



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

PETE AHONEN
JOHTOJEN JA LAITTEIDEN INFRABIM-MALLI
TAMPEREEN RATAPIHANKADULTA
Diplomityö

Tarkastajat:
professori Pauli Kolisoja ja
professori Jarmo Laitinen
Tarkastajat ja aihe hyväksytty
Rakennetun ympäristön
tiedekunnan kokouksessa
04.04.2012

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

AHONEN, PETE: Johtojen ja laitteiden InfraBIM-malli Tampereen Ratapihan-
kadulta

Diplomityö, 67 sivua, 16 liitesivua

Toukokuu 2012

Pääaine: Yhdyskuntarakentaminen

Tarkastajat: professori Pauli Kolisoja ja professori Jarmo Laitinen

Avainsanat: InfraBIM-malli, lähtötietomalli, maanalaiset rakenteet, yhdyskunta-
tekninen laite

Kaupunkialueella sijaitsee paljon nykyisiä yhdyskuntateknisiä laitteita, jotka ovat osittain hyvin vanhoja. Tämän työn tavoitteena oli koota nykyiset lähtötiedot Tampereen ratapiha-alueelta. Lähtötiedot kerättiin Tampereen kaupungilta, Tampereen Vedeltä, Tampereen Sähkölaitokselta ja kaupunginarkistosta. Lähtötietoaineisto koottiin yhteen numeeriseksi aineistoksi, analysoitiin ja vietiin koordinoitumalliin Virtual Map -ohjelmistolla.

Nykyinen käytäntö oli haasteellinen; lähtötietoaineistoa saatiin osittain dwg-tiedostoina ja osittain hankittiin vanhoja suunnitelmia. Dwg-tiedostojen sijaintitieto ei ollut tarkkaa tai se puuttui korkeuden osalta ja se piti tarkastaa. Korkeustiedon etsiminen vanhoista suunnitelmista oli työlästä. Vanhojen suunnitelmien koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät muutettiin vastaamaan uusia Tampereella käytössä olevia kansallisia järjestelmiä EUREF-FIN –koordinaatistoa ja N2000-korkeusjärjestelmää. Yhtenäiset koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät tulevat helpottamaan numeeristen aineistojen yhteiskäyttöä.

Lähtötietojen nimeämiskäytännöt vaihtelevat myös suuresti. Tämän vuoksi yhtenäisen rakennusnimikkeistön käyttöönotto nykyisissä rakenteissa tulisi vähentämään epäselvyyksiä ja nimeämisiin liittyviä kirjavia käytäntöjä. Lähtötietojen nimeämisessä tulisi käyttää InfraRYL 2006 rakennus- ja hankeosanimikkeistöä. Liitteenä olevassa "Yhdistelmämallin lähtötieto-ohjeessa", mitä tullaan päivittämään, on esitetty eri lähtötietojen määritykset, laatuvaatimukset, hankinta ja luovutus. Ohjeessa on esitetty eri mallityyppejä sekä niihin liittyvien tiedostojen ja objektien nimeämiskäytännöt.

Infran suunnittelun ja rakentamisen pilot-kohteissa on jo ollut käytössä tietomalleja. Tietomallien sisällöt tulee määrittellä selkeästi ja yksiselitteisesti, koska ne asettavat myös vaatimuksia nykyisien lähtötietojen tasolle, laadulle ja tarkkuudelle. Jos nykyisistä lähtötiedoista on kerätty lähtötietomalli, voidaan se liittää osaksi suunnittelun ja rakentamiseen tietomalleja.

Lähtötietojen InfraBIM-mallilla voidaan havainnollistaa nykytilannetta hankkeen esisuunnitteluvaiheessa. Laitteet ja rakenteet mallinnetaan suunnittelun alkuvaiheessa, jolloin saadaan selkeämpi kuva hankkeen välillisistä vaikutuksista nykyisiin laitteisiin sekä niiden mahdollisiin siirto- ja muutostöihin. Tulevaisuudessa mallinnetut lähtötiedot voidaan viedä osaksi infrarakentamisen koneohjausmallia.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Civil Engineering

AHONEN, PETE: InfraBIM of underground services and structures on Ratapihankatu Tampere

Master of Science Thesis, 67 pages, 16 Appendix pages

May 2012

Major: Municipal Engineering

Examiner: Professor Pauli Kolisoja and Professor Jarmo Laitinen

Keywords: InfraBIM, initial data model, underground structures, municipal infrastructure

There are lot of very old underground municipal infrastructures in cities. The aim of this master's thesis was to collect all initial data of Tampere Ratapiha area. All initial data were collected from Tampere city, Tampere Water, Tampere Electric utilities and city archives. All information were pulled together for numerical data, analysed and exported to integration model with Virtual Map software.

Present practice is challenging; Initial data information is delivered over as dwg-files or old paper drawings. Three-dimensional location was not precise at height and it needed checking. It was hard work to find necessary information from old drawings. Since 2011 Tampere has been using new national EUREF-FIN coordinates and N2000 height systems for all new projects. Information from old drawings was converted to accomodate new coordinates and heights. Consistent national systems will help to coordinate initial and design data.

At the moment naming practice of initial data is not consistent. Naming should be based on InfraRYL 2006 building and project nomenclature. The definition, quality requirements, procurement and deliver of initial data have been represented in Appendix "Combination model, initial data guide".

Information models have been used in several pilot cases in Finland. Content of information models needs to be presented clearly and unambiguous because it will reflect quality and precision requirements for initial data. Initial data model can be used for design and construction information models.

There are several opportunities to improve present practice with InfraBIM model of initial data. It can be used for visualization in preliminary design stage and feasibility studies. Impact for possibility pipe network changes can also be discovered in early stage of design. All modeled information can be used in machine guidance systems.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Ramboll Finland Oy:n palveluksessa 15.12.2011 – 20.5.2012. Työtä ovat rahoittaneet Tampereen kaupungin tietohallintoyksikkö ja kaupunkiympäristön kehittäminen -yksikkö, Tampereen Vesi Oy ja Tampereen Kaukolämpö Oy. Edellä mainittujen lisäksi on Ramboll Finland myös osallistunut kustannuksiin. Työn varsinaisten rahoittajien lisäksi kiitos kuuluu myös Vianovalle, joka avusti lähtötietomallissa ja osallistui kehittämään sitä.

Haluan osoittaa kiitokset Tampereen teknillisen yliopiston professoreille Pauli Kolisojalle ja Jarmo Laitiselle asiantuntevasta diplomityön ohjauksesta. Kiitokset kuuluvat myös Tampereen kaupungin Janne Lindbergille, joka on antanut hyviä kommentteja lähtötieto-ohjeen asiasisältöön sekä itse malliin liittyen. Lopuksi haluan kiittää perhettäni saamastani tuesta koko opintojeni ajalta.

Tampereella 28.5.2012

Pete Ahonen

SISÄLLYS

Abstract	iii
Termit ja niiden määritelmät	vii
1 Johdanto	1
2 Tampereen kaupungin yhdyskuntatekniset laitokset ja kaupunkimittauspalvelut	3
2.1 Yhdyskuntatekniset laitokset	3
2.1.1 Tampereen vesihuoltolaitos	3
2.1.2 Tampereen sähkölaitos	5
2.1.3 Tampereen puhelinlaitos	6
2.2 Kaupunkimittaus ja kartoituspalvelut	7
2.2.1 Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä.....	7
2.2.2 Kartat ja paikkatietopalvelut.....	10
3 Maanalaiset asennukset ja rakenteet Tampereen kaupunkiympäristössä.....	12
3.1 Topografia ja maaperä.....	12
3.2 Yhdyskuntatekniset laitteet	13
3.2.1 Vesihuolto ja kuivatustekniset järjestelmät	13
3.2.2 Energiajärjestelmät ja maanalaiset kaapelit.....	14
3.3 Taitorakenteet.....	16
3.3.1 Sillat ja tunnelit.....	17
3.3.2 Paalulaatat	17
3.4 Suunnitelmien tiedonhallinta	18
4 Pilot-hanke Ratapihankadun lähtötietojen koordinoitumalli	20
4.1 Kaupunkiympäristön kehittäminen ratapiha-alueella	21
4.1.1 Historia.....	23
4.1.2 Nykytilanne.....	23
4.2 Lähtötiedot	26
4.2.1 Lähtötietotyypit.....	26
4.2.2 Lähtötietojen hankinta	26
4.2.3 Lähtötietojen analysointi.....	28
4.3 Lähtötietomalli	31
4.3.1 Mallinnus	32
4.3.2 Mallin esittely	47
4.4 Tiedonsiirto ja sen haasteet	51
4.4.1 Inframodel.....	52
4.4.2 LandXML	53
4.4.3 IFC	54
5 Koordinoitumallin tarkastelu	55
5.1 Suositukset lähtötietomalliin.....	55
5.2 Mallin merkitys yhdyskuntarakentamisessa	57
6 Yhteenveto ja päätelmät	59
Lähteet.....	62

Liitteet67

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmiin liittyvät merkinnät

2D	Kaksiulotteinen
3D	Kolmiulotteinen
Epookki	Ajankohta, johon koordinaattijärjestelmä on sidottu
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989 Eurooppalainen 3D-koordinaattijärjestelmä
ETRS-GK	Gauss-Krüger, poikittain sivuava lieriöprojektiio. Paikallinen tasokoordinaatisto
ETRS-GK24	Gauss-Krüger projektiio, jonka keskimeridiaani on 24° itäistä pituutta
ETRS-TM35FIN	Suomen kattava tasokoordinaatisto, joka muodostetaan UTM-karttaprojektiolla
EUREF-FIN	ETRS89-järjestelmän realisaatio Suomessa
GPS	Global Positioning System Satelliittipaikannusjärjestelmä
ITRS	International Terrestrial Reference System Kansainvälinen 3D-koordinaattijärjestelmä
JHS	Julkisen hallinnon suositus
KKJ	Kartasto koordinaattijärjestelmä, jonka keskimeridiaanit ovat 18°, 21°, 24°, 27°, 30° ja 33°.
N2000	Kolmas valtakunnallinen korkeusjärjestelmä Suomessa
N43	Väliaikainen korkeusjärjestelmä Suomessa
N60	Toinen valtakunnallinen korkeusjärjestelmä Suomessa
NN	Ensimmäinen valtakunnallinen korkeusjärjestelmä Suomessa
NTRE	Tampereen oma korkeusjärjestelmä
UTM	Universal Transverse Mercator Poikittain leikkaava lieriöprojektiio 6° levyisin kaistoin
VVJ	Vanha valtion koordinaattijärjestelmä
WGS84	World Geodetic System 1984 GPS-satelliittien käyttämä koordinaattijärjestelmä
YKJ	Yhtenäiskoordinaatisto. KKJ-järjestelmä yksikaistaisena, minkä keskimeridiaani 27° itäistä pituutta.

Lait, asetukset, esitykset ja niissä esiintyvät merkinnät

MKML	Maakaasumarkkinalaki
VHL	Vesihuoltolaki
VNA	Valtioneuvoston asetus
§	Pykälä

Materiaalit ja niiden ominaisuudet

EK	Eσίαςennettu kumitiiviste
PE	Polyeteeni
PP	Polypropeeni
PVC	Polyvinyylidikloridi
SG	Pallografiittivalurauta
T	Teräs
2Mpuk	Yksiputkijohto (kaukolämpö)
Mpuk	Kaksiputkijohto (kaukolämpö)

Tiedonsiirtoon liittyvät merkinnät

dwg	Autodeskin kehittämä tiedonsiirto formaatti
gt	Geonic, tielaitos -formaatti maastomittaustietojen siirtoon
IFC	Industri Foundation Classes Kansainvälinen rakennusalan tiedonsiirto standardi
LandXML	Avoin kansainvälinen tiedonsiirtoformaatti infra-alalla
las	Laserkeilausaineiston alkuperäinen formaatti
tekla -formaatti	Teklan kehittämä formaatti pohjatutkimustietojen siirtoon
tielaitos -formaatti	Entisen Tielaitoksen kehittämä maastomallin koodausohje. Formaatti on yleisesti tunnettu ja laajasti käytössä.
XML	eXtensible Markup Language Tietojen määrittäminen tietokonesovelluksissa

Muut merkinnät

ω	Pyörähdysliikkeen kulmanopeus
a	Vertausellipsoidin isoakselin puolikas
GM	Maan geosentrinen vetovoimavakio
HB138	Håndbok 138 Modellgrunlag Norjan tiehallinnon ohjekirja: Tietomallit
J2	Dynaaminen muotokerroin

1 JOHDANTO

Yhdyskuntatekniikan suunnittelu kaupunkialueella lähtee käyntiin tilaajan tarpeesta rakentaa uutta, kehittää vanhaa tai korjata nykyisiä yleisiä alueita tai katualueita. Näillä alueilla sijaitsee paljon yhdyskuntateknisiä laitteita, joilla tarkoitetaan yhdyskuntaa palvelevia perusrakenteita. Nämä perusrakenteet käsittävät muun muassa vesi-, viemäri-, tietoliikenne-, energiansiirto- ja katuverkkoon liittyviä laitteita. Perusrakenteeseen liittyvät laitteet voivat sijaita maanpinnan ala- tai yläpuolella. Suurin osa laitteista on sijoitettu maanpinnan alapuolelle.

Suunnittelu käynnistyy, kun nykyiset lähtötiedot on hankittu suunnittelukohteesta. Maanpinnan yläpuoliset rakenteet voidaan helposti kartoittaa maastomittauksilla. Suurimmat kaupungit kartoittavat jatkuvasti kaupunkien yleisiä alueita. Yleensä ongelmaksi muodostuvat maanpinnan alapuoliset rakenteet ja laitteet niiden suuren määrän ja sijainnin epätarkkuuden vuoksi. Osa näistä laitteista ja asennuksista on tehty vuosia sitten ja niiden sijaintitiedot voivat olla hyvinkin puutteelliset. Suunnittelun alkaessa sijaintitietoa hankitaan rekistereistä ja vanhoista suunnitelmista. Puutteellisissa ja epäselvissä kohdissa tehdään lisämittauksia maastossa. Esimerkiksi vesihuollon viettoviemäriin liittyviä kaivoja voidaan mitata ja näistä tehdä johtopäätöksiä linjojen sijainneista.

Tässä työssä on pilot-kohteena Tampereen Ratapihankatu. Ratapihankatu on uusi etelä-pohjoissuuntainen pääkatu. Se toimii pitkänmatkan liikennettä palvelevana läpi-ajokatuna ja keskustan kehäkatuna. Ratapihankadun suunnittelu on ollut vireillä jo pitkään. Se sisältyi jo vuonna 1991 Tampereen kaupunkiseudun tieverkko-suunnitelmaan. Ratapihankadun yleissuunnitelma on valmistunut vuonna 2006. Muuttuneiden tarpeiden myötä nykyinen yleissuunnitelma on vanhentunut ja suunnitelmaa tullaan päivittämään lähitulevaisuudessa. Ratapihankadulla sijaitsee paljon nykyisiä johtoja, laitteita ja rakenteita. Alueen jatkosuunnittelun kannalta on oleellista tietää miten nykyiset johdot ja laitteet sijoittuvat kaupunkiympäristöön ja samalla havainnollistaa nykyisen aineiston tarkkuutta ja merkitystä.

Tässä työssä mallinnetaan lähtötietoja hyödyntäen koordinointimalli, jossa eri suunnittelualojen numeeriset suunnitteluaineistot kootaan yhteen. Koordinointimallin avulla voidaan jo hankesuunnitteluvaiheessa arvioida tarkemmin toteutusmahdollisuuksia ja rakentamiskustannuksia. Mallia voidaan käyttää hyödyksi seuraavissa suunnitteluvaiheissa. Tampereen kaupunki ja sen seutukunnat ovat siirtyneet vuoden 2011 aikana käyttämään uutta kansallista EUREF-FIN -koordinaattijärjestelmää ja N2000-korkeusjärjestelmää. Tässä mallinnustyössä käytetään uusia käytössä olevia koordinaatti- ja korkeusjärjestelmiä.

Tutkimus on osa Tampereen kaupungin kehityshanketta InfraBIM -koordinointimallista. Tutkimuksen tavoitteena on luoda malli nykyisien lähtötietojen avulla, analysoida tiedon oikeellisuutta ja tarpeellisuutta sekä luoda toimintaohje Tampereen kaupungille. Mallin avulla voidaan myös arvioida kyseisen kohteen rakennettavuutta. Mallia voidaan tarkastella katseluohjelmalla sekä 3D-näkymillä. Mallin avulla saadaan nykytilanteesta selkeämpi kuva kuin karttoja yhdistelemällä 2D-maailmassa.

Tutkimus sisältää Ratapihankadun koordinointimallin. Mallissa esitetään nykyiset laitteet, johdot ja rakenteet. Tämä tutkimus tehdään Ratapihankadulta välillä Itsenäisyydenkatu – Naistenlahdenkatu. Mallinnus tehdään nykyisistä rakenteista, johdoista ja laitteista. Tutkimus ei sisällä Ratapihankadun yleis- tai rakennussuunnittelua.

Tässä työssä käytetään AutoCAD 2010 -ohjelmistoa. AutoCADin lisäksi käytetään Vianovan kehittämää Novapoint-ohjelmiston versiota 18.10 sekä siihen liittyviä lisämoduuleja mm. (Water&Sewer ja Virtual Map). Virtual Map-ohjelmistolla luotua mallia kutsutaan koordinointimalliksi. Tässä työssä käytetään lähtötietomallista sekä yhdistelmämallia että koordinointimallia. Aineistoa kerätään Tampereen kaupungilta, Tampereen vedeltä, Tampereen sähkölaitokselta, maakunta-arkistoista ja konsulteilta. Kaikki aineisto viedään yhteen malliin. Nykyinen aineisto on osin vanhassa yhtenäiskoordinaatistossa osin uudessa EUREF-FIN -koordinaattijärjestelmässä.

Lähtötietomalliin liitetään Tampereen kaupungin kaupunkimalli. Kaupunkimalli sisältää maanpäälliset rakenteet. Maanpäälliset rakenteet sisältävät muun muassa rakennusten sijainnit ja korkeudet, puuston, valopylväät ja aidat.

Kappaleessa 2 esitellään Tampereen kaupungin yhdyskuntateknisten laitosten ja kaupunkimittauspalvelujen historiaa. Historian kuvauksessa on tuotu esille, kuinka paljon verkostot ovat laajentuneet aikojen saatossa ja kuinka kauan verkostojen sijaintitietoja on kartoitettu. Tässä kappaleessa käydään myös läpi koordinaatti- ja korkeusjärjestelmiä sekä niiden eroja.

Kappaleessa 3 kerrotaan, mitä maanalaisia rakenteita ja asennuksia kaupunkialueella on, mitä laitteita eri järjestelmät käsittävät, mitkä ovat putkien ja johtojen yleiset asennussyvytykset sekä miten lähtötietoja hallitaan.

Pilot-kohteen lähtötietojen haku ja analysointi sekä lähtötietomallinnus esitellään kappaleessa 4. Tässä kappaleessa myös käydään läpi käytössä olevia tiedonsiirtoformaatteja.

Kappaleessa 5 tarkastellaan suosituksia lähtötietomalliin lähtötieto-ohjeen mukaisesti ja mallin merkitystä yhdyskuntarakentamisessa.

Yhteenvedo ja päätelmät esitetään kappaleessa 6. Tampereen kaupungille, Tampereen Vedelle ja Tampereen Sähkölaitokselle tehty lähtötieto-ohje on esitetty liitteenä tämän raportin liitteenä. Ohjeeseen tulee päivityksiä lähiaikoina.

2 TAMPEREEN KAUPUNGIN YHDYSKUNTA- TEKNISET LAITOKSET JA KAUPUNKIMITTAUS- PALVELUT

2.1 Yhdyskuntatekniset laitokset

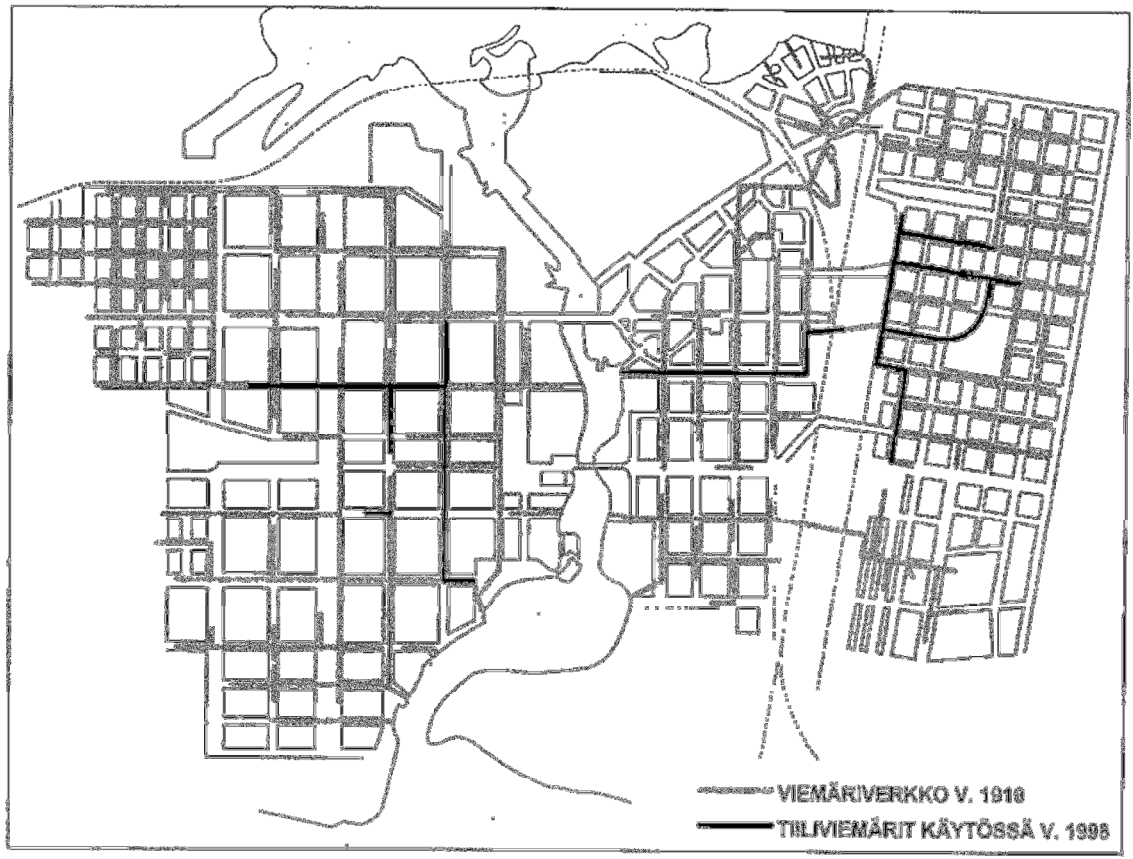
Tampereen kaupungin yhdyskuntateknisten laitosten historia ulottuu pitkälle aina 1800-luvun lopulle asti. Pitkän historian aikana ovat laitosten verkostot laajentuneet kaupungin laajentumisen, kehityksen ja kulutuksen kasvun myötä. Yhdyskuntatekniset laitokset tuottavat välttämättömiä palveluita kaupunkilaisille ja yhteiskunnalle; näitä ovat muun muassa vesihuoltoon, energiaan ja viestintään liittyvät palvelut.

2.1.1 Tampereen vesihuoltolaitos

Ensimmäinen yritys Tampereen vedenhankinnan järjestämiseksi organisoidusti tehtiin tietävästi vuonna 1835. Vettä yritettiin pumpata Näsijärven Mältninrannasta puuputkessa kauppatorin kaivoon. Yritys katsottiin epäonnistuneeksi, koska vettä tuli vähän ja se haisi. Hanke toteutettiin kiireellä ja sen tarkoitus oli parantaa palontorjuntaa. Tästä hankkeesta jäi jälkipolville merkiksi "Stadens pumverk" eli kaupungin pumppaamo. (Juuti, P. 2001. s. 72.)

Toinen yritys veden järjestämiseksi Tampereelle valmistui vuonna 1882. Järjestelmää kutsuttiin matalapaineiseksi vesilaitokseksi. Raakavetenä käytettiin pintavettä, jota ei käsitelty. Vesijohto sai edelleen vetensä Näsijärvestä, Mältninrannasta ja se johdettiin gravitaatiolla. Putki kulki Kuninkaankatua Kauppakadulle saakka ja siitä edelleen kauppatorille. Vesijohdon imuputki oli puuta ja runkoputki harkkorautaa. Runkoputken sisähalkaisija oli kymmenen englannintuumaa Kuninkaankadulla ja kuusi englannintuumaa Kauppakadulla. Vesilaitos ei toiminut montaa vuotta, koska sen vedenpaine havaittiin liian pieneksi. (Juuti et al. 1998. s. 41.)

Pääosa viemäriverkosta valmistui vuonna 1894. Sekaviemäriin johdettiin sekä jäteettä sadevedet eikä jätevesiä puhdistettu lainkaan. Viemäriverkoston pituus oli 14 kilometriä ja kaivoja oli 195kpl. Kuvassa 1 on esitetty vanhaa tiiliviemäriä 1800-luvun puolelta. (Juuti et al. 1998. s. 47.)



Kuva 2.1. Tampereen keskustan vanhaa tiiliviemäriverkkoa.
(Juuti et al. 1998, s. 42)

Vuonna 1890 insinööri Carl Hausen laati pumppaukseen perustuvat suunnitelmat uudesta korkeapaineisesta vesilaitoksesta. Päätös laitoksen rakentamisesta kesti useita vuosia, koska suunnitelmat hyväksyttiin valtuustossa vasta vuonna 1895. Uusi vesilaitos valmistui ja luovutettiin kaupungille vuonna 1898 alkuperäisestä ehdotuksesta karsittuna. Vuonna 1898 on katsottu nykyisen Tampereen vesihuoltolaitoksen aloittaneen toimintansa. Tällöin vesijohtoverkon pituus oli 18 kilometriä (Juuti et al. 1998, s. 49, 57, 68 – 69.)

1900-luvun alussa perustettiin Pispalan vesiosuuskunta, jolloin kaupungin vesijohtoverkon pituus oli 27,5 kilometriä. 1920- ja 1930-luvuilla vesijohtoverkosto ulotettiin Viinikkaan ja Härmälään. Messukylään perustettiin myös vesiosuuskunta. Vesijohdon kokonaispituus oli 85 kilometriä. Vesilaitos julkaisi Vesilaitoksen ohjesäännön vuonna 1921. Sotien jälkeen vedenkulutus kasvoi liian suureksi puhdistetun vedentuottoon nähden. Siitä alkoi vesilaitoksen voimakas laajentuminen, mikä jatkui aina 1970-luvun puoliväliin saakka. Ensimmäinen jätevedenpuhdistamo rakennettiin Raholaan vuonna 1962. (Juuti et al. 1998, s. 284 – 285.)

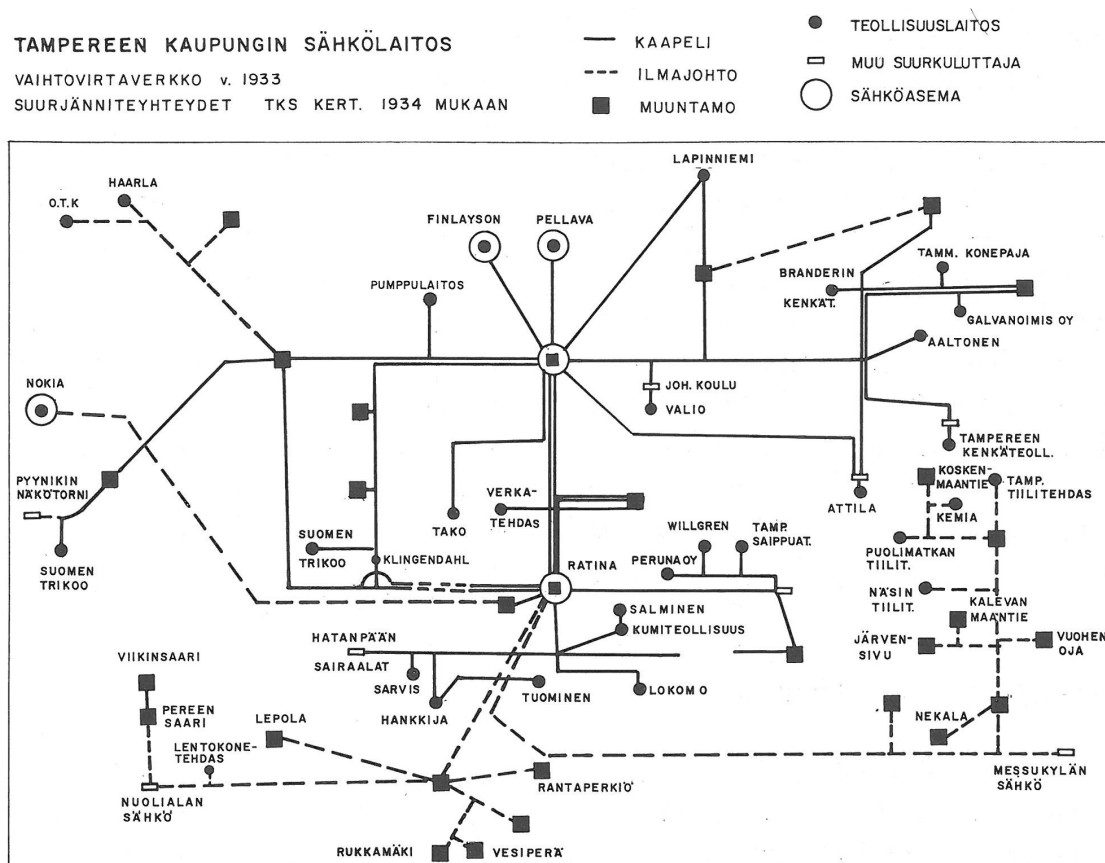
Tampereen Vesi tuottaa nykyisin puhtaan veden ja hoitaa käytetyn veden viemäroinnin ja käsittelyn. Aikojen saatossa on Tampereen veden toiminta-alue laajentunut ja nykyisen vesihuoltoverkoston pituus on jo 718 kilometriä ja viemäriverkoston pituus

1179 kilometriä. Vettä toimitetaan naapurikuntiin Pirkkalaan sekä tarpeen mukaan Nokialle, Lempäälään ja Kangasalle. Tampere myös ostaa vettä Ylöjärveltä. Tampereen nykyinen jätevesilaitos sijaitsee Viinikanlahdella, jossa se on toiminut jo vuodesta 1972 lähtien. Raholassa sijaitsee toinen jätevedenpuhdistamo. (Tampereen Vesi. [WWW].)

2.1.2 Tampereen sähkölaitos

Kaupungin oma kunnallinen sähkölaitos aloitti toimintansa vuonna 1888, jolloin Tampereen katuja valaistiin ensimmäisen kerran (Raevuori 1938. s. 62). Sähköä käytettiin aluksi kaupungin omiin tarpeisiin, mutta pian valovirtaa jo myytiin kuluttajille (Raevuori 1938. s. 107).

Vuoteen 1908 saakka käytettiin sähkönjakelussa ilmajohtoja. Siitä lähtien on johtoja kaapeloitu uusimisen tai vahvistamisen yhteydessä. Kuitenkin vuonna 1918 oli maakaapeleita Tampereella vasta 8,6 km ja johtoverkkoa yhteensä noin 100 km. (Anttila 1993. s. 102). Kuvassa 2.2 on esitetty Tampereen kaupungin sähkölaitoksen verkkokaavio, josta nähdään vuoden 1933 maakaapeli ja ilmajohtojen viitteelliset sijainnit.



Kuva 2.2. Tampereen kaupungin sähköverkko vuonna 1933. (Anttila 1993. s. 183)

Ensimmäinen 20kV:n maakaapeli asennettiin vuonna 1938 välille Ratina – Rautaharkko (Anttila 1993. s. 157). Sähkökulutuksen kasvun johdosta oli vuoteen 1939

mennessä rakennettu kaapeleita jo 53 km ja vuoteen 1963 mennessä 164 km. Vuoteen 1988 mennessä oli kaapeleita asennettu sähkölaitoksen verkkoon noin 2200 km. (Anttila 1993. s. 356.)

Vuonna 1963 päätettiin rakentaa kaukolämpölaitos ja seuraavana vuonna alkoi lämmön toimitus. Kaukolämmöstä tuli hyvin suosittua ja johtoverkkoa rakennettiin jatkuvasti. Vuonna 1968 oli koko lämpöverkon laajuus jo 42 kilometriä. Johtokaivannot kuitenkin ärsyttivät ihmisiä, koska kaivannot vaikeuttivat kadunkäyttäjien liikkumista. (Anttila 1993. s. 270 - 273.)

Kaapeleita ja kaukolämpöä rakennettiin koko ajan lisää ja tieto kaivuutöitä tehneiden välillä ei kulkenut. Tiedon parantamiseksi 1960-luvulla kaupungin mittausosasto ryhtyi kokoamaan johtokarttaa. Sähkölaitos ja puhelinlaitos tekivät yhteistyötä ja alkoivat käyttää yhteistä kaapeliojaa kaapeleiden sijoituksessa. (Anttila 1993. s. 357 – 358.)

Lämpöverkko oli laajentunut 1970-luvun lopulla jo 120 km pitkäksi (Anttila 1993. s. 284). Kaukolämmön suosio kasvoi voimakkaasti 1970- ja 1980-luvuilla ja runkolinjat itään ja länteen olivat 80-luvun alkupuolella valmiina (Tampereen sähkölaitos, historiaa. [WWW]). Neste oy rakennutti maakaasun siirtoputket Tampereelle kaupungin valtuuston allekirjoitettua toimitussopimuksen vuonna 1984 (Anttila 1993. s. 306).

Nykyään Tampereen sähkölaitos toimii emoyhtiönä Tampereen Energiantuotanto Oy:lle, Tampereen Kaukolämpö Oy:lle, Tampereen Sähkönmyynti Oy:lle, Tampereen Sähköverkko Oy:lle ja Tampereen Vera Oy:lle (Tampereen sähkölaitos. [WWW]).

2.1.3 Tampereen puhelinlaitos

Puhelinlaitokset ovat syntyneet ja kehittyneet yksityisen yritteliäisyyden avulla (Laurila 1932. s. 358). Tampereelle perustettiin yksityinen puhelinlaitos vuonna 1882 ja se myytiin Tampereen puhelinosuuskunnalle vuonna 1920 (Laurila 1932. s. 9 ja 69). Vuonna 1923 osuuskunta teki sopimuksen puhelinjohtojen asentamisesta kaupungin alueella Tampereen kaupungin kanssa. Puhelinkaapeleita sai asettaa katujen yleisten paikkojen, teiden, istutusten ja siltojen alle. (Sillanpää 1982. s. 41.) Vuonna 1921 tehdyn inventoinnin mukaan oli johtoverkostossa ilmakaapeleita 795 km ja maakaapeleita 8,5 km. Vuoteen 1981 mennessä oli puhelinosuuskunnan kaapeliverkon yhteenlaskettu paripituus yli 400 000 km. (Sillanpää 1982. s. 99.)

Tampereen puhelinlaitos täytti 100-vuotta vuonna 1982 ja vuonna 1998 tuli Tampereen puhelinosuuskunnasta julkinen osakeyhtiö. Elisa osti Tampereen puhelinosuuskunnan 2000-luvun alussa ja vuonna 2003 perustettiin Tampereen puhelin. Tampereen puhelin on osa Finnet-ryhmää. (Tampereen puhelin, [WWW]; hightechforum, [WWW]).

Nykyään Tampereella sijaitsee lukuisia määriä teleoperaattoreita ja niiden kaapeleita ja suojaputkia. Kaapeleita omistavia yhtiöitä on ainakin seuraavilla yhtiöillä: Elisa, Teliasonera, TDC Song, Tampereen puhelin, TIO ja DNA.

2.2 Kaupunkimittaus ja kartoituspalvelut

Grönforsin mukaan kaupunkimittauksen ja kartoituksen historia Suomessa ulottuu aina 1600-luvulle asti (Grönfors 2010, s. 27). Tampereella tehtiin ensimmäinen kaupunkimittaus 1770-luvulla asemakaavaa varten. 1900-luvun alussa kartoitettiin katuja ja vesi- ja viemärijohtoja asemakaavapiirroksen valtuustoa varten. Asemakaavalain voimaantulon jälkeen vuonna 1932 alkoi kaupunkimittauksen kehittyminen nykymuotoonsa. (Anttila et al. 2003, sivujen 5-6 mukaan.)

Kaupunkimittaus on sidoksissa moneen tärkeään yhteiskuntaa kehittävään toimintaan. Mittausyksikössä tehdään kanta- ja asemakaavakarttoja, tontin paikalleenmittausta ja tonttien muodostusta, ylläpidetään kiinteistörekisteriä ja koordinaatti- ja korkeusjärjestelmää. Kartoitus on merkittävä osa mittauspalveluita ja suuri osa kartoituksista tehdään kaupungin omiin tarkoituksiin.

2.2.1 Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä

Koordinaattijärjestelmä on geodesiaan liittyvä käsite, jonka avulla pystytään yksikäsitteisesti määräämään pisteen sijainti maapallolla. Koordinaattijärjestelmä on teoreettinen ja käytännön toimia varten se on realisoitava eli toteutettava maastossa. Koordinaattijärjestelmän realisaatiota kutsutaan koordinaatistoksi. Realisaatiolla tarkoitetaan maastossa olevia todellisia kiintopisteitä, joille on laskettu ja mitattu koordinaatit. (Maanmittauslaitos, koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät. [WWW].)

Suomessa on käytössä eri koordinaattijärjestelmiä. Ensimmäinen koordinaattijärjestelmä on ollut Helsingin järjestelmä tai Vanha valtion järjestelmä VVJ. Nimi ”Helsingin järjestelmä” tulee lähtöpisteen mukaan, mikä oli Kallion kirkko Helsingissä. Sen luominen aloitettiin Geodeettisen laitoksen toimesta 1920-luvulla. Maanmittauslaitos (MML) on myöhemmin täydentänyt mittauksia. Vuonna 1970 siirryttiin käyttämään kansallista koordinaattijärjestelmää KJ. KJ:ssä koko Suomi on jaettu neljään kolmen pituusasteen levyiseen projektiokaistaan, jotka vastaavat pituusasteita 21°, 24°, 27° ja 30°. KJ:ssä näille kaistoille on annettu numerot: 1, 2, 3 ja 4. Yhtenäiskoordinaatistossa (YKJ) koko Suomi on kuvattu yhdessä projektiokaistassa, jonka keskimeridiaani on 27°. Eri kaupungeilla on ollut ja on edelleen käytössä omia koordinaatistojaan. (MML, koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät. [WWW].)

ETRS89 on Euroopassa käytössä oleva 3D-koordinaattijärjestelmä. ETRS89-järjestelmän realisaation nimi Suomessa on EUREF-FIN. Eurooppalainen koordinaattijärjestelmä on kiinnitetty Euraasian mannerlaatan yhtenäiseen osaan ja yhtyy ITRS-järjestelmään epookkina. Epookki tarkoittaa tiettyä ajanhetkeä, jolla kartan koordinaatit pitävät paikkansa. ITRS-järjestelmä puolestaan on globaali 3D-koordinaattijärjestelmä. Geodeettisen koordinaattijärjestelmän määrittämiseen tarvittavia apusuureita ovat vertausellipsoidin isoakselin puolikas (a), maan geosentrinen vetovoimavakio (GM), dynaaminen muotokerroin (J_2), pyörähdysliikkeen kulmanopeus (ω), koordinaatiston origon sijainti ja koordinaattiakselien suunnat. GPS-satelliittien käyttämä järjestelmä WGS84 on Yhdysvaltain puolustushallinnon määrittelemä järjestelmä, joka perustuu

tarkasti ITRS:n realisaatioon, kuten EUREF-FIN. WGS84 ja EUREF-FIN ovat yhteneviä. (JHS 153, s. 5.)

Geodesiassa käytetään kolmiulotteisia koordinaatteja, jotka voivat olla suorakulmaisia tai geodeettisiä. Suorakulmaisen avaruuskoordinaatiston akselit ovat X, Y ja Z, missä origona on maan massakeskipiste. Koordinaatit ovat siis etäisyyksiä koordinaatiakseleita pitkin. Esimerkiksi Vaasan torin koordinaatit WGS84-järjestelmän mukaan ovat $X = 2689908$,
 $Y = 1065915$,
 $Z = 5665030$.

Nämä koordinaatit eivät ole kovin havainnollisia, koska koordinaattiarvoista on vaikea päätellä omaa sijaintiaan maapallolla. Yleensä sijainnin ilmoittamisessa käytetäänkin maantieteellistä tai geodeettistä koordinaatistoa. Maantieteelliset koordinaatit ovat kulmamittoja, joita kuvataan asteina, minuutteina ja sekunteina tai radiaaneina. Maantieteellinen leveys on etäisyys päiväntasaajasta ja pituus on etäisyys nollameridiaanista. Nollameridiaani sijaitsee Ison-Britannian Greenwichissä. Greenwichin aika on maapallon aikavyöhykejärjestelmän perusta, minkä mukaan muiden vyöhykkeiden aika määritetään. Maantieteelliset koordinaatit esimerkiksi Vaasan torilta minuutin tarkkuudella voidaan esittää seuraavasti

N $63^{\circ} 06'$, joka on 63 astetta ja 6 minuuttia pohjoista leveyttä

E $21^{\circ} 37'$, joka on 21 astetta ja 37 minuuttia itäistä pituutta.

(MML, suorakulmaiset ja maantieteelliset koordinaatistot. [WWW].)

Suomen suurimmat kunnat ovat siirtyneet tai siirtyvät käyttämään vuoden 2012 loppuun mennessä uutta kansallisen EUREF-FIN -koordinaatistoa. EUREF-FIN -koordinaatisto suositellaan muodostettavaksi käyttäen ETRS-TM35FIN -tai ETRS-GKn -karttaprojektiota. ETRS-TM35FIN -projektiokaistan keskimeridiaani on 27° itäistä pituutta. GK-projektiokaistassa käytetään lähintä keskimeridiaanin tasa-astetta 19° , 20° ... 31° . Tampereen alueen karttaprojektio on ETRS-GK24. Samassa yhteydessä siirytään käyttämään eurooppalaista N2000 -korkeusjärjestelmää, minkä korkeus on johdettu Hollannissa sijaitsevan korkeuskiintopisteen mukaan. (JHS 154. s. 5. mukaan; JHS 163. s. 7.)

Tampere on siirtynyt käyttämään uutta koordinaatti- ja korkeusjärjestelmää vuonna 2011. Tampereella on aiemmin ollut käytössä oma koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä (TRE ja NTRE). Vanhojen suunnitelmien koordinaattijärjestelmänä on ollut käytössä joko TRE tai KKJ. Tampere sijaitsee KKJ kaistassa 2, jolloin y-koordinaattien eteen lisätään numero 2. Taulukossa 2.1 on esitetty esimerkkejä vanhoista ja uudesta järjestelmästä.

Taulukko 2.1. Tampereen vanhoja ja uusi koordinaattijärjestelmä.
(Tampereen kaupunki. Koordinaattiuudistus. [WWW].)

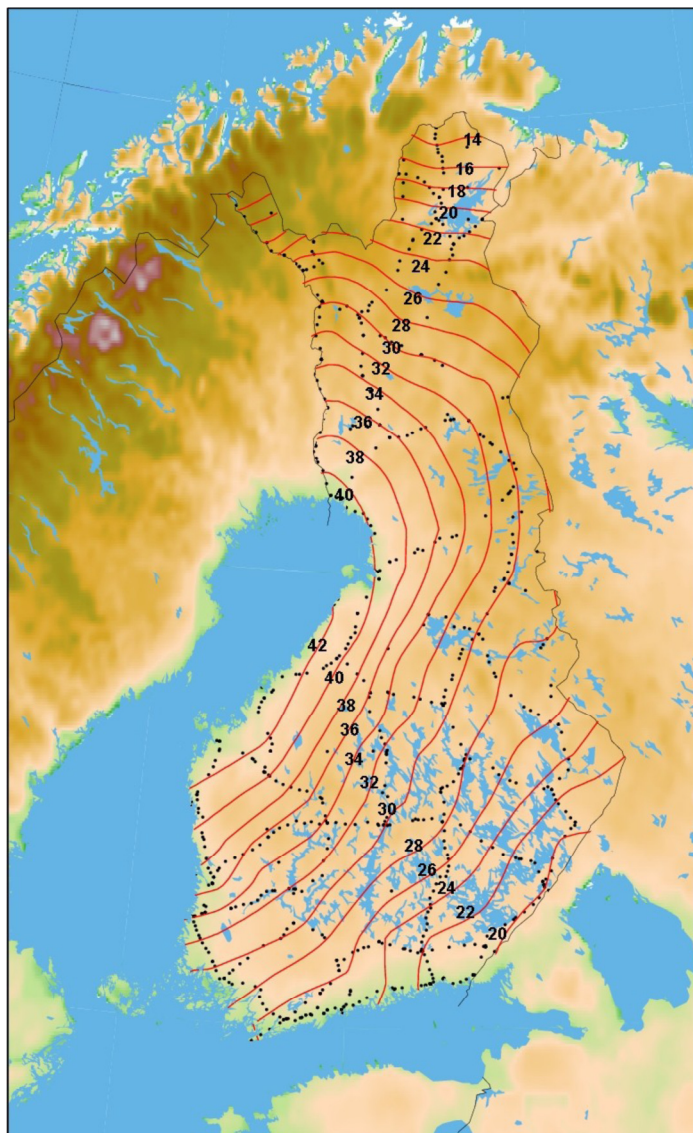
Tampereen keskustori		
Tasokoordinaatit	E	N
ETRS-GK24	24487254	6821021
KKJ (2-kaista)	2496708	6823679
Tampere (TRE)	87399	21157

Vanhoissa suunnitelmissa on myös käytetty eri korkeusjärjestelmiä. Vanhat korkeusjärjestelmät saadaan muunnettua uuteen järjestelmään korkeusmuunnoksella. Esimerkiksi Tampereen keskustorin maanpintakorkeus eri järjestelmissä on esitetty taulukossa 2.2.

Taulukko 2.2. Eri korkeusjärjestelmien väliset erot Tampereella.

Tampereen keskustori		Järjestelmien erot
korkeusjärjestelmä	maanpintakorkeus	
N2000	+89.860m	NTRE + 0.530m
N60	+89.550m	NTRE + 0.220m
N43	+89.437m	NTRE + 0.107m
NTRE	+89.330m	N2000 – 0.530m
NN	+89.307m	NTRE – 0.023m

Korkeusero NTRE-järjestelmän ja uuden N2000-järjestelmän välillä Tampereella on noin +0.530...+0.550 metriä, riippuen sijainnista. Käytännössä korkeuserona käytetään 0.530 metriä. Korkeusjärjestelmien N60 ja N2000 välinen ero Tampereella on +0.310 metriä. Näiden järjestelmien väliset erot koko Suomen alueella vaihtelevat +0.20...+0.42 metriä kuvan 2 mukaisesti.



*Kuva 2.3. N60- ja N2000-järjestelmän väliset korkeuserot [cm].
(JHS 163. s. 10.)*

2.2.2 Kartat ja paikkatietopalvelut

Kartta on malli maastosta, johon voidaan koota halutut asiat esitettäväksi. Kartassa voidaan esittää monia eri kohteita muun muassa maastonmuotoja, rakennuksia ja rakenteita, kiinteistönrajoja, kunnanrajoja tai ympäristöä. Kullekin kartan kohteelle määritetään oma esitystapa, jolla se kuvataan. Tampereen kaupunki tuottaa lukuisia eri karttoja esimerkiksi kanta-, asemakaava- ja yleiskarttoja. Kantakartta koostuu pääosin kaupunkimittausyksikön tekemistä kartoituksista kaupunki- ja lähialueella.

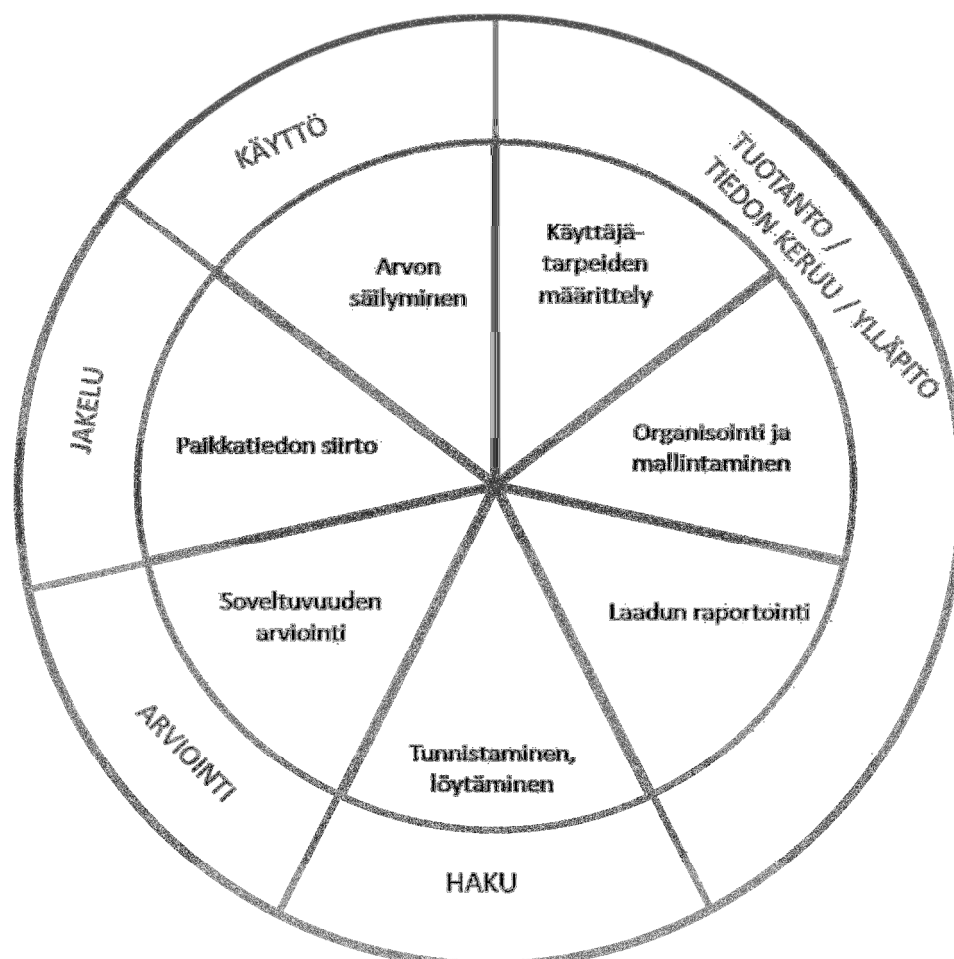
Kaupunkimittausyksikkö on osa paikkatietopalveluita. Paikkatietopalvelut on puolestaan yksi osa Tampereen Infran palveluista. Tampereen Infra on jaettu kuuteen eri yksikköön joiden muut toiminnot ovat: korjaamopalvelut, liikennepalvelut, rakentamis-

palvelut, kunnossapitopalvelut, suunnittelupalvelut. Paikkatietopalvelut tuottavat muun muassa seuraavia palveluita

- GPS-mittaukset ja kiintopisteverkon ylläpito
- maastomittaukset
- maaperä- ja laboratoriotutkimukset
- maaperärekisteri
- numeerisen kartta-aineiston ylläpito. (Tampereen kaupunki. [WWW]).

Paikkatieto tarkoittaa tietoa kohteista, joiden paikka tunnetaan. Paikkatieto kuvaa todellisuutta, joka voidaan kuvata monella eri tavalla riippuen tiedon käyttötarkoituksesta. Siksi tarvittavista paikkatiedoista tulee laatia riittävät määrittelyt ennen tiedon hankintaa. (JHS 158, s. 4). Usein paikkatieto käsittää luonnon tai rakennetun ympäristön kohteita, mutta se voi kuvata mitä tahansa toimintaa tai ilmiötä, jonka paikka tunnetaan. (MML paikkatiedot. [WWW].)

Paikkatietoon liittyy läheisesti metatieto. Metatieto on tietoa, joka kuvailee tietoa (JHS 158, s. 9.) Alla olevassa kuvassa on paikkatiedon elinkaari.



Kuva 2.4. Paikkatiedon ja metatiedon elinkaari. Ulompi kehä kuvaa paikkatietoa ja sisempi kehä metatietoa. (JHS 158, s. 4).

3 MAANALAISET ASENNUKSET JA RAKENTEET TAMPEREEN KAUPUNKIYMPÄRISTÖSSÄ

Kaupunkialueella sijaitsee paljon maanalaisia rakenteita ja laitteita. Yleensä ongelmaksi muodostuu katualueen pieni leveys ja laitteiden suuri määrä. Maanalaiset rakenteet voivat olla muun muassa vesihuoltoon liittyviä laitteita, kuivatusteknisiä järjestelmiä, energiajärjestelmiin liittyviä laitteita, maanalaisia kaapeleita, taitorakenteita tai niihin liittyviä perustuksia tai talojen perustuksia. Näiden rakenteiden ja laitteiden sijainnista saadaan tietoa vanhoista suunnitelmista, kaupungin rekistereistä ja kartoituksista. Jos kartoituksia ei ole tehty, on sijaintitieto aina epävarmaa. Uusien rakenteiden ja laitteiden osalta vaaditaan urakoitsijoilta tarkemmittaukset tehtäväksi rakentamisen aikana.

Maanalaiset putket, johdot, taitorakenteet ja rakennukset perustetaan rakennuspohjan varaan. Rakennuspohja voi muodostua maapohjasta tai kalliopohjasta. Rakennuspohjan laatu voi olla huonoa, tai rakenteet ovat niin vaativia, että rakennuspohjaa pitää vahvistaa tai rakenteita tukea pohjarakenteilla. Pohjarakenteet ovat joko pysyviä, kuten rakennuksen tai rakenteiden perustukset, maanvastaiset seinä- ja lattiarakenteet, kuivana pitorakenteet, routasuojusrakenteet ja muut suojusrakenteet, tai työnaikaisia, kuten kaivantojen tuentarakenteet, pohjaveden alennusrakenteet sekä työnaikaiset suojusrakenteet.

Tässä kappaleessa käydään lävitse yleisimpiä maanalaisten laitteiden peitesyvyyyksiä ja rakenteita sekä topografian ja maaperän määrityksiä.

3.1 Topografia ja maaperä

Maaperä tarkoittaa kallioperän pinnalla olevaa irrallista, orgaanisen tai epäorgaanisen aineksen muodostamaa massaa. Tätä massaa voidaan kutsua pohjamaaksi. Pohjamaassa voi olla useita eri maalajikerroksia ja niiden ominaisuudet saattavat vaihdella hyvinkin paljon pienellä alueella. Maakerrosten ryhmittely voidaan tehdä aines- ja raekoostumuserojen pohjalta, koska niiden kelpoisuus rakentamiseen riippuu ratkaisevasti näistä ominaisuuksista. (Jääskeläinen, R., et al. 1996. s. 31 ja 34.)

Maalajien ominaisuuksia voidaan tutkia maastossa tai laboratoriossa tehtävillä pohjatutkimuksilla, joita tässä työssä ei kuitenkaan käsitellä. Päämaalajien ryhmittely geoteknisen maalajiluokituksen mukaisesti on soramoreeni, hiekkamoreeni, silttimoreeni, sora, hiekka, siltti, savi, lieju ja turve. Eri maalajit soveltuvat rakentamiseen hyvin tai huonosti riippuen mihin tarkoitukseen niitä käytetään. Esimerkiksi savi on heikosti kantavaa pohjamaata tierakentamiseen, mutta hyvä vesitiivis sydän patorakenteessa. Edellä mainittuja maalajeja voi olla eri paksuisina kerroksina kallioperän päällä.

Topografialla tarkoitetaan tässä maanpinnan tai maanpinnalla olevan rakenteen yksityiskohtaista kuvausta. Maanpinnan korkeuseroja voidaan kuvata korkeuskäyrillä tai eri väreillä. Korkeammat kohteet esitetään yleensä tummalla värillä ja matalammat kohteet vaaleammalla värillä. Kohteita tarkastellaan yleensä yhtenä kokonaisuutena. Tietyn rajatun alueen korkein kohta voi olla laajemmalla alueella matala kohta. Maanpinnan laatua kuvataan myös eri väreillä. Esimerkiksi kaupunkialueella voidaan suunnitelmissa kuvata viheralueet vihreällä ja rakennetun kadun tai kevyenliikenteen väylän alueet harmaalla. Suunnitelmissa voidaan tehosteena käyttää myös kuvioita. Eri kaupungeilla on omat ohjeensa siitä, miten maanpinnan päälliset rakenteet ja alueet tulee merkitä.

3.2 Yhdyskuntatekniset laitteet

Yhdyskuntatekniset laitteet käsittävät yhdyskuntaa palvelevia ja välttämättömiä perusrakenteita, kuten vesi-, viemäri-, energiansiirto-, tietoliikenne-, tie- ja katuverkkoihin liittyviä johtoja, putkia, rakenteita ja laitteita. Katualueille ja yleisille alueille sijoitettavia laitteita on muun muassa vesi- ja viemäriverkkoihin liittyvät johdot, putket ja kaivot, tele- ja tietoliikenneverkkoihin sekä liikennevaloihin liittyvät kaapelit, niiden suojarputket ja suojarakenteet ja kaivot, maakaasu-, sähkö- ja kaukolämpöverkkoihin liittyvät rakenteet, katuvalaistukseen liittyvät pylväät, perustat ja kaapelit suojarakenteineen sekä liikenteenohjauslaitteet. (Myllynen 2011, s. 6.)

3.2.1 Vesihuolto ja kuivatustekniset järjestelmät

Vesihuollolla tarkoitetaan vedenjohtamista, käsittelyä ja toimittamista talousvetenä sekä jäteveden, huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamista. Talousvedellä tarkoitetaan ihmisten käyttöön tarkoitettua vettä (VHL 9.2.2001/119 1 Luku 3 §).

Jätevedellä tarkoitetaan nesteinä käytettyä, käytöstä poistettavaa vettä. Jätevedeksi luetaan muutkin käytöstä poistettavat nesteet, jos siinä on haitallisessa määrin vieraita aineita. Hulevesillä tarkoitetaan sitä osaa sadevedestä, joka virtaa valumapintoja pitkin viemäreihin. Sulamisvedet luetaan myös hulevedeksi. Kuivatusvedellä tarkoitetaan sitä maaperän läpi suodattunutta vettä, joka johdetaan pois kuivatusjärjestelmällä. Myös katoilta johdettu vesi ja perustusten kuivatusta varten tehtyyn ojiin johdettu vesi on kuivatusvettä. (RIL 237-2-2012, s. 10.)

Vesihuoltoverkostoon kuuluvia järjestelmiä ovat vesijohdot, hule- ja jätevesiviemärit sekä niihin kuuluvat laitteet. Vesijohtoverkkojen varusteita ja laitteita ovat muun muassa johdot, sulkuventtiilit, paineenalennusventtiilit, yksisuuntaventtiilit, vedenjakelujärjestelmän valvontalaitteet, ilmanpoistovenntiilit, palopostit, ja sammutusvesiasemat, vesipostit, huuhtelu- ja tyhjennyshaarat, erilaiset tuentarakenteet sekä laitekaivot. Edellä mainituista muut kuin johdot sijoitetaan yleensä laitekaivoihin. (RIL 237-2-2010, s. 68 – 92.)

Viemäriverkkoihin lukeutuvia rakenteita ja laitteita ovat muun muassa viemäriputket, tarkastuskaivot ja -putket, kansistot, ylivuotorakenteet ja ilmanpoistoputket ja ilmanpoistovenntiilit sekä tonttiliittymät (RIL 237-2- 2010, s. 102 – 115). Kadun pääl-

lysrakenteeseen liittyviä kuivatuslaitteita ovat salaojaputket tarkastuskaivoineen ja/tai –putkineen, rummut ja avo-ojat. Kaupunkialueella ei avo-ojia yleensä käytetä niiden suuren tilantarpeen vuoksi.

Uusien vesijohtojen materiaaleina käytetään yleisimmin polyeteeniä (PE), polyviinyylikloridia (PVC), pallografiittivalurautaa (SG) ja terästä (T). Valittaessa putkimateriaalia on huomioitava muun muassa putken todellinen käyttöikä (tavoiteena 50 – 100 vuotta), korroosiokestävyys sekä sisä- että ulkopuolista aggressiivisuutta vastaan, koko- ja paineluokkavalikoima ja maaperän sekä liikenteen aiheuttamien kuormien kestävyys (RIL 237-2-2010, s. 68 – 70). **Tampereella vesijohto pyritään sijoittamaan 2.2m peitesyvyyteen ellei käytetä lämmöneristeitä.** Vesi- ja viemärijohdot pyritään sijoittamaan samaan kaivantoon.

Uusien viemäriputkien materiaalina käytetään betonia ja muovia. Viettoviemäreiden muoviputkien materiaaleina käytetään PE-, PVC- ja PP-putkia. Paineviemäreinä käytetään PE- ja PVC-putkia. Jos viettoviemärin putkihalkaisija on 400 mm tai suurempi niin yleisesti käytetään betoniputkia. Betoniputkina käytetään EK-järjestelmän mukaisia putkia, joiden hyötypituus vaihtelee 1,5 ja 2,5 metrin välillä. (RIL 237-2-2010, s. 102 – 104). Viemäriinjan vaaka- ja pystysuuntaisissa taitekohdissa on oltava tarkastuskaivo johtojen puhdistamista ja tarkastamista varten. Tarkastuskaivojen materiaalina käytetään muovia tai betonia. Yleisimmät tarkastuskaivojen halkaisijat ovat 500...1000 mm muovisilla ja 800...1000 mm betonisilla kaivoilla.

3.2.2 Energiajärjestelmät ja maanalaiset kaapelit

Energiajärjestelmät käsittävät maakaasu- ja kaukolämpöputket. Maakaasuputket sekä kaikki niihin kuuluvat laitteet, säiliöt ja laitteistot joiden sisältönä on maakaasu, ovat osa maakaasuverkkoa (MKML 1 Luku 3§). Yli puolet maakaasusta käytetään kaukolämmityksessä ja siihen liittyvässä sähköntuotannossa ja loput teollisuudessa (Gasum Oy: [WWW]). Kaasun siirtoputkien materiaalina käytetään terästä ja jakeluputkien materiaalina käytetään terästä tai muovia (VNA 9.7.2009/551, asetuksen Liite I: kohta 3.7; Liite II: kohta 5.1).

Raskaasti liikennöityjen alueiden alituksissa maakaasuputkeen aiheutuvat lisäkuormitukset huomioidaan lisäämällä putken seinämävahvuutta, peitesyvyyttä tai varustamalla putki suojaputkella, -kourulla tai -laatalla. Suojarakenteet voivat olla terästä, betonia, muovia tai niitä vastaavia materiaaleja. (Maakaasuyhdistys ry 2010, s. 40.) Putkistojen laitteita ovat muun muassa sulkuventtiilit ja paineenvähennysasemat sekä niihin liittyvät turvalaitteet (Maakaasuyhdistys ry 2010, s. 58).

Maakaasun siirtoputkiston vähimmäispeitesyvyys on 1 m. Peltoalueilla on siirtoputkiston vähimmäispeitesyvyys 1,20 m ja kallioalueilla 0,60 m. (VNA.7.2009/551, asetuksen Liite I: kohta 3.5.4.) Katurakenteiden alituksille on määritelty edellä mainituista poikkeavia peitesyvyyksiä. Korkealuokkaisten ja raskaasti liikennöityjen katujen alituksissa minimipeitesyvyys on 1,35 m ja muiden katujen alituksissa 1,0 m. Katujen alituksissa peitesyvyyden on oltava vähintään 0,8 m ojan pohjasta mitattuna. (Maakaasuyhdistys ry 2010, s. 37.) Maakaasun jakelu- ja käyttöputkistojen vähimmäispei-

tesyvyys vaihtelee 0,8 – 1,0 metrin välillä riippuen suurimmasta sallitusta käyttöpainesta. Kallioon louhittujen jakelu- ja käyttöputkistojen vähimmäispeitesyvyydeksi riittää, jos kallion pinta ulottuu 0,6 m putken laen yläpuolelle. (VNA 9.7.2009/551, asetuksen Liite II: kohta 6.3.)

Kaukolämpöjärjestelmän pääosat ovat lämpöä tuottavat lämmityslaitokset, lämmön siirtämiseen tarvittavat putket, lämmön vastaanottoon tarvittavat putket ja lämmön jakeluun tarvittavat kuluttajien putket. Lämpöä siirretään yleensä yhdellä menoputkella ja yhdellä paluuputkella, jolloin järjestelmää kutsutaan kaksiputkijärjestelmäksi. Meno- ja paluuputket ovat samankokoisia ja ne muodostavat kaukolämpöjohdon. (Energiateollisuus ry 2006, s. 43 - 44.)

Kaukolämpöjohdot ryhmitellään kanavarakenteen mukaan. Yleisin Suomessa käytetty kaukolämpötyyppi on kiinnivaahdotettu johtojärjestelmä. (Energiateollisuus ry 2006, s. 137). Yleisesti käytössä olevat lyhenteet kaukolämpöön liittyvissä suunnitelmissa ovat esitetty taulukossa 3.1.

Taulukko 3.1 Yleisesti käytettyjen kaukolämpöjohtojen lyhenteet
(Energiateollisuus ry 2006, s. 137 – 138).

Muovisuojakuorirakenteet (Mpuk, 2Mpuk, Mpul, 2Mpul, Mpe, Mmv, 2Mmv)	
M	eristys- tai johtoelementin yleensä polyeteenimuovinen ulkokuori
pu	polyuretaanivaaho
pe	vaahdotetty polyeteeni
mv	mineraalivilla
k	putket kiinni eristyksessä
l	putket liikkuvat
Betonikanavarakenteet (Emv, Epu, Wmv, Tmv, Ymv, Pkb)	
E	kokoelementtikanava
W	kolmitukinen elementtikanava
T	työpaikalla valettava suorakulmainen kanava
Y	yläelementtikanava, työpaikalla valettava alaosa
P	puolielementtikanava, työpaikalla valettava pohjalaatta
mv	mineraalivilla
pu	kevytbetoni
Muut johtorakenteet	
A	asbestielementtisuojaputki
Fe	terässuojaputki
Muut	
A	hälytys
i	ilmajohto
s	sisällä tunnelit, kellarit
Virtausputkimateriaali	
m putkikoon jäljessä	virtausputki muovia
c putkikoon jäljessä	virtausputki kuparia
l putkikoon jäljessä	virtausputki lasikuitua

Kiinnivaahdotetuissa johtojärjestelmissä on (Mpuk, 2Mpuk) virtausputki ja suojakuori liitetty kiinteästi yhteen polyuretaanieristeellä. Käytännössä kaikki 1980-luvun jälkeen rakennetut johdot ovat kiinnivaahdotettua johtotyyppiä. (Energiateollisuus ry 2006, s. 138 – 139.)

Virtausputken materiaalina käytetään hitsattuja tai saumattomia teräsputkia ja suojakuoren materiaalina polyeteeniä. Kaukolämpöjärjestelmiin liittyviä rakenteita ovat erilaiset venttiilit, kaivorakenteet sekä betonikanavarakenteet. Betonikanavarakenteita ei nykyään enää käytetä. (Energiateollisuus ry 2010.) Tampereen kaukolämpö Oy:n suunnittelukäytäntö on, että **peitesyvyys on 0,6 – 0,8 m kaukolämmön johtokoosta riippuen.**

Maanalaiset kaapelit käsittävät sähkö- ja telekaapelit sekä katuvalaistukseen ja liikenteenohjaukseen liittyvät kaapelit. Sähkö- ja telekaapelien osia ovat kaapelinsuojaputket ja -kourut ja kaapelit. (InfraRYL osa 2 (2009), s. 137 – 138.) Sähköverkkoon kuuluvat myös muuntamot ja jakokaapit (InfraRYL osa 2 (2009), s. 156 ja 166). **Kaapelien asennussyvyys ajoradoilla ja jalka- ja puistokäytävillä on vähintään 0,7 m.** Pelloilla ja muualla maastossa asennussyvyys on vähintään 0,7...0,9 m. (InfraRYL osa 2 (2009), s. 138.) Valaistukseen liittyvät maakaapelit on asennettava vähintään 0,7 m syvyyteen (InfraRYL osa 2 (2009), s. 184).

3.3 Taitorakenteet

Infrarakentamisen yhteydessä on taitorakenteiksi määritelty (Noeskoski 2011, s. 7.) kaikki sellaiset rakenteet, joiden rakentamiseksi on laadittava lujuuslaskelmiin perustuvat suunnitelmat ja joiden rakenteellinen vaurioituminen suunnittelu- tai rakennusvirheen seurauksena saattaa aiheuttaa vaaraa ihmisille tai liikennejärjestelmälle ja merkittäviä korjauskustannuksia rakenteelle tai sen välittömälle ympäristölle. Tyypillisimpiä taitorakenteita ovat sillat, paalulaatat, tunnelit ja laiturit.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B3 mukaan taitorakenteiden perustukset suunnitellaan ja rakennetaan kuten muutkin maa- ja pohjarakenteet:

"Pohja- ja maarakenteet on suunniteltava, mitoitettava ja rakennettava siten, että rakenteiden painumat, siirtymät, kiertymät ja muodonmuutokset, ottaen huomioon myös pohjaveden aleneminen ja täytöt, pysyvät niin pieninä, etteivät ne haittaa rakenteen käyttöä ja etteivät rakenteet halkeile tai saa pysyviä muodonmuutoksia ja että maapohjan ja rakenteiden varmuudet murtumista vastaan ovat riittävän suuria sekä rakennusaikana että rakenteen käyttöaikana. Mitoitus on tehtävä siten, että jännitykset rakenteissa ja riittävän suuressa osassa rakennetta tukevaa maapohjaa pysyvät myötörajan jännityksiä pienempinä." (B3, s. 13.)

Rakenteet perustetaan rakennuspohjalle niin hyvin, että maapohjan murtumista, haitallista liikkumista tai painumista ei pääse tapahtumaan. Perustaminen voi tapahtua an-turan, laatan tai paalujen varaan. Antura- ja laattaperustus tehdään suoraan joko kallion tai maan varaan. Maapohjaa voidaan myös vahvistaa tai tehdä massanvaihto. Paalupe-

rustus voidaan ulottaa kallion pintaan tai kantavan kerroksen pintaan. Paalut voidaan myös perustaa kitka- tai koheesiomaan varaan.

3.3.1 Sillat ja tunnelit

Silta on liikennettä välittävä rakenne, jonka vapaan aukon leveys on vähintään 2,0 metriä. Alle 2,0 metrin levyisiä rakenteita kutsutaan rummuiksi. Siltoja rakennetaan maastollisesti hankaliin kohtiin, joissa täytyy ylittää joki, vesistö, tie, rautatie tai muu hankala tai vaarallinen alue.

Silta koostuu sillan kannesta, kannen päällysrakenteista, pääty- ja välituista sekä varusteista ja laitteista (InfraRYL Osa 3 (2008)). Sillan päärakennusmateriaalina käytetään betonia, terästä ja puuta. Yleisillä alueilla ja rautateillä olevia siltoja hallinnoi Liikennevirasto. Katualueella olevia siltoja hallinnoivat kunnat.

Tunnelilla tarkoitetaan liikennettä välittävää kokonaisuutta, johon kuuluvat tunneli, kuilut, tunneleiden suuaukkorakenteet, kuilujen yläpään rakenteet, tekniset tilat, turvallisuustilat sekä tiloihin ja tunneleihin asennetut laitteet ja tekniset järjestelmät. Tunneliin kuuluvat myös avoleikkaukset siinä laajuudessa kuin kuivatus-, tie-, kunnossapito-, huolto- ja turvallisuusjärjestelyt edellyttävät. (RATO 18, s. 7).

Sillat ja tunnelit suunnitellaan yleensä lähes painumattomiksi. Silta- tai tunnelirakenteen alapuolinen pohjamaa voi olla heikosti kantavaa ja kokoonpuristuvaa ja rakenteen lähiympäristössä alusrakenteen laatu voi vaihdella huomattavasti. Näissä kohdissa, joissa väylän alusrakenteen laatu muuttuu oleellisesti, rakennetaan siirtymäkiila tasamaan painumaeroja.

3.3.2 Paalulaatat

Paalulaatta on yhtenäinen paaluille perustettu teräsbetoninen laatta, jonka päällä on kuormana maapenger. Laatta on painumaton rakenne, jota käytetään maarakenteiden perustamiseen pehmeillä ja kokoonpuristuvilla maapohjilla. Laattarakenne koostuu laatasta ja paaluista sekä laatan päälle tulevasta suojakerroksesta. Yleisimmin käytettyjä laattatyyppejä ovat tasapaksu laatta, sienilaatta ja palkkilaatta. Tasapaksu laatta voi olla raudoitettu tai raudoittamaton. Sienilaatan välilaatta voi olla raudoitettu yhteen tai kahden tasoon. (Tiehallinto 2001, s. 13.)

Tyypillisimpiä kohteita, joihin paalulaattarakenteet soveltuvat ovat:

- pehmeä maa, missä ohut kuivakuorikerros
- siltojen tulopenkereet ja keilat
- syvät pehmeiköt
- matalat penkereet
- loivat luiskat ja vierustäytöt
- varautuminen myöhempään tien leventämiseen ja tuleviin kuormitustilanteen muutoksiin (Tiehallinto 2001, s. 15.)

Pääsääntöisesti paalulaatta- tai paaluhatturakenne liittyy pohjavahvistettuun tierakenteeseen esimerkiksi massanvaihtoon, syvästabiloituun penkereeseen tai pystyojitet-

tuun penkereeseen. Rajakohtaan tehdään siirtymärakenne, joka on yleensä kevytsorakii-
la. Paalutetun rakenteen liittyessä pystyjojitettuun rakenteeseen tai maanvaraiseen raken-
teeseen, jota ei ole pohjanvahvistettu, käytetään siirtymäkiilaa. (Tiehallinto 2001, s. 39
ja 42.)

3.4 Suunnitelmien tiedonhallinta

Yleisesti tiedonhallinta on perustunut suunnitelmien paperi- ja muovikopioiden ar-
kistointiin. Arkistoissa on erittäin vanhoja suunnitelmia ja ne ovat säilyneet pitkään.
Suunnitelmien digitointi eli paperidokumenttien muuntaminen sähköisiksi dokumen-
teiksi on parantanut dokumenttien käytettävyyttä huomattavasti ja varmuuskopioiden
luominen on helppoa.

Digitoidut dokumentit voidaan arkistoida ja niitä voidaan helposti linkittää eri tie-
tokantasovellusten kanssa. Esimerkiksi kaukolämpölinjojen tietokantaan voidaan linkit-
tää vanhojen suunnitelmien tietoja tai saneeraustietoja. Sähköiset dokumentit ovat hel-
posti saatavilla, mutta niitä ei pystytä muokkaamaan. Tilaajat velvoittavatkin suunni-
telmat tehtäväksi tietokoneella esimerkiksi Autocad-pohjaisilla sovelluksilla ja luovutet-
tavaksi sähköisinä vektoritiedostoina. Sähköinen vektoritiedosto tarkoittaa tiedostoa,
joka voi sisältää viivoja, pisteitä, kuvioita sekä niiden matemaattisen kuvauksen. Vekto-
ritiedostot ovat muokattavissa. Rasteritiedostot ovat taas kuvatiedostoja, jotka ovat
koostuneet pikseleistä. Pikseleiden määrää ei voi kasvattaa, eikä kuvia voida muokata.
Tämä on oleellinen ero vektori- ja rasteritiedostoissa.

Tampereen kaupunkiympäristön yleisten alueiden maanalaisten asennusten ja ra-
kenteiden vanhoja suunnitelmia löytyy Tampereen kaupungilta, Tampereen Vedeltä ja
Tampereen Kaukolämmöltä. Vanhat suunnitelmat arkistoidaan paperisilla ja sähköisillä
dokumenteilla. Eri laitosten ylläpitämiin tietokantoihin tallennetaan sijainti- ja suunni-
telmatietoa. Yleisin arkistointimenetelmä on paperidokumentti ja sähköinen kopio ku-
vasta.

Tampereen kaupunki arkistoi vanhat suunnitelmat joko kaupunginarkistossa tai
kaupunkiympäristön kehittämisen väliarkistossa. Arkistoissa säilytetään kaikki kaupun-
gin tekemät ja tilaamat suunnitelmat. Arkistoissa säilytetään rakennusvalvonnan, kau-
punkimittauksen, yleisten alueiden suunnittelun ja rakentamisen, maankäytön sekä kau-
punkiympäristön kehittämiseen liittyvät suunnitelmat. Pysyvästi arkistoitavat suunni-
telmat, jotka eivät ole aktiivisessa käytössä, siirretään kaupunginarkistoon. Suunnitel-
mista arkistoidaan paperidokumentit, muovit sekä sähköiset kopiot (tif, pdf, jpg tai png).
(Kumpulainen 2012.)

Suunnitelmat numeroidaan suunnitelmanumerolla. Väliarkiston ensimmäinen suun-
nitelmanumero on vuodelta 1932. Kaupunginarkistojen vanhimmat suunnitelmat ovat
kuitenkin 1800-luvun lopulta. Sähköisiä vektoritiedostoja, esimerkiksi dwg-kuvia, ei
virallisesti arkistoida. Dwg-kuvia on kuitenkin olemassa vanhojen ja uusien suunnitel-

makansioiden cd-levyillä sekä suunnittelijoiden tietokoneiden kovalevyillä. (Kumpulainen 2012.)

Tampereen Kaukolämpölaitos arkistoi vanhat suunnitelmat omiin kohdekohtaisiin arkistoihinsa. Arkistosta löytyy vanhojen suunnitelmien paperikopiot ja muovikopiot. Sähköisiä kopioita eli digitointia ei ole tehty kaikista suunnitelmista. Nykyisistä kaukolämpölinjoista on olemassa sähköinen tietokanta Teklan Xpower –ohjelmassa. Kaukolämpölinjojen tiedot on kerätty tietokantaan vanhoista suunnitelmista sekä tarkemittaus-tiedoista. Kaukolämmön sijaintitieto (x- ja y-koordinaatit) voidaan siirtää esimerkiksi dwg-kuvassa. Korkeustietoa ei pystytä siirtämään samassa tiedostossa, koska nykyinen Xpower –versio ei tue korkeustiedon siirtoa. Korkeustiedon siirto dwg-kuvassa on mahdollista uusimmassa Xpower –versiossa.

Tampereen Vesilaitos arkistoi vanhat suunnitelmat omaan arkistoonsa. Nykyisistä vesihuoltolinjoista on olemassa sähköinen tietokanta Teklan Xpipe –ohjelmassa. Tietokannassa on tietoa nykyisten jäte- ja hulevesiviemäreiden sekä vesijohtojen sijaintitiedoista (x- ja y-koordinaatit). Nykyiset viemäritiedot sisältävät suurilta osin vesijuoksu-
jen korkoja. Erittäin vanhoista linjoista korkotiedot puuttuvat. Vesijohtojen korkotiedot puuttuvat myös suurilta osin aineistosta. 1990-luvulla rakennetut vesijohdot ovat tarkemittattu ja niiden korkotiedot löytyvät tietokannasta. Tietokannasta voidaan siirtää tietoa muun muassa dwg-kuvassa. Tiedot sisältävät osittain korkeustiedon.

Muiden kuin yleisten alueiden, esimerkiksi valtion teihin ja siltoihin liittyviä, suunnitelmia löytyy Liikennevirastosta. Rautatiealueisiin liittyviä vanhoja suunnitelmia löytyy Liikennevirastosta, VR:n arkistosta tai Kansallisarkistosta. Liikennevirastosta löytyvät suunnitelmat ovat paperisia dokumentteja. Paperidokumentit ovat vuoden 1995 jälkeen perustetun Ratahallintokeskuksen aikaisia asiakirjoja ja suunnitelmia. Vanhemmat asiakirjat ja suunnitelmat löytyvät VR:n omasta arkistosta tai Kansallisarkistosta. (Risänen 2012.)

4 PILOT-HANKE RATAPIHANKADUN LÄHTÖ-TIETOJEN KOORDINOINTIMALLI

Tampereen kaupunki, Ramboll Finland ja Vianova selvittivät kevään 2011 aikana koordinoitumallin käyttöönottoa Infra-hankkeiden suunnitteluprosesseissa. Siirtyminen perinteisestä 2D-suunnitelmien tuottamisesta mallipohjaiseen suunnitteluun vaatii muutosta suunnitteluprosessiin ja työtapoihin.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää ja kehittää mallintavan suunnitteluprosessin eli koordinoitumallin käyttöä, kun eri suunnittelualueiden numeeriset suunnitteluaineistot kootaan yhteen malliin, jossa voidaan tarkastella koko suunnitteluaineistoa 3D-maailmassa. Tässä työssä laaditaan Tampereen Ratapihankadun pilot-kohteen lähtötiedoista koordinoitumalli.

Tutkimus tehdään Tampereen kaupungille, Tampereen vedelle ja Tampereen sähkölaitokselle. Koordinoitumallissa esitetään nykyiset laitteet, johdot ja rakenteet EUREF-FIN -koordinaattijärjestelmässä. Mallin tekemisessä käytetään tietokonepohjaisia suunnitteluohjelmia AutoCAD- ja Novapoint-ohjelmistoa. Lähtötiedot mallinnetaan näillä suunnitteluohjelmilla.

Pilot-kohteena on Ratapihankatu Tampereella välillä Itsenäisyydenkatu - Naistenlahdenkatu. Ratapihankadusta on vuosien saatossa laadittu useita yleissuunnitelmia, joista viimeisin joulukuun 2011 aikana. Kuvassa 4.1 on esitetty yleissuunnitelman suunnittelualue, joka on ollut lähtökohtana tälle pilot-hankkeelle.



Kuva 4.1. Ratapihankadun yleissuunnitelman suunnittelualue. (Ramboll 2011, s. 9)

4.1 Kaupunkiympäristön kehittäminen ratapiha-alueella

Ratapiha-alue on osa radan vierustaa. Alue ei ole ollut pitkään käytössä eikä sitä ole hoidettu. Osa alueella olevista vanhoista käyttämättömistä rakennuksista on jo purettu. Ratapihankadun hanke on ollut vireillä pitkään. Jo 1990-luvun alussa on Ratapihankatu

sisältynyt keskustan osayleiskaavan tieverkkosuunnitelmaan. 2000-luvulla on alueelle tehty useita eri selvityksiä ja suunnitelmia Tampereen kaupungin ja eri konsulttien toimesta. Alle on listattu muutamia selvityksiä ja suunnitelmia

- Ratapihankadun yleissuunnitelma välillä Itsenäisyydenkatu – Naistenlahden eritasoliittymä 2011
- Rongankadun alikäytävän rakennussuunnitelma 2010
- Tampereen henkilöratapihan katos-, laituri- ja raidejärjestelyjen yleissuunnitelma 2010
- Keskustan liikenneosayleiskaava 2006
- Rongankadun alikäytävä ja kevyen liikenteen väylän yleissuunnitelma 2005
- Tampereen keskustan liikenneverkko, luonnos 2004
- Rongankadun alikäytävän rakennettavuusselvitys 2003
- Rongankadun kevyen liikenteen väylän vaihtoehtojen vertailu välillä Rautatienkatu - Peltokatu selvitys 2003
- Keskustan kevyen liikenteen kehittämissuunnitelma 2002
- Ratapihankatu välillä Viinikankatu - Erkkilän silta, yleissuunnitelma 1999
- Kevyen liikenteen yhteys Rongankadulta ratapihan ali Tammelaan, Kevyen liikenteen yhteys välille Rongankatu – Tammela yleissuunnitelma 1997.

Ratapihankatu on valmistuessaan uusi etelä-pohjoissuuntainen keskustan pääkatu. Sen tärkeimpiä liikenteellisiä tavoitteita on siirtää liikennettä pois keskustasta, parantaa liikenneturvallisuutta sekä muodostaa hyvät kulkuyhteydet muuhun kaupunkiverkkoon. Ratapiha-alueeseen ja keskustan kehittämiseen liittyy vahvasti myös Hämpin parkki. Parkin toteutussuunnittelu ja rakentaminen on aloitettu vuonna 2009 ja arvioitu valmistuminen on loppuvuonna 2012. Kuvassa 4.2 näkyy Rongankadun alikäytävän rakentamista, joka on aloitettu keväällä 2009 ja sen arvioitu valmistuminen on keväällä 2012.



Kuva 4.2. Rongankadun alikäytävän rakennusvaihe ratapihalla.

4.1.1 Historia

Ratapiha-alueen historia ulottuu vuoteen 1876 asti, jolloin Hämeenlinnan ja Tampereen välinen rautatie ja Tampereen ensimmäinen asemarakennus valmistuivat. Tampere – Pori välinen rautatie valmistui vuonna 1895. Kaupunki teollistui voimakkaasti 1900-luvun alussa ja siitä muodostui merkittävä sisämaan kauppakeskus. Kauppapaikaksi rakennettiin ratapihan itäpuolelle tullikamari pakkahuoneineen punatiilestä. Rata-alueen läpi kulki Ronganoja, joka kokosi Tammelan alueen hulevedet ja johti ne Tammerkoskeen. (Tampereen kaupunki kaavoitusyksikkö. 2004, s. 9-15). Oja putkitettiin rautatiilestä sementtimuurauksella 1890-luvun alussa (Kyttälän puolen pääviemäri 1892) ja sama tiiliviemäri alittaa rata-alueen edelleen.

Asematunnelin silta Itsenäisyydenkadulle rakennettiin 1934. Kaupunki laajeni itään 1950-luvulla ja Tammelasta muodostui liikenteellinen ongelmakohta. 1960 ja -70 luvuilla ratapiha koki vain vähän muutoksia. 1980-luvulla alkoi kaupunkikuvan muutoksen aika ja radan läheisyyteen rakennettiin asuinkerrostaloja. (Tampereen kaupunki kaavoitusyksikkö. 2004, s. 16-20.)

4.1.2 Nykytilanne

Kuvassa 4.3 näkyy ratapiha-aluetta Tammelaan päin. Alue on melko laaja, väljä kaupunkitila keskustan läheisyydessä. Radan länsipuolella on asemanpuoli ja itäpuolella lastauspuoli tavara-asemineen. Tavara-aseman toimistorakennus näkyy kuvassa 4.4. Kevyen liikenteen verkosto ratapihan itä- ja länsipuolen välillä on ollut Tammelan ja

keskustan välillä välttävä, mutta se tulee parantumaan Rongankadun alikäytävän valmistuttua.



Kuva 4.3. Ratapiha-alueetta Tammelaan päin.



Kuva 4.4. VR:n vanha tavara-asemarakennus.

Erkkilänsillan pohjoispuolen kallioleikkauksia on näkyvissä kuvassa 4.5.



Kuva 4.5. Ratapihan kallioleikkausta Kastinsilta.

Lähtötietomallialueen pohjoinen osa päättyy Naistenlahdenkadulle. Kuvassa 4.6 on näkymä Kastinsillalta kohti Naistenlahdenkatua.



Kuva 4.6. Näkymä Kastinsillalta pohjoiseen Naistenlahdenkadulle.

4.2 Lähtötiedot

Lähtötiedot ovat yhteinen käsite useille eri tietotyypeille, jotka toimivat suunnittelun ja rakentamisen lähtökohtana. Ne käsittävät kaikki nykyisen rakennetun ympäristön objektit maan pinnalla ja maanpinnan alapuolella. Lähtötietojen tulee kuvata luotettavasti nykyistä tilannetta ennen suunnittelun aloittamista. Lähtötietojen tuottamisen ja laadunvarmistuksen tulee tapahtua hyvissä ajoin ennen projektin käynnistämistä. Lähtötiedot ovat muuttumattomia, lukuun ottamatta maaperätietojen tarkistusta ja myöhemmin esiintulleiden tuntemattomien putkien, johtojen tai rakenteiden osalta.

Pilot-kohteessa Tampereen ratapihalla lähtötietoja kerättiin seuraavista yrityksistä ja laitoksista: Tampereen Infra paikkatietopalvelut yksikkö, Tampereen Vesi, Tampereen kaukolämpö, kaupunginarkisto, VR Track Oy, Vianova Oy, Johtotieto Oy sekä AIHIO Arkkitehdit Oy. Kaupungin arkistotiedot käsittävät vanhoja suunnitelmia kaaduista vesihuollosta, silloista ja rakennuksista. Vanhat suunnitelmat olivat paperidokumentteja, joista otettiin kopioita. Tampereen kaukolämmön vanhat suunnitelmat olivat myös paperidokumentteja, joista saatiin kopiot sähköisesti. Muut lähtötiedot olivat sähköisiä piirustuksia tai sähköisiä tietokantoja.

4.2.1 Lähtötietotyypit

Lähtötiedot voidaan jakaa eri tyypeihin sen mukaan minkälaista tietoa ne sisältävät. Norjan tiehallinnon ohjeessa Håndbok 138 luokitellaan eri lähtötietotyypit seuraavasti: nykytilanne, topografia, tunnelit, maanalaiset rakenteet ja asennukset, maaperäkerrokset, dokumentoidut lähtötiedot ja temaattinen paikkatieto. (HB138 Modellgrunlag, 2010.) Tarkemmin lähtötietotyypit ovat esitetty liitteessä olevassa lähtötieto-ohjeessa, joka perustuu Håndbok 138 ohjeeseen.

4.2.2 Lähtötietojen hankinta

Kaikki saadut lähtötiedot koottiin projektikansioon, joka tallennettiin serverille. Lähtötiedoista laadittiin taulukkomuotoinen luettelo, jossa esitetään lähtötietotyyppi, lähde, yhteyshenkilö, tiedon vastaanottamispäivä sekä tiedon mittauspäivä. Lähtötiedot jaettiin alkuperäisiin ja muokattuihin tietoihin. Tässä työssä luettelosta käytetään nimitystä projektitietolehti, josta löytyy tyyppikuva liitteestä 1.

Alkuperäiset tiedostot sisälsivät seuraavia lähtötietotyyppejä:

- nykytilanne
- topografia
- maaperäkerrokset
- maanalaiset rakenteet
- tunnelit
- temaattinen paikkatieto

Nykytilanteen lähtötiedot käsittävät Tampereen kaupunkimallin. Kaupunkimalli on Tampereen kaupungin omistama ajantasainen nykytilanteen virtuaalimalli rakennetusta

ympäristöstä. Kaupunkimalli on 3D-malli paikkatietoaineistosta, mikä sisältää ortokuvan, maanpinnan muodot, rakennukset, aidat ja pylvää.

Topografian lähtötiedot käsittävät nykyisen maanpinnan korkeustiedot. Kaupunki on kartoittanut nykyiset katualueet GPS- ja takymetrimittauksin. Kaupunkialueelta on myös saatavissa laserkeilausaineistoa. Tässä työssä käytettiin Tampereen Infran toimitamaa pohjakartta-aineistoa ja laserkeilausaineistoa ratapiha-alueesta. Laserkeilausaineisto saatiin las-formaatissa cd-levyllä, johtuen tiedoston suuresta koosta. Pohjakartta-aineisto saatiin dwg-tiedostona.

Maaperäkerroksien lähtötiedot käsittävät Tampereen kaupungin maaperärekisterin pohjatutkimustiedot. Alueella on tehty seuraavia pohjatutkimuksia: porakonekairauksia, painokairauksia, heijarikairauksia, puristinheijarikairauksia, otettu häiriintyneitä maanäytteitä sekä asennettu pohjaveden havaintoputkia. Pohjatutkimustiedot toimitettiin sähköisesti tekla-formaatissa.

Maanalaiset rakenteet käsittävät vesihuoltoon liittyvät vesijohto-, hulevesi- ja jätevesiverkostot, kaukolämpöputket, sähkö- ja telekaapelit sekä Erkkikänsillan maatuen ja Kastisillan maatuet. Tampereen vesi toimitti vesihuoltoon liittyvät putkikartat sähköisinä dwg-tiedostoina. Tampereen kaukolämpö toimitti tiedot kaukolämpöputkista ja sähkökaapeleista dwg-tiedostona. Telekaapelitiedot saatiin Johtotieto Oy:stä dwg-tiedostoina. Siltoihin liittyvää vanhaa suunnittelutietoa haettiin Tampereen kaupungin arkistosta.

Tunnelit käsittävät Rongankadun alikäytävän ja siihen liittyvät laitteet sekä P-Hämpin parkkihallin ajotunnelin. Alikäytävän suunnitelmat saatiin sähköisesti dwg-tiedostoina VR Track Oy:stä ja parkkihallin suunnitelmat dwg-tiedostoina AIHIO Arkitehdeiltä.

Temaattinen paikkatieto käsittää asemakaavan alueelta. Asemakaava saatiin kaupungilta sähköisesti dwg-tiedostossa.

Taulukossa 4.1 on esitetty alkuperäisten lähtötietojen tyypit ja formaatit ja taulukossa 4.2 muokattujen lähtötietojen tyypit ja formaatit.

Taulukko 4.1. Alkuperäisten lähtötietojen tyypit ja formaatit.

Lähtötietotyyppi	Formaatti					
	tekla	gt	txt	pdf	las	dwg
Nykytilanne						•
Topografia					•	•
Pohjatutkimukset	•					
Maanalaiset rakenteet			•	•		•
Tunnelit						•
Temaattinen paikkatieto						•

Taulukko 4.2. Muokattujen lähtötietojen tyypit ja formaatit.

Lähtötietotyyppi	Formaatti						
	tekla	gt	txt	pdf	las	dwg	LandXML
Nykytilanne						•	
Topografia						•	
Pohjatutkimukset						•	
Maanalaiset rakenteet						•	•
Tunnelit						•	
Temaattinen paikkatieto						•	

4.2.3 Lähtötietojen analysointi

Lähtötietojen tarkkuus vaihtelee huomattavasti, johtuen tiedonsiirtomenetelmästä sekä tarketietojen puuttumisesta. Paperidokumentit ja sähköiset dokumentit eivät pääsääntöisesti ole tarkkoja, ellei niitä ole sidottu tiedossa olevaan mittalinjaan tai koordinaatioon. Korkeustiedot puuttuivat suurimmasta osasta johtoja ja kaapeleita. Vesihuoltoon liittyvistä jäteveden ja huleveden runkolinjoista oli korkotietoa melko hyvin saatavilla. Vesijohdon korkeustietoa ei ollut saatavilla. Lähtötietoja saatiin Tampereen kaupungin vanhassa koordinaattijärjestelmässä, KKKJ:ssä, ja Tampereen kaupungin uudessa koordinaattijärjestelmässä (EUREF-FIN). Lähtötiedoissa käytetyt korkeusjärjestelmät olivat NTRE, N60 ja N2000. Kaikki aineisto muutettiin N2000-korkeusjärjestelmään.

Nykytilanne

Tampereen kaupunkimalli on Novapoint Virtual Map käyttöön tarkoitettu malli, joka koostuu dwg-kuvasta ja vm-modeler.ini -määrittystiedostosta, joiden avulla Virtual Map-ohjelma generoi 3D-virtuaalimallin (Kaupunkimalli [WWW].) Kaupunkimallin pohjana toimii siis dwg-kuva, jossa näytetään kaikki halutut lähtötiedot.

Kaupunkimalliaineistoon sisältyy maanpinnan kolmioverkko, ortoilmakuvat, rakennukset sekä karttaelementtejä. Tässä työssä ei kaupunkimallin kolmioverkkoa käytetty, vaan kolmioverkko luotiin kaupungin toimittamasta kantakartta-aineistosta. Rata-piha-alueen karttaelementit käsittävät valaisinpylväät, sähköpylväät, puut, aidat, suoja-kaiteet ja liikennevalopylväät.

Topografia

Tampereen kaupunkimittauspalvelut yksikkö kartoittaa yleiset kadut ja alueet. Kartoituksissa käytetään tielaitoksen -formaatin mukaisia tasoja ja koodeja. Ennen pohjakartan luovuttamista, mittausyksikkö muuttaa tasot helposti ymmärrettäviksi, esimerkiksi tielaitoksen -formaatin mukainen taso M01173 muutetaan tasoksi P_LUISKAN_YLÄREUNA. Aineistossa oli puutteita ratapiha-alueelta, koska siellä on edelleen Rongankadun alikäytävän työmaa käynnissä, eikä mittauksia kaupungin toimesta ole vielä tehty.

Topografiaan liittyen oli myös laserkeilausaineistoa käytettävissä. Laserkeilaus on tehty alueelta 12.5.2011. Aineiston laajuus oli noin 18 hehtaaria ja tarkkuus oli noin 5 pistettä/m². Sijaintitarkkuudeksi laserkeilausaineistoon kaupunkialueella luvataan xy-tasossa ±50 mm ja Z-tasossa ±40 mm. Edellä mainitut sijaintitarkkuudet ovat voimassa keilauksen tapahtuessa kovia suoria pintoja vasten.

Pohjatutkimukset

Pohjatutkimustiedot toimitettiin tekla-formaatissa. Kairauksia on tehty kaupungin ja Ratahallintokeskuksen toimesta eri vuosina. Kairauksia oli koko alueelta, mutta esimerkiksi porakonekairausten pisteväli saattoi olla 100 metriä. Näin suurella pistevälillä on varmennetun kalliopinnan kolmioiminen epätarkkaa. Porakonekairausten mukaan voidaan tarkat kallionpinnat kuitenkin tulkita ja osoittaa kartalla.

Maanalaiset rakenteet

Maanalaiset rakenteet olivat haastavin lähtötietojen kokonaisuus. Vesihuoltoon liittyvät tiedot saatiin 3D-viivoina dwg-kuvassa. Vesijohdot on esitetty suurilta osin xy-tasossa eli korkeustieto puuttuu. 1990-luvun jälkeen rakennetut vesijohdot ovat kartoitettu ja niistä on pääsääntöisesti olemassa xyz-tieto.

Hulevesi- ja jätevesiviemäreiden vesijuoksujen tieto oli melko hyvin saatavilla. Vanhojen tiiliviemäreiden vesijuoksuista ei ollut tietoa, joten niitä haettiin vanhoista suunnitelmista. Ratapihan alittavan tiiliviemäriin vesijuoksun korkeus oli Tammelan

puolella 1,5 metriä korkeammalla kuin keskustan puolella. Kaivojen välisen viemäriin vesijuoksut interpoloitiin.

Vesihuoltoon liittyvien vanhojen suunnitelmien korkeusjärjestelmä on Tampereen oma korkeusjärjestelmä (NTRE). Nykyisin suunnitelmat esitetään N2000-korkeusjärjestelmässä, joten vanhojen suunnitelmien korkeudet muutettiin vastaamaan N2000-korkeutta lisäämällä 53 senttimetriä NTRE mukaisiin korkeuksiin. Hulevesiviemäriin rutiläkaivojen kannen korkeudet ja vesijuoksut puuttuivat kokonaan.

Kaukolämmön putkilinjat toimitettiin sähköisesti dwg-tiedostossa. Tiedot olivat xy-tasossa eli korkeustieto puuttui. Osaan kaukolämpöputkista on tehty tarkemittauksia ja korkeustieto saatiin dwg-kuvaan liitettynä tekstinä. Korkeustietoja haettiin myös vanhoista suunnitelmista.

Sähkökaapelit toimitettiin dwg-kuvana. Kaikki tieto oli +0.00-korkeustasossa. Tietoja voidaan kuitenkin käyttää hyödyksi xy-tason sijainnin osoittamiseen.

Telekaapelit toimitettiin dwg-kuvana KKK:ssä sekä pdf-tiedostona. Kaapelitiedot ovat kartoitettua tietoa, mutta sijainti on voinut muuttua kadun korjaustöiden tai muiden kunnallisteknisten töiden yhteydessä. Varoetäisyys on ± 0.5 metriä. Mikäli kaapelien sijainti on muuttunut, tulisi urakoitsijan kartoittaa uusi sijainti ja toimittaa tieto verkon haltijalle.

Siltoihin liittyvien maatukien sijainnit ja korkeudet selvitettiin vanhojen suunnitelmien perusteella. Erkkilänsillan maatuen sijainti perustui Erkkilänsillan mittalinjaan. Mittalinjasta ei ollut pääpistetaulukkoa saatavilla, vaan paperidokumentti asemapiirrokselta. Asemapiirros skannattiin ja sen sijainti määritettiin koordinaattiristien perusteella vanhaan Tampereen omaan koordinaattijärjestelmään. Tampereen koordinaattijärjestelmässä oleva asemapiirros siirrettiin uuteen ETRS-GK24 järjestelmään. Asemapiirroksen mittalinjan sijaintia arvioitiin vielä nykyisen pohjakartan perusteella ja todettiin mittalinjan sijainnin olevan riittävällä tarkkuudella oikeassa kohdassa.

Kastinsillan maatukien sijainnit ja korkeudet selvitettiin vanhojen suunnitelmien perusteella. Vanhat suunnitelmat käsittivät yleispiirustuksen ja maatukien mittapiirustukset vuodelta 1983. Sillan yleispiirustuksessa oli merkintä tarkistamaton. Piirustusten tekijänä on kuitenkin sama henkilö. Maatukien sijainnit on sidottu vanhassa yleispiirustuksessa Lapintien mittalinjaan ja Tampere – Naistenlahti rautatien raiteen 2 mittalinjaan. Mittalinjoista ei kuitenkaan ollut pääpistetaulukkoa saatavilla. Mittalinjan sijainti määritettiin nykyisen väylän ja raiteen 2 sijainnin perusteella pohjakartasta.

Tunnelit

Rongankadun alikäytävän suunnitelmat olivat Tampereen omassa koordinaattijärjestelmässä ja N60-korkeusjärjestelmässä. Suunnitelmat olivat sähköisessä muodossa ja ne siirrettiin käytössä olevaan koordinaatti- ja korkeusjärjestelmään. Alikäytävästä ei ollut tarketietoa saatavilla. VR Trackin Oy:n edustajan mukaan alikäytävä on tehty sille osoitettuun paikkaan, jolloin suunniteltua aineistoa voi käyttää sijainnin määrittämiseen. Alikäytävän keskellä kulki 700 mm teräksinen suojaputki vesijohdolle ja 1000 mm betoninen hulevesiviemäri. Sijaintitieto on saatu suunnitelmista.

P-Hämpin parkkihallin ajotunnelin poikkileikkaus, pituusleikkaus ja asemapiirros saatiin AIHIO Arkkitehdeiltä. Suunnitelmat olivat vanhassa Tampereen koordinaatti- ja korkeusjärjestelmässä ja ne muutettiin käytössä oleviin järjestelmiin. Tunnelin poikkileikkausmuoto muuttuu useaan kertaan johtuen hätäpoistumisteistä sekä tunnelin suuaukon kohdalla kallion vahvistuksista. Poikkileikkausmuoto pidettiin kuitenkin samana koko tunnelin matkalta. Lähellä Pakkahuoneenaukion suuaukkoa on tunnelin poikkileikkaus muoto leveämpi mutta matalampia kuin muilla osuuksilla. Näin ollen on tunnelin sijainti hyvin lähellä oikeaa sijaintia.

Temaattinen paikkatieto

Asemakaavan tiedot on saatu kaupungilta ja niitä ei muokattu lainkaan.

4.3 Lähtötietomalli

Infrahankkeen elinkaaren aikaisten digitaalisten tietojen kokonaisuudella tarkoitetaan tietomallia. Tietomalleihin liittyy myös rakenteen geometrian määrittäminen ja esittäminen kolmiulotteisesti. Tuotemallintamisessa suunnittelutieto kulkee hankkeen eri vaiheiden läpi ilman tiedon häviämistä. Mallipohjainen tiedonsiirto helpottaa suunnittelua ja ylläpitoa, koska malleja ei tarvitse luoda aina uudestaan ja uudestaan. (Rakennustieto. [WWW].)

Lähtötilanteen mallin luominen aloitetaan lähtötietojen hankinnalla. Kappaleessa 4.2 on esitetty eri lähtötietotyypit sekä analysoitu tiedon tarkkuutta. Yleisesti lähtötiedon mallinnuksessa tulisi käyttää mahdollisimman paljon hyödyksi jo olemassa olevia mittauksia ja tutkimuksia.

Lähtötietojen lähtötilanteen mallintamisen lopputuloksena saadaan inframallin tuotemalli, mitä voidaan kutsua myös nimellä inframalli, infran tietomalli tai InfraBIM (Eurostep 2010). Infrahankkeiden mallintamisen elinkaari on esitetty kuvassa 4.7.



Kuva 4.7. Tuote- ja tietomallinnus Infrahankkeen eri vaiheissa. (Rakennustieto. [WWW]).

Tässä työssä tehtiin lähtötietomalli ratapiha alueesta. Lähtötietomallin tietoja voidaan käyttää hyödyksi tuotemallissa. Tuotemalli tehdään suunnitteluvaiheessa. Osa alueen nykyisistä laitteista ja asennuksista on rakennettu useita vuosia sitten ja toteutumatietoja eli tarketietoja ei ole kattavasti saatavilla.

4.3.1 Mallinnus

Tämän työn mallinnus tehtiin maanalaisille rakenteille. Nykyisten lähtötietojen käyttäminen mallinnuksessa oli melko työlästä. Lähtötietojen formaatit olivat osittain paperisia ja sähköisiä dokumentteja, joita ei suoraan voi hyödyntää mallinnuksessa. Osa lähtötiedoista saatiin sähköisinä vektoritiedostoina, mutta ilman korkeustietoja. Korkeustiedot haettiin muista dokumenteista ja syötettiin käsin mallinnettaviin objekteihin.

Nykytilanne

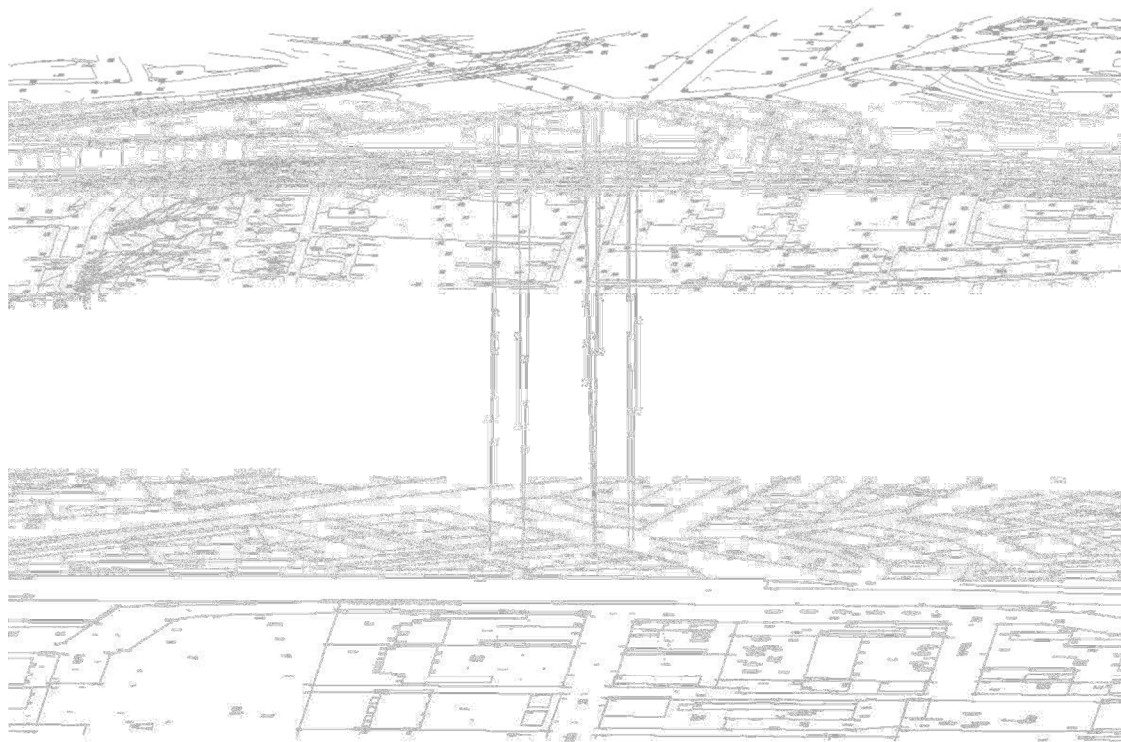
Kaupunkimallia, joka käsittää maanpäälliset rakennukset ja rakenteet, ei mallinnettu erikseen. Aineistona saatiin dwg-tiedosto Tampereen kaupungilta sekä Novapoint Virtual Map-määrittelyt. Ennen lähtötietomallin luomista muokattiin Virtual Map-määrittelytiedostoa. Määrittelytiedostoa käytetään tekstuurien yksityiskohtaisissa kuvauksissa. Kuvassa 4.8 on esitetty kaupunkimallin dwg-kuvan lähtötiedosto.



Kuva 4.8. Kaupunkimallin dwg-tiedosto ratapihalta. Maanpinnan kolmioverkko on esitetty kuvassa vihreillä kolmioilla. Nykyiset rakennukset on esitetty punaisen eri sävyillä. (Coloma 2012. [kaupunkimalli]). Kuvaan on lisätty pohjoisnuoli sekä katujen nimiä.

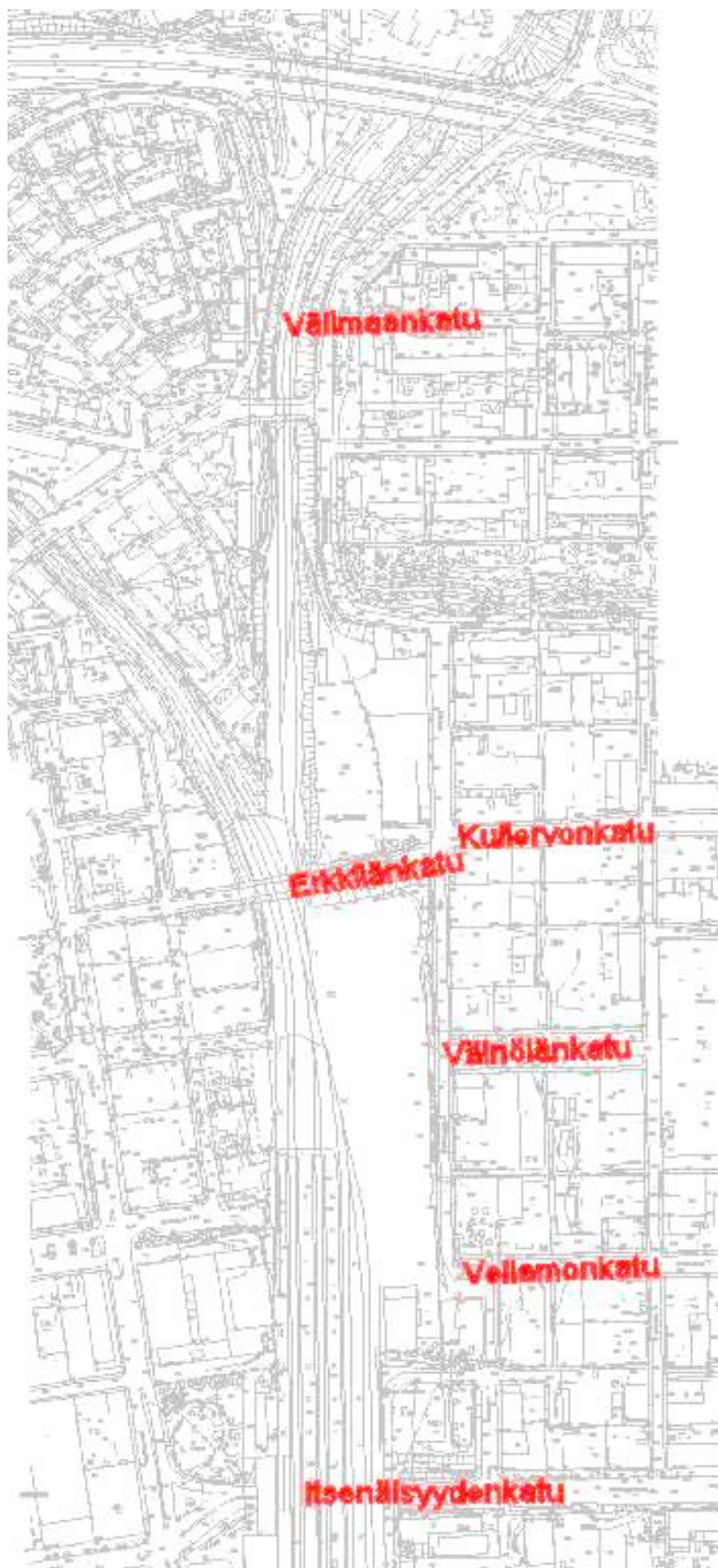
Topografia

Pohjakartta-aineistosta poistettiin kaikki 0-tasossa olevat viivat, pisteet ja objektit. Kartasta poistettiin myös kaikki tasot ja objektit, joiden korkeustiedot olivat oleellisesti erilaiset kuin muun ympäröivän pintamaan. Käytössä olevasta pohjakartta-aineistosta luotiin kolmioverkko. Kolmioverkko muodosti lähtötietojen pintamallin. Kuvassa 4.9 on esitetty pohjakartta-aineisto sivunäkymästä..

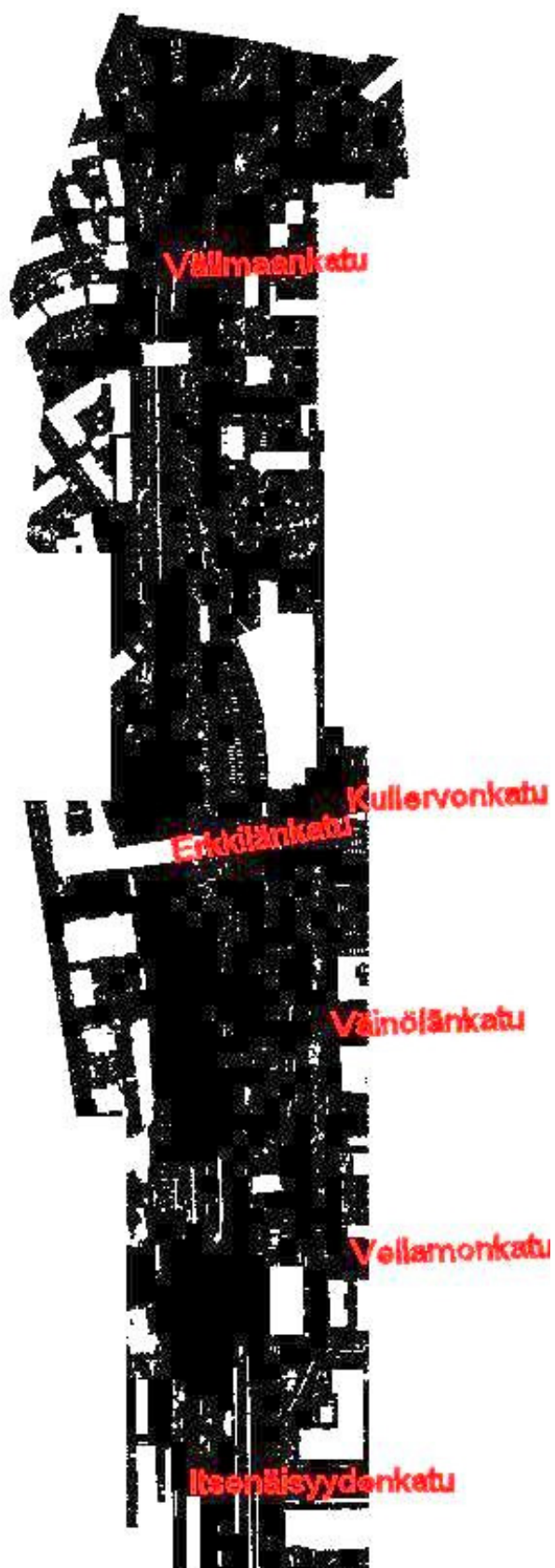


Kuva 4.9. Pohjakartta-aineisto sivulta katsottuna. Kuvassa ylemmällä tasolla ovat kaikki tasot, joilla oikea korkeus. Alemmalla tasolla kaikki viivat ja pisteet, mitkä ovat 0-tasossa. Tasojen väliset pystyviivat alkavat tai loppuvat väärään korkeuteen.

Pohjakartta- ja laserkeilausaineiston laajuus näkyy kuvissa 4.10 ja 4.11.



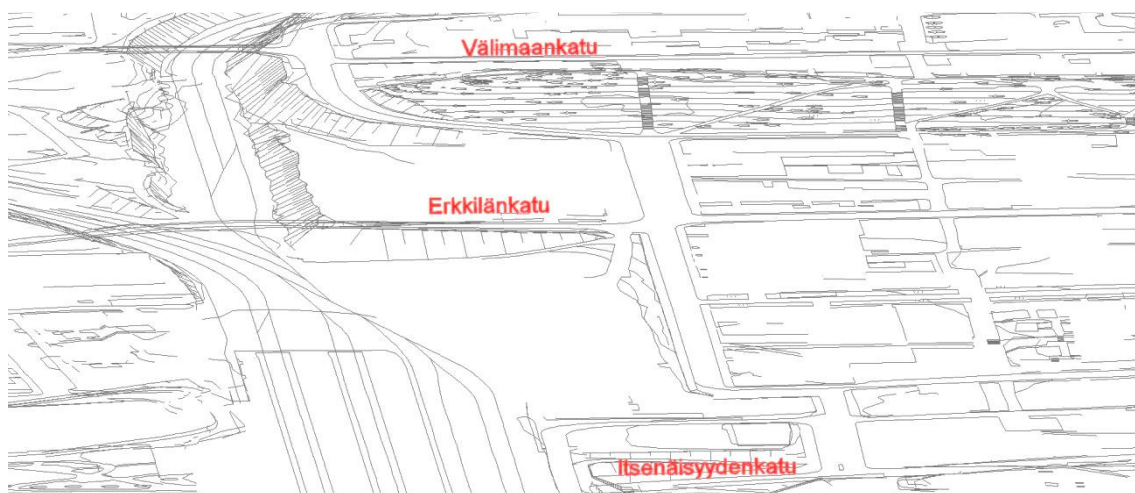
Kuva 4.10. Pohjakartta-aineisto tasokuvassa ratapihalta.



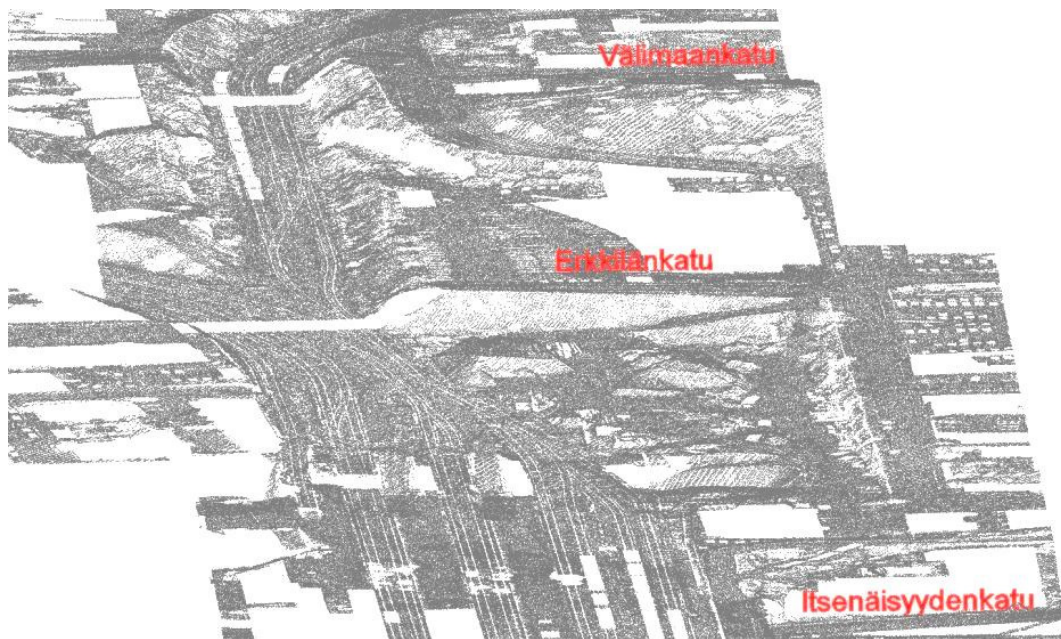
Kuva 4.11. Alkuperäinen laserkeilausaineisto ratapihalta.

Maanpinnan kolmioverkosta saadaan tarkempi viivamaisesta aineistosta kuin pistemäisestä aineistosta. Jyrkkien luiskien kohdalla puuttuu pistemäisestä aineistosta mitattu tieto luiskan yläreunasta, jolloin kolmioidusta pinnasta muodostuu epätarkka. Kuvissa 4.12 ja 4.13 on esitetty pohjakartta- ja laserkeilausaineiston näkymät maanpinnan korkoeroista Itsenäisyydenkadulta katsottuna pohjoiseen päin.

Kuvassa 4.12. näkyy Erkkilänkadun pohjoispuolella radan luiskan reuna, joka on kartoitettu. Sama luiska näkyy kuvassa 4.13., missä luiskan yläreuna on epämääräinen.



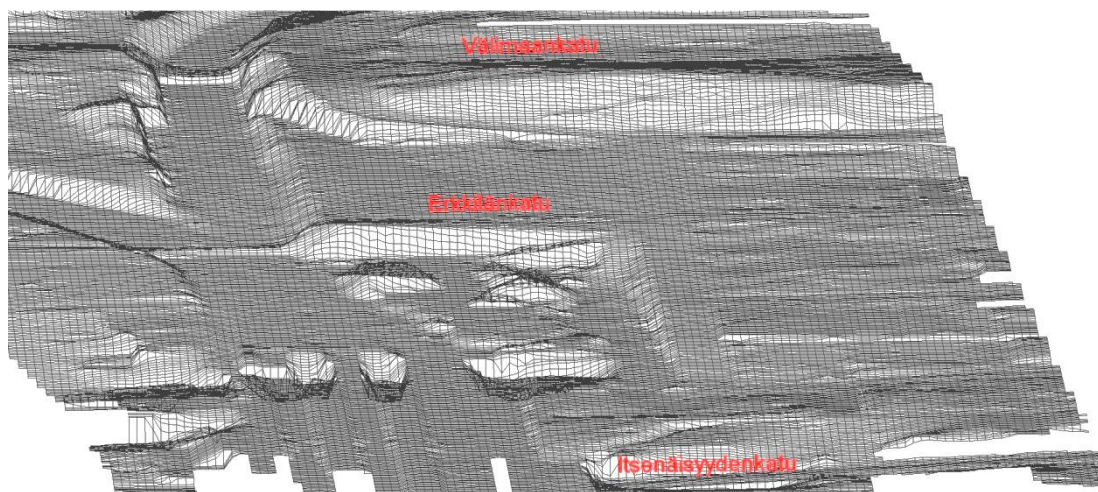
Kuva 4.12. Pohjakartta-aineisto Itsenäisyydenkadulta katsottuna pohjoiseen päin.



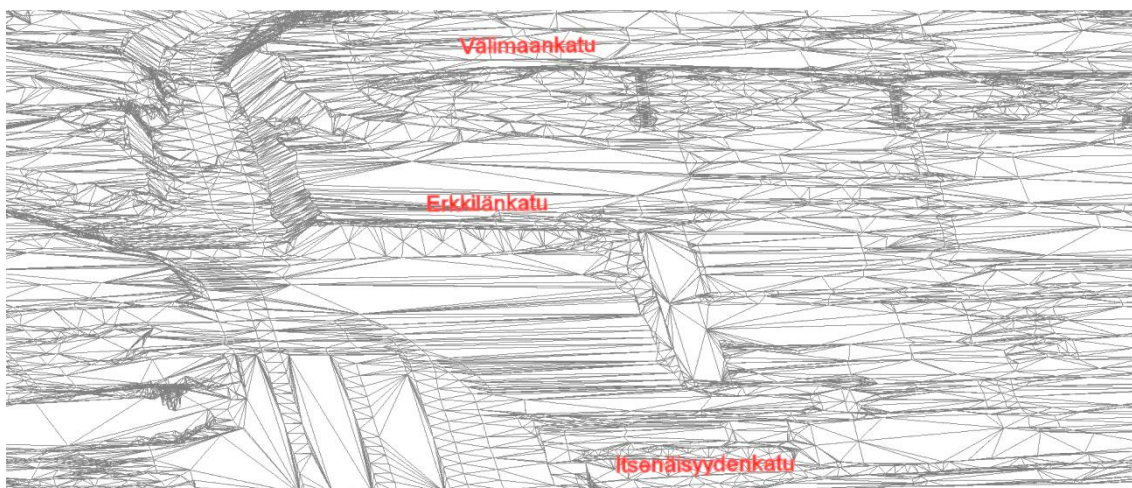
Kuva 4.13. Laserkeilausaineisto Itsenäisyydenkadulta katsottuna pohjoiseen päin.

Laserkeilausaineistossa oli osittain tarkempaa tietoa kuin pohjakartta-aineistossa. Keilausaineistossa oli näkyvissä ratapihalla kiviaineskasoja, kuten kuvista 4.13 ja 4.14 on nähtävissä. Laserkeilausaineisto on mitattu 12.5.2011 ja tietoa voidaan käyttää hyödyksi alustavissa tarkasteluissa. Maanpinnan nykytilanne voidaan varmuudella määrittää ainoastaan kartoittamalla ratapiha-alue Rongankadun alikäytävän rakennustöiden jälkeen.

Laserkeilausaineiston pistetiheys oli ratapihalla suuri, joten pistetiheyttä karsittiin Novapoint-ohjelmalla ja siitä luotiin ulkoinen maastotietokanta. Ulkoisesta maastotietokannasta luotiin neliöverkko. Neliöverkon korkeustieto oli osittain 40 cm korkeammalla kuin pohjakartasta luotu kolmioverkko. Tämä johtuu siitä, että kaikki keilatut pinnat eivät olleet tasaisia kovia pintoja. Kuvassa 4.14 on esitetty neliöverkko 2 x 2 metrin ruutuun harvennetusta laserkeilausaineistosta ja kuvassa 4.15 kolmioverkko pohjakartta-aineistosta.



Kuva 4.14. Neliöverkko 2 x 2 metrin ruutuun harvennetusta laserkeilausaineistosta Itsenäisyydenkadulta katsottuna pohjoiseen päin.

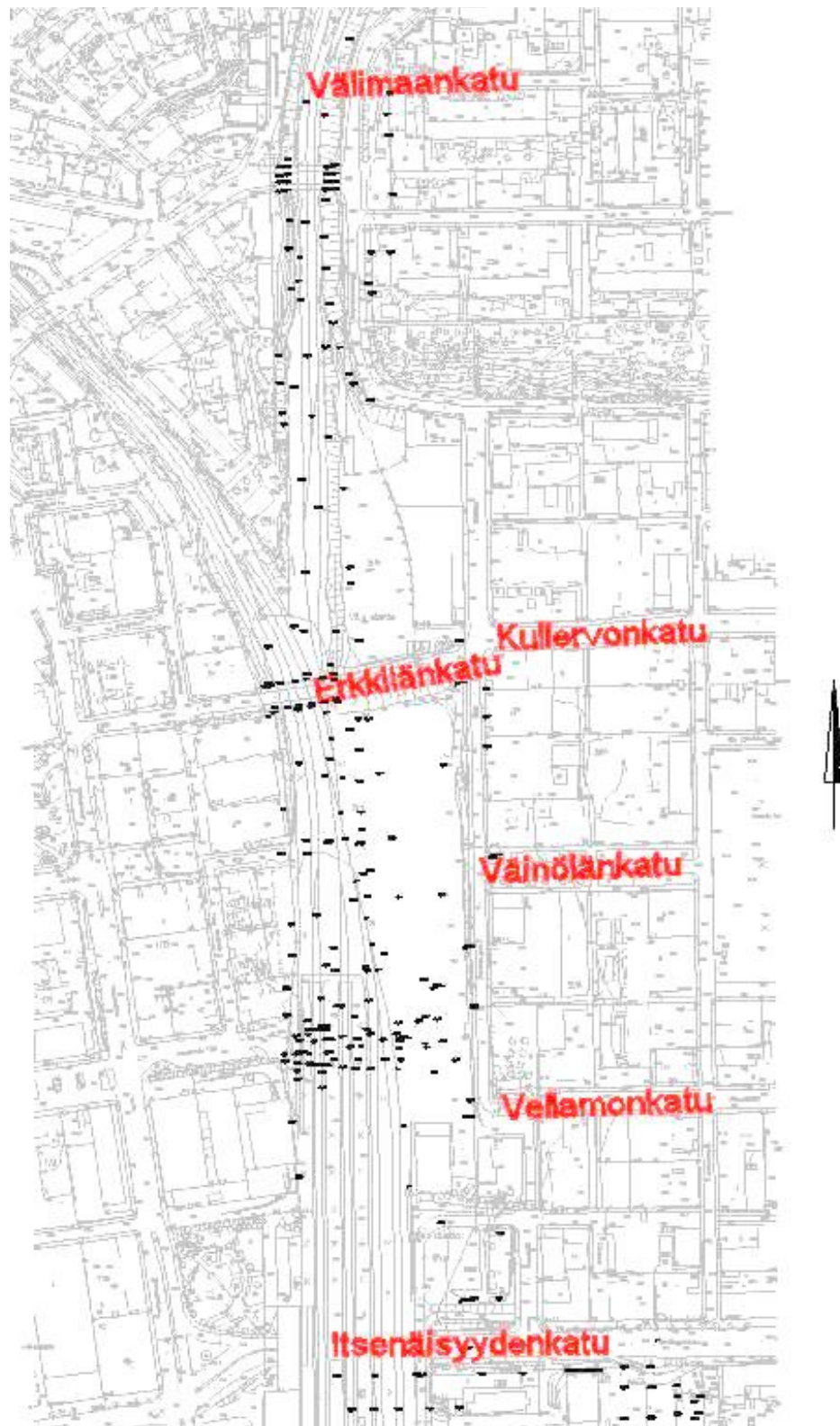


Kuva 4.15. Kolmioverkko pohjakartta-aineistosta Itsenäisyydenkadulta katsottuna pohjoiseen päin.

Pohjatutkimukset

Aineistoa ei käsitelty, vaan se vietiin suoraan tietokantaan. Tietokanta-aineistoon tehtiin maaperätulkinta. Tulkinnaassa määritettiin varmennettujen porakonekairausten perusteella nykyiset kallionpinnan sijainnit kustakin porakonekairauspisteestä. Porakonekairausten määrä ei kuitenkaan ollut tarpeeksi kattava koko alueelta, joten tiedoista ei muodostettu omaa kolmiopintamallia. Tulkitut kallionpinnat päätettiin esittää pistetietoina, jotka sijaitsevat oikeassa koordinaatistossa ja oikeassa korkeudessa.

Erkkilänkadun pohjoispuolella on kallionpinta osittain näkyvissä. Nykyinen rautatie on rakennettu kallioleikkaukseen ja Kastinsilta on perustettu kallion varaan. Kastinsillan kohdalta on maatuen kohdilta tehty 17 kpl porakonekairauksia. Kuvassa 4.16 on esitetty olemassa olevien pohjatutkimusten laajuus.



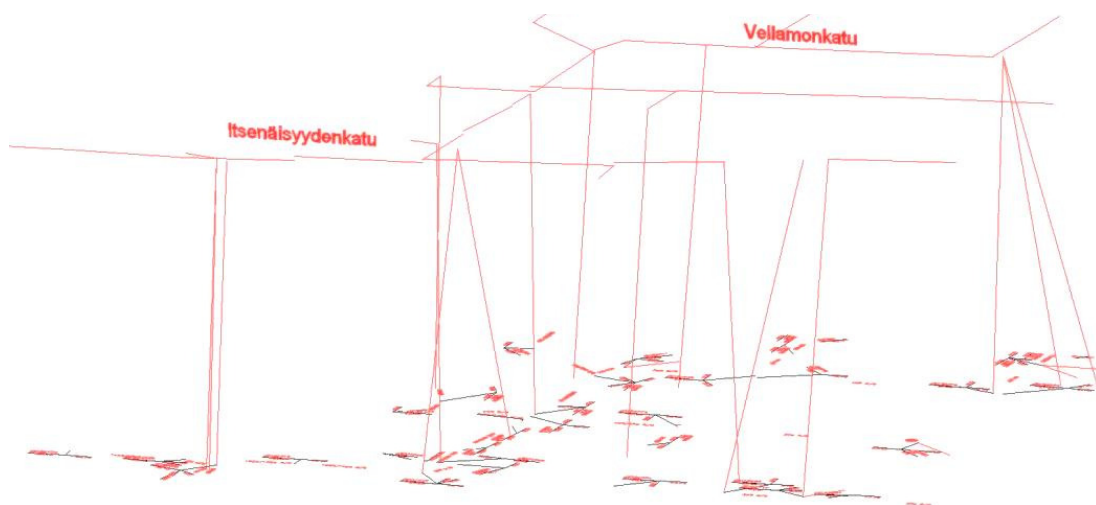
Kuva 4.16. Pohjatutkimukset ratapiha-alueelta. Pohjatutkimukset on esitetty kuvassa mustilla pisteillä.

Maanalaiset rakenteet

Maanalaisten rakenteiden aineisto on jaoteltu kolmeen osaan. Osat ovat vesihuolto, kaukolämpö ja sillan maatuet. Kukin aineisto analysoidaan erikseen.

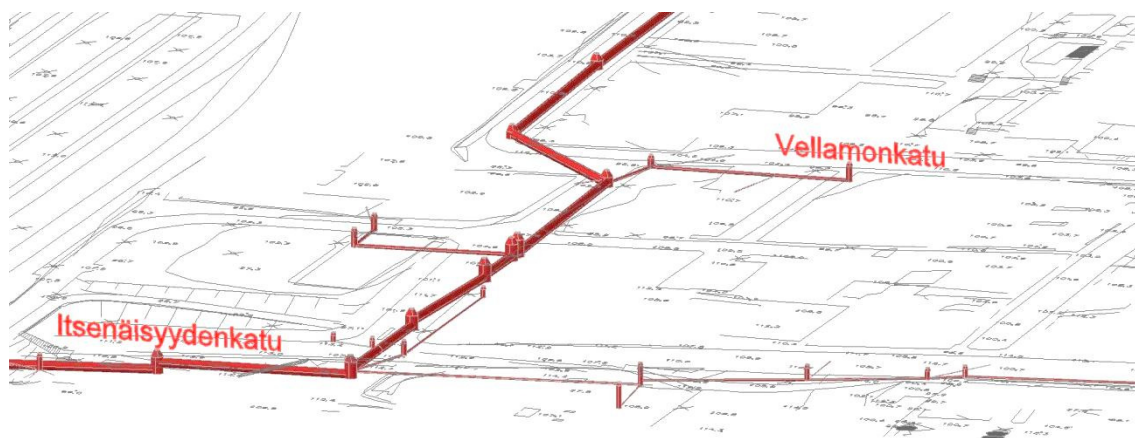
Vesihuolto:

Vesihuoltoon liittyvät putket mallinnettiin Tampereen veden toimittaman dwg-kuvan perusteella. Dwg-kuvassa vesihuolto on esitetty viivoina. Viivat ovat 3D-viivoja, joilla on osittain oikeat korot. Viivan toinen pää on 0-korkeudessa ja toinen pää oikeassa vesijuoksussa. Tämä huomataan tarkastelemalla lähtöaineistoa eri kuvakulmista. Kuvassa 4.17 on esitetty jätevesiviemäri Itsenäisyydenkadun kohdalta.



Kuva 4.17. Itsenäisyydenkadun jätevesiviemäri Tampereen veden dwg-kuvassa.

Viemärilinjat mallinnettiin Water&Sewer-ohjelmalla. Vesijuoksujen korkeudet saatiin kuvan teksteistä. Kaikki vesijuoksujen korkeudet syötettiin käsin. Kuvassa 4.18 on esitetty Itsenäisyydenkadun jätevesiviemäri mallinnettuna.



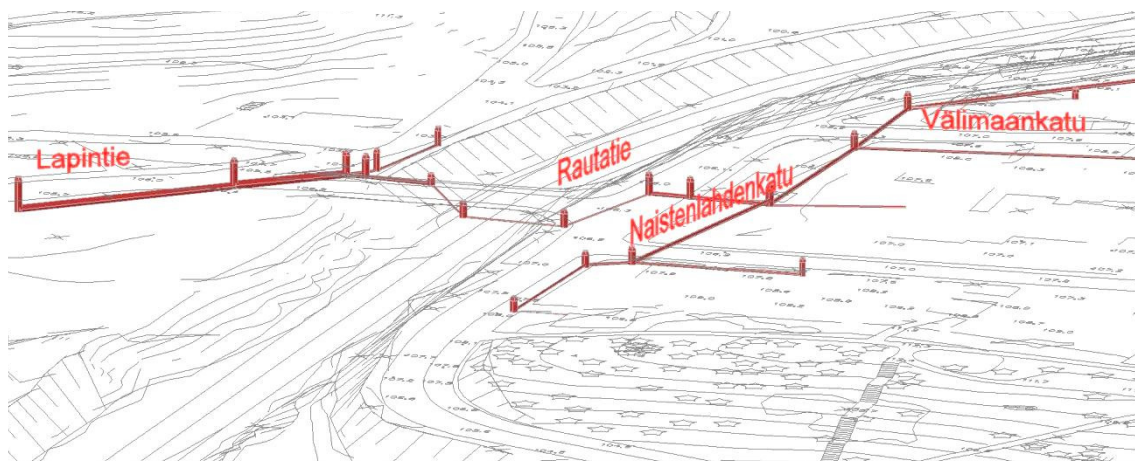
Kuva 4.18. Itsenäisyydenkadun jätevesiviemäri mallinnettu dwg-kuva.

Jätevesiviemäreiden runkolinjojen vesijuoksujen korkeudet löytyivät suurilta osin aineistosta. Kohdissa, joista korkeudet puuttuivat, interpoloitiin vesijuoksujen korkeudet edellisen ja seuraavan kaivon perusteella. Tonttviemäreiden korkeuksista ei ollut tietoa.

Peltokadulla oleva vanha DN1000/1500 tiiliviemäri on poistettu käytöstä, mutta viemäriputki on jätetty maahan kadun alle. Vesijuoksun korkeustieto puuttui ainoastaan lähtökaivosta ja se arvioitiin.

Kullervonkadun runkoviemäristä puuttui yhdeltä kohtaa vesijuoksun korkeus, joka myös pystyttiin arvioimaan viereisten vesijuoksujen perusteella.

Naistenlahdenkadulla ja siihen liittyvän Välimaankadun risteyksestä puuttui viemärien korkeudet joka suuntaan. Korkeudet interpoloitiin edellisen ja seuraavan kaivon perusteella. Naistenlahdenkadulta lähtevän rautatien alittavan sukellusviemäriin korkeudet olivat puutteelliset. Korkeudet arvioitiin nykyisen rautatien pinnasta tiettyyn peitesyvyyteen. Kuvassa 4.19 on esitetty sukellusviemäri Kastinsillan kohdalla.



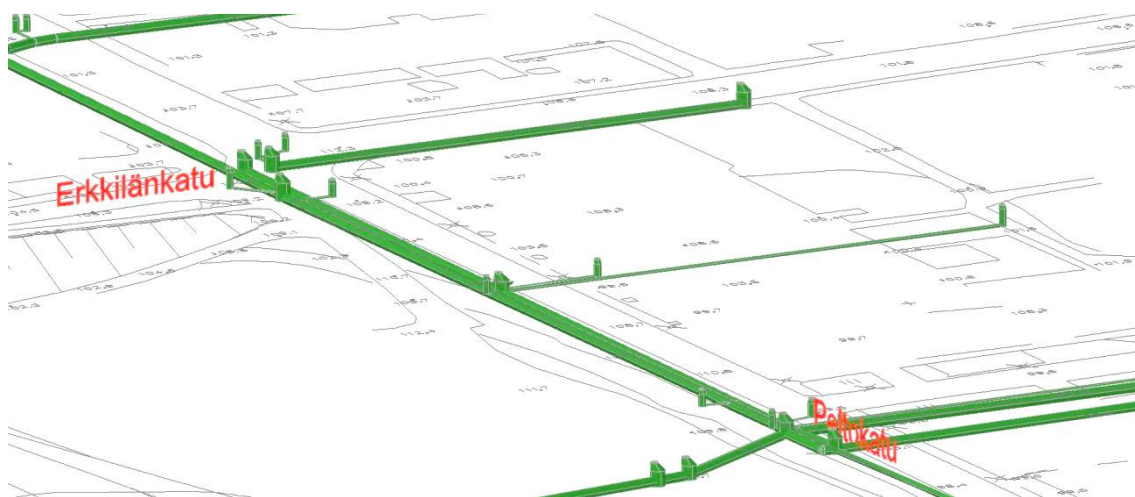
Kuva 4.19. Kastinsillan jäteveden sukellusviemäriin mallinnettu dwg-kuva.

Vesijohtojen peitesyvyyksiin tehtiin paljon oletuksia. Lähtökohtana pidettiin 2.2 metrin peitesyvyyttä. Vesijohdon korkeusasemaa nostettiin tai laskettiin, siten, että se ei törmää muiden putkien ja johtojen kanssa. Kastinsillan kohdalla vesijohdon sijoitus korkeussuunnassa tehtiin vanhan siltasuunnitelman perusteella. Rautatien alituksessa Väinölänkadun kohdalla oli keskustan puoleisen venttiilin korkeus tiedossa. Vesijohdon korkeudet interpoloitiin rautatien alitse. Itsenäisyydenkadulla vuonna 1990 rakennettu DN300SG vesijohto on kartoitettu ja oikeassa korkeudessa.

Hulevesiviemäreiden runkolinjojen vesijuoksujen korkeudet löytyivät suurilta osin aineistosta. Ongelmakohtiksi muodostuivat erittäin vanhat viemäriinjat sekä ritiläkaivojen vesijuoksujen korkeudet. Pääsääntöisesti ritiläkaivojen putkimateriaalina käytettiin 225B ja kaltevuutena 1:100. Muutamassa kohdassa oli materiaaliksi merkattu 200M. Jos kaltevuus 1:100 ei ollut riittävä, sitä kasvatettiin.

Itsenäisyydenkadun huleveden runkolinjan vesijuoksut löytyivät asematunneliin asti, jonka jälkeen korkeudet interpoloitiin seuraavan löydetyn korkeustiedon perusteella.

Peltokadulla sijaitsi kaksi DN1000 tiiliviemärin runkolinjaa, joista toinen on poistettu käytöstä. Vesijuoksun korkeustietoja oli vähän saatavilla dwg-kuvasta. Korkeuksia etsittiin myös vanhoista suunnitelmista, joiden mukaan linjat lopulta mallinnettiin. Mallinnuksessa nimettiin arvioitujen hulevesiputkien ja kaivojen tasot epävarmoiksi esimerkiksi epävarma_sadevesi_nykyinen_1000B. Kuvassa 4.20 on esitetty Peltokadun epävarmat hulevesiputket.



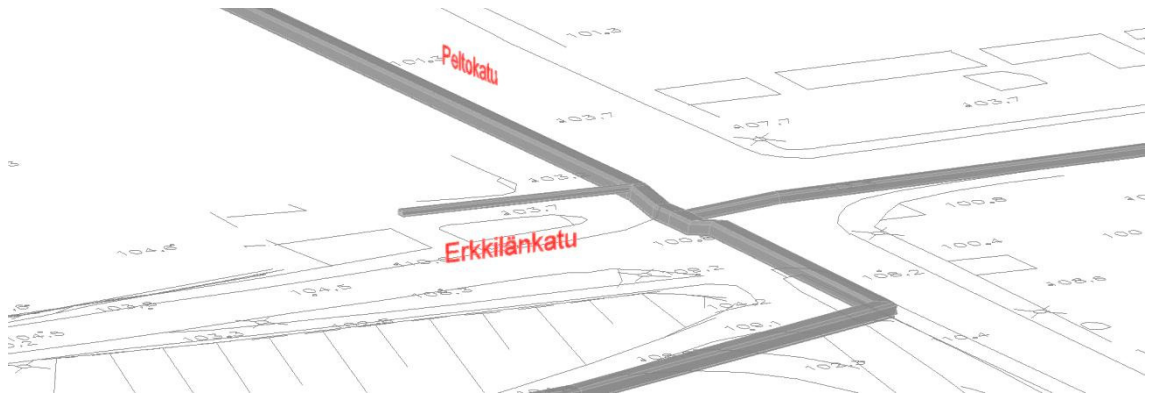
Kuva 4.20. Peltokadun epävarman hulevesilinjan mallinnettu dwg-kuva.

Koko Tammelan alueen hulevedet johdetaan rautatien alitse Väinölänkadun kohdalla. Vesijuoksujen korkeuksia puuttui jopa vanhoista suunnitelmista. Korkeudet interpoloitiin olemassa olevien tietojen perusteella.

Lähtökohtaisesti puuttuvia korkeustietoja haettiin vanhoista skannatuista pdf-tiedostoista ja tif-kuvista. Vanhojen suunnitelmien korkeusjärjestelmänä on käytetty NTRE-korkeutta, joka muutettiin N2000-korkeuteen. Jos korkotietoja ei löytynyt, ne interpoloitiin.

Kaukolämpö:

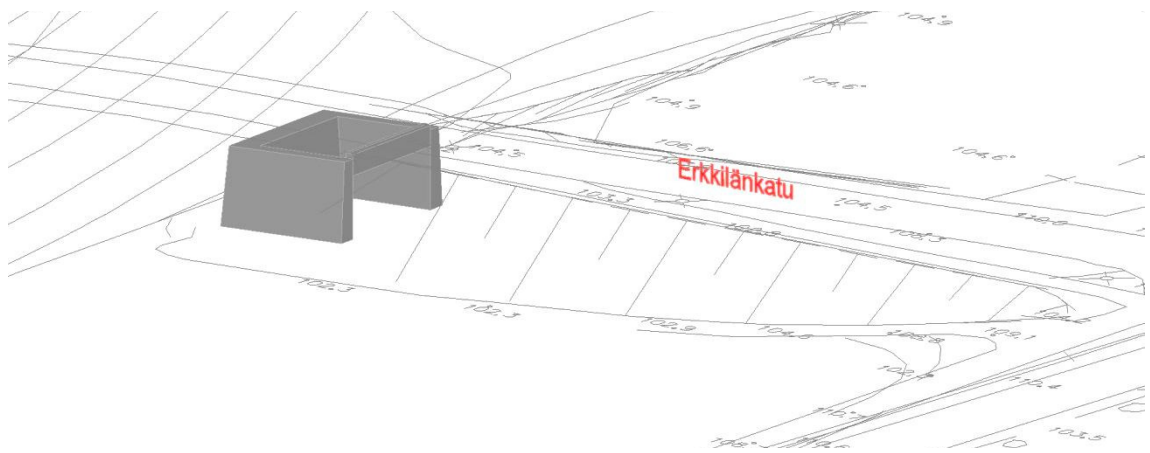
Kaukolämmön mallinnus tehtiin Novapoint Water&Sewer- sekä Terrain-ohjelmalla. Kaukolämmön sijainnit saatiin dwg-kuvasta. Tarkemitattuja korkeuksia löytyi Erkkilänkadulta ja Peltokadulta. Loput korkeudet saatiin vanhoista suunnitelmista. Vanhat kaukolämpöputket on suojattu betonikaukaloilla. Vanhoissa suunnitelmissa oli tietoa kaukaloiden mitoista ja sijainneista. Kaukalot mallinnettiin 3D-objekteina. Kuvassa 4.21 on esitetty kaukolämmön betonikaukaloita Peltokadulla.



Kuva 4.21. Kaukolämmön betonikaukalon mallinnettu dwg-kuva.

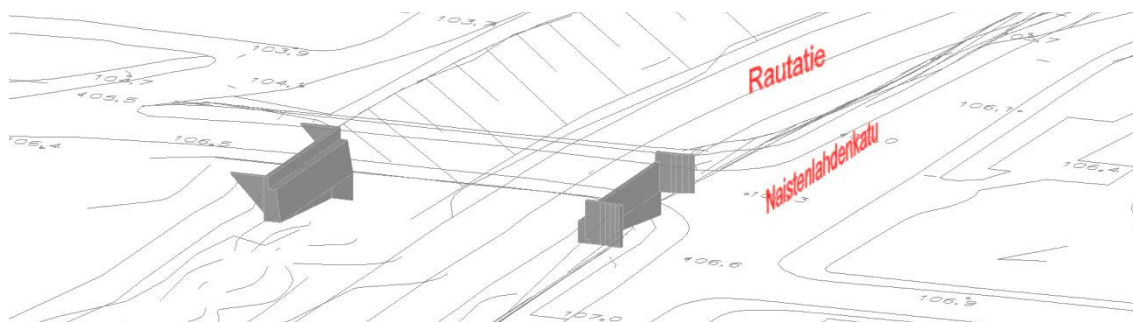
Sillan maatu:

Alueella sijaitsee neljä siltaa, Erkkilän ylikulkusilta, Kastin ylikulkusilta, Tullin risteys-silta sekä Aseman alikulkusilta. Aseman alikulkusillan ja Tullin risteyssillan maatuksia ei mallinnettu tässä työssä. Erkkilän ylikulkusillan maatuki 2 mallinnettiin Autocad-ohjelmalla. Maatuen sijainti määritettiin vanhan maatuki 2 -mittapiirustuksen perusteella sekä Erkkilänkadun suunnitelman perusteella. Erkkilänkadun suunnitelmaa ei ollut saatavilla sähköisenä. Suunnitelma skannattiin ja asemoitiin oikeaan koordinaatistoon. Mittalinjan paalutus saatiin vanhasta suunnitelmasta. Erkkilänsillan maatuen mallinnus on esitetty kuvassa 4.22.



Kuva 4.22. Erkkilänsillan maatuen 2 mallinnettu dwg-kuva.

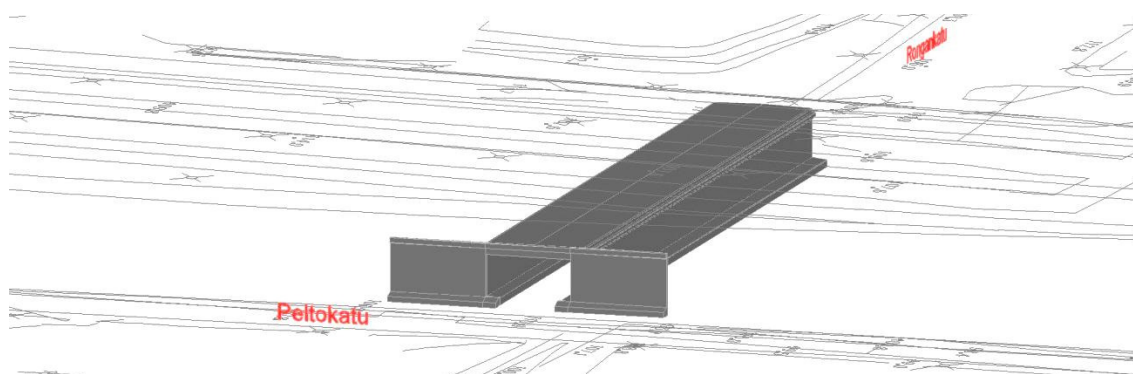
Kastinsillan maatumien sijainti määritettiin yleispiirustuksen sekä pohjakartta-aineiston perusteella. Maatumet on perustettu maanvaaraan kallion päälle. Maatumien alapinnat määritettiin vanhojen piirustusten mukaan. Kuvassa 4.23 on esitetty Kastinsillan maatumet.



Kuva 4.23. Kastinsillan maatumien mallinnettu dwg-kuva.

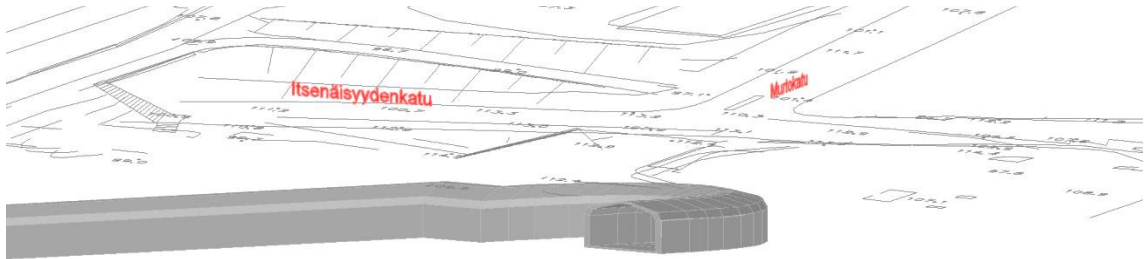
Tunnelit

Alueella sijaitsee kaksi tunnelia: Rongankadun alikäytävän tunneli sekä P-Hämpin parkkiin johtava tunneli. Rongankadun alikäytävän suunnitelmat saatiin sähköisenä dwg-kuvana. Kuvasta mallinnettiin tunnelirakenteen betonin sisä- ja ulkopinnat. Tunnelista puuttuu kevyen liikenteen porraskäytävyyhteudet rautatien asemalaitureille. Porraskäytäviä ei mallinnettu, koska lähtötietomallin aluerajaus ulottui nykyisen radan itäreunaan. Alikäytävän betoniseinien muoto ei vastaa täysin suunniteltua Rongankadun puoleisessa päässä. Kuvassa 4.24 on esitetty Rongankadun alikäytävän mallinnettuna.



Kuva 4.24. Rongankadun alikäytävän mallinnettu dwg-kuva.

P-hämpin parkin Itsenäisyydenkadun ajoluiska mallinnettiin suunnitelmista. Ajoluiskan korkeusasema saatiin pituusleikkauksesta. Korkotaso muutettiin N2000-järjestelmään. Tunnelin poikkileikkausmuodon leveys vaihtelee Tässä tunneli mallinnettiin samalla poikkileikkauksella. Tunnelin yläpinnan sijainti on hyvin lähellä todellista sijaintiaan.



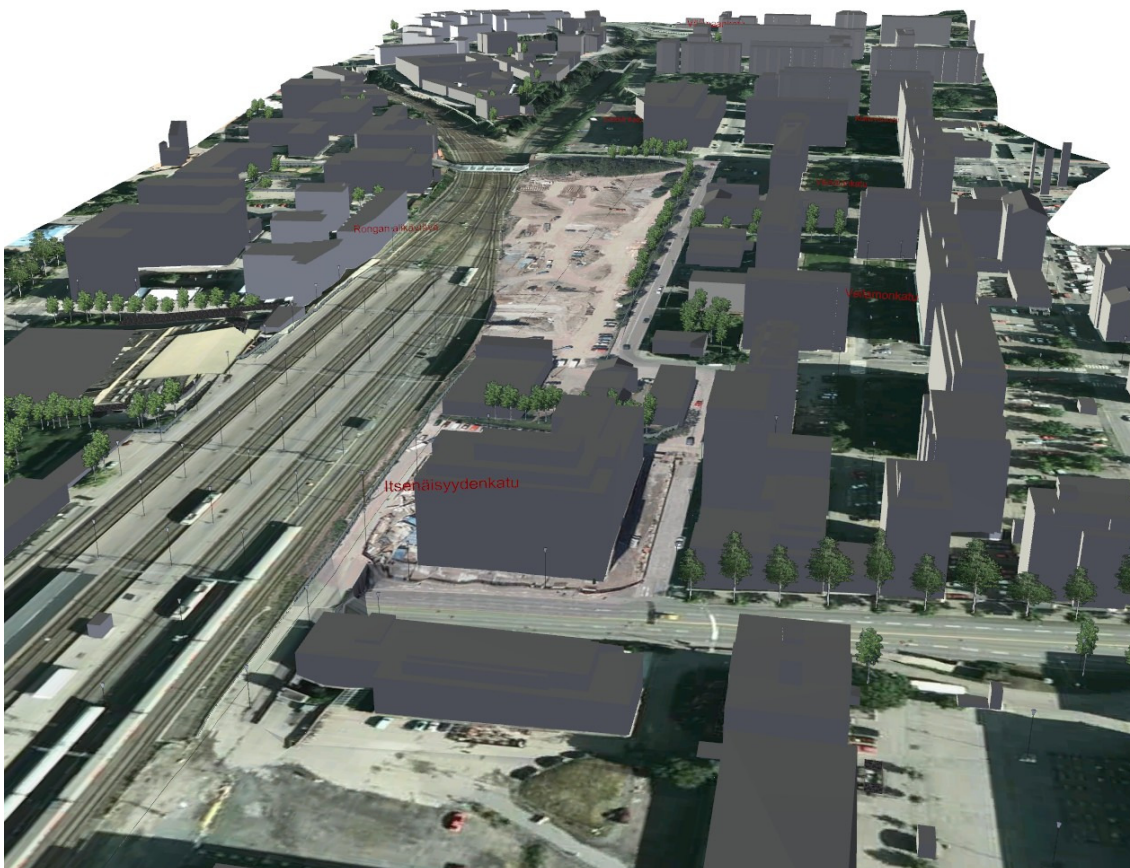
Kuva 4.25. P-Hämpin ajotunnelin mallinnettu dwg-kuva.

Temaattinen paikkatieto

Kaavatietoja ei mallinnettu.

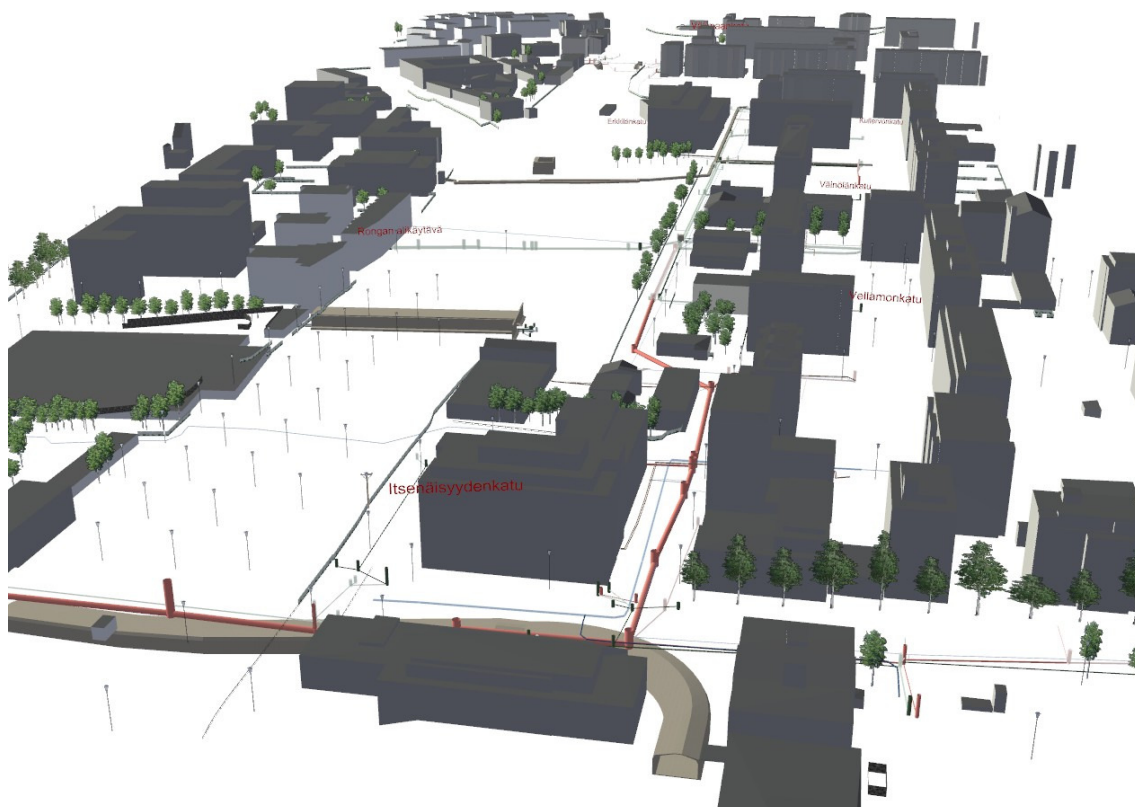
4.3.2 Mallin esittely

Kaupunkimallin ja maanalaisten rakenteiden lähtötietojen koordinoitua mallia kutsutaan yhdistelmämalliksi. Yhdistelmämallissa on esitetty maanpäälliset ja maanpinnan alapuoliset rakenteet yhdessä. Malli esittää kaupungin nykytilanteen virtuaalisesti. Laajan alueen nykytilanteesta saadaan selkeä käsitys. Kuvassa 4.26 on esitetty koko ratapiha-alueen yhdistelmämallin maanpäälliset rakenteet.



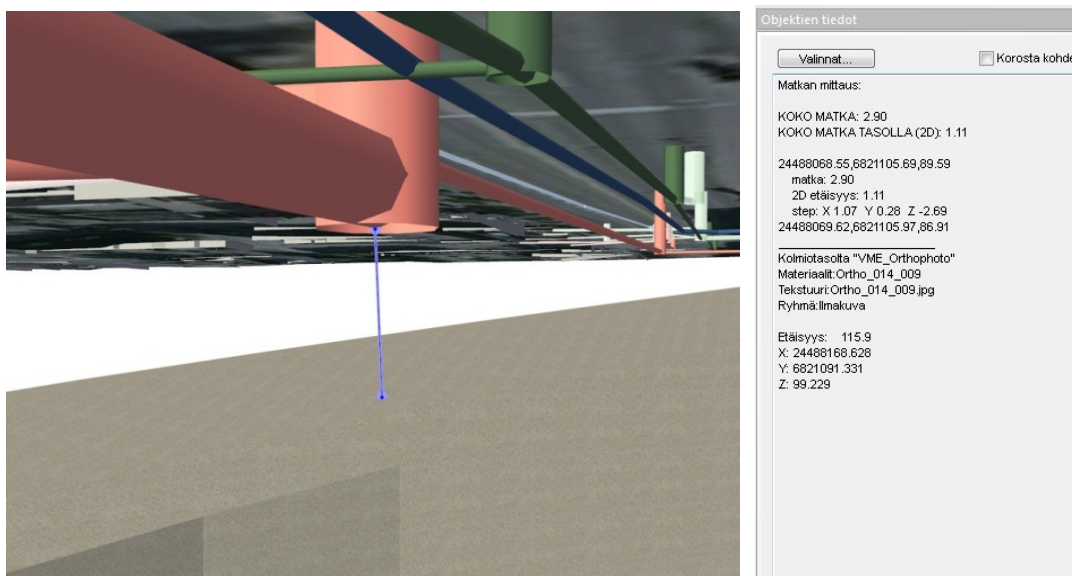
Kuva 4.26. Ratapiha-alueen yhdistelmämalli.

Objektit on tuotu malliin omille tasoilleen, jolloin niiden sammutus kuvasta onnistuu helposti. Jos halutaan tarkastella maanpinnan alapuolisia rakenteita, voidaan ilmakuva ja maanpinnan kolmioverkko sammuttaa mallista. Mallissa voidaan esittää kaikki ne rakenteet ja asennukset, mitkä ovat mallinnettu. Kuvassa 4.27. on esitetty maanpinnan alapuoliset rakenteet samasta näkymästä kuin kuvassa 4.26.



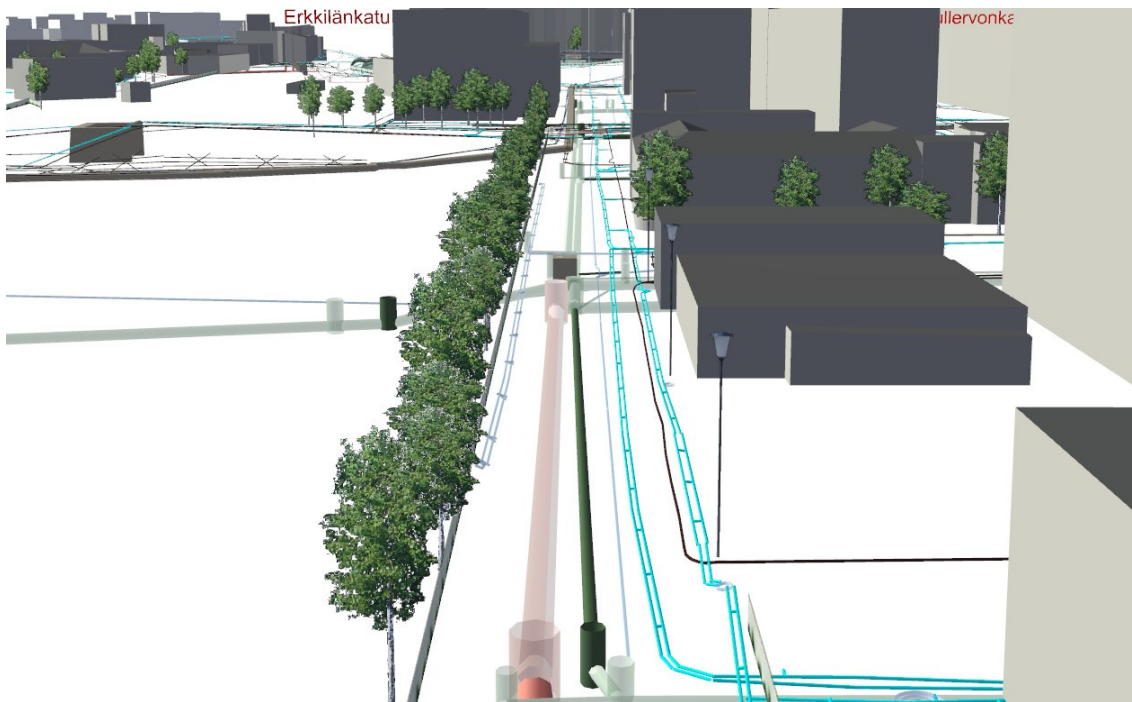
Kuva 4.27. Ratapiha-alueen yhdistelmämallin maanpinnan alapuoliset rakenteet ja asennukset.

Mallin avulla voidaan mitata nykyisten objektien etäisyyksiä tai tehdä törmäystarkaste-
luita. Kuvassa 4.28 on esitetty etäisyydenmittausta.

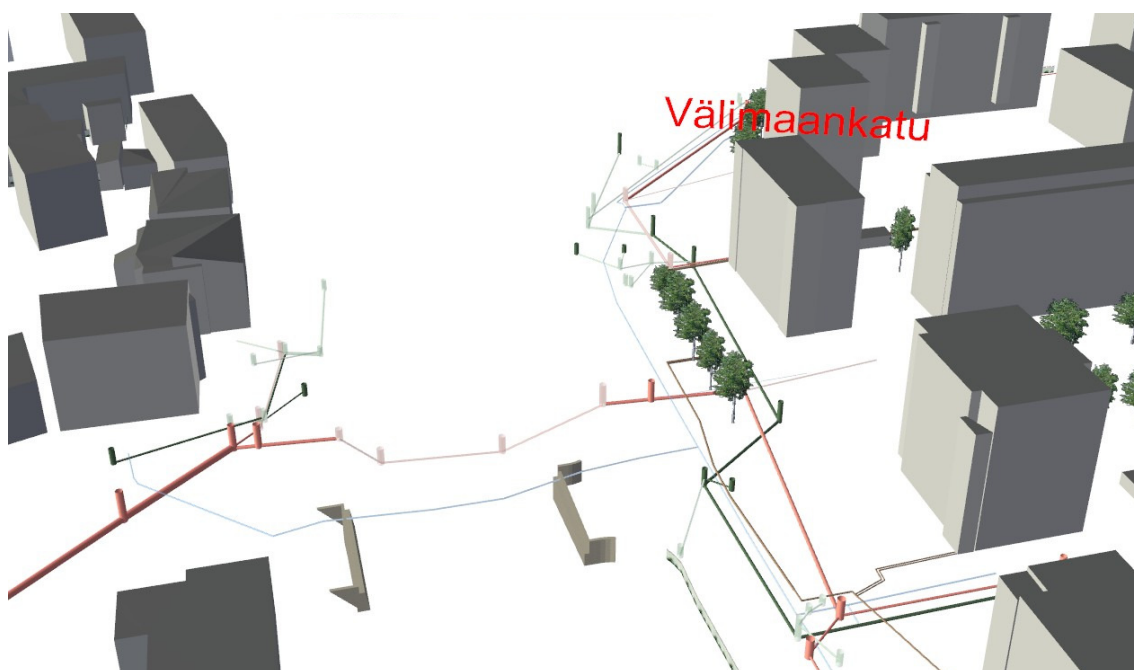


Kuva 4.28. Etäisyydenmittausta objektien välillä. Vaaleansininen pystyviiva kuvaa etäisyyden mittanauhaa.

Nykyiset maanalaiset rakenteet ovat hyvin lähellä oikeaa sijaintiaan x-, y- ja z-koordinaateissa. Epätarkat vesihuollon putket ja kaivot on esitetty haalealla läpinäkyvällä värillä mallissa. Kuvassa 4.29 on esitetty Peltokadun ja kuvassa 4.30 Kastinsillan vesihuoltojärjestelmiin liittyvien laitteiden epätarkkoja sijainteja.

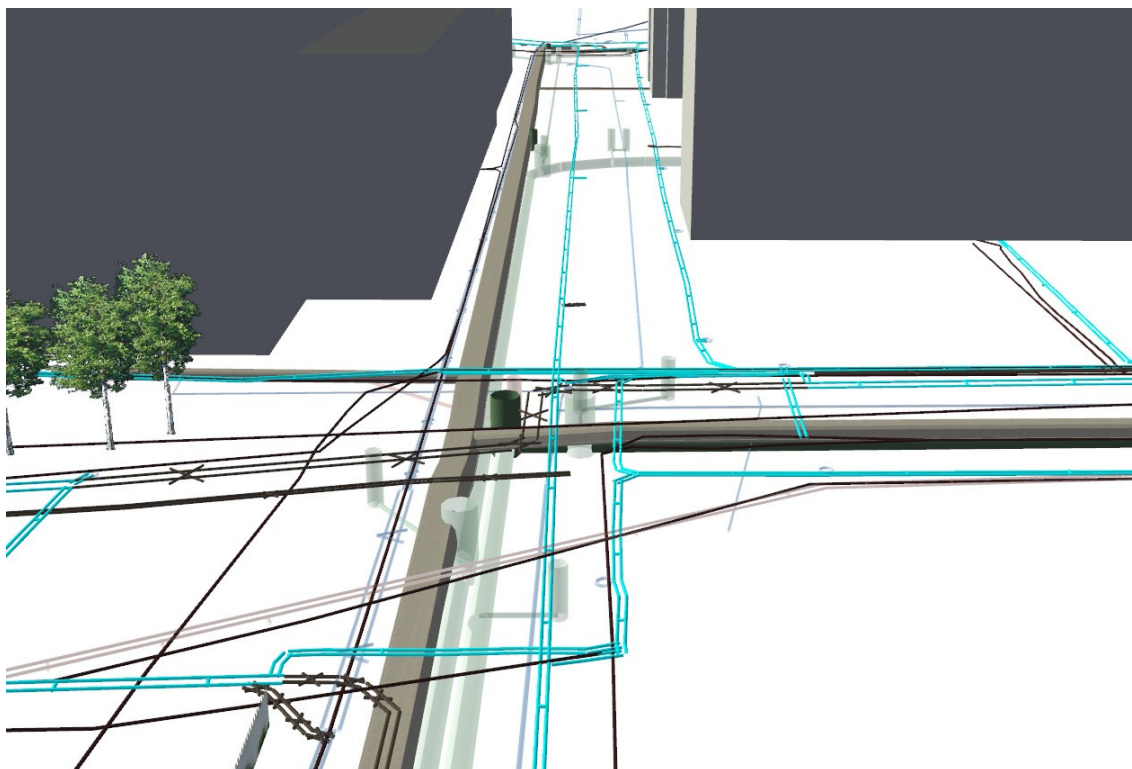


Kuva 4.29. Peltokadun katualueen vesihuoltojärjestelmät. Epätarkat putket ja kaivot on esitetty haalealla läpinäkyvällä värillä. Vihreä väri kuvaa hulevettä ja punainen väri jätevettä. Muut johdot kuvaavat sähkö- ja telekaapeleita.



Kuva 4.30. Kastinsillan ympäristön vesihuoltojärjestelmät. Epätarkat putket ja kaivot on esitetty haalealla läpinäkyvällä värillä. Vihreä väri kuvaa hulevettä ja punainen väri jätevettä.

Kaikkien maanalaisten rakenteiden esittäminen yhdessä kuvassa saattaa näyttää sekavalta. Esimerkiksi katualueella saattaa olla useita suojaputkia, johtoja, putkia, betonielementtejä ja kaivoja. Kaukolämpöön ja vesihuoltoon liittyvien kaivojen muotoa ja kokoa ei aina ole saatavilla. Niiden esittäminen täysin oikeanlaisina onkin hieman haastavaa. Mallissa elementit ja kaivot voivat hieman osua toisiinsa. Kuvassa 4.31 on esitetty tiedossa olevat kadun maanpinnan alapuoliset rakenteet ja laitteet.



Kuva 4.31. Kadun maanpinnan alapuoliset rakenteet ja laitteet.

4.4 Tiedonsiirto ja sen haasteet

Tietoteknisten välineiden hyödyntäminen tehokkaasti on edellytys sujuvaan tiedonsiirtoon. Jos tieto ei siirry vaiheesta toiseen, joudutaan sitä tuottamaan uudestaan eri muodoissa. Paperidokumentilla toimitettua tietoa on hankalaa hyödyntää tietokoneavusteisessa suunnittelussa suoraan. Tieto täytyy piirtää suunnitteluohjelmilla ja sitä ei pystytä siirtämään suoraan rekistereihin. Yleinen käsitys on ollut, että yhteisen tietomallin tai siirtoformaatin puuttuminen on esteenä tiedonhallinnan kehittämiseksi. (Hyvärinen et al. 2010. s. 14 -15.)

Teknologian kehittämiskeskus (TEKES) ja Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto (SKOL) rahoittivat vuonna 2001 esiselvityksen, jossa tutkittiin tiedonsiirtomenetelmien kehitystarpeista ja kehitysmahdollisuuksista infra-hankkeissa. Tiedonsiirtoon ei ole ollut kansallisia standardeja ja formaattien määrä oli jatkuvasti kasvanut paikkatieto-ohjelmien määrän lisääntymisen myötä. CAD-ohjelmien yleistymisen myötä on piirto-tiedostoformaattien (dxf, dwg ja dgn) käyttö lisääntynyt tiedon siirrossa. Tästä johtuen ovat eri konsultit ja kaupungit laatineet omia piirtotasomäärittelyjä (Liukas 2001. s. 3 ja 12).

Pilot-kohteen lähtötietoaineisto kerätään ja mallinnetaan. Koko aineisto luovutetaan tilaajalle jatkosuunnittelua varten sähköisinä dwg-kuvina. Suurin hyöty saadaan mallinnetuista dwg-kuvista, joiden tiedot ovat olleet aikaisemmin paperidokumentilla.

4.4.1 Inframodel

Vuoden 2001 esiselvitys sai jatkoa Inframodel-hankkeesta vuosina 2002 – 2003. Hankkeen tavoitteena oli yhteisen tietomallin kehittämiseen tähtäävän työn aloittaminen kansallisella tasolla. Rahoittajina toimivat TEKES, SKOL, Tiehallinto ja Ratahallintokeskus (nykyisin Liikennevirasto), Tieliikelaitos (nykyisin Destia Oy) ja VTT. Hankkeessa tarkasteltiin kansainvälisen LandXML-standardin version 1.0 soveltuvuutta suunniteluohjelmistojen väliseen tiedonsiirtoon. (Inframodel 2003. s. 2 ja 15.)

Tietomallien kehitystyö vaatii pitkän aikavälin ja hankkeessa päädyttiin nykyisten käytössä olevien siirtoformaattien ohjeistamiseen ja yhdenmukaistamiseen sekä LandXML-standardin tarkasteluun tiedonsiirron tietosisällön kannalta. Hankkeen lopputuloksena saatiin ohjeet sijaintitiedon toimittamiseen Maanmittauslaitokselle, pohjatutkimusformaattiin, tielaitos -formaatin kehittämiseen sekä LandXML siirtotiedostojen määrittelyihin. (Inframodel 2003.)

Inframodel-hanke sai jatkoa vuonna 2004 Inframodel2-hankkeesta, jonka tarkoituksena oli toteuttaa LandXML-standardiin perustuva tiedonsiirtomenetelmä eri suunniteluohjelmistojen välille. Tätä hanketta koordinoivat Suomen suurimmat ohjelmistotoimittajat Centroid (nykyisin Sito tietotekniikka Oy), Tekla Oyj ja Vianova Systems Finland Oy. Kehitystyössä ja rahoituksessa olivat mukana myös TEKES, VTT, Tiehallinto ja Ratahallintokeskus (nykyisin Liikennevirasto), Tieliikelaitos (nykyisin Destia Oy), Oy VR-Rata Ab (nykyisin VR Track Oy), Merenkululaitos, Helsinki, Espoo, Tampere, Oulu ja muutamia Suomen suurimpia konsulttitoimistoja. (Inframodel2 2006.)

Projektissa päätettiin noudattaa muun muassa seuraavia periaatteita:

- käytetään InfraRYL:in mukaista nimikkeistöä
- määrittelyn pohjana käytetään Inframodel-hankkeessa tehtyjä vaatimusmäärittelyjä
- tiedonsiirron pitää mahdollistaa suunnittelutyön jatkaminen helposti toisessa järjestelmässä
- projektissa keskitytään tiedonsiirtoon, mutta pyritään huomioimaan koneohjauksen tarpeet
- pääsääntöisesti siirretään suunnittelun lopputuloksia
- tiedonsiirto toteutetaan LandXML-kuvausta hyödyntämällä. (Inframodel2 2006. s. 11).

Määrittelyn suurimmaksi ongelmaksi tiedonsiirrossa muodostui joko lähtötietojen (eli mitoitustietojen) tai suunnittelutietojen siirtäminen. Erityisen ongelmalliseksi tilanne koettiin väylän rakenteen tietojen siirrossa. Projektissa keskityttiin seuraaviin kokonaisuuksiin: suunnitelman siirtotiedoston otsikkotietoihin, maastomallin ja maaperämallin pintoihin, väylien geometriaan ja rakennemalleihin ja vesihuoltoverkostoihin. (Inframodel2 2006. s. 12.) Projektin tuloksena laadittiin kattava dokumentti Inframodel-menettelystä. Inframodel-menettelmä on LandXML-skeeman suomalainen kuvaus (Inframodel2 2006).

Vuonna 2010 päivitettiin Inframodel-menetelmä vastaamaan vuoden 2008 LandXML 1.2-versiota. Loppuraportissa todetaan myös, että Inframodel-menetelmän tulisi tulevaisuudessa pohjautua LandXML-standardiin, jotta laajemmalle kehitettyjen ratkaisujen soveltaminen ulkomailla olisi mahdollista. (Hyvärinen, J., Porkka, J. 2010. s. 15.)

Eri suunnitteluohjelmistot lukevat eri formaatteja ja yleisesti käytössä oleva tiedonsiirtoformaatti on tähän asti ollut dwg, koska lähes kaikki ohjelmat tuottavat ja lukevat sitä. Ongelmaksi muodostuu tiedonsiirrossa hävinneet tiedot, jotka seuraava suunnittelija joutuu uudestaan tekemään. Myös siirrettyjen piirustusten ulkoasu muuttuu eri kynätiedostoista ja tilaajien erilaisista vaatimuksista johtuen. Inframodel-menetelmän mukainen tiedonsiirto on otettu käyttöön Tiehallinnon ja Ratahallintokeskuksen (nykyisin Liikennevirasto) pilot-hankkeissa vuodesta 2007 lähtien. Pilot-kohteita tehdään myös kaupunkien välisissä yhteistyöhankkeissa ympäri Suomea ja näistä hankkeista saatu tieto auttaa kehittämään tiedonsiirtomenetelmiä infra-alalla. Suunnitelmissa käytettäviltä ohjelmistoilta vaaditaan yhä useammin Inframodel-menetelmän mukaisia LandXML-formaatissa olevia suunnitelmia. Suunnitelmien tuottaminen Inframodel-menetelmän mukaisesti auttaa yhtenäistämään ja tehostamaan tiedonsiirron prosessia.

4.4.2 LandXML

XML on lyhennys sanoista eXtensible Markup Language. Se tarkoittaa yleistä menetelmää, jota voidaan soveltaa tietojen määrittämiseksi ja määrittelyn mukaisten tietojen kuvaamiseksi tietokonesovelluksilla tulkittavassa muodossa. LandXML on XML-pohjainen avoin tiedonsiirron formaatti, joka sisältää määrittelyt infran suunnitteluun ja maanmittaustietoon. LandXML-formaattia käytetään maanrakentamisessa, väylien rakentamisessa ja väylien ylläpidossa. (Eurostep 2010. s. 9 ja 18.)

LandXML on tietorakenne tiedonsiirtoon, eikä se ota kantaa suunnitelmatiedon kuvaustekniikkaan. Kuvaustekniikka toteutetaan yksilöllisesti kussakin sovellusohjelmassa (Inframodel 2004. s. 11). LandXML-siirtotiedoston tietomallin rakenne määritellään skeemassa. Skeema sisältää muun muassa listauksen rakenteesta, elementeistä, attribuuteista, attribuuttien tietotyypeistä ja niiden sallituista arvojoukoista. (InfraModel2. [WWW].)

LandXML-standardin kehitystyön ovat aloittaneet suuret kansainväliset ohjelmistotalot muun muassa Autodesk ja Bentley 2000-luvun alussa. Standardin kehitystyötä hallinnoi LandXML-organisaatio. Ensimmäinen ratifioitu ja hyväksytty LandXML-skeeman versio 1.0 julkaistiin vuonna 2002. (InfraModel2 loppuraportti, s. 6). Standardista on julkaistu kaksi päivitysversiota 1.1 ja 1.2 vuosina 2006 ja 2008. Vuoden 2008 versio 1.2 on viimeisin julkaistu versio. Vuonna 2009 oli LandXML-standardin kehitystyöryhmään liittynyt 664 organisaatiota, 41 maata ja 70 eri ohjelmistoa (LandXML. [WWW].)

Pilot-kohteen vesihuoltoon liittyvät putki- ja johtotiedot voidaan siirtää LandXML-formaatissa, koska ne on mallinnettu Water&Sewer-ohjelmalla. Mallinnetun tiedon

tarkkuus ei kuitenkaan parane mallinnuksella. Mallinnuksella helpotetaan tiedonsiirtoa sekä tiedon hyväksikäyttöä lähtötietomallissa.

4.4.3 IFC

Vuonna 1994 Autodesk perusti teollisuuskonsortion 11 muun rakennusalan ja kiinteistönhallinnan toimijan kanssa kehittämään yhteistä avointa kansainvälistä tiedonsiirto-standardia rakennusosalalle. Konsortion nimeksi annettiin IAI (Industry Alliance for Interoperability). Kansainvälistymisen myötä IAI:n nimi muuttui vuonna 1996 (International Alliance for Interoperability). (Brown 1995; Bazjanac & Crawley 1997.)

IAI on voittoa tavoittelematon organisaatio, johon kuuluu alueellisia järjestöjä ympäri maailmaa. Osa järjestöistä käyttää nykyään nimeä buildingSMART ja Suomessa toiminta on järjestetty Rakennustietosäätiön toimikunnaksi (buildingSMART Finland). (Hyvärinen 2007. s. 11.)

IFC on lyhennys sanoista Industry Foundation Classes. IFC-kirjainyhdistelmällä tarkoitetaan myös avointa tiedonsiirtomuotoa (IFC-tiedosto), jolla malleja voidaan siirtää ohjelmistojen välillä. Nykyisin ohjelmistoissa käytössä oleva versio on IFC 2x3 ja sen seuraava päivitys versio IFC 4 on jo julkaistu. (Buildingsmart Finland. [WWW].)

IFC ei varsinaisesti ole infra-alan standardi. IAI:n strategia on ollut mahdollistaa tarpeellisen tiedon välittäminen IFC- ja GIS-pohjaisten mallien välillä. IFC-spesifikaatioon tarvitaan joka tapauksessa laajennuksia koskemaan pohjatutkimuksia, geoteknistä suunnittelua ja rakentamista. Taitorakenteiden mallintamiseen IFC tarjoaa hyvät perusteet ja se pohjautuu samaan tuotetietoteknologiaan kuin XML-pohjainen tiedonsiirto. (Hyvärinen 2007. s. 15.)

Talonrakennushankkeisiin on julkaistu rakennusalan yhteistyöfoorumin kautta "yleiset tietomallivaatimukset 2012" ohjeet. Ohjeiden mukaan tulee jokainen suunniteltu rakennus luovuttaa yhtenä kokonaisuutena IFC-ohjelmiston omassa tiedostomuodossa. (COBIM 2012, s. 9.) IFC-ohjelmiston mukaisia rakennuksia ei ole vielä mahdollista siirtää suoraan lähtötietomalliin. Rakennuksia pystytään kuitenkin lisäämään malliin dwg-tiedostoina. Rakennuksesta muodostetaan blokki dwg-tiedostoon.

5 KOORDINOINTIMALLIN TARKASTELU

Tähän kappaleeseen on koottu lähtötietomallia koskevat suositukset sekä arvioitu eri mallien merkitystä yhdyskuntarakentamisessa nyt ja tulevaisuudessa. Lähtötiedot koetaan yhteen paikkaan loogisesti. Lähtötietoja tulisi käsitellä mahdollisimman vähän, jotta niiden käyttö lähtötietomallissa on helppoa. Hankkeen edetessä saattaa sijaintitiedot tarkentua ja ne tulee päivittää lähtötietomalliin. Tarkentuneet lähtötiedot tulee toimittaa takaisin tilaajalle.

Lähtötietojen yhdistelmämalliin infrahankkeissa ei ole olemassa ohjetta. Talonrakennushankkeisiin on julkaistu rakennusalan yhteistyöfoorummin kautta "yleiset tietomallivaatimukset 2012" ohjeet. Liitteenä olevasta lähtötieto-ohjeesta on koottu suositukset yhdistelmämalliin. Yhdistelmämallin nykyisiä lähtötietoja ei ole saatavilla suunnittelussa käytössä olevissa formaateissa.

5.1 Suositukset lähtötietomalliin

Kaikki kohteen lähtötiedot tulee koota yhteen paikkaan. Alkuperäisistä lähtötiedoista pidetään yllä projektitietolehteä ja kerätään ainakin seuraavat tiedot: lähde, yhteyshenkilö, tiedon vastaanotto- ja mittauspäivä sekä formaatti. Lähtötietojen laatuvaatimuksien tulee täyttyä käytettävissä olevan koordinaattijärjestelmän ja sijainnintarkkuuden vaatimusten mukaisesti. Liitteenä olevassa "Yhdistelmämallin lähtötieto-ohjeessa" on esitetty kunkin projektivaiheen lähtötietojen sijaintitarkkuusvaatimukset. Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmän määrittelee tilaaja. Esimerkiksi Tampereella käytetään EUREF-FIN-koordinaattijärjestelmän karttaprojektioita ETRS-GK24 tai ETRS-TM35FIN ja N2000-korkeusjärjestelmää.

Lähtötietoaineiston formaatteina on yleisesti käytetty seuraavia tiedostomuotoja gt, dwg, txt, pdf, jpg. Tiedonsiirrossa on edistytty viimeisten vuosien aikana, kun pdf- ja jpg-kuvat on vaihdettu dwg-tiedostoihin. Nykyään tiedonsiirrossa käytetäänkin yhä enemmän dwg-tiedostoja, koska ne tunnetaan laajasti monella alalla ja tietoa on helppo siirtää muokattavassa numeerisessa muodossa. Dwg-tiedostot soveltuvat lähtötietomalliin hyvin, koska usein lähtötilanteesta riittää tieto laitteiden ja johtojen sijainneista. Myös maastomallin luominen dwg-kuvan pohjakartta-aineistosta onnistuu hyvin. Kuitenkaan kaikkia lähtötietoja ei ole saatavilla dwg-tiedostoina. Laitteiden omistajien tuleekin sekä kehittää nykyisiä järjestelmiään, että muuttaa nykyiset puutteelliset lähtötiedot numeeriseen muotoon.

Suurin ongelma nykyisissä lähtötiedostoissa on dwg-tiedostojen laadussa. Usein putkia ja johtoja kuvaavat viivat ovat 2D-viivoja, joista puuttuu korkeustieto. Vesihuoltojärjestelmiin liittyvää putkitietoa toimitetaan 3D-viivoina, mutta viivojen alku- ja lop-

pupiste saattaa olla +0.00 korkeudessa. Eli korkotieto on virheellinen. Rannikkoseudulla saattaa johtojen korkeudet kuitenkin olla oikeasti +0.00 korkeudessa. Korkotiedot ovat puutteellisia, koska kartoituksia ei urakoitsijoilta ole aina vaadittu. Nykyään uusien rakenteiden ja laitteiden osalta vaaditaan urakoitsijoilta tarkemittaukset tehtäväksi rakentamisen aikana. On myös tärkeää, että tarkemittaustieto viedään järjestelmiin. Laitteiden omistajien tulee tarkastaa omat aineistonsa ja korjata virheet ja puutteet.

Kaikkea lähtötietoaineistoa ei ole saatavilla dwg-tiedostoina. Tiedot voivat olla niin vanhoja, että niistä löytyy ainoastaan paperidokumentit. Jos suunnitelmista löytyy paperidokumentit, niin ne on todennäköisesti suunniteltu eri koordinaatti- ja korkeusjärjestelmissä, kuin mitä nykyisin on käytössä. Paperidokumenttien etsiminen ja hakeminen vie paljon aikaa ja laitteiden omistajien tulisi koota kaikki aineisto yhteen paikkaan hankkeen alkuvaiheessa. Omistajilla on varmasti paras tieto mitä eri laitteita ja rakenteita suunnittelualueella sijaitsee.

Tilaaajan tulee selvittää mitä eri lähtötietoja hankkeeseen tarvitaan. Tarvittavista lähtötiedoista kootaan lista, jonka avulla voidaan koordinoita eri laitosten saatavilla olevat aineistot. Laitteiden omistajien tulisi luovuttaa omat aineistonsa muodossa, jota ei tarvitse muokata yhdistelmämallia varten. Kaikki maanpinnan alapuoliset rakenteet ja laitteet tulisi luovuttaa 3D-objekteina dwg-kuvissa. Jos vanhoista lähtötiedoista tehdään 3D-objekti, on sen tärkein ominaisuus sijainti. Laitteen tai rakenteen ominaisuudet ovat myös tärkeitä, mutta lähtötilanteessa riittää sijaintitieto.

Koordinointimallien aineisto voi olla LandXML-formaatissa olevaa aineistoa tai dwg-tiedostoissa olevia 3D-objekteja. Esimerkiksi kaupunkialueen hankkeissa voidaan yhdistää taitorakenteisiin liittyviä tietomalleja. Nykyisistä suunnitteluohjelmistoista pystytään jo siirtämään tiettyjä tietoja LandXML-formaatissa. Yhdistelmämalliin voidaan tuoda myös 3D-objekteja tai 2D-tietoa. 2D-tieto voi koskea esimerkiksi sähkö- ja puhelinkaapeleita. Jos mallissa esitetään 2D-tietoa ja tehdään oletuksia, niin se tulee selkeästi osoittaa.

Mallinnetut tiedostot tulee nimetä lähtötietotyypeittäin. Käytössä on kuusi eri kategoriaa:

- nykytilanne
- topografia
- maaperäkerrokset
- maanalaiset rakenteet
- tunnelit
- temaattinen paikkatieto

Esimerkiksi topografiaan liittyvien lähtötietojen tiedostonimet ovat muotoa Lt_topogra_projektinumero_vapaa_teksti. Eri lähtötietotyypeistä voidaan luoda omia malleja esimerkiksi maastomalli, maaperämalli tai nykyiset objektit. Liitteenä olevasta lähtötieto-ohjeesta löytyy tarkemmat kuvaukset lähtötietotyypin nimeämiseen.

Nykytilanteessa tiedoston tasojajoissa ei ole käytetty ennalta sovittua yhtenäistä käytäntöä, koska yhteisiä pelisääntöjä ei ole ollut. Kaupungit, kunnat ja yhdyskuntaa palvelevat laitokset ovat luoneet omat tasojako-ohjeensa. Nämä taso-ohjeet eivät vält-

tämättä perustu alan yleisiin nimeämiskäytäntöihin. Liitteenä olevan lähtötieto-ohjeen yksi tarkoitus onkin helpottaa ja yhtenäistää erilaisia nimeämiskäytäntöjä.

Kaikkien mallinnettujen tiedostojen sisältämät tasot ja objektit litteroidaan voimassa olevan InfraRYL 2006 rakennusosa- ja hankenimikkeistön version 2.1 mukaisesti. Esimerkiksi vesijohto nimetään VES3131—E0N_vapaateksti. Rakennustiedon Infra-BIM nettisivulta voi tarkistaa nykyiset käytössä olevat tasot.

Rakennustietosäätiö on lähettänyt alkuvuonna 2012 lausunnolle InfraBIM suunnittelu-, mittaus- ja tietomallinimikkeistön. Nimikkeistön nimi on "RTS12:8, Built environment process, Re-engineering PRE, AP2 Standardit ja rajapinnat". Nimikkeistö laajentaa InfraRYL 2006 rakennusosa- ja hankenimikkeistöä ja se on tarkoitettu suunnitelmassa tuotettuun tietomallipohjaiseen aineistoon. Lähtötietojen mallissa voidaan edelleen käyttää Infra2006 rakennusosanimikkeistöä.

Yleisesti tiedonsiirrossa tulee siirtyä käyttämään avoimeen lähdekoodiin perustuvia formaatteja, joita infra-alalla on kehitetty jo 2000-luvun alusta lähtien. Inframodelmenetelmään perustuva kuvaus LandXML-tiedostoista on hyvin kattava ja siihen suuntaan tulisi lähtötietojenkin siirtyä. Suunnitteluohjelmistoissa on valmiudet suunnitella tiedot LandXML-formaattiin ja tilaajan rooli tulee olemaan merkittävä aineiston laadun määrityksissä. Nykyisiä lähtötietojen hallintajärjestelmiä tulee kehittää LandXML-formaattiin sopivaksi, jotta ohjelmistojen riippumattomuutta voidaan edistää alalla.

Kaikki jo kertaalleen mallinnettu aineisto tulee koota esimerkiksi kaupungin omistamaan tietopankkiin. Tietopankkia tulee ylläpitää ja kehittää, jotta tulevaisuudessa kaikki aineisto voidaan sinne viedä ja sieltä hakea.

5.2 Mallien merkitys yhdyskuntarakentamisessa

Nykyisiä lähtötietoja voidaan mallintaa eri ohjelmistoilla. Tässä työssä käytettiin Virtual Map-ohjelmaa mallin luomiseen, jolloin siitä käytetään yleisesti nimitystä koordinoitimalli. Koordinoitimalli sana liitetään yleisesti Novapoint-ohjelmistolla tuotettuun yhdistelmämalliin.

Kaupunkialueella on valtava määrä nykyisiä johtoja, laitteita ja rakenteita. Nämä maanalaiset ja maanpäälliset rakenteet saattavat olla hyvinkin vanhoja. Niitä parannetaan, uudistetaan ja korjataan jatkuvasti. Koko yhdyskuntarakenne elää ja muuttuu kaupungin ja kaupunkilaisten tarpeiden mukaisesti koko ajan.

Nykyisten yhdyskuntateknisten laitteiden sijaintitietoa löytyy laitteiden omistajilta melko hyvin. Sijaintitietoa löytyy paremmin uusista laitteista ja rakenteista, koska ne kartoitetaan rakentamisen yhteydessä. Vanhempia, näkyviä rakenteita voidaan kartoittaa tai mallintaa vanhoista suunnitelmista. Näiden rakenteiden ja laitteiden sijaintitietoa voidaan käyttää hyödyksi lähtötietomallissa.

Koordinoitimallin tai yhdistelmämallin käyttö suunnittelussa on hyödyllistä. Koordinoitimalliin voidaan koota kaikki eri mallit muun muassa maastomalli, maaperämalli, nykyiset objektit ja suunnitteluvaiheessa myös eri tekniikkalajimallit. Yhdis-

telmämallin ensimmäisessä vaiheessa kootaan lähtötietomalli, joka luo edellytykset suunnittelulle. Lähtötietomallin luominen edellyttää nykyisten johtojen ja laitteiden omistajilta panostuksia nykyisten tietojen hallintaan ja tiedonsiirtoon.

Yhdistelmämallin avulla pystytään vertailemaan eri suunnitelmien vaihtoehtoja havainnollisesti. Suunnitteluvaiheen projektikokouksissa voidaan mallia esitellä hankkeen osapuolille ja todeta suunnittelun tilanne selkeästi. Myös mahdolliset virheet suunnittelussa tai eri tekniikka-alojen yhteensovittamisessa voidaan havaita mallissa tehtävillä törmäystarkasteluilla. Jos mahdolliset suunnitteluvirheet huomataan jo suunnitteluvaiheessa, säästetään kustannuksia työmaan aikaisilta muutoksilta. Näin laadunvarmistus paranee entisestään jo suunnitteluvaiheessa.

Yhdistelmämallia voidaan esittää hankkeen osapuolille ja muille sidosryhmille. Kommunikointi muiden sidosryhmien edustajien kanssa on helpompaa ja läpinäkyvämpää, koska voidaan selkeämmin osoittaa hankkeen vaikutukset ympäristöön ja toisaalta se mikä on lopputulos. Kustannuksia on helpompi arvioida, kun hankkeen todellisia vaikutuksia pystytään eri vaihtoehdoilla vertailemaan. Nykyisten maanalaisten putkien ja johtojen esittäminen lähtötietomallissa antaa selkeän kuvan kuinka suuria putkisiirtoja joudutaan mahdollisesti tekemään. Myös mahdolliset suuret tasoerot maastossa ja rakenteissa on helpommin hahmotettavissa. Mallin hyödyt ovat suuremmat tiheässä kaupunkiympäristössä, jossa nykytilanteessa on huomattava määrä suuria putkia, johtoja ja rakenteita.

Mallin merkitys ja tuottavuus kasvaa, kun lähtötiedot pystytään tuomaan nykyisistä järjestelmistä vähäisellä ajankäytöllä. Nykyisissä järjestelmissä on paljon tietoa sijainnista, saneerauksista ja materiaaleista. Tiedonsiirron eri järjestelmien välillä tulee olla avointa.

Inframodel-menetelmän mukainen tiedonsiirto on otettu käyttöön Liikenneviraston pilot-hankkeissa jo vuodesta 2007 lähtien. Suunnitelmissa käytettäviltä ohjelmistoilta vaaditaankin yhä useammin Inframodel-menetelmän mukaisia LandXML-formaatissa olevia suunnitelmia. Suunnitelmien tuottaminen Inframodel-menetelmän mukaisesti auttaa yhtenäistämään ja tehostamaan tiedonsiirron prosessia. Liikenneviraston tavoite onkin tilata viimeistään 1.4.2014 lähtien mallipohjaista palvelua.

Tulevaisuudessa kaikki infra-alaan liittyvät suunnitelmat tehdään mallipohjaisiksi. Mallipohjaisessa suunnittelussa on paljon hyviä puolia. Vanhat suunnitelmat ovat valmiiksi mallipohjaisia ja niitä voidaan hyödyntää helposti uusissa hankkeissa. Tietomallipohjaista aineistoa voidaan käyttää hyödyksi koko rakenteen elinkaaren ajan. Uudet mallipohjaiset suunnitelmat ovat avoimessa lähdekoodissa ja tiedonsiirrossa ei häviä suunnittelun aikaisia tietoja. Yksi merkittävä hyöty saavutetaan paremmalla kommunikoinnilla eri sidosryhmien välillä. Sidosryhmille pystytään paremmin kertomaan hankkeista ja niiden vaikutuksista.

Mallipohjainen suunnittelu vaatii kaikilta eri alan toimijoilta aikaa, panostuksia ja ennen kaikkea yhteistyötä. Yhteistyöllä infra-alaa pystytään kehittämään entisestään, tuottavuutta parantamaan, pienentämään kustannuksia ja tekemään alasta entistä kiinnostavampi.

6 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Kun kaupunkialueella aloitetaan suunnitteluhanke, tulee nykyiset lähtötiedot kerätä kattavasti. Lähtötiedot koostuvat kaikista yhdyskuntateknisistä laitteista ja niihin kuuluvista järjestelmistä. Ennen suunnittelua hankitaan mm. seuraavia lähtötietoja: pohjakartta-aineisto, pohjatutkimukset, tiedot vesihuolto-, energia- ja telejärjestelmistä sekä niihin liittyvistä laitteista ja kaavatiedot.

Tampereella pohjakartta-aineisto, vesihuollon järjestelmien, energiajärjestelmien ja kaapeleiden putki- ja johtotiedot saadaan yleensä sähköisesti muokattavassa muodossa. Sähköistä aineistoa täytyy kuitenkin muokata erikseen malliin sopivaksi. Lähtötiedot, jotka eivät ole numeerisessa muodossa, pitää tuottaa sähköiseksi eli piirtää. Yleensä aineistot, jotka joudutaan kokonaan tuottamaan sähköiseksi, on eri koordinaatti- ja korkeusjärjestelmässä kuin mitä nykyisin on käytössä. Sähköisessä muodossa olevat tietokanta-aineistot kuitenkin toimitetaan uusissa Tampereella käytössä olevissa kansallisissa järjestelmissä EUREF-FIN –koordinaatistossa ja N2000-korkeusjärjestelmässä. Tampere on ottanut uudet järjestelmät käyttöön jo vuonna 2011 ja muiden Suomen suurimpien kaupunkien pitäisi ottaa ne käyttöön vuoden 2012 loppuun mennessä. Yhtenäiset koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät tulevat helpottamaan numeeristen aineistojen yhteiskäyttöä.

Numeerisesta aineistosta voidaan muodostaa lähtötietojen koordinoitumallia esimerkiksi Virtual Map-ohjelmalla. Koottua lähtötietomallia voidaan myös kutsua yhdistelmämalliksi tai InfraBIM-malliksi. Yhdistelmämalli sisältää numeerisessa muodossa kaikki tiedossa olevat lähtötiedot yhdessä paikassa. Lähtötietomallilla voidaan havainnollistaa nykytilannetta hankkeen esisuunnitteluvaiheessa. Laitteet ja rakenteet mallinetaan suunnittelun alkuvaiheessa, jolloin saadaan selkeämpi kuva hankkeen välillisistä vaikutuksista nykyisiin laitteisiin sekä niiden mahdollisiin siirto- ja muutostöihin.

Nykytilanteessa valtaosa lähtötiedoista toimitetaan sähköisinä dwg-tiedostoina. Dwg-tiedostojen puutteita ovat 2D-viivat ja 3D-viivat, mitkä eivät ole oikeassa korkeudessa. Nykyisten lähtötietojen suurin ongelma onkin sijaintitiedot ja erityisesti korkeustietojen puutteet. Jos korkeustieto on vesihuoltoon ja kaukolämpöön liittyvissä putki-johdoissa esitetty, se täytyy tarkastaa ja muokata malliin sopivaksi. Tämä vaatii aikaa ja heikentää lähtötietojen hyväksikäyttöä lähtötietomallissa. Maahan asennettujen johtojen x- ja y-tason sijaintitiedoissa on myös puutteita, koska kartoituksia ei aina ole tehty. Nykyään kaikki maahan asennettavat putket ja johdot kuitenkin kartoitetaan ja sijaintitiedot viedään tietokanta-aineistoihin. Laitteiden omistajien tulisi tarkistaa ja korjata nykyisten lähtötietojen puutteet ja virheet.

Nykyisiin lähtötietoihin liittyy muutamia haasteita. Sähkö- ja puhelinkaapelitiedot ovat helposti hyödynnettävissä lähtötietomallissa, koska niiden muokkaamiseen kuluu todella vähän aikaa. Korkeustiedolla ei ole suurta merkitystä, koska hankkeen edetessä rakennusvaiheeseen, tilataan kaapelinäytöt joka tapauksessa työmaalle. Vesihuoltoon liittyvät tiedot nykyisistä putkijohdoista tulisi luovuttaa siten, että niitä ei tarvitse erikseen muokata lähtötietomallia varten. Esimerkiksi putki- ja johtotiedot tulisi luovuttaa 3D-viivoina siten, että kukin johtolaji on omalla tasollaan oikeassa korkeudessa. Kaukolämmön osalta ongelmana ovat vanhat putket, joita ei ole tarkemittattu ja joiden korkeus täytyy etsiä vanhoista suunnitelmista. Muiden maanalaisten rakenteiden osalta ei numeerista aineistoa välttämättä löydy. Tilaajatahojen ja laitteiden omistajien tuleekin kehittää omia tiedonhallintamenetelmiään ja järjestelmiään vastaamaan infra-alan tulevaisuuden haasteisiin.

Yleisesti lähtötietojen tiedonsiirtoformaatti on dwg, tekla, pdf ja txt. Dwg-tiedostoja käytetään sähköisten numeeristen aineistojen siirrossa, koska lähes kaikki ohjelmat tuottavat ja lukevat sitä. Kun maanalaisista rakenteista tarvitaan ainoastaan sijaintitietoa, on dwg-tiedostot toistaiseksi riittävä tiedonsiirtomenetelmä. Sijaintitiedon tulee kuitenkin olla tarkkaa x-, y- ja z-tasoissa. Jotta infra-alan tuottavuus paranee, tulee lähtötietoaineistojen tarkkuutta parantaa ja tiedonsiirtoa kehittää vastaamaan Inframodelmenetelmän mukaista standardia. Standardin mukainen aineisto on tietomallipohjaista ja LandXML-standardi on yksi vaihtoehto Inframodelmenetelmän mukaiseen tiedonsiirtoformaattiin.

Hankkeen eri vaiheissa kootaan nykyiset lähtötiedot useaan kertaan. Tiedostot tulisivat nimetä johdonmukaisesti ja samoilla periaatteilla, jotta väärinkäsitysten vaara olisi mahdollisimman pieni. Lähtötietojen nimeämisessä tulisi käyttää InfraRYL 2006 mukaista rakennusnimikkeistöä. Liitteenä olevassa "Yhdistelmämallin lähtötieto-ohjeessa" on esitetty eri lähtötietojen määräykset, laatuvaatimukset, hankinta ja luovutus. Ohjeessa on esitetty eri mallityyppejä sekä niihin liittyvien tiedostojen ja objektien nimeämiskäytännöt. Ohjeeseen tulee päivityksiä lopputyön valmistumisen jälkeen.

Infran suunnittelun ja rakentamisen pilot-kohteissa on jo ollut käytössä tietomalleja. Tietomallien sisällöt tulee määrittellä selkeästi ja yksiselitteisesti, koska ne asettavat myös vaatimuksia nykyisien lähtötietojen tasolle, laadulle ja tarkkuudelle. Jos nykyisistä lähtötiedoista on kerätty lähtötietomalli, voidaan se liittää osaksi suunnittelun ja rakentamiseen tietomalleja. Rakentamisen tietomalleja voidaan käyttää työmaan koneohjausmalleissa, johon hankkeen alkuvaiheessa tehty lähtötietojen InfraBIM-malli soveltuu hyvin.

Jatkokehitystarpeita on ainakin Tampereen Veden ja Sähkölaitoksen käyttämien järjestelmien tehokkaammassa hyödyntämisessä tiedonsiirtoon ja lähtötietomallin luomiseen. Myös nykyiset putkien ja johtojen korkotiedot tulisi tarkistaa tietokantajärjestelmissä. Tulevaisuudessa ohjelmistojen tulisi pystyä tuottamaan LandXML-formaatin mukaista lähtötietoa InfraBIM-malleihin. Lähtötietojen paremmalla laadulla pystyttäisiin paremmin hyödyntämään nykyisiä aineistoja. Myös järjestelmiin liittyviä muutos-, siirto- ja korjaussuunnitelmia pystyttäisiin tuottamaan nykyistä tehokkaammin.

Kaupungin tulisi myös luoda tietopankki eri hankkeisiin mallinnettuja 3D-objekteja varten. Tietopankissa tiedot olisivat ryhmittäin ja sieltä niitä voitaisiin hakea ja luovuttaa lähtötietomalleihin.

Työssä käytettiin Virtual Map-ohjelmistoa ja aineiston nimeäminen koordinaatiomallissa vaatii parannuksia. Malliin tuodun aineiston nimeämisessä käytettiin InfraRYL 2006 rakennusnimikkeistön mukaisia pääotsikoita. Esimerkiksi vesihuoltoon liittyvät järjestelmät nimettiin otsikon "3100 Vesihuollon järjestelmät" alle. Pääotsikon vapaa nimeäminen ei onnistu, jos aineisto luetaan malliin suoraan Novapointin Water&Sewer-ohjelmalla tuotetusta tiedostosta. Malliin liittyvän katseluohjelman pääotsikot tulee pysyä nimeämään vapaasti riippumatta siitä miten aineisto malliin tuodaan.

LÄHTEET

Anttila, M., Helen, A., Hellman, A., Koskinen, M., Lahtonen, T., Lemmetyinen, A., Uusitalo, J. 2003. Tampereen kaupunkimittauksen historiaa 1933-2003. Tampereen kaupungin tekninen toimi, kaupunkimittaus-yksikkö. 43s. ISBN 951-609-195-4.

Anttila, O. 1993. Valoa, voimaa, vaurautta, Tampereen kaupungin sähkölaitoksen historia 1888 – 1988. Hämeenlinna. Karisto Oy. 512s. ISBN 951-9430-76-8.

Bazjanac, V., Crawley, D., 1997. The Implementation of industry foundation classes in simulation tolls for the building industry. Lawrence Berkeley National Laboratory. 8s. Saatavissa: <http://escholarship.org/uc/item/76c6z6g4#page-1>

Brown, J. A/E/C Industry Alliance for Interoperability Links Building Industry Professions AT&T. [WWW]. Business Wire. 17.4.1995. [viitattu 29.3.2012]. Saatavissa: <http://www.thefreelibrary.com/A%2FE%2FC+Industry+Alliance+for+Interoperability+Links+Building+Industry...-a016817760>

BuildinSmart Finland. [WWW]. [Viitattu 29.3.2012]. Saatavissa: <http://buildingsmart.fi/2>

B3. 2004. Pohjarakenteet. Määräykset ja ohjeet. Helsinki. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö. 30s.

Energiateollisuus ry 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki. 566 s.

Energiateollisuus ry 2010. Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet. Raportti L11/2003. Päivitetty 15.4.2010. [Verkkojulkaisu]. 46 s. + liitt. 2 s. [Viitattu: 15.3.2012].

Eurostep. 2010. InfraTM sanasto. Doc ID: 42625EB1C630. 53s.

Gasum Oy. [WWW]. [Viitattu 14.3.2012]. Saatavissa: <http://www.gasum.fi/tuotteet/maakaasu/Sivut/Kaytto.aspx>

Grönfors, J., 2010. Kaupunkimittauksen vaiheita. [verkkojulkaisu] [viitattu 6.3.2012]. 2010. Saatavissa: http://mts.fgi.fi/maanmittaus/numerot/2010/2010_1_gronfors.pdf

Hightechforum: Tietoliikenne 12.9.2003. [WWW]. [Viitattu 15.3.2012]. Saatavissa: <http://www.hightechforum.fi/index.cfm?j=341365>

Hyvärinen, J. 2007. Infra-tuotetietomallistandardit, selvitys Suomalaisen infra-tuotetietomallin perustaksi. VTT kirjaamo. VTT-R-10821-07. 26s.

Hyvärinen, J., Mäkeläinen, T., Rekola, M., Törnqvist, J. 2010. InfraTimantti esiselvitys. Espoo, VTT Loppuraportti. VTT-R-04729-10. 63 s. + liitt. 10 s

Hyvärinen, J., Porkka, J. 2010. Inframodel-spesifikaation päivitys Loppuraportti. VTT kirjaamo. VTT-R-02228-10. 17 s. + 9 liitettä.

Inframodel. 2003. Loppuraportti - yhteenveto. [WWW]. viitattu 28.3.2012]. Saatavissa: <http://cic.vtt.fi/projects/inframodel/public.html>

Inframodel2. 2006 Lukuohje ja sanasto versio 0.8. [WWW]. [viitattu 28.3.2012]. Saatavissa: http://cic.vtt.fi/projects/inframodel2/documentation/index_d.html

InfraRYL osa 2 (2009). Järjestelmät ja täydentävät osat. Helsinki, Rakennustietosäätiö RTS. 253 s.

InfraRYL osa 3 (2008). Sillat ja rakennustekniset osat. Helsinki, Rakennustietosäätiö RTS. 278 s.

Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA. JHS 153 ETRS89-järjestelmän mukaiset koordinaatit Suomessa. [verkkajulkaisu] Versio 6.6.2008. [viittaus 28.2.2012] Saatavissa: <http://www.jhs-suositukset.fi/suomi/jhs153>

Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA. JHS 154 ETRS89-järjestelmään liittyvät karttaprojektiot, tasokoordinaatistot ja karttalehtijako.. [verkkajulkaisu] Versio 6.6.2008. [viittaus 28.2.2012] Saatavissa: <http://www.jhs-suositukset.fi/suomi/jhs155>

Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta JUHTA. JHS 163 Suomen korkeusjärjestelmä N2000. [verkkajulkaisu] Julkaistu 19.6.2007. Versio 6.6.2008. [viittaus 28.2.2012] Saatavissa: <http://www.jhs-suositukset.fi/suomi/jhs163>

Juuti, P. 2001. Kaupunki ja vesi. Pieksämäki. Kehrämäki Oy. 283s. ISBN 952-91-4046-0

Juuti, P., Katko T. 1998. Ernomanen vesitehdas, Tampereen kaupungin vesilaitos 1835 – 1998. Tampere. Tammer-Paino Oy. 307s.

Jääskeläinen, R., Rantamäki, M., Tammirinne, M., 1996. Geotekniikka. 464. Helsinki. Hakapaino Oy. 15. muuttumaton painos. 295s.

Kaupunkimalli. Vianova. [WWW]. (viitattu 3.4.2012). Saatavissa: www.kaupunkimalli.fi

Kumpulainen, Liisa. Arkistosihiteeri, Tampereen kaupunki. Tampere. Haastattelu 12.4.2012. Väliarkistossa.

Kyttälän puolen pääviemäri. 1892. Aamulehti, nro 264, 12.11.1892.

Landxml. [WWW]. [viitattu 28.3.2012]. Saatavissa: <http://www.landxml.org/>

Laurila, J. K. 1932. Tampereen puhelinlaitos v.1882 – 1931. Tampere. Tampereen kirjapaino-osakeyhtiö. 354s.

Liukas, J. 2001. Infratietojärjestelmät. SKOL ry, esiselvitys. 23 s.

Maakaasuyhdistys ry 2010. Maakaasukäsikirja. [Verkkajulkaisu]. 117 s. [Viitattu 14.3.2012]

Maanmittauslaitos MML. Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät. [WWW]. [viitattu 6.3.2012] Saatavissa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/koordinaatti-korkeusjarjestelmat>.

Maanmittauslaitos MML. Paikkatiedot. [WWW]. [viitattu 24.3.2012] Saatavissa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/kartoitus/paikkatiedot>.

Maanmittauslaitos MML. Suorakulmaiset ja maantieteelliset koordinaatistot. [WWW] [viitattu 6.3.2012] Saatavissa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/koordinaatit/3d-koordinaatistot/suorakulmaiset-maantieteelliset-koordinaatistot>

MKML 31.5.2000/508. Maakaasumarkkinalaki. [WWW]. [Viitattu 14.3.2012]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000508>

Myllynen, K. 2011. Yhdyskuntateknisten laitteiden sijoittaminen katu- ja yleisillä alueilla. diplomityö. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennetun osaston tiedekunta. 129s.

Noeskoski, J. 2011. Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastus, sillat ja muut rakenteet. [Verkkajulkaisu]. Liikennevirasto. 40s. [Viitattu 16.3.2012] Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-07_taitorakenteiden_rakennussuunnitelmien_web.pdf

Raevuori, Y. 1938. Tampereen kaupungin sähkölaitos ja sähkön varhaisvaiheet Suomessa. Tampere. Tampereen uusi kirjapaino Oy. 321s.

Rakennustieto Oy. RTS. Tuote- ja tietomallinnus. [WWW]. [viitattu 05.04.2012]. Saatavissa: http://www.rts.fi/infrabim/tuote_ja_tietomallinnus.htm

Ramboll Finland Oy. 2011. Ratapihankadun yleissuunnitelma välillä Itsenäisyydenkatu – Naistenlahden eritasoliittymä.

RATO osa 18 (2008). Rautatietunnelit. Dnro 1359/041/2008. 78s.

RIL 237-2-2010. 2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Mitoitus ja suunnittelu. Helsinki, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 162 s.

Rissanen, Paula. VS: Diplomityö, vanhat suunnitelmat - tiedonhallinta arkistoissa. Liikennevirasto. 11.4.2012. Sähköpostiviesti.

Sillanpää, T. 1982. 100 vuotta puhelinpalvelua Tampereen tienoilla. Kirjapaino Hermes Oy. 256s.

Tampereen kaupunki kaavoitusyksikkö. Ratapihan pohjoispään ja Tammelan länsiosan kaupunkikuvaselvitys. 2004. 57s. [viitattu 4.3.2012] Saatavissa: www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8100/8100liite2.pdf

Tampereen kaupunki. Koordinaattiuudistus. [WWW] [viitattu 6.3.2012 taulukkoon: Esimerkkejä vanhoista ja uusista koordinaateista ja korkeusluvuista] Saatavissa: <http://www.tampere.fi/tampereinfo/kartat/koordinaattijarjestelmat/koordinaattiuudistus.html>

Tampereen kaupunki. Paikkatietopalvelut. [WWW] [viitattu 24.3.2012]. Saatavissa: <http://www.tampere.fi/tampereinfra/tuotteetjapalvelut/paikkatietopalvelut.html>

Tampereen puhelin: [WWW]. [Viitattu 15.3.2012]. Saatavissa: <https://www.tampereenpuhelin.fi/node/71>

Tampereen sähkölaitos. [WWW]. [Viitattu 15.3.2012]. Saatavissa: <http://www.tampereensahkolaitos.fi/internet/Yrityksest%c3%a4/>

Tampereen sähkölaitos. Historiaa. [WWW] [Viitattu 9.3.2012]. Saatavissa <http://www.tampereensahkolaitos.fi/internet/Yrityksest%c3%a4/Toimintamme/Historiaa/1920+-+1930.htm>

Tampereen Vesi. Puhtaan veden puolesta. [WWW] [Viitattu 6.3.2012]. Saatavissa: http://www.tampere.fi/material/attachments/t/5vg0ErvO1/Tampereen_Veden_yleisesite.pdf

Tiehallinto. 2001. Paalulaattojen ja paaluhatturakenteiden suunnitteluohje. TIEH 2100007-01. Helsinki. Edita Oyj. 46s.

Tiehallinto. 2007. Sillan geotekniset suunnitteluperusteet, pohjarakenteiden suunnittelu. TIEH 2100053-v-07. Helsinki. Edita Prima Oy. 84s.

Tiehallinto. 2004. Tierakenteen suunnittelu. TIEH 2100029-04. Helsinki. Edita Prima Oy. 69s.

VHL 9.2.2001/119. Vesihuoltolaki. [WWW]. [Viitattu: 5.3.2012]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>

VNA 9.7.2009/551. Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta. [WWW]. [Viitattu: 14.3.2012]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090551>

COBIM. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset, osa 1, yleinen osuus. versio 1.0. [WWW]. [Viitattu 8.5.2012]. Saatavissa: http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

LIITTEET

LIITE 1: Projektitietolehti, Ratapihankatu Pilot-hanke, lähtötiedot. 1 sivu.

LIITE 2: Yhdistelmämalli, lähtötieto-ohje. 15 sivua.

Projektitietolehti, Ratapihankatu Pilot-hanke, lähtötiedot

ALKUPERÄISET LÄHTÖTIEDOT						
Tampereen kaupunki						
Projektivaihe	Projektinimi	ID	Projektivastaava	Projektiiserveri		
Esisuunnitelma	Ratapihan lähtötietomalli	82140338		Bytex		
Lähtötietotyyppi:						
Nykytilanne:						
Ortho_013_008.jpeg	Vianova	Juho Santala	23.2.2012		ei tietoa	
Ortho_013_009.jpeg	Vianova	Juho Santala	23.2.2012		ei tietoa	
Ortho_014_008.jpeg	Vianova	Juho Santala	23.2.2012		ei tietoa	
Ortho_014_009.jpeg	Vianova	Juho Santala	23.2.2012		ei tietoa	
Ratapihankatu_yhdistetty	Vianova	Juho Santala	23.2.2012		ei tietoa	
Topografia:						
Lt_topogra_82140338_pohjakartta.dwg	TRE kaupunki	Raija Björk	14.12.2011		ei tietoa	
Lt_topogra_82140338_pohjakartta_2.dwg	TRE kaupunki	Raija Björk	22.12.2011		ei tietoa	
Lt_topogra_82140338_laserkeilaus.gt	TRE kaupunki	Harri Ruhala	1.2.2012		12.5.2011	
Maaperäkerrokset:						
Lt_maaperä_82140338_kairauksia.txt	TRE kaupunki	Raija Björk	14.12.2011		15.1.2011	
Lt_maaperä_82140338_kairauksia_2.txt	TRE kaupunki	Raija Björk	22.12.2011		15.1.2011	
Maanalaiset rakenteet:						
Lt_maanalai_82140338_Aliikuttunneli_Rongankatu_suunnitelmat (12 tiedostoa)						
Suunnitelmapaketti.pdf (Rongankadun aikäytävä)	VR Track Oy	Harri Etelämäki	11.3.2011		31.5.2010	
Suunnitelmapaketti.dwg (Rongankadun aikäytävä)	VR Track Oy	Harri Etelämäki	11.3.2011		31.5.2010	
Poikkileikkaus.pdf (Rongankadun aikäytävä)	VR Track Oy	Harri Etelämäki	11.3.2011		31.5.2010	
Leikkaukset.dwg (Rongankadun aikäytävä)	VR Track Oy	Harri Etelämäki	11.3.2011		31.5.2010	
Käytävän pituusleikkaus.pdf (Rongankadun aikäytävä)	VR Track Oy	Harri Etelämäki	11.3.2011		31.5.2010	
Kuivatussuunnitelma.pdf (Rongankadun aikäytävä)	VR Track Oy	Harri Etelämäki	11.3.2011		31.5.2010	
Kuivatussuunnitelmapaketti.dwg (Rongankadun aikäytävä)	VR Track Oy	Harri Etelämäki	11.3.2011		31.5.2010	
Kevyen liikenteen väylä asemapiirros.pdf	VR Track Oy	Harri Etelämäki	11.3.2011		31.5.2010	
Kevyen liikenteen väylä paaluohitteiset poikkil.pdf	VR Track Oy	Harri Etelämäki	11.3.2011		31.5.2010	
Kevyen liikenteen väylä pituusleikkaus.pdf	VR Track Oy	Harri Etelämäki	11.3.2011		31.5.2010	
Kevyen liikenteen väylä tyyppi-poikkileikkaus.pdf	VR Track Oy	Harri Etelämäki	11.3.2011		31.5.2010	
Kevyen liikenteen väylä.dwg	VR Track Oy	Harri Etelämäki	11.3.2011		31.5.2010	
Lt_maanalai_82140338_putket_vesihuolto.dwg	Tampereen Vesi	Tapio Saarni	13.12.2011		ei tietoa	
Lt_maanalai_82140338_kaukolämpö.dxf	Tampereen kaukolämpö oy	Marita Lahtinen	14.12.2011		ei tietoa	
Lt_maanalai_82140338_kaukolämpö_sijaintikartta_merkkit.xls	Tampereen kaukolämpö oy	Marita Lahtinen	15.12.2011		31.10.2007	
Lt_maanalai_82140338_kaukolämpö_Erkkilänkatu.dwg	Tampereen kaukolämpö oy	Marita Lahtinen	15.12.2011		ei tietoa	
Lt_maanalai_82140338_kaukolämpö_vanhoja_suunnitelmia (10 tiedostoa)						

Vastaanottaja

Tampereen kaupunki, Tietohallintoyksikkö
Tampereen kaupunki, Kaupunkiympäristön kehittäminen -yksikkö
Tampereen Vesi
Tampereen Kaukolämpö

Asiakirjatyyppi

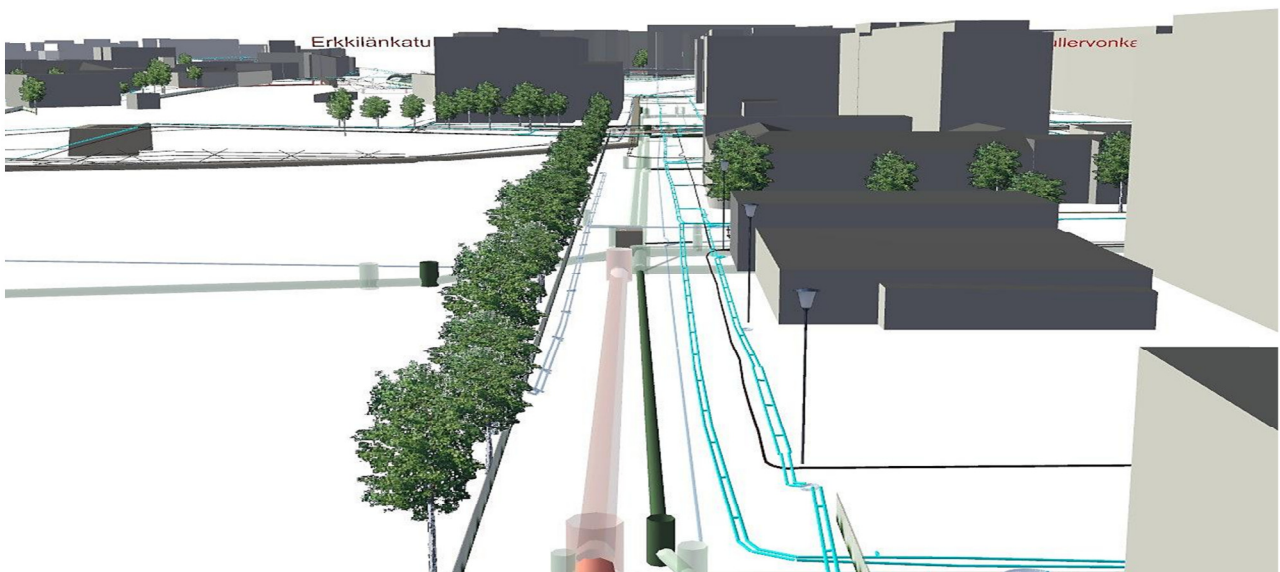
Ohje

Päivämäärä

20.5.2012

YHDISTELMÄMALLI

LÄHTÖTIETO-OHJE



RAMBOLL



YHDISTELMÄMALLI LÄHTÖTIETO-OHJE

Tarkastus
Päivämäärä **20/05/2012**
Laatija **Pete Ahonen**
Tarkastaja
Hyväksyjä
Kuvaus

Viite Lähtötieto_ohje_Tampere

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	4
2.	Lähtötiedot	4
2.1	Lähtötietojen määräitys	4
2.1.1	Nykytilanne	4
2.1.2	Topografia	4
2.1.3	Maaperäkerrokset	4
2.1.4	Maanlaiset rakenteet ja asennukset	4
2.1.5	Tunnelit	5
2.1.6	Dokumentoidut lähtötiedot ja temaattinen paikkatieto	5
2.2	Lähtötietojen laatuvaatimukset	5
2.2.1	Sijaintitarkkuusvaatimukset	5
2.2.2	Koordinaattijärjestelmän vaatimukset	6
2.2.3	Formaatin vaatimukset	7
2.2.4	Metatiedon vaatimukset	8
2.2.5	Lähtötietojen nimeäminen	8
2.3	Lähtötietojen hankinta	9
2.4	Lähtötietojen luovutus	10
3.	Mallit	12
3.1	Yleiset vaatimukset	12
3.1.1	Mallitiedoston nimeäminen	12
3.1.2	Objektiryhmät	12
3.1.3	Aineiston koordinointi	14
3.2	Maastomalli	14
3.3	Maaperämalli	14
3.4	Nykyiset objektit	15
3.5	Yhdistelmämalli	15
3.6	Mallien päivittäminen	15
3.6.1	Maanpintamallin päivittäminen	15
3.6.2	Maaperämallin päivittäminen	15
3.6.3	Dokumentointi	15

1. JOHDANTO

Tampereen kaupungin Kaupunkiympäristön kehittämisen -yksikkö ja Tietohallintoyksikkö on kevään 2011 aikana selvittänyt yhdessä Ramboll Finland Oy:n ja Vianova Oy:n kanssa koordinaatiomallin käyttöönottoa Infrahankkeiden suunnitteluprosesseissa. Siirtyminen perinteisestä 2D-suunnitelmien tuottamisesta mallipohjaiseen suunnitteluun vaatii muutosta lähtötietoaineistoon, suunnitteluprosessiin ja työtapoihin.

Oleellinen osa lähtötietojen hallinnasta koostuu maastomallin ja pintamallien sekä geotekniikan lisäksi putkiverkostoista, joita pääosin ovat kaukolämpö ja vesihuoltoverkostot. Tässä ohjeessa keskitytään lähtötietojen määritykseen, laatuun ja hallintaan.

Lähtötiedot käsittävät monia nykyisiä laitteita ja rakenteita. Ohjeessa määritetään eri lähtötietotyypit sekä niiden laatuvaatimukset. Tasojen ja objektien nimeäminen on yleensä kirjavaa ja ohjeeseen on kerätty InfraRYL:in mukaiset pääkohdat nimeämiskäytäntöihin. Tiedoston nimeäminen on tärkeää, jotta voidaan olla varmoja, mitä tietoa itse tiedostot sisältävät. Tärkeä osa lähtötietomallia on lähtötietojen mallintaminen ja kerääminen kootusti yhteen paikkaan. Ohjeessa on esimerkki projektitietolehdestä, jonne kaikki tieto lähtötiedoista tulee kerätä.

Tämä ohje pohjautuu osittain Norjan tiehallinnon mallin mukaiseen ohjekirjaan Håndbok 138.

2. LÄHTÖTIEDOT

2.1 Lähtötietojen määrittäminen

Lähtötiedot ovat yhteinen käsite useille tietotyypeille, jotka toimivat suunnittelun ja rakentamisen lähtökohdaksi. Ne käsittävät kaikki nykyisen rakennetun ympäristön objektit maanpinnalla ja maanpinnan alapuolella. Lähtötietojen tulee kuvata luotettavasti nykyistä tilannetta ennen suunnittelun aloittamista.

Lähtötietojen tuottamisen ja laadunvarmistuksen tulee tapahtua hyvissä ajoin ennen projektin käynnistämistä. Lähtötiedot ovat muuttumattomia, lukuun ottamatta maaperätietojen tarkistusta ja myöhemmin esiin tulleiden tuntemattomien putkien, johtojen tai rakenteiden osalta. Muutuneet lähtötiedot tulee päivittää.

2.1.1 Nykytilanne

Tarkoittaa tietokannassa olevaa tietoa teistä, radoista, rummuista, silloista, rakennuksista, ja muista objekteista maanpinnalla ja sen yläpuolella. Nykytilanne käsittää myös ortokuvat, valokuvat ja videot. Abstraktit objektit kuten kaavarajat sekä suojelualueet eivät kuulu tähän lähtötietotyyppiin vaan lukuun 2.1.6.

2.1.2 Topografia

Tarkoittaa nykyisen maanpinnan korkeusasemaa tai rakenteen yksityiskohtaista kuvausta. Korkeusasema voidaan määrittää pohjakartta-aineistosta, laserkeilausaineistosta tai maastomittausaineistosta. Aineistoa käytetään maastomallin yläpinnan määrittämiseen.

2.1.3 Maaperäkerrokset

Tarkoittaa maanpinnan alapuolella olevia eri maakerroksia. Maakerrosten yläpinnat voidaan määrittää pohjatutkimustietojen perusteella. Maakerrosten pinnoista muodostetaan kolmioituja geometriapintoja. Pintojen tarkkuus on riippuvainen alueella tehtyjen pohjatutkimusten määrästä.

2.1.4 Maanalaiset rakenteet ja asennukset

Kuvaa nykyiset objektit maanpinnan alapuolella, joihin kuuluvat esimerkiksi jätevesiviemärit, huilvesiviemärit, vesijohdot, kaukolämpöputket, kaasujohdot, sähköjohdot, puhelin- ja telekaapelit, kaivot sekä kaikki edellä mainittuihin liittyvät laitteet ja rakenteet. Tähän lähtötietotyyppiin kuuluvat myös rakennusten ja siltojen perustukset. Maanalaisten rakennusten rekisterit sisältävät sekä 2D- että 3D-aineistoa. 2D-aineisto ei sisällä korkeustietoa. Jos lähtötietoina käytetään 2D-aineistoa, tulee korkeustiedolle tehdä oletus ja dokumentoida se.

2.1.5 Tunnelit

Tunneleiden osalta erotetaan uudisrakentaminen ja korjausrakentaminen. Uudisrakentamisella on omat tarkkuusvaatimuksensa. Nykyisten tunneleiden osalta tarvitaan tieto geometriasta, rakenteesta, stabiiliteetista, varmistustoimenpiteistä ja teknisten laitteiden asennuksista.

2.1.6 Dokumentoidut lähtötiedot ja temaattinen paikkatieto

Edellisten projektivaiheiden lähtötiedot voivat sisältää suunnitelmia, tekniikkalajiraportteja ja tutkimuksia. Kaikki aikaisemmat tiedot tulee olla käytettävissä lähtötietoina. Temaattinen paikkatieto, kuten kaava-, kulttuuri- ja luonnonsuojelukohde, sisältyy lähtötietoihin.

2.2 Lähtötietojen laatuvaatimukset

Lähtötietoja voidaan hankkia usealle eri projektivaiheelle. Nykyistä maanpintaa voidaan esimerkiksi laserkeilata yleissuunnittelua varten. Kun projekti etenee, voidaan maanpinnan lähtötietojen tarkkuutta parantaa tarvittavilta kohdilta tekemällä täydentäviä maastomittauksia. Kaikille eri lähtötietotyypeille asetetaan ominaisuuksiin liittyviä vaatimuksia, joita ovat seuraavat

- Sijaintitarkkuus
- Koordinaattijärjestelmä
- Formaatti

2.2.1 Sijaintitarkkuusvaatimukset

Ennen projektin alkua tulee varmistaa, että lähtötiedot täyttävät seuraavat tarkkuusvaatimukset. Taulukossa 1 on esitetty lähtötietojen sijaintitarkkuudet eri projektivaiheissa.

TAULUKKO 1. Lähtötietojen tarkkuusvaatimukset.

Tarkkuusvaatimukset eri suunnittelu- ja toteutusvaiheissa	Esi-suunnittelu	Yleis-suunnittelu	Rakennus-suunnittelu	Urakka-tarjousvaihe
1. Nykytilanne	40-200cm	30cm	15cm	15cm
2. Topografia	40cm	15cm	3cm	3cm
3. Maaperäkerrokset	200cm	100cm	25cm	25cm
4. Maanalaiset rakenteet ja asennukset		50cm	30cm	30cm
5. Tunnelit (korjausrakentaminen)				50cm
6. Dokumentoidut lähtötiedot ja temaattinen paikkatieto	40-200cm	30cm	15cm	15cm

Lähtötietojen korkeustieto voi puuttua lähtötiedoista kokonaan, jolloin siitä tulee tehdä jokin oletus. Alla on esitetty maanalaisten rakenteiden korkeuden referenssipisteet sekä oletetut peitesyvyydet.

- Vesijohdon korkeutena ilmoitetaan putken lakikorkeus ja peitesyvyytenä käytetään vähintään 2.2m
- Kaasujohdon korkeutena ilmoitetaan johdon lakikorkeus ja peitesyvyytenä käytetään vähintään 1.0m
- Kaukolämmön korkeutena ilmoitetaan putken lakikorkeus ja peitesyvyytenä käytetään vähintään 0.6m
- Sähkö-, puhelin- ja telekaapeleiden korkeutena ilmoitetaan johdon lakikorkeus ja peitesyvyytenä käytetään vähintään 0.7m

- Vesihuoltoon liittyvissä kaivoissa käytetään ulkoyläpinnan korkeutena kaivon kantta ja pohjan korkeutena kaivon sisäpohjan korkeutta.
- Muissa maanalaisissa objekteissa käytetään ulkoyläpintaa, ellei kaupungin ohjeissa tai asennuksen tehneen tahon normeissa toisin ilmoiteta.

2.2.2 Koordinaattijärjestelmän vaatimukset

Tampere on ottanut vuonna 2011 käyttöön uuden kansallisen koordinaattijärjestelmän ETRS89 järjestelmästä johdetun kansallisen koordinaattijärjestelmän EUREF-FIN. Tampereen alueen karttaprojektiona käytetään ETRS-GK24 ja korkeusjärjestelmänä N2000. Pienemmissä projekteissa voidaan myös käyttää ETRS-TM35FIN projektiota.

Tampereella on aiemmin ollut käytössä oma koordinaattijärjestelmä ja korkeusjärjestelmä. Ennen vuotta 2011 laaditut suunnitelmat ovat Tampereen omassa koordinaattijärjestelmässä (TRE) tai kansallisessa koordinaattijärjestelmässä (KKJ). Koko Suomi on jaettu neljään kolmen pituusasteen levyiseen kaistaan, jotka vastaavat pituusasteita 21, 24, 27 ja 30. KKJ:ssä näille kaistoille on annettu numerot: 1, 2, 3 ja 4, jotka asetetaan täyspitkissä koordinaateissa y-koordinaattien eteen. Tampere sijaitsee kaistassa 2. Taulukossa 2 on esimerkkejä vanhoista ja uudesta koordinaattijärjestelmästä.

TAULUKKO 2. Tampereen keskustorin koordinaatit eri järjestelmissä.

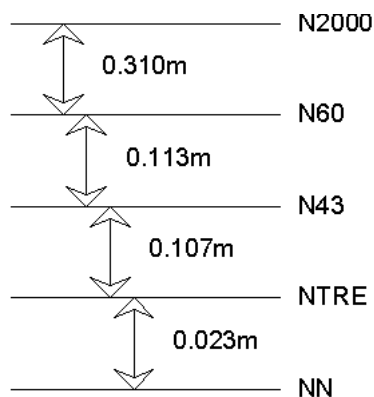
Tampereen keskustori		
Tasokoordinaatit	E	N
ETRS-GK24	24487254	6821021
ETRS-TM35FIN	327565	6822550
KKJ (2-kaista)	2496708	6823679
Tampere (TRE)	87399	21157

Vanhoissa suunnitelmissa on käytetty eri korkeusjärjestelmiä. Esimerkiksi Tampereen keskustorin maanpintakorkeus eri järjestelmissä on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Tampereen keskustorin korkeus eri järjestelmissä.

Tampereen keskustorin maanpintakorkeus	
N2000	+89.860m
N60	+89.550m
N43	+89.437m
NTRE	+89.330m
NN	+89.307m

Korkeusero NTRE- järjestelmästä uuteen N2000- järjestelmään on noin +0.530 - +0.550 metriä, joka riippuu sijainnista. Käytännössä korkeuserona käytetään 0.530m. Kaikki lähtötiedot toimitetaan samassa koordinaatti- ja korkeusjärjestelmässä. Kuvassa 1 on esitetty havainnollisesti eri korkeusjärjestelmien väliset erot metreissä Tampereella.



KUVA 1. Korkeusjärjestelmien väliset erot Tampereella.

2.2.3 Formaatin vaatimukset

Kaikki lähtöaineisto toimitetaan yleisesti käytössä olevissa formaateissa mm. DWG, TXT, GT. Alla on esitetty formaatit tarkemmin lähtötietotyypeittäin.

Nykytilanne:

- Tietokannan aineisto toimitetaan GT- tai DWG-formaatissa tai alkuperäisessä formaatissa.

Topografia:

- Laserkeilausaineisto toimitetaan LAS- ja GT-formaatissa.
- Maastomittausaineisto toimitetaan GT- tai DWG-formaatissa.

Maaperäkerrokset:

- Pohjatutkimukset toimitetaan TEKLA-formaatissa, TXT-tiedostona ja kolmiomallina LandXML-formaatissa.

Maanalaiset rakenteet:

- Putket ja johdot toimitetaan GT- tai DWG-formaatissa. Vesihuoltoon ja kaukolämpöön liittyvien putkien ja johtojen tulee olla 3D-viivoja. 3D-viivojen tulee olla oikeassa korkeudessa.
- kaapelit toimitetaan GT- tai DWG-formaatissa.
- Rakennusten ja siltojen perustukset toimitetaan GT- tai DWG-formaatissa.

Tunnelit:

- Tunneliskannaukset toimitetaan GT- ja TXT-formaatissa sekä alkuperäisessä formaatissa.

Dokumentoidut lähtötiedot ja temaattinen paikkatieto:

- Aikaisemmat suunnitelmat toimitetaan dwg-tiedostona ja LandXML-formaatissa. Suunnitelmiin liittyvät dokumentit toimitetaan alkuperäisessä formaatissa.
- Temaattinen paikkatieto kuten kaavarajat toimitetaan DWG-formaatissa.

Formaattien merkinnät ja määritelmät

DWG	Autodeskin kehittämä tiedonsiirto formaatti.
GT	Geonic, tielaitos formaatti maastomittaus tietojen siirtoon.
LandXML	Avoin kansainvälinen tiedonsiirtoformaatti infra-alalla.
LAS	Laserkeilausaineiston alkuperäinen formaatti.
TEKLA -formaatti	Teklan kehittämä formaatti pohjatutkimustietojen siirtoon.
TXT	Tekstiedosto.

Taulukossa 4 on esitetty Tampereen kaupungin eri lähtötietolajien formaatti vaatimukset.

TAULUKKO 4. Lähtötietojen formaatin vaatimukset.

Lähtötietolaji ja formaatti	GT	TEK	TXT	LAS	DWG	LandXML	Alkuperäinen formaatti
Nykytilanne	•				•		•
Topografia	•			•	•		
Maaperäkerrokset/pohjatutkimukset		•	•			•	
Maanalaiset rakenteet	•				•		
Tunnelit (korjausrakentaminen)	•		•				•
Dokumentoidut lähtötiedot ja temaattinen paikkatieto					•	•	•

2.2.4 Metatiedon vaatimukset

Kaikkiin lähtötietoihin on liitettävä tieto luontipäivämäärästä, mittausmenetelmästä ja tiedon laadusta. Maanalaiden asennusten osalta on lisäksi liitettävä tieto rakennusvuodesta, tyypistä ja materiaalista. Maaperäkerrosten osalta tulee tietää maakerrosten lajit sekä ne pohjatutkimukset, joiden mukaan pintamalli on luotu.

2.2.5 Lähtötietojen nimeäminen

Kaikki toimitettava aineisto tulee nimetä selkeästi ja yksiselitteisesti. Taulukossa 5 on esitetty lähtötietojen nimeäminen.

TAULUKKO 5. Lähtötietojen nimeäminen. Jos samasta lähtötietotyypistä laaditaan useita eri tiedostoja, tulee tiedostonimen perässä käyttää juoksevaa numerointia tai tekstikuvausta projektivaihenumeron jälkeen. Esim: Lt_nykytil_171717_01 tarkoittaa "nykytilanne" nro 01 projektille 171717.

Tietotyyppi	Tiedostonimi	Kuvaus
Lähtötiedot	Lt_nykytil_	Nykytilanne, 2.1.1
	Lt_topogra_	Topografia, 2.1.2
	Lt_maaperä_	Maaperäkerrokset, 2.1.3
	Lt_maanala_	Maanalaiset rakenteet, 2.1.4
	Lt_tunneli_	Tunnelit, 2.1.5
	Lt_temaatt_	Dokumentoidut lähtötiedot ja temaattinen paikkatieto, 2.1.6

2.3 Lähtötietojen hankinta

Ensisijaiset tietolähteet Tampereen kaupungin hankkeissa ovat:

Tampereen kaupunki
Tampereen Vesi
Tampereen Sähkölaitos
Johtotieto Oy
Liikennevirasto
Vattenfall

Nykytilanteen tietolähteet: Tampereen kaupungin oma tietokanta rekisteri, Liikenneviraston rekisteri

Nykytilannetta kuvaavien lähtötietojen hankinnassa käytetään ensisijaisena tietolähteenä Tampereen kaupungin pohjakartta-aineistoa. Lähtötietomalliin voidaan liittää osa Tampereen omasta kaupunkimallista. Liikenneviraston rekisteristä löytyy tietoa vanhoista suunnitelmista.

Topografian tietolähteet: Tampereen kaupungin mittausaineisto

Maaston korkeusasemaa kuvaavien lähtötietojen hankinnassa käytetään ensisijaisesti kaupungin omaa laserkeilaus- ja maastomittausaineistoa. Aineistossa saattaa olla puutteita, joten täydentäviä mittauksia on tehtävä tarvittavilta osin. Laadullisten tekijöiden lisäksi on myös tehtävä arvio aineiston käsittelystä alueilla, joissa esiintyy peittoalueita tai syviä leikkauksia.

Maaperäkerrosten tietolähteet: Kairaukset, geotekniset tutkimukset ja aikaisemmat dokumentit

Pohjatutkimustietoja tulee olla riittävän laajasti, jotta niistä saadaan luotettavat lähtökohdat kunakin projektivaiheen maakerrosrajojen ja geoteknisten arvioiden tekemiseen.

Pohjatutkimusten toteuttaminen ja laatu käsitellään kokonaisuudessaan muissa ohjekirjoissa. Maaperästä tulee ottaa riittävästi näytteitä sekä maaperän analyysyjä ja arviointeja tulee tehdä riittävässä laajuudessa maaperämallin laatimista varten.

Maanalaisten rakenteiden tietolähteet: Tampereen Vesi, Johtotieto Oy, Liikenneviraston rekisteri, Tampereen Sähkölaitos, Tampereen kaupunki

Maanalaisten rakenteiden ja johtojen lähtötietojen hankinnan ensisijaiset tietolähteet ovat: Johtotieto Oy, Tampereen Vesi ja Tampereen Sähkölaitos. Johto- ja putkikarttojen ajantasaisuus ja sisältö vaihtelevat omistajasta riippuen. Esimerkiksi kaivojen sijaintien perusteella, voidaan tehdä oletuksia vesihuoltoon liittyvien laitteiden sijainneista. Toisaalta tietojen laatua on vaikea varmistaa muuten kuin maastossa tehtävillä tarkemmittauksilla. Maanalaisten asennusten osalta voidaan tehdä tarkentavia maastutkamittauksia.

Tunneleiden tietolähteet: Liikennevirasto, Tampereen kaupunki

Nykyisiä tunneleita kuvaavien lähtötietojen hankinnassa käytetään tietolähteenä tunnelimuotojen laserkeilausta, sekä paljaalla kalliolla että lujituksen jälkeen. Lisäksi on varmistettava, että kaikki raportit ovat käytettävissä. Puutteelliset tiedot täydennetään mittauksilla.

Dokumentoitujen lähtötietojen ja temaattisen paikkatiedon tietolähteet: Vanhat suunnitelmat, Tampereen kaupungin oma rekisteri

Kaikki suunnittelualueen nykyiset suunnitelmat ja kaavat hankitaan ensisijaisesti digitaalisessa muodossa.

Lähtötietojen hankinnan jälkeen tulee arvioida tiedon tarkkuutta. Taulukossa 6 on esitetty tarkistuslista lähtötietoihin.

TALUKKO 6. Tarkistuslista lähtötietojen hankintaan.

Hankittava lähtötieto	Tarkkuusvaatimusten täyttäminen (Taulukko 1.)	Toimenpiteet	Muita huomioita
Nykytilanne	Kyllä	-	Mahd. lisämittauksia rajapinnoissa
	Ei	Hankitaan täydentävät mittaukset, mahd. keilaus	
Topografia	Kyllä	-	Arvioidaan peitto-alueita ja syviä leikkauksia
	Ei	Hankitaan täydentävät mittaukset	
Maaperäkerrokset/pohjatutkimukset	Kyllä	-	
	Ei	Hankitaan täydentävät kairaukset	
Maanalaiset rakenteet	Kyllä	-	Lisämittauksia uusin ja nykyisten rakenteiden rajapinnassa
	Ei	Hankitaan täydentävät mittaukset, mahd. maatutkaus	
Tunnelit (korjauskenttäminen)	Kyllä	-	
	Ei	Hankitaan täydentävät mittaukset, mahd. keilaus	
Dokumentoidut lähtötiedot ja temaattinen paikkatieto	Kyllä	-	
	Ei	Hankitaan täydentävät mittaukset	

2.4 Lähtötietojen luovutus

Kaikkien lähtötietojen tulee olla eri osapuolten käytettävissä.

Laajemmissa hankkeissa voidaan lähtötietoja varten perustaa oma projektiserveri, jonne lähtötiedot tallennetaan kohdan 2.2.3 mukaisissa formaateissa. Serverillä tulee säilyttää projektitietolehteä, jossa on yhteenveto käytettävissä olevissa lähtötiedoista ja niiden sijainneista. Uudet ja päivitettyt lähtötiedot toimitetaan projektiserverille ja asiasta ilmoitetaan hankkeen osapuolille. Rakennuttaja dokumentoi, että lähtötietojen laatu täyttää voimassa olevat vaatimukset.

Taulukossa 7 on esitetty esimerkki projektitietolehdestä.

TAULUKKO 7. Esimerkki lähtötietojen projektitietolehdestä.

LÄHTÖTIEDOT						
Tampereen kaupunki						
Projektivaihe	Projektinimi	ID	Projektivastaava	Projektiserveri	Arkistnumero	
Esisuunnitelma		1234		Linkki		
Yleissuunnitelma		12345		Linkki		
Rakennussuunnitelma		123456		Linkki		
Rakentaminen		123456r		Linkki		
Lähtötietotyyppi:	Lähde:	Yhteyshenkilö:	Tiedon vastaanottopäivä:	Tiedon mitauspäivä:	Laatu:	Tallennus
Nykytilanne:						
Lt_nykytil_1234_mittaus.gt	TRE kaupunki		1.2.2012	15.1.2011	Laatukuvaus	Linkki
Topografia:						
Lt_topogra_1234_maanpinta.gt	TRE kaupunki		1.2.2012	15.1.2011	Laatukuvaus	Linkki
Maaperäkerrokset:						
Lt_maaperä_1234_kallio.xml	TRE kaupunki		1.2.2012	15.1.2011	Laatukuvaus	Linkki
Lt_maaperä_1234_savi.xml	TRE kaupunki		1.2.2012	15.1.2011	Laatukuvaus	Linkki
Maanalaiset rakenteet:						
Lt_maanala_1234_putket.dwg	TRE Vesi		1.2.2012	15.1.2011	Laatukuvaus	Linkki
Lt_maanala_1234_kaapelit.dwg	Johtotieto Oy		1.2.2012	15.1.2011	Laatukuvaus	Linkki
Lt_maanala_1234_kaukolämpö.dwg	TRE Sähkölaitos		1.2.2012	15.1.2011	Laatukuvaus	Linkki
Lt_maanala_1234_sillanperustus.dwg	TRE kaupunki		1.2.2012	15.1.2011	Laatukuvaus	Linkki
Tunnelit:						
Lt_tunneli_1234.ir	TRE kaupunki		1.2.2012	15.1.2011	Laatukuvaus	Linkki
Dokumentoidut lähtötiedot ja temaattinen paikkatieto						
Lt_temaatt_luonnonsuojelu.dwg			1.2.2012	15.1.2011	Laatukuvaus	Linkki
Lt_temaatt_katusuunnitelma.xml	TRE kaupunki		1.2.2012	15.1.2011	Laatukuvaus	Linkki

3. MALLIT

3.1 Yleiset vaatimukset

Mallilla tarkoitetaan kolmiulotteista digitaalista mallia suunnitelluista tai rakennetuista infrakohdeista. Mallien tulee sisältää kaikki konkreettiset tiedot tekniikkalajeista ja objekteista, jotka ovat osa kohdetta. Suunnitteluvaiheissa laadittuja malleja käytetään koko hankkeen elinkaaren ajan aina valmistumiseen asti. Mallien tietoja voidaan valmistumisen jälkeen hyödyntää hoito- ja ylläpitotehtävissä. Vaatimukset 3D-malleihin pätevät projektin koosta tai maantieteellisestä sijainnista riippumatta.

Mallien tulee kuvata objektien geometria ja maantieteellinen sijainti pintojen, viivojen, pisteiden ja avaruuskappaleiden (Esim AutoCAD solids) avulla. Objektien geometriset muodot suunnitellaan ja toimitetaan luvussa 2.2.2 kuvatuissa koordinaatti- ja korkeusjärjestelmässä, ellei muuta sovi.

3.1.1 Mallitiedoston nimeäminen

Kaikki mallitiedostot nimetään taulukon 8 mukaisesti. Vapaatekstiä (vap) voidaan käyttää samantyyppisten tekniikkalajimallien erottamiseksi, esimerkiksi eri tiet, tunnelit tai sillat.

TAULUKKO 8. Mallitiedostojen nimeäminen.

Mallityyppi	Nimi	Kuvaus
Lähtötietomalli	maastom_vvvvkkpp_laserkeilaus	3.2 Maastomalli
	maastom_vvvvkkpp_maastomittaus	3.2 Maastomalli
	maaperäm_vvvvkkpp_kallio	3.3 Maaperämalli
	maaperäm_vvvvkkpp_savi	3.3 Maaperämalli
	nykobj_vvvvkkpp_(vap)	3.4 Nykyiset objektit
Yhdistelmämalli	ym_vvvvkkpp_(vap)	3.5 Yhdistelmämalli

Eri lähtötietomalleista voidaan tehdä yhdistelmämalli. Tällöin yhdistelmämalli voi esimerkiksi sisältää maastomallin, maaperämallin ja nykyisten objektien mallin.

3.1.2 Objektiryhmät

Lähtötietojen mallityyppitiedostot saattavat sisältää objekteja, jotka litteroidaan voimassa olevan InfraRYL 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistön version 2.1 mukaisesti. Taulukko 9 sisältää pääkohdat InfraRYL:istä sekä määritykset ja ominaisuudet.

TAULUKKO 9. Objektikoodien pääryhmät.

InfraRYL 2006 nimikkeistö	Lähtötietojen objektiryhmä	Määritykset ja ominaisuudet
1100	Olevat rakenteet ja rakennusosat	Työnaikaisen kasvillisuuden, rakenteiden ja maa- ja pengerrakenteiden poisto, siirto ja suojaus
1300	Perustusrakenteet	Paaluperustukset sekä vesihuoltoon ja kuivatuksen liittyvät arinarakenteet
1400	Pohjarakenteet	Vahvistetut maarakenteet, suojaukset ja eristykset sekä kuivatusrakenteet sisältäen salaojat, rummut ja ojat
1500	Kallion tiivistys- ja lujitusrakenteet	Kallion lujitus ruiskubetonointi, mekaaniset lujitukset ja injektioinnit
1600	Maaleikkaukset ja -kaivannot	Luiskat, kaivannon tukirakenteet, putkikaivannot, penkereiden alitukset
1700	Kalliroleikkaukset, -kaivannot ja tunnelit	Avokalliroleikkaukset, kalliokanaalit, maanalaistilat
1800	Penkereet, maapadot ja täytöt	Eri maapenkereet, esikuormitusrakenteet ja kaivantojen alku- ja lopputäytöt
2100	Päällysrakenteen osat ja radan alusrakenteet	Suodatinrakenteet, jakava- ja kantavakerros, päällysteet ja siirtymärakenteet
2200	Reunatuet, kourut, askelmat ja eroosiosuojaukset	Reunatukityypit ja materiaalit, luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset
2300	Kasvillisuusrakenteet	Kasvualustat ja katteet, nurmiverhoukset ja istutukset
2400	Ratojen päällysrakenteet	Raiteet, ratojen tukikerrokset, tasoristeykset
3100	Vesihuolto	Jäte- ja hulevesiviemärit, vesijohdot
3200	Turvallisuusrakenteet ja ohjausjärjestelmät	Kaiteet, johteet ja törmäyssuojat, aidat, tiemerkinnät, liikennevalot, portit
3300	Sähkö-, tele- ja konetekniset järjestelmät	Ilmajohdot, maakaapelit, pylväät, muuntamot, valaisimet, lamput, keskukset
3400	Lämmön- ja kaasunsiirtojärjestelmät	Kaukolämpöjohdot, kaasujohdot
4100	Erittelemättömät rakennustekniset rakennusosat	Betoni-, teräs- ja puurakenteet, puuverhous ja puuelementtirakenteet
4200	Sillat	Siltarakenteet ja niiden laitteet
4300	Laiturit	Laiturin puurakenteet
4400	Perustus- ja tukirakenteet	Siirtymälaatat (ei siltojen), tukimuurit
4500	Ympäristörakenteet	Meluseinät
4530	Liikunta- ja virkistyspaikkojen rakenteet	Ulkokenttien päälly- ja pintarakenteet
4600	Rakennelmat ja kalusteet	Kevyet puusillat

Infrahankkeisiin liittyvien CAD-suunnitelmien tasojako-ohje perustuu InfraRYL 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistön versioon 2.1. Tasojako-ohjeen uusin versio löytyy Rakennustiedon InfraBIM internetsivuilta. Tasojako-ohjeen CAD-tiedoston voi ladata netistä osoitteesta http://www.rts.fi/infraBIM/infra_cad_kuvatasejarjestelma.html. Tasojako-ohjeessa on käsitelty myös maastomittauksien ja -tutkimusten tasoja. Taulukossa 10 on esitetty periaate tasojen nimeämiseen.

TAULUKKO 10. Tasojen nimeäminen mallitiedostossa esim CAD-tiedostossa. (Lähde InfraRYL 2006 Rakennusosa- ja hankenimikkeistön versioon 2.1 sekä tasojako-ohje CAD-tiedosto <http://www.rts.fi/infrabim/>)

Tason nimiosa:	Koodi_	Kategoria_	Yksityiskohta
Selitys:	objektikoodi_	objektinimi_	kommentti (vapaateksti)
Esimerkkejä	PUR1131--E0_putket_vesijohto PUR1132--E0_kaapelit_maakaapeli_20kV GEO1320--E0_paaluperustukset KUI1430--E0_kuivatusrakenteet_rumpu MAA1610--E0_maaleikkaus RAK2211--E0_reunatuki_betoni VES3131--E0N_vesijohto_110PVC_nykyinen SAH3311--E0_maakaapeli_0.4kV ENE3410--E0N_kaukolämpö_nykyinen SIL4200--E0_sillat MIT5611--E0_maastomittaukset MIT5612--E0_maaperätutkimukset MIT56122--E0_kallionpinta_porakonekairaus_tulkinta		

Objektikoodin E0 perään laitetaan N-kirjain jos laite tai varuste on nykyinen.

3.1.3 Aineiston koordinointi

Projektille kerättyä aineistoa saatetaan joutua päivittämään. Päivityksen jälkeen lähetetään tieto päivityksistä hankkeen eri osapuolille. Päivityksen yhteydessä on aineiston nimeäminen tärkeää, jotta uusimmat aineistot löydetään helposti.

3.2 Maastomalli

Maastomalli kuvaa nykyisen maanpinnan muotoa ja toimii aina pohjana muille tekniikkalajeille sekä suunnittelulle. Alustavassa suunnittelussa voidaan käyttää pohjakartta-aineistoa maastomallin luomiseen. Kun maastomallia tarkennetaan, tulee maastossa suorittaa tarvittavat mittaukset. Mittauspisteet ovat oikeassa koordinaatistossa ja korkeudessa ja ne tulee ulottaa vähintään 10 metriä yli suunnittelualueen.

Maastomittauspisteistä muodostetaan joko kolmio- tai neliöverkko. Mallin luomisessa tulee muodostaa riittävästi taiteviivoja esimerkiksi ojien ja uomien pohjilta, penkereiden ja leikkausten yläreunoista, asfaltin reunoista, katujen ja väylien reunoista. Maastomallin tarkkuusvaatimukset ovat taulukosta 1 mukaiset.

Maastomalli toimitetaan yhtenäisenä LandXML kolmio- tai neliömallina. Jos tiedoston koko kasvaa liian suureksi, jaetaan tiedosto useaan osaan. Maastomallin lähtötiedot, jonka perusteella maastomalli luodaan, tulee myös toimittaa.

3.3 Maaperämalli

Maaperämalli kuvaa maanpinnan alapuolella olevia maakerroksia. Eri kerroksista tehdään pintamallit, jotka kuvaavat eri kerroksien yläpintoja. Maaperämallin teko edellyttää riittäviä pohjatutkimuksia alueelta. Hankkeen edetessä saattaa oletettu maaperämallin geometria muuttua, jolloin todelliset kerrosrajat tulee mitata ja dokumentoida.

Kallionpintamalli tehdään varmistettujen tutkimusten perusteella. Näitä tutkimuksia ovat porakonekairaus, tärykairaus avokallion lähellä sekä koekuopat. Jos tutkimuksia on melko harvaan, voidaan esimerkiksi porakonekairaustulosten perusteella tehdä varmennetuista kallionpintatiedoista 3D piste oikeaan kallionpinnan korkeuteen.

Maaperämallit toimitetaan LandXML kolmiomalleina. Alkuperäiset lähtötiedot joiden perusteella maaperämallit luodaan, tulee myös toimittaa.

3.4 Nykyiset objektit

Nykyisiä objekteja sisältävä malli käsittää kaikki maanpäälliset ja maanalapuoiset objektit. Lähtötiedot voivat olla 2D- tai 3D-tietoa tai vanhoja suunnitelmia. Lähtötietoihin saatetaan joutua tekemään oletuksia korkeuksien suhteen. Jos oletuksia joudutaan tekemään, niin lähtökohtaisesti käytetään objekteille kappaleen 2.2.1 mukaisia peitesyvyyksiä.

Mallia päivitetään, jos objektien sijainnit muuttuvat oleellisesti. Objektien tasoina tulee käyttää InfraRYL:in mukaisia litteroituja taulukon 10 mukaisesti. Nykyiset objektit toimitetaan alkuperäisformaattissa.

3.5 Yhdistelmämalli

Yhdistelmämalli sisältää useita eri malleja esimerkiksi maanpintamallin, maaperämallin ja nykyiset objektit-mallin. Yhdistelmämallilla voidaan tarkastella kaikkia eri malleja yhdessä. Yhdistelmämallin tarkoitus on esittää nykyiset tiedot niin kuin ne ovat eikä siihen saa lisätä tietoa, jota ei muissakaan malleissa ole. Yhdistelmämallia voidaan käyttää muun muassa törmäystarkasteluihin. Mallin tulee sisältää 3D-geometriatiedot sekä referenssiiviivat ja pisteet.

Yhdistelmämallissa on mahdollista navigoida 3D-maailmassa. Mallin mukana tulee toimittaa katseluun soveltuva vapaasti saatavilla oleva ohjelma tai katselutyökalu. Yhdistelmämallin mukana tulee toimittaa projektitietolehti, josta käy ilmi mitä tietoja malliin sisältyy.

3.6 Mallien päivittäminen

Eri malleja voidaan muokata tai päivittää, jos lähtötiedoissa on ollut epätarkkuuksia. Hankkeen edetessä tulee mahdolliset poikkeamat dokumentoida ja mitata siten, että tiedot voidaan päivittää malleihin. Mahdolliset täydentävät mittaukset on toimitettava avoimessa tai yleisesti käytössä olevissa formaateissa.

3.6.1 Maanpintamallin päivittäminen

Maanpintamallia voidaan päivittää hankkeen edetessä. Päivitykset edellyttävät lisämittauksia kohteessa.

3.6.2 Maaperämallin päivittäminen

Maaperämallin geometriaa tulee päivittää jos pohjamaasta on saatavilla tarkempia tietoja. Maaperämallin päivitys voi tapahtua rakentamisen aikana tai täydentävien maastotutkimusten aikana.

3.6.3 Dokumentointi

Kukin malli tulee nimetä taulukon 8 mukaisesti, jolloin mallin luonti päivämäärä erottaa mahdolliset eri ajankohtina luodut mallit. Projektitietolehdessä tulee mainita kukin malli erikseen.