

Kaipionlammen tilan parantaminen

Klaara Lahtinen

Opinnäytetyö

Elokuu 2019

Luonnonvara- ja ympäristöala

Agrologi (AMK), maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma

| | | |
|--|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Tekijä(t) Lahtinen, Klaara | Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK | Päivämäärä Elokuu 2019 |
| | Sivumäärä 55 | Julkaisun kieli Suomi |
| | | Verkojulkaisulupa myönnetty: x |
| Työn nimi Kaipionlammen tilan parantaminen | | |
| Tutkinto-ohjelma Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma | | |
| Työn ohjaaja(t) Stenman, Tarja | | |
| Toimeksiantaja(t) Hänninen, Kaija ja Salminen, Aki | | |
| Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Laukaalla sijaitsevan Kaipionlammen tämänhetkinen tilanne ja kunto, jotta toimeksiantaja osaisi valita tulevaisuutta varten sopivan tavan kunnostustoimenpiteille. Tutkimus oli kvalitatiivinen tutkimus, jossa pyrittiin vesinäytteiden avulla saamaan kuva lammen tilasta ja sen muutoksista vuosien 2002-2007 ja 2019 aikana.</p> <p>Työ toteutettiin kenttätutkimuksena eli vesinäytteenoton avulla vuonna 2019, analysoimalla vuosina 2002-2007 otettujen vesinäytteiden tuloksia sekä kirjallisuustarkastelun avulla. Kenttätutkimuksiin saatiin apua Biotalousinstituutin henkilökunnalta, kuten opettajilta, laboratoriotyöntekijöiltä ja projektiasiantuntijoilta.</p> <p>Tuloksista tulkittiin lammen tilan huonontuneen viime tutkimusjakson 2002–2007 jälkeen jonkun verran. Eniten muutosta tapahtui typen ja fosforin osalta, joiden arvot olivat nousseet merkittävästi. Näiden tulosten pohjalta tutkittiin taulukoiden ja kirjallisuuden avulla, millaisessa kunnossa lampi on nykyisin, voiko sitä kunnostaa sekä minkälaisilla toimenpiteillä olisi hyvä lähteä liikkeelle.</p> <p>Toimeksiantajalle ei annettu lopullisia ratkaisuja siitä, mikä olisi oikea keino lammen kunnostamiseen, vaan ehdotettiin muutamia mahdollisia tapoja ja toimenpiteitä. Työssä perehdyttiin myös muiden erilaisten vesistöjen kunnostustoimenpiteisiin, joiden pohjalta opinnäytetyön kunnostusehdotukset on muodostettu.</p> | | |
| Avainsanat (asiasanat) vesistön tilan parantaminen, ympäristönhoito, limnologia, lampi | | |
| Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet) | | |

| | | |
|---|--|--|
| Author(s) Lahtinen, Klaara | Type of publication Bachelor's thesis | Date August 2019 Language of publication: Finnish |
| | Number of pages 55 | Permission for web publication: x |
| Title of publication Improving the condition of Kaipionlampi | | |
| Degree programme Agricultural and Rural Industries | | |
| Supervisor(s) Stenman, Tarja | | |
| Assigned by Hänninen, Kaija and Salminen, Aki | | |
| Description <p>The aim of the thesis was to investigate the current situation and condition of Kaipionlampi pond in Laukaa so that the client could choose a suitable way for future rehabilitation measures. The study was a qualitative study on the condition of the pond and its changes during 2002-2007 and 2019.</p> <p>The work was conducted as a field study, i.e. with water sampling in 2019, analyzing the results of water samples taken in 2002-2007 and with the help of a literature review. Field research was supported by the staff off the Institute of Bioeconomy, such as teachers, laboratory staff and project experts.</p> <p>The results indicated some deterioration in the status of the pond since the last survey period 2002-2007. The greatest changes occurred in the level of nitrogen and phosphorus, the values of which had increased significantly. Based on these results, tables and literature were used to investigate the condition of the pond today, and whether the pond can be rehabilitated, and what measures would be a good idea to get the process started.</p> <p>The client was not given definitive solutions on what would be the right way to rehabilitate the pond, instead, some possible ways of restoring the pond were suggested. Some of these measures are listed in the thesis. The suggestions in the thesis are also based on information gained from other successful rehabilitation measures of different water systems.</p> | | |
| Keywords/tags (subjects) water system improvement, environmental management, limnology, pond | | |
| Miscellaneous (Confidential information) | | |

| | |
|--|-----------|
| Termit ja lyhenteet | 5 |
| 1 Johdanto | 8 |
| 2 Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimus-/kehittämistehtävät..... | 9 |
| 2.1 Opinnäytetyön tavoite | 9 |
| 2.2 Tutkimuskysymykset | 10 |
| 2.3 Opinnäytetyön rajaus ja rajauksen perustelu | 10 |
| 3 Kaipionlammen yleispiirteet | 11 |
| 3.1 Sijainti ja ympäristö | 11 |
| 3.2 Lähtötilanne..... | 11 |
| 4 Menetelmät ja aineisto..... | 12 |
| 4.1 Tutkimus- ja kehittämistyön menetelmät..... | 12 |
| 4.2 Tutkimus- ja kehittämistyön kohde ja aikataulu | 12 |
| 4.3 Aineiston analysointi | 13 |
| 4.4 Työn luotettavuus | 13 |
| 4.5 Mahdolliset salassapitokysymykset | 14 |
| 5 Tietoperusta..... | 14 |
| 5.1 Vesianalyysi | 15 |
| 5.2 Käyttökelpoisuusluokittelu..... | 16 |
| 5.3 Lammessa esiintyvät alkuaineet | 17 |
| 5.3.1 Fosfori - (P)..... | 17 |
| 5.3.2 Typpi - (N) | 18 |
| 5.3.3 Rikki - (S) | 19 |
| 5.4 EU:n vesipuitedirektiivi..... | 20 |
| 6 Näytteenottovälineet | 21 |
| 6.1 Näytepullot..... | 21 |

| | |
|---|-----------|
| | 2 |
| 6.2 Näytteenottolaite | 23 |
| 7 Näytteenotto..... | 25 |
| 8 Tulosten analysoiminen..... | 28 |
| 8.1 Happamoituneisuus - pH..... | 28 |
| 8.2 P-TOT - kokonaisfosfori | 29 |
| 8.3 N-TOT - kokonaistyyppi | 30 |
| 8.4 Sameus | 31 |
| 9 Lammen tilan parantaminen ja hoitaminen..... | 32 |
| 9.1 Tilan seuranta | 34 |
| 9.1.1 Havainnointi..... | 34 |
| 9.1.2 Fysikaalis-kemialliset seurannat | 34 |
| 9.1.3 Biologiset seurannat | 34 |
| 10 Kaipionlammen mahdollisia kunnostusmenetelmiä | 35 |
| 10.1 Vesikasvillisuuden niitto..... | 35 |
| 10.2 Ruoppaus..... | 36 |
| 10.3 Vedenpinnan nosto | 36 |
| 10.4 Hapetus | 37 |
| 10.5 Fosforin kemiallinen saostus | 38 |
| 10.6 Kuivattaminen | 38 |
| 10.7 Hoitokalastus..... | 38 |
| 11 Esimerkkejä kunnostetuista vesistöistä..... | 39 |
| 11.1 Kangaslampi | 39 |
| 11.2 Palolahti..... | 39 |
| 11.3 Surkanpuro | 40 |
| 11.4 Littoistenjärvi..... | 40 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| 12 Lopputulokset | 40 |
| Lähteet | 42 |
| Liitteet | 46 |

Kuviot ja kuvat

| | |
|--|----|
| Kuvio 1: Yleisesti käytetty käyttökelpoisuusluokittelu (Penttinen & Niinimäki. 2010. 58.)..... | 16 |
| Kuvio 2: Suurimmat fosforipäästölähteet (SYKE. 2017.)..... | 18 |
| Kuvio 3: Suurimmat typpilähteet (SYKE. 2017.)..... | 18 |
| Kuva 4: Näytteenottovälineistöä..... | 21 |
| Kuva 5: Näytteiden keräyspullot | 22 |
| Kuva 6: Näytteenottolaite | 23 |
| Kuva 7: Pullo, jolla näyte kerätään..... | 24 |
| Kuva 8: Kaipionlampi 18.3.2019..... | 25 |
| Kuva 9: Näytteidenottoaikat 18.3.2019. (Kansalaisen karttapaikka. Maanmittauslaitos.) | 26 |
| Kuva 10: Lammen veden analysointia..... | 27 |
| | |
| Taulukko 1: PH muutokset 2002–2019 | 28 |
| Taulukko 2: Fosforimäärän muutokset 2002-2019..... | 29 |
| Taulukko 3: Typpimäärän muutokset 2002-2019 | 30 |
| Taulukko 4: Sameuden muutokset 2002-2019 | 32 |

Termit ja lyhenteet

| | |
|----------------------|---|
| Aerobinen | Happea tarvitseva bakteeri tai mikrobi/toiminta |
| Alusvesi | Suurten luonnonvesien alin vesikerros |
| Anaerobinen | Bakteeri tai mikrobi, joka ei käytä kasvaessaan happea |
| Bio-manipulaatio | Ravintoketjukurkennostus |
| Biomassa | Kaikkien elollisten olioiden yhteispaino tietyllä pinta-alalla |
| Ekologinen tila | Pintavesien ekologisen tilan luokittelussa tarkastelun kohteena ovat ensisijaisesti biologiset laatutekijät, joiden tilaa verrataan olosuhteisiin, joissa ihmistoiminta ei ole aiheuttanut havaittua vaikutusta eliöstössä. Mitä vähäisempi ihmisen vaikutus on, sitä parempi on vesistön ekologinen laatu. |
| ELY-keskus | Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus |
| Empiirinen tutkimus | Kokemusperäinen tutkimus, joka perustuu kohteen havainnointiin ja mittaamiseen |
| FNU | Formazine Nephelometric Units on sameuden yksikkö |
| FTU | Formazine Turbidity Units on sameuden yksikkö |
| Hajakuormitus | Kemiallinen kuormitus, joka on lähtöisin useasta pienestä lähteestä kuten liikenteestä, maataloudesta ja metsätaloudesta |
| Humus | Luonnonvesissä esiintyvää eloperäistä eli orgaanista ainesta. Värjää veden keltaiseksi tai ruskeaksi pitoisuudesta ja koostumuksesta riippuen |
| Kerrostuneisuus aika | Aika, jolloin vesi on kerrostunut eri kerroksiin, ennen sen sekoittumista keväisin ja syksyisin |
| Klorofylli-a | Kuvaa kasviplanktonin kokonaismäärää eli biomassaa |

| | |
|---------------------------|---|
| Kuivatusvesi | Maankuivatuksessa haittaa tai vahinkoa aiheuttava vesi, joka ohjataan pois halutulta maa-alueelta |
| Kvalitatiivinen tutkimus | Laadullinen tutkimus, jossa pyritään ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä |
| Kvantitatiivinen tutkimus | Määrällinen tutkimus, joka hyödyntää täsmällisiä, laskennallisia ja tilastollisia menetelmiä |
| Limnologi | Suolattoman veden ja vesistöjen tutkija |
| N-TOT | Kokonaistyyppi eli nitraatin, nitriitin, ammoniumin ja orgaanisen typen kokonaismäärä |
| pH | Happamuusyksikkö, veden vetyionipitoisuuden mitta |
| Pistekuormitus | Määriteltävissä olevista lähteistä peräisin olevien kemiallinen kuormitus, kuten tehtaiden savupiiput, viemäriputket ja sikalat |
| P-TOT | Vedessä olevan fosforin kokonaismäärä |
| Päällysvesi | Pintakerroksen hapekas vesi |
| Ravinnekuormitus | Rehevöitymistä lisäävä ulkoinen ja sisäinen kuormitus |
| Sameus | Veden tai muun nesteen läpinäkyvyyttä ja kirkkautta ilmaiseva suure |
| Sedimentti | Kerrostuva maa-aines, joka on muodostunut veden, tuulen ja jäätikön vaikutuksesta vesistön pohjalle |
| Sisäinen kuormitus | Vesistön pohjaan sitoutuneiden ravinteiden palaaminen veteen esimerkiksi levien hyödynnettäväksi |
| Sulfaatti | Rikkihapon suola |
| Typpikierto | Ekosysteemin tapa kierrättää typen yhdisteitä |
| Valaistu vesikerros | Kerros, jossa tapahtuu perustuotantoa |
| Valkolevy | Valkoinen, pyöreä levy näkösyvyyden mittaamista varten |

$\mu\text{g/l}$

Mikrogrammaa litrassa

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä perehdytään Kaipionlammen kuntoon ja tutkitaan lammen tämänhetkistä tilaa. Opinnäytetyön toimeksiantajina toimivat Kaipionlammen ympäristössä asuvat mökkiläiset sekä vakituiset asukkaat, jotka myös vastaavat hankkeesta ja lammen tilan ylläpidosta tulevaisuudessa.

Kaipionlammen tilan parantaminen on ajankohtaista, koska lammen kunto on aiheuttanut huolta asukkaissa ja mökkiläisissä. Häiritsevät hajuhaitat kesäisin, kalakuolemat keväällä ja virkistyskäytön rajoittuminen ovat herättäneet asukkaat toimimaan lammen kunnostamiseksi. Lammen ympäristössä ei ole enää aktiiviviljelyssä olevia peltoja, minkä seurauksena lammen ei oleteta rehevöityvän lisää. Tarkoituksena on löytää konkreettinen syy lammen voimakkaalle rehevöitymiselle.

Rehevöitymisellä tarkoitetaan ulkoisen kuormituksen lisääntymistä vesistössä ja siitä johtuvaa kasviraavinteiden kerääntymistä veteen. Rehevöitymiseen vaikuttavat yleisimmin fosfori ja typpi, jotka ovat kasvien eniten tarvitsemia ravinteita eli pääravinteita. Nämä ravinteet kulkeutuvat vesistöön pelloilta, talousmetsistä ja soilta tulevan huuhtoumien mukana. Rehevöityminen näkyy muun muassa ranta- ja vesikasvillisuuden ja sinileväkukintojen lisääntymisenä, vesistön mataloitumisena sekä veden samentumisena. Rehevöityminen on uhka vesistön virkistys- ja talouskäytölle, mutta samalla se myös muuttaa vesistön eliölajistoa. Rehevöitymisen seurauksena ei-toivotut ominaisuudet lisääntyvät, kuten sinilevät, tiivis rantakasvillisuus ja pienet särkikalat. Rehevöityminen johtaa lopulta vesistön umpeenkasvuun ja aiheuttaa näin pohjan happikatoa ja mataloitumista. (Mykrä & Pujola. 2014. 38.)

Tutkielmassa selvitetään lammen tämänhetkinen tila, kerätään tietoa sen kunnosta sekä mahdollisesti annetaan tietoa ELY-keskukselle mahdollisia toimenpiteitä varten. Tietoa kerätään kirjallisuudesta sekä näytteenotolla lammesta kevään 2019 aikana.

Tutkielman tarkoituksena on lisätä tekijän valmiuksia ja taitoa ymmärtää vesiensuojelun merkitystä, oppia mittaustekniikoita vesien ja vesistöjen kunnon seuraamiseksi sekä rakentaa tietojen pohjalta toimintasuunnitelma tulevaisuutta varten. Tavoitteena on kehittää keinoja monipuolisen vesiekosysteemin ylläpitämiseksi ja turvaamiseksi.

Työn tavoite on saada ammattimainen näkökulma lammen kunnosta ja sen hoidosta. Huomioitettavia asioita ovat myös lammen mahdollinen hoito tulevaisuudessa, sen oikea toteutus sekä toimenpiteiden oikeanlainen aikataulutus. Tuloksia tullaan hyödyntämään ELY-keskukselle lähetettävässä raportissa, jonka tarkoitus on toimia suunnanantajana lammen tilan määrittelyssä. Työn tarkoituksena ei ole tehdä lopullista suunnitelmaa lammen kunnostuksesta, vaan auttaa niin tutkielman tekijää kuin toimeksiantajallekin hahmottamaan kokonaiskuvaa lammen tämänhetkisestä tilasta ja kunnostustarpeesta. Tärkein hyöty tutkielman toimeksiantajalle on saada lopullinen selvitys lammen tilasta, jotta ELY-keskukselta voidaan hakea tukea rehevöityneen lammen hoitokuluihin ja muihin mahdollisiin kuluihin, joita lammen rehevöityneisyydestä seuraa.

2 Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimus-/kehittämistehtävät

2.1 Opinnäytetyön tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on saada konkreettinen kuva lammen tämänhetkisestä tilasta, ja luoda mahdollinen toimintasuunnitelma tulevaa kunnostamista varten. Tavoitteena on myös luoda materiaalia raporttiin, jonka toimeksiantaja voi lähettää ELY-keskukselle, ja mahdollisesti saada heiltä myöhemmin tukea lammen kunnostukseen. Opinnäytetyössä tutkitaan, millaisessa kunnossa Kaipionlampi on ja millaisia menetelmiä käytetään lammen vesistöä tutkiessa. Työssä käytetään kirjallista tietoperustaa.

Opinnäytetyössä käytetään pääosin empiiristä tutkimusta, joka on tutkimuskohteen konkreettista havainnoimista ja tutkimista. Tutkimusten tulosten tarkasteluun ja vertailuun käytetään tutkielman omien mittausten ohella vuodelta 2007 olevia vedenlaadun tietoja (Liite 2.), jotta voidaan tutkia, onko Kaipionlammen vedenlaatu muuttunut merkittävästi vuosien varrella ja mitä syitä tuloksiin on.

2.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymyksinä ovat, missä kunnossa Kaipionlampi on, ja mitä toimenpiteitä rehevöitymiselle voidaan tehdä.

Työ toteutetaan kvalitatiivisella menetelmällä eli kenttätutkimuksena, mutta tätä edeltää kvantitatiivinen menetelmä, jotta saadaan tarvittavat tutkimusaineistot kerättyä ennen kenttätutkimuksen toteuttamista. (Laadullinen tutkimus. 2015.) On tarpeen tehdä kokeellisia testejä, koska silmämääräisellä tutkimisella ei voi suorittaa veden laadun mittauksia, kuten fosfori- ja typpipitoisuuksien selvittämistä. Vesinäytteiden avulla voidaan myös tulevaisuudessa tarvittaessa selvittää, onko kunnostustoimilla vähennetty typen ja fosforin pitoisuuksia.

Tutkimuskysymysten avulla pyritään selvittämään, mikä on lammen nykytilanne, millaisilla toimilla lampi olisi mahdollista saada kunnostettua, ja millainen kunto on lopputavoitteena.

2.3 Opinnäytetyön rajaus ja rajauksen perustelu

Opinnäytetyö rajataan koskemaan ainoastaan Kaipionlampea ja sen tämänhetkistä tilaa. Rajauksen avulla keskitytään kartoittamaan lammen kuntoa ja arvioimaan mahdollisesti tehtäviä toimenpiteitä. Rajaus toteutettiin työn tilaajien toiveesta. Alueen laajuuden vuoksi keskitytään vain lampeen ja sen lähiympäristöön, jossa mökkiläiset asuvat. Tutkimuksen avulla pyritään myös parantamaan ympäristön viihtyisyyttä ja ylläpitämään lammen monimuotoisuutta. Tässä opinnäytetyössä ei keskitytä valuma-alueisiin tai niiden kunnossapitoon. Työssä ei myöskään etsitä yksittäistä syytä lammen kuntoon, eli ei etsitä tiettyjä kuormituksen aiheuttajia tai keskitytä niiden poistamiseen. Raportissa ei esitetä laajoja teoreettisia pohdintoja eri menetelmien soveltuvuudesta, vaan työ painottuu käytännössä toteutettaviin menetelmiin.

3 Kaipionlammen yleispiirteet

3.1 Sijainti ja ympäristö

Keski-Suomessa Laukaassa sijaitseva Kaipionlampi sijaitsee Kymijoen vesistöalueella ja laskee Vatiajärveen, joka puolestaan sijaitsee Leppäveden-Kynsiveden alueella. Lammen lopullinen laskupaikka on Päijänne joka on osa Viitasaari-Saarijärven reitti-vesistöä. (Järviwiki. 2011. Leppäveden-Kynsiveden alue.) Kaipionlampi kuuluu Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueeseen ja sen vesiala on 10,54 ha ja tilavuus 10^3 m³ (Liite 1).

Vatiajärven valuma-alueen pinta-ala on 9 764 478 m², josta heterogeenisiä maatalousvaltaisia alueita on 0,3%, sulkeutuneita metsiä 67,3%, ja sisävettä 1,8% (Ympäristökeskus, N.d). Kunnostukseen liittyy merkittävänä osana valuma-alueilta tulevan kuormituksen pienentäminen. Ulkoisen kuormituksen lähteen selvittäminen on keskeistä kunnostustoimenpiteitä suunniteltaessa, ja näihin kunnostushankkeisiin liittyy usein valuma-alueella tehtäviä toimenpiteitä (Olin. 2013. 12).

Kaipionlampi on limnologiselta tyypiltään mikсотrofinen, joka tarkoittaa runsasravinteista, ruskeavetistä ja rehevää lampea. (Penttinen & Niinimäki. 2010. 38).

3.2 Lähtötilanne

Kaipionlammen ympäristössä on mökkiläisiä ja vakituisia asukkaita. Lammen syvyys vaihtelee 1,0 - 2,4 m välillä, ja lampi on pohjaltaan savea sekä kalliota, jonka pohjassa on mahdollisesti humuskerros. Vesinäytteet on otettu, mutta vuosilukua ei ole tiedossa, ja lammen kalakuolemat selvitetty 1990- ja 2000-luvulla (Salminen. 2018). Tiedot vedenlaadusta päivämäärineen ovat ELY-keskukselta (Heikki Kurtti) saadussa tutkimuksen liitteenä (Liite 2 & Liite 4-7).

Lammen vedenpinta on mitattu 6.9.2010, ja tuolloin se oli tasolla N60 +108,56 m eli 34 cm alemmalla tasolla kuin peruskartastossa. Veden laatua on seurattu Keski-Suomen Ympäristökeskuksen toimesta vuosina 2002 - 2007 (Kivijakola. 2010.)

Ravinnekuormitusta ei tule lähistön pelloista, koska ne eivät ole olleet viljelyksessä vuosiin. Lammessa ei esiinny sinilevää, mutta vesikasvillisuutta on paljon ja oma sisäinen ravinnekuormitus. Ongelmana on tämän takia happikato, jonka seurauksena tapaa kalat ja kasvit, joista lähtee pahaa hajua. Lampi on aikoinaan niitetty ja silloin on myös sovittu, ettei sitä ruopata ja näin lisätä jo olevaa kuormaa lammessa (Salminen & Hänninen 2018). Rantakasvillisuuden säilyttäminen sitoo maalta tulevaa kuormitusta ja näin ollen antaa eliöille runsaasti erilaisia elinympäristöjä. Kun taas kasvien poisto liiallisessa määrin aiheuttaa planktonlevien lisääntymistä ja levien määrän väheneminen edesauttaa vastaavasti kasvien lisääntymistä. (Koski-Vähälä 2014, 7.)

4 Menetelmät ja aineisto

4.1 Tutkimus- ja kehittämistyön menetelmät

Tutkimus toteutetaan laadullisena tutkimuksena. Laadullisella tutkimuksella pyritään saamaan ratkaisu tutkimuskysymyksiin, joihin määrällinen tutkimus ei anna vastauksia. Tarkoituksena on saada tietoa lammen kunnosta ja siitä, miten lampea pitäisi hoitaa, jotta sen kunto paranisi ja rehevöityminen saataisiin kuriin.

Tavoitteet pyritään toteuttamaan tutkimuksella, jossa tutkitaan lammen kuntoa erilaisilla mittauksilla ja näytteillä. Opinnäytetyössä mitataan erilaisilla välineillä veden happamuus (pH) sekä otetaan vesinäytteitä, joista määritetään laboratoriossa sameus ja kokonaisfosforin sekä kokonaistypen pitoisuudet. Lisäksi suoritetaan kirjallisuustarkastelu ja haetaan esimerkkejä onnistuneista järven tai lammen tilan parantamismenetelmistä.

4.2 Tutkimus- ja kehittämistyön kohde ja aikataulu

Tutkimusaineisto kerätään kirjallisuudesta ja kenttätutkimuksella lammella vuoden 2019 aikana. Tutkimuksessa hyödynnetään myös ELY-keskuksen tarjoamaa aineistoa lammen kunnosta ja mahdollisista aikaisemmista toimenpiteistä. Työ toteutetaan

Kaipionlammella erilaisilla menetelmillä ja laitteilla, kuten pH-mittarilla ja vesinäytteellä. Oppilaitoksen laboratorioissa typpi- ja fosforipitoisuudet saadaan mitattua tarkasti.

Opinnäytetyöprojektin aikataulua suunnitellessa on pyritty huomioimaan vuodenaikojen vaihtelut ja niiden vaikutukset näytteiden tuloksiin. Projekti on aikataulutettu siten, että tammikuun ja helmikuun 2019 aikana etsitään tietoa ja tutkitaan, millaisilla menetelmillä lampea voisi kunnostaa. Projektin tavoitteeksi on asetettu tutkia lampea 3 - 4 kertaa, eli keväällä, kesällä ja syksyllä tutkimassa sen kuntoa kyseisinä aikoina. Ensimmäiset näytteet olisi tarkoitus ottaa maaliskuussa 2019, mikäli se on lumitilanteen ja lammen aukinaisuuden vuoksi mahdollista. Keväällä myös tarkoitus ehtiä analysoida ensimmäisiä vesinäytteitä. Syksyllä voidaan tehdä vielä viimeiset kenttätutkimukset, mikäli se koetaan tarpeelliseksi. Tällöin myös aletaan analysoida tutkimustuloksia ja niiden pohjalta kirjoitetaan raportti, joka luovutetaan työn tilaajalle talvella 2019. Koko opinnäytetyön tavoitteellinen valmistumisaika on joulukuussa 2019.

4.3 Aineiston analysointi

Tutkimusaineisto kerätään kenttätutkimuksella ja analysoidaan oppilaitoksen laboratoriossa. Muut analyysit, kuten pohjasedimentin tutkiminen, toteutetaan mahdollisuuksien mukaan, mikäli työn tilaaja niin haluaa. Lammen kuntoa tutkiessa käytetään laadullisen tutkimuksen menetelmiä. Näitä menetelmiä ovat esimerkiksi vesinäytteet, maapohjanäytteet ja pH-mittaus. PH-mittaus pyritään suorittamaan paikan päällä, jolloin saadaan reaaliaikaista tietoa lammen pH-pitoisuudesta.

4.4 Työn luotettavuus

Luotettavuus varmistetaan tutkimustuloksilla, jossa tulee ilmi lammen aikaisempi tilanne ja nykytilanne. Mahdollisten kenttätutkimusten luotettavuus varmistetaan

useilla testeillä ja näytteillä eri osista lampea. Suunnitteluvaiheen luotettavuus pyritään varmistamaan luotettavien lähteiden, kuten kirjallisuuden käytöllä. Raportointivaiheessa luotettavuus pyritään takaamaan viittaamalla olemassa oleviin tutkimustuloksiin.

Luotettavuudessa on pyritty huomioimaan virheet, joita voi esiintyä näytteidenottovaiheessa, kuten näytteiden ottaminen väärästä kohdasta, pohjasedimentin sekoittuminen tai välineiden epäpuhtaus. Virheet on pyritty minimoimaan noudattamalla annettuja ohjeita näytteenoton suhteen, kuin myös tarvikkeiden hygienian suhteen.

4.5 Mahdolliset salassapitokysymykset

Tutkimuksessa ei ole tarpeen turvata osallistuvien henkilöiden anonymiteettiä, eikä opinnäytetyö pidä sisällään salassa pidettävää aineistoa tai tuloksia, koska nämä tulokset ovat vapaasti löydettävissä ja tarkasteltavissa. Opinnäytetyö kirjoitetaan näihin tietoihin pohjautuen.

5 Tietoperusta

Opinnäytetyössä käytettävät keskeiset käsitteet ovat:

- lammen tilan parantaminen
- vesistökuormitus
- näytteenotto
- sisäinen kuormitus
- ulkoinen kuormitus
- pistekuormitus
- hajakuormitus
- kalakuolemat

Järvien ja lampien kunnostamisesta on aikaisemmin tehty opinnäytetöitä eri korkeakouluissa, sekä esimerkiksi oppimateriaaleja ja tutkimuksia erilaisten organisaatioiden ja tahojen toimesta. Kaipionlampea ja sen kunnostamismahdollisuuksia ei ole tutkittu aikaisemmin opinnäytetyönä. Pyrkimyksenä on luoda laaja tietopaketti sekä tämänhetkisestä kunnosta että Kaipionlammen hoidosta ja mahdollisista tulevaisuuden hoitotoimenpiteistä, jotta lammen monimuotoisuus saadaan ylläpidettyä myös tulevaisuudessa.

Rehevöityminen on nykyisin hyvin ajankohtainen aihe, koska rehevöitymistä on havaittu noin viidesosassa maamme järvien ja lampien pinta-alasta. Suomessa on arvioitu olevan noin 1500 kunnostustarpeessa olevaa vesistöä. (Ympäristöhallinto. 2015.)

5.1 Vesianalyysi

Lämpötilalla on merkittävä vaikutus vesistön happitalouteen sekä kuormituksen sietokykyyn. Vesistön täyskierto tapahtuu keväällä ja syksyllä, jolloin veden lämpötila on sama pinnasta pohjaan. Tarkoituksena olisi ottaa ensimmäinen näyte ennen tätä täyskiertoa, jolloin nähdään mahdollinen lämpötilavaihtelu. Talvella ja kesällä veden happitäydennys on mahdollista ainoastaan pintavedestä. (Tikka. 2008. 1.)

Happitilanne olisi hyvä selvittää maaliskuussa, jolloin se on heikoimmillaan. Puhtaan vesistön happitilanne on kerrostuneisuusajkojen lopullakin hyvä (4 - 8 mg/l), ja pyritään seuraamaan happitilannetta tarkasti koko tutkimuksen ajan. Hyvässä happitilanteessa pintaveden happikylläystysaste on 80%. (Tikka. 2008. 1.)

Veden pH tarkoittaa vetyioniväkevyyttä. Yhden pH-asteen muutos merkitsee vetyioniväkevyyden 10-kertaista muutosta. Näin ollen puhtaiden luonnontilassa olevien vesien happamuus on pH 7 eli neutraali. Sisävedet, jotka ovat humuksen värjäymiä ja lievästi happamia, ovat pH 6 - 6,9. Rehevissä vesistöissä leväntuotanto aiheuttaa suuria pH-vaihteluja. Hyvin voimakas leväkukinto voi nostaa pH:n arvoon 8 - 10. Mikäli vesistö on happamoitunut, sen pH-arvo on alle 5,3. (Tikka. 2008. 2).

5.2 Käyttökelpoisuusluokittelu

| Muuttuja | Yksikkö | Erinomainen | Hyvä | Tyydyttävä | Välttävä | Huono |
|---------------------------------|---------------------|-------------|-------------------|-------------|----------|-----------------------|
| a-klorofylli | µg l ⁻¹ | < 4 | < 10 | < 20 | 20–50 | > 50 |
| Kokonaisfosfori | µg l ⁻¹ | < 12 | < 30 | < 50 | 50–100 | > 100 |
| Näkösyvyys | m | > 2,5 | 1–2,5 | < 1 | - | - |
| Sameus | FTU | < 1,5 | > 1,5 | - | - | - |
| Väriluku | | < 50 | 50–100 < 2001) | < 150 | > 150 | |
| Happipitoisuus päällysvedessä | % | 80–100 | 80–110 | 70–120 | 40–150 | vakavia happiongelmiä |
| Alusveden hapettomuus | µg l ⁻¹ | ei | ei | satunnaista | esiintyy | yleistä |
| Hygienian indikaattoribakteerit | kpl/100 ml | < 10 | < 50 | < 100 | < 1 000 | > 1 000 |
| Petokalojen Hg-pitoisuus | mg kg ⁻¹ | - | - | - | - | > 1 |
| As, Cr, Pb | µg l ⁻¹ | - | - | - | < 50 | > 50 |
| Hg | µg l ⁻¹ | - | - | - | < 2 | > 2 |
| Cd | µg l ⁻¹ | - | - | - | < 5 | > 5 |
| Kokonaissyaniidi | µg l ⁻¹ | - | - | - | < 50 | > 50 |
| Levähaitat | | ei | satunnaisesti | toistuvasti | yleisiä | runsaita |

Kuvio 1: Yleisesti käytetty käyttökelpoisuusluokittelu (Penttinen & Niinimäki. 2010. 58.)

Käyttökelpoisuusluokittelu kuvaa keskimääräistä veden laatua ja veden soveltuvuutta vedenhankintaan, kalavesiksi ja/tai virkistyskäyttöön. Tämä luokka määräytyy veden laadun ja ihmisen toiminnan vaikutusten mukaan. Pintavedet luokitellaan viiteen luokkaan: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Luokitus ei ole sama kuin ekologisen tilan mukaan tehty luokitus. (Mitikka. 2015. 1.)

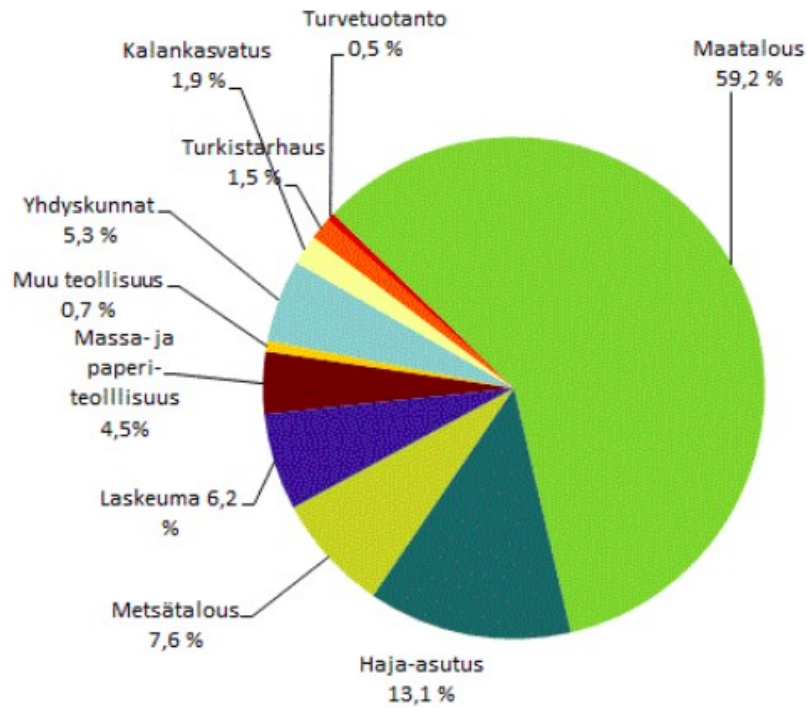
5.3 Lammessa esiintyvät alkuaineet

5.3.1 Fosfori - (P)

Fosfori on vesiekosysteemin käytetyin ja ensimmäisenä loppuva ravinne. Fosforipitoisuus ($\mu\text{g/l}$) on tärkeä rehevöityneisyyden arvioinnissa. Luonnontilaisten karujen vesistöjen fosforipitoisuus on $10 \mu\text{g/l}$. Fosforipitoisuus jakautuu siten, että pintavedessä on alempi pitoisuustaso kuin pohjalla, sillä sedimentoitunut aines vie fosforia alusvedeen. Jos happi loppuu syvässä osassa, fosforipitoisuus kohoaa alusvedessä voimakkaasti. (Vääränen. 2004.)

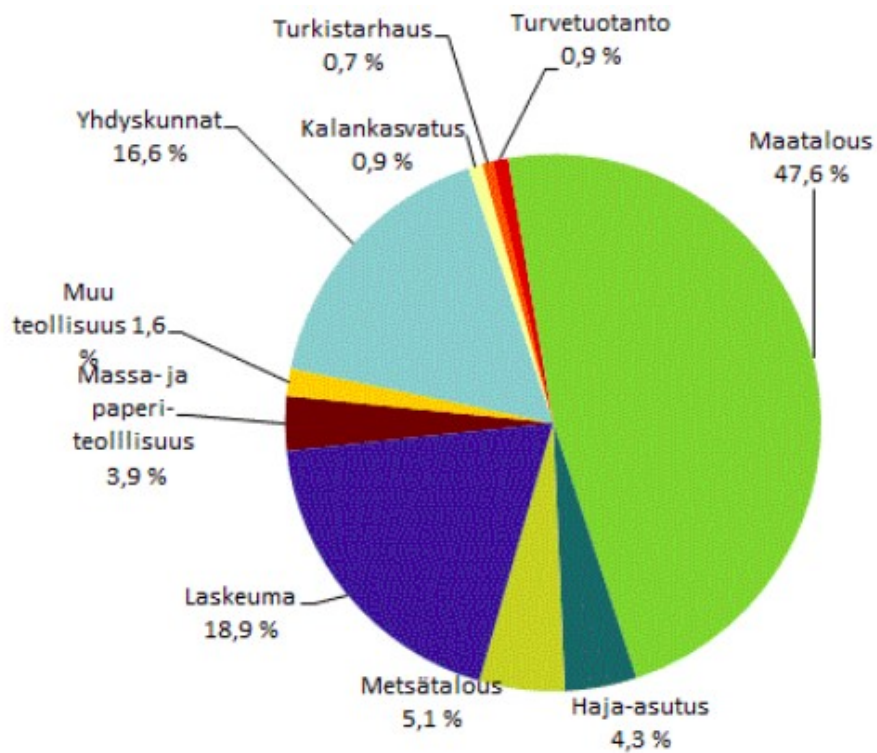
Peltoviljelyn vesistökuormitus fosforin osuudelta vuodessa on 2550 tn/v eli tonnia/vuosi. Tämä runsas fosforimäärä on peräisin pelloilta, joita on lannoitettu voimakkaasti 50 - 60 lukujen taitteesta. Vuonna 1980 käytettiin runsaimmin fosforia ja sitä tuli pelloille keskimäärin yli 30 kg/ha (Puustinen, Sammalkorpi, Tattari, Ruuhijärvi, Uusitalo & Väisänen. 2017. 30.)

Fosforia päätyy peltojen lisäksi vesistöön myös kuivatusvesien kautta sekä laskeumina (Kuvio 2). Kun ulkoinen kuormitus lisää järvien sedimentin fosforipitoisuuksia, tulokset alkavat näkyä kalakannassa. Kun rehevöityminen etenee ja vesi sameenee, olosuhteet alkavat suosia särkikaloja. Myös petokalojen osuus pienenee. (Puustinen ym. 2017. 32.) Hoitokalastus on yksi keino poistaa fosforia, jos se toteutetaan ammattimaisella ja vapaa-ajan kalastuksella, jonka vuosisaalis on alle 7 kg/ha. Tällöin vesistöstä poistuisi fosforia 120 tn vuosittain. (Puustinen, ym. 2017. 33.)



Kuvio 2: Suurimmat fosforipäästölähteet (SYKE. 2017.)

5.3.2 Typpi - (N)



Kuvio 3: Suurimmat typpilähteet (SYKE. 2017.)

Typpi on fosforin lisäksi yksi suurimmista pääravinteista, joiden saatavuus rajoittaa perustuotantoa. Typeä esiintyy vesissä monessa eri muodossa, kuten nitriitinä (NO_2), molekyylihuotoisena typpenä (N_2), nitraattina (NO_3), ammoniakina (NH_3) sekä muina erilaisina yhdisteinä, jotka ovat liuenneita ja tässä tapauksessa orgaanisia. Nitraatti on määrällisesti tärkein typpiravinne. (Järviwiki. 2014.)

Puhdistamoilta ja pelloilta tuleva nitraatti on merkittävä rehevöittäjä, sillä levät käyttävät nitraattityppeä. Nitraatin loppuminen on merkki aktiivisesta leväntuotannosta. Mikäli typpi loppuu, mutta fosforia riittää, saattaa sinilevä päästä vallalle. Nitriitti ei ole yhdistelmänä pysyvä, joten sitä on yleensä hyvin pieniä määriä. (Vääränen. 2004.) (Kuvio 3.)

5.3.3 Rikki - (S)

Lammessa havaittiin näytteenotossa 18.3.2019 pahaa hajua. Syyksi epäillään rikkiä. Rikkiä esiintyy luontaisesti erilaisina sulfideina ja sulfaatteina maaperässä ja vesistöissä. Lisäksi sitä esiintyy runsaasti teollisuuden rikkihappokäytön vuoksi. Rikki esiintyy pelkistyneenä rikkivetykaasuna, eli H_2S :nä, tai erilaisina mineraaleina (Jukkala. 2008. 8.) Rikkiä päätyy vesistöihin, kun sulfidipitoista maata kuivataan, maaperä happamoituu ja siitä vapautuva rikkidioksidi muodostaa maaperässä olevan veden kanssa rikkihappoa (H_2SO_4), mikä happamoittaa vesistöä. Happamoituminen aiheuttaa muutoksia kaloissa, pohjaeläimissä, vesikasveissa ja pohjalevissä. Ajoittain olosuhteet voivat olla jopa tappavia. (SYKE. 2014.)

Rikkivety on sulfaatti ja myrkyllinen ja väritön kaasu, jolle on ominaista mädäntyneen kananmunan tuoksu. (Jukkala. 2008. 9.) Rikkivedyn esiintyminen ja ympäristövaikutukset ovat rikin kiertoon sekä luonnossa että ihmiskunnassa hyvin olennaisia. Yleisin lähde tälle sulfaatille on rikkihappo (H_2SO_4) jota käytetään teollisuudessa esimerkiksi lannoitteiden valmistuksessa. Tämän lisäksi sulfaatteja syntyy metallimalmien louhimisen ja jalostamisen tuloksena, jolloin sulfaatit liukenevat malmista muodostuneista jätteistä vesistöihin ja maaperään. Sulfaatit ovat yhtenä syynä happamille sateille, jotka vaikuttavat maaperän ja vesien laatuun. (Jukkala. 2008. 10.)

5.4 EU:n vesipuitedirektiivi

EU:n vesipuitedirektiivi tunnetaan myös nimellä vesipolitiikan puitedirektiivi (VPD), ja se astui voimaan vuonna 2000 (Bäck. 2009. 2). Tämä direktiivi on Euroopan parlamentin neuvoston direktiivi 2000/60/EY. Direktiivin tarkoituksena asettaa säännökset ”*vesimuodostumien tilan huonontumisen pysäyttämiseksi ja Euroopan jokien, järvien ja pohjaveden ”hyvän tilan” saavuttamiseksi vuoteen 2015 mennessä.*” (Euroopan parlamentti. 2017). Direktiiviin kuuluvat kaikkien vesien suojeleminen, vesimuodostumien ja niiden ympäristön ekosysteemien ennallistaminen, vesimuodostumien pilaantumisen vähentäminen ja kestävän vedenkäytön takaaminen. (Euroopan parlamentti. 2017.)

Direktiivi asettaa velvollisuuksia viranomaisille. Näiden velvollisuuksien mukaan viranomaisten on:

- määritettävä kansallisella alueellaan olevat vesistönsä
- nimettävä viranomaiset, jotka huolehtivat vesistöistä EU:n asettamien sääntöjen mukaisesti
- analysoitava vesistöjen, ja niiden alueiden ominaispiirteet
- seurattava veden tilaa vesistöalueilla
- rekisteröitävä suojelualueita, kuten juomavesikäyttöön tarkoitettut alueet ja erityis- huomiota vaativat alueet
- laadittava ja pantava täytäntöön hoitosuunnitelmat pintavesien huonontumisen ehkäisemiseksi ja pohjaveden suojelemiseksi sekä suojelualueiden säilyttämiseksi
- toimitettava julkista tietoa, ja kuultava kansalaisia hoitosuunnitelmien osalta (Euroopan parlamentti. 2017.)

6 Näytteenottovälineet



Kuva 4: Näytteenottovälineistöä

6.1 Näytepullot

Näytepulloina voidaan käyttää useita erilaisia pullotyyppjejä: läpinäkyvä tai läpinäky-mätön muovi, keltainen lasi tai steriili lasipullo säilöntäaineella tai ilman säilöntäai-netta. On tärkeää tutustua näytteenottomenetelmiin, kohteeseen ja tarvittavaan vä-lineistöön etukäteen, jotta osataan valita oikeanlaiset pullot riippuen analysoitavista parametreistä (Berryman, Boissonneault, Gingras, Giroux, Hébert, Legendre, Locas, Ouellet, Simoneau & Therreault. 2016. 6 - 7.)

Mikäli näytteenottoon valitaan säilöntäainetta sisältävä pullo, pulloa ei saa upottaa suoraan kohteeseensa, vaan välissä on käytettävä toista pulloa, jolla näyte kerätään

ja kaadetaan säilöntäainetta sisältävään pulloon. Tällä pyritään välttämään säilöntä-
aineen haitallinen vaikutus näytteenottokohteeseen (Berryman, ym. 2016. 6 - 7.)

Näytepullot ovat tilavuudeltaan 2 litraa (Kuva 5). Pullossa on kiinni maalarinteippiä,
jolle kirjoitetaan näytteen päivämäärä, numerointi sekä nimi. Tärkeintä on, että näy-
tepullot sopivat näytteelle ja ovat puhtaita, jottei näyte saastu. Näytepulloihin on tär-
keää jättää ilmaa niiden täyttövaiheessa, jotta näytteestä saadaan mitattua happi-
luku, eli pulloja ei saa laittaa liian täyteen. Pullot viedään täyttämisen jälkeen jää-
kaappiin odottamaan analysointia, jonka pitäisi tapahtua laboratoriossa mahdollisim-
man pian. Näin pyritään välttämään näytteen muuttuminen säilytyksen aikana ja siitä
aiheutuvat virheelliset tulokset.



Kuva 5: Näytteiden keräyspullot

6.2 Näytteenottolaite



Kuva 6: Näytteenottolaite

Näytteenottolaite (Kuva 6) on varresta 109 cm pitkä ja siinä on kääntöniel. Pullo on kiinni 40 cm pitkässä varressa, jonka avulla saadaan otettua näyte eri syvyyksistä, niin syvästä kuin matalastakin vedestä. Koko laitteen pituus on 150 cm. Taivuteltavan

kääntönivelen avulla on helppo pidentää laitteen vartta ja tällä tavoin saada näytteitä hyvinkin syvältä. Näyte otetaan pulloon, joka on tilavuudeltaan 1,3 litraa (Kuva 7). Näytteitä otetaan tällä laitteella yhteen pulloon useita, jotta saadaan laboratoriotutkimusta varten hyvä näyte ja tuloksista saadaan luotettavat. Pullolla voidaan ottaa näytteet eri sijainneista valittua kohdetta, mutta pullo pitää muista pestä ennen uuden näytteen ottoa, jottei näytteeseen tule epäpuhtauksia, jotka voivat vaikuttaa tuloksiin haittaavasti. Näytteenotossa ei ole väliä, minkälaisella pullolla näytteen ottaa, vaan tärkeintä on huomioida se, että pullo on helppo puhdistaa.

Näytteet otetaan 1 metrin syvyydestä pulloon, josta näyte kaadetaan näytteenotto-pulloon (Kuva 5).



Kuva 7: Pullo, jolla näyte kerätään

7 Näytteenotto



Kuva 8: Kaipionlampi 18.3.2019

Näyte otettiin 18.3.2019, kun lampi alkoi olla jo hieman auki, mikä oli kuulemma harvinaista tähän vuodenaikaan nähden (Kuva 8). Näytteen avulla saatiin selvitettyä lammen happitilanne, kun sen pinnalla on jääkerros. Lampi on syvimmästä kohdastaan 2,4 metriä, mutta todellista syvyyttä ei tiedetä, sillä mitannut pohjassa olevan humuskerroksen paksuutta ei ole mitattu.



Kuva 9: Näytteidenottoaikat 18.3.2019. (Kansalaisen karttapaikka. Maanmittauslaitos.)

Näyte otettiin rannasta (Kuva 9), koska halutaan ottaa kahden hyvin erilaisen paikan näytteet ja vertailla niitä toisiinsa. Näytteenottoaikka 1 on syvyydeltään noin 1 metri, ja näyte otettiin 0,5 metrin syvyydestä. Tällä paikalla on myös rumpuputki, josta vesi pääsee kulkemaan hapettimella varustetusta osasta kohti lampea. Tällä menetelmällä on pyritty parantamaan lammen kuntoa. Näyte 2 otettiin keskemältä lampea, jossa syvyyttä oli lähemmäksi 2 metriä, ja näyte otettiin 1,5 metrin syvyydestä. Tällä paikalla havaittiin myös voimakasta pahaa hajua.



Kuva 10: Lammen veden analysointia

Tutkimuksissa ilmeni näytteessä 1 lammen veden olevan väritykseltään hyvin humuspitoista ja ruskeaa (Kuva 10). Tällöin myös havaittiin, että lammeista nousi paha haju, ja rannassa oli kuolleita ahvenia.

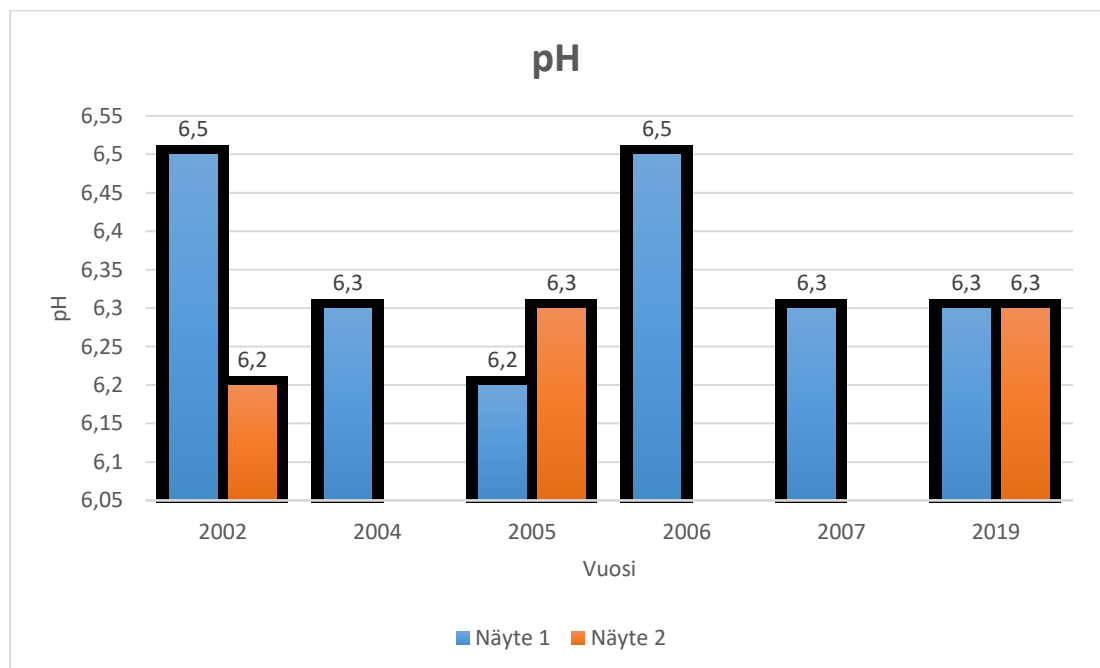
Näytteen 1 kohdalla näkösyvyys oli kohtalainen, koska alue oli syvyydeltään matala. Näytteen 2 kohdalla näkösyvyyden arviointi vaikeutui hieman, koska näytteenotto-kohta oli syvempi ja pohjasedimentin paksuutta ei tiedetä, jolloin syvyys jäi ilman apuvälineitä arvioksi.

8 Tulosten analysoiminen

Tulosten analysoimiseen käytettiin olemassa olevia vedenlaadun tuloslomakkeita vuosilta 2002 (Liitteet 6 & 7), 2004 (Liite 8), 2005 (Liitteet 4 & 5), 2006 (Liite 10) ja 2007 (Liite 9) sekä omia vuoden 2019 (Liite 3) tuloksia. Taulukoissa on vertailtuina arvot, joista sain tietoja ja puuttuvat tiedot jätin merkitsemättä taulukoihin.

8.1 Happamoituneisuus - pH

Tulokset analysoitiin Biotalousinstituutin laboratoriossa. Tuloksissa käy ilmi, että veden happamuus eli pH on 1. näytteessä 6,359 ja 2. näytteessä 6,328 (Liite 3). Suomen sisävedet ovat yleensä lievästi happamia pH 6 - 6,9 (Tikka. 2008. 2.) Happamoituneen vesistön pH on alle 5,3, mutta tässä tapauksessa pitää ottaa huomioon näytteenottoaika. Vuosien 2002–2007 (Liitteet 4-10) pH-arvot ovat pysyneet samoina kuin vuoden 2019 arvot (Liite 3), joten veden happamoituminen ei ole lisääntynyt merkittävässä määrin 12 vuoden aikana (Taulukko 1).



Taulukko 1: PH muutokset 2002–2019

8.2 P-TOT - kokonaisfosfori

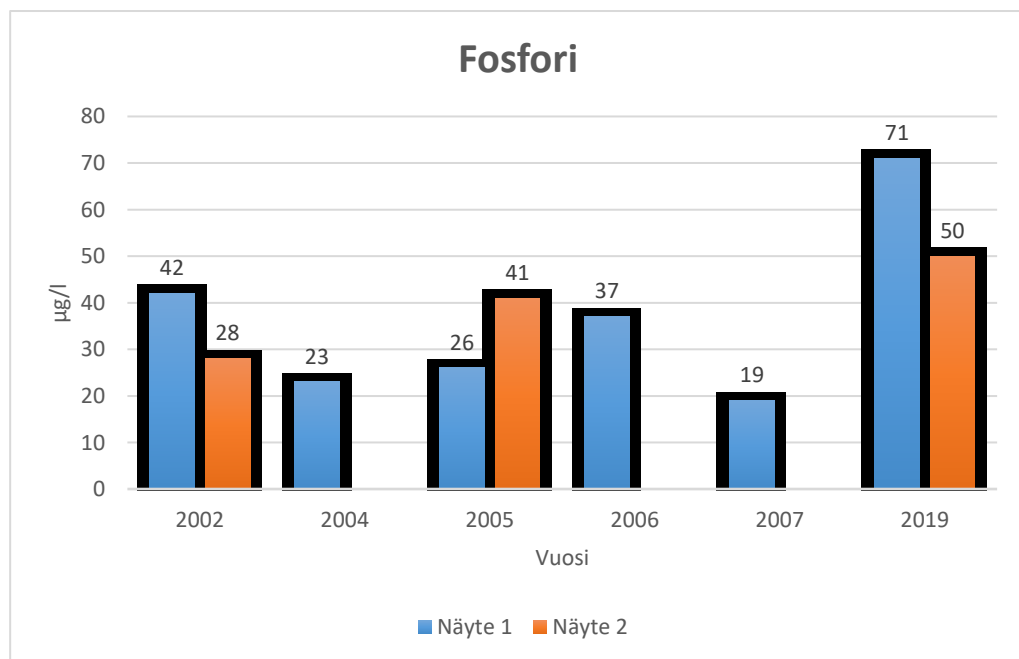
Kokonaisfosfori on ilmaistu tuloksissa mg/l eli milligrammaa per litra (Liite 3). Vesistövesissä mittayksikkönä on mikrogrammaa per litra, eli $\mu\text{g/l}$. Tällöin mittaustulos oli 1. näytteessä 0,071 mg/l eli 71 $\mu\text{g/l}$ ja 2. näytteessä 0,050 mg/l eli 50 $\mu\text{g/l}$. Molemmat tulokset kertovat seuraavan taulukon mukaan (Kuvio 4), että lampi on rehevä eli runsasravinteinen, koska arvot ovat välillä 25–100 $\mu\text{g/l}$. Runsasravinteisuutta esiintyi kyseisessä lammessa jo talvella.

Aikaisemmin (Liitteet 4-10) fosforiarvot ovat olleet 19 $\mu\text{g/l}$ vuonna 2007 ja 42 $\mu\text{g/l}$ vuonna 2002 kun taas vuonna 2019 arvot olivat 50 $\mu\text{g/l}$ ja 71 $\mu\text{g/l}$ välillä. Lampeen siis kerääntyy lisää fosforia, vaikka ulkoista kuormitusta ei pitäisi olla (Taulukko 2).

| | | kokonaisfosfori $\mu\text{g/l}$ | |
|-----------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------|
| | | Henriksen ym. 1997* | Nordforsk 1980 ** |
| karu | (niukkaravinteinen) | alle 10 | alle 15 |
| lievästi rehevä | (keskiravinteinen) | 10 - 35 | 15 - 25 |
| rehevä | (runsasravinteinen) | 35 - 100 | 25 - 100 |
| erittäin rehevä | (hyvin runsasravinteinen) | | yli 100 |

*yhteispohjoismainen järvitutkimus; ref. Eloranta 2005: Järvien kunnostus (toim. Ulvi ja Lakso)
 **Nordforsk 1980: Monitoring of inland waters. OECD Eutrophication programme the Nordic project. - Nordforsk secretariat of environmental sciences publication 1980:2.

Kuvio 4: Rehevyyssluokitukset (Tikka. 2008. 5.)



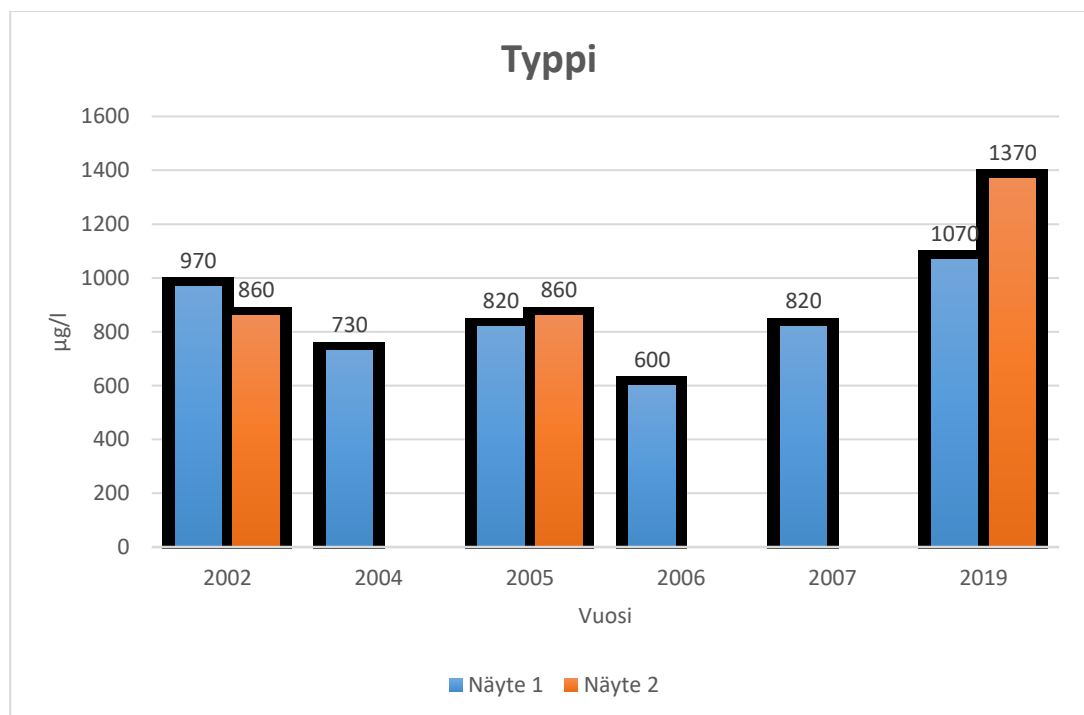
Taulukko 2: Fosforimäärän muutokset 2002-2019

8.3 N-TOT - kokonaistyyppi

Kokonaistyyppi, eli N-TOT ilmoittaa typhen kokonaispitoisuuden sen kaikissa olomuodoissa, kuten orgaaniset ja epäorgaaniset muodot. Mikäli tuloksissa käy ilmi, että nitraatti on loppunut alusvedestä, tällöin kyseessä on voimakas happivaje. Kaloille myrkyllistä ammoniakkia vapautuu pH:n ollessa yli 8,0, joten kalakuolemat tämän syyn takia ovat Suomessa harvinaisia luontaisesti alhaisen pH:n vuoksi (Tikka. 2008. 6.) Kaipionlammen tapauksessa kalakuolemat eivät ole vapautuneen ammoniakin seurausta.

Kokonaistypen mittayksikkö on sama kuin kokonaisfosforin, eli $\mu\text{g/l}$. Liitteessä 3 esiintyvät arvot 1. näytteessä ovat 1,07 mg/l ja 1,06 mg/l, eli 1070 $\mu\text{g/l}$ ja 1060 $\mu\text{g/l}$. Näytteessä 2 ne ovat vastaavasti 1,37 mg/l ja 1,35 mg/l, eli 1370 $\mu\text{g/l}$ ja 1350 $\mu\text{g/l}$. Myös kokonaistypen osuudelta lampi on rehevä ja runsasravinteinen, koska arvot ovat välillä 750–1500.

Vuosien 2002-2007 (Liitteet 4–10) arvot vaihtelivat 600 $\mu\text{g/l}$ (vuonna 2006) ja 970 $\mu\text{g/l}$ (vuonna 2002) välillä. Vuoden 2019 (Liite 3) arvot olivat 1070 $\mu\text{g/l}$ ja 1370 $\mu\text{g/l}$. Tästä voimme päätellä typpiarvojen nousseen suhteellisen vähän verrattuna vuosien 2002-2007 arvoihin (Taulukko 3).



Taulukko 3: Typpimäärän muutokset 2002-2019

8.4 Sameus

Sameus johtuu vedessä olevista pienistä hiukkasista kuten kasviplanktonista, mineraaleista tai kuolleesta orgaanisesta aineesta (Tikka. 2008. 7). Vesi vihertyy, mikäli siinä esiintyy kasviplanktonia, mutta Kaipionlammen tapauksessa vesi oli ruskeaa (Kuvio 5).

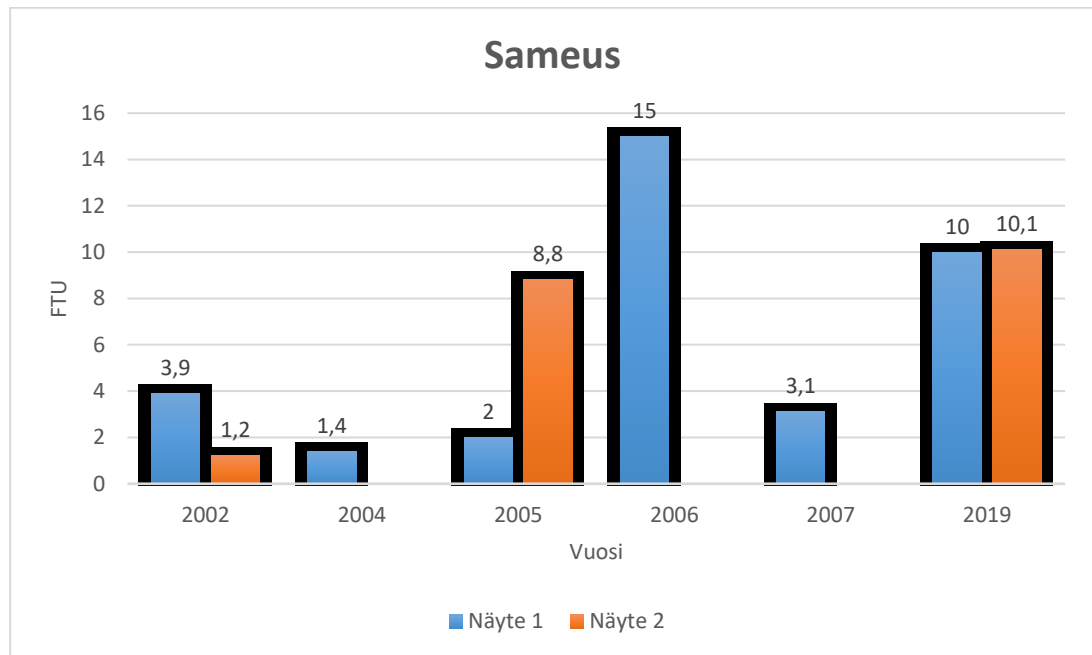
| | |
|----------------------------|---------------------|
| Kirkas vesi | < 1,0 FTU |
| Lievästi samea vesi | 1 - 5 FTU |
| Samea vesi | > 5 FTU |

Kuvio 5: Veden sameutta mittaavat arvot (Tikka. 2008. 8.)

Sameuden määrittelyssä käytetään useita yksiköitä, kuten FNU, FTU, NTU, FAU, TE/F ja JTU. Käytän itse yksikköä FTU, joka on yleisesti käytetty standardi veden sameuden ilmaisemisessa, tällöin tuhannessa litrassa vettä on gramma maa-ainesta. FTU-yksikköä käyttäessä kirkkaan veden sameus on alle 1,0 FTU:ta. Lievästi samean veden arvo on 1-5 FTU:ta. (Virtanen. 2013. 13).

Vesi on sameaa, koska sen arvo on yli 5 FTU. Tuloksissa kävi ilmi, että sameus on näytteessä numero 1 arvoltaan 10,0 FTU ja näytteessä numero 2 arvoltaan 10,1 FTU. Sameus on myös riippuvainen vuodenajan vaihteluista.

Sameusarvoissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia vuosien 2002 - 2009 (Liitteet 4–10) ja vuoden 2019 aikana. Sameus oli huipussaan vuonna 2005 ollessaan arvoltaan 8,8 FNU ja vuonna 2019 sama arvo on 10,1 FTU (Taulukko 4).



Taulukko 4: Sameuden muutokset 2002-2019

9 Lammen tilan parantaminen ja hoitaminen

Lammen hoitaminen voidaan määritellä vesistön hyvää tilaa ylläpitäväksi toiminnaksi. Hoitotoimenpiteitä tarvitaan saavutettujen kunnostustulosten ylläpitämiseksi. Hoidolla myös ennaltaehkäistään tilan huonontumista kunnostusta edeltäneelle tasolle. (Penttinen ym. 2010. 214.)

Vesistöjen toipuminen lähtee liikkeelle, kun ulkoisia kuormituksia vähennetään. Aina kuormituksen pienentäminen ei auta, vaan sisäinen kuormitus saattaa rehevöittää vesistöä vielä ulkoisen kuormituksen kevennyttyä. (Lyytimäki & Hakala. 2008. 66.)

Yhtenä kunnostuskeinona voidaan käyttää biomanipulaatiota, jolla pyritään vaikuttamaan vesistön ravintoketjuihin ja sitä kautta ravinteiden kiertoon. Pohjasedimenttiä sekoittavien, ja eläinplanktonia syövien särkikalojen vähentäminen kalastamalla tai petokaloja istuttamalla voi edistää ravinteiden poistumista, koska kalojen mukana poistuu ravinteita. Onkimalla hoitokalastus ei onnistu, sillä vuosisaaliin on rehevässä vesistössä oltava yli 100 kiloa hehtaarilta, jotta vaikutukset olisivat havaittavissa (Lyytimäki ym. 2008. 67.)

Myös muitakin hoitokeinoja on olemassa, kuten vesistöissä olevien syvänteiden ha-
pettaminen. Niittämällä rantakasvillisuuteen käytäviä saadaan vesi vaihtumaan pa-
remmin ja kasveihin sitoutuneita ravinteita poistettua (Lyytimäki ym. 2008. 68.)

Kaipionlammen tilan parantaminen eli kunnostaminen voitaisiin aloittaa ravintoket-
jukurjennostuksella. Ravintoketju on monimutkainen systeemi ja sen päätekijöinä ovat
perustuotanto, eli kasviplankton ja eläinplankton, eri ravintoa käyttävät kalat sekä
muu eliöstö ja kasvusto. Yhtenä rehevyyden merkinä on särkikalat. Mikäli niitä on
harvassa mutta ne ovat isokokoisia, kasviplanktonesiintymät ovat pienempiä, kuin sil-
loin, kun särkikalaja on tiheämmässä, mutta kalat ovat pienempiä. (Penttinen ym.
2010. 232.)

Pienikokoisten kalojen liukoisen fosforin päästöt ovat huomattavasti suuremmat kuin
suurikokoisten kalojen. Mikäli lammesta löytyy runsaasti pienikokoista nuorta särki-
kalaa, ravintoketju ei toimi niin kuin sen pitäisi. Tällöin pitäisi pyrkiä muuttamaan ka-
lastorakennetta niin, että kanta olisi harvempi ja koostuisi iäkkäämmistä ja suurempi-
kokoisista yksilöistä, sekä niin, että särkikalakanta olisi pienempi suhteessa muihin la-
jeihin. (Penttinen ym. 2010. 233.)

Reheviä vesistöjä haittaavat yleensä runsaat leväesiintymät. Näitä esiintymiä on seu-
rattava säännöllisesti. Tällöin paikalliset asukkaat voivat sopia säännöllisestä nä-
kösyvyyden mittaamisesta ja leväesiintymien tarkkailusta sekä havaintojen kirjaami-
sista avovesiaikana. Tällä menetelmällä voidaan usean vuoden seurannan aikana
päättellä tilan kehittyminen. Mikäli halutaan tarkempia tutkimuksia, voidaan tutkia
myös perustuotannon ja kasviplanktonin määrää eli klorofylli-a:ta. Tähän on kehi-
tetty jatkuvatoimisia mittalaitteita, mutta näyte voidaan vaihtoehtoisesti ottaa va-
laistusta vesikerroksesta kahden viikon tai kuukauden välein. (Penttinen ym. 2010.
234.)

9.1 Tilan seuranta

9.1.1 Havainnointi

Havaintoja tulee seurata säännönmukaisesti ja ne tulee kirjata heti muistiin. Tällaisia havaintoja ovat esimerkiksi

- Vedenkorkeus ja sen säännöllinen tarkkailu. Seuraa vedenkorkeutta kiinteästi asetetulla vedenkorkeusasteikolla tai esimerkiksi sillanpielestä. Vedenkorkeus kertoo alueen sadannan ja valuma-alueen vedenpidätyskyvystä. (KVVY. 2019.)
- Leväesiintyminen avovesiaikaan. Levämäärä arvioidaan silmämääräisesti asteikolla 0 - 3, jolloin 0 on ei levää ja 3 erittäin runsaasti levää. (KVVY. 2019.)
- Näkösyvyyden mittaukset valkolevyllä. Laske narun päässä oleva valkoinen levy niin, että levy katoaa näkyvistä. Kohta, jossa levy tulee uudestaan näkyviin, on sen hetkinen näkösyvyys. (KVVY. 2019.)

9.1.2 Fysikaalis-kemialliset seurannat

Osakkaat voivat hankkia yhteiskäyttöön kannettavan lämpötila-happimittarin kohtuullisin kustannuksin, jotta voidaan säännöllisellä mittaamisella seurata järven eri vesikerroksien kuntoa. Myös pH:n mittaus sopivalla mittarilla voi kertoa järven rehevöityneisyydestä. (Penttinen ym. 2010. 246.)

9.1.3 Biologiset seurannat

Seurannat vaativat yleensä asiantuntijatyötä. Jos mahdollista, vuosittain tai tietyin väliajoin voidaan vertailukelpoisia biologisia seurantoja:

- Vesikasvustojen seuranta (3–5 vuoden välein)
- Kasviplanktonin seuranta
- Eläinplanktonin seuranta
- Pohjaeläinten seuranta (3–5 vuoden välein)

Näille tutkimuksille on vakiintuneet ja osin standardisoidut menetelmät, jotta tulokset olisivat vertailukelpoisia. (Penttinen ym. 2010. 247.)

10 Kaipionlammen mahdollisia kunnostusmenetelmiä

Kunnostusmenetelmät ovat yleensä vesirakentamista, jolla pyritään vähentämään ihmistoiminnan haitallista vaikutusta vesistöissä ja parantamaan vesistön käyttömahdollisuuksia tai palauttamaan ja ennallistamaan alue alkuperäiseen tilaansa. Kunnostusmenetelmän valinta riippuu elpymiskyvystä. (Autio, Ihme, Kinnunen, Laine, Manni, Manninen, Moilanen, Muotka, Rönkkömäki, Sevola, Vartiainen & Zitting-Huttunen. 2003. 10–11.)

Seuraavat toimenpiteet on pyritty miettimään soveltuvuudeltaan Kaipionlammen nykytilanteeseen. Näiden toimenpiteiden on tarkoitus toimia ohjeina, joiden avulla on helpompi ryhtyä lammen kunnostamisprojektiin. Vaikka osa ohjeista onkin tarkoitettu järville, niin uskon niiden toimivan myöskin lammen pienemmälle mittakaavalle.

10.1 Vesikasvillisuuden niitto

Vesikasvillisuuden poistamisella helpotetaan liikkumista, uimista ja kalastusta. Liiallinen kasvillisuuden poistaminen rannoilta on haitallista, koska se pidättää ravinteita, suojaa aallokon aiheuttamalta eroosiolta ja tarjoaa kaloille sekä linnuille suojapaikkoja.

Kasvillisuutta voidaan poistaa erilaisilla menetelmillä, kuten viikatteella ja haravalla pienemmiltä aloilta ja laajoilta alueilta vesikasvien niittoon sopivalla koneella. Tärkeintä on huomioida, että kasvit on kerättävä pois vedestä ja hävitettävä asianmukaisesti.

Menetelmä sopii kortteen, kaislan ja ruokojen vähentämiseen. Lumpeen ja ulpukan niitto ei ole tuloksellisesti kannattavaa, koska juurakot tuottavat runsaasti ravinteita.

Ajankohta on vesikasvillisuuden poistossa tärkeää, jotta häiritään lintujen pesintää mahdollisimman vähän. Sopiva ajankohta olisi heinäkuun puolivälistä elokuun puoliväliin, jolloin toimenpide myös vaikuttaisi tehokkaimmin. Ensimmäisenä kesänä niitetään 2 kertaa, toisena kesänä kerran ja sen jälkeen tarpeen mukaan. (Tarvainen. 2011. 3.)

10.2 Ruoppaus

Ruoppauksen tavoitteena on vesisyvyyden ja -tilavuuden lisääminen sekä sisäistä kuormitusta aiheuttavien ravinteiden sisältämän sedimentin poistaminen. Se myös parantaa paikallisesti rantoja virkistyskäytön, kuten uimisen ja veneilyn, kannalta.

Ruoppaus on toimenpiteenä hyvin kallis. Se tapahtuu yleensä kaivinkoneella rannalta, jäältä tai lautalta. Ruoppauksen tarkoituksena on kaivettujen massojen kasaminen maalle. (Tarvainen. 2011. 4.)

Menetelminä ovat kauharuoppaus, joka soveltuu kaikille maalajeille sekä imuruoppaus, jossa massat imetään pumppaamalla läjitysalueelle. Imuruoppaus sopii isoille hankkeille, koska kalustoa tarvitaan paljon ja se on kallista. (Rantala. 2019. 20.)

Ruoppauksen haittoina ovat veden samentuminen, pohjan ravinteiden vapautuminen ja rannan sortuminen. Tämän takia ruoppaus on suunniteltava huolellisesti ja se on helpompi toteuttaa talvella tai varhain keväällä. (Tarvainen. 2011. 4.)

10.3 Vedenpinnan nosto

Vedenpinnan nostolla pyritään lisäämään vesitilavuutta. Sen hyödyllisiä vaikutuksia on umpeenkasvun hidastuminen, talviaikaisen happitilanteen paraneminen, pohjasedimentin sekoittumisen väheneminen ja virkistyskäyttömahdollisuuksien paraneminen. Toimenpide soveltuu vesistöille kokoluokkaa 1–10 km² (Rantala. 2019. 28.)

Menetelmän haittoja on työläs arvioida. Ranta-alueet voivat vettyä toimenpiteestä. Ranta-alueiden raivaus ennen toimenpidettä voi heikentää veden laatua tilapäisesti, koska alueilta huuhtoutuu orgaanista ainesta. (Tarvainen. 2011. 5.)

Vedenpinnan noston yleisin tapa on pohjapato, joka ei vaadi säätöä tai säännöstelyä. Padon rakennusvaiheessa on otettava huomioon kalojen kulku padon ylitse (Rantala. 2019. 28.) Toimenpiteen tekninen toteutus on helppo, mutta suunnittelu- ja lupaprosessi on työläs (Tarvainen. 2011. 5).

10.4 Hapetus

Matalissa ja rehevissä vesistöissä esiintyy hapettomuutta. Hapettomuus aiheuttaa kalakuolemia, ja vesistön tilan pelastamiseksi sitä on hapetettava. Hapetus on bio-manipulaatiota, jolla ohjaillaan ravintoketjua ja eliöiden elinympäristöä. (Rantala. 2019. 18.)

Hapetus parantaa alusveden happitilannetta, jolloin fosforin vapautuminen pohjasta vähenee. Näin turvataan pohjaeläinten elossapysyminen, jotka ovat kaloille tärkeää ravintoa. (Tarvainen. 2011. 7.) Hapetus vaikuttaa myös alusveden ja pohjan aerobiiseen hajotus- ja kulutustoimintaan, estää anaerobisia prosesseja sekä haitallisten tai myrkyllisten yhdisteiden, kuten ammoniumin, rikkivedyn ja metaanin syntymistä. Hapetus myös edistää typen ja ammoniumtypen haihtumista kaasuna ilmaan ja näin parantaa typpikiertoa. (Rantala. 2019. 18.)

Hapetuksen vaihtoehtoina ovat alusveden hapetus lisäämällä happea veteen ilmasta, hapen lisääminen kemikaalina tai hapekkaan päällysveden johtamista hapettomaan alusveteen eli kierrätyshapetus (Rantala. 2019. 18).

Toimenpiteessä on huomioitava laitteiston käyttökulut, sähkön tarve ja heikko jää talvisin (Tarvainen. 2011. 8).

10.5 Fosforin kemiallinen saostus

Kemiallisessa saostuksessa liukoista fosforia sidotaan pohjasedimenttiin. Fosforin sitominen vähentää järven rehevöitymistä ja pienentää sisäistä kuormitusta.

Saostus voidaan tehdä, kun todetaan rehevöityneisyyden syynä olevan fosforin vapautuminen. Tällöin saostus aloitetaan levittämällä nestemäistä alumiinikloridia veneestä niin, että se sekoittuu moottorin aiheuttaman potkurivirtaan. Saostus voidaan kohdentaa vain yhteen alueeseen tai koko lampeen. Jotta toimenpide olisi tehokas, veden pH-arvon on oltava lähellä 6,0. (Rantala. 2019. 24.)

10.6 Kuivattaminen

Kuivattamisessa lasketaan vedenpintaa tai tyhjennetään vesistö kokonaan. Kuivattaminen tiivistää pohjasedimenttiä. Tällöin sedimentin kokonaistilavuus pienenee ja sen pinta painuu, mikä lisää syvyyttä. Kuivatus myös vähentää myös pohja-aineen sekoittumista veteen sekä hävittää alkuperäisen kalakannan, joka uusiutuu vähitellen. Tämän toimenpiteen ansiosta ruoppaus kuivatyönä on helpompaa. (Rantala. 2019. 30.)

10.7 Hoitokalastus

Hoitokalastus on erityisesti särkikaloihin keskittyvää kalastusta. Hoitokalastus suositellaan aloitettavaksi, mikäli ulkoinen kuormitus on sietoon nähden pieni tai sitä on vähennetty, mutta tila ei ole parantunut. Kalasto on runsasta ja särkikalavaltaista sekä särjen, ahvenen ja lahnan koko on pienentynyt. Fosforipitoisuus on keväisin alle 30-50 µg/l. Mikäli fosforipitoisuus on jatkuvasti yli 100 µg/l on se merkki hyvin voimakkaasti ravinnekuormituksesta (Sarvilinna. & Sammalkorpi. 2010. 51.)

Hoitokalastuksen sopivuus Kaipionlammelle on haastavaa sanoa, koska lammen kalakanta on hyvin pientä, vaikkakin hyvin särkivaltaista. Kalakannan tilannetta pitäisi

seurata pidemmällä aikavälillä, jolloin saisi kuvan tilanteesta ja hoitokalastuksen kannattavuudesta.

11 Esimerkkejä kunnostetuista vesistöistä

Kirjallisuudesta löytyy vain muutama esimerkki kunnostetuista lammista ja niille tehdyistä toimenpiteistä. Kunnostustoimenpiteet ovat keskittyneet pääosin järviin tai muihin isompiin vesistöihin. Kaipionlammen kunnostaminen on siis tarpeellinen lisäys tähän materiaaliin.

Kerron tässä kuitenkin esimerkkejä erilaisten vesistöjen kunnostusprojekteista.

11.1 Kangaslampi

Jyväskylän Huhtasuolla sijaitseva pieni matala lampi, jonka vesi on ollut huonolaatuista. Lammen tilaa huonontaa ulkoinen kuormitus, kuten hulevedet ja lintujen ulosteet. Kangaslammen kunnostusmenetelmänä käytetään hapetusta, jota voidaan toteuttaa myös talvella ja siten vähentää lampea vaivaavaa sisäistä kuormitusta. (Granberg. & Korhonen. 2004. 35.)

11.2 Palolahti

Palolahti on Kustavissa sijaitseva matala merenlahti. Lahden ympäristö on vahvasti umpeenkasvanut ja vesisyvyys pienentynyt pohjan liettymisen vuoksi. Tämä on huonontanut alueen virkistyskäyttömahdollisuuksia. Lahden tilaa parannettiin ruoppauksella ja vesikasvillisuuden niitolla. (Kitinoja. 2018. 6.)

11.3 Surkanpuro

Surkanpuro on Lieksassa sijaitseva Aholammesta lähtevä puro. Surkanpuroa on kunnostettu noin kilometrin verran. Puron tilaa parannetaan nostamalla vedenpintaa noin 0,5 metriä. Tähän päädyttiin, koska alue on metsätalousaluetta. (Tiainen. 2014. 46.)

11.4 Littoistenjärvi

Littoistenjärvi sijaitsee Liedon ja Kaarinan alueella ja tuli tunnetuksi vuoden 2017 kunnostustoimenpiteistä. Toukokuussa 2017 Littoistenjärveen laskettiin 160 tonnia nestemäistä polyalumiinikloridia, joka saostaa fosforin itseensä ja sitoutuu pohjasedimenttiin. Käsittelyn vaikutusten arvioitiin kestävän 10-20 vuotta ja sillä ei ole huonoja vaikutuksia kalastukseen tai uimiseen (Oksanen. 2017. 4.)

12 Lopputulokset

Aikaisemman analyysin pohjalta Kaipionlammen kunto on joissakin tuloksissa, kuten pH-arvossa, pysynyt ennallaan vuosien 2002–2007 tuloksiin verrattaessa, mutta vastaavasti huonontumista on tapahtunut sameuden, typen ja fosforin osalta sekä löydetyssä rikkipitoisuudessa. Tämä tilanne on lammella huono, ja lammen tilan parantaminen tulee olemaan pitkä prosessi. Kunnostusmenetelmät on mietittävä hyvin tarkkaan, jotta lammen kuntoa ei huononnetta entisestään.

Vesistön tilan parantamiskeinoja on olemassa paljon ja erilaisille vesistöille sopivia. Oikeanlaisen toimenpiteen valinta ei ole helppoa, mutta tarkoituksenani oli antaa ehdotuksia erilaisista menetelmistä ja miettiä niiden sopivuutta lammelle sen nykyisen kunnan huomioon ottaen.

Kaipionlammen osalta kunnostustyöt olisi hyvä aloittaa tutkimalla niiden järvien kuntoa, joista laskee vettä lampeen. Lammen kunnostaminen ja tilan parantaminen on hyvin haastavaa, mikäli kuormaa tulee esimerkiksi laskevan veden ja valumaveden

mukana. Siksi näissä vesistöissä olisi hyvä toteuttaa tarvittavia tutkimuksia tai etsiä tietoa niiden nykyisestä kunnosta.

Suosittelava parannuskeino lammelle olisi vesikasvillisuuden niitto, jolla pyritään helpottamaan lammella liikkumista ja uimista. Lammen kunnan edesauttamista voisi kokeilla hapettamisella, koska sitä pystyisi tekemään ympäri vuoden vuodenajasta riippumatta. Sen ansiosta fosforimäärä pienentyisi, kalakannat paranisivat ja rikkivedyn määrä pienenesi, jolloin myös poistuisi havaittu paha haju.

Mikäli hapettaminen ei ole mahdollista, niin lammessa olevan fosforin saostusta voi myös kokeilla fosforiarvojen ja sisäisen kuormituksen pienentämiseksi, joka on radikaali keino lammen tilaa ajatellen.

Yhtenä ratkaisusta olisi ruoppaus, mutta kyseinen toimenpide voi olla lammen kunnolle huono, mikäli pohjassa olevat ainekset lähtevät liikkeelle ja sekoittuvat jo valmiiksi korkeisiin pitoisuuksiin. Ruoppausta voisi toteuttaa pienimuotoisesti vaikkapa uimarannalla, jolloin riski koko lammen tilan heikkenemiseen olisi huomattavasti pienempi, kuin koko lammen ruoppauksessa kerralla.

Viimeisin vaihtoehto olisi hoitokalastus. Toimenpiteen onnistuminen vaatii säännöllistä kalakannan harventamista, sekä uuden kalakannan selviytymisen tukemista.

Näin ollen Kaipionlammen pelastamiseksi olisi ensin saatava fosforiarvot alas ja rikki pois, jonka jälkeen lampeen uskaltaisi tehdä isompia toimenpiteitä. Olisi myös hyvä selvittää, mistä kuormitusta yhä tulee lampeen, koska lammen ulkoisen kuormituksen pitäisi olla loppunut.

Mikäli osoittautuu, että muut lampeen laskevat vesistöt ovat kunnossa, parantamiseen ja kunnostukseen voidaan keskittyä vain Kaipionlammen osalta ja suunnitella sitä varten tarvittavat sekä sopivat toimenpiteet.

Lähteet

Autio, J. Ihme, Kerätär, K (toim.) R. Kinnunen, K. Laine, K. Manni, I. Manninen, H. Moilanen, P. Muotka, J. Rönkkömäki, M. Sevola, P. Vartiainen, M. & Zitting-Huttuja. T. 2003. Rakennettujen vesistöjen tila ja luonnonmukaiset kunnostusmenetelmät – yhteenveto Luomujoki- projektin tuloksista. 2.p. Suomen Ympäristökeskus. Suomen Ympäristö 627. Edita Prima Oy, Helsinki.

Berryman, D. Boissonneault, C. Gingras, J. Giroux, I. Hébert, S. Legendre, S. Locas, S. Ouellet, M. Simoneau, M. & Therreault, R. 2016. Procédures d'échantillonnage pour le suivi de la qualité de l'eau en rivière. Quebecin ympäristöministeriö.
http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/procedures_echantillonnage_riviere.pdf

Bäck, S. 2009. VPD ja VELMU. Ympäristöministeriö. Slideplayer. <https://slideplayer.fi/slide/11368511/release/woothee>

Euroopan parlamentti. 2017. Hyvälaatuinen vesi Euroopassa (EU:n vesidirektiivi). Tiivistelmä asiakirjasta. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:l28002b&from=FI>

Granberg, K. & Korhonen, H. 2004. Kangaslammen nykytila ja kunnostusmahdollisuudet. Keski-Suomen ympäristökeskus. Monistesarja 57. Hetimonex, Jyväskylä.

Jukkala, J. 2008. Sulfidi - ja sulfaatti-ionien pitoisuuksien analysointi vesiliuoksista. Pro Gradu- tutkielma ja erikoistyö. Jyväskylän yliopisto. Kemian laitos.
https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/18840/URN_NBN_fi_jyu-200808085634.pdf?sequen

Järviwiki. 2011. Leppäveden-Kynsiveden alue. Järvi & meri wiki.
[https://www.jarviwiki.fi/wiki/Leppäveden - Kynsiveden alue \(14.3\)](https://www.jarviwiki.fi/wiki/Leppäveden_-_Kynsiveden_alue_(14.3))

Järviwiki. 2014. Typpi. Järvi & meri wiki. <https://www.jarviwiki.fi/wiki/Typpi>

Kitinoja, M. 2018. Vesistön tilan parantaminen Kustavin Palolahdella. Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu. Infratekniikka. Rakennustekniikan koulutusohjelma.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/151560/Kitinoja_Matias.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kivijakola, P. 2010. Vesistökuunnostuslomakkeet aloitteen tekemistä varten. Sähköpostikeskustelu.

Koski-Vähälä, J. 2014. Vesien kunnostukset osana vesienhoidon työkalupakkia. Aquarius Suomen Vesiensuojeluyhdistysten Liitto ry:n tiedotuslehti 1/2014. https://vesiensuojelu.fi/wp-content/uploads/2018/04/Aquarius_1_2014.pdf

KVVY.2019. Vesistöjen omatoiminen seuranta. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys. Näkösyvyyden mittaus. KVVY verkkosivut. <https://kvvy.fi/palvelut/vesikala-ja-ymparistotutkimukset/vesistotutkimukset/havainnointi/>

Laadullinen tutkimus. 2015. Koppa. Jyväskylän yliopisto. <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>

Lyytimäki, J. & Hakala, H. 2008. Ympäristön tila ja suojelu Suomessa. 2.p. Suomen ympäristökeskuksen julkaisuja. Gaudeamus Helsinki University press.

Mitikka, S. 2015. Yleinen käyttökelpoisuusluokitus. Suomen ympäristökeskus SYKE. Tilastot. <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC1C37484-04C6-43CE-95BF-E30D2BB78A29%7D/78231>

Mykrä, M. & Pujola, A. 2014. Porilainen vesiopas. Porin kaupungin ympäristövirasto. 2.p. https://www.pori.fi/sites/default/files/atoms/files/Vesiopas_korjattu_verkkoon.pdf

Oksanen, T. 2017. LUMO 16. Lumo Publishing Oy. https://issuu.com/lumo-nature/docs/lumo_16_issuu-gtigi

Olin, S. 2013. Ympäristöministeriö. Vesien kunnostusstrategia. Ympäristöministeriön raportteja 9/2013. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B1F389AD2-7676-4144-9ACA-B3CA316EC742%7D/32871>

Penttinen, K. & Niinimäki, J. 2010. Vesiensuojelun perusteet ja vesistöjen kunnostus. 2.p. Opetushallitus.

Puustinen, M. Sammalkorpi, I. Tattari, S. Ruuhijärvi, J. Uusitalo, R. & Väisänen, S. 2017. Vesienhoitoa pellossa ja järvessä. Kiertotalouden mittaukset. Vesitalous 4/2017. Ympäristöviestintä YVT.

Rantala, J. 2019. Rehevöityneen järven kunnostusmenetelmät. Opinnäytetyö. Vaasan ammattikorkeakoulu. Tekniikka.

Salminen, A. & Hänninen, K. 2018. Toimeksiantajan tiedot. Haastattelu.

Sarvilinna, M. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Ympäristöopas. Suomen Ympäristökeskus. Edita Publishing.

SYKE. 2014. Happamoituminen. Suomen ympäristökeskuksen julkaisuja. Ympäristö.fi. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Virtavesien_kunnostus/Kunnostustarvetta_aiheuttavia_tekijoita/Happamoituminen

SYKE. 2017. Vesistöjen kuormitus ja luonnon huuhtouma. Suomen ympäristökeskuksen julkaisuja. Ympäristö.fi https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesistöjen_kuormitus_ja_luonnon_huuhtouma

Tarvainen, M. 2011. Vesistöjen kunnostus. Asiantuntija. Pyhäjärvi-Instituutti. http://www.pyhajarvi-instituutti.fi/image/pdf-tiedostot/vesistöjen_kunnostus_mt.pdf

Tiainen, A. 2014. Lieksan Surkanpuron kunnostussuunnitelma. Opinnäytetyö. Karelia-Ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/79229/Tiainen_Anna.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tikka, J. 2008. Vesianalyysitulosten tulkinta. Limnologi Juha Tikka. Docplayer. <https://docplayer.fi/23979320-Vesianalyysitulosten-tulkinta-juha-tikka.html>

Virtanen, V. 2013. VT7-HANKKEEN SILTATÖIDEN SAMEUSPÄÄSTÖJEN SEURANTA VUONNA 2012. Opinnäytetyö. Lahden ammattikorkeakoulu. Tekniikan ala. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/63329/Virtanen_Ville.pdf?sequence=1

Vääränen, P. 2004. Veden laatu- veden fysikaalis- kemiallinen tila. Elämän vesi veden kiertokulku- ympäristökasvatushanke. Uudenmaan ympäristökeskus.

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

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus/Virtavesien_kunnostus/Kunnostustarvetta_aiheuttavia_tekijoita/Happamoituminen

Ympäristökeskus. N.d. Kaipionlampi valuma-alue. VALUE-työkalu. <http://paikkatieto.ymparisto.fi/value/>

Ympäristöhallinto. 2015. Vesien kunnostus ja hoito. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesistojen_kunnostus

Liitteet

Liite 1. Järvikortti

Järvikortti

| Järvi | | | |
|------------------------------|--|--------------------------|----------|
| Nimi | Kapionlampi | | |
| Numero | 14.336.1.002 | Kunta | Laukaa |
| ELY | Keski-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat | | |
| Vesistö | 14.336 Rajajoen va | | |
| Pohjoinen (ETRS-TM35FIN) | 6931549 | Itä (ETRS-TM35FIN) | 438059 |
| Pohjoinen (Euref) | 62.50978 | Itä (Euref) | 25.79722 |
| Korkeustaso | | Korkeus N2000 | |
| Vesienhoitoalue | Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue | | |
| Säännöstelyhanke | | | |
| Luotaus | | | |
| Luotaaja | | | |
| Luotauksen alku | | Luotauksen loppu | |
| Luotausmenetelmä | | | |
| Linjatiheys | m | Luotaustiheys | m |
| Tasosijainnin tarkkuus | | Syvyyshavainnon tarkkuus | |
| Luotaustaso | | Luotaustaso N2000 | |
| Kiintopiste | | | |
| Asteikko | | Luovutus MML:lle | |
| Saaret | | | |
| Saarten rantaviiva | km | Saarten lukumäärä | |
| Saarten pinta-ala | ha | < 100 m | |
| | | 100 m - 1 ha | |
| | | 1 ha - 1 km | |
| | | > 1 km | |
| Fysiografia | | | |
| Vesiala (Ranta10) | 10,54 ha | Suurin syvyys | m |
| Kokonaisrantaviiva (Ranta10) | 2,05 km | Tilavuus | 10 m |
| Pohjoinen (ETRS-TM35FIN) | | Itä (ETRS-TM35FIN) | |
| Pohjoinen (Euref) | | Itä (Euref) | |
| Keskisyvyys | m | Määrittäminen | |
| Yläpuolinen valuma-alue | | | |
| Pinta-ala | ha | Järviala | ha |
| Lisätieto | | | |
| | | | |

Liite 2. Vedenlaadun tuloslomake 2007

Vedenlaadun tuloslomake 6.9.2010

| | | | |
|------------------------|-----------------------|---------------|--|
| Paikan nimi | Kaipionlampi | | |
| Koordinaatit | YK:6934360-3438230 | Kunta | Laukaa |
| Vesistöalue | 14.336 Rajajoen va | Ely | Keski-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat |
| Ympäristötyyppi | lampi | Syvyys | 2 |
| Lisätieto | | | |

| | | | |
|-----------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|
| Aika | 18.1.2007 | Näytteenottolaitos | Keski-Suomen ELY-keskus |
| Lisätieto | | | |
| Kokonaissyvyys | 2 m | Näkösyvyys | 0,6 m |
| Jäänpaksuus | 0,15 m | Lumenpaksuus | 0,05 m |

| | | | |
|---------------|--------------|-------------|------------------|
| Syvyys | Hanke | Haju | Lisätieto |
| 1.0 m | I4553 | | |

| Suure | Koodi | Yks. | Lab. | 1.0 m | | | |
|---------------------------------|-------------|---------|------|-------|--|--|--|
| Alkaliniteetti | ALK;-;TIH | mmol/l | 22 | 0,274 | | | |
| Hapen kyllästysaste | O2S;-;TI | kyll.% | 9 | 50 | | | |
| Happi, liukoinen | O2D;-;TI | mg/l | 22 | 6,9 | | | |
| Kemiall. hapen kulutus CODMn | CODMN;-;TI | mg/l | 22 | 11,0 | | | |
| Kokonaisfosfori | PTOT;D11;SP | µg/l | 22 | 19,0 | | | |
| Kokonaistyyppi | NTOT;D11;SP | µg/l | 22 | 820 | | | |
| Lämpötila | TEMP;-;- | °C | 9 | 2,2 | | | |
| pH | PH;-;EL | | 22 | 6,30 | | | |
| Rauta | FE;-;PLO | µg/l | 22 | 780,0 | | | |
| Sameus | TURB;-;TUA | FNU | 22 | 3,1 | | | |
| Sähkönjohtavuus | COND;-;CNA | mS/m | 22 | 6,5 | | | |
| Väriluku | CNR;-;CM | mg Pt/l | 22 | 100 | | | |

Liite 3. Analyysitulokset 19.3.2019

| | N-TOT | | P-TOT | | |
|----|-------|------|--------|------|-----------|
| N1 | 1,07 | mg/L | 0,071 | mg/L | 19.3.2019 |
| | 1,06 | mg/L | | | 18.3.2019 |
| N2 | 1,37 | mg/L | 0,050 | mg/L | |
| | 1,35 | mg/L | | | |
| | PH | | SAMEUS | | |
| N1 | 6,359 | | 10,0 | | |
| N2 | 6,328 | | 10,1 | | |

Liite 4. Vedenlaadun tuloslomake 2005 (1. näyte)

Vedenlaadun tuloslomake 6.9.2010

| | | | |
|------------------------|--------------------|---------------|--|
| Paikan nimi | Kaipionlampi | | |
| Koordinaatit | YK:6934360-3438230 | Kunta | Laukaa |
| Vesistöalue | 14.336 Rajajoen va | Ely | Keski-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat |
| Ympäristötyyppi | lampi | Syvyys | 2 |
| Lisätieto | | | |

| | | | |
|-----------------------|---------------|---------------------------|-------------------------|
| Aika | 11.1.2005 | Näytteenottolaitos | Keski-Suomen ELY-keskus |
| Lisätieto | Vettä jäällä. | | |
| Kokonaissyvyys | 2 m | Näkösyvyys | 0,8 m |
| Jäänpaksuus | 0,3 m | Lumenpaksuus | 0,3 m |

| | | | |
|---------------|--------------|-------------|------------------|
| Syvyys | Hanke | Haju | Lisätieto |
| 1.0 m | I4553 | | |

| Suure | Koodi | Yks. | Lab. | 1.0 m | | | |
|---------------------------------|-------------|---------|------|-------|--|--|--|
| Alkaliniteetti | ALK;-;TIH | mmol/l | 22 | 0,261 | | | |
| Hapen kyllästysaste | O2S;-;TI | kyll.% | 9 | 44 | | | |
| Happi, liukoinen | O2D;-;TI | mg/l | 22 | 6,2 | | | |
| Kemiall. hapen kulutus CODMn | CODMN;-;TI | mg/l | 22 | 13,0 | | | |
| Kokonaisfosfori | PTOT;D11;SP | µg/l | 22 | 26,0 | | | |
| Kokonaistyyppi | NTOT;D11;SP | µg/l | 22 | 820 | | | |
| Lämpötila | TEMP;-;- | °C | 9 | 0,9 | | | |
| pH | PH;-;EL | | 22 | 6,20 | | | |
| Rauta | FE;-;PLO | µg/l | 22 | 890,0 | | | |
| Sameus | TURB;-;TUA | FNU | 22 | 2,0 | | | |
| Sähkönjohtavuus | COND;-;CNA | mS/m | 22 | 6,2 | | | |
| Väriluku | CNR;-;CM | mg Pt/l | 22 | 100 | | | |

Liite 5. Vedenlaadun tuloslomake 2005 (2. näyte)

Vedenlaadun tuloslomake 6.9.2010

| | | | |
|------------------------|--------------------|---------------|--|
| Paikan nimi | Kaipionlampi | | |
| Koordinaatit | YK:6934360-3438230 | Kunta | Laukaa |
| Vesistöalue | 14.336 Rajajoen va | Ely | Keski-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat |
| Ympäristötyyppi | lampi | Syvyys | 2 |
| Lisätieto | | | |

| | | | |
|-----------------------|----------|---------------------------|-------------------------|
| Aika | 9.3.2005 | Näytteenottolaitos | Keski-Suomen ELY-keskus |
| Lisätieto | | | |
| Kokonaissyvyys | 1,7 m | Näkösyvyys | 0,8 m |
| Jäänpaksuus | 0,5 m | Lumenpaksuus | 0,1 m |

| | | | |
|---------------|--------------|-------------|------------------|
| Syvyys | Hanke | Haju | Lisätieto |
| 1.0 m | I4553 | | |

| Suure | Koodi | Yks. | Lab. | 1.0 m | | | |
|---------------------------------|-------------|---------|------|--------|--|--|--|
| Alkaliniteetti | ALK;-;TIH | mmol/l | 22 | 0,510 | | | |
| Hapen kyllästysaste | O2S;-;TI | kyll.% | 9 | 12 | | | |
| Happi, liukoinen | O2D;-;TI | mg/l | 22 | 1,8 | | | |
| Kemiall. hapen kulutus CODMn | CODMN;-;TI | mg/l | 22 | 15,0 | | | |
| Kokonaisfosfori | PTOT;D11;SP | µg/l | 22 | 41,0 | | | |
| Kokonaistyyppi | NTOT;D11;SP | µg/l | 22 | 860 | | | |
| Lämpötila | TEMP;-;- | °C | 9 | 0,4 | | | |
| pH | PH;-;EL | | 22 | 6,30 | | | |
| Rauta | FE;-;PLO | µg/l | 22 | 2300,0 | | | |
| Sameus | TURB;-;TUA | FNU | 22 | 8,8 | | | |
| Sähkönjohtavuus | COND;-;CNA | mS/m | 22 | 7,9 | | | |
| Väriluku | CNR;-;CM | mg Pt/l | 22 | 140 | | | |

Liite 6. Vedenlaadun tuloslomake 2002 (1. näyte)

Vedenlaadun tuloslomake 6.9.2010

| | | | |
|------------------------|-----------------------|---------------|--|
| Paikan nimi | Kaipionlampi | | |
| Koordinaatit | YK:6934360-3438230 | Kunta | Laukaa |
| Vesistöalue | 14.336 Rajajoen va | Ely | Keski-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat |
| Ympäristötyyppi | lampi | Syvyys | 2 |
| Lisätieto | | | |

| | | | |
|-----------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|
| Aika | 9.12.2002 | Näytteenottolaitos | Keski-Suomen ELY-keskus |
| Lisätieto | | | |
| Kokonaissyvyys | 2 m | Näkösyvyys | 1 m |
| Jäänpaksuus | 0,2 m | Lumenpaksuus | 0,15 m |

| | | | |
|---------------|--------------|-------------|------------------|
| Syvyys | Hanke | Haju | Lisätieto |
| 1.0 m | 14553 | | |

| Suure | Koodi | Yks. | Lab. | 1.0 m | | | |
|---------------------------------|-------------|---------|------|--------|--|--|--|
| Alkaliniteetti | ALK;-;TIH | mmol/l | 9 | 0,383 | | | |
| Hapen kyllästysaste | O2S;-;TI | kyll.% | 9 | 26 | | | |
| Happi, liukoinen | O2D;-;TI | mg/l | 9 | 3,6 | | | |
| Kemiall. hapen kulutus CODMn | CODMN;-;TI | mg/l | 9 | 9,0 | | | |
| Kokonaisfosfori | PTOT;D11;SP | µg/l | 9 | 28,0 | | | |
| Kokonaistyyppi | NTOT;D11;SP | µg/l | 9 | 860 | | | |
| Lämpötila | TEMP;-;- | °C | 9 | 1,8 | | | |
| pH | PH;-;EL | | 9 | 6,50 | | | |
| Rauta | FE;-;AAF | µg/l | 9 | 1300,0 | | | |
| Sameus | TURB;-;TUA | FNU | 9 | 1,2 | | | |
| Sähkönjohtavuus | COND;-;CNA | mS/m | 9 | 7,3 | | | |
| Väriluku | CNR;-;CM | mg Pt/l | 9 | 70 | | | |

Liite 7. Vedenlaadun tuloslomake 2002 (2. näyte)

Vedenlaadun tuloslomake 6.9.2010

| | | | |
|------------------------|--------------------|---------------|--|
| Paikan nimi | Kaipionlampi | | |
| Koordinaatit | YK:6934360-3438230 | Kunta | Laukaa |
| Vesistöalue | 14.336 Rajajoen va | Ely | Keski-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat |
| Ympäristötyyppi | lampi | Syvyys | 2 |
| Lisätieto | | | |

| | | | |
|-----------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|
| Aika | 14.1.2002 | Näytteenottolaitos | Keski-Suomen ELY-keskus |
| Lisätieto | | | |
| Kokonaissyvyys | 2 m | Näkösyvyys | 1,2 m |
| Jäänpaksuus | 0,3 m | Lumenpaksuus | 0,3 m |

| | | | |
|---------------|--------------|-------------|------------------|
| Syvyys | Hanke | Haju | Lisätieto |
| 1.0 m | I4553 | | |

| Suure | Koodi | Yks. | Lab. | 1.0 m | | | |
|---------------------------------|-------------|---------|------|--------|--|--|--|
| Alkaliniteetti | ALK;-;TIH | mmol/l | 9 | 0,501 | | | |
| Hapen kyllästysaste | O2S;-;TI | kyll.% | 9 | 1 | | | |
| Happi, liukoinen | O2D;-;TI | mg/l | 9 | 0,2 | | | |
| Kemiall. hapen kulutus CODMn | CODMN;-;TI | mg/l | 9 | 11,0 | | | |
| Kokonaisfosfori | PTOT;D11;SP | µg/l | 9 | 42,0 | | | |
| Kokonaistyyppi | NTOT;D11;SP | µg/l | 9 | 970 | | | |
| Lämpötila | TEMP;-;- | °C | 9 | 1,2 | | | |
| pH | PH;-;EL | | 9 | 6,40 | | | |
| Rauta | FE;-;AAF | µg/l | 9 | 2000,0 | | | |
| Sameus | TURB;-;TUA | FNU | 9 | 3,9 | | | |
| Sähkönjohtavuus | COND;-;CNA | mS/m | 9 | 8,3 | | | |
| Väriluku | CNR;-;CM | mg Pt/l | 9 | 80 | | | |

Liite 8. Vedenlaadun tuloslomake 2004

Vedenlaadun tuloslomake 6.9.2010

| | | | |
|------------------------|--------------------|---------------|--|
| Paikan nimi | Kaipionlampi | | |
| Koordinaatit | YK:6934360-3438230 | Kunta | Laukaa |
| Vesistöalue | 14.336 Rajajoen va | Ely | Keski-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat |
| Ympäristötyyppi | lampi | Syvyys | 2 |
| Lisätieto | | | |

| | | | |
|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------|
| Aika | 14.12.2004 | Näytteenottolaitos | Keski-Suomen ELY-keskus |
| Lisätieto | | | |
| Kokonaisisyvyys | 2 m | Näkösyvyys | 0,5 m |
| Jäänpaksuus | 0,15 m | Lumenpaksuus | 0 m |

| | | | |
|---------------|--------------|-------------|------------------|
| Syvyys | Hanke | Haju | Lisätieto |
| 1.0 m | I4553 | | |

| Suure | Koodi | Yks. | Lab. | 1.0 m | | | |
|---------------------------------|-------------|---------|------|-------|--|--|--|
| Alkaliniteetti | ALK;-;TIH | mmol/l | 22 | 0,253 | | | |
| Hapen kyllästysaste | O2S;-;TI | kyll.% | 9 | 66 | | | |
| Happi, liukoinen | O2D;-;TI | mg/l | 22 | 9,2 | | | |
| Kemiall. hapen kulutus CODMn | CODMN;-;TI | mg/l | 22 | 16,0 | | | |
| Kokonaisfosfori | PTOT;D11;SP | µg/l | 22 | 23,0 | | | |
| Kokonaistyyppi | NTOT;D11;SP | µg/l | 22 | 720 | | | |
| Lämpötila | TEMP;-;- | °C | 9 | 1,5 | | | |
| pH | PH;-;EL | | 22 | 6,30 | | | |
| Rauta | FE;-;PLO | µg/l | 22 | 860,0 | | | |
| Sameus | TURB;-;TUA | FNU | 22 | 1,4 | | | |
| Sähkönjohtavuus | COND;-;CNA | mS/m | 22 | 6,0 | | | |
| Väriluku | CNR;-;CM | mg Pt/l | 22 | 120 | | | |

Liite 9. Vedenlaadun tuloslomake 2007

Vedenlaadun tuloslomake 6.9.2010

| | | | |
|------------------------|--------------------|---------------|--|
| Paikan nimi | Kaipionlampi | | |
| Koordinaatit | YK:6934360-3438230 | Kunta | Laukaa |
| Vesistöalue | 14.336 Rajajoen va | Ely | Keski-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat |
| Ympäristötyyppi | lampi | Syvyys | 2 |
| Lisätieto | | | |

| | | | |
|-----------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|
| Aika | 18.1.2007 | Näytteenottolaitos | Keski-Suomen ELY-keskus |
| Lisätieto | | | |
| Kokonaissyvyys | 2 m | Näkösyvyys | 0,6 m |
| Jäänpaksuus | 0,15 m | Lumenpaksuus | 0,05 m |

| | | | |
|---------------|--------------|-------------|------------------|
| Syvyys | Hanke | Haju | Lisätieto |
| 1.0 m | I4553 | | |

| Suure | Koodi | Yks. | Lab. | 1.0 m | | | |
|---------------------------------|-------------|---------|------|-------|--|--|--|
| Alkaliniteetti | ALK;-;TIH | mmol/l | 22 | 0,274 | | | |
| Hapen kyllästysaste | O2S;-;TI | kyll.% | 9 | 50 | | | |
| Happi, liukoinen | O2D;-;TI | mg/l | 22 | 6,9 | | | |
| Kemiall. hapen kulutus CODMn | CODMN;-;TI | mg/l | 22 | 11,0 | | | |
| Kokonaisfosfori | PTOT;D11;SP | µg/l | 22 | 19,0 | | | |
| Kokonaistyyppi | NTOT;D11;SP | µg/l | 22 | 820 | | | |
| Lämpötila | TEMP;-;- | °C | 9 | 2,2 | | | |
| pH | PH;-;EL | | 22 | 6,30 | | | |
| Rauta | FE;-;PLO | µg/l | 22 | 780,0 | | | |
| Sameus | TURB;-;TUA | FNU | 22 | 3,1 | | | |
| Sähkönjohtavuus | COND;-;CNA | mS/m | 22 | 6,5 | | | |
| Väriluku | CNR;-;CM | mg Pt/l | 22 | 100 | | | |

Liite 10. Vedenlaadun tuloslomake 2006

Vedenlaadun tuloslomake 6.9.2010

| | | | |
|------------------------|--------------------|---------------|--|
| Paikan nimi | Kaipionlampi | | |
| Koordinaatit | YK:6934360-3438230 | Kunta | Laukaa |
| Vesistöalue | 14.336 Rajajoen va | Ely | Keski-Suomen ELY ympäristö ja luonnonvarat |
| Ympäristötyyppi | lampi | Syvyys | 2 |
| Lisätieto | | | |

| | | | |
|------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------|
| Aika | 21.3.2006 | Näytteenottolaitos | Keski-Suomen ELY-keskus |
| Lisätieto | Voimakas haju | | |
| Kokonaisisyvyys | 2 m | Näkösyvyys | 1,3 m |
| Jäänpaksuus | 0,6 m | Lumenpaksuus | 0,2 m |

| | | | |
|---------------|--------------|-------------|------------------|
| Syvyys | Hanke | Haju | Lisätieto |
| 1.0 m | I4553 | | |

| Suure | Koodi | Yks. | Lab. | 1.0 m | | | |
|---------------------------------|-------------|---------|------|--------|--|--|--|
| Alkaliniteetti | ALK;-;TIH | mmol/l | 22 | 0,702 | | | |
| Hapen kyllästysaste | O2S;-;TI | kyll.% | 9 | 0 | | | |
| Happi, liukoinen | O2D;-;TI | mg/l | 22 | 0,0 | | | |
| Kemiall. hapen kulutus CODMn | CODMN;-;TI | mg/l | 22 | 15,0 | | | |
| Kokonaisfosfori | PTOT;D11;SP | µg/l | 22 | 37,0 | | | |
| Kokonaistyyppi | NTOT;D11;SP | µg/l | 22 | 600 | | | |
| Lämpötila | TEMP;-;- | °C | 9 | 1,1 | | | |
| pH | PH;-;EL | | 22 | 6,50 | | | |
| Rauta | FE;-;PLO | µg/l | 22 | 3400,0 | | | |
| Sameus | TURB;-;TUA | FNU | 22 | 15,0 | | | |
| Sähkönjohtavuus | COND;-;CNA | mS/m | 22 | 10,9 | | | |
| Väriluku | CNR;-;CM | mg Pt/l | 22 | 140 | | | |