



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KIVISTÖN KIRKONKORT- TELI TIETOMALLINNUS KOHDE

TEKIJÄ:

Antti Kohonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Antti Kohonen	
Työn nimi Kivistön kirkonkortteli tietomallinnuskohde	
Päiväys 27.4.2022	Sivumäärä/Liitteet 29/0
Toimeksiantaja GRK Infra Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön taustana toimi GRK Infra Oy:n kesällä 2021 Kivistön kirkonkorttelin tietomallinnuksen urakka ja siellä esiin tulleet ongelmat sen luomisessa ja rakentamisessa. Tavoitteena oli tehdä katsaus tietomallinnuskohteen vaatimuksista, havainnoista ja etenkin työn toteuttamisen kannalta tärkeisiin seikkoihin, jotka on tiedostettava ennen urakkakilpailuun lähtemistä.</p> <p>Teoriaosuudessa käsiteltiin yleisesti tietomallin tarkoitusta, käyttöä, laatuvaatimuksia ja riskejä niin luomisen suhteen kuin myös käytössä. Työssä tutkittiin myös rakentajan näkökulmaa itse rakentamiseen ja YIV laatuvaatimuksiin sen vaikutuksia tilaajan vaatimuksiin.</p> <p>Tuloksien ja johtopäätösten osalta tietomallinnuksesta korostui sen hyödyt käytössä, mutta myös sen rajoittuneisuus verrattuna pdf-piirustuksien sisältämään tietoon. Hankkeen ollessa pilottihanke on jatkotutkimuksia syytä tehdä lisää, jotta kokonaiskuva tietomallista ja siitä löytyvistä kehityskohteista ja haasteista olisi helposti ristiin verrattavissa. Tietomallinnus urakkamuotona oli kuitenkin sekä rakentajalle, että rakentajalle ensimmäinen.</p>	
Avainsanat Infrarakentaminen, Tietomallintaminen, Koneohjaus	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering	
Author Antti Kohonen	
Title of Thesis Data Modelling Project of Kivistön Kirkonkortteli	
Date 28 April 2022	Pages/Appendices 29/0
Client Organisation GRK Infra Oy	
<p>Abstract</p> <p>The background of this thesis was GRK Infra Oy's data modelling project of Kivistön kirkonkortteli in summer 2021 and the problems that arose in creating and in the use of the data model. The aim of the work was to make a survey of the creation of the data model and its demands, observations and especially the aspects that one must know before entering the offering phase. It was the first time the builder and the building developer used data modelling as a contract form.</p> <p>The theory section consisted mostly of the meaning of data modelling, its use, quality demands and the risks in creating and using a data model in building. In the work was examined the builders point of view in building and the common infra modelling demands affecting the customer's demands.</p> <p>The results and conclusions in the process of data modelling highlighted the benefits in use, but also the limitations compared to the information shown in the traditional PDF-charts. The project being a pilot, it is necessary to do further research on this subject in order to see the full picture of the data model and to find the challenges and areas of development in it.</p>	
<p>Keywords</p> <p>Infrastructure construction, data modelling, machine control</p>	

ESIPUHE

Haluan kiittää GRK Infra Oy:tä opinnäytetyöni mahdollistamisesta. Kiitoksen GRK Infra Oy:ltä saavat työtäni ohjannut laatupäällikkö Antti Värri ja myös kesällä 2021 neuvoja ja näkökulmia jakanut opinnäytetyössä käytetyn case- kohteen työmaapäällikkö Eero Pirskanen. Savonia ammattikorkeakoulun puolelta kiitokseni saavat opinnäytetyöni ohjaaja Juha Pakarinen.

Kuopiossa 18.5.2022

Antti Kohonen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Case- kuvaus Kirkonkorttelin tietomallinnus kohteesta	7
1.2	Yrityksen kuvaus.....	7
1.3	Tavoitteet ja rajaukset	8
2	INFRARAKENTAMISEN TIETOMALLI KUNNALLISELLA PUOLELLA	9
2.1	Mitä tarkoitetaan infrarakentamisen tietomallilla	9
2.2	Tietomallin laatuvaatimukset	9
2.3	Tietomallin käyttötarkoitus ja lisäarvo rakentamisessa	11
2.4	Tietomallien riskit luomisessa ja käytössä	11
3	TILAAJAN VAATIMUKSET JA LÄHTÖTIEDOT	12
3.1	Lähtötiedot	12
3.2	Trimble Connect tietopalvelin.....	12
3.3	Työvaiheet	13
3.4	Laatuvaatimukset.....	13
3.5	Toleranssit.....	13
3.6	Maksuerät	13
3.7	Valvonta.....	13
4	URAKOITSIJAN NÄKÖKULMA TYÖN TOTEUTUKSESSA	15
4.1	Tietomallin etenemisprosessi	15
4.2	Lähtötilanne	16
4.3	Työvaiheet ja mittaus.....	17
4.4	Mittausdatan käyttö ja jalostus	20
4.5	Valvonta.....	22
4.6	Laatudokumentointi	22
4.7	Maksuerien hyväksyttäminen	22
5	JOHTOPÄÄTÖKSET TYÖMAAN TOTEUTUKSESTA.....	23
5.1	Mittaustarkkuus	23
5.1.1	Koneohjauksen hyödyntäminen rakentamisessa ja toleranssit	23
5.2	Töiden valvonta	24
5.3	Mallintamiseen vaadittu aika	24
5.4	Trimble Connect:in käyttö	24

5.5	Mallien tarkastaminen ja maksuerien hyväksyminen	25
6	HAVAITUT ONGELMAT JA HYÖDYT	26
7	YHTEENVETO JA POHDINTA	28
	LÄHTEET	29

1 JOHDANTO

Tietotekniikka kehittyy vuosi vuodelta tuoden mukanaan uusia rakentamismenetelmiä ja myös uusia haasteita joihin rakentajien on vastattava. Pärjätäkseen urakoissa on rakentajan oltava valmiina työn toteutuksen haasteisiin, mutta myös sen tietoteknillisiin osa- alueisiin. Digitalisaation myötä rakentamiseen tuodaan jatkuvasti uusia tapoja hyödyntää tietomallinnusta ja näin mahdollisuuden edistää rakentamista ja sen tiedonkulkua.

Valitsin tämän opinnäytetyö aiheen työskennellessäni kesällä 2021 GRK Infra Oy:llä, Kivistön kirkonkortteli ja Sakastipuiston työmaalla. Mielenkiintoni osui kohteessa rakennettavaan tietomalliin ja siinä ilmenneisiin haasteisiin ja ongelmiin, jotka vaativat edelleen kehittämistä. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi GRK Infra Oy. Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä työmaalta kerätyn aineiston, työmaan suunnitelma asiakirjojen ja teoria tiedon avulla.

1.1 Case- kuvaus Kirkonkorttelin tietomallinnus kohteesta

Työkohteena toimi Vantaan Kivistössä kirkonkorttelin ja Sakastipuiston infran rakentaminen. Työmaahan kuului vanhan olemassa olevan Laavatien perusparantaminen, uusien katujen kuten Sakastipolku, Killanmetsänpolku, Kellotorninpolku ja Sakastipuiston rakentaminen.

Laavatie osuudelle tarkoituksena oli rakentaa hulevesijärjestelmä, johon kuului myös tonteille rakennettavia perusvesikaivoja ja koko kadun osuudelle asennettiin uudet katuvalaisimet. Uusille tonttikauduille rakennettiin hulevesi, vesi, kaukolämpö, sähkö ja imujäte järjestelmät. Kohde sisälsi myös Keimolantien alitusporauksen vesijohdolle ja jätevedelle. Sakastipuistoon rakennettiin kävelyreittejä ja hiihtolatu, jonka keskelle tuli hulevesien keräys uoma.

Hanke on Vantaan kaupungille ensimmäinen pilottihanke kunnallisella puolella, jossa tarkoituksena on rakentaa ja luoda rakennetusta alueesta kattava tietomalli, jonka avulla rakentamista voidaan seurata, tarkastaa ja tulevaisuudessa hyödyntää myös tulevilla hankkeilla.

1.2 Yrityksen kuvaus

GRK Infra Oy eli entinen Graniittirakennus Kallio Oy on Armas Kallion vuonna 1983 perustama perheyryitys. Infrarakentamisesta tuli yrityksen päätoimiala vuonna 2007, jonka jälkeen toimintaa on laajennettu naapurimaihin Ruotsiin 2012 ja Viroon 2013. Konsernin toimialaan kuuluvat insinöörirakentaminen, laaja alainen raiderakentaminen, päällystys sekä ympäristörakentaminen ja kiertotalous. Yrityksen motto on ”Me emme pelkää. Me emme jahkaile. Me emme käy vain töissä.” (GRK 2021.)

GRK konsernin emoyhtiö on GRK Infra Oy. Konserniin kuuluvat Suomen GRK Road Oy, GRK Rail Oy, GRK Infra Oy, Ruotsin GRK Rail Ab, GRK infra Ab sekä Viron puolella toimiva GRK Infra As. GRK:ssa kokonaisuudessaan työskentelee melkein 900 eri alan ammattilaista Virossa, Ruotsissa ja Suomessa. Konsernin liikevaihto vuonna 2020 oli melkein 390 miljoonaa euroa. (GRK 2021.)

1.3 Tavoitteet ja rajaukset

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda katsaus tietomalli kohteen vaatimuksista ja havainnoista, jotka tulisi ottaa huomioon rakentamisessa. Tässä työssä tuodaan esille myös tietomallien käyttöhyötyjä, ongelmakohtia ja kehityskohteita. Tietomalleja on käytetty jo aikaisemmin infra rakentamisessa, mutta ei vielä kunnallisissa hankkeissa.

Tietomallinnuksen osalta tarkastellaan myös työn toteuttamista rakentajan näkökulmasta ja tuodaan esille ongelmakohtia, jotka on otettava huomioon ennen kilpailutukseen liittymistä. Samalla verrataan tietomallin tuomia edellytyksiä edelleen käytössä oleviin pdf- piirustuksiin.

2 INFRARAKENTAMISEN TIETOMALLI KUNNALLISELLA PUOLELLA

Tässä osassa käydään läpi yleisesti tietomallin tarkoitusta ja sen antamaa lisäarvoa rakentamisessa, kuin myös tulevaisuuden jatkokäytön kannalta.

2.1 Mitä tarkoitetaan infrarakentamisen tietomallilla

Infran tietomallilla tarkoitetaan rakennuskohteen ja sen ominaisuustietojen kolmiulotteista esittämistä digitaalisessa muodossa. Tietomallin tarkoituksena on hallita rakennetun ympäristön elinkaaren aikaisien tietoja yhteisesti sovitulla sisällön ja prosessien ohjeilla. Tarkoituksena on luoda alueesta kattava malli, jota voidaan ajan kuluessa rikastaa lisätiedolla ja liittää viereisiin kohteisiin. Näin saadaan kehitettyä isosta rakennetusta alueesta malli, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi korjausrakentamisessa, uudisrakentamisessa tai muutoin kehityskohteissa. (Liikennevirasto 2017, 9–11).

Tietomallien avulla pyritään luomaan uusi luotettavampi tiedonvaihto menetelmä eri osapuolten kesken. Samalla digitaalista tietoa voidaan hyödyntää tehokkaammin rakentamisessa järjestelmäriippumattomasti. Tavoitteena luoda malli, jonka tiedon kaikki ymmärtävät samalla tavalla ja sen tieto on hallinnoitavissa ja esitetty yhteisesti sovitulla tavalla. (Liikennevirasto 2017, 11–12).

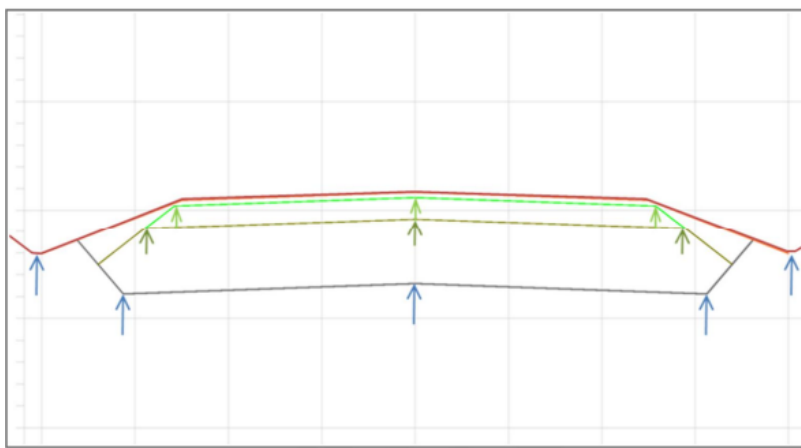
2.2 Tietomallin laatuvaatimukset

Tietomallin laatuvaatimuksina toimivat Yleiset Inframalli Vaatimukset, jonka luomisesta ja päivittämisestä vastaa (buildingsmart Finland).

Hankkeeseen tulee nimetä tuotannon tietomallikoordinaattori, jolta edellytetään käytännön kokemusta ja todennettua osaamista inframallien mallintamiseen. Projektin alussa tulee järjestää työnjohdolle, tilaajan edustajille, mittaajille ja työkoneiden kuljettajille mallipohjaisen laadunvarmistuksen ja tuotannon toimintatapojen perehdytys. Perehdytyksestä vastaa työnjohto ja sen toteuttaa tuotannon tietomallikoordinaattori. (Buildingsmart Finland 2021, 119).

Toimeksiannon alussa palveluntuottajan tulee laatia tiedonhallintasuunnitelma. Suunnitelmassa kuvataan tiedon jäsentelyn periaatteet, jotka mahdollisesti ovat jo aiemmissa hankevaiheissa sovitun rakenteen mukaisia. Hankkeessa tiedostojen luovutusformaattina käytetään avoimia tiedonsiirtoformaatteja, ellei toisin ole määritetty. (Buildingsmart Finland 2021, 113).

Työmaalla tehdyt toteumamittaukset tehdään projektikohtaisesti sovitun mukaan tai 10 m ruutuun rakenneosittain. Työkoneiden kuljettajat tulee ohjeistaa toteumamittausten tekemiseen ja sen toteutuksesta vastaa tietomallikoordinaattori. Jos hankkeessa tarvitaan tehdä kontrollimittauksia, niistä vastaa tilaaja tai tilaajan valtuuttama mittauskonsultti. (Buildingsmart Finland 2021, 123–124).



Kuva 1. Työkoneella tehtävien toteumamittausten sijoittelu (Buildingsmart Finland 2021)

Kuva 1 on YIV vaatimusten mukainen, jossa havainnollistetaan toteumamittauspisteiden otto rakennekerrosten määrittävien taitepisteiden kohdilta. Työkoneen kuljettajille tehdään vastaavanlainen projektikohtainen mittausohje mittausten toteuttamista varten. (Buildingsmart Finland 2021, 123).

Rakenne-kerros	Mittausväli [m]	InfraRYL mittavaatimukset		Työkonejärjestelmältä vaadittava tarkkuus	
		XY [mm]	Z [mm]	XY [mm]	Z [mm]
Tie- ja katurakenteet					
Kantava kerros	20	-0 ... + 150	+ 20 ... - 20	+ 50 ... - 50	+ 20 ... - 20
Jakava kerros	20	-0 ... + 150	+ 30 ... - 30	+ 100 ... - 100	+ 30 ... - 30
Suodatin kerros	20	-0 ... + 150	+ 40 ... - 40	+ 100 ... - 100	+ 30 ... - 30
Väylärakenteen alapinta	20	-0 ... + 200	+ 0 ... -100 Louhepatjan alla + 0 ... -200	+ 100 ... - 100	+ 30 ... - 30
*Hankekohtaisesti sovittu mittausmenetelmä tai korkeustoleranssi					

Kuva 2. Mittaus toleranssit maarakenteiden osuudelta ja vähimmäisvaatimukset (Buildingsmart Finland 2021)

Työkoneiden ottamia toteumamittauksia tulee tarkastus mitata joko takymetri- tai GNSS-mittauksena vähintään kerran viikossa ja tarkastuksien tulokset tulee dokumentoida. Mikäli koneiden mittaus toleranssi ylittyy, tulee koneen ohjausjärjestelmä kalibroida. Tuotantoa voidaan jatkaa tarkkuusvaatimuksien täytettyä. (Buildingsmart Finland 2021, 121).

2.3 Tietomallin käyttötarkoitus ja lisäarvo rakentamisessa

Tietomallin käyttötarkoituksena on hallita rakennus prosessia ja luoda sille kokonaan uusi ulottuvuus perinteisiin pdf kuviin verrattuna. Tulevaisuudessa Inframalleilla voidaan korvata nykymuotoista suunnitelmadokumenttien kokonaisuutta, mutta se edellyttää ominaisuustietojen lisäämismahdollisuuden malleihin. Mallien ei tarvitse poissulkea perinteisiä piirustuksia, vaan ne voivat toimia edelleen toisiaan täydentävinä. Tavoitteena on luoda malli, josta voidaan tarvittaessa myös tehdä perinteisiä piirustuksia suoraan. (Liikennevirasto 2017, 10)

Tietomallien avulla työkohteista saadaan myös esittelykelpoisempia esimerkiksi asukkaiden, päättäjien tai erinäisten sidosryhmien kanssa kommunikoidessa. Mallin avulla aluetta voidaan havainnollistaa, jopa tuomalla siihen rakenteita tai tulevia rakennuksia. (Liikennevirasto 2017, 11)

Mallien avulla voidaan tehostaa yhteistyötä ja parantaa suunnitelmaratkaisujen hahmottamista. Yhteistyö ja vuorovaikuttaminen tilaajan ja tuottajan sekä muiden sidosryhmien välillä antavat parhaan lopputuloksen. (Buildingsmart Finland 2021, 22)

2.4 Tietomallien riskit luomisessa ja käytössä

Tietomallien käyttö luomisessa ja rakentamisessa ei ole yksinomaan itsestäänselvyys ja siihen liittyy riskejä, jotka tulee tiedostaa ennen urakan alkamista. Tietomalli näyttää visuaalisesti erittäin hyödylliseltä sisältäen paljon tietoa siinä esitetyistä rakenneosista, mutta tiedon paikkansa pitävyys tai esimerkiksi rakennusteknisiltä osilta se ei anna riittävästi tietoa. Tietomallin tuoma kolmiulotteisuus vanhaan paperi tai pdf suunnitelma piirustukseen verraten antaa rakentajalle enemmän uskoa työn toteutukseen eikä kriittisyys suunnitelmien oikeellisuuteen ole enää yhtä vahva. Infra rakentamisessa on pidettävä mielessä, että maata kaivettaessa eteen tulee odottamattomia yllätyksiä.

Tietomallin käyttö työmaalla tuo edelleen kriittiset ajatukset tietojen oikeellisuudesta ja siitä onko tietoa varmasti riittävästi työntoteuttamiseen. Mallien käyttö infra rakentamisen puolella tuo myös haasteita, uutta opittavaa ja vanhan teknologian uusivaa tietoa, johon urallaan pitkään papereita tulkinneilla työntekijöillä on vaikeuksia tottua.

Mallissa tieto on havainnollistettu rakenteiden ja rakennekerrosten osalta jo niin tarkasti, ettei siinä saisi olla virheitä. Tietomallin luomisen suhteen ongelmana on mallintamisen tarkkuus eri rakenteiden osalta. Ennen mallintamista tulisi selvittää YIV:n ja tilaajan vaatimuksien kanssa mitä alueesta mallinnetaan ja millä tarkkuudella.

3 TILAAJAN VAATIMUKSET JA LÄHTÖTIEDOT

Tässä osassa käyn läpi tilaajan vaatimuksia. Samalla tarkastellaan myös Trimble Connect tietopalvelinta ja sen toimivuutta. Tarkastelun kohteena on lähtötiedot ja niissä esiintyvät ongelmat ja niiden vaikutuksia rakentamisessa.

3.1 Lähtötiedot

Tavoitteena rakentaminen käyttämällä tietomallia ja sieltä löytyviä tietoja. Suunnitelma aineistoon kuului myös pdf piirustukset tukemaan mallien käyttöä. Työmaalla rakennuttajan ja urakoitsijan välillä tiedon välitykseen ja arkistointiin käytettiin Trimble Connect ohjelmistoa.

Mallien osalta lähtötieto aineistona oli tilaajalta saadut:

- Maastomallit
- Maaperämallit
- Olemassa olevien rakenteiden ja järjestelmien mallit
- Temaattiset tiedot sisältäen kaava aineistoa ja kiinteistötietoja

Mallien suunnitelma aineiston osalta:

- Geotekniset mallit
- Johdot ja laitteet
- Katurakennemallit
- Maisemamallit
- Sähkö ja valaistus
- Vesihuolto

3.2 Trimble Connect tietopalvelin

Tilaaja oli tähän urakkaan valinnut tiedon välitykseen ja sen säilömiseen Trimble Connect verkko ympäristön. Trimble Connect on Trimble inc:in luoma tietopalvelin, joka luo verkkoympäristön mihin käyttäjillä on mahdollista tuoda tietoa ja tarkastella sitä. Trimble Connect:in projektipankki mahdollistaa myös muiden trimble:n ohjelmistojen käytön yhden ohjelman kautta.

Connectin kautta myös tietoa ja tarkastuksia esitettiin ohjelman oman To do portaalin kautta. To do tehtävien tarkoituksena oli luoda päivämäärillä varustettuja tehtäviä tilaajan ja urakoitsijan välillä. Tehtävien tarkoituksena oli ylläpitää työmaan asiakirjojen, suunnitelmien tai dokumenttien hyväksymistä ja jättää niihin vesileima. Tavoitteena oli projektipankin käytössä vähentää paperin määrää ja näin myös helpottaa asiakirjojen säilyvyyttä. Ilman projektipankkia olisi edelleen perinteisesti työmaalla kansioita, joihin kaikki tarvittavat asiakirjat tulisi säilöä.

Mikäli asiakirjoihin on tehtävä korjauksia, tulee ne tallentaa samalla nimellä korvataksaan vanhan version. Asiakirjan vanha versio ei kuitenkaan poistu järjestelmästä ja se jää versio historiaan, josta sitä edelleen voi tarkastella.

3.3 Työvaiheet

Urakka aloitettiin perehdyttämällä työnjohto, tietomallikoordinaattori, mittamies, työmaa- sekä työ-
päällikkö työmaan tietomallinnuksen vaatimuksiin. Tietomallikoordinaattori yhdessä työnjohdon
kanssa perehdyttää työkoneiden kuljettajat. Tietomalli perehdytyksessä kuljettajille jaettiin toteuma-
pisteiden ottoon havainnollistava piirustus, jonka mukaan toteumapisteitä tulisi ottaa. Työkoneiden
tarkistusmittaus tulee suorittaa vähintään kerran viikossa sille määrätyissä paikoissa ja myös merkitä
jokainen tarkistusmittaus päivämäärällä. myös mittauksien tarkkuutta joudutaan seuramaan jokai-
sella mittaus kerralla, jotta se pysyy hyväksytyissä arvoissa.

Tietomallikoordinaattorin tuli tehdä saatujen tietojen avulla toteutusmalli, joka oli käytössä koneoh-
jauksessa. Koneohjausmallin tekeminen oli välttämätöntä. Tiedon pystyi näkemään pdf detalji ku-
vista, mutta kaivamiseen vaikuttavat rakennustekniset tiedot puuttuivat tai ne olivat massa menekin
suhteen liialliset. Koneohjauksessa ilmeni myös ongelmia laitekohtaisten vaatimuksien täyttyminen
tietyille tiedostoformaateille. Näihin koneisiin muokattiin oma malli.

Kaivamistöiden edetessä koneenkuljettajat ottivat jokaisesta vaatimuksien määräämästä kohdasta
toteumapisteitä.

3.4 Laatuvaatimukset

Ennen töiden aloittamista tuli urakoitsijan tehdä jokaisesta työ vaiheesta oma työvaihekohtainen
työ- laatusuunnitelma. Suunnitelmien pää painopisteenä on suunnitelmissa näkyvät työntoteutuksen
vaatimat vähimmäistoleranssit. Tilaajan hyväksyttyä laatusuunnitelman voidaan työt aloittaa.

3.5 Toleranssit

Toleranssien suhteen tuli noudattaa Yleisten inframallivaatimuksien sekä infraRYL:in vaatimuksia.
Mikäli rakentamisessa tai toteumamallin teossa ilmenee toleranssien ylityksiä, on niihin puututtava ja
tehtävä poikkeamaraportti. Mallin osalta toleranssit ovat tiukat eikä koneohjausta voida käyttää
esim. vesihuollon toteumapisteiden ottamiseen.

3.6 Maksuerät

Tässä urakassa oli käytössä perinteinen maksuerätaulukko, jossa kunkin työvaiheen valmiusasteen
täyttymiseen oli rinnastettu myös tietomalli. Maksuerän valmiusasteen saavuttamiseen on työvai-
heen oltava suoritettu ja siitä löydyttävä tarvittavat laatudokumentit ja myös mukana valmis tieto-
malli. Maksuerien hyväksyminen vaatii luovutusmallin olevan virheetön.

3.7 Valvonta

Valvontaa urakassa toteutettiin työnjohdon ja tilaajan valvojien puolelta. Tietomallikoordinaattorin
tuli myös käydä useita kertoja työmaalla kontrolloimassa työn etenemistä mittauksien osalta ja anta-
massa tarvittaessa ohjeistusta tai perehdytystä mittauksen suorittamiseen. Työmaalla valvonta mit-
tauksia suoritettiin myös tilaajan puolelta heidän omalla mittakalustollansa.

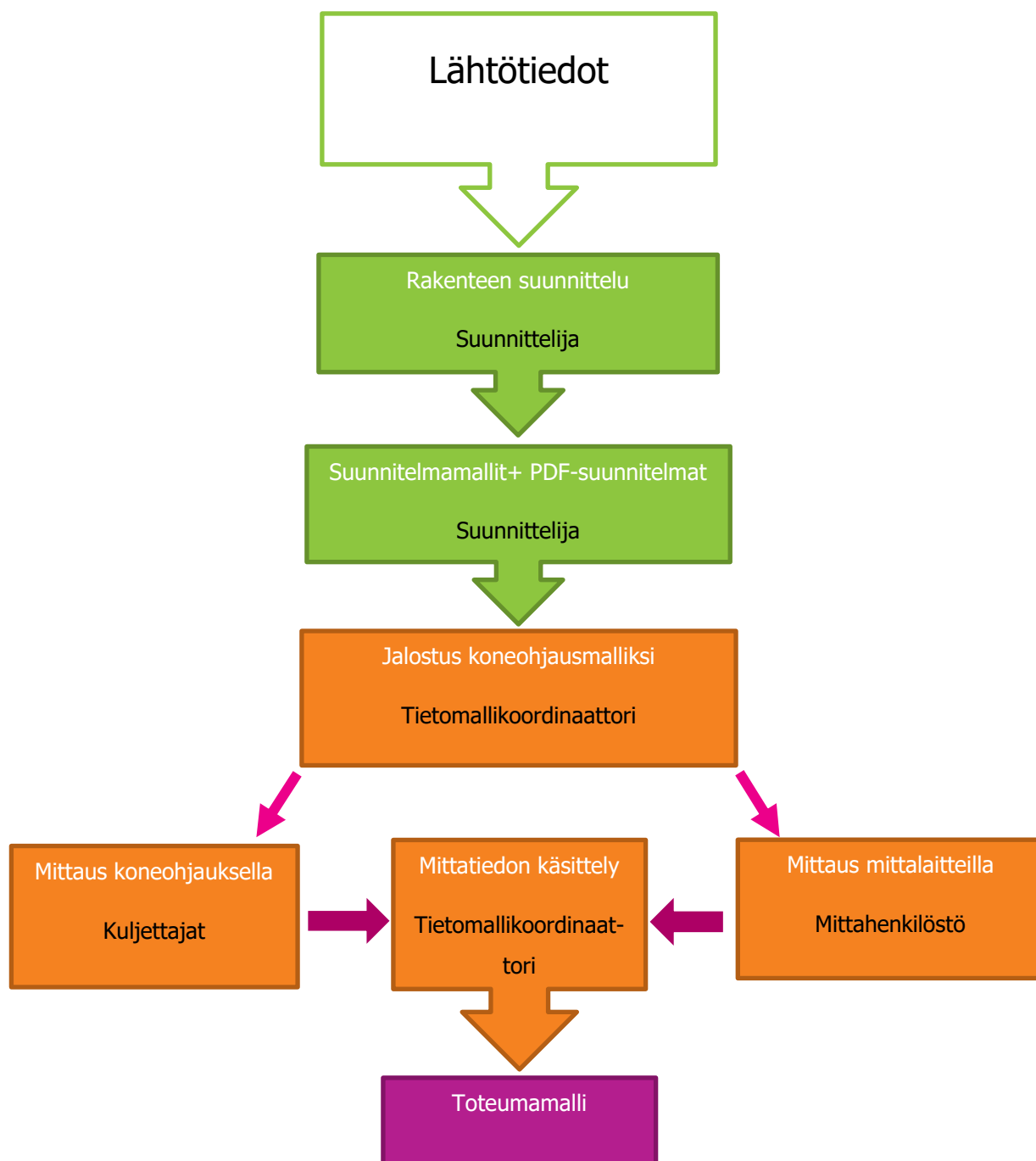
Työnjohdon rooli valvonnan kannalta on suuri työn etenemisen, mutta myös mallien onnistumisen
kanssa. Työtä tehdään nopeaan tempoon ja valvonnassa tärkeintä on muistuttaa koneenkäyttäjää

ottamaan toteumamittauksia töiden edetessä jatkuvasti. Ilman toteumamittauksia tietyltä kohdalta on mallin tekeminen haasteellista.

4 URAKOITSIJAN NÄKÖKULMA TYÖN TOTEUTUKSESSA

Tässä osassa keskitytään työvaiheiden osalta vain mallien käyttöön, tuottamiseen ja niissä käytettyihin resursseihin.

4.1 Tietomallin etenemisprosessi



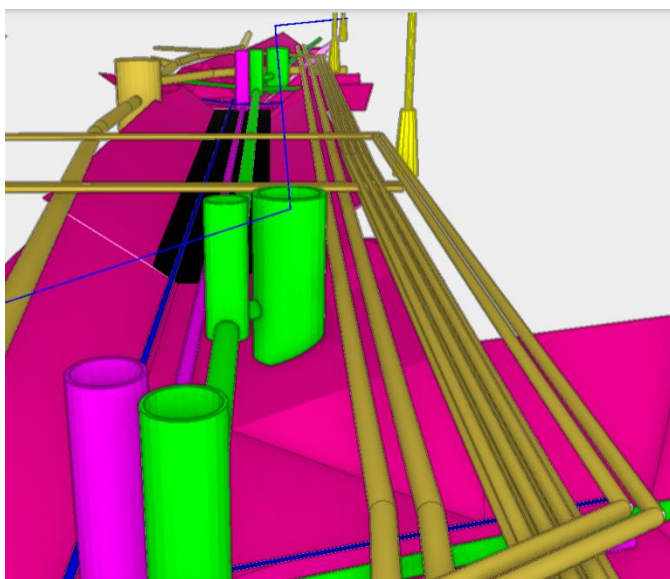
Kaavio 1. Tietomallinnuksen päävaiheet: toimijat ja tekeminen ja lopussa sen tuotos. (Kohonen 2022)

4.2 Lähtötilanne

Työkohteessa alussa tilaajalta saadut lähtötietomallit toimivat alustana työn aloittamiselle. Tietomallikoordinaattori teki suunnittelijalta saatujen mallien pohjalta työn toteutukseen tarvittavat mallit kaivinkoneen käyttäjille. Suunnittelijalta saaduissa malleissa ei ollut työn teknilliseen suorittamiseen soveltuvia malleja vaan ne täytyi edelleen luoda. Mallien avulla pystyi helposti hahmottamaan tulevan rakennuskohteen koko skaalan ja samalla myös tarkastelemaan jo olemassa olevan sekä uuden infran yhteensovitusta.

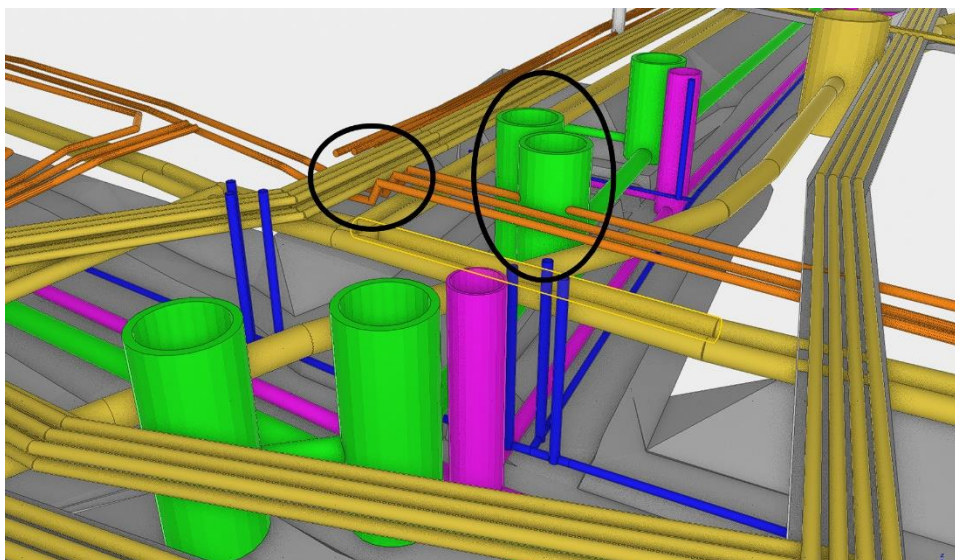
Koneohjausmalleihin tuli lisätä koneenkäyttäjälle tarvittavat kaivuurajat ja luiskat, jotta kaivuun mas-
samääriä voidaan kontrolloida eikä kaivannoista tulisi turhan suuria. Kaivinkoneen kuljettajat täytyi erikseen perehdyttää työtehtävään, jotta oikeanlainen tietomalliin tarvittava datan tallennus onnistui.

Työ aloitettiin tutkimalla läpi saadut suunnitelma asiakirjat ja tehdä havaintoja niistä löytyvistä tiedoista. Työn toteutuksen kannalta tilaajalta saadut tietomallit auttoivat työmaan havainnoimiseen ja tuki pdf kuvista löytyviä tietoja. Tietomallin käyttö Trimble Connect palvelimella oli alkuun haastavaa ja tiedon löytämiseen kului aikaa. Suunnitelma piirustuksista havaittiin jo alussa virheitä, jotka vaikuttivat tietomallien tietojen luotettavuuteen.



Kuva 3. Trimble connect otos mallinäkömästä (Kohonen 2022)

Kuvassa esitetty vihreällä värillä hulevesikaivoja ja turkoosilla värillä viettoviemäriä. Kuvassa huleveden pää linjan tarkastuskaivot eivät täyty HSY:n laatuvaatimuksia. Tilan puutteen ja rakennustekni-
sistä syistä mallin mukaan oli työn tekeminen haasteellista kaivojen välimatkojen takia eikä kaivon koon vaihdon jälkeen tilaa ollut viettoviemärin kanssa. Tilaajan ja suunnittelijan kanssa sovittiin kaivojen siirrosta linjojen suunnassa, jotta saimme tilaa lisää. Malleista oli myös haasteellista havain-
noida tilan tarvetta tai rakennepintojen rajoja. Malleihin olisi kuitenkin hyvä lisätä alueen taustakart-
toja tai muutoin lisätä pohjakuvaksi pdf-piirustuksia.



Kuva 4. Tietomallin ristiriidat (Kohonen 2022)

Kuvassa 4 näkyy vesihuollon, imujätteen, kaukolämmön, sähkön ja valaistuksen putket. Kuvassa oranssilla värillä näkyvät putket ovat valaistuksen. Mallin mukaan putket tulisi asentaa hulevesikäivon läpi tai toisessa kohdassa putket pitäisi taittaa ensin sähköputki patterin alta ja vielä sen jälkeen kuvassa 4 näkyvän kaukolämmön päältä.

Tavarantoimittajille lähetettiin pdf-piirustuksia heidän pyynnöstään, koska malleja he eivät pystyneet hyödyntämään joko sovelluspuutteiden tai käytännön hyödyn takia. Hulevesijärjestelmään tulevien kaivojen tiedot löytyivät mallista, mutta edelleen toimittajat halusivat pdf-muodossa kaivokortit. Vanhoihin paperi kuviin verrattuna on myös malleja vaikeampaa käsitellä tai esimerkiksi tulkita niistä löytyviä tietoja. Mallit on tarkasti tehty ja niistä löytyy paljon rakennusteknistä, mutta kuitenkin malleista puuttuu erittäin paljon tietoa kuten esim. kaivokortit, vesijohdon venttiilit, sähköverkoston maadoitus kuparin sijainti. Mallien ohella joutui jatkuvasti turvautumaan pdf-piirustuksiin ja vertaamaan niitä keskenään, jotta tarvittavat tiedot olivat oikein.

4.3 Työvaiheet ja mittaus

Alussa tuli tehdä selvityksiä käytettävien työkonoiden eri laitevalmistajien ja versioiden selvitys ja niiden käytännön selvitys. Jokaiselle työkonelle perustettiin tietomallikoordinaattorin toimesta projektin perustaminen koneohjauspalvelimille, josta jokainen työkone pystyy sen lataamaan. Työkonoiden koneohjauksessa ilmeni myös ongelmia laitekohtaisten vaatimuksien täyttyminen tietyille tiedostoformaateille. Näihin koneisiin muokattiin oma malli.

Kaivamistöiden edetessä koneenkuljettajat ottivat jokaisesta vaatimuksien määräämistä kohdasta toteumapisteitä. Kaivaminen tapahtui kaivinkoneilla, joten niissä oltavien mallien tuli olla tarkkoja eikä niissä saanut olla ristiriitoja. Tarkoituksena oli työntoteutuksen kannalta, että kaivinkoneet voivat kaivaessaan ottaa toteumapisteitä kaivantojen reunoista ja näin ollen kaivaminen hidastuu vain mittauksen ottamisen ajaksi.

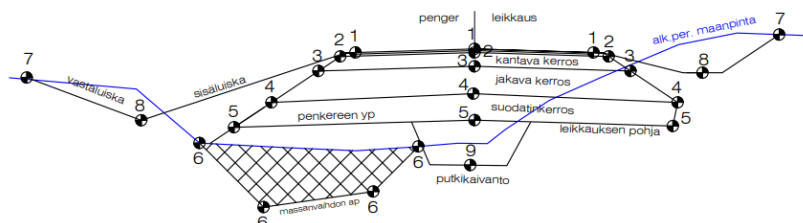
Perehdyttäminen tapahtui heti työkoneen ja koneenkuljettajan saapuessa työmaalle. Perehdytyksessä mallien osalta painotettiin jokaiselle kuljettajalle tarkkuutta toteumapisteiden ottamiseen. Jokaiselle kuljettajalle annettiin GRK:n tekemä mallintamisen kaivuu ohje.

Tierakenteen tarkemittaus koneohjausjärjestelmällä

MITTAUSTIHEYDYS

Alusrakenteesta / kerroksesta mitataan:

- pituussuunnassa, 1 mittauspiste / 20m välein
- poikkisuunnassa jokainen taite kuvan mukaisesti 1 mittauspiste/taite
- jyrkissä kaarteissa 1 mittauspiste / 5 m välein



GRK

Kuva 5. GRK koneohjauksen mittausohje (Kohonen 2022)

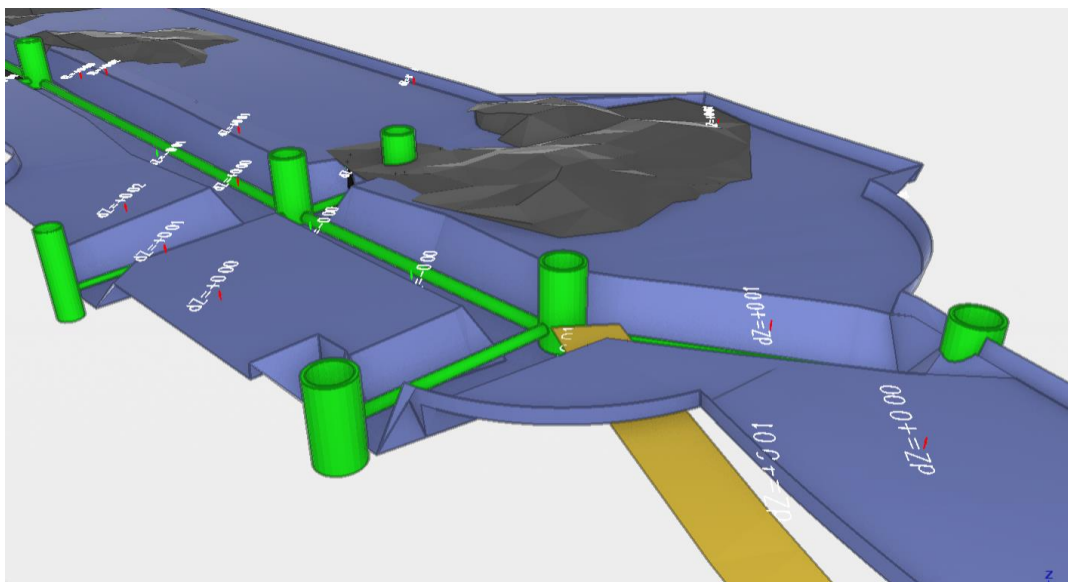
Kuvasta 5 nähdään työn vaatima tarkkuus ja toteumapisteiden määrä yhdeltä ottopaikalta.

Jokaisen työkoneen tuli vähintään kerran viikossa tarkistaa kauhan tai terän tarkkuus sille määrättyllä tarkistuspisteellä. Tarkistuksen tarkkuus ei saa ylittää X, Y, Z. koordinaatistossa (-+5 ,5, 2 cm). Tarkistuspiste tulee merkitä omalla koodilla, jotta siitä jää päivämäärällä varustettu merkintä.



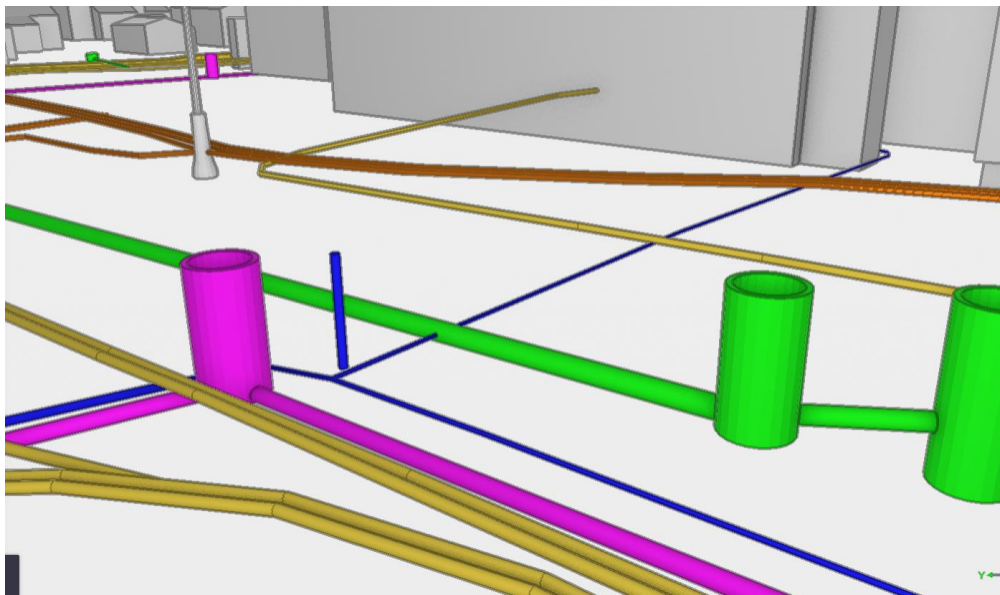
Kuva 6. Maaleikkaukset ja kallion esille kaivuu Laavatie plv 0–20 (Kohonen 2021)

Kuvassa 6 näkyy Laavatien alkuosasta kadun levennys alue ja esille kaivettu kallio. Kallio tuotti viivästyksiä työn toteutukseen, koska kallion määrä alueella oli moninkertainen mitä suunnitelmissa ja urakkapapereissa kerrottiin. Kuvan 6 kallio mitattiin ensin kaivinkoneen koneohjauksella, mutta louhintaa varten mittamies joutui käydä paikan päällä vielä kartoittamassa alueen.



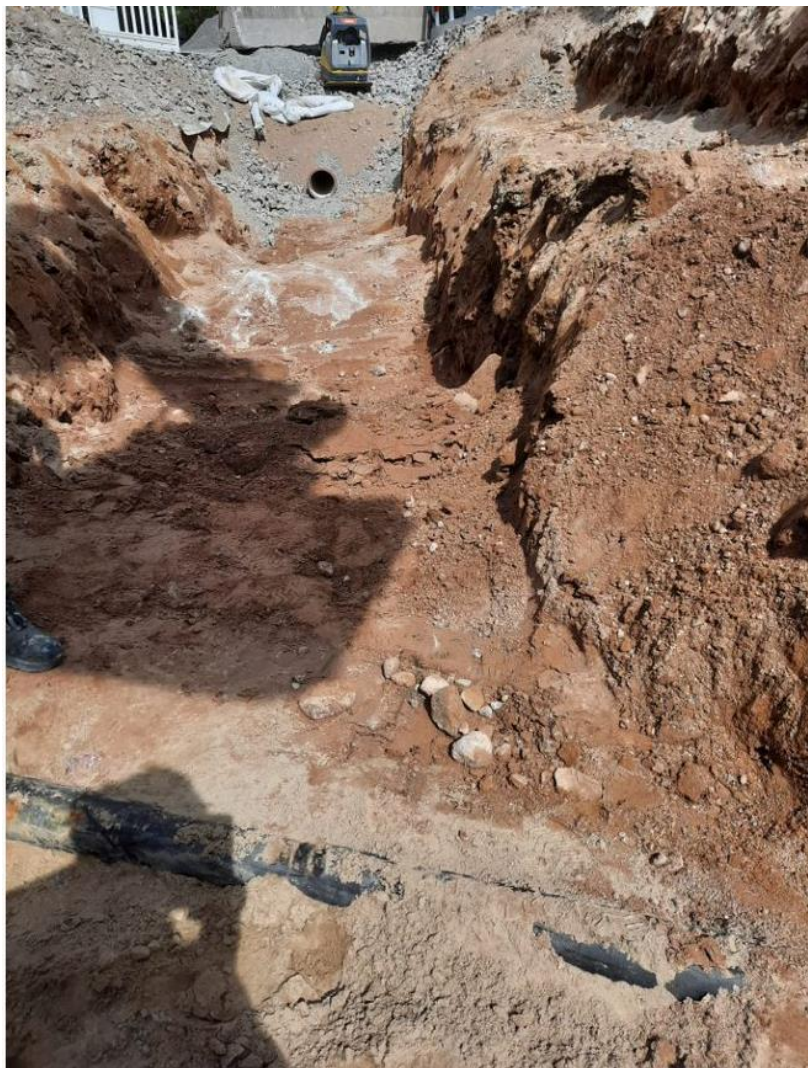
Kuva 7. Toteumamalli Laavatie plv 0–20 (Kohonen 2022)

Kuvassa 7 nähdään sama alue kuin kuvassa 6 toteumamallina. Kuvassa harmaalla värillä on kuvattu louhinta rajan ylittävät kallio alueet. Sinertävä alue on mallinnettu suodatinkangas ja keltainen taas tontille menevän hulevesiputken eristävä rakenne. Huomiona kaivon kohdalle ulottuva kallio on mallinnettu vielä erikseen kallio kanaalina. Ongelmana rakentamisessa tulee juuri tämä mallin vaatima tarkkuus, jossa jokainen rakenne tai rakennekerros tulee mallintaa. Jatkohyödyn kannalta on mietittävä, tekeekö tiedolla kukaan mitään.



Kuva 8. Suunnitelmamalli kohdasta Laavatie (Kohonen 2022)

Yllä olevassa kuvassa sinisellä värillä havainnollistettu Laavatie olemassa olevan vesijohdon törmäys suunnitelmassa rakennettavaan vihreällä värillä kuvattuun vesihuoltolinjaan. Tätä ongelmaa ei huomattu ennen rakentamista ja se havaittiin vasta kaivaessa. Pdf- piirustuksissa oli vesijohtoa vaikea havaita sen värin haaleuden takia eikä putken syvyyttä voinut päätellä.



Kuva 9. Olemassa olevan vesijohdon ja rakennettavan huleveden törmäys. (Kohonen 2021)

Kuvassa 9 näkyy kuvan alaosassa kirkolle menevä valurautainen vesijohto, joka on kuvassa 8 jo nähtävissä. Törmäys vältettiin purkamalla jo asennetut putket kaivovälin matkalta ja nostamalla yhtä kaivo väliä riittävästi, jotta vesijohto pystyttiin ylittämään riittävän korkealta. Kaivovälin putket tulivat kuitenkin liian pintaan, joka tarkoitti kaivovälin putkien ja vesijohdon eristämistä.

4.4 Mittausdatan käyttö ja jalostus

Mittausdataa saatiin työmaalta suoraan työkonien ottamista toteumapisteistä tai mittamiehen tekemistä mittauksista. Koneohjauksella varustettuja työkoneita oli työmaalla käytössä 3–4 kpl:ta riippuen työn vaatimasta tilanteesta. Jokainen kone lähettää omaa mittausdataa, joka tietomallikoordinaattorin täytyy itse käydä lataamassa sille osoitetusta paikasta, johtuen koneissa olevien erimerkkisten mittalaitteiden takia. Mittausdata tuli tarkastaa ja verrata niiden tietoja toteutusmalliin ja niin edelleen suunnitelmamallin kanssa ja tarkastaa mittaustarkkuus. Toteumatiedon tarkastuksien jälkeen, mikäli ongelmia ei havaittu tuli aloittaa aineiston mallintaminen. Mikäli toteumapisteissä havaittiin virheitä tuli niihin puuttua välittömästi ja selvittää niiden syyt. Tarkastuksien jälkeen data tuli luokitella, jotta mallin tekeminen helpottui. Luokitteluun edesauttoi kuskeille jaettu ohje, jossa on määritelty jokaiselle rakennekerrokselle tai rakenteelle oma koodi.

Taulukko 1. GRK:n koneohjauksen mittausohje koodeilla (Kohonen 2022)

Koodi	Rakenne/pistetieto
1	Valmispinta
2	Kantava yläpinta
3	Jakava yläpinta
4	Suodatin yläpinta
5	Leikkauspohja (väylän alapinta)
6	Massanvaihto alapinta
61	Massanvaihto yläpinta
7	Luiskien taitepisteet
8	Oja, vesijuoksu
9	Kaivannon pohja
91	Siltakaivanto, murske alapinta
10	Vesihuollon laitteet
11	Kaivo
12	Rumpu, vesijuoksu
13	Hulevesi, vesijuoksu
14	Jätevesi, vesijuoksu
15	Salaoja, vesijuoksu
16	Vesijohto, putken laki
17	Arinan alapinta
18	Putkikaivanto, alin pinta

Taulukossa 1 esitetty koneohjauksessa toteumapisteiden merkintä omalla koodilla. Koodien avulla jokaisesta koneesta saadut toteumapisteet pystytään luokittelemaan mikä helpottaa mallintamista. Jokainen toteumapiste merkitään käyttämällä taulukon 1 mukaisia koodeja. Tietomallikoordinaattori pystyy koodien avulla suodattamaan muut pisteet pois.

4.5 Valvonta

Työn etenemisestä luodaan toteumamallia kerran viikossa, jota tilaajan puolen valvojat ja tietomallikoordinaattorit tarkastavat. Valvojat suorittavat myös tasaisen väliajoin tarkastusmittauksia työmaalla. Toteumamallin luomista kerran viikossa ei aina pystytty, joko rakennusteknisten keskeytysten tai muiden työvaiheiden päällekkäisyyksien takia.

4.6 Laatudokumentointi

Malli ei poista tarvetta tuottaa työhön kuuluvia laatudokumentteja, vaan päinvastoin se kasvattaa niitä edelleen mallin osalta, jossa mallista täytyy pitää omaa lokia, johon merkitään mallin muokkaukset. Ennen töiden aloittamista tietomallikoordinaattori laati tilaajalle mallipohjaisen laadunvarmistussuunnitelman, jossa kuvataan mallintamiseen, mittaamiseen ja sen tekoon vaadittavat laitteet ja käydään läpi mittausvaiheet. Mittaamisesta on vielä erikseen oma laadunvarmistussuunnitelma, jossa kuvataan mittausmenetelmät ja niiden tekijät.

4.7 Maksuerien hyväksyttäminen

Mallien tarkastaminen tapahtui urakoitsijan puolen tietomallikoordinaattorin toimesta, joka tarkastuksien jälkeen totesi mallit luovutuskelpoisiksi. Tarkastuksien jälkeen malli tallennettiin trimble connect:iin ja siitä luotiin To do tehtävä. Tilaajan tietomallikoordinaattori nähtyään To do tehtävän otti mallin tarkastukseen. Mallin tarkastaminen kesti riippuen mallin koosta useamman viikon. Tarkastuksen jälkeen mallista saattoi löytyä selkeitä virheitä. Jo pieni virhe mallissa johti sen hylkäämiseen. Tämä tarkoitti myös maksuerän hylkäämistä, kunnes malli on korjattu.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET TYÖMAAN TOTEUTUKSESTA

Tässä osassa tarkastellaan luvun 2 ja 3 keskinäistä tapahtumaan luvun 4 suhteen.

5.1 Mittaustarkkuus

Mittaustarkkuus koneissa oli suurimpia ongelman aiheuttajia, sillä kaivantojen pohjista otetut tarkkeet pitivät osua laatukriteerien sisäpuolelle. Työmaalla oleva metsäkaistale aiheutti koneiden koneohjaukseen katveja, jolloin tarkkuusvaihtelut olivat liian suuria. Näissä tapauksissa tarkkeiden ottamiseen käytettiin mittaushenkilöä. Myös infran asentamiseen kuten esim. hulevesiputket, vesijohdot, viemäriputket, kaukolämpö, teleputket tai katuvalaisimien asennuksissa pääsääntöisesti toleranssien takia jouduttiin niiden tarkkeet ottamaan mittahenkilön toimesta.

Tarkemmissa asennuksissa kuten hulevesi- tai viemärikaivojen asentamisessa oli mittahenkilön ol-tava läsnä jo ennen asennusta merkkäämässä kaivon tarkkaa sijaintia. Koneohjauksella merkitty paikka kokeiluissa tarkkuuden puolesta vaihteli koko ajan, joten siihen ei pystytty luottamaan täysin.

Työmaalla kokeiltiin käyttää siirrettävää tukiasemaa, jonka tarkoituksena oli antaa koneille tarkempaa korjausdataa tarkempien mittaustarkkeiden ottamista varten. Tukiaseman käytössä huomattiin jo alussa ongelmana sen läheinen sijoittelu, joka ei auttanut juuri ollenkaan mittaustarkkuuden parantamisessa. Tukiasema tulisi sijoittaa kauemmas työmaa alueelta ja luoda sille perustus, joka ei ole tärinälle altis. Työmaalla tapahtuvien louhinta töiden takia riittävän hyvää sijaintia tukiasemalle ei löydetty.

5.1.1 Koneohjauksen hyödyntäminen rakentamisessa ja toleranssit

Koneohjauksen rooli tämän päivän rakentamisessa on erittäin suuri ja sen vaikutus näkyi myös tämän kohteen etenemisessä. Tietomallikoordinaattorin tekemillä koneohjausmalleilla koneenkäyttäjä pystyi oma toimesta tekemään kaivuutyötä eikä näin ollen mittahenkilön läsnäoloa vaadittu jatkuvasti.

YIV:n mukaan toteumapisteiden ottaminen koneohjauksella osoittautui erittäin haasteelliseksi johtuen mittaus toleransseista. Kuvaan 2 viitaten oli koneohjauksen ottamien toteumapisteiden laatu-toleranssit erittäin tarkat ottaen huomioon yleisesti koneohjauksen tarkkuusvaihtelut. Työmaalla havaittu ratkaisu oli painottaa konekuskille kärsivällisyyttä toteumapisteiden suhteen. Ennen toteumapisteiden ottamista tuli kauha asettaa pisteen ottokohtaan ja odottaa. Työkoneen pysähtyminen antoi koneohjaukselle enemmän aikaa parantaa mittaustarkkuutta ja samalla työkoneen kierrokset tippuivat vähentäen tärinää, jolla oli myös vaikutusta. Ongelmana kuitenkin oli konekuskien kärsivällisyys odottaa, sillä kuvan 5 mukaan toteumapisteiden ottokohtia oli monta ja niihin kului aikaa.

Alueen kallioisuus osoittautui haasteeksi sillä kallionpinnan mittaaminen koneohjauksella ei onnistunut riittävällä tarkkuudella kallion muodon vaihtelun takia. Louhintaa varten mittahenkilö mittasi kallionpinnan ja samalla merkkasi louhijoille mittapisteitä, jotta he näkevät tarvittavan louhinta syvyyden.

5.2 Töiden valvonta

Töitä valvottiin urakoitsijan työnjohdon, mittahenkilön ja tietomallikoordinaattorin avulla. Työn valvonnassa työnjohtajalla on suuri rooli valvoa niin työnteknillistä tekemistä kuin tietomallin osalta toteumapisteiden ottamista. Työmaalla on jatkuvasti vahdittava, että toteumapisteet tulee mitattua ja työn edistyminen tapahtuu turvallisesti ja suunnitelma asiakirjojen mukaan. Tietomallikoordinaattori valvoo toteumapisteiden ottoa ja tarkastelee niiden toleransseja ja mittahenkilö suorittaa tarvittavia mittauksia mitä koneohjauksella ei pystytä ottamaan tai muutoin koneen mittatarkkuus ollut riittävät.

5.3 Mallintamiseen vaadittu aika

Mallien tekeminen osoittautui alkuun haasteelliselta ja aikaa vievältä. Koneohjauksesta saadut toteumapisteet tuli ensin tarkastaa suunnitelmamallien kanssa, jotta mahdolliset toleranssi virheet pystyttiin havaitsemaan. Koneohjauksesta saatu tieto oli myös välillä sekalaista, sillä konekuskit eivät välttämättä aina muistaneet vaihtaa koodia tai toteumapisteitä saattoi olla useita samasta kohtaa.

Tämän kaltainen tietomalli hanke vaatii valtavasti resursseja niin tilaajalta kuin myös urakoitsijalta. Hankkeessa digitalisaation myötä voisi luulla esimerkiksi mittahenkilön resurssien vapauttamista koneohjauksen tuoman helpotuksen takia, mutta oikeastaan tässä mittahenkilön läsnäoloa tarvittaisiin jatkuvasti työmaalla.

5.4 Trimble Connect:in käyttö

Tietopankin hyöty rakentamisessa oli suuri, sillä se mahdollisti tehokkaan ja luotettavan dokumenttien tallentamisen. Tieto on kaikkien nähtävillä, tarkasteltavana ja niihin on helppo kommentoida tai tehdä tarvittavia lisäyksiä. Kaikki tallennettu tieto tulee merkityksi päivämäärällä, kellon ajalla sekä niihin tehtyihin korjauksiin jää vesileima.

Huonona puolena oli kuitenkin sen lähettämät ilmoitukset, jotka täyttivät sähköpostia ja ilmoituksia tuli jokaisesta tehdystä tapahtumasta erikseen. Sähköpostiin tulleet ilmoitukset olivat myös epäselviä, eikä niistä aina ymmärtänyt mitä järjestelmässä oli tapahtunut. Tähän löytyi mahdollisesti järjestelmän asetuksista muutos, jolla ilmoituksien määrää voidaan vähentää, mutta urakan ollessa pilotti-hanke oli ne pidettävä päällä saadaksemme parhaan mahdollisen kokeilu tuloksen. Urakoitsijalla ei myöskään ollut oikeuksia muuttaa tätä asetusta.

Asiakirjojen tallennuksen havaittiin myös ongelma, joka johtui Connectin omasta To do tehtävä listasta, johon asiakirjat linkitettiin ja niihin merkattiin tarkastavat henkilöt. Mikäli asiakirjaa tai asiaa ei hyväksytty tai siinä oli korjattavaa, ei siihen linkitettyä asiakirjaa pystynyt korvaamaan tai poistamaan ennen kuin To do oli kuitattu. Korjatun asiakirjan pystyi lisäämään kyllä kyseiseen tehtävään, mutta se ei korvaantunut sen virallisessa sijainnissa. Tämä aiheutti välillä saman asiakirjan tallentamisen eri nimellä, joka ei päivittänyt järjestelmän historia versiota.

Urakan aikana huomion myös toi Trimble:n käyttölisenssien määrä ja sen hallinnoinnin rajoitteet. Trimble:n käyttöoikeudet saivat vain urakkaan kuuluva tietomallinnuskoordinaattori, työpäällikkö, työmaapäällikkö, työnjohto sekä mittamies. Lisenssien niukkuuden takia työntekijät eivät itse pystyneet tarkastelemaan tai käyttämään työnaikaisia malleja tai tarkastelemaan niistä löytyviä tietoja.

Pdf- piirustuksia voidaan kuitenkin tulostaa ja monistaa, jolloin kopioita pystytään jakamaan työmiehille. Tietomalli tuo rakentamiseen uutta näkökulmaa, josta on tulevaisuudessa paljon hyötyä. Tällä hetkellä tietomalli infra rakentamisessa on rakentajien keskuudessa vielä hieman vieroksuttu eikä sitä oikein osata käyttää.

5.5 Mallien tarkastaminen ja maksuerien hyväksyminen

Mallien tarkastaminen oli haasteellisin osa urakkaa. Työ suorite oli tehty, mutta mallien tarkastus ja maksuerän hyväksyminen viivästyi. Malli toimi urakassa johtavassa roolissa ja vain se hidasti maksuerien hyväksymistä. Pieni virhe mallissa johti sen palautukseen eikä maksuerää hyväksytty. Tämä toi haasteita sillä maksueriä alkoi urakan aikana kerääntyä eikä niistä saatu rahaa mallissa löydettyjen virheiden takia.

Ongelmana tässä on urakoitsijan rahavarat ja niiden ehtyminen, sillä työtä tehdään jatkuvasti ja muut laatukriteerit ja dokumentit on tehty maksuerän hyväksymistä varten. Pidemmällä aikavälillä katsottuna maksuerien maksamisen viivästyminen johtaa myös urakoitsijan rahoitustarpeen kasvamiseen ja sitä myötä urakkahintojen kasvuun pitkällä tähtäimellä.

Pelkkä malli aikaan saa tilanteen, jossa urakoitsija tekee viikkoja jopa kuukausia töitä ilman rahaa, johtuen mallin laatukriteerien ja tilaajan tiukasta tarkastuksesta. Tähän pitäisi saada jokin muutos jatkon kannalta, jossa tilaaja voisi virheiden löydettyäessä prosentuaalisesti pidättää maksuerästä osan, kunnes virheet on korjattu. Urakoitsijan vastuulla on kuitenkin mallin virheiden korjaaminen hyväksyttävään kuntoon.

Maksuerien suhteen on urakoitsijalla oltava riittävästi pääomaa, sillä mallien liittäminen suoraan maksueriin johtaa helposti viivästyksiin tarkastuksien takia eikä maksuerissä ole muuta mahdollisuutta kuin maksaa ne kokonaan. Tämä voi johtaa siihen, että töitä joudutaan tekemään pitkiäkin aikoja ilman rahaa.

6 HAVAITUT ONGELMAT JA HYÖDYT

Tässä luvussa käydään läpi kaikki luvuissa 2, 3, 4 ja 5 ilmenneet ongelmat, niiden syyt ja mahdolliset toimenpide ehdotukset ongelman poistamiseksi alla olevassa taulukossa 2. Tarkastelussa on tietomallin hyödyt rakentamisessa ja jatkohyödyntämis mahdollisuudet koottuna taulukkoon 3.

Taulukko 2. Havaitut ongelmat tietomallinnuksen hyödyntämisessä (Kohonen 2022)

Havaittu ongelma	Ongelman syy	Toimenpide-ehdotus ongelman poistamiseksi
Sähköpostin määrän lisääntyminen	Trimble Connect tietopalvelin.	Ohjelman sisäisten ilmoitusasetusten muuttaminen
Maksuerien viivästyminen	Toteumamallissa ilmenevät virheet ja pitkään kestävä tarkastus.	Mallin irrottaminen maksuerästä tai eritellä mallin painoarvo maksuerästä.
Saman asiakirjan monistuminen	Trimble Connectin tehtävä lista luokitsee siihen linkitetyn asiakirjan ja estää sen poistamisen	Tehtävä listaan ei linkitettäisi asiakirjoja vaan kommenttikenttään kerrotaan asiakirjan sijainti.
Mallien hyödyntäminen työmiesten keskuudessa	Trimble Connectin lisenssien vähäinen määrä.	Yksi ylimääräinen lisenssi, jossa käyttäjä toimisi ilman muokkaus oikeuksia. Työntekijät voisivat yhteiskäyttää lisenssiä.
Koneohjauksen mittaustarkkuus	Koneenkäyttäjän nopeat liikkeet ja työkoneen hidas mittalaitteen tarkennus.	Kärsivällisyys auttaa toteumamittauksien onnistumisessa.
Puutteet suunnitelmamallissa	Mallista puuttuu tärkeitä tietoja kuten esim. katualueen rajauksia ja eristerakenteet.	Mallin tulisi sisällöllisesti kuten myös visuaalisesti vastata pdf piirustuksissa esitettyjä rajauksia. Toimenpiteenä malleihin tulisi lisätä pohjakartat.
Mallien ominaisuustiedot	Mallin ominaisuustiedoissa oli puutteita, jotka löytyivät paperikuvista esimerkiksi. vesijohdon venttiilit tai kaivokortit.	Malleista löytyisi linkitys asiakirjaan, josta tiedot löytyisivät. Mallin ei tarvitse korvata pdf-piirustuksia, vaan toimia sen rinnalla.
Tarkkuus ja sisältö	Mikä on ylipäättään järkevää mallintaa.	Tilaaajan ja rakentajan välillä pitäisi selvittää mitä halutaan mallintaa ja millä tarkkuudella.

Toteumamallin toimitusaika- taulu	Rakennustekninen keskeytys tai muun työvaiheen päällekkäisyys.	Pidennetään toteumamallin päivitys aikaväliä esim. 2 viikon välein.
Lisääntyvä työ/ Lisääntynyt re- surssitarve	Laatudokumentoinnin kasvu/pitkään kestävät tarkistukset maksuerissä.	Toteumamalleja ei sidottaisi suoraan maksueriin.

Näistä kootuista havainnoista ongelmien suhteen tulee myös muistaa kyseessä olevan pilottihanke, jossa tarkoituksena oli tarkastella ja tutkia eri mahdollisuuksia käyttää tai luoda mallia. Tulee muistaa kuitenkin, että jokainen työmaa tuo omat haasteensa. Nämä koonnit antavat suuntaa asioihin, joihin tulisi kiinnittää huomiota tietomallinnuskohteissa.

Taulukko 3. Havaitut hyödyt tietomallinnuksen hyödyntämisessä. (Kohonen 2022).

Havaittu hyöty	Jatkohyödyntäminen muissa urakoissa
Trimble Connect	Projektipankin tuoma parempi ja luotettavampi tiedon säilytys ja käsittely
Koneohjauksen lisääntyvä perehdytys	Koneenkäyttäjät ovat paremmin perehdytettyjä mittaukseen
Suunnitelmaratkaisujen hahmottaminen	Luo kokonaan uuden perspektiivin. Perinteiset pdf kuvien rinnalla tehokas tapa tutkia työmaan suunnitelmia.
Suunnitteluvirheiden helpompi havainnointi	Jo ennen työn aloittamista pystytään tarkastelemaan suunnitelmia ja näkemään niissä olevien rakenteiden vaikutusta toisiinsa.
Ongelmien yksinkertainen esittäminen	Mallin kolmiulotteisuuden vuoksi on ongelmat helppo esittää
Koneenkäyttäjille tehty mittausohje koodeilla taulukko 1.	Suositus vastaavista jatkokäyttöön

Taulukon 3 tiedot ovat tässä kohteessa tehdyistä havainnoista ja hyödyistä.

7 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tietomallin luominen tai käyttö rakentamisessa ei ole uusi innovaatio infrarakentamisessa. Kunnallisella puolella tietomallien rakentaminen ja hyödyntäminen on kasvussa ja uusia tietomallinnushankkeita tulee koko ajan lisää. Pilottihankkeen takia ja rakennus urakoiden yksilöllisyyden takia on suorien johtopäätöksien tekeminen tämän opinnäytetyön perusteella haastavaa, ellei mahdotonta. Kuitenkin työ antaa käsityksen siitä mitä tietomallin käyttö ja luominen käytännössä tarkoittaa, eikä sen tuomia haasteita tarvitse pelätä. Työssä korostuu tietomallin ongelmat ja riskit, mutta myös niille on löydetty ratkaisuja ja toimenpide ehdotuksia mm. koneohjauksen mittaustarkkuuden parantaminen odottamalla on osa opinnäytetyössä ilmenneitä tuloksia.

Tietomalli kohteita on ollut infrarakentamisessa jo aikaisemmin, mutta niiden painotus on enemmän väylähankkeissa eikä kunnallisella puolella. Väylähankkeisiin verraten kunnallisella puolella työtilat ja työtekeminen suorittaminen on rajoitetumpaa, sekä erityyppiset rakenteet kuten. kaivot, sähkö, hulevesi, jätevesi, imujäte ja kaukolämpö tuovat omat haasteensa jo pelkkään rakentamisen, eikä näin ollen näitä voida juuri verrata toisiinsa.

Tavoitteena tällä opinnäytetyöllä oli luoda katsaus tietomalli kohteen vaatimuksista, havainnoista, ongelmista, käyttöhyödyistä ja kehityskohteita. Etenkin tietomallin tuomista ongelmista, mutta myös katsaus mitä tietomallinnus tarkoittaa ja miten se toimii vanhojen pdf- piirustuksien kanssa. Jos työstä jää työnjohtajalle tai työpäällikölle kuva mitä tämän kaltaisesta urakasta voidaan odottaa ja miten tietomallia voidaan hyödyntää jo ennen töiden aloittamista, on omasta mielestäni opinnäytetyössä asetettu tavoite täyttynyt.

Tämän opinnäytetyön tekeminen on avartanut ymmärrystäni tietomallinnuksen suhteen, niin sen käytössä rakentamisessa kuin sen luomisessa. Vanha tekniikka on ajan saatossa hioutunut ja sen käyttö on yksinkertaista ja helppoa, mutta se ei ole virheetöntä. Tekniikka kehittyy rakentamisessa ja uuden sukupolven on pysyttävä uusien innovaatioiden mukana. Vanhaa tekniikkaa ei pidä eikä saa unohtaa, mutta sitä voidaan jalostaa ja tietomallinnus luo uuden ulottuvuuden suunnitelmien tarkastamiseen ja käyttöön. Jatkotutkimusten kannalta tarvittaisiin enemmän käytännön kokemuksia muista kunnallisen puolen tietomallihankkeista, jotta tietoa ja kokemuksia voitaisiin verrata ristiin, jotta löydetäisiin yhteinen oikea polku tekniikan kehittämiseen.

LÄHTEET

Liikennevirasto 2017. Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje 2017. Pdf-tiedosto. Julkaistu 21.03.2017. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-12_tieratahankkeiden_web-pdf. Viitattu 12.1.2022

Buildingsmart Finland 2021. Yleiset inframallivaatimukset Pdf-tiedosto. Julkaistu 4.10.2021. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2021/10/Yleiset_inframallivaatimukset.pdf. Viitattu 22.3.2022

Buidlingsmart Finland 2021. Työkoneella tehtävien toteumamittausten sijoittelu. Valokuva. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2021/10/Yleiset_inframallivaatimukset.pdf. Viitattu 22.3.2022.

Buidlingsmart Finland 2021. Mittaus toleranssit maarakenteiden osuudelta ja vähimmäisvaatimukset. Valokuva. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2021/10/Yleiset_inframallivaatimukset.pdf. Viitattu 22.3.2022

Buildingsmart Finland InfraBim nimikkeistö Pdf-tiedosto. Julkaistu 19.08.2019. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/08/InfraBIM_nimikkeist%C3%B6_v1_721.pdf. Viitattu 23.3.2022

GRK 2022. Konserni. Verkkajulkaisu. <https://www.grk.fi/>. Viitattu 2.1.2022.

Kohonen Antti 2022. Trimble connect otos mallinäkömäästä. Valokuva 2022.

Kohonen Antti 2022. Tietomallin ristiriidat. Valokuva 2022.

Kohonen Antti 2022. GRK koneohjauksen mittausohje. Valokuva 2022.

Kohonen Antti 2022. Maaleikkaukset ja kallion esille kaivuu Laavatie plv 0–20. Valokuva. 2021. Paikkakunta: Vantaa.

Kohonen Antti 2022. Toteumamalli Laavatie plv 0–20. Valokuva 2022.

Kohonen Antti 2022. Suunnitelmamalli kohdasta Laavatie. Valokuva 2022.

Kohonen Antti 2022. Olemassa olevan vesijohdon ja rakennettavan huleveden törmäys. Valokuva. 2021. Paikkakunta: Vantaa.

Trimble Connect. verkkajulkaisu. <https://connect.trimble.com/>. Viitattu 22.3.2022.