

**Maatalouden
vesiensuojelukosteikkojen
toiminnan tehostaminen
Kosteikkosuunnittelua tehokkuuden näkökulmasta**

Piia Tulonen

Opinnäytetyö
Marraskuu 2019
Luonnonvara- ja ympäristöala
Agrologi (AMK), maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Tulonen, Piia	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 11/2019
	Sivumäärä 65+36	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Maatalouden vesiensuojelukosteikkojen toiminnan tehostaminen Kosteikkosuunnittelua tehokkuuden näkökulmasta		
Tutkinto-ohjelma Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma, agrologi		
Työn ohjaaja(t) Stenman Tarja		
Toimeksiantaja(t) Hytönen Mikko		
Tiivistelmä <p>Maatalouskosteikoiden ensisijainen tehtävä on puhdistaa valumavesiä eli pidättää typpeä, fosforia ja kiintoainesta. Suomi on sitoutunut siihen, että vesiemme ekologinen tila ei heikkenisi vaan olisi vähintään hyvä. Ilmastonmuutos, joka lisää talviaikaista valuntaa ja ravintehuuhtoumaa, luo paineita tavoitteen saavuttamiseksi. Kosteikot nähdään yhtenä merkittävänä tekijänä ilmastonmuutoksen vaikutusten ja rehevöitymisen hillitsemisessä.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kirjallisuuteen perustuen, millä tavoin kosteikon vesiensuojelullista tehokkuutta voisi parantaa. Tarkemmin selvitettiin kasvillisuuden ja puuaineksen vaikutuksia kosteikolla. Tutkimustulosten pohjalta laadittiin kosteikkosuunnitelma maatilalle Konnevedelle. Kosteikkosuunnitelmassa ei pystytty ottamaan huomioon kaikkia tehostamistoimia, sillä kosteikon koko ei riittänyt siihen. Kävi ilmi, että kosteikolla ei tässä kohteessa olisi merkittävää vesiensuojelullista vaikutusta.</p> <p>Merkittävimmät tehostamistoimet kosteikolla tehdään jo suunnitteluvaiheessa. Kosteikon mitoitus ja sijoittaminen valuma-alueen perusteella on ensisijaisen tärkeää. Myös perustamisvaiheen toimilla ja hoitotoimilla on merkitystä. Valikoimalla tiettyjä kasvilajeja kosteikolle, voidaan tehostaa kosteikon toimintaa, mutta tärkeämpää on huolehtia kasvillisuuden runsaudesta ja kerroksellisuudesta. Puuaineksen ja biohiilen käyttäminen kosteikolla tehostaa ravinteiden pidättymistä.</p> <p>Kosteikon mitoitus on koko prosessin tärkein osa. Mitä suurempi kosteikko on, sitä pidempi viipymä saavutetaan ja sitä paremmin valumavedet puhdistuvat. Muilla keinoilla, esim. kasveilla, puuaineksella ja niitolla, voidaan lisätä tehokkuutta ja ylläpitää sen toimintaa. Liian pientä kosteikkoa ei kannata perustaa, sillä se ei välttämättä saa rahoitusta.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Vesiensuojelu, kosteikko, tehokkuus, kasvillisuus, puuaines		
Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Tulonen, Piia	Type of publication Bachelor's thesis	Date November 2019 Language of publication: Finnish
	Number of pages 65+36	Permission for web publication: x
Title of publication The intensification of constructed wetlands in agriculture Wetland planning from the perspective of effectiveness		
Degree programme Bachelor's degree program in agricultural and rural industries, agrologist		
Supervisor(s) Stenman, Tarja		
Assigned by Hytönen, Mikko		
Abstract <p>The main purpose of constructed wetlands in agriculture is to clear drainage waters from phosphorus, nitrogen and solids. Finland has committed to gaining a good ecological state or preventing the ecological state from worsening, in our waters. The climate change that causes the increase of run-off and nutrient load in wintertime creates pressure to that achievement. Wetlands are seen as a significant factor in preventing the effects of climate change and eutrophication.</p> <p>The objective was, by the means of literature to study how the water pollution control efficiency of constructed wetlands could be improved. More closely, the effects of vegetation and tree substance were studied. Based on the results a plan for constructed wetland was made to a farm in Konnevesi. The plan could not take all the intensification methods into account because it was not possible to make the wetland sufficiently large. It came clear that in this location the wetland would not have significant effect on drainage waters.</p> <p>The most significant methods to improve the efficiency of wetlands are done in planning. Sizing and location of the wetland based on the river basin are crucial. In addition, construction and treatment of the wetland has significance. Efficiency of the wetland can be affected by selecting plant species but more important is to take care of abundance and stratification of the vegetation in the wetland. Tree substance and biocarbon in the wetland improve nutrient retention.</p> <p>The basis is the sizing of the wetland. The bigger the wetland, the longer time the water spends in the wetland and the better drainage waters are cleared. Other methods, for example plants, tree substance and mowing, improve the efficiency and maintain the wetland. It is not profitable to construct too small wetland because it may not get funding.</p>		
Keywords/tags (subjects) Water pollution control, wetland, efficiency, vegetation, tree substance		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

Käsitteet	6
1 Johdanto	9
2 Tutkimusasetelma	11
2.1 Opinnäytetyön aihe ja tavoite	11
2.2 Tutkimusasetelma ja -ote	11
2.3 Aineistonkeruu- ja analyysimenetelmä	12
2.4 Työn luotettavuus	12
2.5 Tutkimuskohde ja tutkimuksen hyödynnettävyys	13
3 Maaseudun kosteikot valumavesien hallinnassa	14
4 Vesiensuojelukosteikkojen vaikutusmekanismit	16
4.1 Sedimentaatio	16
4.2 Adsorptio	17
4.3 Denitrifikaatio	18
4.4 Ravinteiden kerääntyminen biomassaan	19
5 Vesiensuojelukosteikkojen toimintaedellytykset	19
5.1 Maaperän ominaisuudet	19
5.2 Kasvillisuus ja mikrobitoiminta	20
5.3 Veden lämpötila	21
5.4 Valuma-alueen ominaisuudet ja hydrologia	22
6 Kosteikon kasvillisuus	23
6.1 Kasvillisuuden vaikutus vedenlaatuun	23
6.1.1 Hyviä peruslajeja ja täydentäviä lajeja kosteikoilla	25
6.2 Vieraslajien huomioiminen ja muut vältettävät kasvit	29
6.3 Kasvilajien vaikutus valumaveden laatuun	32

	2
6.4 Biohiilen vaikutus kasvustoon ja valumaveteen	35
6.5 Istuttaminen vai luontainen kasvittuminen	36
7 Puuaines kosteikolla	37
8 Kosteikkojen hoito.....	40
8.1 Rakenteiden kunnossapito ja hoito.....	40
8.2 Niittäminen.....	40
8.3 Ruoppaaminen	42
9 Vesiensuojelukosteikot muuttuvassa ilmastossa	42
10 Tulokset ja niiden tarkastelu	43
10.1 Tehostamistoimet yleisesti.....	43
10.2 Suunnitteluvaiheen toimet.....	44
10.2.1 Valuma-alueen merkitys.....	44
10.2.2 Kohde alue	46
10.2.3 Kosteikon erirakenteisuus/mosaiikkimaisuus	46
10.3 Perustamisvaiheen toimet	47
10.3.1 Kaivuutyöt.....	47
10.3.2 Kasvillisuuden perustaminen.....	47
10.3.3 Kasvilajien valinnan merkitys.....	48
10.3.4 Puuaineksen ja biohiilen käyttö maaseutukosteikolla	49
10.4 Hoitotoimet	50
11 Tulosten siirtäminen käytäntöön	51
11.1 Pukara	51
11.2 Kosteikkoalue	51
11.3 Tehostamistoimet	52
11.4 Ilmastonmuutoksen huomioiminen.....	54

12 Johtopäätökset.....	55
13 Pohdinta.....	57
Lähteet	59
Liitteet.....	63
Liite 1. Suomen vesienhoitoalueet sekä kansainväliset vesienhoitoalueet...	63
Liite 2. Sijaintikartta.....	64
Liite 3. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen vesien ekologinen tila. Pukara merkitty karttaan punaisella.	65
Liite 4. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen vesien fosforikuormitus. Pukara merkitty karttaan punaisella.	66
Liite 5. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen vesien typpikuormitus. Pukara merkitty karttaan punaisella.	67
Liite 6. Kosteikon sijainti Uusitalon tilalla. Kartassa näkyvillä kiinteistörajat. Kosteikko perustetaan siten, että se sijoittuu kokonaisuudessaan Uusitalon tilalle.....	68
Liite 7. Valuma-aluekartta	69
Liite 8. Huomioitavia suojelukohteita ja muita luontokohteita kosteikkoalueen läheisyydessä.	70
Liite 9. Kosteikkosuunnitelma	71

Taulukot

Taulukko 1 Tavanomaisia kosteikoissa viihtyviä kasvilajeja ja niiden kasvupaikkavaatimukset suhteessa rantaviivaan ja vedenpinnan tason. Kasvupaikan rehevyystaso (i= ei merkitystä, m= keskirehevä, me= keskirehevä-rehevä, e= rehevä).	26
Taulukko 2 Istutetun kosteikon peruslajit ja täydentävät lajit sekä niiden esiintyminen kosteikolla suhteessa vesirajaan ja märkyyteen. (mv=matala vesi, mm=märkämaa, ve=vedessä, vr=vesiraja, mt=märkä turve, km=kostea maa).....	27
Taulukko 3 Luken hankkeessa havaitut luontaisen kosteikon vallitsevat ja täydentävät kasvilajit kasvupaikkoineen. (mm=märkä maa, mv=matala vesi, ve=vedessä, vr=vesiraja, mt=märkä turve, km=kostea maa)	28
Taulukko 4 Luken hankkeessa eri kosteikoilla tavattuja vieraslajeja. Jättipalsami, komealupiini ja rehuvoohenherne kasvoivat paikoin erittäin runsaina ja laajoina kasvustoina uhaten kotoperäisten kasvilajien menestymistä.	29
Taulukko 5 Luken Hulevesien kasvit ja kasvualustat -hankkeen astiakokeessa parhaiten menestyneet kasvilajit.....	34

Käsitteet

Adsorptio Reaktio, jossa DRP (vedessä liuenneessa ja reaktiivisessa muodossa oleva fosfori) sitoutuu maahiukkasiin. Jotta adsorptio tapahtuu, tulee veden DRP:n olla maa-aineksen fosforipitoisuutta korkeampi. (Puustinen ym. 2007.)

Biohiili Tässä biohiilellä tarkoitetaan koivusta valmistettua maanparannusainetta, joka sitoo vettä, ravinteita ja haitta-aineita, parantaa maan huokoisuutta ja ilmanvaihtoa sekä vähentää pintamaan liettymistä. (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 11.)

Denitrifikaatio Reaktio, jossa nitraattityppi pelkistyy kaasumaiseen muotoon mikrobitoiminnan vaikutuksesta ja haihtuu ilmakehään. (Puustinen, Koskiaho, Jormola, Järvenpää, Karhunen, Mikkola-Roos, Pitkänen, Riihimäki, Svensberg & Vikberg 2007.)

DRP eli dissolved reactive phosphorus Vedessä liuenneessa ja reaktiivisessa muodossa oleva fosfori. (Puustinen ym. 2007.)

Hulevesi Tässä hulevesillä tarkoitetaan sade- ja sulamisvesiä taajamaympäristössä.

Hydraulinen tehokkuus Kosteikolla hydraulinen tehokkuus tarkoittaa sitä, että vesi virtaa tasaisesti eikä oikovirtauksia synny. (Maatalouden vesistökuormituksen hallinta 2010.)

Kiintoaines Valuma-alueelta veden mukana kulkeutunut maaperästä irronnut maa-aines.

Kosteikko Vuoden ympäri veden peitossa tai kosteana pysyvä ojan, puron tai muun vesistön osa-alue, jossa on tyypillistä vesi- ja/tai kosteikkokasvillisuutta. Kosteikko voi olla luontaisesti syntynyt tai ihmisen rakentama. (Monivaikutteiset kosteikot 2015.)

Maksimivesiarvo Lumen vesi-arvo (mm) kertoo lumikuorman (kg/m^2) sisältämän veden määrän millimetreinä. Maksimivesiarvo kertoo, mitä vesi-arvo on enimmillään ollut tiettyinä ajanjaksona. (Lumipeite jäi ennätysellisen ohueksi suuressa osassa Etelä- ja Keski-Suomea, Lapissa tulvariski yhä olemassa 2014.)

Makrofytti Kookas, silmin nähtävä kasvi. (Makrofytti 2014.)

Niittäminen Niitto on toimenpide, jossa kasvillisuus niitetään ja poistetaan kosteikolta. Niittäminen kuuluu kosteikon hoitotoimiin.

Nitraatti Typen vesiliukoinen olomuoto. (Puustinen ym. 2000.)

Orgaaninen aines Tässä tarkoitetaan kaikkea eloperäistä ainesta, jota kosteikolla on.

Ravinteiden pidättyminen Tapahtuma tai reaktio, jossa valumavesien mukana tulevat ravinteet pidättyvät kosteikolla. Pidättymistä on erityyppistä (sedimentaatio, denitrifikaatio, adsorptio, kertyminen biomassaan).

Ravinne Tässä ravinteilla tarkoitetaan valumavesien mukava tulevia vesistöjen rehevöitymiseen vaikuttavia ravinteita, kuten typpeä ja fosforia.

Resorptio Adsorption vastakohta. Kun veden DRP pitoisuus on matalampi kuin maan aineksen fosforipitoisuus, fosforia vapautuu sedimentistä. (Puustinen ym. 2007, 12-13.)

Resuspensio Sedimentaation vastakohta. Siinä kosteikonpohjalle laskeutunut kiintoaine laskeutuu taas liikkeelle esim. tulvan myötä ja vaarana on kiintoaineksen päätyminen järveen. (Puustinen, Koskiaho, Puumala, Riihimäki, Rätty, Jormola, Gran, Ekholm & Maijala 2000.)

Ruoppaus Toimenpide, jossa kosteikon syvistä alueista kaivetaan pohjasedimenttiä pois. Toimenpiteen tarkoitus on poistaa ravinteita ja kiintoainesta ja estää resuspensiota.

Sedimentaatio Kiintoaineksen ja siihen sitoutuneiden ravinteiden laskeutuminen kosteikon pohjalle. Mitä suurempi partikkelisempi maa-aines kyseessä, sitä helpommin se laskeutuu. (Puustinen ym. 2007.)

Valuma-alue Se yhtenäinen alue, jolta sade- ja sulamisvedet valuvat kosteikkoon. (Hagelberg, Karhunen, Kulmala & Larsson 2010.)

Veden viipymä Aika, jonka vesi viipyy kosteikolla.

1 Johdanto

Vesiensuojelukosteikot ovat yksi maatalouden vesiensuojelukeinoista. Kosteikoilla pyritään puhdistamaan pelloilta vesistöön valuvia vesiä, etupäässä kiintoainesta, typpeä ja fosforia. Vesiensuojelun lisäksi kosteikoilla pyritään tasaamaan tulvahuippuja, keräämään kasteluvettä, lisäämään monimuotoisuutta sekä maisema- ja riista-arvoja sekä harrastemahdollisuuksia. (Monivaikutteiset kosteikot 2015.)

Kosteikon toimintamekanismeja ja toiminnan tehokkuuden parantamista on tutkittu paljon Suomessa ja ulkomailla, joten aiheesta tiedetään melko paljon. Huomiota on kiinnitettävä mm. kosteikon kokoon suhteessa valuma-alueeseen ja veden viipymään kosteikolla. Kosteikon sijoittamisella on myös suuri merkitys. Kosteikon rakenteella voidaan vaikuttaa fysikaalisiin mekanismeihin, jotka vaikuttavat fosforin ja typen pidentymiseen. Uutta tutkimustietoa on myös saatu lähiaikoina. Mm. eri kasvilajien vaikutusta valumaveden laatuun on tutkittu Suomessa Luonnonvarakeskuksen (Luke) johdolla (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019). Uutta tietoa on tullut myös puuaineksen käyttämisestä kosteikolla. Puuaineksen merkitystä on tutkittu Suomen ympäristökeskuksen johdolla (SYKE) (Puuaines puhdistamaan metsätalouden valumavesiä 2018). Näitä tutkimuksia ja muita tutkimuksia ulkomailta tullaan käymään läpi tässä opinnäytetyössä.

Ilmastonmuutos on myös yksi merkittävä näkökulma kosteikoihin. Ilmastonmuutoksen myötä talviaikainen valunta kasvaa ja kevätaikaiset tulvat vähenevät, sillä lumi-kuorma pienenee. Näillä on vaikutusta siihen, että varsinkin talviaikana pellot aiheuttavat suuremman kuorman vesiimme. Kosteikot eivät saa olla ensisijainen toimenpide vesiensuojelun saralla, mutta ilmastonmuutoksen vaikutusten hillitsemisessä vesiensuojelukosteikot nähdään yhtenä keinona (Puustinen ym. 2010, 7). Ilmastonmuutoksen vaikutusten hillitseminen ja ympäristöstä huolen pitäminen on monille tiloille nykyään periaate- ja imagokysymys. Ympäristöasioista huolehtimisella saattaa tulevaisuudessa olla vaikutusta tilan kannattavuuteenkin.

Suomalaisia oppaita on saatavilla kosteikon perustamisesta, kosteikon toimintamekanismeista ja kosteikon toiminnan tehostamisesta. Toiminnan tehostamisesta on tehty myös opinnäytetöitä aiemmin. Näissä oppaissa ja teoksissa ei ole kuitenkaan uusinta

tutkimustietoa kasvillisuuden ja puuaineksen vaikutuksista kosteikolla. Tässä opin-
näyteyössä yhdistyvät edelleen ajantasainen vanha tieto uuden tutkimustiedon
kanssa. Opinnäyteyön yhtenä osana oli tarkoitus laatia havainnollistava, löydettyihin
tehostamistoimiin perustuva kosteikkosuunnitelma. Lopputulos ei kuitenkaan täysin
vastaa tavoitetta. Kosteikkosuunnitelmassa ei ole pystytty täysin huomioimaan kaik-
kia tehostamistoimia, mutta toimii silti havainnollistavana ja tietoa antavana esi-
merkkinä siitä, millainen kosteikko on kannattavaa perustaa ja mitä tulee suunnitte-
lussa ottaa huomioon. Kosteikkosuunnitelman tilasi yksityinen tilanomistaja Mikko
Hytönen, joka asuu Jyväskylässä Palokassa, mutta tila, jolle suunnitelma tehdään, si-
jaitsee Pukara-nimisen järven rannalla Konnevedellä Keski-Suomessa. Hytöstä kiin-
nostaa perustaa kosteikko tilalleen vesiensuojelullisista, ympäristöllisistä ja ilmaston-
muutoksellisista syistä. Lisäksi Hytönen näkee, että kosteikko tilalla saattaa tulevai-
suudessa vaikuttaa tilan kannattavuuteen.

2 Tutkimusasetelma

2.1 Opinnäytetyön aihe ja tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää eri tekijät, jotka vaikuttavat kosteikkojen tehokkuuteen vesiensuojelussa sekä tuottaa havainnollistava kosteikkosuunnitelma. Opinnäytetyö pitää sisällään vanhan, mutta edelleen ajantasaisen tiedon kosteikon toimintamekanismeista ja toimintaedellytyksistä sekä uuden tiedon kasvillisuudesta ja muista mahdollisista toimista, joita kosteikolla voisi toteuttaa. Tarkoitus on tuoda vanha ja uusi tieto yhteen pakettiin.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan kosteikon toimintamekanismeja, toimintaedellytyksiä, uusia tutkimustuloksia ja hoitotoimien vaikutuksia kosteikon toiminnan tehokkuuteen. Aiheesta on paljon tietoa entuudestaan, mutta uusia tutkimustuloksia on saatu kasvillisuuden ja orgaanisen aineksen merkityksestä kosteikoilla. Ilmastonmuutoksen myötä sateiset ja leudot talvet yleistyvät ja sitä myötä talviaikaiset ravinnekuormat kasvavat. Vesiensuojeluun tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota ja kosteikot nähdään tärkeänä osana tätä kokonaisuutta.

Tämä opinnäytetyö ei sisällä kosteikon rakentamista itsessään eikä ohjeita suunnitelman laatimiseen. Tämä opinnäytetyö pureutuu tehostamistoimiin teoriapohjalla ja jättääkin jälkeensä kysymyksen: onko toimilla oikeasti merkitystä ja miten paljon? Vastauksen tähän voi saada vain toteuttamalla ohjeita vastaavan kosteikkosuunnitelman ja mittaamalla toimien tehokkuutta. Tutkimuskysymyksinä tässä opinnäytetyössä ovat olleet: Miten saada tehokkuutta kosteikon toimintaan? Mitkä kasvit pitävät ravinteita tehokkaimmin? Miten saada parannettua kosteikoiden tehokkuutta myös kasvukauden ulkopuolella?

2.2 Tutkimusasetelma ja -ote

Opinnäytetyö tullaan toteuttamaan teoreettisena tutkimuksena. Teoreettinen tutkimus pohjaa aiempaan tutkimuskirjallisuuteen ja sen avulla tutkittavasta kohteesta pyritään hahmottamaan käsitteellisiä malleja, selityksiä ja rakenteita. (Teoreettinen tutkimus 2015.) Tutkimuksessa on piirteitä sekä case- että kehittämistutkimuksesta.

Tutkimusotteena tullaan käyttämään enimmäkseen laadullista eli kvalitatiivista menetelmää, mutta jonkin verran opinnäytetyössä on viitteitä myös kvantitatiivisesta eli määrällisestä tutkimusotteesta kosteikkosuunnitelman laatimisen osalta. Tutkimuksessa tehdään maatilalle kosteikkosuunnitelma, mutta tutkimuksen tavoitteena on selvittää laajemmin kosteikkojen tehostamiseen liittyviä mekanismeja eli ts. kehittää kosteikkosuunnittelua tuottamalla tietoa. (Kananen 2015.)

2.3 Aineistonkeruu- ja analyysimenetelmä

Laadullisena aineistonkeruumenetelmänä ovat dokumentit eli aiempaan tutkimustietoon perustuva kirjallisuus ja tutkimukset sekä Suomesta että ulkomailta, eri tahojen verkkosivut ja eri tahojen tuottamat oppaat yms. Määrällisen tutkimusotteen aineistonkeruumenetelmänä käytetään vaaitusmittauksia, jotka tuottavat tietoa kosteikkoalueen korkoeroista. Opinnäytetyö ja kosteikkosuunnitelma sisältää myös paljon karttamateriaalia. Laadullinen aineisto litteroidaan, sillä samasta asiasta saatetaan puhua eri termeillä. Termejä/käsitteitä on käyty läpi opinnäytetyön alussa, jotta tekstin seuraaminen on sujuvampaa.

2.4 Työn luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuuteen on kiinnitetty huomiota alusta asti. Tämä on ns. riskienhallintaa ja sillä varmistetaan työn luotettavuus (Kananen 2015). Riskinä kyseisen opinnäytetyön ja kosteikkosuunnitelman laatimisessa on kirjoittajan olettamukset, jotka saattavat johtaa suppeisiin hakusanoihin ja aineiston valikoitumiseen. Tämän voi estää sillä, että tiedon kerääntyessä hakusanoja lisätään ja tutkimuspohjaa laajennetaan. Vaarana on tietysti opinnäytetyön laajeneminen hallitsemattomasti. On tärkeää pitää mielessä työn rajaus. Lisäksi riskinä on, että kirjoittajan oma ideologia estää aiheen puolueettoman tarkastelun. Ympäristöasiat tunnetusti jakavat ihmisten mielipiteitä ja ihminen saattaa tulla sokeaksi tiedolle, joka ei tue omaa näkemystä. Opinnäytetyötä tehdessä on oltava avoin kaikelle tiedolle.

Koska opinnäytetyö on hyvin pitkälle kirjallisuuteen perustuvaa, tulee työn luotettavuuden takia huolehtia siitä, että käytetty materiaali on luotettavaa ja tieto ajantasaista. Huomiota on kiinnitettävä kirjoittajaan, organisaatioon kirjoituksen taustalla

ja teoksen julkaisuajankohtaan. Tavoitteena on, ettei paljoo yli 10 vuotta vanhoja teoksia käytetä.

Kosteikkosuunnitelma tulee pohjata huolella tehtyihin mittauksiin. Epäonnistuneet vaaitusmittaukset antavat väärää tietoa kosteikkosuunnitelmaan ja saattavat tuottaa erilaisen lopputuleman, kuin onnistuneilla mittauksilla. Kosteikkosuunnitelman tekemisessä tulisi hyödyntää mahdollisimman paljon kokeneempia suunnittelijoita ja alan osaajia.

2.5 Tutkimuskohde ja tutkimuksen hyödynnettävyys

Tutkimuskohdeena opinnäytetyössä ovat kosteikot ja niiden toiminta sekä tehokkuus ja kosteikoiden asema ja toiminta muuttuvassa ilmastossa. Kasvillisuus ja orgaanisen aineen hyödyntämien kosteikolla ovat olennainen osa opinnäytetyötä, koska siltä saralta löytyy paljon uutta tutkimustietoa. Jotta kirjallisuudesta ja tutkimuksista kerätty tieto saataisiin käytännönläheiseksi, tehtiin kerättyjen tietojen pohjalta kosteikkosuunnitelma Uusitalon tilalle Konnevedelle. Kosteikkosuunnitelma löytyy liitteenä (liite 9) ja lisäksi kosteikkosuunnitelmaa käydään hieman läpi kappaleessa 11.

Opinnäytetyötä pääsevät hyödyntämään kosteikon perustamista suunnittelevat yksityiset tilalliset, vesienhoitoa järjestävät järjestöt sekä muut organisaatiot, jotka ovat syystä tai toisesta kiinnostuneita kosteikoista vesienhoidon toimenpiteenä. Tämä opinnäytetyö ei pureudu kosteikkosuunnitelman laatimiseen. Siihen löytyy paljon muita teoksia, kuten Suomen ympäristökeskuksen Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus (Puustinen ym. 2007). Tämän opinnäytetyön tarkoitus on perehtyä niihin kosteikon mekanismeihin ja toiminnan edellytyksiin, joilla on merkitystä kosteikon vesiensuojelullisen tehokkuuden parantamisessa. Monissa teoksissa sivutaan sitä, miten tehokkuutta voitaisiin kosteikoilla lisätä, mutta uusinta tutkimustietoa kasvillisuudesta, orgaanisen aineen merkityksestä ja ilmastonuutoksesta, ne eivät sisällä. Tämän opinnäytetyön avulla kosteikon perustamista suunnittelevat pääsevät vanhan, mutta edelleen ajankohtaisen ja uuden tutkimustiedon pariin. Toiveena on, että kosteikkomme tulevaisuudessa toimivat entistä tehokkaammin vesiemme ja luontomme hyväksi.

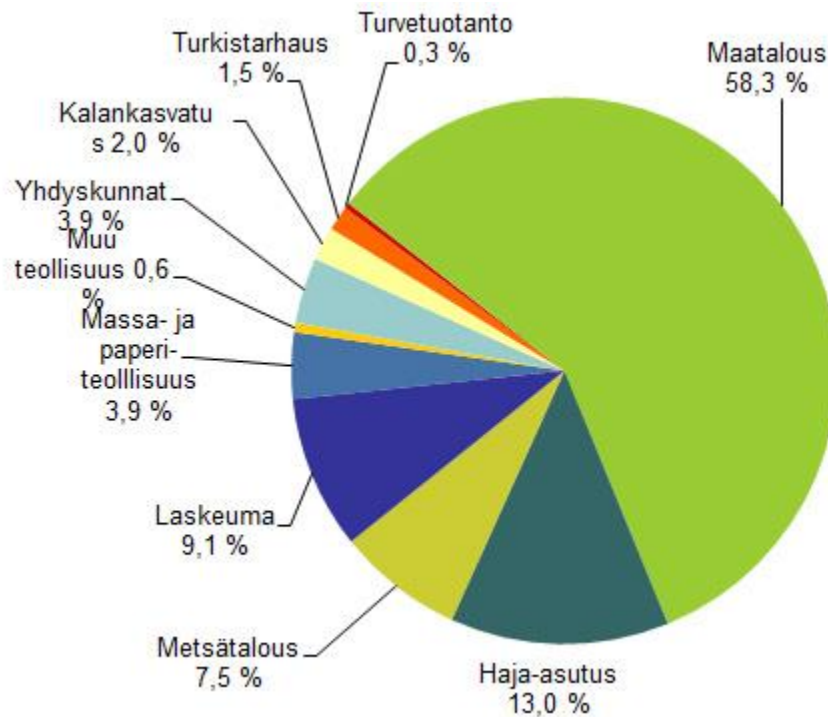
3 Maaseudun kosteikot valumavesien hallinnassa

Kosteikkojen yksi tärkein tehtävä on vesiensuojelu, tarkemmin sanottuna valumavesien puhdistus. Ne pidättävät eri mekanismien avulla ravinteita ja kiintoainesta ja siten puhdistavat valumavesiä ennen niiden päätymistä järviin. Kosteikot kuitenkin vaikuttavat monella muullakin tavalla ympäristöömme ja valumavesiin. Ne mm. tasaa- vat uomien virtaamia ja tulvahuippuja. Näiden lisäksi kosteikoilla on vaikutusta luonnon ja maiseman monimuotoisuuteen sekä erilaisiin virkistyskäyttömahdollisuuksiin. Tästä syystä usein puhutaankin monivaikutteisista kosteikoista. (Monivaikutteiset kosteikot 2015.)

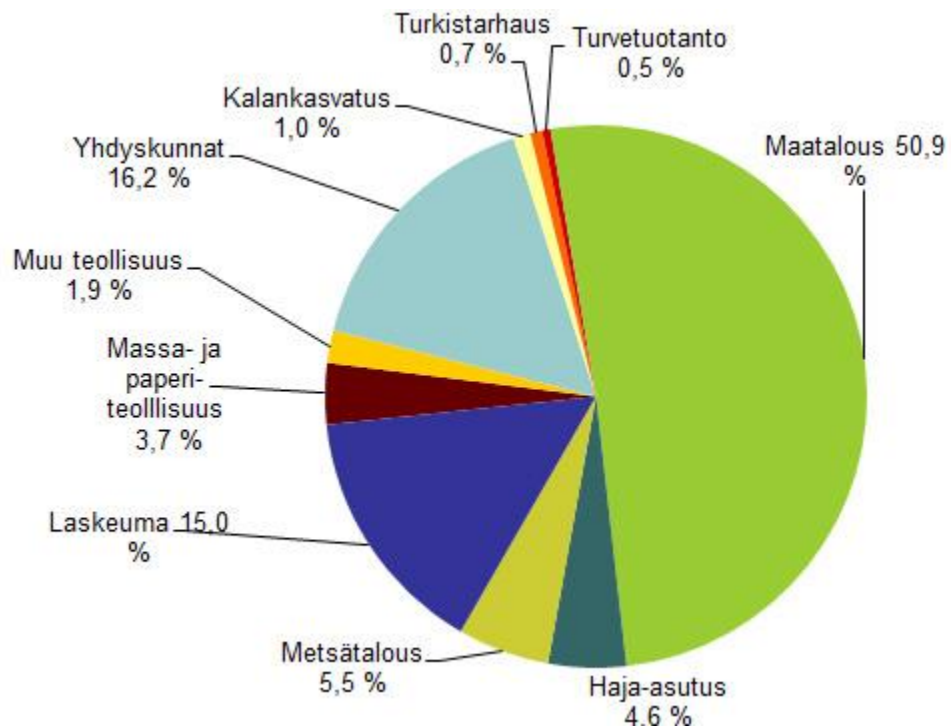
EU:n vesipuitedirektiivissä ja sen pohjalta annetussa vesienhoidon järjestämistä koskevassa laissa (1299/2004) määritetään vesienhoidon tavoitteeksi, että vesien tila ei saa heiketä ja sen on pysyttävä vähintään hyvänä. Suomessa yhtenä tavoitteena on lisäksi pysäyttää rannikko- ja sisävesien rehevöityminen. Toimina tavoitteiden saavuttamiseksi on määritelty suojelu, parantaminen ja ennallistaminen. (Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015 2007.) Vesiensuojelukosteikot ovat vain yksi toimi näiden tavoitteiden saavuttamiseksi eikä kosteikoiden tulisi olla ensisijainen toimi, vaan olla tukena hyvälle maa- ja metsätalouden käytännöille.

Vesienhoidon suunnittelua tehdään Suomessa alueittain. Suomi on jaettu kaikkiaan viiteen (5) Suomen sisäiseen vesienhoitoalueeseen ja kahteen (2) kansainväliseen vesienhoitoalueeseen (Ruotsi ja Norja). Näiden lisäksi Ahvenanmaa hoitaa itsenäisesti vesienhoidonsuunnitteluaan. Tarkat vesienhoitoalueiden rajaukset ovat nähtävillä liitteessä 1. Kukin alue määrittelee oman alueensa tavoitteet ja toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi. Esimerkiksi Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueella, johon Keski-Suomi pitkälti kuuluu, kosteikot on mainittu maatalouden ja turvetuotannon täydentävänä toimenpiteenä. (Vesien tila hyväksi yhdessä 2015, 7, 138, 149.) Ympäristötukijärjestelmän kautta kosteikon perustamiseen ja hoitamiseen on mahdollista saada korvausta (Ympäristösopimukset n.d.).

Suurin vesiämme rehevöittävä tekijä on maataloudesta syntyvä hajakuormitus. Myös metsätalous ja haja-asutus aiheuttavat merkittävää hajakuormitusta. Pistemäistä kuormitusta aiheuttaa teollisuus. Kuvioissa 1 ja 2 on esitetty suurimmat fosfori- ja typpikuormien aiheuttajat. (Vesistöjen kuormitus ja luonnonhuuhtouma 2013.)



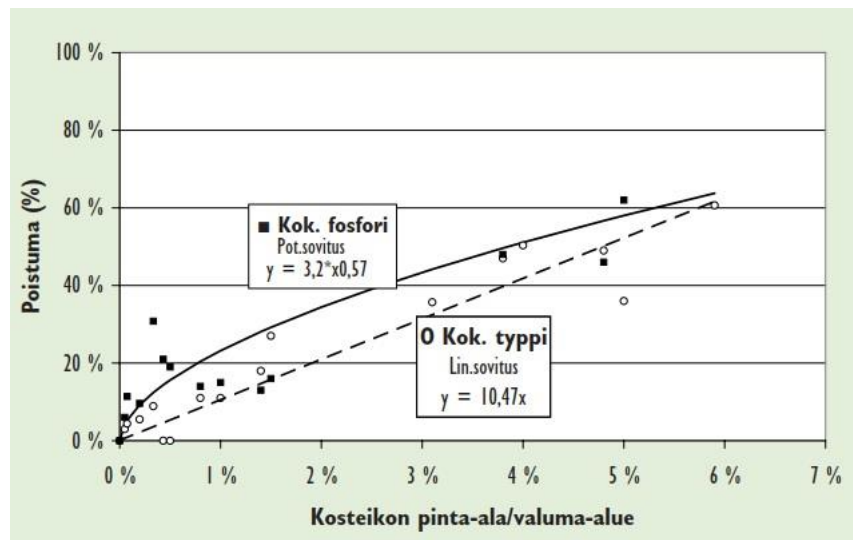
Kuvio 1. Suurimmat fosforipäästöjen aiheuttajat (Vesistöjen kuormitus ja luonnonhuuhtouma 2013.)



Kuvio 2. Suurimmat typpipäästöjen aiheuttajat (Vesistöjen kuormitus ja luonnonhuuhtouma 2013.)

Kosteikon tehokkuutta voidaan kuvata laskemalla pinta-ala yksikköä kohden pidättyneen ravinteiden ja kiintoaineksen määrä vuodessa. Tämä ilmoitetaan yksikkönä

kg/m²/a. Koska yksikkö ei kerro kosteikon kokoa suhteessa valuma-alueeseen, ei luku anna hyvää lukua kosteikon tehokkuuden kuvaamiseen. Siksi kosteikon tehokkuutta kuvatessa, usein käytetään %-lukua eli, kuinka suuri osa ravinteista ja kiintoaineksesta on pidättynyt kosteikolla. Parhaimmillaan kosteikko voi vähentää siihen tulevaa kuormitusta jopa 50-70% (kuvio 3). Mitä suurempi kosteikko on verrattuna valuma-alueeseen, sitä tehokkaampi kosteikko yleensä on. Kosteikon tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat veden viipymä, kosteikon koko suhteessa valuma-alueeseen, hydraulinen tehokkuus, laskeutusaltaat, kasvillisuus ja kosteikon hoitotoimet. Näistä kerrotaan myöhemmissä kappaleissa lisää. (Maatalouden vesistökuormituksen hallinta 2010.)



Kuvio 3. Pohjoismaisissa ja USA: laisissa kosteikoissa mitattuja kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppi-poistumia suhteessa kosteikkojen pinta-ala/valuma-alue suhteisiin. (Puustinen ym. 2007, 60.)

4 Vesiensuojelukosteikkojen vaikutusmekanismit

4.1 Sedimentaatio

Kiintoaineen pidättymiseen eli sedimentaatioon vaikuttaa voimakkaasti veden viipymä, virtausnopeus sekä kasvillisuus. Lyhyen viipymän kosteikoilla vain raekooltaan suurimmat maapartikkelit laskeutuvat kosteikon pohjalle. Viipymän pidentyessä,

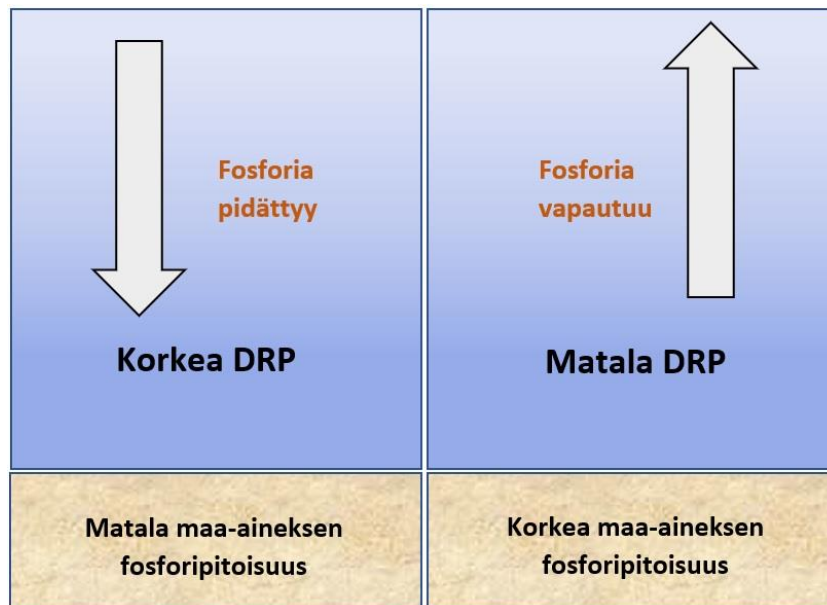
myös pienikokoisemmat partikkelit ehtivät laskeutua. Savi on kuitenkin niin hienojakoista, että sen laskeutuminen on hidasta. Sedimentoitumisen vastakohta on resuspensio, joka tarkoittaa kosteikon pohjalle laskeutuneen kiintoaineksen liikkeelle lähtöä esim. ylivirtaamatilanteissa (lyhyt vedenviipymä ja voimakkaat oikovirtaukset). Ylivirtaamiin voidaan vaikuttaa kosteikon oikealla mitoituksella ja rakenteella. (Puustinen ym. 2000.)

Suurin osa maataloudesta aiheutuvasta fosforikuormasta on sitoutunut kiintoainekseen. Tästä syystä sedimentoituminen on merkittävä mekanismi fosforin pidättymiseen. Fosforia on kuitenkin sitoutunut huomattava määrä savihiukkasiin, sillä savihiukkasten fosforille otollinen tarttuma pinta-ala on suuri suhteessa valuma-alueelta tulevaan massaan. Savipohjaisilla alueilla tämä on huomionarvoinen seikka, sillä savi sedimentoituu huonosti. (Puustinen ym. 2000.)

Kasvillisuus vaikuttaa sedimentaatioon positiivisesti virtausnopeutta hidastamalla sekä toimii kiintoaineksen tarttumapintana. Makrofyyteillä on huomattu olevan vaikutusta varsinkin hienojakoisemman kiintoaineksen, kuten saven, sedimentoitumiseen. (Puustinen ym. 2000.)

4.2 Adsorptio

Fosfori tulee suurelta osin kosteikolle maahiukkasiin sitoutuneena, kuten aiemmassa luvussa kerrottiin. Fosforia tulee kuitenkin myös veteen liuenneena (DRP). Adsorptio (ks. kuvio 4) perustuu maan ja veden väliseen fosforitasapainoon ja adsorption myötä veteen liennut fosfori pidättyy. Jos kosteikolle tulevan veden DRP on korkeampi, kuin kosteikon maa-aineksen ominainen fosforipitoisuus, fosforia pidättyy kosteikolla. Jos DRP on taas alhaisempi, kuin kosteikon maa-aineksen fosforipitoisuus, fosforia vapautuu kosteikolla (resorptio). Tästä syystä kosteikko kannattaa sijoittaa paikkaan, jossa kosteikolle tulevan veden DRP on mahdollisimman korkea ja maaperän fosforipitoisuus mahdollisimman alhainen. (Puustinen ym. 2007, 13.) Etenkin nurmiviljelyalueilla fosforin on havaittu olevan enimmäkseen liukoisessa muodossa (Maatalouden vesiensuojelua Saarijärven reitillä 2014). Fosforitasapainon voi varmistaa vesi- ja maaperänäytteillä, mutta myös sillä, että sijoittaa kosteikon uomaan, jonka valuma-alueen pelto-% on tarpeeksi suuri.



Kuvio 4. Havainnekuva adsorptiosta ja resorptiosta. Maa-aineksen fosforipitoisuuden ollessa korkeampi, kuin veden, fosforia pidättyy sedimenttiin. Tämä on tavoiteltava tila kosteikolla.

Toimiakseen tehokkaasti, adsorptio vaatii vapaata, fosforilla kyllästymätöntä rautaa ja alumiinia. Mitä enemmän näitä on saatavilla, sitä parempi. Rauta ja alumiini varannot ovat kuitenkin rajalliset kosteikolla, ja tämä johtaa adsorption heikkenemiseen ajan myötä. Adsorptio vaatii myös hapelliset olot toimiakseen. Hapettomissa oloissa maaperän rautaoksidista alkaa vapautua fosforia. Tämä ei ole tavoiteltavaa, kun tarkoituksena on ravinteiden pidättäminen. (Puustinen ym. 2007, 13.)

4.3 Denitrifikaatio

Typen pidättyminen tapahtuu suurimmaksi osaksi denitrifikaation myötä. Denitrifikaatio on reaktio, jossa bakteeritoiminnan tuloksena nitraattityppi pelkistyy kaasumaiseen muotoon ja haihtuu ilmakehään. Denitrifikaatio vaatii hapettomat olosuhteet, sillä denitrifikaatiobakteerit käyttävät happea hajottaessaan orgaanista ainesta. Hapettomissa oloissa happi otetaan nitraattitypestä (typpi kaasuntuu ja haihtuu), mutta hapellisissa oloissa happi otetaan vedestä, jolloin denitrifikaatiota ei tapahdu. Denitrifikaatioon vaikuttavien bakteerien aktiivisuus on merkittävä tekijä. Bakteerien aktiivisuuteen vaikuttavat orgaanisen aineen määrä kosteikolla, veden nitraattipitoi-

suus, lämpötila, pH, happiolot sekä veden viipymä. Mitä enemmän kosteikolla on orgaanista ainetta, mitä korkeampi nitraattipitoisuus on ja mitä lämpimämmät olosuhteet (0-30°C), sitä tehokkaammin denitrifikaatio toimii. Suomen oloissa talviaikainen denitrifikaatio on vaisua. (Puustinen ym. 2000.; Puustinen ym. 2007.)

Denitrifikaatio on merkittävä tyypeä pidättävä reaktio kosteikolla, sillä suurimmassa osassa maatalouden valumavesiä typpi on liukoista nitraattitypeä. Osa tyypestä kuitenkin pidättyy orgaanisen aineen mukana sedimentoitumalla. Onkin hyvä varmistaa jo kosteikon suunnitteluvaiheessa, että kosteikolle tulee runsastyyppistä vettä eli valuma-alueen pelto-% on korkea ja veden viipymä olisi mahdollisimman pitkä. (Puustinen ym. 2000.)

4.4 Ravinteiden kerääntyminen biomassaan

Kasvit tarvitsevat ravinteita kasvaakseen. Periaatteessa, mitä runsaampi kasvillisuus kosteikolla on, sitä enemmän se käyttää ravinteita. Jos kasvillisuutta ei niitetä, vapautuu ravinteet takaisin veteen kasvien hajoamisen myötä. Tehokkaammin kasvit käyttävät ravinteita pohjasedimentistä, kuin suoraan vedestä. Tämä osaltaan pidentää adsorption tehokasta toimintaikää, sillä adsorptioon vaaditaan veden DRP:tä matalampi sedimentin fosforipitoisuus. (Puustinen ym. 2000.) Ravinteiden kerryttäminen biomassaan suoraan vedestä ei ole kasvillisuuden merkittävin tehtävä kosteikolla. Kasvilajien eroista ja muista kasvillisuuden vaikutuksista kosteikon toimintaan ja valumaveden laatuun enemmän kappaleissa 5.2 ja 6.

5 Vesiensuojelukosteikkojen toimintaedellytykset

5.1 Maaperän ominaisuudet

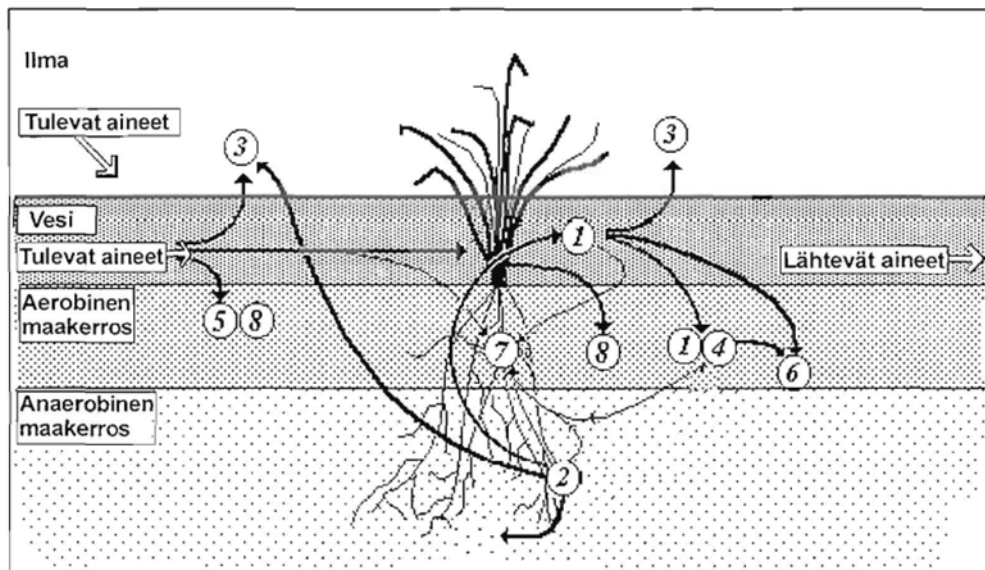
Kosteikko hyötyy mosaiikkimaisuudesta, jossa syvän ja matalan veden osat vaihtelevat. Matalassa vedessä on yleisesti paremmat happiolot, joka tehostaa fosforin pidättymistä (adsorptio) ja syvemmissä oloissa happiolot huononevat, joka edesauttaa tyypin pidättymistä (denitrifikaatio). (Puustinen ym.2000, 10.)

Mineraalimaalle perustetulla kosteikolla orgaanisen aineen määrä saattaa olla aluksi vähäinen, joka rajoittaa denitrifikaatiota. Orgaanista ainesta hajottaessaan, bakteerit

käyttävät happea. Ensisijaisesti bakteerit käyttävät veteen liuennutta happea, mutta jos happea ei ole, käyttävät ne nitraattihappea. Orgaaninen aines ja hapettomat olot edesauttavat siten denitrifikaatiota. Fosforin ja typen pidättyminen vaativat osittain ristikkäisiä ominaisuuksia. Hapettomissa oloissa, jossa typen pidättyminen on tehokkaampaa, on riski fosforin vapautumiselle sedimentistä. Orgaaninen maalaji, jossa on alhaiset rauta- ja alumiinipitoisuudet, on tehokas typen sidonnan kannalta, mutta fosforin pidättymisessä on havaittu heikkoutta verrattaessa mineraalimaihin. Veden puhdistustehon, mutta myös muiden käyttötarkoitusten valossa, on tärkeää, että kosteikko on mahdollisimman erirakenteinen. (Puustinen ym. 2000, 10.)

5.2 Kasvillisuus ja mikrobitoiminta

Kasvillisuudella on erittäin keskeinen rooli kosteikon vedenpuhdistustehoon (kuvio 5). Kasvillisuus mm. stabiloi maaperää vähentäen eroosio- ja resuspensioriskiä, hidastaa veden virtausta, joka edesauttaa sedimentaatiota sekä ottaa ravinteita suoraan vedestä kasvuunsa. Lisäksi kiintoainetta suodattuu kasvillisuuden kautta ja veteen liuennutta fosforia (ei-reaktiivinen) assimiloituu kasvillisuuden pintaan (biofilmi). Kasvillisuus ja sen juuristo tuottavat happea sedimenttiin ja veteen. Orgaaninen aines ja sedimentin happi yhdessä edesauttavat fosforin pidättymistä ja denitrifikaatiota. Kasvillisuus tarjoaa denitrifikaatiobakteereille kasvualustoja ja siten denitrifikaatio tehostuu. Talvehtiva kasvillisuus ja lumipeite yhdessä tekevät tehokkaan suojakerroksen, joka estää kosteikon maaperää jäätymästä. (Puustinen ym. 2001, 12.)



Numeroiden selitykset:

1. Ammoniumtypen hapettuminen nitraatiksi (nitrifikaatio)
 2. ja 3. Nitraattityypin pelkistyminen ilmakehään haihtuvaksi typpikaasuksi (denitrifikaatio)
 4. Liuenneen fosforin sitoutuminen maaperään
 5. Kiintoaineen ja siihen sitoutuneen fosforin sedimentoituminen
 6. Liuenneen fosforin sitoutuminen vedessä oleviin, sedimentoituviin kiintoainehiukkasiin
 7. Ravinteiden kerääntyminen kasvavaan biomassaan
 8. Ravinnepitoisen, tulevan veden sisältämän tai kosteikon kuolleesta biomassasta muodostuvan orgaanisen aineen laskeutuminen kosteikon pohjalle
- (lähde: Reid Crowther & Partners Ltd. <http://www.reid-crowther.com/enviro/papers/wetland1/wetland1.html>)

Kuvio 5. Kasvillisuuden vaikutusmekanismit vedenlaatuun kosteikolla. (Puustinen ym. 2000, 7.)

5.3 Veden lämpötila

Denitrifikaatio ja fosforin pidättyminen adsorption kautta, mutta myös vapautuminen (desorptio), ovat voimakkaampia korkeammissa lämpötiloissa. Sedimentoitumiseen lämpötiloilla ei ole vaikutusta, kunhan vesi ei pääse kokonaan jäätymään. Tämä on hyvä huomioida Suomen olosuhteissa. Jäätymisen estämistä edistää tarpeeksi syväksi kaivettu kosteikko, mutta lisäksi kasvillisuus yhdessä jää- ja lumipeitteen kanssa toimii hyvänä eristäjänä. Denitrifikaatio on rajoittunut Suomessa talvikautena kylmän

ilman vuoksi. Toistaiseksi Suomessa talviaikainen valunta on ollut vähäistä, mutta ilmastomuutoksen myötä talvet leutonevat ja talviaikainen sadanta yleistyy. (Puustinen ym. 2000.)

5.4 Valuma-alueen ominaisuudet ja hydrologia

Kosteikon koolla ja valuma-alueen ominaisuuksilla on merkitystä kosteikon tehokkuuteen. Kuten aiemmin on tullut todettua, syvä kosteikko saattaa Suomen olosuhteissa lisätä talviaikaista toimintavarmuutta. Toisaalta liiallista kaivamista tulisi rakentamisvaiheessa välttää ravinnevalumiinien takia. Liian pieni ja matala kosteikko ei kuitenkaan puhdistaa valumavesiä tarpeeksi ja saattaa johtaa suuren valunnan aikana jopa resuspensioon, jonka seurauksena ravinteet lähtevät liikkeelle ja päätyvät vesistöön. Kosteikko tulisi mitoittaa valumahuippujen mukaan, koska Suomen oloissa suurin vesimäärä ja ravinnehuuhtouma tulevat kosteikolle tulvahuippujen aikana (syysateet ja kevään sulamisvedet). Lisäämällä kosteikon varastotilaa, pystytään lisäämään viipymää ja siten kosteikon tehokkuutta. Varastotilaa tulisi syvyyden sijaan lisätä leveys-suunnassa esim. tulva-altailla ja niityillä. Valumahuippuihin ja valunnan äärevyyteen vaikuttavat valuma-alueen pelto-osuus, kaltevuussuhteet, valuma-alueen koko, muoto, maanpinnan korkeus, tiiviys ja kasvipeitteisyys. (Puustinen ym. 2000.)

Hyvän puhdistustehon varmistamiseksi tulisi kosteikolla päästä vähintään yhden vuorokauden viipymään eli aikaan, jonka vesi viipyy kosteikolla ennen siirtymistä eteenpäin. Yhden vuorokauden viipymän saavuttamiseksi tulisi kosteikko olla pinta-alaltaan 2,4% valuma-alueen pinta-alasta. (Puustinen ym. 2001, 14.) Pitkälti samoilla tekijöillä, kuin edellä mainittiin, on vaikutusta myös valuma-alueelta tulevan veden pitoisuuksiin. Typen ja fosforin pidättyminen kosteikolla on sitä tehokkaampaa, mitä suurempina pitoisuuksina ne kosteikolle saapuvat. Tässä on tärkeää siis miettiä kosteikon sijoittamista. Korkea pelto-osuus valuma-alueella parantaa kosteikon tehokkuutta. (Puustinen ym. 2000.)

6 Kosteikon kasvillisuus

Kappaleessa 5.2. lueteltiin kasvillisuuden toimintamekanismeja kosteikolla. Erityisen tärkeää on kasvillisuuden vesienpuhdistuksellisen tehokkuuden kannalta sen kasvukyky, tiheys, monimuotoisuus ja kerroksellisuus sekä yksilölliset erot ravinteiden käytön suhteen. Näiden ominaisuuksien vaaliminen vaatii kasvillisuuden hoitoa, joka tässä tarkoittaa niittoa. Lisäksi sillä, mitä kasvilajeja kosteikolle on istutettu tai tullut luontaisesti, on merkitystä. Tässä osiossa tarkoituksena on perehtyä uuteen tutkimustietoon kasvilajien eroista vedenpuhdistustehoon sekä sitä, mitä kasvilajeja tulisi kosteikoille valita ja mitä välttää. Tutkimusta on tehty Suomessa vuosien 2015–2019 välillä Luken johdolla hankkeessa Hulevesien kasvit ja kasvualustat (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019). Hankkeessa kasvilajien vaikutusten lisäksi tutkittiin biohiilen vaikutusta kasvillisuuteen ja maaperään ja siten vedenlaatuun. Tulevissa kappaleissa tarkastellaan lisäksi ulkomailla tehtyjä tutkimuksia.

6.1 Kasvillisuuden vaikutus vedenlaatuun

Monissa tutkimuksissa on havaittu, että kasvillisuudella on merkitystä valumavesien laatuun. Esimerkiksi Australiassa on havaittu, että kasvillisuus, lajikkeesta ja olosuhteista riippuen, voi poistaa valumavedestä jopa 30–150 kg fosforia hehtaarilta vuodessa tai 200–2500kg typpeä hehtaarilta vuodessa. Tämä kuitenkin vaatii sen, että kasvillisuus niitetään ja niittojäte poistetaan kosteikolta kasvukauden loppupuolella. (Moat, Simpson, Ghanem, Kandasamy, & Vigneswaran 2008, 20.)

Kasvillisuuden tulisi olla mahdollisimman rehevää ja monikerroksellista, jotta se pidättäisi mahdollisimman hyvin kiintoainesta, sitoisi ravinteita ja haitta-aineita sekä haihduttaisi ja viivyttäisi vettä. Paju on yksi tehokkaimpia ravinteiden käyttäjiä ja veden haihduttajia, mutta voimakkaana leviäjänä se saattaa vaikuttaa muihin kosteikon luontoarvoihin negatiivisesti. Pajun käyttöä kohtuuden rajoissa voi kuitenkin suositella. Muita tehokkaasti ravinteita ja maata sitovia, mutta voimakkaasti leviäviä kasveja ovat mm. järviruoko (kuviokuva 6), leveäosmankäämi (kuviokuva 7), haarapalpakko (kuviokuva 8) ja korpikaisla (taulukko 5). Näiden käyttöä kosteikolla voi puoltaa, sillä ne ovat meidän kotoperäisiä kasvejamme ja tehokkaita ravinteiden käyttäjiä, mutta niiden leviämisen estäminen saattaa olla työlästä. Seuraavissa kappaleissa esitetään muita

kosteikoilla luontaisesti ja yleisesti tavattuja sekä kosteikoilla menestyviä kasvilajeja.
(Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 111-112.)



Kuvio 6. Järviruoko (Luontoportti-verkkosivut)



Kuvio 7. Leveäosmankäämi (Luontoportti-verkkosivut)



Kuvio 8. Haarapalpakko (Luopioisten kasvisto -verkkosivut)

6.1.1 Hyviä peruslajeja ja täydentäviä lajeja kosteikoilla

Luken hankkeessa Hulevesialueiden kasvit ja kasvualustat tutkittiin eri kasvilajien menestymistä ja leviämistä hulevesikosteikoilla. Tutkittavana oli sekä istutettuja että luontaisesti kasvittuneita kosteikkoja. Suomen ympäristökeskus taas on perehtynyt maatalouden vesiensuojelukosteikkojen kasvillisuuteen. Eri ympäristöjen kasvilajit eivät paljoa eroa toisistaan, mutta havaittavissa on, että hulevesikosteikoilla on hie- man runsaammin eri kasvilajeja. (Puustinen ym. 2007, 52; Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019.) Tämä johtuu siitä, että kaupunkiympäristössä, jossa hu- levesikosteikot yleisesti sijaitsevat, estetiikka pelaa isompaa roolia, kuin maaseudulla.

Taulukossa 1 on Suomen ympäristökeskuksen havaitsemia yleisesti maaseutukos- teikoissa tavattavia kasvilajeja. Taulukossa 2 on taas esitetty Luken hankkeen tutki- muksissa havaitut kasvilajit istutetuilla kosteikoilla. Taulukossa mainitut hyvät perus- lajit eivät leviä hallitsemattomasti, mutta lähtevät hyvin kasvuun, kehittyvät nopeasti ja muodostavat yhtenäisiä ja hyviä kasvustoja. Ne myös rytmittävät kasvillisuutta. Täydentävät kasvit taas säilyvät kasvupaikoillaan hyvin, leviävät joissain määrin ja li- säävät monimuotoisuutta sekä väriä kosteikkolajistoon. (Luonnonkasvit ja biohiili hu- levesien hallinnassa 2019, 115–123.)

Taulukko 1. Tavanomaisia kosteikoissa viihtyviä kasvilajeja ja niiden kasvupaikkavaatimukset suhteessa rantaviivaan ja vedenpinnan tason. Kasvupaikan rehevyystaso (i= ei merkitystä, m= keskirehevä, me= keskirehevä-rehevä, e= rehevä). (Puustinen ym. 2007, 52.)

Tieteellinen nimi	Suomalainen nimi	Rehevyystaso	Kasvusyvyys (cm)
<i>Alisma plantago aquatica</i>	ratamosarpio	me	0 – -25
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	järvikaisla	i	-10 – -50
<i>Typha latifolia</i>	leveäosmankäämi	me	0 – -50
<i>Phragmites australis</i>	järviruoko	i	0 – -120
<i>Ceratophyllum demersum</i>	karvalehti	e	-20 – -100
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	ahvenvita	i	-30 – -100
<i>Potamogeton natans</i>	uistinvita	i	-30 – -100
<i>Butomus umbellatus</i>	sarjarimpi	e	-20 – -120
<i>Nuphar lutea</i>	ulpukka	i	-25 – -150
<i>Nymphaea alba</i>	lumme	i	-25 – -150
<i>Iris pseudacorus</i>	kurjenmiekkä	me	+10 – -10
<i>Lythrum salicaria</i>	rantakukka		+30 – -10
<i>Lysimachia vulgaris</i>	ranta-alpi		+40 – -10
<i>Juncus conglomeratus</i>	keräpäävihvilä		+50 – -5
<i>Carex sp.</i>	sarat		+40 – -25
<i>Calla palustris</i>	vehka	m	+10 – -10
<i>Ranunculus lingua</i>	jokileinikki	me	+30 – -5
<i>Eleocharis mamillata</i>	mutaluikka	i	+5 – -10

Taulukko 2. Istutetun kosteikon peruslajit ja täydentävät lajit sekä niiden esiintymisen kosteikolla suhteessa vesirajaan ja märkyyteen. (mv=matala vesi, mm=märkäämaa, ve=vedessä, vr=vesiraja, mt=märkä turve, km=kosteaa maa) (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 115–123.)

Istutetun kosteikon kasveja			
Kasvilaji	Tieteellinen nimi	Kasvupaikka	P=peruslaji, T=täydentävä laji
Sarat	<i>Carex sp.</i>	mv, vr, mm	P
Kapeaosmankäämi	<i>Typha angustifolia</i>	mv, vr, mm	P
Keltakurjenmiekkä	<i>Iris pseudacorus</i>	mv, vr, mm	P
Raate	<i>Menyanthes trifoliata</i>	mv, vr, mm, mt	P
Ratamosarpio	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	mv, vr, mm	P
Sarjarimpi	<i>Butomus umbellatus</i>	mv, vr, mm	P
Haarapalpakko	<i>Sparganium erectum</i>	ve	P
Ranta-alpi	<i>Lysimachia vulgaris</i>	mm, km	P
Rantakukka	<i>Lythrum salicaria</i>	mm, km	P
Rantatyräkki	<i>Euphorbia palustris</i>	mm, km	P
Röyhyvihvilä	<i>Juncus effusus</i>	mm, km	P
Keräpäävihvilä	<i>Juncus conglomeratus</i>	mm, km	P
Suovehka	<i>Calla palustris</i>	mm, km	P
Jänönsara	<i>Carex leporina</i>	mm, km	T
Luhtalemmikki	<i>Myosotis scorpioides</i>	mm, km	T
Niittykullero	<i>Trollius europaeus</i>	mm, km	T
Terttualpi	<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	mv, vr, mm	T
Rentukka	<i>Caltha palustris</i>	mm, km	T
Siniheinä	<i>Molinia caerulea</i>	mm, km	T
Rantatädyke	<i>Molinia caerulea</i>	mm, km	T
Puna-ailakki	<i>Silene dioica</i>	mm, km	T

Luken hankkeessa havaittiin, että luontaisesti kasvittuvalla ja istutetulla kosteikolla on hieman eroja kasvilajien suhteen. Luontaisen kosteikon kasveja on lueteltu taulukossa 3.

Taulukko 3. Luken hankkeessa havaitut luontaisen kosteikon vallitsevat ja täydentävät kasvilajit kasvupaikkoineen. (mm=märkä maa, mv=matala vesi, ve=vedessä, vr=vesiraja, mt=märkä turve, km=kosteaa maa) (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 124–127.)

Luontaisen kosteikon kasveja			
Kasvilaji	Tieteellinen nimi	Kasvupaikka	V=vallitseva laji, T=täydentävä laji
Leveäosmankäämi	<i>Typha latifolia</i>		V
Järviruoko	<i>Phragmites australis</i>		V
Korpikaisla	<i>Scirpus sylvaticus</i>		V
Haarapalpakko	<i>Sparganium erectum</i>		V
Korpikastikka	<i>Calamagrostis purpurea</i>		V
Viitakastikka	<i>Calamagrostis canescens</i>		V
Mesiangervo	<i>Filipendula ulmaria</i>		V
Sarat	<i>Carex sp, suuret</i>	vr, mv, mm, km	T
Heinät	<i>Poaceae</i>	vr, mv, mm, km	T
Vihvilät	<i>Juncus</i>	vr, mv, mm, km	T
Luhtarölli	<i>Agrostis canina</i>	vr, mv, mm, km	T
Isorölli	<i>Agrostis gigantea</i>	vr, mv, mm, km	T
Ruokohelppi	<i>Phalaris arundinacea</i>	vr, mv, mm, km	T
Rantapuntarpää	<i>Alopecurus aequalis</i>	vr, mv, mm, km	T
Röhyvihvilä	<i>Juncus effusus</i>	vr, mv, mm, km	T
Kurjenjalka	<i>Comarum palustre</i>	vr, mv, mm, km	T
Luhtamatara	<i>Galium uliginosum</i>	vr, mv, mm, km	T
Rantamatara	<i>Galium palustre</i>	vr, mv, mm, km	T
Luhtalemmikki	<i>Myosotis scorpioides</i>	vr, mv, mm, km	T
Rantalemmikki	<i>Myosotis laxa</i>	vr, mv, mm, km	T
Matalat vihvilät	<i>Juncus, matalat</i>	vr, mv, mm, km	T
Matalat sarat	<i>Carex sp, matalat</i>	vr, mv, mm, km	T
Ahvenvita	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	ve	T
Purovita	<i>Potamogeton alpinus</i>	ve	T
Pikkuvita	<i>Potamogeton berchtoldii</i>	ve	T
Isovesitähti	<i>Callitriche cophocarpa</i>	ve	T

Ulkomailla kosteikkokasvillisuus on hyvin samantapaista, kuin Suomessa. Yleisimpiä kasveja ovat mm. leveäosmankäämi, jonka raju leviäminen on myös ulkomailla huomattu, järviruoko, kapeaosmankäämi, röhyvihvilä, järvikaisla ja ruokohelppi. Muita yleisiä kasvisukuja ovat luikat, sarat ja vihvilät, joiden kasvilajit vaihtelevat maittain ja ympäristöittäin. Myös keltakurjenmiekkää ja rentukkaa on ulkomailla kosteikoilla.

(Austin & Yu 2016. 98-136.) Pikkulimaskaa, kuten monia muita veden pinnassa kelluvia kasveja, käytetään kosteikoilla ulkomailla. Jyväskylän ammattikorkeakoulussa on tutkittu pikkulimaskaa vesistöjen ravinteiden hyödyntäjänä (Yli-Kokkila 2016).

6.2 Vieraslajien huomioiminen ja muut vältettävät kasvit

Kosteikoilla tulisi käyttää vain kotoperäisiä kasvilajeja, jotka ovat soveltuneet Suomen ilmasto-oloihin ja siten menestyminen on varmistettu. Taulukossa 4 on lueteltu vieraslajeja, joita Luken hankkeessa (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019) tuli kosteikoilla vastaan. Suomessa vieraslajien pitäminen, istuttaminen, kylväminen ja kasvattaminen tai muulla vastaavalla tavalla käsittely siten, että vieraslajin leviäminen luontoon on vaarana, on kielletty lailla. Poikkeuksia hyväksytään alueilla, joissa lajin leviämiselle alueen ulkopuolelle ei ole vaaraa. (L 30.12.2015/1709.)

Taulukko 4. Luken hankkeessa eri kosteikoilla tavattuja vieraslajeja. Jättipalsami, komealupiini ja rehuvoohenherne kasvoivat paikoin erittäin runsaina ja laajoina kasvustoina uhaten kotoperäisten kasvilajien menestymistä. (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 127.)

Kosteikoilla tavatut vieraslajit (X=erittäin runsaat kasvustot, uhkaavat kotoperäisiä kasveja).	
Jättipalsami	x
Kanadankoiransilmä	
Kanadanpiisku	
Komealupiini	x
Kurtturuusu	
Paimenmatara	
Pensaskanukka	
Piikkisalaatti	
Rehuvoohenherne	x
Rohtoraunioyrtti	
Rusoamerikanhorsma	
Valkokarhunköynnös	

Taulukon 4 kasveista jättipalsami (kuvio 9), komealupiini (kuvio 10) ja rehuvoohenherne (kuvio 11) olivat erityisen laajalle levinneitä ja uhkasivat siten kotoperäisten

kasvien esiintymistä. Luonnollisesti kasvettumaan jätetylle kosteikolle vieraslajien leviäminen on todennäköisempää kuin istutetulle. Vieraslajit ovat usein aggressiivisia leviämään ja jättävät helposti kotoperäiset kasvit alleen. Jos ollaan kuitenkin kokonaan uutta kosteikkoa rakentamassa ja alueella ei esiinny vieraslajeja entuudestaan, on uhka vieraslajien leviämiselle pieni. (Romanowski 2009, 84.)



Kuvio 9. Jättipalsami. @S. Juhanaja (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 128.)



Kuvio 10. Komealupiini (Luontoportti-verkkosivut)



Kuvio 11. Rehuvuohenherne, @S. Juhanoja (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 128.)

Vaikka leveäosmankäämi, järviruoko, korpikaisla, ruokohelmi ja mesiangervo eivät olekaan vieraslajeja vaan kotoperäisiä, tulisi niiden istuttamista kosteikolle välttää tai ainakin harkita tarkkaan niiden sijoittamista. Nämä kasvit ovat erittäin aggressiivisia leviämään ja jättävät alleen helposti muut kasvit. Nämä saattavat muodostaa erittäin laajoja kasvustoja ja siten yksipuolistavat kosteikon kasvillisuutta. Toisaalta nämä kasvit ovat myös tehokkaita ravinteiden käyttäjiä, kiintoaineksen pidättäjiä sekä juuristollaan sitovat maata hyvin siten estäen eroosiota. (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019.)

6.3 Kasvilajien vaikutus valumaveden laatuun

Aiemmassa osiossa lueteltiin kasvilajeja, jotka menestyvät kosteikoilla luontaisesti ja istutettuina. Tässä osiossa on tarkoitus tarkastella miten tehokkaita vesiensuojelun kannalta eri kasvilajit ovat. Näitä ominaisuuksia Luke tutki astiakokeella, johon valikoitui seuraavat kasvilajit: viilto- ja jänönsara, röyhyvihvilä, korpikaisla, luhtakastikka, rantatyräkki ja suovehka sekä leikattava nurmi ja lisäksi oli vertailu kohteena kasviton astia (vain kasvualusta). Koeasetelma on nähtävissä alla kuviossa 12. Kokeessa tutkittiin kasvien ja kasvualustan vaikutusta valumaveden laatuun. Lisäksi kokeessa tutkittiin biohiilen vaikutusta valumaveden laatuun ja kasvien kasvuun. (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 85.)



Kuvio 12. Astiakokeen koeasetelma. Alue on katettu, jolloin kasteluveden määrä voidaan laskea tarkkaan. Tutkittavia kasvilajeja oli 8 ja lisäksi oli 1 kasviton verrokki. Astioita on yhteensä 90kpl ja kutakin kasvilajia 18kpl, joista puolessa on biohiiltä lisätty kasvualustaan. Kuva E.M. Tuhkanen. (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 85.)

Suovehka ja röyhyvihvilä eivät menestyneet astiakokeessa hyvin johtuen liian kivistä kasvualustasta, joten niiden osalta tuloksista ei voida tehdä päätelmiä. Muut kasvit menestyivät hyvin. (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 91.)



Kasvien kasvukyvyllä on merkitystä kasvien kykyyn sitoa itseensä ravinteita ja pidättää kiintoainesta. Luken tutkimuksissa havaittiin, että runsaan juuriston kasvattivat viiltosara, korpikaisla ja rantatyräkki. Melko runsaan juuriston kasvattivat jänönsara ja luhtakastikka. Nurmen juuristo oli niukka. Valumaa vähensivät eli vettä haihduttivat parhaiten viiltosara, rantatyräkki ja korpikaisla. Myös jänönsara ja luhtakastikka haihduttivat vettä hyvin. Kaikki kasvilajit haihduttivat vettä verrokkiastiaa paremmin. Tehokkaasti vettä haihduttavat kasvit pitivät kasvualustat myös kuivempana. (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 92–110.)




Nitraatti- ja nitriittityppeä parhaiten sitoivat viiltosara, jänönsara, korpikaisla, luhtakastikka ja rantatyräkki. Näillä kasveilla on suurin vaikutus myös kokonaistypen sitoutumiseen. Vaikka suovehka ja röyhyvihvilä kasvoivat heikosti, oli niillä voimakkaampi kokonaistyppeä sitova vaikutus, kuin kasvittomalla verrokkiastialla. Kaikilla koeastioilla oli fosforia sitova vaikutus, myös kasvittomalla verrokkiastialla.

Tämä kertoo siitä, että fosfori sitoutui enimmäkseen maapartikkeleihin eikä niinkään kasvien käytön kautta. Eri kasvilajeilla havaittiin olevan lievästi maaperää happamoittava vaikutus. (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 122–123.)

Tehokkaimpia vedenlaatuun vaikuttajia näyttäisivät olevan tutkituista kasvilajeista viiltosara, korpikaisla, rantatyräkki sekä jänönsara (taulukko 5). Näillä kasveilla oli suurin juuristo, paras haihdutusteho sekä paras ravinteiden pidätyskyky. (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 122–123.)

Taulukko 5. Luken Hulevesien kasvit ja kasvualustat -hankkeen astiakokeessa parhaiten menestyneet kasvilajit.

Kasvilaji	Kuva
Viiltosara (Valokki-nettikasio -verkko-sivut)	
Jänönsara (Valokki-nettikasvio -verkko-sivut)	

Korpikaisla (@S.Juhanoja)	
Luhtakastikka (Väre & Laine 2014. 207.)	
Rantatyräkki (@S.Juhanoja)	

6.4 Biohiilen vaikutus kasvustoon ja valumaveteen

Luken hankkeessa tutkittiin myös biohiilen vaikutusta valumaveden laatuun ja kasvien kasvukykyyn. Astiakoe (kuvio 12) tehtiin kahden vuoden aikana. Ensimmäisenä vuotena biohiilellä oli negatiivinen vaikutus kasvien kasvuun. Tämän uskotaan johtuvan biohiilen kyvystä sitoa vettä ja kosteutta, jolloin vettä ja ravinteita on vähemmän kasvien käytettävissä. Toisena vuotena biohiilen vaikutus ei ollut enää niin voimakas. Biohiilellä ei myöskään havaittu olevan merkittävää vaikutusta kasvien kukintoon tai

valumaveden määrään. Biohiilellä rikastetut astiat kuitenkin pysyivät kosteampina, kuin biohiilettömät, jolla on vaikutusta esim. kuivina ajanjaksoina. (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 92–110.)

Biohiilellä oli nitraatti- ja nitriittityppeä pidättävä vaikutus. Tuloksissa oli hieman vaihtelua ja joidenkin kasvien kohdalla kasvin ja biohiilen yhteisvaikutus typhen pidätykseen oli voimakkaampi, kuin kasvilajin ja biohiilen yhteenlaskettu tyyppä pidättävä vaikutus. Biohiilellä oli merkittävä vaikutus fosforin ja fosfaatti-P:n pidätykseen valumavedestä verrattuna biohiilettömiin astioihin. Fosforin pidätykseen tapahtui kuitenkin myös kasvittomalla verrokilla. Biohiilellä on valumaveden pH:ta nostava vaikutus. (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 92–110.)

Samanlaisia tutkimustuloksia on saatu jo vuonna 2015, jolloin Itä-Suomen yliopisto tutki biohiilen vaikutuksia ravinteiden kierrätykseen ja jätevesien puhdistukseen (Leppänen 2015). Tutkimuksessa pelto-ojiin upotettiin biohiiltä. Biohiili, johon ravinteita sitoutui, pystyttiin lopulta levittämään takaisin peltoon, jolloin ravinteet saatiin takaisin kiertoon.

6.5 Istuttaminen vai luontainen kasvittuminen

Jos kasvit aiotaan kylvää, kannattaa se tehdä syksyllä, jotta siemenet saavat tarvittavan kylmäkäsittelyn. Sateiden tai tuulen mukana siemenet saattavat kuitenkin päätyä ei-toivottuun paikkaan tai kokonaan pois kosteikolta. Istuttaminen on varmempi tapa varmistaa, että kasvit kasvavat siellä, missä suunniteltiin. Istuttamisella voidaan estää myös vieraslajien haitallista leviämistä ja sidotaan maata kestävämmän paremmin eroosiota. Istuttaminen on kuitenkin selkeästi kalliimpi tapa kasvittaa kosteikko.

Edullisinta olisi jättää kosteikko kasvittumaan luontaisesti. Kustannusten minimoisiksi ja kasvittumisen onnistumiseksi voi myös yhdistellä kylvöä, istuttamista ja luontaista kasvittumista. Luontaisesti kasvittumaan jätetyn kosteikon kasvillisuus kehittyy sen mukaan, millainen maaperä on, millainen juuristo tai siemenpankki maaperästä löytyy ja miten tehokkaita kasvit ovat leviämään. Ennustettavuus on heikko luontaisessa kasvittumisessa. Maaseutukosteikolla tämä on hyväksyttävämpää, kuin kaupunkikosteikolla, koska estetiikalla ei ole niin suurta painoarvoa. (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019, 111.)

Kosteikko aiheuttaa perustamisvaiheessa suhteellisen korkeat kiintoaines- ja ravinne-päästöt. Tätä voidaan estää kaivuutöiden minimoimisella ja oikealla ajoittamisella sekä istuttamalla kasvit, jotta ne alkavat mahdollisimman nopeasti käyttämään ravin-teita ja suojaamaan maata eroosiolta.

7 Puuaines kosteikolla

Puumavesi-hanke tutkii uusia metsätaloudessa käytettäviä kustannustehokkaita ve-siensuojelumenetelmiä. Hankkeessa ovat yhteistyökumppaneina mukana Suomen ympäristökeskus, Metsä Group, Luonnonvarakeskus, Metsäkeskus, Pohjoisen Keski-Suomen ammattiopisto, Jyväskylän ammattikorkeakoulu sekä Jyväskylän yliopisto. Hankkeen johtavana tutkijana toimii Suomen ympäristökeskuksen Kari-Matti Vuori. Hankkeen tavoitteena on kehittää uudenlainen, kustannustehokas ja ekologisesti kestävä vesiensuojelumenetelmä metsätaloudelle. (Puupohjaisilla uusilla Materiaa-leilla tehoa metsätalouden Vesiensuojeluun ja vesistökuunnostuksiin (PuuMaVesi) 2019.)

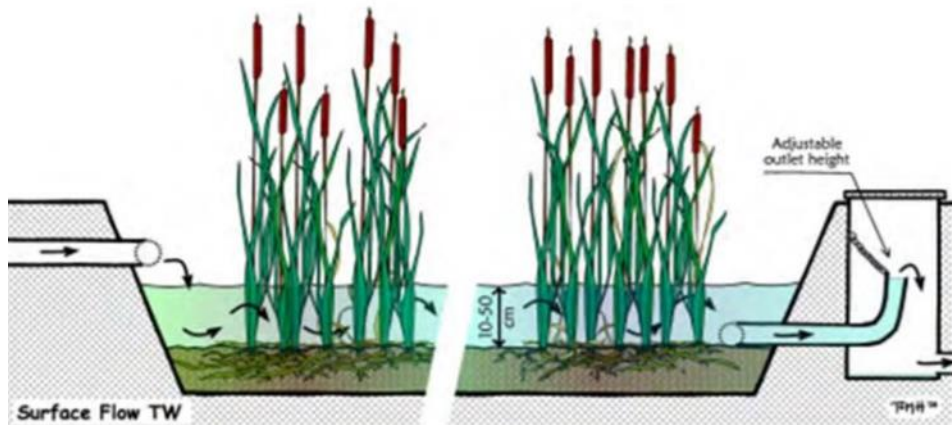
Puumavesi-hankkeessa tutkitaan puuaineksen tarjoamaa luontaista itsepuhdistus-prosessia. Hankkeen tutkimusympäristönä toimii metsätalouden vesiensuojeluraken-teet, kuten laskeutusaltaat, mutta menetelmää voitaisiin soveltaa myös maatalouden vesien puhdistamiseen kosteikolla (Puuaines puhdistamaan metsätalouden valuma-vesiä 2018). Hankkeessa rankapuukimppu (kuvio 13) upotetaan esim. laskeutusaltaan pohjalle. Rankapuukimppun päällä alkaa kasvaa bakteereja, levää, sienirihmastoja jne. Tätä kasvustoa käyttää ravintonaan ja elinympäristönään monet vesihyönteistoukat ynnä muut pieneliöt. Näitä taas ravintonaan käyttävät sammakot, kalat yms. Ja näitä taas toiset pedot. Rankapuu tulee siis osaksi ravintoverkkoa. Ravinto kiertää ekosys-teemissä ja saattaa useissa tapauksissa poistua kosteikolta (vesihyönteisen toukka kasvaessaan poistuu kosteikolta, kala joutuu pedon syötäväksi). Lisäksi rankapuu toi-mii erittäin pitkäkestoisena hiilivarastona, säilyen vedessä jopa satoja tai tuhansia vuosia. (Metsä Group – Puumavesi-hanke 2019.) Rankapuukimppu tarjoaa elinympä-ristön myös denitrifikaatiobakteereille.



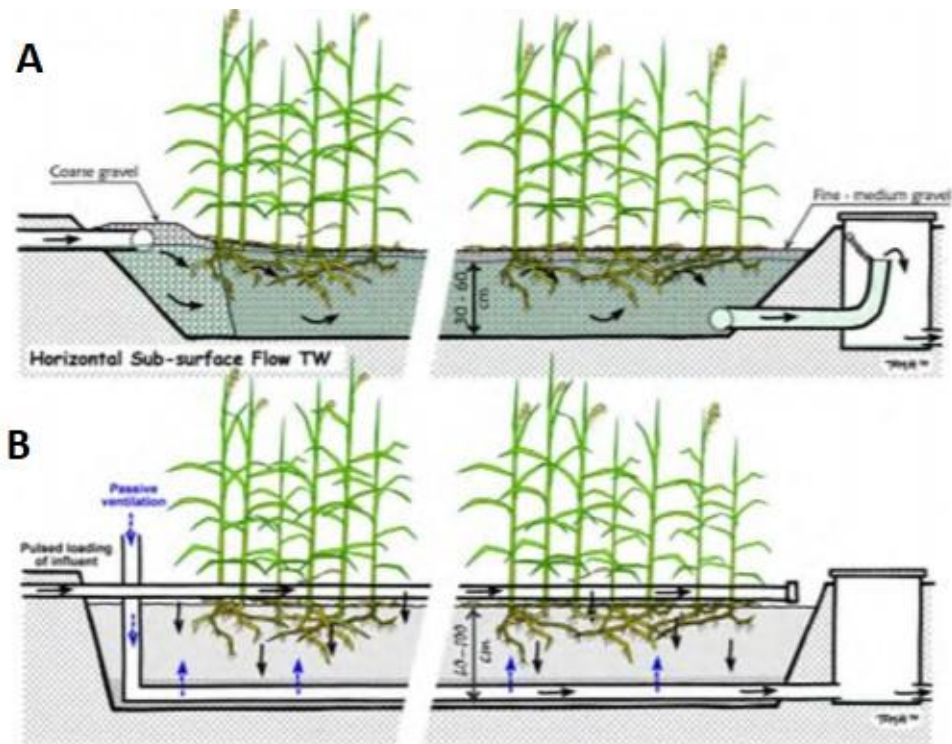
Kuvio 13. Rankapuukimppuja laskeutusaltaassa Puumavesi-hankkeen koeasetelmassa. @Esko Keskinen (Puupohjaisilla uusilla Materiaaleilla tehoa metsätalouden Vesiensuojeluun ja vesistökunnostuksiin (PuuMaVesi) 2019.)

Pohjoisen Keski-Suomen ammattiopiston järjestämässä Ympäristöpäivässä, hankkeen johtava tutkija Kari-Matti Vuori arvioi, että rankapuun käyttäminen kosteikolla saattaisi jopa tehostaa kosteikon toimivuutta talviaikana.

Vaatimuksena ympäristölle rankapuun käytössä on, että kosteikolla on avointa vapaata vettä, johon puumateriaali upottaa (kuvio 14). Vastaavanlainen puumateriaalin hyödyntäminen ei ole mahdollista muilla kosteikkotyypeillä, kuin vapaan veden kosteikoilla, joita Suomessa enimmäkseen on. Ulkomailla vesien puhdistukseen on usein käytössä kosteikkoja, joissa vesi virtaa horisontaalisesti tai vertikaalisti (kuvio 15) maaperän ja kasvillisuuden läpi ja, jossa ei välttämättä ole vapaana virtaavaa vettä ollenkaan.



Kuvio 14. Periaatekuva veden virtauksesta vapaan veden kosteikolla. @Tom Headley (Vymazal n.d.)



Kuvio 15. Periaatekuva veden virtaamisesta horisontaalisessa (A) ja vertikaalisessa (B) kosteikossa. @Tom Headley. (Vymazal n.d.)

Puuainesta käytetään myös Minnesotassa, jossa tutkitaan puuhakkeen vaikutuksia veden puhdistukseen etenkin typen osalta. Minnesotassa tutkimuksen hypoteesina

on, että bakteerit, jotka kasvavat ja elävät puuhakkeella ovat tehokkaita typen suodattajia. Tutkimuksessa puuhaketta levitetään kosteikolle reilu 800m³/ha. Tutkimus on käynnissä ja siitä ei ole vielä saatu tuloksia. (Minnesota watershed uses wood-chips, wetlands to treat water 2018.) Tutkimus pitää sisällään paljon samoja oletuksia, kuin Puumavesi-hanke.

8 Kosteikkojen hoito

8.1 Rakenteiden kunnossapito ja hoito

Kosteikon perustamisen jälkeen maa painuu hieman. Maan pinta voi ensimmäisenä vuotena painua useita kymmeniä senttimetrejä ja jo rakentamisvaiheessa kannattaa-kin huomioida 20cm: painumisvara (Alhainen, Niemelä, Siekkinen, Svensberg, Kuittinen, Nurmi, Väyrynen, Rautiainen, Väänänen, Nummi, Berndtson & Korkiakoski n.d.). Painuminen, varsinkin jos siihen ei olla varauduttu, saattaa johtaa siihen, että kosteikkoa täytyy käydä korjaamassa ja maata tuoda lisää patojen ja penkereiden päälle.

Tarkastaa tulisi ainakin penkereiden luiskia ja juoksutusrakenteita sekä patoamalla rakennetuissa kosteikoissa padon pitävyyttä. Vesi löytää pienetkin raot, jossa kulkea ja aiheuttaa siten eroosiota siellä, mihin silmä ei näekään. Juoksutusrakenteissa ja muissa rakenteissa käytettyjen kiveyksien ja muiden rakenteiden pysymistä paikoiltaan on tarkkailtava. Liikkeelle lähtevä materiaali saattaa romahduttaa koko rakennelman. (Puustinen ym. 2007, 69.)

8.2 Niittäminen

Jos kosteikkoa ei niitetä, tulee se ajan kuluessa kasvamaan umpeen. Umpeenkasvu on Suomessa normaali tapahtuma, sillä meidän vetemme ovat pitkälti luonnostaan reheviä. Niittämisellä kuitenkin pyritään estämään umpeenkasvua, jotta otolliset olosuhteet säilyvät veden puhdistumiselle ja luonnon monimuotoisuudelle. Säännöllisin väliajoin tehtävä niittäminen tulee edullisemmaksi, kuin umpeenkasvaneen kosteikon laajamittainen kunnostaminen/ennallistaminen (Alhainen ym. n.d., 7). Kasvillisuuden niittämisellä on umpeenkasvun estämisen lisäksi muitakin vaikutuksia kosteikon toimintaan. Ensinnäkin niittäminen estää kasvillisuuden yksipuolistumista

(Puustinen ym. 2007, 69–70). Toiseksi kasvillisuuden niittäminen lisää kasvillisuuden ravinteiden nettopidätystä (Puustinen ym. 2000, 7–11). Eräissä tutkimuksissa saatiin selville, että kesäaikainen niittäminen lisäksi vaikuttaa positiivisesti mikrobien runsauteen (Yang, Wang, Zhang, Xie & Feng 2016).

Koko kosteikkoa ei ole tarvetta niittää kerralla vaan niittäminen voidaan tehdä osaluueittain, joka lisää kosteikon rakenteellista monimuotoisuutta (mosaiikkimaisuus). Niitettäessä on kuitenkin huomioitava, ettei niitetä suoria linjoja kohtisuoraan virtaa vasten. Tämä saattaa aiheuttaa oikovirtauksia, joka vaikuttaa negatiivisesti veden virtaukseen. Lisäksi kasvillisuus on vietävä pois, jottei kasvien sisältämä ravinne jää kosteikolle ja kasvin hajotessa vapaudu takaisin veteen. (Puustinen ym. 2007, 69–70.)

Ajankohta on valittava tarkkaan. Huomioitava on, ettei niittoa tehdä lintujen pesimäaikana. Suositus on, että niitto tapahtuisi aikaisintaan elokuussa. Hyvä ajankohta on loppukesästä tai alkusyksystä, kun kasvit ovat vihreitä ja kasvien vihreät osat sisältävät ravinteet. Jos kasvit ehtivät lakastua ennen niittoa, on kasvi varastoinut ravinteet juuriinsa eikä ravinteita siten saada pois kosteikolta. Tällöin kasvilla on lisäksi juuristossaan ravinteita kasvuunsa eikä siten ota ravinteita vedestä niin paljoa. Lisäksi hajoava kasvi vapauttaa ravinteita. Niitto olisi hyvä toteuttaa mahdollisimman nopealla aikataululla, jotta häiritään kosteikolla eläviä eliöitä mahdollisimman vähän. Kasvijätteen voi kompostoida ja käyttää esimerkiksi maanparannusaineena. (Puustinen ym. 2007, 69–70.)

Alankomaissa tehtiin tutkimus, jossa tutkittiin uposlehtisen (*Myriophyllum spicatum*, tähkä-ärviä) biomassan tuotantoa, biomassan ravinnepitoisuutta, ravinteiden poistamista niiton mukana ja niiton vaikutusta kasvustoon eri niittotiheyksissä. Tutkimuksessa havaittiin, että 2–3 kertaa kasvukaudessa (tutkimuksessa touko-syyskuu) tehty niitto oli tehokkain niittotiheys poistamaan ravinteita kosteikolta. Kerran tai 5 kertaa tehty niitto vaikutti negatiivisesti ravinteiden poistoon ja kasvien (kasvu)kuntoon. Kyseinen tutkimus keskittyi lauhkean vyöhykkeen ilmastoon, johon Suomesta kuuluu vain eteläisin osa. Tutkimuksessa käytetty tähkä-ärviä esiintyy Suomessa oikeastaan vain rannikolla Itämeressä ja murtovesissä, vaikka onkin makean veden kasvi (Tähkä-ärviä n.d.). Suomessa sisävesissä yleisemmin esiintyy kiehkura- ja ruskoärviä (Kiehkura-ärviä 2019; Ruskoärviä 2019). Uposlehtisten käyttöä kosteikolla puoltaa se, että

ne pystyvät käyttämään ravinteita koko vesimassan pituudelta, niillä on korkea biomassan tuotoskyky ja ne sietävät hyvin niittämistä. Toisaalta uposlehtisten kasvien niittäminen on kallista, jopa 100-350€/h (hinta Alankomaissa). (Verhofstad, Poelen, van Kempen, Bakker & Smolders 2017.)

8.3 Ruoppaaminen

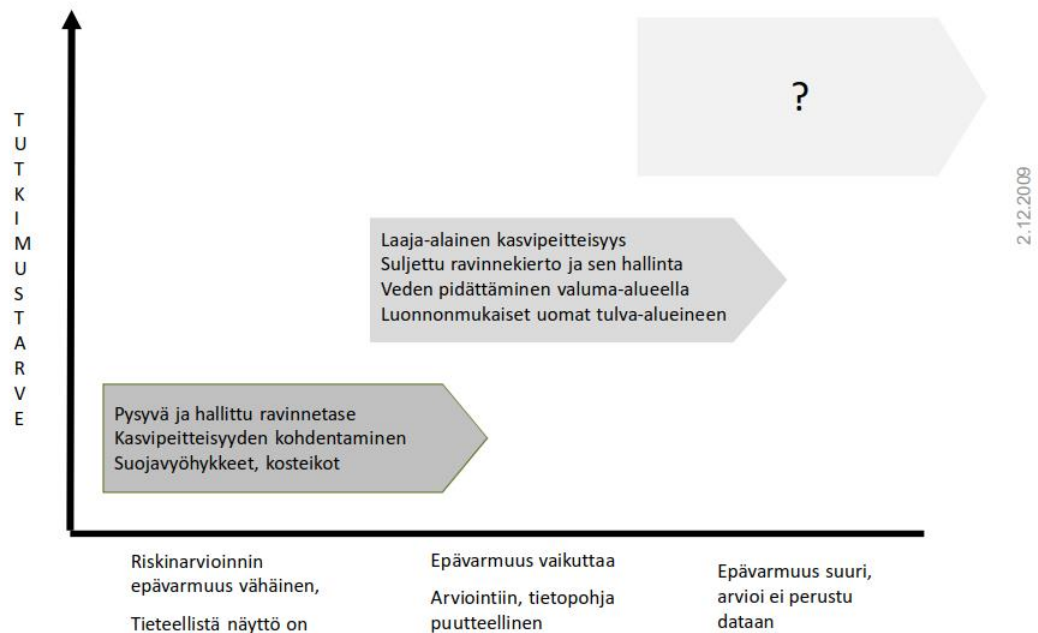
Sedimentaation seurauksena kosteikolle tulevan valumaveden sisältämä kiintoaine laskeutuu kosteikon pohjalle. Syvät altaat ja lietekuopat on tehty kosteikolle keräämään kiintoaineen. Näiden altaiden puhdistaminen on ajankohtaista siinä vaiheessa, kun allas alkaa täyttyä. Jos allas ehtii täyttyä, on vaarana, että suuren valunnan aikana kiintoaines lähtee taas liikkeelle ja päätyy viereiseen vesistöön. Ruoppaamista eli lietteen poistoa ei tulisi tehdä runsaan veden aikaan. Mahdollisimman kuivana aikana tehty ruoppaus varmistaa, että kiintoaine ei pääse karkuun rehevöittämään alapuolisia vesiä. Ruoppaamistiheys riippuu täysin siitä, miten kiintoainerikasta vettä valuma-alueelta tulee kosteikolle. Yleisesti suositeltu ruoppaamistiheys olisi 2–5 vuoden välein. (Puustinen ym. 2007, 69.) Hyvin ajoitettu ja hyvin tehty ruoppaaminen vaikuttaa vesiensuojelutehoon kosteikolla. Se myös pidentää kosteikon ikää, estää umpeenkasvua ja siten lisää maisema- ja virkistyskäyttömahdollisuuksia.

9 Vesiensuojelukosteikot muuttuvassa ilmastossa

Ilmastonmuutoksen myötä Suomessa keskilämpötila ja sadanta kasvavat. Talviaikana sataa enemmän vettä ja on vähemmän lunta. Lumi sulaa talviaikana entistä useammin. Jääpeitteinen aika lyhenee. Lumen vähyyys johtaa siihen, että kevätaikainen tulviminen vähenee. Tulvariskit varsinkin pienemmissä latvajärvissä pienenee. Sadannan ja valunnan lisääntyminen johtaa ravinnekuorman kasvamiseen vesistöissä (WSFS-Vemala skenaario). (Vesien tila hyväksi yhdessä 2015, 24.)

Puustinen ym. (2010) tutkivat ilmastonmuutoksen vaikutusta kiintoaine- ja ravinnekuormitukseen neljän eri ilmastoskenaarion perusteella. Tutkimuksessa tavoitteena oli selvittää, mitä tapahtuu, jos viljelytoimenpiteet pysyvät ennallaan ja kuinka paljon vaihtoehtoiset toimenpiteet ja toimenpideyhdistelmät vähentävät kuormitusta, jos ilmasto pysyy ennallaan tai ilmasto muuttuu.

Tutkimuksessa (Puustinen ym. 2010) selvästi tuodaan esille, että muuttuvan ilmaston myötä leutojen ja sateisten talvien toistuminen kasvaa. Tästä seuraa esimerkiksi se, että selkeät kevättulvapiikit, jotka yleisesti tulevat pintavaluntana, vähenevät ja pohjavalunta kasvaa sekä se, että ravinteiden, kiintoaineksen ja torjunta-aineiden huuhtoutuminen lisääntyy. Pelkillä kosteikoilla ei tätä ongelmaa ratkaista, mutta kosteikot nähdään välttämättöminä uomien osina vesiensuojelussa. Kuviossa 16 on esitetty tutkimuksen tuloksia toimenpiteiden kannalta.



Kuvio 16. Tärkeimmät sopeutumiskeinot ilmastonmuutoksen kielteisten vaikutusten torjumiseksi. (Puustinen ym. 2010.)

10 Tulokset ja niiden tarkastelu

10.1 Tehostamistoimet yleisesti

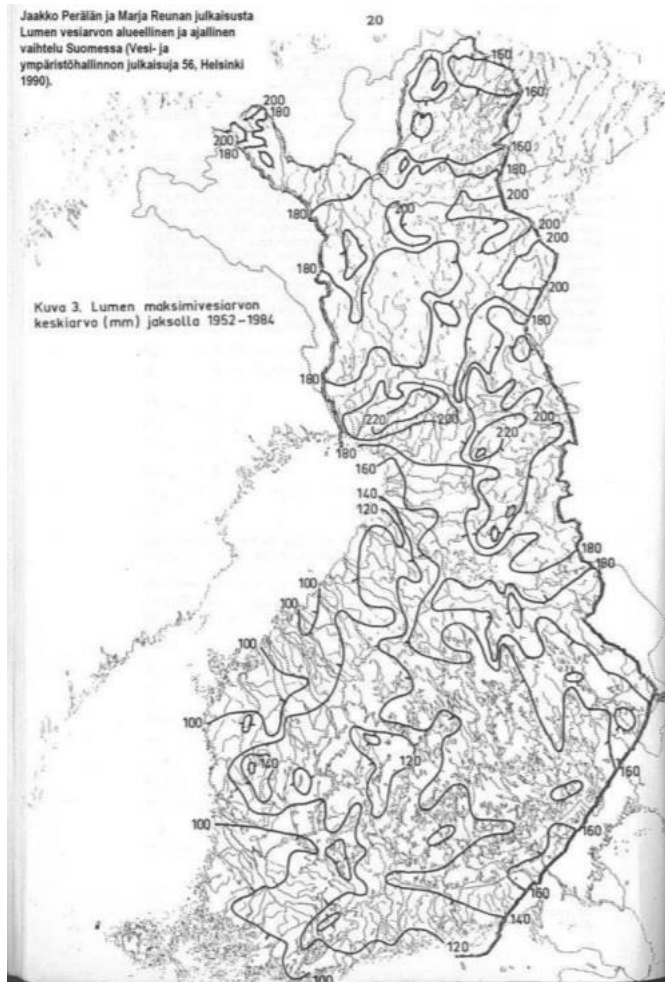
Merkittävää työtä kosteikon tehokkuuden parantamiseksi tehdään jo suunnitteluvaiheessa. Silloin pystytään varmistamaan, että kaikki toimintaedellytykset ovat kohdillaan. Valuma-alueen ja kosteikon pinta-ala ovat hyvässä suhteessa, kosteikko on sijoitettu hyvin, valuma-alueelta tulee tarpeeksi kuormitusta ja edellytykset sekä denitrifikaatiolle että adsorptiolle ovat olemassa. Rakennusvaiheessa tulee olla kaivuun

kanssa tarkkana sekä pohtia riittääkö kosteikolla luontainen kasvittuminen vai pitäisikö osa kasvillisuudesta istuttaa kasvittumisen nopeuttamiseksi. Kasvillisuutta suunniteltaessa kannattaa inventoida alueella jo olemassa olevaa kasvillisuutta: onko alueella tarpeeksi kosteikolla menestyviä ja hyvin ravinteita pidättäviä kasvilajeja. Hoitovaiheessa on ratkaisevan tärkeää pitää huoli, että rakenteet pysyvät kunnossa ja ravinteita tulee poistettua kosteikolta tarpeen mukaan (niittäminen ja ruoppaaminen). Lisäksi on uutta tutkimustietoa, että puuaineksen lisääminen kosteikolle saattaa vaikuttaa kosteikon toimintaan sitä tehostavasti ja vaikuttaa positiivisesti talviaikaiseen toimintaan. Lisäksi on viitteitä siitä, että biohiili kosteikolla lisää ravinteiden pidättymistä.

10.2 Suunnitteluvaiheen toimet

10.2.1 Valuma-alueen merkitys

Ensimmäisiä ja tärkeimpiä asioita, joita kosteikon tehokkuuden ja toiminnan varmistamiseksi voidaan tehdä, on määrittää valuma-alueen koko sekä sieltä kosteikolle tuleva valunta. Valunnassa tulee huomioida tulvahuiput eli syysateet sekä kevään lumen sulamisvedet. Valuma-alueen määrittämiseen on käytettävissä eri karttaohjelmia, kuten Suomen ympäristökeskuksen VALUE-työkalu ja Metsäkeskuksen karttapalvelu sekä ArcGis-palvelu (Ojamaa 2019). Jos vesistö tai uoma, jolle valuma-alueella on määrittämässä, on hyvin pieni, joudutaan määrittäminen todennäköisesti tekemään karttatarkastelulla ns. käsin. Kosteikon mitoituksessa olisi hyvä varautua huipputulvaan, joita esiintyy noin kerran 20 vuodessa sekä selvittää, sijaitseeko alue tulvariski-alueella sekä millainen maksimivesiarvo (kuvio 17) tilastojen mukaan alueella on (Hagelberg, Karhunen, Kulmala & Larsson 2010, 8).



Kuvio 17. Suomen lumen maksimivesiarvojen keskiarvot ajanjaksolla 1952-1984 kartalla. (Alhainen n.d.)

Joidenkin suositusten mukaan, jos kosteikolla havitellaan 1 vuorokauden viipymää, tulisi kosteikon olla 1–2% valuma-alueen pinta-alasta (riippuen valuma-alueen pelto-%:sta), mutta toinen ohje on, että kosteikon tulisi olla vähintään 2,4% valuma-alueen pinta-alasta (Puustinen ym. 2007, 59; Puustinen ym. 2000, 17). Ei-tuotannollista investointitukea saa kosteikon perustamiseen kuitenkin jo 0,5% osuudella (Kosteikkoinvestoinnit n.d.). Ei-tuotannollisen investointituen 0,5%:iin voi laskea mukaan aiemmin tai samaan aikaan perustetut ja luontaiset kosteikot (Kosteikkoinvestoinnit n.d.). Tämä kannattaa huomioida, jos tavoitteena on perustaa useampi pienempi kosteikko samalle valuma-alueelle. Useamman pienen kosteikon perustamista valuma-alueen latvaosiin kannattaa harkita suurilla valuma-alueilla, kun taas pienellä valuma-alueella voi olla perusteltua perustaa yksi suurempi kosteikko valuma-alueen alajuoksulle (Puustinen ym. 2000, 17).

Valuma-alueesta kannattaa määrittää myös sen maaperä ja ravinteisuus, pelto-% ja kaltevuussuhteet. Maaperä ja pelto-% kertovat paljon siitä, millaista kiintoaine- ja ravinnekuormaa alueelta on odotettavissa. Jos maaperä on karkeaa, isopartikkelista maata, kosteikon viipymän ei tarvitse olla vuorokautta korkeampi, mutta esimerkiksi savisilta mailta tulee niin hienoa kiintoainesta, että viipymän kasvattaminen pidemmäksi on suositeltavaa. Toisaalta mitä ravinteikkaampaa vettä kosteikolle valuu, sitä tehokkaammin se toimii. Pelto-% ei tulisi olla alle 10%. Jos hakee kosteikon perustamiseen ei-tuotannollista investointitukea, tulee suurin osa ravinnekuormasta tulla pelloilta. Mitä jyrkempi valuma-alue on sitä enemmän se aiheuttaa kiintoaine- ja ravinnekuormaa.

10.2.2 Kohde alue

Kosteikon sijoittamisella on keskeinen merkitys sen tehokkuuteen. Kuten aiemmin on tullut todettua, ei kosteikkoa kannata perustaa paikkaan, jonne ravinne- ja kiintoainekuormaa ei tule maankäytön seurauksena. Luonnonhuuhtoumana ei tule niin suuria huuhtoumia, että kosteikkoa kannattaa perustaa. Pelto-% kertoo paljon ravinnehuuhtoumasta ja useimmissa tapauksissa maa- ja vesinäytteiden ottaminen valuma-alueelta tai kosteikkokohteelta ei ole tarpeellista, jos pellon osuus on määritetty.

Kasvillisuuden inventointi on kannattavaa, sillä se kertoo paljon siitä, kannattaako kosteikolla satsata istuttamiseen vai päästäkö haluttuun lopputulokseen kasvillisuuden kannalta luontaisella kasvittumisella. Samalla näkee, löytyykö alueen lähetyviltä hyviä pistokkaita, jos istuttaminen valitaan toimenpiteeksi. Hyvien toimintatapojen mukaista on kysyä maanomistajalta lupa, jos poimittavat kasvit kasvavat toisen maalla.

10.2.3 Kosteikon erirakenteisuus/mosaiikkimaisuus

Kosteikon toiminnan tehostamiseksi tulisi kosteikko suunnitella mahdollisimman erirakenteiseksi ja mosaiikkimaiseksi. Tällä on vaikutusta mm. kasvillisuuden monimuotoisuuteen, happioloihin, virtausnopeuteen ja vedenviipymään, eliöiden monimuotoisuuteen, sedimentaatioon, denitrifikaatioon ja adsorptioon. Näillä kaikilla on vaikutus valumaveden laatuun. Lisäksi erirakenteisuudella ja mosaiikkimaisuudella on vaikutusta viihtyvyyteen, virkistys- ja harrastekäyttöön sekä maisemaan.

10.3 Perustamisvaiheen toimet

10.3.1 Kaivuutyöt

Perustamisvaiheessa kaivaminen tuottaa ravinne- ja kiintoainehuuhtoumapiikin. Kosteikon perustaminen saattaa hetkellisesti tuottaa suurenkin kuormituksen alapuoliseen vesistöön. Tästä syystä hyvään kaivuun suunnitteluun ja ammattilaisten käyttämiseen tulee kiinnittää huomiota. Hyvin tehty työ antaa myös varmuutta siihen, että rakenteet kestävät. Nopeasti ja tarkasti tehty työ säästää rahaa ja luontoa.

Kaivuutyöt tulisi tehdä kuivana ajanjaksona ja tarpeen mukaan vettä voi pumpata/juoksuttaa kaivuualueelta pois. Oikein määrällä kohteilla kannattaa harkita, onko kohteella tarvetta väliaikaiselle vesiensuojelurakenteelle. Jos kosteikko perustetaan peltomaalle, tulisi pintamaata poistaa kauttaaltaan sen verran, että ravinteikas pintamaa saadaan pois (Puustinen ym2007, 68). Karummalle metsämaalle perustetulta kosteikolta ei pintamaata tarvitse poistaa, ellei siihen ole sitoutunut suuria määriä ravinteita.

10.3.2 Kasvillisuuden perustaminen

Kasvillisuuden perustamisen suhteen kosteikolla on 3 vaihtoehtoa: luontainen kasvittuminen, kylväminen tai istuttaminen. Luontainen kasvittuminen eli se, ettei tehdä mitään kasvillisuuden eteen, on halvin vaihtoehto. Tämä on ihan hyvä vaihtoehto, jos alueella on potentiaalia hyvän kasvillisuuden kasvulle. Kasvillisuus voi luontaisesti levitä virran mukana, tuulen mukana lähialueelta, lintujen ja muiden eläinten mukana tai puskemalla siemenpankista. Tällä tavalla ei pystytä juurikaan vaikuttamaan kasvivalikoimaan ja sijoittumiseen, mutta aivan varmasti kosteikko kasvittuu ajan myötä.

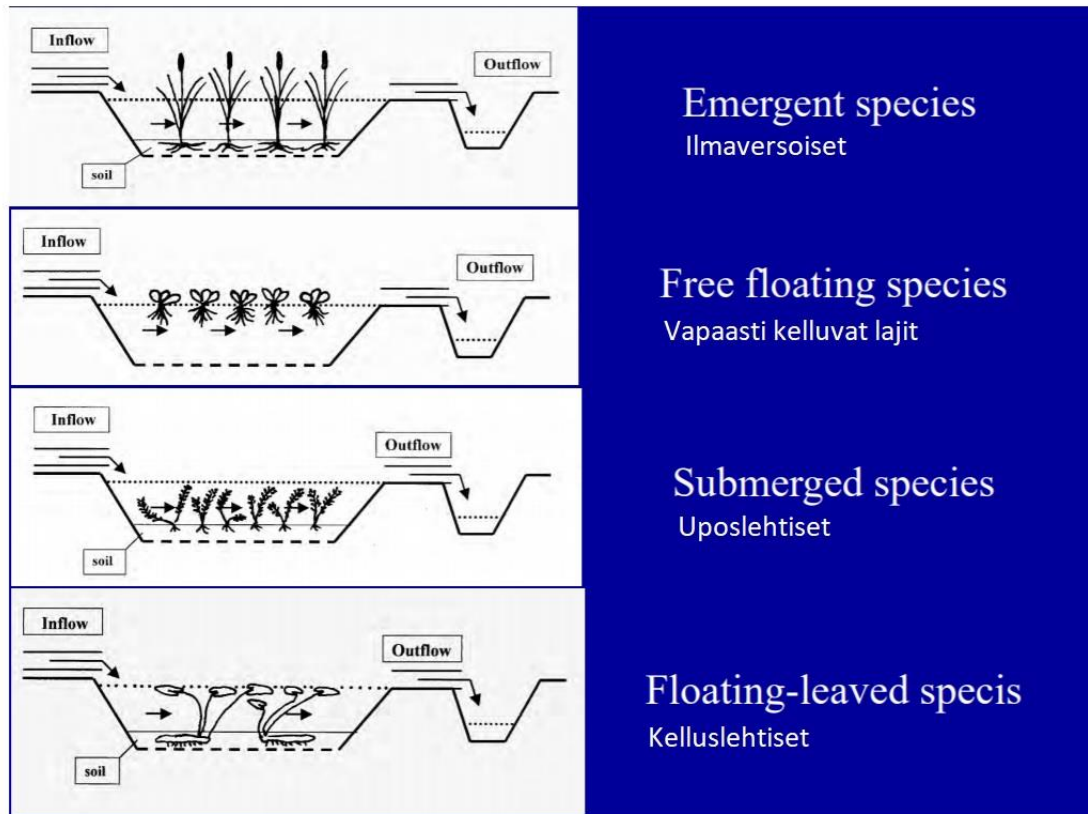
Hieman kasvittumista pystyy nopeuttamaan ja kasvilajeihin vaikuttamaan kylvämällä kosteikolle esimerkiksi heinän siemeniä. Siemenet ovat kuitenkin niin pieniä, että ne helposti lähtevät tuulen tai virran mukana, jos eivät ole ehtineet tekemään juuria maahan. Kylväminen kannattaa tehdä penkereille ja patorakenteiden päälle, jotta voidaan varmistaa siementen itäminen ennen, kuin nouseva vesi huuhtoo ne pois.

Nopein, mutta kallein tapa saada kosteikolle kasvillisuus on istuttaa se. Kaupunkien hulevesikosteikoilla haetaan estetiikkaa, jolloin tämä on melko yleinen tapa. Istuttamisella haetaan mahdollisimman monitasoista, vaihtelevaa, värikästä ja kaunista kasvillisuutta. Maatalouskosteikolla estetiikkaa ei pidetä niin tärkeänä, joten istuttaminen kannattaa toteuttaa vain osittain, jos ollenkaan. Kasvien taimia voi kustannusten vähentämiseksi kerätä lähialueelta ja istuttaa vain osalle kosteikon alasta. Istuttaminen nopeuttaa juuriston syntymistä ja siten eroosiota vähentävän vaikutuksen syntymistä. Kosteikosta tulee kestävä ja tehokas nopeammin. Varsinkin kaivamalla tehdyille kosteikoille istuttaminen tai vähintään kylväminen voisi olla suositeltavaa.

10.3.3 Kasvilajien valinnan merkitys

Kasvilajien merkitystä kosteikon vesiä puhdistavaan tehoon ei juurikaan ole aiemmin tutkittu. Tehokkaiksi kasveiksi on nimetty pajut, leveäosmankäämi ja järviruoko. Näiden suosimista kosteikolla on kuitenkin ohjeistettu rajoittamaan, sillä ne leviävät erittäin voimakkaasti ja syrjäyttävät vaateliaampia kotoperäisiä kasvejamme. Ennakkoon kannattaakin inventoida olemassa oleva kasvillisuus, jotta saadaan kuva siitä, mihin kasvillisuus saattaa kehittyä.

Uusi tutkimus (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019) kertoo, että kasvilajien välillä on eroavaisuuksia niiden ravinteiden ja veden käytön suhteen. Toiset kasvit ovat toisia tehokkaampia vaikuttamaan valumaveden laatuun. Tutkimuksen tehokkaimmiksi valumavesiä puhdistaviksi kasveiksi lukeutuivat viiltosara, korpikaisla, rantatyräkki sekä jänönsara. Näiden istuttamista maaseutukosteikolle kannattaa harkita. Muita hyviä kasvilajeja maaseutukosteikolle ovat esimerkiksi luontaisestikin maaseutukosteikolla esiintyvät kasvit, joita on esitetty aiemmin taulukossa 1. Lisäksi hyviä kasvilajeja on aiemmin esitetty taulukoissa 2 ja 3. Kasvilajeja kannattaa suosia mahdollisimman monipuolisesti ja huolehtia siitä, että kasvillisuutta on monessa eri kerroksessa (kuvio 18) vesiensuojelun tehostamiseksi. Vieraslajit tulisi poistaa kosteikolta, ellei niiden leviäminen kosteikon ulkopuolelle pystytä täysin estämään.



Kuvio 18. Vesikasvillisuuden eri kerrokset. (Vymazal n.d.)

10.3.4 Puuaineksen ja biohiilen käyttö maaseutukosteikolla

Puuaineksen käytöstä kosteikolla on saatu hyvää tutkimustietoa. Yksinkertaisimmillaan puuaines toimii elinympäristönä kosteikon toiminnan kannalta tärkeille mikrobeille ja pieneliöille (Metsä Group – Puumavesi-hanke 2019). Puuaineksen lisääminen on myös edullinen tapa lisätä kosteikon tehokkuutta. Kosteikon perustamisvaiheessa, jos alueella on puuta, poistettava puuaines voidaan sitoa kimpuiksi ja upottaa kosteikon pohjalle. Käytettävä puu ei ole taloudellisesti arvokasta tukkipuuta vaan pienempiä rankapuita. Toisaalta puun voi hakettaa, jolloin puut voidaan käyttää kattavammin ja hakkeen upottaa kosteikon pohjalle. Puuaineksen hyödyllisyys kannattaa huomioida myös tilanteissa, jossa kosteikolle luontaisesti päätyy kuollutta puuainesta. Kosteikon reunalta saattaa esimerkiksi puu kaatua ja päätyä osittain veteen. Jos puu ei ole kaatuessaan vahingoittanut kosteikon rakenteita, kannattaa puu jättää sijoilleen.

Luken tutkimuksessa (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019) havaittiin biohiilellä olevan vaikutusta valumaveden laatuun. Ensimmäisenä vuotena biohiili haittasi kasvien kasvua, mutta tilanne tasaantui seuraavana vuotena. Biohiili sitoo itseensä vettä ja ravinteita sekä ensimmäisen vuoden jälkeen parantaa kasvien kasvukykyä ja siten tehostaa ravinteiden pidättymistä entisestään. Samanlaisia tutkimustuloksia on saatu jo vuonna 2015, jolloin Itä-Suomen yliopisto tutki biohiilen vaikutuksia ravinteiden kierrätykseen ja jätevesien puhdistukseen (Leppänen 2015). tutkimuksessa pelto-oihin upotettiin biohiiltä. Biohiili, johon ravinteita sitoutui, pystyttiin lopulta levittämään takaisin peltoon, jolloin ravinteet saatiin takaisin kiertoon.

10.4 Hoitotoimet

Vaikka kosteikko suunniteltaisiin ja perustettaisiin huolella, voidaan sen tehokkuutta laskea hoitotoimien laiminlyömisellä. Jos vioittuneita rakenteita ei havaita ajoissa, saattaa seurauksena olla patojen ja penkereiden ja mahdollisesti koko kosteikon romahtaminen. Rakenteiden tarkkailu on erittäin tärkeää ensimmäisinä vuosina perustamisen jälkeen ja siitä eteen päin kosteikon rakenteet tulisi tarkastaa aina suurien valuntojen jälkeen.

Niittäminen ja ruoppaaminen ovat toimia, joilla ravinteita poistetaan kosteikolta. Niittämisen oikea ajoittaminen maksimoi ravinnepoistuman. Niittämistä suositellaan tehtävän 1–2 vuoden välein. Ruoppaaminen, jossa sedimenttiä poistetaan syvänteistä, tehdään tarvittaessa, mutta suositellaan tehtäväksi vähintään kerran viiteen vuoteen. Jos syvänteet ehtivät täyttymään kiintoaineesta, on vaarana, että se lähtee suuren valunnan aikana liikkeelle ja päätyy alapuoliseen vesistöön, vaikka sen estäminen on ollut tarkoitus. Hyvillä hoitotoimilla varmistetaan kosteikon pitkä ikä ja varma toimivuus. Hoitotoimista kannattaa pitää kirjaa. Hoitopäiväkirjan avulla on helppo seurata mitä on tehty ja mitä kannattaisi tehdä. Kasvillisuuden ja muun eliöstön tarkkailu kertoo myös paljon kosteikon kunnosta ja sen monimuotoisuudesta.

11 Tulosten siirtäminen käytäntöön

11.1 Pukara

Opinnäytetyöhön olennaisesti kuuluva kosteikkosuunnitelma tehtiin Uusitalo nimiselle tilalle Pukaran kylään, Pukara-nimisen järven rantaan (liite 2). Tilalta on matkaa Konneveden keskusta noin 10km ja Jyväskylään noin 60km. Kosteikolta vesi laskee Pukaraan. Tilan omistaja ja kosteikkosuunnitelman tilaaja Mikko Hytönen haluaa perustaa kosteikon suojelemaan vesiä ja lisäämään mahdollisesti tilan kannattavuutta tulevaisuudessa. Kosteikolla on lisäksi monia muita ympäristöä ja luontoa hyödyttäviä ominaisuuksia.

Pukara niminen järvi löytyy Konneveden kunnasta, Keski-Suomen maakunnasta. Järvi kuuluu Keski-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen piiriin. Pinta-alaa järvellä on 377,37ha ja keskisyvyys on 2,99m, syvimmän osuuden ollessa 15m. Pukara kuuluu Kymijoen vesistöön. Vesienhoitoalue on Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue. Rantaviivaa Pukaralla on 27,12km. (Pukara (14.363.1.001) 2011.)

Pukara on luokiteltu tyypiltään pieneksi humusjärveksi. Pukara on ekologiselta tilaltaan luokkaa hyvä (liite 3). Pukara kuuluu vesienhoitoalueen alueeseen, jossa vuosittainen fosforin hajakuormitus on luokkaa 16–20 kg/ha ja typen hajakuormitus on luokkaa 201–400 kg/ha (liitteet 4 ja 5). Pukara ei kuulu tärkeisiin vedenottovesiin, Natura-alueeseen tai EU-uimavesiin eli Pukara ei ole vesienhoidossa luokiteltu erityisen tärkeäksi. (Vesien tila hyväksi yhdessä 2015, 28, 36–42, 48–49, 94.) Kosteikolla ei oletettavasti tule olemaan suurta vaikutusta järven tilaan, sillä se on jo luokiteltu hyväksi ja on luontaisesti rehevä.

11.2 Kosteikkoalue

Kosteikko sijoittuu kokonaisuudessaan Uusitalon tilan rajojen sisälle (liite 6). Suunnitelualue on rantametsää, joka hieman viettää rantaa kohden. Kosteikko toteutetaan kaivuutyönä. Pelkkä padon rakentaminen ei kohteella riitä. Maaperä on kivennäismaata. Kosteikon valuma-alue on 162,8 ha, josta peltoa 23,4 ha eli 14% (liite 7). Valuma-alue on määritetty käsin karttaa hyödyntäen.

Kohteessa itsessään ei ole suojeltavia luontoarvoja (luonnonsuojelulaki, Metsälaki) tai muita lailla suojattuja kohteita. Muutamia direktiivilintulajeja ja suojeltavia luontotyyppisiä alueen läheisyydessä kuitenkin esiintyy (liite 8). Kosteikon perustamiselle ei kuitenkaan ole esteitä, mutta suunnittelussa huomioitavia piirteitä kylläkin. Esimerkiksi Vessulanlahti ja Mikonlahti, joiden läheisyydessä kosteikkokohde sijaitsee, ovat tunnettuja kalojen kutu- ja apajapaikkoja (Pukarajärven rantaosayleiskaava 2010, 14). Tämä tulisi huomioida kosteikon perustamisajankohtaa suunniteltaessa. Direktiivilajeista huomionarvoista on myös Mikonlahdessa pesivät laulujoutsenet (Pukarajärven rantaosayleiskaava 2010, 16). Tämä vaikuttaa etenkin perustamisajankohtaan. Rakennustyöt tulisi ajoittaa lintujen pesimäajankohdan ulkopuolelle. Laulujoutsenten kanssa samalla alueella on rantaluhtaa, joka on Metsälain erityisen tärkeä elinympäristö ja siten lailla suojattu (Pukarajärven rantaosayleiskaava 2010, 31). Kosteikko ei sinne ulotu, mutta suojeltavan alueen piirteitä voi huomioida kosteikkosuunnitelmassa.

Näiden lisäksi Vessulanlahdessa on ainakin vielä 2010 tavattu liito-oravia (sekä pesä että ruokailupuita) (Pukarajärven rantaosayleiskaava 2010, 23). Nyt aluetta tarkasteltuna kartalta, alueelle on tehty avohakkuu. Suunnitelmassa olisi kuitenkin hyvä huomioida liito-orava esiintymät ja ainakin tarkastaa kohteelta, ettei liito-oravia esiinny. Isojen haapojen ja kuusien säästäminen kosteikkokohteelle saattaa palvella liito-oravia, mutta kosteikon muutkin ominaisuudet tulisi huomioida. Esimerkiksi kosteikolla pesivät vesilinnut eivät arvosta näkyvyyttä huonontavaa ja hyvän tähytyspaikan petolinnuille tarjoavaa puustoa. Liito-oravien olemassaolo on hyvä tarkastaa.

11.3 Tehostamistoimet

Uusitalon kiinteistöllä ei ole monia vaihtoehtoja kosteikon sijoittamiselle. Kosteikon tarpeellisuus on kuitenkin määritetty. Kosteikkosuunnitelma tehdään uomaan, jonka valuma-alue on 162,8 ha ja josta peltoa on 14%. Lisäksi alueen metsistä suurin osa on metsätalousmaata. Valuma-alueen pohjoispuolta reunustaa lisäksi mäkiiset maastot, joka vaikuttaa virtaaman voimakkuuteen ja siten eroosioon. Kosteikko puhdistaa läheisiltä pelloilta tulevan veden mahdollisimman laajalti eikä kosteikon perustaminen vaikuta naapurikiinteistöihin. Kosteikolle voisi olla tarve siten kyseiselle kohteelle.

Kosteikko on suunniteltu mutkittelevaksi ja oikovirtauksia on vältelty. Kosteikon syvän veden alue (keskisyvyys 3m) on noin 1,4% kosteikon koosta. Syvän veden alue hidastaa veden virtausta ja tehostaa sedimentaatiota. Syvän veden alueella on vaikutusta myös typen sidontaan ja talviaikaiseen toimintaan. Hapettomissa oloissa eli syvän veden alueella denitrifikaatio on tehokasta, mutta hapettomissa oloissa toisaalta fosforia vapautuu. Veden viipymää kosteikolla ei saada kovin suureksi, sillä kohtuullisilla kaivuilla suurin mahdollinen kosteikko on vain 0,5ha eli 0,3% valuma-alueen koosta. Kosteikolla tullaan hyödyntämään puuainesta, jota on säästetty alun raivaustöissä. Tämä on taloudellisempi ja helpompi tapa, kuin puuhakkeen käyttäminen. Lisäksi biohiiltä on mahdollista käyttää kosteikolla tai kosteikolle laskevassa pelto-ojassa.

Kasvillisuudella on vaikutusta sedimentaatioon sekä typen ja fosforin pidättymiseen, sillä se hidastaa veden virtausta, käyttää sedimentistä fosforia, joka tehostaa adsorptiota, lisää happea ja antaa elinympäristöjä tärkeille bakteereille yms. Jotta kasvillisuus saadaan vesiensuojelullisesti mahdollisimman tehokkaaksi, mutta samalla toteutettua kustannustehokkaasti, kannattaa ennen perustamistoimia käydä inventoimassa alueen ja vesiuomien kasvillisuus. Tässä kosteikkosuunnitelmassa inventointi jäi tekemättä, sillä inventointiajankohta venyi pitkälle syksyyn ja lumi ehti sataa maahan. Vesiensuojelullisesti olisi tehokkainta istuttaa osa kasvillisuudesta, jotta kosteikolle saataisiin varmistettua hyvä ja tehokas kasvillisuus. Istutettavia kasveja voisivat olla Luken hankkeessa hyviksi havaitut viiltosara, jänönsara, korpikaisla, luhtakastikka ja rantatyräkki. Näiden lisäksi hyviä istutettavia tai viljeltäviä kasveja on lueteltu aiemmin taulukossa 1.

Alue ei ole otollisin kosteikon perustamiselle, sillä alue tulee vaatimaan suuret kaivuutyöt, mikä nostattaa kustannuksia ja perustamisajan vesistökuormitusta. Rakentaminen toteutetaan hyväksi todettujen ohjeiden mukaan ja käyttäen ammattitaitoista kaivinkonekuskia. Hyvää tietoa kosteikon suunnittelusta ja perustamisesta saamm. Riistakosteikon sivuilta tai TEHO-hankkeen julkaisusta 1/2012 Käytännön kosteikkosuunnittelu. Perustamisen käytänteissä seurataan pitkälti, mitä näissä teoksissa sanotaan.

Kosteikko on suunniteltu siten, että ruoppaaminen ja niitto päästään tekemään mahdollisimman helposti. Ruoppaaminen tulee tehdä tarpeen mukaan, mutta vähintään

kerran viiteen vuoteen. Kosteikko tulee niittää vähintään kahden vuoden välein. Ruoppausjäte ja niittojäte voidaan hyödyntää läheisillä pelloilla maanparannusaineena. Pajukko sallitaan kosteikolla, mutta sen halliton leviäminen tulee estää. Kaloja ei suosita. Kaloja tulisi kalastaa tarvittaessa sillä ne kilpailevat samasta ravinnosta monien vesilintujen kanssa.

Kosteikkosuunnitelman vesiensuojelullinen tehokkuus on suunnitelman lähtökohta, mutta luontoarvot on otettu monipuolisesti huomioon. Kaikki puusto kosteikolta poistetaan, jotta vesilinnut viihtyvät alueella. Vesilinnut haluavat hyvän näkyvyyden saalistajiinsa tunteakseen olonsa turvallisiksi. Lisäksi tavoitteena on tavoitella monilajista ja monikerroksellista kasvillisuutta. Perustamistyöt tullaan ajoittamaan lintujen pesimäkauden ja kalojen kutuajan ulkopuolelle.

11.4 Ilmastonmuutoksen huomioiminen

Ilmastonmuutoksen myötä tulvien ajankohdat vaihtuvat ja kevätaikaiset tulvat vähenyvät. Pakkaselta suojaava lumipeite vähenee ja lumi sulaa useammin. Pakkanen saattaa siten leutonevasta talvesta huolimatta jäädyttää kosteikon kokonaan. Jos kosteikko jäätyy pohjaan asti, se ei enää kykene puhdistamaan valumavesiä. Kosteikon talviaikaiseen tehokkuuteen voidaan vaikuttaa syvän veden altaan koolla. Syvän veden altaan keskisyvyyden suositellaan yleensä olevan noin 3m ja siihen tässäkin suunnitelmassa on pyritty. Syvän veden alue on suunniteltu heti tulouomaan. Suositus on, että syvä allas olisi noin 1% kosteikon alasta. Tässä suunnitelmassa päädyttiin syvän veden altaaseen, jossa 80m² (1,4%) on 3 metriä syvää aluetta ja loput 880m² on keskisyvyydellä 1,5m. Näin haetaan talviaikaista tehokkuutta kohtuullisilla kustannuksilla. Tulviin ei tarvitse erityisesti tällä kosteikkokohteella varautua, sillä kosteikko ei sijaitse tulvariskialueella. Tulvatasanteen rakentaminen kosteikon kylkeen ei olisi edes kustannustehokasta, sillä kohde on mäkinen ja vaatisi mittavat rakennustyöt.

12 Johtopäätökset

Tässä opinnäytetyössä lähdettiin selvittämään kosteikon tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä. Merkittävimpiä tehokkuuteen vaikuttavia tekoja tehdään jo suunnitteluvaiheessa. Kosteikon sijoittaminen, valuma-alueen kartoittaminen ja kosteikon mitoittaminen ovat avaintekijöitä. Jos mitoitus menee pieleen eli kosteikko suunnitellaan liian pieneksi, on vaarana, että tulvan aikana virtaama on liian kova ja sedimentti lähtee liikkeelle johtaen ravinteiden karkaamiseen alapuoliseen vesistöön. Kosteikon tulisi olla vähintään 1%, mutta mieluummin jopa 2,4%, valuma-alueen koosta ja veden viipymän vähintään 1vrk. Mitä suurempi kosteikko, sen pidempi viipymä saavutetaan. Kosteikko tulisi sijoittaa valuma-alueelle, jossa on tarpeeksi kuormitusta eli pelto-%:n tulisi olla väh. 10%. Kosteikko toimii sitä tehokkaammin, mitä enemmän sinne tulee kuormitusta valuma-alueelta.

Rakennusvaiheessa tulee huomioida, että työt, varsinkin kaivuutyöt, tulevat tehtyä hyvin ja tarkasti. Kokeneen kaivinkonekuljettajan käyttö on erittäin suotavaa. Nopealla ja tarkalla työllä pystytään vähentämään perustamisaikaisia vesistökuormia sekä vähentämään alueen häirintää. On myös erittäin tärkeää saada pato- ja pengerrakenteista erittäin tiiviit ja kestävät, jotta rakennelmien rikkoontumiselta vältytään.

Uutta tutkimustietoa on saatu, jota voi hyödyntää helposti maaseutukosteikolla. Kasvillisuuteen on helpointa kiinnittää huomiota jo suunnitteluvaiheessa. Luken hankkeessa (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019) tutkittiin muutamien kotoperäisten kasvien vaikutusta valumaveden laatuun hulevesikosteikolla ja havaittiin, että kasvilajeilla on eroa. Näiden kasvien hyödyntäminen myös maaseutukosteikolla on mahdollista. Vesiensuojelutehokkuuteen näyttäisi kuitenkin enemmän vaikuttavan kasvillisuuden monimuotoisuus ja erirakenteisuus. Lisäksi maaseudun vesiensuojelukosteikoilla kustannustehokkuus on avaintekijöitä, joka tarkoittaa, että kosteikon annetaan luontaisesti kasvittua, jotta kustannuksilta säästytään. Uutta tutkimustietoa Suomesta ja ulkomailta on myös puumateriaalin ja biohiilen hyödyntämisestä kosteikolla. SYKE tutkii parhaillaan puumateriaalin vaikutusta vesiekosysteemiin ja sen ravintoverkkoihin (Puumavesi-hanke) ja ulkomailla tutkitaan puumateriaalin vaikutusta denitrifikaatioon eli typen sidontaan bakteeritoiminnan kautta (Metsä Group – Puumavesi-hanke 2019; Minnesota watershed uses woodchips, wetlands to

treat water 2018). Luken ja Itä-Suomen yliopisto ovat havainneet, että biohiilen avulla voidaan tehostaa ravinteiden pidättymistä kosteikolla (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019; Leppänen 2015).

Suunnittelun ja perustamistoimien lisäksi hoitotoimilla on merkitystä kosteikon tehokkuuteen. Niittäminen ja ruoppaaminen ovat erittäin tärkeitä toimia ravinteiden poistamiseen kosteikolta. Eräissä tutkimuksissa havaittiin, että useammalla niitolla kasvukauden aikana saatiin enemmän ravinteita poistettua kosteikolta. Tämä ei Suomen olosuhteissa ja maaseudun vesiensuojelukosteikoilla ole mahdollista. Meillä kasvukauden lyhyys, lintujen pesimäaika sekä tilallisen töiden painottuminen kesäajalle estävät niiton suorittamisen useamman kerran kasvukauden aikana. Niittämisen tulisi tapahtua vähintään muutaman vuoden välein ja tilanteen vaatiessa vuosittain. Ruoppaaminen tulisi tehdä tarpeen mukaan, mutta vähintään 5 vuoden välein. Lisäksi rakenteiden tarkkailu suurien valuntojen jälkeen on tärkeää.

Jos kosteikosta ei saada kohtuullisilla kaivuilla tarpeeksi suurta, kannattaa kosteikon perustamista harkita tarkkaan. Kosteikon koko vaikuttaa veden viipymään ja vesiensuojelulliseen tehokkuuteen merkittävästi. Kosteikon perustamiseen tulee sitoutua. Ei-tuotannollisen investointituen saaminen edellyttää ympäristösopimusta kosteikonhoitoon 5 vuodeksi.

13 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää eri tekijät, jotka vaikuttavat maaseudun vesiensuojelukosteikon tehokkuuteen ympäri vuoden ja näitä tietoja käyttäen tuottaa havainnollistava kosteikkosuunnitelma maatilalle Konnevedelle. Liäksi tavoitteena oli tutkia kosteikkojen merkitystä ja toimintaa muuttuvassa ilmastossa. Tavoite saavutettiin osittain. Kosteikon tehokkuuteen vaikuttavat eri tekijät tuli selvitettyä, mutta kosteikkosuunnitelmasta ei saatu havainnollistavaa esimerkkiä siitä, miten näitä tekijitä voisi kosteikkosuunnittelussa huomioida.

Kosteikkosuunnitelma kylläkin tehtiin, mutta kohde osoittautui haastavaksi ja lopulta jouduttiin tekemään kosteikkosuunnitelma, jossa vesiensuojelun tehokkuutta ei pystytty ottamaan ensisijaisesti huomioon. Tämä ei kuitenkaan itse opinnäytetyön sisältöön vaikuta. Opinnäytetyössä on päästy hyvin pureutumaan tehostamistoimiin suunnittelun näkökulmasta.

Opinnäytetyö perustuu vanhaan ja uuteen tutkimustietoon ja kirjallisuuteen. Yksi opinnäytetyön haasteista oli löytää uutta tutkimustietoa kosteikon toimintamekanismeista. Useat vuoden 2010 jälkeen tehdyt teokset osoittautuivat lopulta pohjaavan 2000-luvun alun Ympäristökeskuksen tutkijan Markku Puustisen tutkimuksiin. Tästä päättelin, että tieto on edelleen ajankohtaista. Opinnäytetyön lähteinä onkin käytetty melko vanhoja teoksia. Vanhin on vuodelta 2000, mutta uskon tiedon olevan kuitenkin ajankohtaista ja siten luotettavaa. Olen varonut käyttämästä lukuja ja määreitä, jotka ovat vuosien aikana muuttuneet vaikka tieto onkin pysynyt samana. Lähteinä on lisäksi mukavasti käytetty ulkomaista tutkimustietoa, joka tukee suomalaisista teoksista löytynyttä tietoa. Ulkomaisista teoksista jätin ulkopuolelle ne, jotka eroavat mm, Suomen olosuhteista ja toimintatavoista.

Kosteikkosuunnitelma, joka opinnäytetyön yhtenä osana laadittiin, ei perustu täysin onnistuneisiin vaaitusmittauksiin (korkomittaukset). Tämä johtuu siitä, että GPS ei toiminut mittausajankohtana. Saadut mittautulokset ovat päteviä kuitenkin. Mittautuloksia ei pystytty GPS:stä johtuen siirtämään tarkalleen oikeille kohdille kartalle. Mittauksia olisi voitu ottaa lisäksi laajemmalla alueella ja useampia. Tämä ei kuitenkaan estänyt kosteikkosuunnitelman laatimista ja lopputuloksena syntyi

mielestäni pätevä suunnitelma, joka antaa hyvän kuvan siitä, millaisen kosteikon ja millaisilla kustannuksilla kohteelle voisi perustaa. Mikko Hytösen tehtävänä on päättää, kannattaako kosteikon perustaminen vai ei.

Opinnäytetyö rajattiin pureutumaan maaseudun vesiensuojelukosteikkojen toimintamekanismeihin ja kosteikon toiminnan tehostamiseen sekä huomioimaan ilmastonmuutos, joka vaikuttaa olennaisesti kosteikoihin. Tämä rajaus onnistuttiin pitämään. Opinnäytetyö perustuu uuteen ja vanhaan tutkimustietoon ja -tuloksiin, mutta melko paljon opinnäytetyö sisältää myös ns. maalaisjärkeä ja omaa päättelyä. Tämän en koe kuitenkaan vaikuttavan tiedon luotettavuuteen, sillä oma päättely perustuu logiikkaan ja asiantuntijuuteen. Omat mielipiteet on jätetty pois.

Opinnäytetyö prosessin alkumetreillä, kuvittelin kasvilajien merkityksen kosteikon vesiensuojeluprosesseihin paljon merkittävämmäksi, kuin miksi se osoittautui. Lopputulos, johon johtopäätöksissä päädyin, oli siis pienoinen pettymys. Maaseudun vesiensuojelukosteikoilla ei ainakaan tämän opinnäytetyön tulosten valossa ole järkeä kovin tarkkaan lajikohtaisesti miettiä kasvillisuutta. Tärkeämpää on kiinnittää huomiota kasvillisuuden runsauteen, kerroksellisuuteen ja niittämiseen. Yllättävä tieto oli, että täysin kasvionkin kosteikko pidättää fosforia hyvin, sillä fosfori sedimentoituu maapartikkeleihin siotutuneena. Opinnäytetyö on opettanut paljon ja antanut uutta ajattelemisen aihetta.

Vaikka kasvilajeilla on havaittu olevan eroavaisuuksia siihen, miten ne pidättävät ravinteita ja kiintoainesta, ei tätä ole kuitenkaan tutkittu oikeissa kosteikko-olosuhteissa. Luken hanke (Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa 2019), jota tässä opinnäytetyössä käytettiin lähteenä, pohjaa hulevesikosteikoihin. Olisikin mielenkiintoista tutkia, miten tämän tutkimuksen valumavesien laatuun positiivisesti vaikuttavat kasvit toimisivat maaseudun vesiensuojelukosteikolla. Harmi, ettei tämän opinnäytetyön kosteikkosuunnitelmassa päästy toteuttamaan kasvillisuussuunnitelmaa, jonka olisi voinut myöhemmin toteuttaa ja tutkia sen vaikutuksia. Ehkäpä kasvillisuus aiheeseen tarttuu joku toinen opiskelija. Lisäksi olisi mielekästä päästä tutkimaan, miten PuumaVesi-hankkeen (Puupohjaisilla uusilla Materiaaleilla tehoa metsätalouden Vesiensuojeluun ja vesistökuunnostuksiin (PuuMaVesi) 2019) mukainen puumateriaalin hyödyntäminen maaseudun kosteikolla toimisi. Opinnäytetyö on jättänyt paljon kysymyksiä ja uusia tutkimusaiheita jälkeensä.

Lähteet

- Alhainen, M. N.d. Kosteikon suunnitteleminen: Rakennepiirroksat ja mitoitus. Power point -esitys Kosteikko.fi -verkkosivuilla. Viitattu 15.11.2019. <https://kosteikko.fi/wp-content/uploads/sites/2/2015/02/Ohjeita-ja-esimerkkiirroksia-kosteikkosuunnitelman-laadinnan-avuksi-Mikko-Alhainen.pdf>.
- Alhainen, M., Niemelä, T., Siekkinen, J., Svensberg, M., Kuittinen, J., Nurmi, J., Väyrynen, H., Rautiainen, M., Väänänen, V-M., Nummi, P., Berndtson, S. & Korkiakoski, P. N.d. Kosteikko-opas. Riistakeskus. Viitattu 14.10.2019. <https://www.slideshare.net/Riistakeskus/kosteikkoopas>.
- Austin, G & Yu, K. 2016. Constructed wetlands and sustainable development. Routledge. 98–136.
- Ei-tuotannolliset investoinnit. N.d. Artikkelit Ruokavirasto-verkkosivuilla. Viitattu 17.9.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/ei-tuotannolliset-investoinnit/>.
- Hagelberg, E., Karhunen, E., Kulmala, A. & Larsson, R. 2010. Käytännön kosteikkosuunnittelu. TEHO-hankkeen julkaisu 1/2010. Tehoa maatalouden vesiensuojeluun. 3.painos.
- Hulevesialueiden kasvit ja kasvialustat. N.d. Tutkimushankesuunnitelma vuosille 2015–2018. Luonnonvarakeskus.
- Kananen, J. 2016. Opinnäytetyön ohjaajan opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisu 220.
- Kiehkuraärvä. 2019. Kasviatlas. Levinneisyyskartta. Viitattu 24.9.2019. <http://koivu.luomus.fi/kasviatlas/maps.php?taxon=42237>.
- Kosteikkoinvestoinnit. N.d. Artikkelit Ruokaviraston verkkosivuilla. Viitattu 4.10.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/ei-tuotannolliset-investoinnit/kosteikkoinvestoinnit/>.
- L 30.12.2015/1709. Laki vieraslajeista aiheutuvien riskien hallinnasta. Valtion säädöstietopankki Finlex. Viitattu 19.9.2019. <http://finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.
- Leppänen, M. 2015. Lupaavia tuloksia vesistönsuojelussa: biohiili imee ravinteita ojavesistä. Artikkelit Yle-verkkosivuilla. Julkaistu 18.5.2015. Viitattu 17.11.2019. <https://yle.fi/uutiset/3-7995899>.
- Lumipeite jäi ennätyksellisen ohueksi suuressa osassa Etelä- ja Keski-Suomea, Lapissa tulvariski yhä olemassa. 2014. Tiedote 16.4.2014 Suomen ympäristökeskuksen verkkosivuilla. Viitattu 15.11.2019. [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Lumipeite_jai_ennatyksellisen_ohueksi_su\(29084\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Lumipeite_jai_ennatyksellisen_ohueksi_su(29084)).
- Luonnonkasvit ja biohiili hulevesien hallinnassa. 2019. Loppuraportti hankkeesta Hulevesien kasvit ja kasvialustat 2015–2019. Toim. Juhanoja, S. & Tuhkanen, E-M. Luonnonvara ja biotalouden tutkimus 44/2019. Helsinki 2019.

Maatalouden vesiensuojelua Saarijärven reitillä. 2014. Tutkimusta ja tekoja. Toim. Siimekselä, Stenman & Ylimartimo. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarja. Juvenes print:2014. Viitattu 6.4.2019.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/71176/JAMKJULKAISUJA1692014_web.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Maatalouden vesistökuormituksen hallinta, 2010. Suomen Ympäristön julkaisu 23/2010. Toim. S. Väisänen & M. Puustinen. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus.

Makrofytytti. 2014. Tieteen termipankki -verkkosivut. Viim.muok. 5.12.2014. Viitattu 1.4.2019. <http://tieteentermipankki.fi/wiki/Nimitys:makrofytytti>.

Metsä Group – Puumavesi-hanke. 2019. Esittelyvideo Youtube-sivustolla. Viitattu 20.9.2019. https://www.youtube.com/watch?v=KmQ_vMXkS1M&feature=youtu.be

Minnesota watershed uses woodchips, wetlands to treat water. 2018. Artikkelin AP News -verkkosivulla 1.4.2018. Viitattu 20.9.2019

<https://www.apnews.com/b742b6db7906475db4923ed434d95a89>.

Moat, G., Simpson, B., Ghanem, P., Kandasamy, J. & Vigneswaran, S. 2008. Constructed wetlands: Classification, functions and treatment. Julkaisu teoksessa Constructed wetlands. Toim. Jaya kandasamy & Saravanamuthu Vigneswaran. Nova Science publishers. 20.

Monivaikutteiset kosteikot, 2015. Artikkelin SYKE-verkkosivuilla. Julkaisija Suomen Ympäristökeskus. Päivitetty 31.12.2015. Viitattu 1.4.2019.

https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Monivaikutteiset_kosteikot.

Ojamaa, M. 2019. Viranomaislaskelmat, mitoitus ja vesiensuojellinen hallinnollinen tarkastelu ELY-keskuksen y-vastuualueen näkökulmasta. Ruokaviraston järjestämä kosteikkokoulutus sopimuskäsittelijöille ja valvojille 15.5.–16.5.2019. ELY-keskus Keski-Suomi.

Pukarajärven rantaosayleiskaava. 2010. Luonto- ja maisemaselvitys. Konneveden kunta. 432-C9905. FCG Finnish consulting group. 14, 16, 23, 31.

Puuaines puhdistamaan metsätalouden valumavesiä. 2018. Suomen ympäristökeskuksen tiedote 18.9.2018. Viitattu 20.9.2019. [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Puuaines_puhdistamaan_metsatalouden_valu\(47904\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Puuaines_puhdistamaan_metsatalouden_valu(47904)).

Puuaines puhdistamaan metsätalouden valumavesiä, N.d. Puumavesi-hankkeen esite.

Pukara (14.363.1.001). 2011. JärviWiki-verkkosivut. Viim. muok. 1.2.2011. Viitattu 26.9.2019. [http://www.jarviwiki.fi/wiki/Pukara_\(14.363.1.001\)](http://www.jarviwiki.fi/wiki/Pukara_(14.363.1.001)).

Puupohjaisilla uusilla Materiaaleilla tehoa metsätalouden Vesiensuojeluun ja vesistökuormitukseen (PuuMaVesi). 2019. Artikkelin Suomen ympäristökeskus -verkkosivuilla. Viitattu 17.9.2019. <https://www.syke.fi/hankkeet/PuuMaVesi>.

Puustinen, M., Koskiaho, J., Gran, V., Jormola, J., Maijala, T., Mikkola-Roos, M., Puumala, M., Riihimäki, J., Rätty, M. & Sammalkorpi, I. 2001. Maatalouden

vesiensuojelukosteikot. VESIKOT-projektin loppuraportti. Suomen ympäristökeskus julkaisu 499. Helsinki: 2001. 12.

Puustinen, M., Granlund, K., Salo, T., Siimes, K., Tattari, S., Väisänen, S., Koskiaho, J. & Linjama, J. 2010. Maatalouden vesiensuojelutoimenpiteiden vaikutukset muuttuvissa ilmasto-oloissa. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote nro 26.

Puustinen, M., Koskiaho, 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. Suomen Ympäristö julkaisu 21/2007. Suomen Ympäristökeskus. Helsinki:2007.

Puustinen, M., Koskiaho, J., Puumala, M., Riihimäki, J., Rätty, M., Jormola, J., Gran, V., Ekholm, P. & Maijala, T. 2000. Vesiensuojelukosteikot viljelyalueiden valumavesien hallinnassa. Suomen Ympäristökeskuksen moniste 178. Helsinki:2000.

Romanowski, N. 2009. Planting wetlands and dams. A practical guide to wetland design, construction and propagation. Toinen painos. Landlinks press. 84.

Ruskoärviä. 2019. Kasviatlas. Levinneisyyskartta. Viitattu 24.9.2019.

<http://koivu.luomus.fi/kasviatlas/maps.php?taxon=42241>.

Verhofstad, M., Poelen, M., van Kmepen, M., Bakker, E. & Smolders, A. 2017. Finding the harvesting frequency to maximize nutrient removal in a constructed wetland dominated by submerged aquatic plants. Artikkeliteoksessa Ecological engineering 106. Elsevier:2017. Viitattu 24.9.2019. <https://www.b-ware.eu/sites/default/files/publicaties/Verhofstadetal%20Ecological%20Engineering%202017.pdf>.

Vesiensuojelun suuntaviivat vuoteen 2015. 2007. Valtioneuvoston periaatepäätös. Suomen Ympäristö julkaisu 10/2007. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus.

Vesien tila hyväksi yhdessä. 2015. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016-2021. ELY raportteja 132/2015. 18–20, 24, 28, 36–42, 48–49, 94, 97–99, 149.

Vesistöjen kuormitus ja luonnonhuuhtouma. 2013. Artikkeliteoksessa Ympäristö.fi - verkkosivuilla. Päivitetty 10.9.2019. Viitattu 4.10.2019. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesistöjen_kuormitus_ja_luonnon_huuhtouma.

Vuori, K. 2019. Ympäristöpäivä Pohjoisen keksi-Suomen ammattiopistolla 20.03.2019. Kari-Matti Vuoren Puumavesi-hankkeen esitys.

Vymazal, J. N.d. The Use of Constructed Wetlands for Various Types of Wastewater. Power point -esitys. Viitattu 2.10.2019.

https://www.squ.edu.om/Portals/97/Activities/Workshop/WWD2017/CWs-for-various-wastewaters_r1.pdf.

Väre, H. & Laine, J. 2014. Suokasvio. Metsäkustannus. 207.

Yang, Z., Wang, Q., Zhang, J., Xie, H. & Feng, S. 2016. Effect of plant harvesting on the performance of constructed wetlands during summer. Artikkeliteoksessa MDPI-verkkosivuilla. Viitattu 24.9.2019. <https://www.mdpi.com/2073-4441/8/1/24/html>.

Yli-Kokkila, J. 2016. Pikkulimaska vesistöjen ravinteiden hyödyntäjänä. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Ympäristökorvaus. N.d. Artikkeleita Ruokavirasto-verkkosivuilla. Viitattu 1.4.2019.
<https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/ymparistokorvaus/>.

Ympäristösopimukset. N.d. Artikkeleita Ruokavirasto-verkkosivuilla. Viitattu 1.4.2019.
<https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/ymparistosopimukset/>.

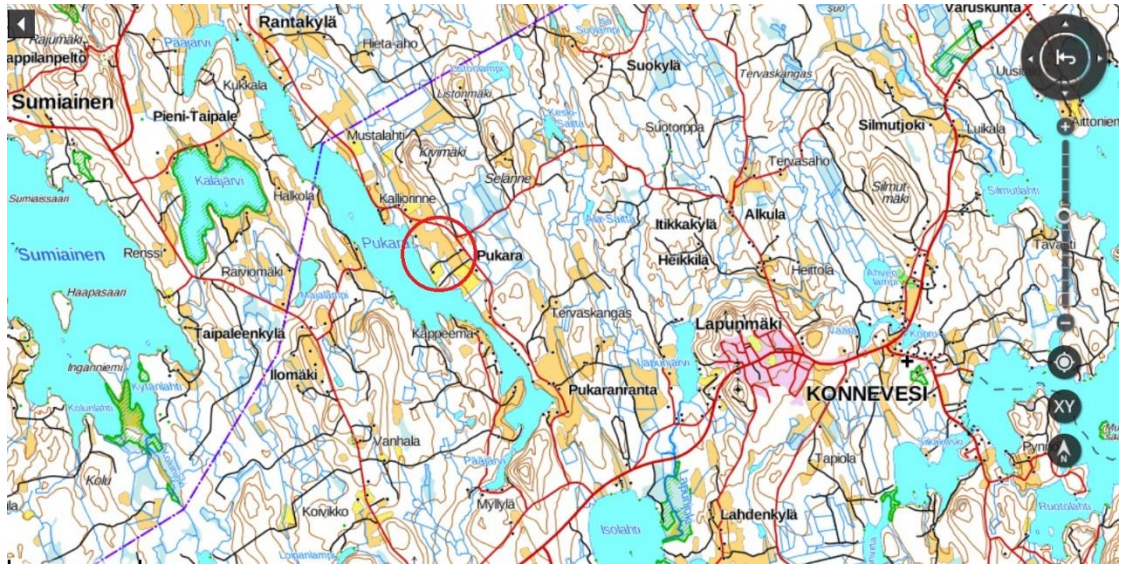
Liitteet

Liite 1. Suomen vesienhoitoalueet sekä kansainväliset vesienhoitoalueet (Vesien tila hyväksi yhdessä 2015, 7).

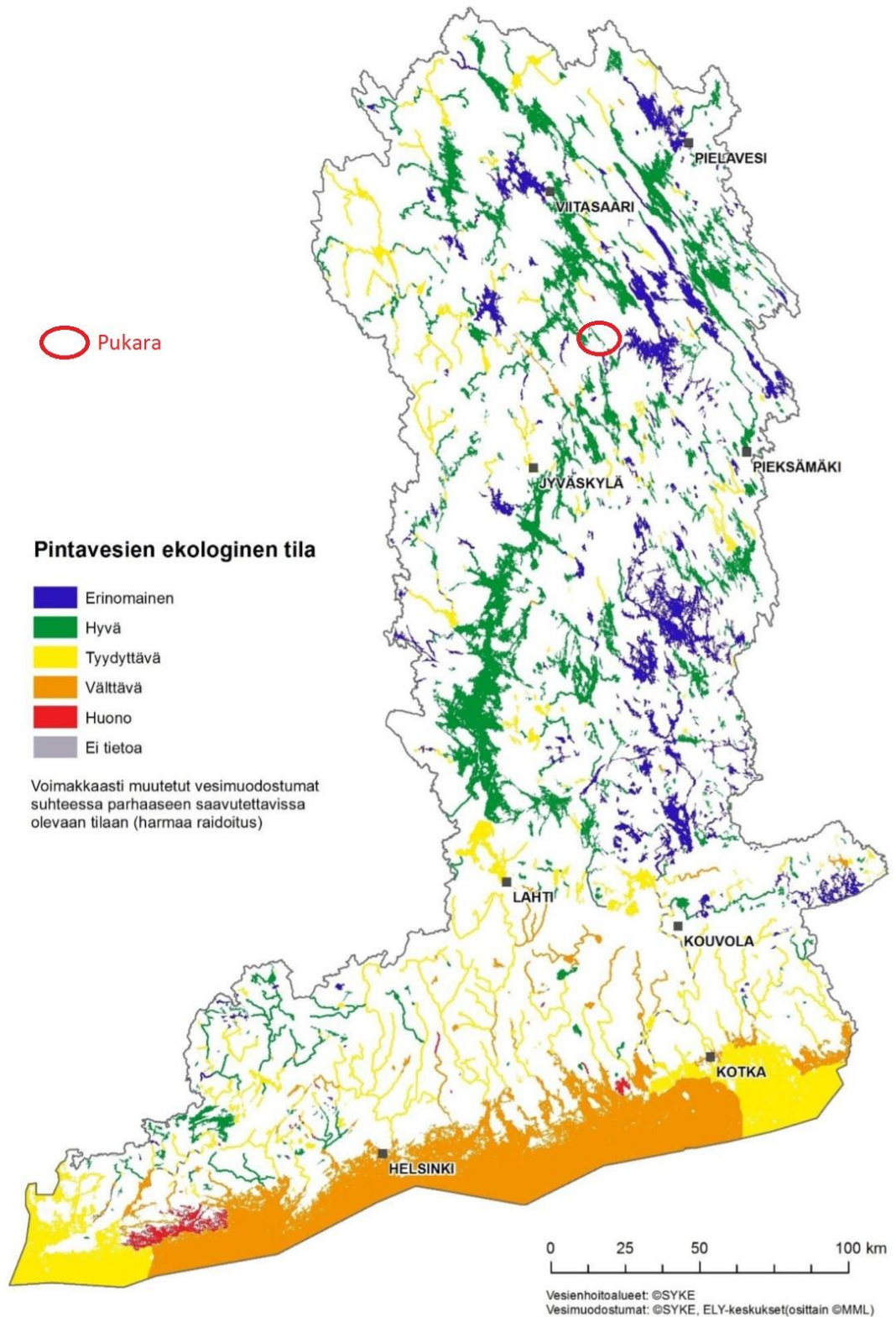


kuva 1. Vesienhoitoalueet.

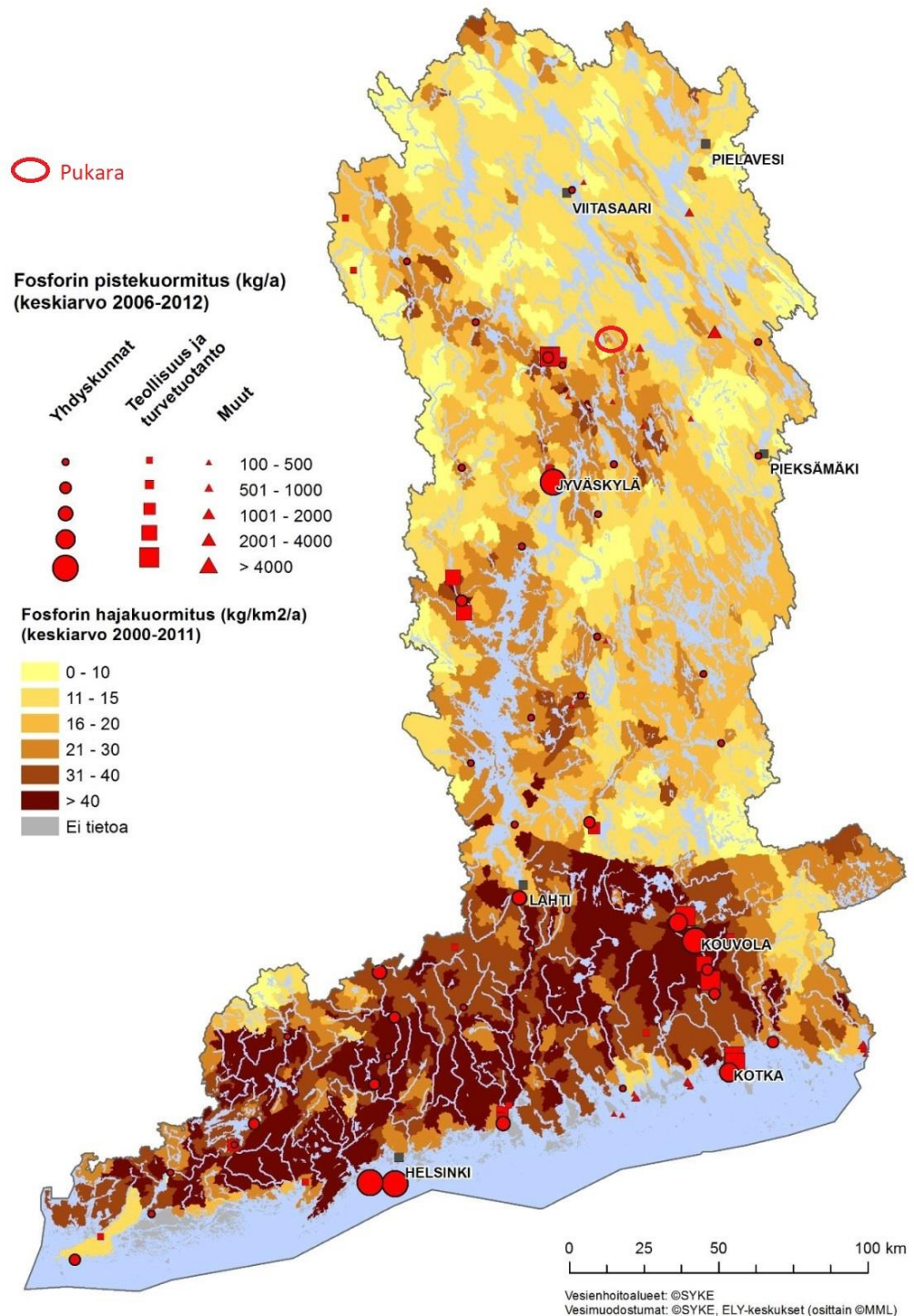
Liite 2. Sijaintikartta (Maanmittauslaitos.)



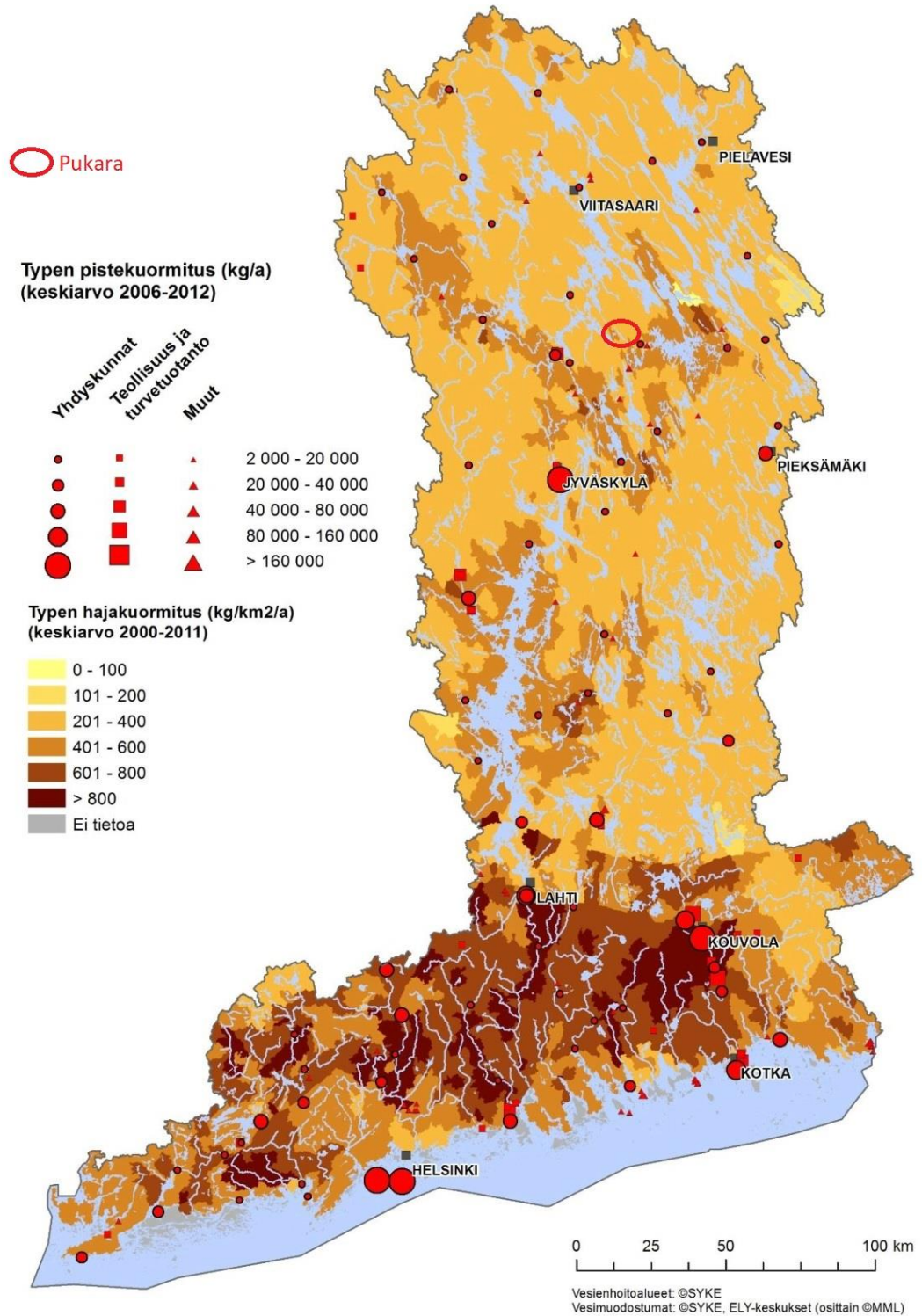
Liite 3. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen vesien ekologinen tila. Pukara merkitty karttaan punaisella. (Vesien tila hyväksi yhdessä 2015, 94.)



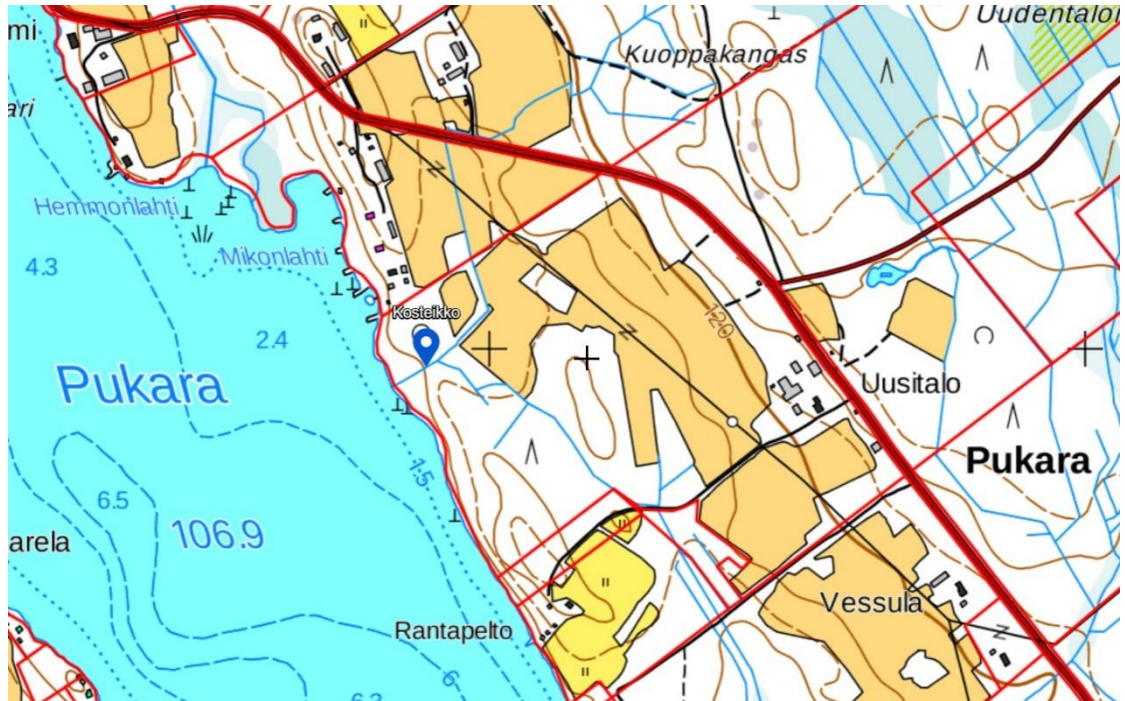
Liite 4. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen vesien fosforikuormitus. Pukara merkitty karttaan punaisella. (Vesien tila hyväksi yhdessä 2015, 48.)



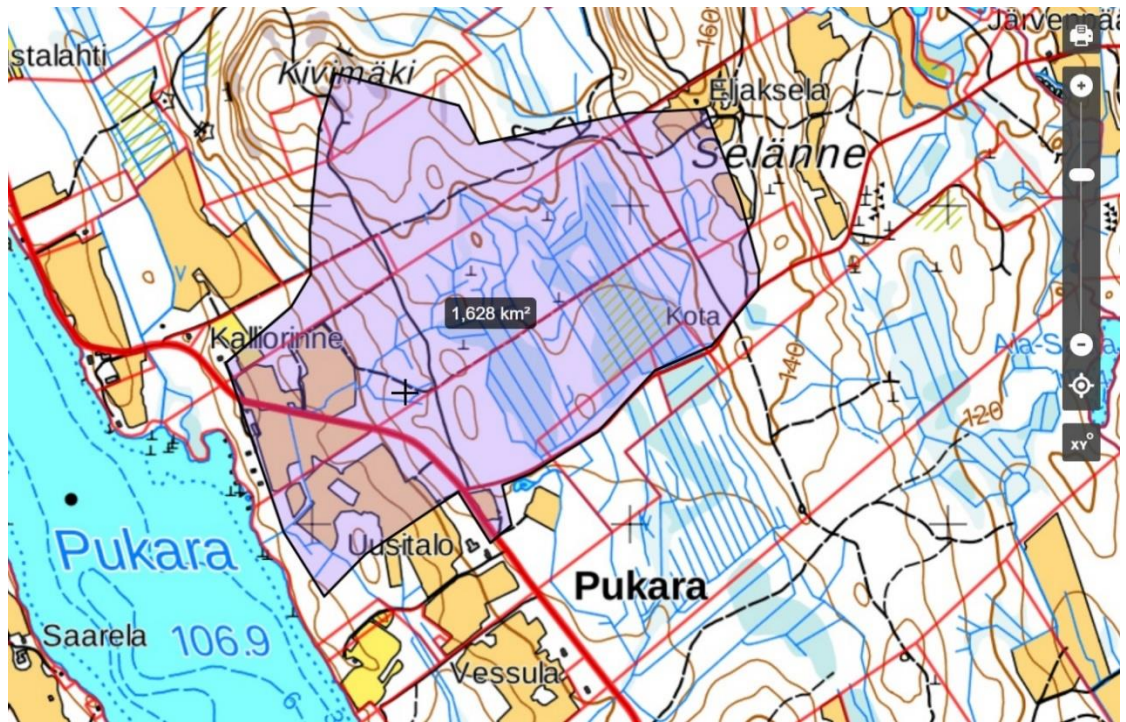
Liite 5. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen vesien typpikuormitus. Pukara merkitty karttaan punaisella. (Vesien tila hyväksi yhdessä 2015, 49.)



Liite 6. Kosteikon sijainti Uusitalon tilalla. Kartassa näkyvillä kiinteistörajat. Kosteikko perustetaan siten, että se sijoittuu kokonaisuudessaan Uusitalon tilalle. (Maanmittauslaitos.)



Liite 7. Valuma-aluekartta (Maanmittauslaitos.)



Liite 8. Huomioitavia suojelukohteita ja muita luontokohteita kosteikkoalueen läheisyydessä. (Maanmittauslaitos.)



Liite 9. Kosteikkosuunnitelma



jamk.fi

Kosteikkosuunnitelma

Uusitalo

Piia Tulonen

Opinnäytetyö

Marraskuu 2019

Luonnonvara-ala

Agrologi (AMK), Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma

Jyväskylän ammattikorkeakoulu

JAMK University of Applied Sciences

Sisältö

1	Hankkeen yleiskuvaus ja tavoitteet	3
1.1	Tavoitteet	3
1.2	Alueen erityispiirteitä	3
1.3	Huomioitavia luontoarvoja.....	6
1.4	Hankkeeseen osallistuvat tahot ja viranomaisluvut.....	7
2	Mitoitus	8
2.1	Perustamistoimet	10
2.2	Yleissuunnitelma.....	11
2.3	Vesien johtaminen ja patorakenteet.....	13
3	Kustannusarvio	13
4	Kosteikon hoito	14
5	Kosteikon ympäristövaikutukset	15
6	Hankkeen rahoitus ja kannattavuus	16
6.1	Rahoitus.....	16
6.2	Kohteen perustamisen kannattavuus	17
	Lähteet	19
	Liitteet	20
	Liite 1. Sijaintikartta.....	20
	Liite 2. Suunnitelma-alueen kartta ja kiinteistörajat. Uusi vuonna 2019 voimaan astunut kiinteistöraja piirretty karttaan vihreällä. Uusi raja kulkee vesiuomaa pitkin.....	21
	Liite 3. Ilmakuva alueesta	22
	Liite 4. Luontokohteet kartalla. Nämä kannattaa huomioida kosteikkoa perustaessa.	23
	Liite 5. Valuma-aluekartta	24

Liite 6. Kosteikon poikkileikkaukset	25
Liite 7. Pohjapadon periaatekuva.....	26

Kuviot

Kuvio 1. Alueen rantametsä on pitkälti puolukkatyyppin kangasmetsää. Kuvan ottanut Piia Tulonen.....	4
Kuvio 2. Alueen ylärinteessä kasvillisuus muuttuu rehevämmäksi ja metsätyyppi vaihtuu lehtomaisempaan kangasmetsään. Kuvan ottanut Piia Tulonen.	5
Kuvio 3. Alue on paikoin tasaisempaa ja avoimempaa. Kuvan ottanut Piia Tulonen....	6
Kuvio 4. Kosteikon vaaittamista tarkkuuslaserilla. Hytönen taustalla mitan ja vastaanottimen kanssa. Kuvan ottanut Piia Tulonen.....	9
Kuvio 5. Alueen rinnevarjokuva. Kuvaan vihreällä piirretty kosteikon rajaus (suuntaa antava).....	10
Kuvio 6. Kosteikon yleissuunnitelma. Kosteikko koostuu kolmesta eri syvyyisestä altaasta (syvä allas ja 2 matalaa).....	12

Taulukot

Taulukko 1. Kosteikon ominaislukuja.....	11
Taulukko 2. Kosteikkohankkeen kustannusarvio	14
Taulukko 3. Kosteikon perustamisen eri rahoituslähteitä.	17

1 Hankkeen yleiskuvaus ja tavoitteet

1.1 Tavoitteet

Hankkeessa suunnitellaan kosteikko Konnevedelle Pukaran kylälle (liite 1, sijaintikartta). Kosteikkosuunnitelman on tilannut tilan omistaja Mikko Hytönen Jyväskylän ammattikorkeakoululta. Kosteikkosuunnitelma toteutetaan opinnäytetyönä. Kosteikkosuunnitelma valmistuu alkutalvesta 2019. Suunnitelman laatija hoitaa suunnitelman tekoon liittyvän työn Mikko Hytösen ja JAMKin projektityöntekijä Samuli Lahtelan avustuksella.

Kosteikko suunnitellaan siten, että se kokonaisuudessaan sijaitsee Uusitalon kiinteistöllä 275-404-37-47 (liite 2). Suunnitelman lähtötilanteen jälkeen kiinteistörajoihin on tullut muutoksia. Uusi raja on nähtävillä myös liitteessä 2. Uusi kiinteistöraja kulkee uomaa pitkin, josta vesi tulee kosteikolle. Tavoitteena on suunnitella vesiensuojelukosteikko, jossa huomioidaan vesienpuhdistuksen tehokkuus ja uusi tutkimustieto sekä kustannustehokkuus. Kosteikko suunnitellaan siten, että se istuu maisemaan ja huomioi paikalliset luontoarvot. Lisäksi kosteikon perustamisella tavoitellaan tilalle parempaa kannattavuutta ja imagoa.

1.2 Alueen erityispiirteitä

Pukaran kylällä on haja-asutusta sekä metsä- ja maataloutta. Kotieläintuotantoa Pukaralla ei juurikaan enää ole. Pukara on melko mäkistä aluetta. Maaperän eroosio on voimakkaampaa rinteisellä valuma-alueella, joka taas vaikuttaa alapuolisen veden kiintoainekuormitukseen sitä lisäävästi. Kosteikko on suunniteltu sijoittuvan Pukara nimisen järven rantaan. Järven ekologinen tila on hyvä, mutta rehevä. Pukara-järvi kuuluu Kymijoen vesistöön. Vesienhoitoalue on Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalue. Pukara-järvi kuuluu vesienhoitoalueen alueeseen, jossa vuosittainen fosforin hajakuormitus on luokkaa 16 – 20 kg/ha ja typen hajakuormitus on luokkaa 201 – 400 kg/ha. Arvot eivät ole erityisen korkeat. (Vesien tila hyväksi yhdessä 2015, 48 – 49, 94.)

Alue, jolle kosteikko on suunnitteilla, on metsää (liite 3). Tarkemmin kuivahkoa puolukkatyyppin metsää. Puusto on sekapuustoa (mäntyä, kuusta, koivua, pensaskerrasto runsas). Maasto on louhikkoista ja epätasaista. Rannasta hieman ylempänä kenttäkasvillisuus on heinäisempää ja puusto kuusta, koivua ja lehtipensastoa. Metsätyyppiltä ylempi alue on puolukkatyyppiä rehevämpää, mahdollisesti jopa lehtomaista kangasta. Kuvioissa 1, 2 ja 3 on nähtävillä alueen yleisilmettä.



Kuvio 1. Alueen rantametsä on pitkälti puolukkatyyppin kangasmetsää. Kuvan ottanut Piia Tulonen.



Kuvio 2. Alueen ylärinteessä kasvillisuus muuttuu rehevämmäksi ja metsätyyppi vaihtuu lehtomaisempaan kangasmetsään. Kuvan ottanut Piia Tulonen.



Kuvio 3. Alue on paikoin tasaisempaa ja avoimempaa. Kuvan ottanut Piia Tulonen.

Kosteikko tulee perustaa kaivamalla, joka vaikuttaa merkittävästi kosteikon perustamiskustannuksiin. Kaivuutöitä vaaditaan paljon, sillä alue nousee rannasta poispäin kuljettaessa melko jyrkästi. Vain pieni alue on tasaisempaa. Patoja kosteikko tulee sisältämään 3 vaikka onkin pieni, koska korkeuserot ovat huomattavat.

Hankkeen toteutusajankohdasta ei ole vielä tietoa. Ensinnäkin selvitetään rahoitusmahdollisuudet kosteikon perustamiselle ja punnitaan hankkeen kannattavuutta. Kosteikon perustamistoimet (puuston raivaus ja kaivuutyöt) tule ajoittaa talvikaudelle, jolloin maa kantaa raskaita koneita paremmin. Kaivuutyöt tulisi saada tehtyä ennen kevään tuloa, sillä lumen sulaminen vaikeuttaa työtä.

1.3 Huomioitavia luontoarvoja

Kohteessa itsessään ei ole suojeltavia luontoarvoja (luonnonsuojelulaki, Metsälaki) tai muita lailla suojattuja kohteita, jotka vaikuttaisivat kosteikon perustamiseen

sen kieltävästi. Muutamia direktiivi lintulajeja ja suojeltavia luontotyypppejä alueen läheisyydessä kuitenkin esiintyy, jotka kannattaa ottaa huomioon (liite 4). Esimerkiksi Vessulanlahti ja Mikonlahti, joiden läheisyydessä kosteikkokohde sijaitsee, ovat tunnettuja kalojen kutu- ja apajapaikkoja (Pukarajärven rantaosayleiskaava 2010, 14). Tämä tulisi huomioida kosteikon perustamisajankohtaa suunniteltaessa. Kalojen kutuajat ovat yleisesti keväisin. Direktiivilajeista huomionarvoista on myös Mikonlahdessa pesivät laulujoutsenet (Pukarajärven rantaosayleiskaava 2010, 16). Tämä vaikutta etenkin perustamisajankohtaan. Rakennustyöt tulisi ajoittaa lintujen pesimäajankohdan ulkopuolelle eli rauhoittaa rakennustöiltä huhtikuun alusta heinäkuun loppuun. Laulujoutsenten kanssa samalla alueella on ranta-
luhtaa, joka on Metsälain erityisen tärkeä elinympäristö ja siten lailla suojattu (Pukarajärven rantaosayleiskaava 2010, 31). Kosteikko ei sinne ulotu, mutta suojeltavan alueen piirteitä voi huomioida kosteikkosuunnitelmassa.

Näiden lisäksi Vessulanlahdessa on ainakin vielä 2010 tavattu liito-oravia (sekä pesä että ruokailupuita) (Pukarajärven rantaosayleiskaava 2010, 23). Nyt aluetta tarkasteltuna kartalta, alueelle on tehty avohakkuu. Suunnitelmassa olisi kuitenkin hyvä huomioida liito-orava esiintymät ja ainakin tarkastaa kohteelta, ettei liito-oravia esiinny. Liito-oravien esiintyminen alueella on hyvä tarkastaa ELY-keskuksesta.

1.4 Hankkeeseen osallistuvat tahot ja viranomaisluvut

Hankkeen vastuuhenkilönä toimii Mikko Hytönen ja kosteikkosuunnitelman laatii Piia Tulonen (JAMK). Rajanaapureiden kanssa on hyvä keskustella kosteikkohankkeesta ennakkoon, jotta hanke saadaan toteutettua sovussa. Vuonna 2019 tehty kiinteistökauppa tuo uuden kiinteistörajan aivan kosteikon kupeeseen. Uusi raja kulkee uoman reunaan, josta vesi kosteikolle tulisi. Uusien kiinteistönomistajien kanssa Hytönen on jo keskustellut kosteikkosuunnitelmasta. Kosteikkosuunnitelmassa huomioidaan, ettei vesi voi nousta toiselle kiinteistölle ollenkaan, sillä sinne on rakenteilla asuintalo ja maatalousrakennuksia.

Vesilain mukaista vesilupaa hanke ei todennäköisesti tule tarvitsemaan, mutta kosteikkohankkeesta kannattaa ennakkoon olla yhteydessä alueelliseen ELY-keskukseen

ja kuntaan. ELY-keskuksen asiantuntijat pystyvät antamaan tarkkaa tietoa alueen ajankohtaisista erityisarvoista, joita hankkeessa tulee huomioida. Jos kosteikon perustamiselle ei saada rahoitusta ja kosteikko siitä huolimatta perustetaan, kunnasta tulisi kysyä, onko heidän puolestaan kosteikon perustamiselle esteitä, koska kosteikko tulee vaatimaan mittavia kaivuutöitä.

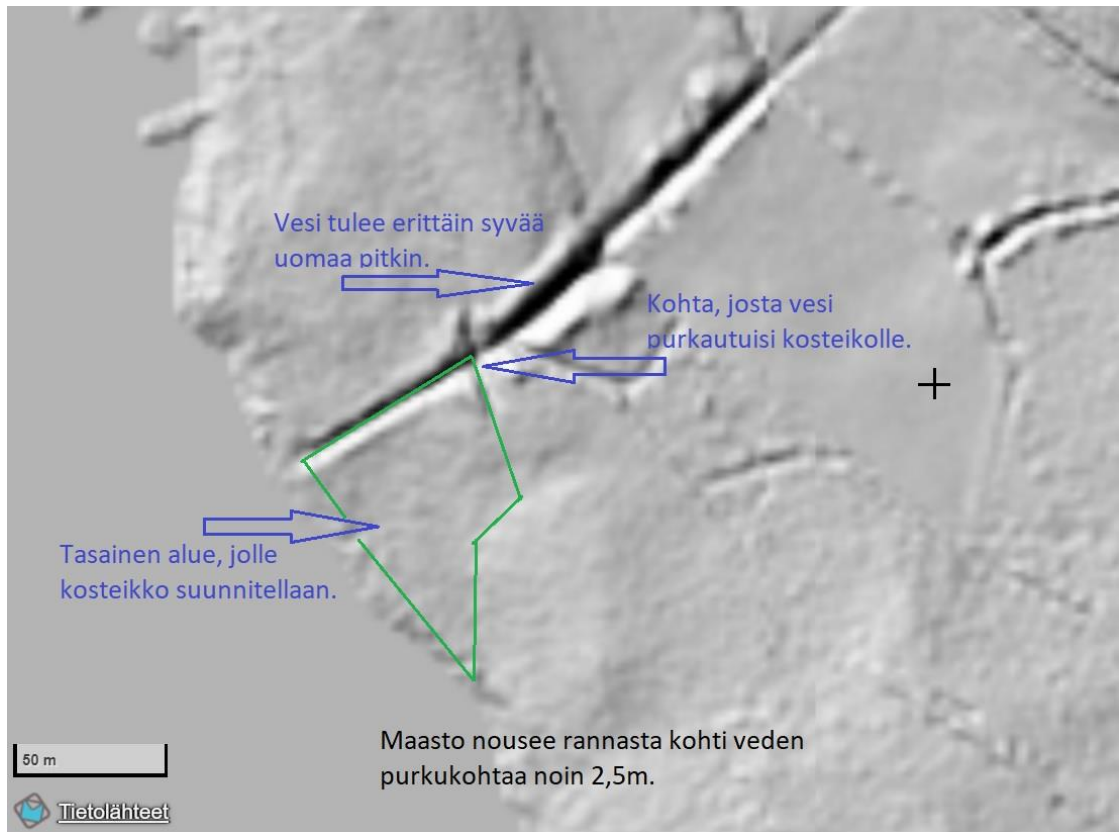
2 Mitoitus

Kosteikon valuma-alue on kartalta tarkasteltuna 162,8 ha, josta peltoa on 14% (23,4 ha) (liite 5). Valuma-alue on määritetty maastokartan korkeuskäyrien avulla sekä peltojen salaojitus tiedoilla. Lauantaina 2.11. kohteella käytiin vaaittamassa korkoeroja ja mittaamassa, minkä kokoinen kosteikko kohteelle on mahdollista saada (kuvio 4). Vaaituksessa käytettiin Spectra LL400 tarkkuuslaseria. Tarkoituksena oli samalla käyttää GPS:ää, jotta korot saataisiin tarkasti merkattua kartalle, mutta valitettavasti GPS ei toiminut kohteella. Mittauspisteet siirrettiin kartalle kartan ja askelmitan avulla. Kohteen rinteisyys ja pensaskerraston sekä puuston runsaus vaikeutti mittausten tekoa. Kohde osoittautui rinteiseksi ja epätasaiseksi, joka oli toki jo ensimmäisellä vierailulla havaittu keväällä 2019. Mittailujen perusteella, kosteikolle saisi kohtuullisilla kaivuukustannuksilla perustettua maksimissaan 0,5 ha kosteikon, joka olisi 0,3% valuma-alueen koosta.



Kuvio 4. Kosteikon vaittamista tarkkuuslaserilla. Hytönen taustalla mitan ja vastaanottimen kanssa. Kuvan ottanut Piia Tulonen.

Rinnevarjokuvasta (kuvio 5) näkee hyvin alueen rinteisyyden. Kosteikko on suunnitella tasaisemmalle alueelle, jossa siinäkin korkoeroja kuitenkin on. Rannasta kohti veden purkukohtaa, josta vesi saapuu kosteikolle, maasto nousee lähes 2,5 m. Rannan suuntaisesti korkoeroa on vain 10 cm.



Kuvio 5. Alueen rinnevarjokuva. Kuvaan vihreällä piirretty kosteikon rajaus (suuntaa antava). Maanmittauslaitos.

2.1 Perustamistoimet

Työt aloitetaan puuston raivaamisella talvella. Puusto poistetaan kokonaan. Pienempiä rankapuita säästetään kosteikolle upotettavaksi puumateriaaliksi. Rangoista poistetaan oksat ja ne niputetaan yhteen (n. 10 rankaa/nippu). Rankapuut tehostavat kosteikon vesiensuojelullista toimintaa. Rankapuiden käyttöä vesiensuojelussa on tutkinut mm. Suomen ympäristökeskus PuuMaVesi-hankkeessa, joka on edelleen käynnissä. (Puupohjaisilla uusilla Materiaaleilla tehoa metsätalouden Vesiensuojeluun ja vesistökuunnostuksiin (PuuMaVesi) 2018.)

Samana talvena ennen kevättä tulisi aloittaa kaivuutyöt. Jos kevät yllättää, joutuu työt mahdollisesti keskeyttämään ja odottamaan töiden jatkamista seuraavaan talveen, mutta ihanteellista olisi saada kaivuutyöt yhden talven/kevään aikana valmiiksi. Kaivuutyöt aloitetaan rakentamalla pohjapato Pukaran ja kosteikon väliin. Tämän

jälkeen lähdetään kaivamaan kosteikon keskiosaa ja rakentamaan muita patoja. Patojen ja penkereiden rakentamiseen käytetään mahdollisimman paljon paikalta saatavia kaivumassoja. Savimaa on parasta rakennusmateriaalia patoihin. Jos savea ei alueelta löydy, voi savea etsiä myös lähialueilta. Patojen verhoilukivet täytyy todennäköisesti ostaa muualta, mutta kohteelta löytyvät isommat lohkareet voi hyödyntää kosteikolla mm. patojen vahvistamiseen (tiivistesydän, liite 7) sekä maisemointiin ja tuomaan kosteikolle monimuotoisuutta ja erirakenteisuutta. Kivilohkareita voi asettaa kasoiksi ja pieniksi niemiksi tuomaan rantaviivaan vaihtelua.

2.2 Yleissuunnitelma

Alla taulukossa 1 on esitetty kosteikon ominaislukuja.

Taulukko 1. Kosteikon ominaislukuja.

Kosteikon kokonaispinta-ala	0,59 ha
Syvä allas	Pinta-ala: 900m² Keskisyvyys: 1,5m (80m², jossa syvyys 3m)
Matala allas 1	Pinta-ala: 870m² Keskisyvyys: 0,6m
Matala allas 2	Pinta-ala: 1840m² Keskisyvyys: 0,4m
Kuivan maan osuus pinta-alasta	39%
Veden osuus pinta-alasta	61%

Kosteikon yleissuunnitelma on nähtävillä kuviossa 6 alla. Kosteikko tulee koostumaan kolmesta eri altaasta. Ensimmäinen allas on syvänveden allas, joka on jaettu kahteen osaan. Ensimmäinen osa aivan tulouomassa on alue, jossa keskisyvyys on 3 metriä. Toinen osa on alue, jonka keskisyvyys on 1,5m. Toinen allas on matalan veden allas, jossa keskisyvyys on n. 0,6m ja kolmas allas on matalan veden allas, jossa keskisyvyys

on noin 0,4m. Padot ovat kaikki pohjapatoja, jotka verhoillaan luonnon kivillä. Liitteessä 6 on nähtävillä yleissuunnitelmassa (kuvio 6) osoitetut kosteikon poikkileikkaukset.



Kuvio 6. Kosteikon yleissuunnitelma. Kosteikko koostuu kolmesta eri syvyyisestä altaasta (syvä allas ja 2 matalaa).

Kosteikon annetaan kasvittua luontaisesti. Koska kaivuutyö tulee olemaan kallis, kannattaa muissa kuluissa säästää ja koska kosteikolla ei suurta vesiensuojelullista arvoa tule olemaan (liian pieni valuma-alueen kokoon nähden), ei kasvillisuuteen kannata liikaa panostaa. Kasvillisuutta kannattaa kuitenkin pitää sen verran silmällä, ettei se yksipuolistu ja siten kosteikko menetä arvoaan luonnon monimuotoisuutta lisäävänä. Jos vaikuttaa siltä, ettei kasvillisuus kehity syystä tai toisesta kosteikolle luontaisesti, voi sinne viljellä esimerkiksi eri saroja, vihvilöitä, järvikaislaa yms. Maisema-arvoa lisää, jos kosteikon ei anneta täysin pusikoitua.

2.3 Vesien johtaminen ja patorakenteet

Vesi johdetaan kosteikolle olemassa olevaa uomaa pitkin. Uomaan vesi tulee kahdesta ojasta. Pohjapatoja (liite 7) kosteikolle tulee yhteensä 3 kappaletta, jotta korkeuserot maastossa saadaan tasattua ja veden virtaus hidastettua. Padot ovat kaikki pohjapatoja, jotka verhoillaan kivillä. Pohjapadot ovat edullisia ja luonnollisen näköisiä ratkaisuja kosteikolle. Syvän veden ja matalan veden väliin tulee ensimmäinen pato. Viimeinen pato tulee kosteikon etelä-koilliskulmaan, josta vesi johdetaan lopulta Pukaraan. Näiden välille tulee vielä 1 pato, joka erottaa matalat altaat toisistaan. Padot kosteikolla tulevat olemaan periaatteeltaan kaikki samanlaisia.

3 Kustannusarvio

Alla taulukossa 2 on esitetty kustannusarvio kosteikkohankkeesta. Kustannusarvio on erittäin riisuttu arvio, sillä kaivuukustannuksien ollessa näin korkeat, kannattaa kaikessa muussa yrittää säästää. Kustannusarviossa ei ole otettu huomioon kosteikkosuunnitelman laatimista, sillä se tuotettiin oppilastyönä. Kustannusarvion hinta-arvio verhoilukivistä ja suodatinkankaasta on saatu Pekka ja Matti Nikulaisilta Konnevedeltä, jotka toimittavat kiviainesta ja oheistuotteita. Heille on alustavasti kerrottu, että kosteikko on suunnitteilla Konnevedelle, mutta hankkeen toteutumisesta ei ole vielä varmuutta. Kustannusarviosta on lisäksi jätetty pois perustamistoimia edeltävä työ (kilpailutus, materiaalien osto yms.) ja työmaanjohto, koska näin pienellä työmaalla oletan, että Mikko Hytönen itse hoitaa nämä työt. Kaivinkonetyön hinta on laitettu korkeaksi, koska maasto kohteella on haastava. Lisäksi hinnassa mukana kaivinkoneen kuljettaminen kohteelle.

Taulukko 2. Kosteikkohankkeen kustannusarvio

Kosteikkosuunnitelma Uusitalo			
Kustannusarvio			
	á-hinta tai määrä	Määrä	Hinta yht.
IHMISTYÖ			
Puuston raivaus (€/h)	16	8	128
KAIVINKONETYÖKUSTANNUKSET			
Kaivinkonetyöt (€/m ³)	4	2728	10912
PATO- JA MATERIAALIKUSTANNUKSET			
Suodatinkangas (€/m ²)	0,92	105	96,6
Verhoilukivet (€/t)	11,7	33	386,1
MUUT KUSTANNUKSET			
Rankapuiden teko (€/rankapuu)	30	3	90
Kustannukset yhteensä			11612,7

4 Kosteikon hoito

Kosteikot pyritään suunnittelemaan siten, että niiden hoitaminen on mahdollisimman vähätöistä. Samoin on tämän kosteikon suhteen. Ensimmäisinä vuotena tulee tarkkailla pato- ja pengerrakennelmia. Maa saattaa painua muutamia kymmeniä senttimetrejä, joten lisämaan tuominen rakennelmiin saattaa olla kohdillaan, ellei painumavara ole ollut riittävä rakennusvaiheessa (toisin sanoen rakennetaan padot ja penkereet korkeammiksi, kuin on tarvetta). Suurempien valuntojen eli syysateiden ja kevään sulamisvesien jälkeen eroosiota on saattanut tapahtua. Jos rakennelmat näyttävät vioittumisen merkkejä, on ne korjattava välittömästi. Rakennelmat on tarkastettava aina suurien valuntojen jälkeen.

Kasvillisuus tulee niittää tarpeen mukaan, mutta vähintään kahden vuoden välein. Niitetty kasvillisuus tulee viedä pois kosteikolta. Niittojätteen voi käyttää esimerkiksi maanparannusaineena läheisillä pelloilla. Kosteikko on suunniteltu siten, että traktorilla pääsee kulkemaan kosteikon ympäri ja keskipenkereelle. Kosteikko olisi hyvä pitää avoimena vesilinnustoa ajatellen. Pajukkoa saa olla kosteikolla, mutta sen laaja leviäminen tulee estää. Pajukkoa on hyvä käydä raivaamassa talvisin. Monipuolinen kasvillisuus tukee monimuotoisuutta, joten leveäosmankäämin, järviruo'on, korpi-kaislan, ruokohelven ja mesiangervon, jotka leviävät voimakkaasti jättäen muun

kasvillisuuden varjoonsa, leviäminen kosteikolla tulee pitää aisoissa. Tarvittaessa niittämistä kannattaa tehdä vuosittain tai paikoittain jopa useamman kerran vuodessa, jos jokin kasvi koituu ongelmaksi.

Ruoppamistiheys riippuu valuma-alueelta tulevan kiintoaineksen määrästä. Kosteikon syvän veden alue tulee ruopata tarpeen mukaan, mutta suosituksena on vähintään kerta viiteen vuoteen. Ruoppaaminen tapahtuu kaivinkoneella. Kaivinkoneessa kannattaa olla pitkä puomi, jotta työ onnistuu helposti. Kalojen nousemista kosteikolle kannattaa välttää, sillä kalat kilpailevat monien vesilintujen kanssa samasta ravinnosta. Jos kaloja nousee kosteikolle, on niiden kalastaminen suotavaa. Pienpetopyyntiä voi harkita myös, jotta linnuille saadaan pesimärauha.

5 Kosteikon ympäristövaikutukset

Kosteikolla ei pitäisi olla vaikutusta lähellä oleviin peltoihin. Suurimmat virtaamat on huomioitu ja kosteikon rakenteet suunniteltu siten, ettei veden pitäisi tulvia pelloille. Alue ei kuulu tulvariskialueelle eikä lumen vesimäärä ole alueella normaalista poikkeavaa. Läheiset pellot on lähivuosina salaojitettu ja salaojaputket laskevat uomaan, josta vesi kosteikolle tulee. Kosteikko suunnitellaan salaojaputket huomioiden.

Uusi kiinteistöraja on huomioitu kosteikkosuunnitelmassa. Veden nousu kiinteistön puolelle estetään. Kosteikon vesialtaan ja kiinteistönsajan väliin jätetään vähintään 4 metriä. Tämä on pieni ”eroosiavara”, mutta myös tarpeeksi leveä penkka, jotta työkoneella pääsee niittämään kasvillisuutta.

Kosteikko ei tule vähentämään alueen luontoarvoja vaan lisää niitä. Kosteikon perustamisella lisätään kostea elinympäristö muuten melko kuivalle alueelle. Kosteikko tukee luhtametsän elinympäristöä, joka sijaitsee kosteikosta luoteeseen vajaan 500 metrin päässä. Kosteikko saattaa myös lisätä direktiivilintulajeille, kuten laulujoutsenelle, pesimäympäristöjä. Laulujoutsenia jo nyt pesii alueella.

6 Hankkeen rahoitus ja kannattavuus

6.1 Rahoitus

Rahoitusta kosteikon perustamiseen ei välttämättä tulla saamaan ELY:ltä ei-tuotannollisen investointituen kautta, joka on yleisin väylä kosteikkohankkeiden rahoittamiseen. Rahoituksen ehtona on mm., että

- kosteikon koko on vähintään 0,5% valuma-alueen pinta-alasta,
- valuma-alueen pelto-osuus on yli 10%,
- investointi toteutetaan 1 – 2 vuoden sisään tuen myöntämisestä ja
- tuen hakija sitoutuu kosteikon hoitosopimukseen 5 – 10 vuodeksi (Kosteikkoinvestoinnit n.d).

Näistä ehdoista voidaan kuitenkin poiketa, jos:

- *kohteessa on paikallinen voimakas maatalouden kuormitus,*
- *kohde sisältyy suojavyöhykettä, luonnon monimuotoisuutta tai kosteikkoa koskevaan yleissuunnitelmaan,*
- *kohde edistää elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen arvion mukaan tehokkaasti maatalouden vesiensuojelua tai monimuotoisuutta; taikka*
- *kohteena on uoman luonnontilan palauttaminen. (Ei-tuotannollisten investointien korvaus n.d.)*

Näihin poikkeamiin voidaan myöntää rahoitusta, jos hankkeen myötä maatalousympäristö monipuolistetaan tuomalla kosteikko alueelle, jolla ei ole kosteita elinympäristöjä. Tämä toteutuu Pukaran kylällä, mutta ELY-keskus harkitsee tapauskohtaisesti, mille poikkeamille se rahoitusta myöntää. Kooltaan 0,3 – 0,5 ha kokoisen kosteikon perustamiseen ei-tuotannollisen investointituen määrä on 3225 € kohteelta. Tämä tulisi olemaan tämän kosteikon rahoitus. (Ei-tuotannollisten investointien korvaus n.d.).

ELY-keskus ei ole kosteikkohankkeiden ainoa rahoittaja. Muitakin rahoituslähteitä on, joita kannattaa kartoittaa tarkemmin (ks. taulukko 3). Esimerkiksi Metsäkeskus

myöntää Kemera-tukea luonnonhoitohankkeisiin, joihin metsätalouden vesiensuojelukosteikot kuuluvat (Tuki metsäluonnon hoitohankkeisiin n.d.)

Taulukko 3. Kosteikon perustamisen eri rahoituslähteitä. (Siekinen 2019.)

PERUSTAMISEN TUKI	TUEN MYÖNTÄJÄ
1 Maatalouden ei-tuotannollinen investointituki (<i>ei tällä hetkellä</i>)	ELY-keskus
2 Metsäluonnon hoitohankkeet, KEMERA	Suomen metsäkeskus
3 ELY-keskuksen kosteikkotuet	ELY-keskus
4 Vesienhoidon tehostamisohjelma v. 2019-2021	Ympäristöministeriö
5 Yleishyödyllinen kehittämishanke	Alueellinen <u>Leader</u> -ryhmä
6 Riistan elinympäristön hoito	Suomen Metsästäjäliitto

HOIDON TUKI	TUEN MYÖNTÄJÄ
Maatalouden ympäristösopimus kosteikoille	ELY-keskus

Kosteikon perustaminen vaatii puuston poistamisen alueelta. Hakkuusta saatavaa tuloa voi halutessaan hyödyntää kosteikon perustamiseen. Kokonaiskustannus on kuitenkin niin iso, ettei mahdollisella perustamistuella ja hakkuutuloilla tulla kattamaan perustamiskustannuksia.

6.2 Kohteen perustamisen kannattavuus

Kohde osoittautui erittäin epätasaiseksi ja nousee voimakkaasti rannasta pois päin. Tämä vaikuttaa voimakkaasti kosteikon kokoon, sillä kaivuukustannukset nousevat sitä enemmän mitä enemmän kaivetaan. Kaivuukustannukset ovat ehdottomasti suurin tekijä kosteikon kustannusjakaumassa. ”Kohtalaisella” kaivuulla maksimi koko, joka kosteikolle saataisiin, olisi juuri ja juuri 0,5 ha eli 0,3% valuma-alueen koosta. Kosteikko tulisi olemaan erittäin pieni suhteessa valuma-alueeseen eli vesiensuojelullinen teho ei olisi hyvä. Valuma-alueen pelto-osuus (maatalouden aiheuttama kuormitus) ei ole niin suuri, että kosteikon perustamiselle löytyisi erityistä tarvetta (kosteikko toimii sitä tehokkaammin, mitä enemmän sinne päätyy kuormitusta). Jotta veden viipymä saadaan vähintään vuorokaudeksi ja vedenpuhdistusteho hyväksi, tulisi kosteikon olla 2,4% valuma-alueesta eli hieman vajaa 4 ha. Vesiensuojelullisen tehon varmistamiseksi kosteikon tulisi kuitenkin olla vähintään 1% valuma-alueesta.

Kumpikaan näistä ei tämän kosteikon kohdalla toteudu. Kosteikkoa ei ole siis kannattavaa lähteä rakentamaan puhtaasti vesiensuojelullisista syistä.

Jos rahoitus kosteikon perustamiselle löytyy, voi kosteikon perustamista puoltaa luonnon monimuotoisuutta lisäävillä arvoilla. Alueen läheisyydessä on arvokkaita luontokohteita ja lailla suojattuja eläin- ja lintulajeja, jotka hyötyisivät elinpiiriensä lisääntymisestä. Kosteikon perustaminen Pukaran kylälle monipuolistaisi maalaismaisemaa ja lisäisi luonnon monimuotoisuutta elinympäristötasolta aina laji- ja geenitasolle.

Lähteet

Ei-tuotannollisten investointien korvaus. N.d. Artikkele Kosteikko.fi -verkkosivuilla. Päivitetty 27.3.2015. Viitattu 12.11.2019. https://kosteikko.fi/kosteikon-perustaminen/luvat-ja-rahoitus/ei-tuotannollisten-investointien-korvaus/?doing_wp_cron=1573024467.8338899612426757812500.

Kosteikkoinvestoinnit. N.d. Artikkele Ruokavirasto-verkkosivuilla. Viitattu 4.11.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/ei-tuotannolliset-investoinnit/kosteikkoinvestoinnit/>.

Pukarajärven rantaosayleiskaava. 2010. Luonto- ja maisemaselvitys. Konneveden kunta. 432-C9905. FCG Finnish consulting group. 14, 16, 23, 31.

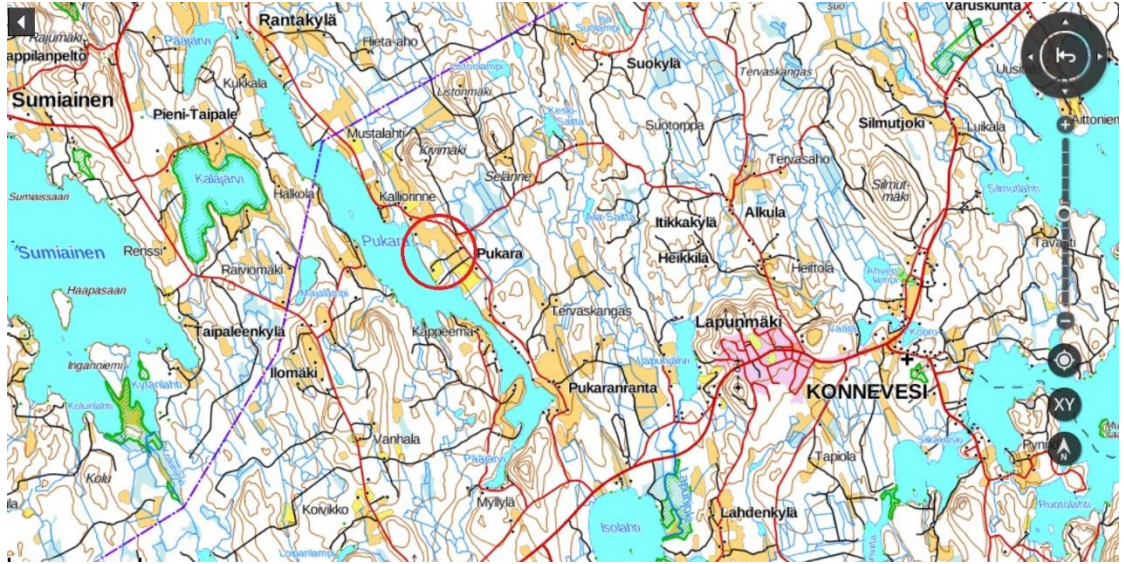
Puupohjaisilla uusilla Materiaaleilla tehoa metsätalouden Vesiensuojeluun ja vesistö-kunnostuksiin (PuuMaVesi). 2018. Hanke-esittely Suomen ympäristökeskuksen verkkosivuilla. Päivitetty 4.11.2019. Viitattu 17.11.2019. <https://www.syke.fi/hankkeet/PuuMaVesi>.

Siekinen, J. 2019. Kosteikkojen perustaminen ja suunnittelu. Ruokaviraston kosteikkokoulutus sopimuskäsittelijöille ja valvojille 15.5.2019. ELY-keskus Keski-Suomi.

Tuki metsäluonnon hoitohankkeisiin. N.d. Artikkele Metsäkeskuksen verkkosivuilla. Viitattu 12.11.2019. <https://www.metsakeskus.fi/tuki-metsaluonnon-hoitohankkeisiin>.

Liitteet

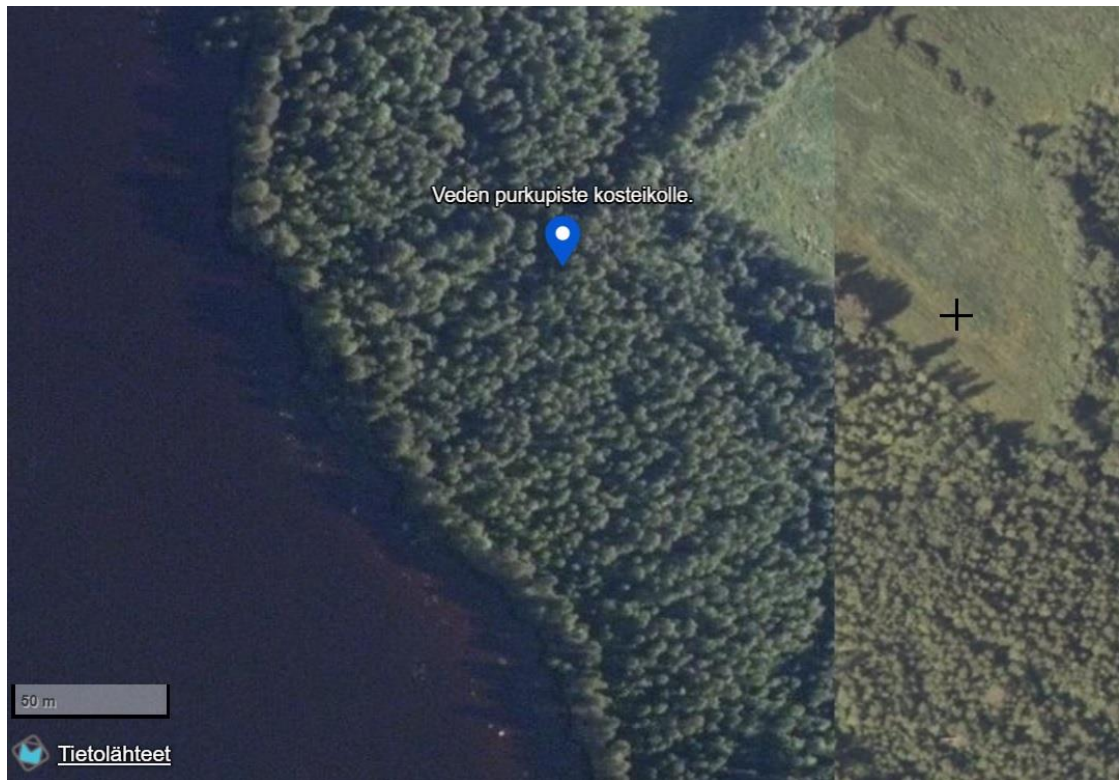
Liite 1. Sijaintikartta (Paikkatietoikkuna)



Liite 2. Suunnitelma-alueen kartta ja kiinteistörajat. Uusi vuonna 2019 voimaan astunut kiinteistöraja piirretty karttaan vihreällä. Uusi raja kulkee vesiuomaa pitkin. (Paikkatietoikkuna.)



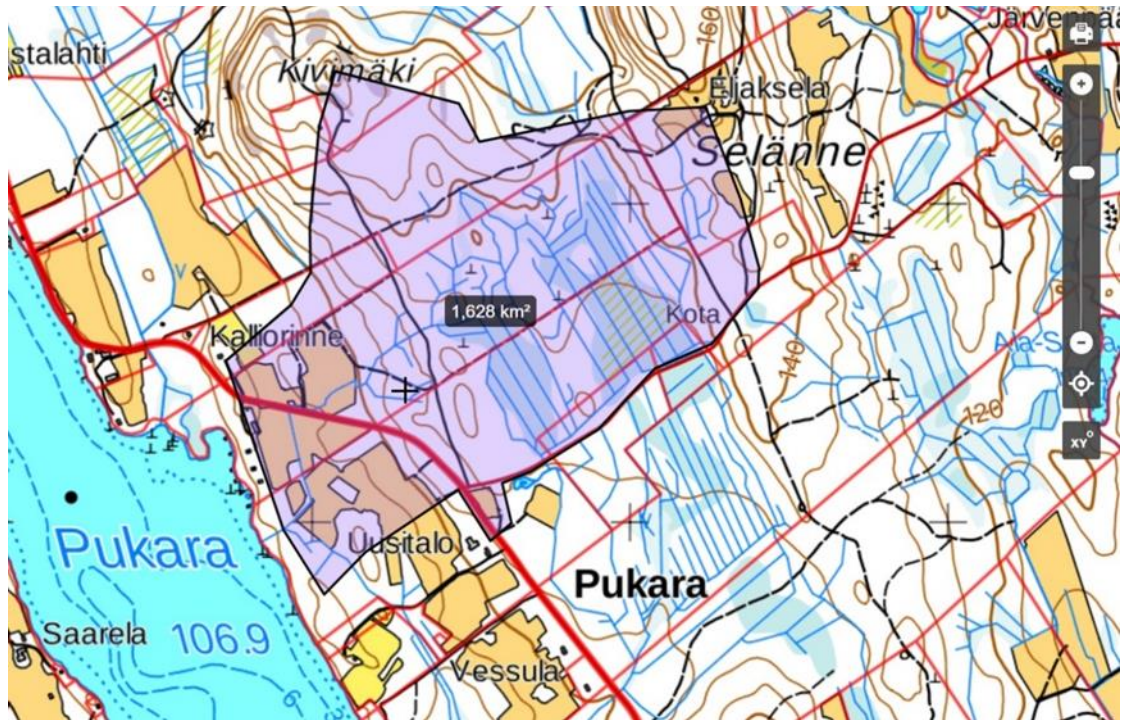
Liite 3. Ilmakuva alueesta (Maanmittauslaitos.)



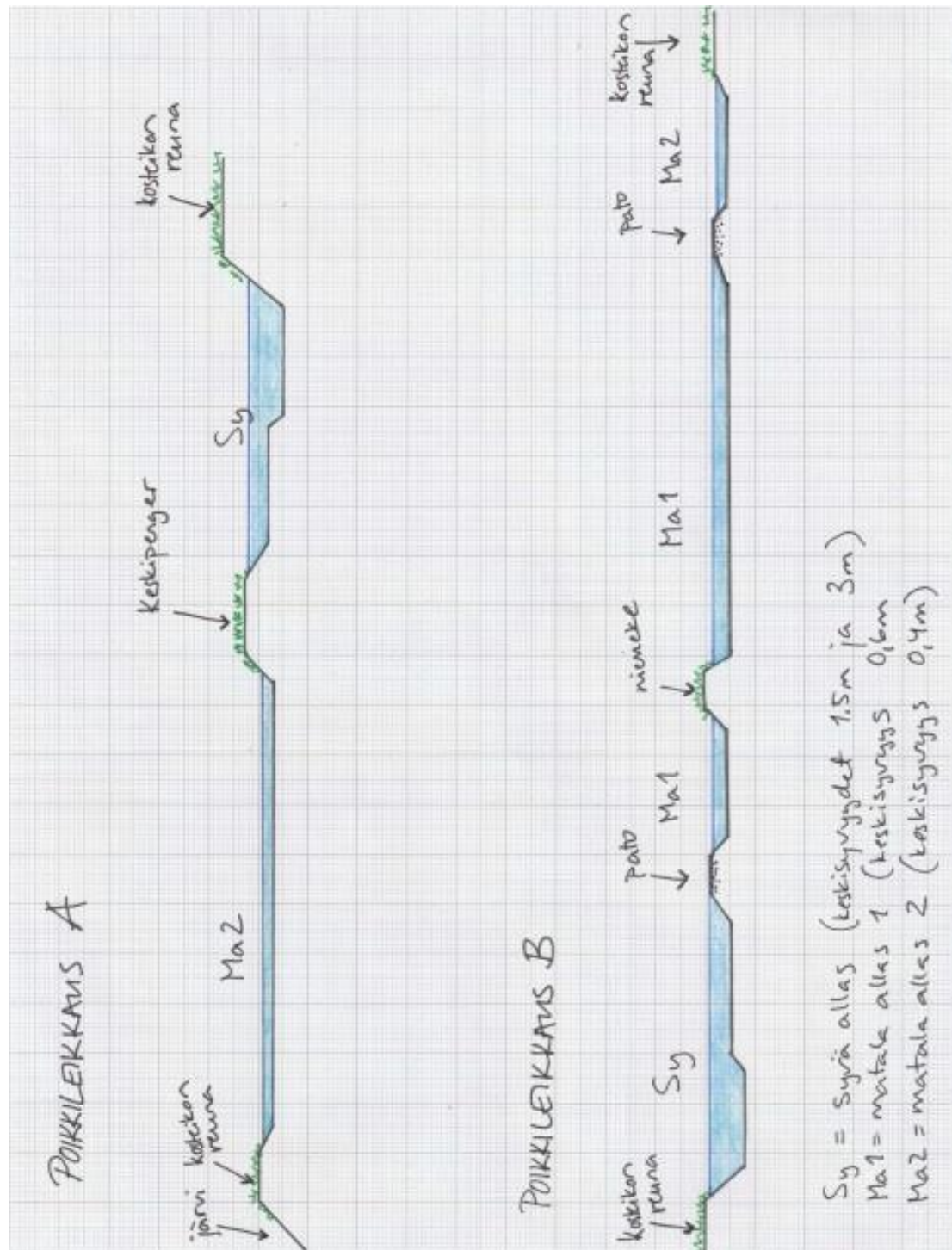
Liite 4. Luontokohteet kartalla. Nämä kannattaa huomioida kosteikkoa perustaessa.
(Paikkatietoikkuna.)



Liite 5. Valuma-aluekartta (Maanmittauslaitos.)



Liite 6. Kosteikon poikkileikkaukset



Liite 7. Pohjapadon periaatekuva

