

Opinnäytetyö (AMK)

Kestävä kehitys

Ympäristösuunnittelija

2013

Veera Alanen

VESIENSUOJELU- KOSTEIKKOJEN TOIMIVUUDEN ARVIOINTI OSANA OPETUSTA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kestävän kehitys

2013 | 52 sivua + 13 liitesivua

Ohjaajat: Sirpa Halonen, Annikka Kajanen, Piia Leskinen

Veera Alanen

VESIENSUOJELUKOSTEIKKOJEN TOIMIVUUDEN ARVIOINTI OSANA OPETUSTA

Turun ammattikorkeakoulussa toteutettiin syksyllä 2012 ”T&K&I toiminnan tuominen osaksi vesialan opetusta osallistavan inventointimenetelmän avulla” –hanke, jossa kolmen eri koulutusohjelman opiskelijat keräsivät maastokäyntien aikana tietoja Aurajoen valuma-alueella sijaitsevista laskeutusaltaista ja arvioivat niiden toimivuutta. Hankeen tarkoituksena oli lisätä tietoa pienten vesiensuojelurakenteiden toimivuudesta sekä antaa hankkeeseen osallistuneille opiskelijoille mahdollisuus tutkimustaitojensa kehittämiseen. Tiedonkeruussa käytettiin apuna hanketta varten kehitettyä inventointimenetelmää ja pyrkimyksenä on, että menetelmän voisivat lähitulevaisuudessa ottaa käyttöön myös ympäristön tilan seurannan vapaaehtoistoimijat.

Oppinnäytetyön tarkoituksena on inventointimenetelmän kehittäminen sekä hankkeeseen osallistuneiden opiskelijoiden oppimisen arvioiminen innovaatiopedagogiikan näkökulmasta. Tutkimuksen aineistona käytettiin inventoiduista kohteista kerättyjä dokumenttiaineistoja, kenttätyössä tehtyjä havaintoja sekä opiskelijoille suunnattua palautekyselyä.

Inventointimenetelmän todettiin toimivan sedimentin kerääntymisen ja patorakenteiden kunnon tarkastelun osalta hyvin, mutta kasvillisuuden ja eläimistön osalta menetelmä on hieman epävarma, sillä se on vahvasti inventoijan tiedoista riippuvaista. Opiskelijat kokivat kenttätyöskentelyn positiivisena ja oppimistaan tukevana opiskelumuotona, ja kaikkien opiskelijoiden tieto kosteikkojen vesiensuojelullisesta merkityksestä lisääntyi. Inventointiryhmien monialaisuudesta oli opiskelijoille vain hieman hyötyä.

Hankkeen kehittämisessä päädyttiin inventointimenetelmän osalta sedimenttikerroksen paksuuden mittauspisteiden lisäämiseen sekä kasvillisuuden ja pohjaeläinten tarkastelun painopisteen muuttamiseen lajitunnistuksesta erilaisten lajien määriin. Opiskelijoiden oppimisen vahvistamiseksi inventointiryhmien kokoa tulisi rajoittaa, ja maastossa käytettyä aikaa lisätä, sekä ajankäyttö organisoida paremmin. Opiskelijat myös kokivat, että kahden kohteen inventointi yhden sijaan olisi heidän oppimisensa kannalta hyödyllistä.

ASIASANAT:

innovaatiopedagogiikka, kosteikkojen toimivuus, laskeutusallas, vesiensuojelu, vesiensuojelukosteikko

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Sustainable Development

2013 | 52 pages + 13 appendix pages

Instructors: Sirpa Halonen, Annikka Kajanen, Piia Leskinen

Veera Alanen

EVALUATION OF CONSTRUCTED WETLANDS' EFFICIENCY AS A PART OF EDUCATION

In autumn of 2012, a project was executed in the Turku University of Applied Sciences, in which students from three different programmes participated in gathering information from, and evaluating the efficiency of sedimentation basins situated in the catchment of The Aura River. The project aimed to increase information about the efficiency of small water protection constructions, in addition to enabling the students to develop their research skills. Information from the catchment basins was gathered using an inventory method, which was developed for the use of the project. The inventory method was also developed so that, in the near future, it could be employed by the voluntary operators of environment monitoring personal.

The object of this thesis is to further develop the inventory method, and to evaluate the learning extent of the students who participated in the project, from the perspective of innovation pedagogy. For this thesis' research data served the documentation material gathered from the catchment basins, observations made during field work and a feedback survey for the students.

The inventory method was found to be functioning well in the inspection of sedimentation and the condition of the dam. However, for the examination of flora and fauna, the method was discovered to be precarious, because the identification of species is strongly dependent on the knowledge of the person executing the inventory. The students found field work to be a positive experience which promotes their learning, and all students' knowledge of the water protection relevance of wetlands was increased during the project. The students benefited only slightly from the multidisciplinary of the groups performing the inventory.

Regarding the development of the inventory method, there should be more measuring points for the measurement of the thickness of sediment, and in the inspection of flora and fauna, the focus should be in the quantity of different species, instead of their identification. To reinforce the students' learning, the number of students in the groups performing the inventory should be restricted, and the time spent on the field should be increased and better organized. The students also think that visiting two inventory targets instead of one would benefit their learning.

KEYWORDS:

constructed wetland, efficiency of constructed wetlands, innovation pedagogy, sedimentation basin, water protection

SISÄLTÖ

SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 VESISTÖJEN TILA, SEURANTA JA SUOJELU SUOMESSA	8
2.1 Rehevöityminen	8
2.1.1 Vesistöjä rehevöittävät ravinteet	8
2.1.2 Maatalouden ravinnekuormitus	9
2.2 Vesiensuojelukosteikot ja laskeutusaltaat	10
2.2.1 Puhdistusmekanismit	10
2.2.2 Kosteikon toimintaan vaikuttavat ominaisuudet	11
2.2.3 Kosteikon hoitotoimenpiteet	13
2.2.4 Kosteikkojen vedenpuhdistusteho	14
2.3 Ympäristön tilan seuranta ja suojele	16
3 INNOVAATIOPEDAGOGIIKKA	18
4 T&K&I TOIMINNAN TUOMINEN OSAKSI VESIALAN OPETUSTA OSALLISTAVAN INVENTOINTIMENETELMÄN AVULLA -HANKE	21
4.1 Hankkeen tavoitteet	21
4.2 Hankkeen toteutus	23
4.3 Hankkeen tulokset	28
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	29
5.1 Tutkimusongelma	29
5.2 Tutkimusmenetelmät	29
5.3 Tutkimuksen luotettavuus	32
6 HANKKEEN ARVIOINTI	34
6.1 Inventointimenetelmä	34
6.1.1 Kerättävän tiedon kattavuus ja luotettavuus	34
6.1.2 Menetelmän vahvuudet ja heikkoudet	40
6.2 Opiskelijoiden oppiminen	41
6.2.1 Kosteikkojen vesiensuojelullisen merkityksen ymmärtäminen	41
6.2.2 Monialaisuuden ja käytännön tekemisen merkitys oppimiseen	44

7 HANKKEEN KEHITYSEHDOTUKSET	46
-------------------------------------	-----------

LÄHTEET	51
----------------	-----------

LIITTEET

- Liite 1. Inventointilomake.
- Liite 2. Kysely.
- Liite 3. Yhteenvedo inventoinneista.

KUVAT

Kuva 1. Innovaatiopedagogiikan teoreettinen viitekehys.	19
Kuva 2. Ruskon laskeutusallas syyskuussa 2012.	24
Kuva 3. Lallin laskeutusallas syyskuussa 2012.	24
Kuva 4. Sedimenttikerroksen mittaaminen kelluntarenkaan avulla.	26
Kuva 5. Pohjaeläinnäytteenottimen käytön harjoittelua.	27
Kuva 6. Sedimenttikerroksen syvyyden mittaaminen kovassa virtauksessa.	35

KUVIOT

Kuvio 1. Ihmistoiminnan aiheuttamat fosfori- ja typpipäästöjen lähteet vuonna 2004.	9
Kuvio 2. Opiskelijoiden saama tieto laskeutusaltaiden toiminnasta.	41
Kuvio 3. Inventointiryhmien monialaisuuden vaikutus opiskelijoiden oppimiseen.	44
Kuvio 4. Käytännön työn vaikutus opiskelijoiden oppimiseen.	45

TAULUKOT

Taulukko 1. VESIKOT-projektin mallikosteikkojen vedenpuhdistuskyky.	15
---	----

SANASTO

Adsorptio	Kaasumaisen tai nestemäisen aineen tarttuminen kiinteän aineen pintaan. (Puustinen ym. 2007, 13)
Anaerobinen	Eliö, esimerkiksi mikrobi, joka ei tarvitse happea toimintoihinsa (Taponen 1995, 10)
Biofilmi	Mikrobien, pääasiassa bakteerisolujen, muodostama pinta-kasvusto kiinteän aineen pintaan. (Bioteknologiainfo 2009)
Eutrofinen	Runsasaravinteinen, rehevä kasvupaikka (Suomen ympäristökeskus 2012a)
Hajakuormitus	Laajalta pinta-alalta ja useista lähteistä peräisin oleva ravintekuormitus, jota ei pystytä kohdentamaan yhdelle tietylle toimijalle (Bäck ym. 2010, 75).
Indikaattorilaji	Laji, jonka esiintyminen alueella ilmaisee jotakin ominaisuutta ympäristössä (Tieteen termipankki 2013).
Makrofytti	Suurikokoinen vesikasvi (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011a).
Oikovirtaus	Virtaus jossa vesi virtaa kontrolloimattomasti esimerkiksi sortuneen penkereen muodostamaa uomaa pitkin pois altaasta (Maaseutuverkosto, Varsinais-Suomen ELY-keskus. 2010).
Oligotrofinen	Niukkaravinteinen, karu kasvupaikka (Suomen ympäristökeskus 2012a).
Pohjapato	Patorakenne, jossa aliveden pinta on patokynnyksen yläpuolella, eli virtaus tapahtuu padon harjan yli (Jormola ym. 2003, 89).
Resuspensio	Hienojakoisen, sedimentoituneen aineen kulkeutuminen pois altaasta (Taponen 1995, 6).
Virtaama	Uoman poikkileikkauksen läpi virtaavan veden määrä aikayksikköä kohti, yksikkö kuutiometriä sekunnissa (m^3/s) (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011a).

1 JOHDANTO

Rehevöityminen, ja sen aiheuttama vesistöjen heikentynyt käyttöarvo, on edelleen suurin sisävesien ja Itämeren tilaa uhkaava tekijä Suomessa. Valtaosa rehevöittävästä ravinnekuormasta päätyy vesistöihimme maatalouden valumavesistä. Kosteikot tarjoavat luonnollisen keinon vesistöihin päätyvän ravinnekuorman pienentämiseksi, ja viljelyalueille onkin rakennettu useita pieniä vesiensuojelukosteikkoja ja laskeutusaltaita, mutta ne jäävät usein vailla seurantaa ja siten hoitotoimenpiteitä henkilöresurssien puutteen vuoksi. Ilman hoitotoimenpiteitä kosteikkojen vesiensuojelullinen teho usein laskee ajan myötä, ja puutteellisen seurannan vuoksi pienten vesiensuojelurakenteiden toimivuudesta on vain vähän tietoa.

Pyrkimyksenä kehittää ratkaisu tähän tiedonpuutteen ongelmaan toteutettiin Turun ammattikorkeakoulussa hanke, jossa kolmen eri koulutusohjelman opiskelijat vesiensuojeluaiheisilta kursseilta osallistuivat Aurajoen valuma-alueella sijaitsevien kosteikkojen toimivuuden arviointiin ja sitä ilmentävän tiedon keräämiseen. Seurantatiedon keräämisen lisäksi hanke antoi siihen osallistuneille opiskelijoille mahdollisuuden tutkimustaitojensa kehittämiseen ja koulutusrajat ylittävään yhteistyöhön käytännön oppimisympäristössä.

Tässä opinnäytetyössä esitellään hankkeessa käytetty pienten vesiensuojelukosteikkojen ja laskeutusaltaiden inventointimenetelmä, joka on suunniteltu opetuskäyttönsä lisäksi ”ei-ammattilaisen” käyttöön soveltuvaksi. Tavoitteena on, että menetelmän voisivat ottaa lähitulevaisuudessa käyttöön myös ympäristön tilan seurannan vapaaehtoistoimijat. Opinnäytetyössä myös tunnistetaan inventointimenetelmän luotettavuuteen ja toimivuuteen vaikuttavia tekijöitä ja kehitetään inventointimenetelmää näiden pohjalta. Tutkimuksessa lisäksi arvioidaan inventointeihin osallistuneiden opiskelijoiden oppimista innovaatiopedagogiikan näkökulmasta ja kehitetään hankkeen toteutusta niin, että seuraavien vuosikurssien opiskelijat hyötyisivät inventoinneista mahdollisimman paljon ammatillisen kasvunsa kannalta.

2 VESISTÖJEN TILA, SEURANTA JA SUOJELU SUOMESSA

2.1 Rehevöityminen

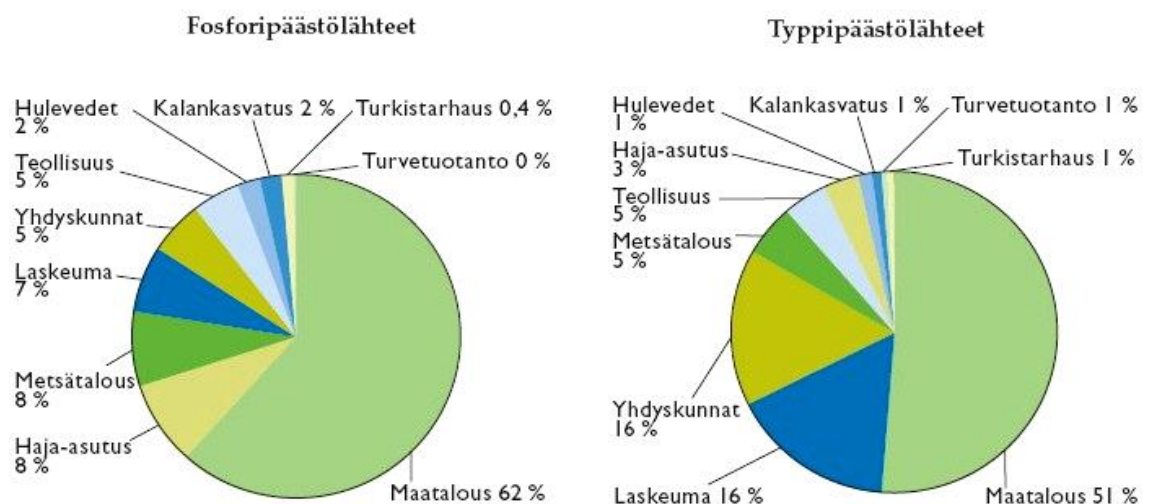
Rehevöitymisessä ekosysteemin perustuotanto kasvaa lisääntyneen ravinteiden saannin seurauksena. Vesistöissä tämä useimmiten ilmenee planktonlevien lisääntymisen aiheuttamana veden samenessena, vesikasvillisuuden runsastumisena, kalaston yksipuolistumisena ja levien massaesiintymisinä. Erityisesti ihmiset kokevat vesistöjen rehevöitymisen ongelmaksi, sillä tiivis rantakasvillisuus, roskakalaksi mielletyn särjen lisääntyminen, rantojen limaantuminen ja myrkylliset sinileväkukinnot heikentävät vesistöjen virkistyskäyttöä. Paikallisesti rehevöityminen voi lisätä luonnon monimuotoisuutta, sillä runsaslajiset lintujärvet ovat usein eutrofisia. Laajassa mittakaavassa biodiversiteetti kuitenkin kärsii rehevöitymisestä oligotrofisten ekosysteemien vähetessä. (Hakala & Lyytimäki 2008, 46-47; Suomen ympäristökeskus 2012b.) Rehevöityminen voi pahimmillaan aiheuttaa vesistöissä happikatoa, joka voi johtaa kalakuolemiin. Happikato johtuu pohjasedimentin mikrobien hajotustoiminnan kiihtymisestä lisääntyneen eloperäisen aineksen seurauksena. (Suomen ympäristökeskus 2012c.)

2.1.1 Vesistöjä rehevöittävät ravinteet

Huomattavimmat vesistöjä rehevöittävät ravinteet ovat fosfori (P) ja typpi (N). Kasvillisuus tarvitsee tuotantoonsa typpeä ja fosforia painosuhteessa 1:7. Fosforia Suomen sisävesissä on yleensä 10-30 kertaa typpeä vähemmän, mistä syystä kasveille suoraan käyttökelpoisen liukoisen fosforin määrä toimii useimmissa sisävesissä minimiravinteena. Poikkeuksia ovat savimaiden vesistöt, joissa typpi on minimiravinne, sillä näihin vesistöihin kulkeutuu runsaasti fosforia kiintoaineksen mukana. (Hakala & Lyytimäki 2008, 48.) Itämeressä minimiravinne vaihtelee. Suomenlahdella ja Perämerellä kasvua rajoittava ravinne on fosfori, mutta Saaristomerellä puolestaan typpi (Bäck ym. 2010, 222).

2.1.2 Maatalouden ravinnekuormitus

Maatalouden hajakuormitus on Suomessa merkittävin vesistöjen ravinnekuormituksen lähde. Vesistöjen kokonaiskuormituksesta sen osuus on fosforista 43 % ja typestä 35 %. Ihmisen toiminnasta riippumattoman luonnonhuuhtouman osuus fosforista on 28 % ja typestä 36 %. (Itämeriportaali 2013a.) Mikäli normaalia luonnonhuuhtoumaa ei oteta vesistöjen ravinnekuormituksen tarkastelussa huomioon, vaan keskitytään ihmistoiminnan aiheuttamaan kuormitukseen, tuottaa maatalous fosforikuormasta 62 % ja typpikuormasta 51% (kuvio 1) (Suomen ympäristö 10/2007, 42). Vaikka lannoitus- ja maankäsittelytekniikat ovat kehittyneet, suurin osa maatalouden kuormituksesta syntyy lannoituksesta. Suurimmat ravinnehuuhtoumat syntyvät kevättulvien aikana, jolloin veden virtaama on suuri ja kasvien ravinteita pidättävä kasvukausi ei ole vielä alkanut.



Kuvio 1. Ihmistoiminnan aiheuttamat fosfori- ja typpipäästöjen lähteet vuonna 2004. (Suomen ympäristö 10/2007)

Viljelijät pystyvät kuitenkin vaikuttamaan ravinnehuuhtouman suuruuteen esimerkiksi sopivilla lannoitemäärillä, viljelymaan rakenteesta ja vesitaloudesta huolehtimalla sekä eroosiota vähentäviä viljelymenetelmiä ja ympäristönsuojelutoimia soveltamalla. Eniten käytetty ympäristönsuojelutoimenpide on suoja-vyöhykkeiden perustaminen, joka vähentää ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin. Suurien virtaamien aikaan, jolloin suurin osa vuotuisesta huuhtoumasta

tapahtuu, suojavyyöhykkeiden teho saattaa olla heikko tai olematon, kun suuri vesimäärä kuluttaa maan pintaan uomia. Tästä syystä suojavyyöhykkeet toimivat huonoiten niissä olosuhteissa, missä niitä tarvittaisiin eniten. Myös kosteikkoja perustamalla voidaan pienentää maatalouden ravinnehuuhtoumaa, mutta kuten suojavyyöhykkeidenkin niiden ravinnepidätyskykyä on hankala mitata tarkasti. (Bäck ym. 2010, 100-101, 215.)

2.2 Vesiensuojelukosteikot ja laskeutusaltaat

Vesiensuojelukosteikko on vesistöjen ravinnekuormitusta vähentävä osa tai alue vesistössä tai sen ranta-alueella, joka on ympäri vuoden kosteaa, enimmäkseen veden peitossa ja siinä kasvaa tyypillisiä vesi- ja muita kosteiden luontotyyppien kasvillisuutta (Komulainen ym. 2008, 23; Varsinais-Suomen ELY-keskus 2010). Laskeutusallas on puron tai ojan yhteyteen kaivamalla tai patoamalla perustettu allasrakenne, joka poistaa kiintoainesta vedestä virtausta hidastamalla (Jormola ym. 2003, 39).

2.2.1 Puhdistusmekanismit

Kosteikon keskeisin vedenpuhdistusmekanismi on kiintoaineksen sedimentoituminen kosteikon pohjalle. Suurin osa, eli noin kolme neljäsosaa, peltojen fosforikuormasta on kiintoainekseen sitoutunutta, ja kiintoaineksen laskeutuessa kosteikkoon myös fosfori pidättyy kosteikon sedimenttiin. Kosteikot pystyvät sitomaan myös veden liukoista fosforia sitomalla sitä maaperän vapaisiin rauta(Fe) ja alumiini(Al)-hiukkasiin. Liukoisen fosforin adsorption tehokkuuteen vaikuttaa maan ja veden välinen fosforin tasapainotila. Mikäli veden fosforipitoisuus on suurempi kuin maa-aineksen ominainen fosforitasapainopitoisuus, fosforia sitoutuu kosteikkoon. Vastaavasti jos veden fosforipitoisuus on maaperän tasapainopitoisuutta pienempi, fosforia vapautuu maaperästä veteen. (Puustinen ym. 2007, 13.)

Suurin osa tuestä huuhtoutuu veteen liuenneina nitraatteina (NO₃) (Hakala & Lyytimäki 2008, 52). Kosteikoissa nitraattia poistuu denitrifikaatioissa, jossa anaerobinen mikrobitoiminta pelkistää nitraatin hajotustoiminnassaan typen alkuainemuotoon (Dobson & Frid 1998, 163). Koska kaasumainen typpi haihtuu ilmakehään, typpi ei pidäty fosforin tavoin kosteikkoon, vaan se poistuu pysyvästi. Kosteikko pystyy siis poistamaan typpeä periaatteessa rajattomasti. (Puustinen ym. 2007, 13-14.)

Kasvillisuus kuluttaa kasvukauden aikana ravinteita kosteikosta, mutta ne vapautuvat takaisin veteen kasvillisuuden lakastumis- ja hajoamisvaiheessa. Kasvien juuriston ja puumaisen kasvillisuuden sitomat ravinteet eivät kuitenkaan vapaudu vuosittain takaisin vesistöön. (Puustinen ym. 2007, 14.) Viileiden ilmastoalueiden kosteikoissa, joissa kasvukautta säätelevät vuodenaajat, kasvillisuuden tärkeimmät vedenpuhdistusprosessit ovat fysikaalisia. Makrofyttikasvillisuus stabiloii sedimenttiä ja vähentää näin eroosiota ja resuspensiota. Kasvillisuus myös hidastaa veden virtausta sekä siivilöi veden mukana kulkeutuvaa kiintoainesta. Lisäksi kasvillisuus edesauttaa fosforin pidättymistä ei-reaktiivisen fosforin assimiloituessa niiden pintaan biofilmiksi. (Puustinen ym. 2001, 12.)

Laskeutusaltaat poistavat ravinteita pääasiassa vain kiintoaineksen sedimentaation avulla (Jormola ym. 2003, 38). Ajan myötä altaisiin kehittyi yleensä myös kasvillisuutta, joka edesauttaa ravinteiden pidättymistä myös muiden vedenpuhdistusmekanismien kautta (Taponen 1995, 8).

2.2.2 Kosteikon toimintaan vaikuttavat ominaisuudet

Veden viipymä on kosteikon toimivuuden kannalta tärkein tekijä. Mitä kauemmin vesi viipyy kosteikossa, sitä enemmän ja hienojakoisempaa kiintoainesta ehtii sedimentoitua kosteikkoon. Jotta viipymä olisi tarpeeksi pitkä, tulee laskeutusaltaan koon olla vähintään 0,1-0,2 % valuma-alueen pinta-alasta. Kosteikon pinta-alan suhteen valuma-alueeseen tulisi olla lähes kaksi prosenttia. (Jormola ym. 2003, 39.) Mikäli kosteikko tai laskeutusallas on mitoitettu liian pieneksi, suurilla virtaamilla kiintoainesta ei ehdi sedimentoitua kosteikkoon ja äkillinen suuri vir-

taama esimerkiksi tulva-aikana saattaa saada kosteikkoon kerääntyneen aineksen lähtemään uudestaan liikkeelle. (Puustinen ym. 2007, 12.)

Kosteikkoihin ja laskeutusaltaisiin tulevan eroosioaineksen on myös oltava tarpeeksi karkeaa, jotta se laskeutuisi altaaseen. Savialueilla on todettu hienojakoisen kiintoaineen laskeutumisajan olevan liian pitkä, jotta se ehtisi sedimentoitua pieneen altaaseen. (Puustinen ym. 2007, 13.) Laskeutusaltaisiin voidaankin pidättää vain hietaa ja sitä karkeampia maalajeja (Jormola ym. 2003, 39).

Liukoisen fosforin adsorption kannalta keskeinen tekijä on kosteikon maaperässä olevien tai veteen sekoittuneiden vapaan raudan ja alumiinin määrä, joihin fosfori voi sitoutua. Koska näiden metallien maaperävarannot ovat rajallisia, on todennäköistä, että liukoisen fosforin pidättyminen kosteikossa adsorption kautta heikkenee ajan myötä. Myös kosteikon happitilanne vaikuttaa liukoisen fosforin adsorptioon, sillä se edellyttää hapellisia olosuhteita. Hapettomissa olosuhteissa fosforia puolestaan vapautuu takaisin veteen sitä sitovien rauta- tai alumiinioksidien pelkistyessä. (Puustinen ym. 2007, 13.)

Orgaanisen aineksen määrä ja sen mikrobitoiminta on denitrifikaation toiminnan tärkein edellytys. Denitrifikaatio vaatii lisäksi osittain hapettomia olosuhteita, jotta denitrifikaatiobakteerit käyttäisivät orgaanisen aineksen hajottamiseen nitraatin happea veden liukoisen hapen sijaan. (Puustinen ym. 2001, 11.) Myös lämpötila vaikuttaa denitrifikaatiobakteerien toimintaan. Nämä bakteerit voivat toimia jopa jäätympisteestä yli 30 °C lämpötilaan, mutta otollisimmat lämpötilaolot denitrifikaatiobakteereille ovat hieman yli 20 celsiusastetta. (Taponen 1995, 10.)

Denitrifikaatio ja fosforin adsorptio edellyttävät vastakkaisia happiolosuhteita. Denitrifikaatiossa oleellinen orgaaninen aines on myös rauta- ja alumiinipitoisuudeltaan vähäistä, mikä puolestaan heikentää fosforin adsorptiota. Näin ollen pienet, olosuhteiltaan homogeeniset kosteikot eivät pysty tehokkaasti pidättämään ja poistamaan vedestä tyypeä ja fosforia samanaikaisesti. (Puustinen ym. 2007, 14.)

Kosteikko toimii vesiensuojelullisesti tehokkaimmin, mikäli siihen pystytään luomaan monipuoliset olosuhteet, jotka mahdollistavat sekä ravinteiden pidättymisen että estävät niiden resuspension. Tarvittavaa monimuotoisuutta saadaan aikaan erilaisilla syvyysuhteilla ja kasvillisuuden ja rannanmuotojen vaihtelevuudella, joilla aikaansaadaan pitkä viipymä ja mahdollistetaan erilaisia happiolosuhteita. Osmankäämit ja järviruo'ot vapauttavat juuristostaan happea kosteikon pohjalle, joka edesauttaa fosforin pidättymistä. Näin myös sedimenttiin muodostuu denitrifikaatiolle tärkeitä hapellisen ja hapettoman tilan rajapintoja. Monimuotoiset kosteikot edistävät lisäksi biodiversiteettiä ja monipuolistavat yksipuolista peltomaisemaa. (Puustinen ym. 2007, 9,14.) Kosteikoista hyötyvät erityisesti vesilinnut, mutta myös lepakot, ja erityisesti kuivina kesinä kosteikot toimivat monien nisäkkäiden juomapaikkoina (Kempainen & Karhunen 2011, 54).

2.2.3 Kosteikon hoitotoimenpiteet

Kosteikot ja laskeutusaltaat tarvitsevat myös hoitotoimenpiteitä perustamisensa jälkeen, jotta niiden vedenpuhdistusteho ei heikkene. Patorakenteiden kunto on tarkastettava runsaiden virtaamien jälkeen keväisin ja syksyisin sekä muina aikoina rankimpien sateiden jälkeen. Pienestäkin vuodosta padossa muodostuu helposti suuri oikovirtaus, joka heikentää kosteikon tehoa. (Puustinen & Jormola 2009, 8.) Padon pitävyyden tarkkailu on erityisen tärkeää patoamalla rakennetuissa kohteissa, sillä jos pato on suurin viipymään vaikuttava tekijä, sen sortuminen nopeuttaa virtausta kosteikossa. Myös uomien rakenteita on seurattava, sillä varsinkin ensimmäisinä perustamisen jälkeisinä vuosina maarakenteet painuvat ja lievästikin erodoituneet uoman penkat sortuvat suurissa virtaamisissa ehjiä herkemmin. (Puustinen ym. 2007, 69.)

Kosteikkoon kertynyttä maa-aineksen määrää on tarkkailtava keväisin ja syksyisin ja se on poistettava ennen kuin allas täyttyy ja aines saattaa lähteä liikkeelle virtaamahuippuina. Kosteikkojen tyhjennysväli on riippuvainen sinne sedimentoituneen kiintoaineen määrästä. Jotta altaan täyttymisnopeudesta saa-

daan käsitys, tulisi kiintoaineen kertymistä seurata kosteikkojen valmistumista seuraavina vuosina keväisin ja syksyisin. Käytännössä allas tulisi tyhjentää 2–5 vuoden välein. (Puustinen ym. 2007, 69.)

Kasvillisuuden hoitotoimenpiteiden tarkoituksena on estää kosteikon umpeenkasvamista sekä ylläpitää monipuolista kasvillisuutta kosteikossa. Mikäli kosteikkoa ei hoideta, muutamat aggressiivisimmat kasvit, kuten osmankäämi, järviruoko ja karvalehti, syrjäyttävät muut lajit ja vähentävät kosteikon monimuotoisuutta. Kosteikon kasvillisuutta voidaan poistaa niittämällä, joka on kaikille kosteikoille soveltuva hoitokeino. (Puustinen ym. 2007, 69.) Kasvillisuuden niittoa kannattaa toteuttaa vain paikoittain, jolloin kosteikkoon luodaan mosaiikkimainen kasvusto, joka on tasaisesti niitettyä monimuotoisempi. Niittojätteet tulisi poistaa kosteikkoalueelta, etteivät ne hajotessaan vapautta ravinteitaan takaisin kiertoon. Kasvillisuutta voidaan rajoittaa myös laiduntamalla, mutta liian runsas laidunnus voi aiheuttaa eroosiota kosteikon ympäristössä ja heikentää veden hygieenistä laatua. (Jormola ym. 2003, 41-42.) Liiallisella kasvillisuuden poistolla saattaa olla myös negatiivisia vaikutuksia denitrifikaation toimintaan, joka on riippuvainen orgaanisen aineksen määrästä (Taponen, 1995, 9).

2.2.4 Kosteikkojen vedenpuhdistusteho

Kosteikkojen toimivuutta on tutkittu Suomessa jonkin verran, mutta tutkimusten tulokset ovat olleet ristiriitaisia. Vaihtelevat tulokset johtuvat todennäköisesti siitä, että kosteikkojen vedenpuhdistustehoon vaikuttavat hyvin useat tekijät. Eräässä tutkimuksessa on todettu, että valumavedestä voidaan kosteikossa poistaa fosforia jopa 90-100 % ja typpeä 76-90 %, mikäli tulevan veden laatu ja määrä säädetään tasaiseksi. Kuitenkin ruotsalaisten tutkimusten mukaan peltojen valumavesistä kosteikoissa on poistunut typpeä vain 10-30 % ja fosforia on poistunut vain joissain tapauksissa. (Tuokko 2005, 57.)

Puustinen ym. (2001) ovat tutkineet VESIKOT-projektissa kolmen maatalousalueella sijaitsevan mallikosteikon kiintoaineen, kokonaisfosforin ja kokonaistypen pidätyskykyä. Kosteikkojen kyky pidättää ravinteita vaihteli huomattavasti,

sillä kiintoainetta ne pidättivät 12-70 % ja fosforia 8-70 %. Typeä kosteikoista vapautui pahimmassa tapauksessa hieman enemmän kuin pidättyi ja parhaimmillaan sitä sitoutui 40 %. Näiden kolmen kosteikon vedenpuhdistusteho on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. VESIKOT-projektin mallikosteikkojen vedenpuhdistuskyky. (Puustinen ym. 2001)

Kosteikko	kosteikon koko / valuma-alue %	Ravinteiden poistuma %		
		Kiintoaine	Kokonaisfosfori	Kokonaistyppe
Hovi	5	70	70	40
Alastaro	0,53	22	8	-7
Flytträsk	3	12	14	8

Laskeutusaltaiden tehokkuutta on tutkittu Suomessa 1990-luvun alusta lähtien, ja myös niiden toiminnasta on saatu vaihtelevia tuloksia (Tuokko 2005, 55). Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri seurasi vuosina 1993 - 1994 kolmen laskeutusaltaan vaikutusta niiden läpi virtaavan veden laatuun. Yksi näistä altaista vähensi kiintoainepitoisuutta hieman, mutta sillä ei ollut selvää vaikutusta fosforin ja typen pidättymiseen. Tutkimuksen toisen laskeutusaltaan ei todettu pidättävän kiintoainesta eikä ravinteita vuositasolla, vaikka keväisin ja kesäisin sedimentaatiota tapahtuikin. Myös kolmas allas pidätti kiintoainesta ja fosforia keväällä ja kesällä, mutta syksyn suurilla virtaamilla kiintoaines huuhtoutui pois altaasta. Typpipitoisuutta allas vähensi hieman, mutta erot altaaseen tulevan ja lähtevän veden välillä olivat pieniä. Tutkimuksessa otettiin vesinäytteitä harvoin tutkimusjaksoon nähden eikä jatkuvaa virtaaman mittausta tehty, joten tutkimuksen tuloksiin sisältyy paljon epävarmuutta. Seurannan pohjalta voidaan kuitenkin todeta, ettei näiden laskeutusaltaiden vesiensuojelullinen merkitys ollut suuri. Tämä saattaa johtua esimerkiksi tutkimuksen laskeutusaltaiden pienestä koosta, sillä laskeutusaltaiden pinta-alan suhde niiden valuma-alueeseen oli 0,01- 0,16 %. (Taponen 1995, 47-48.)

Muissa tutkimuksissa on laskeutusaltaiden kuitenkin havaittu pidättävän kiintoainesta ja ravinteita suhteellisen hyvin, joskin eri painotuksilla. Köyliössä vuosina 1992 – 1995 tehdyn tutkimuksen mukaan laskeutusallas poisti peltoalueen valumavesistä kiintoainesta keskimäärin 65 % ja kokonaisfosforista 35 %. Kokonaistyyppiä allas ei pidättänyt merkittävästi. Vuosittaiset vaihtelut fosforin pidätyksen osalta olivat tutkimuksessa kuitenkin suuret eli -7-68 prosenttia. Kiintoaineen vaihtelut jäivät pienemmiksi, 49-69 prosenttiin. Jokioisten Rehtijärveen laskevaan ojaan Maatalouden tutkimuskeskuksen rakentaman laskeutusaltaan havaittiin vuonna 1995 poistavan kiintoainesta vaihteluvälillä -22-26 %, kokonaisfosforia -93-52 % ja kokonaistyyppiä jopa 0-92 %. (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011b.)

2.3 Ympäristön tilan seuranta ja suojele

Ympäristön tilan seurannalla tarkoitetaan sekä luontaisten vaihteluiden ja muutosten että ihmisen toiminnasta aiheutuvien luontoon, rakennettuun ympäristöön ja ihmisiin kohdistuvien vaikutusten jatkuvaa tai säännöllisesti toistuvaa tiedonkeruuta, käsittelyä ja raportointia. (Ympäristöministeriön raportteja 23/2011, 9.)

Ympäristön tilan seurannan strategia 2020 -raportissa todetaan, että ympäristötiedot tulee tuottaa hallitusti ja kustannustehokkaasti. Seurannoissa ei ole ympäristöministeriön mukaan hyödynnetty tarpeeksi toiminnanharjoittajien tekemää seurantaa. Ympäristön tilan seurannan kehittämisen keskeisimmiksi toimenpiteiksi ympäristöministeriö onkin maininnut uusien menetelmien hyödyntämisen kustannustehokkaasti, seurantaa harjoittavien toimijoiden kirjon laajentamisen sekä vapaaehtoistyön ja kansalaishavainnoinnin organisoimisen ja hyödyntämisen. (Ympäristöministeriön raportteja 23/2011, 14, 24.)

Valtioneuvoston periaatepäätöksessä vesiensuojelun suuntaviivoista vuoteen 2015 todetaan, että ”rehevöitymistä aiheuttavan fosfori- ja typpikuormituksen vähentäminen on edelleen vesiensuojelun keskeisin tavoite sekä sisävesillä että merialueella”. Koska maatalous aiheuttaa valtaosan vesistöjä rehevöittävästä ravinnekuormasta, on vesiensuojelun suuntaviivoissa nostettu maatalouden

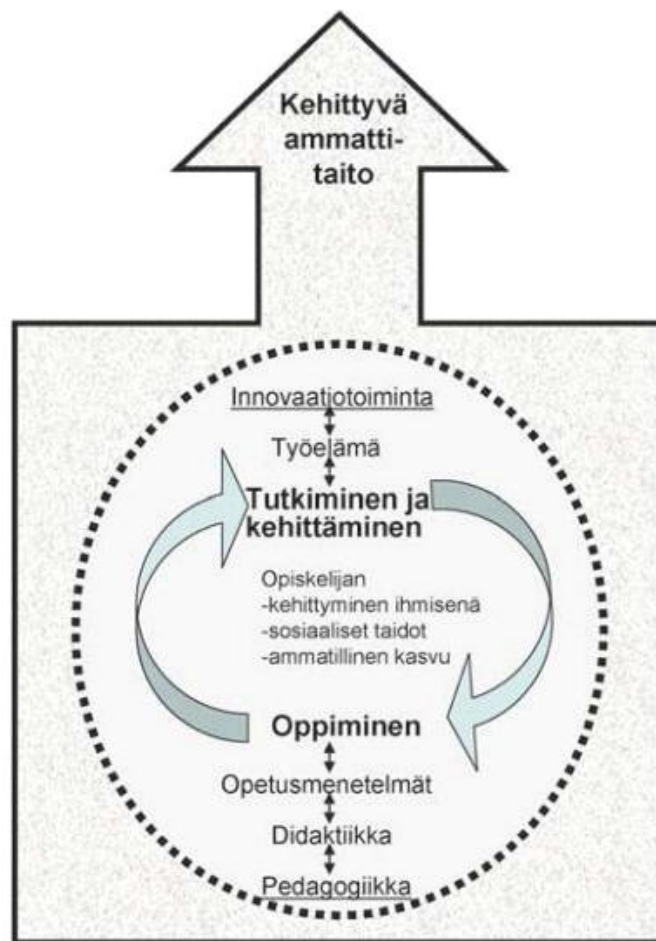
ravinnekuorman vähentäminen avainasemaan. Periaatepäätöksessä maatalouden ravinnekuorman vähentämisen tavoitteeksi asetettiin sen vähentäminen vuoteen 2015 mennessä vähintään kolmanneksella vuosien 2001-2005 tasosta, joka oli tuolloin fosforin osalta 3000 tonnia vuodessa ja typen osalta 30 000 tonnia vuodessa. (Suomen ympäristö 10/2007, 10-11.)

Tavoitteiden suuntaviivoissa mainittiin vähennystavoitteiden saavuttamiseksi myös kustannustehokkaiden vesiensuojelutoimenpiteiden tutkimuksen kehittäminen, vesiensuojelua tukevien innovatiivisten toimien ja keinojen selvittäminen, sekä suojavyöhykkeiden ja kosteikkojen kohdennettu lisääminen. Valtioneuvoston periaatepäätöksessä todetaan myös tutkimuksen ja seurannan olevan tärkeä osa vesiensuojelua ja sen kehittämistä. (Suomen ympäristö 10/2007, 11-12, 23.)

3 INNOVAATIOPEDAGOGIIKKA

Kairisto-Mertanen (2012, 10) määrittelee innovaatiopedagogiikan seuraavasti: ”Innovaatiopedagogiikka on oppimisote, joka määrittelee uudella tavalla kuinka tietoa omaksutaan, tuotetaan ja käytetään siten, että saadaan aikaan innovaatioita”. Kansallisen innovaatiostrategian (2008, 9) mukaan innovaatiot syntyvät sellaisessa toimintaympäristössä, jossa eritaustaiset henkilöt työskentelevät samojen ongelmien parissa. Innovaatioyhteisöjen menestys perustuu strategian mukaan osaamisen ja tiedon jakamiseen sekä kykyyn yhdistää eri lähestymistapoja ja näkökulmia, sillä innovaatiot syntyvät yhä useammin eri osaamisalueiden rajapinnoilla.

Perinteisen ajattelun mukaan koulutus antaa opiskelijoille tiedollisia valmiuksia, joita sovelletaan myöhemmin käytäntöön työelämän innovaatioprosesseissa. Innovaatiopedagogiikka tähtää tämän ”teoreettisen opetuksen” ja ”työelämän käytännön vaatimusten” välisen kuilu poistamiseen, jolloin opiskelijan ammatillinen kasvu etenee aikaisempaa pidemmälle opintojen aikana, ja hän saa paremmat valmiudet työelämään. Tämä pyrkimys on havainnollistettu innovaatiopedagogiikan teoreettisessa viitekehyksessä, joka muodostuu perinteisen oppimisteorian ja suunnittelutieteellisen lähestymistavan pohjalta (kuva 1). (Penttilä ym. 2009, 19.)



Kuva 1. Innovaatiopedagogiikan teoreettinen viitekehys. (Penttilä ym. 2009)

Innovaatiopedagogiikan kulmakiviä Kettusen (2009) mukaan ovat monialaisuus, tutkimus- ja kehitystoiminta, opetussuunnitelmat, yrittäjyys ja palvelutoiminta sekä kansainvälisyys. Käytännön toteutuksissa innovaatiopedagogiikalla usein tarkoitetaan lähestymistapaa oppimiseen ja opetukseen työelämälähtöisestä ja tutkimus- ja kehittämisosaamista painottavasta näkökulmasta, jolloin opiskelija ottaa vastuun oppimisestaan ja pyrkii aktiivisesti saavuttamaan tavoitteena olevan osaamispäämäärän. Jatkuva tiedon soveltaminen opintojen innovaatiotoiminnassa syventää ja tehostaa oppimista, mikä osaltaan vahvistaa niitä taitoja, joita opiskelija tarvitsee työelämässä. Innovaatiopedagogiikassa ei opiskella ensin teoriaa, jota sovelletaan myöhemmin, vaan uutta opittua tietoa sovelletaan käytäntöön heti, jopa ennen kuin se on kunnolla hallussa. (Penttilä ym. 2009, 19)

Innovaatiopedagogiikan työelämälähtöisyys lisäksi tehostaa opiskelijan tiedon transferoitumista työtehtäviin. Valmistuneiden opiskelijoiden on työelämässä pystyttävä hyödyntämään ja soveltamaan osaamistaan samankaltaisissa, mutta silti uudentlaisissa tilanteissa kuin ne on koulutuksen aikana opittu. Kun tiedot ja taidot on omaksuttu oppimistilanteissa, jotka vastaavat todellisen työelämän tilanteita, ovat ne helpommin siirrettävissä työelämän laajempaan ympäristöön. (Kairisto-Mertanen 2009, 14.)

4 T&K&I TOIMINNAN TUOMINEN OSAKSI VESIALAN OPETUSTA OSALLISTAVAN INVENTOINTIMENETELMÄN AVULLA -HANKE

Vaikka vesiensuojelukosteikkojen ja laskeutusaltaiden toimivuudesta on olemassa tutkimustietoa, tutkimus ja tilan seuranta on rajoittunut lähinnä vain muutamisiin esittelykosteikkoihin. Suomen maatalousalueille on kuitenkin toteutettu useita pieniä, rajallisen hankerahoituksen puitteissa rakennettuja laskeutusaltaita ja vesiensuojelukosteikkoja. Nämä kohteet eivät välttämättä täytä täysimittaisen vesiensuojelukosteikon tai laskeutusaltaan kokomääreitä, mutta niillä saattaa silti olla vesiensuojelullista merkitystä. Hankkeiden päätyttyä niiden tilan seuranta jää kuitenkin usein tekemättä henkilöresurssien puutteen takia. Tästä johtuen eri vesiensuojelutekniikoiden vesiensuojelullisista vaikutuksista ja kustannustehokkuudesta on olemassa edelleenkin vain vähän tietoa.

4.1 Hankkeen tavoitteet

Tähän tiedonpuutteeseen pyrki vastaamaan Turun ammattikorkeakoulussa aikavälillä 1.5.–31.12.2012 toteutettu ”T&K&I toiminnan tuominen osaksi vesialan opetusta osallistavan inventointimenetelmän avulla” –hanke (myöhemmin Innohanke). Projektissa kehitettiin sellaisten henkilöiden, joilla ei ole vesiensuojeluun liittyvää koulutusta, käyttöön soveltuva inventointimenetelmä kosteikkojen ja laskeutusaltaiden tilan ja toimivuuden seurantaan.

Inventointimenetelmän luomisen lisäksi Inno-hankkeen tarkoitus oli edistää innovaatiopedagogisia opetusmenetelmiä, joten menetelmän käyttö integroitiin kolmen Turun ammattikorkeakoulun koulutusohjelman opiskelijoiden opetukseen. Inventointimenetelmä mahdollistaa vesiensuojelukosteikkojen seuranta-tiedon kustannustehokkaan keräämisen, ja lisäksi se tarjoaa inventointiin osallistuville opiskelijoille mahdollisuuden monialaiseen yhteistyöhön, tekemällä oppimiseen ja tutkimustaitojen kehittämiseen.

Hankkeen tavoitteet olivat:

1. Tuottaa tietoa pienen mittakaavan vesiensuojelukohteiden toimivuudesta ja toimivuuden indikaattoreista.
2. Kehittää menetelmiä, joiden avulla ”ei-ammattilainen” voisi seurata laskeutusaltaiden ja kosteikkojen tilaa ja toimivuutta.
3. Luoda valmiit materiaalit, menetelmät ja toimintatavat, joiden avulla Turun ammattikorkeakoulun vesiensuojelun opetusta voidaan toteuttaa innovaatiopedagogiikan periaatteiden mukaisesti ja yhdistää tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan.

Inventointeihin osallistui opiskelijoita kestävän kehityksen, rakennustekniikan, sekä kala- ja ympäristötalouden koulutusohjelmista. Inno-hanke toimi pilottina inventointimenetelmän luomisesta ja tiedon tuottamisesta, ja hankkeessa toteutettua seurantaa on tarkoitus jatkaa osana opetusta myös tulevinä vuosina Turun ammattikorkeakoulussa. Koska inventointimenetelmän on lopulta tarkoitus toimia apuna vesiensuojelukosteikkojen tilan seurannassa sellaisille henkilöille, joilla ei ole vesiensuojeluun liittyvää koulutusta, eivät menetelmää käyttäneet opiskelijat ole sen ensisijainen kohderyhmä, sillä heillä kaikilla on asianmukaista koulutusta. Menetelmän käyttö nähtiin kuitenkin hyvänä keinona heidän ammatillisen osaamisensa syventämiseen, joten se yhdistettiin opetukseen.

Inventointimenetelmän nähdään sopivan parhaiten esimerkiksi maanomistajien, luonnonsuojeluyhdistyksien ja muiden ympäristön tilan seurannan vapaaehtoistoimijoiden käyttöön. Koska tällaiset toimijat ovat kiinnostuneita ympäristön tilasta, voidaan olettaa, että heillä on myös hieman ymmärrystä vesiensuojelusta, vaikka heillä ei välttämättä ole vesiensuojelullista koulutustaustaa. Pyrkimyksenä on, että nämä vapaaehtoistoimijat voisivat lähitulevaisuudessa ottaa inventointimenetelmän käyttöön maanlaajuisesti, jolloin tiedon kerääminen vesiensuojelukosteikkojen tilasta ja toimivuudesta lisääntyisi eri puolilla Suomea.

4.2 Hankkeen toteutus

Projektissa luotu inventointimenetelmä kehitettiin kesän 2012 aikana. Koska menetelmän käyttö oli tarkoitus yhdistää opetukseen ja samalla tuottaa tietoa vesiensuojelukosteikkojen toimivuudesta, kartoitettiin kesän aikana myös mahdollisia kohteita, joihin opiskelijoille järjestettäisiin maastokäyntejä. Inventointien kohteeksi valittiin niihin osallistuvien opiskelijoiden määrän mukaan seitsemän Aurajoen valuma-alueella sijaitsevaa pohjapadoin toteutettua laskeutusallasta. Valituista kohteista kuusi sijaitsee Pöytyällä ja yksi Ruskolla. Nämä kohteet on rakennettu kahdessa EU-rahoitteisessa hankkeessa vuosina 2006-2007 (Komulainen ym. 2008, 30-32), eikä niille ole tehty hoitotoimenpiteitä perustamisen jälkeen.

Hankkeessa inventoidut laskeutusallat poikkeavat hieman toisistaan ominaisuuksiltaan. Kahdessa kohteessa on yksi pato ja sitä edeltävä laskeutusallas, ja loppuissa viidessä kohteessa laskeutusallas koostuu useamman padon ja altaan kokonaisuudesta. Kolmessa näistä kohteista on kaksi patoa ja kahdessa kohteessa kolme patoa. Inventoitujen laskeutusallaskokonaisuuksien pinta-alan suhde valuma-alueeseen nähden vaihteli noin 0,006 ja 0,081 prosentin välillä. Kaikkiin altaisiin on ehtinyt kehittyä kasvillisuutta, tosin kasvillisuuden määrä vaihtelee huomattavasti kohteiden välillä. Ruskolla sijaitseva laskeutusallas on lähes täysin kasvillisuuden peitossa (kuva 2). Pöytyän Lallin laskeutusalltaassa kasvillisuutta on puolestaan vain hieman (kuva 3).



Kuva 2. Ruskon laskeutusallas syyskuussa 2012. (Kuva: Veera Alanen)



Kuva 3. Lallin laskeutusallas syyskuussa 2012. (Kuva: Veera Alanen)

Inventointeihin osallistuneille opiskelijoille pidettiin pian lukukauden alettua syyskuussa 2012 tiedotustilaisuus, jossa heille kerrottiin hankkeesta, siihen liittyvistä maastotöistä ja käytännön järjestelyistä. Tämän jälkeen opiskelijat ilmoittautuivat internetin välityksellä vapaassa käytössä olevan aikataulusohjelma Doodlen kautta jollekin ennalta päätettyjen maastokäyntien päivämääristä. Maastokäynnit toteutettiin 21.9–10.10.2012 välisenä aikana, ja yhteensä niille osallistui 34 opiskelijaa, 4-7 opiskelijan ryhmissä yhden tai kahden ohjaajan kanssa.

Tietoa kohteista kerättiin maastokäyntien aikana hankkeessa kehitetylle alustavalle kaksipuoliselle inventointilomakkeelle (liite 1). Opiskelijoita kannustettiin toimimaan maastossa mahdollisimman itsenäisesti ja oma-aloitteisesti etukäteen saamiensa ohjeiden mukaan. Opiskelijat tarkastelivat kohteissa veden laatua, sedimentin kerääntymistä, sen rakennetta ja happitilannetta, pohjaeläimiä, kasvillisuutta, eläinlajistoa sekä padon rakennetta ja kuntoa. Kohteiden tilaa dokumentoitiin myös paljon valokuvoin, joita otettiin padon harjalta ylä- ja alavirtaan, yleiskuva padon sivulta sekä mahdollisista ongelmakohtista. Samasta kohdasta otetut valokuvat toimivat hyvänä havaintoaineistona kohteiden kehityksestä pitkän aikavälin tiedonkeruun ja seurannan tuloksena.

Sedimentin kerääntymistä kohteissa mitattiin ohjeistuksen mukaan noin 2,5 metrin päästä padon harjalta ylävirtaan. Sedimentaation mahdollistamiseksi inventoitujen kohteiden suurimmat laskeutusaltaat olivat mittauspisteestä niin syviä, että sedimenttikerroksen mittaaminen piti suorittaa veden pinnalla kelluen. Laskeutusaltaassa toimimiseen käytettiin alun perin kalastukseen tarkoitettua kelluntarengasta, jonka avulla opiskelijat mittasivat sedimenttikerroksen paksuuden (kuva 4). Kelluntarengas on kevyt ja kompaktisti pakattava apuväline, joten se on helppo kuljettaa inventoitaville kohteille. Sedimenttiä mitattaessaan opiskelijat laskivat ensin mittasauvan sedimentin pintaan, kunnes tunsivat sauvan laskeutumisessa pienen vastuksen. Tämän jälkeen sauvasta luettiin syvyys ja mittasauva työnnettiin niin syväälle sedimenttiin kuin mahdollista ja syvyys luettiin uudestaan, jolloin saatiin selville sedimenttikerroksen paksuus.



Kuva 4. Sedimenttikerroksen mittaaminen kelluntarenkaan avulla. (Kuva: Piia Leskinen)

Kelluntarengasta käytettiin myös sedimentti- ja pohjaeläinnäytteenotossa. Näytteet otettiin Ekman-noutimella, jonka käyttöä opiskelijat harjoittelivat ensin maalla ohjaajaan valvonnassa (kuva 5). Toinen näytteistä seulottiin ja opiskelijat tunnistivat siitä taitojensa mukaan pohjaeläimistöä. Toisesta näytteestä opiskelijat selvittivät sedimentin koostumusta sekä happitilannetta hajuun perustuen. Happitilannetta tarkasteltiin myös sedimenttikerrosta mitattaessa. Hapettomassa tilassa olevaan sedimenttiin muodostuu rikkivetyä mikrobitoiminnan seurauksena, mikä aiheuttaa epämiellyttävää hajua, ja rikkivetyä vapautuu myös kuplintana, kun sedimenttiin työnnetään mittasauva (Kainua 2012; Itämeriportaali 2013b). Opiskelijat lisäksi tunnistivat laskeutusaltaiden kasvillisuutta ja mahdollisia eläimiä tai niiden jälkiä taitojensa mukaan ja arvioivat padon sekä laskeutusaltaan rakenteiden kuntoa.



Kuva 5. Ekman-noutimen käytön harjoittelua. (Kuva: Piia Leskinen)

Opiskelijoille järjestetyssä tiedotustilaisuudessa oli jo kerrottu mahdollisuudesta osallistua hankkeeseen liittyvään tutkimuspajaan, jonka tarkoituksena oli analysoida kohteista kerättyä tietoa sekä myös kehittää maastossa käytettyä inventointilomaketta. Tutkimuspajaan ilmoittautui viisi opiskelijaa. Heistä kaksi oli kestävän kehityksen, kaksi kala- ja ympäristötalouden ja yksi rakennustekniikan opiskelijaa. Tutkimuspajan opiskelijoille järjestettiin vielä yksi kenttämätka 10.10. kaikille aikaisemmin inventoiduille kohteille vertailutiedon keräämiseksi. Tuolloin kaikista kohteista otettiin myös laboratorioon analysoitavaksi lähetettävät vesi- ja sedimenttinäytteet. Kenttämätkan ensimmäisen kohteen inventointiin osallistui lisäksi kaksi opiskelijaa, joiden maastokäynti oli aikaisemmin jouduttu perumaan rankan sateen vuoksi.

4.3 Hankkeen tulokset

Tutkimuspajan opiskelijat ovat analysoineet kohteista kerättyä tietoa ja kohteiden vesiensuojelullista toimivuutta. Koska nyt toteutettu hanke oli pilotti, on aineistoa kuitenkin vain yhdeltä vuodelta, joka ei ole riittävä määrä reliaabelien johtopäätöksiä muodostamiselle. Kohteista kerätty tieto on hankkeen toteuttajien sisäisessä tiedossa, ja sitä on tarkoitus hyödyntää, kun seuranta ja tiedonkeruuta on toteutettu pidemmältä aikaväliltä.

Hankkeessa luotiin kuitenkin toimiva menetelmä, jonka avulla on mahdollista tuottaa kustannustehokasta vesiensuojelukosteikkojen seuranta ja tutkimusta. Menetelmän myötä tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta voidaan myös tuoda osaksi vesiensuojelun opetusta kestävän kehityksen, rakennustekniikan ja kala- ja ympäristötalouden koulutusohjelmissa sekä myöhemmin Turun ammattikorkeakoulussa alkavan ympäristötekniikan koulutusohjelman opetusta.

Menetelmää on vielä suotuisaa arvioida ja kehittää, jolloin mahdollistetaan sen parempi toimivuus ja sen integroiminen opetukseen sujuu entistä paremmin niin, että opiskelijat saavat vesiensuojelumenetelmien tutkimuksesta mahdollisimman suuren hyödyn oman ammatillisen kasvunsa kannalta.

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

5.1 Tutkimusongelma

Tässä opinnäytetyössä on kaksi eri näkökulmasta lähestyttävää mutta Inno-hankkeessa yhteen nivottua tutkimusongelmaa: inventointimenetelmän kehittäminen sekä hankkeeseen osallistuneiden opiskelijoiden oppimisen arvioiminen innovaatiopedagogiikan näkökulmasta. Myös inventointimenetelmän toimivuutta on syytä arvioida, sillä asianmukaista kehittämistä ei voi tehdä ilman ongelmien kohdentamista. Tutkimusongelmiin pyritään vastaamaan seuraavilla tutkimuskysymyksillä:

1. Kuinka kattavasti ja luotettavaa tietoa inventointimenetelmällä saatiin kohteista?
2. Mitkä ovat inventointimenetelmän heikkoudet ja vahvuudet?
3. Miten hyvin hanke auttoi opiskelijoita ymmärtämään kosteikkojen vesien-suojelullista merkitystä?
4. Auttoiko monialaisuus ja käytännön tekeminen asioiden oppimisessa?
5. Miten menetelmää tulisi kehittää, jotta sillä saataisiin mahdollisimman kattavaa tietoa ja opiskelijat hyötyisivät maastokäynneistä parhaiten?

Kaksi ensimmäistä kysymystä kohdistuvat inventointimenetelmän arviointiin, ja kysymykset 3 ja 4 opiskelijoiden oppimisen arviointiin. Viides kysymys tähtää inventointimenetelmän kehittämiseen.

5.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen aineistona toimivat kohteissa täytetyt inventointilomakkeet, hankkeeseen osallistuneille opiskelijoille toteutettu kysely sekä opinnäytetyötä teke-

vän opiskelijan omat kentällä tehdyt havainnot, sillä hän on ollut töissä Innohankkeessa sen käytännön suunnittelusta asti ja toimi ohjaajana viidellä kuudesta toteutuneesta maastokäynnistä.

Inventointilomakkeista tarkastellaan kerätyn tiedon laajuutta ja luotettavuutta. Inventointilomakkeiden käsittelyä opinnäytetyössä on kuitenkin rajattu, ja kaikkia hankkeessa täytettyjä 19 lomaketta ei ole sisällytetty tarkasteluun. Joissain inventoiduissa kohteissa on useampia patoja ja niitä edeltäviä pieniä altaita, mutta tutkimuspaja keräsi vertailutietoa vain suurimmasta laskeutusaltaasta ja sitä seuraavasta padosta. Opinnäytetyössä keskitytään vain näistä kerätyn tiedon tarkasteluun, sillä tulosten luotettavuutta ei ole perusteltua arvioida vertailutiedon puuttuessa. Inventoitavia kohteita valittiin hankkeeseen seitsemän, mutta yksi opiskelijoiden maastokäynneistä jouduttiin perumaan rankan sateen vuoksi, joten vertailutietoa on tästä syystä vain kuudesta kohteesta.

Opinnäytetyöstä on lisäksi jätetty pois veden laatua kuvaavan aineiston arviointi. Nämä tiedot kerättiin YSI moniparametrisondilla, joka on arvokas mittalaite ja sen käyttö vaatii käyttäjältään ammatillista osaamista. Inventointimenetelmän on lopulta tarkoitus opetuskäyttönsä lisäksi toimia apuna kosteikkojen tilan seurannassa sellaisille henkilöille, joilla ei ole vesiensuojeluun liittyvää koulutusta. Tällaisilla henkilöillä tuskin on käytössään kyseistä tai vastaavaa laitteistoa sen kalliin hinnan takia, joten vedenlaadun mittauksen arviointi ja sen kehittäminen ei tästä näkökulmasta ole tarpeellista. Vedenlaadun mittauksia tehtiinkin kohteissa Turun ammattikorkeakoulun omaa seurantaa varten.

Opiskelijoilta saatiin maastokäyntien yhteydessä jo hieman suullista palautetta, mutta heidän oppimisensa arviointi pelkästään näiden tietojen perusteella ei ole asianmukaista. Opiskelijoille toteutettiin opinnäytetyön puitteissa palautekysely internetin Webropol-kyselysovelluksella heidän oppimisensa arvioimiseksi (liite 2). Opiskelijoita pyydettiin kyselyssä arvioimaan oppimistaan laskeutusaltaiden toiminnasta sekä käytännön tekemisen ja monialaisuuden vaikutusta oppimiseensa. Kyselyyn sisällytettiin myös yksi vapaan vastauksen teoriakysymys laskeutusaltaiden puhdistusmekanismista, jolla pyrittiin selvittämään, ovatko opiskelijat oikeasti ymmärtäneet laskeutusaltaiden toimintaa. Kyselyllä

kerättiin tietoa myös opiskelijoiden näkemyksistä hankkeen käytännön toteutuksen onnistumisesta. Opiskelijoiden tuli kertoa lisäksi koulutusohjelmansa ja arvioimansa kohde. Näiden tietojen avulla voidaan tutkia, ovatko opiskelijoiden vastaukset riippuvaisia koulutustaustasta tai inventoidun kohteen ominaisuuksista.

Kysely lähetettiin kaikille 34 opiskelijalle ja se oli avoinna kolmen viikon ajan, joista yksi viikko sijoittui opiskelijoiden talvilomalle. Vastauksia kyselyyn kertyi tuona aikana 23 kappaletta eli vastausprosentti oli noin 68 %. Kyselyyn vastanneista 16 oli kestävän kehityksen, 6 rakennustekniikan ja 1 kala- ja ympäristötalouden opiskelijoita. Nämä määrät kuvaavat hyvin inventointeihin osallistuneiden opiskelijoiden koulutusohjelmien suhdetta, sillä inventointeihin osallistui kestävän kehityksen koulutusohjelmasta 22 henkilöä, rakennustekniikan opiskelijoita 10 ja kala- ja ympäristötekniikan opiskelijoita 2 henkeä. Kala- ja ympäristötalouden opiskelijoiden vähäinen määrä johtuu siitä, ettei tieto inventoinneista ollut kulkenut hyvin kyseisen koulutusohjelman opiskelijoille.

Inventointimenetelmän kehittämässä on keskeistä myös arvioida, kuinka menetelmä toimii maastossa ja tunnistaa sen vahvuudet ja heikkoudet. Tämän analysointi perustuu opinnäytetyön tekijän omiin havaintoihin. Kyselyyn on myös sisällytetty muutama menetelmän käyttökelpoisuutta ja sen vaativuutta arvioiva kysymys, joista haetaan lisäaineistoa arvioijan omien havaintojen lisäksi.

Tutkimuskysymysten ja –menetelmien perusteella voidaan todeta opinnäytetyön tutkimustyyppinä olevan kehittävä arviointi. Rajavaaran (2006, 20) mukaan kehittävällä arvioinnilla tarkoitetaan organisaation sisäistä ja toisinaan tutkimusavusteista arviointia, joka tarjoaa tukea organisaatioiden työmenetelmien sekä työ- ja palveluprosessien jatkuvaan kehittämiseen. Kehittävässä arvioinnissa tarkastelun pääpaino on vaikuttavuuden sijaan itse työprosessissa, jonka kehittämisen kautta pyritään parantamaan toiminnan vaikuttavuutta. Kehittävässä arvioinnissa myös hyödynnetään sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä. (Rajavaara 2006, 53-54.) Tässä opinnäytetyössä näitä mene-

telmiä ovat palautekysely sekä kenttätöissä että dokumenttiaineistosta tehdyt havainnot.

5.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta tarkasteltaessa arvioidaan sen validiteettia ja reliabiliteettia. Validiteetti tarkoittaa tutkimusmenetelmän kykyä selvittää sitä, mitä tutkimuksessa on tarkoitus selvittää. Koska kehittämistutkimuksessa käytetään monimenetelmällistä tutkimusotetta, on validiutta tarkasteltaessa kiinnitettävä huomiota itse tutkimusmenetelmän sijaan siihen, vastaako käytetty tutkimusote parhaalla mahdollisella tavalla kehittämistutkimuksen tavoitteita. Reliabiliteetti kuvaa saatujen tulosten pysyvyyttä, mikäli tutkimus toistettaisiin. Reliabiliteetin käsite kuuluukin yleensä kvantitatiivisen tutkimuksen luotettavuuskäsitteisiin. (Anttila 2007, 146.)

Hirsjärven ym. (2009, 231) mukaan tutkimuksen tuloksien voidaan todeta olevan reliaabeleja, jos kaksi tutkijaa päätyy samankaltaisiin tuloksiin. Tässä opin- näytetyössä hyödynnetään arvioinnissa sekä opinnäytetyön tekijän ja hankkeeseen osallistuneiden opiskelijoiden havaintoja, sillä palautekyselyssä opiskelijoita on pyydetty arvioimaan myös inventointimenetelmän käytännöllisyyttä. Myös opiskelijoiden oppimisen mittaamisessa käytetään sekä itsearviointia että ohjaajan tekemää arviointia teoriakysymyksen perusteella. Kysely lähetettiin lisäksi koko opiskelijaryhmälle tietyn otoksen sijaan, ja vastausprosentin ollessa suhteellisen korkea voidaan olettaa, että vastaukset olisivat samankaltaisia jos kysely toistettaisiin. Nämä tekijät tukevat tutkimuksen reliabiliteettia.

Reliabiliteettia kuitenkin heikentää se, että kysely lähetettiin opiskelijoille vasta viiden kuukauden jälkeen inventointien toteuttamisesta, jolloin opiskelijat olivat ehtineet jo unohtaa yksityiskohtia inventoinneista. Palautekyselyn vastauksissa eräs opiskelija olikin moittinut kyselyn myöhäistä lähetysajankohtaa. Voidaan olettaa, että vastaukset olisivat hieman eriäviä, mikäli kysely olisi toteutettu lähempänä inventointeja. Toisaalta, koulutuksen pyrkimyksenä on, että opiskelijat muistavat oppimansa asiat, vaikka niiden oppimisesta olisi aikaa, joten kyselyn

lähettäminen heille myöhäisessä vaiheessa selvittää myös, onko hankkeessa onnistuttu luomaan opiskelijoille pitkäaikaista tietoa. Inventointimenetelmän arvioinnin osalta keskenään vertailtavaa aineistoa on vain kahden inventoinnin verran, mikä vaikuttaa tutkimuksen reliabiliteettiin, sillä on mahdollista, että jos samasta kohteesta olisi tehty useampi inventointi, niiden tulokset vaihtelisivat enemmän. Koska hanke on toteutettu pilottina vain kerran, lisäaineiston hankkiminen on tässä tilanteessa mahdotonta. Varmempaa tietoa menetelmän objektiivisuudesta saadaan useamman vuoden seurannan tuloksena.

Opinnäytetyön tavoitteena on kerätä tietoa hankkeen onnistumiseen vaikuttaneista tekijöistä ja opiskelijoiden oppimisesta sekä kehittää inventointimenetelmää näiden pohjalta. Totuudenmukaisinta tietoa hankkeen opettavuudesta saa inventointeihin osallistuneilta opiskelijoilta. Vaikka opinnäytetyötä tekevän opiskelijan työsuhde hankkeessa saattaa vaikuttaa arvioinnin objektiivisuuteen, on sisäisellä arvioijalla sellaista tietoa menetelmän toimivuudesta maastossa, joka ulkoiselta arvioijalta puuttuu, joten sisäisen arvioijan käyttö on täten perusteltua. Menetelmän ja sen toteutuksen arvioinnissa pyritään olemaan mahdollisimman objektiivinen, eikä arviointi perustu pelkästään opinnäytetyön tekijän näkemyksiin, vaan toista näkökulmaa haetaan myös opiskelijoiden palautekyselyn avulla. Vaikka edellä mainitut seikat tukevat opinnäytetyön validiutta, saattaa siihen vaikuttaa heikentävästi se, ovatko kyselyyn vastanneet opiskelijat ymmärtäneet kysymykset kuten kysymyksen laatija on ne tarkoittanut. Ennen opiskelijoille lähettämistä kysely testattiin testihenkilöllä, mutta yksi henkilö ei välttämättä pystynyt paljastamaan kyselystä kaikkia näkemyseroja ja mahdollisia virheitä.

6 HANKKEEN ARVIOINTI

6.1 Inventointimenetelmä

Liitteeseen 3 on kerätty kaikkien kuuden inventoidun kohteen tiedot, joista on tehty sekä perusinventointi että vertailuinventointi. Näitä vertaillessa voidaan tehdä päätelmiä kerätyn tiedon laajuudesta ja luotettavuudesta. Pöylijoen kohteesta on yhteenvetoon kirjattu vain tieto eläimistöä, koska kohteessa oli vertailuinventoinnissa arvioitu ohjaajien informaatiokatkoksen vuoksi eri patoja ja niiden altaita. Tämä virhe huomattiin vasta opinnäytetyötä tehtäessä. Kohteessa on kolme pohjapatoa Pöylijokeen laskevassa ojauomassa, ja näiden lisäksi joen uomaan on perustettu neljäs pato romahtaneesta sillasta. Ojauoman viimeinen allas on lisäksi täytynyt täysin maa-aineksesta, sillä allasta edeltävä uoma on romahtanut voimakkaan eroosion seurauksena. Kohteen epätavallinen tila selittää osin inventointien välistä sekaannusta. Pöylijoen kohteessa oli lisäksi mukana eri ohjaaja kuin kaikissa muissa inventoiduissa kohteissa eikä kukaan tutkijapajan opiskelijoistakaan ollut osallistunut kyseisen kohteen perusinventointiin.

6.1.1 Kerättävän tiedon kattavuus ja luotettavuus

Koska sedimentaatio on kosteikkojen ja erityisesti laskeutusaltaiden keskeisin vedenpuhdistusmekanismi, tärkein inventointimenetelmän arvioinnin kohde on sedimenttikerroksen paksuuden mittauksen luotettavuus. Pihlavan kohteessa sedimenttikerroksen paksuus poikkesi inventoinneissa jopa 15 cm. Tähän kohteeseen sisältyi kuitenkin mittausta hankaloittavia tekijöitä. Laskeutusallaskokoinaisuus koostuu kolmesta padosta ja suurimman altaan levein kohta sijaitsee uomassa kahden mutkan välissä, useiden metrien päässä padoista, joten mitauspaikan tarkka kirjaaminen oli haastavaa. Tästä syystä mittaukset on suoritettu hieman eri kohdista pitkää allasta. Lisäksi perusinventoinnin aikana veden

virtaus altaassa oli voimakas aikaisemman sateen vuoksi, mikä hankaloitti sedimentin mittausta. Kova virtaus aiheutti kelluntarenkaan liikkumista, jolloin mittasauva ei pysynyt suorassa, mikä puolestaan aiheutti virhettä syvyyslukemaan (kuva 6).



Kuva 6. Sedimenttikerroksen syvyyden mittaaminen kovassa virtauksessa. (Kuva: Sonja Raitamäki)

Kahdessa kohteessa sedimenttikerroksen paksuus vaihteli inventointien välillä n. 5 cm, kun otetaan huomioon kohteissa suoritettut useat mittaukset. Näistä kohteista sedimenttikerros kuitenkin mitattiin hieman eri kohdista, Lallissa jopa 6,5 metrin päässä perusinventoinnin mittauspisteestä. Tämä tekee lukujen suorasta vertailusta epäluotettavaa, sillä ei voida varmasti todeta, onko sedimentin mittaaminen riippuvainen mittaajasta, vai onko sedimenttikerros näissä eri kohdissa eri paksuinen. Kuitenkin kohteissa, joissa mittauksia oli tehty useampi samalta alueelta saman ihmisen toimesta, sedimenttikerroksen paksuus saattoi vaihdella jopa yli kymmenen senttimetriä, joten vaikuttaa siltä, että kiintoaine on sedimentoitunut altaisiin epätasaisesti. Kahdessa kohteessa, jossa mittaus suoritettiin lähes samasta kohdasta, sedimenttikerroksen mitattiin olevan lähes täy-

sin saman paksuinen. Tämän vuoksi voidaan todeta sedimenttikerroksen mittaamisen olevan lähes objektiivinen, ja siten luotettava menetelmä.

Sedimenttikerroksen mittausten tulosten vertailuun liittyy kuitenkin epävarmuustekijöitä. Inventointien aikaan oli sateista ja perus- ja vertailuinventointien välisenä aikana satoi melko voimakkaasti, mikä on saattanut muuttaa sedimenttikerroksen paksuutta kohteissa. Kohteiden aikaisemmasta sedimentin kertymisestä ja sateen aiheuttaman virtaaman suuruudesta ei kuitenkaan ole tietoa, joten ei pystytä myöskään toteamaan, onko sade aiheuttanut kohteissa resuspensiota. Inventoinneissa käytetyn mittasauvan asteikon kuluminen on myös saattanut aiheuttaa virhettä sedimentin paksuuden mittaukseen. Vaikka mittasauvan merkinnät oli tehty vedenkestävällä tussilla, kuluivat siitä senttimetrien merkinnät pois muutaman inventoinnin jälkeen, ja jäljelle jäivät vain viiden sentin välein olevat merkit, jotka oli kaiverrettu mittasauvaan. Tästä syystä sedimenttikerroksen paksuutta mitattaessa jouduttiin tarkkaa syvyyslukemaa arvioimaan.

Sekä perus- että vertailuinventoinneissa kohteiden sedimentin rakenne oli määritetty koostumukseltaan samanlaiseksi, joskin muutamassa kohteessa sedimentin koostumusta oli kuvailtu tarkemmin toisessa inventoinnissa. Myös sedimentin happitilanne määriteltiin samoin kaikissa kohteissa molemmissa inventoinneissa. Voidaan todeta, että myös sedimentin rakenteen ja happitilanteen osalta inventointimenetelmä on luotettava, vaikka inventoija vaikuttaa hieman tietojen määrityksen tarkkuuteen.

Padon kunnan inventoinnin luotettavuutta on hankala arvioida, sillä padon kuntoa ei ole kahdessa kohteessa kirjattu ollenkaan arviointilomakkeeseen vertailuinventointien aikana, ja muissakin kohteissa tieto padon kunnosta on tuolloin kirjattu hyvin lyhyesti. Vertailumaaston aikana oli tarkoitus käydä kaikilla hankkeeseen valituilla seitsemällä kohteella yhden päivän aikana, joten aikataulu oli suhteellisen tiukka. Maastossa oli myös mukana hankkeen projektipäällikkö, jolla on vankka tietopohja ja kokemus padoista, joten hän arvioi kohteiden patojen kunnan vertailuinventointien aikana opiskelijoiden keskittyessä inventointien muihin osiin. Projektipäällikkö oli lisäksi jo entuudestaan tietoinen patojen kun-

nosta, sillä hän oli mukana kesäkuun kartoituksissa. Vertailuinventoinneissa onkin jäänyt merkitsemättä padon kunto sellaisissa kohteissa, joissa sen on perusinventoinneissa todettu olevan hyvä.

Kohteissa, joissa padon tai allasrakenteiden kunnossa on ollut ongelmia, ne on havaittu ja kirjattu vastaavasti molemmissa inventoinneissa. Pihlavan kohteessa on vertailuinventoinnissa havaittu pieni oikovirtaus, jota ei huomattu perusinventoinnissa. Perusinventoinnin aikana Pihlavan padon kuntoa oli kuitenkin mahdoton arvioida, sillä se oli lähes täysin samean veden peitossa. Lallin kohteessa on puolestaan perusinventoinnissa arvioitu padon kuntoa vertailuinventointia tarkemmin ja kirjattu inventointilomakkeeseen ongelmia, joita ei vertailuinventoinnissa ole huomioitu. On mahdollista, että projektipäällikkö on arvioinut padon kunnan olevan ”OK” kesäkuun tilanteeseen verrattuna, jolloin yläjuoksulta katsottuna padon oikeassa reunassa oli suuri oikovirtaus penkan sortumisen ja kivimateriaalin liikkeelle lähdön vuoksi. Pato korjattiinkin kartoituskäynnin aikana, jolloin oikovirtaus saatiin pienemmäksi. Vaikka padon kunnan inventointien tiedot ovat puutteellisia, voidaan padon kunnan arvioinnin todeta olevan suhteellisen luotettava, sillä patojen rakenteiden ongelmat pystyvät tunnistamaan myös henkilöt, joilla ei ole asiantuntemusta aiheesta.

Tunnistetuissa kasveissa on huomattavia eroja kaikilla kohteilla perus- ja vertailuinventointien välillä, ja vain muutama kasvilaji on tunnistettu samoin eri inventoinneissa. Opiskelijat kokivatkin kasvien tunnistamisen inventointimenetelmän vaikeimmaksi osaksi, sillä jopa 16 kyselyyn vastanneista 23 opiskelijasta sanoi sen olleen vaikeaa. Valtaosa kohteiden kasveista päätettiin valokuvata ja ne tunnistettiin valokuvien avulla tutkimuspajassa. Kasvien tunnistaminen on erityyppinen riippuvainen inventointeja suorittavien henkilöiden tiedoista ja osaamisesta, mikä vaikuttaa menetelmän luotettavuuteen.

Myös kasvillisuuden peittävyden arvioinneissa ilmenee inventoinneissa eroja, jotka ovat paikoitellen melko huomattavia. Joissain kohteissa peittävyden arviointi on myös toteutettu eri tavoin perus- ja vertailuinventoinneissa. Inventointilomakkeessa on vain yksi laatikko vesikasvillisuuden peittävyydelle, mutta osa opiskelijoista on arvioinut kasvillisuuden peittävyttä osissa, ja kirjannut esimer-

kiksi altaan alku- ja loppupään erikseen, kun toiset opiskelijat ovat puolestaan arvioineet allasta kokonaisuutena.

Kolmella kohteella, jossa allasta on arvioitu osissa, arviot ovat tietyissä altaan osissa samaa kokoluokkaa. Kuitenkin kahdessa näistä kohteista arviot vaihtelevat joissain altaan osissa jopa 25 prosenttiyksikköä. Mikäli Kaulanojan kohteen eri tavoin arvioidun kasvillisuuden peittävyden suhteuttaa yhtenevään tyyliin, on senkin arvio samaa kokoluokkaa. Lallin kohteessa on kasvillisuuden peittävyden arvioinnissa suuri ero, mutta kohteessa on arvioitu eri kohtia altaasta. Laskeutusallas alkaa kahden uoman yhdistyessä pienessä mutkassa, ja vertailuinventoinnissa on tarkasteltu tätä kohtaa altaasta, jossa on runsasta kasvillisuutta. Perusinventoinnissa on puolestaan arvioitu vain mutkan jälkeistä osaa altaasta, jossa kasvillisuutta on vain hieman. Vaikka valtaosassa inventoiduissa kohteissa vesikasvillisuuden peittävyden on arvioitu olevan samaa kokoluokkaa, on arviointi kuitenkin inventoijasta riippuvaa, ja siten myös hieman epäluotettavaa. Myös eräs opiskelija oli todennut palautteessa, että arviot saattavat vaihdella melko paljon näkemyserojen takia, sillä ohjeistuksessa ei kerrottu, kuuluiko kasvillisuuden peittävyden arviointiin myös uoman ylle kaartuvia kasveja, vai vain vedessä kelluvia kasveja.

Kuten kasvien tunnistamisessa, myös pohjaeläinten tunnistamisessa opiskelijoiden tuntemus vaikutti paljon inventointien tuloksiin, ja kyselyyn vastanneet opiskelijat kokivatkin pohjaeläinten tunnistamisen lähes yhtä vaikeaksi kuin kasvien tunnistamisen. Vain yhdessä kohteessa on sekä perus- että vertailuinventoinnissa mainittu sama laji, ja tämän lisäksi kolmessa muussa kohteessa pohjaeläinten kuvaukset vastaavat toisiaan. Näiden kuvausten perusteella ei kuitenkaan voi varmasti todeta kyseessä olevan sama laji. Inventointeihin osallistuneiden, pohjaeläimiä tuntevien kala- ja ympäristötalouden opiskelijoiden mukaan kenttäolosuhteissa ei ylipäätään ole mahdollista tunnistaa pohjaeläimiä lajitasolle, sillä lajitason tunnistukseen tarvitaan mikroskooppi. Pohjaeläinten tarkastelussa tuleekin seuraavissa inventoinneissa mahdollisten indikaattorilajien etsimisen ja tunnistamisen sijaan menetellä toisin.

Valtaosassa kohteista eläinlajien havainnot vaihtelivat paljon perus- ja vertailuinventointien välillä, ja vain yhdessä kohteessa havaittiin molemmissa inventoinneissa kauriin jälkiä laskeutusaltaan ympäristössä. Vaihtelevat havainnot eivät kuitenkaan tässä inventoinnin osassa välttämättä viittaa siihen, että menetelmä olisi niiden tunnistamisen osalta epäluotettava, sillä useimmilla laskeutusaltaita elinympäristönään käyttävillä eläimillä on pelkkää altaan ympäristöä laajempi reviiri. Myös inventointien välinen sade on saattanut huuhtoa eläinten jälkiä pois. Käsityksen laskeutusaltaita hyödyntävistä eläimistä saakin vasta useiden seurantakertojen jälkeen, kun havainnot tietyistä lajeista tehdään enemmän. Laskeutusaltaalla vierailevilla eläimillä ei ole merkitystä altaan toimivuuden kannalta, vaan niiden havainnointi liittyy altaiden paikallisen biodiversiteetin merkityksen selvittämiseen.

Vesiensuojelukosteikkojen ja laskeutusaltaiden hoitotoimenpiteisiin kuuluu kertyneen sedimentin poistaminen, patorakenteiden kunnon tarkkailu ja huolto sekä kasvillisuuden hoito. Näihin toimenpiteisiin vaikuttavien tekijöiden tarkastelu sisältyy myös inventointimenetelmään, joten menetelmä kattaa kaiken tiedonkeruun, jota tarvitaan kosteikkojen kunnon ja hoitotarpeen selvittämiseen, vaikka kasvillisuuden peittävyden arviointi vaihtelee hieman inventoijasta riippuen. Inventointimenetelmässä selvitetään myös sedimentin koostumusta, jonka avulla voidaan silmämääräisesti päätellä, kuinka hienojakoista ainesta kosteikkoon on sedimentoitunut. Inventointimenetelmään sisältyy lisäksi kosteikon happitilanteen selvittäminen, mikä edesauttaa kosteikon toimivuuden arvioimista, sillä erilaiset happiolosuhteet vaikuttavat kosteikkojen vedenpuhdistustehoon. Jotta saadaan selville, kuinka paljon kosteikot pidättävät ravinteita, tarvitaan kohteista kuitenkin laboratorioanalyysin vaativia sedimentinäytteitä. Inventointimenetelmä toimii kuitenkin hyvin vesiensuojelukosteikkojen ja laskeutusaltaiden keskeisimmän vedenpuhdistusmekanismin eli kiintoaineen sedimentoitumisen selvittämisessä. Mikäli valuma-alueelta kiintoaineen mukana kosteikkoon kulkeutuvien ravinteiden määrä on entuudestaan tiedossa eikä valuma-alueella tapahdu ravinteiden liukenemiseen vaikuttavia muutoksia, pystytään sedimentin kertymisen pohjalta arvioimaan kosteikkojen ravinteiden pidätyskykyä.

Happi-tilannetta ja muita kosteikon ekologiaan vaikuttavia tekijöitä pyrittiin myös selvittämään mahdollisten indikaattorilajien avulla pohjaeläinnäytteistä ja kosteikon kasvillisuudesta, joka kuitenkin pohjaeläinten osalta osoittautui inventointien olosuhteissa mahdottomaksi. Myös indikaattorikasvien tunnistaminen oli ongelmallista, sillä vaikka inventointilomakkeisiin oli kirjattu kasveja, jotka toimivat myös indikaattoreina, ei niitä ollut merkitty erikseen. Toisaalta, tarkka lajilista pohjaeläimistä ja kasveista ei välttämättä kerro mitään kosteikkojen toimivuudesta, joten tarkka lajitunnistus saattaa olla pelkän vesiensuojelukosteikkojen toimivuuden arvioinnin kannalta resurssien tuhlaamista. Kasvien ja pohjaeläinten tarkka tunnistus antaa sen sijaan eläinlajiston tavoin tietoa kosteikkojen biodiversiteetistä.

6.1.2 Menetelmän vahvuudet ja heikkoudet

Inventointimenetelmä osoittautui ohjaajan näkökulmasta maastossa pääosin käytännölliseksi, ja se toimi pohjaeläimien tunnistamista lukuun ottamatta tiedonkeruussa suunnitelmien mukaan. Myös selkeä enemmistö opiskelijoista piti menetelmää käytännöllisenä, sillä erittäin käytännölliseksi tai käytännölliseksi menetelmän koki 16 kyselyyn vastanneista 23 opiskelijasta, ja vain yksi opiskelija koki menetelmän epäkäytännölliseksi. Inventointimenetelmässä epäkäytännöllisyyttä aiheutti opiskelijoiden mielestä lähinnä vain sedimentti- ja pohjaeläinnäytteenotossa käytetty noudin, sillä sitä oli raskas käyttää. Myös eräs opiskelija koki pohjaeläinten tunnistamisen pelkän suurennuslasin avulla epäkäytännölliseksi. Vaikka pohjaeläinten tunnistaminen maasto-olosuhteissa on hankalaa ja lajitasolle asti jopa mahdotonta, inventointimenetelmän ehdoton vahvuus on sen helppokäyttöisyys ja toimivuus maastossa, sillä kaikki tarvittava tiedonkeruu voidaan tehdä heti kohteella.

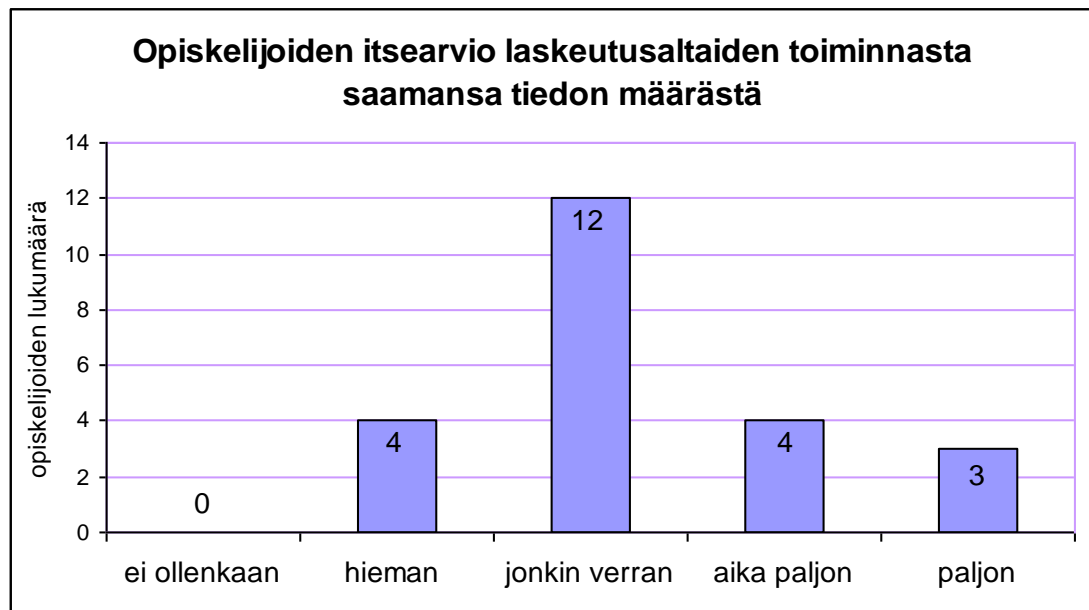
Suurin inventointimenetelmän heikkous on sen toimivuuden ja käytännöllisyyden riippuvuus vallitsevista sääolosuhteista ja vuodenajasta. Kuten aikaisemmin mainittiin, voimakas virtaus laskeutusaltaassa aiheutti hankaluuksia sedimenttikerroksen mittaamiseen Pihlavan kohteessa, sillä kelluntarengas oli hankala

pitää paikoillaan. Lisäksi joissain kohteissa pato oli lähes kokonaan veden alla sateista johtuvan suuren virtaaman takia, joten niiden kuntoa oli mahdoton arvioida kyseisissä olosuhteissa. Inventointien sijoittuminen syksyyn lisäksi hankaloitti omalta osaltaan kasvien tunnistamista, sillä useat kasvit olivat jo lakastuneet, ja osa kasveista jouduttiinkin tunnistamaan kesän kartoituskäyntien aikana otettujen valokuvien perusteella.

6.2 Opiskelijoiden oppiminen

6.2.1 Kosteikkojen vesiensuojelullisen merkityksen ymmärtäminen

Kyselyyn vastanneista 23 opiskelijasta 12 henkilöä, eli puolet, koki saaneensa maastokäyntien aikana jonkin verran opintojaan tukevaa tietoa laskeutusaltaiden toiminnasta. Aika paljon tietoa koki saaneensa 4 opiskelijaa, ja paljon 3 opiskelijaa. Hieman tietoa koki saaneensa 4 opiskelijaa. Kaikki opiskelijat oppivat itsearviointin mukaan maastojen aikana jotain laskeutusaltaiden toiminnasta, sillä yksikään ei vastannut, ettei olisi saanut käynnin aikana ollenkaan opintojaan tukevaa tietoa. Itsearviointin tulokset on esitetty kuviossa 2.



Kuvio 2. Opiskelijoiden saama tieto laskeutusaltaiden toiminnasta.

Opiskelijoiden arviot oppimisestaan jakoutuivat hieman eriävästi eri koulutusohjelmien kesken. Kuudesta kyselyyn vastanneesta rakennustekniikan opiskelijoista kolme koki oppineensa jonkin verran, kaksi aika paljon ja yksi paljon. Heidän vastauksensa sijoittuivat vastausasteikon positiiviseen päähän. Kestävän kehityksen opiskelijoiden keskuudessa vastaukset jakoutuivat hieman laajemmin. Heistäkin hieman yli puolet, eli yhdeksän kyselyyn vastanneista 16 kestävän kehityksen opiskelijasta, koki oppineensa maastokäyntien aikana jonkin verran, yksi opiskelija aika paljon ja kaksi paljon. Lisäksi neljä opiskelijaa vastasi saaneensa vain hieman tietoa laskeutusaltaiden toiminnasta. Ainoa kyselyyn vastannut kala- ja ympäristötalouden opiskelija vastasi saaneensa inventointimaaston aikana aika paljon tietoa. Vastausten perusteella vaikuttaa siltä, että kala- ja ympäristötalouden sekä rakennustekniikan opiskelijat saivat inventoinneista enemmän opintojaan tukevaa tietoa kuin kestävän kehityksen opiskelijat. Kala- ja ympäristötalouden opiskelijoiden kokemaa hyötyä inventoinneista korostaa vielä se, että molemmat inventointeihin osallistuneista opiskelijoista liittyivät myös tutkimuspajaan. Kuitenkin kyseisestä koulutusohjelmasta osallistui opiskelijoita inventointeihin huomattavasti kahta muuta koulutusohjelmaa vähemmän, joten johtopäätösten teko niin pienen otoksen perusteella ei ole reliaabelia. Vaikka vastauksissa ilmeni eroavaisuuksia, koulutusohjelman ei kuitenkaan voida todeta vaikuttavan voimakkaasti opiskelijoiden kokemukseen tiedon saannista, sillä vertailtaessa vastauksien ja koulutusohjelmien suhdetta saatiin tulokseksi heikko korrelaatiokerroin 0,34. Inventoidun kohteen ja opiskelijoiden tiedon saannin välillä ei löytynyt korrelaatiota.

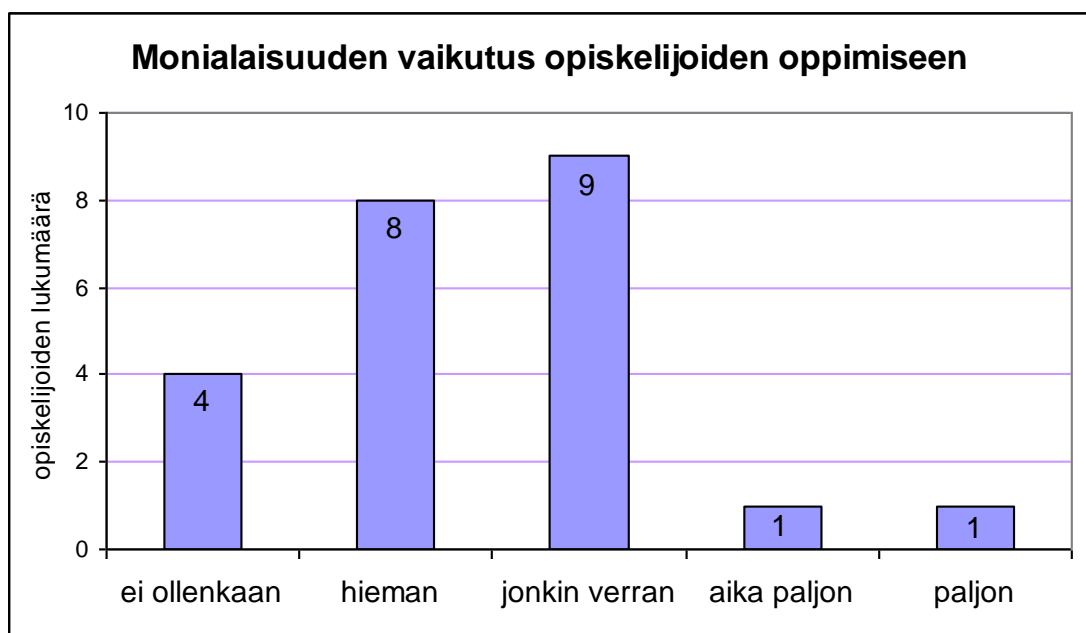
Itsearviointien lisäksi opiskelijoiden piti kertoa kyselyssä, miksi kohteissa mitattiin sedimenttikerroksen paksuutta. Sedimentaatio on laskeutusaltaiden tärkein vedenpuhdistusmekanismi, ja teoriakysymyksellä haluttiin selvittää, ovatko opiskelijat ymmärtäneet tämän keskeisen toiminnan tärkeyden inventointien aikana. Puolessa eli 12 vastauksessa opiskelijat mainitsivat sedimentaation kiintoaineksen pidättäjänä, ja näistä vastauksista viidessä mainittiin myös kiintoaineen mukana kulkeutuvat ravinteet. Pelkkä ravinnepitoisuus mainittiin tämän lisäksi kolmessa vastauksessa. Näissä vastauksissa laskeutusaltaiden pidättämiä ravinteita ei kuitenkaan ollut yhdistetty sedimentaation. Pelkkä sedi-

menttikerroksen paksuus ei kuitenkaan kerro suoraan altaan sedimentin ravinnepitoisuutta. Kolmessa vastauksessa pääpaino oli padon toimivuudella, joka sekin vaikuttaa erityisesti patoamalla rakennetuissa laskeutusaltaissa veden virtaamaan ja siten sedimentaatioon. Veden virtaus ja laskeutusaltaan hydrologiset olosuhteet oli myös mainittu kahdessa vastauksessa. Muutama opiskelija vastasi sedimenttiä mitattavan tyhjennystarpeen selvittämiseksi. Kolmen opiskelijan vastauksissa mainittiin useampi tekijä kuten sedimentaatio, veden virtaus, ravinteet tai tyhjennystarve, joita voidaan arvioida sedimenttikerroksen syvyyden avulla. Nämä opiskelijat ovat ymmärtäneet laskeutusaltaiden tarkoituksen ja niiden toiminnan erityisen hyvin.

Teoriakysymyksen vastaukset ovat lähes yhtenevät opiskelijoiden itsearviointien kanssa. Paria vastausta lukuun ottamatta kaikissa vastauksissa oli mainittu tekijöitä, joiden toimivuutta voidaan arvioida sedimenttikerroksen avulla. Puolet opiskelijoista osasi nimetä sedimentaation tärkeyden ja osa näistä kiintoaineksen mukana kulkeutuvat ravinteet. Teoriakysymykseen oli kuitenkin myös annettu hyvin yksinkertaisia vastauksia, kuten: ”Saatais tietoa siitä että toimiiko laskeutumisallas”. Tällaisista vastauksista on hankala arvioida, kuinka hyvin opiskelija on ymmärtänyt laskeutusaltaiden toimintaa, sillä sedimenttikerros kyllä kertoo laskeutusaltaan toimivuudesta, mutta jää epäselväksi, tietääkö opiskelija millä perusteella. Koska kyseessä oli palautekysely maastokäyntien onnistumisesta, on mahdollista, että opiskelijat eivät vastanneet teoriakysymykseen yhtä kattavasti kuin olisivat tentissä vastanneet vastaavaan kysymykseen. Voi olla, että opiskelijat ovat ymmärtäneet laskeutusaltaiden toimintaa paremmin kuin kyselystä käy ilmi. Kyselyn tulosten perusteella voidaan kuitenkin todeta valtaosan opiskelijoista ymmärtäneen laskeutusaltaiden keskeisen vesiensuojellisuuden merkityksen suhteellisen hyvin, ja lähes kaikki oppivat inventointimaastossa jotain aiheesta.

6.2.2 Monialaisuuden ja käytännön tekemisen merkitys oppimiseen

Kyselyn tuloksista käy ilmi että inventointiryhmien monialaisuudesta oli opiskelijoille vain hieman hyötyä. Yhdeksän opiskelijaa vastasi saaneensa uusia näkökulmia muilta opiskelijoilta jonkin verran, kahdeksan opiskelijaa hieman, ja neljä opiskelijaa ei saanut uusia näkökulmia muilta opiskelijoilta ollenkaan. Vain yksi opiskelija vastasi saaneensa paljon uusia näkökulmia ja yksi todella paljon. Nämä tulokset on esitetty kuviossa 3.

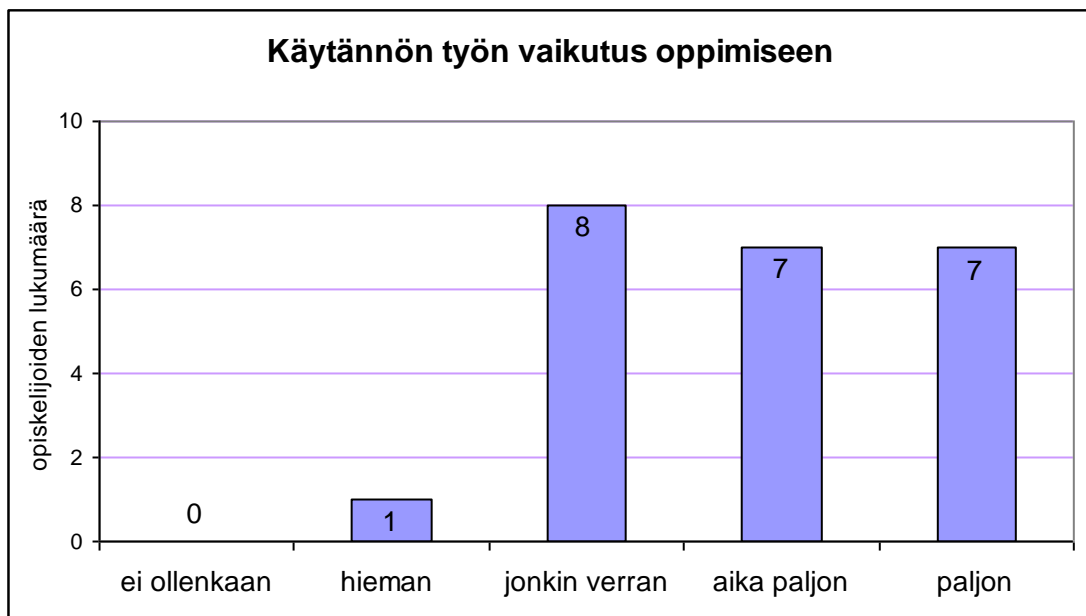


Kuvio 3. Inventointiryhmien monialaisuuden vaikutus opiskelijoiden oppimiseen.

Opiskelijat ilmoittautuivat maastokäynneille itse omaan aikatauluunsa sopivasti, ja vaikka maastoja edeltävässä infotilaisuudessa opiskelijoita oli kehoitettu jakautumaan niin, että jokaisessa ryhmässä olisi opiskelijoita kaikista koulutusohjelmista, vain yhdessä ryhmässä oli kaikkien kolmen alan opiskelijoita. Kolmessa ryhmässä oli sekä kestävän kehityksen että rakennustekniikan opiskelijoita, ja kahdessa ryhmässä vain kestävän kehityksen opiskelijoita. Tämä seikka ei kuitenkaan vaikuttanut opiskelijoiden kokemukseen monialaisuuden hyödyistä, sillä kyselyn vastaukset eivät juuri poikenneet toisistaan riippuen siitä, oliko ryhmässä usean alan opiskelijoita. Eniten uusia näkökulmia opiskelijat olivat jopa saaneet eräessä ryhmässä, jossa oli vain kestävän kehityksen opiskelijoita.

ta. Tätä ryhmää lukuun ottamatta monialaisien ryhmien opiskelijat kokivat saaneensa uusia näkökulmia hieman enemmän kuin sellaiset, joissa oli vain yhden alan opiskelijoita, mutta erot tuloksissa olivat erittäin pieniä. Kyselyn vapaan palautteen osassa kaksi yksialaisen ryhmän opiskelijaa oli kuitenkin toivonut, että heidän ryhmänsä olisi ollut monialainen. Uusien näkökulmien omaksumiseen muilta ryhmän opiskelijoilta vaikuttaa kuitenkin todennäköisesti eniten opiskelijoiden oma aktiivisuus ja heidän mahdollinen aikaisempi koulutustautansa, sillä kestävä kehityksen ryhmän opiskelijat, jotka kokivat hyötynsä eniten yhteistyöstä, olivat myös inventointien aktiivisin ja innostunein ryhmä.

Vaikka ryhmien monialaisuus ei vaikuttanut huomattavasti opiskelijoiden oppimiseen, kokivat opiskelijat selvästi käytännön tekemisen positiivisena oppimisensa kannalta. Seitsemän kyselyyn vastanneesta 23 opiskelijasta koki käytännön työstä olevan paljon hyötyä, ja myös seitsemän sanoi hyötynsä käytännön työstä aika paljon. Kahdeksan opiskelijaa sanoi käytännön työstä olleen jonkin verran hyötyä ja vain yksi koki hyötynsä hieman. Yksikään opiskelija ei todennut käytännön työn olevan hyödytöntä. Jakauma opiskelijoiden suhtautumisesta käytännön työhön on esitetty kuviossa 4. Myös vapaassa palautteessa usea opiskelija oli kehdunut käytännön työn hyödyllisyyttä ja mielenkiintoisuutta, ja vastaavaa kenttätyötä toivottiinkin yhdistettävän opetukseen enemmän.



Kuvio 4. Käytännön työn vaikutus opiskelijoiden oppimiseen.

7 HANKKEEN KEHITYSEHDOTUKSET

Inventointimenetelmän tärkeimmän osan, eli sedimentin kerääntymisen, todettiin aikaisemmin olevan toimiva ja luotettava menetelmä. Mittauksia toteutettiin inventoinneissa kuitenkin liian vähän, jotta saataisiin kattava kuva laskeutusaltaaseen muodostuneen sedimenttikerroksen paksuudesta. Tutkimuspajan opiskelijat selvittivät pajan aikana muun muassa laskeutusaltaisiin pidättyneiden ravinteiden määriä kohteista otettujen sedimenttinäytteiden ja mitattujen sedimenttikerrosten paksuuksien perusteella. Kohteissa, joissa paksuus oli mitattu vain yhdestä kohdasta allasta, se aiheutti suuren virhemarginaalin sedimenttiin sitoutuneiden ravinteiden laskettuun määrään. Myös vaihtelevien lukemien saaminen altaista useista mittauksista samalta alueelta viittaa siihen, että kiintoaines sedimentoituu epätasaisesti altaan pohjalle, jolloin yhdellä mittauksella ei saada oikeaa kuvaa sedimenttikerroksen paksuudesta koko altaassa.

Seuraavissa inventoinneissa mittauspisteitä tulisi olla nykyistä enemmän sekä vaihtelevissa osissa allasta, jolloin saadaan lisäksi selville, kerääntyykö sedimenttiä jollekin tietylle alueelle muuta allasta enemmän. Mittauspisteet tulisi myös päättää etukäteen, ja jos mahdollista, merkitä mittakaavalliseen karttaan laskeutusaltaasta, jolloin mahdollistetaan mittauksen suorittaminen mahdollisimman samasta kohtaa jokaisella inventointikerralla. Koska hankkeessa inventoidut laskeutusaltaat on rakennettu hankkeissa, joissa on ollut mukana Turun ammattikorkeakoulun henkilöstöä, on ammattikorkeakoululla käytössä laskeutusaltaiden suunnitelmakartat. Karttojen saaminen inventoitavista vesiensuojelukohteista on kuitenkin varmasti hankalaa tilanteissa, jossa inventointeja suoritavat useat ympäristön tilan seurannan vapaaehtoistoimijat, johon inventointimenetelmän kehittämiseksi pyritään. Tilanteessa, jolloin karttoja ei ole käytettävissä, valitut mittauspisteet voi määrittää tarkasti mittaamalla pisteiden etäisyydet kahteen rannalla olevaan kiintopisteeseen.

Inventointimenetelmän epäluotettavimmiksi ja myös opiskelijoiden mielestä hankalimmiksi osiksi todettiin kasvien ja pohjaeläinten tunnistaminen. Pohjaeläinten osalta maastossa suoritettavan tunnistamisen todettiin olevan jopa

mahdoton lajitasolle asti. Tutkimuspajan opiskelijat ovat laatineet yleisimmistä kosteikkokasveista ja pohjaeläimistä tunnistuskortteja, joiden avulla niiden tunnistaminen on seuraavissa inventoinneissa helpompaa. Tästä huolimatta pohjaeläinten tunnistaminen lajitasolle on mahdotonta maasto-olosuhteissa. Tulevaisuudessa pohjaeläinten tarkastelussa tulisikin keskittyä lajitunnistuksen ja indikaattorilajien etsimisen sijaan erilaisten pohjaeläinten määriin. Vaikka indikaattorilajit jäävät tällöin tunnistamatta, antaa lajirikkaus tietoa kosteikon ekologisesta tilasta, sillä mitä enemmän erilaisia lajeja pohjasta löydetään, sitä monipuolisemmat ja paremmat olosuhteet sedimentissä ja sen pinnassa yleensä vallitsevat.

Myös kasvien tunnistamisessa voidaan toimia pohjaeläinten tarkastelua vastaavasti. Koska kosteikon kasvillisuuden hoidon ensisijaisena tavoitteena on umpeenkasvamisen estäminen ja monipuolisen kasvillisuuden ylläpitäminen, ei kasvien lajikohtainen tunnistaminen ole tarpeellista, ellei pyrkimyksenä ole kerätä tietoa myös kosteikon biologisesta monimuotoisuudesta. Mikäli inventointien tarkoituksena on tarkastella vain vesiensuojelukosteikkojen toimivuutta, kasvien tarkastelussa voidaan kiinnittää huomio erilaisten kasvien runsauteen lajitunnistuksen sijaan.

Opiskelijat olivat inventoinneissa arvioineet kasvillisuuden peittävyyttä laskeutusaltaissa joko kokonaisuutena tai osissa. Peittävyuden arviointi osissa on kokonaisuutta parempi menettelytapa, sillä siitä käy ilmi, missä osassa allasta kasvillisuutta esiintyy, joka usein ilmentää myös altaan syvyysvaihteluita. Altaan tarkastelu osissa saattaa lisäksi helpottaa kasvillisuuden peittävyuden arviointia. Seuraavissa inventoinneissa tulisikin vesikasvillisuuden peittävyyttä tarkastella osissa kokonaisuuden sijaan, ja myös ohjeistuksen tulisi olla nykyistä selkeämpi, sillä opiskelijoiden näkemuserot ovat saattaneet vaikuttaa peittävyuden arviointiin. Mikäli maastossa on käytettävissä karttoja inventoitavasta kohteesta, voi kasvillisuuden myös merkitä kartalle, jolloin saadaan entistä selkeämpi kuva kasvillisuuden esiintymisestä.

Inventointimenetelmän suurimmaksi heikkoudeksi havaittiin sen toimivuuden riippuvuus sääolosuhteista ja vuodenajasta. Inventointien siirtäminen kevää-

seen ei kuitenkaan ole mahdollista, sillä keväisin valtaosa opiskelijoista suorittaa opintoihinsa pakollisena kuuluvaa harjoittelujaksoa, ja he saattavat siten olla estyneitä inventointeihin osallistumiseen. Vaikka inventointiryhmät pystyttiin muodostamaan kolmen eri koulutusohjelman opiskelijoiden kesken ongelmitta, maastokäyntien siirtäminen epäotollisten sääolojen vuoksi ei myöskään ole mahdollista kuin erityisissä poikkeustilanteissa, sillä uuden, kaikille opiskelijoille sopivan maastokäynnin järjestäminen on hankalaa opiskelijoiden erilaisten luku- ja järjestyksien vuoksi.

Vaikka inventointimaastot lisäsivät opiskelijoiden ymmärrystä kosteikkojen vesiensuojelullisesta merkityksestä suhteellisen hyvin, on pyrkimyksenä, että opiskelijat oppisivat vielä enemmän laskeutusaltaiden ja vesiensuojelukosteikkojen toiminnasta ja niiden merkityksestä. Selkeä enemmistö, eli 17 kyselyyn vastanneista opiskelijoista, kertoi saaneensa inventointimaastojen aikana tarvitsevänsä määrän ohjausta inventointimenetelmän käytöstä ja viisi opiskelijaa lähes tarpeeksi. Ryhmäkoon pienentäminen inventoinneissa voisi edesauttaa kaikkia opiskelijoita saamaan tarvitsemansa määrän ohjausta, sillä opiskelijat, jotka kokivat saaneensa lähes tarpeeksi ohjausta, osallistuivat inventointeihin joissa ryhmäkoko oli suurin, eli 5-7 opiskelijaa. Kuitenkin valtaosa kuusi- tai viisihenkkisten ryhmien opiskelijoista koki saaneensa tarpeeksi ohjausta, ja eräs opiskelija jopa liian paljon. Mikäli opiskelijaryhmän koko rajataan neljään tai viiteen opiskelijaan, on ohjaajien huolehdittava siitä, että opiskelijat saavat toimia inventoinneissa mahdollisimman itsenäisesti ja kehittää omia tutkimustaitojaan. Palautekyselyn kysymys ohjauksesta kohdistui kuitenkin juuri inventointimenetelmän käyttöön eikä ohjauksesta saatuun tietoon laskeutusaltaiden toiminnasta. Vaikka inventoinneissa opiskelijoita kannustetaan itsenäiseen työskentelyyn ja oppimiseen, saattaa opiskelijoiden oppimisen kannalta olla hyödyllistä, jos inventointimenetelmän käyttö yhdistetään paremmin opetukseen vesiensuojelukosteikkojen toiminnasta.

Kaksi kyselyyn vastannutta opiskelijaa koki, että inventoinnit tehtiin kiireisesti ja maastossa ei vietetty tarpeeksi aikaa, jotta kaikki halukkaat olisivat ehtineet kokeilla näytteenottoa. Inventointeihin käytettävän ajan lisääminen saattaa olla

opiskelijoiden oppimisen kannalta hyödyllistä, koska silloin heille jää enemmän aikaa tutustua laskeutusaltaiden ominaisuuksiin sekä käytettävään laitteistoon. Inventointeihin oli varattu aikaa neljästä viiteen tuntia, josta kohteille siirtymiseen kului aikaa enimmillään 45 minuuttia yhteen suuntaan. Ajomatka tulisikin hyödyntää tehokkaammin opiskelijoiden työnjakoon ja ohjaukseen, jolloin heille jäisi enemmän aikaa maastossa laskeutusaltaan tutkimiseen.

Inventointeja suunniteltaessa pyrkimyksenä oli, että opiskelijat inventoisivat kaksi laskeutusallasta, mutta ensimmäisen maastokäynnin aikana todettiin, ettei varattu aika riitä kahden kohteen inventointiin. Lähes puolet palautekyselyyn vastanneista opiskelijoista kuitenkin koki, että kahden kohteen inventoinnista olisi ollut hyötyä heidän oppimisensa kannalta ja yksikään opiskelija ei ollut sitä mieltä, ettei kahden laskeutusaltaan inventoinnista olisi ollut ollenkaan hyötyä. Tulevissa toteutuksissa tulisikin pyrkiä kahden kohteen inventointiin, ja tästä syystä inventointeihin varattua aikaa tulisi pidentää.

Ryhmäkoon pienentäminen ja inventointeihin kulutettavan ajan lisääminen lisäävät kuitenkin myös koko toteutukseen ja kaikkien opiskelijoiden osallistumiseen kuluvaan aikaa. Inventointien toteuttaminen syksyllä asettaa kuitenkin ajankäyttöön rajoituksia. Inventoinnit pitää suorittaa päivänvalon aikaan, sillä kohteissa ei ole valaistusta pimeään aikaan. Jos inventointien suorittaminen kestää pitkälle syksyyn, vähenee myös päivänvalon määrä. Inventointeihin käytetyn ajan pidentäminen lisää myös henkilöstökustannuksia, mutta kahden kohteen inventoinnilla pystytään keräämään myös enemmän tietoa vesiensuojelukosteikkojen ja laskeutusaltaiden toiminnasta, joten pitkällä aikavälillä tämä muutos tuskin vaikuttaa inventointimenetelmän kustannustehokkuuteen.

Kahden kohteen inventointiin ei todennäköisesti kulu pilotti-inventointiin käytettyä aikaa kaksinkertaisena, sillä voidaan olettaa, että ensimmäisen kohteen inventoinnista saamansa kokemuksen jälkeen opiskelijat suorittavat toisen kohteen inventoinnin nopeammin. Tästä huolimatta inventointeihin tulisi varata niin paljon aikaa, että niiden sijoittaminen lukujärjestykseen olisi opiskelijoille haasteellista. Tästä syystä koulutusohjelmien lukujärjestyksiin tulisi varata ajat inventointien suorittamiselle. Tämä mahdollistaisi myös eri alojen opiskelijoiden ta-

saisemman jakaantumisen ryhmiin, joka saattaisi lisätä myös monialaisuudesta saatavaa hyötyä. Vaikka palautekyselyn tuloksista kävi ilmi, että monialaisten ryhmien opiskelijat eivät hyötäneet huomattavasti toistensa tiedoista, saattaa olla, että eri alaisten opiskelijoiden hajauttaminen ryhmiin kuitenkin parantaa monialaisuudesta saatua hyötyä, sillä jollain maastokäynneillä oli opiskelijoiden keskuudessa havaittavissa koulutusohjelmien mukaista klikkiytymistä, jolloin opiskelijat toimivat omissa pienryhmissään laajan yhteistyön sijaan.

Kokonaisten päivien varaaminen inventoinneille kuitenkin lisää henkilöstökustannuksia. Koska inventointien suorittamiseen varattu aika koulutusohjelmien lukujärjestyksissä vie aikaa muulta opetukselta, tulisi kaikki inventoinnit suorittaa muutaman päivän aikana. Tällöin useamman opiskelijaryhmän tulisi suorittaa inventoinnit samaan aikaan, jolloin tarvitaan nykyistä enemmän ohjaajia. Nämä resurssitekijät on otettava huomioon tulevien inventointien ajankäyttöä suunniteltaessa, ja on toimittava parhaiden mahdollisuuksien mukaan niin, että opiskelijat hyötävät vesiensuojelukosteikkojen ja laskeutusaltaiden inventoinnista mahdollisimman paljon.

LÄHTEET

Anttila, P. 2007. Realistinen evaluaatio ja tuloksellinen kehittämistyö. Hamina: Akatiimi Oy.

Bioteknologiainfo 2009. Sanasto. Viitattu 5.3.2013.
http://www.bioteknologia.info/lisatietoa/sanasto/fi_FI/sanasto/

Bäck, S. Ollikainen, M. Bonsdorf, E. Eriksson, A. Hallanard, E. Kuikka, S. Viitasalo, M. & Walls, M. 2010. Itämeren tulevaisuus. Helsinki: Gaudeamus.

Dobson, M. & Frid, C. 1998. Ecology of aquatic ecosystems. Essex: Addison Wesley Longman Limited

Hakala, H. & Lyytimäki J. 2008. Ympäristön tila ja suojelu Suomessa. toinen uudistettu laitos. Helsinki: Gaudeamus.

Hirsjärvi, S. Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15., uudistettu painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Itämeriportaali 2013a. Rehevoityminen. Viitattu 18.1.2013
http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/uhat/rehevoityminen/fi_FI/rehevoityminen/

Itämeriportaali 2013b. Ravinteet Itämeressä. Viitattu 27.2.2013
http://www.itameriportaali.fi/fi/tietoa/uhat/rehevoityminen/fi_FI/ravinteet_itameressa/

Jormola, J. Harjula, H. & Sarvilinna, A. 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Kainua, K. 2012. Vuonna 2011 tehdyn sedimenttiselvityksen tulokset. Jäälinjärvi-seminaari 13.11.2012. Esitys saatavana sähköisesti: <http://kiiminginjaalinvedet.net/> > marraskuu 2012 > Suomen johtavat järviasiantuntijat pohtivat Jäälinjärven tilaa > Pohjasedimentti

Kairisto-Mertanen, L. 2012. Tavoitteena innovatiivinen ammattitaito. Teoksessa Lappalainen, H.; Lehto, A. & Penttilä, T. (toim.) 2012. Yrittäjyyden jäljillä, työelämän poluilla. Innovaatiopedagogiikka ja yrittäjyys Turun ammattikorkeakoulussa. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. 10-14

Kansallinen innovaatiostrategia. 2008.
http://www.tem.fi/files/19704/Kansallinen_innovaatiostrategia_12062008.pdf

Kempainen, I. & Karhunen, A. 2011. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen yleissuunnitelma. Uskelanjoen yläosa. Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 3/11. Elinkeino-, liikenne – ja ympäristökeskus.

Kettunen, J. 2009. Innovaatiopedagogiikka. Kever-verkkolehti, Vol.3, nro 8.
<http://www.uasjournal.fi/index.php/kever/article/view/1123/1000>

Komulainen, M.; Yliruusi, Kanerva-Lehto, H.; Kääriä, J. & Pettay, E. 2008. Aurajoen vesitalouden kunnostus hajakuormituksen ravinnepäästöjen vähentämiseksi. Toinen korjattu painos. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Maaseutuverkosto, Varsinais-Suomen ELY-keskus. 2010. Monivaikutteiden kosteikon hoito. Esite saatavana sähköisesti: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=118723&lan=sv>

Penttilä, T.; Kairisto-Mertanen, L. & Putkonen, A. 2009. Innovaatiopedagogiikka – Viitekehys uutta osaamista luovalle oppimiselle. Teoksessa Kairisto-Mertanen, L.; Kanerva-Lehto, H. & Penttilä, T. (toim.) 2009. Kohti innovaatiopedagogiikkaa. Uusi lähestymistapa ammattikorkeakoulujen opetukseen ja oppimiseen. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. 9-24

Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011a. Sanasto. Viitattu 28.2.2013
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=166171>

Pohjois-Pohjanmaan ELY. 2011b. Laskeutusaltat. Viitattu 12.2.2013
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=13253&lan=fi>

Puustinen, M.; Koskiahho, J.; Gran, V.; Jormola, J.; Majjala, T.; Mikkola-Roos, M.; Puumala, M.; Riihimäki, J.; Rätty, M. & Sammalkorpi, I. 2001. Maatalouden vesiensuojelukosteikot. VESIKOT-projektiin loppuraportti. Suomen ympäristö 499.

Puustinen, M. Koskiahho, J. Jormola, J. Järvenpää, L. Karhunen, A. Mikkola-Roos, M. Pitkänen, J. Riihimäki, J. Svensberg, M. & Vikberg, P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus

Puustinen, M. & Jormola, J. 2009. Monivaikutteisen kosteikon perustaminen ja hoito. Maaseutuvirasto.

Rajavaara, M. 2006. Yhteiskuntaan vaikuttava Kela. Katsaus vaikuttavuuden käsitteisiin ja arviointiin. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.

Suomen ympäristö 10/2007. 2007. Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 -Valtioneuvoston periaatepäätös. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Suomen ympäristökeskus 2012a. Ravinnepitoisuuksien eroavuudet kasviplanktonissa. Viitattu 28.2.2013 <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=14952&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus 2012b. Rehevöityminen. Viitattu 11.1.2013
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=398>

Suomen ympäristökeskus 2012c. Happikato. Viitattu 4.2.2013
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1831&lan=fi>

Taponen, T. 1995. Laskeutusaltat maatalouden vesiensuojelussa. Helsinki: Uudenmaan ympäristökeskus.

Tieteen termipankki 2013. opaslaji | indikaattorilaji | ilmentäjälaji. Viitattu 2.4.2013.
<http://tieteentermipankki.fi/wiki/Biologia:ilmentäjälaji>

Tuokko, P. 2005. Lehijärven valuma-alueen laskeutusallas- ja kosteikkokartoitus sekä Hainkonojan allas-kosteikkosuunnitelma. Hämeenlinnan seudullisen ympäristötoimen monisteita 3. Hämeenlinnan kaupunki.

Varsinais-Suomen ELY-keskus 2010. Maatalouden monivaikutteiset kosteikot. Viitattu 18.1.2013. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=289478>

Ympäristöministeriön raportteja 23/2011. 2011. Ympäristön tilan seurannan strategia 2020. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Inventointilomake

Veden laatu			
YSI-arvot	Ennen allasta:	Lämpötila: Sähkönjohtavuus: pH:	Sameus: Happisaturaatio: Happipitoisuus:
	Ennen patoa/ altaan loppupää:	Lämpötila: Sähkönjohtavuus: pH:	Sameus: Happisaturaatio: Happipitoisuus:
	Padon jälkeen: <i>Jos tarpeeksi vettä</i>	Lämpötila: Sähkönjohtavuus: pH:	Sameus: Happisaturaatio: Happipitoisuus:
Sedimentin kerääntyminen (Katso erillinen ohjelappu.)			
Näytteenottoaika:	<i>Kaksi sedimenttinäytettä (Mittaa etäisyys patoon.)</i>		
Happi-tilanne <i>Onko sedimentissä hapettomuutta?</i>	<i>Tökkää kepillä sedimenttiin, tuleeeko kuplia, hajua?</i>		
Sedimentin rakenne <i>Savea/hiekkaa/organista ainesta?</i>		Sedimentti-kerroksen paksuus:	<i>Työnnä sauva varovasti pohjan pintaan, lue syvyys → lukema 1: Työnnä sauva niin syväälle kuin pystyt, lue syvyys → lukema 2: Lukujen erotus →</i>
Pohjaeläimet			
Näytteenottoaika	<i>Toinen kahdesta sedimenttinäytteestä (Etäisyys patoon?)</i>		
Kappalemäärä ja Luonnehdinta <i>Nimeä lajit jos mahdollista, muuten kuvaile (kotilomainen, matomainen yms.)</i>			

Huomioitavaa:

Kasvillisuus			
Kasvilajisto <i>Lajilista</i> <i>Löytyykö indikaattorilajeja?</i>	Laskeutusallas:		Padon jälkeen:
Vesikasvillisuuden peittävyys: <i>Arvio prosentteina</i>		Planktonlevä <i>Esiintyykö? Peittävyys prosentteina?</i>	
Valokuvat	<i>Kuva padon harjalta ylä- ja alavirtaan päin.</i> <i>Tunnistuksen mahdollistavat lähikuvat yleisimmistä kasveista.</i>		
Eläinlajisto			
Kosteikolla käyvät eläimet	Nisäkkäät <i>Näkykö jälkiä?</i>	Linnusto <i>Lajilista ja määrä</i>	
Padon rakenne ja kunto			
Mikä pato? <i>Padon sijainti</i>			
Miten vesi virtaa? <i>Tasaisesti/keskeltä/reunoilta?</i> <i>Onko oikovirtauksia?</i>			
Ovatko penkat sortuneet? <i>Myös laskeutusallas.</i>			
Rakenteiden kunto <i>Näkykö suodatinkangas?</i> <i>Onko kivimateriaali paikoillaan?</i>			
Valokuvat	<i>Ota yleiskuva padon sivulta, sekä tarkempia kuvia mahdollisista ongelmakohdista.</i>		

Kysely

Palautetta kosteikkojen arvioinnista

Tällä kyselyllä kerätään opiskelijoilta palautetta syksyllä 2012 Turun AMK:ssa järjestetystä vesiensuojelukosteikkojen ja laskeutusaltaiden arviointia koskevan hankkeen toteutuksesta.

Palautetta käytetään tulevien maastototeutusten kehittämiseen sekä aihetta käsittelevän opinnäytetyön materiaalina. Kyselyyn vastataan nimettömänä. Tähdellä merkityt kysymykset ovat pakollisia.

1. Koulutusohjelmasi *

- Kestävä kehitys
 Rakennustekniikka
 Kala- ja ympäristötalous

2. Minkä laskeutusaltaan tilaa arvioit? *

Jos et muista, tarkista saateviesti sähköpostistasi.

- Kaulanoja
 Karhunoja
 Lalli
 Rusko
 Pihlava
 Pöylijoki

3. Saitko maastossa tarpeeksi ohjausta arviointimenetelmän käytöstä? *

- | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| en ollenkaan | hieman | en osaa sanoa | lähes tarpeeksi | tarvitsemani määrän | liikaa ohjausta |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

4. Saitko maastokäynneillä opintojasi tukevaa tietoa laskeutusaltaiden toiminnasta? *

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| en ollenkaan | hieman | jonkin verran | aika paljon | paljon |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

5. Oliko laskeutusaltaiden näkemisestä ja tilan arvioinnista maastossa hyötyä niiden vesiensuojelullisten vaikutusten ymmärtämisessä? *

- | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ei ollenkaan | hieman | jonkin verran | aika paljon | paljon |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

6. Miksi kohteissa mitattiin sedimenttikerroksen paksuutta? *

7. Olisiko oppimisesi kannalta ollut hyödyllistä arvioida maastossa kahta laskeutusallasta yhden sijaan? *

ei ollenkaan	ehkä	en osaa sanoa	hyödyllistä	todella hyödyllistä
1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Saitko laskeutusaltaiden tilan arvioinnissa uusia näkökulmia muilta opiskelijoilta? *

en ollenkaan	hieman	jonkin verran	aika paljon	paljon
1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9a. Miten käytännöllisiksi koit laskeutusaltaiden arvioinnin käytännön menetelmät? (Esim. kelluntarenkaan käyttö, näytteenottolaitteisto) *

erittäin epäkäytännöllinen	epäkäytännöllinen	en osaa sanoa	käytännöllinen	erittäin käytännöllinen
1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9b. Mikä oli kaikkein epäkäytännöllisintä ja miksi?

10. Oliko jonkin arviointilomakkeessa olleen tekijän arviointi/tunnistaminen vaikeaa? *

- Sedimenttikerroksen paksuus
- Sedimentin rakenne
- Sedimentin happitilanne
- Pohjaeläinten tunnistaminen
- Kasvien tunnistaminen
- Kasvillisuuden peittävyys
- Lintujen tai eläinten (jälkien) tunnistaminen
- Padon rakenteiden kunto
- Veden virtaus padolla
- Penkkojen sortuminen padolla/altaassa
- Vaadittujen valokuvien otto
- Mikään ei ollut vaikeaa

11. Haluatko antaa muuta palautetta laskeutusaltaiden arviointiin liittyen?

Jos haluat osallistua arvontaan, kerro nimesi:

Nimeäsi ei voida yhdistää muihin vastauksiisi.

Nimi:

Lähetä

Yhteenveto inventoinneista

SEDIMENTIN KERÄÄNTYMINEN		
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Kaulanoja	Näytteenottopaikka n. 6,5 m padolta ylävirtaan	Näytteenottopaikka 6 m padolta ylävirtaan
	Sedimenttikerroksen paksuus 18-20 cm	Sedimenttikerroksen paksuus 20 cm
	Sedimentin rakenne liejuista savea	Sedimentin rakenne savea
	Happitilanne kuplia, paha rikin haju	Happitilanne kuplia
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Karhunoja	Näytteenottopaikka 2,5 m. padolta ylävirtaan (a) 4,3 m padolta ylävirtaan (b)	Näytteenottopaikka n. 4 m padolta ylävirtaan
	Sedimenttikerroksen paksuus (a) 36 cm (b) 30 cm	Sedimenttikerroksen paksuus 30 cm
	Sedimentin rakenne savea	Sedimentin rakenne savea
	Happitilanne kuplia	Happitilanne vähän kuplia, haju → hapeton
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Lalli	Näytteenottopaikka 3,5 m padolta ylävirtaan, sedimentti mitattu kahdesti noin samalta alueelta	Näytteenottopaikka n. 10 m padolta ylävirtaan, sedimenttiä mitattu useita kertoja
	Sedimenttikerroksen paksuus 65 cm 45 cm	Sedimenttikerroksen paksuus 50 cm – 70 cm ympäri allasta
	Sedimentin rakenne hyvin hienojakoista savea	Sedimentin rakenne savea
	Happitilanne paljon kuplia	Happitilanne paljon kuplia

Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Rusko	Näytteenottoaika 4 m. padolta ylävirtaan, sedimentti mitattu kahdesti noin samalta alueelta	Näytteenottoaika <i>ei merkintää, piirroksen perusteella n. 4m</i>
	Sedimenttikerroksen paksuus 15 cm 20 cm	Sedimenttikerroksen paksuus 10 cm
	Sedimentin rakenne hyvin hienojakoista savea, paljon orgaanista ainesta (lähinnä oksaa, kortetta)	Sedimentin rakenne savea
	Happitilanne kuplia, hajua	Happitilanne <i>ei merkintää</i>
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Pihlava	Näytteenottoaika laskeutusaltaan alkupää	Näytteenottoaika keskeltä allasta, mitattu useita kartoja
	Sedimenttikerroksen paksuus 20-30 cm	Sedimenttikerroksen paksuus 5-25 cm
	Sedimentin rakenne pehmeää savimultaa	Sedimentin rakenne hiekkasavea
	Happitilanne ei pahaa hajua, hieman kuplia	Happitilanne ei hapeton
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Pöylijoki	Näytteenottoaika 2,5 m padolta ylävirtaan	Näytteenottoaika <i>näytettä ei otettu</i>
	Sedimenttikerroksen paksuus 99 cm	Sedimenttikerroksen paksuus -
	Sedimentin rakenne savea, pientä kiveä	Sedimentin rakenne -
	Happitilanne ei haise, ei kupli	Happitilanne -
PADON RAKENNE JA KUNTO		
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Kaulanoja	Veden virtaus vesi virtaa reunoilta, ei oikovirtauksia	Veden virtaus <i>ei merkintää</i>
	Penkkojen kunto penkat eivät ole sortuneet	Penkkojen kunto <i>ei merkintää</i>
	Patorakenteiden kunto suodatinkangas ei näy, kivimateriaali paikoillaan	Patorakenteiden kunto <i>ei merkintää</i>

Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Karhunoja	Veden virtaus pinta veden alla, ei oikovirtauksia	Veden virtaus <i>ei merkintää</i>
	Penkkojen kunto penkat eivät ole sortuneet	Penkkojen kunto <i>ei merkintää</i>
	Patorakenteiden kunto suodatinkangas ei näy, kivimateriaali paikoillaan	Patorakenteiden kunto <i>ei merkintää</i>
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Lalli	Veden virtaus pääasiassa tasainen virtaus padon keskeltä, yläjuoksulta katsottuna padon oikealla reunalla oikovirtausta	Veden virtaus <i>ei merkintää</i>
	Penkkojen kunto laskeutusaltaan penkat OK, yläjuoksulta katsottuna oikea penkka sortunut padolla	Penkkojen kunto <i>ei merkintää</i>
	Patorakenteiden kunto suodatinkangas paikoin näkyvillä, kivet suunnilleen OK	Patorakenteiden kunto padon kunto OK
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Rusko	Veden virtaus vesi virtaa tasaisesti, ei oikovirtauksia (vaikea sanoa, vettä runsaasti)	Veden virtaus padon kunto OK, vesi virtaa padon päältä
	Penkkojen kunto penkat eivät ole sortuneet	Penkkojen kunto <i>ei merkintää</i>
	Patorakenteiden kunto suodatinkangas ei näy, kivimateriaali näyttää olevan paikoillaan (vettä runsaasti)	Patorakenteiden kunto <i>ei merkintää</i>
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Pihlava	Veden virtaus virtaus voimakas, tasaisesti koko padon yli	Veden virtaus vesi virtaa vähän sivusta.
	Penkkojen kunto uoman penkka sortunut padon jälkeen ulkomutkassa	Penkkojen kunto padon jälkeen penkka sortunut
	Patorakenteiden kunto kaksi suurta kiveä pinnan päällä, muuten kuntoa vaikea arvioida, veden pinta korkealla	Patorakenteiden kunto pato OK

Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Pöylijoki	Veden virtaus vesi virtaa keskeltä, ei oikovirtauksia, tosin allas täynnä savea	Veden virtaus <i>arvioitu patoa, josta ei aikaisempaa aineistoa</i>
	Penkkojen kunto altaan penkkoja ei näy	Penkkojen kunto -
	Patorakenteiden kunto suodatinkangas näkyy (korjauksen aiheuttama), kivet paikoillaan	Patorakenteiden kunto -
KASVILLISUUS		
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Kaulanoja	Laskeutusallas järvikorte osmankäämi rantalemmikki rantaminttu korpikaisla ratamosarpio pikkulimaska	Laskeutusallas osmankäämi järvikorte mesiangervo
	Padon jälkeen järvikorte osmankäämi ulpukka	Padon jälkeen järvikorte nokkonen osmankäämi takiainen/pelto-ohdake mesiangervo
	Kasvillisuuden peittävyys Vesikasvit 60 % Planktonlevä 0 %	Kasvillisuuden peittävyys Vesikasvit Allas: 30 % Pato/padon jälkeen: 75 % Planktonlevä 0 %

Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi											
Karhunoja	Laskeutusallas Reunalla: mesiangervo suokorte timotei kaisla	Laskeutusallas paju mesiangervo järvikorte <u>alkupäässä paljon saraa</u> sarjarimpi virna rantaminttu ohdake											
	Padon jälkeen metsäapila mesiangervo metsäkorte koiranputki pelto-ohdake timotei juolavehänä	Padon jälkeen rimpi rantaminttu ohdake mesiangervo jättiputki paju											
	Kasvillisuuden peittävyys <table border="1"> <tr> <td>Vesikasvit</td> <td>Planktonlevä</td> </tr> <tr> <td>altaan alku: 75 %</td> <td>ei ole?</td> </tr> <tr> <td>altaan loppu: 5 %</td> <td>samea vesi</td> </tr> </table>	Vesikasvit	Planktonlevä	altaan alku: 75 %	ei ole?	altaan loppu: 5 %	samea vesi	Kasvillisuuden peittävyys <table border="1"> <tr> <td>Vesikasvit</td> <td>Planktonlevä</td> </tr> <tr> <td>altaan alku: 80 %</td> <td>?</td> </tr> <tr> <td>altaan loppu: 30 %</td> <td></td> </tr> </table>	Vesikasvit	Planktonlevä	altaan alku: 80 %	?	altaan loppu: 30 %
Vesikasvit	Planktonlevä												
altaan alku: 75 %	ei ole?												
altaan loppu: 5 %	samea vesi												
Vesikasvit	Planktonlevä												
altaan alku: 80 %	?												
altaan loppu: 30 %													
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi											
Lalli	Laskeutusallas laitamilla hieman levää osmankäämi harmaaleppä	Laskeutusallas osmankäämi hierakka vihvilä pikkulimaska ratamosarpio											
	Padon jälkeen paju	Padon jälkeen runsaasti sarjarimpiä?											
	Kasvillisuuden peittävyys <table border="1"> <tr> <td>Vesikasvit</td> <td>Planktonlevä</td> </tr> <tr> <td>alle 3 %</td> <td>1-2 %</td> </tr> </table>	Vesikasvit	Planktonlevä	alle 3 %	1-2 %	Kasvillisuuden peittävyys <table border="1"> <tr> <td>Vesikasvit</td> <td>Planktonlevä</td> </tr> <tr> <td>alkupäässä uomien jälkeen runsas: 65 %</td> <td><i>ei merkintää</i></td> </tr> </table>	Vesikasvit	Planktonlevä	alkupäässä uomien jälkeen runsas: 65 %	<i>ei merkintää</i>			
Vesikasvit	Planktonlevä												
alle 3 %	1-2 %												
Vesikasvit	Planktonlevä												
alkupäässä uomien jälkeen runsas: 65 %	<i>ei merkintää</i>												

Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Rusko	Laskeutusallas järvikorte osmankäämi limaska ahvenvita	Laskeutusallas järvikorte osmankäämi mesiangervo
	Padon jälkeen mesiangervo osmankäämi heinää	Padon jälkeen rantakukka? järvikorte mesiangervo
	Kasvillisuuden peittävyys Vesikasvit 80 %	Kasvillisuuden peittävyys Vesikasvit altaan alku: 90-100 % altaan loppu: 80 %
	Planktonlevä ei näkyvää	Planktonlevä <i>ei merkintää</i>
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Pihlava	Laskeutusallas limaska jokin vesiheinä	Laskeutusallas palpakko pikkulimaskaa
	Padon jälkeen	Padon jälkeen sarjarimpi?
	Kasvillisuuden peittävyys Vesikasvit allas: 40 % altaan loppu: n. 5 %	Kasvillisuuden peittävyys Vesikasvit altaan alussa: 5-10 % keskellä: 20 % altaan loppu: 5-10 %
	Planktonlevä ei näkyvää	Planktonlevä <i>ei merkintää</i>
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Pöylijoki	Laskeutusallas metsäkasvillisuutta	Laskeutusallas <i>arvioitu allasta, josta ei ole aikaisempaa aineistoa</i>
	Padon jälkeen metsäkasvillisuutta	Padon jälkeen -
	Kasvillisuuden peittävyys Vesikasvit 0 %	Kasvillisuuden peittävyys Vesikasvit -
	Planktonlevä 0 %	Planktonlevä -

POHJAEÄIMISTÖ		
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Kaulanoja	Näytteenottoaika n. 6,5 m padolta ylävirtaan	Näytteenottoaika 6 m padosta ylävirtaan
	Määrä ja luonnehdinta ainakin yksi juotikas; muutama matomainen pohjaeläin (hankajalkainen?)	Määrä ja luonnehdinta matoja
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Karhunoja	Näytteenottoaika 2,5 m padolta ylävirtaan	Näytteenottoaika n. 4 m padolta ylävirtaan
	Määrä ja luonnehdinta 100-1000 kpl matoja; 1 jalallinen pohjaeläin	Määrä ja luonnehdinta yksi kastemato
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Lalli	Näytteenottoaika 3,1 m padolta ylävirtaan	Näytteenottoaika n. 10 m padolta ylävirtaan
	Määrä ja luonnehdinta runsaasti pieniä simpukoita; arviolta 80 kpl punertavia pikku matoja, halk. 0,5 mm; hieman valkoisia matoja	Määrä ja luonnehdinta paljon pieniä, vaaleita kotiloita; pieni punainen mato.
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Rusko	Näytteenottoaika 4 m padolta ylävirtaan	Näytteenottoaika <i>ei merkintää, piirroksen perusteella n. 4m</i>
	Määrä ja luonnehdinta n. 10 kpl surviaissääsken toukkia; siira; vesiperhosen toukka; ihan pieniä, läpikuultavia matoja	Määrä ja luonnehdinta toukkakoteloita; pieniä toukkia; matoja; 10+ kpl surviaissääsken toukkia

Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Pihlava	Näytteenottopaikka laskeutusaltaan alkupää	Näytteenottopaikka keskeltä iso allasta
	Määrä ja luonnehdinta 5 kpl n. runsaan sentin pituista pihtihäntäisen oloista hyönteistä; 1 mahdollisesti vesiperhosen toukka	Määrä ja luonnehdinta 2 sudenkorennon toukkaa?
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Pöylijoki	Näytteenottopaikka 2,5 m padolta ylävirtaan	Näytteenottopaikka <i>näytettä ei otettu</i>
	Määrä ja luonnehdinta 3 kpl surviaissääsken toukkaa; 5 kpl vesisiiraja; 1 hämähäkki; 3 matoa	Määrä ja luonnehdinta -
ELÄIMISTÖ		
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Kaulanoja	Nisäkkäät valkohäntäpeura rusakko	Nisäkkäät hirviä saukko
	Linnut ei havaintoja	Linnut Naapurin havainnot: koskikara telkkä sorsa satakieli peippo
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Karhunoja	Nisäkkäät (ja muut) vesimittari peura sammakko 2 kpl	Nisäkkäät ei havaintoja
	Linnut palokärki	Linnut sorsia

Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Lalli	Nisäkkäät (ja muut) sammakko myyrien koloja	Nisäkkäät ei havaintoja
	Linnut ei havaintoja	Linnut ei havaintoja
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Rusko	Nisäkkäät ei havaintoja	Nisäkkäät ei havaintoja
	Linnut sorsia	Linnut ei havaintoja
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Pihlava	Nisäkkäät mahdollisesti kaksi makuujälkeä, pieni sorkan jälki (n. 7 cm pitkä) sortuneen uoman kohdalla	Nisäkkäät ei havaintoja
	Linnut ei havaintoja	Linnut ei havaintoja
Kohde	Perusinventointi	Vertailuinventointi
Pöylijoki	Nisäkkäät metsäkauris, polku	Nisäkkäät kauriin jälkiä supikoiran/pienen ketun jälkiä
	Linnut ei näy, ei kuulu	Linnut ei havaintoja