

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

2020

Jarmo Ahokas

TIETOMALLI TYÖMAALLA TYÖNJOHDON APUNA

Jarmo Ahokas

TIETOMALLI TYÖMAALLA TYÖNJOHDON APUNA

Opinnäytetyö tehtiin E.M. Pekkinen Oy:lle. Paperisten suunnitelmien ja dokumenttien jäädessä taka-alalle tietomallit ottavat yhä suurempaa jalansijaa suunnittelussa ja rakentamisessa yleensä. Malleilla voidaan seurata töiden etenemistä ja laadunvalvontaa. Tietomallien avulla työmaan työjohto pystyy nykyisin ilman mittamiehen apua tarkistelemaan työmaata ja tekemään omaa laadunvalvontaa. Samalla pystytään tekemään puuttuvia merkintoja, esimerkiksi kaivon- tai valaisintolppien paikkoja, jotka töiden edetessä ovat jääneet asentamatta tai on lisätty suunnitelmiin myöhemmin.

Työ toteutettiin kirjallisuustutkimuksena perehtymällä tietomalleja käsittelevään aineistoon ja haastatteleamalla työmaiden toimihenkilöitä. Haastattelujen aiheena oli tietomallien käyttökokemukset eri työmailla. Työssä tarkastellaan yleisesti tietomalleja ja niiden hyödynnettävyyttä. Tietomallintaminen on laaja käsite ja kattaa monia osa-alueita hankkeissa. Työssä käsitellään tietomallintamista lähinnä infrarakennustyömaiden näkökulmasta, miten tietomallinnusta ja sen työkaluja voidaan hyödyntää työmaalla ja mitä helpotusta se tuo työmaan johtamiseen.

Kuitenkin uudet työkalut maksavat ja uusien laitteiden mukana tulee myös erilaisia käyttömaksuja. Jotta tietomalleja on järkevää hyödyntää työmailla, tulee näistä saatavan hyödyn olla suurempi kuin mitä ovat näiden takia lisääntyneet kustannukset. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia tietomallien hyödyntämistä työjohton näkökulmasta ja selvittää, mitä mahdollisuuksia tietomalleista on työmaalle. Työn tuloksena syntyi tilannekuva henkilöstön kokemuksista ja siitä minkälaisia hyötyjä tietomallien avulla voidaan saavuttaa työmaiden työjohtamisessa. Tietomalleja ei hyödynnetä siinä laajuudessa, kuin olisi mahdollista. Mallien käyttö rajoittuu, tarkasteluun ja vähäiseen tiedon hakuun. Tietomalleja käyttämällä saataisiin tehostettua tuotantoa ja suoritettua laadunvalvontaa.

Tietomallit tulisi ottaa käyttöön jokaisessa hankkeessa ja hyödyntää niitä mahdollisimman tehokkaasti. Kouluttautumisella ja käyttämällä tietomalleja yhdessä 2D-suunnitelmien kanssa saataisiin rakentamisesta tehokkaampaa ja taloudellisempaa.

ASIASANAT:

tietomalli, mallintaminen, rakentaminen

Jarmo Ahokas

BUILDING INFORMATION MODEL AT THE SITE IN CONSTRUCTION

The thesis was commissioned by E.M. Pekkinen Oy. As paper plans and documents remain at the background, building information models take on an ever-grater foothold in design and construction in general. Models can be used to monitor work progress and quality control. The use of variety of tools, the examination of the site is made easier and more modern. Using building information models, the work management at the site is currently able, without the help surveyor, to check the site and perform its own quality control. At the same time this enables observing the shortcomings, such as the places of manhole or lamp posts, which as the work have progressed, have remain uninstalled or added to the plans later.

The work was carried out as a literary study by becoming familiar with building information models and by interviewing staff at work sites. The goal of the interviews was the gain information of the experience of using building information models at different sites. The work involves the general use of BIM and its utilization. Building information modelling is a broad concept and cover many aspects of projects. This thesis studies information modelling mainly from the point of view of infrared sites and how information modeling, and its tools can be utilized at the site and the benefit it brings to the management of the site.

However, new tools are expensive and new devices also come with different usage fees. In order to utilize of the use building information models on sites, the benefit needs to outweigh these increased costs. The purpose of the thesis was to explore the use of building information models from a work management perspective and determine the possibilities that building information models offer at the site. This study provided a overview of the experiences of the supervisors and benefits that BIM can offer in working sites. BIM are not exploited to the extent would be possible. Use of models is limited to, review and minimal data retrieval. Using BIM, enhanced production and quality control would be achieved.

BIM should be deployed in each project and utilized in maximum efficiency. Training and using BIM together with 2D plans would make construction more efficient and economical.

KEYWORDS:

building information model, modelling, building

SISÄLTÖ

KÄYTETTYJÄ KÄSITTEITÄ	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Taustaa	7
1.2 Työn tavoitteet	7
1.3 Toimeksiantaja	8
2 MITÄ TIETOMALLIT OVAT?	10
3 TIETOMALLINNUS TUKEE INFRARAKENTAMISTA	13
4 LAITTEET TYÖMAALLA	20
4.1 Trimble SiteVision	20
4.2 Novatron Xsite® PAD	21
5 HAASTATTELUT	25
6 SWOT-ANALYYSI	29
6.1 Vahvuudet	29
6.2 Heikkoudet	30
6.3 Mahdollisuudet	30
6.4 Uhat	30
6.5 Toimenpide-ehdotukset	31
7 PÄÄTELMÄT	32
LÄHTEET	34

LIITTEET

- Liite 1. Haastattelukysymykset.
- Liite 2. Yhteenvedo haastattelusta.

KUVAT

Kuva 1. Google Trends. Googlen hakutulokset sanalle "bim" välillä 1.1.2010--1.1.2020.	7
Kuva 2. 3D-malli Hakaniemen kauppahallista.	11
Kuva 3. Kaavio rakennussuunnitelman hankinnasta rakentamisen luovutusvaiheessa.	14
Kuva 4. Päätehtävät mallipohjaisessa rakennushankkeessa.	16
Kuva 5. Leikkaus Hakaniemen kauppahallin IFC-mallista.	17
Kuva 6. Projektin kulku.	18
Kuva 7. Kuva Trimble Sitevision.	21
Kuva 8. Novatron X-site näkymä.	22
Kuva 9. Putkilinjan sijainti.	23
Kuva 10. Matinkylän jäähallin IFC-malli.	28
Kuva 11. SWOT-analyysi.	29

TAULUKOT

Taulukko 1. Tietomallien käyttö.	25
Taulukko 2. Tarkistetut asiat.	26

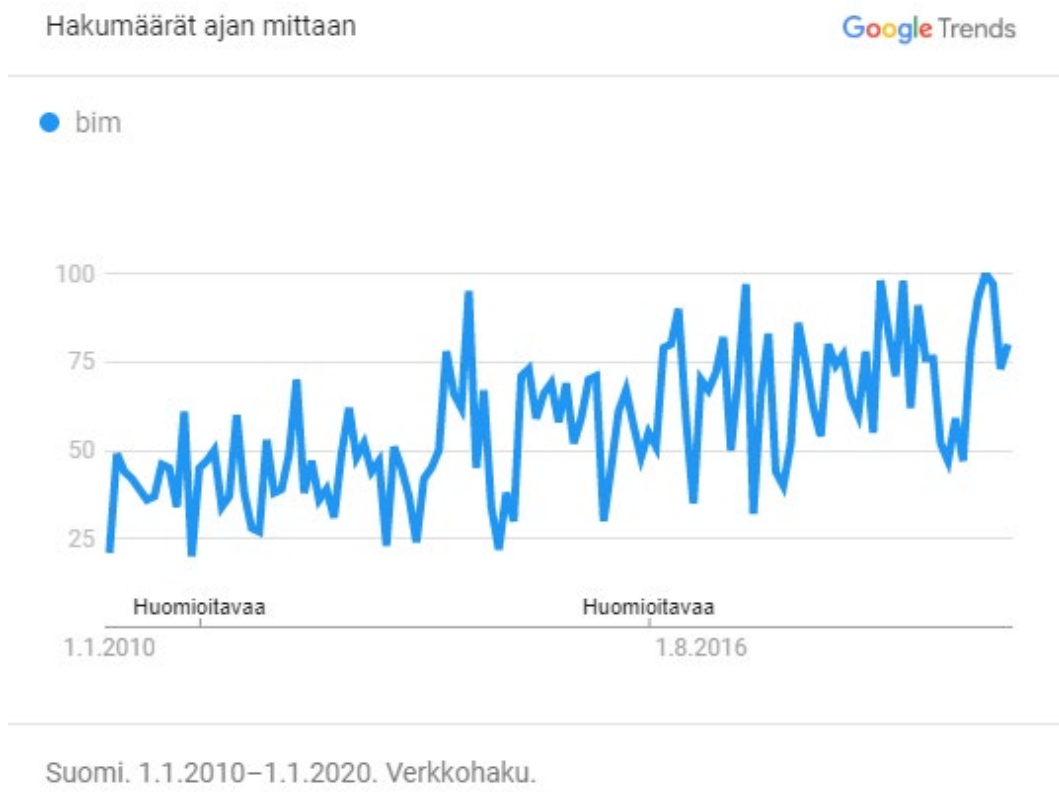
KÄYTETTYJÄ KÄSITTEITÄ

BIM	tietomalli, Building Information Model (Building Smart 2014)
data	kuvaus informaatiosta sellaisessa muodossa, jota voidaan lukea tietokoneilla tai ihmisen toimesta (Building Smart 2014)
DWG	Autodesk'n kehittämä tiedostomuoto, DWG-tiedostoon sisältyvät kaikki käyttäjän CAD-piirustuksiin syöttämät tiedot (Autodesk 2020)
IFC	Jatkuvasti kehittyvä, kansainvälinen rakennusalan standardi joka mahdollistaa tiedonsiirron järjestelmästä toiseen (Building Smart 2014)
InfraBIM	inframallista käytettävä lyhenne, Infrastructure Built Environment Information Model (Building Smart 2014)
LandXML	Suomessa tarkemmin määritelty InfraModel; XML on tiedostomuoto, joka mahdollistaa mittaus- ja suunnittelutiedon siittämisen (3D-win 2018)
tietomalli	Tuotemalli josta rakennuslalla käytetään nimikettä tietomalli; tietojen formaali määrittely, joka määrittelee tiedot ja niiden väliset yhteydet (Building smart 2014)
toteumamalli	infrarakenteen tietomalli, jossa esitettyinä toteutuksen lopullinen totetuma (Buildin Smart 2014)

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa

Tietomallien käyttäminen rakentamisessa on nykypäivää ja tekniikka kehittyy hurjaa vauhtia. Tietomallien käyttäminen rakentamisessa on yleistynyt 2000-luvulla, paperiset suunnitelmat ja dokumentit syrjäytyvät, kun tietomallit yleistyvät suunnittelussa ja rakentamisessa yleensä. Malleilla voidaan seurata töiden etenemistä, ja tehdä laadunvalvontaa ja samalla visualisoida työvaiheita mahdollisten ristiritaisuuksien selvittämiseksi. Tietomallien lisääntynyt käyttö näkyy muun muassa Googlen hakutuloksissa (kuva 1).



Kuva 1. Google Trends. Googlen hakutulokset sanalle "bim" välillä 1.1.2010–1.1.2020.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli selvittää, kuinka työmaan työnjohto voi hyödyntää tietomalleja työmaan johtamisessa. Tietomallien käyttäminen yrityksen työnjohdossa on melko vähäistä tai siitä ei ole kokemusta. Työmailla toimivat mittamiehet sen sijaan ovat käyttäneet tietomalleja mittausaineistossa ja laatiessaan kaivinkoneille koneohjaukseen käytettäviä

kaivumalleja. Tavoitteena on tuoda esille niitä asioita, miksi tietomalleja on hyvä hyödyntää työmaalla ja missä tilanteissa niistä on apua työnjohtamisessa. Paperisista suunnitelmista ei saa helposti muodostettua kokonaiskuvaa työmaasta ja siellä rakennettavista osa-alueista. Tietomalleja hyödyntämällä saadaan laajempi yleiskuva työmaasta, ja siitä millaista hanketta ollaan rakentamassa ja miltä rakenneosan tulisi näyttää valmiina.

1.3 Toimeksiantaja

Opinnäytetyö tehtiin E.M. Pekkinen Oy:lle, jonka toimialana on infrarakentaminen. Pekkinen on jo yli 50 vuoden ajan tehnyt pohjarakennusurakoita. E.M. Pekkinen Oy:n perusti Erkki Matti Pekkinen 1960 Espoossa. Lähtökohtana on olla luotettava ja vastuullinen urakoitsija. Pelkkää pohjarakentamista yrityksen urakat eivät kuitenkaan ole olleet vaan mukaan on mahtunut töitä raiteilla ja niiden alla sekä tavaratalon sisätiloissa. Maakaasulinjojen rakentaminen voitaisiin nostaa esille yrityksen urakoinneista, sillä maakaasulinjaa on rakennettu melkein 500 km.

Yritys ottaa toiminnassaan huomioon ympäristöasiat. Toimintaa suoritetaan kestävän kehityksen periaatteen mukaan. Peruskivenä voidaan pitää kustannustehokasta, säästeliästä ja ennakoivaa rakentamista. Ympäristön rasitusta vähennetään käyttämällä oikea määrä materiaaleja ja vältetään turhien työtuntien tekemistä.

Kiinnostus tietomallien hyödyntämiseen tulee siitä, että rakennusala kehittyy ja tietomallien käyttäminen on yhä yleisempää työmailla, ei pelkästään koneohjauksen puolesta vaan siitä, että malleja voidaan tarkastella erilaisilla laitteilla ja niistä saadaan tietoa työnjohdolle. Työmailla yleisesti käytössä olevan toimintatavan mukaan työnjohto toimii paperisten suunnitelmien mukaan ja mittamiehet ja koneenkuljettajat hyödyntävät digitaalista tietoa työmaasta. Myös työnjohdolla on mahdollisuus hyödyntää tätä kaikkea. Suunnitelmien muuttuessa ja tilanteiden päivittyessä tietomalleja hyödyntämällä saadaan vältettyä turhaa työtä ja sen myötä saadaan kustannuksiin vaikutusta. Työmailla tulisi ottaa käyttöön tietomallit laajempaan käyttöön osaksi jokapäiväistä rakentamista. Vaikka paperiset suunnitelmat vielä tuntuvat olevan pääosassa ainakin infrarakentamisessa, niin olisi hyvä hyödyntää tietomallia siinä samalla.

Opinnäytetyö tehtiin kirjallisuustutkielmana tietomalleja käsittelevään aineistoon perehtymällä ja haastatteleamalla työmaan toimihenkilöitä. Haastattelujen aiheena oli tietomallien käyttökokemukset eri työmailla.

Tietomallintaminen on laaja käsite ja kattaa monia eri osa alueita hankkeissa. Tässä työssä tietomallintamista käsitellään lähinnä infrarakennustyömaiden näkökulmasta ja sitä, miten tietomallinnusta ja sen työkaluja voidaan hyödyntää työmaalla ja mitä helpotusta se antaa työmaan johtamiseen.

Työn tarkoituksena oli kartoittaa henkilöstön kokemuksista ja minkälaisia hyötyjä tietomallien avulla voidaan saavuttaa työmaiden työnjohtamisessa. Lisäksi tarkoituksena oli miettiä, miten toimintaa voisi kehittää, jotta tietomalleista saatava hyöty olisi suurempi.

Suurimmassa osassa yrityksen työmaita on käytössä kaivinkoneille kaivumallit, joita hyödyntämällä koneiden kuljettajat pystyvät tuottamaan valmista rakennetta ilman mittamiehen läsnäoloa. Koneohjausten yleistyessä ovat työmailta hävinneet maastomerkinnot, joita seuraamalla on työnjohdolla ollut käsitys meneillään olevasta työvaiheesta. Nyt työnjohdolla on mahdollisuus työmaalla ollessaan sijainnin mukaan tarkastella mallin istuvuutta maastoon. Töiden edetessä koneen kuljettaja pystyy mittaamaan toteumatietoa tehdystä työstä ja se voidaan suoraan hyödyntää laskutuksessa.

Malleilla voidaan seurata töiden etenemistä ja laadunvalvontaa. Erilaisia apuvälineitä käyttämällä työmaan tarkastelusta saadaan helpompaa ja nykyaikaisempaa. Samalla päästään siihen tosiasiaan, että perinteinen paperisten suunnitelmien käyttö on jäämässä taka-alalle ja digitalisaatio on valtaamassa alaa.

Työmaan hallinnasta vastaava henkilöstö pystyy nykyisin ilman mittamiehen apua tarkistelemaan työmaata ja tekemään omaa laadunvalvontaa sekä samalla merkitsemään puuttuvan kaivon, joka töiden edetessä on jäänyt laittamatta tai se on lisätty suunnitelmiin myöhemmin.

Työhön on pyritty hakemaan ja esittämään niitä asioita, joista on työmaan johdolle apua. Tietomallintaminen on laaja osa rakentamista ja se vaikuttaa hankkeiden koko elinkaaren ajan.

2 MITÄ TIETOMALLIT OVAT?

Ennen kuin tietomalleja pystytään hyödyntämään työmaalla ja työmaakäytännöissä, on hyvä tietää tietomallien perusteita ja yleisesti sitä, mitä ovat tietomallit. Puhuttaessa tietomalleista tulee yleensä ensimmäisenä mieleen BIM, joka on lyhennetty englanninkielisistä sanoista Building Information Model. Sanalla BIM kuitenkin yleensä kuvataan rakentamisen tietomallintamista. (RIL 2020.)

Tietomallinnuksella tarkoitetaan digitaalisen tiedon hyödyntämistä rakennushankkeella dokumenttipohjaisten (paperikuvien) sijaan. Mallinnus siis käytännössä alkaa lähtötietojen keräämisestä ja jatkuu suunnitteluun. Mallinnus jatkuu läpi hankkeen elinkaaren eli rakennusaikana tuotetaan informaatiota, joka luovutetaan tilaajalle hankkeen loppuksi luovutusaineiston muodossa. (BIM-erikoisasantuntija K. Mulari, henkilökohtainen tiedonanto 18.3.2020).

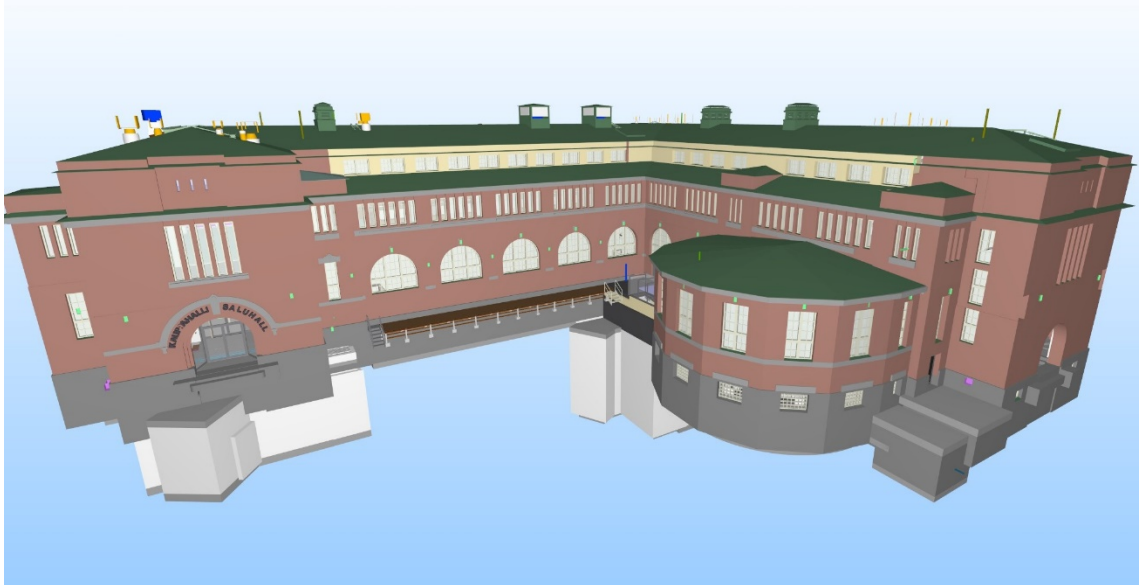
Teknologian kehittyessä tietomallien käyttö on muuttanut alaa. Tänäpäin saadaan työmaalta toteutunut tieto reaaliaikaisesti konttorille ja valvontaan. Työnjohto pysyy paremmin selvillä työmaan tekemisistä, jolloin pystytään suunnittelemaan työvaiheita paremmin. Lisäksi tehokkuus on noussut siinä mielessä, että laadunvalvontaa pystyy tekemään tänä päivänä myös muut kuin pelkät maanmittaajat. Kaivinkoneissa ja työnjohtajilla on käytössä sijainti- ja suunnitelmatieto, jolloin kaikki ovat perillä siitä, että oikein menee. (Myynti-insinööri M. Nenonen, henkilökohtainen tiedonanto 16.3.2020).

Mallien tarkoituksena on koota kaikki tarvittavat tiedot yhteen helposti havainnoitavaan muotoon. Eri suunnittelijoiden suunnitelmat kerätään yhteen ja niistä muodostetaan tietomalli, jota voidaan hyödyntää koko hankkeen ajan. Yksittäiset tiedot tallennetaan kertaalleen ja ne ovat hyödynnettävissä suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Tietomalleista voidaan tuottaa erilaisia simulaatioita ja analyysejä hankkeen aikana. (RIL 2020.)

2D-suunnitelmissa tiedot voivat olla useassa eri dokumentissa, tietomalleissa oleva tieto on yhdistettynä mallissa ja se on luettavissa digitaalisesti erilaisilla ohjelmistoilla. Jokainen käyttäjä voi hyödyntää tietomallia omalla tavallaan ja poimia mallista omiin tarpeisiinsa tarvittavat tiedot. Malleihin voidaan lisätä tietoa mm. hankkeen hinnoista ja aikatauluista. Tietomallista on helposti tulostettavissa jonkin tietyn kohteen tai työvaiheen suunnitelma ja siitä voidaan poistaa osia, jolloin kuvasta saadaan selkeä ja helposti luettava. (RIL 2020.)

Eri suunnittelijoiden suunnitelmista laaditaan yhteismalli, josta käytetään myös nimitystä IFC-malli. Suunnittelua voidaan toteuttaa usealla erilaisella ohjelmistolla. Tiedonsiirto eri ohjelmien välillä mahdollistetaan käyttämällä tiettyä tiedonsiirtoformaattia. Talonrakennushankkeissa tämä formaatti on IFC, kun taas infrarakentamisessa käytettävä tiedonsiirtoformaatti on LandXML. Yhteismallin avulla voidaan tarkistaa, ettei suunnitelmissa ole ristiriitaisuuksia. Vaikka tietomallinnus mielletään yleisesti suunnittelijan työkaluksi, niin siitä on hyötyä myös työmaalla sekä muussa käytössä vielä varsinaisen rakentamisen jälkeenkin. Työmaalla mallista saadaan poimittua tietoja ja sitä voidaan hyödyntää laadunvalvonnassa, määränlaskennassa ja tuotannonsuunnittelussa. (RIL 2020.)

Tietomallit mahdollistavat uuden teknologian, kuten ohjelmistojen ja automaation hyödyntämisen rakentamisessa. Dokumenttien, kuten paperikuvien ja työselostusten, tulkinnaissa tarvitaan aina ihmistä. Koneluettavan digitaalisen informaation (tietomallien) tulkintaa voidaan puolestaan automatisoida. (BIM-erikoisasiantuntija K. Mulari, henkilökohtainen tiedonanto 18.3.2020). Kuva 2 esittää tietomallia ja kuvaa ja sen sisältämää tietoa voidaan lukea tietokoneella.



Kuva 2. 3D-malli Hakaniemen kauppahallista. (E.M. Pekkinen Oy 2020a).

Onnistunut tietomallien hyödyntäminen vaatii mallinnustavoitteet ja tietomallinnusvaatimukset. Mallinnukselle vaadittuja tavoitteita ovat seuraavat: päätöksien tukeminen, suunnitelmien havainnollistaminen, suunnitelmien helpottaminen ja yhteensovittaminen, rakentamisen tehostaminen sekä turvallisuuden huomioon ottaminen rakentamisessa ja hankkeen elinkaareissa. Tietomalleille on asetettu vähimmäisvaatimukset, joissa otetaan kantaa mallinnukselle ja mallien sisältämille tiedoille. Vaatimuksia on tarkoitus noudattaa kaikissa hankkeissa. Lisävaatimuksia on mahdollista esittää tapauskohtaisesti. Vaatimukset mallintamisesta ja sen sisällöstä on tuotava esille suunnittelu-sopimuksissa. (RT 10-11066, 2012, 2.)

Urakoitsijat voivat hyödyntää tietomalleja rakentamisen eri vaiheissa, käyttöä voidaan hyödyntää tarjouslaskennassa, työmaan hankinnoissa ja työn toteutuksessa. Tarjouslaskennassa hyödynnettävyys nousee esille määrälaskennassa sekä aikataulutuksessa. (Building smart 2019, 23.)

Rakentamisen aikana hyödynnetään tiedonsiirtoa eri laitteiden välillä ja sijaintitiedot voidaan siirtää mittalaitteisiin. Lähtökohtana voidaan pitää sitä, että ongelmatilanteita voidaan välttää työmaalla, jos tietomallia käytetään työmaalla. BuildingSmart Finland on laatinut dokumenttisarjan yleiset tietomallinnusvaatimukset 2012 joka kattaa sekä uudis- että korjausrakentamisen lisäksi hankkeen käytön sekä ylläpidon. Urakoitsija voi omalla tavallaan hyödyntää tietomalleja niiltä osin, joihin tilaaja ei ole asettanut vaatimuksia. Aikataulun laadinta on pakollinen työvaihe rakentamisessa, mutta toteutustapa on kuitenkin urakoitsijan päätettävissä. Vaikka yleiset tietomallinnusvaatimukset esitetään vaatimuksina, voidaan niistä sopia hankkeessa tapauskohtaisesti. (RT 10-11078, 2012, 4.)

Dokumenttisarjassa esitetään vaatimukset koko hankkeen kaikkiin osa-alueisiin, tietomallien hyödynnettävyydelle rakentamisessa on oma osa, jossa käsitellään rakennusurakoitsijan tietomallintamiseen liittyviä tehtäviä. Ohjeessa kerrotaan, mitä tarpeita rakentajalla on malleille. (RT 10-11078, 2012, 1.)

Mallinnusohjeissa on esitetty ne vähimmäisvaatimukset malleille ja niiden sisällölle. Kaikissa infrahankkeissa on noudatettava vähimmäisvaatimuksia. (Building Smart 2015.)

3 TIETOMALLINNUS TUKEE INFRARAKENTAMISTA

Nykyaikaisella työmaalla tietomallit ovat kovassa käytössä ja nykyinen teknologia on mahdollistanut tämän. Tietomalli itsessään voidaan käsittää monella tapaa, karkein versio on ns. 3D-malli, joka sisältää objektin tai pinnan korkeus- ja sijaintitiedot. Tätä mallia hyödyntää 3D-koneohjausjärjestelmät sekä työmaalla käytettävät maastomittauslaitteet, jotka nykypäivänä on enemmänkin ”de facto” kuin kiva lisä. Näiden lisäksi, IFC-mallit, joista löytyy metatietoa jokaisesta objektista, alkaa nostamaan päätään, kun teknologia yleistyy. Lisäksi IFC-mallit mahdollistavat työnjohdolle tietoa rakennettavista kohteista, kuten rakennettavien elementtien materiaali, pituus, tilavuus, pinta-ala, lujuusluokat sekä muita oleellisia metatietoja. (Myynti-insinööri M. Nenonen, henkilökohtainen tiedonanto 16.3.2020).

Jotta tietomalleja voidaan käyttää työmaalla, työnvalvonnassa ja laadun tarkkailussa, tulee tietomallin laadun ja sisällön olla kunnossa. Esimerkiksi huonossa tietomallissa infrarakentamista ajatellen on pelkkä valmispinta tehty tietomalliin. Tietomallista täytyy löytyä kaikki rakennettavat kerrokset sekä leikkuupinta. Näiden lisäksi tulisi löytyä myös putket, kaivot, linjat (reunakivi, TSV ja muut taiteviivat), valaisimet ja muut rakennettavat komponentit. Tiivistettynä tietomallin täytyy sisältää kaikki rakennettava, jotta voidaan verrata jo rakennettua suunnitelmaan. (Myynti-insinööri M. Nenonen, henkilökohtainen tiedonanto 16.3.2020).

Tietomalleja käyttämällä tarkoituksena on tehokkaampi ja laadukkaampi toteuttaminen. Tuotannonohjauksessa- ja suunnittelussa malleja voidaan hyödyntää aikataulun ja kustannuksenhallinnan osalta. Laadunvarmistamisessa voidaan toteumatietoja verrata, mallissa esitettyihin laatuvaatimuksiin. Rajoitteita tehokkaalle hyödyntämiselle asettaa, mallinnusteknologia ja tiedonsiirtoformaatit. (Building smart 2019, 19.)

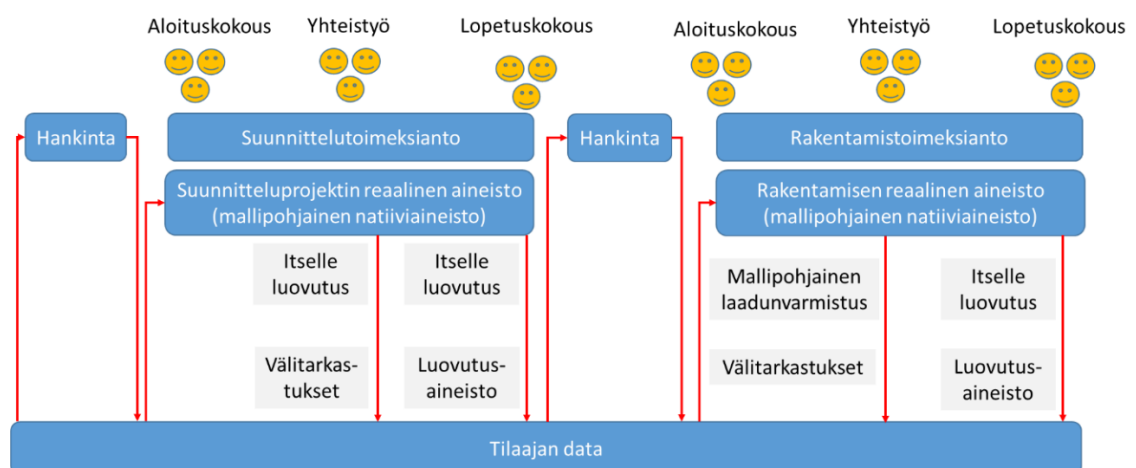
Toteutusaineisto laaditaan suunnitelmavaiheessa luodusta rakennussuunnitelmamallista. Toteutusaineiston laadinnasta vastaa työmaa. Toteutusaineistossa otetaan huomioon koneohjausmallit, mittausaineisto ja eri vaiheiden mallit. (Building smart 2015, 20.)

Rakentamisen tärkeimpänä osana usein pidetään suunnitelmien tuottamista mallinnettuna ja tämä on rakentajan kannalta hyvin oleellinen asia. Rakentamisessa hyödynnetään tietomalleja hyvin laajasti nykyaikana ja tietomalleja on käytössä jo kaikenkokoisilla työmailla. Suurimmat haasteet tietomallien käytössä liittyvät alan yhteisiin pelisääntöihin. Jotta tietomallien hyödyntämien voi olla mahdollisimman tehokasta ja mutkatonta, tulisi

kaikkien alan ohjelmistojen pystyä käyttämään ja tuottamaan samanlaista aineistoa. Koska kansainvälisiä riittävän tarkkoja standardeja ei ole olemassa, alalla on käytössä lukuisia erilaisia tiedonsiirtoformaatteja, eivätkä kaikki ohjelmistot pysty tällöin välttämättä tietoa hyödyntämään. Tästä aiheutuu paljon turhaa työtä esimerkiksi tiedostojen formaattien muuntamista avoimeen muotoon työmaalla. Standartointityötä tehdään kuitenkin parhaillaan ja tähän asiaan on tulossa parannuksia tulevaisuudessa. (BIM-erikois-asiantuntija K. Mulari, henkilökohtainen tiedonanto 18.3.2020)

Urakoitsija voi lisätä toteumamalliin tietoja eri tuotteista, hinnoista ja aikataulutuksesta. Rakennesuunnitelmamalli voi toimia toteutusmallina, mikäli siihen ei tarvitse lisätä tietoja työmaan toimesta. Käytettäessä mallia rakentamiseen sitä kutsutaan rakennesuunnitelmamallin sijaan toteutusmalliksi. Koneohjausjärjestelmät asettavat omia vaatimuksia tiedonsiirtoformaateille. Kaikissa laitteissa tiedonsiirto tapahtuu valmistajien asettamien rajoitusten mukaan ja tiedonsiirto tehdään eri formateilla, lisäksi ääkkösten käyttäminen ei ole mahdollista kaikissa tapauksissa. (Building smart 2019, 19.)

Töiden edetessä tiedot tarkentuvat ja lähtötiedoista poikkeavat tiedot toimitetaan suunnittelijalle, joka laatii tarvittavat muutokset rakennesuunnitelmamalliin yhdessä sovitulla tavalla. Kuvassa 3 on kuvattu tiedonkulkua rakennushankkeen luovutusvaiheessa. Rakennussuunnitelmamallia täydentämällä saadaan tehtyä toteumamalli. Toteumamalli, joka luovutetaan tilaajalle, esittää kohteen sellaisena kuin se on toteutettu. (Building smart 2019, 19.)

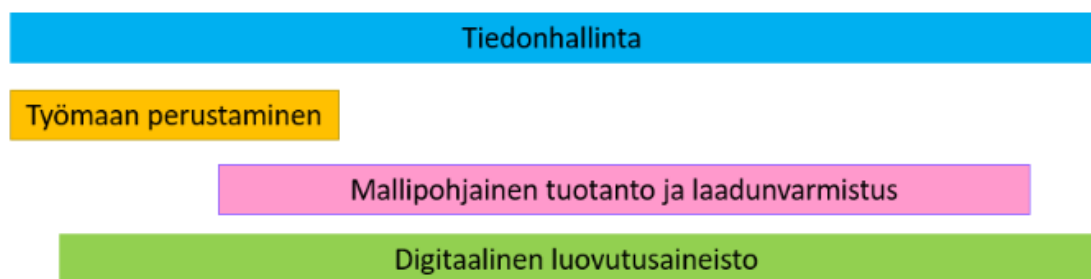


Kuva 3. Kaavio rakennussuunnitelman hankinnasta rakentamisen luovutusvaiheessa. (Building smart 2019, 20.)

Mallien avulla voidaan suorittaa massojen laskentaa. Lähtötietomallista nähdään vaadittu kaivuu ja massamäärä saadaan laskettua vertaamalla olemassa olevaan maanpinta malliin, esitettyjen korkotietojen ja vaaditun leikkaustason erotuksesta saadaan laskettua pois leikattavan maa-aineksen määrä. (Building smart 2015, 15.)

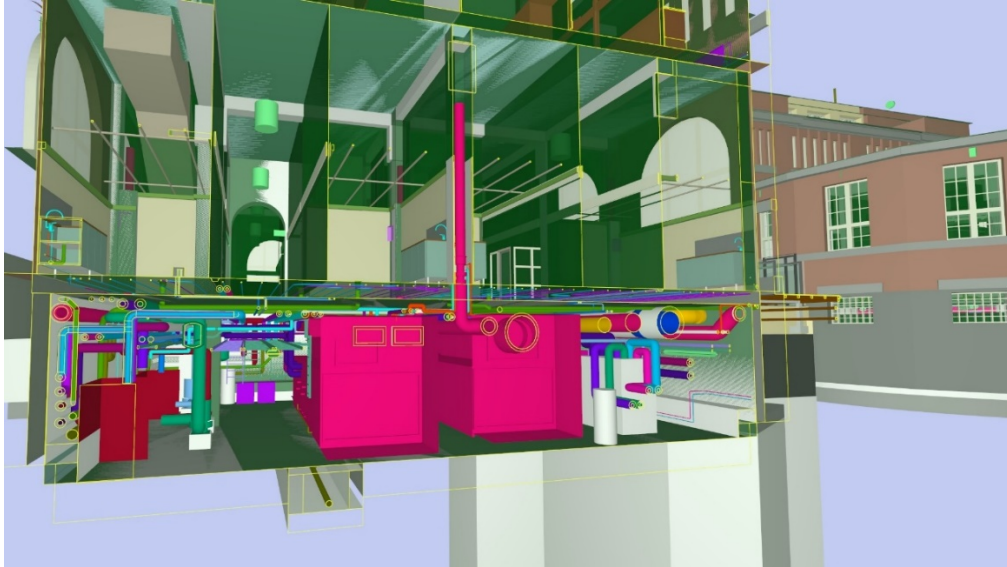
Ennustettavuus lisä- ja muutostöiden osalta helpottuu, kun pystytään seuraamaan laa- haako jokin työvaihe tai onko jokin osa-alue kokonaan laskuttamatta. Työmaalla on koko ajan helppo seurata etenemää ja työmaan todellista tilannetta. (Building smart 2019, 15.)

Rakennushanke perustuu suunnitelma-aineistoon. Suunnittelussa toteutetaan lähtötietoaineisto, rakennussuunnitelmat sekä dokumentit ja taustakartat. Suunnitelmasta poimittuja tietoja käytetään hyödyksi rakennusvaiheessa mukaan lukien koneohjaus ja laadunvalvonta. Töiden edetessä kerätään laatu- ja toteuma-aineistoa, aineisto luovutetaan töiden päätyttyä työn tilaajalle. Rakentamisvaiheessa kerätyillä toteumatiedoilla, muodostetaan tiedoista digitaalinen kopio rekistereihin ja tietoja käytetään myös kartoissa sekä kunnossapidossa. Toteumatiedoilla täydennetään aikaisemmin olemassa olleita tietoja ja näin saadaan muodostettua hankkeen elinkaaresta katkeamaton ketju. Kuvassa 4 esitetyt päätehtävät mallipohjaiselle rakentamiselle. (Building smart 2019, 110.)



Kuva 4. Päätehtävät mallipohjaisessa rakennushankkeessa. (Building Smart 2019, 110.)

Kuvassa 5 on nähtävillä rakennuksiin sisällytettävän talotekniikan määrä: mallia tarkastelemalla nähdään jokaisen yksittäisen putken suunniteltu reitti ja sijainti. Koska kyseessä on vanha rakennus, jota uudistetaan, niin putkille ei ole valmiita reikiä seinässä, joten läpiviennit joudutaan poraamaan. Mallia tarkastelemalla nähdään rakenne, jonka läpi porataan. Samalla voidaan selvittää, onko porattavassa kohteessa esteitä tai jotain, mikä estäisi uuden läpiviennin tekemisen.



Kuva 5. Leikkaus Hakaniemen kauppahallin IFC-mallista. (E. M. Pekkinen Oy. 2020a).

Tietomalleista infra-alalla yleisesti käytettävä nimitys on inframalli ja tietomallintamisesta nimitystä inframallintaminen. Mallintamisen olennainen osa on paikkatietoaineistot mm. kaava- ja ympäristötiedot, nämä ovat 3D-malleissa havainnollistettavissa. (Building smart 2019, 9.)

Mallinnuksen tavoitteena infrahankkeissa on suunnittelun lisäksi itse rakentamisen laadun, tehokkuuden ja turvallisuuden tukeminen sekä koko hankkeen elinkaaren tukeminen. Suunnittelusta alkaen tietomallilla hyödynnetään koko hankkeen elinkaarta. Rakennusvaiheen jälkeen mallia hyödynnetään lopputuotteen käytössä ja ylläpidossa. (Building smart 2015, osa 2, 4.)

Tietomallinnuksella mahdollistetaan mm.

- investointien tukeminen vertailemalla kustannuksia, hankkeen laajuutta ja -toimivuutta
- ylläpidon tavoiteseurantaa varten tehtävää vertailua energia-, ympäristö- ja elinkaarianalyseja varten
- yhteensovittaa erilaisia tekniikkalajeja
- havainnollistaa suunnitelmia ja analysoida rakennettavuutta
- laadunvarmistamisen, parantaa tiedonsiirtoa ja tehosataa suunnittelua
- Hankkeen tietojen hyödyntämisen käytön ja ylläpidon aikana (Building smart 2015, 4).

Mallin hyödyntäminen voidaan aloittaa mistä tahansa hankevaiheesta. Parhaaseen tulokseen tullaan, kun mallin hyödyntäminen alkaa aikaisin suunnitteluvaiheessa ja tämän jälkeen malli täydentyy vaiheittain. Lähtötietojen tulee olla aina ajantasaiset eri hankkeissa. (Building smart 2019, 15.)

Infratyömailla tietomalleja hyödynnetään ylivoimaisesti eniten koneohjauksessa. Lähestulkoon kaikissa kaivinkoneissa on nykyään koneohjauksen mahdollistava järjestelmä. Koneohjaus tuo koneenkuljettajalle tiedon kaivettavasta tai täytettävästä kohteesta suoraan koneen näytölle, josta kuljettaja voi seurata korkotietoja ja esimerkiksi luiskien kaltevuuksia. Nappia painamalla kuljettaja saa otettua tarketiedon tehdystä työstä, jota hyödynnetään toteumakuvia tehtäessä. Koneohjaus hyödyntää olemassa olevaa tietomallia, josta mittaustyönjohto on poistanut turhan tiedon ja luonut suunnitelmasta työn edetessä helposti tulkitettavan mallin.

Kuvassa 6 on yleisesti esitetty hankkeen kulku ja mallien aineistot eri hankkeen vaiheissa. Toistaiseksi joudutaan turvautumaan vielä paperisiin suunnitelmiin työmailla, koska tietomallit eivät ole vielä riittävän kattavia. Kuitenkin tietojen tulee vastata toisiaan ja tavoitteena on, että paperiset suunnitelmat jäävät historiaan ja rakentaminen tapahtuu mallia hyödyntämällä. Poikkileikkaukset eri paaluluivilta voidaan korvata jo tietomallilla mutta tämä on aina hankekohtaista. (Building smart 2019, 15.)



Kuva 6. Projektin kulku. (Building smart 2019, 15.)

Mallinnukselle on eri käyttötarkoituksia hankkeen eri vaiheissa. Käyttötarkoituksia ovat esim.

- erilaisten tekniikoiden yhteensovitus
- olemassa olevien rakenteiden ja niiden tekniikan yhteensovitus
- toteuttaminen mallipohjaisesti
- tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus
- rakennetun laadun toteaminen
- kustannustenhallinta
- määrälaskenta

- koko hankkeen elinkaaren tietojen hallinta.

4 LAITTEET TYÖMAALLA

4.1 Trimble SiteVision

Teknologian kehittyessä ja sen salliessa on tarjolla erilaisia laitteita työmaan työnjohdolle, työmaan tarkasteluun, paperisten suunnitelmien sijaan. Mallien tarkasteluvälineet poikkeavat toisistaan ominaisuuksien ja käytön puolesta. Kuitenkin laitteiden toimintaperiaate on helpottaa työnjohdon työmaiden tarkistelu ja laadunvalvontaa. Laitteita koekäytettiin Espoossa, Raide-Jokeri-hankkeessa, sekä aikaisemmillä työmailla. Raide-Jokeri hankkeessa rakennetaan paalulaattoja raitoliikennettä varten sekä kunnallistekniikkaa ja telekaapelointeja. Laitteita päästiin hyödyntämään niin työmaan tarkastelussa ja myös pisteiden merkkäamisessä.

Trimblen kehittämä SiteVision-mittauslaite on työnjohdon työkalu jolla mahdollistetaan suunniteltujen tietojen kerääminen, käytön ja visualisoinnin eri tarkoituksiin. SiteVision on valmistettu ja tarkoitettu lähinnä työnjohtajien käyttöön työmaan tarkastelussa. Koska SiteVisionia voidaan käyttää jo tyhjällä tontilla ennen rakentamista, saadaan sillä havainnollistettua tulevia rakenteita ja niiden perusteella on mahdollista laatia työmaasuunnitelma. (Trimble 2020.)

SiteVision mahdollistaa suunnitelmien ja tietojen visualisoinnin suoraan mobiililaitteen näytöltä. IFC-malleja voidaan tulkita työmaalla sijaintitiedon kanssa Trimble SiteVisionilla, joka toimii lisätyn todellisuuden avulla. Siinä nähdään samalta näytöltä tietomalli sekä olemassa olevan työmaan tilanne kameran avulla, jolloin työnjohto saa tiedon työmaan nykytilanteesta verrattuna tietomalliin. Suunnitelmat heijastetaan tosimaailman päälle ja valmis tuote nähdään suunnitellussa sijainnissa ja koossa. Laitteella voidaan seurata kaivu- ja täyttötietoja reaaliajassa. Edellytyksenä on se, että laitteella on oikea korko- ja sijaintitieto. Ajantasainen tieto toimii apuna päätöksenteossa. (Trimble 2020.)

Suunnitelmien päivittäminen on vaivatonta pilvipalveluiden ansiosta. Laite tukee erilaisia tietomallien formaatteja: LandXML, IFC ja DXF. Huomattavasti monipuolisin formaatti on IFC, mutta sen käyttäminen on infrahankkeissa vähäisempää. (Trimble 2020.)

Laite mahdollistaa kahden asian tarkkailun samanaikaisesti, todellisen maailman ja digitaalisen suunnitelman. Tarkasteltavissa ovat näkymättömät objektit, kuten maan alle

jäävät putket. Tarkoituksena on minimoida mahdollisia riskejä rakentamisessa, kun niihin osataan varautua jo ennen kaivuuta. (Trimble 2020.)

Kuvassa 7 on Trimble Sitevisionin näkymä LandXML-pohjaisena. Suunnitelma, joka on näytöllä esitettyä oranssilla, on lisätty olemassa olevan rakenteeseen AR-tekniikan avulla. Kuvassa on viivoin osoitettuna reunakivilinja. Kivilinjaa tarkasteltaessa on havaittavissa, että kitakaivo ei ole kivilinjan mukainen, vaan vaatii vielä säätöä.



Kuva 7. Kuva Trimble Sitevision.

4.2 Novatron Xsite® PAD

Xsite Pad on mittalaite, joka on suunniteltu mallipohjaisen rakennustyömaan työnjohdolle sekä mittaajille. Laitteella pystytään suorittamaan kartoitus- sekä merkintämittauksia. XsitePad tukee samoja tiedonsiirtoformaatteja, kuin Novatronin kaivinkonejärjestelmät. Koneohjauksen ollessa melko vakiintunut käytäntö työmailla, niin tällä XsitePadilla pystytään hyödyntämään samoja malleja, jotka on luotu koneohjaukselle varten. XsitePad helpottaa myös koneenkuljettajan ja työnjohdon keskinäistä kommunikaatiota, koska molemmilla on käytössä samat mallit työmaalla. Koneohjauksen yleistyessä työmailla yleinen ongelma oli, että maastomerkitöiden puuttuessa työnjohtajien on ollut vaikea johtaa töitä työmaalla. On syntynyt tarve saada työnjohtajille työkalu, jolla paikantaa itsensä työmaalla ja nähdä mallien istuvuus maastoon. (BIM-erikoisasiantuntija K. Mulari, henkilökohtainen tiedonanto 17.3.20)

Suunnitelmien tarkastelu on erittäin vaivatonta padin avulla. Sillä mahdollistetaan työmaan suunnitelmien tarkasteleminen kulkematta työmaalla ollenkaan, työnjohtaja voi tarkistaa työmaan leikkauskuvat laitteen näytöltä vaikka toimistossa istuessaan. Suunnitelmien poikkileikkaukset ovat tarkasteltavissa ja samalla voidaan havainnollistaa poikkileikkausten rakennekerrokset. (Novatron 2020.)

Suunnitelmien päivittäminen ja lataaminen on helppoa, koska laite tukee pilvipalveluita näin saadaan helposti ladattua ajantasaiset suunnitelmat laitteelle. Xsite tukee käytössä DXF- ja XML-malleja ja niiden lisäksi DWG- tai DXF-pohjainen taustakartta toimii laitteessa samanaikaisesti mallien kanssa. Taustakartan ja mallin yhdistämällä on työmaalla helppo merkitä eri pisteitä ja mitata erilaisia sijainti tietoja. (Novatron 2020.)

Kuvassa 8 nähtävillä Novatron X-site näkymä työmaasta. Tausatakarttana DXF-pohjainen tiedosto. Satelliittien avulla laite tietää sijainnin ja asettaa käyttäjän oikeaan kohtaan pohjakarttaa. Kuvassa tarkkailussa on tien keskilinja ja näytön alaosassa poikkileikkaus kyseiseltä paaluluvulta.



Kuva 8. Novatron X-site näkymä.

Työmaalla jossa laitetta koekäytettiin ei ollut käytettävissä IFC pohjaista mallia ja sen johdosta tiedot näkyvät viivoina laitteen näytöllä. IFC malleissa esineet ja asiat esitetään suhteutettuna oikeassa koossa ja esim. putket näkyvät mallissa putkina eivätkä pelkinä viivoina.

Työnjohdon on helppo toteuttaa laadunvalvontaa Xsiten avulla. Laitteella käyttäjä voi tarkistaa, että rakennetut rakennusosat ovat paikoillaan ja sijainti täsmää. Kuten kuvassa 9 on nähtävissä, tabletilla on valittuna putkilinja ja kuten kuva osoittaa, että putki on asennettu oikealle sijainnille. Tarkastettava objekti on merkattuna taustakarttaan punaisella viivalla ja laitteen käyttäjä laitteineen sijoittuu viivan päälle ja havaitsee putken paikoillaan olon. Vastaavanlaista tarkastelua ja laadunvalvontaa voidaan suorittaa helposti työmailla. Perinteisiä paperisia suunnitelmia käytettäessä ei vastaavanlaista laadunvalvontaa voida suorittaa, ainakaan siinä tarkkuudessa kuin digitaalisia apuvälineitä käyttämällä.



Kuva 9. Putkilinjan sijainti.

X-sitePADillä on saatu merkittävää taloudellista hyötyä, kun laitetta käytettiin Vallisaaren vesihuoltourakan yhteydessä. Kohteessa urakoitiin 1,5 km uutta vesihuolto järjestelmää, sekä rakennettiin paikallavalettava jätevesipumppaamo. Kulkeminen saarella sijaitsevalle työmaalle oli haastellista niin sen avulla kaikki mittaus toiminta saatiin suoritettua työnjohdon puolesta ja paikalle ei tarvinnut erikseen mittamiestä. Alkuun laitteella merkattiin maastoon tulevien putkien linjaus. Louhittavat osuudet olivat likimäärin tiedossa lähtöaineiston perusteella, joten työt aloitettiin näiden alueiden kaivuilla. Ennen louhinta töiden aloitusta työnjohto kartoitti kalliopinnan louhintojen myöhempää määrämittausta varten. Putkitustöiden alettua kaikki asennettavat putket ja routaeristeet tarkemmitattiin X-SitePADin avulla.

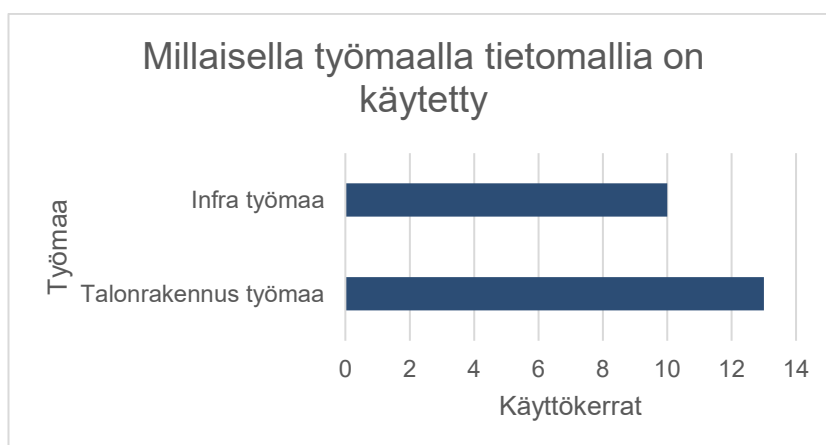
Työnjohdon kyky suoriutua tarkemmittauksista mahdollisti tässä hankkeessa töiden jouhean etenemisen, sillä kaivantaja kyettiin täyttämään käytännössä sitä mukaan, kun putket oli asennettu. Töitä päästiin tekemään tasaisesti ja mittasuoritukset saatiin hoidettua työnjohdon puolesta eikä ollut riippuvainen erillisestä mittamiehestä.

5 HAASTATTELUT

E.M. Pekkisen toimihenkilöiden tietomallien käytön ja osaamisen nykytilan selvittämiseksi laadittiin haastattelu kysymyksiä, liittyen kokemuksiin tietomallien käytöstä ja minkälaisissa tilanteissa tietomalleja on käytetty. Nykytilanteen kartoittaminen on tärkeää, jotta saadaan selville ja voidaan arvioida kehitystarpeita sekä parannusehdotuksia. Haastattelu (liite 1), lähetettiin sähköpostitse 37 toimihenkilölle ja vastausta pyydettiin, heiltä joilla on kokemusta tietomallien käytöstä. Vastauksia saatiin 17 kappaletta, joka on n. 43 % haastattelun saaneista. Osalla vastanneista oli kokemusta tietomallien käyttämisestä useammassa kohteessa tai samoissa kohteissa on työskennellyt useita työnjohtajia ja mahdollisesti kaikki ovat hyödyntäneet tietomallia samoissa kohteissa jossain määrin. Yhteenveto vastauksista on esitettyinä liitteessä 2. Vastauksista selviää kuitenkin, että alle puolella kyselyyn osallistuneista on kokemusta tietomalleista ja niiden käytöstä. Selvää on, että tietomallit eivät ole vielä tavoittaneet kaikkia tai kaikilla ei ole kokemusta/osaamista käyttää tietomalleja ja sen johdosta niiden hyödyntäminen ei ole ollut mahdollista. Kaikki vastanneet kuitenkin kokivat tietomallit hyödyllisiksi ja tarpeelliseksi tulevaisuudessa sekä osaksi nykyaikaista rakentamista.

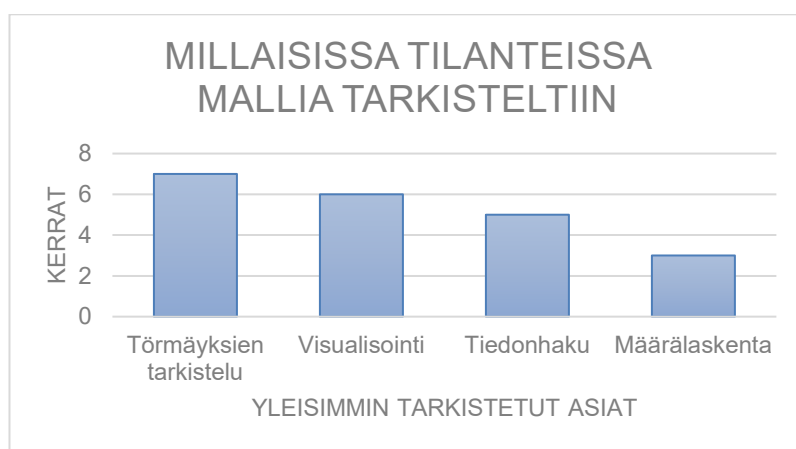
Ensimmäisenä kysymyksenä kysyttiin, millaisella työmaalla tietomalleja on käytetty. Vastauksien perusteella tietomallien käyttäminen ja niiden tekeminen on hieman yleisempää sellaisilla työmailla, jossa hankkeena on talonrakentaminen. Johuten siitä, että tietomalleja suunnitellaan ja tehdään IFC-pohjaisina enemmän talonrakennushankkeisiin ja infra-hankkeissa yleisimmin on käytettävissä pintamallit, joista saadaan tuotettua koneohjaukseen kaivumalleja. (Taulukko 1.)

Taulukko 1. Tietomallien käyttö.



Taulukossa 2 esitetään, kuinka yleisimmin tarkisteltavat asiat ovat jakautuneet. Eniten malleja on tarkasteltu visualisoinnin ja törmäyksien osalta. Muu tiedonhaku ja määrä laskenta on ollut vähäisempää mutta kuitenkin sitä on malleista haettu. Suurimpana hyödynä on koettu se, että ristiriitaisuudet voitiin selvittää ennen varsinaista rakentamista ja suunnitelmiin pyytää muutoksia jotta ristiriitaisuudet voitaisiin välttää. Tämä on vaikuttanut suoraan kustannuksiin, koska työtä ei ole tarvinnut tehdä kahteen kertaan ja miehet on saatu siirrettyä muihin tehtäviin siksi aikaa kunnes ristiriidat on ratkaistu.

Taulukko 2. Tarkistetut asiat.



Täysin ongelmatonta tietomallien käyttäminen ei ole ollut, sillä haasteitakin on koettu mallien käytössä. Yleisimpänä haasteena koettiin se, että tietokoneilla ei riittänyt suoritus-tehoa mallien pyörittämiseen koneilla ennen, kuin mallia oli siivottu ja poistettu turha tieto. Suunnitelmien muuttuessa ei mallia päivitetty riittävän nopeasti ja sen johdosta mallin käyttämiseen tuli suhtautua varauksella. Nykyään suunnitelmia tehdään mallina, josta tulostetaan plaanikuvat. Myös mallia tulisi päivittää suunnitelmien muuttuessa jotta sitä voidaan käyttää suunnitelmana, mikäli mallia ei päivitetä ei se toimi enää ajantasai-sena suunnitelmana. Muutokset tulisi tehdä malliin ja siitä ne tulostettaisiin tarvittaessa paperisiksi dokumenteiksi. Mikäli mallin päivitys vaiheessa havaitaan ristiriitaisuuksia tai ongelmia olisi niihin puututtava jo suunnittelu vaiheessa eikä viedä ongelmaa työmaan ratkaistavaksi.

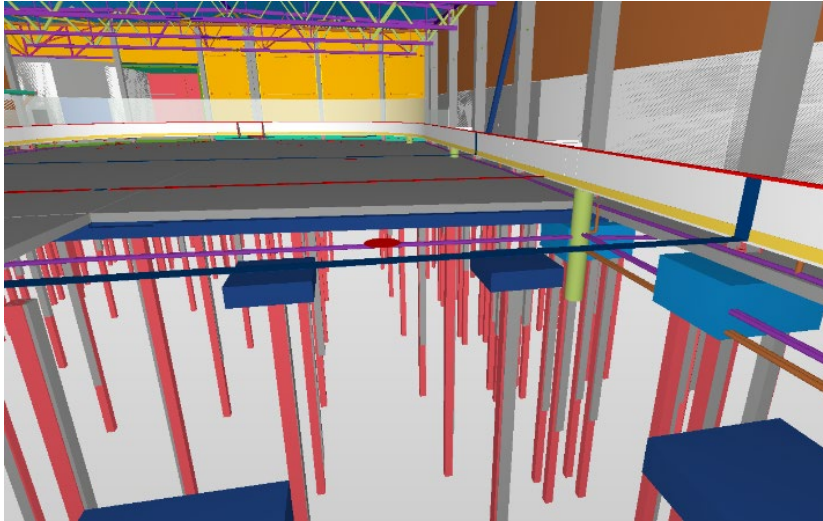
Vastanneiden kokemuksen pohjalta parannuksia vielä tarvitaan jotta mallien käyttämi-nen on luotettavaa ja vaivatonta. Koulutuksen puute, koneiden riittämätön teho, päivitys-viiveet ja lähtötietojen luotettavuus koettiin ongelmaksi siinä määrin, että tietomallia ei voida tehokkaasti käyttää hyödyksi.

On selvää, että mallien ollessa uusi asia monelle niin niiden käyttäminen ei ole täysin vaivatonta ja sen takia tarvittaisiin koulutusta. Se, että malleja ei käytetä jokapäiväisessä työssä on tuonut esille sen, ettei tietokoneita ole osattu hankkia riittävän suurella laskentateholla, joka mahdollistaisi mallien pyörittämisen. Tietomallien hyödyntäminen tulee varmasti tulevaisuudessa olemaan yleisempää ja helpompaa, kun edellä mainittuihin asioihin puututaan ja tehdään korjaavia liikkeitä niiden selvittämiseksi.

Tietomallit on kokonaisuudessa koettu positiiviseksi asiaksi ja kaikki vastanneet uskovat että, käyttö tulee yleistymään ja olemaan osana nykyaikaista rakentamista. Tietomalleista on saatu tietoa ristiriitaisuuksien tarkasteluun ja mittausaineiston luomiseen sekä hyötynä on koettu töiden nopeutuminen ja se, että rakennusmiehiä voidaan vapauttaa muihin tehtäviin, koska kaivinkoneet eivät ole tarvinneet apua kaivukorkojen tarkkailemiseen. Tietomallit on koettu hyödyllisiksi ja tarpeellisiksi kaikissa hankkeissa joissa ne ovat olleet käytössä. Kohteen visualisointi on koettu tärkeäksi ja siitä saatu hyöty näkyy ajan säästämisenä ja ristiriitoihin ennenaikaisella puuttumisella.

Kaikissa suunnitelmissa lähtötiedot eivät ole olleet ajan tasalla ja se aiheuttanut ongelmia työmaalla. Tietomalleissa ollut niin paljon eri suunnittelijoiden laatimia malleja ja sen johdosta mallien käyttäminen on ollut hidasta ja mallia on pitänyt siivota ennen sen tehokasta käyttöä. Malleja on käytössä eri muodoissa ja kaikkien yhteen sovittaminen vaatinut mittaustyönjohdolta ylimääräistä työtä, jotta mallit on saatu kunnolla toimimaan.

Kuva 10 on Matinkylän jäähallin tietomallista ja kuvassa esitettynä erilaisia rakennusosia. Kuva antaa katsojalleen selvemmän kuvan rakennuksesta. Mahdollisiin ristiriitoihin tai epäselvyyksiin voidaan puuttua ajoissa ja pyytää selvennystä, mikäli on havaittavissa jotain selvitettävää. Mallin tarkasteleminen auttaa varautumaan ongelmakohtiin ajoissa.



Kuva 10. Matinkylän jäähallin IFC-malli. (E.M. Pekkinen Oy, 2020b)

6 SWOT-ANALYYSI

Haastateltavien antamista vastauksista laadittiin SWOT-analyysi, jotta voidaan arvioida, mitä heikkouksia, kehitettävää tai millaisia vahvuuksia E. M. Pekkisen toimihenkilöllä on tietomalleihin liittyen. Analyysistä on helposti havaittavissa ne asiat, jotka ovat esteenä tietomallien kokonaisvaltaiselle hyödyntämiselle. Tietomalleista hyödyksi koettut mahdollisuudet ovat verrattavissa taloudelliseen etuun rakentamisessa, joten tietomalleja kannattaa ehdottomasti käyttää ja ottaa mukaan osaksi rakentamista.

SWOT-analyysin, nimitys tulee englanninkielisistä sanoista Strengths, Weaknesses, Opportunities ja Threats. Se on yleisimmin käytetty analyysi maailmalla. Kuvassa 11 on esitettyä tietomallien hyödyntämiselle löydettyjä ja analysoitavia vahvuuksia, heikkouksia, uhkia ja mahdollisuuksia, jotka ovat koottuna nelikenttämuodostelmaan. (SRHY 2020).

Edistävät tietomallien hyödyntämistä	Haittaavat tietomallien hyödyntämistä
VAHVUUDET visualisointi määrälaskenta tiedonhaku tuotannonsuunnittelu	HEIKKOUEDET päivitysten puute koulutuksen puute mallin optimointi käyttöön sopivaksi
MAHDOLLISUUDET työn nopeutus kustannus säästöt työn tarkkuus	UHAT korkea hinta koneiden laskenta teho ristiriitaisuudet suunnitelmien kanssa

Kuva 11. SWOT-analyysi.

6.1 Vahvuudet

Tietomallit mahdollistavat työmailla työkohteen tarkastelun ennen rakentamista ja ristiriitaisuuksien selvittämisen ennen niiden mahdollista toteutumista. Tiedonhaku tietomallien metatiedoista auttaa työnjohtoa tuotannonsuunnittelussa ja määrälaskennassa. Määrälaskennasta saadaan täsmällisempää ja se johtaa kustannusten säästämiseen.

6.2 Heikkoudet

Tietomallien luotettava käyttäminen edellyttää sen, että suunnitelmien muuttuessa tulisi myös tietomalli päivittää ajan tasalle. Tämän takia käyttö ei ole välttämättä luotettavaa ja on olemassa mahdollisuus virheisiin, jos rakennetaan tietomallien mukaan. Toimihenkilöillä ei ole koulutusta tietomallien käyttämiseen ja siitä syystä mallien käyttäminen ei ole luontevaa eikä niistä saada kaikkea hyötyä irti. Mallit ovat tiedostoina todella suuria ja niitä joudutaan siivoamaan, jotta mallista saadaan käyttökelpoinen.

6.3 Mahdollisuudet

Tietomalleista on mahdollisuus tulostaa rakennusmiehille kuva, jossa näkyy putkien suunnitellut reitit sekä havainnollistaa putkien järjestyksen. Työstä saadaan tarkempaa ja suorittamisesta virheettömämpää ja siitä syystä saadaan asennukset tehtyä kerralla oikein ja oikeassa järjestyksessä, joka vähentää työnjohdon ajankäyttöä ja vaikuttaa suotaan kustannuksiin. Tietomalli mahdollistaa valmiin rakennelman visualisoinnin ja näin saadaan yleisesti selkeämpi kuva siitä, mitä ollaan tekemässä. Kustannuksien turha syntyminen voidaan ehkäistä, tutustumalla tietomalliin ja käyttämällä sitä koko rakentamisen ajan. Kaikkiin tilanteisiin ei löydy vastausta 2D kuvasta vaan kokonaisuus on nähtävä laajemmin joko paikan päällä tai tietokoneen näytöllä mutta visuaalinen kuva rakennelmasta antaa hyötyä jatkaa rakentamista.

6.4 Uhat

Uhkana tietomallien hyödyntämiselle työmaalla tarkasteltavien laitteiden kautta voidaan pitää teknologian korkeaa hankintahintaa. Hyödynnettävyyden tulee tuoda korkeammat säästöt kuin mitä itse laitteen hinta on hankittaessa. Hyödynnettävyyden tuomat edut saavutetaan pidempi aikaisella käytöllä. Tietomallit ovat suuria tiedostoja ja ne vaativat koneilta paljon laskentatehoa, mikä johtaa siihen, että malleja on ”siivottava” ennen niiden käyttöä ja siitä aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia. Se, että malleja ei päivitetä suunnitelmien muuttuessa, aiheuttaa vakavaa vaaraa työlle ja kustannuksille. Tietomallit eivät ole luotettavia, mikäli suunnitelmat päivittyvät ja päivityksiä ei tehdä malleihin. Tietomallia tilattaessa tulee kiinnittää huomiota siihen, että mallien päivittäminen tapahtuu samanaikaisesti muiden suunnitelmien päivittyessä.

6.5 Toimenpide-ehdotukset

Tietomallien käyttämisellä on saavutettu etua työmailla niin kustannusten kuin työn helpottamisen osalta. Suuri ikäjakauma työmaiden työnjohtajien välillä näkyy tietomallien käytössä. Nuorempien työnjohtajien tutustuessa enemmän tietomallien käyttöön jää 2D-suunnitelmien käyttäminen vähemmälle ja vastaavasti iäkkäämmät työnjohtajat jäävät ulkopuolelle tietomallien tarjoamista hyödyistä. Työmailla työnjohtajat tulisi valita siten, että kummankin ikäpolven edustajat olisivat mukana ja kumpaakin suunnitelmien lukutapaa hyödynnettäisiin. Kouluttautumisella ja osaamiseen panostamisella saavutettaisiin hyötyä, jolla pärjäisi tulevaisuuden urakoissa.

7 PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, kuinka tietomalleja voidaan hyödyntää yrityksen rakennushankkeissa ja millaista tietoa tietomalleista on mahdollista hyödyntää. Työn toteuttaminen alkoi omien kokemusten perusteella tietomalleista. Työmailla ei juurikaan ole mittakeppejä lyötynä pitkin työmaata, vaan kaikki tieto on koneiden kuljettajalla ja mittamiehellä. Työnjohdon ei tarvitse enää kääntyä muiden puoleen halutessaan tarkastella rakennettavaa kohdetta, vaan voi itse tutkia mallia tietokoneella tai mennä työmaalle ja seurata töitä työnjohdolle tarkoitetuilla laitteilla, jotka helpottavat esimerkiksi työnjohdon laadunvalvontaa ja työmaansuunnittelua merkittävästi. Työnjohtajat voivat suunnitella eri osa-alueiden rakentamista ja resursointi jo ennen kuin varsinainen työ on almassa. Ristiriitoihin voidaan puuttua tässä vaiheessa ja pyytää suunnitelmiin tarkennusta. Tällä tavalla voidaan ehkäistä rakennusvirheiden syntymistä ennalta.

Tulevaisuudessa tietomallit tulevat pakolliseksi osaksi rakentamista ja tietomallien käyttö tulee olemaan arkipäivää työmailla. Tästä syystä tietomallien käyttämisestä tulisi harjoitella ja kouluttautua sitä varten. Haastatteluun vastanneista melkein kaikki olivat saaneet jotain hyötyä malleista. Hyötyä saataisiin vielä lisää, jos asiaan perehdyttäisiin enemmän. Tietomallia tulisi aina käyttää urakoissa, vaikkei se olisikaan kohteesta tuotettu IFC-malli. Mikäli työmailla saadaan muutamasta työvaiheesta karsittua turhaa työtä niin se on havaittavissa kustannuksissa. Jo määrien laskeminen tietomallista on huomattavasti tehokkaampaa kuin pdf-kuvasta skaalatikun kanssa.

Markkinoilla olevien erilaisten tietomallien tarkisteluun valmistetut laitteet helpottavat työnjohdon tuotannonsuunnittelua merkittävästi. Ristiriitoihin ja riskeihin on helpompi puuttua. Tietomallit vaativat kuitenkin suunnittelulta paljon ja suunnittelussa on huolehdittava tietojen ajantasaisuus ja paikkansa pitävyys. Myös suunnitelmien muuttuessa on huolehdittava siitä, että muutokset päivittyvät jo aiemmin luotuihin malleihin. Osassa hankkeista tämä ei ole toteutunut ja sen johdosta tietomalli ei ole enää ajantasainen eikä luotettava käyttää rakentamisessa.

Monet iäkkäämmät työnjohtajat ovat tottuneet tarkastelemaan paperisia suunnitelmia jo vuosien ajan eivätkä luota vielä tietomalleihin. Tietomallien käytöstä tulisi saada luontevaa niin vanhemman kuin uudemman sukupolven keskuudessa. On ennakoitavissa, että tietomallien käyttö tulee pakolliseksi tulevaisuuden rakennushankkeissa, ja joissakin hankkeissa se on jo nyt pakollista. Vaarana on se, että tietomalleja ei aleta käyttämään

ja hyödyntämään tässä vaiheessa, kun paperiset suunnitelmat ovat vielä vahvasti käytössä työmailla.

Kaikki tieto rakennushankkeesta saadaan tallennettua pilvipalvelimille ja niitä voidaan hyödyntää sieltä eri tahojen osalta. Tämä vähentää paperisten suunnitelmien tarvetta rakennushankkeen jälkeen, kun kaikki mahtuu yhteen muistitikkuun. Suunnittelijan ja urakoitsijan yhteistyöllä malleista saataisiin käyttökelpoisempia ja ne olisivat aina ajan tasalla muutoksien ilmaantuessa.

Tietomallien käyttö on työmailla vielä vähäistä, vaikka niistä saadaan huomattavasti selkeämpi kuva työn toteutuksesta. Malleja tulisi käyttää aktiivisesti koko urakan ajan eikä vain silloin tällöin. Jo pienilläkin työmailla tietomalleista on hyötyä toteutuksen kannalta ja tietomallien käyttö on kätevää, koska mallit ovat selkeitä ja yksinkertaisia.

LÄHTEET

Building SMART Finland 2019, Infra-toimialaryhmä 2.5.2019. Yleiset inframallivaatimukset YIV 2019/1 Saatavilla https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019_1.pdf .

Building SMART Finland 2015, Yleiset inframallivaatimukset YIV2015. Sito Oy, Liukas J, Kempainen L. 5.5.2015 Saatavilla 13.2.2020 https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/YIV2015_Mallinnusohjeet_OSA2_Yleiset_Vaatimukset_V_1_0.pdf.

Building smart 2014. Lyhyt sanasto- infrarakentamisen tietomallintaminen. Saatavilla https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2013/10/InfraBIM_LyhytSanasto_v0-6.pdf.

E. M. Pekkinen Oy 2020a. Hakaniemen kauppahallin pohjanrakennusurakka.

E. M. Pekkinen Oy 2020b. Matinkylän jäähallin pohjanrakennusurakka.

Novatron Oy 2020. Xsite® PAD. Työkalu mittaaajille ja työnjohdolle. Viitattu 15.2.2020 <https://novatron.fi/koneohjaus/tyomaanhallinta/xsite-pad/>.

RT 10-11066. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11078. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

SRHY = Suomen Riskienhallintayhdistys ry 2020. Nelikenttäanalyysi – SWOT. Viitattu 27.3.2020 <https://pk-rh.fi/tools/swot.html>.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL 2020. Tietomallinnus. Viitattu 12.2.2020 <http://ril.easypage.fi/fi/alankehittaminen/tietomallinnus.html>.

Syrjä M. 2018. 3D-win wiki, Viitattu 13.3.2020 <http://www.3d-system.net/wiki/index.php/tiedosto/formaatit/20-landxml-tiedostojen-luku>.

Trimble 2020. SiteVision System Overview. Viitattu 15.2.2020 <https://sitevision.trimble.com/user-guides/Overview.html>.

Haastattelukysymykset

1. Millaisella työmaalla tietomallia käytettiin?
2. Millaisissa tilanteissa tarkastelit mallia (esim. rakenteiden visualisointi, risteämien tarkastaminen, tiedon haku)?
3. Mitä hyötyä sait tietomallien käyttämisestä?
4. Oliko tietomallien käyttämisessä haasteita?
5. Mitä parannuksia omien kokemusten perusteella tarvittaisiin tietomalleihin?
6. Koetko tietomallit tarpeellisiksi?
7. Käyttäisitkö tietomalleja myös jatkossa?

Yhteenveto haastattelusta

Kokemukset tietomalleista	
Millaisella työmaalla tietomallia käytettiin?	
Talonrakennus työmaa	13
Infra työmaa	10
Millaisissa tilanteissa tarkastelit mallia?	
Tarkastelu/ visualisointi	12
Kokonaisuuden hahmottaminen	2
Mittausaineiston haku	3
Risteämien tarkastelu	3
Määrien laskenta	2
Tuotantojärjestyksen suunnittelu	3
Tiedonhaku	6
Mitä hyötyä sait tietomallin käyttämisestä?	
Tuotannon suunnittelu	5
Täsmäyksien tarkastelu	3
Työmaan esittely	1
Tekee työstä tarkempaa	3
Viimeisin tieto saatavilla	4
Mittausaineiston tuottaminen	2
Ei kokenut hyötyä	1
Oliiko tietomallien käyttämisessä haasteita?	
Tietokoneen laskenta kyky	5
Koulutuksen puute	1
Päivitysten puute	2
Tiedon siirto	2
Ei	5
Mitä parannuksia omien kokemusten perusteella tarvittaisiin tietomalleihin?	
Ajantasaiset suunnitelmat	6
Kevyempi käyttöliittymä	3
Ei osaa sanoa	4
Koulutus	2
Infralle laajemmin käyttöön	3
Koetko tietomallit tarpeellisiksi?	
Kyllä	14
Ei	0
Käyttäisitkö tietomalleja myös jatkossa?	
Kyllä	14
Ei	0