

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2023

Jesse Laaksonen

Kustavin Topenginlahden kosteikkosuunnitelma



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikka

2023 | 52 sivua, 14 liitesivua

Jesse Laaksonen

Kustavin Topenginlahden kosteikkosuunnitelma

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Vesilinniemen vesiensuojeluyhdistys ry. Työn tavoitteena oli tehdä suunnitelma vesistön ravinnekuormitusta vähentävästä kosteikosta Kustavin Kevoon, lähelle Topenginlahden rantaa.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käydään läpi kosteikkojen ominaispiirteitä ja puhdistusmekanismeja sekä yleisellä tasolla kosteikkojen suunnittelua ja mitoitusta. Teoriaosuudessa on hyödynnetty sekä painettua että sähköistä kirjallisuutta.

Työssä tehdyn suunnitelman mukaan rakennetaan yksi laskeutusallas ja kosteikko. Laskeutusallas sijoitetaan kosteikosta ylävirtaan pidättämään suurin osa kiintoaineesta. Kosteikon tarkoituksena on pidättää jäljelle jäänyt kiintoaine ja ravinteet. Kosteikossa esiintyvistä kasvillisuuksista ja mikrobeista on myös hyötyä ravinnekuormituksen vähentämisessä. Kasvit sitovat vedestä ravinteita ja käyttävät niitä omassa elintoiminnoissa esimerkiksi kasvamiseen. Vastaavasti mikrobit hyödyntävät nitriittiä omassa elintoiminnoissaan, jonka jälkeen sivutuotteena syntyy ilmaan vapautuvaa typpikaasua. Kosteikon mutkittavan muodon ja rakenteiden avulla estetään veden oikovirtauksien syntymistä, minkä ansiosta veden minimi viipymä kasvaa.

Hyvin laaditusta kosteikkosuunnitelmasta huolimatta kosteikon toimivuudesta saadaan tietoa vasta sen perustamisen jälkeen. Myöskään meritulvien mahdollisista vaikutuksista Topenginlahden kosteikon toimivuuteen ei ole tietoa. Jatkossa kosteikon toimivuuden takaamiseksi on tehtävä parin vuoden välein erilaisia hoitotoimenpiteitä.

Asiasanat:

Kosteikko, monivaikutteinen kosteikko, kosteikkosuunnitelma, vesiensuojelu

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy- and Environmental Technology

2023 | 52 pages, 14 attachments

Jesse Laaksonen

A wetland plan for Topenginlahti

This Bachelor's thesis was commissioned by Vesilinniemen vesiensuojeluyhdistys ry. The aim of the work was to make a plan for a wetland in Kevo, the municipality of Kustavi, near the shore of Topenginlahti bay to reduce the nutrient load on the water body.

In the theoretical part of the thesis, the characteristic features and cleaning mechanisms of wetlands were reviewed, as well as the planning and dimensioning of wetlands on a general level. Both printed and digital literature sources were applied in the theory part.

According to the plan made in the work, one wetland and one sedimentation pond will be established in the target area. The sedimentation pond will be placed upstream of the wetland to retain most of the solid matter. The purpose of the wetland is retaining the remaining solid matter and nutrients. The vegetation and microbes present in the wetland also contribute to nutrient loading. Plants bind nutrients from water and use them in their own vital functions, for example to grow. Correspondingly, microbes use nitrite in their own vital functions, after which nitrogen gas is released into the air as a byproduct. The meandering shape and structures of the wetland prevent the occurrence of shortcuts in the flow of water, which increases the minimum retention time of water.

Despite the well-prepared wetland plan, information about the functionality of the wetland will only be available after its establishment. There is also no information on the possible effects of sea floods on the functionality of the Topenginlahti wetland. In the future, in order to guarantee the functioning of the wetland, different treatment measures must be carried out every couple of years.

Keywords:

Wetland, multifunctional wetland, wetland plan, water conservation

Sisältö

1 Johdanto	8
2 Kosteikkojen ominaisuudet ja toimintaperiaatteet	9
2.1 Kosteikon ominaispiirteet	9
2.1.1 Hydrologia ja veden lämpötila	9
2.1.2 Viipymä	10
2.1.3 Kasvillisuus ja mikrobit	10
2.2 Kosteikon puhdistusmekanismit	11
2.2.1 Sedimentaatio ja resuspensio	11
2.2.2 Liuenneen fosforin adsorptio ja desorptio	11
2.2.3 Typen denitrifikaatio	12
2.2.4 Biologinen ravinteiden kulutus	12
3 Yleisiä ohjeistuksia, suosituksia ja käytänteitä kosteikon suunnittelussa ja mitoituksessa	13
3.1 Kenttätutkimukset	13
3.2 Sedimentaatioon perustuvat vesiensuojeluratkaisut	14
3.2.1 Patoamalla toteutettavat kosteikot	14
3.2.2 Kaivamalla toteutettavat kosteikot	14
3.2.3 Laskeutusaltaat	15
3.2.4 Lietekuopat ja -taskut	15
3.3 Kosteikon osat	16
3.3.1 Tulo- ja poistouoma	16
3.3.2 Syvän veden alue	16
3.3.3 Matalan veden alue ja vedenalaiset harjanteet	16
3.3.4 Niemekkeet ja saaret	17
3.3.5 Patorakennelma	17
3.3.6 Tulva-alueet ja penkereet	18
3.3.7 Kasvillisuus	18
3.4 Mitoitus	19
3.4.1 Valuma-alueen määrittäminen, peltojen osuus ja kosteikon koko	19

3.4.2 Maaston korkeus	19
3.4.3 Keskiylivirtaaman laskeminen	20
3.4.4 Viipymän laskeminen ja hydraulinen tehokkuus	21
3.5 Hoito ja kunnossapito	22
3.5.1 Kasvillisuuden hoito	22
3.5.2 Lietteen poisto ja sijoittaminen	23
3.5.3 Pato- ja pengerrakenteiden kunnan tarkistus	23
3.6 Kartat	24
3.7 Pituus- ja poikkileikkaukset	24
3.8 Kustannusarvio	25
3.9 Kosteikkoon tarvittavat luvat	25
3.10 Kosteikon rahoitus	26
3.10.1 Ei-tuotannollisten investointien tuki	27
3.10.2 Ympäristötuen erityistuki	27
3.10.3 Muut rahoitusmahdollisuudet	28
4 Topenginlahden kosteikkosuunnitelma	29
4.1 Yleiskuva alueesta	29
4.2 Vesiensuojeluvaihtoehdot	30
4.2.1 Yksi iso kosteikko	31
4.2.2 Kaksi pientä kosteikkoa	33
4.2.3 Yksi kosteikko ja laskeutusallas	34
4.3 Valuma-alueen rajausta ja kosteikon koko	36
4.4 Keskiylivirtaama	37
4.5 Viipymä	38
4.6 Kosteikkoratkaisu ja sen rakenne	39
4.7 Kosteikon lupa-asiat	43
4.8 Kosteikon rahoitus ja kustannusarvio	44
5 Topenginlahden kosteikon hoito- ja seurantasuunnitelma	45
5.1 Kosteikkorakenteiden tarkastus ja kunnossapito	45
5.2 Lietteen poisto ja sijoittaminen	46
5.3 Kasvillisuuden hoito	46

6 Pohdinta	48
Lähteet	49

Liitteet

Liite 1. Maaperäkartta kosteikon valuma-alueelta	
Liite 2. Happamien sulfaattimaiden kartta Kustavista	
Liite 3. Vesijohtokartta Kustavin Kevosta	
Liite 4. Meritulvakartta Kustavin Kevosta	
Liite 5. Topenginlahden kosteikon ja laskeutusaltaan poikki- ja pituusleikkauskartta	
Liite 6. Topenginlahden kosteikon ja laskeutusaltaan poikki- ja pituusleikkaukset	
Liite 7. Eritelty kustannusarvio	

Kaavat

Kaava 1. Keskiylivirtaaman (MHQ) kaava selitteineen (Puustinen ym. 2007, 30)	21
Kaava 2. Keskiylivirtaaman (MHQ) kaava selitteineen (Suomen riistakeskus)	21
Kaava 3. Viipymän laskukaava selitteineen (Suomen riistakeskus)	22

Kuvat

Kuva 1: Alueen sijainti kartalla. Vihreän ympyrän alue tarkoittaa kosteikon perustamispaikkaa. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan ja rinnevarjostuksen 05/2022 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.	30
Kuva 2: Arvio yhden suuren kosteikon sijainnista ja koosta perustamispaikalla. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan 03/2023 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.	31

Kuva 3: Arvio kahden pienemmän kosteikon sijainnista perustamispaikalla verrattuna edelliseen suureen kosteikkoon (punaiset viivat). Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan 03/2023 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.	33
Kuva 4: Alkuperäinen idea yhden kosteikon (suuri punainen alue) ja laskeutusaltaan (pieni punainen alue) sijainnista perustamispaikalla. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan ja rinnevarjostuksen 03/2023 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.	35
Kuva 5: Kosteikon valuma-aluekartta. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan 11/2022 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.	36
Kuva 6: Valuma-alueen ylivaluman ($Hq_{1/20}$) nomogrammi (Alhainen 2015, 16).	38
Kuva 7: Peruskartta Topenginlahden kosteikosta ja laskeutusaltaasta. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan ja Kiinteistörajojen 11/2022 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.	40
Kuva 8: Yksityiskohtaisempi suunnittelukartta Topenginlahden kosteikosta. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan 11/2022 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.	41
Kuva 9: Yksityiskohtaisempi suunnitelmakartta Topenginlahden laskeutusaltaasta. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan ja Kiinteistörajojen 11/2022 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.	42

1 Johdanto

Vesilinniemen asukkaat ovat olleet pitkään huolissaan merialueensa tilasta. Merialue on osittain rehevöitynyt, jonka seurauksena maaliskuussa 2016 asukkaat rekisteröivät perustamansa Vesilinniemen vesiensuojeluyhdistys ry:n parantaakseen Vesilinniemeä ympäröivien vesien tilaa. Maaliskuussa 2017 yhdistys otti yhteyttä Valoniaan ja tilasi heiltä merilahtea varten kuormitus- ja kunnostustarveselvityksen, koska aikaisempaa tietoa esimerkiksi mereen kohdistuvasta ravinnekuormituksesta ei ollut. (Leka 2018, 4.) Valonia on asiantuntija organisaatio, joka toteuttaa valtiohallinnon laatimia kestävän kehityksen tavoitteita (Valonia). Selvityksestä laadittiin raportti, johon merkittiin tulosten lisäksi myös mahdolliset hoito- ja kunnostustoimenpiteet (Leka 2018, 4). Yhtenä toimenpiteenä ravinnekuormituksen vähentämiseksi oli mahdollisen kosteikon perustaminen Kustavin Kevoon lähelle Topenginlahtea, joka on osa Vesilinniemeä (Leka 2018, 27).

Opinnäytetyön aiheena on kosteikkosuunnitelman laatiminen Kustavin Kevoon. Työn toimeksiantajana toimii Vesilinniemen vesiensuojeluyhdistys ry. Opinnäytetyössä selvitetään, millainen kosteikkoratkaisu sopii parhaiten kyseiselle alueelle. Työn tavoitteena on vähentää suunnitellun kosteikon avulla Topenginlahden kohdistuvaa ravinne- ja kiintoainekuormitusta.

Opinnäytetyössä on käytetty kirjallisia ja sähköisiä lähteitä. Kosteikon suunnittelussa on hyödynnetty paikkatietoaineistoa ja maastokäynneillä saatua tietoa. Työn rakenne muodostuu kolmesta osasta: teoriasta, kosteikkosuunnitelmasta ja siihen kuuluvasta kosteikon hoito- ja seurantasuunnitelmasta sekä pohdinnasta. Luku 2 käsittelee kosteikkojen ominaispiirteitä ja toimintaperiaatteita. Luku 3 sisältää yleisiä ohjeistuksia, käytänteitä ja suosituksia kosteikkojen suunnittelussa ja mitoituksessa. Luvussa 4 käydään läpi Topenginlahden kosteikkosuunnitelmaa. Luvussa 5 keskitytään Topenginlahden kosteikon hoito- ja seurantasuunnitelmaan. Luvussa 6 pohditaan työn aikana esiintyneitä haasteita ja ongelmia sekä esitetään mahdollisia jatkotutkimusaiheita seuraavalle opinnäytetyölle.

2 Kosteikkojen ominaisuudet ja toimintaperiaatteet

Tässä opinnäytetyössä kosteikolla tarkoitetaan ensisijaisesti rakennettua vesiensuojelukosteikkoa. Kosteikon pääasiallisena tarkoituksena on parantaa veden laatua pidättämällä ravinne- ja kiintoainekuormitusta (Hagelberg ym. 2010, 4; WaterChain). Merkittävintä ravinnekuormitusta aiheuttavat typpi ja fosfori. Kuormituksen vähentämiseksi kosteikossa on useita erilaisia puhdistusmekanismeja, jotka voidaan jakaa fysikaalisiin, kemiallisiin ja biologisiin. Puhdistusmekanismien avulla voidaan pidättää ravinteita ja kiintoainesta tai poistaa ne pysyvästi. (Puustinen ym. 2007, 12.)

Kosteikko voi vesiensuojelun lisäksi tukea luonnon monimuotoisuutta sekä tarjota ihmisille virkistyskäyttöä sekä maisema-arvoa. Tällöin voidaan puhua monivaikutteisesta kosteikosta. (Hagelberg ym. 2010, 4.)

2.1 Kosteikon ominaispiirteet

2.1.1 Hydrologia ja veden lämpötila

Kosteikkoihin kohdistuva kuormitus koostuu tyypillisesti matalista ravinnepitoisuuksista ja suurista vesimääristä, erityisesti maatalouden alueilla. Vuosittain sääolosuhteilla on vaikutusta kosteikon hydrologiaan ja veden lämpötilaan. Syksyisin syyssateiden ja keväisin lumien sulamisvesien vuoksi virtaamat ovat tavallista suuremmat. Kesäisin ja talvisin virtaamat ovat pienemmät poikkeuksia lukuunottamatta. Suurten virtaamien aikana veden lämpötila on kylmempää ja pienten virtaamien aikana lämpimämpi. (Puustinen ym. 2000, 12; Puustinen ym. 2010, 12.) Lämpötilalla on vaikutusta kosteikon tehokkuuteen. Veden korkea lämpötila kosteikossa kasvattaa biologista aktiivisuutta. Vastaavasti veden lämpötilan ollessa alhainen fosforin pidättyminen ja vapautuminen hidastuvat. (Kauhanen 2012, 12–13.)

2.1.2 Viipymä

Kosteikon tarkoituksena on hidastaa veden virtausta, jotta ravinteet ja kiintoaine saadaan talteenotettua (WaterChain). Näin ollen kosteikossa mahdollisimman pitkä veden viipymä parantaa ravinteiden ja kiintoaineen pidättymistä kosteikkoon (Puustinen ym. 2007, 12). Veden viipymä riippuu kosteikon pinta-alasta ja vesitilavuudesta. Pinta-alan ja vesitilavuuden kasvaessa viipymä yleensä kasvaa, mikä parantaa kosteikon kykyä pidättää ravinteita. Kosteikon pinta-alan kokoon vaikuttaa puolestaan valuma-alueen koko. (Aitto-oja ym. 2010, 21.) Kosteikon valuma-alueella tarkoitetaan maa- ja vesialuetta, jolta vedet kertyvät kosteikkoon (Ympäristö.fi 2020). Mitä suurempi valuma-alue on kyseessä, sitä suurempi kosteikon tulee olla, jotta viipymä olisi riittävän pitkä kestoltaan (Aitto-oja ym. 2010, 21).

2.1.3 Kasvillisuus ja mikrobit

Jokainen kosteikko muodostaa erilaisen ekosysteemin niiden ominaisuuksien perusteella, joita kosteikossa on (Puustinen ym. 2007, 12). Kosteikon kasvillisuus muodostuu vesi- ja kosteikkokasvillisuudesta (Hagelberg ym. 2010, 4). Kasvillisuuden lajirunsauteen vaikuttavat sekä kasvupaikkavaatimukset että vesisyvyys ja sen vaihtelevuus. Usein kosteikon matalissa osissa esiintyy kasvillisuutta, kun taas syvemmissä osissa kasvillisuutta ei juurikaan ole. (Puustinen ym. 2007, 12.) Kasvillisuuden tarjoama kasvualusta mikrobeille edistää mikrobien vaikutusta vesien puhdistukseen. Kasvillisuuden tuottaman hapen avulla kosteikkoon muodostuu hapettomia ja hapellisia vyöhykkeitä, joita tarvitaan eri puhdistusprosesseissa. (Puustinen ym. 2000, 11.)

2.2 Kosteikon puhdistusmekanismit

2.2.1 Sedimentaatio ja resuspensio

Sedimentaatiolla tarkoitetaan kiintoaineen ja sen sisältämien mm. fosforin, typen ja torjunta-aineiden laskeutumista painovoiman seurauksena kosteikon pohjalle (Puustinen ym. 2007, 12; WaterChain). Tätä kosteikon pohjalle muodostuvaa kiintoainetta kutsutaan lietteeksi. Suurin osa kosteikkoihin veden mukana tulevasta kiintoaineesta ja fosforista on peräisin pelloilta. Kosteikossa veden viipymällä on merkittävä vaikutus sedimentaatioon: pidempi viipymä mahdollistaa suuremman kiintoainemäärän laskeutumisen. Myös kasvillisuus pidättää osan kiintoaineesta. (Puustinen ym. 2007, 12–13.)

Suurten virtaamien ja virtausnopeuksien aikana on riskinä, että kosteikon pohjalla oleva kiintoaine ja sen sisältämä fosfori lähtevät liikkeelle. Tätä kiintoaineksen liikkeelle lähtöä kutsutaan resuspensioksi. Jotta resuspensionin riski olisi mahdollisimman pieni, kosteikko tulee mitoittaa riittävän suureksi. (Puustinen ym. 2007, 13.)

2.2.2 Liunneen fosforin adsorptio ja desorptio

Kosteikossa liunneen fosforin sitoutumiseen vaikuttavat maan ja veden välinen fosforin tasapainotila. Liukoisessa muodossa olevasta fosforista käytetään lyhennettä DRP, joka tulee englannin kielen sanoista Dissolved Reactive Phosphorus. Veden DRP-pitoisuuden ylittäessä maa-aineksen DRP-pitoisuuden, fosfori pidättyy maahan. Tätä fosforin pidättymistä maahan kutsutaan adsorptioksi. Vastaavasti veden DRP-pitoisuuden ollessa maaperän DRP-pitoisuutta matalampi, fosforia vapautuu maaperästä takaisin veteen. Tätä fosforin vapautumista kutsutaan desorptioksi. Desorption estämiseksi kosteikko on sijoitettava paikkaan, jossa maaperän DRP-pitoisuus olisi veden DRP-pitoisuuteen nähden matala ja veden DRP-pitoisuus päinvastoin korkeampi maaperän DRP-pitoisuuteen. (Puustinen ym. 2007, 13.)

2.2.3 Typen denitrifikaatio

Denitrifikaatiossa veteen liuennut nitraatti (NO_3^-) pelkistyy mikrobitoiminnan seurauksena kaasumaiseksi tyypeksi (N_2). Kaasumaisen olomuodonsa vuoksi typpi poistuu pysyvästi kosteikosta suoraan ilmakehään. Denitrifikaation tehokkuuteen vaikuttaa veden lämpötila, kosteikossa esiintyvän orgaanisen aineksen määrä, saapuvan veden nitraattipitoisuus ja happiolosuhteet. Denitrifikaatio on tehokkainta hapettomissa, korkean lämpötilan olosuhteissa, jossa on paljon orgaanista ainesta saatavilla ja veden nitraattipitoisuus on korkea. Kosteikossa veden viipymällä on vaikutusta denitrifikaation kestoon. (Puustinen ym. 2007, 13–14.)

2.2.4 Biologinen ravinteiden kulutus

Kosteikossa kasvillisuudella on merkittävä vettä puhdistava vaikutus. Kasvukauden aikana kasvit kasvavat, minkä vuoksi ravinteiden kulutus vedestä on tavanomaista suurempaa. Kasvukauden ulkopuolella ravinteet kuitenkin vapautuvat takaisin veteen osana kasvien lakastumis- ja hajoamisvaihetta. Poikkeuksia ovat kasvien juuristoon ja puumaisiin kasveihin varastoituneet ravinteet, koska sieltä ne eivät lähde helposti liikkeelle. Kosteikossa voidaan tehostaa ravinteiden kulutusta niittämällä ja poistamalla kasvimassaa vuosittain, jolloin ravinteet poistuvat kasvimassan mukana. (Puustinen ym. 2007, 14.)

3 Yleisiä ohjeistuksia, suosituksia ja käytänteitä kosteikon suunnittelussa ja mitoituksessa

3.1 Kenttätutkimukset

Ennen kosteikon suunnittelua tulee tehdä kohdealueella kenttätutkimuksia, joiden laajuus vaihtelee alueen koon mukaisesti. Tärkeintä on selvittää kohdealueen maaston korkeussuhteita. (Puustinen ym. 2007, 29.) Tarkemmin maaston korkeuksien määrittelyä käydään osassa 3.4.2. *Maaston korkeus*.

Korkeussuhteiden lisäksi on myös hyvä määritellä kosteikon läheisyydessä olevien rakennusten, teiden ja ojarumpujen korkeudet. Kaivojen osalta selvitetään syvyys, vesipinta ja käyttö. Peltojen salaojitukset selvitetään ja tehdään tarvittavat muutossuunnitelmat johdattamaan vedet tulouomaa pitkin kosteikkoon. (Ruohtula 1996, 16; Puustinen ym. 2007, 29.)

Alueen nykyisestä kasvillisuudesta tulee laatia lyhyt kuvaus. Lisäksi on hyvä ottaa kuvia alueen kasvillisuudesta ja ympäristön olosuhteista, joita voidaan hyödyntää mahdollisten lausuntojen yhteydessä. (Ruohtula 1996, 16; Puustinen ym. 2007, 29.)

Kohdealueelta on selvitettävä sekä kohdealueen että valuma-alueen maalajit (Ruohtula 1996, 17). Kun selviää, mitä maalajeja on kyseessä, tiedetään samalla niiden ominaisuuksista esimerkiksi kiintoaineen laskeutumisen suhteen (Puustinen ym. 2007, 54). Jos kosteikko toteutetaan patoamalla, tulee edellä mainittujen lisäksi tutkia mm. maaperän tiiviyttä, vedenläpäisyominaisuuksia ja pohjavesiolosuhteita tulevan patorakennelman kohdasta. Suuremmassa padotuskorkeudessa on tehtävä huolellisemmin maaperä selvitystä. (Ruohtula 1996, 17.)

Lisäksi kenttätutkimusten aikana on hyvä selvittää mahdolliset alueen suojelukohteet, jotka voivat pahimmassa tapauksessa estää kosteikon toteuttamisen kokonaan (Puustinen ym. 2007, 28). Tällaisia ovat esimerkiksi

Natura-alue tai sen välitön läheisyys, luonnonsuojelualueet, uhanalaiset eliölajit ja muinaismuistoalueet (Hagelberg ym. 2010, 8).

3.2 Sedimentaatioon perustuvat vesiensuojeluratkaisut

3.2.1 Patoamalla toteutettavat kosteikot

Kosteikon perustaminen patoamalla on käytetyin menetelmä ja kaivamiseen nähden myös edullisempi vaihtoehto. Patoamalla toteutettavan kosteikon suunnittelussa tulee huomioida erityisesti alueen korkeussuhteet, jotta tiedetään, paljonko vettä voidaan padon avulla nostaa. Kosteikko kannattaa rakentaa maastoon nähden alimpaan ja kapeimpaan kohtaan, jotta pato voidaan rakentaa mahdollisimman lyhyeksi ja veden nostamiselle jää tilaa. Mahdollisuuksien mukaan patoamalla voidaan perustaa useiden altaiden muodostamia allasketjuja. (Puustinen ym. 2007, 35.)

3.2.2 Kaivamalla toteutettavat kosteikot

Tasaisilla alueilla kosteikon perustaminen edellyttää kaivamista. Kaivamisesta syntyy kuitenkin suuri määrä kaivumassaa, joka lisää kustannuksia. Näin ollen kosteikko on suositeltavaa perustaa pienelle valuma-alueelle. Kaivamalla toteutettavissa kosteikoissa tulee huomioida, että altaat ovat tiiviitä ja kosteikon muoto on loiva veden eroosion vähentämiseksi. Kaivamalla toteutettavat kosteikot edistävät luonnon monimuotoisuutta: esimerkiksi padon puuttuessa vaelluskalat voivat kulkea vapaasti kosteikkoon. (Puustonen ym. 2007, 37.) Kaivamalla perustettavat kosteikot parantavat myös linnuston elinolosuhteita tarjoamalla esimerkiksi pesimäpaikkoja kosteikkoon rakennetuista saarista (Puustonen ym. 2007, 37; Hagelberg ym. 2010, 13).

3.2.3 Laskeutusaltaat

Laskeutusaltaan perustaminen voi olla tarpeellista esimerkiksi silloin, kun kosteikon tekemiseen käytettävissä oleva pinta-ala ei ole riittävän suuri ravinteiden tehokkaaseen pidättämiseen. Laskeutusallas pidättää osan kiintoaineesta sedimentaation avulla ja hidastaa veden virtausta samalla estäen kiintoaineen resuspensiota. Laskeutusaltaat ovat kosteikkoja pienempiä ja niiden koot vaihtelevat. (Puustinen ym. 2007, 41.) Kokoeron lisäksi laskeutusallas ei pysty poistamaan vedestä liukoisessa muodossa olevia ravinteita. Koska laskeutusaltaat ovat pinta-alaltaan kosteikkoja pienempiä, laskeutusaltaiden kasvillisuus on vähäisempää. Vähäisen kasvillisuuden vuoksi liukoisten ravinteiden puhdistustehokkuus on huono, lähes olematonta. (Nybacka 2019, 2.) Laskeutusallas tulee mitoittaa riittävän suureksi, jotta viipymä olisi kestoltaan vähintään tunti (WaterChain).

3.2.4 Lietekuopat ja -taskut

Kosteikkoon laskevaan uomaan voidaan tehdä myös lietekuoppia, jotka ovat uoman syvennyksiä. Lietekuoppien koko on yleensä 1–5 m² ja syvyys 1–1,5 m. Siellä, missä uoma on riittävän pitkä ja veden virtaus on normaalisti hidasta, voidaan kaivaa useita peräkkäin olevia lietekuoppia. Jos syväne kaivetaan pitkähkömäisesti sivulle laajentaen, on kyseessä silloin lietetaskusta. Lietekuopat- ja taskut soveltuvat perustettaviksi sekä metsätalousalueilla että maatalousalueilla. Vaikka lietekuopat ja -taskut eivät pysty pidättämään liukoisessa muodossa olevia ravinteita, pystyvät ne kuitenkin pidättämään kiintoainetta. Kiintoainetta poistetaan sitä mukaan, kun lietekuoppa tai -tasku alkaa täyttyä. (Puustinen ym. 2007, 42; Ympäristö.fi 2020)

3.3 Kosteikon osat

3.3.1 Tulo- ja poistouoma

Tulouomalla tarkoitetaan uomaa, jota pitkin valuma-alueen yläpuolelta peräisin oleva vesi johdatetaan kosteikkoon. Mahdollisuuksien mukaan tulouomaa voidaan leventää ja muotoilla mutkitteluksi, minkä seurauksena veden virtaus saadaan hidastumaan. (Hagelberg ym. 2010, 12; Puustinen ym. 2007, 49.)

Poistouomalla tarkoitetaan uomaa, jota pitkin vesi virtaa pois kosteikosta. Poistouomaa on hyvä seurata kosteikon rakentamisen jälkeen mahdollisten kuivumiseen liittyvien muutosten vuoksi. (Hagelberg ym. 2010, 13.)

3.3.2 Syvän veden alue

Syvän veden alue on kasvillisuudesta vapaata avovesialuetta, jonka avulla hidastetaan veden virtausta, mikä puolestaan saa hienojakeisenkin kiintoaineen laskeutumaan. Syvänte on suunniteltava riittävän syväksi, jotta kuivanakin aikana vettä olisi vähintään yksi metri. Kiintoaineen pidättäytymisen lisäksi riittävä syvyys luo hapettomia olosuhteita, mikä mahdollistaa denitrifikaatioprosessin. Jotta avovesialue erottuisi selvästi muusta kosteikosta, syvänteen laajuus on oltava riittävän suuri. (Hagelberg ym. 2010, 12; Puustinen ym. 2007, 49.)

3.3.3 Matalan veden alue ja vedenalaiset harjanteet

Syvän veden alueen jälkeen seuraa matalan veden alue, jonka syvyys vaihtelee vuodenajan mukaan. Matalan veden alueita perustetaan usein kuorimalla pintamaakerrosta pois. Kuorittu pohjamaa pidättää hyvin veteen liuennutta fosforia. Ravinteiden pidättäytymistä ja poistamista tehostaa vesikasvillisuus, jota esiintyy matalan veden alueella runsaasti. (Hagelberg ym. 2010, 12; Puustinen ym. 2007, 50.)

Matalan veden alueelle voidaan tehdä myös vedenalaisia harjanteita, joiden tarkoituksena on hidastaa ja tasata veden virtauksia. Vedenalaiset harjanteet toteutetaan usein käyttämällä kaivamisessa saatua kaivumassaa. Harjanteiden on oltava riittävän leveitä, jotta ne säilyisivät virtaavassa vedessä mahdollisimman pitkään. (Hagelberg ym. 2010, 12; Puustinen ym. 2007, 50.)

3.3.4 Niemekkeet ja saaret

Matalan veden alueelle voidaan myös rakentaa niemekkeitä ja saaria, joiden tarkoituksena on ohjata veden kulkua tasaisesti kosteikon läpi. Samaan aikaan luonnon monimuotoisuus paranee, koska niemekkeet ja saaret luovat vaihtelevan ympäristön kosteikkoon. Saaret myös tarjoavat alueen linnuille pesimäpaikkoja. Lisäksi kosteikon maisemallinen ulkonäkö paranee. Niemekkeitä ja saaria voidaan rakentaa vedenalaisten niemekkeiden tavoin kaivuumassasta. Suunnittelussa tulee pyrkiä siihen, ettei niemekkeiden ja saarien yhteyteen muodostuisi kohtia, joissa vesi ei virtaa lainkaan. (Hagelberg ym. 2010, 13; Puustinen ym. 2007, 51.)

3.3.5 Patorakennelma

Padon avulla saadaan vesi pidettyä halutulla korkeudella. Padot voidaan jakaa kahteen luokkaan: pohjapatoon eli ylisyyksypatoon ja pintapatoon. (Hagelberg ym. 2010, 12.)

Pohjapadolla nostetaan vesi halutulle tasolle, minkä jälkeen vesi pääsee virtaamaan vapaasti kosteikosta pois. Pohjapadon kannalta on hyvä mitoittaa pato riittävän leveäksi ja pitkäksi sekä loivaksi, jotta esimerkiksi kalat pääsevät kulkemaan padon yli. Erillaisia pohjapatomalleja ovat esimerkiksi V-aukkoinen mittapato ja kivistä tehty pohjapato. (Hagelberg ym. 2010, 14–15.)

Pintapadoissa vesi poistuu kosteikosta padon korkeimman kohdan alapuolelta putkea pitkin. Suunnittelussa tulee huomioida erityisesti putkien jäätymisvaara sekä roskien ja kasvillisuuden kulkeutuminen putkeen, jotta putkien

tukkeutuminen vältettäisiin. Roskien ja kasvillisuuden aiheuttamien tukkeumien estämiseksi on suositeltavaa asentaa putkiin suojaritilät. Suunnittelussa on myös hyvä huomioida padotetun kosteikon tyhjentäminen tarvittaessa. Jos tyhjentäminen tehdään, se toteutetaan pinnalta, jotta resuspensiota ei tapahtuisi. Pintapatomalleja ovat esimerkiksi kahdella putkella toteutettavat padot, padon läpi menevät putket ja munkki. (Hagelberg ym. 2010, 17–19.)

3.3.6 Tulva-alueet ja penkereet

Kosteikon reunoille jätettyjen tulva-alueiden tarkoituksena on tasata ajoitaisia tulvia ja lisätä veden viipymää kosteikossa. Jos alueella tulvat ovat suuria, on suositeltavaa rakentaa tulva-alueiden ympärille penkereitä. Penkereiden avulla varmistetaan veden pysyminen kosteikossa. (Hagelberg ym. 2010, 13.)

3.3.7 Kasvillisuus

Kasvillisuus sitoo ravinteita käyttämällä niitä kasvien omissa elintoiminnoissa, hidastaa veden virtausta vaikuttaen veden viipymään kosteikossa ja lisää luonnon monimuotoisuutta (Hagelberg ym. 2010, 13).

Kosteikon kasvillisuutta voidaan lisätä kylvämällä siemeniä ja istuttamalla taimia. Kylvämisessä ja istutuksissa suositetaan mieluiten alueella esiintyvien kasvilajikkeita. Kasvillisuus leviää myös itsekseen. (Puustinen ym. 2007, 52.) Uudessa kosteikossa kasvillisuutta alkaa esiintymään ensimmäisenä niemekkeissä, saarissa ja vedenalaisissa harjanteissa eli toisin sanoen kosteikon matalan veden alueella (Hagelberg ym. 2010, 13).

Monimuotoisen kasvillisuuden kannalta on suositeltavaa, että kosteikon vesisyvyys pienenee tasaisesti ja kosteikossa vesisyvyys on vaihtelevaa. Tasaisesti vaihteleva vesisyvyys luo hyvät kasvuolosuhteet eri vesisyvyyttä vaativille kasveille. Vaihteleva vesisyvyys varmistaa sen, ettei syvän veden alueeksi tarkoitettulle alueelle pääse kasvillisuutta kasvamaan, vaan se jätetään vapaaksi kasvillisuudesta. Toinen tapa, jolla voidaan estää kasvillisuuden

levittäytymistä syvän veden alueelle, on lisätä kiviä altaan reunoihin. (Puustinen ym. 2007, 52.)

3.4 Mitoitus

3.4.1 Valuma-alueen määrittäminen, peltojen osuus ja kosteikon koko

Kosteikon valuma-alueen määrittämiseksi tarvitaan kartta, jonka avulla korkeuserojen mukaan rajataan alue, jolta uskotaan veden kerääntyvän. Kun valuma-alue on määritetty, voidaan laskea sen pinta-ala. Tukien myöntämisen kannalta on hyvä myös selvittää ja laskea valuma-alueella esiintyvien peltojen pinta-aloja ja prosenttiosuuksia (Hagelberg ym. 2010, 8–9).

Kun on määritetty valuma-alueen pinta-ala ja peltojen osuudet, voidaan suunnitella kosteikon pinta-alan suuruutta. Suositusten mukaan kosteikon pinta-alan on oltava vähintään 0,5–2 % valuma-alueen pinta-alasta, josta peltoa on oltava vähintään 10–20 %. Näin saadaan pinta-alaltaan riittävän suuri kosteikko. (Hagelberg ym. 2007, 10; WaterChain.)

3.4.2 Maaston korkeus

Tärkeintä suunnittelussa on määrittää maan ja veden pinnan korkeus kosteikon alku- ja loppupäässä. Tämä koskee erityisesti padottamalla toteutettavissa kosteikoissa, jotta voidaan laskea, paljonko vettä voidaan turvallisesti nostaa aiheuttamasta tulvahaittoja. (Hagelberg ym. 2010, 10.) Jos kosteikko toteutetaan kaivamalla, voidaan maaston korkeuksien mukaan laskea keskimääräistä kaivuusyvyyttä ja tämän perusteella arvioida kaivuumassan määrää.

Maaston korkeuden määrittely voidaan toteuttaa eri tavoilla. Eräs tapa on vaaittaminen, missä käytetään vaaituskojetta ja mittakeppiä, jolloin tarvitaan vähintään kahta henkilöä (Hagelberg ym. 2010, 10). Vaaituksessa kojeen avulla mitataan pystysuora etäisyys mittakepin ja kojeen väliltä, minkä jälkeen näiden

kahden pisteen välinen korkeusero luetaan (Laurila 2012, 205). Toinen tapa määrittellä maaston korkeus on hyödyntää paikkatietoaineistoa. Ilmaisia paikkatietoaineistoja voi ladata esimerkiksi Maanmittauslaitoksen sivuilta, joita voidaan sitten hyödyntää paikkatieto-ohjelmistoissa. (Maanmittauslaitos.)

3.4.3 Keskiylivirtaaman laskeminen

Virtaamalla tarkoitetaan veden määrää, joka virtaa tietyssä ajassa tietyn uoman poikkileikkauksen läpi. Virtaama sisältää kaiken valuma-alueen läpi virtaaman veden ja koostuu pääasiassa sadevedestä. Vuoden suurimmat virtaamat ajoittuvat syksyisin ja keväisin, vastaavasti kesäisin ja talvisin virtaamat ovat pienempiä poikkeuksia lukuunottamatta. Kosteikon mitoitusvirtaamassa käytetään yleensä keskiylivirtaaman arvoa (MHQ). (Puustinen ym. 2007, 29–30.) Keskiylivirtaaman laskemisen tarkoituksena on hyödyntää siinä saatua arvoa muiden tarvittavien kosteikon mitoitustietojen laskemiseen. Esimerkiksi keskiylivirtaaman avulla voidaan laskea arvio veden viipymästä kosteikossa. (Puustinen ym. 2007, 58.) Keskiylivirtaama voidaan määrittellä kyseisellä alueella tehtyjen virtaamamittausten ja seurantatietojen perusteella (Puustinen ym. 2007, 30). Keskiylivirtaama voidaan laskea usealla eri tavalla, mutta yleensä se lasketaan seuraavan kaavan mukaisesti:

$$MHQ = A \cdot [0,018 \cdot (C + I_s)^2 - 1,2 \cdot (C + I_s) + 0,29 \cdot E_0 - 0,50 \cdot F_s + 126]$$

missä MHQ = keskiylivirtaama (m³/s)

A = valuma-alueen pinta-ala (km²)

C = peltojen osuus valuma-alueesta (%)

I_s = päällystetyn maan tai avokallion osuus valuma-alueesta (%)

E₀ = valuma-alueen purkautumiskohdan korkeus merenpinnasta (m)

F_s = kasvava puusto koko valuma-alueelle jaettuna (m³ ha⁻¹)

Kaava 1. Keskiylivirtaaman (MHQ) kaava selitteineen (Puustinen ym. 2007, 30)

Toinen tapa laskea keskiylivirtaama on käyttää kosteikon mitoitukseen tarkoitettua Excel taulukkoa. Esimerkiksi Suomen riistakeskuksen mitoitusaulukossa kosteikon keskiylivirtaama laskea seuraavalla tavalla:

$$MHQ = \left(\frac{0,55 \cdot Hq_{1/20}}{1000} \right) * F$$

missä MHQ = keskiylivirtaama (m³/s)

Hq_{1/20} = kerran 20 vuodessa tapahtuva ylivaluma (l/s/km²)

F = valuma-alueen pinta-ala (km²)

Kaava 2. Keskiylivirtaaman (MHQ) kaava selitteineen (Suomen riistakeskus)

3.4.4 Viipymän laskeminen ja hydraulinen tehokkuus

Veden viipymän laskeminen on tärkeää, koska sen avulla voidaan arvioida kosteikon toimivuutta kiintoaineen ja ravinteiden pidättämisessä (Puustinen ym. 2007, 12). Kosteikon toimivuuden kannalta veden viipymän olisi oltava riittävän suuri, vähintään yksi vuorokausi (Puustinen ym. 2007, 57, 59). Kosteikon viipymä voidaan laskea monella tavalla. Yksi tapa on jakaa kosteikon tilavuus aikayksikössä, jolloin saadaan nimellisviipymä. Nimellisviipymä kuvaa veden teoreettista tilannetta, jossa vesi kulkee samalla nopeudella koko kosteikon läpi. Käytännössä vesi kuitenkin virtaa kosteikossa eri nopeuksilla. (Puustinen ym. 2007, 57.) Toinen tapa laskea viipymä on käyttää erilaisia kosteikon mitoitukseen tarkoitettuja Excel taulukoita. Esimerkiksi Suomen riistakeskuksen mitoitusaulukossa kosteikon viipymä lasketaan seuraavalla tavalla:

$$T = \frac{A \cdot 10000 \cdot h}{MHQ \cdot 3600}$$

missä T = viipymä (h)

A = kosteikon vesipinta-ala (ha)

h = kosteikon keskisyvyys (m)

MHQ = kosteikon keskiylivirtaama (m^3/s)

Kaava 3. Viipymän laskukaava selitteineen (Suomen riistakeskus)

Veden viipymää kosteikossa voidaan kasvattaa, mikäli huomataan viipymän olevan liian lyhyt. Viipymää voidaan kasvattaa lisäämällä kosteikon pinta-alaa ja/tai syvyyttä. Usein tyydytään kosteikon pinta-alan kasvattamiseen, koska kaivamalla kosteikkoa syvemmäksi kustannukset kasvavat kaivuumassan vuoksi. (Puustinen ym. 2007, 58.)

Veden viipymä vaikuttaa suuresti kosteikon hydrauliseen tehokkuuteen, samoin kosteikon muoto ja rakenne. Pitkäomainen, mutkitteleva ja leveä reitti lisää veden matkaa ja siten myös hydraulista tehokkuutta. Suositus kosteikon leveys-pituus suhteelle voidaan pitää 3:1–5:1. (Puustinen ym. 2007, 59.)

Mutkittelevuutta voidaan lisätä kosteikkoon rakentamalla esimerkiksi niemekkeitä ja saareja (Hagelberg ym. 2010, 13).

3.5 Hoito ja kunnossapito

3.5.1 Kasvillisuuden hoito

Kasvillisuuden hoidon tarkoituksena on ylläpitää monipuolista kasvillisuutta ja estää liiallisen kasvillisuuden määrää kosteikossa. Hoitamattoman kosteikon seurauksena kosteikossa esiintyy muutama hallitseva kasvilaji, jotka heikentävät muiden kasvilajien menestystä. Myös kosteikon umpeenkasvun riski kasvaa, jos kosteikkoa ei hoideta. (Puustinen ym. 2007, 69.)

Niittäminen on käytetyin kasvillisuuden hoitomenetelmä, koska se sopii jokaiseen kosteikkoon. Jotta kosteikkoon jäisi monipuolista kasvustoa, niitto toteutetaan osa-alueittain ja pyritään välttämään oikovirtausten syntymistä. Niitossa poistettu kasvusto kuljetetaan pois alueelta, jotta hajoamisen yhteydessä ravinteita ei vapautuisi takaisin ympäristöön tai vesistöön. Poistettua kasvimassaa voi hyödyntää esimerkiksi kompostoimalla. (Puustinen

ym. 2007, 69–70.) Niittämistä ei voi tehdä lintujen pesimäaikana, joka Suomessa sijoittuu huhtikuun puolivälistä heinäkuun loppuun asti (Puustinen ym. 2007, 70; WWF 2020). Niittämisen kannalta paras ajankohta on päättynyt kasvukausi, koska ravinteet eivät ole ehtineet varastoitua kasvien juuristoon. Tällöin ravinteet poistuvat niitossa kasvimassan mukana. (Puustinen ym. 2007, 70.)

Kosteikolla esiintyvää puustoa voidaan tarvittaessa harventaa rehottamisen estämiseksi. Puustolla on kuitenkin monia hyviä puolia ravinteiden pidättämisessä, joten harventamista ei kovin usein tehdä. Lisäksi puut tarjoavat linnuille pesimäpaikkoja. (Puustinen ym. 2007, 70.)

3.5.2 Lietteen poisto ja sijoittaminen

Kosteikon syvänteeseen kertynyt liete on poistettava ennen kuin se täyttyy kokonaan aiheuttaen resuspensiota. Sedimentoituvan kiintoaineksen määrä vaikuttaa tyhjentämiskertoihin. Yleisesti lietteen tyhjennys on suositeltavaa tehdä 2–5 vuoden välein, mutta vastavalmistuneiden kosteikoiden kohdalla lietteen poisto tehdään syksyisin ja keväisin, jotta saadaan selville arvio lietteen määrästä. (Puustinen ym. 2007, 69.)

Lietteen poistaminen on suotavaa tehdä aliveden aikana, kun veden pinnan korkeus on alimmalla tasolla. Matala veden pinnan korkeus vähentää veden virtausta ja siten vähentää resuspension todennäköisyyttä. Lietettä poistetaan käyttämällä kaivinkonetta tai lietepumppua. Poistettua, ravinnepitoista lietettä voidaan käyttää esimerkiksi lannoitteena pelloilla. (Puustinen ym. 2007, 69.)

Lietteen käyttäminen lannoitteena voi toisaalta heikentää viljelyä, jos liete sisältää mm. maataloudesta peräisin olevia torjunta-aineita (WaterChain).

3.5.3 Pato- ja pengerrakenteiden kunnon tarkistus

Pato- ja pengerrakenteet pitää tarkastaa joka vuosi keväisin ja syksyisin suurten virtaamien jälkeen. Erityisesti ensimmäisten vuosien aikana on tärkeää

tarkastaa kosteikon rakenteiden kunto. Jos tarkastusten aikana huomataan vaurioita, korjaukset tulee tehdä mahdollista pian ennen kuin vauriot pahenevat. (Hagelberg ym. 2010, 24; Puustinen ym. 2007, 69.)

Patoamalla toteutettavissa kosteikoissa on tärkeää seurata padon pitävyyttä, sillä pienikin vuotokohta padossa voi suurten virtaamien aikana rikkoa padon. Jos padossa on ylivuotoputki, myös putken toimivuus on tarkistettava ja poistettava esimerkiksi mahdolliset tukkeumat. Juoksutusrakenteissa kiveyksen tai muun materiaalin paikoillaan pysymistä pitää seurata. Lisäksi penkereiden luiskakaltevuuksia on erittäin tärkeää seurata, sillä liian jyrkät luiskat voivat suurten virtaamien aikana vaurioitua. (Hagelberg ym. 2010, 24; Puustinen ym. 2007, 69.)

3.6 Kartat

Kun kosteikon suunnittelu ja mitoitus on valmis, laaditaan ainakin kaksi karttaa, sijaintikartta ja suunnitelmakartta, Maa- ja metsätalousministeriön ohjeistuksen mukaisesti. Sijaintikartan mittakaavana käytetään yleensä 1:10 000 tai 1:5 000. Sijaintikarttaan merkitään nimensä mukaisesti kosteikon sijainti. Suunnitelmakartan mittakaava vaihtelee hankkeen koon mukaisesti, mutta yleensä käytetään riittävän tarkkana mittakaavana 1:2 000. Suunnitelmakarttaan merkitään mm. korkeustiedot, rakennukset ja rakennelmat alueelta. Myös valuma-alueen sijaintikartta voidaan laatia, jolloin mittakaavana käytetään 1:20 000 tai 1:50 000. (Ruohtula 1996, 15–16.)

3.7 Pituus- ja poikkileikkaukset

Kosteikkosuunnitelmaa varten laaditaan kosteikon rakenteesta piirrustuksia, joita ovat pituus- ja poikkileikkaukset. Leikkauskuvien sijainnit kosteikon alueella riippuvat siitä, miten parhaiten ne tuovat esille kosteikon rakenteen ja ominaisuuden. Leikkauskuvista tulee näkyä eri kosteikon osien korkeuksia

suhteessa merenpinnan korkeuteen. Leikkauskuvien on oltava selkeitä ja ne on piirrettävä oikeassa mittasuhteessa. (Alhainen, M. 2015.)

3.8 Kustannusarvio

Kustannusarvion tarkoituksena on arvioida sitä, paljonko kosteikon perustaminen tulee maksamaan. Kosteikon rahoitusta varten on laadittava kustannusarvio. Hyvä tapa aloittaa kustannusarvion tekeminen on miettiä, mistä kaikista toimenpiteistä syntyy kustannuksia. Tämän jälkeen arvioidaan kustannusten suuruuksia eri toimenpiteiden osalta. Arviot voivat perustua esimerkiksi erilaisiin laskuihin tai palvelua tarjoavien yritysten hintoihin.

Suurimmat kustannukset muodostuvat kosteikon kaivamisesta ja kaivuumassan käytöstä materiaalina kosteikkorakenteissa. Jos kosteikko perustetaan kokonaan kaivamalla, kustannukset ovat paljon suuremmat verrattuna patoamalla toteutettavaan kosteikkoon. Tämä johtuu suurista kaivuumassoista. Kaivamisen lisäksi myös kosteikon viimeistely sekä kosteikkorakenteiden ja altaiden luiskien kaltevuuksien muotoilu, lisäävät kustannusten suuruutta. (Puustinen ym. 2007, 71.)

3.9 Kosteikkoon tarvittavat luvat

Kosteikon perustaminen voi vaatia vesilain säädösten mukaista lupaa, jonka alueellinen ympäristöviranomais voi myöntää. Aina lupaa ei tarvita, sillä esimerkiksi maanomistaja voi perustaa kosteikon, kunhan sen vaikutukset kohdistuvat vain hänen alueellensa. Mikäli kosteikon vaikutukset ulottuvat myös naapureiden alueelle, tarvitaan naapureiden suostumus kosteikon perustamista varten. (Hagelberg ym. 2010, 6; Puustinen ym. 2007, 28.)

Lupaa voidaan tarvita, jos kosteikko perustetaan luonnontilaiseen uomaan tai pohjavesialueelle. Luonnontilaiset uomat ovat usein suojeltuja, jolloin vesilaki rajoittaa kosteikkojen rakentamista niihin. Vastaavasti pohjavesialueilla vesilaki suojelee pohjavettä mahdollisilta riskeiltä, joita kosteikon rakentamisesta voi

aiheutua. Esimerkiksi pohjaveden laatu voi heikentyä tai sen saanti voi vaikeutua veden pinnan alentumisen seurauksena. Lupaa varten pohjavesialueella on selvitettävä mm. pohjavesi- ja maaperäolosuhteet, kosteikon rakentamisen vaikutukset ja vaihtoehtoiset sijoituspaikat. (Hagelberg ym. 2010, 6–7.)

Vesilain lisäksi kosteikon perustamista varten voidaan jossakin tapauksissa tarvita mahdollisesti myös muita lupia. Esimerkiksi padottamalla toteutettava kosteikko voi tarvita patoturvallisuuslain säädösten mukaista lupaa, mikäli padon murtumisen ja kosteikon veden äkillisellä tyhjentymisellä aiheutuu vaaraa mm. ihmisille, ympäristölle ja omaisuudelle. Patoturvallisuuslaki edellyttää samalla padon luokittelua vaarallisuuden mukaan ja asettaa tiettyjä vaatimuksia suunnittelusta aina padon käyttöön asti. Lupaa padon rakentamiselle voi hakea patoturvallisuusviranomaiselta. (Hagelberg ym. 2010, 7.)

Jos kosteikko vaikuttaa merkittävästi maisemaan asemakaava-, yleiskaava tai muulla alueella, tarvitaan maankäyttö- ja rakennuslain säädösten mukainen maisematyö lupa, vaikka kosteikko tehtäisiin omalle maalle. Maisematyöluvan myöntää kunnan ympäristönsuojeluviranomainen ja kyseistä lupaa voidaan tarvita esimerkiksi kaivuumassojen läjittämistä varten. (Puustinen ym. 2007, 28.)

3.10 Kosteikon rahoitus

Kosteikon perustamista ja/tai hoitoa varten voi saada rahoitusta erilaisilta tahoilta. Rahoitusta myöntäviä tahoja ovat esimerkiksi Ruokavirasto ja ELY-keskukset. Rahoitusta varten tulee Puustisen ym. (2007, 26) mukaan laatia rahoitushakemus, joka sisältää arvion hankkeen vaikutuksesta ja siitä, kuinka kosteikko tulee edistämään vesiensuojelua ja luonnon monimuotoisuutta. Myös muita mahdollisia tekijöitä, joilla on hanketta puoltavia vaikutuksia, tulee sisältyä rahoitushakemukseen. Riippumatta siitä, mistä rahoitusta haetaan, rahoitushakemukseen liitetään vaadittuja asioita. Puustisen ym. (2007, 26) mukaan yleisesti rahoitushakemukseen on ainakin liitettävä kartta, josta selviää

rakennettavan/hoidettavan kohteen sijainti sekä kosteikon hoitosuunnitelma ja kustannusarvio.

3.10.1 Ei-tuotannollisten investointien tuki

Ei-tuotannollisten investointitukien tarkoituksena on tukea perustettavien kosteikoihin liittyvissä kustannuksissa (Puustinen ym. 2007, 26). Tuen lähtökohtana on, että perustettava kosteikko edistää vesiensuojelua, luonnon monimuotoisuutta tai molempia. Tukea myönnetään kosteikoille, joiden perustamispaikan yläpuolisella valuma-alueella on peltoa yli 10 %. Lisäksi tukien myöntämisen edellytyksenä on, että kosteikon kokonaispinta-alan pitää olla vähintään 0,5 % yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta. Kosteikon kokonaispinta-alaksi lasketaan vesialueiden lisäksi myös kosteikon reuna-alueet, kuten esimerkiksi penkereet ja tulva-alueet. Tukea voidaan maksaa enintään 11 669 € kosteikkohehtaaria kohden. Jos kosteikon koko on noin 0,3-0,5 ha, tällöin tuen suuruus on enintään 3 225 € kohteelta. (Ruokavirasto 2022.)

3.10.2 Ympäristötuen erityistuki

Ympäristötuen erityistuen tarkoituksena on tukea kosteikon hoitoa (Puustinen ym. 2007, 26). Tuen avulla voidaan tehdä kosteikkoon hoitotoimenpiteitä, kuten esimerkiksi lietteen tyhjennystä ja ylimääräisen kasvillisuuden poistoa sekä patorakenteiden korjausta. Tuen myöntämistä varten voidaan laatia esimerkiksi ympäristösopimus, jonka voimassaolo on viisi vuotta. Erityisesti, jos kosteikon perustamiseen on saatu ei-tuotannollista investointitukea, voidaan laatia ympäristösopimus kosteikon hoidon varmistamiseksi. Tukea maksetaan sopimuksen mukaisesti 450 €/ha/vuosi. (Ruokavirasto 2021.) Sopimuksen lisäksi tuki edellyttää hoitopäiväkirjan täyttämistä (Puustinen ym. 2007, 26).

3.10.3 Muut rahoitusmahdollisuudet

Edellä mainittujen tukien lisäksi on mahdollista saada muuta rahoitusta. Riippumatta siitä, mistä tukea haetaan, on perustettavan kosteikon edistettävä vesiensuojelua ja luonnon monimuotoisuutta. (Puustinen ym. 2007, 27.)

Alueellisten maaseutuohjelmien kautta on mahdollista saada rahoitusta kosteikon perustamiseen. Edellytyksenä tähän on kuitenkin se, että kosteikon perustamisen tulee tukea alueen maaseutuohjelman tavoitteita ja strategiaa sekä edistää maaseudun kehittämistä. (Puustinen ym. 2007, 27.)

Paikalliset metsästysseurat, vesien- ja luonnonsuojeluyhdistykset ja muut vastaavat tahot voivat auttaa perustamaan kosteikkoja. Seurat ja yhdistykset tarjoavat korvaamatonta talkootyötä, jolla saadaan kustannuksia alhaisemmiksi. Usein mukana olleet seurat ja tahot auttavat myös kosteikon jälkihoidossa ja ylläpidossa. (Puustinen ym. 2007, 27.)

Myös harkinnanvaraisia valtionavustuksia voidaan hakea kosteikon rahoittamiseksi. Esimerkiksi ELY-keskus myöntää Vesien- ja merenhoidon toimenpiteiden toteuttaminen -valtionavustusta, jonka tavoitteena on parantaa vesien tilaa. Kyseistä tukea myönnetään sellaisiin kohteisiin, joissa veden tila on huono tai nykyisen hyvän tilan säilymiseen kohdistuu riski. Avustuksen myöntämisen edellytyksenä on, että kosteikon perustamista varten on hankittava tarvittavat vesilain ja muun lainsäädännössä määritetyt luvat ja oikeudet. Avustuksen suuruus on 50 % kosteikon perustamiseen liittyvistä kokonaiskustannuksista. Avustuksen kesto on korkeintaan kolme vuotta. (ELY-keskus 2023.)

4 Topenginlahden kosteikkosuunnitelma

4.1 Yleiskuva alueesta

Kosteikon perustamispaikka sijaitsee Kustavin Kevossa, Sammalperäntie 13 pohjoispuolella, lähellä Topenginlahden rantaa (kts. kuva 1). Topenginlahti on yhteydessä Selkämereen ja sitä kautta Itämereen. Perustamispaikka on paikkatietoaineiston perusteella melko tasaista ja hieman merenpintaa korkeammalla tasolla. Alueen maaperä muodostuu pääasiassa savesta ja kallioperästä (kts. liite 1). Perustamispaikka ei sijaitse happamien sulfaattimaiden alueella (kts. liite 2). Alueen halki kulkee kaivettu oja/uoma, joka laskee Topenginlahteen. Uoman ylävirrassa tien eteläpuolella on aikaisemmin ollut luontainen kosteikko. Maanomistaja Jarmo Hakalan mukaan (keskustelu 3.11.2022) suunnittelualueen läpi kulkee vesijohtoja ja maakaapeleita, pääasiassa uoma pitkin (kts. liite 3). Alueella esiintyy rehevää kasvillisuutta, erityisesti järviruokoa ja tervaleppää. Topenginlahden rannan läheisyyteen on rakennettu muutamia kesämökkejä. Kosteikon perustamispaikka ei sijaitse Natura-alueella tai sen välittömässä läheisyydessä eikä myöskään luonnonsuojelualueella. Alueella ei tiedetä esiintyvän suojeltavia uhanalaisia eliöitä eikä muinaismuistorakennuksia.



Kuva 1: Alueen sijainti kartalla. Vihreän ympyrän alue tarkoittaa kosteikon perustamispaikkaa. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan ja rinnevarjostuksen 05/2022 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.

Topenginlahteen kohdistuu tällä hetkellä ravinne- ja kiintoainekuormitusta etenkin suurten virtaamien aikana. Ravinteet ja kiintoaines ovat peräisin pääasiassa tien eteläpuolella sijaitsevilta pelloilta. Suuret virtaamat ajoittuvat tyypillisesti syksyille ja keväälle. Syksyisin esiintyy myös tuulen aiheuttamia meritulvia, jotka voivat ulottua joinakin vuosina hyvinkin kauas (kts. liite 4). (Aarnio, N., sähköpostiviesti 23.5.2022.)

4.2 Vesiensuojeluvaihtoehdot

Ennen varsinaista suunnittelua selvitettiin mahdollisia vaihtoehtoja vesiensuojeluratkaisuista kosteikon perustamispaikalle. Selvityksen jälkeen tehtiin vertailu vesiensuojeluratkaisuvaihtoehtojen kesken kahdesta näkökulmasta: kuinka tehokas ratkaisu on kuormituksen vähentäjänä Topenginlahteen huomioiden samalla ajoittaiset meritulvat ja arvion kustannuksista, joita syntyisi toimenpiteiden aikana. Tässä ei käydä yksityiskohtaista ratkaisun rakennetta läpi, vaan ainoastaan ideaa siitä, millaisia

vesiensuojeluratkaisuja on selvitetty ja mikä näistä on valittu tarkempaa suunnittelua varten.

4.2.1 Yksi iso kosteikko

Ensimmäinen idea vesiensuojeluratkaisusta oli yhden suuren kosteikon perustaminen (kts. kuva 2). Maanpinnan tasaisuuden vuoksi kosteikko olisi perustettu kaivamalla. Kaivamisen vuoksi kosteikko olisi sijoitettu kokonaan Sammalperäntien 13 pohjoispuolelle savimaa-alueelle. Kosteikon kokoa olisi rajannut ympärillä olevat kallioperäalueet, pohjoisessa kiinteistöraja ja etelässä Sammalperäntie 13. Kosteikon koko olisi ollut noin 1,6 ha.



Kuva 2: Arvio yhden suuren kosteikon sijainnista ja koosta perustamispaikalla. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan 03/2023 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.

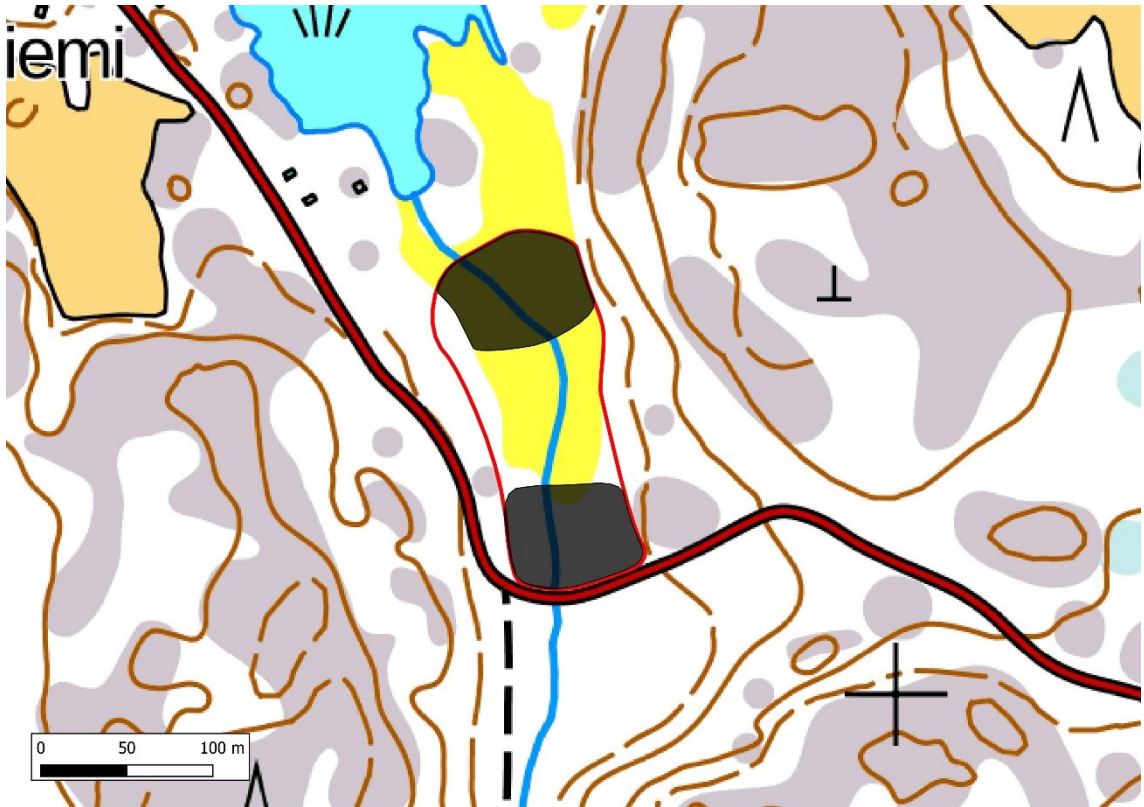
Kuormituksen vähentäjänä yksi iso kosteikko olisi ollut tehokas. Suuren pinta-alansa ja vesitilavuutensa vuoksi veden viipymä olisi kosteikossa ollut pitkä (Puustinen ym. 2007, 12), mikä olisi parantanut ravinteiden ja kiintoaineen pidättymistä. Kaiken kiintoaineen kerääntyessä yhteen ainoaan kosteikkoon on kuitenkin riskinä se, että suurten virtaamien aikana tapahtuisi resuspensiota (Puustinen ym. 2007, 13). Alueella esiintyy kuitenkin ajoittaisia meritulvia, jotka voivat ulottua hyvin kauas. Pahimmassa tapauksessa nämä meritulvat voisivat aiheuttaa koko kosteikkoon kerääntyneen kiintoaineen uudelleen liikkumisen ja päätyminen Topenginlahteen. Toisaalta kosteikon ollessa suuri, resuspension riski on pieni (Puustinen ym. 2007, 13).

Tässä vaihtoehdossa kosteikon perustamisen kustannukset olisivat olleet todella suuret. Suurin osa kustannuksista olisi muodostunut pelkästään kosteikon kaivamisesta ja siitä syntyneen kaivuumassan kuljetuksista. Suuren kosteikon vuoksi kaivettavaa olisi ollut paljon. Vaikka osa kaivuumassasta olisi läjitetty kosteikon rakenteisiin, suurin osa siitä olisi pitänyt läjittää muualle. Läjittäminen olisi myös tullut kalliiksi, koska kaivuumassaa olisi paljon. Kosteikon tieltä kasvillisuuden raivaaminen ja niittäminen tuskin olisi ollut kallista, koska se oltaisiin tehty todennäköisesti talkootyönä.

Yhden suuren kosteikon perustaminen olisi ollut kuormituksen vähentäjänä riittävän tehokas. Siitä huolimatta, tätä vesiensuojeluratkaisuvaihtoehtoa ei valittu tarkempaan suunnittelua varten johtuen ennen kaikkea kosteikon perustamiseen liittyvistä suurista kustannuksista. Myöhemmin saaduilla tiedoilla myös vesijohdot ja maakaapelit olisivat estäneet ison kosteikon perustamista sellaisenaan, sillä erityisesti maakaapeleiden päälle ei saa rakentaa (Elenia). Lisäksi vesijohdot ja maakaapelit voisivat vahingoittaa kosteikon perustamisen yhteydessä. Näin ollen yhden ison kosteikon perustaminen ei olisi ollut mahdollista toteuttaa tai sen toteuttaminen olisi ollut erittäin hankalaa.

4.2.2 Kaksi pientä kosteikkoa

Toinen idea vesiensuojeluratkaisusta oli kahden pienemmän kosteikon perustaminen (kts. kuva 3). Edellisen tavoin kosteikot olisi perustettu kaivamalla.



Kuva 3: Arvio kahden pienemmän kosteikon sijainnista perustamispaikalla. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan 03/2023 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.

Kuormituksen vähentäjänä kaksi pienempää kosteikkoa olisi ollut tehokas, vaikka kahden kosteikon yhteenlaskettu pinta-ala olisi ollut edelliseen verrattuna pienempi. Tehokkuus perustuisi siihen, että ensimmäinen kosteikko pidättäisi suurimman osan ravinteista ja kiintoaineksesta, loput päätyisivät toiseen kosteikkoon. Lähempänä Topenginlahtea sijaitseva kosteikko altistuisi ainoastaan meritulville, jolloin ravinnekuormitus olisi pienempää.

Kahden pienen kosteikon perustamisen kustannukset olisivat olleet myös suuret. Vaikka kahden kosteikon vesipinta-ala olisi ollut pienempi, edelleen suurimmat kustannukset muodostuisivat kosteikon kaivamisesta ja siitä syntyneen kaivuumassan kuljetuksista. Yhden suuren kosteikon tavoin myös kasvillisuuden raivaaminen ja niittäminen kosteikon perustamispaikalla ei olisi kallista talkootöiden vuoksi.

Kahden pienemmän kosteikon tehokkuus kuormituksen vähentäjänä olisi tehokkaampi kuin yhdessä isossa kosteikossa sen vuoksi, että lähtökohtaisesti vain toinen kosteikko altistuisi meriveden tulville. On kuitenkin mahdollista, että meritulva voi olla tavallista korkeampi, jolloin se ulottuisi myös kauimpaan kosteikkoon. Toisin kuin edellisessä, kahden pienen kosteikon perustaminen olisi ollut käytännössä mahdollista toteutta pienemmän tilavaatimuksen vuoksi. Siitä huolimatta, tätäkään vesiensuojeluratkaisuvaihtoehtoa ei valittu tarkempaan suunnittelua varten johtuen kosteikon perustamiseen liittyvistä suurista kustannuksista.

4.2.3 Yksi kosteikko ja laskeutusallas

Kolmas idea vesiensuojeluratkaisusta oli yhden kosteikon ja laskeutusaltaan perustaminen edellisten tavoin kaivamalla. Tässä ratkaisussa olisi samanlainen rakenne kuin edellisessä kahdessa pienemmässä kosteikossa, mutta yksi kosteikko olisi korvattu laskeutusaltaalla (kts. kuva 4). Yhden kosteikon koko olisi ollut kahden pienen kosteikon ja yhden suuren kosteikon väliltä. Laskeutusallas sijoitettaisiin ennen kosteikkoa ylävirtaan. Koska laskeutusallas olisi pienempi kuin kosteikko, tehokkuus kuormituksen vähentäjänä olisi pienempää, mutta suurempaa verrattuna yhteen isoon kosteikkoon.

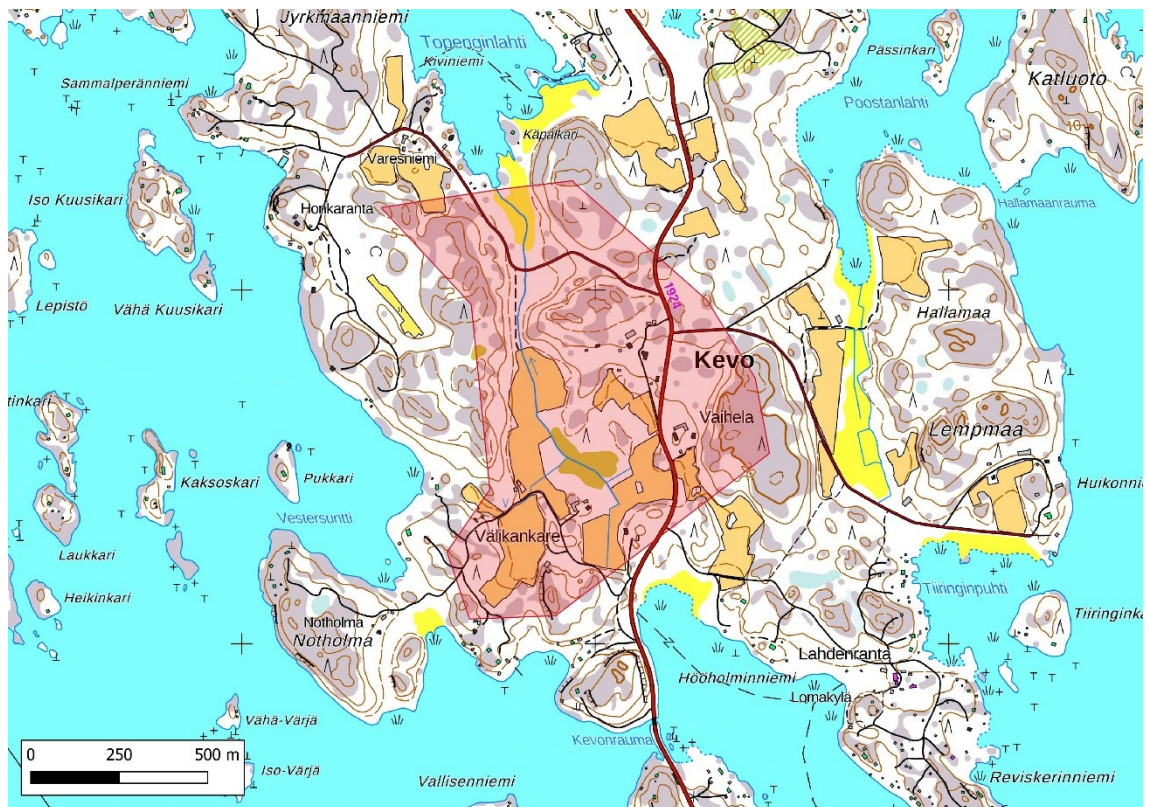


Kuva 4: Alkuperäinen idea yhden kosteikon ja laskeutusaltaan sijainnista perustamispaikalla. Laskeutusallas olisi sijoitettu lähelle peltoa. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan ja rinnevarjostuksen 03/2023 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.

Edellisten vaihtoehtojen tavoin suurimmat kustannukset muodostuisivat kaivamisesta. Kasvillisuuden raivaaminen ja niittäminen olisi edellisten vaihtoehtojen tavoin edullista. Koska yhden kosteikon ja laskeutusaltaan käyttö ravinne- ja kiintoainekuormituksen vähentäjänä on riittävän tehokas ja kustannukset ovat alhaisemmat kuin aikaisemmissa vaihtoehdoissa, tämä ratkaisu valittiin kosteikkosuunnitelmaa varten. Myöhemmin vesijohdoista ja maakaapeleista saatujen tietojen vuoksi on jouduttu tekemään muutoksia tähän ratkaisuun, mutta siitä huolimatta idea on pysynyt samana. Lopullinen kosteikkoratkaisu on esitetty osiossa *4.6 Kosteikkoratkaisu ja sen rakenne*.

4.3 Valuma-alueen rajaus ja kosteikon koko

Kosteikon valuma-alueen rajaus perustuu maaston korkeustietoihin. Korkeustiedot ovat peräisin paikkatietoaineistoista ja kartoista. Kuvassa 5 on esitettyä kartta kosteikon valuma-alueesta. Valuma-alueen pinta-ala on noin 77,5 ha. Valuma-alueesta on peltoa noin 16 ha eli 21 %.



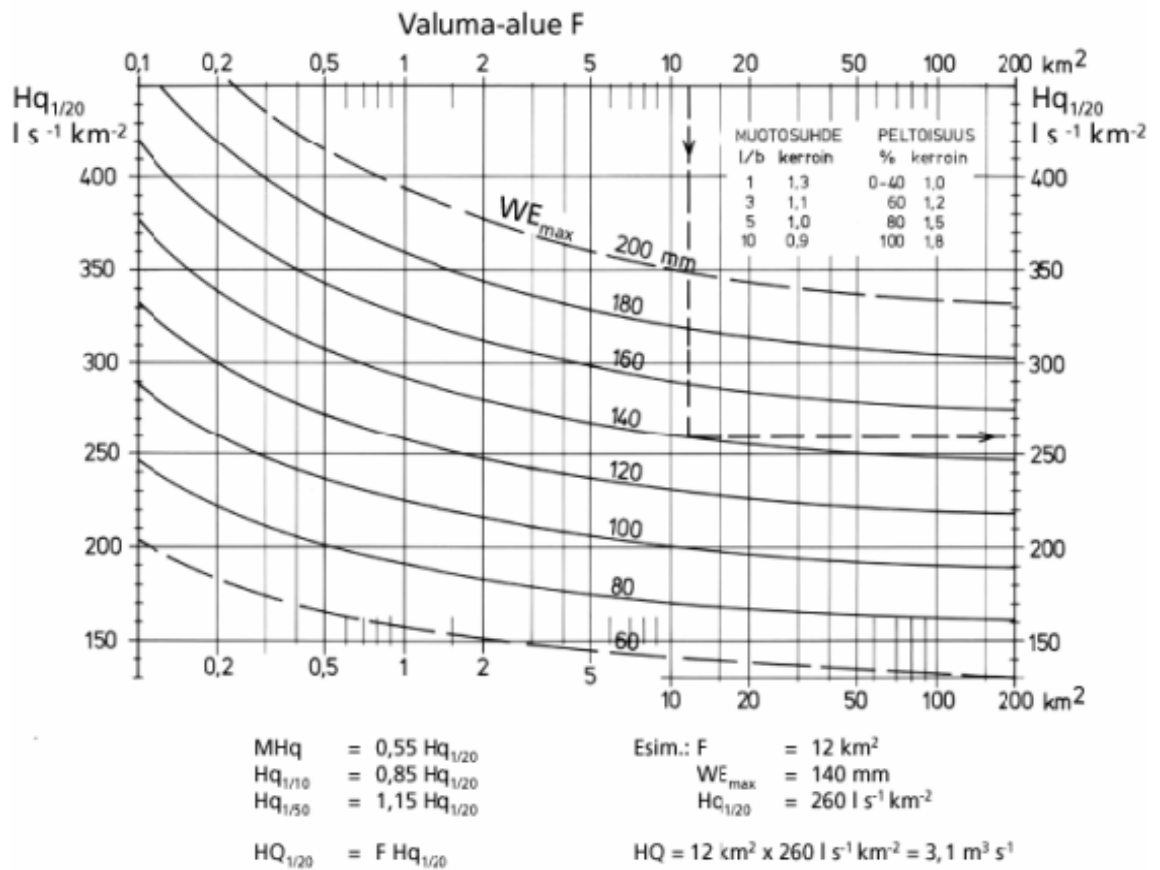
Kuva 5: Kosteikon valuma-aluekartta. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan 11/2022 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.

Kosteikon pinta-alan määrittämiseen vaikuttavat valuma-alueen koko ja peltojen osuus valuma-alueella. Kuten aikaisemmin on mainittu, suositus kosteikon pinta-alaksi on vähintään 0,5–2 % valuma-alueen pinta-alasta ja peltoa vähintään 10–20 % (Hagelberg ym. 2007, 10; WaterChain). Edellä mainittujen tietojen perusteella kosteikon pinta-ala on suositusten mukaan oltava vähintään 0,39–1,55 ha, jotta kosteikolla olisi merkittävää puhdistavaa vaikutusta.

Kosteikon perustamispaikalla on tekijöitä, jotka rajoittavat pinta-alan koko. Näitä ovat sekä Topenginlahteen laskevassa uomassa sekä lähellä tietä kulkevat vesijohdot ja maakaapelit, jotka voivat vahingoittaa kosteikkoa perustettaessa. Tämän vuoksi vesijohtoja ja maakaapeleita varten on jätettävä riittävästi tilaa. Perustamispaikalla kallioperä vaikuttaa kosteikon kokoon, koska siellä ei voida välttämättä kaivaa kosteikkoa riittävän syväksi, minkä vuoksi kosteikon koko rajoittuu savimaa-alueelle. Lisäksi perustamispaikan pohjoispuolella sijaitseva naapurin kiinteistö rajoittaa perustettavan kosteikon kokoa. Kun rajoittavat tekijät otetaan huomioon, kosteikon perustamista varten vapaata tilaa on noin 0,53 ha eli 0,68 % valuma-alueesta.

4.4 Keskiylivirtaama

Keskiylivirtaaman laskemiseksi on määritettävä ensin ylivaluman ja valuma-alueen pinta-alan suuruus. Ylivaluman määrittämiseksi on käytetty kuvassa 6 esitettyä nomogrammia, jonka mukaan ylivaluma määräytyy valuma-alueen pinta-alan ja lumen vesi-arvon keskiarvon (WE_{max}) perusteella. Varsinais-Suomen alueella lumen vesi-arvon keskiarvo on noin 100. (Alhainen 2015.) Kun valuma-alueen pinta-alan ollessa noin 0,775 km² ja lumen keskiarvon ollessa noin 100, ylivaluman suuruus on noin 220 l/s/km².



Kuva 6: Valuma-alueen ylivaluman ($Hq_{1/20}$) nomogrammi (Alhainen 2015, 16).

Kun tiedetään valuma-alueen pinta-ala ja ylivaluman suuruus, voidaan laskea keskiylivirtaama. Keskiylivirtaaman määrittämiseksi on käytetty Suomen riistakeskuksen käyttämää kaavaa.

$$MHQ = \left(\frac{0,55 \cdot Hq_{1/20}}{1000} \right) \cdot F = \left(\frac{0,55 \cdot 220 \text{ l s}^{-1} \text{ km}^{-2}}{1000} \right) \cdot 0,775 \text{ km}^2 = 0,094 \text{ m}^3/\text{s}$$

Keskiylivirtaamaksi saatiin 0,094 m³/s ja tämän avulla voitiin laskea veden viipymä tulevassa kosteikossa.

4.5 Viipymä

Kosteikon viipymän laskemiseksi on käytetty Suomen riistakeskuksen kaavaa. Kosteikon vesipinta-ala on 0,392 ha. Kosteikon keskisyvyys on 1,3 m.

Kosteikon keskiylivirtaama on 0,094 m³/s. Näiden tietojen avulla voidaan laskea kosteikon viipymä:

$$T = \frac{A \cdot 10000 \cdot h}{MQ \cdot 3600} = \frac{0,392 \text{ ha} \cdot 10000 \cdot 1,3 \text{ m}}{0,094 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 3600} = 15,1 \text{ h}$$

Kosteikon laskettu viipymän suuruus on teoreettisesti noin 15 tuntia, vaikka suositusten mukaan kosteikon viipymän olisi oltava vähintään yksi vuorokausi (Puustinen ym. 2007, 59). Todellisuudessa viipymän suuruus kosteikossa vaihtelee eri kosteikon osissa. Kosteikon muodolla ja rakenteilla on vaikutusta veden virtauksen tasaamiseen ja ohjaamiseen. Myös kosteikon matalan veden alueella esiintyvä kasvillisuus hidastaa veden virtausnopeutta. (Hagelberg ym. 2010, 12–13; Puustinen ym. 2007, 59.) Näin ollen viipymä on suurempaa kosteikon reuna-alueilla kuin sen keskellä.

4.6 Kosteikkoratkaisu ja sen rakenne

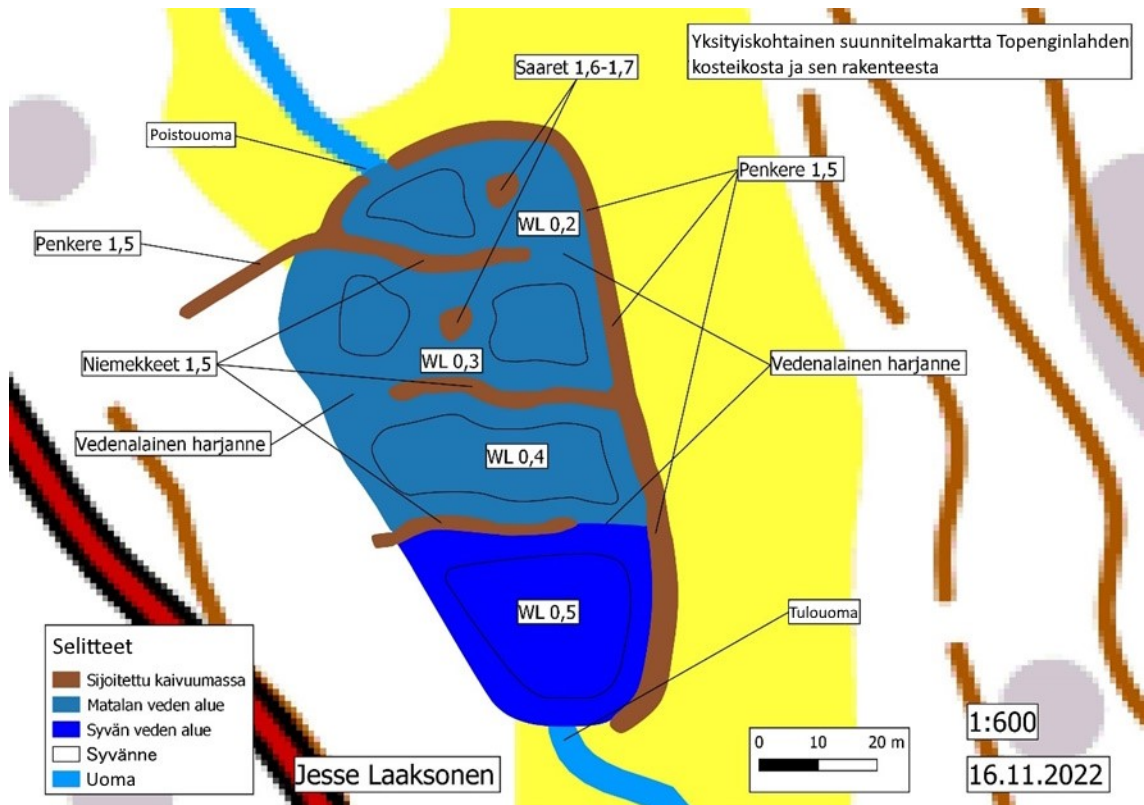
Topenginlahteen kohdistuvaa kuormitusta pyritään vähentämään suunnitellun kosteikon ja laskeutusaltan avulla (kts. kuva 7). Ennen kosteikkoa ylävirtaan sijoitettava laskeutusallas pidättää suurimman osan karkeammasta kiintoaineksesta. Jäljelle jäänyt hienojakoisempi kiintoaine ja sen sisältämä fosfori laskeutuvat pääasiassa kosteikon alkupäähän sijoitettuun kosteikon syvän veden altaan pohjalle. Kosteikossa esiintyvä kasvillisuus sitoo osan ravinteista. Kosteikon syvän veden allas on syvyydeltään noin 1,5–2 metriä, mikä on Puustisen ym. (2007, 49) mukaan riittävän syvä mikrobien toteuttaman denitrifikaatiota varten. Kuten kuvasta 8 huomataan, kosteikon muodolla ja rakenteilla vaikutetaan veden virtaukseen. Hagelbergin ym. (2010, 12–13) ja Puustisen ym. (2007, 59) mukaan kosteikon mutkittelu muoto ja rakenteet estävät oikovirtauksia syntymästä, jolloin kiintoaine ja ravinteet ehtivät pidättäytymään. Myös matalan veden alueella kasvillisuus lisää viipymän kestoa hidastamalla veden virtausta, kuten Hagelberg ym. (2010, 13) toteavat.



Kuva 7: Peruskartta Topenginlahden kosteikosta ja laskeutusaltaasta. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan ja Kiinteistörajojen 11/2022 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.

Perustamispaikan tasaisen maanpinnan vuoksi kosteikko toteutetaan kaivamalla. Ennen kaivamista alueelta raivataan puusto ja niitetään muu kasvillisuus. Poistettu kasvillisuus voidaan hyödyntää parhaaksi katsomalla tavalla esimerkiksi järviruo'on voi hyödyntää eläinten rehuna. Kuvassa 8 on esitettynä suunnitelmakartta kosteikosta. Perustettavan kosteikon pinta-ala on noin 0,392 ha ja sen keskisyvyys noin 1,3 m. Pinta-ala ja keskisyvyys ovat riittävän suuria, joten resuspension riski kosteikossa on pieni. Kosteikon kaivamisessa syntyy yhteensä noin 4410 m³ kaivumassaa, jota käytetään kosteikon rakenteissa ja loput läjitetään maanomistajan määrittämälle paikalle. Kosteikko muodostuu neljästä altaasta: syvän veden altaasta ja kolmesta matalan veden altaasta. Syvän veden allas perustetaan lähelle tietä, jotta ajoittain tehtävä lietteen tyhjennys kävisi helposti. Kaikissa neljässä altaassa luiskakaltevuudet ovat loivia: altaan reunoissa 1:4 ja syvänteiden kohdassa 1:3.

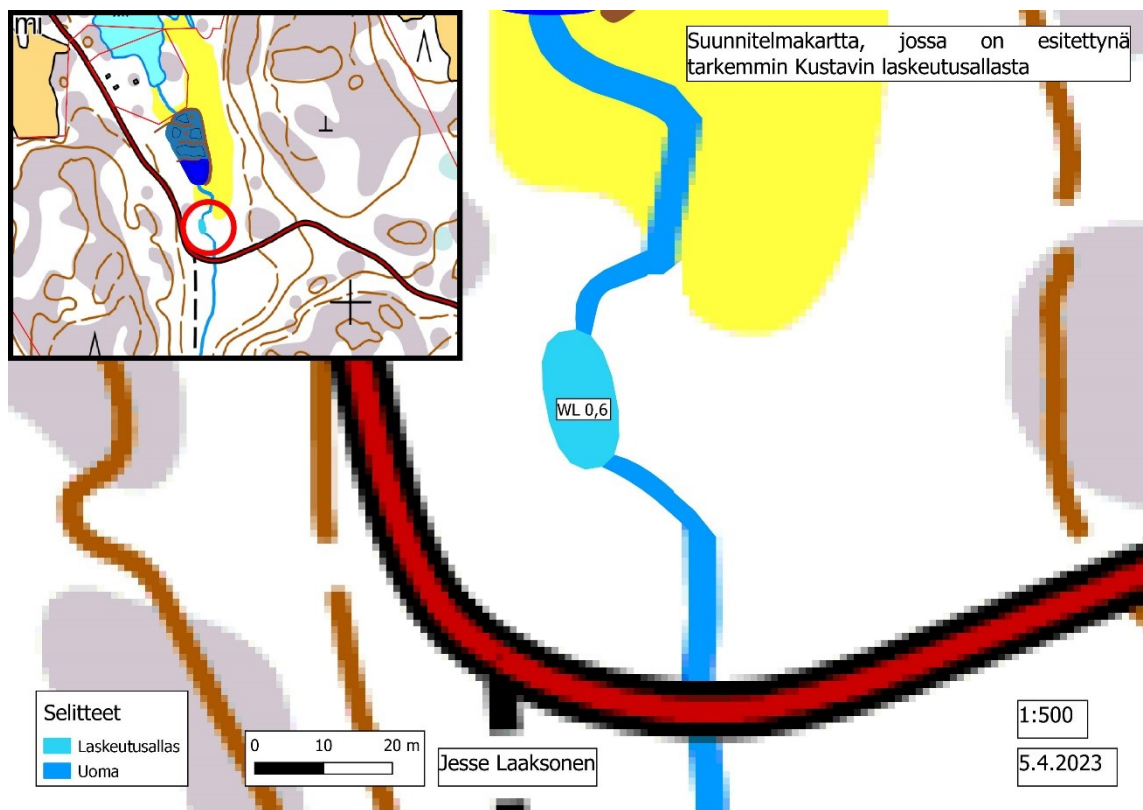
Loivat luiskakaltevuudet vähentävät veden aiheuttaman eroosion vaikutusta ja mahdollistaa kasvillisuuden leviämisen altaiden reunoihin (Kuntaliitto 2012, 159, 222). Tulouoman ja syvän veden altaan väliin asennetaan tukikangas veden aiheuttaman eroosion vähentämiseksi. Sama toimenpide tehdään myös poistouoman ja matalan veden altaan välille.



Kuva 8: Yksityiskohtaisempi suunnittelukartta Topenginlahden kosteikosta. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan 11/2022 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.

Kuten kuvasta 8 näkyy, kosteikkoon rakennetaan saaria ja niemekkeitä sekä vedenalaisia harjanteita altaiden väliin. Näiden avulla ohjataan ja tasataan veden virtauksia (Hagelberg ym. 2010, 13). Penkereet rakennetaan kosteikon etuosaan ja oikealle puolelle ja niiden tarkoituksena pienentää meritulvien aiheuttamaa resuspensioriskiä. Kosteikon rakenteisiin ei asenneta tukikangasta, koska se estäisi tai hankaloittaisi kasvillisuuden leviämisen niihin.

Kosteikon tavoin myös laskeutusallas perustetaan kaivamalla. Kuvassa 9 on esitettyä suunnitelmakartta laskeutusaltaasta. Laskeutusaltaan pinta-ala on noin 203 m² ja syvyys noin 1,5 m. Luiskakaltevuus laskeutusaltaassa on 1:1,75, joka on suositus syvyyden ollessa 1,5 m savimailla (Ympäristö.fi 2020). Laskeutusaltaan kaivamisesta syntyy noin 317 m³ kaivumassaa, jota hyödynnetään kosteikon rakenteissa. Syvän veden altaan tavoin laskeutusallas sijoitetaan lähelle tietä, jotta ajoittainen lietteen tyhjennys kävisi helposti.



Kuva 9: Yksityiskohtaisempi suunnitelmakartta Topenginlahden laskeutusaltaasta. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan ja Kiinteistörajot 11/2022 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.

Liitteessä 5 on esitettyä poikki- ja pituusleikkauskartta, josta voi tarkastaa kosteikon sekä laskeutusaltaan leikkauskohdat. Näiden poikki- ja pituusleikkauskuvat löytyvät liitteestä 6.

Jotta vesi saadaan kulkemaan laskeutusaltaaseen ja kosteikkoon, täytyy nykyisen uoman reittiä muokata. Kuten aikaisemmin on todettu, tulouomasta kannattaa tehdä mahdollisuuksien mukaan mutkitteleva, jotta saadaan veden virtaus hidastumaan (Hagelberg ym. 2010, 12). Näin ollen uoman uudesta reitistä tehdään mutkitteleva. Vanha, tarpeettomaksi jäänyt uoman reitti täytetään kaivuumassalla (kts. kuva 7).

Kuormituksen vähentämisen lisäksi Topenginlahden kosteikko edistää luonnon monimuotoisuutta. Etenkin kosteikon rakenteet, kuten saaret ja niemekkeet, tarjoavat linnuille pesimäpaikkoja (Hagelbergin ym. 2010, 13). Topenginlahden kosteikko tulee lisäämään myös ympäristön maisemallista arvoa vaihtelevan ympäristön vuoksi.

4.7 Kosteikon lupa-asiat

Kuten aikaisemmin on todettu, vesilain mukaista lupaa ei välttämättä tarvita, kunhan kosteikko ja sen vaikutukset ulottuvat vain maanomistajan omalle alueelle, alueella ei esiinny pohjavettä tai luonnollisia uomia, patoamiseen ei liity riskejä eikä se aiheuta merkittävää muutosta asemakaavoitukseen (Hagelberg ym. 2010 6–7; Puustinen ym. 2007, 28). Kosteikkoa suunnitellessa on otettu huomioon mahdolliset vaikutukset, jotka voivat syntyä kosteikon perustamisen jälkeen. Nykyisellä suunnitelmalla kosteikon mahdolliset vaikutukset, kuten esimerkiksi muutokset luonnon monimuotoisuudessa, jäävät maanomistajan omalle puolelle. On kuitenkin hyvä ilmoittaa naapurille siitä, että kosteikko perustetaan lähelle tämän maita. Perustamispaikalla ei esiinny pohjavettä eikä luonnollisia uomia, joten vesilain mukaista lupaa ei tarvita. Lisäksi kosteikko toteutetaan patoamisen sijaan kaivamalla, jolloin patoamiseen tarvittavaa lupaa ei myöskään tarvita. Kosteikko perustamispaikka on Maa- ja metsätalousalueella, jonka merkintä on M-1. Koska kosteikon pienellä koolla ei ole suurta vaikutusta asemakaavoitukseen eikä Maa- ja metsätalousalueella ei ole erityisiä ympäristöarvoja, läjityslupaa ei tarvita. Näin ollen kosteikon perustamiseen ei tarvita vesilakiin perustuvia eikä muitakaan lupia.

4.8 Kosteikon rahoitus ja kustannusarvio

Kosteikon kustannukset koostuvat kosteikkoalueen puuston raivauksista ja muun kasvillisuuden niittämisestä, kosteikon ja laskeutusaltaan kaivamisesta, kaivamisesta syntyvien kaivuumassojen kuljetuksesta ja läjityksestä, kosteikkorakenteiden tekemisestä, nykyisen uoman uuden reitin kaivamisesta ja vanhan reitin täyttämisestä, tukikankaiden asentamisesta ja ympäristön maisemoinnista sekä muotoilusta. Noin puolet kosteikon toimenpiteistä pyritään tekemään talkootyönä, jolla rahoitetaan omarahoitusosuutta. Talkootyönä tehdään kosteikkoalueen puuston raivaus ja muun kasvillisuuden niittäminen, kaivuumassojen kuljettaminen ja läjittäminen sekä nykyisen uoman muokkaaminen.

Rahoitusta kosteikkoalueen rakentamiseen haetaan Varsinais-Suomen ELY-keskukselta. Tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa rahoitusta ei ole vielä käsitelty. Jos rahoitus myönnetään, se kuuluu Vesien- ja merenhoidon toimenpiteiden toteuttaminen -hankkeiden rahoitukseen. Avustuksen suuruus on 50 % kokonaiskustannuksista (ELY-keskus 2023).

Liitteessä 7 on esitetty eritelty kustannusarvio ELY-keskuksen rahoitusta varten. Kosteikon altaat, laskeutusallas ja uoman muokkaus on eritelty omiin osioihin, joiden kulut on jaettu niiden koon, arvioidun työmäärän ja/tai keskimäärin syntyvien kaivuumassojen perusteella.

5 Topenginlahden kosteikon hoito- ja seurantasuunnitelma

Topenginlahden kosteikko vaatii toimiakseen jokavuotista hoitoa ja jatkuvaa seurantaa. Kosteikon hoitamista ja seurantaa varten on nimettävä vastuutaho, joka on sitoutunut pitämään huolta kosteikosta (Hagelberg ym. 2010, 24). Vastuutaho voi olla esimerkiksi seura, yhdistys tai maanomistaja itse (SVSY, 1).

Seuraamisen ja hoitamisen lisäksi vastuutahon tehtävänä on täyttää kosteikkoa varten hoitopäiväkirjaa, jonka tarkoituksena on auttaa seuraamaan kosteikon kehitystä. Hoitopäiväkirjaan kirjataan ylös ajankohdat, jolloin toimenpiteet tehdään tai on tehty. Myös kaikenlaiset havainnot kosteikosta on kirjattava ylös. (SVSY, 4.)

5.1 Kosteikkorakenteiden tarkastus ja kunnossapito

Suosituksen mukaan kosteikkorakenteiden tarkastus on tehtävä joka vuosi suurten virtaamien jälkeen (Hagelberg ym. 2010, 24; Puustinen ym. 2007, 69). Näin ollen Topenginlahden kosteikossa tehdään rakenteiden tarkastus kerran syksyllä ja keväällä meritulvien jälkeen. Erityisesti on seurattava penkereiden, niemekkeiden ja saarten kuntoa. Jos vaurioita esiintyy, korjaukset on aloitettava mahdollisemman pian, ennen kuin seuraava meritulva iskee ja pahentaa tilannetta. Lisäksi on seurattava penkereiden ja niemekkeiden luiskakaltevuuksia, koska liian jyrkät luiskakaltevuuksien vuoksi penkereet ja niemekkeet voivat vaurioitua suurten virtaamien aikana (Hagelberg ym. 2010, 24; Puustinen ym. 2007, 69). Jos huomataan, että penkereissä ja/tai niemekkeissä luiskakaltevut jyrkkenevät, voidaan näiden luiskakaltevut loiventaa lisäämällä maa-ainesta. Penkereisiin ja niemekkeisiin voidaan lisätä kasvillisuutta, jos kasvillisuutta ei esiinny ollenkaan. Kasvillisuus auttaa sitomaan maa-ainesta. Myös kosteikon altaiden ja laskeutusaltaan luiskakaltevuuksia on syytä tarkastaa säännöllisesti.

5.2 Lietteen poisto ja sijoittaminen

Ensimmäisen vuoden aikana Topenginlahden kosteikosta ja laskeutusaltaasta poistetaan liete vähintään kerran syksyllä ja keväällä, jotta saadaan selville keskimääräinen lietteen määrä suurten virtaamien aikana (Puustinen ym. 2007, 69). Vaikka aikaisemmin on todettu, että säännöllinen lietteen tyhjennys tehdään 2–5 vuoden välein (Puustinen ym. 2007, 69), Topenginlahden kosteikon tapauksessa on suositeltavaa toteuttaa kertyneen lietteen tyhjennys vähintään kahden vuoden välein. Syynä ovat ajoittaiset meritulvat, jotka voivat aiheuttaa resuspensiota etenkin meriveden ulottautuessa syvän veden altaaseen ja laskeutusaltaasen asti. Tämän vuoksi on suotavaa tyhjentää kosteikko ja laskeutusallas lietteestä vähintään kahden vuoden välein.

Kuten aikaisemmin on mainittu, pääsääntöisesti lietteen tyhjennys kannattaa tehdä silloin, kun veden pinnan korkeus on alimmillaan (Puustinen ym. 2007, 69). Tämän vuoksi Topenginlahden kosteikosta ja laskeutusaltaasta säännöllisesti tapahtuva lietteen tyhjennys on tehtävä kesäisin vasta lintujen pesinnän jälkeen. Lietteen poistamiseksi voidaan käyttää kaivinkonetta tai lietepumppua (Puustinen ym. 2007, 69). Poistettua lietettä voidaan hyödyntää parhaaksi katsomalla tavalla, esimerkiksi lannoitteena pelloilla (Puustinen ym. 2007, 69) tai levittää metsään kaivuumassan tavoin.

5.3 Kasvillisuuden hoito

Ennen kosteikon perustamista alueella esiintyy nykyisin valtalajina pääasiassa järviruokoa. Järviruokon oletetaan esiintyvän valtalajina kosteikon perustamisen jälkeenkin ellei muita kasvilajeja alueelle istuteta. Kun kosteikossa alkaa kasvillisuus runsastumaan, aloitetaan niittäminen. Useimmiten kosteikon ja laskeutusaltan matalan veden alueella voi kasvillisuus runsastua liikaa (SVSY, 10). Kuten aikaisemmin on mainittu, niittäminen kannattaa ajoittaa kasvukauden päättymisen jälkeen ravinteiden ollessa vielä kasvien rungossa ennen varastoitumista juuristoon (Puustinen ym. 2007, 70). Paras ajankohta niittämiselle on siis syksyllä, kun lämpötila laskee vuorokauden aikana pysyvästi

alle +5 astetta (Ilmatieteen laitos). Niitetty kasvillisuus poistetaan alueelta, jotta ravinteet eivät vapautuisi takaisin ympäristöön. Niitetty kasvillisuus voidaan kompostoida. (Puustinen ym. 2007, 69.) Kasvillisuutta, erityisesti järviruokoa voidaan myös hyödyntää eläinten rehuna. Kosteikon ympäristö pidetään riittävän raivattuna puustosta, jotta tarvittaessa kaluston kanssa päästään tarkastamaan pengerrakenteiden kuntoa ja tyhjentämään lietettä.

6 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä kosteikkosuunnitelma Topenginlahteen kohdistuvan kuormituksen vähentämiseksi. Samalla työn tarkoituksena oli kertoa yleisellä tasolla kosteikkojen ominaispiirteistä ja toimintaperiaatteista sekä kosteikkojen suunnittelusta ja mitoituksista. Lisäksi työssä käytiin läpi Topenginlahden kosteikkoa varten laadittua hoito- ja seurantasuunnitelmaa.

Vaikka kosteikkosuunnitelma on tehty suositusten mukaisesti ottamalla perustamispaikan rajoitteet huomioon, siitä huolimatta kosteikon todellisesta toimivuudesta on hyvä seurata. Kosteikon toimivuus voidaan kuitenkin todeta vasta sen jälkeen, kun kosteikko on saatu valmiiksi. Myös kosteikon rakentamisen aikana suunnitelmasta noudattamisesta poikkeaminen, jolloin kosteikon toimivuus voi muuttua. Sen vuoksi kosteikkosuunnitelmaa tulee noudattaa alusta loppuun. Meritulvien esiintyminen alueella toi haastetta suunnitteluun, sillä minulla ei ole varmuutta siitä, kuinka hyvin kosteikko on suojassa meritulvien vaikutuksilta suunnitelmassa esitetyistä rakenteista ja mitoituksista huolimatta. Resuspension riski kosteikossa siis tulee aina olemaan.

Ongelmia ilmeni myös suunnittelun aikana. Kun olimme toimeksiantajan kanssa esittelemässä kosteikkosuunnitelman ensimmäistä versiota maanomistajalle, kävi ilmi, että perustamispaikalla kulkee vesijohtoja ja maakaapeleita, joista en ollut tietoinen. Sen seurauksena jouduin tekemään muutoksia: esimerkiksi kosteikon kokoa pienennettiin ja laskeutusaltaan paikkaa vaihdettiin, huomioiden samalla vesijohdot ja maakaapelit. Tästä opin sen, että suunnitelmiin voidaan joutua tehdä tekemään muutoksia yllätyksien tullessa esille.

Seuraavalle opinnäytetyön tekijälle suosittelen jatkotutkimukseksi kosteikon toimivuutta rakentamisen jälkeen eli onko Topenginlahteen kohdistuva kuormitus pienentynyt. Aihe kiinnostaisi varmasti opiskelijoita, jotka haluavat tulevaisuudessa työskennellä ympäristöasioiden parissa.

Lähteet

Aarnio, N. 2022. Sähköpostiviesti. Opinnäytetyön tekijä Jesse Laaksonen sai sähköpostiviestin 23.5.2022 Lounais-Suomen Vesiensuojeluyhdistyksen Noora Aarniolta liittyen kosteikon perustamispaikkaan ja sen sijaintiin.

Aitto-oja, S., Alhainen, M., Nummi, P., Nurmi, J., Rautiainen, M., Svedsberg, M. & Väänänen, V.-M. 2010. Riistakosteikko-opas. Helsinki: Metsästäjien keskusjärjestö. Viitattu 15.9.2022 <https://riista.fi/wp-content/uploads/sites/2/2020/04/riistakosteikko-opas-130409022301-phpapp01.pdf>

Alhainen, M. 2015 Kosteikon suunnitteleminen: Rakennepiirroksat ja mitoitus. PowerPoint-esitys. Viitattu 29.11.2022 <https://riista.fi/wp-content/uploads/sites/2/2015/02/Ohjeita-ja-esimerkkiirrokia-kosteikkosuunnitelman-laadinnan-avuksi-Mikko-Alhainen.pdf>

Elenia. Työmaat kartalla. Viitatu 20.2.2023 <https://www.elenia.fi/palvelut/sahkoverkon-rakentaminen-ja-yllapito/tyomaat-kartalla>

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus) 2022. Harkinnanvaraiset valtionavustukset vesien- ja merenhoidon sekä vesistö-, vesitalous- ja kalataloustoimenpiteiden toteuttamiseen. Viitattu 17.11.2022. <https://www.ely-keskus.fi/avustukset-vesisto-ja-kalataloushankkeisiin>

Kauhanen, A. 2012. Kosteikkosuunnittelu – Case: Kivisalmi, Lappeeranta. Opinnäytetyö (AMK). Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Lahti: Lahden ammattikorkeakoulu. Viitattu 13.2.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/42565/Kauhanen_Annamari.pdf?sequence=1

Kuntaliitto 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen kuntaliitto. Viitattu 16.1.2023 <https://www.fsgk.se/hulevesiopas-20121.pdf>

Ilmatieteenlaitos. Terminen kasvukausi. Viitattu 12.1.2023

<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi>

Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. 4. uud. p. Rovaniemi: Rovaniemen ammattikorkeakoulu

Leka, J. 2018. Kustavin Vesilinniemen merenlahden kuormitus- ja kunnostustarveselvitys. Turku: Valonia – Varsinais-Suomen kestävän kehityksen ja energia-asioiden palvelukeskus. Viitattu. 22.11.2022

<https://veves.fi/wp->

[content/uploads/2022/01/Vesilinniemen_kuormituspalvelu_2018.pdf](https://veves.fi/wp-content/uploads/2022/01/Vesilinniemen_kuormituspalvelu_2018.pdf)

Maanmittauslaitos. Avoimien aineistojen tiedostopalvelu. Viitattu 29.11.2022

<https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>

Jarmo Hakala 2022. Keskustelu. Opinnytetyön tekijä Jesse Laaksonen yhdessä toimeksiantajien kanssa kävivät maanomistaja Jarmo Hakalan luona keskustelemassa kosteikkosuunnitelmasta 3.11.2022.

Nybacka, H. 2019. Allas- ja patorakenteiden vaikutus kiintoaineiden maankäsittelyn samentamista vesistä. LuK-tutkielma. Teknillinen tiedekunta.

Oulu: Oulun yliopisto. Viitattu 14.2.2023 <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201912203401.pdf>

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. Helsinki: Suomen ympäristökeskus : jakaja: Edita Publishing

Puustinen, M.; Koskiahi, J.; Puumala, M.; Riihimäki, J.; Rätty, M.; Jormola, J., Gran, V.; Ekhol, P. & Maijala, T. 2000. Vesiensuojelukosteikot viljelyalueiden valumavesien hallinnassa. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Ruohtula, J. 1996. Kosteikkojen ja laskeutusaltaiden suunnittelu. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Ruokavirasto 18.3.2022. Ei-tuotannollisten investointien korvaus 2021, kosteikkoinvestointien hakuehdot 2022. Viitattu 15.9.2022

<https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/oppaat/sitoumus-ja-sopimusehdot/ei-tuotannolliset-investoinnit/ei-tuotannolliset-investoinnit-2022/>

Ruokavirasto 1.6.2021. Ympäristösopimus; Kosteikon hoito. Suomi.fi Viitattu 16.2.2023 <https://www.suomi.fi/palvelut/ymparistosopimus-kosteikon-hoito-ruokavirasto/cb37bc36-4173-4df3-a294-7d91a9c4c30d>

Saimaan vesiensuojeluyhdistys ry (SVSY). Kosteikon hoidon opas 2021. Viitattu 18.1.2023 <https://www.piensaimaa.fi/app/uploads/2021/05/Kosteikon-hoitamisen-opas.pdf>

Suomen riistakeskus. Kosteikon mitoitus laskukaava. Excel-taulukko. Viitattu 28.11.2022

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi_2efG7ND7AhUTRPEDHY-GD5MQFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Friista.fi%2Fwp-content%2Fuploads%2Fsites%2F2%2F2015%2F02%2FKosteikon-mitoituksen-laskukaavat.xls&usq=AOvVaw2DiRh9uXi08HsiolvKhbuN

Tehoa maatalouden vesiensuojeluun (hanke), Hagelberg, E.; Karhunen, A.; Kulmala, A. & Larsson, R. 2010. Käytännön kosteikkosuunnittelu. 2. uud. p. Turku: TEHO-hanke: jakaja: Varsinais-Suomen ELY-keskus

Valonia 2022. Info. Viitattu 30.1.2023 <https://valonia.fi/valonia/>

WaterChain. Kosteikko. Euroopan Unioni. Viitattu 6.9.2022 <https://waterchain.eu/wp-content/uploads/2018/08/Kosteikko-1.pdf>

WaterChain. Laskeutusallas. Viitattu 2.11.2022 <https://waterchain.eu/wp-content/uploads/2018/08/Laskeutusallas-1.pdf>

WaterChain. Fosfori ja typpi. Viitattu 17.11.2022 <https://waterchain.eu/fi/itameren-ongelmat/ravinteet/>

WaterChain. Haitalliset aineet. Viitattu 14.2.2023

<https://waterchain.eu/fi/itameren-ongelmat/haitalliset-aineet/>

World Wide Fund for Nature (WWF) 9.5.2020. Lintujen pesimäkausi on käynnistynyt, ja tehtävät hakkuut uhkaavat poikasten selviytymistä – WWF vaatii muutosta luonnonsuojelulakiin. Viitattu 16.9.2022

<https://wwf.fi/uutiset/2020/05/lintujen-pesimakausi-on-kaynnistynyt-ja-nyt-tehtavat-hakkuut-uhkaavat-poikasten-selviytymista-wwf-vaatii-muutosta-luonnonsuojelulakiin/>

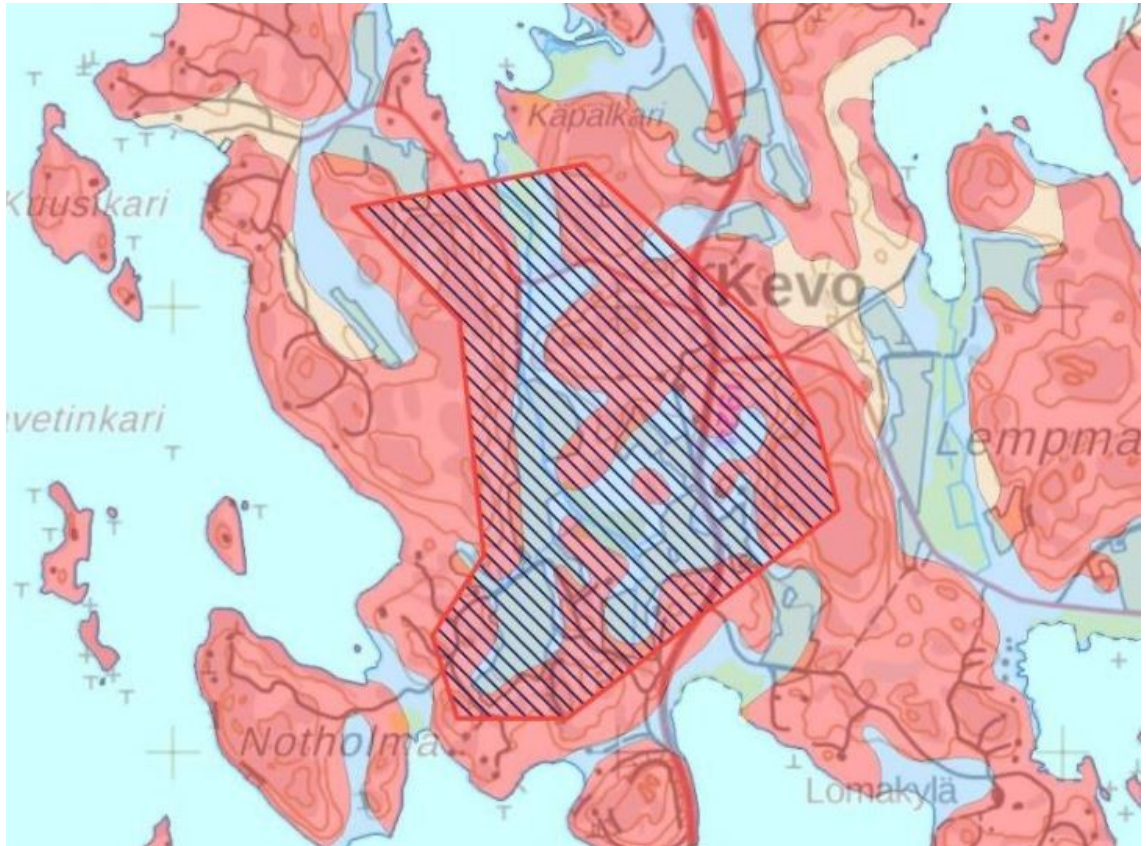
Ympäristö.fi. 7.11.2020. Laskeutusaltaat, lietekuopat ja -taskut. Viitattu 17.11.2022 <https://www.ymparisto.fi/fi->

[fi/vesi/vesien_kaytto/maankuivatus_ja_ojitus/luonnonmukainen_peruskuivatus/Laskeutusaltaat](https://www.ymparisto.fi/fi-)

Ympäristö.fi. 17.8.2020. Valuma-aluekunnostus. Viitattu 17.11.2022

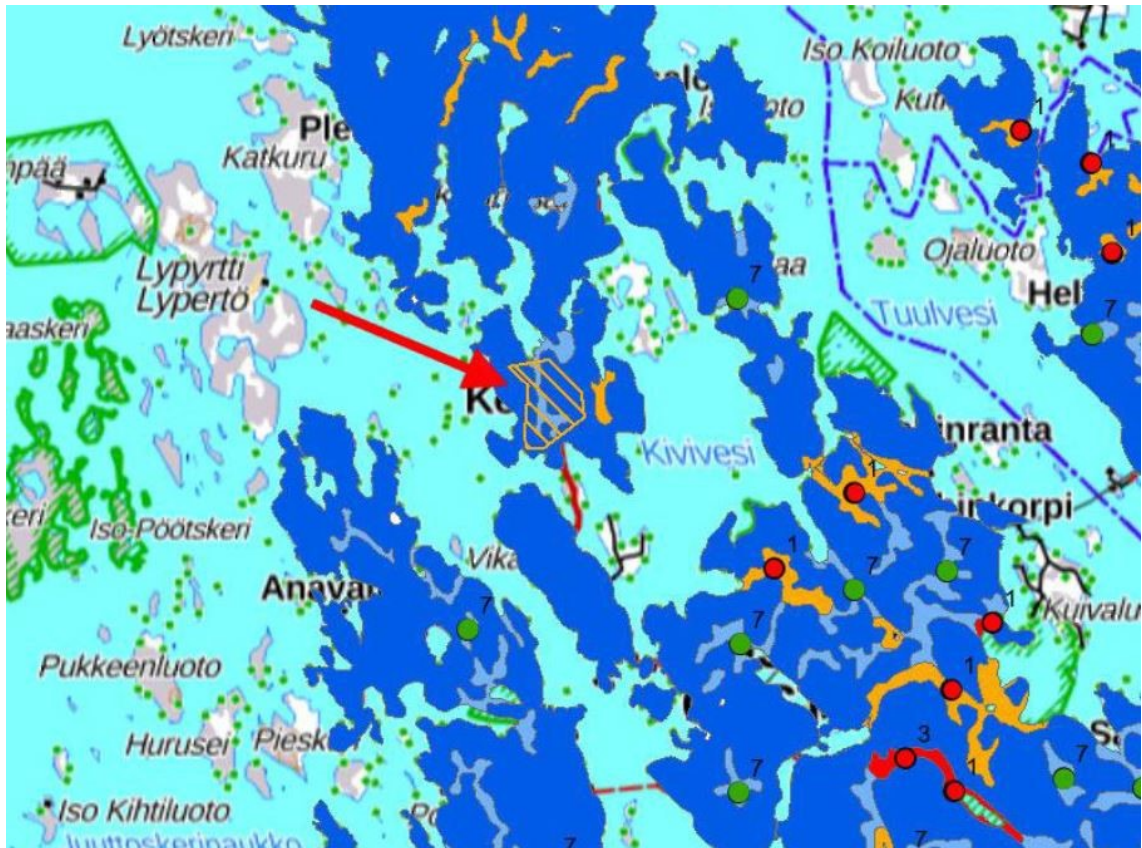
<https://www.ymparisto.fi/fi->
[fi/vesi/vesistöjen_kunnostus/Valumaalueen_kunnostus](https://www.ymparisto.fi/fi-)

Liite 1. Maaperäkartta kosteikon valuma-alueelta



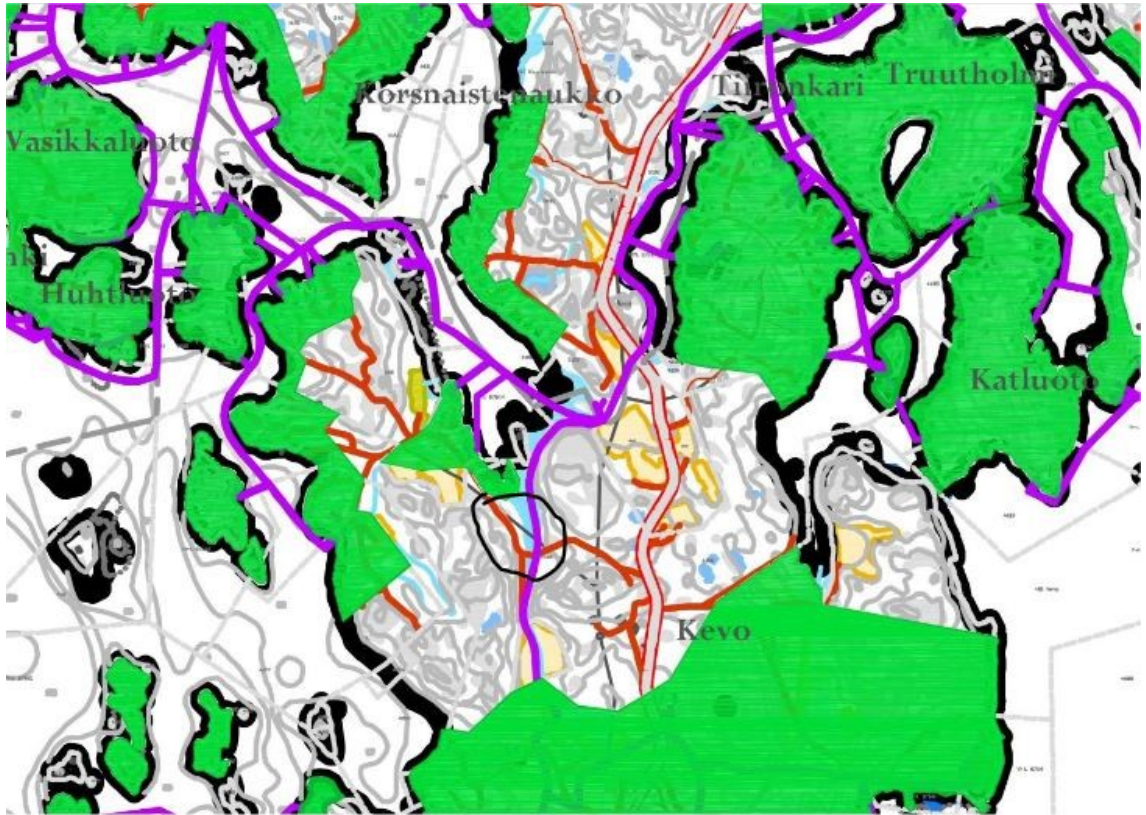
Punaisella merkatut alueet ovat kallioperää ja siniharmaalla merkatut alueet savimaata. GTK Avoin lisenssi Nimeä CC 4.0, sisältää GTK:n Maaperä 1:100 000 aineistoa, Maankamara 11/2022, muokattu.

Liite 2. Happamien sulfaattimaiden kartta Kustavista



Punainen nuoli osoittaa kosteikon valuma-alueen. Tumman sinisillä alueilla ei esiinny happamia sulfaattimaita. Vaalean sinisellä alueella happamien sulfaattimaiden todennäköisyys on pien. GTK Avoin lisenssi Nimeä CC 4.0, sisältää GTK:n Happamat sulfaattimaat- kairaukset ja Happamat sulfaattimaat 1:250 000 aineistoa, Happamat sulfaattimaat 11/2022, muokattu.

Liite 3. Vesijohtokartta Kustavin Kevosta



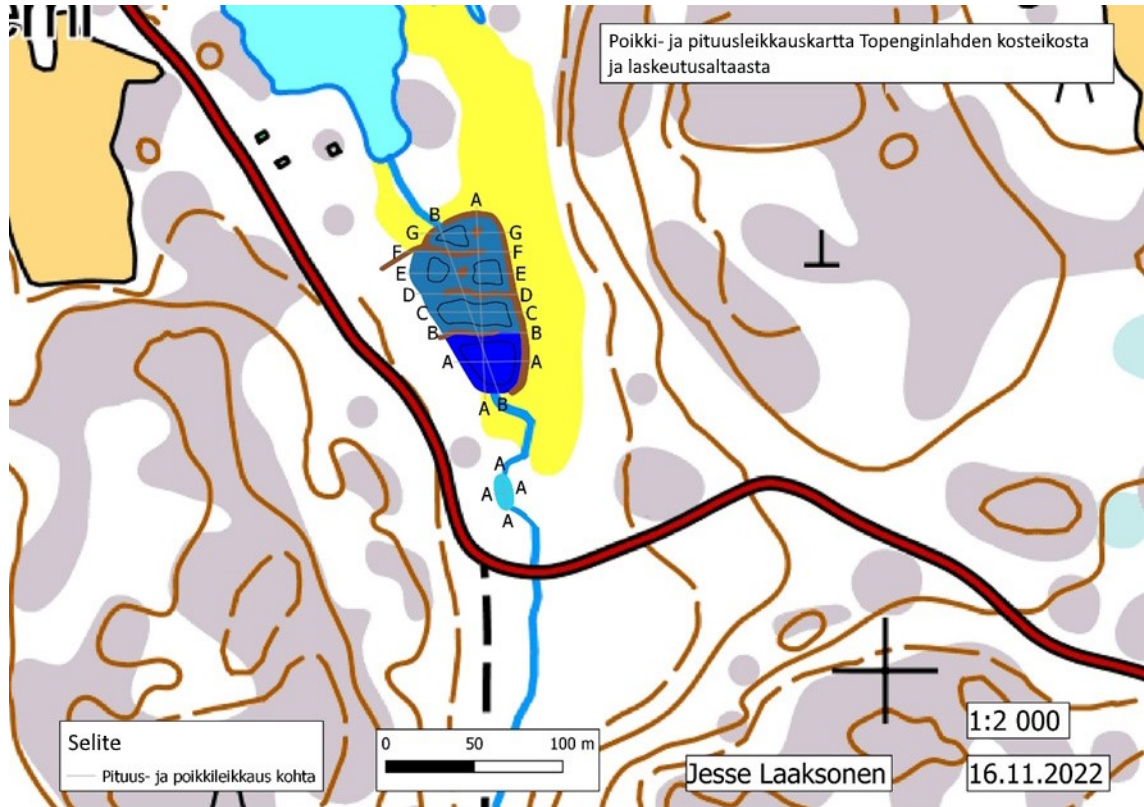
Vesijohtokartta Kustavin Kevosta (VOK Kustavi, muokattu). Punaiset viivat tarkoittavat ajoteitä sekä violetti ja tumman harmaat viivat tarkoittavat vesijohtoja. Mustan ympyrän alueella sijaitsee kosteikon perustamispaikka.

Liite 4. Meritulvakartta Kustavin Kevosta



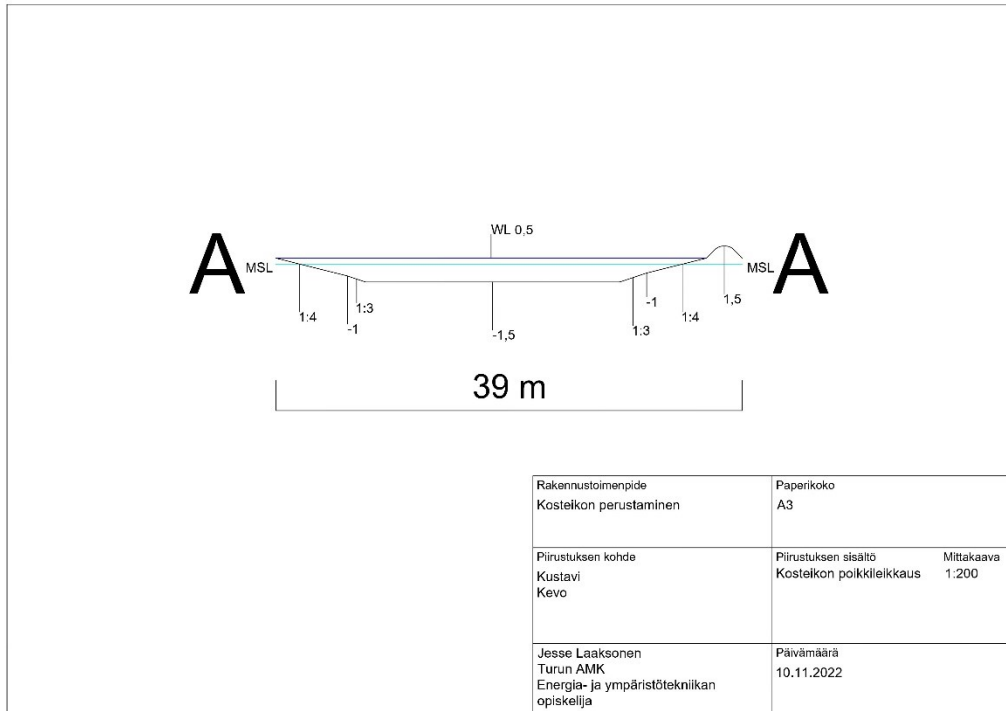
Meritulvakartta Kustavin Kevosta (SYKE; ELY-keskukset; MML; Väylävirasto/Digiroad, muokattu). Punaisen ympyrän alueella sijaitsee kosteikon perustamispaikka.

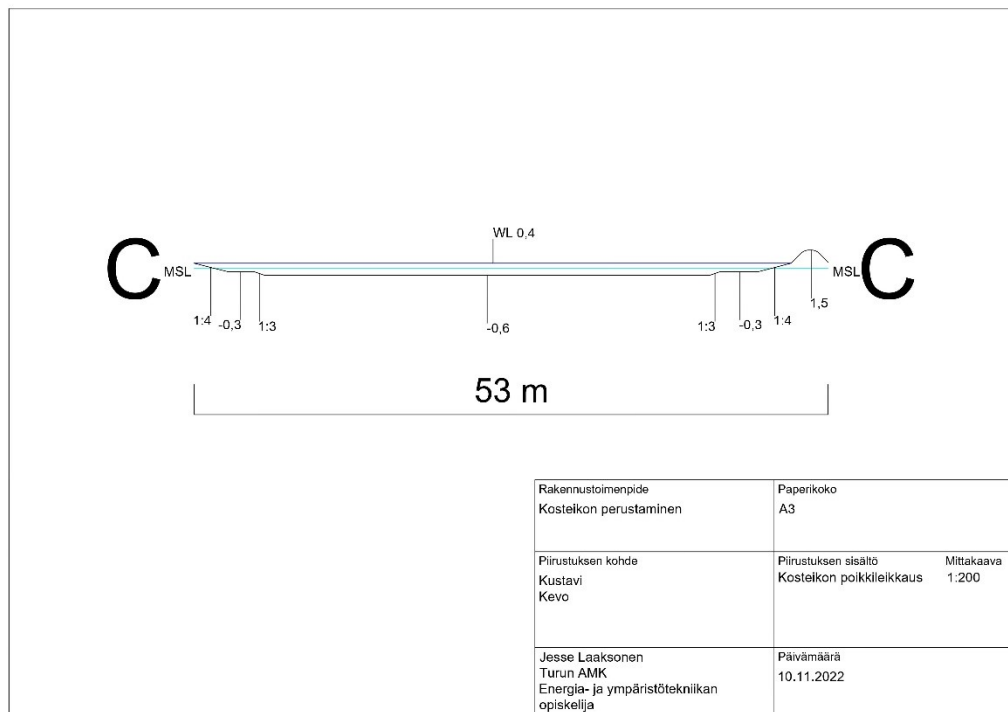
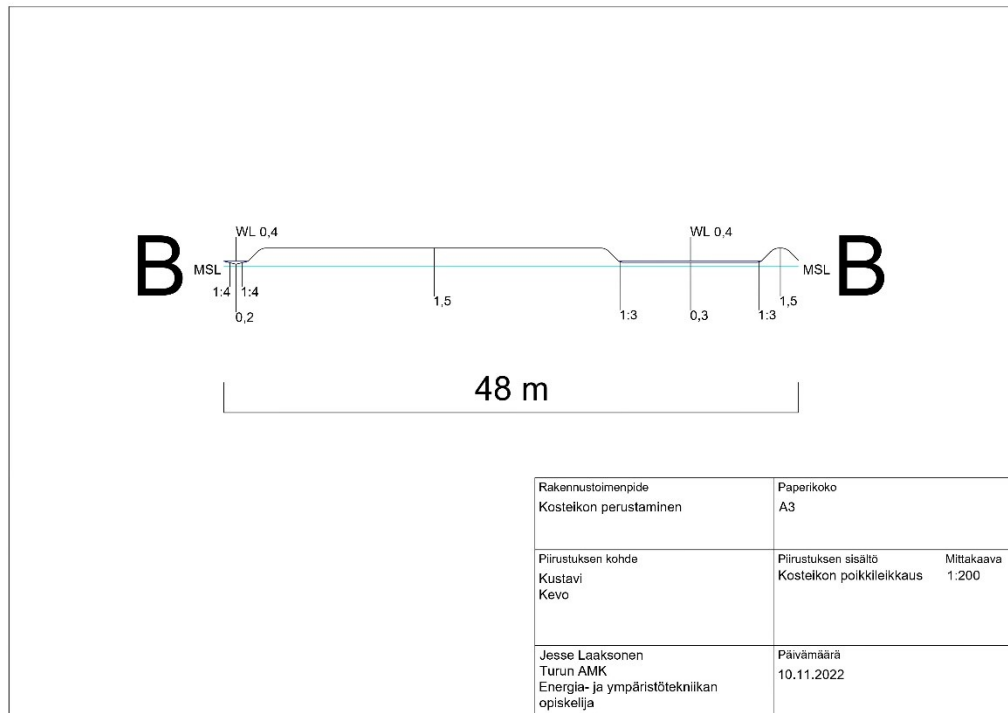
Liite 5. Sijaintikartta Topenginlahden kosteikon ja laskeutusaltaan poikki- ja pituusleikkauksista

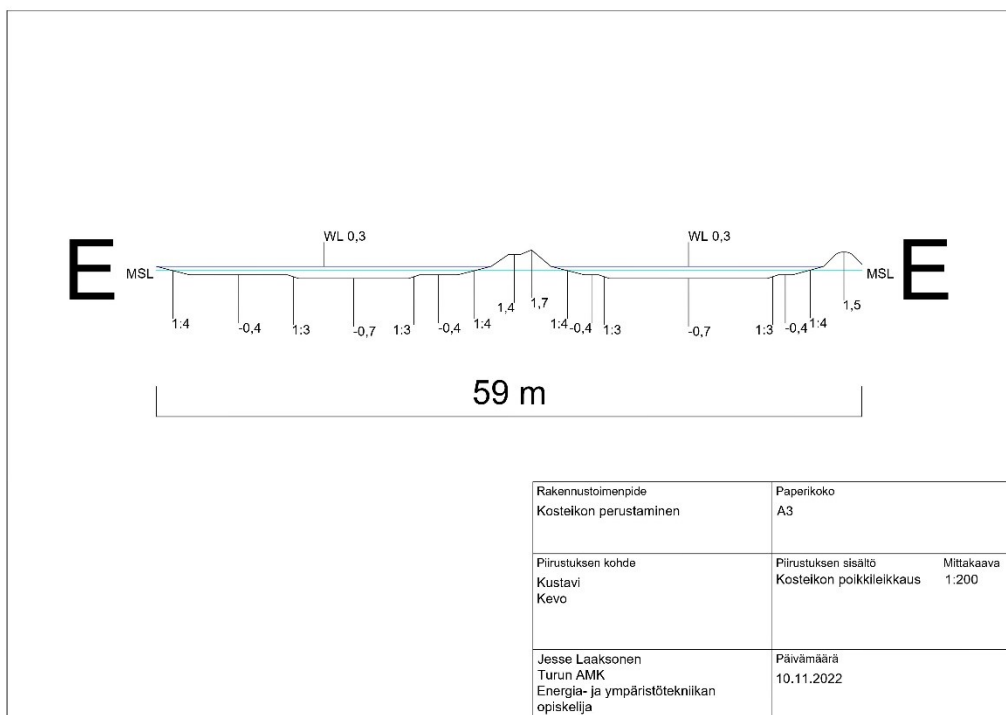
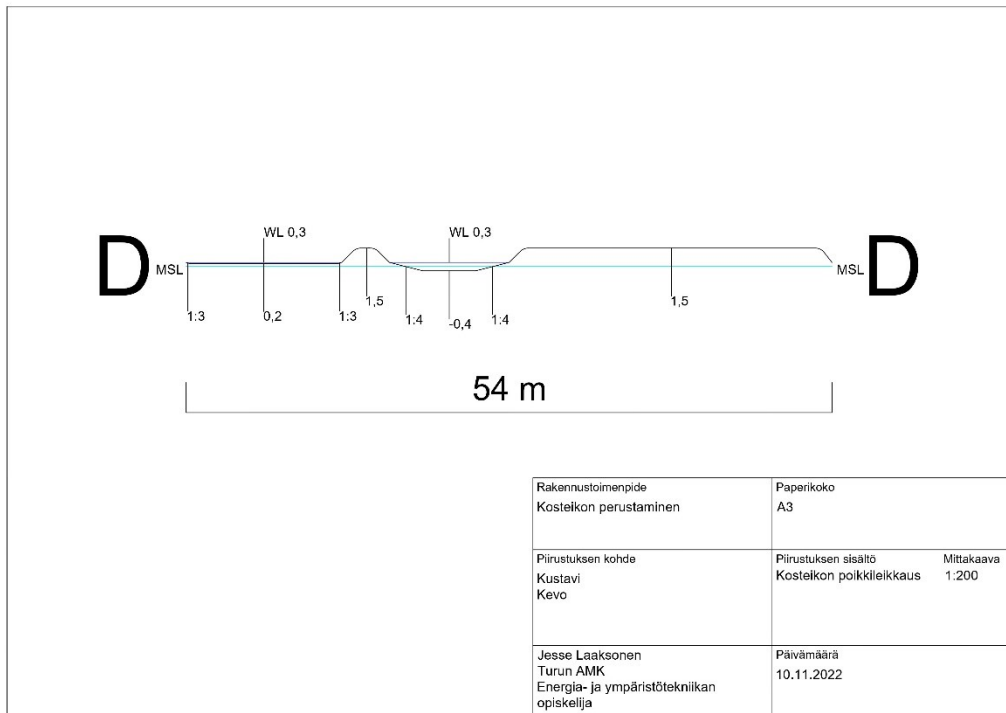


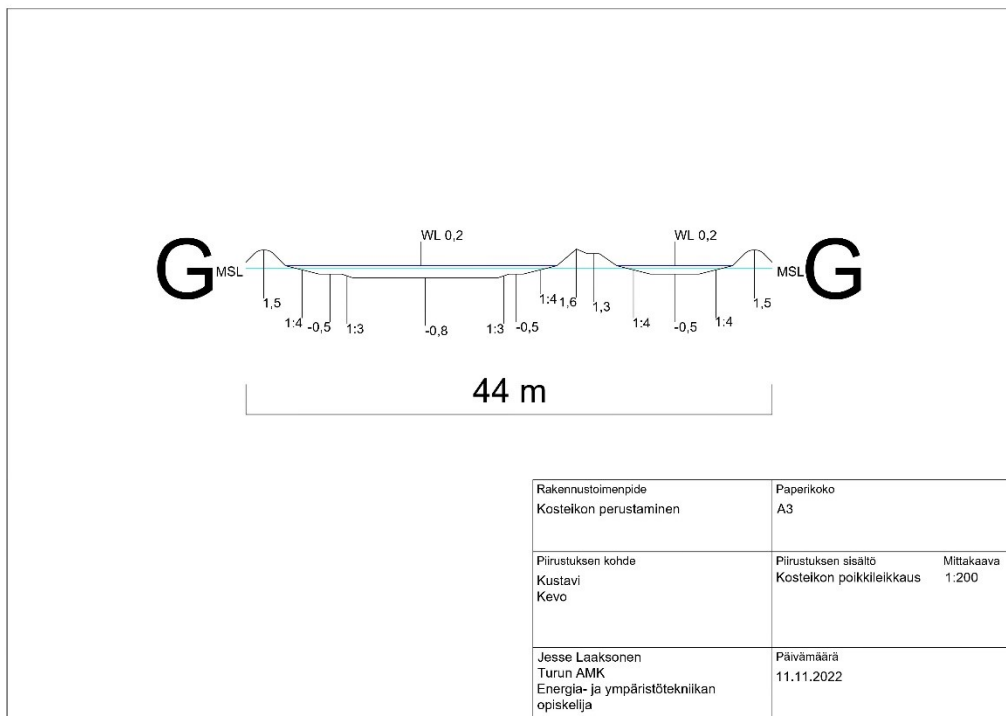
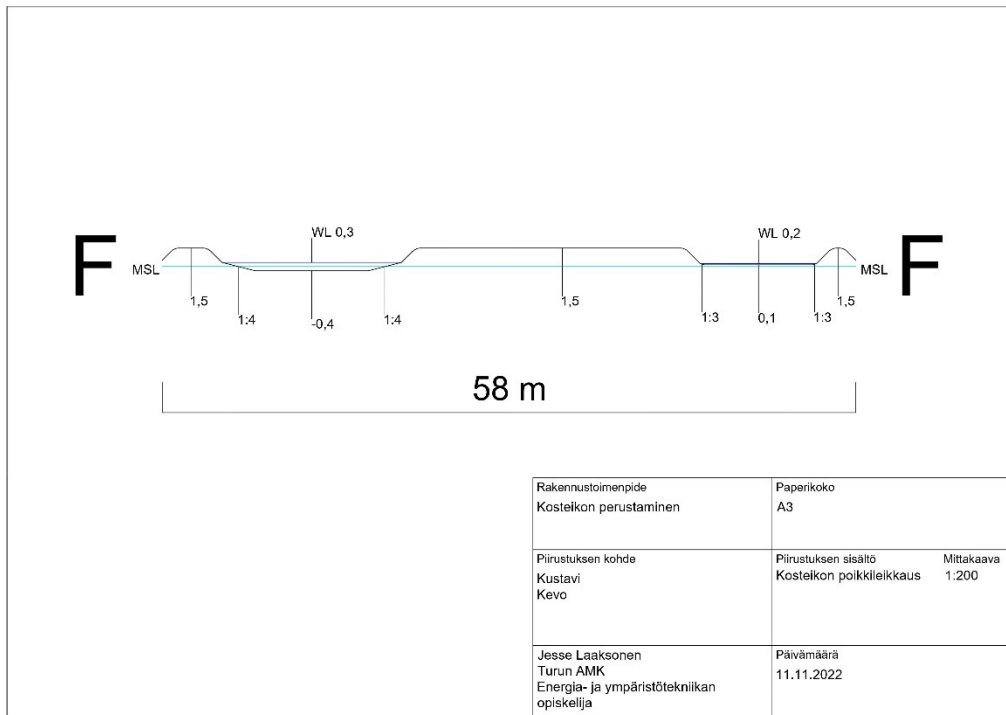
Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastokartan 11/2022 aineistoa CC BY 4.0, muokattu.

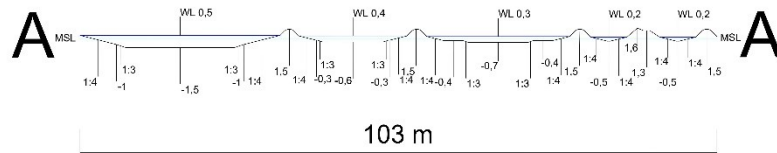
Liite 6. Topenginlahden kosteikon ja laskeutusaltaan poikki- ja pituusleikkaukset



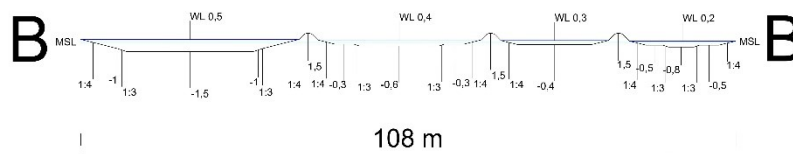




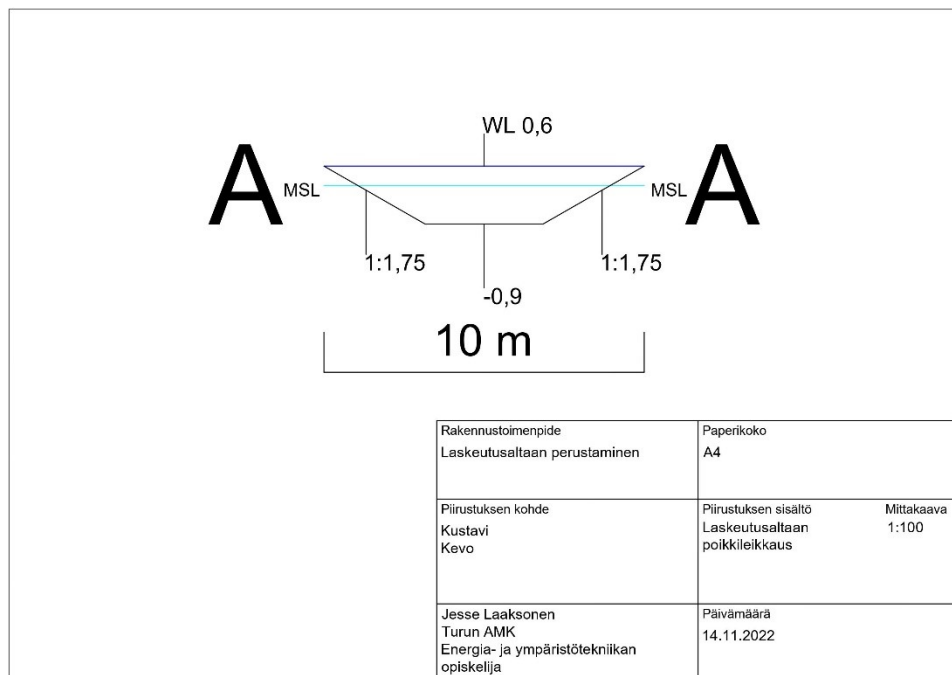
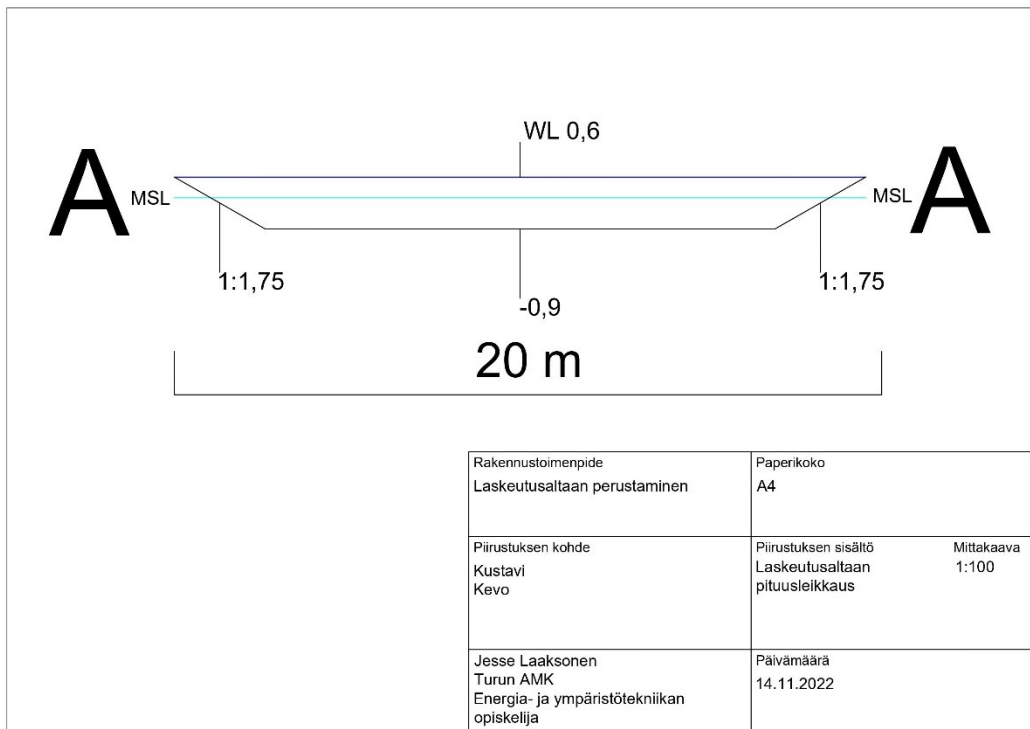




Rakennustoimenpide Kosteikon perustaminen	Paperikoko A2
Piirustuksen kohde Kustavi Kevo	Piirustuksen sisältö Kosteikon pituusleikkaus Mittakaava 1:300
Jesse Laaksonen Turun AMK Energia- ja ympäristötekniikan opiskelija	Päivämäärä 11.11.2022



Rakennustoimenpide Kosteikon perustaminen	Paperikoko A2
Piirustuksen kohde Kustavi Kevo	Piirustuksen sisältö Kosteikon pituusleikkaus Mittakaava 1:300
Jesse Laaksonen Turun AMK Energia- ja ympäristötekniikan opiskelija	Päivämäärä 11.11.2022



Liite 7. Eritelty kustannusarvio

ERITELTY KUSTANNUSARVIO

Hankkeen kustannukset koostuvat kosteikkoalueen raivauksesta ja niittämisestä, kosteikon ja laskeutusaltaan kaivuusta, kosteikolta ja laskeutusaltaasta syntyvien kaivumassojen kuljetuksesta ja läjityksestä, kosteikko rakenteiden perustamisesta, nykyisen ojan uudelleen muokkaamisesta, tukikankaiden asentamisesta ja ympäristön maisemoinnista sekä muotoilusta. Hankkeessa syntyy omarahoitusosuutena olevaa talkootyötä kosteikkoalueen raivauksesta ja niittämisestä, kaivumassojen kuljettamisesta ja läjityksestä sekä nykyisen ojan muokkaamisesta.

	Kustannukset, € (ilman alv.)	Kustannukset, € (sis. alv. 24 %)	Lisätietoa
<i>Kosteikon 1. matalan veden allas</i>	2965	3670	<i>Toteutus 1.–2. vuoden aikana</i>
Suunnittelu	0	0	Osa opinnäytetyötä
Puiden raivaus ja muun kasvillisuuden niitto + kuljetukset	315	390	Pinta-ala: 0,067 ha Työaika: 110 h/ha Kesto: 7 h Tuntihinta: 45 €/h Talkootyö, omarahoitusosuus
Kaivinkonetyö	1300	1610	Kaivuumassa: 648 m ³ Kuutiohintaa: 2 €/m ³ Urakoitsijatyö Sisältää myös maisemoinnin ja muotoilun
Kaivumassojen siirto traktorilla	850	1050	Kaivuumassa: 424 m ³ Kuutiohintaa: 2 €/m ³ Konetyö, omarahoitusosuus Sisältää myös läjityksen
Tukikankaan asennus	500	620	Urakoitsija työ Sisältää myös tuotehinnan
<i>Kosteikon 2. matalan veden allas</i>	4685	5795	<i>Toteutus 1.–2. vuoden aikana</i>
Suunnittelu	0	0	Osa opinnäytetyötä
Puiden raivaus ja muun kasvillisuuden niitto + kuljetukset	585	725	Pinta-ala: 0,12 ha Työaika: 110 h/ha Kesto: 13 h Tuntihinta: 45 €/h Talkootyö, omarahoitusosuus
Kaivinkonetyö	2350	2900	Kaivuumassa: 1174 m ³ Kuutiohintaa: 2 €/m ³ Urakoitsijatyö

			Sisältää myös maisemoinnin ja muotoilun
Kaivuumassojen siirto traktorilla	1750	2170	Kaivuumassa: 873 m ³ Kuutiohintaa: 2 €/m ³ Konetyö, omarahoitussuus Sisältää myös läjityksen
<i>Kosteikon 3. matalan veden allas</i>	3225	3990	<i>Toteutus 2.–3. vuoden aikana</i>
Suunnittelu	0	0	Osa opinnäytetyötä
Puiden raivaus ja muun kasvillisuuden niitto + kuljetukset	495	610	Pinta-ala: 0,096 ha Työaika: 110 h/ha Kesto: 11 h Tuntihinta: 45 €/h Talkootyö, omarahoitussuus
Kaivinkonetyö	1550	1920	Kaivuumassa: 775 m ³ Kuutiohintaa: 2 €/m ³ Urakoitsijatyö Sisältää myös maisemoinnin ja muotoilun
Kaivuumassojen siirto traktorilla	1180	1460	Kaivuumassa: 592 m ³ Kuutiohintaa: 2 €/m ³ Konetyö, omarahoitussuus Sisältää myös läjityksen
<i>Kosteikon syvän veden allas</i>	7860	9750	<i>Toteutus 2.–3. vuoden aikana</i>
Suunnittelu	0	0	Osa opinnäytetyötä
Puiden raivaus ja muun kasvillisuuden niitto + kuljetukset	540	670	Pinta-ala: 0,11 ha Työaika: 110 h/ha Kesto: 12 h Tuntihinta: 45 €/h Talkootyö, omarahoitussuus
Kaivinkonetyö	3630	4500	Kaivuumassa: 1813 m ³ Kuutiohintaa: 2 €/m ³ Urakoitsijatyö Sisältää myös maisemoinnin ja muotoilun
Kaivuumassojen siirto traktorilla	3190	3960	Kaivuumassa: 1594 m ³ Kuutiohintaa: 2 €/m ³ Konetyö, omarahoitussuus Sisältää myös läjityksen
Tukikankaan asennus	500	620	Urakoitsija työ Sisältää myös tuotehinnan

Laskeutusallas	1350	1670	Toteutus 3. vuoden aikana
Suunnittelu	0	0	Osa opinnäytetyötä
Puiden raivaus ja muun kasvillisuuden niitto + kuljetukset	90	110	Pinta-ala: 0,0203 ha Työaika: 110 h/ha Kesto: 2 h Tuntihinta: 45 €/h Talkootyö, omarahoitusosuus
Kaivinkonetyö	630	780	Kaivuumassa: 317 m ³ Kuutiointihinta: 2 €/m ³ Urakoitsijatyö Sisältää myös maisemoinnin ja muotoilun
Kaivuumassojen siirto traktorilla	630	780	Kaivuumassa: 317 m ³ Kuutiointihinta: 2 €/m ³ Konetyö, omarahoitusosuus Sisältää myös läjityksen
Nykyisen ojan muokkaus	2120	2630	Toteutus 1.–3. vuoden aikana
Uuden reitin kaivaminen lapiolla	1260	1560	Tuntihinta: 45 €/h Kesto: 28 h Talkootyö, omarahoitusosuus
Tarpeettomaksi jääneen vanhan ojan osuuskien täyttäminen	860	1070	Tuntihinta: 45 €/h Kesto 19 h Talkootyö, omarahoitusosuus
YHTEENSÄ	22205 €	27515 €	
Omarahoitusosuus	11745 €	14565 €	
Ostopalvelut	10460 €	12950 €	