



Riku Rantala, RKM18I

Tuntemattomien rakenteiden vaikutus toteutukseen ja kustannuksiin infra-alalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK.)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

05.11.2021

Tiivistelmä

Tekijä:	Riku Rantala
Otsikko:	Tuntemattomien rakenteiden vaikutus toteutukseen ja kustannuksiin infra-alalla
Sivumäärä:	34 sivua + 2 liitettä
Aika:	05.11.2021
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK.)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine:	Infrarakentaminen
Ohjaajat:	Lehtori Mika Räsänen Lohkopäällikkö Tapio Väisänen

Tämä opinnäytetyö toteutettiin YIT Suomi Oy:lle. Projekti käsittelee tuntemattomia rakenteita ja niiden vaikutuksia infrarakentamisessa. Aihe valittiin sen ajankohtaisuuden takia, sillä infratyömailta löytyy edelleen tuntemattomia rakenteita. Tuntematon rakenne on rakenne, jota ei näy hankkeiden suunnitelmissa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda informoiva ohjekortti infra-alan työnjohtajille, kuinka reagoida tuntemattomiin rakenteisiin. Ohjeissa käytettiin konkreettisia kuva- ja suunnitelma-aineistoja työmailta tekstin tueksi. Taustatutkimuksessa perehdyttiin suunnittelun ja kartoituksen kehitykseen infra-alalla. Maailma siirtyy koko ajan enemmän ja enemmän digitaalisempaan suuntaan niin myös infrarakentaminenkin. Infra-ala jumitti monta vuosikymmentä samoissa rakennusmenetelmissä ilman suurempaa kehitystä. Vasta viimeisen vuosikymmenen aikana infra-ala on ottanut isoja askeleita kohti digitalisaatiota ja tietomallinnusta kohti.

Infra-alan tietojen käsittelymenetelmien kehityksen myötä tuntemattomien rakenteiden löytyminen työmailta vähenee vuosi vuodelta, mutta silti infra-alan työnjohtajien täytyy olla valmistautuneita tuntemattomiin rakenteisiin. Varsinkin kaupunkiympäristöissä maan alta voi löytyä tuntemattomia rakenteita rakennusten anturoista sodan aikaisiin lentopommeihin asti. Kaupunkiympäristöissä on rakennettu jo kauan, ja nykyään kaupunkiympäristöissä melkein jokaisessa hankkeessa rakennetaan vanhojen rakenteiden päälle uutta tekniikkaa.

Tämä opinnäytetyö kertoo syitä tuntemattomien rakenteiden löytymiselle ja antaa esimerkkejä tilanteista, joissa tuntemattomia rakenteita voi löytyä ja kuinka työnjohtajan tulisi niihin reagoida. Opinnäytetyö on tulevaisuuden työnjohtajien tukena tuntemattomien rakenteiden löytyessä.

Avainsanat: Suunnitelma, infra-ala, tuntematon rakenne, kartoitus

Abstract

Author: Riku Rantala
Title: Effects to Implementation and Costs of Unknown Structures on Infrabuilding
Number of Pages: 34 pages + 2 appendices
Date: 05 November 2021

Degree: Bachelor of engineering
Degree Programme: Construction Site Management
Professional Major: Infrastructure Management
Supervisors: Tapio Väisänen, Title (e.g., Construction Manager.)
Mika Räsänen, Title (e.g., Senior Lecturer.)

This thesis was made for YIT Suomi Oy. This thesis examines unknown structures and their effects in infrabuilding. The topic of this thesis was chosen because it is topical and unknown structures are still found at construction sites. An unknown structure is a structure that cannot be found from the project's blueprints.

The purpose of this thesis was to provide information on how construction site managers should react to unknown structures. The report includes images and blueprints from real construction sites to complement the text. The background study focused on the development of the blueprints and the mapping methods in infrabuilding. The world is digitalising and so is infrabuilding. Industry of infrabuilding adhered to the same construction methods for many decades without any greater development. Infraindustry has taken large steps towards digitalisation and data modelling during the last decade.

The development of data processing methods in infrabuilding has increased the possibility of finding unknown structures on construction sites. This does not remove the fact that construction site managers should be prepared to find unknown structures. Unknown structures from foundations of buildings to war time bombs can be found underground especially in urban environments. There has been large amount of construction for a long time in these kind of environments and nowadays new structures are built on top of the old ones.

This thesis includes reasons why unknown structures are found and examples of situations where unknown structures might be found and how construction site managers should react to them. This thesis will support construction site managers when unknown structures are found.

Keywords: blueprints, unknown structure, mapping, infrabuilding

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tavoitteet	1
1.2	Rajaukset	2
1.3	Yritysesittely	2
2	Tuntemattomat rakenteet	3
2.1	Syyt tuntemattomien rakenteiden taustalla	4
2.2	Suunnitelmien kehitys	6
2.3	Infrakit	8
2.4	Rakenteiden kartoituksen edistyminen	9
3	Tuntemattomien rakenteiden vaikutus työmaan toteutukseen	11
3.1	Työmaan näkökulmasta	11
3.2	Työnjohdon näkökulmasta	11
4	Tuntemattomien rakenteiden vaikutus kustannuksiin	26
4.1	Yleiset asiakirjat	26
4.2	Vaikutus hankkeen rakentamiskustannuksiin	26
5	Työmaanäkökulmat	28
5.1	Haastattelu kysymykset	28
5.2	Haastatteluiden vastaukset	29
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	32
7	Pohdinta	34
	Lähteet	35

Liitteet

Liite 1: Johdonsiirtosuunnitelma

Liite 2: Kustannuslaskentataulukko

Lyhenteet

3D: Three-dimensional space

ATK: Automaattinen tietojenkäsittely

CAD: Computer-Aided Design

HSY: Helsingin seudun ympäristöpalvelut

HV: Hulevesi

InfraBIM: Infra Build Environment Information Model

Inframodel: Land XML- Standardiin perustuva avoin formaatti infratietojen siirtoon

JV: Jätevesi

1 Johdanto

Infrarakentaminen käsitteenä sisältää pääasiassa katu-, rata- ja vesiväylien rakentamisen. Lisäksi infrarakentaminen kattaa talon perustustyöt, pihatyöt ja maanalaiset rakenteet. Tässä opinnäytetyössä keskitytään pääsääntöisesti juuri maanalaisiin rakenteisiin. Kaikki maanalaiset rakenteet, joita ei ole kartoitettu voivat olla tuntemattomia rakenteita. Tässä opinnäytetyössä tuntematon rakenne tarkoittaa rakennetta, jota ei näy hankkeen suunnitelmissa tai niiden tiedot ovat viitteellisiä.

Tuntemattomien rakenteiden löytymisen myötä, hankkeiden kustannukset lisääntyvät, koska niitä ei pystytä laskemaan mukaan urakkatarjoukseen. Tuntemattomat rakenteet tulevat usein uusien tekniikoiden tielle, jonka myötä työt hidastuvat sekä kustannukset lisääntyvät. Kaivutöiden aikana maan alta voi löytyä tuntemattomia rakenteita rakennusjätteistä vanhoihin sodan aikaisiin lentopommeihin asti.

Tuntemattomia rakenteita löytyy edelleen paljon infratyömailta ja ne aiheuttavat infratyönjohtajille ongelmia. Tuntemattomat rakenteet aiheuttavat työmailla töiden keskeytymisiä tai viivästyksiä, jonka myötä työmaat saattavat kärsiä aikataulumyöhästymisistä. Infratyömailta halutaan vastauksia kysymykseen, miksi tuntemattomia rakenteita löytyy, vaikka suunnittelu onkin lähivuosina kehittynyt. Aihe on ajankohtainen, sillä tuntemattomia rakenteita tulee tulevaisuudessakin löytymään.

1.1 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda kattava raportti tuntemattomista rakenteista infra-alan työnjohtajille. Raportissa avataan syitä tuntemattomien rakenteiden löytymiselle ja kuinka työnjohtajan täytyy reagoida kyseisiin rakenteisiin. Tarkoituksena on selvittää, kenelle vastuu kuuluu tuntemattomien rakenteiden löytymisestä. Taustatutkimuksessa selvitetään, miten infrasuunnittelu on kehittynyt vuosikymmenten aikana. Palataan myös kartoituksen historiaan ja selvitetään,

kuinka kartoitus tapahtui ennen ja nykyään. Suunnittelun historiaa lähdetään kartoittamaan paperiversioista tietomallinnukseen asti. Raportissa käsitellään, mitä suunnitelma-aineistoja työnjohtajilla on tänä päivänä käytössä infrahankkeilla.

1.2 Rajaukset

Raportin aiheita käsitellään työnjohtajan näkökulmasta. Selvitetään, kuinka tuntemattomat rakenteet vaikuttavat työnjohtajien työn toteutukseen, aikataulutukseen ja kustannuslaskentaan. Tuntemattomat rakenteet, joita tässä opinnäytetyössä tarkemmin käsitellään, ovat betoniset kaapeliarkut, bensa-asemien öljysäiliöt, rakennusten anturat, kellari rakenteet, vesihuollon tonttiliitokset sekä sodanaikaiset lentopommit. Raportissa käydään läpi esimerkkien avuin, mitä tuntemattomia rakenteita työmailta voi löytyä ja miten työnjohtajan täytyy niihin reagoida. Opinnäytetyön aineistoina käytetään työmailta saatuja kuvia ja suunnitelma-aineistoja, sekä kirjallisuuslähteitä. Projektin aikana haastatellaan myös infrarakentamisen ammattilaisia Raide-jokerin työmaalta.

1.3 Yritysesittely

Tämä opinnäytetyö tehdään YIT Suomi Oy:lle, joka on Suomen suurin rakennusyriitys. Vuonna 1912 ruotsalainen Ab Allmänna Ingeniörsbyrån perusti Helsinkiin toimipisteen, jonka kautta oli tarkoitus päästä Venäjän markkinoille. Ab Allmänna Ingeniörbyrånin toiminta kuitenkin lakkautui ensimmäisen maailmansodan ja Suomen itsenäistymisen myötä. (YIT:n historia.n.d..)

Toimintaa jatkoivat suomalaiset liikemiehet, jotka vaihtoivat yrityksen nimeksi Yleinen Insinööritoimisto Oy. YIT on nykyään kokonaisuus, jonka muodostavat Yleinen Insinööritoimisto Oy, Perusyhtymä Oy ja Vesto Oy. YIT toimii monissa eri Euroopan maissa, joissa se työllistää noin 7400 ammattilaista. Vuonna 2020 yrityksen liikevaihto oli noin 3,1 miljardia euroa. (YIT lyhyesti.n.d..)

2 Tuntemattomat rakenteet

Kaupunkiympäristöistä löytyy isommalla todennäköisyydellä tuntemattomia rakenteita taajama-alueisiin nähden. Esimerkiksi kantakaupungin alueen kadun saneerausurakan aikana asfaltin alta paljastui kokonainen kerrostalokerros (Kuva 1.), joka on todennäköisesti jäänyt sinne kadun noston jäljiltä. Tällaista tuntematonta rakennetta ei osannut kukaan odottaa hankkeella, sillä siitä ei löytynyt mitään tietoja hankkeen suunnitelmista eikä asiakirjoista. Tiedon puute saattoi johtua rakennuksen iästä, koska korttelin historiallinen tehdasrakennus oli rakennettu paikalleen 100 vuotta sitten. Tähän aikaan rakennustöistä tietoja ei kirjattu ylös tai arkistoitu yhtä tarkasti kuin nykyisin. (Ikola, Vilma 2020.)



Kuva 1 Tehdasrakennuksen yllättävä kerros (Ikola, Vilma 2019, Lehto Tuukka.)

Yllätyksiä on tullut vastaan myös muidenkin hankkeiden aikana. Kaivuutöiden aikana ratahankkeelta löytyi vanhojen johdinautojen perustuksia. Betoniset perustukset olivat odottamattomia, ja niitä löytyi hankkeen aikana toistakymmentä ja yhden perustuksen paino oli jopa useita tonneja. Kaikki johdinautojen perustukset, jotka tulivat ratikkareitin eteen tai vesihuoltotöiden tielle poistettiin maaperästä. (Kalliosaari, Kati 2019.)

Jokaisessa infrahankkeessa on riskinsä löytää tuntemattomia rakenteita maan alta, jotka voivat aiheuttaa hankkeille lisäkustannuksia. Suunnitelma- ja kartoitustaineistot tallennetaan nykyään digitaaliseen ympäristöön mutta selvitetään, mikä näissä oli ennen käytäntönä.

2.1 Syyt tuntemattomien rakenteiden taustalla

Suunnitelmien tekoon ei ollut aiemmin käytössä nykYTEknologian tarjoamia mallintamisohjelmia tai pilvipalveluita, joihin suunnitelma-aineistot nykyään tallennetaan. Ennen tietokoneohjelmia, suunnittelu tapahtui lähinnä kynää ja viivoitinta käyttäen ja arkistointi tehtiin paperiversiointiin. Papereina arkistoidut suunnitelmat ovat voineet hukkua vuosien saatossa, tai kaikkia ei ole edes arkistoitu, jonka vuoksi nykypäivän suunnittelijoilla ei ole kaikkea tarvitsemaansa tietoa suunnitteluun. Suunnittelijat suunnittelevat suunnitelmansa vanhojen tiedossa olevien rakenteiden perusteella, ja jos ne ei ole ollut aikaisemmassa tiedossa, voi tuntemattomia rakenteita edelleen löytyä.

Rakenteita saatettiin jättää maan alle niiden poistamisen haastavuuden vuoksi, koska ennen ei ollut niin hyvää työkalustoa ja töiden teko oli hankalampaa sekä työläämpää. Tämä on johtanut siihen, että maan alle on saattanut jäädä melkein mitä vaan ilman tietoisuutta niiden olemassaolosta. Työkaluston, sekä kartoitus- ja työmenetelmien kehittymisen myötä uusilta tuntemattomilta rakenteilta vältytään, mutta vanhanajan rakentamisen aiheuttamia rakenteita löytyy edelleen uusien hankkeiden työskentelyssä. Tuntemattomat rakenteet poistuvat sitä myötä, kun uusia hankkeita aloitetaan ja vanhat pohjat puretaan uudelleen rakentamisen mahdollistamiseksi.

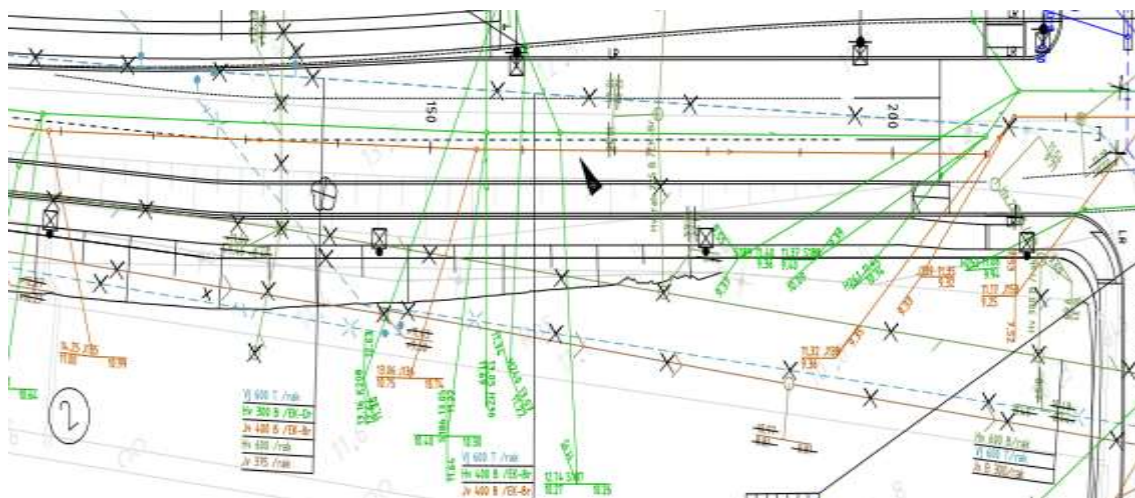
Infrarakentaminen on ottanut isoja askeleita viime vuosien aikana digitaalisen rakentamisen suuntaan. Infra-ala jumitti samoissa menetelmissä monta vuosikymmentä ilman, että alan tuottavuus olisi parantunut juuri laisinkaan. Infrarakentamisessa kaupunkiympäristöissä hankkeet toteutetaan jo aiemmin rakentamassa ympäristössä. Tämä lisää suunnittelun ja rakentamisen haastavuutta, sillä uusien tekniikoiden rakentaminen vanhojen tekniikoiden ympärille on haasteellista. Tilaajat haluavat enemmän tietoa, miten suunnitelmat saadaan liitettyä olemassa oleviin rakenteisiin, kuinka työt tehdään työmaalla ja toteutetaanko työt suunnitelmien mukaisesti. Isot infrarakentamisen yritykset ovat olleet mukana myös lähivuosien digitalisuuden kehittämisessä, tuomalla alalle uusia työkaluja sekä toimintatapoja. Nykyään työmailla työnjohtajilla on käytössä eri pilvipalveluita, kuten Infrakit, joka pitää sisällään sähköisiä suunnitelma-aineistoja. Infrakittiä käsitellään tarkemmin luvussa 2.3. (Digitaalinen infra ja digitaalinen rakentaminen n.d.)

Kaikilla Suomen suurkaupungeilla on omat menetelmänsä rakennustietojen päivittämiseen, mutta käsitellään niistä nyt Helsinkiä. Helsingin kaupunki pitää yllä omaa karttapalveluaan, joka päivittyy rakennusurakoiden mukaisesti. Helsingin karttapalvelussa voi tarkastella jo olemassa olevien rakenteiden taustakarttoja, kuten vesihuolto- ja sähkökarttoja, joista on suuri apu suunnittelijoille ja työnjohtajille. Suunnitteluvaiheessa suunnittelijat saavat käyttöönsä vanhojen rakenteiden tiedot, joiden perusteella he voivat suunnitella uudet suunnitelmat. Kaivutöihin lähdettyä, työnjohtajan täytyy olla tietoinen olemassa olevista rakenteista, joita maan alla on. Jokaisella urakoitsijalla on velvollisuus nykypäivänä toimittaa urakastaan kattavat kartoitusaineistot rakennetuista rakenteista tilaajalle. Isoissa infrahankkeissa tilaaja on yleensä kaupunki tai valtio. Tilaajat päivittävät kartoitustietojen perusteella omia karttapalveluitaan ja aineistojaan.

Kaupungeilla on omat karttapalvelut omista urakoistaan, mutta väylävirasto huolehtii valtion omista hankkeista. Väylävirasto pitää yllä karttoja, tiedostoja ja avointa dataa valtion tie- ja rataverkoista, sekä vesiväylien hankkeista. Väylävirastosta saa tietoja valtion jo valmistuneista hankkeista, ja käynnissä olevista hankkeista.

2.2 Suunnitelmien kehitys

Infrasuunnittelun siirtyminen tietokoneille tapahtui 1960–1970-luvulla ja tätä ennen kaikki suunnitelmat olivat paperisia. Tiehallinto, (nykyinen Väylävirasto) oli isossa roolissa tietokonepohjaisten suunnitelmien kehityksessä, sillä se maksoi suunnittelutoimistoille erillisen ATK-korvauksen (Automaattinen tietojenkäsittely) tietotekniikkaa hyödyntävästä suunnittelusta. Tämä johti ohjelmistojen kehittymiseen, jonka myötä infra-alallekin saatiin ohjelmistotoimittajia. Tämän voimakkaan kehityksen myötä tietokoneet vakiinnuttivat paikkansa infrasuunnittelussa 1990-luvulla. Markkinoille tuli graafisia ohjelmistoja, joiden käyttö onnistui pienellä itse opiskelulla tai koulutuksella. Infrasuunnittelun tietomallinnus ohjelmat olivat aluksi dokumenttipohjaisia suunnitteluohjelmia eli CAD-ohjelmia (Computer Aided Design). Ensimmäisillä CAD-ohjelmilla sai tehtyä 2D-mallinnuksia eli paperimuotoisia suunnitelmia (kuva 2), mutta nykyään myös 3D-mallinnukset (Three-dimensional space) ovat mahdollisia.



Kuva 2. 2D-mallinnuksella tehty vesihuoltosuunnitelma

Vuoden 2000 alussa kolmiulotteiset mallit alkoivat siirtymään tietomallintamiseen. Tietomallinnus pitää sisällään rakenneosien ja niihin liittyvien tietojen kuvaukset, toisinkuin (3D-mallit). Tietomallinnus on myös suunnitelma- ja lähtötietojen hallintaa, ja sitä hyödynnetään koko hankkeen elinkaaren ajan. Infra-alalla

tietomalleja kutsujaan termillä InfraBim (Infra Build Environment Information Model), eli inframalli. Infra-alalla tietomallinnusta alettiin kehittämään tiedonsiirtoformaatin, (Inframodelin) myötä, joka on kansainväliseen LandXML-standardiin perustuva infra-alan avoin tiedonsiirtoformaatti. Inframodel-tiedostossa siirretään varsinaisten tekstimuotoisten tietojen lisäksi myös metatietoja. Infra-model formaattia voidaan käyttää suunnitelmamallien väliseen tiedonsiirtoon ja niiden arkistointiin. Tämä vähentää suunnitteluvirheiden määrää, kun tiedoston sisällä suunnittelijat voivat keskenään siirrellä suunnitelmamallejaan. (Kylmälä, Annukka 2015:10&23.)

Tällä hetkellä tietomalleja hyödynnetään lähinnä rakentamisessa ja rakennesuunnittelussa. Hankkeen suunnittelijoille luodaan tietomallipohjaiseen ohjelmistoon koordinointimalli, johon lisätään kaikki hankkeen lähtötiedot. Koordinointimalli päivittyy suunnittelijoiden tekemien muutosten mukaan, joka vähentää suunnitelmien päällekkäisyyksiä. Tietomallit vakiinnuttavat paikkaansa yhä enemmän infrasuunnittelussa ja 2D-piirustukset alkavat olla menneisyyttä.

Tietomallit voidaan muokata koneohjausmalleiksi ja ne voidaan syöttää kaivinkoneiden koneohjausjärjestelmiin. Kaivinkoneiden täytyy sisältää Novatron ohjelma tai joku samantyyppinen koneohjausjärjestelmä, jotta mallit saadaan ladata niiden tietokantaan. Mallien avulla koneohjaaja näkee esimerkiksi kaivantomallit, leikkaussyvyyden ja rakennekerrosten paksuudet sekä korot. Koneohjausohjelmat (kuva 3) ovat melkein välttämättömyys nykypäivän infrarakentamisessa, sillä ne helpottavat huomattavasti kaikkien rakennusvaiheiden toteutusta.



Kuva 3. Koneohjausjärjestelmä

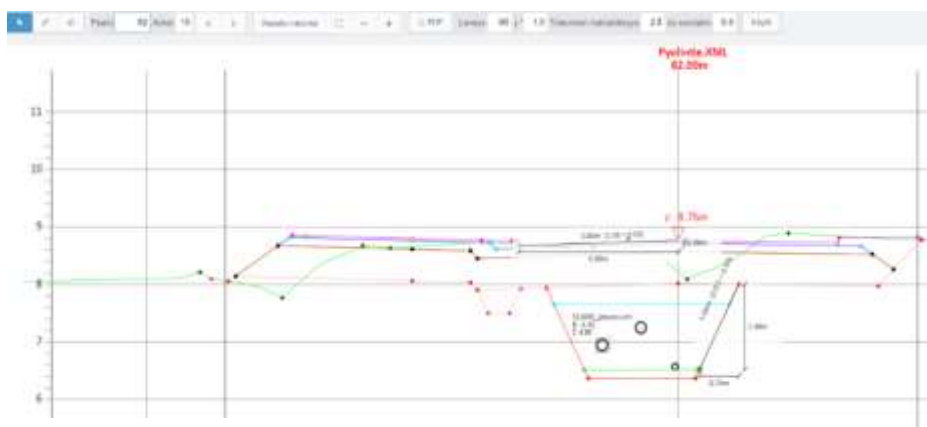
2.3 Infrakit

Infrakit on yksi 3D-mallipohjaisista pilvipalveluista, jota hyödynnetään infrahankkeilla. Se toimii tietokoneiden ja mobiililaitteiden selaimessa, jolloin se on aina työnjohtajan saatavilla. Infrakit on hyödyllinen rakennushankkeen jokaisessa vaiheessa suunnittelusta toteutukseen asti. Se pitää sisällään vaikuttavan 3D-visualisoinnin, joka yhdistää tietomallinnuksen ja paikkatietojärjestelmän ominaisuudet selaimessa tarkasteltavaksi kokonaisuudeksi. Kaikkien mallien rakennuskelpoisuuden voi tarkistaa ohjelman sisäänrakennetulla pituus- ja poikkileikkaustyökalulla ja Inframodel analysointityökalulla. (Tuote n.d.)

Kaikkien infrahankkeiden elinkaari alkaa lähtötietojen keruu vaiheessa, ja niitä ovat muun muassa maan malli mittaukset, maaperä- ja pohjatutkimukset sekä ilmakuvat. Lähtötietojen keruuvaiheessa kasaan kerätään maan alaisten kuten kaapeli-, vesihuolto- tai lämmönsiirtojärjestelmien tietoja eri rekistereistä ja palveluista, ja ne saadaan vietyä Infrakittiin aivan kuten mihin tahansa muuhunkin projektipankkiin. Laadukkaalla lähtöaineistolla vältetään mahdollisilta yllätyksiltä rakennusvaiheessa. Lähtötietojen keruu vaiheen jälkeen alkaa rakennussuunnitelma vaihe, jossa suunnitelmien yhteensovitustyö alkaa. Yhteensovitukseen etenkin rakennusvaiheessa tarvitaan erikoisohjelmistoja, joita suunnittelevilla tahoilla ei välttämättä ole käytössä. Infrakit tukee yleisimpiä formaatteja, kuten XML, DWG, DXF ja IFC, jotka ovat käytössä infra-alalla.

Infrakitin avulla työnjohtaja pystyy tarkastelemaan 2D- sekä 3D-poikkileikkauksia, joista näkyy putkikaivantojen ja rakennekerrosten kaltevuudet ja paksuudet, kuten (kuva 4) osoittaa. Lisäksi työnjohtaja saa reaaliaikaista seurantaä töiden etenemisestä ja voi ladata malleja koneohjausjärjestelmiin. Tuntemattoman rakenteen löytyessä Infrakit on työnjohtajalle hyödyllinen apuväline, sillä sieltä löytyy kaikki hankkeen lähtötiedot.

Infrakit toimii suunnitelmien tietopankkina paperiversioiden lisäksi. Hankkeen suunnitelmat on suunniteltu aina vanhojen suunnitelmien päälle, jolloin suunnitelmissa näkyy päällekkäin kaikki rakenteet. Infrakitin avulla työnjohtaja pystyy katsomaan uusia sekä vanhoja rakenteita erillisinä versioina, mikä mahdollistaa niiden helpomman tarkastelun. Tällöin esimerkiksi, kun työmaalla tulee vastaan tuntemattomana rakenteena betoninen kaapeliarkku, saa työnjohtaja siitä tarkemman tiedon infrakittiin haetuista kaapelitiedoista.



Kuva 4 2D-poikkileikkaus Infrakit sovelluksesta (Uudistunut Infrakit | Infrakit, Tieaho Ilkka)

2.4 Rakenteiden kartoituksen edistyminen

Vuonna 1978 ensimmäinen koaksiaalinen täkyometri integroidulla tallentimella pääsi markkinoille. Kyseinen laite kulutti silloin paljon virtaa, ja sisälsi nykymittapuuhun nähden hyvin vähän ominaisuuksia. Etäisyyden mittaus edellytti alkujaan prisman käyttöä, mutta 1980-luvulla alettiin myös käyttää prismattomasti mittaavia etäisyydsmittareita. Kehitys on ollut tästä lähtien huimaa, ja nykyisissä

takymetreissä ominaisuuksien kirjo ja mallisarjojen tarjonta on laaja. (Wikman, Esa 2004:44.)

Ennen takymetrimittaukset suoritettiin kahden henkilön voimin, mutta nykyään takymetri kojeiden kehittymisen myötä mittaaja voi suoriutua useimmista töistä yksin. Ennen takymetrimittauksissa tarvittiin takymetrin lisäksi kartoitus sauvaa sekä prismoja ja tähyksiä etäisyyksien ja kulmien mittaukseen. Prisma kiinnitettiin kartoitussauvaan, jonka avulla muutettiin korkeuseroja. Työhön vaadittiin kahta, sillä toinen piti prismaa ja toinen tähysti kojeen läpi. Tämä muuttui viime vuosikymmenten aikana, kun takymetreihin saatiin lisättyä liikkeiden hallinnan automatisointi, joka mahdollisti takymetriä etäkäytön. Takymetriä etäkäytön lisäksi mahdollistui myös täysin automaattiset mittaustoiminnot.

Nykypäivän takymetrit ovat etäkäytettäviä takymetrejä, joita kutsutaan robottitakymetriksi. Etäkäyttöisyyden myötä mittaustyöt voi suorittaa yksilötöinä ja takymetrit voivat parhaimmillaan olla esimerkiksi maastotietokoneita, oheislaitteiden ja tietoverkkojen kanssa kommunikoivia laitteita ja satelliittipaikantimien kanssa yhteiskäyttöisiä kojeita. Nämä ominaisuudet mahdollistavat takymetrin laajemman sisällön sekä tietojen jatkuvan päivittymisen ajan tasalle esimerkiksi kartoista ja putkien kaadoista. Edistynyt takymetri mahdollistaa tietojen yhteensovittamisen kentällä, joten tietoja ei tarvitse erikseen liittää taustakarttoihin ja suunnitelmiin kenttätoimistossa. Tämä säästää mittahenkilöiden aikaa ja virheiden määrä vähenee. (Laurila, Pasi 2021: 275–278.)

Rakennusalan kehityksen myötä suunnittelu, rakenteiden kartoitusmenetelmät ja pilvipalvelut ovat edistyneet. Näin myös virheiden määrä suunnittelussa, kartoituksessa ja itse toteutuksessa ovat vähentyneet, jonka vuoksi tuntemattomia rakenteita on miltei mahdoton jättää maan alle, niin ettei niistä löytyisi mitään tietoa tulevaisuudessa. Tämä ei kuitenkaan poista faktaa siitä, että tuntemattomia rakenteita tulee löytymään vielä vuosikymmenten aikana rakennettaessa uutta vanhan päälle. Tämän vuoksi on tärkeää, että työnjohtaja on tietoinen, kuinka tuntemattomiin rakenteisiin tulee reagoida niiden vastaan tullessa.

3 Tuntemattomien rakenteiden vaikutus työmaan toteutukseen

3.1 Työmaan näkökulmasta

Tuntemattomat rakenteet keskeyttävät aina hetkellisesti töiden etenemisen ja joissain tapauksissa hidastavat töitä pitemmänkin aikaa. Tuntemattomat rakenteet vaikuttavat infrahankkeiden aikatauluihin, työn toteutukseen ja kustannuksiin. Kaikki tuntemattomat rakenteet vaikuttavat eri tavalla työmaan toimintaan. Tuntemattomat rakenteet voivat olla rakenteita, jotka sisältävät käytössä olevaa tekniikkaa, kuten kaapelisuoja-putkia ja kaapeleita. Osa tuntemattomista rakenteista ovat vain maan alle piilotettuja rakenteita, joilla ei ole käyttötarkoitusta. Tällaisia rakenteita ovat muun muassa vanhat rakennusten anturat ja kellari rakenteet. Käytössä olevat tuntemattomat rakenteet hidastavat enemmän hankkeen etenemistä koko hankkeen ajan, koska ne tulevat uuden tekniikan tielle, eikä niitä voi poistaa maaperästä.

3.2 Työnjohdon näkökulmasta

Helsingin työmailta on löytynyt paljon tuntemattomia rakenteita, jotka ovat hidastaneet töiden etenemistä. Seuraavissa kappaleissa kerrotaan esimerkein, mitä rakenteita maaperästä löytyi ja mitä muita rakenteita sieltä voisi mahdollisesti löytyä. Esimerkkien tueksi kerrotaan, kuinka työnjohtajan tulisi näissä tilanteissa toimia.

- Esimerkki 1: Työmaalta löytynyt vanha kellarinseinä, joka ei näkynyt hankkeen suunnitelmissa.
- Esimerkki 2: Työmaa-alueelta löytyneitä betonisia kaapeliarkkuja, jotka eivät näkyneet suunnitelmissa.
- Esimerkki 3: Työmailta vesihuollon tonttiliitokset olivat olla eri paikoissa, kun suunnitelmat näyttävät. Sisältää otteen vesihuollon suunnitelmasta.

- Esimerkki 4: Työmailta voi edelleen löytyä toisen maailman sodan aikaisia lentopommeja.
- Esimerkki 5: Työmaalla vastaan tulleita vanhan bensa-aseman öljysäiliöitä.

Esimerkkien osoittamia tuntemattomia rakenteita voi löytyä myös tulevaisuuden infrahankkeilta. Esimerkit 1,2,3&5 kattavat työmailta löytyneet konkreettiset esimerkit tuntemattomista rakenteista.

- Esimerkki 1: Työmaalta löytynyt vanha kellarin seinä, joka ei näkynyt hankkeen suunnitelmissa.



Kuva 5. Työmaalta löytynyt kellarin seinä

Kellarin seinä (Kuva 5), joka oli peitetty rakennekerroksilla sekä asfaltilla, ja se tuli vastaan vanhojen rakennekerrosten leikkaustöiden aikana. Todennäköisesti aiempien urakoitsijoiden ei ollut tarvinnut kaivaa niin alas, että rakenne olisi tullut heillä vastaan, mutta tällä hankkeella se tuli uusien viemäröintien tielle. Kun

kaivinkoneen kauha osuu kaivuutöiden aikana johonkin kiinteään, useimmiten oletuksena on, että vastaan on tullut kallio.

Tällaisen tilanteen tullessa, työnjohtajan tehtävänä on selvittää, mikä rakenne on kyseessä. Yllä mainitussa esimerkkitilanteessa paras keino sen selvittämiselle on rakenteen esiin kaivaminen. Näin ollen, rakenteen ympäriltä kaivetaan lisää maita pois, jolloin saadaan selville sen todellinen muoto oletuksen sijasta. Rakenteen tunnistamisen jälkeen työnjohtajan tulee miettiä, mikä on paras keino sen purkamiseen. Betonirakenteiden purkamiseen voidaan käyttää piikkauskonetta, hydraulikka vasaraa tai pulverointia. Tässä työvaiheessa paras menetelmä olisi pulverointi. Pulveroinnissa kiinnitetään (kuva 6) osoittamat hydraulikkaleuat kaivinkoneeseen, joissa on kova puristusvoima (Kuokkanen, Pauli n.d). Hydraulikkaleukojen avulla betonirakenteista saadaan erotettua betonit ja raudoitukset toisistaan. Näin rakennusjätteet saadaan eroteltua toisistaan ja niiden lajittelu helpottuu. Puretusta rakenteesta täytyy tehdä pöytäkirja, johon merkitään puretun rakenteen sijainti ja purkumenetelmä.



Kuva 6 Pulverointileuat (Betonin murskaus, pulverointi | Rakennus- maansiirto- ja metsäpalvelut (patemi.fi.), Kuokkanen Pauli.)

- Esimerkki 2: Työmaa-alueelta löytyneitä betonisia kaapeliarkkuja, jotka eivät näkyneet suunnitelmissa. Alla kuvat kahdesta eri kaapeliarkkusta:



Betoninen kaapeliarkku

Kuva 7 Työmaalta löytynyt betoninen kaapeliarkku



Betoninen kaapeliarkku

Kuva 8 Työmaalta löytynyt betoninen kaapeliarkku

Kuvissa 7 ja 8 näkyy kaksi eri kaapeliarkkua, joita ei näkynyt hankkeen johtosiirtosuunnitelmassa (Liite 1). Johdonsiirtosuunnitelmassa kirkkailla väreillä näkyy uudet kaapelireitit ja himmeillä väreillä näkyy vanhat kaapelireitit. Suunnitelmaan on merkattu nuolilla kuvien osoittamat betoniset kaapeliarkut. Suunnitelmassa on päällekkäin paljon asiaa, joten työnjohtajan kannattaa lähteä etsimään lisätietoja vanhoista rakenteista Helsingin karttapalveluiden sivulta. Karttapalvelusta saa päälle taustakartan, jossa näkyy kaikki vanhat kaapelireitit. Alla kuva karttapalvelun sähkökartasta:



Kuva 9 Ote Helsingin karttapalveluista

Tästä taustakartasta näkee paremmin vanhat kaapelireitit. Kuvassa 9 näkyvä risteysalue on täynnä jo olemassa olevaa tekniikkaa. Kuvien 7 ja 8 osoittamat betoniset kaapeliarkut voisivat suunnitelmien perusteella olla kaapelikanaaleja. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, etteivät kaapeliarkut olisi tuntemattomia rakenteita.

Suunnitelmat antavat vain viitteitä kyseisistä kaapeliarkuista mutta tarkkaa tietoa rakenteista niistä ei löydy.

Taustaselvityksen jälkeen työnjohtajan tulee selvittää kenelle kaapeliarkut kuuluvat. Työnjohtajan tulee tarkastella (liite 1) mukaisesta suunnitelmasta vanhojen telekaivojen merkintöjä, jonka myötä saataisiin selville, että kaapeliarkuissa on operaattoreiden kaapelisuoja-putkia. Operaattoreita on muun muassa Elisa, Telia, DNA ja Cinia, joiden yhteyshenkilöt työnjohtajan tulisi seuraavaksi selvittää.

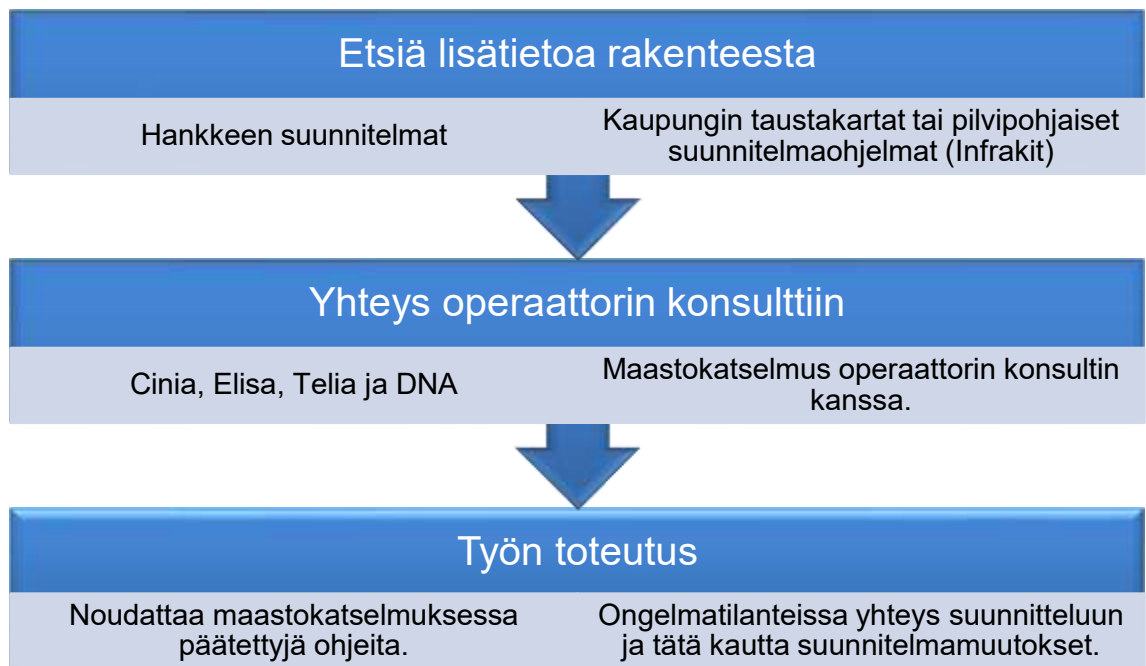
Työnjohtajan tulee seuraavaksi pitää maastokatselmus operaattorin konsultin kanssa, jossa työnjohtaja saa enemmän tietoa operaattorin konsultilta rakenteesta ja eri toimintatavoista sen suhteen. Katselmuksessa työnjohtaja informoi konsulttia ongelmista, joita betoniarkut mahdollisesti aiheuttaisivat. Katselmuksset ovat hyviä yhteistyömenetelmiä, koska niissä keskustellaan yhteisvoimin eri ratkaisuvaihtoehdoista tällaisten tilanteiden tullessa.

Kaapeliarkut voivat hankaloittaa uuden tekniikan rakentamista huomattavasti, koska ne voivat tulla uusien kaapeliputkireittien ja vesihuoltotöiden tielle. Uusille operaattoreiden kaapeliputkille saatetaan joutua kaivamaan reitti kaapeliarkun alle, kuten (kuva 7) osoittaa. Olemassa olevan tekniikan aiheuttaman ahtauden vuoksi kaivuutyöt tulee suorittaa tarkkaavaisesti, jottei mikään tekniikka rikkoutuisi. Tämän vuoksi kaivuutyöt vievät enemmän aikaa, tai ne joudutaan suorittamaan lapioiden. Kaapeliarkut voivat vaikeuttaa myös vesihuoltotöitä, sillä ne saattavat tulla uusien viemäröintien tielle. Tilanteessa, jossa ei saada uusia kaivoja/viemäröintejä suunnitelmien osoittamiin paikkoihin, täytyy työnjohtajan olla yhteydessä vesihuoltosuunnittelijaan. Vesihuoltosuunnittelija tekee tilanteesta suunnitelmamuutoksen, jonka mukaan vesihuoltotyöt rakennetaan.

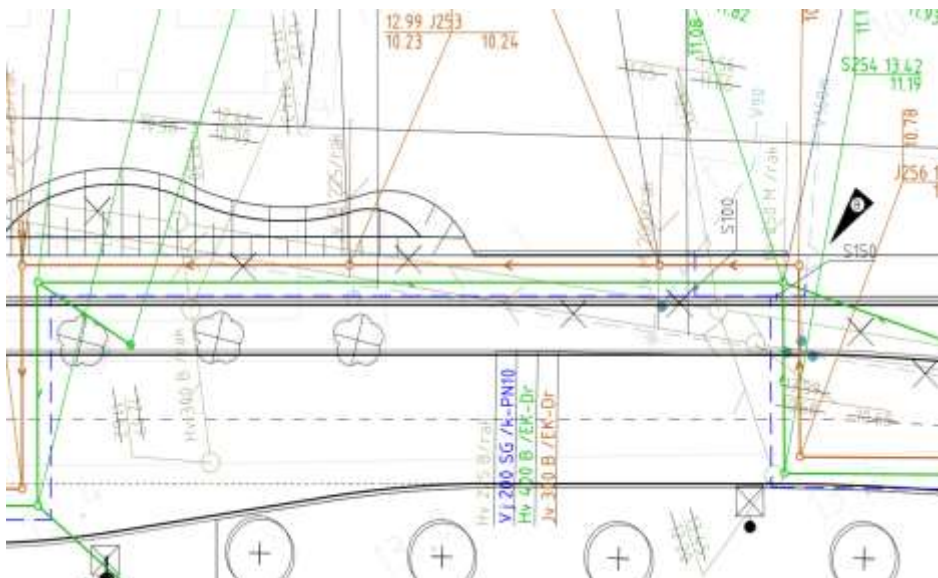
Aikataulullisesti kyseiset kaapelipatterit voivat hidastaa töiden etenemistä, koska kaivuutyöt hidastuvat ja uudelle tekniikalle joudutaan löytämään uusia ratkaisuja. Kaapeliarkut voivat aiheuttaa ongelmia lähes kaikkiin työvaiheisiin vesihuoltotöistä pintatöihin asti. Betoniset kaapeliarkut nostaisivat hankkeen

kustannuksia, sillä niiden vaikutuksesta osa työvaiheista kestäisi kauemmin suorittaa. Alla prosessikaava, johon on kiteytetty työnjohtajan tehtävät esimerkki 2 rakenteiden eteen tullessa:

Kaava 1 Työnjohtajan toimenpiteet betonisen kaapeliarkun eteen tullessa



- Esimerkki 3: Työmailla vesihuollon tonttiliitokset voivat olla eri paikoissa, kun suunnitelmat näyttävät. Alla ote vesihuollon suunnitelmasta.



Kuva 10 Työmaan vesihuoltosuunnitelma

Kuva 10 uudet hulevesi ja jätevesiviemärit on merkattu kirkkailla väreillä ja vanhat viemäroinnit näkyvät haaleilla väreillä sekä risteillä. Kaikki vanhat linjat on merkattu risteillä, koska ne on suunniteltu purettaviksi. Suunnitelmassa kiinteistöiden viemärien tonttiliitokset ovat merkattu Jv (Jätevesi.) M 200 / rak ja Hv (Hulevesi.) 250 M / rak tyyppisillä merkinnöillä. Kuva 10 osoittamat tonttiliitokset olivat työmaalla todellisuudessa hieman eri kohdissa. Lähtökohtaisesti työnjohtajan kannattaa luottaa suunnitelmiin, mutta on hyvä myös varmistaa tonttiliitosten todellinen sijainti ja niiden määrä. Paras menetelmä niiden varmistamiseksi on vanhojen viemäreiden kuvaukset, jotka tapahtuvat kuvausauton avulla. Kuvausauton saa työmaalle soittamalla yritykseen, joka tarjoaa viemärinkuvauspalveluita.



Kuva 11 Viemäreiden kuvausauto (Viemäryöt | Viemäriin avaus, viemäriin kuvaus ja viemäriin puhdistus (delete.fi.), Palm, Dan-Olof.)

Viemäriin kuvauksessa kamera syötetään kaivosta viemäriin ja kuvausmateriaalia tarkastellaan auton takaosassa sijaitsevasta tietokoneesta, johon kamera lähettää videoaineistoa. Videoaineistosta selviää tonttiliitosten tarkka sijainti ja

määrä. Videoaineiston saa halutessaan muistitikulle ja tätä voi tarkastella rauhassa omassa työmaatoimistossa. Kuvauksesta saa myös raportin, jossa näkyy kaikki tonttiliitokset, sekä niiden metrietäisyys kuvauksen aloituspisteestä. Aineistosta voi selvittää esimerkiksi, että tonttiliitoksia olisikin kahden sijasta neljä.

Tässä vaiheessa työnjohtajan tulee reagoida ylimääräisiin tonttiliitoksiin tilaamalla ylimääräisille tonttiliitoksille uudet kaivot. Nykypäivän rakentamisessa tonttiliitosten liittäminen suoraan viemäriputkeen on ehdottomasti kiellettyä, jonka vuoksi ne täytyy liittää aina kaivoon. Helsingin alueella viemäriverkoista vastaa HSY (Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut.). Tapauksessa, jossa viemäreiden tonttiliitoksia on enemmän, tulisi työnjohtajan informoida työryhmälleen uusien tonttiliitosten sijainnit. Tällöin työryhmä on tietoinen, missä tonttiliitokset ovat ja he ovat tietoisia, kuinka toimia niiden läheisyydessä. Tällä tavalla varmistutaan, että mikään käytössä oleva vesihuollon rakenne ei pääse rikkoutumaan. Viemärikuvausaineiston perusteella työnjohtaja saa vaan oletetun tiedon tonttiliitosten määrästä ja sijainnista, mutta kuvauksesta ei saa selville ovatko tonttiliitokset aktiivisia. Joka tapauksessa työnjohtajan tulee tällaisessa tilanteessa olla valmistunut siihen, että kaikki kuvauksessa nähdyt tonttiliitokset olisivat käytössä, ja ne täytyisi liittää uusiin viemäröinteihin. Tonttiliitoksia ei pysty liittämään uuteen viemäröintiin ilman ohipumppausta. Seuraavaksi tässä tilanteessa työnjohtajan tulee olla yhteydessä yritykseen, joka tarjoaa ohipumppauksia.

Ohipumppauksen tarkoituksena on siirtää uppopumppujen, paineilmatulppien ja letkujen avulla vesi tai jätevesi vanhoista viemäreistä uusiin viemäröinteihin. Paineilmatulppa ujutetaan kaivosta tai sahaamalla luukkuputken selkään, josta paineilmatulppa asetetaan vanhaan viemäriin. Paineilmatulppa puhalletaan täyteen ilmaa paineilmakompressorin avulla, jolloin viemäristä tulee tiivis ja veden virtaus pysähtyy paineilmatulppaan. Tulpan jälkeen kaivoon tai putkeen sahattuun luukkuun asetetaan uppopumppu, johon kiinnitetään letku, jota myötä vesi ohjataan uuteen viemäröintiin. Uppopumppu toimii sähköllä, joten pumppaus-

kohdan läheisyyteen täytyy tuoda sähkökeskus. Jokaista tonttiliitosta varten tarvitaan ohipumppaus, koska tonttiliitoksia ei saa tehtyä, jos vesi tai jätevesi virtaa viemärissä vapaasti.

Yllättävät tonttiliitokset voivat hidastaa töitä, jos niihin ei olla varauduttu, jolloin niitä varten ole tilattu tarvittavia materiaaleja tai toimenpiteitä. Hankkeen kustannukset lisääntyvät, jos tonttiliitoksia löytyykin enemmän kuin mitä suunnitelmat olivat osoittaneet. Kustannuksia lisäävät uudet kaivot, viemärikuvaukset, viemäriosat, työtunnit ja ohipumppaukset.

- Esimerkki 4: Työmailta voi edelleen löytyä toisen maailman sodan aikaisia lentopommeja.



Kuva 12 Toisen maailmansodan aikaisia lentopommeja

Rakennustöissä voi edelleen tulla vastaan sodanaikaisia lentopommeja (Kuva 12). Pommit ovat voineet hautautua maan alle laskeutuessaan, tai niitä ei ole

huomattu aiempien urakoiden kaivuutöiden aikana. Yleensä lentopommit löytyvät kaivinkoneen kaivutöiden aikana. Vaikka pommit ovat olleet niin sanottuja suutareita, voivat ne silti aktivoitua esimerkiksi kovasta iskusta pitkän ajan jälkeenkin. Lentopommit aiheuttavat välitöntä vaaraa kaikille sen ympärillä oleville henkilöille, joten lentopommeja ei saa missään nimessä alkaa itsenäisesti käsittelemään.

Poliisin ohjeiden mukaan kaikista rakenteista, jotka edes muistuttavat sodan aikaisia pommeja, täytyy heti ilmoittaa poliisille, joten tällaisessa tilanteessa työnjohtajan täytyy pysäyttää työmaan työt ja soittaa 112. Poliisi saapuu paikalle, ja eristää alueen yhdessä puolustusvoimien kanssa, ja he huolehtivat pommin oikeaoppisesta pois kuljettamisesta. Vasta kun uhka on poistettu työmaalta, saa töitä jatkaa poliisin luvalla. Lentopommien löytymisille kaupunkiympäristöissä on pienempi mahdollisuus, kuin taajama-alueilla, koska kaupunkiympäristöt on jo kertaalleen kaivettu auki kaupungistumisen myötä. Taajama-alueella jotkut alueet ovat vielä koskemattomia.

- Esimerkki 5: Työmaalla oli juuri käynnissä vesihuoltotyöt, kun vastaan tuli bensa-aseman vanhoja öljysäiliöitä. Bensa-asemien öljysäiliöt voivat aiheuttaa maaperän pilaantumista, joten kappaleen alussa käsitellään pilaantuneita maita.

Pilaantuneet maat on alue, johon on päässyt ihmisen toiminnan seurauksena haitallisia aineita siinä määrin, että niistä voi aiheutua haittaa terveydelle, ympäristölle tai alueen viihtyvyydelle. Haitallisia aineita voi päätyä maaperään pitkän ajan kuluessa vähittäisten päästöjen seurauksena, vahinkojen, onnettomuuksien tai jätteiden hautaamisen myötä. Lisäksi haitallisia aineita päätyy maaperään ilmalaskeumien myötä, jotka ovat peräisin tehtaiden piipuista ja moottoriliikenteestä. Aineet saattavat kulkeutua maaperässä esimerkiksi pohjavesiin, vesistöihin tai muille ympäröiville alueille. Pilaantuneita maita aletaan epäilemään, jos maaperä on oudon väristä tai siitä nousee poikkeuksellista hajua. (Pilaantuneet maa-alueet 2013.)

Pilaantunutta maaperää tutkitaan maaperänäytteillä, joilla selvitetään pilaantuneiden maiden aluelaajuus ja pilaantuneisuus. Vahvasti pilaantuneet maat voidaan kompostoida, polttaa tai ajattaa maanvastaanotto alueelle, jolla on asianmukaiset luvat niiden vastaanottamiseen. Lievästi pilaantuneita maita voidaan hyödyntää kaatopaikoilla jätteiden peittomaana. (Pilaantunut maaperä 2020.)

Kun havaitaan maiden pilaantumista, tulee siitä alustavasti ilmoittaa kunnan ympäristönsuojelu- tai terveysturvaviranomaiselle, alueellisille ympäristökeskuksille. Kiireellisten vaaratilanteiden sattuessa, voidaan myös ilmoittaa palo ja pelastusviranomaisille. Tarvittavat määräykset puhdistamisesta saadaan viranomaisen päätöksestä, joka on tehty ilmoituksen perusteella. (Kukkamäki, Markku n.d: 681–682.)



Kuva 13 Työmaalta löytynyt öljysäiliö

Vesihuoltotöiden yhteydessä työmaalta löytyi (kuva 13 osoittama) öljysäiliö, josta ei ollut aiempaa tietoa. Lisäksi työmaalta löytyi kaksi muutakin öljysäiliötä, kuten (kuva 14) osoittaa. Mitkään kyseisistä säiliöistä ei näkynyt hankkeen suunnitelmissa.



Kuva 14 Kaikki työmaalta löytyneet öljysäiliöt

Tilanteessa, jossa havaitaan öljysäiliötä maaperässä, tulee työnjohtajan ilmoittaa ensitöikseen kuorma- ja kaivinkone kuskeille, että öljysäiliöiden ympäristöä ei saa ajaa työmaalta pois. Hanke ja työnjohtaja saattavat joutua ongelmiin, jos mahdollisia pilaantuneita maita ajetaan väärään maanvastaanotto paikkaan. Ilmoitettuaan työryhmälle, olisi työnjohtajan hyvä tarkastella, pitääkö säiliöt sisällään nesteitä. Säiliöiden sisältäessä nesteitä, tulisi työnjohtajan tilata paikalle imuauto, joita tarjoavat esimerkiksi Delete Finland Oy. Vasta, kun säiliö on imetty tyhjäksi voi sen nostaa kaivannosta. Vuosia haudattuina olleet säiliöt voivat olla haurastuneita, jolloin noston yhteydessä ne voisivat rikkoutua. Tällöin sisällä olleet mahdolliset nesteet voivat valua maaperään, joten noston voi suorittaa kaivannosta vasta tyhjennyksen jälkeen.

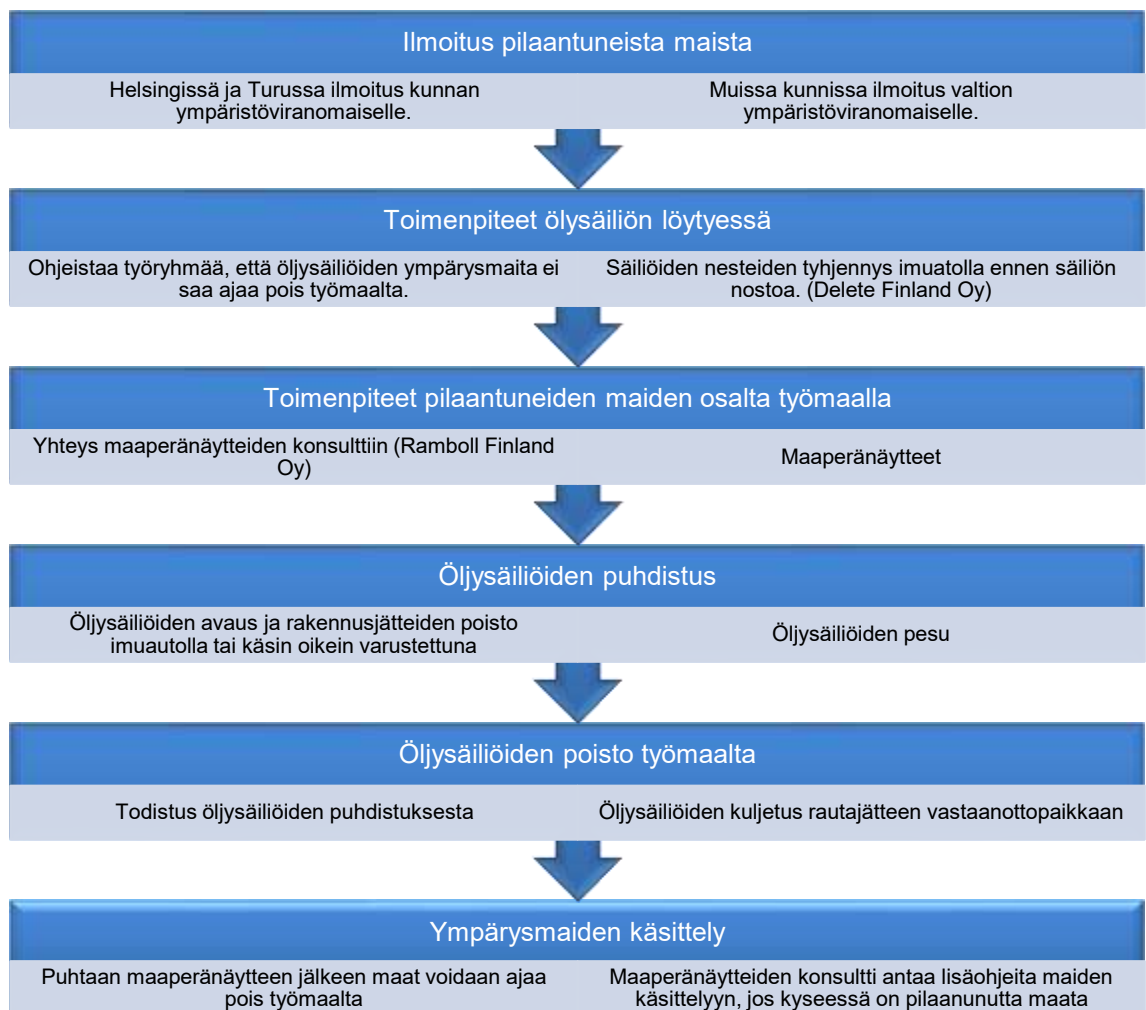
Tämän jälkeen työnjohtajan tulee tilata työmaalle maaperänäytteen ottaja, hankkeelle nimetyltä konsulttifirmalta, kuten esimerkiksi Ramboll Finland Oy:ltä. Nämä firmat suorittavat pilaantuneiden maiden näytteenottoja kentällä. Maaperänäyte otetaan maaperästä, jonka jälkeen se lähetetään laboratorioon, jossa sen pilaantuneisuusaste määritetään. Jos maaperänäytteet tulevat puhtaina takaisin, saadaan maat ajaa pois työmaalta.

Alueella, josta löytyy bensasäiliö, on mahdollisuus löytää niitä lisää (kuva 14), sillä alueella on joskus saattanut olla esimerkiksi bensa-asema. Jokaisen öljysäiliön ympäryksistä tulee ottaa erikseen maanäytteet. Nesteiden lisäksi, bensasäiliöt voivat pitää sisällään rakennusjätteitä ja maa-aineksia.

Öljysäiliöt, jotka pitävät sisällään rakennusjätteitä ja soraa, kannattaa avata, jotta niiden tyhjennys on helpompaa sekä kustannustehokkaampaa. Säiliöiden tyhjennys ei onnistu avaamalla, koska säiliöiden oma luukku on niin pieni. Säiliöiden maa-ainekset imetään imuautolla samalla tavalla kuin nesteetkin, ja tarvittaessa oikeinvarustettu henkilö poistaa rakennusjätteet käsityönä säiliöiden sisältä.

Säiliöiden tyhjennyksen jälkeen, ne tulee puhdistaa. Puhdistusta tarjoavat samat yritykset, jotka tarjoavat imuautoja. Työnjohtajan tulee varmistaa, että puhdistuksesta saadaan kirjallinen todistus, sillä rautajätteen vastaanottopaikat eivät ota säiliöitä vastaan ilman todistusta. Alla prosessikaava, johon on kiteytetty työnjohtajan tehtävät esimerkki 5 rakenteiden eteen tullessa:

Kaava 2 Työnjohtajan tehtävät esimerkki 5 rakenteiden eteen tullessa (Ilmoitus maaperän puhdistamisesta, 2014.).



Tilanteessa, jossa öljysäiliöiden ympärysmat ovat pilaantuneita, kustannukset voivat olla hankkeen tilaajalle suuria. Tilaaja voi kuitenkin saada hyvitystä pilaantuneiden maiden aiheuttamiin kustannuksiin öljysuojarahastolta. Öljysuojarahastoa hoitaa ympäristöministeriö, ja se on valtion talousarvion ulkopuolinen rahasto. Rahastosta maksetaan korvaus hankkeen tilaajalle, joka on ollut mukana öljyn pilaaman ympäristön ennallistamisessa. (Laki öljysuojarahastosta 2004/1406 § 1.)

4 Tuntemattomien rakenteiden vaikutus kustannuksiin

4.1 Yleiset asiakirjat

Tuntemattomien rakenteiden kustannukset määrittyvät urakkasopimuksen ja urakkamuodon perusteella. Urakkasopimukseen määritetään, kenelle kuuluu niin kutsuttu riski mahdollisten tuntemattomien rakenteiden löytymisen kustannuksista. Urakkasopimuksen lisäksi kustannusten määräytyminen riippuu urakkamuodosta. Yleisin urakkamuoto on kokonaishintaurakka, jossa tilaaja tekee urakkasopimuksen yhden pääurakoitsijan kanssa. Pääurakoitsija sitoutuu tässä urakkamuodossa toteuttamaan rakennushankkeen tilaajan laatimien asiakirjojen pohjalta. Ylensä pääurakoitsija tekee sopimuksia aliorakoitsijoiden kanssa, joilla on ammattitaitoa eri työvaiheiden toteuttamiseen. (Lindholm, Joachim. 2015.)

Kokonaishintaurakka muodossa tuntemattomat rakenteet ovat urakoitsijalle lisätöitä, sillä niitä ei ole näkynyt hankkeen suunnitelmassa. Tällöin niitä ei olla voitu ottaa mukaan urakkalaskentaan, eikä sitä myötä tarjousvaiheeseen. Tilaaja on velvollinen maksamaan urakoitsijalle kustannukset kaikista suunnitelmien ulkopuolisista töistä. Lisätöistä urakoitsija antaa erikseen tarjouksen tilaajalle, jonka tilaaja joko hyväksyy tai ei. Muutostyöt ovat töitä, jotka suunnitelmista poiketen toteutetaan hieman eri tavoin.

4.2 Vaikutus hankkeen rakentamiskustannuksiin

Luvun 3.2 esimerkit 1,2,3&5 olivat konkreettisia esimerkkejä, joita yhdeltä työmaalta löytyi. Kustannuslaskenta taulukossa (liite 2) on laskettu vain esimerkkien 1,3 ja 5 vaikutukset hankkeen kustannuksiin. Esimerkki 3 tonttiliitokset olivat vain eri kohdassa kuin, mitä vesihuoltosuunnitelma osoitti mutta laskentataulukossa lasketaan kustannukset ylimääräiselle tonttiliitokselle.

Jokainen urakka on yksilöllinen, joten liite 2 mukaisia kustannuksia ei voi suoraan hyödyntää muissa hankkeissa. Materiaalien yksikköhinnat (Liite 2) ovat

peräisin Rduksen verkkosivuilta ja muut yksikköhinnat ovat vain tuntikustannusten arvioita.

5 Työmaanäkökulmat

Projektin aikana haastateltiin kahta infrarakentamisen ammattilaista Raide-jokerin työmaalta. Työmaahaastatteluista haettiin vastauksia tutkimuskysymyksiin.

5.1 Haastattelu kysymykset

1. Miksi tuntemattomia rakenteita löytyy?
2. Voiko tuntemattomia rakenteita ennakoida?
3. Miten tuntemattomat rakenteet vaikuttavat infrahankkeiden kustannuksiin?
4. Kuka on rahallisesti vastuussa tuntemattomien rakenteiden kustannuksista?
5. Mitä tehdä, jos uutta tekniikkaa ei saada rakennettua tuntemattomien rakenteiden takia?
6. Miten tuntemattomat rakenteet kartoitetaan nykyään?
7. Mitä tuntemattomia rakenteita olette kohdanneet työuranne aikana?
8. Tuntemattomien rakenteiden vaikutus hankkeiden toteutukseen?
9. Miten kiinteistöiden tonttiliitosten määrä ja sijainti saadaan selville? Mitä toimenpiteitä kiinteistöiden tonttiliitokset vaativat?
10. Miten työnjohtajan tulisi reagoida tuntemattomiin rakenteisiin niihin törmätessä?

5.2 Haastatteluiden vastaukset

1.

Tuntemattomia rakenteita löytyy todennäköisemmin kaupunkiympäristöissä, koska näillä alueilla on rakennettu niin monesti, että jokaisessa urakassa on ollut riski virheisiin ja joitain rakenteita ei ole poistettu maaperästä kustannussyistä tai huonon valvonnan puitteissa. Syynä voi olla myös se, kun aiempia urakoita tehdessä ei ole ajateltu, että samalle alueelle rakennettaisiin tulevaisuudessa uutta tekniikkaa. (Luku 2.)

Keskusta-alueilla ja vanhoilla asuinalueilla on suurempi riski tuntemattomien rakenteiden löytymiselle. Tuntemattomien rakenteiden löytymiseen vaikuttaa myös aiempien urakoiden puutteelliset kartoitustiedot vanhoista rakenteista. Vaikka ne olisi kartoitettu, ne ei joistain syistä ole päätenyt kaupunkien omiin rekistereihin/ taustakarttoihin. (Luku 2.)

2.

Jotta tuntemattomia rakenteita voitaisiin ennakoida, tarvittaisiin pidemmältä ajalta laajaa tuntemusta alueesta ja sen ympäristöstä. (Luku 2.)

Tuntemattomia rakenteita voisi ennakoida tarkastelemalla vuosien takaisia ilmakuvia, joita voi lähteä etsimään kaupunkien taustakartoista. Näiden perustella voitaisiin mahdollisesti tehdä johtopäätöksiä rakenteista, joita voisi urakan aikana tulla vastaan. Tällainen taustatutkimus on vain silloin järkevää, kun on ylimääräistä aikaa. (Luku 2.)

3.

Tuntemattoman rakenteen löytyessä, työt keskeytyvät aina hetkellisesti ja jokainen tuntematon rakenne vaikuttaa yksilöllisesti hankkeen kustannuksiin. Töiden keskeytyessä työryhmälle tulee toimettomia tunteja, joita tilaaja ei korvaa. Odottelun ajaksi, hankkeen tulisi löytää työryhmälle

muita tehtäviä. Urakoitsijan velvollisuus on huolehtia, siitä että työryhmät ovat tehokkaissa työtehtävissä. Tilaaja maksaa ainoastaan päivän, kun tuntematon rakenne löytyy. (Luku 3.2.)

4.

Vastuu tuntemattomien rakenteiden muutoksista määrittyy urakkamuodon mukaan. Tuntemattomat rakenteet sisältyvät usein niin sanottuun riskiin, joka määritellään urakkapöytäkirjoissa. Kokonaishinta urakassa urakoitsija on aina oikeutettu laskuttamaan tilaajaa, jos vastaan tulee tuntematon rakenne. Ennalta arvaamattomat rakenteet ovat usein lisätöitä, sillä niitä ei ole pystytty laskemaan mukaan tarjousvaiheeseen. (Luku 4.1.)

5.

Jos uutta tekniikkaa ei saada rakennettua tuntemattomien rakenteiden takia, otetaan suunnittelijaan yhteys, joka tekee suunnitelmanmuutokset. Työnjohtaja voi myös itse ehdottaa ratkaisua suunnittelijalle, kuinka työt toteutetaan. (Luku 3.2.)

6.

Tuntemattomat rakenteet, kuten betoninen kaapeliarkku, kartoitetaan nykyään vain urakkalaajuudelta. Purettavia tuntemattomia rakenteita ei kartoiteta, niistä tehdään vain dokumentit rakenteen sijainnista ja purkumenetelmästä. (Luku 3.2.)

7.

Tuntemattomia rakenteita, joita on tullut vastaan: haudatut rakennusjätteet, rakennusten perustukset/ tukimuurit, tierakenteet, käytössä olevat kaapeliarkut, öljysäiliöt ja puolustusvoimien kaapelit. (Luku 2.)

8.

Tuntemattomat rakenteet vaikuttavat hankkeen toteutukseen hidastamalla töitä. Tuntemattomat rakenteet voivat vaikuttaa vesihuoltotöistä lopullisiin pintatöihin asti. Vesihuoltotöiden kaivot eivät välttämättä mahdu oikeisiin kohtiin vastaan tulevien tuntemattomien rakenteiden takia ja joudutaan tilamaan uusia kaivoja, jonka myötä työt seisovat ja kustannukset kasvavat. (Luku 3.1 ja Luku 3.2.)

9.

Kiinteistöiden tonttiliitoksia saattaa olla enemmän kuin suunnitelmat osoittavat, ja niiden sijainnit saattavat olla viitteellisiä. Paras keino tonttiliitosten selvittämiseksi on vanhojen viemäreiden kuvaus. Kiinteistöiden tonttiliitoksia saattaa löytyä enemmän kuin mitä suunnitelmat osoittavat, sillä vanhoista urakoista ei ole riittäviä kartoitustietoja tai urakat on toteutettu suunnitelmien vastaisesti. Kaikki kiinteistöiden tonttiliitokset täytyy liittää mukaan uuteen viemäröintiin, riippuen siitä ovatko ne aktiivisia vai ei. (Luku 3.2.)

10.

Tuntemattomiin rakenteisiin törmätessä täytyy työnjohtajan lähteä etsimään tietoa esimerkiksi johtokartoista tai olla yhteydessä suunnittelijaan. (Luku 3.2.)

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Nykyään infrarakentamisessa hyödynnetään digitaalisia ohjelmia suunnitelmien ja kartoitustietojen luomiseksi, jolloin tuntemattomien rakenteiden jääminen maaperään on harvinaista. Niitä tulee kuitenkin työmailta vielä löytymään ja uusienkin työnjohtajien tulee olla valmistuneita tuntemattoman rakenteen vastaan tullessa. Tuntemattomista rakenteista on hyvin vähän konkreettista tietoa, jonka vuoksi tämä opinnäytetyö laadittiin.

Opinnäytetyöhön pyrittiin selvittämään syitä tuntemattomien rakenteiden taustalla. Asiaa lähdettiin tutkimaan suunnittelun, kartoituksen ja työmenetelmien kehityksen tiimoilta. Tavoitteena oli luoda raportti tuntemattomista rakenteista ja niiden vaikutuksista rakennustyöskentelyssä ja pyrittiin selvittämään, kenelle kuuluu tuntemattomien rakenteiden lisäkustannukset. Työssä saatiin selville, että lähes aina tilaaja on velvollinen maksamaan urakoitsijalle kustannukset kaikista suunnitelmien ulkopuolisista töistä.

Opinnäytetyössä käytiin läpi viisi tuntematonta rakennetta esimerkkitapausten kautta, ja ohjeita kuinka työnjohdon tulisi niihin reagoida. Lisäksi opinnäytetyöhön haastateltiin kahta infra-alan työnjohtajaa, joiden ajatuksia on hyödynnetty raportin kirjoituksen ajan.

Tutkiessa tuntemattomia rakenteita ja niiden syitä, havaittiin, että infrarakentamisen suunnittelu ja kartoitusmenetelmät kehittyivät merkittävästi vasta viime vuosikymmenen aikana. Ennen suunnitelmien digitalisoitumista ja kartoitusmenetelmien nykytekniikkaa tietojen keruu sekä tallentaminen tapahtuivat lähinnä manuaalisesti, jolloin virheet suunnittelussa ja kartoituksessa saattoivat johtaa tuntemattomiin rakenteisiin. Opinnäytetyössä hyödynnettyjen työmaa suunnitelma-aineistojen ja kuvien avulla saatiin luotua ohjekortti mahdollisten tuntemattomien rakenteiden vastaan tullessa. Raportti antaa viitteelliset ohjeet työnjohtajille, kuinka toimia tuntemattoman rakenteen vastaan tullessa.

Työstä voidaan tehdä johtopäätöksiä, kuinka työmenetelmät ovat vuosien varrella kehittyneet suunnittelusta työn toteutukseen asti, jonka myötä tuntemattomien rakenteiden löytymiset vähenevät hiljalleen.

7 Pohdinta

Huomasin kesätöideni aikana, että infratyömailta löytyy paljon tuntemattomia rakenteita, jonka perusteella opinnäytetyöni aihe valikoitui. Tuntemattomat rakenteet hidastivat töitä työmailla ja aiheuttivat ongelmia työn toteutukseen.

Tavoitteena tässä opinnäytetyössä oli etsiä syitä tuntemattomien rakenteiden ympärillä. Tavoitteena oli myös kirjata esimerkkejä tuntemattomista rakenteista ja niihin reagoimisesta.

Koen, että saavutin tavoitteet, sillä sain raporttiin kerättyä monta eri esimerkkiä tuntemattomista rakenteista sekä ohjeita niihin reagoimiseen. Löysin taustatutkimuksessa monia eri syitä, että miksi tuntemattomia rakenteita löytyy infratyömailta. Ohjeiden tekoon käytin kokemustietoa ja haastatteluaineistoja. Tietolähteiden lisäksi sain kerättyä työhön havainnollistavia kuvia ja suunnitelma-aineistoja, jotka olivat esimerkkien tekstin tukena. Koen, että raporttiin kerätyt tiedot ovat hyödyllisiä infra-alan työnjohtajille.

Opinnäytetyö oli mielekäs toteuttaa, koska aihe oli kiinnostava ja tulevaisuuden ammattiini liittyvä. Koko projekti oli hyvin opettavainen, sillä tietojen keruu vaiheessa löysin paljon uutta tietoa aiheesta tietämykseni tueksi. Kustannuslaskenta taulukko on hyvin viitteellinen, koska yksikköhinnat määritellään joka urakkaan eri suuruisiksi.

Lähteet

Digitaalinen infra ja digitalinen rakentaminen. n.d. 3D-koppi. Verkkoaineisto. Saatavana osoitteessa:< <https://www.3dkoppi.fi/digitaalinen-infra/> >. Luettu 06.10.2021.

Ikola, Vilma. 2020. Kadun alta löytyi salakerros Helsingissä. Mystisessä tunnelissa olivat ovet ja ikkunatkin paikallaan vailla minkäänlaista selitystä. Iltalehti. Verkkoaineisto. Saatavana osoitteessa:< <https://www.is.fi/hs-helsinki/art-2000006598493.html>>. Luettu 04.10.2021.

Kalliosaari, Kati. 2019. Tampereen raitiotien rakentamisessa tuli esiin täydellinen yllätys – maan alta paljastui toistakymmentä betonijärkälettä, jotka ovat olleet rollikoiden perustuksena. Aamulehti. Verkkoaineisto. Saatavana osoitteessa:<<https://www.aamulehti.fi/tampere/art-2000007577370.html>>. Luettu 04.10.2021.

Kukkamäki, Markku. n.d. Pilaantuneen maaperän puhdistaminen. Ilmoitus viranomaisille maaperän pilaantumisesta. Rakennustieto. Verkkoaineisto. Saatavana osoitteessa:<<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010503.pdf>>. Luettu 07.10.2021.

Kuokkanen, Pauli. n.d. Betonin murskaus, pulverointi. Patemi Oy. Verkkoaineisto. Saatavana osoitteessa:<<https://www.patemi.fi/albumi/betoninpulverointi/>>. Luettu 01.10.2021.

Kylmälä, Annukka. 2015. Tietomallinnuksen hyödyntäminen tien yleissuunnittelussa. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. Saatavana osoitteessa:<https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2015-03_tietomallien_hyodyntaminen_web.pdf> Luettu 06.10.2021.

Laki öljysuojarahastosta 2004/1406. Annettu 30.12.2004. Saatavana osoitteessa:<<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041406>>. Luettu 08.10.2021.

Laurila, Pasi. 2021. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Verkkoaineisto. Saatavana osoitteessa:<[loader.aspx \(ramk.fi.\)](#)>. Luettu 08.10.2021.

Lindholm, Joachim. 2015. Rakennushankkeen eri urakkamuodoista. Kokonaisurakka. Suomen kiinteistölehti. Verkkoaineisto. Saatavana osoitteessa:<<https://www.kiinteistolehti.fi/rakennushankkeen-eri-urakkamuodoista/>>. Luettu 06.10.2021.

Pilaantuneet maa-alueet. 2013. Ympäristö.fi. Verkkoaineisto. Päivitetty 04.06.2019. Saatavana osoitteessa:<https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kultus_ja_tuotanto/pilaantuneet_maaalueet>. Luettu 30.09.2021.

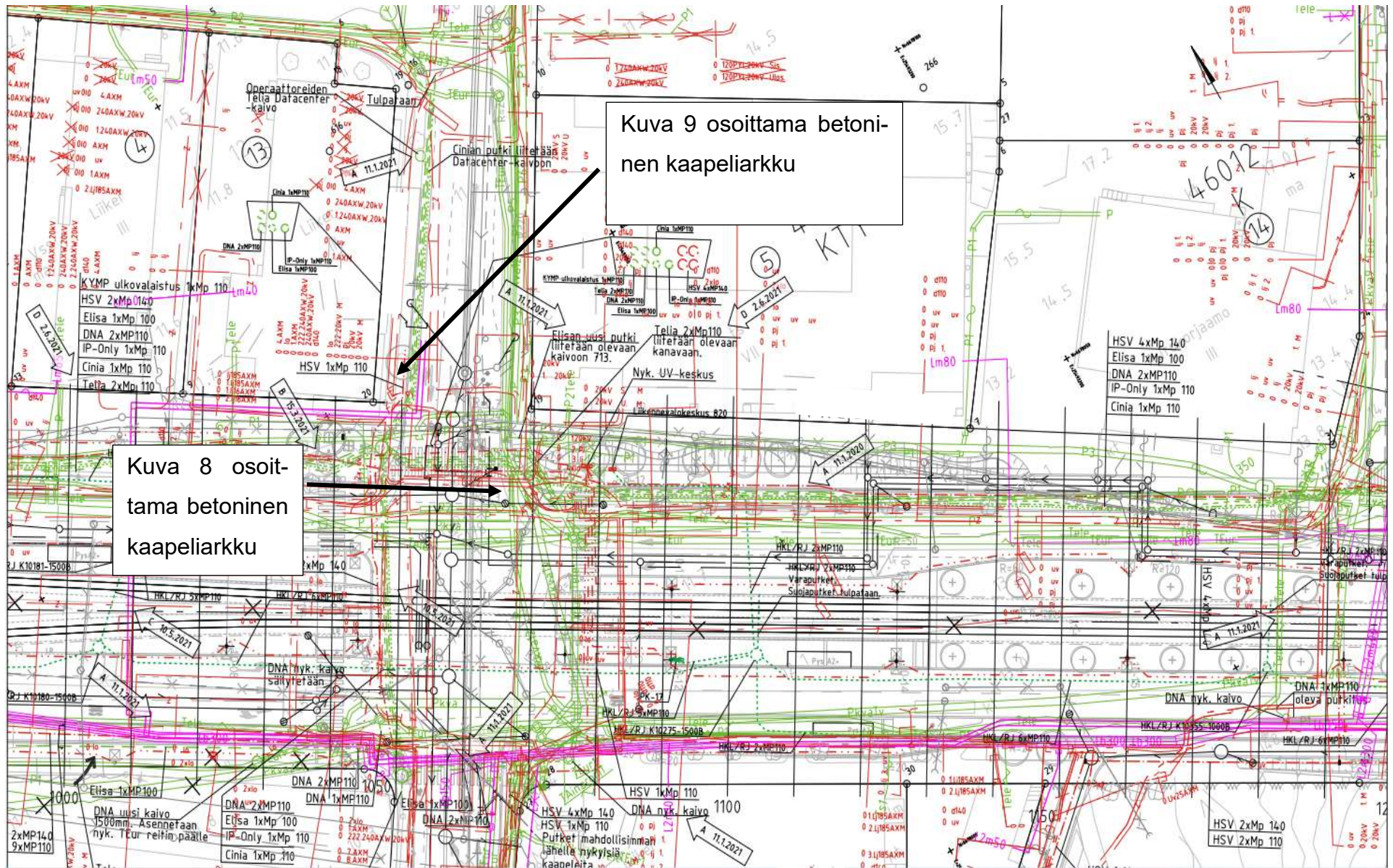
Pilaantunut maaperä. 2020. Helsingin kaupunki. Verkkoaineisto. Saatavana osoitteessa:<<https://www.hel.fi/helsinki/fi/asuminen-ja-ymparisto/kaavoitus/ymparistovaikutukset/pilaantunut/>>. Luettu 04.10.2021.

Tuote. n.d. Infrakit. Infrakit – cloud for infra projects. Verkkoaineisto. Saatavana osoitteessa:<<https://infrakit.com/fi/tuote/>>. Luettu 06.10.2021.

Wikman, Esa. 2004. Nykyaikaisen takymetrin anatomia. Verkkoaineisto. Saatavana osoitteessa:<http://www.maankaytto.fi/arkisto/mk404/mk404_75_wikman.pdf>. Luettu: 08.10.2021.

YIT:n historia. n.d. Tietoa YIT:stä. YIT. Verkkoaineisto. Saatavana osoitteessa:<<https://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta/historia>>. Luettu 27.10.2021.

YIT lyhyesti. n.d. Tietoa YIT:stä. YIT. Verkkoaineisto. Saatavana osoitteessa:<<https://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta>>. Luettu 27.10.2021.



Kuva 8 osoittama betoninen kaapeliarkku

Kuva 9 osoittama betoni-nen kaapeliarkku

Tuntemattomien rakenteiden vaikutus kustannuksiin

Esimerkit 1,2,3 ja 5 (ilman ALV:ia ja 8-tuntiset työpäivät)

Henkilökustannukset	€/h
RAM	32
Mittahenkilö	65
Kuorma-auto	65
Kaivinkone	75

Toimenpiteet/materiaalikustannukset	
Imuauto	160€/h
EK-kaivo Ø800	541,75€/kpl
Korokerengas Ø800, h = 200mm	189,63€/kpl
Korokerengas Ø800, h = 50mm	142,17€/kpl
Korokerengas Ø800, h = 100mm	157,40€/kpl
Umpikansisto 550Ø	127,85€/kpl
Umpikansi 600Ø	157,56€/kpl
Öljysäiliöiden pesu	400€/kpl

Esimerkki 1	Resurssit	Aika	Hinta
Kaivuutyöt	Kaivinkone + 1 RAM	1 pv	856 €
Betonin purku	Kaivinkone + 1 RAM	1 pv	856 €
Kuorma-auto		2 pv	1 040 €
YHTEENSÄ			2 752 €

Esimerkki 3	1 ylimääräinen tonttiliitos	Hinta
1 uusi EK-kaivo 800Ø		541,75€/kpl
Korokerengas Ø800, h = 200mm		189,63€/kpl
Korokerengas Ø800, h = 50mm		142,17€/kpl
Korokerengas Ø800, h = 100mm		157,40€/kpl
Umpikansisto 550Ø		127,85€/kpl
Umpikansi 600Ø		157,56€/kpl
Mittahenkilö		65€/kpl
RAM		64€/kpl
Kaivinkone		150€/kpl
YHTEENSÄ		1 595,36 €

Esimerkki 5	Resurssit	Aika	Hinta
Kaivuutyöt/nostot	Kaivinkone + 1 RAM	2 pv	1 712 €
Imuauto		1,5 pv	1 920 €
Säiliöiden pesu		1 pv	1 200 €
Säiliöiden poisajo		1 pv	260 €
Kuorma-auto		2 pv	720 €
YHTEENSÄ		7,5 pv	5 812 €