



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

HULEVESIKOSTEIKON TOIMINNAN KARTOITUS, HUOLTO- JA KUN- NOSTUSSUUNNITELMAN LAATIMI- NEN

TEKIJÄ: Simo Sihvo

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Simo Sihvo	
Työn nimi Hulevesikosteikon toiminnan kartoitus, kunnostus- ja huoltosuunnitelman laatiminen	
Päiväys 26.05.2019	Sivumäärä/Liitteet 44
Ohjaaja(t) Ville Matikka, Pasi Pajula	
Toimeksiantaja Lappeenrannan seudun ympäristötoimi	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda hulevesikosteikon toiminnan kartoituksen, kunnostus- ja huoltosuunnitelman toteuttamiseen tarvittavat lähtökohdat ja teoreettinen sisältö. Työn teoria osuuden avulla tuodaan esille yleisimmät huomioonotettavat kosteikon tutkimiseen liittyvät asiat, joita tarvitaan suunnitelmien toteuttamista varten. Teoriaosuus sisältää myös tarvittavat kaavat kuormitustietojen analysointia varten ja mittaustiedon käsittelyyn liittyvät mallennusmenetelmät. Työssä tarkastellaan myös esimerkkikohteena yhtä Lappeenrannassa sijaitsevaa Sunisenlahden hulevesikosteikkoa, jolle on toteutettu toiminnan tarkastelu ja kunnostus- sekä huoltosuunnitelma puhdistustehokkuuden parantamiseksi.</p>	
Avainsanat Hulevesikosteikko, kunnostussuunnitelma, huoltosuunnitelma, toiminnan kartoitus, kuormitustietojen käsittely	

Field of Study Natural Sciences			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author Simo Sihvo			
Title of Thesis Mapping of the activity of stormwater wetlands, preparation of renovation and maintenance plan			
Date	26.05.2019	Pages/Appendices	44
Supervisor(s) Ville Matikka, Pasi Pajula			
Client Organisation Lappeenrannan seudun ympäristötoimi			
Abstract <p>The purpose of this thesis is to create the starting points and theoretical content necessary for mapping of the activities to create an operational review, renovation- and maintenance plan for constructed stormwater wetlands. The theoretical part of the thesis highlights the most important aspects of wetlands research that are needed to implement the plans. The theoretical part also includes necessary formulas for analysing load data and methods for modelling the measurement data. The work also examines an example of one stormwater wetlands of Sunisenlahti in Lappeenranta, which has been the subject of operational review and renovation- and maintenance plan to improve it's cleaning efficiency.</p>			
Keywords Stormwater wetlands, maintenance plan, renovation plan, mapping of activities, measurement data analysis			

Lappeenrannan Sunisenlahden alueelle on rakennettu vuosien 2010-2015 välisenä aikana seitsemän hulevesikosteikkoa. Nykytilanteessa kaupungin valuma-alueelta hulevedet purkautuvat Pien-Saimaan Sunisenlahden ympärille rakennettuihin kosteikkoihin. Lappeenrannan seudun ympäristötoimelle on toteutettu opinnäytetöinä tutkimuksia, joissa on kartoitettu valuma-alueen kuormitusta, suunniteltu kosteikkoja ja tutkittu keinoja vähentää Pien-Saimaaseen päätyvien ravinteiden määrää kaupungin valuma-alueelta. Viimeisin kosteikko alueelle on valmistunut vuonna 2015 ja seuraava vaihe Lappeenrannan seudun ympäristötoimella vesiensuojelun kannalta on kartoittaa rakennettujen kosteikkojen toimivuutta ja selvittää keinoja hyvän puhdistustehokkuuden ylläpitämiseksi. Opinnäytetyö toimii osana Pien-Saimaan vedenlaadun parantamiseen liittyvää projektia.

Työssä käydään läpi menetelmiä toiminnan kartoittamisen ja hyvän kunnostussuunnitelman toteuttamiseksi sekä tarkastellaan ensimmäisenä rakennettua Sunisenlahteen purkautuvan valuma-alueen kosteikkoa. Työssä ei tarkastella ulkoisen kuormituksen syntypisteitä, lähteitä tai analysoida valuma-aluetta, vaan luodaan kirjallisuuskatselma, kuinka suunnitelmia luodaan ja mitä asioita sen toteutuksessa tulee ottaa huomioon. Työssä ei myöskään luoda rakennepiirustuksia tai keskityä suunnitelman sisällön kustannuksiin, vaan käydään teoreettiset lähtökohdat kosteikon hyvän toiminnan edellytyksille ja tärkeimmät huoltotoimenpiteet sekä niiden aikataulutus.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	KUNNOSTUS- JA HUOLTOSUUNNITELMAN SISÄLTÖ.....	8
2.1	Suunnitelma-alueen tekniset tiedot ja sijainti.....	8
2.2	Yleiskuva kosteikon toiminnasta.....	9
2.3	Kosteikon kasvillisuus	9
2.4	Kuormitus- ja mittaustiedon tarkastelu.....	9
2.5	Kunnostus ja korjaustoimenpiteet	10
2.6	Huoltotoimenpiteet ja aikataulutus	11
3	KOSTEIKON OSAT JA NIISSÄ HAVAINNOITAVAT ASIAT.....	11
3.1	Tulo- ja lähtöumat.....	12
3.2	Laskeutusaltaat ja kanavat.....	13
3.3	Niemekkeet ja saaret.....	13
3.4	Tulva-alueet	14
3.5	Penkereet.....	14
3.6	Purolot	15
3.7	Patorakenteet.....	15
3.7.1	V-aukkoinen mittapato (Thomsonin pato)	16
3.7.2	Pohjapato	16
3.7.3	Pintapato	17
3.7.4	Munkkikaivo	18
4	KUORMITUS- JA MITTAUSTIETOJEN KÄSITTELY.....	18
4.1	Puhdistustehokkuus.....	19
4.2	Vuosipuhdistusteho	19
4.3	Kuormitustietojen mallentaminen	20
5	KASVILLISUUS	20
5.1	Yleisimmät hulevesikosteikon kasvit.....	21
5.2	Kasvillisuuden poisto.....	21
6	HUOLTOTOIMENPITEIDEN AIKATAULUTUS.....	22
7	ESIMERKKIKOHDE SKINNARILAN HULEVESIKOSTEIKKO.....	24
7.1	Johdanto.....	24
7.2	Suunnitelma-alueen tekniset tiedot ja sijainti.....	24

7.3	Kohteen yleiskuvaus	26
7.4	Yleiskuva kosteikon toimivuudesta.....	27
7.5	Kosteikon kasvillisuus	28
7.6	Kuormitustiedot	30
7.6.1	Puhdistustehokkuus	31
7.6.2	6.2 Kiintoaine	33
7.6.3	6.3 Fosfori	34
7.6.4	Typpi.....	35
7.7	Kunnostus- ja korjaustoimenpiteet	36
7.7.1	Veden hapetus	36
7.7.2	Allasrakenteiden muutokset	37
7.7.3	Havaitut epäkohdat listattuna.....	39
7.8	Huoltotoimenpiteet.....	39
7.8.1	Kootut huoltotoimenpiteet taulukoiden	39
7.9	Tiivistelmä.....	41
8	YHTEENVETO.....	42
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT.....	43
	LIITTEET: MUUT LIITTEET JA TYÖSSÄ KÄYTETYT MATERIAALIT	44

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Lappeenrannan seudun ympäristötoimi. Työssä on käytetty sähköisiä ja kirjallisia lähteitä sekä Saimaan vesi- ja tutkimuskeskuksen toteuttamaa mittaus-tietoa Skinnarilan kosteikolta. Opinnäytetyö on toteutettu osana Lappeenrannan Sunisenlahden hulevesikosteikkojen toiminnan ja huoltosuunnitelman kartoitusta. Opinnäytetyö koostuu kirjallisesta ja esimerkkikohtaisesta osuudesta. Ensimmäisessä osuudessa tarkastellaan hulevesikosteikon toiminnankartoituksen ja huoltosuunnitelman sisältö, menetelmät ja huomioon otettavat asiat suunnitelman toteutusta varten. Toisessa osuudessa on toteutettu tutkimus Lappeenrannan seudun ympäristötoimen antamaan kohteeseen.

Kosteikot ovat kasvillisuuden osittain tai täysin peittämiä alueita, jotka ovat pysyvästi tai tilapäisesti veden peittämiä. Niiden avulla voidaan hidastaa ja viivyttää hulevesiä ja estää tulvia sekä parantaa hulevesien laatua. Suomessa hulevesikosteikot ovat viime vuosina olleet yleistynyt tapa käsitellä kaupunkialueen hulevesiä (Suomen ympäristökeskus 2019). Usein rakennettujen kosteikkojen perustamisen jälkeen kaupungeilla ja kosteikkojen ylläpidosta vastaavilla tahoilla ei ole kunnollisia huoltosuunnitelmia puhdistustehokkuuden ylläpitämiseksi. Ilman kunnollisia huoltotoimenpiteitä kosteikkojen kyky vastaanottaa ja sitoa ravinteita heikkenee ja kosteikot alkavat luovuttaa niihin kerääntyneitä ravinteita takaisin vesistöön.

Hulevesillä tarkoitetaan taajamien ja muun rakennetun ympäristön pintavaluntavettä. Hulevedet ovat rakennetulla alueella maan pinnalle, rakennusten katolle tai muille pinnoille kertyviä sade- tai sulamisvesiä. Hulevesiä muodostuu erityisesti keväällä lumen sulaessa, kesällä rankkasateilla ja syksyn sateisina kausina. Mitä enemmän alueella on läpäisemätöntä pintaa, sitä nopeammin ja enemmän hulevesiä syntyy (Suomen ympäristökeskus 2019). Hulevesi koostuu valuma-alueella syntyvästä ja sinne kulkeutuvasta kiintoaineesta, johon on sitoutunut epäpuhtauksia, joilla on haitallinen vaikutus vesistön tilaan. Yleisimmät vesistöjä rehevöittävät haitta-aineet ovat typpi ja fosfori. Hulevedet sisältävät mahdollisesti lisäksi mikro-muovia ja eri öljyjäämiä liikenteestä.

2 KUNNOSTUS- JA HUOLTOSUUNNITELMAN SISÄLTÖ

Usein hulevesikosteikot suunnittelee erillinen kosteikkoasiamies tai ulkopuolinen suunnittelutoimisto, joka on perehtynyt kosteikkojen rakentamiseen. Kosteikkoasiamies keskittyy suunnittelemaan kosteikon yleiskuvan ja sen osat. Rakennetekniset kuvat, pohja- ja taustatutkimukset sekä virtaama analyysit tilataan esimerkiksi maanrakennuyritykseltä tai vesistöihin perehtyneeltä tutkimuskeskukselta. Kaupunkien toteuttamat hulevesikosteikot ja niihin liittyvä teoreettinen materiaali on yleisesti avoimesti saatavilla. Toiminnan kartoitusta suunnitellessa, edellämainituilta tahoilta on mahdollista saada tarvittavaa materiaalia suunnitelmia varten.

Hyvä suunnitelma on selkeästi luettava ja sisältää kaikki tarpeelliset tiedot toimenpiteiden suorittamista varten. Yleisesti toiminnan kartoituksessa käydään yksityiskohtaisesti läpi kosteikon osat ja niiden rakenteet, jonka pohjalta tehdään erillinen kunnostus- ja huoltosuunnitelma. Kosteikolle ensimmäinen toiminnan kartoitus toteutetaan pysyvän kasvillisuuden kehittyttyä ja rakenteiden paikalleen asettumisen jälkeen, noin kolme vuotta sen perustamisesta. Kosteikon toiminnan tarkastelu ja huoltosuunnitelma sisältää yleisesti esimerkiksi alla olevan sisällysluettelon mukaiset tiedot.

- Johdanto
- Suunnitelma-alueen tekniset tiedot ja sijainti
- Yleiskuva kosteikon toimivuudesta (toimivuuden tarkastelu)
- Kosteikon kasvillisuus
- Kuormitustietojen tarkastelu
- Kunnostus ja korjaustoimenpiteet
- Havaitut epäkohdat listattuna
- Huoltotoimenpiteet ja aikataulus
- Tiivistelmä ja arvio kosteikon tulevaisuudesta
- Liitteet

2.1 Suunnitelma-alueen tekniset tiedot ja sijainti

Suunnitelma alueen sijainnista luodaan kartta, jossa yleisesti on upotettuna ilmakehän kuva kosteikosta. Hyvän kartan ominaisuuksiin kuuluu selkeä luettavuus, mittakaava, ilmansuunnat sekä selite (Internetix 2015). Selitteeseen merkitään kosteikon mahdollinen osoite, tonttitiedot, sijainti koordinaatistossa sekä yleisimmät tekniset tiedot.

Osoite, tontti- ja koordinaatistotiedot lisätään lisäksi tekniset tiedot-sivulehteen, jossa mainitaan myös kosteikon ja valuma-alueen pinta-ala hehtaareina sekä pinta-alan suhde valuma-alueesta. Teknisistä tiedoista tulee selvittää myös kosteikon suunnittelija, rakennuttaja, mahdollisia huoltotoimia suorittava taho sekä teoreettiset virtaamatiedot, veden viipymä, maaperätutkimukset ja mittauksia toteuttavat tahot. Virtaamatiedoissa ilmoitetaan laskennallinen

teoreettinen keskivirtaama (MQ), kerran 20 vuodessa toistuva ylivirtaama (HQ1/20) ja mittauksiin perustuva keskivirtaama. Huoltosuunnitelman liitteisiin lisätään erillinen ilmakuva kosteikosta, jos sellainen on saatavilla ja rakennetekniset piirustukset kosteikon rakenteista sekä muut mahdolliset kosteikon rakentamisvaiheessa tuotetut tärkeät asiakirjat ja suunnitelmat, joita suunnitelmia käyttävä taho tarvitsee.

2.2 Yleiskuva kosteikon toiminnasta

Kosteikon kunnostus- ja huoltosuunnitelman teko alkaa tausta-aineiston keräämisellä, jonka jälkeen toteutetaan yleiskuva kosteikon toimivuudesta. Yleiskuva osuus toimii pienemmillä kosteikoilla lisäksi toimivuuskartoitus-osuutena, jossa käydään läpi kaikki kosteikon rakenteet tulo ja lähtöuoman välillä. Tutkitaan mahdolliset muutokset alkuperäiseen verrattaessa, painamat penkereissä ja eroosiota kokeneet rakenteet esimerkiksi pato ja purokohdissa. Tutkitaan kosteikon kanava- ja allasrakenteet sekä tarkastellaan kasvillisuuden määrää vesialueilla. Lähtötietojen ja valokuvaamisen avulla mahdollisten ongelmien esilletuonti huoltosuunnitelman myöhemmissä vaiheissa on helpompaa. Kosteikon yleiskuva johdattelee huolto- ja kunnostustoimien päätöksiä tekeväälle taholle, mitä mahdollisia rakenteellisia tai puhdistustehokkuuteen liittyviä ongelmia kosteikolle on kehittynyt rakentamisen jälkeen.

2.3 Kosteikon kasvillisuus

Kosteikolle toteutetaan kasvillisuuskartoitus, jossa kartoitetaan kosteikon kasvillisuus vyöhykkeittäin. Kasvillisuuden laadusta ja määrästä tulee kirjata merkintöjä sekä ottaa valokuvia. Mahdollisista ongelmakohdista, umpeenkasvaneista- ja rehevöityneistä alueista tai kasvillisuuden puutoksista johtuvista alueista tulee tehdä karttamerkinnot, jotka esitetään liitteet osiossa. Tietojen avulla saadaan luotua erillinen kasvillisuuden poistoon tarvittava suunnitelma, josta lisää kasvillisuus osiossa (katso luku 5). Kasvillisuusosuuden yhteyteen voidaan lisätä myös alakappale kosteikolla havaituista eläimistä, joskin hulevesikosteikoilla riista, vesilinnut ja muut mahdolliset haittaeläimet ovat vähäisiä lajikirjoltaan suhteessa luonnontilaiseksi suunniteltuihin metsäkosteikkoihin.

2.4 Kuormitus- ja mittaustiedon tarkastelu

Kuormitustiedot osuudessa ilmoitetaan mittauksia tekevä taho, mittausväli, tutkitut parametrit ja puhdistustehoon liittyvät asiat, jotka jaetaan omiin kappaleisiin (katso luku 4). Yleisimmät mitattavat parametrit allasrakenteissa ovat kiintoaineen partikkelien koko, happipitoisuus ja veden lämpötila. Tulevan ja lähtevän veden osalta tutkitaan typpi- fosfori ja kiintoainepitoisuus. Virtaamatietoja tarkastellaan kosteikon tulevan veden ja allasrakenteiden puro-

osuuksien välillä. Useasti kaupunkien omistamilla hulevesikosteikoilla tutkitaan kustannuksista johtuvien syiden takia ainoastaan tulo- ja lähtöuoman tietoja, joka hankaloittaa tarkempaa puhdistustehokkuuteen liittyvien ongelmien kartoittamista kosteikon vesiosuuksilla.

Kosteikolla mittaukset suorittavat yleensä ulkopuolinen vesien tutkimiseen erikoistunut yritys tai taho, joista esimerkkeinä voidaan mainita koulut ja kuntien tutkimuslaitokset. Mittauksia kosteikolla tulee suorittaa ennen kasvillisuuden kehittymistä harvemmin, esimerkiksi kerran kuukaudessa vertaustuloksia varten. Kasvillisuuden kehittyessä kosteikolle tulee mittaustiheyttä lisätä 1-4 viikon sykleihin, jotta kosteikon toimivuutta on helpompi seurata ja kuormitustietojen mallennus on tarkempaa. Toiminnan kartoituksen ja kosteikon ongelmien sekä huoltotoimenpiteiden aikavälin selvityksen jälkeen voidaan siirtyä harvempaan, esimerkiksi kerran kuukaudessa toistuvaan mittausväliin. Optimitilanteessa kosteikon eri osiin on asennettu automaattisia jatkuvatoimisia mittalaitteita, joskin näiden laitteiden hankinta ja ylläpitokustannukset nostavat kosteikon kokonaiskustannukset suureksi ja näin ollen jäävät yleensä toteuttamatta. Mittauspäiviä valitessa tulee huomioida kosteikolle saapuvan veden viipymä valuma-alueelta, jotta vältetään mahdolliselta sateen aiheuttamalta läpivirtaamalta, joka vääristää tasaisen kauden mittaustuloksia. Ylivirtaamien aikana toteutettujen mittausten avulla voidaan arvioida kiintoaineen huuhtoumaa kosteikolla.

2.5 Kunnostus ja korjaustoimenpiteet

Tarvittavien lähtötietojen, toiminnan kartoituksen ja mittausten analysoinnin avulla voidaan suunnitella mahdolliset kunnostus- ja korjaustoimenpiteet. Puhdistustehokkuuteen ja rakenteellisiin ongelmiin liittyvät alueet listataan ja havainnoidaan rakenneteknisiin piirustuksiin ja karttakuviin, jotka esitetään suunnitelman liitteissä. Alueet, joilla ongelmia on havaittavissa tai löytyy parannettavaa, listataan ja käydään kuvien avulla sanallisesti läpi ilmaisten mitä toimenpiteitä niissä voidaan suorittaa. Lisäksi havaitut epäkohdat arvioidaan toimenpiteen tärkeellisyyden mukaan esimerkiksi arvosanoin 1-5.

Yleisimpiä toimivuuden parantamisen toimenpiteitä ovat esimerkiksi veden hapettaminen, virtauksen ohjaus, monimuotoisuuden lisääminen, pohjan mikrobitoiminnan parantaminen puiden ja pohjanrakenteiden muutosten avulla, pengert ja allasrakenteiden muutokset sekä purojen korjaaminen. Yleisimmät kosteikon painuvat ja sortuvat osat ovat penkereet ja patorakennelmat sekä puro-osuudet. Lopuksi listataan korjaustoimenpiteet ja parannusehdotukset sekä arvioidaan toimenpiteen tärkeellisyys esimerkiksi 1-5 arvosanoin.

2.6 Huoltotoimenpiteet ja aikataulutus

Huoltotoimenpiteet ovat kosteikolla vuosittain toistuvia toimenpiteitä, joilla ylläpidetään puhdistustehokkuutta. Huoltotoimenpiteet taulukoidaan esimerkiksi Microsoft Excel ohjelman avulla. Tärkeimmät tiedot taulukossa ovat: suoritettava tehtävä, toteutusaikaväli, suorituksen ajankohta ja mahdolliset tarkennukset sekä huomautukset. Huoltotoimenpiteiden aikataulutuksesta kappaleessa (katso luku 6).

3 KOSTEIKON OSAT JA NIISSÄ HAVAINNOITAVAT ASIAT

Perustamisvaiheen jälkeen ensimmäisen kolmen vuoden aikana kosteikko alkaa niin sanottuasti asettua paikoilleen. Sen pengerosuuksille ja vesialueille muodostuu pysyvä kasvillisuus, jonka seurauksena kosteikolle leviää eläimiä. Penkereet painuvat ja mahdolliset eroosion merkit tulevat esille. Laskeutusaltaiden ja kanava osuuksien pohjalle muodostuu mikrobitointia ja kiintoaine alkaa kasautua niihin.

Kosteikolle vettä päätyy tulouomaa pitkin, josta se tulee ohjata V-ohjauksella ensimmäiseen kanavaan lineaarisen virtauksen ehkäisemiseksi (Happonen Antti 2018). Kosteikolta vesi poistuu poistouomaa pitkin vesistöön, ja optimitilanteessa suurin osa kiintoaineesta on laskeutunut kosteikolle sekä huleveden mukana kulkeutuneet ravinteet ovat imeytyneet kosteikon kasvillisuuteen. Kosteikolla on laskeutusaltaita ja leveämpiä kanavaosuuksia, joissa veden virtaamaa hidastetaan, jolloin kiintoaineelle jää aikaa laskeutua altaiden pohjalle. On tärkeää, että näillä alueilla pohjanmuodot ovat epätasaisia, jolloin kiintoaineen partikkelit törmäävät esteisiin ja sedimentoituvat.

Kosteikon korkoeroja tasoitetaan puro-osuuksilla. Puro osuutta ennen voi sijaita kanava tai laskeutus allas, jonka edustalla on patorakennelma, josta vesi ohjataan puroon. Puro osuuksien avulla kosteikolla viipynyttä vettä saadaan hapetettua, jolloin kosteikolla oleva kasvillisuus saa paremman kyvyn vastaanottaa ravinteita ja seuraavan altaan pohjalla ei tapahdu hapettomuutta. Hapetuksen avulla saadaan estettyä sedimenttiin sitoutuneiden ravinteiden takaisin liukenemista veteen. Hapetus voidaan toteuttaa kosteikon tyyppin mukaan erinäisiä kivrakennelmia käyttäen siten, että vesi putoaa noin 30-50cm matkalta alaspäin kulkeutuessaan kohti seuraavaa kanava tai laskeutusallasta kohti (Happonen Antti 2018).

3.1 Tulo- ja lähtöumat

Tulo- ja lähtöuomissa havaitaan usein tukoksia, joka johtuu liiallisen kasvillisuuden kehitymisestä tai valumavesien mukana tuloputkeen ajautuneesta sinne kuulumattomasta materiaalista, joista hyvänä esimerkkinä toimii muoviroska. Eläimien pääsyn estämiseksi putket ovat yleisesti verkolla varustettuja, joka kerää roskaa ja tukkii tuloputken (Kuva1). Tu louoman vääränlaisen virtaamaohjauksen ja putken väärän koron seurauksena vesi ei hapetu ja putken ympäryksen maa-aines kokee herkemmin eroosiota. Huono vedenohjaaminen aiheuttaa lisäksi lineaarista virtausta laskeutusaltaan lävitse, jolloin vedessä oleva kiintoaine kulkeutuu kosteikon allasrakenteen läpi seuraaville osioille sedimentoitumatta. Yleisimmät tarkastettavat asiat ovat: kasvillisuuden määrän seuraaminen uomien reunoilla, kaareva virtauksen ohjaus, veden hapetuksen mahdollisuudet, eroosio ja painumat putken ympärillä sekä tukoksien tarkastelu.



Kuva 1. Tukkeutunut poistoputki, jonka seurauksena laskeutusallas tulvii kovemman sateen aikana yli penkereen. (Sihvo 2018)

3.2 Laskeutusaltaat ja kanavat

Hulevesikosteikot sisältävät pinta-alaan suhteutettuna yleensä muutamia laskeutusaltaita ja niiden välille jääviä kanavarakenteita. Laskeutusaltaiden ja kanavien avulla hidastetaan veden virtaamaa ja lisätään veden viipymää kosteikolla sekä kerätään hulevesissä olevaa kiintoainetta. Veden kulkeuduttua hitaan virtaaman alueelle kiintoaineen laskeutuminen käynnistyy. Kanavien ja altaiden pohjilla tulisi olla vedenalaisia harjanteita ja epätasaisuuksia, jotta virtaama pohjaosissa on turbulენტtistä sekä pohjan mikrobitoiminnalla on paremmat edellytykset. Näitä ratkaisuja voidaan toteuttaa erikokoisten kivien, puiden ja uomaan muokattujen harjanteiden avulla (kuva 2.). Laskeutusaltaita ja kanavia tutkittaessa tulee huomioida niiden syvyys ja tarkistaa mittalaitteiden avulla pohjaan kertyneen lietteen määrä. Usein allas- ja kanavarakenteiden pohjanmuodot ovat tasaisia ja niiden muoto tuleekin tarkistaa piirustuksista tai kaikuluotaamalla.



Kuva 2. Asennettu koivun runko mikrobitoiminnan ja monimuotoisuuden lisäämiseksi allasrakenteessa. (Sihvo 2018)

3.3 Niemekkeet ja saaret

Niemekkeet ja saaret kosteikon matalassa osassa ohjaavat virtausta sekä edistävät monimuotoisuutta ja parantavat maisemallista vaihtelevuutta. Ne toimivat myös lintujen pesimäpaikkoina. Niemekkeet toimivat myös yleensä huoltoteininä sedimentin poistoa varten. Niiden sijainti ja suunta tulee suunnitella siten, että kosteikkoon ei jäisi kohtia, joissa vesi ei virtaa lainkaan sekä siten, että niille pääsy on vaivatonta huoltotöitä tehdessä. Niemekkeillä ja saarilla tulee tarkastella niiden painumaa sekä kasvillisuuden määrää eritoten puuston osalta.



Kuva 3. Saareke, joka toimii lintujen pesimäpaikkana. (Sihvo 2018)

3.4 Tulva-alueet

Tulva-alueiden avulla varaudutaan ylivirtaamien äkillisiin vedennousuihin, joita aiheutuu kevättulvien ja rankkasateiden aikana. Näitä alueita on syytä jättää kosteikon reunoille tulvien tasaamiseen, eroosion ehkäisemiseksi ja veden viipymän tehostamiseksi ylivirtaamien aikana. Tulva-alueet lisäävät kosteikon monimuotoisuutta sekä niiden avulla voidaan varmistaa, että vesi tulva-aikanakin pysyy kosteikossa. Tulva-alueiden käyttöä voidaan tehostaa kaivamalla niihin johtavia ojanteita ja rakentamalla niiden reunoille penkereitä. Tulva-alueiden osalta tulee tarkistaa penkereiden painuminen, mahdolliset vuoto- ja tukoskohdat ojanteissa sekä niillä esiintyvän kasvillisuuden määrä.

3.5 Penkereet

Penkereet erottavat kanavarakenteet toisistaan ja toimivat huoltoreitteinä lietteen poistossa. Hulevesikosteikoilla penkereet toimivat myös kulkureittinä kosteikolla vieraileville kaupunkilaisille. Yleisimpiä ongelmia penkereissä ovat painumat ja sinne kuulumattoman kasvillisuuden kehittyminen, josta esimerkkinä voidaan mainita lehtipuut, jotka nopeasti kasvaessaan estävät huoltotien käytön lietteen poistossa.

3.6 Purot

Kosteikon puroilla on kaksi merkitystä. Ne tasoittavat kosteikon korkoeroja ja hapettavat vettä. Purot kokevat useasti rakentamisen jälkeen rankempaa eroosiota muihin kosteikon osiin verrattaessa ja niiden kuntoa tulee seurata tiiviimmin rakentamisen jälkeen. Hyvin rakennettu puro koostuu vahvoista eroosiota kestävästä materiaaleista ja selkeistä porrasmaisista ratkaisuista, joissa vesi pääsee tippumaan 15-30 cm verran liikkuaan (Kuva 4). Purojen osalta tulee tarkistaa eroosion vaikutukset, hapetuksen edellytykset ja rakenteiden painuminen.



Kuva 4. Vasemmalla hyvin toteutettu porraskäytävä ja oikealla huonosti toteutettu portaaton puro (Sihvo 2018)

3.7 Patorakenteet

Kosteikolla on yleensä useita erilaisia patoratkaisuja, jotka toimivat kosteikon eri osissa eri tavalla. Useasti hulevesikosteikolla kosteikon osat ovat samat, mutta suunnittelu on erilaista tilanpuutteesta ja kohteesta riippuen, jolloin myös patoratkaisut on valittu käytön mukaisesti. Useasti laskeutusaltaiden jälkeiset padot, joilla ei ole kanavarakennetta padon ja altaan välillä kokevat eroosiota muihin patoratkaisuihin nähden enemmän. Hyvin rakennetussa padossa on aina huomioitu tulviminen, veden vapaa pääsy padon yli ja oikeaoppinen veden ohjaaminen patoon ja siitä pois. Yleisesti patorakenteita tarkastellessa tulee huomioida padon sortumat, painumat, kiviaineksen kulkeutuminen sen lävitse ja eroosion vaikutukset.

3.7.1 V-aukkoinen mittapato (Thomsonin pato)

Thomsonin pato soveltuu hyvin pienen pinta-alan vesialtaisiin, joissa ulosvirtaama on vähäinen. Kosteikoilla näitä patoja on yleisesti toteutettu painekyllästetyn puu-, betoni- tai metallirakenteiden avulla, jotka ovat päällystetty suodatinkankaalla. Nämä patoratkaisut kokevat harvemmin rakenteellisia vaurioita tai eroosiota, mutta tukkiutuvat ja tulvivat muita patoratkaisuja helpommin varsinkin kevättulvien aikana. Thomsonin padosta tulee tarkistaa veden vapaa pääsy sen lävitse, mahdolliset tukkeumat, kiviaineksen kulkeutuminen padon alapuoliselle osuudelle ja suodatinkankaan tai puurakenteiden kunto.



Kuva 5. Thomsonin pato, jossa havaitaan kivien siirtyminen kevättulvan seurauksena (Sihvo 2018)

3.7.2 Pohjapato

Pohjapadot toteutetaan yleensä kivrakenteiden avulla ja se on kosteikoilla yleisimmin käytetty patomalli. Pato suunnitellaan yleensä leveäselkäiseksi, jotta se kestää eroosion vaikutukset ja sortumisen. Useasti kosteikoilla pohjapadon selkäosuus jää liian lyhyeksi, jolloin ylivirtaaman aikana sen pintaosuus saattaa syöpyä ja kulkeutua kosteikon alemmille osuiksille aiheuttaen kosteikon ylemmän osuuden vedenpinnan laskun. Pohjapatojen osalta tulee tarkastella rakenteiden painuma, kasvillisuuden määrä ja veden vapaa pääsy padon ylitse.



Kuva 6. Huonosti suunniteltu täytynyt laskeutusallas ja heikosti rakennettu pohjapato, joka on kokenut painumaa (Sihvo 2018)

3.7.3 Pintapato

Pintapatoja ovat kaikki ne padot, joissa poistovesi kuljetetaan putkia pitkin padon korkeimman kohdan alapuolelta. Pintapatojen tarkastuksessa tulee huomioida mahdollinen roskien ja kasvosien kulkeutuminen putkiin tukkeutumisen ehkäisemiseksi. Pohjapatojen ongelmia ovat heikko pohjarakentaminen, jolloin pato kokee eritoten painumista, joka havaitaan alla olevasta kuvasta (kuva7). Pintapadon väärät rakennusmateriaalit, heikko rakenteellinen toteutus ja suodatinkankaan puuttuva sitova päällystys aiheuttaa padon vuotamista ja veden virtaamista sen lävitse. Pintapatojen putkirkaisuja voidaan toteuttaa yhden ja kahden putken rakennelmana altaan tilavuuden mukaan. Pohjapatojen putkirkaisuissa tulee huolehtia, että poistoputki on vedentason yläpuolella, jotta kosteikolle ei pääse kulkeutumaan kaloja.



Kuva 7. Heikosti rakennettu pintapato, joka on painunut 50 cm alkuperäisestä korostaan. Pato on kokenut eroosiota, se vuotaa, sen putki on tukkeutunut ja kalat pääsevät uimaan sen lävitse kosteikolle (Sihvo 2018)

3.7.4 Munkkikaivo

Munkki on betoni tai muovirenkaista valmistettava kaivosysteemi, joka sijoitetaan patokannakseen. Veden pinnan tasoa on sen kautta helppo säädellä. Säätelymekanismina voivat toimia esimerkiksi ponttilankut, jotka asetetaan metallipalkkien väliin. Munkki asennetaan patokannakselle, josta veden pinnan tarkkailu ja säätely sekä laitteen huolto onnistuvat helposti. Munkkipatoja tarkastaessa tulee huomioida ponttilankkujen lahoaminen ja munkin pohjalle kertyvä mahdollinen kasvimateriaali. Tarkasta munkkikaivon toimivuus, sen rakenteet ja veden vapaa pääsy putkistoon.



Kuva 8. Munkkikaivo, jossa keskellä ponttilankut (Kuva Alhainen, Mikko 2014)

4 KUORMITUS- JA MITTAUSTIETOJEN KÄSITTELY

Tutkittavien kuormitustietojen tarkastelussa on hyvä käydä läpi tutkittavan parametrin minimi, maksimi ja keskiarvo, joka on suhteutettu virtaamatietoihin. Virtaamatietojen avulla voidaan arvioida mahdollista läpihuuhtoumaa ja poistaa mittaustuloksia vääristävät tulokset pois arvioinnista. Mittaustuloksia käsitellessä lasketaan puhdistustehokkuuden lisäksi kosteikon teoreettinen luovutus vuositasolla ja koko mittausajanjaksolla, jotta voidaan suunnitella altaiden tyhjennysvälejä. Teoreettinen luovutus tai pidättäytyminen voidaan ilmoittaa kiloina tai tonneina riippuen kosteikon ja valuma-alueen pinta-alasta sekä huleveden sisältämistä pitoituuksista.

4.1 Puhdistustehokkuus

Puhdistustehokkuutta (kaava 1) arvioidaan kasvillisuuden kehittymisen ja nykytilan välillä kosteikon eri osissa ja sen avulla pystytään selvittämään mahdollisia kiintoaineen resuspensioon ja ravinteiden sitoutumiseen liittyviä ongelmia sekä pystytään ennustamaan kosteikon laskeutusaltaiden tyhjennysväliä. Puhdistustehokkuus kuvaa kosteikon kokonaiskykyä puhdistaa ravinteita ja sitoa kiintoainetta. Kosteikko koetaan toimivaksi, kun puhdistustehokkuus on noin 50% luokkaa (Aura Raija). Sitä tarkastellaan yleensä kosteikon tulevan ja lähtevän huleveden muutosprosentin avulla. Muutosprosenttia tulisi tarkastella myös kosteikon laskeutusaltaiden välillä paremman analyysin saamiseksi kosteikon mahdollisten ongelmakohdrien selvittämiseksi. Luotettavien tuloksien saamiseksi mittausaikavälin on hyvä olla minimissään yksi kuukausi, mutta kaksi kertaa kuukaudessa suoritettavilla mittauksilla saavutetaan huomattavasti parempia tuloksia kuormitustietojen tarkastelun mallintamisessa. Mitä pidemmällä aikavälillä mittauksia voidaan käsitellä, sitä tarkempia arvioita kosteikon puhdistustehokkuudesta voidaan arvioida. Puhdistustehokkuutta teoreettisesti arvioidessa tulee lähtötietoina olla vähintään kosteikon tulevan ja lähtevän veden virtaama l/s ja tutkittavien parametrien esimerkiksi kiintoaine, fosfori ja typpi lähtevä ja tuleva arvo. Yleisesti tulokset ovat yksiköissä l/s, mg/l, ug/l.

Puhdistustehokkuuden kaava

$$R = \frac{100 \cdot (C_{in} - C_{out})}{C_{out}} \quad (1)$$

R = pitoisuusreduktio/kuormitusreduktio(%)

$$C_{in} = \text{tulevan veden pitoisuus/kuormitus}, \left(\frac{l}{s}\right), \left(\frac{mg}{l}\right), \left(\frac{ug}{l}\right)$$

$$C_{out} = \text{lähtevän veden pitoisuus/kuormitus}, \left(\frac{l}{s}\right), \left(\frac{mg}{l}\right), \left(\frac{ug}{l}\right)$$

Positiivinen puhdistustehokkuus kertoo kosteikon läpi huuhtoutuneesta tutkittavasta parametrin ja negatiivinen tulos ilmoittaa kosteikkoon sitoutuneen tutkittavan parametrin.

4.2 Vuosipuhdistusteho

Vuosipuhdistusteho (kaava 2) ilmoittaa kokonaissitoutumisen tai kokonaishuuhtouman määrän kosteikolla. Vuosilaskennan avulla voidaan ennustaa kosteikon allasrakenteiden teoreettista puhdistusväliä ja arvioida kosteikon pitkäaikaista kykyä sitoa kiintoainetta ja ravinteita itseensä. Vuosipuhdistustehon paikkaansapitävyys vaatii useasti toistettuja mittauksia mahdollisimman luotettavan tuloksen saamiseksi. Vuosipuhdistustehoa käytetäänkin yleensä suuntaa antavana teoreettisena arviona kosteikon puhdistustehokkuuden analyysin yhteydessä. Tarvittavat tiedot ovat tulevan virtaaman keskiarvo tutkittavalla mittausajanjaksolla ja tutkittavan parametrin tuleva sekä lähtevä keskiarvo.

$$R = \frac{Q_{keskiarvo} * C_{in} * 3600 * 24 * 365}{1000000} - \left(\frac{Q_{keskiarvo} * C_{out} * 3600 * 24 * 365}{1000000} \right) \quad (2)$$

R = pitoisuusreduktio/kuormitusreduktio vuositasolla (kg)

$Q_{keskiarvo}$ = mittausajanjakson virtaaman keskiarvo l/s

C_{in} = tulevan veden keskiarvopitoisuus mittausajanjaksolla, $\left(\frac{mg}{l}\right)$, $\left(\frac{ug}{l}\right)$

C_{out} = lähtevän veden keskiarvopitoisuus mittausajanjaksolla, $\left(\frac{mg}{l}\right)$, $\left(\frac{ug}{l}\right)$

4.3 Kuormitustietojen mallentaminen

Kuormitustietoja voidaan mallentaa tutkittavan mittaustiedon määrän mukaan eri sovelluksilla, kuten Matlab tai Microsoft excel. Useasti hulevesikosteikkojen tutkittavien mittaustietojen toteutus on kaupungin ympäristöasioista vastaavan tahon vastuulla, joka ulkoistaa mitausten suorittamisen ulkopuoliselle yritykselle, esimerkiksi vesientutkimukseen perehtyville yrityksille. Kaupunkien omistama mittaustieto on avointa ja se on vesientutkimuksen toteuttajalta saatavilla, joskin se voi olla hyvinkin sekavasti tallennettua puuttuvien standardien ja sovitujen menetelmien puutoksen vuoksi. Kuormitustietojen korjaamiseen ja mittaustiedon järjestelyyn tulee varata aikaa. Hulevesikosteikkojen osalta voidaan mallentaa virtaamati-tojen muutoksia, puhdistustehokkuutta ja yksittäisiä parametrejä, kuten kiintoaineen, fosforin ja typen sitoutumista mittauspäivittäin.

5 KASVILLISUUS

Hulevesikosteikon toiminnan kartoitusta tehdessä tulee toteuttaa kosteikolle kasvillisuuskar-toitus. Kartoitus kohdistuu eritoten yleisimpiin Suomessa oleviin vesi- ja rantakasvillisuuksiin, mutta kosteikon ympäristöstä on hyvä kartoittaa myös mahdolliset vieraslajit ja muu pinta-kasvillisuus. Kasvillisuuskartoitus on hyvä toteuttaa kolmannen vuoden kasvukauden aikana. Kartoituksen avulla saadaan määritettyä kosteikon kannalta sille hyödylliset ja haitalliset kas-vilajikkeet, sekä selvitettyä mahdolliset rehevöityneet ja suunnitelmallista virtausta haittaavat kohdat vesialueilla. Yleensä kasvillisuus listataan luokittain ilmoittaen mihin sukuun se kuuluu ja kasvitieteellinen nimi esimerkiksi Ilmaversoinen: Potamogeton natans(uistinviita). Kasvilli-suuskartoitusta toteuttaessa kannattaa harkita luonnon monimuotoisuuteen ja kasvibiologi-aan erikoistunutta tahoja.

5.1 Yleisimmät hulevesikosteikon kasvit

Vesikasvit voidaan jaotella kasvutavan perusteella ja yleisesti ne on jaettu kahdeksaan elomuotoon. Kaikki kosteikon kasvillisuus ei ole näkyvää, vaan osa siitä sijaitsee veden pinnan alapuolella altaiden syvimmissä osuuksissa, jolloin niiden kartoitus on liki mahdotonta ilman sukelluslaitteita. Rantavyöhykkeestä alaspäin tultaessa kasvit voidaan jaotella ilmaversoiisiin, kelluslehtisiin, pohjalehtisiin, uposlehtisiin, irtokellujiin, irtokeijujiin, vesisammaleisiin ja näkinpartaisiin.

Yleisimmät hulevesikosteikoilla ilmenevät vesikasvit:

- Järviruoko
- Järvikaisla
- Järvikorte
- Osmankäämi
- Isosorsimo
- Ulpukka
- Lumpeet
- Uistinviita
- Palpakot
- Kanadanvesirutto
- Ahvenviita
- Ärviät
- Karvalehti
- Vesisammalet
- Lammikki

5.2 Kasvillisuuden poisto

Eri kasvisukuun kuuluville kasveille on kehitetty omia poistokeinoja, ajankohtia ja toistovälejä hyvän lopputuloksen saamiseksi. On tärkeää toteuttaa kasvillisuuden poisto oikean ajankohdan hetkellä resuspensioriskin pienentämiseksi ja hyvän tehokkuuden saamiseksi.

Ilmaversoisten kasvien niitto:

- Niitto tehoaa yleensä kasveihin hyvin, kun se tehdään useampana peräkkäisenä vuotena. Toistetaan kerran vuodessa 3-4 vuoden ajan.
- Niittosyvyys vaikuttaa lopputuloksen pysyvyyteen.
- Matalan veden (alle 50cm) kasvustoihin tehoaa paremmin ruoppaus, jossa kasvusto poistetaan juuristoa myöten. Voidaan käyttää myös pelkkää viikatetta.
- Poistoajankohta: Alkukesällä voimakkaan kasvuvaiheen aikana tehty niitto, jota tehostetaan keskikesällä, tai kasvukauden lopussa. Leikkuumassa tulee aina kerätä pois vedestä rehevöitymisen ja pohjan liettymisen estämiseksi.
- Edut: vähäinen leikkuujätämäärä -> helppo läjittää. Loppukesän niitoilla saadaan paljon biomassaa ja ravinteita pois vesistöstä.
- Järviruoko: kesällä ja talvella

- Ulpukka ja lumpeet: poistetaan juurakko ruoppaamalla tai haraamalla estäen uusien kellehtisten kasvu. Toistetaan 2-3 kertaa kasvukauden aikana.
- Uistinviita, palpakko. Harataan kasvit juurakkoineen pohjasta kasvukauden aikana.

Uposlehtisten ja vesisammalaiden poisto:

Poisto keräävällä koneella tai nuottaamalla. Pieniltä alueilta, kuten kanavaosuuksilta haravan avulla alkukesästä ja uudestaan loppukesästä. Lisääntyvät helposti verson palasista ja niitolla voi olla käänteinen vaikutus.

- Vesisammal: Raivausnuotan avulla
- Vesirutto: Niittämistä tulee välttää helpon leviämisen takia. Vesirutto lisääntyy pienistäkin versonpalasista. Poisto tulee toteuttaa pohjasta repimällä esimerkiksi pitkävartisella haravalla ja keräämällä leikkuujäte pois.

Kelluslehtisten poisto:

- Toteutusajankohta syksynä kiintoaineen vapautumisen ehkäisemiseksi. Poistetaan juurakko

6 HUOLTOTOIMENPITEIDEN AIKATAULUTUS

Huoltotoimenpiteiden aikataulutusta voidaan toteuttaa listaamalla kosteikolla tarvittavat tehtävät, toteutuksen aikaväli ja tehtävän ajankohta. Aikataulutusta varten on hyvä lisätä huomautukset osio, jossa voidaan tarkentaa suoritettavan toimenpiteen tietoja.

Taulukko 1. Huoltotoimenpiteiden aikataulutusta

Tehtävä	Ajankohta	Aikaväli	Huomautukset
Roskien siivoaminen kosteikolta	1-2 kertaa vuodessa	Kasvukauden aikana	Muiden toimenpiteiden yhteydessä esimerkiksi nurmen ajo
Rakenteiden tarkastus eroosion varalta	Kerran vuodessa	Keväisin	Rakenteiden läpikäyminen silmämääräisesti
Nurmen ajo penkereiltä ja kosteikon ympäristöstä	1-3 kertaa vuodessa	Kasvukauden aikana	Voidaan jättää penkereille, optimitilanteessa viedään pois kosteikolta
Kasvillisuuden määrän tarkastus kosteikolla	2 vuoden välein	Kasvukauden aikana	Käydään läpi kosteikon vesiosuudet
Liiallisen kasvillisuuden poisto rehevöitymisen ehkäisemiseksi	1-3 vuoden välein.	Toteutetaan erillisohjeen mukaisesti lajin mukaan	Aikaväli ja tarpeellisuus määrittyy kasvillisuuden määrän

			tarkastuksen perusteella.
Sedimentin määrän tarkistaminen allas- ja kanavaosuuksilla	1-3 vuoden välein	Kesällä	Tarkastus hitaan virtaaman ajankohtana esimerkiksi kasvukauden keskivaiheilla. 33%-50% allasrakenteen tilavuuden täytyttyä -> tyhjennys
Tulo- ja lähtöomien tarkastus tukoksien ehkäisemiseksi	1-2 kertaa vuodessa	Kevät ja syksy	Muiden huoltotoimenpiteiden yhteydessä
Puuston poisto penkkojen, altaiden, kanavien ja purojen reunoilta	Tarvittaessa 2 vuoden välein	Lumien sulamisen jälkeen, tai talvella	Optimitilanteessa kaikki puusto poistetaan. Maisemoinnin vuoksi osa puista voidaan jättää penkereiden keskelle
Lietteen poisto allasrakenteista	2-5 vuoden välein	Kuivan kauden aikana, esimerkiksi heinäkuussa, tai muun rakenteisiin liittyvän korjauksen yhteydessä	Voidaan pumpata penkereille läjitystä varten, optimitilanteessa viedään aina pois kosteikon ympäristöstä. Huomioi paikan valinnassa, että sateella ravinteet eivät pääse liukenemaan takaisin veteen
Kosteikolle kuulumattomien eläimien poisto	Havaittaessa	Ei merkitystä	Esimerkiksi mahdolliset myyrät penkereiltä ja nurmialueilta

7 ESIMERKKIKOHDE SKINNARILAN HULEVESIKOSTEIKKO

7.1 Johdanto

Tässä esimerkissä tarkastellaan käytännössä aikaisemman opinnäytetyön teoriaosuutta. Esimerkkikohteena toimii Skinnarilan hulevesikosteikko. Tutkimus sisältää kokonaisvaltaisen toimivuuden tarkastelun sekä analyysin kosteikon ongelmakohdista ja parannusehdotuksista puhdistustehokkuuden parantamiseksi ja ylläpitämiseksi. Raportissa on kartoitettu kosteikon kasvillisuus ja käsitelty Saimaan vesi- ja ympäristötutkimus Oyn tuottaman mittausseurannan avulla kuormitustietojen tarkastelu. Lisäksi on määritetty vuosittaiset kosteikon hoitotoimenpiteet hyvän puhdistustehon ylläpitämiseksi ja luotu huoltotoimenpiteiden vuosittainen aikataulukaus.

7.2 Suunnitelma-alueen tekniset tiedot ja sijainti

Kosteikon sijainti:	ETRS-TM35FIN – P: 6769752, I: 559713 WGS84 – lat 61° 02.4783, lon: 28° 06.3641
Tontti:	405-432-1-243
Kosteikon pinta-ala:	1,6 ha
Valuma-alueen pinta-ala:	76,8 ha
Pinta-ala valuma-alueesta:	2 %
Virtaamatiedot:	Q laskennallinen = 1 l/s, (3,8 m ³ /h) MQ mittausajanjaksolla = 21 l/s (75,6 m ³ /h)
Maaperä:	Alueella ei ole tehty maaperätutkimuksia. Aiempien tietojen valossa maaperä on hiekkaa (alle 50 cm paksun humuskerroksen alla).
Suunnittelija:	Ramboll
Rakennuttaja:	Lappeenrannan kaupungin palvelutuotanto Lappeenrannan seudun ympäristötoimi
Suunnitelman laatija:	Simo Sihvo

Skinnarilan kosteikko

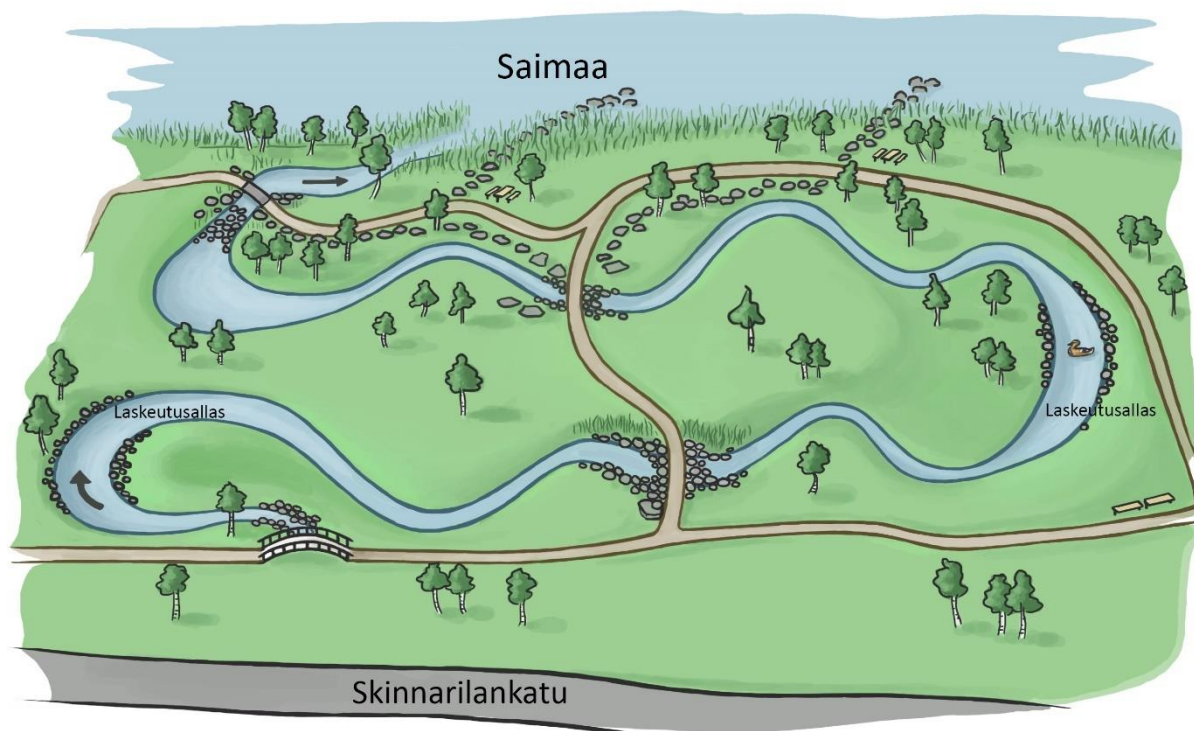


Kuva 9. Karttakuva Skinnarilan kosteikon sijainnista (Sihvo 2018)

7.3 Kohteen yleiskuvaus

Skinnarilan kosteikko valmistui vuonna 2012 ja se sijaitsee Skinnarilantien varressa entisen uimarannan vieressä. Kosteikko on pinta-alaltaan suuri ja se koostuu kolmesta allasraken- teesta ja niiden välillä olevista kanavaosuuksista, jotka hidastavat veden virtausta sekä ke- räävät veteen liuenneita ravinteita ja kiintoainesta. Allasalueiden välillä on kaksi puro- osuutta, jotka tasoittavat kosteikon korkoeroja ja hapettavat vettä. Kosteikon allas- ja ka- nava-alueen pengerrakenteiden materiaalina toimii hieno hiekka ja sitä karkeampia tiivistet- tävissä olevia kivennäismaalajeja. Kosteikko toimii vesienpuhdistuksen ohella alueen asuk- kaiden virkistysalueena ja sen ympärillä kulkee ulkoiluun suunniteltu kulkuväylä.

Kosteikon valuma-alue on suuri ja hulevesiä saapuu kahta tuloomaa pitkin etelä-, itä- ja länsi Skinnarilan asuinalueelta. Valuma-alueen ja kosteikon välisen alueen korkoerot ovat verrattain tasaisia ja alueen kerrostalot ja muut rakennukset on rakennettu väljästi. Kos- teikolle saapuvan veden virtaama on ympäri vuoden tulvahuippuja lukuun ottamatta tasai- nen. Osa kosteikolle saapuvasta vedestä virtaa maanalaisesti ja suodattuu pohjaveteen jo valuma-alueella. Pääsääntöisesti tuloomiin vettä kulkeutuu katurakenteita pitkin huleve- tenä, joskin itä länsi suunnassa on kaksi pienimuotoista puroa, joissa vettä virtaa lumien sulamisen yhteydessä keväisin.



Kuva 10. Yleiskuva Skinnarilan kosteikosta (Tiia Velin 2011)

7.4 Yleiskuva kosteikon toimivuudesta

Kosteikon kokonaiskuvaa tarkasteltaessa huomataan, että kosteikko toimii suunnitellusti ja rakenteisiin liittyvät puutteet voidaan korjata kunnostus- ja huoltotoimenpiteillä. Kosteikolle on levinnyt monipuolinen kasvillisuus, jonka avulla kosteikon kyky vastaanottaa typpeä ja fosforia on hyvä. Kosteikon allasrakenteet sekä kanavat ovat pinta-alaltaan laajoja ja niiden kyky hidastaa virtaamaa ja vastaanottaa kiintoainetta on hyvä. Kosteikon reunapenkereet, altaiden sekä välikanavien rakenteet eivät ole kokeneet merkittävää eroosiota puro-osuuk-sien ja kanavien välisiä patorakenteita lukuun ottamatta.

Laskeutusaltaiden ja kanavien syvyys rakentamisvaiheen jälkeen on laskenut ja niiden poh-jalle on sedimentoitunut noin 30-40 cm kerros kiintoainetta. Resuspension riski kasvaa tul-vahuippujen aikana ja ensimmäisen laskeutusaltaan ja kanava osuuden pohjaan painunut kiintoaine pääsee kulkeutumaan kosteikon alemmille osille. Kosteikon suodatusaltaiden välillä olevat puro-osuudet ja hiekkapolun reunaosuudet ovat kokeneet eroosiota ja suodatinkan-kaat ovat selvästi näkyvillä (kuva 11). Seurauksena hieno kiviaines on kulkeutunut osittain alempana olevaan puro-osuuteen ja toiseen laskeutusaltaaseen. Selkeiden puron yläosuuk-sien patomaisuuden puuttumisen vuoksi veden hapetus ja korkeuden kontrollointi on vai-keaa. Rankkasateiden ja kevään lumen sulamisen aikana vesi pääsee tulvimaan yli puron molempien reunustojen keskipenkereelle ja reuna-alueille.



Kuva 11. Vasemmalla painunut pato ja oikealla eroosion esille kuluttama suodatinkangas (Sihvo 2018)

Kosteikon keskipenkereet ja osa purojen sekä vesikanavien reunustoista ovat kasvaneet umpeen tervalepistä. Kapeampien puro-osuuksien reunamissa ja kosteikon alapuolisilla laskeutusaltailla on havaittavissa rehevöitymistä ja runsasta vesikasvillisuutta. Toisen suodatusaltaan jälkeisellä kanavaosuudella järviruoko ja leveäosmankäämä ovat valloittaneet liialti kasvualaa. Kanavien reunustoille ja keskiosuuksille on levinnyt liiallista kasvillisuutta.



Kuva 12. Rehevöitynyt kanavaosuus, joka vaatii huoltotoimenpiteitä (Sihvo 2018)

7.5 Kosteikon kasvillisuus

Kosteikolla on laaja ja monipuolinen kasvillisuus pinnan ylä- ja alapuolisella osuudella. Kasvillisuutta kosteikolla ilmenee tasaisesti kaikissa sen osissa rantavyöhykkeestä pohjaversoiisiin kasveihin. Kosteikon perustamisen jälkeen kosteikon penkereille ja puro-osuuksien reunoille on levinnyt laajalti monipuolinen rantakasvillisuus. Kosteikon ympäristössä on havaittavissa suuria koivuja ja kosteikon penkereille, ja purojen varsiin on kasvanut paljon tervaleppää. Tervaleppän suurta määrää ja koivujen kuulumista kosteikolle voidaan arvioida eri näkemyksin. Yleisesti ottaen puut eivät kuulu kosteikolle, mutta hulevesikosteikoilla, joilla puhdistustehokkuuden lisäksi haetaan esteettisyyttä, voidaan osa puista jättää viihtyvyyden lisäämiseksi.

Kosteikon kanavavaosuuksien reunoilla on havaittavissa nuorta pajua, runsas kirjo eri heinäkasveja ja veden läheisyydessä viihtyviä lajeja. Maitohorsmaa, nokkosta ja voikukkaa ilmenee itäpuolen tulo uoman reunamilla sekä osassa kosteikon puro-osuuksien reunamaa. Näillä kolmella kasvilla on hyvä kyky vastaanottaa tyypeä varsinkin kasvukauden alussa, mutta kasveja pidetään yleensä rikkaruohoina ja kosteikolle kuulumattomina. Skinnarilan kosteikon pengerosuudet ovat leveitä ja niitä päällystää nurmialue. Ensimmäisellä puro-osuudella on havaittavissa pujoa, joka kukkii elo-lokakuun aikana. Täysikasvuinen pujo voi levittää jopa

700 000 siementä ja sen leviämisherkkyys on vahva. Rannan ja kanavan välisellä alueella edellä mainittujen kasvien lisäksi tavataan apilaa, leskenlehteä ja suuria koivuja.



Kuva 13. Poistettava tervaleppä huoltopenkereen reunalla (Sihvo 2018)

Allasrakenteissa ja puro-osuuksissa kosteikon alapuolisella osuudella järviruoko alkaa hallitsemaan kasvualaa yhdessä leveäosmankäämän kanssa. Laajojen ja syvien allasrakenteiden vuoksi uposlehtisen kasvillisuuden ja keijujen kartoittaminen ei ollut mahdollista, mutta kosteikon muun monipuolisen vesikasvillisuuden ja lähellä olevien muiden hulevesikosteikkojen kasvillisuuden perusteella voidaan olettaa, että allasrakenteissa ja kanavissa viihtyy uposlehtistä kasvillisuutta, kuten vesisammalta ja ärviää. Kosteikon ylä- sekä alapuolisilla allasosuuksilla on havaittavissa uistinvitaa ja vesitatarta.



Kuva 14. Kolmannen laskeutusaltan rehevöityminen. Kuvassa uistinvitaa ja vesitatarta. (Sihvo 2018)

Havaittu kasvillisuus listattuna

Ilmaversoiset kasvit:

- järviruoko (*Phragmites australis*)
- leveäosmankäämä (*Typha latifolia*)
- keltakurjenmiekkä (*Iris pseudacorus*)

Kelluslehtiset:

- uistinviita (*Potamogeton natans*)
- vesitatar (*Persicaria amphibia*)

Uposlehtiset:

- vesisammal (*Bryobionta*)
- ärviä (*Myriophyllum*)

Rantakasvillisuus:

- maitohorsma (*Chamaenerion angustifolium*)
- heinäkasvit (*Poaceae*)
- nokkonen (*Urtica dioica*)

Muu havaittu kasvillisuus:

- koivu (*Betula*)
- paju (*Salicaceae*)
- pujo (*Artemisia vulgaris*)
- voikukka (*Taraxacum officinale*)
- leskenlehti (*Tussilago farfara*)
- apila (*Trifolium*)



Kuva 15. Yllä kosteikko vuonna 2011 perustamisen jälkeen ja alla kosteikko vuonna 2018 (Aura 2011, Sihvo 2018)

7.6 Kuormitustiedot

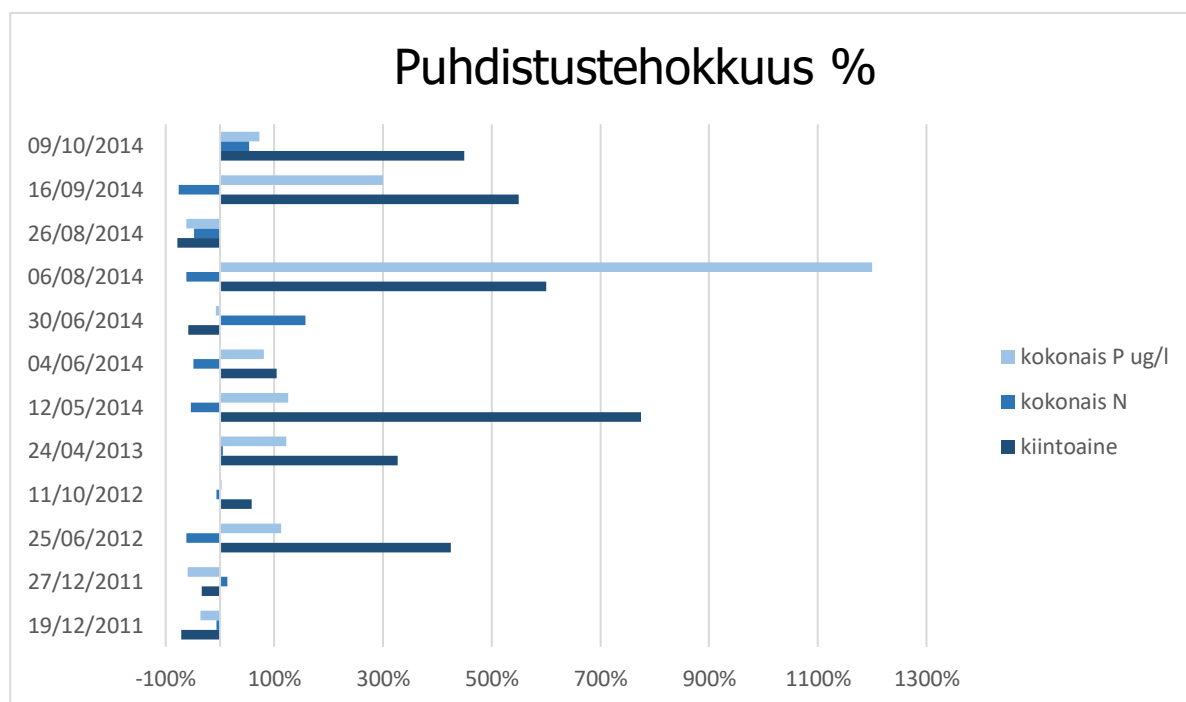
Kuvaajat on toteutettu Saimaan vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n tuottaman mittausseuran avulla. Skinnarilan kosteikolla voidaan tarkastella puhdistustehokkuutta mittausparametrien suhteen pitkällä aikavälillä, jolloin nähdään mihin suuntaan kosteikon puhdistustehokkuus on kehittynyt perustamisen ja nykytilan välillä. Rakenteiden tasoittumisen vuoksi kosteikon kykyä vastaanottaa pitkällä aikavälillä kiintoainetta on luotettavaa tarkastella.

Mittauspäivien osalta kosteikolle saapuvan veden määrä ja virtaama on tasainen ja suuria vaihteluja ei esiinny tulvahuippujen ulkopuolella. Typen, fosforin ja kiintoaineen osalta kuvaajista on poistettu puhdistustehokkuutta lukuun ottamatta vuoden 2011 joulukuun mittaukset. Vuoden 2011 mittaukset ovat kosteikon perustamisen aikana toteutettuja mittauksia, joilla ei ole nykytilassa olevan kosteikon puhdistustehokkuuden tarkastelussa merkitystä.

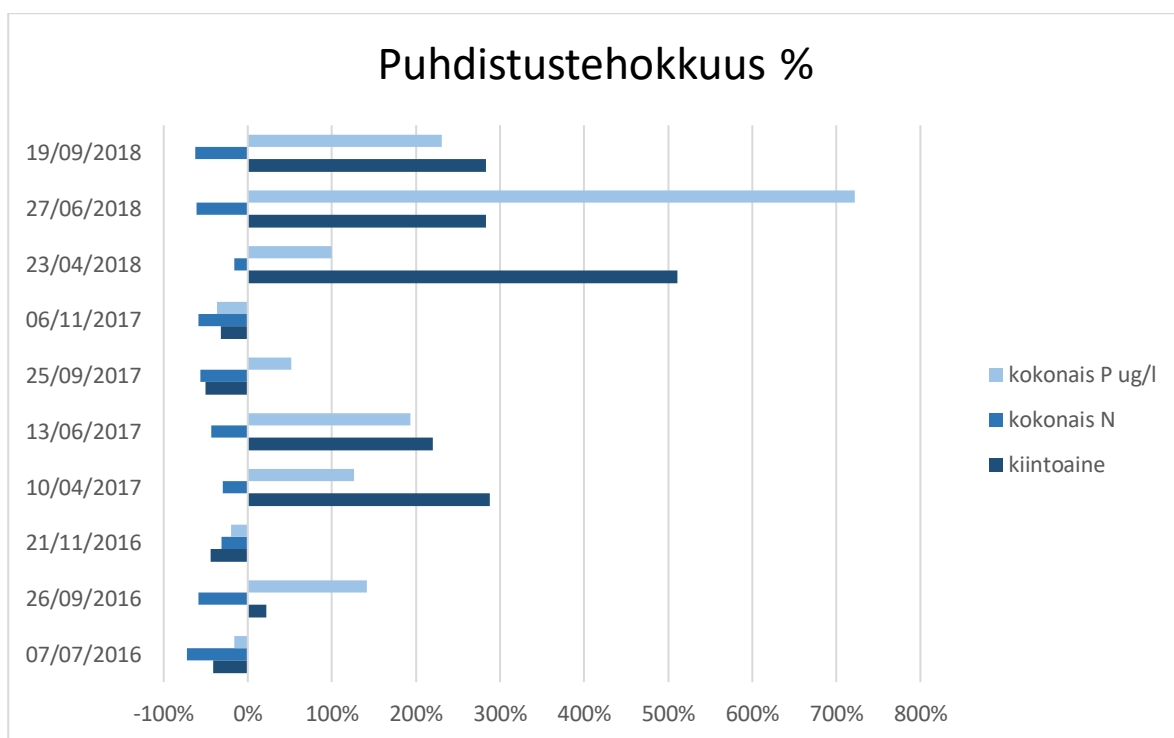
Mittauseurannan puutosten takia, mittaustietoa ei vuoden 2015 osalta ole saatavilla. Kosteikolle on kehittynyt vuoden 2012-2013 aikana pysyvä kasvillisuus ja kosteikko on kehittynyt monimuotoisemmaksi, josta alkaen tulokset ovat luotettavampia. Mittausajanjaksolla kosteikolla keskivirtaama on 18,6 l/s ja huippuvirtaama 180l/s. Kaikki kuvaajat ja mittauksiin liittyvä käsitelty aineisto on saatavilla Lappeenrannan seudun ympäristötoimen sähköisistä arkistoista.

7.6.1 Puhdistustehokkuus

Puhdistustehokkuutta tarkastellessa vuoden 2012 ja 2013 aikavälillä havaitaan, että kosteikon rakenteiden asettuessa ja kasvillisuuden kehittyessä kosteikolla on havaittavissa kiintoaineen osalta vielä huuhtoutumista. Kiintoainetta on kerääntynyt allasrakenteisiin, mutta puuttuvan vesikasvillisuuden ja tasapohjaisten rakenteiden vuoksi altailla ja kanavilla ei tässä vaiheessa ole vielä kunnollista kykyä sitoa sitä sedimenttiin. Kosteikolla ei ole 2012-2013 välisenä aikana vesikasvillisuuden ja toimivan mikrobitoiminnan puutoksen takia vielä kykyä sitoa fosforia verrattaessa nykytilanteeseen. Vuodesta 2014 eteenpäin mittaustuloksia voidaan tarkastella luotettavammin. Kasvillisuuden kehittyessä vuoden 2012-2014 aikana kosteikko on käyttänyt tehokkaasti tyypeä hyväkseen kasvillisuuden kehittämisessä.



Kuvaaja 1. Puhdistustehokkuuden kehittyminen 2011-2014 välisellä ajanjaksolla (Sihvo 2018)

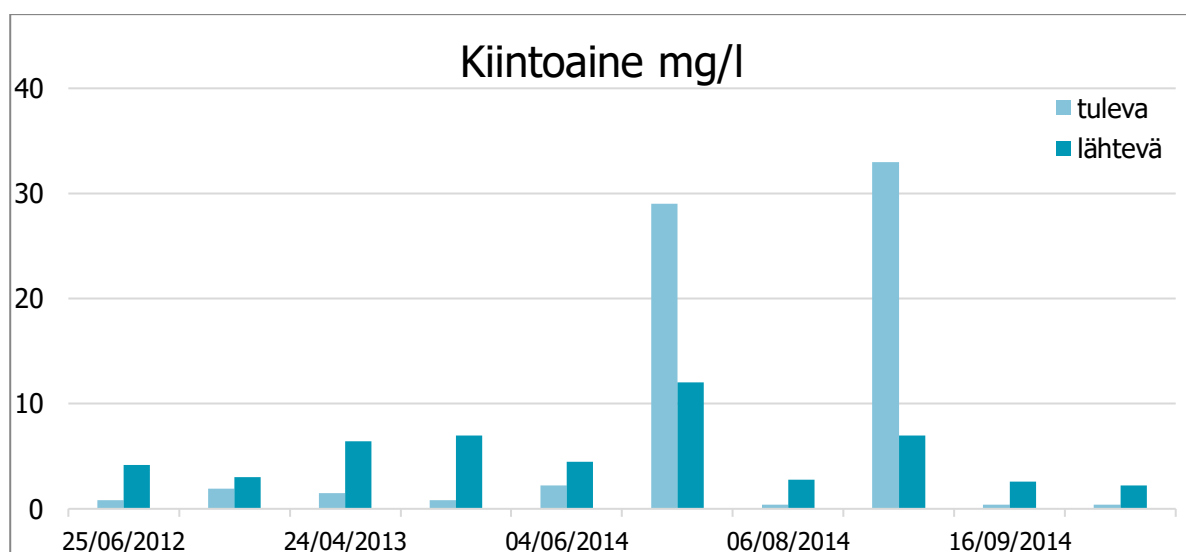


Kuvaaja 2. Puhdistustehokkuuden kehittyminen 2016-2018 välisellä ajanjaksolla (Sihvo 2018)

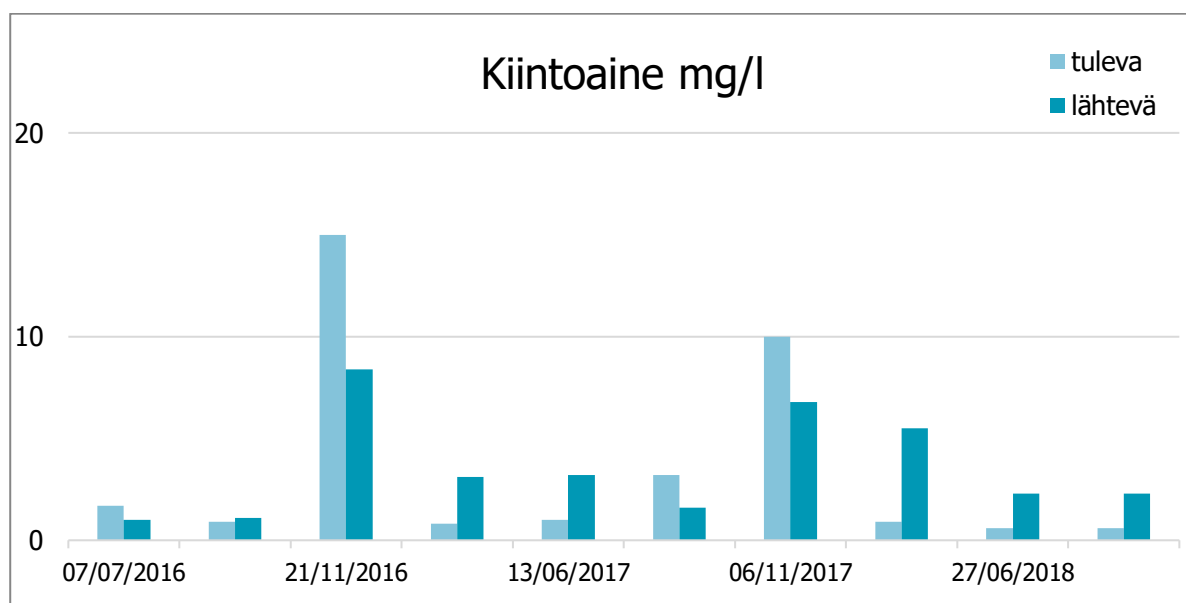
Vuosien 2016 ja 2018 välisellä ajanjaksolla havaitaan, että kosteikon kyky vastaanottaa kiintoainetta on parantunut, mutta allasrakenteet ovat tässä vaiheessa alkaneet täyttyä kiintoaineesta. Kosteikko käyttää myös tehokkaammin hyväkseen typpeä ja fosforia. Kosteikon puhdistustehokkuus vaihtelee perustamisen ja nykytilan, sekä eri vuodenaikojen välillä kuitenkin paljon. Kevättulvien aikana on havaittavissa kiintoaineen resuspensiota allasrakenteista, mutta kasvukauden ja syksyn aikana kosteikko on pidättänyt hyvin kiintoainetta. Kokonaisajanjaksolla mittauksiin perustuva puhdistustehokkuus kosteikolla ei ole optimitilanteessa vuodesta 2017 eteenpäin kiintoaineen ja fosforin osalta. Tämä selittyy kosteikon allas- ja kanavarakenteiden tilavuuden pienenemisellä ja tasaantuu huoltotoimenpiteiden suorittamisen jälkeen. Kosteikon monipuolisen vesikasvillisuuden ja rantakasvillisuuden johdosta kosteikko suodattaa hyvin typpeä.

7.6.2 6.2 Kiintoaine

Kiintoainetta kosteikolle saapuu keskiarvolta tasaisesti koko mittausajanjaksolla sadehuippuja ja kevätsumamista lukuunottamatta. Monipuolisen kasvillisuuden kehittymisen seurauksena kiintoaineen läpihuhtoutuminen on vähentynyt mittausajanjaksolla ja suurimmat läpihuhtoutumiset ajoittuvat rankkasateiden aikaan, josta esimerkkinä voidaan tarkastella 30.06.2014 toteutettua mittauspäivää. Mittausta edeltävät kaksi päivää olivat Lappeenrannan alueella rankkasadepäiviä ja virtaama mittauspäivänä oli 180l/s. Kiintoainetta kosteikolle saapui moninkertainen määrä muihin mittapäiviin verrattuna ja suuren virtaaman seurauksena altaiden ja kanavien sedimentistä on irronnut kiintoainetta ja resuspension määrä on hetkellisesti kasvanut.



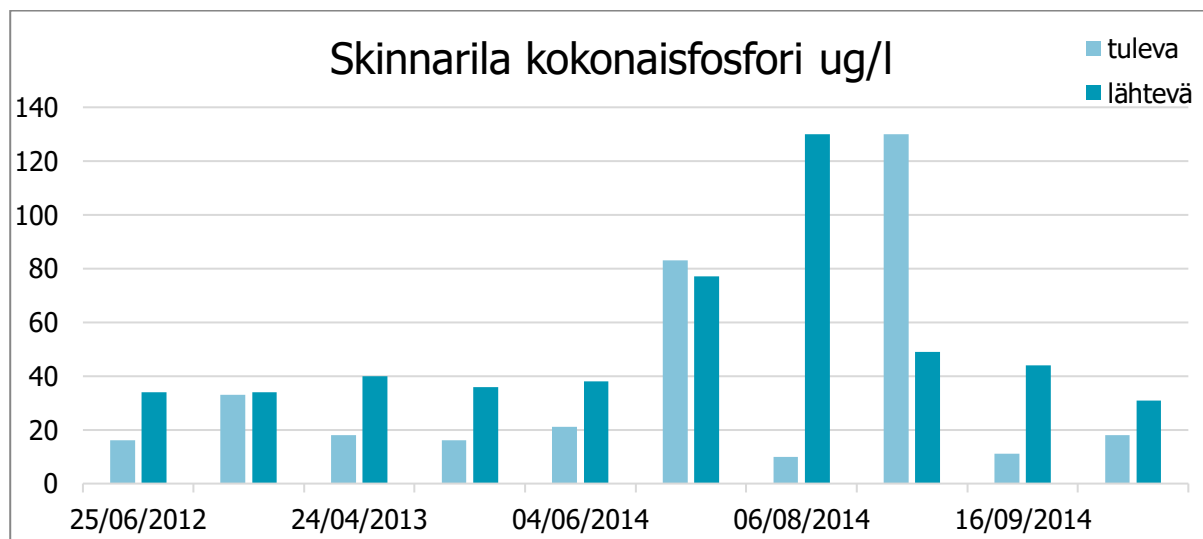
Kuvaaja 3. Tulevan ja lähtevän kiintoaineen suhde 2012-2014 välisellä ajanjaksolla (Sihvo 2018)



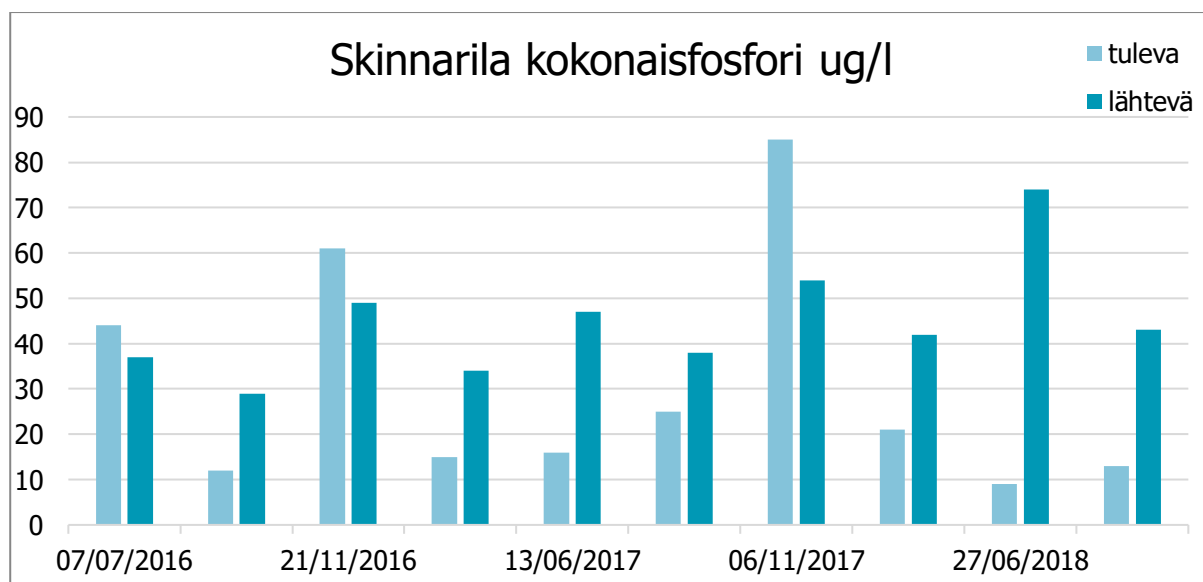
Kuvaaja 4. Tulevan ja lähtevän kiintoaineen suhde 2016-2018 välisellä ajanjaksolla (Sihvo 2018)

Kokonaisajanjaksoa tarkastellessa kiintoaineen sedimentoituminen ei ole optimitilanteessa. Laskeutusaltailla ja kanavilla on suuren tilavuuden vuoksi hyvä kyky vastaanottaa kiintoainetta, mutta oletettavasti tasapohjaisen rakenteen ja puuttuvien pohjan esteiden vuoksi veden virtaama on suhteellisen lineaarista, jolloin kiintoaine on päässyt kulkeutumaan kosteikon läpi. Kosteikon mittausajanjakson aikana laskeutusaltaat ja kanavarakenteiden pohja on täytynyt ja altaiden kyky sitoa kiintoainetta sedimenttiin on heikentynyt. Altaiden ja kanavien huoltotoimenpiteiden toteututtua kosteikon kyky sitoa kiintoainetta paranee. Keskivirtaaman ja mittaustulosten avulla laskettiin teoreettinen kiintoaineen pidättäytyminen kosteikolla. Mittausajanjaksolla 2013-2018 kosteikko on pidättänyt kiintoainetta 735 kg. Vuoden 2018 mittausajanjakson aikana havaitaan, että kosteikko on alkanut luovuttaa kiintoainetta ja sen sitoutuminen on pysähtynyt.

7.6.3 6.3 Fosfori



Kuvaaja 5. Kokonaisfosforin tuleva ja lähtevä suhde 2012-2014 välisenä aikana (Sihvo 2018)

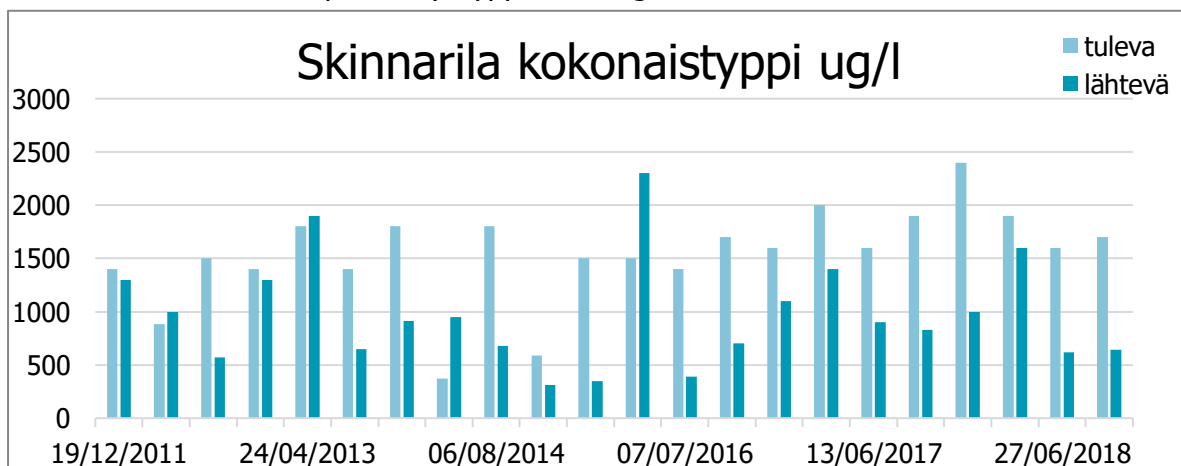


Kuvaaja 6. Kokonaisfosforin tuleva ja lähtevä suhde 2016-2018 välisenä aikana (Sihvo 2018)

Mittauspäivien osalta on havaittavissa, että kosteikolle veteen liuenetta fosforia saapuu keskiarvolta tasaisesti. Keskiarvolta fosforia kosteikolle huleveden mukana saapuu 41 ug/l. Kosteikon pohjakaasvillisuuden ja mikrobitoiminnan kehittymisen seurauksena vuodesta 2014 eteenpäin havaitaan, että kosteikon kyky pidättää ja käyttää fosforia on parantunut. Vuoden 2017 lopulla havaitaan, että kosteikko on alkanut luovuttamaan fosforia, jonka määrä korostuu vuoden 2018 mittauksissa. Fosforin puhdistustehokkuutta voidaan selittää kiintoaineen heikolla sedimentoitumisella. Kosteikolla maahiukkasten ja fosforin määrä ei ole tasapainossa, joten kosteikko luovuttaa fosforia sedimentistä takaisin veteen sen pohjaan sitoutumisen sijasta. Kosteikolla veden hapettuminen on vähäistä ja vesi on altaiden pohjalla hapetonta, joka edesauttaa fosforin liukenemistä sedimentistä veteen. Kosteikon kyky sitoa fosforia paranee muokkaamalla pohjanmuotoja epätasaisemmiksi ja resuspension määrä pienenee altaiden sekä kanavien lietteen poiston toteuduttua. Keskivirtaaman ja mittaus tulosten avulla laskettiin teoreettinen fosforin pidättäytyminen kosteikolla. Mittausajanjaksolla 2013-2018 kosteikko on luovuttanut vesistöön fosforia 9,3 kg.

7.6.4 Typpi

Kosteikolle saapuu keskiarvolta noin 1500 ug/l typpeä mittausajanjaksolla 2011-2018 välinä aikana. Kosteikon monipuolinen vesi- ja rantakasvillisuus mahdollistaa hyvän denitrifikaation ja typpi pääsee vapautumaan ilmaan. Vuoden 2011-2012 heikko puhdistustehokkuus johtuu kosteikon kasvillisuuden puutteesta. Vuoden 2013 aikana kosteikolle on kehittynyt vesikasvillisuutta, rantakasvillisuutta ja penkereiden päällä olevaa kasvillisuutta, jolloin puhdistustehokkuus on parantunut. Typen osalta puhdistustehokkuudessa ylletään kasvillisuuden leviämisen (2013-2014) jälkeen noin 35% luokkaan ja uusimpien (2017-2018) mittauksien aikana noin 50% luokkaan. Kosteikon perustamisen jälkeen puhdistusteho typen osalta on kehittynyt hyvään suuntaan ja kosteikko käyttää typpeä hyvin. Keskivirtaaman ja mittaus tulosten avulla laskettiin teoreettinen typen pidättäytyminen kosteikolla. Mittausajanjaksolla 2013-2018 kosteikko on pidättänyt typpeä 368 kg.



Kuvaaja 7. Skinnarila kokonaistyyppi ajanjaksolla 2011-2018 (Sihvo 2018)

7.7 Kunnostus- ja korjaustoimenpiteet

Kosteikon puhdistustehokkuuden parantamiseen liittyvissä ongelmissa kiintoaineen ja fosforin osalta voidaan toteuttaa rakenneteknisiä ratkaisuja tehokkuuden lisäämiseksi. Fosforin puhdistustehokkuuden kanssa on havaittavissa ongelmia ja yksi mahdollinen syy fosforin lisääntymiseen puhdistumisen sijasta on mahdollisesti hapeton alusvesi. Alusveden ollessa hapetonta alkaa sedimentistä liueta takaisin veteen fosforia, joka rehevöittää kosteikkoa ja järveä. Kosteikon rakenteiden läpikäynnin yhteydessä havaittiin, että kosteikolla oleva vesi ei hapetu sen läpikulkumatalla. Veden hapettamista voidaan parantaa kosteikon eri osissa rakenneteknisillä ratkaisuilla.

Kosteikon kyky vastaanottaa kiintoainetta on hyvä, mutta veden viipymän kanssa voidaan olettaa olevan ongelmia. Liian nopea virtausnopeus kuljettaa kiintoainetta kosteikon läpi ja irrottaa sitä sedimentistä tulvahuippujen aikana. Kosteikon altaat ja kanavien pohjarakenteet ovat teknillisten piirustuksien mukaisesti tasapohjaisia. Kosteikkoasiamiehen haastattelun pohjalta yleisesti ottaen kosteikkojen pohjarakenteiden tulisi olla epätasaisia, jotta siinä oleva kiintoaine jää pyörimään veteen sen läpivirtauksen sijaan.

7.7.1 Veden hapetus

Kosteikon länsipuolen tulouomaan puusillan edustalle voidaan rakentaa esimerkiksi navettakiviä tai muuta patorakennelmaa käyttäen noin 50-100cm korotus. Korotuksen avulla saadaan aikaiseksi veden hapetus heti ennen ensimmäistä allasta juuri veden saavuttua kosteikolle. Veden hapetusta voidaan lisätä myös keskivaiheen pohjapato 1 ja 2 (katso erillinen liite) kohdalla patojen korjauksen yhteydessä sekä kolmannen altaan jälkeiselle puro osuudella.

Kosteikon keskivaiheella sijaitsevien pohjapatojen jälkeen hapetusta voidaan parantaa korostamalla puromaisuutta kivrakennelmia käyttäen (kuva 16). Luomalla selkeitä porrasmaisia noin 15-30 cm korkuisia pudotuksia kivrakennelmia käyttäen veden hapetus lisääntyy. Itäisen toisen laskeutusaltaan poistouomaan voidaan rakentaa pieni pato, jonka avulla vesi saadaan pudotettua noin 20-30 cm korkeudelta mahdollistaen hapetus altaan jälkeen. Poistouoman patoamisessa tulee ottaa huomioon veden huippukorkeus ja ylitulvimisen estäminen puisto osuudelle tulee huolehtia. Kolmannen altaan ja vesistön välillä hapetusta voidaan lisätä luomalla selkeitä esteitä kivistä ja muokkaamalla kanavaa kivien avulla puromaisemmaksi.



Kuva 16. Parannettavat porrarakenteet veden paremman hapettavuuden aikaansaamiseksi (Sihvo 2018)

7.7.2 Allasrakenteiden muutokset

Kosteikon pinta-alaan nähden kosteikon allasrakenteita voidaan muokata rakenteellisesti siirtämällä ja poistamalla maamateriaalia penkoilta. Laskeutusaltaiden tilavuuden kasvattamisella kosteikon kyky vastaanottaa kiintoainetta paranee ja veden viipymä lisääntyy. Länsipuolen ensimmäisen altaan keskipengertä on mahdollista kaventaa, jolloin saadaan ensimmäiseen altaaseen suurempi tilavuus. Altaan leventämisellä mahdollistetaan veden pyöriminen altaassa, joka antaa kiintoaineelle aikaa laskeutua altaaseen. Kolmannen altaan pinta-alaa ja vesitilavuutta voidaan myös korottaa laajentamalla allasta länsipuolen parkkipaikkaa kohden. Vesitilavuutta voidaan kasvattaa patoamalla ja muokkaamalla pohjan syvyyttä.

Kosteikon altaiden ja kanavaosuuksien pohjarakenteita voidaan muokata epätasaisemmiksi käyttäen esimerkiksi erikokoisia kiviä ja puita. Epätasaisen pohjan muodostaminen parantaa pohjakasvillisuuden määrää ja antaa mikrobitoiminnalle paremmat edellytykset. Kanavien tulooman pohjarakennetta tulisi myös muokata kaarevaksi, jotta virtaama hidastuu ja ohjautuu paremmin. Muokkausten avulla voidaan ehkäistä laminaarisen virtauksen tapahtumista ja kiintoaineen läpihuuhtoutumista.



Kuva 17. Laajennettava laskeutusallas ja poistettava tervaleppä (Sihvo 2018)

Eroosiota ja hienomman kiviaineksen kulkeutumista puro-osuuksissa voidaan vähentää rakentamalla selkeät pato-osuudet puron yläpäihin. Pato voidaan rakentaa kivirakennelmia käyttäen. Padon yläpuolisten reuna-alueiden selkeä pengerrys ehkäisee myös tulvakausina veden pääsyn taustalla näkyvälle nurmialueelle (kuva 18). Kosteikolla vierailevien kävijöiden ja kosteikon maisemallisuuden vuoksi molempien purojen yli voidaan rakentaa sillat esimerkiksi puusta tai kivistä. Hyvänä esimerkkinä toimii Pallonlahden kosteikon ylikulkusillat.



Kuva 18. Puuttuva pato ja puuttuva pengerrys (Sihvo 2018)

7.7.3 Havaitut epäkohdat listattuna

Kunnostus- ja korjaustoimenpiteet listattuna:

- Liiallisen vesikasvillisuuden poisto kanava ja puro-osuuksilta, eritoten altaiden 2-3 välinen alue. Kriteeri toimenpiteen suorittamiselle 5/5
- Tervalepän kontrollointi kosteikolla. Kriteeri toimenpiteen suorittamiselle 5/5
- Patorakennelmien 1 ja 2 korjaaminen. Kriteeri toimenpiteen suorittamiselle 3/5
- Ensimmäisen ja kolmannen laskeutusaltaan leventäminen. Kriteeri toimenpiteen suorittamiselle 3/5
- Veden hapetus kosteikon eri osissa. Kriteeri toimenpiteen suorittamiselle 4/5
- Altaiden ja kanavien pohjarakenteiden epätasaisuuden luominen. Kriteeri toimenpiteen suorittamiselle 4/5

7.8 Huoltotoimenpiteet

Suosittelut huoltotoimenpiteet vuonna 2019

- Keskipenkereille ja kanavien reunustoille on kasvanut puita, joiden koko ylittää taimivaiheen. Puut tulisi poistaa kosteikolta. 5/5
- Lietteen poisto altaista ja kanava osuuksista. 5/5
- Nurmialueiden leikkaus kasvukautena. 2/5
- Vesiosuuksien reunoilla olevaa heinikkoa ja muuta kasvillisuutta tulee harventaa kasvukauden aikana. 5/5
- Vesikasvillisuuden määrän kontrollointi 50% määrään kerran 1-3 vuodessa rehevöitymisen ehkäisemiseksi. 5/5
- Skinnarilankadun alikulkutunnelin puoleisen tuloputken reunojen puhdistus. 2/5

7.8.1 Kootut huoltotoimenpiteet taulukoiden

Taulukko 2. Suoritettavat huoltotoimenpiteet (Sihvo 2018)

Tehtävä	Ajankohta	Aikaväli	Huomautukset
Roskien siivoaminen kosteikolta	1-2 kertaa vuodessa	Kasvukauden aikana	Muiden toimenpiteiden yhteydessä esimerkiksi nurmen ajo
Rakenteiden tarkastus eroosion varalta	Kerran vuodessa	Keväisin	Rakenteiden läpikäyminen silmämääräisesti
Nurmen ajo penkereiltä ja kosteikon ympäristöstä	1-3 kertaa vuodessa	Kasvukauden aikana	Voidaan jättää penkereille, optimitilanteessa viedään pois kosteikolta
Kasvillisuuden määrän tarkastus kosteikolla	2 vuoden välein	Kasvukauden aikana	Käydään läpi kosteikon vesiosuudet

Liiallisen kasvillisuuden poisto rehevöitymisen ehkäisemiseksi	1-3 vuoden välein.	Toteutetaan erillishojteen mukaisesti lajin mukaan	Aikaväli ja tarpeellisuus määrittyy kasvillisuuden määrän tarkastuksen perusteella.
Sedimentin syvyyden tarkistaminen allas- ja kanavaosuuksilla	1-3 vuoden välein	Kesällä	Tarkastus hitaan virtaaman ajankohtana esimerkiksi kasvukauden keskivaiheilla. 33%-50% allasrakenteen tilavuuden täytyttyä -> tyhjennys.
Tulo- ja lähtöuomien tarkastustukoksien ehkäisemiseksi	1-2 kertaa vuodessa	Kevät ja syksy	Muiden huoltotoimenpiteiden yhteydessä
Puuston poisto penkkojen, altaiden, kanavien ja purojen reunoilta	Tarvittaessa 2 vuoden välein	Lumien sulamisen jälkeen, tai talvella	Optimitilanteessa kaikki puusto poistetaan. Maisemoinnin vuoksi osa puista voidaan jättää penkereiden keskelle
Lietteen poisto allasrakenteista	2-5 vuoden välein	Kuivan kauden aikana, esimerkiksi heinäkuussa, tai muun rakenteisiin liittyvän korjauksen yhteydessä	Voidaan pumpata penkereille läjitystä varten, optimitilanteessa viedään aina pois kosteikon ympäristöstä. Huomioi paikan valinnassa, että sateella ravinteet eivät pääse liukenemaan takaisin veteen

Kosteikolle kuulu- mattomien eläimien poisto	Havaittaessa	Ei merkitystä	Esimerkiksi mahdol- liset myyrät penke- reiltä ja nurmialu- eilta
--	--------------	---------------	--

7.9 Tiivistelmä

Skinnarilan kosteikon pinta-ala on laaja ja kosteikon allasrakenteiden sekä kanavaosuuksien kyky vastaanottaa kiintoainetta on hyvä. Kosteikon pinta-ala mahdollistaisi suurempien laskeutusaltaiden tilavuuden toteutuksen, jonka toteutusta sedimentin poiston yhteydessä tulee harkita. Suurempien laskeutusaltaiden avulla veden virtaamaa saadaan hidastettua. Vuositaitaisten huoltotoimenpiteiden säännöllisen toiston avulla ja kosteikon rakenteiden kunnostuksen sekä mahdollisten rakenneteknisten muutosten avulla puhdistustehokkuutta tutkittujen parametrien osalta saadaan tehostettua. Ensimmäisen ja kolmannen altaan tilavuuden lisäämisellä saavutetaan harvempi huoltoväli lietteen poistolle ja hidastetaan veden virtaamaa parantaen kiintoaineen jäämistä allasrakenteisiin.

Kosteikolla on monipuolinen kasvillisuus ja sen määrän kontrolloinnin avulla saadaan tehostettua kasvukauden aikana typen sitoutumista kosteikon kasvillisuuteen. Huolehtimalla syksyisin kuolleen kasvillisuuden poistosta, ehkäistään vesistöön päätyvien ravinteiden määrää. Veden hapetukseen ja pohjanmuotojen muutoksiin liittyvien rakenteellisten muutoksien avulla pohjaversoisten, kuten muunkin vesikasvillisuuden monimuotoisuus kosteikolla lisääntyy. Pohjanmuotojen muutoksen ja veden hapetuksen avulla vedessä oleva mikrobitoiminta paranee lisäten kosteikon kykyä sitoa fosforia, jolla ehkäistään sen takaisin liukenemista veteen.

Tämänhetkisessä tilanteessa kosteikko tarvitsee huoltotoimenpiteitä eritoten lietteen poiston suhteen tai vuonna 2019 resuspensiota aiheutuu huomattavasti vuotta 2017 ja 2018 enemmän, jolloin kosteikolla saavutetut hyödyt menetetään. Tulevia mittauksia toteutettaessa tulee ottaa huomioon vähintään toisen laskeutusaltaan edeltävän puron edustan ja altaan jälkeisen osion mittaukset, jotta mahdolliset rakennetekniset parannustoimenpiteet saadaan suunniteltua. Tutkittujen parametrien osalta tulee veden happipitoisuutta ja lämpötilaa seurata kanava ja allasrakenteissa, jotta voidaan arvioida mikrobitoiminnan selviämisen edellytyksiä ja fosforin mahdollista liukenemista sedimentistä takaisin veteen.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja sen toteutuksessa pääsi tutustumaan käytännön kosteikkotyöhön. Työ vastasi yritysmaailman projektia ja tieto siitä, että tuotettua aineistoa tullaan käyttämään tulevissa hulevesikosteikkojen puhdistustehokkuuden ylläpitoon ja parantamiseen liittyvissä ratkaisuissa loi oman mielenkiinnon toteuttaa kehitystyötä hyvin. Työ alkoi kasaamalla tausta-aineistoa ja tutustumalla kosteikkojen kunnostusmenetelmiin ulkomailla. Työn toisessa vaiheessa tutustuttiin kenttätutkimuksin hulevesikosteikkoihin yhdessä kosteikkoasiamiehen kanssa. Seuraava vaihe oli kuvata ja kartoittaa yleisiä ongelmia hulevesikosteikon eri osissa, jonka jälkeen kirjallisen osuuden toteutus pystyttiin aloittamaan.

Opinnäytetyön kehittyminen sen alkusuunnitelman ja lopullisen version osalta vastasi hyvin haluttua lopputulosta. Opinnäytetyön ohessa toteutetut muut hulevesikosteikkojen toimivuuden tarkastelut antoivat käytännönläheisen kokemuksen mitä asioita kosteikoissa tulee huomioida toimivuuden selvittämiseksi. Työssä suurimmaksi haasteeksi jäikin laajan teoreettisen materiaalin läpikäyminen ja sen muuttaminen suunnitelmalliseksi kertomukseksi.

Hulevesikosteikkojen suunnitelmia tekevät tahot eivät yleensä ota huomioon puhdistustehokkuuden ylläpitämiseen tarvittavia huoltosuunnitelmia. Myös kosteikon toimivuuden tarkailu kasvillisuuden kehityttyä jää usein toteuttamatta. Seurauksena kosteikkojen toimivuus heikkenee ja niillä saadut hulevesien puhdistuksessa olleet hyödyt menetetään. Lopulta vaikutukset vesiensuojeluun voivat olla käänteiset, koska suurien ylivirtamien aikana eritoten keväisin kosteikoilta huuhtoutuu kerralla runsaasti ravinteita takaisin vesistöön, jolloin rehevöityminen ranta-alueella voi lisääntyä äkillisesti. Kosteikkojen suunnittelemisen yhteyteen tulisikin mielestäni sisällyttää kunnollisten huoltosuunnitelmien toteuttaminen ja varmistus siitä, että rakennettu kosteikko huolletaan ja tarkastetaan säännöllisesti.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Alhainen, Mikko 2014. Munkkikaivo. Kuvat [digikuva] Saatavilla:<https://docplayer.fi/docs-images/25/6821526/images/14-0.jpg>

Aura, Raija 2018. Projektikoordinaattori. [Haastattelu.] Lappeenranta

Center of watershed protection 2009. Stormwater wet pond and wetland management guidebook. [Verkkojulkaisu]. Saatavissa: <https://www3.epa.gov/npdes/pubs/pondmgmtguide.pdf>

City of Virginia, tuntematon julkaisuajankohta. Constructed wetlands maintenance schedule and guidelines. [Verkkojulkaisu]. Saatavissa: <https://www.alexandriava.gov/uploadedFiles/tes/info/ConstructedWetlandsMaintenanceGuidelines.pdf>

Happonen, Antti 2018-11. Kosteikkoasiamies. [Haastattelu.] Lappeenranta

Hagelberk, E, Karhunen, A, Kulmala, A, Larsson, R, 2009. Käytännön kosteikkosuunnittelu [Verkkojulkaisu]. Saatavissa: www.doria.fi/bitstream/handle/10024/134922/TEHO_Kosteikkosuunnittelu_verkko_1_2009.pdf

Kauhanen, Annamari, 2012. Kosteikkosuunnittelu. Lahden ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Sijainti Lahti: Lahden ammattikorkeakoulu. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/42565/Kauhanen_Annamari.pdf

Lappeenrannan seudun ympäristötoimi, 2018. Vesiensuojelun ja Sunisenlahden kosteikkojen materiaali. Saatavissa: Lappeenrannan sähköiset palvelut, ympäristötoimi.

Robert, K, Scott, W 2009. Treatment wetlands, second edition. [Verkkojulkaisu]. Saatavissa: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/KADLEC%20WAL-LACE%202009%20Treatment%20Wetlands%202nd%20Edition_0.pdf

PYLSY, Anna 2010. Tuotemallisto nostalgian inspiroimana. Savonia-ammattikorkeakoulu. Muotoilun koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Sijainti: Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu. Kuopion Muotoiluakatemia. Taitemian kirjasto.

Ranta, P, Hilden, M ja Rekolainen, S. 1985. Luonto-Liiton vesiopassarja, veden elämää 3: vesikasvit. [kirja]

Riistakeskus, Tuntematon julkaisuajankohta. Patorakenteiden periaatekuvat. [verkkojulkaisu] Saatavissa: https://kosteikko.fi/wp-content/uploads/sites/2/2013/04/Patorakenteiden_periaatekuvia.pdf

Saimaan vesi- ja ympäristötutkimus OY, 2018. Mittauspöytäkirja. Saatavissa: Lappeenrannan kaupungin sähköiset palvelut

Suomen ympäristökeskus 2015. Monivaikutteiset kosteikot. [Viitattu 2019-01-14] Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Monivaikutteiset_kosteikot

Suomen ympäristökeskus 2019. Hulevesien hallinnan kehittäminen. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/hulevedet>

Tolonen, Hannu 2018-11. Kaupunginpuutarhuri. [Haastattelu.] Lappeenranta

Sihvo, Simo 2018-10-10. kuvat [digikuva]. Kotialbumi [verkkojulkaisu]. Sijainti: Lappeenranta: Saatavissa: Simo Sihvon sähköiset arkistot.

Sihvo, Simo 2019-01. Mittaustiedot ja mallennukset. [Microsoft excel pöytäkirja] Lappeenranta. Saatavissa: Simo Sihvon sähköiset arkistot 2019

LIITTEET: MUUT LIITTEET JA TYÖSSÄ KÄYTETYT MATERIAALIT

Ramboll Oy, Lappeenrannan seudun ympäristötoimi 2010. Rakennetekniset kuvat, patorakenteiden poikkileikkaukset. Saatavilla Lappeenrannan seudun ympäristötoimi.

Saimaan vesi- ja tutkimuskeskus OY 2009-2018. Alkuperäiset mittausseurannan tulokset: Saatavilla Lappeenrannan seudun ympäristötoimi.

Sihvo, Simo 2018-2019. Muut Skinnarilan huoltosuunnitelmaa varten toteutetut aineistot kuten valokuvat, suunnittelumuistiot ja mittautiedot sekä mallennukset. Saatavilla. Lappeenrannan seudun ympäristötoimi.