



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO

TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SUOSITUS KYMEN VESI OY:N UUDEKSI HULEVESIMAKSUKSI

TEKIJÄ:

Miikka Leinonen EYY14SY Ympäristötekniikka



Tiivistelmä

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Miikka Leinonen	
Työn nimi Suositus Kymen Vesi Oy:n uudeksi hulevesimaksuksi	
Päiväys 4 helmikuuta 2019	Sivumäärä/Liitteet 87/11
Ohjaaja(t) Yliopettaja Pasi Pajula	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Kymen Vesi OY	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli laatia suositus Kymen Vesi Oy:lle uudesta hulevesimaksusta. Maksusuosituksen lähtökohtana oli parantaa aiheuttamisperiaatteen toteuttamista hulevesimaksussa.</p> <p>Työn kirjallisuus- ja teoriaosuudessa tutkittiin yleisimmät hulevesimaksut, hulevesimaksujen lainsäädäntö, hulevesien hallinnan pääkohdat ja menetelmät sekä paikkatiedon käytön teoriaa liittyen hulevesimaksujen määritykseen. Työssä selvitettiin jo käytössä olevia hulevesimaksuja, joista suosituimpia käytettiin maksujen vertailussa. Vertailuun valittiin Suomessa yleisesti käytössä oleva kiinteistötyyppiin ja kiinteistön pinta-alaan perustuva hulevesimaksu, Yhdysvalloissa yleisesti käytössä oleva läpäisemättömän pinnan alaan perustuva hulevesimaksu ja toimeksiantajan ehdottama läpäisemättömän pinnan alaa lisäkertoimena käyttävä kiinteistötyyppiin ja kiinteistön pinta-alaan perustuva hulevesimaksu.</p> <p>Suosituksen pohjaksi luotiin vertailu. Työssä hyödynnettiin Kymen Veden asiakastietoaineistoja sekä julkisesti saatavilla olevia Maanmittauslaitoksen kiinteistörekisterikarttaa ja ortokuvia hulevesimaksujen vertailussa. Työn aikana luotiin paikkatieto-ohjelma QGIS:llä läpäisemättömiin pintoihin luokiteltu aineisto orto- ja vääriväri-ilmakuvista, jota käytettiin kahdessa vertailuun valitussa hulevesimaksussa. Hulevesimaksujen vertailu tehtiin esimerkkialueella Kotkassa. Vertailuun valituille hulevesimaksuille luotiin työvaiheet, joilla määritettiin hulevesimaksuilla kerättävät summat esimerkkialueelta. Hulevesimaksujen työmäärät kirjattiin ylös vertailua varten.</p> <p>Opinnäytteen tuloksena tehtiin suositus Kymen Vesi Oy:lle uudesta hulevesimaksusta. Suositeltu hulevesimaksu käytti maksuperusteina kiinteistötyyppiä, kiinteistön kokonaispinta-alaa ja läpäisemättömän pinnan alaa. Työtä voidaan käyttää lähtötietona uuden hulevesimaksun käyttöönotossa.</p>	
Avainsanat hulevesi, hulevesimaksu, läpäisemätön pinta, hulevesien hallinta, paikkatieto	



Abstract

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Miikka Leinonen			
Title of Thesis Recommendation for Kymen Vesi Oy about a New Stormwater Fee			
Date	February 4, 2019	Pages/Appendices	87/11
Supervisor(s) Pasi Pajula, Principal Lecturer, Teemu Räsänen, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Kymen Vesi Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of the thesis was to create a recommendation for Kymen Vesi Oy about a new stormwater utility fee and the aim of the recommendation was to improve the execution of the polluter pays principle in the stormwater utility fee.</p> <p>Firstly, in the literature and theory part of the thesis the most common stormwater utility fees, laws, stormwater management methods and usage of GIS in determining stormwater utility fees were examined. Stormwater utility fees in use were surveyed, from which the most commonly used ones were chosen to the comparison. The Finnish stormwater utility fee based on property type and parcel size and the American stormwater utility fee based on impervious surface area were chosen to the comparison. As an additional factor, a modified Finnish stormwater utility fee which uses impervious surface area proposed by the client was also used in the comparison.</p> <p>Secondly, a comparison of three different stormwater utility fees was created as a basis for the recommendation. Kymen Vesi Oy's customer registry, National land survey's land registry, ortho and false color photos were utilized in the comparison of the stormwater utility fees. An impervious surface raster was created with QGIS from National land survey's ortho and false color photos which was utilized in two of the compared stormwater utility fees. The comparison was made on an example area in Kotka. Operation stages were established for the chosen stormwater utility fees with which collected fee totals were calculated from the example area. Work amounts of the chosen stormwater utility fees were logged for the comparison.</p> <p>As a result of this thesis, a recommendation for Kymen Vesi Oy was made about a new stormwater utility fee. The recommended stormwater utility fee used the property type, parcel area and impervious surface area as determining factors. This thesis can be used as source information for the implementation of the new stormwater utility fee.</p>			
<p>Keywords</p> <p>stormwater, stormwater utility fee, impervious surface, stormwater management, geographic data and information</p>			

**SISÄLTÖ**

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT.....	7
1 JOHDANTO	8
2 KYMEN VESI	10
2.1 Kymen Veden toiminta-alue.....	10
2.2 Kymen Veden verkosto.....	11
3 HULEVESIMAKSUUN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ	13
3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki	13
3.2 Vesihuoltolaki	13
4 HULEVESI JA SEN HALLINTA.....	15
4.1 Huleveden hallinta	15
4.2 Hallinnolliset hulevesien hallintamenetelmät	16
4.3 Tekniset hulevesien hallintamenetelmät	17
4.4 Luonnonmukaiset hulevesien hallintamenetelmät.....	17
4.4.1 Hulevesien imeytys	18
4.4.2 Hulevesien viivytys	19
4.5 Hulevesien hallinta Kymen Veden toiminta-alueella	20
5 SUOMESSA KÄYTÖSSÄ OLEVAT HULEVESIMAKSUT	22
5.1 Suomessa käytössä olevat julkisoikeudelliset hulevesimaksut.....	22
5.1.1 Oulun hulevesimaksu	22
5.1.2 Turun hulevesimaksu	23
5.1.3 Tampereen hulevesimaksu	24
5.1.4 Jyväskylän hulevesimaksu.....	25
5.2 Suomessa käytössä olevat yksityisoikeudelliset hulevesimaksut.....	25
5.2.1 HSY:n hulevesimaksu	26
5.2.2 Naantalın vesihuoltolaitoksen hulevesimaksu	26
5.2.3 Kymen Veden hulevesimaksu	27
5.3 Yhteenveto Suomessa käytettävistä hulevesimaksuista.....	28
6 HULEVESIEN HALLINTA JA MAKSUT ULKOMAILLA.....	29
6.1 Saksassa käytössä olevat hulevesimaksut	29
6.2 Yhdysvalloissa käytössä olevat hulevesimaksut	29
6.2.1 Equivalent Residential Unit -metodiin perustuva hulevesimaksu	30



6.2.2	Intensity of Development -metodiin perustuva hulevesimaksu	30
6.2.3	Equivalent Hydraulic Area -metodiin perustuva hulevesimaksu	31
6.3	Yhteenveto	31
7	PAIKKATIEDON KÄYTTÖ HULEVESIMAKSUN MÄÄRITYKSESSÄ	33
7.1	Karttaprojektit ja koordinaatistojärjestelmät	33
7.2	Orto-, ilma- ja satelliittikuvien teoriaa	35
7.3	Paikkatietoaineistot	36
7.3.1	Satelliittikuva-aineistot	37
7.3.2	Maanmittauslaitoksen aineistot	38
7.4	Paikkatiedon käyttö hulevesimaksuja määrittäessä	39
7.4.1	Läpäisevyystarkastelun teoriaa	39
7.5	Paikkatietoaineistojen tulevaisuutta	41
8	HULEVESIMAKSUN MÄÄRITYS ESIMERKKIKOHTEISSA	42
8.1	Määrittystapojen esittely	43
8.2	ERU:n perustuva hulevesimaksu	44
8.2.1	Läpäisevyystarkastelu	44
8.2.2	Rakennustyyppin lisääminen kiinteistöille	50
8.2.3	Virhetarkastelu	52
8.2.4	ERU:n määrittäminen	55
8.2.5	ERU -laskentatapaan perustuvien hulevesimaksujen summien laskeminen	57
8.2.6	ERU -pohjaisen hulevesimaksun päivittäminen ja käyttö	58
8.3	Kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan perustuva hulevesimaksu	61
8.3.1	Kiinteistötyyppiluokkien luominen	61
8.3.2	Pinta-alan hakeminen kiinteistöille	63
8.3.3	Maksun määrittäminen kiinteistötyypeille ja pinta-aloille.	65
8.3.4	Kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan pohjautuvan hulevesimaksun käyttö ja päivittäminen	69
8.4	Tilaajan ehdottama hulevesimaksu	70
8.4.1	Kertoimien määrittäminen	70
8.4.2	Hulevesimaksujen laskenta	72
8.4.3	Tilaajan ehdottaman hulevesimaksuperusteen käyttäminen	73
8.5	Hulevesimaksuperusteiden tulosten vertailu	74
9	TYÖN TULOKSET JA ARVIOINTI	78



9.1 Opinnäytetyön tavoitteiden arviointi	79
10 JOHTOPÄÄTÖKSET	81
10.1 Nykyisen lainsäädännön haasteet.....	81
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	83
LIITE 1. KYMEN VEDEN TOIMINTA-ALUEET KOTKASSA, KOUVOLASSA JA PYHTÄÄLLÄ.....	88
LIITE 2. HULEVEDEN VIEMÄRÖINTIALUEET KYMEN VEDEN TOIMINTA-ALUEELLA.....	92
LIITE 3. RAKENNUSTYYPPI SARAKKEIDEN YHDISTÄMISEEN JA RAKENNUSTYYPPI LUOKKIEN KUTISTAMISEEN KÄYTETTY QGIS-KOMENTO.	97
LIITE 4. PINTA-ALALUOKKIEN MAKSUKERTOIMIEN MÄÄRITYKSEEN KÄYTETTY TAULUKKOLASKENTAKOMENTO KIINTEISTÖTYYPEILLE	98



LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Aiheuttamisperiaate = Kansainvälisesti hyväksytty periaate, jossa vaarallista tai muutoin riskialtista toimintaa harjoittavan on kannettava vastuu toiminnastaan aiheutuvista haitallisista seurauksista ja maksettava mahdolliset korvaukset.

Huleveden hallinta = Hulevesien kertymiseen vaikuttavat ja niiden johtamiseen ja käsittelyyn liittyvät toimenpiteet.

Hulevesi = Maan pinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettava sade- tai sulamisvesi. Lisäksi tässä työssä hulevesiksi luetaan myös salaojavedet.

Hulevesijärjestelmä = Hulevesien hallintaan tarkoitettujen rakenteiden kokonaisuus.

Hulevesijärjestelmän vaikutusalue = Alue, jonka kiinteistöt hyötyvät hulevesijärjestelmän toiminnasta välillisesti ja välittömästi.

Hulevesimaksu = Hulevesien hallintatoimista perittävä maksu.

Hulevesistrategia, -ohjelma tai -suunnitelma = Päämäärät, keinot ja linjaukset hulevesien hallinnan järjestämiseksi

Liittymismaksu = Vesihuolto- ja/tai hulevesiverkoston liittymisestä perittävä maksu, sisältää usein tontti-liittymän rakentamis- ja liitostyökulut.

Läpäisemätön pinta = Rakennettu tai rakentamaton pinta, jossa hulevesien imeytyminen on heikkoa ja pintavalunta suuri.

Läpäisevä pinta = Rakennettu tai rakentamaton pinta, jossa hulevesien imeytymistä tapahtuu.

MML = Lyhenne Maanmittauslaitoksesta

VHL = Lyhenne Vesihuoltolaista

MRL = Maankäyttö- ja rakennuslaista

EPA = Lyhenne Yhdysvaltojen Ympäristönsuojeluministeriöstä (eng. Environmental Protection Agency)

GIS = Lyhenne paikkatietojärjestelmästä (eng. Geographical Information System)

NIR = Lyhenne lähi-infrapunasta (eng. Near Infrared)

Väärävärikuva = Ilmakuvasta luotu rasteri, jolla visualisoidaan jotain fysikaalista ilmiötä niiden valoa heijastavien aallonpituuksien ominaisuuksien avulla.

NDVI = Normalisoitu kasvillisuusindeksi (eng. Normalized Difference Vegetation Index). Visualisoi väärävärikuvena terveen kasvillisuuden määrää alueella.

Toiminta-alue = Toiminta-alue on vesihuoltolaissa määritetty alue, jolla kunnallinen tai yksityinen vesihuoltolaitos hoitaa puhtaan veden ja jäteveden vesihuollon.

Hulevesien viemäröintialue = Kunnan päättämä alue, jolla vesihuoltolaitos huolehtii huleveden viemäröinnistä yhdyskuntakehityksen tarpeita vastaavasti.

EPSG = European Petroleum Survey Group

SRS = Sijainnin viitejärjestelmä (eng. Spatial Reference System)



1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä esitellään suositus uudesta hulevesimaksuperusteesta Kymen Vesi Oy:lle. Kymen Vesi Oy otti nykyisen hulevesimaksunsa käyttöön vuoden 2018 alussa ja tässä työssä verrataan nykyistä hulevesimaksuperiaatetta muihin mahdollisiin maksuperiaatteisiin. Hulevesien hallinnan lainsäädäntö muuttui 01.09.2014 maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) sekä vesihuoltolain (119/2011) uudistuksissa (Kuntaliitto 2017, 4). Uudistuksissa huleveden viemärointi ja muut huleveden hallintaan liittyvät toimenpiteet eriytettiin muusta vesihuollosta ja annettiin määräys eritellä hulevesistä aiheutuvat kustannukset. Samalla uudistuksessa annettiin mahdollisuus toimijoille periä erillistä hulevesimaksua huleveden kustannuksien kattamiseksi.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa päätöksentekoa varten suositus Kymen Vesi Oy:lle aiheuttamisperiaatetta paremmin toteuttavasta hulevesimaksun laskentatavasta, joka on kohtuullisin resurssein toteutettavissa. Hulevesimaksun laskentatavan suosituksen valinta toteutetaan vertailemalla valittuja Suomessa ja ulkomailla käytössä olevia hulevesimaksuja sekä niiden laskentatapoja. Opinnäytetyön kirjallisuususiossa esitellään hulevesiin liittyvää lainsäädäntöä, hulevesien hallintaa, käytössä olevia hulevesimaksuja Suomessa ja ulkomailla sekä paikkatietoa ja kuinka sitä voidaan käyttää hulevesimaksujen määrittämisessä.

Hulevesiosiossa käydään läpi yleisellä tasolla hulevesiä ja niiden hallintaa, erityisesti hulevesien imeytys ja viivytys. Eräissä hulevesimaksuissa imeytyksellä ja viivytyksellä voidaan kiinteistöjen sisällä vaikuttaa hulevesimaksun määrään, joten niiden perusteet esitetään tässä työssä.

Lainsäädäntöosio sisältää Maankäyttö- ja rakennuslain ja Vesihuoltolain, joissa säädetään hulevesimaksuista. Lainsäädäntöosiossa esitellään hulevesimaksuihin liittyvät tärkeimmät lain kohdat ja niiden merkitys.

Käytössä olevista hulevesimaksuista esitellään suomalaiset julkis- ja yksityisoikeudelliset hulevesimaksut eli kuntien ja vesihuoltolaitoksien perimät maksut, sekä ulkomailla käytettävät yleisimmät hulevesimaksuperusteet. Julkisoikeudellisista hulevesimaksuista esitellään Oulun, Turun, Tampereen ja Jyväskylän kaupunkien perimät hulevesien perusmaksut ja niiden perusteet. Yksityisoikeudellisista hulevesimaksuista esitellään Helsingin Seudun Ympäristöpalveluiden, Naantalın vesihuoltolaitoksen ja Kymen Veden perimät huleveden perusmaksut. Hulevesimaksuissa esitellään erilaisia perusteita perusmaksuille, jotta työhön valituissa maksuperusteissa voidaan vertailla kattavasti yleisimpiä käytössä olevia sekä uusimman tekniikan mahdollistamia perusteita. Paikkatieto-osiossa esitellään lyhyesti paikkatiedon perusteet ja käytettävissä olevaa aineistoa, sekä kuinka paikkatietoa voidaan käyttää hulevesimaksun määrittämisessä.

Työosiossa esitetään vertailuun valitut uudet hulevesimaksuperusteet, niiden toteuttamiseen vaadittavat aineistot, työvaiheet ja arvio työmäärästä. Osiossa esitetään myös aineistoihin liittyvät oletukset aineiston laadusta ja parannustoimenpiteistä.



Työssä vertaillaan erilaisten hulevesimaksujen tuottamaa työmäärää, kustannuksia, saatavaa hulevesimaksumäärää. Vertailu toteutetaan paikkatietopohjaisesti eli vertailu tehdään joko paikkatieto-ohjelmistossa tai vertailussa käytettävä aineisto tuotetaan paikkatietoanalyysien pohjalta.

Opinnäytetyö on rajattu hulevesimaksuun, eikä liittymismaksuja käsitellä tässä työssä. Vaikka hulevesistä johtuvia kustannuksia katetaankin liittymismaksuilla, katsotaan Kymen Veden nykyisen hulevesiviemäriin liittymismaksun olevan nykyisellään toimiva. Hulevesien hallintamenetelmiä esitellään työssä, koska esitellyissä tapauksissa hulevesien hallintamenetelmät vaikuttavat syntyviin kustannuksiin ja hulevesimaksujen sisältöön. Hulevesimaksujen määrään vaikuttavia vähennyskertoimia ei työssä valita vertailuun, sillä vähennyskertoimen katsottiin lisäävän vertailtavien hulevesimaksujen työmäärää ja suositeltavan hulevesimaksuperiaatteen käytännön toiminta halutaan varmistaa ennen vähennyskertoimien käyttöä.

Työn aikana käytetään tausta-aineistona Kymen Vesi Oy:n asiakasrekisteriä Kolibri-järjestelmästä ja Maanmittauslaitoksen ortoilma- ja väärävärikuvia. Tausta-aineistosta luodaan läpäisevyydestarkastelu, jonka luokiteltujen rasterien virheitä tarkastellaan erillisesti taulukkolaskennalla. Kymen Veden asiakasrekisterin tietoja parannetaan työssä Kotkan ja Kouvolan kaupunkien antamilla tiedoilla kiinteistö-tunnusten osalta. Tausta-aineiston tekijänoikeudet kuuluvat Maanmittauslaitokselle, Kotkan ja Kouvolan kaupungeille, Kymen Vesi Oy:lle ja kuvan 4 käyttöoikeuden osalta sivuston sustainablestormwater.org ylläpitäjälle.



Kymen Vesi Oy on entisen Anjalankosken kaupungin, Pyhtään kunnan ja Kotkan kaupungin perustama vesihuolto-yhtiö, joka aloitti toimintansa vuonna 2007. Yhtiö perustettiin alueelliseksi vesihuolto-yhtiöksi huolehtimaan ympäristöystävällisesti ja taloudellisesti osakkaidensa vesihuollosta ja tarjoamaan tasapuolisesti laadukkaita vesihuoltopalveluja kohtuullisin kustannuksin. (Juuti ja Rajala 2014, 388)

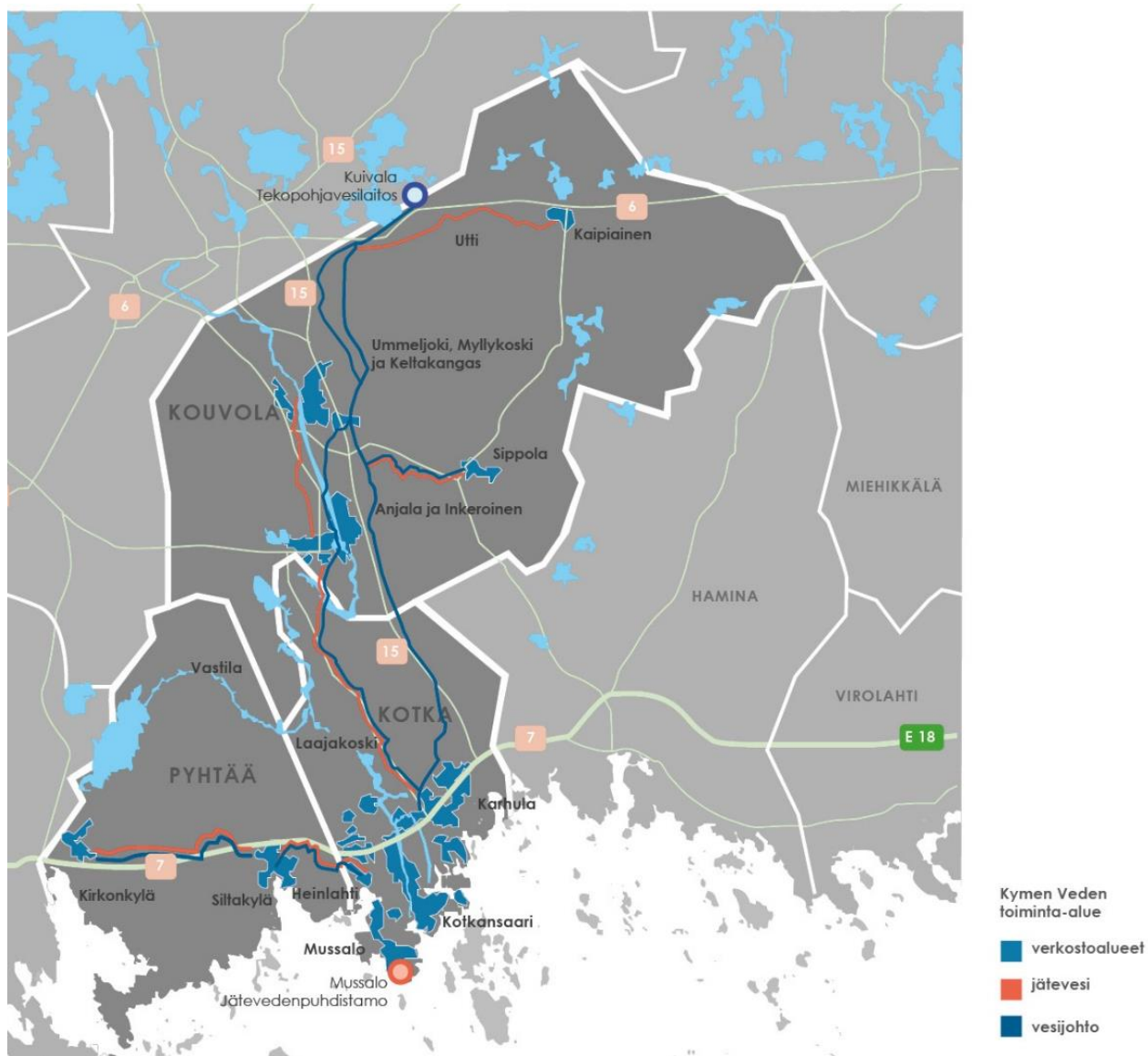
Yhtiön liikevaihto vuonna 2017 oli 19,9 miljoonaa euroa, josta liikevoittoa oli 2,7 miljoonaa. Henkilöstön määrä vuoden lopussa oli 64 henkilöä. (Kymen Vesi Oy 2017, 7) Vuonna 2017 Kymen Vesi Oy tuotti vain vähäisiä määriä talousvettä, sillä yhtiö osti suurimman osan talousvedestään sisaryhtiöltään Kymenlaakson Vedeltä. Yhtiö osti talousvettä 5,46 miljoonaa m³ noin 2,1 miljoonalla eurolla (Kymen Vesi Oy 2017, 36). Verkostoon pumpattiin talousvettä vuonna 2017 noin 5,6 miljoonaa m³, josta laskutetun talousveden määrä oli noin 4,4 miljoonaa m³ ja laskuttamattoman veden määrä noin 1,2 miljoonaa m³. (Kymen Vesi Oy 2017, 8)

Vuonna 2017 Mussalon jätevedenpuhdistamon lisäksi käytössä olivat Huhdanniemen ja Halkoniemen puhdistamot, jotka olivat käytössä silloin, kun Kotka – Hamina jätevesisiirtolinjaan ei mahtuneet kaikki jätevedet. Yhtiön jätevesiviemäriverkoston kokonaisvirtaama oli vuonna 2017 yhteensä noin 13,3 miljoonaa m³, josta Mussalon puhdistamon osuus oli noin 12,6 miljoonaa m³ ja Huhdanniemen sekä Halkoniemen puhdistamojen osuudet noin 390 tuhatta ja 290 tuhatta m³. Laskutettu jätevesimäärä oli noin 7,7 miljoonaa kuutiometriä, josta Haminan siirtolinjan osuus oli noin 2,4 miljoonaa m³. (Kymen Vesi Oy 2017, 8)

2.1 Kymen Veden toiminta-alue

Yhtiön toiminta-alueella vesijohtoverkostoon liittyneiden kiinteistöjen asukasmäärä oli vuonna 2017 arviolta 72 500 asukasta ja jätevesiviemäriin liittyneiden kiinteistöjen asukasmäärä arviolta 70 500 asukasta. Kotkan, Pyhtään ja Anjalankosken koko asukasmäärästä yhtiön verkostoon liittyneiden osuus oli vuonna 2017 noin 95 % talousveden ja 93 % jäteveden osalta.

Kuvassa 1 on esitetty pääpiirteissään Kymen Veden toiminta- ja verkostoalueet, sekä sisäiset siirtolinjat ja tärkeimmät laitokset. Toiminta-alueet jakautuvat kuvan 1 mukaisesti kolmen kunnan alueelle. Kouvolan alueella toiminta-alue kattaa entisen Anjalankosken kaupungin alueet: Anjala, Inkeroinen, Ummeljoki, Myllykoski, Keltakangas. Pyhtäällä toiminta-alue kattaa osia Silta- ja Kirkonkylän asutuskeskuksista. Kymen Veden toiminta-alueen kattavin verkosto löytyy Kotkasta. Tarkemmat toiminta-alerajaukset ovat nähtävillä liitteessä 1. Kymen Veden toiminta-alue on jakaantunut pienempiin verkostoalueisiin, joiden vesihuollosta yhtiö vastaa. Tästä syystä Kymen Veden toiminta-alueella on pitkiä talous- ja jäteveden siirtolinjoja.



Kuva 1 Kymen Vesi Oy:n toiminta-alueen verkostoalueet, jäte- ja talousveden siirtolinjat ja tärkeimmät laitokset (Kymen Vesi Oy 2018a)

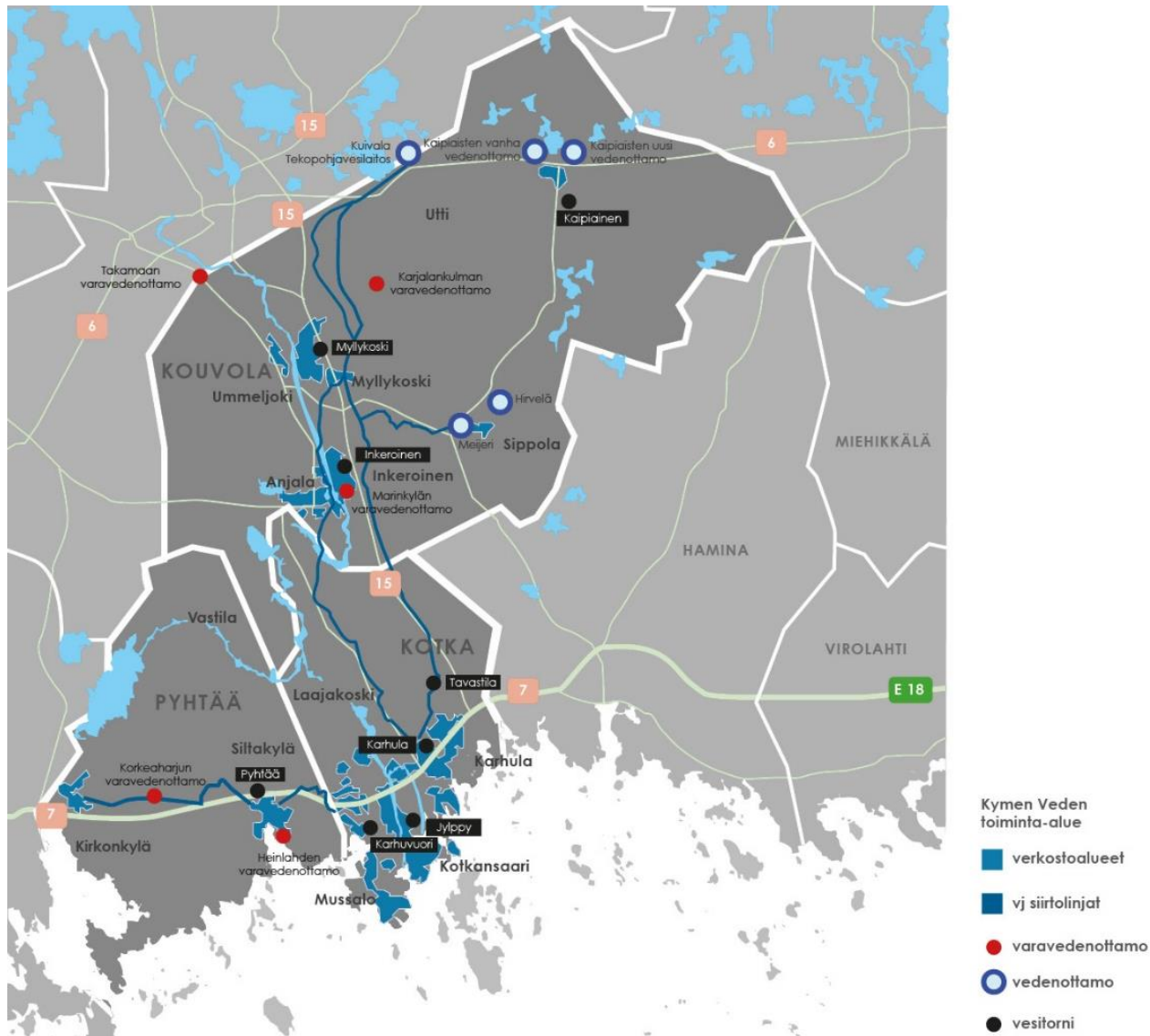
Kymen Veden verkostoalueiden lisäksi entisen Anjalankosken kunnan, Pyhtään ja Kotkan alueella toimii pienempiä vesi- ja vesihuolto-osuuskuntia, joita Kymen Veden toiminta-alueen läheisyydessä oli vuonna 2017 28 kappaletta. Kaikki 28 osuuskuntaa ostavat vetensä Kymen Vedeltä. (Kymen Vesi Oy 2017, 50)

2.2 Kymen Veden verkosto

Yhtiön vesijohtoverkoston kokonaispituus on yli 800 km ja viemäriverkoston pituus yli 600 km, josta vuonna 2017 51,7 km oli sekaviemäriä (kymenvesi.fi ja Kymen Vesi Oy 2017, 42). Omien jätevesiensä puhdistuksen lisäksi Kymen Vesi puhdistaa myös Haminan Veden ja 26 vesihuolto-osuuskunnan jätevesiä, jotka tulevat siirtoviemäreitä pitkin Kymen Veden verkostoon.

Yhtiöllä on neljä jäteveden puhdistamoja, joista ensisijaisesti on käytössä Mussalon puhdistamo ja Sippolan, Huhdanniemen ja Halkoniemen puhdistamot ovat käytössä Mussalon kapasiteetin ylittyessä. Kymen Vesi Oy ostaa suurimman osan talousvedestään Kymenlaakson Vedeltä, joka tuottaa te-

kopohjavettä Kouvolan Utissa. Kymen Vedellä on myös omia vedenottamoita Sippolassa ja Kaipiaisissa, sekä viisi varavedenottamoita ympäri toiminta-alueita. Vedenottamoiden ja varavedenottamoiden sijainti esitetään kuvassa 2.



Kuva 2 Kymen Veden toiminta-alueiden verkostoalueet, talousveden siirtolinjat, vedenottamot ja vesitornit (Kymen Vesi 2018)

Yhtiöllä on pitkiä siirtolinjoja, koska Kymen Veden myymä talousvesi tulee pääosin Utissa sijaitsevalta Kuivalan tekopohjavesilaitokselta.



3 HULEVESIMAKSUUN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ

Keskeiset huleveteen liittyvät lait ovat vesihuoltolaki, maankäyttö- ja rakennuslaki ja vesilaki (Espoon hulevesiohjelma 2011, 10). Tässä työssä keskitytään hulevesimaksuihin, joita käsitellään vain vesihuolto- ja maankäyttö- ja rakennuslaissa. Hulevesien laadullisia ominaisuuksia ei oteta huomioon valituissa hulevesimaksuissa, joten on perusteltua jättää laatuun ja hulevesien hallintaan liittyvät lait erikseen käsittelemättä. Hulevesien laatuun liittyviä lakeja ovat vesilaki (587/2011), vesienhoitolaki (1299/2004), ympäristönsuojelulaki (86/2000) ja luonnonsuojelulaki (1096/1996). Hulevesien hallintaan vaikuttavat myös EU:n tulvadirektiiviin (2007/60/EY perustuvat laki (620/2010) ja asetus tulvariskien hallinnasta (659/2010) (Suomen Ympäristökeskus SYKE 2016, 1).

3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslaki koskee alueiden käyttöä ja rakentamista, jonka tavoitteena on luoda terveellinen, turvallinen ja viihtyisä elinympäristö (ym.fi). Lain tavoitteena on myös turvata jokaisen mahdollisuus osallistua asioiden valmisteluun, suunnittelun laatu ja vuorovaikutteisuus, asiantunteumuksen monipuolisuus sekä avoin tiedottaminen käsiteltävissä asioissa (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999, 1 §). Laki tuli voimaan vuonna 2000, jonka jälkeen sen sisältöä on päivitetty lähes joka vuosi. Hulevettä koskevat säädökset lisättiin lakiin vuonna 2014, jotka tulivat voimaan 01.09.2014. Maankäyttö- ja rakennuslain luku 13 a määrittelee hulevesiä koskevat erityiset säännökset, jossa määrätään myös kunnan vastaavan hulevesien hallinnan järjestämisestä asemakaava-alueilla. Luvussa annetaan lisäksi kunnalle oikeus periä julkisoikeudellista maksua hulevesien hallinnasta syntyvien kustannuksien kattamiseen kunnallisen hulevesijärjestelmän vaikutusalueen kiinteistöiltä. MRL 103 n § selventää hulevesimaksun perusteita, joita voivat olla kunnan hulevesien hallinnan ratkaisut, kiinteistön sijainti hulevesijärjestelmän vaikutusalueella tai järjestelmän suunnittelun kustannukset alueelta, jossa kiinteistö sijaitsee (Maankäyttö- ja rakennuslaki 2014, 103 n §). Kunnan perimä julkisoikeudellinen hulevesimaksu tarkoittaa, että sitä voidaan periä lain nojalla kiinteistöltä ilman erillistä sitoumusta. Julkisoikeudellisista maksuista säädetään tarkemmin Valtion maksuperustelaissa 1992/150.

3.2 Vesihuoltolaki

Vesihuoltolain tarkoituksena on turvata vesihuolto, joka turvaa kohtuullisin kustannuksin, riittävästi terveydellisen ja muutenkin moitteettoman talousveden saatavuuden sekä terveyden- ja ympäristönsuojelun kannalta asianmukaisen viemäroinnin (Vesihuoltolaki 2001, 1 §). Lakia sovelletaan asutuksen ja siihen rinnastuvan elinkeino- ja vapaa-ajantoiminnan vesihuoltoon sekä rakennetulla alueella kertyvän sade- ja sulamisveden viemärointiin niiltä osin kuin vesihuoltolaitos niistä vastaa (Vesihuoltolaki 2014, 2 §). Vesihuoltolaki tuli voimaan vuonna 2001, jonka jälkeen sitä on päivitetty kuudesti. Hulevesiä koskevat säädökset lisättiin lakiin vuonna 2014. Lain luvussa 3 a määrätään vesihuoltolaitoksen tehtävistä huleveden viemäroinnissä alueilla, missä laitos siitä vastaa. Luvussa säädetään myös kiinteistöjen liittämistä ja liittämiselvällisyydestä vapauttamisesta hulevesiviemäriin. (Vesihuoltolaki 2014, 17 §) Luvussa 4 "Vesihuoltolaitoksen taloushallinto" annetaan vesihuoltolaitokselle



oikeus periä hulevesimaksua kiinteistöiltä, jotka käyttävät vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriä. Hulevesimaksu voi pitkällä aikavälillä kattaa vesihuoltolaitoksen uus- ja korjausinvestoinnit ja kustannukset. Saman säädöksen mukaan maksut voivat olla eri alueilla erisuuruisia, jos kustannusten kohdentaminen, aiheuttamisperiaatteen toteuttamisen tai muun syyn takia on tarpeen. (Vesihuoltolaki 2014, 18-19 §) Vesihuoltolaitoksen perimä hulevesimaksu on yksityisoikeudellinen maksu joka tarkoittaa, ettei maksua voida periä ilman osapuolten välistä sopimusta. Vastaavia yksityisoikeudellisia maksuja ovat myös vesihuoltolaitoksen perimät vesi- ja jätevesimaksut (Kuntaliitto.fi).

4 HULEVESI JA SEN HALLINTA

Hulevedellä tarkoitetaan rakennetulla alueella maan pinnalle tai muille vastaaville pinnoille kertyvää sade- ja sulamisvettä. Yksi tärkeimmistä huleveteen liittyvistä käsitteistä on hulevesivalunta, jolla tarkoitetaan sitä sadannan osaa, joka valuu kohti uomaa maan pinnalla tai sisällä. Hulevesivalunnan muodostumiseen vaikuttavat useat eri tekijät: sateen intensiteetti ja kesto, sadetapahtumaa edeltävän kuivan ajan pituus, maanpinnan kaltevuus ja maaperän ominaisuudet. Olennaisin tekijä etenkin kesäsateiden aikana on kuitenkin läpäisemättömän pinnan osuus. Mitä enemmän alueella on läpäisemätöntä pintaa, sitä nopeammin ja runsaammin hulevedet synnyttävät pintavaluntaa. (Kuntaliitto 2012, 18) Läpäisemättömät pinnat koostuvat lähinnä katujen ja väylien pinnoitetuista alueista, rakennusten kattorakenteista sekä avokallioalueista. Suurin osa läpäisemättömistä pinnoista löytyykin taajama-alueilta. Tiheästi rakennetulla alueella vettä läpäisemätöntä pintaa voi olla jopa 80–90 prosenttia (ilmastotyokalut.fi).

Hulevesien hallinnalla tarkoitetaan hulevesien kertymiseen ja johtamiseen vaikuttavien toimenpiteiden kokonaisuutta, jolla pyritään parantamaan rakennettujen alueiden hydrologista kiertoa ja valunnan laatua rakentamista edeltänyttä tilannetta vastaavaksi (Kuntaliitto 2012, 18). Hulevesien hallintamenetelmiä tarkastellaan, koska eri hallintamenetelmien käytöllä voidaan vaikuttaa hulevesistä syntyvien kustannusten suuruuteen ja hulevesien määrään ja laatuun.

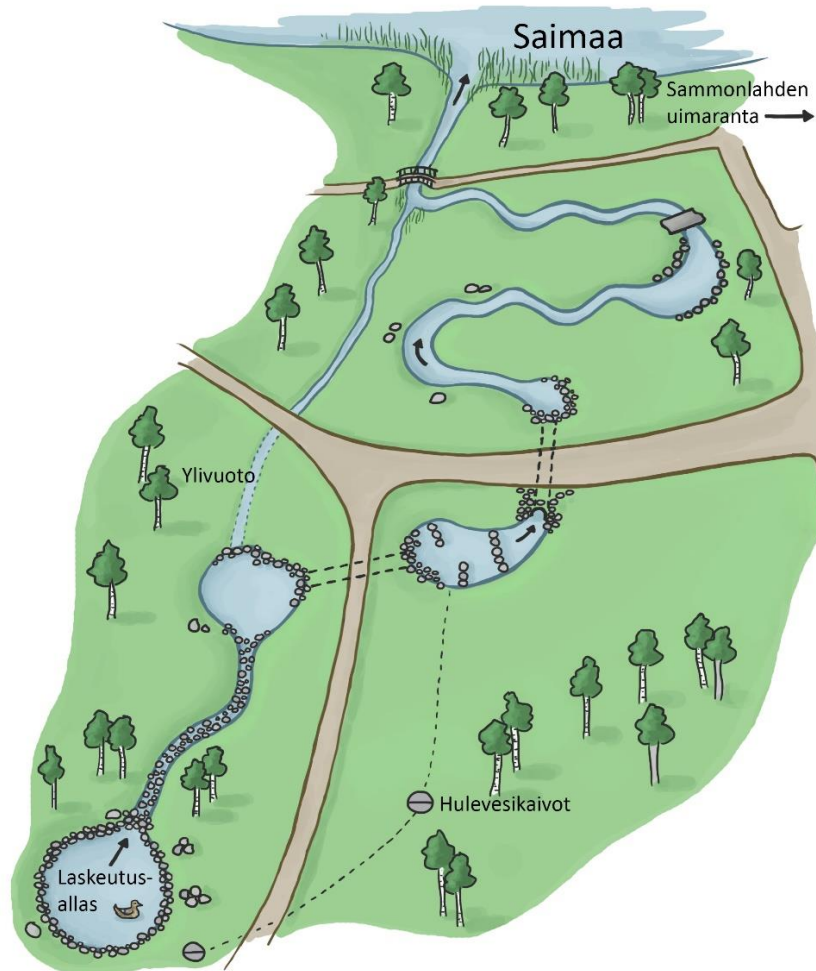
4.1 Huleveden hallinta

Hulevesien hallinnan määritelmä on kirjattu Maankäyttö- ja rakennuslakiin, jossa se on määritelty hulevesien viivyttämiseen, imeyttämiseen, käsittelyyn, johtamiseen ja viemärointiin liittyviksi toimenpiteiksi (MRL 103b §). MRL asettaa hulevesien hallinnan tavoitteiksi kehittää suunnitelmallista hulevesien hallintaa erityisesti asemakaava-alueilla, imeyttää tai viivyttää vesiä niiden kerääntymispaikoilla, ehkäistä ympäristölle ja kiinteistöille aiheutuvia haittoja ja edistää luopumista hulevesien johtamisesta jätevesiviemäriin (MRL 103c §). Hulevesien hallintamenetelmät voidaan jakaa hallinnollisiin, teknisiin ja luonnonmukaisiin menetelmiin.

Hulevesien hallinnan järjestämisestä asemakaava-alueilla vastaa kunta ja vesihuoltolaitoksen sovituksi huolehtimisvastuuksi voidaan vesihuoltolain nojalla asettaa vain hulevesien viemärointi vesihuoltolaitoksen ja kunnan sopimuksessa määritetyllä hulevesien viemärointialueella. Vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkosto voi koostua vain putkiviemäreistä ja niihin kiinteästi liittyneistä avo-ojista. (Kuntaliitto 2017, 26 ja 30) Tosin vesihuoltolain (2001/119) määritelmä huleveden viemäroinnille kattaa huleveden ja rakennusten kuivatusveden poisjohtamisen vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriin ja käsittelyyn, joten periaatteessa vesihuoltolaitos voi vastata myös huleveden käsittelystä.

Suomessa hulevesien viemärointi ja johtaminen ovat edelleen käytetyimmät hallintamenetelmät, mutta niiden lisäksi luonnonmukaisia hallintamenetelmiä, kuten imeytystä ja viivytyä kerääntymispaikoilla on alettu käyttämään esimerkiksi Lappeenrannassa, Vantaalla ja Helsingin Viikissä runsaasti

(Vantaan kaupunki 2009, 15 & Helsingin kaupunki ja Ympäristöministeriö 2004, 29). Lappeenrannassa hulevesiä johdetaan rakennetuille hulevesikosteikoille viivyttämisen ja vesien laadun parantamiseksi (Piensaimaa.fi). Kuvassa 3 on esitetty piirros Lappeenrannan Sammonlahdelle vuonna 2016 rakennetusta hulevesikosteikosta, johon johdetaan yläpuolisten alueiden vesiä ennen Saimaaseen laskemista.



Kuva 3. Piirros Sammonlahden kosteikosta Lappeenrannassa (Velin 2016)

4.2 Hallinnolliset hulevesien hallintamenetelmät

Hallinnollisia menetelmiä ovat esimerkiksi maankäytön suunnittelu eli kaavoitusmääräykset, rakennusjärjestyksen määräykset ja hulevesimaksut. Maankäytön suunnittelulla on suuri vaikutus hulevesien hallinnassa, sillä suunnittelun tuloksena tehdyt maakunta-, yleis-, osayleis- ja asemakaavojen sisältämät määräykset ohjaavat hulevesien hallinnassa ja vaikuttavat muodostuvien hulevesien määrään. Esimerkiksi asemakaavassa määritellään rakennettavien ja rakentamatta jäävien tontin osien ala ja sijoittuminen, jotka vaikuttavat keskeisesti hulevesien muodostumiseen. Asemakaavamääräyksillä voidaan myös asettaa vaatimuksia hulevesien paikallisesta hallinnasta. (Kuntaliitto 2012, 52)

Hulevesimaksua ei ole kirjallisuudessa mielletty osaksi hulevesien hallintaa, vaan sen pääasiallisena tarkoituksena on hulevesien hallinnan kustannusten kattaminen. Hulevesimaksu on kuitenkin hallinnollinen hulevesien hallintakeino, sillä riippuen hulevesimaksun laskentatavasta, se voi ohjata kiinteistön omistajia vähentämään tai viivyttämään syntyvää hulevesimäärää kiinteistöjen sisällä, kun



yksittäisen hulevesimaksun kokoon on mahdollista vaikuttaa ja maksu toteuttaa aiheuttamisperiaatetta.

4.3 Tekniset hulevesien hallintamenetelmät

Teknisillä hulevesien hallintamenetelmillä tarkoitetaan hulevesien viemärointiä rakennettuja putkijärjestelmiä pitkin ja laitosmaista hulevesien käsittelyä teknisin menetelmin.

Perinteisesti hulevesien hallinta on Suomessa tarkoittanut hulevesien viemärointiä eli hulevedet on mahdollisimman nopeasti johdettu pois syntypaikoilta putkia pitkin puhdistamattomana lähimpään vesistöön (Hakola 2012, 1). Vaikka putkilinjat noudattaisivat luonnollisia valumareittejä ja valuma-alueita, putkiviemärointi ei noudata luonnonmukaista veden kiertoa. Viemäriin kulkeva hulevesi ei pääse suotautumaan maaperään eikä hulevesien virtaamanopeudet tai laatu vastaa luonnontilaista tilannetta. Putkiviemärointi aiheuttaa suuria virtaamavaihteluita, rantavyöhykkeiden eroosiota ja vesien tilan huonontumista. (Kuntaliitto 2012, 21) Viemäriin johtamista ei voida välttää varsinkaan tiiviisti rakennetuilla alueilla, sillä luonnonmukaiset hulevesien hallintamenetelmät vaativat usein viemärointiä enemmän tilaa.

Hulevesien laitosmaista puhdistusta ennen vesistöön johtamista ei juuri käytetä muissa kuin sekaviemärointijärjestelmissä, sillä rankkasateiden intensiteetti vaihtelee suuresti, joten hulevesien laitosmaista vedenpuhdistusta on vaikea mitoittaa. Maailmalla laitosmaisia huleveden käsittelylaitoksia on varsin vähän, mutta mainittavia kohteita löytyy muun muassa Torontosta, jossa sijaitsee 2011 valmistunut Sherbournen huleveden puhdistuslaitos ja 2020 valmistuva West Don Landsin huleveden puhdistuslaitos (water-technology.net & www.waterfrontoronto.ca).

Opinnäytetyön tekijän käsityksen mukaan Suomessa jätevedenpuhdistamoille johdettavat hulevedet heikentävät jo nykyisestään jäteveden puhdistuslaitoksien prosesseja, joka johtuu Suomen vanhentuvasta jätevesiviemäriverkostosta ja vanhoista sekaviemärijärjestelmistä. Pelkästään hulevesien vuotaminen viemäriverkoston ja sekaviemärijärjestelmät ovat viime vuosina työllistäneet kuntia ja vesihuoltolaitoksia, joten hulevesien hallinnassa on käytetty helpoimpia ratkaisuja eli suoraa vesistöön viemäroinnillä johtamista ja resurssien siirtämistä jätevesiviemäriverkoston vuotavuuden vähentämiseen.

4.4 Luonnonmukaiset hulevesien hallintamenetelmät

Luonnonmukaisella hulevesien hallinnalla tarkoitetaan luonnon omien veden kiertoa ja laatuun vaikuttavien prosessien hyödyntämistä ja tukemista taajamien hulevesien hallinnassa (Kuntaliitto 2012, 11). Luonnonmukaisiin hulevesien hallintamenetelmiin kuuluvat imeytys, viivytytys, johtaminen ja käsittely. Näistä menetelmistä johtaminen ja käsittely kuuluvat luonnonmukaisiin menetelmiin niiltä osin, joissa menetelmät perustuvat luonnon omiin veden kiertoa ja laatuun vaikuttaviin prosesseihin. Tärkeimpiä luonnonmukaisia huleveden hallintamenetelmiä ovat imeyttäminen ja viivyttäminen, sillä menetelmiä voidaan käyttää jo kiinteistöjen sisällä huleveden vähentämiseen, joka itsessään on tärkein huleveden hallintamenetelmä. (Kuntaliitto 2012, 19-21)

Luonnonmukaisten hulevesien hallintamenetelmien investointikustannukset ovat yleensä alhaisempia kuin hulevesiviemäriverkoston kustannukset. Niiden suunnittelukustannukset ovat kuitenkin alussa suuremmat ennen suunnittelu- ja mitoitusmenetelmien vakiintumista ja niiden kunnossapitokustannukset ovat suurempia pitkällä aikavälillä. Kokonaiskustannukset koko rakenteen elinkaaren aikana vaihtelevat menetelmittäin, sijainneittain ja veden käsittelytarpeen mukaan. (Tampereen kaupunki 2012, 20)

Luonnonmukaisia hallintamenetelmiä ei kaikissa tilanteissa voida käyttää, sillä suurin osa luonnonmukaisista menetelmistä vaatii viemärointiä enemmän tilaa, mutta hulevesien hallintaa suunnitellessa pitäisi lähtökohdana olla luonnonmukaisten hallintamenetelmien käyttö niiltä osin kuin se on kokonaisuuden kannalta järkevää, sillä luonnonmukaiset menetelmät tasaavat ja laskevat virtaamia hulevesiviemäreissä, jolloin viemäriin kohdistuvat paineet vähenevät. Luonnonmukaisten menetelmien käyttö myös parantaa viemäriin ja sitä myötä ympäristöön johdettavien hulevesien laatua. Alueellisilla menetelmillä voidaan vähentää ja tasata taajamatulvien riskiä.

Viime vuosina kunnat ovat aloittaneet luonnonmukaisten hulevesien hallintakeinojen käytön ja niiden käytön edistäminen onkin kirjattu monen kaupungin hulevesisuunnitelmaan (Hakola 2012, 1). Luonnonmukaisten hallintamenetelmien edistäminen ja käyttäminen on kirjattu ainakin Lahden, Tampereen, Espoon ja Vantaan hulevesisuunnitelmaan tai -ohjelmaan (Lahden kaupunki 2012, 20, Tampereen kaupunki 2012, 9, Espoon kaupunki 2011, 11 & Vantaan kaupunki 2009, 18).

4.4.1 Hulevesien imeytys

Hulevesien imeytyksellä tarkoitetaan tarkoituksellista hulevesien maaperään imeytystä. Imeytyksellä vaikutetaan hulevesien määrän lisäksi niiden laatuun. Imeytyessään maakerrosten läpi hulevedet puhdistuvat maaperän fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten ominaisuuksien ansiosta. (Kuntaliitto 2012, 147) Imeytysjärjestelmät jakaantuvat kaivantoihin ja painanteisiin. Kaivannot voivat olla joko maanalaisia tai avopintaisia, kun taas painanteet ovat kasvillisuuden peittämiä ympäristöään alempana olevia alueita.

Hulevesien imeytystä voidaan käyttää hallintakeinona kiinteistöillä ja verkostossa, mutta sitä ei voi soveltaa jokaisessa tapauksessa, johtuen imeytymisen suuruuden määräytymiskijöistä. Imeytyksen suuruuden tekijöitä ovat sadanta, sadannan tyyppi, sadannan rankkuus, maaston muoto ja kaltevuus, maanperän laatu ja kasvillisuus (Airaksinen 1978, 23), joista imeytymiseen eniten vaikuttaa maanperän laatuominaisuudeksi lukeutuva vedenjohtavuus (Todd 1966, Airaksinen 1978, 23 mukaan). Esimerkiksi savisilla alueilla imeytyksen käyttöä hulevesien hallintatapana hankaloittaa saven laadulliset ominaisuudet, jotka estävät tehokkaasti imeytymistä. Savisilla alueilla imeytys täytyisikin hoitaa imeytyskaivannoilla, joiden pohjan pitäisi ylettää savikerrosten alapuolelle vettä johtavaan maaperään, jotta imeytys toimisi kunnolla.

Imeytyskaivannot ovat karkealla kiviaineksella tai muuten suuren huokostilavuuden omaavalla materiaalilla täytettyjä kaivantoja, jotka varastoivat vettä täytemateriaalin huokostilaan ja imeytyvät hil-



jalleen ympäröivään maaperään. Kaivantoja käytettäessä hulevesien imeytykseen, on hulevedet esikäsiteltävä kiintoaineksen osalta, jotta kaivannon huokostila ei tukkeudu ja imeytyminen heikkene. Avopintaisissa kaivannoissa esikäsitellynä voidaan käyttää kasvillisuuden peittämää pintavalutuskais-
taa tai viivytyksallista, maanalaisissa kaivannoissa on kuitenkin käytettävä edellisten lisäksi myös valmistettuja hiekan- ja öljynerottimia. (Kuntaliitto 2012, 147-148) Yksinkertaisimmillaan imeytys-
kaivantona voidaan käyttää hulevesiviemäriin liitettyä pohjatonta rengaskaivoa, kun kaivon johde-
taan vain kattovesiä. Näissä tapauksissakin on estettävä roskien ja kiintoaineksen pääsy kaivantoon.
(Kuntaliitto 2012, 149) Imeytyskaivannot tulee mitoittaa niin, että mitoitussateen koko vesitilavuus
mahtuu kaivannon täytämateriaalin huokostilavuuteen (Kuntaliitto 2012, 155).

Imeytyspainanteet ovat ympäröivää aluetta alempana olevia kasvillisuuden peittämiä alueita, joihin
hulevedet voivat lammikoitua ja edelleen imeytyä maaperään. Imeytyspainanteen ja muiden imey-
tysmenetelmien ero on painanteen maanpäällinen viivytyks- eli lammikoitumistila. Lammikoitumisen
takia imeytyspainanteella on muita imeytysmenetelmiä parempi hulevesiä viivyttävä vaikutus. Imey-
tyspainanteen viivytystilan tulisi tyhjäntyä sateen jälkeen viimeistään vuorokauden kuluessa, jotta
suunniteltu viivytystilavuus olisi käytettävissä seuraavan sateen sattuessa. Imeytyspainanteen ei ole
tarkoituksena toimia hulevesialtaana vaan imeyttävänä ja suodattavana rakenteena, joten painanteen
suunnitellun valuma-alueen tulisi olla vain muutamia hehtaareja. Käytettäessä imeytyspainannetta
tulee painanteellekin rakentaa ylivuoto hulevesiviemäriin tai avouomaan. (Kuntaliitto 2012, 151)
Imeytyspainanteet, toisin kuin imeytyskaivannot, voidaan mitoittaa lammikoitumistilavuudeltaan mi-
toitussadetta suuremmille rankkasateille, jos painanteella halutaan myös viivyttää hulevesiä (Kunta-
liitto 2012, 155).

4.4.2 Hulevesien viivytyks

Mikäli hulevesiä ei voida imeyttää suoraan niiden muodostumispaikalla, on pyrittävä viivyttämään
syntyviä hulevesiä ennen verkostoon kuuluvaan ojaan tai viemäriin johtamista. Viivyttämällä pyri-
tään tasaamaan verkoston virtaamahuippuja ja niistä johtuvia hetkellisiä tulvatilanteita, sekä ehkäi-
semään eroosiota ojaverkostossa. Viivyttämiseen on olemassa avoimia ja maanalaisia ratkaisuja eli
myös täysin pinnoitetuille kiinteistöille on olemassa viivytyksratkaisuja. Kuntaliiton Hulevesiopas
(2012, 21) luokittelee viivytyksmenetelmät karkeasti kosteikoihin, lammikoihin, painanteisiin sekä ra-
kennettuihin altaisiin ja kaivantoihin.

Imeytys- ja viivytyksratkaisut ovat yhä useammin molempien hallintamenetelmien yhdistelmiä, joissa
imeytysjärjestelmä toimii myös viivyttävänä ratkaisuna ennen verkostoon johtamista. Kuvassa 4 on
katolta sadevesiä keräävän rännin alajuoksulle rakennettu pieni sadevesipuutarha, joka toimii imey-
tyspainanteena pienillä sateilla ja viivyttävänä ratkaisuna, kun painauma alkaa tulvia. Hulevesien
imeytys- ja viivytyksratkaisuissa on aina tehtävä ylivuotoreitti hulevesiverkostoon, jotta vältytään kos-
teusvaurioilta kiinteistöissä.



Kuva 4. Pieni sadevesipuutarha imeytyspainanteena (inspsw 2013-10-09, sustainablestormwater.org)

4.5 Hulevesien hallinta Kymen Veden toiminta-alueella

Kymen Veden osuus toiminta-alueidensa hulevesien hallinnasta rajautuu hulevesien viemäröintiin kuntien kanssa tehtyjen sopimusten mukaisesti sovituilla alueilla, mutta yhtiö osallistuu myös viemäröinnin lisäksi alueen kuntien hulevesien hallinnan suunnitteluun.

Kuntien Kymen Vedelle maksamat hulevesimaksut kustannusten kattamiseksi määritettiin Pöyryn toimesta vuonna 2016 paikkatietoanalyysillä. (Pöry Finland Oy 2016, 2) Paikkatietoanalyysissä selvitettiin yleisten alueiden osuus hulevesiviemärien alueella, jonka perusteella asetettiin prosenttiosuudet kuntien maksamille summille.

Hulevesien viemäröintialueita on yhteensä 44, jotka on esitetty tarkemmin liitteessä 2. Rakennettujen hulevesiviemäröintialueiden koko pinta-ala on noin 37,82 km², josta 34,12 km² Kotkassa. Alueista 42 sijaitsee Kotkan ja Kouvolan alueella, joista 23 Kotkassa ja loput Kouvolaissa. Pyhtäällä hulevesiviemäriverkostoalueita on kaksi kappaletta, mutta niihin ei ole tällä hetkellä ole liittyneenä yksityisiä kiinteistöjä. Kotkassa viemäröintialueet ovat yhtiön laajimmat ja yhtenäisimmät, toisin kuin Kouvolan alueella, jossa alueet ovat pirstaloituneita, varsinkin Anjalan ja Inkeröisten alueilla, toisaalta Myllykosken alueella verkosto on jokseenkin yhtenäinen.

Hulevesiviemäriverkoston kattavuutta on pyritty parantamaan vesihuoltoverkoston saneerausten yhteydessä hulevesien viemäröintialueilla rakentamalla hulevesiviemäriverkosta puutteellisille alueille, joissa se on katsottu kokonaisuuden kannalta järkeväksi ja tarpeelliseksi. Kuntien kanssa tehtyjä hu-



leveisopimuksia on päivitetty säännöllisesti epäselvien alueiden selvittelyjen ja saneerausten yhteydessä. Viemäröintialueita tullaan tulevaisuudessa laajentamaan, joten sopimuksien liitteenä olevia hulevesien viemäröintialuekarttoja tullaan päivittämään myös tulevaisuudessa.

5 SUOMESSA KÄYTÖSSÄ OLEVAT HULEVESIMAKSUT

Useissa Suomen kunnissa on otettu käyttöön hulevesimaksu. Ylen vuoden 2017 jouluna teettämän kyselyn mukaan vuonna 2018 37 kunnassa peritään jonkin luokan hulevesimaksua, 30 kunnassa hulevesimaksu on suunnitteilla tai selvittelyssä ja 63 kunnassa maksua ei ole käytössä tai suunnitteilla (Pantsu 2018).

Käytössä olevat hulevesimaksut jakaantuvat kahteen luokkaan niiden perijän mukaan, julkisoikeudelliseen ja yksityisoikeudelliseen hulevesimaksuun. Julkisoikeudellista perusmaksua perivät kunnat ja yksityisoikeudellista vesihuoltolaitokset. Maksujen erona on, että julkisoikeudellinen maksu on veroluontoinen eli erillistä sitoumusta ei tarvita, toisin kuin yksityisoikeudellisessa maksussa, joka perustuu sopimukseen kiinteistön ja perijän välillä. Saman kunnan alueella voidaan periä hulevesimaksua niin kunnan kuin vesihuoltolaitoksen puolesta ja tällaisia hulevesimaksualueita löytyy ainakin Naantalista.

5.1 Suomessa käytössä olevat julkisoikeudelliset hulevesimaksut

Useimmissa hulevesimaksua perivissä kunnissa on otettu käyttöön julkisoikeudellinen hulevesimaksu. Seuraavissa esimerkeissä käydään läpi Tampereen, Oulun, Jyväskylän ja Turun hulevesimaksut ja niiden määräytymisperusteet. Laskentatapa on kyseessä olevissa kunnissa kiinteistötyyppiin liittyvä, jonka käyttöä on perusteltu yksinkertaisuudella ja kiinteistötyypin on katsottu indikoivan läpäisevän pinnan määrää ja syntyvien hulevesien laatua, jolloin tapa on aiheuttamisperiaatetta toteuttava (Tampereen Yhdyskuntalautakunta 2018-04-17, 67 §).

5.1.1 Oulun hulevesimaksu

Oulussa hulevesimaksu peritään julkisoikeudellisena maksuna kaikilta asemakaava-alueen kiinteistöiltä riippumatta huleveden johtamistavasta eli maksusta ei saa vapautusta, vaikka hulevedet imeytettäisiin täysin kiinteistön sisällä. Asemakaava-alueen ulkopuolisilta ja ranta-alueiden kiinteistöiltä hulevesimaksua ei peritä. Hulevesien hallinnan kokonaisvastuu on Oulussa kunnalla ja hulevesimaksu on jaettu rakennustyypeittäin kahteen ryhmään seuraavan taulukon mukaisesti:

Taulukko 1. Oulun hulevesimaksut rakennustyypeittäin vuonna 2017 (Oulun kaupunki)

Tonttityyppi	Tontin koko	Hulevesimaksu (€) vuodessa, alv 0%
Omakotitalo- ja yhden asunnon loma-asuntotontit	Ei vaikutusta	22,50
Muut tontit	≤ 2 500 m ²	150,00
	≤ 5 000 m ²	260,00
	≤ 10 000 m ²	450,00
	≤ 25 000 m ²	745,00
	≤ 50 000 m ²	1 490,00
	≤ 100 000 m ²	2 235,00
	> 100 000 m ²	Maksu määritellään tapauskohtaisesti, kuitenkin vähintään 2235,00

Oulun vuosittainen hulevesimaksu on omakotitalotonteilla, joissa sijaitsee yksi asunto, 22,50 euroa, yhden paritalon kiinteistöillä vastaava maksu on kaksinkertainen. Useamman pari-, rivi- tai ketjutalon kiinteistöjen kohdalla maksu on joko pinta-alan tai asuntojen määrän mukaisesti määräytyvä, muttei omakotitalomaksua suurempi yhtä asuntoa kohtaan. (Haapaniemi 2015, 19)

5.1.2 Turun hulevesimaksu

Turussa käyttöön otettu hulevesimaksu perustuu kiinteistön kokoon ja käyttötarkoitukseen, joiden luokitetuilla kertoimilla kerrotaan Turkuun valittu huleveden yksikköhinta. Hulevesimaksun perusteissa ei ole otettu huomioon kaikkia kiinteistöjen erityispiirteitä, sillä hulevesimaksun perusteet on haluttu Turussa pitää yksinkertaisena. Perusteluna yksinkertaisille perusteille on annettu kaikkien erityispiirteiden tietojen hallinnan monimutkaisuus ja laskutuksen vaikeutuminen (Turun kaupunki 2018a, 7). Myös Turussa on hulevesien hallinta otettu kokonaisuudessaan kunnan vastuulle, eikä vesilaitos enää peri hulevesiviemäriin liittymismaksuja. Turun hulevesijärjestelmän vaikutusalueeseen kuuluvat kaikki asemakaavoitettujen alueiden kiinteistöt, joiden alueella on hulevesijärjestelmä. Hulevesimaksulla pyritään kattamaan Turun kaupungin hulevesijärjestelmän kustannukset, joiden arvioitiin vuonna 2016 olevan 3,4 miljoonaa euroa (Turun kaupunki 2018a, 5). Taulukossa 2 on esitelty Turun kaupungin käyttämän kiinteistötyypin ja pinta-alan mukaan luokiteltu hulevesimaksutaulukko.

Taulukko 2. Kiinteistön kokoon ja käyttötarkoitukseen perustuva hulevesimaksu 14.09.2018 (Turun kaupunki 2018b).

Kiinteistötyyppi	Tontin koko	Hulevesimaksu (€) vuodessa, alv 0%
Pientalo- ja yleisen alueen tontit	Ei vaikutusta	50
Rivitalotontit	A ≤ 1000	150
	1000 < A ≤ 3000	200
	3000 < A	250
Kerrostalotontit	A ≤ 1000	500
	1000 < A ≤ 3000	750
	3000 < A	1000
Teollisuus-, liike- ja pysäköintiin varatut tontit	A ≤ 1500	250
	1500 < A ≤ 3000	500
	3000 < A ≤ 5000	750
	5000 < A ≤ 15000	1250
	15000 < A	1500

Teollisuus-, liike- ja pysäköintikiinteistöjen pinta-alaluokituksia lisättiin alkuperäisestä nähtävillä olleesta hulevesimaksuehdotuksesta, sillä aikaisempi luokitus olisi, saatujen palautteiden mukaan, ai-

heuttanut kohtuutonta rasiutusta pienten teollisuus- ja liikekiinteistöjen kohdalla, mikä alensi laskennallisesti hulevesimaksulla perittävää summaa noin 0,5 miljoonaa, 3,7 miljoonasta 3,3 miljoonaan euroon (Turun kaupunki 2018a, 2). Turussa julkisoikeudellisella hulevesimaksulla laskennallisesti perittävä summa ei siis täysin kata vuoden 2016 3,4 miljoonan euron kustannuksia, vaan vajetta tulee 0,1 miljoonaa euroa.

5.1.3 Tampereen hulevesimaksu

Tampereen kunta on ottanut kokonaisvastuun hulevesien viemäroinnistä 01.01.2018 ja ottaa käyttöön julkisoikeudellisen hulevesimaksun (Tampereen kaupunginvaltuusto 2017-11-13, 307 §). Hulevesimaksua peritään asemakaava-alueilla sijaitsevilta kiinteistöiltä, pois lukien ranta-asemakaava-alueet ja Polson asemakaava-alue (Tampereen Yhdyskuntalautakunta 2018-04-17, 67 §). Tampereen hulevesimaksu on jaettu kolmeen kiinteistötyyppiluokkaan, jotka ovat pientalo-, kerrostalo- ja liike-, teollisuus- ja varastokiinteistöt. Kullakin maksuluokalla on oma perusmaksu, jonka lisäksi ne maksavat neliöhintaa, joille on määrätty omat kattohintansa. Kunnan hulevesijärjestelmästä aiheutuneet kustannukset Tampereella ovat yhteensä noin 5,6 miljoonaa euroa vuodessa. (Tampereen Yhdyskuntalautakunta 2018-04-17, 67 §) Yhdyskuntalautakunnan pöytäkirjassa esitetään taulukko, jossa esitetään hulevesimaksulla kerättävä summa, joka on noin 5,6 miljoonaa euroa. Tämä kattaa pöytäkirjassa esitetyn hulevesijärjestelmän aiheuttamat kustannukset.

Tampereen hulevesimaksu lasketaan kussakin maksuluokassa kaavalla $X + K * A$, jossa X on hulevesimaksuluokan yksikköhinta (€), K maksuluokan neliöhinta (€ / m²) ja A tontin kokonaispinta-ala (m²). Hulevesimaksun maksuluokat on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Tampereen hulevesimaksun määräytymisperusteet (tampere.fi).

Kiinteistötyyppi	Tontin koko	Hulevesimaksu (€) vuodessa, alv 0%
Kaavassa A-alkuiset rakennetut kiinteistöt ja alle 400 k-m ² rakennetut kerrostalokiinteistöt	0,036 € / m ²	30 € + 0,036 € / m ² * A Kattohinta 250 €
Rakennetut kerrostalotontit, joiden k-m ² on yli 400 sekä asemakaavan P- ja Y-alkuiset rakennetut tontit	0,144 € / m ²	120 € + 0,144 € / m ² * A Kattohinta 5000 €
Asemakaavassa K, C, T-, LR-, ja LH-alkuiset rakennetut tontit	0,288 € / m ²	240 € + 0,288 € / m ² * A

Tampereen hulevesimaksun perusteissa on muista kunnista poikkeavasti annettu mahdollisuus anomuksesta kohtuullistaa hulevesimaksun suuruutta, jos kiinteistö kuuluu maksuluokkaan 3, eikä hulevesimaksua ole leikattu kattohintaan. Kohtuullistamisperusteena on kiinteistön kasvillisuuden peittämisen pinnan määrä, tosin kasvillisuuspeitteen pinta-alan täytyy olla yli 40 % tontin kokonaispinta-alasta, jotta kohtuullistamis anomus otetaan käsiteltäväksi. Jos kasvillisuuspeitteen pinta-ala on yli 40 % tontin kokonaispinta-alasta, lasketaan hulevesimaksu vähennyskertoimella, joka muodostuu kaa-



valla (1,2 - V), jossa V on kiinteistön kasvillisuuspeitteen pinta-alan osuus kiinteistön kokonaispinta-alasta (tampere.fi).

5.1.4 Jyväskylän hulevesimaksu

Jyväskylässä hulevesien hallinnan kokonaisvastuu on myös otettu kunnan vastuulle ja hulevesijärjestelmän vaikutusalueeksi valittu asemakaava-alue. Jyväskylässä perittävä julkisoikeudellinen hulevesimaksu on jaettu Tampereen tapaan kolmeen kiinteistötyyppiluokkaan, jotka ovat omakoti- ja paritalot, rivi- ja kerrostalot, sekä liike-, toimisto-, palvelu-, ja teollisuusrakennukset. Kiinteistötyyppiluokan lisäksi hulevesimaksu on jaettu alaluokkiin pinta-alan mukaisesti. Hulevesimaksun suuruuteen pystyy kuitenkin vaikuttamaan kunnan määrittämällä vähennysperusteilla. (jyvaskyla.fi) On huomiotava, ettei vähennysperusteeksi kuitenkaan hyväksytä kiinteistön sisällä tehtäviä hulevesien hallintatoimia, kuten hulevesien viivyttämistä tai imeyttämistä (Jyväskylän Kaupunkirakennelautakunta 2017-12-12, 302 §). Hulevesimaksun maksuluokat on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Jyväskylän hulevesimaksutaulukko. (jyvaskyla.fi)

Kiinteistötyyppi	Tontin koko	Hulevesimaksu (€) vuodessa, alv 0%
Omakoti- ja paritalot	Ei vaikutusta	50 €
Rivi- ja kerrostalot	$100 \text{ m}^2 \leq A \leq 4999 \text{ m}^2$	300 €
	$5000 \text{ m}^2 \leq A \leq 9999 \text{ m}^2$	600 €
	$10\ 000 \text{ m}^2 \leq A \leq 24\ 999 \text{ m}^2$	1200 €
	$25\ 000 \text{ m}^2 \leq A \leq 99\ 999 \text{ m}^2$	1800 €
	$100\ 000 \text{ m}^2 \leq A$	2500 €
Teollisuus-, liike-, toimisto- ja palvelurakennukset ym.	$100 \text{ m}^2 \leq A \leq 4999 \text{ m}^2$	450 €
	$5000 \text{ m}^2 \leq A \leq 9999 \text{ m}^2$	900 €
	$10\ 000 \text{ m}^2 \leq A \leq 24\ 999 \text{ m}^2$	1800 €
	$25\ 000 \text{ m}^2 \leq A \leq 99\ 999 \text{ m}^2$	2700 €
	$100\ 000 \text{ m}^2 \leq A$	3750 €

5.2 Suomessa käytössä olevat yksityisoikeudelliset hulevesimaksut

Suomessa kuntien ja vesihuoltolaitoksien välisiä sopimuksia huleveden hallinnasta on jo tehty, mutta monin paikoin huleveden perusmaksua ei ole otettu käyttöön. Tässä työssä esitellään kolmen vesihuoltolaitoksen hulevesimaksun perusteet, jotka eroavat toisistaan jossain muodossa. Kuten julkisoikeudellisessa hulevesimaksussa, käytetään joissain vesihuoltolaitoksissa maksun perusteena kiinteistön tyyppiä ja pinta-alaa, mikä ei kuitenkaan ole ainoa käytetty hulevesimaksuperuste Suomessa. Näiden perusteiden lisäksi käytössä olevia maksuperusteita ovat kiinteistön vesimittarin koko ja kovan pinnan määrä kiinteistön pinta-alasta.

5.2.1 HSY:n hulevesimaksu

Helsingin, Vantaan ja Espoon alueella vesihuollosta ja hulevesien viemäröinnistä vastaa Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY ja jäsenkunnat vastaavat muusta hulevesien hallinnasta, johon kuuluu myös yleisten alueiden huleveden hallinta kokonaisuudessaan. Jäsenkunnat vastaavat myös avoimista hulevesirakenteista. (Turun kaupunki 2018c, 1)

HSY perii huleveden perusmaksua niiltä kiinteistöiltä, jotka sijaitsevat HSY:n hulevesiviemäriverkoston alueella, riippumatta siitä, onko kiinteistö liitetty HSY:n hulevesiviemäriin vai ei (hsy.fi). Käytössä oleva huleveden perusmaksu on osa kiinteistöiltä perittävän vesihuollon perusmaksun palvelukerointa, eli hulevedelle ei ole asetettu omaa yksikköhintaa. HSY:n vesihuollon perusmaksu muodostuu kiinteistötyypin mukaisesta kertoimesta, kerrospinta-alaan sidotusta yksikköhinnasta ja palvelukerointimesta. Palvelukeroin on jaettu kolmeen osaan, talousveden, jäteveden ja huleveden perusmaksukertoimeen, joiden summa määrää lopullisen palvelukertoimen.

Koska HSY vastaa vain hulevesien viemäröinnistä runkoverkostonsa alueella, voivat Helsinki, Vantaa ja Espoo periä kuntien kiinteistöiltä julkisoikeudellista hulevesimaksua, tosin Helsingin kaupunki ei ole vielä tehnyt päätöstä asiasta. Vantaan kunta on päättänyt olla perimättä kunnallista hulevesimaksua (Vantaan Tekninen lautakunta 2017-04-18, 5§). Espoon kunta on päättänyt myös olla perimättä kiinteistöiltä hulevesimaksua (Espoon Tekninen lautakunta 2018-04-18, 37 §).

5.2.2 Naantalın vesihuoltolaitoksen hulevesimaksu

Naantalın kaupunginvaltuusto on 17.10.2016 päättänyt, että vesihuoltolaitos huolehtii 1.1.2017 alkaen hulevesiverkoston toiminta-alueella hulevesien (sade- ja sulamisvedet sekä perustusten kuivatusvedet) viemäröinnistä yhdyskuntakehityksen tarpeita vastaavasti. Lisäksi kaupunginvaltuusto on 24.4.2017 päättänyt hulevesimaksun käyttöön otosta 1.7.2017 alkaen. (Naantali.fi)

Naantalissa on käytössä sekä julkis- että yksityisoikeudellinen huleveden perusmaksu, eli mikäli kiinteistö sijaitsee kunnan hulevesijärjestelmän vaikutusalueella ja on liittynyt vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriin, peritään kiinteistöltä kaksi huleveden perusmaksua. Julkisoikeudellisesta hulevesimaksusta annetaan 75 prosentin alennus tilanteissa, joissa kiinteistöltä peritään molempia maksuja (Pöyry 2016, 7).

Vesihuoltolaitoksen perimä huleveden perusmaksu perustuu kiinteistön tyyppiin ja pinta-alaan sekä teollisuusrakennusten kohdalla myös kovan pinnan prosenttimäärään koko kiinteistön pinta-alasta. Jotta molemmat hulevesimaksut olisivat tasavertaisia, käytetään samoja maksuperusteita kunnan hulevesimaksussa. (Naantali.fi)

Kovan pinnan määritelmää tai kuinka se määritetään ei ole kerrottu vesihuoltolaitoksen hinnastossa, mutta kovalla pinnalla voidaan olettaa tarkoitettavan läpäisemätöntä pintaa. Naantalın hulevesimaksun perusteissa oleva kovan pinnan määrä on tällä hetkellä ainoa laatuaan Suomessa ja on aiheu-



tumisperiaatteeltaan parempi kuin pelkkään kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan perustuva hulevesimaksu. Koska kovan pinnan määrään perustuva lisäluokitus on käytössä vain Naantalın teollisuusrakennuksilla, ei lisäluokituksen käytön pitäisi lisätä työmäärää huomattavasti, tosin tämä riippuu työtavasta.

5.2.3 Kymen Veden hulevesimaksu

Kymen Vedellä on käytössä huleveden perusmaksu, joka on jaettu viiteen luokkaan vesimittarin koon mukaisesti. Kymen Vesi perii perusmaksua niiltä kiinteistöiltä, jotka ovat huleveden viemärintialueella ja joille ei ole myönnetty vapautusta hulevesiviemäriin liittymisestä (Kymen Vesi Oy:n hinnasto 2018).

Vuonna 2016 Kymen Veden hulevesistä johtuvat kustannukset olivat noin 913 000 euroa. Hulevesille ei ollut juuri erikseen merkittäviä kustannuksia vaan ne olivat pääosin jätevesien kustannuksista hulevesille vyörytettyjä. Kunnat maksoivat yleisten alueidensa hulevesien viemäroinnin kustannuksia yhtiölle yhteensä noin 209 000 euroa. Kunnan maksujen lisäksi hulevesien kustannuksia katettiin jätevesimaksuilla noin 716 000 euroa ja muun liiketoiminnan tuotoilla noin 5 000 euroa. Kustannukset pystyttiin siis kattamaan täysin vuonna 2016.

Vesimittarin kokoon perustuva hulevesimaksu otettiin Kymen Vedellä käyttöön vuoden 2018 alussa ja kustannukset ajalta 1.1. – 30.9 olivat noin 658 000 euroa ja kerättyjen huleveden perusmaksujen summa noin 540 000 euroa, johon ei ole otettu mukaan kuntien maksamia hulevesimaksuja (Jyrälä 2018-10-17). Vuoden 2018 lokakuun loppuun mennessä hulevesien liitossopimuksia oli tehty noin 9100 kappaletta. Mikäli kuntien maksamat summat otettaisiin mukaan, olisi kuntien ja asiakkaiden maksamien hulevesimaksujen summa noin 722 000 euroa, joka kattaisi kustannukset täysin.

Kuten vuonna 2016 olivat vuoden 2018 kustannukset pääasiassa jätevesiviemäroinnin kustannuksista hulevesille siirrettyjä eli vyörytettyjä. Joitakin eriä oli kirjattu suoraan hulevesien viemärointiin. Hulevesiviemäroinnin kustannukset muodostuivat pääasiallisesti vyörytetyistä kustannuksista, joiden kiinteät prosentit asetettiin 2015. Vyörytetyt kustannukset muodostuvat materiaali-, palvelu-, henkilöstö-, rahoitus- ja muista kuluista. Hulevesille eriteltyihin materiaali- ja palvelukuluihin siirrettiin eli vyörytettiin 5 prosenttia hallinnon materiaaliostokuluja ja 5 prosenttia hallinnon ulkopuolisista palvelukuluja. Henkilöstökulut muodostuivat viemärlaitoksen ja hallinnon henkilöstökuluista, joista vyörytettiin 10 prosenttia viemärlaitoksen tuntipalkallisten, 5 prosenttia viemärlaitoksen kuukausipalkallisten ja 5 prosenttia hallinnon kuukausipalkallisten kuluja. Rahoituskuluista vyörytettiin hulevesiin 11 prosenttia hallinnon rahoituskuluista, joka määritettiin vastaavasti hulevesiviemäriin aineellisten hyödykkeiden osuudesta samalla prosenttiosuudella. Muista liiketoiminnan kuluista hulevesien viemäroinnille vyörytettiin 5 prosenttia viemärlaitoksen ja 5 prosenttia hallinnon muita kuluja. (Kymen Vesi Oy 2017, 27 - 28)

Maksun perustamista vesimittarin kokoon on perusteltu sen helppoudella ja tapana kattaa hulevesijärjestelmien kustannuksia tarkempien maksuperusteeselvitysten aikana. Vesimittarin koko huleve-



simaksun perusteena on jokseenkin aiheuttamisperiaatetta noudattava, sillä tyypillisen omakotitalon vesimittarikoko ei juuri vaihtele, joten suurempia vesimääriä tarvitsevat kiinteistöt maksavat tällä luokittelulla enemmän. Peruste ei kuitenkaan huomioi tapauksia, joissa kiinteistön veden käyttö on omakotitalokiinteistöjen tasolla, mutta kiinteistöllä on laaja parkkialue tai suuri kattopinta-ala, joilta tuleva hulevesi kuormittaa hulevesiviemäriverkostoa paljon enemmän kuin omakotitalokiinteistö. Hulevesimaksun perustuminen kiinteistön vesimittarin kokoon on käytössä Kymen Veden lisäksi ainakin Lempäälän ja Haminan vesihuoltolaitoksilla.

5.3 Yhteenveto Suomessa käytettävistä hulevesimaksuista

Vuonna 2014 tapahtuneen maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen myötä on nähtävissä trendi huleveden hallinnan kokonaisvastuun siirtymisestä kunnille, jota puoltaa kuntien tarve saada lisärahoitusta huleveden hallintaan. Alueellisen vesihuoltolaitoksen ja kunnan yhteisiä hulevesien hallinnan järjestämiskäytännöksiä on tehty, mutta hulevesimaksua ei monessakaan laitoksessa ole vielä otettu käyttöön. Hulevesimaksut ovat vesihuoltolaitoksille vielä uusi asia ja tietoa eri maksuperusteiden toimivuudesta ja kustannuksista on vähän.

Maksuperusteet liittyvät useimmissa käyttöön otetuissa hulevesimaksuissa kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan, mikä tietyssä määrin toteuttaa aiheuttamisperiaatetta, mutta tulevaisuudessa olisi järkevää käyttää perusteena myös läpäisevyyttä, jotta hulevesimaksut ohjaisivat parempaan valunnan kiertoon jo muodostumispaikassa. Pelkkä läpäisevyysperuste ei todennäköisesti yksinään toimisi, vaan samalla rinnalle voitaisiin ottaa vähennyskerroin. Vähennyskerroimella vähennettäisiin hulevesimaksua niiltä kiinteistöiltä, jotka ovat ruvenneet toimenpiteisiin huleveden muodostumisen ja johdettavien vesien vaikutuksen hillitsemiseen. Läpäisevyys- ja vähennyskerroin tarjoaisivat kiinteistön omistajille niin keppiä kuin porkkanaa hulevesien parempaan hallintaan. Kiinteistöjen omat hallintatoimet vähentäisivät myös vesihuoltolaitoksen ja kuntien kustannuksia ja osaltaan auttaisivat hulevesitulvien ehkäisemisessä.

6 HULEVESIEN HALLINTA JA MAKSUT ULKOMAILLA

Maailmalla käytössä olevia dokumentoituja hulevesien hallintamenetelmiä ja hulevesimaksuja löydettiin erityisesti Yhdysvalloista, jossa yleisesti saatavaa hulevesien hallintaan ja maksuihin liittyvää ohjeistusta on paljon. Yhdysvaltojen lisäksi joitakin tietoja hulevesien hallinnasta ja maksuista löydettiin Saksasta ja Puolasta, joista tässä työssä esitellään Saksan tapaus, sillä Saksan hulevesien hallintaa ja maksuja on käytetty muissa tutkimuksissa ja raporteissa usein lähteenä.

6.1 Saksassa käytössä olevat hulevesimaksut

Saksassa käytettyjen hulevesimaksujen on täytynyt olla tasapuolisia ja läpinäkyviä jo 1970-luvun alkupuolelta lähtien, jolloin valtion ja osavaltioiden istuimet antoivat määräykset hulevesimaksujen ominaisuuksista. Tämän takia saksalaisten kiinteistöjen hulevesimaksut pohjautuvat kiinteistökohtaisiin arvioihin niiden aiheuttamasta hulevesitaakasta järjestelmälle. Koska kiinteistökohtainen hulevesimaksu perustuu kiinteistön todellisiin tietoihin, on maankäyttöpäätöksillä todellinen vaikutus kiinteistöjen hulevesimaksuun, mikä on antanut kiinteistöille todellisen houkuttimen vähentää syntyvän huleveden määrää käyttämällä vihreän rakentamisen ratkaisuja, kuten sadeveden keräämistä kiinteistön käyttöön. Tämä houkutin on osaltaan vaikuttanut vihreän rakentamisen innovaatioiden syntyyn Saksassa, ja Saksan voidaankin sanoa olevan vihreän rakentamisen innovaatorikkaimpia maita. (Keeley 2007, Buehler et al. 2011, 5 mukaan)

Hulevesimaksuperusteena useimmissa Saksan osavaltioissa käytetään rakennetun alueen kokoa, josta hulevedet johdetaan hulevesijärjestelmään. Maksun suuruus määritellään joka vuosi valuma-alueen pienenneestä neliömetrimäärästä, joka lasketaan todetun läpäisemättömän pinnan pinta-alan ja paikallisen viemärlaitoksen määrittämän valumakertoimen tulosta. Muita suosittuja tapoja hulevesimaksun laskennassa ovat huleveden perusmaksu ja porrastettu perusmaksu. Perusmaksussa kiinteistön hulevesimaksun laskemiseen käytetään yksikköhintaa kiinteistön läpäisemättömän pinnan pinta-alalle. Esimerkiksi Detmoldin kaupungissa perusmaksu laskettiin vuonna 2008 kiinteistöille yksikköhinnalla 11.25 euroa per 15 m² läpäisemätöntä pintaa. Porrastetussa hulevesimaksussa kiinteistöt maksavat vakiohinnan läpäisemättömästä pinnan pinta-alasta raja-arvoon asti, jonka jälkeen vakiohinnan lisäksi maksetaan seuraavaan läpäisemättömän pinnan raja-arvoon asti vakiolisämaksu. Esimerkiksi Kielin kaupungissa hulevesimaksu oli vuonna 2008 33 euroa ensimmäiseltä 60 m² läpäisemätöntä pintaa ja 11 euroa sitä seuraavilta 20 m² läpäisemätöntä pintaa. (Edel 2008, Burszta-Adamiak 2014, 63 mukaan)

6.2 Yhdysvalloissa käytössä olevat hulevesimaksut

Yhdysvalloissa huleveden hallinta on maailman kärkiluokkaa ainakin joissain osavaltioissa, sillä hulevesien hallintatoimet alkavat jo kiinteistöjen rakentamisvaiheessa ja osavaltioissa hulevesien hallintaan on jopa kehitetty omia Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviranomaisen EPA:n ohjeistuksen mukaisia hulevesiohjelmia ja ohjeistuksia, kuten Minnesotan osavaltion ympäristöviranomaisen (Minnesota Pollution Control Agency) hulevesiohje (stormwater.pca.state.mn.us). Näiden lisäksi alueellisia hule-



vesilaitoksia (eng. Stormwater utility) on Yhdysvaltoihin perustettu 2010 mennessä yli tuhat (EPA 2009, 3).

Yhdysvaltojen hulevesien hallinnan rahoituksessa on huomattavia eroja Suomen malliin, sillä hallintaan on käytössä rahastoja, stipendejä, yhteisrahoitusohjelmia ja matalakorkoisia lainoja (stormwater.pca.state.mn.us). Näitten lisäksi hulevesien hallinnan kustannusten kattamiseen käytetään kiinteistöjen hulevesimaksua, eng. Stormwater Utility Fee. Hulevesimaksun on huomattu olevan tärkeä rahoituskeino, jotta rakennettujen hulevesijärjestelmien vuosittaiset kustannukset voidaan kattaa vakaasti ja oikeudenmukaisesti (Rochesterin kaupunki 2016, 1).

Yhdysvalloissa käytössä olevia hulevesimaksun laskentatapoja on kolme, Equivalent Residential Unit (ERU), Intensity of Development (ID) ja Equivalent Hydraulic Area (EHA). Määrittystapoja sovelletaan paikallisesti, sillä hulevesiongelmat ja hallintaratkaisut vaihtelevat eri puolilla maata. Tärkein määrittämissparametri on kuitenkin jokaisessa laskentatavassa vettä läpäisemättömän pinnan pinta-ala, sillä se on tärkein hulevesien valuntaan vaikuttava tekijä. (EPA 2009, 3) Läpäisemättömän pinnan pinta-alaa hulevesimaksujen perusteena vuonna 2016 Black & Veatch Management Consulting:in tekemän kyselyn (2016, 20) mukaan käytti 77 % vastanneista hulevesilaitoksista.

6.2.1 Equivalent Residential Unit -metodiin perustuva hulevesimaksu

ERU -metodiksi kutsuttu hulevesimaksun määrittystapa on käytössä yli 80 prosentissa kaikista Yhdysvaltojen hulevesilaitoksista. Taksan suuruus määräytyy kiinteistön läpäisemättömän pinnan pinta-alan mukaan, ottamatta huomioon kiinteistön kokonaispinta-alaa. Laskutapa käyttää määritettyä kerrointa, jonka kerroin-arvo yksi määräytyy omakotitalokiinteistöjen läpäisemättömän pinnan keskiarvosta. Yhden arvoiselle ERU -kertoimelle määritetään hulevesimaksu, josta tulee samalla maksun yksikköhinta. Kaikkien yhtä perhettä isompien kiinteistöjen hulevesimaksu pohjautuu niiden läpäisemättömän pinnan pinta-alan suhteeseen määritetyn ERU -kertoimen läpäisemättömään pintaan ja yhden perheen omakotitalokiinteistöissä maksu pidetään yhden ERU -kertoimen mukaisena. (EPA 2009, 3)

ERU -pohjaiset laskentatavat ovat toisaalta yksinkertaisia, mutta jossain tapauksissa niiden aiheuttamisperiaatteen toteutuminen voi olla huono. Tällaisia tapauksia ovat tilanteet, jossa kiinteistön kokonaispinta-ala on suuri, mutta läpäisemättömän pinnan määrä vähäinen, jolloin läpäiseviltä pinnoilta johtuva hulevesi pääsee hulevesijärjestelmään maksutta, sillä ERU -pohjaiset laskentakaavat perustuvat vain läpäisemättömän pinnan alaan. (EPA 2009, 3)

6.2.2 Intensity of Development -metodiin perustuva hulevesimaksu

Intensity of Development tai ID -metodiin perustuvat hulevesimaksun laskentatavat ovat joissain tapauksissa aiheutumisperiaatteen toteutuksessaan ERU -metodia paremmat, sillä niiden laskentatapa perustuu kiinteistöjen läpäisemättömän pinnan prosentiosuuteen koko kiinteistön pinta-alasta. ID -määrittämisellä kaikille, myös rakentamattomille kiinteistöille, voidaan määrätä hulevesimaksu. ID -

metodin hulevesimaksut luokitellaan liukuvalla asteikolla, jossa hulevesimaksun suuruus määräytyy prosenttiluokan yksikköhinnan ja kiinteistön koko pinta-alan suhteella. (EPA 2009, 3) ID -määrityksen ongelmaksi nousee sen ERU -määritystä suurempi työmäärä, sillä läpäisevyyden ja kiinteistöjen pinta-alan suhteen laskeminen ja luokittelu suuresta aineistosta on työläämpää kuin pelkästään läpäisemättömän pinnan pinta-alan hankkiminen. Toisaalta, ID -määritys on tehtävä kartta-tarkasteluna, jolloin kiinteistöjen pinta-alan käyttö ei todennäköisesti pitennä määritykseen käytettävää aikaa suuresti, sillä pelkästään ERU -määritys vaatii tonttirajojen käyttöä.

6.2.3 Equivalent Hydraulic Area -metodiin perustuva hulevesimaksu

Equivalent Hydraulic Area tai EHA -metodi laskee hulevesimaksun läpäisevien ja läpäisemättömien pintojen tuottaman valunnan perusteella kiinteistöille eri yksikköhinnoilla, jossa läpäisevien pintojen muodostaman hulevesivalunnan yksikköhinta on aiheuttamisperiaatteen mukaisesti läpäisemättömien pintojen hulevesivalunnan yksikköhintaa alhaisempi. EHA ottaa huomioon myös rakentamattomat kiinteistöt, samaan tapaan kuin ID -metodi. (EPA 2009, 4) Metodi on laskentatavoista oikeudenmukaisin ja tarkin, mutta samalla työläin, sillä määritys täytyy tehdä kiinteistökohtaisesti ja molemmille läpäisevyyksipinnoille.

6.3 Yhteenveto

Yhdysvalloissa eniten käytössä oleva hulevesimaksun ERU -laskentatapa on suosittu juuri sen yksinkertaisuuden takia. Laskentatavan yksinkertaisuus tekee siitä helposti ymmärrettävän myös kuluttajille. Kymen Vedellä ERU -laskentatapa toimisi hyvin, joskin laskentatapaa olisi tilaajan toiveesta muokattava niin, että nykyinen hulevesimaksun laskentatapa omakotitaloille säilyisi ennallaan. Omakotitalojen nykyinen hulevesimaksu voitaisiin säilyttää, mutta siitä muodostuisi yksi ERU, jonka perusteella voidaan määrittää hulevesimaksukaava omakotitalokiinteistöjä suuremmille kiinteistöille, niiden läpäisemättömän pinnan määrän suhteella yhteen ERU:n kerrottuna omakotitalojen hulevesimaksulla. Läpäisemättömän pinnan määränä voitaisiin periaatteessa käyttää rakennusoikeuden mukaista kerrosneliömäärää, mutta se ei välttämättä vastaa todellista rakennettua kerrosneliömäärää, eikä kerrosneliömäärä ota huomioon pinnoitettuja piha-alueita. Laserkeilausaineistosta tai ortokuvista suoritettava läpäisevyydstarkestelu on tarkempi tapa määritykseen, joskin näiden paikkatietoaineistojen käytössä saattaa piillä suurempi työmäärä kuin kerrosneliömäärän käytössä. Tekijän ehdotuksena ERU -pohjaisten laskentatapojen aiheuttamisperiaatteen toteutumisen parantamiseksi olisi lisätä lisäkerroin kiinteistötyypeille tai kokonaispinta-alalle, jotta laskentatavat ottaisivat huomioon myös läpäiseviltä pinnoilta tulevan veden määrää.

Saksan hulevesimaksuja on kehitetty niiden tasapuolisuuden ja aiheuttamisperiaatteen toteuttamisen takia, mutta suosituin maksuperuste vaatii runsaasti määritystyötä, sillä valumakertoimien ja valuma-alueiden sekä eri vuosien läpäisemättömän pinnan pinta-alojen määrittämiseen tarvittava työmäärä on suuri. Aiheesta löytyneen englanninkielisen tiedon määrä oli vähäinen ja Saksan tietojen esittelyssä jouduttiinkin turvautumaan toisen käden lähteisiin. Läpäisemättömän pinnan määrityksestä oikeissa kohteissa ei löytynyt tietoa, joten hulevesimaksujen määritystä vastaavalla tavalla Kymen

Veden toiminta-alueella ei voida suositella ainakaan vielä. Maksuperustetta voitaisiin tulevaisuudessa käyttää, kunhan määrittävät selventyvät ja valuma-alueiden ja -kertoimien määrittämiseen tarvittava työmäärä saadaan selvitettyä. Maksuperuste vaatii kuitenkin hyvät tiedot nykytilanteesta, joten maksuperusteiden käyttö vaatisi käytännössä jo olemassa olevan läpäisemättömän pinnan pinta-alaan perustuvan hulevesimaksun. Taulukossa 5 vertaillaan Saksan sekä Yhdysvaltojen hulevesimaksujen etuja ja haasteita.

Taulukko 5 Saksan ja Yhdysvaltojen käytetyimpien hulevesimaksuperusteiden vertailu

	Edut:	Haasteet:
Yhdysvaltojen hulevesimaksuperusteet		
ERU	Yksinkertainen. Tärkeimmän hulevesivaluntaan vaikuttavan ominaisuuden huomiointi.	Läpäisevältä pinnalta tulevat hulevedet pääsevät järjestelmään maksutta. Aineisto
ID	Ottaa huomioon myös läpäisevältä pinnalta tulevan huleveden.	Maksu ei ole suoraan verrannollinen kiinteistöltä tulevaan hulevesivaluntaan. Aineisto
EHA	Maksu on suoraan verrannollinen kiinteistöltä tulevaan hulevesivaluntaan läpäisevältä ja läpäisemättömältä pinnalta.	Toteutus haasteellinen, sillä molemmille pinnoille pitää määrittää yksikköhinta. Aineisto
Saksan hulevesimaksuperusteet		
Hulevesijärjestelmään johdettavien rakennettujen alueiden kokoon perustuva	Kiinteistöt maksavat vain hulevesiviemäriin johdetuista vesistä.	Vaatii tiedot/arvion hulevesiviemäriin johdettavasta läpäisemättömästä alasta. Läpäiseviltä pinnoilta johdettavat vedet
Läpäisemättömän pinnan alaan perustuva portaaton perusmaksu	Yksinkertainen. Tärkeimmän hulevesivaluntaan vaikuttavan ominaisuuden huomiointi.	Suuri maksuvaihtelu voi aiheuttaa suuremman työmäärän. Aineiston tarkkuus täytyy olla hyvä. Läpäiseviltä pinnoilta johdettavat vedet järjestelmään maksutta.
Läpäisemättömän pinnan alaan perustuva porrastettu perusmaksu	Yksinkertainen. Tärkeimmän hulevesivaluntaan vaikuttavan ominaisuuden huomiointi. Portaattomaan verrattuna pienempi maksuvaihtelu	Läpäiseviltä pinnoilta johdettavat vedet järjestelmään maksutta. Aineiston tarkkuus täytyy olla kohtuullinen (alle portaistuksen).

7 PAIKKATIEDON KÄYTTÖ HULEVESIMAKSUN MÄÄRITYKSESSÄ

Tässä kappaleessa esitetään teoriaa paikkatietopohjaisen hulevesimaksun ja läpäisemättömän pinnan alojen määrittämisen pohjaksi, sillä työssä käytetyt menetelmät vaativat ainakin perustiedot paikkatietojärjestelmien teoriasta. Kappaleessa kerrotaan paikkatietoaineistojen lyhyet perusteet sekä karttaprojektioiden ja ilmakehärasterien rasterien perusteet. Näiden lisäksi käydään läpi saatavilla olevia paikkatietoaineistoja. Kappaleen lopuksi esitellään läpäisemättömien pintojen luokittelua ja paikkatietoaineistojen tulevaisuutta.

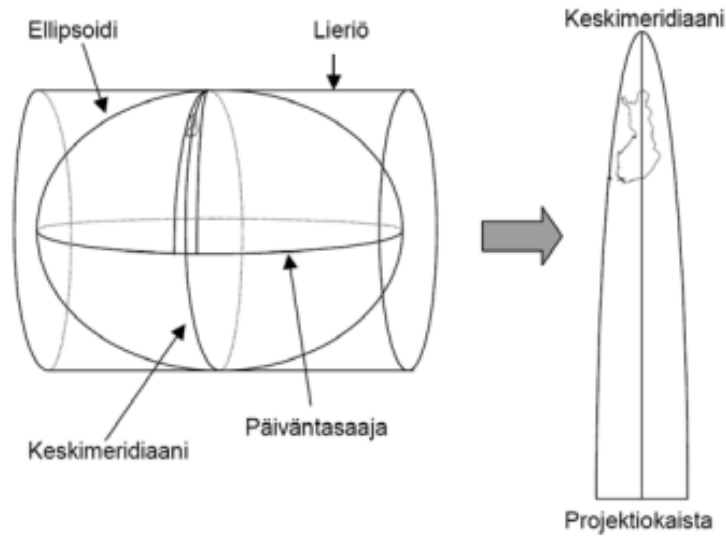
Paikkatiedolla tarkoitetaan ominaisuustietoja, joilla on maantieteellinen referenssi eli sen sijainti on tunnettu. Paikkatiedolla on aina vähintään sijainti- ja ominaisuustieto. Sijaintitieto voi olla piste, jolla on koordinaatti, viiva, jolla on vähintään viivan loppu- ja alkupisteen koordinaatit, tai alue, jolla on vähintään kahden vastakkaisen kulman koordinaatit. Ominaisuustieto voi olla sijaintitiedosta täysin erillään oleva tietojärjestelmä ja se voi sisältää melkein mitä vain. Paikkatietomuotoja ovat vektori ja rasteri. Vektorimuodossa paikkatieto voi olla piste, viiva tai alue, joiden ominaisuustieto voi olla lähes mitä tahansa. Rasterimuodossa paikkatieto on kuva, jonka pikselit kuvaavat ominaisuustietoa ja pikselin koko ominaisuustiedon tarkkuutta. (paikkaoppi.fi)

Pikselit ovat rasterissa aina saman kokoisia ruutuja ja rasterien yhdistäminen vaatii aina samaa tarkkuutta pikselien välillä. Pikselin koko ja samalla sen tarkkuus ilmoitetaan yleensä pikselin yhden sivun pituutena, jolloin esimerkiksi 1 m per pikseli tarkoittaa, että rasterin tarkkuus on 1 m². Rasterimuotoisia paikkatietoaineistoja ovat tyypillisesti ilma-, orto- ja satelliittikuvat. Vektorimuotoiset paikkatietoaineistot ovat tyypillisesti erilaisten rekisterien sisällöistä tuotettuja aineistoja tai mitattuja piste-, viiva- tai aluetietoja. Vektorimuotoista paikkatietoa voidaan muokata myös taulukko-ohjelmistoilla, mutta niiden visualisointiin vaaditaan usein paikkatieto-ohjelmisto. Rasteri, toisin kuin vektori, voidaan usein visualisoida paikkatieto-ohjelmiston ulkopuolella riippuen rasterikuvan tiedostomuodosta. Paikkatietoaineistoja käsitellään paikkatieto-ohjelmien avulla, joissa aineisto visualisoidaan ja työstetään. Tärkeitä lähtötietoja paikkatietoaineistoa käsitellessä ovat aineiston koordinaattijärjestelmä ja karttaprojektio. (paikkaoppi.fi)

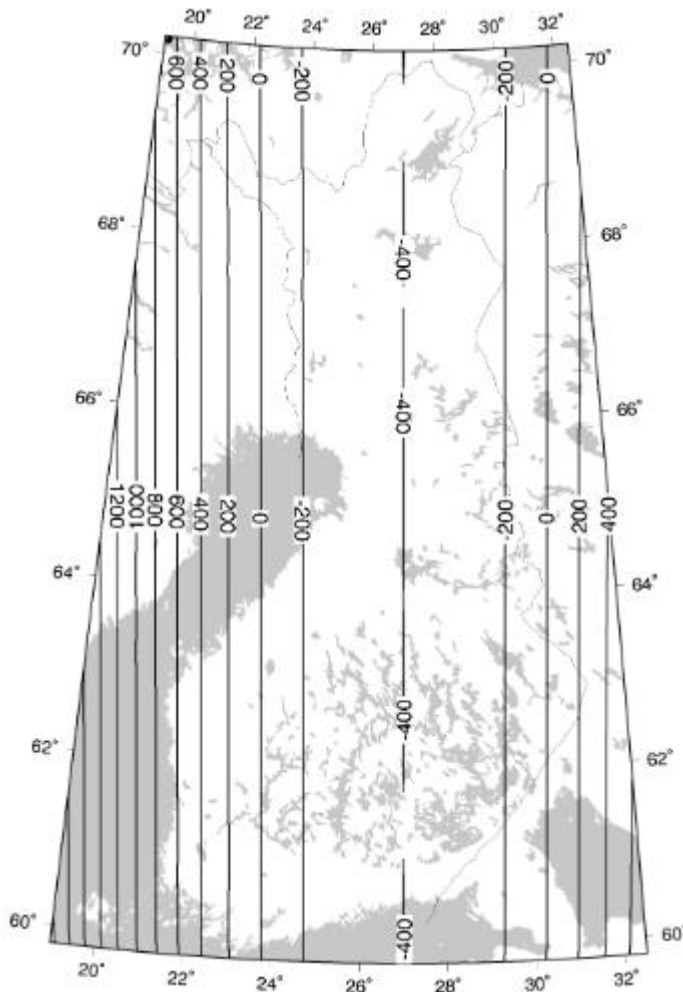
7.1 Karttaprojektiot ja koordinaattijärjestelmät

Karttaprojektioilla tarkoitetaan sitä tapaa, jolla maanpallon pinta on kuvattu kaksiulotteisena tasolla. Koko Suomea kuvaavissa aineistossa on yleisimmin käytössä poikittainen lieriöprojektiio UTM, joka on esitetty kuvassa 5, ja jossa sijainti ilmaistaan ETRS-TM35FIN -tasokoordinaattijärjestelmän mukaan (Geodeettinen laitos 2009, 7). TM35FIN -koordinaattijärjestelmän keskimeridiaanina on 27^o -pituuspiiri, joka kulkee Suomen halki noin Kotka – Inari -akselilla. UTM -projektiota käyttävä ETRS-TM35FIN -koordinaattijärjestelmä kattaa koko Suomen, mutta varsinkin länsirannikon alueella projektion mittakaavavirhe on suuri, jopa +1700 ppm (eng. parts per million) Ahvenanmaalla eli 1700 millimetriä kilometrillä, jolloin esimerkiksi kilometrin matka kartalla on maastossa 100,170 km. ETRS-TM35FIN -koordinaattijärjestelmän mittakaavavirhettä Suomessa on havainnollistettu kuvassa 6.

UTM -projektion mittakaavavirhe johtuu siitä, että kaksiolotteinen projektio leikkaa maapallon pintaa kuvan 7 mukaisesti.

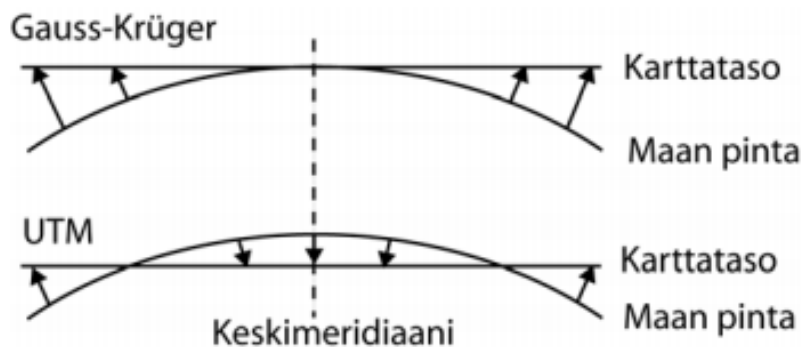


Kuva 5. Poikittaisen lieriöprojektion havainnekuva (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta, 2016, 1)



Kuva 6. ETRS-TM35FIN -järjestelmän mittakaavakorjaus, jossa poikittaiset numerot kuvaavat mittakaavavirheen ppm -arvoja (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2016, 1)

Poikittaiseen lieriöprojektiin UTM pohjautuvat kartta-aineistot eivät ole tarkoitettu tarkkaan mitoituksikäyttöön, sillä UTM -projektiota on korjattava mittakaavan suhteen riippuen meridiaanin eli keski-
viivan etäisyydestä. Mittakaavan korjaustarpeen takia on paikallisiin mitoituksiin tarpeen käyttää tarkempaa paikallista projektiota, joka Kotkan tapauksessa on GK27FIN, jonka meridiaani kulkee pituuspiirillä 27° . GK27FIN -koordinaatistojärjestelmän mittakaavavirhe ensimmäisellä 100 km matkalla meridiaanista on välillä 0 – 122 ppm, koordinaatistojärjestelmä perustuu poikittaiseen lieriöprojektiin kuten UTM, mutta se on meridiaanillaan paljon tarkempi. Kuva 7 havainnollistaa UTM- ja Gauss-Kruger-projektioiden mittavirhe-eroja.



Kuva 7. Gauss-Kruger (GK) ja UTM -projektioiden mittakaavavirheiden käyttäytyminen (nuolet) keskimeridiaanilta kaistan reunoille kuvattuna lieriön sivuilta. Nuolen pituus kuvastaa projektiovirheen suuruutta, positiivisena ylöspäin ja negatiivisena alaspäin. (Geodeettinen laitos 2009)

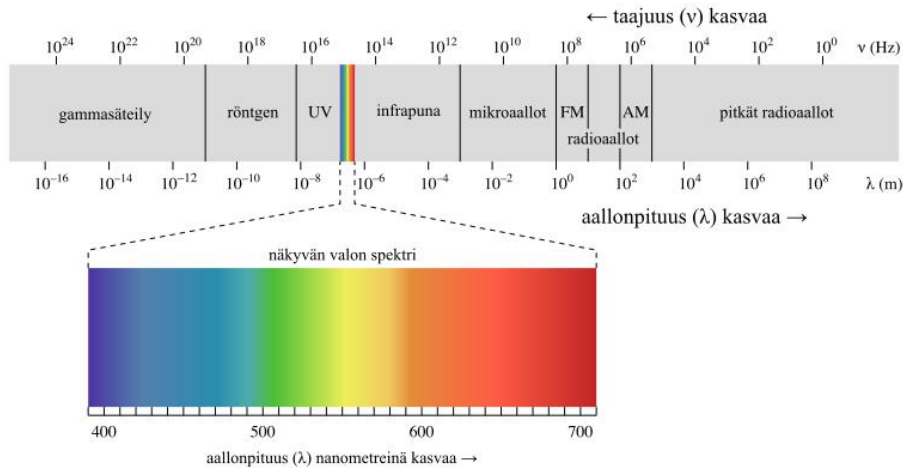
Koordinaatistojärjestelmille on kehitetty käyttöä helpottava koodikirjasto European Petroleum Survey Group:n toimesta, jossa eri koordinaatistojärjestelmille on annettu EPSG -koodit. Koodit helpottavat loppukäyttäjän työtä, sillä koordinaatistojärjestelmän valinnassa tarvitsee tietää vain halutun koordinaatiston numero. Esimerkiksi Maanmittauslaitoksen käyttämän ETRS-TM35FIN -tasokoordinaatistojärjestelmän EPSG -koodi on 3067 ja Kotkassa yleisesti käytössä olevan GK27FIN -tasokoordinaatistojärjestelmän koodi on 3881.

Tässä työssä käytetään sekä GK27FIN että ETRS-TM35FIN -tasokoordinaatistoihin luotuja aineistoja, joten niiden välillä on tehtävä koordinaatistomuunnoksia, jotta aineistojen väliset virheet minimoitaisiin. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta on antanut suosituksessa JHS 197 (2016, 7) ohjeeksi käyttää pinta-ala-analyysissä pinta-alatarkkaa Lambertin atsimutaalista karttaprojektiota, kun kuvataan pinta-alaan perustuvaa tilastotietoa. Tässä työssä käytetään kuitenkin pääasiallisesti GK27FIN -koordinaatistojärjestelmää, sillä sen voidaan katsoa olevan tarpeeksi tarkka Kotkan, Kouvolan ja Pyhtään alueella, koska alueiden etäisyys meridiaanilta on alle 50 km, jolloin mittakaavavirhe on alle 31 ppm.

7.2 Orto-, ilma- ja satelliittikuvien teoriaa

Valo on sähkömagneettisen säteilyn ihmissilmällä erotettava osa. Näkyvän valon spektri on tunnettu värijakauma, joka nimensä mukaisesti on se aallonpituusväli, jonka ihmissilmä näkee värillisen koh-

teen heijastamasta valosta. Näkyvän valon spektri alkaa violetista ja loppuu punaiseen. Kuva 8 havainnollistaa näkyvän valon spektrin osuutta sähkömagneettisen säteilyn spektristä.



Kuva 8. Näkyvän valon spektri sähkömagneettisesta säteilystä (alkup. Zedh muok. Ykstoinen, 2011-01-13)

Tavallinen kamera tallentaa tältä aallonpituusväliä kolme kuvaa sinisen, vihreän ja punaisen värin aallonpituuksilta, joiden yhdistelmä luo aistimuksen värillisyydestä. RGB on yleisesti käytetty lyhenne näiden kolmen kuvan yhdistelmästä. Nämä kuvat voidaan erottaa toisistaan, jolloin tietyn aallonpituusvälin kuvasta voidaan analysoida kuvassa näkyvien objektien valon heijastumaa. Aallonpituusväliä tulevan heijastuman avulla voidaan määrittää esimerkiksi objektien koostumusta. Kuvassa 9 on Maanmittauslaitoksen ilmakehän kuva eroteltuna sen värikanaviin.

Kuvasta nähdään, että punainen katto heijastaa punaisen aallonpituuden valoa lähes täysin näkyen kirkkaampana punaisen aallonpituuden harmaasävykuvassa toisin kuin vihreä katto, joka heijastaa vihreää aallonpituutta vain vähän tavallista vähemmän. Kuvista huomataan, ettei punainen katto heijasta muiden värien aallonpituuksia, vaan absorboi niiden aallonpituuksia. Mustat ja valkoiset katon eroavat muista katoista, sillä valkoiset katon heijastavat kaikkia aallonpituuksia ja mustat katon absorboivat kaikkia aallonpituuksia.

Ilma- ja satelliittikuvia ottavat kamerat ovat tavallista digikameraa tehokkaampia ja monimutkaisempia laitteita, jotka ottavat kuvia myös näkyvän valon spektrin ulkopuolelta, yleisesti näkyvän valon spektrin lisäksi otetaan kuva myös lähi-infrapun aallonpituudelta 700–1100 nm, jolloin ilmakehän perusteella voidaan tehdä esimerkiksi kasvillisuusindeksi (NDVI) tai maankäyttöluokittelu.

7.3 Paikkatietoaineistot

Paikkatietoaineistojen saatavuus vaihtelee runsaasti maailmalla. Suomessa paikkatietoaineistoja on kuitenkin helposti saatavilla, sillä Maanmittauslaitos tuottaa avoimesti käytettävää paikkatietoaineistoa koko Suomen alueelta esimerkiksi ortokuvien, laserkeilausaineistojen, kiinteistörekisterien ja maastotietokantojen muodossa. Maanmittauslaitoksen lisäksi useista kunnista on saatavilla myös kuntien tuottamaa paikkatietoaineistoa. Kuntien ja Maanmittauslaitoksen lisäksi paikkatietoaineistoa Suomen alueelta on saatavissa Euroopan avaruusjärjestöltä (ESA) ja Yhdysvaltain geologian tutkimuskeskukselta (USGS), nämä aineistot tosin ovat yleensä satelliittikuvia tai niistä tehtyjä tuotoksia,

joissa tarkkuus ei yllä ilmakuvien tasolle. Satelliittikuvien hyvänä puolena on kuitenkin aineiston päivittymistähti, joka voi parhaimmillaan olla 2-3 päivän välein, ja kuvien kanavia eri valon aallonpituuksilta on yleensä enemmän kuin neljä. Varsinkin Yhdysvalloissa satelliittikuvat ovat käytössä monilla aloilla, kuten esimerkiksi läpäisemättömän pinnan analysointiin tai metsäpaloalueiden kartoittamiseen.



Kuva 9. Ortoilmakuva jaettuna harmaasävyisiin päävärikanavakuviinsa (punainen, vihreä, sininen) (Leinonen 2018-10-26)

7.3.1 Satelliittikuva-aineistot

Yhdysvaltain geologian tutkimuskeskuksen, myöhemmin USGS, satelliittiaineistoa on saatavilla ilmaiseksi USGS:n verkkopohjaisesta paikkatietokirjastosta osoitteessa EarthExplorer.usgs.gov. Läpäisevyydestarkasteluun sopivaa aineistoa ovat Landsat -satelliittikuvat, jotka esimerkiksi Kotkan ja Kouvolan alueelta päivittyvät parhaimmillaan kahden päivän välein. Satelliittikuvat sisältävät yksitoista eri valon aallonpituutta omina rasteritiedostoinaan eli rasterien yhdistäminen voi olla tarpeen työstämistä varten. Landsat -satelliittikuvien huono puoli on kuvien epätarkkuus, joka on vain 30 m per pikseli eli näiden perusteella ei voi tehdä tonttikohtaista läpäisevyydestarkastelua.



Toinen ilmaista satelliittikuvaa tuottava taho on Euroopan avaruusjärjestö, myöhemmin ESA. ESA:n USGS:n Landsat -satelliitteja vastaava satelliittiryhmä on nimeltään Sentinel. Sentinel -satelliittien tuottamaa aineistoa on saatavilla Copernicus -paikkatietojärjestelmästä, mutta Sentinelin tuottamia kuvia on saatavilla myös EarthExplorer-sivustolta. Sentinelin etuja Landsatiin verrattuna on sen tarkkuus, 10 m per pikseli ja se, että Sentinelin satelliittikuvat sisältävät kaksitoista eri valon aallonpituutta. Huonona puolena Landsatiin verrattuna on Sentinelin aineiston päivitystahti. Kouvolan ja Kotkan alueelta aineisto päivittyy noin kuukauden välein.

7.3.2 Maanmittauslaitoksen aineistot

Maanmittauslaitos on kuvauttanut koko Suomen ilmasta, mutta aineiston tarkkuus vaihtelee alueittain vaihteluvälillä 0.25-0.5 m per pikseli ja kuvien ikä välillä 0-10 vuotta. Suomen alueet kuvaetaan 0.4-0.5 m pikselitarkkuudella 3-10 vuoden välein. (Maanmittauslaitos.fi [1]) MML valmistaa ilmakuvista ortokuvia kartoituskäyttöön, jolloin kuvat koostuvat kolmesta värikanavasta (punainen, vihreä, lähi-infrapuna tai sininen) ja aineisto on saatavilla tavallisena ortokuvana sekä väärävärillisenä versiona. (Maanmittauslaitos.fi [2]) MML:n orto- ja väärävärivien dokumentaatio on vielä puutteellista, sillä eri värikanavien aallonpituusarvoja ei vielä löydy ja väärävärirasterien käyttäjien täytyy itse tutkia mitä väärävärikuva käyttää värikanavien aallonpituuksina.

MML:n tavoitteena on saada koko Suomi laserkeilattua vuoteen 2020 mennessä (Maanmittauslaitos.fi [3]). Tuotettua laserkeilausaineistoa käytetään esimerkiksi maastomallien teossa, joita käytetään erilaisissa kartta- ja maanpintasovelluksissa. Maanmittauslaitoksen tuottama laserkeilausaineisto on tarkkuudeltaan 0.5 pistettä per neliometri ja siitä on saatavilla kahdella eri luokitustavalla tuotettua aineistoa eli automaattisesti ja stereomalliavusteisesti luokitellut aineistot. Automaattisesti luokiteltu aineisto jakaantuu viiteen luokkaan: luokittelemattomiin, matalaan kasvillisuuteen, maanpintaan, mataliin virhepisteisiin ja peittoalueeseen. Stereomalliavusteisesti luokiteltu aineisto on jatkojalostettu automaattisesti luokitellusta aineistosta, käyttäen hyväksi ilmakuvastereomalleja ja graafista työympäristöä. Jatkojalostuksessa pisteitä ei poisteta, mutta niiden luokitus saattaa muuttua. Jatkojalostuksessa luokittelu myös laajentuu kolmella luokalla, jotka ovat vakavesi, virtavesi ja siltapisteet. (Maanmittauslaitos.fi [3]) MML:n laserkeilausaineisto on varsin hyvä, mutta jatkojalostetusta versiosta puuttuvat vielä rakennuksiksi luokitellut pisteet, jotka nopeuttaisivat loppukäyttäjän työtä.

Kiinteistörekisterikartta on Maanmittauslaitoksen ylläpitämä vektorikartta, jossa esitetään kiinteistöjen rajat, tunnuksat ja rajamerkit. Kiinteistörekisterikartta ei sisällä ominaisuustietoja esimerkiksi kiinteistön omistajasta, kulkuyhteydestä, vuokralaisesta tai kiinteistökaupoista eli kartta ei sisällä salassa pidettävää tietoa. Kiinteistörekisterikartta on saatavilla koko Suomen alueelta karttalehdittäin erilaisissa jakelumuodoissa, kuten ESRI Shapefile, PNG tai XML. Kiinteistörekisterikartan sisältö päivittyy jatkuvasti vektorikartan osalta ja .png -muotoisen rasterikartan ja tiedostoina haettavien vektorikarttojen osalta viikoittain. (Maanmittauslaitos.fi [4])



Kun kiinteistörekisterikartta ladataan MML:n Avoimien aineistojen tiedostopalvelusta ESRI Shapefile vektorikarttana, sisältää saatu tiedosto kolme Shapefile -tiedostopakettia, jotka sisältävät palsta-alueet aluemaisina polygoneina, kiinteistörajat yksittäisinä viivoina ja palstatunnukset pistetietoina. Maanmittauslaitoksen Maastotietokanta on koko Suomen kattava maastoa kuvaava vektoriaineisto. Sen tärkeimpiä kohderyhmiä ovat liikenneverkko, rakennukset ja rakenteet, hallintorajat, nimistö, maankäyttö, vedet ja korkeussuhteet. (Maanmittauslaitos.fi [5]) Aineistoa ylläpidetään Maanmittauslaitoksen toimesta, joka hankkii tietoja kunnilta, Liikennevirastolta ja ympäristöhallinnolta sekä kerää maastotietoja ilmakuvausilla ja laserkeilauksilla (Maanmittauslaitos.fi [6]).

7.4 Paikkatiedon käyttö hulevesimaksuja määrittäessä

Paikkatietoa käytetään jo runsaasti vesihuoltolaitoksissa ja kunnissa varsinkin omaisuuden hallintaan, ja esimerkiksi vesihuollon verkostokartat ovat nykyisin lähes täysin digitaalisia aineistoja, joita käytetään paikkatieto-ohjelmistoilla. Kymen Vedellä, kuten monella muulla vesihuoltolaitoksella, on käytössä suomalaisen Keypro Oy:n verkkopohjainen paikkatieto-ohjelma KeyAqua, jolla hallinnoidaan vesihuolto- ja hulevesiverkosto-omaisuutta (KeyPro.fi). KeyAquan ominaisuudet ja työkalut eivät kuitenkaan riitä ainakaan vielä hulevesimaksun määrittämiseen, sillä ohjelmistosta puuttuvat analysointiin käytettävät työkalut lähes täysin. KeyAquaista löytyvät jo asiakasrekisterin tiedot, jotka tulevat ohjelmaan rajapinnan kautta, mutta ominaisuustietokenttiä ei voida suoraan ohjelmassa lisätä. Ominaisuustietokentistä puuttuu myös mahdollisuus tuoda toiselta tasolta tietoja. Esimerkiksi hulevesimaksuissa monesti tarvittavaa kiinteistön pinta-alaa ei voida suoraan linkittää kiinteistörekisterikartan tiedoista. Muita tunnettuja paikkatieto-ohjelmistoja ovat muun muassa ArcGIS, Microstation, Tekla GIS ja AutoCAD Map 3D.

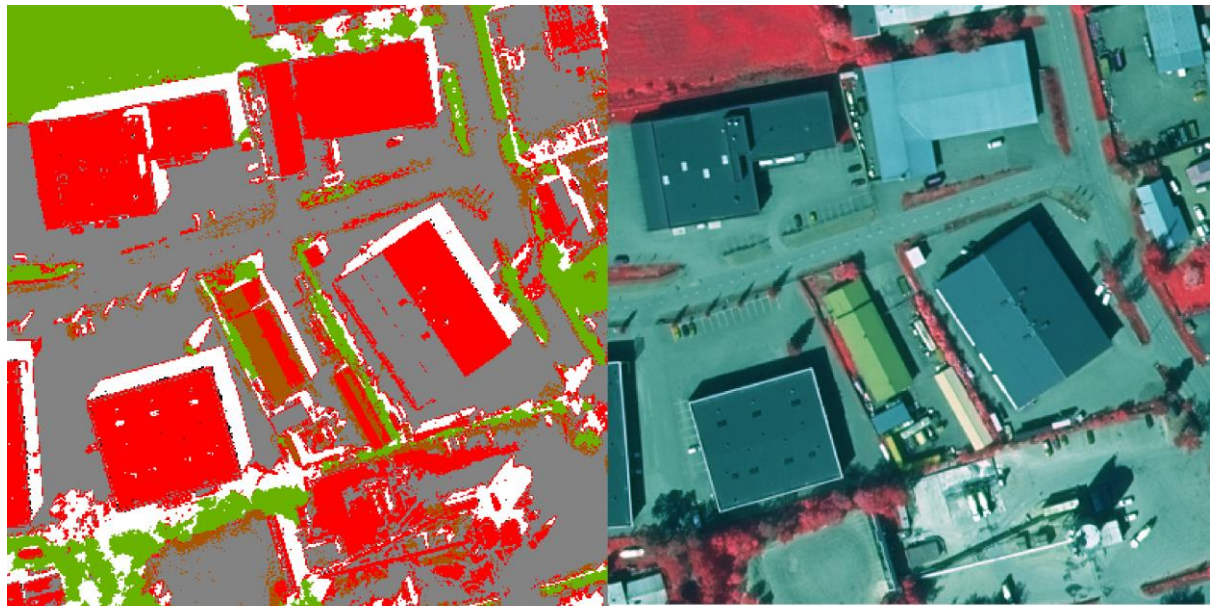
Hulevesimaksun määrittämisessä paikkatiedolla voidaan visualisoida ja analysoida esimerkiksi hulevesien viemäröintialueet, kiinteistöjen pinta-alat, kiinteistötyypit ja läpäisevyyspinnat. Oikeilla työkaluilla ja aineistoilla voidaan hulevesimaksun tarvitsemat tiedot määrittää täysin paikkatieto-ohjelman sisällä, jonka jälkeen taulukkomuotoinen ominaisuustietotiedosto voidaan viedä asiakasrekisteriin. Asiakasrekisterissä tiedostolla voidaan suorittaa massapäivitys, jossa asiakkaiden kiinteistötunnuksen avulla voidaan lisätä ja päivittää ominaisuustietoja asiakkaiden kiinteistöille.

7.4.1 Läpäisevyystarkastelun teoriaa

Käytetyt läpäisevyystarkastelut pohjautuvat käytännössä kahteen ortokuvista tehtävään määrittäytapaan, jotka ovat manuaalinen ja koneellinen.

Manuaalinen läpäisevyysemäärittely tehdään ortokuva-aineistosta käsin rajaamalla vettä läpäisevät ja läpäisemättömät alueet. Tuloksena on hyvinkin tarkka läpäisevyysaineisto, mutta sen luomiseen käytettävä työmäärä on erittäin iso. Esimerkkinä Kunapon, Simin ja Chandran (2005, 3 – 5) artikkelissa käytettiin 225206,9 m² kokoisen taajama-alueen 271 kiinteistön manuaaliseen läpäisevyysemäärittämiseen 4 tuntia, jossa alueet jaettiin vihreisiin ja läpäisemättömiin alueisiin tonttien sisällä ja ulkopuolella. Manuaalisen määrittämisen käyttäminen tarkoittaisi suoraan verrannollisesti Kymen Veden hulevesien 37,819 km² kokoisella viemäröintialueella noin 670 tunnin työmäärää, joka ei ole missään

nimessä kustannustehokasta, vaikka tarkkuus onkin automaattisia menetelmiä parempi. Tätä tapaa käytetään vain erittäin pienten alueiden tai yksittäisten kohteiden läpäisevyyden määrittämiseen. Koneelliset määrittymenetelmät perustuvat algoritmeihin, joille syötetään ns. testialueita läpäisemättömistä ja läpäisevistä pinnoista, kuten tiealueita, kattoja ja viheralueita. Algoritmi testaa kuvien pikseleitä näiden testialueiden aallonpituusarvoihin ja luokittelee pikselit niiden mukaisesti. Tulokset saadaan koneellisilla määrittystavoilla sekunneissa, mutta niiden virheellisyys on suurempi, sillä eri pintojen heijastamat aallonpituudet voivat olla hyvin lähellä toisiaan, eikä algoritmi pysty erottamaan niitä toisistaan. Esimerkkinä tästä ovat kattojen ja tiepintojen heijastamat aallonpituudet. Kuvassa 10 on esitetty harjoitusalueiden avulla kuuteen luokkaan luokiteltu väri-infraortokuva, jossa tie- ja kattopintojen osittain virheellinen luokitus on havaittavissa.



Luokittelun todellisuusvaste

Luokittelu 35 harjoitusalueen avulla

- 0 - Unclassified
- 1 - Varjo
- 2 - Paljas maa
- 3 - Asfaltti
- 4 - Viheralue
- 5 - Rakennus

Kuva 10 Luokittelun todellisuusvaste (Leinonen 2018-11-08, Väri-infraortokuva ©Maanmittauslaitos 11/2018)

Ortokuviin perustuvien läpäisevyydestarkastelujen suurin ongelma on aineisto, sillä käytännössä kaikki orto- ja satelliittikuvat sisältävät jonkun määrän varjoja, jotka vääristävät läpäisevyydestarkastelujen tuloksia, kuten on nähtävissä kuvassa 10. Varjot ovat ongelmallisia sekä manuaalisessa että koneellisessa määrittämisessä, tosin manuaalisessa määrittämisessä käyttäjä voi tehdä valistuneita arvauksia varjojen sisältämien alueiden läpäisevyydestä. Jotta läpäisevyydestarkastelu saataisiin mahdollisimman tarkaksi, olisi perusteltua käyttää saatavilla olevaa laserkeilausaineistoa ja maastotietokantaa niissä kohteissa, joissa varjot vääristävät ortokuvista tehtyjä tarkasteluja.



7.5 Paikkatietoaineistojen tulevaisuutta

MML on aloittanut vuonna 2016 yhteistyössä Suomen metsäkeskuksen ja Maaseutuviraston kansallisen ilmakehuvausohjelman, jossa osapuolten kuvaustarpeet yhdistetään suunnitelmalliseksi kokonaisuudeksi. Ilmakehuvausohjelman tavoitteena on tehostaa tuoreiden ilmakehuvausaineistojen saatavuutta ja käyttöä. Ohjelman myötä tuoreimmat ilmakehut eivät pohjoisinta Lappia lukuun ottamatta ole millään alueella yli viittä vuotta vanhempia. (Maanmittauslaitos.fi [7])

Kansallinen ilmakehuvausohjelma on läpäisevyytarkastelun kannalta hyvä asia, sillä tarkastelujen suorittaminen voitaisiin tehdä joka viides vuosi, jolloin oikealla ajoituksella ilmakehujen tuoreus olisi jopa alle vuosi, mutta tässä tapauksessa päivitystarvetta olisi jo runsaasti. Esimerkiksi Kotkan kaupungin rakennusvalvonnan tietojen perusteella vuosina 2014-2017 valmistuneita rakennuksia oli kerrosalana yhteensä noin 104 000 kerrosneliömetriä (Kotka.fi).

MML käynnistää vuonna 2020 Kansallisen laserkeilausohjelman, jolloin koko Suomi on kertaalleen keilattu. Ohjelman tavoitteita ei vielä ole asetettu, mutta niitä selvitetään jo MML:n Kansallisen maastotietokannan KMTK:n Laser2020-projektissa. Muun muassa laserkeilausaineiston tarkkuustavoitetta pyritään Laser2020 -projektin aikana selvittämään, jotta Kansallisen laserkeilausohjelman aikana voidaan tuottaa parempaa aineistoa eri tahojen käyttöön. (kmtk.paikkatietoalusta.fi)



8 HULEVESIMAKSUN MÄÄRITYS ESIMERKKIKOhteissa

Tässä kappaleessa käydään läpi kolme vertailuun valittua hulevesimaksuperustetta, niiden määrittämiseen tarvittavat työvaiheet, työmäärät ja niiden avulla kerättävät hulevesimaksusummat tarkastelualueelta ja koko Kymen Veden toiminta-alueelta.

Työssä laskettiin hulevesimaksuilla kerättäviä summia, joiden laskennassa käytettiin lähtötietoina vuoden 2018 nykyistä hulevesimaksuhinnastoa. Summat laskettiin Kymen Veden asiakasrekisteriin kuuluvilla kiinteistöillä, sillä muuta arviota kiinteistöjen määrästä ja kiinteistötyyppijakaumasta ei ollut saatavilla.

Työssä käytettiin erilaisia tietoaineistoja, joita kerättiin eri lähteistä, kuten Maanmittauslaitokselta, Kymen Veden asiakastietojärjestelmästä ja Kotkan kaupungin GIS-aineistoista. Riippuen tietoaineiston laadusta aineistoja muokattiin työssä käytettävään muotoon joko työmenetelmien toimivuuden tai aineiston laadun parantamiseksi. Etenkin Kymen Veden asiakasrekisteristä haetut hulevesiliittymäsopimukset olivat huonolaatuisia, sillä sopimuslistat sisälsivät paljon puuttuvia kohteita tai ylimääräisiä tietoja.

Maanmittauslaitokselta haetut vääräväriortokuvat, maastotietokannat ja kiinteistörekisterikartat hankittiin avoimien aineistojen tiedostopalvelusta. Orto- ja väärävärikuvien tarkkuus oli 0.5 m / pikseli eli yhden pikselin alue vastasi kuvassa 0.25 m² aluetta. Ortoilmakuvat oli otettu vuonna 2018 eli käytetty aineisto oli tuore. Orto- ja vääräväri-ilmakuvia käytettiin läpäisemättömän pinnan määrittämisessä, mutta työssä olisi voitu käyttää Euroopan unionin Copernicus -ohjelman luomaa läpäisemättömän pinnan aineistoa. Läpäisemättömän pinnan määrittäminen kuitenkin Maanmittauslaitoksen aineistosta, sillä saatu tarkkuus oli paljon parempi eli 0.5 m per pikseli, kun taas Copernicus aineistossa parhain tarkkuus oli ainoastaan 20 m per pikseli.

Paikkatietoaineistojen käsittelyssä käytettiin avoimeen lähdekoodiin perustuvaa QGIS 2.18 'Las Palmas' -ohjelmistoa, sillä ohjelmistoon on saatavilla runsaasti lisäosia ja se tukee useimpia käytettäviä tiedostomuotoja. Työssä ei käytetty uusinta QGIS 3.0 -versiota, sillä siitä puuttui vielä tarvittavia ominaisuuksia ja version 2.18 katsottiin olevan stabiilimpi ja ohjeistuksen löytyminen helpompaa. Lisäosana QGIS:ssä käytettiin Congedo Lucan luomaa Semi-Automatic Classification Plugin:a (SCP), jota hyödynnettiin läpäisevyydestarkastelun luomisessa. SCP -lisäosan käyttöä puolsivat erinomaiset käyttöohjeet, joissa annettiin esimerkkejä lisäosan käytöstä. QGIS:n prosessien ajamiseen ja tiedostojen muokkaamiseen käytettiin erillistä tietokonetta, jossa tekijällä oli järjestelmänvalvojan oikeudet. Tietokoneessa oli suorittimena Intel Core i5-2540M@2.60 GHz, muistia 8 Gt ja käyttöjärjestelmänä 64 bittinen Windows 7 Professional.

Tarkasteltavaksi alueeksi valittiin Ristinkallion, Otsolan, Mäntykankaan ja Keltakallion alueiden yhdistelmä Kotkassa, jonka alueella sijaitsee noin 1800 rakennettua kiinteistöä, joista arviolta tuhannella kiinteistöllä on huleveden viemärointisopimus. Tarkastelualueen hulevesisopimukset kattavat noin 10

prosenttia Kymen Veden kaikista hulevesisopimuksista. Kuvassa 11 on esitetty tarkastelualue, alueen tontit, niiden rakennukset ja tontin hulevesisopimuksen olemassaolo.



Kuva 11. Tarkastelualue rakennusten ja tonttien kanssa, joista tarkastelussa käytettävät tontit on merkattu niiden hulevesisopimuksen olemassaolotiedon mukaisesti (Leinonen 2018-11-21, Maastotietokanta ja Kiinteistörekisterikartta ©Maanmittauslaitos 10/2018)

8.1 Määrittystapojen esittely

ERU – metodilla muodostuvan hulevesimaksun laskentaperusteena on kiinteistön läpäisemättömän pinnan ala. Tässä laskutavassa huleveden perusmaksulle tulee yksikköhinta, joka kerrotaan läpäisemättömän pinnan alan mukaisella kertoimella. Läpäisemättömän pinnan ala määritetään läpäisevyystarkastelulla, joka suoritetaan QGIS -paikkatieto-ohjelmassa erillisellä SCP -lisäosalla. ERU -pohjainen määrittystapa vaatii läpäisevyystarkasteluun vähintään ortokuva-aineiston ja kiinteistörekisterikartan. Läpäisevyystarkastelun tarkkuuden parantamiseksi olisi kannattavaa käyttää myös maastotietokannan ja laserkeilausaineiston tietoja, jotta ortokuvissa näkyvien varjoalueiden aiheut-



tamia virheitä saataisiin pienennettyä. Hulevesimaksun määrittämiseen ERU -menetelmä vaatii lisäksi asiakasrekisterin tiedot viemäriin liittyneistä ja kiinteistön käyttötyypeistä.

Kiinteistötyypin ja pinta-alan mukainen hulevesimaksu on yksinkertainen laskentatapa, jossa ainoat tiedot, joita työhön tarvitaan ovat hulevesijärjestelmien kokonaiskustannukset sekä kiinteistötyypitiedot ja pinta-alat. Laskentatavan käyttöä yhtenä määrittäsvaihtoehtona puoltaa sen laaja käyttö muissa Suomen kunnissa. Kiinteistötyypin ja pinta-alaan perustuvan hulevesimaksun pohjana on yksikköhinta, joka saa kiinteistötyypin ja pinta-alan mukaiset lisäkertoimet.

Kolmantena hulevesimaksuperusteena tarkastellaan tilaajan ehdottamaa maksuperustetta, jossa omakotitalokiinteistöjen hulevesimaksut pysyvät kaikilla kiinteistöillä vakiona ja muissa kiinteistötyypeissä maksu määräytyy kiinteistötyypin ja pinta-alan mukaan, tosin suurissa liike- ja teollisuuskiinteistöissä maksun perusteena käytetään näiden lisäksi läpäisemättömän pinnan ala.

8.2 ERU:n perustuva hulevesimaksu

ERU – metodilla muodostuvan hulevesimaksun laskentaperusteena on kiinteistön läpäisemättömän pinnan ala. Tässä laskutavassa huleveden perusmaksulle tulee yksikköhinta, joka kerrotaan läpäisemättömän pinnan alan mukaisella kertoimella. Läpäisemättömän pinnan määrä määritetään läpäisevyystarkastelulla, joka suoritetaan QGIS -paikkatieto-ohjelmassa erillisellä SCP -lisäosalla. ERU -kerroin määritetään omakotitalokiinteistöjen keskimääräisen läpäisemättömän pinnan alasta, josta muodostetaan yksi ERU. Muiden kuin omakotitalokiinteistöjen ERU -kerroin määritetään niiden läpäisemättömän pinnan alan suhteella omakotitalokiinteistöjen läpäisemättömien pintojen alojen keskiarvoon. Laskentatavan määrittämisen aikana pohditaan, kannattaako esimerkiksi omakotitalokiinteistöille asettaa vakiokerroin vai käyttää omakotitalokiinteistöissäkin useampaa kerroinluokkaa, jotta maksusta saataisiin aiheuttamisperiaatetta paremmin toteuttava.

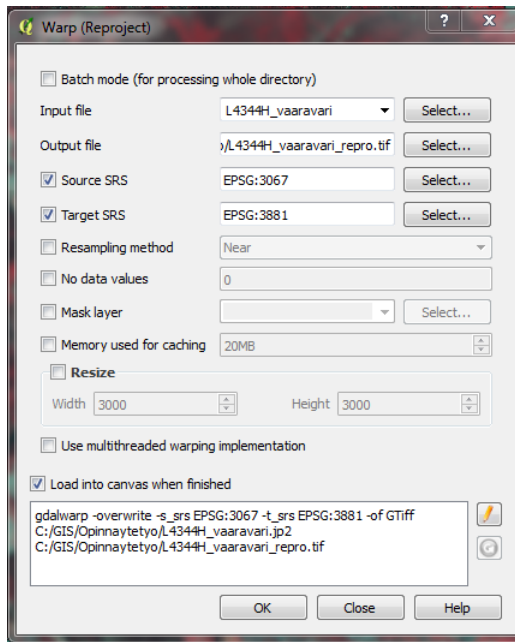
8.2.1 Läpäisevyystarkastelu

Läpäisevyystarkastelun tärkein osa eli erilaisiin pintoihin luokittelu suoritettiin pääosin QGIS:n SCP -lisäosalla, jonka tuloksia muokattiin lopuksi maastotietokannan avulla. Luotu rasteri muunnettiin pintoihin luokittelun jälkeen läpäiseviin ja läpäisemättömiin pintoihin, joista laskettiin kunkin kiinteistön keskimääräinen läpäisemättömän pinnan prosenttimäärä koko kiinteistön pinta-alasta.

Tarkastelu aloitettiin hakemalla alueen vääräväri- ja ortoilmakuva ja maastotietokanta Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelusta osoitteessa:

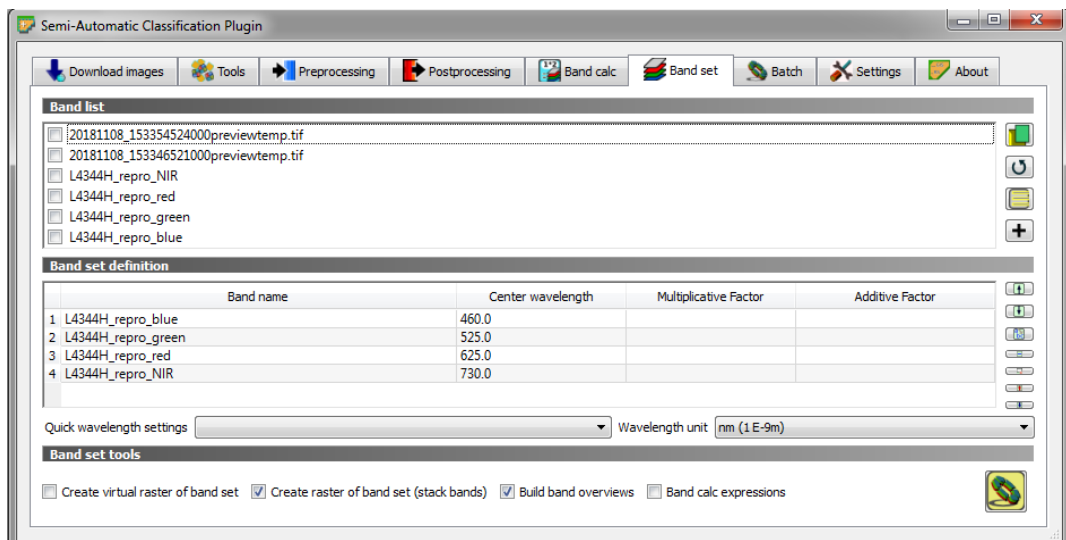
<https://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>.

Haetut vääräväri- ja ortoilmakuvat tarkastelualueelta, joka sijaitsee karttalehdellä L4344H, ladattiin QGIS -ohjelmistoon, jossa kuvien koordinaatisto muunnettiin TM35FIN – koordinaatistosta GK27FIN -koordinaatistoon QGIS:n sisällytyllä Warp (Reproject) -työkalulla, jonka määrittäjä on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. Warp (Reproject) -työkalun määrittämisenäkymä QGIS 2.18.2 (Leinonen 2018-11-09)

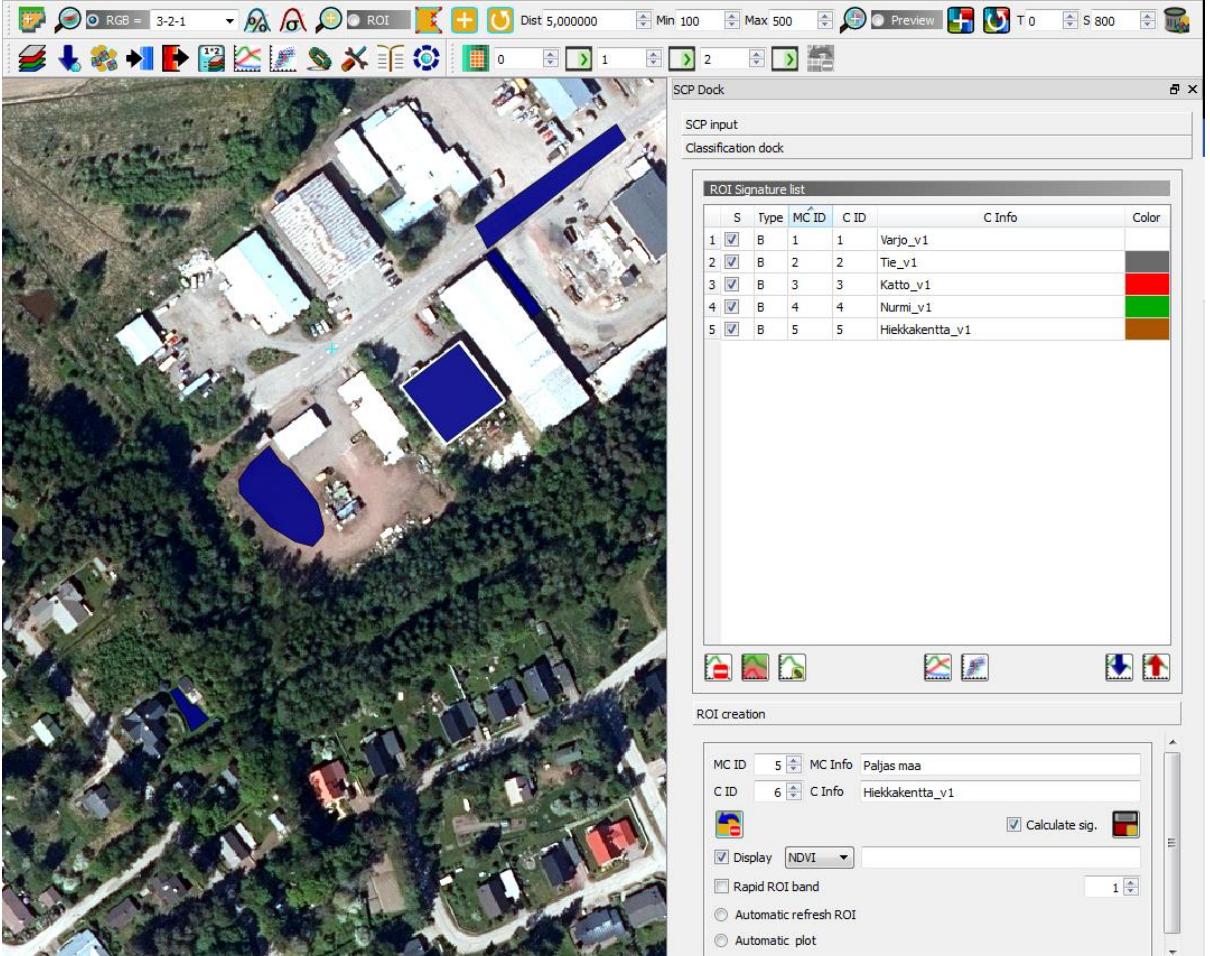
Koordinaatiston muuntamisen jälkeen ortokuvien eli rasterien värikanavat erotettiin toisistaan kuvan 9 tapaisiksi harmaasävyrastereiksi SAGA -lisäosan "Split RGB bands" -työkalulla. Ortoilmakuvarasterista saatiin erotuksen myötä punaisen, vihreän ja sinisen aallonpituuden mukaiset värikanavarasterit ja väärävärikuvarasterista lähi-infrapunaa, punaisen ja vihreän aallonpituuden mukaiset värikanavarasterit. Väärävärikuvarasterin erotuksessa huomattiin, ettei rasteri sisältänyt työkalun tarkoituksen mukaisia värikanavia järjestyksessä, vaan erotuksessa täytyi tietää mikä värikanava vastasi lähi-infrapunaa aallonpituutta. Tässä työssä työkalun punaiseksi luokittelu harmaasävyrasteri vastasi lähi-infrapunaa aallonpituutta. Luoduista rastereista läpäisevyydestä tarkastelussa tarvittiin lähi-infrapunaa, punaisen, vihreän ja sinisen aallonpituuden rasteri, koska SCP -työkalun ohjeistuksessa ei suositeltu alle neljän kanavan rasterien luokittelua (Condego 2012). Rasterit lisättiin SCP -työkalun kanavalistalle, jonka kautta luotiin neljän kanavan rasteri, jonka eri kanaville määritettiin keskiaallonpituus lisäosan määrittämiskunassa, joka on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13. SCP -lisäosan kanavien määrittämisenäkymä (Leinonen 2018-11-09)

Maanmittauslaitoksen ortoilmakuvarasterien kanavien aallonpituudet pyydettiin erikseen Maanmittauslaitokselta, tosin keskiaallonpituus (Center wavelength) jouduttiin silti arvioimaan annettujen tietojen pohjalta. Kanavien keskiaallonpituuksiksi annettiin siniselle 460 nm, vihreälle 525 nm, punaiselle 625 nm ja lähi-infrapunalle 730 nm.

Neljäkanavaisen rasterin luonnin jälkeen luotiin viisi ROI -luokkaa (Region of Interest), joille luotiin harjoitusalueet. ROI-luokkina käytettiin varjoja, asvaltoituja pintoja, rakennuksia, viheralueita ja paljaan maan pintoja. SCP -lisäosan luokitteluikkuna on esitetty kuvassa 14. Harjoitusalueet luotiin joko piirtämällä monikulmio tai valitsemalla automaattisesti laskettu alue tietyn pisteen ympäriltä ROI-luokkaa vastaavalle alueelle. Aluevalinnan jälkeen harjoitusalue tallennettiin "ROI Signature" -listalle. Harjoitusalueet saivat tallennuksen yhteydessä aallonpituusarvot ja kaksi luokkaa, joista "MC ID" vastasi harjoitusalueen ROI-luokkaa ja "C ID" vastasi yksittäisen harjoitusalueen tunnistearvoa. Harjoitusalueita luotiin ROI-luokkiin aluksi kuusi kappaletta jokaiseen luokkaan, jotta esimerkiksi eriväristen kattojen aallonpituudet olisivat mukana rakennuksiksi luokiteltavassa ROI-luokassa. Harjoitusalueiden määrä auttaa tarkentamaan luokitustulosta, sillä yksittäisen harjoitusalueen aallonpituusarvot eivät yleensä kata ROI-luokituksen sisältämien pintojen koko aallonpituusarvojakaumaa, joten kuuden harjoitusalueen sarja yhden ROI-luokan sisältä onkin hyvä lähtökohta luokituksessa, sillä se kattaa aallonpituusarvojakauman jo kohtalaisen hyvin.



The screenshot shows the QGIS interface with an aerial photograph. Several blue rectangular ROIs are drawn over buildings and a pond. The 'SCP Dock' panel is open, showing the 'ROI Signature list' table and the 'ROI creation' settings panel.

S	Type	MC ID	C ID	C Info	Color	
1	<input checked="" type="checkbox"/>	B	1	1	Varjo_v1	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	B	2	2	Tie_v1	
3	<input checked="" type="checkbox"/>	B	3	3	Katto_v1	
4	<input checked="" type="checkbox"/>	B	4	4	Nurmi_v1	
5	<input checked="" type="checkbox"/>	B	5	5	Hiekkakentta_v1	

The 'ROI creation' panel shows the following settings:

- MC ID: 5
- MC Info: Paljas maa
- C ID: 6
- C Info: Hiekkakentta_v1
- Calculate sig.
- Display: NDVI
- Rapid ROI band
- Automatic refresh ROI
- Automatic plot

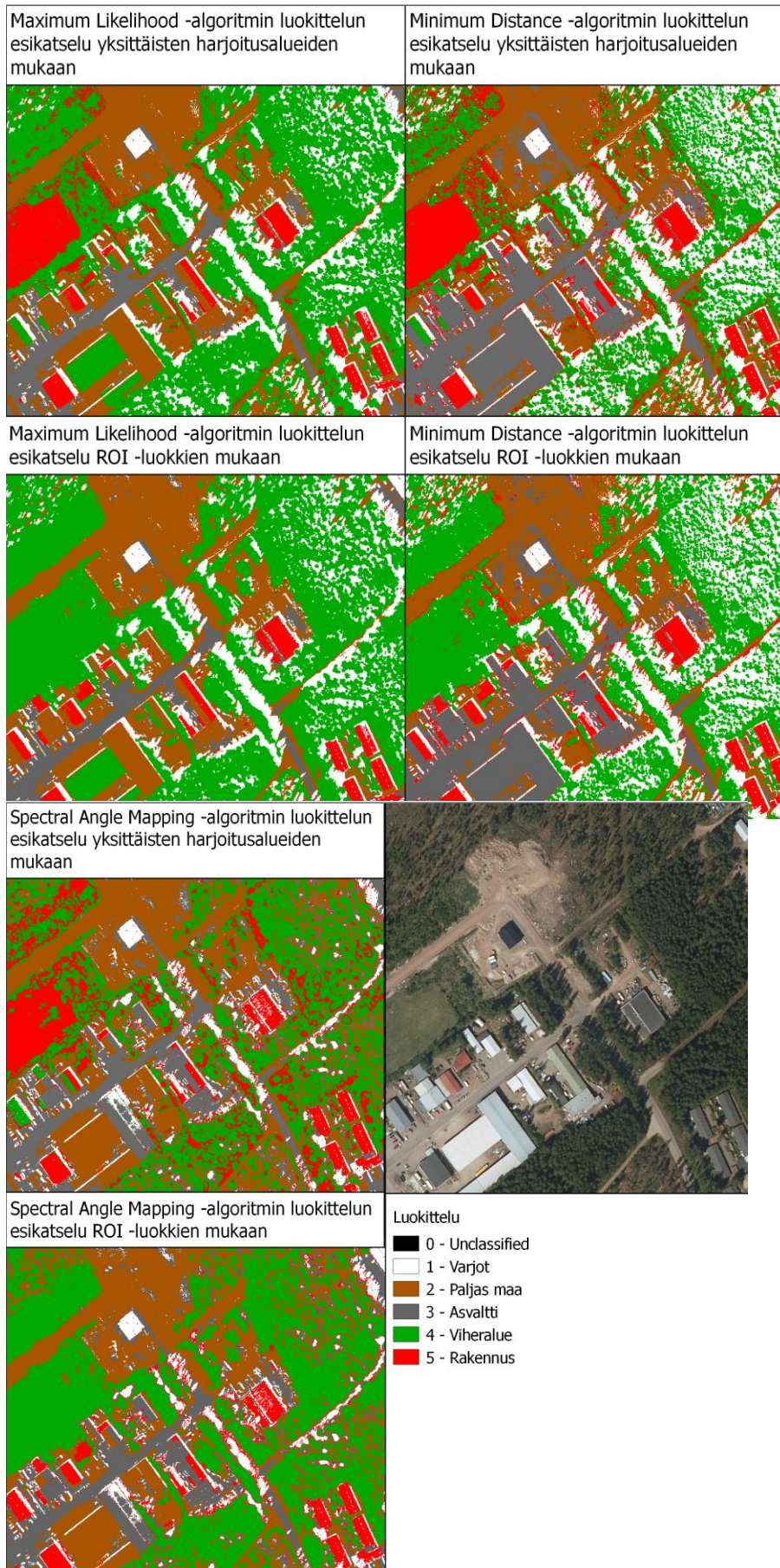
Kuva 14. ROI-luokkien harjoitusalueiden määrittäminen QGIS:ssä (Leinonen 2018-11-09)



Harjoitusalueiden luonnin jälkeen aloitettiin luokitusalgoritmien testaus. Luokitusalgoritmeja on SCP -lisäosassa kolme: Minimum Distance, Maximum Likelihood ja Spectral Angle Mapping, jotka voidaan asettaa joko luokitteluun rasteri yksittäisten harjoitusalueiden mukaisesti tai ROI-luokituksen mukaisesti.

Eri algoritmien toimivuutta voitiin tarkastella nopeasti, sillä SCP tarjosi käyttäjälle mahdollisuuden testata luokittelua esikatselutyökalulla (Classification Preview). Esikatselutyökalu oli tärkeässä osassa työn nopeuden kannalta, sillä neljäkanavaisen rasterin pikselien luokittelu kokonaisuudessaan vei kaksi tuntia, kun taas noin 6 hehtaarin alueen luokittelu esikatseluna tapahtui sekunneissa.

Parhaita tuloksia antoivat ROI-luokituksen mukaisesti käytetyt algoritmit, mutta jo ensimmäisissä luokitteluiden esikatseluissa huomattiin, etteivät kuuden harjoitusalueen sarjat välttämättä riittäneet halutun tarkkuuden saavuttamiseksi, sillä varsinkin rakennusten kattopintoja luokitui usein väärin paljaan maan ja asfaltoitujen pintojen luokkiin, joten seuraavassa iteraatiossa lisättiin kattopintojen harjoitusalueita. Kuvassa 15 on esitetty tarkemmin algoritmien esikatselutuloksia. Luokitukseen käytettävä algoritmi valittiin esikatselun avulla ja algoritmiksi valittiin ROI-luokituksen mukainen Maximum Likelihood, sillä algoritmi erotti vaikeimmin toisistaan erottuvat hiekka- ja asfalttipinnat parhaiten, joka nähtiin jo ensimmäisissä esikatseluissa. Harjoitusalueiden lisäämistä jatkettiin, kunnes luokitusten esikatselu saavutti hyväksyttävän tason. Hyväksyttävä luokittelutaso arvioitiin manuaalisesti ja arviointiperusteena käytettiin rakennusten ja asfalttipintojen luokittelun oikeellisuutta verrattuna ilmakuvan tietoihin.



Kuva 15. Algoritmien esikatselu algoritmin ja luokituksen mukaan (Leinonen 2018-11-09, Ortoilma-kuva ©Maanmittauslaitos 10/2018)



Valmis luokittelurasteri SCP -lisäosalla ei vielä kuitenkaan riittänyt, vaan luokitellussa rasterissa oli edelleen erittäin pieniä pisteitä ja rakennusten kattoja väärin luokiteltuna. Virheellisesti luokiteltuja pieniä pisteitä suodatettiin rasterista käyttämällä QGIS:n sisäänrakennettua "Sieve" -työkalua. "Sieve" -työkalulle annettiin kaksi arvoa "Threshold" ja "Pixel connection". "Threshold" -arvolla määritettiin suurin pikselialue, jonka työkalu sai suodattaa ja "Pixel connection" -arvolla määritettiin saman arvoisten pikselien alueen koko, josta suodatettavalle pikselille haettiin uusi arvo. Työssä käytettiin "Threshold" arvona viiden pikselin aluetta, joka vastasi kartalla 1.25 m² aluetta, "Pixel connection" arvona käytettiin neljän pikselin aluetta.

Suodatuksen jälkeen rakennusten luokitusta parannettiin edelleen hakemalla Maanmittauslaitoksen maastotietokannasta rakennusalueiden vektoritiedosto. Rakennusaluevektori oli maastotietokannassa nimetty r_L4344R_p.shp, jossa r viittaa rakennuksiin, L4344R karttalehteen, joka sisälsi karttalehden L4344H ja p viittaa vektoritiedoston muotoon eli tässä tapauksessa polygoniin.

Rakennusalueet muunnettiin rasteriksi työkalulla "Rasterize (Vector to raster)", jonka pikseliarvoina käytettiin rakennusvektoreihin lisätyn ominaisuustietosarakkeen arvoja. Ominaisuustiedon arvona käytettiin luokittelurasterin mukaista arvoa 5, joka vastasi rakennuksiksi luokiteltuja alueita.

Rakennukset lisättiin suodatetun luokitusrasterin päälle kaavalla 1., käyttämällä "Raster calculator" -työkalua.

$$((\text{Ristinkallio_rak_rast@1} = 0) * \text{Ristinkallio_LCC_filtered@1}) + \text{Ristinkallio_rak_rast@1}, \quad (1.)$$

jossa Ristinkallio_rak_rast@1 on rakennusalueista tehty rasteri ja Ristinkallio_LCC_filtered@1 suodatettu luokitusrasteri. Kaavassa rakennusalueiden ulkopuoliset alueet saavat luokitusrasterin mukaiset arvot ja rakennusalueiden sisäiset alueet saavat rakennusalue-rasterin mukaiset arvot. Kuvassa 16 on esitetty luokitusrasterin tarkkuuden parannuksen tuloksia.

Rakennusalueiden lisääminen luokitusrasteriin auttoi varsinkin omakotitalokiinteistöjen läpäisemättömien pintojen luokittelua, kuten kuvan 16 keskellä sijaitsevien omakotitalokiinteistöjen tapauksessa nähdään. Suodattamaton ja suodatettu luokittelurasteri luokittelivat omakotitalojen katot virheellisesti, jolloin rakennusten katot olivat varjoalueiden, paljaan maan tai asfalttipintojen luokissa. Vastaavissa kohteissa maastotietokannasta haetut rakennusalueet paransivat luokittelun tarkkuutta. Suodatuksen ja rakennusalueiden yhdistämisen jälkeen luokitusrasteri oli valmis. Rasteriin jäi runsaasti varjoiksi luokiteltuja alueita, jotka virheellistivät läpäisevyystarkastelun tuloksia, joten laserkeilausaineiston käyttö luokittelussa olisi kannattavaa. Tässä työssä laserkeilausaineiston hyväksikäyttö luokittelun parantamisessa jätettiin kuitenkin pois, sillä laserkeilausaineiston käyttämiseen ja työvaiheiden määrittämiseen ei jäänyt aikaa.



Kuva 16. Luokiteltujen rasterien tarkastelu (Leinonen 2018-11-26, Ortoilmakuva & Kiinteistörekisterikartta © Maanmittauslaitos 10/2018)

Tonttien läpäisevyystarkastelua ennen luokitusrasterin luokat muunnettiin läpäiseviin ja läpäisemättömiin alueisiin. Läpäiseviksi alueiksi muunnettiin kaikki varjo-, ja viheralueet sekä paljaan maan alueet. Loput luokat eli rakennukset ja asfaltoidut alueet muunnettiin läpäisemättömiksi alueiksi. Rasterin arvojen muunnoksessa käytettiin "Raster Calculator" -työkalua, jossa muunnos suoritettiin käyttämällä kaavaa 2.

$$((\text{Ristinkallio_luokitelturasteri}@1 = 5) * 1) + ((\text{Ristinkallio_luokitelturasteri}@1 = 3) * 1) + ((\text{Ristinkallio_luokitelturasteri}@1 = 4) * 0) + ((\text{Ristinkallio_luokitelturasteri}@1 \leq 2) * 0), \quad (2)$$

jossa Ristinkallio_luokitelturasteri@1 oli SCP -lisäosalla luokiteltu rasteri. Tuloksena saatiin uusi rasteri, jossa pinnat saivat arvon 1 tai 0 luokitellun rasterin pinnan mukaisesti.

8.2.2 Rakennustyyppin lisääminen kiinteistöille

Kun kiinteistöjen läpäisevyysprosentti oli selvillä, haettiin kiinteistöille rakennustyyppi. Kiinteistöjen rakennustyyppi saatiin Kymen Veden asiakasrekisterin rakennustyyppitiedoista. Asiakasrekisterin ra-

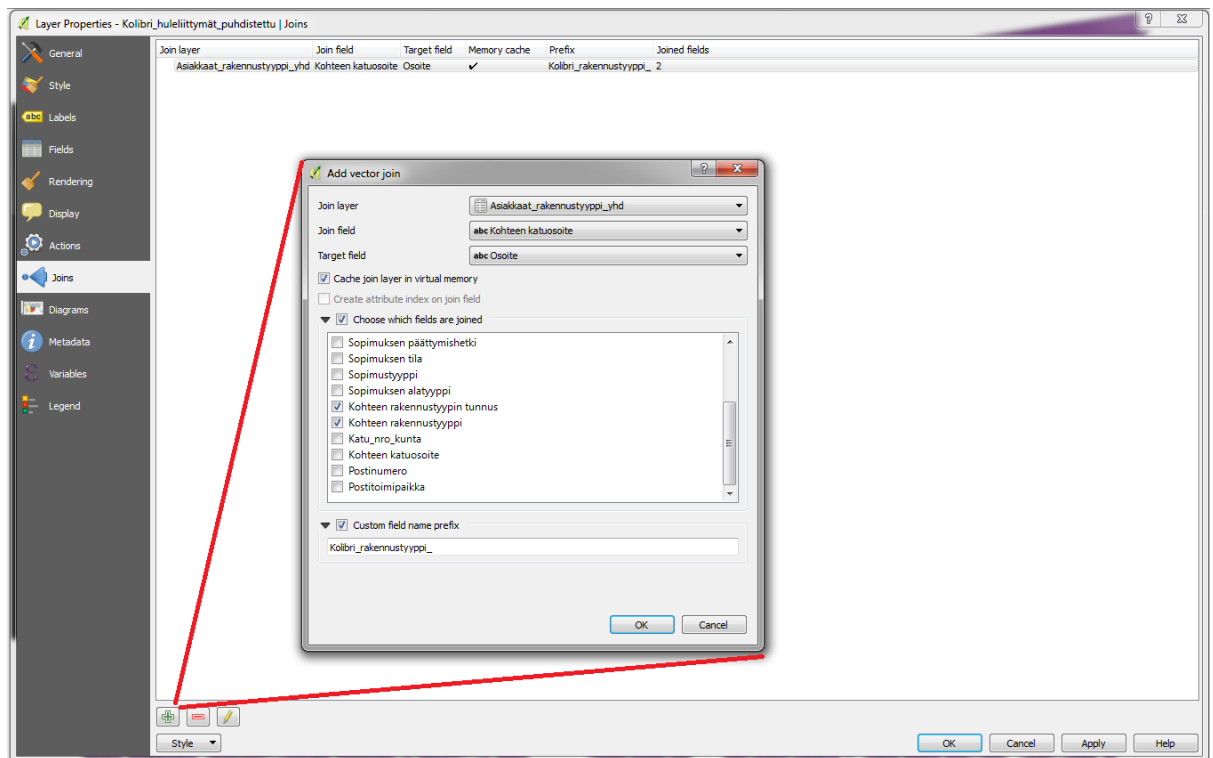


kennustyyppitiedot lisättiin palsta-aluevektoritiedostoon ominaisuustietona kiinteistötunnuksen avulla ja samalla tiedostoon lisättiin ominaisuustieto hulevesiliittymästä.

Asiakasrekisteristä oli tuotu kaksi erillistä taulukkoa, joista toisessa sijaittivat kaikkien sopimuskiinteistöjen rakennustyyppi ja katuosoite ja toisessa hulevesisopimuksen tehneet kiinteistöt katuosoiteella ja kiinteistötunnuksella. Taulukoita jouduttiin tuomaan kaksi, sillä asiakasrekisterin toimittajalta pyydetty kahden taulukon yhdistelmä saatiin myöhässä.

Hulevesisopimuskiinteistöjen tiedoissa havaittiin puutteita varsinkin kiinteistötunnuksen osalta. Kiinteistötunnus oli noin 28 prosentilla sopimuskiinteistöistä ja kiinteistötunnuksen omaavillakin kiinteistöillä tiedot saattoivat olla vääriä, sillä kiinteistötunnuksista löydettiin kohteita, joissa puolet kiinteistötunnuksesta puuttui. Taulukkoa jouduttiinkin päivittämään Kouvolan ja Kotkan kaupungilta pyydettyillä tiedoilla ja taulukon parantamiseen jouduttiin uhraamaan suunniteltua enemmän aikaa. Tietojen parantamisen jälkeen paikkatiedottomat asiakasrekisteritaulukot tuotiin QGIS:n CSV-muodossa käyttämällä "Create a Layer from a Delimited Text File" -työkalua, jossa taulukoille annettiin geometriamääritelmä "No geometry (attribute only table)".

Kun taulukot olivat ladattuna QGIS:n, tehtiin taulukoille yhdistämistoimenpide, joka tehtiin linkittämällä rakennustyyppin sisältämä taulukko hulevesisopimustaulukkoon kummankin taulukon katuosointekentän avulla. Liittäminen tehtiin hulevesisopimustaulukon "Layer Properties" -ikkunan "Joins" -välilehdellä kuvan 17. mukaisesti, jossa rakennustyyppin sisältämästä taulukosta hulevesisopimustaulukkoon liitettiin kiinteistöjen rakennustyyppi ja rakennustyyppin tunnus. Taulukkojen liittämisen jälkeen vastaava toimenpide suoritettiin palsta-aluevektorin ja hulevesisopimustaulukon välillä, jossa hulevesisopimustaulukon "Kohteen rakennustyyppi" -, "Kohteen rakennustyyppin tunnus" - sekä "Alatyyppi" -ominaisuustietokentät liitettiin palsta-aluevektoriin kiinteistötunnus -kentän avulla. "Alatyyppi" -ominaisuustieto liitettiin palsta-aluevektoriin, jotta tiedettäisiin yksittäisten kiinteistöjen hulevesiliittymän olemassaolo. Liitoksen seurauksena 697 kiinteistöä sai rakennustyyppin ja "Alatyyppi" -ominaisuustiedon. Tämä ei kattanut kaikkia alueen hulevesiliittymäsopimuksen omaavia kiinteistöjä, mutta parempaa listausta kiinteistöjen rakennustyyppistä ei sillä hetkellä ollut saatavilla.



Kuva 17. Taulukkojen yhdistäminen QGIS:n "Layer Properties" -ikkunassa (Leinonen 2018-11-28)

Kun asiakasrekisterin rakennustyyppi- ja hulevesiliittymätieto oli lisätty palsta-aluevektoritiedostoon, vietiin vektori CSV-muodossa taulukkolaskentaohjelmaan hulevesimaksujen ja virhetarkastelun laskentaa varten.

8.2.3 Virhetarkastelu

Erilaisia luokittelurastereita tuotettiin läpäisevyystarkastelun aikana kolme: suodattamaton rasteri, suodatettu rasteri ja maastotietokannan rakennuksilla parannettu suodatettu rasteri. Rasterien käytävyyden arviointiin käytettiin virhetarkastelua, jossa tuotettuja rastereita verrattiin ilmakuvasta manuaalisesti piirrettyyn luokitusrasteriin. Virhetarkastelu suoritettiin läpäisevyyssarvoihin muunnettujen rasterien "Zonal statistics" -työkalussa saamalla läpäisemättömyysprosentteilla, sillä se oli yksinkertaisin tapa suorittaa virhetarkastelu. Kolmea rasteria verrattiin manuaalisesti piirrettyyn, sillä sen on katsottu olevan kaikista tarkin luokitusmenetelmä (Kunapo, Sim & Chandra 2005, 4).

Manuaalisessa rasterissa pintojen luokittelu tehtiin neljällä alueella, joista kaksi oli omakotitaloaluetta ja kaksi teollisuusaluetta. Manuaalisessa luokituksessa kiinteistöjen rakennus- ja asfalttipinnat piirrettiin polygoneina ilmakuvasta ja muut pinnat jätettiin piirtämättä, sillä piirrettyjen polygonien rasteroinnissa muut pinnat saivat automaattisesti arvon 0, joka tarkoitti läpäisevää pintaa. Piirrettyjen katto- ja asfalttipintojen arvot muunnettiin muita läpäisevyyssastereita vastaavaksi. Rasteroitu, manuaalisesti piirretty luokitus kattoi 47 omakotitalokiinteistöä ja 45 teollisuuskiinteistöä. Manuaalisen luokituksen yhteydessä jokaiselle luokitellulle kiinteistölle annettiin ylimääräinen ominaisuustietokenttä, jossa se luokiteltiin omakotitalo- tai teollisuusalueeksi, mikä paransi taulukkolaskentaa, sillä kaikilla kiinteistöillä ei ollut todellisuudessa hulevesisopimusta, jonka takia niille ei ollut asiakasrekisterissä rakennustyyppitietoa.



Läpäisemättömyysprosentit kullekin rasterille laskettiin "Zonal statistics" -työkalulla kiinteistörekisterikartan palsta-aluevektoritiedostolle. "Zonal statistics" -työkalu loi vektoritiedostoon uuden ominaisuustietokentän, jossa jokainen läpäisevyysrasterin päällä sijaitseva tontti sai läpäisevyysrasteriin perustuvan keskiarvon. Läpäisevyysrasterin keskiarvosta saatiin suoraan läpäisevyysprosentti tontin sisällä. Työvaihe toistettiin jokaiselle läpäisevyysrasterille käyttäen samaa vektoritiedostoa. Palsta-aluevektoritiedosto vietiin neljän rasterin laskemisen jälkeen CSV-tiedostona taulukkolaskentaohjelmaan, jossa virhetarkastelu suoritettiin.

Virhetarkastelussa laskettiin aluksi omakotitalokiinteistöjen keskimääräinen läpäisevyyden keskiarvo manuaalisesti luokitellun rasterin kiinteistöille. Keskiarvo laskettiin Excel-funktiolla "KESKIARVO.JOS.JOUKKO", joka käytti lähtöarvoina läpäisevyysprosenttien sisältävää saraketta ja laskemisen ehtoalueena asiakasrekisteristä haettua kiinteistön käyttötyyppisaraketta. Omakotitalokiinteistöjen kohdalla ehtona käytettiin käyttötyyppin luokkaa "Erilliset pientalot" tai "Oktaloalue" riippuen siitä laskettiin keskiarvo vain manuaalisesti luokitelluille kiinteistöille vai koko tarkastelualueen kiinteistöille. Funktiolle annetut arvot esitetään kaavassa 3.

KESKIARVO.JOS.JOUKKO(\$E\$2:\$E\$1800;\$J\$2:\$J\$1800;"Oktaloalue"),

(3)

jossa E2:E1800 viittasi läpäisevyysprosenttien sarakkeeseen, J2:J1800 viittasi ehtoalueen sarakkeeseen ja "Oktaloalue" viittasi ehtoalueelta löytyvään arvoon. "Oktaloalue" viittasi niihin manuaalisesti luokiteltuihin kiinteistöihin, jotka sijaitsivat omakotitaloalueella.

Keskiarvolaskujen tuloksena jokainen luokittelumenetelmä lukuun ottamatta manuaalista luokittelua sai kaksi läpäisemättömän pinnan määrän keskiarvoa, joista toinen oli laskettu manuaalisesti luokiteltujen kiinteistöjen keskiarvo ja toinen koko alueen kiinteistöjen keskiarvo. Taulukossa todeta luokittelun tarkkuuden olevan hyvällä tasolla suodattamattoman ja suodatetun rasterin kohdalla.

esitetään luokittelumenetelmien keskiarvoja omakotitalokiinteistöille manuaalisesti luokitelluissa kiinteistöissä ja kaikista tarkastelualueelta löytyneistä omakotitalokiinteistöistä. Luokiteltujen rasterien suhteellista virhettä arvioitiin kaavalla 4.

$$\frac{\text{Tarkasteltavan rasterin keskiarvo} - \text{Manuaalisesti luokitellun rasterin keskiarvo}}{\text{Manuaalisesti luokitellun rasterin keskiarvo}} * 100,$$

(4)

jossa "Tarkasteltavan rasterin keskiarvo" oli läpäisemättömän pinnan määrän keskiarvo, joko niistä kiinteistöistä, joille oli manuaalisesti luokiteltu läpäisemättömät pinnat tai koko tarkastelualueelta löytyneistä ehdon täyttäneistä kiinteistöistä. Suhteellisen virheen tuloksen ollessa positiivinen omakotitalokiinteistöjen lisäksi tarkasteltiin teollisuusalueen kiinteistöjen läpäisemättömän pinnan keskiarvoja ja kolmen luokitellun rasterin virhettä näissä kohteissa.



Virhetarkastelun tuloksista nähtiin, että maastotietokannan rakennusalueiden lisääminen ei parantanut luokitellun rasterin tarkkuutta, sillä suhteellinen virhe oli kolmesta rasterista suurin: omakotitalokiinteistöissä 24.42 % (n=47) ja 18.37 % (n=604) ja teollisuuskiinteistöissä 29.91 % (n=45) ja 37.8 % (n=72), joten rasterin käyttöä ERU-maksun lähtöaineistona ei voitu perustella.

Taulukko 6. Kolmen luokitellun rasterin omakotitalo- ja teollisuuskiinteistöjen läpäisemättömän pinnan määrän virhetarkastelu.

Keskimääräisen läpäisemättömän pinnan prosenttimääräinen osuus kiinteistöissä							
Manuaalinen luokittelu							
Omakotitalokiinteistöissä				Teollisuuskiinteistöissä			
Keskiarvo (n=47):	0.16	=	16 %	Keskiarvo (n=45):	0.403	=	40.3 %
Mediaani:	0.328	=	32.8 %	Mediaani:	0.308	=	30.8 %
Minimi:	0.060	=	6 %	Minimi:	0.015	=	1.5 %
Maksimi:	0.530	=	53 %	Maksimi:	0.982	=	98.2 %
Suodattamaton luokittelu							
Omakotitalokiinteistöissä				Teollisuuskiinteistöissä			
Keskiarvo (n=47):	0.335	=	33.5 %	Keskiarvo (n=45):	0.500	=	50.0 %
Minimi:	0.067	=	6.7 %	Minimi:	0.185	=	18.5 %
Maksimi:	0.597	=	59.7 %	Maksimi:	0.801	=	80.1 %
Suhteellinen virhe	5.89 %			Suhteellinen virhe	24.23 %		
Keskiarvo (n=604):	0.318	=	31.8 %	Keskiarvo (n=72):	0.531	=	53.1 %
Minimi:	0.057	=	5.7 %	Minimi:	0.185	=	18.5 %
Maksimi:	0.845	=	84.5 %	Maksimi:	0.888	=	88.8 %
Suhteellinen virhe	0.60 %			Suhteellinen virhe	31.85 %		
Suodatettu luokittelu							
Omakotitalokiinteistöissä				Teollisuuskiinteistöissä			
Keskiarvo (n=47):	0.333	=	33.3 %	Keskiarvo (n=45):	0.495	=	49.5 %
Minimi:	0.060	=	6.0 %	Minimi:	0.180	=	18.0 %
Maksimi:	0.619	=	61.9 %	Maksimi:	0.812	=	81.2 %
Suhteellinen virhe	5.33 %			Suhteellinen virhe	22.98 %		
Keskiarvo (n=604):	0.314	=	31.4 %	Keskiarvo (n=72):	0.528	=	52.8 %
Minimi:	0.052	=	5.2 %	Minimi:	0.180	=	18.0 %
Maksimi:	0.856	=	85.6 %	Maksimi:	0.896	=	89.6 %
Suhteellinen virhe	0.47 %			Suhteellinen virhe	31.07 %		
Suodatettu luokittelu, johon lisätty maastotietokannan rakennusalueet							
Omakotitalokiinteistöissä				Teollisuuskiinteistöissä			
Keskiarvo (n=47):	0.393	=	39.3 %	Keskiarvo (n=45):	0.523	=	52.3 %
Minimi:	0.105	=	10.5 %	Minimi:	0.185	=	18.5 %
Maksimi:	0.637	=	63.7 %	Maksimi:	0.817	=	81.7 %
Suhteellinen virhe	24.42 %			Suhteellinen virhe	29.91 %		
Keskiarvo (n=604):	0.374	=	37.4 %	Keskiarvo (n=72):	0.555	=	55.5 %
Minimi:	0.060	=	6.0 %	Minimi:	0.185	=	18.5 %
Maksimi:	0.856	=	85.6 %	Maksimi:	0.898	=	89.8 %
Suhteellinen virhe	18.37 %			Suhteellinen virhe	37.80 %		

Vertailtaessa kolmen luokitellun rasterin teollisuuskiinteistöjen suhteellista virhettä manuaalisesti luokiteltuun, huomattiin virheen olevan huomattava, jopa 37.8 prosenttia (n=72) rakennusalueiden lisäyksen jälkeen ja pienimmillään 22.98 prosenttia (n=45) suodatetussa luokittelurasterissa. Virheen suuruuden arveltiin johtuvan luokiteltujen rasterien varjoista ja teollisuuskiinteistöjen pihavarastoista, sillä suurten rakennusten varjostamat alueet olivat joissain tapauksissa varsin huomattavia ja pihavarastojen piirtäminen jätettiin tekemättä manuaalisessa luokittelussa, jos ne sijaitsivat hiekkakentillä. Vaikka kolmen rasterin teollisuuskiinteistöjen suhteellinen virhe olikin suuri, voitiin omakotitalokiinteistöjen suhteellisten virheiden perusteella todeta luokittelun tarkkuuden olevan hyvällä tasolla suodattamattoman ja suodatetun rasterin kohdalla.

Suodattamattoman ja suodatetun luokittelun välinen ero ei ollut suuri, joka todennäköisimmin johtui suodatuksessa käytetyistä arvoista. Varsinkin suodatettujen alueiden koolla arvioitiin olevan merkitystä. Suodatuksella oli kuitenkin luokittelun tarkkuutta parantava vaikutus, sillä molemmat suhteellisen virheen arvot omakotitalokiinteistöissä olivat suodattamatonta luokittelua pienemmät, ollen 0.56 %-yksikköä (n=47) ja 0.13 %-yksikköä (n=604) suodattamattoman luokittelun suhteellista virhettä pienemmät. Virhetarkastelun tulosten takia päätettiin ERU-laskelmissa käyttää suodatetun luokittelun läpäisemättömien pintojen määrän arvoja.

8.2.4 ERU:n määrittäminen

ERU:n eli Equivalent Residential Unit –laskennan pohjana on omakotitalokiinteistöjen läpäisemättömän pinnan alan keskiarvo, jonka on määritetty olevan ERU-kertoimen lähtöarvo eli yksi ERU. Lähtöaineistona tässä työssä käytettiin suodatettua viiteen erilaiseen pintaan luokiteltua rasteria, jonka arvot olivat muunnettu läpäiseviin ja läpäisemättömiin pintoihin. Tällä läpäisevyysrasterilla laskettiin tarkastelualueella sijaitseville kiinteistöille niiden läpäisemättömyysprosentti vektoritiedostoon ”Zonal Statistics” -työkalulla. Tälle vektoritiedostolle haettiin Kymen Veden asiakasrekisteristä jokaiselle asiakasjärjestelmästä löytyneelle kiinteistölle tieto kiinteistön rakennustyyppistä ja hulevesiliittymästä. Tämän jälkeen palsta-aluevektorin kiinteistöille lisättiin ominaisuustieto kiinteistön pinta-alasta. Työvaihe oli yksinkertainen, sillä palsta-aluevektorin luotiin vain uusi ominaisuustietosarake, jonka arvoksi saatiin kiinteistön pinta-ala komennolla ”\$area”. Komento viittasi ohjelman automaattisesti laskemaan pinta-alaan kullekin palsta-aluevektorin kiinteistöpolygonille. Näiden tietojen perusteella oli mahdollista laskea tarkastelualueen huleveteen liittyneille kiinteistöille uusi ERU pohjautuva hulevesimaksu. ERU:n määrittäminen tehtiin taulukkolaskentana, sillä se oli tekijän kannalta helpoin tapa hallita tietoja.

ERU:n määrittäminen aloitettiin laskemalla asiakasrekisterin rakennustyyppiluokalle ”Erilliset pientalot” läpäisemättömän pinnan alojen keskiarvo. Tarkastelualueen noin 1800 kiinteistöstä 953 oli hulevesisopimus, joista 847 kiinteistöä oli luokiteltu ”Erilliset pientalot” rakennustyyppiluokkaan. Näiden kiinteistöjen läpäisemättömän pinnan alojen keskiarvo laskettiin käyttämällä Excel-funktiota ”KESKIARVO.JOS.JOUKKO”, jonka keskiarvoalueeksi annettiin kiinteistöjen pinta-alojen ja läpäisevyysprosenttien tulo, ehtoalueeksi taulukon rakennustyyppisarake ja ehdoksi annettiin ”Erilliset pientalot”.



Funktiolla saatu keskiarvo oli 254.53 m² läpäisemätöntä pintaa. Keskiarvon avulla laskettiin hieman eri tavoin muodostuvaa ERU -kerrointa kiinteistöille:

- Kiinteistön todellinen ERU -kerroin kaikille kiinteistöille,
- Pyöristetty todellinen ERU -kerroin, jossa kerroin saa vähintään arvon yksi ja
- Pyöristetty todellinen ERU -kerroin, jossa kerroin saa vähintään arvon yksi ja omakotitalokiinteistöissä vakioarvon yksi.

Kiinteistön todellinen ERU -kerroin laskettiin käyttämällä kaavaa 5. Laskentatavan käyttö puolsi kohtalaisen suuri läpäisemättömän pinnan prosenttimäärän arvojakauma omakotitalokiinteistöissä, joka tarkimmassa manuaalisesti luokitellussa läpäisevyytarkastelussa oli välillä 6 – 53 % (n=47) ja ERU -laskentaan valitussa lähtöaineistossa välillä 5.2 – 85.6 % (n=604).

$$\frac{X}{KA} \quad (5)$$

jossa X oli palsta-aluevektorille laskettu läpäisemättömän pinnan ala suodatetussa luokittelurasterissa ja KA oli aiemmin "Erilliset pientalot" -rakennustyyppiluokalle laskettu keskiarvo 254,03 m². Todellinen ERU -kerroin on kertoimista aiheuttamisperiaatetta parhaiten toteuttava, mutta voi aiheuttaa varsinkin omakotitalokiinteistöjen kohdalla suuremman työmäärän, sillä jokainen omakotitalokiinteistön hulevesimaksu on hieman erisuuruinen, jolloin asiakkaat ottavat herkästi yhteyttä asiaankin.

Pyöristetty todellinen ERU-kerroin, jossa kiinteistöt saavat vähintään arvon yksi, laskettiin käyttämällä kaavaa 6. Tässä ERU:n laskentatavassa jokainen kiinteistö maksaa vähintään omakotitalokiinteistön nykyisen maksun verran, jotta vältytään pienten maksujen perimiseltä. Muiden kiinteistöjen ERU -kertoimien pyöristäminen lähimpään kokonaislukuun helpottaa kiinteistöjen luokittelusta, eikä laskeissa jouduta tekemään pitkien kerroinlukujen laskentaa.

$$JOS\left(\frac{X}{KA} < 1; 1; PYÖRISTÄ\left(\frac{X}{KA}; 0\right)\right), \quad (6)$$

jossa X oli palsta-aluevektorille laskettu läpäisemättömän pinnan ala suodatetussa luokittelurasterissa ja KA oli aiemmin "Erilliset pientalot" -rakennustyyppiluokalle laskettu keskiarvo 254,03 m². Kaava asetti tulokseksi arvon yksi, jos todellinen ERU-kerroin oli alle yhden, muuten tuloksesi tuli kiinteistön todellinen ERU -arvo pyöristettynä lähimpään kokonaislukuun.

Kolmas ERU:n laskentatapa oli yhdistelmä kolmesta edellisestä laskentatavasta, jossa omakotitalokiinteistöt ja muiden kiinteistöjen todelliset ERU -kertoimet saivat vähintään arvon yksi, joka laskettiin kaavalla 7.

$$JOS\left(TAI\left(\frac{X}{KA} < 1; SOLU="Erilliset pientalot"\right); 1; PYÖRISTÄ\left(\frac{X}{KA}; 0\right)\right), \quad (7)$$

jossa SOLU oli asiakasrekisteristä haettu rakennustyyppisarake, X oli palsta-aluevektorille laskettu läpäisemättömän pinnan ala suodatetussa luokittelurasterissa ja KA oli aiemmin "Erilliset pientalot" -



rakennustyyppiluokalle laskettu läpäisemättömien pinnan alojen keskiarvo 254,03 m². Jos todellinen ERU oli alle yhden tai rakennustyyppisarakeen arvo oli "Erilliset pientalot", palautti kaava kiinteistölle ERU -kertoimeksi arvon yksi ja muissa tapauksissa kaava palautti kiinteistön todellisen ERU - kertoimen arvon.

8.2.5 ERU -laskentatapaan perustuvien hulevesimaksujen summien laskeminen

Kolmen erilaisen ERU -kertoimen määrittämisen jälkeen kullekin kertoimelle laskettiin sen käytöstä saatava hulevesimaksun summa. Tarkastelualueella hulevesiviemäriin liittyneitä kiinteistöjä oli yhteensä 953 kappaletta. Jokaiselle kiinteistölle laskettiin vuosittaisen hulevesimaksun summa kaavalla 8.

$$ERU * H * 12, \quad (8)$$

jossa ERU on kiinteistön ERU -kerroin ja H hulevesimaksun yksikköhinta (€/kk). Kymen Vedellä on asiakasrekisterissä kokonaisuudessaan 9122 kappaletta hulevesiviemäriin liittyneitä kiinteistöjä, joten tarkastelualueen osuus kaikista hulevesiviemäriin liittyneistä rakennustyyppillisistä kiinteistöistä oli siis 10.45 prosenttia. Tarkastelualueelta laskennallisesti kerätyn summan avulla pystyttiin arvioimaan Kymen Veden koko hulevesimaksulla kerättyä summaa. Huleveden yksikköhintana käytettiin nykyistä DN20 vesimittarin mukaista hulevesimaksua eli 4.71 € kuukaudessa. Yksikköhinnan arvioitiin olevan hyvä lähtökohta arviointiin, sillä DN20 vesimittarin mukainen hulevesimaksu oli käytössä suurimmassa osassa omakotitalokiinteistöjä. Hulevesimaksujen summat saatiin kaavalla 9.

$$SUMMA.JOS.JOUKKO(M:M;I:I;"Hulevesi"), \quad (9)$$

jossa "M:M" oli kiinteistökohtaisesti lasketun hulevesimaksun sarake, "I:I" oli sarake, josta löytyi tieto kiinteistön liittymisestä hulevesiviemäriin ja "Hulevesi" oli ehtona "I:I" -sarakeelle, jossa kaikilla hulevesiviemäriin liittyneillä kiinteistöillä oli arvo "Hulevesi". Kaava laski summan kiinteistökohtaisista hulevesimaksuista kaikille soluille, joiden "I:I" -sarake täytti hulevesiviemäriin liittymisehdon "Hulevesi". Saatu tulos oli vuosittaisten hulevesimaksujen summa tarkastelualueelta. Tarkastelualueen hulevesimaksujen summasta laskettiin edelleen kaavalla 10. arvio Kymen Veden kaikilta hulevesiviemäriin liittyneiltä kiinteistöiltä peritystä summasta.

$$\frac{RSumma}{Rliittymät/KVliittymät} \quad (10)$$

jossa RSumma oli tarkastelualueelta laskennallisesti perittävien hulevesimaksujen summa kuukaudessa, Rliittymät oli tarkastelualueen hulevesiviemäriin liittyneiden kiinteistöjen määrä ja KVliittymät Kymen Veden kaikkien hulevesiviemäriin liittyneiden kiinteistöjen määrä. Laskujen tulokset ovat nähtävillä taulukossa 7.

Taulukko 7. Kolmella eri tavoin lasketulla ERU -kertoimella saadut laskennalliset hulevesimaksuilla kerättävät summat.

ERU:lla kerättävän hulevesimaksun summa	
Kun maksun perusteena todellinen ERU -kerroin: ERU -kerroin * hulevesimaksun yksikköhinta 4.71 €/kk (* 12 kk)	
Tarkastelualue	107 536.23 €/a
Koko Kymen Veden alueella	1 029 323.74 €/a
Kun maksun perusteena hulevesimaksun yksikköhinta tai pyöristetty todellinen ERU-kerroin pyöristettynä: ERU -kerroin * hulevesimaksun yksikköhinta 4.71 €/kk (* 12 kk)	
Tarkastelualue	113 548.68 €/a
Koko Kymen Veden alueella	1 086 874.14 €/a
Kun maksun perusteena hulevesimaksun yksikköhinta tai todellinen ERU-kerroin pyöristettynä paitsi omakotitalokiinteistöillä: ERU -kerroin * hulevesimaksun yksikköhinta 4.71 €/kk (* 12 kk)	
Tarkastelualue	107 727.12 €/a
Koko Kymen Veden alueella	1 031 150.88 €/a

Hulevesimaksujen summien tuloksista huomattiin, että jokainen ERU -kertoimen laskentatapa ylitti vuoden 2018 aikana arvioidun hulevesimaksuilla kerättävän 649 000 euron rajan, lähimmäksi laskentatavoista pääsi todellisen ERU -kertoimen mukaista maksua perivä ERU -laskentatapa. Kertoimien väliset erot summissa olivat pieniä, joten lähimpään kokonaislukuun pyöristettyjen ERU -kertoimien käyttöä voidaan suositella. Summista huomattiin, että yksikköhintaa voitaisiin laskea, jotta kerätyissä summissa päästäisiin lähemmäs nykyisellä hulevesimaksulla kerättävää summaa.

Jos omakotitalokiinteistöjen hulevesimaksua ei pidettäisi vakiona saatavat hulevesimaksut eivät juuri muuttuisi, mutta toisaalta maksun käyttöönoton yhteydessä tulleiden yhteydenottojen määrä todennäköisesti kasvaisi eri omakotitalokiinteistöjen välisten maksuerojen takia, joten vakiottomien hulevesimaksujen käyttöä ei voida suositella. Kokonaisuuden kannalta järkevin ERU -kertoimen laskutapa on näiden tietojen perusteella kolmas kerroin, jossa omakotitalokiinteistöjen ERU -kerroin pysyy vakiona ja muissa kiinteistöissä kerroin on yksi tai suurempi kokonaisluku.

8.2.6 ERU -pohjaisen hulevesimaksun päivittäminen ja käyttö

Käytettäessä ERU -pohjaista hulevesimaksua suurin työ muodostui aineistojen keräämisestä ja ortoilmakuvien luokittelusta, sillä aineistoa jouduttiin keräämään useammasta lähteestä ja luokittelun pohjautuminen manuaalisesti tehtävään iteratiiviseen prosessiin vei pelkästään tarkastelualueella useampia työtunteja.

Tarkastelualueen manuaalisesti suoritettu iteratiivinen prosessi luokitellun rasterin luomiseksi kesti noin kolme tuntia, jonka aikana algoritmille luotuja harjoitusalueita piirrettiin 44 kappaletta eri pinnoista. Harjoitusalueiden luonti koko Kymen Veden toiminta-alueella kestäisi arviolta kahdeksan tun-



tia, sillä harjoitusalueita jouduttaisiin piirtämään huomattavasti enemmän, koska toiminta-alueita joudutaan jakamaan pienempiin osiin, joista jokaiselle täytyy piirtää harjoitusalueet erikseen.

Luokittelualgoritmin lopullinen ajo Maanmittauslaitoksen ortoilmakuvarasterista kesti noin 3 tuntia ja aika todennäköisesti pidentyy luokiteltaessa laajempaa tarkastelualueita. Toisaalta ajon kesto saattaa lyhentää tehokkaamman tietokoneen käyttöä. Kymen Veden koko toiminta-alueen luokittelun arvioitiin kestävän pelkästään algoritmin lopullisessa ajossa noin 39 tuntia, kun käytetään Maanmittauslaitoksen ortoilmakuvia. Ajo voidaan kuitenkin suorittaa esimerkiksi viikonlopun yli, joten työn määrä ei välttämättä kasva. On kuitenkin huomioitava, että ohjelman kaatumisen riski kasvaa pitkäkestoisissa ajoissa. Työssä on varauduttava toiminta-alueen luokittelun pilkkomiseen pienemmiksi luokittelualueiksi, riippuen ortokuva-aineistojen luomisajankohtien läheisyydestä toisiinsa ja varsinkin Kouvolan kunnan alueen luokittelu tulee suorittaa erikseen, sillä alueiden väliset puuttuvien tietojen alueet kasvattaisivat tiedostokokoa liialti. Luokittelualueiden pilkkominen lisää manuaalisesti piirrettävien harjoitusalueiden tarvetta ja algoritmien ajo jakautuu useampaan osaan.

Lopullista luokittelualgoritmin ajoa ennen olisi varmistettava, että ajon suorittavassa tietokoneessa on riittävästi kovalevytilaa, sillä pelkästään yhden ortoilmakuvan luokittelun tuloksena saatu rasteri vei noin 150 Mt kovalevytilaa ja luokitellusta rasterista tehty läpäisevyysrasteri vei noin 560 Mt tilaa. Suosituksena työn suoritukselle annetaan 30 Gt vapaata kovalevytilaa, jotta myös ohjelman taustalla luotaville tiedostoille on tarpeeksi tilaa.

Luokitellun rasterin jatkokäsittely suodatuksella ja läpäisevyysrasteriksi muuntamisella kesti tarkastelualueella muutamia minutteja, mutta koko Kymen Veden toiminta-alueen luokittelurasterin käsittelyyn suositellaan varattavan muutama tunti, jotta otetaan huomioon suuremman tietomäärän käsittelyyn kuluva aika. Samasta syystä läpäisemättömien pintojen prosenttimäärien laskemisessa koko alueen laskentaan on varattava noin tunti, sillä tarkastelualueella siihen kului muutamia minutteja. Käytännössä ERU -kertoimen määrittäminen voidaan tehdä paikkatieto-ohjelmassa, jolloin tässä työssä käytettyjä laskentakaavoja täytyy muokata paikkatieto-ohjelman hyväksymään muotoon. Tässä työssä tarkastelualueen ERU -kertoimet määritettiin erikseen taulukkolaskentaohjelmassa johtuen tekijän omasta mieltymyksestä. Jos ERU -kertoimen kanssa ei käytetä muita lisäkertoimia esimerkiksi rakennustyyppiin tai kiinteistön pinta-alaan liittyen, voidaan ERU -kertoimet määrittämisen jälkeen lähettää asiakasjärjestelmään massapäivityksenä. Taulukossa 8 on esitetty yhteenvetona arvio kaikkien Kymen Veden hulevesiviemäriin liittyneiden kiinteistöjen hulevesimaksun päivitysprosessin kestosta eriteltyinä työvaiheittain.

Kaikkien Kymen Veden hulevesiviemäriin liittyneiden kiinteistöjen hulevesimaksun päivitys ERU -pohjaiseen hulevesimaksuun vaatisi yhteensä noin 55 tuntia, joista 16 tuntia olisi aktiivista työskentelyä ja 39 tuntia algoritmien ajoa. Tämän lisäksi aikaa kuluisi asiakasrekisterin toimittajan tekemään rekisterin massapäivitykseen. Tämän työn jälkeen ERU -pohjainen hulevesimaksu olisi valmiina käytettäväksi.



Nykyisten hulevesiliittymien päivitys on ERU -pohjaisessa hulevesimaksussa suurimman työmäärän aiheuttama vaihe, jonka jälkeen suositellaan uusien hulevesiviemäriin liittyvien kiinteistöjen kohdalla tehtävän läpäisevyystarkastelu manuaalisesti, sillä yksittäisten tonttien kohdalla manuaalisesti tehty tarkastelu on tarkin ja työmäärältään konepohjaista tarkastelua vastaava. Kiinteistöjen ERU -kertoimen päivittäminen kannattaisi suorittaa niinä vuosina, jolloin Maanmittauslaitos tai kunta tuottaa uutta ortoilmakuva-aineistoa, jotta kiinteistöjen läpäisevyyssarvot olisivat mahdollisimman lähellä totuutta. Aineiston päivityksen arvioitiin kestävän vähemmän aikaa, jos aikaisemmin luodut harjoitusalueet ovat käytettävissä ja työvaiheita saadaan ketjutettua automaattisemmiksi. Luokittelualgoritmin ajo ei päivitettäessä muutu, sillä päivityksessä kaikki laskennat suoritetaan ensimmäistä luokittelua vastaavalla tavalla. Arvioitu työmäärä aineistopäivitykselle on kahdeksan tuntia, jonka lisäksi algoritmin ajot kestävät arvioidut 39 tuntia.

Taulukko 8. ERU -pohjaisen hulevesimaksun määrittämiseen kuluva aika

Työvaihe:	Arvioitu kesto (h)	Huomioitavia asioita
Aineiston keräys: Maanmittauslaitoksen aineisto Asiakasrekisterin hulevesiliittymien tiedot	Noin 2 tuntia	Aineistojen väliset erot tuoreudessa Asiakasrekisteritietojen laadun määrittäminen/tarvittavat parannukset
Ortoilma- ja väärävärivien yhdistäminen	Noin 2 tuntia	Värikanavien keskiaallonpituustiedot Väärävärivien kanavajärjestys (NIR, R, B) Rasterien yhdistäminen
Harjoitusalueiden manuaalinen piirto iteroivassa prosessissa	Noin 8 tuntia	Harjoitusalueita ei voida käyttää muiden alueiden määrittämisessä, mikäli aineiston välillä on eroja tuoreudessa
Luokittelualgoritmin lopullinen ajo Maanmittauslaitoksen ilmakuvista	Noin 39 tuntia	Jakaantuu pienempiin ajoihin, jotka voidaan tehdä esim. yön yli
Luokiteltujen rasterien suodatus ja muuntaminen läpäisevyyssrasteriksi	Noin 2 tuntia	
Läpäisemättömän pinnan osuuden laskeminen koko kiinteistön pinta-alasta	Noin tunti	
ERU -kertoimen määrittäminen	Noin tunti	Voidaan tehdä paikkatieto-ohjelmassa
Asiakasrekisterin massapäivitys	ei tiedossa	Asiakasrekisterin toimittaja tekee massapäivityksen
Yhteensä:	16 h + 39 h = 55 tuntia	16 tuntia työtä, 39 tuntia algoritmin ajoa

8.3 Kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan perustuva hulevesimaksu

Kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan perustuva hulevesimaksu on käytössä monissa kunnissa, joten sen käyttö tämän työn vertailussa on perusteltua. Laskentatapaan tarvittiin tietoja Kymen Veden asiakasrekisteristä ja kiinteistörekisterikartasta. Kymen Veden asiakasrekisteristä saatiin useimpien kiinteistöjen rakennustyyppi ja MML:n ylläpitämästä kiinteistörekisterikartasta saatiin kiinteistöjen pinta-ala. Määrittäminen tehtiin paikkatieto-ohjelmistossa ja tilastolliset tarkastelut taulukkolaskentaohjelmassa.

8.3.1 Kiinteistötyypiluokkien luominen

Kiinteistörekisterikartasta haettiin palsta-aluevektorin tiedosto, johon lisättiin kiinteistöjen rakennustyyppi, joka saatiin Kymen Veden asiakasrekisterin rakennustyyppitiedoista. Asiakasrekisterin rakennustyyppitiedot lisättiin palsta-aluevektoritiedostoon ominaisuustietona kiinteistötunnuksen avulla. Asiakasrekisteristä oli tuotu taulukko, jossa sijaitsivat kaikki hulevesisopimuksen tehneet kiinteistö rakennustyyppillä, katuosoitteella ja kiinteistötunnuksella. Listaus saatiin asiakasrekisterin toimittajalta, mutta sen tarkastuksessa oli huomattu puutteita kiinteistötunnustiedoissa ja listauksen huomattiin olevan puutteellinen, sillä Kymen Veden asiakasrekisterissä oli hulevesisopimuksia 9122 kappaletta ja saadussa listauksessa oli vain 7766 kiinteistöä. Osan hulevesisopimuksista tiedettiin olevan saman kiinteistön eri vesimittareille, muita mahdollisia eroa selittäviä tekijöitä oli sopimusten voimassaolo, sillä hulevesisopimuksissa olivat mukana myös kiinteistöt, joiden sopimukset olivat lopetettu hulevesien viemäroinnistä vapautuksen tai muun syyn vuoksi. Asiakasrekisterin toimittajan listaukseen lisättiin puuttuvat kohteet, sillä hulevesisopimuslistan kiinteistötunnuksien korjaustoimenpiteet suoritettiin jo ERU -maksua määrittäessä. Vaikka osa hulevesisopimuksista ei ollut enää voimassa, ei niiden lisääminen tule vaikuttamaan todelliseen hulevesimaksuun, mutta maksun määrittämisessä jouduttiin tästä syystä nostamaan saatavan hulevesimaksusumman määrää, jotta lakanneiden sopimusten aiheuttama muutos olisi otettu huomioon.

Paikkatiedon asiakasrekisteritaulukko tuotiin QGIS:n CSV-muodossa käyttämällä "Create a Layer from a Delimited Text File" -työkalua, jossa taulukolle annettiin geometriamääritelmä "No geometry (attribute only table)". Kun taulukko oli ladattuna QGIS:n, tehtiin taulukon ja palsta-aluevektorin välillä yhdistämistoimenpide, joka suoritettiin linkittämällä taulukko palsta-aluevektoriin kummankin kiinteistötunnuksen ominaisuustiedon avulla. Liittäminen tehtiin palsta-aluevektorin "Layer Properties" -ikkunan "Joins" -välilehdellä kuvaa 17 vastaavasti, jossa palsta-aluevektoriin liitettiin kiinteistöjen rakennustyyppi. Liitos suoritettiin kappaleessa 8.2.2 esitetyllä tavalla, jonka jälkeen rakennustyyppien saaneita kiinteistöjä oli 953 kappaletta.

Kiinteistöjen rakennustyyppitietoja tarkasteltiin palsta-aluevektorin ominaisuustietotaulukossa, josta huomattiin, että erilaisia rakennustyyppiarvoja tarkastelualueelta löytyi yhteensä kymmenen. Osa rakennustyypeistä vastasi ominaisuuksiltaan toisiaan, joten rakennustyyppiluokkien määrää päätettiin kutistaa kuuteen kiinteistötyypiluokkaan. Tyyppiluokkien kutistaminen suoritettiin luomalla uusi ominaisuustietosarake kiinteistöille, joka sai liitteen 3 mukaisen komennon arvot nollassa viiteen ja



tyhjien rakennustyyppiarvojen kohdalla arvon kymmenen. Taulukossa 9 on esitetty asiakasrekisterin rakennustyyppien jakautuminen uusiin kiinteistötyyppiluokkiin.

Taulukko 9. Kymen Veden asiakasrekisterin rakennustyyppitietojen jakautuminen uusiin kiinteistötyyppiluokkiin.

Uuden kiinteistötyyppisarakkeen arvot ja yleiskuvaus	Sisältää liitettyjen rakennustyyppisarakkeiden arvot
0 - Epämääräiset kiinteistöt	'TARKKAILUMITTARIT' 'HISTORIA-ASIAKKAAT' 'MUUT RAKENNUKSET, TYYPITTÖMÄT'
1 - Omakotitalokiinteistöt Vapaa-ajan asunnot	'Erilliset pientalot' 'Vapaa-ajan asuinrakennukset'
2 - Rivi- ja ketjutalokiinteistöt	'Rivi- ja ketjutalot'
3 - Kerrostalokiinteistöt	'Asuinkekkorakennukset' 'Asuntolarakennukset'
4 - Liike- ja toimitilakiinteistöt Julkiset ja kokoontumiseen tarkoitetut kiinteistöt	'TOIMISTORAKENNUKSET' 'Myymälä- ja palvelurakennukset' 'RAVINTOLAT YMS.' 'Majoitusliikerakennukset' 'Toimistorakennukset' 'YLEISSIVISTÄVIEN OPPILAITOSTEN RAKENNUS' 'SEURA- JA KERHORAKENNUKSET YMS.' 'KIRJASTO-, MUSEO- ja NÄYTTELYRAKENNUKSET' 'AMMATILLISTEN OPPILAITOSTEN RAKENNUKSET' 'TEATTERI- JA KONSERTTIRAKENNUKSET' 'KORKEAKOULU- JA TUTKIMUSLAITOSRAKENNUKSET' 'MUUT OPETUSRAKENNUKSET' 'MUUT KOKOONTUMISRAKENNUKSET' 'Muut sosiaalitoimen rakennukset' 'Terveystieteiden rakennukset' 'Urheilu- ja kuntoilurakennukset' 'Uskonnollisten yhteisöjen rakennukset' 'PALO- JA PELASTUSTOIMEN RAKENNUKSET'
5 - Teollisuuden kiinteistöt	'TEOLLISUUDEN TUOTANTORAKENNUKSET' 'Liikenteen rakennukset' 'VARASTORAKENNUKSET' 'Huoltolaitosrakennukset' 'Teollisuusrakennus, jossa vain sosiaalivesi' 'MUUT TALOUSRAKENNUKSET' 'ENERGIANTUOTANNON YMS. RAKENNUKSET'
10 - Kiinteistöllä ei ole asiakasrekisterissä rakennustyyppiä	Tyhjät rakennustyyppitiedot

Tarkastelualueen rakennustyyppillisten kiinteistöjen uuden kiinteistötyyppisarakeen arvojakauma on esitetty taulukossa 10. Taulukossa esitetyt osuudet kaikkien hulevesisopimuskiinteistöjen kiinteistöluokista laskettiin ennen palsta-aluevektoriin lisäämistä.

Taulukko 10. Tarkastelualueen kiinteistöjen jakautuminen uudessa kiinteistötyyppiluokituksessa verrattuna kaikkiin Kymen Veden hulevesiasiakasrekisterin kiinteistöihin

Arvojen sisältämien kiinteistöjen yleiskuvaus	Kiinteistöjen määrä (kpl)	Kiinteistöjen osuus tarkastelualueella (%) (n=953)	Kaikkien asiakasrekisterin sopimuskiinteistöjen määrä	Kiinteistöjen osuus koko toiminta-alueella (%) (n=9122)
Epämääräiset kiinteistöt	0	0 %	38	0.4 %
Omakotitalo- ja vapaa-ajan asuinkiinteistöt	847	88.9 %	7151	78.4 %
Rivi- ja ketjutalokiinteistöt	26	2.7 %	324	3.6 %
Asuinkerrostalokiinteistöt	8	0.8 %	633	6.9 %
Liike- ja toimitilakiinteistöt sekä julkiset ja kokoontumiseen tarkoitetut kiinteistöt	9	0.9 %	392	4.3 %
Teollisuuden kiinteistöt	52	5.5 %	360	3.9 %
Kiinteistöllä ei ole asiakasrekisterissä rakennustyyppiä	11	1.2 %	226	2.5 %

Tarkastelualueen huleveteen liittyneiden kiinteistöjen luokkajakauma on keskimääräistä omakotitalovaltaisempi, ollen lähes 89 %, kun keskimääräinen omakotitalokiinteistöjen osuus on 78.4 %.

Osuuksien perusteella on kuitenkin mahdollista laskea arvio saaduista hulevesimaksuista myös kaikilta hulevesiviemäriin liittyvillä kiinteistöiltä.

8.3.2 Pinta-alan hakeminen kiinteistöille

Uuden kiinteistötyyppiluokkatiedon luomisen jälkeen palsta-aluevektorin kiinteistöille lisättiin ominaisuustieto kiinteistön pinta-alasta. Työvaihe oli yksinkertainen, sillä palsta-aluevektorin luotiin vain uusi ominaisuustietosarake, jonka arvoksi saatiin kiinteistön pinta-ala komennolla "\$area". Komento viittasi ohjelman automaattisesti laskemaan pinta-alaan kullekin palsta-aluevektorin kiinteistöpolygonille. Saatuja pinta-aloja eri kiinteistötyypeissä tarkasteltiin taulukkolaskentaohjelmassa, johon tiedot vietiin palsta-aluevektorista CSV-muodossa. Kullekin luokalle laskettiin pinta-alojen keskiarvo ja pinta-ala-arvojen jakauma, jotka näkyvät taulukossa 11.

Omakotitalokiinteistöjen pinta-alat jaettiin vain kolmeen suuruusluokkaan, sillä manuaalisen tarkastelun pohjalta suuria eroavaisuuksia pinta-aloissa ei ollut, tosin erityisen suuria omakotitaloiksi luokiteltuja kiinteistöjä löydettiin viisi kappaletta, joista osa oli karttatarkastelun perusteella väärin luokiteltuja. Rivi- ja ketjutalokiinteistöissä havaittiin suurempaa vaihtelua pinta-aloissa, sillä pienin kiin-



teistötyyppiin kuuluva kiinteistö oli pinta-alaltaan 648 m² ja suurin 13710 m². Suurin osa rivi- ja ketjotalokiinteistöistä olivat kooltaan 2000 m² ja 5000 m² väliltä, mutta kiinteistötyypiluokassa oli nähtävissä suurempaa heittelyä. Pienimmän arvon saanut rivi- ja ketjotalokiinteistöluokan kiinteistö tarkistettiin karttatarkastelulla ja sen todettiin olevan virheellisesti luokiteltu omakotitalokiinteistö. Vastaavaa vaihtelua pienimpien ja suurimpien kiinteistöjen välillä ja väärin luokiteltuja kohteita löydettiin myös muista kiinteistötyypiluokista, mutta virheellisten luokitusten määrän arvioitiin olevan pieni. Mikäli maksuperusteena käytetään esiteltyä luokittelua, tulee kunkin luokan pienimmät ja isoimmat kiinteistöt tulee tarkistaa karttatarkastelulla, jotta mahdolliset väärin luokitellut kohteet löydettäisiin.

Taulukko 11. Kiinteistötyyppien pinta-alajakauma

Omakotitalokiinteistöt (n=847)					
Keskiarvo	853.01	m ²	A < 1000 m ²	Kpl	594
Min	520	m ²	1000 m ² <= A < 2000 m ²	Kpl	248
Max	3327	m ²	2000 m ² <= A	Kpl	5
Rivi- ja ketjotalokiinteistöt (n=26)					
Keskiarvo	4862.96	m ²	A < 2000 m ²	Kpl	3
Min	648	m ²	2000 m ² <= A < 5000 m ²	Kpl	14
Max	13710	m ²	5000 m ² <= A < 10000 m ²	Kpl	5
			10000 m ² <= A	Kpl	4
Asuinkerrostalokiinteistöt (n=8)					
Keskiarvo	3504.8	m ²	A < 2000 m ²	Kpl	1
Min	1590	m ²	2000 m ² <= A < 5000 m ²	Kpl	6
Max	5551	m ²	5000 m ² <= A < 10000 m ²	Kpl	1
			10000 m ² <= A	Kpl	0
Liike- ja myymäläkiinteistöt sekä julkiset ja kokoontumiseen tarkoitetut kiinteistöt (n=9)					
Keskiarvo	8397.78	m ²	A < 2000 m ²	Kpl	1
Min	1156	m ²	2000 m ² <= A < 5000 m ²	Kpl	5
Max	28998	m ²	5000 m ² <= A < 10000 m ²	Kpl	0
			10000 m ² <= A < 15000 m ²	Kpl	1
			15000 m ² <= A	Kpl	2
Teollisuuskiinteistöt (n=52)					
Keskiarvo	5284.71	m ²	A < 2000 m ²	Kpl	8
Min	493	m ²	2000 m ² <= A < 5000 m ²	Kpl	30
Max	23144	m ²	5000 m ² <= A < 10000 m ²	Kpl	6
			10000 m ² <= A < 15000 m ²	Kpl	3
			15000 m ² <= A	Kpl	5
"Kiinteistötyyppi puuttuu" kiinteistöt (n=11)					
Keskiarvo	3141.45	m ²	A < 2000 m ²	Kpl	7
Min	533	m ²	2000 m ² <= A < 5000 m ²	Kpl	3
Max	16997	m ²	5000 m ² <= A < 10000 m ²	Kpl	0
			10000 m ² <= A < 15000 m ²	Kpl	0
			15000 m ² <= A	Kpl	1



Taulukossa ei ole nähtävillä "Epämääräiset kiinteistöt" -luokan arvoja, sillä tarkastelualueella ei sijainnut yhtään luokkaan kuuluvaa kiinteistöä.

8.3.3 Maksun määrittäminen kiinteistötyypeille ja pinta-aloille.

Pinta-alojen tarkastelun yhteydessä tuotua taulukkoa käytettiin myös hulevesimaksun määrittämiseen, jossa kiinteistötyypin ja pinta-alaan liittyvä maksukerroin määritettiin. Maksukertoimia määritettiin kolme ja kunkin kertoimen avulla laskettiin kaksi eri hulevesimaksun yksikköhintaan perustuvaa hulevesimaksuilla kerättävää summaa. Laskennassa käytettiin lisäksi kahta eri tapaa laskea kaikilta hulevesisopimuksien kiinteistöiltä kerättävä summa.

Maksukertoimien laskentatapoina käytettiin kiinteistöjen pinta-alan suhdetta omakotitalokiinteistöjen keskiarvoon ja Turun hulevesimaksuissa käytettyjä kertoimia. Pinta-alojen suhdetta käyttävissä kertoimissa "Kerros 1." ja "Kerros 2." käytettiin omakotitalokiinteistöjen pinta-alojen keskiarvoa, joka tarkastelualueella oli 853,01 m². Pinta-alasuhteiden mukaiset kertoimet pyöristettiin kertoimen määrittämisen yhteydessä lähimpään kokonaislukuun. Ainoastaan kertoimella 1 käytettiin erillistä kiinteistötyypin viittaavaa kerrointa, jonka kiinteistötyypin mukaiset kertoimet on esitetty taulukossa 12. Kertoimessa 2 ei käytetty kiinteistötyypin erillistä kerrointa, sillä sen pinta-alaluokkien kertoimet otettiin huomioon vain kiinteistötyypin ja pinta-alaluokan sisältämien kiinteistöjen arvot, joten kiinteistötyypin katsottiin olevan osa pinta-alakerrointa. Turun hulevesimaksukertoimien tiedoista ei löydetty pinta-ala- ja kiinteistötyypin erottelua, joten kiinteistötyypin mukaisen kertoimen oletettiin kuuluvan hulevesimaksukertoimeen.

Taulukko 12. Kertoimen 1 kiinteistötyypin kertoimet

Kiinteistötyyppi	Kiinteistötyypikerroin
Omakotitalo-, epämääräiset ja rakennustyyppittömät kiinteistöt	1
Rivi- ja ketjutalokiinteistöt	1,5
Asuinkerrostalot	2
Liike- ja teollisuuskiinteistöt	3

Kertoimessa 1 käytettiin pinta-alakerrointa kiinteistön oman pinta-alan suhdetta omakotitalojen pinta-alojen keskiarvoon pyöristettynä lähimpään kokonaislukuun. Kertoimessa 2 käytettiin pinta-alaluokkaan kuuluvien kiinteistöjen pinta-alojen keskiarvon suhdetta omakotitalokiinteistöjen pinta-alojen keskiarvoon, jossa pinta-alaluokkina käytettiin taulukon 11 mukaista jaottelua kaikille kiinteistöille lukuun ottamatta omakotitalokiinteistöjä. Liitteessä 4 olevalla taulukkolaskentakomennolla pinta-alaluokkien maksukertoimiksi saatiin taulukon 13 mukaiset arvot.

Taulukko 13. Kertoimen 2 pinta-alaluokkien maksukertoimet kiinteistötyypiluokissa.

Maksukertoimet pinta-alaluokan pinta-alojen keskiarvon suhteella omakotitalokiinteistöjen pinta-alojen keskiarvoon pyöristettynä lähimpään kokonaislukuun					
	A < 2000 m ²	2000 m ² <= A < 5000 m ²	5000 m ² <= A < 10000 m ²	10000 m ² <= A < 15000 m ²	15000 m ² <= A
Epämääräiset kiinteistöt*	-	-	-	-	-
Omakotitalo- ja vapaa-ajan kiinteistöt	1				
Rivi- ja ketjutalokiinteistöt	1	4	8	13	-
Asuinkerrostalokiinteistöt	2	4	5	-	-
Liike- ja myymäläkiinteistöt ym.	1	4	-	14	26
Teollisuuskiinteistöt	2	4	7	14	23
Kiinteistötyyppi puuttuu	2	3	-	-	20

*Tarkastelualueella ei ollut "Epämääräiset kiinteistöt" -luokkaan kuuluvia kiinteistöjä.

Kolmantena kertoimena käytettiin Turun kaupungin hulevesimaksujen kertoimia taulukosta 2. Turun maksukertoimet käyttivät erilaista pinta-ala- ja kiinteistötyypiluokitusta kuin muut työssä määritetyt kertoimet, joten Turun kertoimia jouduttiin soveltamaan hieman. Valmiiksi määritetyt kiinteistötyypiluokat 0, 1, 2, 3, 4, 5 ja 10 vietiin Turun kiinteistötyypiluokkiin, siten että kiinteistötyypit 0, 4, 5 ja 10 saivat Turun hulevesimaksun "Teollisuus-, liike- ja pysäköintiin varatut tontit" -luokan mukaiset pinta-alakertoimet ja pien-, rivi- ja kerrostalokiinteistöt saivat niitä vastaavat luokat. Turun hulevesimaksun maksuluokkakertoimet saatiin jakamalla maksuluokkien hulevesimaksut "Pientalo- ja yleisen alueen tontit" -luokan hulevesimaksulla, joka oli Niko von Flittnerin opinnäytetyön (2017, 21) mukaan hulevesimaksun yksikköhinta. Turun hulevesimaksun mukaisille maksuluokkakertoimille saatiin taulukon 14 mukaiset kertoimet. Kun kiinteistöille oli saatu maksukertoimet, laskettiin niiden kiinteistökohtainen hulevesimaksu kaavalla 11.

$$X * H * 12, \quad (11)$$

jossa X on maksukerroin ja H on hulevesimaksun yksikköhinta (€/kk).

Kiinteistökohtaisten hulevesimaksujen laskemisen jälkeen laskettiin kunkin kiinteistötyypin hulevesimaksujen summat, joista laskettiin koko toimialueen hulevesimaksujen summat. Koko toimialueen hulevesimaksujen summat laskettiin kaavoilla 10. ja 12.

Taulukko 14. Turun hulevesimaksuluokkien mukaiset hulevesimaksukertoimet ja maksut

Kiinteistötyyppi	Kiinteistön pinta-ala	Hulevesimaksukerroin
Pientalo- ja yleisen alueen tontit	Ei vaikutusta	1
Rivitalotontit	$A \leq 1000 \text{ m}^2$	3
	$1000 \text{ m}^2 < A \leq 3000 \text{ m}^2$	4
	$3000 \text{ m}^2 < A$	5
Kerrostalotontit	$A \leq 1000 \text{ m}^2$	10
	$1000 \text{ m}^2 < A \leq 3000 \text{ m}^2$	15
	$3000 \text{ m}^2 < A$	20
Teollisuus-, liike- ja pysäköintiin varatut tontit	$A \leq 1500 \text{ m}^2$	5
	$1500 \text{ m}^2 < A \leq 3000 \text{ m}^2$	10
	$3000 \text{ m}^2 < A \leq 5000 \text{ m}^2$	15
	$5000 \text{ m}^2 < A \leq 15000 \text{ m}^2$	20
	$15000 \text{ m}^2 < A$	30

$$\frac{SR_{Ktyyppi}}{\left(\frac{MR_{Ktyyppi}}{MK_{Ktyyppi}}\right)} \quad (12)$$

jossa $SR_{Ktyyppi}$ on tarkastelualueen kiinteistötyyppikohtainen hulevesimaksujen summa (€), $MR_{Ktyyppi}$ on tarkastelualueen kiinteistötyypin kiinteistöjen määrä (kpl) ja $MK_{Ktyyppi}$ on koko toiminta-alueen kiinteistötyypin kiinteistöjen määrä (kpl). Kaava 12. ottaa huomioon kiinteistötyyppien osuuden kaikista huleveteen liittyneistä kiinteistöistä, joten sen käyttö parantaa koko toiminta-alueella kerättävien summien arvioinnin tuloksia, sillä tarkastelualueen kiinteistötyyppijakauma ei vastaa koko toiminta-alueen jakaumaa, jota kaava 10. ei ota huomioon. Laskujen tuloksena saatiin taulukon 15 mukaiset hulevesimaksujen summat kaikille kolmelle kertomelle, joissa hulevesimaksun yksikköhintana käytettiin omakotitalokiinteistöjen nykyistä hulevesimaksua vuodessa eli 56.52 €/vuosi.

Taulukko 15. Hulevesimaksujen summat tarkastelualueen ja koko toiminta-alueen huleveteen liittyneille kiinteistöille eroteltuna kiinteistötyyppeihin, kun hulevesimaksun yksikköhinta on omakotitalojen nykyinen hulevesimaksu.

Tarkastelualueen hulevesimaksujen summat			
Kiinteistötyyppi:	Kerroin 1	Kerroin 2	Turun kerroin
Omakotitalot yht.	47 872.44 €	47 872.44 €	47 872.44 €
Rivitalot ym. yht.	12 717.00 €	8 534.52 €	6 612.84 €
Kerrostalot yht.	3 843.36 €	1 865.16 €	8 195.40 €
Liike- ja toimitila ym. yht.	14 921.28 €	4 917.24 €	8 760.60 €
Teollisuuskiint. yht.	54 598.32 €	18 934.20 €	42 107.40 €
Epämääräiset yht.	0.00 €	0.00 €	0.00 €
Ei rakennustyyppiä	2 317.32 €	2 430.36 €	6 217.20 €
Tarkastelualue yht.	136 269.72 €	84 553.92 €	119 765.88 €
Koko toiminta-alue yht. (Kaava 12.)	1 304 357.17 €	809 339.83 €	1 146 384.43 €
Koko toiminta-alueen summat kiinteistötyyppien mukaisten osuuksien mukaan			
Omakotitalot yht.	404 174.52 €	404 174.52 €	404 174.52 €
Rivitalot yms. yht.	158 473.38 €	106 353.25 €	82 406.16 €
Kerrostalot yht.	304 105.86 €	147 580.79 €	648 461.03 €
Liike- ja toimitila ym. yht.	649 904.64 €	214 173.12 €	381 572.80 €
Teollisuuskiint. yht.	377 988.37 €	131 082.92 €	291 512.77 €
Epämääräiset yht.	0.00 €	0.00 €	0.00 €
Ei rakennustyyppiä	47 610.39 €	49 932.85 €	127 735.20 €
Koko toiminta-alue yht. (Kaava 12.)	1 942 257.17 €	1 053 297.45 €	1 935 862.47 €

Saaduista hulevesimaksuilla kerättävistä summista huomattiin, että arvioitu koko toiminta-alueella kerättävä hulevesimaksusumma kattaa kaikissa kertoimissa vuoden 2018 laskennalliset kustannukset täysin.

Pinta-alaluokkien saamat kertoimet kiinteistöluokissa "Asuinkerrostalokiinteistöt" ja "Liike- ja myymäläkiinteistöt ym." tulevat kuitenkin muuttumaan jossakin määrin, sillä kertoimien laskennassa jouduttiin käyttämään vain 8 ja 9 kiinteistön ryhmiä, joten niiden osalta summat tulevat muuttumaan. Kertoimen 2 aiheutumisperiaatteen toteutus ei ole täysin kertoimen 1 ja Turun kaupungin käyttämän hulevesimaksukertoimen tasolla, sillä kerroin ei ota huomioon kiinteistötyypin mukaisia huleveden laadullisia eroja vaan ainoastaan kiinteistötyypin pinta-alaluokan mukaisen pinta-alan. Kertoimen 1 ja Turun kertoimen välinen ero oli yllättävän pieni, mutta aiheuttamisperiaatetta paremmin toteuttavana kertoimena pidettiin kerrointa 1, sillä se otti huomioon kiinteistön oikean pinta-alan ja teollisuus- ja liikekiinteistöissä pienempien kiinteistöjen maksun suuruus ei ollut samalla tasolla pinta-alaltaan lähes kolminkertaisten kiinteistöjen kanssa. Nykyisen yksikköhinnan alentaminen on tarpeen, jos summassa halutaan päästä lähelle vuonna 2018 kerättävää hulevesimaksusummaa. Kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan pohjautuvasta hulevesimaksuperusteesta suositellaan käytettäväksi kertoimen 1 mukaista maksukerrointa, jossa hulevesimaksu lasketaan erillisillä pinta-ala- ja kiinteistötyyppikerroimilla.



8.3.4 Kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan pohjautuvan hulevesimaksun käyttö ja päivittäminen

Kuten ERU -kertoimeen pohjautuvassa hulevesimaksussa, myös kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan perustuvassa hulevesimaksussa suurimman työmäärän aiheutti asiakasrekisterin laadun parantaminen, sillä kiinteistötunnusten ja rakennustyyppien puutteellisuuksien korjaaminen vei aikaa. Työn aikana asiakasrekisterin toimittajalta saatu 7766 kiinteistön listaus nopeutti työtä, mutta tämänkin listauksen osalta on tiedossa, ettei kiinteistötunnuksissa ole välttämättä oikeaa tietoa.

Työn tuloksena saadut kiinteistötyyppiluokitukset jäivät puuttumaan kaikkiaan 226 kiinteistöiltä ja 38 kiinteistön osalta jouduttiin käyttämään niiden rakennustyyppiluokituksen epämääräisyyden takia ”Epämääräiset kiinteistöt” –luokkaa. Puuttuvien ja epämääräisten kiinteistötyyppien kohdalla kiinteistötyyppi tieto saattaisi löytyä Maanmittauslaitoksen maastotietokannan rakennusaluuetiedoista. Tarkastelualueen osalta havaittiin myös muutamia suurella todennäköisyydellä väärin luokiteltuja kiinteistöjä, josta voitiin arvioida koko toiminta-alueella vastaavia olevan kymmenittäin. Nämä kohteet ovat kaikista hankalimpia selvittää, sillä väärin luokitellut kohteet voivat pysyä piilossa myös pinta-alatarkastelussa. Käytännössä nopein tapa arvioida luokituksen vääryyttä muutaman kymmenen kiinteistön arvioidulla koolla on tehdä alueittainen karttatarkastelu, jossa kiinteistötyypeillä on omat värinsä. Esimerkkinä tästä on tarkastelualueelta löydetty tapaus (Kuva 18), jossa teollisuusalueen keskeltä löytyi yksi väärin omakotitalokiinteistöksi luokiteltu kohde. Karttatarkastelun ohessa kannattaisi myös tarkastella kiinteistötyyppien pinta-alojen ääriarvoja saavia kiinteistöjä.

Kokonaisuudessaan kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan perustuvan hulevesimaksun määrittämiseen tarkastelualueella ja laskennallisesti koko toiminta-alueelle kului arviolta noin kahdeksan tuntia. Koko toiminta-alueella työhön kuluisi vain muutamia tunteja enemmän, sillä vain tietokoneen tekemään laskentaan ja kiinteistörekisterikartan palsta-aluevektorien yhdistämiseen kuluisi enemmän aikaa.

Päivitetessä hulevesimaksua työmäärä laskee huomattavasti, mikäli asiakasrekisterin tietojen laatu on korjattu jo maksuperusteen käyttöön otossa ja kiinteistötyypit ovat valmiiksi päivitetty. Päivityksessä työmäärän arvioitiin puolittuvan, jos työvaiheiden ketjutus suoritetaan automaattisemmin.



Kuva 18. Karttatarkastelun tuloksena löydetty väärään kiinteistötyyppiin luokiteltu kiinteistö (Leinonen 2018-12-05 & Ortoilmakuva@ Maanmittauslaitos 11/18)

8.4 Tilaajan ehdottama hulevesimaksu

Tilaajan ehdottamassa hulevesimaksuperusteessa omakotitalokiinteistöjen hulevesimaksun suuruus haluttiin pitää vakiona ja muilla kiinteistötyypeillä maksuperusteen haluttiin perustuvan kiinteistön pinta-alaan määritettävään ala-asteeseen, jonka jälkeen pinta-alaan lisäksi maksuperusteisiin lisättäisiin läpäisemättömän pinnan määrä. Työn aikana kuitenkin huomattiin, että vastaavalla työllä saadaan kaikille kiinteistöille pinta-alaan ja läpäisemättömän pinnan määrään perustuva hulevesimaksuperuste, joten maksuperusteessa käytettiin kaikille kiinteistötyypeille myös läpäisevyyskerrointa, paitsi omakotitalokiinteistöissä. Käytännössä tilaajan ehdottama hulevesimaksuperuste oli yhdistelmä ERU:hun ja kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan pohjautuvista hulevesimaksuista, joiden aikana tuotettuja aineistoja käytettiin maksuperustetta laatiessa, mikä vähensi työmäärää huomattavasti.

8.4.1 Kertoimien määrittäminen

Pinta-alakertoimien määrittämisessä käytettiin kiinteistötyyppiin ja pinta-alakertoimeen perustuvan hulevesimaksun yhteydessä tehtyä valmista pinta-alakerrointa 2 ja toisena pinta-alakertoimena käytettiin taulukon 16 "Pinta-alakerroin V1" -sarakkeen mukaisia kertoimia, joille annettiin arvot käyttäen pohjana Turun hulevesimaksukertoimia muunnettuna taulukon mukaisiin pinta-alaluokkiin. Pinta-alakerroin 1 ottaa huomioon kiinteistötyypin paremmin kuin kerroin 2, mutta ei ota huomioon pinta-alavaihtelua luokkien välillä yhtä hyvin. Näiden syiden takia pinta-alakertoimena käytettiin molempia, jotta summissa nähtävät erot saatiin selvitettyä.



Taulukko 16. Tilaajan ehdottaman hulevesimaksun pinta-alakertoimet

Kiinteistötyyppi	Kiinteistön pinta-ala	Pinta-alakerroin V1	Pinta-alakerroin V2
Omakotitalo- ja vapaa-ajan kiinteistöt	Ei vaikutusta	1	1
Rivi- ja ketjutalokiinteistöt	A < 2 000 m ²	3	1
	2 000 m ² <= A < 5 000 m ²	4	4
	5 000 m ² <= A < 10 000 m ²	8	8
	10 000 m ² <= A	10	13
Kerrostalokiinteistöt	A < 2 000 m ²	5	2
	2 000 m ² <= A < 5 000 m ²	10	4
	5 000 m ² <= A < 10 000 m ²	15	5
	10 000 m ² <= A	20	-
Liike- ja myymäläkiinteistöt ym.	A < 2 000 m ²	5	1
	2 000 m ² <= A < 5 000 m ²	10	4
	5 000 m ² <= A < 10 000 m ²	15	-
	10 000 m ² <= A < 15 000 m ²	20	14
	15 000 m ² <= A	30	26
Teollisuuskiinteistöt	A < 2 000 m ²	5	2
	2 000 m ² <= A < 5 000 m ²	10	4
	5 000 m ² <= A < 10 000 m ²	15	7
	10 000 m ² <= A < 15 000 m ²	20	14
	15 000 m ² <= A	30	23
Kiinteistötyyppi puuttuu	A < 2 000 m ²	5	2
	2 000 m ² <= A < 5 000 m ²	10	3
	5 000 m ² <= A < 10 000 m ²	15	-
	10 000 m ² <= A < 15 000 m ²	20	-
	15 000 m ² <= A	30	20

Pinta-alakertoimien määrittämisen jälkeen määritettiin läpäisevyyskerroin, jonka pohjana käytettiin ERU -kertoimen määrittämiseen luotuja läpäisemättömän pinnan kiinteistökohtaisia pinta-alaprosentteja, jotka muutettiin pinta-aloiksi kiinteistöjen kokonaispinta-alojen avulla. Läpäisevyyskerroin saatiin läpäisemättömän pinnan pinta-alan luokkien raja-arvojen keskiarvojen mukaan taulukossa 17 esitetyissä läpäisemättömän pinnan pinta-alaluokissa.

Taulukko 17. Tilaajan ehdottaman hulevesimaksun läpäisevyyskerroin.

Kiinteistön läpäisemättömän pinnan pinta-ala	Läpäisevyyskerroin V1
A < 1 000 m ²	1
1 000 m ² <= A < 3 000 m ²	2
3 000 m ² <= A < 5 000 m ²	4
5 000 m ² <= A < 10 000 m ²	8
10 000 m ² <= A	10



Läpäisevyyškertoimina käytettiin vain yllä olevan taulukon mukaisia arvoja, sillä määritetyt läpäisemättömän pinnan alan mukaiset kertoimet ottivat huomioon aiheuttamisperiaatteen huomioon parhaiten, toisin kuin pinta-alaprosentteihin pohjautuva läpäisevyyškerroin, joka voi olla kahdella kiinteistöllä sama, vaikka läpäisemättömän pinnan ala olisi toisessa kiinteistössä moninkertainen. ERU -kertoimien yhteydessä saatujen kerroinarvojen käyttöä ei myöskään tarkasteltu, sillä maksuperusteessa kiinteistöjen maksu määräytyy jo kahdella pinta-alaan liittyvällä kertoimella, joten kiinteistö maksaisivat pinta-alastaan kahdesti, jos kiinteistöjen maksuissa otettaisiin huomioon läpäisemättömän pinnan alan suhde omakotitalokiinteistöjen läpäisemättömän pinnan alojen keskiarvoon.

8.4.2 Hulevesimaksujen laskenta

Hulevesimaksukertoimien laskentaan käytettiin kahta erilaista kaavaa, jotka laskettiin joko pinta-alakertoimen ja läpäisevyyškertoimen summasta tai tulosta. Kaavoina käytettiin kaavoja 13 ja 14:

$$AK * LK * YH, \quad (13)$$

ja

$$(AK + LK) * YH, \quad (14)$$

joissa AK on pinta-alakerroin, LK on läpäisevyyškerroin ja YK hulevesimaksun yksikköhinta.

Pinta-alakertoimina käytettiin taulukon 16 arvoja. Hulevesimaksusummat laskettiin neljälle eri laskentatavalle, joissa omakotitalokiinteistöjen nykyinen hulevesimaksu pidettiin samana. Tämä vaati kuitenkin kahta eri yksikköhintaa, jotta tulokset vastaisivat toisiaan. Pinta-ala- ja läpäisevyyškertoimien tulon kanssa yksikköhintana käytettiin 56.52 € vuodessa ja kertoimien summan kanssa yksikköhintana käytettiin 28.26 € vuodessa, jolloin omakotitalokiinteistöjen maksuksi muodostui tuloa vastaava summa. Kertoimien summat ja tulot saatiin laskettua neljällä eri tavalla, joista muodostettiin taulukko 18. Koko toiminta-alueen summat laskettiin kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan pohjautuvan hulevesimaksua vastaavalla tavalla käyttämällä kaavoja 10 ja 12.

Taulukko 18. Tilaajan ehdottaman hulevesimaksun summat neljällä eri laskentatavalla.

Tarkastelualueen hulevesimaksujen summat				
Kiinteistötyyppi:	Alakerroin 1. * läpäisevyys- kerroin	Alakerroin 2. * läpäisevyys- kerroin	Alakerroin 1. + läpäisevyys- kerroin	Alakerroin 2. + läpäisevyys- kerroin
Omakotitalot yht.	48 155.04 €	48 155.04 €	48 013.74 €	48 013.74 €
Rivitalot ym. yht.	27 864.36 €	32 272.92 €	6 019.38 €	6 188.94 €
Kerrostalot yht.	5 934.60 €	2 486.88 €	2 543.40 €	1 215.18 €
Liike- ja toimitila yht.	35 890.20 €	26 507.88 €	4 719.42 €	3 362.94 €
Teollisuuskiint. yht.	159 669.00 €	100 153.44 €	22 777.56 €	14 158.26 €
Epämääräiset yht.	0.00€	0.00 €	0.00 €	0.00 €
Ei rakennustyyppiä	21 195.00 €	12 773.52 €	3 278.16 €	1 808.64 €
Tarkastelualue yht.	298 708.20 €	222 349.68 €	87 351.66 €	74 747.70 €
Koko toiminta-alue yht.	2 859 198.53 €	2 128 304.07 €	836 119.46 €	715 475.89 €
Koko toiminta-alueen summat kiinteistötyyppien mukaisten osuukien mukaan				
Omakotitalot yht.	406 560.44 €	406 560.44 €	405 367.48 €	405 367.48 €
Rivitalot yms. yht.	347 232.79 €	402 170.23 €	75 010.74 €	77 123.71 €
Kerrostalot yht.	469 575.23 €	196 774.38 €	201 246.53 €	96 151.12 €
Liike- ja toimitila yht.	1 563 217.60 €	1 154 565.44 €	205 556.96 €	146 474.72 €
Teollisuuskiint. yht.	1 105 400.77 €	693 369.97 €	157 690.80 €	98 018.72 €
Epämääräiset yht.	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
Ei rakennustyyppiä	435 460.91 €	262 437.77 €	67 351.29 €	37 159.33 €
Koko toiminta-alue yht.	4 327 447.74 €	3 115 878.24 €	1 112 223.79 €	860 295.08 €

Saaduista summista huomattiin, että varsinkin teollisuuskiinteistöiltä kerätyt summat olivat kohtuuttoman suuria, kun laskentatapana käytettiin kertoimien tuloa pinta-alakertoimella 2, jossa suurimpien maksukertoimien yksittäiset hulevesimaksut olivat lähes 17 000 euroa ja tarkastelualueen teollisuuskiinteistöjen hulevesimaksun koon keskiarvona oli yli 3 000 euroa. Vaikka hulevesimaksusumma näissä kiinteistöissä olisikin aiheuttamisperiaatetta hyvin toteuttava ja ohjaisi kiinteistöjä parempaan hulevesien hallintaan kiinteistöissä, ei sitä voida ainakaan tässä työssä voida suositella, sillä vähennyskertoimien käyttöä ei tässä työssä tarkastella, joka ohjaisi teollisuuskiinteistöjä parempaan hulevesien hallintaan.

Pelkästään saaduista tuloksista huomattiin, ettei edes yksikköhinnan puolittaminen nykyisestä alentaisi saatuja summia nykyisten kustannusten tasolle tuloon perustuvissa maksukertoimissa. Pinta-ala- ja läpäisevyyskertoimien summista saatujen maksukertoimien hulevesimaksusummat olivat huomattavasti lähempänä nykyistä vuosikustannustasoa, joista pinta-alakerrointa 2 käyttävän maksukertoimen tulokset olivat kaikkein lähimpänä vuoden 2018 laskennallisia kustannuksia, joten se on suositeltavin maksukertoimen laskentatapa.

8.4.3 Tilaajan ehdottaman hulevesimaksuperusteen käyttäminen

Maksuperusteen määrittämisen alussa todettiin, että tilaajan ehdottama maksuperuste on yhdistelmä kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan sekä ERU -kertoimeen perustuvista hulevesimaksuista, joten voidaan



olettaa maksuperusteen käyttöön liittyvän työmäärän ja ongelmien vastaavan kahta edellistä hulevesimaksuperustetta.

Tilaaajan ehdottama hulevesimaksuperuste on kolmesta esitellystä tavasta kaikkein työläin, sillä sitä varten tarvitaan läpäisevyystarkastelu koko toiminta-alueelta ja hyvät tiedot asiakasrekisterin kiinteistötunnuksista. Varsinkin läpäisevyystarkasteluun varattava työmäärä tulee olemaan suuri, sillä ERU -kertoimen määrittämisessä siihen käytettäisiin laskennallisesti 55 tuntia, kun läpäisevyystarkastelu suoritetaan koko toiminta-alueella. Koko toiminta-alueen läpäisevyystarkastelussa aktiivisen työn työmäärän arvioitiin olevan pienimmillään 16 tuntia. Kiinteistötyyppien ja kiinteistöjen alojen laskenta ei tule myöskään tilaaajan ehdottamassa maksuperusteessa viemään runsaasti aikaa, mutta sillekin on varattava noin 8 tuntia työaika. Tilaaajan ehdottaman hulevesimaksuperusteen käyttöönotto Kymen Vedellä veisi näillä arvioilla yhteensä 24 työtuntia, joiden lisäksi tulevat läpäisevyystarkastelun ajoihin lisäksi varattavat 39 tuntia, mutta ajot voidaan ajoittaa alkamaan työpäivän päätteeksi, jolloin pienimmät ajo-osuudet olisivat seuraavana päivänä käytettävissä.

Tilaaajan ehdottaman hulevesimaksuperusteen käyttöönoton jälkeen kiinteistöjen lisääminen toimisi käytännössä läpäisevyyserkertoimen laskennan osalta läpäisemättömien pintojen määrityksellä manuaalisesti ilmakuvasta ja muilta osin kiinteistörekisterikartan ja kiinteistön antamien tietojen pohjalta. Päivitystahdiksi hulevesimaksussa ehdotetaan läpäisevyystarkastelun osalta aineiston päivitysväliä, joka Maanmittauslaitoksen aineistossa on Kotkan ja Kouvolan alueella ollut seitsemän vuoden välein.

8.5 Hulevesimaksuperusteiden tulosten vertailu

Vertailtavissa hulevesimaksuperusteissa määritettiin useampi laskutapa maksuperusteille, joista vertailuun valittiin laskentatavat aiheuttamisperiaatteen, työmäärän ja saatavien hulevesimaksujen summien perusteella. ERU -kertoimella saaduille summille suoritettiin erikseen kaavan 12. mukainen laskutoimitus, jossa koko toiminta-alueen kiinteistötyyppikohtainen hulevesimaksusumma laskettiin kappaleen 8.3.1 kiinteistötyyppijakauman mukaan. Kaavan 12. arvioitiin antavan tarkemman summa-arvion koko toiminta-alueella saatavasta summasta, joten vertailussa käytettiin sen mukaan saatuja summia.

Tilaaajan arvion mukaan noin 10 % omakotitalokiinteistöistä on tai tulee hakemaan vapautusta hulevesiviemäriin liittymisestä, joten kaavan 12 avulla saatujen tulosten summista vähennettiin omakotitalokiinteistöjen kohdalla 10 %, muiden kiinteistötyyppien kohdalla vapautusprosentin arvioitiin olevan noin 2 %, joten niiden summista vähennettiin vastaava määrä. Vähennyksillä saaduilla summilla otettiin siis huomioon jo vapautuksen saaneet ja hulevesimaksuperusteen muutoksen seurauksena vapautusta hakevat kiinteistöt, joten taulukossa 20 esitettyjen summien pitäisi olla lähellä totuutta. Taulukossa esitetyissä hulevesimaksuissa käytettiin hulevesimaksun yksikköhintana 4.71 €/kk, jotta summat olisivat vertailukelpoisia, tosin tilaaajan ehdottamassa hulevesimaksussa käytettiin 2.355 €/a, jotta omakotitalokiinteistöjen hulevesimaksut olisivat samalla tasolla muiden maksuperusteiden kanssa. Aiheuttamisperiaatteen toteuttamisen arvioimisessa käytettiin taulukossa 19 esitettyjä arvioimisperiaatteita.

Taulukko 19. Hulevesimaksujen aiheuttamisperiaatteen toteuttamisen arvioimisperusteet

Hulevesimaksun aiheuttamisperiaatteen toteutumisen arvosanat	Vaatus
Huono	Maksu ei ota huomioon kiinteistön kokonaispinta-alaa tai läpäisemättömän pinnan alaa
Kohtalainen	Maksu ottaa huomioon vähintään kiinteistön kokonaispinta-alan, muttei läpäisemättömän pinnan alaa
Hyvä	Maksu ottaa huomioon kiinteistön läpäisemättömän pinnan alan
Hyvä+	Läpäisemättömän pinnan alan lisäksi maksussa otetaan huomioon kiinteistötyyppi ja tai muu maksuperuste

Taulukko 20. Vertailtavien hulevesimaksuperusteiden koko toiminta-alueella saamat hulevesimaksusummat, työmäärät ja muut huomioitavat tiedot

ERU -kertoimeen perustuva hulevesimaksuperuste	
Työmäärä	Ensimmäisellä kerralla: 16 h (+39 h) Päivityksessä: 8 h (+39 h)
Hulevesimaksulla toiminta-alueelta kerättävä summa	1 221 272.71 €/a
Aiheuttamisperiaatteen toteuttaminen	Hyvä, tarkin läpäisemättömän pinnan pinta-alojen kerroin
Asiakasrekisteriin lisättävät tiedot	Läpäisemättömien pintojen alat tai ERU -kerroin
Päivittäminen	Läpäisemättömien pintojen alojen päivitys ilmakuvienv ottovuosina
Kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan perustuva hulevesimaksuperuste	
Työmäärä	Ensimmäisellä kerralla: 8 h Päivityksessä: 4 h
Hulevesimaksulla toiminta-alueelta kerättävä summa	1 871 078.06 €/a
Aiheuttamisperiaatteen toteuttaminen	Kohtalainen
Asiakasrekisteriin lisättävät tiedot	Kiinteistötyyppien päivittäminen ja kiinteistöjen pinta-alojen lisääminen
Päivittäminen	Tarpeen mukaan, aineisto päivittyy koko ajan
Tilaaajan ehdottama hulevesimaksuperuste	
Työmäärä	Ensimmäisellä kerralla: 24 h (+39 h) Päivityksessä: 12 h (+39 h)
Hulevesimaksulla toiminta-alueelta kerättävä summa	810 659.78 €/a
Aiheuttamisperiaatteen toteuttaminen	Hyvä+, mutta tarkkuudessa tehty kompromissi
Asiakasrekisteriin lisättävät tiedot	Kiinteistötyyppien päivittäminen ja kiinteistöjen läpäisemättömien pintojen alat ja kokonaispinta-alat
Päivittäminen	Läpäisemättömien pintojen päivitys ilmakuvienv ottovuosina, kiinteistörajojen päivitys tarpeen mukaan



Hulevesimaksujen summien tarkastelussa huomattiin, että jokaisessa hulevesimaksuperusteessa nykyistä omakotitalokiinteistöjen hulevesimaksua 4,71 €/kk olisi tarpeellista alentaa, jotta saadut summat olisivat lähempänä vuoden 2018 aikana kerättävää 649 000 euron hulevesimaksusummaa. Työmäärällisesti nopeimmin käyttöön saatavaksi hulevesimaksuksi muodostui kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan perustuva hulevesimaksu, sillä kaikki tarvittavat tiedot saatiin kahdesta aineistosta ja tarvittavat laskennat pystyttiin tekemään yhden työpäivän aikana. Tilaajan ehdottaman ja ERU -kertoimeen pohjautuvan hulevesimaksuperusteen työmäärissä ei ollut suurta eroa, sillä kummassakin tapauksessa täytyi tehdä läpäisevyystarkastelu ja mahdollisesti myös läpäisevyystarkastelun virhetarkastelu.

Kaikki hulevesimaksuperusteet toteuttivat aiheuttamisperiaatetta vähintään kohtalaisesti, mutta jokaisen laskentaperusteen kohdalla periaatteen toteuttamistapa oli hieman erilainen. Kaikkien omakotitalokiinteistöjen hulevesimaksut olivat samansuuruisina maksuperusteissa, sillä omakotitalokiinteistöjen hulevesimaksuun vaikuttavissa ominaisuuksissa oletettiin kiinteistöjen välisten erojen olevan pieni. ERU -kertoimen määrittämisen aikana huomattiin kohtalaista vaihtelua omakotitalokiinteistöjen läpäisemättömien pintojen pinta-aloissa, josta pääteltiin, ettei hulevesimaksun pitäminen vakiona täysin toteuta aiheuttamisperiaatetta. Maksun suuruuden vaihtelu omakotitalokiinteistöissä ei kuitenkaan nostanut hulevesimaksun summaa ERU -maksuperusteissa. Läpäisemättömän pinnan alojen vaihtelun pääteltiin tästä syystä olevan niin vähäistä omakotitalokiinteistöissä, ettei maksuvaihtelun lisäämä työmäärä antanut tarvittavia perusteita käyttää erisuuruisia maksuja omakotitalokiinteistöille. Hulevesimaksu omakotitalokiinteistöissä päätettiin pitää vakiona, sillä maksun suuruuden vaihtelulla ei saavutettu tilannetta, jolla olisi kokonaisuuden kannalta positiivinen vaikutus.

ERU -kertoimeen perustuvassa hulevesimaksuperusteessa aiheuttamisperiaatetta toteutettiin läpäisemättömän pinnan osalta erinomaisesti, sillä valittu kerroin laskettiin jokaisen kiinteistön kohdalla erikseen. Aiheuttamisperiaatteen toteuttamisen arvioimisessa ERU:n arvosanaa alensi läpäisevien pintojen pinta-alojen ja huleveden laadullisten ominaisuuksien huomioimattomuus.

Kiinteistötyyppiin ja pinta-alaan pohjautuvassa maksuperusteessa aiheuttamisperiaatteen toteuttaminen ei ollut täysin ERU:n tasolla, sillä maksuperuste ei käyttänyt läpäisemättömien pintojen ala-alaan perustuvaa kerrointa. Kiinteistötyyppikertoimella pyrittiin indikoimaan läpäisemättömän pinnan pinta-alojen ja huleveden laadullisia ominaisuuksia kaikissa kiinteistötyypin kiinteistöissä, mutta kiinteistötyyppikertoimelle saatu arvo oli vain arvio todellisesta eikä pohjautunut laskennallisiin tuloksiin. Maksuperusteen kiinteistötyyppikohtainen kokonaispinta-alaan kerroin oli aiheuttamisperiaatteen toteuttamisessa jo hyvällä tasolla, sillä kerroin perustui kiinteistökohtaisiin pinta-aloihin. Tämä laskentatapa voisikin toimia välivaiheena tarkemmalle laskentatavalle, joka antaa aikaa tarkemmille lisäselvityksille.

Parhaiten aiheuttamisperiaatetta toteutettiin tilaajan ehdottamassa maksuperusteessa, sillä maksussa otettiin huomioon kiinteistön läpäisemättömän pinnan pinta-ala, sekä kiinteistötyyppikohtaisen pinta-ala-kerroin. Maksuperusteen oli kompromissi ERU -kertoimen ja kiinteistötyyppikertoimen väliltä, sillä maksuperusteen laskennallisesti määritetyllä pinta-ala-kerroin otettiin huomioon kiin-



teistötyyppikohtainen pinta-ala, jolla indikoitiin sekä kokonaispinta-alojen että hulevesien laadullisia ominaisuuksia kiinteistötyypissä. Pinta-alakertoimen lisäksi maksuperusteessa käytettiin läpäisemättömän pinnan alaan pohjautuvaa läpäisevyyskerrointa, joka ei ole tarkkuudessaan ERU -kertoimen tasolla. Arvosteluperusteiden mukaisesti tilaajan ehdottama hulevesimaksu on vertailuun valituista hulevesimaksuista paras, mutta myös työläin.

9 TYÖN TULOKSET JA ARVIOINTI

Suosituksiksi esitetään tilaajan ehdottamaa hulevesimaksua, joka perustuu kiinteistötyyppikohtaiseen kokonaispinta-ala- ja läpäisemättömän pinnan alan kertoimeen, joiden summa kerrotaan hulevesimaksun pienimmällä maksulla eli yksikköhinnalla. Vaikka tilaajan ehdottama hulevesimaksu onkin vertailluista maksuista työläin, suositellaan sitä aiheuttamisperiaatteen toteuttamisen hyvän tason vuoksi. Mikäli hulevesimaksun käyttöönoton kustannuksia ja työmäärää halutaan jakauttaa useammalle vuodelle, toiseksi suositukseksi esitetään kiinteistötyyppiin ja kiinteistön kokonaispinta-alaan pohjautuvaa hulevesimaksua, jota voidaan tulevaisuudessa päivittää läpäisemättömän pinnan kertoimella ja tarvittaessa vähennyskertoimella. Hulevesimaksun aiheuttamisperiaatteen toteuttamisen parantaminen jakautuu tällöin myös useammalle vuodelle, mutta nousee suoraan kiinteistötyypin ja kokonaispinta-alan käytöllä kohtuulliselle tasolle.

Hulevesimaksujen aineistojen päivittämistahdille ei löydetty aiheuttamisperiaatteen toteuttamisen kannalta tietoja tarvittavasta päivitysvälisestä, joten pienimmän päivitysvälin arvioitiin olevan vuosi tai aineistojen päivitysväli, mikäli se on suurempi kuin vuosi. Ensimmäisenä suositetussa hulevesimaksussa suurimman työmäärän aiheutti läpäisevyydestarkastelun aineiston luominen, joten vuosittainen päivitystahti ei läpäisevyyden kohdalla ole kannattavaa tai edes mahdollista, sillä käytettäessä Maanmittauslaitoksen aineistoa Kotkan ja Kouvolan alueiden kuvaus on tällä vuosituhanella suoritettu noin seitsemän vuoden välein. Kuvauksien välisenä aikana suositellaan käytettäväksi kaupunkien omia paikkatietoaineistoja tarvittaessa, uusien kiinteistöjen kohdalla arviota läpäisemättömän pinnan määrästä ja vanhan kiinteistöjen saneerauksen yhteydessä edellistä läpäisevyydestarkastelun tulosta.

Hulevesimaksukertoimena läpäisemättömän pinnan osuutta kokonaispinta-alasta käyttää tavallisten kiinteistötyyppi- ja pinta-ala-kertoimien lisäksi Suomessa ainakin Naantalissa kaupunki. Naantali hulevesimaksun tapauksessa, sekä kaupunki että vesihuoltolaitos perivät hulevesimaksua. Tämä on aiheuttanut ainakin yhden kirjallisen valituksen, kun kaupunki on perinyt täyttä maksua niiltä kiinteistöiltä, jotka eivät ole liittyneet hulevesiviemäriin, mutta joutuvat maksamaan kaupungin julkisoikeudellista hulevesimaksua. Kymen Vedelle tehty suositus uudesta hulevesimaksusta ei ole yhtä haasteellinen verrattuna Naantaliin, sillä vesihuoltolaitoksen hulevesimaksujen täytyy perustua sopimukseen ja liittymään hulevesiviemäriin, joten vastaavaa valitusta ei tässä tapauksessa todennäköisesti tule.

Suosittelun hulevesimaksun työläyden takia ehdotetaan lisätutkimuskohteeksi Copernicus-hankkeen läpäisemättömän pinnan aineistojen käytön selvitystä. Nämä aineistot vähentäisivät hulevesimaksutavan työmäärää huomattavasti tilaajan ehdottamassa hulevesimaksussa ja myös ERU -kertoimeen perustuvassa hulevesimaksussa. Arvio työmäärän vähentymiselle olisi 12 tuntia ja samalla jäisivät pois algoritmien ajoon kuluvat 39 tuntia.

Ennen tässä työssä esiteltyjen hulevesimaksujen käyttöä, on Kymen Veden asiakasrekisterin tiedot päivitettävä varsinkin kiinteistötunnusten osalta, sillä tiedoissa oli puutteita ja virheitä. Työn aikana suoritettu eheytyks tehtiin käyttämällä Kouvolan kaupungilta saatuja osoite- ja kiinteistötunnustietoja. Valitettavasti vastaavaa tuoretta tietoa ei saatu Kotkan kaupungilta aikataulun puitteissa. Asiakasrekisterin rakennustyyppi- ja

kien vähentäminen on suositeltavaa, sillä nykyiset rakennustyyppit sisältävät toisiaan vastaavia luokkia. Maksujen käyttöönotossa asiakasrekisteriin täytyy lisätä vähintään yksi uusi ominaisuustietokenttä ja tilaajan ehdottamassa hulevesimaksuperusteessa kaksi. Yhtenä alkuperäisenä tavoitteena oli uuden hulevesimaksun liittäminen asiakasrekisteriin, mutta tämän tavoitteen täyttäminen vaatii vielä lisätutkimuksia, sillä järjestelmän toiminta ei vielä ole täysin tekijän ymmärryksessä.

9.1 Opinnäytetyön tavoitteiden arviointi

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia suositus uudesta hulevesimaksusta Kymen Vedelle, jonka nykyisen maksun todettiin olevan aiheuttamisperiaatteen toteutuksessa huono. Päättävöitteen osana laadittiin suositeltavien hulevesimaksujen vertailu, jonka yhteydessä kunkin maksuperusteen määriytykseen vaadittavat työvaiheet kirjattiin ylös. Opinnäytetyössä päästiin päättävöitteeseen, mutta suositellun hulevesimaksun asiakasjärjestelmään liittämiseen ei ehditty kirjata ja selvittää kaikkia yksityiskohtia, kuten päivittämisen kustannuksia.

Kirjallisuusosion tavoitteena oli esitellä hulevesimaksujen lainsäädäntöä, käytössä olevia hulevesimaksuja, niin Suomessa kuin ulkomailla, hulevesien hallinnan menetelmiä ja paikkatiedon käyttöä hulevesimaksun määriytyksessä. Kirjallisuusosiossa jouduttiin lähdeaineistoa etsimään varsin laajasti, sillä tieto oli varsin hajanantuneesti eri lähteissä paitsi Kuntaliiton Hulevesioppaassa, joka auttoi huomattavasti hulevesien hallinnan menetelmien tarkastelussa. Käytössä olevista hulevesimaksuista parhaimmat lähteet löytyivät Suomen suurimmista kunnista ja Yhdysvalloista, ulkomaisista hulevesimaksuista löytynyttä tietoa oli harmittavan vähän tekijän tuntemilla kielillä Yhdysvaltoja lukuun ottamatta. Saksan tietojen osalta jouduttiin turvautumaan toisen käden lähteisiin, sillä aineisto oli, joko kieli- tai maksumuurin takana. Läpäisevyytarkastelusta eli ilmakuvien luokittelusta ei löytynyt kotimaista lähdeettä, joten työssä jouduttiin turvautumaan maailmalta löytyneisiin teoksiin, joista vain harva liittyi suoranaisesti hulevesimaksujen määriytykseen. Paikkatieto-osion lähteistä löytyi myös tekijälle uusia suomalaisia lähteitä, joista Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan laatimat julkaisut olivat suuri apu koordinaatistojärjestelmien tietojen haussa. Työssä ei käsitelty Renkon, Luukkosen ja Sänkiahon (2015) Kuntaliitolle kirjoittamaan Julkisoikeudellisen hulevesimaksun määriyttäminen -teosta, vaikka teoksen mukaisesti tehtyjä hulevesimaksuja on käytössä Suomessa. Teoksen hulevesimaksuehdotukset on luotu kuntien perittäväksi ja kertoimien painotuksiin ei otettu kantaa teoksessa, joten teoksen hulevesimaksuehdotusta ei käsitelty.

Työosion tavoitteena oli esitellä vertailuun valittujen hulevesimaksujen työvaiheet ja -määrät, sekä niillä laskennallisesti kerättävät summat. Työvaiheiden kirjaamisessa jäätiin aikataulullisesti jälkeen, johtuen ERU -kertoimeen perustuvan hulevesimaksun aineiston luomiseen kuluneen ajasta. ERU -kertoimen aineisto luotiin työn aikana Maanmittauslaitoksen ortoilma- ja väärävarikuvista, jonka aikana jouduttiin kokeilemaan erilaisia lähestymistapoja, sillä vastaavaa tekijän tietotaitotason ohjetta tai teosta ei löydetty työn aikataulun sallimisissa puitteissa. Käytetyn läpäisevyytarkastelun työvaiheiden ajoituksessa on vielä parannettavaa, sillä pitkät algoritmien ajot käytännössä vaativat virhetarkastelun tekoa ennen ajoa, jotta algoritmien ajoja ei suoritettaisi, kun luokittelussa olisi vielä parannettavaa.

Opinnäytetyöprosessi ei sujunut täysin laaditun työsuunnitelman mukaisesti, mikä johtui arvioitua suuremmasta työmäärästä maksujen määriytytyössä, kirjallisuustutkimuksen tietojen hajanaisuudesta ja tekijän pro-



jektiaikataulutuksesta. Prosessin aikataulutusta olisi pitänyt muuttaa määritystyön aikana, jotta opinnäytetyöprosessin pidentyminen olisi huomattu ajoissa. Työlle oli varattu noin 30 työtuntia per viikko, josta poikettiin tarpeen vaatiessa tekijän muiden vastuiden takia. Alkuperäisellä aikataulutuksella opinnäytetyöprosessille oli varattu 360 tuntia ja prosessiin käytettiin lopulta noin 420 tuntia. Opinnäytetyöprosessin onnistuneisuutta arvioitaessa voidaan todeta, että työsuunnitelmassa esitetty riskiarvio paikkatietoanalyysien pituudesta kävi toteen tässä työssä. Riskien arvioinnissa jäi kuitenkin huomaamatta valmiisiin aineistoihin liittyvät riskit, joka lisäsi opinnäytetyöprosessin pituutta arvaamattomasti. Seuraavissa projekteissa mahdolliset riskien minimoimiskeinot tulisi kirjata jo työsuunnitelmaan, jotta riskien vaikutukset saataisiin minimoitua. Opinnäytetyössä päästiin päätavoitteeseen. Työn aikana kehittyneitä taitoja voidaan käyttää tulevaisuudessa ja ammattitaidon kehittymistä tapahtui työn aikana.

**10 JOHTOPÄÄTÖKSET**

Läpäisevyydestarkastelun aiheuttama työmäärä teki kahdesta hulevesimaksusta varsin työläitä, joten mahdollinen parannus työmäärään näissä kahdessa tapauksessa olisi Copernicus-hankkeen Soil Sealing -aineiston käyttö läpäisemättömän pinnan alojen laskemisessa. Ennen aineiston käyttöä suositellaan kuitenkin tehtäväksi virhetarkastelu, sillä aineisto on huomattavasti ilmakuivista tehtyä läpäisemättömän pinnan aineistoa epätarkempi. Soil Sealing -aineiston etu työssä käytettyyn aineistoon verrattuna on työmäärän huomattava väheneminen, joten lisätutkimukset ovat tarpeen.

Toiseksi lisätutkimuskohteeksi ehdotetaan mahdollisen vähennyskertoimen käyttöä, valitussa hulevesimaksussa, sillä vertailluissa hulevesimaksuperusteissa niitä ei käytetty. Vähennyskertoimilla annettaisiin alennuksia niille kiinteistöille, jotka ovat rakennuttaneet hulevesiä viivytäviä tai imeyttäviä järjestelmiä. Vähennyskertoimien käytöllä ohjattaisiin kiinteistön omistajia parempaan hulevesien hallintaan kiinteistöissä, jolloin hulevesijärjestelmä rasittuu vähemmän. Hulevesijärjestelmän rasituksen vähentämisellä kamppailtaisiin myös hulevesitulvia ja jätevesiviemärin vuotovesiä vastaan.

Kaikissa kolmessa vertailuun valitussa hulevesimaksussa kertoimet määritettiin ja painotettiin lähes täysin joko kokeilemalla tai käyttämällä käytössä olevaa hulevesimaksua lähteenä. Kertoimien painotukseen ei siis löydetty lähdettä, jossa painotusta olisi millään tavalla perusteltu. Kertoimien painotuksella on tärkeä rooli hulevesimaksussa, sillä se ohjaa liittyneiden kiinteistöjen toimintaa, kun kiinteistöillä on mahdollisuus vähentää hulevesimaksujensa suuruutta. Tämän suhteen vesihuoltolaitoksilla olisi parantamisen varaa, sillä nykytilanteessa hulevesimaksujen vaihtelu laitosten välillä on jokseenkin suuri, mikä johtaa eriarvoiseen tilanteeseen eri kunnissa. Kuntien ja vesihuoltolaitosten yhteistyönä luoma painotus kertoimissa parantaisi tätä tilannetta.

10.1 Nykyisen lainsäädännön haasteet

Hulevesimaksujen säädökset on jaettu kahteen eri lakiin, riippuen maksun perijästä. Kuntien periesä hulevesimaksua, sovelletaan maksuun Maankäyttö- ja rakennuslakia, jolloin maksu on julkisoikeudellinen eli ilman kiinteistön erillistä sitoumusta perittävä maksu. Jos maksua perii vesihuoltolaitos, sovelletaan Vesihuoltolakia, jolloin maksu on yksityisoikeudellinen eli sen perimiseen vaaditaan vesihuoltolaitoksen ja kiinteistön välinen sopimus. Molempien lakien nojalla voidaan hakea vapautusta hulevesien viemärintelviöiteesta, jos hulevesien hallinta voidaan muilla toimenpiteillä hoitaa kiinteistön sisällä (MRL 2014, 103 f § ja VHL 2014, 17 c §). Tämä ei kuitenkaan vapauta kiinteistöä julkisoikeudellisesta hulevesimaksusta toisin kuin yksityisoikeudellisessa hulevesimaksussa, jossa hulevesimaksun perimisen perustana on liitos hulevesiviemäriin.

Haasteellisia kohteita lakien soveltamisessa ovat ne kiinteistöt, jotka imeyttävät kiinteistöllä syntyvät hulevedet, mutta haluavat ylivuodon hulevesiviemäriin, kun kiinteistön omat hulevesijärjestelmät ylikuormittavat mitoitussadetta suuremmilla sateilla. Lait eivät määrää alentamaan näissä tapauksissa maksujen suuruutta, jonka takia hulevesien hallinta kiinteistöjen sisällä tehostuu vain niissä kunnissa, joissa vesihuoltolaitos tai kunta pyrkii toimimaan paremmin kuin mitä laki määrää. Olisi kohtuul-



lista pienentää liittymismaksua tai perittävää hulevesimaksua, kun kiinteistö imeyttää tai viivyttää hulevesiä ennen kiinteistön ulkopuolelle johtamista. Maankäyttö- ja rakennuslain yhtenä tavoitteenahan hulevesien hallinnassa on edistää hulevesien imeytystä ja viivytystä, mutta niille ei anneta ensisijaisuutta muissa lain säädöksissä. Tämä on selkeä puute nykyisessä lainsäädännössä, sillä tavoitteet eivät kunnolla ohjaa parempaan hulevesien hallintaan, vaan niiden takana pitäisi olla myös määräykset, jotta ohjaaminen olisi tehokasta.



LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- BLACK & VEATCH MANAGEMENT CONSULTING 2016. 2016 Stormwater Utility Survey. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-18]. Saatavissa: <https://pages.bv.com/rs/916-IZV-611/images/2016-Stormwater-Utility-Survey.pdf>
- BUEHLER, Ralph, JUNGJOHANN, Arne, KEELEY, Melissa ja MEHLING, Michael 2011. How Germany Became Europe's Green Leader: A Look at Four Decades of Sustainable Policymaking. Julkaisussa: The Solutions Journal vol. 2 iss. 5 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-18] 51–63. Saatavissa: https://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/8364/How%20Germany%20Became%20Europe%E2%80%99s%20Green%20Leader_%20A%20Look%20at%20Four%20Decades%20of%20Sustainable%20Policymaking.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- BURSZTA-ADAMIAK, Ewa 2014. The financial mechanisms of urban stormwater management. Julkaisussa: SENDZIMIR FOUNDATION. Sustainable Development Applications no 5 [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-12-18] 57–69. Saatavissa: http://www.sendzimir.org.pl/images/zrz-5-en/ZRZ5_web.pdf
- CITY OF ROCHESTER. Stormwater utility fee credit and incentives manual 2016. Saatavissa: <https://www.rochestermn.gov/departments/public-works/stormwater-management/permits-plans-fees-ordinances/stormwater-utility-fee>
- CONDEGO, Luca 2012. Semi-Automatic Classification Plugin 6.1.0.1 documentation. Frequently Asked Questions [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-11-15] Saatavissa: <https://semiautomaticclassificationmanual.readthedocs.io/ri/latest/faq.html#can-i-use-scp-with-images-from-drones-or-aerial-photographs>
- ESPOON KAUPUNKI 2011. Espoon hulevesiohjelma [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-09-24.] Saatavissa: <https://www.espoo.fi/download/noname/%7B2729712E-144E-4B7E-A11B-6FD34F0E14E4%7D/92498>
- ESPOON TEKNINEN LAUTAKUNTA 2018-04-18, Pöytäkirja 18.04.2018. Saatavissa: <http://espooprodfi.oncloudos.com/cgi/DREQUEST.PHP?page=meetingitem&id=2018430749-4>
- GEODEETTINEN LAITOS 2009. Suomen geodeettiset koordinaatit ja niiden väliset muunnokset [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-10-26] Saatavissa: <http://web.archive.org/web/20120314171959/http://www.fgi.fi/julkaisut/pdf/GLtiedote30.pdf>
- HAAPANIEMI, Elias 2015. Hulevesimaksun määrittäminen Oulun kaupungin asemakaava-alueen tonteille. Oulun ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 2018-10-01]. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/113344/Haapaniemi_Elias.pdf?sequence=3
- HAKOLA, Jaana 2012. Luonnonmukainen hulevesien hallinta. Julkaisussa: Viherympäristö. [Viitattu 2018-11-02]. Saatavissa: http://data.viherymparisto.fi/files/resourcesmodule/@random4f9681d9578d9/1335263738_Hakola_Hulevesi.pdf
- hsy.fi [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-10-02] Saatavissa: <https://www.hsy.fi/fi/asiointi/nykyiselle-asiakkaalle/hinnat/vesihuollonhinnat/Sivut/default.aspx> Polku: hsy.fi. Asiointi. Nykyiselle asiakkaalle. Hinnat. Vesihuollon hinnat. Käyttö- ja perusmaksut.
- inspsw, 2013-10-09. Sadevesipuutarha [digikuva]. Blogikirjoituksessa Taking Stormwater Management Home [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-10-22]. Saatavissa: <https://sustainablestormwater.org/2013/10/09/taking-stormwater-management-home/>



ilmastotyokalut.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-09-29] Saatavissa: <http://ilmastotyokalut.fi/> Polku: ilmastotyokalut.fi. Hulevesien hallinta. Vettä läpäisemättömien pintojen merkitys.

JULKISEN HALLINNON TIETOHALLINNON NEUVOTTELUKUNTA 2016. JHS 197 EUREF-FIN - koordinaattijärjestelmät, niihin liittyvät muunnokset ja karttalehtijako: Liite 1: Karttaprojektiot [verkojulkaisu]. [Viitattu 2018-10-26] Saatavissa:

http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS197_liite1/JHS197_liite1.pdf

JUUTI, Petri ja RAJALA, Riikka 2014. Langinkoskelta Kuivalaan: Eteläisen Kymenlaakson vesihuollon historia. Saarijärvi: Kymen Vesi Oy

JYRÄLÄ, Kaisa 2018-10-17. Hulevesien kokonaiskustannukset ja kerätyt hulevesimaksut [sähköposti-viesti]. Vastaanottaja Miikka Leinonen. [tulostettu 2018-10-17]. Saatavissa: Kotka: Kymen Vesi Oy: Tekijän sähköiset arkistot.

juvaskyla.fi [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-10-02] Saatavissa: <https://www.jyvaskyla.fi/hulevedet>

JYVÄSKYLÄN KAUPUNKIRAKENNELAUTAKUNTA 2017-12-12. Pöytäkirja 12.12.2017. Saatavissa:

http://julkinen.jkl.fi:8082/ktwebbin/dbisa.dll/ktwebscr/pk_asil_tweb.htm?+bid=5726

KeyPro.fi. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018] Saatavissa:

<https://www.keypro.fi/fi/referenssit?product=KeyAqua> Polku: keypro.fi. Referenssit. KeyAqua.

kmtk.paikkatietoalusta.fi [verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-01-08] Saatavissa:

<http://kmtk.paikkatietoalusta.fi/projektit-ja-tyopaketit/laser2020> Polku: kmtk.paikkatietoalusta.fi Projektit ja tyopaketit. Laser2020.

KOTKAN KAUPUNKI ja KYMEN VESI OY 2016-05-10. Kotkan kaupungin ja Kymen Vesi Oy:n välinen sopimus hulevesien viemäröinnistä 10.05.2016. [Viitattu 2018-10-11]. Saatavissa: Pyyynnöstä

kotka.fi [verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-01-08]. Saatavissa:

http://www.kotka.fi/asukkaalle/rakentaminen_ja_kaavoitus/rakentaminen/rakennusvalvonta/tilastot

Polku: kotka.fi Asukkaalle. Rakentaminen ja kaavoitus. Rakentaminen. Rakennusvalvonta. Tilastot.

KOUVOLAN KAUPUNKI ja KYMEN VESI OY 2017-01-17. Kouvolan kaupungin ja Kymen Vesi Oy:n välinen sopimus hulevesien viemäröinnistä 17.01.2017. [Viitattu 2018-10-11]. Saatavissa: Pyyynnöstä

KUNAPO, Joshphar, SIM, Pua Tai, CHANDRA, Shobhit 2005. 'Towards automation of impervious surface mapping using high resolution orthophoto' [verkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-05] Saatavissa:

https://www.researchgate.net/publication/251001518_Towards_automation_of_impervious_surface_mapping_using_high_resolution_orthophoto/download

Kuntaliitto.fi [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-10-23]. Saatavissa:

<https://www.kuntaliitto.fi/asiantuntijapalvelut/laki/saatavan-perinta-ja-vanheneminen/yksityisoikeudelliset-saatavat> Polku: Kuntaliitto.fi. Laki. Saavan perintä ja vanhentuminen. Yksityisoikeudelliset saatavat.

kymenvesi.fi [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-10-30] Saatavissa

<https://www.kymenvesi.fi/toiminta/verkostot/> Polku: kymenvesi.fi. Toiminta. Verkostot.

KYMEN VESI OY 2018a. Kymen Vesi Oy:n toiminta-alueen verkostoalueet, jätevesi- ja vesijohtojen siirtolinjat ja tärkeimmät laitokset [digikuva]. Sijainti: Kotka: Kymen Vesi Oy: Tekijän sähköiset koelmat

koelmat

KYMEN VESI OY 2018b. Kymen Veden toiminta-alueiden verkostoalueet, talousveden siirtolinjat, vedentottamot ja vesitornit [digikuva]. Sijainti: Kotka: Kymen Vesi Oy: Tekijän sähköiset koelmat



KYMEN VESI OY. Kymen Vesi Oy:n hinnasto 2018 [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-09-22]. Saatavissa: http://www.kymenvesi.fi/sites/default/files/hinnasto_nettiin_2018_hall.pdf

KYMEN VESI OY 2017. Vuosikertomus 2017. Kotka: Kymen Vesi Oy

LAHDEN KAUPUNKI 2012. Lahden kaupungin hulevesiohjelma. [Viitattu 2018-11-14] Saatavissa: https://www.lahti.fi/PalvelutSite/AsuminenSite/Documents/Hulevesiohjelma_lopullinen.pdf

MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAKI 2014/682, 103 § [verkkoaineisto]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L13aP103n>

MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAKI 1999, 1 § [verkkoaineisto]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#a132-1999>

maanmittauslaitos.fi [1]. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-10-22]. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatiето/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/ilmakuva> Polku: maanmittauslaitos.fi. Kartat ja paikkatiето. Asiantuntevalle käyttäjälle. Tuotekuvaukset. Maanmittauslaitoksen ilmakuva.

maanmittauslaitos.fi [2]. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-10-22]. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatiето/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/ortokuva> Polku: maanmittauslaitos.fi. Kartat ja paikkatiето. Asiantuntevalle käyttäjälle. Tuotekuvaukset. Maanmittauslaitoksen ortokuva.

maanmittauslaitos.fi [3]. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-10-22]. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatiето/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/laserkeilausaineisto> Polku: maanmittauslaitos.fi. Kartat ja paikkatiето. Asiantuntevalle käyttäjälle. Tuotekuvaukset. Laserkeilausaineisto.

maanmittauslaitos.fi [4]. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-10-31]. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatiето/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/kiinteistorekisterikartta> Polku: maanmittauslaitos.fi. Kartat ja paikkatiето. Asiantuntevalle käyttäjälle. Tuotekuvaukset. Kiinteistorekisterikartta.

maanmittauslaitos.fi [5]. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-01-08]. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatiето/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/maastotietokanta-0> Polku: maanmittauslaitos.fi. Kartat ja paikkatiето. Asiantuntevalle käyttäjälle. Tuotekuvaukset. Maastotietokanta.

maanmittauslaitos.fi [6]. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-01-08]. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatiето/asiantuntevalle-kayttajalle/maastotiedot-ja-niiden-hankinta/maastotiedon> Polku: maanmittauslaitos.fi. Kartat ja paikkatiето. Asiantuntevalle käyttäjälle. Maastotiedot ja niiden hankinta. Maastotiedon ylläpito.

maanmittauslaitos.fi 2016 [7]. Kansallinen ilmakuvausohjelma käynnistyy [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2019-01-08]. Saatavissa: <https://www.maanmittauslaitos.fi/ajankohtaista/kansallinen-ilmakuvausohjelma-kaynnistyy>

Naantali.fi [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-10-11]. Saatavissa: http://www.naantali.fi/asuminen_ ja_rakentaminen/vesi_viemari/fi_FI/kulutusmaksut/ Polku: Naantali.fi. Asuminen ja rakentaminen. Vesi, viemäri ja hulevesi. Kulutus- ja perusmaksut.

OULUN KAUPUNKI 2017. Taulukko hulevesimaksusta rakennustyypeittäin [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-10-01] Saatavissa: <https://www.ouka.fi/oulu/asuminen-ja-rakentaminen/hulevesi>



- paikkaoppi.fi [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-10-26]. Saatavissa: <http://www.paikkaoppi.fi/fi/rasteri-ja-vektorimuotoinen-paikkatietoaineisto/> Polku: paikkaoppi.fi Tehtävät. Maantiede. Rasteri- ja vektorimuotoinen paikkatietoaineisto.
- PANTSU, Pekka 2018. Katso lista: Ottaako kuntasi käyttöön hulevesimaksun? 34 kuntaa laskuttaa jo. YLE [Viitattu 2018-11-14]. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-9998438>
- Piensaimea.fi. [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-10-19] Saatavissa: <http://www.piensaimea.fi/kunnostus/hulevesien-hallinta> Polku: Piensaimea.fi. Kunnostus. Hulevesien hallinta.
- PÖYRY FINLAND OY 2016. KOTKAN KAUPUNKI Yleisten alueiden hulevesikorvauksen määrittäminen. [Viitattu: 2019-01-09]
- PYHTÄÄN KUNTA ja KYMEN VESI OY 2017-01-17. Pyhtään kunnan ja Kymen Vesi Oy:n välinen sopimus hulevesien viemäroinnistä 17.01.2017. [Viitattu 2018-10-11]. Saatavissa: Pyynnöstä
- RENKO, Terhi, LUUKKONEN, Henna, SÄNKIAHO, Leena. 2015. Julkisoikeudellisen hulevesimaksun määrittäminen. Helsinki: Suomen Kuntaliitto
- stormwater.pca.state.mn.us [1][verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-09-29] Saatavissa: <https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php?title=Funding> Polku: stormwater.pca.state.mn.us Funding.
- SUOMEN KUNTALIITTO RY 2012. Hulevesiopas [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-10-15] Saatavissa: http://shop.kuntaliitto.fi/product_details.php?p=2714
- SUOMEN KUNTALIITTO RY 2017. Hulevesioppaan päivitettyt luvut lainsäädännön muutosten osalta [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-10-23] Saatavissa: http://shop.kuntaliitto.fi/product_details.php?p=3345
- SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS SYKE 2016. Hulevesiä koskeva lainsäädäntö [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-01-21] Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B12D4C74F-BF3B-4608-B03E-44FECE09EE28%7D/116211>
- tampere.fi. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-22]. Saatavissa: https://www.tampere.fi/tiedostot/h/KFwFIbQFv/Hulevesimaksun_maaraytymisen_perusteet.pdf
- TAMPEREEN KAUPUNKI 2012. Tampereen kantakaupungin hulevesiohjelma [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-11-14] Saatavissa: https://www.tampere.fi/liitteet/h/6Aw930Whg/Tampereen_hulevesiohjelma.pdf
- TAMPEREEN KUNNANVALTUUSTO 2017-11-13. Pöytäkirja 13.11.2017. Saatavissa: [http://tampere.cloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Kaupunginvaltuusto/Kokous_13112017/Hulevesien_hallinnan_jarjestaminen_ja_ra\(39239\)](http://tampere.cloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Kaupunginvaltuusto/Kokous_13112017/Hulevesien_hallinnan_jarjestaminen_ja_ra(39239))
- TAMPEREEN YHDYSKUNTALAUTAKUNTA 2018-04-17. Pöytäkirja 17.04.2018. Saatavissa: [http://tampere.cloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Yhdyskuntalautakunta/Kokous_1742018/Tampereen_kaupungin_hulevesimaksun_mara\(52259\)](http://tampere.cloudnc.fi/fi-FI/Toimielimet/Yhdyskuntalautakunta/Kokous_1742018/Tampereen_kaupungin_hulevesimaksun_mara(52259))
- TURUN KAUPUNKI 2018. Hulevesimaksun perustelut [verkkojulkaisu]. [viitattu 2018-10-01] Saatavissa: https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files//hulevesimaksun_perustelut.pdf
- TURUN KAUPUNKI 2018. Hulevesimaksutaulukko [verkkojulkaisu]. [viitattu 2018-10-01] Saatavissa: <https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files//hulevesimaksutaulukko.pdf>



TURUN KAUPUNKI 2018. Hulevesimaksut muissa kaupungeissa [verkkajulkaisu]. [viitattu 2018-10-02] Saatavissa:

https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files//hulevesimaksut_muissa_suurissa_kaupungeissa.pdf

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY NEW ENGLAND. Funding stormwater programs 2009. Saatavissa:

<https://www3.epa.gov/region1/npdes/stormwater/assets/pdfs/FundingStormwater.pdf>

VANTAAN KAUPUNKI 2009. Vantaa, hulevesiohjelma. [Viitattu 2018-11-14] Saatavissa:

https://www.vantaa.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/vantaa/embeds/vantaawwwstructure/124676_Hulevesiohjelma_nettiin.pdf

VANTAAN TEKNINEN LAUTAKUNTA 2017-04-18. Pöytäkirja 18.04.2017. Saatavissa:

http://paatokset.vantaa.fi/ktwebbin/dbisa.dll/ktwebscr/pk_asil_tweb.htm?+bid=131614

VELIN, Tiia 2016. Sammonlahden hulevesikosteikko [digitaalinen piirros]. Piensaimaa.fi [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-10-22] Saatavissa: <http://www.piensaimaa.fi/kunnostus/hulevesien-hallinta/sammonlahti-1>

VESIHUOLTOLAKI 2001, 1 § [verkkoaineisto]. Saatavissa.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119#L1>

VESIHUOLTOLAKI 2014, 2 § [verkkoaineisto]. Saatavissa.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119#L1>

VESIHUOLTOLAKI 22.8.2014/681, [verkkoaineisto]. Saatavissa.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119#L3a>

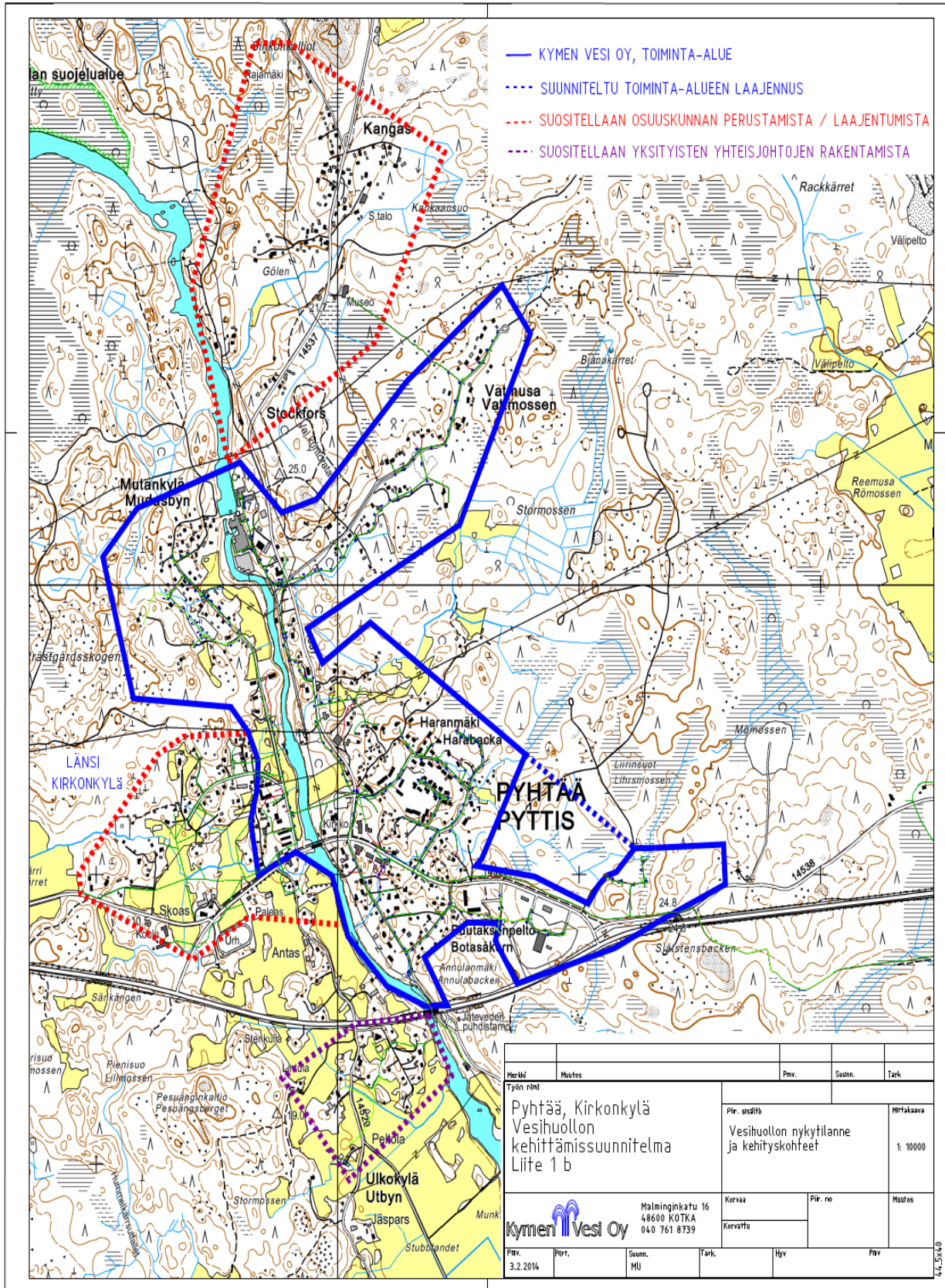
waterfrontoronto.ca [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-11-01] Saatavissa:

<https://www.waterfrontoronto.ca/nbe/portal/waterfront/Home/waterfronthome/projects/stormwater+treatment+system>

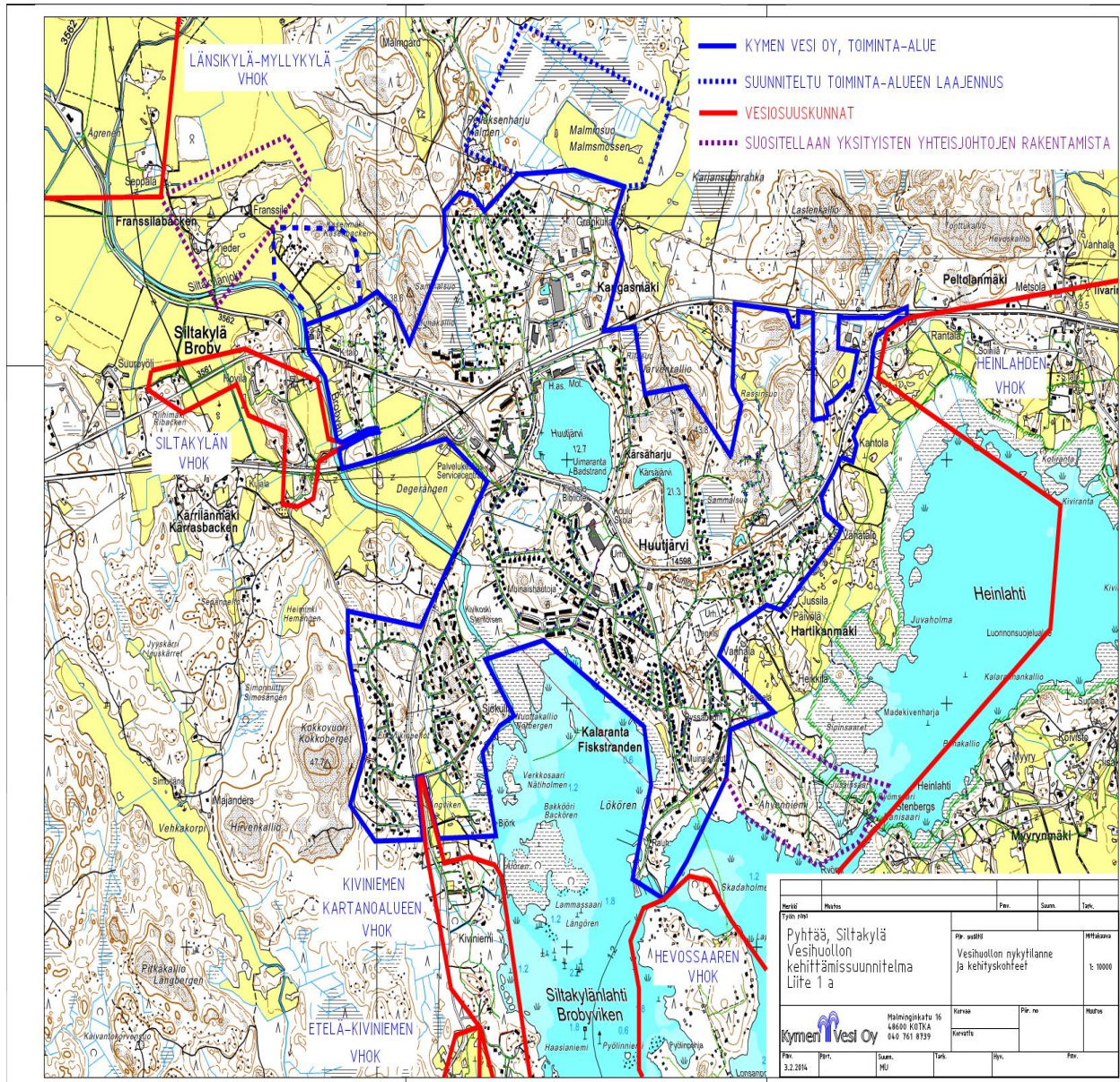
water-technology.net [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-11-01] Saatavissa: <https://www.water-technology.net/projects/sherbourne-common-stormwater-toronto-canada/>

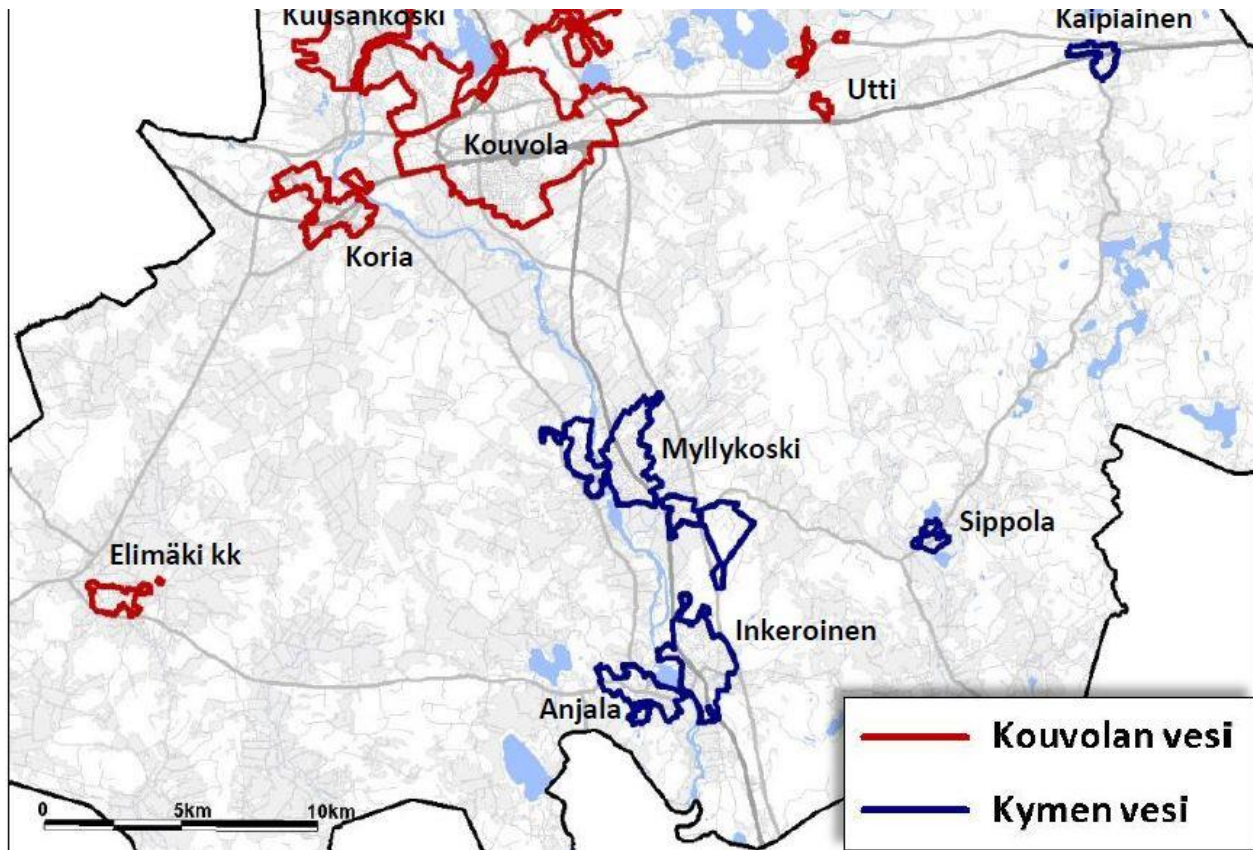
YMPÄRISTÖMINISTERIÖ 2016. Maankäyttö- ja rakennuslaki [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-09-23]

Saatavissa: <http://www.ym.fi/> Polku: ym.fi. Maankäyttö- ja rakentaminen. Lainsäädäntö ja ohjeet. Maankäyttö- ja rakennuslaki.



44.5/40

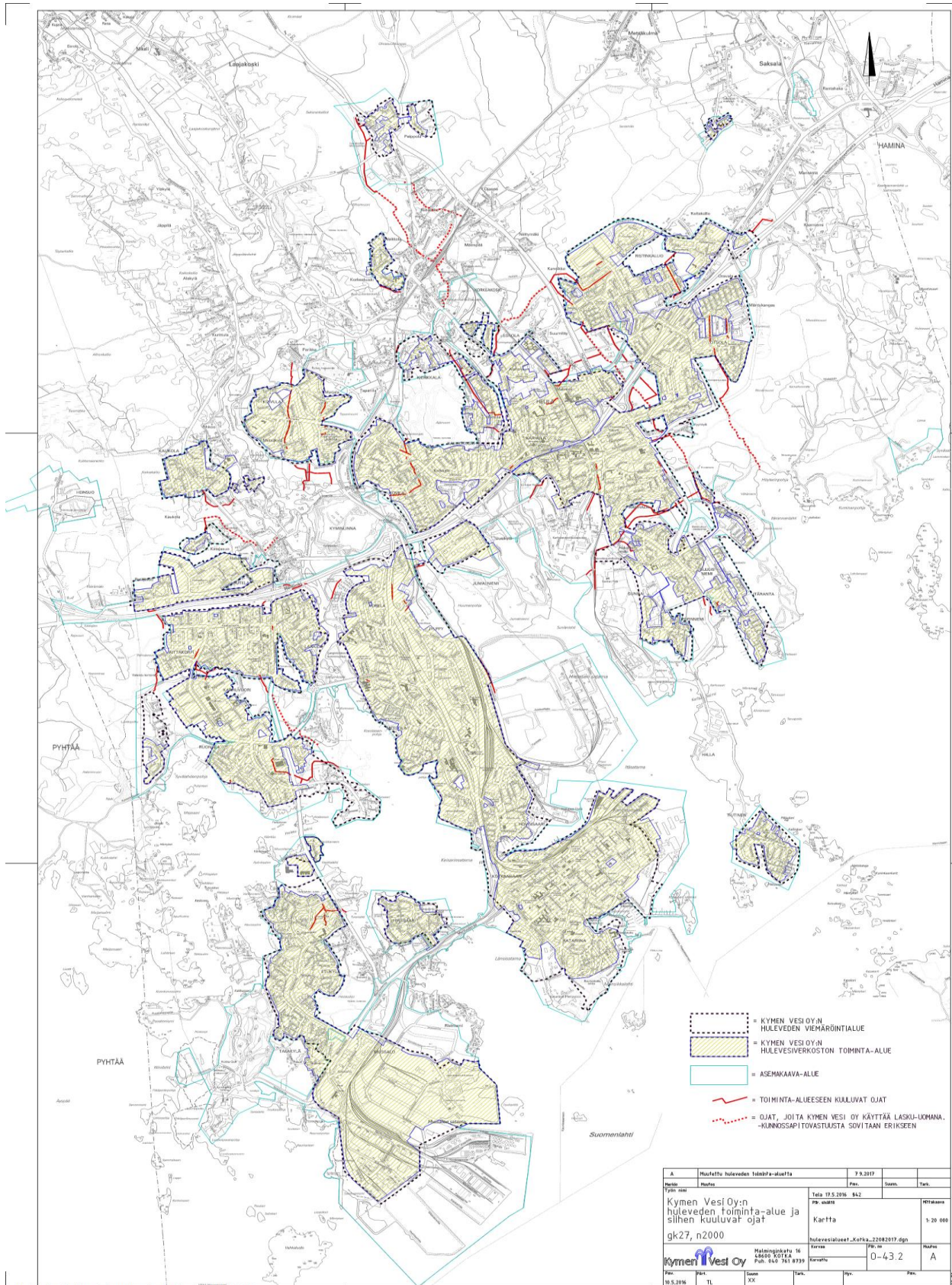




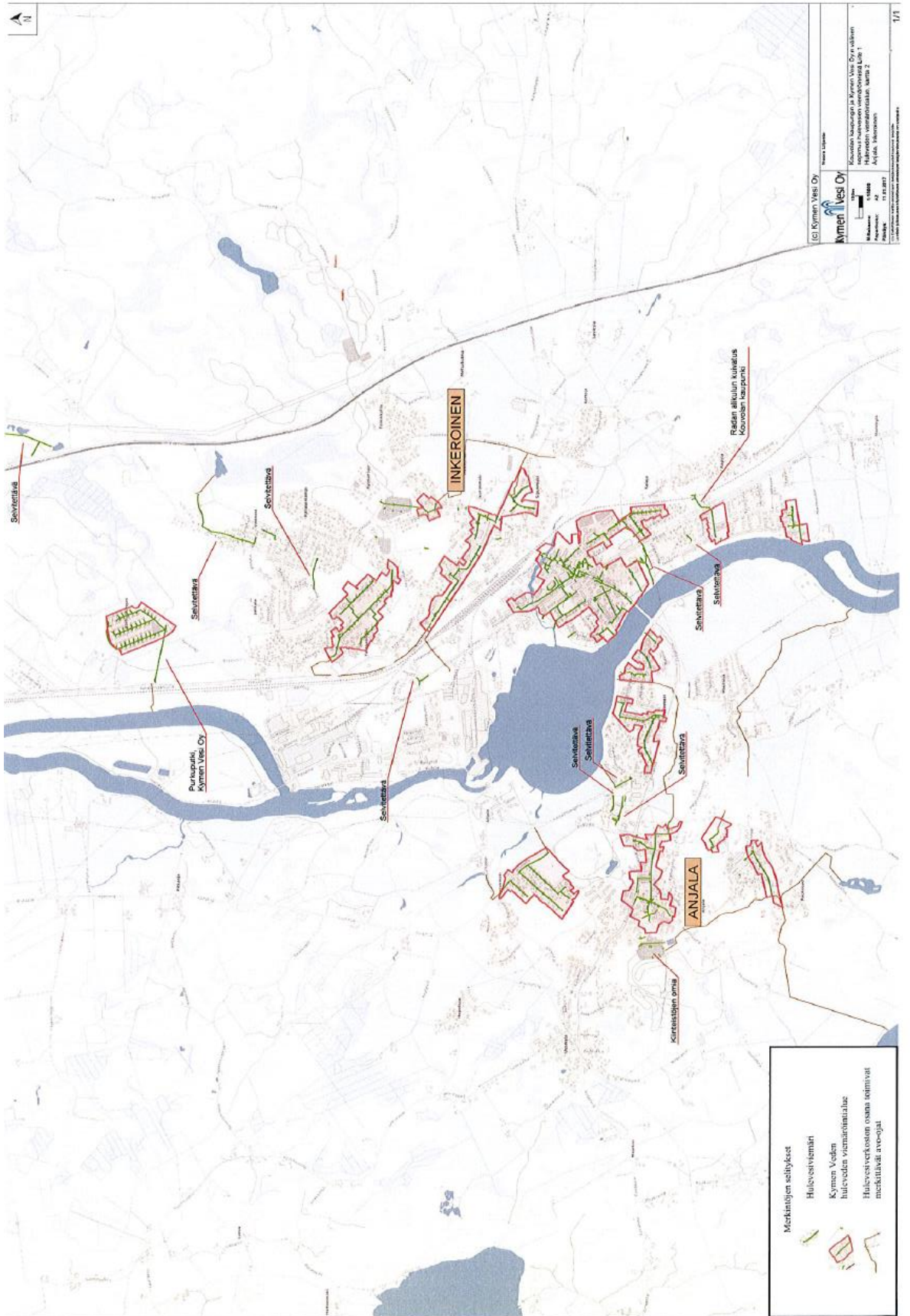


LIITE 2. HULEVEDEN VIEMÄRÖINTIALUEET KYMEN VEDEN TOIMINTA-ALUEELLA

Liite 2. Sivu 1/5



A	Maatettu huleveden toiminta-alueita	7.9.2017		
Muoto	Maasto	Pav.	Suom.	Tek.
Typpi	Kymen Vesi Oy:n huleveden toiminta-alue ja siihen kuuluvat ojat			
	gk27, n2000	Karhta	1:20 000	
		hulevesialueet_Karhta_22082017.dgn		
Kymen Vesi Oy		Helsinginkatu 16 04500 Vöyry Puh. 049 761 8739	0-43.2	A
Pav.	Pict.	Suom.	Tek.	Pav.
10.5.2016	TL	XX		





LIITE 3. RAKENNUSTYYPPI SARAKKEIDEN YHDISTÄMISEEN JA RAKENNUSTYYPPI LUOK- KIEN KUTISTAMISEEN KÄYTETTY QGIS-KOMENTO.

```
1 CASE
2 WHEN "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Erilliset pientalot'
3 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Erilliset pientalot'
4 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Vapaa-ajan asuinrakennukset'
5 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Vapaa-ajan asuinrakennukset'
6 THEN 1
7 WHEN "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Rivi- ja ketjutilat'
8 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Rivi- ja ketjutilat'
9 THEN 2
10 WHEN "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Asuinkerrostalot'
11 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Asuinkerrostalot'
12 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Asuntolarakennukset'
13 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Asuntolarakennukset'
14 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Asuinliiketalot'
15 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Asuinliiketalot'
16 THEN 3
17 WHEN "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Myymälä rakennukset'
18 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'TOIMISTORAKENNUKSET'
19 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Myymälä rakennukset'
20 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'TOIMISTORAKENNUKSET'
21 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'RAVINTOLAT YMS'
22 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'RAVINTOLAT YMS'
23 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Majoitusliikerakennukset'
24 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Majoitusliikerakennukset'
25 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Toimistorakennukset'
26 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Toimistorakennukset'
27 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'PALO- JA PELASTUSTOIMEN RAKENNUKSET'
28 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'PALO- JA PELASTUSTOIMEN RAKENNUKSET'
29 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'YLEISSIVISTÄVIEN OPPILAITOSTEN RAKENNUKSET'
30 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'YLEISSIVISTÄVIEN OPPILAITOSTEN RAKENNUKSET'
31 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'SEURA- JA KERHORAKENNUKSET YMS.'
32 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'SEURA- JA KERHORAKENNUKSET YMS.'
33 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'KIRJASTO-, MUSEO- JA NÄYTTELYRAKENNUKSET'
34 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'KIRJASTO-, MUSEO- JA NÄYTTELYRAKENNUKSET'
35 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'AMMATILLISTEN OPPILAITOSTEN RAKENNUKSET'
36 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'AMMATILLISTEN OPPILAITOSTEN RAKENNUKSET'
37 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'TEATTERI- JA KONSERTTIRAKENNUKSET'
38 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'TEATTERI- JA KONSERTTIRAKENNUKSET'
39 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'KORKEAKOULU- JA TUTKIMUSLAITOSRAKENNUKSET'
40 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'KORKEAKOULU- JA TUTKIMUSLAITOSRAKENNUKSET'
41 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'MUUT OPETUSRAKENNUKSET'
42 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'MUUT OPETUSRAKENNUKSET'
43 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'MUUT KOKOONTUMISRAKENNUKSET'
44 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'MUUT KOKOONTUMISRAKENNUKSET'
45 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Muut sosiaalitoimen rakennukset'
46 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Muut sosiaalitoimen rakennukset'
47 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Urheilu- ja kuntoilurakennukset'
48 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Urheilu- ja kuntoilurakennukset'
49 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Terveystieteiden rakennukset'
50 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Terveystieteiden rakennukset'
51 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Uskonnollisten yhteisöjen rakennukset'
52 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Uskonnollisten yhteisöjen rakennukset'
53 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Muut kokonntumisrakennukset'
54 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Muut kokonntumisrakennukset'
55 THEN 4
56 WHEN "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Liikenteen rakennukset'
57 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'VARASTORAKENNUKSET'
58 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'TEOLLISUUDEN TUOTANTORAKENNUKSET'
59 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'TEOLLISUUDEN TUOTANTORAKENNUKSET'
60 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Liikenteen rakennukset'
61 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'VARASTORAKENNUKSET'
62 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Huoltolaitosrakennukset'
63 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'Teollisuusrakennus jossa vain sosiaalivesi'
64 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'Teollisuusrakennus jossa vain sosiaalivesi'
65 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'MUUT TALOUSRAKENNUKSET'
66 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'MUUT TALOUSRAKENNUKSET'
67 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'ENERGIANTUOTANNON YMS. RAKENNUKSET'
68 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'ENERGIANTUOTANNON YMS. RAKENNUKSET'
69 THEN 5
70 WHEN "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'TARKKAILUMITTARIT'
71 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'TARKKAILUMITTARIT'
72 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'MUUT RAKENNUKSET, TYYPITTÖMÄT'
73 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'MUUT RAKENNUKSET, TYYPITTÖMÄT'
74 OR "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" = 'HISTORIA-ASIAKKAAT'
75 OR "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" = 'HISTORIA-ASIAKKAAT'
76 THEN 0
77 WHEN "KYVE_REQFI0002496521_muok_Rakennustyyppi" IS NULL AND "Asiakkaat_Kohteen rakennustyyppi" IS NULL THEN 10
78 END
```



LIITE 4. PINTA-ALALUOKKIEN MAKSUKERTOIMIEN MÄÄRITYKSEEN KÄYTETTY TAULUKKOLASKENTAKOMENTO KIINTEISTÖTYYPEILLE

```
=JOS(I:I=1;1;JOS(JA(I:I=2;G:G<2000); PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;2;G:G;"<2000")/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=2;G:G<5000;G:G>=2000); PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;2;G:G;"<5000";G:G;">=2000")
/Taul1!$C$7; 0);
JOS(JA(I:I=2;G:G>=5000;G:G<10000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;2;G:G;">=5000";G:G;"<10000")
/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=2;G:G>=10000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;2;G:G;">=10000") /Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=3;G:G<2000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;3;G:G;"<2000") /Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=3;G:G<5000;G:G>=2000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;3;G:G;"<5000";G:G;">=2000")
/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=3;G:G>=5000;G:G<10000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;3;G:G;">=5000";G:G;"<10000")
/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=3;G:G>=10000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;3;G:G;">=10000")/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=4;G:G<2000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;4;G:G;"<2000")/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=4;G:G<5000;G:G>=2000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;4;G:G;"<5000";G:G;">=2000")
/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=4;G:G>=5000;G:G<10000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;4;G:G;">=5000";G:G;"<10000")
/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=4;G:G>=10000;G:G<15000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;4;G:G;">=10000";G:G;"<15000
") /Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=4;G:G>=15000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;4;G:G;">=15000")/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=10;G:G<2000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;10;G:G;"<2000")/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=10;G:G<5000;G:G>=2000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;10;G:G;"<5000";G:G;">=2000")
/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=10;G:G>=5000;G:G<10000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;10;G:G;">=5000";G:G;"<10000
") /Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=10;G:G>=10000;G:G<15000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;10;G:G;">=10000";G:G;"<150
00") /Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=10;G:G>=15000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;10;G:G;">=15000")/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=5;G:G<2000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;5;G:G;"<2000")/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=5;G:G<5000;G:G>=2000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;5;G:G;"<5000";G:G;">=2000")
/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=5;G:G>=5000;G:G<10000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;5;G:G;">=5000";G:G;"<10000")
/Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=5;G:G>=10000;G:G<15000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;5;G:G;">=10000";G:G;"<15000
") /Taul1!$C$7;0);
JOS(JA(I:I=5;G:G>=15000);PYÖRISTÄ(KESKIARVO.JOS.JOUKKO($G:$G;I:I;5;G:G;">=15000")/Taul1!$C$7;
0
))))))))))))))))))))))
```