

YMPÄRISTÖOPAS

Piileväyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelmäohjeet

Pertti Eloranta, Satu Maaria Karjalainen
ja Kari-Matti Vuori



Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus

YMPÄRISTÖOPAS 2007

Piilevâyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelmäohjeet

Pertti Eloranta, Satu Maaria Karjalainen ja Kari-Matti Vuori

Oulu 2007

POHJOIS-POHJANMAAN YMPÄRISTÖKESKUS



POHJOIS-POHJANMAAN
YMPÄRISTÖKESKUS

YMPÄRISTÖOPAS 2007
Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus

Taitto: Graafinen suunnittelu Gasworks Oy
Kansikuva: Liisa Kantola
Sisäsivujen kuvat: Liisa Kantola, Satu Maaria Karjalainen

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Painotupa ky, Oulu 2007

ISBN 978-952-11-2569-0 (nid.)
ISBN 978-952-11-2570-6 (PDF)
ISSN 1238-8602 (pain.)
ISSN 1796-167X (verkkoj.)

ALKUSANAT

Piilevämenetelmä mahdollisena seurantamenetelmänä jokivesissä on noussut voimakkaasti esille vesipolitiikan puitedirektiivin edellyttämän biologisen seurannan suunnittelun myötä. Piilevätutkimusta on tehty vuosikymmenten ajan yliopistoissa. Myös ympäristöhallinnossa ja velvoitetarkkailussa piilevämenetelmien käyttö on viimeisen kymmenen vuoden aikana yleistynyt. Suomessa on monen muun Euroopan maan tavoin pyrkimyksenä soveltaa piilevämenetelmää jokien ekologisen tilan luokittelussa. Tämä julkaisu onkin syntynyt tarpeesta saada koottua yhteen olemassa oleva tieto ja käytäntö sekä tehdä menetelmää entistä paremmin tunnetuksi Suomessa. Erityisesti on haluttu huomioida menetelmän käyttäjien tietotarpeet käytännön työskentelyn helpottamiseksi.

Tämän julkaisun toteuttamisen ovat mahdollistaneet ympäristöministeriön rahoitus sekä projektissa mukana olleet tahot. Ohjeistusta ovat myös kommentoineet lukuisat asiantuntijat. Heille kaikille lämpimät kiitoksemme.

Oulussa 9.12.2006

Pertti Eloranta, Satu Maaria Karjalainen ja Kari-Matti Vuori

SISÄLLYS

Alkusanat	3
I Johdanto	7
2 Pohjalevät	8
2.1 Pohjalevien ekologiasta	8
2.1.1 Valo	8
2.1.2 Veden virtaus	9
2.1.3 Ravinteet	9
2.1.4 pH	10
2.1.5 Helposti hajoavat orgaaniset aineet	11
2.1.6 Kiintoaine	11
2.1.7 Humus	11
2.1.8 Kasvualusta	12
2.1.9 Pohjaeläimet laiduntavat pohjaleviä	12
2.1.10 Piilevyhteisöjen habitaatit	13
3 Piilevät veden laadun ilmentäjinä	15
3.1 Piilevämenetelmän periaate	15
3.1.1 Menetelmän käyttökohteet	15
3.2 Piilevien rakenne ja taksonomia	16
3.3 Piilevät ilmentävät ohivirtaavan veden laatua	17
3.3.1 Piileväanalyysin ongelmat	17
3.4 Indikaattorilajit	18
4 Menetelmät piileväaineiston analysointiin	19
4.1 Omnidia-tietokannan esittely	19
4.2 Saprobialuokittelu ja piileväindeksit	19
4.2.1 IPS	19
4.2.2 GDI	22
4.2.3 TDI	22
4.2.4 Muut indeksit	23
4.3 Ekologiset jakaumat	23
4.4 Muita menetelmiä	24
5 Vesipolitiikan puitedirektiivi ja piilevät	25
5.1 Tyypittely	26
5.2 Luokittelu	26
6 Piilevämenetelmä vpd:n mukaisena seurantamenetelmänä	28
6.1 Soveltuvuus Suomen jokivesiin	28
6.2 Menetelmän kustannustehokkuus	28

7 Ohjeita piilevänäytteenottoon	30
7.1 Standardit.....	30
7.2 Näytteenoton ajoitus.....	30
7.3 Näytteenotossa huomioitavia seikkoja.....	30
7.3.1 Näytepaikan valinta.....	31
7.3.2 Ohjeita näytteiden ottamiseksi kiviltä	33
7.3.3 Ohjeita näytteiden ottamiseksi kasveilta.....	34
7.3.4 Ohjeita näytteiden ottamiseksi sedimentin pinnalta.....	35
7.4 Piilevänäytteen säilöminen.....	35
7.5 Näytteenottopaikan kuvaus.....	35
7.6 Näytteenotossa tarvittavat tarvikkeet	36
8 Piilevänäytteestä preparaatiaksi	37
8.1 Preparaatin valmistuksen päävaiheet.....	37
8.2 Piilevien puhdistus	38
8.3 Piileväpreparaatin valmistus.....	38
8.3.1 Tarvittavat välineet	38
8.3.2 Välineiden puhdistus.....	38
8.3.3 Näytetietojen kirjaus.....	38
8.3.4 Preparaatin valmistus.....	39
8.3.5 Preparaatin laadun tarkistus	40
8.3.6 Piilevänäytteen ja -preparaatin säilytys.....	40
9 Piilevänäytteen mikroskopointi.....	41
10 Määrittystulosten vienti omnidia-tietokantaan ja piileväaineiston analysointi	42
11 Johtopäätökset.....	45
Lähteet	46
Liite 1	49
Liite 2	51
Liite 3	53
Liite 4	55
Kuvailulehti	57
Documentation page	58

1 Johdanto

Pohjalevästöön eli fyto bentokseen kuuluu leviä seuraavista leväryhmistä: piilevät, sinilevät (syanoprokaryootit, syanobakteerit), viherlevät, yhtymälevät, kultalevät (*Hydrurus*), keltalevät ja punalevät. Nämä pohjalevät kasvavat joko alustansa kiinnittyneinä tai irrallaan sen päällä. Levä, jotka kasvavat kasvien läheisyydessä, mutta eivät kiinnity niiden pintaan sanotaan metafyyttisiksi leviksi. Kovilla kasvualustoilla (kivi, puu, kasvi) kiinnittyneinä kasvavia leviä kutsutaan perifyttisiksi. Siten varsinaista perifytonia esiintyy lähinnä kivien (epiliton) ja kasvien pinnoilla (epifyton), mutta myös muilla vedessä olevilla alustoilla, kuten veneiden pohjissa ja upoksissa olevilla puupinnoilla ja muilla rakenteilla. Sedimentin (epipelon) ja hiekan (epipsammon) pinnalla olevat eliöstöt kuuluvat pohjaleväyhteisöihin, mutta eivät varsinaiseen perifytonlevästöön.

Pohjalevästöä on Suomessa käytetty veden laadun arvioinnissa 1970-luvulta lähtien velvoitetarkkailujen perifytonitutkimuksissa sekä järviettä jokivesissä. Niissä on analysoitu keinotekoisille alustoille (esim. kaakeli, pleksimuovilevy, diakehukseen asetettu suodatinpaperi) muodostuneen leväyhteisön klorofyllipitoisuus, haihdutusjäännös eli kuivamassa sekä hehkutushäviö eli orgaaninen aines.

Perifytonista mikroskooppiset pohjalevät sopivat hyvin virtaavien vesien laadun seurantaan. Pohjalle kiinnittyneet levät ottavat ravinteensa suoraan ympäröivästä vedestä ja näin ollen ne ovat herkkiä veden laadussa tapahtuville muutoksille. Jokien pohjalla kasvavista levistä piilevät (*Diatomophyceae*) soveltuvat erityisen hyvin vesien tilan seurantaan. Tunnettujen piilevätaksonien kokonaismäärä makeissa vesissä on noin 5000–6000 piilevätaksonia (Eloranta 2000). Piileviä

on perinteisesti käytetty etenkin paleolimnologisissa tutkimuksissa, mikä edellyttää hyvää lajien ekologisten vaatimusten tuntemusta. Tutkimustiedon runsauden ansiosta monien piilevälajien ekologia tunnetaankin poikkeuksellisen hyvin. Piilevälajiston keskinäiset määräsuhteet muuttuvat vuodenaikojen mukaan, mutta selviä muutoksia piileväyhteisöön aiheuttavat erityisesti veden laadun vaihtelut ja toisaalta kunkin vuodenajan lajisto kertoo myös veden laadusta.

Suomessa on 1990-luvulta lähtien selvitetty Keski-Euroopassa kehitetyn virtavesien seurantaan tarkoitettua piileväyhteisöanalyysin soveltuvuutta pohjoihin jokivesiin. Menetelmän soveltuvuutta on testattu lukuisissa erityyppisissä ja eri kokoluokan virtavesissä (Eloranta 1995, 1999; Eloranta ja Andersson 1998; Eloranta ja Kwandrans 1999; Eloranta ja Soininen 2002; Miettinen 2003, 2004; Niemelä ym. 2000, 2004a, 2004b; Soininen 2004) etelärannikolta Lapin jokivesiin asti. Menetelmää on myös käytetty useissa velvoitetarkkailussa 1990-luvulta alkaen (mm. Eloranta ja Kwandrans 2003, 2006) sekä kaupunkipurojen veden laadun tarkastelussa (Risco ja Pellikka 2002).

Ranskalainen vesitoimisto, Agence de l'Eau Artois-Picardie, aloitti ensimmäisenä piilevien laajempimittaisen käytön jokivesien laadun arvioinnissa 1990-luvun alussa (Niemelä ym. 2000). Menetelmän avuksi kehiteltiin Omnidia-tietokanta, johon kerättiin suuri määrä piilevälajeja ja luotiin ohjelmisto piileväindeksien laskemiseksi (Lecoin ym. 1993). Sen avulla voidaan käsitellä suuria piileväaineistoja nopeasti ja helposti. Tietokantaa on täydennetty useaan otteeseen lisäämällä siihen mm. piilevälajeja ja -indeksejä.

2 Pohjalevät

Tässä luvussa on käytetty lähteinä seuraavia julkaisuja:

- Eloranta, P. 2004a. Perifytonmääritys luonnonalustoilta. Julk.: Ruoppa, M. & Heinonen, P. (toim.). Suomessa käytetyt biologiset vesitutkimusmenetelmät. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 682. s. 23–26.
- Niemelä, P., Ylitolonen, A. & Heikkinen, K. 2000. Pilottikoe piilevyhteisöanalyysin soveltuvuudesta boreaalisiin jokivesiin. 24 s. (käsikirjoitus)
- Niemelä, P., Lehtonen, R., Ylitolonen, A. & Heikkinen, K. 2004b. Pohjoisten virtavesien erityispiirteiden vaikutus epiliittisiin piilevyhteisöihin – merkitykset vedenlaadun seurantaan. 20 s. (käsikirjoitus)
- Niemelä, P., Soininen, J. & Eloranta, P. 31.3.2005 (Päivitetty). Pohjalevät. www.ymparisto.fi > RiverLife-jokitietopaketti > Mitä joki on? > Pohjalevät. [Viitattu 7.12.2006.]

2.1

Pohjalevien ekologiasta

Pohjan kaikki leväyhteisöt ovat tyypillisiä perustuottajia, joten niiden esiintyminen kytkeytyy valaistuun kerrokseen. Käytännössä se merkitsee järvesivesissä rantavyöhykettä ja virtavesissä riittävästi valaistuja joen osia, kuten matalia koskipaikkoja. Perifytonleviä kulkeutuu satunnaisesti myös ulapalle, mutta ne eivät ole siellä pysyvä osa planktoniyhteisöä. Sekoitusvirtausten heiketessä perifytonlevät vajoavat yleensä pohjaan. Virtavesissä pohjalevätutkimuksilla on merkittävä rooli tilan arvioinnissa ja seurannassa, koska pohjalevät muodostavat pienissä joissa ja puroissa usein merkittävimmän ja pysyvimmän perustuottajayhteisön (Eloranta 2004a).

Fysikaalis-kemiallisista tekijöistä pohjalevien esiintymiseen vaikuttavat valon lisäksi muun muassa pohjan laatu, veden virtausominaisuudet ja veden kemia. Pohjalevien kannalta kemiallisista

tekijöistä merkittäviä ovat elektrolyyttipitoisuus, (mukaan lukien ravinnepitoisuus ja helposti hajoavat orgaaniset yhdisteet), pH, humus ja kiintoaine. Pohjalevyhteisön rakennetta ja biomassaa säätelee myös pohjaeläinten laidunnus. Pohjalevästön lajikoostumus on kaikkien kasvuun ja esiintymiseen vaikuttavien tekijöiden yhteisvaikutuksen tulos.

Kulloinkin vallitseviin olosuhteisiin parhaiten sopeutuneet levälajit ovat alueella vallitsevia eli dominoivia, ja olosuhteiden muuttuessa myös levälajien väliset määräsuhteet muuttuvat. Elinolosuhteiden erilaisuus (habitaatit) joen eri jaksoilla vaikuttaa myös joessa kasvaviin leväyhteisöihin. Joen pohjahabitaattien rakenteellinen vaihtelu vaikuttaa lähinnä levälajiston monimuotoisuuteen. Piilevien lajikoostumus ilmentää kuitenkin usein ensisijaisesti veden laatua.

2.1.1

Valo

Levien tuotantoon vaikuttaa valo, jota levät tarvitsevat yhteyttämiseensä. Varsinkin virtavesissä valon määrän ja laadun vaihtelu on hyvin suurta. Puut ja rantakasvit varjostavat usein jokien pohjalevyhteisöjä. Lisäksi joillakin alueilla soilta ja muualta maaperästä peräisin olevat hitaasti hajoavat humusaineet vaikuttavat vesistöön muun muassa antamalla vedelle ruskean värin. Veden humusaineet pidättävät tehokkaasti veteen tunkeutuvaa valoa ja ne muuttavat samalla myös veteen tunkeutuvan valon laatua (Wetzel 1983). Tämä antaa kilpailuedun leville, joiden pigmenttikoostumus soveltuu veteen pääsevälle aallonpituudelle. On havaittu, että viherlevät kasvavat hyvin kirkkaassa valossa, kun taas punaleviä esiintyy erityisen paljon varjoisissa olosuhteissa (Hynes 1970). Piile-

vien esiintymisessä eri valaistusolosuhteissa ei ole havaittu selviä eroja.

Vaikka levät tarvitsevatkin valoa tuotantoon, vain harvat levät ovat rajoittuneet esiintymään pelkästään tiettyinä vuodenaikoina (Allan 1995). Valon laatu, määrä ja esimerkiksi jaksoisuus ei näin näyttäisi olevan erityisen keskeinen ympäristötekijä pohjaleville, kunhan valoa on riittävästi perustuotantoa varten.

2.1.2

Veden virtaus

Veden virtauksessa tapahtuvat ajalliset ja paikalliset muutokset vaikuttavat leväyhteisön biomassan ja lajiyhteisön muodostumiseen, sillä virtausnopeus vaikuttaa alustan partikkelikokoon ja siten vesikasvillisuuden esiintymiseen. Virtausnopeus ja sen vaihtelut ovatkin tärkeimpiä pohjalevästön rakenteeseen vaikuttavia fysikaalisia tekijöitä. Pohjalevien yhteisö on usein biomassaltaan ja lajilukumäärältään suurin kovapohjaisella kasvualustalla, jossa virtausnopeus on keskimäärin 40–80 cm s⁻¹ (Allan 1995).

Virtauksen vaikutus levästöön korostuu, mikäli virran nopeudessa tapahtuu suuria muutoksia. Kun virtausnopeus kasvaa, pohjan piileväyhteisössä runsastuvat virtauksen aiheuttamaa jännitettä parhaiten kestävät, tiukasti kasvualustaansa kiinnittyvät lajit. Paljain silmin havaittavilla levillä (makrolevät) saattaa puolestaan olla erilaisia kasvumuotoja vallitsevan virtausnopeuden mukaan (Whitton 1975). Esimerkiksi eräät rihmamaiset sinileväsuvut kestävätkin hyvin suuriakin virtausnopeuksia.

Virtaavassa vedessä pohjalla kasvavien leväsolujen ravinteiden saanti on veden pyörteiden ansiosta varmempaa kuin seisovassa vedessä. Tämän lisäksi veden virtaus edistää pohjalevästön kasvua poistaessaan kuolleita tai heikkokuntoisia leväsoluja kasvustosta. Veden jatkuva liike edesauttaa myös koko vesimassan hapettumista. Mitä korkeampi on veden happipitoisuus, sitä nopeampia ovat sedimentissä tapahtuvat hajotusreaktiot ja siten myös ravinteiden vapautuminen sedimentistä on nopeampaa.

Kun virtausnopeus kasvaa hyvin suureksi (noin 100 cm s⁻¹), pohjalevästön määrä vähenee: kasvualustoilta irtaantuvien leväsolujen määrä kasvaa virran voimakkuuden kasvaessa. Myös voimakkaasta virtauksesta johtuva kasvualusto-

jen liikkuminen sekä virran mukana kulkeutuvan kiintoaineksen aiheuttama hankaus vähentävät leväkasvustoja. Virran voimakkuuden kasvaessa virtaukselle altteimmat pinnat tyhjenevät nopeasti, jolloin pohjan leväyhteisöistä tulee laikuttaisia. Suojaiset kolot ovat tämän vuoksi yhteisön säilymisen kannalta tärkeitä.

Leväyhteisön rakenne ja biomassa palautuvat entisen kaltaiseksi esimerkiksi tulvan jälkeen, kun vanhat, jo ennen tulvaa alustalla kasvavat solut lisääntyvät. Myös virran mukana kulkeutuvat ja kasvualustalle tarttuvat uudet solut edistävät leväyhteisön palautumista.

2.1.3

Ravinteet

Levät tarvitsevat kasvuunsa eri ravinteita sopivassa suhteessa. Pääosa levistä kykenee hyödyntämään lähinnä vedessä esiintyvien ravinteiden epäorgaanisessa eli mineraalimuodossa olevia yhdisteitä. Epäorgaanisista ravinteistakin vain osa on suoraan leville käyttökelpoisessa muodossa. Jotkut levälajit kykenevät käyttämään myös orgaanisessa muodossa olevia ravinteita, kuten yksinkertaisia hiilihidraatteja, aminohappoja sekä esimerkiksi vitamiineja. Täten mm. ns. tyypiheterotrofit lajit toimivat myös esimerkiksi orgaanisten jätevesien indikaattoreina.

Kasviravinteista tärkeimmät ovat typpi ja fosfori. Ravinne, jota on vähiten suhteessa levien tarvitsemaan määrään, on kasvua rajoittava tekijä. Typen ja fosforin kokonais- ja mineraaliravinnepitoisuuksien suhteille on määritetty raja-arvot, joiden perusteella voidaan arvioida kasvua rajoittava tekijä (Forsberg ym. 1978). Kyseiset suhdeluvut kuvaavat kuitenkin koko vesimassan ravinnevaroja, mutta eivät ilmennä leville käyttökelpoisten, liuenneena olevien ravinteiden pitoisuuksia ja niiden suhteita. Virtaavien vesien ravinnepitoisuuksia on vaikea seurata, koska virtauksessa tapahtuvien muutosten takia pitoisuus vaihtelee koko ajan. Virtaus tuo jatkuvasti lisää ravinteita myös pohjalla kasvavien leväsolujen käyttöön.

Niukkaravinteisissa virtaavissa vesissä levät reagoivat hyvin pieniinkin ravinnelisäyksiin, ja lisäys ilmenee nopeasti pohjalevien peittävyden ja biomassan kasvuna, perustuotannon lisääntymisenä sekä leväyhteisöjen lajistomuutoksina (Skulberg 1967). Kun vesistön ravinnepitoisuus kasvaa, myös levien lajilukumäärä näytteissä kasvaa tiet-

tyyn rajaan asti. Tällöin myös runsasravinteisuutta suosivien lajien osuus kasvaa leväyhteisössä. Voimakkaasti rehevöityneiden jokien pohjalla esiintyy yleensä muutama levälaji runsaana ja suurin osa levälajeista esiintyy hyvin harvalukuisena (Tilman 1985). Leväbiomassa voi lajilukumäärän laskusta huolimatta säilyä korkeana.

Pohjan piileväyhteisö reagoi ravinnepitoisuuksien muutoksiin muutamasta päivästä muutaman viikon viiveellä (Eloranta ja Kwandrans 1999). Vesistön ravinnepitoisuuksien ja orgaanisen kuorituksen kohotessa voivat useat rihmamaiset viherlevälajit ja piilevistä erityisesti eri *Nitzschia*-lajit runsastua. Joen ranta voi muuttua esteettisesti epämiellyttäväksi levämässän peittäessä kivet ja vesikasvit. Eräs merkki rehevöitymisestä on verkkojen ja rantojen limoittuminen. Verkot limoittuvat, kun vedessä ajelehtivat levät takertuvat verkkohavakseen. Rantojen limoittuminen aiheutuu perifyyttisten, rantakivillä kasvavien levien runsastumisesta. Rihmalevät voivat kasvaa runsasravinteisissa jokivesissä suurina vihreinä mattoina sedimentin pinnalla. Kiinteillä kasvualustoilla kasvaessaan ne voivat muodostaa useiden metrien mittaisia punoksia. Levämassojen hajotessa voi ilmetä selviä hajuhaittoja.

2.1.4

pH

Veden happamoituminen vaikuttaa muun muassa myrkyllisten metallien liukenemiseen ja kulkeutumiseen vedessä. Veden liiallinen happamuus onkin haitallista pohjaleville. Happamoituminen lisää levien kuolleisuutta ja se vaikuttaa myös suoraan levien rakenteeseen ja aineenvaihduntaan (Allan 1995). Happamissa vesistöissä pohjaleväyhteisön lajirunsaus on selvästi pienempi kuin neutraalimissa vesistöissä. Suomessa happamia virtavesiä esiintyy kolmea eri tyyppiä: humuspitoisia, kirkkaita ja rannikon alunamaiden happamia vesistöjä. Korkea pH on harvoin ongelma pohjaleville,

mutta se heikentää levien elinolosuhteita, koska sen vaikutuksesta epäorgaaninen ammoniumtyppi muuttuu myrkylliseksi ammoniakiksi. Useimmista Suomen virtavesissä pH on kuuden ja seitsemän välillä. Runsaselektrolyyttisissä joissa pH on useimmiten emäksisen puolella (pH >7).

Humuspitoisissa vesissä alhainen pH ei ole yhtä haitallinen leville kuin kirkkaissa vesissä. Humus sitoo muun muassa myrkyllistä alumiinia, ja humuksen emäksiset ryhmät hidastavat veden happamoitumista pH-luvun laskettua alle 5,5. Täten pohjaleväyhteisön lajilukumääräkin säilyy korkeampana. Suomessa, alunamaa-alueita lukuunottamatta, happamat vedet ovat lisäksi hyvin niukkaelektrolyyttisiä, joten lajiston karsiutuminen voi liittyä alhaisen pH:n haittavaikutusten lisäksi mm. piin ja jopa epäorgaanisen hiilen vähenemiseen vedessä.

Happamissa oloissa happamuutta karttavat levälajit häviävät vähitellen yhteisöstä ja sitä sietävien lajien suhteellinen osuus leväyhteisössä kasvaa. Voimakasta ravinne- ja orgaanista kuoritusta ilmentävät lajit esiintyvät pääasiassa neutraaleissa ja emäksisissä vesissä, koska niissä on kaikkia tarvittavia elektrolyyttejä runsaasti.

Happamissa vesistöissä pohjaleväyhteisön lajirunsaus on selvästi pienempi kuin neutraaleissa vesistöissä. Leväbiomassa voi lajilukumäärän laskusta huolimatta säilyä korkeana varsinkin kirkkaissa happamissa vesissä. Virtaavissa vesissä kovilla alustoilla kasvavien levien biomassa on usein havaittu jopa kohoavan vesistön happamoituessa, koska pohjaeläinten laidunnus vähenee happamoitumisen myötä.

Hustedt (1938–1939) on jakanut piilevät viiteen pH-luokkaan, joihin Van Dam ym. (2004) ovat lisänneet neutrofiili-luokan (taulukko 1). Luokittelu perustuu piilevien esiintymiseen happamuudeltaan erilaisissa vesissä. Useat piilevälajit sietävät hyvin pH-muutoksia ja ne elävätkin monenlaisissa pH-oloissa. Yleensä happamissa vesissä esiintyy melko vähän levälajeja ja niiden joukossa on tyy-

Taulukko 1. Piilevien luokittelu veden pH-luvun suhteen (Hustedt 1938–1939, Van Dam ym. 1994).

asidobiontti	happamuutta vaativa/sietävä	optimi pH < 5,5
asidofiili	happamuutta suosiva	optimi 5,5 < pH < 7
neutrofiili	neutraalia suosiva	optimi pH 7:n lähellä
alkalifiili	emäksisyyttä suosiva	optimi pH > 7
alkalibiontti	emäksisyyttä vaativa/sietävä	optimi pH ainoastaan > 7
indifferentti	pH:n suhteen riippumaton	

pillisiä happamien vesien ilmentäjiä. Happamia olosuhteita suosivia lajeja on havaittu neutraaleisakin vesissä, mutta niiden osuus yhteisöissä on vähäinen, koska muut lajit runsastuvat (Eloranta 1990). Luotettavia alhaisen pH:n ilmentäjiä eli asidobiontteja ovat piilevistä muun muassa *Actinella punctata*, *Anomoeoneis serians*, *Eunotia exigua*, *Navicula subtilissima* ja *Tabellaria binalis*.

2.1.5

Helposti hajoavat orgaaniset aineet

Helposti hajoavat orgaaniset yhdisteet aiheuttavat vesistön likaantumista. Kun perustuotannolla ja ravinteisuudella ilmaistaan vesistön trofiaa, saprobiolla ilmaistaan orgaanisten yhdisteiden kuormituksesta ja hajotuksesta aiheutuvaa hengitystä (hapen kulutusta) ja sitä kautta veden laadun muuttumista. Orgaanisten aineiden hajotuksessa tarvitaan happa ja runsas orgaaninen kuormitus voi näin ollen heikentää veden laatua aiheuttamalla veden happipitoisuuden alenemisen.

Myös ravinnekuormituksen orgaaniset aineosat lisäävät vesistössä hajoavan orgaanisen aineen määrää ja heikentävät näin happitaloutta. Ravinnekuormitus ja saprobia kytkeytyvätkin vesistöissä usein vahvasti toisiinsa. Veden saprobiatason kohoaminen aiheutuu esimerkiksi yhdyskuntien jätevesien tai karjatalouden päästöistä.

Orgaanisen kuormituksen voimakkuutta voidaan mitata myös veden biologisen hapenkulutuksen (BHK, BOD) tai kemiallisen hapenkulutuksen (KHK, COD) määrittämisellä. Biologista hapen kulutusta käytetään nimenomaan helposti hajoavan orgaanisen aineen likimääräisenä mittana. Soilta ja muusta maaperästä peräisin olevat hitaasti hajoavat humusaineet eivät lisää merkittävästi veden saprobiaa.

Helposti hajoavan orgaanisen kuormituksen vaikutusta leväyhteisöön on tutkittu virtavesissä jo kauan. Jo 1900-luvun alussa jokia jaettiin eri saprobiavyöhykkeisiin eliöyhteisöjen perusteella (Kolkwitz ja Marsson 1908). Leväsolujen määrän on havaittu vähentyvän välittömästi orgaanista kuormitusta aiheuttavan päästölähteen alapuolella, mutta nousevan jälleen kauempana päästölähteestä (Butcher 1947). Kun vesistöön kohdistuva orgaaninen kuormitus on voimakasta, veden happipitoisuus laskee. Orgaanisen aineen hajotessa hapestomissa olosuhteissa muodostuu levien kasvua hidastavia sulfideja ja ammoniakkia. Kauempana

päästölähteestä, missä veden happipitoisuus on jo hyvä, orgaanisen aineen hajotuksessa vapautuu leville käyttökelpoisia ravinteita.

E erityisen kestäviä orgaanisen kuormituksen suhteen ovat rihmamaiset sinilevät *Oscillatoria* ja *Phormidium*, viherlevät *Ulothrix*, *Stigeoclonium* ja *Vaucheria* sekä piilevistä muun muassa *Gomphonema parvulum* ja useat *Nitzschia*-, *Navicula*- ja *Suriarella*-lajit (Hynes 1970). Viherlevistä *Cladophora glomerata* muodostaa myös usein massiivisia kasvustoja likaantuneissa vesistöissä. Suomessa laji esiintyy vain rannikon runsaselektrolyyttisimmissä vesissä.

2.1.6

Kiintoaine

Kiintoaine on hiukkasmaista, orgaanista materiaalia, kuten kuollutta levä- tai kasviainesta tai hiukkasmaista, epäorgaanista materiaalia, kuten savea ja hiesua. Orgaaninen kiintoaine kuluttaa hajotessaan veden happa ja lisää myös veden saprobiaa (orgaaninen likaantuminen). Veden kiintoainepitoisuus vaikuttaa pohjalevästön rakenteeseen ja kasvuun heikentämällä veden valaistusolosuhteita ja muuttamalla kasvualustoja. Runsa kiintoainekuormitus peittää pohjan leväsoluja alleen ja hyvin sameassa vedessä pohjalevät ovatkin rajoittuneet kasvamaan vain veden pinnan tuntumassa. Nopeasti virtaavassa vedessä kiintoaine saattaa myös irrottaa leväsoluja kasvualustaltaan (Allan 1995).

2.1.7

Humus

Humus on yhteisnimitys luonnossa esiintyville eloperäisille aineille, jotka ovat syntyneet kasvien, eläinten ja pieneliöiden jäänteiden hajottua epätäydellisesti (Berger ja Kaukonen 1984). Humus värjää veden ruskeaksi. Vedessä oleva humus on pääosin huuhtoutunut veteen valuma-alueen maaperästä, mutta sitä syntyy myös jossakin määrin vesieliöiden hajoamisen tuloksena. Humuspitoisten jokivesien pohjilla onkin yleensä enemmän orgaanista ainetta kuin kirkasvetisten jokivesien pohjalla.

Humus estää valon tunkeutumista veteen ja tämän vuoksi veden valaistu kerros on humuspitoisessa vedessä usein varsin ohut. Tumma vesi imee auringonsäteilyä ja tämä saa aikaan pintaveden nopean lämpenemisen. Pintaveden nopea lämpeneminen edistää jokien suurimmissa suvannoissa

veden lämpökerrostuneisuutta. Humusvesien valaistusolosuhteiden erityispiirre on punaisen valon tunkeutuminen syvimmälle (Eloranta 1978).

Hitaasti hajoavana orgaanisena aineena humus ei useinkaan merkittävästi vaikuta luonnontilaisen jokivesien happipitoisuuteen. On kuitenkin havaittu, että veden ravinnepitoisuuden lisääntyminen voimistaa humuksen hajoamista. Humus muodostaakin vesissä ns. "luonnollisen kuormituksen", minkä vuoksi humusvesissä ravinnekuormitus edistää happitalouden heikkenemistä voimakkaammin kuin kirkkaissa vesissä. Koska humusaineet hajoavat hitaasti, ne vaikuttavat vain vähän veden saprobiatasoon, johon vaikuttaa helposti hajoavien orgaanisten aineiden pitoisuus. Karuissa, voimakkaan humuspitoisissa vesissä esiintyvät piilevät ovatkin yleensä oligosaprobisia lajeja eli ne suosivat vettä, jonka orgaaninen kuormitus on vähäinen (Eloranta 1995).

Humuspitoisissa vesistöissä esiintyy usein niille ominainen pohjalevästönsä. Piilevistä tyypillisiä ovat muun muassa *Fragilaria virescens*, *Synedra tenera* sekä useita *Eunotia*-suvun lajeja (mm. *E. minor*, *E. tenella*, *E. implicata*, *E. circumborealis*, *E. soleirolii*, *E. bilunaris*, *E. incisa* ja *E. meisteri*) (Eloranta 1995, Niemelä ym. 2004b). Humusvesien erikoisten valaistusolosuhteiden takia myös useat makeanveden punalevälajit ovat melko yleisiä humuspitoisissa virtavesissä.

2.1.8

Kasvualusta

Kasvualustan ominaisuudet vaikuttavat siihen, minkälainen leväyhteisö sen pinnalla kasvaa. Alustana toimivan orgaanisen aineen korkeat ravinnepitoisuudet voivat olla hyvinkin merkittävä ravinteiden lähde pohjaleville. Kasvualustan ominaisuudet tuleekin ottaa huomioon pohjaleväyhteisöä analysoitaessa.

Kasvualustan fysikaalisista ominaisuuksista tärkeimpiä pohjalevästöön vaikuttavia tekijöitä ovat pohjamateriaalin ja kasvualustan koko sekä kasvualustan muoto. Alustan ja vesimassan välillä on niin sanottu rajakerros, jossa vesi ja ravinteet liikkuvat hitaasti. Alustan epätasaisuus lisää virtauksen pyörteisyyttä, jolloin ravinnekierto pohjan ja vesimassan välillä tehostuu. Tällöin levien tuotanto voi olla suurta alhaisissakin ravinnepitoisuuksissa. Materiaaliltaan huokoisille tai pinnaltaan epätasaisille alustoille leväsolujen asettuminen on nopeaa.

Yleensä tällaisilla kasvualustoilla leväyhteisössä on paljon eri lajeja ja yhteisön biomassa on suuri. Samoin alustan pysyvyys on ehdoton edellytys monipuolisen levästön syntymiselle.

Kasvualustana toimivien **kivien** kemiallisella laadulla ei ole suurta merkitystä sen pinnalla kasvavaan leväyhteisöön. Vierekkäisillä eri materiaalia olevilla kivillä kasvaa todennäköisesti hyvin samantyyppinen levälajisto. Kivi ei vapauta ravinteita pinnallaan kasvaville leville ja niinpä levät ottavatkin ravinteensa ohivirtaavasta vedestä. Tästä syystä kivien pinnalla kasvavat levät sopivat erittäin hyvin veden laadun arviointiin. Alueen kallioperän yleiset geologiset ominaisuudet (kalkkipitoiset alueet, emäksisten liuskeiden alueet) vaikuttavat luonnollisesti koko alueen vesien laatuun ja sitä kautta myös pohjaleviin.

Suurvesikasvit ja makrolevät voivat vapauttaa vanhetessaan ravinteita pinnallaan kasvavan pohjalevästön käyttöön. Tällaisella ravinteiden saannilla saattaa olla merkitystä niukkaravinteisissa seisovissa vesissä. Kasvualustana olevan kasvin tai makrolevän koolla ja kasvulla on selvä vaikutus sen pinnalla kasvavaan pohjalevästöön: vanhoilla ja rakenteeltaan valmiilla kasvualustoilla leväyhteisö on monipuolisempi ja biomassaltaan suurempi kuin nuorilla kasvualustoilla.

Sedimentin päällä ja sisällä kasvavat levät hyödyntävät sedimenttipartikkeleihin sitoutuneista hiukkasista esimerkiksi orgaanisia aineita, fosfaattia ja ammoniumtyyppiä. Sedimentin piileväyhteisön perusteella veden ravinne- ja saprobiataso on näin ollen korkeampi kuin kivi- ja kasvipintojen piileväyhteisöjen perusteella. Toisaalta lajisto ilmentää myös sen, että sedimentin pinnalla on yleensä alhaisempi happipitoisuus kuin kivien tai kasvien pinnalla.

2.1.9

Pohjaeläimet laiduntavat pohjaleviä

Osa pohjaeläimistä käyttää ravinnokseen (laiduntaa) virtaavien vesien pohjalla kasvavia leviä. Pohjaeläinten laidunnus eli herbivoria vaikuttaa pohjaleväyhteisön biomassaan ja rakenteeseen (Allan 1995). Herbivoria vähentää pohjalevästön biomassaa, mutta toisaalta laidunnuksessa vapautuu kasvualustoja ja ravinteita, minkä vuoksi pohjalevien kasvu voi myös paikallisesti kiihtyä. Lisäksi yhteisössä runsastuvat yleensä tiukasti alustaan kiinnittyvät matalat lajit (Allan 1995).

Pohjaeläinten laidunnuksen vaikutuksen voimakkuuteen vaikuttaa muun muassa pohjaeläinyhteisön tiheys, leväyhteisön kehitysaste ja rakenne, alustan laatu, hydrologiset olosuhteet sekä pohjaleviin aiemmin kohdistunut laidunnus. Veden ravinnepitoisuudessa ja valaistusolosuhteissa tapahtuvat muutokset muuttavat pohjaeläinlajistoa. Pohjaeläinlajiston muutokset vaikuttavat myös osaltaan laidunnuksen voimakkuuteen.

Pohjaeläinten vaikutusta pohjaleväyhteisöön voidaan arvioida pohjaeläinyhteisön ja leväyhteisön rakenteiden perusteella. Pohjaeläinten suosan ja ruumiin rakenne määräävät, millaisia leviä eläin on parhaiten sopeutunut käyttämään ravintonaan. Jos leväyhteisö koostuu vain tiukasti alustaan kiinnittyneistä ja alustanmyötäisistä piilevistä, pohjaeläimistä esimerkiksi keräilijät eivät juuri pysty laiduntamaan leväyhteisöä. Jos pohjaeläimiä on vähän, laidunnuksella ei ole merkittävää vaikutusta pohjalevästöön.

Laidunnuksen vaikutuksesta leväyhteisössä päällimmäisenä olevien lajien osuus vähenee ja alempien lajien osuus kasvaa. Tämä aiheutuu siitä, että päällimmäiset levät ovat alttiina laidunnukselle ja ne löyhemmin kiinnittyneinä irtoavat helposti kasvualustastaan. Voimakkaan laidunnuksen seurauksena levästön lajilukumäärä yleensä laskee. Toisaalta laidunnus poistaa ikääntyneitä soluja leväkasvustosta ja siten nopeuttaa ravinteiden kiertoa vedessä (Allan 1995).

2.1.10

Piileväyhteisöjen habitaatit

Virtaavia vesiä voidaan luokitella maantieteellisen sijainnin ja rakenteen perusteella eri habitaatiluokkiin. Pääluokittelutasot ovat jokisysteemi-, jokijakso- ja mikrohabitaatiluokka. Habitaatiluokittelun tarkoitus on helpottaa vesistöalueen kokonaiskuvan hahmottamista. Myös eri eliöryhmien tiedetään suosivan erilaisia jokijaksoja ja tätä piirrettä käytetäänkin hyväksi vesistöjen tilaa arvioitaessa.

Piileviä esiintyy jokiekosysteemeissä kaikkialla joen rakenteesta, pohjan laadusta ja virtausnopeudesta riippumatta. Joen maantieteellisellä sijainnilla ei ole piilevälajistoon merkittävää vaikutusta, sillä piilevät ovat niin sanottuja kosmopoliitteja eli samat lajit esiintyvät virtaavissa vesissä ympäri maailmaa. Joen morfologinen, geologinen ja hydrologinen rakenne on otettava huomioon piileväyhteisöanalyysissä lähinnä näytteenoton

yhteydessä ja piilevänäytteistä saatavaa tietoa tulkittaessa. Seuraavassa esitetään eräitä näkökohtia joen eri mittakaavoissa.

1) Jokisysteemi

Jokisysteemiluokittelussa joki jaetaan eri asteen uomiksi Strahlerin mukaan. Tällä jaottelulla halutaan kuvata joen pitkittäissuunnassa tapahtuvia kasvuolosuhteiden muutoksia. Yläjuoksulla ovat yleensä kapeat, puromaiset uomat, ja uoman leveys kasvaa alajuoksua kohti mentäessä. Joen leveys ei suoranaisesti vaikuta pohjalla kasvaviin piileviin. Uoman leveys vaikuttaa pohjan piileväyhteisöihin kuitenkin välillisesti, sillä uoman leveys ja rannan kasvillisuus vaikuttavat muun muassa valaistusolosuhteiden vaihteluun. Kapeissa uomissa rannan kasvillisuus varjostaa uomaa merkittävästi ja tämä vaikuttaa myös joen pohjalla kasvaviin piileviin. **Näytteenotossa tulee välttää voimakkaasti varjostuneita paikkoja, ja havaintopaikkojen keskinäiseen vertailuun käytettävien näytteiden tulisi olla valaistusoloiltaan samantyyppisiä.**

Veden virtaamaan tasaavasti vaikuttavien järvi-en lukumäärä vaihtelee joen eri osissa. Jos joen valuma-alueen järvisyys on pieni ja siten virtaaman vaihtelut ovat suuria, jäävät rannalla olevat kivet usein kuiville. Piilevänäytteet on otettava aina tarpeeksi syvältä, jolloin alue ei todennäköisesti jää vesirajan yläpuolelle koko kesänä. Näytteenotto paikan yläpuoliset järvet lisäävät myös jokivesien kuljettamien planktisten piilevälajien määrää.

Joan alajuoksulla koskien osuus jokiuomassa vähenee. Syvissä ja leveissä uomissa näytteenotto joudutaankin tekemään läheltä rantaa. Lähellä rantaa virtausnopeus on pienimmillään, ja näin ollen virran mukana kulkeutuvaa ainesta sedimentoituu rannoille. Tämä voi lisätä orgaanista kuormitusta ilmentävien piilevälajien määrää näytteissä. Samoin muualta tulleiden piileväsolujen määrä näytteissä kasvaa. Tämä voidaan kuitenkin huomioida näytteenoton yhteydessä: kivien pinnalla oleva irtonainen aines voidaan huuhdella varovasti pois ennen varsinaista näytteenottoa, jolloin ainakin muualta tulleiden piileväsolujen määrä näytteessä vähenee. Kenttälomakkeeseen voidaan merkitä rannalle sedimentoituneen aineen runsaus, jolloin tämä voidaan ottaa huomioon myös piileväaineistoja tulkittaessa.

Piilevissä on sukuja, jotka suosivat tietynlaista maalta tulevaa kuormitusta. Tällaisia ovat muun muassa veden happamuutta ja vähäelektrolyytti-

syyttä suosivat suvut, joita on runsaasti suovaltaisilla alueilla, sekä orgaanista kuormitusta suosivat suvut, jotka esiintyvät runsaana esimerkiksi maatalousvaltaisilla alueilla. Myös erilaisilla kasvualustoilla siintyy tyypillisiä sukuja.

2) Jokijakso

Jokijaksolla tarkoitetaan uomassa vuorottelevia nopean ja hitaan virran jaksoja. Piileviä esiintyy sekä koskissa että suvannoissa. Jokijaksojen erilainen virran voimakkuus vaikuttaa alueella kasvavien piilevien kasvumuotoon. Nopeassa virtauksessa lisääntyvät alustaansa tiukasti kiinnittyneet lajit ja vastaavasti löyhästi kiinnittyneet vähenevät.

Piilevänäytteenoton kannalta hyviä habitaatteja ovat koskimaiset tai muutoin vuolaan virtauksen kivikkoiset jokijaksot, joissa kivet muodostavat kiinteän ja siten vakaan kasvualustan piileville. Jokivesissä virtaus kuljettaa jatkuvasti ravinteita kivien pinnalla kasvavien levien käyttöön, ja näin piilevästö ilmentääkin nimenomaan ohivirtaavan veden koostumusta ja laatua. Lisäksi koskissa on lähes aina saatavilla näytteenottoon soveltuvia pienikokoisia kiviä.

Myös veden mukana kulkeutuvan kiintoaineen vaikutukset pohjalevästöön vaihtelevat virran voimakkuuden mukaan. Suvannot ovat kasaantumisalueita, joiden pohjalle kerääntyy kiintoainetta. Tämä lisää kasvualustoilla orgaanista kuormitusta suosivien piilevälajien määrää. Hitaasti virtaavissa suvantopaikoissa myös kivien pinnalla olevissa yhteisöissä on runsaasti sedimentin pinnalle tyypillisiä, irrallaan kasvavia epipeelisiä lajeja (esim. suvuista *Navicula*, *Nitzschia* ja *Pinnularia*).

3) Mikrohabitaatit

Mikrohabitaatit tarkoittavat pienellä alueella, esimerkiksi yhden kosken sisällä esiintyviä, erilaisia ympäristöjä. Ne eroavat toisistaan muun muassa syvyyden, pohjan rakenteen ja virran voimakkuuden suhteen. Mikrohabitaattien runsaus lisää kasvualueen monimuotoisuutta. Esimerkiksi pohjan raekoon vaihtelevuus ja vesikasvillisuuden peittävyden muutokset kasvattavat mikrohabitaattien määrää joessa. Myös saman kasvualustan eri kohdat ovat erilaisia mikrohabitaatteja, mikäli ne eroavat toisistaan jollakin tapaa.

Kasvualustalla on suuri vaikutus piilevälajistoon. Samassa koskessa, mutta erilaisella kasvualustalla kasvavat piileväyhteisöt voivat poiketa toisistaan merkittävästi. Mikrohabitaatit lisäävät

näin jokialueen lajirikkautta. Kasvualustojen vaikutukset niiden pinnalla kasvaviin piileväyhteisöihin tunnetaan hyvin.

Mikrohabitaatit vaikuttavat pohjan piileväyhteisöihin myös pohjaeläinten esiintymisen kautta. Eri pohjaeläinlajit viihtyvät erilaisilla habitaateilla ja näin ollen myös pohjaeläinten pohjaleviin kohdistama laidunnuspaine vaihtelee mikrohabitaattista toiseen. Mikrohabitaattien yhteisörakenteiden eroista huolimatta, piilevälajiston runsaus on niin suuri ja lajien vaatimukset tunnetaan niin hyvin, että joen veden laadusta saadaan yhteismitallinen, hyvä kuva.

3 Piilevät veden laadun ilmentäjinä

Tässä luvussa on käytetty lähteenä seuraavaa julkaisua:

Niemelä, P., Ylitolonen, A. & Heikkinen, K. 2000. Pilottikoe piileväyhteisöanalyysin soveltuvuudesta boreaalisiin jokivesiin. 24 s. (käsikirjoitus)

3.1

Piilevämenetelmän periaate

Piileviä on tutkittu kauan ja laajasti ja niihin liittyvää ekologista tietoa on saatavilla hyvin paljon. Makeiden vesien piilevälajeja on useita tuhansia ja ne ovat ekologisesti hyvin monimuotoinen ryhmä. Useimpien piilevälajien suosimat kasvuolosuhteet tunnetaan ja tätä tietoutta käytetään hyväksi vesistöjen laatua arvioitaessa. Piileväyhteisö reagoi veden laadun muutoksiin keskimäärin muutaman päivän - muutaman viikon viiveellä (Eloranta 1999). Piilevistä tunnetaan useita erilaisia ympäristöolosuhteita indikoivia lajeja ja lajiryhmiä. Piilevien lajisuhteita tutkimalla voidaan arvioida veden laadullisia ominaisuuksia verraten hyvin. Koska piilevien lajilukumäärä on suuri, kulloisinkin olosuhteita ilmentäviä lajeja voidaan olettaa löytyvän. Piilevien elinkierto on nopea, joten ne reagoivat nopeasti muuttuviin olosuhteisiin.

Piilevämenetelmä perustuu leväyhteisöissä tavattavien ja eri tekijöitä (ravinteisuus, orgaanisen aineen määrä eli saprobia, pH yms.) indikoivien taksonien esiintymiseen ja runsaussuhteisiin. Kukin laji esiintyy sille edullisissa kasvuolosuhteissa. Mitä paremmat kasvutekijät lajin kannalta yhdellä paikalla on, sitä runsaampana laji esiintyy ja sitä suurempi on lajin runsauden suhteellinen osuus koko yhteisöstä. Yhteisörakenne muovautuu myös sen mukaan, millaisia kasvualustoja havaintopai-

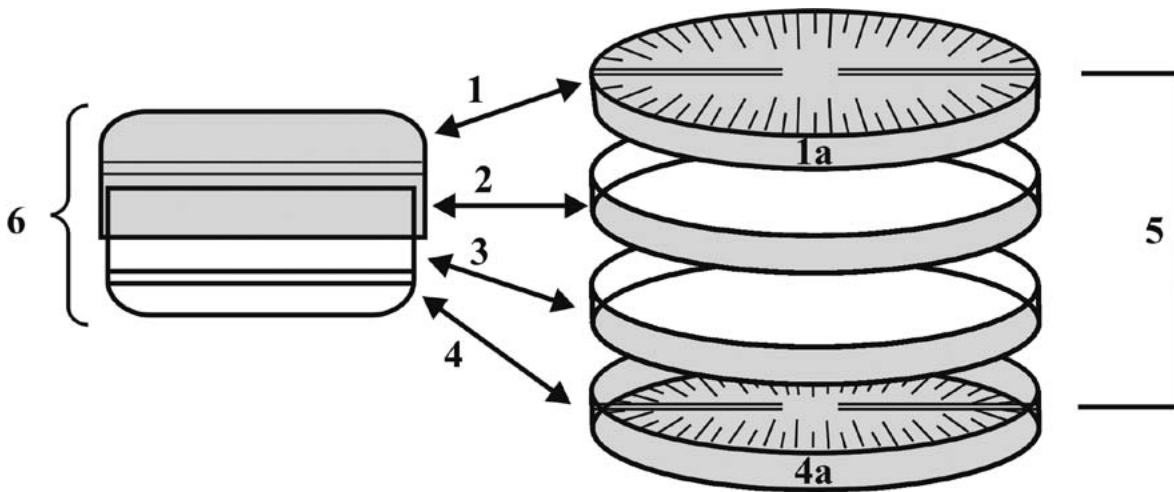
kalla on tarjolla, mutta kaikissa habitaateissa on niin paljon lajeja ja täten myös indikaattorilajeja, että menetelmä sopii yhtä hyvin koville kuin pehmeillekin pohjille.

Piileviä esiintyy kaikkialla, missä valon ja kosteuden määrä riittää levien kasvuun. Piilevien näytteenotto ja näytteistä valmistettavien preparaattien teko on suhteellisen helppoa ja nopeaa. Lisäksi piileväpreparaatit säilyvät käytännössä ikuisesti. Piilevien selvänä etuna pohjaeläimiin verrattuna on pidetty niiden herkkyyttä kuvata ohivirtaavan veden laatua (Steinberg ja Schiefele 1988; Descy ja Coste 1989). Pohjaeläimet kuvaavat usein enemmän pohjan laatua ja vesistön virtausolosuhteita (Leclercq ja Maquet 1987). Lisäksi piilevien solutiheydet luonnossa ovat useita kertaluokkia suurempia kuin pohjaeläimillä. Satunnaistekijöiden (virheiden) osuus piileväanalyysin tuloksissa on näin pienempi kuin pohjäläinanalyyseissä. Piilevien esiintyminen ei ole pohjäläimien tavoin yhtä riippuvaista näytteenoton ajankohdasta: pohjäläimillä on vuodenaikaan liittyvät elinkierrot, mutta piileviä on vesistöissä ympäri vuoden.

3.1.1

Menetelmän käyttökohteet

Piilevämenetelmä soveltuu etenkin virtaavien vesien tilan kuvaamiseen ja seurantaan. Menetelmän avulla voidaan todeta pistekuormittajien paikalliset vaikutukset ja vaikutusten lieveneminen alavirtaan mentäessä. Jokivesistöissä voidaan nopeasti kuvata pääuoman tilan vyöhykkeet ja jokaisen sivuhaaran tila ja mahdolliset pääuomaa parantavat tai huonontavat ominaisuudet. Menetelmän avulla voidaan eri indeksiarvojen perusteella kuvata joken eri osien yleistila monivärikarttaa käyttämällä



- 1= Epivalva eli rasian kansi. Siitä voidaan erottaa pintaosa sekä alaspäin taipunut rasian reunus (1a).
 2= Epipleura. On kiinnittynyt rasian kanteen (1) ja muodostaa tämän kanssa epiteekan.
 3= Hypopleura. On kiinnittynyt rasian pohjaan (4) ja muodostaa tämän kanssa hypoteekan.
 4= Hypovalva eli rasian pohja. Siitä voidaan erottaa pintaosa sekä ylöspäin taipunut rasian reunus (4a).
 5= Epiteekka ja hypoteekka muodostavat yhdessä piilevän kuoren eli frustulin.
 6= Kokonainen frustuli, jossa näkyy välikappaleiden eli epipleuran (2) ja hypopleuran (3) limittäisyys.

Kuva 1. Piileväkuoren rakenne. (Piirros Helena Heikkinen)

samalla tavoin kuin vesien yleisissä veden käyttökelppoisuusluokituskuvauksissa. Menetelmä soveltuu hyvin fysikaalis-kemiallisen seurannan tueksi, koska leväyhteisöt eivät vaihtele yhtä herkästi kuin veden fysikaalis-kemialliset laatumuuttujat, mutta yhteisömuutokset tapahtuvat riittävän herkästi heijastamaan jokivesistön veden tilassa tapahtuvia muutoksia. Seisovissa vesissä menetelmä soveltuu lähinnä paikallisen, lähivaluma-alueelta tulevan kuormituksen osoittamiseen ja seurantaan. (Eloranta 2004a)

3.2

Piilevien rakenne ja taksonomia

Piileviä on kaikentyypisissä vesistöissä ja myös maakekosysteemeissä kosteilla paikoilla. Piilevät ovat yksisoluisia, mikroskooppisia leviä ja ne kasvavat joko yksittäin, ketjuina tai erilaisina kolonioina. Niiden kuori muodostuu piidioksidista. Kuori muistuttaa rakenteeltaan rasiaa, jonka kansi ja pohja menevät sisäkkäin (kuva 1).

Piilevien luokittelu (taksonomia) perustuu kuoren symmetriasuhteisiin, muotoon, kokoon sekä piikuoressa oleviin erilaisiin rakenteisiin (paksunoksiin ja huokosiin), jotka ovat lajille ja suvulle ominaisia. Piilevien luokka voidaan jakaa kahteen lahkoon. Kiekkomaiset, päältä katsoen säteittäis-symmetriset lajit kuuluvat Centrales-lahkoon ja pitkittäis- tai poikittaissymmetriset lajit Pennales-lahkoon (kuva 2).

Piilevät lisääntyvät pääasiassa suvuttomasti solujakautumisen avulla, jolloin molempien kuoren puoliskojen sisälle kehittyi uusi kuorenpuolisko. Tämän vuoksi lajin eri yksilöiden solukoko voi vaihdella huomattavasti. Kun lajikohtainen minimikoko solujakautumisten kautta on saavutettu, piilevät lisääntyvät suvullisesti niin sanottujen auksosporien muodostumisen kautta. Suvullisesta lisääntymisestä syntyvät solut ovat jälleen maksimikoossaan.

Elomuodoltaan levät ovat alustaansa kiinnittyviä, aktiivisesti liikkuvia tai vapaassa vedessä keijuvia. Myös alustaan kiinnittymisessä on lajikohtaisia eroja (Allan 1995). Osa lajeista on yhteydessä alustaansa vain niin sanotun limajalan avulla.

la, toisten kiinnittyessä kasvualustan pintaan koko toisen reunansa pituudella. Taulukossa 2 pohjan (bentoksen) piilevätyypit on jaoteltu ryhmiin kasvualustansa mukaan.

3.3

Piilevät ilmentävät ohivirtaavan veden laatua

Kivien, kasvien ja sedimentin pinnalla kasvavien piileväyhteisöjen koostumus vaihtelee ajallisesti ja alueellisesti. Kuitenkin eri pinnoilla kasvavien piilevien lajisto ilmentää ensisijaisesti ohivirtaavan veden tilaa. Myös suvanto- ja koskijaksojen vuorottelu joessa heijastuu piileväyhteisöihin, mutta lajistoon vaikuttaa kuitenkin voimakkaasti veden kemiallinen laatu. Maalta tuleva kuormitus lisää jokialueilla sellaisten piilevälajien määrää, jotka ovat sopeutuneet kyseisen kuormituksen vaikutuksesta muodostuneisiin olosuhteisiin. Nämä lajit hyötyvät kuormituksen aiheuttamista muutoksista vesistössä. Piilevien käyttö virtaavien vesien laadun arvioinnissa perustuukin kuormituksen aiheuttamien muutosten seurantaan.

Biologiset veden laadun indikaattorit kuvaavat vesistön laatua ja siinä pitkälläkin aikavälillä tapahtuneita muutoksia luotettavammin kuin yksittäiset veden laadun fysikaalis-kemialliset mittaukset. Erityisesti virtavesissä, joissa veden laadussa tapahtuvat muutokset ovat nopeita ja yllätyksellisiä, biologinen veden laadun seuranta on osoittautunut käyttökelpoiseksi. Eliöiden elinkaarien pituudet vaikuttavat siihen, kuinka pitkän aikavälin olosuhteissa tapahtuneita muutoksia ne kuvaavat.

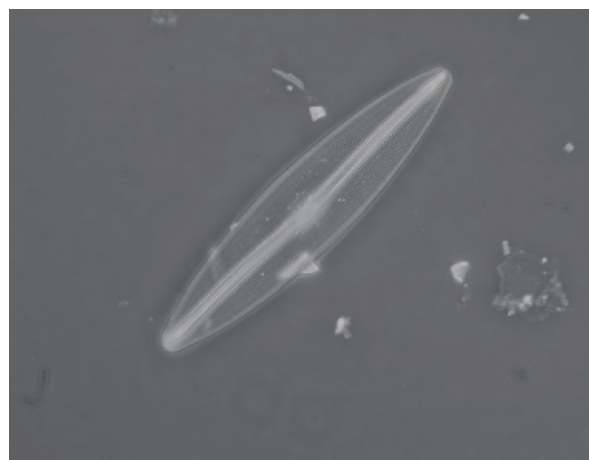
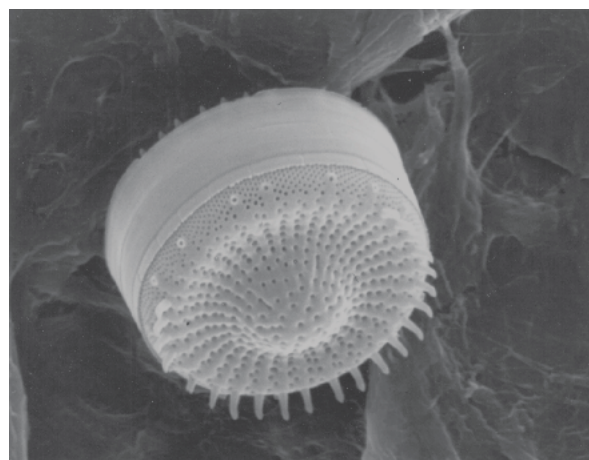
3.3.1

Piileväanalyysin ongelmat

Piileväyhteisöanalyysin heikkouksia veden laadun arvioinnissa ovat lajintunnistuksessa vaadittava suuri asiantuntemus, sekä kuolleiden tai muualta ajautuneiden solujen esiintyminen näytteissä (Schoeman ja Haworth 1984; Whitton 1991). Jotkut piilevälajit (mm. *Achnanthes minutissima*) kasvavat monentyyppisissä vesistöissä ja tämä vaikeuttaa niiden käyttöä indikaattoreina. Lisäksi ei voida olla täysin varmoja siitä, ovatko piilevälajienkaan ympäristövaatimukset samat kaikkialla. Ongelmana on myös nopeasta solunjakautumisesta aiheutuva

Taulukko 2. Piilevätyypit kasvualustan mukaan.

epiliittinen	kiven päällä kasvava
epifyyttinen	kasvin päällä kasvava
epipeelinen	sedimentin pinnalla kasvava
epipsamminen	hiekan pinnalla kasvava



Kuva 2. Säteettäissymmetrinen *Centrales*-lahkon piilevä (A) sekä *Pennales*-lahkon poikittaissymmetrinen piilevä (B).

piileväsolujen hyvin suuri prosentuaalinen osuus joenpohjien piileväyhteisöissä (Cox 1991; Stevenson ym. 1996). Pienet lajit valtaavat nopeasti kasvualueita, ja näin ollen niiden osuus myös näytteissä on merkittävä. Tällöin hitaammin jakautuvien, isojen piilevälajien lukumääräinen suhteellinen osuus näytteissä jää vähäiseksi ja myös niistä saatava tieto veden laadun arviota tehtäessä jää vajaaksi.

Indikaattorilajit

Vaikka lajien määräsuhteissa tapahtuu lajikohtaisten vaatimusten erojen vuoksi mm. vuodenaikaisvaihtelua, on yhteisössä aina vallitsevina lajeja, jotka kuvaavat esimerkiksi kulloisiakin keskimääräisiä orgaanisen kuormituksen tasoa, ravinteisuutta ja ravinteiden ionimuotoja (Eloranta ja Kwadrans 2003). Parhaiten piilevät indikoivatkin eroja sähkönjohtokyvyssä ja pH:ssa.

Soininen (2004) havaitsi piilevälajistossa alueellista jakautumista pohjoisiin ja eteläisiin lajeihin. Piileväyhteisö vaihtelee myös sen mukaan, miltä pinnalta näyte on otettu. Kivien pinnoille kiinnittyvien (epiliittisten) piilevien käyttö veden laadun arvioinnissa on havaittu hyväksi, sillä kasvualustana toimivien kivien kemiallisella laadulla ei ole suurta merkitystä sen pinnalla kasvavaan leväyhteisöön. Kivi ei myöskään vapauta ravinteita pinnallaan kasvaville leville ja niinpä levät ottavatkin ravinteensa ohivirtaavasta vedestä.

Sedimentin päällä kasvavat (epipeeliset) levät hyödyntävät sedimenttipartikkeleihin sitoutuneista hiukkasista esimerkiksi orgaanisia aineita, fosfaattia ja ammoniumtyyppiä. Sedimentin piileväyhteisön perusteella veden ravinne- ja saprobiataso on näin ollen korkeampi kuin kivi- ja kasvipintojen piileväyhteisöjen perusteella. Toisaalta lajisto ilmentää myös sen, että sedimentin pinnalla on yleensä alhaisempi happipitoisuus kuin kivien tai kasvien pinnalla. Sedimentin pinnalta otetuissa näytteissä lajirunsaus on suurin, koska siihen kertyy lajeja eri habitaateista (Soininen 2004). Näissä näytteissä esiintyy usein muun muassa yleensä planktonissa esiintyviä, yläpuolisista lammista ja järvistä huuhtoutuneita piileviä. Sedimentin pinnalta otetuissa näytteissä esiintyy myös suhteellisesti enemmän kuolleita piileväsoluja kuin kasvien ja kivien pinnoilta otetuissa näytteissä (Soininen 2004). Lisäksi sedimentin pinnalla olevan yhteisön käytön tekee epävarmaksi se, että virtauksessa tapahtuvat nopeat muutokset saattavat huuhtoa osan yhteisöstä mukaansa (Eloranta ja Kwadrans 2003).

Kasvien pinnoilta otettujen (epifyyttisten) näytteiden piileväyhteisössä oli Soinisen (2004) mukaan pieni lajimäärä ja samat lajit vallitsivat eri näytteissä (korkea dominanssi). Lajistoon kuuluu mm. lajeja, jotka kasvavat mieluiten kasvipinnoilla (*Cocconeis placentula*). Makrofytyt ja makrolevät

voivat torjua levien kasvua, mutta toisaalta myös vapauttaa ravinteita pinnallaan kasvavan pohjalevästön käyttöön. Tällaisella ravinteiden saannilla saattaa ollakin merkitystä niukkaravinteisissa seivissä vesissä.

4 Menetelmät piileväaineiston analysointiin

4.1

OMNIDIA-tietokannan esittely

Alustaan kiinnittyvän perifytonin ja sedimentin pinnan mikroskooppista levästä on käytetty veden tilan arvioinnissa Euroopassa koko kuluneen viime vuosisadan ajan. Tänä aikana on kehitetty mm. erilaisia saprobiaa (orgaanista, jätevesiperäistä kuormitusta) kuvaavia indeksejä ja nimetty luke-mattomia veden eri laatutekijöitä kuvaavia indikaattorilajeja. Kaikki tunnettu makeanveden piileviä koskeva ekologinen informaatio on kerätty Omnidia-tietokannaksi (Lecoite ym. 1993; Internet: <http://clci.club.fr/>), johon on yhdistetty myös erilaiset veden laatua kuvaavat indeksit (taulukko 3). Indeksien lisäksi Omnidia-tietokannan analyysissä saadaan havaintopaikkojen vertailuja varten mm. tiedot diversiteetistä, laskennallisia veden pH-arvoja sekä erilaisia ekologisia yhteisöraakenteen jakaumia eli spektrejä (taulukko 4).

Indekseistä Omnidia-tietokanta laskee kunkin lajin (kuva 3) suhteellisen runsauden ja indikaattoriarvon perusteella useita veden laatua ja erityisesti orgaanisen aineen kuormitusta kuvaavia indeksejä (mm. IPS, GDI, SLA, L&M, DES, SHE, CEE). Lisäksi ohjelma laskee veden ravinteisuutta kuvaavan indeksin TDI, joka osittain heijastaa mm. rehevöitymistapauksissa myös orgaanista kuormitusta. Omnidia-tietokannassa on myös muita lähinnä eri maiden paikallisiin oloihin kehitettyjä indeksejä (esim. LOBO, IDP, WAT).

Indeksien skaalat on Omnidia-tietokannan muutettu yhteneväisyyden vuoksi 1–20 asteikolle, jossa 20 kuvaa parasta veden laatua. Näytepaikan indeksitulokset löytyvät myös alkuperäisille skaaloille.

Tietokantaa päivitetään ja uusia luokituksia lisätään jatkuvasti. Siten näytteen mikroskooppisen analysoinnin jälkeen veden laatua koskeva hyvin monipuolinen informaatio saadaan muutamassa minuutissa (orgaanista kuormitusta koskevat laatuindeksit, ravinteisuutta koskevat indeksit, veden laskennalliset pH-arvot, lajien alkuperää ja habitaattia koskevat jakaumat, typpimetaboliaa koskevat jakaumat ym.). Toisaalta jatkuvan Omnidia-tietokannan päivityksen takia on tärkeää, että vertailtavat tulokset esim. eri vuosien väliltä ovat yhteismitallisia keskenään, joten vanhojenkin, vertailussa käytettävien tulosten päivitystä uudemmilla Omnidia-tietokannan versioilla tulee jatkossa tehdä. Omnidia-tietokannan [www-sivuilta](http://clci.club.fr/) (<http://clci.club.fr/>) löytyy viimeisin päivitys uusimpaan Omnidia-tietokannan versioon.

4.2

Saprobialuokittelu ja piileväindeksit

Vesistöjen saprobialuokittelu perustuu orgaanisen aineen ja ravinnekuormituksen yhteisvaikutusten arviointiin. Menetelmän kehittivät Kolkwitz ja Marsson (1908) kuvaamaan Keski-Euroopan virtavesien orgaaniselta kuormitukseltaan (saprobia-tasoiltaan) erilaisten jokijaksojen tyypillisiä eliöyhteisöjä. Myöhemmin saprobiasysteemi perustui pääasiassa mikroskooppisten plankton- tai perifytoniyhteisöjen indikaattorilajien seurantaan (Fjerdingstad 1950). Saprobiasysteemiä kehitti edelleen muun muassa Sládeček (1973), ja hän myös sovelsi sen koskemaan myös piileviä (1986).

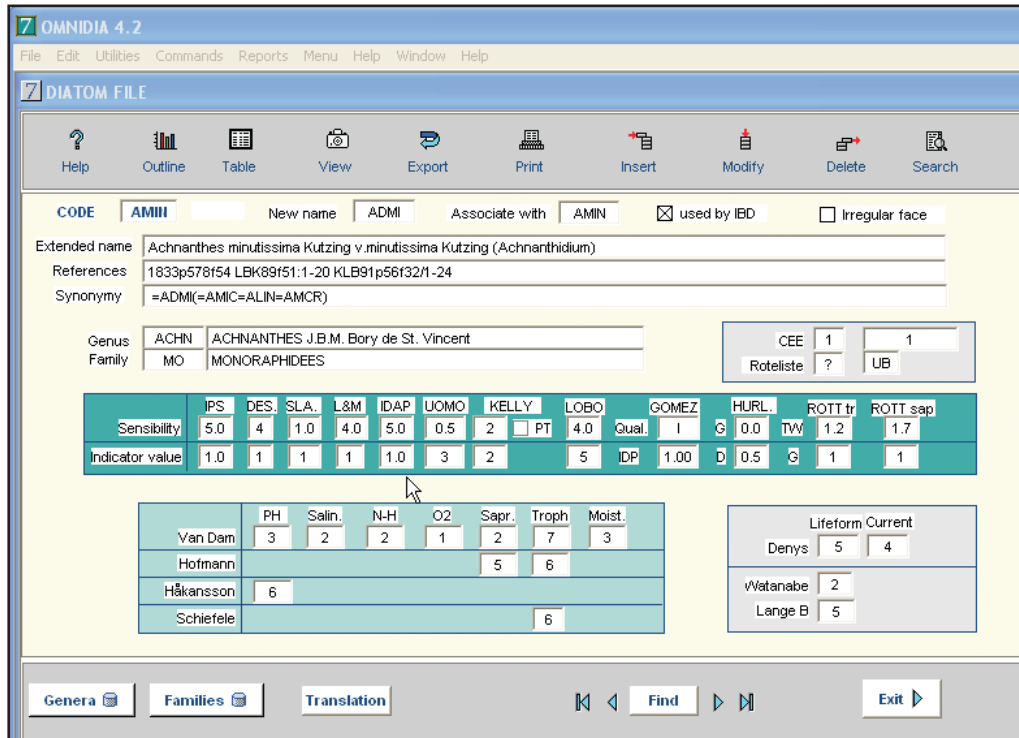
Menetelmässä määritetään ns. saprobia-arvo, joka kuvaa veden orgaanista likaantumisasastetta. Suomen oloihin saprobialjärjestelmän on sovelta-

Taulukko 3. OMNIDIA 4.2 -tietokannan indeksien lyhenteet, nimet ja kehittäjät.

Lyhenteet	Nimi	Kehittäjät
CEE, CEC	Diatom index, Indice CEE	Descy, Coste ja Maiffi-Rassat 1989, Descy ja Coste 1990, 1991
DES, DESCY	Descyn indeksi	Descy 1979
DI-CH	Hürlimannin indeksi, Sveitsi	Hürlimann 2002 Omnidia 4.2 -version mukaan
EPI-D	Eutrophication/Pollution Index	Dell'Uomo 1996
IBD, BDI	Indice Biologique Diatomées	Lenoir ja Coste 1996
IDAP,ADPI	Indice diatomique Artois-Picardie	Prygiel, Lévêque ja Iserentant 1996
IDG, GDI, GENRE	Indice Diatomique Générique	Bourrelly 1981, Rumeau ja Coste 1988, Coste ja Ayphassorho 1991
IDP, PDI	Pampean Diatom Index	Gómez ja Licursi 2001
IPS, SPI	Indice de Polluo-Sensibilité Spécifique	Coste: Cemagref 1982
L&M, ILM	Leclercq & Maquet'n indeksi	Leclercq ja Maquet 1987, Leclercq 1995
LOBO	Lobon indeksi, Brasilia	Lobo ym. 2003 Omnidia 4.2 -version mukaan
SHE	Steinberg & Schiefelen indeksi (eli Schiefele & Schreinerin indeksi)	Steinberg ja Schiefele 1988, Schiefele ja Schreiner 1991
SID, ROTT sap.	Indice saprobique	Rott, Hofmann, Pall, Pfister ja Pipp 1997
SLAD, SLA	Sládečekin saprobiaindeksi	Sládeček 1986
TDI (% PTV, % PT)	Trophic Diatom Index (Percent Pollution Tolerant valves)	Kelly ja Whitton 1995, Kelly 1998a
TID, ROTT troph.	Indice trophique	Rott, Pipp, Pfister, van Dam, Ortler, Binder ja Pall 1999
WAT, DA1po	Diatom Assemblage Index of Organic Water Pollution, Watanaben indeksi	Watanabe, Asai ja Houki 1986, 1990

Taulukko 4. Omnidia-tietokannan laskemat ekologiset jakaumat ja veden laskennalliset pH-arvot sekä niiden kehittäjät.

Ekologiset jakaumat	Kehittäjä
Habitaatti/elomuotojakaumat	Denys 1991
Suhtautuminen veden virtaukseen	Denys 1991
Trofialuokkajakaumat	Hofmann 1994
Saprobialuokkajakaumat	Hofmann 1994
Jakauma erilaisiin likaantumisen sietoluokkiin	Lange-Bertalot 1979
Jakaumat eri luokkiin seuraavien ekologisten vaatimusten mukaan: <ul style="list-style-type: none"> • pH • veden suolaisuus • typpimetabolian tyyppi • vaatimukset hapen suhteen • saprobia • trofia-aste • kosteus (osa lajeista maaperässä eläviä) 	Van Dam, Mertens ja Sinkeldam 1994
Veden laskennalliset pH-arvot	
Elorannan pH (järvisedimenttinäytteiden ja eläville litoraalin piileville)	Eloranta 1990
Renberg ja Hellbergin pH	Renberg ja Hellberg 1982
Håkanssonin pH-luokat	Håkansson 1993



Kuva 3. Esimerkki Omnidia 4.2 -version tietokannan piilevätaksonitiedoista.

nut professori Ernst Häyren (1921, 1933, 1937, 1944). Soilta ja muualta maaperästä peräisin olevat hitaasti hajoavat humusaineet eivät lisää veden saprobiaa sanottavasti, mutta ne vaikuttavat vesistöön muun muassa antamalla vedelle ruskean värin.

Ekologisiin yhteisöihin perustuvat ja saprobiaa kuvaavat menetelmät (Lange-Bertalot 1979; Steinberg ja Schiefele 1988; Schiefele ja Schreiner 1991) johtivat piileväindeksien syntyyn. Ensimmäisen varsinaisen piileväindeksin kehitti Descy (1979).

Kaikki veden laatua kuvaavat piileviin perustuvat indeksit perustuvat lajien suhteellisiin runsauksiin. Piilevälajiston perusteella lasketuista indeksiluvuista suurin osa arvioi veden saprobia-astetta, joka kuvaa veden orgaanista likaantumistasetta. Osa saprobiaa kuvaavista piileväindekseistä perustuu Zelinkan ja Marvanin (1961) yhtälöön (kaava 1), jossa muuttujina ovat lajien suhteelliset osuudet, herkkyysluokat ja indikaattoriarvot. Herkkyydellä tarkoitetaan lajin herkkyyttä reagoida orgaaniseen likaantumiseen (saprobiaan) tai ravinnepitoisuuksiin (trofiaan) ja indikaattoriarvolla lajin esiintymisen laajuutta saprobian tai trofian suhteen. Ekologisesti laaja-alainen laji soveltuu huonosti indikaattoriksi.

$$ID = \frac{\sum_{j=1}^n A_j I_j V_j}{\sum_{j=1}^n A_j V_j} \quad (1)$$

jossa A_j = lajin j runsaus, I_j = lajin j likaantumisen herkkyysluokka, V_j = lajin j indikaattoriarvo.

Tähän yhtälöön perustuvista indekseistä Sládečekin indeksi (1986) ja Leclercq ja Maquetin (1996). Muita erityisesti saprobiaa kuvaavia indeksejä ovat WAT (DAI_{po}) ja SID. Orgaanista kuormitusta, mutta myös yleistä veden laatua kuvaavia indeksejä ovat CEE, DES, IBD, IDAP, IPS ja GDI. Tarkemmat tiedot indeksien nimistä ja kehittäjistä on taulukossa 3.

Veden ravinteisuutta kuvaamaan on kehitetty oma indeksinsä (TDI = Trophic Diatom Index; Kelly ja Whitton 1995), joka osittain heijastaa muun muassa rehevöitymistapauksissa myös orgaanista kuormitusta (%PTV = % Pollution Tolerant Values). Lisäksi Rott ym. (1999) ovat kehittäneet TID-indeksin kuvastamaan veden rehevyyttä.

Lähes kaikki indeksit antavat puhtaimmille vesille arvon 20 ja vesistön tilan heiketessä indeksiarvo pienenee. Kelly ja Whittonin (1995) TDI-indek-

sissä puhtaimmat vedet saavat puolestaan arvon 1 Omnidia-tietokannan versiossa 3.2. Tietokannan 4.2 versiossa TDI-indeksin tulos on yhdenmukaistettu muiden indeksien kanssa, ja se antaa puhtaimmille vesille arvon 20 (TDI/20) ja 100 (TDI/100).

Piileväindeksien käyttökelpoisuuteen vaikuttaa niihin sisällytettyjen lajien valikoima. Mitä suurempaa lajimäärää indeksi käyttää, sitä todennäköisemmin indeksin antama kuva veden laadusta vastaa todellisuutta. Useimmat indeksit perustuvat vain tiettyjen lajien ja sukujen tunnistamiseen. IPS-indeksi on tässä suhteessa luotettavin, koska siinä jokaisella lajilla on tietty indikaattoriarvo. GDI-indeksiin kuuluvat puolestaan kaikki suvut. Sukuihin perustuvan GDI-indeksin käytössä tunnistukseen liittyvät riskit ovat huomattavasti alhaisempia, mutta toisaalta indeksin herkkyys kuvata veden laadun eroja ei ole yhtä hyvä kuin IPS-indeksillä ja pelkkien sukujen perusteella ei saada kuvatuksi tietokantaan sisällytetyjä useita ekologisten tekijöiden jakautumaspektrejä.

Tehtyjen perustutkimusten tulosten perusteella (Eloranta 1995, 1999; Eloranta ja Andersson 1998; Eloranta ja Kwandrans 1999; Niemelä ym. 2000) Suomen jokivesiin sopivat parhaiten taulukkoon 3 kootuista indekseistä orgaanista kuormitusta kuvaavat IPS-indeksi ja GDI-sukuindeksi sekä ravinteisuutta kuvastava TDI-indeksi, jotka esitellään seuraavassa tarkemmin.

4.2.1

IPS

Coste (Cemagref 1982) kehitti IPS-indeksin Descyn (1979) indeksimenetelmästä ja se perustuu Zelinka ja Marvan yhtälöön. Alun perin IPS-indeksi sisälsi 263 lajia ja taksonia. Indeksia on sen jälkeen päivitetty huomioimaan kaikki piilevälajit. Sitä pidetäänkin luotettavimpana indeksinä kuvaamaan veden laatua (Prygiel ja Coste 1993), joskin Prygiel ym. (1996) mukaan sitä käytetään vähän, koska se edellyttää lajitason määrittämistä, ja koska se perustuu jatkuvasti muuttuvaan systematiikkaan. Tosin tietokantaan on sisällytetty myös kunkin taksonin synonyymien alle (uusien ja vanhojen nimien) ko. taksonin ekologiset luokitukset, joten määrittäjän käyttämä nimistö ei vaikuta tuloksiin.

4.2.2

GDI

GDI-sukuindeksi perustui alun perin 42 sukuun, mutta on siitä laajentunut 174 taksoniin (Prygiel ym. 1999). GDI-sukuindeksiä on kuitenkin kritisoitu sopimattomaksi monissa tapauksissa (Prygiel ja Coste 1993), koska tietyissä suvuissa (mm. *Navicula* ja *Nitzschia*) lajeilla on hyvin erilaiset ekologiset vaatimukset.

Tämän sukuindeksin joidenkin taksonien herkkyysluokissa ja indikaattoriarvoissa on tapahtunut muutoksia, kun OMNIDIA-tietokannan 3.2 versiota on päivitetty 4.2 versioksi. Siten tietokannan eri versioiden antamat GDI-indeksitulokset eivät ole yhteismitallisia.

4.2.3

TDI

Veden rehevyyttä kuvaava TDI-indeksi on alun perin kehitetty Zelinka ja Marvanin (1961) yhtälön pohjalta päätöksenteon tueksi jätevedenpuhdistamoiden ravinteiden poistoa varten Englannissa ja Skotlannissa (Kelly 1998a). Sen takia indeksin käyttöönotto muissa olosuhteissa (esim. valuma-alueilla) voi edellyttää muutoksia (Harding ja Kelly 1999). Indeksia perustuu 86 taksoniin, jotka ovat joko lajeja tai sukuja. Taksonien suhteellisen vähäisen määrän vuoksi saattaa suomalaisissa niukka-elektrolyyttisissä vesissä tulla yllättäviä tuloksia, kun valtalajistossa ei olekaan yhtään kyseiseen indeksiin mukaan otettua taksonia.

Indeksiä tulee käyttää yhdessä % PTV:n (% Pollution Tolerant Valves) kanssa, joka kuvastaa piilevälajiston orgaanista likaantumista sietävien valvojen (kuorien) osuutta. Jos näiden osuus on < 20 %, TDI-indeksin voidaan olettaa antavan luotettavan kuvan jokiveden ravinteikkudesta. Jos PTV:n prosenttiosuus on suurempi kuin 20 %, tulee tuloksia tulkita varovaisesti ja muiden tekijöiden, kuten orgaanisen likaantumisen, vaikutukset tulee huomioida (Kelly ja Whitton 1995; Kelly 1998a). Kokemukset Englannissa osoittavat, että TDI-indeksi toimii ortofosfaatin noin 1 mg l⁻¹ pitoisuuteen asti (Kelly 1998b). Tätä suuremmilla pitoisuuksilla fosfori ei todennäköisesti ole kasvien ja levien kasvua rajoittava tekijä.

4.2.4

Muut indeksit

Monien indeksien heikkoutena on niiden pieneen laji- ja/tai taksonimäärän rajautuva aineisto, jonka perusteella veden laatu määritellään. Tähän on osaltaan vaikuttanut se, että useat indeksit on laadittu tietyille alueelle mm. DES Sambre- ja Meusejoelle sekä EPI-D Apenniineille. Jotkut indeksit on alun perin suunniteltu mahdollisimman helposti määriteltäviksi ja niissä on haluttu huomioida vain sellaiset lajit tai taksonit, jotka on joko helppo tunnistaa ja jotka esiintyvät kyseisellä alueella (esim. IDAP Artois-Picardien vesistöalueelle ja IBD Ranskaan). Tällaisten indeksien käyttö muilla alueilla edellyttää aina selvitystä niiden soveltuvuudesta veden laadun arviointiin uudella alueella.

4.3

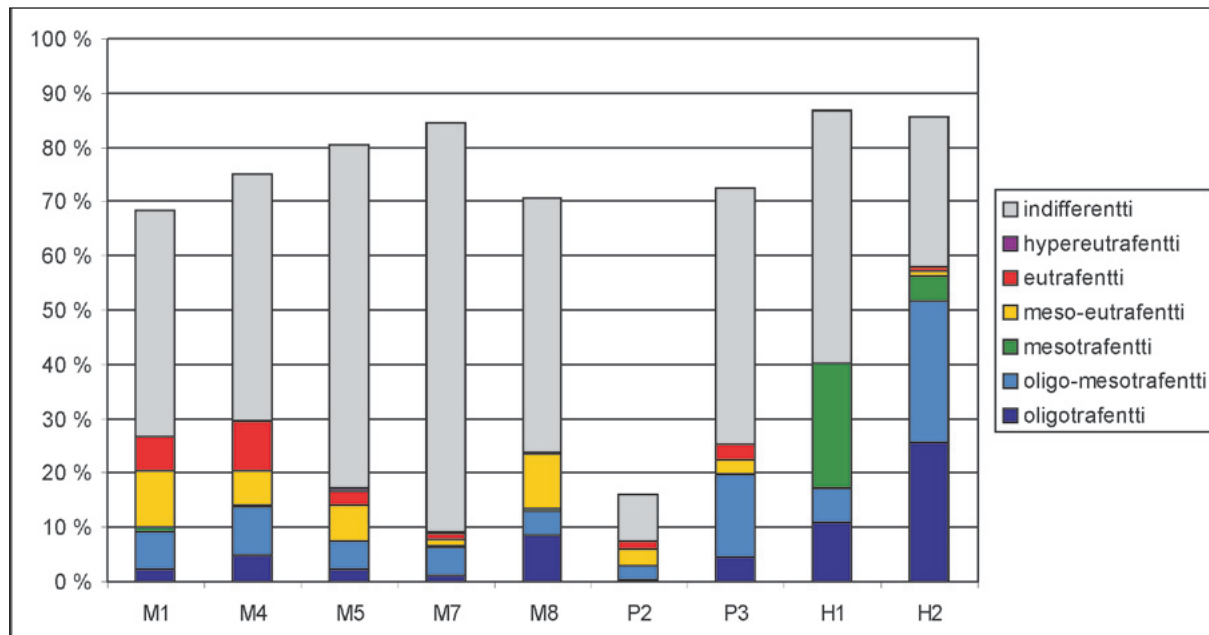
Ekologiset jakaumat

Ekologisten jakaumien eli spektrien (taulukko 4) avulla voidaan myös arvioida veden laatua ja siinä tapahtuvia muutoksia. Piilevät voidaan jaotella luokkiin muun muassa niiden ravinnevaatimusten ja typpimetaboliatyypin mukaan. Piilevien typpimetaboliatyypin kuvastaa orgaanisen tyypen

kuormitusta vesistössä. N-autotrofisista lajeista osa sietää hyvin pieniä orgaanisen tyypen pitoisuuksia ja osa sietää kohonneita orgaanisen tyypen pitoisuuksia. N-heterotrofiset lajit jaetaan sen mukaan, tarvitsevatko ne ajoittain vai jatkuvasti kohonneita orgaanisen tyypen pitoisuuksia.

Esimerkiksi tutkittavan vesistön veden ravinnetasoa voidaan arvioida sen perusteella, miten vesistöstä otettujen näytteiden piilevälajit jakaantuvat eri trofiatasoihin (kuva 4). Ekologisten jakaumien perusteella voidaankin muun muassa tulkita, ilmentävätkö kasvualustan yleisimmät piilevälajit samanlaisia kasvuolosuhteita. Jakauksen rakenteesta voidaan myös päätellä, kuinka suuri prosenttiosuus kasvualustan piilevistä esimerkiksi suosii runsasta orgaanista kuormitusta (saprobia). Hajanainen spektri voi tarkoittaa veden laadun muutosta, sillä piilevälajisto sopeutuu asteittaisesti muuttuviin olosuhteisiin (nopeasti ja hitaasti jakaantuvat lajit) (Niemelä ym. 2000).

Kunkin jakauman muodostuksessa käytettyjen lajien lukumäärä suhteessa näytteestä määritettyihin lajeihin saadaan selville laskemalla jakauman luokkien prosentuaaliset osuudet yhteen. Luvun ollessa alle viisikymmentä (eli < 50 % näytteestä määritettyjen lajien yhteenlaskettu suhteellinen runsaus) tulee jakaumaan suhtautua varauksella.



Kuva 4. Esimerkkikuva piilevien ekologisesta jakaumasta, jossa kuvataan Muhosjoen ja sen kahden sivu-uoman, Poikajoen ja Hanhiojan, piilevälajiston trofiatasoa. Van Dam ym. (1994) ovat määrittäneet trofiatason vain 16 %:lle P2-pisteessä esiintyneistä piilevälajeista, mikä aiheuttaa suurta epävarmuutta tulosten tulkintaan.

Muita menetelmiä

Phosphorus Diatom Equation (PDE)

Eloranta ja Soininen (2002) kehittivät lineaariseen regressioon perustuvan fosfori-piilevä yhtälön (PDE), jotta jokiveden fosforin keskimääräistä pitoisuutta voitaisiin tulkitä piilevien avulla. Piilevät ryhmiteltiin viiteen luokkaan sen mukaan, millainen on niiden mieltymys fosforin suhteen kirjallisuuden perusteella. Näiden luokkien osuuksilla näytteen piilevistä saatiin laskettua kokonaisfosforin pitoisuus, joka selitti 74 % lasketun ja mitatun kokonaisfosforin pitoisuuksien suhteesta.

Eloranta ja Soininen (2002) totesivat, että ravinindeksit ja -yhtälöt tarvitsevat enemmän tietoa indikaattorilajiston vaatimuksista, koska saman paikan piileväyhteisönäytteissä esiintyy samanaikaisesti taksoneita erilaisista ravinneolosuhteista erilaisten virtausten ja kasvualustojen takia. Lisäksi he arvioivat, että yhtälöitä tulisi kehittää jokaiselle luonnonmaantieteelliselle alueelle tai ainakin alhaisille ($< 100 \mu\text{g l}^{-1}$) ja korkeammille kokonaisfosforipitoisuuksille erikseen.

Painotetun keskiarvon malli jokiveden fosforipitoisuudelle

Soininen ja Niemelä (2002) sovelsivat painotettua keskiarvoa jokiveden fosforitason selvittämiseksi piileväyhteisöjen avulla. Tällä mallilla saatiin korkeampi korrelaatio ($r = 0,87$) mitatun fosforin kanssa kuin Elorannan ja Soinisen (2002) lineaarisessa regressiossa (PDE), jossa käytettiin samaa aineistoa. Tämä korrelaatio oli myös korkeampi kuin suomalaiselle aineistolle sovelletun TDI-indeksin ja kokonaisfosforin välinen korrelaatio. Tämä osoittaa omasta kalibrointiaineistosta saatujen piilevien indikaattoriarvojen tärkeyttä.

Painotetun keskiarvon malli antoi kuitenkin hyvin karuissa jokivesissä korkeamman kuin mitatun fosforiarvon, ja toisaalta mitattua alhaisemman fosforiarvon jokivesissä, joissa oli yli $100 \mu\text{g l}^{-1}$ kokonaisfosforipitoisuus. Tämä aiheutui menetelmän tavasta tyypistää gradientin reunoilla olevien lajien vasteita. Malli ei myöskään sovellu ravinteikkaisiin, hyvin humuspitoisiin tai sameisiin jokivesiin, joissa malli antoi alhaisemmat fosforiarvot kuin mitä saatiin vesianalyyseilla. Näissä oloissa saattaa merkittävä osa ravinteista olla sitoutuneina levien kannalta käyttökeltvottomaan muotoon.

Painotettu keskiarvo piilevien optimin ja sietokyvyn arvoimiseksi happamuuden ja humuksen suhteen

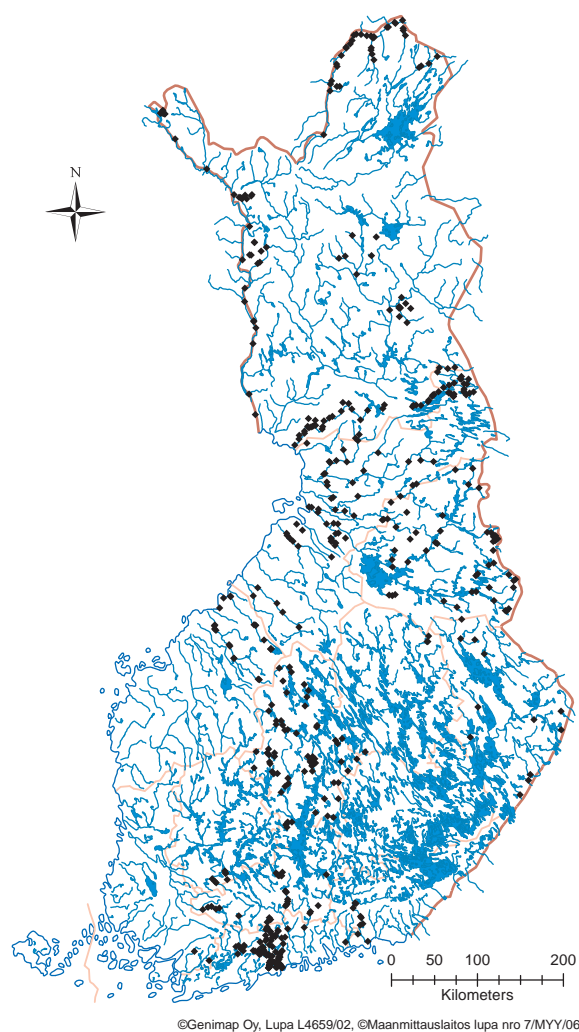
Huttunen ja Turkia (1994) tarkastelivat veden happamuuden ja humuksen merkitystä piilevälajien esiintymiseen järvissä. Happamuutta he tarkastelivat alkalineetin avulla ja humuksen runsautta orgaanisen kokonaishiilen (TOC) avulla. Taksonin optimin he arvioivat sen esiintymistiheyden painotetulla keskiarvolla ja sietokyvyn painotetulla keskihajonnalla. Näiden avulla he pystyivät arvioimaan 111 tutkituissa järvissä esiintyneille piilevätaksonille sekä optimin että sietokyvyn alkaliniteetin ja orgaanisen kokonaishiilen suhteen. Selvitys ei kuitenkaan kerro, kuinka hyvin piilevien perusteella saadut laskennalliset arvot vastasivat mitattuja arvoja.

5 Vesipolitiikan puitedirektiivi ja piilevät

Vuonna 2000 voimaan astunut Vesipolitiikan puitedirektiivi (VPD) uudistaa ja yhtenäistää Euroopan vesipolitiikkaa sekä asettaa laadullisia pintavesien tilatavoitteita. VPD:n mukaan jäsenvaltioiden on kehitettävä keskenään vertailukelpoiset luokittelu- ja seurantajärjestelmät (Vuori ym. 2006). Pintavesien ekologinen tila tulee luokitella viiteen eri luokkaan (erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono). Näistä tavoitetilana on vähintään hyvä ekologinen tila, joka jäsenvaltioiden kaikissa pintavesissä tulisi saavuttaa vuoteen 2015 mennessä. Voimakkaasti muutettujen vesistöjen osalta direktiivi edellyttää ns. hyvää ekologista potentiaalia.

VPD:n ekologisen tilan luokittelutekijöinä mainitaan direktiivin liitteessä 5 makrofytytien ohella fyto bentos. Käsitteelle ei ole direktiivissä täsmällistä määrittelyä. Useissa jäsenvaltioissa, Suomi mukaan lukien, on kuitenkin lähdetty kehittämään fyto bentoksen luokittelua nimenomaan piilevämenetelmää käyttäen. Suomessa on päädytty käyttämään piilevämenetelmää ja pohjalevästöä yleisemminkin toistaiseksi vain jokivesissä (Vuori ym. 2006). Jokien biologisen perusseurannan yhteydessä on vuonna 2006 aloitettu piilevänäytteiden keruu ja määrittäminen.

Pohjois-Pohjanmaan, Lapin ja Kainuun ympäristökeskusten, Helsingin yliopiston ja Suomen ympäristökeskuksen yhteistyönä on koottu laaja valtakunnan kattava jokivesien piileväaineisto, jota tullaan käyttämään luokittelun ja seurannan perusteiden määrittelyssä (kuva 5). Tähän mennessä on koottu piilevätutkijoiden eri puolilta Suomea kokoamaa piileväaineistoa. Näiltä piilevästön näytepaikoilta on koottu myös tietoa vedenlaadun, kallio- ja maaperän sekä valuma-alueen turvemaa-prosentin osalta.



Kuva 5. Tähän mennessä (v. 2006) kootun valtakunnallisen piileväaineiston näytepaikat.

Tyypittely

VPD edellyttää pintavesien tyypittelyä vesimuodostumien ja niiden valuma-alueiden luontaisten geologisten, maantieteellisten ja fysikaalis-kemiallisten tekijöiden perusteella. Tyypittelyn tarkoituksena on ryhmitellä vedet luontaisilta ominaisuuksilta vertailukelpoisiin ryhmiin ennen vertailuolujen ja luokittelukriteereiden määrittelemistä. Luotettavia vertailuoloja ja järkeviä luokittelukriteereitä on mahdollista määrittellä vain keskenään mahdollisimman samankaltaisten valuma-alueiden mahdollisimman samankaltaisille vesille (Vuori ym. 2006).

Suomessa Ympäristöministeriö on vuoden 2006 alussa vahvistanut pintavesien tyypittelyssä käytettävät periaatteet. Jokien osalta tyypittelyssä erotetaan seuraavat tyypit:

1. pienet turvemaiden joet (Pt)
2. pienet kangasmaiden joet (Pk)
3. pienet savimaiden joet (Psa)
4. keskisuuret turvemaiden joet (Kt)
5. keskisuuret kangasmaiden joet (Kk)
6. keskisuuret savimaiden joet (Ksa)
7. suuret turvemaiden joet (St)
8. suuret kangasmaiden joet (Sk)
9. suuret savimaiden joet (Ssa)
10. erittäin suuret turvemaiden joet (ESt)
11. erittäin suuret kangasmaiden joet (ESK).

Joet erotellaan tyypeiksi valuma-alueen koon ja valuma-alueen maaperän laadun sekä maantieteellisen sijainnin perusteella.

Jokityyppien erottelussa käytettävä valuma-alueen pinta-ala:

- pienet joet: valuma-alue alle 100 km²
- keskisuuret joet: valuma-alue 100–1 000 km²
- suuret joet: valuma-alue 1000–10 000 km²
- erittäin suuret joet: valuma-alue yli 10 000 km².

Turvemaiden tyyppiin joki erotellaan kun sen valuma-alueen turvemaiden luontainen vaikutus joen vesiympäristöön on huomattava. Savimaiden tyyppiin joki erotellaan kun sen valuma-alueella on savimaita tai hienoaineksia sisältäviä maita niin paljon, että vaikutus veden ravinteisuuteen tai muihin ominaisuuksiin on luonnostaan huomattava. Lisäksi Pohjois-Lapin joet, joiden valuma-alue sijaitsee pääosin metsärajan yläpuolella, poikkeavat ominaisuuksiltaan muun Suomen jokityypeistä sii-

nä määrin, että ne erotellaan soveltuvimpaan jokityyppiin lisämerkinnällä Pohjois-Lapin joki (PL).

Piileväluokittelun ja -seurannan kannalta on oleellista tulevaisuudessa tunnistaa, missä määrin leväyhteisöt ja niiden tila-arvioinnissa käytettävät indeksit ja muut muuttujat vaihtelevat suhteessa tyypittelytekijöihin. Tämä on mahdollista kun valtakunnallisen piileväaineiston tyypittelytyö valmistuu.

5.2

Luokittelu

Tätä kirjoitettaessa piilevien tyyppikohtaisia luokittelumuuttujia, vertailuarvoja ja luokkarajoja ollaan vielä täsmentämässä. Alustavina luokittelukriteereinä voidaan kuitenkin käyttää aiempien tutkimusten ja asiantuntija-arvioiden perusteella laadittuja kriteereitä.

Veden laatua kuvaavia indeksejä on Suomen oloissa verrattu (Eloranta 1995, 1999; Eloranta ja Andersson 1998; Eloranta ja Kwandrans 1999), ja orgaanista kuormitusta kuvaavat IPS- ja GDI-indeksit (taulukko 5) sekä ravinteisuutta kuvaava TDI-indeksi (taulukko 6 ja 7) on havaittu parhaiten Suomen jokivesien tilaa kuvaaviksi. Useamman indeksin samanaikainen tarkastelu vahvistaa jokiveden laadusta saatavaa näkemystä. Tällöin myös yhden indeksin merkittävä poikkeaminen muiden indeksien antamasta veden laatuluokasta ohjaa tarkistamaan piilevälajien määrittelyä.

Eloranta (1995) on kuitenkin todennut, että polyhumoosisissa vesissä, joissa veden pH ja sähkönjohtokyky ovat alhaisia, eivät orgaanisen humuksen vaikutukset vastaa orgaanisten jätevesien vaikutuksia eli humuksella ei ole huomattavaa vaikutusta saprobiaan. Hän totesi myös, että humusvesien pienen elektrolyyttimäärän ja alhaisen pH:n vaikutuksesta indeksiarvot ovat korkeampia kuin sellaisten puhtaiden vesien, joissa on korkea pH ja sähkönjohtavuus. Lisäksi Soinin ja Niemelä (2002) totesivat, että huolimatta korkeasta fosforipitoisuudesta hyvin humuksisissa vesissä alhainen elektrolyytti- ja korkea humuspitoisuus eivät suosi piilevälajeja, joita yleensä löytyy rehevöityneistä jokivesistä (esimerkiksi *Nitzschia*- ja *Navicula*-suvuissa). Toisaalta joidenkin piilevälajien (*Eunotia tenella*, *E. implicata*, *E. circumborealis* ja *E. soleirolii*) on havaittu esiintyvän tummissa ja rehevissä vesissä ja osa lajeista (*Eunotia bilunaris*,

Taulukko 5. Eloranta ja Soininen (2002) ovat luokitelleet veden laadun piileväyhteisöihin perustuvalla suku- ja lajitason pilaantumisindekseillä (GDI ja IPS) Suomesta kerätyn piileväaineiston perusteella. Vertailun vuoksi taulukkoon on laitettu myös Ranskassa (Prygiel ym. 1996) ja Ruotsissa (Kahlert ym. 2006) käytetyt luokittelurajat IPS-indeksille.

Veden laatu	GDI ja IPS Suomessa	IPS Ranskassa	IPS Ruotsissa
Erinomainen	> 17	≥ 16	≥ 17
Hyvä	15–17	13,5 ≤ IPS < 16	14–17
Tyydyttävä	12–15	11 ≤ IPS < 13,5	11–14
Välttävä	9–12	7 ≤ IPS < 11	8–11
Huono	< 9	< 7	< 8

Taulukko 6. Rehevyysindeksi (TDI) on luokiteltu kuvaamaan veden laadun rehevyytasoa Suomesta kerätyn piileväaineiston perusteella (Eloranta ja Soininen 2002). OMNIDIA-tietokannan päivitetystä 4.2 versioissa TDI:n arvoasteikko on käännetty (TDI/20) helpottamaan vertailua muihin indekseihin. TDI/100-asteikko vastaa englantilaista makrofytytiluokittelun asteikkoa. Tässä kukin asteikko on jaettu Eloranta ja Soinisen (2002) luokittelun mukaan.

Veden laatu	OMNIDIA 3.2	OMNIDIA 4.2	
	TDI	TDI/20	TDI/100
Oligotrofinen	< 7	> 14	< 32
Oligo-mesotrofinen	7–10	11–14	32–47
Mesotrofinen	10–13	8–11	47–63
Meso-eutrofinen	13–16	5–8	63–79
Eutrofinen	> 16	< 5	> 79

Taulukko 7. TDI-indeksiä käytettäessä tulee huomioida myös orgaanista kuormitusta kuvaava %PTV (% Pollution Tolerant Valves) (Kelly ja Whitton 1995; Kelly 1998a).

%PTV	Selitys
< 20 %	ei merkittävää orgaanista likaantumista
21–40 %	jonkin verran orgaanista likaantumista
41–60 %	orgaaninen likaantuminen vaikuttaa merkittävästi paikan rehevöitymiseen
> 60 %	orgaaninen likaantuminen huomattavaa

E. incisa ja *E. meisteri*) tummissa ja karuissa vesissä (Niemi 2004).

Hyvin humuksisten vesien ominaispiirteiden takia indeksien lisäksi tuleekin tarkastella ekologisia jakaumia, ja erityisesti sitä, antavatko ne samansuuntaisen tuloksen kuin indeksit. Mikäli tuloksissa on eroa, tulee tuloksia ja siihen vaikuttavia tekijöitä (esim. valuma-alueelta tulevaa kuormitusta) tulkita tarkemmin.

Ruotsissa on suunniteltu käytettävän IPS-indeksiä piileväluokittelun (taulukko 5) pohjana VPD:n toteuttamisessa. Suomessa myös on suunniteltu tämän indeksin käyttöä luokittelun pohjana, ja sitä on tarkoitus tarkentaa vuosina 2007–2008.

6 Piilevämenetelmä VPD:n mukaisena seurantamenetelmänä

6.1

Soveltuvuus Suomen jokivesiin

Pohjalevästön piilevät ovat hyviä indikaattoreita ja soveltuvat biologisen seurannan kohteiksi muun muassa seuraavien ominaisuuksiensa perusteella:

- Piileviä esiintyy kaikkina vuodenaikoina ja kaikenlaisissa vesissä.
- Piilevien solutiheydet ovat suuria.
- Piilevät jakaantuvat nopeasti ja näin ollen ne reagoivat nopeasti vedessä tapahtuviin muutoksiin, esim. happamuuteen, ravinne- ja kiintoainekuormitukseen.
- Näytteenoton ajankohdalla ei nykytiedon perusteella ole suurta merkitystä, vaan piilevyyhteisössä on aina vallitsevina lajeja, jotka kuvaavat ajankohdan veden laatua.
- Piilevien diversiteetti (monimuotoisuus) on yleensä melko korkea, joten havaintopaikan lajistosta ja lajisuhteista saadaan hyvä kuva verraten pienillä näytemäärillä, mikä nopeuttaa kenttätyöskentelyä (vrt. pohjan selkärangattomat tai isot vesikasvit).
- Lajien ekologia tunnetaan erittäin hyvin, joten suureen diversiteettiin liitettynä saatava informaatio on erittäin monipuolista.
- Perehtymisen jälkeen suhteellisen helppo ja nopea seurantamenetelmä.
- Näytepreparaatit säilyvät ikuisesti.
- Piilevälajiston indikaattorilajien avulla on mahdollista määrittää referenssiolosuhteet.

6.2

Menetelmän kustannustehokkuus

Piilevämenetelmä on suhteellisen kustannustehokas biologinen seurantamenetelmä. Piilevien näytteenotto joessa on yleensä nopeaa (noin 15–30 min). Piilevänäytteen puhdistamisen nopeuteen vaikuttaa puolestaan näytteen orgaanisen aineen runsaus. Myös valittu puhdistusmenetelmä vaikuttaa, miten kauan näytteiden puhdistaminen vie aikaa (esimerkiksi kylmä vetyperoksidi -menetelmällä useita päiviä, kts. luku 8). Aktiivista työaikaa näytteen puhdistamiseen ja preparaattien valmistukseen menee kuitenkin noin 4–12 h. Useamman näytteen käsittelyä nopeuttaa se, että ne voi puhdistaa samanaikaisesti. Piilevänäytteen määrittämisen viemään aikaan vaikuttaa luonnollisesti lajintuntemusvalmius, piileväkuorien jakautuminen preparaattissa (kasautuminen, harvalukuisuus) sekä näytteen lajiston yksipuolisuus/runsaus. Kokeneelta määrittäjältä mennee noin 2–8 h/piilevänäyte.

Erityisesti piilevänäytteenotossa tarvittavat tarvikkeet ovat edullisia (esimerkiksi hammasharja, pieni muoviallas, näytepullo). Lisäksi näytteenottoon liittyvät välineet, kuten paikantamisessa käytettävä GPS, ovat yleisiä maastotyövälineitä. Preparaatin valmistukseen tarvittavat tarvikkeet ovat yleisiä laboratoriotyövälineitä lukuunottamatta hartsia, jonka tulee olla erityisesti piileväpreparaatteihin sopivaa.

Mikäli piileväseurannan havaintopaikoilta otetaan vesinäytteitä (esimerkiksi silloin, jos vedessä on mahdollisesti myrkyllisiä aineita, jotka eivät piilevän lajistotarkastelussa tule ilmi), ei piilevänäytteiden ottopaikan etäisyys vesinäytteenot-

topaikasta saa olla 100 metriä suurempi riippuvuussuhteiden tarkastelun mahdollistamiseksi (Eloranta 2004b). Määritettäväksi suositeltavia veden laatuun liittyviä parametrejä ovat esimerkiksi kokonaisfosfori, kokonaistyyppi, orgaanisen aineen määrä (COD tai TOC), sähkönjohtavuus, väri, sameus, pH, alkaliniteetti, kiintoaine sekä toksisuutensa vuoksi esimerkiksi alumiini.

Ympäristöhallinnon perusseurannassa vesinäytteenotto (kiintoaineen, sähkönjohtavuuden, alkaliniteetin, pH:n, värin, COD:n sekä kokonaistyyppien ja -fosforin määrittämiseksi) piilevänäytteenottopaikalta on suositeltavaa tehdä, mikäli jokien vedenlaadun seurantapaikka on kaukana piilevänäytteenottopaikasta (ks. Vuori 2006).

7 Ohjeita piilevänäytteenottoon

Tässä luvussa on käytetty lähteinä seuraavia julkaisuja:

Eloranta, P. 2004a. Perifytonmääritys luonnonalustoilta. Julk.: Ruoppa, M. & Heinonen, P. (toim.). Suomessa käytetyt biologiset vesitutkimusmenetelmät. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 682. s. 23–26.

Eloranta, P. 2004b. Piilevät. Julk.: Ruoppa, M. & Heinonen, P. (toim.). Suomessa käytetyt biologiset vesitutkimusmenetelmät. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 682. 26–32 s.

SFS-EN 13946. 2003. Veden laatu. Jokivesien piilevien näytteenotto ja esikäsittely. Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki. 14 s.

7.1

Standardit

Levien käyttöä Euroopan virtavesien tilan seurannassa on käsitelty 1990-luvun alusta alkaen joka kolmas vuosi järjestetyissä symposiumeissa (Whitton ym. 1991; Whitton ja Rott 1996; Prygiel ym. 1999). Näiden yhteydessä on useissa julkaisuissa tarkasteltu mm. perifytonin levien käyttöä ja sovellutuksia Euroopan eri maissa. Vuonna 1996 julkaistiin yhteispohjoismainen standardiesitys ”Nordic standard for assessment of environmental quality in running water” (Jarlman ym. 1996). Vuonna 2003 vahvistettu standardi SFS-EN 13946 ohjaa jokivesien piilevien näytteenottoa ja esikäsittelyä.

7.2

Näytteenoton ajoitus

Piilevätutkimusten perusteella indeksit yksittäisellä havaintopaikalla vaihtelivat varsin vähän toukokuun ja lokakuun välisenä aikana, mutta osoittivat veden laadun heikkenemisen aiheutta-

man muutoksen matalanveden aikaan (Eloranta ja Andersson 1998). Yhteisörakenteet muuttuvat myös nopeammin kesän lämpimissä vesissä kuin talven kylmissä vesissä.

Piilevänäytteet tulisi ottaa vähintään neljä viikkoa tulvajakson jälkeen (kevättulvat, sateiden aikaansaamat tulvat). Parhaiten piilevänäytteenottoon sopii keskikesän matalan alivirtaamaveden aika, jolloin muun muassa jätevesien vaikutukset tuntuvat voimakkaimmin (Eloranta 2004b). Runsaan virtaaman aikana näytteiden otto on hankalaa, ja voi olla jopa vaarallista. Ympäristöhallinnon perusseurannassa on kuitenkin tarkoituksenmukaista ottaa piilevänäytteet samanaikaisesti pohja-eläinnäytteiden kanssa eli syyskuussa ennen tulvia (Vuori 2006).

7.3

Näytteenotossa huomioitavia seikkoja

Kaikki veden laatua kuvaavat piileviin perustuvat indeksit perustuvat lajien suhteellisiin runsauksiin, joten kvantitatiivinen näytteenotto ei ole tarpeen eikä edes mielekäästä luonnonalustoilta, sillä alojen määrittäminen on hyvin vaikeata ja saman kiven eri pinnoilla tiheyksien vaihtelu on suuri, riippuen mm. suhteesta valon tulosuuntaan, veden virtauksiin, mahdollisiin sammaliin jne. Saatavat solutiheydet tai/ja laskennalliset biomassat eivät kuitenkaan anna perustaa esimerkiksi eutrofia-luokitteluun, kuten esimerkiksi kasviplanktonin biomassat (Eloranta 2004a).

Standardissa SFS-EN 13946 on korostettu, että näytteet tulee ottaa samanlaiselta alustalta kaikissa näytteenottoon kuuluvissa paikoissa. Näytteenottoa suositellaan tehtäväksi ensisijaisesti kiviltä.

Ympäristöhallinnon perusseurannassa piilevänäytteet otetaan jokien koskipaikkojen kiviltä. Yhdenmukaisuuden vuoksi tulisi myös toiminnallisen seurannan ja velvoitetarkkailujen piilevänäytteet pyrkiä ottamaan virtapaikkojen kivipinnoilta.

Piilevänäytteiden otto erityisesti kiviltä on koko Euroopassa yleisin monitoroinnin menetelmä useista eri syistä (Eloranta 2004b):

- tällaisia alustoja esiintyy virtavesissä hyvin yleisesti
- vaikka kivien laatu eri alueilla vaihteleekin suuresti ja kiven laatu jossain määrin vaikuttaa yhteisöihin, voidaan kivien laatu jättää huomioimatta, kun tarkastellaan yhteisöjen rakennetta ja sen antamaa informaatiota
- näytteiden otto on yleensä varsin yksinkertaista ja helppoa
- tärkeimpien piileviin perustuvien indeksien vaihtelut kivien pinnalla tunnetaan hyvin.

Mikäli kiviä ei ole esiintynyt luontaisesti, velvoitetarkkailussa on sovellettu standardin ohjeita, jotka koskevat muita kuin kivipintoja. Myös paikalle tuotuja kiviä (esimerkiksi koreissa) on käytetty keinotekoisina alustoina. Mahdollisten hävikkien takia keinotekoisia alustoja tulee laittaa useampi kappale kuin mitä näytteenoton kannalta on välttämätöntä. Keinotekoisien alustojen käytössä on lisäksi huomioitava eräitä seikkoja (Eloranta 2004b):

- ekspositioajan on oltava riittävän pitkä (ainakin 4 viikkoa, hyvin oligotrofisissa tai hyvin varjoisissa paikoissa pitempikin), jotta alustoille on voinut muodostua ympäristönä kanssa tasapainossa oleva piileväyhteisö.
- vertailututkimuksissa eri havaintopaikoilla ekspositioajan on oltava luonnollisesti yhtä pitkä
- vaikka lasi- ja kovamuoviset sileät alustat ovat olleet aikaisemmin hyvin suosittuja, on kuitenkin suositeltavampaa käyttää muualta siirrettyä kiviainesta
- alustat on sijoitettava siten, etteivät ne herätä huomiota ja etteivät ne ole esimerkiksi vene- tai kanoottiliikenteen kulkureitillä
- keinotekoisien alustojen käytön aloittaminen edellyttää aina aluksi paikallista ”sovitustyötä” ennen jatkuvampaa seurantaa
- keinotekoisilla alustoilla saatujen selvitysten tulosten arviointi edellyttää aina seikkaperäistä käytetyn menetelmän kuvausta (miellettään myös vertailua ko. paikan luonnonalustoilta saatuihin tuloksiin).

Vesikasveilla (esim. vesisammalilla, uposkasveilla ja ilmaversoisten lajien vedenalaisilla osilla) kasvavalla epifytonilla on suuri piileväyhteisöjen ajallinen ja paikallinen vaihtelu (Eloranta 2004b). Mikäli kuitenkin kasveja käytetään näytteenottoalustoina, tulee standardin mukaan piilevänäytteet kerätä jatkuvasti upoksissa olevilta kasveilta tai kasvinosilta. Vertailututkimuksissa tulee käyttää samaa kasvilajia tai rakenteellisesti samanlaisten lajien ryhmää.

Joissakin tutkimuksissa piilevien indeksien arvot olivat jossain määrin korkeampia kiviltä otetuista näytteistä kuin kasvien pinnalta otetuista näytteistä laskettuna, vaikka yleensä ero oli melko vähäinen (Lenoir ja Coste 1994). Etelä-Suomen rannikolla tehdyssä tutkimuksessa (Eloranta ja Andersson 1998) saatiin useimmille indekseille kasvien pinnalta otetuista näytteistä korkeampia indeksejä eli parempaa veden laatua indikoivia tuloksia kuin kiviltä otetuista näytteistä, joskaan ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Sedimentin pinnalta otettujen näytteiden piileväyhteisöjen antamat indeksiarvot olivat kaikkein alhaisimmat, koska sedimentissä on yleensä enemmän orgaanista ainesta kuin muilla pinnoilla. Standardissa kehoitetaan harkitsemaan näytteenotossa keinoalustojen käyttöä joen valaistussa kerroksessa, mikäli joen pohja muodostuu siltistä tai hiekasta. Ympäristöhallinnon perusseurannassa ja toiminnallisessa seurannassa sedimentinäytteenottoa ei suositella.

Näytteenotossa tulisi turvallisuussyiden takia olla kaksi henkilöä.

7.3.1

Näytepaikan valinta

Näytepaikkojen valinta vaatii huolellista suunnittelua. Mikäli piilevänäytteiden avulla halutaan seurata jonkin tietyn kuormittajan vaikutuksia vesistöön, asetetaan näytteenottoaikat kuormittajan läheisyyteen. Tällöin tulee huomioida purkupaikan sijainti. Mikäli se on keskellä jokea, tulee purkupaikan veden laatua kuvaava piilevänäyte ottaa sopivalta etäisyydeltä purkupaikan alapuolelta. Seurattaessa koko joenuoman veden laatua ja siinä tapahtuvia muutoksia, näytteenottoaikat asetetaan latvapurosta jokisuulle asti, kutakin jokijaksoa hyvin edustavalle alueelle. Tällöin näytteenottoaikat asetelussa otetaan huomioon myös joen luontainen jakaantuminen erilaisiin elinympäristö- eli habitaattiluokkiin. Vertailututkimuk-

sisä näyttö tulisi mieluiten ottaa samanlaisilta kasvualustoilta.

Ympäristöhallinnon perusseurannassa piilevä-näytteet otetaan samoilta koskipaikoilta kuin pohjaeläin- ja kalanäytteet (kts. Vuori 2006).

Seuraavassa eräitä yleisiä seikkoja, jotka tulisi ottaa huomioon piilevämenetelmää käytettäessä (Eloranta 2004b):

- mikäli piileväseurannan havaintopaikoilta otetaan esim. vesinäytteitä, ei piilevänäytteiden ottopaikan etäisyys saa olla 100 metriä suurempi riippuvuussuhteiden tarkastelun mahdollistamiseksi
- koska valaistusolot ja fysiologiset prosessit voivat vaikuttaa yhteisörakenteisiin muuttaen niiden vastetta likaantumiseen, niin näytepaikkojen vertailuun tulevien näytteiden tulee olla valaistusoloiltaan vastaavanlaisista oloista
- havaintopaikan kuvaus tulee tehdä kunolla ensimmäisellä näytteenotokerralla (ks. maastohavaintolomake), myöhemmillä kerroilla merkitään muistiin lähinnä poik-

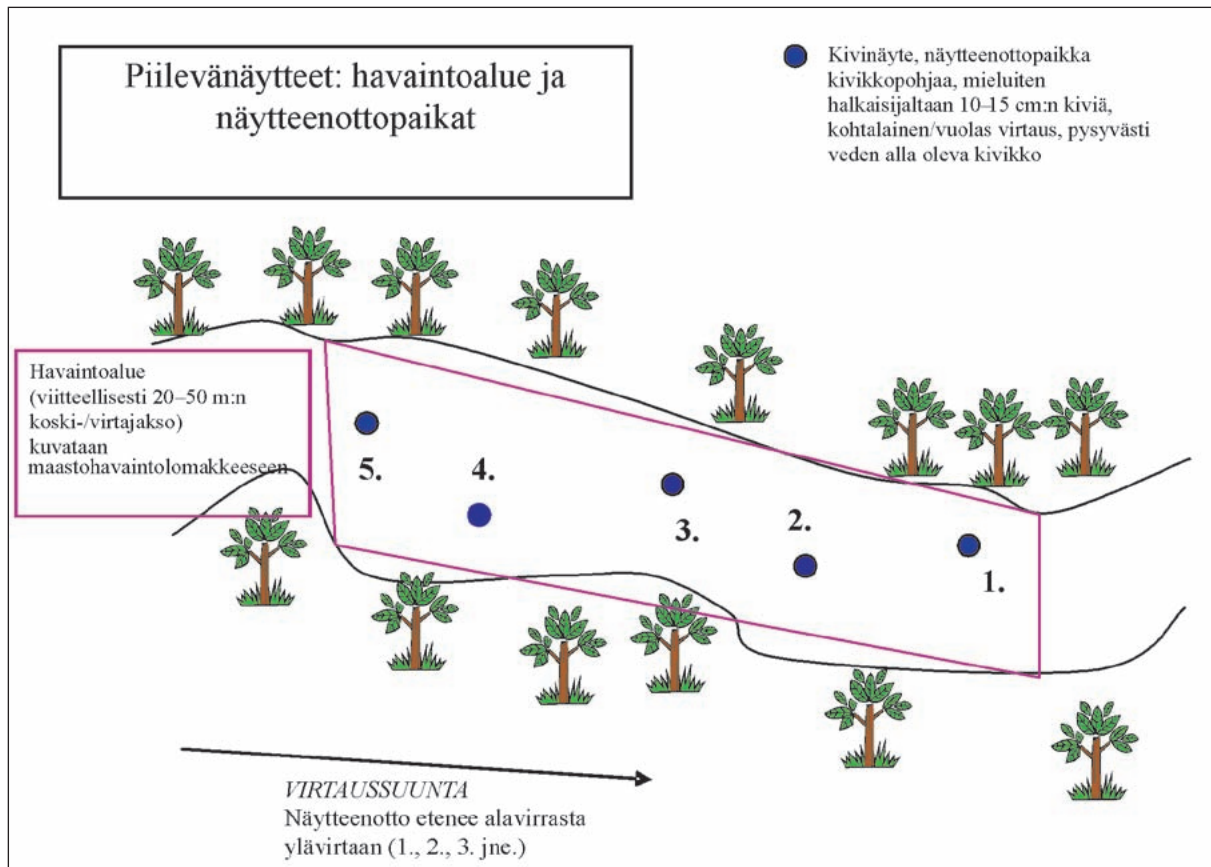
keavat seikat (näytteenottosyvyys, virtausnopeuden poikkeavuus, muutokset pohjan laadussa tai pohjakasvillisuuden peittävytydessä yms.)

- havaintopaikan sijainti pitää kirjata selkeästi, jotta toinen henkilö voi vaivatta ja tarkasti tulla samalle paikalle (GPS-paikantimen käyttö)
- maastohavaintolomake tulee olla jatkuvasti käytössä, jotta eri kerroilla tallennettavat tiedot ovat keskenään verrattavia.

Havaintoalue on pohjaeläinrekisterin (POHJE) mukainen käsite, jolla tarkoitetaan jokea edustavaa koskijaksoa (viitteellinen pituus 20–50 m), jonka sisältä varsinaiset näytteenotopaikat valitaan (Vuori 2006).

Ympäristöhallinnon perusseurannassa piilevä-näytekivet kerätään 20–50 m pitkältä koskijaksolta (havaintoalue), jolta otetaan myös pohjaeläinnäytteet. Koskijaksolta valitaan sopiva kivikkopohja piilevänäytteenottoon.

Suosittelavin kivikkopohja on sellainen, jonka kivet ovat halkaisijaltaan noin 10–15 cm, ja jossa



Kuva 6. Piilevänäytteiden näytteenotopaikat havaintoalueella.

on kohtalainen tai nopeahko virtaus (0,2–0,5 m s⁻¹). Havaintoalueella ensimmäisen kerran käytäessä tulee paikka kuvata yksityiskohtaisesti maastohavaintolomakkeeseen (Liite 1). Tulosten tarkastelua varten yleisten tietojen (tutkimusalue, ajankohta jne.) lisäksi tulee merkitä muistiin muun muassa tutkimusaluetta ympäröivä metsätyyppi, maankäyttömuoto ja kasvillisuuden aiheuttama varjostus. Lisäksi tulee selvittää vesistön ominaisuuksista uoman leveys, veden virtausnopeus/ virtausnopeusluokka ja veden syvyys. Tärkeitä ovat myös tiedot pohjan laadusta ja kasvillisuudesta, kuten rihmalevien ja suurkasvillisuuden peittävyyksistä uomassa. Kohde olisi hyvä myös valokuvata. Tämän jälkeen paikalla uudelleen käytäessä tarvitsee kuvata vain edellisestä kerrasta muuttuneet asiat ja mahdolliset muutokset havaintoalueella.

Piilevien näytteenottoaikoja (kuvan 6 numeroidut paikat) valitessa tulisi välttää alueita, joissa on voimakas varjostus, elleivät kyseisenlaiset olot ole hyvin ominaisia jokityypille. Näytteenottoaikana tulee edustaa joen pääuomaa. Näytteitä ei oteta päävirtauksesta selvästi erillään olevista sivu-uomista, joissa veden laatu ja virtausolot voivat olla poikkeavia. Paikkoja, joissa veden virtausnopeus on $\leq 0,2 \text{ m s}^{-1}$ tulisi välttää, koska näillä paikoilla alustoille kertyy ohut kerros sedimentoituvaa ainesta kuten heikosti kiinnittyneitä piileviä, silttiä, orgaanista ainesta ja muuta kariketta. Näytteet tulee ottaa koskijaksosta alavirrasta ylävirtaan edeten.

Paikalle tuotujen näytteenottoalustojen on tullut olla riittävän kauan veden alla, jotta alustoille on voinut muodostua ympäristönsä kanssa tasapainossa oleva piilevyhteisö.

Näytteenottoisyvyiden tulee olla eufoottisessa eli valaistussa kerroksessa. Tämä tulee erityisesti huomioida humusvesissä. Yleensä sopiva näytteenottoisyvyys on noin 20–40 cm (Eloranta 2004b), mutta esim. voimakkaasti humuksissa vesissä tämä voi olla myös pienempi, mikäli kivet ovat varmasti olleet veden alla vähintään kuukauden ajan. Syvyys voi olla suurempikin, jos voidaan olla varmoja, että pohja tässä syvyudessa on vielä valaistua kerrosta. Säännöstellyissä jokivesissä tulee huomioida vedenpinnan vaihtelut sopivaa näytteenottoisyvyttä haettaessa.

7.3.2

Ohjeita näytteiden ottamiseksi kiviltä

Ympäristöhallinnon perusseurannassa piilevänäyteketivet kerätään tutkittavalta koski/ virtajaksolta kuvan 6 havainnollistamalla tavalla siten, että näyteketiviä kerätään alajuoksulta yläjuoksulle. Mikäli ympäristöhallinnon perusseurannassa pohjaeläinnäytteet otetaan samaan aikaan, tulee potkuhaavinäytteet ottaa ensin ja sen jälkeen piilevänäyteketivet koskemattomilta paikoilta.

Piilevänäytteet otetaan mieluiten halkaisijaltaan noin 10–15 cm:n suuruisilta kiviltä, joita otetaan havaintoaluetta hyvin edustavilta paikoilta ainakin 5 kpl. Tutkimuksissa on todettu, että niukkatuottoisissa paikoissa heterogeenisyys on suurempaa kuin rehevissä vesissä. Tämän vuoksi karuissa, kirkasvetisissä vesissä sekä paikoissa, joissa kivet ovat pienempiä, otetaan kiviä noin 8–10 kpl.

Näytteenottoaikalta pyritään valitsemaan kiviä, joissa on rihmaleviä/ vesisammalia mahdollisimman vähän. Jos ei löydy paljaita kiviä, poistetaan rihmalevät/ vesisammalet käsin tai pinseteillä varovasti ennen piilevänäytteen harjaamista kiven pinnalta.

Näytteet harjataan kivien yläpinnan puoliskolta mieluiten kovalla hammasharjalla. Harja irrottaa piileviä kivien epätasaisilta pinnoilta paremmin kuin kovateräinen veitsi. Veitsi voi soveltua kovalle, sileille pinnoille, ja se on helppo puhdistaa näytteenottojen välillä. Veitsi kuitenkin vahingoittaa piileviä hammasharjaa enemmän. Harja on aina puhdistettava hyvin pesemällä puhtaalla vedellä (esim. näytteenottoaikojen jokivedellä) kunkin näytteenoton välillä.

Lajiston on todettu vaihtelevan melko paljon mikrohabitaatin ja veden virtausolojen suhteiden mukaan. Sen takia kiviä otetaan näytepaikan eri osista edustavuuden varmistamiseksi.

Mikäli havaintoalueella ei ole vedestä nostettavaksi sopivia kiviä, on näyte otettava kiven pinnasta "imuroiden" eli on käytettävä erityistä näytteenotinta, jossa näyteala suljetaan ja eristetään ympäröivästä virtauksesta, levät irrotetaan esim. pyörivän harjaosan avulla ja imetään näytepulloon. Tällaisia laitteita on kuitenkin harvoin käytettävissä, joten on harkittava, voidaanko näyte ottaa lähialueelta toisenlaisilta alustoilta.

Pitkäaikaista seuranta varten kiinteästi määrätyille havaintopaikoille voidaan viedä sopivia kiviä, joille tasapainoinen yhteisö muodostuu



Kuva 7. Näyte kivien harjaaminen piilevänäytettä varten. Harjattavat näytekivet on kerätty näytteenottajan vieressä olevalle kiville.

muutamassa kuukaudessa ja seuraavina vuosina voidaan näytteet ottaa aina samoilta kiviltä.

Kivet voidaan kerätä astiaan ja siirtyä sopivalle paikalle näytteen harjaamiseksi kiviltä. Tällöin kannattaa näytekivet siirtää esimerkiksi ison kiven päälle siten, että näyte kivien harjattava yläosa on ylöspäin (kuva 7). Tästä otetaan yksi näytekivi kerrallaan harjattavaksi pesuastiaan, johon on kaadettu jonkin verran näytteenottopaikan jokivettä (kuva 8). Kivien yläpintaa harjataan puhtaalla harjalla voimakkaasti, ja välillä huljuttellaan harjaa



Kuva 8. Näyte kivien harjaus.

astiaan kaadettussa vedessä. Näin piilevät siirtyvät harjasta näytevetteen, josta tulee ruskea tai samea piilevien takia. Harjauksen jälkeen kivet heitetään takaisin jokeen.

Näyte kaadetaan muoviastiasta näytepulloon puhtaan/näytteenottopaikan jokivedessä huuhdellun suppilon avulla ja pullo suljetaan tiiviisti. Näytepullon tarraan merkitään huolellisesti vedenpitävällä tussilla tai lyijykynällä näytteenottopaikan nimi, koordinaatit, näytteenottopäivämäärä, kasvu-alue ja näytteenottajan nimi/nimikirjaimet.

Kaikki poikkeukset näytteenotossa (esim. sopivien alustojen vähyys) tulisi kirjata maastohavaintolomakkeelle.

7.3.3

Ohjeita näytteiden ottamiseksi kasveilta

Ympäristöhallinnon vesien ekologisen tilan peruseurannassa ei toistaiseksi kerätä levänäytteitä kasvipinnoilta. Joissakin toiminnallisissa tai tutkimuksellisissa seurannoissa voi olla tarve tällaiseen näytteenottoon. Hitaammassa virtauksessa esiintyy yleensä suurempia vesikasveja, joiden pinnalla elää epifytonia. Isojen vesikasvien eri osien kasvuvaihe on kuitenkin hyvin vaihteleva ja lajisto kasvien pinnalla monesti paljon yksipuolisempi kuin kiviltä. Tämän takia vertailututkimuksissa tuleekin käyttää ensisijaisesti samaa kasvilajia tai vähintäänkin rakenteellisesti samanlaisten lajien ryhmää.

Uposkasveista näytteet voidaan standardin mukaan ottaa keräämällä kasvit kokonaisina pussiin (5 rinnakkaisnäytettä), jonka sisältö käsitellään laboratoriossa. Myös kelluslehtisistä, kuten lumpeesta ja ulpukasta, voi kerätä lehtiruoteja. Kasvit/lehtiruodit harjataan ja huuhdellaan voimakkaasti suuressa dekanterissa, jossa on tislattua tai ionitonta vettä. Näin piilevät siirtyvät veteen ja kasvit voidaan ottaa pois dekanterista. Kasveista voidaan myös leikata saksilla tai puukolla osia, jotka laitetään näytepurkkiin puhdistusta varten.

Standardin mukaan ilmaversoisilta vesikasveilta (esim. järvikorte, järviruoko, kaislat) näytteitä tulisi kerätä vain, jos voi olla varma, että näytekohta on ollut veden alla koko ajan, mutta eivät ole olleet kosketuksissa pohjasedimentin kanssa.

Ympäristöhallinnon peruseurannassa ja toiminnallisissa seurannoissa kasvinäytteenottoa ei suositella.

7.3.4

Ohjeita näytteiden ottamiseksi sedimentin pinnalta

Hitaasti virtaavassa vedessä, missä ei ole sopivia kiinteitä alustoja, näytteet on otettava sedimentin pinnalta pipettii hitaasti sedimentin pinnassa vetäen. On muistettava, että näyte tulee pohjan valaistusta kerroksesta, eli näytteenottosyvyyden tulee olla noin 20–30 cm, ei juuri yli 0,5 m. Pohjasedimentin pinnalla oleva lajisto ei ole perifytonia, mutta lajisto on hyvin runsas, joten saatava informaatio on lähes yhtä hyvä kuin kiinteiden alustojen yhteisöstä saatava informaatio. Sedimentin pinnalla oleva yhteisö on kuitenkin aina alttiina virtauksen vaihtelun aiheuttamalle resuspendoitumiselle ja uuden aineksen sedimentaatiolle. Tämän sedimentoituvan aineksen alkuperä on joessa ylempänä ja ehkä erilaisissa fysikaalisissa ja kemiallisissa oloissa, joten epipeelinen yhteisö ei kuvaa niin tarkasti paikallisia oloja kuin kivien pinnalla oleva yhteisö. Eloranta ja Andersson (1998) huomasi lisäksi, että sedimentin piilevyhteisöistä lasketut indeksit antavat vesistöistä hieman huonomman kuvan kuin kiinteiden alustojen piilevyhteisöistä lasketut indeksit. Tähän vaikuttavat sedimentin pinnan alempi happipitoisuus ja korkeampi ravinnepitoisuus verrattuna kivien pintojen vastaaviin pitoisuuksiin. Ympäristöhallinnon perusseurannassa ja toiminnallisessa seurannassa sedimentinäytteenottoa ei suositella.

7.4

Piilevänäytteen säilöminen

Saatu piilevänäyte säilötään mahdollisuuksien mukaan jo maastossa tai sitä säilytetään kylmässä ennen säilöntäaineen lisäämistä. Säilöntäaineiden käytössä on huomioitava tarpeelliset työterveydelliset ja turvallisuusohjeet. Standardin mukaan näytteet voidaan säilöä seuraavilla tavoilla:

- tuore näyte kylmässä ja pimeässä ja prosessointi parin tunnin sisällä
- laimentamaton etanoli (C_2H_5OH) (lopullinen konsentraatio noin 70 %) pitkäaikaiseen säilytykseen (noin 1 osa näytettä ja 3 osaa etanolia; jos näytepullo on täynnä, annetaan pullon seistä yön yli ja sen jälkeen dekantoidaan näytettä etanolin lisäämistä varten); tätä käytetään ympäristöhallinnon perusseurannassa

- Lugolin liuos lyhytaikaiseen säilytykseen (liuos ei saa sisältää etikkahappoa tai glutaaraldehydiä, koska nämä voivat aiheuttaa piin liukenemista piilevän kuorista; näyte lasipulloon, koska jodi läpäisee muovin; muutama tippa / 100 ml näytettä, määrään vaikuttaa orgaanisen aineen runsaus näytteessä).
- puskuroitu 4 % formaliini (HCHO) pitkäaikaiseen säilytykseen (noin 2 ml / 50 ml näytettä)
- näytteiden jäädyttäminen.

Säilöntäaineen laatu ei ole oleellinen, koska näytteistä poistetaan märkäpoltolla preparaattien valmistuksen yhteydessä kaikki orgaaninen aine. Lugolia ei kuitenkaan suositella, koska sen vaikutus häviää nopeasti. Formaliinia ei suositella työterveydellisistä syistä.

7.5

Näytteenottoaikan kuvaus

Ensimmäisen piilevänäytteenottokerran yhteydessä tulee täyttää maastohavaintolomake, johon voidaan seuraavilla näytteenottokerroilla verrata. Mahdolliset muutokset kirjataan uudelle lomakkeelle. Liitteessä 1 on ympäristöhallinnon perusseurantapaikoille sekä muihin piilevänäytteenottoihin soveltuva maastohavaintolomake.

Lomakkeeseen kirjataan ylös tiedot näytteenottoaikasta (nimi, koordinaatit, veden lämpötila, uoman leveys ja syvyys, arvio veden silmämääräisestä sameudesta/tummuudesta, viimeisestä tulvimisesta kuluneesta ajasta, lähivaluma-alueen kuvaus, virtausnopeus, varjostus, pohjan laatu ja pohjakasvillisuuden peittävyys), näytteenottoajan kohdasta, näytteenottajista sekä näytteenottokivien päällä olevan materiaalin peittävyyydestä.

Näytteenotossa tarvittavat tarvikkeet

- Havaintoalueen löytämiseksi, kirjaamiseksi ja kuvaamiseksi
 - GPS + varaparistot
 - kartta
 - ¹minisiivikko + varaparisto (ei tarpeellinen ympäristöhallinnon perusseuranassa)
 - mitallinen tukikeppi (syvyyden mittaamiseen) tai mitta kiinnitettynä minisiivikkoon
- Näytealustojen keruu joen pohjalta
 - kahluusaappaat/kahluuhousut
 - kelluntaliivit (suurissa ja vuolaissa vesissä)
 - vesikiikarit (auttavat sopivien kivien löytämisessä ja pohjan laadun tarkastelussa tietyissä olosuhteissa)
 - Kivien keruu joen pohjalta ja pesu
 - vati tai muu muoviasia
 - ²jäykkiä hammasharjoja (1 / havaintoalue)
 - pinsetit (nypitään pohjaeläimet ja vesikasvit pois näytekeviltä)
 - suppilo (toinen varalle)
 - muovipulloja (vähintään 50 ml), joissa tarrat näytetietojen kirjaamiseksi (havaintoalueen nimi ja mahdollinen numero, koordinaatit, pvm, kasvualusta, näytteenottaja) ja lyijykynällä täytetty lappu pulloon
- Kasvien keruu joesta
 - (pakaste)pussi / näytepurkki
 - saksen/puukko
- Piilevänäytteen keruu sedimentin pinnalta
 - kertakäyttöpipettejä
- Näytteiden kestäväointi:
 - laimentamaton etanoli (lopullinen etanolikonsentraatio noin 70 %)
- Näytteenottoaikan kuvaus
 - muistiinpanovälineet (pehmeä lyijykynä, vedenpitävä tussi)
 - piilevänäytteenoton maastohavaintolomake (Liite 1) vedenpitävällä paperilla
 - digikamera + varaparistot (näytteenottoalueen kuvaus)
- Vesinäytteenottoa varten
 - vesinäytepullot
 - vesinäytteenoton (LIMS-)lomake vedenkestävällä paperilla
- Näytteiden kuljetukseen
 - kylmälaukkuja
 - kylmävaraajia
- Mukana hyvä olla varalta
 - ilmastointiteippiä
 - puukko

¹Minisiivikolla mittaus

Minisiivikolla mitataan näytteenottoalueelta 10 rinnakkaista virtausmittausta. Mitattaessa anturi on pinnasta lähtien 1/3 syvyydessä (voimakaimman virtaaman syvyydellä) ja mittauslukema otetaan esim. 6 s mittausajan keskiarvosta.

²Hammasharjojen pesu

Näytteenoton jälkeen hammasharjoista poistetaan ensin suurimmat roskat, ja sen jälkeen ne pestään astianpesuaineella ja lämpimällä vedellä. Lisäksi hammasharjaa voidaan myös harjata puhdasta pintaa vasten.

8 Piilevänäytteestä preparaattiksi

Tässä luvussa on käytetty lähteinä seuraavia julkaisuja:

- Eloranta, P. 2004b. Piilevät. Julk.: Ruoppa, M. & Heinonen, P. (toim.). Suomessa käytetyt biologiset vesitutkimusmenetelmät. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 682. 26–32 s
- Eloranta, P. 2000. Suomen makeanveden piilevät ja niiden käyttö vesien monitoroinnissa. Kurssimoniste. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos / limnologian osasto, Helsingin yliopisto.
- SFS-EN 13946. 2003. Veden laatu. Jokivesien piilevien näytteenotto ja esikäsittely. Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki. 14 s.

8.1

Preparaatin valmistuksen päävaiheet

Ennen varsinaista näytteen jatkokäsittelyä ja preparaattien valmistusta standardissa suositetaan nopean yleissilmäyksen tekemistä mikroskoopilla sen seikan toteamiseksi, onko näytteessä merkittäviä määriä tyhjiä piileväkuoria. Runsas tyhjien piileväkuorien määrä voi aiheutua järven planktonista jokeen kulkeutuneiden tai joessa kuolleiden piilevien sedimentoitumisesta tai vedessä olevista myrkyllisistä aineista.

Preparaattien valmistus lyhyesti:

- Osa alkuperäistä näytettä on säilytettävä ainakin niin kauan, kunnes preparaatit on valmistettu ja tarkistettu mikroskoopilla.
- Näytteiden märkäpoltossa suositetaan vetyperoksidikäsittelyä (liite 2 ja 3), myös happokäsittelyä (liite 4) voidaan käyttää.
- Hapetuskemikaalit on poistettava riittävän monilla peräkkäisillä sentrifugoinneilla tai laskeutuksilla. Mikäli näytteessä on hiekkaa, tulee sentrifugoida hellävaroen tai antaa

näytteen laskeutua astiassaan, jotta herkät piileväkuoret eivät mene rikki. Karkein aines voidaan erottaa antamalla sekoitetun näytteen laskeutua muutaman sekunnin ja dekantoinnalla supernatantti talteen, jolloin karkeampi aines jää putken pohjalle.

- Puhdistettu suspensio on tallennettava mahdollisten myöhemmin tarvittavien lisäpreparaattien valmistamiseen (tai vaihtoehtoisesti säilytetään alkuperäistä näytettä).
- Preparaattien valmistuksessa pisara suspensiota pannaan alkoholilla pestylle peitinlasille kuivumaan huoneenlämmössä; suspensio voidaan tehdä alkoholiin, jolloin kuoret levivät tasaisemmin ja pisara myös kuivuu nopeammin.
- Kuivuneelle näytteelle tipautetaan pisara petaushartsia, jonka taitekerroin on $> 1,6$ (esim. Naphrax, Diphrex, Hyrax, Dirax) ja peitelasi käännetään objektilasille tai ylösalaisin käännetty objektilasi lasketaan kevyesti peitinlasin päälle, jolloin peitinlasi tarttuu objektilasiin; hartsin sisältämä liuotin haihdutetaan keittolevyllä näytettä kuumentaan.
- Näytteessä suositeltava kuorten tiheys on noin 10–20 piileväkuorta näkökenttää kohti.
- Näytteistä tulee aina tehdä useampia rinnakkaisia preparaatteja. Jotta näytteisiin voitaisiin palata taksonomian kehittyessä ja tutkimusmateriaalia tarvittaessa, rinnakkaispreparaateista tulisi kolme kappaletta arkistoida kansalliseen piileväarkistoon. Tällaista arkistoa ei vielä ole, mutta sen perustamista tulisi vakavasti harkita. Koska preparaatit ovat periaatteessa ikuisesti säilyviä, niiden etikettien on oltava kestäviä

ja riittävät tiedot sisältäviä. Etikettitarrojen liiman on kestettävä pitkiä aikoja irtoamatta ja kirjoituksen oltava pysyvää (terävä lyijykynä tai tussi).

8.2

Piilevien puhdistus

Standardissa SFS-EN 13946 (2003) on esitelty erilaisia piilevien puhdistusmenetelmiä, joissa on käytetty muun muassa vetyperoksidia. Runsaasti orgaanista ainesta sisältävät piilevänäytteet kuten humusvesien näytteet voi olla vaikea puhdistaa vetyperoksidilla, jolloin voi käyttää väkevää happoliuosta ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 : 2:1$). Näytteitä puhdistaa tulee huolehtia kaikkien välineiden puhtaudesta, jotta näytteiden kontaminoitumiselta vieraiden näytteiden soluilla vältytään. Piilevien puhdistuksessa tulee myös huomioida työterveys- sekä turvallisuusohjeet. Liitteessä 2 on kuvattu kylmä vetyperoksidi -menetelmä, liitteessä 3 kuuma vetyperoksidi -menetelmä ja liitteessä 4 väkevää happoliuosmenetelmä.

8.3

Piileväpreparaatin valmistus

8.3.1

Tarvittavat välineet

- väljässä koeputkessa orgaanisesta aineesta puhdistettu piilevänäyte (esim. etanoliin säilötty)
- vetokaappi
- koeputkeline
- petaushartsia (Naphrax, Hyrax ym., joilla refraktorikerroin $> 1,6$)
- lasisauva tai kertakäyttöpipetti (3 ml) hartsin laitolle (ei pestä)
- pieni dekantteri hartsin lasisauvalle (ei pestä)
- pyöreäpäisiä ohuita lasisauvoja ja / tai kertakäyttöpipetteja (1 tai 3 ml) (yksi/näyte)
- objektilaseja
- peitinlaseja
- pieniä tarroja (objektilasille näytetietojen kirjoittamiseksi)
- terävä lyijykynä tai tussi
- objektilasien pesuteline

- kellolasi peitinlasien pesuun
- tasapäiset pinsetit
- etanolia
- säädettävä keittolevy
- pH-paperia (hapan-neutraali alue)

8.3.2

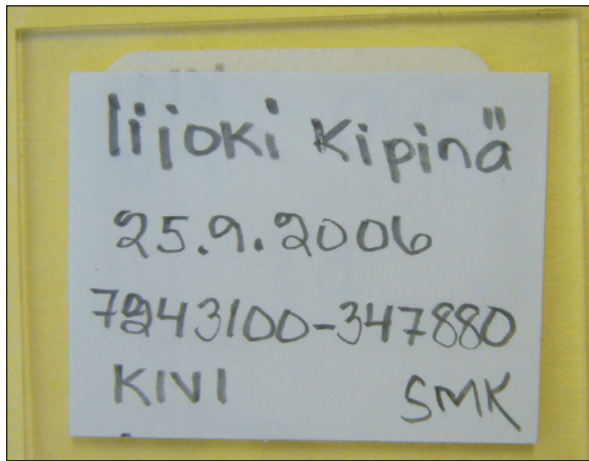
Välineiden puhdistus

- Preparaatteihin käytettävät objekti- ja peitinlasit puhdistetaan huolellisesti etanolilla
- Objektilasit laitetaan objektilasien pesuastiaan ja astia täytetään etanolilla niin, että objektilasien yläreuna jää etanolin ulkopuolelle (tästä osasta voi objektilasin nostaa pois pesuastiasta).
- Nostetaan objektilasit kuivumaan kuivan paperin päälle tai kuivataan nukkaamattomalla paperilla.
- Peitinlasit huuhdellaan etanolilla täyttyssä kellolasissa pinsettien avulla ja nostetaan kuivumaan kuivan paperin päälle tai kuivataan varovasti nukkaamattomalla paperilla.
- Objekti- ja peitinlaseja voidaan puhdistaa etanolilla valmiiksi ja säilyttää erillisissä, merkityissä laatikoissa.
- Kullekin näytteelle käytetään puhdasta lasisauvaa ja / tai kertakäyttöistä pipettiä.

8.3.3

Näytetietojen kirjaus

- Tarra kiinnitetään kuivuneen objektilasin puhdistamattomaan päähän.
- Tarraan kirjoitetaan terävällä lyijykynällä tai kestäväällä tussilla vähintään seuraavat tiedot (kuva 9):
 - Näytteenottoaika
 - Koordinaatit
 - Mahdollinen näytteenottoaikan tunnus
 - Rinnakkaisnäytteiden erottamiseksi näytteisä on hyvä käyttää myös juoksevaa numerointia (esim. 1, 2, 3,... tai a, b, c)
 - Päivämäärä (näytteenoton pvm)
 - Kasvualusta, jolta näyte otettu
 - Näytteenottajan nimi tai nimikirjaimet



Kuva 9. Esimerkki piileväpreparaatin näytelapun tiedoista.

8.3.4

Preparaatin valmistus

Näytteen levittäminen peitinlasille

- Piilevänäytettä sekoitetaan pyörittelemällä putkea (lasisauvan heiluessa vapaana putkessa), kunnes piilevänäyte on tasaisesti etanolissa. Lasisauvalla ei saa painaa, sillä piileväkuoret rikkoontuvat helposti.
- Näyteputkea pidetään vinossa ja näytettä sekoitetaan lasisauvalla. Sekoitetusta näytteestä otetaan lasisauvalla näytettä peitinlasille. Peitinlasin nurkasta voidaan pitää kynnellä tai sormenpäällä kiinni samanaikaisesti, kun näyte tipautetaan peitinlasille pitäen lasisauvaa pystyssä. Näytetippa levitetään sauvalla tasaisesti koko peitinlasin alueelle siksak-liikkeellä. Toimenpide toistetaan, mutta näytteen levittäminen aloitetaan viereisestä reunasta. Näin parilla sivelyllä peitinlasille muodostuu tasainen, ristikkäin levitetty harmaa kerros piileviä. Piilevien määrä on riittävä, kun peitinlasi näyttää tasaisen täydeltä.
- Jos näyte on harva (useammallakaan lasisauvallisella ei tule riittävää määrää piileviä peitinlasille), kannattaa käyttää 1 ml kertakäyttöistä pipettiä. Näytettä otetaan vähän pipettiin ja 1–2 tippaa tipautetaan keskelle peitinlasia. Tippa levitetään laitoja myöten tasaiseksi piileväkerrokseksi.
- Näytteen annetaan kuivua peitinlasilla huoneenlämmössä. Mikäli näytteeseen on jäänyt jonkin verran vettä, haihtuu se hitaammin

kuin etanoli. Kuumennus kuitenkin aiheuttaa nesteen pyörteilyä, jolloin kuoret eivät asetu tasaisesti peitinlasille.

- Peitinlasilla on nyt harmaa piileväkerros vähintään 2/3 alueella.

Hartsin laitto peitinlasille ja hartsin kovettaminen

- Tämä osa on tehtävä vetokaapissa imuri päällä.
- Objektilasin tarratonta osaa lämmitetään keittolevyllä miedolla lämmöllä. Tippa hartsia tipautetaan peitinlasille näytteen päälle ja lämmitetty objektilasi käännetään peitinlasin päälle ja koko näyte käännetään oikein päin.
- Käytä objektilasia useita kertoja keittolevyllä kiehuahtaen näytteestä pois tolueeni, joka ehkäisee hartsin kovettumisen. Tällöin myös ilmakuplat lähtevät peitinlasin alta pois, kun näyte otetaan pois levyiltä ja se alkaa jäähtyä.
- Mikäli **hartsia ehtii jähmettyä** ennen peitinlasin laittoa objektilasille, voi sen levittämistä edistää laittamalla objektilasi keittolevyille, jolloin hartsissa oleva tolueeni alkaa kiehua ja hartsia levittyy peitinlasin alla tasaisesti. Leviämistä voi myös auttaa painamalla pinsettien kärjellä peitinlasia varovaisesti tai painamalla peukalolla peitinlasin keskeltä (laita esim. käsipaperia peukalon päähän, sillä peitinlasi on kuuma).
- Jos **hartsia tuli liian pieni tippa**, se ei riitä koko peitinlasin alle. Tällöin voit lisätä peitinlasin hartsittoman reunan viereen objektilasille pienen tipan hartsia ja laittaa objektilasin keittolevyille, jolloin hartsia leviää peitinlasin alle.
- Jos **hartsia tuli peitinlasin päälle**, voi sen poistaa esimerkiksi tolueenilla.
- Preparaatin annetaan jäähtyä tasaisella alustalla yön yli.
- Näytteestä tehdään vähintään kolme preparaattia.

Preparaatin laadun tarkistus

Preparaatin laadun tarkistus mikroskoopilla

- Tarkista näyte esimerkiksi 40- tai 60-kertaisella objektiivilla.
- Piileväpreparaatti on hyvä, jos
 - piileväsolujen sisällä ei ole orgaanista ainesta tai ilmakuplia, mikä vaikeuttaisi piilevien lajitunnistusta
 - piilevät ovat jakautuneet tasaisen tiheästi ja yksittäin
 - näkökentässä on noin 10–20 piileväsolua 1000-kertaisella suurennuksella.

Jos preparaatti on huono, tehdään uudet näytteet.

- Jos piilevänäyte preparaattilla on vaalean harmaa (samea), on näyte ollut vielä kostea hartsia lisättäessä.
- Mikäli orgaanista ainesta on vielä piileväsolujen sisällä, voidaan piilevänäytteen neste sentrifugoida pois ja aloittaa uudelleen happokäsittely. Uudelleen käsitellystä näytteestä tehdään uudet preparaatit.
- Jos näyte on otettu hiekkaiselta tai saviselta pohjalta, voi preparaattiin tulla hiekkaa tai savihiukkasia niin paljon, että se haittaa levien määritystä. Preparaateista tehdään sellaisia, joissa leväkuoret ja epäorgaaniset partikkelit ovat riittävän harvassa. Tällaisia preparaatteja pitää tehdä useita kokeilemalla sopiva tiheys, sillä yhdessä preparaatussa ei usein ole laskentaa varten tarvittavaa määrää leväkuoria.
- Jos preparaatussa on piileviä niin paljon, että niiden lajimääritys vaikeutuu (ne ovat esimerkiksi päällekkäin) tai ne ovat kasoina, pitää tehdä uudet preparaatit. Peitinlasille laitetaan vähemmän näytettä tai lisätään etanolia piilevänäytteeseen, jolloin piilevien tiheys nesteessä pienenee.
- Jos preparaatin piilevät ovat liian harvassa, tehdään uudet preparaatit ottamalla piileviä kertakäyttöisellä pipetillä peitinlasille, jolloin kerralla tulee enemmän piileviä kuin lasisauvalla.

Piilevänäytteen ja -preparaatin säilytys

- Alkuperäistä piilevänäytettä tai osaa siitä on säilytettävä niin kauan, kunnes valmistettujen preparaattien laatu ja piilevien riittävä tiheys näytteessä on tarkistettu mikroskoopilla. Puhdistettua piilevänäytettä voidaan säilyttää tislatussa tai ionittomassa vedessä tai etanolissa, sillä niissä ei ole orgaanista ainesta, joka aiheuttaisi mikrobien kasvua. Tulee kuitenkin aika ajoin tarkistaa, että näyte on vielä säilytysainetta ja tarvittaessa lisätä sitä. Kuivuneesta näytteestä on myöhemmin vaikea tehdä enää hyvää preparaattia.
- Piileväpreparaattia, johon on kirjattu tarkat tiedot näytteestä, säilytetään preparaattilaatikossa. Suomeen tulisi perustaa kansallinen piileväarkisto, johon toimitettaisiin kaikista piilevänäytteistä esimerkiksi kolme preparaattia. Piileväpreparaatteja säilytetäisiin siellä eri tutkimustahojen tarvetta varten (vrt. yliopistojen kasvimuseoiden näytearkistot).

9 Piilevänäytteen mikroskopointi

Tässä luvussa on käytetty lähteenä seuraavaa julkaisua:

SFS-EN 14407. 2005. Water quality. Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki. 12 s.

Piilevien lajimääritys vaatii asiantuntemusta ja kokemusta, sillä useimmat indeksit perustuvat lajitason määrityksiin. Lajitunnistuksessa tarvitaan faasikontrastilla varustettu valomikroskooppi, jolla saadaan 1000–1500-kertainen suurennus. Standardi SFS-EN 14407 (2005) ohjaa pohjan piilevistä otettujen näytteiden määrittämistä, laskemista ja tulkintaa.

Standardin mukaan voidaan laskentayksikkönä käyttää joko piilevien frustuleita tai valvoja. Tulisi kuitenkin sopia etukäteen, kumpaa laskentatapaa käytetään (eri lajien välillä on suuria eroja siinä, kuinka helposti frustulin valvat irtovat toisistaan). Tyypillisesti piilevänäytteestä lasketaan 300–500 yksikköä. Koska varsinkin suurten lajien piileväkuoret voivat helposti rikkoontua näytteen valmistuksessa, on tarpeellista laskea myös osittain rikkoutuneetkin kuoret.

Ympäristöhallinnon perusseurannassa sekä toiminnallisessa seurannassa piilevistä lasketaan frustuleja/valvoja sen mukaan, mitä kohdalle tulee. Rikkoutuneista soluista mukaan lasketaan vain ne, joista on vähintään puolet jäljellä eli esimerkiksi pitkittäissymmetrisillä lajeilla keskiosa ja toinen pää näkyy. Yksiköitä (eli frustuleja/valvoja) lasketaan 400 kpl. Mikäli on aivan mahdollista (ajankäytön kannalta epämielekkästä) löytää näin paljon laskettavaa, voi laskennan keskeyttää aiemminkin. Toisaalta 400 yksikköön pääsee harvemmillakin näytepreparaateilla, jos rinnakkaispreparaatteja on tarpeeksi.

Standardin mukaan piileviä voidaan laskea preparaateista eri tavoin. Yksi tapa on määrittää kaikki ne kuoret, jotka ylittävät ennalta määrätyn okulaarin mittaviivan siirryttäessä vertikaalisesti tai horisontaalisesti eteenpäin. Eräs toinen tapa on tunnistaa ja laskea kaikki näkökentässä näkyvät piilevät, jonka jälkeen siirrytään horisontaalisesti tai vertikaalisesti eteenpäin seuraavaan näkökenttään tai valitaan uusi näkökenttä satunnaisesti. Tällöin näkökentällisessä mukaan voidaan laskea esimerkiksi vain ne osittain näkyvät kuoret, jotka ovat vasemmassa reunassa, jos edetään vertikaalisesti. Horisontaalisesti edettäessä määritetään vain esimerkiksi yläreunassa osittain näkyvät kuoret. Tärkeää ei ole niinkään valittava menetelmä, vaan se, että systemaattisesti edetään valitun tavan mukaan. On myös tärkeää, etteivät näkökentät ole osittain päällekkäisiä.

10 Määritystulosten vienti Omnidia-tietokantaan ja piileväaineiston analysointi

Tietyssä muodossa (taulukko 8 ja kuva 10) excel-tiedostoon syötetty piileväaineisto voidaan tallentaa txt-muodossa (sarkainerotin-muoto), josta aineisto voidaan viedä Omnidia-tietokantaan aineiston tulkittamisen helpottamiseksi. Aineisto viedään Omnidia-tietokannassa seuraavan valikon avulla: Inventories -> Import / TEXT+TAB. Preparaatin numeron tulee olla kullakin preparaattilla eri, jotta aiempi tieto ei vahingossa pyyhkiydy tietokannasta tai eri näytteiden tiedot mene päällekkäin.

Omnidia-tietokanta laskee automaattisesti tai Compute indices -painiketta painamalla indeksit (kuva 11), ekologiset jakaumat (kuva 12) sekä laskennalliset pH-luokat (kuva 13). Tietokannasta löytyy myös tietoa muun muassa yksittäisistä indekseistä ja ekologisista arvoista sekä niiden laskentatavoista. Näytepaikkatietojen mukana voi tulostaa indeksitulokset (kuva 14).

Ekologisten jakaumien taulukossa (kuva 12) näkyy vallitseva ekologinen luokka. Jos halutaan tarkastella näytepaikan piilevälaajiston ekologista jakaumaa kuvan 4 tavalla, tulee laskea eri luokkien sisältämät luvut yhteen ja jakaa se 1000:lla. Tämä luku kertoo, kuinka paljon kokonaislajilukumäärästä on käytetty ekologisen jakauman laskennassa. Esimerkiksi kuvan 11 tyypimetaboliatyypissä $(448+370+21+0)/1000=83,9$ eli 83,9 % näytteestä määritetystä lajistosta on käytetty kyseisessä ekologisessa jakaumassa: tulosta voidaan siten pitää

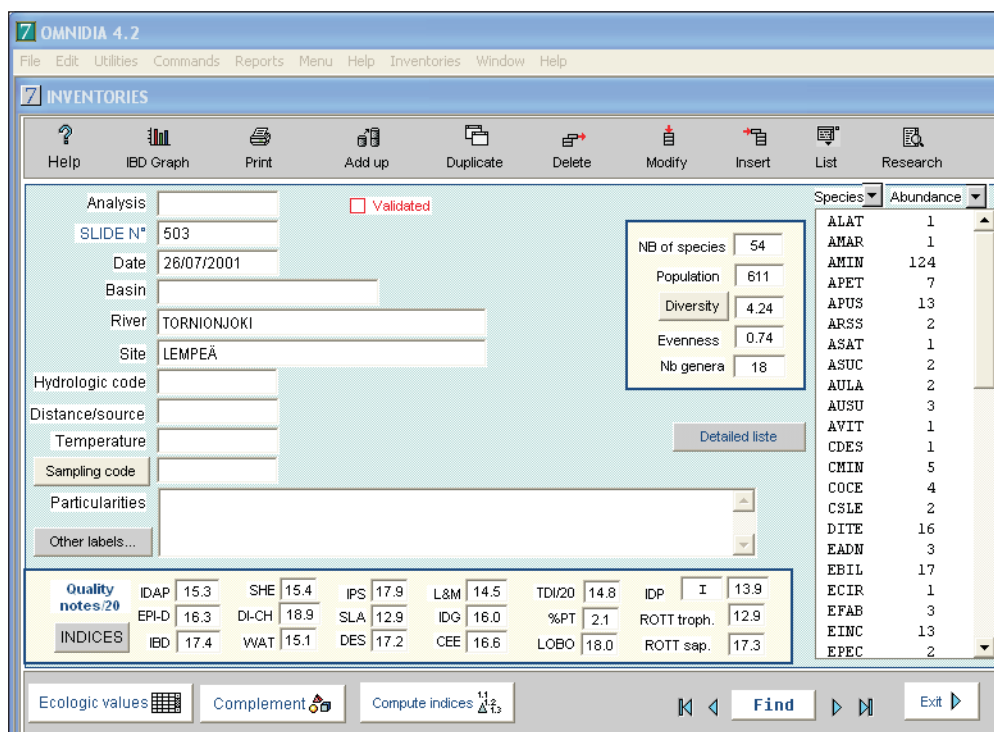
suhteellisen luotettavana. Esimerkkitapauksessa suurin osa lajistosta (44,8 %) kuuluu niihin typpiäutotrofisiin lajeihin, jotka sietävät vain hyvin vähäisiä orgaanisesti sitoutuneen typen pitoisuuksia.

	A	B	C	D	E	F
1	503*26/07/2001**TORNIJOKI*LEMPÄ**0.0*0.0**	ALAT	1			
2		AMAR	1			
3		AMIN	124			
4		APET	7			
5		APUS	13			
6		ARSS	2			
7		ASAT	1			
8		ASUC	2			
9		AULA	2			
10		AUSU	3			
11		AVIT	1			
12		CDES	1			
13		CMIN	5			
14		COCE	4			
15		CSLE	2			
16		DITE	16			
17		EBADN	3			
18		EBIL	17			
19		ECIR	1			
20		EFAB	3			
21		EINC	13			

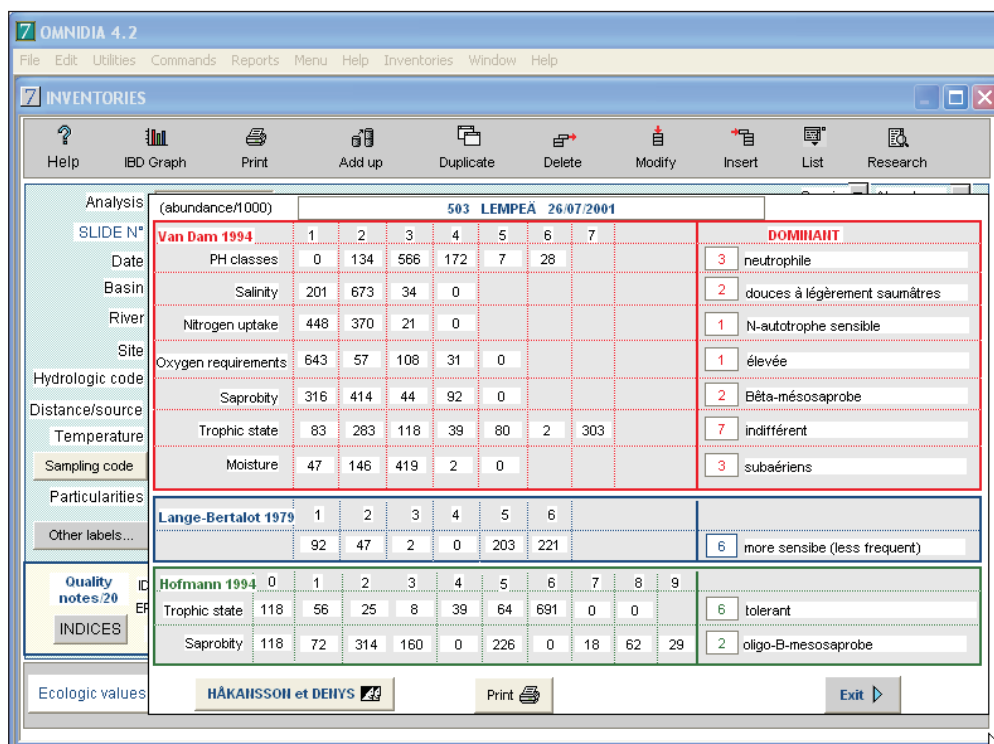
Kuva 10. Esimerkki Omnidia-tietokantaan vietävän tiedon (preparaatti numero 503) muoto excel-ohjelmassa. Sama tieto on kuvassa 9 Omnidia-tietokannan esittämässä muodossa. Lajien ei tarvitse olla Omnidian vietäessä akkosjärjestyksessä, mutta ne järjestyvät siellä koodien mukaan aakkosiin.

Taulukko 8. Omnidia 4.2 vietävän aineiston muoto excel-ohjelmassa. Oleellimmat Omnidia-tietokantaan vietävät tiedot lihavoitu.

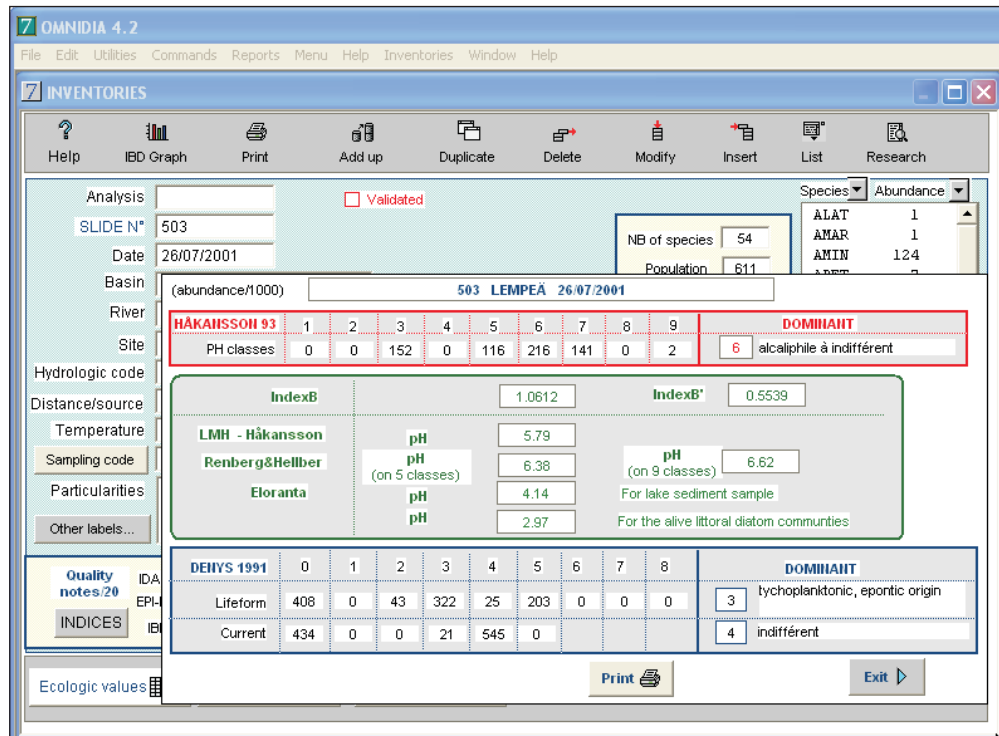
Preparaatin nro*pp/kk/vvvv*Vesistöalue*Joki*Paikka*Hydrologinen koodi* Etäisyys/lähde*Lämpötila*Näytteenottokoodi*Lisähuomautuksia	OMNIDIAN LAJIKOODI	TAKSONIN YKSIKKÖMÄÄRÄ



Kuva 11. Omnidia 4.2 -version esittämät preparaatin tiedot. Tässä näkyvät myös piileväaineistosta lasketut indeksit, muun muassa IPS, IDG eli GDI, ja TDI/20. Particularities-kohtaan kannattaa kuva-ta kasvupaikka (esim. virtausolot ja pohja/alustan laatu).



Kuva 12. Omnidia 4.2 -version esittämät preparaatti numero 503:n ekologiset jakaumat.



Kuva 13. Omnidia 4.2 -version esittämät pH-luokat preparaatti numero 503:lle.

Kuva 14. Omnidia 4.2 -version antama tuuloslista, jossa yllynnä näkyvät näytepaikkatiedot. Ruudukossa ovat näytteen lajiston antamat indeksiarvot ym. aineistoa kuvaavat luvut ja alinna lajiluettelo tietoineen.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus - Satu Maarla Karjalainen 1

SLIDE N° 956 DATE 07/08/2003 BASIN RIMERE/SITE SANGINJOKI/HOLTIINKYLÄ 2C

filamentous algae inundated lock wall undetermined or nonspecified
Hydrologic code Distance from source
Sampling code SH3 Temperature
Particularities
2C (koski 2, kivet paikasta C)

QUALITY NOTES / 20

IPS	SLA	DESCY	LMA	GENRE	CEE	SHE	WAT	IDAP	TDI	IBD	DI-C	EPI-D
18.0	13.9	18.0	15.8	17.2	15.3	17.2	11.9	15.3	14.2	20.0	22.4	17.7

Number of species	36	Diversity	4.29
Population	500	Evenness	0.83
Genera number	11	* : TAXON IBD	

IP	LOBO	SID	TD
14.4	10.9	19.5	16.6

Number	%	Code	ou	Designation	IPS S	IPS V
88	172.00	ACBG	POBG	Achnanthes oblongella Oestrup	4.5	1.0
59	118.00	EMIN		Eunotia minor (Kützing) Grunow in Van Heurck	4.6	1.0
42	84.00	EIMP		Eunotia implicata Nörpel, Lange-Bertalot & Alles	5.0	2.0
38	76.00	NMCE	MMAC	Navicula maceria Schimanski	0.0	0.0
31	62.00	GANG		Gomphonema angustatum (Kützing) Rabenhorst	3.0	1.0
31	62.00	NMIS	ADMS	Navicula minuscula Grunow in Van Heurck 1880	3.0	1.0
24	48.00	ALIN	ALIO	Achnanthes linearis (W.Sm.) Grunow	5.0	2.0
19	36.00	FRHO		Frustulia rhomboides(Ehr.)De Toni	5.0	2.0
19	36.00	TFLO		Tabellaria flocculosa(Roth)Kützing	5.0	1.0
19	36.00	EINC		Eunotia incisa Gregory var.incisa	5.0	1.0
14	28.00	PSUD		Pinnularia sudetica (Hilse) Hilse in Rabh var.sudetica	4.0	3.0
12	24.00	EPEC		Eunotia pectinialis (Dyhlwyn) Rabenhorst var.pectinialis	5.0	2.0
12	24.00	ESUD		Eunotia sudetica O.Müller	5.0	3.0
11	22.00	BARC		Eunotia arcus Ehrenberg var. arcus	5.0	3.0
9	18.00	EMEI		Eunotia maisteri Hustedt	5.0	3.0
8	16.00	ERHO		Eunotia rhomboides Hustedt	4.0	2.0
7	14.00	EPRA		Eunotia praeupta Ehrenberg var. praeupta	5.0	1.0
7	14.00	CGRA	ENNG	Cymbella gracilis(Ehr.)Kützing	5.0	2.0
6	12.00	FCGR	FGRA	Fragilaria capucina Desmazieres var.gracilis(Oestrup) Hustedt	4.8	1.0
5	10.00	EPAL		Entomoneis paludosa(W.Smith)Reimer var. paludosa	2.0	2.0
5	10.00	AMIN	ADMI	Achnanthes minutissima Kützing v.minutissima Kützing (Achnantheidium)	5.0	1.0
5	10.00	EFAB		Eunotia faba Grunow	5.0	3.0
4	8.00	ETEN	EETE	Eunotia tenella(Grunow)Hustedt	5.0	1.0
4	8.00	NMED	CHME	Navicula mediocris Krasske	4.0	2.0
4	8.00	FVIR		Fragilaria virescens Raftis	5.0	2.0
3	6.00	FCST	FFCO	Fragilaria constricta Ehrenberg	5.0	3.0
3	6.00	EFOR		Eunotia formica Ehrenberg	5.0	3.0

11 Johtopäätökset

Piilevämenetelmä on käyttökelpoinen vesiputedirektiivin edellyttämässä biologisessa seurannassa sen helpon näytteenoton sekä tulosten käsittelyn osalta. Myös näytteiden asiantuntevia määrittäjiä on Suomessa ja heitä on tulossa koulutuksen myötä jatkuvasti lisää.

Koska esimerkiksi Omnidia-tietokantaa kehitetään koko ajan, sen sisältämä tieto eri piilevien indikaattoriarvoista voi muuttua. Tämän takia olisi tärkeää, että Suomessa piileväseuranta tekevät tahot muodostaisivat ”**piileväverkoston**”, jossa sovittaisiin yhteisistä käytännöistä, esimerkiksi käytettävästä Omnidia-tietokannan versiosta, jolloin eri puolilla kerätty tieto olisi yhteismitalista. ”Piileväverkostossa” voitaisiin myös koota valokuva-arkisto eri piilevätaksoneista. Verkostoyhteistyössä myös piilevämäärittäjien välistä interkalibrointia tulisi tehdä joko kansallisesti tai kansainvälisesti.

Suomessa tulisi piileväseurannan myötä alkaa myös koota **kansallista piileväarkistoa**. Arkistoon tulisi koota Suomessa otetuista piilevänäytteistä esimerkiksi 3 hyvänlaatuista preparaattia. Tällöin näihin periaatteessa ikuisesti säilyviin preparaateihin voidaan tarvittaessa palata esimerkiksi taksonomian tarkentumisen sekä erilaisten tutkimustarpeiden myötä.

LÄHTEET

- Allan, J.D. 1995. Stream ecology. Structure and function of running waters. Chapman & Hall. 388 p.
- Berger, M. & Kaukonen, M.-R. 1984. Humus - raakavesiemme erikoisuus. Teknillinen korkeakoulu, Rakennusinsinööri-osasto, Vesiteknikan laitos. 34, 73 s.
- Bourelly, P. 1981. Les Algues d'Eau Douce. Initiation à la Systématique. Tome II: Les Algues Jaunes et Brunes. Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées. Boubée & Cie, Paris. 518 p.
- Butcher, R.W. 1947. Studies on the ecology of rivers, VII. The algae of the organically enriched waters. J. Ecol. 35: 186–191.
- CEMAGREF 1982: Etude des méthodes biologiques quantitatives d'appréciation de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon, Agence financière de Bassin Rhone - Méditerranée - Corse, Pierre-Bénite. 218 p.
- Cox, E.J. 1991. What is the basis for using diatoms as monitors of river quality? In: Whitton, B.A., Rott, E. & Friedrich, G. (eds.). Use of algae for monitoring rivers. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Innsbruck. P. 33–40.
- Coste, M. & Ayphassorho, H. 1991. Etude de la qualité des eaux du Bassin Artois-Picardie à l'aide des communautés de diatomées benthiques (Application des indices diatomiques). Rapport Cemagref, Bordeaux, Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai. 227 p.
- Dell'Uomo, A. 1996. Assessment of water quality of an Apennine river as a pilot study for diatom-based monitoring of Italian watercourses. In: Whitton, B.A., Rott, E. (eds.). Use of algae for monitoring rivers II. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Innsbruck. P. 62–75.
- Denys, L. 1991: A check-list of the diatoms in the holocene deposits of the Western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements. I. Introduction, ecological code and complete list. Ministère des Affaires Economiques, Service Géologique de Belgique. 41 p.
- Descy, J.P. 1979. A new approach to water quality estimation using diatoms. Nova Hedwigia/ Beiheft 64: 305–323.
- Descy, J.P. & Coste, M. 1990. Utilisation des diatomées benthique pour l'évaluation de la qualité des eaux courantes. Rapport final, Contrat CEE B-71-23 UNCED-NAMUR, CEMAGREF Bordeaux. 64 p.
- Descy, J.P. & Coste, M. 1991. A test of methods for assessing water quality based on diatoms. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 2112–2116.
- Descy, J.P., Coste, M. & Maiffi-Rassat, M. 1989. Application d'un nouvel indice (Indice CEE 88) au réseau national de Bassin Rhone Méditerranée Corse. Agence de l'Eau Rhone - Méditerranée-Corse. 86 p.
- Eloranta, P. 1978. Light penetration in different types of lakes in Central Finland. Holarctic Ecology 1: 362–366.
- Eloranta, P. 1990. Periphytic diatoms in the acidification project lakes. In: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (eds.). Acidification in Finland. Springer-Verlag, Berlin. P. 985–994. ISBN 3-540-52213-1.
- Eloranta, P. 1995. Type and quality of river waters in central Finland described using diatom indices. In: Marino, D. & Montresor, M. (eds.). Proceedings of the 13th International Diatom Symposium, 1–7 September 1994, Aquafredda di Maratea, Italy. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. P. 271–280.
- Eloranta, P. 1999. Applications of diatom indices in Finnish waters. In: Prygiel, J., Whitton, B.A. & Bukowska, J. (eds.). Use of algae for monitoring rivers III. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai. P. 138–144.
- Eloranta, P. 2000. Suomen makeanveden piilevät ja niiden käyttö vesien monitoroinnissa. Kurssimoniste. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos / limnologian osasto, Helsingin yliopisto.
- Eloranta, P. 2004a. Perifytonmääritys luonnonalustoilta. Julk.: Ruoppa, M. & Heinonen, P. (toim.). Suomessa käytetyt biologiset vesitutkimusmenetelmät. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 682. s. 23–26.
- Eloranta, P. 2004b. Piilevät. Julk.: Ruoppa, M. & Heinonen, P. (toim.). Suomessa käytetyt biologiset vesitutkimusmenetelmät. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 682. 26–32 s.
- Eloranta, P. & Andersson, K. 1998. Diatom indices in water quality monitoring of some South-Finnish rivers. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 1213–1215.
- Eloranta, P. & Kwandrans, J. 1999. Biologinen monitorointimenetelmä Vantaanjoen veden laadun kuvaajana. Vesitalous 40(2): 8–11.
- Eloranta, P. & Kwandrans, J. 2003. Kalajoen yhteistarkkailu. Perifytonin ja pohjan piileviin perustuva jokien tilan selvitys kesällä 2003. Pohjanmaan Tutkimuspalvelu Oy. Nablabs Laboratories, Kaustinen. 16 s.
- Eloranta, P. & Soininen, J. 2002. Ecological status of some Finnish rivers evaluated using benthic diatom communities. J. Appl. Phycol. 14: 1–7.
- Fjerdungstad, E. 1950. The microflora of the River Mølleaa. With special reference to the relation of the benthic algae to pollution. Folia Limnol. Scand. 5. 123 p.
- Forsberg, C., Ryding, S.-O., Claesson, A. & Forsberg, A. 1978. Water chemical analyses and/or algal assay? Sewage effluent and polluted lake water studies. Mitt. Int. Vehr. Limnol. 21: 263–352.
- Gómez, N. & Licursi, M. 2001. The Pampean Diatom Index (IDP) for assessment of rivers and streams in Argentina. Aquatic Ecology 35(2): 173–181.
- Harding, J.P.C. & Kelly, M.G. 1999. Recent developments in algal-based monitoring in the United Kingdom. In: Prygiel, J., Whitton, B.A. & Bukowska, J. (eds.). Use of algae for monitoring rivers III. P. 26–34.
- Hofmann, G. 1994. Aufwuchs Diatoms in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. Bibliotheca Diatomol. 30. 241 p.
- Hustedt, F. 1938–1939. Systematische und Ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Sumatra und Bali. Arch. Hydrobiol. Suppl. 15: 638–798; 16: 274–394.
- Huttunen, P. & Turkia, J. 1994. Diatoms as indicators of alkalinity and TOC in lakes. Estimation of optima and tolerances by weighted averaging. In: Kociolek, P. (ed.). Proceedings 11th International Diatom Symposium, San Francisco, California. P. 649–658.
- Hynes, H.B.N. 1970. The ecology of running waters. University of Toronto Press, Toronto, Ontario. 555 p.
- Häkansson, S. 1993. Numerical methods for the inference of pH variations in mesotrophic and eutrophic lakes in Southern Sweden. A progress report. Diatom Res. 8(2): 349–370.
- Häyrén, E. 1921. Studier över föroreningens inflytande på strändernas vegetation och flora in Helsingfors hamnområde. Bidr. Känned. Finlands Nat. Folk 80(3): 1–128.

- Häyrén, E. 1933. Förorening och strandvegetation i Helsingfors hamnområde år 1932. *Bidr. Känned. Finlands Nat. Folk* 84(5): 1–38.
- Häyrén, E. 1937. Iakttagelser rörande förorening och strandvegetation i Helsingfors hamnområde år 1936. *Bidr. Känned. Finlands Nat. Folk* 85(6): 1–18.
- Häyrén, E. 1944. Studier över saprob strandvegetation och flora i några kuststäder i södra Finland. Centraltryckeri och bokbinderi a.b., Helsingfors. 120 s.
- Jarlman, A., Lindström, E.-A., Eloranta, P. & Bengtsson, R. 1996. Nordic standard for assessment of environmental quality in running water. In: Whitton, B.A. & Rott, E. (toim.) Use of algae for monitoring rivers II. Institute für Botanik, Universität Innsbruck. P. 17–28.
- Kahlert, M., Andrén, C. & Jarlman, A. 2006. Redovisning av uppdraget «Kompletterande utredningar för revideringen av bedömningsgrunder för påväxt – kiselalger i vattendrag. Uppföljning av projekt nr 502 0415, dnr 235-5018-04Me.» Slutrapport. Uppsala universitet. 31 s.
- Kelly, M.G. 1998a: Use of the Trophic Diatom Index to monitor eutrophication in rivers. *Wat. Res.* 32(1): 236–242.
- Kelly, M.G. 1998b: Use of community-based indices to monitor eutrophication in rivers. *Environmental conservation* 25: 22–29.
- Kelly, M.G. & Whitton, B.A. 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *J. Appl. Phycol.* 7: 433–444.
- Kolkwitz, R. & Marsson, M. 1908. *Ökologie der pflanzliche Saprobien.* Ber. dt. bot. Ges. 26: 505–519.
- Lange-Bertalot, H. 1979. Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia/Beiheft* 64: 285–304.
- Leclercq, L. 1995. Application d'indices chimique et diatomique de la qualité des eaux courantes utilisant les peuplements de diatomées d'une station d'épuration par lagunage à macrophytes-microphytes (Doische, prov. Namur, Belgique). *Vie et Milieu* 45(3/4): 187–198.
- Leclercq, L. & Maquet, B. 1987. Deux nouveaux indices chimique et diatomique de qualité d'eau courante. Application au Samson et à ses affluents (bassin de la Meuse belge). Comparaison avec d'autres indices chimiques, biocénologiques et diatomiques. Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, document de travail 28. 113 p.
- Lecointe, C., Coste, M. & Prygiel, J. 1993. "Omnidia": software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509–513.
- Lenoir, A. & Coste, M. 1994. Estimation de la qualité des eaux du bassin Rhin-Meuse à l'aide des communautés de diatomées benthiques. Agence de l'Eau Rhin-Meuse/ Cemagref Bordeaux.
- Lenoir, A. & Coste, M. 1996. Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French National Water Board network. In: Whitton, B.A. & Rott, E. (eds.). Use of algae for monitoring rivers II. Institute für Botanik, Universität Innsbruck. P. 29–45.
- Miettinen, J. 2003. Simojoen vesistöalueen pohjaleväkartoitus. Raportti. 21 s.
- Miettinen, J. 2004. Maintaining the natural state of the river Tenojoki – Periphyton survey 2003. Lapland Regional Environment Centre. 26 p.
- Niemelä, P., Ylitolonen, A. & Heikkinen, K. 2000. Pilottikoe piilevähäyhteisöanalyysin soveltuvuudesta boreaalisiin jokivesiin. 24 s. (käsikirjoitus)
- Niemelä, P., Puro-Tahvanainen, A. & Ylitolonen, A. 2004a. Tornion-Muonionjoen tila piilevähäyhteisöanalyysin perusteella. 17 s. (käsikirjoitus)
- Niemelä, P., Lehtonen, R., Ylitolonen, A. & Heikkinen, K. 2004b. Pohjoisten virtavesien erityispiirteiden vaikutus epäliittisiin piilevähäyhteisöihin – merkitykset vedenlaadun seurantaan. 20 s. (käsikirjoitus)
- Niemelä, P., Soininen, J. & Eloranta, P. 31.3.2005 (Päivitetty). Pohjalevät. www.ymparisto.fi > RiverLife-jokietopaketti > Mitä joki on? > Pohjalevät. [Viitattu 7.12.2006.]
- Prygiel, J. & Coste, M. 1993: Utilisation des indices diatomiques pour la mesure de la qualité des eaux du bassin Artois-Picardie: bilan et perspectives. *Annals Limnol.* 29(3–4): 255–267.
- Prygiel, J., Lévêque, L. & Iserentant, R. 1996. A New Practical Diatom Index for the Assessment of Water Quality in Monitoring Networks. *Rev. Sci. Eau* 9(1): 97–113.
- Prygiel, J., Whitton, B.A. & Bukowska, J. (eds.). 1999. Use of algae for monitoring rivers III. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai Cedex. 271 p.
- Renberg, I. & Hellberg, T. 1982. The pH history of lakes in southwestern Sweden, as calculated from the subfossil diatom flora of the sediments. *Ambio* 11: 30–33.
- Risco, N. & Pellikka, K. 2002. Piilevähäyhteisöt Helsingin purojen veden laadun kuvaajana. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6. 32 s.
- Rott, E., Hofmann, G., Pall, K., Pfister, P. & Pipp, E. 1997. Indikationslisten für Aufwuchsalgen Teil 1: Saprobelle indikation. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien. 73 p.
- Rott, E., Pipp, E., Pfister, P., van Dam, H., Ortler, K., Binder, N. & Pall, K. 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fließgewässern Teil 2: Trophieindikation. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien. 248 p.
- Rumeau, A. & Coste, M. 1988. Initiation à la systématique des diatomées d'eau douce. *Bull. Fr. Peche Piscic.* 309: 1–69.
- Schiefele, S. & Schreiner, C. 1991. Use of diatoms for monitoring nutrient enrichment, acidification and impact of salt rivers in Germany and Austria. In: Whitton, B.A., Rott, E. & Friedrich, G. (eds.). Use of algae for monitoring rivers. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Innsbruck. P. 25–32.
- Schoeman, F.R. & Haworth, E.Y. 1984. Diatoms as indicators of pollution (Report on a workshop). Proceedings on the 8th International Diatom Symposium. P. 757–781.
- SFS-EN 13946. 2003. Veden laatu. Jokivesien piilevien näytteenotto ja esikäsitteily. Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki. 14 s.
- SFS-EN 14407. 2005. Water quality. Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki. 12 s.
- Skulberg, O. M. 1967. Algal cultures as a mean to assess the fertilizing influence of pollution. *Int. Conf. Wat. Pollut. Res.* 3: 113–127.
- Sládeček, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebnisse Limnol.* 7. 218 p.
- Sládeček, V. 1986. Diatoms as indicators of organic pollution. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 14: 555–566.

- Soininen, J. 2002. Responses of epilithic diatom communities to environmental gradients in some Finnish rivers. *Int. Rev. Hydrobiol.* 87: 11–24.
- Soininen, J. 2004. Benthic diatom community structure in boreal streams. Distribution patterns along environmental and spatial gradients. *Väitöskirja*. Helsingin yliopisto, Helsinki. 46 p.
- Soininen, J. & Niemelä, P. 2002. Inferring the phosphorus levels of rivers from benthic diatoms using weighted averaging. *Arch. Hydrobiol.* 154: 1–18.
- Steinberg, C. & Schiefele, S. 1988. Biological indication of trophy and pollution of running waters. *Z. Wasser-Abwasser-Forschung* 21: 227–234.
- Stevenson, J.R., Bothwell, M.L. & Lowe, R.L (eds.). 1996. *Algal ecology: Freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego. 753 p.
- Tilman, D. 1982. *Resource Competition and Community Structure*. Monographs in Population Biology, Princeton University Press. 310 p.
- Van Dam, H., Mertens, A. & Sinkeldam, J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands J. Aquatic Ecol.* 28(1): 117–133.
- Vuori, K-M. 2006. Jokien biologisten tekijöiden seuranta ympäristöhallinnossa – ohjeet näytteenottoon. SYKE/VTO 17.8.2006. 8 s.
- Vuori, K-M., Bäck, S., Hellsten, S., Karjalainen, S.M., Kaupila, P., Lepistö, L., Mitikka, S., Niemelä, P., Niemi, J., Pitiläinen, O-P., Pilke, A., Riihimäki, J., Rissanen, J., Tammi, J., Tolonen, K., Vehanen, T., Vuoristo, H., Westberg, V. 2006. Suomen pintavesien tyypittelyn ja ekologisen luokitelujärjestelmän perusteet. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 807. 151 s.
- Watanabe, T., Asai, K. & Houki, A. 1986. Numerical estimation to organic pollution of flowing water by using epilithic Diatom assemblage Index (DAI_{po}). *Sci. Tot. Env.* 55: 20–218.
- Watanabe, T., Asai, K. & Houki, A. 1990. Numerical simulation of organic pollution in flowing waters. In: Cheremisinoff, P.N. (eds.). *Encyclopedia of environmental control technology 4. Hazardous waste containment and treatment*. Gulf Publishing Company, Houston. P. 251–284.
- Wetzel, G.R. 1983. *Limnology*. Saunders College Publishing. 767 p.
- Whitton, B.A. (ed.). 1975. *River ecology*. University of California Press.
- Whitton, B.A. 1991. Aims of monitoring. In: Whitton, B.A., Rott, E. & Friedrich, G. (eds.). *Use of algae for monitoring rivers*. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Innsbruck. P. 5–8.
- Whitton, B.A., Rott, E. & Friedrich, G. (eds.). 1991. *Use of algae for monitoring rivers*. Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Innsbruck. 193 p.
- Whitton, B.A. & Rott, E. (eds.). 1996. *Use of algae for monitoring rivers II*. Institute für Botanik, Universität Innsbruck. 124 p.
- Zelinka, M. & Marvan, P. 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv. Hydrobiol.* 57: 389–407.

LIITTEET

**PIILEVÄNÄYTTEENOTON
MAASTOHAVAINTOLOMAKE**
18.8.2006

PIILEVIEN KASVUALUSTA:

Kivet

Muu, mikä? _____

JOKI:		PAIKKA:		No.:
PVM:	KOORDINAATIT: P: _____ I: _____		KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ: YKJ / muu, mikä? _____	
VEDEN LÄMPÖTILA (°C):	UOMAN LEVEYS (m):	UOMAN SYVYYS (m):	NÄYTTEENOTTAJAT + puh.:	
VEDEN SAMEUS/TUMMUUS: savisamea / muu samennus / voimakas humus / vähäinen humus / kirkas				
VIIMEISESTÄ TULVIMISESTA KULUNUT AIKA (vko/kk):				
LÄHIALUEEN KUVAUS (esim. pelto, asutus, metsä, tms.; etäisyys (km) yläpuolisesta järvestä; paikkaan vaikuttavat kuormituslähteet ym.):				
PIILEVÄNÄYTTEENOTON YHTEYDESSÄ TEHTY VESINÄYTTEENOTTO: Samalla kertaa: kyllä / ei / toisena ajankohtana, milloin? _____ Näytteenotto paikalta / lähistöltä, mistä? _____ Paikan nimi Hertassa: _____ Koordinaatit Hertassa: _____				
ALUEELTA OTETUT MUUT NÄYTTEET:				
HAVAINTOALUE Mittaukset ja kuvaukset alueelta, jolta näytteet otettu!				
HAVAINTOALUEEN KUVAUS (havaintoalueen pituus, ranta, saaret ym.):				
NÄYTTEENOTTOSYVYYS (cm):	ARVIOITU VIRTAUSNOPEUSLUOKKA (I, II, III): tai MITATTU VIRTAUSNOPEUS (m s ⁻¹):			
RANTAKASVILLISUUDEN JA RAKENTEIDEN VARJOSTUS (0, +, ++, +++):				
POHJAN LAATU JA POHJAKASVILLISUUDEN PEITTÄVYYS (0, +, ++, +++):				
Muta				
Savi, hiesu				
<1,6 mm (hiekk)				
Kivet 1,6 mm–6,4 cm				
Kivet 6,4–25,6 cm				
Kivet >25,6 cm				
Rihmalevät				
Vesisammalet				
Vesikasvit				
PEITTÄVYYS NÄYTTEENOTTOKIVILLÄ (0, +, ++, +++): Rihmalevät: _____ Vesisammalet: _____ Orgaaninen tai saviaines kivillä: _____				

Tarkennukset maastohavaintolomakkeen täyttämiseen:

Piilevien kasvualusta

Standardissa suositellaan ensisijaisesti **kiviä** ja toissijaisesti **muita kovia alustoja**. Ympäristöhallinnon perusseurannassa piilevänäytteet otetaan kiviltä. Nyrkin kokoisia kiviä kerätään 5 kpl, pienempiä kiviä 8–10 kpl. Karuissa, kirkasvetisissä vesissä kiviä kerätään 8–10 kpl.

Viimeisestä tulvimisesta kulunut aika

Viimeisestä tulvimisesta (kevättulvat, sateiden aikaansaamat tulvat) tulee olla kulunut vähintään neljä viikkoa.

Havaintoalue

Havaintoalueen tulee olla edustava kohta joen pääuomassa. Eri havaintopaikkojen vertailuun tulevien näytteiden tulee olla valaistusoloiltaan vastaavista oloista. Hyvin varjoisia paikkoja tulisi välttää, elleivät kyseisenlaiset olot ole hyvin ominaisia jokityypille. Hyvin lähellä rantatörmää ja vesirajaa olevia paikkoja tulee myös välttää. Lisäksi näytteenottoalueella

- veden virtausnopeuden tulee olla $>0,2 \text{ m s}^{-1}$
- näytteenottosyvyyden tulee olla eufoottisessa eli valoisassa vyöhykkeessä. Tämä tulee erityisesti huomioida humusvesissä. Yleensä sopiva näytteenottosyvyys on noin 20–40 cm, mutta esim. voimakkaasti humuksissa vesissä tämä voi olla myös pienempi, mikäli voidaan olla varmoja, että kasvualusta on varmasti ollut veden alla vähintään kuukauden ajan.

Ympäristöhallinnon perusseurannassa näytteenotto tehdään edellä mainittujen ehtojen mukaan valitulta koski/virtapaikalta.

Pohjan laatu ja pohjakasvillisuuden peittävyys (0, +, ++, +++)

Pohjan laatu ja pohjakasvillisuuden peittävyys arvioidaan silmämääräisesti seuraavasti:

+	Vähän (<10 % näytteenottoaikasta)
++	Kohtalaisesti (noin 10–50 % näytteenottoaikasta)
+++	Runsaasti (> 50 % näytteenottoaikasta)

Virtausnopeus

Virtausnopeus voidaan mitata (m s^{-1}) siivikolla tai arvioida virtausnopeusluokka. Ympäristöhallinnon perusseurannassa riittää virtausnopeusluokan arvioiminen.

Arvioitu virtausnopeusluokkaa (I, II, III) vastaa seuraavia virtausnopeuksia:

I	Nopea virtaus	$>0,5 \text{ m s}^{-1}$
II	Keskinopea virtaus	$0,2\text{--}0,5 \text{ m s}^{-1}$
III	Hidas virtaus	$<0,2 \text{ m s}^{-1}$

Kylmä vetyperoksidi -käsittely

Lähteenä:

SFS-EN 13946. 2003. Veden laatu. Jokivesien piilevien näytteenotto ja esikäsittely. Annex A) Methods for cleaning diatoms for microscopic examination. A.3. Method 2. Cold hydrogen peroxide. Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki. s 11.

Tarvittavat välineet ja reagenssit

Välineet

- Vetokaappi tai vastaava järjestelmä
- Dekantteri tai koeputki (yksi/näyte)
- Kellolaseja, petrimaljoja tai muuta vastaavaa dekantterien/koeputkien peittämiseksi
- Mitta hapettimen (H_2O_2) lisäykseen
- Puhtaita, kertakäyttöisiä Pasteur-pipettejä
- Sentrifugi
 - Huom! Jos sentrifugia ei ole, näytteiden voidaan antaa seistä pöydällä yön yli, jolloin kiinteä aine laskeutuu astian pohjalle ja selkeytynyt neste (supernatantti) voidaan tämän jälkeen kaataa varovasti pois.)
- Sentrifugiputkia (hapettimen ja hapon kestäviä).
- (UV-lamppu)

Reagenssit

- Vetyperoksidi 30 % (H_2O_2)
- Laimennettu suolahappo (esim. 1M) (HCl)
- Etanoli
- Tislattu tai ioniton vesi

Menetelmä

A) Orgaanisen aineen hajottaminen

1. Sekoita näyte hyvin ravistamalla ja ota osanäyte (noin 5–10 ml) näytesuspensiota dekantteriin tai koeputkeen.
2. Lisää varovasti noin 1–20 ml vetyperoksidiä (H_2O_2) näytteen joukkoon. Vetyperoksidin lisäys tulee tehdä varoen, sillä näyte kuohuu helposti yli varsinkin, jos näytteessä on paljon orgaanista ainesta tai esimerkiksi kasvin osia. Vetyperoksidi voi myös kuohua helposti yli peitetystä astiasta, joten astian kannattaa olla riittävän iso.
3. Jätä näyte peitettyinä (kellolasi, petrimalja tai vastaava) pöydälle ainakin neljäksi vuorokaudeksi.
4. Orgaanisen aineen hajoamista voidaan nopeuttaa laittamalla näyte+vetyperoksidi -seos aurinvaloon tai UV-lampun alle.
5. Jos vetyperoksidin kiehuminen loppuu, eikä kaikki orgaaninen aines ole vielä näytteestä hajonnut, lisätään vetyperoksidiä.

B) Näytteen pesu

1. Kun orgaaninen aines on hajonnut eli näyte ei enää kiehu, seokseen lisätään muutama tippa suolahappoa (HCl). Näin seoksesta poistetaan jäljelle jäänyt vetyperoksidi ja mahdolliset karbonaatit (kalsiitti, dolomiitti, magnesiitti). Myös jos näytteessä on runsaasti rautaa, tulee suolahappoa lisätä. Huuhtelee samalla dekantterin reunat tislattulla tai ionittomalla vedellä.
2. Suolahappoa ei tarvitse lisätä, mikäli näytteet on kerätty alueilta, joilla ei ole karbonaatteja ja/tai rautaa.
3. Seos kaadetaan sentrifugoinnin kestävään koeputkeen ja putki täytetään tislattulla tai ionittomalla vedellä. Seosta sentrifugoidaan (vähintään 4000 kierrosta/min. 10–20 min.), jolloin piileväsakka on laskeutunut koeputken pohjalle, ja supernatantti (selkeytynyt neste) voidaan kaataa varoen pois. Sentrifugiputkeen lisätään jälleen tislattua tai ionitonta vettä, sekoitetaan ja seos sentrifugoidaan uudelleen. Pesu tulee toistaa vähintään kolme kertaa, tai niin usein, että vetyperoksidi saadaan

- kokonaan poistettua piileväsakasta. Mikäli näytteessä on hiekkaa, tulee näytteet pestä joko laskeut-
tamalla tai sentrifugoimalla hellävaroen, koska hiekka voi rikkoa piileväsoluja sentrifugoidessa.
4. pH-paperilla mitattaessa näytteen pesuveden tulee olla yli pH 5. Jos näyte jää liian happamaksi, voi se reagoida petaushartsin kanssa ja samentaa näytteen.
 5. Kun piileväsakka on saatu puhdistettua, huuhtelee sakka tunnistetiedoilla varustettuun koepu-
tkeen. Näytteet voidaan säilyttää tislatussa tai ionittomassa vedessä tai etanolissa, sillä niissä ei
ole orgaanista ainesta, jossa voisi tapahtua mikrobitoimintaa. Etanoli on hyvä säilytysaine, sillä
se edesauttaa preparaatin teossa kuorien leviämistä tasaisesti peitinlasille. Etanolipisara myös
kuivuu nopeammin kuin vesi. Mikäli näytteeseen lisätään säilytysaineeksi muutama tippa 4
% formaliinia, on suositeltavaa pestä näyte ainakin 1–2 kertaa ennen preparaattien tekoa, sillä
kuivuessaan formaliini aiheuttaa kiteitä ja sameutta. Lisättävän säilytysaineen määrään vaikuttaa
piileväsakan suuruus. Sopiva määrä on sellainen, että piileväsakan ollessa tasaisesti jakautuneena
nesteessä, tästä saadaan sopivan tiheä preparaatti muutamalla lasisauvan sivelyllä tai Pasteur
pipetin 1–2 tipallisella.
 6. Pitkäaikaista säilytystä varten koeputki suljetaan tiiviisti, jotta neste ei pääse haihtumaan ja näyte
kuivumaan. Mikäli näyte on kuivunut säilytyksen aikana, voi sen päälle lisätä etanolia ja varo-
vasti yrittää saada piilevänkuoret irti toisistaan ravistelemalla putkea. Kuivuneet piileväkuoret
voivat kuitenkin olla tiukasti kiinni toisissaan ja esimerkiksi lasisauvalla sekoittaessa ne voivat
helposti rikkoontua, ja siten tällaisesta näytteestä on hyvin vaikea saada enää hyvää näytettä.
 7. Puhdistetut piilevät säilyvät hyvin säilytysaineessa, ja seos on valmis preparaattien valmistukseen.

Kuuma vetyperoksidi -käsittely piilevien puhdistamiseen

Lähteenä:

SFS-EN 13946. 2003. Veden laatu. Jokivesien piilevien näytteenotto ja esikäsittely. Annex A) Methods for cleaning diatoms for microscopic examination. A.2. Method 1. Hot hydrogen peroxide. Suomen standardisoimisliitto SFS ry, Helsinki. ss. 10–11.

Tarvittavat välineet ja reagenssit

Välineet

- Vetokaappi tai vastaava järjestelmä
- Keittolevy, hiekka- tai vesihaude (kattila koeputkitelineineen)
- Dekantteri tai koeputki (yksi/näyte)
- Kellolaseja, petrimaljoja tai muuta vastaavaa dekantterien/koeputkien peittämiseksi
- Mitta hapettimen (H₂O₂) lisäykseen
- Puhtaita, kertakäyttöisiä Pasteur-pipettejä
- Sentrifugi
 - Huom! Jos sentrifugia ei ole, näytteiden voidaan antaa seistä pöydällä yön yli, jolloin kiinteä aine laskeutuu astian pohjalle ja selkeytynyt neste (supernatantti) voidaan tämän jälkeen kaataa varovasti pois.
- Sentrifugiputkia (hapettimen ja hapon kestäviä).

Reagenssit

- Vetyperoksidi 30 % (H₂O₂)
- Laimennettu suolahappo (esim. 1M) (HCl)
- Etanoli
- Tislattu tai ioniton vesi

Menetelmä

A) Orgaanisen aineen hajottaminen

1. Sekoita näyte huolellisesti ravistamalla ja ota osanäyte (noin 5–10 ml) näytesuspensiota sentrifugiputkeen, mikäli näyte on säilötty etanoliin. Sentrifugoi (esim. 10 min. 3000 rpm) tai laskeuta osanäyte. Kaada etanoli pois varoen näytteen hukkaantumista dekantoinnin yhteydessä. Siirrä näyte dekantteriin tai koeputkeen tislattulla tai ionittomalla vedellä. Jos näyte on säilötty muutoin, voi osanäytteen laittaa suoraan dekanteriin tai koeputkeen.
2. Lisää varovasti noin 0,5–20 ml vetyperoksidiä (H₂O₂) näytteen joukkoon ja kuumenna varovasti näytettä keittolevyllä, hiekkahauteessa tai vesihauteessa noin 90±5 °C lämpötilassa noin 1–3 tuntia tai kunnes orgaaninen aines on hapettunut. Vetyperoksidin lisäys tulee tehdä varoen, sillä näyte kuohuu helposti yli, varsinkin jos näytteessä on paljon orgaanista ainesta tai esimerkiksi kasvin osia. Tämän takia astian tulee olla riittävän iso. Suoraan keittolevyllä näytettä kuumennettaessa tulee varoa näytteen kuivumista.
3. Jos vetyperoksidin kiehuminen loppuu, eikä kaikki orgaaninen aines ole vielä näytteestä hajonnut, voidaan näyte sentrifugoida tai lisätään esim. 10 ml vetyperoksidiä. Tätä toistetaan kunnes orgaaninen aines on hajonnut.

B) Näytteen pesu

1. Kun orgaaninen aines on hajonnut (eli näyte ei enää "kiehu"), seokseen lisätään muutama tippa suolahappoa (HCl). Näin seoksesta poistetaan jäljelle jäänyt vetyperoksidi ja mahdolliset karbonaatit (kalsiitti, dolomiitti, magnesiitti). Myös jos näytteessä on runsaasti rautaa, tulee suolahappoa lisätä. Huuhtelee samalla dekantterin reunat tislattulla tai ionittomalla vedellä.
2. Suolahappoa ei tarvitse lisätä, mikäli näytteet on kerätty alueilta, joilla ei ole karbonaatteja ja rautaa.

3. Seos kaadetaan sentrifugoinnin (vähintään 4000 kierrosta/min. 10–20 min.) kestäväan koeputkeen ja putki täytetään tislattulla tai ionittomalla vedellä. Seosta sentrifugoidaan, jolloin piilevä-sakka on laskeutunut koeputken pohjalle, ja supernatantti (selkeytynyt neste) voidaan kaataa varoen pois. Sentrifugiputkeen lisätään jälleen tislattua tai ionitonta vettä, sekoitetaan ja seos sentrifugoidaan uudelleen. Pesu tulee toistaa vähintään kolme kertaa, tai niin usein, että vetyper-oksidi saadaan kokonaan poistettua piilevämassasta. Mikäli näytteessä on hiekkaa, tulee näytteet pestä joko laskeuttamalla tai sentrifugoimalla hellävaroen, koska hiekka voi rikkoa piileväsoluja sentrifugoidessa.
4. pH-paperilla mitattaessa näytteen pesuveden tulee olla yli pH 5. Jos näyte jää liian happamaksi, voi se reagoida petaushartsin kanssa ja samentaa näytteen.
5. Kun piileväsakka on saatu puhdistettua, huuhtelee sakka tunnustiedoilla varustettuun koeput-keen. Näytteet voidaan säilyttää tislatussa tai ionittomassa vedessä tai etanolissa, sillä niissä ei ole orgaanista ainesta, jossa voisi tapahtua mikrobitoimintaa. Etanoli on hyvä säilytysaine, sillä se edesauttaa preparaatin teossa kuorien leviämistä tasaisesti peitinlasille. Etanolipisara myös kuivuu nopeammin kuin vesi. Mikäli näytteeseen lisätään säilytysaineeksi muutama tippa 4 % formaliinia, on suositeltavaa pestä näyte ainakin 1–2 kertaa ennen preparaattien tekoa, sillä kuivuessaan formaliini aiheuttaa kiteitä ja sameutta. Lisättävän säilytysaineen määrään vaikuttaa piileväsakan suuruus. Sopiva määrä on sellainen, että piileväsakan ollessa tasaisesti jakautuneena nesteessä, tästä saadaan sopivan tiheä preparaatti muutamalla lasisauvan sivelyllä tai Pasteur pipetin 1–2 tipallisella.
6. Pitkäaikaista säilytystä varten koeputki suljetaan tiiviisti, jotta neste ei pääse haihtumaan ja näyte kuivumaan. Mikäli näyte on kuivunut säilytyksen aikana, voi sen päälle lisätä etanolia ja varo-vasti yrittää saada piilevätkuoret irti toisistaan ravistelemalla putkea. Kuivuneet piilevätkuoret voivat kuitenkin olla tiukasti kiinni toisissaan ja esimerkiksi lasisauvalla sekoittaessa ne voivat helposti rikkoontua, ja siten tällaisesta näytteestä on hyvin vaikea saada enää hyvää näytettä.
7. Puhdistetut piilevät säilyvät hyvin säilytysaineessa, ja seos on valmis preparaattien valmistukseen.

Väkevä happoliuos -käsittely piilevien puhdistamiseen

Lähteenä:

Pertti Eloranta 2000: Suomen makeanveden piilevät ja niiden käyttö vesien monitoroinnissa. Kurssimoniste. Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos / limnologian osasto, Helsingin yliopisto.

Tarvittavat välineet ja reagenssit

Välineet

- Vetokaappi tai vastaava järjestelmä
- Keittolevy
- Kattila + koeputkiteline
- Pitkiä (vähintään 15 ml) tai väljiä koeputkia (\varnothing noin 3 cm) (yksi koeputki / näyte)
- Kellolasi tms. astia peitin- ja objektilasien puhdistukseen
- Puhtaita, kertakäyttöisiä Pasteur-pipettejä
- Sentrifugi
 - Huom! Jos sentrifugia ei ole, näytteiden voidaan antaa seistä pöydällä yön yli, jolloin kiinteä aine laskeutuu astian pohjalle ja selkeytynyt neste (supernatantti) voidaan tämän jälkeen kaataa varovasti pois.
- Sentrifugiputkia (hapettimen ja hapon kestäviä).

Reagenssit

- Typpihappo 65 % (HNO_3)
- Rikkihappo 95–97 % (H_2SO_4)
- Vetyperoksidi 30 % (H_2O_2)
- Laimennettu suolahappo (esim. 1M) (HCl)
- Etanoli
- Tislattu tai ioniton vesi

Menetelmä

Kaikki työvaiheet tulee tehdä vetokaapissa, jossa imu on päällä.

A) Valmista väkevä happoliuos ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$) sekoittamalla typpihappoa ja rikkihappoa suhteessa 2:1.

B) Orgaanisen aineen hajottaminen

1. Sekoita näyte hyvin ravistamalla ja ota osanäyte (noin 10 ml) näytesuspensiota sentrifugiputkeen, mikäli näyte on säilötty etanoliin. Sentrifugoi (esim. 10 min. 3000 rpm) tai laskeuta osanäyte. Kaada etanoli pois varoen näytteen hukkaantumista dekantoinnin yhteydessä. Siirrä näyte koeputkeen tislattulla tai ionittomalla vedellä. Jos näyte on säilötty muutoin, voi osanäytteen laittaa suoraan koeputkeen.
2. Jos näyte on otettu kalkkikivialueelta, on näyte käsiteltävä ensin heikolla suolahapolla (esim. 1 M HCl) kalsiumsuolojen muodostumisen estämiseksi. Lisää suolahappoa tipoittain, kunnes näyte kiehuu. Tällöin hiilidioksidin vapautuminen on loppunut.
3. Pipetoi koeputkeen näytteen joukkoon varovasti noin 1–5 ml väkevää happoliuosta ja pane putki kattilan telineeseen ja kiehuaan vesihauteessa. HUOM! Näyte kuohuu helposti yli koeputkissa, varsinkin jos näytteessä on paljon orgaanista ainesta tai esimerkiksi kasvin osia.
4. Keitä näytettä noin 2–3 tuntia tai kunnes näyte on muuttunut harmaaksi piileväsakaksi.
5. Näytteestä voidaan tarkistaa orgaanisen aineen hajonneisuus lisäämällä näytteeseen noin 1 ml vetyperoksidia (H_2O_2). Näytteet ovat valmiit, jos vetyperoksidi ei aiheuta selvää pitkäaikaista kuohuntaa.

C) Näytteen pesu

1. Happoisa näyte kaadetaan sentrifugiputkeen, ja tarvittaessa putki tasataan tislattulla tai ionittomalla vedellä. Jos näyte ei mahdu yhteen sentrifugiputkeen, voi näytteen antaa laskeutua rauhas-

sa (esimerkiksi yön yli) ja sitten dekantoida sakka sentrifugiputkeen. Vaihtoehtoisesti näytteen voi myös jakaa kahteen sentrifugiputkeen, joiden piileväsakat yhdistetään ensimmäisen sentrifugoinnin jälkeen.

2. Näyte sentrifugoidaan (ainakin 4000 kierrosta / min. 10–20 min.), jolloin piilevämassa laskeutuu koeputken pohjalle, ja supernatantti (selkeytynyt neste) voidaan kaataa varoen pois. Sentrifugiputkeen lisätään tislattua tai ionitonta vettä, sekoitetaan ja seos sentrifugoidaan uudelleen. Pesu toistetaan vähintään kolme kertaa, tai niin usein, että happo saadaan poistettua piilevämassasta. Mikäli näytteessä on hiekkaa, tulee näytteet pestä joko laskeuttamalla tai sentrifugoimalla hellävaroen, koska hiekka voi rikkoa piileväsoluja sentrifugoidessa.
3. Näytteen pesuveden tulee olla pH-paperilla mitattaessa yli 5. Jos näyte jää liian happamaksi, voi se reagoida petaushartsin kanssa ja samentaa näytteen.
4. Kun piileväsakka on saatu puhdistettua, huuhtelee sakka tunnistetiedoilla varustettuun koeputkeen. Näytteet voidaan säilyttää tislatussa tai ionittomassa vedessä tai etanolissa, sillä niissä ei ole orgaanista ainesta, jossa voisi tapahtua mikrobitoimintaa. Etanoli on hyvä säilytysaine, sillä se edesauttaa preparaatin teossa kuorien leviämistä tasaisesti peitinlasille. Etanolipisara myös kuivuu nopeammin kuin vesi. Mikäli näytteeseen lisätään formaliinia säilytysaineeksi, on pesu toistettava ainakin 1–2 kertaa ennen preparaattien tekoa, sillä kuivuessaan formaliini aiheuttaa kiteitä ja sameutta.
5. Lisättävän säilytysaineen määrään vaikuttaa piileväsakan suuruus. Sopiva määrä on sellainen, että piileväsakan ollessa tasaisesti jakautuneena nesteessä, tästä saadaan sopivan tiheä preparaatti muutamalla lasisauvan sivelyllä tai Pasteur pipetin 1–2 tipillisella.
6. Pitkäaikaista säilytystä varten koeputki suljetaan tiiviisti, jotta neste ei pääse haihtumaan ja näyte kuivumaan. Mikäli näyte on kuivunut säilytyksen aikana, voi sen päälle lisätä etanolia ja varovasti yrittää saada piilevänkuoret irti toisistaan ravistelemalla putkea. Kuivuneet piileväkuoret voivat kuitenkin olla tiukasti kiinni toisissaan ja esimerkiksi lasisauvalla sekoittaessa ne voivat helposti rikkoontua, ja siten tällaisesta näytteestä on hyvin vaikea saada enää hyvää näytettä.
7. Puhdistetut piilevät säilyvät hyvin säilytysaineessa, ja seos on valmis preparaattien valmistukseen.

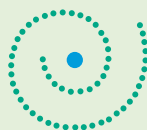
KUVAILULEHTI

Julkaisija	Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus	Julkaisu-aika	15.1.2007
Tekijä(t)	Pertti Eloranta, Satu Maaria Karjalainen ja Kari-Matti Vuori		
Julkaisun nimi	Piileväyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelmäohjeet		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Ympäristöopas		
Julkaisun teema			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut			
Tiivistelmä	Piilevämenetelmää käytetään vesipolitiikan puitedirektiivin mukaisessa jokien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa. Tähän julkaisuun on koottu Suomen oloihin sopiva ohjeistus menetelmän toteutuksesta näytteenotosta piileväpreparaattien valmistukseen ja tulosten tulkintaan. Lisäksi julkaisussa on esitelty pohjalevien ekologiaa.		
Asiasanat	piilevät, pohjalevät, seuranta, ekologinen tila		
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Ympäristöministeriö / Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus		
	ISBN 978-952-11-2569-0 (nid.) ISSN 1238-8602 (pain.)	ISBN 978-952-11-2570-6 (PDF) ISSN 1796-167X (verkkokj.)	
	Sivuja	Kieli	Luottamuksellisuus
	58	Suomi	Hinta (sis. alv 8 %) 15 euroa
Julkaisun myynti/ jakaja	Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, PL 124, 90101 Oulu, puh. 020 490 6304, telefax 020 490 6305, saara.saarinen@ymparisto.fi, www.ymparisto.fi, Edita Publishing Oy, asiakaspalvelu, PL 800, 00043 EDITA, puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380, asiakaspalvelu@edita.fi, www.edita.fi/netmarket		
Julkaisun kustantaja	Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus		
Painopaikka ja -aika	Painotupa ky, Oulu 2007		

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	North Ostrobothnia Regional Environment Centre	<i>Date</i>	15.1.2007
<i>Author(s)</i>	Pertti Eloranta, Satu Maaria Karjalainen and Kari-Matti Vuori		
<i>Title of publication</i>	Piilevâyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa – menetelmäohjeet (Diatom communities in classification and monitoring ecological status of rivers – guidance to methods)		
<i>Publication series and number</i>	Environment Guide		
<i>Theme of publication</i>			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>			
<i>Abstract</i>	Water framework directive includes diatom method for monitoring and classification ecological status of rivers. In this publication implementation of the method into Finnish environmental conditions is presented. The guidance includes all the steps from sampling to diatom slide preparation and to interpretation of results. In addition there is a short review of the ecology of phytobenthos.		
<i>Keywords</i>	diatoms, phytobenthos, monitoring, ecological state		
<i>Financier/ commissioner</i>	Ministry of the Environment / North Ostrobothnia Regional Environment Centre		
	ISBN 978-952-11-2569-0 (bpb.)	ISBN 978-952-11-2570-6 (PDF)	
	ISSN 1238-8602 (print)	ISSN 1796-167X (online)	
	<i>No. of pages</i>	<i>Language</i>	<i>Restrictions</i>
	58	Finnish	Public
			<i>Price (incl. tax 8 %)</i>
			15 e
<i>For sale at/ distributor</i>	North Ostrobothnia Regional Environment Centre, P.O. Box 124, FIN-90101 Oulu, Finland, ph. 020 490 6304, telefax 020 490 6305, e-mail: saara.saarinen@ymparisto.fi, www.environment.fi, Edita Publishing Ltd., P.O. Box 800, FIN-00043 EDITA, Finland, ph. +358 20 45 005, telefax +358 20 450 2380, Internet: www.edita.fi/netmarket		
<i>Financier of publication</i>	North Ostrobothnia Regional Environment Centre		
<i>Printing place and year</i>	Painotupa ky, Oulu 2007		

Koskien ja muiden virtapaikkojen kivipinnoilla kasvavia päällysläysviä käytetään yleisesti jokiympäristön tilan arvioinnissa. Erityisesti piilevien lajikoostumukseen ja runsauteen perustuvaa menetelmää on hiljattain alettu soveltaa ympäri Eurooppaa vesipolitiikan puitedirektiivin mukaisessa jokien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa. Tähän julkaisuun on koottu Suomen oloihin sopivaksi katsottu ohjeistus menetelmän toteutuksesta. Ohje kattaa eri työvaiheet näytteenotosta piileväpreparaattien valmistukseen ja tulosten tulkintaan. Lisäksi julkaisuun on koottu lyhyt yleisesittely pohjalevien ekologiasta.



POHJOIS-POHJANMAAN
YMPÄRISTÖKESKUS

Myynti: Edita Publishing Oy
PL 800, 00043 EDITA
Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380
Edita-kirjakauppa Helsingissä:
Annankatu 44, puh. 020 450 2566

ISBN 978-952-11-2569-0 (nid.)

ISBN 978-952-11-2570-6 (PDF)

ISSN 1238-8602 (pain.)

ISSN 1796-167X (verkkokj.)