

Laura Kähkölä

Tuotantotoimintojen tehostaminen tietomallin avulla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

30.4.2014

Alkusanat

Haluan kiittää Fira Oy:n ohjaajia Otto Alhavaa ja Enni Lainetta kärsivällisyydestä ja asiantuntevista neuvoista työn edetessä.

Haluan myös kiittää Metropolian ohjaajaa Päivi Jäväjää joustavuudesta ja nopeista sekä hyödyllisistä kommentteista työn loppuun saattamiseksi. Ilman Päivin apua valmistuminen tänä keväänä olisi tuskin ollut mahdollista.

Viimeisenä haluan kiittää perhettäni sekä kavereitani, jotka ovat jaksaneet olla tuke-
massa ja kannustamassa tässä vähän suunniteltua pidemmäksi venähtäneessä projek-
tissa.

Tekijä(t) Otsikko	Laura Kähkölä Tuotantotoimintojen tehostaminen tietomallin avulla
Sivumäärä Aika	43 sivua 30.4.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennetekniikka
Ohjaaja(t)	yliopettaja Päivi Jäväjä kehitysjohtaja Otto Alhava työmaainsinööri Enni Laine
<p>Insinööritö tehtiin Fira Oy:lle tietomallin työmaakäyttöön liittyen. Fira Oy toimii vaativien rakennushankkeiden kehittäjänä ja kokonaistoteuttajana, jonka asiakaskuntaan kuuluvat rakennuttajat sekä yksityisellä että julkisella sektorilla. Suurin osa Firan henkilökunnasta työskentelee rakennusprojektien johto-, hankekehitys- ja suunnittelutehtävissä. Tietomallintaminen, Lean- ajattelu ja prosessilähtöisyys ovat vahvassa osassa yrityksen toiminnassa.</p> <p>Insinööritöön tavoitteena oli kartoittaa tietomallin erilaiset käyttötapaukset ja niistä saadut hyödyt Firan Lahden Sairaalaparkin työmaalla, jotta Fira voi jatkaa tietomallin tuotantokäytön kehittämistä faktapohjaisesti.</p> <p>Insinööritöön teoriaosuus pohjautui pääasiassa BuildingSMART Finlandin Yleisiin Tietomallivaatimuksiin. Tietoa tietomallin työmaakäytöstä Lahden Sairaalaparkin työmaalla kerättiin haastatteleamalla sekä Firan työmaaorganisaatiota, että hankkeen muita osapuolia.</p> <p>Työn lopputuloksena syntyi käyttötapausluokittelu ja analyysi tietomallin työmaakäytöstä Lahden Sairaalaparkin työmaalla. Projektioorganisaatiolle tehtyjen haastattelujen pohjalta todettiin, että suurin syy siihen, ettei tietomallia voitu hyödyntää tehokkaasti työmaalla, oli organisaation osaamisvaje tietomallin käytössä.</p> <p>Työn tulokset toimivat tukena laajemmalle kehitystyölle, jonka tavoitteena on siirtää yrityksen tuotantoa kohti prosessilähtöisempää toimintatapaa. Työn tuloksia hyödynnettiin esimerkiksi Lean- ja BIM- seminaareihin laadituissa artikkeleissa.</p>	
Avainsanat	BIM, tietomalli, tuotanto, työmaa, YTV2012

Author(s) Title	Laura Kähkölä BIM as a tool for optimizing work during construction
Number of Pages Date	43 pages 30 April 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Structural Engineering
Instructor(s)	Päivi Jävänä, Principal Lecturer Otto Alhava, CTO Enni Laine, Site Engineer
<p>This thesis was focused on usage of BIM (Building Information Modeling) during construction phase in a construction project. Thesis was made for Fira Oy. Fira is a company that develops and implements construction projects for both companies and the public sector.</p> <p>The main objective of the thesis was to point out all different ways site organization had used BIM during construction phase in project "Lahden Sairaalaparkki". The main objective was also to grade the BIM use cases to useful and non-useful.</p> <p>The research data consisted mainly in BuildingSMART Finland's publication "Common BIM Requirements 2012". Different BIM use cases in construction site "Lahden Sairaalaparkki" were collected by interviewing the project organization.</p> <p>Categorization and analysis of BIM use cases on construction site were presented as a result of this thesis. Based on the interviews can be found that the main reason why the site organization hasn't made the most of usage of BIM is the lack of knowledge and BIM know-how.</p> <p>The results of the thesis are used as a part of company's wider development work which aims to process-oriented practice during construction phase of a project.</p>	
Keywords	BIM, Construction management, Site management, COBIM

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Yritys	1
1.2	Työn tausta ja tavoite	2
1.3	Tutkimuskysymykset	3
1.4	Työn toteutus	3
2	Tietomallintaminen	5
2.1	BIM sisältää työkaluja ja prosesseja	5
2.2	Nykytilanne	6
2.3	Havaittuja tarpeita ja kehityssuuntia	7
2.4	Ohjelmistot ja formaatit	8
2.5	Yleiset tietomallivaatimukset - YTV2012	10
2.6	Tietomallien käyttö hankkeen eri vaiheissa	11
2.6.1	Tietomallintamisen käyttöönotto hankkeessa	11
2.6.2	Hankekehitys	12
2.6.3	Suunnittelu ja suunnittelun ohjaus	13
2.6.4	Tietomallipohjainen ratkaisusuunnittelu ja kustannusten arviointi	15
2.6.5	Rakentamisen valmistelu	16
2.6.6	Tietomallien käyttö tuotantovaiheessa	17
2.6.7	Tietomallien laadunvarmistus läpi hankkeen	21
2.6.8	Tietomallien käyttö rakennusvalvonnassa	22
3	Tietomallin käyttö Lahden Sairaalaparkin työmaalla	24
3.1	Yleistä	24
3.2	Haastattelut	26
3.3	Käyttötapaukset	26
3.4	Uudet käyttötarpeet	31
3.5	Tietomallintaminen ja hankkeen muut osapuolet	31
4	Analyysi tietomallin työmaakäytöstä	34
4.1	Hyödyt	35
4.1.1	Havainnollistavuus ja kattavuus	35
4.1.2	Nopeus ja tehokkuus	36
4.1.3	Kustannussäästöt	37

4.2	Haasteet	38
4.2.1	Yhteisten toimintatapojen puute	38
4.2.2	Ennakkoluulot ja asenteet	38
4.2.3	Laitteet ja ohjelmistot	39
4.2.4	Hankkeen muiden osapuolten valmiudet	39
5	Yhteenveto ja jatkotutkimus	40
5.1	Tutkimuskysymykset	40
5.2	Jatkotutkimus	43
	Lähteet	44

Sanasto

Allianssimalli	Australiasta lähtöisin oleva projektin toteutusmalli, jossa hankkeen eri osapuolet solmivat yhteisen sopimuksen, jossa hankkeen riskit ja hyödyt jaetaan etukäteen sovitulla tavalla.
BIM	<i>(Building Information Modeling tai Building Information Management)</i> Tietomallintaminen.
IFC	<i>(Industry Foundation Classes)</i> Eri tietomallisovellusten väliseen tiedonsiirtoon ja tiedon käsitteilyyn kehitetty järjestelmä.
IPD	<i>(Integrated Project Delivery)</i> Yhdysvalloissa suurissa hankkeissa käytössä oleva projektin toteutustapa, jonka pyrkimyksenä on edistää hankkeen osapuolten välistä yhteistyötä esim. yhteisiin voittoihin ja riskeihin perustuvan ansaintamallin avulla. Tietomallintamisen rooli on keskeinen IPD-hankkeissa.
Juurisyyanalyysi	Ongelmien kartoitus- ja ratkaisutapa, jossa pyritään siihen, että ongelma saadaan määriteltyä niin tarkasti, että saadaan selville ongelman perimmäinen aiheuttaja.
Lean	Johtamisfilosofia, joka perustuu hukan ja hävikin minimoimiseen.
Tietomallikoordinaattori	Tietomallipohjaisissa hankkeissa nimetty henkilö, joka koordinoi tietomallintamisen etenemistä läpi koko hankkeen.

1 Johdanto

Tietomallien käyttö osana hanketta on vakiinnuttanut asemaansa rakennusalalla erityisesti suunnittelijoiden työkaluna. Tietomallintamisen tavoitteena on tukea ja parantaa suunnittelun ja rakentamisen laatua, tehokkuutta, turvallisuutta ja kestäväen kehityksen mukaisia hanke- ja elinkaariprosesseja. Mikäli tietomalleja hyödynnetään tehokkaasti, helpottavat ne hankkeen osapuolten välistä tiedonsiirtoa, tehostavat rakennusprosessia vähentämällä useaan kertaan tuotettavan tiedon määrää sekä auttavat saavuttamaan lopputuloksen, joka on tyydyttävä jokaisen hankkeen osapuolen kannalta.

Vaikka alalla on tiedostettu tietomallintamisen potentiaali koko rakennushankkeen työkaluna, suhtaudutaan sen käyttöön edelleen varauksella. Valtaosa tietomallia käyttävistä organisaatioista pyrkii tehostamaan vain omia toimintojaan tietomallin avulla. Tämä on syy siihen, että tietomallista saatavaa hyötyä ei suurella todennäköisyydellä pystytä tai välttämättä edes haluta siirtää hankkeen seuraavan vaiheen tai hankkeen muun osapuolen käyttöön, jolloin tietomallin käytöstä saatavat edut perinteiseen rakentamiseen verrattuna jäävät vähäisemmiksi tarkasteltaessa koko hanketta.

Suurimmat haasteet tietomallien käytössä liittyvät edellä mainitun osaoptimoinnin lisäksi asiantuntevan työvoiman puuttumiseen erityisesti muualta kuin hankkeen suunnitteluorganisaatiosta, tietomallintamista tukemattomiin hankkeiden sopimusrakenteisiin ja tietomalliohjelmistojen kehityksen keskeneräisyyteen. Lisäksi hankkeen alkuvaiheessa ei osata määritellä riittävän tarkasti sitä, mitä kaikkea tietoa tulee mallintaa, jotta tietomalli toimii mahdollisimman tehokkaana työkaluna jokaisessa hankkeen vaiheessa.

1.1 Yritys

Fira Oy on vuonna 2002 perustettu vaativien rakennushankkeiden kehittäjä ja kokonaistoteuttaja, jonka ydinasiakaskuntaa ovat mm. toimi- ja teollisuustilojen, energiavalmoiden, palvelukotien ja pysäköintilaitosten rakennuttajat sekä yksityisellä että julkisella sektorilla. Suurin osa Firan työntekijöistä toimii rakennusprojektien johto-, hankekehitys- ja suunnittelutehtävissä. Yrityksen liikevaihto oli 73 M€ vuonna 2013. Fira haluaa toimintatavallaan muuttaa rakennusalalla vallitsevia tapoja ajatella ja toimia. Yritys pyrkii kehittämään toimintaansa jatkuvasti ja tuomaan koko alalle fiksuimmat ratkaisut

suunnitella ja toteuttaa rakennushankkeita. Yritys on tuonut alalle uuden kaupallisen mallin, sopimusrakenteen ja tuotantosysteemin. Tehostaakseen eri osapuolten välistä yhteistyötä, Fira käyttää hankesuunnitteluvaiheessa apuna Verstas®-prosessia ja suunnittelunohjauksessa Bigroom®-prosessia. Molemmissa toimintatavoissa eri osapuolet kokoontuvat työskentelemään yhteen optimaalisen ratkaisun löytämiseksi. Yrityksessä tehtävällä kehitystyöllä tähdätään erityisesti palvelulähtöisen rakentamisen kehittämiseen, jossa kaikilla hankkeen osapuolilla on yhteinen tavoite, jonka hyväksi toimitaan. Kehitystyössä otetaan vaikutteita esimerkiksi maailmalla laajemmin käytössä olevasta allianssimallista, jossa voidaan sitouttaa hankkeen tilaaja, käyttäjä, rakentaja ja suunnittelija yhteisiin tavoitteisiin. Tietomallintamisella on tärkeä rooli yrityksen toiminnassa. [1.]

1.2 Työn tausta ja tavoite

Yksi Firan haasteista on tietomallin käytön arkipäiväistäminen erityisesti tuotantovaiheessa. Tietomallin käyttö tehokkaana apuvälineenä jokapäiväisessä työskentelyssä vaatii sekä Firan työmaaorganisaatiolta että myös hankkeen muilta osapuolilta valmiutta tietomallin hyödyntämiseen. Suomessa rakennusalalla tällä hetkellä käytössä olevat hankemallit eivät edistä tietomallintamisen käyttöä, mikä nostaa kynnystä ottaa tietomallintaminen käyttöön jo hankkeen alusta lähtien. Hankkeen alussa täytyy myös määrittellä tietomallin sisältämän tiedon laajuus koko hankkeen näkökulmasta eli käytännössä hankkeen alussa tehdyt päätökset määräävät sen, kuinka laajasti tietomallia voidaan hyödyntää esimerkiksi tuotantovaiheessa.

Opinnäytetyössä keskitytään tietomallin tuotannon aikaiseen käyttöön. Työssä kartoitetaan Firan Lahden Sairaalaparkin työmaalla käytössä olevat tuotantovaiheen tietomallin käyttötapaukset. Opinnäytetyön tuloksena syntyy käyttötapausluokittelu ja analyysi tietomallin työmaakäytöstä Lahden Sairaalaparkin työmaalla. Työn tulokset toimivat tukena laajemmalle kehitystyölle, jonka tavoitteena on siirtää tuotantoa kohti prosessilähtoisempää toimintatapaa.

1.3 Tutkimuskysymykset

Tietomallintamisen käytön edistämiseksi Firalla on yrityksen ohjaajien kanssa yhdessä asetettu seuraavat tutkimuskysymykset, joihin työssä vastataan:

1. Löytyykö tietomallin tuotannon aikaisesta käyttötapauksista konkreettista tutkimustietoa?
2. Mitä käyttötapauksia Lahden työmaalla on kokeiltu, mitkä ovat todennetut hyödyt ja minkä verran työtä käyttö on vaatinut? Mitä esteitä käyttötapauksissa on ilmennyt?
3. Miten tietomallin käyttöä voidaan edelleen tehostaa ja lisätä työmaalla käyttötapauksiin perustuen?
4. Minkälaiset valmiudet hankkeen muilla osapuolilla on tietomallintamisen hyödyntämiseen tällä hetkellä tutkitussa hankkeessa?
5. Vaikuttaako tietomallin käytön lisääminen työmaan roolijakoon ja työtehtävien sisältöön? Mitä toimenpiteitä tämä käytännössä vaatii?

1.4 Työn toteutus

Työ suoritetaan ns. case- eli tapaustutkimuksena. Tapaustutkimuksella pyritään saamaan tutkittavasta tapauksesta intensiivistä ja yksityiskohtaista tietoa. Tutkimuksella ei pyritä yleistettävyyteen, vaan ymmärtämään tutkittua tapausta syvällisesti tiettyssä kontekstissa. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää tutkitun tapauksen kanssa samankaltaisissa tapauksissa.

Tapaustutkimus suoritettiin hyödyntäen Firan Lahden Sairaalaraparin työmaalla tietomallin käytöstä saatuja kokemuksia opinnäytetyön aineistona. Tietomallinnusta tarkasteltiin työmaahenkilöstön ja tuotannon toimintojen näkökulmasta. Tietoa kerättiin haastatteleamalla Firan työmaaorganisaatiota sekä hankkeen muita osapuolia. Haastatte-

luista saatua tietoa analysoitiin käyttämällä hyväksi juurisyyanalyysia, jonka avulla pyrittiin löytämään perimmäiset syyt saaduille haastattelutuloksille.

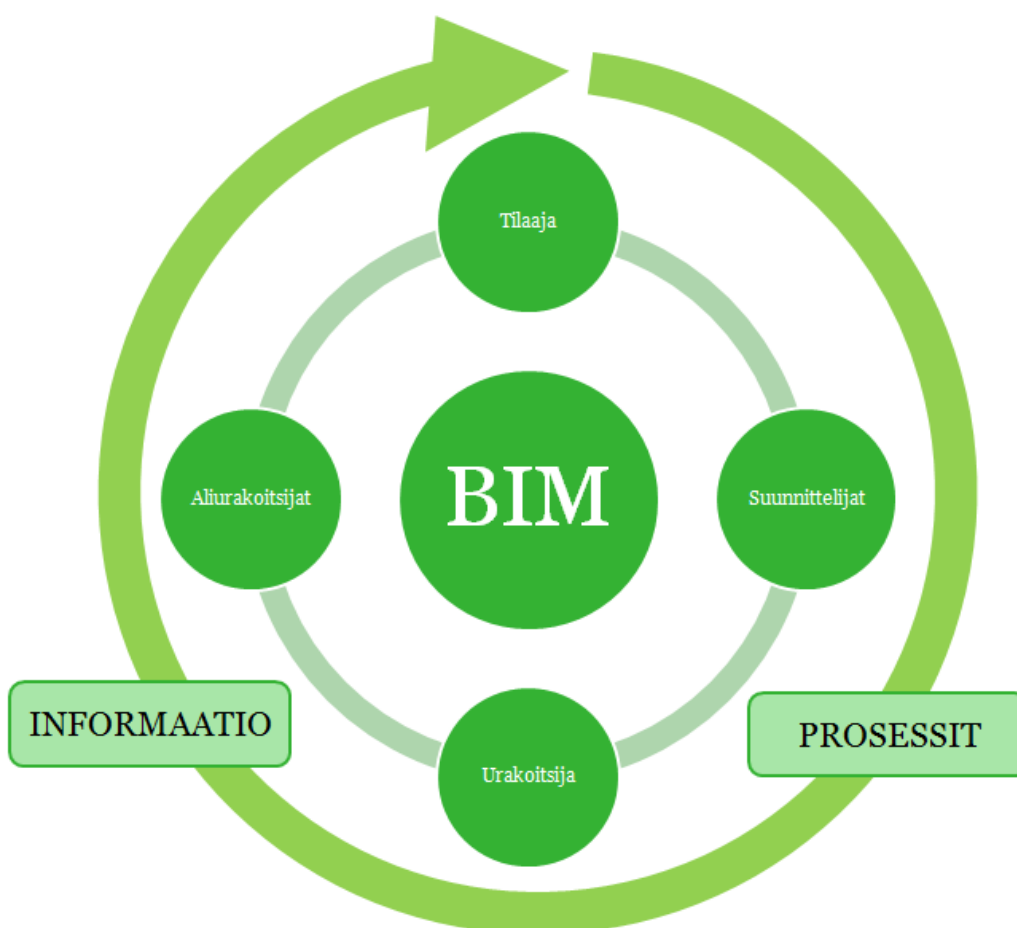
Työssä käytettiin lähtötietona Fira Oy:n työpäällikkö Jyrki Latvalan Aalto Yliopiston RAPS-kurssille tekemää tutkielmaa ”Tietomallinnuksen hyödyntäminen työmaatoiminoissa”. Tutkielmassa on kartoitettu tietomallin työmaakäyttöä Lahden Sairaalaparkin työmaalla erityisesti työmaan alkuvaiheessa.

Työn teoriaosuus pohjautuu pääosin buildingSMARTin julkistamiin Yleisiin Tietomallivaatimuksiin sekä tietomallintamisen käyttöön Firalla.

2 Tietomallintaminen

2.1 BIM sisältää työkaluja ja prosesseja

BIMillä tarkoitetaan sekä digitaalisia työkaluja, että myös prosesseja, joiden avulla hankkeen eri osapuolten toimintaa saadaan yhtenäistettyä. Perinteisessä rakennushankkeessa on useita eri osapuolia, joista jokainen toimii omien prosessiensa mukaan käyttäen omia työkalujaan. Eri osapuolten prosessit ja työkalut eivät ole keskenään yhteensopivia. Tästä syystä jokaisen tuottama tieto ei ole automaattisesti toisten osapuolten käytettävissä. Tietomallintaminen pyrkii työkalujen ja prosessien avulla pienentämään kuilua hankkeen eri osapuolten välillä. Tällöin tuotettu tieto saadaan hyödynnettyä ja virheellisen ja turhan työn määrä minimoitua. [2.]



Kuva 1. BIM pyrkii yhtenäistämään hankkeen eri osapuolten toimintaa. [2.]

Tietomallipohjaisten mallinnustyökalujen käytön näkyvin hyöty verrattaessa 2D-dokumentaatioon on hankkeen havainnollisempi esitystapa. Tietomallissa on useita eri ulottuvuuksia. 3D-tietomallissa olevan rakennusosien geometrian ja sijaintitietojen lisäksi malli voi sisältää paljon muuta erilaista ominaisuustietoa, esimerkiksi aika- (4D-malli), kustannus-, tai laatutietoa (5D-malli). Tiedot saadaan kytkettyä geometriaan, mikä helpottaa niiden löytämistä ja tarkastelua. [2.]

2.2 Nykytilanne

Suomi on ollut yksi tietomallintamisen edelläkävijämaista, mutta on menettänyt etumatkaansa 2000-luvulla. Erilaisten tietomallipohjaisten hankekehitys ja -toteutusmallien sekä toimintatapojen käyttöönotto esimerkiksi Yhdysvalloissa (IPD) ja Australiassa (Allianssimalli) on osoitus siitä, että tietomallinnuksen käyttö osana hanketta on vakiinnuttanut asemansa rakennusosalalla. [3. s. 4.]

Rakennustietosäätiö RTS ja Suomen BuildingSMART toteuttivat yhteistyössä RIBA Enterprises LTD:n kanssa kyselyn tietomallintamisen käytöstä Suomessa huhtikuussa 2013. Kyselyyn vastasi 402 henkilöä, joten kyselyn tuloksista ei voi tehdä johtopäätöksiä koko alan tilanteesta. Kyselyyn vastaajista suurin osa työskenteli arkkitehtitoimistoissa ja talotekniikka-alalla. Yli puolet kyselyyn vastanneista kertoi käyttävänsä tietomallintamista työssään ja yli 92% vastaajista uskoi käyttävänsä tietomallintamista työssään viiden vuoden sisällä. [4.]

RTS:n, BuildingSMARTin ja RIBA Enterprises LTD:n tietomallikyselyyn vastanneet näkivät yhdeksi suurimmaksi tietomallintamisen käytön leviämistä estäväksi tekijäksi sen, että käyttö ei ulotu koko rakentamisen prosessiin. Erityisinä kipupisteinä mainittiin tietomallien käyttö työmaalla sekä kiinteistön ylläpidossa. Kyselyyn vastanneet kaipasivat tekoja YTV2012 tietomallivaatimusten käyttöönoton edistämiseen ja ohjeistuksen laajentamiseen. [4.]

2.3 Havaittuja tarpeita ja kehityssuuntia

Tietomallin käyttö tilaajan toiminnan simulointiin

Tietomallintamisen avulla rakennusalan ammattilaisten keskinäinen viestintä pystytään saattamaan muotoon, jolla se on havainnollisempi myös tilaajalle, jolla ei välttämättä ole riittävää ymmärrystä rakentamisesta havaitakseen ristiriitaisuuksia ja puutteita suunnitelmien ja halutun lopputuotteen välillä.

Seuraava askel suunnitelmien visuaalisesta havainnollistamisesta on kohti tilaajan toiminnan simulointia tietomallien avulla. Toiminnan simuloinnin kehityksellä tähdätään siihen, että jokainen hankkeen osapuoli pystyy näkemään rakennushankkeen tarpeet rakennuksen lopullisen toimintojen näkökulmasta ja niihin pystytään vastaamaan oikeilla suunnitteluratkaisuilla mahdollisimman aikaisessa vaiheessa hanketta. Toiminnan simuloinnin avulla pyritään siis välttämään tilanne, jossa huomataan, että valmis rakennus ei sovellu käyttötarkoitukseensa.



Kuva 2. Seuraava kehitysaskel rakentamisen lopputuotteen suunnitelmien visualisoinnista tilaajalle on siirtyä simuloimaan rakennuksen lopullista toimintaa tietomallin avulla jo suunnitteluvaiheessa [1.]

Toiminnan simulointi selkeyttää rakentajalle tilaajan tavoitteita, mutta tuo myös tilaajalle esiin mahdollisia uusia ideoita toiminnan tehostamiseksi tai jopa liiketoiminnan uudelleen suunnittelemiseksi, jotta tuotto saadaan maksimoitua [1.]. Jotta tilaajan vaatimukset tilalle saadaan selvitettyä, tulee simuloinnin avulla pystyä tutkimaan tilaajan

prosesseja ja toiminnan logiikkaa, liiketoimintamallia ja toiminnan yhteyttä tuottoihin. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi rakennuksen tilatarpeiden, tilojen ja työpisteiden sijoittelun ja mitoituksen vaikutusta tuotevirtaan ja tarvittavan työn määrään. Muuttamalla lähtötilannetta nähdään erilaisten ratkaisujen vaikutukset toiminnan tehokkuuteen. [5.]

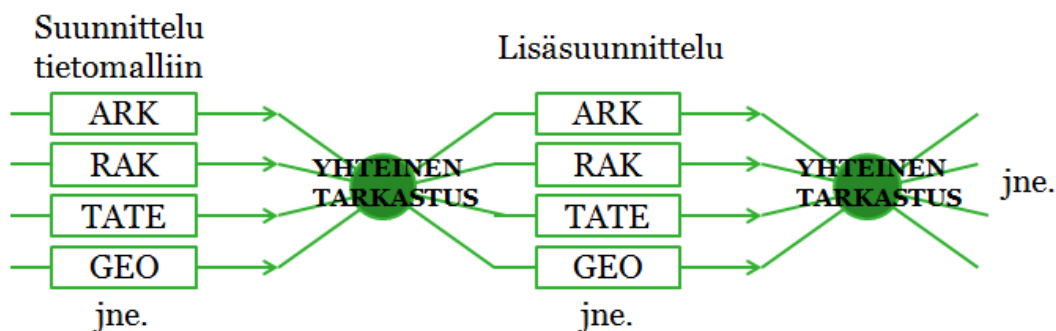
2.4 Ohjelmistot ja formaatit

Tietomallintamisessa käytettävät ohjelmistot riippuvat käyttäjästä ja käyttötarkoituksesta. Eri suunnittelualat käyttävät eri ohjelmistoja ja esimerkiksi erilaisiin simulointeihin ja rakentamisen valvontaan on olemassa omat ohjelmistonsa. Alla olevassa taulukossa on listattuna esimerkkejä tietomallipohjaisista ohjelmistoista käyttötarkoituksen mukaan ryhmiteltynä

Taulukko 1. Esimerkkejä tietomallipohjaisista ohjelmistoista

KÄYTTÖ	OHJELMISTO
ARK-suunnittelu	Revit
	ArchiCAD
RAK-suunnittelu, Betoni- ja teräsrakentaminen	Tekla Structures
LVIS-suunnittelu	MagiCAD
Mallien yhdistely ja yhdistelmämallien tarkastelu	Tekla BIMsight
	Navisworks
	Solibri Moderwiever
Rakentamisen valvonta ja laadunvarmistus	Solibri Modelchecker
Simuloinnit	Dialux (valaistus)
	Riuska (Sisäilmasto ja Energiasimulointi)
Tuotannon ohjaus (mm. määrälaskenta, kustannusarviointi, aikataulutus)	Trimble / Vico

Eri ohjelmistojen käyttämät tallennusformaatit eivät ole keskenään yhteensopivia, joten mallien väliseen tiedonsiirtoon ja tiedon käsittelyyn tarvitaan oma järjestelmänsä. Mallien väliseen kommunikointiin käytetään kansainvälistä, toimittajasta riippumatonta IFC-formaattia. Nykyisin yleisimmässä käytössä oleva IFC-versio on IFC 2x3. [3. s. 5.]



Kuva 3. Jokainen mallintava suunnittelualue mallintaa omalla tietomalliohjelmistollaan ja mallit yhdistetään suunnitelmien tarkastamiseksi ja vertaamiseksi.

Eri suunnittelualueiden yhdistelmämallien käyttöön on kehitetty omat ohjelmistonsa. Tunnetuimpia yhdistelmämallia tukevia ohjelmistoja ovat Solibri Oy:n Solibri Model Checker ja Tekla Oyj:n Tekla BIMsight. Ohjelmistot toimivat hankkeen tuotantovaiheessa apuna mallien laadunvarmistuksessa ja visualisoinnissa sekä mm. rakentamisen valvonnassa. Yksinkertaisimmillaan tämä tarkoittaa törmäystarkastelujen, muistiinpanojen ja mittauksen tekemistä ja mallissa liikkumista. [6.]

Solibri Model Checkerin avulla voidaan mallista tarkistaa myös yksityiskohtaisempia asioita ja löytää esimerkiksi päällekkäisiä objekteja, tiloja, joista puuttuu sisäänkäynti tai vierekkäisiä elementtejä, jotka eivät ole liitoksissa toisiinsa. Solibri Model Checkeriä voidaan hyödyntää myös objektien ja tilojen luokittelujen tarkastamiseen ja erilaisiin ryhmittelyihin. Lisäksi malliin voidaan lisätä tietoa, joka ei ole suunnitteluvaiheessa ollut oleellista. Tällaista tietoa on esimerkiksi rakentamisvaiheessa käytettävä lohkojako. [7.]

2.5 Yleiset tietomallivaatimukset - YTV2012

Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaistujen tietomallivaatimusten pohjalta laadittiin osana COBIM-hanketta 13-osainen julkaisusarja ”Yleiset tietomallivaatimukset 2012”, joka julkaistiin keväällä 2012. Julkaisusarjaa on kasvatettu osalla 14 julkaisun jälkeen. Tietomallivaatimuksissa esitetään vähimmäisvaatimukset mallinnukselle ja mallin tietosisällöille. Tietomallivaatimukset vastaavat rakennusalan tarpeeseen saada yhtenäiset pelisäännöt mallipohjaiseen suunnitteluun ja rakentamiseen, jonka käyttö lisääntyy jatkuvasti. Tietomallivaatimukset kattavat sekä uudis- että korjausrakentamiskohteet ja rakennuksen käytön ja ylläpidon. YTV2012 sisältää seuraavat dokumentit: [8.]

1. Yleinen osuus
2. Lähtötilanteen mallinnus
3. Arkkitehtisuunnittelu
4. Talotekninen suunnittelu
5. Rakennesuunnittelu
6. Laadunvarmistus
7. Määrälaskenta
8. Mallien käyttö havainnollistamisessa
9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissa
10. Energia-analyysit
11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
14. Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

2.6 Tietomallien käyttö hankkeen eri vaiheissa

Seuraavissa luvuissa on kuvattuna tietomallintamisen käyttötapoja hankkeen eri vaiheissa sekä tietomallipohjaisessa hankkeessa huomioon otettavia seikkoja.

2.6.1 Tietomallintamisen käyttöönotto hankkeessa

Jotta tietomallintamisesta saadaan maksimaalinen hyöty irti hankkeessa, täytyy mallinnukselle ja mallien hyödyntämiselle asettaa mahdollisimman tarkat hankekohtaiset tavoitteet ja painopistealueet heti hankkeen alkuvaiheessa. On suositeltavaa, että hankkeen tietomallintamisen tavoitteet määritellään ennen suunnittelijoiden valintaa, jotta suunnitteluryhmän kokoonpano ja osaamistaso eivät ole ohjaavia tekijöitä mallien käytön tehokkuudessa. Mallinnusvaatimukset ja -sisältö täytyy esittää kaikissa suunnittelusopimuksissa sitovasti ja yhdenmukaisesti. [9. s. 5-6.]

Tietomallipohjaisissa rakennushankkeissa tarvitaan tietomallikoordinaattori, joka huolehtii projektikohtaisen tietomallisuunnitelman laatimisesta sekä eri suunnittelualojen tietomallinnustehtävien ja koko mallintamisprosessin koordinoinnista läpi hankkeen. Tietomallikoordinaattorin tehtäviin voi sisältyä myös yhdistelmämallien tuottaminen ja tietoteknisen yhteensovittamisen varmistaminen, ellei pääsuunnittelija tai joku muu taho ole nimetty kyseiseen tehtävään. Tietomallikoordinaattorin tehtävä on todella haastava ja siinä toimivan tulee omata laajaa tietämystä ja näkemystä mm. kaikkien suunnittelualojen työskentelystä, suunnitteluprosessista sekä tuotannosta. Tietomallikoordinaattorina voi YTV2012:n mukaan toimia esimerkiksi pääsuunnittelija, mutta Fira käyttää hankkeissaan asiantuntijayhtiön – esimerkiksi Capisson – kautta hankittua tietomallikoordinaattoria. [3. s. 26; 9. s. 7.]

Rakennushankkeessa hankkeen edellisessä vaiheessa tuotettua tulosta käytetään seuraavan vaiheen lähtötietoina. Tämä täytyy pitää mielessä erityisesti tietomallipohjaisissa hankkeissa, joissa mallin käyttö avaa lukemattomia erilaisia mahdollisuuksia hyödyntää mallia riippuen sen tietosisällöstä. Mikäli mallin käytön päämääriä tai mallin tietosisältöä ei määritellä riittävän aikaisessa vaiheessa ja riittävän tarkasti, aiheuttaa se haasteita hankkeen edetessä esimerkiksi mallien sisältämän tiedon paljouden tai oleellisen tiedon puutteen takia.

2.6.2 Hankekehitys

Hankekehitysvaiheessa määritellään tavoitteet hankkeen lopputuotokselle esimerkiksi tilaajan, kiinteistönpidon ja toiminnan näkökulmasta. Kohteesta hankekehitysvaiheessa laadittavia malleja ovat mm. vaatimus-, tila- tai lähtötietomallit.

Hankkeen vaativuudesta riippuen hankkeeseen nimetään tietomallikoordinaattori joko hankesuunnitteluvaiheessa tai viimeistään suunnittelun valmisteluvaiheessa. Jos tietomallikoordinaattoria ei määritetä heti hankkeen alussa, täytyy kuitenkin varmistua siitä, että tietomallintamisen käyttötarkoitus ja laajuus koko hankkeen näkökulmasta otetaan huomioon hankesuunnittelussa. [10. s. 9.]

Fira tarjoaa tilaajalle hankekehitysvaiheen tueksi Verstas[®]-palvelumallia. Verstas[®]-mallissa asiakas, suunnittelijat ja hankkeen tyypin kannalta olennaisimmat asiantuntijatohot kootaan saman pöydän ääreen pyrkimyksenä tuottaa asiakkaalle tämän vaatimuksia parhaiten vastaava rakennus. Tietomalli on tärkeä osa Verstas[®]-prosessia. Tietomallin käyttäminen hankekehitysvaiheen työkaluna mahdollistaa erilaisten toteutusvaihtoehtojen vertailun keskenään nopeammin ja helpommin kuin perinteisessä hankkeessa. Vertailua voidaan suorittaa esimerkiksi kustannusten, energiankulutuksen tai lopputuotteen ulkonäön näkökulmasta.

Koska kustannustietoa aletaan tuottaa jo hankekehitysvaiheessa tietomallivusteisesti, integroituu tarjouslaskenta osittain muiden hankkeen vaiheiden yhteyteen, mikä mahdollistaa siirtymisen hankkeen vaiheesta toiseen nopeammalla aikataululla. Myös kaikki muu Verstas[®]-prosessin aikana tehtävä dokumentaatio tuotetaan siinä muodossa, että se on hankkeen seuraavissa vaiheissa hyödynnettävissä tietomallipohjaisesti. [11.]

2.6.3 Suunnittelu ja suunnittelun ohjaus

Tietomallipohjaisessa suunnitteluprosessissa yhteisten toimintatapojen, yhteistyön ja tiedonkulun rooli korostuu. Suunnittelu täytyy olla organisoitua ja eri suunnittelualojen välisten tehtävien ja ohjelmistojen rajapintoihin täytyy kiinnittää erityistä huomiota. Fira käyttää suunnittelunohjauksen tukena Bigroom®-prosessia. Bigroom® on allianssipohjainen toimintatapa, joka kokoaa suunnitteluprosessin eri osapuolet fyysisesti tai virtuaalisesti yhteen. Bigroom®-prosessilla pyritään synnyttämään uusia ideoita, minimoimaan tiedon häviämistä ja parantamaan eri osapuolten välistä kommunikaatiota. [1.]

Koska eri alojen suunnittelu tehdään erillisiin malleihin, täytyy ennen suunnittelun aloitusta varmistua siitä, että kaikki suunnittelualat mallintavat yhteensopivasti muiden alojen kanssa. Yhteisten toimintatapojen määrittely on suunnittelua johtavan tahon vastuulla ja toimintatavat on hyvä selvittää ennen suunnittelupakettien kilpailutusta. [10. s. 11.]

Rakennukset, kerrokset ja lohkot

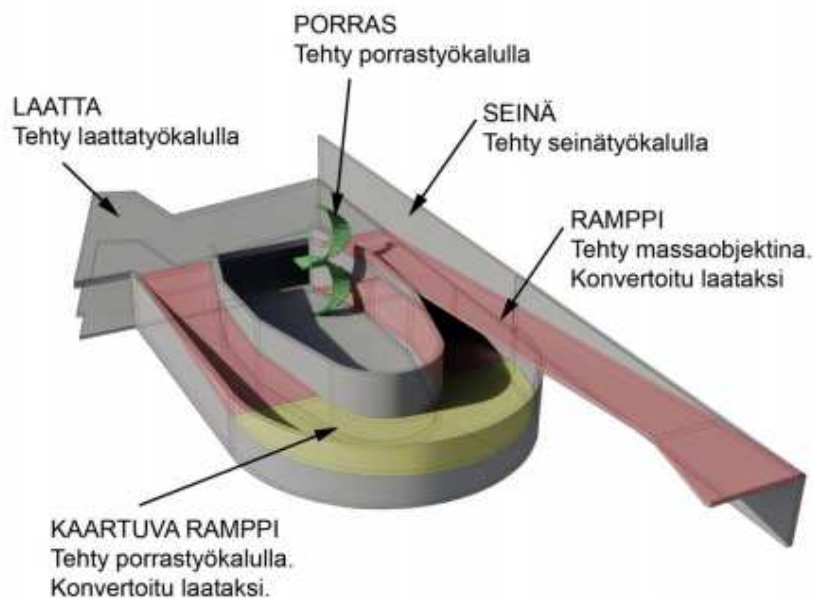
Peruseriaatteena kohteen mallinnuksessa voidaan pitää sitä, että jokainen suunnitteluala mallintaa rakennukset kerroksittain. Kerroksittain mallintaminen on tarkoituksenmukaista, koska hankkeen muu organisaatio tilaajasta työmaahenkilöstöön käsittelee suunnitelmia pääasiassa kerroksittain. Myös erilaiset tietomalliavusteiset simulointiohjelmistot käsittelevät tiloja kerroskohtaisesti. Mikäli kerroksittain mallintaminen ei jossain tapauksissa ole mahdollista, tulee mallin sisältämä tieto kuitenkin olla ryhmiteltynä niin, että se tukee mallin kerroskohtaista tarkastelua.

Useampia rakennuksia sisältävissä kohteissa jokainen erillinen rakennus on luovutettava itsenäisenä mallinaan. Suurissa kohteissa rakennus voidaan myös jakaa useisiin eri lohkoihin sopimalla lohkojaosta koko projektiryhmän kesken. [9. s. 9.]

Mallinnustyökalut

Mallinnuksessa tulee käyttää ohjelmistojen sisältämiä mallikomponentteja ja työkaluja siihen käyttötarkoitukseen, mihin ne on suunniteltu käytettäväksi. Tällä tarkoitetaan, että esim. seinät on mallinnettava seinätyökalulla, palkit palkkityökalulla ja laatat laattatyökalulla. Mikäli joudutaan mallintamaan osia ja rakenteita, joille ei ole saatavissa valmis-

ta komponenttia, tulee poikkeavat mallinnustavat dokumentoida jokaisen mallintavan suunnittelualan ylläpitämään tietomalliselostukseen. [9. s. 8.]



Kuva 4. Esimerkki mallinnuksesta, jossa on käytetty sekä valmiita mallikomponentteja, että poikkeavia mallinnustapoja. [9. s.8.]

Tietomalliselostus

Jokaisen mallintavan suunnittelualan ylläpitämä tietomalliselostus toimii mallia käyttävien osapuolten apuna mallin lukemisessa. Tietomalliselostus luovutetaan päivitettyinä aina yhdessä tietomallin uusimman version kanssa hankkeen osapuolten käyttöön. Tietomalliselostuksesta käy ilmi, mitä käyttötarkoitusta varten malli on laadittu, mikä on sen tarkkuustaso, minkälaisia objektien nimeämiskäytäntöjä mallissa on käytetty ja mitä poikkeamia normaaleista mallinnustavoista mallista löytyy. [9. s. 9.]

Mallien yhdistäminen ja tarkastaminen

Mallien yhdistämisellä minimoidaan virheitä, jotka aiheutuvat eri alojen suunnitelmien ristiriitaisuuksista. Törmäystarkastelujen lisäksi yhdistelmämallia käytetään reikä- ja varaussuunnittelussa. Tietomallien yhdistäminen tapahtuu IFC-tiedonsiirron avulla ja mallit yhdistää tietomallikoordinaattori. [9. s. 18; 12. s. 15-17. 13. s. 36-39.]

Havainnollistaminen

Tietomallia käytetään apuvälineenä havainnollistamiseen suunnittelun ohjauksessa. Tietomallipohjaisen havainnollistamisen määrä ja tarkkuustaso olisi hyvä kirjata suunnittelusopimukseen ja tarjouspyyntöihin, jolloin päämäärä on osapuolten tiedossa ennen suunnittelun aloitusta. Kolmiulotteisien suunnitelmien tarkastelu helpottaa suunnittelun ongelmakohtien tunnistamista ja niihin pystytään reagoimaan nopeammin. [9. s. 18.]

2.6.4 Tietomallipohjainen ratkaisusuunnittelu ja kustannusten arviointi

Fira käyttää tietomallia apuna laskennassa olevien kohteiden ratkaisusuunnittelussa ja kustannusarvioinnissa. Tietomallipohjaisen ratkaisusuunnittelun avulla pystytään nopeuttamaan erilaisten ratkaisujen tuottovaihetta, jolloin on aikaa tutkia useampaa eri ratkaisuvaihtoehtoa. Kun pystytään tutkimaan useita vaihtoehtoja, on todennäköisempää löytää iteraation avulla kustannussäästöjä verrattuna perinteiseen KVR-ratkaisusuunnitteluun tai kilpailu-urakoinnin kustannuslaskentaan.

Kustannusten arviointivaiheessa mallinnus suoritetaan periaatetasolla, jotta malli on helposti hallittavissa ja muunneltavissa. Esimerkiksi pilari mallinnetaan objektina, jolle attribuuttitiedon avulla kerrotaan, mitä materiaalia se on, eli mitä se on kustannusmielessä. Attribuuttitiedon muuttaminen on helppoa eli muutokset mallissa ovat nopeita ja yksinkertaisia verrattuna siihen, kuinka paljon ne vaikuttavat kustannusarvioinnin tarkkuustasoon perinteiseen kustannusarviointiin nähden. Attribuuttitiedot siirretään linkityksen avulla kustannuslaskentaohjelmaan, jossa ne sijoitetaan esimerkiksi Talo80-nimikkeistöön. Kullekin nimikkeelle on syötetty hintatieto, jonka avulla kustannukset muodostuvat.

Mallin ja muutosten avulla saadaan myös todennettua kunkin hankkeen merkittävimmät kustannusten aiheuttajat, mikä ohjaa etsimään kustannussäästöjä oikeista osakokonaisuuksista. Kustannusten kertymistä pystytään tietomallin avulla seuraamaan reaaliaikaisesti, eli epäsuotuisa vaihtoehto huomataan heti. Perinteisessä KVR-ratkaisusuunnittelussa jokainen vaihtoehto joudutaan laskemaan detaljitiedoilla läpi päästä päähän ja kunkin vaihtoehdon kustannukset realisoituvat vasta laskennan lopussa. Tämä tarkoittaa sitä, että mallin päivityksen lisäksi myös linkityksiä kustannuslaskentaohjelmaan joudutaan tekemään useita kertoja.

Tietomallipohjaisessa ratkaisusuunnittelussa hyödynnetään vahvaa vuorovaikutusta eri tahojen välillä. Kannustinpalkkioiden avulla pyritään siihen, että kaikki ajattelevat hankkeen edun oman etunsa edelle, jolloin yhteistyön ja yksilöiden asiantuntemuksen avulla aikaansaadaan useampia eri toteutusvaihtoehtoja, joiden käyttökelpoisuutta punnitaan yhdessä. [14.]

2.6.5 Rakentamisen valmistelu

Rakentamisen valmisteluvaiheessa jatkojalostetaan ja hyödynnetään aiemmissa vaiheissa tuotettuja suunnitelmia ja muuta tietoa niin, että hanke on toteutettavissa. Suunnitelmien pohjalta tehdään hankintasopimuksia niin työn kuin materiaalienkin osalta, aikataulutetaan rakentaminen ja pilkotaan se toteuttamisen kannalta järkeviin osiin.

Mikäli tilaaja edellyttää urakoitsijalta tietomallien käyttöä rakentamisvaiheessa, täytyy tietomallien ja muiden urakka-asiakirjojen keskinäinen pätevyysjärjestys määritellä ja kirjata tietomallit ja tietomalliselosteet urakkasopimuksen teknisiksi asiakirjoiksi. Urakkaohjelmasta täytyy löytyä urakoitsijan tietomallintamiselle asetetut velvoitteet ja tavoitteet. Myös oikeus luovuttaa tietomalli kolmannen osapuolen käyttöön esimerkiksi aliurakkaneuvotteluissa kirjataan urakka-asiakirjoihin. [10. s. 20-21.]

Urakkaneuvottelujen yhteydessä on hyvä myös järjestää erillinen katselmus tietomallin käytöstä tuotantovaiheessa. Katselmukseen osallistuvat pääsuunnittelija ja tarvittaessa myös muita suunnittelijoita, rakennuttaja sekä urakoitsija. Katselmuksen tavoitteena on saattaa urakoitsijan tietoon tietomallien pääsisältö, käyttötarkoitus, tarkkuustaso ja valmiusaste. Suunnittelijat toteavat, että tietomallien laadunvarmistus on kunnossa. Yhdessä todetaan, mitä tietoa malliin tuotantovaiheen aikana lisätään ja kuka vastaa tiedon lisäämisestä sekä mallien ajan tasalla pitämisestä. [15. s. 6-7.]

Määrälaskenta tietomallin avulla

Rakentamisen valmisteluvaiheessa määrälaskentaa tehdään esimerkiksi aliurakoitsijoille lähetettäviä tarjouspyyntöjä varten, rakentamisen aikataulutuksen avuksi ja hankkeen talouden arvioinnin tueksi.

Kun määrälaskentaa halutaan suorittaa tietomallivusteisesti, tärkein ominaisuus tietomalleissa on niiden johdonmukaisuus. Mallinnustarkkuus ja -tapa tulee olla dokumentoituna tietomalliselostukseen, johon perehtyminen auttaa määrälaskijaa päättämään, millä tasolla määrälaskentaa voi tehdä tietomalleja hyväksi käyttäen. Mallien käyttäminen apuna määrälaskennassa on hyvä huomioida jo suunnittelun aloitusvaiheessa. Tällöin suunnittelussa osataan huomioida, että mallista täytyy saada ulos määrälaskentaan käytettävää tietoa.

2.6.6 Tietomallien käyttö tuotantovaiheessa

Tietomallien käytön laajuus tuotantovaiheessa on urakoitsijariippuvaista. Erilaiset käytötävät liittyvät suurimmaksi osaksi tuotannon organisointiin, jolle tilaaja ei yleensä esitä täsmällisiä vaatimuksia. Urakoitsija voi käyttää tietomallia apuna esimerkiksi määrälaskennassa, hankintojen tekemisessä ja toteutuksen havainnollistamisessa.

Tietomallia voidaan käyttää tuotantovaiheessa esimerkiksi rakentamisen aikataulutukseen, aluesuunnitteluun ja rakentamisvaiheen työturvallisuusratkaisujen varmistamiseen. Edellä mainituilla käyttötavoilla on vaikutusta myös hankkeen muiden osapuolien toimintaan. [15. s. 6-18.]

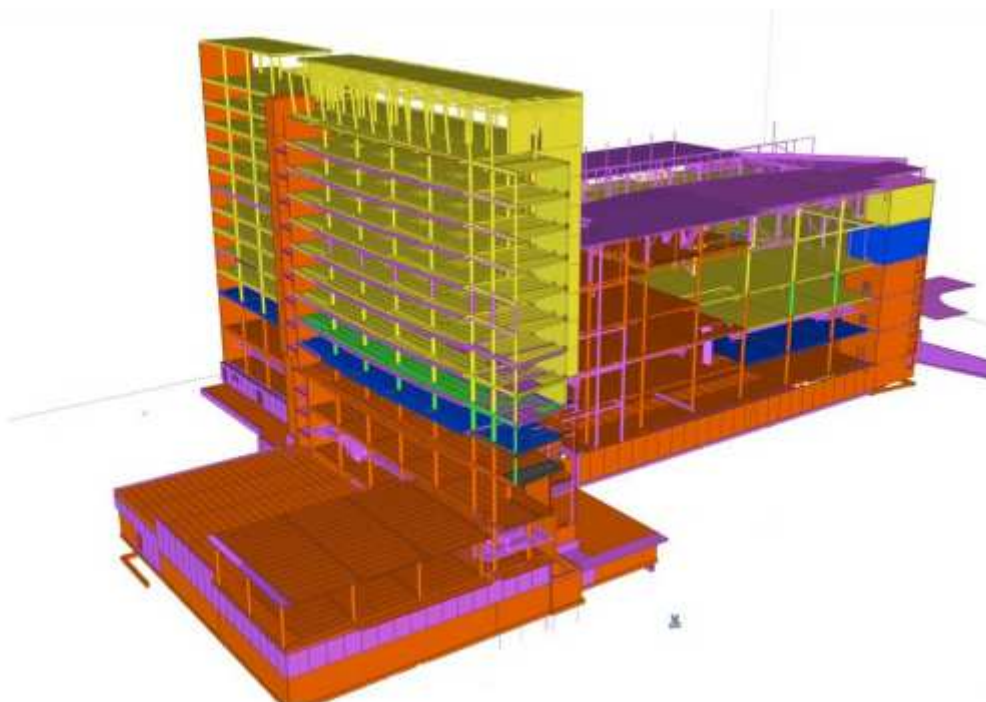
Rakentamisen aikataulutus

Tietomallipohjaisen aikataulun avulla voidaan täydentää tilaajalle jaettua rakentamisen aikataulua. Riippuen aikatauluun syötettävästä tiedosta, voidaan tietomallipohjaisella aikataululla ohjata esimerkiksi täydentävän suunnittelun järjestystä. Rakentamisvaiheessa aikataulu ja siinä pysyminen on yksi kiinnostavimmista asioista tilaajan kannalta. Rakentamisen edistymisen kuvaaminen tietomallipohjaisen aikataulun avulla esimerkiksi työmaakouksissa on tilaajalle ja muille työmaaorganisaation ulkopuolisille tahoille huomattavasti havainnollisempi tapa verrattuna muihin käytössä oleviin aikataulun seurantamenetelmiin.

Tietomallipohjaiseen aikatauluun voidaan lisätä vain ne rakenteet, jotka on mallinnettu ja aikataulu voidaan esittää vain sillä tarkkuustasolla, kuinka tarkasti rakenteet on esitetty mallissa. Tietomallin käyttö tuotantovaiheen aikataulutuksen apuna olisi hyvä olla

tiedossa jo hankkeen alussa. Tällöin aikataulutuksen käytön vaatimukset tietomallin tietosisällölle osataan huomioida jo suunnitteluvaiheessa.

Rakentamisvaiheen tietomallipohjaisessa aikataulussa suunnittelun, elementtien tuotannon, ja niiden asentamisen etenemistä voidaan kuvata esimerkiksi värikoodauksen avulla. Toteumatilannetta päivitetään tietomalliin sovituin väliajoin, esimerkiksi viikon välein. [15. s. 11-12.]



Kuva 5. Esimerkki runkovaiheen tietomallipohjaisesta aikataulusta. Värikoodit: oranssi = valmis/asennettu, sininen = kuluva viikko, vihreä = seuraava viikko, keltainen = aikataulutettu, yli kaksi viikkoa, lila = aikataulutettu, yli kaksi viikkoa, eri urakoitsija. (Lähde: SRV, Flamingo, Vantaa) [15. s.11.]

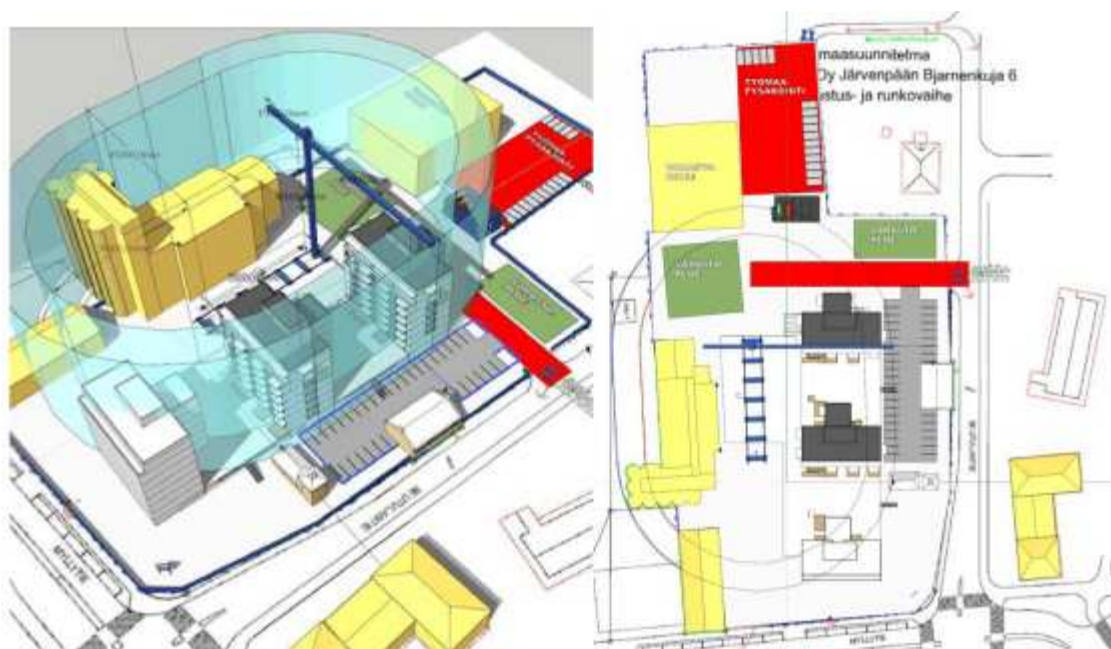
Rakennusalueen käytön mallintaminen

Aluesuunnitelman avulla välitetään tietoa työmaasta, sen toiminnoista ja esimerkiksi alueen sisäistä ja alueen ulkopuolisista liikennejärjestelyistä sekä alueella työskenteleville, että myös työmaa-alueen lähistöllä liikkuville. Aluesuunnitelmaan tutustuminen kuuluu myös osaksi uuden työntekijän perehdyttämistä työmaalle. Työmaan aluesuunnitelma voidaan laatia perinteisen 2D-suunnitelman lisäksi myös tietomalliin, jolloin suunnitelma pystytään esittämään myös 3D-muodossa. Aluesuunnittelun esittäminen

tietomallipohjaisesti helpottaa erityisesti ulkopuolisia (esim. ohikulkijat) ymmärtämään työmaan vaikutuksia lähiympäristöön.

Aluesuunnitelmassa esitetään käytössä oleva tontti rakennuksineen sekä kaikki väliaikaiset varusteet, kulkutiet ja tilavaraukset. Mikäli suunnitelma laaditaan tietomalliin, tulee sitä laadittaessa huomioida, että samaa suunnitelmaa tulee pystyä tarkastelemaan myös 2D-muodossa ja lisätä suunnitelmaan esimerkiksi havainnollistavia tekstejä tukemaan 2D-esitysmuotoa.

3D-suunnitelman laatiminen helpottaa havainnollistamaan esimerkiksi nosturien ulottuvuuksia ja vaara-alueita tai hälytysajoneuvojen kulkureittejä.



Kuva 6. Esimerkki tietomallipohjaisesta 3D-aluesuunnitelmasta sekä sama suunnitelma 2D-näkymänä. Kuvassa on havainnollistettu esimerkiksi nosturin ulottuvuutta. (Lähde: NCC, As Oy Järvenpään Bjarnenkuja 6) [15. s. 15.]

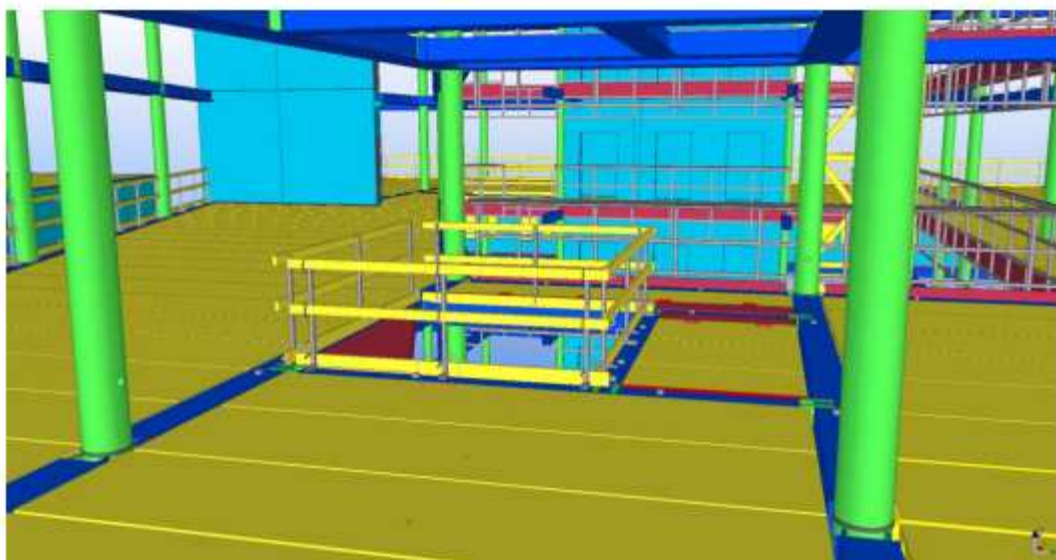
Työturvallisuusratkaisujen mallintaminen

Työnaikaisella turvallisuussuunnittelulla tarkoitetaan työjärjestyksen, erilaisten tuentojen ja jäykistysten sekä esimerkiksi putoamissuojauksen suunnittelua. Työturvallisuusratkaisut käydään läpi suunnittelijoiden kanssa. Työturvallisuusratkaisut tulisi huomioida

da jo rakennesuunnitelmia laadittaessa, koska esimerkiksi turvavälineiden kiinnitykset voivat vaatia erilaisia osia tai varauksia elementteihin.

3D-esitystapa turvallisuussuunnitelmissa helpottaa normaaleihin 2D-suunnitelmiin verrattuna esimerkiksi erilaisten kaidetyyppien tunnistamista ja työturvallisuusratkaisujen havainnollistamista työntekijätasolle asti.

Erilaisia mallinnettavia työturvallisuusratkaisuja voivat olla esimerkiksi putoamissuojauksessa käytettävät aukkosuojat ja erilaiset kaiteet ja valjaiden kiinnityspisteet. Työturvallisuusratkaisujen mallinnus voidaan toteuttaa tietomalliin yksityiskohtaisesti, jolloin esimerkiksi erilaiset kaideosat kuvataan tarkasti, jolloin kaidetyypit pystytään erottamaan ulkonäön perusteella toisistaan. Ratkaisut voidaan mallintaa myös pienemmällä tarkkuustasolla käyttämällä hyväksy esimerkiksi värikoodausta erottamaan erilaisia kaidetyyppejä toisistaan. Mikäli mallintamisen käytöstä halutaan saada irti suurin hyöty verrattuna perinteiseen työturvallisuussuunnitteluun, on suositeltavaa tehdä työturvallisuusratkaisujen mallinnus mahdollisimman yksityiskohtaisesti. Mikäli yksityiskohtainen työturvallisuussuunnittelu koko tietomalliin tuntuu liian raskaalta, voidaan mallinnus sopia tehtäväksi vain rajatulle alueelle tietomalliin, esimerkiksi yhteen kerrokseen. [15. s. 16-17.]



Kuva 7. Esimerkki tietomalliin mallinnetusta turvakaidejärjestelmästä. [15. s. 18.]

2.6.7 Tietomallien laadunvarmistus läpi hankkeen

Jotta tietomallien käyttö tuottaa hankkeelle lisäarvoa, täytyy varmistua siitä, että mallit on laadittu ohjeiden mukaan ja käyttötarkoitukseensa sopivasti. Perinteisessä, 2D-suunnitteluun pohjautuvassa suunnitteluprosessissa n. 5-10% suunnitelmatiedosta on laadullisesti tarkastettavissa, kun IFC-mallissa analysoitavan ja tarkastettavan suunnittelutiedon määrä on. n. 40-60%. Tarkastettavia tietoja ovat mm. tekninen tietosisältö, eli onko malli muodostettu oikein suunnitteluohjelmasta, tietomallin tietosisältö, eli löytyykö mallista kaikki kussakin vaiheessa tarvittavat tiedot sekä erilaiset törmäystarkastelut ja mallien yhdenmukaisuuden vertailu, jonka avulla voidaan arvioida suunnitelmien laatua ja sisältöä. Tietomallien laadunvarmistuksesta puhuttaessa tulee huomioida, että laadunvarmistusmenetelmillä ei voida tarkastaa suunnitelmien toimivuutta esim. rakenteellisen mitoituksen ja rakennuksen käyttötarkoitukseen sopivuuden suhteen. [16. s. 3.]

Tietomallien laadunvarmistuksella pyritään huomaamaan suunnitteluprosessissa syntyvät ongelmat mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jolloin niihin pystytään reagoimaan vaiheessa, jossa muutokset eivät vielä aiheuta hankkeelle huomattavia lisäkustannuksia tai aikatauluviivettä. Laadunvarmistusprosessin käyttö tuottaa näin ollen lisäarvoa erityisesti hankkeen tilaajalle. Myös suunnitteluorganisaatio hyötyy laadunvarmistusprosessista. Suunnitelmien laatu paranee ja eri suunnittelualojen tuottamien suunnitelmien muodostama kokonaisuus saadaan tehtyä mahdollisimman toimivaksi. [16. s. 4.]

IFC-pohjaisten tiedonsiirtomenetelmien käyttö tekee suunnitteluprosessin läpinäkyvämmäksi perinteiseen dokumenttipohjaiseen tiedonsiirtoon verrattuna. Useampien tahojen on helpompi seurata suunnittelun kulkua ja havainnoida mahdollisia ongelmia, mikä edesauttaa osaltaan parempaan lopputulokseen pääsemistä. [16. s. 7.]

Esimerkkejä laadunvarmistusmenetelmistä

Tietomallien laatua valvotaan esimerkiksi säännöllisesti pidettävillä suunnittelijakokouksilla, joissa suunnittelun tilanne tarkastetaan tietomallien avulla ja puututaan mahdollisiin erityishuomiota vaativiin kohtiin. Ennen suunnittelijakokousta jokainen suunnittelija toimittaa oman mallinsa mallien yhdistämisestä vastaavalle taholle, jolloin kokoukseen saadaan käyttöön ajantasainen yhdistelmämalli. Jokainen suunnittelija liittää toimitta-

maansa malliin mukaan myös lyhyen selvityksen tietomallin valmiusasteesta. Suunnittelukokouksissa ovat läsnä eri alojen suunnittelijat sekä suunnitteluryhmä.

Hankkeen varrelle sovitaan tietomallipohjaisten suunnitelmien tarkastuspisteitä. Tarkastuspisteissä mallien laadunvarmistusta suoritetaan sekä suunnittelijoiden, suunnitteluryhmän, että tilaajan puolesta. Yleisimmin tarkastuspisteet sovitaan ajankohtiin, jotka edeltävät suunnitelmien luovuttamista seuraavan vaiheen käyttöön. [16. s. 7-9.]

Lisäksi kunkin suunnittelijan tulee suorittaa omien suunnitelmiansa tarkastelua säännöllisesti. [16. s. 8.]

Tietomallien laadunvarmistuksessa käytettävät kaksi päämenetelmää ovat tarkastaminen ja analyysi. Tarkastamismenetelmässä tietomallissa sijaitsevan tiedon oikeellisuus tarkastetaan sellaisenaan. Tällaista suoraan mallista tarkastettavaa tietoa ovat esimerkiksi erilaisten pinta-alavaatimusten täyttyminen ja törmäystarkasteluilla tarkistettavat asiat. Analyysimenetelmässä tietomallin avulla tuotetaan tietoa, jota käytetään laadun oikeellisuuden arviointiin. Laajuuslaskelma on yksi esimerkki arkkitehtisuunnitelmiin tehtävistä analyyseistä. Sen avulla saadaan käsitys siitä, miten suunnitelman nykytilanne suhteutuu suunnittelun tavoitteisiin. Myöhemmässä vaiheessa hanketta teetettäviä analyysejä ovat esimerkiksi energia-analyytit. [16. s. 11-12.]

2.6.8 Tietomallien käyttö rakennusvalvonnassa

Tietomalleja voidaan hyödyntää myös rakennusvalvonnan apuna. Mallin käyttö viranomaistyössä on riippuvainen siitä, millaiset valmiudet kullakin viranomaisella on mallin käyttöön. Tietomallien käyttö rakennusvalvonnan apuna on osa prosessia, jossa hankkeiden tietojenhallinta ja lupakäsittelyt ovat sähköisiä. Tietomallia voidaan käyttää apuna rakennusvalvonnassa, mikäli tietomalli toimii kohteen suunnitelmana ja kaikki tarvittava tieto on näin ollen löydettävissä tietomallista. [25. s. 6-7.]

Tietomallista voidaan hakea rakennusvalvonnan käyttöön ns. metatietoa eli hankkeen perustietoja, jotka nykyisin löytyvät esimerkiksi piirustusten nimiöistä. Lisäksi mallista voidaan poimia tietoa esimerkiksi pinta-aloista, rakennetyypeistä tai eri komponenttien lukumääristä. [25. s.7.]

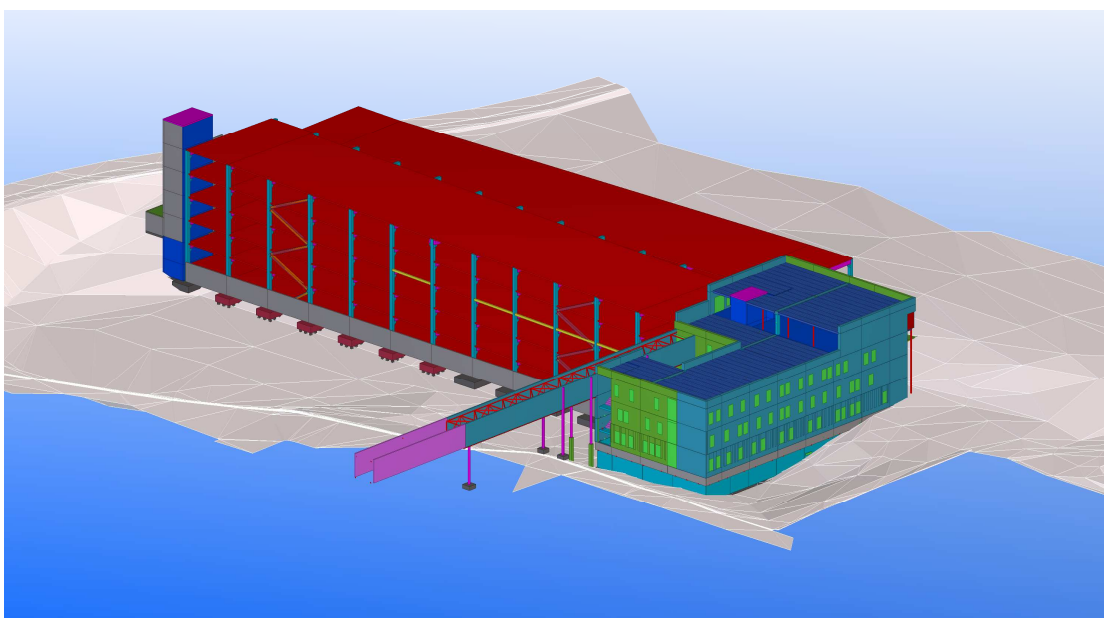
Tietomallia voidaan käyttää myös erilaisten tarkistusten ja analyysien välineenä tarkasteltaessa esimerkiksi palo- ja poistumisreittejä tai esteettömyysvaatimusten täyttymistä. [25. s.7.]

Mallia voidaan hyödyntää myös puhtaasti visuaaliseen tarkasteluun. Visuaalisen tarkastelun avulla voidaan tutkia esimerkiksi tulevaa rakennusta sijoitettuna olemassa olevaan ympäristöön. Visuaalista tarkastelua pystytään tekemään jo nykyisten tietomallien avulla, kunhan mallinnettaessa kiinnitetään huomiota siihen, että visuaalinen ilme vastaa mahdollisimman tarkasti todellisuutta. [25. s. 7.]

3 Tietomallin käyttö Lahden Sairaalaparkin työmaalla

3.1 Yleistä

Lahden Sairaalaparkki koostuu betonielementtirakenteisesta 5-kerroksisesta toimistorakennuksesta (3516 m²) ja siihen liittyvästä 600-autopaikkaisesta pysäköintilaitoksesta sekä teräsrakenteisesta yhdystunnelista Päijät-Hämeen Keskussairaalan olemassa olevaan osaan. Lahden Sairaalaparkki on KVR- kokonaisurakkahanke, joka toteutettiin aikavälillä 5/2012-8/2013. [3. s. 32.]



Kuva 8. Lahden Sairaalaparkin tietomalli.

Kohteesta oli hankkeen alkuvaiheessa olemassa luonnossuunnitelmat sekä lähes valmiit rakennuslupatasoiset kuvat. Rakennesuunnitelmia ei ollut ollenkaan. Tilaaja esitti vaatimuksen kohteen suunnittelusta tietomallipohjaisesti ja arkkitehti oli mallintanut urakkalaskentavaiheen luonnossuunnitelmat. [3. s. 32.]

Fira hyödynsi kohteessa mallinnusta jo tarjousvaiheessa laatimalla kohteesta tietomallin Tekla Structures -ohjelmalla, johon mallinnettiin maankaivu, täytöt, anturat, runko, väliseinät, pintarakenteet ja julkisivut. Mallista siirrettiin määrätietoa Firan käyttämän iLink- ohjelmiston avulla Tocomanin Talo 80 -pohjaiseen hinnoittelujärjestelmään ja

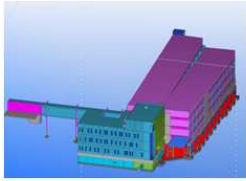
kustannuksista 60% saatiin mallipohjaisesti. Lahden Sairaalaparkin tyyppisen KVR-kohteen toteutusvaihtoehtojen vertailu mallia muuttamalla oli helppoa ja nopeaa kustannusten päivittyessä automaattisesti hinnoittelujärjestelmään.

Runkourakka kilpailutettiin Tekla-mallin avulla ja sopimus elementtitoimittajan kanssa tehtiin ilman paperipiirustuksia. Työmaan perustamisvaiheessa mallia käytettiin työn suunnittelussa ja hankinnoissa paperikuvien puuttumisen vuoksi.

Hankkeen aikana järjestettiin säännöllisiä tietomallipalavereita, joihin osallistuivat kaikki suunnittelualat, tietomallikoordinaattori ja urakoitsijan edustaja. Palavereissa valvottiin esimerkiksi mallintamisen edistymistä ja tarkasteltiin eri alojen suunnitelmien päällekkäisyyksiä.

Jokainen mallintava suunnitteluuala ylläpiti omaan malliinsa liittyvää tietomalliselostetta, josta kävivät ilmi mallintamiseen käytetyt ohjelmistot ja formaatit, edellisen julkaistun mallin jälkeen tehdyt päivitykset, mallinnusperiaatteet ja mahdolliset poikkeamat normaaleista mallinnuskäytännöistä. Tietomalliseloste luovutettiin urakoitsijan käyttöön aina yhdessä uusimman mallin version kanssa.

Yleiset tiedot	
Selosteen päiväys	23.01.2013
Kohde	Lahden Sairaalaparkki ja toimistotalo
Tiedoston nimi	RAK_121221_LSP.ifc
Mallin käyttötarkoitus	Rakennesuunnittelu / <u>rakentaminen</u>
Mallinnusohjelmisto	Tekla Structures 17.0
Tiedonsiirtomuoto	IFC 2x3
Mallintaja	
Nimi	Mikko Harmanen
Yritys	Ramboll Finland Oy
Puhelinnumero	020 755 7670
Sähköpostiosoite	mikko.harmanen@ramboll.fi
Lähtötiedot	
Lähtötietotyyppi	Malli / dokumentti, tiedostomuoto
Tietomalli	Projektipankin suunnitelmat
Muut lähtötiedot	Pöytäkirjat ja muistiot



Mallinnusperiaatteet	
Nimikeistö	Ramboll Finlandin numer
Mittayksikkö	mm
Origo (x, y, z)	0,0,0
Kerrokset	K3, K2, K1, 1, 2, 3, 4, 5
Lohkot	A, B, C, D, E
Mallin tarkkuustaso	Vaihtelee välillä toteutus
Poikkeukset tarkkuustasosta	Toimisto ja parkkitalot
Poikkeukset normaalista mallinnustavasta / muut huomiot*	Tiili / lasiseiniä mallinnettu tasokaavioissa paremmir Pakkitalon mallinnettu
Rakennetyyppitiedon sijainti	-
Mallin tietosisältö	
Mallin valmiusaste	Suunnittelun valmiusaste
Muutokset edellisen mallin julkaisun jälkeen (ilmoita edellisen julkaisupvm.)	Edellinen malli 121221.F valmis ja yhdysillan rake viimeistelyvaiheessa

* Oletuksena on, että rakennusosat on mallinnettu mallinnustavasta poikkeavien rakennusosien mallin huomioitavat asiat kirjataan yllä olevaan taulukkoor

Kuva 9. Tietomalliseloste, RAK.

Lahden Sairaalaparkki sai erikoismaininnan Tekla BIM awards 2012 -kilpailussa perusteluin "Haaste tilaajan tietomallivaatimuksesta otettiin tosissaan. Todellinen BIM-projekti!" [3. s. 33.]

3.2 Haastattelut

Tietomallin erilaisia käyttötapoja Lahden Sairaalaparkin työmaalla tutkittiin haastattelemalla Firan työmaaorganisaation työntekijöitä. Ennen haastatteluja laadittiin haastattelusuunnitelma ja koottiin listaus yleisimmistä käyttötapauksista haastattelemalla Lahden Sairaalaparkin työmaainsinööriä, jolla oli työmaalla suurin asiantuntemus tietomallin käytöstä. Haastattelujen rungon laatimisessa käytettiin pohjana juurisyyanalyysia. Juurisyyanalyysi on ongelmien kartoitus- ja ratkaisutapa, jossa pyritään siihen, että ongelma saadaan määriteltyä niin tarkasti, että saadaan selville ongelman perimmäinen aiheuttaja. Haastatteluissa pyrittiin pääsemään lähemmäs ongelman aiheuttavaa juurisyytä pyytämällä haastateltavaa perustelemaan antamaansa vastausta mahdollisimman tarkasti esimerkiksi "miksi?/ miksi ei?"-kysymysten avulla. Haastattelu toteutettiin nimettömänä ja haastateltaville painotettiin, että tutkimuksen avulla kartoitetaan käyttötapauksen hyödyllisyyttä, eikä esimerkiksi yksittäisten henkilöiden asenteita tietomallintamisen käyttöä kohtaan. Käyttötapaukset lähetettiin tiedoksi haastateltaville etukäteen. Haastattelut nauhoitettiin, jotta saatiin minimoitua riski siitä, että olennaista tietoa jää kirjaamatta. Jokaisen haastattelun tuloksena syntyi Excel-matriisi, johon kirjattiin kaikki haastattelussa kerätty materiaali. Haastatteluissa käytetty Excel-matriisipohja on esitetty työn liitteenä.

3.3 Käyttötapaukset

Erilaisia tietomallin käyttötapauksesimerkkejä listattiin ennen haastatteluja 10 kappaletta.

Yleisenä huomiona haastatteluiden pohjalta voidaan todeta, että haastateltavien tietomallin käyttötaidoissa oli suuria eroja. Toiset haastateltavista olivat myös enemmän tietoisia siitä, mihin kaikkeen tietomallia on mahdollista käyttää apuna. Osan käsitys tietomallin käyttömahdollisuuksista puolestaan rajoittui suunnitelmien katselemiseen 3D-muodossa ja mittojen ottamiseen mallista.

Detaljitarkastelu

Yksityiskohtien tarkastelulla tarkoitetaan esimerkiksi kahden eri rakenneosan liitoksen tarkastelemista tietomallista.

Jokainen haastateltava oli käyttänyt tietomallia apuna yksityiskohtien tarkastelussa. Tietomallin todettiin olevan visuaalisempi tapa tarkastella esimerkiksi pilarin yläpään ja palkin liitosta kuin perinteiset 2D-detaljipiirustukset.

Yleisesti halutun yksityiskohdan löytäminen mallista koettiin nopeammaksi kuin saman yksityiskohdan löytäminen perinteisistä 2D-suunnitelmista. Kaksi haastateltavista koki, että haluttua kohtaa on vaikeaa tarkastella tietomallista. Koettiin, että kun mennään tarpeeksi lähelle tarkasteltavaa kohtaa yksityiskohtien selvittämiseksi, vaikeutuu sen havainnoiminen, miten yksityiskohta liittyy suurempaan kokonaisuuteen. Lisäksi yksi haastateltavista totesi, ettei osaa valita käyttämästään ohjelmasta oikeita työkaluja yksityiskohdan tarkastelemiseksi. Haastateltavat kokivat myös ongelmalliseksi esimerkiksi detaljin mittojen selvittämisen tietomallin avulla. Yksi haastateltavista totesi myös, että hänen käyttämänsä Solibri-ohjelmisto toimii jähmeästi yksityiskohtia tarkasteltaessa mikä on aiheuttanut turhautumista ja saanut käyttämään 2D-suunnitelmia.

Kaikki haastateltavat kokivat tietomallin hyväksi avuksi yksityiskohtien tarkastelun välineenä, mutta suurimman osan mielestä tietomalli toimii yksityiskohtien tarkastelussa vain avustavana työkaluna ja vierelle tarvitaan aina 2D-suunnitelmat samasta kohdasta. 2D-suunnitelmista selviää haastateltavien mukaan helpommin esimerkiksi yksityiskohdan liittyminen suurempaan kokonaisuuteen. Yksityiskohdan tarkastelu 3D-mallista puolestaan auttaa hahmottamaan paremmin 2D-suunnitelmakehää.

Rakennusosien tietojen tarkastelu

Rakennusosien tiedoilla tarkoitetaan tietomallissa oleviin objekteihin lisättyä tietoa esimerkiksi objektin materiaalista, elementtitunnuksesta tai valmistus- ja asennusaikatauluista.

Noin puolet haastateltavista oli käyttänyt mallia apuna tietojen tarkasteluun. Lisäksi osa haastateltavista totesi, että on ollut mukana kun mallista on etsitty tietoa, mutta ei itse

osaisi etsiä samaa tietoa mallista. Mallia käytettiin apuna esimerkiksi putkien eristämateriaalien tarkastamiseksi putkimiestä varten.

Haastateltavien mukaan läheskään kaikkea tietoa ei löytynyt mallista, jolloin tiedot täytyi katsoa perinteisesti paperikuvista. Suurin osa haastateltavista oli sitä mieltä, että tietoja pystyy tarkastelemaan yhtä nopeasti perinteisistä suunnitelmista kuin mallista.

Eri suunnitelmien yhdistäminen ja tarkasteleminen päällekkäin

Tietomalliohjelmiston avulla eri suunnittelualojen suunnitelmat pystyy avaamaan samassa mallissa ja niitä pystyy tarkastelemaan päällekkäin. Esimerkiksi talotekniikan reittejä ja niille suunniteltuja läpivientireikiä tarkasteltaessa täytyy tietoa hakea eri alojen suunnitelmista.

Haastateltavat pitivät eri suunnitelmien päällekkäistä tarkastelua tietomallin parhaimpana ominaisuutena työmaakäytössä. Jokainen haastateltavista oli käyttänyt tietomallia apuna suunnitelmien päällekkäisessä tarkastelussa. Mallin käytön koettiin nopeuttavan päällekkäistä tarkastelua ja vähentävän virheiden määrää. Yksi haastateltavista koki eri suunnitelmien piilottelun ja takaisin näkyviin saamisen ongelmalliseksi.

Yhdistelmämallin avulla oli haastateltavien mielestä helppoa tarkastella suurempia kokonaisuuksia ja suunnitelmissa käytetyt värit auttoivat selkiyttämään suunnitelmia ja erottamaan esimerkiksi eri alojen tekniikkaa sisältävät reitit toisistaan. Lisäksi suunnitelmia saa tarkasteltua yhdistelmämallin avulla missä kohdassa tahansa kun taas perinteisistä suunnitelmista ei esimerkiksi ole saatavilla leikkauskuvia kaikista tarpeellisista kohdista.

Mittaaminen

Kaikki haastateltavat olivat käyttäneet tietomallia apuna mittaamisessa. Tietomallin käytön hyväksi puoleksi koettiin se, että mittoja saa otettua myös sellaisista kohdista, joita ei tasokuvien avulla pysty mittaamaan. Haastateltavista suurin osa koki ongelmalliseksi sen, että mittatyökalu tarttuu helposti väriin pisteisiin, jolloin otettuihin mittoihin ei pysty täysin luottamaan. Myös 3-ulotteisuus toi haastateltavien mielestä haastetta mittaamiseen ja lisäsi virheellisen mitan mahdollisuutta.

Kokoukset ja neuvottelut

Tietomallia on käytetty työmaakokouksissa ja suunnitelmakatselmuksissa apuna rinnan perinteisten 2D-kuvien kanssa. Tietomallin avulla on tarkasteltu ongelmallista kohtaa ja digitaalisessa muodossa oleviin 2D-suunnitelmiin on tehty merkintöjä älynäytön avulla. Haastateltavien mielestä mallin käyttö työmaakokouksessa on nopeuttanut ja selkiyttänyt asioiden käsittelyä. Tarvittava kohta löytyy nopeammin mallista ja mallin ollessa havainnollisempi esitystapa, pääsevät kaikki kokouksen osallistujat nopeammin kartalle käsiteltävästä asiasta.

Haastateltavien mielestä mallin käytön edut kokouksissa tulevat esille, kun mallia käyttää sen käyttöön harjaantunut käyttäjä. Ilman harjaantunutta käyttäjää tietomallin käytön ei uskota tuovan lisäarvoa kokouksiin vaan pikemminkin hidastavan asioiden käsittelyä.

Toteutuksen havainnollistaminen asentajille

Työmaalla on ollut käytössä holvilla kone, jonka avulla asentajien on ollut mahdollisuus tarkastella tietomallia vieraillematta työmaatoimistossa. Koneetta on käytetty melko harvakseltaan ja syyksi arvioitiin esimerkiksi koneen löytämisen vaikeus sen sijaitessa vain yhdessä huoneessa. Kun asentajat ovat vierailleet työmaatoimistossa, työmaainsinööri on ohjeistanut asentajia tietomallin avulla. Tietomallin käyttö asentajille havainnollistamisen apuna on henkilöitynyt suurimmaksi osaksi kohteen työmaainsinööriin, joka on harjaantunut tietomallin käyttäjä.

Haastateltavat eivät osanneet arvioida olisiko asentajien työ tehokkaampaa, mikäli holvilla olisi helposti saatavilla kone, jonka avulla asentajat voisivat itsenäisesti tarkastella suunnitelmia. Yksi haastateltavista piti ongelmallisena vastuiden kannalta sitä, että asentajat tarkastelisivat itsenäisesti tietomallia holvilla, mikä saattaisi kasvattaa kynnystä tulla tarkastamaan asiaa työmaatoimistosta työnjohtajalta.

Määrälaskenta

Suurin osa määrälaskennassa käytetyistä määristä on haastateltavien mukaan otettu suoraan laskennasta sen ollessa yleensä käytäntönä ajan puutteen takia, mikäli suunnitelmia ei ole vielä tarkastettu.

nitelmiin ei ole tullut suuria muutoksia. Yksi haastateltavista oli käyttänyt tietomallista saatuja anturoiden tilavuustietoja apuna tilatessaan betonia ja totesi mallin toimineen ainakin tähän käyttötarkoitukseen.

Aluesuunnitelma

Lahden Sairaalaparkin työmaalla aluesuunnitelma on tehty Tekla Structures -ohjelmalla. Tietomalliin tehtyä aluesuunnitelmaa on käytetty apuna perehdytyksessä ja työmaan ulkopuolisten henkilöiden tiedottamisessa. Sairaalaparkin työmaa sijaitsee Päijät-Hämeen keskussairaalan yhteydessä, joten työmaan logistiikasta ja muista vaikutuksista ympäröivään alueeseen tarvittiin selkeät ohjeet ulkopuolisille. Haastateltavat kokivat tietomalliin tehdyn suunnitelman vahvoiksi puoliksi sen havainnollistavuuden mallin ollessa 3-ulotteinen. Tästä koettiin olleen hyötyä erityisesti sivullisille, joilla ei ole aiempaa näkemystä siitä, millä kaikilla tavoilla rakennustyömaa vaikuttaa lähiympäristöön.

Aikataulusuunnittelu ja valvonta

Jokainen haastateltavista kertoi, että tietomallipohjainen aikataulusuunnittelu ja valvonta ei ole ollut juurikaan käytössä kohteessa. Esimerkiksi elementtitoimittajien toimittamia Excel- vinjettejä pidettiin hyvänä toimintamallina ja nykyisellään tietojen syöttäminen tietomalliin vain lisäisi työtä tuottamatta merkittävää lisäarvoa. Mikäli elementtitoimittajat toimittaisivat tiedot siinä muodossa, että ne olisivat sellaisenaan lisättävissä malliin ilman lisätyötä ja elementtitilaukset pystyisi tekemään tietomalliavusteisesti, tietomallista voisi haastateltavien mukaan olla hyötyä verrattuna perinteiseen tapaan. Tämä vaatisi tietomallin käyttöön perehtyneen henkilön sekä Firan työmaaorganisaatioon että myös elementtitoimittajalle.

Toteuman vertaaminen suunnitelmiin

Lahden Sairaalaparkin työmaalla vanha sairaalarakennus sekä uusi sairaalaan liittyvä toimistorakennus kytkettiin toisiinsa rakentamalla niiden väliin kulkusilta. Työmaalla suoritettiin laserkeilaus ja vanhan puolen liittymä mallinnettiin tietomalliin, jotta pystyttiin vertaamaan, onko suunniteltu kulkusilta sopiva vanhaan rakenteeseen. Kun vanhan puolen liittymä oli mallinnettu, selvisi, että suunniteltu silta oli liian pitkä verrattuna to-

delliseen tilanteeseen. Olemassa olevien rakenteiden laserkeilauksesta ja mallinnuksesta kertyi kustannuksia huomattavasti vähemmän verrattuna siihen, että uuden kulkusillan sopimattomuus paikalleen olisi huomattu vasta sitä asennusvaiheessa. [17.]

3.4 Uudet käyttötarpeet

Yksi haastateltavista koki suurimmaksi uudeksi käyttötarpeeksi valaistuksen sekä muun työmaan aikaisen tekniikan mallintamisen tietomalliin. Pidempään kestävillä työmailla työmaan aikaista tekniikkaa joudutaan monesti suunnittelemaan ja siirtelemään useaan kertaan pois rakentamisen tieltä. Lahden Sairaalaparkin työmaalla arveltiin tähän kuluneen satoja työtunteja. Mikäli tekniikka saataisiin mallinnettua ja tietomalliin olisi syötetty myös rakentamisen aikataulutiedot, voitaisiin tekniikan sijoittelua tarkastella läpi koko työmaan keston. [17.]

3.5 Tietomallintaminen ja hankkeen muut osapuolet

Firan työmaahenkilöstön lisäksi haastateltiin puhelimitse hankkeen tilaajaa sekä osaa hankkeen suunnittelijoista, aliurakoitsijoista ja tavarantoimittajista.

Haastatteluissa selvitettiin, kokivatko haastateltavat tietomallin käytöstä olleen hyötyä heidän kannaltaan Lahden sairaalaparkin hankkeessa ja millaiset valmiudet ja halukkuus haastateltavilla osapuolilla on hyödyntää tietomallintamista työssään tulevilla hankkeilla.

Hankkeen rakennuttajan Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveystyöryhmän projektipäällikön kokemukset tietomallin käytöstä hankkeen aikana olivat myönteiset. Tietomallinnuksen koettiin olevan nykypäivää ja parantavan suunnittelun laatua ja vähentävän virheiden määrää verrattuna tasossa tapahtuvaan suunnitteluun. Tilaaja on hyödyntänyt tietomallinnusta myös muissa hankkeissaan ja mallinnusta aiotaan hyödyntää myös tulevilla hankkeilla. [18.]

Hankkeen LVISA KVR -urakoitsijan LSK Electricin suunnittelupäällikön mukaan tietomallia ei hankkeessa heidän yrityksensä puolesta käytetty. Myöskään muissa hankkeissa tietomallia ei ole hyödynnetty, mutta yritykselle on tullut useita kyselyitä tietomal-

lin käytöstä. Suunnittelupäällikkö totesi, että Lahden Sairaalaparkin hankkeessa suurin hyöty tietomallintamisesta saatiin hänen mielestään käyttämällä sitä apuna risteilyjen tarkastelussa työmaalla. [19.]

Hankkeen LVI-suunnittelun toteutti Granlund Lahti Oy. Granlund Lahden suunnittelupäällikön mukaan koko LVI-suunnittelu reikäpiirustuksista lähtien on tehty tietomalliin. Suunnittelupäällikkö totesi, että osa hankkeista tehdään edelleen perinteisellä mallilla, koska pienemmillä rakennuttajilla ei välttämättä ole resursseja tietomallin hyödyntämiseen. Suunnitteluorganisaatio on kuitenkin tietomallintamisen kannalla suunnittelun ollessa tällöin läpinäkyvämpää. Tämä tuo suunnittelijat lähemmäs toisiaan ja ratkaisuja joudutaan väistämättä pohtimaan kaikkien kannalta. Huonona puolena suunnittelupäällikkö koki työmäärän lisääntymisen isoissa kohteissa. Lisäksi puutteita on vielä siinä, että mallinnukselle asetettaisiin rakennuttajan puolelta tarkat rajat ja tavoitteet suunnittelun alkaessa. [20.]

Hankkeen elementtitoimitukset hoitaneen Parman suunnittelupäällikkö kertoi, ettei ole käyttänyt tietomallia työskentelynsä apuna Lahden Sairaalaparkin hankkeessa. Suunnittelupäällikkö ei kokenut saavansa omaan työhönsä lisäarvoa tietomallia käyttämällä, vaikka siihen olisi ollut mahdollisuus. Suurimmaksi ongelmaksi hän kokee sen, ettei uskalla luottaa mallissa olevan tiedon ajantasaisuuteen. [21.]

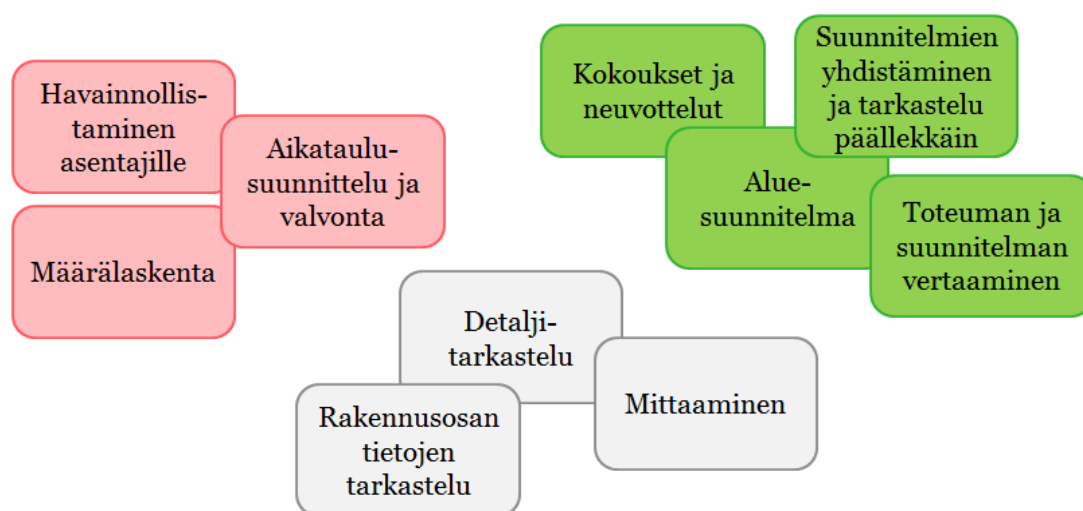
Kohteen teräsrakenneurakoitsija MR Steelin suunnittelija kertoi, että kaikki MR Steelin tekemät teräsrakennesuunnitelmat Lahden Sairaalaparkin projektiin tehtiin tietomallin avulla. Tietomallintamista pyritään yrityksessä hyödyntämään aina kun siihen on mahdollisuus. Tietomallintamalla tehty suunnittelu tuo MR Steelin suunnittelijan mielestä luotettavuutta suunnitteluun ja nopeuttaa työskentelyä, koska tiedon vaihtaminen on helpompaa eri osapuolten välillä. Detaljitaso suunnittelu on hänen mielestään silti edelleen helpompi tehdä esimerkiksi AutoCAD-ohjelmalla. [22.]

Parkkihallin julkisivu-urakoitsijan Lai-Teräs Mäkisen projektipäällikkö kertoi, ettei Lahden Sairaalaparkin tietomallia ole heidän yrityksessään käytetty, mutta heidän puolestaan on toimitettu tietoja lisättäväksi malliin. Projektipäällikön mukaan tietomalli on käytössä joissain yrityksen muissa hankkeissa, mutta paljon tehdään edelleenkin ilman tietomallia. Projektipäällikkö koki ongelmalliseksi tietomallinnetuissa hankkeissa sen, että suunnittelun tapahtuessa tietomallissa, ei kaikkia tarpeellisia suunnitelmia löydy

perinteisinä kuvina, josta kärsivät ne hankkeen osapuolet, joilla ei ole itsellään käytössä tietomalliohjelmistoa. Projektipäällikkö koki tietomallin käytön kuitenkin vähentäneen virheitä suunnitelmissa ja tehneen suunnitelmien sisältämästä tiedosta tarkempaa verrattuna perinteiseen suunnitteluun. [23.]

4 Analyysi tietomallin työmaakäytöstä

Haastattelujen pohjalta Lahden Sairaalaparkin todennetut tietomallin käyttötapaukset ryhmiteltiin käyttötapauksiin, joihin tietomallin käyttö toi lisäarvoa verrattaessa perinteiseen tapaan (alla olevassa kuvassa vihreällä), joihin tietomallin käyttö ei tuonut erityisesti lisäarvoa (alla olevassa kuvassa harmaalla) sekä käyttötapauksiin, joissa tietomallia ei käytetty tai käyttö aiheutti hukkaa (alla olevassa kuvassa punaisella).



Kuva 10. Lahden Sairaalaparkin työmaalla todennetut tietomallin käyttötapaukset ryhmiteltynä työskentelyn kannalta hyödyllisiin, hyödyttömiin ja hukkaa aiheuttaviin käyttötapauksiin.

Käyttötapauksen ryhmittelyn jälkeen pyrittiin löytämään perimmäiset syyt siihen, miksi mikään käyttötapaus oli koettu joko hyödylliseksi, hyödyttömäksi tai hukkaa aiheuttavaksi. Seuraavassa luvussa on listattuna, millaisia hyötyjä tietomallin käytöstä saatiin Lahden Sairaalaparkin työmaalla ja mikä aiheutti esteitä tietomallin täysmääräiselle hyödyntämiselle.

4.1 Hyödyt

4.1.1 Havainnollistavuus ja kattavuus

Tietomallin käytön merkittävimäksi eduksi voidaan lukea sen havainnollistavuus. Havainnollistavuus koettiin hyödyksi lähes jokaisessa käyttötapaussessa. Tietomallin käytön koettiin helpottavan eniten suunnitelmavirheiden tai -puutteiden havaitsemista, hankkeen eri osapuolten välistä kommunikaatiota ja työmaan toiminnasta viestimistä ulkopuolisille.

Esimerkki 1

Mallin avulla havainnollistamista on käytetty apuna suunnitelmakatselmuksissa. Alla oleva kuva on osa Lahden Sairaalaparkin LVI-suunnitelmakatselmuksen muistiosta. Muistioon lisätty kuvankaappaus ja kohdan sijainti tietomallissa helpottavat ARK-suunnittelijaa löytämään kommentointia vaativan kohdan mallista.

Numero	Tunnus	Sijainti	Pvm	Luoja	Kuva	Kommentti
16	90	(A) ARK_LSP	20.11.2012	EL		EL, 20.11.2012: Alakattodetalji / sisäänkäynti -> voiko alakattoon jättä reiän oviverhokoneen kohdalle (Tarkistetaan ARK)

Kuva 11. Kuvankaappaus Lahden Sairaalaparkin LVI-suunnitelmakatselmuksen muistiosta.

Esimerkki 2

Tietomallista havainnollistavana apuvälineenä hyötyvät erityisesti hankkeen ulkopuoliset tahot, joille työmaa ja sen toiminta on vierasta. Tietomallista oikeassa perspektiivissä otettuja kuvankaappauksia käytettiin apuna työmaa-aluetta ympäröivien jalankulkureittien muutosten tiedottamisessa jalankulkijoille. Jalankulkijoille uuden kävelyreitin hahmottaminen 3-ulotteisesta kuvasta on helppoa.

Esimerkki 3

Tietomallin käytön hyödyksi todettiin tietomallin kattavuus suunnitelmia tarkasteltaessa. Kattavuudella tarkoitetaan tässä esimerkissä sitä, että tietomallin avulla suunnitelmia pystyy tarkastelemaan juuri siinä kohdassa, mikä kulloinkin on tarkoituksenmukaista. Perinteisestä tasosuunnittelua tehtäessä on suunnittelijan harkinnassa, kuinka paljon ja mistä kohdista suunnitelmia esimerkiksi leikkauskuvia esitetään. Työmaalla tulee poikkeuksetta eteen tilanteita, joissa olemassa olevat leikkauskuvat ovat vääristä kohdista tai niitä ei ole riittävästi. Tällöin joudutaan tekemään oletuksia olemassa olevan tiedon pohjalta, mikä johtaa todennäköisesti virheisiin. Tarkastelemalla suunnitelmia tietomallissa, pystyttiin työmaalla hahmottamaan paremmin esimerkiksi paikat, joissa kulki usean eri alan tekniikkaa ja joiden hahmottamiseksi perinteisistä tasokuvista olisi tarvittu lukuisia leikkauksia.

4.1.2 Nopeus ja tehokkuus

Haastattelujen pohjalta voidaan todeta, että ajallista hyötyä tietomallin käytöstä saavutettiin Lahden Sairaalaparkin työmaalla kokous- ja neuvottelutilanteissa, detaljitarkastelua tehtäessä ja eri alojen suunnitelmia päällekkäin tarkasteltaessa. Ajallisella hyödyllä ei tarkoiteta niinkään ajallista hyötyä rakentamisen aikataulun suhteen, vaan työntekijöiden oman ajankäytön tehostumista asioiden käsittelyn nopeutuessa.

Esimerkki 1

Työmaakokouksissa on koolla joukko hankkeen eri osapuolia, jotka eivät välttämättä keskustele keskenään työmaakokousten ulkopuolella. Työmaakokoukset ovat nopea-tempoisia ja käsiteltävää asiaa on paljon. Käyttämällä tietomallia apuna työmaakokouksissa, kaikki osallistujat pääsevät mallin havainnollistavuuden avulla nopeammin kiinni kulloinkin käsiteltävään asiaan ja pystyvät tarvittaessa ottamaan kantaa omalta osaltaan. Tietomallin käytön edut korostuvat varsinkin sille hankkeen osapuolelle, joka on vähiten harjaantunut perinteisten tasokuvien käytössä.

Esimerkki 2

Detaljitarkastelua tehtäessä tietomalli nopeuttaa detaljin ymmärtämistä, koska detaljia voidaan tarkastella 3-ulotteisena ja useasta eri suunnasta. Tietomallin käyttö nopeuttaa myös sen ymmärtämistä, kuinka detalji liittyy sitä ympäröiviin rakenteisiin. Lahden Sairaalaraparkin hankkeen projektipankin rakennetta kuvailtiin sekavaksi, mikä myös osaltaan puolsi tarvittavan tiedon löytämistä nopeammin tietomallin avulla.

Esimerkki 3

Eri alojen suunnitelmia päällekkäin tarkasteltaessa tietomallin käyttö nopeuttaa tilanteen hahmottamista. Eri alojen suunnitelmien vertaaminen keskenään perinteisinä tasokuvina on haastavaa. Oikean kohdan löytämisen ja kokonaisuuden hahmottamisen lisäksi aikaa kuluu tarkistuksiin ja varmistuksiin, joita pitää väistämättä tehdä useamman kerran, kun tietoa on poimittu useasta eri tasokuvasta. Käytettäessä tietomallia, kaikki tarvittavat suunnitelmat avataan samaan malliin ja ne lomittuvat toisiinsa. Tarvittaessa ylimääräisiä suunnitelmia saa piiloteltua ja lisää suunnitelmia avattua samaan malliin nopeasti.

4.1.3 Kustannussäästöt

Välittömiä kustannussäästöjä työmaalla saavutettiin käyttämällä tietomallia apuna suunnitelmien ja toteuman vertaamisessa keskenään. Kuten aiemmin työssä todettiin, vanhan ja uuden puolen toisiinsa yhdistävä teräsrakenteinen kulkusilta todettiin liian pitkäksi, kun työmaalla suoritettiin laserkeilaus ja sen perusteella mallinnettuja olemassa olevia rakenteita verrattiin suunnitelmiin. Toteuman laserkeilauksesta ja tilanteen mallintamisesta aiheutui kustannuksia mittamiehen päivän työtuntien ja vähäisten tulosten mallintamisesta aiheutuneiden kustannusten verran. Mikäli kulkusillan sopimattomuus paikoilleen olisi huomattu vasta asennusvaiheessa, olisi virheestä aiheutunut esimerkiksi aikatauluviivettä, kustannuksia suunnitelmien päivittämisestä ja teräsosien uudelleen valmistamisesta ja kuljetuksista.

4.2 Haasteet

4.2.1 Yhteisten toimintatapojen puute

Haastatteluissa nousi monessa kohdassa esille tietomallin käyttöä estäneitä tekijöitä, jotka liittyivät puutteellisiin käyttötaitoihin tai tietämykseen siitä, mihin kaikkeen mallia pystyy hyödyntämään. Työmaalla toimivien henkilöiden tietomallin käyttötaidoissa oli suuria eroja ja mallin käytön hyödyntäminen henkilöityi vahvasti kohteen työmaainsinööriin, jolla oli vahvin kokemus mallin käytöstä.

Haastatteluissa esiin nousseet seikat ovat seurausta siitä, että työmaahenkilöstölle ei esitetty yhtenäisiä toimintatapoja tietomallin käytöstä jokapäiväisen työn apuna. Tietomallin sisältämä suuri määrä erilaisia käyttömahdollisuuksia koetaan negatiiviseksi asiaksi, kun oma käyttökokemus on vähäistä ja konkreettiset esimerkit mallin käytöstä puuttuvat.

4.2.2 Ennakkoluulot ja asenteet

Tietomallintaminen on verrattain uusi innovaatio muutosvastarintaiseksi koetulla rakennusalalla, jolla useissa asioissa toimitaan edelleen jopa vuosikymmeniä vanhojen toimintatapojen mukaan. Myös haastatteluissa oli havaittavissa ennakoasenteita tietomallintamista kohtaan. Ennakkoluulot ja asenteet pohjautuivat esimerkiksi kuulopuheisiin tai kokemuksiin tietomallin käytöstä aiemmissa hankkeissa.

Ennakkoluulot ja asenteet tulivat esille mm. epäluottamuksena tietomallin sisältämää tietoa kohtaan. Haastateltavat kokivat epävarmuutta esimerkiksi siitä, onko suunnitelmamuutoksia tai -päivityksiä dokumentoitu tietomallin vai onko mallissa oleva tieto vanhentunutta.

Tietomalli ei myöskään sisältänyt kaikkea samaa tietoa kuin perinteiset suunnitelmat. Kun puutteita tietomallin sisältämässä tiedossa tuli esille, lisäsi se myös osaltaan epävarmuutta käyttää mallia apuna esimerkiksi hankintojen tekemisessä niidenkään tietojen osalta, jotka mallista löytyivät.

4.2.3 Laitteet ja ohjelmistot

Haastateltavat kokivat esteeksi joillekin tietomallin käyttötapauksille myös käytössä olevien ohjelmistojen tai laitteiden soveltumattomuuden työn suorittamiseen.

Useampi haastattelija nosti esille esimerkiksi tarpeen isommalle näytölle tarkasteltaessa suunnitelmia tietomallista. Pieneltä näytöltä tiettyä kohtaa tarkasteltaessa koettiin hankalaksi hahmottaa sen liittyminen suurempaan kokonaisuuteen. Toinen näyttö koettiin miltei välttämättömäksi työkaluksi tietomallia käytettäessä.

Yksi haastateltavista koki myös koneen tehokkuuden riittämättömäksi tietomallin kanssa työskentelyyn tarkasteltaessa lähelle zoomattuna yksityiskohtia Solibri-ohjelmistolla.

4.2.4 Hankkeen muiden osapuolten valmiudet

Tietomallin käytön hyödyntäminen työmaakäytössä mahdollisimman laajasti vaatii valmiutta tietomallin käyttöön myös muilta rakennushankkeen tuotantovaiheen osapuolilta kuin Firan työmaaorganisaatiolta. Tietomallintamista hyvin tunteva ihminen Firan työmaaorganisaatiossa ei riitä, vaan sellainen tulisi löytyä myös toisen osapuolen organisaatiosta.

Lisäksi myös hankkeen muiden osapuolien täytyy kiinnittää huomiota ja tarvittaessa päivittää toimintatapojaan vastaamaan tietomallintamisen asettamia vaatimuksia. Esimerkiksi tietomallipohjaiseen aikataulusuunnitteluun tai –seurantaan tarvitaan elementtitoimittajalta tietoa sellaisessa muodossa, että se pystytään sellaisenaan siirtämään tietomalliin. Mikäli tietoa joudutaan työmaalla muokkaamaan että se saadaan lisättyä tietomalliin, menetetään tietomallin käytöstä saadut hyödyt.

5 Yhteenveto ja jatkotutkimus

Opinnäytetyön tavoitteena oli todentaa Lahden Sairaalaparkin työmaalla käytössä olleet tietomallin käyttötapaukset sekä niistä saadut hyödyt ja kehitystarpeet.

Lahden Sairaalaparkin projektiorganisaatiolle tehtyjen haastattelujen pohjalta voidaan todeta, että suurin syy sille, ettei tietomallia pystytty käyttämään tehokkaasti tuotantovaiheessa, on organisaation osaamisvaje tietomallin käytössä. Osaamisvaje ilmeni esimerkiksi tietämättömyytenä tietomallin käyttömahdollisuuksista ja tietomallin käytön mieltämisenä työtä lisääväksi tekijäksi. Osaamisvaje ilmeni myös ennakkoluulona tietomallin sisältämän tiedon paikkaansa pitävyyttä kohtaan.

Osaamisvajeen poistamiseksi yrityksen tulee ensin määritellä yhtenäinen tapa, jolla tietomallia tullaan jatkossa hyödyntämään tuotantovaiheessa. Tietomallin käyttötavat tulee kuvata ja tietomallin käyttö tulee liittää osaksi tuotannon prosesseja. Tietomallin käytöstä tulee laatia ohjeistus työmaahenkilöstölle sekä järjestää henkilöstölle koulutuksia tietomallin käyttöön liittyen. Lisäksi täytyy kuvata tietomallin työmaakäytön vaatimukset hankkeen aiemmille vaiheille. Tavat, joilla tietomallia tullaan käyttämään työmaalla, tulee tuoda esimerkiksi hankkeen suunnitteluorganisaation tietoon.

5.1 Tutkimuskysymykset

Tutkimustyön etenemiseksi asetettiin 5 tutkimuskysymystä:

1. Löytyykö tietomallin tuotannon aikaisesta käyttötapauksista konkreettista tutkimustietoa?
2. Mitä käyttötapauksia Lahden työmaalla on kokeiltu, mitkä ovat todennetut hyödyt ja minkä verran työtä käyttö on vaatinut? Mitä esteitä käyttötapauksissa on ilmennyt?
3. Miten tietomallin käyttöä voidaan edelleen tehostaa ja lisätä työmaalla käyttötapauksiin perustuen?

4. Minkälaiset valmiudet hankkeen muilla osapuolilla on tietomallintamisen hyödyntämiseen tällä hetkellä tutkitussa hankkeessa?
5. Vaikuttaako tietomallin käytön lisääminen työmaan roolijakoon ja työtehtävien sisältöön? Mitä toimenpiteitä tämä käytännössä vaatii?

Tutkimuskysymys 1

Työn teoriaosuus pohjautui pääasiassa YTV2012:ta eli Yleisiin tietomallivaatimuksiin. YTV2012 toimii ohjeistuksena siitä, mitä kaikkia asioita on hyvä ottaa huomioon heti hankkeen alussa mikäli koko hanke haluaa toteuttaa tietomallivastaisesti. Tietomallin työmaakäyttöön YTV2012 ei tarjoa konkreettista ohjeistusta, joten työssä määritettyjä tietomallin käyttötapauksia työmaalla ei voida vertailla YTV2012:n kanssa. Jotta työhön olisi saatu enemmän vertailupohjaa, olisi ollut hyödyllistä tutkia teorian tueksi esimerkiksi ulkomaalaisia julkaisuja.

Tutkimuskysymykset 2 & 4

Erilaiset tietomallin käyttötapaukset työmaalla koottiin kohteen työmaainsinöörin avustuksella ja ne toimivat Firan työmaaorganisaatiolle tehtyjen haastattelujen runkona. Haastattelujen pohjalta saatiin poimittuja erilaisista käyttötapauksista saatuja hyötyjä. Haastateltaessa työmaahenkilöstöä olisi voitu mennä vielä syvemmälle siihen, miksi haastateltavat kokivat kunkin käyttötapauksen joko hyödylliseksi tai hyödyttömäksi.

Haastatteluiden perusteella voidaan todeta, että tietomallintamista on hyödynnetty työmaalla, mutta mallin käytöstä saadut hyödyt ovat riippuvaisia tietomallia käyttäneestä henkilöstä ja tämän osaamistasosta, koska yhtenäistä ohjeistusta tietomallin hyödyntämismahdollisuuksista ei ole ollut käytössä.

Haastateltavat kokivat tietomallintamisen ylivoimaisesti parhaana ominaisuutena sen havainnollistavuuden, joka oli helpottanut esimerkiksi kommunikointia ja monimutkaisten suunnitelmakohtien ymmärtämistä.

Suurimmaksi haasteeksi koettiin yhteisten toimintatapojen puute. Haastateltavat eivät olleet välttämättä tietoisia siitä, millä kaikilla tavoilla tietomallia voi käyttää apuna

omassa jokapäiväisessä työssä tai kuinka tietomallia tulee käyttää, jotta se tehostaa työtä eikä toimi työtä lisäävänä tekijänä.

Tietomallin tehokasta käyttöä on estänyt myös se, että tietomallin tietosisältö ei ole vastannut mallin työmaakäytön tarpeita. Tämä on seurausta siitä, ettei ennen rakentamisvaiheeseen ryhtymistä ollut tarkkaa tietoa siitä, kuinka mallia tullaan hyödyntämään työmaalla. Mallintavat tahot eivät ole siis osanneet huomioida työmaan vaatimuksia.

Hankkeen muista haastatelluista osapuolista suunnittelijat suhtautuivat myönteisesti tietomallintamisen käyttöön hankkeessa. Suunnitteluorganisaatiosta löytyi asiantuntevasta tietomallin käyttöön. Myös projektin tilaaja koki tietomallintamisen hyödylliseksi ja tietomallintamista on hyödynnetty myös tilaajan muissa hankkeissa. Urakoitsijoilla ja tavarantoimittajilla tietämys tietomallintamisesta ja sen käytöstä työn apuna oli selkeästi heikompaa. Tietomallintamisen hyödyt tulisi todentaa urakoitsijoille ja tavarantoimittajille ja lisäksi näiden täytyisi lisätä tietomalliosaamista omiin organisaatioihinsa.

Tutkimuskysymykset 3 & 5

Jotta tietomallintamisesta saadaan hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti, täytyy myös muiden hankkeen osapuolien olla valmiita hyödyntämään tietomallintamista omassa toiminnassaan. Allianssimallin mukaisilla hankemalleilla sekä kumppanuussuhteita kehittämällä pystytään kehittämään tietomallin käytöstä sellainen kokonaisuus, että se tuo hyötyä myös hankkeen muiden osapuolien toimintaan.

Tietomallin käytön kynnyksestä jokapäiväisessä toiminnassa työmaalla tulee saada madallettua. Erilaisista käyttömahdollisuuksista tarvitaan työmaahenkilöstölle selkeät ohjeistukset sekä konkreettisia esimerkkejä helposti ymmärrettävässä muodossa siitä, kuinka tietomalli helpottaa käytännön työskentelyä. Konkreettiset esimerkit auttavat työntekijöitä hahmottamaan sen, mihin kaikkeen tietomallia voi omassa työssä käyttää avuksi. Esimerkeissä olisi hyvä suorittaa vertailua siitä, miten tietty tehtävä suoritetaan ns. perinteisellä tavalla ja kuinka sama asia voidaan tehdä tietomalliavusteisesti. Tietomallin käyttö on hyvä jalkauttaa työmaalle palanen kerrallaan erilaisten koulutusten ja tuotannon suuntauspäivien avulla. Ihanteellista olisi, jos jokaisesta työmaaorganisaatiosta löytyisi kokeneempi tietomallin käyttäjä, joka toimisi tarvittaessa tukena vähemmän mallia käyttäneille.

Lahden Sairaalaparkin tyypisissä KVR- hankkeissa pääurakoitsija pääsee osallistumaan myös suunnitteluvaiheeseen. Kun yrityksellä on tiedossa, millä kaikilla tavoilla tietomallintamista kannattaa käyttää apuna työmaatoiminnassa, voidaan mallin työmaakäytön vaatimukset viedä suunnittelijoiden tietoon ja näin ehkäistä tilannetta, jossa tietomalli ei sisällä kaikkea työmaakäytön kannalta tarvittavaa tietoa.

Tietomallin käyttöön työmaalla ohjaa myös Firalla käynnissä oleva kehitystyö, jonka avulla tietomallintaminen saadaan kytkettyä osaksi tuotannon prosesseja eli ohjamaan työmaan tapaa toimia.

5.2 Jatkotutkimus

Työn tuloksia voidaan hyödyntää jatkotutkimuksen aiheena esimerkiksi valitsemalla todennetuista käyttötapauksista ne, joita halutaan käyttää tulevilla hankkeilla. Valittuja käyttötapauksia voidaan käyttää apuna kehitystyössä, jonka tarkoituksena on luoda yritykselle yhtenäinen käytäntö hyödyntää tietomallia tuotantovaiheen apuvälineenä.

Lähteet

- 1 Fira Oy. 2014. M-files- tietokanta. Otto Alhava. Kehitysjohdaja. Keskustelut. 2014.
- 2 WSP Finland. 2014. What is BIM. < <http://www.wspgroup.com/en/wsp-group-bim/BIM-home-wsp/what-is-bim/>>. Verkkosivut. Luettu 27.4.2014.
- 3 Latvala, Jyrki. 2012. Fira Oy. Tietomallinnuksen hyödyntäminen työmaatoiminnoissa, RAPS- tutkielma.
- 4 Tietomallintamisen (BIM) käyttö Suomessa – kyselyn tulokset. 2013. Rakennustietosäätiö RTS – BuildingSMART Finland. Lehdistötiedote 19.8.2013. < <http://www.buildingsmart.fi/uutiset.html?a100=17>>
- 5 Alhava, Otto. 2013. Big room + SUKE = Big bang? Powerpoint-diat. Saatu Fira Oy:ltä 3.9.2013.
- 6 Tekla BIMsight. <<http://www.teklabimsight.com/getStarted.jsp>> Verkkosivut. Luettu 3.4.2013.
- 7 AECMAGAZINE, Solibri Model Checker V8. <http://aecmag.com/index.php?option=com_content&task=view&id=527&Itemid=32> Verkkosivut. Luettu 3.4.2013.
- 8 BuildingSMART Finland, Yleiset tietomallivaatimukset 2012. <<http://buildingsmart.fi/8>> Verkkosivut. Luettu 3.4.2013.
- 9 Yleiset tietomallivaatimukset - YTV2012. 2012. Osa 1, Yleinen osuus < http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf>. Verkkodokumentti. Luettu 21.2.2013.
- 10 Yleiset tietomallivaatimukset – YTV2012. 2012. Osa 11, Tietomallipohjaisen projektin johtaminen <http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_11_projektin_johtaminen.pdf>. Verkkodokumentti. Luettu 21.2.2013.
- 11 Fira Oy, Firan Verstas. 2013. <<http://www.fira.fi/fi/yritys/firan-verstas/>> Verkkosivut. Luettu 3.4.2013.
- 12 Yleiset tietomallivaatimukset – YTV2012. 2012. Osa 5, Rakennesuunnittelu < http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_5_rak.pdf>. Verkkodokumentti. Luettu 4.4.2013.

- 13 Yleiset tietomallivaatimukset – YTV2012. 2012. Osa 4, Talotekninen suunnittelu <
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_4_tate.pdf>. Verkkodokumentti. Luettu 4.4.2013.
- 14 Alhava, Otto. Isoherranen, Harri. 2013. Firan TieRa – Tietomallipohjainen Ratkaisusuunnittelu. Powerpoint-diat. Saatu Fira Oy:ltä 15.10.2013.
- 15 Yleiset tietomallivaatimukset – YTV2012. 2012. Osa 13, Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa.
<http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_13_rakentaminen.pdf>. Verkkodokumentti. Luettu 21.2.2014.
- 16 Yleiset tietomallivaatimukset – YTV2012. 2012. Osa 6, Laadunvarmistus.
<http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_6_laadunvarmistus.pdf>. Verkkodokumentti. Luettu 4.4.2014.
- 17 Fira Oy:n Lahden Sairaalaparkin työmaaorganisaatio. 2013. Vastaava työnjohtaja, työnjohtajat (3kpl) ja työmaainsinööri. Haastattelut. 17.6.2013 ja 18.6.2013.
- 18 PSHOTEY. 2013. Projektipäällikkö. Puhelinhaastattelu. 5.11.2013.
- 19 LSK-Electrics Oy. 2013. Suunnittelupäällikkö. Puhelinhaastattelu. 5.11.2013.
- 20 Granlund Lahti Oy. 2013. Suunnittelupäällikkö. Puhelinhaastattelu. 5.11.2013.
- 21 Parma Oy. 2013. Suunnittelupäällikkö. Puhelinhaastattelu. 5.11.2013.
- 22 MR Steel Oy. 2013. Suunnittelija. Puhelinhaastattelu. 5.11.2013.
- 23 LAI- teräs Mäkinen Ky. 2013. Projektipäällikkö. Puhelinhaastattelu. 5.11.2013.
- 24 Yleiset tietomallivaatimukset – YTV2014. 2014. Osa 14, Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa.
<http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa14_rakennusvalvonta.pdf>. Verkkodokumentti. Luettu 27.4.2014