

Mittausohjeet Helsingin kaupunkimittaukseen

Ryynänen Toni

Opinnäytetyö
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2022

Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Toni Ryyänen	Vuosi	2022
Ohjaaja(t)	Timo Karppinen		
Toimeksiantaja	Helsingin Kaupunki		
Työn nimi	Mittausohjeet Helsingin kaupunkimittaukseen		
Sivu- ja liitesivumäärä	33 + 0		

Opinnäytetyön tavoitteena oli yhtenäistää Helsingin kaupunkimittauksen toimintaa mittausohjeiden avulla. Mittausohjeet sisältävät ohjeet kolmeen eri toimitukseen. Helsingin kaupunki voi hyödyntää mittausohjeita uusien työntekijöiden perehdyttämisessä sekä luoda niiden pohjalta yhteiset käytännöt mittaukseen.

Työssä käydään läpi mittausten teoriaa sekä käytettäviä menetelmiä, laitteistoja ja ohjelmistoja. Työssä käytetyt lähteet ovat pääosin kirjallisia. Opinnäytetyö toteutettiin laadullisena tutkimuksena. Tiedonkeruumenetelminä käytettiin kirjallisuuskatsausta ja haastatteluja. Kirjallisuuskatsauksella ja haastatteluilla kerätty aineisto analysoitiin aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä nostoen esiin opinnäytetyön kannalta keskeiset sisällöt.

Tietoa on kerätty työskentelemällä Helsingin kaupunkimittauksen Läntisessä mittauspiirissä vuosina 2019–2021. Mittausohjeiden tekemisessä apuna toimivat maastossa mittauksia suorittavat työntekijät.

Author	Toni Rynnänen	Year	2022
Supervisor	Timo Karppinen		
Commissioned by	City of Helsinki		
Subject of thesis	Surveying instructions for urban surveying in City of Helsinki		
Number of pages	33 + 0		

The aim of this thesis was to unify the operation of Helsinki urban surveying with the aid of surveying guidelines. The surveying guidelines include instructions for three different services. The City of Helsinki can utilize surveying guidelines in the induction of new employees and create common practices for surveys based on them.

The thesis was executed as qualitative research. Literature review and interviews were used as data collecting methods. The material collected through the literature review and interviews was analyzed using material-based content analysis, highlighting the key content of the thesis. Information was also gathered by working in the western urban surveying district of Helsinki in 2019-2021. Employees who perform surveys in the terrain assisted in drawing up the surveying instructions.

This thesis reviews the theory of surveying, as well as methods, instruments and software used in surveys.

Key words Helsinki, Urban surveying, Land surveying

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	MITTAUSOHJEIDEN TEORIAA	8
	Maankäytön suunnittelu	8
	Käytetyt laitteistot ja menetelmät	10
2.2.1	Laitteistot ja ohjelmistot	10
2.2.2	Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät	11
2.2	2.2.3 Takymetrimittaus	11
	2.2.4 Satelliittipaikannus	13
3	MITTAUSOHJEET	15
	Yleistä mittausohjeista	15
3.1	Mittausten valmistelu tietokoneella	15
3.2	Mittausten käsittely maastotallentimella	22
3.3	Palvelumittaukset	27
3.4	3.4.1 Rajan näyttö	27
	3.4.2 Maastoon merkintä	29
	3.4.3 Sijaintikatselmus	30
4	POHDINTA	32
	LÄHTEET	34

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KML	Kiinteistönmuodostamislaki
KMO	Helsingin Kaupunkimittausosasto
MML	Maanmittauslaitos
MRL	Maankäyttö- ja Rakennuslaki
JHS	Julkisen hallinnon suositukset
PDOP	Position Dilution of Precision
RSK	Rajamerkin sijainnin pistekeskivirhe

1 JOHDANTO

Helsingin kaupungin mittauspalveluiden tavoitteena on saada toisistaan eroavat mittausten suoritustavat yhtenäisiksi Yksi yhtenäinen mittausmalli ohjaa tulevaisuudessa kaikkien mittauspalveluiden toimintaa. Tarvetta erillisille mittausohjeille ei ideaalitulanteessa enää ole ja tiedon pirstaloituminen vähenee. Helsingin kaupungilla ei ole tähän mennessä ollut yleisessä käytössä olevaa ohjeistusta mittausten suorittamiseen. Mittausohje helpottaa mittaryhmien välistä henkilöstön vaihtelua. Ohjetta voidaan hyödyntää myös uusien työntekijöiden perehdyttämisessä.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa mittausohje Helsingin Kaupunkimittausosaston käyttöön. Opinnäytetyö toteutettiin laadullisena tutkimuksena. Laadulliselle tutkimukselle ominaista ovat muun muassa keskittyminen toimintaan ja asiainsaisten omien merkitysten ja tulkintojen korostaminen (Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja 2022).

Tiedonkeruumenetelminä käytetään kirjallisuuskatsausta ja haastatteluja. Kirjallisuuskatsaus tutkimusmenetelmänä kerää ja tunnistaa olemassa olevaa tietoa asiasta (Jyväskylän ammattikorkeakoulu 2022). Tiedon laatua arvioidaan ja tuloksia yhdistetään opinnäytetyön kannalta tarpeellisella tavalla. Haastattelu on joustava ja hyvin yleisesti käytetty tiedonkeruumenetelmä. Haastattelut toteutetaan teemahaastatteluina. (Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja 2022) Kirjallisuuskatsauksella ja haastatteluilla kerätty aineisto analysoidaan aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä nostaten esiin opinnäytetyön kannalta keskeiset sisällöt.

Helsingin kaupunkiympäristön toimiala työllistää noin 1700 eri alan ammattilaista. Kaupunkiympäristön toimiala vastaa esimerkiksi rakennusvalvonnan, maankäytön sekä kaupunkimittauksen palveluista. Kaupunkiympäristön toimialaan kuuluu neljä kokonaisuutta, Maankäyttö ja kaupunkirakenne, Rakennukset ja yleiset alueet, Palvelut ja luvat sekä Hallinto- ja tukipalvelut. Toimialan alaisuuteen kuuluvat myös erilliset kokonaisuudet Helsingin kaupungin liikenneliikelaitos (HKL) ja Helsingin pelastuslaitos (Helsingin kaupunki 2022a).

Helsingin kaupunkimittausosasto (KMO) kuuluu Palvelut ja luvat -kokonaisuuteen. KMO jakautuu kolmeen erilliseen toimipisteeseen läntiseen ja itäiseen mittauspiireihin sekä kaupunkiympäristön toimialan pääkonttoriin Kalasatamassa. KMO:n tarjoamiin maanmittauspalveluihin kuuluvat kiinteistötoimitukset sekä kiinteistö- ja kuntarekisterien ylläpito. Lisäksi saatavilla on mittaus- ja kiinteistönmuodostamispalveluita, esimerkiksi tontin lohkominen, rasi-toimitus ja rakentajien tarvitsemia kartta- ja mittauspalveluita. Mittauspiirit yhdessä auttavat ylläpitämään Helsingin kiinteistörekisteriä.

Ennen mittausohjeiden tekemistä olen työskennellyt Helsingin kaupunkimittausosastolla kolmena kesänä yhteensä yhdeksän kuukauden ajan läntisessä mittauspiirissä. Kesätöiden aikana olen päässyt seuraamaan ja osallistumaan usean eri mittaryhmän toimintaan. Näin ollen havaintoja, kokemusta ja tietoa mittausohjeita varten on kertynyt monista erilaisista toimintatavoista.

2 MITTAUSOHJEIDEN TEORIAA

Kirjallisuuskatsauksella kartoitetaan opinnäytetyössä tarvittava tietoperusta. Katsauksessa tarkastellaan aluksi Helsingin kaupungin aineistoja maankäytön suunnitteluun liittyen. Tietoja verrataan maankäyttö- ja rakennuslakiin (132/1999). Käytössä olevat laitteet ja ohjelmistot selvitetään kaupunkimittausosaston aineistoista sekä valmistajien ohjeista. Mittausten teoriaa ja niiden suorittamista selvitetään Pasi Laurilan kirja (2012) sekä Julkisen hallinnon suositusten (JHS 184 ja 185) avulla.

Kirjallisuuskatsauksen avulla saatavia tietoja täydennetään teemahaastatteluilla. Ennen haastattelua perehdytään aiheeseen ja valitaan sen teemat. Itse haastattelut toteutetaan vapaamuotoisempina keskusteluina aiheesta (Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja 2022). Opinnäytetyötä varten haastatellaan kolmea vastaavaa kartoittajaa sekä mittauspiirin tiimipäällikköä.

Vastaavia kartoittajia haastatellaan mittauspiirin toimistolla anonyymisti vastaajien toiveesta. Tiimipäällikön haastattelu toteutetaan puhelimitse. Haastattelujen teemat nousevat tietoperustasta ja niihin liittyvistä käytänteistä Helsingin kaupungilla. Teemat ovat maankäytön suunnittelu, käytetyt laitteistot ja ohjelmat sekä mittausmenetelmät. Haastattelujen tuloksia hyödynnetään täydentämään tietoperustaa sekä opinnäytetyön tuloksena syntyvän mittausohjeen laadinnassa.

2.1

Maankäytön suunnittelu

Alueiden käyttöä ja rakentamista säädellään kaavoituksella, joka jakautuu eri kaavatasoihin. Tavoitteena on luoda edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistää ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestäväää kehitystä. Ihmisillä ja yhteisöillä, joita asia koskee, on mahdollisuus osallistua ja lausua mielipiteitään valmisteilla oleviin kaavaehdotuksiin. (Helsingin kaupunki 2022b.)

Periaatteena eri kaavatasoilla on se, että yleisluontoisempi kaava ohjaa yksityiskohtaisempaa kaavoitusta. Yksityiskohtaisimmilla kaavoilla eli asemakaavoilla

säädetään, mihin tarkoitukseen määrättyä aluetta voi käyttää ja kuinka paljon sinne saa rakentaa. Kaavojen määräykset koskevat esimerkiksi rakennusten korkeutta, katujen leveyttä sekä muita alueen rakenteeseen ja kaupunkikuvaan vaikuttavia asioita. (Helsingin kaupunki 2022b)

Asemakaava voi olla yhden tontin kokoinen tai käsittää kokonaisen asuinalueen. Kaavoitusprosessi voi kestää kokonaisuudessaan vuosia, kuitenkin yleensä vähintään vuoden verran. Rakentamisen saa aloittaa vasta, kun asemakaava on hyväksytty kaupungin- tai kunnanvaltuustossa ja se on saanut lainvoiman. (Helsingin kaupunki 2022b)

Helsingin kaupungilla on yhteinen yleiskaava Vantaan, Espoon ja Kauniaisen kaupunkien kanssa. Kyseisten kaupunkien yleiskaavaa kutsutaan pääkaupunkiseudun yleiskaavaksi. Yhteisen yleiskaavan myötä kaupunkeihin ei sovelleta MRL:n 8 ja 145 (MRL 46a §). Lain 8§ käsittelee kunnan pakollista vuosittaista kehittämiskeskustelua ja 195§ säätelee viranomaisen oikaisukehotusta kaava-asiassa.



Kuvio 1 Ote Helsingin asemakaavasta (Helsingin karttapalvelu 2022)

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL) asemakaavan tarkoitus kuvataan seuraavasti: ”Alueiden käytön yksityiskohtaista järjestämistä, rakentamista ja kehittämistä varten laaditaan asemakaava, jonka tarkoituksena on osoittaa tarpeelliset alueet eri tarkoituksia varten ja ohjata rakentamista ja muuta maankäyttöä paikallisten olosuhteiden, kaupunki- ja maisemakuvan, hyvän rakentamistavan, olemassa olevan rakennuskannan käytön edistämisen ja kaavan muun ohjaustavoitteen edellyttämällä tavalla.” (MRL 132/1999 7:50§)

Asemakaavan tulee pohjautua pohjakarttaan, joka kuvaa maastoa. Pohjakartan tulee olla riittävän tarkka ja yksityiskohtainen. Asemakaavoitusta on laadittava ja pidettävä ajan tasalla kunnan tai maankäytön ohjaustarpeen edellyttämällä tavalla. Asemakaava-alueelle ei tule sijoittaa sellaisia toimintoja, jotka haittaavat asemakaavan alueelle määrittämää käyttöä. (MRL 132/1999 7)

Käytetyt laitteistot ja menetelmät

2.2

2.2.1 Laitteistot ja ohjelmistot

Helsingin kaupunkimittausosasto käyttää useita eri instrumentteja mittausten suorittamisessa. KMO hyödyntää käytännössä pelkästään Trimblen laitteistoja. Satelliittipaikannus suoritetaan Trimble R10 GNSS -vastaanottimella. Mittausryhmät käyttävät S6-robotitakymetriä, joka soveltuu myös yhden henkilön mittauksiin. Maastotietokoneena toimii Trimblen TSC7.

TSC7-maastotietokone käyttää Trimble Access -maasto-ohjelmistoa mittauksissa. Koneen yksi etu edelliseen maastotietokoneeseen verrattuna on muun muassa mahdollisuus lisätä kantakartta mittaustulosten ja pistepilven taustalle (Geotrim 2022).

Bentley Systemsin MicroStation on ammattilaisten käyttöön suunniteltu ohjelmisto, jota hyödynnetään erilaisissa infrahankkeissa aina suunnittelusta ylläpito-vaiheeseen asti. MicroStation soveltuu kaksi- ja kolmiulotteisten mallinnusten tekemiseen. Helsingin kaupunkimittausosasto käyttää töissään Microstation V8i SS10 -versiota ja eksklusiivisia lisäosia. (Bentley Systems 2022; Siikonen 2022.)

2.2.2 Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät

Helsingin kaupunki on vuoden 2012 joulukuusta alkaen käyttänyt ETRS-GK25 -koordinaattijärjestelmää ja N2000-korkeusjärjestelmää. ETRS-GK25 on eurooppalaisen ETRS89-koordinaattijärjestelmän Suomeen 1990-luvun lopulla mitattuun realisaatioon, EUREF-FIN:iin pohjautuva koordinaatisto. Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmän muutos on seurausta julkisen hallinnon suosituksista, jotka pyrkivät ohjaamaan julkisia toimijoita käyttämään yhtenäistä järjestelmää koko maassa. (Helsingin kaupunki 2022c.)

Ennen ETRS-GK25- ja N2000-järjestelmiä Helsingissä oli pitkään käytössä oma Helsingin erilliskoordinaatisto sekä NN-korkeusjärjestelmä. Koordinaattijärjestelmät on helppo erottaa toisistaan koordinaattilukujen suuren poikkeamisen takia. Taulukossa 1 on esitetty esimerkkinä koordinaattilukujen selvä ero tasokoordinaateissa. Korkeusjärjestelmiä ei voi kuitenkaan suoraan tunnistaa helposti, sillä järjestelmien erotus on vain 305 millimetriä Helsingissä. N2000-järjestelmässä kohteen korkeus on siis 305 millimetriä korkeammalla kuin vanhassa NN-korkeusjärjestelmässä. (Helsingin kaupunki 2022c.)

Taulukko 1. Esimerkki Kallion kirkon koordinaattien muutoksesta (Helsingin kaupunki 2022c).

	N	E
ETRS-GK25	6674589,776	25497189,903
Helsingin kaupungin erilliskoordinaatisto	20000,000	50000,000

2.2.3 Takymetrimittaus

Takymetri on koje, joka on tarkoitettu ensisijaisesti etäisyyksien ja kulmien mittaamiseen, mutta sillä voidaan tehdä monipuolisesti erilaisia mittauksia. Takymetrit yleistyivät 1980-luvulla ja vuosien saatossa ne ovat kehittyneet automati-

soiduiksi mittausroboteiksi. Nykyään kehittyneimmillä laitteilla yksi mittaaja pysyy mittaamaan etäisyyksiä ja kulmia sekä skannaamaan tai valokuvaamaan mitauskohdetta robottitakymetrin avulla. (Laurila 2012, 237–239.)

Takymetri koostuu viidestä pääosasta eli runko-osasta, tasausalustasta, mittauskaukoputkesta, alhidadista sekä elektro-optisesta etäisyysmittarista. Mittauskoje sisältää myös erilaisia ruuveja sekä tasaimia, joilla saa säädettyä takymetrin kaltevuutta ja optiikkaa. Takymetrillä mittaamiseen tarvitaan myös kojejalustat, prismauvoja tai muita tähyksiä sekä maastotallennin. (Laurila 2012, 239–244)



Kuvio 2. Sokkisha-merkkinen takymetri. (Kytölä 2008, 9)

Mittaukset voidaan aloittaa vasta, kun takymetri on orientoitu onnistuneesti oikeaan korkeus- ja koordinaattijärjestelmään. Takymetrin orientointi voi tapahtua tunnetulle tai vapaalle asemapisteelle. Vapaalle asemapisteelle kojetta pystytettäessä ei takymetrin tarkkaa sijaintia tiedetä. Orientoinnin tapahtuessa tunnetulle pisteelle takymetri on pystytetty asemapisteelle, jonka koordinaatit ovat jo tiedossa. Tunnetulle pisteelle orientoitessa tarvitaan myös toinen tunnettu piste,

johon on näköyhteys. Pisteiden välisen etäisyyden mittaamalla saadaan määritettyä kojeen sijainti. Tunnetulle asemapisteelle orientoidessa kojekorkeus täytyy määrittää, joko mittanauhalla tai tunnetun korkeuspisteen avulla. (Laurila 2012, 251, 257–260)

Takymetrimittauksissa hyödynnetään käyttökiintopisteitä. Käyttökiintopisteet ovat E5- ja E6-luokan pisteitä. Käyttökiintopisteiden mittaamiseen voidaan käyttää jonomittausta. Jonomittauksissa lähtöpisteinä tulee käyttää vähintään kahta ylempään luokan pistettä. (JHS 184.)

2.2.4 Satelliittipaikannus

Satelliittipaikannus syntyi alun perin Yhdysvalloissa 1970-luvulla aloitetun projektin eli GPS-järjestelmän (Global Positioning System) myötä. Nykyään mittaukset suoritetaan useiden maiden satelliitteihin perustuvaan GNSS-paikannusjärjestelmän avulla (Global Navigation Satellite System). Satelliittipaikannus on yleinen tapa suorittaa mittauksia ja paikannuksella voi määrittää sijaintia jopa alle senttimetrin tarkkuudella. Satelliitit mahdollistavat mittaamisen lähes kaikissa sääolosuhteissa ja tekniikka on suhteellisen edullista sekä helppokäyttöistä. (Laurila 2012, 279–282)

Satelliittipaikannus perustuu satelliittien lähettämien signaalien havaitsemiseen. Periaatteena mittauksessa on etäisyyden määrittäminen satelliittien ja paikantimen välillä. Paikantamiseen tarvitaan vähintään kolme satelliittia, mutta useampi signaali tarkentaa mittauksen tulosta. Satelliittipaikannuksessa käytetään kolmea perusmittaustapaa. Navigointi eli absoluuttinen paikannus on yleisimmin käytetty mittaustapa. Differentiaalista paikannusta käytetään esimerkiksi paikkatiedon keräämisessä sekä ammattimaisessa laiva- ja autoliikenteessä. Suhteellinen paikannus on tarkin mittaustapa ja sitä käytetään esimerkiksi kartoitusmittauksissa, geodesiassa ja koneohjauksessa. (Laurila 2012, 293–294)

JHS:n mukaan reaaliaikaisen kiintopistemittauksen yhteydessä satelliittipaikannuksessa on otettava huomioon muutamia seikkoja, jotta mittaukset ovat tar-

peeksi tarkkoja ja luotettavia. Mittauksissa paikantimen tulisi saada yhteys vähintään viiteen satelliittiin, mikäli käytössä on GPS sekä GLONASS kuuteen satelliittiin, mutta tarkkuuden ja luotettavuuden takia vähintään seitsemään satelliittiin. Jotta mittaustarkkuus paranisi, tulee laitteeseen tallennettujen koordinaattien olla useamman hetken keskiarvoon. Yleensä sijainti määritetään 5–30 havainnon perusteella yhden sekunnin päivitysvälillä. Satelliittigeometriaa kuvaava PDOP-arvo tulee olla alle viisi. (JHS 184.)

3 MITTAUSOHJEET

Yleistä mittausohjeista

3.1 Tämä mittausohje käsittelee rajan näyttöä, maastoon merkintää ja sijaintikatselusta. Ohjeissa on erikseen mainittu, mikäli jokin tietty toimitus vaatii lisätoimenpiteitä. Mittausohjeissa on hyödynnetty Helsingin kaupungilta saatuja ohjeistuksia ja kaupunkimittausosaston yleisiä käytäntöjä. Kaikki ohjeista löytyvät kuvat on otettu joko kuvankaappauksina tai valokuvina kaupunkimittausosaston käyttämiä laitteista ja ohjelmistoista.

Mittausohjeiden tarkoituksena on yhtenäistää eri mittauksen toteutusta ja ohjeistaa Helsingin kaupunkimittausosaston työntekijöitä, joilta löytyy jo yleistä tietämystä mittauksen suorittamisesta. Ohjetta voidaan käyttää myös uusien työntekijöiden perehdyttämisessä.

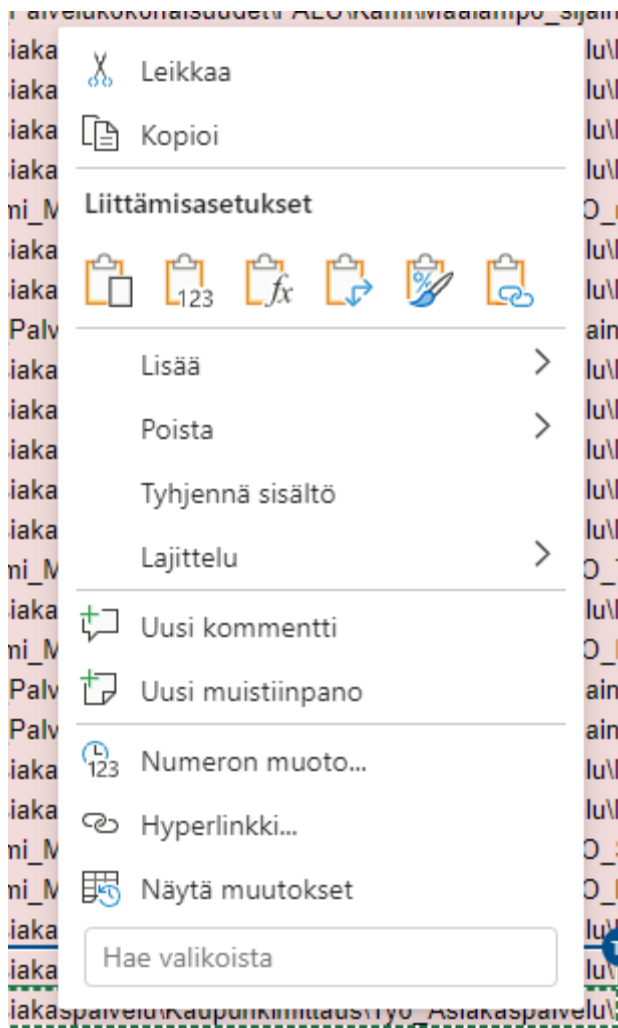
3.2 Mittauksen valmistelu tietokoneella

Aluksi avataan tietokoneelta mittauspiirin oma Excel-taulukko, josta tilatut työt löytyvät kuvion 3 mukaisesti listattuna.

2074	28-9-28	Helsinki1 hki local/kymp/Asiakaspalvelu/Kaupunkimittaus/Tyo_Asiakaspalvelu/Larin Kyöstin polku 2	SoSy	OPDUTTUU	31.3.2022
2078	31-137-2	Helsinki1 hki local/kymp/Asiakaspalvelu/Kaupunkimittaus/Tyo_Asiakaspalvelu/Meikankatu 3	Rajann		1.4.2022

Kuvio 3 Excel-taulukko tilatuista mittauksista.

Työn tulee olla etukäteen varattu mittauksen suorittajalle. Tästä on oma merkintänsä taulukon sarakkeessa. Mittauksen valmistelu aloitetaan valitsemalla taulukosta haluttu työ viemällä hiiri taulukon soluun. Tämän jälkeen painetaan hiiren oikeaa näppäintä ja käytetään "Kopioi"- työkalua.



Kuvio 4 "Kopioi"-työkalun valinta

Valittu työ liitetään tietokoneen alapalkissa olevaan hakemistoon hiiren oikealla painikkeella ja valitsemalla "Liitä". Tämän jälkeen painetaan näkyviin ilmestyvää työn kuvaketta ja avataan kansio.

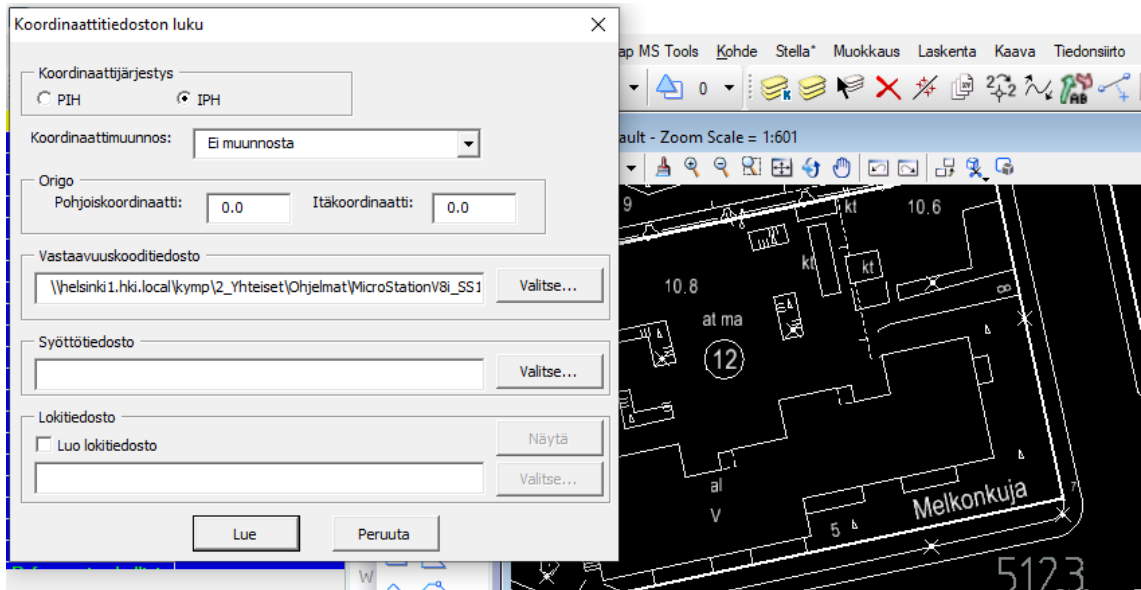
Gaupunkimittaus > Tyo_Asiakaspalvelu > Maastomittaus_Tilausarkisto > Tilaustyot > 31-137-2

Nimi	Muokkauspäivä	Tyyppi	Koko
91-31-137-2-M-L.pdf	31.3.2022 14:53	Adobe Acrobat D...	164 kt
31137r02.dgn	6.4.2022 8:04	Bentley MicroStati...	73 kt
Printit_maastoon.pdf	1.4.2022 9:38	Adobe Acrobat D...	440 kt
Raja_91-31-137-2.pdf	31.3.2022 14:41	Adobe Acrobat D...	1 441 kt

Kuvio 5 Työn oma kansio.

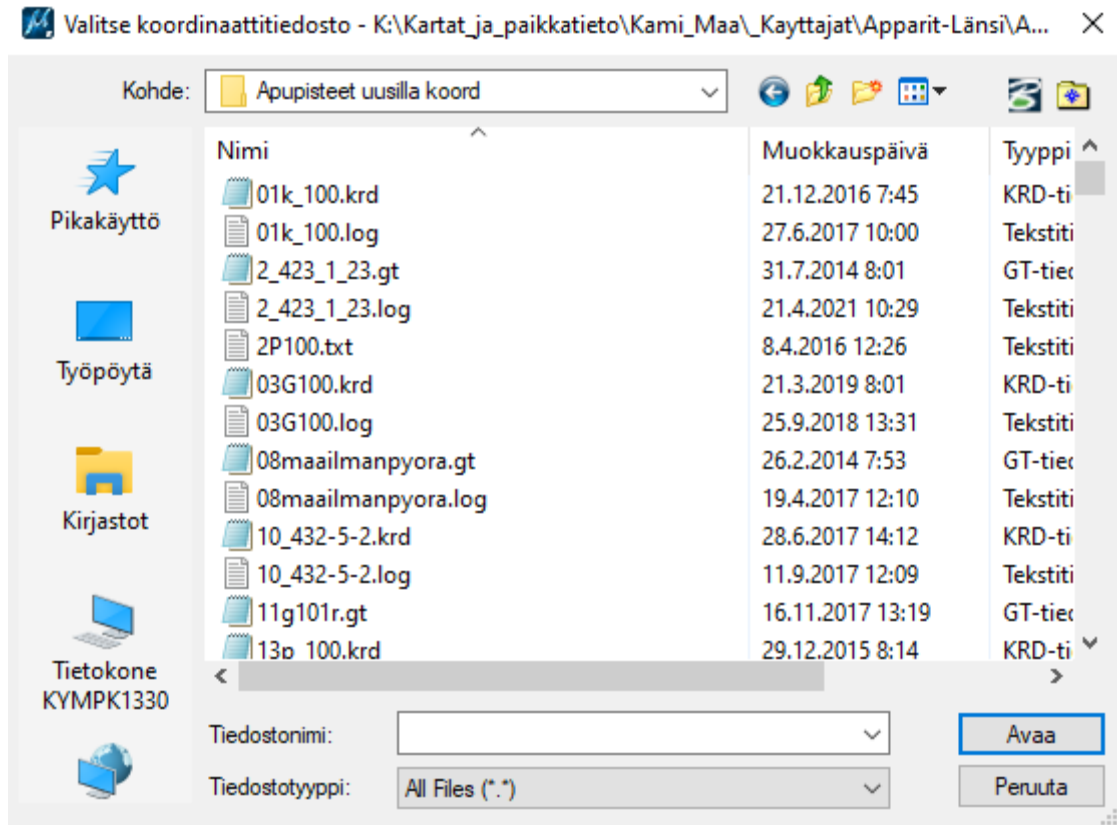
Tässä esimerkissä käytetään 31137rn02.dgn-tiedostoa, joka näkyy kuviossa 5 esitetystä työn kansiossa. Työ valitaan raahaamalla se alapalkissa näkyvän

Bentley MicroStation -kuvakkeen päälle tai painamalla tiedostoa kahdesti hiiren vasemmalla painikkeella. Työ aukeaa näkyviin kuvion 6 mukaisesti.



Kuvio 6 Koordinaattitiedoston lukeminen.

Kun ohjelma on avannut tiedoston, etsitään tarvittavat apupisteet apupistekansiosta ja maastoon merkintää varten korkeuskiintopisteet. Sijaintikatselmuksessa työn avautuessa tulisi näkyä maastoon merkinnässä käytetyt apupisteet.

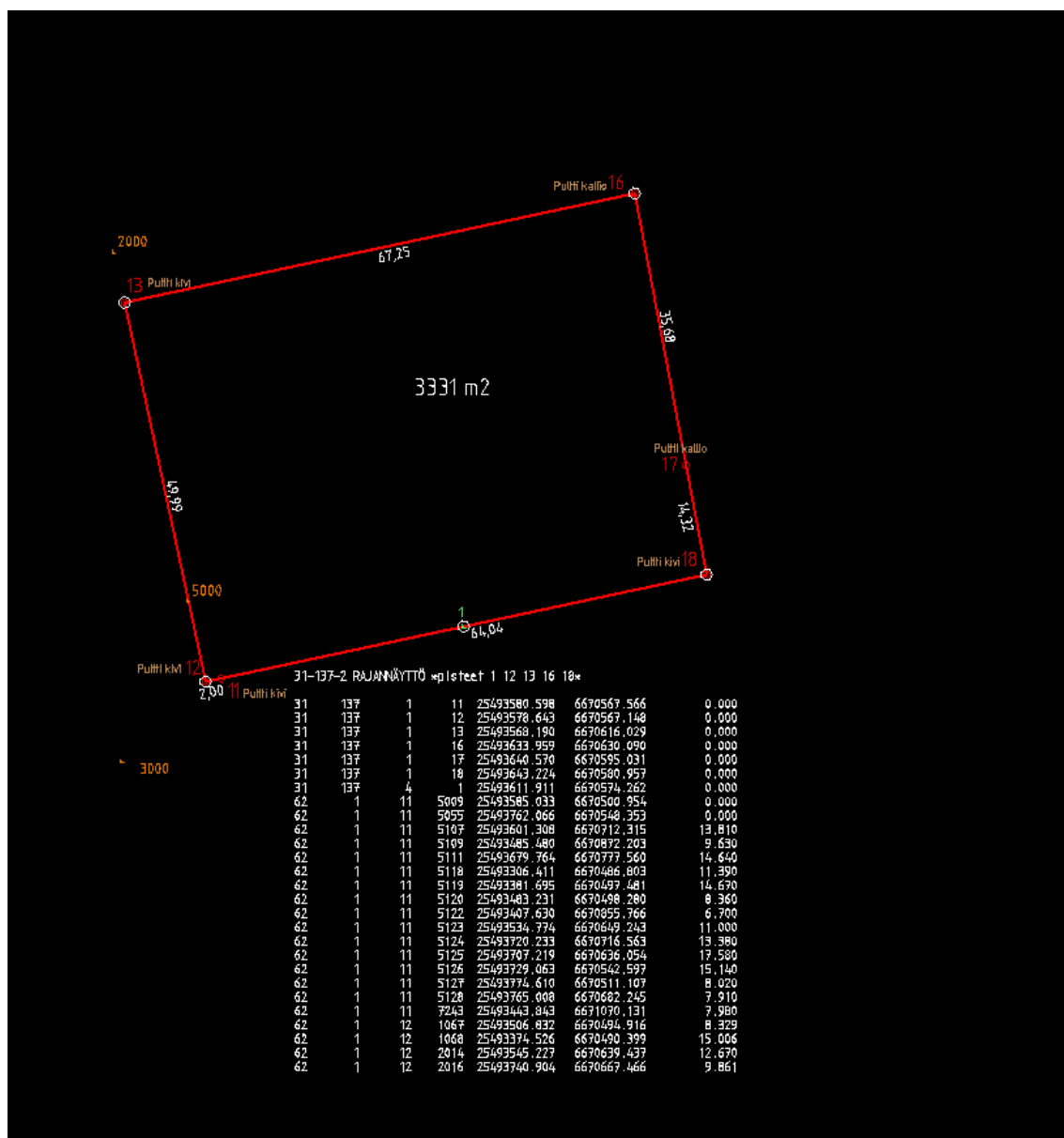


Kuvio 7 Apupistekansio.

Kuviossa 7 näkyy esimerkki apupistekansiosta, josta etsitään apupisteitä esimerkiksi suoritettavan työn lähellä tehdyistä aiemmista mittauksista. Hakuun kirjoitetaan 31, joka tulee kaupunginosasta ja 13, joka tulee korttelin numeron alkuosasta. Kansiota valitaan sopiva tiedosto ja painetaan “Avaa”.

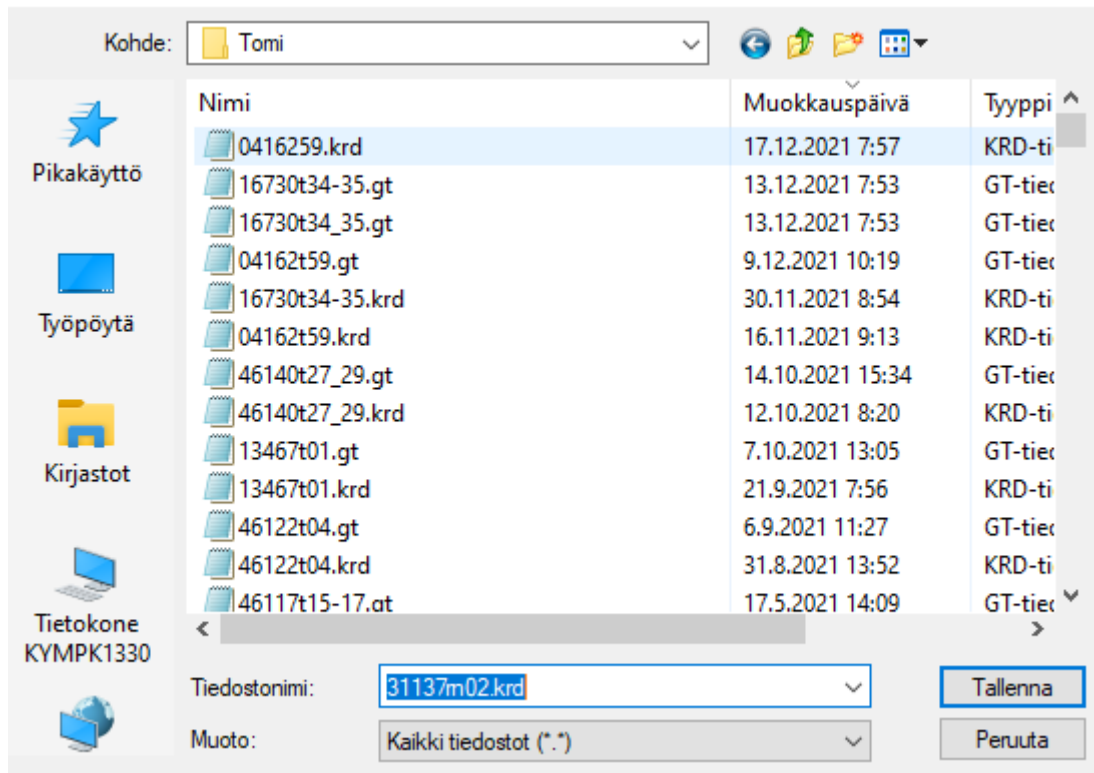
Kuvio 8 Koordinaattitiedoston kirjoittaminen.

Apupisteiden koordinaatit kirjoitetaan alkuperäiseen tiedostoon. Pisteiden valintaan vaihdetaan “Koko tiedosto”. Koordinaattijärjestys on IPH ja kirjoitusmuoto on GT. Valitaan “Vain pisteet (tunnukselliset)” ja “Järjestä” laittamalla pukit valintaruutuihin. Origin Pohjoiskoordinaatti ja Itäkoordinaatti ovat 0.0. Tulostustiedostoksi tulee valita “Uusi tiedosto”. Tämän jälkeen valitaan “Kirjoita”.



Kuvio 9 Valmis tiedosto, jossa näkyvät apupisteet.

Valmis kuva ja koordinaattilistaus tulee näytölle kuviossa 9 näkyvässä muodossa. Kuva ja koordinaattilistaus sisältävät uudet apupisteet sekä rajamerkkien laadun.



Kuvio 10 Tiedoston tallentaminen haluttuun kansioon.

Tiedosto tallennetaan haluttuun kansioon. Uusi tiedosto nimetään työn mukaisesti 31137rn02.krd. Tiedoston nimessä käytettävä 31 tulee kaupunginosan numerosta, 137 on korttelin numero, rn tarkoittaa rajan näyttöä ja 02 on tontin numero.



Kuvio 11 Tiedosto halutussa kansiossa.

Kun tiedosto löytyy halutusta kansiossa, kopioidaan se myös muistitikulle. Tiedosto siirretään maastotallentimelle muistitikun avulla. Kopiointi tapahtuu painamalla tiedoston päällä hiiren oikeaa näppäintä ja valitaan "Kopioi". Seuraavaksi avataan kuvion 12 mukaisesti E-asema, painetaan hiiren oikeaa näppäintä ja valitaan "Liitä". Tämän jälkeen muistitikku poistetaan tietokoneesta.

▼ Laitteet ja asemat (2)



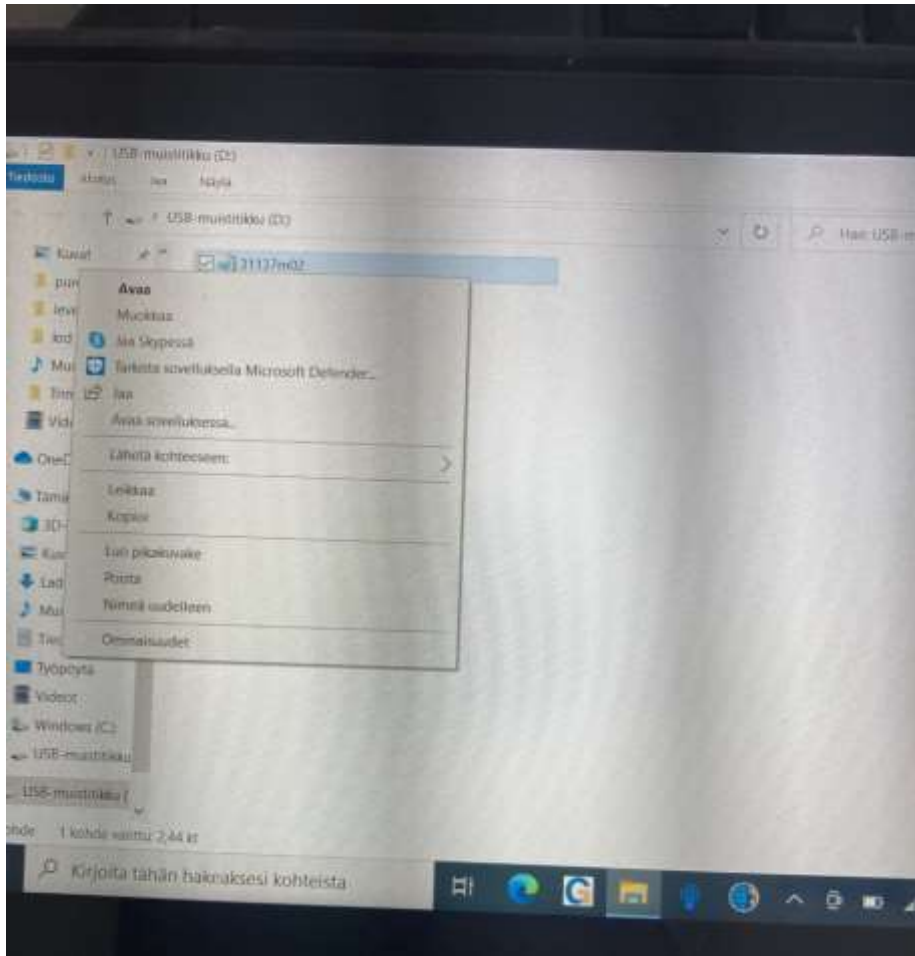
▼ Verkkosäiännit (5)

Kuvio 12 E-aseman kuvake.

Mittausten käsittely maastotallentimella

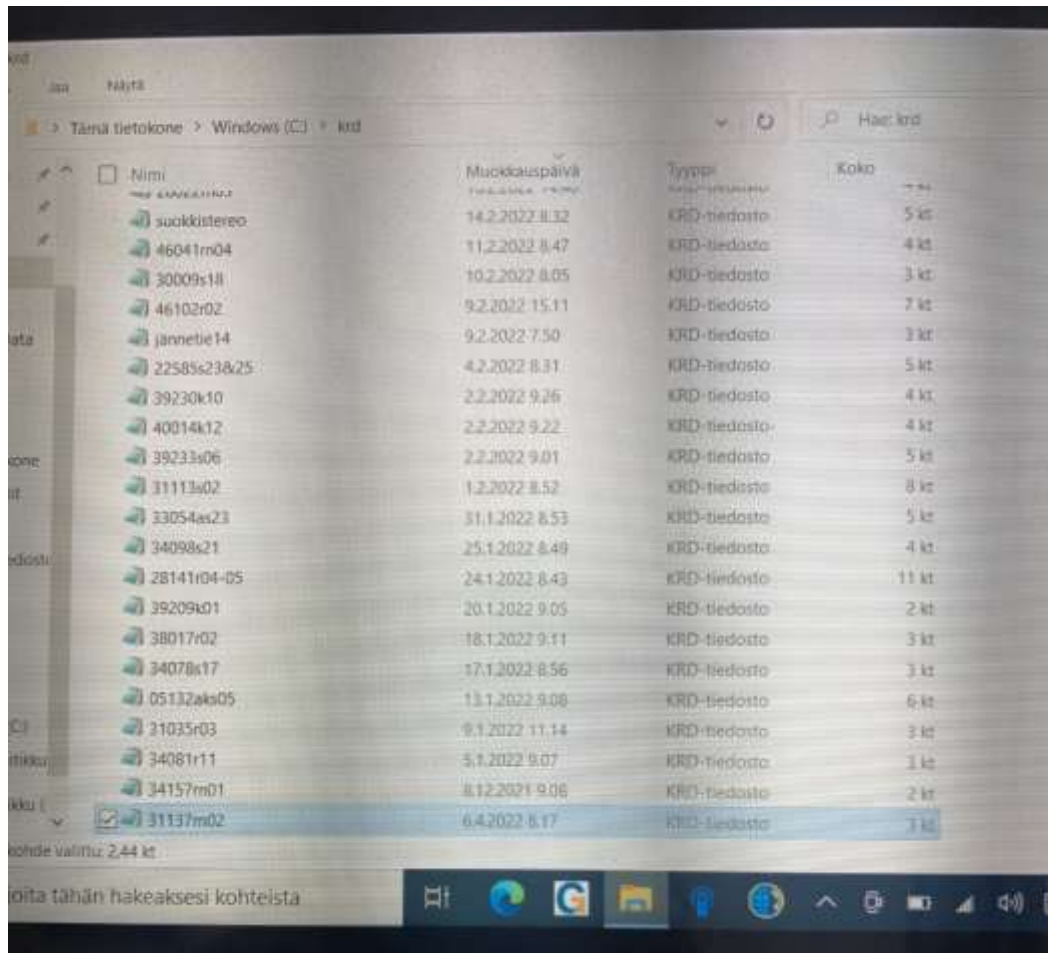
3.3

Aluksi liitetään muistitikku maastotallentimeen. Kun muistitikku on liitetty, käynnistetään maastotallennin ja avataan sen resurssienhallinta. Resurssienhallinnasta etsitään muistitikun kuvake. Muistitikulta valitaan maastotallentimelle ladattu tiedosto, joka tässä esimerkissä oli nimetty 31137rn02, painamalla sitä näyttökynällä pitkään ja valitaan "Kopioi".



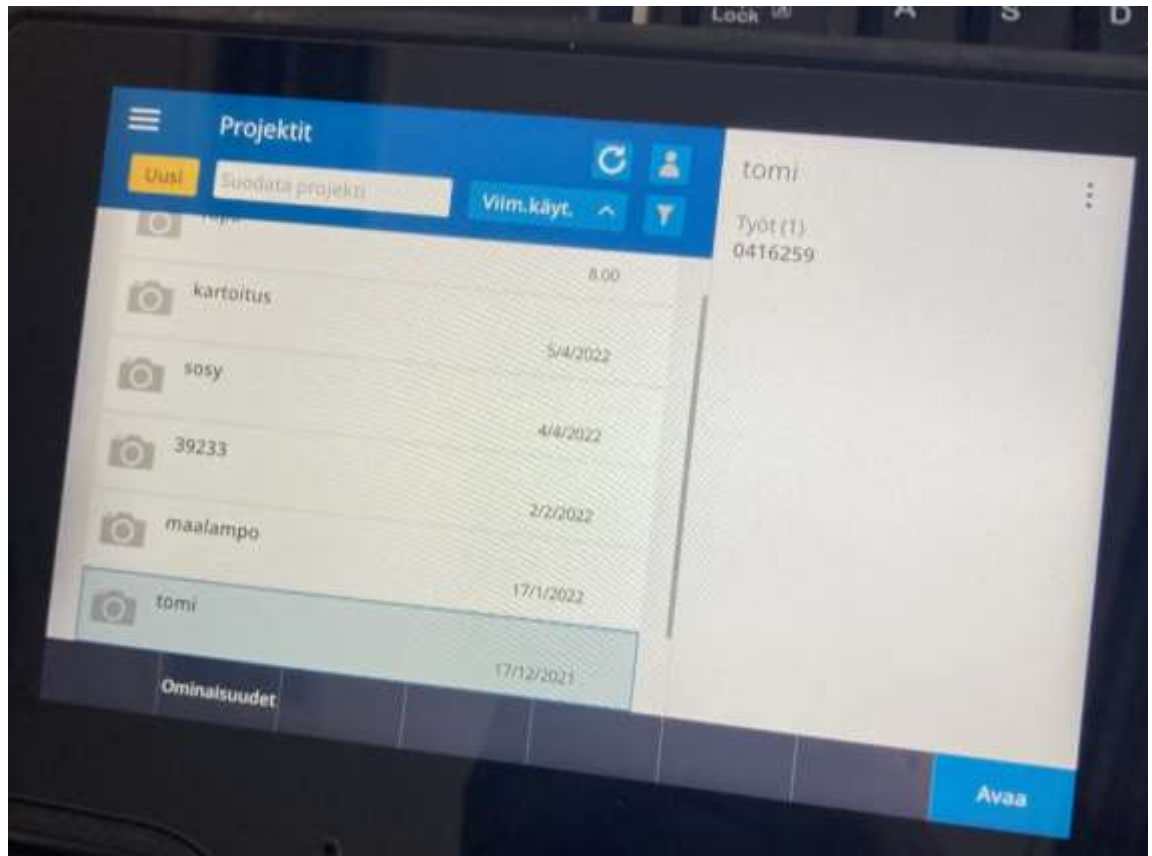
Kuvio 13 Tiedoston 31137rn02 siirtäminen maastotallentimella.

Kopioitu tiedosto siirretään maastotallentimen C-asemalle koordinaatit-kansioon (krd). Tiedosto liitetään avaamalla tallentimen C-asemalta krd-kansio, painamalla näyttökynällä pitkään ja valitaan "Liitä".



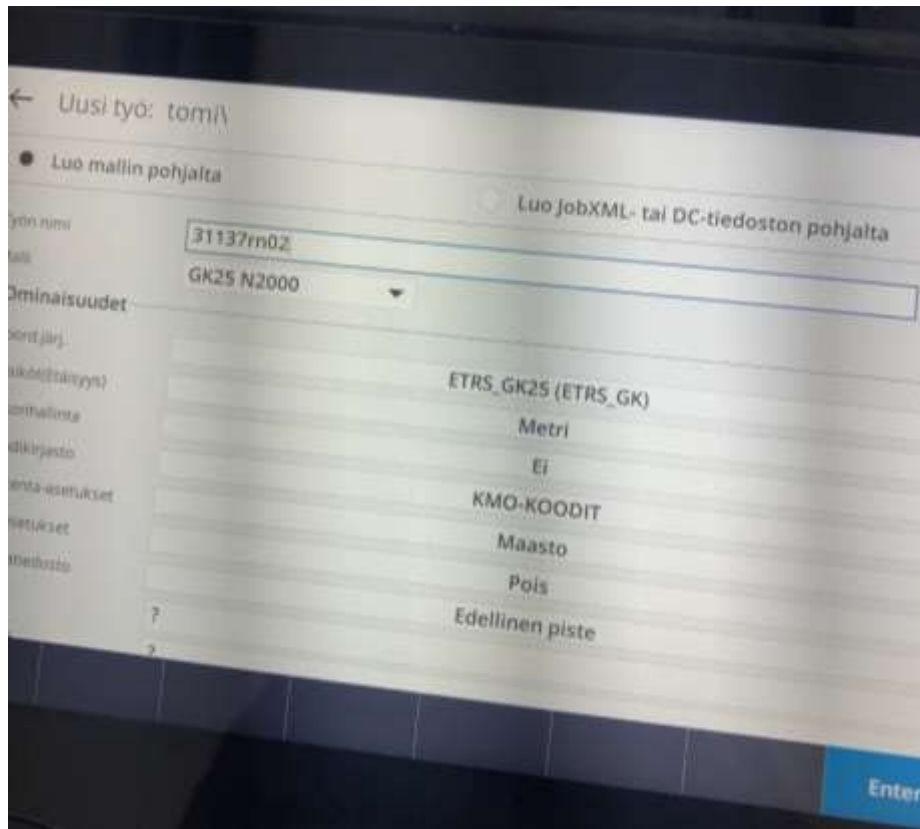
Kuvio 14 Tiedosto C-aseamalla krd-kansiossa.

Kun koordinaatit on siirretty oikeaan kansioon, avataan Trimble Access maasto-ohjelmisto. Mittaukselle luodaan uusi työ valitsemalla "Projektit" ja painetaan kohdtaa "Uusi".



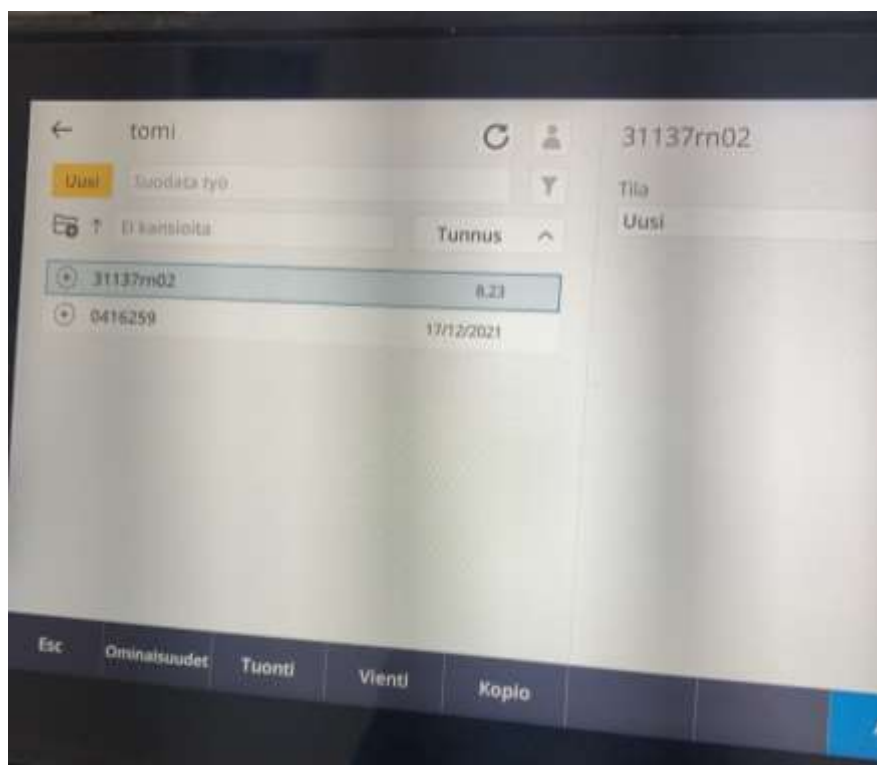
Kuvio 15 Trimble Access:n Projektien näkymä.

Uusi työ nimetään valmiin tiedoston mukaisesti, joka tässä esimerkissä oli 31137rn02. Työstä tulee tarkistaa se, että parametrit ovat oikein asetettu. Koordinaattijärjestelmäksi tulee olla asetettu ETRS_GK25 (ETRS_GK). Seuraavaksi asetetaan Yksiköt (etäisyys) ja valitaan mittayksiköksi Metri. Tasonhallinta kenttään valitaan arvoksi Ei. Koodikirjastosta valitaan asetukseksi KMO-koodit. Las-kenta-asetukseksi valitaan Maasto ja lisäasetukset asetetaan Pois. Mediatiedostoksi valitaan Edellinen piste. (Trimble 2018.)

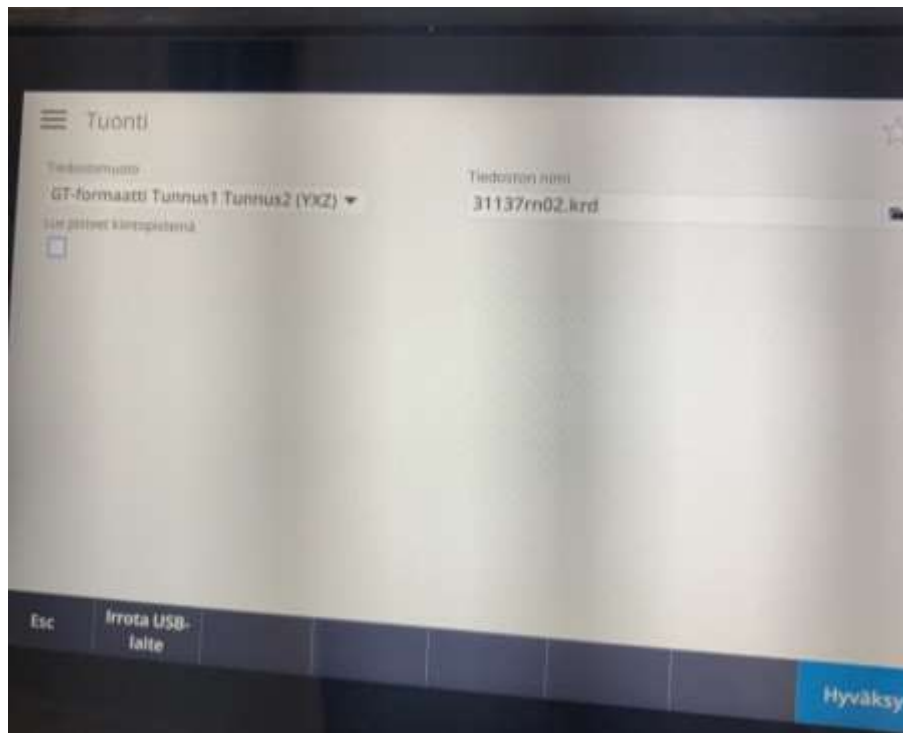


Kuvio 16 Uuden työn oikeat parametrit.

Työhön tuodaan aiemmin tallennettu koordinaattitiedosto 31137m02.krd.



Kuvio 17 31137m02 tiedoston tuominen työhön.



Kuvio 18 Tiedostomuodon valitseminen.

Koordinaatit luetaan työhön GT-formaatissa, joka valitaan tiedostomuodoksi kuvion 18 mukaisesti. Näiden työvaiheiden jälkeen tiedosto on valmis mittaukseen.



Kuvio 19 Mittausvalmis projekti, johon on lisätty taustakartta.

3.4 Palvelumittaukset

3.4.1 Rajan näyttö

Rajan näyttö on epävirallinen rajankäyntitoimitus, joka tilataan esimerkiksi kun jompikumpi vierekkäisistä kiinteistöistä haluaa rakentaa aidan tai muun pienen rakennelman kiinteistöjen rajan tuntumaan. Rajan näyttö eroaa tontin mittauksesta siten, ettei rajan näytössä rakenneta uusia pyykkejä, vaan rajamerkiksi riittää puupaalu tai naula asfalttiin. Esimerkki rajamerkistä näkyy kuviossa 20. Uudet rajamerkit tulee merkitä selkeästi spraymaalilla, jotta toimituksen tilaaja löytää sen helposti. (Helsingin kaupunki 2022d; Tampereen Kaupunki 2022.)



Kuvio 20 Esimerkki rajamerkistä.

Toimitukseen kuuluu normaalisti neljä pistettä, mutta tilauksesta riippuen niitä voi olla myös enemmän. Mittaukset suoritetaan takymetrillä runkopisteverkkoa, alueelta löytyvien vanhojen apupisteiden tai viimeisenä vaihtoehtona satelliittipainantimella tehtyjä apupisteitä hyödyntäen. (Helsingin kaupunki 2022d; Helsingin kaupunki 2022e; Maanmittauslaitos 2011.)

MML:n ohjeistuksissa mittauksen tarkkuuksista todetaan, että uusi rajamerkki tulee mitata tarkasti kohdalleen. Mikäli toimitukseen kuuluu vanhoja rajamerkkejä, niille sallitaan RSK-luvultaan 0.01–0.05m virhe putki- ja betonipyykeissä. Muissa hyvin identifioitavissa rajamerkeissä sallitaan alle 0.1m virhe. (MML 2011.)

Rajankäynti on kiinteistön määritystoimitus, jossa selvitetään kiinteistön rajojen sijainti maastossa (MML 2020). Toimenpiteestä tehdään myös merkintä kiinteistörekisteriin. Rajankäyntiä voi hakea kiinteistön omistaja tai osaomistaja, vuokraoikeuden haltija, kunta tai henkilö, jonka oikeutta rajankäynti välittömästi koskee. Rajankäynti on tarpeen esimerkiksi silloin kun rajamerkit ovat kadonneet tai rajan

paikka on muuten epäselvä (KML 101§). Asemakaava-alueella rajankäynnit tekee kunta. Muualla rajankäynneistä vastaa Maanmittauslaitos.

KML toteaa rajankäynnin hakemisesta seuraavasti: ”Kiinteistönmääritys tehdään rekisteriyksikön omistajan, osaomistajan tai muun sellaisen henkilön hakemuksesta, jonka oikeutta kiinteistönmääritys välittömästi koskee” ja ”Kaavan laatimista tai toteuttamista varten tarpeellinen kiinteistönmääritys tehdään kunnan hakemuksesta. Rajankäynti, jonka tarkoituksena on rajamerkin rakentaminen, siirtäminen tai korjaaminen, tehdään myös sellaisen viranomaisen, yhteisön tai muun henkilön hakemuksesta, jonka toimenpiteen vuoksi rajankäynti on tullut tarpeelliseksi” (KML, 103§).

3.4.2 Maastoon merkintä

Rakennuksen maastoon merkintä suoritetaan sen jälkeen kun asiakas on saanut rakennusluvan ja hän tilaa toimituksen. Maastoon merkintään sisältyy uuden rakennuksen nurkkapisteiden mittaus. Maastoon merkinnässä tehdään myös korkeusaseman määrittäminen eli kahden korkomerkin merkintä. (Helsinki 2022d.)

Maastoon merkinnässä rakennuksen nurkkapisteet merkitään puupaaluilla ja naulalla. Pisteiden osuessa suureen kiveen tai kallioon voidaan merkinä käyttää myös liidulla piirrettyä ristiä. Suurilla rakennustyömailla merkintä tehdään välillä tilaajan toiveesta tähystarroilla, sillä puupaalut voivat siirtyä. Mittaukset suoritetaan takymetrillä runkopisteverkkoa, alueelta löytyvien vanhojen apupisteiden tai viimeisenä vaihtoehtona satelliittipaikantimella tehtyjä apupisteitä hyödyntäen. (Keravan kaupunki 2022; Maanmittauslaitos 2011.)

Korkomerkit mitataan Trimblen Level ME -lisäosan avulla. Korkeuden määrittäminen tapahtuu tunnetulta korkopisteeltä toiselle tunnetulle korkopisteelle kuin vaaitus. Mikäli korkopisteitä ei pystytä tai ole järkevää käyttää, voidaan myös hyödyntää runkopisteitä tai vanhoja korkomerkkejä, joiden korkeus tunnetaan. Korkomerkit tulee merkitä näkyvästi joko puisina korkolappuina tontille jäävään puuhun kiinni-

tettynä, lyhtypylvääseen kestäväällä tussilla tai vaihtoehtoisesti antamalla tähystarroille myös Z-koordinaatti. Mikäli luetun jonon pituus on alle 500 metriä, tulisi sulkuvirheen olla enintään 7mm. (JHS 185.)



Kuvio 21 Esimerkki korkomerkistä.

3.4.3 Sijaintikatselmus

MRL käsittelee viranomaisten katselmuksia seuraavasti: ”Rakennusvalvontaviranomainen voi rakentamista koskevassa luvassa määrätä pohjakatselmuksen, sijaintikatselmuksen, rakennekatselmuksen sekä lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtolaitteiden katselmuksen toimittamisesta, jos se on tarpeen rakennustyön valvomiseksi” (MRL 150§).

Sijaintikatselmus suoritetaan heti rakennusten perustusten valmistuttua asiakkaan tilauksesta. Toimituksessa selvitetään onko rakentaminen tapahtunut rakennusluvan mukaisesti. Rakentaminen voi jatkua vasta, kun sijaintikatselmuksessa todetaan, että rakennus on vahvistettujen piirustusten mukainen. (Espoon kaupunki 2022.)

Sijaintikatselmuksessa mitataan rakennuksen kulmat niiltä osin kun ne ovat mitattavissa sokkelista, valmiilta- tai raakapinnalta. Rakennuksen kulmien lisäksi on

selvitettävä korkeusaseman oikeellisuus. Korkeusasema voidaan määrittää esimerkiksi sokkelista, ontelolaatasta tai valmiista lattiasta riippuen rakennustöiden vaiheesta. Sijaintikatselmus suoritetaan takymetrimittauksella. Takymetri tulee orientoida samoista lähtöpisteistä kuin rakennuksen maastoon merkintä on tehty, mikäli se on mahdollista. Kuvioissa 21 ja 22 on esitetty esimerkkejä sijaintikatselmusten kohteista.



Kuvio 21 Esimerkki 1 sijaintikatselmuksen kohteesta.



Kuvio 22 Esimerkki 2 sijaintikatselmuksen kohteesta.

4 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda yhtenäiset mittausohjeet Helsingin kaupunkimittausosaston käyttöön. Opinnäytetyön toteuttamista helpotti huomattavasti aiempi työskentelyni usean eri mittaryhmän kanssa. Työskennellessäni on ollut mahdollista seurata erilaisia työtapoja maastomittausten toteutuksesta ja näiden havaintojen pohjalta pystyttiin valitsemaan tarvittava dokumentaatio opinnäytetyön tietoperustan luomiseksi sekä haastateltavien henkilöiden valitsemiseksi. Opinnäytetyön tuloksena syntyi selkeä mittausohje yhtenevillä perusteilla mittaryhmien käyttöön ja ohjetta voi hyödyntää myös uusien työntekijöiden perehdyttämisessä.

Mittausohjeen laatimiseksi tarvittavan tietoperustan läpikäyminen oli erittäin hyödyllistä ja vahvisti omaa osaamistani mittauslaitteiden sekä -tapojen toimintaperiaatteista. Työskentely Helsingin kaupungilla on myös ollut loistava keino perehtyä syvemmin kunnan työtehtäviin maankäytön ja mittauspalveluiden osalta. Opinnäytetyö on prosessina myös opettanut ajankäytön suunnittelua, sillä aikatauluni oli kiireinen.

Toteutetut haastattelut täydensivät tietoperustaa Helsingin kaupungin käytänteiden sekä käytettävien laitteistojen ja ohjelmistojen osalta. Merkittävin hyöty haastatteluista oli kuitenkin varsinaisen mittausohjeen laadinnassa. Haastatteluilla täydennettiin ohjeen sisältöä etenkin ohjelmistoihin liittyvissä yksityiskohdissa.

Maastotöissä huomasin kuinka erilaisia toimintatapoja eri mittaryhmillä on suorittaa mittauksia. Monesti mittaustöissä meni hetki totutella ja sopeutua uuden ryhmän toimintatapoihin, eikä työskentely ollut saumatonta. Helsingin kaupungilla mittausryhmät olivat minun työaikani vakiintuneet, ja minä toimin eräänlaisena lomittajana mikäli poissaoloja ilmeni. Kaupunkimittausosastolla kaikki ryhmät tekevät erilaisia palvelumittauksia eikä kukaan ole sidottu tiettyihin toimituksiin, joten siltä osin ongelmia ei ilmennyt ryhmien henkilöstön vaihtuessa.

Opinnäytetyön tulosten luotettavuuden arvioinnissa on tärkeää, että tutkimuksen tarkoitus ja tutkittava kohde on kuvattu riittävän tarkasti ja selkeästi. Opinnäytetyön tavoite oli määritetty selkeästi ja kohdekin on selkeä. Keskeisimpinä lähteinä on käytetty vallitsevaa lainsäädäntöä, alan oppikirjallisuutta sekä Helsingin kaupungin aineistoja ja haastatteluja. Opinnäytetyön lopputuloksen kannalta voidaan todeta, että käytetyt lähteet ovat olleet relevantit. Käytettyihin lähteisiin on myös viitattu aukottomasti, joten tuloksia voidaan arvioida tarvittaessa niiden avulla.

Opinnäytetyön laatimisen aikana heräsi muutamia ideoita jatkotutkimuksen aiheiksi. Tutkimuksena voisi tehdä harvinaisempia toimituksia koskevan ohjeen, mittaustulosten purkamiseen liittyvää ohjeistusta tai perehtyä vielä syvällisemmin mittausten toteutusvaiheeseen maastossa. Osittain aikataulullisista syistä ja välimatkan takia esimerkiksi mittausten purkamista ei käsitelty.

LÄHTEET

Bentley Systems 2022. Viitattu 8.4.2022. <https://www.bentley.com/en/products/brands/microstation>.

Espoon kaupunki 2022. Sijaintikatselmus. Viitattu 22.4.2022. <https://www.es-poo.fi/fi/palvelut/sijaintikatselmus>.

Geotrim 2022. Viitattu 8.4.2022. <https://geotrim.fi/tuotteet/maastotietokoneet/trimble-tsc7-maastotietokone/>.

Helsingin karttapalvelu 2022. Asemakaava. Viitattu 7.4.2022. <https://kartta.hel.fi/>

Helsingin kaupunki 2022a. Organisaatio ja toimialan esittely. Viitattu 26.3.2022. <https://www.hel.fi/kaupunkiymparisto/fi/organisaatio-toimialan-esittely/>.

Helsingin kaupunki 2022b. Kaavoituksen tasot. Viitattu 4.4.2022. <https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/kaavoitus/kaavoituksen-tasot/>.

Helsingin kaupunki 2022c. Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät. Viitattu 9.4.2022. https://www.hel.fi/helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/kartat-ja-paikkatieto/paikkatiedot+ja+-aineistot/koordinaatistot_ja+_korkeudet/koordinaatti_ja_korkeusjarjestelmat.

Helsingin kaupunki 2022d. Palvelut aakkosittain. Viitattu 15.4.2022. <https://www.hel.fi/kaupunkiymparisto/fi/palvelut/palvelukuvaus?id=3325>.

Helsingin kaupunki 2022e. Hinnasto 2022. Viitattu 15.4. 2022_Hinnasto_Kami_Helsingin_kaupunki.pdf.

Julkisen hallinnon suositukset 2012. JHS 184. Kiintopistemittaus EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmässä. Viitattu 26.4.2022. <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.suomidigi.fi%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F2020-07%2FJHS184.doc&wdOrigin=BROWSELINK>.

Julkisen hallinnon suositukset 2014. JHS 185 Asemakaavan pohjakartan laatiminen. Viitattu 27.4.2022. https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.suomidigi.fi%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2F2020-07%2FJHS185_liite5.doc&wdOrigin=BROWSELINK.

Jyväskylän ammattikorkeakoulu 2022. Opinnäytetyön ohjaajan käsikirja. Viitattu 9.4.2022. <https://oppimateriaalit.jamk.fi/yamk-kasikirja/kirjallisuuskatsaukset/>.

Kallinen, Timo & Kinnunen, Taina. Etnografia. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietarkisto. Viitattu 8.4.2022. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/>.

Keravan kaupunki 2022. Paikan merkitseminen. Viitattu 24.4.2022.
<https://www.kerava.fi/palvelut/rakentaminen-ja-tontit/katselmukset/paikan-merkitseminen>

Kiinteistönmuodostamislaki 12.4.1995/554.

Kytölä, M. Takymetriaryhmän seurantakalibrointi. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan Insinööri (AMK). Opinnäytetyö. Viitattu 10.4.2022.
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9577/Kyt%C3%83%C2%B6I%C3%83%3F.Markus.pdf?sequence=2>.

Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Rovaniemi. Rovaniemen ammattikorkeakoulu. E-kirja. Viitattu 9.4.2022. <http://www.ramk.fi/loader.aspx?id=7fe99c68-3849-4fa8-a563-9327cf51ea79>.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.

Maanmittauslaitos 2011. Määräys mittauksen tarkkuudesta ja rajamerkeistä. Viitattu 22.4.2022. https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/old/Maarays_mittaus_rajamerkit_21_4_2011.pdf.

Maanmittauslaitos 2020. Rajankäynti. Viitattu 22.4.2022. <https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2020/09/rajankaynti.pdf>.

Siikonen, S. Helsingin kaupunki. Tiimipäällikön haastattelu 28.4.2022.

Tampereen kaupunki 2022. Kiinteistönmääritys. Viitattu 22.4.2022.
<https://www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/rakentaminen/kiinteistonmuodostus-ja-mittauspalvelut/kiinteistonmuodostus/kiinteistonmaaritys.html>.

Trimble 2018. Trimble Access opas projekteihin ja töihin. Viitattu 21.4.2022.
https://help.trimblegeospatial.com/TrimbleAccess/2018.10/fi/PDFs/TA_Projects_and_Jobs.pdf.