

Vesitutkimus

Luonnontieteet - Kemia - 7.-9. luokka

Kehittäjä: Marketta Pellinen, Mertalan koulu (2011)
<http://www.uef.fi/profiles>

Opiskelukokonaisuuden sisältö

Vesitutkimus-kokonaisuudessa oppilaat perehtyvät veden ominaisuuksiin. Oppilaat tutkivat koulua lähellä lammen vettä ja pyrkivät selvittämään veden laatua. Aluksi he tutustuvat lampeen ja sen kunnostussuunnitelmaan. Vedestä tutkitaan sekä aistein havaittavia ominaisuuksia että ionipitoisuuksia. Vesitutkimusten jälkeen oppilaat tekevät yhdessä päätöksen lammen tilasta ja pohtivat sen kunnostussuunnitelman toimivuutta. Oppilaat laativat suunnitelman lammen kunnostamiseksi.

Opiskelukokonaisuuden yleiskuvauksessa, opettajan oppaassa, oppilaan ohjeessa ja liitteissä olevia kuvia voi käyttää opetuskäytössä. Kuvat ovat flickr-kuvapalvelusta, <http://www.flickr.com>, FotoDawg.

Oppiaine: Kemia

Luokka-aste: 7.-9. luokka

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (2004, 7.9):

Oppilas oppii:

- tekemään luonnontieteellisen tutkimuksen sekä tulkitsemaan ja esittämään tuloksia
- tuntemaan aineiden ominaisuuksia kuvaavia fysikaalisia ja kemiallisia käsitteitä ja käyttämään niitä

Keskeisiä sisältöjä:

- vesi ja veden ominaisuuksia, kuten happamuus ja emäksisyys

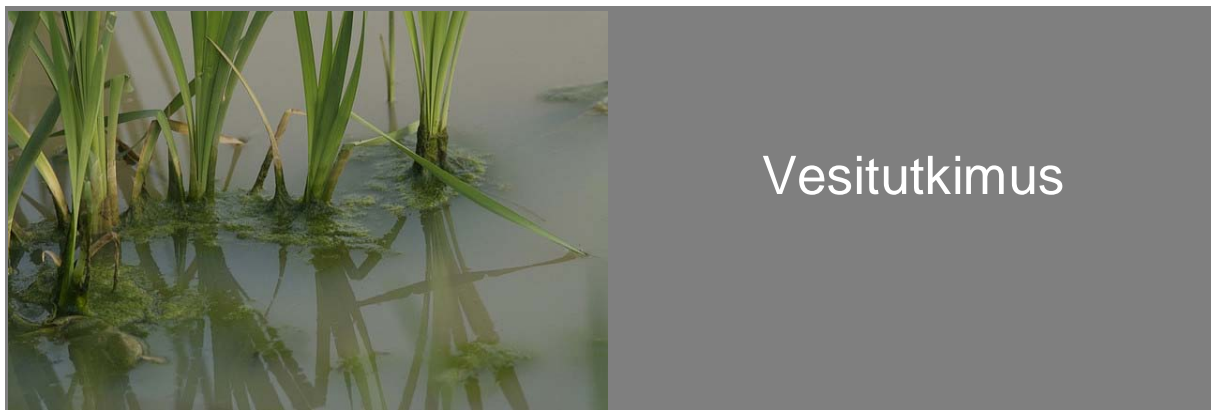
Työskentelytavat: Opiskelukokonaisuudessa on kokeellista tutkimusta ja tiedonhankintaa.

Ehdotus ajankäyttöön: 10 oppituntia, missä yksi oppitunti on kestoaltaan 45 minuuttia.

Työskentelyn tavoitteet: Opiskelukokonaisuuden aikana oppilaan tulisi ymmärtää veden puhtauden merkitys ja oppia vesistöjen puhdistusmenetelmiä. Oppilaan tulisi harjaantua ryhmätyöskentelyyn ja tiedonhankintaan.

Liitteet		
1.	Oppilaan ohje	Sisältää tarkemmat tiedot tehtävistä ja ohjeet tehtävien suorittamiseen.
2.	Opettajan ohje	Ohjeita tehtävänasetteluun.

Profiles-opiskelumateriaalia - Opettajan opas



Vesitutkimus

Luonnontieteet - Kemia - 7.-9. luokka

Kehittäjät: Marketta Pellinen, Mertalan koulu (2011)
<http://www.uef.fi/profiles>

Opiskelukokonaisuuden sisältö

Tässä opiskelukokonaisuudessa oppilaat tutustuvat koulua lähellä olevaan lampeen ja sen kunnostussuunnitelmaan. He tekevät kokeellisia tutkimuksia ja niiden pohjalta päättävät lammen kunnan. He voivat myös laatia kunnostussuunnitelman lammen tilan parantamiseksi. Oppilaat tutkivat vedestä sen lämpötilan, hajua, väriä, sameutta ja happamuutta sekä selvittävät veden sähkönjohtavuuden, happipitoisuuden titraamalla, hapenkulutuksen sekä rauta-, fosfaatti-, nitraatti-, alumiini- ja ammoniumpitoisuudet.

Skenaario

Mertalampi on testamentattu kaupunkilaisille virkistysalueeksi, sillä ehdolla että se kunnostetaan. Kaupunki on tehnyt erilaisia puhdistustoimenpiteitä. Yhtenä ajatuksena oli tyhjentää se vedestä ja sitten puhdistaa. Lammelta löytyi harvinainen täplälampikorento, joten tämä puhdistusmenetelmä on nyt mahdoton. Lampi on ikävän näköinen tervetuloa -toivotus idästä päin tuleville vierailijoille. Millainen on Mertalammen tila keväällä 2012?

Työskentely vaiheittain

Ensimmäisellä oppitunnilla opettaja kertoo lammesta käyttäen vanhaa haastattelua, kuvia, suunnitelmia ja lopulta kertomalla täplälampikorennosta. Kotitehtäväksi jää selvittää internetistä, mitä nyt on aikomus tehdä lammelle. Arviointi esitellään tarkasti.

Tutkimusvaihe, oppitunnit 1-6

Ensimmäisellä tutkimuskerralla haetaan vesinäyte. Oppilaat kirjoittavat ensivaikutelmasta lammella kuvauksen vihkoonsa. Tähän he etsivät myös tietoa tämänhetkisestä suunnitelmasta lammen parantamiseksi.

Oppilaat tekevät vesitutkimuksia pareittain Mertalan koulun opettajien tekemän vesiprojektivihkon mukaisesti (liite). Mittaustulokset kirjataan erilliseen tulosten kokoamislomakkeeseen, sen lisäksi vihkoon etsitään tietoa tuloksien merkityksestä. Työn arviointi esitellään alkuvaiheessa korostaen yhteistoiminnan merkitystä koko työn ajan. Vettä tutkitaan ohjeiden mukaisesti, kootaan tulokset ja tulkitaan niitä. Oppilaita kannustetaan yhteistoimintaan.

Opetuskertojen määrä on vaihteleva, töitä on riittävästi. Jokaisen kerran alussa joku pari vuorollaan kertoo edellisen kerran tutkimuksen suorituksen ja omat tulokset pääpiirteittäin.

Päätöksenteko, 7 oppitunti

Oppilaat esittelevät pareittain tutkimustuloksiaan verraten niitä toisten tuloksiin. Pyritään yksimieliseen ratkaisuun lammen tilasta ja otetaan kantaa lammen kunnostukseen.

Arviointi: tyydyttävä (T), hyvä (H) ja erinomainen (E).

Arvioinnin perusteet Oppilas osaa	Oppilas 1	Oppilas 2	Oppilas 3	Oppilas 4	Oppilas 5
muodostaa oman kantansa					
keskustella kannastaan muiden kanssa					
toimia työohjeiden mukaisesti					
valita välineet ja koota laitteistot tarkoituksenmukaisesti					
käyttää välineitä ja mittalaitteita					
toimia siististi ja täsmällisesti					
noudattaa turvaohjeita					
kirjata tulokset näkyviin					
pohtia tulosten järkevyyttä					
tehdä tulosten perusteella johtopäätöksiä annetun materiaalin perusteella					
esittää tulokset ja johtopäätökset toisille					

Profiles-opiskelumateriaalia - Oppilaan ohje



Vesitutkimus

Luonnontieteet - Kemia - 7.-9. luokka

Ryhmäläisten nimet:

Työskentelyn lähtökohdat

Tässä opiskelukokonaisuudessa tutustut Mertalampeen, sen veden laatuun ja kunnostussuunnitelmaan. Tutkit veden ominaisuuksia kuten lämpötilaa ja happamuutta sekä tutkit joidenkin vedessä olevien ionien pitoisuutta. Tutkimusten perusteella päättelet veden laadun ja pohdit lammen kunnostusta.

Vesitutkimus



Mertalampi on testamentattu kaupunkilaisille virkistysalueeksi, sillä ehdolla että se kunnostetaan. Kaupunki on tehnyt erilaisia puhdistustoimenpiteitä. Yhtenä ajatuksena oli tyhjentää se vedestä ja sitten puhdistaa. Lammelta löytyi harvinainen täplälampikorento, joten tämä puhdistusmenetelmä on nyt mahdoton. Lampi on ikävän näköinen tervetuloa -toivotus idästä päin tuleville vierailijoille.

Millainen on Mertalammen tila keväällä 2012?

Kirjoita aluksi ensivaikutelmasi lammen tilasta nähtyäsi lammen sekä oheisten kuvien avulla.

Työskentely

Tutki vesinäytteestä seuraavat asiat:

- lämpötila
- happamuus
- haju
- väri
- sameus
- sähkönjohtavuus
- happipitoisuus
 - titraamalla
- hapenkulutus
 - metyleenisiniliuostestillä
- rautapitoisuus
 - kolorimetrillä
 - vertailuliuksilla
- nitraattipitoisuus
 - kolorimetrillä
- fosfaattipitoisuus
- vertailuliuksilla
 - kolorimetrillä
 - alumiinipitoisuus
 - ammoniumpitoisuus

Vesitutkimuksen suoritus

- Hae näytevesi lähijärvestä.
- Vesi otetaan puhtaaseen pulloon, johon merkitään paikka, aika ja näytteenottaja.
- Suorita veden tutkiminen ohjeiden mukaisesti.
- Kirjaa tulokset koontalomakkeeseen.
- Tutki aiheeseen liittyvää teoriaa.
- Kirjoita koko tutkimuksen ajan tekemistäsi töistä päiväkirjaa.
- Selosta päiväkirjaasi tehdyt työt tuloksineen ja johtopäätöksineen.

Opettaja arvioi jatkuvasti tutkimuksesi edistymistä.

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 näytteenottoaikaalla kenttämittarilla tai lämpömittarilla. Pidä vedessä muutama minuutti, kunnes näyttö asettuu.

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.

pH:n mittaaminen:

Mittaa pH näytteenottoaikaalla kenttämittarilla/pH-mittarilla tai pH-paperilla.

Mihin taulukot liittyvät, ei ole mainittu?

Taulukko 1. Vesistön kunnan luokittelu pH-luvun avulla.

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

Tauluko 2. 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

Haju

Puhdas vesi ei haise eikä tuoksu.

Hajuvirheet voivat johtua levistä, homeista, sienistä tai jätevesistä.

Aistinvarainen havainto riippuu havainnoijan limakalvojen hajuepiteelistä.

Välineet:

- puhdas korkillinen pullo
- Ota pulloon vettä
- Sulje ja ravistele voimakkaasti
- Haistele
- Arvioi hajua taulukon perusteella

Taulukko 3. 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	Typpilannoitus
Puistattava	Runsas bakteerikanta

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: sinivihreä, vihreä, kellanvihreä, ruskea tai tummanruskea

Veden sameus

Veden sameus voi johtua alumiinista, sinkistä, raudasta tai mangaanista. Sen syynä voivat olla myös roskat, pieneliöt tai hienojakoinen pohja-aines.

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.

Taulukko 4. Veden sameuden määrittäminen.

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

Veden sähkönjohtavuus

- Kuvaa veteen liuenneiden suolojen –kuten natriumkloridi NaCl- määrää.
- Sitä voidaan pitää eräänä likaantuneisuuden osoittajista.
- Suomen sisävesistöjen johtokyky on 5-10 mS/m.
- Vesi on sopimatonta juomavedeksi, jos johtokyky on yli 40 mS/m.
- Ihmisen toiminnan aiheuttaman esim. jätevesi- ja hajakuormituksen johdosta sähkönjohtavuus on usein kaksin - kolminkertaistunut luonnontilaan verrattuna.
- Jätevesissä arvot ovat usein 50 - 100 mS/m, Itämerien lahtien perukoilla 200 mS/m ja suurimmillaan merivedessä 1000 - 1200 mS/m.
- Järvissä sähkönjohtavuus kasvaa pinnasta pohjalle siirryttäessä, sillä orgaanisen aineen hajotuksessa vapautuneet suolat lisäävät sähkönjohtavuutta.
- Huom. $1 \text{ mS/m} = 10 \text{ } \mu\text{S/cm}$

Mittaa näytteenottopaikalla kenttämittarilla. Anna näytön asettua ennen lukema ottamista.

Veden happipitoisuus

- Liuennut happi ylläpitää eliöiden hengitystä.
- Happi on myös veden puhdistusta edistävä aine.
- Veden happitilannetta 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.

Happipitoisuuden mittaaminen (mg/l):

- Näytteen tulee olla tuore.
- Älä jätä astiaan yhtään ilmaa.
- Varo syövyttäviä aineita.

Tarvittavat kemikaalit:

- saostuskemikaalit
 - 16g MnSO₄/ 100ml vettä
 - 16g NaOH ja 30g NaI / 50 ml vettä
- väkevä rikkihappo
- 0,01 M natriumtiosulfaatti (1,24 g Na₂S₂O₃ 5H₂O / 500ml vettä)

Työvaiheet:

1. Ota keittopullo täyteen vettä ja sulje korkilla.
2. Lisää 1 ml kumpaakin saostuskemikaalia.
3. Sekoita kääntelemällä.
4. Anna saostuman muodostua muutaman minuutin ajan.

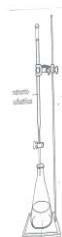
Saostuman värin perusteella voit karkeasti arvioida happipitoisuuden ja veden laadun.

Taulukko 5. Veden happipitoisuus ja laatu.

saostuman väri	veden happipitoisuus	veden laatu
valkoinen	alle 2 mg/ l	huono
luun valkea	2-4 mg/l	välttävä
maitosuklaan ruskea	4-7 mg/l	tydyttävä
ruosteen ruskea	7-14 mg/	hyvä

Happipitoisuus saadaan selville seuraavasti:

1. Opettaja lisää keittopulloon noin 2 ml rikkihappoa.
2. Sulje pullo ja sekoita kunnes saostuma liukenee.
3. Mittaa tästä tarkasti 100 ml uuteen keittopulloon ja säästä loput toista titrausta varten.
4. Täytä byretti natriumtiosulfaattiliuoksella.
Tasaa 0-viivan kohdalle.
5. Titraa kunnes liuoksen keltainen väri häviää.
6. Lue byretin lukema. Kirjaa muistiin.
7. Toista vaiheet 7-10.
8. Laske byretin lukemien keskiarvo.
9. Saat veden happipitoisuuden kertomalla keskiarvon 0,8:lla.



Kuva 1. Titrauslaitteisto

0,8 • _____ = _____ mg/l

Hapenkulutus metyleenisinitestillä:

Metyleenisiiniliuos 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.

Taulukko 6. 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

Veden rautapitoisuus

Rauta on hivenaine, jota tarvitsemme ravinnossamme. Raudan aiheuttamat haitat talousvedessä ovat lähinnä teknisiä ja esteettisiä. Jo rautapitoisuus 0,05 mg/l voi aiheuttaa rautasaostumia. Jos vedessä on rautaa yli 1 mg/l, vedessä esiintyy makuvirheitä ja mahdollisesti punertavaa sakkaa. Hyvän talousveden rautapitoisuus on enintään 0,2 mg/l. Mittaukset suoritetaan kahdella kokeella (**A** ja **B**).

A) Vertailuliuksilla

- 25 % suolahappoliuos (64 ml väkevää laimennetaan 100 ml:ksi)
- KSCN-liuos (20 g/100 ml tislattua vettä)
- väkevä kaliumpermanganaattiliuos
- rautavertailuliuos (100 mg rautajauhetta liuotetaan 100 ml 37 % suolahappoliuosta ja laimennetaan vedellä litraksi)

Työvaiheet:

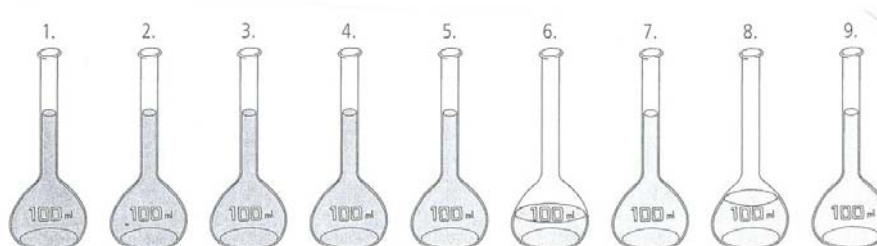
1. Mittaa 100 ml vesinäytettä keittopulloon, lisää 3 ml suolahappoliuosta ja 5 pisaraa kaliumpermanganaattiliuosta. Sekoita hyvin ja jätä seisomaan 20 min ajaksi.
2. Merkitse koeputket numeroin 1-9 ja yksi sanalla näyte. Tai käytä kennolevyä.
3. Hae eri vertailusarjan liuoksia 2 ml jokaista omaan koeputkeensa ja 2ml omaa näytevetä keittopullost.
4. Lisää jokaiseen noin 4 pisaraa KSCN-liuosta.
5. Sekoita ja arvioi värin voimakkuuden perusteella oma vesinäytteesi.

Taulukko 7. Vertailusarjojen liuokset.

Pullon numero	Rautavertailuliuosta(ml)	Tislattua vettä (ml)	Rautaa (mg/l)
1	100	-	100
2	50	50	50
3	25	75	25
4	10	90	10
5	5	95	5
6	1	99	1*
7	50	50	0,5
8	10	90	0,1**
9	50	50	0,05

* tästä tehdään laimennukset 7 ja 8

** tästä tehdään laimennus 9



Kuva 2. Vertailusarjojen vesiliuokset.

B) Kolorimetrilla

Mitataan liuoksen värin voimakkuus valon aallonpituudella 560 nm sinipunaiselle kompleksille, joka syntyy reaktiossa 3-(2-pyridiyyli)-5,6-bis(fenyyliisulfonic-happo)-1,2,4 triatsiini happamissa olosuhteissa.

Mitta-alue:

- 0,025 – 1 mg/l Fe

Tarvittavat reagenssit:

- 66204 Rauta, vesitestisarja

Tarvittavat välineet:

- kolorimetri
- koeputki + korkki
- ruisku
- kyvettejä
- mittalasi



Kuva 3. Kolorimetri.

Työvaiheet:

1. Huuhtele koeputki ja ruisku (pipetti) analysoitavalla vedellä.
2. Mittaa 5 ml analysoitavaa vettä koeputkeen.
3. Lisää 6 pisaraa reagenssia koeputkeen ja ravista sekaisin.
4. Anna värin muodostua 10 minuuttia ei kuitenkaan 15 minuuttia pidempään.
5. Tällä välin täytä (ruiskulla) tislattulla vedellä kyveti. Älä koske kyvetin optisiin eli kirkkaisiin pintoihin. Täyttöpinnan tulee olla noin 1 cm kyvetin yläreunasta. Tämä on vertailuliuos.
6. Kun 10 minuuttia on kulunut, täytä toinen kyveti näyteliuoksella.
7. Sijoita ensin vertailukyveti kolorimetriin ja paina kolorimetrin R-näppäintä, jolloin laite nollautuu.
8. Sijoita näytekyveti kolorimetriin ja paina T-näppäintä, jolloin laite mittaa näytteen rautapitoisuuden.
9. Lue analyysin tulos suoraan yksikössä mg/l.
10. Kerro saamasi mittaustulos luvulla 1,75.

Veden nitraatti(NO₃)pitoisuus

- Helposti veteen liukenevia.
- Johtuu useimmiten lannoitteiden pääsystä veteen.
- Aiheuttaa vesien rehevöitymistä.
- Nitraattipitoisuudet vesistössä aiheuttavat ongelmia. Pohjavesiin kulkeutunut nitraatti pääsee edelleen kaivoveteen. Juomaveden nitraatti muuttuu ihmiselimistössä nitriitiksi. Nitriittiä voi muodostua vesijohtoverkostoon, jos vesijohtoverkostoon jää orgaanista ainesta.
- Elimistössä nitriitti heikentää hapenottokykyä.
- Pohjaveden nitraattipitoisuus on yleensä alle 5 mg/l.
- Lapsille ja raskaana oleville ei suositella yli 25 mg/l.

Veden nitraattipitoisuuden mittaaminen

Mitataan värin voimakkuus aallonpituudella 520 nm puna-violetille kompleksille, joka syntyy NO₃ –ionin reagoidessa sulfaniilihapon ja naftyyliamiinin kanssa happamissa olosuhteissa.

Mitta-alue:

- NO₃: 0,1 – 1 mg/l

Tarvittavat reagenssit:

- 66207 Nitraatti, vesitestisarja

Tarvittavat välineet:

- kolorimetri
- koeputki + korkki
- ruisku
- kyvettejä
- mittalasi

Työvaiheet:

1. Huuhtele koeputki ja ruisku (pipetti) analysoitavalla vedellä.
2. Mittaa 5 ml analysoitavaa vettä koeputkeen.
3. Lisää lusikallinen nitraattireagenssia koeputkeen ja ravista sekaisin.
4. Anna värin kehittyä 5 minuuttia.
5. Tällä välin täytä tutkittavalla vedellä kertakäyttökyvetti. Varo osumasta optisiin pintoihin. Täyttöpinnan tulee olla noin 1 cm kyvetin yläreunasta. Tämä on vertailuliuos.
6. Kun 5 minuuttia on kulunut, täytä toinen kyvetti näyteliuoksella.
7. Sijoita ensin vertailukyvetti kolorimetriin ja paina kolorimetrin R-näppäintä, jolloin laite kalibroitu.

Veden fosfaattipitoisuus

- Fosfaatti on kasveille välttämätön aine ja sitä lisätään pelloille lannoitteena.
- Fosfaatti on yksi vesistöjen rehevöitymisen päätekijöistä.
- Levät pystyvät käyttämään osan fosfaateista suoraan ravinnokseen.
- Fosfaatit kuluvat myös vesistöissä nopeasti.
- Jäteveden puhdistamoissa veteen liunneet fosfaatit pystytään puhdistamaan nykyisin varsin hyvin, noin 90 prosenttisesti.
- Talousvesiemme fosfaattipitoisuus saa enintään olla 0,1 mg/l.
- Veden fosfaattipitoisuus määritetään kahdella kokeella (A ja B)

A) Vertailuliuoksilla

Aineet

- Perusliuos: 0,570 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ / 1000 ml tislattua vettä (fosforipitoisuus on 0,10 g/l.)
- 0,5 molaarinen ammoniumbolybdaattiliuos
- (0,98 g $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ / 100 ml tislattua vettä)
- Askorbiinihappoa

Työvaiheet:

1. Suodata vesinäyte.
2. Ota tutkittavaa vettä ja kutakin vertailuliuosta 50 ml eri keitinlaseihin.
3. Lisää jokaiseen keitinlasiin 5 ml ammoniummolybdaattiliuosta ja 200 -300 mg askorbiinihappoa. Sekoita.
4. Lämmitä liuoksia 2 – 3 minuuttia vesihautteessa (30°C - 50 °C).
5. Anna liuosten seistä vähintään 15 minuuttia.
6. Vertaa näytteen väriä vertailuliuosten väriin ja arvioi fosfaattipitoisuus.

Taulukko 8. Vertailuliukokset

Pullon numero	Vertailuliuos	Fosfaattipitoisuus (mg/l)
1	50 ml perusliuosta laimennetaan 500 ml:ksi	10
2	25 ml perusliuosta laimennetaan 500 ml:ksi	5
3	50 ml liuosta 1 laimennetaan 500 ml:ksi	1,0
4	50 ml liuosta 3 laimennetaan 500 ml:ksi	0,10
5	tislattu vesi	0

B) Kolorimetrilla

Menetelmä, jolla ortofosfaatit määritetään, perustuu siihen, että mitataan värin voimakkuus aallonpituudella 690 nm siniselle kompleksille, joka syntyy fosfomolybdeenihapon pelkistymisestä ja on reaktion tulos ortofosfaatin ja ammoniummolybdaatin välillä happamassa liuoksessa.

Mitta-alue:

0,5 – 16 ppm PO₄

Tarvittavat reagenssit:

66205 Fosfaatti, vesitestisarja

Tarvittavat välineet:

- kolorimetri
- koeputki + korkki
- ruisku
- kyvettejä
- mittalasi

Työvaiheet

1. Huuhtele koeputki ja ruisku (pipetti) analysoitavalla vedellä.
2. Mittaa 5 ml analysoitavaa vettä koeputkeen.
3. Lisää 5 pisaraa reagenssia A koeputkeen ja ravista sekaisin.
4. Lisää 5 pisaraa reagenssia B ja ravista sekaisin.
5. Anna värin kehittyä 10 minuuttia.
6. Tällä välin täytä tutkittavalla vedellä kertakäyttökyvetti. Varo osumasta optisiin pintoihin. Täyttöpinnan tulee olla noin 1 cm kyvetin yläreunasta. Tämä on vertailuliuos.
7. Kun 10 minuuttia on kulunut, täytä toinen kyvetti näyteliuoksella.
8. Sijoita ensin vertailukyvetti kolorimetriin ja paina kolorimetrin R-näppäintä, jolloin laite nollautuu.
9. Sijoita näytekyvetti kolorimetriin ja paina T-näppäintä, jolloin laite mittaa näytteen rautapitoisuuden.
10. Lue analyysin tulos suoraan yksikössä mg/l.
11. Kerro saamasi mittaustulos luvulla 27.

Veden alumiinipitoisuus

- Alumiini on maankuoren yleisin metalli.
- Alumiinilla on epäilty olevan yhteyttä eräiden neurologisten häiriöiden syntyyn ja mm. Alzheimerin tautiin.
- Alunasavimailla, jotka ovat luonteeltaan happamia, voi veden alumiinipitoisuus nousta useisiin milligrammoihin litrassa.
- Alumiinia voi liueta myös alumiinisista astioista tai vesikalusteista.
- Talous- ja juomaveden enimmäispitoisuus on 0,2 mg/l.

Alumiinipitoisuus tutkitaan käyttämällä vesitestisarjaa.

Veden ammoniumpitoisuus

- Korkeina pitoisuuksina ammonium voi aiheuttaa veteen pistävää hajua tai makua.
- Lisäksi ammonium aiheuttaa putkiston syöpymistä erityisesti kupari-putkissa.
- Ammoniumin esiintyminen vedessä viittaa tavallisesti eläinperäiseen tai likavesistä johtuvaan saastumiseen.
- Talous- ja juomaveden enimmäispitoisuus on 0,5 mg/l.

Ammoniumpitoisuus tutkitaan käyttämällä vesitestisarjaa.

TULOSTEN KOONTALOMAKE

Tekijät: _____

Paikka: _____

Aika: _____ Ilmanlämpötila: _____ °C

Säätila: _____

Vesi

lämpötila: _____ °C pH: _____

sähkönjohtavuus: _____ mS/m haju: _____

väri: _____ sameus: _____

Happipitoisuus

saostuman väri: _____ ⇒ happipitoisuus: _____ mg/l

titraamalla: _____ mg/l

Hapen kulutus

metyleenisiniliuostesti: _____

Rautapitoisuus

vertailuliuosten avulla: _____ mg/l

kolorimetrillä: _____ mg/l

Nitraattipitoisuus

kolorimetrillä: _____ mg/l

Fosfaattipitoisuus

vertailuliuosten avulla: _____ mg/l

kolorimetrillä: _____ mg/l

Alumiinipitoisuus _____ mg/l

Ammoniumpitoisuus _____ mg/l

Taulukko 9. Juoma-, talous- ja uimaveden tarkempia laatuvaatimuksia.
Pitoisuudet ilmoitetaan yksikössä mg/l.

Vedestä tehtävät määritykset	Talous- ja juomaveden enimmäispitoisuudet (STM/74/94)	Talous- ja juomaveden enimmäispitoisuudet (EY/83/98)	Uimaveden enimmäispitoisuudet (laatu hyvä) (STM/292/96)	Uimahalliveden enimmäispitoisuudet (laatu hyvä) (STM/3/88)
Mikrobiologiset laatuvaatimukset			muutos (41/99)	
Koliformiset bakteerit	alle 1 kpl/100ml	0 kpl/100 ml	alle 10000 kpl/100 ml	
Fekaaliset koliformiset bakteerit (44 °C, 24h)			alle 500 kpl/100 ml	ei osoitettavissa
Fekaaliset streptokokit (37 °C, 48h)	alle 1 kpl/100 ml	0 kpl/100 ml	alle 200 kpl/100 ml	
Escherichia coli	alle 1 kpl/100 ml	0 kpl/100 ml		ei osoitettavissa
Heterotrofinen pesäkeluku (37 °C, 48h)	alle 10 kpl/ml (suositus)			≤ 100 kpl / ml
Pseudomonas aeruginosa				ei osoitettavissa
kemialliset laatuvaatimukset				
Arseeni, As	0,01	0,01		
Kadmium, Cd	0,005	0,005		
Kromi, Cr	0,05	0,05		
Lyijy, Pb	0,01	0,01		
Fluoridi, F	1,5	1,5		
Nitraatti, NO ₃	25	50		
Nitriitti, NO ₂	0,1	0,5		
Kloroformi, CHCl ₃	0,2			
Kloorifenolit (summa)	0,01			
Elohopea, Hg	0,001	0,001		
Syanidi, CN	0,05	0,05		
Hiilitetrakloridi, CCl ₄	0,002			
Pestisidit (torjunta-aineiden kokonaismäärä)	0,0005	0,0005		

Vedestä tehtävät määritykset	Talous- ja juomaveden enimmäispitoisuudet (STM/74/94)	Talous- ja juomaveden enimmäispitoisuudet (EY/83/98)	Uimaveden enimmäispitoisuudet (laatu hyvä) (STM/292/96)	Uimahalliveden enimmäispitoisuudet (laatu hyvä) (STM/3/88)
Teknis-esteettiset laatuvaatimukset				
Alumiini, Al	0,2	0,2		
Ammonium, NH ₄ ⁺	0,5	0,5		
Kalsium, Ca	100			
Kloridi, Cl	100	250		
KMnO ₄ -luku	12			< 10
Kupari, Cu	1,0	2,0		
Mangaani, Mn	0,05	0,05		
Rauta, Fe	0,2	0,2		
Sulfaatti, SO ₄ ²⁻	150	250		
Fosfaatti, PO ₄	0,1			
Mineraaliöljyt	0,05		Ei näkyvää öljykalvoa tai öljyn hajua	
Natrium, Na	150			
Pinta-aktiiviset aineet	0,2		Ei pysyvää vaahtoamista alle 0,3mg/ml	
pH	6,5 – 9,5	6,5 – 9,5	6 – 9	6,5 – 7,2 tai 7,2 – 7,8
Sameus (FTU)	< 4 FTU	Ei epätavallisia muutoksia	ei poikkeavaa muutosta	< 0,4 FTU
Väri	< 15 mg / 1 Pt	Ei epätavallisia muutoksia	ei poikkeavaa muutosta	
Haju ja maku	ei havaittavissa	Ei epätavallisia muutoksia		
Lämpötila (°C)	< 25°C			26°C - 30°C
Urea, NH ₂ CONH ₂				<1,0
Kokonaiskloori, Cl ₂				<tai <2,5

Päätöksenteko

Mitä voit päätellä veden laadusta?

Kokeellisen työskentelyn ja johtopäätöksen esittely

Mikä on luokkanne yhteinen päätös veden laadusta?

Mitä suosittelette tehtäväksi lammelle? Perustelkaa päätöksenne.