



Miro Sivonen

# Helsingin kaupungin kartta-aineistojen laadunvalvonnan työmenetelmien ke- hittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Maanmittaustekniikka

Insinöörityö

1.4.2023

# Tiivistelmä

Tekijä:	Miro Sivonen
Otsikko:	Helsingin kaupungin kartta-aineistojen laadunvalvonnan työmenetelmien kehittäminen
Sivumäärä:	50 sivua
Aika:	1.4.2023
Tutkinto:	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	maanmittaustekniikka
Ohjaajat:	maanmittausinsinööri Olli Hänninen lehtori Ilkka Partonen

---

Tämän insinööriyön tavoitteena oli selvittää kartta-aineistojen laadunparannustyön tarvetta sekä laadunparannuksessa käytettävien työmenetelmien toimivuutta ja näiden menetelmien mahdollista kehittämistä.

Työssä tutkittiin Helsingin kartta-aineistojen alkuperää, kantakartan muodostumista ja kartan paikkansapitävyyden tarpeellisuutta. Lisäksi tutkittiin millaisia sääntöjä, määräyksiä ja ohjeistuksia liittyy kartta-aineistoihin ja niiden päivittämiseen, sisällön, laadun sekä ajantasaisuuden suhteen.

Työssä selvitettiin erilaisten aineistojen keräämistapoja asemakaava-alueella ja testattiin manuaalisia työmenetelmiä aineistojen käsittelyssä. Työssä selvitettiin myös laaduntarkastuksen menetelmiä huomioiden Helsingin kaupungissa mahdollisesti tulevaisuudessa toteutettava laajamittaisempi kartta-aineistojen laadunvalvontatyö.

Työn tuloksena saatiin tietoa siitä, miten kartta-aineistoa kerätään erilaisista kohteista ja millä tavoin aineistoa voisi jatkossa käsitellä. Selvityksen avulla saatiin myös parempi ymmärrys siitä, millaisia ongelmakohtia ja mahdollisia virhelähteitä aineistoissa ja niiden käsittelyssä voi olla. Samalla löydettiin uusia mahdollisia laadunvalvontatyötä helpottavia menetelmiä, joiden käyttöönottoa voidaan harkita tulevaisuudessa kartta-aineistojen laadunvalvonnan työkaluiksi.

Avainsanat: kantakartta, laadunvalvonta, kartta-aineisto, työmenetelmä

## Abstract

Author: Miro Sivonen  
Title: Improving Methods for Quality Control of Map Data in City of Helsinki  
Number of Pages: 50 pages  
Date: 1 April 2023

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Land Surveying  
Supervisors: Olli Hanninen, Land Surveyor  
Ilkka Partonen, Senior Lecturer

---

This final year project aimed at establishing the effectiveness of the methods used to identify the need to improve the quality of map materials. Furthermore, a goal was to see whether there was room for development in these methods.

The project studied the origin of Helsinki's map materials, the formation of the base map, the importance of the accuracy of the map, and the rules, regulations, and guidelines associated with map materials and the content, quality, and timeliness updates.

Various methods for material collection in the zoning area were studied. Furthermore, manual methods for materials handling were tested. The project also looked into possible quality control methods for more extensive quality control work in the future.

As a result of this study, information was obtained on how map materials are collected from various sources and how they could be handled in the future. The study also identified potential problem areas and possible sources of error in materials and their handling. At the same time, new methods to facilitate the work were identified, which could be considered for future quality control tools.

Keywords: base map, quality control, map materials

# Sisällys

1	Johdanto	1
2	Helsingin kartta-aineistot	2
2.1	Kartta-aineistot	2
2.1.1	Helsingin karttapalvelu	3
2.2	Käytössä olevat koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät	4
2.2.1	Vanhat järjestelmät	4
2.2.2	Uudet järjestelmät	4
2.3	Kantakartta	5
2.3.1	Helsingin kantakartta	5
2.3.2	Helsingin kantakartan sisältö	6
2.4	Kantakartan käyttö asemakaavoituksessa	6
2.4.1	Asemakaavan pohjakarttaan liittyvät määräykset, ohjeistukset ja vaatimukset	6
2.4.2	Asemakaavan pohjakarttaan liittyvät laatuvaatimukset	7
2.4.3	Asemakaavan pohjakartan ajantasaisuus ja mittausluokat	7
2.4.4	Asemakaavan pohjakartan koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä	9
2.4.5	Asemakaavan pohjakartan tietosisältö	10
2.5	Kartta-aineistojen päivittäminen ja ylläpito	13
2.5.1	Käytössä olevat järjestelmät	13
3	Aineistojen kerääminen ja alkuperä	14
3.1	Maastomittaukset ja niissä käytetty kalusto	14
3.1.1	Käytetty kalusto	14
3.1.2	Rakennusvalvontamittaukset	18
3.1.3	Kaavoitusmittaukset	18
3.1.4	Kiintopistemittaukset	19
4	Asemakaavan pohjakartan laadunhallinta ja menetelmät	20
4.1	Pohjakartan laatutekijät ja tarkastaminen	20
4.2	Laadunarvioinnin menetelmät	23
4.3	Näytetarkastus	27
4.4	Laatutulokset	32

5	Esimerkkiaineistot ja havainnot	33
5.1	Käytetyt menetelmät, ohjelmistot ja työkalut	33
5.2	Tehtyjä havaintoja	38
5.3	Mahdollisia virhelähteitä	42
6	Mahdolliset parannusehdotukset	44
6.1	Parannusehdotukset mittausten ja tarkastusten osalta	44
6.2	Yksinkertaistettu toimintamalli kartta-aineistojen tarkastamiseen	46
7	Yhteenveto	47
	Lähteet	48

## Lyhenteet

AQL Acceptance Quality Limit. Hyvän laatutason määrittelevä luku, joka ilmoittaa sallittujen virheiden määrän 100:aa yksikköä kohden.

ETRS-GK25

EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmään liittyvä tasokoordinaatisto.

EUREF-FIN

Euroopan terrestrisen vertausjärjestelmän ETRS89 suomalainen, kolmiulotteinen realisaatio.

GNSS: *Global navigation satellite system*. Koko maailmaa palveleva satelliittipaikannusjärjestelmä.

JHS Julkisen tietohallinnon suositukset. Suositusjärjestelmä, jolla pyritään yhdenmukaistamaan kunnallis- ja valtionhallinnon tietohallintoa.

MRL Maankäyttö- ja rakennuslaki.

N2000 Suomen uusi korkeusjärjestelmä. Euroopan laajuisen järjestelmän realisaatio.

RSK Rajamerkin sijainnin pistekeskivirhe. Luku ilmaisee rajamerkin sijainnin tarkkuuden.

# 1 Johdanto

Karttatuotanto sekä siihen liittyvät tiedonkeruumenetelmät ovat viime vuosikymmeninä ottaneet suuria edistysaskelia mittalaitteiden, tietotekniikan ja ohjelmistojen kehittymisen mukana. Edistyksen myötä myös karttojen laatuvaatimukset ja paikkansapitävyyden tärkeys ovat nousseet yhä keskeisemmiksi seikoiksi karttojen luotettavuuden ja toimivan kaupunkisuunnittelun varmistamiseksi.

Tämä insinööri työ on esivalmisteleva osa laajempaa laadunvalvonnan projektia, joka tarkastelee laadunparannustyön tarpeellisuutta Helsingin kartta-aineistoissa. Kartta-aineistoihin on tehty paikallisia tarkastuksia ja osassa tarkastuksia on havaittu poikkeamaa sijaintitarkkuuksissa, sekä kartan täydellisyydessä. Poikkeamat vaikuttavat kartan luotettavuuteen tarkkuutta vaativissa kohteissa. Tämä työ ei kuitenkaan ota varsinaisesti kantaa Helsingin kartta-aineistojen laatuun.

Työssä tarkastellaan, millaisia kartta-aineistoja Helsingin kaupungilla on ja mikä niiden syntyperä on. Lisäksi selvitetään, millaisia ohjeistuksia, määräyksiä ja lainsäädäntöä aineistoihin kohdistuu, sekä sitä, mitä mahdollisia vaikutuksia näillä on aineiston laadun ja paikkansapitävyyden näkökulmasta. Perehtymällä kartta-aineistojen laadunvalvonnan ja -tarkastuksen ohjeistuksiin ja määräyksiin saadaan luotua selkeämpi kuva laadunvalvontatyön toimintatavoista tulevaisuutta varten.

Tässä työssä tutkitaan ja testataan osaa niistä menetelmistä, joita Helsingin kaupungilla on käytössä kartta-aineistojen keräämiseen ja niiden käsittelyyn. Helsingin kaupungin maastomittausyksikön toimenkuvan osalta tärkeää seikkaa eli erilaisten kohteiden sijaintitarkkuuksia, tutkitaan sekä pohditaan mahdollisia ongelmakohtia ja parannusehdotuksia käytetyissä työmenetelmissä. Työssä hyödynnetään maastomittausyksikön kartoittajien tuottamaa materiaalia. Analysoidut kohteet sijaitsevat Helsingin itäisen maastomittausalueella.

## 2 Helsingin kartta-aineistot

### 2.1 Kartta-aineistot

Kartta-aineistoa on luotu Helsingissä eri menetelmin vuosien varrella. Kartta-aineistot ovat muodostuneet digitoimalla vanhoja karttoja ja hyödyntämällä ilmakuvauksia, stereokartoitusta, laserkeilausaineistoja sekä maastomittauksia. [1.] Kuvassa 1 on havainnollistettu Helsingin kartta-aineistojen koostuminen.



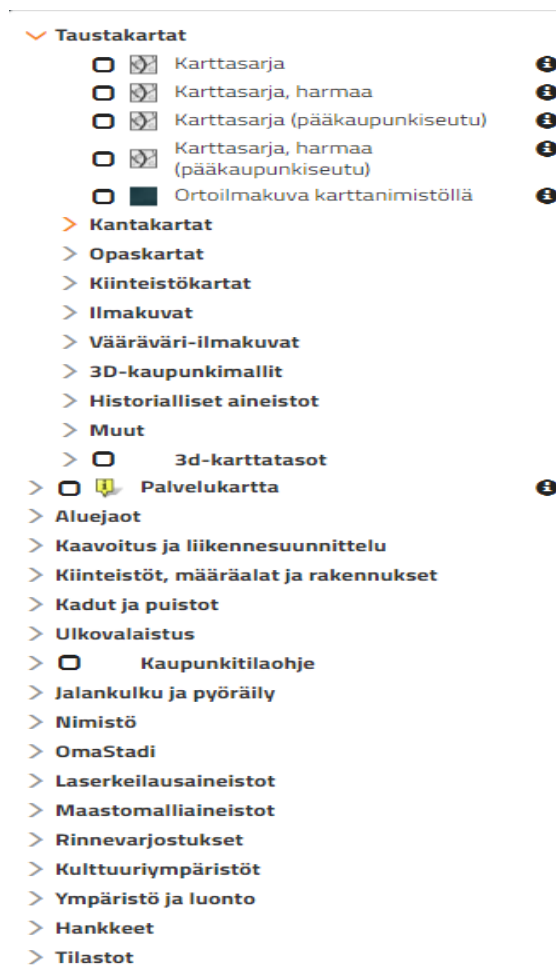
Kuva 1. Helsingin kartta-aineiston koostuminen [1].

Suurin osa Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön toimialan ylläpitämistä kartta- ja paikkatietoaineistoista on avattu avoimeksi eli maksuttomaksi ja ilmaiseen käyttöön julkishallinnolle, yrityksille, organisaatioille sekä yksityishenkilöille.

Helsingin kaupunki ylläpitää ja julkaisee avoimia aineistoja pääsääntöisesti avointen paikkatietorajapintapalvelujen kautta, ja aineistot päivittyvät joka arkipäivä. Aineistot ovat Helsingin tai koko pääkaupunkiseudun laajuisia. [2.]

### 2.1.1 Helsingin karttapalvelu

Helsingin karttapalveluun on tuotu kaupungin ylläpitämiä kartta- ja paikkatietoaineistoja, joiden karttapohjat vaihtelevat perinteisistä opaskartoista ja ilmakuvista yksityiskohtaisempiin kiinteistökarttoihin [3]. Karttapalvelu löytyy osoitteesta [karta.hel.fi](http://karta.hel.fi). Kuvassa 2 on esitetty Helsingin karttapalvelun nykyinen aineistotarjonta.



Kuva 2. Helsingin karttapalvelun nykyinen aineistotarjonta [3].

## 2.2 Käytössä olevat koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät

### 2.2.1 Vanhat järjestelmät

Ennen nykyisen koordinaattijärjestelmän päivitystä Helsingissä oli käytössä tasokoordinaatistona 1920-luvulla laadittu paikallinen, Helsingin kaupungin erilliskoordinaatisto, joka ei perustunut mihinkään valtakunnalliseen järjestelmään. Erilliskoordinaatisto oli käytössä noin 90 vuoden ajan, ja sen alkuperäinen origo on ollut Helsingin Kallion kirkontornin ristin kohdalla. [4, s.16.] Erilliskoordinaatistosta oli käytössä omat realisaationsa mantereelle ja ulkosaaristoon. Esimerkiksi Helsinki-mantere-realisaation käyttö ulkosaaristossa aiheutti epätarkkuuksia, joten tarkkuutta vaativat mittaukset ulkosaaristossa suoritettiin hyödyntämällä Helsinki-ulkosaaristo-realisaatiota. [4, s.17.]

Vanhana korkeusjärjestelmänä toimi NN-korkeusjärjestelmä, niin sanottu Normaali Nolla, joka määritettiin Suomen ensimmäisen, vuosina 1892–1910 suoritettun tarkkavaaituksen tuloksena [5].

### 2.2.2 Uudet järjestelmät

Helsinki siirtyi Espoon, Vantaan ja Kauniaisten kanssa uuteen tasokoordinaatistoon ja korkeusjärjestelmään 1.12.2012. Uudistus helpotti huomattavasti kuntien välisiä yhteisiä rakennushankkeita ja kartta-aineistojen jakamista kaikkien siirtyessä käyttämään yhtenäistä järjestelmää. Muutoksen myötä karttojen, paikkatietojen ja maastomittausten pohjana käytettävät koordinaatit ja korkeuslukemat muuttuivat. Vanhat käytössä olleet Helsingin kaupungin erilliskoordinaatisto ja NN-korkeusjärjestelmä poistuivat kokonaan käytöstä muutoksen myötä. [6.]

Uusi käytössä oleva tasokoordinaattijärjestelmä on ETRS-GK25, joka perustuu eurooppalaisen ETRS-89-koordinaattijärjestelmän suomalaiseen realisaatioon EUREF-FIN [6]. Uusi päivitetty korkeusjärjestelmä on N2000, joka perustuu Suomen kolmanteen, vuosina 1978–2006 suoritettuun tarkkavaaitukseen.

N2000 on yhteisen eurooppalaisen korkeusjärjestelmän suomalainen realisaatio. [5.]

Helsingin kaupungin siirtyessä uuteen tasokoordinaatti- ja korkeusjärjestelmään vanhoja kartta-aineistoja muunnettiin vanhoista koordinaatti- ja korkeusjärjestelmistä uusiin järjestelmiin. Muunnoksen läpikäyneitä aineistoja tarkasteltaessa on joissain kohteissa havaittu poikkeavuuksia sijaintitarkkuuksissa, jonka takia laadunarviointityötä on harkittu suoritettavaksi. [7.]

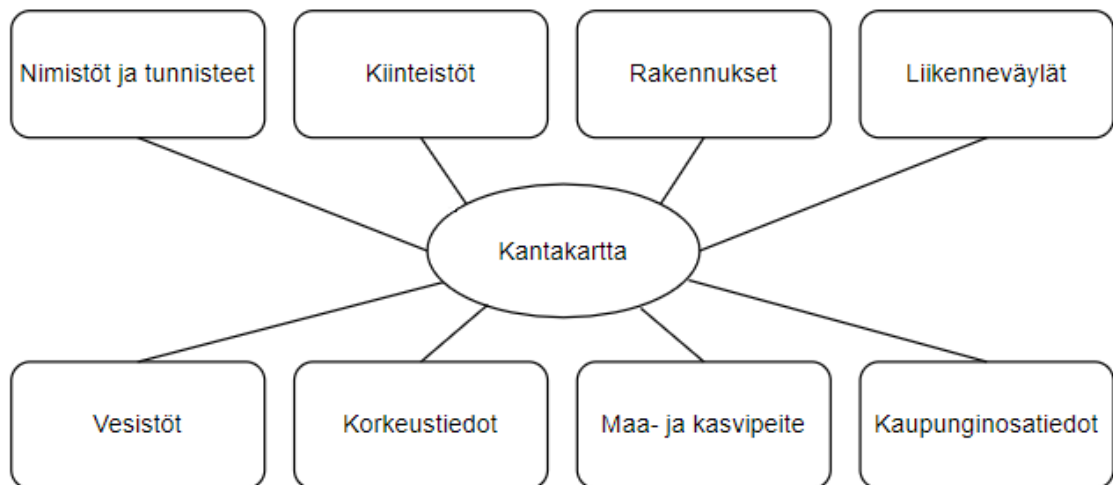
## 2.3 Kantakartta

### 2.3.1 Helsingin kantakartta

Helsingin kantakartta on kaupunkiympäristötoimialan kaupunkimittauspalvelujen ylläpitämä kartta, joka toimii kaavoituksen ja muun yhdyskuntarakentamisen suunnittelun pohjana. Kantakarttaa käytetään asemakaavan pohjakarttana, ja sitä käytetään myös monien erikoiskarttojen valmistuksessa. Kantakarttaa pidetään jatkuvasti ajantasaisena mittakaavassa 1:500, ja se on tarkin Helsingin kaupungin aluetta kuvaava paikkatietoaineisto. Kantakartan ylläpitokoordinaatistona toimii ETRS-GK25 ja korkeusjärjestelmänä N2000. [8.]

### 2.3.2 Helsingin kantakartan sisältö

Kantakartassa esitetään rakentamisen ja yhdyskuntasuunnittelun kannalta tarpeelliset ja tärkeät maastokohteet ja rajat [8]. Kuva 3 esittää, millaisia kohteita ja tietoja kantakartalta löytyy.



Kuva 3. Kaaviomalli kantakartalta löytyvistä kohteista [8].

## 2.4 Kantakartan käyttö asemakaavoituksessa

Lakisääteiset asemakaavoituksen pohjakartat tuotetaan kantakartasta, joten on tärkeää, että kantakartta on tarkka, paikkansapitävä ja luotettava ja että noudatetaan sille asetettuja vaatimuksia [8].

### 2.4.1 Asemakaavan pohjakarttaan liittyvät määräykset, ohjeistukset ja vaatimukset

Asemakaavan pohjakarttaan liittyy määräyksiä ja ohjeistuksia niin Maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL), julkisen hallinnon suosituksissa (JHS) sekä Maanmittauslaitoksen ohjeistuksissa. JHS-järjestelmä lakkautettiin vuoden 2020 alussa, mutta suositusten sisältöä voidaan edelleen hyödyntää, sillä päivitettyjä, uudempiä suosituksia ei ole laadittu.

## 2.4.2 Asemakaavan pohjakarttaan liittyvät laatuvaatimukset

Asemakaavan pohjakarttaan liittyy myös laatuvaatimuksia. Laadullisten vaatimusten mukaan pohjakartan tulee olla riittävän tarkka sekä ajantasainen. Maankäyttö- ja rakennuslain 54 a §:n mukaan asemakaavan tulee perustua maastoa kuvaavaan pohjakarttaan, jonka tulee olla yksityiskohtaisuudeltaan ja tarkkuudeltaan riittävä. Asemakaavaa tai sen muutosta ei saa hyväksyä, jos pohjakartta ei ole yksityiskohtaisuudeltaan tai tarkkuudeltaan riittävä tai se on siinä määrin vanhentunut, ettei sitä enää voida käyttää kaavoituksen perustana. [9.]

Asemakaavan pohjakartan täyttäessä sille asetetut vaatimukset tulee kaavoitusmittauksen valvojan hyväksyä kartta. Kaavoitusmittauksen valvojan pätevydestä säädetään MRL:n 54 b §:ssä. [9.]

## 2.4.3 Asemakaavan pohjakartan ajantasaisuus ja mittausluokat

Maanmittauslaitoksen julkaisussa n:o 94 *Kaavoitusmittausohjeet (2003)* on käsitelty tarkemmin kartan vanhenemista. Julkaisussa määritellään, että kartta on vanhentunut, mikäli siitä puuttuu maankäytön suunnittelun kannalta tärkeitä yksityiskohtia, kuten seuraavia:

- rajamerkkejä ja kiinteistörajoja
- rakennuksia ja rakennelmia
- teitä, rautateitä, kevyen liikenteen väyliä
- suurijännitelinjoja, maakaasujohtoja [10].

JHS185-suosituksessa, kohdassa *kartan ajantasaisuus*, määritellään ajantasaisuudelle lisäksi kohta ”muita tärkeitä yksityiskohtia”. Vanhan kartan käyttöä eivät kuitenkaan estä kartoitusalueen vähäiset muutokset, kuten:

- vähäinen rannan siirtyminen vedenkorkeuden muutoksesta
- luonnon muutokset maastokuvioissa
- vähäpätöisten purettujen rakennusten tai rakennelmien esiintyminen kartalla
- rakennusten käyttötarkoitusten muutokset. [11, s. 7.]

Asemakaavojen pohjakartoille on määritelty mittaustarkeus- ja mittakaavasuosituksset. Mittaustarkeuksien osalta JHS185-suosituksessa asemakaavan pohjakarttojen kartoitusalueet jaetaan eri mittausluokkiin, jotka määrittävät mittaus- ja kuvaustarkkuuden alueella. Mittausluokkien laatuluokat ovat 1e, 1, 2 ja 3 siten, että luokka 1e on vaatimuksiltaan tarkin ja 3 epätarkin. [11, s. 4.]

Eri mittausluokkien käyttöalueet jakautuvat seuraavanlaisesti:

- Mittausluokka 1e on tarkin luokka, jota kunta voi halutessaan käyttää, mikäli kohdeaineistoa käytetään vaativassa teknisessä suunnittelussa.
- Mittausluokka 1 on käytössä taajama-alueilla, joissa on erittäin arvokasta maata ja joilla on voimassa sitovan tonttijaon asemakaava tai sellaista ollaan laatimassa.
- Mittausluokka 2 on käytössä alueilla, joille laadittavassa asemakaavassa ei edellytetä sitovaa tonttijakoa.
- Mittausluokka 3 on käytössä ranta-asemakaava-, ranta-alueilla sekä muilla sellaisilla alueilla, joilla maa on maa- ja metsätalousmaata selvästi arvokkaampaa. [12, s. 5.]

Tässä työssä käsitellyt kohteet ovat mittausluokan 1e alueilla.

Eri mittaustarkeusluokille on määritelty niille soveltuvat mittakaavat:

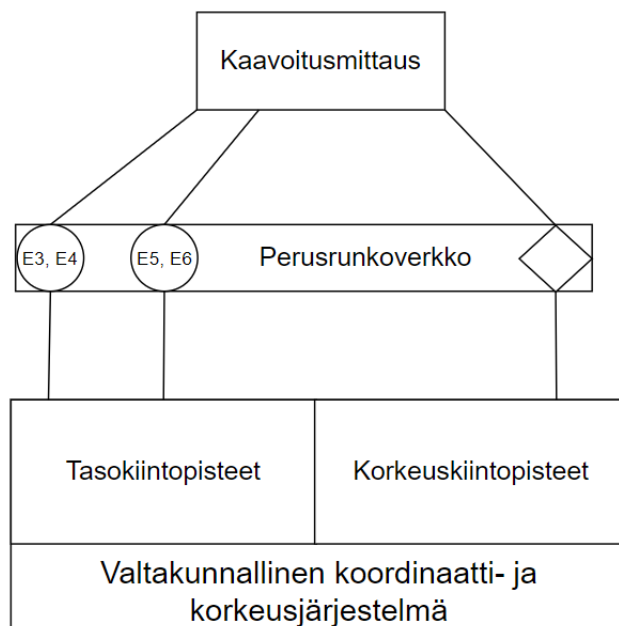
- Mittausluokassa 1 kartan mittakaava on 1:500 tai 1:1000
- Mittausluokassa 2 kartan mittakaava on 1:1000 tai 1:2000
- Mittausluokassa 3 kartan mittakaava on yleensä 1:2000 mutta mittakaavaksi voidaan hyväksyä 1:4000 tai 1:5000, mikäli kaava sille asetettavia vaatimuksia olennaisesti syrjäyttämättä voidaan tällaiselle kartalle laatia [11, s. 5].

On kuitenkin syytä huomioida, että digitaalisella kartalla ei ole mittakaavaa, vaan kerätyn tiedon tarkkuus vastaa tietyn mittakaavan mukaista karttaa. Digitaalisesta tietokannasta ei myöskään tule tulostaa suurempimittakaavaisia tuotteita, kuin mitä tietojen tarvittava tarkkuus edellyttää. Kartan mittakaavaa ja mittausmenetelmää valittaessa on huomioitavia valitulla alueella aikaisemmin suoritettut kartoitukset sekä alueen laajuus ja muu luonne. [11, s. 5.]

#### 2.4.4 Asemakaavan pohjakartan koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä

Asemakaavan pohjakartassa ja sen laatimiseksi tehtävissä kaavoitusmittauksissa on käytettävä valtakunnallista koordinaatti- ja korkeusjärjestelmää. Kaavoitusmittaukset liitetään koordinaattijärjestelmään tasokiintopisteiden avulla. Liitosmittausten verkkoa voidaan kutsua perusrunkoverkoksi ja pisteitä peruskiintopisteiksi, ja näitä tihennetään mittaamalla käyttökiintopisteitä. Mittausten liitos voidaan toteuttaa myös muulla tarkkuusvaatimukset täyttävällä tavalla. Korkeusjärjestelmään liittäminen toteutetaan korkeuskiintopisteiden avulla. [11, s. 5.]

Kuvassa 4 on havainnollistettu kaavoitusmittauksen liittämisperiaate koordinaatti- ja korkeusjärjestelmään. Tasokiintopisteet sisältävät luokkien E3 ja E4 peruskiintopisteet sekä niistä tihennetyt luokkien E5 ja E6 käyttökiintopisteet.



Kuva 4. Kaavoitusmittauksen liittäminen valtakunnalliseen koordinaatti- ja korkeusjärjestelmään [11].

Kiintopisteiden tulee olla rakenteeltaan yksikäsitteisiä, kestäviä ja liikkumattomia. [11, s. 8]. Peruskiintopisteiden ja käyttökiintopisteiden luokittelussa, mitauksessa sekä laskennassa noudatetaan JHS184-suosituksessa annettuja ohjeita.

#### 2.4.5 Asemakaavan pohjakartan tietosisältö

Asemakaavan pohjakartalla on esitettävä tietyt kohteet tietyllä ennalta määritellyllä yhtenäisellä tavalla. Kohteiden mallintamisen yhtenäisyyden selventämiseksi asemakaavan pohjakartalle on kohdemalli, joka on määritelty JHS 185:n liitteessä 2 *Asemakaavan pohjakartan kohdemalli*. Tämä kohdemalli on KuntaGML Kantakartta -kohdemalli, jossa määritellään pohjakartalla esitettävät kohteet sekä niiden esitystapa [11, s. 6].

Kohdemallista ilmenee, mihin ryhmään ja luokkaan kohde kuuluu. Lisäksi mallissa on sijaintiominaisuus, joka kertoo kuvausgeometrian eli sen, tulisiko kohdetta kuvata viivana, alueena vai pisteenä. Taulukossa 1 on kooste kohdemallin taulukoiden eri kohderyhmien osista. Kohdemallin kohteiden visualisointi ja kuvaustekniikka määritellään JHS185:n liitteessä 3, *Asemakaavan pohjakartan kohteet*.

Taulukko 1. Esimerkki JHS185:ssä määritetyn kohdemallin sisällöstä [11, liite 2].

Kohderyhmä	Kohdeluokka	'tyyppi'	Sijaintiominaisuus
Maanpinta	Metsä	tyyppi='havumetsä'	alue
	Metsä	tyyppi='lehtimetsä'	alue
	Metsä	tyyppi='sekametsä'	alue
Vesistöt	Vesikohde	tyyppi='vesialue'	alue
	Vesikohde	tyyppi='rantaviiva'	viiva
Maanpinnan korkeus	Korkeuskäyrä	tyyppi='johtokäyrä'	viiva
	Korkeuskäyrä	tyyppi='välikäyrä'	viiva
Rakennetut tilat	Rakennus	tyyppi='käyttötarkoitus'	alue
	Rakennuksen osa	tyyppi='kerrosraja'	viiva
	Rakennuksen osa	tyyppi='sisennys'	viiva
	Rakennuksen osa	tyyppi='uloke'	viiva
Rakenteet	Rakenne	tyyppi='aita'	viiva
	Rakenne	tyyppi='tukimuuri'	viiva
	Rakenne	tyyppi='meluaita'	viiva
Maaliikenneverkko	Liikenneväylä	tyyppi='kestopäällystetty'	viiva
	Liikenneväylä	tyyppi='kestopäällystämätön'	viiva
Kiinteistötiedot	Rekisteriyksikkö		alue
	Kiinteistötunnus		referenssipiste
	Käyttöoikeusyksikkö		viiva
	Eryityskäyttöoikeusalue	tyyppi='vuokra-alue'	viiva
Karttatestit	Paikannimi	tyyppi='kunta'	referenssipiste
	Paikannimi	tyyppi='yksinäistalo'	referenssipiste
Paikannusjärjestelmät	Kiintopiste	tyyppi='tasokiintopiste'	piste
	Kiintopiste	tyyppi='korkeuskiintopiste'	piste

Pohjakartalla esitettävien kohteiden kuvaustekniikka ja visualisointi on ryhmitelty teemoittain kohdemallin mukaisesti. Nämä teemat ja kohdeluokat on esitetty kuvassa 5.

TEEMA	TEEMAN KOHDELUOKAT																				
Maanpinta	<table border="1"> <tr> <td>Metsä</td> <td>Suo</td> <td>Kivi</td> <td>Jyrkänne</td> <td>Luiska</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Täytemaa-alue</td> <td colspan="2">Varastoalue</td> <td>Polku</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Maa-ainesten-ottoalue</td> <td colspan="2">Muu maa-alue</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Maastokuvion reuna</td> <td colspan="2">Maastoselite</td> </tr> </table>	Metsä	Suo	Kivi	Jyrkänne	Luiska	Täytemaa-alue		Varastoalue		Polku	Maa-ainesten-ottoalue			Muu maa-alue		Maastokuvion reuna			Maastoselite	
Metsä	Suo	Kivi	Jyrkänne	Luiska																	
Täytemaa-alue		Varastoalue		Polku																	
Maa-ainesten-ottoalue			Muu maa-alue																		
Maastokuvion reuna			Maastoselite																		
Maanpinnan korkeus	<table border="1"> <tr> <td>Korkeuskäyrä</td> <td>Maanpinnan korkeusluku</td> <td>Muu viiva</td> </tr> </table>	Korkeuskäyrä	Maanpinnan korkeusluku	Muu viiva																	
Korkeuskäyrä	Maanpinnan korkeusluku	Muu viiva																			
Kasvillisuus	<table border="1"> <tr> <td>Lehtipuurivi</td> <td>Havupuurivi</td> <td>Pensasaita</td> </tr> <tr> <td>Lehtipuu</td> <td>Havupuu</td> <td>Pensas</td> </tr> </table>	Lehtipuurivi	Havupuurivi	Pensasaita	Lehtipuu	Havupuu	Pensas														
Lehtipuurivi	Havupuurivi	Pensasaita																			
Lehtipuu	Havupuu	Pensas																			
Vesistöt	Vesikohde																				
Rakennetut tilat	<table border="1"> <tr> <td>Rakennus</td> <td>Rakennuksen osa</td> <td>Rakennelma</td> </tr> <tr> <td>Maanalainen tila</td> <td colspan="2">Maanalaisen tilan osa</td> </tr> </table>	Rakennus	Rakennuksen osa	Rakennelma	Maanalainen tila	Maanalaisen tilan osa															
Rakennus	Rakennuksen osa	Rakennelma																			
Maanalainen tila	Maanalaisen tilan osa																				
Rakenteet	Rakenne																				
Maaliikenneverkko	<table border="1"> <tr> <td>Liikenneväylä</td> <td>Kevyen liikenteen väylä</td> <td>Silta</td> </tr> <tr> <td>Siltarakenne</td> <td>Rummun suu</td> <td>Erityisrakenne</td> </tr> </table>	Liikenneväylä	Kevyen liikenteen väylä	Silta	Siltarakenne	Rummun suu	Erityisrakenne														
Liikenneväylä	Kevyen liikenteen väylä	Silta																			
Siltarakenne	Rummun suu	Erityisrakenne																			
Rautatieliikenneverkko	<table border="1"> <tr> <td>Raide</td> <td>Raideliikenne rakenne</td> </tr> </table>	Raide	Raideliikenne rakenne																		
Raide	Raideliikenne rakenne																				
Vesiliikenneverkko	Vesiliikenteen turvalaite																				
Ilmaliikenneverkko	Ilmaliikennekohde																				
Sähköverkko	Sähköverkon osa																				
Muut verkkoyhteydet	Verkon osa																				
Kiinteistötiedot	<table border="1"> <tr> <td>Rekisteriyksikkö</td> <td>Kiinteistötunnus</td> </tr> <tr> <td>Käyttöoikeusyksikkö</td> <td>Erityiskäyttöoikeusalue</td> </tr> <tr> <td>Kiinteistöraja</td> <td>Rajamerkki</td> </tr> </table>	Rekisteriyksikkö	Kiinteistötunnus	Käyttöoikeusyksikkö	Erityiskäyttöoikeusalue	Kiinteistöraja	Rajamerkki														
Rekisteriyksikkö	Kiinteistötunnus																				
Käyttöoikeusyksikkö	Erityiskäyttöoikeusalue																				
Kiinteistöraja	Rajamerkki																				
Luonnonsuojelu	Suojeltava kohde																				
Karttatekstit	Paikannimi																				
Paikannusjärjestelmät	Kiintopiste																				

Kuva 5. Asemakaavan pohjakartan teemat sekä niiden kohdeluokat [11, liite 3].

## 2.5 Kartta-aineistojen päivittäminen ja ylläpito

### 2.5.1 Käytössä olevat järjestelmät

Kartta-aineistojen päivittämiseen ja ylläpitoon Helsingissä käytetään MicroStation V8i (SELECTseries 10) -versioon pohjautuvaa StellaMap-ohjelmaa. Ohjelmaan on räätälöity kaupunkimittausosastolle tarpeellisia lisäominaisuuksia. Muita Helsingissä hyödynnettäviä paikkatieto- ja karttajärjestelmiä ovat QGIS Desktop versio 3.16.4 sekä Trimble Business Center versio 5.80. Stereokartoituksessa käytössä on yllämainitun MicroStation-ohjelman lisäksi Summit Evolution Professional Edition. [7.] Kuva 6 esittää StellaMap-ohjelman kaupunkimittausosastolle räätälöityjä lisäominaisuuksia.

KMOHKI	
Kantakartat	Kantakartta valk.
Maanalaiset tilat	Kantak. 2D. väri
Johtokartat	Kantak. 3D. väri
Kaavat	
Toimituskartat	Pri kantakartta
Hallintayksiköt	
Aluejaot	Kantakartta NN-korot
Pisterekisteri	
Kiintopisteet	
Kiinteistökartat	
Ilki maaomaisuus	
Opaskartat	
Seutukartat	
Muut kartat	
Ortoilmakuvat	
3D-aineistot	
Ikkuuna	
Tulosta	
Osoitehaku	
Irota	
Referenssien hallinta	

Kuva 6. Microstation V8i SELECTseries 10 -ohjelman kaupunkimittausosastolle räätälöityjä lisäominaisuuksia.

### 3 Aineistojen kerääminen ja alkuperä

Kartta-aineistoja tuotetaan toimistolla suoritettavilla mittausmenetelmillä, kuten stereodigitointina ilmakuvista sekä maastossa suoritettavilla maastomittauksilla [7].

Tässä työssä hyödynnetyt aineistot ovat peräisin maastomittauksista, joita on tehty kantakartan ajantasaisuuden tarkastamisen yhteydessä. Aineistot sisälsivät sellaisia kohteita kuten rakennus, rakennelma ja rajamerkki.

#### 3.1 Maastomittaukset ja niissä käytetty kalusto

Maastomittauksia suorittaessa kertyy kartta-aineistoissa hyödynnettävää aineistoa rakennusvalvontamittauksissa, kaavoitusmittauksissa sekä kiintopistemitauksissa. Maastomittauksia hyödynnetään myös täydentämään stereokartoitukselle haasteellisia alueita tai kohteita.

Maastomittauksissa noudatetaan asemakaavan pohjakartta-alueilla JHS185:n liitteen 4 mukaisia tarkkuus- ja laatuvaatimuksia. Tämän työn kohteiden sijaitessa tarkkuuksiltaan mittaluokassa 1e ovat tarkkuusvaatimukset vaatimustasoltaan tarkimmat.

##### 3.1.1 Käytetty kalusto

Mittauksia suoritetaan maastossa takymetreilla ja GNSS-laitteistoilla, sekä näiden yhteiskäytöllä. Helsingin maastomittausyksikössä on käytössä Trimblen valmistamat mittalaitteet. Pääasiallisina GNSS-vastaanottimina käytössä on Trimblen R10 malli. [7.] Kuvissa 7, 8 ja 9 näkyy maastomittauksissa käytettyä kalustoa.



Kuva 7. Trimblen valmistama R10 GNSS-vastaanotin.

Takymetreinä käytössä on Trimblen S6 robottitakymetri.



Kuva 8. Trimblen valmistama S6 robottitakymetri.

Maastotietokoneena mittauksissa käytetään Trimblen valmistamaa TSC7 - maastotietokonetta.



Kuva 9. Trimblen valmistama TSC7 -maastotietokone.

Mittausten kohteesta riippuen käytössä on erilaisia prismoja. Käytössä on Trimblen valmistama MultiTrack aktiivi- ja passiiviprisma MT1000, Geodimeterin merkintämittausrispa sekä niin kutsuttuja miniprismoja. Kuvissa 10 ja 11 on esitetty mittauksissa hyödynnettäviä prismoja.



Kuva 10. Trimblen MultiTrack MT1000 Aktiivi- ja passiiviprisma sekä Geodimeterin valmistama merkintämittausrispa.



Kuva 11. Ahtaissa kohteissa usein käytössä oleva miniprisma.

### 3.1.2 Rakennusvalvontamittaukset

Helsingin rakennusvalvontamittauksiin sisältyvät rakennuspaikan merkinnät ja sijaintikatselmuksiset. Rakennuspaikan merkinnässä rakennuksen tarkat nurkkapisteet merkitään maastoon. [7.] Rakennuspaikan merkinnät eivät tuota tälle työlle merkittäviä aineistoja.

Sijaintikatselmuksissa mitataan ja tarkastetaan rakennuksen sijainnin oikeellisuus suhteessa rakennusvalvonnan hyväksymissä suunnitelmissa merkittyyn sijaintiin sekä rakennuksen korkeusasema. Sijaintikatselmuksia tehdään uusien rakennusten kohdalla useimmiten sokkelin nurkkapisteistä sokkelin ollessa valmiina tai valmiiden seinien seinälinjoista riippuen sijaintikatselmuksen kohteena olevan rakennuksen valmiusasteesta. Rakennusten korkeus mitataan mahdollisimman valmiista lattiapinnasta. Sijaintikatselmuksessa mitattu rakennus päivitetään myöhemmin kartalle mittausten perusteella. [7.]

JHS185:ssä määriteltyjen vaatimusten mukaan rakennuksen seinälinjojen tarkkuusvaatimus mittaussuokassa 1e on 0,1 m rakennusluvassa määriteltyyn paikkaan [11, liite 4].

### 3.1.3 Kaavoitusmittaukset

Kaavoitusmittaukset sisältävät maastomittausten osalta tontinmittaukset sekä kartan ylläpitoa tukevat kartoitusmittaukset.

Tontinmittauksissa eli kiinteistönmuodostamisen mittauksissa mitataan kaavatulkinnan ja tonttijaon mukaisten rajapisteiden rajamerkkien sijainnit sekä rakennetaan uudet tarvittavat merkit. Rajamerkkien kartoitus- ja merkintämittausten tasotarkkuusvaatimuskokki eli RSK-luku on mittaussuokka 1e:ssä  $\leq 0,12$  m [11, liite 4].

RSK-luku on määritelty maanmittauslaitoksen määräyksessä *Määräys mittausten tarkkuudesta ja rajamerkeistä kiinteistötoimituksissa* [12, s. 8].

Tontinmittausten lisäksi tietoa rajapyykkien tarkoista ajantasaisista sijainneista saadaan rajankäynneistä, joissa mitataan ja merkitään vanhoja, olemassa olevia rajamerkkejä kiinteistörajojen selventämiseksi [7].

Kartan ylläpitoa tukevat mittaukset sisältävät kartan tarkastuksia valituilla alueilla ja mahdollisten muutostekijöiden päivittämistä kartalle ajantasaisiksi.

Kaavoitusmittauksissa saadaan tietoa rakennusten ja rakennelmien sijainneista, rajamerkkien sijainneista sekä kartan ajantasaisuudesta.

#### 3.1.4 Kiintopistemittaukset

Kiintopistemittauksien suorittamista säätelee *JHS-184 Kiintopistemittaus EU-REF-FIN -koordinaattijärjestelmässä* -ohjeistus. Kiintopistemittauksilla saadaan käytettäviä kiintopisteitä, sekä kiintopisteiden kontrollimittausten yhteydessä varmistus jo rakennettujen kiintopisteiden tarkkuudesta.

## 4 Asemakaavan pohjakartan laadunhallinta ja menetelmät

Laadunhallinnan yksi tärkeä osa on laadunvarmistus, joka keskittyy tuottamaan luottamuksen siihen, että kyseessä olevan tietoaineiston laatuvaatimukset tullaan täyttämään ja tietoaineisto on vaaditulla tasolla. Toteutuneen laadun vertaamista laatutavoitteisiin kutsutaan laadun arvioinniksi. [13, s.8.]

Vuoden 2014 toukokuusta alken kunnilla on ollut vastuu asemakaavan pohjakarttojen tarkastamis- sekä hyväksymistoimenpiteistä [14, s. 10].

Asemakaavan pohjakartan ja sen laatimiseksi suoritettut kaavoitusmittaukset, sekä niiden tekninen tarkastus on suoritettava JHS185:n ohjeiden ja vaatimusten mukaisesti [11, s. 11].

Tavallisin menetelmä asemakaavan pohjakartan tarkastukseen on visuaalinen maastotarkastus. Riippuen tarkastuksen laajuudesta tehdään tarkastus kokonais- tai otantatutkimuksena. Näitä tutkimuksia käsitellään tarkemmin luvussa 4.2. Suurissa tarkastuksissa voi kuvamittauksella saadun vertailuaineiston käyttö tulla kyseeseen. [11, liite 5.]

### 4.1 Pohjakartan laatutekijät ja tarkastaminen

Asemakaavan pohjakartan kohteiden laatutekijät on jaettu JHS160-suosituksen, *paikkatiedon laadunhallinnan* mukaisesti ISO 19113-standardissa määriteltyihin mitattaviin laatutekijöihin. Mitattavilla laatutekijöillä on lisäksi osatekijät. Laatutekijät ja niiden osatekijä näkyvät kuvassa 12. Mitattavat laatutekijät on luokiteltu laatua samasta näkökulmasta tarkasteleviin osatekijöihin, joiden kautta varsinaisesti laatua mitataan ja arvioidaan. [13, s. 14.]

Mitattavat laatutekijät	Mitattavan laatutekijän osatekijä
<b>Täydellisyys (108)</b> kohteiden, niiden ominaisuuksien tai yhteyksien olemassaolo tai puuttuminen	<b>Ylimääräinen tieto (109)</b> tietoaineiston ylimääräiset tiedot <b>Puuttuva tieto (110)</b> tietoaineiston puuttuvat tiedot
<b>Looginen eheys (111)</b> tietomallin, rakenteiden, ominaisuuksien ja yhteyksien sääntöjenmukaisuus	<b>Käsitteellinen eheys (112)</b> käsiteskeeman sääntöjenmukaisuus <b>Arvojoukkoeheys (113)</b> tietoaineiston arvojen arvojoukonmukaisuus <b>Formaattieheys (114)</b> tietoaineiston tietojen rakenteen yhdenmukaisuus aineiston fyysiseen tietomalliin verrattuna <b>Topologinen eheys (115)</b> tietoaineiston topologian sääntöjenmukaisuus
<b>Sijaintitarkkuus (116)</b> sijainnin määrittämisen tarkkuus	<b>Absoluuttinen sijaintitarkkuus (117)</b> ilmoitettujen ja todellisten (ovat tosia tai niiksi hyväksytyjä) koordinaattiarvojen läheisyys <b>Rasteritiedon sijaintitarkkuus (118)</b> pikseleiden sijainnin läheisyys verrattuna pikseleiden kuvaamien kohteiden todelliseen tai sellaiseksi hyväksytyyn sijaintiin <b>Suhteellinen sijaintitarkkuus (119)</b> kohteiden suhteellisen sijainnin tarkkuus verrattuna kohteiden todelliseen suhteelliseen sijaintiin tai sellaiseksi hyväksytyyn sijaintiin
<b>Ajallinen tarkkuus (120)</b> kohteiden aikaan liittyvien ominaisuuksien ja yhteyksien tarkkuus	<b>Ajan mittauksen tarkkuus (121)</b> ajallisen viittauksen tarkkuus (raportoidaan ajan mittauksen virheenä) <b>Ajallinen eheys (122)</b> ajallisen järjestyksen oikeellisuus <b>Ajanmukaisuus (123)</b> tietojen oikeellisuus ajan suhteen
<b>Temaattinen tarkkuus (124)</b> mitattavien ja kuvailevien ominaisuuksien tarkkuus sekä kohteiden ja niiden välisten yhteyksien luokittelun oikeellisuus	<b>Luokittelun oikeellisuus (125)</b> luokiteltujen kohteiden tai niiden ominaisuuksien vertaileminen kohdemaailmaan <b>Ei-kvantitatiivisen ominaisuustiedon oikeellisuus (126)</b> kohteen ei-mitattavan ominaisuustiedon oikeellisuus <b>Kvantitatiivisen ominaisuustiedon tarkkuus (127)</b> mittausmenetelmällä todennettavan kohteen mitattavan ominaisuustiedon tarkkuus

Kuva 12. Mitattavat laatutekijät ja niiden osatekijät [13, s. 14].

Taulukossa 2 näkyy pohjakartan tarkastamiseen soveltuvat menetelmät. Taulukossa merkintä X tarkoittaa suositeltavaa menetelmää ja O mahdollista menetelmää.

Taulukko 2. Pohjakartan tarkastamiseen soveltuvat menetelmät [11, liite 5].

Laatutekijä	Osatekijä	Tarkastusmenetelmä					
		Tarkastusdokumenttien pohjalta	Automaattinen / ohjelmallinen tarkastus	Vertausmuuhun aineistoon	Maastomittaus	Fotogrammetrinen tarkistusmittaus/kuvatulkinta	Visuaalinen tarkastus
Ajantasaisuus				X			X
Sijaintitarkkuus				O	X	X	
Täydellisyys	Ylimääräinen tieto			X		O	X
	Puuttuva tieto			X		O	X
	Puuttuva ominaisuustieto		X				
Looginen eheys	Käsitteellinen eheys		X				
	Arvojoukkoeheys		X				
	Formaatteisuus		X				
	Topologinen eheys		X				
Temaattinen tarkkuus	Luokittelun oikeellisuus			O		O	X

## 4.2 Laadunarvioinnin menetelmät

Laadunarviointimenetelmiä on suoria sekä epäsuoria. Suorissa arviointimenetelmissä laadun mittaustuloksia vertaillaan tietoaaineiston sisäiseen tai ulkoiseen referenssiin. Sisäisen referenssi on peräisin tietoaaineistosta itsestään, jolloin laadun arviointi ja todentaminen voidaan suorittaa ilman tietoaaineiston ulkopuolisia vertailukohteita tai -tietoja. Suorassa ulkoisessa menetelmässä referenssi on tietoaaineiston ulkopuolinen, ja mittaustuloksia verrataan siihen. [13, s. 17.]

Epäsuorissa arviointimenetelmissä hyödynnetään ulkoisen tietämyksen tukea, kuten esimerkiksi asiantuntijoiden arvioita [13, s.19].

Suoralla arviointimenetelmällä paikkatietoaaineiston laadun arvioinnin tulee perustua joko tarkastelun alla olevan perusjoukon täydelliseen tarkastukseen tai näytetarkastukseen. Täydellisessä eli sataprosenttisessa tarkastuksessa tarkastetaan perusjoukon jokainen tietokohde. Tätä menetelmää voidaan kutsua kokonaistutkimukseksi. [13, s. 17.]

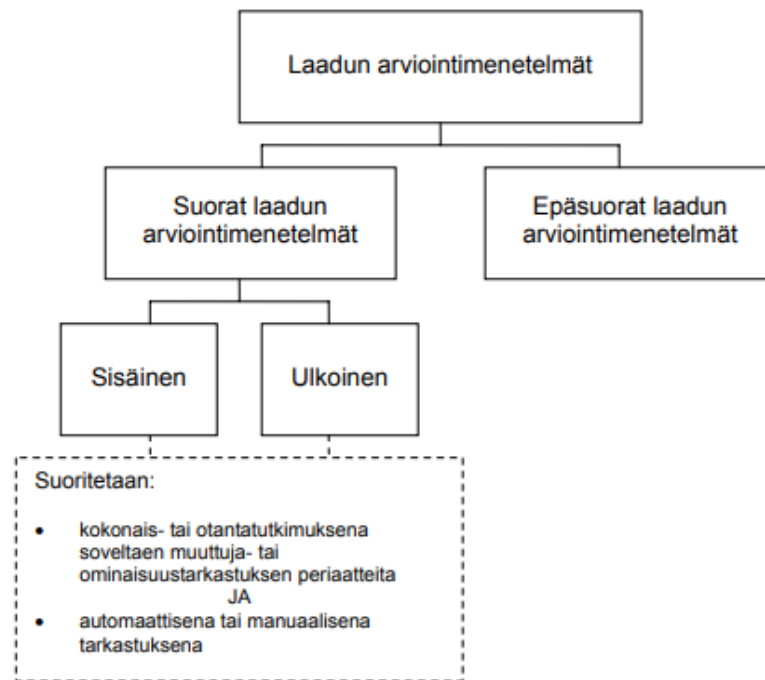
Näytetarkastuksessa perusjoukon tarkastettavien tietokohteiden valinta perustuu matemaattiseen todennäköisyysteoriaan. Perusjoukko joko hyväksytään tai hylätään sitä edustavasta otoksesta lasketun laatutuloksen perusteella. Näytetarkastusta voidaan kutsua myös otantatutkimukseksi. [13, liite 4.]

Perusjoukolla tarkoitetaan tässä yhteydessä laadun arvioinnin kohteena olevaa tietoaaineistoa, tietoaaineistosarjaa tai tietoaaineiston osaa. Jokaiselle perusjoukolle tulee määritellä vähintään yksi mitattava laatutekijä ja laatutekijän osatekijä. [13, s. 9.] Perusjoukko tulee määritellä ennakkoon, ja sen koon määrittelymiseksi on erilaisia perusteita. Kuvassa 13 on esitelty joitain näitä perusteita.

Perusteet	Perusjoukon koko
Kohteet	Kohteiden (esim. rakennusten) yhteenlaskettu lukumäärä
Pinta-ala	Tietoaineiston alueellinen pinta-ala (km <sup>2</sup> )
Käyrät	Käyrien (esim. tiestön) yhteenlaskettu pituus (km)
Solmut	Solmujen (esim. risteysten) yhteenlaskettu lukumäärä

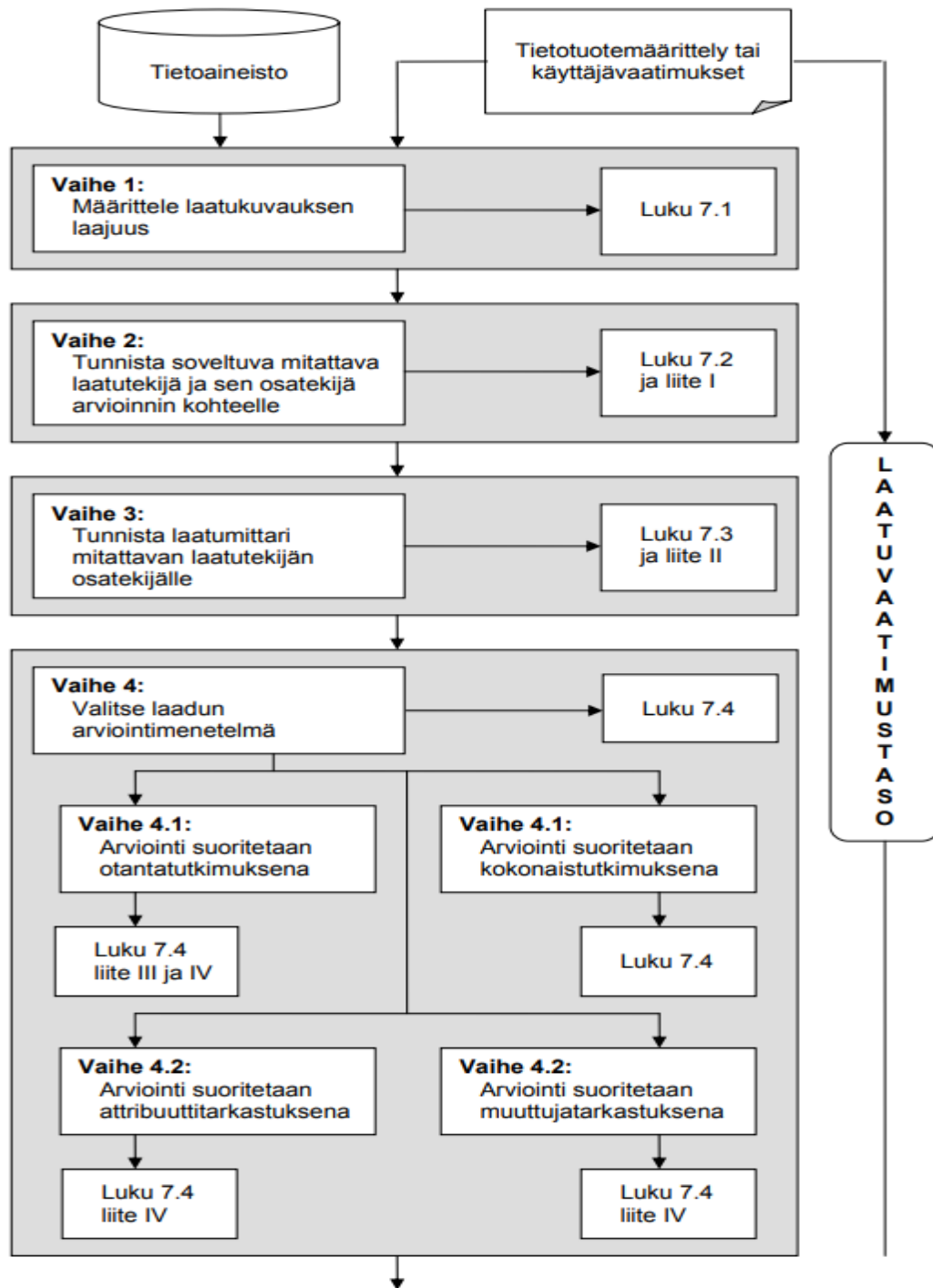
Kuva 13. Perusjoukon määrittelyn perusteita [13, s. 13].

Suoraa arviointimenetelmää käytettäessä on lisäksi valittava sen suoritustapa tarkemmin. Kuvassa 14 on esitetty laadun arviointimenetelmien luokittelu ja suoritustavat.

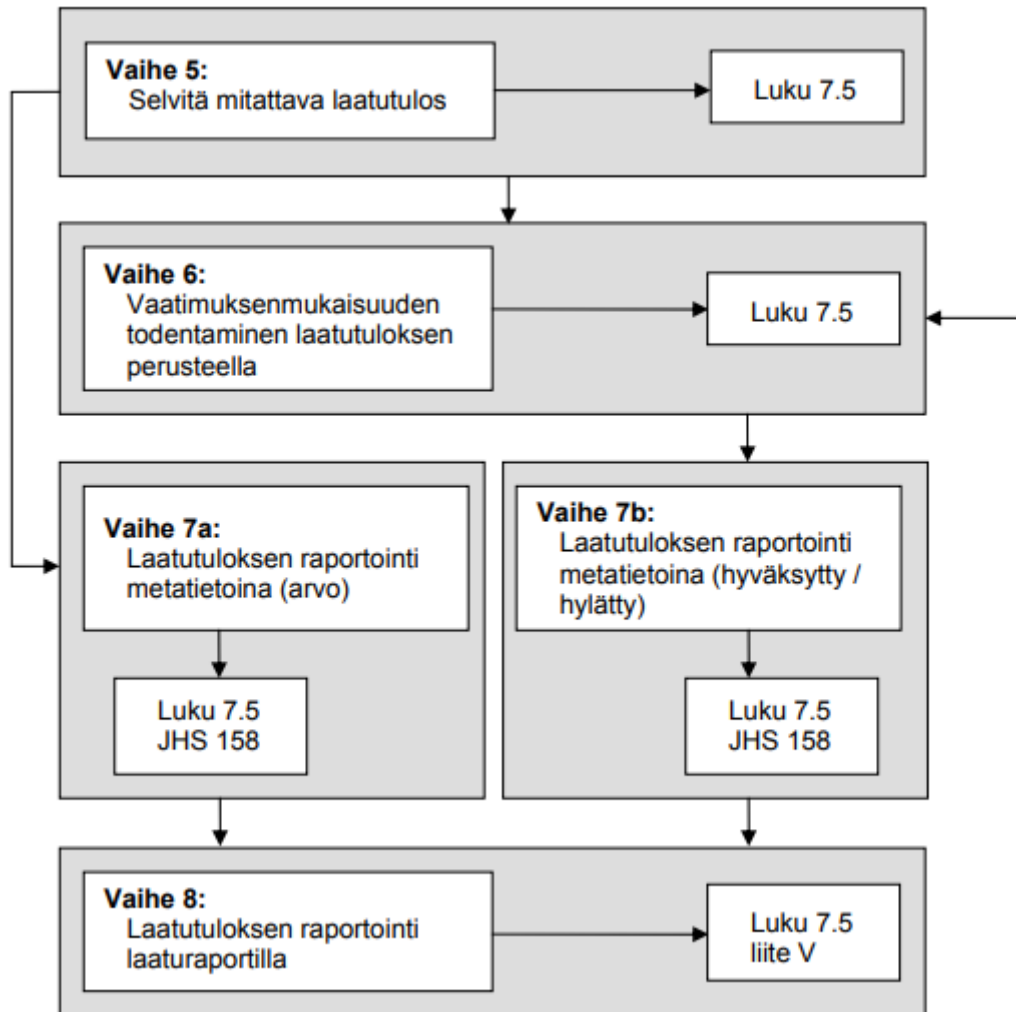


Kuva 14. Laadun arviointimenetelmien luokittelu [13, s. 16].

Paikkatiedon laadun arviointimenettely tarkoittaa paikkatietoaineiston laadun arvioinnissa sovellettujen sekä tulosten raportoinnissa käytettyjen menetelmien määriteltyä toimintatapaa [13, s. 10]. JHS 160:n kohdassa 7, *Paikkatiedon laadun arviointi*, on esitetty nämä arviointimenetelmiä ohjaavat vaiheet prosessi-kaaviona (ks. kuva 15 ja 16).



Kuva 15. Paikkatiedon laadun arviointimenettelyn osa 1 [13, s. 11].



Kuva 16. Paikkatiedon laadun arviointimenettely osa 2 [13, s. 12].

### 4.3 Näytetarkastus

Näytetarkastusta eli otantatutkimusta on kahta eri tyyppiä: ominaisuustarkastus ja muuttujatarkastus. Ominaisuustarkastuksessa perusjoukosta poimittuja tietokohteita verrataan niille asetettuihin vaatimuksiin ja ne luokitellaan joko virheettömiksi tai virheellisiksi. Päätös perusjoukon laadun hyväksymisestä tehdään löytyneiden virheellisten kohteiden lukumäärän perusteella. Näytetarkastuksen menettelytapoja ohjaa ominaisuustarkastuksen osalta ISO 2859 -standardin osat 1, 2 ja 3. [13, s. 9.]

Muuttujatarkastuksessa otoksen tietokohteista mitataan jokin suure, ja tarkastuksen hyväksymiskriteeri perustuu joukon mittaustulosten jakauman keskiarvoon, keskihajontaan tai niiden estimaatteihin, joita verrataan tarkastuksen rajoihin [13, s. 9].

Näytetarkastuksen päätarkoituksena on ohjata tietoaineiston laadun hyväksyntää laatutasolla, joka on vähintään yhtä hyvä kuin AQL-luku. AQL-luku eli acceptance quality limit -luku on hyvän laatutason tunnus, joka ilmoittaa suurimman virheellisprosentin tai suurimman virheiden määrän sataa otantayksikköä kohden. AQL ilmaisee siis virheellisten ja siten kelvottomien tietokohteiden osuuden kokonaisotannassa. [13, s. 9.] Eri kohteille on määritetty AQL-rajat. Tässä työssä huomioituja ovat Mittausluokka 1 *Kiinteistöt ja rajamerkit* sekä *rakennetut tilat* -kohderyhmät. Vastaavat ryhmät löytyvät myös kaikille muille kohderyhmille. Kuvissa 17 ja 18 esitetty kohdeluokkien jakautuminen sekä kohderyhmille keskeiset AQL-arvot.

Kohdeluokka	Mittausluokka 1			Tyyppi
	Piste-keskivirhe	Täydellisyys (AQL-luku)	Temaattinen tarkkuus (AQL-luku)	
<b>Rekisteriyksikkö</b>		0.5		
<b>Kiinteistötunnus</b>		0.5	2	
<b>Kiinteistöraja</b>		0.5		
<b>OMINAISUDET</b> - Tyyppi - Rajan varmuus			2 2	- valtakunnanraja - kunnanraja - rekisteriyksikön raja
<b>Rajamerkki</b>	0.12 m	0.5		
<b>OMINAISUDET</b> - Tyyppi - Olemassaolo - Numero			2 5 5	- rajapyykki - rajaviitta - suuntapyykki - rajapiste

Kuva 17. Rajamerkkien kannalta tärkeät AQL-luvut [11, liite 4].

Kohdeluokka	Mittausluokka 1			Tyyppi
	Piste-keskivirhe	Täydellisyys (AQL-luku)	Temaattinen tarkkuus (AQL-luku)	
<b>Rakennus seinälinja/nurkka</b>	0.2 m	2		
<b>OMINAISUDET</b> - Rakennustunnus - Käyttötarkoitus - kerrosluku			5 5	- asuinrakennus - vapaa-ajan rakennus - liikerakennus - hoitoalan rakennus - toimistorakennus - kokoonumisrakennus - opetusrakennus - teollisuusrakennus - varastorakennus - maatalousrakennus - liikennorakennus - palo- ja pelastustoimenrakennus - muu rakennus - keskeneräinen rakennus

Kuva 18. Rakennus-kohdeluokan tyypit sekä kohteiden AQL-luvut. Mittausluokka 1e:n Pistekeskivirheen raja on 0,1 m. [11, liite 4.]

Näytetarkastusta tehtäessä valitaan näyteohjelma, joka ilmaisee jostakin erästä tai perusjoukosta tarkastettavaksi otettavien tietokohteiden lukumäärän, eri otoskoon, sekä kriteerit erän hyväksyttävyyden toteamiseksi. Näyteohjelmatyyppejä ovat yksi-, kaksi-, ja moninäyteohjelma. Näyteohjelmaa valittaessa on tunnettava erän koko, tarkastustaso, AQL-luku sekä sovelletaanko normaalia, tiukennettua vai harvennettua tarkastusta. [13, liite 4.]

Paikkatietoaineiston laaduntarkastuksessa yksinäyteohjelmaa käytetään siten että erästä tai perusjoukosta valitaan otannalla vaadittu määrä tietokohteita tarkastettavaksi. Yksinäyteohjelma määrittelee otoskoon sekä hyväksymis- ja hylkäämisluvut. Näyteohjelman tunnuksena toimii AQL-luku. [13, liite 4.]

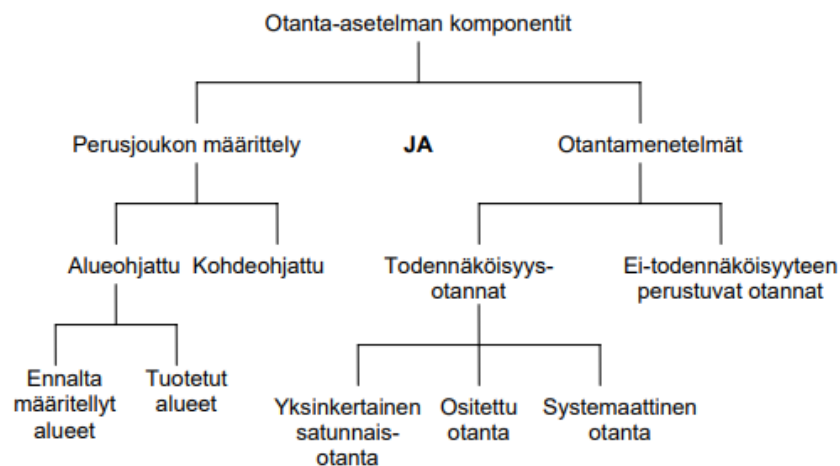
Erä tarkoittaa tietokohteiden joukkoa, josta otos otetaan tarkastettavaksi. Erät muodostetaan perusjoukoista. Jokaisen tarkastuserän tulisi olla olosuhteiltaan samanlainen ja verrattavien aineistojen keruumenetelmien yhtenäiset. Perusjoukkoa ei välttämättä tarvitse jakaa useaan erään. Mikäli perusjoukon sisältämien kohteiden tiedonkeruumenetelmät ovat olleet samanlaiset, voidaan perusjoukkoa käsitellä yhtenä eränä sellaisenaan. [13, liite 4.]

Asemakaavan pohjakarttaa tarkastettaessa voidaan täydellisyys- ja temaattinen tarkkuus -laatutekijöitä tarkastellessa soveltaa näytetarkastusta ja kuvassa 19 esitettyä, ISO 19157-standardin mukaista taulukkoa.

Kohteiden määrä		AQL =	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
min	max	Näyttekoko (n)	Hylkäysraja					
1	8	kaikki	1	1	1	1	1	1
9	50	8	1	1	1	2	2	2
51	90	13	1	1	2	2	2	3
91	150	20	1	2	2	3	3	4
151	280	32	1	2	3	3	4	4
281	400	50	2	3	3	4	5	6
401	500	60	2	3	4	5	6	7
501	1200	80	3	3	5	6	7	8
1201	3200	125	3	4	6	8	10	11
3201	10000	200	4	6	8	11	14	16
10001	32000	315	5	7	12	16	20	23

Kuva 19. Asemakaavan pohjakartan tarkastuksessa sovellettava näytetarkastuksen taulukko [11, liite 5].

Paikkatiedon laaduntarkastuksessa, joka perustuu otantaan, ohjaavat yleispiirteiset otanta-asetelmat sekä otannan suorittamisprosessi. Otanta-asetelmalla tarkoitetaan erilaisia yleisesti hyväksytyjä tapoja otoksen poimintaan. Otantaa suunniteltaessa huomioitavia seikkoja on perusjoukon määrittely kohde- tai alueohjatusti, sekä arvioitavan tietoaineiston laatutekijöiden ominaispiirteet. Kuvassa 20 esitettynä otanta-asetelman komponentit. [13, liite 3.]



Kuva 20. Otanta-asetelmien väliset suhteet [13, liite 3].

Otantatutkimuksen prosessi sisältää useamman eri vaiheen, ja tätä prosessia varten löytyy JHS160:n luvusta 7.4.1 *Suorat laadun arviointimenetelmät* kuvaava kaavio. Kuvassa 21 on esitetty otantaprosessin vaiheet.

Prosessin vaihe	Prosessin kuvaus
Perusjoukon ja tietokohteiden määrittely (Ks. kohta 7.1)	Tietokohde (tilastotieteessä käytetään myös nimitystä alkeisyksikkö) on pienin tarkastettavissa oleva yksikkö, jonka laatua voidaan mitata. Perusjoukon ja tarkastettavien tietokohteiden määrittelyn tulee perustua tietotuotemäärittelyyn tai käyttäjän ilmoittamiin vaatimuksiin.
Otantamenetelmän valinta (Ks. liite III)	Otantamenetelmän käytöllä pyritään takaamaan otoksen satunnaisuus. Otantamenetelmiä ovat mm. yksinkertainen satunnaisotanta, ositettu otanta ja systemaattinen otanta.
Erien muodostaminen perusjoukon tietokohteista	Muuttuja- ja ominaisuustarkastukseen perustuvassa laadun tarkastuksessa mittaamisen ja arvioinnin kohteena on erä (erä koostuu 2..n kappaleesta tietokohteista) ja tarkastettavat tietokohteet poimitaan varsinaisesti erästä, ei perusjoukosta. Erä on perusjoukon se osa, jolla oletetaan olevan yhtenäiset laadun tunnusmerkit ja josta otos poimitaan tarkastettavaksi. Jokaisen erän on koostuttava niin hyvin kuin mahdollista tietokohteista, jotka ovat keskenään samankaltaisia. Erien muodostamista ohjaavat mm. seuraavat seikat: - Jokaisen tarkastuserän tietokohteiden tulisi olla tuotettu samanaikaisesti samoissa tuotanto-olosuhteissa. - Tarkastuserien rajan ylittävä jatkuva ilmiö (esim. korkeusmalli) ei saisi aiheuttaa tietokohteiden puuttumista tai ylimääräisyyttä tarkastuserässä. Erän homogeenisuuteen vaikuttavia asioita ovat lisäksi mm. - Lähtöaineiston laatu - Operaattorin osaaminen Erityisesti niissä tilanteissa, joissa poikkeamien välillä vallitsee voimakas spatiaalinen autokorrelaatio, tulee tarkastuserän olla pieni. Perusjoukko voi myös olla valmiiksi homogeeninen mittavan laatuominaisuuden suhteen, jolloin erien muodostaminen ei ole relevanttia. Perusjoukkoa käsitellään tällöin yhtenä eränä ja otos poimitaan perusjoukosta.
Tarkastuserien jakaminen otosyksiköihin (vain spatiaalisessa otannassa) (Ks. liite III)	Spatiaalisessa otannassa otosyksikkö on jokin maantieteellinen alue (hallinnollinen alue, tilastoalue, jne.) tai jokin muu aluejaon mukainen alue (esim. hila), joka sisältää 0..n tietokohdetta. Tarkastuserä voidaan esimerkiksi jakaa 1 km * 1 km hilan avulla otosyksiköihin yhden hila-alkion muodostaessa tällöin yhden otosyksikön. Jos otos poimitaan kohdeohjattuna, tarkastuserien jakaminen otosyksiköihin ei ole relevanttia ja tämä vaihe voidaan ohittaa.
Otoskoon tai otantasuhteen määrittelemine (Ks. liite IV)	Otoskoko määräytyy käytettävän näytteenottostandardin näyteohjelman ja erän / perusjoukon koon mukaan. Otoskoko ilmoittaa, kuinka monta tietokohdetta keskimäärin kustakin erästä / perusjoukosta tulee tarkastaa.
Suoritetaan otanta	Otos poimitaan siten, että otoskoko tai otantasuhde täyttyy. Spatiaalisessa otannassa otosyksiköitä (kuten hila-alkioita) poimitaan otokseen niin monta, että niiden sisältämien tietokohteiden lukumäärä vastaa otoskokoa tai otantasuhdetta.
Tietokohteiden tarkastus	Jokaiselle otokseen kuuluvalla tietokohteelle suoritetaan tarkastus.

Kuva 21. Otannan vaiheet [13, s. 17].

#### 4.4 Laatutulokset

Laadunarviointityötä tehdessä laatumittarit voivat antaa tulokseksi mitatun laatutuloksen, joka muodostuu arvosta tai useasta arvosta, laatutuloksen tyypistä tai sen yksiköstä. Tuloksena voi olla myös laatuvaatimusten täyttymistä kuvaava hyväksytty tai hylätty tulos, joka perustuu AQL-lukuun. [13, s. 20.]

Laatuvaatimusten täyttymistä kuvaava laatutulos on saatu mitatusta tuloksesta vertaamalla sitä vaadittuun laatutasoon. Vaatimuksenmukaisuutta kuvaava laatutulos on raportoitava aina, kun laatuvaatimustaso on määriteltynä [13, s. 20.]

Laatutulokset raportoidaan osana tietoaineiston muita metatietoja tai erillisellä laaturaportilla. Paikkatiedon laadun raportoinnin käytäntö on määriteltä ISO 19157:2013 ja ISO 19115-standardeissa. Laaturaportissa kuvaillaan yksityiskohtaisesti mitattavien laatutietojen arviointimenettely ja laatutulokset. [13, s. 20.]

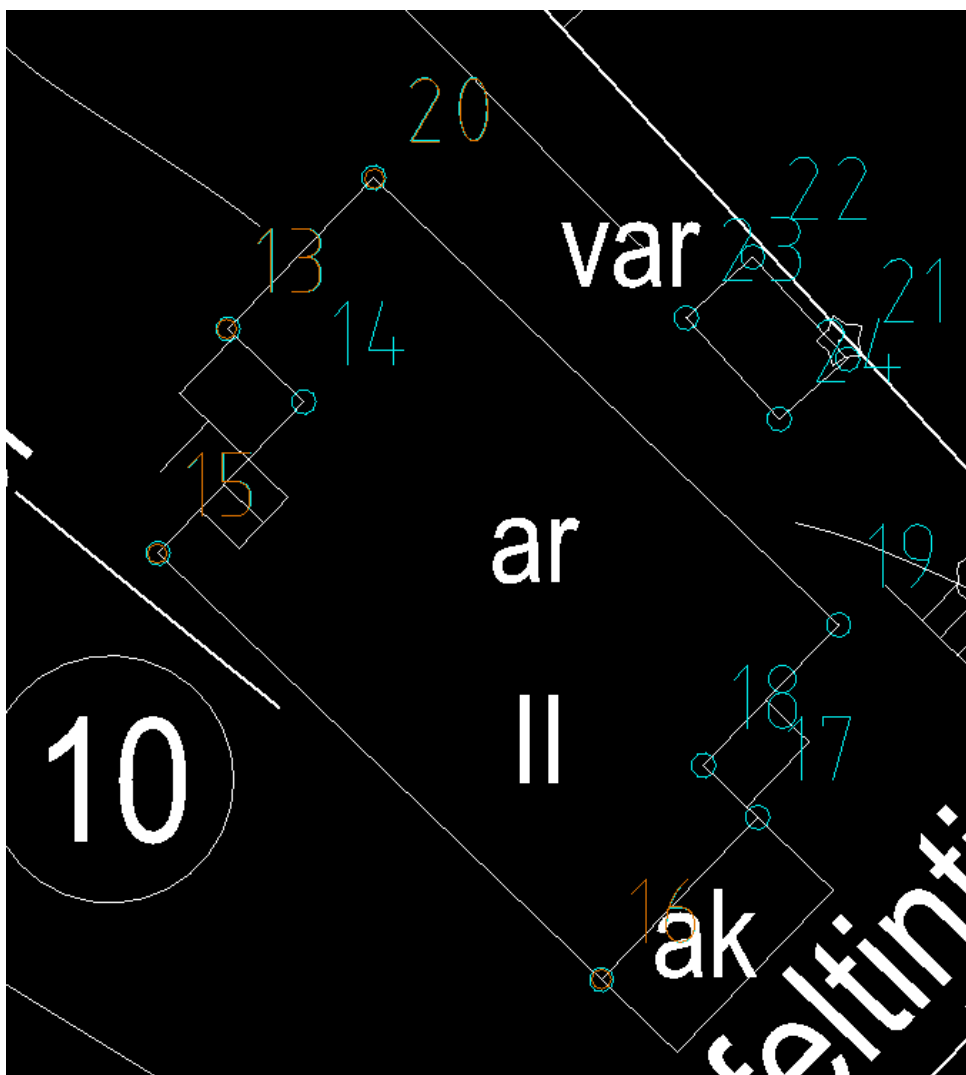
## 5 Esimerkkiaineistot ja havainnot

Osana tätä insinööriälyä analysoitiin manuaalisesti maastotyönä mitattujen rakennusten ja rakennelmien sekä rajapyykkien sijaintitarkkuuksia. Rakennuksia ja rakennelmia tarkastettiin yhteensä 108 kappaletta ja rajapyykkejä 215 kappaletta. Työssä ei valittu otantaan perustuvaa aluetta vaan hyödynnettiin maastotöistä saatuja aineistoja mahdollisten ongelmakohtien ja virhelähteiden selvittämiseksi. Soveltaen ISO 19157-standardin taulukkoa kyseinen tarkastettavien kohteiden määrä olisi oikeanlainen otantamenetelmää käyttäessä alueella, jossa kohteiden kokonaismäärä on 501–1200 kappaletta rakennusten ja rakennelmien kohdalla. Rajapyykkien osalta vastaavalla näytekoolla kohteiden kokonaismäärä olisi 3201–10000 kappaletta. Kohteet on mitattu samoilla mittausmenetelmillä samankaltaisilla alueilla.

### 5.1 Käytetyt menetelmät, ohjelmistot ja työkalut

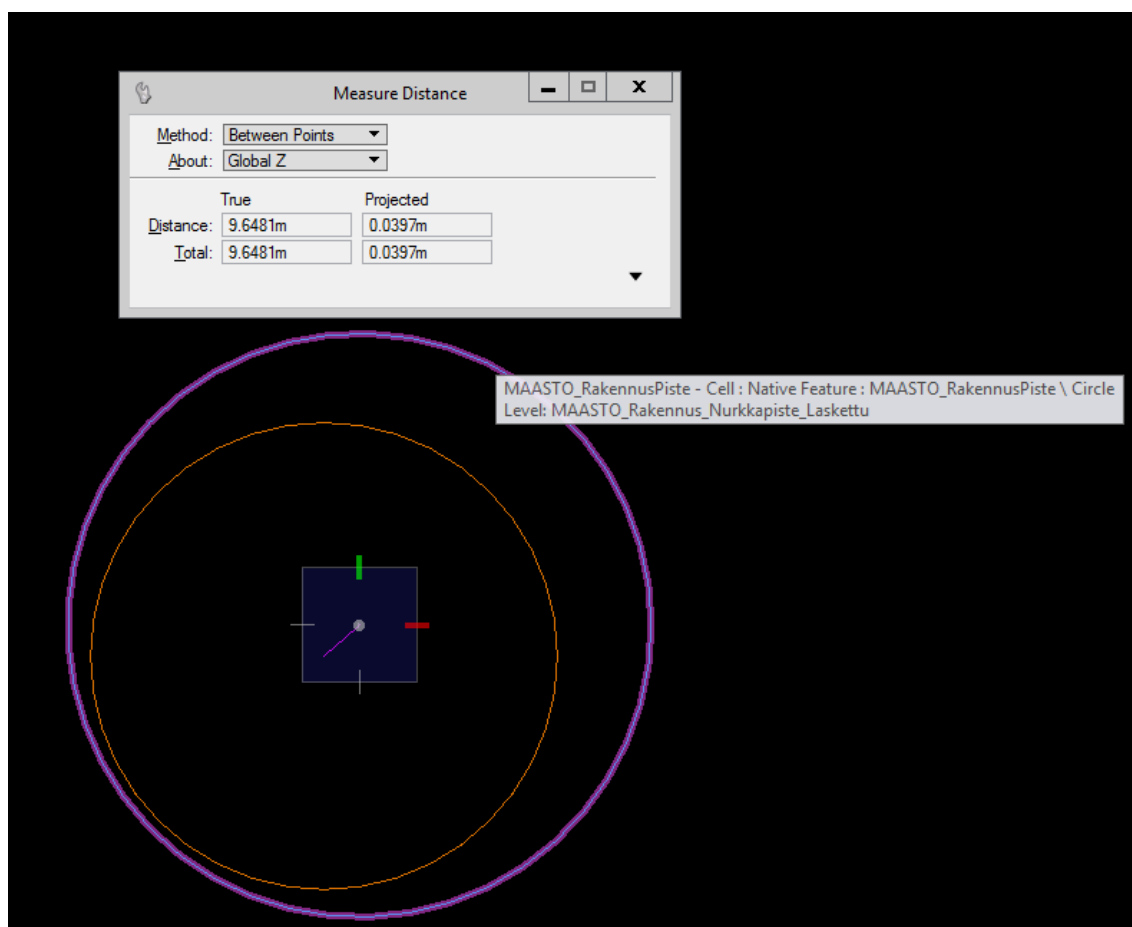
Työssä hyödynnettiin MicroStation V8i (SELECTseries 10) -versioon pohjautuvaa StellaMap ohjelmaa sekä tilastointiin Microsoft Exceliä.

Maastossa takymetreilla mitattuja rakennusten ja rakennelmien nurkkapisteitä ja sijainteja verrattiin niiden laskennallisiin pisteisiin. Vertailu suoritettiin manuaalisesti käyttämällä MicroStationin mittaa etäisyys -työkalua. Pisteiden väliset erot kirjattiin ylös, ja lisäksi merkittiin minkä tyyppinen rakennus tai rakennelma oli kyseessä. Kuva 22 havainnollistaa MicroStation ohjelman näkymää yhdestä esimerkkiaineiston kohteista.



Kuva 22. MicroStationin näkymä yhdestä kohteesta valkoisella kantakarttapohjalla. Kuvassa näkyvät vaaleansiniset pisteet ovat laskennallisia pisteitä ja oranssit maastossa mitattuja.

Kuva 23 havainnollistaa Mittaa etäisyys -työkalun näkymää MicroStationilla.



Kuva 23. Mittaa etäisyys -työkalun näkymä MicroStationilla.

Pisteiden välisiä etäisyyksiä mitattiin etäisyydenmittaustyökalulla hyödyntäen Center snap -ominaisuutta. Ominaisuus mahdollistaa kohteen valinnan sen tarkasta keskipisteestä. Työkalun näyttämä projected-lukema kertoo pisteiden välisen vaakamatkaetäisyyden metreissä. Esimerkkikuvassa laskennallisen ja mitatun pisteen ero on siis 0,0397 m.

Tulosten kirjaamiseen testattiin erilaisia menetelmiä. Ensimmäisessä menetelmässä kohteet luokiteltiin osoitteen sekä kohdetyypin perusteella. Toisessa menetelmässä pisteet eroteltiin osoitteen perusteella ja jokaiselle pisteelle lisättiin koordinaatit pistenumeron yhteyteen. Kuvissa 24 ja 25 on esitetty kirjausmenetelmien tavat.

Granfeltintie 3 16.1.2023	ar	ar	ar	ar	ar	ar	ar	var	vj	vj	vj
Lasketut pisteet		11	12	20	13	15	16	25	27	28	29
Mitatut pisteet		11	12	20	13	15	16	25	156	158	155
Ero M		0,0064	0,0397	0,0278	0,027	0,0206	0,0085	0,1844	0,1512	0,1123	0,0184
Itareimarintie 21.5.10.2022	ar	ar	ar	ar	ar	ar	ar	ar	ar	ar	ar
Lasketut pisteet		1	2	3	5	6	9	10	12	13	14
Mitatut pisteet		1	2	3	5	6	9	10	12	13	14
Ero M		0,0577	0,1407	0,105	0,1749	0,1212	0,0931	0,135	0,089	0,3387	0,192
Keltanotie 12.27.1.2023	ar	ar	ar	ar							
Lasketut pisteet		8	7	5	4						
Mitatut pisteet		10	7	5	4						
Ero M		0,0041	0,0272	0,024	0,0474						

Kuva 24. Menetelmä 1. Kolme tarkastettua kohdetta taulukosta. Taulukossa näkyy kohteen osoite, kohteiden tyyppi, laskettujen sekä mitattujen pisteiden numerot sekä niiden ero metreinä.

Koodi, 4 = laskettu 5 = mitattu	Pistenumero	I	P	Microstation mitattu ero (m)
4	1	25502303.416	6676840.907	
5	1	25502303.561	6676841.465	0,577
4	2	25502297.069	6676835.819	
5	2	25502296.925	6676836.346	0,5466
4	3	25502292.448	6676841.552	
5	3	25502292.444	6676842.200	0,6484
4	4	25502294.364	6676848.293	
5	4	25502294.473	6676848.878	0,5955
4	5	25502298.871	6676846.664	
5	5	25502299.061	6676847.310	0,6734
4	6	25502337.818	6676882.659	
5	6	25502337.789	6676882.490	0,1713

Kuva 25. Toisen kirjausmenetelmän periaate.

Ensimmäisenä mainitun menetelmän hyödyllisyys olisi mahdollisuus analysoida erilaisten rakennusten ja rakennelmien välisiä eroja. Jälkimmäinen menetelmä taas mahdollistaa pisteiden nopeamman paikantamisen koordinaattien avulla, mikäli sille olisi tarvetta. Jos tulevaisuudessa tullaan manuaalista tarkastustyötä suorittamaan laajemmin, voisi näistä tavoista yhdistetyn menetelmän luominen olla vaihtoehto.

Rajamerkkien osalta tarkastaminen oli helpompaa, sillä lasketun teoreettisen ja maastossa mitatun pisteen eron pystyi tarkastamaan mittauksesta saadusta mittausraportista. Mittausraporttien sisältö koostettiin taulukkomuotoon selvyden vuoksi. Kuva 26 havainnollistaa mittausraportin osaa.

AP	1	0	100	16	25504388.923	6680025.334	0.000			
LP	47	165	1	16	25504388.922	6680025.336	0.000	T= 372.1276	S= 0.0026	
AP	1	0	100	18	25504361.402	6679968.111	0.000			
LP	47	165	1	18	25504361.401	6679968.111	0.000	T= 303.4612	S= 0.0011	
AP	1	0	100	11	25504321.534	6679987.286	0.000			
LP	47	165	1	11	25504321.534	6679987.284	0.000	T= 208.6672	S= 0.0020	

Kuva 26. Mittausraportin osa, josta selviää mittauksen tietoja.

Kuvassa 26 näkyvän taulukon AP-rivi kuvastaa maastossa mitattuja pisteen tietoja, LP-rivillä on pisterekisterin teoreettiset tiedot. Ensimmäisellä rivillä tässä mittausraportissa näkyvät koodit 1, 0 ja 100 kuvaavat kaupunginosaa, korttelia ja tontin numeroa. Tärkeitä tietoja ovat rajamerkkien koordinaatit sekä niiden välinen vaakamatka S, joka kertoo etäisyyden teoreettisen ja mitatun pisteen välillä. T-merkinnällä ilmoitetaan koordinaattieron suuntakulma. Esimerkiksi rajamerkin 16 teoreettisen ja mitatun sijainnin ero on 0,0026 m.

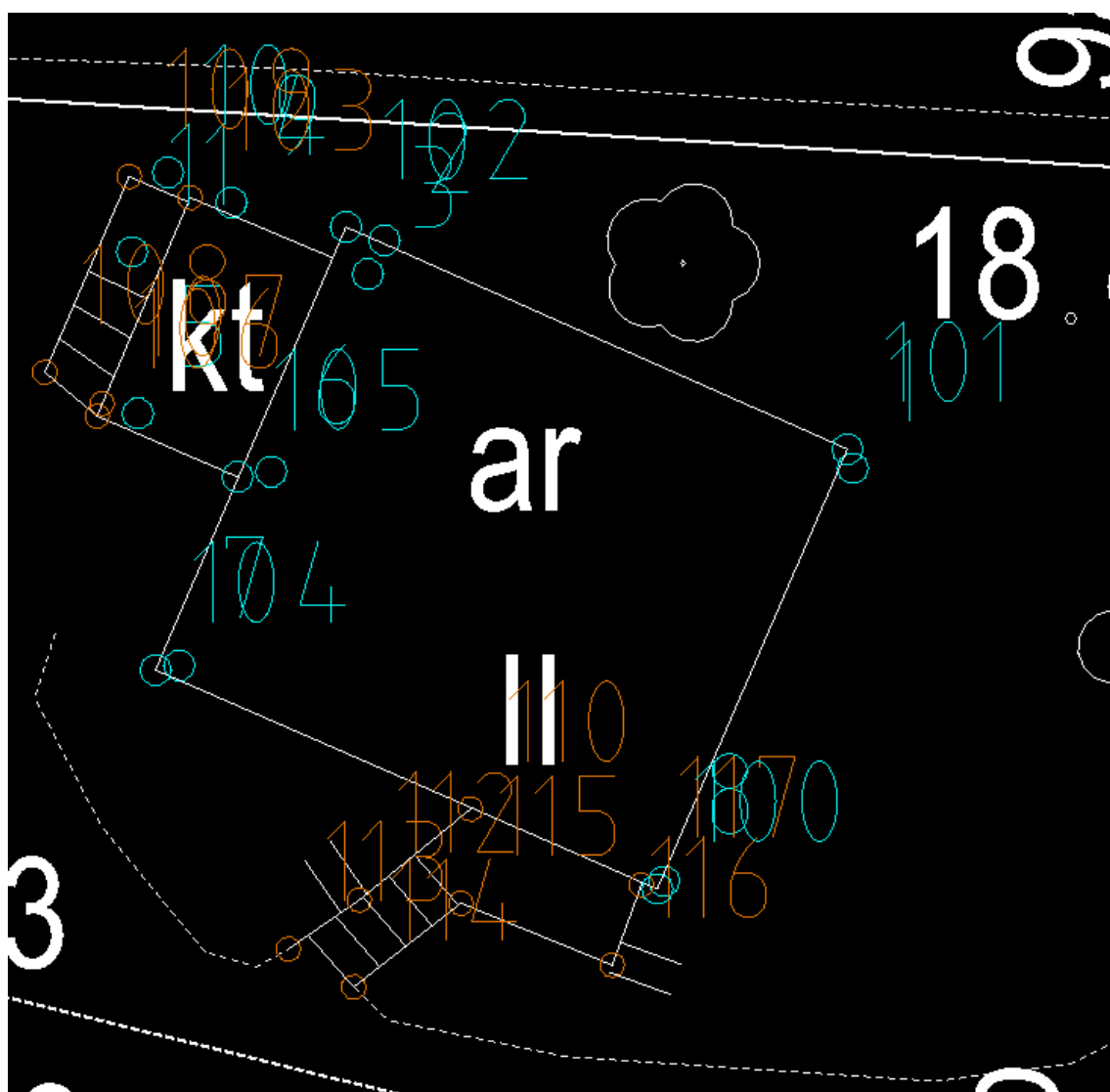
Kuvassa 27 on esitetty esimerkki osasta taulukoitua mittausraporttia. Ylempi rivi on rajamerkkikohtaisesti maastossa mitattu todellinen sijainti, ja alempi on teoreettinen sijainti.

Pyykinnumero	Itäinen	Pohjoinen	H korkeus		Suuntakulma	Vaakamatka / heitto	
47	25502371.875	6685055.915	0.000				Maastossa mitattu
47	25502371.893	6685055.854	0.000	T=	181.4320	S= 0.0642	Teoreettinen
49	25502377.135	6685056.490	0.000				
49	25502377.135	6685056.490	0.000	T=	43.9125	S= 0.0003	
50	25502403.042	6685056.195	0.000				
50	25502403.046	6685056.192	0.000	T=	144.4196	S= 0.0046	

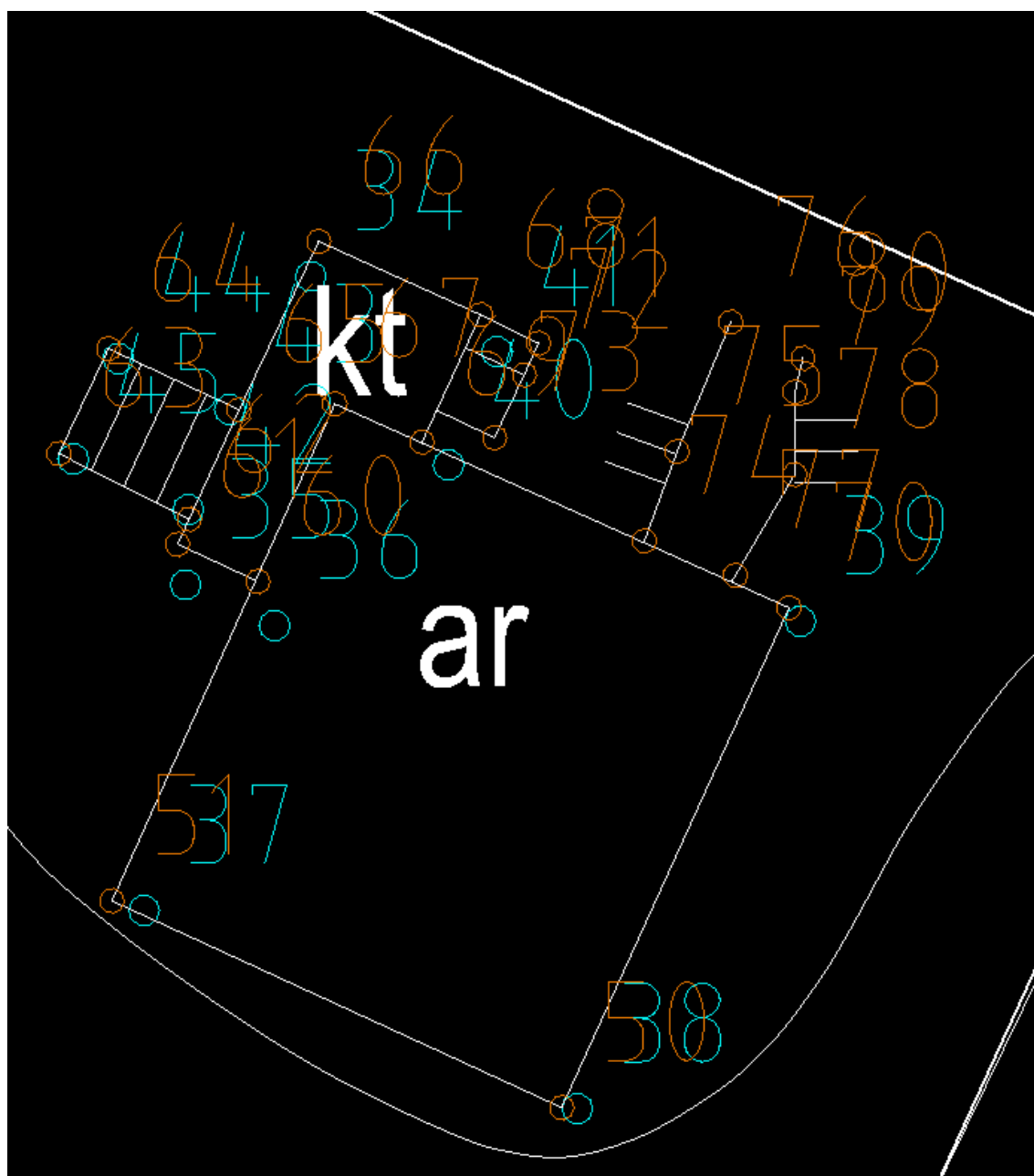
Kuva 27. Taulukoitu raportti.

## 5.2 Tehtyjä havaintoja

Rakennusten ja rakennelmien sijaintitarkkuuksia tutkittaessa huomattiin, että pisteiden tulkitsemisessa MicroStationilla voi esiintyä haasteita. Pisteiden mitaaminen manuaalisesti oli itsessään erittäin työläs ja aikaa vievä prosessi, ja pisteiden tulkintaa hankaloitti joissain tapauksissa mitattujen pisteiden määrä, päällekkäiset pisteet sekä erilaiset pistenumerot. Kuvissa 28 ja 29 on esitetty tarkastettuja kohteita MicroStationin näkymässä. Kuvissa sinisellä näkyvät numerot ovat teoreettisia, laskettuja pisteitä ja oranssit maastossa mitattuja.

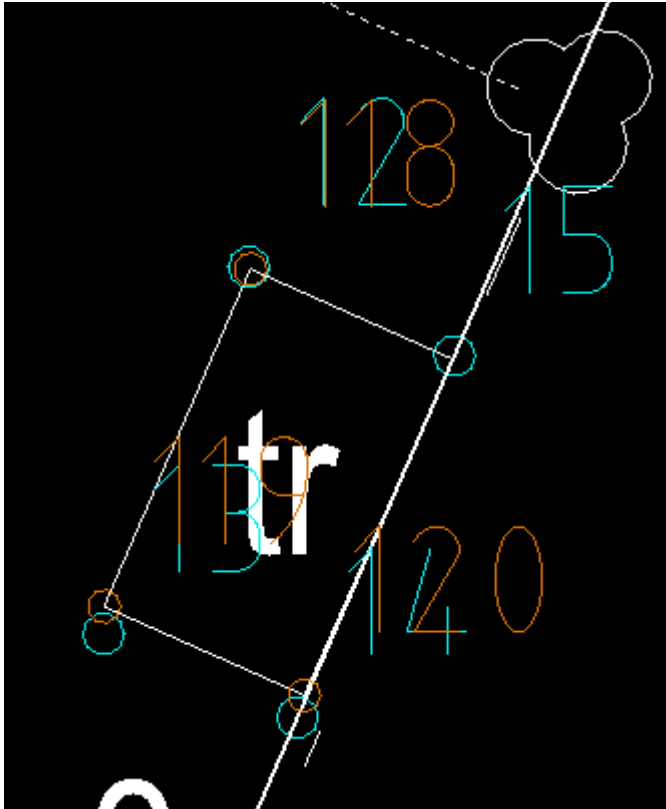


Kuva 28. Esimerkki kohteesta, jonka tulkinnessa saattaa olla haasteita suuresta pistemäärästä johtuen.



Kuva 29. Toinen esimerkkikohde, jonka tulkitsemisessa tulee olla tarkkana suurten pistemäärän takia.

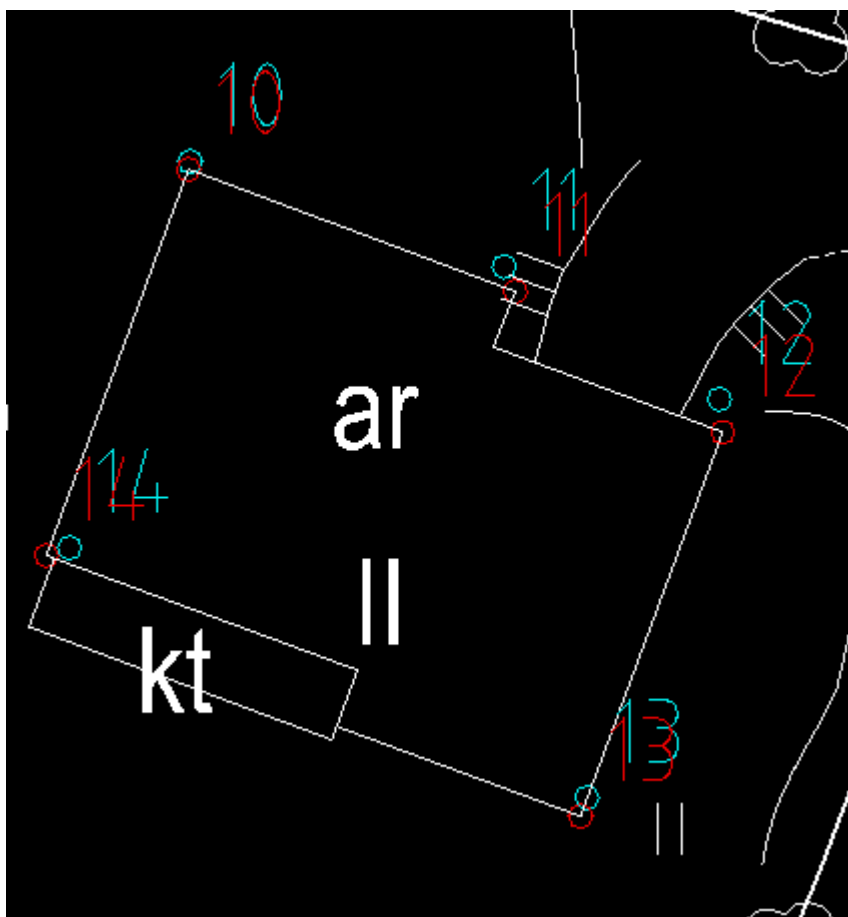
Kohteiden tulkittamisesta helpotti selvästi pisteiden vähempi määrä. Kohteiden malleissa ja muodoissa voi olla suurtakin vaihtelevuutta, eivätkä kaikki kohteet voi täten olla yhtä selkeitä. Kuvassa 30 on esitetty yksi tarkastetuista talousrakennuksista.



Kuva 30. Yksi tarkastetuista kohteista, talousrakennus.

Kaikkein selvimpiä kohteita tarkastuksissa olivat sellaiset, joissa mitattuja pisteitä ei ollut enempää kuin teoreettisia laskettuja pisteitä ja jotka oli numeroitu samalla pistenumeraalla mutta eri koodilla. Eri koodin käyttö määrittää pisteen ominaisuuden ja visualisoi sen eri väriseksi tulkinnan selventämiseksi.

Kuvan 31 esimerkistä havaitsee selkeästi teoreettisten ja mitattujen pisteiden numerot, sekä sen, mikä piste on kyseessä. Kuvassa näkyvä valkoinen kanta-kartta on korjattu vastaamaan todellisuutta maastossa mitattujen pisteiden perusteella.

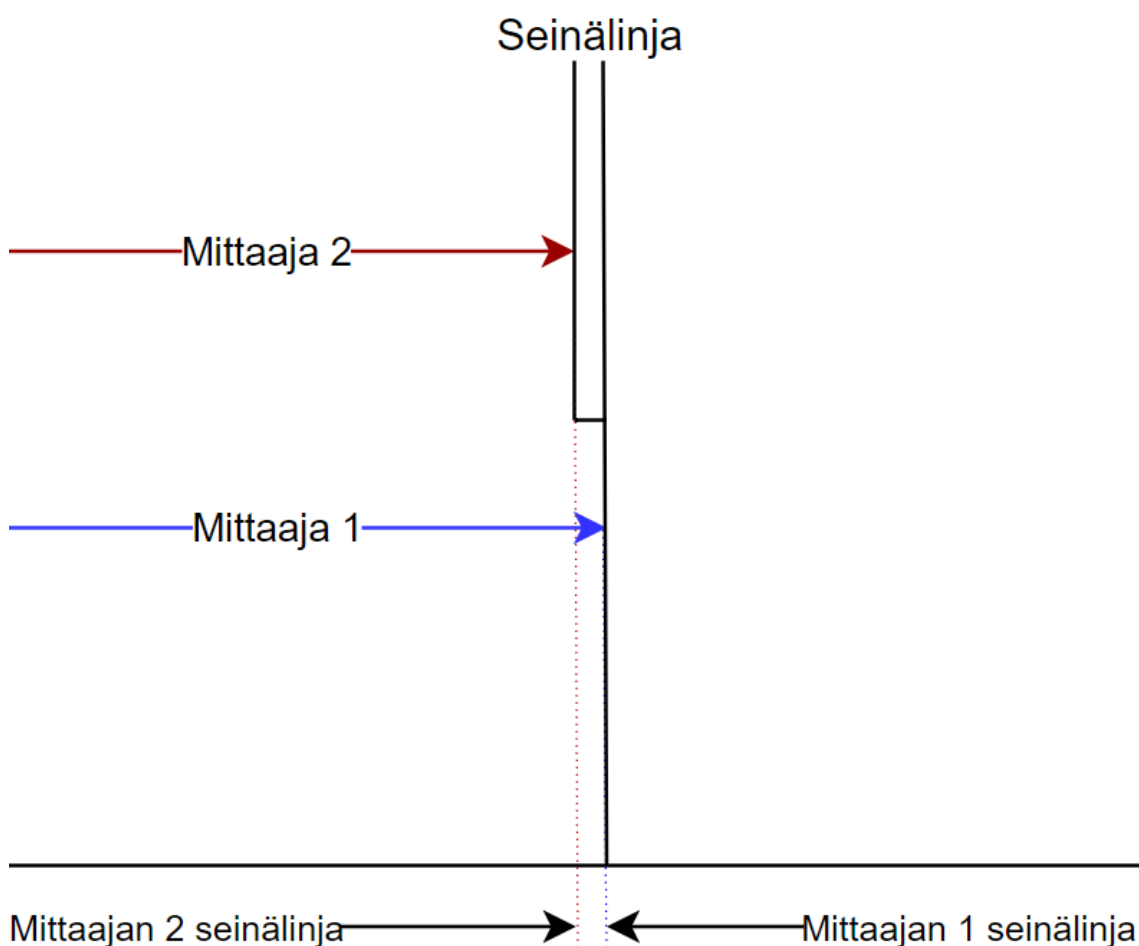


Kuva 31. Esimerkki kohteesta, joka on helppo tulkita ja tarkastaa.

### 5.3 Mahdollisia virhelähteitä

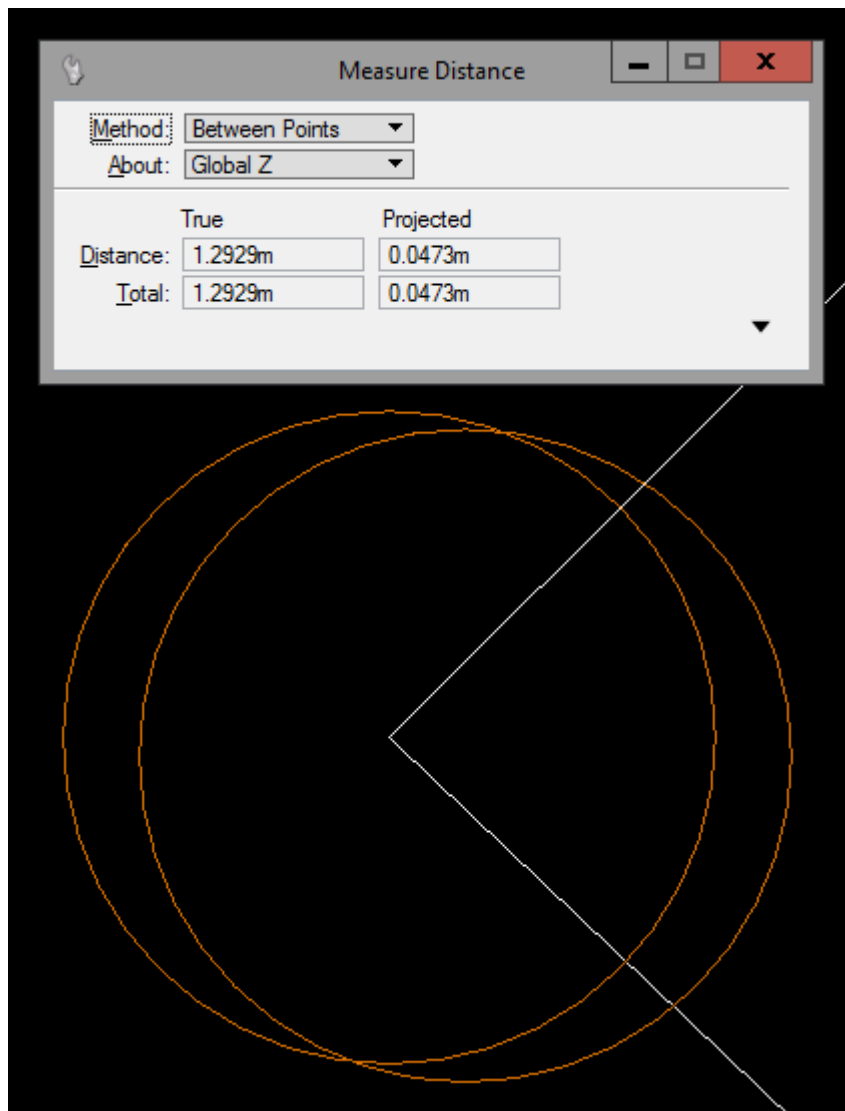
Mahdolliseksi virhelähteeksi havaittiin maastomittauksia tehdessä tarkempi rakennuksen nurkan tai seinälinjan kohta, josta kohde mitataan. Kohteet ovat verhoilultaan ja ympäristöltään erilaisia, ei kaikkia rakennuksia voi täysin yhtenäisesti mitata. Eri mittaryhmillä voi olla omakohtaisia tottumuksia mittausten suorittamisessa, eikä yhtenäisiä käytäntöjä ole varsinaisesti sovittu, esimerkiksi sen suhteen mistä kohtaa rakennuksen verhoilua mittaus suoritetaan [15].

Kuvassa 32 on havainnollistettu mahdollisen virhelähteen periaate.



Kuva 32. Mahdollisen mittauskohdan valinnasta johtuvan eron periaate.

Yhdessä tarkasteltavista kohteista kävi kaksi mittausryhmää saman päivän aikana mittaamassa kohteen samanlaisia mittavälineitä käyttäen. Mitattujen nurkkapisteiden välillä havaittiin 0,0473 m:n ero. Keskustelussa kartoittajien kanssa eron syyksi epäiltiin kuvan 32 kaltaista mittauskohdan valintaa tai takymetrin orientoinnin poikkeavaisuuksia. Mahdollisten mittaustapojen ja ohjeiden luominen, päivittäminen ja kertaaminen voisi auttaa välttämään tämänkaltaisia mittaueroja jatkossa [15]. Kuva 33 havainnollistaa MicroStationin näkymässä havaittua eroa.



Kuva 33. Kahden eri mittausryhmän suorittamien mittauksien ero rakennuksen nurkkapisteestä.

## 6 Mahdolliset parannusehdotukset

### 6.1 Parannusehdotukset mittausten ja tarkastusten osalta

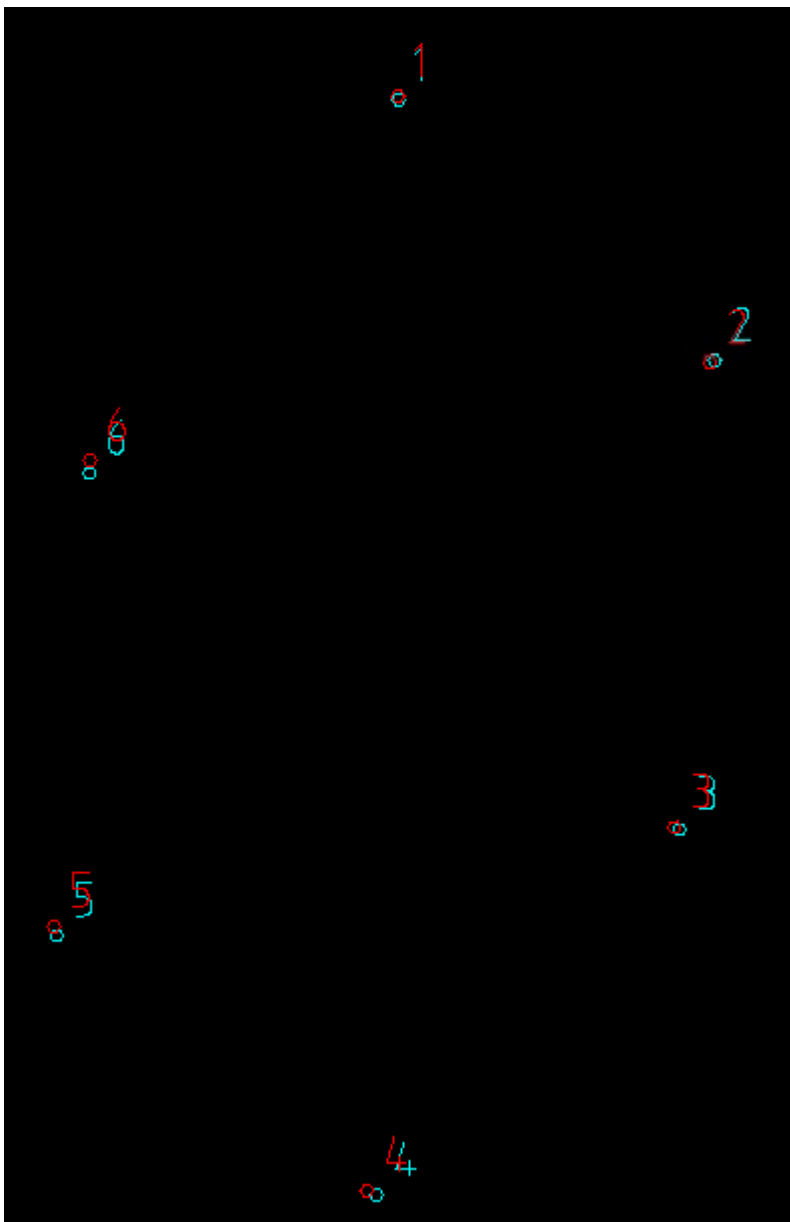
Manuaalisesti kohteiden sijaintitarkkuuksien tarkastaminen MicroStationilla on erittäin hidasta sekä aikaa ja resursseja vievää työtä. Mikäli tarkastustyötä jouduttaisiin suorittamaan manuaalisesti tulevaisuudessa, olisi tärkeää sopia yhtenäisistä toimintatavoista maastomittauksia suorittavien ja tarkastuksia tekevien henkilöiden kesken.

Yhtenäisiä, kohteiden tarkastamista selkeyttäviä ja laadun tasalaatuisuutta tukevia tekijöitä olisi tarkastettavien kohteiden mittaaminen samoilla pistenumeroilla, kun teoreettiset laskennalliset pisteet, kuvan 34 tavalla. Pisteet voisi kuitenkin mitata eri koodilla selvyyden säilyttämiseksi

Myös maastomittauksia suorittavien henkilöiden mittaustapojen yhtenäistämisen kohtien suhteen, joista esimerkiksi seinälinjoja mitataan selkeyttäisi toimintaa.

Manuaalinen tarkastustapa sijaintitarkkuuksien osalta tulisi korvata automatisoidulla ja aikaa säästävällä ratkaisulla. Mahdollisia vaihtoehtoja automatisointiin voitaisiin kehittää hyödyntämällä FME-dataintegraatioalustaa [16], tai muuta vastaavaa ohjelmistoa. Kyseisen ohjelmiston ominaisuuksilla olisi mahdollista laskea pisteiden välisiä etäisyyksiä automatisoidusti niiden välimatkan perusteella. Kuvassa 34 näkyy kohde, jonka mitatut pisteet on selkeästi nimetty laskennallisten pisteiden perusteella ilman mitään ylimääräistä. Tämänkaltaisissa kohteissa automatisointi olisi melko helppoa [16].

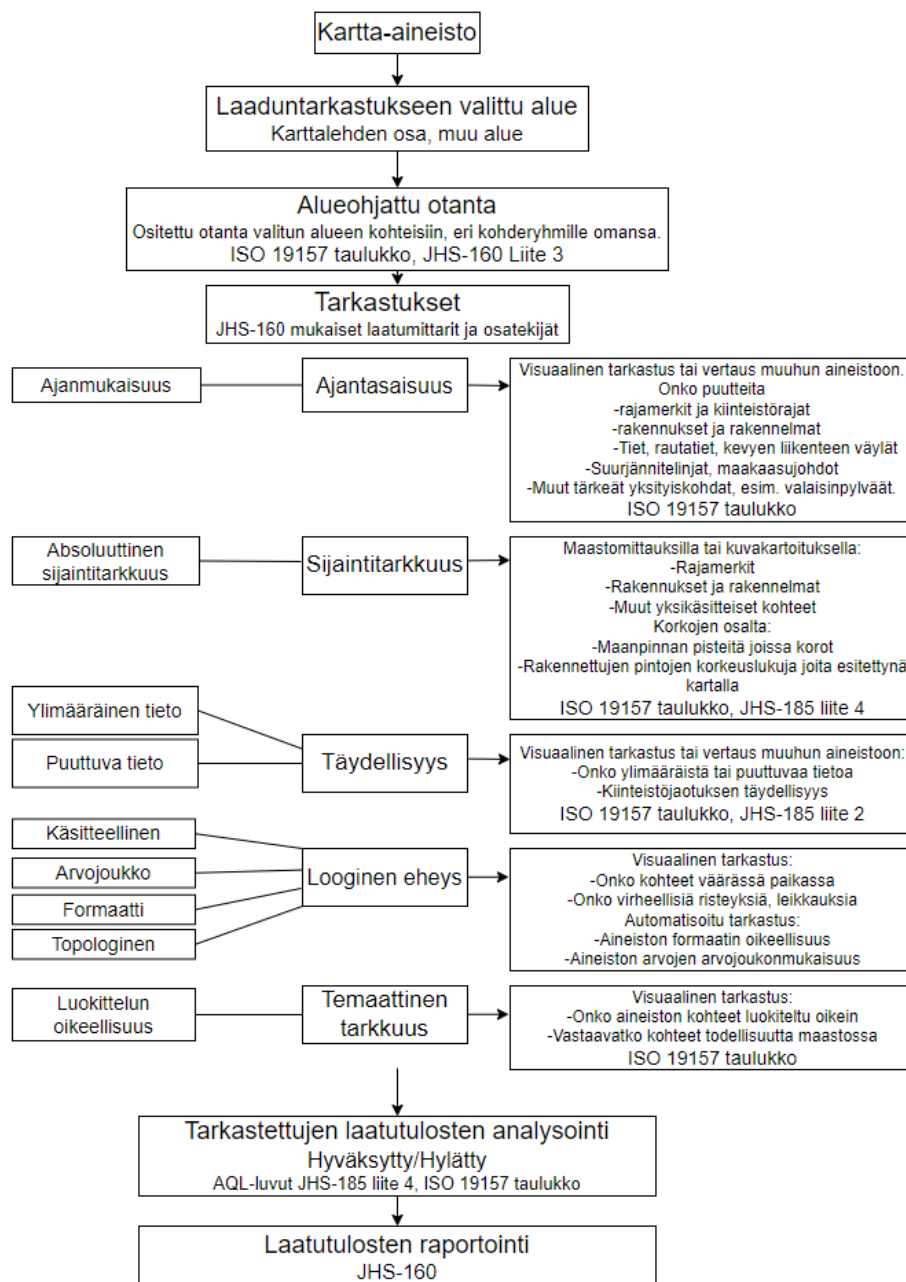
Vaikka pisteiden välinen etäisyys kasvaisi, voisi niitä eritellä pistenumeron perusteella ja automatisoida saman pistenumeron omaavien pisteiden etäisyydenlaskennan [16].



Kuva 34. Selkeästi nimetyt pisteet.

## 6.2 Yksinkertaistettu toimintamalli kartta-aineistojen tarkastamiseen

Suurien kartta-aineistojen laadun tarkastamiseen hyväksi tarkastusmenetelmäksi todettiin otantatutkimus. Otantamenetelmän käytössä ohjeistaa JHS-160 sekä asemakaavan pohjakartta-alueilla osittain JHS-185. Ohjeistukset voivat olla hankalia tulkita, joten tiivistetty toimintamalli laaduntarkastukseen olisi helppompi sisäistää. Kuvassa 35 on esitetty laaduntarkastuksen toimintamalli.



Kuva 35. Kartta-aineiston laaduntarkastuksen toimintamalli.

## 7 Yhteenveto

Helsingin kartta-aineistot on koostettu erilaisista lähteistä aikojen saatossa, ja yksi merkittävästä aineistoihin vaikuttavista muutoksista on ollut korkeus- ja koordinaattijärjestelmien konversio vuonna 2012.

Kantakartassa esitetään rakentamisen ja yhdyskuntasuunnittelun kannalta tarpeelliset ja tärkeät maastokohteet sekä kiinteistöjaotus, ja se on tarkin ajantasainen paikkatietoaineisto Helsingin alueesta. Kantakartta-aineistosta tuotetaan asemakaavan pohjakartat, jolloin sen laatuvaatimukset ovat korkeat. Asemakaavan pohjakartalle asetettuja vaatimuksia ohjeistaa pääasiassa JHS-suositukset niin sisällön, esitystavan kuin laatuvaatimustenkin osalta. Kartta-aineistojen kunnolliseen laadunvalvontaan ja laaduntarkastukseen löytyy ohjeistukset JHS-suosituksista sekä ISO-standardeista. Suuren kartta-aineiston laaduntarkastukseen hyvin soveltuva menetelmä on tässä insinööriyössä tehdyn selvityksen perusteella otantatutkimus.

Kartta-aineistoja päivitetään pääasiassa stereokartoituksilla ja maastomittauksilla, ja eri mittausluokille on omat tarkkuusvaatimuksensa. Tässä työssä tehdyn selvityksen perusteella maastossa suoritettaviin mittauksiin tulisi luoda yhtenäisiä menetelmiä tukevat ohjeistukset mahdollisten virhelähteiden vähentämiseksi.

Kartta-aineistojen sijaintitarkkuuksien tarkastaminen manuaalisesti on erittäin hidasta ja resursseja vaativaa työtä, joka tulisi korvata automatisoidulla ratkaisulla. Kohteiden mittaaminen maastossa on itsessään aikaa vievää työtä, ja prosessin kokonaisuudesta olisi hyvä saada lyhennettyä automatisointia hyödyntämällä tarkastusvaiheessa. Mikäli manuaalista tarkastustapaa jouduttaisiin jatkamaan, tulisi sopia tarkastusta selkeyttävistä menetelmistä maastomittauksia suorittavien tahojen kanssa.

Laadunvalvonta ja -tarkastustyö kehittyy jatkuvasti, ja siihen käytettävien menetelmien toimivuutta tulee mieltä sekä testata käytännössä parhaimpien toimintatapojen löytämiseksi.

## Lähteet

- 1 Ohje-aineisto. 2022. Helsingin kaupunki. Intranet.
- 2 Avoimet paikkatiedot. Verkkodokumentti. Helsingin kaupunki. <<https://www.hel.fi/fi/paatoksenteko-ja-hallinto/tietoa-helsingista/kartat-ja-paikkatieto/paikkatiedot-tehokayttoon/avoimet-paikkatiedot>>. Luettu 2.3.2023.
- 3 Helsingin karttapalvelu. Verkkodokumentti. Helsingin kaupunki. <<https://www.hel.fi/fi/paatoksenteko-ja-hallinto/tietoa-helsingista/kartat-ja-paikkatieto/helsingin-karttapalvelu#aineistot>>. Luettu 2.3.2023.
- 4 Jalkanen, Eero. 2013. Helsingin kaupungin siirtyminen EUREF-FIN ja N2000-järjestelmiin ja muutosten vaikutukset Staran mittaustointaa. Insinööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 5 Teoreettinen keskivesi (MW) ja geodeettiset korkeusjärjestelmät Suomessa. Verkkodokumentti. Ilmatieteen laitos. <<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/keskivesitaulukot>>. Luettu 3.3.2023.
- 6 Pääkaupunkiseudun kartoille uudet koordinaatit ja korkeustiedot. 2012. Verkkodokumentti. Helsingin kaupunki. <[https://kartta.hel.fi/avoindata/dokumentit/2012\\_11\\_15\\_uudet\\_koordinaatit.pdf](https://kartta.hel.fi/avoindata/dokumentit/2012_11_15_uudet_koordinaatit.pdf)>. Luettu 4.3.2023.
- 7 Hänninen, Olli. 2023. Maanmittausinsinööri. Helsingin kaupunki. Helsinki. Keskustelu 15.3.2023.
- 8 Helsingin kantakartta. 2017. Verkkodokumentti. Helsingin kaupunkiympäristön toimiala. <<https://hri.fi/data/dataset//helsingin-kantakartta>>. Luettu 5.3.2023.
- 9 Maankäyttö- ja rakennuslaki. 132/5.2.1999.
- 10 Kaavoitusmittausohjeet. 2003. MML/1/31/2003.
- 11 Julkisen hallinnon suositus 185: Asemakaavan pohjakartan laatiminen. 2014. Verkkoinaisto. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. <<https://www.suomidigi.fi/ohjeet-ja-tuki/jhs-suositukset/jhs-185-ase-makaavan-pohjakartan-laatiminen>>. Luettu 5.3.2023.

- 12 Määräys mittausten tarkkuudesta ja rajamerkeistä kiinteistötoimittuksissa. 2011. MML/2/012/2011.
- 13 Julkisen hallinnon suositus 160: Paikkatiedon laadunhallinta. 2006. Verkkoaineisto. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. <[https://www.suomidigi.fi/sites/default/files/2020-06/JHS160\\_0.pdf](https://www.suomidigi.fi/sites/default/files/2020-06/JHS160_0.pdf)>. Luettu 6.3.2023.
- 14 Kivisilta, Sami. 2018. Kantakarttaan liittyvän tiedonkeruuprosessin kehittäminen Kotkan kaupungissa. Insinööri työ. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 15 Maastomittausosaston henkilöstö. 2023. Helsingin kaupunki. Helsinki. Keskustelu. 2023.
- 16 Kaupunkimittausosaston maanmittausinsinööri. 2023. Helsingin kaupunki. Helsinki. Keskustelu 2023.
- 17 NeighborFinder. Verkkoaineisto. Safe Software. <[http://docs.safe.com/fme/html/FME\\_Desktop\\_Documentation/FME\\_Transformers/Transformers/neighborfinder.htm#](http://docs.safe.com/fme/html/FME_Desktop_Documentation/FME_Transformers/Transformers/neighborfinder.htm#)>. Luettu 14.3.2023.