



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Lahti University of Applied Sciences

KOSTEIKKOSUUNNITTELU

Case: Kivisalmi, Lappeenranta

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Miljösuunnittelu
Opinnäytetyö
Kevät 2012
Annamari Kauhanen

Lahden ammattikorkeakoulu
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

KAUHANEN ANNAMARI: Kosteikkosuunnittelu
Case: Kivisalmi, Lappeenranta

Miljöösuunnittelun opinnäytetyö, 39 sivua, 12 liitesivua

Kevät 2012

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Lappeenrannan seudun ympäristötoimi. Opinnäytetyön sisältämä kosteikkosuunnitelma rakennetaan Kivisalmeen, joka sijaitsee Lappeenrannassa. Rakentaminen on tarkoitus aloittaa syksyllä 2012. Kosteikkotyö on osana PISA 2013 Pien-Saimaan kuormituksen vähentämishanketta.

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä kosteikkosuunnitelma Kivisalmeen, hankkia tietoa kosteikoista ja sen suunnittelusta sekä kertoa suomalaisesta kosteikkotyöstä. Opinnäytetyö koostuu kahdesta osasta. Ensimmäisessä osuudessa on tietoa järvien rehevöitymisestä ja kosteikkojen suunnittelusta ja siihen liittyvistä asioista. Opinnäytetyössä on käytetty kirjallisia ja sähköisiä lähteitä sekä toimeksiantajalta saatuja julkaisemattomia lähteitä. Opinnäytetyön toinen osio pitää sisällään Lappeenrannan seudun ympäristötoimen antaman tehtävän Kivisalmen kosteikon rakentamissuunnitelman.

Kosteikot voivat olla rakennettuja tai luonnon muovaamia, ja niitä käytetään hulevesien käsittelyssä. Kosteikon tehtävät ovat monipuoliset, sillä niiden tavoitteena on esimerkiksi pidättää veden mukana kulkeutuvia kiintoaineita ja tasata virtaamahuippuja. Kosteikot lisäävät luonnon monimuotoisuutta, ja ne ovat muun muassa tärkeitä lintujen elinympäristöjä.

Asiasanat: Hulevesi, kosteikko

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Environmental technology

KAUHANEN, ANNAMARI: Wetland planning
Case: Lappeenranta, Kivisalmi

Bachelor's Thesis in Environmental engineering 39 pages, 12 pages of
appendices

Spring 2012

ABSTRACT

Wetlands can be artificially constructed or made up by nature and they are used in processing of storm water. Tasks of wetlands are diverse because their purpose is for example to purify water that streams to lakes and slow the flow current. Wetlands increase environmental diversity and they are important as living habitat.

This Bachelor's thesis was commissioned by the Lappeenranta Region's Environmental Office. The wetland plan included in this thesis will be constructed in the Kivisalmi area of Lappeenranta in autumn 2012. The wetland design is part of PISA 2013 project the goal which is to reduce external strain of Pien-Saimaa.

The aim of the thesis was to make a wetland plan for Kivisalmi, to gather information about wetlands and how to design them and also to present Finnish wetland projects. The thesis consists of two parts. First part contains information about eutrophication of lakes, and wetland planning and matters related to it. Information was gathered using printed and electronic sources and unpublished sources. The second part consist of the wetland plan.

Key words: Storm water, wetland

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	JÄRVIEN REHEVÖITYMINEN	2
2.1	Rehevöityminen	2
2.2	Kosteikot rehevöitymisen vähentäjinä	3
3	LUONNONMUKAINEN HULEVESIEN HALLINTA	5
3.1	Ilmastonmuutos	5
3.2	Taajamahydrologia ja tulvat	5
3.3	Taajamatulvien aiheuttamat vahingot	7
3.4	Luonnonmukainen hulevesien hallinta	8
4	KOSTEIKOT	10
4.1	Hulevesien laatu	11
4.2	Kosteikon kasvillisuus	11
4.3	Talviolosuhteet	12
4.4	Kosteikon suunnittelu	13
4.5	Kosteikon sijainti ja rakenne	14
4.6	Patorakenteet	15
4.7	Kosteikon puhdistusmekanismit	17
4.8	Kosteikon hoito	18
4.9	Maatalouden monivaikutteinen kosteikko	18
5	KOSTEIKKOTYÖ SUOMESSA	20
5.1	WWF:n kosteikkotyö	20
5.2	Kotiseutukosteikko – Life hanke	21
5.3	Metsäkeskuksen kosteikkotyö	23
5.4	Ramsar-sopimus	23
5.5	PISA 2013 Pien-Saimaan kuormituksen vähentämishanke	24
	Skinnarilan kosteikko	25
6	KIVISALMEN KOSTEIKKOSUUNNITELMA	27
6.1	Suunnitelmaprosessi	27
6.2	Aineisto	27
6.3	Pien-Saimaa	28
6.4	Vedenpinnan korkeus	28
6.5	Alueen sijainti	29

6.6	Kaavoitus	30
6.7	Alueen kuvaus	32
6.8	Kuormitustiedot	34
6.9	Suunnittelu	35
6.10	Kasvillisuus	36
6.11	Materiaali	36
6.12	Suunnittelun haasteet	37
7	YHTEENVETO	38
	LÄHTEET	40
	LIITTEET	44

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Lappeenrannan seudun ympäristötoimi. Työssä on käytetty kirjallisia ja sähköisiä lähteitä sekä toimeksiantajalta saatuja julkaisemattomia lähteitä. Opinnäytetyö koostuu teoriaosuudesta ja suunnitelmaosuudesta. Teoriaosuudessa on tietoa järvien rehevöitymisestä ja kosteikkojen suunnittelusta. Opinnäytetyön toinen osio pitää sisällään Lappeenrannan seudun ympäristötoimen antaman tehtävän Kivisalmen kosteikon rakentamissuunnitelman. Työn tavoitteena on suunnitella Kivisalmeen vesiensuojelukosteikko, jonka päätoiminen tehtävä on pidättää hulevesien mukana kulkeutuvaa kuormitusta ja näin ollen puhdistaa hulevettä, joka purkautuu Pien-Saimaaseen.

Suomessa järvet ovat alkaneet rehevöityä piste – ja hajakuormituksen vuoksi. Järvien fosforipitoisuudet ovat normaalisti pieniä, mutta ulkoisen kuormituksen takia fosforipitoisuudet ovat lisääntyneet. Rehevöityminen aiheuttaa monia ongelmia järvissä, se muun muassa lisää sinileväkukintoja ja haittaa vesistön käyttöä. Yksi keino ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi on kosteikkojen perustaminen, sillä ne ovat hyviä luonnonmukaisia hulevesien käsittelyratkaisuja. Kosteikot pienentävät virtaamapiikkejä ja puhdistavat vettä kiintoaineelta, fosforilta ja typeltä.

Hulevesikosteikot auttavat myös tulvariskeissä. Hulevesien hallinnassa ja käsittelyssä otetaan luonnonmukaiset toimenpiteet käyttöön ja pyritään käyttämästä vain yksinomaan viemärointiä. Tulvia ja muita ongelmia kyetään hallitsemaan luonnonmukaisesti uusilla keinoilla. Hulevesien suodattaminen parantaa vesistön laatua ja pienentää kuormitusta.

2 JÄRVIEN REHEVÖITYMINEN

Suomessa on tuhansia järviä, joista suurin osa on syntynyt jääkauden tuloksena. Suomen järvet ovat matalia, ja niiden keskisyvyys on vain 6,9 metriä. Useimmat järvet ovat sokkeloisia, eli niillä on paljon rantaviivaa ja saaria. Suomessa lämpötilan vaihtelut aiheuttavat vesistöissä kerrostuneisuutta eli veden ollessa raskaimmillaan neljän asteen lämpötilassa se painuu. Kevät – ja syyskierron aikana veden kerrosteisuus purkautuu ja ravinteikas ja vähähappinen alusvesi pääsee sekoittumaan tuottavan päällysveden kanssa. Elinehtona järvelle on, että siihen tulee yhtä paljon vettä kuin valunnan ja haihdunnan kautta poistuu. (Ilmavirta 1990, 5-7.)

Suomessa järvien ongelmana on rehevöityminen, joka aiheuttaa järvien tilan heikentymistä. Rehevöityminen muuttaa järven luonnontilaa, ja se johtaa ekosysteemien yksipuolistumiseen. Suomen vesistöillä on tärkeä osa monenlaisessa käytössä, esimerkiksi virkistyskäyttönä, kalataloudessa ja raakavetenä. Järviä luokitellaan kelpaavuuden ja yleisluokituksen avulla. Luokitukseen vaikuttavat ilmansaasteen laskeuma, ulkoinen kuormitus ja suorat päästöt. (Ilmavirta 1990, 5-6.)

2.1 Rehevöityminen

Rehevöityminen eli eutrofisoituminen tarkoittaa järven perustuotannon kasvua ja se aiheutuu ulkoisesta kuormituksesta. Fosfori on yleensä Suomen järvissä minimiravinteena, joten rehevöityneissä järvissä ovat fosforin pitoisuudet lisääntyneet. Ulkoinen kuormitus voi olla niin sanottua pistekuormitusta tai hajakuormitusta (KUVIO 2). Pistekuormituksella tarkoitetaan tiedossa olevaa kuormituslähdettä, kuten esimerkiksi taajama-alueet tai teollisuuslaitokset. Näiden lähteiden kuormituksen suuruus voidaan selvittää melko tarkasti. Hajakuormitus on pelloilta ja metsistä tulevaa valuntaa, joiden kuormitusta ei saada tutkittua samalla tavalla kuin pistekuormituksessa. (Villa 2012; Ilmavirta 1990, 108.)

Rehevöityminen aiheuttaa planktonlevien, vesikasvien tai rantojen rihmalevien liiallista kasvua. Se kasvattaa särkikalojen kantaa, samentaa vettä ja aiheuttaa happikatoa. Lisäksi rehevöityminen aiheuttaa sinileväkukinnan voimistumista,

veden ajoittaista pahaa hajua ja makua, kaasukuplien nousua pohjasta sekä pohjasedimentin löyhtymistä, tummumista ja hajua. Sinilevä voi aiheuttaa ihottumaa ja myrkytysoireita. (Villa 2012; Ilmavirta 1990, 111.)

2.2 Kosteikot rehevöitymisen vähentäjinä

Kosteikot pystyvät pidättämään jopa puolet sinne valunnan mukana tulevista ravinteista (KUVIO 1). Kosteikko hidastaa virtaamapiikkiä ja näin kosteikkoon jää ravinteita ja kosteikosta valuva vesi on puhtaampaa ja kirkkaampaa. Kosteikko on luonnonmukainen ratkaisu ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi ja usein kosteikkoja rakentaessa ja suunniteltaessa otetaan huomioon luonnon monimuotoisuus. Luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi kosteikkoihin voidaan rakentaa kaloille kutupaikkoja ja kosteikkoja muotoilemalla ne saadaan vesilinnuille sopiviksi ympäristöiksi. (Aitto-oja, Rautiainen, Alhainen, Svensberg, Väänänen, Nummi, Nurmi, 7-8.)



KUVIO 1. Monivaikutteinen kosteikko. (Kotilainen 2012.)

Ulkoisen kuormituksen lähteet:



Kuvio 2. Ulkoisen kuormituksen lähteet. (Saari. 2012)

3 LUONNONMUKAINEN HULEVESIEN HALLINTA

Hulevesien hallinnassa ja käsittelyssä otetaan luonnonmukaiset toimenpiteet käyttöön eikä käytetä pelkkää viemärointia. Tulvia ja muita ongelmia kyetään hallitsemaan luonnonmukaisilla keinoilla. Hulevesien suodattaminen parantaa vesistön laatua ja pienentää kuormitusta. Oikeiden ja alkuperäisten kasvien käytöllä pystytään edesauttamaan vesien biologista puhdistusta ja ylläpitämään ekosysteemejä, joita uhkaavat vääränlainen maankäyttö ja rakentaminen.

3.1 Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutos on lisännyt Suomessa sään ääri-ilmiöiden lisääntymistä, kuten rankkasateita ja lumimyrskyjä. Lämpötilan nousu tarkoittaa sitä, että talvet ovat leudompia ja kesät kuumempia. Ilmastonmuutoksen myötä talvet ovat myös sateisempia, ja kesällä kuivat kaudet ovat pidempiä, mutta rankkasateet lisääntyvät. Rankkasateet lisäävät tulvavaaroja, joihin tulee varautua maankäytöllä ja rakentamisella. Leudot talvet vähentävät maan routaantumista ja lisäävät sateita, jotka vaikuttavat vedenkorkeuteen. Sademäärien kasvu ja rankkasateiden lisääntyminen aiheuttaa taajamatulvia, jos hulevesien mitoitusjärjestelmä ei ole riittävä. (Ilmasto-opas 2012.)

Ilmastonmuutos vaikuttaa pienilmastoon, joka taas on merkittävä tekijä viihtyisyyden kannalta rakennetussa ympäristössä. Pienilmaston muuttuminen voi lisätä tuulisuutta ja sateisuutta, jotka koetaan epämiellyttäväksi. Pienilmastoa voidaan edistää lisäämällä kasvillisuuden ja rakentamalla viheralueita, sillä esimerkiksi kasvillisuus tuo suojaa paahtavalta auringolta ja tuulelta. Rakennetulla viheralueella hulevedet voidaan imeyttää, viivyttää tai haihduttaa. Rakennettujen läpäisemättömien pintojen lisääntymisen ja ilmastonmuutoksen myötä on hulevesien käsittelyä lisättävä. (Eskola, Tahvonen 2010, 9; Ilmasto-opas 2012.)

3.2 Taajamahydrologia ja tulvat

Rakennetussa ympäristössä veden luonnollinen kierto häiriintyy. Läpäisemättömien pintojen ala kasvaa, ja pienetkin sateet saavat aikaiseksi pintavaluntaa ja virtaamapiikit suurenevat. Tämän vuoksi veden imeytyminen

maaperään vähentyy ja se vaikuttaa pohjaveden määrään. Kaupunkiympäristö lisää kuitenkin sadantaa, sillä saastuminen tiivistää haihtuvaa vettä lisää, ja näin ollen sadanta lisääntyy. Veden kiertokulkuun kuuluu haihdunta, joka tapahtuu veden höyrystymisenä ilmakehään tai kasvien kautta tapahtuvaan veden haihduntaan. Ilmakehään haihtuva vesi tiivistyy, jäähtyy pilviksi ja muodostaa sateen. Osa vedestä imeytyy maahan. Maahan imeytyvästä vedestä osa painautuu syvälle muodostuen pohjavedeksi. Suomessa suurin osa hulevesistä johdetaan viemäreihin, jotka voivat rankkasateilla olla suorituskyvyltään alimitoitettu, mikä johtaa taajamatulviin. (Aaltonen, Hohti, Jylhä, Karvonen, Kilpeläinen, Koistinen, Kotro, Kuitunen, Ollila, Parvio, Pulkkinen, Silander, Tiihonen, Tuomenvirta, Vajda 2008, 9; Kuntaliitto, 14.)

Vuodenajat vaikuttavat veden lämpötilaan ja hydrologiaan. Pääosa valunnasta tapahtuu keväällä ja syksyllä. Keväällä lumien sulamisvedet aiheuttavat runsaimmat virtaamapiikit ja kuormituksen. Toisaalta kaupunkialueilla kesällä sateiden yhteydessä virtaamat ovat suurimmillaan, jolloin rankkasateet voivat aiheuttaa taajamatulvia, jos hulevesirakenteiden kapasiteetti ylittyy. Kuntaliiton hulevesioppaan mukaan taajamatulva voi syntyä neljän eri tekijän vuoksi: pitkäkestoinen, sademäärältään suuri sadejakso, vesistön suuri vesimäärä tai jään tai hyyteen aiheuttama padotus, meren pinnan nousu poikkeuksellisen korkealle tai rankkasade (Kuntaliitto, 82; Ahponen 2003; Aaltonen ym. 2008, 9.)

Kuntaliiton hulevesioppaassa on listattu pääsääntöisesti rankkasateiden aiheuttamien taajamatulvien syntyyn ja vahinkoihin vaikuttavia tekijöitä, joita ovat:

- läpäisemättömien pintojen suuri osuus
- rakentaminen alaville alueille
- pintavalunnan luontaisten varastoalueiden ja virtausreittien muuntaminen
- maaperän tiivistyminen rakentamisen yhteydessä
- hulevesiverkoston vajaamitoitus
- puutteelliset tulvareitit
- suunnittelu- ja rakennusvirheet
- puutteellinen kunnossapito

- kasvillisuuden ja veden virtausta hidastavien rakenteiden väheneminen
- täydennysrakentamisen aiheuttama hulevesijärjestelmän lisäkuormitus
- ilmastonmuutos.

(Kuntaliitto, 81.)

3.3 Taajamatulvien aiheuttamat vahingot

Tulvat aiheuttavat monenlaisia vahinkoja. Taajama-alueella tulvat huuhtovat viemäriin epäpuhtauksia sisältäviä hulevesiä ja ne päätyvät usein suoraan vesistöihin aiheuttaen rehevöitymistä ja heikentävät veden laatua. Taajamassa tulviminen voi aiheuttaa sekaviemäroinnin yhteydessä sen, että jätevesipuhdistamon kapasiteetti ylittyy ja veden puhdistus jää riittämättömäksi. Ääritapauksessa sateen, jääpadon, lumien sulaminen, ilmanpaineen aiheuttama veden pinnan voimakas nousu voi pysäyttää jätevesipumppaamon - tai puhdistamon tulvan aiheuttamien vahinkojen vuoksi. Kaupunkitulvat voivat aiheuttaa kiinteistöihin vahinkoja viemäreiden tulviessa sisälle ja kellareihin. Haja-asutus alueella rankkasateet ja lumien sulamisvesi voivat päätyä kaivoihin ja heikentää veden laatua. (Vikman & Arosilta 2006, 22-23.)



KUVIO 3. Rankkasateen aiheuttama vahinko. (Kauhanen 2009.)

KUVIOISSA 3 ja 4 nähdään rankkasateen aiheuttama tulva. Heinäkuussa 2009 Ylämyllyllä noin tunnin ajan kestänyt rankkasade sai pihan tulvimaan ja veden valumaan naapurin tontille. Sade vaurioitti pihan soraista ajotietä ja sai rakenteilla olevan pihan mulloksen painumaan.



KUVIO 4. Rankkasateen aiheuttama vahinko. (Kauhanen 2009.)

3.4 Luonnonmukainen hulevesien hallinta

Luonnonmukaisia hulevesien hallinnan keinoja on johtaminen, viivyttäminen ja imeyttäminen. Hulevesiä voidaan johtaa luonnonmukaisesti kasvillisuuden peittämällä avouomilla – ja ojilla vettä vastaanottavaan vesistöön. Hulevesien virtaamaa voidaan hidastaa muotoilemalla johdatusuomia mutkitteleviksi. Hidastamalla vesien virtaamaa hulevedet ehtivät osittain imeytymään ja suodattumaan maaperään, jolloin kuljetettavan veden määrä pienenee. Hulevesiä voidaan johdattaa myös betonisilla kivetetyillä painanteilla. Kivipintaisiin kouruihin voidaan rakentaa patoja veden virtaaman hidastamiseksi. (Ahponen 2003.)

Vesi kulkeutuu maahan kaksivaiheisesti. Ensin vesi ajautuu maan halkeamiin ja huokosiin, minkä jälkeen se imeytyy maaperään. Lämpisemättömät pinnat, kuten asfaltit, kiveykset, ja katot eivät päästä vettä imeytymään maahan.

Lämpisemättömien pintojen sijaan voidaan vähän liikennöidyillä alueilla käyttää läpäiseviä pintoja, kuten läpäiseviä laattoja tai kiveyksiä, joiden alla käytetään karkeaa kiviaineskerrosta, jonka huokosiin vesi varastoituu. (Virkkunen 2002.)

Hulevesien laatua parannetaan suodattamalla se maakerrosten läpi, jolloin se voi kulkeutua pohjavesimuodostumiin. Hulevedet voidaan johtaa esimerkiksi nurmikolle tai imeytyspainanteisiin, jossa vesi suodattuu. Tehokkailla käsittelymenetelmillä, kuten imeytyspainanteilla, voidaan vähentää vesistön kuormitusta. Imeytyspainanteet voivat olla rakentamattomia luonnontilaisia alueita. Rakennetuissa imeytyspainanteissa tehdään maanvaihdoksia, jos se on tarpeen, painanteita muotoillaan ja istutetaan sopiva kasvillisuus.

Imeytyspainanteisiin asennetaan erilaisia rakennekerroksia, jotka suodattavat vettä. Rakennekerrokset ovat muun muassa turvetta ja hiekkaa. Monipuolinen kasvillisuus parantaa veden suodatusta ja tehokkaimpia imeytysjärjestelmiä ovatkin kasvillisuuden peittämät kosteikot. (Ahponen 2003; Kuopion kaupunki 2007.)

Viivytyks ja varastointi on yksi keino hallita hulevesiä. Rakentamalla viivytyksaltaita veden virtaamahuiput pienenee ja viipymä kasvaa. Viivytyksaltaiden on tarkoitus varastoida vettä hetkeksi. Viivytyksallas, jossa on aina vettä pidentää veden viipymäaika paremmin kuin allas, joka tyhjenee kuivina kausina. Myös veden laatu paranee altaassa, jossa on aina vettä, sillä kiintoaineet sedimentoituvat altaan pohjalle. Altaan pohjaa voidaan muotoilla ja rakentaa patoja, jolloin veden virtaamista lammikosta voidaan säädellä ja tällöin veden puhdistuminen ja viipyminen on tehokkaampaa. (Ahponen 2003.)

4 KOSTEIKOT

Kosteikolla tarkoitetaan aluetta, joka on suurimman osan vuodesta osittain veden peitossa tai jatkuvasti kostea. Kosteikot eroavat siinä suhteessa lammikkoihin, että veden peittämät alueet ovat matalia. Kosteikot voivat olla rakennettuja tai luonnon muovaamia, ja niitä käytetään hulevesien käsittelyssä. Kosteikot ovat tärkeitä, sillä niissä on laaja ekosysteemi ja lajisto on monipuolista. Ne toimivat ravinnevarastoina ja tulvan tasaajina. Kosteikkotyyppejä on useita ja ne suunnitellaan haluttujen toimintojensa mukaan. Kosteikot voidaan perustaa myös niin, että siinä on kasteluveteen tarkoitettu vesivarasto. Kosteikot voivat toimia eläinten kulkukäytävinä ja ne edistävät myös kalataloutta. Myös ravun kasvatusta on mahdollista kosteikoissa. Erilaisia kosteikkotyyppejä ovat muun muassa: monivaikutteinen kosteikko, vesiensuojelukosteikko, riistakosteikko, luonnonmukainen kosteikko ja vesiä puhdistava kosteikko. (Eskola & Tahvonen 2010, 111-112; Ympäristöhallinto 2010.)



KUVIO 5. Kosteikon hyödyt.

4.1 Hulevesien laatu

Hulevettä syntyy vain rakennetulla alueella. Hulevedet ovat pintavaluntana valuvaa imeytymätöntä sadevettä tai lumen sulamisvettä. Hulevesien laatuun vaikuttavat pintojen puhtaus, joilta vedet valuvat. Usein katot, tiet ja muut läpäisemättömät pinnat ovat epäpuhtaita ja nämä epäpuhtaudet valuvat hulevesien mukana huleveden purkauspaikkaan eli vesistöön. Sen sijaan, että hulevedet johdetaan suoraan vesistöön, voidaan ne johtaa esimerkiksi kosteikkoon, jolla on vettä puhdistava vaikutus. (Jutila, Kesäniemi 2006, 4.)

Hulevesien mukana vesistöön voi kantautua kiintoainetta, orgaanisia yhdisteitä, ravinteita, metalleja, klorideja, bakteereita ja öljyjä. Hulevesien laadussa on eroja riippuen maankäytöllisestä tarkoituksesta. Asuinalueiden hulevedet sisältävät useasti fosforia ja bakteereja. Hulevedet voivat olla lähivesistölle merkittävä ulkoinen kuormittaja ja niiden laatuun vaikuttaa myös vuodenajat ja sadeolot. Keväällä sulamisen aikana hulevedet voivat pitää sisällään monia epäpuhtauksia, koska vesi huuhtoo talven aikana pinnoille kertyneen lian. Kesällä hulevesien laatu on huonoimmillaan rankkasateiden aikana. (Vakkilainen 2005, 9.)

4.2 Kosteikon kasvillisuus

Monipuolinen kasvillisuus tehostaa kosteikon puhdistusta. Alueen luontainen kasvillisuus selviytyy kosteista oloista paremmin kuin muualta tuotu ja istutettu kasvillisuus. Kasvilajeista pajun on todettu olevan tehokas puhdistaja. Puuvartinen kasvillisuus varjostaa kosteikkoa ja siten hillitsee vesikasvillisuuden kasvua. Nopeasti leviävät kasvit kuten osmankäämi, järviruoko ja järvikaisla ovat puhdistuskyvyltään tehokkaimpia. Puista etenkin tervaleppä selviytyy kosteista olosuhteista, myös hieskoivu pystyy elämään kosteissa oloissa. Perennoista kosteusvaihteluja sietävät rantakukka, rentukka, keltakurjenmiekkä ja ranta-alpi, rohtokalmojuuri, ratamosarpio, sarjarimpi, suovehka, luhtavilla, tupasvilla, rantatyräkki, mesiangervo, kirjosorsimo, terttualpi, raate, luhtalemmikki, vilukko, vesitatar, pystykeiholehti, haarapalpakko. Heinistä ja vihvilöistä ja saroista kosteikoilla viihtyvät viiltosara, keltasara, jokapaikansara, varstasara, keräpäävihvilä, röyhyvihvilä, ruokohelpi. Kasvit haihduttavat vettä lehtien pinnoiltaan ja käyttävät vettä soluhengittämiseen ja yhteyttämiseen sekä suojaavat

juuristollaan kosteikon maaperää ja vähentävät uomien eroosiota. (Kuntaliitto, 191, 210.)



KUVIO 6. Keltakurjenmiekkä ja rantakukka. (Pihakasvit 2011.)

Kosteikon kasvillisuus sitoo vedestä liukoista typpeä ja fosforia ravinteeksi. Kasvit tehostavat kiintoaineen laskeutumista, sillä kiintoainehiukkaset jäävät kasviin kiinni ja täten laskeutuu kosteikon pohjalle. Kosteikon kasvillisuus on monipuolista, sillä osa kasvillisuudesta on veden alla ja osa kasvaa kosteissa olosuhteissa veden rajassa. Kasvillisuuden tulee tulla toimeen erilaisissa olosuhteissa, sillä kosteusolosuhteet voivat vaihdella paljonkin sateen aikana. (Ahponen 2003; Lehtinen 1997, 2.)

Kosteikko saadaan maisemoitua kaupunkioloihin sopivaksi ja viihtyisäksi istuttamalla sinne kosteassa maassa viihtyviä perennoja. Kasvillisuutta suunniteltaessa on tärkeää tietää, millaisissa olosuhteissa kasvit viihtyvät. Kasvin menestymisvyöhykkeet täytyy myös tietää pensaita ja puita istuttaessa, jotta ne selviävät talvesta. Oikeanlaisissa kasvuolosuhteissa kasvit menestyvät, eikä täydennysistutuksia tarvitse tehdä.

4.3 Talviolosuhteet

Talviolosuhteissa alhainen lämpötila vaikuttaa kosteikon toimintaan, sillä lämpötilan ollessa korkea on kosteikon biologinen aktiivisuus tehokkaampaa.

Alhaisessa lämpötilassa fosforin pidättymis- että vapautumisreaktio hidastuvat. Keväällä lumien sulamisena aikaan virtaama on suurinta ja kosteikon kuormitus enimmillään. Toisaalta taas kaupunkiympäristössä virtaama on kesällä rankkasateiden aikaan suurinta. Keväällä jään sulaessa sulanut vesi jää pinnalle ja näin kiintoaine huuhtoutuu virtaaman mukana vesistöön. (Aaltonen 2008, 8; Puustinen 2007, 12; Ahponen 2003.)

4.4 Kosteikon suunnittelu

Kosteikkoja suunniteltaessa on otettava huomioon hankkeen tavoitteet ja kosteikon käyttötarkoitus. Kosteikon suunnitteluun ja sen mitoittamiseen vaikuttavia asioita ovat erityisesti:

- valuma-alue
- paikallisilmasto, esimerkiksi sadanta- ja lämpötila
- maaperä
- vesistöt, pienvedet ja pohjavedet, niiden tila ja käyttö
- pohjavesialueet, pohjaveden laatu ja pinnankorkeus sekä sen vaihtelut
- alueen topografia ja kasvillisuus
- olemassa oleva ja suunniteltu maankäyttö ja läpäisemättömien pintojen ala; ja erilaiset suojelekohteet, kulttuuri- ja perintökohteet

(Eskola, Tahvonen 2012, 112.)

Kosteikon suunnittelussa on tärkeää kartoittaa valuma-alue. Valuma-alueen kartoittamiseen tarvitsee hyvän karttapohjan. Kartan avulla saa hyvin lähtötietoa valuma-alueesta, ja karttatarkastelun jälkeen voidaan tehdä maastokäyntejä täydentämään valuma-alueen tietoja. Valuma-alueen rajaamisen periaatteena on määrittää alue, jolta vesi virtaa kosteikkoon. Vedenjakajina toimivat maaston korkeimmat kohdat. Taajama-alueella valuma-alueen rajausta voivat hankaloittaa hulevesiviemärit ja katuojat. (Sarvilinna, Hjerppe, Arola, Hämäläinen, Jormola 2012, 21.)

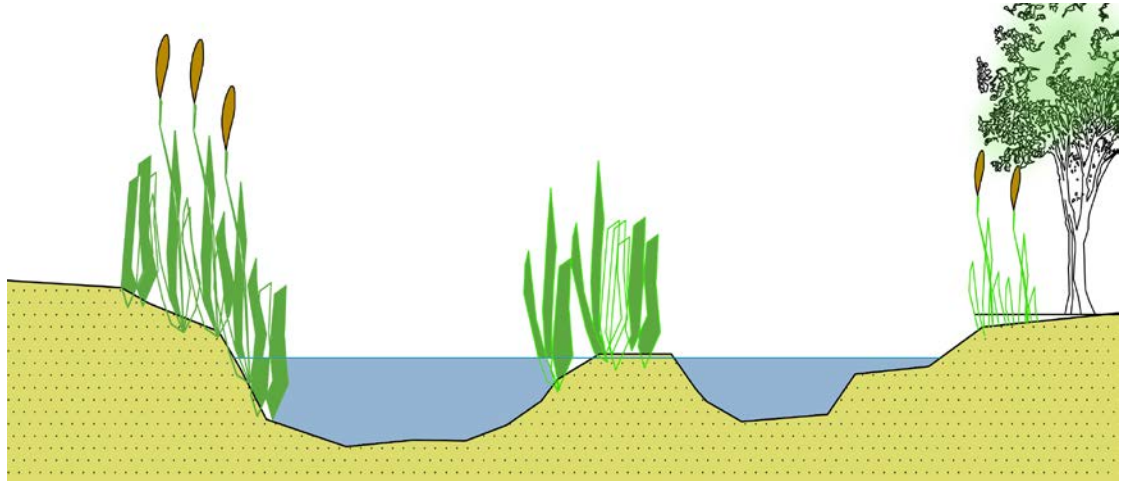
4.5 Kosteikon sijainti ja rakenne

Kosteikot ovat pääasiassa valuma-alueen alaosiin soveltuvia hulevesien käsittelymenetelmiä. Kosteikon perustaminen on edullisinta jo valmiiksi kostealle paikalle, jossa kasvillisuus on sopeutunut kosteisiin oloihin, jolloin siistimistoimenpiteet tai pienet muutokset ovat riittäviä. Maa- ja metsätalousministeriön mukaan kosteikon pinta-alan tulisi olla 1-2 prosenttia valuma-alueen koosta ja viipymän 3-5 päivää, jotta kosteikon vettä puhdistava vaikutus toimii. (Puustinen 2007, 18; Ruohtula, 1996, 9.)

Kosteikkoja voidaan kaupunkiympäristössä rakentaa luonnonpuroihin – ja jokiin. Jokiin tai puroihin perustetaan kosteikkomaiset olot, mutta tällöin huomioon on otettava vesistön maisemallinen arvo ja ekologia. Maatalouskosteikot pidättävät runsaasti pelloilta tulevia ravinteita, joten kosteikossa tulee olla riittävästi kasveja. Kosteikon pohjassa tulee olla hyvä pintasedimentti, jotta kiintoaineet pidättyvät siihen. Kosteikon muotoiluun vaikuttaa pitkälti maaston korkeussuhteet ja kosteikon perustamistavat. Monivaikutteinen kosteikko muodostuu syvänteistä, matalista osista, loivista rantavyöhykkeistä, tulva-alueista, niemekkeistä ja saarekkeista (KUVIO 7). Kosteikon on tarkoitus vähentää virtaamahuippuja ja lisätä veden viipymää, joten kosteikon muotoilussa täytyy ottaa huomioon nämä seikat. Kosteikkoon ei saa muodostua kanavia, vaan veden on jakauduttava tasaisesti koko alueelle. Kosteikko kannattaa muotoilla niin, että kosteikon alkupäässä on allasosa, jossa veden virtaama tasaantuu ja allasosan jälkeen tulee matalampi kohta, jossa kiintoaineet ja ravinteet tarrautuvat kasvillisuuteen. Allasosassa hitaasti virtaava vesi saa aikaan suurempien partikkelien laskeutumisen kosteikon pohjaan. (Ahponen 2003.)

Luonnonmukaisina eroosiosuojausmateriaaleina käytetään kivi- ja moreenisuojauksia, maaperää sitovaa kasvillisuutta ja geotekstiilejä, jotka ovat biohajoavia, esimerkiksi kookosmattoja. Eroosiosuojauskasvillisuus lisää myös luonnon monimuotoisuutta ja sitovat kiintoaineita. Pohjakynnysten materiaaleina käytetään kiveä, soraa tai puuta. Pohjakynnyksien avulla voidaan säädellä vedenkorkeutta ja ehkäistä rantapengerten sortumista. Pohjakynnyksien karkealla materiaalilla voidaan muodostaa kaloille kutupaikkoja. Penkereen leveyden tulisi olla vähintään 3 metriä, jotta sen päällä voi ajaa traktorilla ja penkereen luiskien

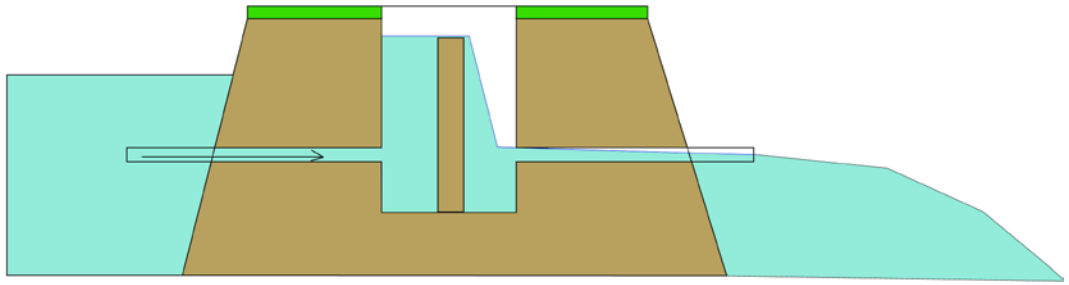
kaltevuus on vähintään 1:3. (Sarvilinna, Hjerppe, Arola, Hämäläinen, Jormola 2012, 52-53.)



KUVIO 7. Kosteikon rakenne.

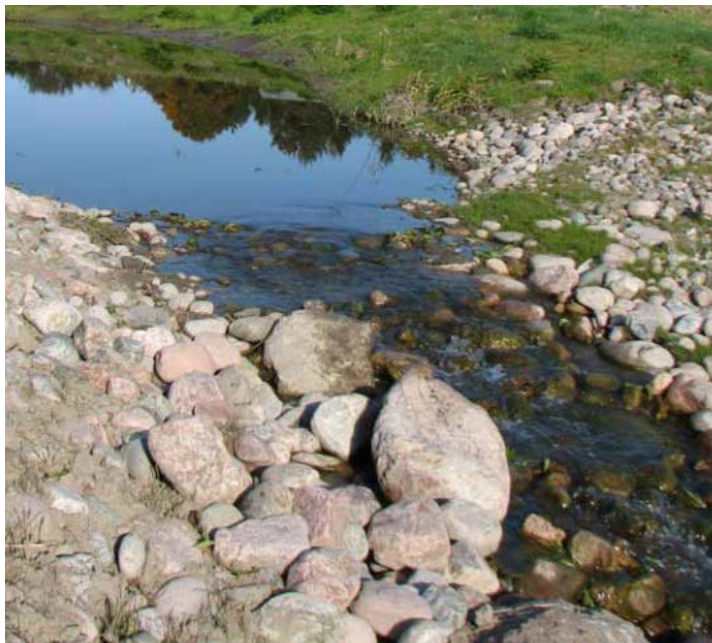
4.6 Patorakenteet

Kosteikoissa olevat padot ovat matalia, uoman pohjasta mitattuna noin 1-2 metrin korkuisia. Kosteikoissa voidaan käyttää munkkipatoa (KUVIO 8.) tai ns. ylisyoösytratoja eli pohjapatoa (KUVIO 9.) tai pintapatoa. Pohjapato on uomaan rakennettu kiinteä kynnyks, jonka yli vesi virtaa tulvan aikana. (Ruohtula 1996, 28.) Pohjapatoa käytettäessä tulvan aikana vesi ylittää padon harjan kun taas pintapatoa käytettäessä alapuolinen vedenpinta on aina padon harjan alapuolella. Ylisyoösytratoon voidaan rakentaa tyhjennysputki, jotta kosteikko voidaan joskus tyhjentää. V-aukkoisella padolla pystytään seuraamaan veden virtaamaa ja v-aukkoa kaventamalla saadaan vedenpinnan voimakasta vaihtelua tulva-aikana. (Puustinen ym. 2007, 68.) Munkkipadolla veden korkeutta säädellään yhdestä pisteestä. Munkkipatoon kuuluu muovinen tai betoninen rakenne, josta vettä käydään säätämässä esimerkiksi lankkuseinämän avulla. (Mömmö & Haatainen 2009, 18.)



KUVIO 8. Munkkipato

Padon sisuksen on oltava vettä läpäisemätöntä maa-ainesta ja kerrokset on tiivistettävä hyvin, jotta sortumat vältetään. Kohta, josta vesi virtaa täytyy peittää tarpeeksi suurilla kivillä (läpimitta vähintään 300 mm ja 35-40 kg). Kivet tulee asetella tarpeeksi tiiviisti, jotta niiden alapuolinen maa ei pääse sortumaan veden virtauksen vuoksi. Ruohtulan 1996 mukaan padon kaltevuus yläpuolisen veden puolelta on oltava 1:2 tai loivempi ja alapuolelta 1:8 tai loivempi. Padon harjan leveyden tulee olla kaksi kertaa padon korkeuden, mutta vähintään 3 metriä leveä. Alhaisen 2012 mukaan taas padon minimikaltevuus veden alapuolelta on 1:3 ja kiviverhoilussa tulisi käyttää raekooltaan 100-700mm kiveä sekä padon harjan pituus tulee olla 1-3 metriä.



KUVIO 9. Pohjapato. (Karhunen 2012.)

4.7 Kosteikon puhdistusmekanismit

Sedimentaatio, eli kiintoaineksen laskeutuminen kosteikon pohjalle on merkittävä vesien puhdistusmekanismi. Veden viipyminen on merkittävässä asemassa kosteikossa, sillä kiintoaine laskeutuu tehokkaammin viipyvässä vedessä. Maatalousympäristössä osa fosforista on sitoutunut kiintoaineeseen. Liian pieneksi mitoitettu kosteikko voi ylivirtaaman aikana päästää kiintoainetta uudelleen liikkeelle, ja näin kiintoaineet joutuvat vesistöön. (Puustinen ym. 2007, 12-13.)

Kosteikon syvissä allasosissa tapahtuu denitrifikaatiota eli mikrobitoiminnan kautta tapahtuvaa nitraattitypen pelkistymistä kaasumaiseen, ilmakehään haihtuvaan muotoon. Toisin kuin fosfori, typpi poistuu kosteikosta. Denitrifikaatio vaatii osittain hapettomia olosuhteita, joten kosteikon syvät osat otollisia paikkoja typen poistumiselle, sillä kosteikon pohjalla olevat kuolleet kasvinosat aiheuttavat happikatoa. Typen denitrifikaatioon vaikuttaa ilman lämpötila, ja mitä korkeampi lämpötila kosteikossa on, sitä voimakkaampaa on typen poistuminen. Myös pitkä viipymä tehostaa typen poistumista. (Puustinen 2007, 12-13.)

Kosteikon matalissa ja hapekkaissa osissa tapahtuu fosforin pidättäminen. Veteen liuennut fosfori sitoutuu kemiallisesti kosteikon pohjassa olevaan pohjasedimenttiin (adsorptio). Jos kosteikon tarkoituksena on pidättää fosforia, on kosteikko suotuisinta perustaa paikkaan, jossa maaperän fosforipitoisuus on mahdollisimman pieni. Kosteikon fosforin pidättäminen todennäköisesti heikentyy kosteikon iän myötä, sillä maaperän rauta - ja alumiinivarannot ovat rajalliset. (Puustinen 2007, 12-13.)

Kasvillisuus kuluttaa ravinteita biologisesti. Kasvuvaiheessa kasvillisuus voi varastoida huomattavan määrän ravinteita, mutta lakastumis - ja hajoamisvaiheessa ravinteet lähtevät liikkeelle uudelleen. Juuristoon ja puumaiseen kasvillisuuteen varastoituneet ravinteet eivät vapaudu kosteikkoon uudelleen. (Puustinen 2007, 14.)

4.8 Kosteikon hoito

Kuolleet kasvinosat ja lisääntynyt kasvillisuus tulisi poistaa kosteikosta ajoittain, sillä kuollut kasvillisuus päästää ravinteet uudelleen veteen. Kasvillisuutta tulisi niittää muutaman vuoden välein, sillä runsastunut kasvillisuus muuttaa kosteikon hydrologia olosuhteita. Patorakennelmat on tutkittava suurien virtaamien jälkeen mahdollisten vaurioiden ja korjausten vuoksi. Kosteikon pohjalle kertyneen lietteen poistaminen tietyn väliajoin kosteikosta pidentää kosteikon käyttöikä, koska ravinteiden pidättämiskyky lisääntyy. Lietteiden poistaminen tehdään joko kaivinkoneella tai lietepumpulla, silloin kun altaat ovat täyttyneet tai liete on tulvan sattuessa vaarassa lähteä liikkeelle. (Ahponen 2003; Kuntaliitto, 227; Puustinen ym. 2007, 69.)

4.9 Maatalouden monivaikutteinen kosteikko

Monivaikutteisen kosteikon päätavoite on vesiensuojelu, mutta sillä on myös maisemallista ja ekologista arvoa. Pelloilta valuvat vedet ovat hyvin ravinnerikkaita. Kosteikot ovat eläimistölle tärkeitä alueita ja puolisuokeltajat viihtyvät matalissa kosteikon matalissa osissa, joista ne löytävät ravintonsa. Vesilinnuille kosteikot tarjoavat pesimispaikkoja, suojaa ja ravintoa, joten hyvä kosteikko sorsille onkin mosaiikkimainen, jossa on avovettä 50 % kosteikon pinta-alasta (KUVIO 10). Kosteikot voivat parantaa myös kalataloutta, sillä kosteikkoon voidaan perustaa kutupaikkoja. Matalilla alueilla kasvillisuus on monimuotoista, ja kasvillisuudella sekä vesielementillä saadaan lisättyä maisemaa arvoa. Virtaavan veden ja linnuston äänet luovat kosteikkoihin ainutlaatuisen äänimaiseman. (Aitto-oja 2012, 12-13; Ympäristöhallinto 2010.)

Monivaikutteisten kosteikkojen perustamiseen voi hakea tukea ei-tuotannollisten investointien tukea. Tuen saamiseksi hakijan on sitouduttava kosteikon hoitoon 5-10 vuodeksi. Lisäksi tuen saamisen ehtona on, että kosteikon koko on 0,5 prosenttia valuma-alueesta ja että valuma-alueesta 20 prosenttia on peltoa. Kosteikon perustamiseen haetaan tukea ELY-keskuksen Elinkeinot, työvoima, osaaminen ja kulttuuri-vastuualueelta, Maaseutu ja Energia-yksiköstä, joka tarvittaessa pyytää kommentin hankkeen vesiensuojelullisesta soveliaisuudesta Ympäristö ja luonnonvarat vastualueen Vesien tilan yksiköltä.

Tukea voi saada enintään 11500 euroa/kosteikkohehtaari. Tukea haettaessa kosteikosta täytyy olla suunnitelma, eikä kosteikkoa saa käydä rakentamaan ennen hyväksyvää tuensaamispäätöstä. (Ympäristöhallinto 2010.)

Monivaikutteiseen kosteikkoon voi hakea myös hoidon erityistukea. Tuen ehdot ovat samat, että peltoalan on oltava 20 prosenttia valuma-alueesta. Tuen hakijan on sitouduttava ympäristötukijärjestelmään. Hoidon erityistukea voi hakea myös rekisteröity yhdistys. Tukea haettaessa on hoidosta tehtävä suunnitelma ja tuen saatua on kosteikon hoidosta pidettävä hoitopäiväkirjaa. (Ympäristöhallinto 2010.)



KUVIO 10. Mosaiikkimainen kosteikon rakenne. (Hagelberg, Karhunen, Kulmala & Larsson, 2009, 13.)

5 KOSTEIKKOTYÖ SUOMESSA

Suomessa tehdään kosteikkotyötä vesien suojelun, hulevesien luonnonmukaisen hallinnan, luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi, riistan hoidon, ja luonnon suojelun vuoksi. Kosteikot ovat arvokkaita ja uhattuja luontoalueita, ja niillä on ainutlaatuinen ja monipuolinen ekosysteemi. Kosteikot ovat erityisesti linnuille tärkeitä alueita, sillä Euroopan 3600 arvokkaasta lintualueesta 70 prosenttia on kosteikkoja. (Asanti 2004.)

5.1 WWF:n kosteikkotyö

Itämeren ravinnepitoisuudet lähtivät nousuun 1980-luvulla ja 1990-luvulta lähtien. Suomenlahdella fosforipitoisuudet ovat kasvaneet voimakkaasti. Viime vuosina fosforipitoisuuksia on saatu vähenemään. Itämeren ravinnekuormituksen suurin lähde on maatalous, sieltä tulee kaksi kolmasosaa Itämeren ravinnekuormituksesta. Itämereen tulee ravinnekuormituksia myös teollisuudesta, haja-asutuksesta, metsätaloudesta ja kalataloudesta, ja ilman kautta tulee Itämereen typpeä. (WWF 2012.)

Itämeren ongelmana ovat runsaat sinileväesiintymät ja pohjan happikato. Mikroskooppisen planktisen levän biomassan arvellaan lisääntyneen 30 - 70 prosenttia 1900-luvun alusta. Tämä sumentaa vettä, josta kärsii eniten pohjan kasvillisuus. Vuosittaiset runsaat sinileväkukinnot ovat kasvaneet kuormituksen seurauksena. Hapettomat kaudet ovat luonnollista Itämerelle, mutta happikadon pinta-ala on kasvanut 1900-luvulla. Hapettomuus yhdessä rikkivedyn kanssa tappaa pohjalla eläviä eläimistöä. Rehevöitymisen myötä rihmalevien määrä on kasvanut, ja nämä levät tuhoavat rakkolevien elinympäristöä. Rakkolevissä elää runsas eläimistö, ja ne ovat kaloille tärkeitä lisääntymis- ja ruokailupaikkoja. Rihmalevät irtoavat kasvualustastaan ja ajautuvat pohjan painanteisiin aiheuttaen hapettomuutta niiden alle jäävissä sedimenteissä. (WWF 2012.)

WWF on aloittanut kosteikkotyön Itämeren rehevöitymisen vähentämiseksi, suojelemiseksi ja sisävesien luonnon monimuotoisuuden lisäämiseksi. Vuonna 2011 WWF laati kosteikkojen yleissuunnitelman Loviisanjoen alueella, josta löydettiin 45 sopivaa monivaikutteisen kosteikon perustamisaluetta. Työn

toteutuksesta vastasi WWF ja rahoittajana toimi maa- ja metsätalousministeriö. Uudenmaan ELY-keskus hallinnoi yleissuunnitelma-projektia. (WWF 2012.)

5.2 Kotiseutukosteikko – Life hanke

Kotiseutukosteikko – Life hankkeella on päätavoitteena luoda perusta kosteikkotyölle, jonka tarkoituksena on pyrkiä maanomistajalähtöiseen kosteikon perustamis-, kunnostamis- ja hoito-ohjelmaan. Maanomistajat ja paikalliset tahot osallistuvat käytännön toteutukseen. Ihmisiä halutaan saada kiinnostumaan ja innostumaan kotiseutunsa kosteikkotoimintaan. (Kotiseutukosteikko-esite.)

Valtakunnallinen esittely- ja kehittämishanke perustaa jokaiseen maakuntaan monivaikutteisen mallikosteikon, jotka innostaisivat ihmisiä kosteikkotyöhön. Esimerkkikohteet edistävät luonnon monimuotoisuutta ja ne toimivat vesilintujen elinympäristönä. Kotiseutukosteikko Life – hanke haluaa turvata tulevaisuuden metsästysmahdollisuudet. Muita tavoitteita on opetella ja kehittää kosteikkojen perustamista ja kunnostamista sekä seurata vesilintuja. Hankkeen rahoittajina toimii EU Life +, Suomen riistakeskus ja maa- ja metsätalousministeriö. (Kotiseutukosteikko-esite.)

Esimerkkikohde Pohjois-Karjala Pappilanluhta

Pappilanluhdan kosteikko on ensimmäinen Kotiseutukosteikko –Life hankkeen perustama kosteikko (KUVIO 11). Kosteikko on pinta-alaltaan noin 14 hehtaaria ja sen vedenpinnan korkeus on yhteydessä Pielisen vedenpintaan. Luhta on ennen toiminut laidunnusalueena, mutta laiduntamisen loputtua se on saanut olla luonnontilaisena. Laidunnuksen aikana luhta oli osan vuodesta veden peittämä. Laidunnuksen jälkeen luhdan alue oli kasvamassa umpeen, ja uuden kunnallistekniikan vuoksi valuma luhdan alueella oli vähentynyt. Entisenä vesilintujen ja kahlaajien elinympäristönä se oli alkanut menettää merkityksensä. Pappilanluhdan kunnostamisen jälkeen alueella on taas avovesialueita. Kosteikon tavoitteena on toimia vesilintujen elinympäristönä sekä tuoda muita lajeja kosteikkoon.

Kosteikko perustettiin kaivamalla, koska se on suorassa yhteydessä Sokojokeen. Ylävaluman vähyiden vuoksi kosteikon suunnittelu oli haastavaa, sillä veden

täytyy vaihtua kosteikossa. Veden vaihtumattomuuden vuoksi sen laatu heikentyy merkittävästi. Alun perin vettä olisi virrannut vain Sitalammesta kosteikkoon, mutta veden vaihtuvuuden vuoksi täytyi kosteikkoon saada lisävirtaamaa.

Lisävirtaamaa saatiin kosteikkoon entisöimällä vanha kanava, jonka kautta vesi tuli Sitalammista Sokojokeen ja sieltä kosteikkoon. (Kotilainen 2011.)

Kosteikon laskuojaan rakennettiin pohjakynnys, joka pysäyttää kiintoaineen ja vähentää pohjavirtausta. Kosteikkoon rakennettiin saarekkeita, jotka tuovat turvaa vesilintujen poikasille ja kaivettiin syvempi avovesialue sekä matalampia kasvillisuuden peittämiä alueita. Kosteikon reunat ovat mutkittavia, jotta rantaviivaa saatiin lisää. Alueen piti routaantua ennen kosteikon perustamista raskaan kaluston vuoksi. Kaivuumaat kuljetettiin pois kosteikkoalueelta. (Kotilainen 2011.)

Kosteikkoa seurataan perustamisen jälkeen riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ohjeiden mukaan. Aluetta seurataan vesilintulaskennalla, poikuelaskennalla ja parilaskennalla. Metsästystä ei alueella voi harrastaa, sillä kosteikko perustettiin lähelle Lieksan keskustaa, mutta se toimii muuttolintujen levähdyspaikkana. Kosteikolle on rakennettu lintutorni, jossa voi käydä katselemassa lintuja. Keskustan läheisyyden vuoksi myös koulut voivat käyttää kosteikkoa opetustarkoituksessa. (Kotilainen 2011.)



KUVIO 11. Pappilanluhdan kosteikko. (Kotilainen.)

5.3 Metsäkeskuksen kosteikkotyö

Metsäkeskuksella on meneillään hanke, jonka tarkoituksena on Etelä-Savon vesiensuojelun tehostaminen ja kosteikkoluonnon monimuotoisuuden lisääminen. Nämä luonnonhoitohankkeet toteutetaan metsäisillä valuma-alueilla. Suunnittelu ja toteutus on maanomistajille ilmaista ja hankkeeseen osallistuminen vapaaehtoista. Olennaista hankkeessa on metsänomistajien ja metsätalouden toimijoiden tiedotus ja neuvonta vesiensuojelutyöstä ja kosteikkoluonnon monimuotoisuudesta. Metsäkeskuksella on meneillään kuusi hanketta. (Metsäkeskus 2012.)

5.4 Ramsar-sopimus

Ramsar-sopimus on allekirjoitettu Iranissa Ramsarin kaupungissa vuonna 1971. Sopimuksen on allekirjoittanut vuonna 2004 mennessä 141 valtiota, ja se on ensimmäinen kansainvälinen sopimus, joka käsittelee tiettyjen luontotyyppien suojelua. Ramsar-sopimus tehtiin, sillä kosteikkolintulajit ja niiden elinympäristöt olivat häviämässä. Kosteikkoympäristöt ovat arvokkaita lintujen pesimä- ja levähdyspaikkojen kannalta. Ne ovat tärkeitä myös virkistysarvollisesti sekä kalatalouden kannalta. Keski-Euroopassa kosteikot toimivat kuivina kausin vesivarastoina kasteluvedelle. (Asanti 2004, 2-3.)

Ramsar-alueen valinnan keskeinen peruste on, että alueella on kansainvälistä arvoa. Ramsar-sopimuksessa on useita muitakin kriteerejä valintaan, ja perusteena voi olla uhanalainen kasvi- tai eläinlaji tai alueen ympäristön ainutlaatuisuus. Ramsar-sopimuksen allekirjoittanut valtio sitoutuu suojelemaan Ramsar-alueeksi valittua paikkaa ja sen ekologista arvoa. (Asanti 2004, 2-3.)

Suomessa Ramsar-sopimus astui voimaan vuonna 1975 ja ramsar-kosteikkoalueita on Suomessa 49 kappaletta. Alueiden yhteispinta-ala on 785 780 hehtaaria. Suomessa sopimuksen pyrkimyksenä on estää kosteikkojen häviäminen ja se kattaa nykyisin kaikki suojelun ja alueidenkäytön ulottuvuudet. Kohteet arvioidaan ekosysteemin arvon mukaan eli arvioidaan kasvillisuus, linnusto, selkärangattomat ja nisäkkäät. Suomessa Ramsar-alueet kuuluvat Natura-alueisiin ja suojelulliset tavoitteet toteutetaan Natura-alueiden suojelutoimenpiteiden

kautta. Suomessa Ramsar-alueet kuuluvat läntiseen palearktiseen alueeseen, joka on osana vesilintujen muutonaikaisia levähdys- ja pesimäalueita. Tämä verkosto ulottuu arktisilta alueilta Afrikan kosteikoilla asti. (Asanti 2004, 3-5.)

5.5 PISA 2013 Pien-Saimaan kuormituksen vähentämishanke

PISA 2013 on hanke, jonka tavoitteena on vähentää Pien-Saimaan ulkoista kuormitusta ja veden laadun ja vesistön kehityssuunnan muuttamista. Hanke pyrkii palauttamaan Pien-Saimaan lähelle luonnonmukaista tilaansa ja lisäämään vesistön virkistysarvoa sekä turvaamaan talousveden. Tärkeää on saada hankkeen suunnitellut ja toteutetut toiminnot jäämään pysyviksi ratkaisuksi myös tulevaisuudessa. Hanke on kolmevuotinen, ja sen toteutusaika on 1.10.2010-30.9.2013. PISA 2013 hankkeen rahoittajat ovat EU maaseuturahasto ja Kaakkois-Suomen ELY-keskus sekä Lappeenrannan kaupunki ja Raija ja Ossi Tuuliaisien säätiö. (Lappeenranta 2011.)

PISA-hankkeen keskeinen keino ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi on pienentää maa- ja metsätalouden sekä haja-asutuksen vesistökuormitusta Läntisen Pien-Saimaan valuma-alueella. PISA 2013 hanke tehdään yhteistyössä alueen asukkaiden, maanviljelijöiden ja maanomistajien kanssa. Valuma-alue on laaja, eikä alueella ole yhtä suurta kuormittajaa, vaan kuormitusta tulee pienten purojen ja uomien mukana vesistöön. Kuormittavia tekijöitä ovat muun muassa maa- ja metsätalous, haja-asutus, loma-asutus, taajaman hulevedet, turvetuotanto ja laskeuma (Lappeenranta 2011.)

PISA 2013-hanke on järjestänyt yleisötilaisuuksia tuodakseen hankkeen alueen asukkaiden ja toimijoiden tietoon. Hanke on tuottanut vesiensuojeluoppaita ja tarjoaa neuvontaa, koulutusta ja apua suunnitteluun. Hankkeen aikana on tarkoitus toteuttaa haja-asutuksen jätevesihuollon ja metsätalouden vesiensuojelun yleissuunnitelmat Läntisen Pien-Saimaan valuma-alueella, tiloille tehtävät ympäristösuunnitelmat sekä tila- ja lohko-kohtaiset ravinnetaset ja viljelysuunnitelmat, vesiosuuskuntien perustaminen ja kehittäminen, kuivakäymälöiden käytön edistäminen, osavaluma-alueiden kuormituksen vähentäminen sekä tiedotus ja seuranta. (Lappeenranta 2011.)

Vuonna 2011 toteutuneita hankkeita ovat olleet: Skinnarilan kosteikko, virtaamaselvityksen YVA, hoitokalastuskokeilu Merenlahdella, jätevesineuvontahanke Jässi, PISA 2013 hankkeen käynnistäminen, viemäriverkkojen saneeraus, tiedotusta, neuvontaa, suunnittelua ja sidosryhmätyötä. Toimenpiteet, jotka on tarkoitus toteuttaa vuonna 2012, ovat virtausohjauksen toteuttaminen, 2-3 Hulevesikosteikon rakentaminen Sunisenlahden rannalle 2012, täysimittaisen hoitokalastuksen aloitus ja kaupunkialueiden ulkopuolelle kosteikkorakentamista ja muita vesiensuojelurakenteita Pien-Saimaan valuma-alueelle. (Lappeenranta 2011.)

Skinnarilan kosteikko

Skinnarilan kosteikko perustettiin Pien-Saimaan kunnostamishankkeen yhteydessä syksyllä 2011, ja keväällä 2012 siihen istutetaan kasvillisuus. Kosteikon näytteenottoaikasta saatujen kuormitustietojen mukaan kosteikko on alkanut toimia halutulla tavalla ja kosteikko on jo pienentänyt kiintoaineen, fosforin ja typen määrää. Joulukuun lopulla saatujen näytteiden mukaan typpeä on päässyt vesistöön enemmän kuin kosteikkoon on tullut (TAULUKKO 1 ja 2).

TAULUKKO 1. Kuormitustiedot 19.12.2011 (Uski 2012. c)

Tarkkailu				
pvm	yksikkö	tuleva	Lähtevä/ vesistöön	
19.12.2011				
Kiintoaine	mg/l	35	10	
Kok.N	µg/l	1400	1300	
Kok.P	µg/l	71	45	
coliform. 36 ⁰ C	MPN/100ml	2400	870	
E.Coli	MPN/100ml	370	550	
Enterokokit 36 ⁰ C	MPN/100ml	2000	810	

Taulukko 5. Kuormitustiedot 27.12.2011 (Uski 2012. c)

27.12.2011			
kiintoaine	mg/l	99	66
Kokonaistyyppi	µg/l	880	1000
kokonaisfosfori	µg/l	180	72

6 KIVISALMEN KOSTEIKKOSUUNNITELMA

Kivisalmen kosteikko toteutetaan vesiensuojelullisista syistä, sillä Pien-Saimaassa on alkanut näkyä rehevöitymisen merkkejä ja sen luonnontila on muuttunut karusta järvestä keskireheväksi ja ekologinen tila on muuttunut tyydyttäväksi. (Lappeenranta 2011.)

6.1 Suunnitelmaprosessi

Opinnäytetyöprosessi lähti käyntiin aihevalinnalla. Olin kiinnostunut luonnonmukaisesta hulevesien hallinnasta ja halusin tehdä opinnäytetyöni siihen liittyen. Lappeenranta on minulle tuttu kaupunki, joten opinnäytetyön teko sinne oli minulle luontevaa. Lappeenrannan seudun ympäristötoimi tarjosi minulle opinnäytetyön aiheeksi hulevesikosteikon rakentamissuunnitelmaa.

Hulevesikosteikkojen rakentaminen Lappeenrantaan liittyy Pien-Saimaan kunnostushankkeeseen.

Kosteikon suunnittelualue sovittiin Lappeenrannassa kokouksessa 25.1.2012. Kokouksessa käytiin läpi hankkeen taustaa ja tarvetta, johon kosteikkojen perustaminen liittyy. Kokouksessa todettiin, että kosteikot perustetaan Kivisalmeen ja Sammonlahteen. Opinnäytetyöksi valittiin Kivisalmen kosteikko. Suunnitelmalla tulee pystyä tekemään urakkakilpailutus, hakemaan tarvittavat luvat ja perustamaan kosteikko. Suunnitelmaan tulee liittää poikkileikkauksia kosteikosta ja padosta. Kokouksessa päätettiin, että kosteikkojen rakennus aloitetaan syksyllä uimasesongin päätyttyä, joskin suunnitelman tulisi olla valmis toukokuun alkupuolella lupien ja kilpailutuksen vuoksi.

6.2 Aineisto

Lähtöaineistona käytettävissä on ollut suunnittelualueetta koskeva kantakartta, johtokartta, kaava-aineisto, keilausaineisto suunnittelualueelta, valuma-alueerajaus, valuntakertoimet, näytepisteestä, virtaamatiedot näytteenoton yhteydessä ja kuormitustiedot. Suunnittelupalavereja on pidetty noin kerran kuukaudessa ja kokouksia kahden kuukauden välein. Muita aineistoja suunnittelussa ja opinnäytetyössä ovat olleet kirjalliset lähteet ja elektroniset lähteet.

6.3 Pien-Saimaa

Pien-Saimaa sijaitsee Lappeenrannan kaupungin ja Taipalsaaren, Savitaipaleen ja Lemminkäisten kuntien sisällä. Se on luonnontilaltaan karu ja kirkasvetinen järvi. Pien-Saimaan ekologinen tila on tällä hetkellä tyydyttävä. Pien-Saimaa on tärkeä virkistysarvokkaasti ja veden hankinnan kannalta. Se on ulkoisen kuormituksen vuoksi alkanut hitaasti rehevöityä, mikä näkyy veden samentumisena, näkösyvyyden alenemisena, alusveden happivajeena sekä verkkojen limottumisena ja leväkukintoina. Tällä hetkellä Pien-Saimaa on keskirehevä eli mesotrofinen. Pien-Saimaa on keskisyvyydeltään vain 4,5 metriä, eli vesistö on matala ja sen virtaama on keskimäärin 4 m³ / 3s. Pien-Saimaan teoreettinen viipymä on lähes viisi vuotta. (Lappeenranta 2011.)

6.4 Vedenpinnan korkeus

Saimaan veden korkeuteen merkittävin vaikuttaja on sade. Sademäärään ja sateen muotoon vaikuttavat vuodenaika. Lumena satava vesi varastoituu talven ajaksi maanpinnalle ja sulassa se aiheuttaa tulvahuipun. Saimaan suuren koon vuoksi sen vedenpinnan korkeus vaihtelee enemmän pienempiin järviin verrattuna. Vedenpinnan korkeuden vaihteluun vaikuttaa myös Saimaan sijainti valuma-alueen alaosassa ja se vaikuttaa myös siihen, että vedenpinnan korkeus on korkeimmillaan vasta juhannuksen jälkeen. Saimaan vedenpinnan korkeus pysyttelee normaalisti 75 metrin ja 76,5 metrin korkeudella merenpinnasta. Vuonna 1942 Saimaan vedenpinta on ollut alimmillaan, silloin vedenpinnan korkeudeksi mitattiin vain 74,32 metriä. Muita ajanjaksoja, jolloin vedenpinnan korkeus on ollut alhainen, ovat vuodet 1942, 1948 ja 2003. Korkeimmillaan taas Saimaan vedenpinnan on mitattu olevan 77,65 metriä merenpinnasta. Korkein lukema on mitattu 1899 elokuussa suurtulvan aikana. 1980-luvun alkupuolella oli myös ajanjakso, jolloin Saimaan vedenpinta pysytteli 76,50 metrin yläpuolella. (Ympäristöhallinto 2011.)

Tulvakorkeudet ovat:

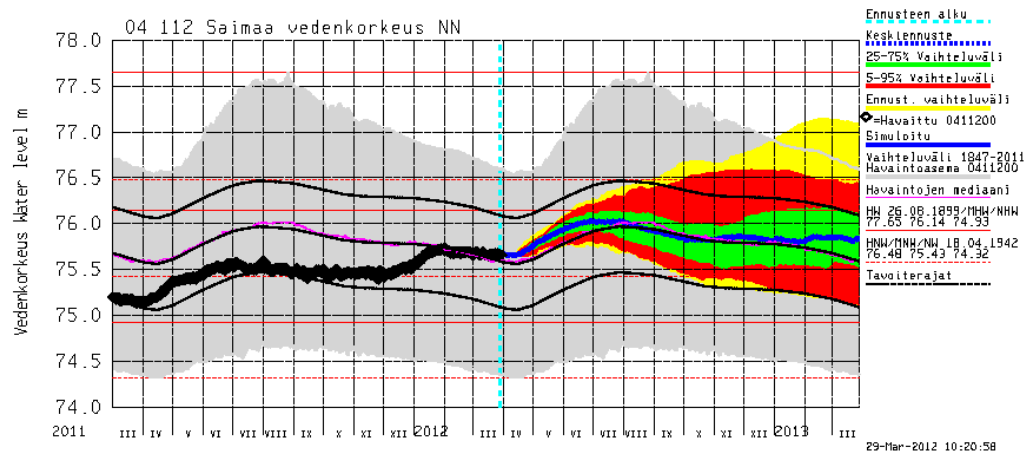
1/20 v. 76.98 (kerran 20 vuodessa veden ennustetaan nousevan)

1/50 v. 77.28

1/250 v. 77.82

(Räsänen 2012.)

TAULUKKO 3. Saimaan vedenpinnan korkeus (Räsänen 2012.)



6.5 Alueen sijainti

Suunnittelualue sijaitsee Etelä-Karjalassa Lappeenrannan pohjoispuolella Kivisalmissa, lähellä Saimaan rantaan. Kosteikko on suunniteltu jakautuvan kolmeen osaan Voisalmentien ja Taipalsaarentien läheisyyteen. (KUVIOT 12 ja 13). Lappeenrannan keskustaan matkaa on noin neljä kilometriä.

Suunnittelualue on noin hehtaarin kokoinen. Kosteikosta yksi osa-alue jää Voisalmentien ja Taipalsaarentien väliin. Alue rajautuu lännessä Saimaaseen ja idässä asutusalueeseen.



KUVIO 12. Suunnittelualue. (Uski 2012. a)

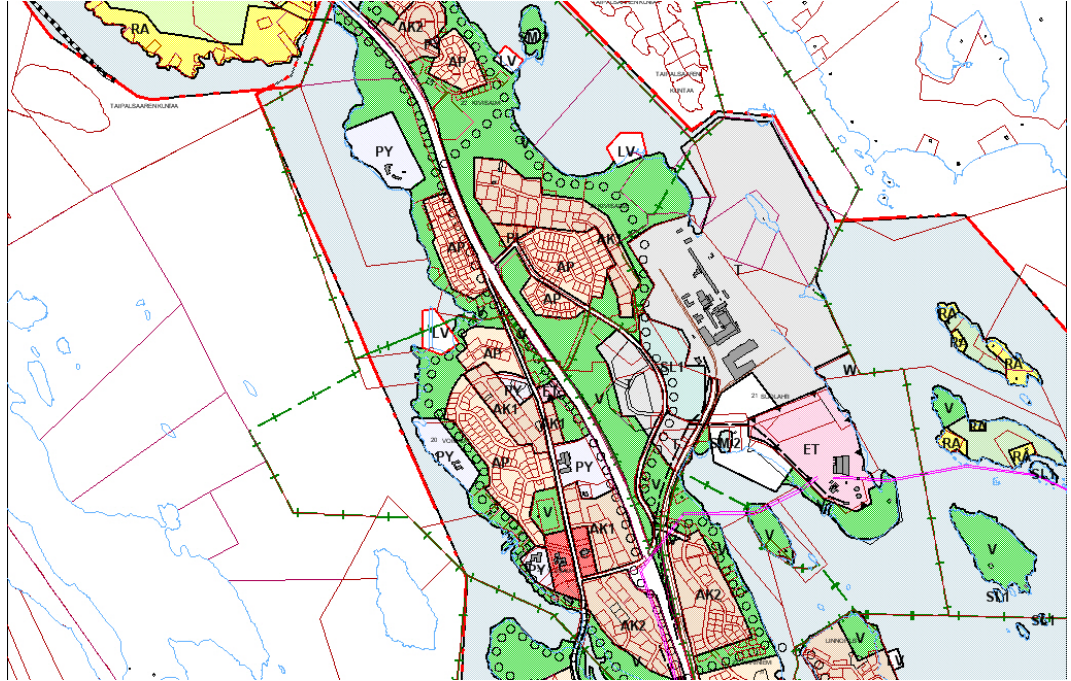


KUVIO 13. Orthokuva suunnittelualueesta. Alue on merkitty mustilla ääri viivoilla. (Uski 2012. a)

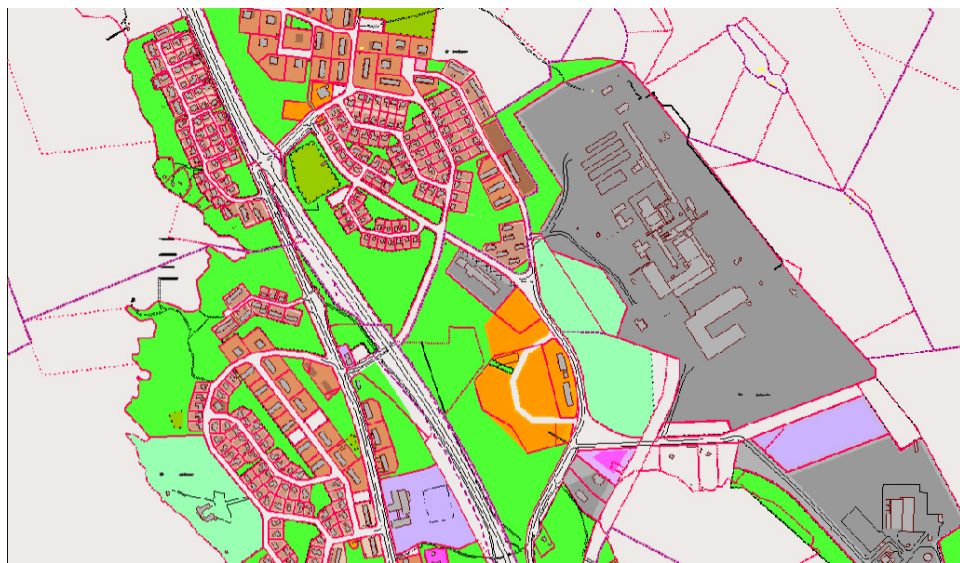
6.6 Kaavoitus

Kivisalmissa on voimassa Etelä-Karjalan maakuntakaava. Maakuntakaavassa suunnittelualue on taajamatoimintojen aluetta. Lähietäisyydessä suunnittelualuetta on valtakunnallisesti merkittävä kulttuurihistoriallinen kohde, jossa sijaitsee

salpalinjan panssariesteitä. Alueen läheisyyteen on merkitty ulkoilureitti. Yleiskaavassa suunnittelualue on osoitettu virkistysalueeksi (KUVIO 14). Suunnittelualueen lähellä on pientalovaltaiseksi merkitty asuntoalue. Vesistöissä suunnittelualueen lähellä on vesiliikenteelle osoitettu alue. Asemakaavassa suunnittelualue on merkitty viheralueeksi (KUVIO 15).



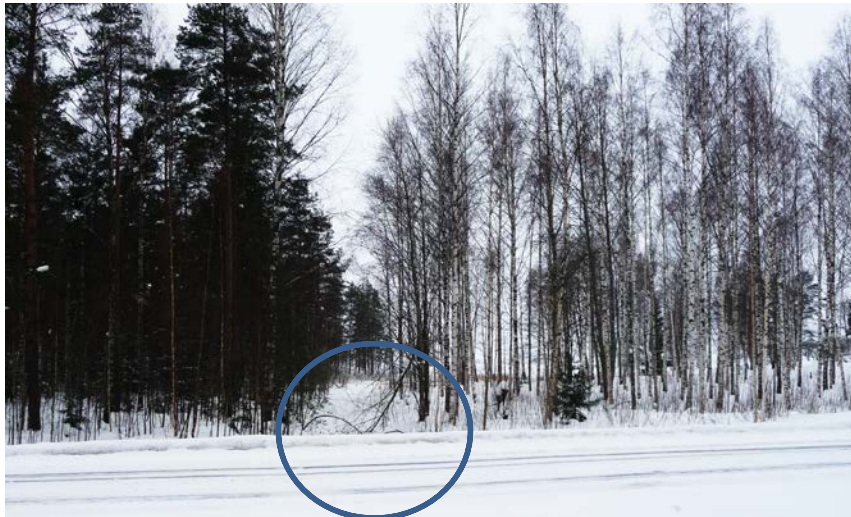
KUVIO 14. Yleiskaava. (Uski 2012. a)



KUVIO 15. Asemakaava. (Uski 2012. a)

6.7 Alueen kuvaus

Suunnittelualueen ympäristö on luhtamaista ja se on kasvamassa umpeen. Alue on ojitettua suota. Maastokäynti alueelle oli helmikuun lopussa, jolloin alue oli lumen peitossa. Maastokäynnillä aluskasvillisuutta ei näkynyt lumen alta, mutta suurimmaksi osaksi alueen puusto on koivua, pajua, mäntyä ja kuusta. Ranta-alueella näkyi ruovikkoa. Alueen avo-ojien uomat ovat suoria. Voisalmentien ja Taipalsaarentien välissä oleva nykyinen avo-oja on kesäisin veden peitossa ja veden syvyys ojassa on jopa yli metrin enimmillään. Alueella on sadejaksojen aikana havaittu hajuhaittoja.

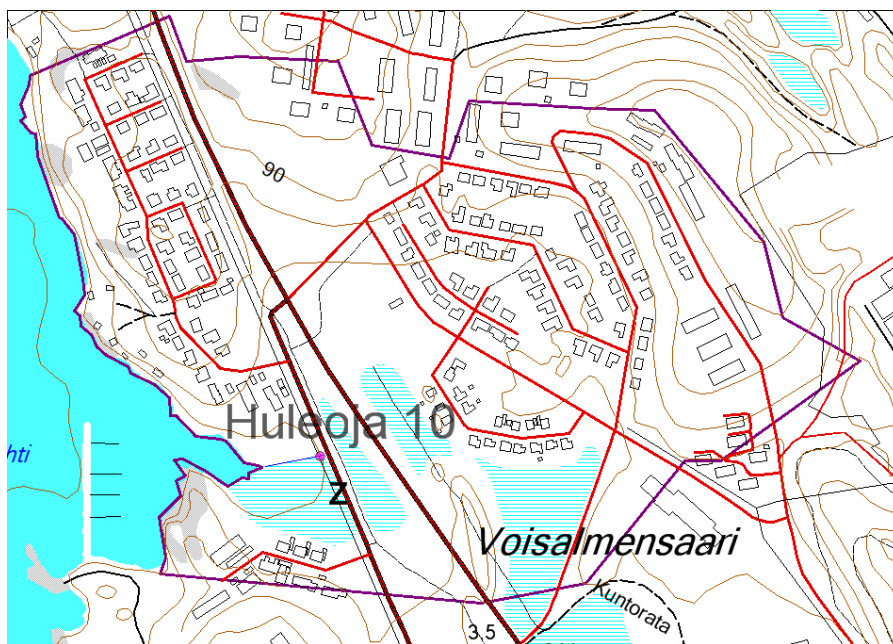


KUVIO 16. Kuva on otettu Voisalmentieltä katsottuna Saimaalle. Kuvassa näkyy alue, jolle kosteikon suurin osa-alue tulee. Keskellä kuvaa sinisellä ympyröidyn alueen kohdalla on näytepiste, jolta kuormitustiedot on saatu. Koivikon ja männikön välissä kulkee avo-oja, joka johtaa hulevedet vesistöön.



KUVIO 17. Kuva on otettu Taipalsaarentieltä ja kuvassa näkyy suunnittelualan toinen osio, joka on Voisalmentien ja Taipalsaarentien välissä. (Kauhanen 2012)

Valuma-alueen koko on 48,3 hehtaaria, josta suurin osa on asutusaluetta. (KUVIO 18) Maa- ja metsätalousministeriön mitoitussuosituksen mukaan kosteikon koon tulisi olla 1-2 prosenttia valuma-alueen koosta. Näin Kivisalmen kosteikon kooksi saadaan $4800\text{ m}^2 - 9600\text{ m}^2$.

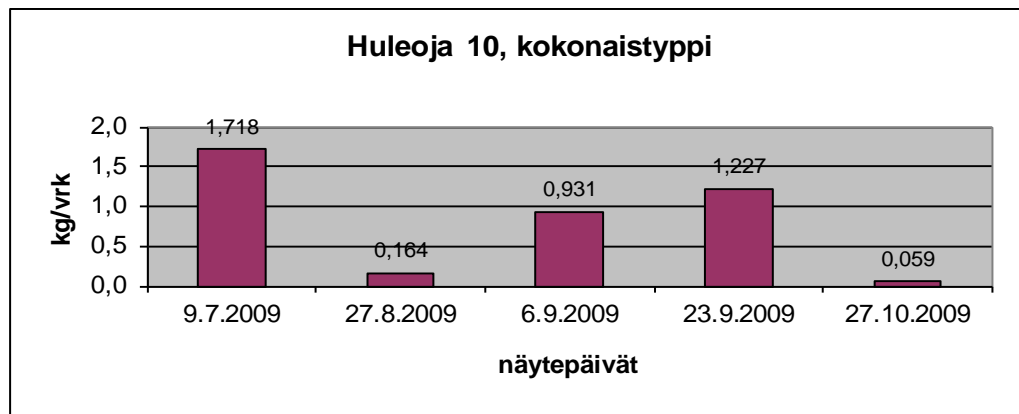


KUVIO 18. Valuma-alue kartta. Valuma-alue merkitty sinisellä. (Uski 2012. a)

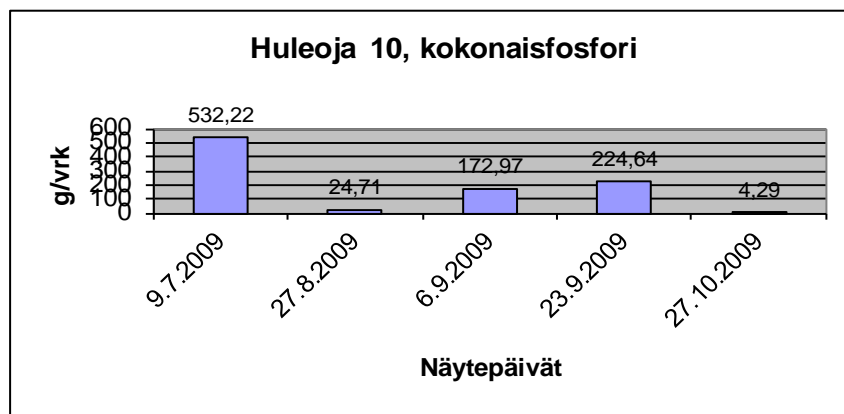
6.8 Kuormitustiedot

Alueella on hulevesioja, josta kerätään vesistöön kulkeutuvan veden kuormitustietoja. Hulevesiojasta saatujen tietojen mukaan vesistöön valuu kiintoaineen lisäksi fosforia ja typpeä. Korkeimmat kuormituslukemat on kerätty vuoden 2009 heinäkuun 9. päivä, jolloin myös virtaama on ollut suurimmillaan. 9.7.2009 virtaama on ollut 28 l/s. Typpeä on kyseisenä päivänä huuhtoutunut 1,718 kg/vrk. Fosforia on kyseisenä päivänä mitattu virtaavan vedessä 532,22 g/vrk (TAULUKKO 4 ja 5).

TAULUKKO 4. Typen kuormitustiedot. (Uski 2012. b)



TAULUKKO 5. Fosforin kuormitustiedot. (Uski 2012. b)



6.9 Suunnittelu

Suunnittelualueella on avo-ojia, joihin hulevedet kerätään ja hulevedet purkautuvat Pien-Saimaaseen. Avo-ojien suorat uomat muotoiltiin suunnitelmassa mutkittlevammiksi, jotta uoman pituutta saatiin lisää.

Kosteikkoon on laadittu myös allasosia, jotka hidastavat veden virtausta. Syvissä osissa on tarkoitus tapahtua typen denitrifikaatiota. Jyrkimpiin uoman mutkiin on suunnitelmassa esitetty luonnonkivestä tehtyjä eroosiosuojauksia.

Kosteikon luonnossuunnitelman esittely opinnäytetyön yhteyshenkilölle oli 22.3.2012. Esittelyn yhteydessä todettiin, että kosteikon uoman pituutta voisi lisätä mutkittelemalla uomaa lisää ja että kosteikko vaatii huoltokäytävän. Huoltokäytävä voi toimia myös muussa käytössä esimerkiksi ulkoilureittinä. Kosteikon korkeusasemia tulee myös tarkastella, jotta vesi virtaa oikeaan suuntaan järvelle päin, jonne vedet purkautuvat.

Luonnossuunnitelman toinen esittely kokousryhmälle tapahtui viikolla 14 sähköpostitse. Kosteikosta esitettiin toiveita, että siitä kaivettuja massoja voisi käyttää enemmän veden virtauksen muotoiluun. Kosteikkosuunnitelmaan lisättiin niemiä ja saarekkeita, joilla veden virtausta voi ohjata ja johon kaivettuja massoja voi käyttää. Kosteikkosuunnitelmassa on esitetty, että huoltokäytävä kulkee kosteikon läpi. Huoltokäytävän alle tulee rumpu, jotta uoma voidaan ylittää.

Kosteikossa veden maksimisyvyys normaaleissa vesiolosuhteissa on yhden metrin. Saimaan tulviessa veden syvyys kosteikossa on enimmillään 1,5 metriä. Niemekkeiden korkeus on merenpinnasta +76.7, jolloin ne jäävät 30 cm veden yläpuolelle tulvan aikana. Kosteikossa on yksi saari, joka peittyy veden alle tulvan sattuessa. Huoltokäytävä/polku on korkeudessa +77.0, jotta se pysyy vedenpinnan yläpuolella kerran 20 vuoteen sattuvassa tulvassa (taulukko 1.). Myös padon kohdalla on varauduttu korkeuteen +77.0, mutta hallittu vuotokohta on korkeudessa +76.5.

6.10 Kasvillisuus

Kivisalmeen perustettavan kosteikon tavoite on puhdistaa hulevesiä ja pääasiallinen tarkoitus on olla toiminnallinen kosteikko, joten sinne ei istuteta kosteikkoperennoja visuaalisuuden vuoksi.. Alueen kasvillisuudesta poistetaan puut, kuten esimerkiksi mänty ja kuusi, jotka eivät siedä kosteita oloja. Alueella kasvaa koivuja, joita säästetään. Myös pajuja jätetään alueelle, sillä ne ovat tehokkaita biologisia puhdistajia ja ne sitovat uoman luiskia. Kosteikolle istutetaan täydennysistutuksena hieskoivuja ja tervaleppiä. Alueelle tulee myös kokeilualueita, joille kylvetään kostean paikan niittyseosta, jotta nähdään kuinka niittyseoksen kasvillisuus kilpailee luonnonmukaisen kasvillisuuden kanssa.

6.11 Materiaali

Alueelle tehdään maaperätutkimus, jossa selviää, miten paljon kaivettuja massoja voidaan kosteikon rakentamisessa käyttää. Kosteikko perustetaan kaivamalla, joten kosteikosta joudutaan vaihtamaan massoja. Kaivettuja massoja käytetään niemekkeisiin ja saarekkeisiin. Penkereisiin ja luiskiin käytetään poistettavia massoja, jos ne ovat sellaista maa-ainesta, että ne voidaan hyödyntää.

Lappeenrannan seudun ympäristötoimella on omasta takaa seulanpääkiveä, muuta raekoolta pienempää kiveä. Tätä kiviainesta voi käyttää uoman pohjalle ja eroosiosuojaukseen. Uoman pohjalle kiveysten alle sekä eroosiosuojausten alle tulee suodatinkankaat estämään maa-ainesten sekoittumista. Ympäristötoimella on varastossaan myös louheita. Louheita voi käyttää rumpujen päiden verhoiluun (KUVIO 19).



KUVIO 19. Esimerkkikuvia rummun pään verhoilusta ja pajun käytöstä.

6.12 Suunnittelun haasteet

Suunnittelun teki haastavaksi suunnittelun alueen kaukainen sijainti. Tarvetta maastokäynneille olisi ollut enemmänkin. Myös talvinen ajankohta vaikeutti suunnittelua, sillä yleiskuva suunnittelun alueesta jäi vajaaksi. Olisi ollut tärkeää nähdä alue ilman lunta, jotta korkeuserot olisi erottunut paremmin ja kasvillisuuden tunnistaminen ja näkeminen olisi onnistunut. Maastokäynti tehtiin runsaan lumen vuoksi kadulla kävellen, mikä myös se seikka hankaloitti alueen hahmottamista.

7 YHTEENVETO

Kosteikkotyö on Suomessa ajankohtaista, ja kosteikkoympäristön ylläpitäminen ja kosteikkojen perustaminen on käynnissä monella taholla. Kosteikoilla on monipuolisia tehtäviä, joten ne soveltuvat moneen käyttöön ja ympäristöön. Kosteikkoja perustetaan vesiensuojelun, hulevesien hallinnan ja luonnon monimuotoisuuden lisäämisen vuoksi. Suomessa kosteikkotyötä tehdään maatalousympäristössä, metsäympäristössä ja taajamissa. Muun muassa metsäkeskus, maa- ja metsätalousministeriö ja ELY-keskukset rahoittavat kosteikkotyötä.

Kosteikkoympäristön vaaliminen suojelee monia lintulajeja, hyönteisiä ja piennisäkkäitä. Suomessa järvien ongelmana on rehevöityminen, joka johtuu muun muassa kaupungistumisesta ja maa- ja metsätaloudesta. Kaupungeista huuhtoutuu hulevesien mukana epäpuhtauksia vesistöihin ja sieltä järviin. Maatalouden ravinnerikkaat vedet virtaavat pelloilta vesistöihin ja sitä kautta rehevöittää järviä.

Kaupunkiympäristössä on paljon läpäisemättömiä pintoja, joten hulevesien lisääntyminen sekä rankkasateiden runsastuminen pakottaa viherympäristön kehittämiseen ja luonnonmukaiseen hulevesien hallintaan. Kosteikkoja voidaan perustaa kaupunkioloihin, esimerkiksi puistoihin, purojen tai jokien varsille. Liikkuva vesi ja monipuoliset kasvit ovat tärkeitä elementtejä viihtymisen kannalta. Perennoilla saadaan kosteikkoon väriloistoa. Puilla, pensaille ja vesikasveilla saadaan luotua monipuolinen ja rehevä kosteikko. Kosteikkoon voi sijoittaa myös suuria kiviä elävöittämään ympäristöä, mutta myös muuttamaan veden virtausta. Ihmiset hakeutuvat luontoon ja kaupungeissa virkistysalueita tarjoavat muun muassa puistot ja ulkoilureitit. Ulkoilureitin varrelle perustettuun kosteikkoon voi perustaa huoltokäytävän niin, että ulkoilijat pystyvät kulkemaan kosteikon läpi. Suureen kosteikkoon voi kaupunkialueellakin rakentaa lintutornin, jota esimerkiksi koululaiset voivat hyödyntää (KUVIO 20).



KUVIO 20. Kosteikon yli rakennettu silta ja lintutorni. Nynäshamn Etelä-Ruotsi.
(Salomäki 2010)

LÄHTEET

Kirjalähteet:

Ilmavirta, V. 1990. Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Helsinki:
Yliopistopaino

Eskola, R. & Tahvonen, O. 2010. Hulevedet rakennetussa ympäristössä. Tampere:
Tammerprint Oy

Kuntaliitto. Hulevesiopas.

Aaltonen, J., Hohti, H., Jylhä, K., Karvonen, T., Kilpeläinen, T., Koistinen, J.,
Kotro, J., Kuitunen, T., Ollila, M., Parvio, A., Pulkkinen, S., Silander, J.,
Tiihonen, T., Tuomenvirta, H. & Vajda, A. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat.
Helsinki: Suomen ympäristökeskus

Vikman, H. & Arosilta, A. 2006 Vesihuollon erityistilanteet ja niihin
varautuminen. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy

Vakkilainen, P., Kotonen, J. Nurminen J. 2005. Rakennetun ympäristön
valumavedet ja niiden hallinta. Helsinki: Prima Edita Oy

Aitto-oja, S., Rautiainen, M., Alhainen, M., Svensberg, M., Väänänen, V-M.,
Nummi, P. & Nurmi, J., Riistakosteikko-opas. Vantaa: Multiprint Oy

Lehtinen, A. 1997. Laskeutusaltaat ja kosteikot. SPOY

Sarvilinna A., Hjerppe T., Arola., Hämäläinen L., & Jormola J. 2012.
Kaupunkipuron Kunnostaminen. Sastamala: Vammalan Kirjapaino Oy

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

Return of Rural Wetlands Kotiseutukosteikko. Esite

Sähköiset lähteet:

Ahponen H. Kohti luonnonmukaisempaa taajamahydrologiaa. Diplomityö.
[Viitattu 8.2.2012] Saatavissa:

<http://www.water.tkk.fi/wr/tutkimus/thesis/Ahponen2003.pdf>

Villa L. Mitä järven laadusta ja rehevöitymisestä tulisi tietää. Uudenmaan
Ympäristökeskus [viitattu 15.2.2012]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=51072&lan=FI>,

Ilmasto-opas. Ilmastonmuutos koettelee rakennuskantaa. [viitattu 13.2.2012]
Saatavissa: <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/vaiikutukset/-/artikkeli/a68b5e44-a4bf-4230-8255-44a6620a30cb/maankaytto-ja-rakentaminen.html>

Virkkunen, H. 2002. Luonnonmukaista ympäristörakentamista [Viitattu
12.3.2012]. Saatavissa:

<http://ouka.fi/tekninen/toppilansaari/Topsa/Egologinenvesi.pdf>.

Jutila, H. & Kesäniemi, O. 2006 Katumajärven hulevesikuormitus ja sen
vähentäminen. [Viitattu 14.3.2012] Saatavissa:

<http://www.hameenlinna.fi/pages/67512/julkaisu4.pdf>

WWF. Rehevöityminen. [Viitattu: 5.3.2012] Saatavissa:

<http://wwf.fi/maapallomme/itameri/rehevoityminen/>

WWF. Loviisanjoelta löydettiin 45 kosteikoksi sopivaa aluetta. [Viitattu:
9.3.2012] Saatavissa: <http://wwf.fi/jarjesto/viestinta/uutiset-ja-tiedotteet/Loviisanjoelta-loydettiin-45-kosteikoksi-sopivaa-alueetta-1335.a>

Metsäkeskus. 2012. Vesiensuojelun tehostaminen ja kosteikkoluonnon
monimuotoisuuden lisääminen. [Viitattu 9.3.2012] Saatavissa:

<http://www.metsakeskus.fi/es-vesiensuojelu>

Lappeenranta. 2011. Pien-Saimaa. [Viitattu 22.2.2012] Saatavissa:

http://lappeenranta.fi/Suomeksi/Palvelut/Ymparisto_ja_elaimet/Pien-Saimaa.iw3

Lappeenranta. 2011. Pien-Saimaan kuormituksen vähentämishanke PISA 2013. [Viitattu 22.2.2012]

http://www.lappeenranta.fi/Suomeksi/Palvelut/Ymparisto_ja_elaimet/Pien-Saimaa/Pien-Saimaan_kuormituksen_vahentamishanke_PISA_2013.iw3

Ympäristöhallinto. 2011. Saimaan vedenkorkeuden vaihtelut. [Viitattu 1.4.2012]
Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=200041>

Reijo Kotilainen. Metsästäjälehti. 5.2011. [Viitattu 1.4.2012] Saatavissa:
<http://epaper01.mmd.net/pub/riista/index?lang=fi&issue=201105>

Mömmö M. & Haatainen T. 2009. Opas monivaikutteisen kosteikon perustajalle Pohjois-Savoon [viitattu 5.4.2012] Saatavissa:
www.lapinlahti.fi/vesistotkuntoon/dl.php?fid=136

Ympäristöhallinto. 2010. Maatalouden monivaikutteiset kosteikot. [Viitattu 11.4.2012] Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=289478>

Alhainen M. 2012. Patorakenteet. [Viitattu 12.4.2012] Saatavissa:
<http://www.riista.fi/data/attachments/patorakenteet.pdf>

KUVALÄHTEET:

KUVIO 1. Monivaikutteinen kosteikko. Kotilainen R. Pappilanluhdan kosteikko, Lieksa [Viitattu 1.4.2012] Saatavissa:
http://www.kosteikko.fi/index.php?group=00000029&mag_nr=7

KUVIO 2. Ulkoisen kuormituksen lähteet. Saari, P. Typen ja fosforin kierto ekosysteemissä, (power-point esitys): [viitattu 7.3.2012 Saatavissa:
www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=113044&lan=fi

KUVIO 3. ja 4. Rankkasateen aiheuttama vahinko. Kauhanen Ilkka. 2009.

KUVIO 6. Pihakasvit. 2011. [Viitattu 11.4.] Saatavissa:
http://www.pihakasvit.fi/cat/product_details.php?p=2140 ja
http://www.pihakasvit.fi/cat/product_details.php?p=2187

KUVIO 9. Pohjapato. Karhunen A. 2012. [Viitattu 14.4.2012] Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=135205&lan=>

KUVIO 10. Kosteikon mosaiikkimainen rakenne. Hagelberg, E., Karhunen, A., Kulmala, A., & Larsson, R. 2009. Käytännön kosteikkosuunnittelu. [Viitattu 5.3.1012] Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=135205&lan=fi>

KUVIO 11. Pappilanluhdan kosteikko. Kotilainen. [Viitattu 1.4.2012] Saatavissa:

http://www.kosteikko.fi/index.php?group=00000029&mag_nr=

KUVIO 20. Salomäki Paula 2010.

KUVIO 12., 13., 14., 15., ja 18. Uski P. 2012 a. Re: Kartat [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Kauhanen, A. Lähetetty 6.3.2012.

TAULUKKO 1. Räsänen, I. 2012. Re: Veden korkeudet [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Kauhanen, A. Lähetetty: 30.3.2012

TAULUKKO 2. ja 3. Uski P. 2012 b. Re: Kuormitustiedot Kartat [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Kauhanen, A. Lähetetty 11.3.2012.

TAULUKKO 4. ja 5. Uski P. 2012 c. Re: Skinnarilan kosteikko [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Kauhanen, A. Lähetetty 27.3.2012.

LIITTEET

Rakennustapaselostus

Kivisalmen kosteikkosuunnitelma

Poikkileikkaukset

Padon poikkileikkaus

Vastaanottaja
Lappeenrannan kaupunki

Asiakirjatyyppi
Rakennustapaselostus

Päivämäärä
2.5.2012

LAPPEENRANNAN KAUPUNKI KIVISALMEN HULEVESIALTAAT

LAPPEENRANNAN KAUPUNKIN KIVISALMEN HULEVESIALTAAT

Päivämäärä	2.5.2012
Laatija	Annamari Kauhanen
Kuvaus	Rakennustapaselostus

Sisällysluettelo

LAPPEENRANNAN KAUPUNKIN KIVISALMEN HULEVESIALTAAT	2
YLEISTÄ	4
Rakennuttaja	4
Suunnittelija	4
Rakennuskohde	4
Rakennustyö käsittää	4
Rakennuskohteen mittaukset	4
Yleiset asiakirjat.....	5
Rakennustyön yleinen laatutaso	5
Luvat ja katselmukset.....	6
Liikennejärjestelyt ja suojaustoimet	6
Rakennuskohteen selvitykset.....	6
A. TEKNISET VAATIMUKSET (INFRARYL 2010 MUKAAN)	6
10000 MAA- JA POHJA- JA KALLIORAKENTEET	6
11000 Olevat rakenteet ja rakennusosat	6
11200 Poistettavat, siirrettävät ja suojattavat rakenteet	6
11400 Poistettavat ja siirrettävät maa- ja pengerrakenteet	7
13000 Perustusrakenteet	7
14300 Kuivatusrakenteet	7
16100 Maaleikkaukset.....	7
18000 Penkereet, maapadot, täytöt	7
18100 Penkereet	7
20000 PÄÄLLYS- JA PINTARAKENTEET	8
21100 Suodatinrakenteet.....	8
21400 Päällysteet ja pintarakenteet.....	8
22200 Luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset.....	8
23000 Kasvillisuusrakenteet	8
23100 Kasvualustat ja katteet	8
23111 Tuotteistetut kasvualustat.....	8
23200 Nurmi- ja niittyverhoukset	8
23300 Istutukset.....	9
VIHERALUEIDEN HOITO	9

YLEISTÄ

Rakennuttaja

Lappeenrannan kaupunki
Ympäristötoimi
Pohjolankatu 14
53100 LAPPEENRANTA
puh. (05) 6161

Suunnittelija

Annamari Kauhanen
Miljöosuunnittelun opiskelija
Lahden ammattikorkeakoulu

Rakennuskohde

Tämä rakennustapaselostus käsittää Lappeenrannan kaupungissa rakennettavan Kivisalmen hulevesikosteikon toteutuksen.

Rakennustyö käsittää

- pintamaan ja kantojen poiston
- kasvillisuuden ja puiden suojauksen
- rakenteiden siirtämisen, poistamisen ja suojaamisen
- leikkaus, louhinta ja tiivistystyöt
- rakennekerrosten rakentamisen
- patorakenteiden rakentamisen
- hulevesialtaan rakentamisen
- kaivantojen tukemisen
- pintarakenteiden rakentamisen
- laadunvalvontatyöt

Rakennuskohteen mittaukset

Suunnitelmat on laadittu lähtötietoina saadun kantakartan mukaan.

Ennen töiden aloitusta tulee alueelle tehdä maanpinnan tarkistusmittaus, jonka perusteella varmistetaan, että allas- ja pengerrakenteen voidaan toteuttaa suunnitelmassa esitettyjen kantakarttaan perustuvien korkeustasojen mukaisesti.

Yleiset asiakirjat

Rakennustyössä on noudatettava Suomessa voimassa olevia lakeja ja asetuksia, virallisia normeja sekä alalla yleisesti käytettyjä standardeja.

Rakennustyössä noudatetaan seuraavia työselostuksia ja ohjeita:

- tätä rakennustapaselostusta
- Suunnittelijan laatimia piirustuksia
- Infrarakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia InfraRYL2010
- InfraRYL2006, osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat
- Kunnallisteknisten töiden määramittausperusteita, KM 02
- Pohjarakennusohjeet, RIL 121-2004
- Viherrakentamisen yleistä työselitystä VRT 11, Viherympäristöliitto ry, julkaisu 49
- Viheralueiden hoitoluokitusta 2007, Viherympäristöliitto ry, julkaisu 36
- Viheralueiden hoitoa VHT '05, Viherympäristöliitto ry, julkaisu 22
- Betoniputkinormit 2001, Suomen Betonitieto Oy
- Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket, Suomen Rakennusinsinöörien Liiton julkaisu, RIL 77-2005
- Rakennustietosäätiön julkaisemia RT- ja RYL-kortteja
- Putkivalmistajien ja laitteiden toimittajien asennus ym. Ohjeita
- Paikallisia rakentamisesta annettuja määräyksiä sekä viranomaisten antamia yleisiä määräyksiä
- Voimassa olevia rakentamisesta annettuja lakeja, asetuksia ja määräyksiä
- Viranomaisten, rakennuttajan ja suunnittelijan työn aikana antamia ohjeita ja määräyksiä

Tässä rakennustyöselostuksessa on esitetty hankekohtaisia lisäyksiä ja täsmennyksiä em. Yleisiin työselostuksiin. Lisäksi noudatetaan tarkastavan viranomaisen rakennusaikana antamia ohjeita ja määräyksiä.

Mikäli rakentamisessa tarvittavaa tietoa puuttuu suunnitelmista tai suunnitelmista havaitaan virheellisyys, tulee urakoitsijan ottaa välittömästi yhteyttä rakennuttajaan.

Rakennustyön yleinen laatutaso

Työssä tulee käyttää ensiluokkaisia ja uusia rakennusaineita, hyväksi tunnettuja työtapoja, pätevää johtoa ja työntekijöitä siten, että työn tulos on asiakirjoissa esitetyn vaatimustason mukainen.

Alueelta saatavia sekä paikalla olevia materiaaleja hyödynnetään ympäristörakentamisessa. Rakenteissa käytettävä kiviaines saadaan tilaajan varastosta.

Erikseen mainitsemattomat työtavat, rakenteet, ym. On valittava siten, että työn tulos täyttää hyvän laatutason vaatimukset.

Erityistä huolellisuutta tulee kiinnittää merkitsemisestä sekä korkeustasoissa niin, että suunnitelmien mukaiset kaltevuudet ja korkeustasot toteutuvat.

Luvat ja katselmukset

Ennen rakennustyön aloittamista hankitaan tarvittavat luvat rakennustyöhön. Työn suorituksessa on otettava huomioon olemassa olevien rakenteiden ja laitteiden läheisyydessä työskentelylle tarvittavat luvat. Tarvittavia lupia ovat mm.

- lupa tilapäisille liikennejärjestelyille
- kaivulupa
- maisemalupa

Ennen rakennustyön aloittamista pidetään rakennuspaikalla alkukatselmus. Katselmuksessa käsiteltävistä asioista laaditaan pöytäkirja.

Liikennejärjestelyt ja suojaustoimet

Työn aikana on noudatettava viranomaisen antamia liikennemääräyksiä ja työalue on varustettava asianmukaisilla varoitusmerkeillä ja merkkivaloilla sekä tarpeellisilla suojalaitteilla niin, ettei työstä aiheudu haittaa liikenteelle tai liikenneturvallisuudelle.

Liikenteen käyttämälle ajoradalle ei saa kasata maata eikä sillä saa säilyttää rakennusaineita tai muuta liikennettä haittaavia tarvikkeita.

Rakennuskohteen selvitykset

Suunnitelmissa on esitetty nykyisten kaapeleiden, putkien ja johtojen sijainti Lappeenrannan kantakartan mukaan. Ennen rakennustyön aloittamista on selvitettävä alueelle olevien kaapeleiden, putkien, johtojen ja muiden rakenteiden sijainti sekä pyydettävä näyttö kunkin rakenteen omistajalta.

A. TEKNISET VAATIMUKSET (INFRARYL 2010 MUKAAN)

10000 MAA- JA POHJA- JA KALLIORAKENTEET

11000 Olevat rakenteet ja rakennusosat

11120 Hyötypuun hakkuu

Suunniteltujen altainen kohdalla kasvaa lähinnä mäntyä, kuusta, koivua ja pajua, puut poistetaan tarvittavassa laajuudessa

11200 Poistettavat, siirrettävät ja suojattavat rakenteet

11213 Suojattavat rakenteet

Tehtäessä kaivutöitä säilytettävien johtojen, putkien ja kaapeleiden sivulla tai alapuolella johdot, putket ja kaapelit tuetaan siten, että ne eivät pääse haitallisesti liikkumaan rakennustyön aikana. Rakennettujen putkien, johtojen, laitteiden ja rakenteiden läheisyydessä kaivetaan kunkin putken omistajan ohjeiden ja turvaetäisyyksien edellyttämällä tavalla.

Siirrettävät sähkö- ja tietoliikennekaapelit siirretään omistajatahojen ohjeiden ja suunnitelmien mukaisesti.

11400 Poistettavat ja siirrettävät maa- ja pengerrakenteet

11410 Poistettavat pintamaat

Rakenteisiin kelpaamattomat maa-ainekset poistetaan ja kuljetetaan rakennuttajan osoittamaan paikkaan.

13000 Perustusrakenteet

13310 Sora-arina

Suunnitelmassa esitettyjen rumpujen alle rakennetaan 30 cm paksut sora-arinat.

14300 Kuivatusrakenteet

14330 Avo-ojat ja -uomat

Kosteikkoaltaisiin liittyvät avouomat rakennetaan suunnitelmapiirustusten mukaan. Pohjien kiveykseen ja eroosiosuojaukseen voidaan käyttää rakennuttajan omistamaa kiviainesta.

16100 Maaleikkaukset

16120 Maaleikkaus, massojen kuljetus penkereisiin ja täyttöihin

Suunnittelualueelta leikattavat penkereisiin kelpaamattomat maamassat kuljetetaan rakennuttajan osoittamaan paikkaan. Penger- ja luiskatäyttöihin käyttökelpoiset maat voidaan hyödyntää työmaalla.

18000 Penkereet, maapadot, täytöt

18100 Penkereet

Penkereet ja pohjapadot rakennetaan suunnitelmapiirustusten mukaisesti. Suurin sallittu luiskan kaltevuus on 1:3.

18110.1 Maapenkereet

Pengermateriaalina käytetään hiekkaa ja sitä karkeampia tiivistettävissä olevia kivennäismaalajeja. Ylisuuret kivet on varauduttava poistamaan ennen materiaalin sijoittamista penkereeseen. Materiaali ei saa sisältää lohkareita, joiden läpimitta on suurempi kuin 2/3 kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus.

Käytettävän materiaalin rakeisuus tutkittava ennakkoon ja työn aikana aina kun on syytä epäillä sen kelpoisuutta. Pengermateriaali ei saa sisältää lunta, jäätä eikä jäätyneitä maakokkareita tai materiaaleja.

Eloperäiset maalajit häiriintyvät tai heikosti kantavat maa-ainekset on poistettava ennen pengertäyttöjen rakentamista.

Tiiviysvaatimus on 92 % parannetun Proctor-kokeen arvosta. Pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste on $D \geq 90$ %.

20000 PÄÄLLYS- JA PINTARAKENTEET

21100 Suodatinrakenteet

21120 Suodatinkankaat

Suunnitelmapiiirustuksissa on esitetty suodatinkankaan sijoittelu kiveyksien alla. Käyttöluokka on N3

21400 Päällysteet ja pintarakenteet

21450 Sitomattomat kulutuskerrokset

Kosteikon läpi menevän huoltokäytävän pintakerros rakennetaan murskeesta #0-32 mm, 150 mm paksuna kerroksena.

22200 Luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset

22250 Luonnonmukaiset eroosiosuojaukset

Altaiden, uomien ja penkereiden eroosiosuojaukseen käytetään suunnitelmapiiirustusten mukaisesti pääosin kiviainesta, jonka raekoko on #50-250 mm. Eroosiosuojaukskerroksen ja suodatin kankaan välinen kerros, jonka vahvuus on 100 mm, rakennetaan #10-40 mm kiviaineksesta. Tilaajan varastosta saatava kiviaines soveltuu tarkoitukseen. Eroosiosuojauksen kokonaiskerrosvahvuus on 350 mm uomien pohjalla ja >400 mm pohjapatojen penkereen lakikerroksessa.

Tilaajan varastosta saatava kiviaine hyväksytään ilman erillistä seulontaa käyttötarkoitukseen vaikka se sisältää esitettyä myös hienomman raekoon kiviainesta.

23000 Kasvillisuusrakenteet

23100 Kasvualustat ja katteet

23111 Tuotteistetut kasvualustat

Tekniset vaatimukset ovat InfraRYL 23200 mukaiset.

23200 Nurmi- ja niittyverhoukset

Suunnitelmassa esitetylle tulvaniittyalueelle tehdään emulsiokylvö.

23300	Istutukset
23310	Puut
23311	Puistopuut

Alueella olevia koivuja säilytetään mahdollisimman useita, myös joitakin pajuja säilytetään. Lisäksi alueille tehdään täydennysistutuksia. Täydennysistutuksissa käytetään koivua ja tervaleppää, niiden sijainnit tarkennetaan maastossa. Istutuksissa pyritään tasaisiin etäisyyksiin puiden välillä (ei puuryhmäistutuksiin).

VIHERALUEIDEN HOITO

Viheralueiden hoidossa noudatetaan Viherympäristöliitto ry:n julkaisua Viheralueiden hoito VHT'05, Viherympäristöliitto ry: julkaisu 32. Puisto on hoitoluokkaa E. Heinämäistä kasvillisuutta hoidetaan luokan B3 mukaisesti. Alue niitetään kerran vuodessa, ja niittojäte vietään pois.







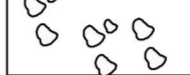


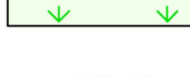
HULEVESIKOSTEIKON ALTAIDEN HOITO

Hulevesialtaan rakenteiden ja kaivojen kunto ja toimivuus tarkastetaan kerran kuukaudessa. Pohja ja luiskat siistitään uomiin kertyneistä roskista kerran kuukaudessa.

Allassyvänteiden kiviaineksen lomaan kertynyttä kiintoainetta voidaan poistaa imukalustolla ja huuhtelulla. Kiintoaineen poisto tehdään vuosihuollon yhteydessä tai silmämääräisesti arvioitun tarpeen mukaisesti.

Luiskien ja pohjan kiveyksiä korjataan ja täydennetään, mikäli sortumia tai aukkoja on näkyvissä.

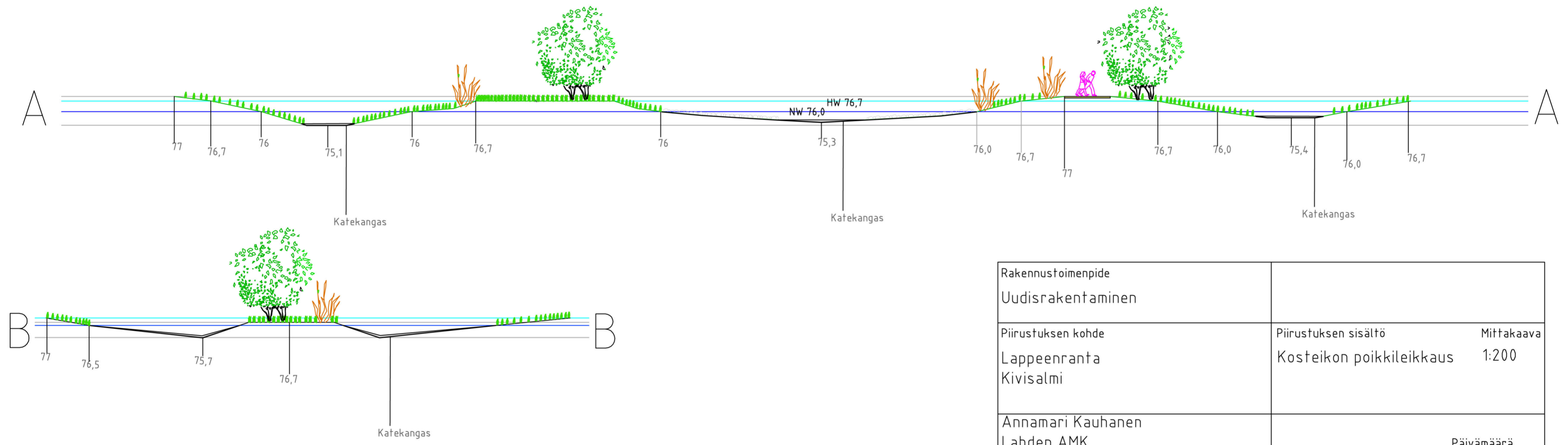


-  Uoma ja altaat luonnonkivistä #10...100mm
-  Eroosiosuojus luonnonkivi #50...250mm
-  Huoltokäytävä murskeesta #0...32mm
-  Säilytettävä puustoaue, vesakon poistoa, täydennysistutuksia hieskoivua (50 kpl)
-  Täydennysistutusalue, hieskoivua (40 kpl), tervaleppää (20 kpl), emusiokivö nittysiemenseksella kokonaaluu
-  Luonnonkiviryhmä #300...600mm ryhmän sijainti ja kivien määrä ohjeellinen
-  Maavalli kaivettavista maa-aineksista
-  Tulvaveinä, luonnonmukainen kasvillisuus
-  Kosteikon opastelu
-  Pohjapato, verhoilu luonnonkivistä #50...250mm
- +75,0** Uoman pohjan korkeusasema
- 77,5** Muu korkeusasema
- Kasviliittelo**
- Hieskoivu (Betula pubescens) 90 kpl
- Tervaleppä (Alnus glutinosa) 20 kpl
- Täydennysistutusalueessa 0,1 puuta/m² ja säilytettävälle puustoaueella, jolla täydennysistutusta 0,05 puuta/m². Istutusten sijainnit tarkennettava maastossa

Rakennustoimenpide		
Uudisrakentaminen		
Piirustuksen kohde	Piirustuksen sisältö	Mittakaava
Lappeenranta Kivisalmi	Hulevesikosteikko suunnitelma	1:500
Annamari Kauhanen Lahden AMK Miljöösuunnittelun opiskelija		Päivämäärä 03.05.2012

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



Rakennustoimenpide	
Uudisrakentaminen	
Piirustuksen kohde	Piirustuksen sisältö
Lappeenranta	Kosteikon poikkileikkaus
Kivisalmi	Mittakaava 1:200
Annamari Kauhanen	
Lahden AMK	Päivämäärä
Miljöösunnittelun opiskelija	03.05.2012

