



Elsa Halonen

# Maalämmön lupaprosessi ja maalämmön paikkatietojen laadunparannusprojekti

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Maanmittaustekniikka

Insinöörityö

25.4.2025

## Tiivistelmä

Tekijä:	Elsa Halonen
Otsikko:	Maalämmön lupaprosessi ja maalämmön paikkatietojen laadunparannusprojekti
Sivumäärä:	31 sivua + 1 liite
Aika:	25.4.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Maanmittaustekniikka
Ohjaajat:	Johtava maanmittausinsinööri Antti Veijalainen Lehtori Matias Ingman

---

Insinöörityön tavoitteena oli perehtyä paikkatietoon, käydä läpi Helsingin kaupungin maalämmön lupaprosessi sekä yhdistää nämä aiheet toteuttamalla lupaprosessiin liittyvä paikkatietojen laadunparannusprojekti. Työssä käsiteltiin paikkatiedon peruskäsitteitä, kuvattiin maalämmön lupaprosessin vaiheet ja analysoitiin Facta-kuntarekisterin ja maalämpötietokannan tietojen yhteneväisyyttä.

Helsingin kaupungin maalämmön lupaprosesseissa hyödynnetään eri paikkatietovarantoja, kuten Facta-kuntarekisteriä ja maalämpökaivojen PostgreSQL-tietokantaa. Näiden paikkatietovarantojen tietojen yhteneväisyyttä analysoitiin laadunparannusprojektissa FME-ohjelmiston avulla.

Laadunparannusprojektin tavoitteena oli tunnistaa rekisteritiedoissa esiintyvät poikkeamat ja epäjohdonmukaisuudet sekä laatia toimenpideluettelo niiden korjaamiseksi. Lisäksi työssä annettiin konkreettinen esimerkki FME-ohjelmiston käytöstä paikkatietojen käsittelyssä ja laadun parantamisessa. Laadunparannusprojekti käynnistyi osana tätä insinöörityötä, mutta se on samalla osa laajempaa kokonaisuutta, johon osallistuu useita kaupungin työntekijöitä.

Insinöörityössä toteutetun projektin tuloksena syntyi Excel-pohjainen toimenpideluettelo, jonka avulla Helsingin kaupungin lupaprosessiin osallistuvat työntekijät voivat korjata rekisterivirheitä ja varmistaa paikkatietojen ajantasaisuuden. Projektityö vahvistaa luotettavaa päätöksentekoa sekä muun muassa maalämmön lupaprosessien oikeellisuutta.

Avainsanat: paikkatieto, FME, QGIS, maalämpö, lupaprosessi

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Elsa Halonen  
Title: Geothermal Heating Permit Process and Geospatial Data Quality Improvement Project  
Number of Pages: 31 pages + 1 appendix  
Date: 25 April 2025

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Land Surveying  
Supervisors: Antti Veijalainen, Chief Surveyor Engineer  
Matias Ingman, Senior Lecturer

---

The aim of the thesis was to study geospatial data and the geothermal heating permit process in the City of Helsinki. In addition, the thesis included a geospatial data quality improvement project conducted using FME software. The thesis discussed basic geospatial concepts, described the steps of the permit process, and analysed the consistency of data between the Facta communal register and the geothermal well database.

The project used geospatial sources relevant to Helsinki's geothermal permits, including the Facta communal register and a PostgreSQL-based geothermal well database. The FME software was used to process and analyse the data, which enabled the identification of register errors and inconsistencies between the datasets.

The project resulted in an Excel-based action list that helped identify and document data entries requiring correction. The list enables city employees to correct register errors and ensure that the geospatial data remains accurate and up to date.

Overall, the project served as a concrete example of using FME software to improve the quality of geospatial data. Thus, the project supports reliable decision-making and, as a result, improves the accuracy of processes such as geothermal heating permits in the City of Helsinki.

Keywords: geospatial data, FME, QGIS, geothermal heating, permit process

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Paikkatieto	2
2.1	Määritelmä	2
2.2	Käsitteet	2
2.2.1	Attribuutit	2
2.2.2	Koordinaattijärjestelmä	3
2.2.3	Paikkatietoaineisto	3
2.2.4	Rasteri- ja vektorimuotoinen paikkatieto	4
2.2.5	Geometria	6
2.2.6	Metatieto	7
2.2.7	Paikkatietojärjestelmä	7
2.2.8	Paikkatieto-ohjelmisto	8
3	Paikkatiedon käsittely	8
3.1	QGIS	8
3.2	FME yleisesti	9
4	Paikkatiedon ylläpito Helsingin kaupungilla	10
4.1	Lupapiste	10
4.2	Facta-kuntarekisteri	11
4.3	Maalämpökaivojen paikkatietokanta	11
5	Maalämmön lupaprosessi Helsingin kaupungilla	12
5.1	Ennakoasiointi	13
5.1.1	Ennakkotiedustelu	13
5.1.2	Rakennettavuus selvitys	14
5.2	Lupavaihe	15
5.3	Rakentaminen	16
5.4	Sijaintikatselmus	16
5.5	Uuden Rakentamislain vaikutukset maalämmön lupaprosessiin	17

6	Paikkatietojen laadunparannusprojekti FME-ohjelmalla	17
6.1	Tavoite	17
6.2	Selvityskohteet	18
6.3	Analyysivaihe	19
6.4	Esimerkkityötila	20
6.4.1	Lähtöaineistojen suodatus	21
6.4.2	Datan analysointi	22
6.4.3	Datan tallennus	23
6.5	Tuloksien esittely	24
6.6	Tuloksien analysointi	27
7	Yhteenveto	28
	Lähteet	29

Liite 1: Esimerkkiselvityskohteen FME-työtila (korkearesoluutioinen versio)

## Lyhenteet

FME: *Feature Manipulation Engine*. Safe Softwaren kehittämä tietojen muunnos- ja käsittelyohjelmisto.

GIS: *Geo Information System*. Paikkatietojärjestelmä englanniksi.

QGIS: *Quantum Geo Information System*. Avoimen lähdekoodin paikkatieto-ohjelmisto

## 1 Johdanto

Paikkatieto on olennainen osa yhteiskunnan ja arjen toimintoja. Se yhdistää sijaintitiedon ja siihen liittyvät attribuutit. Näin paikkasidonnaisia ilmiöitä ja kohteita voidaan ymmärtää, hallita ja analysoida. Helsingin kaupungilla paikkatietoa hyödynnetään laajasti eri toimialoilla, ja sen merkitys korostuu erityisesti lupaprosesseissa.

Maalämpö on yhä yleisempi uusiutuva energiamuoto, joka tukee Helsingin kaupungin kaupunkistrategiaa ja hiilineutraaliustavoitteita. Kaupunkiympäristössä maalämpöhankkeet edellyttävät huolellista suunnittelua ja lupaprosessien noudattamista, sillä maalämpökaivojen poraaminen vaatii tarkkaa tietoa maanalaisesta infrastruktuurista ja alueen rakennettavuudesta.

Tämän insinööriyön tavoitteena on määritellä paikkatiedon peruskäsitteet, käydä läpi Helsingin kaupungin maalämmön lupaprosessi sekä yhdistää nämä aiheet toteuttamalla lupaprosessiin liittyvä paikkatietojen laadunparannusprojekti. Insinööriyö pyrkii selkeyttämään Helsingin kaupungin monivaiheista maalämmön lupaprosessia sekä lisäämään yleistä tietoisuutta paikkatiedon merkityksestä ja sen käsittelystä. Lisäksi työssä analysoidaan Helsingin kaupungin Facta-kuntarekisterin ja maalämpötietotietokannan tietojen yhteneväisyyttä, mikä toimii käytännön esimerkkinä paikkatiedon laadunparannuksesta. Paikkatietojen laadunparannusprojekti toteutetaan FME-ohjelmistolla, jolla tunnistetaan mahdollisia tietokantapoikkeamia.

Insinööriyössä hyödynnetään opinnäytetyön tekijän omaa kokemusta Helsingin kaupungin lupakäsittelystä. Maalämmön lupaprosessin kuvaus perustuu kaupungin sisäisiin ohjeisiin.

Opinnäytetyöraportin kieliasun muotoilussa ja tarkistamisessa on käytetty OpenAI:n ChatGPT:n versiota 4o. Opinnäytetyön tekijä on vastuussa kaikesta opinnäytetyön sisällöstä ja muotoilusta.

## 2 Paikkatieto

### 2.1 Määritelmä

Paikkatieto eli geospaatialinen tieto tarkoittaa kaikkea tietoa, joka liittyy suoraan tai epäsuorasti johonkin tiettyyn paikkaan tai maantieteelliseen alueeseen. Paikkatiedossa yhdistyvät sijaintitiedot (yleensä koordinaatit) ja attribuuttitiedot (kohteen, tapahtuman tai ilmiön ominaisuudet), sekä usein lisäksi myös ajallista tietoa (ajankohta, elinkaari). Paikkatieto voi olla luonteeltaan staattista eli lyhyellä aikavälillä muuttumatonta tai dynaamista eli jatkuvasti päivittyvää. [Lausuntomietinnöstä Valtion tutkimuslaitokset ja tutkimusrahoitus - ehdotus kokonaisuudistukseksi 2012; What is geospatial data?; Geoinformatiikan sanasto 2018: 23.]

### 2.2 Käsitteet

Paikkatiedon käsitteen ymmärtäminen pohjautuu sen keskeisten termien ja kokonaisuuksien tuntemiseen.

#### 2.2.1 Attribuutit

Attribuutti- eli ominaisuustieto kuvaa karttaobjektin piirteitä, ominaisuuksia tai siihen liittyviä arvoja. Se täydentää sijaintitietoa tarjoamalla kuvailevaa tietoa kohteesta. Attribuutit tallennetaan taulukkoon, jossa jokaisella paikkatieto-objektilla on yksilöivä ID-tunnus sekä aineistokohtaisia lisätietoja. Attribuuttitieto voi olla numeerista, tekstimuotoista tai multimediasisältöä, kuten kuvia ja videoita.

[Luoma & Muukkonen 2022.]. Kuvassa 1 on esimerkki attribuuttitaulukosta, jossa näkyy karttaobjektien, tässä tapauksessa eri kuntien, ominaisuustietoja.

Kunta ID	Nimi	Väkiluku	Vaakunan pohjaväri	Kunnantalon osoite	Vuosi
1	Kuvitteellinen kunta 1	10 000	Sininen	Telkkätie 1	2022
2	Kuvitteellinen kunta 2	43 234	Punainen	Uikkukatu 3	2022
3	Kuvitteellinen kunta 3	22 094	Keltainen	Sorsatie 6	2022
4	Kuvitteellinen kunta 4	2 009	Vihreä	Koppelokatu 2	2022
5	Kuvitteellinen kunta 5	259	Valkoinen	Sääksikuja 4	2022
6	Kuvitteellinen kunta 6	89 000	Harmaa	Haukkatie 5	2022

Kuva 1. Esimerkki attribuuttitaulukosta, jossa kuntien ominaisuustietoja [Luoma & Muukkonen 2022].

## 2.2.2 Koordinaattijärjestelmä

Koordinaattijärjestelmän avulla paikkatieto voidaan liittää johonkin tiettyyn sijaintiin maapallon pinnalla. Koordinaattijärjestelmä koostuu kahdesta pääelementistä: koordinaatistosta ja datumista. Koordinaatit ovat lukuarvoja, jotka määrittävät kohteen tarkan sijainnin valitussa koordinaatistossa. Datumista taas yhdistää tämän koordinaatiston maapallon pintaan. [Koordinaattijärjestelmät.]

## 2.2.3 Paikkatietoaineisto

Paikkatietoaineisto on yksittäisistä paikkatiedoista koostuva tietoaaineisto, jota käytetään paikkatietojärjestelmien avulla tapahtuvaan käsittelyyn, analysointiin ja visualisointiin. Paikkatietoaineistot ovat useimmiten digitaalisessa muodossa, ja niitä voidaan yhdistellä ja vertailla muiden aineistojen kanssa kokonaisuuk-sien hahmottamiseksi. [Geoinformatiikan sanasto 2018: 29.]

Paikkatietoa esitetään monesti kartalla, mikä helpottaa kohteiden visuaalista hahmottamista. Lisäksi paikkatietoaineistoja voidaan esittää tilastomuodossa

esimerkiksi analysoitaessa kaupunkien tai postinumeroalueiden väkilukuja.

[Helsingin avoimet paikkatiedot – aloittelijan opas 2019: 2.]

#### 2.2.4 Rasteri- ja vektorimuotoinen paikkatieto

Digitaaliset paikkatietoaineistot mallinnetaan usein joko vektori- tai rasterimallina. Vektorimallissa paikkatieto esitetään geometrisinä yksilöityinä objekteina eli pisteinä, viivoina ja alueina (polygoneina). Näiden geometriaobjektien sijainti määritetään koordinaattipisteiden avulla, ja niihin voidaan liittää attribuuttitietoja, kuten nimiä, arvoja ja luokituksia. Objektien tiedot tallentuvat attribuuttitaulukoon. Vektorimallissa objektien sijainnit voidaan ilmaista todella tarkasti, joten vektorimalli on erityisen hyödyllinen selkeästi rajattujen ja erillisten kohteiden, kuten rakennusten, teiden ja vesistöjen käsittelyssä. [Koivunen 2001; Paikkatietosanasto 2019.]

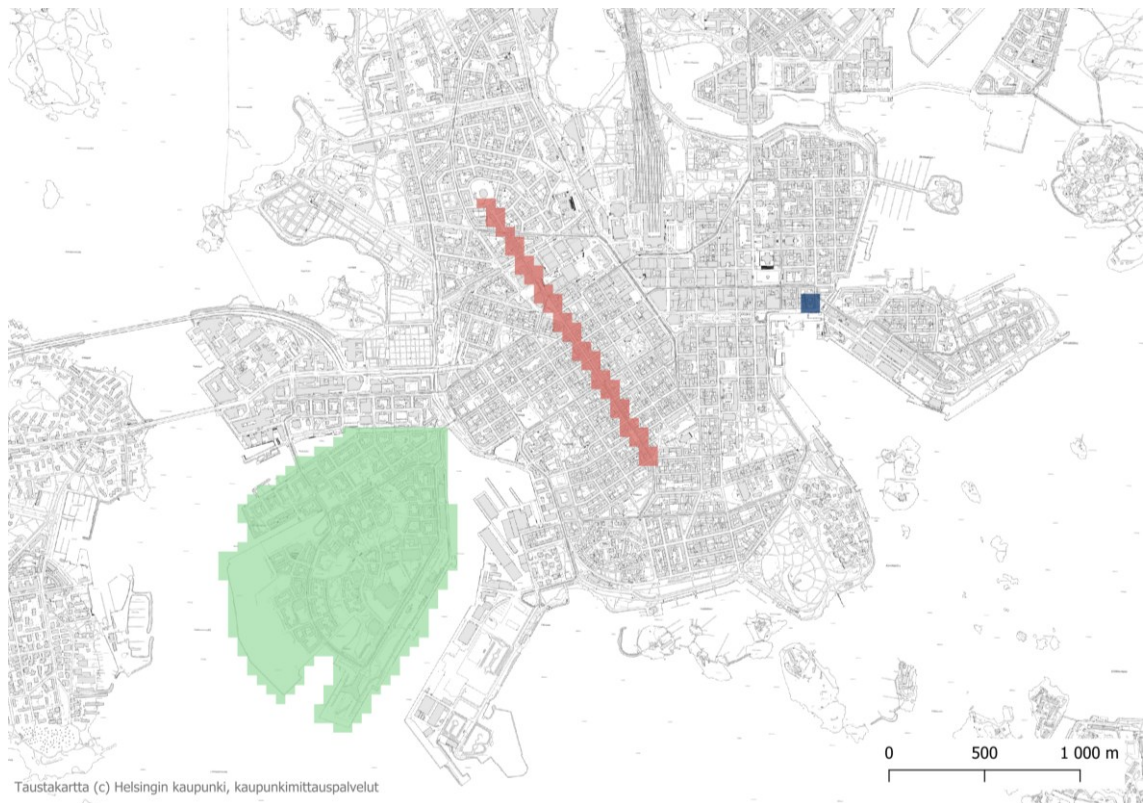
Rasterimallissa paikkatieto esitetään ruudukoituna alueena, jossa tarkasteltava alue jaetaan samankokoisiin ja -suuruisiin osa-alueisiin eli pikseleihin. Rasterimuotoinen paikkatietoaineisto on kuvamuotoista, jossa jokaisella pikselillä on oma lukuarvonsa, joka voi kuvata esimerkiksi kohteen tai ilmiön ominaisuutta. Rasterimallin sijainti määritetään rivien ja sarakkeiden avulla, ja kohteen tarkkuus riippuu pikselin koosta. Rasterimalli on hyödyllinen erityisesti laajojen alueiden käsittelyssä, kuten kaukokartoituksessa ja korkeus- tai lämpötilakarttojen analysoinnissa. [Koivunen 2001; Paikkatietosanasto 2019.]

Seuraavassa esimerkissä tarkastellaan, miten Helsingin keskustasta voidaan visualisoida kohteita käyttämällä vektori- ja rasterimallia. Molemmissa kuvissa on hyödynnetty Helsingin kaupungin tuottamaa avointa kantakartta-aineistoa QGIS-ohjelmistossa. Kuvassa 2 kohteet ovat esitetty vektorimallilla, jossa Jätkäsaaren alue on mallinnettu vihreänä polygonina, Fredrikinkatu punaisena viivana ja Presidentinlinna sinisenä pisteenä. Geometrioihin on lisätty attribuuttitiedoksi kohteen nimi.



Kuva 2. QGIS-ohjelmistolla tehty vektoriaineisto.

Kuvassa 3 samat kohteet on esitetty rasterimallilla, jossa alue on jaettu 50x50 metrin ruutuihin eli pikseleihin. Rasterimallissa attribuuttitiedot sisältyvät pikseleihin eli värit kertovat attribuuttitiedon ja sijainti pikseliruudukossa kertoo kohteen todellisen sijainnin maapallolla.



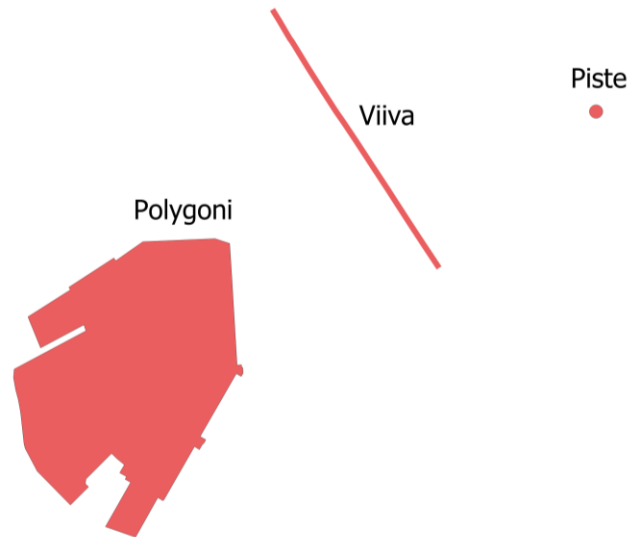
Kuva 3. QGIS-ohjelmistolla tehty pelkistetty rasteriaineisto.

### 2.2.5 Geometria

Geometria määrittää, miten vektorimuotoisten paikkatietokohteiden sijainti ja muoto esitetään kartalla. Geometria jakautuu kolmeen perusmuotoon, jotka ovat piste, viiva ja alue eli polygoni. [What is geometry?]

Paikkatietojärjestelmissä pisteet ovat yksittäisiä kohteita, joilla on tarkka sijainti koordinaattien muodossa. Viivat muodostuvat useista toisiinsa liittyvistä pisteistä, ja polygonit puolestaan ovat suljettuja alueita, jotka muodostuvat viivoista. Vektoreiden geometria mahdollistaa erilaisten ominaisuuksien, kuten pinta-alojen tai pisteiden välisten etäisyyksien, laskemisen helposti. [What is geometry?; Helsingin avoimet paikkatiedot – aloittelijan opas 2019: 3.]

Kuvassa 4 on vektorimuotoisten paikkatietokohteiden perusgeometriat aikaisemmassa esimerkissä käytetyillä kohteilla: Jätkäsaaren alue on kuvattu polygonina, Fredrikinkatu viivana ja Presidentinlinna pisteenä.



Kuva 4. Vektorikohteiden geometriat kuvattu QGIS-ohjelmistossa.

### 2.2.6 Metatieto

Metatieto on tietoa tiedosta. Paikkatiedon metatieto vastaa esimerkiksi kysymyksiin, mitä aineisto tai palvelu kuvaa, kuka on aineiston tai palvelun tuottaja, millainen aineiston laatu on, missä alueella aineisto on kerätty, milloin aineisto on julkaistu ja miten aineistoa voi käyttää. Metatiedot laaditaan tiedontuottajien toimesta, ja niiden tarkoituksena on antaa kattava kuva aineiston ominaisuuksista, kuten sen käytettävyydestä ja luotettavuudesta. [Metatiedot.]

### 2.2.7 Paikkatietojärjestelmä

Paikkatietojärjestelmä eli GIS (Geographic Information System) on kokonaisuus, jonka avulla paikkatietoa voidaan tuottaa, hallita, analysoida, varastoida, esittää ja integroida. Se koostuu laitteistoista, ohjelmistoista, paikkatietoaineistoista, käyttäjistä ja käytänteistä. [Geoinformatiikan sanasto 2018: 26; Paikkatieto, GIS ja karttapalvelut.]

Paikkatiedon tuottaminen voi perustua esimerkiksi GPS-datan keräämiseen tai karttojen digitalisointiin. Hallintaan liittyy paikkatiedon järjestäminen ja ylläpito esimerkiksi tietokannoissa tai karttapalveluissa. Näitä toimintoja tukevat analysointi, esittäminen ja integrointi muihin tietoaaineistoihin. [Paikkatieto, GIS ja karttapalvelut.]

### 2.2.8 Paikkatieto-ohjelmisto

Paikkatieto-ohjelmisto on paikkatiedon käsittelyyn, analysointiin ja visualisointiin tarkoitettu ohjelmisto. Paikkatieto-ohjelmisto on osa laajempaa paikkatietojärjestelmää (GIS). Paikkatieto-ohjelmistoja ovat esimerkiksi QGIS, ArcGIS ja MapInfo. [Paikkatietosanasto 2019.]

## 3 Paikkatiedon käsittely

Paikkatietoa käsitellään erilaisilla sovelluksilla, joiden avulla paikkatietoaineistoja voidaan hyödyntää eri tarkoituksissa. Käsittelyn tavoitteena on tuottaa, hallita, analysoida, varastoida ja visualisoida paikkatietoa sellaisella tavalla, että se palvelee käyttäjän tarpeita. Seuraavissa alaluvuissa esitellään kaksi tässä insinööriyössä käytettyä ja yleisesti maailmalla laajasti käytettyä paikkatiedon käsittelyyn tarkoitettua sovellusta.

### 3.1 QGIS

QGIS (Quantum Geographic Information System) on avoimen lähdekoodin paikkatietojärjestelmä, jonka periaatteena on tarjota käyttäjille vapaus käyttää, muokata ja jakaa ohjelmiston toiminnan taustalla olevaa koodia ilman lisenssimaksuja [Spatial without Compromise; de Lamo 2017]. Avoimen lähdekoodin periaate vahvistaa avoimuutta ja mahdollistaa QGIS:n käytön ilmaiseksi, mikä tekee siitä järkevän vaihtoehdon niin yksityishenkilöille, organisaatioille kuin julkisille toimijoille.

QGIS:n pääasiallinen käyttökohde on paikkatiedon esittäminen karttojen muodossa. Se tukee useita eri tiedostomuotoja sekä mahdollistaa

verkkopalveluiden, kuten WMS- ja WFS-rajapintojen, käytön. QGIS on monialustainen ohjelmisto, eli se toimii Windows-, macOS-, ja Linux- käyttöjärjestelmissä. Käyttäjät voivat parantaa ohjelmiston toiminnallisuuksia lisäosien avulla, ja se integroituu helposti muiden avoimen lähdekoodin ohjelmistojen kanssa. [Spatial without Compromise; de Lamo 2017.]

QGIS tarjoaa työkalut vektori- ja rasteriaineistojen käsittelyyn ja tukee monia eri koordinaattijärjestelmiä. Aktiivisen ja laajan käyttäjäyhteisön ansiosta QGIS päivittyy säännöllisesti. Uusia versioita tulee vuoden aikana useampi. Tämänhetkinen versio on 3.40.3 Bratislava, ja lisäksi on saatavilla pitkäaikainen tukiversio (Long Term Release, LTR) 3.34.15 Prizren. [Download QGIS for your platform.]

### 3.2 FME yleisesti

FME (the Feature Manipulation Engine) on Safe Softwarin kehittämä ETL (Extract, Transform, Load) -ohjelmisto, joka on suunniteltu erityisesti paikkatiedon ja muiden tietoaineistojen käsittelyyn, muuntamiseen ja yhdistämiseen. FME:n avulla käyttäjät voivat muokata aineistoja eri formaatteihin, suorittaa koordinaattimuunnoksia ja tehdä tietomallien muokkauksia sekä yhdistää aineistoja eri lähteistä. FME tukee laajasti eri tiedostoformaatteja ja koordinaattijärjestelmiä, mikä mahdollistaa monimutkaisten ja vaihtelevien tietoaineistojen hallinnan ja yhdistämisen. Paikkatietoalalla FME:tä käytetään myös aineistojen laadunvarmennukseen, korjaamiseen ja analyysiin. [FME Desktop, Ratkaisu helpottamaan ja tehostamaan paikkatiedon muuntamista; Tani 2010.]

Ohjelmiston graafinen käyttöympäristö perustuu lohkokaavioon, joka havainnollistaa työkulujen vaiheet, kuten lähtöaineiston lukemisen sekä datan muokkauksen ja tallentamisen [FME Desktop, Ratkaisu helpottamaan ja tehostamaan paikkatiedon muuntamista]. Käyttäjän luoma ja tallentama työtila (Workspace) on FME:n käyttämä tiedosto (.fmw), joka sisältää kaikki tiedonmuunnoksen määrittäykset. Se määrittelee, mitä aineistoja käsitellään, miten niitä muokataan ja mihin ne tallennetaan. Työtila koostuu lähtöaineistojen lukijoista (Readers), tietoa muokkaavista transformereista ja lopputuloksen määrittävistä kirjoittajista (Writers). [About Workspaces.]

Toisin kuin QGIS, jota hyödynnetään valmiin paikkatietoaineiston visualisointiin ja karttojen laatimiseen, FME on suunniteltu tiedon muokkaamiseen ja automaattiseen käsittelyyn. Sen avulla voidaan yhdistää eri järjestelmistä tulevia aineistoja, muuntaa ne yhteensopivaan muotoon ja päivittää tietokantoja automaattisesti.

## 4 Paikkatiedon ylläpito Helsingin kaupungilla

Paikkatiedon ylläpidolla varmistetaan tietojen ajantasaisuus, tarkkuus ja luotettavuus, jotta tietoja voidaan hyödyntää sujuvasti kaupunkisuunnittelussa ja rakentamisessa. Suomessa Maanmittauslaitos (MML) tuottaa ja ylläpitää peruspaikkatietoja, kuten karttoja, ilmakuvia ja laserkeilausaineistoja, joita voidaan hyödyntää monissa julkishallinnon ja yksityissektorin sovelluksissa [Peruspaikkatietojen ylläpito]. Kunnat ja kaupungit ylläpitävät kuitenkin omia paikkatietovarastojaan ja järjestelmiään, joiden avulla hallinnoidaan esimerkiksi kiinteistötietoja, lupaprosesseja ja infrastruktuuria.

Helsingin kaupungilla keskeisiä paikkatiedon ylläpitoon liittyviä paikkatietovarastoja ovat Lupapiste, Facta-kuntarekisteri ja maalämpökaivojen paikkatietokanta. Nämä ovat Helsingin kaupungin tietovarantoja, joita hyödynnetään tässä insinööriyössä.

### 4.1 Lupapiste

Lupapiste on valtakunnallinen asiointipalvelu, jossa voi hoitaa rakentamiseen liittyviä lupa-asioita sähköisesti koko rakennushankkeen ajan. Lupapiste toimii yhteisenä alustana rakennushankkeen osapuolille, kuten luvan hakijalle, suunnittelijoille, urakoitsijoille ja viranomaisille. Palvelu opastaa hakemusten laatimisessa ja mahdollistaa viranomaisten antamat lausunnot sekä suunnitteluaineistojen hallinnan. Viranomaiset voivat ohjata hakemusprosessia keskustelutoiminnon kautta sekä pyytää tarvittavia lisätietoja suoraan palvelussa. Kaikki hakemukseen liittyvät liitteet, kuten suunnitelmat ja muut asiakirjat, jätetään sähköisesti palveluun, jossa niitä hallitaan ja päivitetään tarpeen mukaan. [Lupapiste.]

## 4.2 Facta-kuntarekisteri

Facta-kuntarekisteri on CGI:n tuottama järjestelmä, joka on kehitetty kuntien teknisen toimen rekisteritietojen hallintaan. Järjestelmää käyttävät kuntien työntekijät, viranomaiset sekä muut rekisterinpitäjän hyväksymät tahot, kuten kuntien omistamat liikelaitokset, Verohallinto ja Digi- ja väestövirasto. Järjestelmän avoimet rajapinnat mahdollistavat tiedon siirtämisen eri järjestelmien ja sovelusten välillä. [Facta ja KuntaNet -kuntarekisteri ja paikkatietoratkaisut.]

Helsingin kaupungilla Facta-kuntarekisteri toimii keskeisenä rekisterijärjestelmänä, joka tukee teknisen hallinnon eri toimintoja. Se on laaja tietovaranto, johon tallennetaan kaupungin rekisteritietoja, kuten kiinteistö-, rakennus- ja osoitetietoja. Facta-kuntarekisterin tiedot on integroitu Lupapisteeseen ja kaupungin omaan julkiseen karttapalveluun. Tiedot päivittyvät automaattisesti järjestelmien välillä, minkä ansiosta kaupungin työntekijöillä on suurimmaksi osaksi käytösään samat ja ajantasaiset tiedot.

## 4.3 Maalämpökaivojen paikkatietokanta

Maalämpökaivojen paikkatietokanta on Helsingin kaupunkimittauspalveluiden hallinnoima tietovaranto, jossa ylläpidetään tietoja Helsingin kaupungin alueelle poratuista maalämpökaivoista. Tietokanta perustuu PostgreSQL-tietokantaan. PostgreSQL on avoimen lähdekoodin relaatiotietokanta, joka tukee erilaisia tietotyyppejä ja laajennuksia [About PostgreSQL].

Maalämpökaivojen paikkatietokanta on vektorimuotoinen pistegeometriatietokanta, eli se koostuu yksittäisistä pisteistä, jotka kuvaavat maalämpökaivojen sijainteja. Tietokanta sisältää jokaisen maalämpökaivon perustiedot, kuten kaivon yksilöivän numeron, koordinaatit, poraussyvyuden, porausvuoden sekä lupatunnuksen, jolla kaivolle on myönnetty porauslupa. Mikäli kyseessä on vinoporaus, järjestelmään tallennetaan myös porauksen suuntaustiedot.

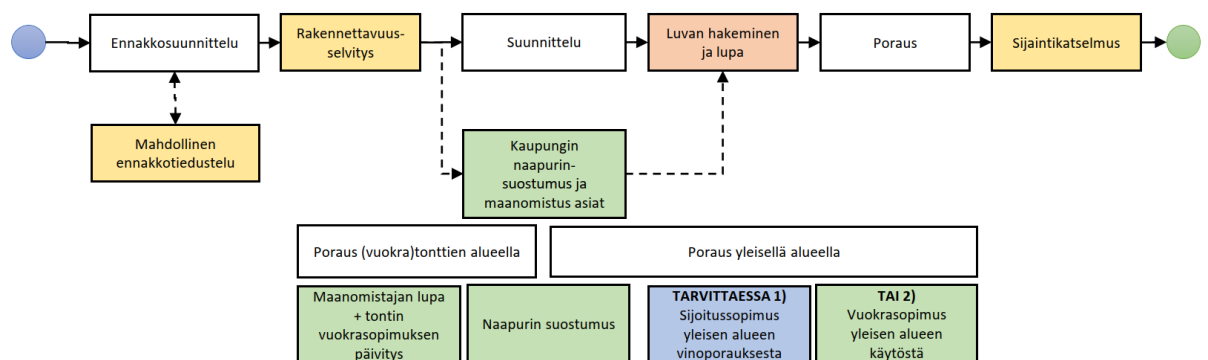
Koska maalämpökaivojen tiedot sisältävät paikkatietoa, tietokantaan on lisätty PostGIS-laajennus, joka tuo PostgreSQL:ään tuen vektorimuotoiselle

paikkatiedolle, kuten pisteille, viivoille ja alueille. PostGIS mahdollistaa maantieteellisen datan tallentamisen, käsittelyn ja analysoinnin suoraan tietokannassa. [About PostGIS.] Maalämpökaivojen tiedot päivitetään QGIS-ohjelmiston kautta PostgreSQL-tietokantaan. PostgreSQL ja PostGIS mahdollistavat tiedon yhteiskäytön eri järjestelmien ja käyttäjien välillä.

## 5 Maalämmön lupaprosessi Helsingin kaupungilla

Helsingissä maalämmön rakentaminen edellyttää monivaiheista lupaprosessia, jossa otetaan huomioon tekniset vaatimukset, ympäristökijät sekä kaupungin ohjeistukset ja lainsäädännölliset määräykset. Teknisiin vaatimuksiin kuuluvat muun muassa lämpökaivojen riittävät etäisyydet toisistaan, rakennuksista sekä vesijohdoista ja viemäreistä. Helsingin lupakäytännöt ovat erityisen tarkkoja, koska kaupungin alla sijaitsee Suomen laajin maanalainen infrastruktuuri ja suurin osa kaupungista on tiheästi rakennettua aluetta. Maalämpökaivoja ei voi porata vapaasti, vaan niiden sijoittaminen vaatii tarkkaa suunnittelua ja yhteensovittamista olemassa olevien rakenteiden kanssa.

Helsingin kaupungin maalämmön lupaprosessin vaiheet on esitetty kuvassa 5. Kaavio havainnollistaa prosessin etenemisen ennakkosuunnittelusta sijaintikatselemukseen.



Kuva 5. Helsingin kaupungin maalämpöprosessi [Maalämpöohje suunnittelijoille 2023: 3].

## 5.1 Ennakkoasiointi

Maalämpöprosessi käynnistyy, kun asiakas eli luvanhakija tilaa Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön toimialan kaupunkimittauspalvelut-yksiköstä ennakkotiedustelun tai rakennettavuusselvityksen.

### 5.1.1 Ennakkotiedustelu

Ennakkotiedustelu on vapaaehtoinen matalan kynnyksen tiedustelu, jossa asiakas selvittää, voiko kohdekiinteistölle rakentaa maalämpöä. Ennakkotiedustelun tilaamiseksi asiakkaan tarvitsee antaa tilauslomakkeeseen vain kiinteistön osoite ja kiinteistötunnus. Näiden perusteella kaupunki tuottaa pdf-muotoisen vastausdokumentin. Vastausdokumentissa esitetään kohdekiinteistöön liittyvät mahdolliset rajoitteet, jotka voivat vaikuttaa maalämpökaivojen toteuttamiseen tai jopa estää sen kokonaan. Mahdollisia rajoitteita ovat muun muassa maanalaiset tilat, rakenteet ja tilavaraukset, asemakaavamääräykset, rasitteet, suoje-lualueet, maanomistussuhteet ja pohjavesialue [Maalämpöohje suunnittelijoille 2023: 4–5]. Ennakkotiedustelun liitteenä asiakas saa myös johtokarttaotteen kiinteistön läheisyydessä sijaitsevista maanalaisista johdoista, kuten sähkö- ja kaukolämpöjohdoista, vesi- ja viemäriputkista sekä tietoliikennekaapeleista.

Ennakkotiedustelu ei ole rakennusluvan kannalta pakollinen vaihe, vaan sen tarkoituksena on toimia työkaluna hankkeen jatkosuunnittelussa. Se ei velvoita asiakasta jatkamaan maalämpöprosessia, eikä siitä aiheudu asiakkaalle mitään sitovia jatkotoimenpiteitä.

## 5.1.2 Rakennettavuusselvitys

Rakennettavuusselvitys on pakollinen ennakkovaatimus rakennusluvan hakemista varten. Sen tarkoituksena on varmistaa, että maalämpökaivojen suunnittelu täyttää kaikki kaupungin tekniset ja ympäristölliset ohjeet sekä lainsäädännölliset vaatimukset.

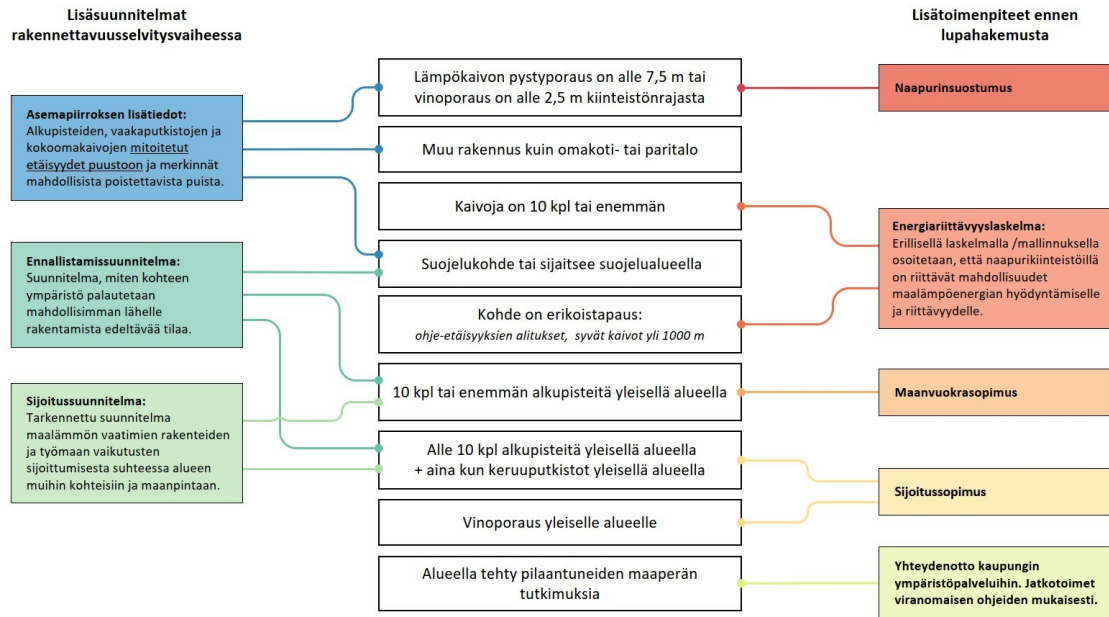
Asiakas voi tilata rakennettavuusselvityksen suoraan, mikäli hän tuntee ennalta tontin olosuhteet ja tietää, miten maalämpökaivot voidaan sijoittaa tontille.

Useimmiten selvitys kuitenkin tilataan ennakkotiedustelun jälkeen, jolloin mahdolliset rajoitteet on selvitetty ja ohjeistukset niiden huomioimiseksi on saatu.

Rakennettavuusselvityksen tilauksen yhteydessä asiakkaan on esitettävä alustava asemapiirros, josta selviää maalämpökaivojen ja niiden rakenteiden, kuten vaakaputkistojen, sijainnit. Kaupungin viranomainen ottaa rakennettavuusselvityksen tilauksen käsittelyyn ja analysoi suunnitelmaa yksittäisen kaivon tarkkuudella.

Helsingin kaupungin maalämmön lupaprosessin vaatimukset ja ohjeistukset riippuvat merkittävästi kohteen tyypistä ja sijainnista. Esimerkiksi omakotitalokohteessa, joka ei sijaitse suojelualueella, vaatimukset ovat vähäisemmät ja prosessi yksinkertaisempi. Sen sijaan kerrostalohankkeessa, joka sijaitsee suojelualueella ja jossa maalämpökaivoja porataan yleiselle alueelle, prosessi on huomattavasti monimutkaisempi. Se vaatii osallisuutta myös kaupungin muilta toimijoilta, kuten esimerkiksi asemakaavoituksen, kaupunkitila- ja maisemasuunnittelun sekä liikenne- ja katusuunnittelun yksiköiltä. Kuva 6 havainnollistaa, kuinka hankkeen sijainti ja tyyppi vaikuttavat lisäsuunnitelmien ja -toimenpiteiden tarpeellisuuteen.

## Lisäsuunnitelmat ja -toimenpiteet energiakaivojen suunnittelussa



Lisätiedot:  
Maalämpöohje suunnittelijoille, (2024). Helsingin kaupunki, kaupunkiympäristön toimiala.  
Maalämpökaivot yleisillä alueilla Helsingissä, (2021). Kaupunkiympäristön julkaisuja 2021:20

Kuva 6. Kaavio lisäsuunnitelmista ja -toimenpiteistä energiakaivojen suunnittelussa [Lisäsuunnitelmat ja -toimenpiteet energiakaivojen suunnittelussa 2024].

Kun suunnitelma on todettu kaupungin ohjeiden ja lainsäädännön mukaiseksi, asiakkaalle toimitetaan valmis rakennettavuusselvitys. Tämä sisältää kirjallisen dokumenttiosuuden sekä karttaotteet maalämpökaivojen suunnitelluista sijainneista. Rakennettavuusselvityksen toimittamisen jälkeen kaupunkimittauspalvelut siirtää asian rakennusvalvonnalle, missä varsinainen lupaprosessi voi edetä.

### 5.2 Lupavaihe

Hyväksytyllä ja voimassa olevalla rakennettavuusselvityksellä sekä mahdollisilla määrätyillä lisäsuunnitelmilla, asiakas voi hakea rakennuslupaa Helsingin kaupungin rakennusvalvonnalta sähköisesti Lupapiste-palvelussa.

Rakennusvalvonnan viranomainen tarkistaa liitteet ja tekee lopullisen päätöksen. Päätöksessä otetaan huomioon tekniset vaatimukset, ympäristötekijät ja kaupungin ohjeistukset.

Lupaprosessin aikana viranomainen voi pyytää asiakkaalta lisäselvityksiä tai muutoksia suunnitelmiin. Jos hakemus täyttää kaikki vaatimukset, rakentamislupa myönnetään ja asiakas voi aloittaa maalämpöjärjestelmän toteutuksen kaupungin myöntämien ehtojen mukaisesti.

### 5.3 Rakentaminen

Ennen poraustyön aloittamista asiakkaan tulee ilmoittaa työn käynnistymisestä kaupungin ympäristöpalveluille. Mikäli poraustyö toteutetaan yleisellä alueella, tulee siitä tehdä erillinen ennakoilmoitus, joka koskee yleisen alueen käyttöä.

Kun kaikki tarvittavat ilmoitukset on tehty, asiakas voi aloittaa maalämpökaivojen poraamisen ja rakenteiden sijoittamisen kohdekiinteistölle. Poraustyön saa suorittaa ainoastaan alan ammattilainen, jolla on tarvittava pätevyys ja kokemus turvallisen ja määräysten mukaisen työn toteuttamiseen.

### 5.4 Sijaintikatselmus

Maalämpökaivojen porauksien valmistuttua asiakas tilaa kiinteistölle maalämpökaivojen sijaintikatselmuksen, jossa todennetaan, että poraukset ovat tehty lupapäätöksen mukaisesti tai hyväksyttävin vähäisin poikkeamin. Maalämpökaivon sijaintikatselmuksessa määritetään maalämpöporauksen alkupisteen sijainti ja tiedot tallennetaan paikkatietoaineistoon. Sijaintikatselmuksesta laaditaan sijaintikatselmuspöytäkirja ja karttaliite, jossa esitetään katselmuksen kohteen sijainti ja mahdolliset poikkeamat minimietäisyyksistä. Kaupungin viranomainen kirjaa sijaintikatselmuksen lopputuloksen Lupapiste-järjestelmään. [Energiakaivot prosessikuvaus 2023: 1.]

Sijaintikatselmuksen tulos voi olla joko lopullinen tai osittainen. Lopullinen merkintä tarkoittaa, että maalämpökaivot on porattu ja dokumentoitu hyväksytysti lupapäätöksen mukaisesti. Osittainen merkintä puolestaan tarkoittaa, että katselmuksessa on puutteita tai tarkennettavia asioita, jotka täytyy korjata tai täydentää ennen lopullista hyväksyntää.

## 5.5 Uuden Rakentamislain vaikutukset maalämmön lupaprosessiin

Helsingissä maalämpökaivojen poraamiseen on aiemmin haettu joko toimenpide- tai rakennuslupa. Uuden rakentamislain voimaan astumisen myötä 1.1.2025 alkaen kaikkia rakentamiseen liittyviä lupia kutsutaan rakentamisluviksi, jolloin aiempi erottelu rakennusluvan ja toimenpideluvan välillä poistuu [Rakentamislaki 2023: § 42]. Jatkossa siis maalämpökaivojen poraaminen edellyttää aina rakentamislupaa.

Tällä lakimuutoksella on vaikutuksia muun muassa maalämpökaivojen sijaintikatselmuksiin. Aikaisemmin maalämpökaivo oli mahdollista ottaa käyttöön ilman sijaintikatselmuksen lopullista päätöstä. Asiakkaalla ei ollut velvoitetta suorittaa katselmusta, eikä kaupunki valvonut sen toteutumista, sillä se ei ollut käyttöönoton edellytys. Vuodesta 2025 alkaen maalämpökaivo voidaan ottaa laillisesti käyttöön vasta, kun kaikki rakentamisluvan vaiheet on hyväksytty. Tämä tarkoittaa, että loppukatselmuksen hyväksyminen edellyttää kaikkien vaatimusten, kuten myös sijaintikatselmuksen, täyttymistä.

## 6 Paikkatietojen laadunparannusprojekti FME-ohjelmalla

### 6.1 Tavoite

Paikkatietojen laadunparannusprojektin tavoitteena oli tunnistaa Helsingin kaupungin Facta-kuntarekisterin ja maalämpötietokannan tietojen yhteneväisyyteen ja laatuun liittyvät ongelmat sekä laatia toimenpideluettelo niiden korjaamiseksi.

#### Lähtökohdat

Laadunparannusprojekti nousi esiin tarpeesta parantaa kaupungin paikkatietoaineistojen luotettavuutta ja käytettävyyttä lupaprosessin yhteydessä. Facta-kuntarekisterissä ja maalämpökaivojen tietokannassa havaittiin eroavaisuuksia ja epäkohtia, joita haluttiin selvittää tarkemmin FME-ohjelmiston avulla. Laadunparannusprojekti käynnistyi osana tätä insinööriyötä, mutta se on samalla osa laajempaa kokonaisuutta, johon osallistuu useita kaupungin työntekijöitä.

Epäkohtien tarkkaa laajuutta ei tiedetty, joten lähtökohtana oli selvittää niiden määrä ja identifioida kohteet, jotta lopulliset korjaustoimenpiteet voitaisiin toteuttaa. Jo alkuvaiheessa oli tiedossa, että tietokantoihin oli vuosien varrella tallennettu tietoja eri tavoilla, mikä oli vaikuttanut tietojen yhtenäisyyteen ja luotettavuuteen. Tästä syystä projektin tuloksia oli arvioitava kriittisesti koko prosessin ajan. Laadunparannusprojektin yhteydessä tarkkoja lukumääriä ei julkaista tässä insinööriyössä, vaan ne jäävät ainoastaan kaupungin sisäiseen käyttöön.

## 6.2 Selvityskohteet

Ennen projektin toteuttamista määriteltiin keskeiset ja tavoitteelliset selvityskohteet, joiden rekisterivirheistä ja epäselvyyksistä haluttiin tarkat lukumäärät. Näiden avulla muodostettiin projektin runko ja suunniteltiin sen eteneminen. Selvityskohteet olivat seuraavat:

- Avoimien osittaisten lupatunnusten määrä: Rakennus-, toimenpide- ja rakentamisluvat, joiden sijaintikatselmukset ovat jääneet osittaisiksi.
- Tilaamattomien sijaintikatselmusten määrä: Kohteet, joille ei ollut tilattu sijaintikatselmusta, vaikka sellainen kuuluisi lupaprosessiin.
- Lukumäärä sijaintikatselmoiduista maalämpökaivoista, joilla ei ole lupatunnusta Facta-kuntarekisterissä.
- Luvatta poraamiset: Maalämpökaivot, jotka on porattu ilman asianmukaista lupaa.
- Muiden epäselvyyksien lukumäärät: Muut tietokantapoikkeamat, jotka eivät suoranaisesti kuulu edellä mainittuihin luokkiin mutta vaikuttavat tietojen luotettavuuteen.

Selvityskohteina olevat kiinteistöt, lupatunnukset ja yksittäiset kaivot ovat analyysin kohteita, joilla kullakin on oma yksikkönsä. Kiinteistöjä tarkastellaan kiinteistötunnuksen perusteella, joka yksilöi rekisterissä olevan maa-alueen. Lupatunnuksen yksikkönä yksilöllinen tunnus, joka liittyy tiettyyn lupaan. Yksittäisten

kaivojen yksikkönä taas käytetään kaivon tunnistetta tai paikkatietoa (koordinaatit).

### 6.3 Analyysivaihe

Analyysivaiheen aikana selvityskohteille annettiin yksilölliset tunnisteet ja ne jaoteltiin kahdeksaan eri työtilaan. Jaottelu tehtiin, jotta tietojen käsittely pysyisi selkeänä ja hallittavana. Suurin osa selvityskohteista käsiteltiin omissa erillisissä työtiloissaan, mutta kohteet 5, 6 ja B yhdistettiin, koska ne kuuluivat samaan kokonaisuuteen. Työtilajaottelu resurssienhallintasovelluksessa näkyy kuvassa 7.

Nimi	Muokkauspäivä	Tyyppi ^	✓ Koko
<input type="checkbox"/> 1_avoimet_osittaiset.fmw	18.12.2024 8:27	FMW-tiedosto	76 kt
<input type="checkbox"/> 2_tilaamattomat_sijaintikatselmukset.fmw	19.12.2024 11:22	FMW-tiedosto	279 kt
<input type="checkbox"/> 3_luvatta_poraamiset.fmw	18.12.2024 12:10	FMW-tiedosto	242 kt
<input type="checkbox"/> 4_tilatut_sijaintikatselmukset.fmw	18.12.2024 13:54	FMW-tiedosto	193 kt
<input type="checkbox"/> 5-6_rakennusrekisteri.fmw	18.2.2025 13:05	FMW-tiedosto	507 kt
<input type="checkbox"/> A_lopulliset_sijaintikatselmukset_tuplana.fmw	18.12.2024 14:25	FMW-tiedosto	88 kt
<input type="checkbox"/> C_Factasta_puuttuvat_sijaintikatselmukset.fmw	18.12.2024 12:38	FMW-tiedosto	168 kt
<input type="checkbox"/> D_Kaivot_yleisillä.fmw	23.1.2025 14:36	FMW-tiedosto	275 kt

Kuva 7. Työtilojen jaottelu resurssienhallintasovelluksessa.

Kaikkien työtilojen analyysivaiheet noudattivat samaa perusrakennetta, joka koostui kolmesta päävaiheesta: lähtöaineistojen suodatuksesta, datan analysoinnista sekä datan tallennuksesta. Laadunparannusprojektin analyysivaihe oli kokonaisuudessaan laaja ja monivaiheinen, eikä siten kaikkia kuvassa 7 näkyviä työtiloja ole mahdollista esitellä tässä insinööriyössä. Seuraavassa aluvassa tarkastellaan yhden valikoidun esimerkkityötilan avulla, miten analyysiprosessi toteutettiin FME:llä.

## 6.4 Esimerkkityötila

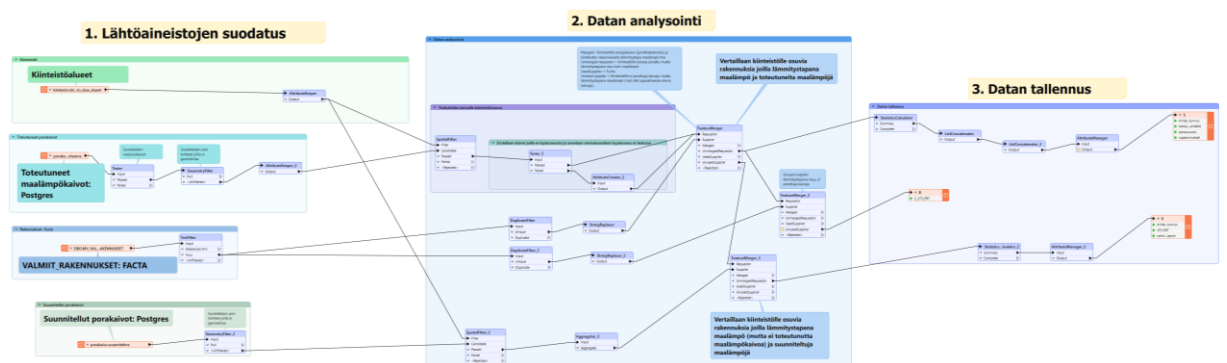
Tässä luvussa käsitellään yhden selvityskohteen työtilaa, jossa tavoitteena oli tunnistaa rekisterivirheitä maalämpökaivojen PostgreSQL-paikkatietokannan ja Facta-kuntarekisterin välillä. Tarkastelussa etsittiin kiinteistöjä, joilla oli kaivoja, mutta lämmitystavaksi oli merkitty jokin muu kuin maalämpö, sekä tapauksia, joissa kiinteistöllä ei ollut kaivoja, mutta lämmitystavaksi oli merkitty maalämpö.

Tarkasteltava ristiriita liittyi siihen, että Facta-kuntarekisterissä lämmitystapana tulisi olla maalämpö, jos kiinteistöllä on maalämpökaivoja. Vastaavasti, jos kiinteistöllä ei ole maalämpökaivoja, lämmitystapana tulisi olla jokin muu kuin maalämpö. Mahdolliset poikkeamat näistä tiedoista viittasivat siis rekisterivirheisiin.

Esimerkkityötilan kuvankaappauksista tarkat lukuarvot eivät ole näkyvissä, koska työtilaa ei ole ajettu FME:ssä. Ajaminen tarkoittaa työtilan suorittamista, jossa data käsitellään ja lasketaan. Tämä on tarkoituksellista, jotta tarkat lukuarvot säilyvät kaupungin sisäisessä käytössä.

Kuvassa 8 on yleiskatsaus koko työtilasta, jossa hahmotettavissa kolme analyysivaihetta:

1. Lähtöaineistojen suodatus
2. Datat analysointi
3. Datat tallennus.



Kuva 8. Esimerkkityötilan yleiskatsaus.

Kuvan 8 korkearesoluutioinen versio on tarkasteltavissa työn liitteessä. Työtila on suunniteltu selkeäksi ja jäsennellyksi. Sen hahmotettavuutta on parannettu kommenttikuplien lisäksi suurilla laatikoilla, jotka erottelevat analyysivaiheet ja jäsentävät koko työn rakennetta. Analyysin yksittäisiä vaiheita käydään läpi tarkemmin seuraavissa alaluvuissa.

FME:n työtilassa eri komponentit erottuvat väreillä: sinisillä transformereilla käsitellään ja yhdistetään tietoa, kun taas oranssit laatikot merkitsevät lähtöaineistojen tuontia ja datan tallennusta. Oranssit laatikot osoittavat myös prosessin alku- ja loppupisteet. Näiden kaikkien työkalujen välinen tiedonkulku esitetään nuoliviivoilla.

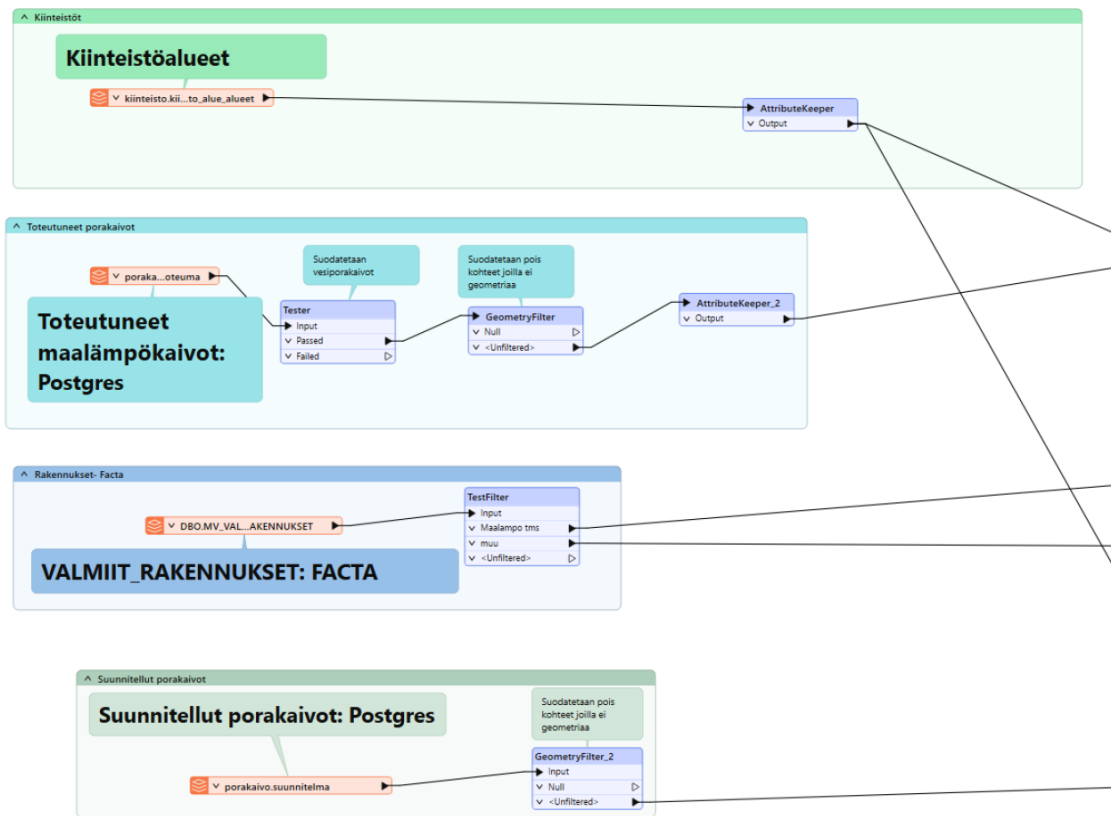
#### 6.4.1 Lähtöaineistojen suodatus

Ensimmäisessä vaiheessa työhön tuotiin tarvittavat lähtöaineistot, joista selvitetävää tietoa löytyi. Tämän selvityskohteen lähtöaineistoina käytettiin kiinteistöjen alueita, toteutuneita ja suunniteltuja porakaivoja sekä rakennuksien tietoja. Kiinteistöjen alueet olivat kaupungin omassa erillisessä tietokannassaan, maalämpökaivojen tiedot olivat PostgreSQL-paikkatietokannassa ja rakennuksien tiedot Facta-kuntarekisterissä.

Lähtöaineistoista suodatettiin analyysin kannalta keskeisimmät tiedot. Attribute-Keeper-työkalulla kiinteistöjen tiedoista karsittiin pois kaikki muut attribuuttitiedot paitsi kiinteistötunnus. Porakaivojen PostgreSQL-paikkatietokannassa oli maalämpökaivojen lisäksi vesiporakaivoja, joten nämä suodatettiin pois Tester-työkalulla. GeometryFilter-työkaluilla suodatettiin PostgreSQL-tietokannoista myös pois virheelliset kohteet, joilla ei ollut geometriaa. TestFilter erotteli rakennuksien lämmönlähteen tyytit kahteen ryhmään eli *maalämpö tms* tai *muu*.

Kuvassa 9 esitetään lähtöaineistojen suodatusvaihe. Ensimmäiseksi eri lähtöaineistot tuotiin työtilaan oransseilla lukijoilla. Tämän jälkeen lähtöaineistoja suodatettiin työkaluilla, jotka poistivat analyysin kannalta tarpeettomat tai virheelliset tiedot.

# 1. Lähtöaineistojen suodatus

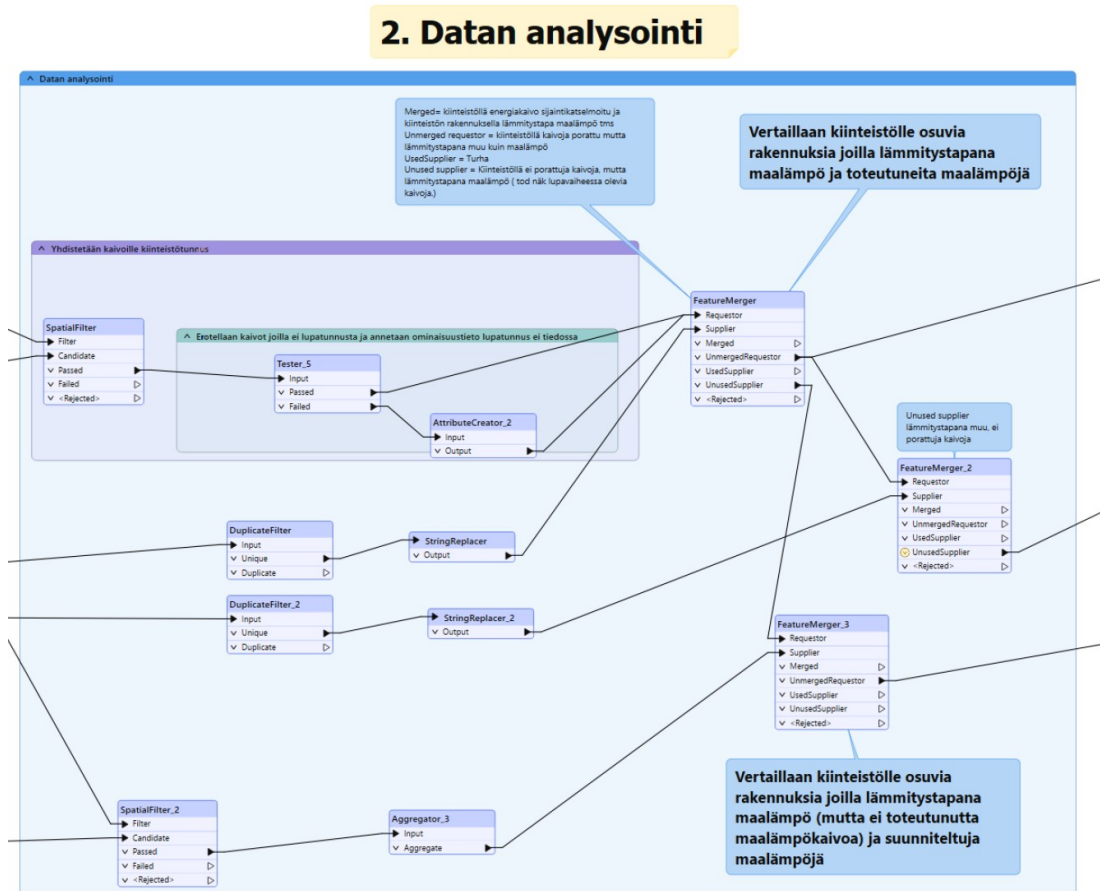


Kuva 9. Lähikuva lähtöaineistojen suodatusvaiheesta.

## 6.4.2 Datan analysointi

Lähtöaineistojen suodatuksen jälkeen aloitettiin datan analysointi yhdistämällä ja käsittelemällä tietoja eri työkalujen avulla. Maalämpökaivot yhdistettiin sijaintinsa perusteella tiettyyn kiinteistötunnukseen SpatialFilter-työkalulla. Kaivot, joilla ei ollut lupatunnusta, eroteltiin ja niille lisättiin attribuuttiedoksi ”*lupatunnus ei tiedossa*” Tester- ja AttributeCreator-työkaluja käyttäen. FeatureMerger-työkaluilla tehtiin kolme vertailua kiinteistöjen ja maalämpökaivojen välillä. Ensimmäiseksi analysoitiin kiinteistölle osuvia rakennuksia, joilla lämmönlähteen tyyppinä oli *maalämpö tms* ja vertailtiin niitä toteutuneisiin kaivoihin (FeatureMerger). Seuraavaksi tarkasteltiin kiinteistölle osuvia rakennuksia, joilla lämmönlähteen tyyppinä oli *muu* eikä tontilla ole porattuja maalämpökaivoja (FeatureMerger\_2). Lopuksi vertailtiin kiinteistölle osuvia rakennuksia, joissa lämmönlähteen tyyppinä on *maalämpö tms*, mutta ei toteutuneita maalämpökaivoja

(FeatureMerger\_3). Kuva 10 havainnollistaa datan analysointivaiheen yksityiskohtia.



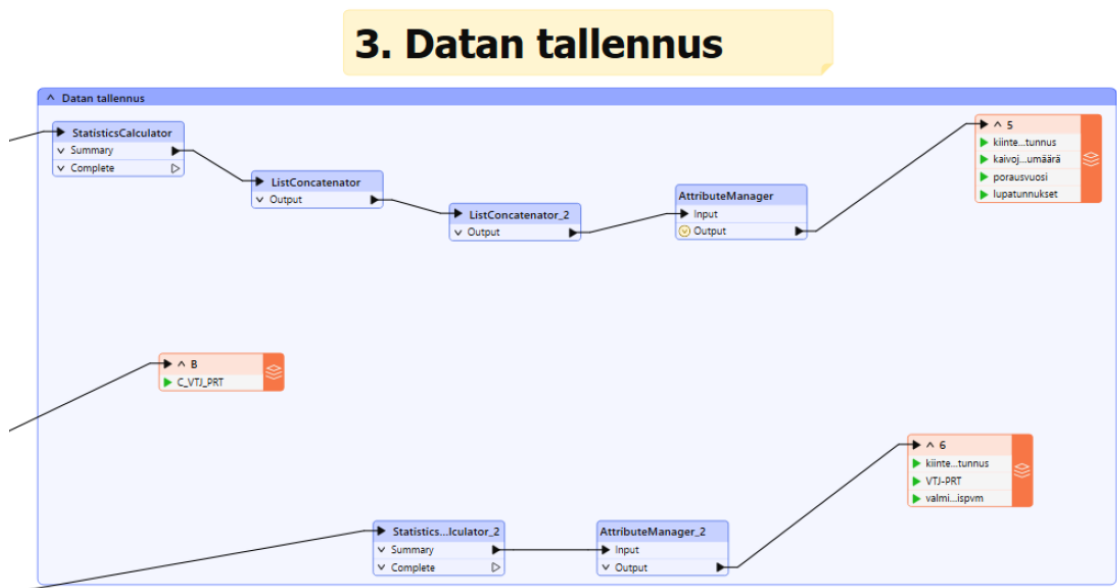
Kuva 10. Lähikuva datan analysointivaiheesta.

### 6.4.3 Datan tallennus

Analyysivaiheen viimeisenä osana oli datan tallennus, jossa analysoitu data vii-  
meisteltiin ja järjesteltiin ennen Excel-tiedostoon kirjoittamista eli tallentamista.  
StatisticCalculator-työkalulla laskettiin kiinteistötunnuksen maalämpökaivojen  
lukumäärä ja niiden porausvuodet ja lupatunnukset, sekä tehtiin niistä kiinteistö-  
kohtaiset listat. ListConcatenator-työkalulla yhdistettiin mahdolliset useat listan  
arvot yhdeksi attribuuttitiedoksi, jotta ne voitiin sisällyttää yhteen Excel-soluun.  
Tämä toteutui porausvuosien ja lupatunnusten osalta, koska joissakin kohteissa  
oli porattu useampi eri maalämpökaivo eri vuosina. Tämä tarkoitti myös sitä,

että lupatunnuksia oli enemmän kuin yksi. AttributeManager-työkalulla muokattiin attribuuttitietojen nimet selkeäksi ja yhtenäisiksi.

Lopuksi analysoitu ja yhdistetty data tallennettiin Excel-tiedostoon, joka toimii koottuna raporttina ja rekisterivirheiden toimenpideluettelona jatkokäyttöä varten. Tiedon vieminen Exceeliin suoritettiin oranssin kirjoittajan avulla, joka kuvaa analyysivaiheen päättymistä ja lopullista tallennusvaihetta. Tässä esimerkkitilassa saatiin kolmen eri selvityskohteen rekisterivirheiden listaukset (5, 6 ja B). Kuva 11 havainnollistaa datan tallennuksen vaiheita



Kuva 11. Lähikuva datan tallennusvaiheesta.

## 6.5 Tuloksien esittely

Analyysien edetessä projektiin ilmeni uusia selvityskohteita, joita ei ollut alun perin määritely. Mitä syvemmmälle analyysissä mentiin, sitä enemmän havaittiin tarkennettavia kohtia ja tietokantapoikkeamia. Huomattiin myös, että joitain selvityskohteita ei ollut mahdollista saada selville puutteellisten lähtötietojen takia. Esimerkiksi luvatta porattujen maalämpökaivojen määrää ei saatu ollenkaan selville, koska näistä ei ollut kaupungilla minkäänlaisia tietoja. Tämä tarkoitti siis sitä, että työn lopputuloksen selvityskohteet hieman poikkesivat alussa määritellyistä.

Laadunparannusprojektin konkreettisenä tuotoksena koottiin Excel-tiedosto, joka sisältää analysoidun datan kahdeksasta eri työtilasta. Tämä tiedosto toimii keskitettynä toimenpideluettelonä, johon on koottu kaikkien selvityskohteiden tunnistetut rekisterivirheet. Jokainen selvityskohde on yksilöity tunnisteilla, jotka on merkitty joko aakkosilla tai numeroilla, niiden merkityksen mukaan. Kohteet 1–6 edustavat ensisijaisesti laadunparannusprojektin kannalta olennaisempia tietoja, kun taas kohteet A–D ovat analyysin sivutuotteena tunnistettuja epäselvyyksiä, jotka vaativat tarkempaa perehtymistä ennen mahdollisia jatkotoimia.

Projektin tarkoituksena ei ollut suorittaa itse korjaustoimenpiteitä, vaan tuottaa kattava toimenpideluettelo, jonka pohjalta muut työntekijät voivat myöhemmin suorittaa tarvittavat korjaukset.

Korjaustoimenpiteet tulee kuitenkin aloittaa käymällä manuaalisesti läpi analyysin sivutuotteena tunnistetut epäselvyydet eli selvityskohteet A–D, sillä ne saattavat aiheuttaa virheitä selvityskohteisiin 1–6. Tämän jälkeen kaikki analysoitu data on päivitettävä vielä uudestaan, jolloin epäselvyydet eivät tule lopullisiin tuloksiin. Kun epäselvyydet ovat tarkastettu, voidaan aloittaa toimenpideluettelon mukaisten rekisterivirheiden korjaaminen. Selvityskohteen sisällöstä ja tyypistä riippuu, kuka korjaukset suorittaa ja mitä menetelmää korjaamiseen käytetään. Esimerkiksi kohteiden 5–6 rekisterivirheet lähetetään Helsingin kaupungin rakennusvalvontaan, jossa hallinnoidaan Facta-kuntarekisterin kiinteistöihin liittyviä tietoja.

Kuvassa 12 näkyy lopullisen Excel-toimenpideluettelon etusivu, jossa on listattuna kaikki selvityskohteet sekä niiden yksilöidyt kirjain- ja numerotunnisteet. Tunnisteiden avulla käyttäjä pystyy navigoimaan helposti oikealle välilehdelle ja löytää haluamansa selvityskohteen rekisterivirheiden listauksen.

Välilehti	Selite	Yksikkö
1	Avoimeksi jääneet osittaiset sijaintikatselmuks.	lupaa
2	Tilaamattomat sijaintikatselmuks -> mahdollisesti sisältää mm. uusittuja lupia / kohteita, joihin ei ole vielä ehditty tilata katselmusta.	lupaa
3	Sijaintikatselmuks, joilla ei lupatunnusta Factassa.	kiinteistöä
4	Sijaintikatselmuks, jotka tilattu mutta Factassa sijaintikatselmus tyhjä (NULL). Kaivot tallennettu toteutuneiksi PostgreSQL-tietokantaan.	lupaa
5	Kiinteistöä kaivoja, mutta rakennuksen lämmityslähteenä muu kuin maalämpö.	kiinteistöä
6	Kiinteistöä ei kaivoja, mutta rakennuksen lämmityslähteenä maalämpö.	kiinteistöä
A	Lopulliset sijaintikatselmuks tuplana Factassa.	lupaa
B	Lämmitystapana joku muu ja ei kaivoja tontilla.	lupaa
C	Katselmuks, joissa virheellinen arvo toteajan kohdalla.	katselmusta
D	Kaivot, jotka sijoittuvat yleiselle alueelle.	kaivoa

Kuva 12. Excel-toimenpideluettelon etusivu.

Excel-tiedosto sisältää kymmenen välilehteä, joista ensimmäisenä on *0\_selilehti*. Seliteledellä kaikki kymmenen selvityskohdetta ovat listattuna allekkain. Välilehti koostuu kolmesta sarakkeesta: *Välilehti*, *Selite* ja *Yksikkö*. *Välilehti*-sarakkeessa on selvityskohteen kirjain- tai numerotunniste, *Selite*-sarakkeessa kuvataan sanallisesti selvityskohteen aihe ja *Yksikkö*-sarake kertoo mitä yksiköjä selvityskohteessa on listattu.

Välilehdet ovat valittavissa Excel-tiedoston vasemmasta alareunasta. Jokainen välilehti sisältää selvityskohteen rekisterivirheet eriteltynä riveittäin. Välilehdille on määritelty aiheyhteyteen sopivat attribuuttitisarakeet.

Kuvassa 13 on esitetty selvityskohteen 5 rekisterivirheiden esimerkiluettelo Excelissä. Välilehdellä on viisi saraketta, joissa on analyysivaiheen datan tallennuksen yhteydessä määrätty attribuuttitiedot: *kiinteistötunnus*, *kaivojen lukumäärä*, *porausvuosi* ja *lupatunnukset*. Jokainen rivi vastaa yhtä rekisterivirhettä eli tässä tapauksessa yhtä kiinteistötunnusta, joka sisältää porauksen sijaintikatselmuksiin liittyvät lupatunnukset.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	kiinteistötunnus	kaivojen lukumäärä	porausvuosi	lupatunnukset	id						
2	Tiedot peitetty	Tiedot peitetty	Tiedot peitetty	Tiedot peitetty	Tiedot peitetty						
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											

Kuva 13. Selvityskohteen 5 rekisterivirheiden esimerkkiluettelo.

## 6.6 Tuloksien analysointi

Laadunparannusprojekti antoi havainnollistavan käytännön esimerkin FME-ohjelmiston soveltuvuudesta paikkatietojen käsittelyyn ja tietojen laadun parantamiseen. Projektin myötä syntynyt Excel-muotoinen toimenpideluettelo toimii keskeisenä apuvälineenä Facta-kuntarekisterin ja maalämpötietokannan tietojen yhdenmukaistamisessa ja paikkatietojen laadun parantamisessa. Sen avulla rekisterivirheet ja epäkohdat on tunnistettu ja järjestelty sellaiseen muotoon, että korjaustoimenpiteet on ylipäätään mahdollista suorittaa.

Toimenpideluettelo auttaa Helsingin kaupungin työntekijöitä korjaustoimenpiteiden toteuttamisessa. Se kokoaa yhteen korjausta vaativat kohteet ja sisältää niihin liittyviä perustietoja, joiden avulla oikea kohde voidaan tunnistaa tarkasti. Excel-muotoinen tiedosto mahdollistaa myös työntekijöiden rekisterivirheiden korjaamisen yhteistyössä.

Toimenpideluettelon listattujen ongelmien ratkaiseminen edellyttää sekä manuaalista tarkistusta että tietojen automaattista päivittämistä järjestelmiin. Tämä vaatii kaupungilta työresursseja ja selkeitä ohjeita siitä, miten ja mihin korjatut tiedot päivitetään, ja millä tavoin tulevaisuudessa tietoja tallennetaan, jotta

paikkatietojen laatu varmistetaan jatkossa. Kun tiedot korjataan oikein, rekisteritiedot muuttuvat luotettavammiksi ja täten uusien virheiden syntyminen vähenee.

## 7 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä perehdyttiin paikkatiedon käsitteeseen, sen eri tyyppeihin ja sovellusmahdollisuuksiin sekä tarkasteltiin sen keskeistä roolia Helsingin kaupungin maalämmön lupaprosessissa ja paikkatiedon laadunparannusprojektissa.

Maalämmön lupaprosessi on yksi esimerkki siitä, miten paikkatieto vaikuttaa konkreettisesti kaupunkisuunnitteluun. Satojen metrien syvyisten maalämpökaivojen poraaminen edellyttää tarkkaa tietoa maanalaisesta infrastruktuurista, suojelluista alueista ja muista rakenteista. Lupaprosessin kannalta on hyvin tärkeää, että paikkatiedot ovat ajantasaisia, sillä uudet luvat perustuvat aiempaan tietoon. Mikäli tiedot ovat puutteellisia tai virheellisiä, se voi johtaa virheellisiin lupapäätöksiin, suunnitteluvirheisiin tai jopa turvallisuusriskeihin.

Insinööriyössä käsitelty paikkatietoaineistojen laadunparannusprojekti toteutettiin siitä syystä, että Helsingin kaupungin Facta-kuntarekisterin ja maalämpötietokannan välillä havaittiin epäjohdonmukaisuuksia, jotka voivat vaikuttaa lupaprosessin ja päätöksenteon luotettavuuteen. FME-ohjelmiston avulla analysoitiin sekä paikkatietoa että muuta rekisteritietoa ja tunnistettiin tietokantapoikkeamia. Työn tuloksena syntyi selkeä toimenpideluettelo, jossa virheelliset kohdet tuotiin esille. Työ ei itsessään varmistanut tiedon tarkkuutta ja ajantasaisuutta, mutta se tarjoaa kaupungille pohjan jatkotoimenpiteiden toteuttamiselle.

Paikkatiedon oikeellisuus ja ajantasaisuus ovat keskeisiä edellytyksiä kaupungin toiminnalle. Luotettava tieto varmistaa, että päätöksenteko perustuu paikansa pitäviin tietoihin ja että esimerkiksi maalämmön lupaprosessi toteutetaan oikeiden rekisteritietojen pohjalta. Tässä insinööriyössä osoitettiin, miten paikkatietojen analysointi ja virheiden tunnistaminen voivat parantaa tietojen laatua ja auttaa kaupunkia varmistamaan rekisteritietojen paikkansapitävyyden.

## Lähteet

About PostGIS. Verkkoaineisto. PostGIS PSC & OSGeo. <<https://postgis.net/>>. Luettu 27.1.2025.

About PostgreSQL. Verkkoaineisto. The PostgreSQL Global Development Group. <<https://www.postgresql.org/about/>>. Luettu 27.1.2025.

About Workspaces. Verkkoaineisto. Safe Software. <[https://docs.safe.com/fme/html/FME-Form-Documentation/FME-Form/Workbench/workspaces\\_about.htm](https://docs.safe.com/fme/html/FME-Form-Documentation/FME-Form/Workbench/workspaces_about.htm)>. Luettu 27.1.2025.

de Lamo, Xavier. 2017. Introduction to QGIS. UN-REDD Programme. Verkkoaineisto. United Nations Environment Programme – World Conservation Monitoring Centre. <[https://www.un-redd.org/sites/default/files/2021-09/Intro\\_to\\_QGIS.pdf](https://www.un-redd.org/sites/default/files/2021-09/Intro_to_QGIS.pdf)>. Luettu 27.1.2025.

Download QGIS for your platform. Verkkoaineisto. QGIS.org. <<https://qgis.org/download/>>. Luettu 27.1.2025.

Energiakaivot prosessikuvaus. 2023. Kaupungin sisäinen aineisto. Helsingin kaupunki.

Facta ja KuntaNet -kuntarekisteri ja paikkatietoratkaisut. Verkkoaineisto. CGI Suomi Oy. <<https://www.cgi.com/fi/fi/tuoteratkaisut/facta>>. Luettu 31.1.2025.

FME Desktop, Ratkaisu helpottamaan ja tehostamaan paikkatiedon muuntamista. 2014. Verkkoaineisto. Spatialworld Oy. <[https://www.spatialworld.fi/wp-content/uploads/2014/10/FME\\_Desktop\\_spw.pdf](https://www.spatialworld.fi/wp-content/uploads/2014/10/FME_Desktop_spw.pdf)>. Luettu 28.1.2025.

FME Platform. Verkkoaineisto. Safe Software Inc. <<https://fme.safe.com/platform/>>. Luettu 28.1.2025.

Geoinformatiikan sanasto. 2018. Verkkoaineisto. Sanastokeskus TSK ry. <<https://sanastokeskus.fi/tiedostot/pdf/GeoinformatiikanSanasto.pdf?file=pdf/GeoinformatiikanSanasto.pdf>>. 23.3.2018. Luettu 20.1.2025.

Helsingin avoimet paikkatiedot – aloittelijan opas. 2019. Helsingin kaupunki. Verkkoaineisto. <<https://kartta.hel.fi/avoindata/dokumentit/2019-05-hki-aloittelijan-paikkatieto-opas.pdf>>. Päivitetty 22.3.2019. Luettu 22.1.2025.

Koivunen, Timo. 2001. Paikkatietoaineistot ovat digitaalisessa muodossa olevia kartta- ja rekisteritietokokonaisuuksia, jotka on rajattu tiedon sijainnin ja ominaisuuksien perusteella. Verkkoaineisto. Oulun yliopisto. <[https://www.oulu.fi/virtualgis/osa1\\_03b.htm](https://www.oulu.fi/virtualgis/osa1_03b.htm)>. Luettu 21.1.2025.

Koordinaattijärjestelmät. Verkkoaineisto. Oulun yliopisto.  
<<https://www.oulu.fi/oulugis/fi/koordinaattijarjestelmat.html>>. Luettu 17.1.2025.

Lausunto mietinnöstä Valtion tutkimuslaitokset ja tutkimusrahoitus - ehdotus kokonaisuudistukseksi. 2012. VNKI1 318/05/2011.

Lisäsuunnitelmat ja -toimenpiteet energiakaivojen suunnittelussa. 2024. Kaupungin sisäinen aineisto. Helsingin kaupunki.

Luoma, Annika & Muukkonen, Petteri. 2022. Attribuutti- eli ominaisuustieto paikkatiedossa. Opintomateriaali. Helsingin yliopisto. <<https://aoe.fi/#/materiaali/1884/2022-09-06T06:43:52.155Z>>.

Lupapiste. Verkkoaineisto. Digi- ja väestötietovirasto. <<https://www.suomi.fi/palvelut/verkkoasiointi/lupapiste-cloudpermit-oy/2487b119-4121-48b8-b6ef-a64a80f2efe3>>. Luettu 30.1.2025.

Maalämpöohje suunnittelijoille. 2023. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <[https://www.hel.fi/static/liitteet-2019/Kymp/PaLu/Ohjeet/Maalampoohje\\_suunnittelijoille.pdf](https://www.hel.fi/static/liitteet-2019/Kymp/PaLu/Ohjeet/Maalampoohje_suunnittelijoille.pdf)>. Päivitetty 17.8.2023. Luettu 5.2.2025.

Metatiedot. Verkkoaineisto. Maanmittauslaitos. <<https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/paikkatietojen-yhteiskaytto/inspire/metatiedot>>. Luettu 17.1.2025.

Openin Data. 2025. Verkkoaineisto. QGIS Development Team. <[https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/user\\_manual/managing\\_data\\_source/opening\\_data.html](https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/user_manual/managing_data_source/opening_data.html)>. Luettu 30.1.2025.

Paikkatieto, GIS ja karttapalvelut. Verkkoaineisto. Ite wiki. <<https://www.ite-wiki.fi/opas/paikkatieto-gis-ja-karttapalvelut/>>. Luettu 20.1.2025.

Paikkatietosanasto. 2019. Verkkoaineisto. Helsingin yliopisto. <<https://blog.edu.turku.fi/karttanyt/2019/02/19/paikkatietosanasto/>>. Päivitetty 19.2.2019. Luettu 21.1.2025.

Peruspaikkatietojen ylläpito. Verkkoaineisto. Maanmittauslaitos. <<https://www.maanmittauslaitos.fi/peruspaikkatietojen-yllapito>>. Luettu 30.1.2025.

Rakentamislaki. 2023. 751/21.4.2023.

Spatial without Compromise. Verkkoaineisto. QGIS.org. <<https://qgis.org/>>. Luettu 27.1.2025.

Tani, Lassi. 2010. Mikä FME on? Verkkoaineisto. WordPress.com. <<https://gis-siajapaikkatietoa.wordpress.com/2010/03/18/fme-osa-1/>>. 18.3.2010. Luettu 28.1.2025.

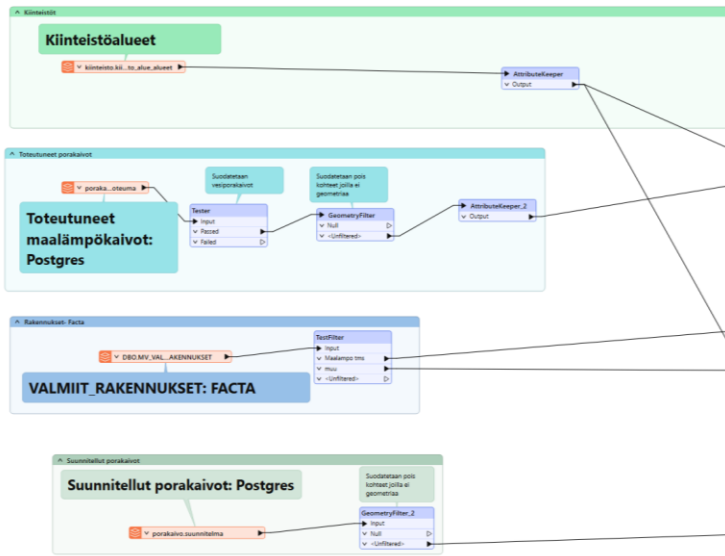
What is geometry? Verkkoaineisto. Esri. <<https://developers.arcgis.com/python/latest/guide/part1-introduction-what-is-geometry/>> Luettu 21.1.2025.

What is geospatial data? Verkkoaineisto. IBM. <<https://www.ibm.com/think/topics/geospatial-data>>. Luettu 16.1.2025.

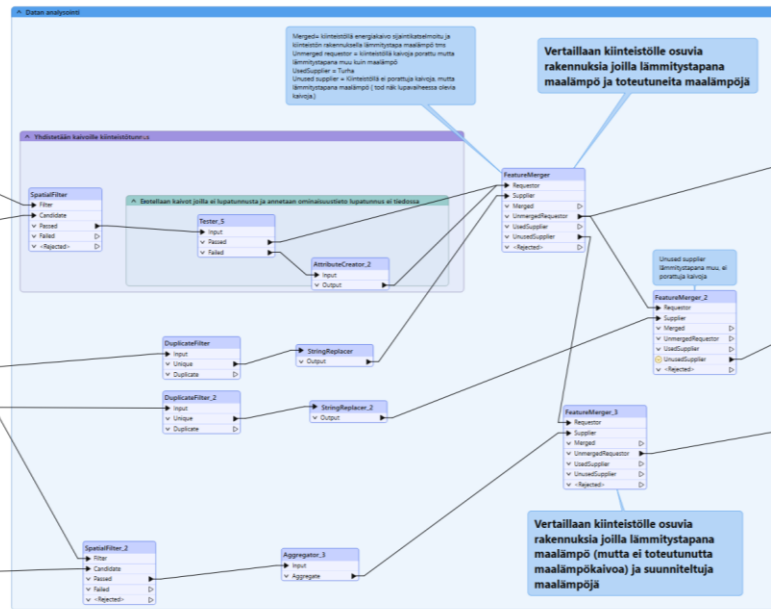
# Esimerkkiselvityskohteen FME-työtila (korkearesoluutioinen versio)

Parempilaatuinen versio kuvasta 8, jossa esitetään esimerkkiselvityskohteen FME-työtila ja siihen liittyvä analyysiprosessi.

## 1. Lähtöaineistojen suodatus



## 2. Datan analysointi



## 3. Datan tallennus

