta ja Irlannissa järvien makrofyyttimenetelmään liittyvä koulutus. Hollannissa tutkijoiden tapaamiset ovat olleet säännöllisiä ja toiminta järjestäytyntä. Yhtenäistä ja virallista laadunvalvontaa ei myöskään tullut esiin kyselyn vastauksissa lukuunottamatta Isoa-Britanniaa, jossa on käytössä MTR-menetelmä auditointitutkimuksineen.

### 3.2

## Muita tunnettuja menetelmiä – Eurooppa ja USA

### 3.2.1

#### Arviointi- ja maastomenetelmiä järvien makrofyyttiseurantoihin

##### Ison-Britannian TRS-järjestelmä

Isossa-Britanniassa on kehitetty eri vesikasvilajien trofiaindikaattoriarvoon perustuva TRS-järjestelmä (Trophic Ranking Score), jota voidaan käyttää järvien ravinnetason seurantaan (Palmer ym. 1992). Järjestelmän perustana on laaja aineisto, joka käsittää yli 1000 eri tyyppistä järveä Skotlannista, Englannista ja Walesista. Kullekin lajille on annettu DOME-koodien avulla indikaattoriarvo 1-10 sen mukaan esiintyvätkö ne dystrofisisissa (D), oligotrofisisissa (O), mesotrofisisissa (M) vai eutrofisisissa (E) vesissä.

Lajin DOME-koodi muodostetaan laskemalla sen esiintymisen odotettu frekvenssi eri trofialuokissa ottaen huomioon lajin havaintojen kokonaismäärän ja kohteiden (järvien) määrän jokaisessa luokassa. Niille lajeille, joiden frekvenssi on odotettua suurempi, käytetään ylempää kirjainta. Esiintymisen ollessa 50-100 % odotetusta frekvenssistä käytetään alemmaa kirjainta.

DOME-kirjainkoodit ja niitä vastaavat numerokoodit ovat:

D	= 1	m	= 6
d	= 2	M	= 7
o	= 3	m	= 8
O	= 4	e	= 9
o	= 5	E	= 10

Laji voi saada useamman kirjainkoodin riippuen siitä, kuinka laaja-alaisesti se esiintyy trofialtaan erilaisilla kohteilla. Lajin trofiapistemäärä saadaan laskemalla sen saamia kirjainkoodeja vastaavien numerokoodien keskiarvo. Keskimääräinen TRS koko kohteelle (tai kohteen osalle tai kasvillisuusotokselle) saadaan laskemalla yhteen sillä esiintyvien eri lajien pistemäärät ja jakamalla pisteellisten lajien määrällä (Palmer ym. 1992).

TRS-menetelmän ongelmana on, että keskimääräisestä TRS-lukuarvosta ei välttämättä käy ilmi lajien häviäminen. Lisäksi näytteenotto- ja tallennustekniikoiden on oltava yhdenmukaisia molemmilla havaintokerroilla. Myös tiedot lajien levinnäi-

syydestä ja luontaisesta runsausvaihteluista ovat puutteellisia. Lajistokoostumuksen vaihtelu voi johtua myös monista muista syistä kuin ravinnetason muutoksista. Esimerkiksi tulokaslajien kuten Suomessa vesiruton (*Elodea canadensis*) ja isosorsimon (*Glyceria maxima*) levittäytyminen johtaa usein massaesiintymiin. Toisaalta alkaliniteetin kasvu vaikuttaa hyvin rehevöitymisen tavoin lajien levinnäisyyteen. Yleisesti ottaen TRS-menetelmän todetaan sopivan melko hyvin muutosten seurantaan.

### Ruotsin arviointijärjestelmä ja siihen liittyvät maastomenetelmät

Ruotsissa on kehitetty ympäristön laadun arviointijärjestelmä, joka kattaa useiden eri ekosysteemien, mm. järvien ja virtaavien vesistöjen, rannikon ja merien, metsä- ja maatalousmaiden arvioinnin.

Ruotsin arviointijärjestelmän vesikasveihin perustuva järven tilan luokittelujärjestelmä käyttää pääasiassa kelluslehtisiä ja uposkasveja. Nykyisten olosuhteiden arviointi tehdään kohteella esiintyvien lajien määrän perusteella. Arvioitaessa poikkeamaa referenssiarvoista, käytetään myös indikaattorisuhdelukuja, jotka heijastavat lajien normaalia esiintymistä suhteessa veden ravinnetasoon (Swedish Environmental Protection Agency 2000). Lajeille on käytetty samoja indikaattoriarvoja ja tapaa laskea indeksi kuin Isossa-Britanniassa kehitetyssä TRS-menetelmässä (trophic ranking scores, kuvaus edellä).

Järven nykyisten olosuhteiden määrittelyssä käytetään allaolevaa taulukkoa 1. Luokittelua voidaan täydentää ilmoittamalla vallitseva kasvillisuustyyppi (A. isoetidityyppi / B. elodeidityyppi / C. kelluslehtistyyppi / D. helofyyttityyppi). Luokkien 1-5 rajoina on käytetty tausta-aineiston 75, 50, 25 ja 10-prosenttipisteitä. Luokittelu on kuvaileva eikä arvota kohteita (Andersson 1999).

Taulukko 1. Tilaluokat suhteessa uposkasvien ja kelluslehtisten lajimäärään (Andersson 1999).

Luokka	Lajimäärä	Lajirunsauden taso
1	>18	Hyvin lajirikas
2	14-18	Lajirikas
3	9-14	Melko lajirikas
4	4-9	Melko lajiköyhä
5	≤ 4	Lajiköyhä

Lajimäärän ja indikaattoriluvun vertailuarvot on annettu erikseen Etelä- ja Pohjois-Ruotsille, erikokoisille ja eri korkeuksilla merenpinnasta oleville järville (kolmijako). Kohde luokitellaan muuttumattomaksi, jos tilaluokka (havaittu lajimäärä) ja indikaattoriluku ovat samoja kuin vertailuarvot. Jonkinlaisesta järveen kohdistuneesta vaikutuksesta on kyse, jos lajimäärä on paljon suurempi tai pienempi ja indikaattoriluku on samanaikaisesti muuttunut (Taulukko 1).

Taulukko 2. Eri tilaluokkien poikkeamat referenssiarvoista, lajimäärä ja indikaattorisuhdeluku kelluslehtisille ja uposlehtisille kasveille (Andersson 1999).

Luokka	Kuvaus	Lajimäärä ja indikaattoriluku
1	Ei poikkeamaa tai merkityksetön poikkeama	Lajimäärä ja indikaattoriluku ovat samoja kuin vertailuarvot
2	Lievä poikkeama	Lajimäärä tai indikaattoriluku poikkeavat vertailuarvoista
3	Merkittävä poikkeama	Lajimäärä ja indikaattoriluku poikkeavat vertailuarvosta
4	Voimakas poikkeama	Lajimäärä ja indikaattoriluku poikkeavat vertailuarvosta, toinen näistä poikkeaa paljon
5	Hyvin voimakas poikkeama	1-3 lajia (uposlehtistä/irtokellujaa/ilmaversoista) erityisen runsaina

Uposkasvien seurantaan esitetään ohjeistuksessa (Naturvårdsverket 2002) kolme eri tavoitetasoa:

1. Yksittäisen kasviyhdyksunnan seuranta
2. Järven osa-alueen inventointi ja seuranta
3. Koko järven täysimittainen inventointi.

Tavoitetasoa 1. käytetään seurattaessa tiettyä herkkää kasvillisuustyyppiä tai uhatuna olevaa kasviyhdyksuntaa. Jos halutaan seurata yleisesti uposkasvien kehitystä saastumisen vuoksi, valitaan taso 2. tai 3. Taso 2 valitaan myös, jos vain pieni osa järvestä on uposkasvillisuuden valtaamaa.

Makrofyytteihin luetaan menetelmässä putkilokasveista upos- ja pohjalehtiset, kelluslehtisten vedenalaiset muodot ja sellaiset nauhalehtiset vesikasvit (esim. palpakot), jotka kelluvat vedenpinnassa tai aivan sen alapuolella, vesisammalet, mak-sasammalet, näkinpartaiset levät (kransalger) sekä tietyt makrolevät (*Enteromorpha*, *Cladophora*). Tutkimukset tehdään osa-alueittain, joiden määrä voi vaihdella eri jär-vissä. Inventointialueiden valinnassa huomioidaan järven koko, rantaviivan pituus ja pohjan topografia. Erityyppisten osa-alueiden tulee vastata määrältään litoraalin pinta-alan laajuutta.

Osa-alueiden tutkimisessa käytetään 0,5 x 0,5 m<sup>2</sup>:n näytealoja, joilta makrofyyttien peittävyys arvioidaan 7-portaisella asteikolla. Näytealat sijoitetaan 0,25 cm:n syvyys-väleihin 1,5 m:n syvyydelle asti ja siitä eteenpäin 0,5 m:n syvyysvälein. Jokaisella sy-vyysvälillä tulee olla vähintään 10 näytealaa. Lajiluetteloa täydennetään näytealojen ulkopuolella esiintyvillä lajeilla. Tutkimus voidaan tehdä myös inventoimalla tietty määrä linjoja, mutta siinä tapauksessa linjat tulee tutkia sukeltamalla.

Kaikilla tavoitetasoilla ensisijaisena muuttujana on makrofyyttien esiintyminen. Eri lajien peittävyys arvioidaan vain tavoitetasolla 1. Tukiparametreina tarkastellaan vedenlaatuominaisuuksia (vähintään veden väri, pH, johtokyky, kokonaisfosforipitoisuus ja kokonaistyyppipitoisuus), jotka ovat tarpeen mm. järven luokittelussa.

Tutkimus voidaan suorittaa eri tavoin riippuen käytettävissä olevista resursseista:

- a) Vedenalaiskuvaus. Optimaalinen ja samalla ainoa tutkimustapa syville jär-ville. Näytealat valokuvataan stereopareina sukeltajan avulla (Rørslett ym. 1978).
- b) Snorklaus/vapaasukellus. Linja inventoidaan uimalla tai sukeltamalla.
- c) Veneestä havainnointi. Matalissa järvissä tai järven osissa käytetään apuna vesikiikaria ja haraa.

Menetelmät on kuvannut ja soveltanut Danmarks miljøundersøgelser (Moeslund ym. 1993).

Kelluslehtisiä ja ilmaversoiskasvillisuutta tutkittaessa tavoitetasoja on kaksi:

1. Koko järven seuranta ilmakuvausavun avulla vapaavalintaisin aikaväleihin.
2. Järven kehityksen seuranta yksittäisistä kasvustoista tehtävien suorien laji- ja biomassamittausten avulla.

Tutkimustyyppien sisältämät muuttujat ovat ilmaversois- ja kelluslehtislajien esiintyminen ja levinneisyys järven litoraalityyhytyksellä. Ensisijaisesti kartoitetaan kasviyhdyksunnat, ja toissijaisesti mitataan kasviyhdyksunnista versotiheys ja biomassa.

Maastossa tutkittavat paikat valitaan mahdollisuuksien mukaan ilmakuvausavun avulla. Järven kehitystä voidaan seurata yhdellä tai useammalla edustavalla osa-alueella. Kasvustojen tiheys- ja biomassojen vertailevat mittaukset tehdään vähintään kymmenellä 0,25 m:n syvyysvälein olevilla näytealoilla (koko 0,5 x 0,5 m<sup>2</sup>). Erona edellä esitettyihin uposkasveja koskevien maastomenetelmien ohjeisiin on, että ilmaversoislajeja koskevat tutkimukset tehdään lähellä maarantaa olevilla ruovikko-

alueilla. Valituilta alueilta määritetään kasvillisuuden tiheys, ja tehdään lajiluettelot sekä näiltä alueilta että koko järvestä kokonaisuutena. Vertailukelpoisen aineiston saamiseksi versotihedden ja painon arviointi biomassan määrittystä varten tehdään tietyiltä määritellyiltä syvyyksiltä (esimerkiksi syvyysväliltä 50-75 cm). Eri kasviyhdyksunnat rajataan ilmakuvilta ja mitataan pinta-alat. Aineistosta voidaan laskea mm. kasvustojen keskileveydet, lajikoostumukset, tiheydet ja biomassat suhteessa rannan pituuteen ja muihin ympäristömuuttujiin ja verrata eri alueita toisiinsa. (Naturvårdsverket 2002.)

### Pohjoismainen maastomenetelmä

Pohjoismaiden ministerineuvoston aloitteesta on vuosina 1998-1999 erillisessä hankkeessa työstetty suosituksia yhteisiksi menetelmiksi kalojen, makroselkärangattomien ja makrofyyttien seurantaan VPD:n vaatimuksia varten (Skriver 2001). Järvien makrofyyttiseurantaan projektin työryhmä on ehdottanut linjamenetelmää, jossa kasvillisuuden peittävyys arvioidaan linjoilta 0,5 m:n syvyysvälein ja jokaisella syvyysvälillä kasvillisuus tutkitaan 1 m<sup>2</sup> kokoisilta näytealoilta. Jokaiselta syvyysväliltä merkitään ylös lajien esiintyminen. Tutkimus on suositeltavinta tehdä sukeltamalla, mutta jos tätä ei voida toteuttaa, käytetään haraa. Jokaisella syvyysvälillä haraa heitetään tietty kertamäärä ja lasketaan niiden heittojen määrä, joilla kutakin lajia löytyi (Skriver 2001).

### USA - järvien bioarviointijärjestelmä

USAssa on tehty ohjeistus järvien ja patoaltaiden bioarviointia varten (U.S. Environmental Protection Agency 2003). Sen tarkoitus on olla apuna järvien ekologisen luonnontilan suojelussa. Ohjeistus on tarkoitettu helpottamaan erilaisia tarpeita ja resursseja vastaavien järvien bioarviointi- ja biokriteeriohjelmien suunnittelua ja toimeenpanoa.

Esitetyt menetelmät tai tutkimuskäytännöt on organisoitu tasoihin, jotka vastaavat tarvittavaa työmäärää. Jokainen taso sisältää sekä biologisen että habitaattiosatekijän. Taso 1 kohdistuu trofiatilan indikaattorien näytteenottoon ja taso 2 kohdistuu biologisten yhteisöjen lajikoostumuksen ja rakenteen indikaattoreihin. Kumpikin taso jaetaan edelleen yhden (tasot 1A ja 2A) ja useamman (tasot 1B ja 2B) maastokäynnin otantoihin (taulukko 3).

Taulukko 3. Yhteenveto USAn bioarviointitasoista (U.S. Environmental Protection Agency 2003).

<b>Taso 1A</b>	Trofiatasoindeksit ja makrofyyttipeittävyys. Otanta kerran kasvukauden aikana. Päätelmät rajoittuvat alueelliseen arviointiin.
<b>Taso 1B</b>	Trofiatasoindeksit ja makrofyyttipeittävyys. Otanta toistetaan kasvukauden aikana.
<b>Taso 2A</b>	Taso 1 (1A tai 1B) ja lisäksi kaksi muuta siihen integroituvaa biologista yhteisöä: makrofyytit, makroselkärangattomat, sedimentoituneet piilevät, kalat. Otanta kerran kasvukauden aikana.
<b>Taso 2B</b>	Taso 1 B ja lisäksi kaksi tai useampi lyhytaikaista biologista yhteisöä: kasviplankton, eläinplankton, perifyton. Otanta toistetaan kasvukauden aikana.

Näiden lisäksi arviointiin kuuluu olemassa olevan aineiston dokumentointi, jota käytetään yksityiskohtaisemman seurannan ja arvioinnin suunnittelussa. Tietoa kerätään maankäyttöaineistoista ja kyselyjen avulla.

Tason 1 makrofyyttitutkimukseen kuuluu vedenalaisten ja kelluslehtisten makrofyyttien prosenttipeittävyuden visuaalinen arvio ja vallitsevimpien lajien sekä haitallisten ja vierasperäisten lajien tunnistaminen. Tämä voidaan tehdä ilmakuvilta, visuaalisena koko järven tutkimuksena pienillä järvillä tai linjatutkimuksena suurilla järvillä. Riittävänä linjamääränä pidetään 3-10 linjaa suurimmalle osalle järvistä tai



lahdista. Isot järvet, joissa on järven sisäisiä tunnettuja eroja, tutkitaan järvivyöhykkeittäin. Järvi jaetaan yhtä suuriin osiin, joiden määrä vastaa linjojen määrää ja jokaiselta osalta valitaan satunnaisesti linjan lähtöpiste. Kasvillisuuden kokonaispeittävyys arvioidaan visuaalisesti. Levämattojen ja epifyyttien esiintyminen merkitään ylös. Kerätessä kasvillisuusnäytteitä sameista vesistä voidaan käyttää apuna haraa, jolloin kokonaisrunsaus arvioidaan haratusta materiaalista kolmiportaisella asteikolla: niukka, kohtalainen ja runsas. Vallitsevimmat lajit sekä haitalliset ja vierasperäiset lajit merkitään ylös.

Tason 2 makrofyttitutkimus on edellistä systemaattisempi ja yksityiskohtaisempi. Tarkoitus on saada makrofyttilajien suhteelliset runsaudet yhteisökoostumuksen mittausten tekemiseksi. Suhteelliset runsaudet voidaan arvioida lajikohtaisen versomäärän tai biomassan avulla, joista ensisijaisesti suositellaan jälkimmäistä. Vaihtoehtoisesti lajit voidaan pisteyttää sen mukaan esiintyvätkö ne näytealoilla (presence/absence).

Jokaiselle linjalle perustetaan yhdestä neljään otantapaikkaa helofyttivyöhykkeen ja kasvittoman sublitoraalin väliin; esim. syvyysväleille 0-1m, 1-2m, 2-3m ja 3-4m (Weber ym. 1995). Versojen laskeminen voidaan tehdä linjamenetelmällä siten, että lasketaan linjaa pitkin vedettyyn naruun koskevien versojen määrä. Versot voidaan myös laskea  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup> näytealoilta, jolloin jokaiselta linjalta valitaan yksi tai useampi otantapaikkaa näytealaotantaa varten. Biomassan arviointia varten jokaiselta linjan otantapaikalta kerätään kasvinäytteet vetämällä haraa tietty matka (esim. 1 m) (Trebiz ym. 1993). Tarkemmat arviot saadaan, jos kasvit kerätään leikkaamalla ne näytealoilta. Kaikilta otantapaikoilta saadut kasvit tunnistetaan ja lajitellaan lajeittain sekä punnitaan (märkäpaino tai kuivapaino) biomassan estimaatin ja jokaisen lajin suhteellisen osuuden saamiseksi. Lajien esiintyminen määritetään siten, että jokainen otantapaikka linjalla jaetaan neljään osaan, joilta kasvinäytteet kerätään haralla. Kukin laji saa yhden pisteen niiltä näytealoilta, joilla se esiintyy (U.S. Environmental Protection Agency 2003).

### Janauerin menetelmä

Janauer (2002) on esittänyt linjamenetelmän ja tavan määritellä riittävä linjamäärä tilastollista käsittelyä varten. Menetelmän mukaiset linjat voivat vaihdella leveydeltään kahdesta kolmeen metriin, kuitenkin siten, että kaikki samaan tutkimukseen sisältyvät linjat ovat samanleveyisiä. Jokaista järvellä esiintyvää maankäyttötyyppiä kohden tutkitaan vähintään neljä linjaa. Linjojen määrää lisätään, jos saman rantaosuuden seuraavaa linjaa tutkittaessa lajimäärä nousee tai laskee vähintään yhdellä lajilla tai jos ainakin yhden lajin runsaus vaihtelee enemmän kuin yhden luokan asteikolla. Jos samaa maankäyttötyyppiä esiintyy useissa kohdissa järven ranta-alueella, voidaan työmäärää vähentää yhdistämällä linja-aineistoa. Ensimmäisellä kutakin tyyppiä edustavalla rantaosuudella tutkitaan aina vähintään neljä linjaa. Seuraavalla saman tyyppin osuudella voidaan tutkia vain yksi linja, jos edellä mainittuja lajimäärä- ja runsausluokkaeroja ei esiinny. Jos lajimäärä kuitenkin vaihtelee vähintään yhdellä lajilla, käytetään alkuperäistä määrittelytapaa ja tutkitaan vähintään neljä linjaa. Linja voidaan tarvittaessa tutkia syvyysvyöhykkeittäin (esim. 0-1, 1-2, 2-4, 4-8 ja 8- m).

Kaikkien linjalla esiintyvien lajien kasvimassa (PME = Plant Mass Estimates, Pflanzenmenge) arvioidaan. Näin otetaan huomioon se, että vesikasvien muodostamien kasvustojen vertikaalinen kehitys vaihtelee kasvukauden kuluessa habitaatin olosuhteista riippuen. Sen vuoksi arviot perustuvat lajien kolmiulotteiseen kehitykseen. Arviointi tehdään viisiportaisella asteikolla (harvinaisesta (1) hyvin runsaaseen (5)). Tutkimus tehdään yleensä veneestä käsin, ellei koko järvi ole kahlattavissa. Pääsääntöisesti kasvimassan arvioimista varten suositellaan sukeltamista. Haran käyttö on suositeltavaa kasvimateriaalin saamiseksi pintaan vain kirkkaissa vesissä.

Maastoaineiston pohjalta voidaan laskea standardidiagrammit suhteelliselle kasvimassalle (Relative Plant Mass), keskimääräiselle massaindeksille (Mean Mass Index) ja PME-arvojen summalle. Tiivis lajilista ja PME soveltuvat vesipuitedirektiivin edellyttämien perusparametrien, lajikoostumuksen ja lajirunsauksien selvittämiseen. Menetelmän avulla voidaan kuitenkin saada edellä mainittua yksityiskohtaisempikin kuva kasvillisuudesta. Tarkemman kuvan saamiseksi suositellaan jatkuvia tutkimusyksikköjä koko järven ympäri, mutta tätä ei kuitenkaan suositella VPDn rutiinitutkimukseksi ekologista tilaa arvioitaessa. Jokaisen järven litoraali tulisi arvioida kokonaisuudessaan joka 10. vuosi tai aina kun ympäristöoloissa on tapahtunut selviä muutoksia (Janauer 2002).

### 3.2.2

#### Arviointi- ja maastomenetelmiä jokien makrofyttiseurantoihin

Euroopan maissa on kehitetty suuri määrä jokimakrofyttejä koskevia maastomenetelmiä liittyen muun muassa luonnonsuojeluun, trofiatason arviointiin, ekologisten habitaattien selvittämiseen ja kunnostuksiin. Eurooppalaisia jokivesissä käytettyjä maasto- ja arviointimenetelmiä on koottu STAR-projektin aikana Waterview-tietokantaan ([www.eu-star.at/](http://www.eu-star.at/) > Deliverables > waterview database). Projektin päämääränä on ollut koota yksityiskohtainen kuva siitä mitkä menetelmät soveltuvat parhaiten standardoinnin pohjaksi eri olosuhteissa. Projektissa on kehitetty erityisesti luonnontilaisten ja ihmisen muuttamien virtaavien vesistöjen ekologisen tilan seurantaan varten maastomenetelmä, joka pohjautuu hyvin pitkälle MTR-menetelmään (Mean Trophic Rank) (Holmes ym. 1999).

Jokivesien ravinnekuormituksen arviointiin on kehitetty useita indeksejä esim. MTR (Holmes ym. 1999), jota on testattu laajalti Iso-Britanniassa (Dawson ym. 1999) ja Puolassa (Szozkiewicz ym. 2002), ranskalaisten IBMR (l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière) (Hauray ym. 1996) ja saksalaisten TIM (Trophie-Index Macrophyten) (Schneider & Melzer 2003). Pohjoismaista Ruotsissa on tehty tutkimuksia säännöstellyn vaikutusten selvittämiseksi jokien rantavyöhykkeen putkilokasvilajiston avulla (esim. Nilsson ym. 1991).

#### **Ison-Britannian MTR-menetelmä (Mean Trophic Rank)**

MTR-menetelmä (Holmes ym. 1999) soveltuu jokivesien ravinnekuormituksen vaikutusten kvalitatiiviseen arviointiin sekä trofiatason muuttumisen arviointiin joen alajuoksua kohti. Menetelmän tulisi olla yhtä hyvin sovellettavissa myös pistekuormituksen arviointiin. Sitä voidaan käyttää vain fyysisesti samanlaisten kohteiden ja samaa tyyppiä olevien jokien trofiatason vertailuun.

Menetelmässä on 129 makrofyttitaksonille annettu trofia-arvon pistemäärä (Species Trophic Rank tai STR) asteikolla 1-10 sen mukaan miten se reagoi ravinnepitoisuuksien lisääntymiseen. Mitä korkeampi pistemäärä, sitä huonommin laji kestää ravinnepitoisuuksien kasvua. Makrofyttiyhteisön vaste ravinnepitoisuuteen ilmaistaan kohteella esiintyvien lajien pistemäärien keskiarvona, joka on painotettu yksittäisten lajien suhteellisella peittävyydellä. MTR-arvon laskemiseksi kerrotaan lajin trofia-arvon pistemäärä (STR) sen peittävyysarvolla (SCV, Species Cover Value). Näin kohteen lajeille saadut arvot (CVS, Cover Value Score) lasketaan yhteen, ja summa jaetaan peittävyysarvojen pistemäärien summalla ja kerrotaan kymmenellä. Tuloksena oleva MTR-arvo vaihtelee asteikolla 10-100 ja on sitä suurempi mitä eutrofisemmasta kohteesta on kysymys.

$$MTR = \left( \frac{\sum CVS}{\sum SCV} \right) \times 10$$

Tulokset tulkitaan käyttäen standardipäättöskaaaviota ja yleistä ohjeistusta, joka perustuu Isossa-Britanniassa laajasta joukosta erilaisia jokia kerättyyn MTR-arvojen aineistoon. Tulokset esitetään kvalitatiivisesti yhdeksän standardikuvauksen avulla.

Arvioinnin pohjana oleva aineisto kerätään 100 m:n pituisilta jokiosuuksilta. Niiltä havainnoidaan makrofyyttilajisto ja jokea koskevia muuttujia kuten leveys, syvyys, pohjan laatu ja stabiilius, habitaatti ja varjostus. Kohde valokuvataan ja siitä piirretään karttaluonnos. Lajiston havainnoinnissa voidaan käyttää apuna vesikiikaria, vedenalaista kameraa ja haraa. Kaikkien makrofyyttitaksonien peittävyys arvioidaan asteikolla 1-9 (Species Cover Value eli SCV) sekä lisäksi makrofyyttien kokonaispeittävyys prosentteina. Makrofyytteihin luetaan menetelmässä putkilokasvit, sammalet ja leväryhmät, jotka voidaan nähdä koostuvan vallitsevasti yhdestä lajista.

MTR-menetelmälle on laadittu yksityiskohtainen käsikirja. Se sisältää tarkan ohjeistuksen tutkimuksen suunnittelusta ja toteuttamisesta sisältäen mm. maastotutkimuksissa käytettävät lomakkeet ja lajiluettelot. Ohjeistuksessa on paneuduttu tarkasti myös laadunvarmistukseen.

Menetelmän arviointitutkimuksessa (Dawson ym. 1999) todettiin MTR:n olevan hyödyllisin eutrofitumisen vaikutusten havaitsemisessa, kun pitoisuudet ravinne-lähteestä ylävirtaan ovat vähemmän kuin 1 mg l<sup>-1</sup> P tai 10 mg l<sup>-1</sup>. Ravinnepitoisuuksien nousulle toleranttien lajien runsastuminen aiheuttaa MTR-arvojen laskun ja heijastaa paikalla kasvavien lajien "tasapainon" häiriintymistä. MTR pistemäärien vertailua suositeltiin saman joen fysikaalisesti samanlaisten kohteiden välillä (Dawson ym. 1999). Menetelmän tehokkuutta rajoittaa indikaattorilajien pieni määrä pienissä yläjuoksun kohteissa (Demars & Harper 1998). Dawson ym. eivät suositelleet sitä eri jokien trofiatasojen vertailuun, poikkeuksena kuitenkin samaa fysikaalis-kemiallista tyyppiä olevat joet, ja silloinkin tuloksiin tulisi suhtautua harkiten. Arvioinnissa korostettiin menetelmäohjeistuksen laadunvarmistusnäkökohtien noudattamista.

Menetelmää on sovellettu Iso-Britannian ulkopuolella mm. Puolassa, jossa sitä päädyttiin suosittelemaan käytettäväksi jokien biologisissa seurantaohjelmissa (Szozkiewicz ym. 2002). MTR-menetelmää tullaan todennäköisesti käyttämään Irlannissa ja Puolassa VPD:n mukaisessa luokittelussa ja seurannassa. Iso-Britanniassa on myös esitetty käytettäväksi MTR –menetelmän maastomenetelmää (Holmes ym. 1999).

### Ranskan IBMR-indeksi (Macrophyte Biological Index for Rivers)

Ranskassa on kehitetty (Hayru ym. 2002) vastaavan tyyppinen indeksi, jossa otetaan huomioon myös lajin ekologinen amplitudi.

Jokaiselle lajille on annettu pistemäärä 0-20 (0 = voimakas orgaaninen kuormitus, heterotrofiset taksonit, 20 = oligotrofia) sekä jakautumisväli neljälle trofialuokalle (oligo-/meso-/eu-/hypertrofia) käyttäen ekologisen amplitudin kerrointa (1 laaja amplitudi, kuuluu kolmeen luokkaan; 3 hyvin pieni amplitudi, kuuluu vain yhteen luokkaan).

Indikaattorilajiluetteloon kuuluu 212 makrofyyttitaksonia: 2 heterotrofista taksonia, 50 levätaksonia, 2 jäkälää, 53 sammalta, 3 sanikkaista, 49 kaksisirkkaista ja 53 yksisirkkaista taksonia. Maastossa tutkitaan 50-100 m:n jokiosuuksia ja joka taksonille annetaan tarkka prosenttipeittävyys. Peittävyys muunnetaan jälkeinpäin 5-portaiselle asteikolle. IBMR lasketaan seuraavan kaavan mukaisesti:

$$IBMR = \frac{\sum_i E_i \times K_i \times C_{Si}}{\sum_i E_i \times K_i \times C_{Si}}$$

i: huomioon otettavat lajit, joilla on ekologinen amplitudi  $E_i$ , peittävyys  $K_i$  ja lajipistemäärä  $C_{Si}$ .

IMBR arvioi Hauryn ym. (2002) mukaan tehokkaasti paitsi trofiahäiriöitä, myös voimakasta orgaanista kuormitusta silloin kun esiintyy heterotrofisia organismeja. Myös rajoituksia IBMR:n käytölle esitetään. Silloin kun kohteella esiintyy vain muutama taksoni, IBMR:ää voidaan käyttää luotettavasti vain siinä tapauksessa, että kyseiset taksonit ovat hyviä indikaattoreita. Jos makrofyyttejä on vähän esimerkiksi pohjan laadun vuoksi, tutkimusosuuksien pitäisi olla pidempiä kuin 100 m. Syvässä vedessä menetelmää täytyy soveltaa siten, että näytteenotto tehdään pistemenetelmällä.

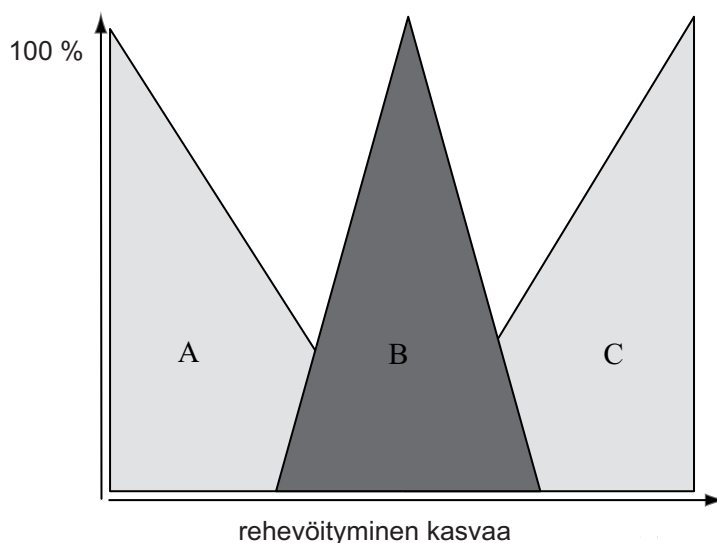
Kehittäjiensä mukaan IBMR-indeksiä voidaan pitää hyvänä menetelmänä arvioidessa ravinnepäästöjen ja raskaan orgaanisen kuormituksen vaikutusta jokeen. Indeksiä ei kuitenkaan voi pitää täysin virheettömänä vertailtaessa tyyppille ominaisia makrofyyttiyhdisteitä. Ranskassa menetelmä on suunniteltu standardisoitavaksi ja käytettäväksi EU:n vesipuitedirektiiviä sovellettaessa (Hauri ym. 2002).

### Saksan Referenssi-indeksi (RI)

Saksassa on vesipuitedirektiivin vaatimuksia varten kehitetty jokien ekologisen tilan arviointiin nk. referenssi-indeksi (RI), joka ilmoittaa poikkeamaa referenssitilasta (Schaumburg ym. 2004a, Schaumburg ym. 2004b). Perusperiaate arvioinnissa on kasvitaksonien jako ravinnekuormituksen sietokyvyn suhteen kestäviin ja herkkiin lajeihin.

Menetelmä käyttää arvioinnissa pelkästään uposkasveja, (mukaan lukien myös vesisammalet ja näkinpartaiset levät), koska jokivesissä helofyytit osoittavat suurta luonnollista vaihtelua. Menetelmän pohjana oleva laaja jokimakrofyyttiainesto on kerätty 100 m:n pituisilta tutkimusalueilta. Taksonien runsaudet on arvioitu viisiporraisella asteikolla (PME, Plant Mass Estimate) ja muunnettu referenssi-indeksin laskemista varten kvantitatiivisiksi arvoiksi (quantities)  $x^3$ -muunnoksella. Joet on tyyppitelty makrofyyttiainestoa käyttäen seitsemään eri tyyppiin, joista neljälle on tehty seuraava lajiston luokittelu:

- Lajiryhmä A: Referenssipaikeilla dominoivat, tyyppille ominaiset lajit (referenssilajit).
- Lajiryhmä B: Kaikki lajit, joilla on laaja ekologinen amplitudi eli joiden painopiste on kohtalaisesti kuormitetuilla alueilla (indifferentit). Alueen kuormituksesta riippuen lajiryhmän B lajit esiintyvät yhdessä vaihtelevissa määrin lajiryhmien A ja C kanssa.
- Lajiryhmä C: Lajit, jotka kasvavat vain harvoin referenssialueilla (tolerantit).



Kuva 2. Lajiryhmien jakautuminen tutkimusalueilla tyyppin sisällä (Schaumburg ym. 2004b). A=referenssilajit, B=indifferentit, C=tolerantit lajit.

Makrofyyttien lajikoostumuksen ja runsauden poikkeama verrattuna luonnontilaiseen referenssialueeseen lasketaan seuraavasti:

$$RI(S) = \frac{\sum_{i=1}^{nA} Q_{Ai} - \sum_{i=1}^{nB} Q_{Ci}}{\sum_{i=1}^{ng} Q_{gi}} * 100$$

$Q_{Ai}$ : lajiryhmän A kuuluvan taksonin i runsausarvo

$Q_{Ci}$ : lajiryhmään C kuuluvan taksonin i runsausarvo

$Q_{gi}$ : kaikkien lajiryhmien taksonin i runsausarvo

Tuloksena olevan indeksin arvot vaihtelevat +100:sta (vain A-ryhmän lajeja) –100:aan (vain C-ryhmän lajeja). Lisäksi ekologisen tilan arvioinnissa käytetään joissakin tapauksissa myös muita mittareita (lajimäärä, tasaisuus) ja C-ryhmän lajien määrä  $\geq 30\%$ ) (Schaumburg ym. 2004a, Schaumburg ym. 2004b).

Menetelmää on sovellettu Rebecca-tutkimushankkeessa ja se näyttää soveltuvan osin myös Suomen järviin. Menetelmä soveltuu melko hyvin vesiin, jossa fosforipitoisuus kuvaa suoraan rehevöitymistä, mutta näyttää toimivan huonommin humusvesissä ja voimakkaasti alkaalisissa vesistöissä. Vaateliaisuusluokittelu sisältää myös lukuisia epävarmuustekijöitä eikä perustu useimmissa tapauksissa suoriin kenttähavaintoihin.

### Pohjoismaiset maastomenetelmät

Yhteiseksi pohjoismaiseksi menetelmäksi jokien makrofyttiseurantaan VPD:n vaatimuksia varten on suositeltu linjamenetelmää, jossa 100 m:n jokiosuudelle tehdään 6-10 joen yli ulottuvaa linjaa (Skriver 2001). Jokainen linja koostuu viereen sijoitetuista 0,25 m x 0,25 m näytealoista. Linjoja tehdään niin monta, että niiltä saatava näytealojen määrä on vähintään 100. Näin saadaan luotettava pohja tilastollista käsittelyä varten. Jos joki on syvä ja siinä on isoja kasvittomia alueita, tehdään katkonainen linja, joka aloitetaan joen kummaltakin puolelta ja analysoidaan kasvillisuuden ulkorajalle asti. Jokaiselta linjalta merkitään ylös sammal- ja putkilokasvilajit. Vesikasvien havainnoinnissa käytetään apuna vesikiikaria. Jokaiselta kohteelta lasketaan lajien suhteelliset frekvenssit näytealoilla. Linjat tulisi jakaa syvyysvyöhykkeittäin ja laskea frekvenssit tiettyä syvyysvyöhykettä kohti. Seuranta suositellaan tehtäväksi 3-5 vuoden välein. Usein tulvivissa joissa vuosittainen seuranta voi olla tarpeen luonnollisten lyhytaikaisvaihteluiden selvittämiseksi (Skriver 2001). Kuvattu menetelmä sopii parhaiten rauhallisesti tai heikosti virtaaviin jokiin. Optimaalinen syvyys menetelmän toimimiselle on 0-1,0 m (Naturvårdsverket 2002). Menetelmää käytetään jokien makrofyttiseurannoissa sekä Tanskassa (Skriver ym. 1999) että Ruotsissa (Naturvårdsverket 2002).

Ruotsissa on käytetty jokivarsien lajirunsausten riippuvuussuhteiden selvittämisessä 200 m:n pituisia jokiosuuksia, joita on ollut kymmeniä jokea kohti. Niiltä on merkitty muistiin putkilokasvilajisto kevään korkean veden ja kesän matalan veden väliseltä vyöhykkeeltä (geolitoraalista) (esim. Nilsson 1983, Nilsson ym. 1989, Malm Renöfelt ym. 2005). Koska tutkittu pinta-ala vaihtelee menetelmää käytettäessä törmän jyrkkyyden ja vedenkorkeuden vaihteluvälin mukaan, on pinta-alan vaihtelusta johtuvia eroja lajirunsaudessa korjattu käyttämällä muunnettua lajirunsausta, jossa lajirunsaus = lajimäärä/näytealan pinta-alan  $\log^{10}$  (Nilsson ym. 1989). Samaa maastomenetelmää on käytetty verrattaessa jokien säännöstelyn pitkäaikaisvaikutuksia jokien rantakasvillisuuteen (Nilsson ym. 1991).

## Kotimaiset menetelmät

### Järvet - maastomenetelmät

Pohjoismaisia makrofyyttien tutkimusmenetelmiä on koottu 80- ja 90-lukujen vaihteessa ympäristöhallinnossa (Niemi 1990). Kirjallisuuskatsauksessa kuvattiin suuri joukko eri menetelmiä, joita oli sovellettu suomalaisissa tutkimushankkeissa. Seuraavissa kappaleissa käsitellään viime vuosina yleisesti käytössä olleita menetelmiä, joiden hyvät ja huonot ominaisuudet on koottu myös taulukkoon 4.

Vesipuidedirektiivin edellyttämää seurantaan varten on Life Vuoksi –projektissa (2001-2004) kokeiltu ja kehitetty järvien rantavyöhykkeen kasvillisuuden seurantaan soveltuvia maastomenetelmiä sekä numeerista ja visuaalista ilmakuvatulkintaa. Maastomenetelmien osalta vertailussa oli mukana kolme linjamenetelmää sekä aluekartoitusmenetelmä. Ilmakuvaosassa puolestaan verrattiin numeerista ja visuaalista tulkintamenetelmää (Leka ym. 2003).

#### Linjamenetelmät

Suomessa ei ole ollut käytössä yhtenäistä tapaa kasvillisuuslinjojen tekemiseen, vaan linjojen leveys, sijainti, keskinäinen etäisyys ja lukumäärä ovat vaihdelleet paljon. Määrävinä tekijöinä ovat olleet tutkimusalueen laajuus, yhtenäisyys ja rantaviivan pituus (Niemi 1990).

**Päävyöhykelinjamenetelmässä** käytetään 5 m:n levyisiä linjoja. Linja jaetaan osiin eli päävyöhykkeisiin rajaamalla ne kasvillisuuden päälomuotojen perusteella ja jakoa voidaan tarvittaessa tarkentaa valtalajin tai –lajien mukaan (kuva 3). Päävyöhykelinjoilla yleisyys on arvioitu käyttäen prosenttiasteikkoa ja tämän jälkeen runsaus keskimääräisenä peittävyysprosenttina 1 m<sup>2</sup> alalta niiltä osilta (ruuduilta), joilla lajin yleisyyden arvioinnissa katsottiin esiintyvän (Vallinkoski ym. 2004). Menetelmän eduiksi on havaittu tarkkoihin paikkatietoihin perustuva sijainnin toistettavuus, tiedot kasvillisuuden vyöhykkeisyydestä, syvyystiedot sekä kohtuullisen vertailukelpoiset lajien runsausarviot. Huonoiksi puoliksi on todettu harvinaisten ja niukkojen lajien havaitsematta jääminen tutkittavan pinta-alan pienuuden vuoksi (Leka ym. 2003).

Päijänteen säännöstelyn kehittämistutkimuksessa (Hellsten 2000) on kuvattu päävyöhykelinjaa muistuttavaa **vyöhykelinjamenetelmä**, jossa linjat ovat leveydeltään 20 m. Kunkin lajin yleisyys arvioidaan sen kasvuvyöhykkeeltä seitsenasteikolla. Vyöhykelinjamenetelmässä tutkittavat vyöhykkeet voivat olla limittäisiä ja linja alkaa aina metsä- ja tulvavyöhykkeen rajalta. Menetelmää käytetään yleisesti säännöstelyn kehittämisselvityksissä (esim. Hellsten ym. 2002).

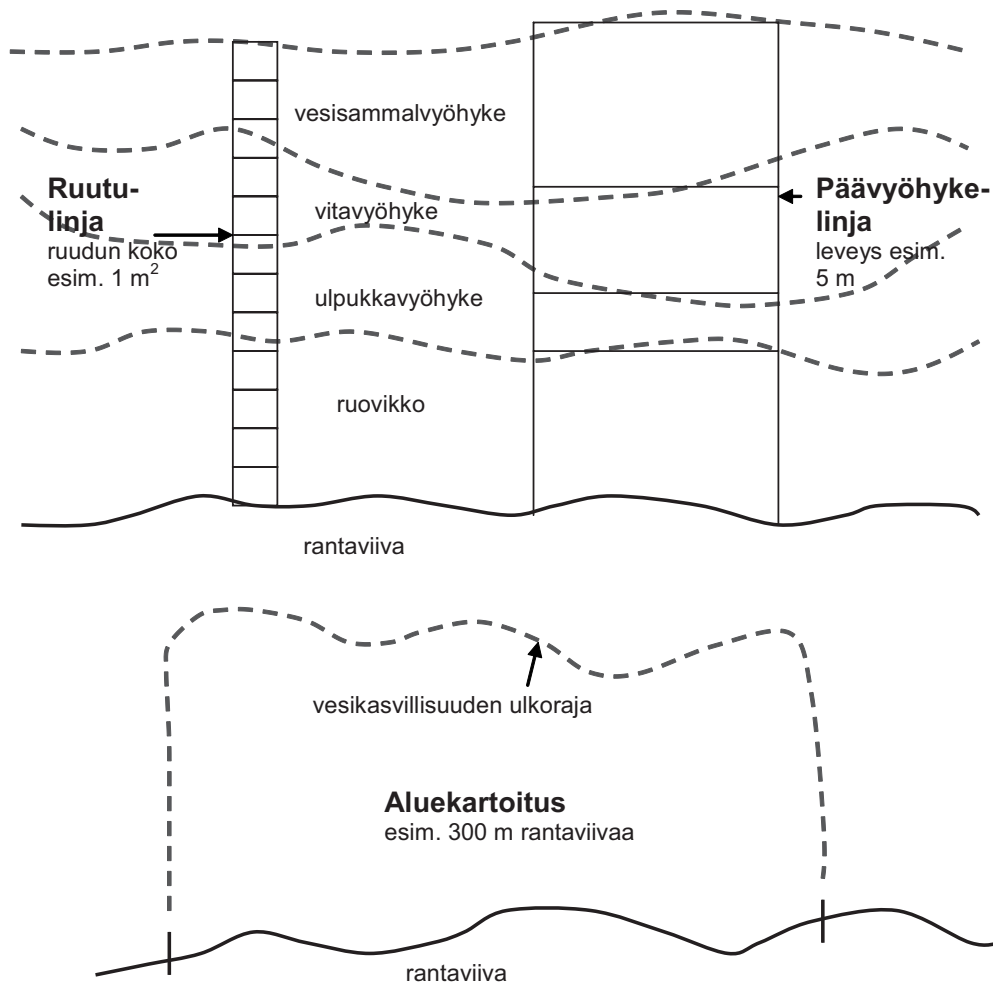
**Biologitoimisto Jari Venetvaaran** kehittämässä menetelmässä tutkitaan viiden metrin levyisiä linjoja, jotka koostuvat peräkkäisistä näytealoista (Venetvaara ym. 1993). Näytealojen loppupisteet ovat 10 cm (matalat ja savisameat järvet) tai 20 cm (kirkkaat järvet) syvemmällä kuin alkupiste. Näytealojen rajaamisessa käytetään tarvittaessa myös kasvillisuuden tyyppin muuttumista. Linja loppuu, kun vesi ei enää syvene ja/tai kasveja ei enää tavata. Näytealoilta merkitään muistiin kaikkien putkilokasvien, vesisammalten ja näkinpartaisten levien runsaudet joko seitsen- tai kuusiportaisella asteikolla. Jos ei ole mahdollista arvioida peittävyyttä, tulisi versojen tiheys arvioida seitsenasteikolla käyttäen keskimääräistä 50 x 50 m:n alaa. Venetvaaran menetelmä on nimetty pohjoismaiseksi standardiksi ja sillä kerätyn aineiston käsittelyyn on laadittu kehittynyt Najas©-ohjelmisto. Life Vuoksi –hankkeessa menetelmä todettiin hieman päävyöhykelinjaa hitaammaksi. Lisäksi päävyöhykelin-

menetelmän aluejako elomuotojen mukaan on koettu ekologisesti mielekkäämmäksi kuin Venetvaaran menetelmässä käytetty jako syvyyden mukaan (Leka ym. 2003).

**Ruutulinjamenetelmässä** käytetään 1 m<sup>2</sup>:n tai 0,25 m<sup>2</sup>:n kokoisia näytealoja (kuva 3), joilta lajien peittävyys arvioidaan prosenttiasteikolla, esimerkiksi +, 1, 5, 7, 10, 15, 20,30,...90, 100 %. Menetelmää on käytetty laajalti myös varhaisemmissa tutkimuksissa, mikäli vyöhykkeisyyden selvittämistä on pidetty tärkeänä (Mäkirinta 1978, Hellsten ym. 1989). Etelä-Savon ympäristökeskuksessa tehdyssä menetelmien kehittämistutkimuksessa (Virola 2000, Leka 2001) näytealat tehtiin jokaiselta metriltä tai kasvillisuuden ollessa yhtenäistä joka toiselta metriltä. Ruutulinjamenetelmä huono puoli on sen hitaus, lisäksi vyöhykelinjoihin verrattuna niiltä löytyy vähemmän lajeja.

### Aluekartoitus

Aluekartoitus on perinteinen mm. Mariston (1941) käyttämä menetelmä. Menetelmässä valitaan suhteellisen leveä osuus rantaviivaa, joka tutkitaan vesirajasta vesikasvillisuuden ulkorajalle. Leka ym. (2003) ovat käyttäneet rantaviivan suunnassa 350-550 m:n pituisia alueita (kuva 3). Alueelta merkitään muistiin kaikki havaitut lajit ja arvioidaan niiden runsaus ja/ tai yleisyys. Menetelmän hyviä puolia ovat sen helppous ja nopeus. Paikallisten muutosten havaitsemista kuitenkin haittaa tarkkojen paikka- ja syvyystietojen puuttuminen. Uposkasvien osalta aluekartoitusmenetelmä on todettu epätarkaksi ja runsausarvioinnin virhemarginaalit suuriksi (Leka ym. 2003). Toisaalta sitä on pidetty osin linjamenetelmän täydentäjänä mahdollisimman kattavan otoksen saamiseksi lajikoostumuksesta (Leka ym. 2007)



Kuva 3. Kaaviokuva ruutulinja-, päävyöhykelinja- ja aluekartoitusmenetelmistä (Leka 2005).

### **Koko järven tutkiminen**

Pienien järvien (0,5-200 ha) vesikasvilajistoa ja vesikasvillisuutta tutkiessaan Toivonen & Huttunen (1995) selvittivät koko vesikasvilajiston yleisyyden ja runsauden 7-asteikon avulla. Yleisyys arvioitiin lajin esiintymien osuutena järven rantaviivasta. Runsaus on arvioitu lajien edustavista kasvustoista sille tyypillisessä kasvillisuusvyöhykkeessä. Eräissä tapauksissa kasvillisuus on ollut niin harvaa, että kasvien määrä on peittävyuden lisäksi voitu arvioida myös yksilömäärinä (kts. Toivonen & Lappalainen 1980).

### **Näytealamenetelmät**

Näytealamenetelmää on käytetty mm. kasvisosiologisissa tutkimuksissa, joita Suomessa on tehnyt pääasiassa Mäkirinta (1978). Mäkirinnan käyttämässä menetelmässä 25 m<sup>2</sup>:n kokoisilta näytealoilla arvioitiin kasvillisuuden peittävyys viideltä neliömetrin kokoiselta osaruudulta. Näytealoja tehtiin säännöllisin välein olevilta tutkimusalueilta (Mäkirinta 1978).

Seurantatutkimuksissa voidaan käyttää pysyviä näytealoja, jotka merkitään maastoon (Hellsten & Riihimäki 1996). Pysyvät näytealat valitaan yleensä mahdollisimman edustavilta rannoilta. Esimerkiksi Inarinjärven säännöstelyn kehittämiseen liittyvässä seurannassa on käytetty terästangoihin merkittyjä neliömetrin suuruisia näytealoja seurattaessa säännöstelyn vaikutuksia kasvillisuuden monimuotoisuuteen (Ahola ym. 2004). Menetelmä on tarkka, mutta näytealojen paikantaminen rantavyöhykkeellä on erittäin vaikeaa ja aiheuttaa usein merkittäviä virheitä.

### **Ilmakuvaus**

Ilmakuvatulkinnan avulla voidaan kartoittaa pääasiassa kelluslehtisten ja ilmaversoisten kasvien esiintymistä. Tulkinnan tulos esitetään kasvillisuuskarttana, jonka pohjalta on mahdollista laskea erilaisia muuttujia kuten eri kasvustotyyppien pinta-ala ja kasvittumisaste. Menetelmä soveltuu hyvin kasvillisuuden ajallisen ja alueellisen vaihtelun seurantaan, ja sillä pystytään dokumentoimaan esimerkiksi rehevöitymisen vaikutuksia.

Ilmakuvatulkinta voidaan tehdä joko visuaalisena tai numeerisena tulkintana, joista ensimmäinen antaa taksonomisesti tarkempaa tietoa, mutta jälkimmäinen on nopeampi. Numeerisessa tulkinnassa vesikasvillisuuden ryhmittely luokkiin perustuu valon eri aallonpituusalueille eli kanaville ominaisten heijastusarvojen vaihteluun kasvustotyypeittäin. Vesikasvillisuuden ryhmittely tehdään tietokoneavusteisesti tilastollisin menetelmin (Valta-Hulkkonen ym. 2003b, 2005). Visuaalisessa tulkinnassa kasvillisuus tunnustetaan ilmakuvilta silmämääräisesti esim. perustuen kohteiden fyysisiin ominaisuuksiin. Eri tulkintamenetelmät voidaan myös yhdistää (Valta-Hulkkonen ym. 2003a). Visuaalinen ilmakuvatulkinta koostuu sekä maastossa tehdystä havainnoinnista vesikasvien (ilmaversoiset, kelluslehtiset) esiintymisestä että ilmakuvatulkinnasta ja digitoinnista. Maastossa tutkimusalueen kasvillisuutta havainnoidaan esim. veneestä tai maalta käsin ja havainnot kasvillisuuden sijoittumisesta ja lajikoostumuksesta merkitään ilmakuvalle tai sen kopiolle. Tulkinnassa käytettävät ilmakuvat voivat olla joko digitaalisia tai paperikuvia, ehdoton edellytys kuitenkin on, että ne ovat vaakakuvia. Parhaiten eri kasvillisuustyyppit ja eri vesikasvilajien muodostamat kasvustot erottuvat väärävärikuivilta. Edellytyksenä onnistuneelle tulkinnalle on lisäksi oikeaan aikaan kesästä tehty kuvaus ja kuvien häiriöttömyys. Paperikuvia käytettäessä kuvat skannataan ja oikaistaan koordinaatistoon digitointia varten. Luokiteltaessa kasvillisuutta paperikuivilta, on suositeltavaa käyttää apuna stereolaseja, jolloin kasvillisuutta voidaan tarkastella kolmiulotteisesti. Tulkinnassa kiinnitetään huomiota kasvillisuuden väriin, muotoon, kokoon, pintarakenteeseen, ja sijaintiin. Menetelmää on viime vuosina sovellettu säännöstelyn kehittämiselvityksissä (Partanen & Hellsten 2005).



Visuaalisessa ilmakuvatulkinnassa kelluslehtinen ja ilmaversoinen kasvillisuus saadaan ryhmiteltyä yleensä lajitasolle. Poikkeuksena jotkut lajit saattavat olla vaikeita erottaa keskenään, samoin sekakasvustot ovat vaikeasti tulkittavia. Lajitason tietoa häviää, jos joudutaan käyttämään useita lajeja yhdistäviä luokkia. Menetelmän rajoituksena on, että se soveltuu huonosti vedenalaisen ja erittäin harvan kasvillisuuden kartoittamiseen. Kirkasvetisissä järvissä ongelmia aiheutuu usein pohjaheijastuksesta. Ilmakuvatulkintamenetelmän toistettavuuden on havaittu olevan suhteellisen hyvä. Linjamenetelmiin verrattuna sillä voidaan havaita luotettavammin ilmaversoisten ja kelluslehtisten runsausmuutoksia (Leka ym. 2003)

Numeerisen ilmakuvatulkinnan menetelmiä on selvitetty Life-Vuoksi hankkeen yhteydessä ja kooste aiheesta löytyy Leka ym. (2003) raportista. Yleisesti ottaen numeerisella tulkintamenetelmällä vesikasvillisuus luokitui kasvuston ilmiön ja tiheyden perusteella lähinnä elomuodoittain. Taksonomisesti visuaalinen tulkinta tuotti numeeriseen tulkintaan verrattuna tarkempaa tietoa vesikasvillisuudesta, mutta numeeriseen tulkintaan tarvittiin puolestaan vähemmän aikaa.

Laadukkaan ja vesikasvillisuustutkimukseen parhaiten soveltuvan ilmakehän aineiston hankkimiseksi kuvauksia varten Life-Vuoksi hankkeessa laadittiin seuraavat kriteerit (Valta-Hulkkonen ym. 2004):

- 1) Kuvausajankohta ajoittuu vesikasvillisuuden runsaimpaan esiintymiseen (keskimäärin heinäkuun puolivälistä syyskuun alkupuolelle).
- 2) Auringon korkeuskulma (horisonttitasosta) vähintään 33°, pitkien rannan kasvillisuutta peittävien puiden varjojen sekä voimakkaan peiliheijastuksen välttämiseksi (taulukko 5).
- 3) Tuulen nopeus enintään 4 m/s, korkean aallokon välttämiseksi.
- 4) Ilmakuvien pituuspeitto 80 %, peiliheijastuksen eliminoimiseksi.

Taulukko 4. Vertailu makrofytyttutkimuksissa käytetyistä maastomenetelmistä. Taulukkoon on koottu yleisimpiä Suomessa käytettyjä maastomenetelmiä.

Menetelmä	Vahvuudet	Heikkoudet
Päävyöhykelinja	<ul style="list-style-type: none"> <li>nopeasti tietoa laajahkon alueen lajistosta tarkat paikkatiedot (toistettavuus)</li> <li>saadaan pääkasvustojen esiintymissyvyydet</li> <li>kuvaa hyvin vedenkorkeuden vaihtelun ja avoimuuden vaikutuksia</li> <li>laajalti vertailuaineistoa</li> <li>runsausarviointi prosenttasteikolla mahdollistaa joustavan aineiston käsittelyn (vrt. vyöhykelinja)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tutkittavan pinta-alan pienuus (lajeja jää havaitsematta)</li> <li>informaatiota syvyydjakaumasta niukasti tilastollisesti arveluttava</li> </ul>
Vyöhykelinja	<ul style="list-style-type: none"> <li>helppo toteuttaa</li> <li>nopeasti tietoa laajahkon alueen lajistosta</li> <li>saadaan pääkasvustojen esiintymissyvyydet</li> <li>kuvaa hyvin vedenkorkeuden vaihtelun ja avoimuuden vaikutuksia</li> <li>aajalti vertailuaineistoa suurista järvistä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tutkittavan pinta-alan pienuus (lajeja jää havaitsematta)</li> <li>Informaatiota niukasti</li> <li>tilastollisesti arveluttava</li> <li>runsausarviointi puuttuu</li> </ul>
Venetvaaran linja	<ul style="list-style-type: none"> <li>nopeasti tietoa laajahkon alueen lajistosta</li> <li>standardimainen aineiston käsittelytapa</li> <li>saadaan pääkasvustojen esiintymissyvyydet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>jako osa-alueisiin syvyyden mukaan ei ekologisesti yhtä mielekäs kuin jako vyöhykkeiden mukaan</li> <li>hidas verrattuna vyöhykelinja menetelmiin</li> <li>tilastollisesti arveluttava</li> </ul>
Ruutulinja	<ul style="list-style-type: none"> <li>perusteellinen</li> <li>laaja ekologinen aineisto</li> <li>helppo perusmenetelmä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>linjat vaikea sijoittaa uudelleen samoille paikoille</li> <li>hidas ja työläs</li> <li>tutkittava pinta-ala pieni (lajeja jää havaitsematta)</li> <li>tilastollisesti vaikea &gt; ruudut lähellä toisiaan, n = linjojen lukumäärä!</li> </ul>
Aluekartoitus	<ul style="list-style-type: none"> <li>helppo ja nopea</li> <li>tutkittava pinta-ala iso (havaitaan runsaasti lajeja)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tarkat paikka- ja syvyydet puuttuvat</li> <li>epätarkka uposkasvien osalta</li> <li>runsausarvioinnin virhemarginaalit suuria</li> </ul>
Näytealat	<ul style="list-style-type: none"> <li>tilastollinen käsittely vakaalla pohjalla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eri habitaattien erot hankalia</li> <li>satunnaisvalinta vaikeaa &gt; syvyydyöhykkeet?</li> </ul>
Pysyvät näytealat	<ul style="list-style-type: none"> <li>lajiston tarkka seuranta helppoa</li> <li>objektiivisuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ruutuja vaikea löytää</li> <li>muut ruutumenetelmien ongelmat</li> <li>kallis</li> </ul>
Ilmakuvaus	<ul style="list-style-type: none"> <li>luotettava ja kattava kuva ilmaversoisten ja kelluslehtisten runsausmuutoksista</li> <li>hyvä toistettavuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>soveltuu huonosti vedenalaisen ja harvan kasvillisuuden kartoittamiseen</li> <li>pohjaheijastus aiheuttaa ongelmia kirkasvetisissä järvissä</li> <li>lajitason tietoa saattaa hävitä, jos joudutaan käyttämään usean lajin yhdistäviä luokkia</li> </ul>

### 3.3.2.

## Järvet - aineiston käsittely

Euroopan yhteisön Vesipolitiikan puitedirektiivi (VPD) nimeää jokien ja järvien ekologisen tilan seurannassa vesikasvien eli makrofytytien (suomennoksessa vesikasvillisuuden) koostumuksen ja runsaussuhteet yhdeksi ekologisen tilan luokittelun laadulliseksi tekijäksi. Biologisten laatutekijöiden VPD:n mukainen luokittelu tapahtuu vertailemalla eri laatutekijöiden kunkin muuttujan havaittuja arvoja referenssi- eli vertailuvesistöjen perusteella määriteltyihin tyyppille ominaisiin, "odotettuihin" arvoihin. Näin saadaan ekologinen laatusuhde (ELS), joka ilmaisee havaittujen ja odotettujen (O/E, observed/expected) arvojen suhdetta toisiinsa. EQR:n saamille arvoille (0-1) asetetaan luokkarajat vastaamaan direktiivissä sanallisesti kuvailtuja viittä luokkaa erinomaisesta huonoon (Taulukko 5). Tämänhetkisen käsityksen perusteella

arvojen jako luokkiin tehdään siten, että erinomaisen ja hyvän tilan välinen raja-arvo muodostuu vertailuvesistöjen prosenttipisteestä 75 (alakvartiili) ja sen alapuolella olevat raja-arvot jaetaan tasavälisesti neljään jäljellä olevaan luokkaan.

Taulukko 5. Vesipuidedirektiivin mukaiset järvien ja jokien ekologista tilaa koskevat määritelmät makrofytytien ja fytobentoksen eli pohjalevästön perusteella.

Ekologinen tila	Tilan määritelmä
Erinomainen tila	Taksonikoostumus vastaa täysin tai lähes täysin häiriintymättömiä olosuhteita. Ei havaittavia muutoksia makrofytytien ja fytobentoksen keskimääräisissä runsaussuhteissa.
Hyvä tila	Vähäisiä muutoksia makrofytytien fytobentoksen taksoneissa ja niiden runsaussuhteissa verrattuna tyyppille ominaisiin yhteisöihin. Kyseiset muutokset eivät osoita fytobentoksen tai korkeamman vesikasvillisuuden lisääntynyttä kasvua, joka johtaisi ei-toivottuihin muutoksiin vesieliöstössä tai veden tai sedimentin fysikaalis-kemiallisessa laadussa.
Tyydyttävä tila	Makrofytytien ja fytobentoksen taksonikoostumus eroaa kohtalaisesti tyyppille ominaisista yhteisöistä ja on muuttunut merkittävästi enemmän kuin hyvää tilaa vastaavissa olosuhteissa. Kohtalaisen selviä muutoksia makrofytytien ja fytobentoksen keskimääräisissä runsaussuhteissa
Välttävä tila	Suurehkoja muutoksia makrofytytien ja fytobentoksen taksonikoostumuksessa ja keskimääräisissä runsaussuhteissa. Makrofytytti- ja fytobentosityhteisöt eroavat merkittävästi niistä, jotka tavallisesti liitetään kyseiseen pintavesimuodostumatyyppiin häiriintymättömissä olosuhteissa.
Huono tila	Vakavia muutoksia makrofytytien ja fytobentoksen taksonikoostumuksessa ja keskimääräisissä runsaussuhteissa. Puuttuu suuri osa niistä makrofytytti- ja fytobentosityhteisöistä, jotka tavallisesti liitetään kyseiseen pintavesimuodostumatyyppiin häiriintymättömissä olosuhteissa.

Vesipuidedirektiivissä ekologisen tilan määritelmät ja siten myös seurattavat muuttujat kohdistuvat lähinnä lajikoostumukseen ja runsaussuhteisiin. Muutoksia taksoneissa ja runsaussuhteissa verrataan tyyppille ominaisiin yhteisöihin hyvän ja tyydyttävän tilan määritelmässä.

Luokitteluun valittavien biologisia laatutekijöitä kuvaavien muuttujien tulee olla luotettavia ja riittävän herkkiä, mutta toisaalta myös kustannustehokkaita. Kustakin laatutekijäryhmästä olisi syytä käyttää arvioinnissa useampaa kuin yhtä laatutekijää kuvaavaa muuttujaa, koska eri muuttujat luonnehtivat erilaisia asioita biologisista tekijöistä. Erilaisten indeksien ja suhteellisten runsauksien avulla pystytään havaitsemaan helpommin erilaisista paineista aiheutuvia lievempiä vaikutuksia kuin pelkän kokonaislajimäärän avulla (Vuori ym. 2006).

Viime vuosina makrofytytien ekologista tilaa kuvaavia muuttujia on selvitelty laajalti Life-Vuoksi hankkeessa (Leka ym. 2003). Pienten järvien tuloksia ovat koonneet Leka ym. (2003) ja Vallinkoski ym. (2004), säännöstelyjärvien osalta Keto ja Marttunen (2003) sekä historialliseen aineistoon perustuen Leka ym. (2008). Vuori ym. (2006) ovat em. tutkimusten perusteella tarkastelleet erilaisten muuttujien soveltuvuutta järvien ekologisen tilan luokitteluun (Taulukko 6). Vallinkoski ym. (2004) havaitsivat parhaiksi lajikoostumusta ilmaisevia mittareiksi lajimäärän ja tyyppille ominaisten taksonien osuuden. Myös lajiston samankaltaisuus todettiin hyväksi, tosin vaikeammin tulkittavaksi.

Taulukko 6. Arvio vesikasvillisuuden tilaa kuvaavien muuttujien soveltuvuudesta järvien ekologisen tilan luokitteluun (Vuori ym. 2006).

Muuttuja	Soveltuvuus ja käyttökelpoisuus
<b>Lajistokoostumus</b>	
Lajimäärä	Soveltuu vähähumuksisiin tyypeihin kuvaamaan rehevöitymistä, mutta lajimäärä alkaa laskea rehevöitymisen edetessä. Käyttö vaatii suurta asiantuntemusta ja erilaatuisten aineistojen yhdenmukaistamista.
Typille ominaiset lajit	Yleislajien suuri määrä heikentää tulosta. Soveltuu kuitenkin varauksin samantyyppisten järvien vertailuun.
Lajikoostumuksen samankaltaisuus	Erottelee hyvin maantieteellisesti lähellä olevat kuormitetut ja luonnontilaiset järvet toisistaan, mutta tulkinnallisesti hankala
Typpilajien suhteellinen määrä	Soveltuvuus melko hyvä, mutta lajimäärän väheneminen erittäin rehevissä olosuhteissa
<b>Runsas</b>	
Kasvittuneen rannan osuus	Menetelmä kuvaa hyvin rehevöitymistä, mutta vaatii tuekseen syvyyskartta-aineiston sekä ilmakuvauksen. Vuosien välinen vaihtelu ja tulkinta-ajankohta voi vaikuttaa lopputulokseen merkittävästi.

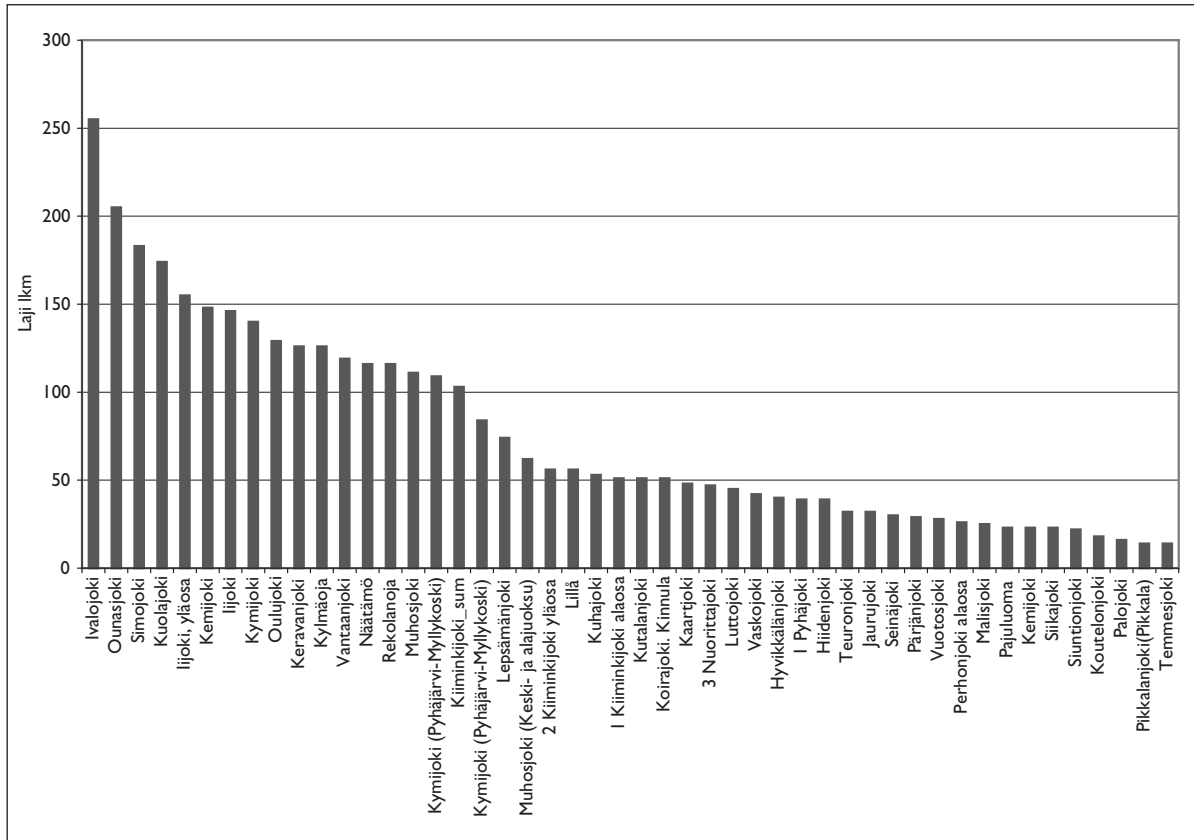
### 3.3.3

#### Joet - maastomenetelmät

Jokivesissä kasvavien makrofytytien pitkäjänteinen tutkimus on Suomessa vähäistä. Järjestelmällisiä makrofytyttiseurantoja ei käytännössä ole eikä myöskään vakiintuneita maastomenetelmiä tai aineiston käsittelyn menetelmiä. Suurin osa tutkimuksista on opinnäytetöitä ja ne keskittyvät tavallisimmin yhden joen putkilokasvilajiston kartoittamiseen. Koska sekä käytetyt menetelmät että lajimääritystaso ja -tarkkuus vaihtelevat huomattavasti, on vanhojen aineistojen hyväksikäyttö ekologisen tilan luokittelussa vaikeaa. Jokitutkimuksen tason ja laajuuden vaihtelua kuvastaa hyvin SYKESissä vuonna 2003 aloitettu tietojen kokoaminen, joka on ulotettu merkittävimpien yliopistokirjastojen tietokantoihin ja myös vanhoihin taustatietoihin (Hellsten ym. 2005). Esimerkiksi kasvillisuusselvityksissä löydetty lajimäärä vaihtelee tapauksesta riippuen muutamasta lajista yli 250 lajiin ilmentäen samalla tutkimusalueen ja -vyöhykkeen rajaukseen liittyviä ongelmia (kuva 4).

Simojoki Life -hankkeessa (Kerätär ym. 2003) ja "Vesipolitiikan puitedirektiivin toimeenpanon valmistelu rakennetuissa jokivesistöissä" -hankkeen Muhosjoen tapaututkimuksessa (Hellsten ym. 2005) on sovellettu Nilssonin (1983) kehittämää menetelmää (ks. luku 3.2.2). Tutkimukset on tehty kulkemalla noin 200 metrin matka sekä uoman tulvavyöhykettä että varsinaista uomaa. Havaittujen kasvilajien yleisyys on arvioitu 7-portaisella asteikolla (Simojoella vain tulvavyöhykkeeltä) poiketen siten Nilssonin menetelmästä, jossa tutkimusalueilta on tehty ainoastaan lajiluettelo. Havaintoihin on otettu mukaan kaikki uomassa ja tulvavyöhykellä olevat lajit. Nilssonin menetelmää on täydennetty keräämällä sammalnäytteitä koskessa ristiin rastiin liikkuen. Tutkimusalueilta on mitattu lisäksi tulvavyöhykkeen leveys ja korkeus.

Simojoki Life -projektin kokemusten perusteella on ehdotettu koemielessä seuranta-alueen lyhentämistä 100 metriin tutkimukseen kuluvan ajan vähentämiseksi. Lisäksi on ehdotettu harkittavaksi otantaan perustuvaa näytealojen kartoitusta, tosin tämän on arvioitu mahdollisesti lisäävän työmäärää liiaksi. Kasvillisuusaineistoa on ehdotettu täydennettäväksi RHS-menetelmän (River Habitat Survey) tai muun CEN-standardin mukaisen menetelmän avulla (Kerätär ym. 2003).



Kuva 4. Jokien kasvillisuustutkimusten lajimääriä (Hellsten ym. 2005). Osassa tutkimuksista on otettu mukaan myös rantakasvit, osassa pelkät vesikasvit.

Yhteenvedona voidaan todeta jokien maastomenetelmä kehityksen olevan erittäin puutteellista, koska mitään aihetta koskevaa yleistutkimusta ei ole ollut. Esimerkiksi tutkittavan jokiosuuden pituuden ja lajimäärän välistä riippuvuussuhdetta ei tiedetä. Keski-Euroopassa käytetään yleisesti 100 metrin osuuksia, mutta todennäköisesti ne eivät toimi niin hyvin Suomen vähälajisilla jokialueilla. Todennäköisesti jokien makrofyttikoostumusta ei tulla käyttämään laajalti ekologisessa luokittelussa johtuen juuri menetelmällisistä puutteista.

### 3.3.4

#### Joet – aineiston käsittely

Jokien makrofyyttejä käsitellään direktiivin mukaan samalla tavoin kuin järvissäkin (ks. luku 3.2.2.). Yleisesti ottaen myös joissa tulee tarkastella taksonikoostumusta, runsautta ja haitallista runsastumista. Muuttujat voivat periaatteessa olla samoja kuin järvissä. Järvien tilan ekologisen tilan arvioinnissa käytettyjen menetelmien toimivuutta jokivesistöissä tulisi testata.

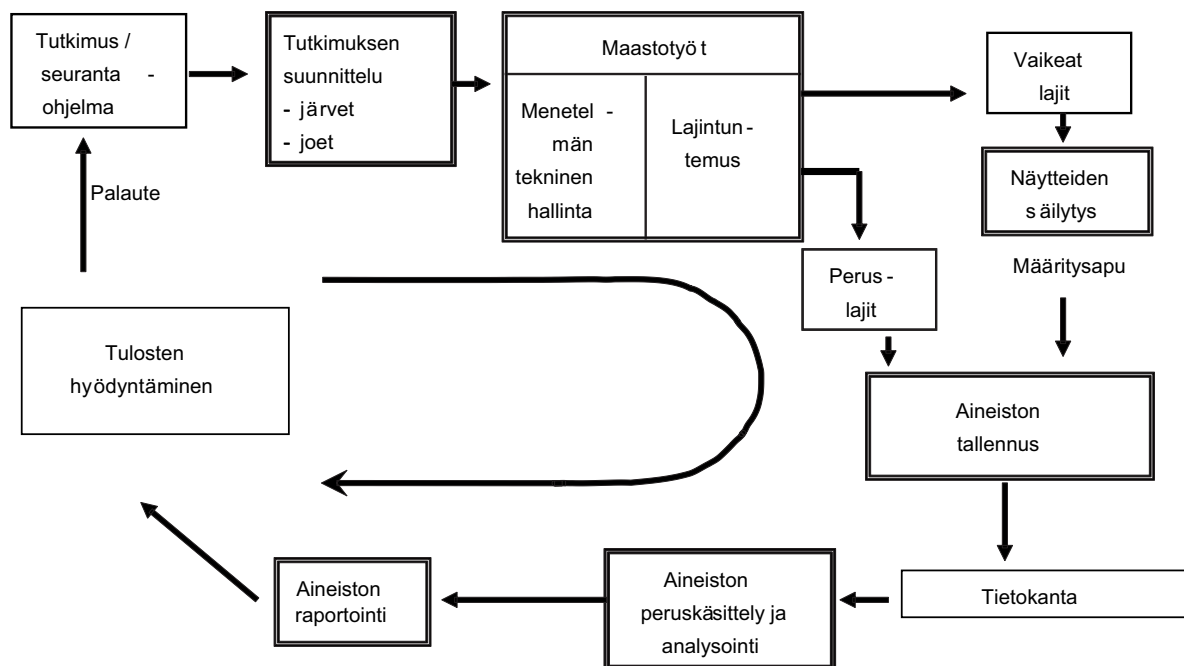
Tähän mennessä jokien arviointiin soveltuvia menetelmiä on testattu erittäin alustavasti pienellä aineistolla mm. Oulujoen patoaltailla, Muhosjoella, Simojoella, sekä Näätämöllä ja Kuolajoella (Vuori ym. 2006).

## 4. Tärkeimpien menetelmien kuvaukset ja suositukset

4.1

### Johdanto

Makrofytyttutkimus jakautuu useaan eri vaiheeseen, joissa tehtävät toimenpiteet virheineen vaikuttavat kokonaisuuden muodostumiseen (Kuva 5). Kaaviota voidaan käyttää ohjeena makrofytyttutkimuksen ja -seurannan työvaiheiden erottelussa ja laadunvarmistuksen suuntaviivoja määrittäessä. Kaaviota tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon eri vaiheiden osittainen päällekkäisyys ja riippuvuus toinen toisistaan. Perusoletuksena kuitenkin on, että menetelmänä on CEN-standardia mukaileva linja-perustainen menetelmä, jolla pystytään tuottamaan kokonaisvaltainen VPD:n vaateet täyttävä kuva lajistosta ja sen runsaussuhteista.



Kuva 5. Makrofytyttutkimuksen työvaiheet Luotolan & Väisänen (2004) kaaviota mukaellen.

## Järvien makrofyttiselvityksen kuvaus vaiheittain

### Suunnittelu

#### Taustaselvitykset

Tutkimuksen suunnittelua varten kerätään tutkittavasta järvestä tarpeellista tietoa mm. karttatarkasteluin. Tutustutaan kohteeseen peruskartta-aineiston ja mahdollisen syvyyskartan avulla ja paikannetaan tärkeimmät habitaatit kuten tulo- ja lähtöuomien suut, lahdet, avoimet, tuulelle alttiit rannat ja saaret. Jos mahdollista, tehdään kohteella pilottitutkimus. Tutustutaan järven vedenlaatutietoihin ja mahdollisiin aikaisempiin vesikasvillisuusselvityksiin. Paikannetaan todennäköiset kuormituslähteet peruskartan ja maankäyttöaineistojen avulla.

Selvitetään ympäristöhallinnon Hertta-tietojärjestelmän Eliölajit-osasta, maastolomakearkistoista ja aikaisemmista kasvillisuusselvityksistä, onko alueelta tiedossa uhanalaisten, direktiivilajien tai rauhoitettujen lajien esiintymiä. Jos etukäteen voidaan olettaa, että alueella saattaa olla rauhoitettua lajistoa ja tutkimuksessa käytetään harausmenetelmää tai rauhoitettujen lajien tunnistaminen vaatii näytteenottoa, haetaan hyvissä ajoin poikkeuslupaa alueellisen ympäristökeskuksen luonnonsuojelusta vastaavalta yksiköltä. Lupaa on mahdollista hakea myös useammalle vuodelle kerrallaan. Lajien rauhoitussäännöksiä on käsitelty tarkemmin luvussa 4.4.2. Hankitaan tiedot mahdollisista suojelualueista, suojelluista luontotyypeistä (luonnontilaisista hiekkarannoista) ja erityisesti suojeltavien lajien rajatuista kasvupaikoista. Selvitetään, onko alueella liikkuminen tai kasvinäytteiden otto luvanvaraista. Luonnonsuojelualueilla ja Natura-alueilla tehtävistä tutkimuksista kannattaa aina informoida valtionmaiden osalta alueen haltijaviranomaista ja yksityismaiden osalta alueellisen ympäristökeskuksen luonnonsuojelusta vastaavaa yksikköä.

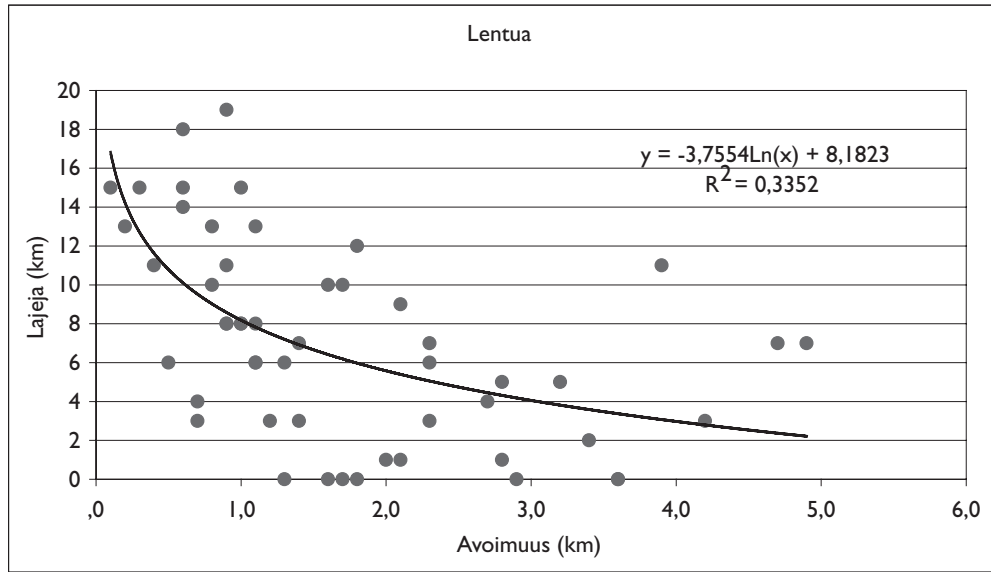
Ennen tutkimusta on myös hyvä selvittää, mikä on uhanalaisten ja luontodirektiivin liitteen II lajien seurantarave vesi- ja rantakasvien osalta tutkimusalueella. Etenkin jos alueellinen ympäristökeskus tekee molemmat seurannat, olisi ne kokonaisuuden kannalta järkevä yhdistää.

#### Linjojen sijainnin ja määrän valinta

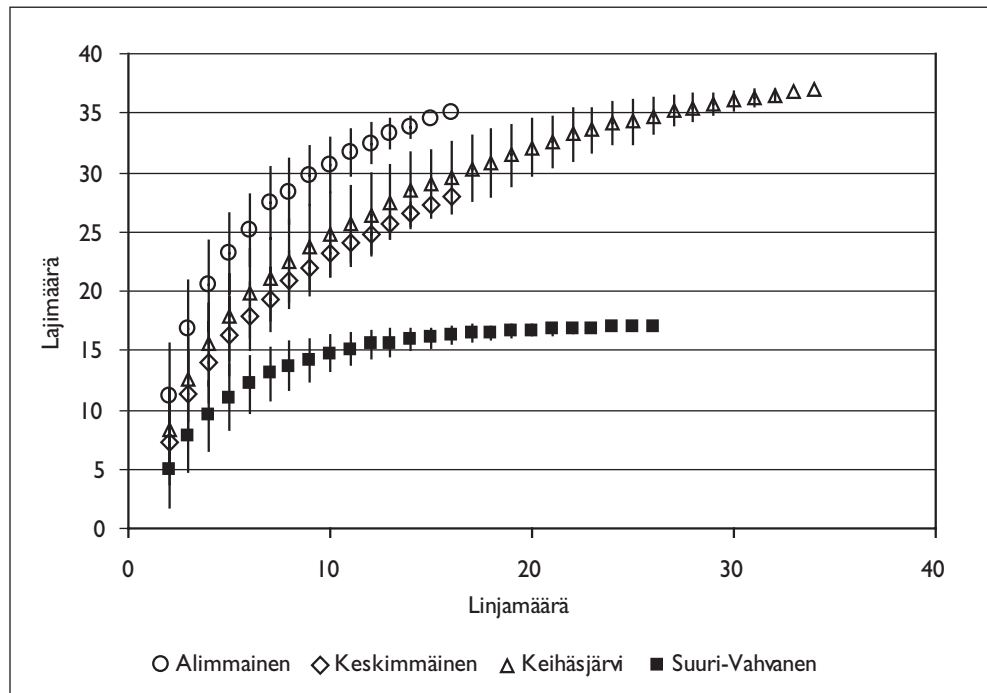
Lajimäärä voi järven eri osissa vaihdella luontaisestikin huomattavasti, mikä on huomioitava linjamäärää ja linjojen sijoittamista suunniteltaessa. Merkittäviä lajimäärään vaikuttavia tekijöitä ovat avoimuus (Kuva 6) ja pohjan laatu. Jensénin (1977) käyttämän linjamäärän numeerinen määrittelytapa on havaittu hyväksi suhteellisen pienillä järvillä (Leka ym. 2003), mutta suurilla järvillä linjojen määrä nousee hyvin suureksi eikä menetelmä ota huomioon rantatyyppiä, joka huomioimalla linjojen määrää on mahdollista selvästi pienentää suurilla järvillä (ei linjoja esim. avoimille kivikko- ja kalliorannoille).

Lajimäärä kasvaa kuitenkin selvästi linjojen määrän kasvun myötä kuten kuvaan 7 koottu esimerkki Life-Vuoksen järvissä osoittaa. Leka ym. (2003) ovat ehdottaneet VPD:n mukaisiin makrofyttitutkimuksiin linjamäärän vakioimista seuraavasti: pienet alle 5 km<sup>2</sup> järvet: 15 linjaa ja keskikokoiset 5-40 km<sup>2</sup> järvet: 25 linjaa. Suuret järvet jaettaisiin osa-alueisiin ja käytetään samaa kokoluokkakajakoa kuin edellä.

Toisaalta kasvillisuuden vyöhykkeisyyttä kuvaavia linjoja (runsausarvioita) voitaisiin tehdä vain rantatyypeiltä, joissa vyöhykkeisyys on selvimmin kehittynyt, kun taas lajistotietoa voitaisiin kerätä muilta edustavilta alueilta. Menetelmää ei valitettavasti ole testattu riittävästi toistaiseksi.



Kuva 6. Avoimuuden ja lajilukumäärän suhde Kuhmon Lentua-järvellä (Hellsten 2001).



Kuva 7. Linjamäärän vaikutus havaittuun vesikasvien lajimäärän kertymiseen pienillä, vähähumuksisilla järvillä (Leka ym. 2003). Virhepalkit kuvaavat keskihajontaa.



Jos samalla järvellä tehdään muita tutkimuksia rantavyöhykkeellä (esim. perifyton, pohjaeläimet), on syytä harkita onko tarpeen tehdä tutkimukset samoilla paikoilla. Lisäksi linjojen sijoittamisessa kannattaa huomioida järven vedenlaatuhavaintopaikkojen sijainti niin, että vesikasviseuranta ja vedenlaatuhavainnot kuvaavat suunnilleen samaa aluetta.

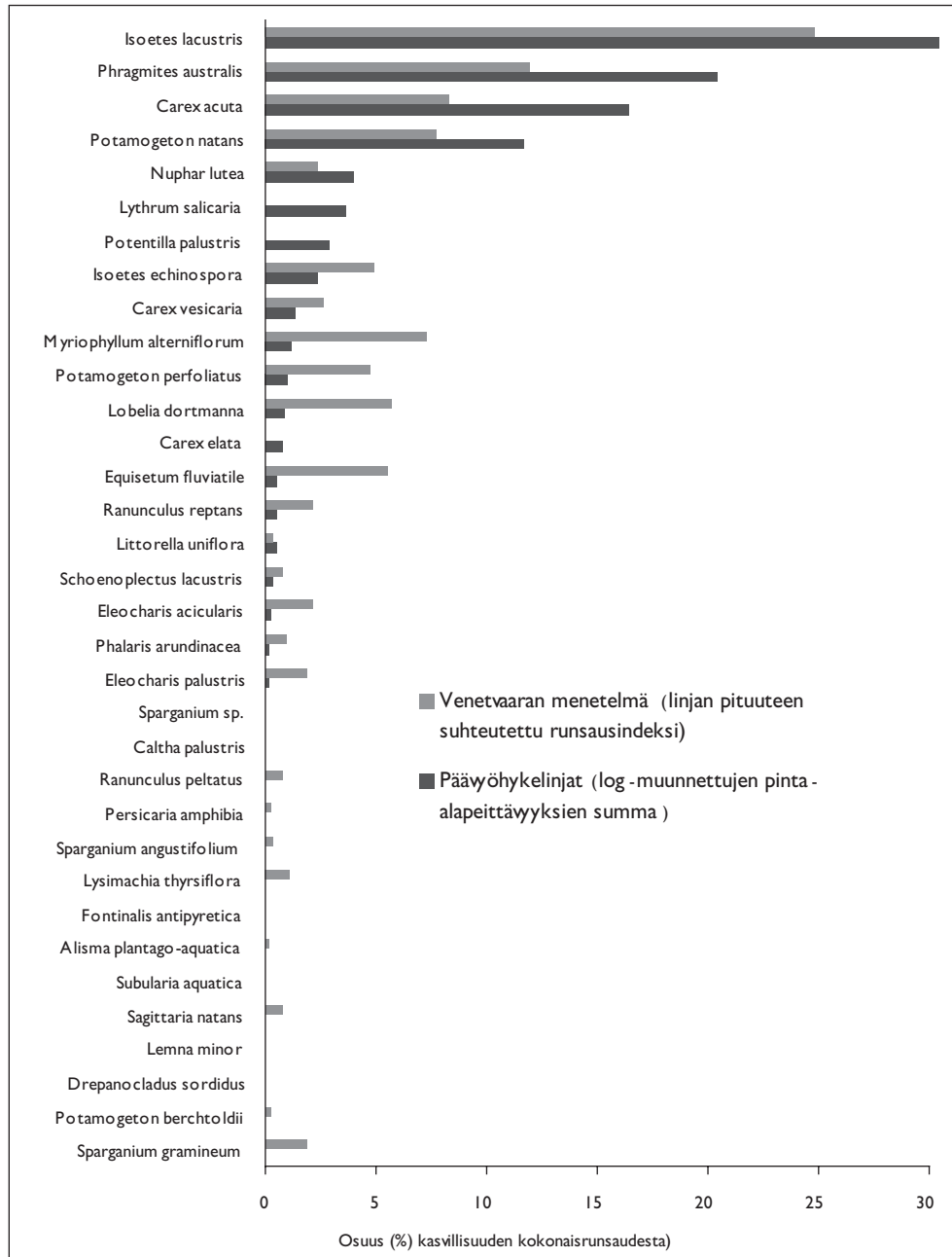
#### 4.2.2

### Maastotyö linjamenetelmällä

Lajiston kokonaisvaltaiseksi havainnoimiseksi ja mahdollisimman suuren tehokkuuden saavuttamiseksi on syytä käyttää linjamenetelmää, joka voi olla esimerkiksi edellä mainittu päävyöhykelinjamenetelmä tai Venetvaaran menetelmä. Life Vuoksi-hankkeen menetelmävertailuissa (2001-2003) päädyttiin suositteluun maastotutkimusmenetelmäksi päävyöhykelinjamenetelmää (Leka ym. 2003). Life Vuoksi-hankkeen jälkeen päävyöhykelinjamenetelmää on edelleen arvioitu käyttämällä sitä laajemman järvijoukon ekologisen tilan arvioinnissa (Vallinkoski ym. 2004). Lisäksi vuosina 2004-2005 on arvioitu päävyöhykelinjaan liittyvää havaitusjoiden välistä vaihtelua ja vertailtu edelleen menetelmää muihin mahdollisiin maastotutkimusmenetelmiin kuten Venetvaaran menetelmään (kuva 8). Päävyöhykelinjan (tai sitä vastaavan osa-alueiden tutkimiseen perustuvan linjamenetelmän) hyvinä ominaisuuksina voidaan pitää sitä, että menetelmällä saadaan nopeasti tietoa laajahkon alueen lajistosta sekä kasvillisuuden vyöhykkeisyydestä ja pääkasvustojen esiintymissyvyydestä. Tarkkojen paikkatietojen ansiosta sijainnin toistettavuus on hyvä. Menetelmällä kerätty aineisto kuvaa hyvin myös vedenkorkeuden ja avoimuuden vaikutuksia. Päävyöhykelinjamenetelmää päädyttiin kuitenkin ympäristöhallinnon vuoden 2006 vesikasviseurannoissa saatujen kokemusten perusteella nopeuttamaan joiltakin osin. Kunkin lajin yleisyys ja peittävyys arvioidaan nopeutetussa menetelmässä vain kerran koko linjalle. Menettely yksinkertaistaa myös aineiston käsittelyä, mutta vertailukelpoisuus alkuperäisellä päävyöhykemenetelmällä tehtyihin aineistoihin säilyy. Menetelmä muistuttaa yleisyyden ja peittävyyden arvioinnin puolesta siten luvussa 3.3.1 kuvattua vyöhykemenetelmää.

On syytä huomata, että lajiston runsaussuhteista eri menetelmät tuottavat erilaisia tuloksia eikä eri menetelmiin perustuvia arvioita kasvillisuuden runsaussuhteista voi suoraan vertailla keskenään (kuva 8).

Yksinkertaistetulla päävyöhykelinjamenetelmällä tehtävän maastotyön vaiheet ja niihin liittyvä laadunvarmistus on esitetty taulukossa 7. Laadunvarmistuskohdat pätevät pääosin kaikkiin linjamenetelmiin ja suurelta osin myös jokimakrofyyttien seurannassa käytettäviin menetelmiin. Liitteessä 2 on ehdotus päävyöhykelinjamenetelmän standardilomakkeiksi.

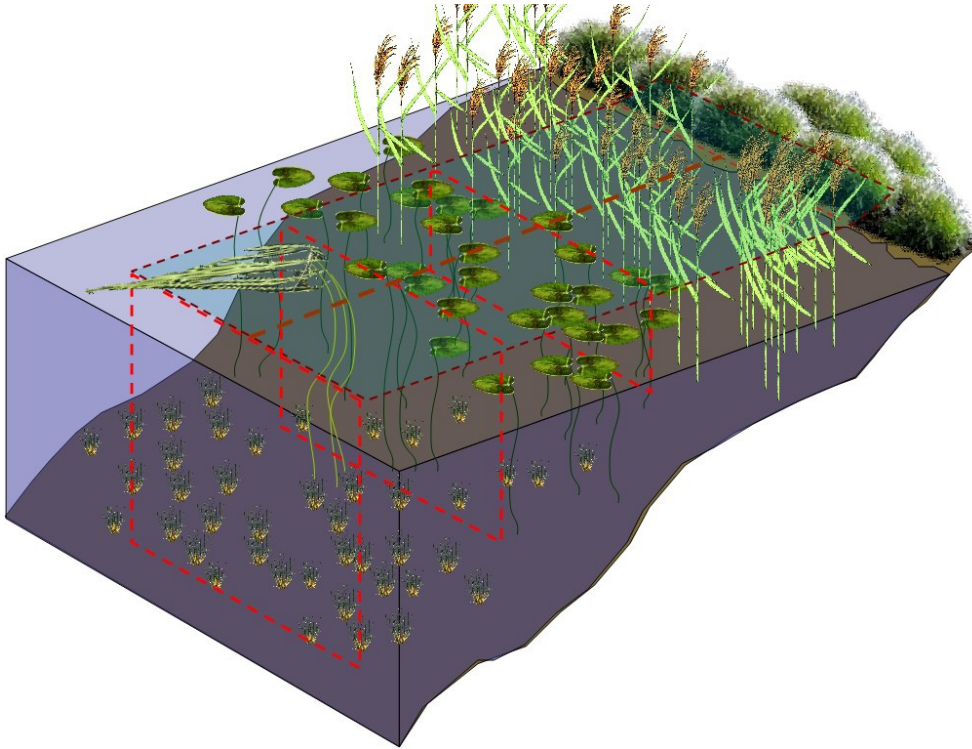


Kuva 8. Kallavedellä vuonna 2005 samoilla linjapaikoilla (yht. 9 linjaa) kahden eri linjamenetelmän tuottamat lajiston runsaussuhteet (Kanninen julkaisematon).

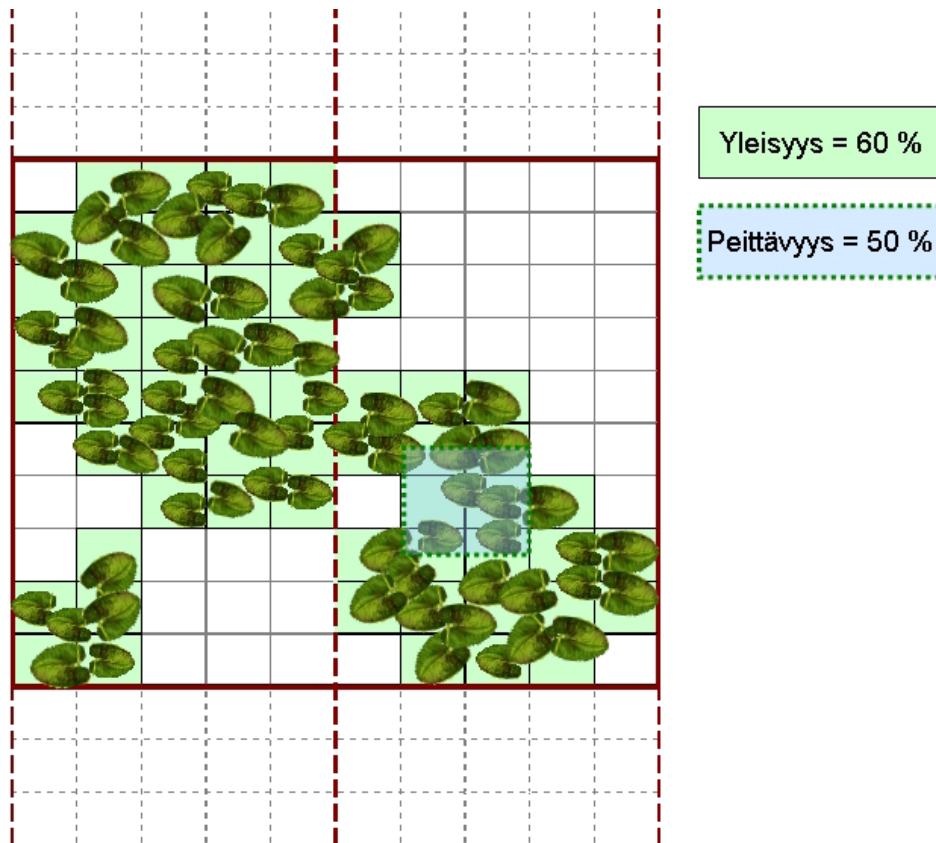
Taulukko 7. Päävyöhykemenetelmällä tehtävän maastotyön vaiheet ja niihin liittyvä laadunvarmistus.

Päävyöhykemenetelmä		
VAIHE	KUVAUS	LAADUNVARMISTUS
Maastotutkimuksen valmistelu	Tulostetaan/kopioidaan tarvittava määrä maastolomakkeita säänkestävälle paperille. Myös näytetietoja varten voidaan laatia etukäteen pienet maastossa täytettävät laput. Kootaan maastossa tarvittavat tutkimusvälineet ym. varusteet (ks. Taulukko 8). Jos kyseessä on toinen seurantakerta, linjan GPS-koordinaatit ladataan GPS-laitteeseen.	Käytetään standardilomakkeita.
Linjatutkimus maastossa	Maastotöiden paras ajoitus on Suomessa heinäkuun puolivälistä elokuun loppuun. Lämpösummasta riippuen työt voidaan aloittaa Etelä-Suomessa heinäkuun alussa ja niitä voidaan jatkaa syyskuun loppupuolelle.	Tutkimusryhmään tulee kuulua vähintään kaksi henkilöä. Vähintään yhdellä ryhmän jäsenellä (vastuututkija) tulee olla koulutus menetelmästä ja vesimakrofyttien tunnistamisesta sekä hyvä kokemus makrofyttitutkimusten tekemisestä. Henkilöiden tulee olla vuosittaiseen interkalibrointiharjoitukseen osallistuneita. Maastotutkimuksia ei tule tehdä kovalla tuulella tai voimakkaalla sateella.
Linjan paikantaminen ja suuntaaminen, perustiedot linjasta	Etsitään linjan alkupisteen paikka ja paikannetaan se GPS-laitteella. Myöhemmillä seurantakerroilla voidaan paikantamisessa käyttää apuna valokuvia ym. sijaintitietoja. Ensimmäistä kertaa tutkittavan linjan alkupisteen GPS-koordinaatit kirjoitetaan ylös lomakkeisiin. Linja rajataan maarannan puolella siten, että linja alkaa tulvarajalta, joka näkyy maastossa yleensä metsä- ja rantakasvillisuuden vaihtumisalueena. Jos kyseessä on uusi linja, alkupiste satunnaistetaan mahdollisuuksien mukaan valitsemalla alkupisteeksi sopiva, maastosta erottuva maamerkki. Ellei sopivaa maamerkkiä löydy, alkupiste merkitään työn ajaksi kepillä, nauhalla tms. soveltuvalla maastomerkillä. Suunnataan linja kohtisuoraan rannasta järvelle päin ja merkitään ylös linjan kompassisuunta. Linjan suuntaamisessa voidaan käyttää apuna erilaisia maastomerkkejä kuten kiviä, puita jne., kuitenkin niin että linja asettuu kohtisuoraan rantaviivaan vasten. Noin 10-20 metrin päähän alkupisteen maamerkistä (esim. ruokovyöhykkeen ulkolaitaan) asetetaan keppi tai poiju, jota käytetään apuna linjan suuntaamisessa. Täytetään lomakkeisiin linjan perustiedot ja rantahabitaatin kuvaus.	Linjan sijainnin toistettavuuden ja vyöhykemittausten tarkkuuden kannalta tarkkan mittauksen mahdollistava GPS-laite on välttämätön. Differentiaalikorjatun sijaintitarkkuuden tulisi olla n. 1 metrin luokkaa. Suositeltavaa on käyttää paikantiedon keräämiseen tarkoitettua laitetta (esim. Trimble GeoXT tai GeoExplorer GPS-laitteen tarkkuusvaatimukset)
Valokuvat	Otetaan valokuvat linjan alkupisteestä järvelle päin ja loppupisteestä alkupisteeseen päin. Paikantamisen helpottamiseksi kannattaa ottaa vielä kuva järveltä alkupisteeseen päin noin 20 metrin etäisyydeltä. Linjan tiedot voidaan kirjoittaa esim. pyyhittävälle muistitaululle tai kalvolle, joka otetaan valokuvaan mukaan. Otetut valokuvat merkitään lomakkeeseen.	Kuva-ala tulee rajata siten että maamerkkien lisäksi kuvassa näkyy linjalle tyyppillinen kasvillisuus sekä riittävästi ympäröivää maastoa, mikä helpottaa linjan paikantamista myöhemmin. Digikameraa käytettäessä tulee tarkkuuden olla vähintään 3 megapikseliä (kuvakoko 2048×1536 pikseliä). Valokuvan otossa käytetään normaalipolttovalistuksen objektiivia. Kuvatiedostot nimetään järven, linjan ja kuvauspäivän mukaan ja tallennetaan kansioihin esim. järvittäin tai valuma-alueittain. Täyteen kuvatut filmit pakataan maastossa filmipurkkiin ja mukaan liitetään tieto miltä tutkimusalueilta kuvat on otettu. Filmi kehitetään mahdollisimman pian maastotyövaiheen jälkeen. Valmiit valokuvat varustetaan tiedoilla järvestä, tutkimuspaikasta ja linjasta, kuvausajankohdasta sekä ilmoitetaan tutkimuksen tekijät. Valokuvat järjestetään kansioihin. Sekä digitaalisista että paperikuvista tehdään luettelot.

Päävyöhykemenetelmä		
VAIHE	KUVAUS	LAADUNVARMISTUS
Vyöhykkeisyys	Linja jaetaan päävyöhykkeisiin kasvillisuuden elomuotoryhmien ja valtalajin tai –lajien mukaan seuraavasti: rantakasvillisuus, ilmaversoiset (esim. saraikko, kortteikko, ruovikko), kelluslehtiset, uposlehtiset, pohjalehtiset, vesisammalet, irtokellujat ja keijijat (lähinnä sahalehtikasvustot tai karvalehtikasvustot) sekä sekakasvustot (esim. järviruoko-ulpukkakasvusto). Ks kuvat 3 ja 9. Vyöhykkeiden alku- ja loppupisteiden etäisyydet linjan alkupisteeseen mitataan puolen metrin tarkkuudella laseretäisyysmittarilla tai mittanauhalla. Vyöhykkeiden alku- ja loppupisteistä mitataan myös veden syvyydet. Linjan loppupisteen koordinaatit mitataan GPS-laitteella (tallennetaan koordinaatit).	
Linjan lajisto	Tutkittava alue on 2,5 m linjan keskikohdan eli alkupisteestä loppupisteeseen ajatellun suoran molemmin puolin. Linja käydään läpi kahlaten tai veneellä soutuena. Kahlatessa edetään linjan reunalta toiselle kävellen (”siksakkia”). Mitataan isojen pohjalehtisten ja uposlehtisten maksimisyydydet. Havainnoidaan kasvillisuutta tarvittaessa vesikiikarin, haran tai vedenalaisen kameran avulla. Harauksia tehdään puolen metrin syvyydellä rannansuuntaisesti. Merkittään ylös havaitut kasvilajit ja arvioidaan niiden yleisyydet ja peittävydet prosenttasteikolla (0,5, 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 40, ..., 100%). Yleisyys arvioidaan jakamalla linja kuvitteellisesti 100 osaan ja arvioimalla kuinka monella ruudulla ko. laji esiintyy. Peittävyys arvioidaan kasvuston keskimääräisenä peittävyysnä 1 m <sup>2</sup> :n alalta eli arviointi tehdään vain niiltä osa-alueen ruuduilta, joilla laji esiintyy (kuva 10).	Havainnointivälineistö on yksi keskeinen runsausarviointituloksiin vaikuttava tekijä. Haramallina tulee käyttää esimerkiksi Luther –tyyppistä haraa ja matalammassa vedessä jatkovarrellista, tiheäpiikkistä haravaa. Lisäksi esimerkiksi pohjalehtisten näytteenotossa matalassa vedessä on hyvä käyttää pientä, tiheäpiikkistä haravaa (haravanpään leveys n. 10 cm). Yksittäisten lajien poimimiseksi matalasta vedestä voidaan käyttää autotarvikeliikkeistä saatavaa mutterinpoimintatyökalua (”nipistin”). Vedenalainen kamera on osoittautunut hyödylliseksi erityisesti pohjalehtisten maksimikasvussyiden määrittämisessä sekä pohjalehtisten runsauden arvioinnissa.  Määrittystaso lajiluetteloiden (liitteet 3-5) mukaan.  Jos kasvillisuuden runsauteen vaikuttaa selvästi jokin luontainen syy esim. varjostus tai linjalla olevat suuret kivet, merkittään syy maastolomakkeelle.
Varmennusnäytteiden otto vaikeista lajeista.	Kasveista, joita ei pystytä maastossa määrittämään tai määrittäminen on epävarma, otetaan näytteet esim. suljettaviin muovipusseihin. Varustetaan näytepusseilla tiedoilla järvestä, linjasta ja keräysajankohdasta. Merkittään lomakkeisiin otetut näytteet ja arvioidaan runsaudet ja yleisyydet myös näistä lajeista. Jos näytteitä on paljon, ne kannattaa nimetä ja numeroida lomakkeisiin esim. seuraavasti: Potamogeton 1 (pieni, kapealehtinen), Potamogeton 2 (iso, soikealehtinen) jne. Jos tutkimusalueella tavataan uhanalaisia lajeja, kirjoitetaan niiden esiintymätiedot uhanalaisten lajien maastolomakkeille (putkilokasvit/sammalet) ja toimitetaan alueellisen ympäristökeskuksen luonnonsuojelusta vastaavaan yksikköön tai SYKEN asiantuntijapalveluosaston luontoyksikköön. Ks. <a href="http://www.ymparisto.fi">www.ymparisto.fi</a> > luonnonsuojelu > lajien suojelu > uhanalaiset lajit > uhanalaisten lajien maastolomakkeet.	Jokainen näyte kannattaa laittaa omaan pussiin tai näytteet pussitetaan vähintäänkin linjoittain. Kasveista voi myös ottaa valokuvat myöhemmin tehtävän määrittämisen helpottamiseksi. HUOM! Rauhoitettujen lajien kerääminen edellyttää poikkeuslupaa (ks. luvut 4.2.1 ja 4.4.2). Jos kysymyksessä saattaa olla rauhoitettu laji, eikä poikkeuslupaa ole, ei oteta näytettä, vaan käytetään muita keinoja kuten kasvin valokuvaamista, piirroksia ja tuntomerkkien kuvailemista. Kasvupaikan koordinaatit mitataan, jotta määrittäminen voidaan käydä varmistamassa jällenpäin.
Kaavakuva	Piirretään linjasta kaavakuva, jossa näkyvät myös paikantamista helpottavat maamerkit.	
Muut tarvittavat näytteet ja tiedot linjoilta	Havainnoidaan pohjan laatu 1 m:n vakiosyvyydeltä 10 m <sup>2</sup> :alalta (eli linjan leveydeltä ja 1 metrin molempiin suuntiin vakiosyvyydestä). Näkösyvyys mitataan jokaisen linjan päätepisteessä (syvyydeltä jossa mittaus on mahdollinen ilman pohjakosketusta), mikäli järveltä ei ole muita vedenlaatuhavaintoja. Mahdollisesti myös johtokyvyn ja pH:n mittaus sekä näytepullo veden värin määrittystä varten.	Mikäli seurantaohjelmaan kuuluu vesikemiallinen näytteenotto vesikasvillisuuslinjoilta tai niiden läheisiltä syvänteiltä, näytteenotossa tulisi käyttää sertifioitua näytteenottajaa.
Tarkastus	Kirjoitetaan ylös työn päättymisaika ja tarvittavat lisätiedot. Tarkastetaan, että lomakkeen kaikki osat on täytetty, kaikkien havaittujen lajien runsaudet ayleisyydet on arvioitu, valokuvat otettu sekä näytteet pussitettu ja varustettu tarvittavin tiedoin.	Kirjoitetaan lisätietoina mahdolliset poikkeamat tutkimuskäytännöstä ja perustelut poikkeamisille. Merkittään ylös mahdolliset työn tarkkuuteen vaikuttaneet tekijät kuten säätila ja epänormaali vedenkorkeus ja arvioidaan niiden vaikutus.



Kuva 9. Linja jaetaan päävyöhykkeisiin kasvillisuuden elomuotoryhmien ja valtalajin tai -lajien mukaan. Kuvassa ylimmän vyöhykkeen muodostavat ilmaversoiset, seuraavan kelluslehtiset ja syvimmän pohjalehtiset.



Kuva 10. Yleisyyden ja peittävyuden arviointiperiaate päävyöhykelinjamenetelmässä.

Taulukko 8. Päävyöhykelinjamenetelmällä tehtävässä makrofytytitutkimuksessa käytettävät välineet ja tarvikkeet.

- tutkimussuunnitelma/ tutkimuskäytäntö/ menettelytapa
- eri mittakaavaisia kartoja:
  - tiekartta kohteelle löytämiseksi
  - peruskartta tai sen kopio, johon on merkitty linjat
  - suurennettuja peruskarttakopioita maastossa tehtäviä muistiinpanoja varten (esim. 1:10 000 tai 1:5000)
- ilmakuva kopio, jos käytettävissä
- maastolomakkeita sääpaperille tai vedenpitävälle paperille kopioituna
- lyijykyniä, terottimia/ varalyijyjä ja vedenpitäviä tusseja
- erikokoisia suljettavia muovipusseja näytteitä varten
- määritysoppaita
- aikaisemmissa tutkimuksissa havaittujen lajien luettelot/ kopiot maastolomakkeista, mahdolliset aiemmin tehdyt kasvillisuuskartat
- GPS-laite (12-kanavainen DGPS-laite)
- kompassi
- kamera
- vesikiikari (ja vedenalainen kamera)
- haroja (Luther-hara, jatkovarrellinen (3-4 m), tiheäpiikkinen harava sekä pieni, tiheäpiikkinen harava (haravanpään leveys 10 cm, varsi n. 1,5 m)
- suurennuslasi (luppi)
- mahdollinen näytteenottoväline pohjan laadun määrittämistä varten
- laseretäisyysmittari (sekä lasermittausta varten tähyslevy) ja/ tai mittanauha
- keppi tai poiju
- mittakeppi syvyysmittauksia varten, ellei haran varressa ole mitta-asteikkoa
- kahluuhousut
- veneilyliivit/ pelastusliivit kaikille tutkimusryhmän jäsenille
- ensiapupakkaus
- vene

Mahdollisesti myös

- valkolevy, johtokyky mittari, pH-mittari, vesinäytepullo
- välineet vesinäytteiden ottoon

#### 4.2.3

### Näytteiden säilytys

Kerätyt vesikasvinäytteet tulisi mahdollisuuksien mukaan määrittää ennen kuivaamista. Jos tämä ei ole mahdollista, tulisi etukäteen merkitä muistiin sellaiset olennaiset tuntomerkit, joiden havainnoiminen on kuivasta kasvista vaikeaa.

Näytteet säilyvät muutamia päiviä muovipusseissa jääkaappilämpötilassa, mutta suositeltavinta on kuivata ne mahdollisimman pian. Kasvien kuivaamisessa noudatetaan Retkeilykasviossa (Hämet-Ahti ym. 1998) ja Suomen vesisammalkasviossa (Koponen ym. 1995) annettuja ohjeita. Uposkasvien kuivaaminen onnistuu parhaiten siten, että ne levitetään veteen upotetulle paperille. Kasvi nostetaan ylös vedestä loivassa kulmassa joko paperin päällä tai paperin alle sijoitetun levyn (tarjotin/styroks-levy/lauta) avulla. Verson asentoa korjataan tarvittaessa niin, että olennaiset tuntomerkit näkyvät. Päälle voidaan asettaa esim. kuitupaperipala. Näyte on suositeltavaa asettaa vielä huokoisen paperiarkin väliin. Kasvin keruutiedot kirjoitetaan kuivausarkille. Näytteiden väliin asetetaan riittävästi sanomalehtiä tai imupapereita. Rypistymisen estämiseksi kasvit kuivataan joko telapuris-

timessa tai kahden levyn välissä painon alla. Kuivien papereiden vaihdosta huolehditaan riittävän usein. Sammalnäytteet kuivataan esimerkiksi pussiksi taitellun paperiarkin sisällä ilman painoa tai kevyen painon alla. Näytteet määritytetään tarvittaessa ulkopuolisilla asiantuntijoilla. Tunnistetuista näytteistä kannattaa kerätä kokoelma, jotta jatkossa voidaan verrata niihin uusia näytteitä. Yliopistoiden kasvimuseot ottavat näytteitä mielellään vastaan myöhempää määrittystä varten. Näytteiden keruupaikka tulee kirjata huolellisesti ylös erillisten ohjeiden mukaisesti (<http://www.fmnh.helsinki.fi/kasvimuseo/prassi/index.htm>)

Makrofyyttejä voidaan myös säilöä erilaisin menetelmin, kuten etyylialkoholiin tai Strasburgerin sekoitukseen (1:1:1 vesi:glyseroli:96%etanoli). Näkinpartaisnäytteiden säilömiseen voidaan käyttää esim. 4 % formaliinia (Holmes ym. 1999) tai 75% alkoholia.

#### 4.2.4

### Aineiston tallennus

Maastolomakkeet ja -kartat, valokuvat ja tallennettu aineisto tulosteena samoin kuin raportit säilytetään siten, että ne ovat helposti myöhemmin löydettävissä. Suositeltava tallennusmuoto on esimerkiksi samassa kansiossa asianmukaisesti nimettyinä (tutkimus, järvi, vuosi).

Aineisto tallennetaan digitaalisesti mahdollisimman pian maastotutkimusten jälkeen. Koordinaattitietoina käytetään GPS-laitteeseen tallennettuja koordinaatteja virheiden minimoimiseksi. On suositeltavaa, että tallennuksen tekee maastotutkimukseen osallistunut henkilö. Tallennuksen virheettömyys tulisi tarkastuttaa toisella henkilöllä ennen aineiston käsittelyä. SYKEssä on käynnisteillä ns. vesikasvirekisteri-hanke, jonka tarkoituksena on luoda tietokanta, johon voidaan tallentaa ainakin ympäristöhallinnon vesikasviaineistot keskitetysti. Tällä hetkellä ympäristöhallinnon intranetissä (Toiminta ja tulokset > Vesienhoito > Luokittelu ja tyypittely > Aineistoja ja laskentaohjeita > Vesikasvit) on käytössä Excel-tilukkolaskentaohjelmalla tehty tallennuspohja, joka laskee tarvittavia lajiston runsausmuuttujia aineiston jatkokäsittelyä varten. Samalle pohjalle tallennetaan paitsi lajisto- ja vyöhykkeisyystiedot, myös muut linjoilta standardilomakkeille kerättävät tiedot.

Biologitoimisto Jari Venetvaaran kehittämä Najas-ohjelmisto muodostaa myös erään mahdollisen tallennuspohjan. Ohjelmisto soveltuu Venetvaaran oman menetelmän lisäksi myös muiden linjamenetelmällä tuotettujen tietojen tallentamiseen ja analysointiin. Najas-ohjelman avulla voidaan tuottaa nopeasti erilaisia raportteja ja lisäksi sillä käsitelty aineisto voidaan siirtää tarvittaessa myös muihin ohjelmistoihin. Ohjelmaa on testattu vuonna 2005 Pohjois-Savossa ja se osoittautui hyvin toimivaksi. Najas-ohjelmassa ei yhdellä havaintoalueella voida syöttää yhdelle lajille samanaikaisesti yleisyys ja peittävyysarvoja, vaan molemmat havainnot on tallennettava erikseen tai laskettava osa-aluekohtaisesti ennen aineiston syöttämistä. Tältä osin ohjelmisto ei suoraan sovellu päävyöhykelinjan arviointimenetelmällä käytettäväksi.

#### 4.2.5

### Aineiston peruskäsittely, analysointi ja raportointi

Aineiston peruskäsittely riippuu luonnollisesti sen käyttötarkoituksesta. Järvien luokittelussa käytettävää aineistoa voidaan käsitellä monella eri tavalla; tällä hetkellä suositeltavia tapoja eri muuttujien laskemiseksi on esitelty Vallinkosken ym. (2004) raportissa. Vesipolitiikan puitedirektiivin vaatimien seurantaohjelmien kohteet ja osin myös menetelmät ovat vielä suurelta osin avoimia, joten aineiston peruskäsittely ja analysointi on vielä kehittämisen kohteena. Ensimmäisestä vesienhoitosuunnitelmaa varten toteutetussa järvien ekologisessa luokittelussa on käytetty kolmea muuttujaa,

joiden laskentaohjeet ja periaatteet löytyvät ympäristöhallinnon intranetista (Toiminta ja tulokset > Vesienhoito > Luokittelu ja tyypittely > Aineistoja ja laskentaohjeita > Vesikasvit) sekä internetistä (www.ymparisto.fi > Ympäristönsuojelu > Vesiensuojelu > Vesienhoidon suunnittelu ja yhteistyö > Vesienhoitosuunnitelma ja toimenpideohjelma > Vesienhoidon materiaalia). Kaikissa käsittelyvaiheissa on kuitenkin syytä pitää koko tietojoukko mukana eikä kannata esimerkiksi poistaa harvinaisia lajeja käsittelystä.

#### 4.3

### Jokien makrofyttiselvityksen kuvaus vaiheittain

Kuten edellisissä kappaleissa todettiin, jokien makrofyttitutkimuksia on tehty hyvin vähän eikä menetelmien vertailua tai kehitystyötä ole tehty lainkaan. Raportin kirjoitusvaiheessa ei merkittävää kehitystoimintaa ole näkyvissä, esim. makrofyyttejä todennäköisesti oteta mukaan seurantaohjelmiin. Tässä raportissa ei siten anneta suosituksia seurannoissa käytettävistä menetelmistä eikä sen vaiheista.

#### 4.4

### Makrofyttilajisto

#### 4.4.1

#### Selvityksiin sisällytettävä lajisto

Järvien ja jokien vesikasvitutkimuksia käsittelevät CEN-standardit määrittelevät makrofytyt paljaalla silmällä nähtäviksi makeanveden suurkasveiksi, joihin kuuluvat kaikki akvaattiset putkilokasvit, sammalet, näkinpartaiset (Characeae) ja makroleväkasvustot. Standardeissa ei esitetä luetteloa tai tarkempaa määritelmää vesien putkilokasveille, joten luokittelussa ja seurannoissa käytettävä lajisto on ratkaistava maakohtaisesti.

Suomalaisissa makrofyttitutkimuksissa on useimmiten käytetty pohjana Linkolan (1932) esittämää lajiluetteloa sisävesien putkilokasveista lisäten luetteloon mm. suursarat ja näkinpartaislevät sekä tutkimuksen tarkoituksesta riippuen toisinaan myös joitakin rantakasveja (esim. Toivonen 1981). Linkolan (1932) mukaan kasvit voidaan jakaa varsinaisiin vesikasveihin eli hydrofyytteihin sekä vesikasveihin laajemmin käsitettynä. Hydrofytyt kasvavat kokonaan vedenalaisina ja korkeintaan niiden kukinto ulottuu vedenpintaan. Laajemmin ajateltuna vesikasveihin sisältyvät Linkolan (1932) mukaan kasvit, joiden kasvupaikkana ovat vallitsevasti vedet tai joita ainakin yleisesti tavataan verraten syvässäkin vedessä kasvavina ja silloin yleensä jossain määrin vesikasvupaikkaan mukaantuneina. Linkola (1932) on jättänyt vesikasviluettelosta pois mm. suokasveja, jotka kasvavat usein myös vedessä kuten suovehka, kurjenjalka, rentukka, myrkkyykeiso sekä raate. Samoin luettelosta puuttuvat suursarat sekä rannoilla kasvavia heiniä (esim. ruokohelpi ja luhtarölli) ja useita pääosin rannoilla kasvavia kaksisirkkaisia (mm. luhtalemmikki, rusokit ja rantayrtti).

Liitteissä 3-6 on esitetty ehdotus VPD:n mukaisissa vesikasviseurannoissa käytettäväksi putkilokasvien, vesisammalten ja näkinpartaisten lajiluetteloksi sekä SYKEN säännöstelyjärviä koskevissa tutkimuksissa käyttämä lajiluettelo. Ehdotusten pohjalta voidaan myöhemmin laatia CEN-standardien suosittamat tyyppikohtaiset luettelot. Vertailun vuoksi putkilokasvitaulukossa on esitetty Linkolan (1933), Uotilan (1979), Karttusen ja Toivosen (Vallinkoski ym. 2004) sekä (Leka ym. 2008) vesikasviluettelot. Osa em. luetteloissa esitetyistä lajeista kasvaa Suomessa ainoastaan murtovedessä ja



ne on jätetty pois tässä ehdotetusta luettelosta. Luettelon lajinimet auktoireineen ovat Retkeilykasvion (Hämet-Ahti ym. 1998) ja siihen tehtyjen täydennysten ja muutosten (Hämet-Ahti ym. 2005a ja 2005b) mukaisia.

#### 4.4.2

### Lajirauhoituksia koskevat säännökset luonnonsuojelulaissa

Tämän raportin liitteiden 3-5 taulukoissa on ilmoitettu lajin kuuluminen luonnonsuojeluasetuksen (160/1997) uhanalaisten, erityisesti suojeltavien ja rauhoitettujen lajien luetteloon. Em. tiedot ovat vuoden 2006 tammikuun alusta voimaan tulleen asetusmuutoksen (valtionneuvoston asetus luonnonsuojeluasetuksen muuttamisesta 913/2005) mukaisia. Myös kuuluminen luontodirektiivin (92/42/ETY) liitteen IV (b) lajeihin on mainittu. Liitteen 4 taulukossa on vain vesisammalkasviassa esitellyt vesisammallajit. Koska kyseiseen kasvioon ei ole sisällytetty kaikkia satunnaisesti vesissä kasvavia lajeja, liitteen 4 taulukko ei ole kattava uhanalaisten ja rauhoitettujen vesisammallajien suhteen.

Luettelot rauhoitetuista ja luontodirektiivin liitteen IV lajeista löytyvät mm. Hertta-tietojärjestelmän Eliölajit-osasta ja ympäristöhallinnon internet-sivuilla ([www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > luonnonsuojelu > lajien suojelu > rauhoitetut lajit > luonnonsuojeluasetuksessa rauhoitetut lajit sekä [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > luonnonsuojelu > lajien suojelu > lajien suojelu EU:n lintu- ja luontodirektiivissä > Suomessa esiintyvät lintu- ja luontodirektiivin lajit > Suomessa esiintyvät luontodirektiivin II, IV ja V liitteen lajit).

Luonnonsuojelulain (1096/1996) 42 §:n mukaan mukaan rauhoitetun kasvin tai sen osan poimiminen, kerääminen, irtileikkaaminen, juurineen ottaminen tai hävittäminen on kielletty. Sama koskee soveltuvin osin rauhoitetun kasvin siemeniä. Erityisesti suojeltavaksi voidaan luonnonsuojelulain 47 § mukaan säätää asetuksella sellainen uhanalainen eliölaji, jonka häviämishuhtka on ilmeinen. Erityisesti suojeltavan lajin säilymiselle tärkeän esiintymispaikan hävittäminen tai heikentäminen on kielletty. Mainittu kielto tulee voimaan, kun alueellinen ympäristökeskus on päätöksellään määritellyt erityisesti suojeltavan lajin esiintymispaikan rajat ja ilmoittanut siitä alueen omistajille.

Alueellinen ympäristökeskus voi luonnonsuojelulain 48 §:n mukaan myöntää luvan poiketa luonnonsuojelulain 42 § ja 47 §:n rauhoitussäännöksistä, jos lajin suojelutaso säilyy suotuisana. Jos hakemus koskee koko maata, poikkeuksen myöntää ympäristöministeriö. Luontodirektiivin liitteen IV (b) lajeja eivät kuitenkaan koske 48 §:n poikkeamissäännökset, vaan 49 §:n mukainen poikkeamissäännös, jonka mukaan alueellinen ympäristökeskus voi yksittäistapauksessa myöntää luvan poiketa 42 §:n kiellosta luontodirektiivin artiklassa 16 (1) mainituilla perusteilla.

Luonnonsuojelulain 49 §:n mukaan luontodirektiivin liitteessä IV (b) tarkoitettuihin kasvilajeihin kuuluvan yksilön, sen osan tai johdannaisen hallussapito, kuljetus, myyminen ja vaihtaminen sekä tarjoaminen myytäväksi tai vaihdettavaksi on kielletty. Alueellinen ympäristökeskus voi yksittäistapauksessa myöntää luvan poiketa 49 §:n kielloista luontodirektiivin artiklassa 16 (1) mainituilla perusteilla.

#### 4.4.3

### Määrittäjäkirjallisuus

Suomesta puuttuu vesien putkilokasveihin keskittyvä perusteellinen lajinmäärittäjäsovas. VPD:n edellyttämien makrofyttiseurantojen myötä tällaisen kasvion tarve tulee kasvamaan. Makrofyttitutkimuksissa käytettävä lajinmäärittäjäkirjallisuus on koottava useammasta julkaisusta, joista suositteluvia ensisijaisia lajinmäärittäjäsovas ovat seuraavat:

Putkilokasvit

Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T. & Uotila, P. (toim.) 1998: Retkeilykasvio. 4. painos. 656 s. Luonnontieteellinen museo, kasvimuseo.

Hämet-Ahti, L. Kurtto, A., Lampinen, R., Piirainen, M., Suominen, J., Ulvinen, T., Uotila, T. & Väre, H. 2005. Lisäyksiä ja korjauksia Retkeilykasvion neljänteen painokseen. – *Lutukka* 21:41-85.

Sammalet

Koponen, T., Karttunen, K. & Piippo, S. 1995. Suomen vesisammalkasvio. - *Bryobrothera* vol. 3:1-86.

Näkinpartaiset levät

Langangen, A., Koistinen, M. & Blindow, I. 2002. The charophytes of Finland.- *Mem. Soc. Fauna Flora Fenn.* 78: 17-48.

Näiden käyttöä puoltavat mm. tarkat levinneisyyskartat ja hyvät määrittäyskaavat. Alun perin kotimaisina kasvioina ne sisältävät vain Suomessa esiintyvää lajistoa eikä muualla esiintyvä lajisto hankaloita oikean lajin löytämistä. Määrittämisen tukena voidaan käyttää kuvakasvioita ja erilaisten lajintuntemuskurssien monisteita. Suositeltavimpana kuvakasviona voidaan pitää vuonna 2005 suomeksi ilmestynyttä *Suurta Pohjolan kasviota* (Mossberg & Stenberg 2005).

## 5. Laadunvarmistuksen kehittäminen

5.1

### Makrofyttiselvitysten suorittajatahot

#### Alueelliset ympäristökeskukset

Ympäristöhallinnon laboratorioverkon ohjausryhmän alueellisille ympäristökeskuksille tekemän kyselyn (Ympäristöhallinnon laboratorioverkon ohjausryhmä 2006) mukaan useassa aluekeskuksessa tehdään vesikasvillisuusseurantoja järvissä, muutamassa keskuksessa myös jokivesissä. Erilaisia linjamenetelmiä on käytössä yleisesti: lähinnä tehdään ruutulinjoja, mutta myös päävyöhyke- ja muita linjoja. Makrofyttiosaamista löytyy etenkin Pohjois-Savon ja Etelä-Savon ympäristökeskuksista, joissa on kehitetty ja testattu erilaisia makrofyttimenetelmiä useissa hankkeissa (mm. Life-Vuoksi). Kasvillisuuskartoitukset tehdään aluekeskuksissa edelleen yleisimmin pelkästään maastokartoitusten pohjalta, mutta joissakin keskuksissa tehdään myös visuaalisia ilmakuvatulkintoja. Digitaalisten kuvien harmaasävyeroihin perustuvia numeerisia tulkintoja tehdään Pohjois-Savon, Pirkanmaan ja Lapin ympäristökeskuksissa. Ilmakuvatulkinnossa käytetään sekä paperi-, digi- että diakuvia. Muita käytössä olevia menetelmiä ovat mm. aluekartoitukset ja lajistonselvitykset. Vesikasvillisuusseurantoihin käytettävissä olevat henkilöresurssit vaihtelevat aluekeskuksittain.

#### SYKE

Suomen ympäristökeskuksen Oulun yksikkö (entinen VTT Vesi- ja ekotekniikan ryhmä) on tehnyt runsaasti vesikasvillisuustutkimuksia aina vuodesta 1983 alkaen. Suurin osa töistä on keskittynyt säännöstelyihin järviin ja jokiin, mutta myös joitakin pieniä reheviä järviä on ollut kartoituksen kohteena. Menetelmäkehitystä on tehty myös laajalti, mutta töiden tilausluonteesta johtuen mitään varsinaista testausta ei ole tehty. Viimeisen kymmenen vuoden aikana on myös kehitetty ilmakuvien visuaalista tulkintaa (esim. Partanen & Hellsten 2005). Tutkimusten tekijät ovat pääsääntöisesti olleet biologeja ja maastotöiden teknisestä osaamisesta on vastannut sertifioitu näytteenottaja (iktyonomi).

SYKEN Helsingin yksikössä on toteutettu vesikasvien monimuotoisuutta mittaavia töitä aina 80-luvun alusta alkaen (nykyisin erityisesti luonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelma, LTO). Viime vuosina on myös Vesivarayksikköön (VES) kertynyt aihetta koskevaa osaamista.

#### Yliopistot ja konsulttitoimistot

Yliopistojen kasvimuseoilla on yleisöpalvelua eli he määrittävät maksua vastaan kasvinäytteitä. Vesisammalten asiantuntemusta on Luonnontieteellisen keskuksimuseon

kasvimuseossa sekä Oulun yliopiston kasvimuseossa. Luonnontieteellisen keskusmuseon kasvimuseon johtaja prof. Pertti Uotila on tunnettu vesien putkilokasvien asiantuntija ja on julkaissut maamme ainoan makrofyyttioppaan (Uotila 1979).

Helsingin yliopiston limnologian laitoksella on viime vuosina selvitetty makrofyyttejä osana laajaa Hiidenvesi-projektia. Myös Lammin biologisella asemalla on ollut aihetta käsitteleviä tutkimuksia.

Jyväskylän yliopiston Ympäristöntutkimuskeskus on tehnyt eräitä tilaustutkimuksia vesien makrofyyteistä. Muista konsulteista mainittakoon erityisesti Biologitoimisto Jari Venetvaara, joka on tehnyt monia makrofyyttitutkimuksia ja kehittänyt tutkimusmenetelmiä. Venetvaara on laatinut TEKESin rahoituksella ns. pohjoismaisen standardin ja siihen liittyvän Najas-tietokoneohjelman. Ohjelmiston käyttö helpottaa standardiluonteista raportointia ja tiedon tallentamista.

## 5.2

### Työnjako

Vesipuidedirektiivin pikainen toimeenpano on johtanut useimmat Euroopan maat ongelmalliseen tilanteeseen, koska yleinen tietämys makrofyyteistä on ollut vähäinen eivätkä menetelmät ole kehittyneet lähellekään standardeja. Laadunvarmistuksen kehittäminen koko ympäristöhallinnolle uudella toiminta-alueella vaatii selkeää vastuujakoa eri toimijoiden kesken sekä perusteellisten ohjeiden tuottamista.

Life Vuoksi -hankkeen seurauksena on järviä koskevaa menetelmäkehitystä ja osaamista kertynyt merkittävästi Pohjois- ja Etelä-Savon ympäristökeskuksiin. Erityisesti Pohjois-Savon ympäristökeskus on panostanut pysyviä henkilöresursseja aiheen ympärille ja menetelmäkehitystä on jatkettu myös Life-Vuoksi hankkeen loppumisen jälkeen. Menetelmien kehittäminen ja vertailu voisi olla hyvin perustellusti Pohjois-Savon ympäristökeskuksen vastuulla yhteistyössä SYKEN kanssa. Kehittämiseen tulee kuitenkin suunnata myös jatkossa projektirahoitusta.

Valtakunnallinen laadunvarmistuksen koordinaatio sopisi hyvin SYKEN Oulun yksikön toimenkuvaan. Oulun yksiköllä on hyvät yhteydet kansainväliseen kehitystyöhön ja SYKEN laboratorion pitkäaikaisen kokemuksen kautta mahdollisuudet myös laadunvarmistuksen kehittämiseen mikäli työhön suunnataan budjettivaroja.

Alueelliseen erikoistumiseen ei tässä raportissa vielä voida ottaa kantaa. Kasvi- maantieteellisesti Suomi voidaan kuitenkin selkeästi jakaa Pohjois-Suomeen, Järvi-Suomeen ja vähäjärviseen rannikkoseutuun Etelä- ja Lounais-Suomessa. Alueelliset vastuutahot olisi hyvä jakaa samoin perustein. Alueellisten ympäristökeskusten asiantuntijapalvelujen työnjakoon ja mahdolliseen keskittämiseen otetaan kantaa myös ympäristöhallinnon tuottavuusohjelman yhteydessä. Alustavissa luonnoksissa on ehdotettu myös kolmea yhteistoiminta- aluetta: eteläistä, itäistä ja pohjoista. Myös vesikasviseurantoihin (ja biologisiin seurantoihin yleisesti) liittyviä asiantuntijapalveluita ja työnjakoa tultaneen tarkastelemaan tässä yhteydessä tarkemmin. Ympäristöhallinnon yhteisen seurantaohjelman 2009-2012 laatimisen yhteydessä toimii biologisten seurantojen työryhmä (pj. Kari-Matti Vuori, SYKE), joka ottaa kantaa biologisten seurantojen käytännön toteuttamismalliin. Työryhmän raportti julkaistaneen syksyn 2009 aikana.

## Koulutus

### Yleistä

Vuosittain toistuvissa maastoseurannoissa ja -inventoinneissa on usein ongelmana maastotyöntekijöiden tilapäisyys. Iso osa maastotyöntekijöistä on kesätöissä olevia opiskelijoita, harjoittelijoita ja opinnäytetyön tekijöitä, jotka työskentelevät organisaatiossa yhden tai muutaman maastokauden. Karttunut kokemus ja taito siirtyvät organisaatiosta työntekijöiden mukana. VPD-seurannoissa tullaan maastotöihin tarvitsemaan todennäköisesti muitakin kuin biologeja, jolloin seurantoja varten järjestettävän menetelmä- ja lajintuntemuskoulutuksen ja käytännön harjoittelun merkitys korostuu. Ekologisen tilan arvioinneissa tullaan ilmeisesti sisällyttämään makrofyytteihin myös vesisammalet, joiden riittävä tuntemus on biologeillakin useimmiten niukkaa. Sammalten osalta lajintuntemustason nostamista tarvitaan, ja todennäköisesti joudutaan turvautumaan vaikeiden sammallajien määrittämiseen asiantuntijoilla. Koulutuksen tarpeeseen vaikuttaa seurannoissa käytettävä lajinmääritystaso.

### MTR-menetelmän koulutusjärjestelmä

Ehdotus makrofyttiseurantojen koulutus-, auditointi ja interkalibrointijärjestelmäksi pohjautuu hyvin pitkälle MTR-menetelmän laadunvarmistusjärjestelmään (Holmes ym. 1999). Menetelmän käsikirjassa koulutus jaetaan uusille työntekijöille tarkoitettuun peruskoulutukseen ja kokeneemmille työntekijöille tarkoitettuun kertauskoulukseen. Kokeneille työntekijöille voidaan järjestää myös syvennetty lajintuntemuskoulutus.

#### Uusien työntekijöiden koulutus

Uusien työntekijöiden tulee käydä seuraaviin aiheisiin liittyvä koulutus:

**Lajintunnistus:** Kaikkien uusien maastotyöntekijöiden tulee käydä peruskurssi makrofyttien tunnistamisesta ennen maastotöiden aloittamista. Kurssin tulisi sisältää kaikki alueella yleisesti esiintyvät makrofytyt.

**Menetelmä:** Kaikkien uusien maastotyöntekijöiden tulee osallistua vuosittain järjestettävään menetelmä- ja laadunvarmistuskoulutukseen sekä -harjoitukseen. Uusien maastotyöntekijöiden tulee ennen itsenäistä maastotyöskentelyä lukea menetelmän käsikirja ja harjoitella menetelmää osallistumalla seurantoihin kokeneen tutkijan kanssa. Kokeneen työntekijän tulisi varmistaa, että uusien työntekijöiden lajimääritykset ovat oikeita ja aineisto oikein kerätty. Uusien työntekijöiden on oltava tietoisia yksittäisten lajien runsauden arvioinnissa vaadittavan tarkkuuden merkityksestä.

**Tallennus ja aineiston peruskäsittely:** Kokeneen työntekijän tulisi kouluttaa tallentajat ja aineiston peruskäsittelijät ko. tehtäviin.

#### Taitojen ylläpito

Koska makrofyttitutkimuksia tehdään vain kesällä, on aina uuden maastokauden alussa jonkinlainen kertaus menetelmästä ja lajintunnistuksesta tarpeen. Kertaus tehdään joko osallistumalla kertauskoulutukseen tai vaihtoehtoisesti työntekijä kertoo menetelmän omatoimisesti, mutta jälkimmäinen edellyttää tietyn minimimäärän edellisen maastokauden aikana tehtyjä makrofyttitutkimuksia. Toisin sanoen vain

niiden työntekijöiden, jotka eivät ole minimimäärää saavuttaneet, tulee osallistua seuraavan maastokauden alussa kertauskoulutukseen.

**Kertauskoulutus:** Koulutus voisi koostua seuraavista osista:

- yleiskatsaus menetelmään
- vähintään yhden linjan tutkiminen
- prosenttipeittävyyden arvioimista ja eri tutkijoiden tekemien arvioiden vertailua
- lajintunnistuksen harjoittelua maastossa ja näytteistä
- kertauskoulutuksen yhteydessä voidaan järjestää interkalibraatioharjoitus (ks. luku 5.5)

**Omatoiminen kertaus:** Työntekijät kertaavat omatoimisesti menetelmän käsikirjan.

### **Syvennetty lajintuntemuskoulutus**

Kokeneemmille työntekijöille suositellaan osallistumista syvennettyyn lajintuntemuskoulutukseen, jossa käydään läpi vaikeiden lajien tunnistamista. Koulutuksen käyneet voisivat auttaa muita tunnistamaan vaikeita lajinäytteitä.

### **Poikkeukset**

Kolmen tai useamman henkilön tutkimusryhmässä niiden henkilöiden, joka eivät osallistu lajien tunnistamiseen ja peittävyksien arviointiin, ei tarvitse osallistua lajintuntemuskoulutukseen, mutta heidän tulisi kuitenkin tuntea itse menetelmä. Kuitenkin ryhmän jäsenistä vähintään kahden henkilön tulisi olla sekä menetelmättä lajintuntemuskoulutukseen osallistuneita.

#### 5.3.3

### **Koulutuksen järjestäminen ja sisältö käytännössä**

Vesikasviselvitysten käytännön osaaminen on keskittynyt pitkälti SYKEen ja alueellisiin ympäristökeskuksiin, kun taas lajintuntemuksen huippuosaamista löytyy yliopistoista. Ympäristökeskusten lisäksi olisi hyvä kartoittaa myös esimerkiksi ammattikorkeakoulujen ja luontokartoittajien erikoisammattitutkinnon koulutusta järjestävien tahojen mahdollisuuksia ja haluja vesikasvikoulutuksen toteuttamiseksi.

Menetelmäkoulutusta tulisi järjestää vuosittain ensimmäisestä seurantavuodesta lähtien, ja se voitaisiin toteuttaa ainakin aluksi ympäristöhallinnon omana koulutuksena. Vesikasvien lajintuntemuskoulutuksessa kannattaisi hyödyntää ympäristöhallinnon ulkopuolisten tahojen asiantuntemusta kuten edellä on kuvattu.

Menetelmä- ja lajintuntemuskoulutus voitaisiin kytkeä myös ympäristönäytteenottajien sertifiointijärjestelmään. Näytteenottajat voisivat mahdollisesti erikoistua vesikasvimäärityksiin ja ylläpitää siten alaan liittyvää osaamista. Käytännössä tämä vaihtoehto vaatisi uuden erikoistumisalueen luomista sertifiointijärjestelmään.

Koulutusta tulisi järjestää mahdollisuuksien mukaan vuosittain. Koska koulutus on yksi tärkeimpiä laadunvarmistusketjun osia, sitä varten tulisi varata myös riittävästi resursseja.

Menetelmäkoulutus voisi sisältää biologisten seurantojen taustaa vesipuitedirektiivistä, päävyöhykemenetelmästä teoriaosuuden sekä riittävästi harjoittelua maastossa (mahdollisesti sisältäen interkalibraatioharjoituksen) sekä laadunvarmistusta (mm. vertailunäytteiden otto). Myös lajien uhanalaisuutta ja rauhoituksia koskeva osuus tulisi sisällyttää joko menetelmä- tai lajintuntemuskoulutukseen. Menetelmää koskeva koulutus voisi olla kestoltaan 1-2 päivää. Koulutukseen osallistumisesta tulisi saada todistus. Lajintuntemuskoulutukseen olisi hyödyllistä liittää pätevyyden osoitus eli tentti, jonka läpäisemisestä annettaisiin myös todistus. Koulutukseen voisivat

osallistua pääsääntöisesti luonnontieteellisen peruskoulutuksen saaneet biologit, mutta myös ammattikorkeakoulutason luonnontalouteen erikoistuneet tai esimerkiksi luontoinventoijat voisivat olla mukana.

Jos ryhmän vastuututkija osallistuu maastotöihin ja interkalibrointiharjoituksiin säännöllisesti, ei vuosittainen kertauskoulutus ole tarpeen. Ellei tutkija ole aktiivisesti käyttänyt koulutuksessa opittuja taitojaan 2 - 5 edellisen vuoden aikana, olisi hänen suositeltavaa osallistua uudelleen sekä menetelmä- että lajintuntemuskoulutukseen. Uusien työntekijöiden, joilla ei ole aikaisempaa kokemusta makrofytyttitutkimuksista, olisi koulutukseen osallistumisen lisäksi suositeltavaa työskennellä aluksi kokoneeman työntekijän parina.

5.4

## Lajien tarkistusmääritykset

Varmennusnäytteet joudutaan todennäköisesti usein määrittämään kasvimuseoissa. Esimerkiksi vesisammalosaamista löytyy Luonnontieteellisen keskusmuseon Kasvimuseosta sekä Oulun yliopiston Kasvimuseosta. Määrittäminen on yleensä maksullista. Esimerkiksi Oulun Kasvimuseossa määrittäminen maksoi vuonna 2005 80 €/tunti tai vastaavasti 7 € näyte.

5.5.

## Interkalibraatioharjoitukset

Interkalibraatioharjoituksen tarkoituksena on arvioida yhdenmukaisuuden tasoa tutkijoiden välillä. Interkalibraatioharjoitukseen osallistuu useita tutkijoita tai tutkimusryhmiä, jotka tekevät harjoituksen tietyllä kohteella saman päivän aikana. Interkalibraatio voidaan toteuttaa yksittäisten tutkijoiden tai tutkimusryhmien välisenä. Mahdollisuuksien mukaan harjoituksia tulisi tehdä erityyppisillä kohteilla, sillä poikkeamat ovat erilaisia, kun vertaillaan esimerkiksi kirkasvetisillä ja sameavetisillä sekä myös matalilla ja syvillä kohteilla tehtyjen harjoitusten tuloksia.

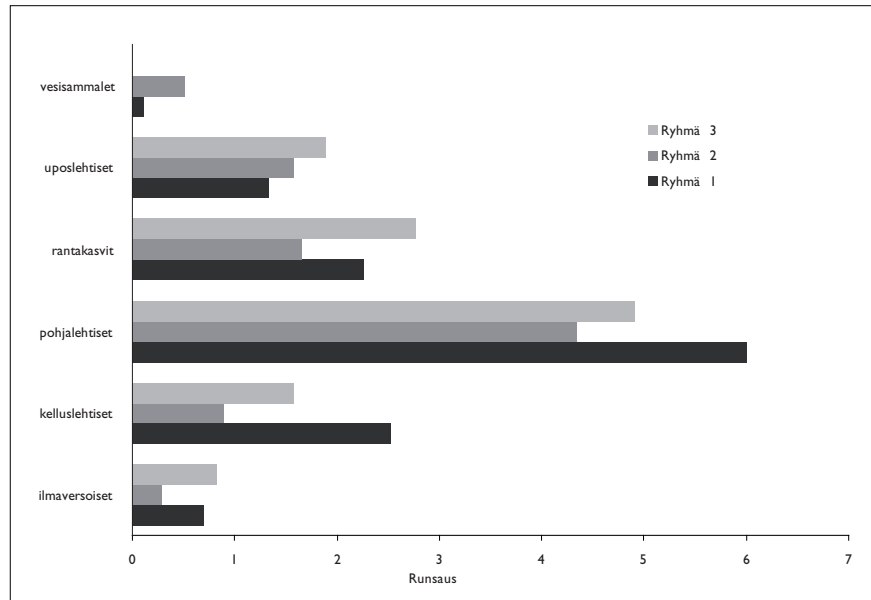
Harjoitus toteutetaan siten, että tutkittava kohde, esimerkiksi linja, merkitään maastoon ja kukin tutkija tai tutkimusryhmä itsenäisesti tutkii kyseisen kohteen menettelytapaohjeiden mukaisesti. Tuloksista ei keskustella ennen kuin kaikki ovat tutkineet kohteen. Harjoituksen aineistot analysoidaan jälkepäin tutkijoiden välisten tulosten erojen selvittämiseksi. Tuloksista voidaan myös laatia raportti, jossa määritellään lisäkoulutusta vaativat alueet (Holmes ym. 1999).

Interkalibraatioharjoitukset tulisi järjestää aina maastokauden alussa. Jokaisen tutkijan on suositeltavaa osallistua interkalibraatioharjoitukseen vuosittain, jotta voitaisiin varmistaa yhtenäinen peittävyysien ja yleisyyksien arviointi. Harjoitus voitaisiin yhdistää vuosittaiseen koulutukseen, jolloin se muodostaisi koulutuksen maasto-osuuden viimeisen osan. Käytännössä eri tutkijoiden aikataulujen yhteensovittaminen interkalibraatioharjoituksen toteuttamiseksi keskellä kesää voi olla vaikeaa.

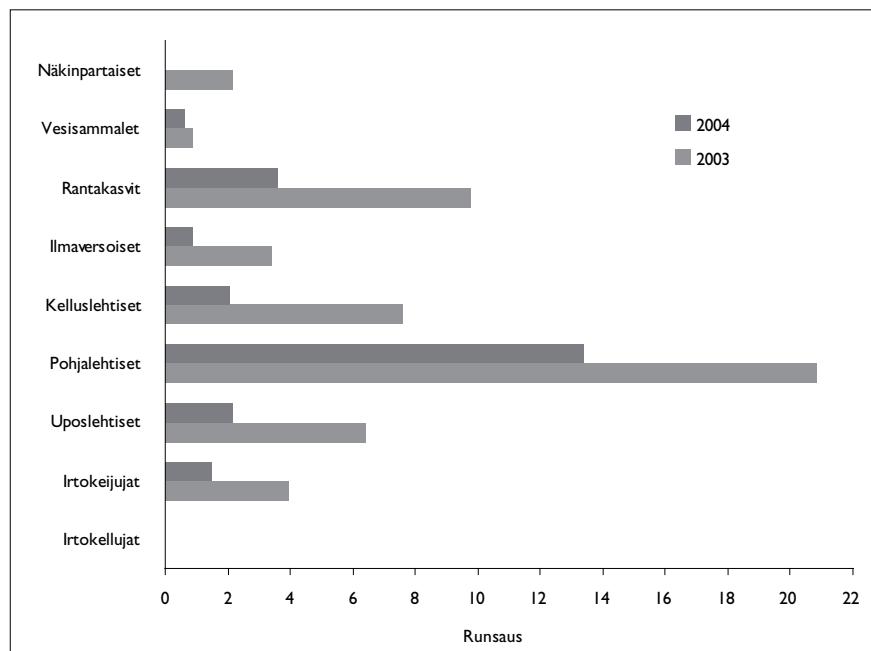
Pohjois- ja Etelä-Savon ympäristökeskuksissa toteutettiin vuosina 2004 - 2005 yhteiseen hankkeeseen "Pienten humusjärvien ekologisen tila-arvioinnin kehittäminen" liittyen interkalibraatioharjoitus ennen maastokausien alkua. Ko. kesänä vesikasvi-seurantoja tekevä henkilöstö kokoontui yhdeksi päiväksi kertaamaan menetelmää ja tekemään 1 - 2 vesikasvinlinjaa kolmen tai neljän eri maastoryhmän voimin. Tuloksia (lajinmäärittystä ja runsausarvioita) verrattiin maastopäivän päätteeksi, niistä keskusteltiin ja tarvittaessa ryhmissä määrittämiä ja arvioita tekevät korjasivat omia arvioitaan lähemmäksi keskimääräistä.

Vuonna 2004 toteutettiin lisäksi päävyöhykemenetelmän toistettavuustestaus, jossa kolme eri kenttärhymää tutki toisistaan riippumattomasti 29 päävyöhykelinjaa ko. kesän aikana. Huolimatta siitä, että kaikilla tekijöillä oli aikaisempaa kokemusta me-

netelmästä ja kaikki olivat myös osallistuneet interkalibraatioharjoitukseen, erityisesti runsausarvioinneissa oli runsaasti vaihtelua (kuva 11). Interkalibroinnin tuloksena arviot olivat kuitenkin selvästi toistettavampia kuin vuosien välisessä vertailussa, jossa vuoden 2003 aineisto tehtiin ilman interkalibrointiharjoitusta, kuitenkin samalla menetelmällä ja tekijällä oli menetelmästä aiempaa kokemusta (kuva 12).



Kuva 11. Vesikasvillisuuden eri elomuotojen runsaus Maaningan Haukijärvellä (5 päävyöhykelinjaa) eri kenttäryhmien arvioimana. Runsausmuuttujana log-muunnettujen pinta-alapeittävyyksien summa.



Kuva 12. Vesikasvillisuuden eri elomuotojen runsaus Maaningan Haukijärvellä (8 päävyöhykelinjaa) vuosien 2003 ja 2004 aineistossa (eri kenttäryhmä, ei maastokautta edeltänyttä arvioiden interkalibrointia). Runsausmuuttujana log-muunnettujen pinta-alapeittävyyksien summa.



## Auditointitutkimukset

### 5.6.1

#### Yleistä

Auditointitutkimuksella tarkoitetaan tässä auditoijan laadunvarmistustarkoituksessa tekemää tutkimuksen toistoa eli ”tarkastustutkimusta”. Se on käyttökelpoinen seurattaessa tutkijoiden tai tutkimusryhmien välisten työn tulosten yhdenmukaisuutta ja tarjoaa lisäkeinon minimoida virheitä. MTR-menetelmässä (Holmes ym. 1999) esitetään kaksi tutkimuskäytäntöä – taso 1 ja taso 2 – joista kumpikin tarjoaa laadunvarmistukseltaan eri tasoiset ohjeet. Tasot eroavat lähinnä sen suhteen, missä vaiheessa tutkimusta auditoija informoi varsinaisten tutkimusten tekijää auditoitaviksi valituista tutkimuskohteista ja auditointitutkimusten ajankohdasta sekä varsinaisen ja auditointitutkimuksen välillä havaittujen erojen vuoksi tehtävissä toimenpiteissä. Tason 1 auditoinnilla varmistetaan, ettei laatu koskaan alita tiettyä rajaa, kun taas tason 2 auditoinnin tarkoitus on parantaa tulosten laatua parantamalla tutkijan laatua ja toimia ”turvaverkkona” korjaamalla karkeat virheet.

Jos varsinaista makrofyyttitutkimusta tekevät tutkijat työskentelevät pysyvästi yhdessä ja samassa tutkimusryhmässä, arvioidaan auditoinnissa ryhmän työn tuloksia ja vastaavasti auditoija voi myös tarkoittaa auditointia tutkimusryhmää. Jos varsinaisia tutkimuksia ei tehdä pysyvissä ryhmissä, arvioidaan auditoinnissa yksittäisen tutkijan työtä.

MTR-menetelmää tarkasteltaessa tulee huomioida, että se on kehitetty pitkälti Iso-Britannian jokien tutkimuksiin. Työssä käytetyt henkilö- ja taloudelliset resurssit ovat olleet erittäin mittavia eivätkä siten realistisia Suomen olosuhteisiin. Lisäksi maastokausi on oleellisesti pidempi ulottuen aina kesäkuun alusta pitkälle lokakuun puolelle. Laadunvarmistusohjeistoa voidaan siten käyttää vain soveltuvien osien Suomen olosuhteissa.

### 5.6.2

#### Auditoija

Auditoijalla tulee olla hyvä kokemus sekä lajimäärityksestä että menetelmästä, lisäksi hänen tulee olla osallistunut menetelmäkoulutukseen. Auditointitutkimuksen voi tehdä joko sisäinen tai ulkoinen auditoija. Auditoijan tulee kuitenkin pystyä tekemään auditointitutkimus lyhyellä varoitusajalla, sillä auditointitutkimus tulee tehdä mahdollisimman pian varsinaisen tutkimuksen jälkeen ja suunnitellut aikataulut voivat helposti muuttua esimerkiksi huonojen säiden vuoksi. Käytännössä järvitutkimuksen menetelmän työmäärästä johtuen voidaan paremminkin puhua auditointiryhmästä, joka olisi vesikasviseurantoja suorittavien organisaatioiden käytettävissä.

### 5.6.3

#### MTR-menetelmän mukainen auditoinnin menettelytapaohje

MTR-menetelmään liittyvän auditoinnin menettelytapaohje on pääpiirteissään seuraava:

1) Auditoijalle annetaan tiedot suunnitellusta tutkimusohjelmasta, joka sisältää päivämäärät, kartan kohteesta, kopion mahdollisesta tutkimusalueen karttapiirroksista ja jokaisen kohteen tarkat sijaintitiedot. Jos tutkimusalueet tutkitaan ensimmäistä kertaa, annetaan kartat ja sijaintitiedot auditoijalle heti, kun varsinaisen tutkimus on tehty.

2) Auditoinnissa valitsee auditointitutkimuksen kohteet satunnaisesti ennen tutkimusohjelman maastotöiden aloittamista. Kohteet voidaan valita esimerkiksi siten, että valitaan yksi tutkimus tiettyä tutkimusjoukkoa kohti, esim. aina 10 tutkittua jokiosuutta kohti valitaan yksi auditointitutkimusten kohde.

Taso 1: Varsinaista tutkijaa ei informoida auditointitutkimusten kohteiden valinnasta.

Taso 2: Varsinaista tutkijaa voidaan informoida valituista kohteista.

3) Heti kun varsinainen tutkimus tehty, tutkija ilmoittaa tästä auditoijalle. Auditoinnissa toistaa tutkimuksen mahdollisimman pian, jotta ulkopuoliset tekijät kuten rankkasateet, kasvillisuuden niitto, lajien tunnistamisessa tärkeän kukintavaiheen loppuminen eivät aiheuta eroja tutkimustulosten välillä. Hyvissä olosuhteissa auditointitutkimus voidaan tehdä vielä kahden viikon kuluttua varsinaisesta tutkimuksesta.

Taso 1: Auditoinnissa ei tiedä kuka tai ketkä varsinaisen tutkimuksen ovat tehneet.

Auditoinnissa ja tutkija eivät keskustele kohteesta/tutkimuksesta ennen kuin tutkimussarjan kaikki kohteet on tutkittu.

Taso 2: Tutkijaa informoidaan heti auditointitutkimuksen jälkeen.

Käytännössä lyhyen maastokauden aikana ei Suomessa voida edellä kuvattuun menettelyyn mennä. Auditointiryhmä voisi kiertää maastokauden aikana muutamia kohdejärviä omalla toimialueellaan ja toistaa muutamat linjat.

4) Auditointitutkimuksen ja varsinaisen tutkimuksen tuloksia vertaillaan ja selvittää niiden väliset erot. Vertailtavia muuttujia voivat olla esimerkiksi lajimäärä, lajit, runsausarvot, kokonaispeittävyys ja kohteiden arvioinnissa käytettävät muuttujat.

Taso 1: Vertailu tapahtuu heti kun tutkimussarja on saatu tutkittua.

Taso 2: Vertailu tehdään heti auditointitutkimuksen jälkeen, riippumatta siitä onko tutkimussarja saatu päätökseen vai ei.

Auditoinnissa tulokset voidaan koota maastokauden jälkeen vuosittain yhteiseksi raportiksi SYKEN toimesta. Raportissa tulokset esitetään nimettöminä ja erityisestä huomiota kiinnitetään virheiden syiden kuvaamiseen.

5) Erot ensimmäisen tutkimuksen ja auditointitutkimuksen välillä katsotaan merkittäviksi jos yksikin asetetuista kriteereistä täyttyy.

Esimerkiksi MTR-tutkimuksen kriteerit merkittäviksi eroiksi ovat seuraavat:

I kolme tai useampi laji puuttuu tai on tunnistettu tai merkitty lomakkeisiin väärin

II vähintään 10 % peittävyysarvoista eroaa vähintään kolme yksikköä tai enemmän (10-portainen asteikko)

III vähintään 20 % peittävyysarvoista eroaa kaksi yksikköä tai enemmän

IV kokonaispeittävyyden ero enemmän kuin 15 prosenttipistettä

V MTR-arvojen ero enemmän kuin neljä.

Käytännössä Suomessa tehtyjen menetelmäarviointien ja toistettavuustestausten perusteella em. kriteerejä voidaan pitää erittäin vaativina. Kriteeristö tulisikin asettaa Suomen oloihin vasta seurantojen käynnistyessä ja kokemuksen kertyessä. Kriteerien asettaminen tulisi mahdollisuuksien mukaan kytkeä seuranta-aineistosta laskettaviin ekologista tilaa kuvaaviin muuttujiin (kappale 3.3.2., taulukko 6)

6) Jos merkittäviä eroja löytyy, tutkija ja auditoija tapaavat ja määrittelevät syyt eroihin ja selvittävät, johtuvatko ne tutkijan virheistä.

Mahdollisia tutkijasta johtuvia virheitä voivat olla mm.

- tutkimuspaikan paikantamisen virheet
- puuttuvat lajit
- väärin määritetyt lajit
- laji tai sen runsaus merkitty lomakkeisiin väärin
- runsaus arvioitu väärin

Muita kuin tutkijasta johtuvia virheitä voivat olla:

- varsinaisen tutkimuksen ja auditointitutkimuksen välisenä aikana on tehty kunnostustoimenpiteitä
- jommallakummalla tutkimuskerralla huonot olosuhteet
- luonnolliset muutokset makrofytyyhteisöissä esim. tulvan vuoksi
- muutokset veden ravinnepitoisuuksissa (todennäköisesti ei aiheuta muutoksia vesikasvillisuudessa lyhyessä ajassa tutkimusten välillä)

Jos syitä on mahdoton määritellä, tutkija ja auditoija toistavat yhdessä tutkimuksen ko. kohteella. On huomattava, että auditointitutkimus ei välttämättä ole aina totuudenmukaisempi kuin varsinainen tutkimus.

7) Eri syistä johtuvien eroavuuksien vuoksi tehdään tarvittavat, erikseen määritellyt toimenpiteet. Esimerkiksi MTR-tutkimuksessa varsinaisen tutkijan virheistä johtuvat auditoijan toimenpiteet ovat auditointitutkimuksessa käytettävästä tasosta riippuen seuraavat:

Taso 1: Auditoija tutkii kaikki tutkimussarjan kohteet uudelleen, vertaa varsinaisiin tutkimuksiin ja hyväksyy oikeat tulokset.

Taso 2: Auditoija valitsee tutkimussarjasta ne tutkimukset, joissa on todennäköisesti samasta syystä johtuvia karkeita virheitä ja vahvistaa tutkimus-tulokset. Karkealla virheellä tarkoitetaan virhettä, joka todennäköisesti muuttaisi ekologisen tilan tulkintaa. Vahvistaminen saattaa vaatia varsinaisen tutkijan ja auditoijan palaamista paikalle ja joissakin tapauksissa koko kohteen uudelleen tutkimista. Todetaan "oikea" tulos ja tehdään toimenpiteet, joilla varmistetaan, ettei samaa virhettä toisteta myöhemmissä tutkimuksissa.

Uudelleen tutkimista voidaan tarvita esimerkiksi seuraavissa tapauksissa (taso 2):

- jos virhe on lajin määrittäminen väärin, vain ne tutkimussarjan kohteet, joissa kyseistä lajia esiintyy runsaana, saattavat vaatia uudelleen tutkimista
- jos virhe on pelkästään runsausarvioinneissa, mutta koskee erityisesti vaikkapa laajalla alueella harvakseltaan kasvavan *Cladophora* -makrolevän peittävyttä, uudelleen tutkimista saattavat tarvita vain ne kohteet, joilla *Cladophora* kasvoi mainitulla tavalla.

#### 5.6.4

### Ehdotus auditoinnin toteutustavaksi

Suomessa ei todennäköisesti voida toteuttaa edellä kuvattua MTR-menetelmän mukaista auditointimenettelyä, vaan toteutusta joudutaan huomattavasti yksinkertaistamaan. SYKE voisi toimia auditoinnin suunnittelijana sekä koota ja käsitellä auditointitutkimusten ja varsinaisten tutkimusten aineistot sekä raportoida tulokset. Auditointitutkimuksen maastotyöt voisivat suorittaa kokeneet, menetelmää eniten käyttäneet tutkijat.

Käytännössä auditointimenettely voitaisiin toteuttaa seuraavasti:

1. Varsinaista seurantaan tekevät tutkimusryhmät toimittavat SYKELLE tiedot tulevana kesänä tutkittavista järivistä ja linjoista ja arviot tutkimusajankohdista.
2. SYKE suunnittelee auditointiohjelman eli minkä tutkimusryhmien kohteita auditoidaan ja tarkemmin kohteena olevat järvet ja linjat. SYKE järjestää auditoinnin maastotöiden toteutuksen (mahdollisesti tilaustyönä).
3. Auditoidijat suunnittelevat auditointitutkimusten maastotöiden ajankohdat ja toteuttavat tutkimukset. Auditoidijat voivat olla yhteydessä tutkimusryhmiin aikataulujen sovittamiseksi.
4. Auditoidijat ja varsinaista seurantaan tekevät tutkimusryhmät vertailevat tutkimustuloksia ja keskustelevat eroista ja niihin johtaneista syistä. Auditointitutkimusten ja varsinaisten tutkimuksen tulokset toimitetaan SYKELLE.
5. SYKE käsittelee aineistot ja raportoi tulokset.

MTR-menetelmän mukaista kohteiden uudelleen tutkimista voi olla vaikea järjestää maastokauden lyhyiden vuoksi. Aineistojen käsittely ja raportointi voidaan todennäköisesti tehdä aikaisintaan syyskuussa, ja maastotöiden suositeltavin ajankohta kestää elokuun loppuun.

Auditoinnin kustannukset riippuvat pääosin vuosittain auditoitavien tutkimusten (linjojen) määrästä. Seuraavan kustannusarvion oletuksena on ollut noin viiden tutkimusryhmän kohteiden auditointi. Yhtä tutkimusryhmää kohden voisi olla esimerkiksi neljä auditoitavaa linjatutkimusta (yht. 20 linjaa / vuosi). Tämä tarkoittaisi todennäköisesti auditointitutkimuksen tekijöille keskimäärin kahta päivää auditoitavaa kohdetta kohti (matkustuspäivä ja maastopäivä), jolloin tutkimuspäiviä kertyisi 10 (2 henkilön auditointiryhmälle 20 htp).

Palkkakustannukset	
SYKE (20 htp)	6000 €
Auditoidijat (25 htp)	7500 €
Matkakustannukset	
Auditoidijat	3500 €
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>17 000 €</b>

## 5.7

### Laadunvarmistuksen kehittämisen yhteenveto

Yksi tärkeimpiä laadunvarmistuksen osia on lajintuntemukseen ja menetelmään liittyvä koulutus. Koulutukseen osallistuminen on tärkeää etenkin uusille työntekijöille, joilla on vain vähän tai ei lainkaan kokemusta makrofyttiseurannoista. Mahdollisuuksien mukaan koulutusta tulisi järjestää vuosittain. Lajintuntemuskoulutukseen olisi hyödyllistä liittää pätevyyden osoitus eli tentti, ja koulutukseen osallistumisesta ja lajintuntemustentin läpäisemisestä annettaisiin todistus. Yksi vaihtoehto koulutuksen toteuttamiseksi olisi sen kytkeminen ympäristönäytteenottajien sertifiointijärjestelmään, mutta siinä tapauksessa järjestelmään pitäisi luoda uusi makrofyttiseurantojen erikoistumisalue. Muita vaihtoehtoja ovat ympäristöhallinnon oma koulutus tai esimerkiksi ammattikorkeakoulut.

Interkalibraatioharjoitusten avulla voitaisiin heti maastokauden alussa varmistaa yhtenäinen peittävyysien ja yleisyyksien arvointi sekä yleensä menetelmäosaaminen. Käytännössä eri tutkijoiden aikataulujen yhteensovittaminen interkalibraatioharjoituksen toteuttamiseksi voi olla vaikeaa keskellä kesää. Auditointitutkimukset

ovat työläämpiä ja edellyttävät suurempia resursseja. SYKE voisi vastata auditoinnin koordinoinnista ja suunnittelusta sekä käsitellä auditointitutkimusten ja varsinaisten tutkimusten aineistot ja raportoida tulokset. Auditointitutkimuksen maastotyöosuuden voisivat suorittaa kokeneet, menetelmää eniten käyttäneet tutkijat.

Tutkimusten laatua tulee varmistaa myös varmennusnäytteiden avulla. Maasto-  
tutkimuksen yhteydessä epävarmoista määrittämisistä ja tunnistamatta jääneistä kasveista tulee ottaa näytteet, jotka lähetetään pätevälle asiantuntijalle määritettäväksi, esimerkiksi kasvimuseoihin tai kokeneelle tutkijalle.

Kaikilla vesikasviseurantoja tekevillä organisaatioilla tulisi olla menetelmäohjeistus vietyä omaan laatujärjestelmäänsä ja laatujärjestelmän toimivuutta testaavien auditointien raportit tulisi toimittaa SYKELLE tiedoksi.

## 6 Yhteenveto

Euroopan yhteisöjen Vesipolitiikan puitedirektiivin voimaantulo asetti useimmat vesiympäristön seurannasta vastaavat asiantuntijavirastot vaikeaan tilanteeseen. Perinteisesti seurannat olivat suurelta osin painottuneet veden fysikaalis-kemialliseen laatuun biologisten laatutekijöiden seurannan jäädessä kasviplanktonia lukuun ottamatta hyvin vähäiselle huomiolle. Vesikasvitutkimukset ovat olleet vielä harvalukuisempia kuin esimerkiksi syvänteiden pohjaeläinselvitykset, koska ne ovat keskittyneet pääasiassa rantavyöhykkeelle, jolla fysikaalisten olosuhteiden ja samalla myös lajistokoostumuksen vaihtelu on hyvin voimakasta. Käsillä olevan selvityksen alussa tehty kysely Eurooppalaisten tutkimuslaitosten joukossa osoitti, että kehitystoimintaa on laajamittaisesti käynnissä eri Euroopan maissa. Laadunvarmistuksen menettelytavat ja ohjeisto puuttuvat kuitenkin miltei täysin pääasiassa jokitutkimuksiin kehitettyä MTR-ohjeistoa lukuun ottamatta.

Suomessa järvien vesikasvitutkimusten kehitystoiminta on ennen Life-Vuoksi projektia perustunut vain yksittäisiin kehityshankkeisiin lukuun ottamatta biologitoimisto Jari Venetvaaran kehittämää Najas-ohjelmistoa ja siihen liittyvää linjamenetelmää. Life-Vuoksi hankkeessa on päädytty suosittamaan ns. päävyöhykelinjamenetelmää, jonka avulla voidaan melko nopeasti selvittää kasviston koostumus ja runsaus eri vyöhykkeillä. Menetelmä noudattaa hyvin CEN-standardia ja muodostaa siten perustan myös laadunvarmistuksen kehittämiseksi. Jokien osalta ei vastaavaa menetelmäkehittelyä ole tehty eikä sen suhteen voida antaa suosituksia.

Käsillä olevassa selvityksessä käydään läpi yksityiskohtaisesti CEN-standardit ja niiden antamat suuntaviivat menetelmien kehittämiseksi. Eurooppalaisen kyselyn perusteella voidaan todeta CEN-standardeja tulkitun melko väljästi ja menetelmien olevan erittäin kirjavia. Raportissa kuvataan yksityiskohtaisesti järvissä tehtävä vesikasvitutkimus vaiheineen ja laaditaan suuntaviivat myös laadunvarmistukselle. Eurooppalainen laadunvarmistusohjeisto on kehitetty erilaisiin luonnonolosuhteisiin (pitkä kasvukausi, vähän vesistöjä) ja myös taloudelliset resurssit ovat usein olleet mittavia. Kansallista ohjeistoa koskeva ehdotus perustuu SYKEN toimimiseen vastuullisena koordinoijana, kun taas varsinainen kehitystoiminta keskittyy edelleen alueellisiin ympäristökeskuksiin.

Yhteistyötä eri toimijoiden ja viranomaisten kesken voidaan pitää laadunvarmistuksen kehittämisen kannalta oleellisen tärkeänä. Muiden biologisten laatutekijöiden tapaan makrofytytien tutkimus- ja kehitystoiminta on yksittäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta ollut projektirahoituksen varassa. Vain selkeällä työnjaolla ja resurssien yhteisellä suuntaamisella voidaan päästä kestäviin ratkaisuihin.

Raportti on suurelta osin kirjoitettu viranomaisten tekemän perusseurannan tarpeita varten, mutta soveltuu suoraan myös toiminnallista seuranta tekevien konsulttien käyttöön. Yhdistämällä eri seurannan voimavarat voidaan päästä huomattavasti parempaan lopputulokseen myös menetelmien kehittämisen suhteen. Raportissa on käytetty tutkimus-sanaa suurelta osin seuranta-sanan synonyymina ja ehdotettu laadunvarmistuksen menettelytapa soveltuu kattavasti myös tutkinnallisen seurannan tarpeisiin.

## LÄHTEET

- Ahola, M., Kerätär, K., Riihimäki, J. & Hellsten, S. 2004. Inarjärven säännöstelyn ja sen muuttamisen vaikutukset rantavyöhykkeen monimuotoisuuteen. Koalojen seuranta tutkimus vuonna 2004. Suomen ympäristökeskus, Vesistöalueiden integroitu tutkimusohjelma, Vesi- ja ekotekniikan ryhmä. Luonnos 6.6.2004.
- Andersson, Berta. 1999. Vattenvegetation. Julkaisussa: Wiederholm, Torgny (Toim.) 1999. Bedömningsgrunder för miljökvalitet – Sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport 2 - Biologiska parametrar. Rapport 4921. Naturvårdsverket. (Swedish EPA Report 4921) ss. 45-68.
- BLW. 2003. Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde. Stand März 2003. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München.
- CEN/TC 230/WG 2/TG 3 / prEN xxx. Water quality – Guidance standard for the surveying of macrophytes in lakes. Standardiluonnos.
- CEN/TC 230/WG 2/TG 3/ prEN 14393. Water quality – Guidance standard on the quality aspects of aquatic macrophytes surveying and analysis in running waters. (valmisteilla)
- CEN/TC230/WG2TG6/ pr EN 14996. Water quality – Guidance on assuring the quality of biological and ecological assessments in the aquatic environment. Standardiluonnos.
- Ciecierska H, 1997. Synanthropization index as a measure of structural and spatial changes in the process of aquatic vegetation synanthropization. In: Puszkar T., (red.), Current directions of ecology (in polish), Behavioral ecology, Lublin: 233-361.
- Dawson, F. H., Newman, J.R., Gravelle, M.J., Rouen, K. J. & Henville, P. 1999. Assessment of the Trophic Status of Rivers using Macrophytes: Evaluation of the Mean Trophic Rank. R&D Technical Report E39, Environment Agency, Bristol. 178 p.
- Demars, B. O. L. & Harper D. M. 1998. The aquatic macrophytes of an English lowland river system: assessing response to nutrient enrichment. – *Hydrobiologia* 384:74-88.
- Department of Limnology and Hydrobotany, University of Vienna. MIDCC Multifunctional Integrated Study Danube Corridor and Catchment. Manual. Methodology for running water. Guidance on the Assessment of Aquatic Macrophytes in the River Danube, in Water Bodies of the Fluvial Corridor and its Tributaries. 6 p. <http://www.midcc.at> > Methodology > Methodology for running water. [Viitattu 21.11. 2005.]
- Duarte, M., C. & Moreira, I. Composição florística e agrupamentos fitossociológicos dulçaquícolas. Suplemento 1. 51 p. (PDF)
- EN 14184. Water quality. Guidance standard for the surveying of aquatic macrophytes in in running waters.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/60/EY. Annettu 23.10.2000, yhteisön vesipolitiikan puitteista. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti L327. 72 s.
- Haury, J., Peltre, M.-C., Tremolieres M., Barbe, J., Thiebaut, G., Bernez, I., Daniel, H., Chatenet, P., Muller, S., Dutartre, A., Laplace-Treyture, C. Cazaubon, A. & Lambert-Servien, E. 2002. A method involving macrophytes to assess water trophy and organic pollution: the Macrophyte Biological Index for Rivers (IBMR) Application to different types of rivers and pollutions. Proceedings of the 11th EWRS International Symposium on Aquatic Weeds, Moliets et Maâ (France), September 2-6 2002.
- Hellsten, S., Neuvonen, I., Keränen, R., Nykänen, M. & Alasaarela E. 1989. Ekologiset näkökohdat joidenkin Pohjois-Suomen järvien säännöstelyssä. Osa 2. Rannan geomorfologia ja vesikasvillisuus. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tiedotteita 986. 131 s. + liitt. 13 s. Helsinki 1989.
- Hellsten, S. & Riihimäki, J. 1996. Effects of lake water level regulation on the dynamics of aquatic macrophytes in northern Finland. *Hydrobiologia* 340:85-92.
- Hellsten, S. (toim.) 2000. Päijänteen säännöstelyn kehittäminen – Rantavyöhykkeen tila ja siihen vaikuttavat tekijät. Suomen ympäristö 394.
- Hellsten, S. 2001. Effects of lake water level regulation on aquatic macrophyte stands in northern Finland and options to predict these impacts under varying conditions. *Acta Bot. Fennica* 171: 1-47.
- Hellsten, S., Vuori, K.M., Hokka, V., Sutela, T., Majuri, P., Aroviita, J., Vehanen, T., Aronsuu, K., Hämäläinen, H., Visuri, M., Koskenniemi, E. & Lehtinen, A. 2005. Jokien hydrologisen ja morfologisen muuttuneisuuden arviointi. Vesipolitiikan puitteiden toimeenpanon valmistelu rakennetuissa jokivesistöissä. Hankkeen (2002-2004) loppuraportti. Suomen ympäristökeskus, Keski-Suomen ympäristökeskus, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Länsi-Suomen ympäristökeskus ja Jyväskylän yliopisto. 80 s.
- Holmes, N. T. H., Newman, J. R., Chadd, S. Rouen, K. J., Saint, L. & Dawson F. H. 1999. Mean trophic Rank: A User's Manual. R & D Technical Report E38. Environmental Agency, Bristol.
- Hämät-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T. & Uotila, P. (toim.) 1998. Retkeilykasvio. 4. painos. 656 s. Luonnontieteellinen museo, kasvimuseo.
- Hämät-Ahti, L., Kurtto, A., Lampinen, R., Piirainen, M., Suominen, J., Ulvinen, T. Uotila, P. & Väre, H. 2005a. Lisäyksiä ja korjauksia Retkeilykasvion neljänteen painokseen. *Lutukka* 21:41-85.
- Hämät-Ahti, L., Kurtto, A., Lampinen, R., Piirainen, M., Suominen, J., Ulvinen, T. Uotila, P. & Väre, H. 2005b. Lisäyksiä ja korjauksia Retkeilykasvion neljänteen painokseen. Jälkimmäinen osa: auktoreita ja synonyymejä. *Lutukka* 21:109-116.

- Janauer, G. A. 2002. Water Framework Directive, European Standards and the Assessment of Macrophytes in Lakes: A Methodology for Scientific and Practical Application. *Verh. Zoo. – Bot. Ges. Österreich* 139:143-147.
- Jensén, S. 1977. An objective method for sampling the macrophyte vegetation in lakes. *Vegetatio* 33: 107-118.
- Kerätär K., Riihimäki J. & Ahola M. 2003. Simojoen rantavyöhykkeen kasvillisuus- kasvillisuuskartoituksen perustiedot sekä arvio ekologisen tilan seurantamenetelmistä. Raportti projektille: Simojoen kunnostus ja suojelu/Restoration and protection of the river Simojoki Projekti No LIFE2NAT/ FIN/8465.
- Keto, A. & Marttunen, M. (toim.) 2003. Vesipolitiikan puitedirektiivi rakennetuissa ja säännöstellyissä vesistöissä. Yhteenveto vuosien 2000–2002 tutkimuksista. Suomen ympäristö 667. 192 s.
- Kohler, A. 1978. Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft + Stadt* 10: 73-85.
- Kohler, A. & Janauer, J. A. 1995. Zur Methodik der Untersuchung von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern. In: Steinberg, Bernhardt, Klapper (Hrsg.): *Handbuch angewandte Limnologie*. Verlag ecomed. Kap. VIII 1.1.3: 1–22
- Koponen, T., Karttunen, K. & Piippo, S. 1995. Suomen vesisammalkasvio. *Bryobrothera* vol. 3:1-86.
- Kuoppala, M. & Hellsten, S. 2006. Macrophyte survey methods used in ecological classification and monitoring. Summary of results of the questionnaire. 10 s.
- Langangen, A., Koistinen, M. & Blindow, I. 2002. The charophytes of Finland. *Mem. Soc. Fauna Flora Fenn.* 78: 17-48.
- Leka, J. 2001. Järvien vesikasvillisuusseurantojen maastomenetelmien kehittäminen Etelä-Savossa. Väli-raportti. Etelä-Savon Ympäristökeskuksen moniste 35. 28 s. + liitteet.
- Leka, J. 2005. Macrophytes as a tool to assess the ecological status of lakes. *Julk: Lääne, A. & Heinonen, P. (toim.) 2005. Sampling. Presentations of three training seminars about Quality Assurance (QA), biological methods of Water Framework Directive and Waste water sampling techniques. Suomen ympäristökeskuksen moniste 328. S. 60-63.*
- Leka, J., Valta-Hulkkonen, K., Kanninen, A., Partanen, S., Hellsten, S., Ustinov, A., Ilvonen, R. & Airaksinen, O. 2003. Vesimakrofyytit järvien ekologisen tilan arvioinnissa ja seurannassa. Maastomenetelmien ja ilmakuvatulkinnan käyttökelpoisuuden arviointi Life Vuoksi –projektissa. Alueelliset ympäristöjulkaisut 312. 96 s.
- Leka, J., Toivonen, H., Leikola, N. & Hellsten, S. 2008. Vesikasvit Suomen järvien ekologisen tilan ilmentäjinä. Valtakunnallisen makrofyyttiaineiston käyttö ekologisen tilaluokittelun kehittämisessä. -Suomen ympäristö, 18/2008. 53 s.
- Leyssen, A., Adriaens, P., Denys, L., Packet, J., Schneiders, A., Van Looy, K. & Vanhecke, L. 2005. Toepassing van verschillende biologische beordelingssystemen op Vlaamse potentiële interkalibratie locaties overeenkomstig de Europese Kaderrichtlijn Water – Partim "Makrofyyten". Rapport van het Instituut voor Natuurbehoud IN.R.2005.05. (<http://www.instnat.be> > publicaties en producten > rapporten > IN.R.2005.05 Toepassing van verschillende biologische...) [Viitattu 28.10.2005].
- Linkola 1932. Alueellista lajittelua vesiemme putkilokasveista. *Luonnon Ystävä* 36:86-101.
- Luotola, M. & Väisänen, T. 2004. Ympäristöhallinnon laboratorioverkko. Yhteistyöllä tehokaaseen ja asiakaslähtöiseen toimintaan. Ympäristöministeriön moniste 142. 91 s.
- Malm Renöfelt, B., Nilsson, C. & Jansson R. 2005. Spatial and temporal patterns of species richness in a riparian landscape. *Journal of Biogeography* 32:2025-2037.
- Maristo, L. 1941: Die Seetypen Finnlands auf floristischer und vegetations-physiognomischer Grundlage. *Ann. Bot. Soc. Vanamo* 15: 1-314.
- Moeslund, B., Möller P.H., Windolf J., & Schriver, P. 1993. Vegetationsundersøgelser i søer: metoder til avendelse i vandmiljøplanenes overvågningsprogram. Teknisk anvisning fra DMU, nr. 6. Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser, 1993. (Viit. Natursvårdverket)
- Moss, B., D. Stephen, C. Alvarez, E. Becares, W. Van De Bund, S.E. Collings, E. Van Donk, E. De Eyto, T. Feldmann, C. Fernández-Aláez, M. Fernández-Aláez, R. J.M. Franken, F. García-Criado, E. M. Gross, M. Gyllström, L. A. Hansson, K. Irvine, A. Järvalt, J. P. Jensen, E. Jeppesen, T. Kairesalo, R. Kornijów, T. Krause, H. Künnap, A. Laas, E. Lill, B. Lorens, H. Luup, M. R. Miracle, P. Nöges, T.Nöges, M. Nykänen, I. Ott, W. Peczuła, E. T. H. M. Peeters, G. Phillips, S. Romo, V. Russell, J. Salujõe, M. Scheffer, K. Siewertsen, H. Smal, C. Tesch, H. Timm, L. Tuvikene, I. Tonno, T. Virro, E. Vicente, and D. Wilson. (2003). "The determination of ecological status in shallow lakes - a tested system (ECOFRAME) for implementation of the European Water Framework Directive." *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13(6): 507-549.
- Mossberg, B. & Stenberg, L. 2005. Suuri Pohjolan kasvio. *Suom. Seppo Vuokko & Henry Väre. Tammi.* 928 s.
- Mäkirinta, U. 1978. Die pflanzensoziologische Gliederung der Wasservegetation im See Kukkia, Süd-finnland. *Acta Univ. Oulu* A75: 1-157.
- Naturvårdsverket. 2002. Handbok över miljöövervakning.
- Niemi, R. 1990. Makrofyytit vesien tilan seurannassa. *Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisusarja A* 53.
- Nilsson, C. 1983. Frequency distributions of vascular plants in the geolittoral vegetation along two rivers in northern Sweden. *Journal of Biogeography* 10:351-369.
- Nilsson, C., Ekblad, A., Gardfjell, M. & Carlberg, B. 1991. Long term effects of river regulation on river margin vegetation. *Journal of Applied Ecology* 28: 963-987.



- Nilsson, C., Grelsson, G., Johansson, M. & Sperens, U. 1989. Patterns of plant species richness along riverbanks. *Ecology* 70(1):77-84.
- Palmer, M. A., Bell, S. L. & Butterfield, I. 1992. A botanical classification of standing waters in Great Britain: applications for conservation and monitoring. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 2:125-143.
- Partanen, S. & Hellsten S. 2005. Changes of emergent aquatic macrophyte cover in seven large boreal lakes in Finland with special reference to water level regulation. *Fennia* 183: 57-79.
- Pot, R. 2003. *Veldgids water- en oeverplanten*. 352 s. ISBN: 90-5011-151-3.
- Rørslet, B., Green, N. W. & Kvalvågnes, K. 1978. Stereophotography as tool in aquatic biology. *Aquatic Bot.* 4:73-81.
- Schaumburg, J., Schmedtje, U., Schranz, C., Köpf, B., Schneider, S., Meilinger, P., Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A. & Foerster, J. 2004a. Erarbeitung eines ökologischen Bertungsverfahrens für Fließgewässer und Seen in Teilbereich Makrophyten und Phytobenthos zur Umsetzung der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie. Schlussbericht. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft.
- Schaumburg, J., Schranz, C., Foerster, J., Gutowski, A., Hofmann, G., Meilinger, P., Schneider, S. & Schmedtje, U. 2004b. Ecological classification of macrophytes and phytobenthos for rivers in Germany according to the Water Framework Directive. *Limnologia* 34:283-301.
- Schneider, S. & Melzer A. 2003. The Trophic Index of Macrophytes (TIM) - a New Tool for Indicating the Trophic State of Running Waters. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 88: 49-67.
- Schneiders. A. Denys, L., Jochems, H., Vanhecke, L. Triest, L., Es, K., Packet, J., Knyusen, K., Meire, P. (2004) Ontwikkelen van een monitoringsysteem en een beoordelingsysteem voor macrophyten in oppervlaktewateren in Vlaanderen overeenkomstig de Europese Kaderrichtlijn Water. Instituut voor Natuurbehoud, Nationale Plantentuin van België, UA en VUB in opdracht van VMM, Brussel. (<http://www.instat.be> > publicaties en producten > rapporten > IN.R.2004.01 Ontwikkelen van een monitoringsysteem ...) [Viitattu 28.10.2005]
- Schütz, W., Veit, U., Sipos, V., Falusi, E., Pall, K., Kohler, A., Böcker, R. (2005): Die Makrophyten-Vegetation der Donau in Baden-Württemberg. Ein qualitativer und quantitativer Beitrag zur Umsetzung der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie und zur Biodiversität. *Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Univ. Hohenheim, Beiheft* 20, 166 S.
- SFS-EN 14184. Veden laatu. Ohje vesikasvien tutkimiseksi virtaavissa vesissä. Suomen standardisoimisliitto, Helsinki. 14 s.
- SFS EN 14614; Water quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers.
- Skriver, J. (toim.) 2001. Biological Monitoring in Nordic Rivers and Lakes. Report to Nordic Council of Ministers. TemaNord 2001:513. 108 s.
- Skriver, J., Riis, T. Carl, J. Baatrup-Pedersen, A. Friberg, N., Ernst, M. E. Frandsen, S. B. Sode, A. & Wiberg-Larsen, P. 1999. Biologisk overvågning i vandløb 1998-2003: biologisk vandløpskvalitet (DVFI): udvidet biologisk program. NOVA 2003. Danmarks Miljøunderøgelser. Teknisk anvisning fra DMU nr. 16. 41 s. (<http://tekniske-anvisninger.dmu.dk>)
- Swedish Environmental Protection Agency. 2000. Lakes and Watercourses. Environmental Quality Criteria. Rapport / Naturvårdsverket 0282-7298; 5050. 102 s. ISBN/ISSN: 91-620-5050-8.
- Szoszkiewicz, K., Karolewicz, K., Lawniczak, A. & Dawson, F. H. 2002. An Assessment of the MTR Aquatic Plant Bioindication System for Determining the Trophic Status of Polish Rivers. *Polish Journal of Environment Studies* 4:421-427.
- Toivonen H. 1981. Sisävesien suurkasvillisuus Teoksessa: Havas P. (Toim.): Suomen Luonto 4. Vedet. Kirjayhtymä. Helsinki. s. 179-208.
- Toivonen, H. & Huttunen, P. 1995. Aquatic macrophytes and ecological gradients in 57 small lakes in southern Finland. – *Aquatic Botany* 51:197-221.
- Toivonen, H. & Lappalainen, T. 1980. Ecology and production of aquatic macrophytes in the oligotrophic lake Suomunjärvi, eastern Finland. *Ann. Bot. Fennici* 17: 69-85.
- Trebitz, A.S., Nichols, S.A., Carpenter, S.R. & Lathrop. R.C. 1993. Patterns of vegetation change in Lake Wingra following a *Myriophyllum spicatum* decline. *Aquatic Botany* 46:325-340. (Viit. U.S. Environmental Protection Agency 2003)
- Ulvinen, T., Syrjänen, K. & Anttila, S. (toim.) 2002. Suomen sammalet – levinneisyys, ekologia, uhanalaisuus. Suomen ympäristö 560. 354 s.
- Uotila P. 1979. Vesien putkilokasvit. - Helsingin yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita 55.
- U.S. Environmental Protection Agency. 9.9.2003 (päivitetty). Lake and Reservoir Bioassessment and Bio-criteria. Technical Guidance Document. U.S. Environmental Protection Agency. (<http://www.epa.gov/owow/monitoring/monintr.html>) [Viitattu 29.11.2005]
- Vallinkoski, V.-M., Kanninen, A. Leka, J. & Ilvonen, R. 2004. Vesikasvillisuus pienten järvien tilan ilmentäjänä. Ilmakuvatulkintaan ja maastoseurantoihin perustuvat ekologisen tilan mittarit. Suomen ympäristö 725. 90 s.
- Valta-Hulkkonen, K., Partanen, S. & Kanninen A. 2003a. Remote sensing as a Tool in the Aquatic Macrophyte Mapping of a Eutrophic Lake: a Comparison Between Visual and Digital Classification. Proceedings of the 9th Scandinavian Research Conference on Geographic Information Science, 4.-6.6.2003, Espoo, Finland, pp. 79-90.
- Valta-Hulkkonen, K., Pellikka, P., Tanskanen, H., Ustinov, A. & Sandman, O. 2003b. Digital false colour aerial photographs for discrimination of aquatic macrophyte species. *Aquatic Botany* 75, 71-88.

- Valta-Hulkkonen, K., Pellikka, P. & Peltoniemi, J. 2004: Assessment of bi-directional reflectance over aquatic macrophyte vegetation CIR aerial photographs. *Photogrammetric Engineering & remote sensing* 70(5):581-587.
- Valta-Hulkkonen, K., Kanninen, A., Ilvonen, R., Leka, J. 2005. Assessment of aerial photography as a method for monitoring aquatic vegetation in lakes of varying trophic status. *Boreal Environment Resesarch* 10, 57-66.
- Venetvaara, J., Lammi, E. & Klinga J. 1993: Vesijärven Hollolanlahden kasvillisuuskartoitus kesällä 1991. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 411. 62s. Helsinki.
- Virola, Teija. 2000. Vesimakrofyyttiseurantojen kehittäminen Saimaan alueella. Väkiraportti, kesä 2000. Etelä-Savon ympäristökeskuksen moniste 28. 28 s. + liitteet.
- Vuori, K.-M., Bäck, S., Hellsten, S., Karjalainen, S. 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., Risänen, J., Tammi, J., Tolonen, K., Vehanen, T., Vuoristo, H. & Westberg, V. 2006. Suomen pintavesien tyypittelyn ja ekologisen luokittelujärjestelmän perusteet. – Suomen ympäristö 807. 151 s.
- Weber, S. P., Shaw, B. & Nichols, S. A. 1995. The aquatic macrophyte communities of eight northern Wisconsin flowages. Technical Report, College of Natural Resources, University of Wisconsin, Stevens Point, WI. (Viit. U.S. Environmental Protection Agency)
- van de Weyer, K. 2003. Kartieranleitung zur Erfassung und Bewertung der aquatischen Makrophyten der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen gemäß den Vorgaben der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen. Merkblätter 39.
- Ympäristöhallinnon laboratorioverkon ohjausryhmä. 2006. Biologiset määritykset –kysely. 46 s.



LIITE I. Yhteenvertotaulukko kyselyn vastauksista: järvien luokittelussa- ja seurannassa käytetyt makrofyttimenetelmät.

JÄRVET						
Luokittelu-/ seurantamenetelmä	Norja	Viro	Puola	Saksa	Hollanti	
	Norwegian Institute for Water Research	Centre for Limnology, Institute of Agricultural and Environmental Sciences EAU	3 eri vastaajaa: Institute of Environmental Protection, University of Warmia and Mazury in Olzтын, Agricultural University in Poznan	Institute for Landscape and Plant Ecology	Roelf Pot research and consultancy	
tähänastiset menetelmät		Koko järven tutkiminen, lajirunsaudet Braun-Blanquetin asteikolla. Linjoilta vyöhykkeisyys ja makrofyttien syvyyssrajat. Pienissä järvissä kasvilisuuskartoitus.	Ciecierska: 5 eri menetelmää		Useita menetelmiä: a)"Pisteruutumenetelmä", Tansley-asteikko.b) Tansley-menetelmä.	
VPD-menetelmät		ei	ei ole			
kehitteillä/projekti		ECOFAME-hanke	Projekti v. 2005-2007.			
tn. VPD-menetelmä tai vaihtoeht. menetelmät	Menetelmä 1) Perustuu maastokäynteihin eri tyyppisillä osilla järveä ja eri syvyyksillä. Lajien runsaus 5-portaisella asteikolla. On todennäköinen päämenetelmä.					
Menetelmä 2) Vedenalainen valokuvaus, 0,25 m <sup>2</sup> :n näytealat. Vaatii laitesukellusta. Todennäköisesti tullaan käyttämään silloin tällöin.	Linjat 100 m:n välein. Tehdään harauksia eri syvyysvyöhykkeillä, kattaen n. 10% järven pinta-alasta. PVI:n arviointi.	Kolada: engl. TRS & puolalainen menetelmä Mphi - Macro-Phyto-Indication (tn. perustuu MTR:ään). Maastomentelmänä linjamentelmä.				
Ciecierska: Kehitteillä kasvillisuuden rakenteelliseen ja spatiaaliseen järjestäytyneisyyteen perustuva menetelmä. Pääkriteerijä luokkien erotteluun ovat järvien ekologisen tilan makrofytti-indeksi (ESMI_L) ja kasvillisuuden laatu.		Seurantamenetelmät eivät tule muuttamaan paljon. Tavoitteena mahdollisimman täydellinen lajiluettelo järvestä ja elomuotojen runsaudet.	Järvi jaetaan segmentteihin, joilta tehdään erillisiä näytealoja ranta- ja vesikasvillisuudesta. Tarvittaessa käytetään linjamentelmää näytealojen teossa. Runsauserviointi tehdään 5-portaisella asteikolla. Lisäksi arvioidaan oposkasvillisuuden runsaus.			
Standardisoitu menetelmä	on, yllä mainituista menetelmä I.	ei	ei		ei	

	<b>Flanderi/Belgia</b>	<b>Iso-Britannia</b>	<b>Irlanti</b>	<b>Romania</b>	<b>Portugali</b>
	Instituut voor Natuurbehoud	Environment Agency	EPA	National Institute for Research & Development	Forest Department, Instituto Superior de Agromonia, Technical University of Lisbon
				Luokittelututkimuksessa käytetty näytealamenetelmää	Luokittelumenetelmää ei ole (hallinnossa ei luokiteltu vielä), eikä myöskään seurantamenetelmää.
		VPD:tä varten valittu luontodirektiivin edellyttämää arvioininta (Site Condiditon Assessment) varten kehitetty 3-osainen menetelmä: 1) Rantaviivan tutkiminen 2) Rannan tutkiminen kahlaamalla haran avulla 3) Veneestä käsin tehtävä linjatutkimus	Linjamenetelmä, jossa 4-6 linjaa tasaisin välein rantaviivaa. Havainnointi haran avulla määrätyin etäisyyksin rannasta. Lisäksi rantavyöhykkeen makrofyttitutkimus 20 m leveällä rantaosuuksilla linjojen kohdilla. Runsas-arvioinnit DAFOR-asteikolla. Menetelmää muunnetaan vielä vuonna 2006.	Seurantamenetelmää ei vielä päätetty.	
	Raportit menetelmäkehittelystä ja -valinnasta VPD seurantoja varten v. 2004 ja 2005.				VPD:tä varten ko. instituutio tehnyt makrofyttitutkimusta, menetelmää ei selitetä
		on, ks. VPD-menetelmä.	on, ks. VPD-menetelmä.	ei	Ei, mutta vastaajan tutkimusryhmälle annettu tehtäväksi kehittää standardimenetelmä. v. 2006 loppuun mennessä.

LIITE 1/2. Yhteenvetotaulukko kyselyn vastauksista: jokien luokittelussa

JOET					
Luokittelu-/ seurantamenetelmä	Norja	Viro	Puola	Saksa	
	Norwegian Institute for Water Research	Centre for Limnology, Institute of Agricultural and Environmental Sciences EAU	3 eri vastaajaa: Institute of Environmental Protection, University of Warmia and Mazury in Olzтын sekä Agricultural University in Poznan	Institute for Landscape and Plant Ecology	
tähänastiset menetelmät		50-100 m jokiosuuksilta merkitään ylös putkilokasvien lajimäärä ja eritellään dominoivat lajit sekä arvioidaan kokonaispeittävyys. Mukaan otetaan vain uoman lajit. Rihmalevien esiintyminen arvioidaan 3-portaisella asteikolla. Kivillä kasvavien sammalten ja makrolevien kokonaispeittävyys arvioidaan ja vallitsevat lajit määritetään näytteistä.	Luokittelussa engl. MTR-menetelmä (STAR) (ei seuranta-menetelmänä)	Käytetty Kohlerin menetelmää, jossa joki jaetaan vaihtelvan pituisiin yhtenäisiin jaksoihin. Arvioidaan kasvimaassa 5-portaisella asteikolla.	
VPD-menetelmät					
kehitteillä/projekti			projekti menossa		
tn. menetelmä tai vaihtoeht. menetelmät	Tutkitaan n. 50 m:n pituinen osuus jokea. Runsaus arvioidaan 5-portaisella asteikolla.		Sovelletaan MTR-menetelmää. (Tutkitaan 100m:n osuus jokea, 9-portainen peittävyysasteikko)	Kohlerin menetelmää voidaan käyttää myös VPD-seurannoissa.	

	<b>Hollanti</b>	<b>Flanderi/Belgia</b>	<b>Iso-Britannia</b>	<b>Romania</b>	<b>Portugali</b>
	Roelf Pot research and consultancy	Instituut voor Natuurbehoud	Environment Agency	National Institute for Research & Development	Forest Department, Instituto Superior de Agronomia, Technical University of Lisbon
	Seurantamenetelmänä käytetty pistemenetelmä vesinäytteiden oton yhteydessä.	?		Makrofytyttiprojektissa (Wienin yliopisto) käytetty Kohlerin menetelmää	ei ole (hallinnossa ei luokiteltu vielä)
			MTR-menetelmän maasto-mentelmä	ei vielä päätetty	
		Raportit menetelmäkehittelystä ja –valinnasta VPD-seurantoja varten v. 2004 ja 2005.			
	Täydellinen lajiluettelo 50-100 m osuuksilta, joita useita vesistöä kohti, elomuotojen peittävydet, törmän kasvillisuustyyppi	100 m:n pituiset jokiosuudet, jotka pienissä joissa jaetaan 10 m:n osiin. Arvioidaan vesi- ja rantakasvien runsaudet 7-portaisella asteikolla			

## LIITE 1/3.Yhteenvedotaulukko kyselyn vastauksista: lajiluettelo ja makrofyttikasvio

	Norja	Viro	Puola	Saksa	Hollanti	Flanderi/ Belgia	Iso-Britannia	Irlanti	Romania	Portugali
Lajiluettelo	Ei	on järville	on joille	on	on (osana kasviota)	on	ei	ei	on joille	on joille
Sisältää:										
helofyytit		x (vain järvitutkimuksissa)	x	x (ei laskennassa)	x	x	x	x (ei laskennassa)	x	x
vesisammalet	(ei vielä)	X	x	x (periaatteessa)	x	x	x	x	x	x
näkinpartaiset	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x
Makrofyttikasvio	Ei		on	ei	on		ei	ei	on	ei
kuvaus					Koppisiemenistä ja näkinpartaisista on suositellut kasviot, sammalten osalta ei suositusta. Vastaaja on itse tehnyt uuden vesikasvikasvion, joka sisältää myös karidit ja vesisammalet.			Käytetään useita eri kasvioita.		



## LIITE 2.

Ehdotus päävyöhykelinjamenetelmän standardilomakkeiksi (versio 20.7.2007).  
Lomakkeen lajiluettelo voidaan muokata tutkimuskohtaisesti vastaamaan kunkin järviyypin tai järven lajistoa

VESIKASVISEURANTOJEN MAASTOLOMAKE, PÄÄVYÖHYKELINJA				Sivu 1
Järvi	Jnro	Linjan nro	Pvm	
Tekijät		Työ alkoi	päättyi	
Linjatyyppi (rastita)	yleislinja ( )	rehevöitymisherkkä ranta ( )		
Linjan alkupisteen koordinaatit		:3	->	Kuvan nro
Linjan alkupisteen maamerkki				
Linjan päätepisteen maamerkki			->	Kuvan nro
Linjan suunta (astetta)				
Linjan päätepisteestä mitattu näkösyvyys (m)				
<b>Rantahabitaatti</b> (leveys 25 m linjan alkupisteestä molemmin puolin, syvyys 15 m vesirajasta)				
Rastita pääasialliset luontotyypit ja alleiviivaa vallitseva (>50 %) tyyppi				
Luontotyyppi		Luontotyyppi		
Lehto		Räme		
Lehtomainen kangas		Neva		
Tuore kangas		Lähteisyys		
Kuivahko/kuiva kangas		Muu, mikä?		
Avokallio		Ihmistoimintaa, mitä?		
Rantaluhta: puu/pensas/ruoho				
Korpi				
Rantapenkereen jyrkkyys (rastita)	loiva <30° ( )	keskikalteva 30-60° ( )	lähes pysty tai murtunut ( )	
<b>Kaavakuva linjasta</b>				
<b>Lisätietoja</b> (havaintoja vedenkorkeudesta, muut valokuvat, poikkeamiset tutkimuskäytännöstä, työn tarkkuuteen vaikuttaneet tekijät)				

## VESIKASVISEURANTOJEN MAASTOLOMAKE, PÄÄVYÖHYKELINJA

Vyöhykkeisyys (ELOMUOTOTYYPIIT: sr = saraikko, il = ilmaversoiset, k = kelluslehtiset, ul = uposlehtiset, irkl = irtokellujat, irkj = irtokeijujat, pl = pohjalehtiset, seka/lajit)												
Vyöhykkeen nro	1		2		3		4		5		6	
Vyöhykkeen pääelomuototyyppi												
Vyöhykkeen alku/loppupiste (A/L)	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L	A	L
Syvyyys (cm)												
Etäisyys linjan alkupisteestä (m)												
Linjalla havaittu uposlehtisten maksimisyvyys (m)							Laji					
Linjalla havaittu pohjalehtisten maksimisyvyys (m)							Laji					
<b>Linjan pohjanlaatu</b> (arvoidaan prosenttiasteikolla 1 m:n vakiosyvyydeltä 10 m <sup>2</sup> alalta eli linjan leveydeltä ja 1 m linjan molempiin suuntiin vakiosyvyydestä)												
Kallio (>4000 mm)												
Lohkareet (250-4000 mm)												
Kivet (16-250 mm)												
Sora (2-16 mm)												
Hiekka (0,06-2 mm, tuntuu karkealta sormien välissä)												
Hieta tai hiesu (hienojakoista, sileän tuntuista)												
Savi (muovautuvaa, harmaata)												
Lieju												
Turve												
Järvimalmi (ruskeaa, laattamaista)												
Karike												
Laho puuaines/ uppopuut												

<b>Linjan lajisto</b> (yleisyys/peittävyys; 0,5,1,3,5,7,10,15,20,30...100%)					
Laji	Y	P	Laji	Y	P
<i>Alisma plantago-aquatica</i>			<i>Phalaris arundinacea</i>		
<i>Alopecurus aequalis</i>			<i>Phragmites australis</i>		
<i>Calla palustris</i>			<i>Potamogeton alpinus</i>		
<i>Callitriche palustris</i>			<i>Potamogeton berchtoldii</i>		
<i>Caltha palustris</i>			<i>Potamogeton compressus</i>		
<i>Carex acuta</i>			<i>Potamogeton gramineus</i>		
<i>Carex aquatilis</i>			<i>Potamogeton natans</i>		
<i>Carex lasiocarpa</i>			<i>Potamogeton obtusifolius</i>		
<i>Carex rostrata</i>			<i>Potamogeton perfoliatus</i>		
<i>Carex vesicaria</i>			<i>Potamogeton praelongus</i>		
<i>Ceratophyllum demersum</i>			<i>Potentilla palustris</i>		
<i>Cicuta virosa</i>			<i>Ranunculus peltatus</i>		
<i>Elatine hydropiper</i>			<i>Sagittaria natans</i>		
<i>Elatine triandra</i>			<i>Sagittaria sagittifolia</i>		
<i>Eleocharis acicularis</i>			<i>Schoenoplectus lacustris</i>		
<i>Eleocharis mamillata</i>			<i>Sparganium emersum</i>		
<i>Eleocharis palustris</i>			<i>Sparganium natans</i>		
<i>Elodea canadensis</i>			<i>Subularia aquatica</i>		
<i>Equisetum fluviatile</i>			<i>Typha latifolia</i>		
<i>Glyceria fluitans</i>			<i>Utricularia intermedia</i>		
<i>Hippuris vulgaris</i>			<i>Utricularia minor</i>		
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>			<i>Utricularia vulgaris</i>		
<i>Iris pseudacorus</i>					
<i>Isoetes echinospora</i>					
<i>Isoetes lacustris</i>					
<i>Lemna minor</i>					
<i>Lobelia dortmanna</i>					
<i>Lysimachia thysiflora</i>					
<i>Lythrum salicaria</i>					
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>					
<i>Myriophyllum sibiricum</i>					
<i>Myriophyllum verticillatum</i>					
<i>Nuphar lutea</i>					
<i>Nuphar lutea x pumila</i>					
<i>Nuphar pumila</i>					
<i>Nymphaea alba ssp. candida</i>					
<i>Nymphaea tetragona</i>					
<i>Persicaria amphibia</i>					

## LIITE 3.

## Eri lähteistä koottuja makrofyttiseurantojen putkikasviluetteloita ja ehdotus järvien makrofyttiseurannoissa käytettäväksi luetteloksi.

Nimistö on Retkeilykasvion (Hämet-Ahti ym. 1998) mukainen, paitsi jos nimi on muuttunut Hämet-Ahti ym. (2005a ja 2004b) julkaisemissa lisäyksissä ja korjauksissa.

Linkolan (1933) jaottelun mukaiset varsinaiset vesikasvit on merkitty alleviivatulla rastilla (x) ja vesikasvit laajemmin ajateltuna ilman alleviivausta (x). Karttusen ja Toivosen luetteloon Vallinkoski ym. (2004) mukaan.

Rauhoitukset on merkitty seuraavin lyhentein:

R = rauhoitettu koko maassa (R\* = vain punakukkkaiset muodot),

R-et = rauhoitettu Oulun läänin eteläpuolella ja

R-OL = rauhoitettu Oulun ja Lapin lääneissä.

Sisältyminen luontodirektiivin liitteen II ja IV (b) lajeihin on merkitty koodeilla D II ja D IV. Luonnonsuojeluasetuksen mukaiset uhanalaiset lajit on merkitty lyhenteellä u ja erityisesti suojeltavat uhanalaiset lajit lyhenteellä e.

Laji	Linkola (1933)	Uotila (1979)	Karttunen & Toivonen	Ehdotus	Lajin asema luonnon-suojeluasetuksessa ja luontodirektiivissä
<i>Acorus calamus</i> L.	x	x	x	x	
<i>Agrostis canina</i> L.			x		
<i>Agrostis stolonifera</i> L.		x			
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	x	x	x	x	
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	x	x	x	x	
<i>Arctophila fulva</i> (Trin.) Rupr. var. <i>pendulina</i> (Laest.) Holm		x	x	x	R, D II, D IV, e
<i>Bidens cernua</i> L.			x	x	
<i>Bidens radiata</i> Thuill.			x	x	
<i>Bidens tripartita</i> L.			x	x	
<i>Butomus umbellatus</i> L.	x	x	x	x	
<i>Calla palustris</i> L.		x	x	x	
<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtn.	x	x	x	x	
<i>Callitriche hamulata</i> Kütz. ex W.D.J. Koch	x	x	x	x	
<i>Callitriche hermaphroditica</i> L.	x	x	x	x	
<i>Callitriche palustris</i> L.	x	x	x	x	
<i>Caltha palustris</i> L.		x	x	x	
ssp. <i>palustris</i>			x		
ssp. <i>radicans</i> (T. F. Frost)			x		
<i>Cardamine pratensis</i> L.		x			
<i>Carex acuta</i> L.		x	x	x	
<i>Carex acuta x nigra</i>				x	
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.		x	x	x	
<i>Carex aquatilis</i> Wahlenb.		x	x	x	
<i>Carex aquatilis x elata</i>					
<i>Carex diandra</i> Schrank		x	x	x	
<i>Carex elata</i> All.		x	x	x	
ssp. <i>elata</i>			x	x	
ssp. <i>omskiana</i> (Meinsh.) Jalas			x	x	
<i>Carex lasiocarpa</i> Ehrh.		x	x	x	

## LIITE 3/2

Laji	Linkola (1933)	Uotila (1979)	Karttunen & Toivonen	Ehdotus	Lajin asema luonnon-suojeluasetuksessa ja luontodirektiivissä
<i>Carex paniculata</i> L.			x	x	R, u
<i>Carex pseudocyperus</i> L.		x	x	x	
<i>Carex riparia</i> Curtis		x	x	x	
<i>Carex rostrata</i> Stokes		x	x	x	
<i>Carex vesicaria</i> L.		x	x	x	
<i>Catabrosa aquatica</i> (L.) P. Beauv.		x	x	x	R-et.
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	x	x	x	x	
<i>Ceratophyllum submersum</i> L.			x	x	
<i>Cicuta virosa</i> L.		x	x	x	
var. <i>angustifolia</i>			x		
var. <i>virosa</i> (Kit.)			x		
<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl		x	x	x	R, e
<i>Crassula aquatica</i> (L.) Schönl.	x	x	x	x	
<i>Elatine alsinastrum</i> L.	x	x	x	x	u
<i>Elatine hydrophiper</i> L.	x	x	x	x	
<i>Elatine orthosperma</i> Düben		x	x	x	
<i>Elatine triandra</i> Schkuhr	x	x	x	x	
<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. et Schult.	x	x		x	
<i>Eleocharis mamillata</i> (H. Lindb.) H. Lindb. ex Dörfl.	x	x	x	x	
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.	x	x		x	
ssp. <i>palustris</i>			x		
ssp. <i>vulgaris</i> Walters					
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	x	x	x	x	
<i>Equisetum fluviatile</i> L.		x	x	x	
<i>Galium palustre</i> L.		x			
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	x	x	x	x	
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	x	x	x	x	
<i>Glyceria notata</i> Chevall.		x	x	x	
<i>Glyceria fluitans</i> x <i>notata</i>		x			
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	x	x	x	x	
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	x	x	x	x	
<i>Iris pseudacorus</i> L.	x	x	x	x	R-OL
<i>Isoetes echinospora</i> Durieu	x	x	x	x	
<i>Isoetes lacustris</i> L.	x	x	x	x	
<i>Juncus articulatus</i> L. var. <i>articulatus</i>		x			
<i>Juncus bufonius</i> L. ssp. <i>bufonius</i>					
<i>Juncus effusus</i> L.		x			
<i>Juncus filiformis</i> L.				x	
<i>Juncus bulbosus</i> L.	x	x	x	x	
<i>Leersia oryzoides</i> (L.) Sw.		x	x		R, e
<i>Lemna gibba</i> L.	x	x	x	x	
<i>Lemna minor</i> L.	x	x	x	x	
<i>Lemna trisulca</i> L.	x	x	x	x	
<i>Lemna turionifera</i> Landolt				x	
<i>Limosella aquatica</i> L.	x	x	x	x	
<i>Littorella uniflora</i> (L.) Asch.	x	x	x	x	
<i>Lobelia dortmanna</i> L.	x	x	x	x	
<i>Lycopus europaeus</i> L.			x	x	
<i>Lysimachia thyrsoiflora</i> L.	x	x	x	x	

Laji	Linkola (1933)	Uotila (1979)	Karttunen & Toivo- nen	Ehdotus	Lajin asema luonnon-suo- jeluasetukses- sa ja luontodi- rektiivissä
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.		x		x	
<i>Lythrum portula</i> L.	x	x	x	x	
<i>Lythrum salicaria</i> L.		x	x	x	
<i>Mentha arvensis</i> L.		x			
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.		x	x	x	
<i>Montia fontana</i> L.		x	x	x	
<i>Myosotis laxa</i> Lehm ssp. <i>cespitosa</i> (Schultz) Hyl. ex Nordh.		x	x		
<i>Myosotis nemorosa</i> Besser			x		
<i>Myosotis scorpioides</i> L.			x		
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> DC.	x	x	x	x	
<i>Myriophyllum sibiricum</i> Kom.			x	x	
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	x	x		x	
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	x	x	x	x	
<i>Najas flexilis</i> (Willd.) Rostk. & W. L. E. Schmidt	x	x	x	x	R, D II, D IV, e
<i>Najas marina</i> L. ssp. <i>intermedia</i> (Wolfg.) Casper		x	x	x	
<i>Najas tenuissima</i> (A. Braun) Magnus	x	x	x	x	R, D II, D IV, e
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sibth. & Sm.	x	x	x	x	
<i>Nuphar lutea</i> x <i>pumila</i>		x	x	x	
<i>Nuphar pumila</i> (Timm) DC.	x	x	x	x	
<i>Nymphaea alba</i> L.		x		x	R*
ssp. <i>alba</i>	x	x	x	x	
ssp. <i>candida</i> (C. Presl & J. Persl) Korsh	x	x	x	x	R*
<i>Nymphaea alba</i> ssp. <i>candida</i> x <i>tetragona</i>		x	x	x	R*
<i>Nymphaea tetragona</i> Georgi	x	x	x	x	R*
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.	x	x	x	x	
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) Delarbre	x	x	x	x	
<i>Persicaria foliosa</i> (H. Lindb.) Kitag.			x	x	R, D II, D IV
<i>Phalaris arundinacea</i> L.		x	x	x	
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	x	x	x	x	
<i>Pilularia globulifera</i> L.		x	x	x	u
<i>Potamogeton alpinus</i> Balb.	x	x	x	x	
<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	x	x	x	x	
<i>Potamogeton berchtoldii</i> x <i>obtusifolius</i>		x		x	
<i>Potamogeton compressus</i> L.	x	x	x	x	
<i>Potamogeton crispus</i> L.	x	x	x	x	
<i>Potamogeton filiformis</i> Pers.	x	x	x	x	
<i>Potamogeton filiformis</i> x <i>pectinatus</i>		x		x	
<i>Potamogeton filiformis</i> x <i>vaginatus</i>		x		x	
<i>Potamogeton friesii</i> Rupr.	x	x	x	x	
<i>Potamogeton gramineus</i> L.	x	x	x	x	
<i>Potamogeton gramineus</i> x <i>alpinus</i>			x	x	
<i>Potamogeton gramineus</i> x <i>perfoliatus</i>		x	x	x	
<i>Potamogeton</i> x <i>sparganiifolius</i> Laest. Ex Fr.		x		x	
<i>Potamogeton</i> x <i>zizii</i> W. D. J. Koch ex Roth		x		x	
<i>Potamogeton lucens</i> L.	x	x	x	x	
<i>Potamogeton lucens</i> x <i>perfoliatus</i>		x		x	
<i>Potamogeton natans</i> L.	x	x	x	x	
var. <i>prolixus</i>			x		
<i>Potamogeton obtusifolius</i> Mert. & W. D. J. Koch	x	x	x	x	

Laji	Linkola (1933)	Uotila (1979)	Karttunen & Toivo- nen	Ehdotus	Lajin asema luonnon-suo- jeluasetukses- sa ja luontodi- rektiivissä
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	x	x	x	x	
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	x	x	x	x	
<i>Potamogeton polygonifolius</i> Pourr.	x	x	x	x	
<i>Potamogeton praelongus</i> Wulfen	x	x	x	x	
<i>Potamogeton pusillus</i> L.	x	x	x	x	
<i>Potamogeton rutilus</i> Wulfen	x	x	x	x	
<i>Potamogeton vaginatus</i> Turcz.		x	x	x	
<i>Potentilla palustris</i> (L.) Scop.			x	x	
<i>Ranunculus aquatilis</i> L.	x	x	x	x	
var. <i>aquatilis</i>		x	x	x	
var. <i>diffusus</i> With.		x	x	x	
<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth	x	x	x	x	
<i>Ranunculus confervoides</i> (Fr.) Fr.		x	x	x	
<i>Ranunculus confervoides</i> x <i>peltatus</i> ssp. <i>peltatus</i>				x	
<i>Ranunculus flammula</i> L.		x	x	x	
<i>Ranunculus flammula</i> x <i>reptans</i>				x	
<i>Ranunculus hyperboreus</i> Rottb.		x	x	x	
<i>Ranunculus lingua</i> L.	x	x	x	x	
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank	x			x	
ssp. <i>peltatus</i>		x	x	x	
ssp. <i>baudotii</i> (Gordon) C. D. K. Cook		x	x	x	
<i>Ranunculus reptabundus</i> Rubr.		x	x	x	
<i>Ranunculus reptans</i> L.	x	x	x	x	
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.		x	x	x	
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser	x	x	x	x	
<i>Rorippa palustris</i> (L.) Besser			x	x	
<i>Rumex aquaticus</i> L.		x	x	x	
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	x	x	x	x	
<i>Rumex maritimus</i> L.			x	x	e
<i>Sagittaria natans</i> Pall.	x	x	x	x	
<i>Sagittaria natans</i> x <i>sagittifolia</i>		x	x	x	
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	x	x	x	x	
spp. <i>vallisnerifolia</i>			x		
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	x	x	x	x	
<i>Scirpus radicans</i> Schkuhr			x	x	u
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.			x	x	
<i>Scolochloa festucacea</i> (Willd.) Link.	x	x	x	x	
<i>Sium latifolium</i> L.	x	x	x	x	R, e
<i>Sparganium angustifolium</i> Michx.	x	x	x	x	
<i>Sparganium angustifolium</i> x <i>emersum</i>					
<i>Sparganium angustifolium</i> x <i>gramineum</i>			x		
<i>Sparganium emersum</i> Rehmman	x	x	x	x	
<i>Sparganium emersum</i> x <i>gramineum</i>					
<i>Sparganium emersum</i> x <i>natans</i>				x	
<i>Sparganium erectum</i> L.	x	x	x	x	
<i>Sparganium erectum</i> x <i>microcarpum</i>					
<i>Sparganium erectum</i> x <i>neglectum</i>					
<i>Sparganium microcarpum</i> (Neuman)		x	x	x	
<i>Sparganium microcarpum</i> x <i>neglectum</i>					

Laji	Linkola (1933)	Uotila (1979)	Karttunen & Toivonen	Ehdotus	Lajin asema luonnon-suojeluasetuksessa ja luontodirektiivissä
<i>Sparganium glomeratum</i> (Laest.) Neuman	x	x	x	x	
<i>Sparganium gramineum</i> Georgi	x	x	x	x	
<i>Sparganium hyperboreum</i> Laest.	x	x	x	x	
<i>Sparganium natans</i> L.	x	x	x	x	
<i>Sparganium neglectum</i> Beeby				x	
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	x	x	x	x	
<i>Stratiotes aloides</i> L.	x	x	x	x	
<i>Subularia aquatica</i> L.	x	x	x	x	
<i>Thelypteris palustris</i> Schott		x	x	x	R-OL
<i>Typha angustifolia</i> L.	x	x	x	x	
<i>Typha latifolia</i> L.	x	x	x	x	
<i>Typha angustifolia</i> x <i>latifolia</i>		x		x	
<i>Utricularia australis</i> R. Br.		x	x	x	
<i>Utricularia intermedia</i> Hayne	x	x	x	x	
<i>Utricularia minor</i> L.	x	x	x	x	
<i>Utricularia ochroleuca</i> R. W. Hartm.		x	x	x	
<i>Utricularia stygia</i> Thor			x	x	
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	x	x	x	x	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.		x	x	x	
<i>Veronica beccabunga</i> L.		x	x		
<i>Veronica scutellata</i> L.		x			
<i>Zannichellia palustris</i> L. var. <i>repens</i> (Boenn.)		x	x	x	
<b>Murtovesien lajeja</b>					
<i>Alisma wahlenbergii</i> (Holm.) Juz.	x	x	x		R, D, e
<i>Eleocharis parvula</i> (Roem. & Schult.)		x	x		
<i>Hippuris tetraphylla</i> L. f.		x	x		R, D, u
<i>Hippuris</i> x <i>lanceolata</i> Retz.		x			
<i>Zannichellia major</i> Boenn.			x		
<i>Zannichellia palustris</i> var. <i>pedicellata</i> Wahlenb. & Rosén			x		
<i>Zostera marina</i> L.			x		

#### LIITE 4.

Ehdotus järvien makrofytyttiseurannoissa käytettäväksi vesisammalluetteloksi sisältää Suomen vesisammalkasviassa (Koponen ym. 1995) esitellyt lajit.

Taulukon nimistö on Ulvisen ym. (2002) mukainen. Vesisammalkasvion mukaiset vanhat nimet on esitetty laihalla kirjasintyyppillä uuden nimen alla, jos nimi on muuttunut. Lisäksi on esitetty Karttunen ja Toivosen luettelot (Karttunen & Toivonen 1995, Vallinkoski ym. 2004) sekä Lekan ym. (2008) kokoama aineisto eri tutkijoiden tekemistä vesikasvillisuustutkimuksista (mukana 773 järveä).

Sisältyminen luonnonsuojeluasetuksen rauhoitettujen lajien luetteloon on ilmoitettu lyhenteellä R (rauhoitettu koko maassa). Sisältyminen luontodirektiivin liitteen II lajeihin on merkitty koodilla D II. Luontodirektiivin liitteessä IV (b) ei ole yhtään sammallajia. Luonnonsuojeluasetuksen mukaiset uhanalaiset lajit on merkitty lyhenteellä u ja erityisesti suojeltavat uhanalaiset lajit lyhenteellä e.

Laji	Karttunen & Toivonen (1995)	Vallinkoski ym. (2004)	Leka ym. (2008)	Ehdotus: Koposen ym. (1995) mukaan	Lajin asema luonnonsuojeluasetuksessa ja luontodirektiivissä
<i>Amblystegium fluviatile</i> (Hedw.) Schimp.				x	
<i>Hygroamblystegium fluviatile</i> (Hedw.) Loeske					
<i>Brachytecium rivulare</i> Schimp.				x	
<i>Calliergon cordifolium</i> (Hedw.) Kindb.				x	
<i>Calliergon giganteum</i> (Schimp.) Kindb.		x	x	x	
<i>Calliergon megalophyllum</i> Mikut.	x		x	x	
<i>Calliergon richardsonii</i> (Mitt.) Kindb.				x	
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	x	x	x	x	
<i>Chiloscyphus polyanthos</i> (L.) Corda		x	x	x	
<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce				x	
<i>Dichelyma capillaceum</i> (Dicks.) Myrin		x		x	R, D II, e
<i>Dichelyma falcatum</i> (Hedw.) Myrin				x	
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.		x	x	x	
<i>Drepanocladus longifolius</i> (Mitt.) Broth. ex Paris	x	x	x	x	
<i>Drepanocladus capillifolius</i> (Warnst.) Warnst.					
<i>Drepanocladus sendtneri</i> (Schimp. ex H. Müll) Warnst.		x		x	
<i>Drepanocladus sordidus</i> (Müll. Hall.) Hedenäs	x		x	x	
<i>Drepanocladus tenuinervis</i> T. J. Kop.					
<i>Fissidens pusillus</i> (Wilson) Milde				x	
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	x	x	x	x	
<i>Fontinalis dalecarlica</i> Bruch & Schimp.		x	x	x	
<i>Fontinalis dichelymoides</i> Lindb.	x	x	x	x	
<i>Fontinalis hypnoides</i> Hartm.	x	x	x	x	
<i>Hamatocaulis lapponicus</i> (Norrl.) Hedenäs		x		x	D II, e
<i>Harpanthus flotovianus</i> (Nees) Nees				x	
<i>Hygrohypnum alpestre</i> (Sw. ex Hedw.) Loeske				x	
<i>Hygrohypnum durisculum</i> (De Not.) D. W. Jamieson				x	
<i>Hygrohypnum luridum</i> (Hedw.) Jenn.				x	
<i>Hygrohypnum ochraceum</i> (Turner ex Wilson) Loeske				x	
<i>Jungermannia exsertifolia</i> Steph. ssp. <i>cordifolia</i> (Dumort.) Vána				x	
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.	x	x	x	x	
<i>Marsupella emarginata</i> (Ehrh.) Dumort.				x	



Laji	Karttunen & Toivonen (1995)	Vallinkoski ym. (2004)	Leka ym. (2008)	Ehdotus: Kopen ym. (1995) mukaan	Lajin asema luonnonsuojeluasetuksessa ja luontodirektiivissä
<i>Marsupella sparsifolia</i> (Lindb.) Dumort.				x	u
<i>Octodicerus fontanum</i> (Bach. Phyl.) Lindb.	x		x	x	
<i>Fissidens fontanus</i> (B. Pyl.) Steud.					
<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra				x	u
<i>Palustriella decipiens</i> (De. Not.) Ochyra				x	
<i>Philonotis calcarea</i> (Bruch & Schimp.) Schimp.				x	u
<i>Philonotis fontana</i> (Hedw.) Brid.				x	
<i>Philonotis seriata</i> Mitt.				x	
<i>Platyhypnidium riparioides</i> (Hedw.) Dixon	x	x		x	
<i>Rhynchostegium riparioides</i> (Hedw.) Cardot			x		
<i>Pohlia wahlenbergii</i> (F. Weber & D. Mohr) A. L. Andrews				x	
<i>Porella cordeana</i> (Huebener) Moore				x	u
<i>Racomitrium aciculare</i> (Hedw.) Brid.				x	
<i>Radula lindenbergiana</i> Gottsche ex C. Hartm.				x	e
<i>Riccia fluitans</i> L.	x	x	x	x	
<i>Ricciocarpos natans</i> (L.) Corda	x	x	x	x	
<i>Scapania subalpina</i> (Nees ex Lindbenb.) Dumort.				x	
<i>Scapania undulata</i> (L.) Dumort.		x		x	
<i>Schistidium rivulare</i> (Brid.) Podp.				x	
<i>Scorpidium scorpioides</i> (Hedw.) Limpr.	x	x	x	x	
<i>Sphagnum cuspidatum</i> Ehrh. ex Hoffm.				x	
<i>Sphagnum platyphyllum</i> (Lindb. ex Braithw.) Sull. ex Warnst.				x	
<i>Sphagnum riparium</i> Ångstr.				x	
<i>Warnstorfia exannulata</i> (W. Gümbel) Loeske		x	x	x	
<i>Warnstorfia fluitans</i> (Hedw.) Loeske				x	
<i>Warnstorfia procera</i> (Renauld & Arnell) Tuom.	x	x	x	x	
<i>Warnstorfia trichophylla</i> (Warnst.) Tuom. & T. J. Kop.	x	x	x	x	
<i>Warnstorfia tundrae</i> (Arnell ex Lindb. & Arnell) Loeske		x	x	x	

## LIITE 5.

Ehdotus järvien makrofyttiseurannoissa käytettäväksi näkinpartaisten levien luetteloksi sisältää Langangenin ym. (2002) tarkastelussa esittelemät sisävesien näkinpartaiset levät.

Nimistö on kyseisen artikkelin mukainen, paitsi *Chara virgata* ja *Nitella confervacea*, joiden nimi on muuttunut (sähköposti Marja Koistiselta 16.12.2004).

Luonnonsuojeluasetuksen mukaiset uhanalaiset lajit on merkitty lyhenteellä u. Yksikään uhanalaisista levälajeista ei ole erityisesti suojeltava, eikä myöskään rauhoitettujen lajien luetteloon sisälly leviä. Luontodirektiivin liitteissä II ja IV (b) ei ole levälajeja.

Laji	Ehdotus: Langangen ym. (2002): makeassa vedessä esiintyvät	Lajin asema luonnonsuojeluasetuksessa	Lajin asema luonnonsuojeluasetuksessa
<i>Chara aspera</i> Detharding ex Wildenow	mukulanäkinparta	x	
<i>Chara braunii</i> Gmelin	silonäkinparta	x	u
<i>Chara contraria</i> A. Braun ex Kützing	harmaanäkinparta	x	
<i>Chara virgata</i> Kützing	sironäkinparta	x	
<i>Chara delicatula</i> Agardh			
<i>Chara globularis</i> Thuillier	hapranäkinparta	x	
<i>Chara intermedia</i> A. Braun	kalkkinäkinparta	x	
<i>Chara strigosa</i> A. Braun	pohjannäkinparta	x	
<i>Chara tomentosa</i> Linné	punanäkinparta	x	
<i>Nitella confervacea</i> A. Braun	tummasiloparta	x	u
<i>Nitella batrachosperma</i> (Reichenbach) A. Braun			
<i>Nitella nordstedtiana</i> J. Groves			
<i>Nitella flexilis</i> (Linné) Agardh	tummasiloparta	x	
<i>Nitella gracilis</i> (Smith) Agardh	hentosiloparta	x	u
<i>Nitella hyalina</i> (De Candolle) Agardh	kalvassiloparta	x	u
<i>Nitella opaca</i> (Bruzellius) Agardh	hauensiloparta	x	
<i>Nitella wahlbergiana</i> Wallman	tupsusiloparta	x	
<i>Nitellopsis obtusa</i> (Deswaux) J. Groves	tähtimukulaparta	x	u
<i>Tolypella canadensis</i> Sawa	tunturisykeröparta	x	

## LIITE 6.

### SYKEN säännöstelyjärviä koskevissa tutkimuksissa käyttämä lajiluettelo

<i>Acer platanoides</i>	<i>Epilobium adenocaulon</i>
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Epilobium angustifolium</i>
<i>Achillea ptarmica</i>	<i>Epilobium palustre</i>
<i>Aegopodium podagraria</i>	<i>Equisetum arvense</i>
<i>Agrostis capillaris</i>	<i>Equisetum fluviatile</i>
<i>Agrostis gigantea</i>	<i>Equisetum sylvaticum</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Eriophorum angustifolium</i>
<i>Alchemilla</i> sp.	<i>Filipendula ulmaria</i>
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Fontinalis antipyretica</i>
<i>Alnus incana/glutinosa</i>	<i>Fontinalis hypnoides</i>
<i>Alopecurus aequalis</i>	<i>Fragaria vesca</i>
<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Galium palustre</i>
<i>Andromeda polifolia</i>	<i>Galium palustre</i> ssp. <i>elongatum</i>
<i>Angelica sylvestris</i>	<i>Galium trifidum</i>
<i>Anthriscus sylvestris</i>	<i>Galium uliginosum</i>
<i>Athyrium filix-femina</i>	<i>Geum rivale</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Glyceria fluitans</i>
<i>Betula pubescens</i>	<i>Glyceria maxima</i>
<i>Bidens tripartita</i>	<i>Gnaphalium uliginosum</i>
<i>Butomus umbellatus</i>	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>
<i>Calamagrostis canescens</i>	<i>Hippophae rhamnoides</i>
<i>Calamagrostis epigejos</i>	<i>Hippuris vulgaris</i>
<i>Calamagrostis purpurea</i>	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>
<i>Calamagrostis stricta</i>	<i>Hylocomium splendens</i>
<i>Calla palustris</i>	<i>Hypericum maculatum</i>
<i>Calliergon megalophyllum</i>	<i>Iris pseudacorus</i>
<i>Callitriche palustris</i>	<i>Isoetes echinospora</i>
<i>Caltha palustris</i>	<i>Isoetes lacustris</i>
<i>Cardamine pratensis</i>	<i>Juncus alpinoarticulatus</i>
<i>Carex acuta</i>	<i>Juncus supinus</i>
<i>Carex aquatilis</i>	<i>Juncus conglomeratus</i>
<i>Carex disperma</i>	<i>Juncus effusus</i>
<i>Carex elata</i>	<i>Juncus filiformis</i>
<i>Carex lasiocarpa</i>	<i>Juniperus communis</i>
<i>Carex nigra</i>	<i>Spongilla lacustris</i>
<i>Carex nigra</i> ssp. <i>juncella</i>	<i>Lathyrus palustris</i>
<i>Carex ovalis</i>	<i>Lathyrus pratensis</i>
<i>Carex pseudocyperus</i>	<i>Ledum palustre</i>
<i>Carex rostrata</i>	<i>Lemna minor</i>
<i>Carex vesicaria</i>	<i>Leontodon autumnalis</i>
<i>Carex viridula</i> var. <i>viridula</i>	<i>Limosella aquatica</i>
<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Linnaea borealis</i>
<i>Chara globularis</i>	<i>Littorella uniflora</i>
<i>Cicuta virosa</i>	<i>Lobelia dortmanna</i>
<i>Cirsium helenioides</i>	<i>Lycopodium annotinum</i>
<i>Cirsium palustre</i>	<i>Lycopus europaeus</i>
<i>Cladophora</i>	<i>Lysimachia thyrsoflora</i>
<i>Comarum palustris</i>	<i>Lysimachia vulgaris</i>
<i>Crassula aquatica</i>	<i>Lythrum salicaria</i>
<i>Crepis paludosa</i>	<i>Maianthemum bifolium</i>
<i>Deschampsia cespitosa</i>	<i>Melampyrum pratense</i>
<i>Deschampsia flexuosa</i>	<i>Melica nutans</i>
<i>Drepanocladus aduncus</i>	<i>Mentha arvensis</i>
<i>Drepanocladus capillifolius</i>	<i>Menyanthes trifoliata</i>
<i>Drepanocladus tenuinervis</i>	<i>Molinia caerulea</i>
<i>Drepanocladus trichophyllum</i>	<i>Myosotis laxa</i> ssp. <i>cespitosa</i>
<i>Dryopteris carthusiana</i>	<i>Myosotis scorpioides</i>
<i>Elatine hydropiper</i>	<i>Myrica gale</i>
<i>Elatine triandra</i>	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>
<i>Eleocharis acicularis</i>	<i>Myriophyllum verticillatum</i>
<i>Eleocharis mamillata</i>	<i>Najas tenuissima</i>
<i>Eleocharis palustris</i>	<i>Nitella</i> sp.
<i>Elodea canadensis</i>	<i>Nuphar lutea</i>
<i>Elymus repens</i>	<i>Nuphar pumila</i>
<i>Empetrum nigrum</i>	<i>Nymphaea alba</i>

*Nymphaea candida*  
*Nymphaea tetragona*  
*Oxalis acetosella*  
*Pedicularis palustris*  
*Persicaria amphibium*  
*Persicaria amphibium* (maamuoto)  
*Persicaria foliosum*  
*Persicaria lapathifolia*  
*Persicaria hydropiper*  
*Polytrichum juniperinum*  
*Peucedanum palustre*  
*Phalaris arundinacea*  
*Phleum pratense*  
*Phragmites australis*  
*Picea abies*  
*Pinus sylvestris*  
*Poa annua*  
*Poa nemoralis*  
*Pohlia wahlenbergii*  
*Polypodium vulgare*  
*Populus tremula*  
*Potamogeton alpinus*  
*Potamogeton berchtoldii*  
*Potamogeton compressus*  
*Potamogeton gramineus*  
*Potamogeton natans*  
*Potamogeton obtusifolius*  
*Potamogeton perfoliatus*  
*Potamogeton praelongus*  
*Potamogeton pusillus*  
*Potentilla erecta*  
*Prunella vulgaris*  
*Prunus padus*  
*Pteridium aquilinum*  
*Pyrola rotundifolia*  
*Ranunculus auricomus*  
*Ranunculus flammula*  
*Ranunculus lingua*  
*Ranunculus peltatus*  
*Ranunculus repens*  
*Ranunculus reptans*  
*Ranunculus sceleratus*  
*Rhamnus frangula*  
*Rhinanthus minor*  
*Rhynchospora alba*  
*Rhynchosyche riparioides*  
*Ribes nigrum*  
*Ribes spicatum*  
*Riccia fluitans*  
*Ricciocarpos natans*  
*Rorippa palustris*  
  
*Rubus chamaemorus*  
*Rubus idaeus*  
*Rumex acetosa*  
*Sagina procumbens*  
*Sagittaria natans*  
*Sagittaria natans x. sagittifolia*  
*Sagittaria sagittifolia*  
*Salix caprea*  
*Salix cinerea*  
*Salix lapponum*  
*Salix myrsinifolia*  
*Salix pentandra*  
*Salix phylicifolia*  
*Schoenoplectus lacustris*  
*Scirpus sylvaticus*  
*Scolochloa festucacea*  
*Scorpidium scorpioides*  
*Scutellaria galericulata*  
*Sorbus aucuparia*  
*Sparganium angustifolium*  
*Sparganium emersum*  
*Sparganium erectum*  
*Sparganium gramineum*  
*Sparganium hyperboreum*  
*Sparganium natans*  
*Sphagnum*  
*Spirodela polyrhiza*  
*Stachys palustris*  
*Stellaria media*  
*Stellaria palustris*  
*Stratiotes aloides*  
*Subularia aquatica*  
*Taraxacum*  
*Trientalis europaea*  
*Trifolium pratense*  
*Tussilago farfara*  
*Typha angustifolia*  
*Typha latifolia*  
*Urtica dioica*  
*Utricularia intermedia*  
*Utricularia minor*  
*Utricularia vulgaris*  
*Vaccinium myrtillus*  
*Vaccinium oxycoccos*  
*Vaccinium uliginosum*  
*Vaccinium vitis-idaea*  
*Veronica scutellata*  
*Vicia cracca*  
*Vicia sepium*  
*Viola montana*  
*Viola palustris*

## KUVAILULEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus SYKE		Julkaisu-aika lokakuu 2008	
Tekijä(t)	Minna Kuoppala, Seppo Hellsten ja Antti Kanninen			
Julkaisun nimi	<b>Sisävesien vesikasviseurantojen laadunvarmistus</b>			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 36/2008			
Julkaisun teema	Ympäristönsuojelu			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetistä: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
Tiivistelmä	<p>Vesistöseurannat olivat ennen EY:n vesipolitiikan puitedirektiivin voimaantuloa painottuneet veden fysikaaliskemialliseen laatuun, ja biologisten laatu-teki-jöiden seuranta oli jäänyt kasviplanktonia lukuun ottamatta vähäiselle huomiolle. Etenkin vesikasvitutkimukset ovat olleet harvalukuisia ja menetelmiltään vaihtelevia.</p> <p>Tässä hankkeessa Eurooppalaisille tutkimuslaitoksille tehdyn kyselyn perusteella vesikasvillisuuden seuranta-menettelyjen kehitystoiminta on vilkasta. Laadunvarmistuksen menettelytavat ja ohjeisto puuttuvat kuitenkin miltei täysin lukuun ottamatta jokitutkimuksiin kehitettyä MTR-ohjeistoa. Kyselyn perusteella voidaan todeta CEN-standardeja tulkitun melko väljästi ja menetelmien olevan erittäin kirjavia. Käsillä olevassa kehityshankkeessa käydään läpi yksityiskohtaisesti vesikasvitutkimukseen liittyvät CEN-standardit ja niiden antamat suuntaviivat menetelmien kehittämiseksi Suomessa.</p> <p>Suomessa järvien vesikasvitutkimusten menetelmäkehitys on ennen Life-Vuoksi (v. 2001-2004) projektia ollut vähäistä lukuun ottamatta biologitoimisto Jari Venetvaaran kehittämää Najas-ohjelmistoa ja siihen liittyvää linjamenetelmää. Life-Vuoksi hankkeessa suositeltu ns. päävyöhykelinjamenetelmä noudattaa hyvin CEN-standardia ja muodostaa siten perustan myös laadunvarmistuksen kehittämiseksi. Jokien osalta ei vastaavaa menetelmäkehitystä ole tehty eikä sen suhteen voida antaa suosituksia.</p> <p>Raportissa kuvataan yksityiskohtaisesti järvissä tehtävä vesikasvitutkimus vaiheineen ja laaditaan suuntaviivat laadunvarmistukselle. Kansallinen ohjeisto perustuu SYKEN toimimiseen vastuullisena koordinoijana, kun taas varsinainen kehitystoiminta voi keskittyä edelleen alueellisiin ympäristökeskuksiin. Laadunvarmistuksen kehittämisessä tarvitaan yhteistyötä eri toimijoiden ja viranomaisten kesken sekä selkeää työnjakoa ja resurssien yhteistä suuntaamista. Raportti on suurelta osin kirjoitettu viranomaisten tekemän perusseurannan tarpeita varten, mutta soveltuu suoraan myös toiminnallista seuranta tekevien konsulttien käyttöön. Ehdotettu laadunvarmistuksen menettelytapa käy myös tutkinnallisen seurannan tarpeisiin.</p>			
Asiasanat	vesistöseuranta, vesikasvillisuus, makrofytyt, laadunvarmistus, CEN-standardit, menetelmäkehitys			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Suomen ympäristökeskus			
	ISBN 978-952-11-3223-0 (nid.)	ISBN 978-952-11-3224-7 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkok.)
	Sivuja 93	Kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis.alv 8 %) 12,00 €
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, PL 780, 00043 EDITA Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: <a href="mailto:asiakaspalvelu.publishing@edita.fi">asiakaspalvelu.publishing@edita.fi</a> , <a href="http://www.edita.fi/netmarket">www.edita.fi/netmarket</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	Edita prima Oy, 2008			

## PRESENTATIONSBLAD

<i>Utgivare</i>	Finlands miljöcentral SYKE			<i>Datum</i> October 2008
<i>Författare</i>	Minna Kuoppala, Seppo Hellsten ja Antti Kanninen			
<i>Publikationens titel</i>	<b>Sisävesien vesikasviseurantojen laadunvarmennus</b> (Utveckling av kvalitetskontroll för vattenväxtövervakning i insjöar)			
<i>Publikationsserie och nummer</i>	Suomen ympäristö 36/2008			
<i>Publikationens tema</i>	Ympäristönsuojelu Miljövård			
<i>Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt</i>	Publikationen finns tillgänglig på internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
<i>Sammandrag</i>	<p>Innan EG:s ramdirektiv för vattenpolitik trädde i kraft koncentrerade man sig inom vattendragsövervakningen på vattnets fysikalisk-kemiska kvalitet, och uppföljningen av de biologiska kvalitetsfaktorerna med undantag av växtplankton ägnades inte mycket uppmärksamhet. I synnerhet vattenväxtundersökningar har förekommit sparsamt och utförts med varierande metoder.</p> <p>Av en förfrågan som gjordes i europeiska forskningsinstitut under detta projekt framgår att det pågår en aktiv utveckling av övervakningsmetoderna för vattenvegetation. Metoder och anvisningar för kvalitetskontroll saknas dock nästan helt med undantag av MTR-anvisningarna, som har utvecklats för makrofyttundersökningar i rinnande vatten. Utgående från förfrågan kan man konstatera att CEN-standarderna har tolkats rätt så fritt och att förfaringsmetoderna har varit mycket varierande. I detta utvecklingsprojekt granskas CEN-standarderna för vattenväxtundersökningar och de riktlinjer dessa ger för utvecklingen av metoder i Finland i detalj.</p> <p>I Finland var utvecklingen av metoder för vattenväxtundersökningar före projektet Life Vuoksi (åren 2001–2004) sparsam med undantag Najas-programmet och den linjemetod i anslutning till programmet som företaget Biologitoimisto Jari Venetvaara Ky har utvecklat. Den i Life Vuoksi-projektet använda s.k. huvudzonlinjemetoden följer CEN-standarden väl och bildar så en god grund för utvecklandet av kvalitetskontrollen. En motsvarande metodutveckling har inte gjorts för rinnande vatten, och därför ges inga rekommendationer för en sådan.</p> <p>I denna rapport beskrivs en vattenväxtundersökning för sjöar i detalj och steg för steg. I rapporten dras även upp riktlinjerna för kvalitetskontrollen. De nationella anvisningarna utgår från att SYKE fungerar som den ansvariga koordinatören, medan den egentliga utvecklingsverksamheten även i fortsättningen koncentreras till de regionala miljöcentralerna. En utveckling av kvalitetskontrollen kräver samarbete mellan olika parter och myndigheter, en klar arbetsfördelning och gemensamt inriktande av resurserna. Rapporten har utarbetats i huvudsak med tanke på kontrollerande övervakning som myndigheterna utför, men den kan också användas av konsulter som gör operativ övervakning. Den föreslagna förfaringsmetoden för kvalitetskontroll lämpar sig också för undersökande övervakning.</p>			
<i>Nyckelord</i>	vattendragsövervakning, vattenvegetation, makrofyter, kvalitetskontroll, CEN-standarder, metodutveckling.			
<i>Finansiär/ uppdragsgivare</i>				
	ISBN 987-952-11-3223-0 (hft.)	ISBN 978-952-11-3224-7 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>Sidantal</i> 93	<i>Språk</i> Finska	<i>Offentlighet</i> Offentlic	<i>Pris (inh. moms 8 %)</i> 12,00 €
<i>Beställningar/ distribution</i>	Edita Publishing Ab, PB 780, 00043 EDITA Kundtjänst: tfn. +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Epost: <a href="mailto:asiakaspalvelu.publishing@edita.fi">asiakaspalvelu.publishing@edita.fi</a> , <a href="http://www.edita.fi/netmarket">www.edita.fi/netmarket</a>			
<i>Förläggare</i>	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>			
<i>Tryckeri/tryckningsort och -år</i>	Edita Prima Ab, Helsingfors 2008			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute (SYKE)			<i>Date</i> October 2008
<i>Author(s)</i>	Minna Kuoppala, Seppo Hellsten ja Antti Kanninen			
<i>Title of publication</i>	<b>Sisävesien vesikasviseurantojen laadunvarmennus</b> (Development of quality control in aquatic macrophyte monitoring)			
<i>Publication series and number</i>	Suomen ympäristö 36/2008			
<i>Theme of publication</i>	Ympäristönsuojelu Environmental protection			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available on the internet: <a href="http://www.ymparisto.fi/julkaisut">www.ymparisto.fi/julkaisut</a>			
<i>Abstract</i>	<p>Before the implementation of the Water Framework Directive (WFD) monitoring of water courses were focused on physico-chemical water quality and monitoring of biological quality elements except phytoplankton was limited. Especially aquatic macrophyte surveys were scarce and the methods diverse.</p> <p>On the basis of a questionnaire made to European research institutions the development activity of the methods used for monitoring of aquatic macrophytes is lively. However, the procedure of the quality control and guidance development lack almost totally with the exception of the guidance of MTR method developed for river macrophyte surveys. On the basis of the European questionnaire it can be stated that CEN standards are interpreted quite freely and the methods used are very diverse. In this development project CEN standards concerning aquatic macrophytes and the guidelines they give for the development of methods are reviewed in detail.</p> <p>Before the Life Vuoksi project (yrs 2001-2004) the development activity of aquatic macrophyte survey methods in lakes was based on occasional projects except for the Najas program and the related transect method developed by Biologist Office Jari Venetvaara. The main belt transect method recommended by Life-Vuoksi project follows quite well CEN standard and creates the basis for the development of quality control. On the other hand corresponding method development in rivers, has not been done and thus recommendations are not given.</p> <p>A detailed step-by-step description of an aquatic macrophyte field survey and guidelines for the quality control are presented in this report. The national guidance is based on Finnish Environment Centre (SYKE) acting as a responsible coordinator, whereas the development activity can still be done in Regional Environment Centres. Co-operation between different actors and authorities, clear distribution of work and common allocation of resources are needed for the development of quality control. The report is written for the needs of basic monitoring made by authorities, but it is suited also for the use of consultants in charge of the operational monitoring. The proposed procedure of quality control can be used also for the needs of investigative monitoring.</p>			
<i>Keywords</i>	watercourse monitoring, aquatic vegetation, aquatic macrophytes, quality control, CEN standards			
<i>Financier/ commissioner</i>				
	ISBN 987-952-11-3223-0 (pbk.)	ISBN 978-952-11-3224-7 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>No. of pages</i> 93	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> Public	<i>Price (incl. tax 8 %)</i> 12,00 €
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Ltd, P.O.Box 780, FI-00043 Edita, Finland Customer service: tel. +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Mail orders: <a href="mailto:asiakaspalvelu.publishing@edita.fi">asiakaspalvelu.publishing@edita.fi</a> , <a href="http://www.edita.fi/netmarket">www.edita.fi/netmarket</a>			
<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>	Edita Prima Ltd. Helsinki 2008			





Ranta- ja vesikasvillisuus ovat olennainen osa järviemme maisemaa. Suomalaisen vesikasvillisuustutkimuksen juuret ulottuvat 1930-luvulle, jolloin tehtiin laajoja ekologisia tutkimuksia ja jopa laadittiin edelleenkin ajankohtainen järvien tyypittely kasvillisuuden perusteella. Vesikasvillisuuden merkitys on noussut uudelleen ajankohtaiseksi Euroopan Vesipolitiikan puitedirektiivin tultua voimaan, muodostaahan kasvillisuus siinä yhden keskeisen biologisen laatutekijän. Aiemmin toteutetut tutkimukset ovat olleet menetelmiltään kuitenkin kirjavia, joten tulosten vertailu on ollut hankalaa, etenkin kun suurin osa työstä tapahtuu maastossa eikä laatua voi myöhemmin tarkistaa.

Julkaisussa tarkastellaan vesikasvillisuustutkimuksissa huomioonotettavia Eurooppalaisia standardeja ja samalla ohjeistetaan viime vuosina vakiintuneen päävyöhykemenetelmän käyttöä. Lisäksi arvioidaan kriittisesti mahdollisuudet laadunvarmistuksen parantamiseen. Työ on osa Suomen ympäristökeskuksen vertailulaboratoriahanketta.



**S Y K E**

Myynti: Edita Publishing Oy  
Asiakaspalvelu:  
PL 780, 00043 EDITA  
puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380  
asiakaspalvelu.publishing@edita.fi  
www.edita.fi/netmarket

**ISBN978-952-11-3223-0 (nid.)**

**ISBN 978-952-11-3224-7 (PDF)**

**ISSN 1238-7312 (pain.)**

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



9 789521 132230