

TUTKIMUSOHJEET MONIALAINEN KOKONAISUUS

7. LUOKKA BIOLOGIA/MAANTIETO

Sisällysluettelo

<u>1. Veden näkösyvyys</u>	<u>2</u>
<u>2. Veden lämpötila</u>	<u>2</u>
<u>3. Veden happamuus</u>	<u>3</u>
<u>4. Haju</u>	<u>4</u>
<u>5. Veden väri</u>	<u>4</u>
<u>6. Veden sameus</u>	<u>5</u>
<u>7. Johtokyky eli sähkönjohtavuus</u>	<u>6</u>
<u>8. Veden happipitoisuus</u>	<u>7</u>
<u>9. Hapenkulutus (bakteeritaso) saastuneisuuden määrittäjänä</u>	<u>8</u>
<u>10. Kiintoaines</u>	<u>8</u>
<u>11. Liuenneet ainekset</u>	<u>9</u>
<u>12. Veden pinta-aktiiviset aineet</u>	<u>9</u>
<u>13. Kasvillisuus likaisuuden ilmentäjänä</u>	<u>10</u>
<u>14. Joki vai puro?</u>	<u>10</u>
<u>15. Veden virtausnopeus</u>	<u>11</u>
<u>16. Veden kiintoaineksen kuljetuskyky</u>	<u>11</u>

1. Veden näkösyvyys

Näkösyvyys tarkoittaa veden läpinäkyvyyttä. Se on vesistöjen tutkimuksessa yksi luonnonveden ominaisuutta ilmaiseva suure, jolla pyritään selvittämään vesistön sameutta tai valon läpäisevyyttä. Näkösyvyydellä voidaan havainnollistaa esimerkiksi järven rehevöityneisyyttä, veden värin tummuutta taikka saven tai humuksen määrää. Näkösyvyyteen vaikuttavat monet asiat eikä edellä mainittujen ominaisuuksien todellinen määrä määräydy yksiselitteisesti näkösyvyydestä. Kuitenkin, mitä huonompi järven veden laatu on, sen pienempi on näkösyvyys.

Työvaiheet:

1. Valitse sellainen paikka, jossa mittalevy ei kosketa pohjaa sen kadotessa näkyvistä.
2. Laske näkösyvyyslevy veneen varjopuolella niin syvälle veteen, että se juuri ja juuri katoaa näkyvistä.
3. Nosta tämän jälkeen levyä niin, että se tulee uudestaan näkyviin. Toista tämä muutaman kerran. Levyn näkyvistä katoamisen ja uudelleen näkyviin tulemisen rajakohta on näkösyvyys. Mittaa näkösyvyysarvo mittanarusta veden pinnan tasolta narun merkinnöistä.
4. Mittaa ja merkitse muistiin näkösyvyyslukema metrien ja senttimetrien tarkkuudella (esim. 1 m 27 cm).

Tutkimusvälineet: Secchilevy

Taulukko 1. Veden näkösyvyys.

Järven tyyppi	Syvyys
rehevä järvi	0,2-0,3
karu humusjärvi	0,8-1,5m
suuret suomalaiset järvet	3-7 m
kirkkaat vähähumuksiset järvet	10-15 m

2. Veden lämpötila

- Lämpötila on eräs tärkeimmistä vesien eliöstön toimintaa säätelevistä tekijöistä.
- Mitä korkeampi veden lämpötila on, sitä vilkkaampia eliöiden toiminnat ovat.
- Kalojen lämpötilavaatimukset vaihtelevat.

Lämpötilan mittaus: Mittaa lämpötila näytteenottopaikalla kenttämittarilla tai **lämpömittarilla**. Pidä vedessä muutama minuutti, kunnes näyttö asettuu.

Tutkimusvälineet: vesilämpötilamittari

3. Veden happamuus

- Veden pH-luku kuvaa veden happamuutta tai emäksisyyttä.
- Veden pH -arvoon vaikuttavat esim. jätevedet, happamien yhdisteiden huuhtoutuminen maaperästä, happamat sateet, karbonaatit, vetykarbonaatit ja hiilidioksidi.
- Hajotustoiminnasta vapautuva hiilidioksidi alentaa pH -arvoa.
- Voimakas yhteyttäminen nostaa pH -arvoa.
- Talousveden pH:n tulisi olla 6,5-8,8, jos pH jää alle tämän alkaa putkistojen syöpyminen. Tästä syystä vedenpuhdistamolla nostetaan pH:ta kemikaalein.
- pH yli 10,5 on terveydellisistä syistä kielteinen.

Tutkimusvälineet: pH-mittari

Taulukko 2. Vesistön kunnon luokittelu pH-luvun avulla.

Kalavesi/pH	Luokka
6,6-7,1	erinomainen
7,2-7,3	hyvä
7,4-8,0	tyyydyttävä
8,1-9,0	välttävä
yli 9	huono
vielä suurempi	erittäin huono

Taulukko 3. Kalojen pH-sietokyvyt veden arvojen mukaan.

Kala	Kriittinen pH-raja	pH-alue, missä kala viihtyy hyvin
kirjolohi	5,5	6,2-8,4
made	5,2	6,0-
lohi	5,0	n. 6-8
taimen	4,5	5,6-8,0
hauki	4,2	5,5-9,2
ahven	4,0	5,2-8,5
särki	5,2	NA

4. Haju

Puhdas vesi ei haise eikä tuoksu. Hajuvirheet voivat johtua levistä, homeista, sienistä tai jätevesistä. Aistinvarainen havainto riippuu havainnoijan limakalvojen hajuepiteelistä eli hajusolukosta.

Välineet:

- puhdas korkillinen pullo
- ota vettä pullo puolilleen
- sulje ja ravistele voimakkaasti
- haistele
- arvioi hajua taulukon perusteella

Tutkimusvälineet: näytepullo

Taulukko 4. Veden laadun luokittelu hajun perusteella.

Haju	Syy
imelä	kasvien mätäneminen
ummehtunut	seisova vesi
mädäntynyt	runsaasti kuolleita eliöitä
hapan	AIV-liuos, turve
kirpeä	sinilevä, turve, kasvinsuojeluaine
ulosteen haju	viemäriveresi, asutusjätteet
ammoniakin haju (virtsa)	typpilannoitus
puistattava	runsas bakteerikanta

5. Veden väri

1. Hyvä vesi on väritöntä ja kirkasta.
2. Pintavesien väriin vaikuttavat humushapot ja levät aiheuttaen ruskeaa ja vihreää väriä.
3. Rauta aiheuttaa veteen ruskeaa väriä.
4. Jos veden väri on tummaa tai mustaa saostuman kaltaista, väri on todennäköisesti peräisin mangaanista.
5. Korkea kuparipitoisuus värjää saniteettikalusteita vihreiksi ja saattaa muuttaa vaaleat hiukset vihertäviksi.
6. Kun kuparipitoiseen veteen lisätään pesuainetta, voi vesi värjäytyä sinivihreäksi.

Työvaiheet:

1. Anna vesinäytteen seistä yön yli, jotta siinä olevat kiinteät hiukkaset laskeutuisivat
2. Kaada 100 ml mittalasi täyteen tutkittavaa näytettä
3. Aseta valkoinen paperi mittalasin alle
4. Katso ylhäältä ja arvioi väriä: kirkas, harmaa, kellanruskea, sinivihreä, vihreä, kellanvihreä, ruskea tai tummanruskea

Tutkimusvälineet: 100 ml mittalasi, valkoinen paperi

6. Veden sameus

Veden sameus voi johtua alumiinista, sinkistä, raudasta tai mangaanista. Sen syynä voivat olla myös roskat, pieneliöt tai hienojakoinen pohja-aines. Palojoen sameuden syynä on sen pohja-aines, joka on pelloilta mukaan irronnutta savea.

Työvaiheet:

1. Piirrä valkoiselle paperille tussilla musta rasti (paksuus 0,5 mm ja koko 1 cm).
2. Aseta mittalasi rastin päälle.
3. Ravista vesinäytettä, että siinä oleva humus sekoittuu tasaisesti.
4. Kaada vettä mittalasiin niin kauan kunnes rasti ei enää ylhäältä katsottuna näy.
5. Mittaa veden korkeus ja vertaa taulukkoon.

Tutkimusvälineet: valkoinen paperi, musta tussi, mittalasi

Taulukko 5. Veden sameuden määrittäminen syvyyden mukaan.

Syvyys	Luokka
>20 cm	kirkas
15-20 cm	melko samea
5-15 cm	samea
0-5 cm	erittäin samea

7. Johtokyky eli sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuus mittaa vedessä olevien liuenneiden suolojen määrää. Suuri arvo kertoo korkeasta suolapitoisuudesta. Sisävesissä sähkönjohtavuutta lisäävät lähinnä natrium, kalium, kalsium, magnesium (kationeja) sekä kloridit ja sulfaatit (anioneja). Yleisesti ottaen Suomen vedet ovat vähäsuolaisia, koska kallioperä on heikosti rapautuvaa. Tästä johtuu myös järvivesien huono puskurikyky eli veden kyky vastustaa happamoitumista. Johtokyvyn mittaaminen vaatii johtokykymittarin. Käsityksen siitä, mistä oikeastaan on kyse, saat Veden sähkönjohtavuus -kokeen avulla.

Tarvikkeet

- juomalasi tai muu sopiva astia
- polttimo tai yleismittarin virtamittari
- 4,5 V:n paristo (litteä paristo)/virtalähde
- kolme noin 20 cm:n pituista sähköjohtoa, joiden päitä kuoritaan noin 5 cm paljaaksi
- tislattua vettä ja luonnon vettä (jokivesi)

Työohje:

1. Rakenna virtapiiri:

1. johto lasista (vedestä) pariston plusnapaan (+)
2. johto pariston miinusnavasta (-) polttimoon ja
3. johto polttimosta vesilasiin (veteen). Mikäli sinulla on virtausmittari käytössä, sijoita se polttimon tilalle.

2. Täytä astia jokivedellä. Tarkkaile hehkun voimakkuutta tai lue lukema virtamittarista. Kirjaa tulos.

Vertailu tislattuun eli erittäin puhtaaseen veteen

1. Täytä astia tislattulla vedellä. Tarkkaile hehkun voimakkuutta tai lue lukema virtamittarista. Kirjaa tulos.
2. Lisää tislattuun veteen suolaa vähitellen, vaikkapa teelusikallinen kerrallaan ja seuraa, mitä tapahtuu. Kirjaa tulos.
4. Kokeile sokerilla ja muilla aineilla. Vaihda aina välissä vesi. (Kokeile myös selvästi erilaisilla luonnonvesillä.)

Tutkimusvälineet: dekantterilasi, polttimo/yleismittarin virtamittari, 4,5 V:n paristo/virtalähde, kolme johtoa (20 cm)

8. Veden happipitoisuus

- Liuennot happi ylläpitää eliöiden hengitystä.
- Happi on myös veden puhdistusta edistävä aine.
- Veden happipitoisuutta ei voi yksikäsitteisesti ilmaista yhdellä luvulla, täten suoritetaan kaksi erilaista mittausta: happipitoisuus (mg/l) sekä hapenkulutustesti (metyleenisinitesti).
- Puhtaidenkin vesien happipitoisuuksissa on ajallista ja paikallista vaihtelua.
- Happitilanne on huonoimmillaan ennen jäiden lähtöä, virtaavissa vesissä on paljon happea, pinnalla on enemmän happea kuin pohjalla.
- Lohikalojen happivaatimus on vähintään 4 mg/l.
- Särkikalat ja etenkin ruutana tulevat toimeen hyvin alhaisissa happipitoisuuksissa.
- Kalojen kasvu heikentyy ja tautiherkkyys lisääntyy jo veden happipitoisuuden alittaessa 6-7 mg litrassa.
- Hapenpuutteesta kärsivät kalat ovat usein väriltään vaaleita ja hengitystiheys on korkea. Ne nousevat vedenpintaan ja haukkaavat ilmaa.
- Hapenpuutteeseen kuolleilla kaloilla on usein kiduskannet ja suu avoimena samalla kun kidukset ovat vaaleita.

Tutkimusvälineet: veden lämpötilalukema

Taulukko 6. Happipitoisuuden vaihtelu lämpötilan mukaan.

°C	mg/l
0	14,40
1	14,10
2	13,70
4	13,00
6	12,30
8	11,70
10	11,20
12	10,70
14	10,20
16	9,80
18	9,40
20	9,10
22	8,70
24	8,40
26	8,10
28	7,80

Taulukko 7. Kalalajien hapentarve.

Laji	Hapentarve mg/l	Alaraja mg/l
lohi, siika, taimen, muikku	10-16	3,5-4
made, ahven, kuha	7-10	2,5-3
särki, kiiski, hauki	5-6	1,5-2,2
lahna, ruutana	1,5-2	0,6-1,2

9. Hapenkulutus (bakteeritaso) saastuneisuuden määrittäjänä

Hapenkulutus metyleenisinitestillä: Metyleenisiniliuos muuttuu värittömäksi, kun happea on vähän. Jos happea kuluttavia organismeja kuten bakteereja on runsaasti, vesi muuttuu värittömäksi.

Työvaiheet:

1. Laita purkkiin 2-3 tippaa metyleenisiniliuosta jokaista näytteen yhtä desilitraa kohti.
2. Täytä tutkittavalla vedellä. Purkkiin ei saa jäädä yhtään ilmaa.
3. Laita pullo pimeään ja lämpimään (n. 27 °C) paikkaan
4. Tarkkaile pulloa ja merkitse värin häviämiseen kulunut aika muistiin.

Tutkimusvälineet: metyleenisini, kannellinen vesiastia, teippi, tussi

Taulukko 8. Veden bakteeritason määrittäminen

Kulunut aika	Saastumisen aste
muuttuu värittömäksi välittömästi	täysin saastunut
0,5 h - 18 h	erittäin pahoin saastunut
18 h - 2 vrk	pahoin saastunut
2 - 4 vrk	saastunut
4 - 6 vrk	lievästi saastunut

10. Kiintoaines

Veden kiintoainespitoisuus vaihtelee kaupunkivesissä kohteesta riippuen. Virtaavissa vesissä kiintoainesta on yleensä runsaasti (veden suurempi kuljetuskyky). Kiintoaineksen määrittäminen suodattamalla näytteen.

Työohje:

1. Aseta suppiloon suodatinpaperi.
2. Aseta suppilo pystyyn, niin että alla on dekantterilasi, johon vesi valuu.
3. Mittaa 500 ml näytettä ja kaada se suppiloon
4. Anna näytteen valua suodatinpaperin läpi.
5. Tutki suodatinpaperia.

Tutkimusvälineet: suppilo, suodatinpaperi, 500 ml dekantterilasi, mittalasi

Taulukko 9. Kiintoaineksen määrä.

Määrä
runsaasti
kohtalaisesti
vähän
ei ollenkaan

Taulukko 10. Kiintoaineksen laatu.

Laatu
hiekanjyväsiä
pölyä
multaa
savea

11. Liuenneet ainekset

Veteen liuenneet ainekset voidaan todeta haihduttamalla suodatettu vesinäyte. Haihduttaminen voidaan tehdä joko lämpölevyllä dekantterilasissa tai petrimaljassa yön yli. Se mitä veden haihtumisen jälkeen jää, on veteen liuenneita aineita.

Työohje:

1. Ota 100 ml vesinäytettä dekantterilasiin ja punnitse se tarkasti (kaksi desimaalia), merkitse lukema muistiin.
2. Aseta dekantterilasi keittolevylle.
3. Haihduta vesi astiasta keittämällä, HUOM! VESI EI SAA KIEHUA VOIMAKKASTI!!!
4. Ole tarkkana lopussa, dekantterilasi hajoaa, jos sitä kuumentaa kuivana!
5. Nosta astia jäähtymään.
6. Punnitse dekantterilasin paino uudelleen tarkasti ja merkitse lukema muistiin. Vähennä saadusta painosta alkuperäinen paino ja jaa tuloksesi haihduttamallasi veden määrällä ilmoitettuna millilitroissa (ml). Kerro vielä tulos tuhannella niin saat liuenneen aineen pitoisuuden vedessä. Esimerkki: $(58,94\text{g}-58,91\text{g}) / 100\text{ ml} \times 1000 = 0,03 \times 10 = 0,3\text{g/l}$. Tulos siis ilmoitetaan milligrammoina litrassa eli 0,3g/l on 300 mg/l.

Tarkastele astian pohjaa veden haihduttua. Liuenneet suolat näkyvät kiteisenä valkoisena kerroksena astian pohjalla. Runsaasti humusta sisältänyt vesinäyte jättää pohjalle ruskean kerroksen.

Tutkimusvälineet: vaaka, mittalasi, dekantterilasi, keittolevy, laskin

12. Veden pinta-aktiiviset aineet

Vedessä olevat pinta-aktiiviset aineet eli tensidit tunkeutuvat vesiliuoksessa vesimolekyylien väleihin pienentäen pintajännitystä. Tensidit alentavat pintajännitystä, parantavat veden kostutuskkyä, irrottavat ja pilkkovat kuiduista tehokkaasti likaa, estävät sähköisten ominaisuuksiensa ansiosta lian tarttumisen takaisin puhdistettavalle pinnalle, minkä vuoksi niitä käytetään pesuaineissa. Pinta-aktiivisten aineiden määrän voi selvittää vaahdotestillä avulla.

Työohje:

1. Täytä kirkas pullo puolilleen näytevedellä. Laita korkki kiinni.
2. Ravistele pulloa 30 s ajan voimakkaasti.
3. Tarkkaile syntyvän vaahdon leviämistä pinnalle, vaahdon hajoamista ja liikkumista pullon reunalle.

Tutkimusvälineet: kirkas pullo, kello

Taulukko 11. Vaahdotusluokitus

Luokka	vaahdon katoamisaika
A	ei vaahtoa
B	1 sekunti
C	1-9 sekuntia
D	10 s-5 minuuttia
E	yli 5 minuuttia
F	yli 4 tuntia

Vaahdon syntyminen joen rantaan on todennäköistä, jos veden luokituksella testin mukaan tulee C...F.

13. Kasvillisuus likaisuuden ilmentäjänä

Tutki, mitä kasveja Palojoessa kasvaa. Kiinnitä huomiota veden pinnalla sekä vedenpinnan alla kasvaviin lajeihin. Luokittele kasvit alla olevan taulukon mukaisesti ja määritä Palojoen tila tyyppikasvillisuuden perusteella.

Taulukko 12. Kasvillisuus likaisuuden ilmentäjänä.

Likaantuneisuus	Kasvit
voimakkaasti likaantunut vesi	limaska, pohjanlumme, sahalehti, vesisherne
likaantunut vesi	uistinvita, vesirutto, isosorsimo
runsasravinteinen vesi	ojasorsimo, ahvenvita, sarjarimpi, leveä osmankäämämi
vähäravinteinen vesi	pikkuvita, järvikorte, rantaluikka
puhdas vesi	ruskoärviä, järvisätkin, nuottaruoho

Tutkimusvälineet: kasviopas

14. Joki vai puro?

Joen ja puron voi määritellä monella eri tavalla. Oletko miettinyt missä menee joen ja puron raja. Kuuluisan maantieteilijän Granön mukaan **puron** leveys on alle 5 metriä, **luoman** 5-20 m, **joen** 20-200 metriä ja **kymin** yli 200 m.

Taulukko 13. Virtaavan veden luokitus Granö:n mukaan

Luokka	Leveys
puro	<5m
luoma	5-20m
joki	20-200m
kymi	>200m

Vesilain mukaan joki on vesistö, jossa voidaan kulkea vähävetistä kautta lukuun ottamatta soutamalla. Jos keskivirtaama on yli 2000 l/s on vesistö aina joki. Puroja ovat jokea pienemmät vesistöt. Ojia ovat ihmisen kaivamat rännit.

Tutkimusvälineet: mittanauha

Taulukko 14. Vesistön luokittelu virtausnopeuden ja pohjan ominaisuuksien avulla.

virtausnopeus (m/s)	virran voimakkuus	pohjan laatu	pohja-aineoksen halkaisija (cm)
>1,0	hyvin voimakas	kivikko	>12,5
0,5-1,0	voimakas	kivikko + sora	0,8-6,4
0,25-0,5	kohtalainen	sora + hiekka	0,05-0,8
0,10-0,25	hidas	hiesu	0,01-0,03
<0,10 (suvanto)	hyvin hidas	savi, muta, lieju	<0,002

Tutki kartalta tutkimasi puron valuma-alueen muotoa. Jos se on pitkulainen, kestää veden tulo yläjuoksulta puron suulle kauan. Jos valuma-alue on pyöreä, virtaa vesi eri puolilta valuma-aluetta nopeasti purouomaan ja puro tulvii helpommin. Edellisten lisäksi voit keksiä itse lisää luokitteluja. Voit esimerkiksi laskea puron sivuojien määriä tai siihen laskevien sadevesiviemärien määriä

15. Veden virtausnopeus

Veden virtausnopeus mitataan LabQuest -mittalaitteen virtausnopeus anturilla (FLO-BTA).

Kirjaa lukema muistiin.

Tutkimusvälineet: LabQuest

16. Veden kiintoaineksen kuljetuskyky

Määritettyäsi Palojoen virtausnopeuden (litraa sekunnissa), voit laskea kuinka paljon liuennutta ainesta mittauskohdan ohi kulki. Kerro virtaama (esim. 25l/s) liuenneen aineen pitoisuudella (0,3g/l). Kerro saatu tulos 86400:lla (=vuorokaudessa sekunteja) niin saat kuljetetun määrän grammoina vuorokaudessa. $25\text{l/s} \times 0,3\text{g/l} \times 86000 = 648000\text{g}$ eli 648 kiloa vuorokaudessa. Onko se mielestäsi paljon vai vähän?

Tutkimusvälineet: aiemmat mittaustulokset