

Ohjaajan ohje:

Veden laadun tutkiminen

Työn tavoite Työn tavoitteena on tutkia hulevesikosteikon (tai muun vesistön) vaikutusta veden laatuun mittaamalla veden pH-arvo, veden kovuus sekä ravinnepitoisuuksia vesistöön saapuvasta ja sieltä poistuvasta vedestä. Tehtävänä on selvittää, eroavatko mittaustulokset kahdessa vesinäytteessä ja pohtia, mistä mahdolliset erot voisivat johtua. Työssä perehdytään samalla vesistöjen laatuun ja rehevöitymiseen vaikuttaviin tekijöihin sekä ympäristönsuojeluun.

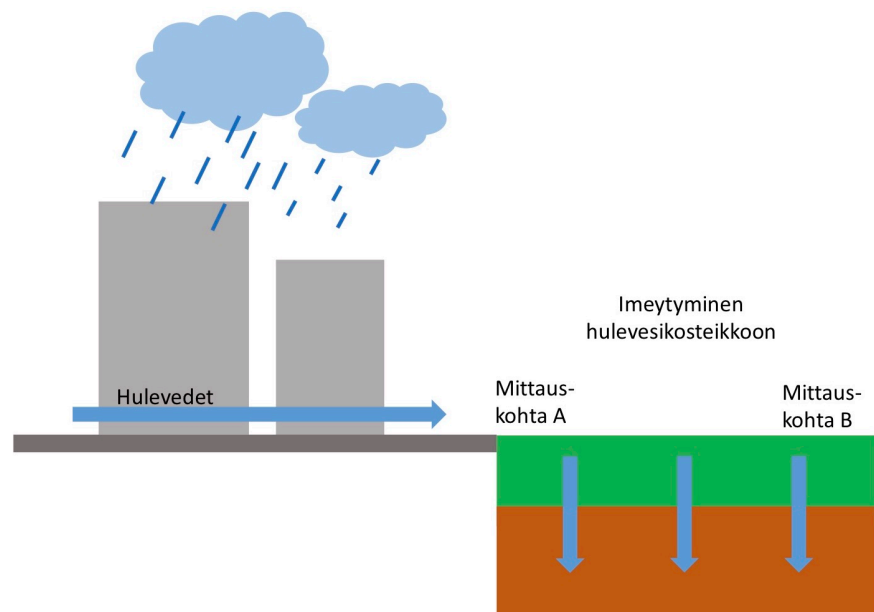
Kohderyhmä Yläkoulu ja lukio.

Opetussuunnitelman sisällöt Yläkoulu: Biologinen tutkimus (S1), Tutkimusretkiä luontoon ja lähiympäristöön (S2), Ekosysteemien perusrakenne ja toiminta (S3), Kohti kestävää tulevaisuutta (S6).

Työn kesto 90 min. (15–30 min per mittaus; mittauksia voi tehdä useamman yhtä aikaa.)

Taustatietoa

Tässä työssä tutkitaan, vaikuttaako Viikin hulevesikosteikko alueen hulevesien laatuun. Hulevesillä tarkoitetaan sade- ja sulamisvesiä, jotka johdetaan pois rakennetulta alueelta useimmiten hulevesiviemäriin ja sieltä lopulta vesistöihin. Hulevesien vedenlaatua voidaan yrittää parantaa hulevesikosteikkojen avulla. Tällöin hulevesi johdetaan hulevesikosteikkoon, jossa kasvillisuus sitoo huleveden mukana kulkeutuneita ravinteita ja siten parantaa hulevesien laatua.



Kuva 1. Hulevesiä voidaan johtaa hulevesikosteikkoon, jossa kasvillisuus sitoo huleveden mukana tulevia ravinteita. Työssä selvitetään, eroaako hulevesikosteikkoon saapuvan ja sieltä poistuvan veden laatu toisistaan. Kuva: Iiris Lukkarinen.

Veden laatua voidaan tutkia monilla eri mittareilla, jotka kertovat esimerkiksi siitä, kuinka rehevöitynyt vesistö on. Tässä työssä mitataan pH, veden kovuus, ammonium-, nitriitti-, nitraatti- ja fosfaattipitoisuudet sekä hulevesikosteikkoon saapuvasta että sieltä poistuvasta vedestä. **Tavoitteena on yrittää selvittää, eroaako hulevesikosteikkoon saapuvan ja sieltä poistuvan veden laatu toisistaan ja mistä mahdolliset erot voisivat johtua.**

pH kertoo vesistön happamuudesta. Luonnonvesien pH on tyypillisesti välillä 6,5–8,2. Jos pH-arvo on alhaisempi kuin 6, vesistö on hapan. Jos pH-arvo on korkeampi kuin 8, vesistö on emäksinen. Suomessa esiintyy luonnostaan paljon hapanvetisiä järviä, mutta happamuus tai emäksisyys voi kertoa myös vesistön pilaantumisesta.

Veden kovuusaste ilmaisee veden kalsiumoksidin eli kalkin määrää. Mitä enemmän kalkkia vesi sisältää, sitä kovempaa vesi on. Kalkki on emäksinen yhdiste. Suomen kallioperä on yleensä hapanta ja siksi luonnonvesi on yleensä pehmeää. Kalkkikiviesiintymien lähellä vesi on tyypillisesti kovaa.

Typpi on elämälle tärkeä alkuaine. Tyypeä tarvitaan muun muassa proteiinien ja nukleiinihappojen raaka-aineeksi. Kasvit ja levät ottavat tarvitsemaansa tyypeä ammoniumioneina (NH_4^+) tai nitraatteina (NO_3^-). Tavallisesti kasvit ja levät käyttävät nopeasti kaiken saatavilla olevan ammoniumin ja nitraatin, joten vesistöissä on usein vain vähän kasvien hyödynnettävissä olevia typpiyhdisteitä. Siten typpi on usein kasvien kasvua rajoittava ravinne. Nitraatteja voi levitä vesistöön suuria määriä lannoitteiden ja jätevesipäästöjen mukana. Ammoniumia syntyy, kun hajottajat hajottavat eloperäistä ainesta. Korkea ammonium- tai nitraattipitoisuus kertoo vesistön rehevöitymisestä. Nitriitti (NO_2^-) ei ole kasville käyttökelpoinen typpiyhdiste, mutta nitrifikaatiobakteerit pystyvät muokkaamaan siitä nitraattia.

Vedessä elävät tuottajat tarvitsevat myös fosfaatteja orgaanisten yhdisteiden tuottamiseen. Myös sen määrä on vesistöissä yleensä pieni, ja korkea fosfaattien määrä kertoo myös vesistön rehevöitymisestä.

Pohdittavaksi ennen työtä

1. Mitä tarkoitetaan vesistön rehevöitymisellä?

Vesistön rehevöitymisellä tarkoitetaan yhteyttävien eliöiden (kasvien, levien ja yhteyttävät mikrobien) perustuotannon kasvua. Perustuotanto kasvaa, kun kasvua rajoittavien minimiravinteiden (useimmiten typen ja/tai fosforin) määrä vesistössä lisääntyy. Rehevöitymisen seurauksena hajotustoiminta usein vilkastuu, mikä voi johtaa happikatoon ja sisäiseen kuormitukseen.

2. Mikä aiheuttaa rehevöitymistä?

Rehevöitymistä aiheuttaa typen ja fosforin määrän lisääntyminen vesistössä. Ravinteita päätyy vesistöihin esimerkiksi maa- ja metsätalouden, jätevedenpuhdistamoiden, tehtaiden, liikenteen ja muiden päästölähteiden vuoksi.

3. Millaisia tuloksia uskot saavasi pH- ja vedenkovuusmittauksista? Miksi?

*Suomen vesistöjen pH on normaalisti 6,5-5,8 eli miedosti hapanta. Suomen kallio-
perä on pääosin hapanta ja siksi luonnonvesi on yleensä pehmeää.*

4. Millaisia tuloksia uskot saavasi ravinnepitoisuuksien mittauksista? Miksi?

*Oletus on, että hulevesikosteikkoon saapuvassa vedessä on suuremmat ravinnepi-
toisuudet kuin sieltä poistuvassa vedessä, sillä hulevesikosteikon ja sen kasvillisuu-
den on tarkoitus sitoa huleveden mukana saapuvia ravinteita.*

Työssä tarvittavat välineet

- Ajastin
- Falcon-putkia näytteenottoastioiksi
- Falcon-putkitelineitä
- Pasteur-pipettejä
- Permanent-tusseja ja maalarinteippiä näyteputkien nimeämiseen
- Vesinäytteitä
- Suojavälineet: suojahanskat (ja suojatakit)

VISOCOLOR SCHOOL Koulun vesitutkimussalkku, joka sisältää:

- Mittalaseja (muovinen)
- Muoviruiskuja
- Vertailijoita (muovinen pidike)
- Reagenssit ammoniumtestille
- Reagenssit nitriittitestille
- Reagenssit nitraattitestille
- Reagenssit fosfaatin mittaamiselle
- Reagenssit pH:n mittaamiselle
- Reagenssit veden kovuuden mittaamiselle
- Värikartta

Työturvallisuus

- Käytä suojahanskoja käsitellessäsi reagensseja.
- Varo reagenssien roiskumista iholle ja silmiin.
- Nestemäiset jätteet voi hävittää huuhtelemalla ne viemäriin runsaan veden kera. Maastossa ollessa nestemäiset jätteet kerätään ohjaajan jäteastiaan.

Työohje

Työohje perustuu Visicolor School -vesitutkimussalkun toimintaohjeisiin.

Työssä mitataan hulevesikosteikkoon tulevan veden ja sieltä poistuvan veden laatua. Jotta voidaan tutkia veden laadun muuttumista hulevesikosteikossa, testit (pH-arvo, veden kovuus sekä ammonium-, nitriitti-, nitraatti- ja fosforipitoisuudet) tehdään sekä hulevesikosteikkoon tulevasta että sieltä poistuvasta vedestä. Kukin työpari tekee yhden testin. Ohjaaja kertoo sinulle, minkä testin teet työparisi kanssa.

Näytteiden kerääminen. Kerää työparisi kanssa yhteen Falcon-putkeen 45 ml vesinäyte hulevesikosteikkoon saapuvasta vedestä ja toiseen Falcon-putkeen 45 ml vesinäyte hulevesikosteikosta poistuvasta vedestä. Nimeä putket.

Ryhmän yhteisten kontrollinäytteiden valmistaminen

Valmistakaa ryhmälle kaksi kontrollinäytettä: yksi näyte hulevesikosteikkoon saapuvasta vedestä ja yksi näyte sieltä poistuvasta vedestä. Kontrollinäytteisiin ei lisätä reagensseja. Kontrollinäytteitä tarvitaan värireaktioiden vertailussa.

1. Lisää muoviruiskun avulla 5 ml vettä mittalasiin. Nimeä mittalasi.
2. Sulje mittalasi ja aseta se vertailijan A-paikkaan.

pH-arvon mittaaminen

1. Lisää muoviruiskun avulla 5 ml vettä mittalasiin (B-mittalasi).
2. Lisää 4 pisaraa pH-1 –reagenssia.
3. Sulje mittalasi ja sekoita. Aseta B-mittalasi vertailijan B-paikkaan.
4. Avaa mittalasi. Tarkkaile näytteitä ylhäältäpäin ja liu'uta vertailijaa värikartalla, kunnes A- ja B-mittalasiin värit täsmäyvät. Pitoisuus voidaan lukea värikartan yläpuolelta vertailijan kohdalta. Merkitse tulos työohjeen lopussa olevaan taulukkoon.

Veden kovuuden mittaaminen

1. Lisää muoviruiskun avulla 5 ml vettä muoviputkeen.
2. Lisää 2 pisaraa GH-1 –reagenssia.
3. Sekoita varovasti muoviputken sisältöä. Vesinäyte muuttuu punaiseksi, jos siinä on kovuutta tuottavia kalsium- ja magnesiumsuoloja. Vesinäyte muuttuu vihreäksi, jos siinä ei ole kovuutta tuottavia aineita.
4. Mikäli vesi värjäytyi punaiseksi, lasketaan veden kovuusaste. Pidä GH-2 –reagenssin tippapullo pystysuorassa ja lisää vesinäytteeseen pisaroita yksi kerrallaan, kunnes näyte muuttuu vihreäksi. Sekoita näytettä samalla varovasti.
5. Laske pisaroiden määrä. Yksi pisara vastaa yhtä veden kovuusastetta (°d). Esim. 3 pisaraa vastaa 3 °d. Merkitse veden kovuus työohjeen lopussa olevaan taulukkoon.

Ammoniumpitoisuuden mittaaminen

1. Lisää muoviruiskun avulla 5 ml vettä mittalasiin (B-mittalasi).
2. Lisää 10 pisaraa $\text{NH}_4\text{-1}$ –reagenssia.
3. Sulje mittalasi ja sekoita.
4. Lisää 1 mittalusikallinen $\text{NH}_4\text{-2}$ –reagenssia.
5. Sulje mittalasi. Ravistele, kunnes jauhe on liuennut.
6. Odota 5 minuuttia.
7. Lisää 4 pisaraa $\text{NH}_4\text{-3}$ –reagenssia.
8. Sulje lasi ja sekoita.
9. Odota 7 minuuttia. Aseta B-mittalasi vertailijan B-paikkaan.
10. Avaa mittalasi. Tarkkaile näytteitä ylhäältäpäin ja liu'uta vertailijaa värikartalla, kunnes A- ja B-mittalasiin värit täsmäävät. Pitoisuus voidaan lukea värikartan yläpuolelta vertailijan kohdalta. Merkitse tulos työohjeen lopussa olevaan taulukkoon.

Nitriittipitoisuuden mittaaminen

1. Lisää muoviruiskun avulla 5 ml vettä mittalasiin (B-mittalasi).
2. Lisää 4 pisaraa $\text{NO}_2\text{-1}$ –reagenssia.
3. Sulje mittalasi ja sekoita.
4. Lisää 1 mittalusikallinen $\text{NO}_2\text{-2}$ –reagenssia.
5. Sulje mittalasi. Ravistele, kunnes jauhe on liuennut.
6. Odota 10 minuuttia. Aseta B-mittalasi vertailijan B-paikkaan.
7. Avaa mittalasi. Tarkkaile näytteitä ylhäältäpäin ja liu'uta vertailijaa värikartalla, kunnes A- ja B-mittalasiin värit täsmäävät. Pitoisuus voidaan lukea värikartan yläpuolelta vertailijan kohdalta. Merkitse tulos työohjeen lopussa olevaan taulukkoon.

Nitraattipitoisuuden mittaaminen

1. Lisää muoviruiskun avulla 5 ml vettä mittalasiin (B-mittalasi).
2. Lisää 5 pisaraa $\text{NO}_3\text{-1}$ –reagenssia.
3. Sulje mittalasi ja sekoita.
4. Lisää 1 mittalusikallinen $\text{NO}_3\text{-2}$ –reagenssia.
5. Sulje mittalasi ja ravistele sekoitusta välittömästi minuutin ajan.
6. Odota 5 minuuttia. Aseta B-mittalasi vertailijan B-paikkaan.
7. Avaa mittalasi. Tarkkaile näytteitä ylhäältäpäin ja liu'uta vertailijaa värikartalla, kunnes A- ja B-mittalasiin värit täsmäävät. Pitoisuus voidaan lukea värikartan yläpuolelta vertailijan kohdalta. Merkitse tulos työohjeen lopussa olevaan taulukkoon.

Fosfaattipitoisuuden mittaaminen

1. Lisää muoviruiskun avulla 5 ml vettä mittalasiin (B-mittalasi).
2. Lisää 6 pisaraa $\text{PO}_4\text{-1}$ –reagenssia.
3. Sulje lasi ja sekoita.

4. Lisää 6 pisaraa PO₄-2 –reagenssia.
5. Sulje lasi ja sekoita.
6. Odota 10 minuuttia. Aseta B-mittalasi vertailijan B-paikkaan.
7. Avaa mittalaset. Tarkkaile näytteitä ylhäältäpäin ja liu'uta vertailijaa värikartalla, kunnes A- ja B-mittalasi värit täsmäävät. Pitoisuus voidaan lukea värikartan yläpuolelta vertailijan kohdalta. Merkitse tulos työhöjseen lopussa olevaan taulukkoon.

Merkitse tuloksesi alla olevaan taulukkoon.

Testi	Saapuva vesi	Poistuva vesi
pH		
Veden kovuus, °d		
Ammonium (NH ₄ ⁺), mg/L		
Nitriitti (NO ₂ ⁻), mg/L		
Nitraatti (NO ₃ ⁻), mg/L		
Fosfaatti (PO ₄ ³⁻), mg/L		

Tulosten tulkinta

Testi	Tulos	Veden laatu
pH	5 tai alle	Heikko
	6	Hyvä
	7	Erinomainen
	8	Hyvä
	9 tai yli	Heikko
Veden kovuus	0-3 °d	Erittäin pehmeää
	3-6 °d	Pehmeää
	6-9 °d	Keskikovaa
	9-12 °d	Kovahkoa
	12-18 °d	Kovaa
	18 °d tai yli	Erittäin kovaa
Ammonium	0,5 mg/L tai alle	Hyvä
Nitriitti	0,15 mg/L tai alle	Hyvä
Nitraatti	0 mg/L	Erinomainen
	5 mg/L	Tyydyttävä
	20 mg/L	Heikko
	40 mg/L	Heikko
Fosfaatti	1 mg/L tai alle	Erinomainen
	2 mg/L	Hyvä
	4 mg/L	Tyydyttävä

Pohdittavaksi työn jälkeen

1. Millainen vesinäytteen laatu oli näiden testien perusteella?

Pohtikaa, millainen näytteen vedenlaatu oli annettuihin vertailuarvoihin verrattuna.

2. Miten hulevesikosteikko vaikuttaa huleveden laatuun testien tulosten perusteella?

Tuloksista yritetään päätellä, ovatko hulevesikosteikon tuottajat mahdollisesti sitoneet veden mukana saapuvia ravinteita.

3. Mitkä tekijät vaikuttavat tulosten luotettavuuteen?

Näytteenottopäivän sää voi vaikuttaa työn tuloksiin: runsas sade saa aikaan veden virtausnopeuden kasvun, mikä heikentää hulevesikosteikon vaikutusten arviointimahdollisuuksia. Toisaalta pitkään jatkunut kuivuus saa hulevesikosteikon veden seisomaan, mikä myös vaikeuttaa kosteikon vaikutuksen arviointia. Tuloksiin vaikuttaa myös se, mikäli jokin eläin on juuri ulostanut näytteenottokohtaan. Tässä työssä jokainen työpari otti itselleen oman vesinäytteen, joten vesinäytteen välillä saattaa olla eroavaisuuksia, jolloin eri niiden vertailuun tulee suhtautua kriittisesti.

4. Millä muilla mittareilla voidaan määrittää veden laatua?

Tässä työssä käytettyjen mittarien lisäksi vedenlaatua voidaan arvioida esimerkiksi biologisen hapenkulutuksen, liuenneen hapen määrän, bakteerien määrän sekä veden sameuden perusteella.