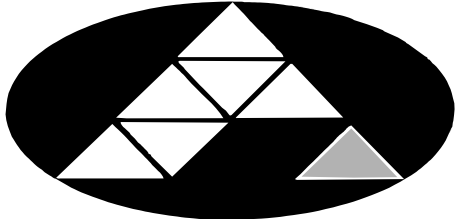



POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Mikko Sairanen

KOSTEIKKOSUUNNITELMA SAIRALAN TILALLE

Opinnäytetyö
Marraskuu 2012

 <p>POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU</p>	<p>OPINNÄYTETYÖ Marraskuu 2012 Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma</p> <p>Sirkkalantie 12 A 80100 JOENSUU p. (013) 260 6900</p>
<p>Tekijä(t) Mikko Sairanen</p>	
<p>Nimeke Kosteikko suunnitelma Sairalan tilalle</p>	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä opinnäytetyössä käsitellään kosteikon toimintaa ja suunnittelua sekä laaditaan suunnitelma kosteikon perustamisesta maatilan alueelle Etelä-Savoon. Työ koostuu kahdesta osasta, joissa ensimmäisessä käsitellään kosteikon toimintaa ja suunnittelua kirjallisuuden ja sähköisten lähteiden kautta. Toisessa osiossa suunnitellaan kosteikko Hyypiänniemeen Etelä-Savoon.</p> <p>Kosteikot voivat olla luontaisesti muovautuneita tai niitä voidaan perustaa alueille, joissa pintavesi on lähellä maanpintaa. Kosteikot puhdistavat vettä kasvien ja mikrobien avulla sekä hidastavat veden virtausnopeutta. Kosteikkotyyppinä on erilaisia, jotka riippuvat myös määrittelytavoista. Kosteikoiksi luokitellaan mm. erilaiset suot, lammikot ja tulvivat niityt. Kosteikoita perustetaan esimerkiksi patoamalla tai kaivamalla.</p> <p>Sairalan-tilalle suunniteltavan kosteikon laskennallisen virtaaman mukaan laskettu pinta-ala on 2,1 ha. Kosteikon valuma-alue on pinta-alaltaan 1,45 km². Kosteikko perustetaan kaivamalla ja tavoitteena on valuma-alueelta tulevan veden puhdistaminen sekä luonnon monimuotoisuuden lisääminen. Suunnitelmissa huomioidaan alueen pinnamuodot, puusto, peltojen osuus valuma-alueesta sekä maaperä. Kosteikkoon tuleva laskennallinen ravinnekuorma on 737 kg tyyppiä ja 39,4 kg fosforia vuodessa.</p>	
<p>Kieli suomi</p>	<p>Sivuja 34 Liitteet 3 Liitesivumäärä 3</p>
<p>Asiasanat Kosteikot, suunnittelu</p>	

 <p data-bbox="237 456 767 528">NORTH KARELIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>	<p data-bbox="836 226 1458 389">THESIS November 2012 Degree Programme in Rural industries</p> <p data-bbox="836 398 1203 566">Sirkkalantie 12 A FIN 80100 JOENSUU FINLAND Tel. (013) 260 6900</p>
<p data-bbox="220 595 376 629">Author(s)</p> <p data-bbox="220 636 480 669">Mikko Sairanen</p>	
<p data-bbox="220 716 293 750">Title</p> <p data-bbox="220 757 711 790">Wetland Plan to Sairala Farm</p>	
<p data-bbox="220 842 341 875">Abstract</p> <p data-bbox="220 882 1474 1021">In this thesis the wetland activities and planning are dealt with, and a plan of the establishment a wetland in South Savo is done. The work consists of two parts: The first part deals with the design and operation by using the wetland literature and Internet sources. The second part deals with planning of wetland to Hyypiänniemi in South Savo.</p> <p data-bbox="220 1061 1474 1200">Wetlands can be naturally formed or they may be set up in areas where the water surface is close to the ground surface. There are different types of wetlands and they also depend on the definition methods. Wetlands are classified as marshes, ponds and flooded grasslands. Wetlands can be set up, for example by damming or digging.</p> <p data-bbox="220 1240 1474 1460">The wetland which is planned for Sairala farm has the surface area of 2.1 ha, calculated according to a computational flow. Wetland drainage basin has an area of 1.45 km². Wetland establishment is done by digging and its goal is water purification and, an increase of biodiversity. The surface shape, trees, field share of the catchment area and the soil type are accounted to the plans. Wetland computational nutrient load is 737 kg nitrogen and 39.4 kg of phosphorus per year.</p>	
<p data-bbox="220 1751 363 1816">Language</p> <p data-bbox="220 1823 325 1856">Finnish</p>	<p data-bbox="719 1751 1051 1856">Pages 34 Appendices 3 Pages of Appendices 3</p>
<p data-bbox="220 1890 363 1924">Keywords</p> <p data-bbox="220 1930 501 1964">Wetlands, Planning</p>	

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Kosteikko.....	6
2.1	Kosteikkotyypit.....	6
2.2	Patoamalla perustettava kosteikko.....	7
2.2.1	Kaivamalla perustettavat kosteikot.....	7
2.2.2	Laskeutusaltaat ja lietekuopat.....	8
2.3	Kunnostettavat uomat, pohjakynnykset ja allasketjut.....	9
2.4	Tulva-alueiden palauttaminen ja maanottoaikkojen kunnostus.....	9
3	Kosteikon toimintaperiaate.....	11
3.1	Sedimentaatio.....	11
3.2	Resuspensio ja fokkaatio.....	11
3.3	Denitrifikaatio.....	12
3.4	Adsorptio ja desorptio.....	12
3.5	Ravinteiden kulutus biologisesti.....	13
4	Kosteikon suunnittelu.....	14
4.1	Kosteikon paikkavaatimukset.....	14
4.2	Kosteikon mitoitus ja muoto.....	15
4.3	Patorakenteet.....	15
5	Kosteikon monimuotoisuus.....	17
5.1	Kasvillisuus.....	17
5.2	Eläimet.....	18
6	Kosteikot Suomessa.....	19
6.1	Kosteikkojen suojelu Suomessa.....	19
6.2	Toteutuneita kosteikkohankkeita.....	20
7	Kosteikkojen rahoitus.....	21
7.1	Ei-tuotannollinen tuki.....	21
7.2	Maatalouden ympäristötuen erityistuki.....	21
8	Kosteikkosuunnitelma.....	23
8.1	Valuma-alue ja peltomaan osuus.....	23
8.2	Alueen sijainti ja maalaji.....	23
8.3	Kosteikon muoto ja mitoitus.....	24
8.4	Mitoitusylivirtaama.....	25
8.5	Penkereet ja patorakenteet.....	26
8.6	Kosteikon laskennallinen ravinnekuorma.....	26
8.7	Vesinäytteet.....	28
8.8	Kosteikon ravinteiden pidätyskyky.....	29
9	Pihlajaveden linnusto.....	30
9.1	Linnustotutkimus.....	30
9.2	Lokit ja petolinnut.....	30
9.3	Kosteikon vaikutus linnustoon.....	31
10	Pohdinta.....	32
	Liite 1(1).....	36
	Valuma-alueen rajaus ja vesinäytteiden ottopaikat.....	36
	Liite 2(1).....	37
	Kosteikon sijainti.....	37
	Liite 3(1).....	38
	Kosteikon muoto.....	38

1 Johdanto

Vesistökuormitus maaseudulla vaihtelee voimakkaasti vuodenaikojen mukaan. Maatalouden toiminta on voimakkaasti ulkoisesti ohjattua esimerkiksi EU:n toimesta. Kuitenkin vesiensuojeluun liittyvät toimenpiteet tehdään paikallisesti. Tästä syystä vesiensuojelun yleiset ohjeet ja säännökset vaikuttavat eri tavoin erilaisilla tiloilla ja valuma-alueilla. (Puustinen ym. 2010, 23.)

Voimassa olevassa ympäristötukikaudessa 2007 - 2013 korostetaan kosteikkojen merkitystä maatalouden ja maatalousalueiden vesien suojelussa. Kosteikkojen vaikutusmekanismeja ja tehokkuutta tutkittiin Suomessa 1990-luvun lopulla useilla hankkeilla. Tutkimuksissa huomioidaan vesiensuojelun lisäksi myös kosteikon monimuotoisuus ja maisemallisia arvoja. (Puustinen ym. 2007, 21.)

Tässä työssä tutkitaan kosteikon perustamismahdollisuutta maatilalle Savonlinnaan. Olen jakanut opinnäytetyön kahteen osaan. Ensimmäinen osa sisältää kirjallisuuskatsauksen kosteikkosuunnittelusta ja kosteikon toiminnasta. Toinen osa sisältää laatimani kosteikkosuunnitelman Sairalan tilalle, Savonlinnan Moinsalmelle.

Opinnäytetyötä suunnitellessani halusin tehdä työn, josta olisi hyötyä sukuni omistamalle maatilalle. Pohdittuamme isäni kanssa toimenpiteitä päädyimme tutkimaan kosteikon perustamisen edellytyksiä sekä mahdollisuuksia tilan alueelle. Kosteikko on tarkoitus toteuttaa opinnäytetyön valmistumisen jälkeen keväällä ja kesällä 2013.

2 Kosteikko

Kosteikko on alava alue, jossa pohjavesi on lähellä maanpintaa. Kosteikko voi olla pysyvästi veden peittämä tai ajoittaisesti tulvan peittämä alue. Kosteikoissa kasvaa tyypillisesti runsaasti erilaisia kostean paikan kasveja. (Puustinen ym. 2007, 8.) Kosteikkojen tarkoituksena on puhdistaa valumavesistä ravinteita kasvien ja mikrobien avulla sekä hidastaa veden virtausnopeutta. Näin veden mukana kulkeutuva kiinteä aines laskeutuu kosteikon pohjalle ja siinä olevat ravinteet sitoutuvat maahan (Eskola & Hirvonen 2009, 24.) Kosteikot ovat ympäristövaikutuksiltaan monipuolisia (Harjula & Sarvilinna 2003, 38). Opinnäytetyön keskeisiä käsitteitä ovat: kosteikko, kosteikon suunnittelu ja kosteikon toiminta.



Kuva 1. Hovin kosteikko Vihdissä (Suomen ympäristökeskus 2012)

2.1 Kosteikkotyypit

Pääosa luonnon muodostamista kosteikkoalueista liitetään usein alueella sijaitseviin vesivarantojen määrään. Vesivaroihin vaikuttavat sademäärä, alueen tulvat sekä pohjavesivarannot. Tulvilla on erityisen suuri merkitys alueen kosteikoihin ja niiden muodostumiseen. (Keddy 2010, 15.) Kosteikkotyyppejä on erilaisia. Määrittelytavasta riippuen kosteikoiksi lasketaan mm. erilaiset suot, lammikot, soistuneet kangasmetsät, tulvivat niityt, ruovikot, kaivetut kosteikot sekä kaislavaltaiset suot. Kosteikkotyyppejä yhdistävät niiden runsas biomassa sekä biologisesti runsas lajisto. (Roiha 2006, 8.)

Kosteikkotyyppien nimitykset vaihtelevat alueittain sekä tiedekunnittain. Ongelmia luovat erityisesti käännökset. Maailmanlaajuisesti on kehitetty runsaasti erilaisia kosteikkotyyppien määrittelyjä. Pääasiassa määrittelyjä ohjaa kosteikkoalueelta tavattava kasvillisuus, joka pyritään yhdistämään alueella vallitseviin ympäristötekijöihin sekä olosuhteisiin. (Keddy 2010, 8.) Lisäksi on olemassa erilaisia ihmisen palauttamia kosteikkoja sekä kosteikkoaltaita ja alueita, jotka ovat kokonaan ihmisen rakentamia.

2.2 Patoamalla perustettava kosteikko

Padottu kosteikko perustetaan patoamalla vesi sopivaan notkelmaan tai painanteeseen (Eskola & Hirvonen 2009, 24). Patoamalla valmistetun kosteikon muoto määräytyy maan pinnanmuotojen ja vedenkorkeuden mukaan. Tämä kosteikkotyyppi on edullisin perustaa, koska yhdellä patorakenteella voidaan saavuttaa kosteikon toiminnalle riittävä pinta-ala, tilavuus sekä veden viipymä. Patorakennetta suunniteltaessa on huomioitava kynnsrakenteen ja maapato-osan kestävyys sekä tiiveys myös tulvan aikana. (Puustinen ym. 2007, 35.)

Patoamalla perustettavat kosteikot voivat edellyttää myös kaivamista. Kaivamista joudutaan tekemään matalissa uomantokissa, joissa pelkällä padolla ei saada riittävää veden korkeutta. Patoamiskohtana edullisin vaihtoehto on uoman kapein kohta. (Puustinen ym. 2007, 35 - 36.) Liiallista kaivamista vältetään, koska se lisää kustannuksia ja ylimääräisiä läjitysmassoja kertyy paljon (Eskola & Hirvonen 2009, 24).

2.2.1 Kaivamalla perustettavat kosteikot

Tasaisilla mailla kosteikon perustaminen vaatii kaivamista. Kaivamalla toteutettavat kosteikot ovat kustannuksiltaan suurempia kuin patoamalla toteutettavat kosteikot. Tämä johtuu suurista kaivutöistä ja kaivumassojen suuresta määrästä. Kaivamalla toteutettavat kosteikot voidaan muotoilla monipuolisesti ja niillä voi olla vesiensuojelun lisäksi myös esimerkiksi linnuston elinolosuhteita parantava vaikutus. (Puustinen ym. 2007, 37.)

Kaivamalla tehtävissä kosteikoissa on huomioitava kosteikon yleiset toimintavaatimukset. Erityisesti rantojen muotoiluun tulee kiinnittää huomiota. Tällöin korroosion vaikutus saadaan minimoitua. Kosteikon alkupäähän tehdään helposti tyhjennettävä syväne, joka sitoo vedessä olevan kiintoaineksen. Kaivamalla tehtävien kosteikkojen etuna ovat patorakenteiden tiiveys sekä eliöiden läpikulun mahdollisuus. (Puustinen ym. 2007, 37.)

2.2.2 Laskeutusaltat ja lietekuopat

Laskeutusallas on kosteikkoa pienempi rakennelma, ja niitä rakennetaan alueille, joihin laaja-alaisen kosteikon perustaminen ei ole järkevää. Laskeutusallas hidastaa veden virtausnopeutta, pysäyttää uoman pohjalla liikkuvaa ainesta ja sitoo osan kiintoaineksesta altaan pohjalle. (Puustinen ym. 2007, 41.)

Laskeutusallas toimii tehokkaimmin mahdollisimman pitkänomaisena. Altaan toimintaan vaikuttavat alueen maalaji, virtaama ja veden kiintoainespitoisuus. Laskeutusaltaan perustetaan kaivamalla tai patoamalla. Tehokkaimmillaan laskeutusaltat ovat tulva-aikoina keväällä ja syksyllä, jolloin kiintoaines pidättäytyy altaan pohjaan. (Ympäristöministeriö 2011.)

Lietekuopat ovat ojien tai purojen uomaan tehtäviä syvennyksiä. Lietekuoppien tarkoitus on pysäyttää pohjassa kulkeutuvat karkeat partikkelit. Lietekuopat eivät sido ravinteita, mutta ne parantavat alapuolellaan olevan uoman ekologista tilaa pysäyttämällä kiintoainesta. Lietekuoppia tehdään pääasiassa metsäisille maille, mutta niiden rakentaminen pystytään perustelemaan myös karkeille maatalousmaille. Lietekuopat parantavat mm. kalojen elinolosuhteita pitämällä kutosorakit puhtaana. (Puustinen ym. 2007, 41.)

2.3 Kunnostettavat uomat, pohjakynnykset ja allasketjut

Rakennetut ja suoristetut uomat yksipuolistavat eliöstöä ja haittaavat orgaanisen aineksen kiinnittymistä uoman rakenteisiin. Uomia kunnostettaessa ja ennallistettaessa tulee huomioida uoman alkuperäinen luonne ja siinä tapahtuvat muutokset sekä morfologiset prosessit. Uoman kunnostustoimenpiteet jaotellaan aktiivisiin ja passiivisiin toimenpiteisiin. Aktiivisissa toimenpiteissä uoma pyritään muovaamaan ihmisen toimin mahdollisimman lähelle tavoitetta. Passiivisissa toimenpiteissä luonnon annetaan muovata uomaa omilla prosesseillaan. Tehtävillä toimenpiteillä luodaan mahdollisuudet uoman luonnolliselle muokkautumiselle. (Järvenpää 2003, 61 - 62.) Uoman muokkauksella tai pohjakynnyksillä rajoitetaan maan syöpymistä ja pysäytetään uomien kiintoaineskulkeumaa (Puustinen ym. 2007, 42).

Yksittäin nämä toimenpiteet eivät ole kovin tehokkaita vesiensuojeluvaiikutukseltaan, mutta esimerkiksi allasketjuina, jotka on sijoitettu pitemmälle alueelle puroomaan, niiden vaikutus voi olla merkittävä. Uomien varsien kasvillisuus hidastaa myös veden virtaamaa ja poistavat jossakin määrin typpeä ja fosforia. Lisäksi uoman mutkittelu hidastaa virtausta sekä lisää uoman syvyysvaihtelua ja on tämän vuoksi ympäristöystävällisempi kuin kanavamainen uomaratkaisu. Uoman monimuotoisuus luo myös elinolosuhteita esimerkiksi ravuille ja kaloille. (Puustinen ym. 2007, 42.)

2.4 Tulva-alueiden palauttaminen ja maanottoaikkujen kunnostus

Tulva-alueiden palauttamista suositellaan vaikeasti viljeltävien ja tulvaherkkien peltoalueiden ratkaisuksi. Sitä voidaan käyttää myös, mikäli uoman yhteydessä on pellon pintaa alempana oleva tulvatasanne. Tulva-alue voidaan luoda kaventamalla uomaa sekä lisäämällä siihen mutkitteluja. Tällöin tulvavirtaama aiheuttaa tulva-alueen täyttymisen. (Puustinen ym. 2007, 42.) Tulva-alueille kehittyvät säännöllisten tulvien myötä monimuotoista kasvillisuutta esimerkiksi tulvametsiä ja luhtia. Nämä puolestaan tarjoavat elintilaa useille harvinaisille lajikkeille (Hartjula ym. 2002, 45.) Uoman tulvimisherkkyttä kasvatetaan pohjakynnyksillä ja pelkällä uoman kaventamisella esimerkiksi kivillä. Tulva-alueilla veden virtaus

hidastuu, kun vesi levittäytyy laajemmalle alueelle. Tämän vuoksi kiintoaines laskeutuu tulva-alueella kasvavan kasvillisuuden joukkoon. Tulva-alueella tapahtuu myös denitrifikaatiota. (Puustinen ym. 2007, 42.)

Peltoalueilla tai uomien varressa sijaitsevia vanhoja savenottopaikkoja laajennetaan ja muotoillaan, jolloin niistä saadaan laskeutusaltaiden tai kosteikkojen tapaan toimivia vesiensuojelurakenteita. Ne puolestaan lisäävät luonnon monimuotoisuutta ollen myös linnuille tärkeitä pesimäpaikkoja. (Puustinen ym. 2007, 43.)

3 Kosteikon toimintaperiaate

Luontaista vesien puhdistumista tapahtuu fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten prosessien vaikutuksesta kaikentyypisissä kosteikoissa. Veden puhdistusprosessit tapahtuvat aikana, jolloin vesi virtaa kosteikossa. Tehokkain veden puhdistuminen saavutetaan mahdollisimman pitkällä veden viipymisellä kosteikossa. Veden viipymiseen kosteikossa vaikuttavat kosteikon suhteellinen pinta-ala ja kosteikon hydraulinen tehokkuus. Kosteikkoihin tulisi suunnitella mahdollisimman paljon olosuhteita, joissa aineita pidättyy, ja estämällä aineiden liikkeelle lähtöä. Kosteikot muodostuvat erilaisiksi ekosysteemeiksi niihin luotujen ominaisuuksien perusteella. (Puustinen ym. 2007, 12.)

3.1 Sedimentaatio

Sedimentaatiolla tarkoitetaan veden mukana virtaavan kiintoaineksen laskeutumista kosteikon pohjalle virtaaman hidastuessa. Veden viipymä kosteikossa on tärkein sedimentaation voimakkuuteen vaikuttava tekijä. Kasvillisuuteen tarttuu myös kiintoainesta, jolloin se pidättyy kosteikkoon. Sedimentaatio on tärkeää, koska kiintoainekseen sitoutuu valtaosa pelloilta valuvasta fosforista. (Koskiaho 2006, 20.)

Kiintoaineksen määrä vedessä vaihtelee sateiden ja maan kasvillisuuden vaikutuksesta. Metsäisiltä valuma-alueilta kiintoaineita vesiin tulee vähemmän kuin viljellyiltä alueilta. Maalajit ja maatalouskäytännöt vaikuttavat eroosioon ja sen vuoksi vedessä virtaavan kiintoaineksen määrään. (Keddy 2010, 196 - 197.)

3.2 Resuspensio ja fokkulaatio

Resuspensiolle tarkoitetaan kosteikon pohjalle laskeutuneen kiintoaineksen uudelleen liikkeellelähtöä ja kulkeutumista. Resuspensiota kosteikoissa aiheuttavat veden virtaaman kasvu suuremmaksi kuin kosteikon mitoitusvirtaama tai isommissa altaissa myös aallokko. (Vallinkoski & Hämäläinen 2010, 15.) Re-

suspensiota kyetään hillitsemään vesikasvillisuudella. Vesikasvillisuus sitoo kiintoainesta ja estää ravinteiden vapautumista ottamalla ravinteita pohjan sedimenteistä. (Pusa 2009, 6.)

Vettä kevyemmät partikkelit laskeutuvat kosteikon pohjalle vasta törmättyään ja yhdistyttyään toisiin partikkeleihin. Partikkeleiden yhdistymistä törmäyksien kautta kutsutaan flokkulaatioksi. Flokkulaatio tehostuu pH:n kohotessa, vedessä ajelehtivan hienojakoisen orgaanisen aineen määrän kasvaessa ja veden liikkeen vähetessä. Myös kasvillisuus esimerkiksi levät vaikuttavat flokkulaatioon. (Kytö & Räsänen 2002, 6.)

3.3 Denitrifikaatio

Kosteikkojen merkittävin typenpoistoprosessi on denitrifikaatio. Denitrifikaatio perustuu mikrobitoimintaan, jossa nitraattityppi (NO^3) pelkistyy kaasumaiseen muotoon, yleisimmin typpikaasuksi (N_2) tai typpioksiduuliksi (N_2O). Tämän jälkeen kaasuuntunut typpi haihtuu ilmakehään. (Koskiaho 2006, 21. Puustinen ym. 2007, 13.) Denitrifikaatioon vaikuttavat kosteikossa olevan veden lämpötila, kosteikkoon tulevan veden nitraattitypen määrä ja kosteikossa oleva orgaanisen aineksen määrä (Koskiaho 2010, 4). Lisäksi happiolosuhteet kosteikossa vaikuttavat denitrifikaatioon (Puustinen ym. 2007, 13).

Kosteikon typen poisto kyky on lähes rajaton, koska typpi ei jää kosteikkoon, vaan haihtuu ilmaan. Saavuttaakseen mahdollisimman tehokkaan denitrifikaation kosteikko tulisi sijoittaa paikkaan, jossa kosteikkoon tulevassa vedessä olisi mahdollisimman suuret pitoisuudet nitraattityppeä. (Puustinen ym. 2007, 13 - 14.)

3.4 Adsorptio ja desorptio

Adsorptio tarkoittaa liuenneessa muodossa olevan fosforin sitoutumista maaperään. Adsorptio perustuu maahiukkasten ja veden sisältämän fosforin tasapainotilaan. Maaperän sisältämän liukoisen fosforin määrän ylittäessä veden sisäl-

tämän fosforin määrän liukoista fosforia alkaa sitoutua maaperästä veteen ja päinvastoin. Adsorptiota tehostavat maaperässä tai veteen sekoittuneessa kiintoaineksessa olevat fosforista vapaat rauta ja alumiini. (Koskiaho 2006, 21.)

Desorptiossa maahiukkasissa tai maaperässä oleva fosfori sitoutuu veteen (Suhonen & Vallinkoski 2011, 16). Maa-aineksen tai maahiukkasten fosforin sitomiskyky ei ole loputon. Maan kyllästyessä fosforista kosteikon toiminta heikentyy. (Puustinen ym. 2007, 13.) Kosteikon fosforin sidontakykyyn vaikuttavat kosteikon veden happipitoisuus, maaperän sisältämä fosforin määrä ja veden pH, jonka tulisi olla alle 7. Kosteikon veden ja maan suhde voi vaihdella suuresti, mikä puolestaan heikentää fosforin sitoutumista. Osa vedestä kulkeutuu kosteikon läpi koskematta lainkaan maaperään. Mikäli kosteikon maa-aineksen fosforipitoisuus on korkeampi kuin kosteikossa virtaavan veden, toimii kosteikko fosforin kuormituslähteenä fosforin sitomisen sijaan. (Puustinen ym. 2001, 8.)

3.5 Ravinteiden kulutus biologisesti

Kosteikoissa on yleensä runsaasti kasvillisuutta. Kasvillisuuden vaikutus ravinteiden nettopidättäytymiseen on kuitenkin vähäistä, ellei kasvillisuutta poisteta lakastuessa. Kasvillisuudesta vapautuu lakastuessa ravinteita veteen, jolloin kosteikon ravinnekuormitus kasvaa. (Puustinen ym. 2001, 10.) Kosteikkojen biologista tehokkuutta voidaan parantaa niittämällä ja keräämällä kasvillisuus pois. Tällöin kasvijätteen ravinteet eivät vapaudu rasittamaan kosteikon ravinnekuormaa. Kasvijätteen ravinteita hyödynnetään myös muualla. (Rasi-Koskinen 2011, 15.)

Kasvillisuudella on kosteikossa myös epäsuoria vedenpuhdistusprosesseihin vaikuttavia tehtäviä. Kasvillisuudella, syvyysvaihteluilla sekä erilaisilla rantaviiva ratkaisuilla kosteikoihin saadaan luotua monimuotoinen ja tehokas veden puhdistussysteemi. Kasvillisuus siivilöi tehokkaasti kiintoainesta ja hidastaa veden virtaamaa. Lisäksi kasvillisuuden juuristot luovat fosforin pidättymiseen vaadittavaa happea kosteikon pohjalle. Toisaalta kasvien juuristot luovat kosteikkojen sedimentin vähähappiseen osaan mikroskooppisen pieniä hapettomia alueita. Nämä alueet mahdollistavat typen denitrifikaation. (Puustinen ym. 2007, 14.)

4 Kosteikon suunnittelu

Kosteikon suunnittelussa on kartoitettava erityisesti paikallisia olosuhteita sekä kosteikon toimintaedellytyksiä. Kosteikon toimintaan vaikuttavat useat asiat ja suunnitteluvaiheessa on syytä huomioida kosteikon toimintaa parantavat sekä heikentävät olosuhteet. Oleellisinta on, että kosteikkoon valuva vesi on kuormituneempaa kuin alueelliset luonnontilaiset vedet. (Puustinen ym. 2001, 11.)

4.1 Kosteikon paikkavaatimukset

Kosteikoille hyvin soveltuvia paikkoja ovat purojen ja ojien notkelmat, jossa veden korkeuden nousu ei aiheuta vaaraa ympäristölle (Kondelin & Varis 2008, 45). Kosteikon paikan määrittämisessä pyritään löytämään mahdollisimman luonnollinen paikka, jotta kaivutyötä ei tule kohtuuttomasti. Kosteikkoja ei suositella perustettavaksi pelloille, koska niiden maaperä on lannoituksen vuoksi ravinteikasta. Kosteikon kokoa ei tule rajoittaa liikaa sen tehokkaan toiminnan takaamiseksi. Kosteikon yltyessä pelloille on ravinteikas ruokamultakerros kuorittava pelloilta pois. (Puustinen ym. 2001, 50.)

Kosteikon paikkaa määriteltäessä selvitetään alueella mahdollisesti sijaitsevat suojellut alueet ja eliöstöt. Kosteikkoa ei suositella rakennettavaksi pohjavesialueelle eikä kosteikkoa saa rakentaa ilman maanomistajan lupaa. Kosteikosta ilmoitetaan naapureille, ja alueella olevat eläinlajit kartoitetaan ja mahdollisista uhanalaisista lajeista ilmoitetaan ympäristöviranomaiselle. Suunniteltaessa kosteikkoa taajama-alueelle tulee huomioida mahdollisten lupien tarve rakennus- ja ympäristöviranomaisilta. (Hagelberg 2010, 8.)

Kosteikon perustamispaikka määrittää pitkälti kosteikon tyyppin ja perustamistavan. Kosteikon pohjamaan laatu ja muoto määrittävät kosteikon toimivuuden. Paikan valinnassa tulee huomioida maa-aineksen ravinteisuus, ja esimerkiksi runsaasti fosforia sisältävät maa-ainekset poistetaan, jotta kosteikko toimii liuenneen fosforin pidättäjänä eikä fosforin lähteenä. Kosteikkopaikalta saatavat

maa-ainekset on järkevää käyttää penkereisiin ja patorakenteisiin ylimääräisten kuljetuskustannusten välttämiseksi. (Puustinen ym. 2007, 46.)

4.2 Kosteikon mitoitus ja muoto

Kosteikon mitoittaminen tapahtuu kartoittamalla valuma-alueen pinta-ala, maaston kaltevuus ja virtaama. Valuma-alueen pinta-ala määritellään peruskartan avulla. Kartasta tulee näkyä kosteikon yläjuoksulla olevat alueet, joilta vedet laskevat kosteikon suuntaan. Rajauksen jälkeen valuma-alueen pinta-ala laskeetaan esimerkiksi pinta-alan laskulevyllä. Kosteikko kannattaa aina mitoittaa huipputulvalle, joka on noin kerran 20 vuodessa. Tällä varmistetaan patorakenteiden kestävyys ja estetään tulvan aiheuttamat muut vahingot. (Hagelberg ym. 2010, 8 - 9.)

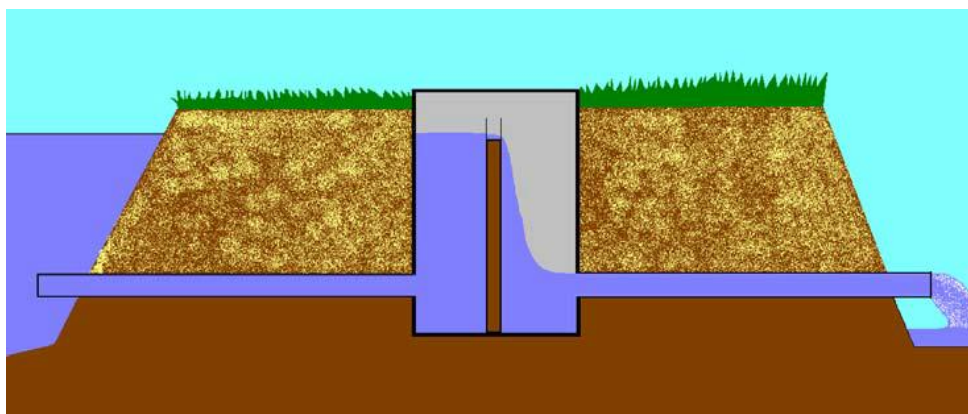
Kosteikon mitoittamisessa tulee huomioida valuma-alueen virtaama. Kosteikkojen virtaamaan vaikuttavat biologiset, fysikaaliset sekä kemialliset prosessit. Suomessa virtaamat ovat suurimmillaan keväällä ja syksyllä. Virtaaman määrittelyyn on olemassa erilaisia laskentakaavoja. Näiden avulla selvitetään osaltaan virtauksien suuruutta yhdessä käytännön kokeiden kanssa. Laskuissa tehdään yksinkertaistuksia, joten laskelmien tulkinnessa on tärkeää huomioida, mitä asioita laskelmissa on huomioitu ja mitkä asiat on jätetty huomioimatta. (Roiha 2006, 13, 19 - 20.)

4.3 Patorakenteet

Kosteikkojen patorakenteet suunnitellaan mahdollisimman matalaksi kestävyys riskien ja kustannusten vuoksi. Maastosta riippuen kosteikkoja voidaan perustaa myös pengertämällä osittain tai kokonaan. (Puustinen ym. 2007, 46.) Patorakenteet jaetaan kahteen ryhmään: Pohjapatoihin eli ylisyöksypatoihin ja pintapatoihin. Patorakennelmissa on mahdollista käyttää vahvikkeina betoni- ja lankkuseinämiä. (Mömmö & Haatainen 2009, 17.)

Pohjapato rakennetaan kivistä tai kiviaineksista estämään veden etenemistä. Patorakennelman toteuttamiseen käytetään erikokoisia kiviä, jotta rakenteesta saadaan tiivis ja kestävä. Tällä menetelmällä rakennetun pohjapadon yhteyteen ei tarvitse asentaa erillistä juoksutuslaitteistoa. Padon viereen tai alaosaan rakennetaan tyhjennysputki, mikäli kosteikko halutaan tyhjentää. (Mömmö & Haatainen 2009, 17.)

Pintapatoja kutsutaan myös munkkipadoiksi tai säätökaivoiksi. Munkkipato rakennetaan muovisista tai betonisista kaivonrenkaista, jonka alaosaan vesi johdetaan. Keskelle renkaita rakennetaan esimerkiksi lankuista seinämä, jonka yli vesi virtaa, kun se nousee riittävän korkealle. Seinämän toisella puolella on purkuputki, jota pitkin vesi virtaa pois kosteikosta. Lankuista tehtävän seinämän tulee olla tiivis. Seinämän korkeutta säädetään poistamalla tai lisäämällä lankuja. (Mömmö & Haatainen 2009, 17 - 18.)



Kuva 2. Munkkipadon toimintaperiaate (Mömmö & Haatainen 2009, 18)

5 Kosteikon monimuotoisuus

Kosteikoissa on huomattava lajien ja kasvien monimuotoisuus. Laajat kosteikot tarjoavat erilaisia kasvualustoja eläinten ja kasvien käyttöön. Lisäksi kosteikoissa tapahtuva veden syvyyden vaihtelu, tulvien kesto ja levinneisyys parantavat ja lisäävät eliöiden ja kasvien monimuotoisuutta. (Maltby 2009, 6 - 7.) Kosteikolla on maisemaa elävöittävä vaikutus. Vesipinnat ja monimuotoinen kasvillisuus luovat vaihtelua maaseutumaisemaan ja voivat toimia vetonauloina esimerkiksi maaseutumatkailussa. Kosteikon ulkoista ilmettä hallitaan kasvillisuuden niitoilla ja penkereiden sekä patojen sijoittamisella jouhevasti maastoon. (Mömmö & Haatainen 2009, 9.)

5.1 Kasvillisuus

Kasvillisuuden kehittymistä rajoittavat yleisesti typen ja fosforin määrät maassa. Kosteikoissa on ravinnepitoista vettä, mikä tulee sinne maatalous- tai kaupunkialueilta. Kosteikoissa ravinteet ovat hyvin kasvien saatavilla ja kasvillisuus kehittyy kosteikkoon nopeasti. (Keddy 2010, 80 - 81.)

Kosteikon kasvillisuus kehittyy luonnostaan monipuoliseksi. Tyypillisimpiä kosteikon kasveja ovat erilaiset sarat, kaislat sekä kortteet. Syvemmän veden alueella kosteikoissa esiintyy lumpeita ja muita kelluvalehtisiä kasveja. Kosteikon kasvillisuudesta hyötyvät myös linnut ja muut eläimet. (Mömmö & Haatainen 2009, 8-9.) Kosteikkojen kasvillisuuden kasvua parannetaan istutuksilla tai kylvöillä. Kasvillisuuden valinnassa tulisi painottaa monipuolisuutta, jotta kasvillisuus vaikuttaisi kosteikko alueella positiivisesti linnustoon, vesiensuojeluun sekä maisemaan. (Puustinen ym. 2007, 62.)

Kosteikon kasvillisuutta niitetään tarpeen mukaan. Näin vältetään kosteikon umpeen kasvu. Kasvillisuuden hoito monipuolistaa kasvillisuutta ja parantaa eläinten viihtyvyyttä alueella. Syntynyt niittojäte korjataan alueelta pois ja sen voi hyödyntää esimerkiksi eläinten ruokinnassa. (Mömmö & Haatainen 2009, 20.)

5.2 Eläimet

Kosteikkoalueesta hyötyvät erityisesti eri lintulajit. Myös lepakoita on tavattu kosteikoilla. Sorsalintujen lisäksi kosteikoilla viihtyvät mm. erilaiset kahlaajat, lokit sekä pääskyset. Kaikkiaan kosteikoista tai niiden läheisyydestä tavataan noin puolet Suomessa pesivistä lintulajeista. Linnuston ja muun eliöstön elinolosuhteita parannetaan kaivamalla kosteikkoon allikoita ja pesimäsaarekkeitä. (Karhunen, Paavilainen & Tarvainen 2006, 32.) Kosteikoista hyötyvät erityisesti isokuovi, peltosirkku ja peltopyy (Mömmö & Haatainen 2009, 9).

Lintujen lisäksi kosteikoista hyötyvät hirvieläimet ja nisäkkäät, jotka käyttävät kosteikoita juomapaikkanaan. Suurimmissa ja syvimmissä kosteikoissa viihtyvät myös kalat. Erityisesti kosteikkojen vaikutusalueella puhdistuneet vedet parantavat kalojen elinolosuhteita esimerkiksi vähentynyt koskien liettyminen edistää kalojen viihtyvyyttä. Kosteikot tarjoavat elinolosuhteet myös sammakoille, hyönteisille esimerkiksi sudenkorennoille sekä muille selkärangattomille. (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2010, 1.) Pieneläinten ja lintujen runsas määrä houkuttelee kosteikkoihin lisäksi pienpetoeläimiä, kuten esimerkiksi minkkejä ja supikoiria (Mömmö & Haatainen 2009, 10).

6 Kosteikot Suomessa

Euroopassa viime vuosisadalla on kuivatettu n. 2/3 kosteikoissa. Kuivatuksilla tavoitellaan tuottavia maa- ja metsätalousmaita. Kosteikkoja kuivattiin pääasiassa viljelykäyttöön etenkin 1900-luvun alkupuolella. (Aitto-oja ym. 2010, 7.) Pohjoismaissa kosteikkoalueita on Eurooppaan verrattuna jäljellä paljon. Tämä johtuu pääasiassa jääkauden vaikutuksesta, minkä vuoksi esimerkiksi Suomessa ja Ruotsissa on paljon jään muokkaamia järviä, jokia sekä painanteita. Suomessa kosteikoiksi luokiteltavia alueita on noin 25 % maapinta-alasta. (Suomen ympäristökeskus 2004, 2.)

6.1 Kosteikkojen suojelu Suomessa

Suurin osa Euroopan vesilinnuista pesii Suomessa, joten kosteikkoluonnon suojelulla on kansainvälisesti merkittävä rooli. Luokittelussa kosteikot ovat maailman uhanalaisimpia ekosysteemejä. (STT:n tiedote 2012.) Suomessa pesivä vesilinnustokanta on taantunut merkittävästi viimeisen 15 vuoden aikana. Syynä tähän on vesien rehevöityminen ja lisääntynyt pieneläinplankton. Vesien rehevöitymistä voitaisiin hidastaa kosteikkojen perustamisella ja hoidolla. (Anttila 2012.)

Kosteikoiden ja vesilintujen suojelua edistävä Ramsar-sopimus on allekirjoitettu 160 maassa. Sopimus velvoittaa suojelemaan vesiperäisiä maita esimerkiksi perustamalla luonnonsuojelualueita. Suomessa Ramsar-alueita on 49, ja niiden pinta-ala on yhteensä 785 780 hehtaaria. Ramsar-alueeksi valitaan kosteikkoalue, joka on esimerkiksi harvinainen tai ainutlaatuinen tai sillä esiintyy uhanalaisia eläimiä ja eliöitä. (Ympäristö 2012.) Ramsar-sopimukseen on laadittu myös strateginen suunnitelma vuosille 2009 - 2015. Suunnitelmalla pyritään edistämään mm. kosteikkojen käytön ja ennallistamisen järkipäisyyttä, yleistä ymmärtämystä sopimuksen tarkoituksesta sekä kansallisten ja paikallisten toimien koordinoitua. (Suomen Ramsar-alueet 2012, 2.)

6.2 Toteutuneita kosteikkohankkeita

EU:hun liittymisen jälkeisellä ensimmäisellä tukikaudella 1995 - 1999 kosteikoita enemmän Suomessa toteutettiin laskeutusaltaita. Kosteikoiden perustamista rajoittivat niiden vaatimat suuremmat pinta-alat ja vähäiset kokemukset kosteikkojen perustamisesta. Kosteikkojen ja laskeutusaltaiden perustaminen toteutui-
vat pääasiassa Varsinais-Suomessa, Uudellamaalla ja Pohjanmaalla. (Puustinen ym. 2001, 17.)

Vuoteen 2007 mennessä tuettuja hankkeita oli toteutettu kaikkiaan noin 500, joista kosteikkoja oli 70. Viimeisten 10 - 15 vuoden aikana riistanhoidolliseen tarkoitukseen kunnostettiin vanhoja ja perustettu uusia kosteikoita useita satoja. Myös turvetuotannon ja metsätalouden vesiä puhdistetaan kosteikoita perustamalla. Vuonna 2006 aloitettiin vesienhoidon tutkimusohjelma, jonka osana oli monitavoitteellisten vesiensuojelukosteikoiden vesistöalueittainen kohdentaminen. Hankkeen tavoite oli luoda kriteeristö ja periaatteet, jotka ohjaavat käytännön kosteikkosuunnittelua sekä tarjota kosteikko suunnittelijoille mitoitus- ja suunnitteluohjeisto. Näiden toimien ja tukien uudistamisen myötä menossa olevalla tukikaudella 2007 - 2013 odotetaan perustettavan enemmän uusia ja kunnostettavan vanhoja kosteikoita. (Puustinen ym. 2007, 5 - 6.)

7 Kosteikkojen rahoitus

Kosteikkojen perustamiseen ja hoitoon voi saada pääasiassa kahdenlaista rahoitusta. Maatalouden ei-tuotannollista tukea on voinut saada kosteikon perustamiseen liittyviin kustannuksiin vuodesta 2008 alkaen. Kosteikon hoitoon voidaan hakea maatalouden ympäristötuen erityistukea. (Puustinen ym. 2007, 25.)

7.1 Ei-tuotannollinen tuki

Kosteikon perustamiseen saatavaa maatalouden ei-tuotannollista tukea myönnetään vain sellaisiin kosteikoihin, joiden valuma-alueen pinta-alasta peltoa on vähintään 20 %. Pinta-alaltaan kosteikon tulee olla vähintään 0,5 % valuma-alueen pinta-alasta ja kokonaisalan vähintään 0,3 ha. Yksittäisen alan minimikoko on tukea haettaessa oltava 0,05 ha. Kosteikkojen rakentamista tuetaan jokialueilla, jotka laskevat meriin sekä järviolueilla joissa kosteikoilla on vesistönsuojelullista merkitystä. (Maaseutuvirasto 2009, 4.)

Tuettavat kosteikot lisäävät maaseudun luonnon monimuotoisuutta sekä edistävät riista-, kala- tai raputaloutta. Muilla alueilla kosteikon perustamiseen myönnetään tukea, mikäli kosteikko kuuluu ympäristökeskuksen hyväksymään luonnon monimuotoisuuden, suojavyöhykkeiden tai kosteikkojen yleissuunnitelmaan. (Maaseutuvirasto 2009, 4.)

7.2 Maatalouden ympäristötuen erityistuki

Maatalouden ympäristötuen erityistukea haetaan kosteikon hoitoon. Sopimukset kestävät viisi tai kymmenen vuotta, ja ne tehdään viljelijän ja valtion kesken. Tuen suuruus voi olla kiinteä, tai se voi määräytyä kustannusten ja ansionmenetysten mukaan. Tuen hakuajankohta on keväällä päätukihaun ajankohtana ja sitä haetaan ELY-keskuksesta. (Maaseutuvirasto 2009, 8.)

Tukien myöntämisestä päättää alueen TE-keskus ja ympäristökeskukselta pyydetään yleensä lausuntoa hakemukseen. Maksimimäärä tuelle kosteikon perus-

tamiseen on 4 000 euroa kosteikkohehtaaria kohden ja kosteikon hoitamiseen voi saada erityistukea vuosittain 450 euroa hehtaaria kohden. Ympäristötuen perus- ja lisäosaan tulee olla sitoutunut, mikäli viljelijä hakee hoitotukea. Rekisteröitynyt yhdistys on voinut saada hoitotukea ilman ympäristötukisitoumusta vuodesta 2007. (Maaseutuvirasto 2009, 6.)

8 Kosteikkosuunnitelma

Kosteikkosuunnitelma laaditaan Sairalan tilalle. Tila sijaitsee Pihlajaveden rannalla Hyypiänniemessä Savonlinnassa. Kasvinviljelyn lisäksi tilalla harjoitetaan metsätaloutta. Viljelyalaa tilalla on vuokramaineen noin 54 ha, ja tilalla viljellään pääasiassa eri viljalajeja, rypsiä ja nurmirehua. Metsätaloutta harjoitetaan 146 ha:n alueella. Tilan kokonaispinta-ala on noin 170 ha.

8.1 Valuma-alue ja peltomaan osuus

Kosteikon valuma-alue Määritellään kartan ja maastovierailujen avulla. Siinä huomioidaan peltojen salaojitus sekä alueella olevat pinnanmuodot. Valuma-alueen kooksi saatiin planometrillä mitattuna 145 ha. Peltomaata on valuma-alueella noin 33 ha. Peltomaan osuus prosentteina valuma-alueella on 23 %. Valuma-alueen metsiä ei ole lannoitettu ja lisäksi valuma-alueella on kahdeksan vakituksessa asumiskäytössä olevaa omakotitaloa.

Alueen pellot ovat suurimmaksi osaksi viljelyssä ja niissä käytetään ympäristötukiehtojen mukaista lannoitusta. Talviaikainen kasvipeitteisyys on pelloilla 12,5 hehtaarilla. Valuma-alueella sijaitsevilla pelloilla harjoitetaan suorakylvöä, jolloin maata ei kynnetä lainkaan. Näin peltojen pinnalla on aina jonkin verran kasvillisuutta eikä maa ole eroosiolle yhtä altis kuin kynnetyt pellot syksyisin ja keväisin. Kallioita valuma-alueella on noin 0,05 ha.

8.2 Alueen sijainti ja maalaji

Kosteikko perustetaan Hyypiänniemeeseen Jokilahdenmäen ja Mökkimäen väliseen laaksoon (liite1). Alueella virtaava valtaoja laskee Pihlajaveteen, ja kosteikolla tavoitellaan ojan veden virtauksen hidastamista sekä veden ympäristökuormituksen pienentämistä. Pihlajavesi on karu ja kirkasvetinen järviolue ja sitä rikkoo luode-kaakko-suuntainen saaristo. Alue on Saimaan osa, jossa Pu-

ruveden erittäin vähäravinteinen vesi sekoittuu Haukivedeltä virtaavaan ravinteikkaampaan veteen. (Suomen ympäristökeskus 2011a.)

Hyypiänniemi sijaitsee Moinsalmella Savonlinnan kaakkoisosassa (liite 2). Kosteikon paikalla on tällä hetkellä osalla alueesta uudistuskypsä koivikko sekä kuusikko. Kosteikko perustetaan kaivamalla ja pengertämällä, mikä on seurausta alueella sijaitsevista teistä ja taimikoista, joiden alueelle vettä ei saa joutua.

Alueella suoritettujen kaivauksien perusteella alueen maalaji on pääosin hietamoreenia, jonka seassa on jonkin verran savea. Valuma-alueella sijaitsevien peltojen maalaji on myös pääasiassa hietamoreenia. Valtaoja, jonka loppupäähän kosteikko perustetaan, on kapea ja virtaus ojassa erityisesti tulva-aikoina keväisin ja syksyisin voimakasta. Ojan pohjalle on kertynyt jonkin verran maainesta, pääosin hiekkaa ja ojan penkereet ovat pääosin kasvillisuuden peittämät.

8.3 Kosteikon muoto ja mitoitus

Kosteikon koko määritellään valuma-alueen koon ja pelto-osuuden mukaan sekä siinä huomioidaan paikallinen valuma. Kosteikon suositeltava koko on 1 - 2 % valuma-alueen pinta-alasta. (Puustinen ym. 2007, 30.) Perustettavan kosteikon suositeltava koko olisi 1,5 - 3,0 ha.

Tilalle suunniteltavan kosteikkoon määriteltiin laskennallinen valuma keskiarvojen mukaan. Suomen pitkäaikainen keskivirtaama on $10,2 \text{ l/skm}^2$ (Suomen ympäristökeskus 2007). Valuma-alueen pinta-ala tilan kosteikolle on $1,45 \text{ km}^2$, jolloin alueen laskennalliseksi valunnaksi saadaan $1,45 \text{ km}^2 * 10,2 \text{ l/skm}^2 = 14,8 \text{ l/s}$. Tämä luku kerrotaan vuodessa olevien sekuntien määrällä, ja muutetaan se kuutioiksi, jolloin saadaan vuoden valunnaksi $466\,733 \text{ m}^3$.

Kosteikon muoto tulee olemaan mahdollisimman pitkänomainen, jotta saavutetaan suuri viipymä (Puustinen ym. 2007, 59). Kosteikkoon rakennetaan myös saarekkeitä ja saaria hidastamaan veden virtausta (liite 3).

8.4 Mitoitusylivirtaama

Mitoitusylivirtaama lasketaan Seunan vuonna 1983 esittämällä kaavoilla. Ensimmäisessä kaavassa MHQ tarkoittaa kosteikon mitoitusylivirtaamaa, joka on vuotuisten maksimivirtaamien keskiylivirtaama. Tällä laskelmalla lasketaan kosteikolle mitoitusvirtaama. Toisessa kaavassa $HQ_{1/20}$ merkitsee keskimäärin kerran 20 vuodessa tapahtuvaa suurempaa ylivirtausta. Tämän laskennallisen virtaaman mukaan mitoitetaan kosteikon penkereet ja padot. Näillä laskelmilla saadaan määriteltyä kosteikon tilavuuden tarve sekä kyetään mitoittamaan kosteikko halutulle viipymälle. (Puustinen ym. 2007, 30.)

$$1. \text{MHQ} = A * [0,018 * (C + i_s)^2 - 1,2 * (C + i_s) + 0,29 * E_0 - 0,5 * F_s + 126]$$

$$2. \text{HQ}_{1/20} = A * [48A^{-1/2} + 0,39 * E_0 - 1,8 * F_s + 257]$$

,joissa A = Valuma-alueen pinta-ala (km^2)

C = Peltojen osuus valuma-alueesta (%)

i_s = Päälystetyn maan tai avokallion osuus valuma-alueesta (%)

E_0 = Valuma-alueen purkautumiskohdan korkeus merenpinnasta (m)

F_s = Kasvava puusto koko valuma-alueelle jaettuna ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) (Puustinen ym. 2007, 30).

Valuma-alueen pinta-ala on $1,45 \text{ km}^2$. Peltojen osuus valuma-alueesta on 22 % ja avokallioita on 0,0003 %. Purkautumiskohdan korkeus merenpinnasta on 80 m ja kasvava puusto valuma-alueella on $23 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$. Sijoittamalla kaavaan valuma-alueelta kerätyt tiedot saadaan mitoitusvirtaamaksi $\text{MHQ} = 174 \text{ l s}^{-1}$, joka on päivävirtaamaksi muutettuna $15\,034 \text{ m}^3 \text{d}^{-1}$.

Kosteikon varastotilavuus (V) lasketaan mitoitusvirtaamasta (Q), mikäli tiedetään kosteikon tavoiteltava nimellisviipymä (t_n). Suunniteltavan kosteikon nimellisviipymäksi halutaan 1 vuorokausi ja mitoitusvirtaama valuma-alueelta $15\,034 \text{ m}^3 \text{d}^{-1}$. Tilavuus lasketaan kaavalla $V = t_n * Q$. Sijoitetaan laskelmissa saadut arvot kaavaan, jolloin saadaan varastotilavuudeksi $15\,034 \text{ m}^3 \text{d}^{-1} * 1 \text{d} = 15\,034 \text{ m}^3$. Kosteikon varastotilavuuden tulee olla siis $15\,034 \text{ m}^3$ ja sen keskisyvyys tulee olemaan noin 0,7 m. Laskennallisen mitoitusvirtaaman mukaan suunnitel-

tavan kosteikon kooksi tulisi noin 2,1 ha, ja tällöin veden nimellisviipymä olisi 1 vuorokausi.

8.5 Penkereet ja patorakenteet

Penkereiden ja patojen laskennallinen mitoitus lasketaan suuremman virtaaman mukaan. Sijoittamalla valuma-alueelta saadut arvot kaavaan $HQ_{1/20} = 1,45 \text{ km}^2 * [48 * 1,45^{-1/2} + 0,39 * 80 \text{ m} - 1,8 * 23 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} + 257]$ saadaan kosteikon vaadittavaksi tilavuudeksi $41\,566 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$. Tämä merkitsee, että laskennalliseksi keskimääräiseksi vedenkorkeudeksi tulisi 2,1 ha:n kokoisessa kosteikossa n. 2 metriä.

Käytännössä tällaisen kosteikon rakentaminen ei ole kustannusten vuoksi kannattavaa. Penkereitä ja patoja ei tarvitse kuitenkaan korottaa äärimmäisten tulvien vaatimalle tasolle, mikäli kosteikkoon tehdään ohijuoksutus mahdollisuus poikkeusolojen ajaksi. (Puustinen ym. 2007, 32.) Tilalle suunniteltavaan kosteikkoon rakennetaan ohijuoksutusmahdollisuus.

Kosteikon penkereet vaaitetaan samaan korkoon kuin alueen tiet. Penkereet tehdään mahdollisimman loiviksi, koska kasvillisuus kehittyy loiviin penkereisiin nopeasti, ja näin eroosion vaikutus jää pieneksi (Puustinen ym. 2007, 51). Kasvillisuuden annetaan kehittyä kosteikkoon luonnollisesti. Penkereet valmistetaan alueelta saaduista kaivumassoista.

Ylijuuksutuspato rakennetaan kosteikon kaakkoislaidalle, ja se tehdään koveraksi, jotta vesi virtaa keskellä uomaa ja yhtyy myöhemmin ojanuomaan. Poistouoma rakennetaan luonnonkivistä. Patoon tehdään myös kosteikon tyhjentämismahdollisuus rumpuputken avulla, jolloin kosteikon hoito helpottuu ja ravinteikasta pohjamaata kuljetetaan pelloille lannoitteeksi.

8.6 Kosteikon laskennallinen ravinnekuorma

Kosteikkoon tuleva ravinnekuorma lasketaan hyödyntäen maatalouden keskimääräisiä ravinnekuormituksia. Laskelmissa huomioidaan luonnonhuuhtouma

sekä maatalouden ja metsätalouden aiheuttama huuhtouma. Luonnon huuhtoumalla tarkoitetaan sitä kuormitusta, joka kohdistuu valuma-alueelta vesiin ilman ihmisen vaikutusta. (Suomen ympäristökeskus 2011b.) Suomessa keskimääräinen luonnonhuuhtouma on tyypellä 135 kg/km² ja fosforilla 5,0 kg/km² vuodessa (Tossavainen 2012.)

Valuma-alueen luonnonhuuhtouma:

Kokonaisfosfori 5,0 kg/km²/vuosi * 1,45 km² = 7,3 kg/vuosi

Kokonaistyyppi 135 kg/km²/vuosi * 1,45 km² = 195,8 kg/vuosi.

Laskennallisessa ravinnekuormituksessa huomioidaan alueen pelloilla viljeltävät kasvit sekä niiden pinta-alat. Oheisesta taulukosta selviää kertoimet, joilla kerrotaan viljeltävien kasvien pinta-alat ja tulokseksi saadaan keskimääräinen ravinnekuormitus vuodessa.

Taulukko 1. Maatalouden keskimääräinen ravinnekuormitus (Tossavainen 2012)

Viljelymuoto	Kok. P (kg/km ² /a)	Kok. N (kg/km ² /a)
Kevät- ja syysviljat sekä öljykasvit	150	2000
Nurmet Viherkesannot	70	1000
Erikoiskasvit avokesannot	200	200
Viljelemätön (ei metsitetty)	30	30

Valuma-alueella sijaitsevilla pelloilla viljellään syys- ja kevätiljoja sekä öljykasveja yhteensä 20,5 hehtaarilla ja nurmikasveja 12,5 hehtaarilla. Näin saadaan maatalouden aiheuttama laskennallinen kuormitus kosteikkoon vuodessa seuraavasti:

Kokonaisfosfori (P): 20,5 ha * 1,5 kg/ha/a = 30,75 kg/a

$$12,5 \text{ ha} * 0,7 \text{ kg/ha/a} = 8,75 \text{ kg/a}$$

Yhteensä: 39,5 kg/a

Kokonaistyyppi (N): $20,5 \text{ ha} * 20 \text{ kg/ha/a} = 410 \text{ kg/a}$

$$12,5 \text{ ha} * 10 \text{ kg/ha/a} = 125 \text{ kg/a}$$

Yhteensä: 535 kg/a

Metsätaloudesta aiheutuva huuhtouma lasketaan hyödyntäen Koitereen laajan lähivaluma-alueen tutkimuksissa saatuja keskimääräisiä ravinnekuormitus arvoja. Koitereen tutkimuksissa saatiin metsätalouden keskimääräiseksi kokonaisfosforikuormitukseksi $1,8 \text{ kg/km}^2$. Kokonaistypen kuormitus on tutkimuksen mukaan $4,3 \text{ kg/km}^2$. (Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri 1994.) Näitä arvoja hyödyntäen saadaan metsätalouden kosteikkoon aiheuttavaksi kuormitukseksi $1,8 * 1,45 = 2,6 \text{ kg fosforia vuodessa}$ ja $4,3 * 1,45 = 6,2 \text{ kg typpeä vuodessa}$.

Kosteikkoon valuva laskennallinen ravinnekuorma maataloudesta on $39,5 \text{ kg fosforia}$ ja $535 \text{ kg typpeä vuodessa}$. Metsätalouden ravinnehuuhtouma on valuma-alueella $6,2 \text{ kg typpeä}$ ja $2,6 \text{ kg fosforia}$. Tähän lisätään vielä laskennallinen luonnonhuuhtouma, joka on valuma-alueelta $7,3 \text{ kg fosforia}$ ja $195,8 \text{ kg typpeä vuodessa}$. Yhteensä kosteikon laskennallinen ravinnekuorma on $49,4 \text{ kg fosforia}$ ja $737 \text{ kg typpeä vuodessa}$.

8.7 Vesinäytteet

Kosteikkoon johtavasta ojasta otettiin vesinäytteet tiistaina 20.11.2012 (liite 1). Näytteet analysoitiin SYKE:n laboratoriossa. Vesinäytteestä mitattiin kokonaistyyppi (kok.N), kokonaisfosfori (kok.P). Näytteen tuloksista ei voida laskea kokonaiskuormitusta, koska näytteitä tulisi olla kevättulvan ajalta kaksi ja syystulvan ajalta kaksi, jolloin saataisiin luotettavat tulokset. (Tossavainen b 2012.)

Kokonaisfosforin määrä vedessä on $28,4 \mu\text{g/l}$ ja kokonaistypen määrä on $1700 \mu\text{g/l}$. Näytteiden sisältämät ravinne määrät muutetaan vuosittaiseksi ravinnekuormitukseksi hyödyntämällä laskennallista virtausta ja kertomalla tulos vuodessa olevien sekuntien määrällä. Tästä laskutoimituksesta saadaan tulokseksi

kokonaisfosforin määräksi $28,4 \mu\text{g/l} * 14,8 \text{ l/s} = 420,3 \mu\text{g/s}$, joka on vuosikuormitukseksi muutettuna $420,3 \mu\text{g/s} * 3600 \text{ s} * 24 \text{ h} * 365 \text{ d} = 13,3 \text{ kg p/vuosi}$. Kokonaistypen määrä on $1700 \mu\text{g/l} * 14,8 \text{ l/s} = 25160 \mu\text{g/s}$. Vuosikuormitukseksi muutettuna se on $25160 \mu\text{g/l} * 3600 \text{ s} * 24 \text{ h} * 365 \text{ d} = 793,4 \text{ kg/vuosi}$.

8.8 Kosteikon ravinteiden pidätyskyky

Kosteikon ravinteiden pidätyskyky riippuu olennaisesti kosteikon koosta suhteessa valuma-alueeseen. Tutkimuksissa selvitetään, että kosteikon veden puhdistaminen tapahtuu tehokkaammin suurissa kosteikoissa. Perustettava kosteikko tulee olemaan kokoluokaltaan noin 1,4 % valuma-alueen pinta-alasta. Tämän kokoisen kosteikon keskimääräinen ravinteiden pidätyskyky on kosteikkoon tulevasta kokonaisfosforista n. 10 - 15 % ja kokonaistypestä n. 5 - 10 %. Kiintoainesta tällainen kosteikko kykenee tutkimusten mukaan pidättämään n. 10 - 15 %. (Puustinen ym. 2001, 59.) Kosteikot ovat ravinteiden pidätyskyvyltään yksilöllisiä, joten tarkat tulokset kosteikon pidätyskyvystä saadaan ainoastaan jälkikäteen tehdyillä mittauksilla. (Eskola 2010, 36.)

Kosteikon laskennallinen ravinteidenpidätyskyky lasketaan kertomalla pidätyskykyprosentti kosteikkoon tulevilla laskennallisilla ravinnemäärillä. Suunnitellussa kosteikossa käytettiin ravinteidenpidätyskykyprosenttina fosforin osalta 12 % ja typen osalta 8 %. Tällä laskutoimituksella saadaan laskennalliseksi ravinteidenpidättyvyydeksi suunniteltavassa kosteikossa kokonaisfosforin osalta $49,4 \text{ kg} * 0,12 = 5,9 \text{ kg/vuosi}$ ja kokonaistypen osalta $737 \text{ kg} * 0,08 = 59 \text{ kg/vuosi}$.

9 Pihlajaveden linnusto

Pihlajaveden keskiosan alueella linnuston esiintymistiheys on muuhun Etelä-Savoon verrattuna pienempi. Tämä selittyy osaltaan järven karuudesta. Alueella runsaimmin esiintyvät lajit ovat metsän yleislintuja, jotka menestyvät karuissakin oloissa. Vesilinnuista alueella tavataan tyypillisiä karujen vesien lintuja. (Yrjölä & Tanskanen & Sarvanne 2006, 38.)

9.1 Linnustotutkimus

Pihlajaveden alueelle tehtiin linnustotutkimus vuonna 2006. Linjalaskennassa havaittiin alueella elävän maalintulajeja yhteensä 47. Näistä valtaosa on varpuslintuja, joita on alueella 36 eri lajia. Pajulintu, peippo ja punarinta ovat yleisimmät lajit Pihlajavedellä. Näiden lajien osuus linnuston kokonaistiheydestä on yli puolet. Linnuston kokonaistiheys Pihlajavedellä on 97,2 paria/km². Valtakunnallisesti uhanalaisia lintulajeja edustaa Pihlajavedellä pyy, teeri, metso, käki sekä palokärki. (Yrjölä ym. 2006, 16 - 17.)

Vesi- ja lokkilintuja sekä muutamaa muuta lajia tavataan alueella 23 eri lajia. Alueella yleisimpiä vesilintuja ovat kuikat sekä härkälinnut. Alueella tavataan myös laulujoutsenia sekä kanadanhanhia. Puolisukeltaja sorsista yleisin on sinisorsa. Sukeltaja sorsista Pihlajavedellä eniten esiintyy telkkiä, joka on koko alueen runsaslukuisin vesilintu. Muita yleisiä sukeltaja sorsia ovat isokoskelo ja tukka koskelo. (Yrjölä ym. 2006, 18 - 20.)

9.2 Lokit ja petolinnut

Lokkeja alueella pesii yleisesti. Alueella tavataan harmaa-, nauru-, selkä- sekä kalalokkeja. Tutkimuksessa havaittiin myös muuttamassa olevia pikkulokkeja. Yleisin alueen lokeista on kalalokki. Pihlajavedellä elää runsaslukuisesti myös kalatiiroja. Kalatiira on kalalokin jälkeen yleisin lokkilintu Pihlajavedellä. (Yrjölä ym. 2006, 27 - 31.)

Petolinnuista alueella esiintyy kalasääskiä sekä tuuli- ja nuolihaukkoja. Kahlaajista Pihlajavedellä esiintyy rantasipejä, joiden kanta on runsas. Tutkinnassa havaittiin myös rannoilla viihtyvät kivitaskut sekä västäräkit. Laskennoissa havaittiin myös melko paljon muuttolintuja, jotka pysähtyivät levähtämään alueella. (Yrjölä ym. 2006, 27 - 31.)

9.3 Kosteikon vaikutus linnustoon

Kosteikko luo ranta- ja vesilinnuille sopivan elinympäristön. Kosteikkoon saapuva ravinteikas vesi mahdollistaa kasvien ja eliöiden kehittymisen linnuille edulliseen suuntaan. Kosteikoissa tavataan enemmän pesiviä lintuja ja lintulajeja, kuin ympäröivillä alueilla. Pienilläkin kosteikkoalueilla on huomattu linnuston laajentumista ja kehittymistä. (Puustinen ym. 2001, 47.) Kosteikkoalueet ja suot luovat myös muuttolinnuille levähdyspaikkoja muuttoaikaan (Asanti ym. 2003, 17).

Kosteikkoalueiden perustamisella ja palauttamisella on onnistuttu lisäämään alueiden lintukantoja ja tuomaan usein alueille myös uusia lajeja. Oletettavaa onkin, että Hyypiänniemeeseen perustettavan kosteikon ympäristöön kehittyy monipuolinen linnusto. Kosteikko tarjoaa hyvät olosuhteet lisääntymiseen erilaisille kahlaajalinnuille sekä sukeltajille, joita alueella on jo ennestään. Näiden lisäksi kosteikko mahdollistaa myös lokkiyhdyksunnille uusia pesimäpaikkoja sekä alueella tavatuille haukoille sopivan elinympäristön.

10 Pohdinta

Sairalan tilalle suunnitellun kosteikon kooksi määriteltiin laskutoimitusten avulla 2,1 ha, ja se on 1,4 % valuma-alueen pinta-alasta. Kosteikon keskisyvyudeksi tavoitellaan 0,7 metriä. Tilan toiminnassa on otettu tavoitteeksi ympäristöasioiden huomioiminen entistä tarkemmin ja peltojen kasvukunnon sekä erityisesti vesitalouden parantaminen. Kosteikon perustaminen on ensimmäinen osa näitä toimenpiteitä.

Kosteikkoon tulevasta ravinnekuormituksesta pääosa tulee maataloudesta. Maataloutta on tarkoitus jatkaa ja edelleen kehittää tilan elinkeinona. Ravinteiden määrää ojassa kyettäisiin vähentämään luomuviljelyyn siirtymisellä, mikä on harkinnassa. Myös erilaisia suojakaistoja on tarkoitus perustaa rinnepeltojen ravinnehuuhtouman estämiseksi. Kosteikon alueelle suunnitellaan lisäksi pientä laskeutusallasta, jonka toteuttamisesta tehdään päätöksiä myöhemmin.

Kosteikkosuunnitelmaa täydennetään keväällä 2013 tämän suunnitelman pohjalta. Tämän opinnäytetyön laskelmat ja suunnitelmat toimivat pohjana lopulliselle kosteikkosuunnitelmalle. Tiukan aikataulun vuoksi opinnäytetyöstä jäi pois mm. kustannusarvio-osio, joka on tarkoitus lisätä suunnitelmiin myöhemmin.

Suunniteltava kosteikko sijaitsee alueella, mikä on vuokrattu paikallisen metsästysseuran käyttöön. Onkin mielenkiintoista nähdä miten kosteikko vaikuttaa alueen linnustoon ja eläimistöön. Metsästysseuran henkilöiden kanssa pohditaan kosteikkoalueelle mahdollisesti perustettavia laavuja tai ruokintapaikkoja, jolloin saataisiin hyödynnettyä kosteikon mahdollisesti runsasta linnustoa ja eläimistöä myös metsästystä silmälläpitäen. Kosteikko tulee elävöittämään maisemaa ja lajistoa, joten siitä on iloa myös alueen mökkeilijöille ja heidän vierailleen.

Lähteet

- Aitto-oja, S., Alhainen, M., Nummi, P., Nurmi, J., Rautiainen, M., Svedsberg, M. & Väänänen, V.-M. 2010. Riistakosteikko-opas. Metsästäjain keskusjärjestö, Pohjanmaan riistanhoitopiiri & Helsingin yliopisto.
- Anttila, A. 2012. Kosteikkojen vesilinnut vähentyneet voimakkaasti. Yle uutiset 12.10.2012. Verkossa: http://yle.fi/uutiset/kosteikkojen_vesilinnut_va_hentyneet_voimakkaasti/6332904. 26.10.2012.
- Asanti, T., Gustafsson, E., Hongell, H., Hottola, P., Mikkola-Roos, M., Osara, M., Ylimaunu, J. & Yrjölä, R. 2003. Kosteikkojen linnuston suojeluarvo. Helsinki: Edita-Prima Oy.
- Eskola, H. & Hirvonen, A. 2009. Monivaikutteisten kosteikkojen ja luonnon monimuotoisuuden yleissuunnitelma. Hämeen ympäristökeskus.
- Eskola, M. 2010. Kosteikot vesistökuormituksen pienentäjänä-case Niihaman erityisratsastuskeskus, Tampere. Hämeen ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Lepaan yksikkö.
- Hagelberg, E., Karhunen, A., Kulmala, A. & Larsson, R. 2010. Käytännön kosteikko suunnittelu. TEHO-hankkeen julkaisuja 1/2010.
- Harjula, H., Jormola, J., Pajula, H., Sampakoski, L. & Yrjänä, T. 2003. Tulva suojelu ja peruskuivatus. Teoksessa: Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristökeskus 631. Vantaa: Dark Oy, 45–56.
- Harjula, H. & Sarvilinna, A. 2003. Maa- ja metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteitä. Teoksessa: Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristökeskus 631. Vantaa: Dark Oy, 31–43.
- Järvenpää, L. 2003. Uomien luonnontilan parantaminen. Teoksessa: Jormola, J., Harjula, H. & Sarvilinna, A. 2003. Luonnonmukainen vesirakentaminen. Uusia näkökulmia vesistösuunnitteluun. Suomen ympäristökeskus 631. Vantaa: Dark Oy, 61–71.
- Karhunen, A., Paavilainen, P. & Tarvainen, H. 2006. Maatalousalueiden kosteikkojen ja suojavyyhykkeiden yleissuunnitelma, Kisko. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 6/2006.
- Keddy, Paul. A. 2010. Wetland ecology. Principles and conservation. Cambridge: United Kindom at the university press.
- Kondelin, H. & Varis, J. 2008. Maatalousalueiden luonnonmonimuotoisuuden ja kosteikkojen yleissuunnitelma, Tohmajärven valuma-alue ja Kiteen luoteiosa. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 1/2008. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.
- Koskiaho, J. 2006. Retention performance and hydraulic desing of constructed wetlands treating runoff waters from arable lands. Oulu: Oulu university press.
- Koskiaho, J. 2010. Kosteikot ravinteiden ja virtaamien hallinnassa. Uusia keinoja virtaamien ja talviaikaisen ravinnekuormituksen hallintaan-seminaari 30.3.2010. Kauttuan-klubi. Syke.
- Kytö, H. & Räisänen, M.-L. 2002. Happamien rauta- ja mangaanipitoisten kairovyympäristövesien puhdistaminen kosteikkokäsittelyllä, Kirjallisuusselvitys. Geologian tutkimuskeskus, Kuopion yksikkö. Raportti s49/0000/1/2002.

- Maaseutuvirasto 2009. Monivaikutteisen kosteikon perustaminen ja hoito. Edita Primaoy. Verkossa: http://www.mavi.fi/attachments/mavi/ymparistotuki/5FQNWG8S8/kosteikot_2009_laskeutusaltaat.pdf. 26.10.2012.
- Maltby, E. 2009. The changing wetland paradigm. Teoksessa: Barker, T. & Maltby, E. 2009. The Wetlands handbook. Singapore: By Markono Print Media Pte Ltd, 3–37.
- Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri. 1994. Vesiensuojelun tavoiteohjelma vuoteen 2005 Koitereen tarkastelu. Versio 7.10.1994/Tarmo Tossavainen.
- Pusa, T. 2009. Vesikasvien niittojen vaikuttavuus selvitys. Etelä-Savon ympäristökeskuksen raportteja 1/2009.
- Puustinen, M., Koskiaho, J., Gran, V., Jorola, J., Maijala, T., Mikkola-Roos, M., Puumala, M., Riihimäki, J., Rätty, M. & Sammalkorpi, I. 2001. Maatalouden vesiensuojelukosteikot, Vesikot projektin loppuraportti. Helsinki: Edita Oyj.
- Puustinen, M., Koskiaho, J., Jormola, J., Järvenpää, L., Karhunen, A., Mikkola-Roos, M., Pitkänen, J., Riihimäki, J., Svedberg, M. & Vikberg, P. 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Vammala: Vammalan kirjapaino Oyj.
- Roiha, P. 2006. Kosteikon virtaamien ja aineiden kulkeutumisen mallintaminen. Espoo: Teknillinen korkeakoulu, rakennus- ja ympäristötekniikan osasto. Diplomityö. (Löytyy nettijulkaisuna: <http://water.tkk.fi/wr/tutkimus/thesis/Roiha2006.pdf>.)
- STT:n tiedote 2012. <https://www.sttinfo.fi/release?2&releaseld=57593>. 26.10.2012.
- Suhonen, S. & Vallinkoski, V.-M. 2011. Maatalousalueen monivaikutteisten kosteikkojen ja luonnon monimuotoisuuden yleissuunnitelma, Haapajärven-Kilpijärven alue. Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 1/2011.
- Suomen ramsar-alueet 2012. Ramsar-sopimuksen strateginen suunnitelma. Verkossa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=107703&lan=fi>. 26.10.2012.
- Suomen ympäristökeskus 2011a. Pihlajavesi. Verkossa: <http://www.ymparisto.fi/%5Cdefault.asp?contentid=4959&lan=fi>. 2.11.2012.
- Suomen ympäristökeskus 2011b. Ihmisen vaikutus jokeen. Verkossa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=74902>. 11.11.2012.
- Suomen ympäristökeskus 2007. Pienet valuma-alueet. Verkossa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=257879>. 8.11.2012.
- Tossavainen, T. 2012a. Muistiinpanot Tarmo Tossavaisen luentomonisteesta. Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu. Joensuu. 11.11.2012.
- Tossavainen, T. 2012b. Kosteikolle tuleva vesi. E-mail Tarmo.Tossavainen@pkamk.fi. 23.11.2012.
- Vallinkoski, V.-M. & Hämäläinen, A. 2010. Maatalousalueen monivaikutteisten kosteikkojen ja luonnonmonimuotoisuuden yleissuunnitelma, Onkivedenalue. Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 8/2010.

- Varsinais-Suomen ELY-keskus. 2010. Monivaikutteisen kosteikon hoito. Edita Prima oy.
- Ympäristöministeriö, 2011. Laskeutusaltat- Suunnittelussa huomioitavia asioita. Verkossa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=13262&lan=fi>. 26.10.2012.
- Yrjölä, R & Tanskanen, A & Sarvanne, H. 2006. Pihlajaveden linnusto 2006. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja sarja A 168.

Liite 1(1)

Valuma-alueen rajaus ja vesinäytteiden ottopaikat



Punainen viiva= Valuma-alueen rajaus

Vihreät ympyröidyt rastit= vesinäytteiden ottopaikat

Liite 2(1)

Kosteikon sijainti



Lähde: Maanmittauslaitos 2012. Verkossa:

<http://kansalaisen.karttapaikka.fi/kartanhaku/paikannimihaku.html?e=617593&n=6845532&scale=400000&tool=siirra&width=600&height=600&mode=rasta&lang=fi>. 17.11.2012.

Liite 3(1)

Kosteikon muoto

