

YMPÄRISTÖOPAS | 2008

Vesistötietoa näytteenottajille

Ilppo Kettunen, Ari Mäkelä ja Pertti Heinonen



Suomen ympäristökeskus | EDITA

YMPÄRISTÖOPAS | 2008

Vesistöietoa näytteenottajille

Ilppo Kettunen, Ari Mäkelä ja Pertti Heinonen

Helsinki 2008

Suomen ympäristökeskus | EDITA



YMPÄRISTÖOPAS | 2008
Suomen ympäristökeskus

Taitto: Oy Graaf Ab/Jani Osolanus
Graafisten kuvien toteutus: Oy Graaf Ab/Jani Osolanus

Kansikuva: Kasvi- ja eläinplanktonin määrän ja lajistorakenteen näytteet ovat keskeisiä vesistöjen ekologisen tilan ja kehityssuunnan määrittämisessä. SYKEkuva/Erno Forsström

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

Edita Prima Oy, Helsinki 2009

ISBN 978-951-37-5448-8 (nid.)
ISBN 978-952-11-3238-4 (PDF)
ISSN 1238-8602 (pain.)
ISSN 1796-167X (verkkokoj.)



ESIPUHE

Tämä kenttäopas antaa yleiskuvan vesistötutkimusten näytteenotosta sekä yksityiskohtaista käytännön tietoa nykyisistä näytteenottomenetelmistä ja niiden soveltamisesta. Opasta voidaan käyttää oppimateriaalina erilaisissa ympäristönäytteenottoon liittyvissä koulutustilaisuuksissa. Erityisesti se on tarkoitettu niille, jotka joutuvat omassa työssään jatkuvasti ylläpitämään näytteenottotaitojaan tai valmistautuvat hankkimaan tai uusimaan ympäristönäytteenottajan henkilösertifikaatin vesi- ja vesistönäytteenoton erikoistumisalalta.

Oppaan kirjoittajat ovat pitkän linjan vesistötutkijoita, limnologeja, jotka ovat aktiivisesti osallistuneet vesi- ja vesistötutkimuksen eri tehtäviin. He ovat myös toimineet käytännössä näytteenottajina.

- **Ilppo Kettunen** toimi noin 40 vuoden ajan Kaakkois-Suomen ja Etelä-Savon ympäristökeskuksissa mm. tutkimuksen toimialapäällikkönä. Hän oli mukana jo 1960-luvulla suunnittelemassa valtakunnallisten ja alueellisten vesistöseurantojen ohjelmia ja käytännössä myös osallistui ja ohjasi vesistötutkimuksen ja -seurantojen näytteenottoa. Hänellä oli pitkään keskeinen rooli erityisesti ympäristöhallinnon kenttähenkilökunnan jatkokoulutuksessa. Kettunen on kehittänyt merkittävästi näytteenottokalustoa käytännöllisemmäksi.
- **Ari Mäkelä** on toiminut Helsingin vesilaitoksella, Helsingin vesipiirissä (nyk. Uudenmaan ympäristökeskus), Ilmatieteen laitoksella ja Suomen ympäristökeskuksessa noin 25 vuoden ajan erilaisissa tutkimus- ja seurantatehtävissä. Hänen erikoisalansa on näytteenoton laadunvarmistus. Hän on osallistunut vesistönäytteenoton laadunvarmistuksen kehittämiseen kansainvälisen näytteenoton laadunvarmistusstandardoinnin ja nykyisen henkilösertifiointijärjestelmän kehittäneen työryhmän valmistelutyöhön yhteensä noin viiden vuoden ajan. Näytteenoton ja laboratoriotoininnan kehittäminen on jatkunut Keski-Aasiassa vuosina 1998–2006 kolmessa perättäisessä ympäristöseurannan kehityshankkeessa, joissa näytteenottokohteina ovat olleet entisen Neuvostoliiton merkittävät kaivos- ja uraanjalostuslaitosten saastuttamat pinta- ja pohjavesialueet, voimakkaasti virtaavat suurjoet ja maailman neljänneksi syvin järvi Issyk-Kul.
- **Pertti Heinonen** on toiminut erilaisissa vesistötutkimuksiin liittyvissä tehtävissä vuodesta 1962 alkaen mm. Saimaan vesiensuojeluyhdistyksessä ja Suomen ympäristökeskuksessa. Näytteenottoon ja vesistöseurantaan liittyvään koulutustoimintaan hän on osallistunut aktiivisesti vuodesta 1964 alkaen. Lisäksi hän on osallistunut vesistönäytteenoton laadunvarmistuksen kehittämiseen ja toiminut mm. ympäristönäytteenoton pätevyystodistuksia myöntävän sertifiointielimen ensimmäisenä puheenjohtajana 1998–2003. Heinonen on toiminut OECD:n, EU:n ja ECE:n vesistöseurantoja kehittämissä työryhmissä vuosina 1973–2006 ja eräissä vesistöseurantojen kehityshankkeissa mm. Venäjällä, Virossa ja Bosnia-Herzegovinassa.

Opasta valmistellessamme monet työtoverimme ovat aktiivisesti avustaneet meitä eri tavoin. Tästä haluamme heille kaikille esittää parhaat kiitoksemme. Erityisesti kiitämme pitkään ympäristötutkimuksessa ja -seurannassa toiminutta ja monin eri tavoin kenttätöskentelyyn ja näytteenottotekniikkaan perehtynyttä erikoistutkija **Olavi Sandmania** Etelä-Savon ympäristökeskuksesta. Hän on valmistellut kokonaan luvun 24 (Sedimenttinäytteet) ja antanut arvokkaita neuvoja ja tietoja oppaan muidenkin lukujen kirjoittamiseen.

Luvun 25 (Uimavesitutkimukset) tekstin ovat valmistelleet ylitarkastaja **Jari Keinänen** sosiaali- ja terveysministeriöstä ja erikoissuunnittelija **Outi Zacheus** Kansanterveyslaitoksesta. Myös heille osoitamme parhaat kiitoksemme.

Arvokkaita neuvoja oppaan rakenteesta ja monista yksityiskohdista olemme saaneet osastopäällikkö **Kari Kilpiseltä** Kalatalouden Keskusliitosta. Ylitarkastaja **Karri Eloheimo** ympäristöministeriöstä sekä vanhempi tutkija **Olli-Pekka Pietiläinen** ja erikoistutkija **Marko Järvinen** Suomen ympäristökeskuksesta ovat meitä avustaneet monilla hyvillä asiantuntevilla neuvoillaan ja kommentteillaan.

Opas on jaettu kahteen pääosaan, joista ensimmäinen antaa yleiskuvan Suomen vesivaroista sekä niiden hydrologiasta ja limnologiasta. Oppaan toisessa pääluvussa annetaan runko tavanomaisessa vesistötutkimuksessa tarvittavaan kenttätöskentelyyn.

Opas esittää vesistönäytteenottoa koskevia yleisiä neuvoja ja ratkaisuja sekä käsittelee erityisesti kokemusperäisesti opittuja sovelluksia ongelmakohtiin, joihin kätkeytyy näytteenotossa eniten virhemahdollisuuksia.

Opas esittelee monet tärkeät vesistötutkimuksen osa-alueet varsin lyhyesti. Niiden kohdalla on kuitenkin aina pyritty antamaan viite siitä, mistä yksityiskohtaisempaa tietoa ja neuvoja on löydettävissä.

Toivomme, että laatimamme opaskirja omalta osaltaan parantaa ympäristönäytteenotossa erilaisissa tehtävissä toimivien henkilöiden ammatillisia mahdollisuuksia toteuttaa tärkeää tehtäväänsä luotettavan ympäristötiedon tuottajina.

SISÄLLYS

Esipuhe	3
----------------------	---

YLEISTIETOA VESISTÖISTÄ JA NIIDEN TUTKIMISESTA

1 Vesitutkimuksen historiaa	9
2 Vesistöjen erityispiirteet	11
Järvet.....	11
Joet.....	14
3 Järven lämpötila	17
Kevättäyskierto	17
Syystäyskierto	19
Talvikerrostuneisuus	19
4 Järven kaasutalous	20
5 Järven ravinnetalous	24
6 Rehevöityminen	26
7 Järven plankton	29

KENTTÄTUTKIMUKSEN OPAS

8 Yleistiedon hankinta	37
9 Näytteenoton ohjelmointi ja ennakkovalmistelut	41
10 Kenttätyöskentelystä	43
11 Järvinäytteenotto	45
Vesinäytteenoton yleisohjeet	45
Erityisohjeita ja muuta huomioon otettavaa	46
Näkösyyvyys.....	47
Kenttämuistion täyttäminen	48
12 Järvitutkimuksen tärkeät määritykset	49

13 Jokinäytteenotto	50
Näytteenoton erityispiirteitä	50
Näytteenotto sillalta tai laiturilta	50
14 Jokitutkimuksen tärkeät määritykset	52
15 Rannikkovesinäytteenotto	53
16 Rannikkovesien tärkeät määritykset	54
17 Näytteenoton ja näytteiden dokumentointi	55
18 Kentältä laboratorioon	56
19 Kasviplanktonnäytteet	57
20 Pohjaeläinnäytteet	59
21 Päällyskasvustonnäytteet	61
22 Vesikasvitutkimukset	63
23 Kalatutkimukset	64
24 Sedimenttinäytteet	65
Näytteenottolaitteet.....	65
Limnos-sedimenttitiön.....	67
Näytteiden säilytys.....	68
Virhelähteet.....	68
25 Uimavesitutkimukset	69
26 Yhteenveto näytteenoton periaatteista ja virhemahdollisuuksista	71
Lisätietoa	73
Kirjallisuutta	
Työsuojeluoppaita	
Hyödyllisiä linkkejä	
Liitteet	74
Liite 1. Valmiit vesitutkimuksen standardit	
Liite 2. Valmisteilla olevat vesitutkimuksen CEN-standardit	
Kuvailulehti	76
Presentationsblad	77
Documentation page	78

YLEISTIETOA VESISTÖISTÄ JA NIIDEN TUTKIMISESTA



1 Vesitutkimuksen historiaa

Vanhimmat vesistötutkimukset Suomessa ajoittuvat 1800-luvun puoliväliin, jolloin hydrologiset tutkimukset ja seurannat aloitettiin. Ensimmäisenä vesistötutkimuksena pidetään järvien veden korkeuden seurannan aloittamista Saimaalla, Lauritsalan asteikolla vuonna 1847. Hydrologinen seuranta kehittyi ja laajeni 1900-luvun alkupuolelle tultaessa selvästi. Vuoden 1899 suurtulvan jälkeisen selvittelyn tuloksena perustettiin 1908 Hydrografinen toimisto jatkuvan ja käyttökelpoisen hydrologisen tiedon tuottamiseksi.

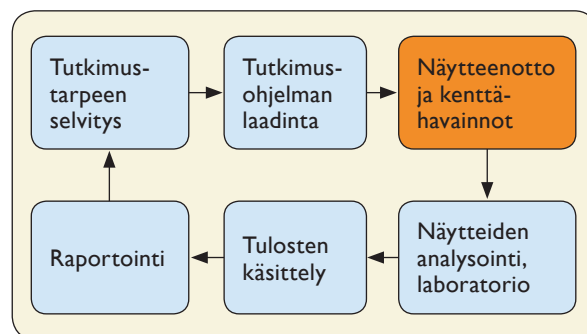
Varhaisimmat vesistöjen tilaa tai niiden eliöyhteisöjä kuvaileet tutkimukset tehtiin 1800-luvun viimeisinä vuosina. Nämä ja vielä 1900-luvun alkupuoliskonkin tutkimukset toteutettiin lähes yksinomaan yliopistoissa, ja tutkijat ottivat itse kaikki näytteet. Hitaasti alkanut tutkimustoiminta organisoitui vähitellen, ja voimakkaasti lisääntyvä vesistöjen likaantuminen sai liikkeelle yhä useampia tutkimushankkeita. Merkittävä muutos tapahtui vasta sotien jälkeen, kun 1950-luvulla herättiin vesien kiihtyvään likaantumiseen.

Vesi- ja vesistötutkimukset lisääntyivät huomattavasti 1960-luvulta alkaen. Samaan aikaan elinkeinoelämä elpyi ja monipuolistui voimakkaasti. Uusi vesilainsäädäntö tutkimus- ja seurantavelvoitteineen tuli voimaan 1.4.1962. Vesien suojeleviranomaiset, maataloushallituksen vesien suojeleviranomaiset ja maanviljelysinsinööripiirit aloittivat omat vesitutkimuksensa ja ensimmäiset vesistöjen laatua selvittävät seurannat aloitettiin. Myös ”likaajat” toteuttivat 1960-luvulla vesilain

velvoittamina erilaiset lupahakemuksiin liittyvät tutkimuksensa ja aloittivat vesioikeuksien myöntämien lupien määrääminä niin jätevesien kuin vesistöjenkin velvoitetarkkailut.

Kuluneiden kymmenien vuosien aikana näytteenottomenetelmät ja käytännöt ovat vähitellen kehittyneet ja näytteenoton luotettavuus on lisääntynyt erityisesti näytteenottajien ammattitaidon parantuessa. EU:n vesiin liittyvien direktiivien laajojen seurantavelvoitteiden pakollisuus ja seurantatulosten suuri taloudellinen merkitys ovat lisänneet edelleen vaatimuksia näytteenoton yhdenmukaistamisesta ja laadullisen tason kohottamisesta. Tämä on johtanut vähitellen kansainvälisten näytteenottostandardien luomiseen. Näytteenoton onnistumisen ratkaisee viime kädessä kuitenkin näytteenottajan ammattitaito.

Näytteenotto on vesitutkimuksen ja vesistöseurannan keskeinen osa (kuva 1). Tutkimus- tai



Kuva 1. Näytteenotto tutkimustoiminnan osana.

seurantaohjelmien suunnittelu alkaa määrittämällä tarkasti tutkimuksen tavoite. Ohjelmissa tulee näytteenottoaikat ja näytteenottoajankohdat esittää riittävällä tarkkuudella, jotta kenttätoiminta voidaan suunnitella ja toteuttaa.

Näytteistä tehdään ohjelman mukaiset kemialliset, fysikaaliset, biologiset ja mikrobiologiset määritykset laboratoriossa. Kuitenkin eräitä määrittämiä voidaan tehdä tai aloittaa niiden tekeminen

jo kentällä. Määritysten valmistuttua aloitetaan tulosten käsittely ja johtopäätösten teko. Ohjelman viimeinen vaihe on tulosten raportointi, jossa samalla arvioidaan, onko tutkimus- tai seurantaohjelma ollut riittävä, vai joudutaanko aineistoa täydentämään tai ohjelmia mahdollisesti muuttamaan. Kenttähavaintomuistiinpanot ovat tärkeä osa raportointia ja tulosten tulkintaa.



SYKEkuva

Hydrologista mittausta 1920-luvulla.

2 Vesistöjen erityispiirteet

Suomen vesivarat ovat luonteeltaan erilaisia. Pintavesimuodostumat, kuten EU:n vesipuitedirektiivi vuodelta 2000 vesien esiintymismuotoja nimittää, jaetaan järviin, jokiin, vaihettumisvyöhykkeisiin (joen laskukohtaan rajautuva lähialue meressä) ja rannikkovesiin.

Maamme pintavedet ovat vähäsuolaisia, humuspitoisia ja lievästi happamia. Vesivaramme ovat myös luontaisesti erittäin herkkiä ihmistoiminnoista johtuville muutoksille ja niiden aiheuttamille haitoille.

Järvet

Järvi on tyypillinen suomalainen vesimuodostuma. Järvien peitossa on noin 32 000 km² eli lähes 10 % maamme kokonaispinta-alasta. Erityisen paljon järviä on keski- ja itäosissa, missä ns. Järvi-Suomen alueella suuret järvet peittävät lähes puolet monien kuntien kokonaispinta-alasta.

Toisilla alueilla, kuten Inarin takaisessa Lapisissa, on runsaasti pieniä järviä ja lampia. Puhtaana säilyneillä järvillä on tällaisilla alueilla suuri taloudellinen merkitys niin kalastus- ja virkistyskäytön turvaajana kuin juomaveden ja muun käyttöveden lähteenä. Lisäksi järvillä on huomattava maisemallinen merkitys.

Järvien lukumäärän laskeminen on vaikea tehtävä, koska järven määritelmä ei ole yksiselitteinen. Yli 5 aarin järviä on maassamme noin 188 000. Kaikkiaan Euroopassa on noin sata yli 100 km²:n suurjärveä, joista peräti 47 sijaitsee Suomessa. Tyypillisimpiä Suomessa ovat pienet ja matalat lammet ja järvet. Järvien jakautuminen eri suuruusluokkiin on esitetty taulukossa 1.

Suurimmat järvemme ovat Saimaa, Inari ja Päijänne. Järvien pinta-alojen määrittäminen on

Taulukko 1. Suomen järvien jakautuminen eri kokoluokkiin (Raatikainen ja Kuusisto 1988).

Järvien kokoluokka km ²	Lukumäärä	Yhteinen pinta-ala km ²
> 1000	3	3 303
100–1000	44	10 825
10–100	279	7 227
1,0–10	2 283	5 703
0,1–1,0	13 114	3 934
0,01–0,1	40 309	1 330
0,0005–0,01	131 876	341



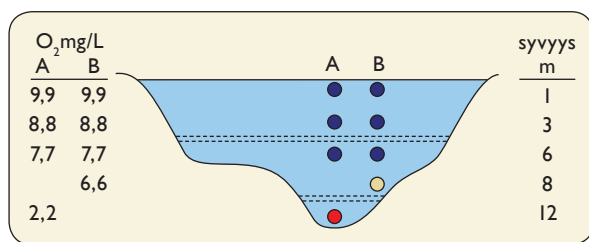
Anne Tarvainen

Pienet metsäjärvet ja lammet muodostavat lukumäärältään pääosan maamme järvistä. Saarijärvi Suomussalmella.

Taulukko 2. Maamme suurimmat (yli 200 km²) järvet. Tiedot perustuvat Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämään järvierekisteriin (10/2006 tiedot).

Nimi	Pinta-ala km ²	Suurin syvyys m
Saimaa	1 377	85,5
Inarijärvi (Ånarjärvri)	1 040	92,0
Päijänne	1 081	94,5
Pielinen	894	61,0
Oulujärvi	887	35,0
Haukivesi	560	55,0
Orivesi	601	74,0
Kallavesi	478	75,0
Keitele	493	66,0
Lokka*	216–417	12,0
Pyhäselkä	361	67,0
Pihlajavesi-Haapaselkä	713	72,0
Puula	331	69,0
Puruvesi	416	61,0
Höytiäinen	283	59,0
Kemijärvi**	130–285	24,0
Näsijärvi	257	61,0
Suvasvesi	234	90,0
Juojärvi	220	51,0
Porttipahta*	34–214	30,0
Yli-Kitka	237	41,2
Karjalan Pyhäjärvi	248 ***	27,0

* tekojärvi tai **voimakkaasti säännöstelty järvi, pinta-alat säännöstelyn alarajalla ja ylärajalla, *** Suomen puolella 207 km².



Kuva 2. Näytteenottoaikojen tarkkan sijainnin merkitys on suuri arvioitaessa järven happitilannetta. Liian matalaan siirtyneessä näytteenotossa alimman syvyyden antama kuva happipitoisuudesta on usein väärä. Jos näytteenottoaikoja A virtauksien tai tuulen vuoksi siirtyy kohtaan B, niin tuloksena on virheellinen kuva sekä syvyydestä että happipitoisuudesta. Näytteenotokohdalla pysyminen tulee tarkistaa rannoilta määritettyjen linjojen, satelliittipaikantimen ja/tai kaikuluotaimen avulla.

haastavaa varsinkin reittijärvissämme. Esimerkiksi Saimaan pinta-alat vaihtelevat 1000–4000 km²:in välillä riippuen siitä, onko erillisiä ja vain kapeiden salmien erottamia järven osia pidetty itsenäisinä järvinä vai suuremman järven osina.

Suurten järvien joukkoon mahtuu meillä myös kaksi tekojärveä, Kemijoen sivujokien Luiron ja Kitisen rakentamisen yhteydessä padotut Lokka ja Porttipahta. Ne vaikuttavat merkittävästi luonostaan vähäjärvisen Kemijoen vesistöalueen säännöstelymahdollisuuksiin ja vesivoiman tuottamiseen.

Luettelo maamme yli 200 km² suuruisista järvistä ja niiden suurimmista syvyyksistä on esitetty taulukossa 2.

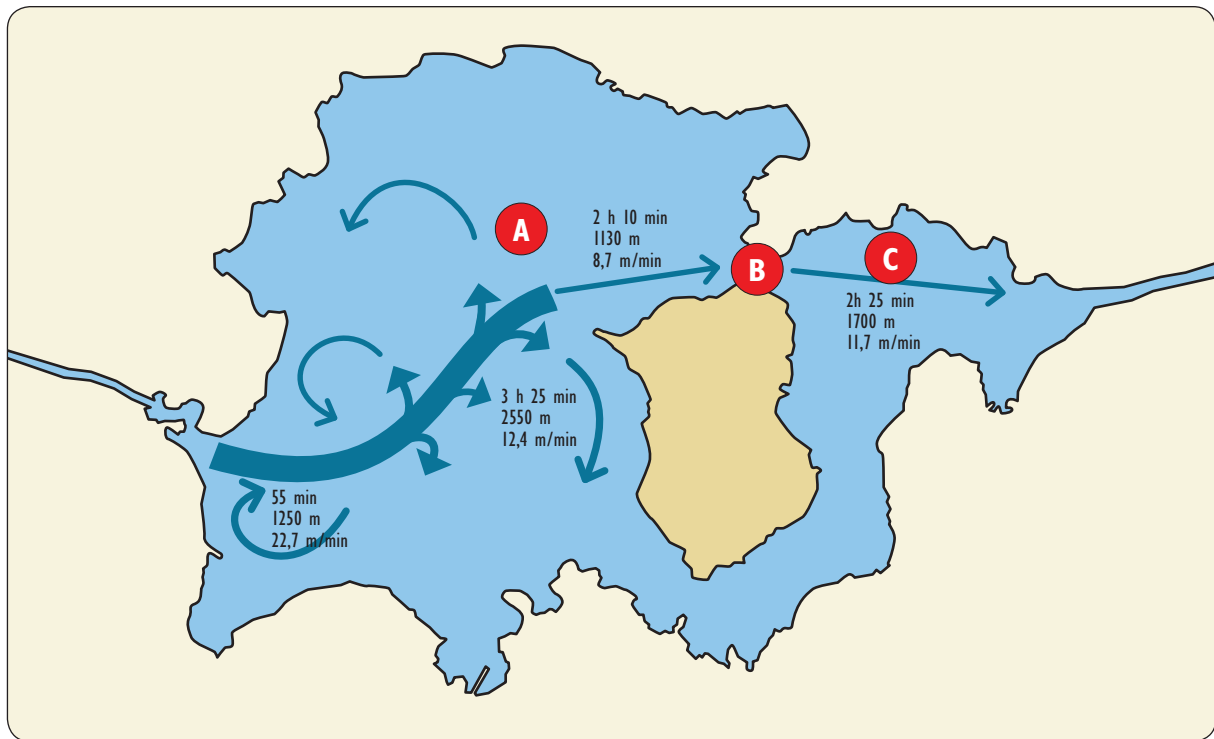
Syvyystiedot voivat hieman muuttua, kun järvien syvyyskarttoitus etenee ja tarkentuu. Suomen järvet ovat keskimäärin varsin matalia ja niiden keskisyvyys on arviolta vain noin seitsemän metriä (mediaanisyyvyys 5,4 m). Syvimmistäkään järvistämme (Saimaa, Inari ja Päijänne) ei löydy yli 100 metrin syvännettä. Vertailuna mainittakoon, että Laatokan syvin kohta on 228 metriä. Järviemme kokonaisuustilavuus on noin 235 km³, mikä on esimerkiksi alle 30 % Laatokan tilavuudesta ja vain noin prosentti maailman tilavimman järven Baikalin vesimäärästä.

Pieni vesitilavuus merkitsee, että vähäisenkin jätevesikuormitus voi huonontaa veden laatua. Toisaalta pienestä tilavuudesta johtuen veden viipymä järvissä on yleensä pieni, keskimäärin vain noin 1–2 vuotta, mitä voidaan pitää puhdistumisen kannalta hyvänä ominaisuutena.

Vaikka järvien vesi näyttäisi seisovan, sisäiset vaakasuorat (horisontaaliset) ja pystysuorat (vertikaaliset) virtaukset pitävät koko ajan veden liikkeessä. Virtausnopeudet ja niiden suunnat voivat vaihdella nopeasti. Vaihtelevuuteen vaikuttavat mm. sää ja sen vaihtelut, vuodenajat ja veden pinnan korkeuden muutokset. Lämpötilasta aiheutuvia virtauksia on selostettu laajemmin järvien lämpötiloutta käsittelevässä luvussa 3.

Vaihtelut ovat suurimpia ja nopeimpia monimuotoisissa, pienehköissä reittivesistöjen järvissä, joiden valuma-alue muodostuu useista ojitetuista pienvesistöistä. Vakaimmat virtausolot ovat hitaasti vaihtuvissa, tuulilta suojatuissa, pienissä järvissä.

Mitä suurempia ja vaihtelevampia virtaukset ovat, sitä suurempi on myös suhteellinen (ts.



Kuva 3. Järven sisäisten virtojen merkitys veden laatuun voi olla merkittävä. Näytteenottoaikat A ja C ovat hitaiden virtausten alueilla, joilla maalta tuleva valunta kuormituksineen

muuttaa veden laatua. Kohde B on kapea alue järven läpivirtauksen alueella, jossa veden virtaama voi olla pyörteistä ja laatu vaihdella huomattavastikin lyhyen ajan kuluessa.

havaintopaikan sisäinen) vedenlaadun vaihtelu näytteenottokohteessa. Veden laatu vaihtelee paitsi hetkellisesti syvyysuunnassa, myös ajallisesti jokaisessa näytteenottosyvyudessa. Tämän vuoksi näytteenottokerran näytesarjaa tai sarjan jotakin syvyyttä ei voi "paikata" uudella näytteenotolla esimerkiksi seuraavalla viikolla. Laadun vaihtelun merkittävyyteen vaikuttaa luonnollisesti edellä mainittu järven oma muutosherkkyys.

Veden laatu vaihtelee järven eri osissa jätevesien, kuivatusvesien tai erilaisilta alueilta purkautuvien jokivesien vuoksi. Näytteenotossa on huomattava havaintopaikan tarkan sijainnin merkitys (kuva 2) ja virtauksista johtuvat mahdolliset järvensisäiset jyrkät vedenlaatumuutokset (kuva 3).

Rantavyöhykkeen näytteenotossa on huomattava, että kasvusto ja alueelle purkautuvat pohjavedet voivat aiheuttaa suuriakin alueellisia laatueroja. Lisäksi paikallisia laatueroja aiheuttaa ojien ja pienten purojen tuoman veden poikkeava laatu.

Rantavyöhykkeen veden laatuun vaikuttavat myös aiemmin mainitut horisontaaliset virtaukset. Kovat tuulet työntävät ulappavesiä rantamatalaan, jolloin veden laatu muuttuu alueelle tyypillisestä laadusta. Tuulet painavat lämpimän pintakerroksen tuulen alapuoliselle rannalle, mutta yläpuolisella rannalla ne aiheuttavat kylmempien vesikerrosten kohoamista. Meren rannikolla nämä erot ovat vieläkin tuntuvampia.

Esimerkit osoittavat, että näytteenotossa kenttäpöytäkirjaan on erityisen huolellisesti kirjattava kaikki mahdolliset poikkeukselliset veden laatuun vaikuttavat tekijät. Näytteenottohetken muistiinpanot tarjoavat luotettavan lähtökohdan esimerkiksi tutkimustuloksista mahdollisesti myöhemmin löydettävien ristiriitaisuuksien selvittämiseen. Muistiinpanot on tehtävä heti, eikä vasta päivän päätyttyä laboratorioissa.



1
Juha Kauhanen

Joet

Maamme alueella virtaa vesiä yhteensä 74 vesistöalueella. Niiden koko vaihtelee pienistä rannikkoalueen lähes järvettömistä vesistöalueista aina laajoja alueita kattaviin, runsasjärvisiin suurvesistöihin. Samalla tavalla vaihtelevat vesistöalueiden laskujokien virtaamatkin (taulukko 3).

Joet ja vuolaat virrat poikkeavat luonteeltaan täysin järvistä. Joki kuljettaa vettä koko ajan alaspäin kohti merta ja veden pyörteisyys johtuu veden virtausnopeudesta ja sen kulloisestakin putouk korkeudesta. Pyörteisyys ja veden jatkuva vaihtuvuus antavat omat piirteensä myös näytteenotolle.

Näytteenottajan tulee muistaa, että virratessaan uomassaan jokivesi kuormittuu luonnontilaisilla-kin alueilla ja ilman ihmistoimintojen suoraa vaikutusta.

Alkulähteellään jokivesi voi olla täysin kirkasta pohjavettä tai ehkä lähteen ympärillä olevan suon humuksen tai maaperästä huuhtoutuvan raudan värjäämää. Jokeen laskee myös oja- ja purovesiä, joiden laatu vaihtelee. Uomassa virtaava vesi kuluttaa mekaanisesti uoman pohjaa. Näin syntyvä luontainen ainevirtaama suurenee virran voimakkuuden lisääntyessä. Myös joen kasvustot vaikuttavat osaltaan veden laatuun. Jokiveden laatu muuttuu niin mineraaliaineksen kuin orgaanisen kuormituksenkin osalta ylävirralta alavirtaan mentäessä.

Erityisesti jätevesipäästöt muuttavat nopeasti purkupaikan veden laatua ja vaikutusalueensa eliöstöä. Myös maa- ja metsätaloudesta aiheutuva hajakuormitus muuttaa joen tilaa. Muutettujen vesistöjen rakentaminen, joihin liittyy tavanomaisesti myös vesivoimalaitosten käyttö, on merkityksellinen tekijä arvioitaessa veden laadun ja eliöstön muuttumisen syitä.

Näytteenoton periaate voidaan tiivistää yhdeksi lauseeksi: Ota aina näytteet puhtaasta likaisempaan päin (kuva 4). Näin menetellen vähennät näytteenottimen likaantumisen mahdollisia vaikutuksia seuraavina otettaviin näytteisiin. Peri-



2
Anne Tarvainen



3
Tero Pajukallio

Erilaiset joet halkovat maisemaamme:

1. Vantaanjoen Ruutinkoski.
2. Vieremän Teerijoki.
3. Tornionjoki keväisen tulvan aikana.

Taulukko 3. Suomen suurimmat vesistöalueet (Ekholm 1992).

Vesistöalue	Pinta-ala km ²	Järvisyys %	Laskupaikka	Keskivirtaama m ³ /s (1961–1990)
Vuoksi	68 501	19,8	Laatokka	596 (Tainionkoski)
Kemijoki	51 127	4,3	Perämeri	553 (Isohaara)
Tornionjoki	40 131	4,6	Perämeri	387 (Karunki)
Kymijoki	37 159	18,3	Suomenlahti	300 (Anjala)
Kokemäenjoki	27 046	11,0	Selkämeri	231 (Harjavalta)
Oulujoki	22 841	11,5	Perämeri	259 (Merikoski)
Teno	14 891	3,1	Jäämeri	177 (Alaköngäs)
Paatsjoki	14 512	12,4	Jäämeri	153 (Kaitakoski)
Iijoki	14 191	5,7	Perämeri	181 (Raasakka)

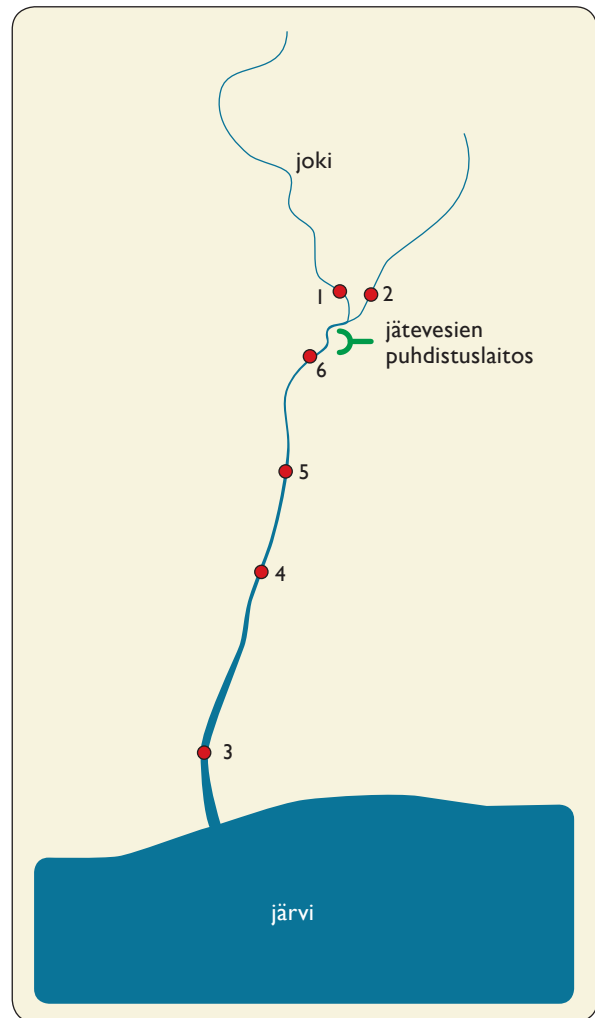
aate on erityisen tärkeä jokivesien näytteenotossa. Kuormittamattomassa jokivesistössä näytteet otetaan latvoilta alavirtaan päin. Jos jokeen tulee kuormittavia purkuvesiä, on näytteet otettava ensiksi latvoilta kuormitettuun kohtaan saakka, ja sen jälkeen näytteenottoa on jatkettava alavirralla vastavirtaan purkukohtaa kohti.

Suurten jokireittien näytteenotto on harkittava tapauskohtaisesti pitäen pääsääntönä puhtaasta likaisempaan päin -periaatetta.

Suuret joet ja vuolaat vesireitit eroavat huomattavasti pienemmistä virtavesistä. Yleensä vuolaalla vesireitillä virtaa suurehkoja vesimääriä. Paikoitellen virtaus on hitaampaa, ja joesta muodostuu virtaavien paikkojen, suvantojen ja jopa lämpötilaltaan kerrostuvien välijärvien kokonaisuus. Näytteenoton kannalta kokonaisuus koostuu joista ja järivistä. Vesinäytteillä tulee kuitenkin saada kuva koko suuren kokonaisuuden tilasta ja muutoksista. Tiedonhankinta nopeasti vaihtuvista vesimassoista asettaa näytteenotolle erityisiä vaatimuksia. Erilaiset ratkaisumallit tulee pohtia jo etukäteen.

Työskentelyn laadullisen tason varmistamiseksi on tärkeätä, että näytteenottaja tietää tutkimuksen tarkoituksen ja varsinkin näytteenottoon liittyvät keskeiset ongelmakohdat. Näitä voivat olla mm.:

- alueelle purkautuu kuormitusta useista erilaisista lähteistä (yhdyskuntajätevedet, teollisuusviemärit, tulvaojat pelloilta jne.)
- kuormittavien vesien laatu poikkeaa joen peruslaadusta (erittäin ravinnerikkaat jätevedet puhdistamoilta, happamat päästöt teollisuudesta jne.)
- mahdollinen sisäinen kuormitus syvissä joen suvannoissa ja varsinkin järvioltaissa,



Kuva 4. Näytteenottojärjestys tutkittaessa kuormitettua jokea. Näytteenotto aloitetaan puhtailta havaintopaikoilta (1 ja 2) luotettavan vertailun saamiseksi, sitten siirrytään ottamaan näytteet joen kuormitetulta alueelta. Ensin näytteet otetaan oletettavasti puhtaimmista havaintopaikoilta (3 ja 4) ja viimeisenä likaisimmista paikoilta (5 ja 6).

joissa voivat vaikuttaa mm. aikaisemmat teollisuuspäästöt

- veden korkeuden ja virtaaman suuret (vuorokautisetkin) vaihtelut säännöstellyissä vesistöissä
- näytteenottoa haittaavat ulkoiset tekijät, kuten virran vuolaus, kosket ja heikot jäät
- näytteenottoa vaikeuttavat rakenteet, kuten rakennetut penkereet ja puomit
- muut poikkeukselliset virtaukset uomassa.

Sillat ja laiturit ovat hyviä näytteenottoa palvelevia rakenteita. Näytteitä otettaessa tulee kuitenkin ottaa huomioon:

- rakenteissa olevan likaisuuden tuoma kontaminaatiovaara (kura, maantiesuola, kyllästysaineet)
- näytteenoton vaikeudet, kuten näytteenotussyvyyden arviointi
- työturvallisuustekijät.

Silta, laituri tai muu kiinteä rakenne ei kuitenkaan saa houkutella ottamaan näytteitä edustavamman näytteenottokohdan sijaan.

Näytteenotto sekoittumisalueilla vaatii tapauskohtaista arviota. Alueen keskimääräistä (edustavaa) laatua kuvaavien näytteiden otto saattaa olla jopa mahdotonta. Sekoittumisalueita ovat esimerkiksi suurten jokien purkualueet meressä sekä viemäreiden ja kuivatusvesien purkukohteen joet ja järvet. Näissä tapauksissa korostuu edelleen tarkan näytteenottopöytäkirjan pitäminen mm. silmävaraisista sekoittumishavainnoista.

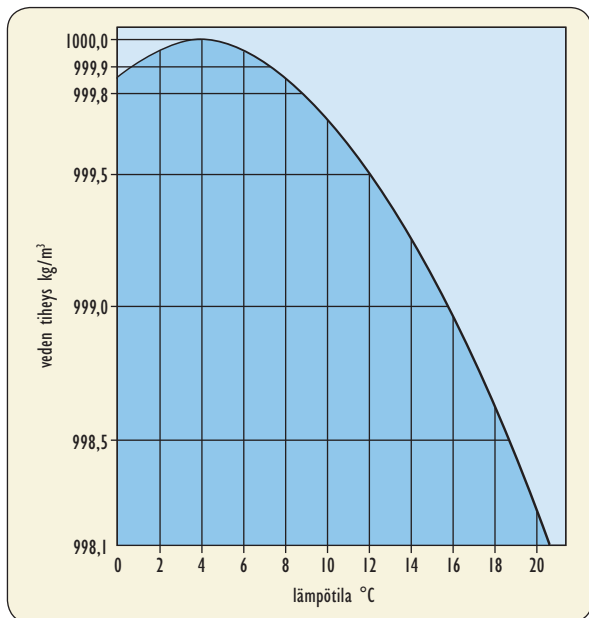
Merialueelle leviävä vähäsuolainen, mutta hyvin kiintoainespitoinen jokivesi ulottuu erittäin tarkkarajaisena, pyörteisenä virtausalueena useita kilometrejä merialueelle päällysveteen. Tuulet ja merivirrat muokkaavat leviämisen kokoa ja muotoa. Tällaisen purkualueen näytteenotto edellyttää kohteen tarkkaa havainnointia ja kirjaamista kenttäpöytäkirjaan.

Kaivannoissa, ojissa ja keinotekoisissa uomissa on vaikeutena näytteenotossa vesimäärän vähäisyys ja pohjasedimentin läheisyys näytteenottimeen. Näytteet otetaan suoraan näyteastioihin, tai käytetään tähän tarkoitukseen kehitettyjä erityisiä apuvälineitä.

3 Järven lämpötalous

Seuraavissa luvuissa käydään läpi keskeisimmät järvitutkimuksen kohteet, jotka ovat toisiinsa keskinäisessä kytkennässä: järven lämpötalous, kaasutalous ja ravinnetalous. Lisäksi käsitellään vesistöjen rehevöitymistä ja eliötoimintaa lyhyesti.

Tärkein vesistöjen lämmönlähde on niihin suoraan kohdistuva auringon säteily. Vähäisemmässä määrin vesistön lämpötilaa kohottaa maasta ja ilmasta purkautuva lämpöenergia; esimerkiksi järven pohjaan purkautuva lähde nostaa talvella järviveden lämpötilaa. Lämpöä vähentäviä tekijöitä ovat poissäteily, haihtuminen ja lämmön johtuminen ilmaan ja maahan. Vesistöjen läpivirtaukset ovat myös merkittäviä lämmön vähentäjiä varsinkin kesäaikana.



Kuva 5. Puhtaan nestemäisen veden tiheyden riippuvuus lämpötilasta.

Järven lämpötaloudessa voidaan erottaa neljä vaihetta, jotka seuraavat vuodenaikojen rytmiä. Ennen kuin näitä tarkastellaan yksityiskohtaisemmin, on syytä esitellä eräs tärkeä veden ominaisuus ja samalla omalaatuisuus: nestemäisen veden tiheyden riippuvuus lämpötilasta (kuva 5).

Vesi esiintyy luonnossa kolmessa eri olomuodossa: kaasumaisena (vesihöyry), nestemäisenä (vesi) ja kiinteänä (jää). Olomuodon ratkaisee kulloinkin vallitseva ilman lämpötila ja ilmanpaine. Yleensä aineiden tiheys kasvaa siirryttäessä kaasumaisesta olomuodosta nesteen kautta kiinteään olomuotoon. Vesi on tässä suhteessa poikkeus.

Veden jäähtyessä sen tiheys kasvaa ja maksimitiheys ($1\,000\text{ kg/m}^3$) saavutetaan jo $+4\text{ °C}$ lämpötilassa. Kun veden jäähtyminen jatkuu $+4\text{ °C}$ alapuolelle, tiheys alkaa hitaasti vähentyä, toisin sanoen tilavuus kasvaa. Vesi jäätyessään laajenee noin 9 %:lla ja jään tiheys 0 °C lämpötilassa on n. 917 kg/m^3 .

Lämpötilayksikköä vastaava tiheysero on neljän asteen lähettyvillä vähäinen, mutta suurenee lämpötilan kasvaessa. Veden tiheysmaksimin poikkeuksellisuudella on hyvin suuri merkitys vesistöjen lämpötiloille ja siten myös niiden biologialle.

Kevättäyskierto

Jonkin aikaa jäidenlähdön jälkeen koko vesipatsas on pinnalta pohjaan asti jokseenkin tasalämpöistä. Heikkokin tuuli pystyy sekoittamaan vesimassaa ja saa sen kiertämään aina pohjaa myöten. Tätä järven tilaa nimitetään kevättäyskierroksi.

Keväinen täyskierto tapahtuu suurissa järvissä jo jään alla. Se alkaa viimeistään silloin, kun koko vesimassa on lämmitetty $+4\text{ °C}$:n lämpötilaan, jolloin vesi on siis ominaispainoltaan



Esko Kuusisto

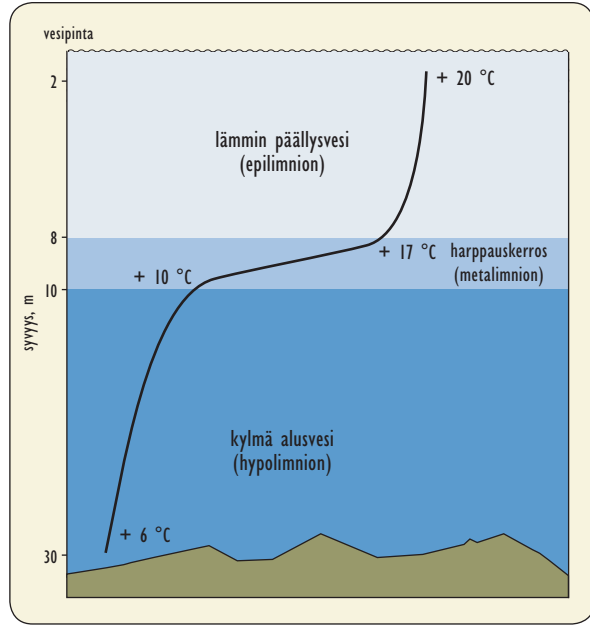
Jäidenlähtö on aina merkittävä tapahtuma vesistöissä. Pitkän talven jälkeen vedet sekoittuvat tehokkaasti ja erityisesti happitilanne paranee.



Juha Kauhanen

Syysmyrskyt kierrättävät ja ilmastavat koko vesimassan tehokkaasti.

raskainta. Tämän jälkeen auringon säteily lämmitää eniten vesipatsaan yläosaa ja saa siellä aikaan veden tiheyden pienenemisen. Lämmennyt vesi pyrkii tästä syystä kerrostumaan syvällä olevan kylmemmän ja siis raskaamman veden päälle. Lähellä +4 °C:n lämpötilaa yhtä astetta vastaava tiheysero on kuitenkin varsin pieni, ja tästä syystä



Kuva 6. Esimerkki tavanomaisista veden lämpötiloista järven eri vesisyvyyksissä kesäkerrostuneisuuden aikana.

pienikin tuuli pitää helposti yllä täyskiertoa niin kauan, että syvälläkin olevat vesikerrokset ehtivät lämmetä.

Lämpötilan kohotessa yhtä astetta vastaava tiheysero kasvaa jyrkästi, ja lämpenevällä pinta-vedellä on yhä voimakkaampi pyrkimys asettua kerrokseksi kylmemmän syväveden päälle. Tyyneenä lämpimänä kautena vesipatsaan pintaosaan syntyykin helposti lämpimän veden kerros, jonka tiheys eroaa jo siinä määrin syvällä olevan kylmemmän veden tiheydestä, että täyskiertoa ei enää tapahdukaan.

Kesän myötä vesipatsaan yläosa lämpenee edelleen, ja pintakerroksen ja syväveden tiheysero kasvaa. Tiheysero on yleensä suurimmillaan keskikesällä. Silloin kylmin ja tihein vesi on lähinnä pohjaa ja lämpimin ja kevein vesi lähinnä pintaa. Tästä tilasta käytetään nimitystä kesäkerrostuneisuus.

Kesäkerrostuneisuuden vallitessa vesi on syvissä järvissä selvästi jakaantunut kolmeen eri kerrokseen (kuva 6). Ylinnä oleva suhteellisen tasalämpöinen, lämmin vesikerros on nimeltään päällysvesi (epilimnion). Tämän alla on vesikerros, jossa lämpötila syvyyden lisääntyessä jyrkästi laskee. Tämä on harppauskerros (metalimnion). Alinna on jälleen suhteellisen tasalämpöinen kylmä alusvesikerros (hypolimnion).

Matalat järvet ovat kokonaisuudessaan päällysvettä. Harppauskerros asettuu eri järvissä eri

syvyyteen riippuen mm. siitä, kuinka tuulet pääsevät vaikuttamaan. Suojaisissa harjulammissa ja myös suojaisissa humusjärvisissä harppauskerros voi löytyä jo 2–3 metrin syvyydestä, mutta aavoilla suurten järvien selillä se saattaa alkaa vasta 15 metrin syvyydessä.

Syystäskierto

Päällysvesi on koko kerrostuneisuuskauden ajan tuulten vaikutuksen alainen ja jatkuvassa kierrossa. Viiletessään päällysvesi vetää kiertoon mukaansa vastaavan lämpöisen osan harppauskerrosta. Päällysvesi ulottuu vähitellen syvemmälle, jolloin alusveden ja päällysveden välinen tiheusero pienenee ja kerrostuneisuuden vakavuus vähenee. Lopulta tuuli saa yliotteen ja murtaa kerrostuneisuuden. On alkanut syksyinen täyskierto. Käytännössä täyskierto alkaa viimeistään päällysveden jäähtyttyä noin kymmenen asteen lämpöiseksi.

Talven lähestyessä ilmat kylmenevät ja vesi jatkaa jäähtymistään täyskierrossa. Pinnalla jäähtyvä vesi saa suuremman tiheyden kuin alapuolinen vesimassa. Pystysuorat konvektiovirtaukset pitävät täyskiertoa yllä vaikkei tuulisikaan.

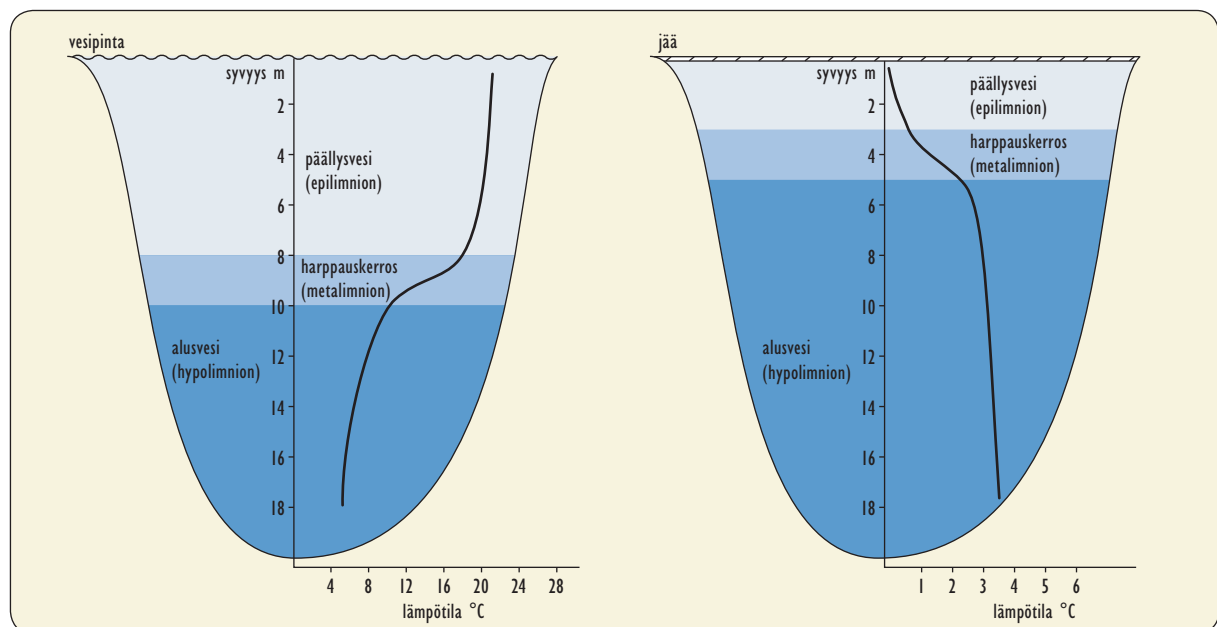
Täyskierto jatkuu, kunnes jäähtyvä vesi on saavuttanut +4 °C lämpötilan, jossa veden tiheys on maksimissaan. Tämän jälkeen pintakerroksen

tiheys alkaa jäähtymisen jatkuessa pienentyä. Seurauksena on luonnollisesti pyrkimys termisen kerrostuneisuuden syntymiseen, tällä kertaa kuitenkin siten, että kevyempi kylmä vesi kerrostuu raskaamman ja lämpöisemmän veden päälle.

Tiheuserot ovat näissä lämpötiloissa vähäisiä, ja heikkokin tuuli pystyy pitämään täyskiertoa yllä. Kun koko vesipatsas on saavuttanut maksimiheitensä lämpötilan, +4 °C, veden pinta voi jäättyä minä tahansa tyynenä riittävän kylmänä pakkasyönä. Loppusyksyn sääolot ratkaisevat, mikä tulee olemaan koko jäänalaisen vesipatsaan lämpötila. Vesi voi jatkaa jäähtymistään vielä jonkin verran +4 °C:n alapuolelle.

Talvikerrostuneisuus

Jääpeitteen muodostuttua tuulet eivät enää pääse sekoittamaan vesikerroksia. Niinpä jäätymis-hetkellä vallinnut lämpötilanne jää pysyväksi ja kestää lähes jäidenlähtöön asti. On syntynyt talvikerrostuneisuus. Siinä lämpötila kasvaa syvyyden lisääntyessä, ja siksi sitä nimitetään usein käänteiseksi kerrostuneisuudeksi. Myös talvikerrostuneisuuden aikana vesipatsaasta voidaan erottaa päällysvesi, harppauskerros ja alusvesi. Kerrostuneisuus ei kuitenkaan ole yhtä selvä kuin kesällä. Tavallisesti harppauskerros on talvella huomattavasti lähempänä pintaa kuin kesällä (kuva 7).



Kuva 7. Kesäinen (vasemmalla) ja talvinen (oikealla) kerrostuneisuus.

4 Järven kaasutalous

Ilmakehästä veteen liukenevista kaasuista tärkein on happi. Se on vesien elämää säätelevistä tekijöistä määräävin. Happipitoisuus ratkaisee useimmissa luonnonvesissä kulloinkin esiintyvän bakteri-, pohjaeläin- ja kalayhteisön lajistollisen koostumuksen sekä määrän. Vesistöjen likaantuminen näkyy matalissa järvissämme erittäin nopeasti nimenomaan happitalouden yleisenä heikkene misenä.

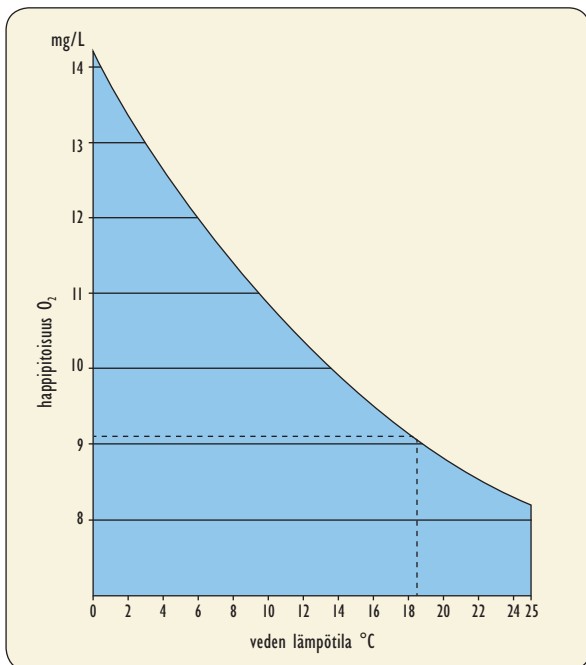
Vesistö, järvi tai joki, voi saada happea kolmea eri tietä. Pääasiällisin hapenlähde on ilmakehä, jonka happipitoisuus on noin 21 tilavuusprosenttia. Happea liukenee ilmakehästä veteen avovesikautena

ilmakehän ja veden rajapinnoilla. Liukeneminen riippuu kulloinkin vallitsevasta ilmanpaineesta ja veden lämpötilasta. Ilmanpaineen vaikutus on Suomen vähäisistä maanpinnan korkeuseroista johtuen pieni eikä sitä ole otettu huomioon maasamme tehdyissä käytännön vesitutkimuksissa. Sen sijaan veden lämpötila vaikuttaa hapen liukenemismääriin erittäin merkittävästi.

Koko vesimassan happitäydennys tapahtuu keväällä ja erityisesti syksyllä täyskiertojen aikana. Syyskierto kestää pitkään ja koko vesimassa ennättää ilmastua. Happipitoisuudet ovatkin syystäyskierron loppuvaiheessa yleensä lähellä kulloisenkin lämpötilan edellyttämää teoreettista maksimia.

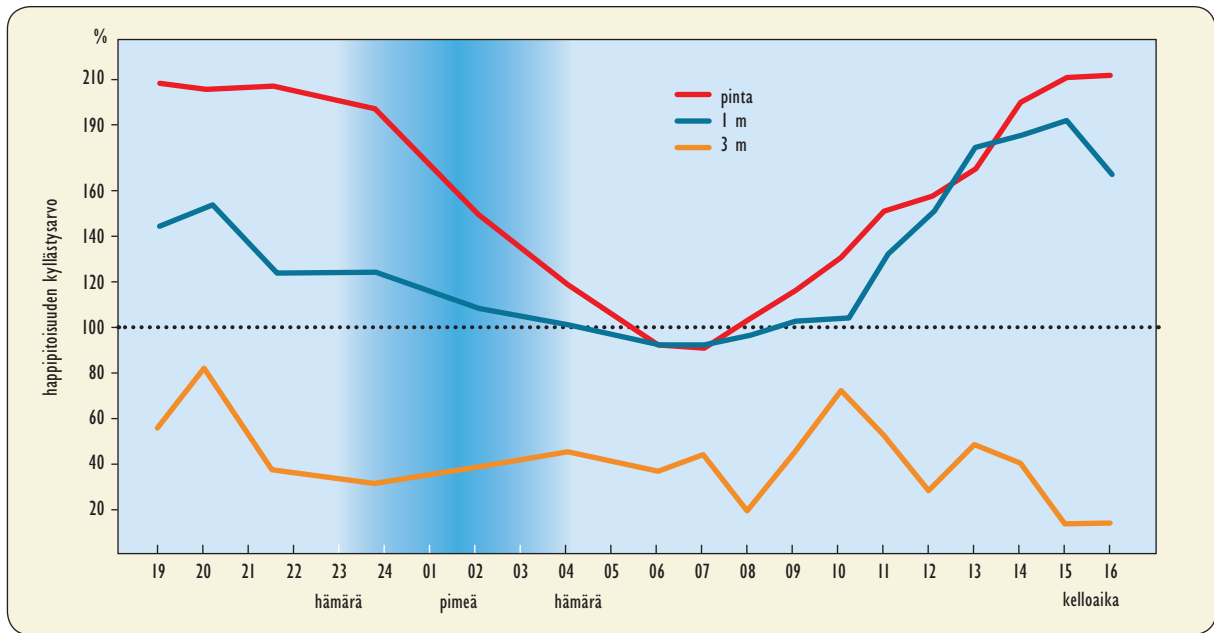
Veden happipitoisuus ilmaistaan yleensä milligrammoina litraa kohti [1 milligramma (mg) = 0,001 grammaa (g)]. Seuraavassa taulukossa on esitetty eräitä veden lämpötiloja sekä niitä vastaavat teoreettiset hapen liukenemismäärät eli ns. 100 % kyllästysarvot:

lämpötila °C	happea mg/L
0,0	14,2
5,0	12,4
10,0	10,9
15,0	9,8
20,0	8,8
25,0	8,1



Kuva 8. Puhtaaseen veteen liunneen hapen määrän riippuvuus veden lämpötilasta.

Veden hapenkyllästysarvot pienenevät veden lämpötilan noustessa. Tämä ei kuitenkaan tapahdu suoraviivaisesti. Kuvan 8 perusteella voidaan arvioida eri lämpötiloja (0–25 °C) vastaavat hapen liukenemismäärät 0,2 mg:n tarkkuudella ja esimerkkinä on 18,5-asteisen veden kyllästysarvo, joka on 9,1 mg/L.



Kuva 9. Happipitoisuuden vuorokausivaihtelut lämpiminä kesäaikana rehevässä järvessä. Tilanne on mitattu Lappeenrannan Haapajärvessä.

Jotta eri lämpötiloissa määritettyjä happitiloksia voitaisiin paremmin verrata keskenään, ilmoitetaan happianalyysien tulokset milligramma-arvojen lisäksi myös ns. kyllästysprosentteina, jotka ilmaisevat, kuinka monta prosenttia näytteen happimäärä (mg/L) on tietyn lämpötilan edellyttämästä teoreettisesta kyllästysarvosta (mg/L).

Kuvan 8 esimerkissä kyllästysarvo laskettiin seuraavasti: näytteestä, jonka lämpötila oli 18,5 °C, määritettiin liuennut happi ja saatiin tulokseksi 8,8 mg/L. Kuvasta 8 nähdään, että 18,5-asteinen vesi sisältää normaalipaineessa 9,1 mg/L happea. Laskemalla, kuinka monta prosenttia 8,8 on 9,1:stä saadaan hapen kyllästysarvo. Tulos ilmoitetaan 1 %:n tarkkuudella. Tässä tapauksessa hapen kyllästysarvo on 97 %.

Toinen liuenneen hapen pitoisuuksia lisäävä tapahtuma on perustuotanto eli vesistön mikroskooppisen pienten kasvien (levät) ja suurkasvillisuuden (makrofytyt) yhteyttäminen.

Yhteyttämisessä, fotosynteesissä, lehtivihreälliset kasvit muodostavat hiilidioksidista ja vedessä olevista erilaisista ravintuesuoloista valoenergian avulla orgaanista ainesta. Perustuotannossa vapautuu happea sitä runsaammin, mitä enemmän hiilidioksidia sitoutuu ts. mitä voimakkaampaa

fotosynteesi on. Vapautunut happi liukenee ympäröivään veteen.

Varsinkin runsasravinteisten asutusjätevesien aiheuttamissa vesistöjen likaantumistapauksissa levätuotanto lisääntyy voimakkaasti, jolloin päivän valoisana aikana veteen saattaa liueta huomattavasti kyllästysarvon ylittäviä määriä happea (kyllästysprosentti on tällöin yli 100).

Kuva 9 esittää happitilannetta erittäin rehevässä Lappeenrannan Haapajärvessä heinäkuussa vuorokauden eri aikoina.

Happea vapautuu vuorokauden valoisana aikana. Pimeällä vallitsevana tapahtumana on levien hengitys (käänteinen reaktio fotosynteesille), jolloin happea kuluu ja ”palamistuloksena” syntyy hiilidioksidia. Tähän liittyy oleellisesti myös heterotrofisten bakteerien orgaanisen aineen hajotustoiminta. Mitä rehevämpi järvi on, sitä suuremaksi muodostuu vuorokauden aikana mitattujen liuenneen hapen maksimi- ja minimipitoisuuksien välinen ero.

Tuloksia tulkittaessa on siis erittäin tärkeää tietää, mihin vuorokauden aikaan happinäyte on otettu. Jatkuvien seurantojen näytteenotossa tulisi vertailukelpoisuuden parantamiseksi pyrkiä vuodesta toiseen täysin samoihin näytteenottoaikoihin, erityisesti hyvin rehevissä vesistöissä.

Vesistö saa happea myös runsashappisten lisävesien, erityisesti sulamisvesien mukana. Niiden merkitys likaantuneiden vesistöjen happitilanteen parantajana on suurin matalissa vesistöissä.

Happi on vesien elämää rajoittavista tekijöistä tärkein. Esimerkiksi kalat hengittävät kiduksiensa avulla ja ottavat kaiken toimintoihinsa tarvitsemansa hapen vedestä. Jos happitilanne jollakin alueella käy kestäättömäksi, eivätkä kalat pysty pakenemaan, ne tukehtuvat.

Kalojen käyttäytyminen ennen kuolemaa on seuraava:

- Aluksi hengitysrytmi tihenee,
- Useat pohjan lähellä elävät kalat (kuha, lahna) nousevat pintaan uimaan,
- Pinnemmassa uivat kalat (salakka, siika) hyppivät ilmaan,
- Eräät kalat pyrkivät jopa rannalle tai avannosta jälle (hauki),
- Lopuksi kuolevat kramppiin kiduskannet harottaen ja suut avoinna.

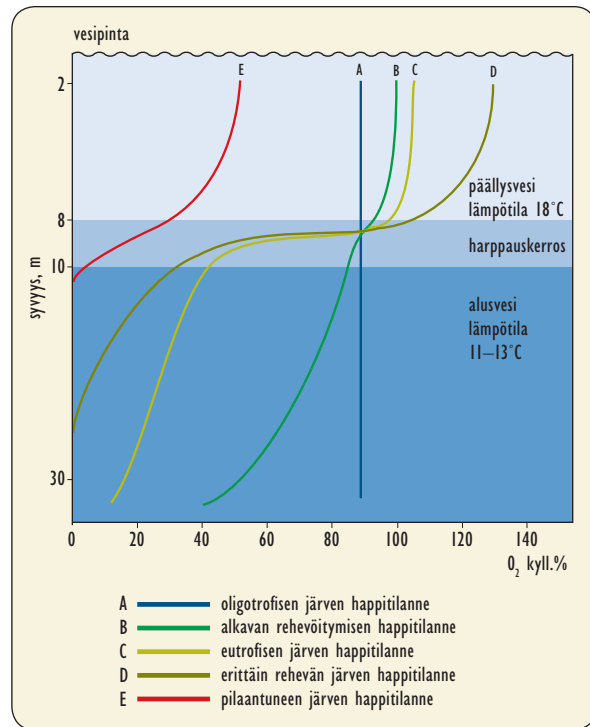
Eri kalalajit tarvitsevat happea eri määriä. Seuraavassa esitetään eräitä kirjallisuudessa mainittuja kalojen happirajoja (hapen vähimmäispitoisuuksia) 10–14 °C lämpötilassa:

kalalaji	happipitoisuus mg/L
taimen	4,0
siika	3,5
muikku	3,5
hauki	2,2
kuha	2,0
ahven ja särki	1,2–1,5
lahna	1,2–1,5
ruutana	0,6

Arvot ovat vain suuntaa-antavia. Etenkin kalojen mädin kehitys edellyttää paljon esitettyä korkeampia happipitoisuuksia. Samoin huonon happipitoisuuden sieto riippuu siitä, minkä ajan kala joutuu kyseisessä vedessä olemaan.

Kuvassa 10 tarkastellaan tavallisimpien järvi-tyyppien happitilannetta sekä luonnontilassa että jätevesien kuormittamana. Kaikki esimerkit ovat kesällä lämpötilaltaan kerrostuneista järivistä.

Kuvassa 10 käyrä A esittää kaavamaisesti, millainen happitilanne vallitsee kesällä puhtaassa, kirkaassa ja melko syvässä järvestä (esim. Puruvesi, Inari, Puulavesi, Pielinen sekä Päijänteen ja Saimaan puhtaat osat).



Kuva 10. Happitilanne erilaisissa järvisissä kesäkerrostuneisuuden aikana.

Koska vesistö on riittävän syvä, lämpötilakerrostuneisuus on päässyt syntymään. Ylimpänä on noin 18-asteinen pölyvesi, pohjanläheisen veden eli alusveden lämpötila on 11–13 °C. Näiden välissä on harppauskerros. Happitilanne on hyvä kaikissa vesikerroksissa. Eniten happea on aivan pölyveden yläosassa. Pitoisuudet pienevät tasaisesti kohti pohjaa. Sielläkin on happea noin 80 % lämpötilan edellyttämästä teoreettisesta maksimiarvosta.

Käyrä C esittää (puhtaan) runsasravinteisen (eutrofisen) järven happitilannetta. Runsaamman ravinnepitoisuutensa ansiosta järven pölyvesi pystyy tuottamaan enemmän kasviplanktonia kuin vähäravinteisen järven pölyvesi. Suuremman yhteyttämistoiminnan vuoksi pölyvedeen vapautuu enemmän happea kuin sieltä ennättää veden ja ilman rajapinnasta haihtua pois. Näin syntyy hapen ylikyllästystä.

Kasviplanktonin kuollessa se alkaa vajota ja samalla alkaa bakteeritoiminnasta johtuva hajoaminen ja hapettuminen. Kun kuollut plankton vajoaa harppauskerrokseen, jossa lämpötilan lasku ja siitä johtuva veden tiheyden lisääntyminen ovat

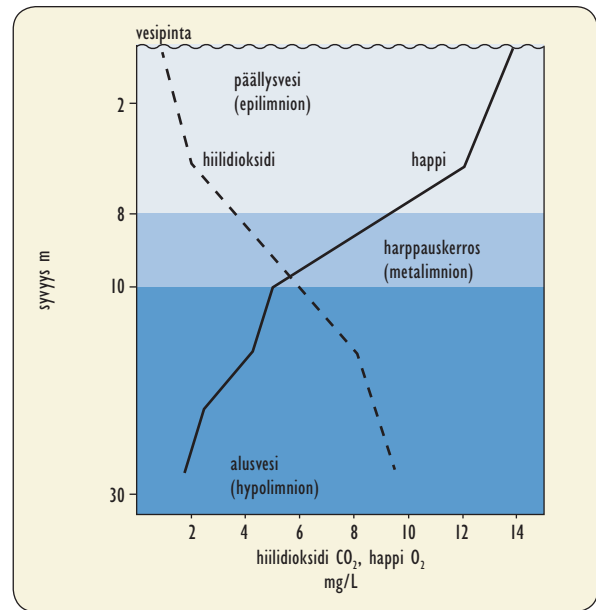
suurimmillaan, sen vauhti hidastuu harppauskerroksessa. Kuolleen planktonin ja muun vajoavan orgaanisen aineen hajoaminen kuluttaa runsaasti happea. Hajoaminen alkaa jo päällysvedessä, mutta sen happea vähentävä vaikutus alkaa näkyä vasta harppauskerroksessa. Happikäyrän laskun jyrkin osa onkin yleensä harppauskerroksessa.

Kun järveen on jonkin aikaa johdettu jätevesiä, niin esim. oligotrofisen eli karun järven (käyrä A) ravinnepitoisuus kasvaa, ja kehitys alkaa nopeasti kulkea kohti eutrofisen järven (C) happitilannetta. Kehitystä nopeuttaa se, että usein jätevedet valuvat raskaampina suoraan alusveteen. Happipitoisuus laskee nopeasti varsinkin pohjalietteen lähellä.

Eutrofisessa eli runsasravinteisessa järvessä tilanne jo luonnostaan on heikompi. Jätevedet lisäävät planktonituotantoa entisestään, ja seurauksena on käyrän D esittämä tilanne. Päällysvedessä yhteyttämistoiminta nostaa happipitoisuuden päiväsaikaan huomattavasti yli 100 %:n kyllästysarvon. Harppauskerroksessa hapen määrä pienenee voimakkaasti, ja alusvedessä on jo täydellinen happikato.

Käyrä E kuvaa täysin pilaantuneen järvenosan happitilannetta. Happivajaus on suuri jo päällysvedessä ja heti harppauskerroksesta alkaa täysin hapeton tila. Hapettomuuden vallitessa alusveteen alkaa kehittyä pelkistyneitä yhdisteitä, kuten metaania ja rikkivetyä. Kun nämä aineet täyskierron yhteydessä joutuvat yhteen hapellisen päällysveden kanssa, ne riistävät happea voimakkaasti ja saattavat kuluttaa koko päällysveden happivaraston loppuun. Keväiset kalojen joukkokuolemat ovatkin usein tällaisen täyskierron yhteydessä syntyvän hetkellisen hapettomuuden seurauksia.

Jokaisella järvellä on oma luonteenomainen happikerrostuneisuusutensa johon vaikuttavat suuresti järven fysikaalis-kemialliset ominaisuudet, kuten lämpötila, ravinnepitoisuus ja humuspitoisuus. Myös järvioltaan muoto ja varsinkin syvyysuhteet vaikuttavat happitilanteeseen. Puhtaasti hydrologiset tekijätkin voivat aiheuttaa eri vuosina erilaisia happitilanteita. Pienien humusjärvillä



Kuva 11. Happi- ja hiilidioksidipitoisuudet kerrostuneessa järvessä.

alusveden hapettomuus talvella ja kesän kerrostuneisuuden aikana on yleistä johtuen liuenneiden orgaanisten aineiden hajotuksesta.

Orgaanisen aineen perustuotanto on huomattavimmalta osaltaan lehtivihreällisten kasvien fotosynteesiä. Hiilen lähteenä levät käyttävät veteen liunnutta hiilidioksidia ja bikarbonaatteja. Vapaa hiilidioksidia liukenee veteen ilmakehästä sekä kasvien ja eläinten hengityksestä. Hiilidioksidia vapautuu veteen varsinkin bakteerien hajottaessa orgaanista ainesta.

Hajotustoiminnan seuraukset ovat selvemmin havaittavissa alusvedessä. Lämpötilaltaan kerrostuneen järven happi- ja hiilidioksidipitoisuuksia kuvaavat käyrät muodostavat usein ristikuvion (kuva 11). Päällysvedessä fotosynteesi kuluttaa hiilidioksidia orgaanisen aineen tuottamiseen, ja ympäröivään veteen vapautuu happea. Alusvedessä hajotustoiminta "polttaa" happea ja lopputuloksena syntyy hiilidioksidia.

5 Järven ravinnetalous

Vesistöjen vesi ei ole luonnontilaisillakaan alueilla kemiallisesti täysin puhdasta, vaan siihen on aina liennut tai sekoittunut maaperästä ja ilmasta pieniä määriä eri aineita. Oman ryhmänsä muodostavat ravinteet eli ne aineet, joiden pitoisuudet suoranaisesti vaikuttavat vesistön perustuotannon määrään.

Ravinteita joutuu vesistöihin luontaisesti maaperästä huuhtoutumalla ja toisaalta ihmistoiminnan seurauksena. Jätevesien ohella vesistöjen ravinnepitoisuuksia lisää hajakuormitus, erityisesti huuhtoutumat pelloilta. Myös ilmaperäisen laskeuman mukana tuleva kuormitus voi olla merkittävä. Rehevyyden kannalta tärkeimpiä ravinteita ovat fosfori ja typpi.

Levämassassa typen ja fosforin painosuhde on noin 7:1. Tämä merkitsee sitä, että fotosynteesissä tarvitaan yhtä sitoutunutta fosforigrammaa kohti 7 grammaa typpeä. Esimerkiksi, jos tietyssä vesimäärässä on leville käyttökelpoista fosforia 1 gramma ja typpeä vain 4 grammaa, typpi on tuotantoa ensisijaisesti rajoittava minimitekijä. Tilanne on päinvastainen, jos typpeä on 15 grammaa ja fosforia 1 gramma. Silloin kasvua rajoittaa fosfori.

Suomen vesistöt ovat luonnostaan karuja eli niiden ravinnepitoisuudet ovat hyvin alhaisia. Fosforia huuhtoutuu kallio- ja maaperästä vesistöihin sangen pieniä määriä. Savialueet ovat tästä selvä poikkeus. Järvien fosforipitoisuudet vaihtelevat oligotrofisen eli karun järven muutamasta mikrogrammasta ($\mu\text{g} = 0,001 \text{ mg}$) eutrofisen eli rehevän järven pariin kolmeen sataan mikrogrammaan fosforia litrassa. Vastaavasti typen pitoisuudet ovat yleensä 300–900 $\mu\text{g/L}$.

Suomen järvien päällysveden typpi-fosfori-suhteen keskiarvo on noin 25:1. Jokivesistöissä vastaava keskiarvo on noin 15:1. Näiden arvojen

perusteella fosfori on yleensä sisävesissä perustuotannon kasvua rajoittava minimitekijä.

Fosfori esiintyy vesissä joko epäorgaanisina suoloina tai sitoutuneina orgaanisina yhdisteinä. Kun levämassa, jossa fosfori on orgaaniseen aineeseen sitoutuneena, alkaa hajota, siinä olevat ravinteet muuttuvat epäorgaaniseen mineraalimuotoon. Osa levämassasta ei ennätä hajota päällysvedessä, vaan sedimentoituu pohjalle. Mineralisoitumisensa yhteydessä fosfori sitoutuu helposti hapettuneessa ferrimuodossa olevaan rautaan.

Niin kauan kun happipitoisuus säilyy riittävän korkeana (yli 0,5 mg/L), fosfori pysyy pohjassa rautaan sitoutuneena. Mikäli happi kuluu pohjalta ja varsinkin pohjanläheisestä vesikerroksesta loppuun, rauta pelkistyy ferromuotoon, jolloin siihen sitoutuneena ollut fosfori vapautuu veteen. Alusveden hapettomuus merkitsee pohjaan sitoutuneen fosforin liukenemistä ja vapautumista, ja järven ravinnetason nousua. Sen seurauksena on rehevöityminen, eli ns. sekundäärinen likaantuminen, jota kutsutaan myös sisäiseksi kuormitukseksi. Vesiensuojelun kannalta onkin tärkeintä, ettei jätevesiä vastaanottavan vesistön happitilannetta päästetä niin huonoksi, että alusveden happipitoisuus kerrostuneisuuskausien aikana laskisi alle 0,5 mg/L.

Toinen vesien rehevöitymisen kannalta tärkeä kasvinravinne on typpi. Se esiintyy vesissä orgaanisina yhdisteinä sekä epäorgaanisina suoloina, nitraattina, nitriittinä ja ammoniumina. Ilmakehästä typpeä liukenee veteen aivan kuten happeakin. Tämän kaasumaisen typen merkitys ravinnetaloudessa on kuitenkin vähäinen typpi-suoloihin verrattuna. Orgaanisista typpiyhdisteistä tärkeimpiä ovat aminoyhdisteet.

Varsinaisten liukoisten typpisuolojen esiintymismuoto riippuu ratkaisevasti vesistön happi-

tilanteesta. Kun happea on liuenneena vedessä, typpisuolat ovat pääasiassa nitraatteina (NO_3). Jos vesi muuttuu hapettomaksi, typpi esiintyy myös ammoniumina (NH_4). Näiden kahden tilanteen välissä (usein harppauskerroksessa) esiintyy nitriittiä (NO_2).

Joillakin vesialueilla typpi voi olla tuotannon minimitekijä. Varsinkin pitkään asutusjätevesillä

kuormitetuilla rehevillä vesialueilla tyypellä voi olla suuri merkitys. Lisäksi on luonnostaan korkean fosforipitoisuuden omaavia vesiä, kuten Iisalmen reitti Vuoksen vesistössä ja monet savialueiden vesistöt.

Ari Mäkelä



Ravinteita valuu järviin luontaisesti maaperästä huuhtoutumalla ja hajakuormituksena pelloilta ja metsistä.

6 Rehevöityminen

Rehevöitymisellä ymmärretään vesistön perustuotannon kasvua kaikkine siihen liittyvine, usein haitalliseksi koettuine ilmiöineen. Valon ja lämmön ohella ravinteiden, fosforin ja typen, pitoisuudet säätelevät merkittävästi perustuotantoa. Ravinteiden pitoisuus vesistössä riippuu joko vesistön sadealueen tai vesistön itsensä ominaisuudesta tai ihmisen toiminnasta. Vesistöjen liiallinen rehevöityminen rajoittaa monien vesistöjemme käyttöä.



Tero Pajukallio

Karulla Vuoksen vesistön järviolueella vesikasvien määrä rannoilla on paikoitellen vähäinen.

Rehevöitymisen seurauksena kalakannat ovat muuttuneet särkivaltaisiksi arvokkaina pidettyjen kalalajien kantojen taantuessa. Levämäärän kasvu on aiheuttanut ongelmia vedenhankinnalle ja vesistöjen virkistyskäytölle. Virkistyskäyttöä ovat lisäksi rajoittaneet mm. hajuhaitat ja joissakin vesistöissä esiintyneet myrkylliset tai muuten haitalliset levälajit.

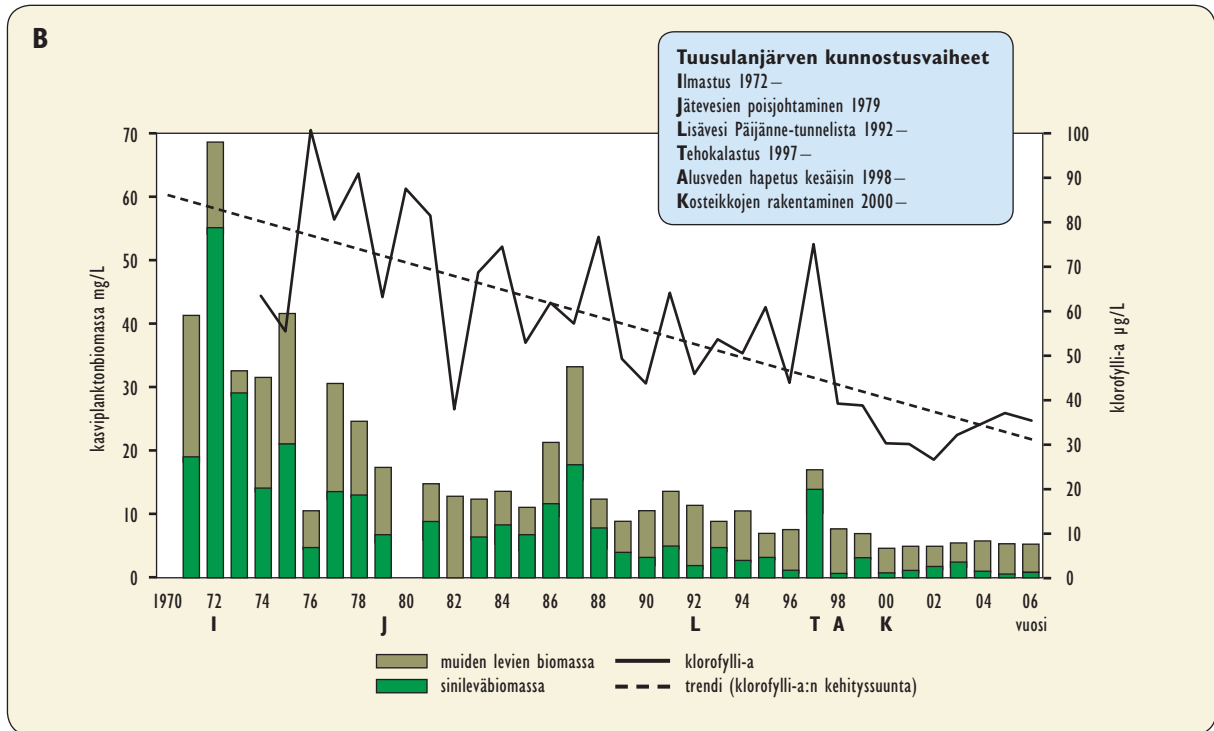
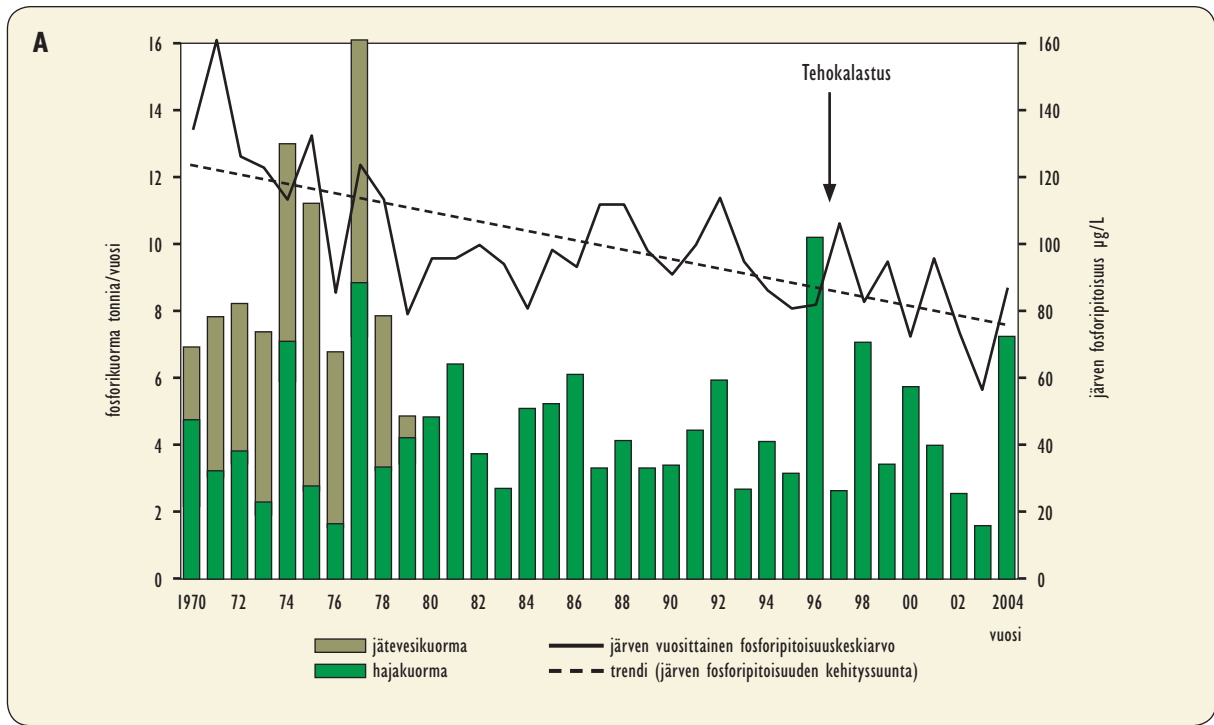
Vesistöjen rehevöityminen on seurausta liian korkeasta ravinnevirtaamasta. Ravinteiden lähteet voidaan jakaa luonnonhuuhtoutumaan, jätevesikuormitukseen ja hajakuormitukseen. Kokonaisvuosikuormituksen ohella rehevöitymiseen vaikuttavat ravinteiden purkautumisajankohta ja ravinteiden käyttökelpoisuus levätuotantoon.

Vesistöjen rehevöityminen on luonnollinen ilmiö, jonka eteneminen on luonnostaan erittäin hidasta. Ihminen on omilla toimillaan lisännyt vesistöjen rehevöitymisnopeutta niin paljon, että rehevöitymisen haitat voivat näkyä jo suhteellisen lyhyessä ajassa ja hyvin monissa vesistöissä. Selvimmin tämä on näkynyt järvissä, joihin on johdettu huonosti käsiteltyjä yhdyskuntajätevesiä.

Kun kuormitus on jatkunut pitempään, muuttuvat vähitellen myös pohjasedimentit. Tällöin niiden kyky pidättää rehevöitymisen kannalta keskeistä ravinnetta, fosforia, heikkenee.

Sedimentti muuttuu pintaosiltaan hapettomaksi, jolloin pohjaan sitoutunut fosfori liukenee suhteellisen nopeasti veteen. Nopeasti kohonnut fosforipitoisuus aiheuttaa leväkukinnan.

Yhtä vakava – ellei jopa vakavampikin – on tilanne järvillä, joiden rehevöityminen johtuu hajakuormituksesta. Hajakuormitusta aiheuttaa erityisesti maatalous, mutta myös metsätalous ja mikä tahansa muu maan käyttöön ja sen vedenkiertoon vaikuttava toiminta. Jätevesien aiheuttamaa rehevöitymistä voidaan hillitä tehostamalla



Kuva 12. Kokonaisfosforipitoisuuksien (A) ja kasviplanktonbiomassojen (B) muutoksia Tuusulanjärvellä vuosina 1970–2006. (Ympäristöhallinnon tiedoista koontanut Mauri Pekkarinen)



Anne Tarvainen

Hyvin rehevää järvaluetta. Rehevyyttä näkyy laajoina vesikasvivyöhykkeinä.



Tore Lindholm

Kalvasärviä voi täyttää koko järven. Österträsk Ahvenanmaalla.

viemäröintiä ja ravinteiden poistoa puhdistamoilla. Hajakuormituksen merkittävä vähentäminen sen sijaan edellyttää muutoksia kuormitusta aiheuttaviin maankäytön muotoihin.

Rehevöitymisen pysäyttäminen ja järven palauttaminen aiempaan tilaan on erittäin vaikea ja aina erittäin hidaskäyttö prosessi. Rehevän järven runsas särkivaltainen kalakanta pystyy ylläpitämään omilla elintoiminnoillaan merkittävää järven rehevyyttä. Monien suurten jätevesillä rehevöitettyjen järvien palautuminen voi kestää kymmeniäkin

vuosia, vaikka jätevesikuormitus olisi lopetettu kokonaan.

Varsinkin sellaiset järvet, jotka sijaitsevat vesistöalueiden yläjuoksulla ja joiden viipymä voi olla useita vuosia, ovat vaikeita palauttaa karumpan kuntoon. Jätevesien johtaminen Tuusulanjärveen lopetettiin jo 1970-luvun lopulla, mutta rehevöitymisen merkit näkyvät edelleen selvänä (kuva 12). Tehokalastuksen ansiosta 1997–1998 järven tila parani. Yksi perussyy fosforipitoisuuden hitaaseen pienenemiseen on Tuusulanjärven sijainnissa luontaisesti rehevällä savialueella ja myös pohjasedimenttien pitkäaikaisella vaikutuksella.

Vesistöjen rehevöitymistä voidaan seurata mittaamalla ravinteiden pitoisuuksia sekä tekemällä mittauksia perustuottajien eli kasviplanktonin määrästä. Varsin yleinen menetelmä on tehdä keskikesällä järven päällysveden kokoomanäytteenä (esimerkiksi 0–2 m) ravinteiden ja klorofyllin määritykset.

Kasviplanktonin ohella tärkeitä rehevöitymisen ja järven ekologisen tilan seurannan tarkkailukohteita ovat eläinplankton, vesistöjen suurkasvit eli makrofytyt, pohjaeläimet ja kalasto.



Seppo Knuuttia

Sinileväkukinta voi kerääntyä tuulien mukana paksuiksi lautoiksi lahden pohjukoihin ja tuulen alapuoliselle rannalle.

7 Järven plankton

Järvi muodostaa oman biologisten toimintojen kokonaisuutensa, ekosysteemin. Sen päätapahtumia ovat fotosynteesi eli perustuotanto sekä tämän käänteisprosessi, orgaanisen aineen hajotustoiminta. Kuvassa 13 esitetään kaavamaisesti toimintojen pääasiallinen jakautuminen lämpötilaltaan kerrostuneessa järvessä.

Valaistua päällysvettä muodostaa vesistön tuottavan eli trofogeenisin kerroksen. Suurimman osan järven perustuotannosta hoitavat mikroskooppisen pienet levät, jotka muodostavat kasviplanktonin.

Käsitteellä plankton tarkoitetaan vedessä vapaasti keijuvaa eliöstöä, jonka liikkeet ovat ensisijaisesti riippuvaisia veden liikkeistä. Plankton jaetaan kolmeen pääryhmään:

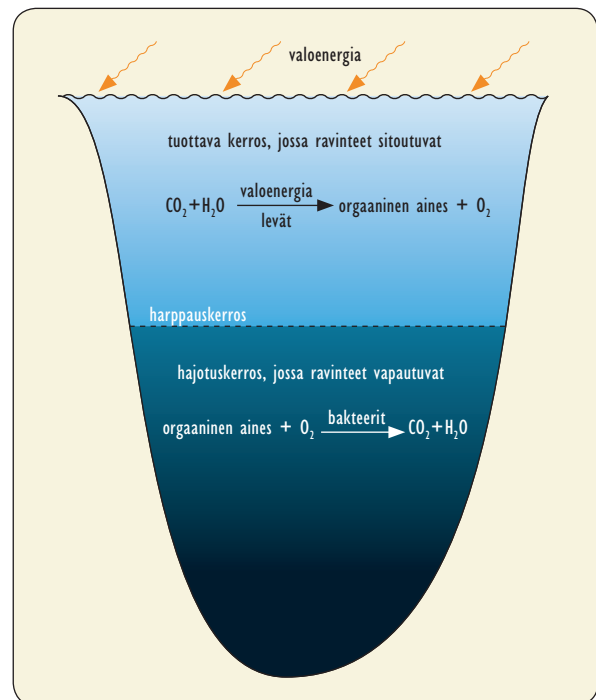
- **Kasviplankton** eli levät ovat vesien perustuotantoketjun ensimmäinen taso. Lehtivihreänsä (ja/tai muiden fotoenergeettisten väriaineen) ja auringon valoenergian avulla ne pystyvät syntetisoimaan yksinkertaisia epäorgaanisista aineista (mm. vesi, hiilidioksidi, ravintosuolat) orgaanisia yhdisteitä.
- **Eläinplankton** muodostaa vesien tuotantoketjun toisen tason. Eläinplankton tarvitsee energian lähteeksi orgaanista ainetta levisistä, levien hajoamistuotteista ja bakteereista.
- **Bakteerit** muodostavat järven planktonin kolmannen tason. Niiden tehtävänä on orgaanisen aineen, niin vesistöön ulkopuolelta tulleen (alloktonisen) kuin vesistössä syntyneenkin (autoktonisen), hajottaminen yksinkertaisiksi epäorgaanisiksi yhdisteiksi, joita levät pystyvät jälleen käyttämään.

Seuraavassa tarkastellaan yksityiskohtaisemmin vain kasviplanktonia, koska se muodostaa vesien tuotannon keskeisen perustan.

Levät ovat yksisoluisia alkeellisia eliöitä. Niiden koko vaihtelee tuhannesosamillimetristä noin yhteen millimetriin. Levien tarkempi tutkiminen vaatii mikroskooppia.

Suurin osa kasviplanktonlajeista on väriltään vihreitä, mutta muitakin värejä esiintyy yleisesti. Niistä tavallisimpia ovat sinivihreät, ruskeat ja kellanruskeat värisävyt. Levien esiintyessä hyvin suurina tiheyksinä (esim. muodostaessaan tyyneellä säällä pintakukinnan) niiden väri voidaan erottaa jopa paljain silmin.

Planktiset levät ovat hyvin monimuotoisia. Tavallisimpia ovat pallomaiset ja sauvamaiset yksittäiset solut sekä näiden muodostamat soluryhmät



Kuva 13. Kaaviokuva biologisista tapahtumista lämpötilaltaan kerrostuneessa järvessä.



Jaakko Jaskari

Kasviplanktonlajisto määritetään mikroskoopin avulla. Planktonnäytteen tarkastelua tutkimusalus Muikulla kesällä 2004.

(yhdyskunnat). Sangen yleisiä ovat myös levymäiset, nauhamaiset ja spiraalimaiset muodot.

Planktisen elämän perusedellytys on kyky keijua vedessä. Koska levät ovat hieman vettä raskaampia, ne pyrkivät vajoamaan vesistön pohjalle. Miten sitten on selitettävissä levien kyky keijua, toisin sanoen kyky pysytellä päällyksivedessä ilman aktiivista liikettä? Keijumiseen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa kahteen pääryhmään:

- Ympäristötekijöiden vaikutus
- Eliöstä itsestään johtuvat tekijät.

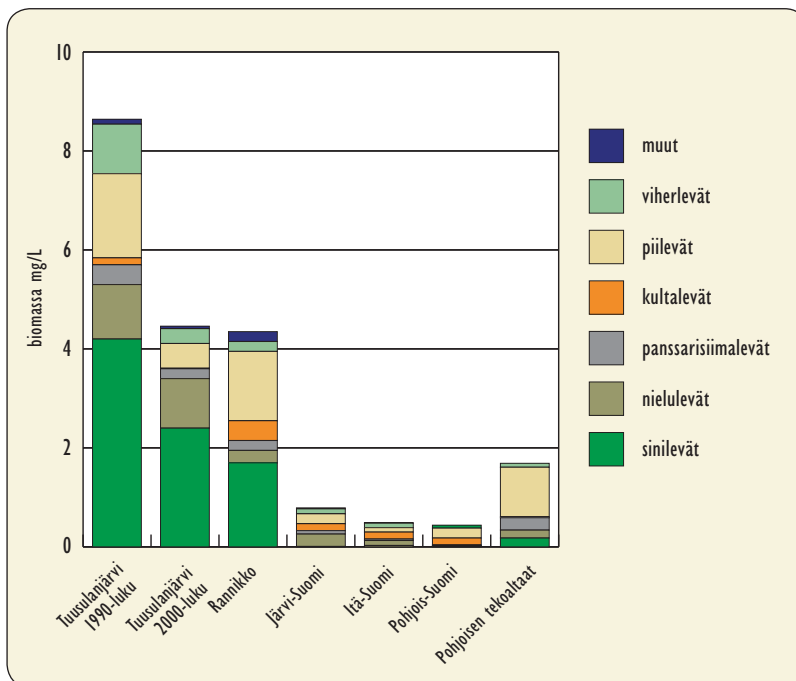
Ympäristötekijöistä tärkeimpiä ovat veden lämpötilan ja tämän vaihteluja noudattelevan veden sitkoisuuden, eli viskositeetin muutokset. Veden sitkoisuus lisääntyy lämpötilan laskiessa. Tästä johtuen levät vajoavat kylmässä vedessä hitaammin kuin lämpimässä. Ympäristötekijöistä tärkeimmät ovat kuitenkin vedessä esiintyvät erilaiset virtaukset ja näistä ennen kaikkea turbulenssiset eli pyörrevirtaukset, joita aiheuttavat mm. tuuli ja lämpötilan vaihtelut.

Eliöstä itsestään ja niiden elintoiminnoista johtuvia keijuntaan vaikuttavia tekijöitä ovat eliöiden muoto ja niiden erittämät vettä kevyemmät aineet. Hitaasti vajoavia eliöitä ovat esimerkiksi levymäiset levät ja monisoluiset yhdyskunnat (koloniat),

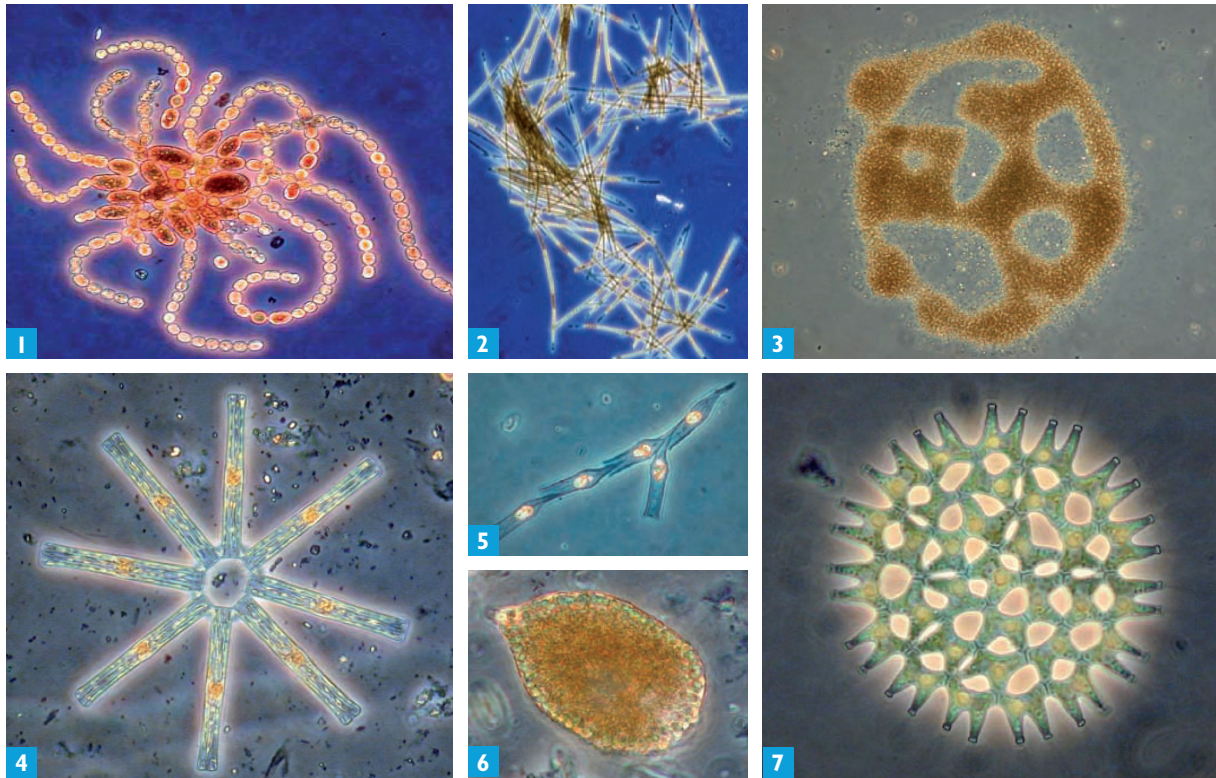
joiden soluvälien kautta kulkeva vesi muodostaa vajoamista hidastavia pyörrevirtauksia. Vajoamista hidastavat huomattavasti levien erilaiset ulokkeet, kuten sukaset ja piikit. Tämän tapaisia ulokkeita on etenkin pallomaisilla levillä, joiden solumuoto on muuten epäedullinen keijunnalle. Osalla levistä on yksi tai useampia uimasiiimoja, jotka auttavat myös valoisassa päällyksivedessä pysymistä.

Monien levien keijuntaa auttaa niitä ympäröivä hyytelö, joka sisältää runsaasti vettä. Useilla levillä hyytelö yhdistää erilliset solut yhdyskunniksi. Hyytelöitä esiintyy monissa leväryhmissä. Yleisin se on sinilevillä ja tavallinen viherlevillä.

Sinilevillä keijuntaa auttaa lisäksi erityisesti kaasurakkuloihin (-vakuoleihin) kerääntyvä



Kuva 14. Kasviplanktonin määrä Suomen eri alueiden järvissä ja tekoaltaissa. Tuusulanjärven eri vuosikymmenien tuloksissa on nähtävissä kasviplanktonin herkkyyks muutoksien ilmentäjänä. (Kuva Liisa Lepistön mukaan)



Reija Jokipii

typpi. Kaasurakkulalliset levät ovat vettä kevyempiä ja nousevat helposti pyörrevirtausten vähetessä veden pintakerrokseen. Tyynellä säällä ne voivat muodostaa tiiviin esiintymän veden pinnalle. Tätä kutsutaan vedenkukaksi. Eräillä levillä keijunnan helpottajana voi toimia aineenvaihdunnan tuloksena syntynyt öljy.

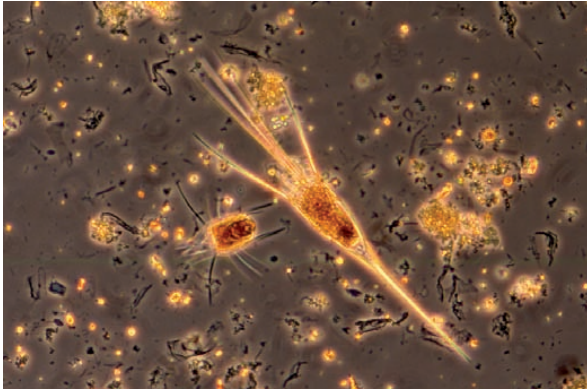
Plankton leviää paikasta toiseen virtaavan veden, vesieläinten ja tuulen mukana. Tärkein leviämistapa on luonnollisesti virtaava vesi, mutta myös vesilinnut ja kuljetusalukset voivat myötävaikuttaa leviämiseen.

Kasviplankton noudattaa kasvussaan tiettyä vuosirytmää. Sen määrään ja koostumukseen vaikuttavat myös vesistön maantieteellinen sijainti ja siihen tuleva kuormitus (kuva 14). Keväällä jäiden lähdettyä ja veden alkaessa lämmitä kasviplanktonin määrä nousee hyvin nopeasti. Monissa järvissä pääosa keväisistä planktonin massaesiintymistä on piilevien aiheuttamia. Veden lämmitessä edelleen planktonin kokonaismäärä pysyy vesistössä talvisiin arvoihin verrattuna korkeana ja piilevät väistyvät, jolloin viher- ja sinilevät muodostavat pääosan planktonmassasta.

Levät ovat alkeellisia eliöitä, jotka tuottavat kasvien tavoin yhteyttäessään happea ja runsastuvat vesien rehevöityessä.

- 1–2 *Anabaena* ja *Aphanizomenon* ovat tyypillisiä sinileväkuintoja muodostavia lajeja suomalaisissa järvissä.
- 3 *Microcystis*-sinilevä, joka monen muun sinilevän lailla voi muodostaa myrkyllisiä kasvustoja.
- 4 *Tabellaria*-piilevä on melko karujen vesien laji.
- 5 *Dinobryon*-kultalevä on yleinen erilaissa vesissä.
- 6 *Gonyostomum*-limalevä, joka viihtyy humuspitoisissa, ruskeissa järvesivesissä.
- 7 *Pediatrum*-viherlevä on tyypillinen runsasravinteisissa vesissä.

Planktonmäärä ja lajisuhteet vaihtelevat kesän aikana huomattavasti. Yleensä planktonin määrällinen huippu saavutetaan heinä-elokuussa. Syksyllä vedet viilenevät ja tapahtuu syystäyskierto. Tällöin tavataan yleisesti toinen piilevien massaesiintyminen. Vesien edelleen jäähtyessä ja saadessa lopulta jääpeitteen kasviplanktonin määrä vähenee voimakkaasti. Talvinen levämäärä onkin yleensä vain murto-osa kesäisestä. Kasviplanktonin tutkimus ja seuranta keskittyvätkin yleensä kesän lämpimiin aikoihin ja alkusyksyyn.



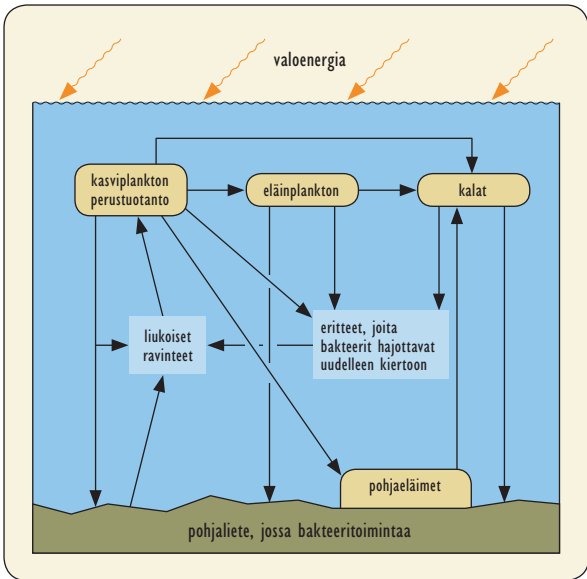
SYKEkuva

Eläinplanktonia (*Kellikottia longispina*) Koitere-järvessä.



Terhi Rytönen

Rantakasvusto on oleellinen osa tasapainoista järviökosysteemiä.



Kuva 15. Järviökosysteemi koostuu kasviplanktonista, eläinplanktonista, kaloista, pohjaeläimistä, bakteereista ja vesikasveista.

Kesällä lämpöisen veden aikana levätuotannon ollessa voimakkaammillaan kasviplanktonin määrät eroavat suurestikin eri vesikerrosten välillä. Suurin levien yksilötiheys tavataan melkein pä poikkeuksetta järven ylimmissä vesikerroksissa, päällysvedessä. Vain harvat planktonlevät ovat mukautuneet elämään ja lisääntymään harppauskerroksessa ja alusvedessä.

Voimakkaalla tuulella kasviplankton on jakaantunut melko tasaisesti koko päällysvesikerrokseen. Tyynemmällä ilmalla planktonlevät kerrostuvat myös päällysvedessä ja tihein kasvusto sijaitsee yleensä n. 0,5–1,0 metrin syvyydessä.

Planktonin laskennan kvalitatiiviseen (lajistoliseen) tutkimiseen kelpaa tavallinen, riittävästi suurentava (n. 250 x) mikroskooppi, mutta tarkempien kvantitatiivisten (määrää koskevien) tutkimusten perusedellytys on kunnollinen planktonmikroskooppi (käänteismikroskooppi).

Jo levien lajilukumäärästä saadaan joissakin tapauksissa viite tutkittavan vesistön ravinnepitoisuudesta. Yleensä vähäravinteisissa, oligotrofisissa vesistöissä on enemmän lajeja kuin rehevissä, eutrofisissa järvissä. Rehevissä järvissä yksittäisten lajien ja leväryhmien merkitys biomassasta on suuri, mikä alentaa lajiversiteettiä.

Karun ja rehevän järven planktonmäärät eroavat selvästi toisistaan. Kun rehevän (eutrofisen) järven keskimääräinen kasviplanktonbiomassa on kesällä yli yksi gramma yhdessä kuutiometrissä (g/m^3), karun (oligotrofisen) järven arvo on noin $0,05\text{--}0,3 \text{ g}/\text{m}^3$. Rehevöittävät asutusjätevedet voivat nostaa planktonmäärän huomattavasti korkeammaksikin.

Vesistön muuttuessa jätevesien tai hajakuormituksen vaikutuksesta karusta reheväksi kehitys on aluksi hidasta. Tällöin kasviplanktonin lajilukumäärän ja kokonaismäärän muutokset eivät useinkaan kuvaa riittävän selvästi tilanteen kehittymistä, vaan se näkyy parhaiten planktonin laadullisina muutoksina.

Vähäravinteisille vesille ominaiset levälajit, ns. oligotrofian indikaattorilajit, alkavat ravinnetason kohotessa vähetä ja tilalle tulevat vähitellen runsasravinteisuutta suosivat levät, ns. eutrofian indikaattorit. Indikaattorilevien määrä (biomassa) on alussa erittäin pieni, vain murto-osa levien kokonaismäärästä.

Jos eutrofiaa suosivia leviä kutsutaan E-lajeiksi ja oligotrofian ilmentäjiä O-lajeiksi, saadaan rehevöitymisestä verrattain hyvä kuva laskemalla

suhde E:O. Tämä lajilukumäärästä laskettu suhdeluku, eli kvotientti, suurenee eutrofitumisen lisääntyessä. Myös eri leväryhmien prosentuaalinen osuus planktonin kokonaismäärästä ilmentää joissakin tapauksissa vesistön rehevyys- eli trofia-astetta.

Sinilevien hallitsema planktonnäyte on melkoisella varmuudella rehevästä järvestä. Eräät toiset leväryhmät taas edustavat tavallisesti karua vesistöä. Tällaisia ovat mm. viherleviin kuuluvat koristelevät (*Desmidiaceae*). Seuraamalla leväryhmien keskinäisten suhteiden muuttumista pystytään arvioimaan tutkimusvesistöjen mahdollista likaantumista tai rehevöitymistä.

Tiettyjen levälajien on todettu suosivan jätevesien likaamaa ympäristöä. Tällaisia levälajeja on löydetty mm. selluloosateollisuuden ja kaivoste-

ollisuuden jätevesien likaamilta alueilta. Toisaalta on paljon levälajeja, jotka ovat hyvin herkkiä näille jätevesille. Seuraamalla tällaisten lajien esiintymistä jätevesien leviämistä voidaan usein jäljittää sellaisille alueille, joilla kemialliset määritykset eivät enää riitä jätevesien osoittamiseen.

Kuvassa 15 on esitetty vesistöjen biologisten perustapahtumien keskinäiset suhteet erittäin pelkistettynä kaaviona.

Kokonaistuotanto määräytyy perustuotannon suuruuden mukaan, joka vuorostaan riippuu liukoisten ravinteiden määrästä ja niiden keskinäisistä suhteista. Hajotustoiminnan kautta ravinteet joutuvat uudelleen kiertoon tai sedimentoituvat. Mikäli pohjasedimentti ja pohja läheinen vesikerros muuttuvat hapettomiksi, ravinteet liukenevat uudelleen kiertoon.



Ulla-Maija Hyytiäinen

Monet kirkasvetiset hyväkuntoiset järvet olivat vaarassa happamoitua 1980-luvulla.

Planktonin näytteenotossa käytetään eri silmäkoon haavikankaita, joista tulee olla merkinnät näytteenottimissa.



KENTTÄTUTKIMUKSEN OPAS

8 Yleistiedon hankinta

Näytteenottajan on varattava aikaa toiminta-alueeseensa tutustumiseen. Alueen luonnon ominaisuudet, asutuksen jakautuminen, keskeiset ympäristöongelmat ja erityisesti työskentelyalueen vesivarat kannattaa tuntea. Mitä paremmin näytteenottaja tuntee oman alueensa ja sen ominaisuudet, sitä paremmat toimintaedellytykset hänellä on omassa tärkeässä ympäristötutkimuksen ja -seurannan tehtävässään.

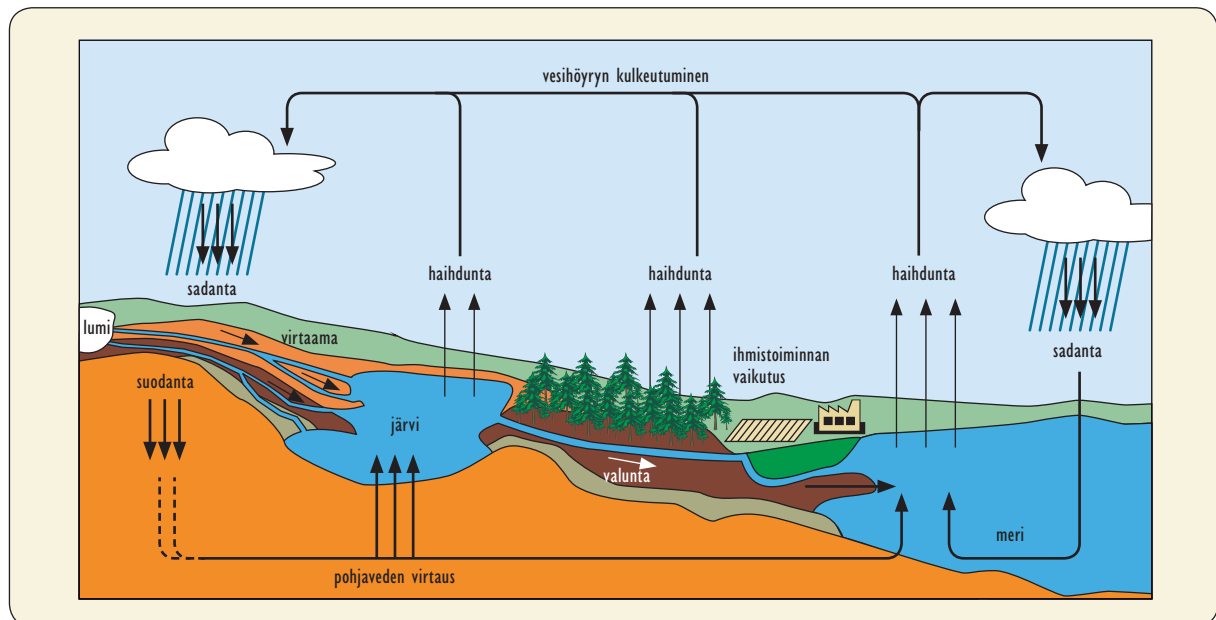
Karttatarkastelun ohella näytteenottajan tulisi heti ensi vaiheessa perehtyä alueen vesikierron tärkeimpiin muuttujiin niin teoreettisesti kuin käytännössä. Lähtökohdaksi voidaan käyttää veden kiertokulkua luonnossa esittävää kaaviota (kuva 16).

Näytteenottajan olisi syytä tutustua myös Suomen ympäristökeskuksen julkaisemiin hydrologi-

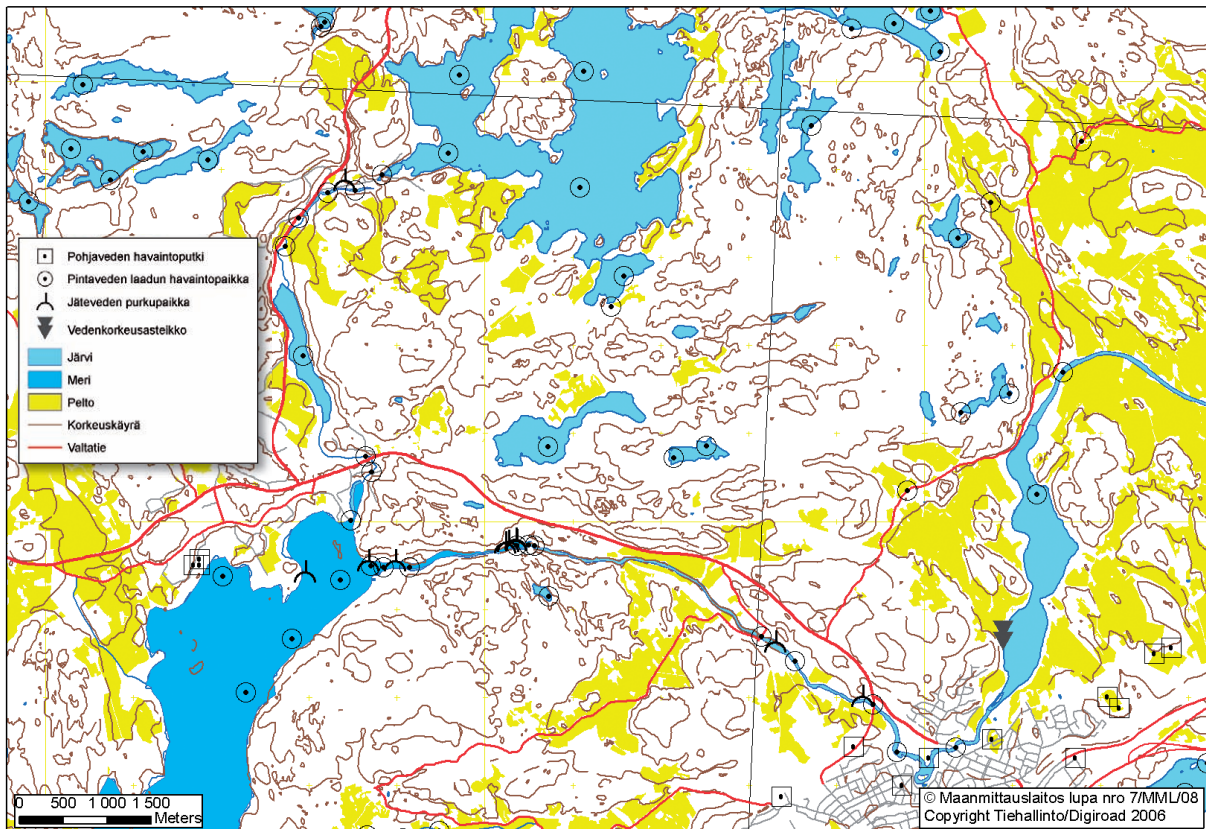
siin vuosikirjoihin, jatkuvatoimisiin vesitilanneennusteisiin (vesistömallijärjestelmä) ja muihin aihetta kuvaaviin julkaisuihin. Näiden tietojen avulla näytteenottajan tulisi selvittää itselleen, mitkä merkittävät vesistöreitit kulkevat hänen toiminta-alueellaan. Lisäksi aikaa myöten kannattaa koko ajan syventää vesivaroihin ja vesimuodostumiin liittyvää tietämystään.

Näytteenottajalla tulisi olla yleiskuva toiminta-alueensa sadannasta ja sen vuotuisesta vaihtelusta. Hänen tulisi tietää alueensa keskeiset vesistöt, niiden pinta-alat ja muut tärkeät ominaisuudet sekä tärkeimpien jokien virtaamat ja niiden vaihtelut, suurimmat tulvat ja alivirtaamakaudet.

Näytteenottajan tulisi tuntea myös alueen keskeisimmät järvet ja näiden syvyystiedot sekä tärkeät jäätymiseen ja jäänlähtöön liittyvät tie-



Kuva 16. Hydrologisen kierron keskeiset osat.



Kuva 17. Peruskarttaote, jossa näkyy havaintopaikkojen sijainteja järvissä, joissa ja pohjavesikohteissa sekä pistekuormituksen purkupaikkoja.

dot. Yleispiirteissään hänen tulisi tuntea alueensa keskeisten pohjavesivarojen sijainnit ja niiden määrät.

Näytteenottajalla tulisi olla tiedossaan alueensa vesistöjen tärkeimmät käyttömuodot, esimerkiksi se, mitä vesistöjä käytetään vedenhankintaan ja mitkä vesistöt ovat tärkeitä ammattikalastusalueina. Hänen tulisi aikaa myöten hankkia eri suojelualueiden riittävä tuntemus.

Oman työnsä tuloksellisuuden kannalta on tärkeää, että näytteenottaja kentällä liikkueessaan tietää tarkasti, miksi näytteitä otetaan tietystä paikasta, ja mitä ongelmaa tai ilmiötä hän on kulloinkin tutkimassa ja selvittämässä. Tällöin näytteenoton ohella on mahdollista taltioida tärkeitä paikkaan ja ilmiöihin liittyviä yksityiskohtia, jotka seurantatulosten raportointivaiheessa voivat osoittautua merkittäviksi.

Näytteenottaja joutuu usein suoraan yhteyteen ranta-asukkaiden, kalastajien ja muiden vesillä liikkuvien ihmisten kanssa. Aktiivisesti toimien hän saa tarvittaessa merkittävää lisätietoa esimer-

kiksi vesistön tilan pitkäaikaisesta kehittymisestä, mahdollisista poikkeavista luonnonoloista ja muuttuneista kuormitustekijöistä. Tarvittaessa näytteenottaja voi informoida ranta-asukkaita tutkimuksista ja seurannoista sekä alueen vesien-suojelusta.

Näytteenottajan tulisi syventyä perusteellisesti siihen, miten vesitutkimusten ja vesistöseurantojen ohjelmat kulloinkin on laadittu ja mitkä ovat niiden lähtökohdat ja tavoitteet. Samoin näytteenottajan on syytä tietää, miten esimerkiksi ohjelmien näytteenottpaikat on valittu, onko havaintopaikoilla todettu ihmisen aiheuttamia muutoksia jo aiemmin ja mitä kulloinkin mitataan ja havainnoidaan.

Sujuva ja teknisesti oikea vesinäytteenotto edellyttää työn yksityiskohtien tarkkaa hallintaa. Näytteenotto on tärkeä tutkimusketjun osa jo tutkimus- tai seurantaohjelmaa laadittaessa. Ohjelman laatijan tulee ottaa vakavasti huomioon kenttätöön edellyttämät vaatimukset, kuten huolellisen näytteenoton edellyttämä aikatarve ja vesistöjen erityispiirteiden vaikutukset näytteen-

ottoon. Ohjelman laatijan tulisi keskustella ohjelmaluonnoksesta kenttätöiden toteutuksen osalta ammattitaitoisen (sertifioidun) kenttätöntekijän kanssa ja varmistaa tältä osin ohjelman toteutuskelpoisuus.

Ennakoiva toiminta jo ohjelmaa laadittaessa tai sitä tarkistettaessa takaa toteuttamiskelpoisen ohjelman. Osallistuessaan itse ohjelman laatimiseen näytteenotosta vastaava henkilö omaksuu tutkimusalueesta tietoja, joita hän mahdollisesti tarvitsee kentällä vastatessaan kansalaisten kysymyksiin.

Ohjelmaluonnoksen tulee sisältää tiedot alueen kaikista tutkimus- ja seuranta- paikoista, niiden tarkat koordinaattitiedot ja karttaliitteen (1:20 000 peruskartalla), jossa näkyvät myös maantiet ja muut kulkureitit (kuva 17). Myös näytteenotto- paikkojen kokonaissyvyudet ja ohjelman mukaiset näytteenotto- syvyudet tulee tietää mm. arvioitaessa näytteenottoon tarvittavaa aikaa.

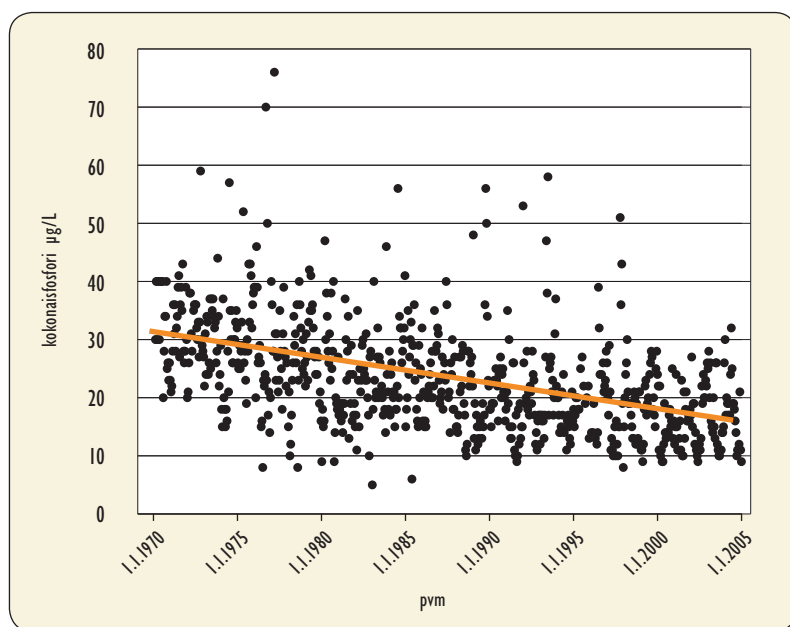
Mikäli kyseisistä tutkimuksista tai seurannoista on jo julkaistua aineistoa tai yleisötiedotteita, näytteenottajan tulee tuntea niiden keskeinen sisältö. Yleistiedotteita ja paikkaan tai sen muutosongelmaan, esimerkiksi tietyn järven rehevöitymiseen, liittyviä esitteitä on hyvä pitää mukana aina kentällä liikuttaessa. Yksityiskohtaisia seurantaohjelmia ei kuitenkaan tarvitse opetella tai kuljettaa mukanaan, koska suurin osa niistä löytyy esimerkiksi alueellisista ympäristökeskuksista, jossa ne ovat myös kansalaisten nähtävillä.

Kaiken tutkimus- ja seurantatoiminnan lähtökohtana on oltava tarkka arviointi tiedon tarpeesta. Tutkimusohjelmassa esitetään aina työhypoteesi: mitä varten kyseinen tutkimus tehdään ja mihin ja miten saatua tietoa aiotaan käyttää. Tutkimuksella on aina oltava tiedon tarvitsija, esimerkiksi vesien- suojelun suunnittelija, joka tarvitsee esimerkiksi jätevesien puhdistuslaitosten tehostamista suunnitellessaan tarkempaa tietoa vesireitin aiemmasta rehevöitymistilanteesta ja sen kehittymisestä. Tutkija sekä laboratorio- ja kenttähenkilöstö edustavat tässä toimintaketjussa tiedon tuottajia.

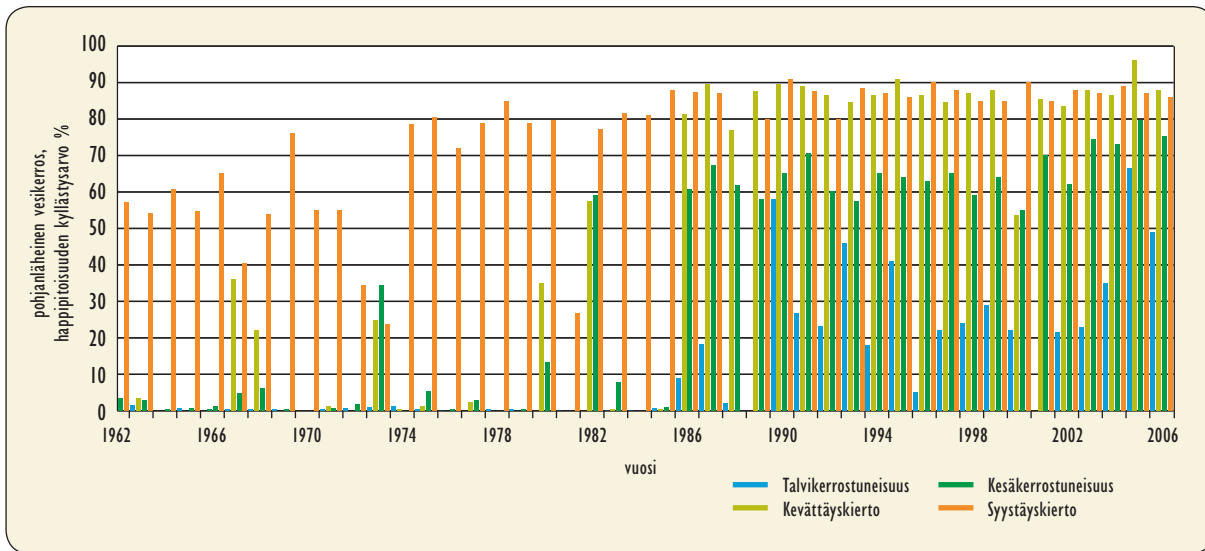
Ympäristöseurannalla tarkoitetaan vedenlaadun vaihteluja ja muutoksia kuvaavien muuttujien jatkuvaa ja yleensä pitkäkestoista havainnointia tietyin väliajoin ja vertailukelpoisilla menetelmillä. Keskeisin seurannan tavoite on pystyä erottamaan ihmisen toiminnasta johtuvat muutokset luontaisista vaihteluista tai kehityssuunnista.

Esimerkiksi vesistön rehevöitymistä voidaan yksinkertaisimmillaan seurata mittaamalla jatkuvasti fosforipitoisuuksia tietyistä sopivista havaintopaikoista. Tällaisia ovat esimerkiksi sellaiset joen kohdat, joissa vesi on hyvin sekoittunutta ja joista on saatavilla jatkuvaa tietoa virtaamien vaihteluista. Esimerkiksi on valittu Kymijoessa, Hurukselan kohdalla sijaitseva havaintopaikka, jota on vuosikymmeniä kuormitettu voimakkaasti teollisuus- ja asutusjätevesillä (kuva 18).

Järvien likaantumista voidaan arvioida monin eri menetelmin. Mikäli kyseessä on selvästi teol-



Kuva 18. Kymijoen kokonaisfosforipitoisuuden vaihtelu vuosina 1970–2005. Jätevesien puhdistuksen kehittyminen on havaittavissa huomattavasti pienentyneinä fosforipitoisuuksina ja rehevyyden vähenemisenä. (Kuva Olli-Pekka Pietiläisen mukaan, HERTTA tietojärjestelmä)



Kuva 19. Näsijärven eteläosan syvänteen pohjanläheisen vesikerroksen happipitoisuuksien kyllästysarvon vaihtelu ja kehittyminen vuosina 1962–2006. (Kuva Olli-Pekka Pietiläisen ja Ari Mäkelän mukaan, HERTTA tietojärjestelmä)

lisuuden jätevesien likaama vesialue, tilanteen muuttumista voidaan arvioida happipitoisuutta mittaamalla. Esimerkkinä on Näsijärven eteläosan syvänteen happipitoisuuden vaihtelu vuosina 1962–2006 (kuva 19). Tarkastelukohde on havaintopaikan alusvesi, jossa teollisuusjätevesien haitalliset vaikutukset näkyvät selvimmin.

Näsijärven happipitoisuus vaihteli vuoteen 1990 asti voimakkaasti ja vuodenaikojen erot näkyivät selvästi. Täyskiertojen aikana happea oli alusvedessäkin vähimmillään noin 80 % kyllästysarvosta. Kesä- ja talvikerrostumisten aikana happipitoisuus laski nolnaan. Tällainen suuri vaihteluväli on merkki vakavasta vesistön likaantumisesta.

Tilanteen korjaantuminen alkoi näkyä lievästi jo 1980-luvulla, jolloin täyskiertojen aikana happikyllästys nousi parhaimmillaan jo 90 %:iin. Alusveden hapettomuus havaittiin vielä vuonna 1989. Keskimääräinen happipitoisuus on sen jälkeen koko ajan noussut, ja viimeisten viiden vuoden aikana minimiarvot ovat vain muutaman kerran laskeneet 50 %:n alapuolelle. Tilanteen voi odottaa tästä edelleen paranevan.

Nämä kahden aiemmin pahasti kuormitetun vesistön esimerkit osoittavat selvästi, että vesi-

en seuranta on pitkäaikaista toimintaa ja selvät muutokset näkyvät vasta pitempien ajanjaksojen kuluessa. Vain parin kolmen peräkkäisen vuoden tulosten tarkastelu voisi antaa täysin väärän kuvan tilanteesta, koska hydrologiset tekijät vaikuttavat merkittävästi kaikkiin laatuosuuksiin. Suuri virtaama laimentaa jätevesipitoisuudet huomattavan alhaisiksi, kun taas alivirtaamautena jätevesi voi nostaa pienen vesimäärän pitoisuutta huomattavasti.

Tätä pelkästä laimenemisesta johtuvaa kuvaa muuttavat vielä sateiden ja kuivuuden vaihtelusta johtuvat erot huuhtoutumassa. Runsassateisena kesänä lisääntynyt huuhtoutuma voi nostaa jokiveden fosforipitoisuutta merkittävästi, vaikka teoriassa samaan aikaan tehostuneen jätevesien puhdistuksen pitäisi pienentää fosforipitoisuutta. Pitkät tarkkailujaksot tuovat todelliset kehityssuunnat esiin luotettavammin.

Näytteenottajan tulisi olla selvillä alueensa vesistöjen tilasta ja kehityssuunnasta ja seurata koko ajan myös vesistöjen keskeisten hydrologisten muuttujien, kuten jokien virtaaman ja järvien vedenkorkeuden, kehitystä.

9 Näytteenoton ohjelmointi ja ennakkovalmistelut

Näytteenottajien tulee ennen kentälle lähtöä hallita hyvin kenttätyöskentelyn ja laboratoriotoininnan työsuojeluohjeet. Ohjeista tulee tarvittaessa antaa koulutusta ja niiden käyttökelpoisuus tulee aika ajoin varmistaa. Ohjeita tulee noudattaa tinkimättä.

Ympäristökelijöiden havainnointi ja vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen varmistavat oikean näytteenoton. Käytännössä vesinäytteenotto on rutiiniluonteista työtä, jossa työn edellyttämien laatuvaatimusten ja työn sujuvan toteuttamisen tulee olla hyvässä tasapainossa. Näytteenotossa tarvitaan yleensä kaksi henkilöä töiden sujuvuuden turvaamiseksi. Usein myös työsuojeluperusteet edellyttävät toimintaa työparina. Töiden perusteellinen ennakkosuunnittelu on erittäin tärkeä osa näytteenottajan työtä. Tätä tukee toimintojen kuvaaminen tarkasti näytteenottoa käsittelevässä laatuksikirjassa. Se vahvistaa näytteenoton korkeaa laatutasoa.

Näytteenottajan tulee varustautua kenttätöihin suunnitelmallisesti valmistelemalla näytteenotolle tarkka päiväkohtainen toteuttamisaikataulu ja -ohjelma, ensin yleisenä pitemmälle jaksolle, esimerkiksi koko vuodelle tai kolmelle kuukaudelle. Niistä tarkennetaan päiväkohtaiset viikko-ohjelmat. Suunnittelua ja seuranta varten näytteenottajilla tulee jatkuvasti olla päivitetyt tutkimus- ja seurantaohjelmat tietokonepääteellä tai paperikopioina.

Yleensä viikko-ohjelma tarkistetaan ja siitä sovitaan edellisen viikon perjantaina. Perjantai on yleensä varusteiden huolto- ja tarkistuspäivä, eikä silloin voida tuoda näytteitä laboratorioon vanhenemaan viikonlopun yli. Viikko-ohjelmien viimeistelyn yhteydessä varataan myös tarvittavat näytteenotto- ja liikenneyhteykskartat (maantiekartat, syvyyskartat).

Viikko-ohjelmaan merkitään kullekin päivälle havaintopaikat, joilla on tarkoitus käydä hake-massa näytteitä. Tällöin tulee tarkistettua myös kokonaisuohjelma ja mahdollisten huonojen säiden aiheuttamat viivästymiset tai jopa ohjelmien siirto tiettyinä, vaikeasti ennakoitavina vuodenaikoina, kuten kelirikkokausina.

Periaatteena on realistinen, riskitön ja luotettava aikataulu, johon näytteitä vastaanottava laboratorio on varautunut. Viikko-ohjelmat sovitaan ja vahvistetaan lopullisesti aina laboratorion kanssa.

Yksityiskohtaiseen päiväohjelmaan merkitään ne näytteenottopaikat, jotka kuuluvat suunniteltuun viikko-ohjelmaan. Kunkin näytteenottopaikan osalta täytetään etukäteen näytteenottolomakkeet, joihin merkitään ohjelman mukaiset näytteenottosyvyydet ja kustakin syvyydestä tehtävät



SYKEkuva/Enno Forsström

Kenttätöihin valmistaudutaan laatimalla päivä-, viikko- ja kuukausiohjelmat yhteen sovittaen näytteenotto- ja laboratorioresurssien tehokas käyttö.

määritykset sekä näyteastioiden tarve. Näyteastioiden numerot merkitään lomakkeeseen jo tässä vaiheessa.

Toteuttamisaikatauluun tulee merkitä suunnitelma parhaiten soveltuvasta ja käytännöllisimmästä näyttteenottojärjestyksestä. Sen mukaisesti ratkaistaan päiväkohtaiset kulkureitit. Samalla on selvitettävä mahdolliset poikkeukselliset reittivallinat, esimerkiksi avatut laivaväylät ja käyttökelpoisimmat veneiden vesillelaskupaikat.

Näytteenottajan tulee vastata toimintaan liittyvän kuljetus- ja näytteenottokaluston sopivuudesta ja kunnosta kokonaisuudessaan. Hänen tulee huolehtia tämän vuoksi erityisesti seuraavista kalustoista ja varusteista ja niihin liittyvistä tehtävistä:

- Kuljetuskaluston (auto, vene, traileri, moottorikelkka) kunto ja puhtaus, ja niiden kiinnityksen toimintavarmuus, tarvittavat polttoaineet sekä tärkeimpien varaosien saatavuus.
- Todettava näytteenottokaluston yleinen sopivuus kyseiseen näytteenottoon. Tehtävä erilaiset tarkistukset, kuten näytteenottimien kiinnitykset vajereihin. Vajereiden kunto ja tarvittaessa niiden vaihto. Näytteenottimien toimivuus ja erityisesti niiden säännölliset pesut ja puhtaus.
- Näytteenottajan henkilökohtaiset suojaruusteet, kuten vuodenajan edellyttämä vaatetus ja työturvallisuuden edellyttämät kelluntahaalarit, mahdollinen varavaatetus ja ensiapuvälineet sekä talvella jäänaskalit.
- Ajan tasalla olevien karttojen ja merikorttien pitäminen pysyvästi autoissa, veneissä ja moottorikelkoissa, mikäli nämä ovat jatkuvasti näytteenottohenkilöstön käytössä,
- Huolehtiminen siitä, että näytteenottomatkoilla käytössä on kompassi ja GPS-laite mm. näytteenottopaikkojen paikantamiseksi sekä jokaisella näytteenottajalla vesisuojujattu matkapuhelin.
- Erityisesti näytteenottajan on otettava huomioon vaihtelevien säiden aiheuttamat riskitekijät ja toimittava näiden varalle etukäteen suunniteltujen ohjeiden mukaisesti.

Näytteenottajan tulee varautua huolellisesti kaikkiin työturvallisuuteen vaikuttaviin seikkoihin. Tällaisia ennakolta varauduttavia asioita ovat mm.:

- Säätilan, tuulen, lämpötilan ja ennusteiden huomioon ottaminen. Erityisesti myrskyvaroituksia ja kovan tuulen ennusteita tulee seurata huolellisesti. Tarpeen vaatiessa tulee olla yhteydessä Ilmatieteen sääpalveluun (<http://www.ilmatieteenlaitos.fi/tuotteet/palvelu.html>).
- Jäättilanteen seuraaminen. Keväisin jääpeitteen heiketessä tulee tarkkaan seurata yleistä jäättilanteen kehitystä. Turvallisuuden vuoksi kannattaa tarpeen vaatiessa olla yhteydessä esimerkiksi ammattikalastajiin, jotka kalastusalueillaan yleensä pitkään toimineina tuntevat hyvin jäättilanteen kehityksen. Jäillä liikkuesssa tulee noudattaa aina suurta varovaisuutta.

Myös yhteistyön laboratorion kanssa tulee toimia näytteenoton edetessä kitkattomasti. Tämän vuoksi tulee ottaa huomioon mm. seuraavat asiat:

- Näytteenoton aikana tapahtuvien ohjelman muutosten välitön ilmoittaminen laboratorioon ja tarvittaessa tutkimuksen vastuuhenkilölle.
- Poikkeuksellisen vesitilanteen mahdollinen vaikutus näytteenottoon ja tulosten merkittävyyteen. Tällaisia tilanteita voivat olla mm. vedenpinnan äkilliset nousut ja laskut, merkittävät virtaamien muutokset, uudet, ennalta arvaamattomat kuormittajat, kuten öljyn tai muun haitallisen aineen vaikutus kohteen veden laatuun jne. Kaikki nämä tulee kirjata tarkasti näytteenottopöytäkirjoihin.
- Näytteenoton aikana alkanut äkillinen myrsky tai rankkasade tulee ottaa huomioon näytteiden laatuun mahdollisesti vaikuttavina tekijöinä. Nämä tulee kirjata tarkasti näytteenottopöytäkirjoihin.

Edellä esitetyt toimet saattavat tuntua turhankin yksityiskohtaisilta ja byrokraattisilta. Toimintojen kehittyessä ja tehtävien muuttuessa toistuviksi ja vuodesta toiseen jatkuviksi ja näytteenottajien ammattitaidon lisääntyessä ne tulevat kuitenkin rutiininomaisiksi, eikä niihin kulu kohtuuttomasti aikaa. Aika ajoin on syytä tarkistaa, että toiminnot vastaavat laatukäsikirjan ohjeita. Tämä on osa sisäistä auditointia.

10 Kenttätyöskentelystä

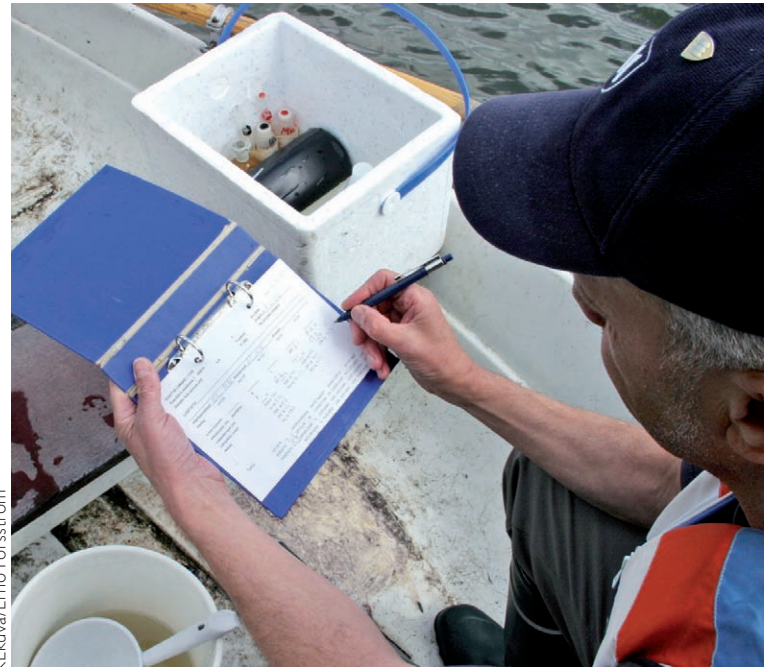
Näytteenoton kenttätyöt alkavat yleensä tutkimusyksikön tiloista. Näytteenoton varusteet, kuten erilaiset näytteenottimet, näytepullot, näytteiden alkukäsittelyssä tarvittavat reagenssit, kuljetuslaatikot ja kenttätoiminnan kirjaamiseen liittyvät pöytäkirjat ja muistiinpanovälineet tulee olla niille varatuilla, omilla paikoillaan. Tilojen puhtaudesta ja hyvästä järjestyksestä tulee pitää jatkuvasti huolta.

Näytteenottovälineistön kokoamisen ja pakkaamisen yhteydessä tulee aina tarkistaa seuraavat keskeiset asiat:

- Näytepullot: pullojen numerointi, puhtaus ja sopivuus tutkittavien suureiden näytteiden ottoon. Tämä vaihe tulee tehdä yhteistyössä laboratorion kanssa.
- Tutkimuksissa tarvittavat näytteenottimet: kunto, sopivuus, toimivuus ja puhtaus.
- Näytteenottimen lämpömittarin tarkistus (näytteenotossa käytettävien mittareiden kalibrointi tehtävä riittävän usein).
- Jos lämpötilakerrostuneisuuden selvittämiseen käytetään sähköistä lämpömittaria, sen käyttökelpoisuus on kokeiltava ja testattava jo laboratoriossa.
- Näytepullojen kuljetuslaatikot: laatikoiden soveltuvuus tietyn kokoisten pullojen kuljettamiseen ehjinä, puhtaus ja varautuminen laatikoiden lämmittämiseen tai jäähdyttämiseen.
- Tarvittavat reagenssit (useimmiten happianalyysin edellyttämät saostusreagenssit) ja niiden puhtaus, säilöntäaineet (mm. planktonnäytteisiin), liuosten kunto, sekä kenttätyöskentelyssä tarvittavat annostelijat.
- Muistiinpanovälineet.
- Muut tutkimusvälineet ja mittarit.

Välineistön pakkaamisessa tulee ottaa huomioon niiden käytön aikataulun mukainen järjestys. Samoin pullojen on oltava kuljetuslaatikoissa näytteenoton kannalta oikeassa järjestyksessä.

Näytteenotossa tarvittavat erilaiset liuokset tulee pakata kukin erikseen niille varattuun kuljetuslaatikkoon tai niiden sekoittuminen keskenään tulee muuten huolellisesti estää, esimerkiksi selvästi merkityllä sijoittelulla. Eräät reagenssit, mm. hapen määrittämisessä käytettävät mangaanokloridi ja jodipitoinen lipeäliuos, sekä planktonnäytteiden säilöntäaineet, saattavat hyvinkin pieninä pitoisuuksina muuttaa vesinäytteitä, mm. aiheuttaa suolapitoisuuden tai happamuuden merkittäviä muutoksia.



SYKEkuva/Emo Fonsström

Kenttälomakkeen huolellinen täyttö ja erityishuomioiden merkitseminen ovat keskeinen osa kenttätyöskentelyä.

Pakkaamisessa, näytepullojen käsittelyssä ja kuljetuksessa on kiinnitettävä erityisesti huomiota puhtauteen. Näytteenottovälineiden on oltava aina puhtaat, toimivat ja tarkoitukseensa sopivat. Näytteenottovälineistön lisäksi on huolehdittava autojen, veneiden ja muiden kuljetusvälineiden puhtaudesta ja siisteydestä.

Kuljetuksen aikana on varmistettava, etteivät välineet pääse rikkoutumaan eivätkä likaantumaan. Tämä on erityisesti huomattava siirryttäessä näytteenottokohteelta toiselle. Laadukas työ ja virheettömät välineet varmistavat luotettavat tulokset ja oikeat johtopäätökset.



Ari Mäkelä

Kalibroituja kenttämittareiden käytöllä voidaan tehdä lika-aineiden leviämisen selvityksiä ja varmistaa näytteenottoaikojen edustavuus. Kuvassa veden sähkönjohtavuuden ja lämpötilan mittaus.

11 Järvinäytteenotto

Järvinäytteenotto edellyttää jo työturvallisuussyistä aina kahden näytteenottajan yhteistoimintaa. Onnistuneen näytteenoton vaatimuksena ovat hyvin valmistellun näytteenotto-ohjelman lisäksi kunnossa olevat näytteenottimet, niiden virheetön käsittely ja ohjelman tarkka toteuttaminen. Tämän vuoksi kunkin ottimen toimintaperiaatteet ja mahdolliset virhelähteet tulee tuntea tarkoin. Periaatteet on jokaisen näytteenottajan hallittava hyvin, mutta vasta harjoittelu ja pitkäaikainen kokemus takaavat luotettavan tuloksen.

Näytteenotto aloitetaan järjestämällä näytepullot, muut tarvittavat astiat ja reagenssit näytteenoton edellyttämään järjestykseen. Näytteenottaja valitsee näytteenottimelle ja sen vaijerille muista välineistä erillään olevan paikan. Kun näytteenotin viritetään ja aloitetaan sen laskeminen ensimmäiseen näytteenottosyvyyteen, useimmiten yhteen metriin, on vielä kerran tarkastettava koko näytteenottotilanne (ovatko pullot paikoillaan, reagenssit valmiina jne.). Vasta tämän jälkeen otetaan ensimmäinen näyte.

Vesinäytteenoton yleisohjeet

Näytesyvyys mitataan veden pinnasta näytteenottimen puoleenväliin. Tämä on yleensä otettu huomioon jo näytteenottimen vaijeria merkittäessä. Näytteet otetaan järjestyksessä pinnalta alimpaan syvyyteen. Alin näyte otetaan normaalisti metri pohjan yläpuolelta. Lähempänä pohjaa suljettu noudin saattaa sekoittaa varsinkin pehmeän pohjan pintaa, jolloin siitä irtoava hieno aines pilaa näytteen. Alimman näytteen laatu tulee tästä syystä aina tarkistaa myös silmävaraisesti.

Näytteenotin lasketaan veteen rauhallisesti. Lähestyttäessä näytesyvyyttä viimeiset metrit otinta

lasketaan hitaasti. Ennen näytteenottimen laukaisemista sitä pidetään näytesyvyydessä liikkumattomana vähintään 15 sekuntia.

Näytteenottimen nosto aiheuttaa ylöspäin suuntautuvan vesivirran. Tämän vuoksi ensimmäiset kaksi metriä tulee nostaa hitaasti, jottei haitallista sekoittumista pääse syntymään. Näytteenottimen noustua vedestä luetaan välittömästi lämpötila

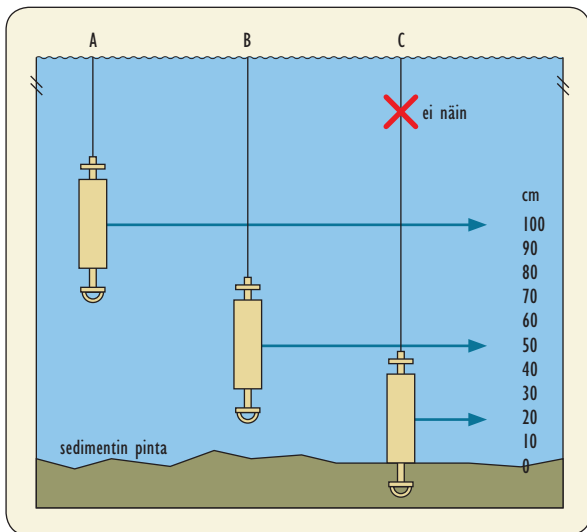


SYKEkuva/Erno Forsström

Lämpömittari tulee lukea niin, ettei ilman lämpötila ja erityisesti suora auringonvalo ennätä vaikuttaa lämpötilaan.

ottimen mittarista siten, että mittari ja otin ovat näytteenottajan varjossa. Lukemat merkitään heti kenttäpöytäkirjaan.

Samasta syvyydestä nostettavan näytesarjan aikana näytteiden vertailukelpoisuutta tarkkailaan lämpötilan avulla. Näytepullot täytetään heti näytteenoton ja lämpötilanmittauksen jälkeen. Näytteenottimen letkusta poistetaan siinä olevan vesimäärän verran vettä ennen näytepullojen täyttämistä.



Kuva 20. Näytteenottimen toiminta vesinäytteenotossa.



SYKEkuva/Emo Forsström

Happinäyte lasketaan pulloon, että vesi vaihtuu riittävästi. Näyte sakataan jo kentällä, joten happipitoisuutta voidaan arvioida heti. Mitä tummempi sakka, sitä enemmän näytteessä on happea.

Näytteenoton yhteydessä täytetään välittömästi kenttäpöytäkirja, johon kirjataan myös kaikki havainnot näytteenottohetken säästä ja mahdollisista muista tuloksiin vaikuttavista tekijöistä.

Erityisohjeita ja muuta huomioon otettavaa

Havaintopaikalla näytteenottokohdan kokonaisyvyys mitataan esimerkiksi kaikuluotaimella tai luotinarulla. Sen jälkeen näytteet otetaan vähintään viiden metrin etäisyydeltä kokonaisyvyyden mittausta paikalta ja virtaussuuntaan nähden aina sen yläpuolelta. Talvella kokonaisyvyys määritetään eri avannosta kuin näyte otetaan. Kokonaisyvytyä ei saa mahdollisen likaantumisen vuoksi mitata näytteenottimella (kuva 20).

Näytteitä otettaessa näytteenotin tai sen vaijeri eivät saa joutua kosketuksiin lian kanssa. Esimerkiksi veneen pohja on eristettävä puhtaalla alustalla. Näytteenotinta ja näyteastioita käsiteltäessä on kiinnitettävä huomiota käsien, käsineiden ja rukkasten puhtauteen.

Sekoittumisen merkitys näytteen mahdollisena pilaajana on sitä suurempi, mitä jyrkempi on lämpötilakerrostuneisuus ja mitä tarkempia ovat horisontaaliset vyöhykevälit esimerkiksi voimakkaasti jätevesillä kuormitetuissa järvissä.

Näytteiden oton järjestys on tärkeä pitää aina samana. Ensin otetaan näytteet liuenneiden kaasujen tutkimista varten täydestä noutimesta (happi-, sulfidi- ja hiilidioksidinäyte).

Kaasunäytteitä otettaessa nostimen letku työnnetään näytepullon pojalle. Pulloon ylijukuksutetaan vettä noin 2–3 kertaa pullon tilavuus. Pulloon ei saa päästää ilmaa. Vettä juoksetetaan koko ajan, kun letku nostetaan pullosta.

Näytteet otetaan aluksen tuulen puolelta tai virtaavassa vedessä ylävirran puolelta. Näytteitä ei saa ottaa aluksen perästä. Moottorin ja pakoputken aiheuttama partaiden ja vesirajan likaantuminen voi vaikuttaa tutkimustulokseen. Näytteenoton aikana moottoria saa käyttää vain poikkeustapauksissa, esimerkiksi kovassa tuulessa ja aallokossa.

Talvisessa näytteenotossa korostuvat kylmyys, jää ja lumi. Muutoin näytteet otetaan samalla periaatteella kuin kesälläkin.

Talvella liikutaan yleisimmin lumikelkoilla, joiden rekeen on lastattu tutkimusvälineet. Tutkimuskohteelle navigoidaan samoin kuin kesällä.



Näytteenottoa veneessä. Näytteenottimen valkoisen kannen avulla voi mitata veden näkösyvyyden.

Näytteenottokehtien merkintä ensimmäisellä kerralla varmentaa paikan nopean löytymisen uudelleen talven mittaan.

Lumikelkkaa rekineen voi kuljetusvälineenä verrata veneeseen. Näytteenotto paikalla tulee ottaa kelkan pakokaasut ja yleensäkin koko moottori huomioon mahdollisena näytteitä likaavana tekijänä.

Näytteitä ei saa ottaa aivan moottorikelkan vierestä, alatuulen puolelta. Näytepullot tulee suojata jäätymiseltä. Tässä auttavat mm. lämpölaatikot, vesiasiastiat tai lämmitetty tila reessä.

Jos jäällä oleva vesi pyrkii avantoon, se tulee mahdollisuuksien mukaan estää tekemällä lumesta valli näytteenottoavannon ympärille. Jos tämä ei ole mahdollista, tulee näytteet ottaa ohjelman mukaisesti ja lisätä ylimmän näytteenotto syvyyden (1 m) alapuolelle (2 m) ylimääräinen ottosyvyys. Poikkeamat merkitään pöytäkirjaan.

Kylmä jään päällä oleva vesi leviää heti jään alle. Tällöin kahden metrin näytesyvyys voi antaa tutkijalle hyödyllistä lisäinformaatiota.

Näyteavannosta jälle nouseva vesi ei vaikuta tutkimustulokseen, koska avantoon nouseva vesi tulee sivulta, jään alta.

Avantoa ei saa puhdistaa jääkairalla pumppuamalla, koska tällöin sekoitetaan jään alla olevia, hyvinkin ohuita vesikerroksia. Avanto puhdistetaan aina sohjokauhalla.

Ottimesta jälle kaadettava ylimääräinen vesi on kaadettava niin kauas avannosta, ettei se voi joutua näytteenottoavantoon. Otinta ja vaijeria ei saa pitää näytteenoton aikana jään päällä olevassa vedessä.

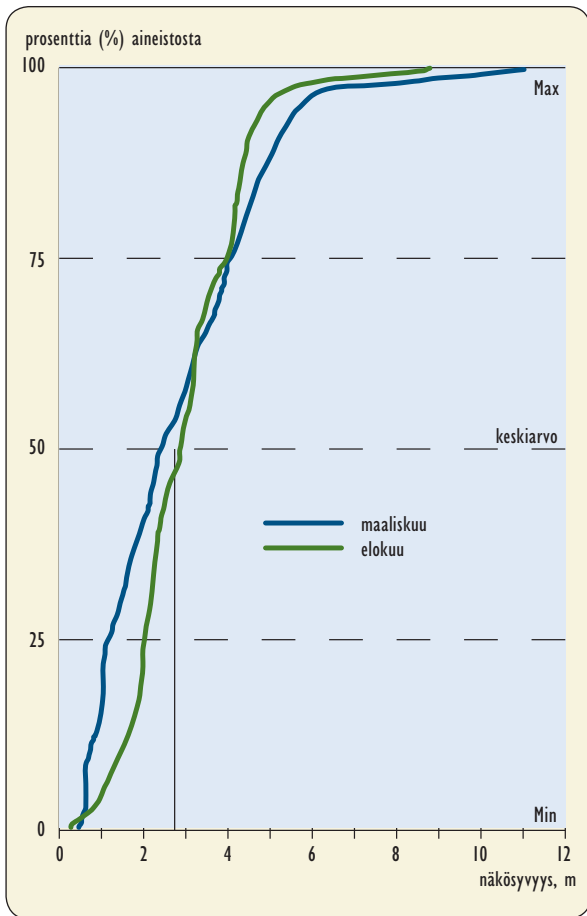
Jääkairan maalipintojen tulee olla ehjät. Kairan terää ei saa koskaan öljytä tai rasvata esimerkiksi ruostumisen estämiseksi. Kesävarastona on näin ollen oltava puhtas ja kuiva tila. Kaira, sohjokauha ja tutkimuksessa käytettävä lapio tulee tarvittaessa pestä laboratorioissa. Kairaa ja muita apuvälineitä tulee käsitellä kuin tutkimusvälineitä. Niiden puhtauden tulee olla samalla tasolla kuin näytteenottimen vaijereineen.

Näkösyvyys

Näkösyvyydellä tarkoitetaan sitä syvyyttä, josta veteen laskettu valkoinen levy vielä on havaittavissa. Tämän mittauksen avulla saadaan selville järven tuottavan kerroksen paksuus. Kirkkaassa karussa järvessä näkösyvyys voi olla jopa kymmenen metriä. Luontainen korkea savipitoisuus tai suoperäisiltä mailta huuhtoutuvat humusaineet estävät valon tunkeutumista syvempiin vesikerrokseen ja aiheuttavat näkösyvyyden pienene- mistä. Myös vesistöjen rehevöityminen ja muu likaantuminen aiheuttavat näkösyvyyden pienemistä.

Näkösyvyys vaihtelee myös vuodenajoin. Talvella näkösyvyys on yleensä suurimmillaan ja kesällä tuottavaan aikaan selvästi pienempi (kuva 21). Luontaisesti savisameissa vesissä ja humusvesissä näkösyvyys on pienimmillään yleensä kevättulvan aikana.

Näkösyvyys arvioidaan silmävaraisesti. Jos näytteenottoryhmässä on useampia henkilöitä, tulisi aina silloin tällöin tehdä keskinäisiä näkösyvyysmittausten vertailuja. Tästä syystä pitempää näytesarjaa otettaessa saman henkilön tulee mitata näkösyvyys kaikilta kohteilta. Merkittävä virhe yleensä näkösyvyyden mittauslukemaan syntyy veneestä mitattaessa, koska veneen tulisi olla rauhallisesti paikallaan, jotta levyn näkyvyydestä katoamisen rajapinnan voi määrittää var-



Kuva 21. Suomen järvisyvänehavaintoverkon näkösyvyys-havaintojen jakaumat maaliskuun ja elokuun havaintokertoilla (vv. 1977–1991). Keskimääräinen näkösyvyys on ollut n. 2,7 m.



Markus Pentikäinen/Kuvaryhmä/SKOY

Veden näkösyvyyttä voivat mitata myös kotijärvensä tilasta kiinnostuneet ranta-asukkaat.

muudella ja jotta mittalevyn vajeri tai mittanauha on ehdottomasti suorassa.

Kesällä näkösyvyys mitataan aina aluksen varjon puolelta. Laineiden tuoma haitta pyritään estämään esimerkiksi vesikiikarilla. Näkösyvyiden mittaamiseen ja mittaussarjan tulosten vertailukelpoisuuteen vaikuttavat mm. sadekuurot, pilvisyyden suuret muutokset, hämärän tulo tai pinnalla kelluvat karikkeet ja levät. Koska aurinon korkeuskulma vaikuttaa näkösyvyiden mitaustulokseen, suositeltavaa on, että näkösyvyys mitataan klo 9.00–15.00. Mittauspaikan virtaisuus saattaa myös hankaloittaa näkösyvyiden mittaus-ta. Kaikki näkösyvyyteen ja sen mittaamiseen vaikuttavat tekijät tulee merkitä kenttäpöytäkirjaan.

Kun näkösyvyyttä mitataan järven nopeasti virtaavissa salmissa tai voimakkaassa tuulessa, levyn käyttäytymiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Jos näytteenotin tai levy pyrkivät haitallisesti kulkeutumaan virran mukana, tulee ne painottaa virran viennin estämiseksi. Kovassa virrassa ja pienten näkösyvyyksien vesissä voidaan näkösyvyys mitata esimerkiksi jäykän varren päähän kiinnitettyllä valkolevyllä.

Kenttämuistion täyttäminen

Kenttämuistion asiallinen täyttäminen on tärkeä osa kenttätöskentelyä. Muistio tulee täyttää nimenomaan kentällä, jolloin kaikki tapahtumat ja merkittävät tuloksiin vaikuttavat tekijät ovat tuoreeltaan muistissa. Samalla tulee tarkistettua, että kaikki ohjelmaan sisältyvät näytteet on otettu.

Havaintopaikan varmentamistapa tulee merkitä näytteenottolomakkeelle, esimerkiksi ”GPS”. Säätiiedot ja varsinkin tiedot sään nopeista näytteenoton aikana tapahtuneista muutoksista tulee kirjata tarkasti kenttämuistioon. Näytteenottopaikalla havaitut veden samentumat ja leväsiintymät tulee kuvata ja tarvittaessa ottaa niistä erillinen näyte. Kamera on erittäin sopiva dokumentointiväline raportoinnin avuksi.

Samoin poikkeamat yleisestä näytteenottotekniikasta tulee merkitä ylös. Tällaisia ovat esimerkiksi näytteenottimien vaihto kesken mittaussarjan, poikkeava näytteenottojärjestys, poikkeavat näytepullot ja näytemäärät sekä syyt näihin poikkeamiin.

12 Järvitutkimuksen tärkeät määritykset

Lämpötila ja veteen liennut happi ovat keskeisimmät järvitutkimuksen muuttujat, joiden määrittäminen on aina tarpeen. Ne muodostavat perustan muiden tutkimustulosten arvioinnille. Tulosten tulkinnassa auttaa erityisesti lämpötilakerrostuneisuuden tarkka havainnointi.

Järven muutosilmiöt kuten rehevöityminen, happamoituminen, haitallisten aineiden kertyminen tulee ottaa huomioon yksityiskohtaista määrityslistaa laadittaessa. Rehevöitymisen tutkimuksessa ja seurannassa fosfori ja typpi, kuuluvat ehdottomasti määritysvalikoimaan. Niiden pitoisuudet ja kertyminen kerrostuneisuuden aikana alusveteen ovat tärkeitä seurantakohteita. Kokonaispitoisuuksien ohella tarvitaan monesti tietoa myös fosforin ja typen mineraalimuodoista, erityisesti fosfaateista ja nitraateista.

Rehevöitymisilmiön seurannassa tärkeitä määrityskohteita ovat tuotantoa kuvaavat biologiset muuttujat, kuten kasviplankton, päällyskasvustot, suurkasvillisuus ja kalantuotanto. Yksinkertaisin

rehevyyden mittari on päällysveden klorofyllipitoisuus lämpimän veden aikaan. Myös näkösyvyyden väheneminen kuvaa varsinkin luontaisesti kirkkaissa vesistöissä rehevöitymistä.

Useimmissa tapauksissa tarvitaan kuitenkin tarkempia määritysmenetelmiä, joilla voidaan kuvata yksityiskohtaisemmin rehevöitymisen edessä lisääntyviä eliöyhteisöjä.

Tärkeitä muuttujia happamoitumisen seurannassa ovat veden alkaliniteetin, alkalimetallit sekä pH. Happamoitumisen aiheuttamaa vesien kirkastumista on voitu arvioida myös näkösyvyyttä mittaamalla.

Haitallisten aineiden seurannassa määritettävät aineet riippuvat siitä, mistä epäilty kuormitus on peräisin. Suomessa on mitattu varsin paljon kemiallisen metsäteollisuuden päästöjen mukana vesistöihin johdettuja yhdisteitä, kuten kloorifenoleja. Myös pitkäikäiset orgaaniset yhdisteet, kuten PCB, edellyttävät edelleen monien vesistöjen seurantaa.

13 Jokinäytteenotto

Virtaava vesi on jokitutkimuksen erityispiirre. Jokinäytteet tulee aina ottaa ”puhtaasta likaisempaan päin” -periaatteen mukaan eli latvavesiltä alajuoksulle. Mikäli jokeen tulee jätevesiä tai muita veden laatuun vaikuttavien lisävesiä, on näytteet otettava alajuoksulta muutoskohtaan päin.

Näytteenottimen käsittelyssä, laskemisessa haluttuun näytteenottosyvyyteen sekä sen laukaisussa ja nostossa noudatetaan samoja huolellisuus- ja työturvallisuusperiaatteita kuin järvitutkimuksessakin.

Näytteenoton erityispiirteitä

Jokinäytteenotossa on aina varmistettava, että virtauksen voimakkuudesta huolimatta otin sulkeutuu halutussa syvyydessä. Tavanomaisessa seuranta- ja tarkkailututkimuksessa näytettä ei saa ottaa esim. kiinteitä roskia kuljettavasta pintakalvosta, eikä päällimmäisestä 10 senttimetrin vesikerroksesta. Ilman erityisyyttä näytettä ei myöskään saa ottaa rantavyöhykkeeltä, ellei joen päävirtaus kulje juuri sen kautta.

Jokinäytteet tulee mahdollisuuksien mukaan ottaa joen päävirran alueelta. Näin säilytetään vertailukelpoisuus näyteasemien välillä. Päävirran ulkopuolella vaikuttavat jokeen tuleva haja-kuormitus ja rantamatalan kasvillisuus.

Jos näytteitä ei voida ottaa päävirran alueelta, ottokohta tulee merkitä karttaan. Kenttäpöytäkirjaan kuvataan näytteenottokohta, sen syvyys ja havainnot virtaussuunnasta, kasvillisuudesta ja alueelle mahdollisesti tulevasta hajavalunnasta, puroista, ojista, mahdollisista pinnalla kulkevista roskista, jne.

Näytteenottajan tulee jokaisessa tutkimuskohteessa varmistaa kohteen sopivuus näytteenottoon.

Jos jossain kohteessa virtaaman pienuus tai uoman muutokset estävät näytteenoton, tulee korvaava näytteenottokohta valita lähimmästä sopivasta paikasta ylä- tai alavirran puolelta. Sama koskee talvinäytteenottoa, jos jäätilanne estää näytteenoton sovitusta kohdasta. Jos havaintopaikkaa vaihdetaan, on aina otettava huomioon kuormitustekijöiden sijainti. Kaikki muutokset tulee merkitä muistiin kenttäpöytäkirjaan.

Havaintopaikat varmistetaan jokitutkimuksessa tavallisimmin maastomerkkien mukaan. Suurissa joissa ja suvannoissa voidaan havaintopaikan varmentamiseen käyttää myös syvyyden mittausta.

Jokitutkimuksessa pohjaan laskettu ankkuri voi muuttaa pohjanläheisen vesikerroksen vedenlaatua. Kapeissa jokiuomissa voi näytteenottoveneen kiinnittää havaintopaikalle joen yli pingotettuun vaijeriin.

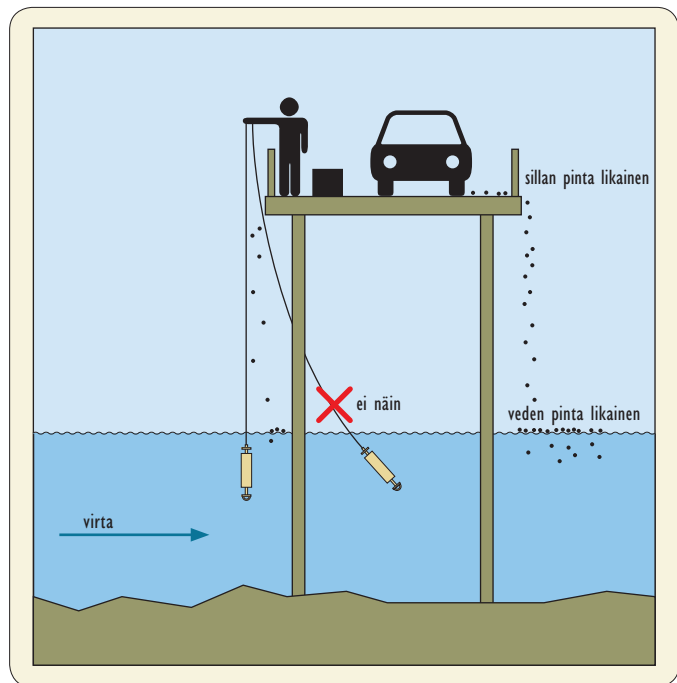
Näytteenotto sillalta tai laiturilta

Näytteenotossa tulee varmistaa näytteenottokohdan kulloinenkin sopivuus edustavan näytteen ottamiseksi. Muutoksia voivat aiheuttaa mm. laituriiin kiinnitetyt veneet, rakenteiden muuttunut käyttö, kuten polttoaineen tai puutavaran säilytys ja käsittely.

Sillalta näytteitä otettaessa on otin laskettava nopeasti haluttuun syvyyteen ja pyrittävä laukaisemaan se välittömästi. Jos virta vie otinta laukaisupainon pudotessa, on otin pidettävä halutussa, yleensä yhden metrin syvyydessä vaijeria laske-malla. Näytteenotinta laskettaessa ja nostettaessa on huomattava, ettei vaijeri saa nojata sillan likaisiin rakenteisiin. Samoin vaijerin laskeminen sillan ajoradalle likaa vaijerin. Näytteenotin, vaijeri ja näyteastiat on aina suojattava niin, etteivät ne jou-

du kosketuksiin sillan kaiteen tai kannen kanssa (kuva 22).

Jos jokitutkimuksessa otetaan näyte käsin, suoraan pulloon, on näytteenottotapa ja kohta kirjattava mahdollisimman tarkasti. Käsin otettaessa pullon korkki avataan juuri ennen pullon upottamista veteen. Pullo painetaan nopeasti yli 10 sentin syvyyteen pullon suun osoittaessa vastavirtaan. Pullon täytyttyä se suljetaan välittömästi.



Kuva 22. Näytteenotossa sillalta on erityisesti varottava pudottamasta likaa ja roskia veteen.

14 Jokitutkimuksen tärkeät määritykset

Myös jokitutkimusten kenttävaiheessa tehdään ensimmäisenä havainnot veden lämpötilasta. Koska jokivedet useimmiten ovat matalia ja hyvin sekoittuneita, riittää yksi mittaus uoman keskeltä yhden metrin syvyydestä. Tästä samasta paikasta ja syvyydestä otetaan yleensä myös näytteet muita ohjelmaan sisältyviä määrityksiä varten.

Virtaavana ja jatkuvasti sekoittuvana joen happitilanne on yleensä melko hyvä. Jokeen muodostuu vain harvoin happikatoa aiheuttavaa kerrostuneisuutta. Happipitoisuuden lisäksi joesta selvitetään veden kyky kuluttaa happea mittaamalla veden BOD₇ (biologinen hapen tarve seitsemän vuorokauden aikana). Yhdessä happipitoisuus ja BOD₇ antavat hyvän kuvan joen happitaloudesta.

Muut jokitutkimuksen tärkeät määritykset liittyvät vesien ravinnetalouteen ja veden luontaiseen laatuun. Useimmissa vesistöissä keskeisin vesien rehevyyttä määräävä tekijä on fosfori. Jokivesissä sen pitoisuudet ovat yleensä suurempia kuin järvisä, koska joki kuljettaa aina mukanaan enemmän erilaista kiintoainetta. Järvisä kiintoainetta sedimentoituu nopeasti virtausnopeuden pienentyessä.

Näytteet ravinnemäärityksiä (fosfori ja typpi sekä niiden yhdisteet) varten on jokivesistäkin otettava huolellisesti. Jokivesistä määritettyjä ravinnepitoisuuksia käytetään monasti ainevirtaamien (virtaama x pitoisuus) laskemiseen. Jos jo näytettä otettaessa havaitsee, että näytteessä on esimerkiksi tavanomaista enemmän kiintoainetta, tulee näyte ottaa uudestaan. Kuvaus normaalia suuremmasta kiintoainemäärästä, samoin kuin sen mahdollisesta aiheuttajasta, tulee aina kirjata näytteenotto-*pöytäkirjaan*.

Jokiveden laatua kuvaavat sameus ja veden väri. Ne vaihtelevat jokivesissä huomattavasti enemmän kuin järvisä. Parhaiten vaihteluja selittävät vesistöalueen maaperä ja joen erilaiset virtaamat.

Virtaaman kasvaessa kasvavat huuhtoutumat nopeasti ja tämä aiheuttaa silmin havaittavia muutoksia jokiveden ulkonäössä. Suuremmista joista kannattaa määrittää myös näkösyvyys. Nopeasti virtaavassa joessa määrittäminen voi olla hankalaa.

Tärkeä jokivesimääritys on myös veden pH-arvon mittaaminen. Etenkin rannikkoalueen alunmaiden veden nopea happamoituminen, millä on suuriakin vaikutuksia kalojen elinolosuhteisiin, selviää pH-mittauksilla luotettavasti. pH-arvo voidaan alustavasti määrittää kentällä.

Jokien tilan arvioinnissa tullaan käyttämään entistä enemmän biologisia menetelmiä, kun EU:n vesipuidedirektiivin mukaiset seurannat käynnistyvät koko laajuudessaan. Biologisista menetelmistä varsinkin pohjaeläinten lajikoostumuksen ja määrän analysointi näyttää sopivalta lähtökohdalta direktiivin edellyttämään joen ekologisen tilan arviointiin.

Pintakasvustojen (perifyton) määrän ja lajistollisen koostumuksen selvittäminen on sopiva menettely varsinkin jokien alkavan rehevöitymishityksen selvittämiseksi.

Jokivesien tilaa kuvaavien suureiden, niin kemiallisten kuin biologistenkin, yksi selittäjä on vesimäärä eli kulloinkin mitattu (tai arvioitu, tai laskettu) virtaama. Usein tieto saadaan hydrologisesta seurannasta. Hydrologisen tiedon saatavuus tulee selvittää jo tutkimus- ja seurantaohjelmia valmisteltaessa.

Esimerkiksi perifytonin määrittämisessä keinoalustoilla, tulee kentällä havainnoida virtausnopeuksia, kun viljelylaitteita asennetaan vesistöön tai viljelyn jälkeen viedään tutkittaviksi. Samoin pohjaeläinnäytteen yhteydessä tehdyt virtausnopeushavainnot tukevat tulosten käsittelyä.

15 Rannikkovesinäytteenotto

Meren rannikkoalueen näytteenoton erityispiirteitä ovat suuret vesimassat, suuret virtaukset, aallokko, mainingit, kumpuaminen ja jyrkkärajainen kerrostuneisuus.

Näytteenoton aikana on huomattava ns. virran vienti. Merialueen pintaveden virtaukset ovat laaja-alaisia, suurten vesimassojen virtoja, joita on vaikea havaita näytteenottoaluksesta. Tämän vuoksi veneen ohjaajan on koko ajan tarkkailtava näytteenottimen vaijerin kulmaa, veden syvyyttä kaikuluotaimella ja veneen sijainnin muutosta tutkan, linjojen tai GPS -paikantimen avulla. Näytteet otetaan veneen keulaosasta siten, että ohjaaja näkee näytteenottajien toiminnan.

Merinäytteenoton yhtenä ongelmana ovat kovan tuulen jälkeiset mainingit ja korkeat aallot. Tavallisimmin ohjelman alin näytteenottosyvyys on metri pohjan yläpuolelta. Tämän syvyyden onnistunut näytteenotto edellyttää kuitenkin, ettei aluksen parras näytteenottotilanteessa nouse ja laske yli metriä. Vaarana on, että näytteenotin osuu pohjaan ja pilaa näytteet.

Merialueen suuret syvyydet antavat kuitenkin mahdollisuuden, tutkimuksen arvoa merkittävästi heikentämättä, ottaa näytteet esimerkiksi 2–3 metriä pohjan yläpuolelta. Tämä on kuitenkin merkittävä kenttäpöytäkirjaan.

Näytteenotto toteutetaan teknisesti samoin kuin muissakin vesistöissä. Erityistä tarkkuutta vaativat näytteenottokohdan paikallistaminen, virtausten

ja vallinneiden säätilojen huomioiminen ja kirjaiminen. Merialueella myös laivaliikenne voi merkittävästi sekoittaa päällysvettä.

Talvinäytteenotossa tulee huomata ahtojäiden ja väylien aiheuttamat poikkeamat matkareitteihin ja havaintopaikkojen sijoitteluun.

Poikkeukselliset säät, kuten myrskyt, pitkäaikaiset tuulet ja myös nk. maatuuli, tulee kirjata kenttäpöytäkirjaan.

Merialueella työskentely edellyttää työturvallisuuden huomioimista työn kaikissa vaiheissa:

- aluksen kuljettajalla tulee olla rannikkovesillä riittävä kuljettajapätevyys,
- suunnitellun ajoreitin aikatauluineen tulee olla laboratorion tai tutkimuksesta vastaavan tiedossa,
- henkilökohtaiset turvavälineet, kuten keltahaalarit, turvaköysi ja muut sään edellyttämät suojarusteet on oltava käytössä,
- näytteenottoveneen tai -aluksen on oltava merikelpoinen.

Jos merivirrat ovat voimakkaat ja näytteenottopaikan suurimman syvyyden alue on pieni, voidaan ensiksi ottaa suurimman syvyyden näytteet ja sen jälkeen muut pinnasta syvemmälle. Samalla tavalla voidaan menetellä, jos tuuli on nousemassa niin, että aallokon korkeus todennäköisesti haittaa näytteenottoa pohjan läheltä.

16 Rannikkovesien tärkeät määritykset

Rannikkovesien tärkeimmät mitattavat suuret ovat pitkälti samoja kuin järvien tilaa selvitettäessä. Merkittävä eroavuus on meriveden (tai Suomen rannikolla pikemminkin murtoveden eli makean veden ja valtameren sekoituksen) suolaisuus. Kun

varsinaisen meriveden suolapitoisuus on noin 35 promillea, Hankoniemen kohdalla veden suolapitoisuus on suurimmillaankin vain noin 5–6 promillea. Tämäkin pitoisuus riittää aiheuttamaan merkittäviä muutoksia veden eliöstössä. Suolapitoisuus pienenee Hankoniemeltä Suomenlahden ja Perämeren pohjukoihin mentäessä niin, että niissä oleva vesi on suurten jokien vielä niitä laimentaessa jo lähes suolatonta.

Veden suolaisuuden vaihtelu aiheuttaa lämpötilakerrostuneisuuteen verrattavan kerrostuneisuuden. Vesi on sitä tiheämpää, mitä suolaisempaa se on, ja vesi kerrostuu suolaisuuden mukaan. Halokliini on suolaisuuden harppauskerros, jossa suolaisuus muuttuu voimakkaimmin lyhyellä matkalla. Varsinainen halokliini tavataan vain syvemmällä merialueen vesillä ja se asettuu yleensä noin 50–80 m syvyyteen. Matalissa rannikkovesissä varsinaista halokliiniä ei synny. Suolaisuuserot ovat suurimpia jokien vaihtumisalueilla.

Likaantumisesta ja voimakkaasta kerrostuneisuudesta johtuen merellä esiintyy myös selviä alueellisia happitilanteen heikkenemisiä ja täydellinen happikatokin on mahdollinen. Sen seurauksena laajoilla alueilla ei tavata lainkaan pohjaeläimiä.

Rannikkovesiemme suurin ongelma on lisääntyvä rehevöityminen, jonka seurauksena laajat, massiiviset levälautat uhkaavat joka kesä varsinkin Suomenlahden ja Saaristomerren rannikkoja. Rehevöityminen johtuu Itämeren suuresta ravinnekuormituksesta ja siitä, että Itämeren veden vaihtuminen on luonnostaan varsin hidasta ja epä säännöllistä.

Itämeren lahtien rehevöitymistilannetta pystytään seuraamaan määrittämällä vedestä kasviplanktonin määrä joko mikroskoipoimalla kasviplanktonnäytteitä tai määrittämällä vesinäytteistä klorofyllipitoisuus.



Satu Turttainen

Rannikkomaisemaa.

17 Näytteenoton ja näytteiden dokumentointi

Kenttätyön onnistumisen edellytyksenä on huolellinen kenttäpöytäkirjan täyttäminen jo kentällä. Pullojen ja syvyyksien kirjaaminen voidaan tehdä osittain jopa ennen matkalle lähtöä, jolloin vähennetään huonon sään kuten sateen aiheuttamia kirjaamisvaikeuksia ja helpotetaan työskentelyä kentällä. Tällöin näytteenotossa tulee kiinnittää erityistä huomiota pullojen oikeaan, numeroinnin mukaiseen järjestykseen.

Useilla vesitutkimuksia tekeville laitoksilla on käytännön kokemusten pohjalta muotoutunut oma kenttämuistionsa tai kenttäpöytäkirjansa.

Kenttäpöytäkirjan keskeiset merkinnät käsittelevät seuraavia asioita:

- **Vesistöalue ja tutkimuksen nimi** on oltava näkyvissä jokaisessa pöytäkirjan lehdessä tulosten arkistointia varten.
- **Yksikkö ja suorittajat.** Näytteenottajien nimimerkinnät ovat tärkeitä mm. silloin, kun tulokset ovat poikkeavia ja niitä halutaan selvittää tarkemmin jälkikäteen. Merkitsemällä allekirjoituksensa näytteenotto-pöytäkirjaan, näytteenottaja ottaa vastuun luotettavasta näytteenotosta.
- **Havaintopaikka.** Havaintopaikka ilmoitetaan ennakkoon tutkimusohjelmaan merkityn numeron ja nimen (koodin) mukaan. Jos näytteenottoa poikkeaa sovitusta merkittävästi tai näyte jää ottamatta, tulee kenttäkirjaan tai siihen tehtyyn liitteeseen kirjata tarkasti uusi paikka koordinaattineen. Samaan kohtaan on esitettävä myös syyt ohjelmasta poikkeamiseen.
- **Näytteenottokohdan kokonaissyvyys**, jonka tulee vastata ennakkokäsitystä havaintopaikan syvyydestä.

- **Näkösyvyys** kuvaa muiden määritystulosten mukana kohteen veden laadullista vaihtelua. Esimerkiksi tulvien aiheuttamat samentumiset tulevat hyvin näkyviin.
- **Näytteenottoaika (mukaan lukien kellonaika).** Vesistöjen biologiset toiminnot rytmittyvät useimmiten valon voimakkuuden ja vallitsevan lämpötilan mukaan. Esimerkiksi rehevien järvien päällysveden happipitoisuus vaihtelee huomattavasti päivän eri aikoina. Kellon aika tulee ilmoittaa minuutilleen, esimerkiksi aikavälinä tai kunkin kohteen työskentelyajan puolivälin mukaan.

Ilman lämpötila asteen tarkkuudella, pilvisuus tai vaankannen kahdeksasosina, tuulen suunta asteina ja nopeus metreinä sekunnissa, jään paksuus sentteinä ja lumen paksuus sentteinä ovat tärkeitä ympäristöhavaintoja, joilla saattaa olla merkittävä asema tulkittaessa määritystuloksia.

Kenttäpöytäkirjan ruudukko-osaan merkitään syvyyksittäin pullojen numerot ja ao. syvyyden lämpötila. Jos vedessä huomataan poikkeava haju, se merkitään asianomaisen syvyyden sarakkeeseen.

Huomautussarakkeeseen merkitään kaikki ne tiedot ja poikkeamat ohjelmasta, joilla voi olla merkitystä tulosten tulkinnassa. Näitä ovat mm. näytteenoton yhteydessä esiintyneet levälautat tai levien aiheuttamat veden värit, erilaiset öljyt, sameus ja äkilliset sään muutokset. Samoin on syytä kirjata ylös mahdolliset öljy- tai muut vastaavat havainnot myös rantavyöhykkeestä.

18 Kentältä laboratorioon

Näytteet on pyrittävä säilyttämään mahdollisimman muuttumattomina näytteenotosta laboratorioon. Kuljetuksen ajan näytteet pidetään kylmälaukuissa tai -laatikoissa suojassa suoralta valolta, lämpötilan muutoksilta ja rikkoontumiselta. Näytteet tulee kuljettaa jäähdytettyinä, mutta jäätyttäminä. Suositeltava lämpötila on noin 4 °C.

Erityisesti bakteerinäytteiden oton ja viljelyn aloittamisen välisen ajan tulee olla mahdollisimman lyhyt.

Kuljetuksessa tulisi ottaa huomioon seuraavat, näytteiden muuttumisen kannalta tärkeät asiat:

- Nopea kuljetus takaa parhaiten näytteiden säilymisen mahdollisimman muuttumattomina.
- Kuljetuksen aikana tulee estää kaikenlaisen likaantumisen syntyminen.

- Lyhenkään kuljetuksen aikana ei pidä antaa näytteiden lämmetä tai jäätyä.
- Näytteet on toimitettava asiallisesti perille laboratoriohenkilöstölle, jolta on tarvittaessa saatava kuittaus näytteiden vastaanotosta.
- Näytteiden postituksesta ja ilmoituksista vastaanottajalle on huolehdittava viipymättä.

Laboratoriossa näytteenottajien on selvitettävä henkilökunnalle havaitut poikkeamat ja seikat, jotka saattavat vaikuttaa määrityksiin ja tulosten tulkintaan. Näytteiden luovutuksen jälkeen huolletaan näytteenottovälineet, mikä varmistaa seuraavan näytteenottomatkan onnistumisen.



SYKEkuva/Emo Forsström

Kuljetuksen ajaksi näytteenottovälineet ja näytteet on pakattava huolellisesti likaantumisen ja rikkoutumisten välttämiseksi sekä pyrittävä säilyttämään näytteet suojassa suoralta valolta ja lämpötilan merkittävilta muutoksilta.

19 Kasviplanktonnäytteet

Kasviplankton on keskeinen järvien rehevöitymistä kuvaava muuttuja. Kasviplanktonmäärittäksiä on tehty suomalaisessa järvitutkimuksessa 1900-luvun ensimmäisistä vuosikymmenistä lähtien, ja tulosten avulla on mm. luokiteltu järviä ja todettu likaantuneiden vesistöjen laajuuksia. Jo 1960-luvulta alkaen on toteutettu yhtenäiseen menettelyyn perustuvaa seuranta. Lisäksi viime vuosikymmenenä on seurattu levähaittoja, jossa tehtävään koulutetut havaitsijat keräävät tietoja havaintopaikoilta koko kesän ajan kerran viikossa. Tiedot perustuvat sekä viranomaisten että yksityisten kansalaisten näytteisiin.

Kasviplanktonnäytteet otetaan riittävän etäältä rannasta, jotta rantavyöhykkeeltä irtautuvia leviä ei joutuisi näytteeseen häiritsevässä määrin. Näytteet otetaan yleensä säännönmukaisesti järven syvänpaikalta, useimmiten ainakin järven selkäalueelta. Näytteenä käytetään yleensä kokoomanäytettä, johon osanäytteet kerätään esimerkiksi Limnosnoutimella tai erityisellä putkinoutimella.

Sisävesien kasviplanktonseurannan näytteenottoisyvyys on ollut 0–2 metriä. Ns. kokoomanäytteenoton yhteydessä määritetään aina lämpötilakerrostuneisuus.

Kokoomanäytteet kerätään suureen muoviasiaan, joka on tilavuudeltaan selvästi suurempi kuin lopullinen näyte. Yleensä suositellaan 20–30 litran kannellista muovisaavia. Kansi suojaa näytettä suoralta auringonvalolta. Näyte sekoitetaan huolellisesti esimerkiksi kauhalla tai puhtaalla sauvalla.

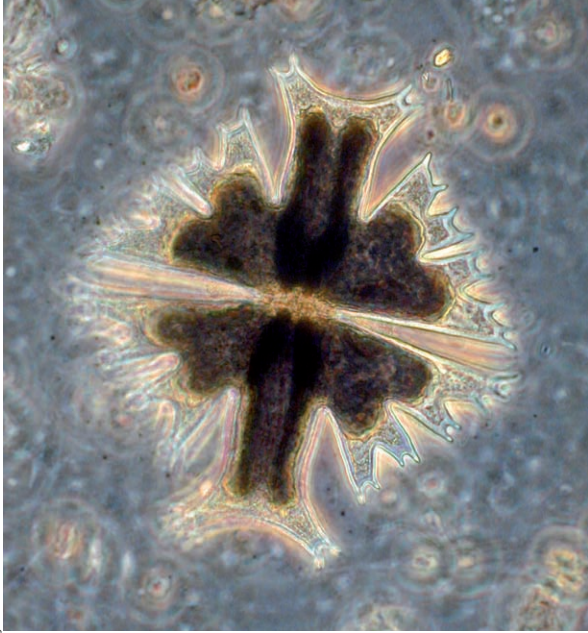
Näytteet kaadetaan (suppilon avulla) lasipulloihin, joihin on jo laboratorioissa lisätty kestäväintiaineeksi hapanta Lugol-liuosta (0,5 ml/200 ml näytettä). Näytettä kaadetaan näytepulloon niin, että pulloon jää ravisteluväli. Kirkas pullo on tummaa parempi, koska siinä voidaan tarkkailla



SYKEkuva/Emo Forsström

Planktonin näytteenottoon sopiva noudin.

kestävöintiaineen pitoisuutta. Näytepullot säilytetään viileässä jääkaappilämpötilassa (4–10 °C) ja pimeässä. Kestävöimättömät näytteet tulee saada mahdollisimman nopeasti laboratorioon tutkit-



Johanna Issakainen

Koristeleviin kuuluva planktonlevä *Micrasterias*.

taviksi, ja niiden lähettämisestä tulee sopia aina etukäteen.

Kasviplanktonlajit määritetään mikroskopoidulla. Levien massaesiintymiä tutkittaessa näyte otetaan sekä veden pinnalta että syvyysuunnassa, jotta voidaan selvittää haitallisen leväkasvuston syvyysjakauma. Lisäksi saatetaan tarvita alueellisia näytteitä eri puolilta vesistöä.

Kokoomanäytteestä otetaan tavallisesti näyte myös *a*-klorofyllipitoisuuden määrittämistä varten. Kaikissa vihreissä kasveissa on *a*-klorofylliä, joka on välttämätön pigmentti fotosynteesissä. Laboratoriossa veden *a*-klorofyllimenetelmässä levät ja muu hiukkasaine kerätään vedestä suodattamalla. Leväpigmentit uutetaan suodattimeen jääneestä aineksesta ja uutteen *a*-klorofyllipitoisuus mitataan (spektro)fotometrisesti.

Planktonnäytteitä otettaessa tulee tarkasti kuvata näköhavainnot: onko vedessä selvää väritystä ja minkä väristä, onko muodostunut jopa lauttoja, jotka voivat olla pääosin levää, vai onko kyseessä mahdollisesti jotain muuta vedessä keijuvaa ainetta, kuten esimerkiksi siitepölyä (pintakalvolla), suopursuruostetta tai onko selvää hajua aistittavissa. Kenttätiedot täydentävät usein merkittävästi myöhemmin laboratoriossa tehtyjä havaintoja.

20 Pohjaeläinnäytteet

Pohjaeläimistön kokonaismäärä ja lajistollinen koostumus kuvaavat vesistön perusluonnetta ja sen muuttumista, esimerkiksi vesistöjen rehevöitymisestä tai muusta likaantumisesta johtuen, joten pohjaeläimiä käytetään vesistöjen ekologisen tilan arviointiin.

Pohjaeläintutkimukset ovat kuuluneet moniin veloitettarkkailuohjelmiin 1970-luvulta lähtien. Määrävuosina toistuvia pohjaeläintutkimuksia tehdään monilla kuormitetuilla vesistöalueilla. Vuonna 1989 aloitettiin valtakunnallinen poh-

jaeläinseuranta 24 järvisyvänteellä. Seurannan tarkoituksena on tutkia pitkäaikaisten ja laajojen ympäristömuutosten vaikutuksia vesistöjen tilaan ja kerätä samalla vertailuaineistoa suhteellisen luonnontilaisilta järviolueilta.

Nykyisin pohjaeläimiä käytetään monissa ympäristötutkimuksissa osoittamaan ekologisen muutoksen suuruutta ja alueellista laajuutta niin joki-, järvi- kuin rannikkovesissäkin. Järvisä pohjaeläinnäytteet otetaan yleensä järvien syvänneläilla ja ns. välisyvytydestä. Syvänneläiden



Pohjaeläinnäytteenottoa potkuhaavilla.

Ympäristöhallinnon kuvapankki/Tiia Rautio

koosta riippuen tutkittava näyteala tulee määrittää järvi-kohtaisesti. Mikäli järvessä on useita erillisiä syvänteitä, niiden pohjaeläimistö voi poiketa toisistaan. Yleisesti voi sanoa, että rannikkotutkimukset muistuttavat näytteenoton osalta varsin paljon järvien tutkimusta, vaikkakin siellä tutkimusalueet ovat yleensä suurempia ja näytteenotokalusto järeämpää.

Näytteenottoaikoja on yleensä useita. Kustakin näytteenottoaika otetaan yksi näyte, joka koostuu rinnakkaisnäytteistä. Järvien rantavyöhykkeellä näytteenottoaikat voivat sijaita tietyin välein ns. näytelinjalla.

Järven rantavyöhykkeessä näytteenottoaika on mietittävä huolellisesti. Esimerkiksi kovilla pohjilla ja tietyillä kasvillisuus- ja kasvuolosuhteilla voidaan joutua tyytymään pelkästään lajiston ilmaisevaan kvalitatiiviseen näytteenottoon. Pohjan laatu ja koivuus tulee pyrkiä arvioimaan aina etukäteen.

Näytekerroja tulisi olla mieluiten kaksi vuodessa: maaliskuun huhtikuussa tai joulukuun jälkeen ja toinen syys-lokakuussa. Mikäli on rajoitettava vain yhteen näytteenottoon, paras ajankohta on syys-lokakuussa. Näyte otetaan aina samaan vuodenaikaan. Suositeltavaa on, että rinnakkaisnäytteitä otetaan vähintään viisi.

Näytteenottomenetelmät jaetaan kvantitatiivisiin ja kvalitatiivisiin menetelmiin. Yleisimpiä jokitutkimusten kvantitatiivisia menetelmiä ovat eri tavoin pohja-alueita rajaavat kehikot, lieriö ja putket, joiden sisältä pohja-aines pyritään keräämään mahdollisimman tarkoin.

Kvalitatiivisista menetelmistä yleisin on potkuhaavi-menetelmä, joka soveltuu erityyppisille matalille pohjille. Pohjaa pöyhittää potkimalla ja pohjamateriaalin eläiminen annetaan ajautua veden mukana haaviin. Syvemmissä vedessä voi käyttää myös erilaisia pohjaharjoja. Järvitutkimuksessa käytetään tavallisesti joko Ekman-noudinta tai putkinoudinta – rannikolla vastaavilla alueilla myös usein ns. van Veen -noudinta.

Näytteet seulotaan yleensä kentällä ämpäri- tai laatikkoseulalla. Useimmiten näyte myös säilötään kentällä. Säilömittömät näytteet pidetään kentällä viileässä ennen laboratorion jääkaappisäilytystä.

Yksityiskohtaisemmin pohjaeläintutkimusten näytteenotosta saa tietoa julkaisusta: Kantola, L., Koskeniemi, E., Paavola, R. & Heikkinen, M. 2001: Ohjeita järvien ja jokien pohjaeläimistöseurannan näytteenottoon ja raportointiin. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Ympäristöopas 87, 35 s. ISBN 952-11-0930-0, ISSN 1238-8602).



Terhi Rytteri

Näytteenottoalueen valinta ja sijoittaminen riippuu tutkimuksen tarkoituksesta. Vedessä olevia suuria kiviä voidaan hyödyntää näytealueen maastomerkinä.

21 Päälyskasvustonäytteet

Päälyskasvustolla eli perifytonilla tarkoitetaan alustaan kiinnittyneenä kasvavaa levästöä ja muuta eliöstöä. Se koostuu yleensä pienistä organismeista, jotka reagoivat melko nopeasti ympäristön muutoksiin. Perifytonkasvustot ilmentävät hyvin vesistön rehevöitymistä.

Perifytonia voidaan tutkia joko luonnonalustoilta tai keinoalustoilta. Kvantitatiivisten näytteiden ottaminen epätasaisilta luonnonalustoilta on vaikeaa, minkä vuoksi on käytetty myös keinoalustoja, kuten muovi- tai lasilevyjä.

Perifytonmäärittämiä käytetään erityisesti virtavesien likaantumistutkimuksissa. Varsinkin nopeasti virtaavissa vesissä perifytonlevät saattavat olla ainoita perustuottajia. Erityisesti matalissa järvisissä ja lammissa niiden tuotannollinen merkitys kasviplanktonin ohella saattaa olla suuri.

Näytteitä tulisi ottaa ainakin kerran vuodessa. Seurannassa ajankohdaksi sopii seurannassa parhaiten matalanveden aika, jolloin jätevesien vaikutukset tuntuvat voimakkaimmin. Piilevänäytteiden otto kiviltä ja muilta kovilta alustoilta on koko Euroopassa yleinen seurantamenetelmä. Näytteenottoon suositellaan kovaa hammasharjaa, koska se irrottaa soluja kivien epätasaiselta pinnalta hyvin.

Pintakasvustoja voidaan määrittää myös keinoalustoilta. Tällaisia ovat mm. lasilevyt, erilaiset muovimateriaalit ja keramiikkalevyt. Menetelmän hyvänä puolena on se, että perifytonkasvustoja voidaan tutkia vapaasti vesistön eri kohdista riippumatta siitä, millainen on kyseisen kohdan luontainen pohja. Menetelmän etuna on useiden kasvutekijöiden standardointi, jolloin edellytykset vertailukelpoisten tulosten saamiseksi perifytonin kasvukyvystä ovat hyvät.

Perifytonin viljely, eli inkubointi, keinoalustoilla voidaan toteuttaa erityisesti tätä varten Keski-

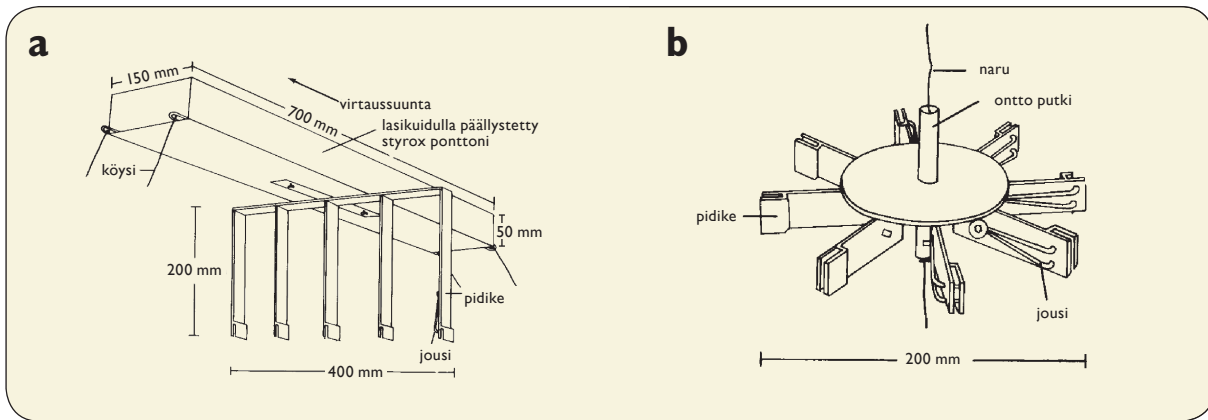
Suomen ympäristökeskuksessa suunnitelluissa telineissä (kuva 23). Telineet voidaan ripustaa kohojen ja painojen avulla haluttuun syvyyteen. Tutkimusten ja samallakin paikallakin toteutettujen viljelyjaksojen välillä telineet on aina puhdistettava perusteellisesti.

Perifytonin kasvualustana on Suomessa käytetty kirkasta kovapintaista polykarbonaattilevyä. Alustat on leikkaamisen jälkeen pestävä ja huuhdottava huolellisesti. Levyt ovat kertakäyttöisiä. Niitä ei voi käyttää uudelleen, koska perifytonin ja kiintoaineen poisto naarmuttaa aina muovipintaa.

Perifytonin tutkimiseen tarvitaan lisäksi telineen ripustamiseksi kohot, ankkurit ja riittävä määrä vahvaa nylonnarua, pakastepusseja inkuboitujen levyjen kuljetukseen ja säilytykseen, vedenkestävä huopakyna näytteiden merkintään sekä kylmälaukku ja kylmävaraajia näytteiden asialliseen kuljetukseen. Lisäksi tarvitaan siivikko virtausnopeuden mittausta varten ja tavanomaisen vesinäytteiden otossa tarvittavat välineet.

Virtaavissa vesissä tärkeitä perifytonin kasvuun vaikuttavia tekijöitä ovat virtausnopeus, viljelypaikan valoisuus (rantatörmän korkeus, rantakasvillisuus, ilmansuunta jne.), syvyys ja pohjan laatu. Jokitutkimuksissa käytetty viljelysyvyys on ollut joen syvyydestä riippuen 0,5-1,0 metriä. Suositeltavin virtausnopeus on 0,2-0,3 m/s. Virtausnopeus on mitattava siivikolla useammasta kohdasta levyjen inkubointisyvyydestä.

Perifyyttistä kasvua voidaan tutkia myös järvisissä. Tällöin viljelypaikat on valittava niin, että otetaan huomioon kaikki tekijät, jotka voivat vaikuttaa perifytontuotantoon. Erityisesti tulee kiinnittää huomiota rannan suojaisuuteen, ilman-suuntaan ja vallitseviin tuulen suuntiin, vesikasvillisuuteen, havaintopaikan kokonaissyvyyteen



Kuva 23. Jokitutkimuksiin tarkoitettu viljelyteline (a) ja järvitutkimuksiin tarkoitettu viljelyteline (b).

sekä mahdollisiin virtauksiin. Järvitutkimuksissa viljelysyvyytensä on käytetty yleensä yhtä metriä.

Perifytontutkimuksissa on viljelyaikana käytetty kolmea viikkoa (21 vrk). Jokivesistöissä ja nopeasti virtaavissa järvipaikoissa tulisi käydä tarkistamassa telineiden pysyvyys noin kerran viikossa. Samalla tulisi mitata myös virtausnopeus.

Perifytonnäytteiden analysointi tulisi aloittaa välittömästi viljelyn päätyttyä. Tarvittaessa näytteet voidaan säilöä pakastamalla, kuitenkin enintään kuukauden ajaksi. Perifytonnäytteistä

analysoidaan yleensä *a*-klorofylli ja kiintoaine tavanomaisia vesitutkimusstandardeja käyttäen. Lisäksi otetaan lajistonäyte.

Perifytontutkimusten yhteydessä kenttämuistioon on syytä merkitä havainnot kaikesta poikkeavasta (esim. telineet liikkuneet, levyt roskaantuneet tai pyyhkiytyneet jne.). Kaikkien rinnakkaiskokeiden tulokset ilmoitetaan ja niistä lasketaan keskiarvo. Mikäli yksittäisissä tuloksissa on suurta hajontaa, mediaaniarvon käyttö on suositeltavaa.

22 Vesikasvitutkimukset

Vesikasveja (makrofyyttejä) esiintyy kaikkialla vesistöissä, ja niiden arvo vesien laadun ilmentäjänä on tunnettu jo kauan. Ne soveltuvat hyvin vesistöjen tilan pitkäaikaiseen seurantaan, koska monet niistä reagoivat vain pysyviin ja selviin vesistön tilan muutoksiin. Vesikasveihin perustuvat menetelmät voidaan jakaa seuraaviin pääryhmiin:

- Vesistön tilaa osoittavat tehtävät kasvisto- ja kasvillisuuden muutoksia selvittävät tutkimukset ilmakehän ja/tai maastokartoitusten avulla. Kasvisto määritetään kasvillisuuslinjoilta ja näytealoilta. Kasvillisuusselvityksiä voidaan tehdä myös sukeltamalla.
- Kontrolloitujen laboratorio-olojen kasvitesimenetelmät.
- Vesistöjen haitta-aine kuormituksen tutkiminen tiettyjen kasvilajien kemiallisen sisällön ja/tai elinkyvyn avulla.

Kasvillisuusselvityksissä yleisimpiä tutkimus- ja seurantakohteita ovat:

- lajiston luettelointi
- lajien runsauden ja yleisyyden arviointi
- kasvillisuuden ja vyöhykkeisyyden kartointi

Esimerkki vesikasvinäytteen otosta.

Mikäli vesistöä on tarpeen tehdä vesikasvikartta, tulee maastossa olla mukana riittävän tarkkuuden saamiseksi ilmakehän pohjalta piirretty vesikasvikarttaluonnos, joka varmennetaan maastossa.

Kasvillisuuslinjat asetetaan yleensä rannasta kohtisuoraan avoveteen. Linjat ulottuvat ylimmästä vesirajasta yleensä niin syväälle, kuin vesikasveja esiintyy. Linjat perustetaan paikkoihin, joissa ne voidaan mahdollisimman hyvin paikallistaa vuosienkin kuluttua. Linjan suunta määritetään kompassilla tai selvällä maamerkillä.

Vesikasvitutkimuksia on maassamme tehty toistaiseksi varsin niukasti. Niiden merkitys vesien tilan seurannoissa on kuitenkin kasvamassa EU:n vesipuitedirektiivin seurantavelvoitteiden lisääntyessä.

Sari Partanen



23 Kalatutkimukset



Ilkka Sammalkorpi

Kalastotutkimuksista vastaa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL), Suomen ympäristökeskus (SYKE) käyttää omissa tutkimuksissaan kaloja lähinnä vain veden laadun indikaattoreina mm. haitallisten aineiden seurannassa. Myös kalastotutkimukset tulevat lisääntymään EU:n vesipuitte-direktiivin seurantavelvoitteiden myötä.

Parhaimman kuvan kalatutkimusten menetelmästä saa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (www.rktl.fi) vuonna 1999 julkaisemasta oppaasta: Kalataloustarkkailu - periaatteet ja menetelmät. Opas on kaksiosainen. Yleisen osan keskeistä sisältöä ovat tarkkailuohjelmien suunnittelu ja tulosten raportointi. Menetelmäosassa esitellään tärkeimmät tarkkailuun soveltuvat tutkimusmenetelmät.

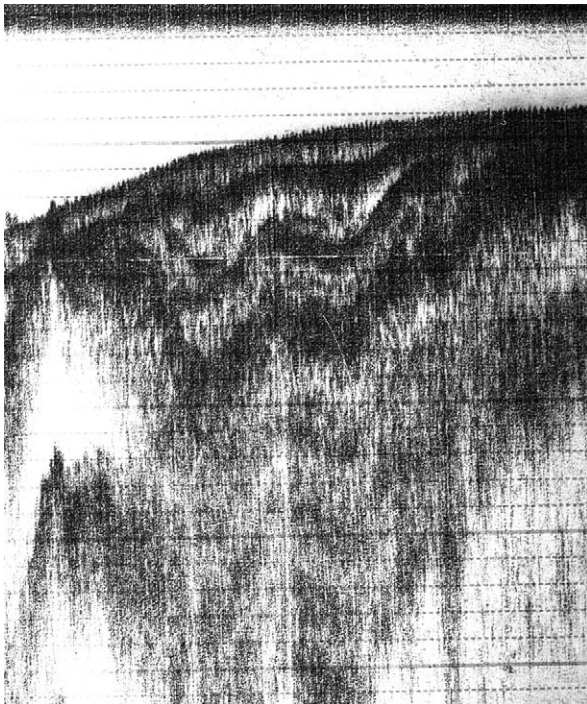
Taustatietoa kalavesistä ja niiden hoitamisesta saa myös muista Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen julkaisuista sekä Kalatalouden Keskusliiton (<http://www.ahven.net/>) monipuolisista julkaisuista.

Kalastonäytteenottoa Nordic-verkolla.

24 Sedimenttinäytteet

Kerrostuma eli sedimentti on vesistön pohjalle laskeutunutta ainetta. Sedimentit sisältävät eri suhteissa sekä kivennäisainetta, kuten savea, että eloperäistä ainesta, kuten mutaa ja liejua. Eloperäinen aine on peräisin joko vesistön valuma-alueelta tai järven omista elintoiminnoista. Kerrostumat varastoivat ja vapauttavat aineita ja yhdisteitä sekä kuluttavat happea.

Järven kehitystä selvittävässä paleolimnologiassa tutkimuksissa näytteenotto paikaksi valitaan yleensä syväne, sillä sedimenttiä kerrostuu jatkuvasti ja tasaisesti vain virtauksettomiin syvän-



Olavi Sandman

Kaikuluotain antaa kokeneelle tulkitsijalle paljon tietoa pohjan laadusta. Erityisesti merialueella kerrostumis- ja kulutus pohjat vaihtuvat nopeasti. Tällä kaikuluotainpaperilla on nähtävissä pieni kerrostumisallas.

teisiin. Näytteenotto paikkoja tulisi olla useampia kuin yksi. Matalammilla vesisyvyyksillä kerrostumia kuluttavat erityisesti aallot ja muut virtaukset, vedenpinnan korkeuden muutokset ja aivan lähellä rantaa myös jää.

Kerrostumisolot ja -nopeus saattavat vaihdella alueellisesti hyvinkin voimakkaasti. Paikantamisessa auttaa luonnollisesti hyvä karttamateriaali, mutta erityisesti avoimilla vesillä GPS-paikannus on tärkeää. Tutkimuksissa ei mielellään yhdistellä rinnakkaisnäytteitä, koska niiden kerrostumisnopeudet eivät yleensä ole täysin samat. Jos kyseessä on iso järvi, meri tai yleensä allas, jossa todennäköisesti esiintyy virtauksia, olisi ensin selvitettävä pohjan laatu ja kerrostumisolot kaikuluotaamalla tarkoitukseen soveltuvalla laitteella (anturin frekvenssi 15–50 kHz).

Näyteastioiden numerointi ja muu merkintätyö on hyvä tehdä etukäteen. Näyteprofiilia viipaloitaessa kirjoitetaan muistiinpanot näytepatsaan ja osanäytteiden ulkoisista ominaisuuksista ja niiden vaihtelusta maastolomakkeelle. Valokuvaus on suositeltavaa.

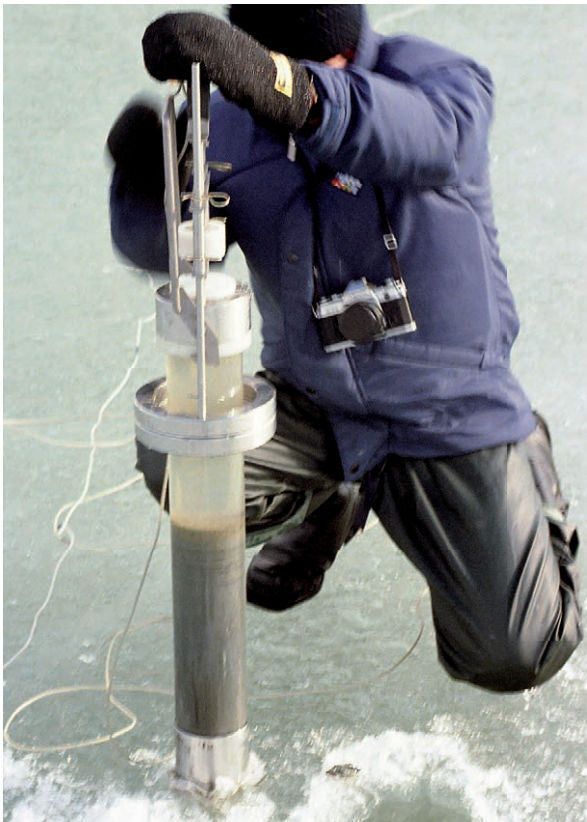
Näytteenottolaitteet

Painovoimakaira on painoilla varustettu, halkaisijaltaan noin 4–7 cm:n putki, joka on yläpäästään varustettu venttiilillä. Alipaine pitää näyteen putkessa. Läpinäkyvä putki on irrotettavissa venttiiliosasta. Laitteen käyttökelpoisuutta arvioitaessa on kiinnitettävä huomio näytteenotto putken helppoon irrotettavuuteen, veden läpivirtauksen esteettömyyteen, tiivisteiden pitävyyteen, putken halkaisijaan ja pituuteen.

Suuri putken halkaisija helpottaa riittävän pitkien näytteiden ottamista, ja tarvittava osa-

näytemäärä voidaan usein saada yhdellä otolla. Pehmeän, vesipitoisen sedimenttinäytteen pysyminen putkessa saattaa kuitenkin olla vaikeaa. Yleiskäyttöön soveltuvin putki on halkaisijaltaan noin 5–6 cm. Sillä saadaan enintään noin 30 cm pitkiä sedimenttipatsaita. Näytteen pituutta voidaan kasvattaa lisäpainoilla, mutta näytteen ja putken välinen kitka voi pilata näytteen. Liian pitkä putki vaikuttaa puolestaan ottimen tasapainoon, eikä männällä alhaaltapäin työnnetyn näytteen pitkä matka putkessa ole eduksi: putken seinämän läheinen näytteenosa liikkuu kitkasta johtuen hitaammin kuin muu näytepatsas ja reunat ”valuvat” alaspäin.

Pohjakerrostumanäytteenottoon valmistauttaessa tarkistetaan, että otin on puhdas. Jos sedimentistä aiotaan tehdä raskasmetallimäärittäyksiä, putkessa ei saa olla metallikärkeä. Koska näytteenoton onnistuminen on usein kiinni painovoimakairan suljinkoneiston tiivyydestä, ottimen toiminta kokeillaan aina ennen maastoon lähtöä sopivassa vesialtaassa. Vuotavan sulkimen tiivistämiseen voi käyttää silikonirasvaa (hanarasva).



Olavi Sandman

Tyypillinen painovoimakaira, joka oli ympäristöhallinnon omaa valmistetta.

Talvinen sedimenttinäytteenotto kannattaa sääolojen takia sijoittaa maaliskuulle. Metsurin telttaa ja nestekaasulämmitintä käyttäen operaatio onnistuu kovimmallakin pakkasella. Kesällä työskentelyä haittaa veneen keinuminen ja viipaloinnin hankaluus. Ankkurin, tarvittaessa kahden, käyttö on välttämätöntä. Näytteiden viipalointi voidaan tehdä myös rannalla, mutta tällöin vaarana on löysän näytepatsaan sekoittuminen kuljetuksen aikana.

Laite lasketaan, varsinkin loppuvaiheessa, varovasti ja pystysuoraan lietteeseen, jonne se vajaa omalla painollaan. Myös otinta nostettaessa on vältettävä äkkinäisiä liikkeitä. Otin saattaa tyhjentyä tai sedimentistä vapautuva kaasukupla sotkea näytteen. Ottimen alapää suljetaan erillisellä, putkeen sopivasti mahtuvalla esim. styrox- tai kumitulpalla putken ollessa vielä osittain veden alla.

Häiriytymättömässä näytteessä on sedimentin ja veden välinen raja selvä, jos se on sitä myös järven pohjassa. Rajapinnan on myös oltava vaakasuora. Sedimentin ylin pinta, esilieju, on yleensä muista kerrostuman osista poikkeava ja helposti tunnistettavissa, mikä helpottaa näytteen kelpoisuuden arviointia. On suositeltavaa uusia näytteenotto, jos on havaittavissa merkkejä kerrostuman häiriytymisestä. Lietteen sekoittumisen takia uusinta- tai lisänäytteet otetaan vähintään 2 m:n etäisyydeltä.

Kun näyte on ottimessa, on sitä aina pidettävä pystyasennossa. Pohjaottimen yläosa poistetaan putken alapään ollessa männällä tulpattuna. Sedimentti ei pysy näyteputkessa ilman alipaineen aikaansaamaa imua. Jos halutaan näytteitä sedimentin päällä olevasta vedestä, käytetään ruiskua tai lappoa.

Näyte poistetaan putkesta työntämällä männällä varovaisesti alapäästä. Näytepatsaan osittaminen purkkeihin on hidas työvaihe, jossa tarvitaan mieluummin kahden henkilön yhteistoimintaa: toinen hoitaa männän avulla näytepatsaan liikuttamisen putkeen tai/ja männän varteen kaiverrettua senttimetriasteikkoa seuraten, toinen purkittaa osänäytteet. Löysän sedimentin purkittamisessa käytetään lusikkaa, kiinteämpi sedimentti voidaan viipaloida leveällä veitsellä tai paistinlastalla. Jos sedimentistä määritetään metalleja, käytetään näytteiden osittamiseen muovilusikkaa/lastaa.

Mikäli erityinen tarkkuus on tarpeen, otetaan näyte putken keskiosasta, koska näytepatsaan reunoilla liete saattaa olla peräisin ylempää pat-



Kiinteän sedimentin viipalointi tapahtuu yksinkertaisimmillaan lastaa hyödyntäen. Lastan materiaaliin vaikuttaa luonnollisesti näytteille suunniteltu analyysiohjelma.



Puhdas, sekoittumaton piilevänäyte otetaan sedimenttiputken keskeltä.



Olavi Sandman

Merialueella pelkistyneet rikkiyhdisteet värjäävät sedimentin mustaksi. Putken ja sedimentin välinen kitka valuttaa sedimentin pintaa syvemmälle, mikä on selvästi nähtävissä tässä Ahvenkoskenlahdelta otetussa näytteessä.

saasta. Jos näytettä ei ole tarpeeksi kemiallisiin analyyseihin, rinnakkainen näyte voidaan ottaa läheltä, 2–10 m:n säteeltä, vaikka näytteiden yhdistämistä pitäisikin välttää. Näytteiden silmämääräinen samankaltaisuus on tällöin varmistettava tai jätettävä mahdollinen yhdistäminen asiantuntijan vastuulle.

Limnos-sedimenttiotin

Limnos-sedimenttiotin on painovoimakaira, jossa näyte pysyy ottimessa putken alaosaan rakennetun sulkimen avulla. Näytteenottoputki on sahattu sivulle käännettäviksi renkaiksi, mikä mahdollistaa viipaloinnin ilman männän käyttöä. Koska näytteenotin on halkaisijaltaan 9 cm, viipaloinnin hitaus kompensoituu osanäytteen suurella koolla.

Laite on teknisesti mutkikas, sisältää paljon irtonaisia osia ja rikkoutuu helposti. Viipalointi on lisäksi edellyttänyt erilaisia erityisratkaisuja laitteen kiinnittämiseksi ja ottimen käyttö savipohjilla on tarvittavien suurten painomäärien takia raskasta.



Juha Sandman

Limnos-sedimenttiotin ja viipalointia tutkimusala Muikun kannella. Keittiöjakkaralle on löytynyt uutta käyttöä.



Inarijärven Vasikkaselältä otettu onnistunut näyte, jossa on nähtävissä hapettunut, rautapitoinen pohjakerrostuman pinta ja sen alapuolella tummaa lustoisuutta.



Sorvalammen pehmeää leväliejua. Vaalea, vielä hajoamaton esilieju eroaa selvästi muista kerrostuman osista. Kelvollinen näyte.

Renkaiksi (korkeus yleensä 10 mm, minimissään 5 mm) sahattu näyteputki pysyy koossa sen molemmilla puolilla olevissa renkaissa kulkevan kahden terästangon avulla.

Näytteiden säilytys

Näytteiden säilyttämiseen varataan mieluummin leveäsuisia, suljettavia muovipurkkeja (esim. Nalgene) tai suljettavia, tukevia muovipusseja (Minigrip). Jos sedimenttinäytteistä analysoidaan orgaanisia klooriyhdisteitä, muovin käyttöä on vältettävä. Näissä tapauksissa näytteet tutkiva laboratorio antaa lisäohjeita.

Näytteet merkitään huolellisesti ja varustetaan läheteillä, joista ilmenee tutkimuksen nimi, tarkka näytteenottopaikka, näytesyvyys, näytteenottoaika sekä näytteenottajan nimi. Ainakin yhteen näyteastiaan on syytä merkitä sarja- ja syvyystietojen lisäksi läheteeseen tulevat tiedot.

Sedimenttinäytteet kestäväidään pakastamalla -25 °C :ssa ja säilytetään sen jälkeen -18 °C :ssa. Näytteet voidaan myös kylmäkuivata, jolloin näytteen rakenne säilyy kuohkeana, mikä helpottaa hienontamista. Näytteet voidaan myös kuivata 105 °C :n lämpötilassa. Elohopeamäärytyksiä varten sedimenttinäytteet säilötään pakastamalla tai kylmäkuivataan.

Sedimentin pakastaminen ja kuivattaminen tuhoavat solurakenteita. Jos sedimentistä tehdään mikroskooppinen tutkimus, näytteet säilytetään jääkaapissa (säilyvyys muutama vuorokausi). Jos kerrostumasta on tarkoitus analysoida piileviä tai kitiinikuoria (vesikirput, chironomidit), voidaan osanäytteitä säilyttää huoneenlämpötilassa pitkiäkin aikoja.

Virhelähteet

Sedimenttinäytteiden suurimmat virhelähteet ovat näytteenotossa. Mikäli selvitetään ihmisen toiminnan vaikutuksia, näytettä ei saa ottaa veden virtauksien muokkaamalta eroosiopohjalta. Eroosiopohja on tavallisesti rakenteeltaan kiinteää ja savea karkeammat raekoot ovat yleisiä. Aiemmin häiriytyneistä kerrostumista (esimerkiksi väylät) ei niistäkään saa käyttökelpoisia näytteitä. Selvät, voimakkaat muutokset sedimentin laadussa on aina kirjattava muistiin. Ilmiön syynä voi olla historiallinen olosuhteiden muutos, mutta yhtä suurella todennäköisyydellä voi olla kyse aukosta kerrossarjasta tai muusta häiriöstä.

Kesällä sedimenttinäytteenotto epäonnistuu usein, koska otin tulee pohjaan vinoassa asennossa veneen tai laivan liikkeessä. Joskus auttaa ottimen painopisteen laskeminen. Mikäli otin lasketaan liian nopeasti, sedimentin höytymäinen pinta pöhlää edestä pois. Raskasta ja suhteellisen lyhyellä putkella varustettua näytteenotinta käytettäessä on myös varottava, ettei se vajoa liian syvälle. Jos näin käy, sedimentin ylimmät kerrokset tulevat ottimesta yläkautta pois. Jokaisen näytteenoton yhteydessä on tarkistettava sedimentin pinta, esim. siinä olevat hapettuneet rautayhdisteet ja ”esilieju”.

Painovoimakairaa käytettäessä näytettä ei kannata viipaloida 30 cm pidemmälle. Putken ja näytteen välinen kitka saattaa aiheuttaa aukon kerrossarjaan, kun näytettä ei ajoittain tunkeudu lainkaan putkeen.

Kerrostumisolosuhteet voivat vaihdella merkittävästi hyvinkin pienellä alueella. Limnosottimella saadaan yleensä riittävästi sedimenttiä. Jos rinnakkaisia näytteitä joudutaan ottamaan, on tarkistettava, missä sedimenttisyvytyksessä visuaaliset muutokset tapahtuvat, tai valmistauduttava määrittämään kuiva-ainepitoisuus kaikista profiileista rinnastamisen varmentamiseksi.

25 Uimavesitutkimukset

Uimarannan vesinäytteestä voidaan selvittää veden mikrobiologista, fysikaalis-kemiallista ja aistinvaraista laatua. Vastuu uimavesitutkimuksista, kuten juomavesitutkimuksistaakin kuuluu Suomessa sosiaali- ja terveysministeriölle. Seuraavat ohjeet perustuvat sosiaali- ja terveysministeriön päätökseen yleisten uimarantojen veden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (292/96) sekä sosiaali- ja terveysministeriöstä saatuun muuhun aineistoon.

Mikrobiologiset vesinäytteet otetaan tarkan aseptisesti. Ennen näytteenottoa kädet on pestävä ja kuivattava huolellisesti, tai on käytettävä kertakäyttöisiä käsineitä. Näytteet otetaan puhtaisiin näytepulloihin, mikrobiologiset näytteet aina steriloituihin pulloihin.

Näytteenoton yhteydessä tulee ehdottomasti estää näytepullon suun, kaulan ja näytteen kanssa kosketuksiin joutuvan korkin saastuminen käsistä tai muusta kohteesta. Jos samasta kohteesta ote-



SYKEkuva/Erno Forsström

Sinilevien mahdollinen kertyminen uimarantalahdelmiin ja -poukamiin on tavanomainen uhka kesän vähätuulisten hellejaksojen aikana.

taan sekä fysikaalis-kemiallisia että mikrobiologisia näytteitä, mikrobiologiset näytteet otetaan aina ensin. Pullonoutimen on oltava puhdas. Se on steriloitava (esimerkiksi liekittämällä) ennen näytteenottoa.

Näytteet otetaan tiiviisti suljettaviin näytteenottopulloihin (tilavuudeltaan vähintään 250 ml). Kirkkaissa pulloissa veden laatua voidaan arvioida suoraan. Näytteenottopullot tulee varustaa tarroilla näytteenottotunnuksen kirjaamista varten.

Näytteenoton yhteydessä tulee aina mitata lämpötila mittarilla, jonka tarkkuus on vähintään $\pm 0,5$ °C.

Vesinäyte otetaan uimarannan sellaisesta osasta, jossa uimarien määrä on suurin ja vesisyvyys, jos mahdollista, on noin yksi metri. Näyte otetaan noin 30 cm:n syvyydestä.

Näyte voidaan ottaa suoraan pulloon (pullo kädessä) tai pullonoutimella. Pullo upotetaan suu alaspäin nopeasti sopivaan syvyyteen ja käännetään vaakatasoon. Virtaavassa vedessä pullo käännetään vastavirtaan ja sen annetaan täytyä.

Seisovassa vedessä pulloa kuljetetaan horisontaalisesti näytteenottajasta pois päin. Mikrobiologista määrittystä varten pullosta täytetään 4/5 sen kokonaistilavuudesta ja suljetaan tiiviisti.

Veden lämpötila mitataan välittömästi näytteenoton jälkeen näytteenottosyvyydestä. Tämän jälkeen havainnoidaan muut näytteen arvosteluun vaikuttavista tekijät, kuten haju, väri, roskat, vaahtoaminen ja sameus.

Kaikki näytteet toimitetaan mahdollisimman nopeasti laboratorioon. Läheteeseen on kirjattava näytteenottoa koskevat tiedot. Näytteet tulee suojata valolta, ja ne on analysoitava mahdollisimman nopeasti, mutta viimeistään 24 tunnin kuluessa näytteenotosta. Jos kuljetusaika kestää yli 4 h, tulee näytteet kuljettaa jäähdytettynä (+2–+8 °C) esimerkiksi kylmävaraajilla varustetussa kylmälaukussa.

Mikrobiologisissa tutkimuksissa noudatetaan standardia SFS EN ISO 19450:2007 Veden laatu – "Vesinäytteenotto mikrobiologista tutkimusta varten".

26 Yhteenvedo näyttöjen periaatteista ja virhemahdollisuuksista

Ympäristönsuojelulaki (86/2000) edellyttää, että mittaukset, testaukset, selvitykset ja tutkimukset tehdään pätevästi, luotettavasti ja tarkoituksenmukaisin menetelmin. Virheiden välttämiseksi kaikki ympäristönäytteet tulisi ottaa standardisoitujen näyttömenetelmien mukaisesti. Standardeissa annetaan ohjeita myös näyttöjen kestävöinnistä, kuljetuksesta ja säilyttämisestä. Tällä varmistetaan se, että niistä myöhemmin tehtävät testit ja analyysit antavat oikean tuloksen.

- Näyttöjenottoon liittyviä yleisiä ohjeita käsitellään standardeissa: ISO 5667- sarja, osat 1-20; Water quality - Sampling - standardit.

- Mikrobiologista näyttöjenottoa kuvataan tarkemmin standardissa SFS EN ISO 19458:2007; Veden laatu - Näyttöjenotto mikrobiologista tutkimusta varten.

- Myös useimmat vesibiologian standardit (liitteet 1 ja 2) sisältävät yksityiskohtaisia näyttöjenotto-ohjeita.

Tarkempia tietoja näyttömenetelmistä (vesikemia, -biologia ja -mikrobiologia) on saatavilla Suomen ympäristökeskuksen kotisivuilta: www.ymparisto.fi/menetelmastandardisointi. SFS-standardeja myy Suomen Standardisointiliitto SFS ry., www.sfs.fi

Suomen ympäristökeskuksen vastuulla oleva ympäristönäyttöjenottajien sertifiointijärjestelmä tarjoaa mahdollisuuden varmistaa henkilön pätevyys ympäristönäyttöjenottoon sekä ympäristömittaus- ja havainnointitoimintaan (www.ymparisto.fi/sertifiointi).

Vesinäyttöjenotossa virhelähteitä voivat olla väärä tai epäedustava havaintopaikka, virheellinen näyttöjenotto, näyttöjen likaantuminen näyttöjenoton yhteydessä tai näyttöjen likaantuminen kuljetuksen aikana.

Näyttöjenotokohdan tulee olla edustava, tutkimus- tai seurantaohjelmassa tarkoitettua vesistön osaa hyvin kuvaava. Erityisesti likaantuneilla vesistöalueilla näyttöä otettaessa tulee myös silmävaraisesti arvioida otettavan näyttöjen edustavuus. Esimerkiksi tiheitä, pinnassa kelluvia leväkukintoja ei tule kerätä näyttöjen, joista määritetään myös muita muuttujia. Leväkukinnoista voidaan ottaa erillinen lisänäyte esimerkiksi lajien tunnistamista varten. Tällaisesta valikoivasta menettelystä on aina muistettava merkitä yksityiskohtaisesti näyttöjenotopöytäkirjaan.

Varsinaisessa näyttöjenotossa tulee toimia huolellisesti ja noudattaen tarkasti ohjeita. Kiirettä tulee välttää, sillä liian pikainen näyttöjenotto vaikuttaa yleensä monella eri tavalla tulosten tarkkuuteen. Kannattaa mieluummin lähteä kentälle hieman aikaisemmin, kuin yrittää kiritä aikatauluja kiinni itse näyttöjenotossa.

Näyttöä otettaessa on noudatettava puhtautta, huolellisuutta ja tarkkuutta. Seuraavia virheitä tulee tietoisesti pyrkiä välttämään:

- **Näyttöjenotto väärästä paikasta.** Varsinkin ensimmäistä kertaa havaintopaikalle mentäessä tulee paikan määrittämiseen kiinnittää erityistä huomiota.
- **Näyttöjenotto väärästä syvyyksistä.** Näyttöjen tulee ottaa ohjelman mukaisista syvyyksistä. Ohjelmasta poikkeamiseen tulee olla erittäin hyvät syyt.
- **Näyttöjenotto liian läheltä pohjaa.** Jos epäilee ottaneensa näyttöjen liian läheltä pohjaa, tulee näyttöjenotto uusiksi.
- **Näyttöjenotto väärässä järjestyksessä.** Puhtaat alueet ensin, sitten likaisemmat. Näyttöjenotto aloitetaan päällysvedestä ja siitä edetään kohti syvintä näyttöjenottoaluetta.

- **Näytteenotto liian nopeasti.** Liian nopea näytteenotto sekoittaa yleensä veden haitallisesti. Kiireisellä työtavalla pilataan usein myös happinäytteet.
- **Näytteenotto likaisin välinein.** Näytteenottimien ja muiden näytevälineiden on oltava ehdottoman puhtaita. Tämä kannattaa tarkistaa näytteenoton yhteydessä. Jätevesinäytteiden otossa käytettäviä ottimia ei saa käyttää vesistötutkimuksissa.
- **Näytteenoton muistiinpanot vaillinaiset.** Kirjaa muistiinpanot heti työn edetessä.

Havaintopaikkojen ilman epäpuhtaudet kuten pöly, noki, tupakansavu ja -tuhka aiheuttavat omat virheensä. Autojen, lumikelkkojen, moottoriveneiden ym. moottorikäyttöisten laitteiden polttoaineet, pakokaasut ja öljyt pilaavat metalli- ja orgaanisten yhdisteiden näytteet.

Näytteiden kuljetuksen aikaisia haitallisia muutoksia estää näytteiden kestäväointi sekä kuljettaminen ja säilyttäminen pimeässä ja viileässä. Jäätyminen aiheuttaa näytteisiin palautumattomia muutoksia, joiden vuoksi mm. kiintoainemääritys voi olla virheellinen.

Kestäväointiaineiden käsittelyssä on oltava yhtä huolellinen kuin näytteiden käsittelyssä. Kenttätyössä tarvittavat kestäväointiaineet ja niiden anosteluvälineet on pidettävä aina erillään näyteastioista ja vedennoutimista. Käytetyt ja puhtaat välineet on pidettävä ehdottomasti erillään.

Poikkeukselliset sääolot, kuten myrsky tai äkillinen tulva, saattavat haitata näytteenottoa niin paljon, että näytteenotto on keskeytettävä. Näytteenotto on keskeytettävä silloinkin, kun näytteenottovälineet rikkoontuvat niin pahoin, että virheellön näytteenotto vaarantuu. Jos näytteenotto on virheellinen, tuloksia ei pidä käyttää.

Lisätietoa

Kirjallisuutta

- Böhling, P. & Rahikainen, M. (toim.) 1999. Kalataloustarkkailu: Periaatteet ja menetelmät. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 303 s. ISBN 951-776-187-2.
- Hyvärinen, V. & Korhonen, J. 2003. Hydrologinen vuosikirja 1996-2000. Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 599. 219 s. ISBN 952-11-1318-9. (Saatavana pdf-muodossa osoitteesta www.ymparisto.fi/julkaisut > Suomen ympäristö).
- Kantola, L., Koskenniemi, E., Paavola, R. & Heikkinen, M. 2001. Ohjeita järvien ja jokien pohjaeläimistöseurannan näytteenottoon ja raportointiin. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Ympäristöopas 87, 35 s. ISBN 952-11-0930-0.
- Raatikainen, M. & Kuusisto, E. 1988. Suomen järvien lukumäärä ja pinta-ala. Terra 102(2): 97-110.
- Ruoppa, M. & Heinonen, P. (toim.) 2004. Suomessa käytetyt biologiset vesitutkimusmenetelmät. Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 682. 119 s. ISBN 952-11-1642-0. (Saatavana pdf-muodossa osoitteesta www.ymparisto.fi/julkaisut > Suomen ympäristö).
- Salminen, M. & Böhling, P. (toim.) 2002. Kalavedet kuntoon. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 262 s. ISBN 951-776-388-3.
- Sosiaali- ja terveysministeriön päätös yleisten uimarantojen veden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 292/96.

Työsuojeluoppaita

- Työsuojelu vesi- ja ympäristönäytteenotossa ja hydrologisissa mittauksissa. Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2006. 76 s.
- Pilaantuneen maa-alueen tutkimuksen ja kunnostuksen työsuojeluopas. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2006. 103 s.
- Työsuojelu sähkökalastuksessa. Ympäristöhallinnon ohjeita 8/2006. 45 s.
- Työsuojelu veneiden käytössä. Ympäristöhallinnon ohjeita 9/2006. 53 s.
- Työsuojelu moottorikelkan ja mönkijän käytössä. Ympäristöhallinnon ohjeita 4/2006. 58 s.

Hyödyllisiä linkkejä

- Ympäristöhallinto: <http://www.ymparisto.fi/> ja <http://www.ymparisto.fi/metelmastandardisointi>
- Näytteenoton henkilösertifiointi: www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=61960&lan=FI
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos: <http://www.rktl.fi/>
- Kalatalouden keskusliitto: <http://ahven.net/>
- EU:n vesipuitedirektiivi: http://europa.eu.int/eur-lex/pri/fi/oj/dat/2000/l_327/l_32720001222fi00010072.pdf

Liite I. Valmiit vesitutkimuksen standardit, jotka on tarkoitettu vesipuitedirektiivin toimeenpanoon. (Tilanne vuoden 2007 lopussa)

SFS EN 25667-1:1993	Water quality – Sampling - Part 1: Guidance on the design of sampling programmes (ISO 5667-1:1980)
SFS EN 25667-2:1993	Water quality – Sampling – Part 2: Guidance on sampling techniques (ISO 5667-2:1991)
SFS EN ISO 5667-3:1995	Water quality – Sampling guidance on the preservation and handling of samples (ISO 5667-3:1994)
SFS EN 27828:1994	Water quality – Methods of biological sampling - Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macro-invertebrates (ISO 7828:1985)
SFS EN 28265 1994	Water quality – Methods of biological sampling – Guidance on the design and use of quantitative samplers for benthic macro-invertebrates on stony substrata in shallow freshwaters (ISO 8265:1988)
SFS EN ISO 9391:1995	Water Quality – Sampling in deep waters for macro-invertebrates – Guidance on the use of colonization, qualitative and quantitative samples (ISO 9391:1993)
SFS EN ISO 5667-16:1998	Water quality – Sampling – Part 16: Guidance on biotesting of samples (ISO 5667-16:1998)
SFS EN ISO 8689-1:2000	Water Quality – Biological classification of rivers - Part 1: Guidance on the interpretation of biological quality data from surveys of benthic macroinvertebrates in running waters (ISO 8689-1:2000)
SFS EN ISO 8689-2:2000	Water quality – Biological classification of rivers – Part 2: Guidance on the presentation of biological quality data from surveys of benthic macroinvertebrates (ISO 8689-2:2000)
SFS EN 13946:2003	Water quality – Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers
SFS EN 14184:2003	Water quality – Guidance standard for the surveying of aquatic macrophytes in running waters
SFS EN 14011:2003	Water quality – Sampling of fish with electricity
SFS EN 14407:2004	Water quality – Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters
SFS EN 14614:2005	Water quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers
SFS EN ISO 16665:2005	Water Quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna (ISO16665:2005)
SFS EN 14757:2005	Water quality – Sampling of fish with multi-mesh gillnets
SFS EN 14996:2006	Water quality – Guidance on assuring the quality of biological and ecological assessments in the aquatic environment
SFS EN 15110:2006	Water quality – Guidance standard for the sampling of zooplankton from standing waters
SFS EN 15196:2006	Water quality – Guidance on the sampling and processing of the pupal exuviae of <i>Chironomidae</i> (Order <i>Diptera</i>) for ecological assessment
SFS EN 14962:2006	Water quality – Guidance on the scope and selection of fish sampling methods.
SFS EN 15204:2006	Water quality – Guidance standard on the enumeration of phytoplankton abundance and composition using inverted microscopy (Utermöhl technique)
SFS EN ISO 19493:2007	Water quality – Guidance on marine biological surveys of hard-substrate communities (ISO 19493:2007)

Liite 2. Valmisteilla olevat vesitutkimuksen CEN -standardit.
(Tilanne vuoden 2007 lopussa)

CEN/TC230/WG2/TG1 N 0590	Water quality – Guidance on the selection of sampling methods and devices for benthic macroinvertebrates in freshwaters
CEN/TC230/WG2/TG1 N 112	Water quality – Guidance on field and laboratory procedures for quantitative analysis and identification of macroinvertebrates from surface freshwaters
CEN/TC230/WG2/TG1 N 110	Water quality – Guidance standard on the design on Multimetric Indices (MMI)
CEN/TC230/WG2/TG1 N 111	Water quality – Guidance on Multi-Habitat-Sampling of benthic invertebrates from wadeable rivers (MHS)
CEN/TC230/WG2/TG3 prEN 15708	Water quality – Guidance standard for the surveying, sampling and laboratory analysis of phyto-benthos in shallow running waters
CEN/TC230/WG2/TG3 prEN 15460	Water quality – Guidance standard for the surveying of macrophytes in lakes
CEN/TC230/WG2/TG3 N 108	Water quality – Phytoplankton biovolume determination by microscopic measurement of cell dimensions
CEN/TC230/WG2/TG3 N 109	Water quality – Guidance on quantitative and qualitative sampling of phytoplankton from inland waters
CEN/TC230/WG2/TG4 NWIP/ N 583	Water quality – Data sampling of fish populations with hydroacoustics
CEN/TC230/WG2/TG5 NWI /N 62	Water quality – Guidance on determining the degree of modification of river hydromorphology
CEN/TC230/WG2/TG6 N 62	Water quality – Guidance standard for selection and design of taxonomic keys
CEN/TC230/WG2/TG6 N 59	Water quality – Guidance standard on the design and analysis of interlaboratory calibration studies for ecological assessment
CEN/TC230/WG2/TG6 N 60	Water quality – Guidance standard on performance characteristics in aquatic ecological methods
CEN/TC230/WG2/TG7 N 020	Water quality – Guidance on quantitative and qualitative investigations of marine phytoplankton
CEN/TC230/WG2/TG7 N 021	Water quality – Guidance on the use of <i>in-vivo</i> absorption techniques for estimation of chlorophyll concentration in marine and fresh waters

Yhteydet:
www.ymparisto.fi/menetelmastandardisointi
www.sfs.fi
www.cenorm.be
www.iso.org

KUVAILULEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus SYKE		Julkaisu-aika Syyskuu 2008	
Tekijä(t)	Ilppo Kettunen, Ari Mäkelä ja Pertti Heinonen			
Julkaisun nimi	Vesistötietoa näytteenottajille			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Ympäristöopas			
Julkaisun teema				
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetistä: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Tiivistelmä	<p>Opas antaa vesinäytteitä ottaville yleistietoa Suomen vesistöjen erityispiirteistä, vesistöjen tilan tutkimuksesta sekä näytteenoton tavanomaisimmista kysymyksistä. Näytteenoton tarpeellisina taustatietona on selostettu järven lämpötila, kaasutalous, ravinnetalous, rehevöityminen ja plankton. Näitä tarkastellaan näytteenottoon ja näytteistä tehtävien määrittysten kannalta. Näytteiden oton tavoitteena on, että näytteet edustavat mahdollisimman hyvin sitä paikkaa, aluetta ja tilannetta, joka vastaa kyseisen tutkimus- tai seurantaohjelman tarkoitusta. Tämä edellyttää näytteenottajalta riittäviä tietoja työskentelyalueensa vesiluonnosta ja vesivaroista sekä niiden ominaisuuksista, joita oppaan vesistötieto-osassa on kuvattu.</p> <p>Oppaan kenttätutkimusosassa annetaan käytännön tietoa näytteenottoon valmistautumisesta sekä keskeisimmistä fysikaalisista, kemiallisista ja biologisista näytteenotto- ja havaintomenetelmistä sekä niiden soveltamisesta joki-, järvi- ja rannikkoalueilla. Lisäksi tarkastellaan kasviplanktonin, pohjaeläinten, päällyskasvuston ja pohjasedimenttinäytteenoton erityispiirteitä sekä vesikasvi-, kala- ja uimavesitutkimusten tekemistä. Näytteenottajan huomiota pyritään kiinnittämään myös näytteenoton virhemahdollisuuksiin ja virheiden välttämiseen.</p> <p>Oppaan liiteosassa on kattava luettelo vesitutkimusten näytteenoton jo valmistuneista ja valmisteilla olevista standardeista v. 2007 lopun tilanteessa.</p>			
Asiasanat	Vesistöt, tutkimus, havainnointi, seuranta, näytteenotto, järvet, joet, rannikkovedet, rehevöityminen			
Rahoittaja/ toimeksiantaja				
	ISBN 978-951-37-5448-8 (nid.)	ISBN 978-952-11-3238-4 (PDF)	ISSN 1238-8602 (pain.)	ISSN 1796-167X (verkkokj.)
	Sivuja 78	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta (sis. alv 8 %)
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, PL 780, 00043 EDITA Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/netmarket			
Julkaisun kustantaja	Edita Publishing Oy			
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki, 2008			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral SYKE			Datum	September 2008
Författare	Ilppo Kettunen, Ari Mäkelä och Pertti Heinonen				
Publikationens titel	Vesistöietoa näytteenottajille (Vattendragkunskap for provtagare)				
Publikationsserie	Ympäristöopas Miljöhandledning				
Publikationens tema					
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: www.ymparisto.fi/julkaisut				
Sammandrag	<p>Guiden ger för vattenprovtagare allmän information om de finska vattendragens karakteristika och om de vanligaste frågorna gällande provtagning när vattnens tillstånd undersöks. En redogörelse av sjöars temperatur-, gas- och näringshushållning samt av eutrofiering och plankton ges som nödvändig bakgrundsinformation. Dessa beskrivs ur provtagnings- och analysynpunkt. Målet med provtagning är att proven skall representera så bra som möjligt den plats, det område och den situation som motsvarar det ifrågasvarande forsknings- och uppföljningsprogrammets syfte. Detta förutsätter av provtagaren tillräckliga kunskaper om områdets vattennatur och vattenresurser samt om de problem som är förknippade med vattendragens egenskaper. Dessa beskrivs i handledningens avsnitt som ger allmän vattendragsinformation.</p> <p>I guidens fältundersökningsdel ges praktisk information om hur man skall förbereda sig för provtagning samt om de mest viktigaste fysikaliska, kemiska och biologiska provtagnings- och observationsmetoderna och om hur man tillämpar dem på älvar, sjöar och kustområden. Därtill redogörs för karakteristika hos provtagning av växtplankton, bottendjur, epifyter och bottenprov, samt hur man undersöker vattenväxter, fisk och badvatten. Provtagaren uppmanas fästa uppmärksamhet också vid fel vid provtagningen och hur man kan undvika dem.</p> <p>Handledningens bilagor består av omfattande förteckningar av fastställda och under beredning varande vattenprovtagningsstandarder, uppdaterade i slutet av år 2007.</p>				
Nyckelord	Vattendrag, forskning, observation, uppföljning, provtagning, sjöar, älvar, kustvatten, eutrofiering				
Finansiär/ uppdragsgivare					
	ISBN 978-951-37-5448-8 (hft.)	ISBN 978-952-11-3238-4 (PDF)	ISSN 1238-8602 (print)	ISSN 1796-167X (online)	
	Sidantal 78	Språk Finnish Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %)	
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ab, PB 780, 00043 EDITA Kundtjänst: tfn +358 20 450 05. fax +358 20 450 2380 Epost: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/netmarket				
Förläggare	Edita Publishing Ab				
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Edita Prima Ab, Helsingfors, 2008				

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute SYKE		<i>Date</i> September 2008	
<i>Author(s)</i>	Ilppo Kettunen, Ari Mäkelä and Pertti Heinonen			
<i>Title of publication</i>	Vesistötietoa näytteenottajille (Sampling for water quality and biota)			
<i>Publication series and number</i>	Ympäristöopas Environment Guide			
<i>Theme of publication</i>				
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available on the internet: www.ymparisto.fi/julkaisut			
<i>Abstract</i>	<p>Water sampling and field work procedures described in this manual are those most common for physical, chemical and biological tests. Collecting water samples that are fully representative for the whole water body is challenging, and the handling of samples are frequent sources of error. Practical advice is given to improve the field-performance.</p> <p>A description of the special characteristics of Finland's watercourses, including their thermal properties, oxygen and carbon dioxide concentrations, eutrophication and plankton is provided to give a useful background for the investigator to carry out meaningful water studies.</p> <p>The investigator, who is sampling the water, biota and sediment should also be fully aware of the objectives of the monitoring program, since these will influence the sampling procedures. To avoid mistakes, practical advice and information is provided for lake, river and coastal water sampling. The appendices of the manual include comprehensive lists of standards for water sampling as well as of standards in progress updated by the end of 2007.</p>			
<i>Keywords</i>	Watercourses, research, observation, monitoring, sampling, lakes, rivers, coastal waters, eutrophication			
<i>Financier/ commissioner</i>				
	ISBN 978-951-37-5448-8 (pbk)	ISBN 978-952-11-3238-4 (PDF)	ISSN 1238-8602 (print)	ISSN 1796-167X (online)
	<i>No. of pages</i> 78	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> Public	<i>Price (incl. tax 8 %)</i>
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Ltd, P.O.Box 780, FI-00043 EDITA, Finland Customer service: tel. +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Mail orders: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/netmarket			
<i>Financier of publication</i>	Edita Publishing Ltd			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Ltd, Helsinki, Finland, 2008			

Vesistötietoa näytteenottajille -ympäristöopas on jaettu kahteen pääosaan, joista ensimmäinen sisältää perustietoja Suomen vesivaroista, niiden hydrologiasta ja limnologiasta. Toinen osa keskittyy vesistötutkimuksen kenttätyöskentelyyn, erityisesti erilaisiin näytteenotto- ja havaintomenetelmiin ja niiden käyttöön. Oppaan ensimmäinen osa soveltuu monien oppilaitosten ja ympäristön tilaan liittyvien koulutustilaisuuksien perusopetusmateriaaliksi Suomen pintavesistä. Toinen osa on suunnattu erityisesti näytteenottajille, jotka joutuvat päivittämään ja ylläpitämään näytteenottotaitojaan nykyvaatimusten mukaisesti. Oppaassa on pyritty esittelemään monet asiat suhteellisen lyhyesti ja ytimekkäästi, minkä takia julkaisun loppuun on kerätty hyödyllisiä linkkejä ja viitteitä lisätietojen hankkimiseksi.



S Y K E

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

ISBN 978-951-37-5448-8 (nid.)

ISBN 978-952-11-3238-4 (PDF)

ISSN 1238-8602 (pain.)

ISSN 1796-167X (verkkokj.)

