



Henri Tyni

OIVANGIN VESIENSUOJELUKOSTEIKON RAKENTAMISEN HILJAISEN TIEDON KOKOAMINEN

OIVANGIN VESIENSUOJELUKOSTEIKON RAKENTAMISEN HILJAISEN TIEDON KOKOAMINEN

Henri Tyni
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan ko., Ympäristö- ja yhdyskuntatekniikan sv.

Tekijä(t): Henri Tyni

Opinnäytetyön nimi: Oivangin vesiensuojelukosteikon rakentamisen hiljaisen tiedon kokoaminen

Työn ohjaaja(t): Jyrki Röpelin, Pekka Leiviskä, Pekka Rasimus

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2013

Sivumäärä: 60 + 5 liitettä

Vesiensuojelukosteikoita on alettu rakentaa Suomessa vesistöjen ravinnekuormituksen vähentämiseksi. Kuusamon taajaman pohjoispuolelle rakennettiin vuosina 2010 – 2012 Oivangin vesiensuojelukosteikko. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä kosteikon rakentamistyöhön liittyvää ns. hiljaista tietoa yhteen julkaistavaksi. Työn tarkoitus oli auttaa seuraavien kosteikkohankkeiden toteuttajia käytännön rakennustyön haasteissa sekä jakaa kosteikkojen rakentamiseen liittyvää käytännön tietoa. Työ tehtiin haastatteleamalla Oivangin vesistön hoitoyhdistys ry:n puheenjohtajaa ja kosteikkoprojektin vetäjää Pekka Rasimusta sekä keräämällä tietoa kosteikon kirjallisista suunnitelmista sekä suunnitelmakuvista ja -kartoista. Tietoa saatiin myös yhteensä kolmen maastokäynnin yhteydessä.

Kosteikkojen rakentamiseen liittyvää käytännön tietoa ei ole paljoa kirjoitettuna, joten kosteikkojen rakentamiseen liittyvän hiljaisen tiedon kerääminen oli tärkeää. Oivangin kosteikon rakentamiseen liittyvän hiljaisen tiedon kokoaminen oli erityisen tärkeää, koska sille rakennettiin Suomessa ensimmäistä kertaa kosteikkoihin sovellettuja ilmastusharjallisia hapetuspatoja.

Opinnäytetyössä selostettiin kosteikon rakentamistyön vaiheet sekä tehdyt rakenteet. Lisäksi työssä esiteltiin kosteikon rakentamisen aikana ilmenneitä ongelmia ja niiden ratkaisuja. Hapetuspatojen rakentaminen kuvattiin sekä kirjallisesti että kuvien avulla mahdollisimman tarkaksi ohjeistukseksi seuraaviin kosteikkohankkeisiin, mikäli niissä päädytään käyttämään veden happitilanteen parantamiseen hapetuspatoja. Hapetuspadot tuottavat veteen happea ilman ulkoisen energian käyttöä.

Oivangin vesiensuojelukosteikko on kokonaisuutena onnistunut hyvin. Kosteikko on jo ensimmäisen kesän jälkeen tuottanut erinomaisia vedenpuhdistustuloksia ja happipatojen hapentuottokyky on ylittänyt ennakko-odotukset. Kosteikolla on onnistuttu myös luonnon monimuotoisuuden parantamisessa. Alueen maisema-arvo on parantunut ja esimerkiksi vesilinnut ovat löytäneet alueelle.

Asiasanat: kosteikko, ilmastus, vesiensuojelu, Oivanki

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 KOSTEIKOT JA NIIDEN TOIMINTA	7
2.1 Kosteikot osana vesistöjä	7
2.1.1 Kosteikon rakentamisaikka	8
2.1.2 Kosteikon sijoittaminen valuma-alueelle	9
2.2 Kosteikon toiminta veden ravinnekuormituksen vähentäjänä	9
2.2.1 Ravinteiden fysikaalinen poistuminen	10
2.2.2 Ravinteiden kemiallinen poistuminen	11
2.2.3 Ravinteiden biologinen poistuminen	11
2.3 Kosteikon toimintaedellytykset	12
2.3.1 Kosteikkoon tulevan veden ravinnepitoisuudet	12
2.3.2 Veden lämpötila ja viipymä	13
2.3.3 Hapen määrä	13
2.4 Kosteikon suunnittelu	14
2.4.1 Kosteikon muoto	15
2.4.2 Kosteikon matalikot ja allasketjut	15
3 OIVANGIN VESIENSUOJELUKOSTEIKKO	17
3.1 Alueen yleiskuvaus	18
3.2 Suunnittelun lähtökohdat ja asetetut tavoitteet	19
3.2.1 Laaditut suunnitelmat	19
3.2.2 Lupa-asiat ja maa-alueet	20
3.2.3 Rahoitus	20
3.3 Suunnitellut rakenteet	21
3.3.1 Laskeutusaltaat	22
3.3.2 Kosteikkoalueet	22
3.3.3 Patorakenteet	25
4 OIVANGIN VESIENSUOJELUKOSTEIKON RAKENTAMINEN	28
4.1 Käytännön rakennustyö	28
4.1.1 Huoltoteiden rakentaminen	29

4.1.2 Patopenkereiden rakentaminen	31
4.1.3 Ohjaus- ja suojapenkereiden rakentaminen	34
4.1.4 Patojen rakentaminen	34
4.1.5 Ojien ja altaiden kaivaminen	44
4.2 Rakentamistyössä ilmenneitä ongelmia	47
4.2.1 Alapadon rakentamiseen liittyvät ongelmat	47
4.2.2 Muut kosteikon rakentamiseen liittyvät ongelmat	48
4.3 Rakentamistyön ongelmien ratkaisutapoja	50
4.3.1 Alapadon vuodon korjaaminen	50
4.3.2 Alapadon penkereen painumisen pysäyttäminen	51
4.4 Kosteikon rakennustyön onnistumisen pohdinta	53
4.5 Kosteikolla käytettyjen ratkaisujen sovellettavuus muihin kohteisiin	55
5 YHTEENVETO	57
LÄHTEET	59
LIITTEET	
Liite 1 Padon puurakenteiden piirustukset	
Liite 2 Padon puurakenteiden ja tukiseinien piirustukset	
Liite 3 Padon metallisten tukirakenteiden piirustukset	
Liite 4 Piirustuskuva patosetistä ja ilmastusharjasta	
Liite 5 Vesinäytteiden analyysitulokset	

1 JOHDANTO

Kuusamon taajaman pohjoispuolelle rakennettiin vuosina 2010 – 2012 Oivangin vesiensuojelukosteikko. Sen tarkoitus on vähentää maatalouden aiheuttamaa ravinnekuormitusta Nissinvaaran - Kokkosuon alueelta laskevista valumavesistä. Ennen kosteikon rakentamista vedet laskivat Nälkämölammen ja Ryttilammen kautta suoraan Oivanginjärveen. Tarve kosteikon rakentamiseen tuli Oivanginjärven veden huonontuneesta laadusta sekä Nälkämölammen rehevöitymisestä. Kosteikko suunniteltiin ja rakennettiin siten, että kaikki Nissinvaara – Kokkosuon alueelta normaalissa virtaamatilanteessa tulevat vedet voidaan johdattaa kosteikon läpi Monnonjokeen ja siitä Oivanginjärveen. Näin mahdollistettiin myös tulevaisuudessa tehtävä Nälkämölammen kunnostus.

Kosteikkojen rakentamiseen liittyvää käytännön tietoa on tarpeen kirjata ylös. Näin seuraavien kosteikkohankkeiden suunnittelijat voivat saada kohtaamiinsa haasteisiin valmiita ratkaisuvaihtoehtoja. Oivangin vesiensuojelukosteikon erityispiirre ovat professori Esko Lakson ideoimat ilmastusharjalliset hapetuspadot. Se on ensimmäinen Suomeen rakennettu maatalouden vesiensuojelukosteikko, johon hapetuspatoja on rakennettu. Tämän vuoksi varsinkin hapetuspatojen rakentamiseen liittyvää tietoa on hyvä jakaa eteenpäin.

Tähän opinnäytetyöhön on tarkoitus kerätä Oivangin kosteikon rakentamiseen liittyvää hiljaista tietoa seuraavia kosteikkohankkeita varten. Tietoa tallennetaan kosteikon rakentamisen vaiheista sekä rakentamiseen liittyvistä ongelmista ja virheistä sekä ongelmien ratkaisuista. Erityisesti happipatojen rakentamisen vaiheet on tarkoitus kuvata mahdollisimman tarkkaan. Työ tehdään keräämällä tietoa kosteikon suunnitelmista ja kuvista sekä haastattelemalla kosteikon rakennustyötä johtanutta ja työssä tiiviisti mukana ollutta Oivangin vesistön hoitoyhdistys ry:n puheenjohtajaa. Maastokäyntien avulla pyritään saamaan tietoa sekä yleiskuva alueesta.

2 KOSTEIKOT JA NIIDEN TOIMINTA

Muutamia vuosikymmeniä sitten alavilla alueilla esiintyi luonnon muovaamia kosteikoita. Ne kuitenkin vähenivät, kun kosteikkoalueita kuivattiin maanviljelyksen käyttöön varsinkin peltojen läheisyydessä. Nyt kosteikoita on alettu palauttaa alkuperäisille paikoilleen. (1, s. 5.)

Kun Suomi vuonna 1995 liittyi Euroopan Unioniin, maatalouden ympäristövaikutuksia alettiin vähentää ympäristötukiohjelman avulla. Ohjelman tavoite on vähentää pitkällä aikavälillä maatalouden ympäristökuormaa. Nykyisessä kaudelle 2007 – 2013 suunnitellussa tukiohjelmassa maatalouden vesiensuojelukosteikojen merkitys vesistöjen kuormituksen vähentäjänä korostuu. (1, s. 5.)

Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelun ja rakentamisen pääasiallisena tavoitteena on luoda kosteikko, joka on ympäristövaikutuksiltaan monipuolinen. Yksi tärkeimmistä kosteikon tavoitteista on kosteikon yläpuoliselta valuma-alueelta valuvan veden ravinnekuormituksen vähentäminen. Kosteikon suunnittelutavoitteisiin kuuluu lisäksi maisemallisten arvojen, linnuston, kalatalouden sekä muutenkin luonnon monimuotoisuuden edistäminen. Tulvasuojelu on myös tärkeä kosteikon suunnittelun ja rakentamisen tavoite. (1, s. 7.)

2.1 Kosteikot osana vesistöjä

Kosteikon rakentaminen vaikuttaa alapuolisen vesistön hydrologiaan. Ennen maiden kuivattamista maatalouden käyttöön luonnossa olevat kosteikot pidättivät vesistöiden virtaamahuippuja ja toimivat tulva-alueina. Kun vesistöjen uomien vedenjohtokykyä kasvatettiin sekä maita kuivatettiin, uomien luontainen kyky leikata alajuoksun huippuvirtaamia ja vähentää tulvia pieneni. (1, s. 11.)

Kosteikkojen perustamisen myötä vesistöjen kyky leikata huippuvirtaamia sekä johtaa vettä huippuvirtaamien aikana paranee. Tulvan nousuvaiheessa kosteikko kykenee varastoimaan osan siihen tulevasta vedestä. Näin se pienentää alapuoliseen vesistöön laskevaa virtaamaa ja vähentää vesistön tulvataipumusta. (1, s. 11.)

Maisemallisia arvoja pohditaan jo kosteikon paikkaa valitessa ja kosteikkoa suunniteltaessa. Esimerkiksi pellon tai tiheikön paikalle rakennettava kosteikko tuo vaihtelua maisemaan. Kosteikko, jossa on avovesialuetta sekä kasvillisuutta, syviä ja matalia alueita sopivassa suhteessa, tuo luontoon vaihtelevuutta sekä monimuotoisuutta. Kosteikot ovat tärkeitä elinympäristöjä monille kasvi- ja eläinkunnan lajeille. Lisäksi kosteikoissa elää erilaisia kala- ja rapulajeja. (1, s. 9 - 11.)

2.1.1 Kosteikon rakentamispaikka

Kosteikkojen yleissuunnitelmaa tehdessä kartoitetaan tarkasteltavalta alueelta paikat, jotka mahdollisesti soveltuisivat kosteikon perustamispaikoiksi, sekä selvitetään paikkojen maanomistajat. Ensimmäinen karkea kartoitus voidaan tehdä erilaisia karttoja käyttäen. Kuitenkaan yleissuunnitelmaa tehdessä ei vielä tehdä yksityiskohtaista kosteikon suunnittelua, vaan yleissuunnitelma on yleispiirteinen suuremman alueen kosteikkohankkeita koskeva suunnitelma. (1, s. 15, 22.)

Kosteikon paikkaa valitessa tulisi huomioida erityisesti kosteikolle luontaisesti sopivat paikat. Ennen alueiden kuivatusta maanviljelyksen käyttöön kosteikot ovat sijainneet alavilla paikoilla, esimerkiksi purojen tai pienten jokien uomissa. Uuden kosteikon perustaminen on usein helpointa tehdä vanhojen kosteikkojen paikoille, esimerkiksi aiemmin kuivatetuille tulvaniityille. (1, s. 22.)

Perustettavaan kosteikkoon valuvan veden ravinnepitoisuus on tärkeä kosteikon paikan valinnan kriteeri luonnollisen paikan ja helpon perustettavuuden lisäksi. Kosteikko tulisi perustaa paikkaan, jossa se toimisi mahdollisimman tehokkaasti. Paikan tulisi siis olla siten valittu, että pelloilta kosteikolle tuleva vesi ei olisi ehtinyt laimentua muulta valuma-alueelta tulevan veden vaikutuksesta. Näin kosteikon vedenpuhdistusvaikutukset toimitaisivat parhaiten. (1, s. 22.)

Suomen ympäristökeskus on kehittänyt karttaohjelman, jonka avulla voidaan etsiä kosteikolle sopivaa perustamispaikkaa atk-avusteisesti. Ohjelma etsii kosteikon paikkoja kartta-aineiston ja korkeusmallien avulla. Se hakee kosteikon paikkoja muun muassa valuma-alueen koon ja alueen peltoisuuden mukaan. (2, s. 5.)

2.1.2 Kosteikon sijoittaminen valuma-alueelle

Kosteikon paikan valintaan, mitoitukseen ja suunnitteluun vaikuttavat valuma-alueen koko ja ominaisuudet. Kosteikot sijoitetaan yleensä valuma-alueille, joiden peltojen osuus pinta-alasta eli peltoisuus on tarpeeksi suuri. Tällaisilla alueilla myös maatalouden ravinnekuormitus huonontaa selkeästi veden laatua. Ympäristötukea saa kosteikon perustamiseen, jos kosteikon yläpuolisen valuma-alueen peltoisuus on yli 20 prosenttia. Kuitenkin myös muut ominaisuudet kuin peltojen osuus valuma-alueen koosta vaikuttavat veden laatuun. Maaston kaltevuus erityisesti peltojen kohdalla lisää huomattavasti ravinteiden ja kiintoaineksen aiheuttamaa vesistökuormitusta. (1, s. 22.)

Suurilla valuma-alueilla kosteikkojen sijoittelulle on kaksi vaihtoehtoa. Kosteikot voidaan sijoittaa useina pieninä kosteikkoalueina ympäri valuma-aluetta. Toinen tapa on sijoittaa yksi suuri kosteikko valuma-alueen alapäähän. Tulvasuojelun kannalta pienet kosteikot sijoitettuna eri puolille valuma-aluetta ovat parempi vaihtoehto. Lisäksi niiden toteutus on helpompaa, koska suurilla kosteikoilla maa-alueiden hankinta voi osoittautua vaikeaksi. Toisaalta yksi suuri kosteikko valuma-alueen alapäässä parantaa vesiensuojelua tehokkaammin, koska koko valuma-alueen vedet ja kuormitus saadaan yhteen käsittelypaikkaan. (1, s. 22.) Oivangin kosteikko rakennettiin juuri tällä tavoin.

2.2 Kosteikon toiminta veden ravinnekuormituksen vähentäjänä

Suomen vesistöjen rehevöitymistä säätelevät typpi ja fosfori. Fosfori vaikuttaa enemmän sisävesistöissä ja typen vaikutus on suurempi rannikolla. Typen ja fosforin määrät vesistöissä jakaantuvat alueellisesti eri tavoin. Tämä johtuu peltoalan maantieteellisestä sijoittumisesta ja peltojen erilaisista ominaisuuksista, viljelymenetelmistä sekä muista maanviljelyn määrään ja laatuun liittyvistä seikoista. (1, s. 21.)

Maatalousvesien ravinnekuormitus on tulosta viime vuosikymmenien aikana tapahtuneesta maanviljelyksen kehityksestä. Suomen maataloutta on muutettu intensiivisemmäksi ja tuottavammaksi suuremmalla lannoitemäärän käytöllä sekä viljelymenetelmien kehittämisellä. Typen huuhtouman määrä on lisääntynyt lannoituksen määrän lisäämisen myötä. (3, s. 10.)

Maatalousmaat sisältävät Suomessa luonnostaan vähän fosforia. Maaperän happamuuden takia suurin osa lannoitteilla lisätystä fosforista sitoutuu tiukasti maaperään eikä näin pääse kasvien käyttöön. Näin viljelyalueelle joudutaan lisäämään enemmän fosforia, kuin viljelykasvit todellisuudessa tarvitsisivat kasvaakseen. Lannoituksen kautta fosforin määrä viljelyalueiden maaperässä on lisääntynyt merkittävästi ja huuhtouman riski on kasvanut. Lisäksi, koska Suomessa on lyhyt kasvukausi, on nähty hyväksi kyntää viljelysmaat jo syksyllä. Tämä on osaltaan ollut aiheuttamassa eroosiota sekä lisäämässä fosforin huuhtoutumista vesistöihin. (3, s. 10.)

Kosteikot vähentävät monin tavoin maatalouden aiheuttamaa ravinnekuormitusta vesistöissä. Niihin laskeutuu veden kuljettamaa kiintoainesta ja samalla ne vähentävät typen ja fosforin määrää vedessä. Kosteikossa virtaavan veden sisältämien ravinteiden poistuminen voidaan jaotella fysikaaliseen, kemialliseen ja biologiseen ravinteiden poistumiseen. (1, s. 12, 13.)

2.2.1 Ravinteiden fysikaalinen poistuminen

Suomen kosteikoissa kiintoaineen laskeutuminen pohjalle eli sedimentaatio sekä kiintoaineen pidäytyminen kosteikossa olevien kasvien pinnoille on tärkeä veden puhdistumisen muoto. Kiintoaineen sedimentoituaessa poistuu myös suuri määrä fosforia, koska suurin osa pelloilta veteen tulevasta fosforista on sitoutunut laskeutuvaan kiintoainekseen. (1, s. 12.)

Veden kuljettaman kiintoaineen laskeutuminen on riippuvainen kiintoaineen määrästä vedessä, kiintoaineen ominaisuuksista sekä veden viipymästä kosteikossa. Viipymän pidentäminen kosteikossa parantaa kiintoaineen laskeutumisen ja pidäytymisen tehokkuutta. (4, s. 7.)

Kiintoaineen resuspensio kosteikossa tarkoittaa suurten virtaamien ja virtausnopeuksien aikana kosteikon pohjalla olevan maa-aineksen ja sen sisältämien ravinteiden lähtemistä virtauksen mukana liikkeelle ja veteen sekoittumista. Jos kosteikko on mitoitettu liian pienelle virtaamalle, resuspension riski on olemassa. (1, s. 13.)

2.2.2 Ravinteiden kemiallinen poistuminen

Kosteikossa virtaavaan veteen liuennut fosfori pidättyy kosteikon maaperään kemiallisesti. Tätä ilmiötä kutsutaan adsorptioksi. Kosteikossa tapahtuva fosforin pidättyminen adsorptiolla perustuu veteen liunneen fosforin ja kosteikon pohjan maa-ainekseen sitoutuneen fosforin pitoisuuksien tasapainoon. Kun veden fosforipitoisuus on korkea ja maa-aineksen fosforipitoisuus matala, adsorptio toimii parhaiten. Kuitenkin on myös muita tekijöitä, jotka vaikuttavat adsorptioon määrään. (1, s. 13.)

Fosforin adsorptio on riippuvainen maaperään sitoutuneesta vapaasta, fosforilla kyllästämättömästä raudasta ja alumiinista, jotka sitovat vedessä olevan fosforin maaperään. Alumiini- ja rautaoksideita ei ole maaperässä rajattomasti, joten ajan kuluessa kosteikossa tapahtuva adsorptio heikkenee. Jos maaperän fosforipitoisuus on suurempi kuin kosteikossa virtaavan veden fosforipitoisuus, fosforia voi vapautua kosteikon maaperästä veteen. (1, s. 13.)

Suomen kylmissä ilmasto-olosuhteissa adsorptio ei aina ole tehokkain prosessi fosforin pidättämisessä. Koska Suomen maatalousalueilta tuleva fosfori on pääsääntöisesti kiintoaineeseen sitoutunutta ja sedimentaatio toimii hyvin myös kylmissä olosuhteissa, suuri osa Suomen kosteikoissa tapahtuvasta fosforin poistumasta tapahtuu sedimentaation kautta. (5, s. 53.)

2.2.3 Ravinteiden biologinen poistuminen

Maatalouden valumavesien mukana kulkeva typpi on pääosin nitraattimuotoista, joka poistuu vedestä denitrifikaation kautta (4, s.9). Typen denitrifikaatio tarkoittaa mikrobitoiminnan kautta tapahtuvaa typen nitraattimuodon pelkistymistä kaasumaiseen muotoon, joka haihtuu ilmakehään. Koska typpi haihtuu ilmakehään eikä varastoidu kosteikon maaperään, kosteikon kyky poistaa sitä säilyy ennallaan ajan kuluessa (1, s. 13). Nitraattitypen lisäksi kosteikoille voi tulla myös ammonium - muotoista typpeä, joka ei poistu suoraan denitrifikaation kautta. Se vaatii poistukseensa nitrifikaation, jossa ammonium-muotoinen typpi hapettuu bakteerien vaikutuksesta ensin nitriitiksi ja edelleen denitrifikaatiolla poistuvaksi nitraatiksi. (6, s.31.)

Maatalouden valumavesissä oleva typpi on pääasiassa veteen liuenneessa muodossa. Tämän vuoksi kosteikossa tapahtuvaa typen poistumaa ei juurikaan tapahdu sedimentaation kautta, vaan typpi poistuu pääasiassa denitrifikaatiolla. Typen poistuma on tehokkainta, kun veden pH-arvo sekä lämpötila- ja happi-olosuhteet ovat sopivat, kosteikossa on riittävästi orgaanista ainesta ja tulevan veden nitraattipitoisuus on tarpeeksi korkea. Lisäksi kosteikossa olevan veden viipymääjan tulisi olla mahdollisimman pitkä. (4, s. 9.)

Kasvien vaikutuksen ajatellaan yleisesti olevan suuri veden ravinnekuormituksen vähentämisessä. Kasvit kuluttavat kasvukauden aikana vedestä ravinteita, mutta kasvukauden loputtua ravinteet alkavat vapautua kasvien mätänemisprosessien yhteydessä takaisin veteen. Kosteikkoalueelta onkin hyvä niittää ja kerätä kasvillisuus pois säännöllisesti. (1, s. 14.)

Kasvillisuuden merkitys ei ole ravinteiden kulutuksen kannalta merkittävän suuri vuositasolla. Kuitenkin kasvillisuus on erittäin tärkeä tekijä kosteikon toiminnassa. Kasvillisuus sitoo kosteikon maaperää ja vähentää näin maa-aineksen liikkeelle lähdön riskiä. Lisäksi kasvillisuus hidastaa veden virtausnopeutta pidentäen näin viipymää ja antaen kosteikon vettä puhdistaville prosesseille aikaa toimia. Kasvillisuus myös antaa kasvualustoja denitrifikaatioon tarvittaville mikrobeille sekä suodattaa vedestä pois hienoaainesta. (4, s. 12.)

2.3 Kosteikon toimintaedellytykset

Kosteikon toimintaan ravinteiden vähentäjänä vedestä vaikuttavat useat eri tekijät. Esimerkiksi kosteikkoon tulevan veden laatu, kosteikon maaperä, veden lämpötila, veden viipymäaika kosteikossa sekä veden sisältämä happimäärä vaikuttavat kosteikon toimintaan. Lisäksi kosteikon kasvillisuudella on merkitystä kosteikolla virtaavan veden virtausnopeuteen ja kosteikon toimintaan. (4, s.11-13)

2.3.1 Kosteikkoon tulevan veden ravinnepitoisuudet

Kosteikkoon tulevan veden ravinnepitoisuudet ovat keskeisessä osassa ravinteiden poistuman kannalta. Jos tulevan veden ravinnepitoisuudet ovat pieniä,

eivät ravinteiden poistoprosessit toimi yhtä tehokkaasti kuin jos veden ravinnepitoisuudet olisivat suuria. (4, s. 13.)

Valuma-alueen peltoisuus vaikuttaa vesistön ravinnekuormaan ja pitoisuuksiin. Jos valuma-alueella on peltoja, vesistön nitraatti- ja fosforipitoisuudet ovat selvästi korkeammat kuin luonnontilaisissa vesistöissä. Valuma-alueen muutkin ominaisuudet vaikuttavat kosteikon paikan valintaan sekä kosteikon toimintaan. Valuma-alueen koko, kaltevuudet, maaperä sekä maanpinnan ja kasvillisuuden ominaisuudet vaikuttavat kosteikon valumiin, virtaamiin ja mitoitukseen sekä veden laatuun. (4, s. 13.)

2.3.2 Veden lämpötila ja viipymä

Veden lämpötila vaikuttaa kosteikon denitrifikaatio- ja adsorptioprosessien toimintaan. Suomen kylmissä olosuhteissa kosteikkoa suunniteltaessa on tärkeä huomioida viipymän merkitys. Koska vedet ovat viileitä ja vedenpuhdistusprosessit hitaita, on kosteikko suunniteltava siten, että viipymä on tarpeeksi suuri kosteikon veden ravinnekuormituksen vähentämistä ajatellen. Veden lämpötila ei kuitenkaan vaikuta kiintoaineksen ja siihen sitoutuneen fosforin sedimentoitumiseen ja sedimentoituminen jatkuu talviaikanakin tehokkaana, jos kosteikko ei jäädy pohjaan asti. (4, s. 12.)

2.3.3 Hapen määrä

Kosteikon maaperä sekä veden syvyys vaikuttavat sekä fosforin että typen poistoon vedestä. Fosforin pidättyminen adsorptiolla vaatii runsashappisia olosuhteita, ja näin fosforia poistuu vedestä parhaiten kosteikon alueilla, joilla veden syvyys on matala ja vedessä olevan hapen määrä on riittävä. Hapen määrän ollessa suuri myös adsorptio on suurta, kun taas hapettomassa tilassa fosforia vapautuu maaperässä olevista rautaoksidoista veteen. (1, s. 13.)

Typen denitrifikaatio edellyttää osittain päinvastaisia olosuhteita hapen suhteen kuin fosforin adsorptio. Kun fosforin pidättyminen maaperään vaatii mahdollisimman paljon happea, denitrifikaatioon tarvitaan osittain hapettomia tiloja (1, s. 14). Denitrifikaatiobakteerit käyttävät happea vedestä hajottaessaan orgaanista ainesta, mutta hapettomissa tiloissa ne ottavat tarvitsemansa hapen nitraatti-

muotoisesta tyypestä (4, s. 11). Kosteikkojen syvistä osista löytyy sopivia tiloja typen denitrifikaatiolle (3, s. 24).

2.4 Kosteikon suunnittelu

Kosteikon perustamistapa ja -tyyppi määräytyvät pitkälti kosteikon perustamispaikan maastonmuotojen mukaan. Kosteikko voidaan rakentaa joko patoamalla tai kaivamalla. Patoamalla tehtyä kosteikkoa voidaan pitää kosteikkojen perustyyppinä. (1, s. 35.)

Patoamalla tehty kosteikko sijaitsee ympäristöään matalammalla maastonkohdalla, jolle vesi saadaan hallitusti nousemaan pengerrakenteiden avulla. Patoamalla voidaan saada kohtuullisin kustannuksin aikaan laaja-alaisiakin kosteikoita. (1, s. 35, 36.)

Padot ovat kosteikkojen selkeimpiä ja keskeisimpiä rakenteita. Patojen ja juoksurakenteiden avulla säädellään kosteikkojen vedenkorkeuksia. Usein patojen lisäksi kosteikkojen vedenkorkeuksien ja vettyvien maa-alueiden rajaamiseksi käytetään pengerrakenteita. Kosteikon vedenkorkeuksia suunnitellessa täytyy ottaa huomioon padotuksen vaikutus kosteikon yläpuolisille alueille. Ylivirtaamien aikaan kosteikon vedellä peittyneen alan pitäisi päästä laajenemaan mahdollisimman paljon. Tämä mahdollistaisi vesitilavuuden reilun kasvun ja näin tehostaisi kosteikon toimintaa tulva-aikana, jolloin vesi kuljettaa mukanaan paljon kiintoainesta. (1, s. 46.)

Kosteikon vesipinnan korkeus säädellään poistouomassa kiinteällä kynnyksellä. Ylivirtaamatilanteessa veden korkeus säädetään ylivirtausaukolla. Jos ylivirtausaukko on kapea, vedenpinnan nousu ylivirtaaman aikaan on suurempi ja näin myös kosteikon tulvavesien varastointikyky on parempi. Jos ylivirtausaukko on leveä, siitä pääsee läpi suurempi osa ylivirtaamasta ja vedenpinnan nousu jää pienemmäksi. Oivangin kosteikolla patoihin on rakennettu leveät ylivirtausaukot. (1, s. 46.)

Mittapadon rakentaminen kosteikon lähtöuomaan on tärkeää, jos kosteikon toiminnan seurannalle on tarve. Mittapadon avulla kosteikon virtaamista saadaan tarkkaa tietoa. Ilman mittapatoa on vaikea määrittää kosteikossa veden mukana

kulkevia ja kosteikossa poistuvia aine- ja ravinnemääriä. Mittapato on hyvä rakentaa kosteikon lähtöuoman lisäksi myös tulouomaan, jos rakentaminen on mahdollista. (1, s. 48.)

2.4.1 Kosteikon muoto

Kosteikon muodon suunnittelulle on vaikea laatia ohjeita, koska muoto riippuu hyvin paljon maastonmuodoista. Kuitenkin sekä kaivamalla että patoamalla rakennettavissa kosteikoissa muotoon voi vaikuttaa suunnittelemalla veden virtausreittiä, ohjauspenkereitä sekä kosteikkoa rajaavia penkereitä käytettävissä olevan tilan rajoissa. (1, s. 43, 51.)

Kosteikoille voidaan rakentaa vettä ohjaavia penkereitä, jotta veden virtausreitti saataisiin pidemmäksi kosteikon alueella ja näin veden viipymäaika pitenisi. Penkereet myös lisäävät kosteikkoalueen monimuotoisuutta ja parantavat näin kosteikon yleisilmettä. Loivaluiskaiset ohjauspenkereet ovat myös hyviä ruokailupaikkoja esimerkiksi kahlaajalinnuille. (1, s. 51.) Oivangin kosteikolla penkereillä ja virtausta ohjaavilla uomilla veden kulkureitin pituus saatiin kasvamaan 850 metristä noin kahteen kilometriin.

2.4.2 Kosteikon matalikot ja allasketjut

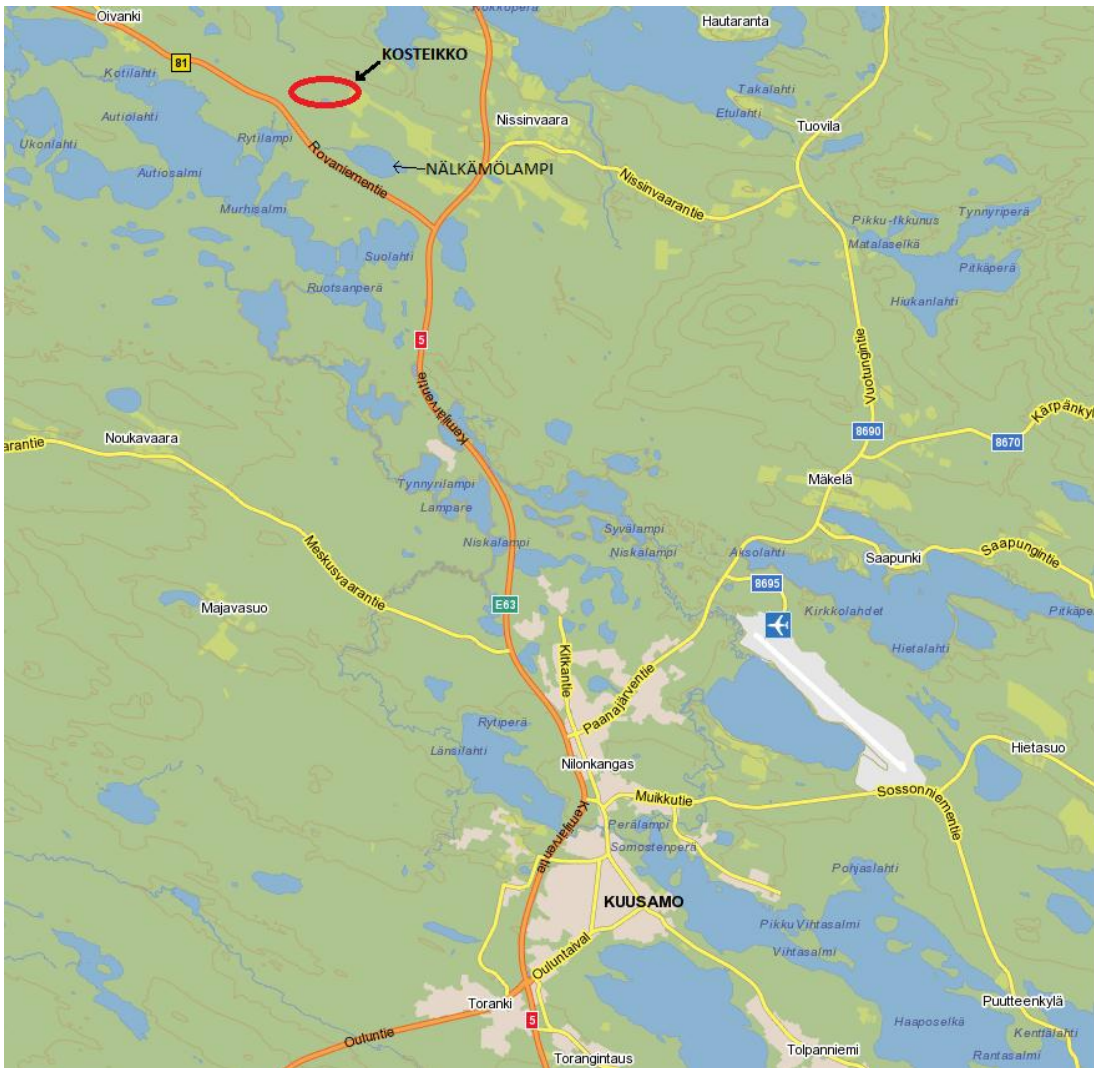
Kosteikon toiminta vaatii erilaisia syvyys-suhteita ja muotoja kosteikkoalueella. Jotta erilaiset vedenpuhdistusprosessit toimisivat, täytyy kosteikolle rakentaa sekä matalan veden alueita että syvänteitä. (1, s. 14.)

Kosteikon alueelle on hyvä rakentaa runsashappisia matalan veden alueita. Ne ovat tehokkaimpia alueita liukoisen fosforin poistamiseen vedestä. Matalille alueille kasvaa myös helposti vesikasvillisuutta, joka edistää kosteikon toimintaa ravinteiden poistossa. Matalan veden aluetta on hyvä tehdä kosteikon loppuosalle, jotta kosteikolta lähtevä vesi olisi runsashappista ja ravinteita ei lähtisi liikkeelle kosteikolta. Matalan veden harjanteita voidaan tehdä myös kosteikon syvien osien keskelle tasaisina harjanteina, jotka hidastavat veden virtausnopeutta ja tasoittavat virtausta kosteikolla. (1, s. 50.)

Kosteikon alkupäähän on hyvä kaivaa syväne laskeutusaltaaksi. Altaan pääasiallinen tarkoitus on kerätä vedestä kiintoainesta, mutta myös typen denitrifikaatio toimii syvän veden hapettomissa oloissa. Altaan syvyyden olisi hyvä olla yli yhden metrin kuivanakin aikana. (1, s. 49.)

3 OIVANGIN VESIENSUOJELUKOSTEIKKO

Oivangin kosteikko on Kuusamon taajamasta noin 10 kilometriä pohjoiseen sijaitseva vesiensuojelukosteikko (kuva 1). Se rakennettiin vähentämään Nälkämölampeen ja sen kautta Oivanginjärveen laskevan veden mukana kulkevaa kiintoainesta ja ravinnekuormitusta. Tähän lukuun kerätty tieto on peräisin Oivangin vesistön hoitoyhdistys ry:n puheenjohtajalta Pekka Rasimukselta.



KUVA 1. Oivangin kosteikko sijaitsee noin 10 km pohjoiseen Kuusamon taajamasta

Nissinvaara - Kokkosuon alueella muutettiin 1950-luvulla vesien virtausta siten, että valtatie 5 itäpuolisen alueen vedet johdettiin virtaamaan ojaan pitkin suo-raan Nälkämölampeen. Nälkämölampeesta vesi virtasi Ryttilampeen, josta virta-

us jatkui Oivanginjärveen. Nälkämölampeen laskevan veden korkeat kiintoaines- ja ravinnepitoisuudet aiheuttivat pitkällä aikavälillä lammen rehevöitymisen. Nälkämölammeista laskevat vedet vaikuttavat osaltaan myös Oivanginjärven veden laatuun.

Nälkämölammen tilaa on aiemmin yritetty kohentaa kemikaloinnin avulla. Kuitenkin on todettu, että lammen kunnostustyötä voidaan jatkaa vasta, kun Nissinvaaran – Kokkosuon alueelta tulevat valumavedet on ohjattu pois lammelta. Kosteikon rakentaminen mahdollistaa sen, että lammen tilan parantamista voidaan jatkaa.

Oivangin vesiensuojelukosteikko suunniteltiin ja rakennettiin siten, että veden virtausreitti palautettiin alkumatkaltaan samankaltaiseksi kuin se oli ennen 1950-luvulla tapahtuneita vesirakennustoimenpiteitä. Vesi virtaa Nissinvaaran-Kokkosuon alueelta valtatie 5 alitse, jonka jälkeen virtaus jatkuu Nälkämölammen pohjoispuolelle kaivettua ojaa pitkin kosteikkoon. Kosteikosta vesi virtaa Monnonjokeen, joka laskee Ryttilammen kautta Oivanginjärveen.

Rehevöityneeseen Nälkämölampeen ei johdeta vettä muulloin kuin ylivirtaamatilanteessa. Valtatie 5 alituksen alapuolelle Nälkämölampeen laskevaan ojaan rakennettiin ylivirtauskynnys, jotta ylivirtaamatilanteessa vesi pääsisi virtaamaan kynnyksen yli Nälkämölampeen. Näin kosteikkoon ei pääse liian suuria vesimääriä kerralla ja sen toimivuus tulvatilanteessa varmistuu.

3.1 Alueen yleiskuvaus

Oivangin vesiensuojelukosteikko kuuluu Vienan Kemin vesistöalueella sijaitsevan Oivanginjärven lähialueeseen. Koko valuma-alueen pinta-ala on 138,4 neliökilometriä ja järvisyys 8,7 prosenttia. Oivanginjärven valuma-alueen pinta-ala on 26,6 neliökilometriä.

Oivangin vesiensuojelukosteikon pinta-ala on noin 14 hehtaaria. Sen valuma-alue on yhteensä 380 hehtaaria, jonka alemmalta 180 hehtaarin osalta kaikki vedet laskevat kosteikkoon. Yläpuoliselta 200 hehtaarin alueelta keskiylivirtaaman ylittävä vesimäärä voidaan johtaa ojaa pitkin Nälkämölampeen.

Oivangin kosteikon vedet tulevat pääasiassa Nissinvaaran ja Kokkosuon alueelta. Kosteikon valuma-alueen pinta-alasta peltoa on 27,1 prosenttia ja peltojen jyrkkyys on keskimäärin 2 – 3 prosenttia. Tämä aiheuttaa Nissinvaaran – Kokkosuon alueelta laskevan veden korkean kiintoaines- ja ravinnepitoisuuden.

3.2 Suunnittelun lähtökohdat ja asetetut tavoitteet

Oivangin kosteikon suunnittelun ja rakentamisen tavoite oli vähentää Nissinvaaran – Kokkosuon alueelta tulevan veden aiheuttamaa ravinnekuormitusta. Alueen vesistön tilaa tutkittiin 2000-luvun alussa, ja vuonna 2001 alueelle laadittiin vesiensuojelusuunnitelma. Vuonna 2007 perustettiin Oivangin vesistön hoitoyhdistys ry, joka otti tavoitteekseen parantaa vesistön laatua ohjaamalla Nissinvaaran – Kokkosuon alueen maatalouden valumavedet alkumatkaltaan alkupestä reittiä pitkin vesiensuojelukosteikon kautta Oivanginjärveen. Vesiensuojelukosteikon tarkoitus on vähentää alueelta tulevan veden aiheuttamaa kiintoaines-, fosfori- ja typpikuormitusta.

3.2.1 Laaditut suunnitelmat

Oivangin vesiensuojelukosteikon suunnittelun aloite tuli vuonna 2007 Oivangin vesistön hoitoyhdistys ry:ltä. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus sekä Kuusamon kaupunki maksoivat Suomen Salaojakeskus Oy:n tekemän kosteikon perussuunnitelman. Tarvittavat mittaukset tehtiin Kuusamon kaupungin toimesta syksyllä 2007 GPS- ja takymetrimittauksena. Kosteikon rakentamiseen tarvittavat suunnitelmat laadittiin seuraavan talven aikana.

Oivangin kosteikkosuunnitelma sisältää yleistietoa sekä tavoitteita hankkeesta. Siinä on esitetty mitoitusperusteet, tarkemmat selostukset kosteikon eri elementeistä, suunnitelmat kosteikon hoitoa ja kunnossapitoa varten, asiaa töiden toteutuksesta sekä arvio kustannuksista. Mitoitusperusteina on käytetty aiemmissa luvuissa esitettyjä arvoja valuma-alueen sekä kosteikon koosta. Keskiylivirtaama on noin 0,59 kuutiometriä sekunnissa ja ylivirtaama noin 0,82 kuutiometriä sekunnissa. Kosteikon vesitilavuus on 24 000 – 31 000 kuutiometriä virtaamasta riippuen ja viipymä on keskiylivirtaaman aikaan noin 15 tuntia. Vuoden keskimääräisellä virtauksella, joka on 210 kuutiometriä tunnissa, saadaan viipymäksi viisi vuorokautta.

3.2.2 Lupa-asiat ja maa-alueet

Kosteikon perustamisen luvan tarve riippuu hankkeen suuruudesta ja paikasta, johon hanke on tarkoitus toteuttaa. Oivangin kosteikon rakentamiselle oli haettava ympäristölupaviraston lupa, jonka saaminen edellytti tiettyjen laissa määrättyjen ehtojen täyttämistä. Ehdot koskivat rakentamista, rakentamisaikaa, työnaikaisten haittojen minimointia, viimeistelyä, kunnossapitotöitä, tarkkailua ja kirjaamista sekä aloittamis- ja valmistumisilmoitusta. Oivangin vesistön hoitoyhdistys ry sai luvan kosteikon perustamiseen keväällä 2009.

Kosteikkoalue ulottuu useiden tilojen alueelle. Oivangin vesistön hoitoyhdistys ry on tehnyt maanvuokrasopimukset neljän tilanomistajan kanssa 50 vuodeksi. Lisäksi kosteikko ja laskeutusaltaat aiheuttavat vettymishaittoja kahden muun tilan alueille. Tilojen omistajien, joiden maille ulottuu vettymishaittoja, kanssa on tehty sopimukset vettymishaittojen hyväksymisestä ja niiden vähentämiseksi tehtävistä toimenpiteistä.

3.2.3 Rahoitus

Kosteikkojen perustamisen edistämisestä on säädetty Manner-Suomen maaseudun kehitysohjelmassa 2007 – 2013. Siinä määritellään ei-tuotannollisten investointien tuki kosteikkojen rakentamiseen. Tuki määriteltiin tarkemmin valtioneuvoston asetuksella 21.1.2010.

Asetuksen mukaan tukea on mahdollista saada kosteikoille, joiden valuma-alueilla on vähintään 20 prosenttia peltoa. Lisäksi kosteikon pinta-alan on oltava vähintään 0,5 prosenttia valuma-alueen pinta-alasta. Kosteikko on perustettava ensisijaisesti patoamalla se luontaiselle paikalleen siten, että se pidättää vedestä mahdollisimman tehokkaasti kiintoainesta ja ravinteita. Lisäksi kosteikon alkupäähän on tehtävä syväne kiintoaineen pidättymistä varten.

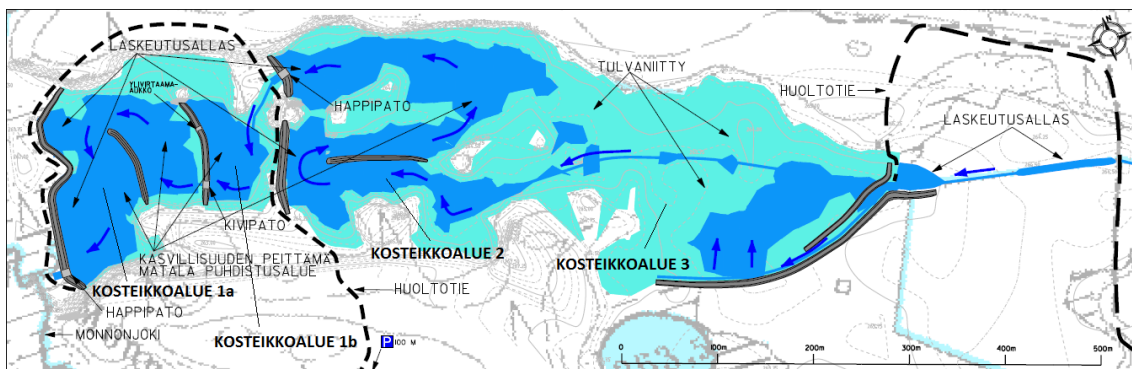
Manner – Suomen maaseudun kehitysohjelmassa 2007 – 2013 säädetään uutena asiana, että ei-tuotannollista investointitukea voidaan myöntää myös rekisteröidylle yhdistykselle. Hankkeella on oltava olemassa asianmukainen suunnitelma. Oivangin vesistön hoitoyhdistys ry haki tukea kesällä 2010 ja tuki myönnettiin loppuvuodesta 2010. Oivangin vesiensuojelukosteikko täyttää ei-

tuotannollisen investointituen ehdot. Sen valuma-alueella on 27 prosenttia peltoa ja pinta-ala on 3,68 prosenttia valuma-alueen pinta-alasta. Myös kohdentamisen ehdot sekä muut ehdot täyttyvät.

Oivangin kosteikon rakentamisen ja suunnittelun kulut eivät täytyneet täysin ei-tuotannollisen investointituen avulla. Kuusamon kaupunki sekä paikalliset yritykset olivat tukemassa hanketta. Lisäksi kosteikon rakentamistyötä tehtiin suuri määrä talkootyövoiman avulla kulujen pienentämiseksi.

3.3 Suunnitellut rakenteet

Oivangin kosteikko kokonaisuutena koostuu useista osista ja rakenteista. Niihin kuuluvat laskeutusallaat, kosteikkoalueet sekä valtatie 5 varteen rakennettu ylivirtaamakynnys. Myös huoltotiet voidaan ajatella kuuluvan kosteikon rakenteisiin. Kosteikkoalueilla on sekä syvempiä altaita että matalaa aluetta. Niillä sijaitsee 5-tien ylivirtaamakynnyksen lisäksi kolme patoa, joista kaksi on hapeuspatoja ja yksi perinteinen kivetty pohjapato. Kosteikko on rakennettu patoamalla ja kaivamalla siten, että sillä sijaitsee matalien alueiden lisäksi yhteensä kuusi syvempää allasta. (Kuva 2.)



KUVA 2. Oivangin vesiensuojelukosteikon alueet ja rakenteiden sijainnit. (Ojamaa – Rasimus 2008)

Kosteikon osat on nimetty veden virtaussuunnassa alavirrasta päin. Alueiden nimet ovat Kosteikkoalue 1a, Kosteikkoalue 1b, Kosteikkoalue 2 ja Kosteikkoalue 3. Kosteikkoalueen 3 yläpuolella sijaitsee kaksi laskeutusallasta. Patojen

niminä käytetään tässä työssä Yläpatoa, Välipatoa ja Alapatoa. Yläpato patoaa Kosteikkoaluetta 2, Välipato Kosteikkoaluetta 1b ja Alapato Kosteikkoaluetta 1a.

Huoltotiet ovat välttämättömiä kosteikon rakentamisen ja huoltamisen kannalta. Oivangin kosteikolle rakennettiin tiet siten, että kosteikon hapetuspadoille pääsee vaivattomasti ja syvänteistä voidaan poistaa niihin laskeutunut hienoaines. Lisäksi kosteikon alkuosalla sijaitsevalle laskeutusaltaalle tehtiin tie.

3.3.1 Laskeutusaltaat

Oivangin vesiensuojelukosteikon yläpuolelle on kaivettu kaksi laskeutusallasta. Ensimmäinen on noin 80 metriä pitkä ja veden pinnan tasalta mitattuna noin viisi metriä leveä valtaojan levennys, jonka tarkoitus on vähentää vedessä olevaa kiintoainesta. Levennyksen syvyys on noin 1,5 metriä. Ensimmäisen altaan jälkeen tulee noin 50 metriä pitkä matalampi valtaojan osuus. Tämän jälkeen veden virtaussuunnassa sijaitsee kolmion muotoinen tilavuudeltaan noin 1 500 kuutiometrin kokoinen laskeutusallas, johon kertyneen ravinnepitoisen kiintoaineksen voi poistaa ja kierrättää maanviljelyskäyttöä varten.

3.3.2 Kosteikkoalueet

Oivangin vesistönsuojelukosteikko rakentuu laskeutusaltaiden sekä ylivirtaamakynnyksen lisäksi neljästä kosteikkoalueesta. Alueet on padottu kolmella padolla, joista ylin pato patoaa Kosteikkoaluetta 2 ja Kosteikkoaluetta 3.

Kosteikkoalue 3

Kosteikon alkuosassa heti laskeutusaltaiden jälkeen on Kosteikkoalue 3. Sen etelälaidalla sijaitsee neljä metriä leveä, 80 senttimetriä syvä ja noin 300 metriä pitkä vesiuoma, joka ohjaa vettä kosteikkoalueelle. Uoma on kaivettu näin laajaksi virtauksen hidastamiseksi ja tällä tavoin eroosion vähentämiseksi. Alueelta ei mene yhtään yhtenäistä ojaa, jota pitkin vesi saisi suoran virtausreitit eteenpäin. Vesiuomalta vesi kulkee vanhoja kuivatusojia pitkin aluetta pohjoiseen päin, josta se ohjataan edelleen vanhan valtaojan avulla Kosteikkoalue 2:lle päin. Ojat ovat kasvaneet pitkälti umpeen, joten vesi joutuu etsimään uuden reitin alueen läpi. Veden johtamisella vanhojen aluskasvillisuuden peitossa olevien kuivatusojien kautta pyritään parantamaan alueen vettä puhdistavaa vaiku-

tusta. Alueella oleva aluskasvillisuus pienentää veden virtausnopeutta parantaen näin kiintoaineksen laskeumaa. Se myös pidättää pinnoilleen vedessä olevaa kiintoainesta.

Kosteikkoalue 2

Kosteikkoalue 2 on toteutettu patoamalla ja sillä sijaitsee kaksi syvännettä sekä matalampia alueita. Alueen veden pinnan korkeutta voidaan säätää settipadon avulla, normaalitilanteessa se on korkeustasossa $N_{60} +263,60$ metriä. Vesi ohjataan alueen halki matalan ohjauspenkereen avulla siten, että pengeri muuttaa veden virtausreitit mutkaiseksi. Veden virtausreitti on suunniteltu mutkaiseksi, jotta virtausnopeus pysyisi mahdollisimman alhaisena. Näin vesi pysyisi kosteikossa tarpeeksi pitkään kosteikon vedenpuhdistusvaikutuksien maksimoimiseksi. Alue päättyy 2,2 metriä syvään altaaseen sekä ilmastusharjalla varustettuun Yläpatoon. Padon yläpuolella olevasta altaasta voidaan poistaa laskeutunut ravinnepitoinen kiintoaines pois pumppaamalla ja käyttää uudelleen peltojen lannoitukseen. Kosteikkoalue 2 on suurelta osin yhtenäistä vesialuetta (kuva 3).



KUVA 3. Kosteikkoalue 2, patopenger ja huoltotie (Rasimus 2012)

Kosteikkoalue 1b

Kosteikkoalueen 2 alapuolella sijaitsee Kosteikkoalue 1b, jonka vedenpinta on korkeustasossa $N_{60} +261,90$ metriä, eli noin 1,7 metriä matalammalla kuin Kosteikkoalue 2:lla. Alue on tehty patoamalla, ja sille on jätetty aluskasvillisuutta sekä pajua hidastamaan veden virtausnopeutta, jotta kosteikossa tapahtuvat biologiset ja kemialliset ravinteita vedestä vähentävät prosessit ehtisivät toimia (kuva 4). Pajut myös käyttävät kasvuunsa veden mukana kulkevia ravinnepitoisia liukoisia aineita ja tällä tavoin vähentävät veden ravinnekuormitusta. Kosteikkoalue 1b päättyy Välipatoon.



KUVA 4. Kosteikkoalue 1b (Rasimus 2012)

Välipadon penkereen pohjoispäähän on rakennettu korkeustasoon $N_{60} +261,95$ metriä ylivirtauskynnys. Se on koeluontoisesti rakennettu moreenin päälle levitetystä kaksinkertaisesta maatalouden allaskumista. Kynnys on toiminut hyvin.

Kosteikkoalue 1a

Kosteikkoalue 1a on veden virtaussuunnassa kosteikon viimeinen alue. Vedenpinnan korkeus on tasossa $N_{60} +261,60$ metriä. Vesi ohjataan 30 – 50 senttimetriä vedenpinnan yläpuolelle ulottuvan matalan ohjauspenkereen sekä jako-oijen

avulla syvänteeseen, josta vesi virtaa matalan kannaksen läpi Alapadolle ulotuvaan toiseen syvänteeseen. Altaiden väli on tarkoituksella jätetty matalaksi, jotta vesi virtaisi tasaisesti koko kosteikkoalueen leveydeltä ja jotta laskeutusaltaiden laskeutustoiminto olisi mahdollisimman tehokas. Samalla myös veden virtausnopeus hidastuu ja kosteikon vedenpuhdistusmekanismit pääsevät vaikuttamaan paremmin. Alueelle on myös jätetty pajua samoin kuin Kosteikkoalueelle 1b.

3.3.3 Patorakenteet

Oivangin vesiensuojelukosteikko on toteutettu pääosin patoamalla. Varsinaisen kosteikon alueella on kolme patoa, joiden lisäksi valtatie 5 läheisyydessä Nälkämölmelle laskevan entisen valtaojan alkupäässä on käytännössä säätöpätkänä toteutettu ylisyoökykynnys. Tässä työssä maapadoista käytetään nimitystä pengeri ja puu-, metalli- ja kivirakenteisista patoaukoista nimitystä pato.

Kosteikkoalueella olevista kolmesta padosta kaksi on toteutettu ponttiseinistä, joiden keskellä on settipadot. Settipatoihin on rakennettu ilmastusharjat, joiden tarkoitus on lisätä hapen määrää kosteikossa. Ilmastusharjat toimivat, siten, että ne rikkovat patoaukosta syöksyvän veden pinnan ja näin lisäävät veteen ilmakuplia. Kun runsaasti ilmakuplia sisältävä vesi syöksyy padon alapuolelle rakennettuun vesialtaaseen, ilmakuplien sisältämä happi yhtyy veden paineen vaikutuksen alaisena veteen.

Yläpato

Yläpato patoaa Kosteikkoaluetta 2. Se sijaitsee kosteikkoalueella kulkeneen ojan kohdalla, koska sillä kohdalla maasto on matalimmillaan patopenkereen linjalla. Pato on hirsirakenteisesta ponttiseinästä ja teräsvahvikkeista sekä siihen liitetystä settipadosta ja ilmastusharjasta koostuva hapetuspato. Sen ilmastusharja on normaalilanteessa noin 1,7 metrin korkeudella padon alapuolisesta vedenpinnasta. Patosettien avulla Kosteikkoalueen 2 veden pinnan korkeutta voidaan säätää. Ponttiseinässä on ilmastusharjan päällä noin 2,5 metriä leveä ja 10 senttimetriä korkea ylivirtausaukko. Sen avulla suurenkin virtaaman aikana vedenpinnan korkeus pysyy sallitulla tasolla. (Kuva 5.)



KUVA 5. Yläpato (Rasimus 2012)

Yläpadon rakenteisiin kuuluu myös ylävirran puolella oleva verkko, joka estää irtonaisten patoa tukkivan aineksen pääsyn patoaukolle ja näin ilmastusharjalle. Verkon viereen on tehty huoltosilta, jolta käsin verkkoon tarttunut aines voidaan poistaa. Huoltosilta on noin 30 senttimetriä vedenpinnan alapuolella jäiden nostovaikutusten ehkäisemiseksi.

Padon alapuolisen vesialtaan tarkoitus on mahdollistaa hapen liukeneminen ilmastusharjan aiheuttamista ilmakuplista veteen. Alavesiallas on noin 2 metriä syvä, mitoiltaan 7 x 9 metriä oleva, ovaalin muotoinen allas.

Alapato

Alapato on kosteikkoalueen viimeinen pato. Se patoaa Kosteikkoaluetta 1a. Kuten Yläpato, myös Alapato on ilmastusharjallinen ponttiseinästä tehty pato, jonka patoaukon korkeutta voidaan muuttaa patosettien avulla. Alapadon ilmastusharjan päällä on samankaltainen ylivirtausaukko kuin Yläpadolla. Patoaukosta kulkevan veden pudotuskorkeutta ei voida sanoa tarkkaan, koska alavesialtaan

vedenkorkeus riippuu Monnonjoen vedenkorkeudesta. Pudotuskorkeus vaihtelee 50 senttimetristä 90 senttimetriin. Esimerkiksi keväällä 2012 Monnonjoen vedenkorkeus oli niin suuri, että veden pudotuskorkeus ilmastusharjalta alavesialtaaseen oli vain noin puoli metriä.

Samalla tavalla kuin Yläpadolle, myös Alapadolle on rakennettu verkko estämään irtoaineksen pääsyä padolle. Alapadolle ei ole rakennettu huoltosiltaa, koska veden syvyys on pieni ja verkon huolto onnistuu altaan pohjaa pitkin kahlaamalla. Padon alavesiallas on samanlainen kuin Yläpadolla, mutta mitat ovat 6 x 7 metriä ja syvyys 1,4 metriä.

Välipato

Ilmastusharjallisten patojen lisäksi kosteikkoalueella on yksi maarakenteisena tehty pohjapato. Se on tehty yksinkertaisesti muotoilemalla maa loivasti laskevaksi patoaukon kohdalla, laittamalla suodatinkangas sekä kiveämällä padon kynnys sekä luiska. Kivetyn padon pituus kokonaisuudessaan on noin kymmenen metriä ja leveys noin viisi metriä.

4 OIVANGIN VESIENSUOJELUKOSTEIKON RAKENTAMINEN

Oivangin vesiensuojelukosteikon rakennustyö aloitettiin 3.11.2010. Rakennustyön aloittamista edelsi pitkä lupa- ja avustusasioiden hoitaminen sekä maanvuokraustoimet. Tähän lukuun kerätty tieto on peräisin Oivangin vesistön hoitoyhdistys ry:n puheenjohtajalta Pekka Rasimukselta.

4.1 Käytännön rakennustyö

Kosteikon rakennustyö aloitettiin mittaamalla ja merkitsemällä penkereiden sekä patojen paikat ja korkeudet GPS-mittauksella sekä raivaamalla alueita (kuva 6). Myöhemmässä vaiheessa kosteikon alueen korkeustasojen mittaamisessa käytettiin apuna tasolaseria, jonka avulla korkeudet saatiin tarkasti oikein määritetyiksi.



KUVA 6. Alapadon paikka ennen raivaustöitä (Rasimus 2010)

Oivangin kosteikon alueelta kaadettiin kaikki puusto pajuja lukuun ottamatta pois. Vain yli 50 senttimetriä kosteikon vesipinnan yläpuolella oleviin saarekkeisiin jätettiin puut. Puiden kaadoissa huomionarvoista oli se, että kannot leikattiin

mahdollisimman lyhyiksi, jotta mädäntyvän aineksen hapenkulutus olisi mahdollisimman pieni. Puiden kaadosta jääneet hakkuutähteet kerättiin alueelta pois paikallisen urheiluseuran avulla talkootyövoimin. Jos puita ei kaadettaisi vettyvän alueen tieltä, ne kuivuisivat pystyyn ja myös kosteikon maisema-arvo laskisi.

Kaivutyöt kosteikolla aloitettiin alimmalta kosteikkoalueelta eli Kosteikkoalue 1a:lta. Tämän tarkoituksena oli minimoida rakentamisen aikana kosteikosta lähtevän kiintoaineksen määrä. Kun alin kosteikkoalue oli rakennettu ensimmäisenä, se toimi myöhemmissä rakentamisen vaiheissa ylemmiltä kosteikkoalueilta tulevien kiintoainespäästöjen vähentäjänä. Kosteikon patojen ja huoltoteiden perustustyöt tehtiin talviaikana, jotta rakentaminen roudan ansiosta oli helpompaa.

4.1.1 Huoltoteiden rakentaminen

Oivangin kosteikon huoltotiet tehtiin rakennustöiden alkuvaiheessa. Rakentaminen tapahtui talviaikaan, koska suuri osa tiestä tuli suoalueelle, ja rakennustyöt olisivat olleet kesällä sulan maan aikana hyvin vaikea tehdä. Teiden rakennus aloitettiin kaatamalla puut sekä muu kasvillisuus ajourilta (kuva 7). Tämän jälkeen uria pitkin ajettiin mönkijällä, jotta urilla oleva lumi painuisi kasaan ja mahdollistaisi maaperän jäätyminen urien kohdalta mahdollisimman hyvin. Jäädyttäminen jatkui leveätelaista kaivinkonetta käyttäen. (Kuva 8.)



KUVA 7. Yläpadon huoltotie rakennustöiden alkuvaiheessa (Rasimus 2010)



KUVA 8. Kosteikon alueelle raivattu ja jäädytetty ajoura (Rasimus 2010)

Ajourien jäädyttämistä jatkettiin noin viikon ajan, minkä jälkeen tiepohjalle levitettiin suodatinkangas. Kankaan päälle levitettiin moreenia noin yhden metrin kerros, joka tiivistyi noin 60 senttimetriä paksuksi. Myöhemmin tien pinnalle levitettiin lisäksi mursketta, jonka alle asennettiin suodatinkangas. Ennen murskeen levittämistä huoltoteiden alle veden virtauskohdille asennettiin halkaisijaltaan 1 000 millimetriä olevat rummut, jotka mahdollistavat kosteikossa virtaavan veden pääsyn huoltoteiden ali. Huoltotien jäädyttäminen ja rakentaminen maan ollessa jäässä mahdollisti kaivinkoneen käytön suoalueella talviaikaan. (Kuva 9.)



KUVA 9. Maan jäädyttyä aloitettu alapadon huoltotien rakennustyö (Rasimus 2010)

4.1.2 Patopenkereiden rakentaminen

Oivangin kosteikon kosteikkoalueita patoavien patopenkereiden pohjatyöt tehtiin talvella maaperän ja erityisesti ajourien ollessa jäässä. Padoista Yläpadon ja Alapadon moreeniset patosydämet päästiin kaivamaan huoltoteiltä, mutta Väli-

padon pohjatyöt jouduttiin tekemään suon päältä. Patosydämen talvirakentaminen sujui hyvin jäädytetyltä suopinnalta.

Vaikka kesärakentaminen tehtiin kaikkein kuivimpana kesäkuukautena, suo kantoi kaivinkonetta huonosti. Oivangin kosteikkotyömaalla opittiin, että suolle tehtävät padot, joiden vieressä ei ole huoltotietä, kannattaisi rakentaa valmiiksi asti talvella.

Patopenkereet rakennettiin kaivamalla maapohjaa 1,5 metriä leveästi ja suon kohdalla noin metrin syvyydeltä pois. Kestävälle maapohjalle rakennettaessa padon pohjan syvyys kaivettiin noin 0,5 metriin maanpinnasta. Maapohjan kaivun jälkeen kaivetut montut täytettiin moreenilla, joka muodosti patosydämen (kuva 10). Patosydämen tiivistäminen tehtiin kerroksittain kaivinkoneella. Moreenisydän rakennettiin ulottumaan vähintään korkeudelle, joka vastasi 0,5 metriä tulevan vedenpinnan tasoa ylempää korkeutta. Ennen kaivutöitä penkereiden korkotasot oli merkitty maastoon paalujen avulla. Rakentamistyössä oli tärkeä muistaa jättää riittävä painumavara, koska rakentaminen tapahtui osittain suolle ja suolle rakennettaessa painumat voivat olla suuria.



KUVA 10. Alapadon patopenkereen sydämen rakentaminen (Rasimus 2010)

Patojen ja penkereiden rakentaminen jatkui kesän kuivimpana aikana elokuussa, jolloin penkereiden moreenisydänten päälle levitettiin suodatinkankaat ehkäisemään vuotoeroosiota mahdollisessa padon vajoamistapauksessa (kuva 11). Suodatinkankaiden päälle levitettiin vähintään 20 senttimetriä paksut turverrokset siten, että tavoitteena oli penkereen korkeudesta riippuen noin 6 – 10 metriä leveät patopenkereet. Niiden harjojen leveydet ovat 4 metriä ja luiskien kaltevuudet 1/2. Penkereiden pintaan käytettiin mahdollisuuksien mukaan maa-alueen pinnasta kaivettua pintaturvetta. Turpeen riittävydessä oli välillä ongelmia, koska tela-alustainen kaivinkone ei suoalueen pehmeiden vuoksi päässyt hakemaan lisää turvetta. Alapadon penger aiheutti myöhemmin ongelmia painumalla, koska sen maapohjan turvepaksuus oli oletettua suurempi ja turpeen alla oli liejukerros.



KUVA 11. Penkereen moreenisydämen päälle levitetty suodatinkangas (Rasmus 2011)

4.1.3 Ohjaus- ja suoja-penkereiden rakentaminen

Kosteikkoalueita patoavien penkereiden lisäksi alueelle rakennettiin kaksi ohjauspengertä. Ohjauspenkereiden materiaalina käytettiin pelkästään turvetta, jota saatiin penkereen sivulta kaivamalla. Turve tiivistettiin kaivinkonetta käyttäen. Lisäksi turvepenkereinä rakennettiin Kosteikkoalueen 3 etelälaidalla oleva pengeri, johon käytetty turve saatiin vesiuoman kaivumaista.

Penkereiden kaivaminen tehtiin virtaavan veden eroosion välttämiseksi siten, että penkereen ja kaivettavan alueen väliin jätettiin kolme metriä leveä kulku-ura. Uralta kaivinkone pääsi helposti työstämään sekä monttua, josta maat kaivettiin että rakennettavaa pengertä.

4.1.4 Patojen rakentaminen

Oivangin vesiensuojelukosteikon kosteikkoalueita patoamaan rakennettiin kolme maapatoa. Veden juoksutus tapahtuu patoaukkojen kautta. Kaksi niistä on

toteutettu puusta ja teräksestä rakennettuina ilmastusharjallisina happipatoina ja yksi perinteisenä pohjapatona. Happipatojen rakenteiden piirustukset ovat liitteinä 1 – 4. Lisäksi kosteikon patorakenteisiin kuuluu valtatie 5 lähistöllä Nälkämölampeen menevään ojaan myös puusta ja teräksestä valmistettu ylivirtaamakynnys.

Yläpato

Yläpadon rakennustyöt aloitettiin kaivamalla padon kohdalla oleva turve pois kantavaan kivennäismaahan saakka. Samalla asennettiin halkaisijaltaan 600 millimetriä oleva rumpu tulevan padon viereen veden virtausreitit kohdalle.

Yläpatoa varten kaivettiin noin kolme metriä syvä kaivanne pohjamoreeniin saakka. Kaivanteen pohjalle asennettiin neljän puupilarin setti siten, että pilareita tuli kaksi kappaletta rinnakkain noin 2,5 metrin välein (kuva 12). Pilarit juntattiin paikalleen tela-alustaisella kaivinkoneella ja tuettiin paikalleen maaineksella ja tukirakenteilla.



KUVA 12. Yläpadon tukipilareiden asennus (Rasimus 2011)

Kun pilarit oli asennettu maahan, pilarien välissä olevat tuet poistettiin ja valmiiksi kirvesmiehen puusta ja teräksestä tekemä noin kaksi tonnia painava pato liu'utettiin kaivinkoneen avulla nostaan paikalleen pilareiden väliin (kuva 13). Padon yläpuolelle veden virtaussuunnassa oli jo ennen padon paikalleen nostamista kiinnitetty koko padon levyinen allaskumi. Kun pato oli paikallaan pilareiden välissä, porattiin pilareiden ja padon läpi neljään kohtaan reiät, joihin kiinnitettiin 25 millimetrin kierretangot muttereita ja aluslevyjä käyttämällä (kuva 14). Tämän jälkeen patoa tuettiin vesitiiviillä moreenilla.



KUVA 13. Puurakenteisen patoseinän paikalleen nostaminen (Rasimus 2011)



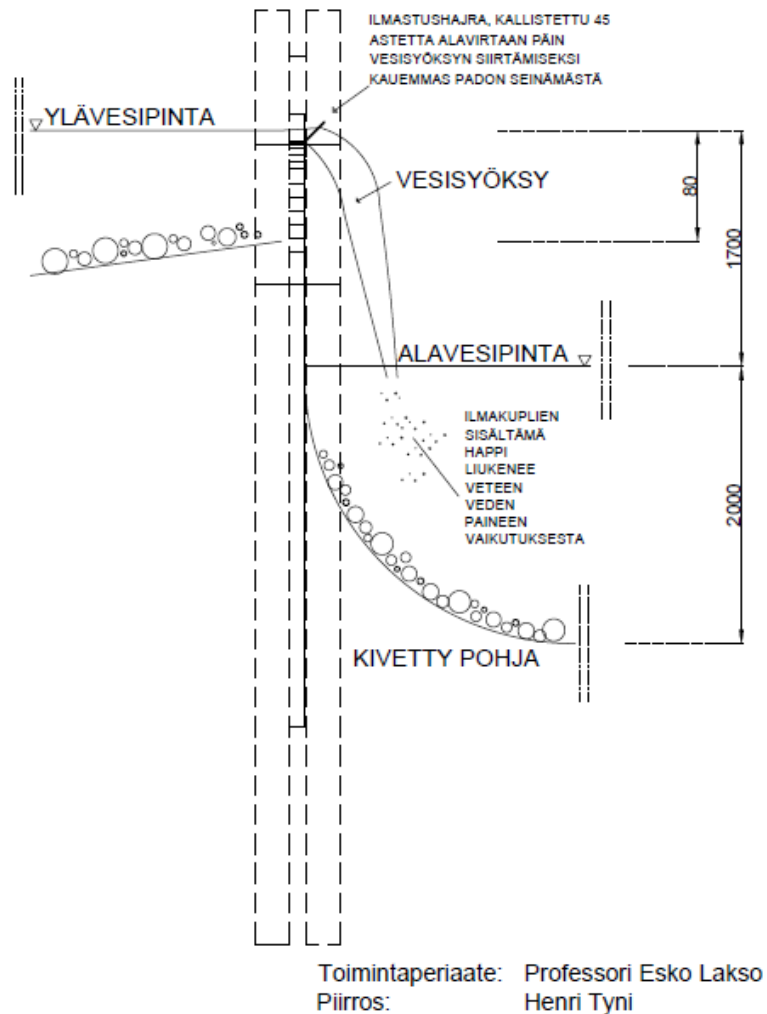
KUVA 14. Patoseinän kiinnittäminen tukipilareihin (Rasimus 2011)

Padon alapuolelle veden virtaussuunnassa rakennettiin tukirakenteet (kuva 15). Tukirakenteet olivat paikalla tehtyjä kiilan muotoisia seiniä, jotka asennettiin noin 45 asteen kulmaan padon seinään nähden. Tukiseinien vinohirsien päihin nostettiin kaivinkoneella noin 0,5 kuutiometrin kokoiset kivet tukemaan ja ottamaan vastaan veden patoon aiheuttamia voimia. Tukirakenteiden ja varsinaisen patoseinän väliin tehtiin täyttö routimattomasta hiekasta roudan aiheuttamien rakennerikkojen välttämiseksi. Hiekan päälle asennettiin suodatinkangas, ja luiska viimeisteltiin kiveyksellä. Myös padon yläpuolella olevan suodatinkankaan päälle tehtiin kiveys halkaisijaltaan 100 – 300 mm olevista kivistä kaivinkoneen avulla.



KUVA 15. Padon alapuolelle veden virtaussuunnassa rakennetut tukirakenteet (Rasimus 2011)

Yläpato on hapetuspato, jonka virtausaukon korkeutta voidaan säätää setin avulla. Patoaukon harjalle asennettiin teräksestä valmistettu ilmastusharja, jonka tehtävä on rikkoa veden syöksy ja aiheuttaa veteen mahdollisimman paljon pyörteisyyttä ja ilmakuplia. Ilmastusharja kallistettiin syöksyn suuntaan noin 45 asteen kulmaan padon seinän tasosta, jotta syöksy siirtyisi kauemmas patorakenteesta (kuva 16). Koska padon alavesiallas rakennettiin syvenemään padon tasosta altaan keskelle päin siirtyessä, syöksyn siirtämisellä pyrittiin siihen, että syöksy pääsisi suoraan syvemmälle veteen pohjan tulematta vastaan ja näin padon hapetusvaikutus paranisi. Syöksyn suuri etäisyys patoseinästä myös vähentää talviaikaista jään muodostusta.



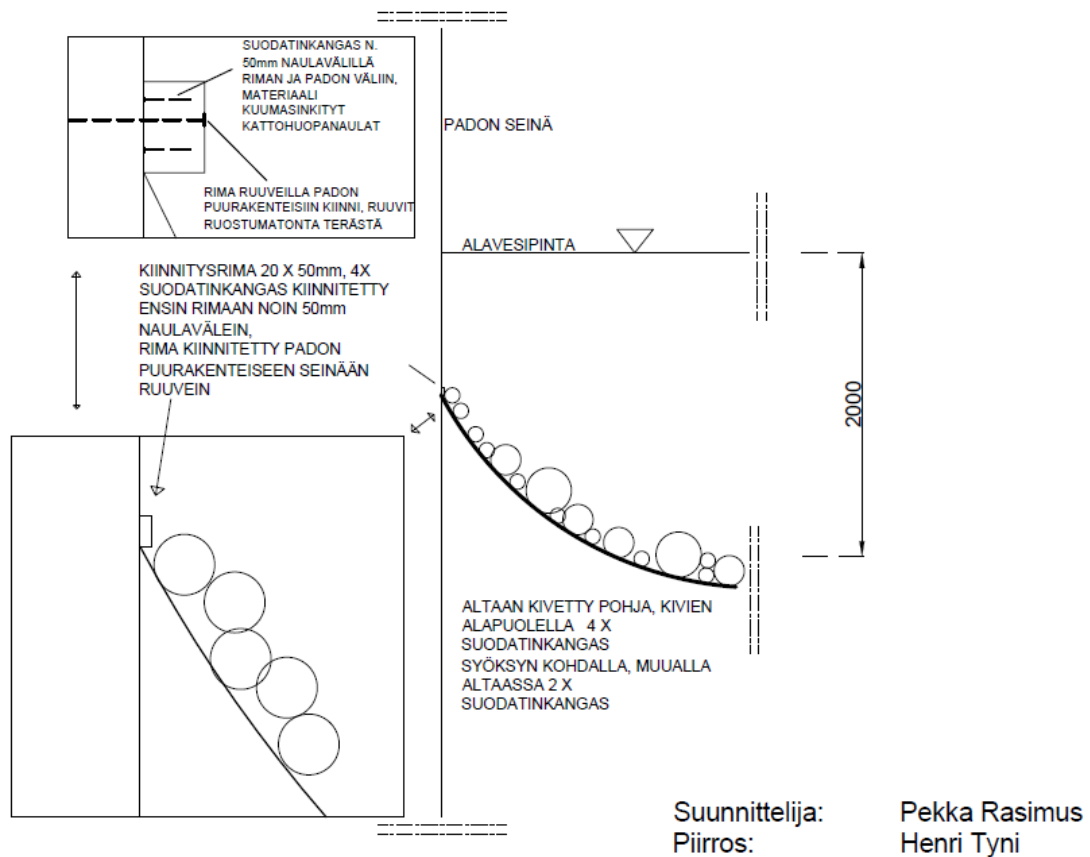
KUVA 16. Hapetuspadon poikkileikkaus

Padon alapuolelle kaivettiin hapen veteen liukenemisen mahdollistava allas. Sen kaivamisen kannalta tärkeitä olivat padon viereen sekä huoltotien alle kaivetut suljettavat rummut. Huoltoteiden rumpujen halkaisija on 1 000 millimetriä ja patojen sekä penkereiden alla tai vieressä käytettyjen rumpujen halkaisija on 600 millimetriä. Rummut suljettiin, minkä jälkeen vesi saatiin kaivettavan altaan pohjalta pois kaivinkoneen kauhan avulla. Rumpujen sulku tapahtui erikseen tehdyillä ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla levyillä (kuva 17).



KUVA 17. Padon rakennustyön mahdollistavat rummut suljettiin ruostumattomasta teräksestä tehdyillä levyillä (Rasimus 2011)

Alavesiallas kaivettiin padon ja huoltotien väliin noin 2 metriä syväksi. Sen pohjalle asennettiin veden syöksykohdan alapuolelle nelinkertainen suodatinkangas, jotta syöksy ei pääsisi kuluttamaan altaan pohjaa ja aiheuttamaan eroosiota. Kangas kiinnitettiin padon puuseinään rimaan avulla siten, että ensin kangas kiinnitettiin rimaan noin viiden senttimetrin naulavälillä. Tämän jälkeen rima kiinnitettiin ruuveilla patoon (kuva 18). Muualle altaaseen asennettiin kaksinkertainen suodatinkangas. Altaan pohjalle ja reunoille tehtiin suodatinkankaan päälle kiveys noin 100 – 300 millimetriä halkaisijaltaan olevista kivistä kaivinkonetta käyttäen.



KUVA 18. Periaatekuva suodatinkankaan kiinnityksestä padon puurakenteisiin

Yläpadon huoltosilta tehtiin puurakenteisena. Maahan paalutettiin tuet, joiden päälle rakennettiin leveästä lankusta käveltävät tasot. Huoltosillan viereen rakennettiin 50 x 50 millimetriä paksuista pystypuista sekä metalliverkosta ilmastusharjan tukkeutumista estävä aita (kuva 19).



KUVA 19. Padon yläpuolelle rakennettu roskien padolle pääsyn estävä suoja-verkko (Rasimus 2012)

Välipato

Välipato on perinteinen ylisyöksykynnyksenä toteutettu pato. Se rakennettiin tekemällä ensin padon tiivis sydänosa padon kynnyksen kohdalle moreenista. Moreenin alle ja päälle asennettiin suodatinkangas. Kankaan päälle tehtiin kiveys 50 – 300 millimetriä halkaisijaltaan olevista kivistä siten, että harjan leveys on noin kolme metriä ja sitä edeltävän luiskan kaltevuus on 1/4. Kiviverhouksen paksuus on noin 30 senttimetriä. Kivet aseteltiin loivasti laskevasti niin, että luiskan kaltevuus on noin 1/10 harjan alapuolella. Kiveyksessä olevien isompien kivien välit täytettiin pienemmillä kivillä. Pato on noin kymmenen metriä pitkä ja noin viisi metriä leveä. Padon virtausaukon sivuluiskat rakennettiin kaltevuuteen ½. (Kuva 20.)



KUVA 20. Välipato (Rasimus 2012)

Alapato

Alapadon rakentaminen tapahtui pitkälti samalla tavalla kuin yläpadon rakentaminen. Ero yläpadon rakentamiseen oli se, että alapadon maapohja oli turvetta ja liejua. Padon kohdalla turvetta ja liejua oli noin 4,5 metriä, joten patoa ei voitu kaivaa kovaan maapohjaan saakka. Sen sijaan padon seiniä tukevat puiset pilarit juntattiin pohjamoreeniin. Pato asennettiin 25 millimetrin kierretankojen, mutterien ja niiden aluslevyjen avulla tukipilareihin kiinni. Padon rakentaminen upotavalle suolle aiheutti myöhemmin ongelmia.

Nälkämölammen ojan ylivirtaamakynnys

Valtatien 5 ylivirtaamakynnys toteutettiin säätöpatona. Kynnys sijaitsee noin 30 metrin päässä valtatie 5 alituksesta. Sen rakentaminen aloitettiin kaivamalla Nälkämölammen ojaan kaivanne, johon valmis pato nostettiin (kuva 21). Pato tuettiin paikalleen kahdella padon alavirran puolelle lyödyllä puupilarilla, jonka jälkeen padon päädyt tuettiin maa-aineksella. Padon päätyihin laitettiin maa-aineksen sekaan pajua sitomaan maa-ainesta. Tiiveys varmistettiin allaskumilla.

Padon virtausaukon reunoissa on säätölankkuja varten metalliset kiskot, joihin lankut voi asettaa ja näin säätää padotuskorkeutta tarvittaessa. Lisäksi padon alavirran puolelle rakennettiin puurakenteinen huoltosilta, jolta käsin voi säätää padon korkeutta ja jota pitkin pääsee kulkemaan Nälkämölammen ojan yli.



KUVA 21. Nälkämölammen ojan ylivirtauskynnyksen paikalleen nostaminen (Rasimus 2011)

4.1.5 Ojien ja altaiden kaivaminen

Oivangin vesiensuojelukosteikon rakentamiseen kuului erilaisten ojien, vesiuomien ja altaiden kaivaminen. Kosteikolle tulevia vesiä ohjaamaan tehtiin valtaoja. Lisäksi kosteikolle kaivettiin vesiuomia ja veden virtausta kosteikkoalueilla ohjaavia jako-ojia sekä laskeutusaltaita.

Valtaoja

Oivangin kosteikolle laskevia valumavesiä varten kaivettiin valtatie 5 varresta länteen päin 1,8 kilometriä pitkä valtaoja. Ojan kaivutyöstä noin 1 100 metriä oli uuden ojan kaivamista ja loput 700 metriä tapahtui perkaamalla vanhaa ojaa.

Ojan leveys vaihtelee kaivetun maan mukaan siten, että pohja pyrittiin kaivamaan noin 0,8 metriä leveäksi. Luiskien kaltevuudet vaihtelevat maaperän mukaan. Tavoitteena oli kaivaa luiskat kaltevuuksilla 1:1 turvemaidella ja 1:1,5 hiekkamailla. Oja jouduttiin kaivamaan leveimmillään kahdeksan metriä leveäksi, jotta luiskat saatiin tarpeeksi loiviksi eroosion estämiseksi hiekkamailla. Kosteikolle laskevan valtaojan kaivutyöstä tulleet massat levitettiin ja tasattiin ympärillä olevalle maalle.

Valtaojassa virtaavan veden mukana kulkee paljon hiekkaa ja muuta hienoaainesta. Veden mukana kulkevan hiekan pysäyttämiseksi ojaan kaivettiin neljä syvennystä, hiekkasiepparia, jotka ovat noin kymmenen metriä pitkiä sekä puolesta metristä yhteen metriin ojan pohjan normaalitasoa syvempiä kaivantoja (kuva 22).



KUVA 22. Valtaojaan kaivettu hiekkasieppari (Rasimus 2012)

Valtaojan kaivutyöt tehtiin tela-alustaisella kaivinkoneella. Kaivinkoneen pääsy alueelle järjestettiin olemassa olevaa pientä tietä pitkin. Ajaessaan työmaalle

telakaivuri lanasi heikkokuntoiset metsätiet kuntoon. Telakoneen liikkuaessa alueella oli huomioitava se, että heikkoja pelto-ojien siltoja ei voinut käyttää hyväksi koneen siirtoajossa.

Vesiuomat ja jako-ojat

Oivangin kosteikossa virtaavaa vettä ohjataan vesiuomien ja jako-ojien avulla. Kosteikkoalueen 3 etelälaidalla sijaitseva vesiuoma toteutettiin kaivinkoneella kaivaen. Kaivutyöstä tulleet massat käytettiin aluetta etelälaidalta rajaavan penkereen rakentamiseen.

Kosteikkoalue 1a:lla ja 1b:llä olevat pienemmät jako-ojat on tehty painaen kaivinkoneen kauhalla maata ojan muotoon rikkoen mahdollisimman vähän turpeen pintaan. Ojia ei ole tehty kaivamalla, jotta suon pinta rikkoontuisi mahdollisimman vähän ja maa-ainesta sekä ravinteita ei pääsisi veden mukana liikkeelle. Pienien jako-ojien tarkoitus on ohjata veden virtausta mahdollisimman tasaisesti koko kosteikon alueelle.

Kosteikkoalueelle kaivetuista vesiuomista on tehty mahdollisimman leveitä, jotta uomien poikkileikkauksien pinta-aloista on saatu mahdollisimman suuria. Tämän tarkoituksena on ollut virtausnopeuksien pitäminen mahdollisimman pieninä, jotta vesieroosio ei kuluttaisi uomia. Uomat toimivat myös eräänlaisina laskeutusaltaina. Niiden yhteistilavuus on noin 1 200 kuutiometriä.

Laskeutusaltaat

Kosteikon toiminta ravinteiden poistajana vaatii sekä matalan veden aluetta että syvempiä vesialtaita. Oivangin kosteikolle kaivettiin useita noin 1,5 metrin syviä vesialtaita kaivinkonetta käyttäen. Kosteikon yläosassa on kaksi laskeutusallasta. Toinen on pitkä ja kapea sekä toinen kolmion muotoinen vesiallas. Molempien altaiden kaivusta tulleet kaivumassat käytettiin vieressä olevan pellon korkeustason nostamiseen siten, että kosteikon rakentamisesta johtuva vedenpinnan nousu ei haittaa viljelyä pellolla. Muiden altaiden kaivusta tulleet massat käytettiin patopenkereiden rakentamiseen.

4.2 Rakentamistyössä ilmenneitä ongelmia

Oivangin vesiensuojelukosteikon rakennustyötä tehdessä ilmeni useita erilaisia ongelmia, jotka pääasiassa liittyivät kosteikon pohjaolosuhteisiin. Kosteikolle tehtyjen rakenteiden maapohjat olivat useista kohdista turvetta ja liejua. Tämä toi haastetta rakentamiseen sekä aiheutti rakentamisen jälkeisiä korjaustoimenpiteitä. Ongelmia ilmeni jokaista kosteikkoaluetta patoavan penkereen tai sillällä olevan padon rakentamisessa.

4.2.1 Alapadon rakentamiseen liittyvät ongelmat

Oivangin vesiensuojelukosteikon ongelmallisimmat rakenteet rakennustöiden kannalta olivat Alapato ja Kosteikkoaluetta 1a patoava penger. Ongelmien syy oli liejuinen ja turpeinen maapohja. Vaikka kosteikkoalueelle tehtiin pohjatutkimukset, ne eivät olleet riittävän kattavat antamaan tietoa Alapadon ja Alapadon penkereen alla olevasta noin viisi metriä paksusta turve- ja liejukerroksesta.

Alapadon vuoto

Eräs suurimmista kosteikon rakennustyöhön liittyvistä ongelmista oli Alapadon rakennuksen jälkeen syntynyt vuoto. Vuoto syntyi, koska padon puurakenteet oli tuettu kovaan pohjamoreeniin puupilareiden avulla niin, etteivät ne painuneet samalla tavalla kuin ympärillä oleva soinen maaperä. Maan painuessa padon ympäriltä puurakenteet jäivät paikalleen ja niiden alle syntyi suuri vuoto.

Alapadon penkereen painuminen

Vaikein kosteikkoalueen rakentamisen ongelma oli Alapadon penkereen painuminen. Painumisen syy on sama kuin syy Alapadon vuodon syntymiseen: penkereen ja padon alla on paksu turve- ja liejukerros. Penkereen sydänosan materiaali on painavampaa kuin alkuperäinen maapohjan materiaali, joten sydämen paino sekä sydämen päälle tiivistetyn turpeen paino aiheuttivat yhdessä maapohjan paineen lisääntymisen. Tämän seurauksena patopenger alkoi painua, ja samalla painuvat maat siirsivät turpeen alla olevaa liejua siten, että noin viiden metrin päässä penkereestä kosteikon vesialtaan puolella turpeen pinta kohosi veden pinnan tason yläpuolelle tehden kapean harjanteen. Penger painui kahdesta kohtaa, joista toinen kohta painui hitaammin niin, että painuman korjaus tehtiin vasta rakentamisen jälkeistä kesää seuraavana kesänä.

Kosteikon alueelle tehtiin ennen rakentamistöitä pohjatutkimukset. Kuitenkaan ne eivät olleet riittävät alapadon penkereen kohdalla ja painumisongelmaan olisi ollut helpompi varautua, jos pohjatutkimukset olisi tehty tarkemmin. Kosteikkoalueen 1a suoperäinen maa olisi vaatinut selvästi useampia maaperän eri kerrosten paksuuden mittauspisteitä.

4.2.2 Muut kosteikon rakentamiseen liittyvät ongelmat

Vaikka Alapadon ja sen penkereen rakentaminen olivat vaikeimmat ja ongelmallisimmat rakenteet, myös muualla Oivangin vesiensuojelukosteikon alueella ilmeni rakennustöihin ja rakenteisiin liittyviä ongelmia. Suurin ongelmien syy oli taas soinen maapohja.

Välipadon maapohjan upottavuus

Välipadon rakentaminen oli vaikeaa padon ympäristön upottavuuden vuoksi. Vaikka loppurakentaminen ajoitettiin kesän kuivimpaan aikaan, maapohjan kantavuus ei ollut täysin riittävä painavalle tela-alustaiselle kaivinkoneelle. Kaivinkone painui suohon välipadon ympärillä olevalla suoalueella runsaan metrin syvyyteen yhteensä kaksi kertaa, mutta pääsi kummallakin kerralla omin avuin irti käyttämällä apuna pajuja sekä muuta tukevaa materiaalia. Vaikeuksista huolimatta pato saatiin rakennettua, mutta sen keskiosan harjan leveys jäi vain noin puoleen suunnitellusta.

Välipadon pohjoisosaan rakennettiin noin 1,5 metriä leveä ylivirtausaukko. Aukon rakentamisessa tapahtui virhe siinä, että aukon materiaalit moreeni ja suodatinkangas eivät kestäneet kevättulvan virtausta. Pato korjattiin päällystämällä ylivirtausaukko kaksinkertaisella allaskumilla. Tällä rakenteella vahvistettuna aukko toimii erinomaisesti (kuva 23).



KUVA 23. Korjattu välipadon ylivirtausaukko (Rasimus 2012)

Hapetuspadon tukiseinän taipuminen

Rakennusvaiheessa Yläpadon vasemmanpuoleisen kolmion muotoiseen tukilaatikkoon laitettiin vahingossa täytteeksi moreenia, vaikka tarkoitus oli laittaa routimatonta soraa. Asia huomattiin, mutta ahtaasta paikasta konekaivu oli mahdotonta. Oikean puoleiseen laatikkoon laitettiin suunniteltua soraa. Vasemman laatikon moreenitäyte turpasi selvästi jo syksyllä ja jäätyminen aiheuttama laajeneminen painoi tukihirttä. Hirsi alkoi taipua. Oikean puoleinen hirsi pysyi suorana. Vasen puoli korjattiin lisäämällä tukilaatikon yläreunaan toinen hirsi. Symmetrian takia myös oikealle puolelle lisättiin hirsi. Toinen korjausvaihtoehto olisi ollut kaivaa turpoava maa-aines ajoissa pois lapiotyönä.

Yläpadon vuoto

Alapadon vuodon lisäksi myös Yläpadolla tapahtui vuoto. Vesi pääsi kiertämään padon ponttiseinän rakenteita pitkin maa-aineksen alla. Vuoto johtui todennäköisesti allaskumin rikkoutumisesta. Tarkkaa vuotokohtaa ei löydetty.

4.3 Rakentamistyön ongelmien ratkaisutapoja

Rakentamistyössä ilmenneiden ongelmien ratkaisuun löytyi erilaisia tapoja. Alapadon ja Yläpadon vuodot korjattiin samalla tavalla, vaikka ongelma oli erilainen.

4.3.1 Alapadon vuodon korjaaminen

Alapadon vuodon korjaaminen tapahtui ottamalla padon tuloaukon sivuille ladotut kivet pois. Tämän jälkeen padon yläpuolelle veden virtaussuunnassa valettiin 5 - 20 senttimetriä paksu, noin 15 neliömetrin laajuinen teräksellä vahvistettu betonilaatta. Betoni ulottui noin kolmen metrin päähän padon yläpuolelle veden virtaussuunnassa. Betonin päälle asennettiin kaksinkertaisena allaskumi, joka kiinnitettiin patoon. Allaskumin asentamisen jälkeen padon ympäriltä otetut kivet ladottiin takaisin. Betonilaatta yhdessä allaskumin kanssa tukki vuodon. (Kuva 24.)



KUVA 24. Yläpadon vuoto korjattiin betonilla ja allaskumilla (Rasimus 2012)

Alapadon vuodon korjauksen lisäksi padolle jouduttiin tekemään myös muita toimenpiteitä maaperän pehmeiden takia. Padon rakentamisen jälkeen padon puurakenteiden ympärille kiristettiin liinat ehkäisemään padon seinien liikettä maaperän elämisen myötä (kuva 25).



KUVA 25. Alapadon puurakenteiden ympärille kiristetyt patoseinien liikettä ehkäisevät liinat (Rasimus 2012)

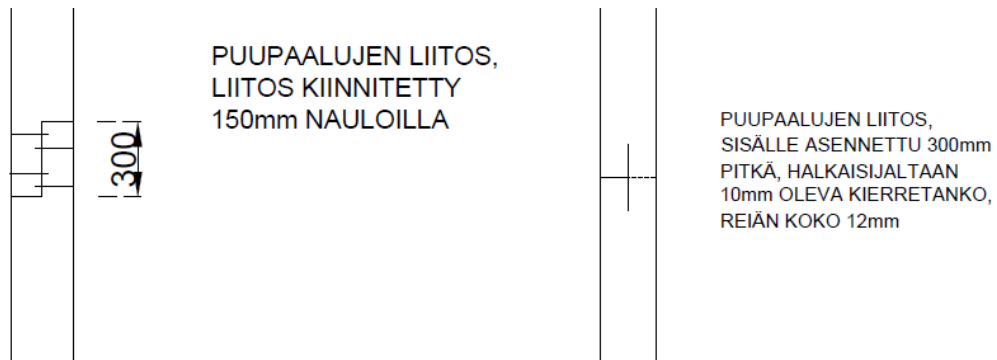
4.3.2 Alapadon penkereen painumisen pysäyttäminen

Alapadon penkereen painumisen seurauksena pengertä jouduttiin paaluttamaan neljä kertaa, ennen kuin penger saatiin pysymään oikealla korkeudella. Ensimmäisissä paalutuksissa tapahtui virhe paalujen valinnassa: paaluina käytettiin neljän metrin mittaisia paaluja, jotka eivät ylettyneet kovaan pohjamoreeniin saakka. Myöhemmin paaluja jatkettiin ja lisättiin uusia 5,5 metrin mittaisia kaksiosaisia paaluja. Kaivinkone kykeni juntaamaan korkeintaan 3,5 metriä pitkiä paaluja. Lopulta penger saatiin pysymään oikeassa korkeustasossa suuren paalumäärän ja paalujen päällä olevien vaakarakenteiden avulla. (Kuva 26.)



KUVA 26. Puupaalut juntattiin maahan kaivinkoneella (Rasimus 2011)

Alapadon penkereen paalutuksessa käytettiin ensimmäisenä kesänä tehdyissä korjaustöissä puupaaluja, joihin jouduttiin tekemään liitokset, jotta paalut ylettyivät kovaan maapohjaan saakka. Liitokset tehtiin kahdella eri tavalla, joista myöhemmin käytetty tapa oli ratkaisevasti nopeampi (kuva 27). Paalutus tehtiin siten, että paalujen päät jätettiin noin 1,2 metriä padon yläpinnan korkeustason alapuolelle. Paalujen päihin kiinnitettiin poikkipuut, joiden päälle rakennettiin puupölleistä ja risuista vaakarakenteet. Propsi- ja risurakenteiden päälle levitettiin padon moreenisydän. Paaluja asennettiin penkereeseen 1 – 1,5 metrin välein.



KUVA 27. Pengerten korjaukseen käytettyjen paalujen liitokset tehtiin kahdella eri tavalla

4.4 Kosteikon rakennustyön onnistumisen pohdinta

Oivangin kosteikon rakennustyö onnistui kokonaisuutena ajatellen hyvin. Rakennustöiden jako talvi- ja kesäaikaiseen rakentamiseen oli pääosin onnistunut. Upottavimmilla suoalueilla rakentaminen kannattaa Oivangissa saadun kokemuksen mukaan ajoittaa kylmimpään talviaikaan.

Tutkijoiden mukaan kosteikoilta saadaan hyviä puhdistustuloksia aikaisintaan 2 – 3 vuoden kuluttua valmistumisesta. Oivangin kosteikolta saatiin erinomaisia puhdistustuloksia jo kolmen kuukauden kuluttua koekäytön aloittamisesta. Taulukoita tutkimustuloksista on liitteessä 5.

Oivangin kosteikolla happipatojen rakentaminen on ollut selvästi kannattavaa. Patojen kyky tuottaa happea kosteikolla virtaavaan veteen on ollut hyvä myös talviaikaan. Paksun jää- ja lumikuorenkin alla talvella 2012 happipadot tuottivat 30 prosenttiyksikön happikylläisyyden lähtötilaltaan täysin hapettomaan veteen (kuva 28). Korkeampi happipato nosti kesällä 2012 veden happipitoisuutta 50 prosenttiyksiköllä.



KUVA 28. Happipato kaivettuna lumen ja jään alta (Rasimus 2012)

Oivangin vesiensuojelukosteikolla on onnistuttu myös luonnon monimuotoisuuden lisäämisessä. Kosteikko on parantanut merkittävästi alueen maisemaa. Lähes läpipääsemätön tiheikkö on muuttunut monien lampien ja avoimien alueiden maisemaksi. Myös linnut ovat runsaslukuisina löytäneet alueen. (Kuva 29.)



KUVA 29. Kosteikko on parantanut alueen luonnon monimuotoisuutta (Rasimus 2012)

4.5 Kosteikolla käytettyjen ratkaisujen sovellettavuus muihin kohteisiin

Kosteikkoa rakennettaessa on tärkeää ottaa selvää kohteen pohjaolosuhteista. Erityisesti pehmeälle ja märälle suon kaltaiselle alueelle rakennettaessa kosteikon pato- ja pengerrakenteiden kohtien pohjaolosuhteet kannattaa selvittää etukäteen yllätysten välttämiseksi. Näin rakenteet voidaan jo suunnitteluvaiheessa suunnitella siten, ettei painumisia ja muita ongelmia pääse myöhemmin tapahtumaan.

Soistuneelle alueelle rakennettaessa paalutukset ovat hyvä vaihtoehto ehkäistä tai korjata painumia. Oivangin kosteikolle tehtyjen paalutuksien kaltaiset ratkaisut toimivat pehmeillä kohteilla, edellyttäen että kova maapohja on järkevän etäisyyden päässä turpeen tai muun pehmeän maa-aineksen pinnasta. Jos pehmeä maakerros on liian paksu paalutuksiin, kohteella täytyy käyttää vaihto-

ehtoisia menetelmiä tai paalutyyppejä kovaan maapohjaan ulottuvien puupaalujen sijaan.

Patojen vuodot ovat ongelmia, joiden korjausmenetelmät riippuvat hyvin paljon vuodon syystä ja laadusta. Oivangin kosteikolla käytettyä tapaa korjata vuodot voi vuotojen syystä riippuen olla mahdollista käyttää myös muilla kohteilla. Kuitenkin vuodon korjaus on syytä suunnitella aina tilanteen mukaan turhan työn ja virheiden välttämiseksi. Allaskumi on tärkein materiaali patojen tiivistämiseen ja vuotojen korjaukseen.

Rakennettaessa pehmeälle maa-alueelle kaluston painumisen aiheuttamat ongelmat voivat vaikeuttaa ja hidastaa rakennustyötä hyvinkin paljon. Kuten Oivangin kosteikolla tehtiin, rakennustyöt kannattaa ajoittaa mahdollisuuksien mukaan talviaikaan, jolloin maaperä on mahdollisimman kuiva ja ajourien jäädyttäminen kantaviksi on mahdollista. Oivangin kosteikolla käytetty ajourien jäädyttäminen tiivistämällä lumi kovaksi eristämättömäksi kerrokseksi voi toimia muisakin kohteissa hyvin. Pehmeän alueen kaivutöihin käytettävän kaluston koko kannattaa myös valita maaperän kantavuuden mukaan, jos mahdollista. Oivangissa käytettiin telakaivuria, jossa oli 90 senttimetriä leveät telat. Telan leveyden suhde koneen painoon vaikuttaa koneen käyttömahdollisuuksiin pehmeillä alueilla. Mitä leveämmät telat ovat koneen painoon nähden, sitä paremmin maa kantaa konetta.

Kesäajan työt Oivangissa ajoitettiin elokuun alusta eteenpäin, jolloin pohjavedet olivat laskeneet kesän alimmalle tasolle. Tätä voi suositella myös seuraavien kosteikkohankkeiden toteuttajille.

Oivangin vesiensuojelukosteikolla käytettyjä käytännön ratkaisuja hapetuspadon, patorakenteiden ja altaiden suunnittelun suhteen kannattaa harkita myös muita kosteikkohankkeita suunnitellessa. Erityisesti hapetuspadon sijoittaminen kosteikolle merkitsee suurta hapen määrän lisäystä kosteikolla kulkevaan veteen sekä kesällä että talvella.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyöhön kerättiin Oivangin kosteikon rakentamiseen liittyvää hiljaista, kokemusperäistä tietoa yhteen auttamaan seuraavien kosteikkojen rakentajia käytännön ongelmissa. Työhön kerättiin käytännön rakennustyöhön liittyvää tietoutta sekä rakennustyön aikana ja sen jälkeen kosteikolla ilmenneiden ongelmien syitä ja ratkaisuja.

Kosteikkojen rakentamiseen liittyvästä käytännön työstä ei ole olemassa paljon kirjattua tietoa. Tämä loi tarpeen Oivangin vesiensuojelukosteikon rakentamiseen liittyvän hiljaisen tiedon kokoamiselle opinnäytetyönä. Tiedon kokoaminen oli erityisen tärkeää, koska Oivangin vesiensuojelukosteikko on ensimmäinen Suomeen rakennettu maatalouden valumavesiä puhdistava kosteikko, jonka veden happipitoisuuden parantamiseen käytetään ilmastusharjallisia hapetuspatoja. Tietoa hapetuspatoista on hyvä jakaa muille kosteikon rakentamista suunnitteleville.

Kosteikkojen rakennustyöhön liittyvän käytännön kokemusperäisen tiedon kokoamisesta voi olla suurikin hyöty tulevaisuuden kosteikkojen rakentajille. Oivangin kosteikkoon liittyvän tiedon tallentamisella arvioidaan olevan hyötyä tulevaisuuden kosteikkohankkeissa erityisesti, jos tulevien hankkeiden suunnittelussa päädytään käyttämään hapetuspatoja kosteikon hapentuotannossa. Oivangin kosteikon suunnittelun ja rakentamisen aikana on pohdittu valmiiksi hapetuspadon rakentamiseen liittyviä käytännön seikkoja ja ongelmia, joita tähän työhön on kirjattu.

Oivangin vesiensuojelukosteikko on kokonaisuutena onnistunut hyvin. Kosteikko on jo ensimmäisen kesän jälkeen tuottanut erinomaisia vedenpuhdistustuloksia. Happipatojen hapentuottokyky on ylittänyt ennako-odotukset sekä talvella että kesällä. Kosteikolla on onnistuttu myös luonnon monimuotoisuuden parantamisessa.

Oivangin kosteikon rakentamiseen liittyvät ongelmat johtuivat pääasiassa upotavista soisista rakennusalueista. Muistakin seikoista aiheutuneita ongelmia il-

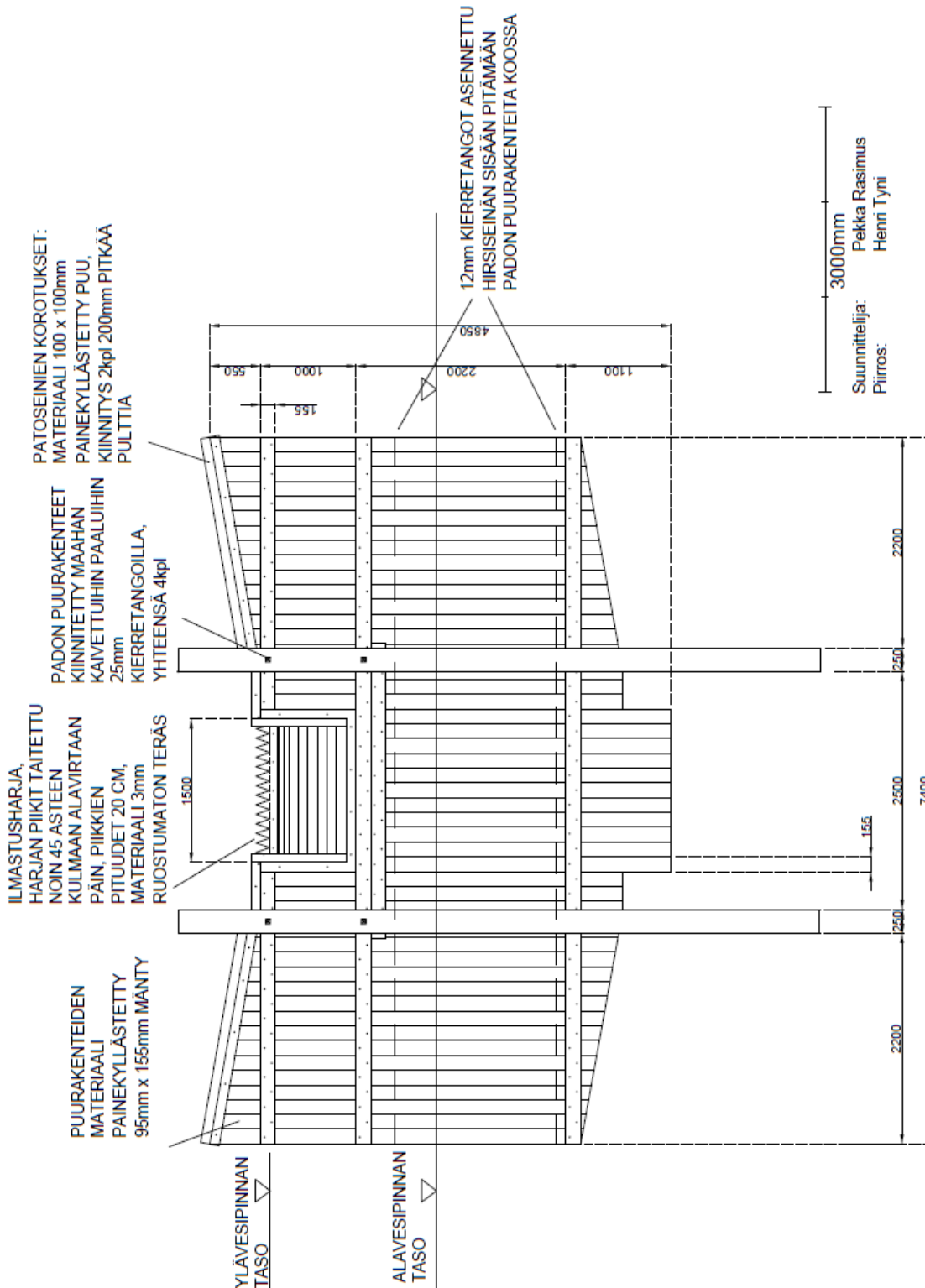
meni. Ennen rakennustyön aloittamista tehdyt pohjatutkimukset eivät olleet riittävän laajat antamaan selkeää kuvaa suolle rakennettujen pato- ja pengerrakenteiden maapohjasta. Näin rakentamistyössä ei osattu varautua penkereen painumiseen sekä Alapadon vuodon syntymiseen. Täsmällisten maaperätutkimusten tekeminen on suositeltavaa seuraavilla kosteikkohankkeilla.

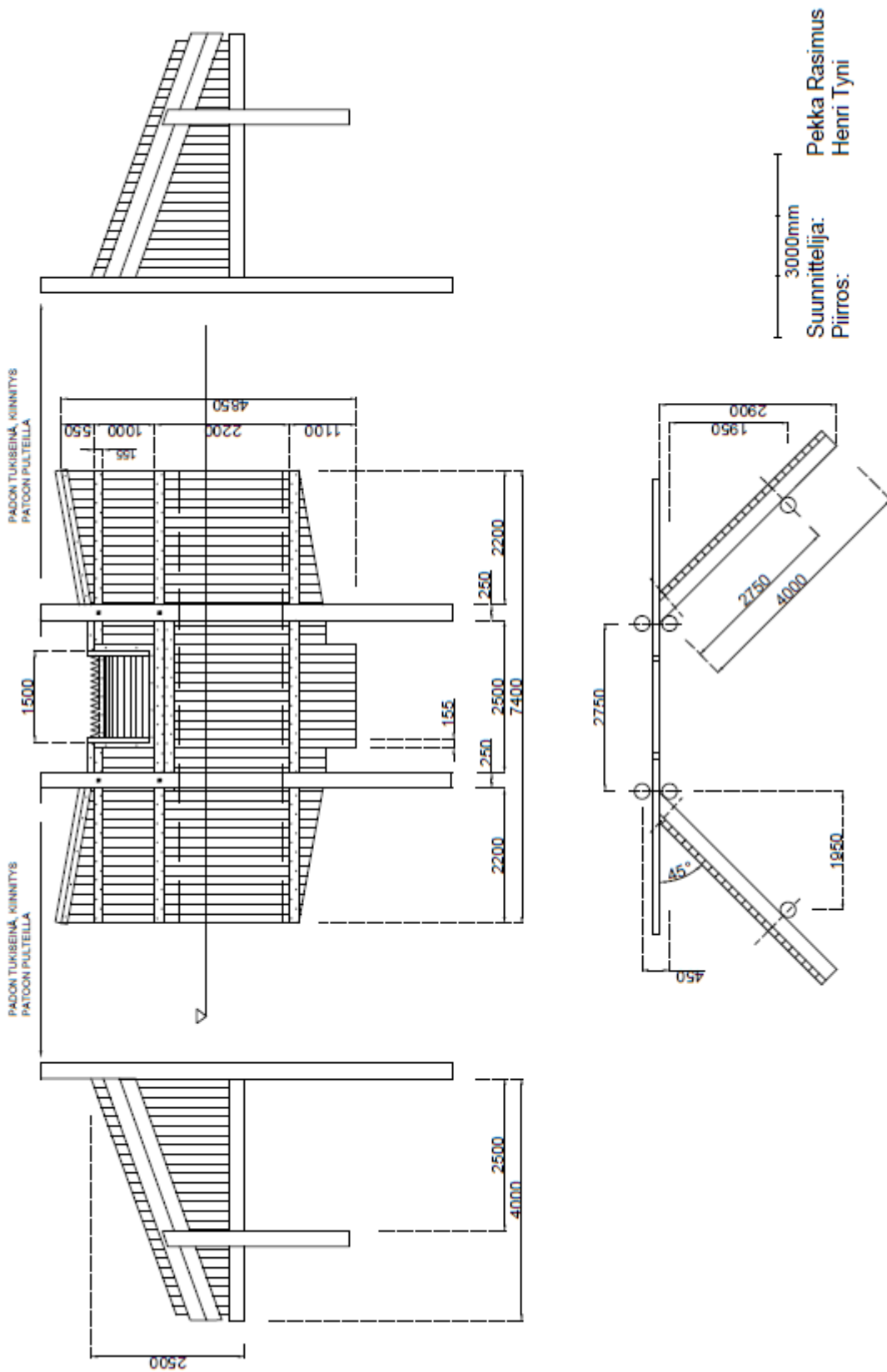
Hiljaisen tiedon kokoaminen tähän opinnäytetyöhön tapahtui osaksi tutkimalla kosteikon suunnitelmia, suunnitelmakuvia ja -karttoja. Pääasiallinen, kokemusperäinen tieto saatiin kuitenkin haastatteleamalla Oivangin vesistön hoitoyhdistys ry:n puheenjohtajaa Pekka Rasimusta. Rasimus johti hanketta sen alusta lähtien, ja oli jatkuvasti mukana myös kosteikon käytännön rakennustyössä. Työstä tehdään erillinen julkaisu. Kosteikon rakentamiseen liittyvän hiljaisen tiedon kerääminen opinnäytetyönä on yksi hiljaisen tiedon keräämisen toteuttamistapa, jota voisi käyttää myös tulevien kosteikkohankkeiden yhteydessä.

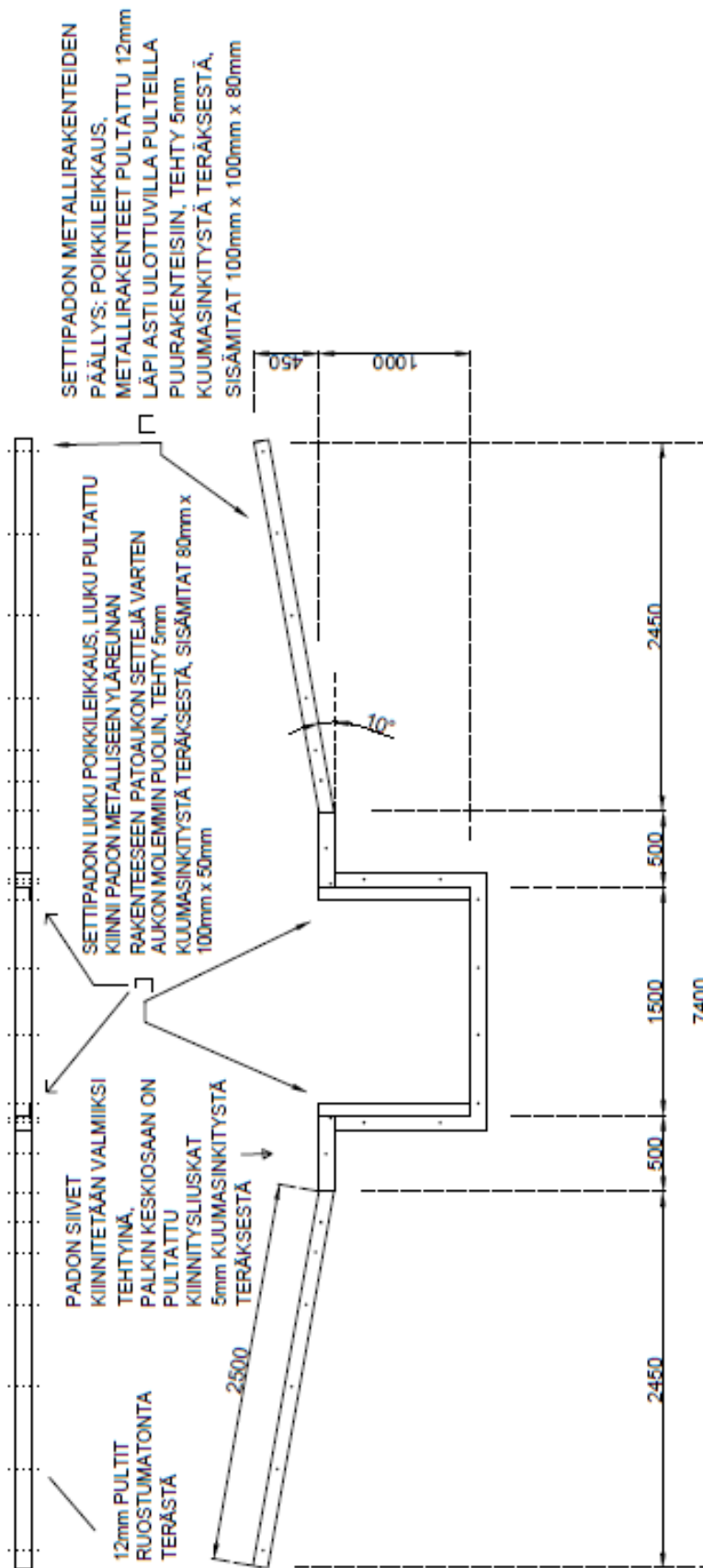
LÄHTEET

1. Puustinen, Markku – Koskiaho, Jari – Jormola, Jukka – Järvenpää, Lasse – Karhunen, Anni – Mikkola-Roos, Markku – Pitkänen, Janne – Riihimäki, Juha – Svensberg, Marko – Vikberg, Pentti 2007. Maatalouden monivaikutteisten kosteikkojen suunnittelu ja mitoitus. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus. Suomen ympäristö 21/2007. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=72597&lan=fi>.
Hakupäivä 26.11.2012.
2. Väisänen, Veli 2009. Vienan latvavesistöalueen monivaikutteisten kosteikkojen yleissuunnitelma. Kuusamon kaupunki. Saatavissa:
<http://www.kuusamo.fi/dman/Document.phx?documentId=ua31409143833671&cmd=download>.
Hakupäivä 26.11.2012.
3. Puustinen, Markku 2001. Management of the Runoff Waters from Arable Lands, Final Report of the EU/ LIFE Project. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus. Suomen Ympäristö 477. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=21987>.
Hakupäivä 26.11.2012.
4. Puustinen, Markku – Koskiaho, Jari – Gran, Vesa – Jormola, Jukka - Maijala, Timo – Mikkola-Roos, Markku – Puumala, Maarit – Riihimäki, Juha - Räsänen, Mari – Sammalkorpi, Ilkka 2001. Maatalouden vesiensuojelukosteikot, VESIKOT – projektin loppuraportti. Helsinki: Suomen Ympäristökeskus. Suomen Ympäristö 499. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=12737&lan=fi>.
Hakupäivä 26.11.2012.

5. Koskiaho, Jari 2006. Retention performance and hydraulic design of constructed wetlands treating runoff waters from arable lands. Oulu: Oulun yliopisto. Väitöskirja. Saatavissa:
<http://herkules.oulu.fi/isbn9514281586/isbn9514281586.pdf>.
Hakupäivä 26.11.2012.
6. Karjalainen, Satu Maaria – Ronkanen, Anna-Kaisa 2005. Kosteikot Lakeuden keskuspuhdistamolta ja Rukan puhdistamolta tulevien vesien jälkikäsitelyssä, PRIMROSE- projektin (2001 – 2003) tulokset. Oulu: Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 401. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=48520&lan=fi>.
Hakupäivä 26.11.2012.
7. Rasimus, Pekka 2012. Puheenjohtaja. Oivangin vesistön hoitoyhdistys ry. Haastattelut ja kuvat.
8. Ojamaa, Marko – Kämä, Tarmo 2008. Kosteikkosuunnitelma. Suomen Salaojakeskus Oy (Nykyinen Maveplan Oy).

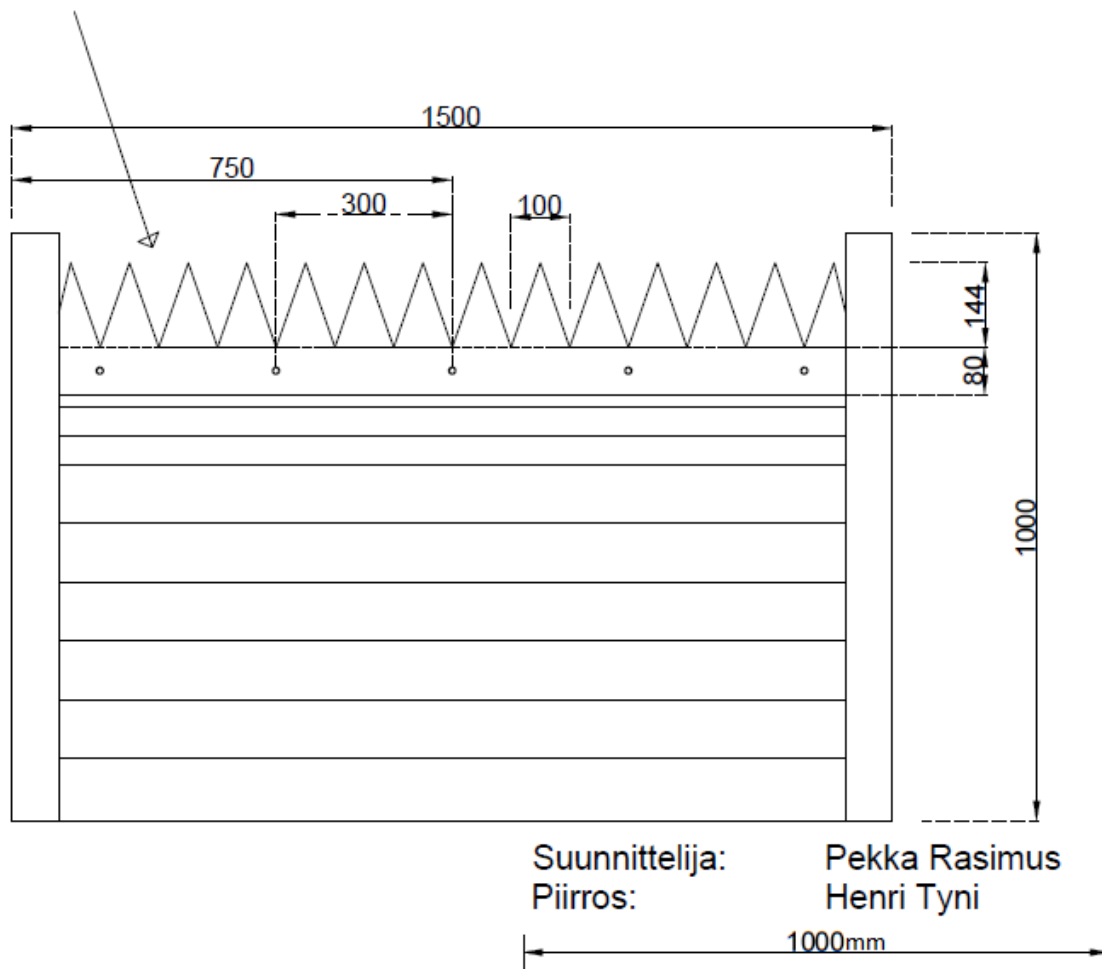






Suunnittelija: Pekka Rasimus
 Piirros: Henri Tyni

ILMASTUSHARJA KALLISTETTU 45 ASTETTA ALAVIRRRAN
SUUNTAAN, MATERIAALI 3mm RUOSTUMATON TERÄS,
HARJAN PIIKKIEN PITUUDET 200mm





SUOMEN
YMPÄRISTÖKESKUS
SYKE Laboratoriot Oulun
toimipaikka

Tilaaaja: Anneli Ylitolonen
Osoitte: Pohjois-Pohjanmaan ympäristö PL124 90101 OULU
Havaintopaikka: Kokkolampi läht - 70745

Näytteenottopäivämäärä: 16.9.2012

Analyytitulokset

				Sarjanro	1	2
1112-00881				Asyv.	(surface)	0.2
		Lab	Standardi	Lasv.		
Happi, liukoinen		11		mg/l		7.9
Kokonaisvyvyys		11		m	0.3	
Rauta		14	ISO 11885	µg/l		
Lämpötila		11		°C		9.1
Hapen kyllästysaste	Happi kyl%	11		kyl.%		88
Sameus		160	SFS-EN ISO 7027	FNU		5.7
Kiintoaine	nuclepore	160	sis. menetelmä 10	mg/l		0.2
Sähkönjohtavuus		160	SFS-EN 27888	mS/m		13.4
Alkaliniteetti		160	sis. menetelmä 19	mmol/l		0.971
pH		160	SFS 3021			7.0
Väriluku		160	SFS-EN ISO 7887; 4	mg Pt/l		100
Kemiall. hapen kulutus CODMn		160	SFS 3036	mg/l		13
Kokonaistyyppi		160	SFS-EN 11905-1	µg/l		650
Nitriitti- nitraatti typpenä		160	SFS-EN ISO 13395	µg/l		74
Ammonium typpenä		160	SFS 3032	µg/l		7
Kokonaisfosfori		160	sis. menetelmä 51b	µg/l		150
Kokonaisfosfori	suodatettu	160	sis. menetelmä 51b	µg/l		81
Fosfaatti fosforina		160	sis. menetelmä 55b	µg/l		130
Fosfaatti fosforina	suodatettu	160	sis. menetelmä 55b	µg/l		71



SUOMEN
YMPÄRISTÖKESKUS
SYKE Laboratoriot Oulun
toimipaikka

Tilaaaja: Anneli Ylitolonen
Osoitte: Pohjois-Pohjanmaan ympäristö PL124 90101 OULU
Havaintopaikka: Kokkolampi läht - 70745

Näytteenottopäivämäärä: 17.10.2012

Analyytitulokset

				Sarjanro	1	2
1112-00982				Asyv.	(surface)	0.2
		Lab	Standardi	Lsyv.		
Happi, liukoinen		11		mg/l		9.5
Kokonaisvyvyys		11		m	0.3	
Rauta		14	ISO 11885	µg/l		Lähetetty
Lämpötila		11		°C		2.4
Hapen kyllästysaste	Happi kyl%	11		kyl.%		70
Sameus		160	SFS-EN ISO 7027	FNU		5.4
Kiintoaine	nuclepore	160	sis. menetelmä 10	mg/l		4.0
Sähkönjohtavuus		160	SFS-EN 27888	mS/m		15.5
Alkaliniteetti		160	sis. menetelmä 19	mmol/l		0.928
pH		160	SFS 3021			6.9
Väiriluku		160	SFS-EN ISO 7887; 4	mg Pt/l		120
Kemiall. hapen kulutus CODMn		160	SFS 3036	mg/l		20
Kokonaistyyppi		160	SFS-EN 11905-1	µg/l		1100
Nitriitti- nitraatti typpenä		160	SFS-EN ISO 13395	µg/l		240
Ammonium typpenä		160	SFS 3032	µg/l		130
Kokonaisfosfori		160	sis. menetelmä 51b	µg/l		180
Kokonaisfosfori	suodatettu	160	sis. menetelmä 51b	µg/l		130
Fosfaatti fosforina		160	sis. menetelmä 55b	µg/l		170
Fosfaatti fosforina	suodatettu	160	sis. menetelmä 55b	µg/l		110

Tilaja: Anneli Ylitölonen
 Osoite: Pohjois-Pohjanmaan ympäristö PL124 90101 OULU
 Havaintopaikka: Oivangin kosteikko ap - 71010

Näytteenottopäivämäärä: 16.9.2012

Analyytitulokset

				Sarjanro	1	2
1112-00864				Asyv.	(surface)	0.2
		Lab	Standardi	Lasv.		
Happi, liukoinen		11		mg/l		4.1
Kokonaisvyvyys		11		m	0.5	
Rauta		14	ISO 11885	µg/l		
Lämpötila		11		°C		11.0
Hapen kyllästysaste	Happi kyl%	11		kyl%.%		37
Sameus		160	SFS-EN ISO 7027	FNU		3.1
Kiintoaine	nuclepore	160	sis. menetelmä 10	mg/l		1.8
Sähkönjohtavuus		160	SFS-EN 27888	mS/m		8.8
Alkaliniteetti		160	sis. menetelmä 19	mmol/l		0.627
pH		160	SFS 3021			6.6
Väriluku		160	SFS-EN ISO 7887: 4	mg Pt/l		110
Kemiall. hapen kulutus CODMn		160	SFS 3036	mg/l		7.2
Kokonaistyyppi		160	SFS-EN 11905-1	µg/l		720
Nitriitti-nitraatti typpinä		160	SFS-EN ISO 13395	µg/l		< 5
Ammonium typpinä		160	SFS 3032	µg/l		26
Kokonaisfosfori		160	sis. menetelmä 51b	µg/l		67
Kokonaisfosfori	suodatettu	160	sis. menetelmä 51b	µg/l		40
Fosfaatti fosforina		160	sis. menetelmä 55b	µg/l		38
Fosfaatti fosforina	suodatettu	160	sis. menetelmä 55b	µg/l		18

Tilaja: Anneli Ylitölonen
 Osoite: Pohjois-Pohjanmaan ympäristö PL124 90101 OULU
 Havaintopaikka: Oivangin kosteikko ap - 71010

Näytteenottopäivämäärä: 17.10.2012

Analyytitulokset

Laskeutus
 altaat jäässä!

				Sarjanro	1	2
1112-00965				Asyv.	(surface)	0.2
		Lab	Standardi	Lasv.		
Happi, liukoinen		11		mg/l		10.1
Kokonaisvyvyys		11		m	0.5	
Rauta		14	ISO 11885	µg/l		Lähetetty
Lämpötila		11		°C		1.7
Hapen kyllästysaste	Happi kyl%	11		kyl.%		73
Sameus		160	SFS-EN ISO 7027	FNU		3.0
Kiintoaine	nuclepore	160	sis. menetelmä 10	mg/l		5.0
Sähkönjohtavuus		160	SFS-EN 27888	mS/m		9.7
Alkaliniteetti		160	sis. menetelmä 19	mmol/l		0.667
pH		160	SFS 3021			6.8
Väriluku		160	SFS-EN ISO 7887: 4	mg Pt/l		120
Kemiall. hapen kulutus CODMn		160	SFS 3036	mg/l		20
Kokonaistyyppi		160	SFS-EN 11905-1	µg/l		890
Nitriitti-nitraatti typpinä		160	SFS-EN ISO 13395	µg/l		170
Ammonium typpinä		160	SFS 3032	µg/l		35
Kokonaisfosfori		160	sis. menetelmä 51b	µg/l		82
Kokonaisfosfori	suodatettu	160	sis. menetelmä 51b	µg/l		66
Fosfaatti fosforina		160	sis. menetelmä 55b	µg/l		63
Fosfaatti fosforina	suodatettu	160	sis. menetelmä 55b	µg/l		47