



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

TIETOMALLINTAMISEN HYÖDYNTÄMINEN RAUDOITTEIDEN TOIMITUSKETJUSSA

Riku Virtanen

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2016
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Innrakentaminen



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentaminen

VIRTANEN, RIKU:

Tietomallintamisen hyödyntäminen raudoitteiden toimitusketjussa

Opinnäytetyö 24 sivua, joista liitteitä 0 sivua

Maaliskuu 2016

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, kuinka tietomallintamista pystyttäisiin hyödyntämään paremmin infrahankkeiden teräsbetonirakenteiden raudoitteiden toimitusketjussa. Tutkimusta varten haastateltiin suunnittelijoita, työmaahenkilöstöä sekä raudoitetoimittajia talvella 2016. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää keinoja, joilla pääurakoitsija voisi edistää toimitusketjun toimivuutta, sekä tutkia millaisia hyötyjä pääurakoitsijalle tietomallin hyödyntämisestä tulee. Nykyisestä toimitusketjusta löytyi asioita, joita parantamalla ketjusta saataisiin toimivampi ja käytännöllisempi.

Haastattelujen avulla syntyi käsitys siitä millainen toimitusketju on ja miten tietomallin hyödyntäminen toimii tänä päivänä. Haastattelujen tarkoituksena oli saada tietoa tietomallintamisen hyödyistä, ja mielipiteitä mahdollisista tulevaisuuden eduista. Tutkimuksen aikana selvisi, missä ovat toimitusketjun heikkoudet ja millaisia haasteita tietomallintaminen voi tuoda.

Tutkimuksessa tuli selvästi esille se, että tietomallintaminen on tulevaisuutta, ja että mallien käyttö vakiintuu infrarakentamisen alalla. Kaikilla haastattelujen osapuolilla oli intressejä saada tietomallintamisen käyttö vakiintumaan. Siitä saatavat aikataululliset- ja kommunikaatiohyödyt ovat kaikille arvokkaita. Tällä hetkellä käyttöä haittaa laitteiden ja työmaakäyttöön tarkoitettujen ohjelmistojen vähäisyys. Toinen haaste, joka ei varsinaisesti estä tietomallien käyttöä, mutta heikentää sitä, on käytännöllisen tietomallin jakamiseen käytetyn avoimen formaatin toimimattomuus. Tämä ilmenee siten, että natiivimallia käytettäessä malliin tehdyt muutokset eivät päivitty osapuolten tietoon ilman, että mallin joutuu lähettämään uudestaan.

Tutkimuksessa asetettuja tavoitteita saavutettiin. Vaikka tulokset ovat osin haastatteluihin perustuvia mielipiteitä, niin niiden yhdenmukaisuus korosti uskoa ja tarvetta tietomallintamisen tarpeeseen tulevaisuudessa.

Asiasanat: tietomallintaminen, toimitusketju

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme of Construction engineering
Infrastructure Construction

VIRTANEN RIKU:

Use of information modelling in the supply chain of reinforcements

Bachelor's thesis 24 pages, appendices 0 pages

March 2016

The purpose of this thesis was to research how to exploit information modeling better in supply chain for reinforcements in reinforced concrete builds. During February and March 2016 interviews were done with designers, work site personnel and reinforcement suppliers for the research. Purpose of the research was to find possible ways for prime contractor on how to improve on functionality of the supply chain and what kind of benefits might the prime constructor get from the utilization of modeling. By improving on matters found on the current supply chain, the chain would be more functional and practical. During this thesis ways to improve on the supply chain was wanted.

With the help of the interviews, perception on how the supply chain works now and how information modeling is used today, was made. Purpose of the interviews was to get information about the benefits information modeling brings and opinions on what kind of benefits might modeling bring in the future. During the research perception about the weak link on the chain and risks information modeling might bring was made.

Research clearly disclosed the fact that information modeling is part of the future and belief that use of models stabilizes in the business. Everyone who took part on the interviews had interests to stabilize the usage of information modeling. The benefits on time-tables and communication are valuable to everyone on the supply chain. Equipment and software for work site usage are disturbing the improvement. Another matter disturbing the improvement is the fact that none of the open formats for sharing information models is practical for usage right now. When using native model, changes made on the model are not updated to all the parties without sending the model again.

The matters searched during the research were found. The results are opinions, but due to them being in line with each other and the belief in the future by all parties, results are practical.

Key words: information modeling, supply chain

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	MALLINTAMINEN	7
3	RAUDOITTEIDEN MALLINTAMINEN NYKYPÄIVÄNÄ	8
	3.1 Suunnittelijat	8
	3.2 Työmaa	9
	3.3 Raudoitetoimittajat.....	11
4	MALLINTAMISEN HYÖDYT TULEVAISUUDESSA.....	12
	4.1 Suunnittelu	12
	4.2 Työmaa	12
	4.3 Raudoitteiden toimitus	13
5	MALLINTAMISEN RISKIT	15
	5.1 Suunnittelu	15
	5.2 Työmaa	15
	5.3 Raudoitteiden toimitus	16
6	YHTEENVETO HAASTATTELUISTA.....	18
7	VISIO TOIMIVASTA TOIMITUSKETJUSTA.....	20
8	POHDINTA.....	22
	8.1 Pohdintaa työstä.....	22
	8.2 Pohdintaa työn tekemisestä.....	23
	LÄHTEET.....	24

LYHENTEET JA TERMIT

A-rauta	Suora rauta
Tekla Structure	Yleisesti käytettävissä oleva tietomallinnus ohjelma
Natiivimalli	Tietomalli, joka on tallennettuna sen mallintamisessa käytetyn ohjelman omassa tiedostomuodossa
IFC	Lyhenne sanoista Industry Foundation Classes, jatkuvasti kehitettävä kansainvälinen rakennusalalla käytettävä standardi mallipohjaiseen tiedostonsiirtoon
QR-koodi	Tulee sanoista Quick Response, ja on kaksiulotteinen kuvio-koodi

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on etsiä toimivampaa ratkaisua teräsbetonitöiden raudoitusten toimitusketjuun suunnittelijan työpöydältä aina valmiiseen rakenteeseen asti, käyttäen hyväksi tietomallinnusta. Työssä etsitään haastatteluja apuna käyttäen, mikä nykyisessä toimitusketjussa toimii ja mikä ei. Tutkimuksessa pyritään etsimään, kuinka Lemminkäinen Infra Oy pystyy pääurakoitsijana omalla toiminnallaan helpottamaan toimitusketjun toimivuutta, ja millaisia hyötyjä tietomallintamisesta on.

Työn tarkoituksena on kehitellä visio tulevaisuuden toimitusketjusta, joka auttaisi toimitusketjun jokaista osapuolta. Työssä otetaan kantaa vain tietomallintamalla tehtyjä suunnitelmia, ja toimitusketjua, jossa käytetään hyväksi tietomallia. Työssä etsitään ratkaisuja vain teräsbetonisiltatyömaille. Tutkimuksen aineistona käytetään vuonna 2016 talvella tehtyjä haastatteluja aiheesta sekä aiheeseen liittyvää kirjallisuutta.

Työn teettäjänä toimii Lemminkäinen Infra Oy, joka on yksi Pohjois-Euroopan suurimpia infrarakentajia. Yhtiö tuottaa palveluja tie-, katu- ja rataverkoston rakentamisessa, teiden ylläpidossa ja infrarakentamisen erikoisrakentamisessa. Yhtiö toimii Suomessa, Norjassa, Ruotsissa, Tanskassa, Venäjällä ja Baltian maissa. Lemminkäinen Infra Oy:n toimitusjohtajana toimii Harri Kailasalo ja yrityksen alaisuudessa toimii noin 1500 rakennusalan ammattilaista. (Lemminkäinen Infra Oy, 2016)

Tutkimuksen alussa kerrotaan hieman mitä tietomallintaminen on. Tämän jälkeen alkuvuonna 2016 tehtyjen haastattelujen avulla kerrotaan mallintamisen käytöstä nykypäivänä, tulevaisuuden hyödyistä ja riskeistä, eriteltynä suunnittelijoiden, työmaa henkilökunnan ja raudoitetoimittajien kommentit. Lisäksi työn lopussa on visio tulevaisuuden toimivasta raudoitteiden toimitusketjusta.

2 MALLINTAMINEN

Mallintaminen on kohteen tietojen koostamista digitaaliseen muotoon. Jokainen kohteen eri tieto tallennetaan yhteen, jotta tieto löytyisi yhdestä paikasta, eikä monesta eri piirustuksesta. Tietoa ja malleja voidaan näin ollen käyttää hyödyksi koko rakennusprosessin aikana ja aina ylläpitoon asti. (Ril, Tietomallinnus, 2016)



Kuva 1 Sillan tietomallin muodostamisprosessi ja tiedonsiirron formaatit (Järveläinen, Tietomallien yhteensovittaminen siltahankkeessa, 2014)

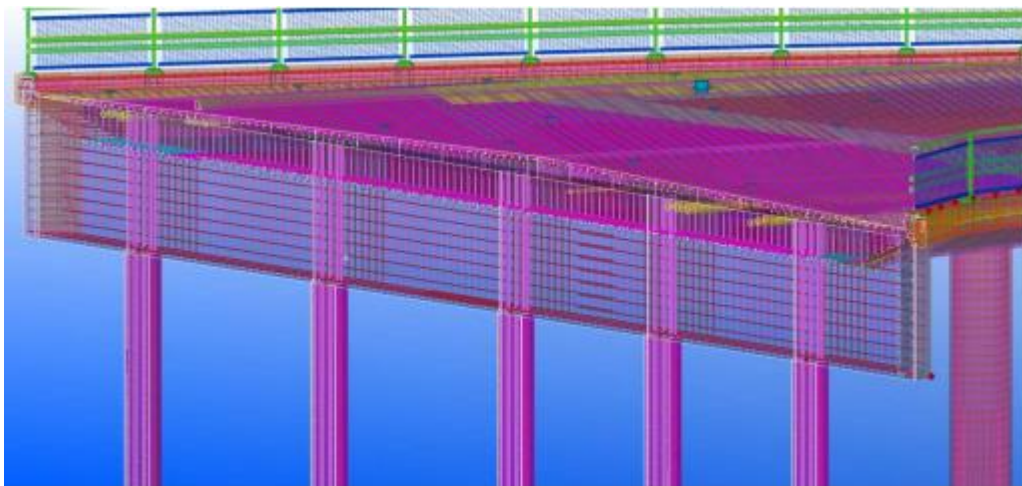
Tietomallista voidaan mahdolliset ristiriidat selvittää nopeammin ja helpommin, sillä siihen voidaan liittää kohteen kaikki tiedot. Mallista otetut kuvat eivät voi olla ristiriidoissa toistensa kanssa, koska kaikki tieto on yhdessä. Mallissa tehdyt muutokset päivittyvät kaikkiin kohteen tietoihin ja tarpeelliset muutokset tapahtuvat kerralla, kun perinteisillä menetelmillä muutokset tarvitsee tehdä jokaiseen kuvaan ja dokumenttiin erikseen. (Järveläinen, Tietomallien yhteensovittaminen siltahankkeessa, 2014)

3 RAUDOITTEIDEN MALLINTAMINEN NYKYPÄIVÄNÄ

3.1 Suunnittelijat

Raudoitteiden mallintamisessa tarkoituksena on tehdä raudoiteluettelot. Raudoiteluettelo käytännössä saataisiin nappia painamalla mallista, mutta siitä tulisi silloin aivan liian pitkä, koska samanmittaisiksi tarkoitetut raudat saattavat olla muutaman sentin tai millin erimittaisia. Käytännössä rautojen erimittaisuudella ei ole väliä työmaalla, mutta se johtaa siihen, että ne eivät saa samaa positionumeroa listaan. Itse mallin tekemisen jälkeenkin vaaditaan lähes sama aika raudoiteluettelon tekemiseen.

Verrattuna talopuolen mallintamiseen, joka on tällä hetkellä paljon edellä infrapuolen mallintamista, raudoitteiden mallintaminen on paljon työläämpää. Kaarevat rakenteet ovat kaikista haastavimpia, sillä mallinnusohjelma tekee suoriksi tarkoitetut raudat kaarevia. Tämäkin vaikuttaa raudoitelistan tekemiseen, sillä kaareva rauta on haastavampi saada A-rautana listaan. Työ pitäisi saada kokonaistaloudellisemmaksi. Listat tehdään sellaisina kuin ne tehdään, koska on totuttu saaman ne tietyntyläisina. Tässä täytyy jokaisen osapuolen tulla vastaan, ja Tekla kehittääkin itseään koko ajan. Samojen ongelmien kanssa on tapeltu jo kymmenen vuoden ajan.



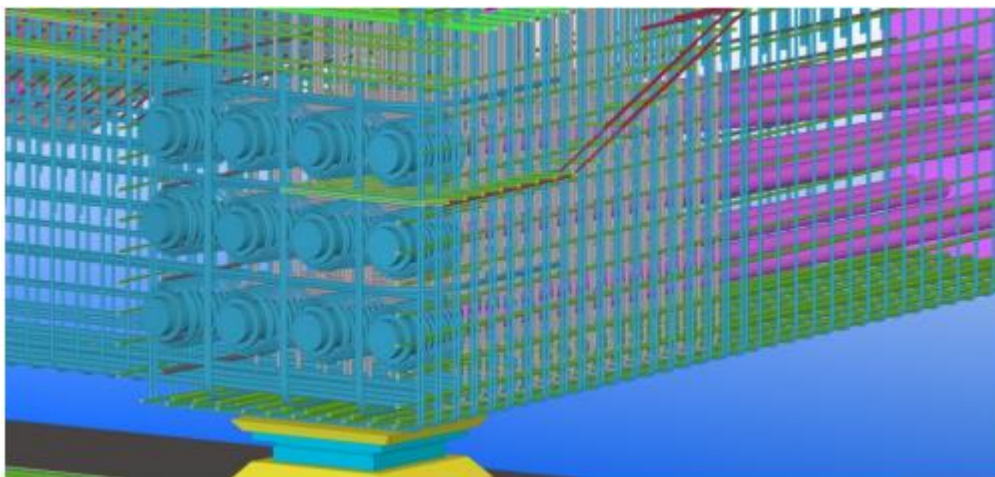
Kuva 2 Sillan raudoituksia (Uittoväylän risteysilta, Kotka, Siltanylund) (Liikennevirasto, Siltojen tietomalliohje, 2014)

Suunnittelussa tietomallien hyödyntäminen on vielä minimaalista, ja suunnitteluun saatavat hyödyt ovat pienempiä kuin työmaalle tai raudoitetehtaille ja –toimittajille. Suurimmat hyödyt saadaan siinä, että virheiden määrät vähenevät ja ne voidaan havaita nopeammin. Suunnittelija huomaa nopeammin ristiriidat ja törmäykset ja pystyy korjaamaan ne ennen kuin malli menee työmaalle.

3.2 Työmaa

Työmaalla raudoitemallin käyttö on vielä nykypäivänä hyvin pientä. Mallia käytetään vuositarkastuksissa ylläpitomallin kautta. Toisaalta elementtiteollisuus saa vielä tänä päivänä parhaimmat hyödyt mallin käytöstä.

Työmailla hyödyt mallintamisesta saadaan irti talotekniikan mukaan mahdolluttamisessa. Raudoitteiden seassa on usein erilaista talotekniikkaa putkien ja johtojen muodossa (Kuva 3). Näiden mukaan mahdolluttaminen on tärkeää, ja malliin voidaan ne järkevästi suunnitella ja katsoa mahtuuko kaikki tarvittava raudoitteiden ja valun sekaan. Erilaisille kiinnikkeille ja eristeille täytyy muistaa kuitenkin jättää varoja, ja ne saattaa helposti unohtua.



Kuva 3 Jänteiden liittyminen raudoitukseen (Kaukosen silta, Kittilä, WSPGroup) (Liikennevirasto, Siltojen tietomalliohje, 2014)

Hyötyjä nykypäivänä saadaan irti myös erilaisissa ongelmakohdissa. Nähdään visuaalisemmin, kuinka esimerkiksi erilaisissa ongelmakohdissa raudat tulevat raudoitteessa. Mallintamalla poistetaan ristiriitoja, joita saattaa olla tavallisissa piirustuksissa eri kuvien välillä, myös eri asioiden unohtumiselle on pienempi riski. Mallissa kaikki ns. kuvat ovat

samassa tiedostossa. Visuaalisuus on suuri etu raudoittajille esimerkiksi eri tasojen kuvaaminen eri väreillä helpottaa raudoittajien hahmottamista.

Työmaalle tulevat valmiit komponentit nopeuttavat työtä huomattavasti. Valmiit häkit on paljon nopeampi nostaa vain paikalleen kuin tehdä suorasta raudasta raudoittamalla. Laatamaisissa rakenteissa Bamtec-rullat nopeuttaa työtä paljon. Rullat eivät sovi kaikkiin rakenteisiin, esimerkiksi seinämäisissä rakenteissa ne saattavat hidastaa työn tekoa.

Mallin käytön laajenemista estää yhdistelmä moniakin eri asioita. Nykypäivän ainainen kiire luo pullonkaulan opetteluun. Nykyään on aina vain vähemmän aikaa toteutukselle, ja se haittaa kehitystä. Muutokset tulevat aina maksamaan, mutta hyödyt tulevaisuuteen olisivat kuitenkin sen arvoiset. Toisaalta sukupolven vaihto alalla varmasti ajaa sisään tietoteknistä ajattelua, sillä niin sanottu vanha kaarti ei halua enää oppia uutta.

Toinen mikä estää käyttöä työmaalla ja yleisesti mallin käyttöä on juridinen puoli. Malli ei kuulu urakka-aineistoon ja sen eteenpäin luovuttamista ei ole määrätty sopimuksissa. Mallia ei käytetä työnsuunnittelussa ja yleensä viimeisimpiä malleja ei anneta käyttöön.

Työmaan tietotekniset valmiudetkaan eivät ole vielä siinä kunnossa, että mallia voitaisiin käyttää työmaan perusarjessa. Valvojat käyttävät tabletteja, mutta hekin pyörittävät laitteillaan pdf-kuvia. Mallin pyörittäminen vaatii laitteelta paljon tehoa ja käyttäjältä paljon taitoa. Tabletit eivät ole vielä sellaisia, että raudoittajat voisivat käyttää niitä omassa työssään. Ne eivät ole veden-, eikä putoamiskestäviä. Työmaille tarvitsisi kehittää oma helpokäyttötyökalu, jonka opetteluun ei menisi liian pitkää aikaa.

Tällä hetkellä vallitsee epä tieto, mitä suunnitteluohjelmaa kannattaa opetella käyttämään myös työmailla, jotta osattaisiin käyttää 3D-mallia. Pitäisikö isojen rakennusyritysten tässä asiassa yhdistäytyä ja hankkia jokin tietty ohjelma ja alkaa opettelemaan sitä, jolloin ohjelman kehityskin voisi olla nopeampaa. Työmaille kuitenkin 3D-mallit ja tietotekniset laitteet ovat tällä hetkellä toimistotyökaluja, joista voidaan tehdä laadunvarmistusta. Jos malli saadaan sopimuskuvaksi, niin silloin käyttö laajentuisi.

3.3 Raudoitetoimittajat

Tutkimukseen haastateltiin kahta raudoitetoimittajaa, joilla on hieman erilaiset valmiudet tällä hetkellä mallin hyödyntämiseen. Toinen toimittajista ottaa mallista 5-10 % raudoitteista ja mallintaa itse, jos saavat huonot kuvat suunnittelutoimistolta. Toisella on tavoitteena toimivat raudoiteratkaisut ja heillä valmius konekannan kanssa paranee aina kun koneita ja laitteita uusitaan.

Tällä hetkellä mallin käyttämisen määrä on niinkin pieni kuin se on, sillä toimittajat haluaisivat käyttöön natiivimallin. Tilaaja tilaa vain itselleen natiivimallin, sillä se saattaa pitää sisällään yrityksen salaista tietoa, eikä sitä voida jakaa. Näin ollen suunnittelijat haluaisivat jakaa ifc-pohjaista mallia, mutta Teklan oletusasetuksilla ifc-mallista ei ole hyötyä raudoitetoimittajille.

Toinen laajemman käytön estävä tekijä on juridinen puoli. Tällä hetkellä vaikka kohteesta tehtäisiin tietomalli, niin se ei ole sopimuskuvana, vaan useimmiten vielä nykyään sopimuskuvaksi tehdään paperikuvat. Jos tilaaja vaatisi sopimuskuvaksi mallin, niin silloin se tarvitsisi jakaa kaikkien osapuolien kesken ja se tulisi käyttöön.

Raudoitteiden toimituksessa hyötyjä saadaan irti isoissa teräsmäärissä. Mallintamalla suunnittelija miettii valmiiksi mahtuvatko raudat muottiin ja tekee törmäystarkastelut. Tällä hetkellä vastuunottajia on virheiden sattuessa liian vähän. Mallia hyödyntämällä ei tule kappalemäärävirheitä, ja aikataulutusta ja työjärjestelyä on helpompi suunnitella tehtaalla.

Mallintamisesta täytyy tehdä bisnestä, jotta tietomalleja alettaisiin käyttämään enemmän. Tällä hetkellä suunnittelusta maksetaan sen verran heikosti, että mallintaminen ei välttämättä kannata, tai suunnittelun taso saattaa olla heikkoa.

4 MALLINTAMISEN HYÖDYT TULEVAISUUDESSA

4.1 Suunnittelu

Suunnittelussa saatavat hyödyt tulevat esille vasta sitten, kun tietomalleja aletaan käyttämään enemmän työmailla. Hyödyt saataisiin toimitusketjussa raudoitenippujen nostoissa oikeille paikoille oikean aikaisesti. Mallista saisi eri lohkojen raudat oikeaan paikkaan oikean aikaisesti.

Suunnittelijan työ muuttuu erilaiseksi. Suunnitelmat ovat kaikki samassa tiedostossa ja ovat helpommin käsiteltävissä. Tietomallintamalla ei tarvitse tehdä montaa eri suunnitelmaa, jotka saattavat olla ristiriidoissa toistensa kanssa. Avointa formaattia käyttämällä suunnittelija pysyy hyvin mukana, missä vaiheessa työt etenevät. Tämä vaatisi sen, että avoinformaatti, esimerkiksi ifc, saataisiin toimivaksi.

Niin kauan kuin tarvitaan paperiset piirustukset ja raudoiteluettelot mallintamisesta ja sen hyödyntämisestä ei ole niin paljon apua. Sukupolven vaihdos alalla ajaa asiaa eteenpäin. Koko toimitusketjua ajatellen hyödyt tulevat oleman tulevaisuudessa suuret.

4.2 Työmaa

Suurin hyöty, mitä tietomallintamisesta saadaan irti, on ymmärtävyys. Kun suunnittelija suunnittelee loppurakenteen, niin sitä voidaan työmaalla käydä läpi työnjohdon ja raudoittajien kesken niin kauan kuin vaatii, jotta jokainen ymmärtää hankalat paikat samalla tavalla. Mitä hankalampi kohde, sitä enemmän hyötyjä saadaan tietomallista irti.

Tulevaisuudessa hyötyjä voidaan saada irti kommunikaatiossa ja aikataulutuksessa. Malli voisi toimia kommunikaatiotyökaluna suunnittelijan, urakoitsijan ja tilaajan välillä. Malliin voitaisiin esimerkiksi merkitä kohtia, joista on kysymyksiä, muutoskohtia tai valmiita rakenteita voidaan merkata, jolloin jokainen osapuoli pysyy kärryillä, missä vaiheessa eri työvaiheet ovat.

Tästä saadaan aikataulullista hyötyä, sillä välistä jäisi monta kysymyskierrosta, ja kaikille olisi selvää, mistä kohdasta on puhetta ja kuinka tilanteissa toimitaan. Yleiskäsitys siitä,

mitä ollaan tekemässä, pysyy kaikilla. Aikataulutuksessa hyödyt saadaan irti asennusjärjestelyissä. Työmaan teknistä toteutusta voidaan suunnitella mallin avulla ja rautoja voidaan tilata erilaisissa työvaiheeseen sopivissa nipuissa. Tällöin suunnittelijankin tarvitsisi olla mukana työnsuunnittelussa, jotta hän tietäisi myös aikataulua.

Yhdistelmämalli tuo hyötyjä isoissa projekteissa. Yhdistelmämallissa yhdistetään eri suunnittelualojen tietomallit yhteen tiedostoon. Mallista jokainen projektin osapuoli saa käsityksen projektin laajuudesta ja kulusta. Yhdistelmämallin avulla voidaan tarkastella mahdollisia ristiriitoja eri suunnittelualojen välillä (Kuva 4). Yhdistelmämallia voidaan käyttää aikataulutuksessa. Esimerkiksi väylä- ja siltatöiden edustajat voivat visuaalisesti kertoa kuinka kauan johonkin työhön jollakin alueella kestää, jotta tekijät eivät ole toistensa tiellä. (Järveläinen, Tietomallien yhteensovittaminen siltahankkeessa, 2014)



Kuva 4 Yhdistelmämalli (Järveläinen, Tietomallien yhteensovittaminen siltahankkeessa, 2014)

4.3 Raudotteiden toimitus

Mallin avulla voidaan jakaa työmaan kanssa, mikä on tuotannossa, mikä työmaalla ja mitä ei ole vielä aloitettu, värikoodeja käyttäen. Tämä tekee tuotannosta varmempaa ja jälkiseurannasta tehokkaampaa. Tämä vaatii työmaakäyttöä kestävätkä laitteet.

Mallia hyödyntämällä työ nopeutuisi ja helpottuisi ja virheet poistuisivat. Tietomalleja hyödyntämällä voitaisiin raudoitteita ajatella valmiina komponentteina. Komponentteja tehdään hitsaamalla valmiiksi häkeiksi ja ne voidaan työmaalla nostaa vain paikoilleen, esimerkiksi pienien anturoiden raudoitteet kannattaa tehdä tällä tavalla. Työmaalla tämä säästää runsaasti aikaa, mutta kokonaisuudessa työn määrä pysyy lähestulkoon samana, työ vain tehdään tehtaalla, eikä työmaalla. Kokonaishinta raudoitteelle pysyy kuitenkin samana, säästävänä tekijänä on aika. Malleja käyttämällä turha työ vähenee ja suunnittelun taso paranee. Virheet huomataan jo suunnitteluvaiheessa.

Tietomallin avulla voitaisiin suunnitella myös kuljetusta. Ongelmana on, joko ilman kuljetus tai raudan hukkuminen, jolloin joudutaan tilaamaan lisää rautaa, ja työmaan päätteeksi ylimääräistä rautaa saattaa löytyä. Kuljetusta voidaan myös suunnitella valmiiden raudoitekomponenttien osalta. Yleensä painorajat eivät tule vastaan häkkien kuljetuksessa, mutta tyhjää tilaa kuljetetaan paljon. Mallin avulla voidaan suunnitella valmiit komponentit siten, että ne toimivat anturoissa, mutta myös ovat paremmin kuljetettavissa. Komponenteista voidaan esimerkiksi jättää yläosa ilman rautaa ja tehdä pohjista kuperia, jotta komponentteja voidaan kuljettaa päällekkäin useampia. Yläverkon voi kiinnittää työmaalla, ennen asennusta.

5 MALLINTAMISEN RISKIT

5.1 Suunnittelu

Kehitystä tietomallintamisessa ja mallinnusohjelmissa tapahtuu koko ajan. Kehitettävää on jäljellä vielä paljon. Riskit tulevat esille työmaiden asenteessa. Työmaat haluavat vain saada piirustukset nopeasti käyttöön. Suunnittelijoita tulee kysymys, että miksi mallinetaan, jos malleja ei käytetä. Työmaiden laitteistot ovat tällä hetkellä vielä vajavaisia, jotta malleja pystyttäisiin hyödyntämään jokapäiväisessä arjessa.

Tiedon jakaminen työmaalle, sekä raudoitetoimittajille tapahtuu tällä hetkellä natiivimallin muodossa, joka johtaa useampaan ongelmaan. Tällä hetkellä raudoitetehtaat tekevät raudoitteet natiivimallista, eikä se ole järkevää. Avoimen formaatin, kuten ifc, käyttäminen olisi järkevää, sillä niistä huomaa muutokset heti, eikä uutta mallia tarvitsisi joka kerta lähettää. Sovellusympäristö on tällä hetkellä kuitenkin vielä liian suppea, mutta tulevaisuudessa avoimet formaatit olisi oikea kaikille. Natiivimalli on parempi tällä hetkellä.

Tietomallintamien tulisi saada kokonaistaloudellisemmaksi. Tässä tulisi niin työmaan, kuin suunnittelijoiden tulla vastaan. Työmaat eivät käytä malleja, sillä suunnitelmat on totuttu saamaan tietynlaisina. Urakoissa, joissa on nuorempaa väkeä työmaan johdossa, malleja käytetään jo paljon.

5.2 Työmaa

Suurin riski, mitä tietomallien käytössä on, on käyttäjien taito. Niin sanottu vanha kaarti ei halua opetella enää uusia asioita, sillä vanhakin toimii. Sukupolven vaihdos alalla varmasti ajaa mallien käytön lisääntymistä, mutta opettelu vie aikaa. Laitteisto ja ohjelmat eivät ole vielä sillä tasolla, että mallintamista voitaisiin käyttää päivittäisessä työmaan arjessa. Tabletteja käytetään valvojien toimesta, mutta raudoittajille tarpeeksi kestäviä laitteita ei ole vielä kehitelty. Myös ohjelmat ovat vielä pääsääntöisesti suunnittelijoiden käyttöön tarkoitettuja.

Suuret riskit ovat myös suunnitelmissa ja suunnittelijoilla. Kokematon suunnittelija voi sortua virheeseen, jossa hän luottaa sokeasti koneen ja mallin antamiin tietoihin, eikä tarkista niitä. Mallintaminen antaa suunnittelijoille myös mahdollisuuden liian suureen kikkailuun. Se antaa mahdollisuuden suunnitella hitaammin toteutettavia rakenteita. Esimerkiksi raudoitteiden seassa meneville talotekniikan putkille on mahdollista mallintaa hitaasti toteutettavia raudoitteiden kiertoja, kun sen voisi ilmoittaa mallissa esimerkiksi siten, että jonkun merkityn raudan voi katkaista, jos tarpeellista.

Mallin sisällä olevissa tiedoissa voi myös olla riskejä. Malliin liitettäviä tietoja voi unohtua tai osaamaton käyttäjä ei löydä niitä sieltä, esimerkiksi betonilaatu. Toinen, mitä mallintamisessa ei välttämättä oteta huomioon, ovat työvarat. Mallintamisella on helppo mahduttaa esimerkiksi talotekniikkaa liian pieneen tilaan. Talotekniikan eristeille ja kiinnikkeille ei joko jätetä tarpeeksi tilaa tai ne unohtetaan vällän. Mitä yksikertaisemmat rakenteet mallinnetaan, niin sitä parempi ja nopeampi se on toteuttaa työmaalla.

5.3 Raudoitteiden toimitus

Kohteiden tietomallintaminen tuo enemmän hyötyjä kuin riskejä raudoitteiden toimittajille. Riskit ovat samoja kuin huonon suunnitelman riskit. Tiedon selkeys ja sen saaminen ja löytäminen suunnitelmista ovat kriittisiä raudoitteiden toimittajille. Tähän liittyen mallintajan ammattitaito on oleellisessa osassa tietomallien onnistumisessa.

Riskit tulevat esiin myös, jos suunnitelmat muuttuvat matkan varrella. Tieto raudoitteiden toimittajille tulee tällä hetkellä työmaalta, eikä suoraan suunnittelijalta. Tässä auttaisi avoin ifc-formaatti, jonka avulla kaikki pääsisivät näkemään tietomallin ajan tasalla koko ajan. Natiivimalli ei päivity automaattisesti kaikille osapuolille.



Kuva 5 Päivittyvä lähtötietomalli (Järveläinen, Tietomallien yhteensovittaminen silta-hankkeessa, 2014)

Tekijöiden osaaminen, koulutus ja halu oppia on riski. Laitteisto päivittyy koko ajan sellaiseksi, että niillä pystytään käsittelemään malleja. Kouluttaminen ja laitteiden päivitys maksaa yritykselle, mutta ne tuovat tulevaisuudessa hyötyjä raudoitteiden tekemiseen ja toimittamiseen.

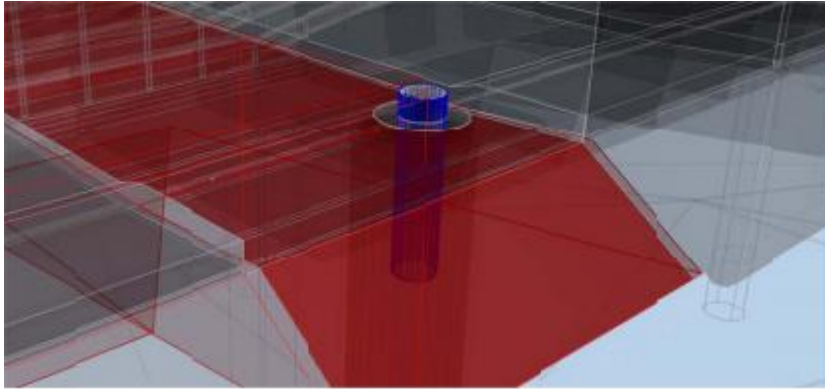
6 YHTEENVETO HAASTATTELUISTA

Haastatteluissa oli positiivinen ilmapiiriä tietomallinnusta kohtaan. Usko siihen, että mallinnus on jo osa nykypäivää, mutta tulevaisuudessa se ajaa itseään kovemmin läpi infrarakennuskohteisiin. Tärkeintä, mitä tällä hetkellä voidaan tehdä mallinnuksen eteen, on saada tietomalli sopimusasiakirjaksi. Tämä pakottaisi tekijöitä opettelemaan mallien käyttöä ja käyttö lisääntyisi.

Suunnittelukohteissa tietomallintaminen on käytännöllisempää, sillä siinä voidaan käsitellä kohdetta yhdessä tiedostossa. Suunnittelijoilla on suuret intressit saada mallinnusta eteenpäin infrarakentamisesta tästä johtuen. Suunnittelu saattaa olla työläämpää ainakin vielä, mutta virheiden ja ristiriitojen poistuminen on suuri etu suunnittelussa. Muuten suunnittelusta saatavat hyödyt tulevat esille tietomallinnuksen lisääntyessä. Kehitystä ohjelmissa tapahtuu koko ajan, ja ongelmia, joita ilmentyy, poistetaan. Tärkeää olisi saada jokin avoin formaatti toimivaksi, jotta tiedon jakaminen olisi helpompaa.

Raudoittajien toiminnassa tietomallin hyödyntäminen on vielä minimaalista, johtuen laitteiston ja ohjelmien toimimattomuudesta työmailla. Työmaaolosuhteita kestäviä tabletteja ei ole vielä kehitelty ja ohjelmatkin ovat vielä lähtökohtaisesti tarkoitettu suunnittelijoille. Suurin etu tietomallin käytössä on visuaalisuudessa ja työnsuunnittelussa. Mallissa voidaan eri raudoitustasot merkitä eri väreillä ja se visualisoi raudoittajan tekemistä. Työnsuunnittelussa hyötyä tulee eri raudoittenippujen nostamisessa oikeaan paikkaan oikean aikaisesti. Raudat voidaan tilata työmaalle oikeanaikaisesti.

Työnjohdossa tietomallin käyttäminen on vielä vähäistä, mutta projekteissa, joissa on nuorempia tekijöitä, malleja käytetään jo jonkin verran. Suurin yksittäinen hyöty, mitä tietomallin käytöstä saadaan, on tiedon ymmärtäminen samalla tavalla kaikkien osapuolien kanssa. Hyödyt tulevat suuresti esille myös raudoitteiden ja työnteon seurannassa. Hyötyjä on myös törmäystarkastelussa raudoitteiden ja raudoitteiden seassa olevalla talotekniikalla ja muilla laitteilla (Kuva 6). Tekijöiden kokemattomuus ja osaaminen on vielä lapsenkengissä ja se vaikuttaa mallien käyttämättömyyteen. Ajan myötä ja sukupolven vaihdos ajaa tietomallien käyttöä rakennusalalla, myös infrarakentamisessa, eteenpäin.



Kuva 6 Törmäystarkastelua (Järveläinen, Tietomallien yhteensovittaminen siltahankkeessa, 2014)

Raudoitetoimituksessa suurimmat hyödyt on isoissa teräsmäärissä. Kappalemäärävirheet ovat iso riski vielä, sillä rautojen kontrollointi on heikkoa. Mallia ja esimerkiksi QR-koodia hyödyntämällä voidaan seuranta tehostaa ja kappalemäärävirheet pienenisivät. Tällä hetkellä voidaan raudoitteita tehdä muutamaa taivutustyyppiä lukuun ottamatta natiivimallista, eikä avoimessa formaatissa olevasta mallista. Tällä hetkellä tehtävistä raudoitteista tietomallia hyväksi käyttäen tehdään 5-10 %, jos otetaan laskuihin mukaan itse tehtävät mallinnukset.

7 VISIO TOIMIVASTA TOIMITUSKETJUSTA

Kaikki lähtee halusta käyttää tietomallia hyväksi työn tekemiseen. Tekijöiden koulutusta tietomallin käyttämiseen tarvitsee lisätä, mutta se vaatii tekijöiden halun. Sama koulutuksen lisääminen oli silloin, kun käsin piirtämisestä siirryttiin Cad-piirtämiseen. Tilaaja voi määrätä mallin sopimusasiakirjaksi, jolloin ristiriidat ratkaistaisiin mallista, eikä kuvista.

Tietomallit tulisi olla käytettävissä avoimessa formaatissa, kuten ifc, jotta toimitusketju olisi toimivampi. Muutosten tapahtuminen mallissa olisi kaikkien tiedossa heti. Natiivimallia käytettäessä muutokset tarvitsee lähettää asianomaisille. Avoimessa formaatissa voidaan jakaa työvaiheita työmaalta ja raudoitetehtaalta, jotta jokainen osapuoli tietää, missä vaiheessa eri työvaiheet ovat. Tietomallia käytettäessä virheet ja ristiriidat vähenevät huomattavasti, ja täten natiivimallia voisi käyttää, mutta riski virheille on aina olemassa ja tiedon jakaminen olisi samanlaista kuin nykyään puhelimen ja sähköpostin välityksellä.

Tiedon jakaminen työmaan ja raudoitetoimittajan välillä olisi jouheampaa avoimessa formaatissa olevan tietomallin avulla. Toimitusta ja kuljetusta voidaan kontrolloida mallin avulla. Raudoitenippuihin voitaisiin lisätä esimerkiksi QR-koodi (Kuva 7), joka kuitataan aina kun nippua käsitellään. Tehdas kuittaa nipun lähetetyksi ja työmaalla kuitataan, kun raudoitteet saapuvat. Mallissa tämä näkyisi väreillä missä mikäkin raudoite, jolloin kaikki ovat kärryillä missä raudoitteet ovat. Ylimääräisten rautojen löytyminen työmaan päättyessä olisi vähäisempää. Nykypäivän älypuhelimilla tämä olisi toteutettavissa. Samaiseen koodiin voitaisiin koodata tieto, jolla voitaisiin selvittää mihin raudoitenippu on tarkoitettu, jos on epäselvyyksiä tai ei tiedetä mihin raudat ovat.



Kuva 7 QR-koodi (Wikipedia, QR-koodi 2015)

Toimivassa toimitusketjussa jokaisella osapuolella on tieto, missä vaiheessa työt etenevät. Kommunikaatiokatkokset olisivat vähäisiä, ja kysymysten esiin tullessa asianomaiset ovat tietoisia kysymyksen aiheesta.

Toimivaan toimitusketjuun tarvitsisi saada käytännölliset laitteet ja ohjelmat työmaakäyttöön. Suunnittelijoilla ja raudoitetehtailla on jo laitteisto olemassa, vaikka kehitystä tarvitsee vielä tehdä. Kun työmaalle saadaan toimivat ja käytännölliset laitteet, toimitusketjusta voidaan saada toimiva.

8 POHDINTA

8.1 Pohdintaa työstä

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli löytää toimivampi ratkaisu raudoitteiden toimitusketjulle käyttäen hyväksi tietomallinnusta. Lisäksi pyrkimyksenä oli löytää keinoja, joilla Lemminkäinen Infra Oy pystyy pääurakoitsijana omalla toiminnallaan parantamaan toimitusketjun toimivuutta, ja millaisia hyötyjä tietomallin käytöstä on.

Tietomallinnus infrarakentamisessa on vähäisempää kuin talonrakentamisessa. Tästä johtuen sen käyttö on työmailla ja raudoitteiden toimituksessa vielä vähäistä. Suunnittelussa mallintamista käytetään jo, mutta siinäkin lisääntyminen on suotavaa. Alalla vallitsee pieni tietämättömyys tällä hetkellä siitä, mitä mallinnusohjelmaa kannattaa opetella käyttämään ja mikä kannattaa hankkia käyttöön.

Tutkimuksessa tuli esille selkeästi, että tietomallintaminen ja sen hyödyntäminen ovat tulevaisuudessa paljon suuremmassa käytössä kuin nykyään. Siirtymävaihe kestää, mutta mallinnuksesta saatavat hyödyt ovat sen arvoisia. Jos tietomallista tehtäisiin sopimusasiakirja pääsääntöisesti, se lisäisi mallien käyttöä. Tässä on tilaajan ja pääurakoitsijan haaste tietomallintamisen lisäämiseen. Vastuunottajia ei ole, jotta malleja käytettäisiin pääsääntöisesti. Tällä hetkellä avoimet mallinjakamisformaatit eivät ole vielä tarpeeksi käytännölliset, jotta niitä pystyttäisiin käyttämään päivittäisessä työssä. Näillä kahdella muutoksella ajettaisiin tietomallin käyttöä huomattavasti infra-alalla.

Pääurakoitsijalle saatavat hyödyt tulevaisuudessa on huomattavia. Tietomallia hyväksi käyttäen voidaan tehdä raudoitetehtaan kanssa tilaus, toimitus ja laskutus. Raudan seuranta olisi selkeämpää, ja hukkaraudan ilmentyminen olisi vähäisempää kuin nykyään. Samalla laadunseuranta ja – hallinta varmentuu. Malliin voisi lisätä esimerkiksi raudoitetarkastuksen, ja sieltä tilaaja pystyy tekemään laadunvarmistusta. Lisäksi mallin avulla pystyy tekemään työnsuunnittelua ja aikataulutusta. Malli voisi toimia myös urakoitsijan yhteisenä tiedonhallintajärjestelmänä.

8.2 Pohdintaa työn tekemisestä

Tutkimus tehtiin noin kolmen kuukauden aikana vuoden 2016 alussa. Tutkimusta varten tehtiin haastatteluja, joiden avulla tutkimus tehtiin. Aihe oli tulevaisuutta ajatellen hyvin mielenkiintoinen ja ajankohtainen. Tutkimusta varten olisi voinut olla yhteen mallinnuskohteeseen käytännössä tutustuminen hyödyllistä. Tutkimuksesta tuli hyvin teoreettinen, mutta laajan haastattelualan avulla hyvin informatiivinen. Tutustuminen olemassa oleviin malleihin olisi voinut selkeyttää työtä ja termistöä, jota käytetään. Tietomalliselostusesimerkin avulla olisi tutkimuksen aiheesta voinut tulla selkeämpi.

Olen tyytyväinen tutkimuksen onnistumiseen. Ajateltu tutkimuksen valmistumisaika pysyi. Tutkimuksessa haastavinta oli tiedon koostaminen yhteen, ja samalla itselleni tuntemattoman aiheen opetteleminen. Työn tekeminen koulun, eikä työn, ohella helpotti mielestäni tutkimuksen tekemistä, sillä aikataulut koulun ja tutkimuksen välillä oli selkeä tehdä, eikä yllätyksiä aikataulullisesti tullut matkaan.

Mahdollisen jatkotutkimuksen aiheena tulisi olla olemassa olevien malleihin tutustuminen ja simultaanikäyttö ja niiden kehittäminen. Lisäksi kehitysprojektina tulisi olla kokonaisen tyyppiprojektin toteutus mallintamisen avulla ja siitä saatavan tiedon ja sovellutusten analysointi pilotointi käytännön rakentamiseen.

LÄHTEET

Lemminkäinen Infra Oy. Internet-sivusto. Luettu 22.2.2016. <http://www.lemminkainen.fi/Infrarakentaminen/>

Järveläinen, T, Tietomallien yhteensovittaminen siltahankkeessa. Julkaistu 05/2014. Liikennevirasto. Luettu 30.3.2016. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2014-26_tietomallien_yhteensovittaminen_web.pdf

Liikennevirasto, Infra- ja ympäristö osasto, taitorakenneyksikkö. Siltojen tietomalliohje. Julkaistu 02/2014. Liikennevirasto. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-06_siltojen_tietomalliohje_web.pdf

Wikipedia, QR-koodi. Päivitetty 24.12.2015. <https://fi.wikipedia.org/wiki/QR-koodi>

Ril, Tietomallinnus. Luettu 1.4.2016. <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>

Salonsaari, M. suunnittelija ins. Haastattelu 9.2.2016. Haastattelija Virtanen, R. Tampere

Savolainen, J. suunnittelija ins. Haastattelu 9.2.2016. Haastattelija Virtanen, R. Tampere

Sihvola, O. työpäällikkö DI. Haastattelu 10.2.2016. Haastattelija Virtanen, R. Vantaa

Ruikka, E. osastopäällikkö DI. Haastattelu 10.2.2016. Haastattelija Virtanen, R. Kerava

Leppäkangas, M. myynti. Haastattelu 10.2.2016. Haastattelija Virtanen, R. Kerava

Lehtonen, V. aluemyyntipäällikkö. Haastattelu 18.2.2016. Haastattelija Virtanen, R. Tampere

Vartio, O. projekti-insinööri. Haastattelu 18.2.2016. Haastattelija Virtanen, R. Tampere

Lehmusto, K. työmaapäällikkö. Haastattelu 19.2.2016. Haastattelija Virtanen, R. Tampere

Rintala, P. omistaja. Haastattelu 3.3.2016. Haastattelija Virtanen, R. Kangasala

