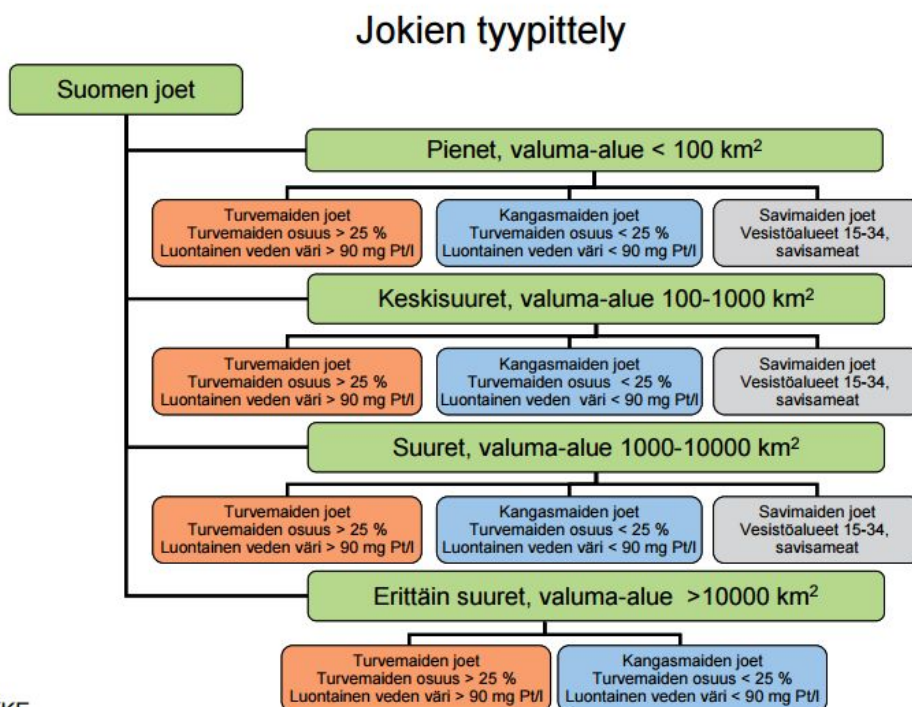


Veden laadun seurantatutkimus

Vesi on suomalaiselle tärkeä luontokokemusten ja virkistäytymisen lähde. Vesien tilan seurannalla saadaan tietoa mm. vesien rehevöitymisestä, happitilanteesta ja haitallisten aineiden pitoisuuksista. Jokien veden laatua on seurattu valtakunnallisesti vuodesta 1962 alkaen. Seurannan tuottama tieto tallennetaan SYKE:n ylläpitämään tietojärjestelmään, ja tietoa käytetään arvioitaessa maamme vesistöjen tilaa. Suomen pintavedet – joet, järvet ja rannikkovedet – on jaettu maantieteellisten ja luonnontieteellisten ominaispiirteiden mukaan eri tyypeiksi. Tyypittelyä tarvitaan, jotta kullekin vesistölle voidaan asettaa omat tilaa koskevat tavoitteet ja ekologisen luokituksen luokkarajat vesistön luontaisten ominaisuuksien mukaan. Sisävesien tyypittelyssä tärkeitä erottavia tekijöitä ovat mm. valuma-alueen maaperä (turve, kivennäismaa, savi), vesistön koko (joet ja järvet), syvyys ja viipymä (järvet).



Kuva 1. Suomen pintavesien tyypittely.

Veden lämpötilan mittaus on yksi vesistötarkkailujen perusmäärittämisistä, joka tehdään yleensä aina vesinäytteiden oton yhteydessä. Veden lämpötila vaikuttaa vesistön yleiseen laatuun ja sitä kautta esimerkiksi vesieläiden elinolosuhteisiin. Useat kalalajit vaativat runsashappisen veden, joten ne voivat elää vain suhteellisen viileissä vesissä. Lämpötilan kohoaminen voi kiihdyttää levien ja bakteerien kasvua ja rehevöittää vesiä. Mikäli veden lämpötila nousee liian korkeaksi tai laskee liian alhaiseksi, eliölajit altistuvat herkemmin erilaisille taudeille. Terminen kerrostuneisuus talvella ja kesällä johtuu veden fysikaalisista ominaisuuksista.

Hyvä happipitoisuus on osoitus vesistön hyvästä kunnosta. Veden happitasapainoa pitää yllä ilmakehästä veteen tapahtuva hapen liukeneminen. Liukoisuus riippuu lämpötilasta siten, että kylmään veteen liukenee enemmän happea kuin lämpimään veteen. Happipitoisuus on heikoimmillaan maaliskuussa lopputalvella ja elokuussa loppukesällä, joten nämä ajankohdat sopivat parhaiten happitilanteen tutkimiseen.

Puhdas vesi on kirkasta ja heijastaa taivaan sineä. Vedessä olevat ainekset antavat vedelle erilaisia sävyjä. Savinen vesi on harmaata tai kellanruskeaa, humus- ja/tai rautapitoinen ruskeaa ja levien värjäämä vesi yleensä vihertävää. Suomessa veden väri osoittaa lähinnä veden humuspitoisuutta. Mitä enemmän vesistön valuma-alueella on suota, sitä ruskeampaa vesi on. Runsaiden sateiden vaikutuksesta väriarvot nousevat. Kesällä väri yleensä vähenee ultravioletti säteilyn hajottaessa humusta.

Näkösyvyyteen, valon tunkeutumiseen veteen, vaikuttavat valon tulokulman lisäksi veden väri ja sameus. Sameus aiheutuu veteen sekoittuneista hiukkasista. Jokivedet ovat yleensä selvästi järvidesistä sameampia, koska eroosio (maa-aineksen irtoaminen) on voimakkaampaa. Kevättulvien aikana rannikon joet ovat erittäin sameita. Lisäksi sameuden vaihtelu on jokivesissä voimakasta vuodenaikasta ja sadannasta riippuen.

Vedessä olevan fosforipitoisuus on tärkeä parametri veden rehevyyden arvioinnissa. Luonnontilaisten karujen vesien kokonaisfosforipitoisuus on alle 10 µgP/l. Kun fosforipitoisuus lähenee 20 µgP/l levätuotanto on selvästi lisääntynyt, mikä näkyy myös alusveden happivajeen kasvuna ja veden lievänsä samentumisena. Kokonaistyyppi (kok.N µg/l) sisältää kaikki tyypin esiintymismuodot, orgaanisen ja epäorgaaniset. Vesistöihin tulee tyyppiä jätevesien, valumavesien ja sadevesien mukana. Typpikuormitusta lisää peltoalueiden runsaus valuma-alueella. Tuotantokauden ulkopuolella kokonaistyyppistä on suuri osa nitraattina.

Johtokyky ilmaisee veteen liuenneiden suolojen määrän ja arvot vaihtelevat välillä 5-10 mS/m (mS/m = millisiemenssiä per metri). Arvojen vuodenaikaisvaihtelu on vähäistä, koska sähkönjohtavuus on vedelle tyypillinen suure. Suolojen määrää lisäävät jätevedet ja peltojen lannoitus. Yleisesti ottaen Suomen vedet ovat vähäsuolaisia, sillä kallioperä on heikosti rapautuvaa. Tästä johtuu myös vesien huono puskurikyky.

Vesien luontaisesta humuskuormituksesta johtuen vesistöjemme pH-arvo on yleensä lievästi hapan. Vesistön liian korkea tai matala pH voi tappaa vesistössä elävät eliöt, jotka ovat sopeutuneet elämään pH-alueella 6,0-8,0. Vesistöjen happamoitumiseen ovat vaikuttaneet ihmisen toiminta, ilmansaasteet, soiden ojitukset, maaperä ja rehevöityminen.

1 Tehtävän tavoitteet

Veden laadun tutkimuksen tavoitteena on seurata vesistön tilaa pitkällä aikavälillä. Elollisen luonnon kannalta tärkeitä veden laatuun vaikuttavia fysikaalisia ja kemiallisia muuttujia ovat veden väri, sameus, happipitoisuus, ravinnepitoisuus (mm. typpi, fosfori, johtokyky), happamuus (pH, alkaliteetti) ja haitallisten aineiden pitoisuudet (mm. elohopea ja dioksiinit). Työn edellytyksenä on, että läheltä löytyy luonnon vesistö, josta voi kerätä näytteitä säännöllisin väliajoin 2 - 6 kertaa vuodessa.

Työssä tutustutaan elektronisten mittalaitteiden ja tietoteknisten työvälineiden käyttöön luonnontieteellisissä tutkimuksissa, näytteenottoon ja saatujen tulosten analysointiin. Omien havaintojen tekeminen ja niiden kirjaaminen on tärkeä osa laboratoriotyöskentelyä. Tavoitteena on, että opiskelija oppii kokeellisen työskentelyn, kriittisen tiedonhankinnan ja -käsittelyn taitoja ja syventää aiemmin opittujen perusteiden ymmärtämistä.

2 Turvallisuusohjeet ja jätteiden hävittäminen

Niin maastossa kuin laboratoriossa tapahtuvan toiminnan aikana on noudatettava annettuja työturvallisuusohjeita. Kerää näytteet sellaisesta paikasta, jossa on turvallista liikkua. Älä lähde keräämään näytteitä yksin. Laboratoriotyöskentelyn aikana on käytettävä suojatakkia ja -laseja. Näytteitä käsiteltäessä on työskenneltävä rauhallisesti ja suojattava itsensä roiskeilta. Vesinäytteet voi mittausten jälkeen kaataa viemäriin. Muut syntyneet jätteet ja roskat laitetaan niille tarkoitettuihin keräysastioihin.

3 Tehtävän suorittaminen

Tutkimussuunnitelman laatiminen, näytteiden kerääminen, havaintojen kirjaaminen ja mittaustulosten analysointi muodostavat veden laadun seurantatutkimuksen perustan. Näytteenottoaika ja -aika tulee suunnitella huolellisesti, jotta se edustaa tutkimuksen suunnitelmaa mahdollisimman hyvin. Havaintopaikat ja menetelmät pidetään mahdollisimman samoina. Määritysmenetelmien kehittyessä vanhaa ja uutta menetelmää verrataan, jotta tulosten vertailukelpoisuus säilyisi. Vesinäytteiden keräämisessä on tärkeää käyttää puhtaita keräysastioita kuten hyvin tyhjennetty lähdevesipullo. Merkitse aina näytteisiin niiden keräyspaikka ja päivämäärä myöhempää koontia varten.

3.1 Tutkimussuunnitelma

Ennen työn aloittamista tutustu aiheeseen ratkomalla veteen, maaperään ja näytteenottoon liittyviä kysymyksiä:

- Mistä eri paikoista voidaan ottaa vesinäytteitä?
- Miten maaperä ja ympäristö vaikuttavat veden ominaisuuksiin?
- Mitkä veden ominaisuudet vaikuttavat eliöihin, ja miten?
- Mitä tarkoitetaan rehevöitymisellä, ja mitkä tekijät vaikuttavat vesistön rehevöitymiseen?
- Mikä on ihanteellinen pH eliöille ja miksi?
- Miksi vesinäytteen analysointi tulee tehdä mahdollisimman pian näytteenotosta?
- Millaisia asioita voidaan määrittää vesinäytteestä aistinvaraisesti?
- Minkälaisien ominaisuuksien mittaamiseen tarvitaan mittauslaitteita?

Tutustu sitten mittalaitteisiin ja mittaamisen periaatteisiin. Harjoittele mittalaitteiston kokoamista, lataa SPARKvue-ohjelmisto tabletille ja suorita muutama mittaus laitteistolla.

Tee tutkimussuunnitelma; kirjaa työnjako, tehtäväkuvaukset, tarvittavat työvälineet ja laitteet, työturvallisuus ja suunnittele ajankäyttö. Laadi tutkimuslomake tai käytä valmista Veden laadun seurantatutkimuslomaketta (lomake 1). Ota huomioon, että laboratoriossa tehtävät mittaukset tulee suorittaa mahdollisimman nopeasti näytteenoton jälkeen, jotta tulokset ovat luotettavia ja vertailukelpoisia.

Veden laadun seuranta tutkimuslomake

Havainnot ja tutkimustuloksia maastossa

Havainnoitsija(t)			
Päivämäärä			
Paikka, tarkasti			
Lämpötila, ilma, °C			
Lämpötila, vesi, °C			
Sääolosuhteet			
Veden korkeus			

Maankäyttö, lähialue 100m (x=esiintyy, xx=runsaasti)

Pelto			
Metsä, suo			
Asutus			
Teollisuus			
Uoman muoto (suora, mutkitteleva)			
Perkaukset (luonnontilainen, perattu)			
Virtausnopeus, m/s			
Sameus			
Näkösyyvyys, dm			
Väri			

Tutkimustuloksia laboratoriossa

Happipitoisuus, mg/l			
Fosforipitoisuus, µg/l			
Kokonaistyyppi, µg/l			
Nitraattityppi, µg/l			
Johtokyky, mS/metri			
Happamuus pH			

Lomake 1. Veden laadun seuranta tutkimuslomake.

3.2. Havaintoja ja tutkimuksia maastossa

Täytä maastossa tutkimuslomakkeen esitiedot, sääolosuhteet (aurinkoinen, puolipilvinen, pilvinen, sade), veden korkeus (matalalla, normaali, korkealla, tulva), veden ja ilman lämpötila, lähialueen maankäyttö, uoman muoto, veden sameus, näkösyvyys ja väri.

Veden ja ilman lämpötila

Lämpötila on oleellinen tieto muiden mittausarvojen tulkinnassa ja happikyllästysasteen laskemisessa. Mittaa veden lämpötila PASCO:n lämpötila-anturilla vesinäytteenoton yhteydessä (kuvat 1). Käytä vain puhtaita keräysastioita vesinäytteiden keräämiseen. Mittaa myös ilman lämpötila ja merkitse tiedot lomakkeeseen.



Kuva 1. Veden lämpötilan määrittäminen vesinäytteen keräämisen yhteydessä.

Sameus

Sameuden määrittämiseksi ota vesinäyte värittömään pulloon ja tarkastelemalla sitä hyvässä valaistuksessa tummaa taustaa vasten.

Ilmoita veden sameus asteikolla: ei ollenkaan, heikko, selvä tai voimakas.

Veden väri ja näkösyvyys

Veden värin ja näkösyvyyden määrittämisessä käytetään valkeaa levyä. Näkösyvyys tarkoittaa syvyyttä, missä pyöreä, halkaisijaltaan 20 cm, valkea levy (ns. valko- eli secchilevy) häviää näkyvistä. Veden värin määrittämiseksi upota valkolevy metrin syvyyteen. Veden väri ilmoitetaan asteikolla: sinivihreä, vihreä, kellanvihreä, kellanruskea, ruskea, tummanruskea. Jos näkösyvyys on pienempi kuin metri, ota vesinäyte ja seisota sitä yön yli. Kaada seuraavana päivänä mittalasiin desilitra vesinäytettä, varo ettei sakka tule mukaan, nosta mittalasi valkoisen paperin päälle ja arvio veden väri katsomalla suoraan ylhäältä päin.

Virtausnopeus

Mittaa veden virtausnopeus PASCO:n virtausnopeus- ja lämpötila-anturilla (kuva 2), missä sisäänrakennetun lämpötila-anturin mittapää on sijoitettu siipipyörän viereen. Liitä PASPORT anturi Bluetooth-yhteydellä tablettiin ladattuun SPARKvue-ohjelmistoon ja kirjaa saadut tulokset tutkimuslomakkeelle..

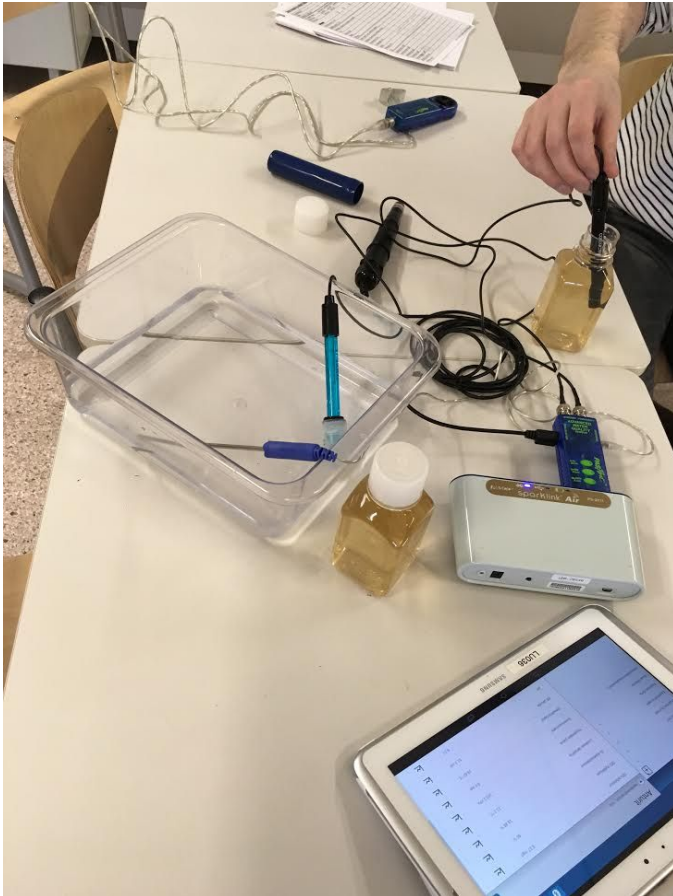


Kuva 2. Veden virtausnopeuden mittaaminen ja tulosten tarkastelua.

3.3. Tutkimuksia laboratoriossa

Happipitoisuus ja hapen kyllästysaste

Liitä optinen happianturi PASCO:n SPARKlinkiin ja yhdistä langattomasti tabletille ladattuun SPARKvue-ohjelmistoon (kuva 3). Mittaa vesinäytteen happipitoisuus ja kylläisyysaste. Kirjaa tulokset. Huuhtele anturi huolellisesti mittauksen jälkeen.

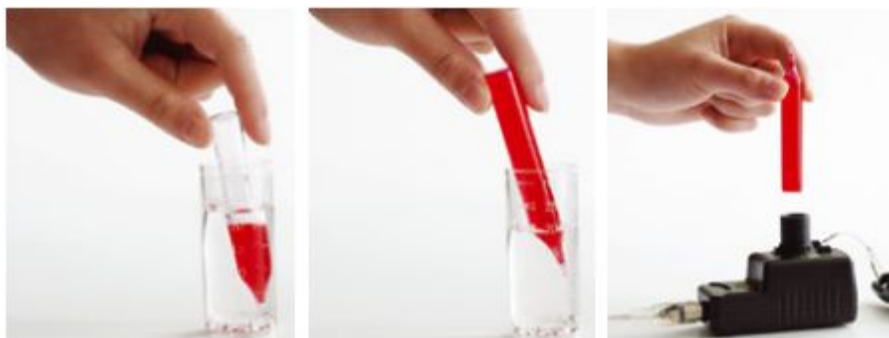


Kuva 3. PASCO:n mittauslaitteisto ja tulosten tarkastelua (kuva Julia Harju).

Veden kemiallinen laatu

Määritä veden kemiallinen laatu tutkimalla näytteestä PASCO:n ezSample-näytesarjoilla ja vedenlaatukolorimetrilla vedenlaatuparametrit: fosfori, kokonaistyyppi ja nitraattityppi.

Kukin ezSample-näytesarja sisältää oman reagenssiaineen. Napsauta näytepullon kärki ja analysoitava vesinäyte virtaa näytepulloon sekoittuen reagenssin kanssa. Aseta näytepullo vedenlaatukolorimetriin ja selvitä konsentraatio (kuva 4).



Kuva 4. Vedenlaatuparametrin määrittäminen PASCON:n ezSample-näytesarjalla.

Johtokyky

Mittaa veden johtokyky johtokykyanturilla vesinäytteestä ja kirjaa tulokset. Koska lämpötila vaikuttaa sähkönjohtavuuteen, selvitä johtokyky vakiolämpötilassa 25 °C . Käytä tarvittaessa korjauskorrointia tulosten vertailtavuuden säilyttämiseksi (taulukko 2). Huuhtelee anturi huolellisesti aina mittauksen jälkeen.

t /°C	kerroin	t /°C	kerroin	t /°C	kerroin
32	0,89	22	1,06	12	1,30
31	0,90	21	1,08	11	1,33
30	0,92	20	1,10	10	1,36
29	0,93	19	1,12	9	1,39
28	0,95	18	1,14	8	1,42
27	0,97	17	1,16	7	1,46
26	0,98	16	1,19	6	1,50
25	1,00	15	1,21	5	1,54
24	1,02	14	1,24	4	1,58
23	1,04	13	1,27	3	1,62

Taulukko 2. Veden sähkönjohtavuuden korjauskertoimet lämpötilaan 25°C

pH ja liuenneiden ionien kokonaiskonsentraatio

Voit suorittaa pH-mittauksen paikan päällä maastossa tai ottaa vesinäytteen ja analysoida se laboratoriossa. Mikäli näyte analysoidaan myöhemmin, näyteastia kannattaa täyttää aivan piriin ja sulkea tiiviisti. Tämä vähentää veden haihtumista sekä kaasujen, erityisesti hiilidioksidin liukenemista veteen, jotka vaikuttavat mittauksen luotettavuuteen.

Ota näyte pinnan alta ja mahdollisimman etäältä rannasta. Käytä apuna tarvittaessa keppiä, jonka päähän näytteenottoastia on kiinnitetty. Mikäli näytettä ei ole mahdollista analysoida muutaman tunnin kuluessa, säilytä näyte pakastimessa tai jääkaapissa. Suorita pH-arvon mittaaminen pH-anturilla ja lue tulos tabletin näytöltä. pH-arvo tulisi mitata $25 \pm 2^\circ\text{C}$ lämpötilassa, sillä lämpötila vaikuttaa liuenneiden ioneiden kokonaiskonsentraatioon (taulukko 3).

Lämpötila °C	pH-arvo 4,01	pH-arvo 6,87	pH-arvo 9,18
15	4,00	6,90	9,28
20	4,00	6,88	9,23
25	4,01	6,87	9,18

Taulukko 3. Lämpötilan vaikutus vesinäytteen pH arvoon.

4 Tulosten käsittely ja seuranta

Tulosten käsittelyn yhteydessä vertaa tutkimustuloksia aiemmin kerättyihin mittaustuloksiin ja yleisiin viitearvoihin. Pohdi mahdollisia virhelähteitä ja muutoksia tehtävän suoritukseen. Kuvaa tuloksia graafien avulla ja havainnoi vesistön tilaa pitkällä aikavälillä.

5 Arvio työhön kuluva ajasta

Aiheeseen tutustuminen ja suunnitelma ... 2 h

Maasto-osuus ja laboratoriotyöskentely ja toisto ... 2 * 2 h

Tulosten tarkastelu ja johtopäätösten teko ... 1 h

Lähteet:

<http://kvvy.fi/wp-content/uploads/2015/10/opasvihkonen.pdf>

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/157222/Vesi-%20ja%20ymp%C3%A4rist%C3%B6hallinnon%20julkaisuja%20B%2010.pdf?sequence=4>

http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila

http://www.vhvsy.fi/files/upload_pdf/2113/Veden_laatu.pdf

http://www.kemianluokka.fi/files/Veden_laatu_opettaja.pdf

<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit.html>

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41788/OH_7_2012.pdf

<http://www.isvet.fi/themes/isvet/files/Pasco-Datalogging-SUOMI-netti-1.pdf>

<http://www.luma.fi/materiaalit/1146/kokeellista-kemiaa>

