

# JOKIOISTEN KUNNAN PUIDEN INVENTOINTIKARTOITUS



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Rakennettu ympäristö, Lepaan kampus

Kevät 2021

Miika Kareinen

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä tutkittiin ja kerrottiin satelliittipaikannuksesta, sekä paikkatietojärjestelmistä ja omaisuudenhallinnasta viheralueiden hoidon näkökulmasta. Työssä selvitettiin myös Jokioisten kunnan viheralueiden hoidon näkökulmasta, luoda ja käyttää paikkatietojärjestelmiä käyttämällä nykyisiä käytössä olevia resursseja, sekä mahdollisuuksia ottaa myöhemmässä vaiheessa käyttöön omaisuudenhallintajärjestelmä.

Yhtenä tärkeänä osana työssä selvitettiin käytettävissä olevia ohjelmistoja ja laitteita, joilla voi luoda Jokioisten kunnan alueella oleville puille inventointikartoituksen ja luoda selkeät sijaintitiedot kartalle kunnan alueella olevista hoidettavista puista. Myöhemmin saman teknologian hyötyjä voisi laajentaa ja lisätä muita viheralueiden kohteita inventointikartoitukseen. Kartoituksen ja työn tavoitteena on luoda ohje, millä tavoin olisi mahdollista toteuttaa nykyisin käytössä olevin resurssein omaisuudenhallintaa ja miten niitä jatkossa voitaisiin hyödyntää entistä paremmin, osana viheralueiden hallintaa.

Tutkimuksessa selvitettiin myös Jokioisten kunnan mahdollisuuksista käyttää yhdessä Forssan kaupungin kanssa yhteistä paikkatieto-ohjelmistoa tai vaihtoehtoisesti ottaa käyttöön oma paikkatietojärjestelmä ja sen mahdollisesti tuomasta hyödystä Jokioisten kunnalle. Nykyisen menetelmän tuloksena on selvästi huomattavissa, että tarvetta olisi omalle paikkatietojärjestelmälle, joka toisi erilaisia hyötyjä viheralueiden hallintaan.

Avainsanat Paikkatietojärjestelmä, omaisuudenhallinta, satelliittipaikannus

---

Author      Miika Kareinen

Year 2021

Subject      Inventory survey of trees in Jokioinen municipality

Supervisor    Hannu Äystö

---

ABSTRACT

The thesis researched and was told about satellite positioning, as well as spatial information systems and asset management from the perspective of street and green area management. In the thesis was also investigated from the perspective of Jokioinen municipality's green areas management, the possibilities to create and use spatial information systems using the currently available resources and equipment, and the possibility of introducing an asset management system at later stage.

One important part of the work was investigate the methods that could be used to create inventory survey of the trees, by creating clear location informatio's for the trees. At a later stage, the benefits of the same technology could be extended to include other green area items for inventory surveys. The aim of the survey is to create a guide on how it would be possible to implement property management with the resources currently in use and how they could be better utilized in the future, as part of green space management.

The study also found out about the possibilities of municipality of Jokioinen to use shared spatial data software together with the city of Forssa or alternatively to introduce its own spatial information system and the possible benefits it brings to the Jokioinen. As a result of the current method, it is clear that there could be a need for a spatial information system of its own, which would bring various benefits to the management of green spaces.

Keywords    GIS, infrastructure asset management, satellite positioning

Pages      30

## Sisälllys

1	Johdanto .....	1
2	Jokioisten kunnan viherpalvelut.....	2
3	Paikkatietojärjestelmät omaisuudenhallinnan apuna .....	2
3.1	Omaisuudenhallinta .....	3
3.2	Kuntien katu- ja viheromaisuudenhallinta.....	3
3.3	Mitä paikkatietojärjestelmällä eli GIS tarkoitetaan? .....	4
3.4	Paikkatiedon nykytilanne ja tulevaisuus .....	4
3.5	Paikkatietoaineistot sekä niiden tuottaminen.....	5
4	Satelliittimittaus .....	6
4.1	GPS-paikannusjärjestelmä .....	6
4.2	GNSS-mittaus .....	7
4.3	GNSS-mittalaite .....	8
4.4	Tarkkuus ja siihen vaikuttavat tekijät .....	9
5	Sijaintitietojen luominen Jokioisten kunnan hoidettavista puista .....	11
5.1	Tavoitteet ja aikataulu .....	12
5.2	Kartoitus koodeilla .....	12
5.3	Mittakoodi tiedoston luominen YTCAD-ohjelmaan.....	13
5.4	GNSS-laitteella mittaaminen.....	15
5.5	AutoCAD Map3D ja YTCAD-ohjelmistot.....	16
5.6	Pisteiden luonti kartalle .....	17
5.7	Muut käyttömahdollisuudet .....	22
6	Yhteistyö Forssan kaupungin kanssa .....	23
6.1	Infrastruktuurin hallinta .....	23
6.2	Vaihtoehto paikkatieto-ohjelmistoksi, Trimble Locus Cloud .....	24
7	Johtopäätökset .....	26
	Lähteet.....	29

## Kuvat ja taulukot

Kuva 1. GNSS-laitteen toiminta (Kuva: Insidegnss) .....	8
Kuva 2. Mittalaite, jolla suoritin puiden pistetietojen keräämisen (kuva: Miika Kareinen)	9
Kuva 3. GNSS-järjestelmät ja niiden eroavaisuudet .....	11
Kuva 4. Jokioisten kunnan puiden kartoituksen lajikoodit.....	13
Kuva 5. Luomani mittakoodi tiedosto YTCAD ohjelmaan.....	14
Kuva 6. Valmis GNSS-laitteelta haettu mittatiedosto, josta näkee lajikoodin, pisteen numeron, pisteen koordinaatit, sekä korkeustiedon .....	17
Kuva 7. Tässä valitaan taso, johon haluttu mittatieto halutaan. Käytetyt tasot, johon mittatiedot tulivat, oli MIT_LEHTIPUU ja MIT_HAVUPUU .....	18
Kuva 8. GT-tiedoston haku valikosta .....	19
Kuva 9. GT-mittatiedoston hakeminen YTCAD:istä.....	19
Kuva 10. GT-tiedoston haku .....	19
Kuva 11. Valmiit pisteet kartalla, vaaleanvihreät lehtipuita ja tummanvihreät merkattu havupuiksi.....	20
Kuva 12. Yhteenvedona prosessikaavio työn vaiheista .....	21
Kuva 13. Trimble Locus Cloud viheralueiden hallinta paikkatietojärjestelmän keskeisimmät hyödyt (Kuva: Trimble) .....	25

## KÄYTETY MERKIT JA LYHENTEET

BEIDOU	Kiinan omistuksessa oleva satelliittipaikannusjärjestelmä
DWG	Cad-tiedostoformaatti
GALILEO	Euroopan unionin rakentama satelliittipaikannusjärjestelmä
GIS	Geographic information system (suom. paikkatietojärjestelmä)
GLONASS	Globalnaja navigatsionnaja sputnikovaja sistema (Venäläinen satelliittipaikannusjärjestelmä)
GNSS	Global Navigation Satellite System. Maapallolla satelliitteihin perustuva paikannusjärjestelmä
GPS	Global Positioning System (Yhdysvaltalainen satelliittipaikannusjärjestelmä)
GT	Rivimuotoinen tiedostoformaatti
Trimble-ohjelmistot	Kansainvälinen paikkatietoteknologiaan keskittynyt yritys
YTCAD	AutoCAD Map 3D -ohjelman päällä toimiva suomalaisen SWECON kehittäämä lisäosa

## 1 Johdanto

Työni tilaajana toimii Jokioisten kunta ja sen tekninen osasto, joka vastaa kunnan puistojen ja viheralueiden hoidosta, rakentamisesta, sekä suunnittelusta. Tein opinnäytetyötäni samalla, kun olin Jokioisten kunnalla töissä.

Pohdimme tilaajan kanssa opinnäytetyölleni aihetta. Tavoitteena oli löytää aihe, joka olisi hyödyllinen ja ajankohtainen tilaajalle. Jokioisten kunnalla oli tarve saada inventoitua ja luotua paikkatiedot tieliikenne- ja puistoalueella sijaitseville puille ja miettiä mahdollisia menetelmiä tai ohjelmistoja työn tekemiseen, käyttäen nykyisin käytössä olevia resursseja, sekä miettiä mahdollisia tulevia vaihtoehtoja tämän aikaansaamiseksi.

Lopputuloksena päädyimme kunnan puutarhurin kanssa tekemään inventointikartoituksen GNSS-mittalaitteen kanssa, jolla mittasin jokaisen puun sijainnin ja sain laitteelta ulos pistemäistä tietoa puiden sijainnista. Laitteelta saatu pistemäinen tieto siirrettiin kartalle YTCAD-ohjelmaan, josta näkyy puiden tarkat sijainnit sekä mikä puulaji on kyseessä. Työn tekemiseen liittyi myös koodikirjaston tekeminen GNSS-laitteelle jokaisesta puusta. YTCAD:iin tein tiedoston, jolla saatiin laitteelta otettu tieto, niin että ohjelma osaa tulkita sitä. Kokonaisuudessaan aikaa meni ennen kuin pääsin aloittamaan laitteella pisteiden ottamista, aikaa kului siihen, kun opettelin käyttämään ohjelmistoja ja GNSS-laitetta sekä myös sen selvittelyyn, miten laitteelta saatu tieto saadaan toimimaan YTCAD:in kanssa.

Opinnäytetyön tavoitteeseen kuului myös pohtia mahdollisia tulevaisuudessa tehtäviä inventointikartoituksia ja miten ne voitaisiin tehdä, sekä luoda tilaajalle jokin parempi tapa tehdä kyseisiä toimenpiteitä. Työn tulokset auttavat tilaajaa suunnittelemaan puistojen ja viheralueiden kunnossapitoa ja muita töitä sekä miettimään tulevaa budjetointia. Työssä tarkastellaan voisiko Jokioisten kunta tulevaisuudessa tehdä yhteistyötä Forssan kaupungin kanssa, joka on tulevaisuudessa hankkimassa Trimble Locus Cloud -viherohjelmaa. Tarkasteluun kuuluu myös olisiko puut mahdollista saada yhteiseen paikkatietojärjestelmään, ottaen huomioon mahdolliset tulevat tarpeet paikkatietojärjestelmän näkökulmasta. Paikkatietojärjestelmään kerättyä materiaalia voidaan myös tulevaisuudessa käyttää mm. tausta-aineistona suunnitteluttamisessa, rakennuttamisessa sekä ylläpidon tarjouspyyntöjen liitteissä.

Viheromaisuuden ja ulkoalueiden hallinta on yksi tärkeä osa henkilön tai organisaation työssä, joka on vastuussa hallinnoitavista alueista. Kunnossapito, viheralueiden hoidon suunnittelu, sekä omaisuuden kunnan seuraaminen kuuluvat tähän hallintatyöhön. Erilaisten taustaselvitysten avulla viheromaisuuden hallitsija saa hyvän kokonaiskuvan hallittavasta viheromaisuudesta ja muista hänen valvonnassansa olevista ulkoalueista. Keskeisiä taustaselvityksiä ovat inventointikartoitukset, kunnossapitosuunnitelmat, sekä kuntoarvioinnit.

## **2 Jokioisten kunnan viherpalvelut**

Jokioinen on n. 5300 asukkaan kunta Lounais-Hämeessä, joka sijaitsee Helsingin, Tampereen ja Turun muodostaman kolmion keskellä. Kunta on perustettu vuonna 1873. Jokioisten kunnan naapureita ovat Forssan ja Someron kaupungit, sekä Humppilan, Tammelan ja Ypäjän kunnat. Luonnonympäristöltään Jokioinen on vähäjärvistä viljelymaata, ja näin Jokioisten kunnan alueesta noin puolet on peltoaluetta tai puistometsää. Jokioisten kunnan keskeisin vesistö on kunnan ja sen keskustaajaman halki virtaava Loimijoki. Muita pienempiä vesiä alueella ovat Loimijokeen pohjoisesta laskeva Jänhijoki ja siihen laskeva Rehtijärvi. Jokioisten kunnan alueella on ollut paljon historiallisia tapahtumia, ja täten alueelle on pystytetty mm. hoidettaville puistoalueille useita muistomerkkejä ja patsaita, jotka liittyvät kunnan historiaan.

Teknisen osaston viherpalveluiden tehtävänä Jokioisten kunnalla on järjestää ja hoitaa kuntalaisten perustarpeita viheralueiden osalta. Kunnan viherpalveluosasto suunnitelee, rakentaa ja kunnossapitää puistoja, viheralueita, leikkipuistoja, sekä myös kiinteistö ja tieliikenne- ja muita viheralueita. Viherpalveluiden hoitoalueeseen kuuluu myös muistomerkkien ja taajamametsäalueiden hoito. Päähoitoalueisiin kuuluu Jokioisten keskusta-alue, tieliikennealueet, sekä leikkipuistot. (Jokioisten kunta, 2021)

## **3 Paikkatietojärjestelmät omaisuudenhallinnan apuna**

Tässä luvussa kerrotaan yleisesti omaisuudenhallinnasta ja mitä sillä tarkoitetaan. Aiheessa paneudutaan vielä tarkemmin mitä kuntien katu- ja viheromaisuudenhallinta on ja mitä siihen kuuluu. Luvussa kerrotaan myös mitä kuntien viheromaisuudenhallinta on tänä päivänä ja miten



tulevaisuudessa tältä osin paikkatietojärjestelmät tulevat muuttumaan. Aihealueessa kerrotaan myös perustietoa paikkatietoaineistoista ja niiden tuottamisesta.

### **3.1 Omaisuudenhallinta**

Omaisuudenhallinta mahdollistaa omaisuuden maksimaallisen hyödyntämisen ja tällä tavoin myös tasapainottaa ympäristöstä tulevia erilaisia muutoksia. Kuntien hallinnassa olevaan infraomaisuuteen kuuluvat muun muassa vesi- ja jätehuolto, tietoliikenneverkostot, viheralueet ja liikenneverkosto. Omaisuudella käsitetään asia tai kokonaisuus, jolla on jollain tavalla arvoa organisaatiolle tai sen sidosryhmille. Omaisuudeksi voidaan käsittää myös jokin asia, jolla ei ole vielä arvoa, mutta nähdään että tulevaisuudessa sillä voisi olla arvoa. Omaisuudenhallinnan kehitys ja sen hyödyntäminen saatetaan myös nähdä haasteena muun muassa silloin, kun yrityksellä tai organisaatiolla on puutteelliset resurssit asian hoitamiseen esimerkiksi vanhentuneiden käytössä olevien ohjelmistojen ja laitteiden päivittäminen uudemmiksi ja niiden opettelu tai vaihtoehtoisesti huono sitoutuminen asiaan heikentää omaisuuden hallinnan kehittämistä yrityksessä tai organisaatiossa. (Alatyppö & Paavilainen, 2017, s. 4–5)

### **3.2 Kuntien katu- ja viheromaisuudenhallinta**

Katu- ja viheralueiden omaisuudenhallinnassa ja sen ratkaisulla kunta kartoittaa ja analysoi puistoihin, katuihin ja viheralueisiin liittyvää omaisuutta ja suorittaa näille alueille kunnossapitoon liittyviä työtehtäviä. Näillä tiedoilla ja analyyseillä pystytään helpottamaan suunnittelua ja tulevia investointipäätöksiä. Varsinkin suuremmissa kaupungeissa on ruvettu hyödyntämään paikkatieto-ohjelmistoja jo monipuolisesti. Myös kuntien ja kaupunkien viheryksiköissäkin on ruvettu hyödyntämään paikkatietojärjestelmiä entistä enemmän ja ruvettu panostamaan tätä kautta paremmin tähän osa-alueeseen ja kehittämään omaa viheralueiden paikkatietoteknologiaa, sekä osaamista ja sen hyödyntämistä monipuolisemmin omassa yksikössä. Näitä uudistuksia, joita kaupungit ja kunnat ovat ottaneet käyttöön, ovat eri mobiilisovellukset, joilla on mahdollista kirjata paikkatietoja ja siihen liittyviä aineistoja suoraan paikanpäältä maastosta. Näitä kerättyjä tietoja on myös mahdollista käyttää hyödyksi yrityksen tai organisaation eri palautejärjestelmissä. Näin saadut palautteet on helpompi kohdistaa kartalla oikeaan paikkaan ja ohjata siihen liittyvät toimenpiteet esimerkiksi huoltotyöt tarkemmin oikealle paikalle. Myös kerätyn

paikkatietoaineiston avulla voidaan halutessa kerätä palautetta jostakin tietystä kohteesta paremmin, koska joitakin kohteita voi olla hankala kohdentaa yleisölle ilman kartan tuomaa selkeyttä. (Eskola & Peltoniemi, 2011, s. 44–47)

### **3.3 Mitä paikkatietojärjestelmällä eli GIS tarkoitetaan?**

Paikkatietojärjestelmä, josta käytetään myös lyhennettä GIS, tarkoitetaan tietoa, joka sisältää sijaintitiedon, sekä myös ominaisuustiedon. GIS tulee englannin kielen sanoista Geographic Information System. Se koostuu neljästä eri osasta, joita ovat laitteisto eli tietokone, ohjelmisto, aineisto, sekä käyttäjä. Tällä GIS-termillä voidaan myös kuvata ja tarkoittaa useaa muuta eri asiaa. Sillä on mahdollista kuvata sijaintitiedon ja ominaisuustiedon muodostamaa kokonaisuutta eli paikkatietoa. GIS-termillä voidaan myös viitata johonkin tiettyyn paikkatietojärjestelmän osa-alueeseen. Yleisesti ottaen sijaintitiedot perustuvat sijaintitietoon kuuluvista koordinaateista, geometriatiedoista, sekä topologisista tiedoista. Ominaisuustiedolla tarkoitetaan yleensä jotain kohteeseen liittyvää kuvailevaa tietoa tai, sitä yksilöivää tietoa. Paikkatietoa voi olla monissa eri asioissa, esimerkiksi erilaisissa kartoissa, tietokannoissa tai rekistereissä. (Eskola & Peltoniemi, 2011, s. 34; Yle, Heikkinen, 2014)

Selkeästi ymmärrettynä paikkatiedolla tarkoitetaan tietoa, jolle on mahdollista antaa jokin sijainti. Suurimmalle osalle olemassa olevista asioista tai tiedoista on mahdollista antaa jokin sijaintitieto. Aina kuitenkin pelkkä sijaintitieto ei ole riittävä, ellei sijaintitietoon ole liitetty jotain kuvailevaa ominaisuustietoa tai muuta sille kuuluvaa ominaisuutta. Paikkatieto voi olla jotakin valmista aineistoa, valmiista aineistosta tuotettua tai mahdollisesti kokonaan itse tuotettua. Yleensä ympäristöä koskevissa tiedoissa tiedot saadaan yhdistelemällä kaukokartoitustiedot ja maastokäynnit. Kaukokartoituksella tarkoitetaan esimerkiksi ilmakuvia tai muuta digitaalista karttatietoa, jota on työasemalla. Näihin kartta tai kuvatietoihin on mahdollista liittää jotain kohteen ominaisuustietoja. Maastokäyntejä tarvitaan kuitenkin kartoituskuviin täydentämiseksi ja varmistamiseksi. (Antikainen ym., 2007, s. 48–49; Yle, Heikkinen, 2014)

### **3.4 Paikkatiedon nykytilanne ja tulevaisuus**

Nykyaikana paikkatieto liittyy melkein pä kaikkeen tietoon mitä näkee, kun katsoo pelkästään ulos ikkunasta, suuri osa tästä kuuluu kuntien omaan infomaisuuteen, tämän takia paikkatiedon

hallitseminen ei ole helppoa, koska se ei ole yksi selkeä kokonaisuus, jota hallita. Paikkatieto-ohjelmistot ovat toimineet aikaisemmin pääsääntöisesti työpöytäasemissa ja yksinkertaisimmillaan aineistot voivat sijainta tietokoneen tiedostoissa, joista niitä on mahdollista käyttää tietokoneeseen asennetun ohjelmiston avulla. Tällöin käytettävissä olevalle työasemalle on asennettuna jokin paikkatieto-ohjelmisto tai vaihtoehtoisesti jokin selainkäyttöliittymä, jolta voidaan hallita tiedostoja. Näitä paikkatieto-ohjelmistoja on mahdollista jakaa eri ryhmiin niiden toiminnallisuuksien, sekä ominaisuuksien perusteella. Ryhmiä ovat paikkatietoammattilaisten ohjelmistot, maastoon tarkoitetut ohjelmistot, sekä työasema- ja katseluohjelmistot. (Antikainen ym., 2007, s. 50–52)

Nykypäivän paikkatietojärjestelmissä ollaan siirtymässä ja siirryttykin jo suurilta osin pilvipalvelupohjaisiin ratkaisuihin perinteisten työasemajärjestelmien sijasta, eli näitä ennen "toimistolla" käytettyjä työasemaohjelmistoja on mahdollista ottaa mukaan kentälle, sekä hoitaa omaisuudenhallintaa sieltä käsin ja näihin pilvipalvelupohjaisiin paikkatietojärjestelmiin onkin saatu sisäistettyä paljon samoja ominaisuuksia kuin perinteisissäkin työpöytä järjestelmissä on. Näillä toimenpiteillä onkin pyritty katu- ja viheralueiden osalta auttamaan ja helpottamaan kuntien infra-omaisuudenhallintaa ja siihen liittyvää työtä. (Laaksonen J., 2019)

### **3.5 Paikkatietoaineistot sekä niiden tuottaminen**

Paikkatietoaineistolla tarkoitetaan aineistoa, joka on hankittu jotakin tutkimusta tai siihen liittyvää kuvausta varten, paikkatietoaineistoa voidaan myös hyväksikäyttää kartta-analyysien pohjatietoina. Jotta paikkatietoaineisto olisi oikeanlaista, tulisi mittakaavan olla samassa suhteessa tarkasteltavaan kohteeseen nähden. Yleisimmät käytössä olevat kaksi paikkatietoaineistomuotoa ovat rasteri- ja vektorimuotoinen paikkatietoaineisto. Rasteri- ja vektoriaineistoilla on omanlaisensa sovellusmahdollisuudet ja rajoitteet paikkatietojärjestelmissä. Rasteriaineistot ovat yleensä resoluutioltaan tarkkoja kuvatiedostoja, mutta tämän vuoksi ne ovat myös tiedostokooltaan suuria. Vektorimuotoiset aineistot ovat puolestaan taas tiedostokooltaan usein pienempiä, mikä nopeuttaa niiden käsittelyä. Rasteri- ja vektori aineistojen erona on myös se, että rasterimuotoista tietoa kuvataan yleensä tasakokoisina ruutuina, kuin taas vektoripohjaista paikkatietoaineistoa kuvataan kohteittain pisteinä, viivoina, sekä alueina. Esimerkiksi digitoidut kartat on yleensä tallennettu vektorimuotoon koordinaattitietoina, sekä mittauksiin ja tilastoihin perustuvat paikkatietoaineistot ovat useimmiten vektorimuotoisia. GNSS-laitteisiin tallennetut

pistekohteet ja reittiviivat ovat myös vektorimuotoisia kohteita. Rasteriaineistot ovat taas useimmiten yksinkertaisempia ja edullisempia tuottaa. Rasteriaineistojen merkittävin eri vektorianeistoihin verrattuna on myös se, että rasteriaineistoilla on kyky esittää niin kutsuttuja jatkuvia ilmiöitä. Hyvä esimerkki tästä on se, että eri korkeuserojen kuvaaminen rasteriaineistoilla onnistuu hyvin. Korkeat alueet kuvataan yleensä tummemmilla sävyillä ja matalammalla sijaitsevat kohteet vaaleammilla värisävyillä. Paikkatietoaineistoja on myös mahdollista käyttää vektori- että rasterimuotoisia aineistoja yhdessä. (Eskola & Peltoniemi, 2011, s. 35; Paikkaoppi, n.d)

Digitaalista paikkatietoainestoa tuottaa esimerkiksi satelliitit, kaukokartoituslaitteet ja erilaiset mittalaitteet. Itse aineistoilla voidaan kuvata luonnonvaroja, maankäyttöä, asumista, sekä rakentamista. Suomessa näitä kartta- ja analyysiaineistoja toimittavat mm. kunnat, Maanmittauslaitos, Väylävirasto, Metsäntutkimuslaitos, Suomen ympäristökeskus, sekä Geologian tutkimuskeskus. Näitä viranomaisten keräämiä tietoja voidaan hyödyntää mm. erilaisten palveluiden kehittämisessä ja tuottamisessa. (Eskola & Peltoniemi, 2011, s. 39)

## **4 Satelliittimittaus**

Satelliittimittauksella tarkoitetaan sijainnin ja nopeuden määrittämistä satelliitteihin perustuvan paikannusjärjestelmän avulla. Mittaukseen tarvitaan satelliitin signaaleja vastaanottava mittalaite. Jotta paikannus olisi mahdollista kolmiulotteisessa tilassa, käytettävissä olevien satelliittien vähimmäismäärä tulisi olla vähintään kolme. Virheiden hallinnan vuoksi ja tarkan mittatuloksen saamiseksi vaaditaan vähintään neljä satelliittia. Kun tiedetään satelliittien sijainnit havaintohetkellä ja niiden etäisyydet vastaanottimeen, pystytään vastaanottimen sijainti määrittämään varsin tarkkaan. Se mahdollistaa missä päin tahansa maailmaa suoritettavan reaaliaikaisen paikantamisen ajasta ja sääolosuhteista riippumatta. (Laurila, 2012, s. 280 ja 291; Traficom, 2020)

### **4.1 GPS-paikannusjärjestelmä**

Nykypäivänä satelliittimittauksesta kuullaan useimmiten puhuvan GPS-paikannuksesta, joka on lyhenne englannin kielen sanoista Global Positioning System. Tämä järjestelmä on amerikkalaisten kehittämä satelliittipaikannusjärjestelmä, jonka on kehittänyt Yhdysvaltain

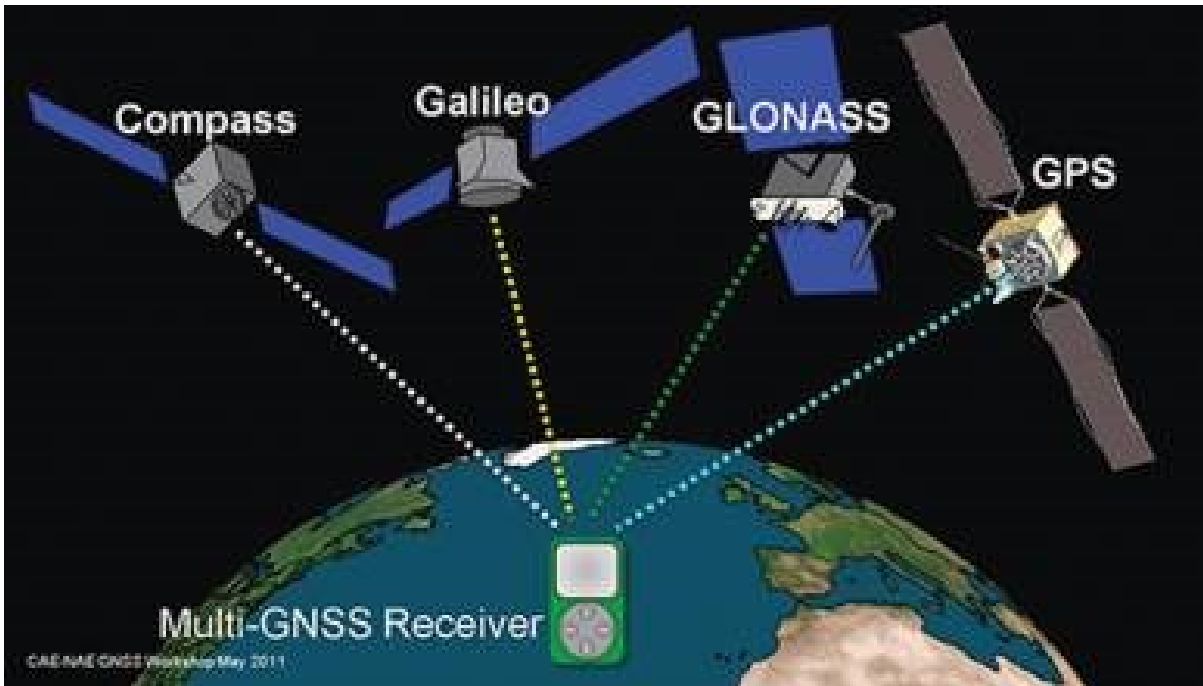
puollustushallinto. Järjestelmää on alettu kehittää 1970-luvulla, mutta se valmistui nykyiseen muotoonsa vuonna 1994. GPS-paikannusjärjestelmä on nykyään käytetyin GNSS-mittauksissa. (Laurila, 2012, s. 282)

GPS-järjestelmä muodostuu pääasiassa satelliitti-, valvonta- ja käyttäjälohkoista. Näiden satelliittilohkojen toiminnallinen laajuus on 24 satelliittia. Tällä tarkoitetaan sitä, että avaruudessa tulisi olla koko ajan vähintään 24 toiminnassa olevaa satelliittia. Satelliitit kiertävät maata noin 20 200 km korkeudessa maanpinnasta kuudella eri rajatasolla. Näiden satelliittien kiertonopeus on noin 4 km/s. Valvontalohko muodostuu yhdestä päävalvonta-asemasta ja useista antenni- ja seuranta-asemista. Tässä valvontalohkossa eri asemat valvovat järjestelmän yleistä toiminnallista tilaa, sekä määrittävät satelliittien ratoja, kellovirheitä ja tarvittaessa siirtää satelliitteja. Valvonnan toiminnot ovat paikannustarkkuuden kannalta tärkeä osa satelliittimittauksia. Käyttäjälohko muodostuu paikannuspalvelun käyttäjistä. Näitä käyttäjiä ovat mm. valtiot, kaupungit, kunnat, yritykset sekä yksityiset henkilökäyttäjät, jotka mittaavat satelliittien signaaleja sijainnin, nopeuden ja ajan määrittämiseksi. (Laurila, 2012, s. 282–285)

## 4.2 GNSS-mittaus

Nykyisin satelliittipaikannus ei ole enää pelkästään GPS-mittausta, vaan myös muilla mailla on omia satelliittipaikannusjärjestelmiä. Siksi on alettu puhumaan yleisesti GNSS-paikannuksesta. Lyhenne GNSS tulee sanoista Global Navigation Satellite System ja sillä tarkoitetaan eri maiden kehittämien ja ylläpitämien satelliittipaikannusjärjestelmien muodostamaa kokonaisuutta. Tällä hetkellä täällä pohjoisella pallonpuoliskolla näitä peruspalveluja tuottaa neljä eri GNSS-järjestelmää: Galileo, GPS, GLONASS ja BeiDou. Kaikkien näiden järjestelmien palvelut toimivat samalla periaatteella, mutta ainoana erona näiden välillä on niiden suorituskyvyssä. Tämä ero johtuu näiden eri järjestelmien käyttämistä teknologiratkaisuista. Näiden paikannusjärjestelmien kannalta GNSS-järjestelmän tavoitteena on kuitenkin näiden eri järjestelmien sujuva yhteiskäyttö (kuva 1). Useimmissa tapauksissa GNSS-laitteen käyttäjä on rakennetussa ympäristössä suorittamassa mittauksia, joka muuttaa satelliittipaikantamisen hankalammaksi. GNSS-järjestelmien suorituskykyä kaupungeissa ja metsissä, sekä muissa rajallisissa paikoissa on tutkittu, mutta yksiselitteistä vastausta siihen ei ole voitu antaa. (Traficom, 2020)

Kuva 1. GNSS-laitteen toiminta (Kuva: Insidegnss)



### 4.3 GNSS-mittalaite

Useimmissa GNSS-mittalaitteissa on kaksi osaa; prosessointiyksikkö tai vastaanotin ja siihen liitettävä antenni. Antenni ottaa vastaan tulevat satelliittisignaalit vastaan ja siirtää vastaanotettavan tiedon mittalaitteelle, joka taas muuntaa tiedon ymmärrettäväksi mittaustiedoksi, kuten leveys- ja pituusasteiksi. Vaikka GNSS-laite tekee itsessään kaiken mittaustyön, niiden tuottamat todelliset mittaustulokset perustuvat itse antennin sijaintiin. GNSS-vastaanotin tarvitsee myös tarkan sijainnin määrittämiseksi joko radiokorjattua paikkatietoa tai verkkokorjattua paikkatietoa. Verkkokorjattu paikkatieto onnistuu helposti esimerkiksi liikkuvan laajakaistayhteyden avulla. Radiokorjauksen pystyy toteuttamaan jollakin kiinteällä tukiasemalla. (OXTS, 2020)

GNSS-mittalaite jota käytin puiden kartoituksessa työssäni Jokioisilla oli valmistaja Topcon:in GRS-1 (Geodetic Rover System) GNSS-vastaanotin, joka on nimensä mukaisesti valmistajan mallisarjan ensimmäinen laite (kuva 2). Topcon GRS-1 on valmistajan kevyin ja pienin, kaksitaajuinen, 72-kanavainen GPS + GLONASS -vastaanotin, vastaanotin, jolla saa mitattua esimerkiksi pisteitä jopa 1 cm tarkkuudella. Käyttöjärjestelmänä toimi Windows Mobile 6.1 käyttöjärjestelmä. Laitteessa itsessään on kosketusnäyttö, sekä sisäänrakennettu langaton Bluetooth-tekniikka ja langaton

lähiverkkoyhteys. Laitteesta sai tehtyä varsinkin erityisen tarkan lisäämällä siihen ulkoisen saman valmistajan tekemän PGA-1 antennin, jolla päästään valmistajan lupaamiin senttimetrien tarkkuuksiin mittauksissa. (Topcon, n.d)

Kuva 2. Mittalaite, jolla suoritin puiden pistetietojen keräämisen (kuva: Miika Kareinen)



#### 4.4 Tarkkuus ja siihen vaikuttavat tekijät

GNSS-laitteen toimintaympäristö vaikuttaa sijaintitiedon tarkkuuteen. Varmaankin kriittisin tekijä sijaintitietojen tarkkuuteen on käyttäjän vastaanottimen näkemien satelliittien lukumäärä ja niiden vääristymättömien GNSS-signaalien saatavuus (kuva 3). Kuten aikaisemmin jo mainittiin tarkan sijaintitiedon selvittämiseksi, tarvitaan vähintään GNSS-signaali neljästä satelliitista

samanaikaisesti. Esteitä tälle kunnolliselle satelliittiyhteydelle, jotka heikentävät saatavaa signaalia ovat kaikki signaalin saatavuutta aiheuttavat varjostavat elementit. Luonnostaan taas käytettävien satelliittien lukumäärän kasvattaminen parantaa todennäköisesti hyvänlaatuisen yhteyden saamista ja parantaa saadun sijaintitiedon tarkkuutta. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat:

- Maapallo ja satelliitit liikkuvat koko ajan havainnointijakson aikana
- Signaalin nopeus on riippuvainen ilmakehän kerrosten määrästä
- Satelliittien määrästä eli montako satelliittia on saatavilla sillä hetkellä
- Vastaanotettu signaali voi heijastua ympäristöstä mm. autot, vesistöt, rakennukset
- Vastaanottimen ohjelmisto toimii virheellisesti tai käyttäjä käyttää laitetta virheellisesti

Jotta paikannus olisi tarkka, pitää paikannussignaalin saapua vastaanottimeen suoraan satelliitilta. On kuitenkin mahdollista, että se heijastuu ympäristöstä. (Laurila, 2012, s. 305–306)

Kuten oman työni kohdalla, huomasin hyvänlaatuisen signaalin saamisen olevan monissa paikoin Jokioisilla hankalaa GNSS-laitteella, varsinkin alueilla, joissa oli puustoa tiheästi ympärillä, joka luultavasti häiritsi välillä signaalin saamista. Myös tarkan yhteyden saamisen joidenkin varsinkin lehtipuiden puiden alla oli välillä hidasta, koska tiheä lehtipeitto esti signaalin saatavuutta tämän takia laitteelle sai hakea paikkaa välillä puun ympäriltä, jotta mittalaite löytäisi yhteyden. Myös metsäisissä olosuhteissa ongelmia aiheuttivat joissakin paikoissa maastonmuodoista johtuvat häiriöt, jotka estivät signaalin kulkeutumista satelliitilta vastaanottimelle, sekä heikensi käytettävissä olevien satelliittien määrää. Yhtenä vaikuttava tekijänä yhteyden saamiseksi ainakin käytössä olevalle GNSS-laitteelle huomasin olevan sään vaikutukset. Pilvisenä päivänä laite ei välillä tahtonut löytää kunnolla yhteyttä, joten mittaukset tuli tämän takia yleensä ajoittaa päiville, jolloin taivaalla ei ollut varjostavia elementtejä.



Kuva 3. GNSS-järjestelmät ja niiden eroavaisuudet

	Galileo	GPS	GLONASS	BeiDou
Hallinnoija	EU	USA	Venäjä	Kiina
Peruspalveluiden käyttöönotto	Käytössä vuodesta 2016	Käytössä vuodesta 1995	Käytössä vuodesta 1993	Käyttöönotto 2020
Satelliittien lukumäärä	24+6	31+1	23+4	30
Sijaintitiedon tarkkuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peruspalvelu 1-2 m</li> <li>• Tarkkuuspalvelu (HAS) 0,2 m</li> </ul>	2-5 m	10 m	10 m
Aikapalvelun tarkkuus	< 15 ns	< 20 ns	-	< 20 ns

## 5 Sijaintitietojen luominen Jokioisten kunnan hoidettavista puista

Mietimme tilaajan kanssa opinnäytetyölleni aihetta, ja päädyimme siihen tulokseen, että hänellä olisi tarve saada inventoitua Jokioisten kunnan hoidettavalla alueella olevat puisto- sekä tieliikennealueen puut. Ennen työn aloitusta tuli selvittää mitä mahdollisia laitteita ja ohjelmistoja olisi käytettävissä, joita voitaisiin käyttää inventointia suorittaessa. Päädyimme käyttämään TOPCON GRS-1 satelliittimittauslaitetta, jota kunta on käyttänyt mm. teknisen puolen vesi- ja viemäri kartoituksissa. Kun olimme päättäneet laitteen jolla, tekisin kartoituksen, niin tarvitsi enää selvittää, mihin ohjelmistoon pisteet oli mahdollista liittää, sekä käytettävissä olevat kartat, jotka voisivat olla mahdollisia alustoja pistetiedoille. Ennen laitteen käyttöönottoa sain myös pienimuotoisen opastuksen GNSS-laitteen käyttöön, mutta koska vastaavanlaisia mittauksia laitteella ei ollut tehty, niin suurin osa mittalaitteen käyttömahdollisuuksien selvityksestä kyseiseen työhön jäi minulle.

Suurin osa kartoitettavista puista sijaitti puistoalueella. Puita oli monia eri lajikkeita lehtipuita havupuihin, ja tehtävään sisältyikin myös pitkälti puiden tunnistamista, koska aikaisempia tietoja kaikista kunnan omistuksessa olevista puista ei ollut ja jos joitakin karttoja puistojen istutuksista oli, niin jotkin lajikkeet olivat muuttuneet alkuperäisestä suunnitelmasta.

## 5.1 Tavoitteet ja aikataulu

Kartoitettava kohde jakautui laajalle, koko Jokioisten kunnan alueelle. Osa alueesta, jossa tein mittauksia, sijaitsi puistometsässä ja osa aukealla katualueella. Näkemäesteitä laitteelle muodostui lähinnä sijaintikohtaisesti rakennuksista, sekä paikoin puiden tiheä latvusto heikensi oleellisesti satelliittisaatavuutta ja paikannustarkkuutta. Puiden pistemäisen sijaintitiedon tarkkuus koettiin riittäväksi hankkeen laatuvaatimuksia ajatellen. Puiden pistetiedot oli tarkoitus tallentaa Jokioisten kunnan kantakarttaan, joka on EUREFFIN/ETRS-GK24 -muodossa. Mietimme tilaajan kanssa aluksi, että tekisimme työn kahdelle eri työlle niin sanotusti puistopuut ja tieliikennealueen puut eri kartoille laitteella, joka mahdollistaisi kaksi erillistä karttaa puista, mutta työ osoittautui työlääksi, koska käytettävissä olleelle GNSS-laitteelle ei ollut mahdollista luoda yhteisiä koodeja kaikille töille ilman erillistä maksullista palvelua. Joten päädyimme tekemään yhden yhteisen kartan, jossa näkyy kaikki kunnan alueella olevat hoidettavat puisto- ja tieliikennealueella olevat puut.

Ennen varsinaisen työn aloittamista tuli selvittää mitä tarvitsee tehdä ennen kuin pääsee keräämään pistetietoja. Näitä tarvittavia aineistoja olivat koodikirjaston miettiminen järkevään laji järjestykseen ja koodikirjaston luominen. Koodeihin liittyen tuli myös selvittää, ettei puiden koodit olisi päällekkäisiä muiden laitteella olevien koodien kanssa. Myös puistojen istutussuunnitelmista oli hyötyä mm. hankalimpien lajien tunnistuksessa, sekä istutussuunnitelmat, auttoivat jonkin verran säästämään työn tekemisessä aikaa. Myös ennen työn aloittamista tuli selvittää ja soveltaa Swecon luomasta YTCADIN ohjeesta, miten saisimme pisteet piirtymään kartalle tilaajan haluamalla tavalla ja olisiko se edes mahdollista.

## 5.2 Kartoitus koodeilla

Kartoitusmittaus tuli suorittaa käyttäen koodikirjastoa. Tällöin kartoituspisteeseen ominaistietoihin sisällytettiin pisteen tunnus ja lajikoodi. Kirjoittaessa tulokset GT-formaatissa mittalaitteelta ja oikealla koodilla, saadaan pistetieto tietokoneelle piirtymään oikeilla kuvoilla ja symboleilla.

Puiden paikkatietojen kartoituksessa käytettiin itse luotua koodikirjastoa, jonka tein ennen mittausten aloittamista (kuva 4). Koodikirjaston luominen tapahtui niin, että tein Excel-tiedoston, johon kirjoitin suurimman osan Suomessa kaupungeissa ja kunnissa käytössä olevista yleisimmistä

puistopuista. Tiedostoon kirjoitettiin koodinnumero, puun suomenkielinen nimi, sekä latinankielinen tieteellinen nimi. Koodeja tuli yhteensä noin. 120kpl. Pysin koodeja tekemällä jonkin näköiseen järjestelmällisyyteen ja laittamaan saman suvun puita samoilla alkunumeroilla koodistoon. Koodikirjastoa tehdessä tuli myös tarkastaa, ettei tulisi päällekkäisiä koodeja, joita käytetään vesi ja viemärikartoituksissa.

Kuva 4. Jokioisten kunnan puiden kartoituksen lajikoodit

<b>Jokioisten kunnan puiden kartoituksen lajikoodit</b>			
<b>Koodi</b>	<b>Tieteellinen nimi</b>	<b>Suomenkielinen nimi</b>	
2000	<i>Abies alba</i>	saksanpihta	<b>Pihdat</b>
2002	<i>Abies balsamea</i>	palsamipihta	
2003	<i>Abies concolor</i>	harmaapihta	
2004	<i>Abies grandis</i>	jättipihta	
2005	<i>Abies koreana</i>	koreanpihta	
2006	<i>Abies sibirica</i>	siperianpihta	
2007	<i>Abies veitchii</i>	japaninpihta	
2100	<i>Acer platanoides</i>	(metsä)vaahtera	<b>Vaahterat</b>
2101	<i>Acer platanoides</i> 'Reitenbachii'	rusovaahtera	
2102	<i>Acer platanoides</i> 'Schwedleri'	verivaahtera	
2103	<i>Acer pseudoplatanus</i>	vuorivaahtera	
2104	<i>Acer rubrum</i>	punavaahtera	
2105	<i>Acer</i> <i>tataricum</i> subsp. <i>ginnala</i>	mongolianvaahtera	

### 5.3 Mittakoodi tiedoston luominen YTCAD-ohjelmaan

Jotta YTCAD-ohjelma, johon syötetään GNSS-laitteelta saatu tiedosto, jossa on puiden pistetietojen koordinaatit toimivat yhdessä, tarvitsee YTCAD:iin luoda mittakoodi tiedosto tiedostoihin tietokoneelle työkansioon (kuva 5). Tiedoston luominen tapahtui niin, että luotiin MITTKOOD.CFG-niminen tekstitiedosto YTCAD-käyttäjän työkansioon tietokoneelle. Tiedosto sisälsi omat koodit jokaiselle puulle, jotta ohjelma ymmärtää GNSS-laitteelta otetun tiedoston ja osaa liittää pisteet karttaan oikealla symbolilla ja nimetä ne puun mukaan. Samat tasot, eli layerit tulee olla myös karttatiedostossa, johon pisteiden halutaan piirtyvän.

Kuva 5. Luomani mittakoodi tiedosto YTCAD ohjelmaan

mittkood – Muistio				
Tiedosto	Muokkaa	Muotoile	Näytä	Ohje
2000	B+514	P+SAKSANPIHTA	L+MIT_HAVUPUU	C+84
2001	B+514	P+PALSAMIPIHTA	L+MIT_HAVUPUU	C+84
2002	B+514	P+HARMAAPIHTA	L+MIT_HAVUPUU	C+84
2003	B+514	P+JÄTTIPIHTA	L+MIT_HAVUPUU	C+84
2004	B+514	P+KOREANPIHTA	L+MIT_HAVUPUU	C+84
2005	B+514	P+SIPERIANPIHTA	L+MIT_HAVUPUU	C+84
2006	B+514	P+JAPANINPIHTA	L+MIT_HAVUPUU	C+84
2100	B+515	P+METSÄVAAHTERA	L+MIT_LEHTIPUU	C+80
2101	B+515	P+RUSOVAHTERA	L+MIT_LEHTIPUU	C+80
2102	B+515	P+VERIVAAHTERA	L+MIT_LEHTIPUU	C+80
2103	B+515	P+VUORIVAAHTERA	L+MIT_LEHTIPUU	C+80
2104	B+515	P+PUNAVAAHTERA	L+MIT_LEHTIPUU	C+80

Selitykset kuvan koodeista:

**2000,2001,2100 jne.**

Eli ensin on koodi, vaikka tuo numero 2000, joka on mittautustiedostossa, jonka GNSS laite antaa.

Sama koodi on luomassani Excel tiedostossa saksanpihdalla

**B+514, B+515**

Sitten on YTCadin oma koodi, jonka halutaan piirtyvän B+ kohdan jälkeen eli tässä tapauksessa käytin vain kahta koodia 514 numero luo havupuun symbolin pisteet siirrettäessä kartalle ja 515 numero luo lehtipuun symbolin kartalle.

**L+MIT\_HAVUPUU, L+MIT\_LEHTIPUU**

L+ tarkoittaa tasoa, jolle kohde halutaan piirtyvän YTCADIIN eli MIT\_HAVUPUU tai MIT\_LEHTIPUU

## C+84, C+80

Lopuksi on C+ joka tarkoittaa väriä

(Nuo kirjaimet tulevat englannin kielen Block, Layer ja Colour -sanoista)

### 5.4 GNSS-laitteella mittaaminen

Laitteella mittaaminen tapahtui Magnet field -nimisen sovelluksen avulla, joka on Topcon-laitteissa oleva mittausohjelma. Ohjelmalla kerätään kartoitustietoja eri -mittaus-asemien ja GPS:ssän avulla. Magnet field -ohjelmassa on kartoitustoiminto, jota käytin pistetietojen keräämiseen. Mittalaite tuli yhdistää ennen mittauksia verkkoon ja tämän jälkeen pystyttiin avaamaan Magnet field -sovellus, josta laite yhdistettiin tukiasemaan, joka sijaitsi Forssassa.

Kun laite oli saatu yhdistettyä tukiasemaan, mittalaitteesta tuli luoda uusi työ kohdetta varten tai valita jo olemassa oleva oikea työ, johon kerättiin pistetietoja puista. Tähän työhön oli lisätty aikaisemmin tehdyt puiden koodit, jotta jokaisen mitattavan puun kohdalla pystyttiin vain valitsemaan oikea koodi ja piste tulisi karttaan oikeilla symboleilla ja nimellä.

Mittauspisteitä otettaessa kartoitusohjelmassa näkyi aina signaalin vahvuus, sekä montako tukipistettä hyvän yhteyden saamiseksi mittalaite löysi sillä hetkellä. GNSS-laite ilmaisi tämän symbolina ja numerona symbolin vieressä yhteyspisteiden määränä, sekä kolmena eri värinä, jotka ilmaisivat yhteyden vahvuuden. Vihreä väri ilmaisi signaalin olevan erinomainen eli heittoa pisteen ottamisessa ei juurikaan ollut, keltainen väri ilmaisi sen, että yhteys saattaa olla hieman epävakaa, jolloin heittoa pisteeseen saattoi tulla, punaisella värillä piste saattoi tulla minne päin vain, eikä sillä suositella ottamaan kartoitustietoja. GNSS laitteessa oli mahdollisuus lukita millä värillä, joka merkitsee tarkkuutta, haluaa vähintään pistetiedon ottaa. Itse olin lukinnut laitteen niin, että pistetieto on mahdollista ottaa vain, kun yhteys on keltaisella väritasolla, jolloin heittoa ei tule kuin maksimissaan muutama metri hankalimmissa mitattavassa paikoissa. Lisänä käytin mittalaitteen kanssa ulkoista lisäantennia, jolla saatiin lisättyä tarkkuutta mittaustietojen ottamiseen, sekä antennilla saatiin helpotettua signaalin saamista hankalissa paikoissa, jossa oli esimerkiksi paljon rakennuksia, puita tai muita esteitä kunnollisen signaalin saamiseksi. Jokioisilla, jossa tein inventointikartoitusta huomasin, että hyvän yhteyden ja tarkkojen pistetietojen saaminen oli

monissa paikoissa hankalaa, koska suurin osa puistoista oli alueella, jossa oli metsää ympärillä tai tiheä lehtipeitto puun latvustossa varsinkin alueilla, jossa oli useita puita vierekkäin mitattavana, hankaloitti yhteyden saamista monissa paikoissa. Suoritin puiden pistetietojen mittauksia osissa, koska rajallisuutena oli laitteen akkukapasiteetti, sekä mahdollisten virheiden syntyessä, virheet olisi helpompi korjata, jos pisteitä ei olisi otettu kerralla liian paljon. Yhteensä inventoituja puita tuli yli 600 kpl.

## 5.5 AutoCAD Map3D ja YTCAD-ohjelmistot

AutoCAD map 3D on Autodesk nimisen yhtiön kehittämä kartoitus- ja paikkatieto-ohjelmisto. Ensimmäisen ohjelmiston AutoCad on perustanut vuonna 1982. Ohjelmistolla on yli 10 miljoonaa käyttäjää ja yli 10 000 työntekijää. Ohjelmalla pystytään käsittelemään erilaisia CAD-tiedostoja, sekä yleisimpiä GIS-formaatteja. Ohjelmalla pystyy myös muokkaamaan topografista dataa, tekemään GIS-analysejä ja erilaisia tietomallinnuksia. (Autodesk, n.d)

AutoCAD Map3D toimii yhdessä pääikkunassa. Ohjelmassa on komentorivi oletusasetuksissa, jossa sijaitsee suurin osa käytettävissä olevista työkaluista, jonka takia komennot kyseisessä ohjelmistossa on helppo oppia nopeasti. Suurin osa käytössä olevista työkaluista toimivat yksinkertaisesti niiden omilla nimillään, joka helpottaa myös ohjelman käyttämistä. Ohjelmaa käytetään paljon ja suurimmaksi osaksi kartoitusten käsittelyssä ja niihin liittyvissä työtehtävissä, ohjelmiston laajan valikoiman tiedostojenkäsittelyyn tarkoitettujen työkalujen ansiosta.

Tähän AutoCAD Map3D -ohjelmaan on saatavilla kyseisen ohjelman päällä toimivia erilaisia eri yhtiöiden kehittämiä lisäosia. Yhtenä lisäosana, jota itse käytin työssäni alustana, johon tallensin puiden sijaintitiedot, oli suomalaisen yritys SWECON kehittänyt YTCAD niminen suunnitteluohjelmisto. YTCAD toimii AutoCAD Map3D ohjelmiston päällä. YTCAD:llä voidaan ylläpitää johto-, pohja ja kiinteistökarttoja, sekä tehdä erilaisia suunnitelmia, kuten kaava-, puisto tai katusuunnitelmia. Ohjelma sisältää täysin kaikki AutoCAD-sovelluksen komennot, sekä niiden lisäksi ohjelman omia suomenkielisiä komentoja. Näillä YTCADIN omilla komennoilla saadaan muun muassa lisättyä puille omat symbolit eli onko kyseessä lehti tai havupuu, sekä niille ominaisuustietoja, joita voivat olla puun latvuston koko, sekä korkeustieto. (Sweco, n.d)

## 5.6 Pisteiden luonti kartalle

Pisteiden luonti tai siirtäminen kartalle tapahtui, niin että aina mittaukset suoritettuani, TOPCON GRS-1 mittalaitteelta tuli luoda mittatiedosto, joka sisälsi otetut pisteet koordinaatteina, sekä pistenumeroina. Tiedoston ulos ottaminen laitteelta tapahtui niin, että laitteelta valittiin päävalikosta kirjoita kohta, josta menttiin aina seuraavalla eteenpäin. Koordinaattitiedostoa luodessa tuli valita, että tiedosto otetaan ulos mittalaitteelta GT-tiedostomuodossa, joka on rivimuotoinen tiedosto formaatti, sekä kartan, jota pisteet käyttivät, tuli olla EUREFFIN/ETRS-GK24 kaistalla, jota itse käytin työssäni tai jollain muulla vastaavalla, riippuen missä muodossa tiedosto on, johon pisteet on tarkoitus laittaa. Jos käytetään kahta eri kaistaa, mittalaitteelta otetun tiedoston ja pisteiden sijoituskohteen välillä, niin pisteet eivät tule oikeille paikoilleen. Kun ulos otettava tiedosto saatiin luotua mittalaitteen avulla, niin se laite tuli tämän jälkeen yhdistää tietokoneeseen, ja tietokoneen avulla hakea luotu tiedosto laitteen tiedostoista work-kansiosta.

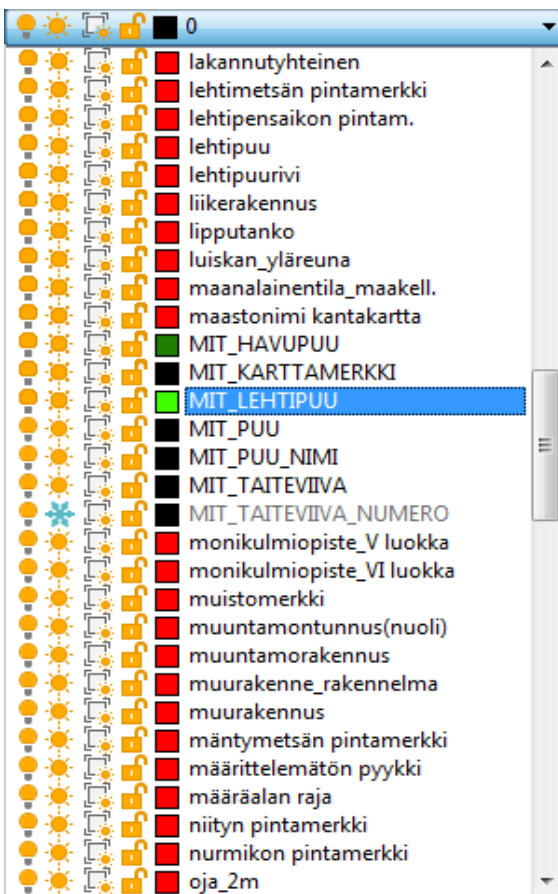
Kuva 6. Valmis GNSS-laitteelta haettu mittatiedosto, josta näkee lajikoodin, pisteen numeron, pisteen koordinaatit, sekä korkeustiedon

0	3504	100	6743866.241	24472257.747	106.894
0	3504	101	6743862.936	24472257.657	106.936
0	3504	102	6743867.737	24472253.041	106.991
0	3504	103	6743862.513	24472251.149	107.090
0	3505	104	6743863.519	24472246.842	107.178
0	3505	105	6743860.195	24472247.341	107.195
0	3505	106	6743859.300	24472243.393	107.247
0	3505	107	6743856.041	24472243.815	107.220
0	3505	108	6743855.747	24472241.143	107.301
0	3505	109	6743842.947	24472257.778	107.177
0	3505	110	6743841.653	24472261.869	107.040
0	3505	111	6743846.025	24472262.255	107.112
0	3505	112	6743850.394	24472264.489	107.023
0	2502	115	6742759.459	24472245.103	110.327
0	2502	116	6742763.441	24472253.572	110.491
0	2502	117	6742765.979	24472259.276	110.465
0	2502	118	6742768.623	24472265.617	110.553
0	2502	119	6742766.088	24472270.840	110.483
0	2502	120	6742767.763	24472276.099	110.498
0	3508	121	6742772.257	24472285.333	110.555
0	3508	122	6742774.701	24472287.398	110.666

Valmis haettu tiedosto näytti kutakuinkin tältä Notepadillä avattuna (kuva 6). Tiedosto sisältää puun lajikoodin, joka on aikaisemmin luodussa koodikirjastossa, esim. tuo 3504. Seuraavana on pisteen numero, eli montako pistettä työhön on otettu. Sitten tulee pisteen koordinaatit ja viimeisimpänä pisteen korkeustieto.

Seuraavaksi kun olin tehnyt aikaisemmat vaiheet ja saanut tuon koordinaattitiedoston mittalaitteelta, niin päästiin sijoittamaan itse tiedostossa olevat pisteet Jokioisten kunnan kantakarttaa YTCAD:in avulla. YTCAD:illä avattiin kartta, johon pisteet tulivat. Kartan avattua tuli luoda omat layerinsä (kuva 7) eli kerrokset johon pisteet tulevat, kun koordinaatit siihen syötetään. Omassa työssäni käytin kahta eri kerrosta, eli lehtipuulle oma, sekä havupuulle oma layerinsä. Layereiden nimet tulivat olla saman nimisiä, kuin MITKOOD tiedostossa merkityt layerit ovat eli MIT\_LEHTIPUU tai MIT\_HAVUPUU.

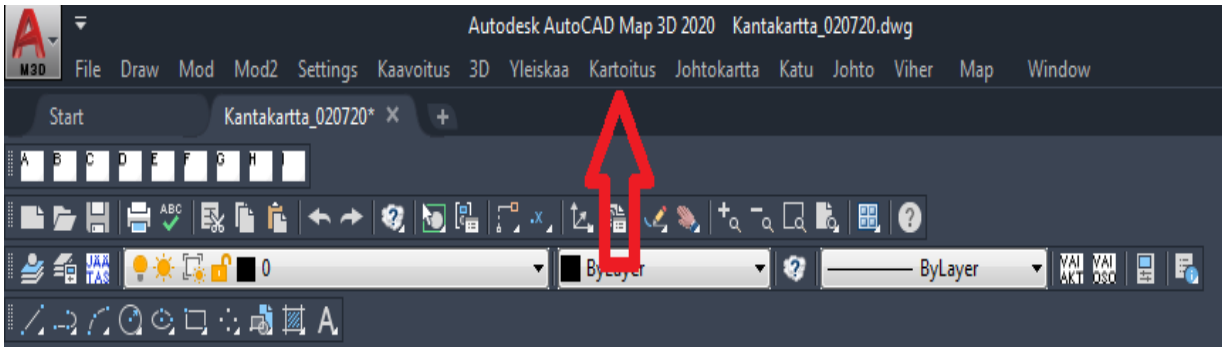
Kuva 7. Tässä valitaan taso, johon haluttu mittatieto halutaan. Käytetyt tasot, johon mittatiedot tulivat, oli MIT\_LEHTIPUU ja MIT\_HAVUPUU



Nyt kun oli saatu layerit tehtyä pystyttiin avaamaan mittalaitteelta otettu GT-tiedosto ja sijoittamaan sen pisteet kartalle, niin että ne tulevat oikeille paikoilleen ja oikeilla symboleilla, sekä nimillä (kuvat 8–10). Tiedoston avaaminen tapahtui niin, että YTCAD:in työkalusarakkeesta valittiin kartoitus kohta.

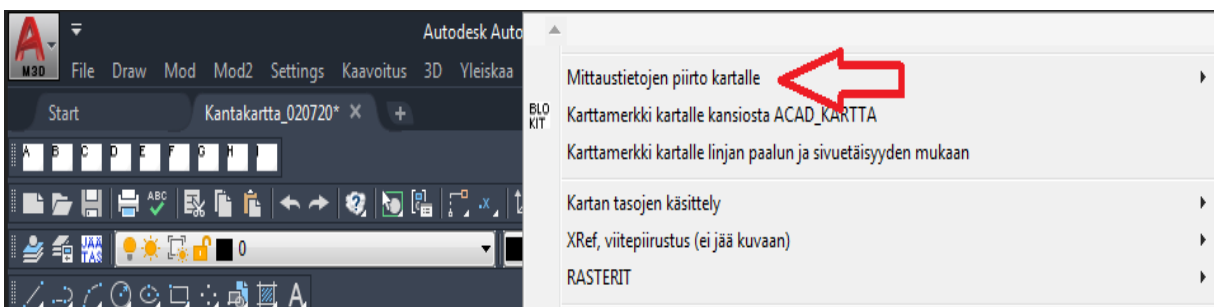


Kuva 8. GT-tiedoston haku valikosta



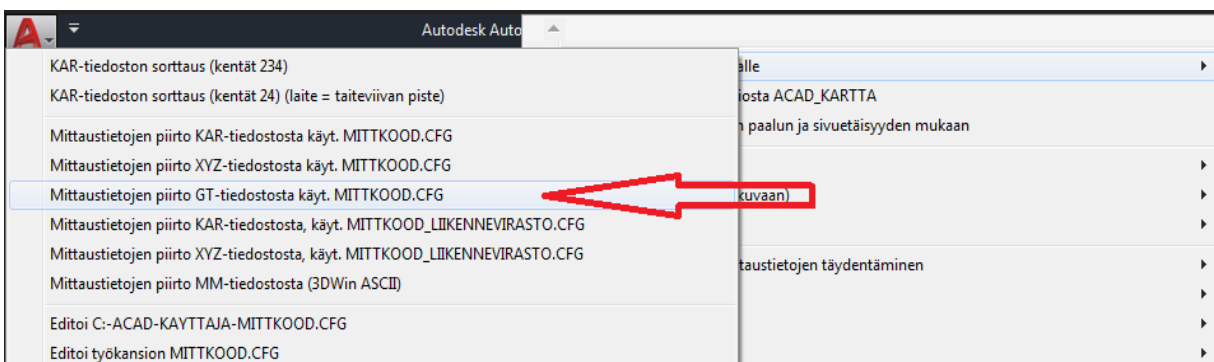
Tämän jälkeen aukeaa valikko, jossa on erilaisia mahdollisia YTCAD:in karttoitus vaihtoehtoja.

Kuva 9. GT-mittatiedoston hakeminen YTCAD:istä



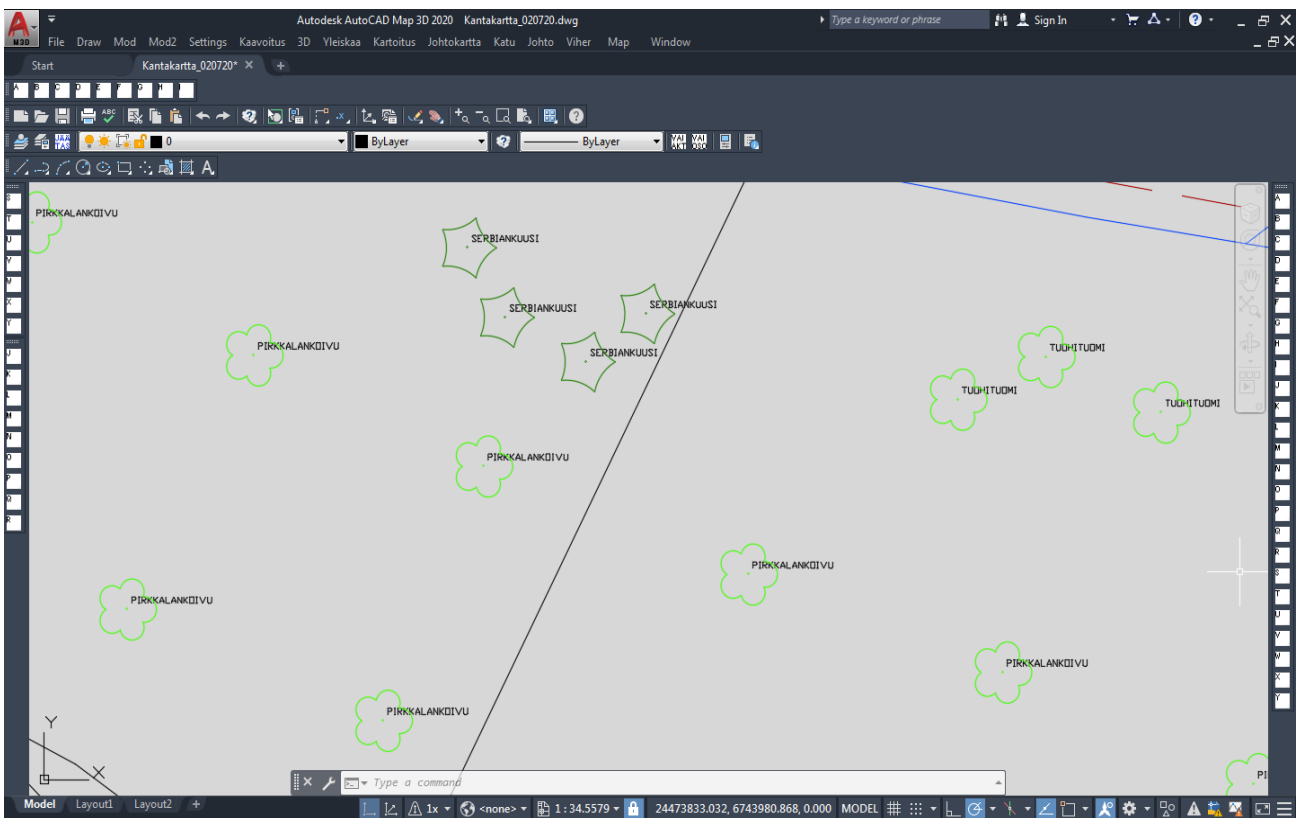
Valikosta valitaan kohta mittaustietojen piirto kartalle, josta saadaan jälleen erilaisia vaihtoehtoja, millaisista mittatiedostomuodoista halutaan syöttää tai avata tiedosto YTCAD:ille. Näistä valitaan Mittaustietojen piirto GT-tiedostosta, koska mittalaitteelta otettu tiedostomme on samassa tiedostomuodossa. Tämän jälkeen aukeaa valikko, josta haetaan haluamme GT-tiedosto ja avataan se.

Kuva 10. GT-tiedoston haku



Ennen kuin pisteet siirtyvät kartalle tiedoston aukaisemisen jälkeen aukeaa valikko, josta on vielä mahdollista valita, jos pisteen kanssa haluaa saada kartalle näkyviin pisteen symbolin kanssa pisteen nimen tai korkeustiedon. Valikosta on myös mahdollista muuttaa tekstin kokoa, joka tulee näkymään pisteen kanssa kartalla. Alkuperäinen fonttikoko, jota ohjelma edottaa on 1, mutta mielestäni se oli liian iso ja peitti liikaa symbolia ja sekavoitti kartan tulkitsemista, niin kyseissä kartassa muutin fontin kooksi 0.2 joka oli huomattavasti selkolukuisempi. Oman työni kohdalla, sovimme tilaajan kanssa, että se riittää, kun puun nimen saa esille pisteen kanssa, joka nopeuttaa kartan tulkitsemista.

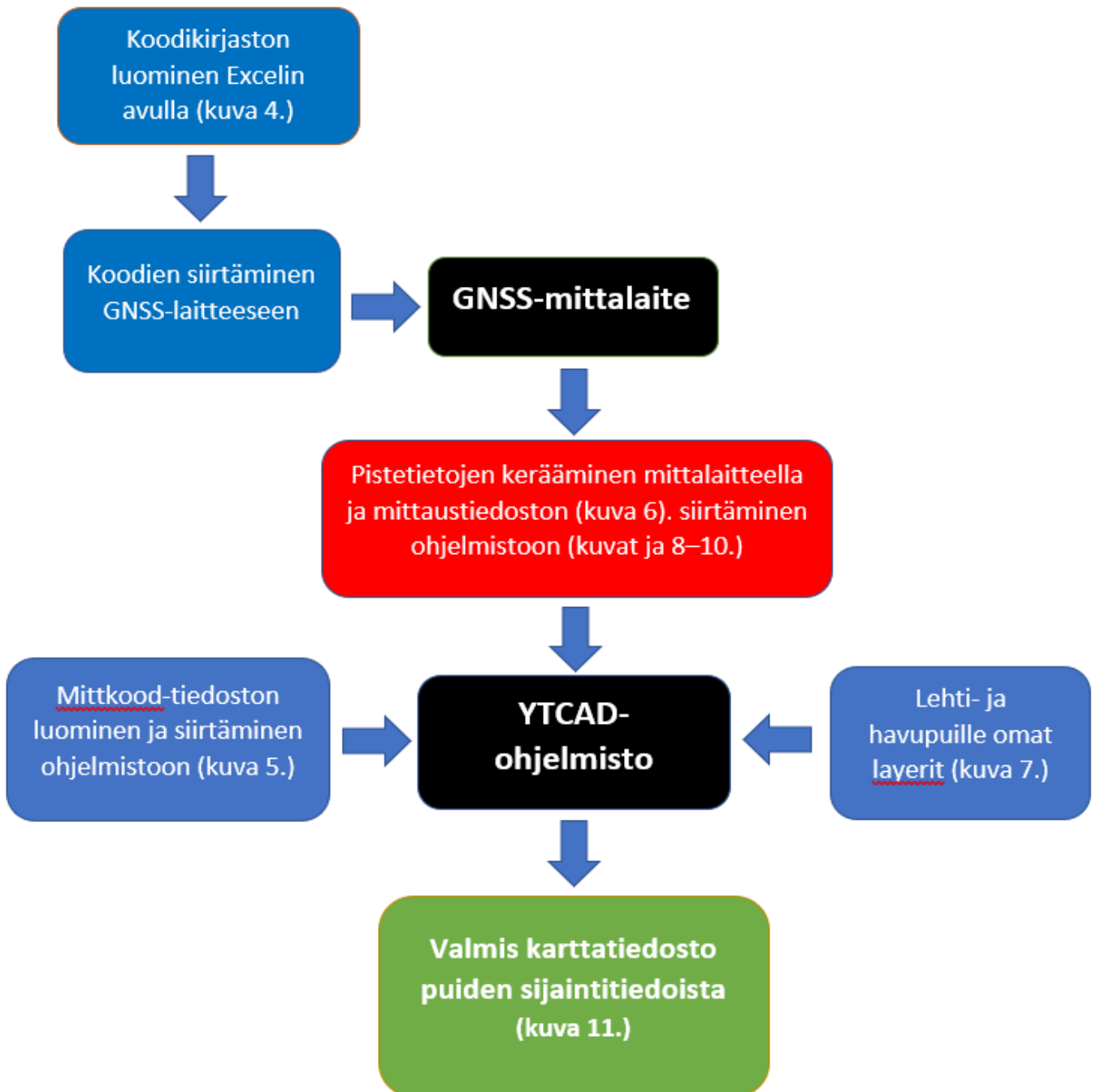
Kuva 11. Valmiit pisteet kartalla, vaaleanvihreät lehtipuita ja tummanvihreät merkattu havupuiksi



Lopputulena puiden sijaintipisteet näyttivät tältä kartalla (kuva 11). Pisteen kohdalla näkyy symboli, eli onko kyseessä lehti- vai havupuu. Pisteen kohdalla on myös jokaisen puun nimi, joka helpottaa ja nopeuttaa kartan tulkitsemista. Pisteen kohdalle oli myös mahdollista lisätä korkeustieto, mutta emme nähneet sen olevan tarpeellista tässä työssä, kartan selkeänä pitämisen vuoksi.

Kuva 12. Yhteenvetona prosessikaavio työn vaiheista

## Prosessikaavio työn toteutuksesta



## 5.7 Muut käyttömahdollisuudet

GNSS-laitteella voi olla monia eri käyttötarkoituksia. Mahdollisia käyttökohteita löytyy paljon etenkin ympäristötoimintaalalta ja sen suunnittelusta, sekä hallinnoinnista. GNSS-laitteella olisi mahdollista päivittää tärkeimpien muistomerkkien sijainteja, puistojen sekä muiden ulkoilureittien penkkien ja muiden puisto- ja ulkokalusteiden mm. leikkivälineiden sijainnit. Kartoitustietoon olisi mahdollista kirjata muistiinpanoja välineistä ja kartoitettujen kohteiden huoltohistoriaa, kuntotietoja sekä mahdollisia huoltotarpeita korjaustöiden varalle, joka helpottaa viheralueiden hallinnoimisessa ja selkeyttää työnkuvaa ja tehtävien organisoimista. Myös Jokioisille tekemääni puideninventointikarttaa on mahdollista jatkaa tulevaisuudessa ja laajentaa lisäämällä siihen tietoja muista viherkasveista mm. pensaat, sekä muu viheromaisuus ja niiden sijaintitiedot, kappalemäärät ja kuntotiedot on mahdollista lisätä karttaan myöhemmin.

Jokioisten kunnalla mahdollisia tulevaisuudessa kartoitettavia kohteita viheralueiden hallinnointiin liittyen puiden kartoituksen lisäksi:

- **Inventointikartoitukset:** Leikkivälineet, pensaat, muut viheralueille kuuluvat kalusteet, pintojen materiaalit, muistomerkit, kesäkukkaistutukset ja kasvupenkkeihin istutetut määrät.
- **Huoltohistorian lisääminen pistetietoon:** Leikkivälineisiin tehdyt huoltotyöt, turvalustojen jyrsinät ja täytemateriaalin lisääminen eri pintoihin, sekä pintojen korjaustyöt.
- **Yksityiskohtaisemmat luontotiedot ja hulevesien hallinnan kannalta merkittävät kohteet:** Poistettavat- sekä säilytettävä kasvillisuus, hulevesien hallinnan ongelmakohdat viheralueilla

Listassa on vain osa ilmenneistä tarpeista, joita Jokioisilla voisi hyödyntää. Tarpeita tulee varmasti lisää, kunhan laitteen mahdollisuuksia saadaan paremmin yksilöityä. Nyt on kuitenkin havaittavissa, että Jokioisilla voisi olla tarvetta tällaisille kartoituksille.

## 6 Yhteistyö Forssan kaupungin kanssa

Forssan kaupunki tekee yhteistyötä kahdeksan muun eri kunnan kanssa, joille he jakavat ja tarjoavat yhdessä hankkimiaan ohjelmistoja. Selvittelyjen mukaan Forssan kaupungin paikkatietopalveluiden ja Jokioisten kunnan viheralueiden hoidon puolella olisi mahdollisesti tulevaisuudessa tarvetta päivittää viheralueiden omaisuudenhallintaa ja mahdollisesti ottaa käyttöön viheralueiden omaisuudenhallintaan tarkoitettu ohjelmisto. Forssan kaupungilla kartoituksesta vastaava henkilö kertoi heidän käyttävänsä parhaillaan Trimble Locusta, mutta ohjelmistoon ei ole hankittu pilvipalvelupohjaista viheralueiden hallinta lisäosaa. Karttatiedoista vastaava henkilö kertoi, että Forssan kaupungilla on pitkään tiedostettu, että heillä olisi tarvetta kyseiselle lisäosalle, mutta tällä hetkellä ohjelmiston ylläpitoon ja käyttöönottoon ei ole tarvittavia resursseja.

Forssan kaupunki jakaa Jokioisten kunnan kanssa kuitenkin yhteisen Trimblen Locus-ohjelmiston. Jokioisilla voisi olla kuitenkin halutessaan mahdollisuus hankkia itsenäisesti tämä viheralueiden hallintaan liittyvä Trimble Locus Cloudin lisäosa, jos lähiaikoina tulevaisuudessa on harkinnassa jotain ohjelmistopäivityksiä kunnalle. Myöhemmässä vaiheessa jos Forssa hankkii lisäosan olisi ehkä mahdollista yhdistää tiedot ja luoda yhteinen katupuurekisteri.

### 6.1 Infrastruktuurin hallinta

Infrastruktuurin hallinta lähtee liikkeelle olemassa olevan tiedon dokumentoimisesta. On tärkeää, että kadut, sekä puistot ja niihin liittyvät välineet, kasvillisuus ja muut varusteet kartoitetaan ja inventoidaan jonnekin luotettavaan alustaan. Inventoinnin ja tiedonhallinnan kannalta tärkeää on, että kohteita ylläpidetään säännöllisesti eikä vain kertaalleen.

Mallinnetulla kokonaisuudella raporttien, inventointien ja analyysien avulla saadaan muodostettua selkeä kokonaisuus, kunnan infrastruktuurin kokonaisuudesta ja tällöin voidaan suunnitella paremmin tulevia investointeja. Visuaalinen analysointi mm. karttojen luominen toimii hyvin apuvälineenä asioiden esittämiselle, vaikka kuntalaisille tai luottamushenkilöille.

Monet katuihin ja viheralueisiin liittyvät työtehtävät tehdään toimiston ulkopuolella. Tämän takia olisi hyvä, että tieto tulisi aina olla mukana. Esimerkiksi puiden kuntokartoituksia, inventointeja ja

leikkipaikkojen leikkivälineiden tarkastuksia tehtäessä voitaisiin suoraan mobiililaitteelta päivittää pääjärjestelmään. Huolto- ja kunnossapitotyöt voitaisiin myös kytkeä viheralue kohteiden varusteisiin, puihin ja laitteisiin, josta työntekijät voivat seurata tarvittaessa tehtäviä hoitotoimenpiteiden tarvetta. (Trimble, n.d, Omaisuudenhallinta)

## **6.2 Vaihtoehto paikkatieto-ohjelmistoksi, Trimble Locus Cloud**

Trimble on kansainvälinen Yhdysvalloissa kehitetty paikkatietoteknologiaan keskittynyt yritys. Trimble tuottaa mittaus- ja kartoituskalustoa, sekä kartoitus- ja paikkatieto-ohjelmistoja. Trimblellä on vuoden 2018 tiedon mukaan työntekijöitä yli 11 000 kpl, 40 eri maassa ja Trimble-yhtiön tuotteita käytetään useissa eri maissa ympäri maailmaa. (Wikipedia, 2020)

Trimble Locus on tietokantapohjainen paikkatieto-ohjelmisto. Trimble Locus on suunniteltu erityisesti kaupunkien ja kuntien käyttöön. Ohjelmistolla voidaan hallita paikkatietoaineistoja, sekä tuottaa erilaisia karttoja. Ohjelmisto koostuu itsenäisistä sovelluksista, joita ovat kaavoitus, kiinteistöomaisuudenhallinta, kiinteistömuodostus, rakennusvalvonta sekä ympäristövalvonta.

Ratkaisu katu- ja viheralueiden ominaisuudenhallintaan koostuu seuraavista Trimblen järjestelmistä ja sovelluksista:

Trimble Katu- ja viheralueiden hallinta -sovelluksella voidaan hallita julkisia katuihin, puistoihin ja viheralueisiin liittyviä tietoja, varoja, toimenpiteitä, määräaikoja, lupia, sekä todistuksia. Kyseinen sovellus tarjoaa nykyaikaisemmat työkalut omaisuuden dokumentointiin, alueiden hallintaan ja tietojen selaamisen kartalta tai rekisteristä (kuva 13). Tiedot inventoinneista tai kuntoarvioinneista päivitetään Trimble Locus Cloudiin, joka on pilvipohjainen ratkaisu verkossa.

Trimblen katu- ja viheralueidenhallintasovellukseen sisältyy myös kunnossapito-osio, joka tarjoaa monipuoliset työkalut kunnossapidon suunnitteluun ja hallintaan. Kunnossapito-sovellus tarjoaa laajan tuen infrastruktuurin kunnossapitotoiminnalle. Ohjelman avulla korjaus-, tarkastus- ja kunnossapitotyöt voidaan suunnitella ja aikatauluttaa niin, että ne perustuvat budjettiin ja resursseihin.

Katu- ja viheraluekasterin tietoja voidaan hyödyntää monipuolisemmin, kun siihen pääsee käsiksi muualtakin kautta kuin pelkästään pöytäkoneelta. Trimblen katu- ja viheralueiden hallinta osioon kuuluu Field user niminen sovellus, jonka kautta kirjautunut käyttäjä pääsee päivittämään ja hyödyntämään leikkipaikkojen, sekä yksittäisten varuste- ja kasvillisuuskohteiden tietoja suoraan maastossa. Sovellus tukee ominaisuudenhallintaa ja kuntotarkastuksia, sillä tietoja on mahdollista päivittää suoraan paikan päällä kohteessa mobiililaitteella. Esimerkiksi tämä helpottaa leikkipaikkojen tarkastuksia ja helpottaa niiden suorittamista säännöllisin väliajoin. (Trimble, n.d, Katu- ja viheralueiden hallinta)

Kuva 13. Trimble Locus Cloud viheralueiden hallinta paikkatietojärjestelmän keskeisimmät hyödyt (Kuva: Trimble)

### Keskeiset hyödyt



Katujen ja puistoalueiden tietojen hallinta on tehokkaampaa ja laatu parempi



Optimoidut investointipäätökset omaisuuden kehittämisessä ja kunnossapidossa



Kunnossapitotyön tehostuminen



Lupien hallinnan ja valvonnan vahvistuminen



Maastossa tarvittava tieto on aina ajan tasalla



Kohteiden keskeisiä tietoja, kuten alueiden hoitoluokituksia, pääsee tarkastelemaan maastossa



Kohteiden tietojen tarkastelu ja syöttö suoraan maastossa vähentää virheitä



Ohjelmistoasennuksia tai erillisiä laitehankintoja ei tarvita, sillä sovellus toimii kaikilla laitteilla ja selaimilla



Kustannussäästöt omaisuudenhallinnassa



Kunnossapitotoiminnan suunnittelun ja budjetoinnin nopeutuminen



Kentällä tehtävän työn tehostuminen

## 7 Johtopäätökset

Useilla paikkakunnilla paikkatietojärjestelmät omaisuuden hallinnassa rupeavat olemaan arkipäiväisessä käytössä viheralueiden hallinnoinnissa. Jokioisten kunnalla ollaan vasta ensiaskelissa viheralueiden osalta paikkatietojärjestelmien käytössä, mutta tämän lyhyen kokeilun ja tutkimieni asioiden perusteella, jokin omaisuudenhallinta järjestelmä voisi tuoda helpotusta ja uusia näkökulmia viheralueiden hallintaan Jokioisilla. Paikkatietojärjestelmän avulla voitaisiin hallita kätevämmiin viheromaisuutta, sekä suunnitella ylläpitotarpeita ja mahdollisia tulevia korjaustarpeita hoidettaville alueille. Tulevaisuudessa ja työn tilaajan mielipiteen perusteella olisi hyvä ainakin ensitöiksi, jos paikkatietojärjestelmään saataisiin lisättyä puiden ja muun hoidettavan kasvuston lisäksi leikkipaikkoihin kohdistuvia ominaisuustietoja mm. leikkivälineiden huoltohistoriaa, sekä korjaustarpeita. Näiden tietojen paikkatietojärjestelmään saaminen helpottaa niiden elinkaaren valvontaa ja auttaa myös organisoimaan huoltotehtäviä tehokkaammin. Tulevaisuudessa leikkipaikkojen tarkastuksiin olisi myös järkevää, jos otettuun paikkatietoon voisi tallentaa myös kuvia kohteesta, joka puolestaan helpottaa kertomaan kohteen kunnan ja auttaa tulevaisuudessa tarvittavien toimenpiteiden suunnittelussa.

Inventointikartoitusten tekeminen nykyisillä Jokioisten kunnalla käytössä olevilla laitteilla onnistui niin, että puut saatiin kaikki kartoitettua ja tiedot siirrettyä kartelle sopivan ohjelman kautta, joitakin päivittämistarpeita käytössä olevaan mittalaitteistoon voisi olla suositeltavaa harkita, mahdollisten tulevien kartoitusten kannalta katsottuna ja jos tulevaisuudessa on tarkoitus kehittää nykyistä omaisuudenhallinnan kartoitustapaa paremmaksi. Myös ohjelmistoa, jonne aiottaisiin kerätä paikkatietoja, kannattaa miettiä mikä vastaisi Jokioisten kunnan tarpeita.

Pilvipalvelupohjainen paikkatietojärjestelmä voisi olla erinomainen ratkaisu, jolla tietoja voisi päivittää suoraan esimerkiksi puistoista järjestelmiin, jos paikan päällä ilmenee huolto tai korjaustarpeita. Kohdetietojen ja muun tiedon kerääminen järjestelmään ovat eniten työtä vaativia varsinkin, jos työn aloittaa ilman minkäänlaista pohja-aineistoa kartoitettavista kohteista. Mutta kun kaikki tarvittavat tiedot on saatu kerättyä, sekä syötettyä paikkatietojärjestelmään, helpottuu tietojen ylläpito jatkossa huomattavasti, eikä enää tulevaisuudessa tarvitse huolehtia helposti katoavista paperiversioista.

Jokioisten kunnalla on mahdollisuus luoda Forssan kaupungin kanssa yhteisillä ohjelmistoilla yhteinen paikkatietorekisteri, jonne olisi mahdollista kirjata, esimerkiksi puut, puistojen kalusteita,



hoitotarpeita ym., mutta jos Forssan kaupungin hankkimaan Trimblen pilvipalvelupohjaista viheralueidenhallinta ohjelmistoa haluaa käyttää, tarvitsee sitä vielä odottaa. Jokioisten kunnalla on jo kuitenkin entuudestaan käytössä Trimble Locus, jolla kunta on tuottanut erilaisia kartta- ja paikkatieto aineistoja. Jokioisilla voisi olla myös vaihtoehtona hankkia oma pilvipalvelupohjainen viheralueiden hallinta lisäosa, mutta se vaatisi huomattavasti enemmän työtä ja resursseja kunnalta. Yhtenä mahdollisuutena olisi mahdollisuus liittää tiedot myöhemmin yhdistettyyn ohjelmistopakettiin.

Opinnäytetyön yhtenä osana on vastata kysymykseen, mitä haasteita tuli vastaan käyttäen menetelmää, jota käytin puiden kartoituksessa, varsinkin kun varsinaista tietoa ja taitoperustaa ei aikaisemmin ollut tällaisesta työstä ja siihen vaadittavista asioista. Erinäiset niin sanotut haasteet tulivat tietämyksen puutteesta, sekä myös laitteistojen rajoitukset myös hankaloittivat työn lopputuloksen saamista haluttuun pisteeseen. Tavoitteena oli myös, että työtä olisi mahdollista jatkaa tulevaisuudessa, luomalla paikkatietoja muulle Jokioisten kunnan hoidettavissa olevalle viheromaisuudelle, sekä myös muulle hoidettavissa oleville puiston kalustolle.

Ensimmäisenä haasteena tai ongelmana huomasimme, koodikirjaston kanssa tulevat ongelmat kyseisellä GNSS-laitteella. Alun perin suunnitelmanamme oli luoda kaksi eri karttaa, johon olisi eriteltynä erikseen puistoalueilla sijaitsevat puut, sekä toiseen karttaan olisi tullut katualueella olevat hoidettavat puut. Ongelmana tässä oli koodikirjaston kankea käyttäminen, koska laitteelle ei ollut mahdollista luoda käytettävissä olevilla resursseilla tallennettua koodistoa Excel-pohjan perusteella olevista puista, vaan aina kun halusi käyttää toista jotain toista työtä, tai niin sanotusti eri karttaa, täytyi puun koodi ja nimitiedot luoda aina uudestaan laitteelle siihen uuteen työhön, joka puolestaan oli hitaanpuoleista.

Toisena haasteena työntekemiseen, oli GNSS-laitteen ikä, joka toi omat haasteensa työn tekemiselle, mutta ei kuitenkaan tehnyt siitä mahdotonta toteuttaa käytössä olleella laitteella. Jossain tilanteissa akkujen heikohko maksimikapasiteetti, oli haasteena koska esimerkiksi joissakin mitattavilla alueilla, joissa oli paljon puita, joutui käymään useaan otteeseen keräämässä pistetietoja, akkujen lataustarpeen takia. Myös akkujen nopea kuluminen aiheutti, sen että joissain tilanteissa, tuntui GPS-signaalin heikenneen aina, kun akun kapasiteetti oli vähissä, joka johti välillä epätarkkoihin mittaustuloksiin. Myös osana epätarkkoihin mittauspisteisiin, on se, että kyseinen laite osaa käyttää vain GPS ja GLONASS signaaleja verrattuna uudempiin laitteisiin, jotka tukevat

useampaa eri signaalinlähteitä ja sen takia koska yhteyspisteitä on vähemmän, siksi joissakin tilanteissa laitteeseen tarkan yhteyden saaminen oli hankalaa, lisäksi tarpeeksi hyvää yhteyttä laitteelle häiritsi puun lehvästö tai joissakin alueilla oli tiheä puukasvusto, sekä myös välillä häirtä olivat sääolosuhteet.

Käytössä olleen ohjelmiston eli YTCADin, johon ajoimme GNSS-laitteelta saadun datan, huomasin olevan joissakin määrin hieman monimutkaista. Tietojen saaminen karttaan kyseisellä ohjelmistolla onnistuu kyllä, mutta en ainakaan itse löytänyt mielestäni hyvää tapaa saada pistetietoihin liitettyä selkeästi pisteen ominaisuustietoja ja pisteiden linkittäminen karttaan, niin että ohjelma ymmärtää laitteelta otetun tiedoston, joutuu tekemään useiden eri prosessien kautta, jos haluaa saada pisteelle haluamat merkinnät ja tiedot, mikä voi saada asian vaikuttamaan hankalalta.

## Lähteet

Alatyöppö, V. & Paavilainen, J. (2017). *Kuntainfran omaisuudenhallinta*. Helsinki: Suomen kuntatekniikan yhdistys ry.

Antikainen, J., Kankkunen J., Karas K., Kosonen K., Lähde P., Tolvanen J. (2007) *GE 4 Aluetutkimus*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Autodesk. (n.d). AutoCAD. Map 3D toolset features. Haettu 20.1.2021 osoitteesta <https://www.autodesk.com/products/autocad/included-toolsets/autocad-map-3d>

Eskola, R. & Peltoniemi, H. (2011). *Viherympäristön mittaustekniikka ja paikkatieto*, Helsinki: Viherympäristöliitto ry.

Insidegnss. (n.d). GNSS-laite toiminta. Haettu 23.1.2021 osoitteesta <https://insidegnss.com/the-international-gnss-monitoring-and-assessment-service>

Jokioisten kunta. (2021). Puistot ja viheralueet. Haettu 20.2.2021 osoitteesta <https://www.jokioinen.fi/asukas/kunnallistekniset-palvelut/viheralueet/>

Laaksonen J. (2019). Videosarja: Pilvipalvelut kuntien tukena - osa 1/8. Blogijulkaisu 11.3.2019. Haettu 12.1.2021 osoitteesta <https://kunnat.trimble.fi/blogi/videosarja-pilvipalvelut-kuntien-tukena-osa-18>

Laurila, P. (2012). *Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet*. Rovaniemi: Rovaniemen ammattikorkeakoulu

OXTS. (2020). How does a GNSS receiver work. Haettu 25.1.2021 osoitteesta <https://www.oxts.com/gnss-receiver/>

Paikkaoppi. (n.d). Rasteri- ja vektorimuotoinen paikkatietoaineisto. Haettu 20.1.2021 osoitteesta <https://www.paikkaoppi.fi/fi/rasteri-ja-vektorimuotoinen-paikkatietoaineisto/>

Sweco (n.d). Tietoa Swecosta. Haettu 20.1.2021 osoitteesta <https://www.sweco.fi/tietoa-swecosta/>

Topcon. (n.d). Topcon GRS-1. Haettu 19.12.2020 osoitteesta [https://www.topconcare.com/en/hardware/gnss-receivers/grs\\_1/](https://www.topconcare.com/en/hardware/gnss-receivers/grs_1/)

Topcon. (n.d). MAGNET Field. Haettu 18.12.2020 osoitteesta

<https://www.topconcare.com/en/software/field-applications/magnet-field/>

Traficom. (2020). Satelliittipaikannuksen nykytila ja kehitysnäkymät. Haettu 13.2.2021 osoitteesta

<https://www.traficom.fi/fi/satelliittipaikannuksen-nykytila-ja-kehitysnakymat>

Trimble. (n.d). Katu- ja viheralueiden hallinta. Haettu 21.11.2020 osoitteesta

<https://kunnat.trimble.fi/katu--ja-viheralueiden-hallinta.html>

Trimble. (n.d). Omaisuudenhallinta. Haettu 20.11.2020 osoitteesta

<https://kunnat.trimble.fi/omaisuudenhallinta.html#/>

Yle, T. Heikkinen. (2014). GIS – maantieteen perustyökalu. Haettu 10.02.2021 osoitteesta

<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2014/01/30/gis-maantieteen-perustyokalu>

Wikipedia. (2020). Trimble. Haettu 15.2.2021 osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/Trimble>

#### HAASTATTELUT:

Suonpää, J. Kunnan puutarhuri, Jokioisten kunta. Haastateltu 10.8.2020

Anon. Maankäyttöinsinööri, Forssan kaupunki. Haastateltu 17.2.2021