

Hulevesimittauspaikkojen rakentaminen

Kari-Pekka Kortetjärvi

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2019

Insinööri (AMK)
Rakennustekniikka ja yhdyskuntatekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Rakennustekniikka ja yhdyskuntatekniikka

KARI-PEKKA KORTETJÄRVI
Hulevesimittauspaikkojen rakentaminen

Opinnäytetyö 31 sivua
Huhtikuu 2019

Opinnäytetyön tarkoitus oli suunnitella ja rakentaa neljä hulevesien mittauspaikkaa Tampereen Vuoreksen kaupunginosaan ja raportoida kokemukset seuraavia mittauskohteita varten. Rakentamiseen liittyi myös mittalaitteiden hankinta, joka kaupungin piti suorittaa julkisen hankinnan mukaisesti HILMA-järjestelmän kautta. Sen suoritti Tuomi Logistiikka Oy, joka toimi myös sopimusasiakirjojen laatijana. Tarjouskilpailun voitti kotimainen EHP Environment Oy. Mittausdatan käsittelyä piti erityisesti pohtia. Lopulta päätettiin käyttää laitevalmistajan pilvipalvelua ja siirtää tiedot myöhemmin Tampereen kaupungin omaan järjestelmään, joka rakentuu myöhemmin. Mitattavien määreiden tarve saatiin hulevesiasiantuntijalta, limnologi Salla Leppäseltä. Mittauksesta saatavat arvot eivät ole osa tätä opinnäytetyötä. Tämä työ keskittyy hulevesimittauspaikkojen rakentamisprosessin selostamiseen ja sen erittelyyn, mitä pitää huomioida jatkossa, jos jatkuvatoiminen hulevesimittaus yleistyy.

Tampereen kaupunki on yhtenä kolmesta edelläkävijäkaupungista mukana Euroopan unionin rahoittamassa nelivuotisessa Urban Nature Labs -hankkeessa, jossa kehitetään hulevesien käsittelyä useissa eurooppalaisissa kaupungeissa ja jossa tutkitaan uusien ja käytössä olevien järjestelmien toimivuutta. UNaLab on ohjannut ja rahoittanut Vuoreksen hulevesimittauksen kehittämistä. Tässä hankkeessa selvitetään Vuoreksen alueella tapahtuvasta toiminnasta johtuva hulevesien pitoisuuksien vaihteluväli ja sääilmiöiden vaikutukset alueella. Mittauslaitteistot ovat reaaliaikaisessa yhteydessä laitetoimittajan verkkopalvelimeen, jonka kautta arvoja voidaan seurata. Vuoreksesta saatuja kokemuksia hyödynnetään rakenteilla olevan Hiedanrannan hulevesi- ja viheraluesuunnittelussa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Civil Engineering

KARI-PEKKA KORTETJÄRVI:
Construction of Stormwater Monitoring Sites

Bachelor's thesis 31 pages
April 2019

The purpose of this Bachelor's thesis was to report the planning and construction process of four sites for monitoring stormwaters at Vuores, a suburb in Tampere. The process of acquiring the relevant gauges was made by Tuomi Logistiikka Oy via the HILMA system, since the City of Tampere had to make the investment by following the rules of open procedure. Tuomi Logistiikka Oy also compiled the contract papers. EHP Environment Oy from Finland won the tender. Issues about handling the data caused many questions. The solution was to use the database provided by EHP Environment Oy and later move the data to the system that will be designed for the City of Tampere. The company's stormwater specialist, limnologist Salla Leppänen decided which values will be monitored. These values are not included in this thesis. The focus of this thesis is on reporting the process of constructing the four stormwater monitoring sites at Vuores and presenting the special features that must be considered when planning further sites for continuous monitoring.

The work was guided and funded by the Urban Nature Labs Project, which is a four-year environmental project of the European Union, and where Tampere is one of the three pioneering cities. The project develops stormwater management in several European cities and studies the functionality of new and current systems. The aim of this project in Tampere is to monitor stormwaters at Vuores to receive exact data on the range of values and on the effects of meteorological phenomena. The results are shown online via the cloud service of EHP Environment Oy. The experience gained at Vuores will be utilised in planning of Hiedanranta, which is a new suburb in Tampere.

Key words: stormwaters, stormwater monitoring, stormwater processing, nature, lake

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	HULEVESIEN MITTAAMISTARVE	7
3	KOhteiden ESITTELY	10
4	KILPAILUTUSPROSESSI JA MITTAUSDATAN KÄSITTELY.....	13
4.1	Laitehankinnan kilpailutus	13
4.2	Mittausdatan käsittely.....	13
5	RAKENTAMISPAIKKOJEN SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN	15
5.1	Suunnittelu.....	15
5.1.1	Virolaistenoja	15
5.1.2	Koukkuoja.....	16
5.1.3	Tervaslammenpuisto	18
5.2	Rakentaminen	19
5.2.1	Virolaistenoja.....	19
5.2.2	Koukkuoja.....	21
5.2.3	Tervaslammenpuisto.....	22
6	POHDINTA.....	26
	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET	29
	Liite 1. Virolaistenojan hulevesisuunnitelma.....	30
	Liite 2. Koukkuojan hulevesisuunnitelma.....	31

1 JOHDANTO

Tampereen kaupunki on vuosina 2017–2020 edelläkävijäkaupunkina mukana Urban Nature Labs eli UNaLab-hankkeessa, joka on Euroopan Unionin rahoittama. Hanke keskittyy luontoperustaisiin hulevesien käsittelyjärjestelmiin ja niiden kehittämiseen. Tampereen Vuoreksen kaupunginosaan on jo aiemmin rakennettu edistyksellinen hulevesijärjestelmä. UNaLab-hanke tuo lisäresursseja hulevesijärjestelmän monistamiseen muihin kaupunginosaan ja edelleen kehittämiseen sekä monitorointiin. (Urban Nature Labs.) Tampereen hulevesiohjelma antaa ohjeita luonnon menetelmiä mukailevaan hulevesien hallintaan ja siten parempaan sopeutumiseen kaupunkirakenteen tiivistymiseen ja ilmastomuutokseen. Hulevesien hallinnan suunnittelussa ja toteutuksessa pyritään täyttämään kaupungin asettamat tavoitteet mahdollisimman hyvin. Vuores kuuluu Höytämönjärven valuma-alueeseen, jolla on kolme tavoitetta: ei lisätä vesistöjen ravinnekuormitusta, viivytetään pienvaluma-alueiden hulevesiä ja parannetaan niiden laatua ennen ojiin johtamista. (Tampereen hulevesiohjelma, 2012: 9, 16.)

Vuoreksen kaupunginosaa rakennetaan Tampereen eteläräjälle yhteistyössä Lempäälän kunnan kanssa alun perin koskemattomaan metsään täysin luonnon helmaan. Rakentamispäätös aiheutti kritiikkiä ja sen kautta painetta toteuttaa alue kestävän kehityksen arvojen mukaisesti. Alueen hulevesisuunnittelu aloitettiin jo vuonna 1999 ja alueen vesistöjen tilaa on seurattu säännöllisesti koko ajan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja rakentaa vedenlaadun automaattiset mittausasemat Vuorekseen. Rakentamiseen vaikuttavat erityiset seikat piti ottaa huomioon. Kaksi mittaria sijoitettiin rakennettuun ympäristöön Koukkuojaan ja Virolaistenojaan. Toiset kaksi mittaria oli tarkoitettu rakentamisen aikaisten hulevesien seurantaan varten, ja niiden paikka on Tervaslammenpuistossa.

Rakennetussa ympäristössä on olemassa ojaumat, joihin mittarit asennetaan. Koukkuojan uomaan tulee vettä Vuoreksen länsiosasta ja myöhemmin Lempäälän rakennettua oman osuutensa Vuoreksen asuinalueesta vettä tulee myös sieltä. Virolaistenojaan tulee suuremmalta alueelta vesiä aina Havulaaksonpuistosta asti sekä Virolainen-järvestä Vuoreksen itäosasta. Tervaslammenpuiston mittarit tulevat työnaikaiselle viivytys/hiekkasuodatusaltaalle mitaten tulevan ja lähtevän veden laadun, josta samalla nähdään, miten allas toimii kaivantoveden puhdistamisessa.

Opinnäytetyö alkoi tutustumalla UNaLab-hankkeen toimintaan ja siihen, miten se vaikuttaa hulevesien käsittelyyn Tampereen kaupungin osalta. Hydrologian alan kirjallisuuden lisäksi tutustuin myös aikaisemmin tehtyihin vedenlaadun mittausjärjestelyihin

eri kaupungeissa sekä eri laitetoimittajien omiin tapoihin tehdä mittauksia. Mittauspaikat ja varsinkin niissä tehtävät järjestelyt herättivät mielenkiintoa ja tuottivat ideoita, kuinka niitä voisi soveltaa tässä hankkeessa.

2 HULEVESIEN MITTAAMISTARVE

Hulevedeksi kutsutaan vettä, joka koostuu rakennetuilla alueilla syntyvistä sade- ja sulamisvesistä, jotka virtaavat valumapintoja myöten maastoon, avo-ojiin ja putkiviemäriin (Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta, 2005: 78). Hulevettä on myös rakennusaikainen kaivantovesi ja rakennusten ja rakenteiden kuivatusvedet. Hulevesi-käsite on ollut käytössä Suomessa ainakin 1970-luvulta saakka. Laajin Suomen kaupunki-hydrologiaa käsitellyt tutkimus on vuosina 1977 – 1979 toteutettu valtakunnallinen hulevesitutkimus, jossa tehtiin kattavia hydrometeorologisten muuttujien ja huleveden laadun mittauksia (Kotola & Nurminen, 2003a: 65). Vanhimmilla asutusalueilla hulevesille on ollut yhteisviemäri. Sittemmin hulevesiä on johdettu Suomessa erillisviemäröinnin kautta käsittelemättöminä taajamapuroihin ja rantavesiin (Kuntaliitto, 2012: 133). Uusimpana menetelmänä on muutamilla alueilla alettu käyttää luontoperustaista hallintaa ja käsitelyä. Hulevesien ympäristökuormituspotentiaali on melko suuri, sillä 80 % Suomen väestöstä asuu taajamissa, ja asutus on historiallisista syistä keskittynyt vesistöjen äärelle (Keskitalo, 2017: 172). Nykyään myös rakentamisen aikainen kaivantovesi johdetaan hulevesijärjestelmään, kunhan sitä on ensin käsitelty omassa kaivantovesienkäsittelyjärjestelmässään, jotka viime vuosina ovat alkaneet tulla yleisemmiksi. Tämä on erittäin tärkeää, sillä Kotola & Nurmisen (2003b: 174) raportoimien mittausten mukaan rakentamistoiminta lisää ainehuuhtoumia etenkin kiintoaineen ja fosforin osalta, joiden huuhtoumat voivat olla moninkertaisia rakennettuun alueeseen nähden. Kuntaliiton hulevesioppaan (2012: 134) mukaan kaivantovesi voi aiheuttaa kroonisia vaikutuksia esimerkiksi lampen tai pieneen järveen. Esimerkkejä kroonisista vaikutuksista ovat rehevöityminen, haitta-aineiden kertyminen pohjasedimentteihin sekä pohjaveden pilaantuminen.

Hulevedet ja rakentamisen aikaiset vedet ovat nousseet puheenaiheeksi, kun perinteisen teollisuuden likaamattomien vesistöjen kunnan seurannan yhteydessä on todettu niin sanottujen luonnontilassa olevien vesistöjen veden laadun heikkeneminen. Tonavan ympäristökatastrofin jälkeen laadittu Euroopan unionin vesipolitiikan puitedirektiivi vuodelta 2000 ohjaa unionimaiden vesiensuojelua. Vesiin kulkeutuvat epäpuhtaat aineet kuten maaperään imeytyneet haitalliset aineet, maatalouden päästöt ja ilmansaasteet kuormittavat Euroopan vesistöjä (Krämer, 2009: 89). Direktiivin tavoitteena oli vedenlaadun parantaminen vuoteen 2015 mennessä, ja siinä myös onnistuttiin. Suomi on jaettu kahdeksaan vesienhoitoalueeseen, jotka mm. seuraavat veden tilaa ja huolehtivat vesipiirien hoitosuunnitelmien avulla, ettei pintavesi pääse huonontumaan ja pohjavesi pysyy hyvänä. (Hyvälaatuinen vesi Euroopassa, 2000.)

Rakennetusta ympäristöstä kulkeutuvien sade- ja sulamisvesien joukossa kulkeutuu vesiin monenlaisia ongelmanaiheuttajia, joihin on alettu viime vuosina kiinnittää huomiota ja rakentaa korjaavia rakenteita, esimerkiksi viivästysaltaita ja suodatuspatoja, jolloin saadaan vedessä olevia kiintoaineita laskeutettua tai sidottua rakennettuun rakenteeseen. Vesissä olevia ravinteita on saatu pienennettyä biosuodattimin ja uomaan istutetuin kasvein, jotka ottavat ravinnokseen uoman ravinnerikasta vettä vähentäen näin ravinteiden kulkeutumista vesistöihin. Oman haasteensa asiaan tekee, että ei ole vielä selvää määritelmää, minkälaisia pitoisuuksia on luvallista johtaa luonnon järjestelmiin aiheuttamatta merkittävää haittaa alajuoksun vesistölle. Varmasti lähitulevaisuudessa tullaan määrittämään raja-arvot asialle, jolloin se konkretisoituu tekemiseen ja siitä tulee osa yritysten laatujärjestelmää muutenkin kuin suuntaa-antavina teksteinä.

Pohjois-Ruotsissa sijaitsevalle Luulajan teknilliselle yliopistolle vuonna 2003 tehtyjen mittausten mukaan huleveden koostumus vaihtelee eri vuodenaikoina. Luulajalaiselta tieltä valuneen huleveden metalli- ja muiden liuenneiden materiaalien pitoisuudet olivat moninkertaisesti suurempia lumen sulamisen kuin sateen aikana. (Viklander, Österlund, Müller, Marsalek & Borris, 2019: 36.)

Uuden alueen rakentaminen varsinkin metsä- tai suopohjaisilla alueilla vaikuttaa merkittävästi ennen rakentamista vallinneeseen vesien kulkeutumiseen, ja joskus veden kulkeutumisreitti muuttuu merkittävästi uusien kokonaisuuksien toimivuuden ehdoilla. Uusilla rakennusalueilla on aloitettu hulevesien viivytyksellä sekä paikan niin salliessa on alettu imeyttää hulevedet maaperään tontilla. Se, että maanalaiset rakennelmat saadaan tehtyä, vaatii veden pumppaamista kaivannosta, koska asumisen ja liikkumisen tekniikka sijoitetaan maanpinnan alle suojaan ja siten pois ympäristöä rumentamasta. Tässä yhteydessä rakennettavaan ympäristöön ei vielä ole rakennettu tai siellä ei ole toiminnassa olevaa tulevan alueen hulevesien muuttunutta kulkua ja niiden virtausmääriä käsittelevää rakennetta, kuten Vuoreksen Tervaslammenpuistossa.

Rakennettavassa ympäristössä haasteen luonnontilan parhaalle mahdolliselle säilyttämiselle muodostavat kaavoituksen eri vaiheet ennen rakentamiseen ryhtymistä. Ennen kuin kaava on täysin vahva, eli kaikki valitukset läpi käynyt, on jo usein todella kiire saada kaavassa määritetty rakentaminen tehdyksi. Siihen voivat olla sidoksissa suuret taloudelliset intressit, niin yhteiskunnalliset kuin yksityisetkin. Tällöin hulevedet ja niiden myötä luontoarvot jäävät helposti taka-alalle itse työn aikana. Lopputilannetta ajatellen rakennetaan hienot järjestelmät, mutta ne alkavat varsinaisesti toimia vasta useita vuosia sen jälkeen, kun aluetta on jo alettu käyttää siihen tarkoitettulla tavalla. Luonnon kannalta

olisi parempi, jos luontoa auttavat järjestelmät rakennettaisiin jo ennakolta ennen kaavoituksen loppuviilauksia, jotka eivät yleensä ole tekemisissä hulevesijärjestelmien kanssa. Tällöin näillä järjestelmillä olisi parempi mahdollisuus olla valmiina ja toimintakykyisinä silloin, kuin varsinainen rakentaminen saa lainvoiman.

3 KOHTEIDEN ESITTELY

Kun alueelle tehdään massanvaihtoa, tulee suoveden pintaa laskea pumpaamalla rakentamisen aikana, jotta vesi ei lähtisi virtaamaan vielä rakentamattomaan suuntaan, eli Vuoreksen pohjoispuolella olevaan Särkijärveen, ennen kuin siihen suuntaan on saatu rakennettua asianmukaiset järjestelmät. Järjestelmää käytetään Isokuusi III -alueen rakentamisen yhteydessä ennen varsinaisen puistoalueen rakentamista. Alueen rakentamisen yhteydessä muodostuu niin sanottua kaivantovettä, jota pumpataan tässä Tervaslammenpuiston kohteessa viivytysaltaaseen. Sieltä vesi suodattuu suodatusrakenteen kautta pumppauskaivoon, josta se pumpataan etelään päin rakennettuihin hulevesivesijärjestelmiin. Viivytysaltaan käyttö mahdollistaa kaivantoveden johtamisen olemassa olevaan järjestelmään ilman, että sen alapuolisiin vesistöihin tulee haitallisia pitoisuuksia kaivantoveteen sekoittuneesta maa-aineksesta.



Kuva 1. Vuoreksen hulevesimittauspaikat. Tampereen kaupunki.

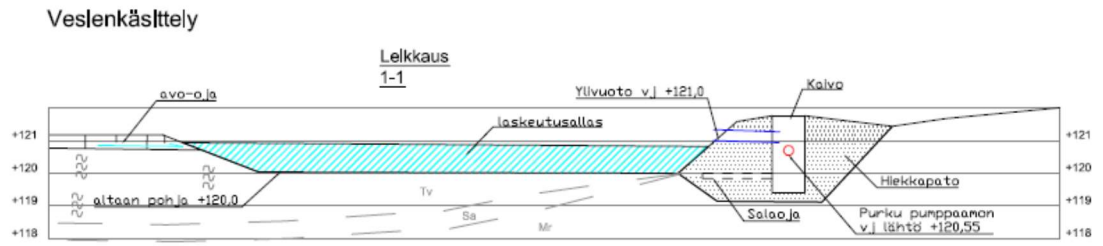
Kuvan 1 kartassa näkyvät kaikki neljä Vuorekseen sijoitettua hulevesimittauspaikkaa. Mittauspaikkoihin tarvittavat järjestelyt eivät ole aina helposti tehtävissä varsinkaan sellaisiin paikkoihin, joissa mittaustarve on lyhykestoinen ja tulevat vesimäärät ovat pienet, esimerkiksi Virolaisten koirapuistossa, joka sijaitsee Vuoreksen Puistokadun itäpuolella. Siellä hulevesienkäsittelyrakenteet ovat valmiit, mutta asuinalue, jolta vedet tulevat

alueelle, on rakentamisen osalta vielä siinä vaiheessa, ettei sieltä saada tarvittavaa ja aluetta kuvaavaa vettä vielä moneen vuoteen.

Veden muuttumista niin sanotusti lähtöpisteen ja poistopisteen välillä (jossa voitaisiin seurata, kuinka rakennettu järjestelmä toimii) ei ole Vuoreksen keskuspuiston tai länsipuiston kaltaisissa paikoissa mahdollista seurata. Järjestelmän alkupisteen jälkeen näihin tulee matkan varrelta useiden erillisten rakennettujen huleveden käsittelyjärjestelmien kautta lisää hulevettä, joten pitäisi olla myös useita tulevan huleveden mittauspaiikkoja. Koska tällaisia paikkoja on monta, ei tämän hankkeen talous mahdollista sellaista järjestelyä. Tässä tapauksessa päädyttiin siksi mittaamaan pelkästään Vuoreksen keskuspuistosta ja länsipuistosta poistuvaa hulevettä. Mittausten avulla saadaan tietoa Lempäälän Koipijärveen Vuoreksesta päätyvän huleveden määrästä ja laadusta. Automaattisesti mitattavia muuttujia ovat pH, lämpötila, sameus, sähkönjohtavuus, nitraatti ja virtaama.

Tervaslammenpuiston kohteessa oli tarve selvittää erityisesti suoalueelta rakennustöiden myötä liikkeelle lähtevän humuksen, kiintoaineen ja ravinteiden määrää sekä työmaavesille rakennetun puhdistusjärjestelmän (laskeutusallas ja hiekkasuodatin) toimivuutta. Liikkeelle lähtevän humuksen määrää pystytään arvioimaan mittaamalla COD-arvo (*chemical oxygen demand* eli kemiallinen hapen tarve). Alun perin tavoitteena oli DOC-arvon (*dissolved organic carbon* eli liuennut hiili) mittaaminen, mutta se osoittautui liian haasteelliseksi, koska mittausanturin ylläpito olisi ollut hyvin hankalaa. Erityisesti tutkijoita kiinnostaa puhdistusjärjestelmän talviaikainen puhdistuskyky pohjoisissa oloissa ja erilaisilla virtaamilla.

Virolaistenojan mittauspaikassa oli rakennettavana laiturimainen rakenne, jonka perustukset on mahdollista tehdä paalumaisesti tai anturamaisesti riippuen pohjamaasta. Myös mittarien sijoituspaikka oli ratkaistava siten, että siinä toteutuu toimivuus ja kohtuullinen kustannustaso. Koukkuojassa pieni huoli oli, että kaivettavassa uomassa olisi louhittavaa, mistä tulisi aikataulullista venymistä pelkkään kaivamiseen nähden. Tervaslammenpuistossa ei ollut suurempaa haastetta kuin asentaa kaivot alun perin suunniteltuihin paikkoihin. Kuvassa 2 on Tervaslammenpuiston hiekkasuodattimen asemapiirros.



Kuva 2. Hiekkasuodatin Tervaslammenpuistossa. Tampereen kaupunki.

4 KILPAILUTUSPROSESSI JA MITTAUSDATAN KÄSITTELY

4.1 Laitehankinnan kilpailutus

Laitteiden hankinnan kilpailutus piti tehdä työ- ja elinkeinoministeriön ylläpitämän HILMA-järjestelmän kautta, koska hankinnan arvon arvio oli kansallisen kynnsarvon ylittävä. UNaLab-hankkeesta tulevan rahoituksen johdosta laitteet oli hankittava kaupungille omaksi, ja samalla hankittiin myös mittauksen laadunvalvonta- ja raportointipalvelua kahdeksi vuodeksi, jonka jälkeen laitteet jäävät kaupungin käyttöön.

Tarjouskilpailun määräykset alkoivat tammikuussa 2018, mutta itse tarjouspyyntö oli HILMA:ssa vasta toukokuussa Tuomi Logistiikka Oy:n asiaa hoitavien henkilöiden vaihduttua muutamaan otteeseen. Urakkaneuvottelu käytiin kesäkuun lopulla, jolloin käytiin myös paikan päällä katsomassa mittauspaikat. Tarjouskilpailun voitti oululainen EHP Environment Oy edullisimman hintansa perusteella. He toimittivat mittauslaitteet ja asensivat ne rakentamiimme mittauspaikkoihin syyskuussa.

4.2 Mittausdatan käsittely

Laitteistoon liittyvä avoin data aiheutti merkittävää hankaluutta. Piti määrittää, mihin tietoa siirretään, kuinka se on käytettävissä, kuka tiedon omistaa, kuinka/kuka tietoa suodattaa, ja kuka tekee siitä raportointikelpoista. Koska mittauksia on tehtävä useita kertoja tunnissa, jotta pystytään toteamaan lyhyidenkin sateiden vaikutukset, tulee tapahtumia paljon jo vuorokaudessa. Mittaukset tapahtuvat vuodenajasta riippuen pienimmillään 15 minuutin ja suurimmillaan 60 minuutin välein. Datan lähetys tietopalveluun tapahtuu kuudesti päivässä. Mittarit toimivat aurinkopaneelien kautta latautuvilla akuilla. Tieto on käytävä läpi asiantuntijan toimesta, jotta siitä saadaan poistettua virheelliset tulokset, jotka antaisivat väärän kuvan mitattavan vedenlaadun todellisesta tilasta. Tällainen tilanne voi muodostua esimerkiksi vedessä kulkevan roskan tai puiden lehtien vuoksi: niiden hetkellinen oleminen mittausanturin pinnassa saa aikaan lukeman, joka ei ole vertailukelpoinen mittauspaikan olosuhteisiin vääristäen näin raporttiin tulevat arvot.

Laitetoimittajalla on alusta, jolle mittausaineisto lähetetään, ja heidän asiantuntijansa tekevät korjaukset raakadataan mahdollisten virheellisten arvojen osalta. He myös koostavat sovituin aikavälein raportin tapahtumista, joka toimitetaan muun muassa

UNaLab-hankkeelle. Pilvipalvelussa oleva tieto on käytettävissä asianomaisille, ja katse-
luominaisuuden kautta myös julkisesti katseltavana. Tampereen kaupungin oma järjes-
telmä on kehitteillä ja sen pitäisi valmistua viimeistään sopimuskauden loppuun men-
nessä, jolloin mittausdata saadaan siirrettyä sinne.

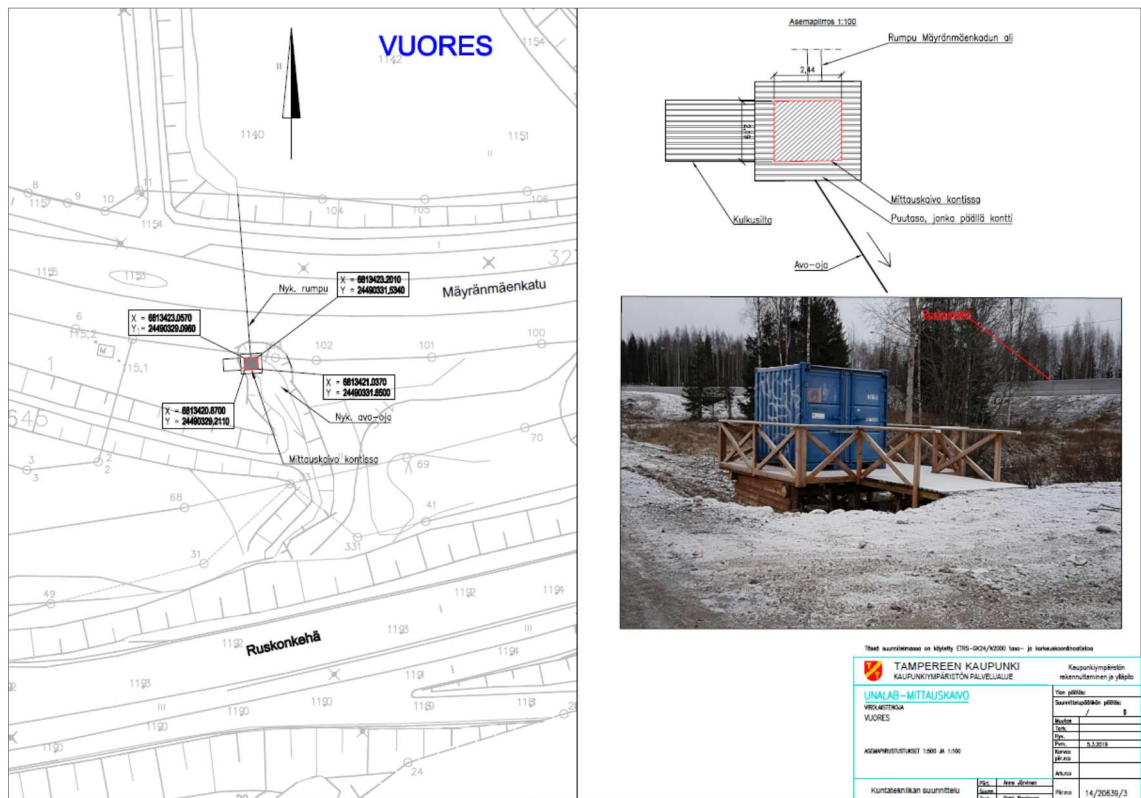
5 RAKENTAMISPAIKKOJEN SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN

5.1 Suunnittelu

Rakentamispaikkojen suunnittelu alkoi heti, kun kilpailutus ratkesi. Aluksi määriteltiin, millaisia laitteita olisi tarkoitus asentaa. Kun paikkojen ja laitteiden reunaehdot selvisivät, pystyttiin määrittämään myös teknisten ja muiden ominaisuuksien tarve. Poissulkeva asia oli vedenpinnan nousu mittauspaikassa, koska siitä olisi haittaa yläjuoksulla olevalle koulurakennukselle vedenpinnan noustessa uomassa. Virtaavan veden määrä vaikutti myös siihen, kannattaako mittauskaivoja asentaa paikkaan, johon lähitulevaisuudessa ei tule paljon vettä. Täten Virolaistenpuistoon alun perin kaavailut mittausasemat päätettiin sijoittaa vaihtoehtoiseen paikkaan Tervaslammenpuistoon, jossa niistä on suurempi hyöty.

5.1.1 Virolaistenoja

Virolaistenojan mittauspaikaksi (kuva 3) oli jo alusta asti ajateltu Mäyränmäenkadun rumpua, joka soveltuu mittaustarcoitukseen hyvin, koska virtaus rummun suulla pysyy auki talvellakin.

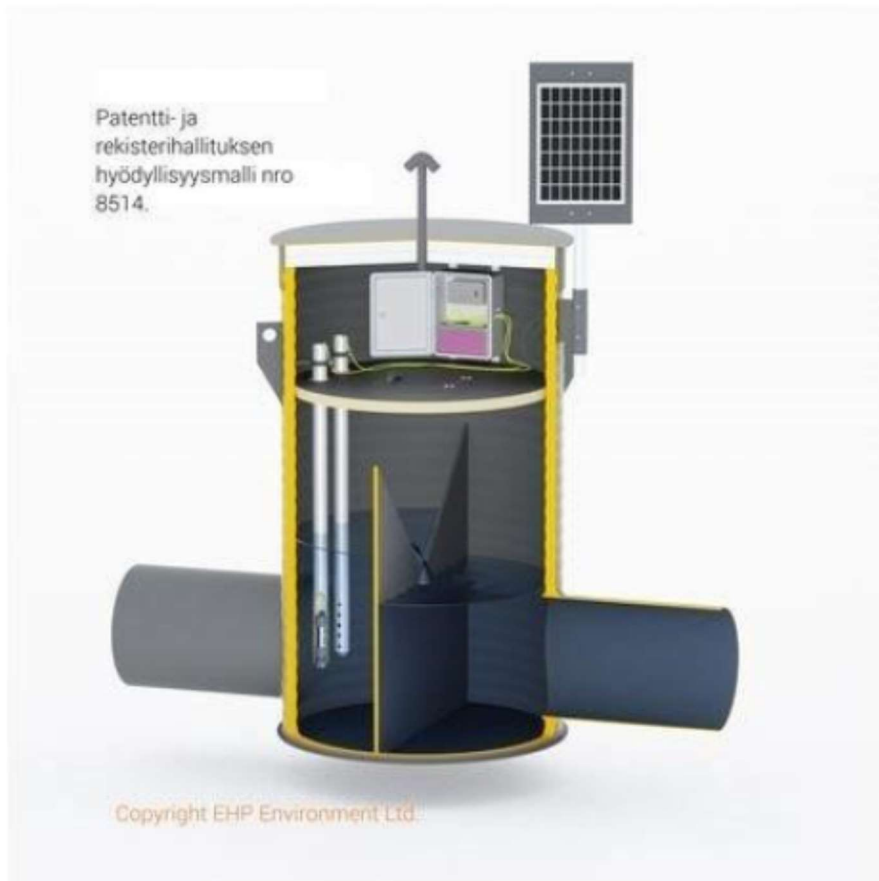


Kuva 3. Virolaistenojan asemapiirustus. Tampereen kaupunki.

Tähän kohtaan asennettavan akustisen virtaamamittarin poistaminen ja uudelleen asentaminen ei ole toivottavaa, mikä kuitenkin pitäisi tehdä, jos uoma jäätyisi kokonaan tai kuivuisi hetkellisestikin. Virtaaman lisäksi mitattavat suureet ovat pH, sameus, sähkönjohdavuus, lämpötila ja nitraatti. Asennuspaikka on sama, josta on ennen alueen rakentamista ja rakentamisen aikana seurattu veden laatua ja virtaamia. Näin ollen saatavien mittaus tulosten vertailu aiempiin tuloksiin on mahdollista. Perustustapa ratkaistiin niin sanotulla koepaalutuksella, jossa vanhoja puisia sähköpylväitä painettiin kaivinkoneella suunnitellulle kohdalle. Ne saatiin uppoamaan saveen sen verran, että saatiin kahdeksan kappaletta puupaaluina toimivaa puuperustaa uoman ympärille. Pylväät tuettiin ristiin kuitenkin niin, ettei uoman virtaamaan tule estettä ja siten mahdollista jäänmuodostusta keräävää rakennetta. Puutolppien päälle asennettiin niskapuut ja niiden päälle koolaus. Koolauksen päälle asennettiin kansilankutus, jonka päälle mittauslaitteiden sijoitusta varten löytynyt vanha metallinen pikkukontti voidaan laskea. Vaikka mittauspaikalla ei ole kiinteää sähköliittymää, umpinaisen kontin sisäilma tulee saada jotenkin vaihtumaan, jottei laitteisto sisällä olisi liiallisen kosteuden tai kesällä kuumuuden rasittama. Konttiin tehtiin siksi lisää ilmantuloaukkoja ja asennettiin lisäksi tuulesta voimansa ottava poistoilmapuhallin, jolla saadaan ilma vaihtumaan.

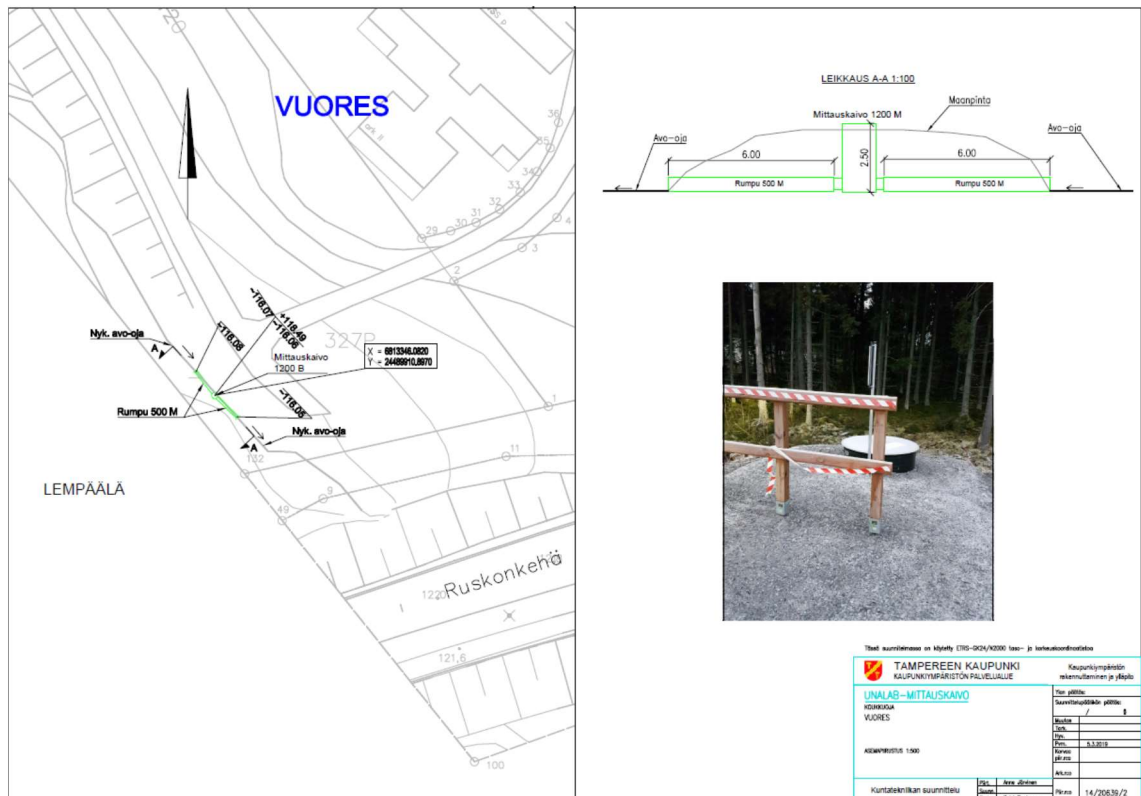
5.1.2 Koukkuoja

Koukkuojan paikkaan voitiin käyttää v-padollista kaivoa, joksi valikoitui laitetoimittajan kehittämä mittakaivo (kuva 4), jossa on rakennettu paikat mittareille ja muille oheistuotteille, kuten kaasupullolle ja aurinkopaneelille sekä akkulaturille. Nimitys v-pato johtuu siitä, että pato on V-kirjaimen muotoinen.



Kuva 4. V-patomittauskaivo. EHP Environment Oy.

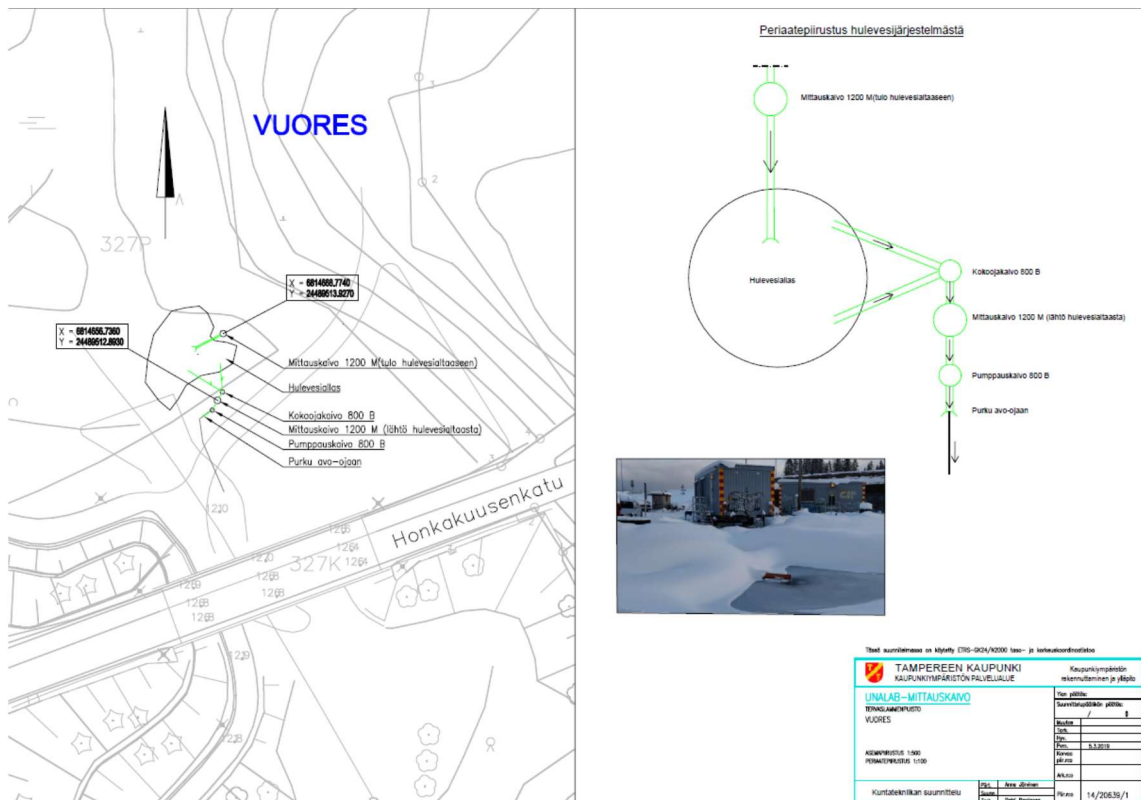
Virtaama saadaan selville virtaamanmittauspaineanturilla, jota käytetään v-padon yhteydessä. Virtaaman lisäksi mitattavat suureet ovat pH, sameus, sähkönjohtavuus, lämpötila ja nitraatti. Asennuspaikaksi (kuva 5) valittiin kohta läheltä ojan suuta, mutta kuitenkin tarpeeksi läheltä kevyenliikenteen väylää, jotta sinne kulkeminen olisi huolto- ja ylläpitotöitä ajatellen mahdollisimman helppoa. Asennuspaikka on myös sama, josta on ennen alueen rakentamista ja rakentamisen aikana seurattu veden laatua ja virtaamia. Näin ollen saatavien mittaustulosten vertailu aiempiin tuloksiin on mahdollista. Asennuspaikan melko näkyvän sijainnin toivotaan vähentävän mahdollista ilkivaltaa. Mittauskaivot on myös lukittu. Mittauspaikoilla on infotaulut, joissa kerrotaan suoritettavasta mittauksesta.



Kuva 5. Koukkuojan asemapiirustus. Tampereen kaupunki.

5.1.3 Tervaslammenpuisto

Kolmas paikka, jossa mittaus suoritetaan, on työmaan toiminnasta tulevan kaivantoveden puhdistusjärjestelmä, joka koostuu laskeutusaltaasta ja hiekkasuodattimesta. Sen toimivuus todetaan mittaamalla pitoisuudet v-padollisilla kaivoilla sekä ennen että jälkeen järjestelmän. Tällä mittauspaikalla mitataan molemmissa mittauskaivoissa pH, sameus, sähkönjohtavuus, lämpötila, COD (kemiallinen hapen tarve) ja virtaama paineanturin avulla. Paikat oli alustavasti jo mietitty alkuperäistä rakennelmaa tehtäessä (kuva 6).



Kuva 6. Tervaslammenpuiston asemapiirustus. Tampereen kaupunki.

5.2 Rakentaminen

5.2.1 Virolaistenoja

Rakentamista varten sovittiin kahden työryhmän kanssa toteutuspaikkojen toimenpiteet. Yhteistyökumppani toteutti kaksi paikkaa. He aloittivat Virolaistenojalta (liite 1). Aluksi rumpujen molemmista päistä poistettiin kasvillisuus, jotta betoninen rumpuputki voitiin puhdistaa sisällä olevasta saostumasta. Työhön käytettiin Tampereen veden viemärinpesuautoa, jolla saatiin toisen käynnin jälkeen rumpu puhdistettua. Puhdistusten välissä rummun päissä olevat syvennykset piti tyhjentää kaivinkoneella, koska kertymä oli sen verran suuri. Lopuksi tehtiin vielä syvennys mittareiden saamiseksi riittävään veteen myös vesimäärien ollessa ojassa pienet.

Tämän jälkeen tehtiin paaluperustus puupylväistä kaivinkoneella painaen puupaalu kantavaan maakerrokseen asti. Työ suoritettiin 19 tonnin kaivinkoneella, jolla saatiin puut painumaan noin 3–4 metriä perustustasosta alaspäin (kuva 7).



Kuva 7. Virolaistenoja. Puupaaluperustus.

Kun puupaalut tuettiin vielä ennen niskapuiden asennusta, saatiin rakennelmasta tukeva, jolloin se kestää myös mahdollisten jääkuormien aiheuttamat rasitukset. Rummun alajuoksulla jääkuormat ovat pienet, joten puurakenne on riittävä rakenne tähän kohtaan. Puukansi tehtiin pienellä raolla, materiaalina 50x150 mm kyllästetty puutavara. Kannen ympärille tehtiin myös puusta kaide putoamissuojaksi, sillä kansi on kaksi metriä vedenpinnan yläpuolella.

Toinen työtehtävä oli rakentaa mittausasemana toimivan kontin tuuletusjärjestelmä ja toimittaa se kannelle siihen tarkoitettuun kohtaan. Kontista lasketaan muiden arvojen kuin virtaaman mittausta varten oleva laite, josta menee pelkkä johto anturista mittaukseen kokoavaan laatikkoon, samaan kuin muistakin mittareista. Konttiin asennettiin korvausilmaventtiilit Tampereen Infran Orimuskadun varastolla, jossa tehtiin myös tuulesta voimansa ottava poistoilmahuone. Siihen tehtiin pieni muovinen piippumainen rakenne, joka vahvistettiin metallitangolla. Korotuksella varmistetaan tuulen osuminen paremmin siivekkeisiin, jolloin laite toimii paremmin eri suunnilta tulevilla tuulilla.

Kontti tuotiin varustelun jälkeen mittauspaikalle ja asennettiin tarkoitettuun kohtaan ennen mittauslaitteiden asennusta. Mittareiden asennuksen yhteydessä kontin lattiaan tehtiin sen verran suuret aukot, että mittausantureiden asennusputket saatiin asennettua viistosti aseemiinsa. Kontin katto asetti rajoitteen suoraan asennukseen, koska asennusputket ovat yli kaksi metriä pitkät kannen korkeusaseman johdosta. Kannen korkeus muodostui ympäröivien rakenteiden mukaan ja rakennelma saatiin tehtyä tukeväksi. Kun mittarit oli asennettu, tehtiin vielä suojaharvalaudoitus mittauslaitteiden suojaksi lumelta ja ilkivallalta (kuva 8).



Kuva 8. Virolaistenoja. Mittausasema talvi-ilmeellä.

5.2.2 Koukkuoja

Yhteistyökumppani toteutti Koukkuojan työn mittarikaivon toimituksen saavuttua Tampereelle (liite 2). Tämäkin työ toteutettiin normaalin työn ulkopuolella, joten materiaalit oli hankittava kohteeseen ennen työn aloitusta. Hulevesiputket (D 500) ennen ja jälkeen kaivon sekä niiden jäätymistä suojaavat eristelevyt toimitettiin paikalle yhdessä suodatinkankaan kanssa, joka asennettiin murskearinnan alle.

Asennustyö alkoi ojan padotuksella ja ohipumppauksella. Onneksi kulunut kesä ja syksy olivat vähäsateisia, joten veden määrä ojassa oli vähäinen ja ohipumppaukselle riitti normaali järjestely; pieni aggregaatti ja pieni pumppu, joka hoiti asiansa hyvin. Kaivinkoneen mittalaitteella katsottiin asennettavasta ojankohdasta kaato. Kohdalta kaivettiin työvarat mukaan lukien pois pintamaat ja tarvittava perusmaa, joka oli tiivistä savea, johon oli helppo kaivaa putkelle ja kaivolle noin 10 cm arinan murskevara. Kaivetulle pohjalle asennettiin suodatinkangas ja sen päälle murske 0–16 mm. Kun murske oli tasattu ja tiivistetty, asennettiin alajuoksun putki ja siihen alkutäyttöä murskeella asennuksen aikaisen paikalla pysymiseksi kaivon liittämistä varten. Putken asentaminen oli vähän työläämpää johtuen kaivossa olevan yhteen hankalasta soveltuvuudesta normaalisti käytettävään putkiosaan. Kun yläjuoksun puoleinen putki oli saatu asennettua, jatkettiin alkutäyttöä koko asennetulle osuudelle.

Jäätymistä estämään tuleville eristelevyille tasattiin pohjat putken yläpinnasta 10 sentin päälle tasattuun kerrokseen, myös kaivon ympärille ja sen pystyosaan. Täyttötöitä

jatkettiin 0–16 mm murskeen kanssa eristeen suojatäytön ja kaivon suojatäytön osalta. Kaivannosta kaivettua maata saatiin myös hyödynnettyä reuna-alueiden ja maisemoinnin osalta. Välitäyttöön käytettiin 0–32 mm mursketta niissä kohdissa, jossa tullaan liikku-
maan autolla ja muilla kunnossapitoa tehtävillä laitteilla. Pintaan tuli vielä 0–16 mm murske, jolla saatiin siisti ulkoilme. Koska kaivosta jää näkyviin noin 25 cm kannen kautta tapahtuvan ylläpidon johdosta, asennettiin puinen kaide estämään satunnaista kul-
kijaa ajamasta vahingossa kaivon päälle, vaikka paikka onkin kevyen liikenteen väylän varrella (kuva 9).



Kuva 9. Koukkuoja. Mittauskaivon kansi näkyy lumen peittämänä vasemmalla.

Loppuviimeistelyissä saimme toteutettua epävirallisen ylityspaikan lähimetsään, jolla ainakin jäljistä päätellen on virkistyskäyttöä. Kaivossa oleva padotus nosti vähän ojan pintaa, mikä antaa vedelle lisää viivytystä ja parantaa lähtevän veden laatua.

5.2.3 Tervaslammenpuisto

Tampereen Infran työryhmä toteutti Tervaslammenpuiston työn, johon oli jo ennakolta tehty laskeutusaltaan imeytys- ja pumppausjärjestelyt Isokuusi III -alueen rakentamista auttaen. Sinne oli rakennettu vesihuoltolinjaan pumppauskaivo, johon kaivantovettä pystyi pumppaamaan samaan kaltevuuteen rakennettuun hulevesiviemäriputkeen. Tällöin

vesi kulkee luonnostaan pumppauskaivolle, josta se pumpataan laskeutusaltaaseen. Ennen laskeutusallasta on mittauskaivo tulovedelle. Sieltä vesi imeytyy hiekkasuodattimen kautta kokoojakaivoon, ja kulkeutuu mittauskaivon kautta poistopumppauskaivoon, josta se pumpataan rakennettuun hulevesikosteikkoon.

Alkujaan ajateltu poistopuolen mittauskaivo korvattiin samanlaisella laitetoimittajan tyyppihyväksytyllä versiolla, joka asennettiin myös Koukkuojaan. Siinäkin oli soveltuvat paikat mittauslaitteille, joten se on helpompi käyttää jatkossakin seuraavissa paikoissa, joissa mittauksia suoritetaan. Kaivoissa on tulo- ja poistoyhteet 500 mm ajatellen jatkokäyttöä suurempien vesimäärien suhteen ojiin, tai hulevesiviemäreitä ajatellen. Nyt kyseessä olevassa pienten vesimäärien tapauksessa teetettiin supistusyhte 500 mm:stä 160 mm:iin (kuvat 10 ja 11), jolloin tässä tapauksessa olevat vesimäärät ovat paremmin käsiteltävissä. Tuloyhteeseen laitettiin supistusyhteet 75 mm:iin asti, jotta pumppausletku saatiin tiiviisti klemmarilla kiinni, koska kaivossa oleva virtauspato vaatii pumpattavalta vedeltä pienen paineen päästäkseen padon yli.



Kuva 10. Supistusyhteet poistokaivossa.



Kuva 11. Supistusyhte tulokaivon poistopäässä.

Ennen rakentamista oli lopetettava laskeutusaltaaseen pumppaaminen, jotta vedenpinta saatiin kaivojen asennuspaikoilta riittävälle tasolle. Työt tehtiin normaalin työn ulkopuolella, jottei perustyö häiriintynyt. Kaivojen ympärystäyttö tehtiin 0–16 mm murskeella kerroksittain tiivistäen ja eristykseen käytettiin 70 mm suulakepuristettua levyä, koska pienen vesimäärän aiheuttama jäätymisvaara piti ehkäistä.

Lopputyöt tehtiin ympäröivien pintojen mukaan. Myös tässä kohdassa kaivojen liitosyhteiden soveltuvuus aiheutti lisävaivaa yhteensopivuuden kanssa, koska mittapadon tarvitsema vedenpaine edellytti täysin tiivistä liitosta, jotta vesi menisi v-padon yli eikä kiertäisi kaivon murskeesta tehdyn ympärystäytön kautta. Toiseen kaivoon teimme tiivistyksen betonimanttelilla ja toisen tiivistimme soveltuvalla teipillä.

6 POHDINTA

Rakennettujen hulevesijärjestelmien toimivuuden toteaminen mittaamalla voi olla haastavaa, kuten esimerkiksi Vuoreksen keskuspuiston ja länsipuiston järjestelmissä. Näissä huleveden tulopisteitä on useita, joten tulevan huleveden määräytyminen pitäisi tehdä kussakin pisteessä, ja huomioida kohta, jossa se tulee järjestelmään, koska puistojen hulevesijärjestelmät on rakennettu erilaisin vedenkäsittelyrakentein ojauman matkalle. Järjestelmän toimivuuden todentamiseen tulisi jatkossa kiinnittää huomiota hulevesijärjestelmiä suunnitellessa.

Lisäksi rakennusaikaisten järjestelyiden pitäisi olla usein massiivisempia rakenteita, koska kaivantovesien pitoisuudet ovat hetkittäin suuria, kun käsitellään irtoainekista maata, joka veteen sekoittuessaan muuttuu melkoiseksi ”kuravedeksi”. Työn edessä irtonaista maa-ainesta on jatkuvasti tulossa pumppausveteen työn edistyessä kaivannossa. Jos tulee tilanne, että työ kaivannossa jostain syystä keskeytyy, muuttuu pumpattu vesi kirkkaaksi, koska uutta hienoainesta ei ole kaivannossa ole. Tämä ei kuitenkaan ole toivottu tila töiden valmistumisen kannalta, sillä se on merkki töiden keskeytymisestä. Työnaikaisia hulevesijärjestelmiä on pystyttävä huoltamaan työn aikana, koska niihin jäävät kiintoaineet tukkivat sen aiheuttaen järjestelmän toiminnan lakkaamisen. Tällöin tehtävä työ on keskeytettävä, kunnes järjestelmä on saatu puhdistettua tai joskus jopa rakennettua uudelleen. Erityisen paljon kiintoainesta tulee turvemaiden käsittelyssä. Vuoreksen rakentamisesta saadun kokemuksen mukaan erityisesti suoalueille rakentaminen on aiheuttanut merkittävää kiintoaine- ja ravinnekuormitusta alapuolisiin vesiin. Jatkossa olisi pohtimisen arvoista, onko suoalueille rakentaminen tarkoituksenmukaista.

Kirjoittamisen aikana on ehditty saada mittaustietoa hiekkasuodattimen toiminnasta, joka oli suodattanut pitoisuuksia merkittävästi. Mittaukset jatkuvat niiden pohjalta, ja lisää tuloksia raportoidaan muissa asiakirjoissa.

Läpivientien tiivistäminen osoittautui suunniteltua monimutkaisemmaksi. Paikoissa, joissa on v-padon ja paineanturin avulla tehtävä virtaamamittaus, on kaivojen ja niiden läpivientien oltava ehdottoman tiiviit. Muutoin ne voivat aiheuttaa vääristymiä tuloksiin veden kulkeutuessa väärää reittiä mahdollisten vuotokohtien kautta. Tällöin vesi ei siis kulje v-padon kautta. Käytimme ratkaisuna betonimantteliä ja teippausta tarvittavan tiiviyden saavuttamiseksi. Seuraavassa kohteessa tarvitsee mahdollisesti teettää sopiva putkiyhde, jolla saadaan kaivoon tulevat ja lähtevät putket liittymään oikealla tavalla.

Kirjoittamisen aikana oli havaittavissa myös toimittajan latauslaitteiden (aurinkokennojen) riittämättömyys tuottaa virtaa mittauspaikoilla. Vaikka paikoissa on akku, jota ladataan aurinkokennon avulla, ei virta riittänyt talviolosuhteissa. Mittauspaikkojen huollon yhteydessä akkuja on täytynyt ottaa lataukseen muualle, mikä ei ole tarkoituksenmukaista. Tämän ongelman nopeana parannuksena hankittiin kiinteään sähköön kytkettävät ylläpitolaturit, joita pystytään käyttämään Tervaslammella työmaan sähköjen avulla, ja tarkoitukseen avatulla uudella sähköliittymällä Virolaistenojan mittauspaikassa. Virolaistenojalla oleva akustinen virtaamamittari kuluttaa ominaisuuksiensa vuoksi enemmän virtaa kuin muissa mittauspaikoissa olevat paineanturit. Koukkuojallakaan kennon varauskyky ei riitä, joten sinne saatetaan hankkia pinta-alaltaan suurempi aurinkokenno, koska sinne ei ole saatavissa kiinteää sähköliittymää sähkölinjan kannalta syrjäisen sijaintinsa vuoksi.

LÄHTEET

Asemapiirustus Virolaistenojan mittauspaikasta. Tampereen kaupunki. 02/2019.

Asemapiirustus Koukkuojan mittauspaikasta. Tampereen kaupunki. 02/2019.

Asemapiirustus Tervaslammenojan mittauspaikoista. Tampereen kaupunki. 02/2019.

EHP Environment Oy. V-patomittauskaivon kuva. Oulu.

Hyvälaatuinen vesi Euroopassa. EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi. 2000. Luettu 3.4.2019.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=legissum%3A128002b>

Keskitalo, J. 2017. Rajaton vesi, rajalliset vesivarat. Tallinna: Gaudeamus.

Kotola, J. & Nurminen, J. 2003a. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 1: Kirjallisuustutkimus. Espoo: Otamedia Oy.

Kotola, J. & Nurminen, J. 2003b. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla, osa 2: Koealuetutkimus. Espoo: Otamedia Oy.

Krämer, T. 2009. Välttämätön vesi. Hyvinvointi – luonto – tulevaisuus. Suomentanut Anne Mäkelä. Jyväskylä: Minerva.

Kuntaliiton hulevesiopas. 2012. Helsinki: Suomen Kuntaliitto.

Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta. 2005. Toim. Vakkilainen, P., Kotola, J. & Nurminen, J. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Tampereen hulevesiohjelma. 2012. Luettu 9.2.2019.

https://www.tampere.fi/liitteet/h/6Aw930Whg/Tampereen_hulevesiohjelma.pdf

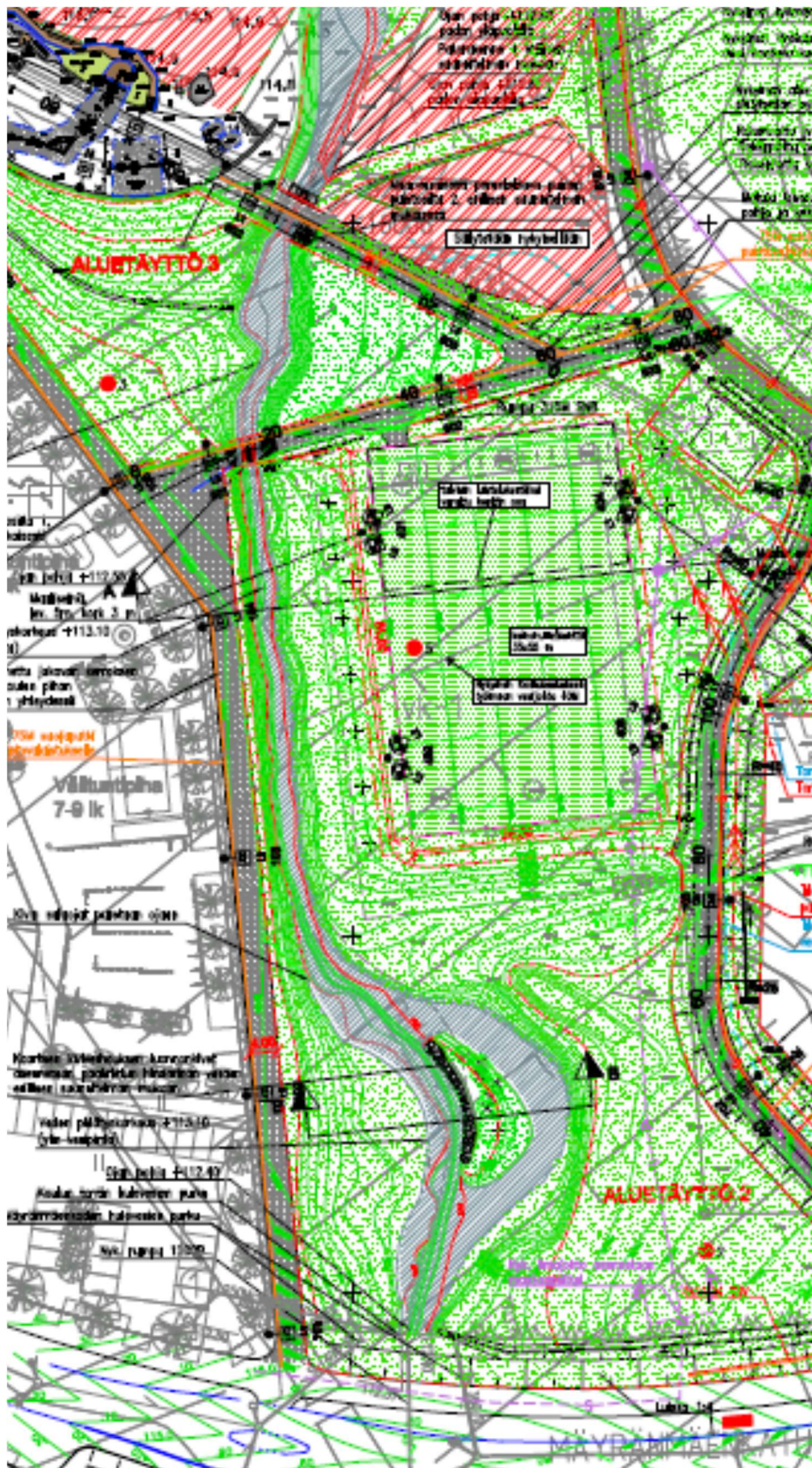
Urban Nature Labs -hanke kehittää luontoperustaisia ratkaisuja. Luettu 2.2.2019.

https://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/ajankohtaista/artikkelit/2018/10/04102018_1.html

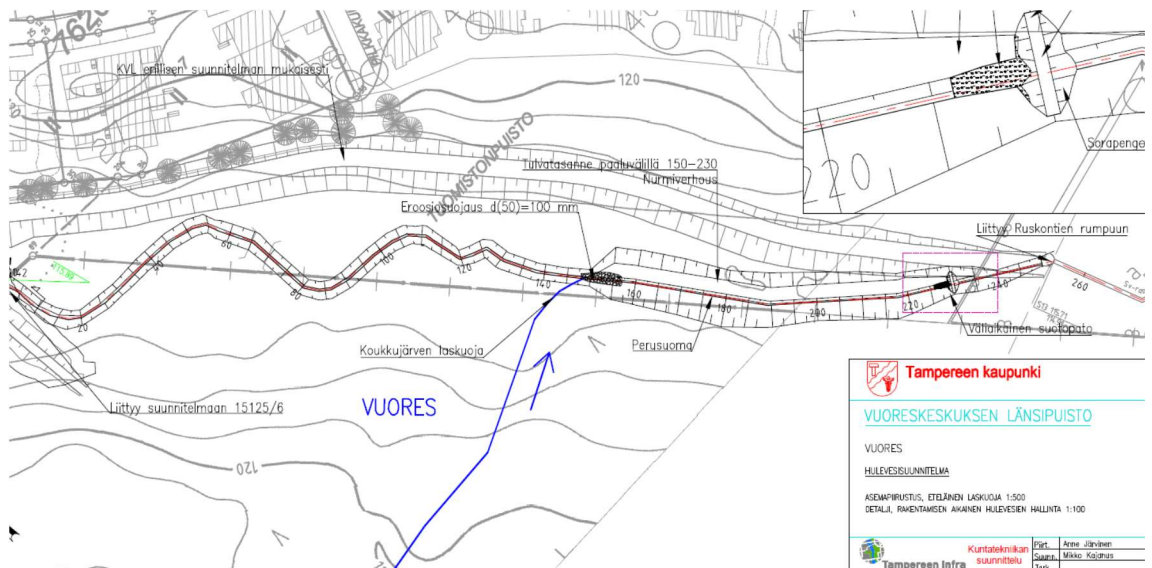
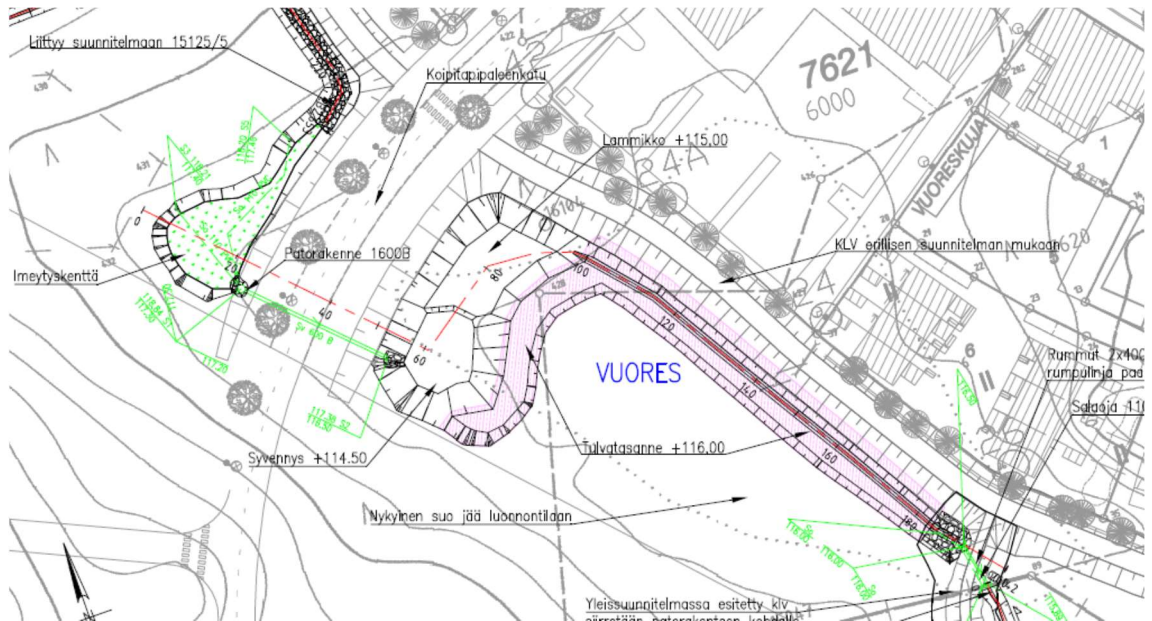
Viklander, M. & Österlund, H. & Müller, A. & Marsalek, J. & Borris, M. 2019. Kuns-
kapssammanställning – Dagvattenkvalitet. Bromma: Svenskt vatten AB.

LITTEET

Liite 1. Virolaistenojan hulevesisuunnitelma. Tampereen kaupunki.



Liite 2. Koukkujoen hulevesisuunnitelma. Tampereen kaupunki.



Tampereen kaupunki

VUORES

VUORES

HULEVESISUUNNITELMA

ASEMAPIIRUSTUS, ETEÄJÄN LASKUJA 1:500
 DETAILI, RAKENTAMISEN AJANKOINEN HULEVESIEN HALLINTA 1:100

Tampereen Infra	Kuntatekniikan suunnittelu	Proj.	Arne Järvinen
		Suunn.	Mikko Kosmas
		Tark.	