



# Veden laatu

*- veden fysikaalis-kemiallinen tila*

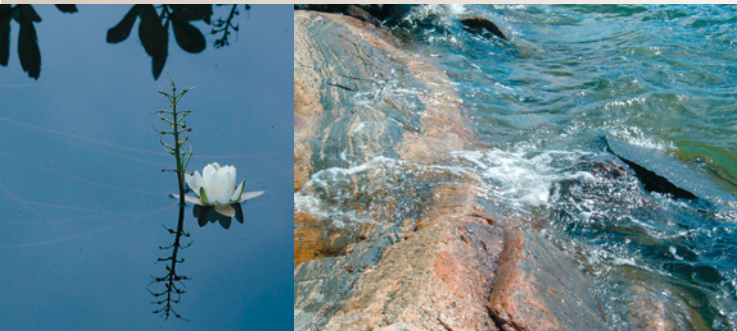
Tislatussa vedessä on vain vesimolekyylejä eikä se ylläpidä elämää. Luonnon vesiin on liuennut tai sekoittunut ilmasta ja maa- ja kallioperästä peräisin olevia aineita. Nämä aineet muuttavat veden soveliaaksi elinympäristöksi vesielioille sinileivistä maitovalaisiin. Elollisen luonnon kannalta tärkeitä veden laatuun vaikuttavia ominaisuuksia ovat veden väri, sameus, happipitoisuus, ravinnepitoisuus (mm. typpi, fosfori, johtokyky), happamuus (pH, alkaliteetti) ja haitallisten aineiden pitoisuudet (mm. elohopea ja dioksiinit).

Perustuotantoa eli vihreiden kasvien, levien ja sinilevien eli sinibakteerien kasvua rajoittaa vuoroin pula lämmöstä, valosta tai jostain ravinteesta, yleisimmin joko typestä, fosforista tai hiilestä. Normaali tilanne luonnonvesissä on, että jostain kasvutekijästä on pula. Tyypillistä on, että vuoroin kukin kasvutekijä loppuu. Kesällä vesiekosysteemissä on useimmiten pula fosforista. Jos valoa, lämpöä ja ravinteita on yllin kyllin, nopeasti lisääntyvät levät ja sinilevät lisääntyvät räjähdysmäisesti.

## Lämpötilakerrostuneisuus

Veden lämpötilan mittaus suoritetaan aina vesinäytteenoton yhteydessä. Lämpötilamittauksilla selvitetään järvien kerrostuneisuustilanne, joka on oleellinen tieto muiden mittausarvojen tulkinnassa ja happikyllästysasteen laskemisessa.

Suomen järvissä on kaksi täyskiertoa: kevättäyskierto ja syystäyskierto. Täysikiertoaikaan lämpötilakerrostuneisuutta ei ole ja vesi on muutoinkin tasalaatuista. Myös happitilanne on tällöin yleensä hyvä (kyllästysaste 80-90 %), vaikka vesistö olisi voimakkaastikin kuormitettu. Kiertoajat eivät ole siten soveliaita happitilanteen tarkastelulle.



Janne Laaksonen, Leila Pihlajaniemi

## Valon tunkeutuminen veteen: veden väri, sameus ja näkösyvyys

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 ultraviolettiseiteilyn hajoittaessa humusta.

Veden näkösyvyys tarkoittaa syvyyttä, missä pyöreä 20 cm:n suuruinen valkea levy (ns. valko- eli secchilevy) häviää näkyvistä. Näkösyvyyteen vaikuttaa veden väriä huomattavasti enemmän veden sameus. Jokivedet ovat yleensä selvästi järviä sameampia, koska eroosio (maa-aineksen irtoaminen) on voimakasta ja sedimentaatio (maa-aineksen laskeutuminen vesistön pohjalle) on vähäistä. Kevättulvien aikana rannikon joet ovat erittäin sameita. Lisäksi sameu-

den vaihtelu on jokivesissä voimakasta vuodenajasta ja sadannasta riippuen. Runsasravinteiset vesistöt samenevat voimakkaan leväkasvun seurauksena.

Levät pystyvät yhteyttämään valaistussa vesikerroksessa eli niin syvälle kuin auringon valo tunkeutuu. Valon tunkeutumiseen veteen vaikuttavat valon tulokulman lisäksi veden väri ja sameus (mm. savisameus, humussameus, leväsameus). Levien yhteyttämiseen on riittävästi valoa kirkasvetisissä järvissä 2 x näkösyvyyden verran. Ruskeavetisissä järvissä tuottava vesikerros on yhtä suuri kuin näkösyvyys.

## Sameuden arviointi

Ota vesinäyte värittömään pulloon ja tarkastele sitä hyvässä valaistuksessa tummaa taustaa vasten. Arvioi sameus asteikolla: ei ollenkaan, heikko, selvä tai voimakas.

## Veden näkösyvyys

Veden näkösyvyys tarkoittaa syvyyttä, missä pyöreä 20 cm:n suuruinen valkea levy (ns. valko- eli secchilevy) häviää näkyvistä.

Näkösyvyyksiä:

- rehevä järvi, voimakas planktonsamennus 0,2 - 0,3 metriä
- humusjärvi 0,8 - 1,5 metriä
- suuret reittijärvet 3 - 7 metriä
- kirkkaat, vähähumuksiset järvet 10 - 15 metriä.

Voimakkaasti happamoituneissa järvissä näkösyvyys kasvaa, koska planktonin määrä on pieni ja humusaineet sakautuvat pohjalle.

## Veden väri

Määrittäminen maastossa: Upota valkolevy metrin syvyyteen ja arvioi veden väri asteikolla sinivihreä, vihreä, kellanvihreä, kellanruskea, ruskea, tummanruskea.

Määrittäminen luokassa: Jos näkösyvyys on pienempi kuin metri tai tutkitaan puro- tai jokivesiä, otetaan vesinäyte, joka saa seistä yön yli. Kaada mittalasiin desi vettä, varo ettei sakka tule mukaan. Nosta mittalasi valkoiselle paperille. Arvio veden väri katsomalla suoraan ylhäältä päin.





## Happipitoisuus ja hapen kyllästysaste

Syvänteiden hyvä happipitoisuus on osoitus vesistön hyvästä kunnosta. Veden happitasapainoa pitää yllä ilmakehästä veteen tapahtuva hapen liukeneminen sekä yhteyttäminen ja hengittäminen. Liukoisuus riippuu lämpötilasta siten, että kylmään veteen liukenee enemmän happea kuin lämpimään veteen.

Talvella, jolloin veden lämpötilat ovat 0,5-1,0 °C, normaali päänallasveden happipitoisuus on 12-13 mg O<sub>2</sub>/l. Happikyllästysaste on tällöin 80-90 %. Kesällä vastaavasti lämpötilassa 18-20 °C normaali happipitoisuus on 8-9 mg O<sub>2</sub>/l. Happikyllästysaste on tällöin myös 80 - 90 %. Happipitoisuuksia vertailtaessa on siten kiinnitettävä huomiota myös happikyllästysasteeseen.

Vesiekosysteemissä happea kuluu eliöiden hajotustoimintaan ja kemiallisiin reaktioihin. Kun vesistö on lämpötilakerrostunut, alusvesi ei saa happitäydennystä ilmakehästä. Happipitoisuus onkin heikommillaan maaliskuussa ja elokuussa kerrostuneisuuskauden lopussa. Nämä ajankohdat sopivat siten parhaiten happitilanteen tutkimiseen. Näytteenottoaika on siten huomioitava happituloksia vertailtaessa.

Tarkasti happipitoisuus määritetään titraamalla. Tähän on valittu yksinkertaisempi sakan väriin perustuva menetelmä.

## Happipitoisuuden määrittäminen saostamalla

1. Kerää vesinäyte esimerkiksi ämpärillä. Täytä näytteellä kolme näytepulloa veden alla. Muista, että näyte ei saa olla tekemisissä ilman kanssa.
2. Pipetoi heti pulloihin 1 ml mangaanikloridiliuosta ja 1 ml emäksistä jodidiliuosta siten, että pipetin kärki on koko ajan vesinäytteen sisällä.
3. Näytepullo suljetaan tulpalla siten, että tulpan alle ei jää ilmakuplia.
4. Näytepulloa pyöritetään jonkin aikaa ja annetaan saostuman muodostua noin 10 minuutin ajan.

Näytteen luokitus (analyysi saostamalla):

- valkea saostuma -> erittäin vähän happea
- norsunluun värinen saostuma -> 2 - 3 mg / l happea
- vaalean suklaanruskea saostuma -> 4 - 7 mg / l happea
- tumma ruosteensuskea saostuma -> 8 - 14 mg/l happea

Vedestä vettä -kortissa 42 on myös metyliinisinitesti ja ohje hapen titraukseen.

## Ravinteet

Fosfori on yleensä vesiekosysteemin perustuotannon minimitelijä eli ensimmäisenä lievien käytöstä loppuva ravinne. Fosforipitoisuus (µgP/l) onkin tärkeä veden rehevyyden arvioinnissa.

Luonnontilaisten karujen vesien kokonaisfosforipitoisuus on alle 10 µgP/l. Karuissa humusvesissä luonnollinen taso on hieman suurempi (10-15 µgP/l). Fosforipitoisuus jakautuu pystysuunnassa siten, että pintavedessä on pääsääntöisesti alempi pitoisuustaso kuin pohjalla, sillä sedimentoituva aines vie fosforia alusveteen. Terveessä järvessä, jossa ei ole alusveden happiongelmiä, fosfori pidättyy pohjalietteen eikä alusveden pitoisuustaso nouse kovin voimakkaasti. Jos happi loppuu syvänteistä, fosforipitoisuudet kohoavat alusvedessä voimakkaasti. Ne voivat olla jopa kymmenkertaisia päänallasvedeen verrattuna.

Fosfaattifosfori on pääasiallinen lievien käyttämä fosforiyhdiste. Fosfaattifosforilla tarkoitetaan liuenutta epäorgaanista fosforia. Sen pitoisuudet ovat tuotantokaudella erittäin pieniä, koska levät käyttävät kaiken saatavilla olevan fosforin.



Kokonaistyyppi (kok.N µg/l) sisältää kaikki typen esiintymismuodot, kuten orgaanisen typen ja epäorgaaniset muodot. Nitraatin (NO<sub>3</sub>-N µg/l), nitriitin (NO<sub>2</sub>-N µg/l) ja ammoniumin (NH<sub>4</sub>-N µg/l) pitoisuudet voidaan mitata myös erikseen. Vesistöihin tulee tyyppiä jätevesien, valumavesien ja sadevesien mukana. Valuma-alueen peltovaltaisuus lisää myös tyypikuormitusta.

Puhdistamoilta ja pelloilta tuleva nitraattityppi on merkittävä rehevöittäjä, sillä levät käyttävät nitraattityppiä. Nitraatin loppuminen on merkki aktiivisesta levätuotannosta. Mikäli fosforia riittää, mutta nitraattityppi loppuu, saattavat sinilevät päästä vallalle. Sinilevillä on kyky ottaa typensä vedessä olevasta liuenneesta kaasumaisesta tyypestä.

Nitriitti ei ole pysyvä yhdiste, joten sen pitoisuudet ovat yleensä hyvin pieniä (1-10 µgNO<sub>2</sub>-N/l). Nitriittiä ei kannata yleensä analysoida.

Ammoniumtyyppiä on luonnonvesissä yleensä vähän, poikkeuksena turvesoiden valumavedet (100-300 µg/l). Jätevesien tyyppi on lähinnä ammoniumtyypinä. Puhdistamolla osa siitä saadaan poistettua, mutta osa tyypestä pääsee vesistöihin nitraattina ja muina typpiyhdisteinä. Haja-asutuksen ja karjatilojen jätevesikuormitus näkyy ammoniumtyypin nousuna.

Tyypillisiä tyypipitoisuuksia:

- luonnontilaiset, kirkkaat vedet 200-500 µgN/l
- humusvedet 400-800 µgN/l
- hyvin ruskeat vedet yli 1000 µgN/l
- Vantaanjoki: vaihtelu on erittäin suurta 1000 – 10000 µgN/l (2003).

### Ravinneiden tutkiminen koulussa

Ravinnepitoisuuksia voidaan määrittää pikareagensseilla. Suomen niukkaravinteisille vesille pikareagenssit eivät useinkaan riitä, mutta jäteveden tai voimakkaasti rehevöityneen veden vertaaminen niukkaravinteiseen veteen onnistuu. Reagensseja saa koulutarvikkeita välittävien tukkuliikkeiden kautta ja niiden mukana saa käyttöohjeet.

Eri vesien ravinnetasoa voidaan vertailla kasvatuskokeilla. Yksinkertaisin kasvatettava on pikkulimaska.



Janne Laaksonen

### Pikkulimaskan (*Lemna minor*) kasvattaminen erilaisissa vesissä

Limaskat ovat pieniä, veden pinnalla kelluvia kasveja. Ne lisääntyvät jakaantumalla. Pikkulimaska esiintyy Suomessa yleisenä ojissa ja pienissä lammissa. Seuraavan kokeen avulla voi tarkastella, kuinka veden ravinnepitoisuus vaikuttaa pikkulimaskan lisääntymiseen.

#### Tarvikkeet

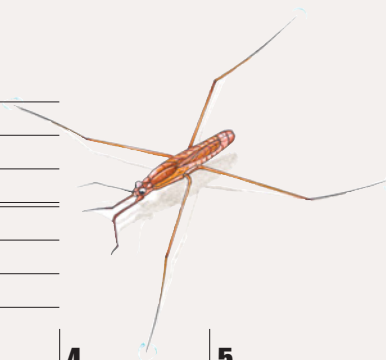
- pikkulimaskaa
  - viisi samanlaista astiaa esim. pestyjä viilipurkkeja tai vöirasioita.
1. Kerää pikkulimaskaa lähilammesta tai ojasta.
  2. Täytä astiat reilusti puolilleen eri paikoista otetulla vedellä, esim. kraanavettä, ojavettä, järvivettä ja merivettä sekä kraanavettä, johon on lisätty kukkien ravinneliuosta annostusohjeen mukaisesti.
  3. Laita kuhunkin astiaan kuusi limaskayksilöä. Laita astiat ikkunalaudalle tai muuhun valoisaan paikkaan.
  4. Laskekaa kunkin astian sisältämät limaskayksilöt ensimmäisen viikon aikana kolmen päivän välein ja jatkossa kerran viikossa. Korvatkaa haihtunut vesi uudella. Kasvatusta voi jatkaa useita viikkoja, mutta jo viikon kasvatuksella erot näkyvät.
  5. Kootkaa lopuksi tulokset kaavioksi. Miten kasvu erosi erilaisissa vesissä?

Talvella limaskan sukuisia lajeja saa akvaariokaupasta. Käytä tarvittaessa kasvivilppua lisävalon lähteenä.



Klaus Mäkelä, Janne Laaksonen

# Joen uoman ja veden laadun tutkimuslomake



Havainnoitsija(t)				
Paikka				
Päivämäärä ja kellonaika				
Sää (rengasta oikea)	aurinkoinen	puolipilvinen	pilvinen	sade
Vedenkorkeus	matalalla	normaali	korkealla	tulva
Kulkusuunta	alavirtaan	ylävirtaan		

<b>Jokiosuus</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Lämpötila astetta C ilma					
Lämpötila astetta C vesi					
Maankäyttö, lähialue 50 m (x=esiintyy, xx=runsaasti)					
Pelto					
Metsä tai suo					
Asutus					
Teollisuus					
Uoman muoto (suora, mutkitteleva, palmikko)					
Perkaukset (luonnontilainen, vanha/uusi perkaus)					
Kokonaissyvyys dm					
Virtausnopeus m/s					
Sameus					
Näkösyyvyys dm					
Väri					
Happipitoisuus mg/l					
Fosforipitoisuus µg/l					
Kokonaistyyppi µg/l					
Nitraattityppi µg/l					
Ammoniumtyppi µg/l					
Johtokyky mS/metri					
Happamuus pH					

## Johtokyky eli sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuus mittaa vedessä olevien liuenneiden suo-  
lojen määrää. Suuri arvo kertoo korkeasta suolapitoisuudesta.  
Sisävesissä sähkönjohtavuutta lisäävät lähinnä natrium, ka-  
lium, kalsium, magnesium (kationeja) sekä kloridit ja sul-  
faatit (anioneja). Yleisesti ottaen Suomen vedet ovat vähä-  
suolaisia, koska kallioperä on heikosti rapautuvaa. Tästä joh-  
tuu myös järvivesien huono puskurikyky.

Johtokyvyn mittaaminen vaatii johtokykymittarin. Käsi-  
tyksen siitä, mistä oikeastaan on kyse saat Veden sähkön-  
johtavuus -kokeen avulla.

## Veden sähkönjohtavuus

### Tarvikkeet

- juomalasi tai muu sopiva astia
- polttimo tai yleismittarin virtamittari
- 4,5 V:n paristo (litteä paristo)
- kolme noin 20 cm:n pituista sähköjohtoa, joiden päitä  
kuoritaan noin 5 cm paljaaksi
- tislattua vettä ja luonnon vettä (ojasta, joesta,  
järvestä, merestä)
- sokeria, suolaa ja muita keittiöstä löytyviä aineita.

### Työn suoritus

1. Rakenna virtapiiri: 1. johto lasista (vedestä) pariston plus-  
napaan (+), 2. johto pariston miinusnavasta (-) poltti-  
moon ja 3. johto polttimosta vesilasiin (veteen). Mikäli  
sinulla on virtausmittari käytössä, sijoita se polttimon  
tilalle.
2. Täytä astia tislatulla vedellä. Tarkkaile hehkun voimak-  
kuutta tai lue lukema virtamittarista. Kirjaa tulos.
3. Lisää tislattuun veteen suolaa vähitellen, vaikkapa teelu-  
sikallinen kerrallaan ja seuraa, mitä tapahtuu. Kirjaa tu-  
los.
4. Kokeile sokerilla ja muilla aineilla. Vaihda aina välissä  
vesi. Kokeile myös selvästi erilaisilla luonnonvesillä.



## Happamuus eli pH

Veden normaali pH on lähellä neutraalia (pH = 7,0). Vesi-  
en eliöstö on sopeutunut elämään pH-alueella 6,0-8,0. Suo-  
men vesistöt ovat lievästi happamia vesien luontaisesta hu-  
muskuormituksesta johtuen (pH yleensä 6,5-6,8).

Happamuus voidaan määrittää pH-paperilla puolen yk-  
sikön tarkkuudella tai tarkemmin pH-mittarilla. Happa-  
muus kannattaa määrittää myös sadevedestä ja sulatetusta  
lumesta. Lumen sulamisvesien keväinen happohyökkäys voi  
olla kohtalokas suljetuissa lahdissa kehittyville kalojen poi-  
kasvaiheille.

## Tulosten tallentaminen ja tulkinta

Tulosten tallentamista varten kannattaa tehdä taulukko, jo-  
hon kootaan yhteen eri luokkien mittaustulokset ja myö-  
hemmin eri vuosiluokkien tulokset. Näin koululle syntyy  
oma veden laadun tietokanta.

Taulukon avulla päästään vertaamaan kevään, syksyn ja  
talven arvoja keskenään.

Tuloksia on hyvä verrata myös vesistöalueen virallisiin  
seurantatuloksiin. Niistä saat tietoa ympäristöhallinnon verk-  
kopalvelusta [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi) > Ympäristön tila > Pinta-  
vedet > Vesien tila. Mikäli tarvitset tarkempia pistekohtai-  
sia tietoja, käänny kuntasi ympäristösihteerin tai alueesi ve-  
siensuojeluyhdistyksen tai alueellisen ympäristökeskuksen  
puoleen.

Veden laadun seurannan tuloksia on käytetty hyväksi ve-  
sistöjen käyttökelpoisuusluokittelussa. Luokittelun perus-  
teella on tehty myös vesien tila -kartta. Lisätietoja molem-  
mista ympäristöhallinnon verkkopalvelusta.

### Lähteet:

*Opasvihkonen vesistötulosten tulkittamiseksi.* Kokemäenjoen vesistön  
vesiensuojeluyhdistyksen julkaisu. Saatavissa verkkoversiona [http://  
www.kvvy.fi/cgi-bin/tietosivu\\_kvvy.pl?sivu=opasvihkonen.html](http://www.kvvy.fi/cgi-bin/tietosivu_kvvy.pl?sivu=opasvihkonen.html)

*Vedestä vettä.* Vihkosessa on 42 vesialheista tehtävää ja runsaasti tausta-  
tietoa. Saatavissa verkkoversiona [http://www.tat.fi/fi/koulut/vedesta/  
vedesta.htm](http://www.tat.fi/fi/koulut/vedesta/vedesta.htm).

Olli Ruth ja Sanna Vaalgamaa (2003). *Veden kiertokulku kaupungissa –  
Astu Wet Cityn maailmaan!* Helsingin kaupungin opetusvirasto ja Hel-  
singin vesi. 50 s. Saatavissa verkkoversiona [http://www.helsinki.fi/ml/  
maant/labrat/weci.pdf](http://www.helsinki.fi/ml/maant/labrat/weci.pdf)

