



# Tietomallien hyödyntäminen infratyömaan johtamisessa

Valtteri Kyrö

OPINNÄYTETYÖ  
Joulukuu 2020

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Infrarakentaminen

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Infrarakentaminen

KYRÖ, VALTTERI:

Tietomallien hyödyntäminen infratyömaan johtamisessa

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 3 sivua  
Joulukuu 2020

---

Tietomallien käyttö rakennustyömailla on yleistynyt huomattavasti eikä se ole enää pelkästään isojen yritysten tapa toimia. Tekniikan kehittyessä laitteista ja ohjelmista on tullut helppokäyttöisiä ja edullisia. Näin ollen älykkään tuotannon käyttö suunnittelussa ja rakentamisessa on levinnyt laajalle rakennusalalla.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Destia Oy. Työn tarkoituksena on auttaa selvittämään yrityksen työnjohtajien tietomallien käyttöä infratyömailla ja löytää mahdollisia kehityskohteita. Työssä käsitellään tietomallipohjaisen hankkeen suunnittelua ja toteuttamista sekä käydään läpi työjohdon työmaalla hyödyntämiä ohjelmia ja laitteita. Sähköpostihaastattelu lähetettiin työnjohtajille ja sen avulla hankittiin tietoa työnjohtajilta heidän kokemuksiansa ja käyttötapojensa perusteella.

Teoriaosuuden tiedot perustuvat pääasiassa BuildingSmartin yleisiin inframalli-vaatimukseen (YIV) sekä Liikenneviraston (nyk. Väylävirasto) tie- ja ratahankkeiden inframalliohjeisiin. Tiedot laitteistoista ja ohjelmista pohjautuvat valmistajien käyttöohjeisiin.

Haastattelun perusteella tietomallien käyttö on pääasiassa päivittäistä suurelle osalle työnjohtajista. Joillekin niiden hyödyntäminen on helppoa, mutta toiset eivät ole ehtineet saada vielä tarpeeksi kokemusta voidakseen käyttää malleja tehokkaasti. Suurimpina haasteina koetaan tekniikan ja laitteiden toimivuus. Myös sovellukset koetaan raskaiksi eikä tietokoneissa tai mobiililaitteissa riitä teho pyörittämään niitä. Lisäksi moni työnjohtajista toivoo enemmän koulutusta mallien käyttämisestä. Yleinen mielipide on kuitenkin positiivinen tietomalleja kohtaan ja, laitteita sekä työkaluja halutaan työmaille enemmän.

Haasteista huolimatta, tietomallit tuovat monia etuja. Määrien laskenta, työmaan etenemisen seuranta ja kokonaisuuden hahmottaminen on helppoa. Malleista nähdään päällekkäisyydet, varottavat rakenteet sekä toteuttamiskelpoisuus. Näiden ominaisuuksien avulla työnsuunnittelu ja johtaminen helpottuvat. Tietomalleista saadaan vielä enemmän hyötyä rakennushankkeisiin esimerkiksi yhdistelemällä malleja dronella otettuihin ilmakehisiin. Kuvista tuotetuista taustakartoista nähdään työmaa-alue ja tarkasteleminen on vaivatonta. Lisäksi kouluttautuminen takaa mallien monipuolisen hyödyntämisen hankkeen eri vaiheissa.

---

Asiasanat: tietomalli, työnjohto, infratyömaa, rakentaminen

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Civil Engineering

KYRÖ, VALTTERI:  
Utilization of Building Information Models in Infrastructure Site Management

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 3 pages  
December 2020

---

Usage of building information models (BIM) on construction sites has become much more common and it is no longer just a way for large companies to operate. As technology advances, hardware and software have become less expensive and easier to use. Therefore, the use of intelligent production in planning and construction has spread widely in the construction industry.

This thesis was commissioned by Destia Oy. The aim of this work was to help find out the use of information models by supervisors at infrastructure sites and to find possible areas for development. The thesis dealt with the planning and implementation of a BIM-based project and reviewed the software and equipment used by the management on site. An email interview was sent to the supervisors and it provided information from supervisors based on their experiences and usage methods.

The data in the theory section is mainly based on BuildingSmart's general infrastructure model requirements (YIV) and Finnish Transport Infrastructure Agency's infrastructure model guidelines for road and rail projects. Hardware and software information is based on the manufacturers' operating instructions.

According to the interview results, the use of BIM is mainly daily for a large part of supervisors. For some, it is easy to take advantage of them, but others have not yet had enough experience to use the models effectively. The greatest challenges are perceived to be the functionality of technology and devices. Applications are also perceived as heavy and requiring too much computing power to run them properly on computers and mobile devices. In addition, many supervisors want more training in the use of models. However, public opinion is positive about information models and more equipment and software are requested for construction sites.

The information models can be even more useful for construction projects, for example by combining the models with aerial photographs taken with a drone. The background maps produced from the images show the construction site area and viewing is easier. In addition, the training guarantees the versatile use of the models at different phases of the project.

---

Key words: building information model, supervisor, infrastructure site, construction

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	TIETOMALLIPOHJAINEN HANKE .....	8
	2.1 Suunnitteluprosessin kulku .....	9
	2.1.1 Suunnittelu ja hankevaihe .....	9
	2.1.2 Lähtötiedot.....	10
	2.1.3 Esisuunnitelma ja tarveselvitysvaihe .....	11
	2.1.4 Yleissuunnitelmavaihe.....	12
	2.1.5 Viranomaiskäsittelyvaihe .....	13
	2.1.6 Rakennussuunnitelmavaihe .....	15
	2.2 Rakentamisvaihe.....	16
3	TYÖMAAN LAITTEET JA OHJELMAT .....	18
	3.1 Infrakit .....	18
	3.2 Trimble SiteVision .....	19
	3.3 Novatron XSitePad.....	21
	3.4 Tulevaisuuden näkymä .....	22
4	HAASTATTELU .....	24
5	TULOKSET .....	27
	5.1 Käyttö tarkoitukset ja hyödyt .....	27
	5.2 Haasteet ja uhat.....	29
	5.3 Kehitysehdotukset.....	30
6	POHDINTA .....	31
	LÄHTEET .....	32
	LIITTEET .....	34
	Liite 1. Sähköpostihaastattelu .....	34
	Liite 2. Sähköpostihaastattelun tulokset.....	35

**LYHENTEET JA TERMIT**

BIM	Building Information Model, käytetään yleisimmin kuvaamaan rakentamisen tietomallinnusta (Sanasto, 2014).
GNSS	Global Navigation Satellite System eli satelliitti paikannus
IFC	Industry Foundation Classes, kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamiseen. Infra-alalla on tällä hetkellä käytössä Inframodel (IM), joka perustuu LandXML-formaattiin. IFC tulee tulevaisuudessa kattamaan myös infrakohteet. (YIV, 2019.)
Inframalli	Infrakohteen tietomalli, digitaalisessa muodossa olevan rakennelman 3D-malli, joka sisältää ominaisuustiedot
Koneohjausaineisto	Työkoneiden ohjausjärjestelmissä hyödynnettävä aineisto. Koneohjausaineisto sisältää esim. geometriatietoja, sijaintitietoja, pintamalleja ja taustakarttoja. (YIV, 2019.)
LandXML	Maanrakentamisen XML-pohjainen määrittely infra- ja maanmittaustiedolle. Käytetään pääosin väylien rakentamisessa, maanrakennuksessa ja ylläpidossa. (Sanasto, 2014.)
Lähtötietoaineisto	Mitatut tai saadut tuotteiden, palveluiden ja toiminnan suunnittelua varten hankitut lähtöaineistot luokiteltuina digitaalisessa muodossa. Sisältää raaka-aineen ja lähtötiedon sekä lähtöaineistoluetelon. (YIV, 2019.)

Tietomalli	Suunnittelijan tuottama kolmiulotteinen suunnitelma tai sen osa. Kaikki informaatio, joka sisältyy mallipohjaiseen suunnitelmaan. (YIV, 2019.)
Tarkemittaus	Erillisellä mittalaitteella esim. Takymetri tehtävää rakenteen mittatarkkuuden todentavaa mittausta, jota ei voida tehdä koneohjausjärjestelmillä (YIV, 2019).
Toteumamittaus	Työkoneella tehtävän toteutuneen rakenteen tai järjestelmän laadunmittausta, jolla osoitetaan kelpoisuus suhteessa suunnitelmiin. Niitä suorittavat koneenkuljettajat työkoneautomaatiojärjestelmillä tai työmaan mitaushenkilöstö mittauskalustolla. (YIV, 2019.)

## 1 JOHDANTO

Älykäs tuotanto eli tietomallien hyödyntäminen hankkeen suunnittelussa ja toteuttamisessa ajaa itseään yhä enemmän rakennusalan toimijoiden keskuuteen. 2010-luvulla tietomallintaminen alkoi nostaa päätään, kun rakennusalalla ymmärrettiin mallien hyödyt. Vuoden 2013 Rakennustiedon kyselystä selvisi, että vastanneista jopa 65% käyttää työssään (BIM) tietomallintamista ja oletettavissa oli huomattavaa kasvua seuraavien viiden vuoden aikana (Rakennustieto, 2013). Tuolloin mallintaminen oli pääosin suurien rakennusyri- tysten suosima tapa mutta nykyään pienemmätkin toimijat käyttävät tietomal- leja.

Opinnäytetyön tarkoitus on kartoittaa, toimeksiantajan Destia Oy:n, työnjohta- jien tietomallien käyttöä infratyömailla ja selvittää kehittämiskohteita. Tavoit- teena on tuottaa haastattelu työnjohtajille, jossa selvitetään tietomallien hyödyn- tämiskohteita, koettuja etuja ja haittoja sekä kehitysehdotuksia. Vastauksista koottua aineistoa voidaan hyödyntää toiminnan kehittämisessä.

Työssä käydään läpi tietomallipohjaisen hankkeen vaiheita suunnittelusta ra- kentamiseen sekä vaiheissa tuotettavia aineistoja ja niihin liittyviä vaatimuksia. Tiedot perustuvat Yleisiin inframalli vaatimukseen (YIV) sekä Liikenneviraston (nyk. Väylävirasto) tie- ja ratahankkeiden inframalliohjeisiin. Lisäksi käsitellään infratyömailla työnjohdon yleisesti käyttämiä ohjelmistoja ja laitteita tietomallien tarkasteluun ja hyödyntämiseen.

## 2 TIETOMALLIPOHJAINEN HANKE

Infra-alalla tietomallintamisesta käytetään termiä inframallintaminen ja tietyn infra-kohteen tietomallista puhutaan inframallina. Inframallintamisen tärkeänä osana ovat erilaiset paikkatietoaineistot, kuten kaava-, ympäristötiedot, jotka voidaan havainnollistaa helposti 3D-malleissa. Mallinnuksesta infra-alalla voidaan puhua yleisesti infran tiedonhallintana. (YIV, 2019.)

”Inframallintamisen tavoitteena on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen” (YIV, 2019). Eli tavoitteena on hyödyntää inframalleja koko kohteen elinkaaren ajan, alkaen suunnittelusta ja lähtöaineiston keräämisestä jatkuen aina rakentamisen jälkeiseen käyttöön ja kunnossapitoon. (YIV, 2019.)

Mallinnus mahdollistaa:

- Investointipäätöksiä tekemistä vertailemalla kustannuksia, ratkaisujen toimivuutta sekä havainnollistamalla riskejä
- Energia-, ympäristö- ja elinkaarianalyysien vertailua, suunnittelua ja kunnossapitoa varten
- Yhteensovittamisen (eri tekniikkalajit)
- Suunnitelmien havainnollistamisen
- Rakennettavuutta voidaan analysoida
- Laadunvarmistus ja tiedonsiirto parantuu
- Rakennushankkeiden tietoja voidaan hyödyntää käytön ja kunnossapidon aikaisissa toiminnoissa
- Suunnittelu, rakentaminen ja kunnossapito tehokasta ja laatu parantuu

(YIV, 2019.)

## 2.1 Suunnitteluprosessin kulku

Suunnitteluprosessissa on monia vaiheita ja toiminta voi alkaa mistä hankevaiheesta tahansa. Tavoitteena on kuitenkin mallipohjaisen toiminnan alkaminen mahdollisimman aikaisessa suunnitteluvaiheessa. Suunnitelma etenee mallimuotoisena vaiheesta toiseen ja täydentyy sitä mukaan. Lähtötietoaineistoa päivitetään reaaliaikaiseksi jokaisessa hankevaiheessa. Mallipohjaisen prosessin suurimmat edut saavutetaan, kun mallia jokaisessa suunnitteluvaiheessa luoda uudestaan vaan täydennetään jo tehtyä. (YIV, 2019.)



KUVA 1: Infraprojektin kulku ja vaiheet (YIV, 2019)

Mallit eivät ole tarpeeksi kattavia vielä, joten usein mallipohjaisissa hankkeissa halutaan malliaineistojen lisäksi perinteiset dokumentit. Dokumenttien ja mallien sisällön pitää vastata toisiaan. Tavoitteena on, että tulevaisuudessa mallipohjaiset lopputuotteet korvaavat perinteisiä paperisia dokumentteja. Mallit korvaavat tälläkin hetkellä joitakin perinteisiä dokumentteja, esimerkiksi paalukohtaisia poikkileikkauksia, mutta korvaamisesta tulee sopia aina hankekohtaisesti. Lähtökohtaisesti kaikki ohjeiden mukaiset dokumentit toimitetaan ja poikkeuksista sovitaan. (YIV, 2019.)

### 2.1.1 Suunnittelu ja hankevaihe

Kuten missä tahansa hankkeessa, myös mallipohjaisessa hankkeessa on tärkeää ottaa huomioon pohjaolosuhteet sekä maankäyttö suunnittelussa. Haastavat pohjaolosuhteet vaativat enemmän resursseja ja mitä vähemmän tulee yllätyksiä sen paremmin kustannukset pysyvät hallinnassa. Maankäyttö pyritään suunnittelemaan taloudelliseksi ja massat käytetään hyödyksi, jotta vältetään turhilta kuljetuskustannuksilta.

Tietomallintaminen edellyttää hankkeen alkuvaiheessa enemmän aikaa ja panostusta kuin piirustukset, sillä rakenneratkaisut täytyy lyödä lukkoon tietomallia tehtäessä. Rakentamisen mahdolliset ongelmakohdat ratkotaan työmaan sijaan tietokoneella. (Cramo Finland)

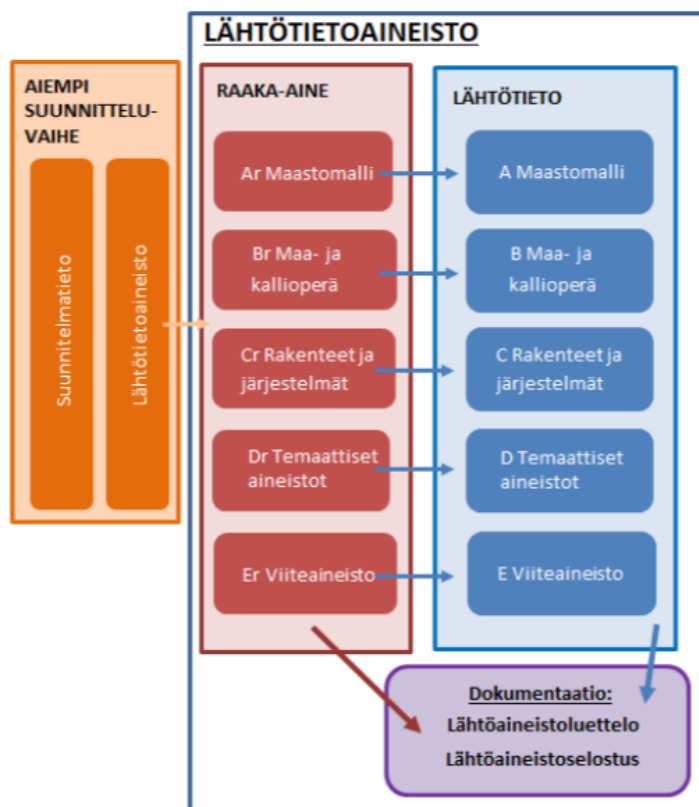
Lähtötiedoista raaka-aine (esim. pohjatutkimustiedot tai kaava-aineisto) pitää hankkia riittävän ajoissa, koska lähtötietojen kerääminen voi olla työlästä. Viivästyminen vaikuttaa koko suunnittelutyön käynnistymiseen. Lähtötietoaineisto on hyödynnettävissä jo tarjousvaiheessa, mikäli hankinnan aikaisempi vaihe on tehty mallipohjaisesti. Lähtöaineistot tarkistetaan ja päivitetään aina hankkeen alussa. Hankkeen aikataulu laaditaan ottaen huomioon lähtötietoaineiston kokoamisen ja että siihen jää riittävästi aikaa. Varsinainen suunnittelu käynnistyy, vasta kun lähtötietoaineiston valmiusaste on riittävä. Lähtötietoaineisto voidaan myös hankkia toimeksiantona erikseen, jolloin se on valmiina osana tarjouspyyntöaineistoa. (YIV, 2019.)

Hankevaiheessa määritellään mallipohjaisen suunnittelun laajuus ja tarkkuus, joiden perusteella mallinnetaan maanpäällisiä ja maanalaisia rakenteita ominaisuuksitiedoilla varustetuiksi 3D-kappaleiksi tai objekteiksi. Tehtävämäärittelyssä tuodaan esiin erikoiskohteet ja vuorovaikutustavoitteet, jotka vaativat tarkempaa mallinnusta. Yhdistelmä- ja esittelymalleissa määritetään, mallien päivitystiheys. Esittelymallin päivitysrytmiin vaikuttaa yleisötilaisuuksien määrä ja yhdistelmämallien päivittämiseen suunnittelukokoukset. Päivittäminen kulkee käsikädessä suunnittelun ja hankkeen aikataulutuksen kanssa. Erillisiä yhdistelmämallia ei välttämättä tarvita, koska nykyiset ohjelmistot mahdollistavat samassa tietokannassa työskentelyn. (YIV, 2019.)

### **2.1.2 Lähtötiedot**

Suunnitteluprosessissa ensimmäiseksi kootaan lähtötietoaineisto. Lähtötietoaineisto toimii pohjana suunnittelulle ja kuvaa infrahankkeen nykytilan. Lähtötietoaineisto koostuu mitatuista tai saaduista lähtöaineistoista, jotka ovat luokiteltuina digitaalisessa muodossa. Tavoitteena on lähtötietoaineiston muokkaaminen mahdollisimman hyvin suunnittelua tukevaan muotoon ja dokumentoida huolellisesti alkuperätiedot ja muokkaustoimenpiteet. Lähtötietoaineisto kulkee

jokaisessa hankevaiheessa muun aineiston mukana ja sitä päivitetään läpi hankkeen. (YIV, 2019.)



KUVA 2. Lähtötietomallin kokoaminen (YIV, 2019)

### 2.1.3 Esisuunnitelma ja tarveselvitysvaihe

Esisuunnitelma ja tarveselvitysvaiheessa mallinnuksen pääpaino on usein vaihtoehtoverailujen havainnollistamisessa. Hankkeen hyväksyttävyyteen voidaan vaikuttaa mallinnuksella vahvasti vielä tässä vaiheessa. Esi- ja tarveselvityksiä varten luotu malliaineisto voi toimia kaavoituksen lähtötietona. Malliaineisto voi sisältää metatietoja, kuten kustannuksia, riskienhallinnan tuottamaa tietoa kohteesta ja ympäristövaikutuksia. Lähtötietoaineisto voi myös sisältää suunnittelualueen ympäristön nykytilaa koskevia tietoja, kuten pohjavesialueita, luonnon-suojelukohteita ja kaavatietoa. (YIV, 2019.)

Esisuunnitelma ja tarveselvityksessä koottavan lähtötietomallin keskeisen sisällön muodostavat:

- karkea maanpintamalli täsmennettynä hankkeen tarpeisiin
- maaperäkartta
- nykyisten taitorakenteiden ja siltojen sijainnit sekä väylärakenteet ja -linjaukset

- tiedot pohjavedestä
- tiedot johdoista ja laitteista
- kiinteistörajat ja maankäyttötiedot
- paikkatietoaineistot (peruskarttatarkkuudella) ja paikkatietosidonnaiset aineistot

(Liikennevirasto, 2017.)

#### **2.1.4 Yleissuunnitelmavaihe**

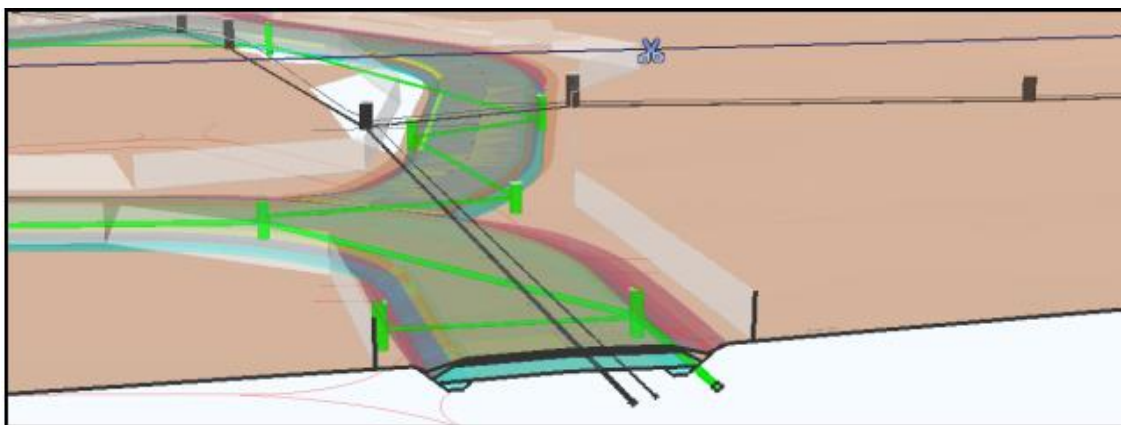
Yleissuunnittelu on tärkein suunnitteluvaihe vuoropuhelun kannalta. Keskeistä on vuorovaikutus asiantuntijoiden, asianosaisten ja sidosryhmien kanssa. Tämän tavoitteena on saada hankkeelle yleinen hyväksyttävyyys mahdollisimman laajasti. Suunnitelmaratkaisuja ja eri vaihtoehtoja havainnollistetaan helpoiksi ymmärtää ja tällä pyritään lisäämään vuorovaikutusta. (Liikennevirasto, 2017.)

Yleissuunnitelmavaiheessa tavoitellaan päävaihtoehtojen mallintamista sekä niiden vaikutuksia. Esimerkiksi melu ja tärinä huomioidaan paremman kustannus- ja vaikutusarvioinnin, yhteensopivuuden varmistamisen ja vaihtoehtojen helpomman havainnollistamisen vuoksi. Suunnittelusisältöä ovat väylien vaaka- ja pystygeometriatieto sekä rakenteen ylä- ja alapinnan pintamallit. Yleissuunnitteluvaiheessa inframalli on vielä varsin pelkistetty ja yksinkertaistettu. Keskeisiä geometrioita, tilavarauksia ja sovittamista ympäristöön voidaan tarkastella sen avulla sekä massataloutta arvioida. (YIV, 2019.)

Yleissuunnitelmavaiheessa koottavan lähtötietomallin keskeisen sisällön muodostaa esisuunnitelma ja tarveselvityksessä kerättyjen tietojen lisäksi

- pohjatutkimukset (olemassa olevat ja uudet)
- maaperämalli
- paikkatietoaineistot ja paikkatietosidonnaiset aineistot, kuten melu- ja luontoselvitykset

(Liikennevirasto, 2017.)



KUVA 3: Suunnitelmamalli (Suntio, 2019)

Malli laaditaan siten, että karkealla tarkkuudella sen avulla voidaan esittää:

- väylän geometriat
- väylän pintarakenteet ja päällysteet
- tie- ja rata-alue
- luiskat ja kuivatusjärjestelyt
- pohjarakenteet, esimerkiksi perustamis- ja vahvistamistoimenpiteet sekä routasuojaus
- maa- ja kalliroleikkaukset
- penkereet, maapadot ja täytöt
- yhdyskuntatekniikan järjestelmät
- pohjavesi ja mahdolliset suojaustoimenpiteet
- YVA eli ympäristövaikutukset
- kaavoitustilanteen vaikutukset (hankkeen sijainti)

(Liikennevirasto, 2017.)

### 2.1.5 Viranomaiskäsittelyvaihe

Viranomaiskäsittelyvaiheessa (Tie-, rata-, katu- ja puistosuunnitelmavaihe) päämääränä on mallintaa suunnitelman tekniset ratkaisut riittävän tarkasti tila- ja aluevarauksia varten, varmistaa niiden toteuttamiskelpoisuus sekä tuottaa hallinnollisesti hyväksyttävä suunnitelma (YIV, 2019). Ominaisuustiedot kuten materiaalit kuvataan riittävän tarkasti vaikutusarviointiin ja kustannuslaskentaan. Kaikkea ei tarvitse viimeistellä rakentamistarkkuuteen vaan tärkeintä on varmis-

tua ratkaisujen toteuttamiskelpoisuudesta ja tilavarauksista. Viranomaiskäsitte-lyvaiheessa tarkennetaan edellisessä suunnitelmavaiheessa koottua lähtötietomallia. (Liikennevirasto, 2017.)

Mallin lisäksi suunnitelma sisältää vaikutuksiin ja tutkittuihin vaihtoehtoihin liit-tyen selittäviä ja kuvailevia osia. Inframallissa hallinnollisten rajojen kuvaaminen tukee suunnitelmien hyväksymisprosessia. Edelleen kuitenkin tarvitaan piirus-tukset ja selostukset, jotka ovat hyväksymismenettelyn ja arkistoinnin edellyttä-mät dokumenttipohjaiset asiakirjat. Kaikkia hyväksymisprosessiin tarvittavia asi-ointa ei pystytä esittämään mallissa, mutta se tukee käsittelyä. Yhdistelmä- ja/tai esittelymallia on hyvä hyödyntää yleisötilaisuuksissa. (Liikennevirasto, 2017.)



KUVA 4: Toteutusmalli (Suntio, 2019)

Tässä vaiheessa mallinnetaan väylän pysty- ja vaakageometria sekä poikkileik-kaus riittävällä tarkkuudella alueen määrittämiseksi ja että, rakentamiseen va-rattavat alueet voidaan lunastaa. Kaikki risteävät järjestelmät tai kiinteästi suun-niteltuun liittyvät järjestelmät ja varusteet mallinnetaan 3D-muotoon. Suurem-malta alueelta määritetään hankekohtaisesti, riittääkö pelkästään 2D-tieto. Ra-kennetussa ympäristössä mallinnustarkkuus on vaativampi olemassa olevien rakenteiden vuoksi. (Liikennevirasto, 2017.)

### 2.1.6 Rakennussuunnitelmavaihe

Rakennussuunnitelmavaiheessa luodaan kohteen rakentamisessa vaadittavat aineistot. Tekniset yksityiskohdat ratkaistaan ja suunnitellaan sekä kohde mallinnetaan riittävän tarkasti, jotta rakentaminen voidaan tehdä mallin avulla. Rakennussuunnittelun tavoitteena on tuottaa erittäin kattava tietomalli, joka on yhteensovitettu ja mahdollisimman virheetön. Eri tekniikkalajeilla saadaan suunnitelmamallit ja näistä kootaan jälleen yhdistelmämalli. Rakennussuunnitelmamalli (RS-malli) esittää hankkeen rakentamisessa tarvittavat rakenneosat ja -kerrokset sekä rakenteet kaikkine yksityiskohtineen. (YIV, 2019.)

Rakennussuunnitelmavaiheessa malli tehdään niin tarkasti, että rakenne voidaan toteuttaa mallin avulla eli tekniset yksityiskohdat suunnitellaan ja ratkaistaan. Suunnitelmavaiheen mallintaminen edistää yhteensovittamista, aikataulutusta, määrälaskentaa, havainnollistamista, työmaan hankintoja sekä mittaus-, laadunvarmistus- ja koneohjaustoimintaa. Rakennussuunnitelmavaiheessa mallintamisen yleisiä tavoitteita ovat

- digitaalinen aineisto, jota käytetään jo tarjousvaiheessa
  - suunnitelmien yhteensopivuuden takaaminen
  - riskien minimointi rakennusaikana
  - kustannushallinta
  - rakenteen teoreettisten pinta- ja viivatietojen tuottaminen toteutuksen tarpeet huomioon ottaen sekä rakennussuunnitelmamalli
- (Liikennevirasto, 2017.)

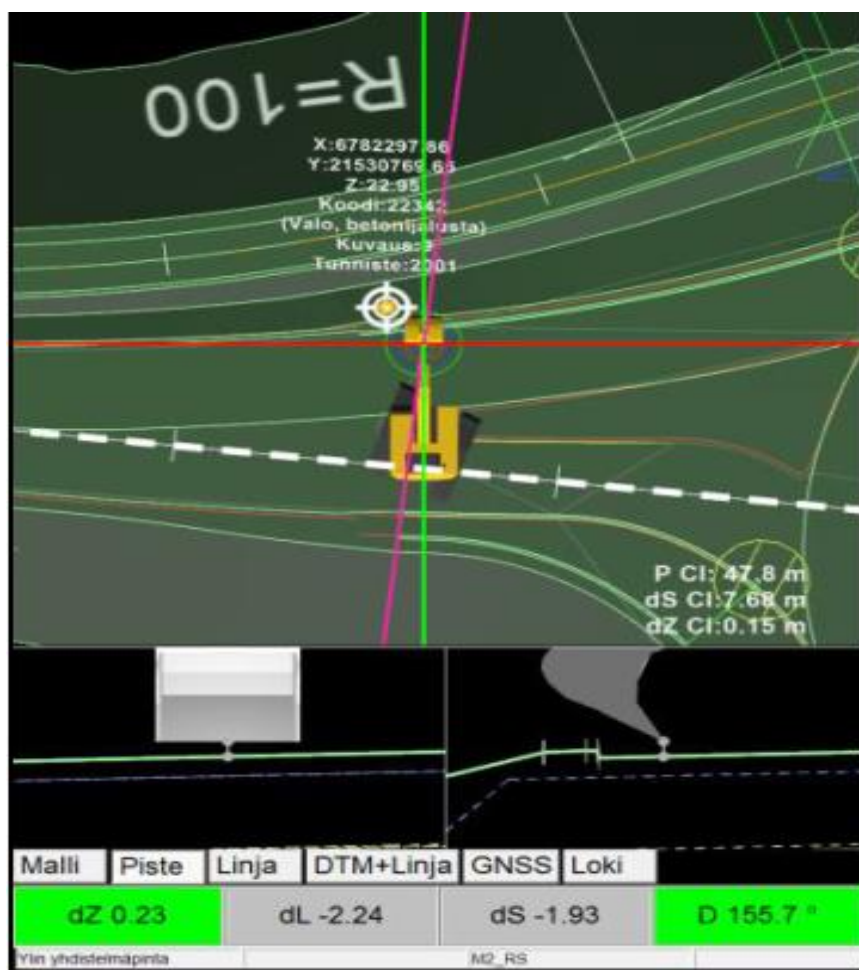
Kaikki hankkeen rakentamisessa tarvittavat väylän osat, mallinnetaan rakennussuunnitelmavaiheessa. Tässä vaiheessa tehty malli on urakkakyselyn lähtökohta ja rakentamisasiakirja. Hankekohtaisesti sovitaan, jos joitakin väylän osia/pintoja ei mallinneta. Muutokset tai mallintamatta jättämiset kirjataan selkeästi urakoiden tarjouspyyntöihin. Lopputuotteena on hankkeen toteutusmallit. (Liikennevirasto, 2017.)

## 2.2 Rakentamisvaihe

Mallipohjaisella tuotannolla haetaan laadukkaampaa ja tehokkaampaa kohteen rakentamista. Inframallien avulla mahdollisuudet seurata ja todeta rakentamisen laatua ovat paremmat, sillä mallissa pystytään esittämään rakennusosakohtaisia vaatimuksia ja vertaamaan niitä toteumiin. (YIV, 2019.)

Rakentamisvaiheeseen tuotetaan rakennussuunnitteluvaiheen tietojen avulla:

- Toteutusmalli, joka kattaa toteutuksen puolen, eli rakentamisen tehtävät, ajoituksen, resurssit, jne. Toteutusmallilla voidaan tarkoittaa suunnitelmalleista tuotettuja kaivinkoneiden koneohjausmalleja tai maastoon merkintää ja mittauksia varten koottuja paikalleenmittausmalleja.
- Toteutusvaiheen suunnittelumallista tuotettujen työkoneiden koneohjausmallien käyttö mahdollistaa työkoneautomaation hyödyntämisen. Rakennepintojen ja rakenteiden koneohjausmallit syntyvät geometrialinjojen, 3D-taiteviivojen ja niiden kolmioverkkomallien avulla. Myös pistemäisiä aineistoja ja verkostomalleja hyödynnetään.
- Toteumamalli on rakennusvaiheessa toteutumamittauksilla päivitetty lähtötieto- ja toteutusmalli. Toteumamallilla voidaan koota hankkeen rakentamisen mittaamisessa ja työkoneohjauksessa hyödynnetty informaatio. Toteumamalli on sama kuin toteutusmalli mikäli kohde on tehty mallin mittatietojen toleransseissa. Jos rakennus aikana on tehty pieniä muutoksia toteutusmalliin verrattuna, ne näkyvät toteumamallissa. Toteumamallin tuottaminen on tärkeää, koska se käsittää rakenteen tai järjestelmän tarkimman kuvauksen korko- ja mittatietoineen. (Liikennevirasto, 2017.)



KUVA 5: Toteutusmallin pohjalta laadittu koneohjausmalli (Suntio, 2019)

### 3 TYÖMAAN LAITTEET JA OHJELMAT

Teknologian kehittyessä on työmaan hallintaan ja työnjohdon avuksi kehitetty monenlaisia ohjelmia ja laitteita, paperisten suunnitelmien lisäksi. Ne helpottavat työmaan visualisointia, laadunvalvontaa ja seuranta. Laitteet eroavat ominaisuuksiltaan toisistaan ja infratyömailla käytetään eri ohjelmia/laitteita kuin rakennustyömailla.

#### 3.1 Infrakit

Infrakit on pilvipalvelu, joka auttaa toteuttamaan tie-, raide- ja maanrakennushankkeita, joissa käytetään tietomalleja (BIM). Infrakit toimii kaikissa tietokoneissa ja mobiiliversiona mobiililaitteissa.

Infrakitiä käytetään monipuolisesti läpi hankkeen:

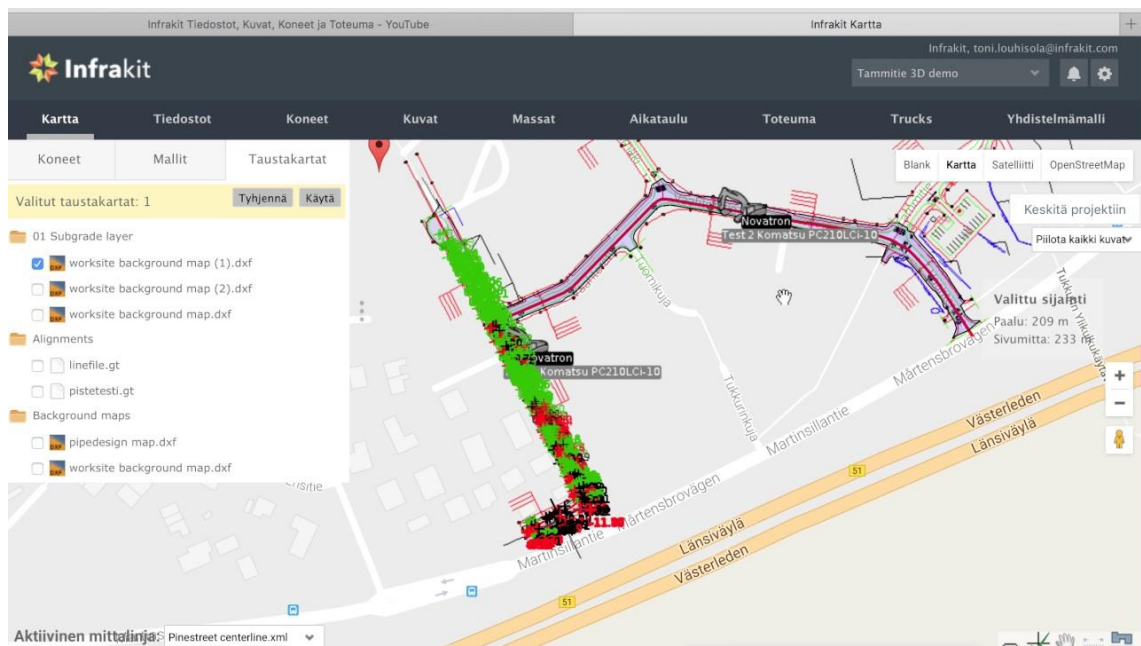
- Suunnittelijat varastoivat, hallinnoivat, havainnollistavat ja jakavat tietomallipohjaisia aineistoja pilveen kaikille nähtäväksi avoimessa muodossa
- Urakoitsijat voivat raportoida ja hallinnoida työmaata tietokoneen sekä mobiililaitteen avulla (kuvien ottaminen paikkatiedolla, työvaiheiden seuranta toteumien avulla)
- Työkoneet ja työmaan laitteet saadaan linkitettyä sovellukseen
- Tilaajat ja konsultit pystyvät seuraamaan työmaan edistymistä sekä laatua reaaliaikaisesti

(Infrakit.)

Infrakittiin sisäänrakennettu ominaisuus on mallipohjainen laadunvalvonta. Koneilla otetaan toteumamittauksia, jotka näkyvät karttakuvassa ja niitä verrataan automaattisesti pintamalliin. Poikkeamarajojen ylitykset tulevat näkyviin punaisilla merkeillä. Työnjohto käy hyväksymässä tietokoneella mitatut pisteet ja näkee suoraan työnlaadun. (Infrakit.)

Määrien seuranta on Infrakitin tärkeä ominaisuus. Täyttö ja kaivuu määriä voidaan seurata alueittain toteumamittausten perusteella ja valmiusaste

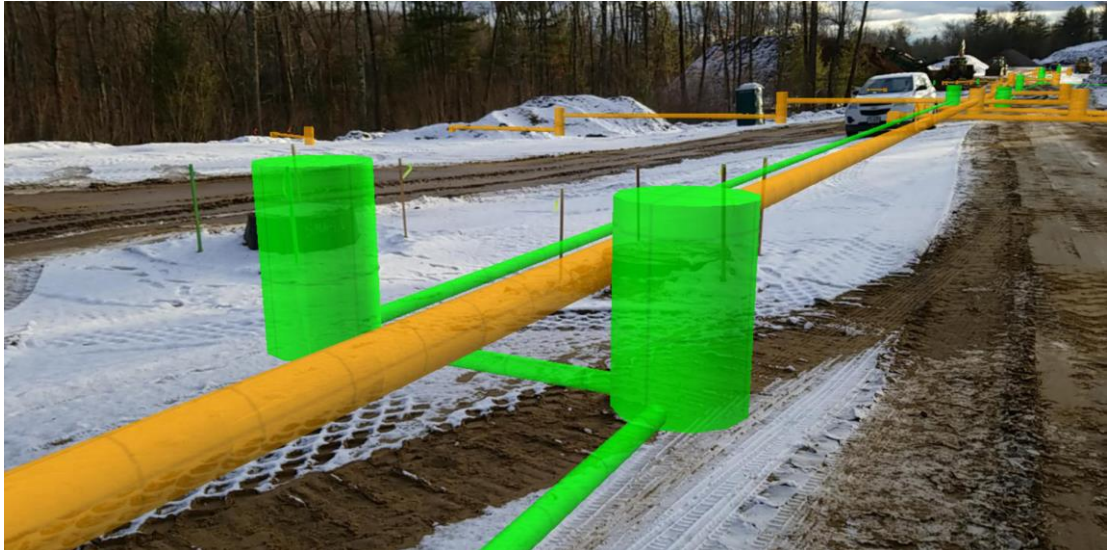
päivityy sitä mukaan. Jokainen rakennekerros voidaan muuttaa massoiksi ja seurata massaseuranta taulukolla mm. kantavan kerroksen murske massoja. Jokaisesta rakennekerroksesta on mahdollista saada tarkat tiedot mikäli koneohjausjärjestelmällä otetaan toteumamittauksia oikeilla koneohjausmalleilla. Myös kuorma-autojen massoja voidaan hallita Infrakit Trucks ohjelmalla. Ajoneuvoissa on seuranta josta nähdään ajomatka, ajokeikkojen lukumäärä sekä ajettu massamäärä. Massojen pystytään hallitsemaan ja kaikista massaseurannoista voidaan tulostaa raportit dokumenteiksi. (Jaakkola, 2019.)



KUVA 6: Kuvakaappaus Infrakit näkymästä (Demo infrakit, 2016)

### 3.2 Trimble SiteVision

Trimben kehittämä SiteVision on lisätyn todellisuuden järjestelmä, jonka avulla voi tarkastella työmaata sijaintitiedon avulla. Tietomallit heijastetaan kameranäkymän päälle ja näytöltä nähdään suunnitelma oikeassa koossa sekä paikassa. Lisätty todellisuus auttaa työvaiheiden suunnittelussa ja työmaan hahmottamisessa. SiteVision on kehitetty lähinnä työnjohdon apuvälineeksi työmaan tarkasteluun ja seuraamiseen. (Trimble, 2020.)



KUVA 7: Lisätyn todellisuuden (AR) näkymä (Sitech, 2020)

Tietomallien ja suunnitelmien visualisointi tapahtuu mobiililaitteen näytöllä, jolloin kameran avulla tyhjällä tontilla voidaan tarkastella mm. rakennettavan tien paikkaa ja kokoa sekä mitata etäisyyksiä. SiteVisionilla voidaan tarkastella rakentamisen aikana myös työmaan etenemistä ja puutteita, jolloin saadaan ajantasainen tieto työmaasta. Kaivu- ja täyttötietojen reaaliaikainen seuranta onnistuu, mikäli laitteella on oikea korko- ja sijaintitieto. Näkymättömissä olevat objektit kuten kaapelit ja kunnallistekniikka saadaan näkyviin lisättyllä todellisudella, jolloin mahdollisia riskejä voidaan minimoida. (Ahokas, 2020.)

Trimble Connectin pilvipalvelut mahdollistavat suunnitelmien päivittämisen vaivattomasti. Laitte tukee monipuolisesti eri tietomalli formaatteja: IFC, LandXML, DXF, joista IFC on monipuolisin mutta infratyömailla LandXML yleisin. (Trimble, 2020.)



KUVA 8: Trimble SiteVision näkymä laitteessa (Sitech, 2020)

### 3.3 Novatron XSitePad

Novatronin koneohjausjärjestelmiä on totuttu näkemään kaivinkoneissa kuljettajien käytössä jo pidemmän aikaa. Siihen rinnalle on kehitetty Novatron XSitePad työnjohdon ja mittaajien apuvälineeksi. XSitePad hyödyntää samoja tiedonsiirtoformaatteja kuin koneohjausjärjestelmät, jolloin molemmilla on samat mallit käytössä. Näin ollen työnjohdon sekä kuljettajien välinen kommunikaatio on helpompaa koska molemmat näkevät samat tietomallit. Ei tule väärinkäsityksiä, jos esimerkiksi koneohjausmallissa ja työnjohdon tietomallissa on eri merkintöjä. (Ahokas, 2020.)

Työmaalla ollessa maastomerkintöjen määrä on alkanut vähenemään mallipohjaisen rakentamisen yleistyessä. Välillä on ollut haasteita hahmottaa tulevia rakenteita tämän takia. Laitteella jolla näkee saman kuin koneenkuljettaja ja pystyy paikantamaan itsensä työmaalle, pääsee paremmin työvaiheeseen kiinni ja näin ollen johtaminen on myös helpompaa.

XSitePadin avulla voidaan tarkastella malleja sekä työmaalla paikantamalla itsensä GPS:n avulla että toimistosta käsin vapaa siirto -toiminnon avulla. Valittua keskilinjaa pitkin voidaan liikkua ja tarkastella mm. tien poikkileikkauksia eri

paaluilla. Rakennekerroksien rajat ja linjat ovat nähtävissä samoin kuin kaivinkoneenkuljettajalla. (Novatron, 2020.)



KUVA 9: XSitepad liitettynä GNSS-sauvaan (Novatron, 2019)

Pilveen tallentaminen ja synkronointi onnistuu mm. Infrakitin avulla. Laite keskustelee samoin kuin koneohjausjärjestelmät joten se saadaan liitettyä Infrakitin kanssa. XSitePadilla voidaan tarkastella kuljettajien tallentamia toteumatietoja sekä voidaan myös itse mitata toteumia sekä tarkastaa mm. putkien ja johtojen paikkoja. Laite tukee DXF- ja XML-malleja sekä DXF-pohjaista taustakarttaa. Kartan ja mallin yhteiskäytöllä työmaa on huomattavasti helpompi havainnollistaa. (Novatron, 2020.)

### 3.4 Tulevaisuuden näkymä

Uusia tuotteita ja ohjelmia pyritään kehittämään jatkuvasti, joista osa vakiintuu yrityksien käyttöön. Tällä hetkellä Rakennusteollisuus, GS1 ja Buildingsmart ovat yhdessä kehittämässä digitaalista toimitusketjua ja tuotetietokantaa. Tulevaisuudessa se sisältäisi valtaosan rakentamisessa käytetyistä tuotteista ja niiden materiaalit. (Möisä, 2020.)

Vuonna 2006 Espoon Kivenlahden Reimantornin työmaalla oli käytössä minuutti aikataulu, joka oli aikaansa edellä. Aikataulun mahdollisti logistiikan digitaalisen tilannekuvan hallinta RFID-antureilla, jotka asennettiin elementteihin ja tuotteisiin jo tehtaalla. Antureita pystyi lukemaan kännyköillä, jolloin työmaalla oli koko ajan tieto missä vaiheessa mikäkin elementti on. Antureiden käyttöä kehitettiin joillakin työmailla mutta tuolloin niitä ei otettu käyttöön laajemmin rakennusalalla. (Möisä, 2020.)

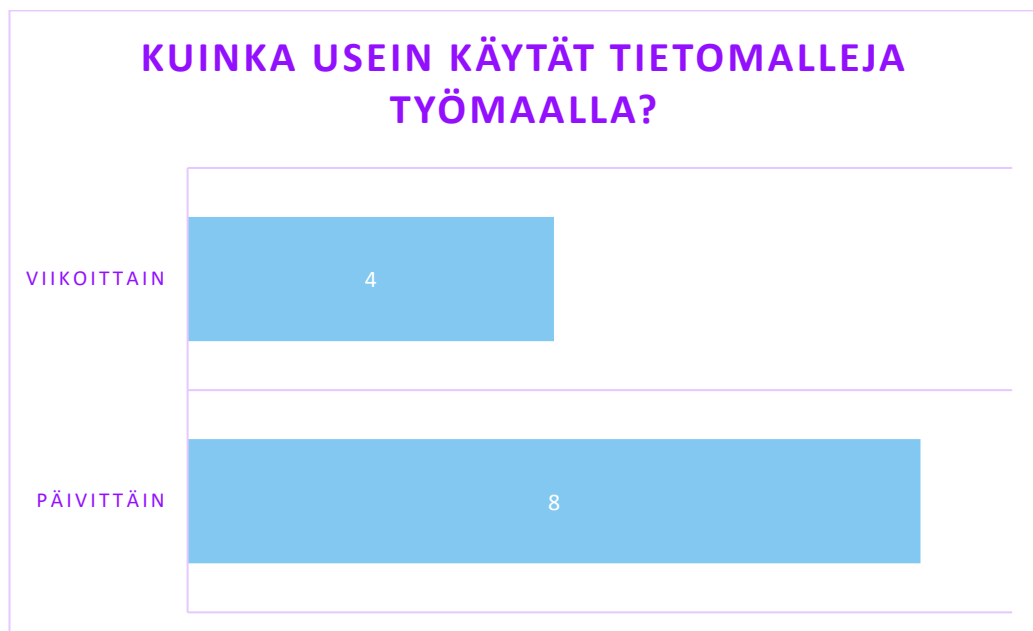
EU:n myötä RFID:n tapainen tuotetiedonhallinta on tulossa Suomeen. Sitä kutsutaan GTIN-koodiksi, mikä on digitaalinen vastine rakennuksen osille ja komponenteille. GTIN-koodi mahdollistaa organisaatioiden välisen ja globaalin tiedonsiirron ja yhdisteltävyyden sekä toimii eurooppalaisena tuotetietotunnistestandardina. Tämä on käytössä jo Ruotsissa ja Tanskassa sekä on tulossa Norjaan. (Möisä, 2020.)

Tuotteiden reaaliaikainen valmistumisen seuranta voisi helpottaa aikatauluttamista työmailla sekä nostaa tehokkuutta. Tiedossa olisi koko ajan käytettävissä oleva aika ennen rakenneosien saapumista työmaille ja muita töitä pystytään edistämään väliaikoina.

## 4 HAASTATTELU

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kerätä käyttäjä kokemuksia sähköposti haastattelulla (Liite 1) tietomallien käyttämisestä infratyömaalla. Käyttäjien arvioilla saadaan selville tietomallien käytön nykytilaa ja tätä kautta mahdollisia kehitystarpeita. Haastattelu lähetettiin sähköpostitse 105 Destian väyläpalveluiden henkilölle, jotka olivat työmaapäälliköitä, työmaainsinöörejä, työnjohtajia sekä insinöörioppilaita. Vastauksia saatiin 12 kappaletta ja ne ovat koottuna (Liite 2).

Kysymykset laadittiin selvittämään käyttötottumuksia ja havaintoja käytöstä. Kysymyksiä oli 7 kappaletta ja ensimmäiseksi kysyttiin, kuinka useasti käytät tietomalleja. Destialla malleja on käytetty jo pitkän aikaa toiminnassa, joten suurin osa käyttääkin niitä päivittäin. Malleja käytetään monenlaisiin tarkoituksiin. Helpoja tai pieniä käyttötarkoituksia on esimerkiksi kuvien ottaminen sijaintitiedolla suoraan haluttuun rakenneosakansioon. Suuremmassa mittakaavassa esimerkiksi koko tietomallin tarkastelu ongelmapisteen ja törmäystarkastelujen muodossa.

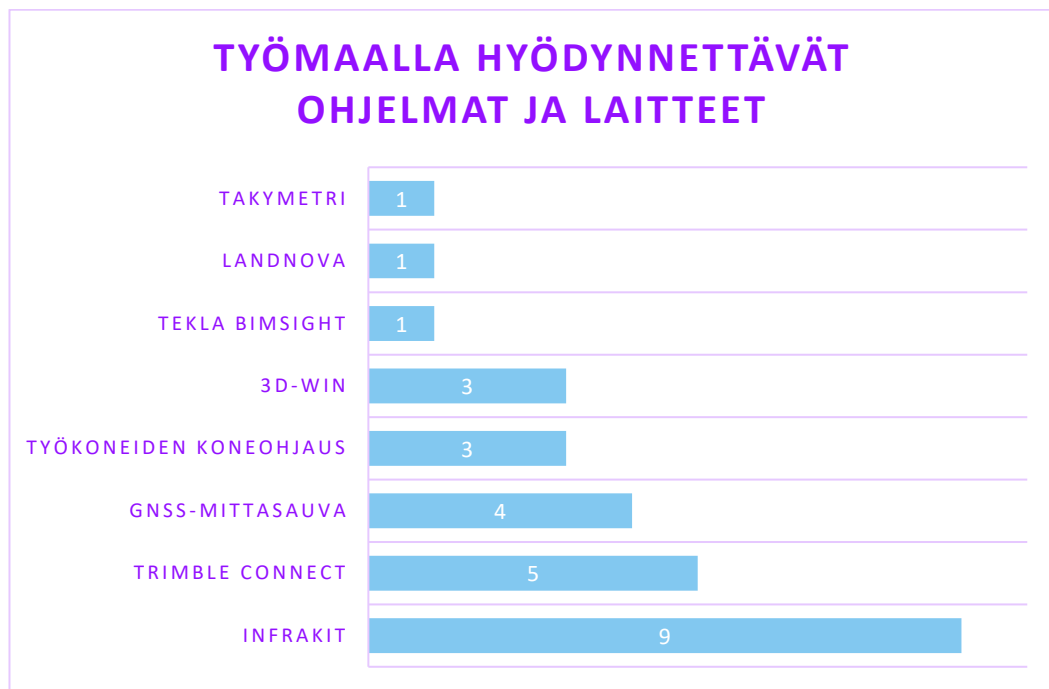


TAULUKKO 1: Tietomallien käyttö työmaalla

Toisen kysymyksen tarkoituksena oli kerätä tietoa, mihin kaikkeen työmaalla hyödynnetään tietomalleja. Eniten malleja käytettiin työnsuunnitteluun sekä

maastossa että toimistolla ja määrien laskentaan. Tietomallien sisältämän tiedon ja visuaalisuuden avulla suunnittelu on helppoa toimistosta käsin ja työmaalla kokonaisuuden hahmottaminen helpottuu entisestään. Määrien laskenta onnistuu hyvin esim. Infrakitin avulla valitsemalla alue ja yhdistelmäpinnat, joiden väliset määrät halutaan laskea.

Kolmannen ja neljännen kysymyksen tavoitteena oli saada tietoon työmaalla käytettäviä laitteita sekä ohjelmia tietomallien tarkasteluun ja hyödyntämiseen. Eniten käyttöä on ollut Infrakitillä, joka on ollut Destialla käytössä jo pitkään. Se on helppokäyttöinen työmaalla, sillä älypuhelin kulkee matkassa ja Infrakitin mobiiliversio toimii mobiililaitteissa hyvin. Toimistolla Infrakittiä voidaan käyttää tietokoneella laajemmilla ominaisuuksilla. Myös GNSS-mittasauvoja on hyödynnetty useammilla työmailla työnjohdon apuna. Mittasauvalla voidaan tarkistaa toteutuneiden rakenteiden paikkaa ja laatua sekä merkitä maastoon ennakkoon haluttuja pisteitä ja alueita.



TAULUKKO 2: Työmaalla hyödynnettävät ohjelmat ja laitteet

Taulukon 2 vastauksista nähdään, että Trimble Connectia on käytetty useammalla työmaalla. Connectilla tarkastellaan suunnitelmatietoja ja sitä käytetään pääosin suunnittelu- ja tarjousvaiheissa. Sillan rakentamisessa Trimble Connec-

tia hyödynnetään työnaikaisena työkaluna työnsuunnittelussa ja projektipankkina. Connectiin saa liitettyä aiemmin työssä esitellyn Trimble SiteVisionin, jonka kautta malleja voidaan käyttää lisätyn todellisuuden kanssa. Trimble Connectiin on myös mobiiliversio saatavilla, jonka käytöstä itsellä ei ole kokemuksia.

3D-Win ohjelmaa käytetään enemmän tietokoneella toimistolla ja sillä voidaan luoda tietomalleja. 3D-Win on Novatron Oy:n omistama korkeatasoinen monitoimityökalu mittaus-, paikkatieto, kartta- ja suunnittelutarpeisiin. Se on lisäosineen suunniteltu kattamaan tarpeet maanmittauksesta valmiisiin aineistoihin. (3D-system, 2020.) Tekla BimSight puolestaan on enemmän talonrakennus puolelle kehitetty ohjelma joka käsittelee IFC-malleja. Sitä voidaan käyttää maanrakennuspuolella kuitenkin taitorakenteiden apuna esimerkiksi siltojen tarkastelussa.

Takymetrin käyttö ei ole työnjohtajien keskuudessa niin yleistä sillä sitä käyttävät useimmin mittaushenkilöstö. Yleinen ja hyödyllinen työkalu työmaiden mittaamiseen ja merkkäämiseen mutta kyselyä ei lähetetty mittaajille niin vastauksia ei tullut sen enempää.

Kysymykseen, oletko käyttänyt tai kuullut muista ohjelmista/laitteista, jotka voisivat olla käytännöllisiä työnjohdon näkökulmasta, tuli vähän vastauksia. Joitakin samoja ohjelmia vastattiin mitkä ovat jo käytössä jollakin toisella työmaalla. Ohjelmistojen ja laitteiden käyttö arvioidaan aina työmaakohtaisesti, mitä ominaisuuksia pystytään hyödyntämään ja mistä saadaan eniten etua hankkeeseen.

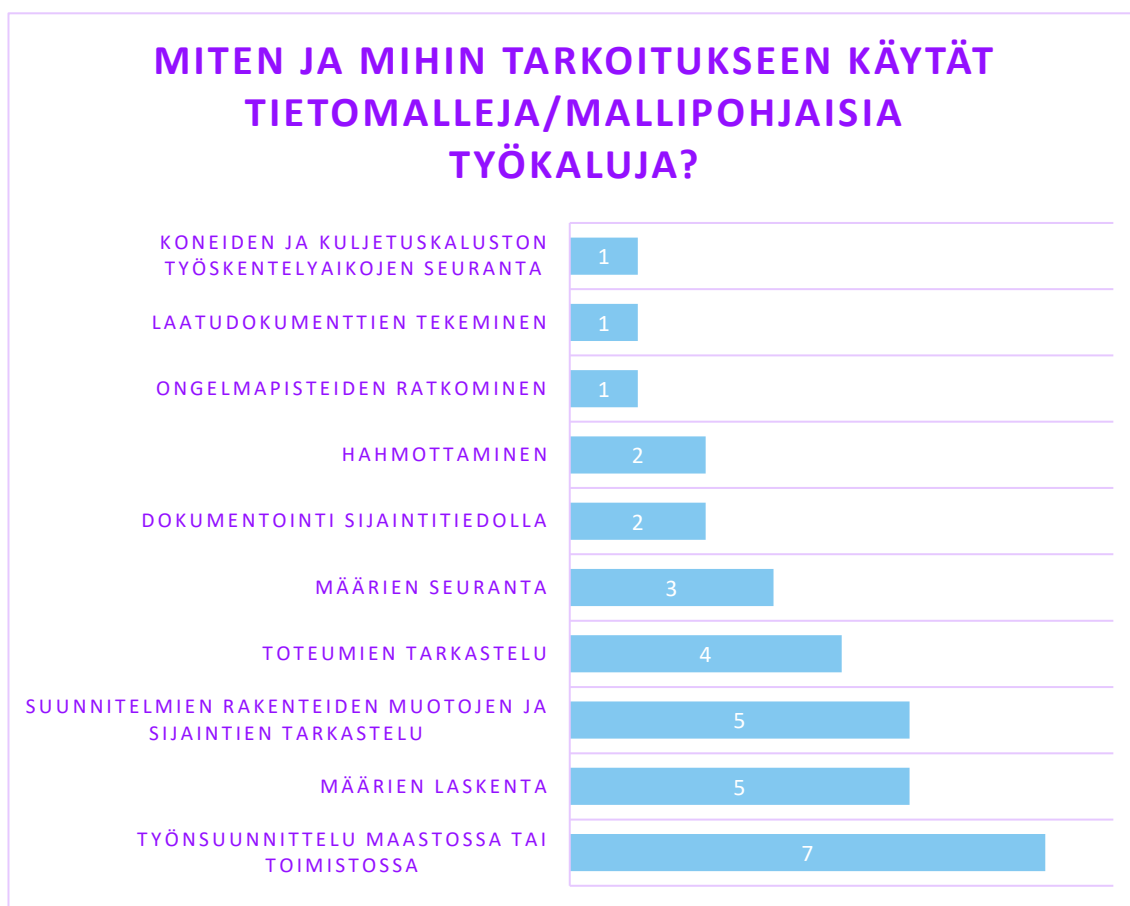
Kysymykset 5-7 kartoittivat hyödyt ja edut tietomallien käytöstä, haasteet niiden käytössä ja lopuksi kehitysehdotuksia tietomallien käyttöön työmaalla. Näihin kysymyksiin saatiin reilummin vastauksia, joita käsitellään tarkemmin tulokset osiossa.

## 5 TULOKSET

Tässä osiossa käsitellään haastattelun tuloksia tarkemmin ja painottaen kysymyksiä 2, 5, 6 ja 7 sillä 1, 3 ja 4 käsiteltiin haastattelu osuudessa.

### 5.1 Käyttö tarkoitukset ja hyödyt

Kysymyksen 2 tarkoituksena oli selvittää, millaisissa tilanteissa ja mihin tarkoitukseen käytät tietomalleja/mallipohjaisia työkaluja. Eli mitkä ovat yleisimpiä käyttö tapoja ja tätä kautta voidaan päästä käsiksi muihin hyödyllisiin ominaisuuksiin mitkä eivät välttämättä ole kunnolla työnjohtajien tiedossa. Samalla käsitellään 5 kysymyksen hyödyt ja edut mitä tietomallien käytössä on koettu.



TAULUKKO 3: Tietomallien käyttötarkoitukset

Eniten tietomalleja hyödynnetään työnsuunnitteluun sekä toimistolla tietokoneella että maastossa, jolloin pystytään näkemään ympäristön aiheuttamat

haasteet ja voidaan suunnitella niiden mukaisesti. Tietomalleihin saadaan ahdettua todella paljon informaatiota mutta silti maasto-olosuhteiden huomioon ottaminen ja paikan päällä työnsuunnittelu ovat tärkeitä parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Tietomallien hyödyntäminen on kuitenkin koettu helpottavaksi tekijäksi työnsuunnitteluun.

Mallipohjaisia työkaluja käytetään paljon määrien laskentaan. Määrien laskentaa voidaan hyödyntää moneen asiaan, kuten laskea rumpuputkien menekkiä tietylle tieosuudelle tai laskea kaivuu massojen hyötykäyttöä työmaan sisäisesti minimoiden kuljetuskustannuksia. Käyttötarkoituksesta riippumatta aina tähdätään mahdollisimman tehokkaaseen työskentelyyn ennakoimalla tulevia työvaiheita ja sitä kautta voidaan saavuttaa kustannussäästöjä. Määrien laskenta on helpompaa ja niitä pystytään näkemään suoraan malleista. Myös tilavuuden määrittäminen jostakin rakenneosasta on helppoa, jolloin saadaan esimerkiksi tarvittava betonimäärä selville.

Suunnitelmien tarkastelussa rakenteiden muotojen ja sijaintien tarkastelua tehtiin useasti. Sijaintien tarkastelu auttaa hahmottamaan työmaa kokonaisuutta, joka helpottaa työnjohtoa. Sijaintitietojen avulla varmistetaan myös puhtaasti tulevien rakenteiden paikkoja mahdollisia merkintöjä varten ja ehkäistään virheiden syntymistä. Malleja tarkasteltaessa nähdään varottavat rakenteet, tilatarpeet, päällekkäisyydet sekä voidaan yhteensovittaa ja tarkistaa toteuttamiskelpoisuus helposti. Betonia tarvitsevilla kohteilla raudoituspiirustusten tulkinta on koettu vaivattomaksi. Raudoitukset nähdään selkeästi eikä tarvitse paperisista piirustuksista tulkita.

Yhtenä suurena etuna nähtiin työmaan etenemisen ja valmistumisen seuranta. Työkoneet ottavat toteumamittauksia valmiista rakenteista ja näitä verrataan suunnitelmiin. Työnjohtaja tarkastaa tietokoneelta mitatut pisteet ja näkee värikoodien avulla suoraan, ovatko toteutuneet rakenteet suunnitelmien mukaiset. Työnjohtaja hyväksyy toteumamittaukset ja merkitsee tämän jälkeen valmistuneen rakenteen tietoihin. Työn laatu paranee koska mittatietoa on saatavilla jatkuvasti. Lisäksi työnsuunnittelu helpottuu, sillä työkoneiden tehoja saadaan seurattua päivä kohtaisesti.

Dokumentointi on myös toimiva tapa etenemisen seurantaan. Kuvien ottaminen sijaintitiedolla suoraan haluttuun rakenneosakansioon on hyödyllinen tapa saada mitatulle toteumatiedolle visuaalinen lisä dokumentti. Tilaajan on helppo tarkastella kuvista työn laatua sekä seurata valmistumista.

Dronella otetut ilmakuvat on koettu käytännöllisiksi monella osa-alueella. Ne tuovat etuja töiden suunnitteluun, seurantaan, tuotannon yhteensovittamiseen, perehdyttämiseen sekä hahmottamiseen. Ilmakuvista tehdyillä taustakartoilla muutetaan tietomalli visuaaliseksi ja voidaan nähdä suunnitelmat mastoon sijoitettuna.

GNSS-sauvan käyttö työnjohdossa vähentää mittaushenkilöstön käyntejä työmaalla ja helpottaa rakenteiden hahmottamista. Sitä voidaan myös hyödyntää katselmuksilla havainnollistamiseen.

## **5.2 Haasteet ja uhat**

Suurimmiksi haasteiksi on koettu tietokoneiden ja mobiililaitteiden tehon puute. Tietomallien käyttöön suunnitellut sovellukset ovat raskaita ja vaativat teknisiltä laitteita paljon toimiakseen hyvin. Laitteiden toiminta ja luotettavuus ovat arveluttaneet sekä käyttöliittymissä on edelleen parantamisen varaa. Suuret mallit sisältävät niin paljon dataa, että tarkastelu laitteissa tulee olla riittävästi tehoa.

Haasteita on ollut myös laitteiden käytön osaamisessa esim. konekuskeilla. Mikäli kuskit eivät osaa käyttää koneohjauslaitteita tehokkaasti, se lisää työmäärää työnjohdolle sekä mittaushenkilöstölle tarkistusmittauksien tekoon. Koko työmaan henkilöstön tulee hallita laitteet ja ohjelmistot, jotta niitä voidaan hyödyntää. Riittävä perehdytys ja varmistuminen osaamisesta ovat tärkeässä osassa. Tekniikan kehittymisen kautta sovelluksiin ja laitteisiin tulee päivityksiä aika ajoin. Uudet ominaisuudet ja työkalut on syytä opetella sekä tarkastaa niiden soveltuvuus aina hankekohtaisesti.

Lisääntyneen tiedon vuoksi rakennushankkeen osapuolet näkevät enemmän rakennusaikaista tietoa kuin aiemmin. Tässä on koettu pieniä haasteita, sillä tilaaja

on puuttunut herkemmin asioihin ja selvittelyt teettävät lisää työtä työnjohdolle. Kysymysten määrä projekteilla on kasvanut avoimen tiedon määrästä.

### 5.3 Kehitysehdotukset

Tietomallien hyödyntämiseen entistä tehokkaammin toivotaan enemmän koulutusta aiheeseen. Koulutuksista saatavat lisätiedot tuovat varmuutta ja monipuolisuutta työmaa käyttöön. Laitteita ja työkaluja mallien hyödyntämiseen halutaan työmaille enemmän. Eri laitteista saa käyttökokemusta ja niistä voi oppia jotain uutta. Ammattitaidon merkitystä työskentelyssä ja koneen käytössä ei kuitenkaan sovi unohtaa. Tietomallit helpottavat työmaan toimintaa mutta ammattitaito ei korvaudu malleilla.

Ilmakuvauksia käytetään usein suurilla projekteilla mutta niitä toivotaan myös pienemmille hankkeille. Ilmakuvat sekä 360° -kuvat ovat hyödyllisiä visuaalisuuden kannalta. Ilmakuvauksella voidaan myös laskea massoja ja tämän hyödyntämistä toivottiin käytettäväksi enemmän.

Haasteet ja uhat osiossa tuli ilmi ohjelmien toimivuus, niin siihen toivotaan muutoksia. Ohjelmia tulisi parantaa kevyemmiksi, jotta ne toimisivat kaikkialla ja etenkin maastossa. VR ja AR teknologia voisi tuoda myös mahdollisuuksia työnsuunnitteluun.

Lisäksi kehitysehdotuksia olivat:

- Mittatyökaluja monipuolisemmiksi
- Yhteensovitustilanteet
- Maantiivistyksen kehittäminen
- Koneisiin hälytyksiä tarkastuksista

Yksityiskohtaisemmat kehityskohteet ovat vain tekijän ja toimeksiantajan hallussa.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa Destia Oy:n työnjohtajien tietomallien käyttöä ja löytää mahdollisia kehityskohteita. Sähköpostihaastattelulla hankittiin tietoa työnjohtajilta ja vastauksista koostettiin aineisto. Teoriaosuudessa käsiteltiin tietomallipohjaisen hankkeen suunnittelua ja toteuttamista tietomallivaatimusten ja -ohjeiden pohjalta.

Tuloksista voidaan todeta, että tietomallien käyttö rakentamisessa koetaan hyödyllisenä. Ne kattavat hankkeen suunnittelun, rakentamisen sekä kunnossapidon. Malleihin pystytään sisällyttämään paljon informaatiota verrattuna paperisiin suunnitelmiin ja mallien päivittäminen on helppoa, mikäli muutoksia ilmenee.

Tietomallien käytössä on myös omat haasteensa. Sovellukset ovat raskaita ja ne eivät toimi halutusti varsinkaan maastossa. Niistä halutaan kevyempiä käyttää tai vaihtoehtoisesti käyttöön vaaditaan tehokkaampia koneita. Työmaille toivotaan myös enemmän erilaisia laitteita tietomallien hyödyntämiseen. Droneilla saadaan otettua ilmakuvia ja laskettua esimerkiksi massoja työmaille. Tämän hyödyntämistä halutaan isojen projektien lisäksi myös pienemmille projekteille.

Laitteet sekä ohjelmistot kehittyvät vauhdilla ja käyttäjien pitää pysyä kehityksessä mukana. Uusiin ohjeistuksiin ja tekniikoihin perehtyminen ja tämän jälkeen käyttäjien perehdyttäminen takaavat onnistuneen lopputuloksen. Myös jokaisessa ohjelmassa on omat toimintonsa eikä kaikkea pysty hallitsemaan varsinkaan vähäisellä käyttökokemuksella. Koulutuksia täytyy pitää säännöllisin väliajoin ja varmistaa ainakin perusteiden osaaminen. Ajan kanssa käyttämällä opitaan hyödyntämään parhaiten ja koulutukset tuovat syvempää osaamista työmaille.

## LÄHTEET

Ahokas, J. 2020. Tietomalli työmaalla työnjohdon apuna. Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Turun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Building SMART Finland. 2014. InfraBIM-sanasto. Jaettu tiedosto. Luettu 25.8.2020 [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2013/10/InfraBIM\\_Sanasto\\_0-7.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2013/10/InfraBIM_Sanasto_0-7.pdf)

Building SMART Finland. 2019. YIV. Jaettu tiedosto. Luettu 22.8.2020 [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019\\_1.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019_1.pdf)

Cramo Finland. 2016. Tietomalli vähentää virheitä. Luettu 6.10.2020 <https://www.mynewsdesk.com/fi/cramofinland/news/tietomalli-vaehentaeae-virheitae-189230>

Demo Infrakit. 2016. Infrakit karttanäkymä. Youtube-video. Julkaistu 23.12.2016. Viitattu 21.10.2020. <https://www.youtube.com/watch?v=6VTIFMu1PaY>

Infrakit käyttöopas - v1.06. 2019. Luettu 20.10.2020. <https://docplayer.fi/159620873-Infrakit-kayttoopas-v1-06-kayttoopas.html>

Jaakkola, M. 2019. Määräseuranta Infrakitin työkaluilla. PowerPoint-esitys. Luettu 14.10.2020. Julkaisematon. Opinnäytetyön tekijän hallussa.

Liikennevirasto. 2015. Tietomallipohjaisen suunnittelu- ja rakentamisprosessin Inframodel3-pilotti. Verkkojulkaisu. Helsinki: Liikennevirasto. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts\\_2015-17\\_tietomallipohjaisen\\_suunnittelu\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2015-17_tietomallipohjaisen_suunnittelu_web.pdf)

Liikennevirasto. 2017. Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje. Verkkojulkaisu. Helsinki: Liikennevirasto. [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2017-12\\_tie\\_ratahankkeiden\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-12_tie_ratahankkeiden_web.pdf)

Möisä S. 2020. Suomi oli kerran digin kärkimaa. Rakennuslehti 54 (30), 12-14

Novatron Oy. 2019. Facebook-kuvat. Verkkosivu. [https://www.facebook.com/pg/novatronsuomi/photos/?ref=page\\_internal](https://www.facebook.com/pg/novatronsuomi/photos/?ref=page_internal)

Novatron Oy. 2020. Novatron XSitePad. Verkkosivu. Luettu 11.11.2020 <https://novatron.fi/koneohjaus/tyomaanhallinta/xsite-pad/>

Sitech. 2020. Sitevision. Verkkosivu. Luettu 12.11.2020. <https://www.sitech.fi/fi/solutions/tyoemaan-paikannusjaerjestelmaet-1/sitevision>

Sitech. 2020. Työmaan visualisointi. Verkkosivu. Luettu 12.11.2020.

<https://www.sitech.fi/fi/ratkaisut-2/tyoemaan-visualisointi>

Suntio, V. Ryhmäpäällikkö. 2019. Inframallintamisen ABC. Luento. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.

Trimble. 2020. Sitevision. Verkkosivu. Luettu 13.11.2020. <https://sitevision.trimble.com/>

3D-system. 2020. Ohjelmisto. Verkkosivu. Luettu 24.11.2020. <https://3d-system.fi/ohjelmisto/>

## LIITTEET

Liite 1. Sähköpostihaastattelu

### Sähköpostihaastattelu

Tietomallien käyttö työmaalla ja työnjohdon apuna

1. Kuinka usein käytät tietomalleja työmaalla?
2. Millaisissa tilanteissa käytät niitä? Miten ja mihin tarkoitukseen käytät tietomalleja/mallipohjaisia työkaluja?
3. Millä ohjelmalla tai laitteella hyödynnetään tietomalleja työmailla?
4. Oletko käyttänyt tai kuullut muista ohjelmista/laitteista, jotka voisivat olla käytännöllisiä työnjohdon näkökulmasta?
5. Mitä hyötyä tai etua sait tietomallien käytöstä?
6. Millaisia haasteita koet niiden käytössä?
7. Millaisia kehitys ehdotuksia tietomallien käyttöön työmaalla?

## Liite 2. Sähköpostihaastattelun tulokset

1 (2)

<b>Sähköpostihaastattelun tulokset kootusti</b>	
<b>1. Kuinka usein käytät tietomalleja työmaalla?</b>	
Päivittäin	8
Viikoittain	4
<b>2. Miten ja mihin tarkoitukseen käytät tietomalleja/mallipohjaisia työkaluja?</b>	
Työn suunnittelu maastossa tai toimistossa	7
Suunnitelmien tarkastelu	5
Määrien laskenta	5
Toteumien tarkastelu	4
Määrien seuranta	3
Dokumentointi sijaintitiedolla haluttuun rakenneosakansioon	3
Hahmottaminen	2
Koneiden ja kuljetuskaluston työskentelyaikojen seuranta	1
Ongelmapisteen ratkominen	1
Laatudokumenttien tekeminen	1
<b>3. Millä ohjelmalla tai laitteella hyödynnetään tietomalleja työmaalla?</b>	
Infrakit	9
Trimble Connect	5
GNSS-mittasauva	4
Työkoneiden koneohjaus	3
3D-Win	3
Tekla Bimsight	1
LandNova	1
Takymetri	1
<b>4. Oletko käyttänyt tai kuullut muista ohjelmista/laitteista, jotka ovat käytännöllisiä työnjohdolle?</b>	
Drone kuvaukset	2
Leica-ohjelmistot	1
Trimble-ohjelmistot	1
Tekla Civil työmaaversio	1
<b>5. Mitä hyötyä tai etua sait tietomallien käytöstä?</b>	
Määrien laskenta helpompaa	4
Helpottavat työmaan etenemisen/valmistumisen seurantaa	3
Kokonaisuuden hahmottaminen	3
Yhteensovitus, päällekkäisyydet, varottavat rakenteet ja toteuttamiskelpoisuus tulee hyvin esille	3
Raudituspiirustusten tulkinta helppoa	2
Työsuunnittelu helpottuu	2
Ilmakuvat tuovat etua	2
Työteho seuranta	1
Dokumentointi	1
Mittaustarve vähenee/helpottuu	1
Nopeuttaa	1
Laadun paraneminen	1

<b>6. Millaisia haasteita koet niiden käytössä?</b>	
Laitteiden toiminnassa, luotettavuudessa ja käyttöliittymässä parantamisen varaa	3
Sovellukset raskaita, tietokoneiden tehon puute	3
Työmaahenkilöstön osaaminen vaihtelee laidasta laitaan	2
Kysymysten määrä kasvanut projekteilla	2
Hankala saada paperisia piirrustuksia enää	1
Tekniikan kehittyessä uusia työkaluja, joita haasteita käyttää	1
Mobiiliominaisuudet heikot maastossa	1
Toteumapisteiden ja tarkepisteiden määrän hallinta	1
<b>7. Millaisia kehitys ehdotuksia tietomallien käyttöön työmaalla?</b>	
Koulutusta lisää	3
Laitteita ja työkaluja työmaille enemmän	2
Ilmakuvausten monipuolinen hyödyntäminen	2
Tietomallit helpottavat työntekoa eivät korvaa kaikkea	1
Ohjelmien parantaminen kevyemmiksi	1
VR/AR teknologian hyödyntäminen työsuunnittelussa	1
Sovellusten ja työkalujen vuoropuhelua monipuolisemmaksi	1