



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

TIETOMALLINTAMISEN HYÖDYNTÄMINEN BETONIELEMENTTITOIMITUSTEN PRO- JEKTINHALLINASSA

Tanja Hyvärinen

Opinnäytetyö
Lokakuu 2015
Rakentamisen koulutusohjelma
Rakentamisen ylempi ammattikorkeakoulututkinto



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakentamisen koulutusohjelma
Rakentamisen ylempi ammattikorkeakoulututkinto

HYVÄRINEN, TANJA:

Tietomallintamisen hyödyntäminen betonielementtitoimitusten projektinhallinnassa

Opinnäytetyö 46 sivua, joista liitteitä 1 sivu.

Lokakuu 2015

Tietomallintaminen on viime vuosina tuonut uudenlaisen lähestymistavan betonielementtien suunnitteluun ja valmistustyöhön. Rakennusprojektien eri osapuolet niin suunnittelijat, työmaahenkilöstö kuin elementtitoimittajissa työskentelevät ovat kiinnostuneita tietomallintamisen käytön tuomista hyödyistä ja haasteista betonielementtitoimitusten projektinhallinnassa. Tietomallipohjaisen projektinhallinnan kaikkia hyötyjä toimitusprosessille ei vielä tunneta.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia tietomallintamisen hyödyntämisen tuomia hyötyjä ja ongelmia tapauskohteiden projektinhallinnassa. Tapauskohteita oli kolme: Kauppakeskus Porin Puuvilla, Tampereen Tornihotelli ja Kone High Rise laboratory, Tytyri. Työn tilaajana toimi Parma Oy. Tietoa kerättiin tapauskohteista aktiivisesti omakohtaisten havaintojen avulla sekä haastatteleamalla hankkeiden eri osapuolia projektin eri vaiheissa kaupanteon jälkeen. Lisäksi työssä käsitellään LEAN-toimintatapaa ja tulevaisuuden mahdollisia tietomallinnuksen sovelluskohteita betonielementtitoimittajalle.

Näiden haastattelujen perusteella voitiin todeta, että tietomallintamisen hyödyntämisen etuja ovat muun muassa parantuneet status- ja aikatauluseuranta, tuotelaatu, työturvallisuus sekä onnistunut tiedonkulku. Tulosten perusteella tietomallintaminen luo osaltaan sujuvamman ja tehokkaamman toimitusprosessin ja antaa muita hyötyjä betonielementtitoimittajille. Opinnäytetyössä tehtyihin havaintoihin vedoten tietomallipohjainen betonielementtitoimitusten projektinhallinta luo lukemattomia mahdollisuuksia tulevaisuuden betoni-valmisisarakentamiseen.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction Engineering
Master's Degree Program in Construction Engineering

HYVÄRINEN, TANJA:

Utilisation of BIM in project management of supply chain of concrete elements

Bachelor's thesis 46 pages, appendices 1 page
October 2015

In recent years, BIM has created a new approach to designing and manufacturing of precast concrete elements. The various participants such as design, work site and production of concrete elements, are interested in BIM-based project managements benefits and challenges, whom all benefits are unknown.

The purpose of this thesis was to gather information about the benefits and challenges of BIM based-project management in different cases. There were three different cases Shopping Mall Porin Puuvilla, Hotel Tampereen Tornihotelli and Kone High Rise laboratory, Tytyri. The work was ordered by Parma Oy. Information was collected by interviewing the different agents at the various stages of the projects after the contracts ofsales were signed. In addition, this thesis is also examined LEAN-management and new customs to use BIM in the project management of concrete elements in the future.

Based on these studies it can be concluded, that the benefits of utilisation of BIM-based project management are improved status and schedule control, product quality, work safety and succeeded exchange of information. The BIM-based project management brings more fluent and efficient supply chain of concrete elements, as well as others significant benefits to the suppliers and many possibilities for building industry, in generally.

Key words: BIM, building information modeling, precast concrete, project management, LEAN

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	PARMA OY	7
2.1	Betonielementtitoimitusten projektinhallinta.....	7
2.1.1	Onnistunut betonielementtitoimituksen projektinhallinta.....	8
2.2	Tietomallintamisen nykytilanne Parma Oy:ssa	9
2.3	LEAN-toimintapa	10
2.3.1	LEAN-toimintatapa ja tietomallintaminen.....	11
3	TIETOMALLINNUKSEN KÄYTTÖ BETONIELEMENTTITOIMITUKSEN PROJEKTINHALLINASSA.....	12
3.1	Tekla Structures-ohjelma	14
3.1.1	3D-pdf	15
3.2	Tekla Bim Sight-ohjelma.....	16
4	TAPAUSKOHTEET	17
4.1	Kauppakeskus Porin Puuvilla	17
4.1.1	Tietomallinnuksen hyödyntäminen Porin Puuvillassa.....	18
4.2	Tampereen tornihotelli.....	19
4.2.1	Tietomallinnuksen hyödyntäminen Tampereen Tornihotellissa.....	22
4.3	Kone High Rise laboratory, Tytyri	26
4.3.1	Tietomallinnuksen hyödyntäminen Kone High Rise laboratory, Tytyrissä	28
5	HAASTATTELUT.....	34
6	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	35
6.1	Tietomallintamisen hyödyntäminen betonielementtitoimitusten projektinhallinnassa	35
7	TULEVAISUUS	40
	LÄHTEET.....	45
	LIITTEET	46

LYHENTEET JA TERMIT

Betonielementti	Teollisesti valmistettu betoninen valmisosa esim. pilari-elementti
Betonielementtitoimitus	Sisältää betonielementtien tarjouspyynnön, tarjouksen, sopimuksen teon, tuotesuunnittelun ja sen ohjauksen, valmistuksen ja mahdollisesti myös asennuksen
Projektinhallinta	Resurssien esim. rahan, työvoiman, materiaalin, tilan, organisointia ja hallinnointia sellaisella tavalla, että projekti voidaan päättää suunnitellun sisältöisenä ja laatusena, aikataulun sekä budjetin mukaisesti. Resurssien lisäksi huomioidaan myös mm. viestintä, laatu ja riskit.
Tuoteosatoimitus	Toimintamalli, jossa rakenneosan toimittaja vastaa tuotteen suunnittelusta, valmistuksesta ja asennuksesta
Tietomallinnus	Rakennuksen tai rakennusprosessin tuotetietojen kokonaisuuden tuottaminen digitaalisessa muodossa
BIM	Building Information Modelling, rakennuksen tietomallinnus
IFC-standardi	'Industry Foundation Classes' on kansainvälinen avoin tiedonsiirtoon kehitetty standardi, joka mahdollistaa tietomallien siirron eri tietomalliohjelmistojen välillä. Standardi määrittelee tietojen siirrossa käytettävän tiedoston rakenteen.
LEAN	Toyotan tehtaalta lähtöisin oleva tuotannonohjausjärjestelmä, keskittyy asiakkaalle arvoa tuottavien toimintojen maksimointiin.
Teemahaastattelu	Keskustelutyypinen haastattelumuoto, jossa haastattelu etenee ennalta mietittyjen aihepiirien mukaisesti.

1 JOHDANTO

Tällä hetkellä tietomallien käyttämisessä betonielementtitoimituksissa ollaan vielä selvässä välivaiheessa, osa projekteista suoritetaan kokonaan läpi tietomallinnuskohteena, osa taas ei. Tästä epätietoisuuden vaiheesta, ns. löyhässä hirressä roikkumisesta voi seurata vakavia vaikeuksia betonielementtiteollisuudelle. Toimenpiteet tietomallien hyödyntämiseksi ovat myös betonielementtiteollisuuden brändin kannalta hyväksi, sillä myyntiä ja markkinointia tarvitaan. Nyt olisi helppoa olla hyvä tietomallintamisen hyödyntämisessä, kun muut alan toimijat ovat niin huonoja.

Betonielementtitoimituksen taloudellinen onnistuminen riippuu paljon projektinhallinnasta. Elementtituotannossa joskus ajatellaan virheellisesti, että työmaan murheet eivät kuulu sille, koska he vain valmistavat betonielementtejä. Tietomallien käytöstä betonielementtien projektinhallinnassa on selkeää näyttöä lisäarvosta, mikä tarkoittaa yleisesti ottaen myytyä palvelua asiakkaalle. Se on lisäarvoa, jos asiakkaan tarpeisiin on vastattu. Mutta voidaanko suoraan todistaa, että tietomallien käytön ansiosta projektien tulos parantua esim. 5 %:a kuten on käynyt oman tuotesuunnittelun projekteissa? Aiheella on myös yhteiskunnallinen merkitys työn tuottavuuden näkökulmasta.

Projektinhallinnan prosessia parantamalla saadaan hyvä lopputulos. Betonielementtitoimitusten projektinhallinnan toiminnot tulee olla hiottuna mahdollisimman pitkälle. Yksi mahdollinen käytännön seuraus tietomallien yleistyneestä käytöstä voisi olla se, että rakennusliike ostaisi betonielementtejä edullisemmin kun projekti olisi täysin tietomallipohjainen. Tämä olisi mahdollista kun projekteista jäisi pois turhat häiriöt toimittamisäällön ja aikataulun suhteen.

Mielestäni tietomallipohjainen betonielementtitoimituksen projektinhallinta tulisi suoraan kytkeä laatuasioihin: laadukkaisiin tuotteisiin ja onnistuneeseen toimitusprosessiin. Hyvällä tietomallipohjaisella suunnittelulla voidaan vähentää hukkateräksen ja -materiaalin määrää, mutta suunnittelun ja tehtaan tai tuotannon ja työmaan yhteistyöllä voidaan myös vaikuttaa moneen muuhun tärkeään kohtaan koko projektiorganisaatiossa. Mikä voisi olla suomalaisessa rakentamiskulttuurissa avoimempaa kuin, jos betonielementtien valmistusprosessin aikana tieto kulkee jo työmaalle.

2 PARMA OY

Parma Oy kehittää ja toimittaa betonielementtiteknoologiaan perustuvia tuotteita ja ratkaisuja asuin-, toimitila- ja infrarakentamiseen. Parma Oy:n valmisosat tuotteet ovat erilaisia runkotuotteita: jänne- ja teräsbetoni esim. ontelolaattoja, palkkeja jne. sekä seinätuotteita esim. julkisivuelementtejä. Yhtiö toimii Suomessa 10 paikkakunnalla. Parma Oy kuuluu Consolis-ryhmään, joka on Euroopan johtava betonituotteiden toimittaja. (Parma Oy, 2015.)

2.1 Betonielementtitoimitusten projektinhallinta

Betonielementtitoimitusten projektin hallinta on kokonaisuuden hallintaa, käytännössä suunnittelua, päätöksentekoa, toimeenpanoa, ohjausta, koordinoitua, valvontaa, suunnan näyttämistä ja ihmisten johtamista. sekä myös dokumentointia. Jokainen projektin osapuoli etenee yhteistyössä omalla uimaradallaan. (Elementtisuunnittelu, 2015.)

Betonielementtitoimitusprosessia tulee aikataulullisesti ja sisällöllisesti ohjata tarkoin, koska osapuolia (suunnittelu, valmistus, työmaa) on useita ja taloudelliset seuraamukset ovat usein mittavia. Betonielementtiasennus on usein työmaata tahdistava työvaihe.

Betonielementtien toimitusprosessin vaiheet ovat tarjouspyyntö, tarjous, urakkaneuvottelu, sopimuksen teko, elementti-/tuotesuunnittelu ja sen ohjaus, valmistus ja asennus. Näiden työvaiheiden lisäksi on betonielementtitoimittajalla omia sisäisiä prosessejaan, jotka limittyvät päällekkäin. (Elementtisuunnittelu, 2015.)

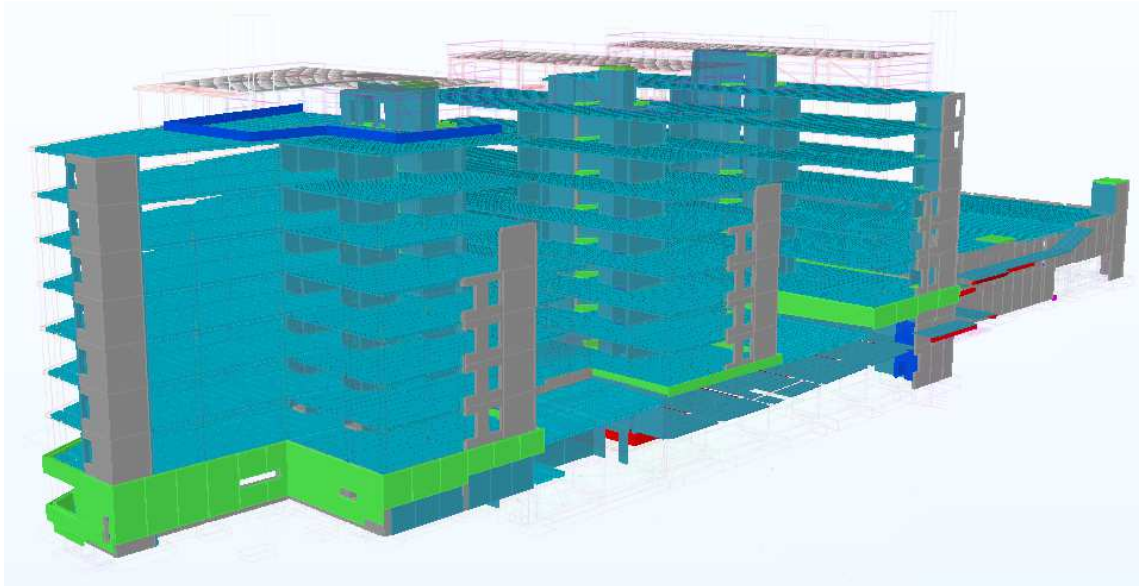
Kaikkia työvaiheita ei ole kaikissa betonielementtikohteissa riippuen mm. kohteen koosta ja toimitettavista tuotteista vrt. pientalon välipohja versus betonirunkoinen tuotantohalli.

Tässä opinnäytetyössä projektinhoitoa käsitellään Parma Oy:n ja asiakkaan (yleensä rakennusliike) välisen sopimuksen teosta alkaen ja päättyen valmiin elementtitoimituksen luovuttamiseen asiakkaalle, koska käsite on laaja ja moniulotteinen. Aiheen rajaimista näin, tukee myös se, että siinä vaiheessa projektia on eniten erilaisia hallittavia elementtejä.

2.1.1 Onnistunut betonielementtitoimituksen projektinhallinta

Koko betonielementtitoimitusprosessin optimointi ja todellisten hyötyjen saavuttaminen ei ole mahdollista ilman eri osapuolten todellista yhteistyötä, minkä takia projektin osapuolet ovat riippuvaisia toisistaan. Kaikilla on halu hoitaa oma osuutensa mahdollisimman hyvin. Yhteydenpito projektin osapuolien välillä täytyy olla kunnossa, sillä ajallaan tehdyt huomiot ja ilmoitukset parantavat yhteistyötä. Sujuva yhteistyö edellyttää luottamusta ihmisten ja organisaatioiden kesken. (Elementtisuunnittelu, 2015.)

Hyvä projektinhallinta valvoo ja organisoii kannattavuuden ja aikataulut. Projektinhallintaan sisältyy suunnittelu ja valvonta. Suunnitteluun kuuluu esim. aikataulujen laatiminen ja vaatimusten määrittely. Valvonta sisältää edistymisen, resurssien toteutumisen, vaikutusten ja arviointien seurannan. Projektien onnistumiseen vaikuttaa usea eri muuttaja, ja jokainen projekti määrittelee omat erityispiirteensä. (Heinonen, 4.)

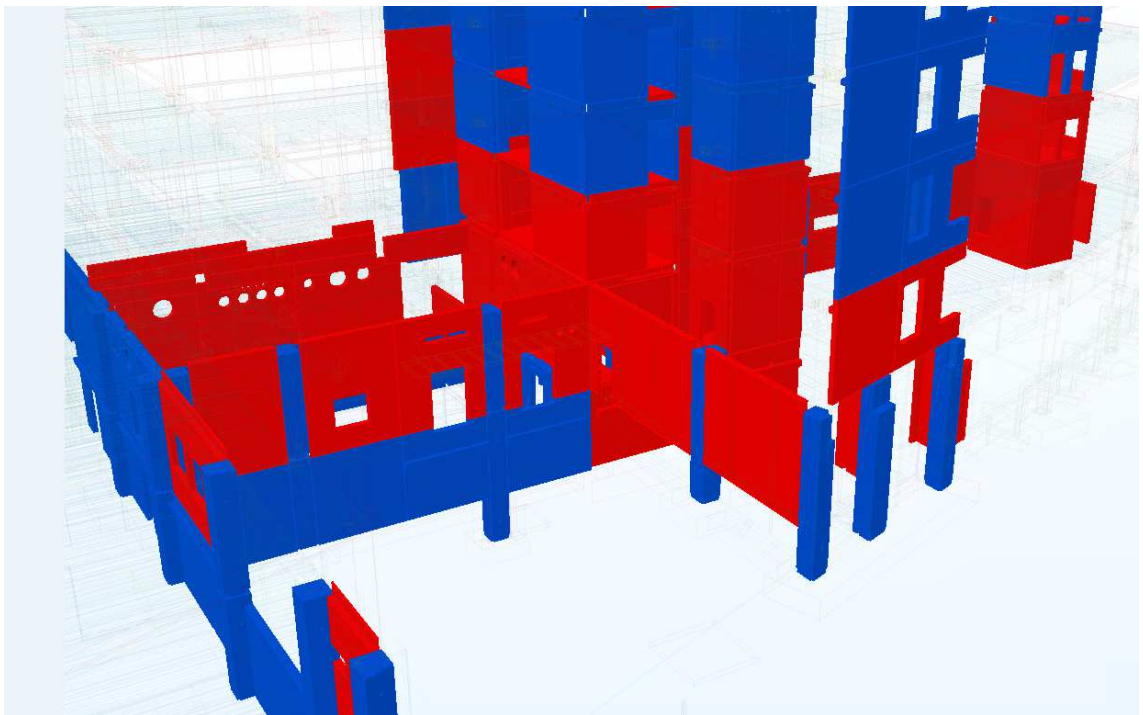


KUVA1 Kohde Ilmalanrinne 1, yleiskuva Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)

2.2 Tietomallintamisen nykytilanne Parma Oy:ssa

Tuotesuunnittelu ja osin tarjoussuunnittelukin suunnittelee kohteitaan tietomallintamalla. Tuotesuunnittelussa siirretään materiaali- ja geometriatietoja suoraan tuotannonohjausjärjestelmään. Myynnin, projektinhallinnan, tuotannosuunnittelun ja tuotannon tilanne on huonompi. Siellä tietomallien hyödyntäminen on kohde- ja henkilökohtaista. Nykytilanne yhtiössä on, että tietomallintamista ei ole vielä jalkautettu koko Parma Oy:n organisaatioon, mutta asiasta keskustellaan paljonkin. (Lahtinen, 2015)

Osa Parma Oy:n työntekijöistä hyödyntää tietomalleja työssään mahdollisimman paljon ajan säästämiseksi, jos tietomalli vain löytyy. Tietomallintamisen hyödyntämisen lisäämiseksi puuttuu selvä strategia. Viiden vuoden päästä tilanne on toinen. (Lahtinen, 2015)



KUVA 2 Ilmalanrinne 1, valmistettavat elementit tehtaittain-tarkastelu, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)

2.3 LEAN-toimintapa

LEAN-ajattelu on johtamistapa tai tuotantofilosofia, jonka ydinajatuksena on tuottaa asiakkaalle lisäarvoa ja poistaa tekemisestä kaikki se, mikä ei tuota asiakkaalle lisäarvoa eli ns. hukka. Hukaksi määritellään: ylituotanto, varastointi, kuljetus, liike, odotus, virheet, prosessointi ja osaamisen alihyödyntäminen. LEAN-toimintatavan pyrkimys on parantaa asiakastyytyväisyyttä ja laatua sekä pienentää toiminnan kustannuksia ja lyhentää tuotannon läpimenoaikoja tehostamalla tuotantoa erilaisilla keinoilla kuten jatkuvalla parantamisella. Se on kapasiteetin lisäämismenetelmä, eikä pelkkä kustannustensäästöohjelma, joten se ei ainoastaan tähtää työ- ja materiaalikustannusten pieneneeseen vaan myös siihen, että tehdään oikeita asioita kun organisoidaan prosesseja. (Parma Lean Jatkokoulutus, 2013)

LEAN-toimintatavan pääperiaatteita voidaan soveltaa myös prosessiteollisuuteen kuten betonielementtiteollisuus. Betonielementtiteollisuuteen ja sen projektitoimintaan voidaan kehittää omia LEAN-ratkaisuja. Tuottavuuden kehittämisessä on avainasemassa prosessien suunnitelmallinen käyttö ja erilaisten häiriöiden vähentäminen. (Kouri, 6)

<i>OIKEAAN AIKAAN</i>	<i>PYSÄYTÄ LINJA</i>
<i>PARANNA JATKUVASTI</i>	<i>SYSTEEMINEN AJATTELU</i>

KUVA 3 LEAN-ajattelun periaatteet (Altonova Oy)

2.3.1 LEAN-toimintatapa ja tietomallintaminen

LEAN-toimintavalle on ominaista tavoitteellisuus, asiakaskeskeisyys, lisäarvon luominen, palautetiedon hyödyntäminen, tuottavuuden kehittäminen ja ongelmakohtien poistaminen. (Kouri 2010, 34) Näihin tavoitteisiin pääsemiseksi tietomallintaminen on mainio apuväline.

Tärkein hyödyntämismahdollisuus on LEAN-ajattelun kulmakivi eli käytä visuaalista johtamista. Visuaaliset apuvälineet auttavat hahmottamaan nopeasti prosessin ongelmia ja sen hetkistä tilaa, koska ihmiset ovat yleensä kiinnostuneita siitä, mitä he näkevät. Tietomalli on välitön: visualisoinnin tavoitteena on tehdä kommunikoinnista houkuttelevaa ja helppoa. Päämääränä on, että mahdollinen ongelmakohta tulee käsiteltyä loppuun asti. (Parma Lean Jatkokoulutus, 2013)

LEAN-toimintavan yksi käytännön periaatteista on standardisointi. Standardisointi on tavoitetila; vähentää vaihtelua ja luo perustan jatkuvalla parantamiselle. Hyödyt ohjaavat päivittäistä toimintaa oikeaan suuntaan. (Parma Lean Jatkokoulutus, 2013)

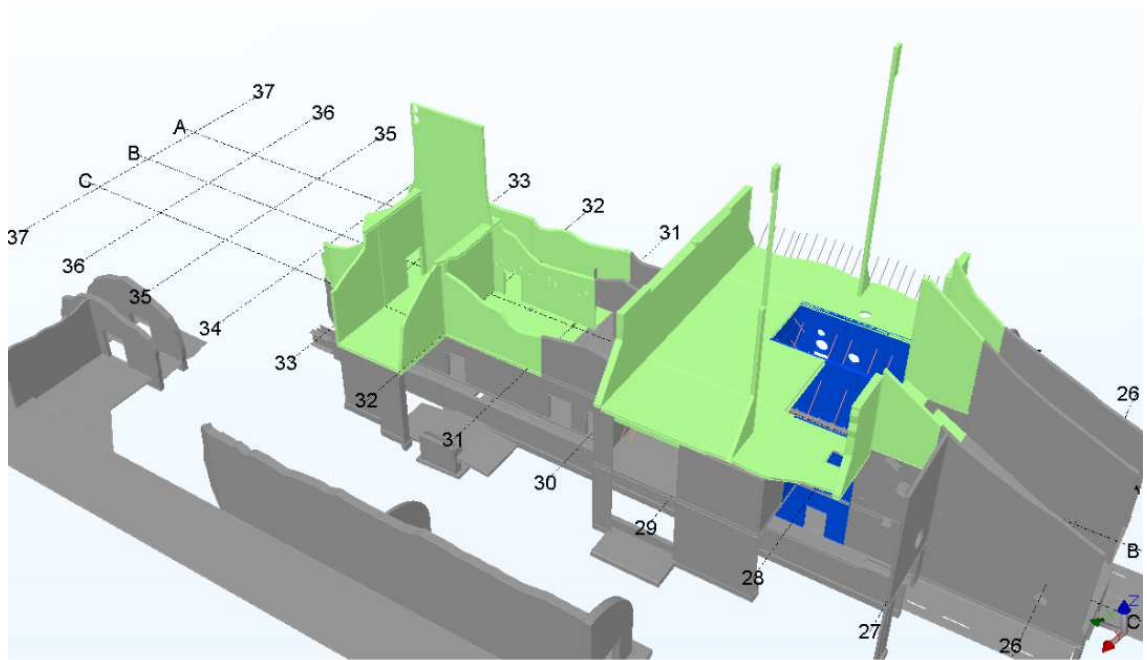
Betonelementtiteollisuudessa on monia prosesseja eli ilmiöitä, joilla on alku ja loppu, ja jotka toistuvat uudestaan. Betonelementtitoimituksessa siirretään paljon erilaista tietoa esim. geometria-, materiaali-, status- ja aikataulutietoa. Tiedon siirtämisessä on paljon pakollista manuaalista syöttämistä, jotka on vain pakko tehdä. Samat tiedot saadaan siirrettyä automaattisesti tietomalleista. Tämä toimintatapa vähentää virheitä.

Tietomallintamisen ideologiaan kuuluu avoimuus. Samat arvot ovat LEAN-toimintatavassa: johtajuus, osaaminen, luottamus, ihmiset ja motivaatio. LEAN-ajattelussa on organisaation selvitettävä: mitä se tarkoittaa ja muutettava omaa ajattelua ja sitä kautta käyttäytymistään. Tietomallintaminen on taas uudenlaista työskentelyä verrattuna 2D-piirtämiseen; siinä pitäisi luopua perinteisistä rooleista ja toimintatavoista.

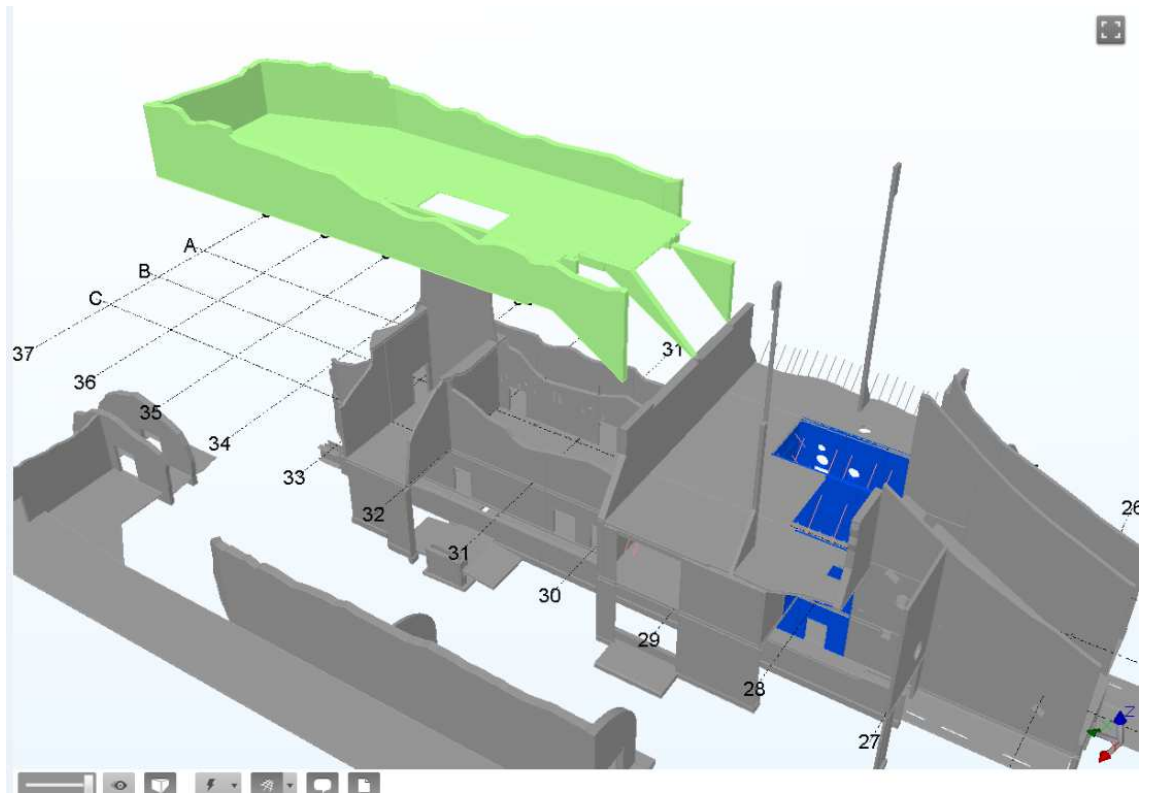
3 TIETOMALLINNUKSEN KÄYTTÖ BETONIELEMENTTITOIMITUKSEN PROJEKTIHALLINASSA

Betonielementtitoimituksen ensimmäisiä vaiheita sopimuksen teon jälkeen on luoda valmistussuunnitelmat, joiden jälkeen tuotanto vasta alkaa. Elementtisuunnittelussa käytetään tietomallintamista. Sähköiseen tietomalliin voidaan lisätä rajapintaisten ohjelmien avulla tuotannonohjausjärjestelmän tietoja. Oheistoiminnon avulla voidaan esittää tuotannon prosessinvaiheita (statustieto) tai muuta informaatiota visuaalisina esityksinä (KUVA 4,5 & 6), jotka voivat kiinnostaa projektissa mukana olevia eri tahoja. Esitysten ei välttämättä tarvitse olla pitkälle hiottuja valmiita animaatioita vaan jo pelkkä snapshot-kuva riittää joissain tapauksissa. Tietomallien esittämiseen ja käyttämiseen on monenlaisia erilaisia ohjelmia ja laitteita, joista osa ei toimi kaikissa laitteissa.

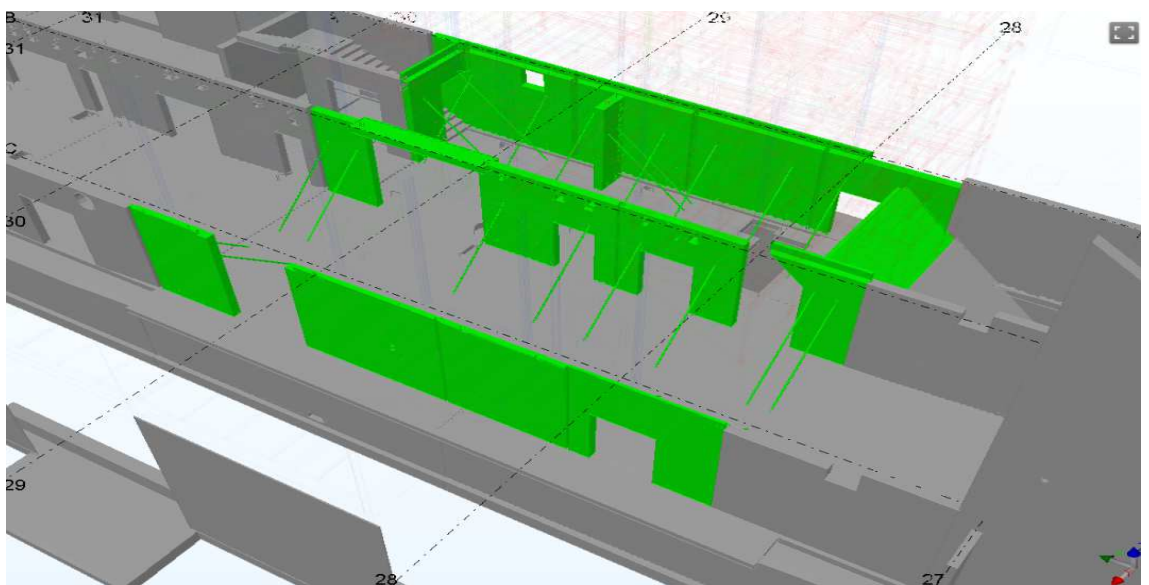
Alla olevissa kuvissa 4, 5 ja 6 on esitetty vihreällä värillä esitetään lohkon asennetuja elementtejä eri vaiheessa toimitusta.



KUVA 4 Koivusaaren asema, lohkon statustieto valetuista ja asennetuista elementeistä Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)



KUVA 5 Koivusaaren asema, lohkon statustieto valetuista ja asennetuista elementeistä, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)



KUVA 6 Koivusaaren asema, väliseinäelementtien asennus, tönärit, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)

Tietomallinnusta voidaan hyödyntää betonielementtitoimituksen projektivaiheessa eri tavoin esim. kohteeseen voidaan havainnollistaa asiakkaalle elementtiasennuksen vinojen hissien massiivilaattojen kannakkeet tai vaikkapa maan alle sijoittuvan väliseinän asettuminen louhittua kalliota vastaan. Törmäystarkasteluissa voidaan tarkastella asennettavuutta, esim. voidaanko pilari asentaa suunnitellun kaltaisilla teräsosilla varustettuna. Tiedonmäärä ja sen oikeanlaisuus auttaa osapuolia ymmärtämään paremmin kokonaisuutta.

Ohjelmistoina käytetään pääosin Tekla Oy:n ohjelmistoja: Tekla Structures- tai Tekla Bim Sight-ohjelmia.

3.1 Tekla Structures-ohjelma

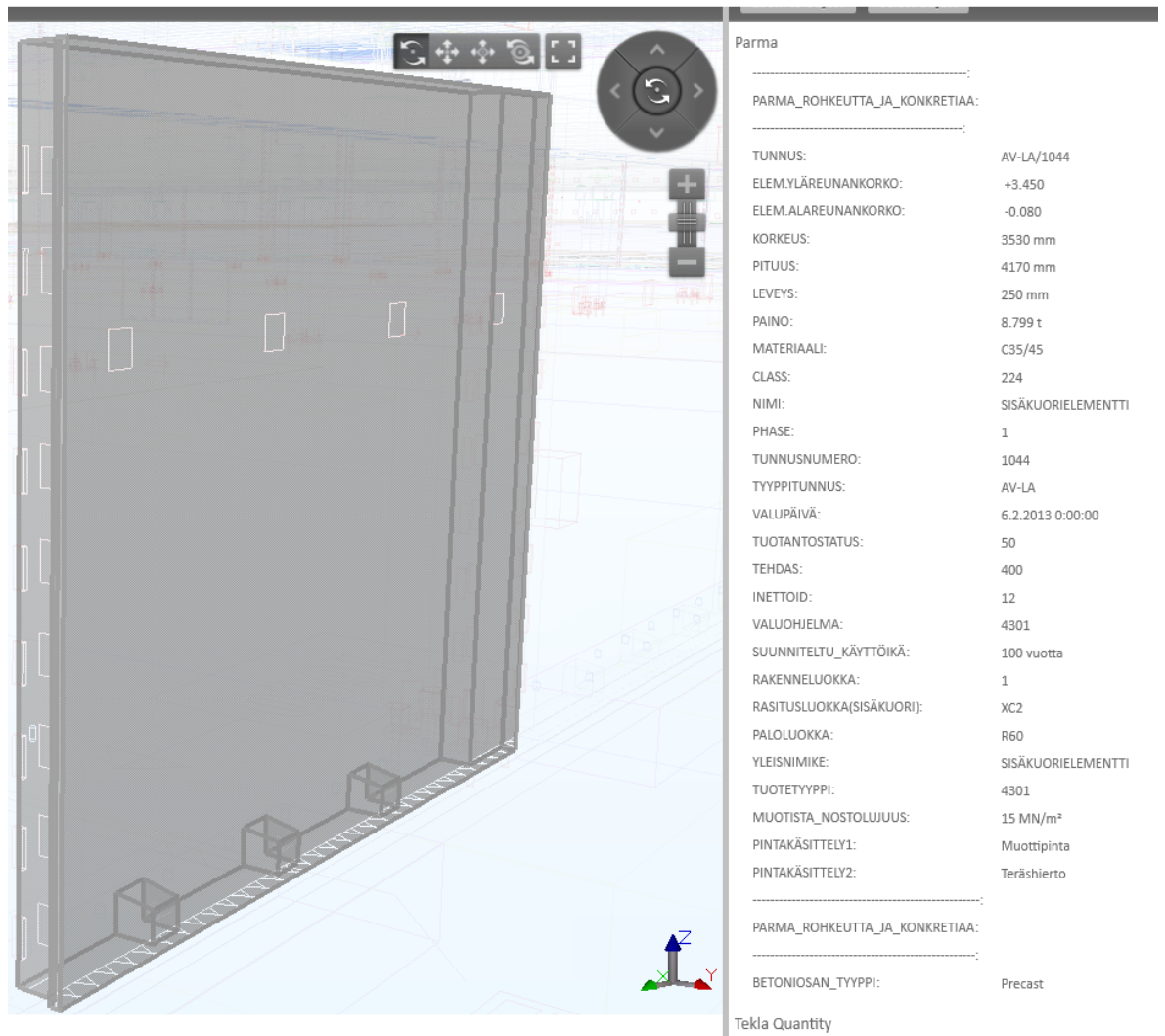
Tekla Structures-ohjelma on Tekla Oy:n kehittämä rakennesuunnitteluohjelmisto, jolla saadaan aikaan IFC-standardin mukainen rakennuksen rakenteiden tietomalli. Betonielementtisuunnitteluun Tekla Structures on kehittänyt oman ympäristönsä (Tekla Structures Precast Concrete Detailing), josta löytyy mm. betonielementtien detaljikirjasto. Tekla Structures Precast Concrete Detailing-ympäristö on betonielementtien suunnitteluun ja valmistukseen soveltuva kokoonpano. Käytännössä sillä on samat ominaisuudet kuin TS Full-kokoonpanolla, mutta ilman teräsrakenteiden yksityiskohtaista mallinnusta esim. liitokset. (Tekla Oy, 2015).

Tekla Structuresilla tuotetut mallit sisältävät tarkan, luotettavan ja yksityiskohtaisen tiedon, jota tarvitaan onnistuneeseen rakentamiseen tietomallinnukseen ja toteutukseen. Tekla Structuresilla mallintamalla saadaan tehtyä nopeasti toteuttamiskelpoiset tietomallit. (Tekla Oy, 2015)

Teklan ohjelmistot ovat lähtökohtaisesti avoimia tietomalliohjelmistoja eli ne toimivat yhteen useiden muiden eri ohjelmistojen kanssa. Niihin on myös helppoa koodata lisää komponentteja omiin tarpeisiin. Tekla Structures on rakennesuunnittelijoiden yleisimmin käyttämä tietomallinnusohjelma Suomessa, koska ohjelma on laaja ja monipuolinen. Sen käyttöä on harjoiteltava jonkun verran, että pystyy hallitsemaan ohjelman Tekla Structures-ohjelma on myös kilpailijoitaan kalliimpi, mikä on hidastanut sen lissenssien hankkimista muuhun kuin suunnittelukäyttöön.

3.1.1 3D-pdf

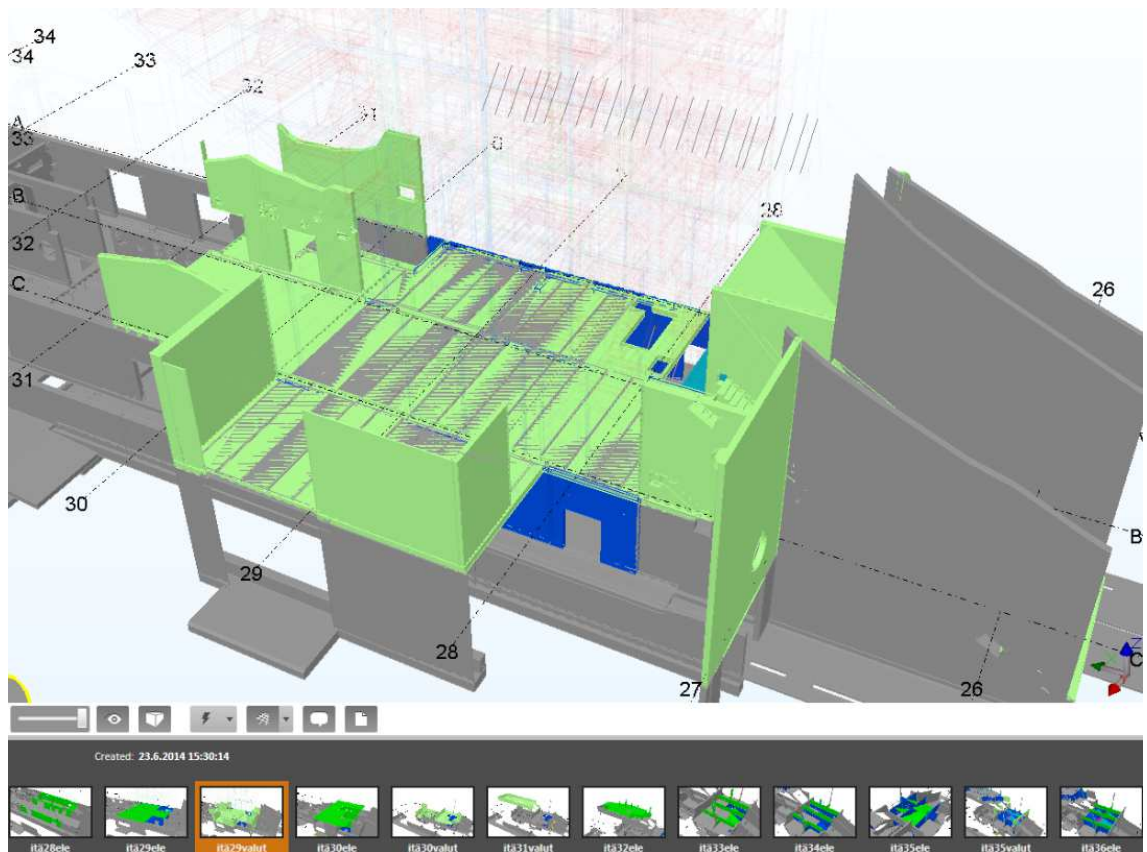
Tekla Structures-ohjelmasta saadaan tulostettua 3D-pdf-tiedostoja, jotka aukeavat kaikille käyttäjille. Kuvaa pystyy pyörittelemään tietokoneen hiirellä kuten mallia yleensäkin.



KUVA 7 Esimerkkikuva 3D-pdf:stä, AV-elementti kohteesta Porin Puuvilla (Parma Oy)

3.2 Tekla Bim Sight-ohjelma

Tekla BIMsight on ammattilaiskäyttöön suunniteltu ilmainen työkalu rakennusalan projektiyhteistyöhön. Se on Tekla Structures-ohjelman katseluversio. Siinä projektin kaikki osapuolet pystyvät yhdistämään mallinsa, tarkastelemaan malleja ja jakamaan tietoja esim. betonielementtien statustietoja (suunniteltu/valettu/varastoitettu/toimitettu) helppossa BIM-ympäristössä. Sillä voidaan tehdä erilaisia törmäystarkasteluja eri rakenteiden avulla sekä animaatioita, mikä helpottaa ongelmien tunnistamista ja ratkaisemista jo aikaisemmassa vaiheessa erityisesti rakenteellisesti vaativissa kohdissa. Laskenta tapahtuu geometrian avulla. Visuaalisten esitelmien luominen on helppoa ja toiminnot ovat helppokäyttöisiä. (Tekla Oy, 2015)



KUVA 8 Koivusaaren asema, Tekla Bim Sight-malli, ohjelmanäkymä (Parma Oy)

4 TAPAUSKOHTEET

Tutkimuksen tapauskohteiksi valittiin kolme Parma Oy:n toimittamaa betonielementti-kohdetta: Kauppakeskus Porin Puuvilla, Tampereen Tornihotelli ja Kone High Rise Laboratory Tytyri. Kaksi ensin mainittua ovat toimitilarakentamista ja Kone High Rise Laboratory on infrarakentamista. Kohteet valikoituivat tutkimukseen niiden laajuuden ja vaativuuden mukaan. Niiden betonielementit on valmistettu ja toimitettu vuosina 2013-2015.

4.1 Kauppakeskus Porin Puuvilla



KUVA 9 Valmis Kauppakeskus Porin Puuvilla (Parma Oy)

Parma Oy toimitti kohteen Kauppakeskus Porin Puuvillan (KUVA 9) laajennusosat Kutomon ja Lusikkalinnan tuotesakauppana Skanska Talorakennus Oy:lle. Parma Oy vastasi elementtisuunnittelusta asennukseen yhdessä yhteistyökumppaneidensa kanssa

Betonielementtitoimitukseen sisältyi yhteensä 7975 kpl:ta betonielementtejä, josta oli ontelo- ja kuorilaattaa 62045 m²:a, teräsbetonisia pilareita ja jännitettyjä elementtejä kuten suorakaide- ja leukapalkkeja 3847 m³:a sekä TT-laattaa kattoihin 4825 m²:a. (Parma Oy, Tilauksen tilanne-raportti)

4.1.1 Tietomallinnuksen hyödyntäminen Porin Puuvillassa

Porin Puuvillan elementtitoimituksessa koko toimintoketju tarjoussuunnittelusta työmaalle käytti tietomallinnusta apunaan ja heidän tahtotilansa oli kohdallaan. Betonielementtien suunnitteluprosessin etenemistä ja -toteutumista johti Parma

Oy. Kohteen aikataulu oli hektinen. Suunnittelu- ja valmistusaika oli lyhyt. Valmistautuminen oli huolellisella suunnittelulla ja ennakoinnilla tärkeää. Nykyaikaisilla ratkaisuilla vähennettiin ongelmakohtia ja osittain jopa poistettiin niitä.

Porin Puuvillassa ei ollut käytössä jaettu malli, mikä on suoraan reaaliaikainen tai ainakin sitä hyvin lähellä oleva suunnittelutoimiston malli. Kun tämä toiminto ei ollut vielä käytössä, Parma Oy päivitti joka aamu mallin uudella tiedostolla, jos suunnittelutoimitot olivat sellaisen muistaneet tallentaa Parma Oy:n projektikeskukseen.

Tietomalliin lisättiin Parma Oy:n tuotannonohjausjärjestelmän tiedot, joista kasattiin erilaisia visuaalisia esityksiä tuotannon- ja suunnittelun etenemisestä. Viikoittain projektinhoito teki statustarkasteluja. Suunnitelmien, tuotannon ja asennuksen tilanne oli lähes reaaliaikainen. Käytetty värimaailma oli Parma Oy:n tuotannonohjausjärjestelmän värit. ns. liikennevalot (Kuva 9), jotka kävivät kaikille osapuolille.

Tuotantostatus	Väri			
		R	G	B
0 Piirustus tullut tehtaalle	CYAN	28	177	199
00 Piirustus tullut tehtaalle	CYAN	28	177	199
10 Elementin tiedot luettu tuotannonohjausjärjestelmään	Blue	10	5	198
30 Valuohjelmalla/Hienokuormitettu	Yellow	242	234	61
40 Valettu	Gray	111	109	112
50 Valettu	Gray	111	109	112
70 Toimitettu	Green	82	236	90
90 Hylätty	Red	255	1	3

KUVA 10 Elementtien tuotantostatukset (Parma Oy)



KUVA 11 Tekla BimSight näkymä, Porin Puuvilla (Parma Oy)

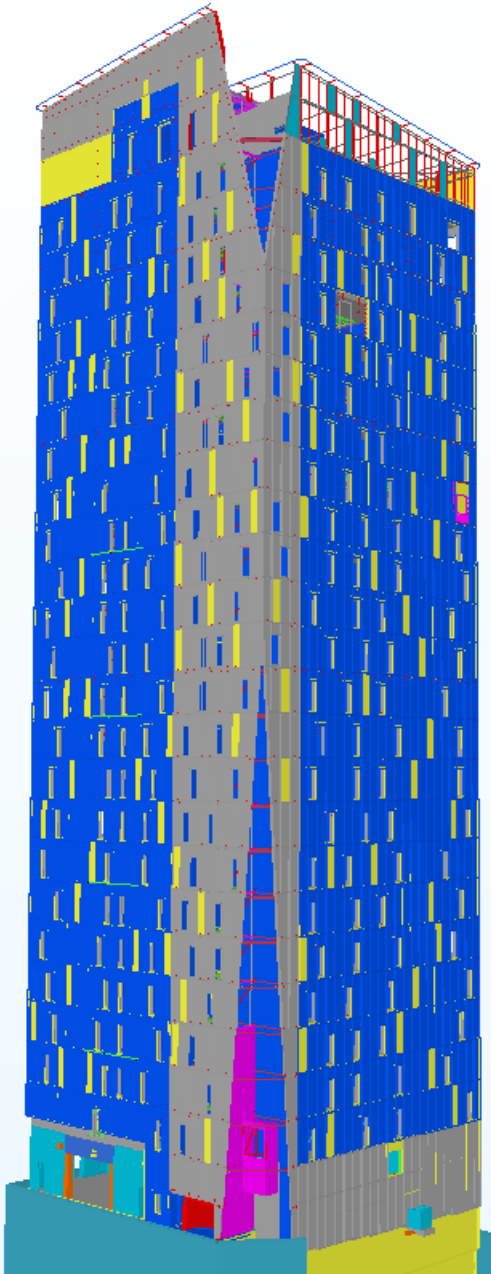
4.2 Tampereen tornihotelli

Tampereen tornihotellin työmaalle Parma Oy toimitti ontelolaattaa ja erilaisia seinätuotteita. Tampereen tornihotellin julkisivujen värilliset betonimassat olivat vaativia: musta ja punainen. Mustan väribetonin tasaisuus vaatii onnistuakseen tasaiset olosuhteet. Lisäksi väliseinien pinnoille oli normaalista poikkeavia vaatimuksia, koska ne oli tarkoitettu jääväksi betonipinnalle.

Välipohjat olivat paikallavalua, mutta holveissa oli kylpyhuone-elementtien alla työvaihetta helpottavia teräsbetonisia välipohjaelementtejä. Niiden paksuus oli sovitettu niin, ettei kylpyhuoneen lattian ja hotellihuoneen lattian välille synny liikkumista hankaloitettavaa kynnystä



KUVA 12 Tampereen Tornihotelli, betonielementit asennettu, työmaavaihe (Parma Oy)

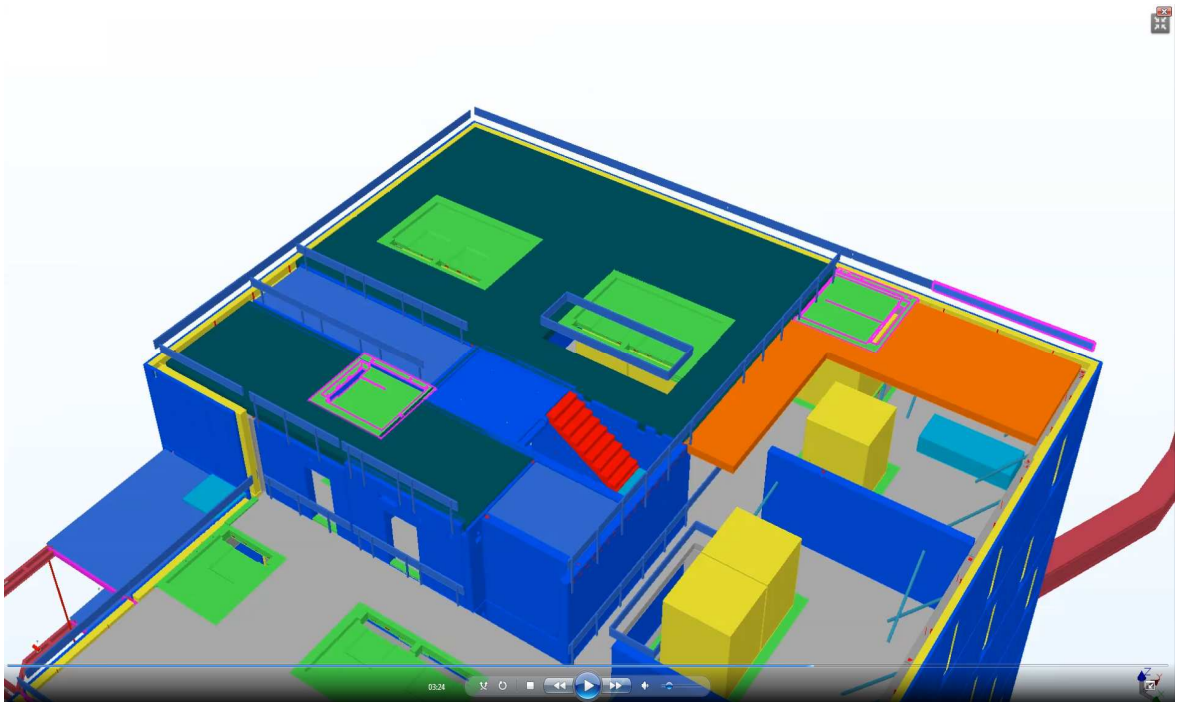


KUVA 13 Tampereen Tornihotelli, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)

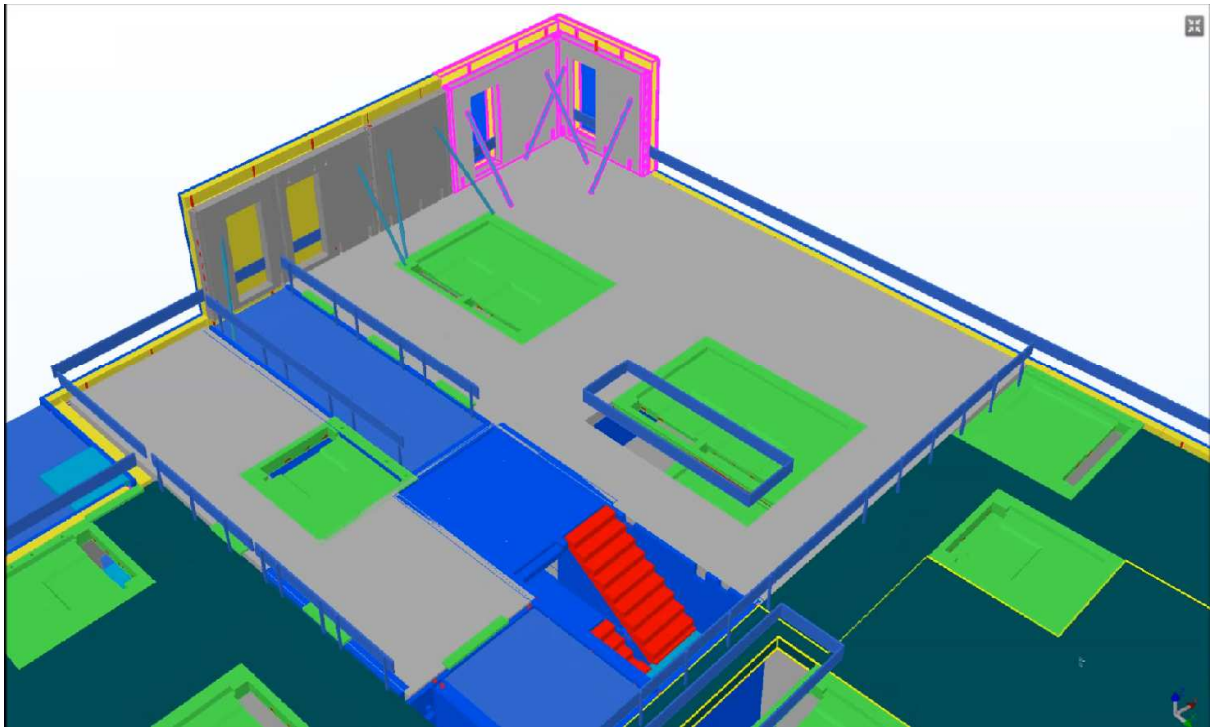
4.2.1 Tietomallinnuksen hyödyntäminen Tampereen Tornihotellissa

Haasteita projektinhallinnalle tuotti aikataulussa pysyminen, missä tosin onnistuttiin. Asennustahti oli viikko/kerros. Tämä malli oli kopioitu ulkomailta pilvenpiirtäjien rakentamisesta ns. Dubai-malli. Syitä tähän oli mm. rakentamiskustannukset. Rakennuskustannukset ovat edullisemmat ja kokonaisrakennusaika lyheni kahdella kuukaudella.

Projektissa oli paljon toistoa, joten asennusta varten kannatti tehdä perehdytysanimaatio (KUVA 14 & 15). Se oli havainnollinen esitys miten elementit asennetaan paikoilleen kerroksittain. Siinä demonstroidaan mm. paikallavalu holvien raudoitustyö ja seinäelementtien asennustyön eteneminen. Animaatio etenee maanantaista perjantaihin. Se oli helppo, nopea ja ennen kaikkea edullinen tapa.



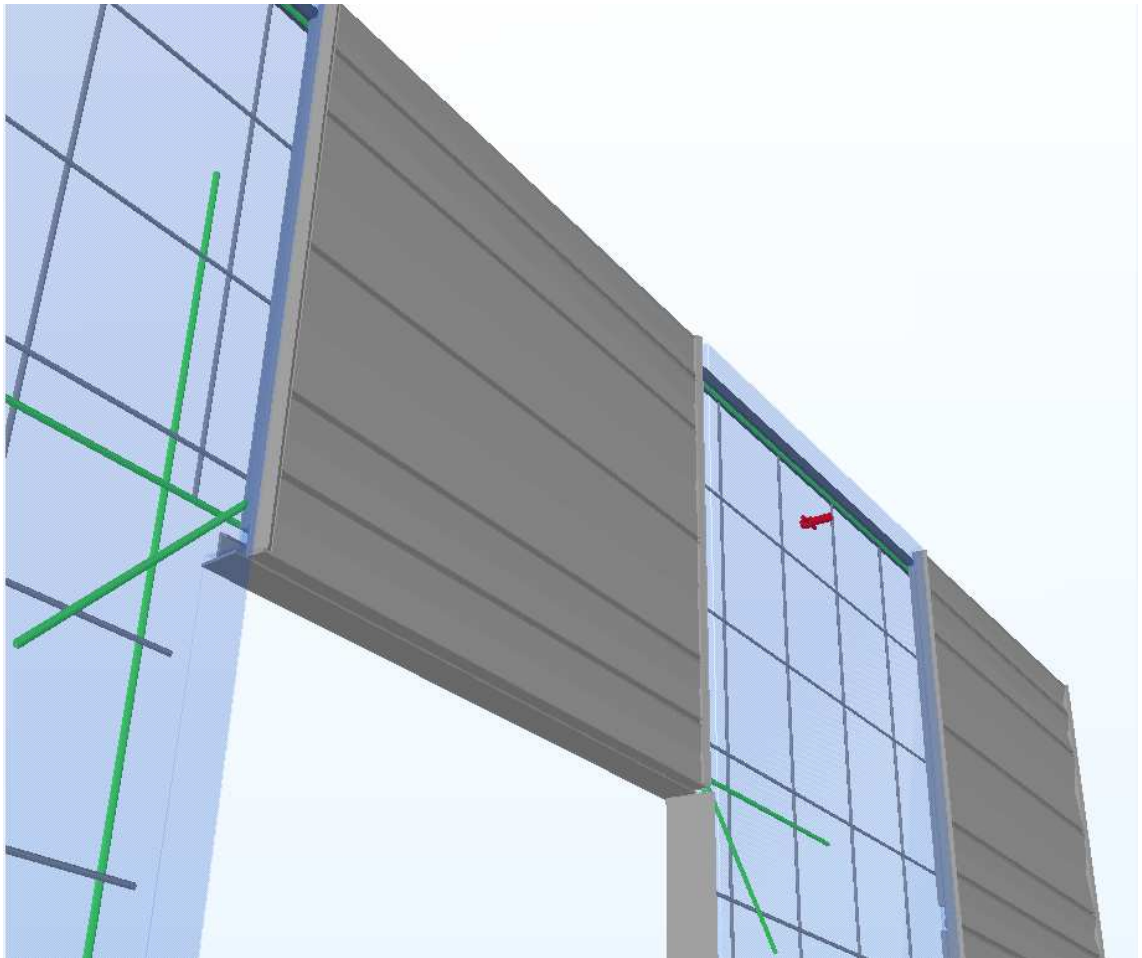
KUVA 14 Tampereen Tornihotelli, näkymä asennusanimaatiosta (Parma Oy)



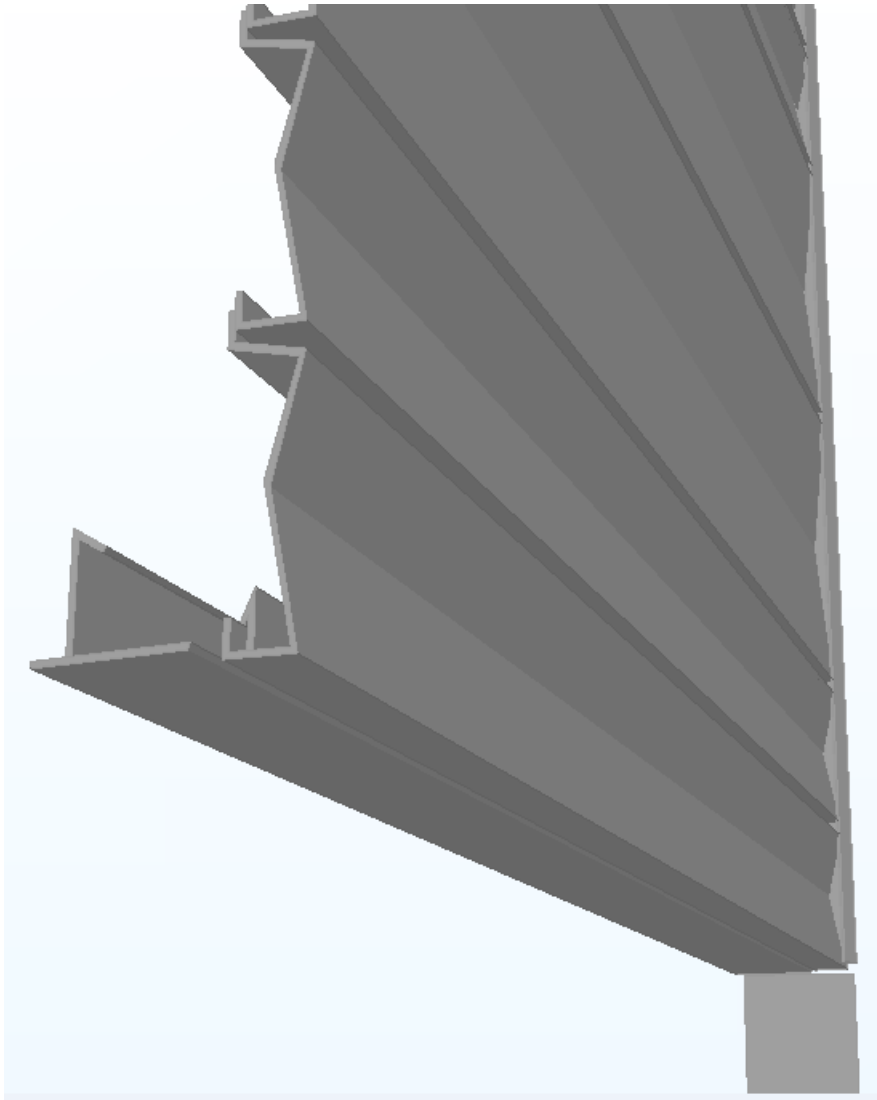
KUVA 15 Tampereen Tornihotelli, näkymä asennusanimaatiosta (Parma Oy)

Seinätuotteissa on paljon yksityiskohtia kuten myös Tampereen Tornihotellin sandwich-elementeissä esim. kumitiivisteet. Seinätuotteet ovat yleisesti ottaen vaativampia valmistaa kuin runkotuotteet. Tampereen tornihotellin julkisivun sandwich-elementteihin asennettiin jo ikkunat tehtaalla, mikä ei ole yleinen toimintatapa betonielementtitoimituksissa. Jokainen kerros oli välittömästi elementtien asennuksen jälkeen putoamiselta ja tuulelta suojattu. Elementtien yläosassa oli valmiina holkit, joihin oli helppo kiinnittää turvakaitteet yläpuolisen holvin tekemisen

Julkisivuelementeissä oli ikkunoiden päällä yksityiskohtana haponkestävä peltilevy (KUVA 16 & 17), joka oli profiiltaan kolmiulotteinen. Detalji hiottiin kuntoon Tekla Structures-ohjelmalla. Vierekkäin sijaitsevien teräsosien täytyi sopivat tarkasti toisiinsa. Pellit ostettiin alihankkijalta.

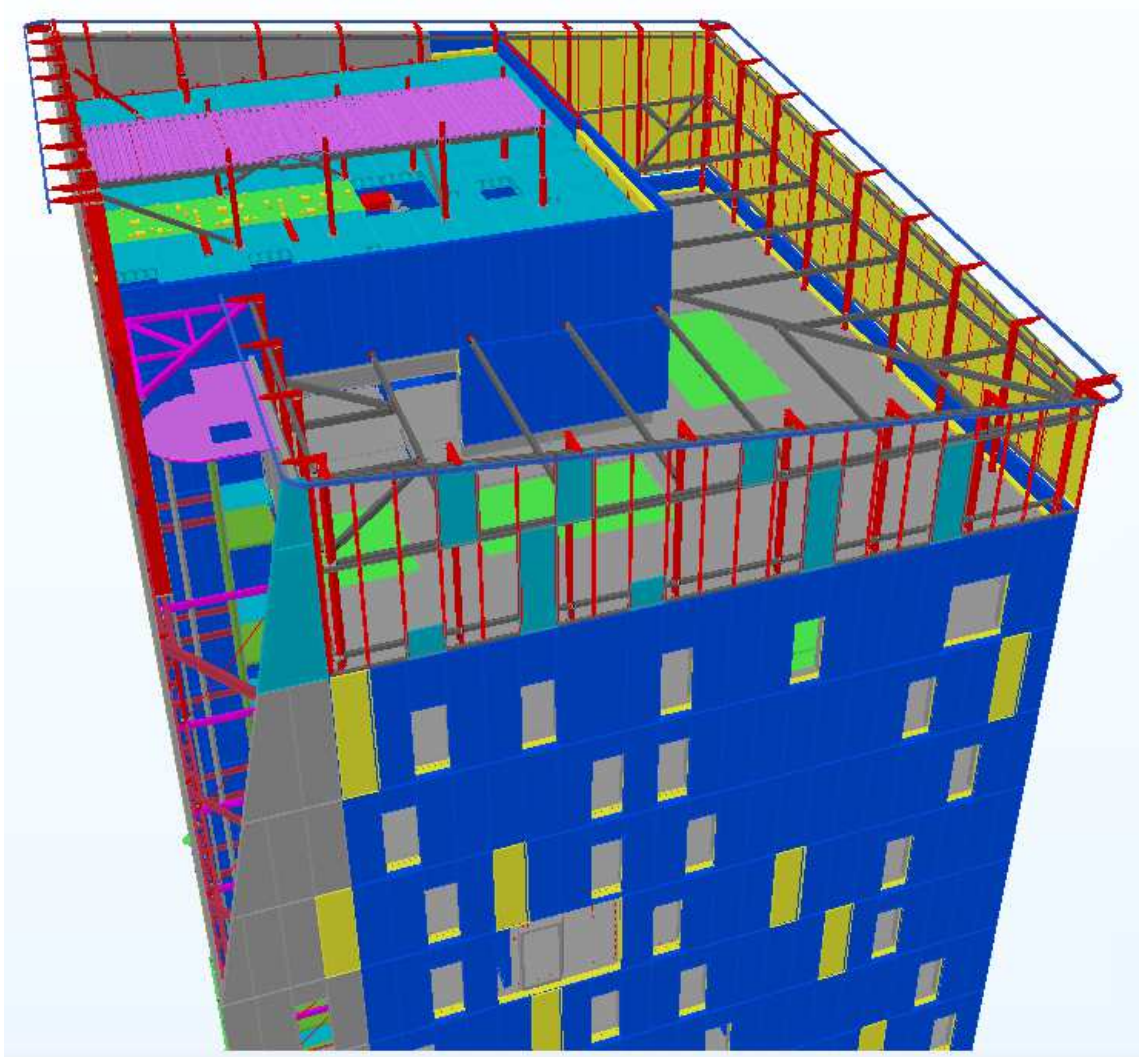


KUVA 16 Detalji Tampereen Tornihotellin julkisivuelementti, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)



KUVA 17 Detalji Tampereen Tornihotellin julkisivuelementtien ikkunapellityksistä, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)

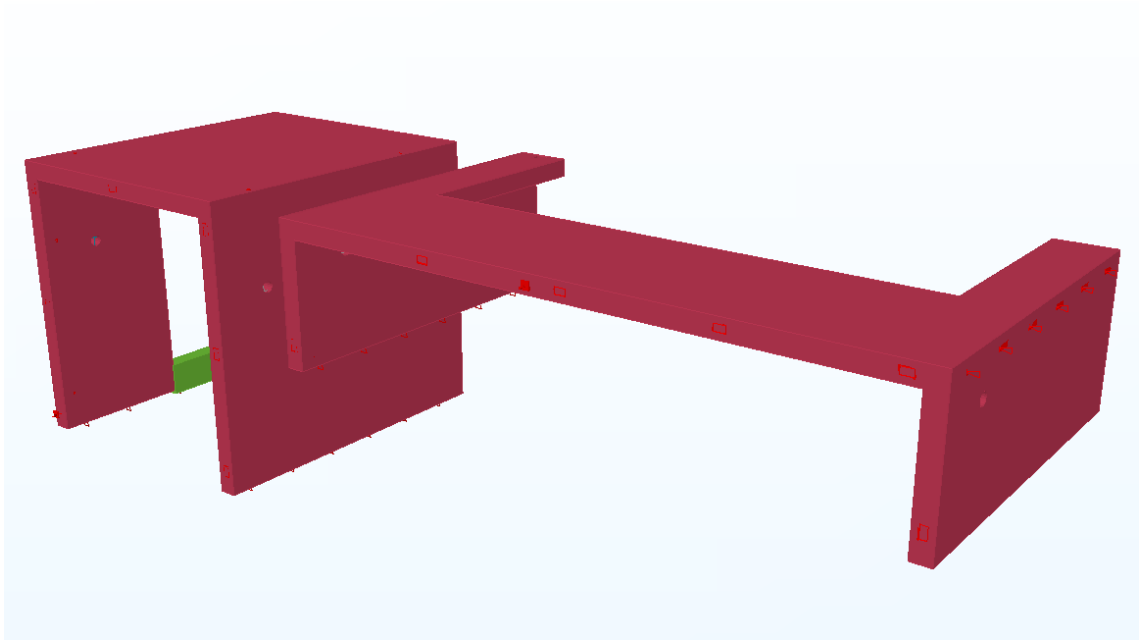
Kaikkia asioita ei edes esitetty muualla kuin tietomallissa. Tästä esimerkkinä on hotellin 17. krs:n teräsosien muoto ja niiden asennus. Niissä on betonielementeissä kiinni teräksiset ritilät, jotka peittävät suuren osan betonielementin pinta-alasta. (KUVA 18). Tuotanto tarkisti valmistusvaiheessa LVIS-läpivientejä tietomallista. Tuotannon työnjohto tarkasteli tietomallia viikoittain.



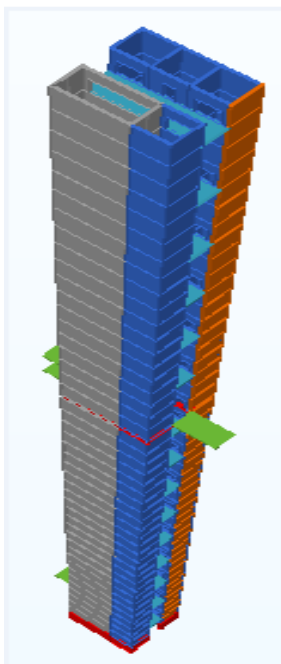
KUVA 18 Tampereen Tornihotelli lähikuva, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)

4.3 Kone High Rise laboratory, Tytyri

Parma Oy valmisti ja suunnitteli kohteeseen Kone High Rise laboratoryyn erikoiskorkean hissikuiluja sekä massiivilaattaelementtejä (KUVA 19). Kohteessa oli poikkeuksellisen haastavat työmaaolosuhteet, jotka toivat mukaan huomiotavaksi mm. logistiikan yhteensovittamisen ja työturvallisuuden takaamisen. Kuilut asennettiin vanhaan kaivokseen maan alle. Kuilujen kokonaissyvyys on 170 m ja yhden kuiluelementin paino on 16 tn. (KUVA 20). Asiakas oli Lemminkäinen Infra Oy.



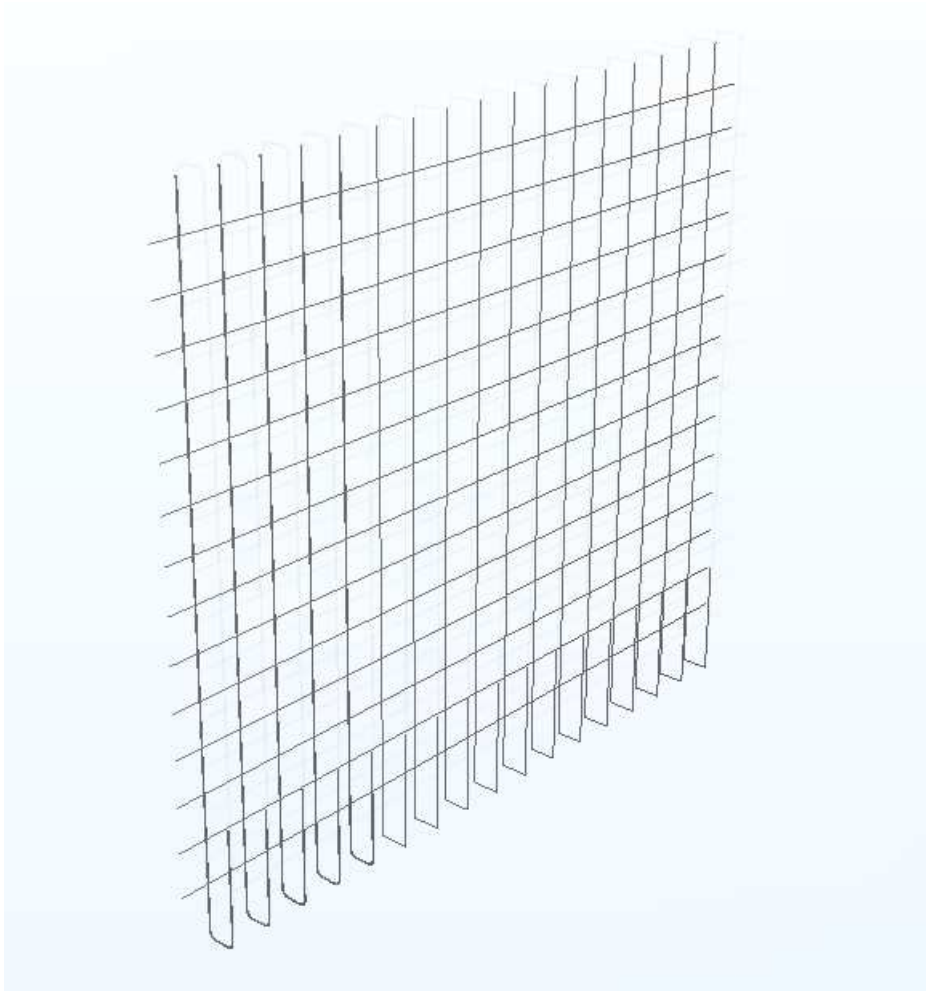
KUVA 19 Kone High Rise laboratory, elementit, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)



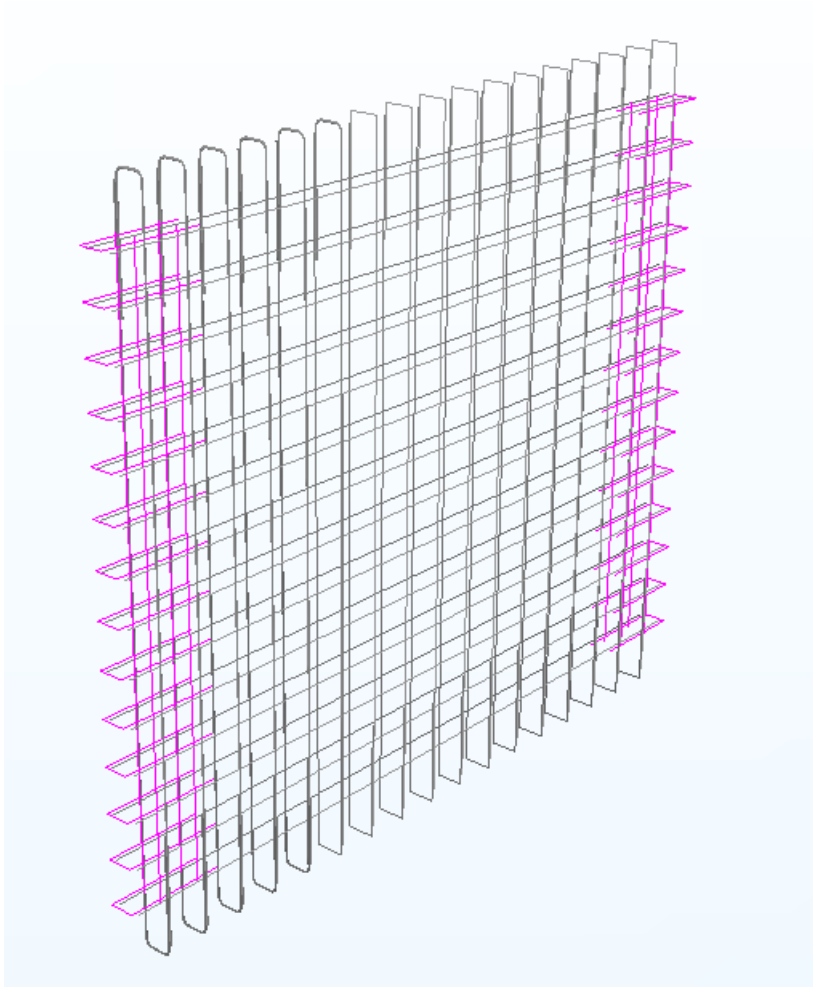
KUVA 20 Kone High Rise laboratory, Tytyri, valmis kuilu Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)

4.3.1 Tietomallinnuksen hyödyntäminen Kone High Rise laboratory, Tytyrissä

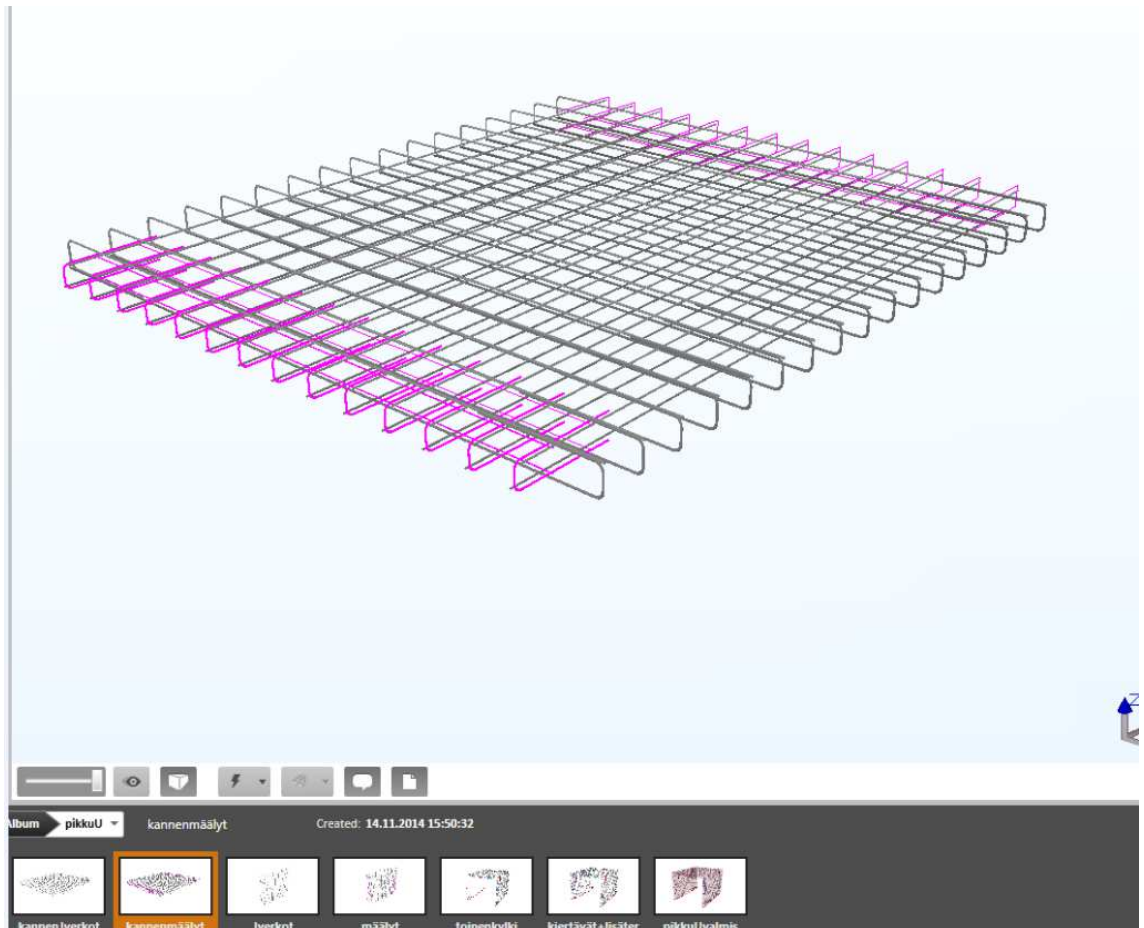
Tietomallinnusta käytettiin projektissa paljon jo projektin tarjousvaiheessa. Kaupan teon jälkeen tehtiin tuotantoa varten vaiheittain etenevä esitys sen vaativasta raudoitetyöstä; miten raudoitepaketit valmistuvat (KUVA 21, 22, 23, 24 & 25) sekä havainnollistettiin tietomallintamalla elementtituotannon kulkua työryhmälle mm. kokoonpano. (KUVA 26)



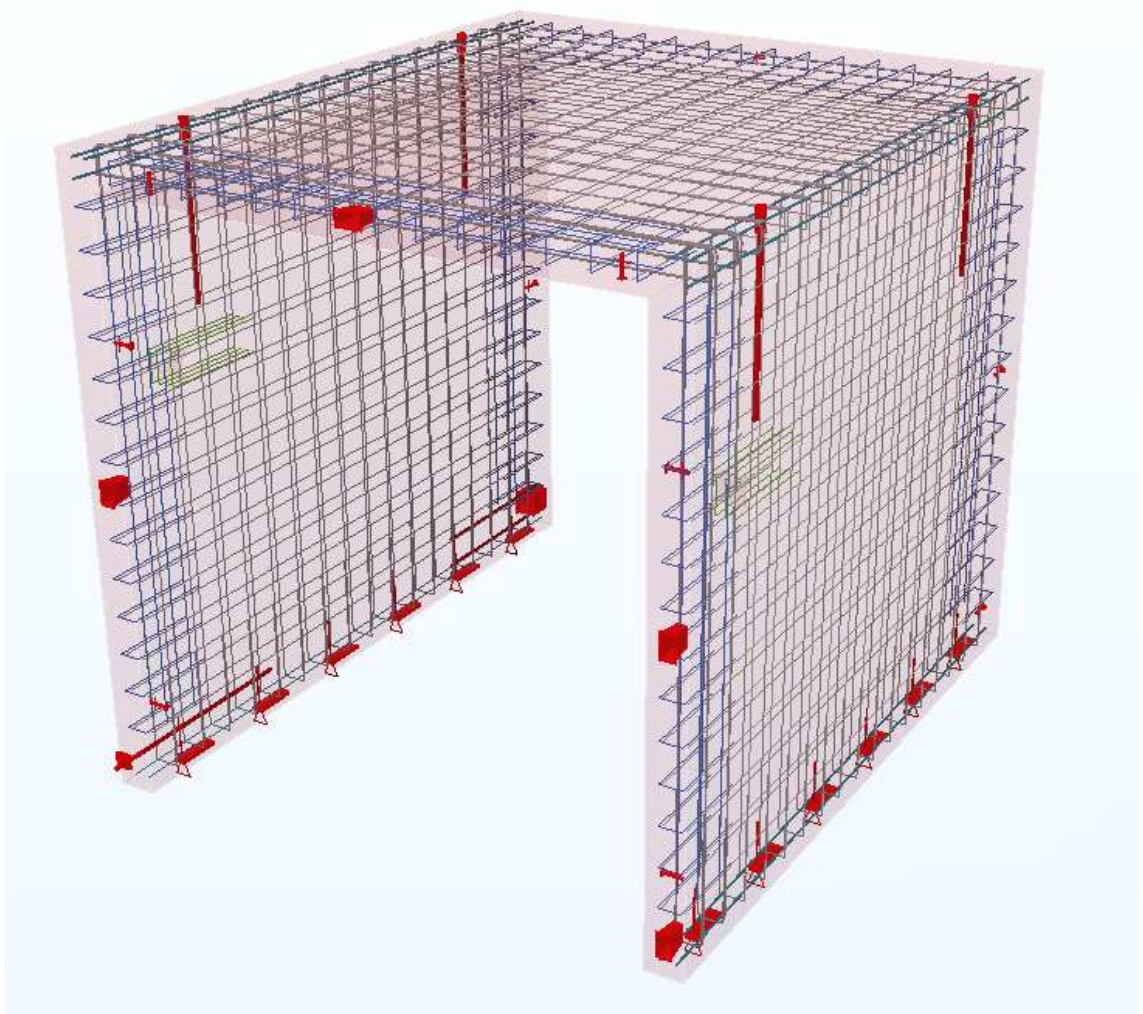
KUVA 21 Kone High Rise laboratory, Tytyri kuilu, raudoite Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)



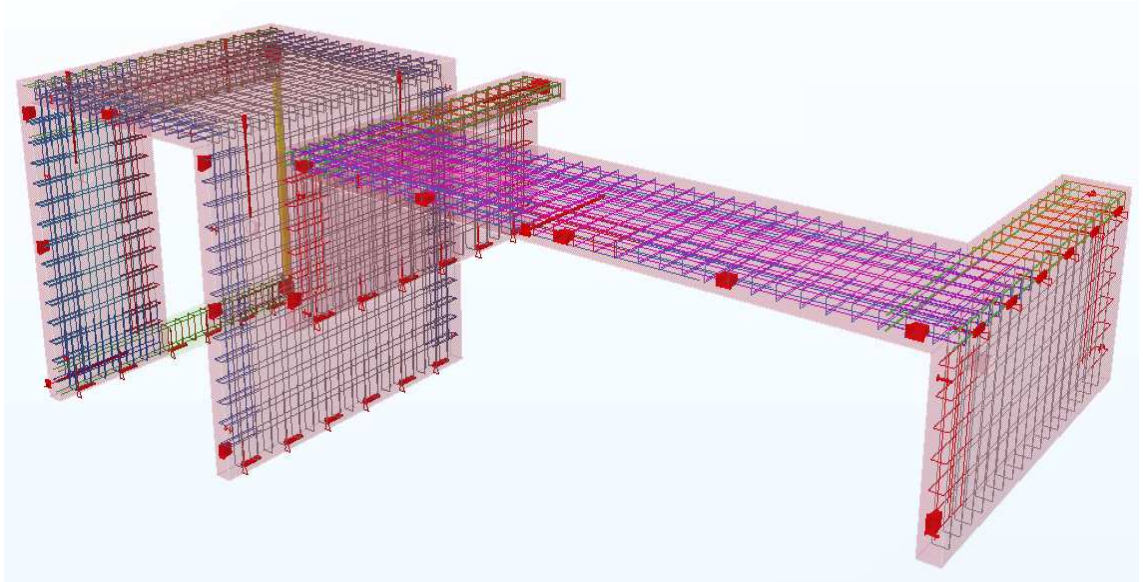
KUVA 22 Kone High Rise laboratory, Tytyri kuilu, raudoitusverkko Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)



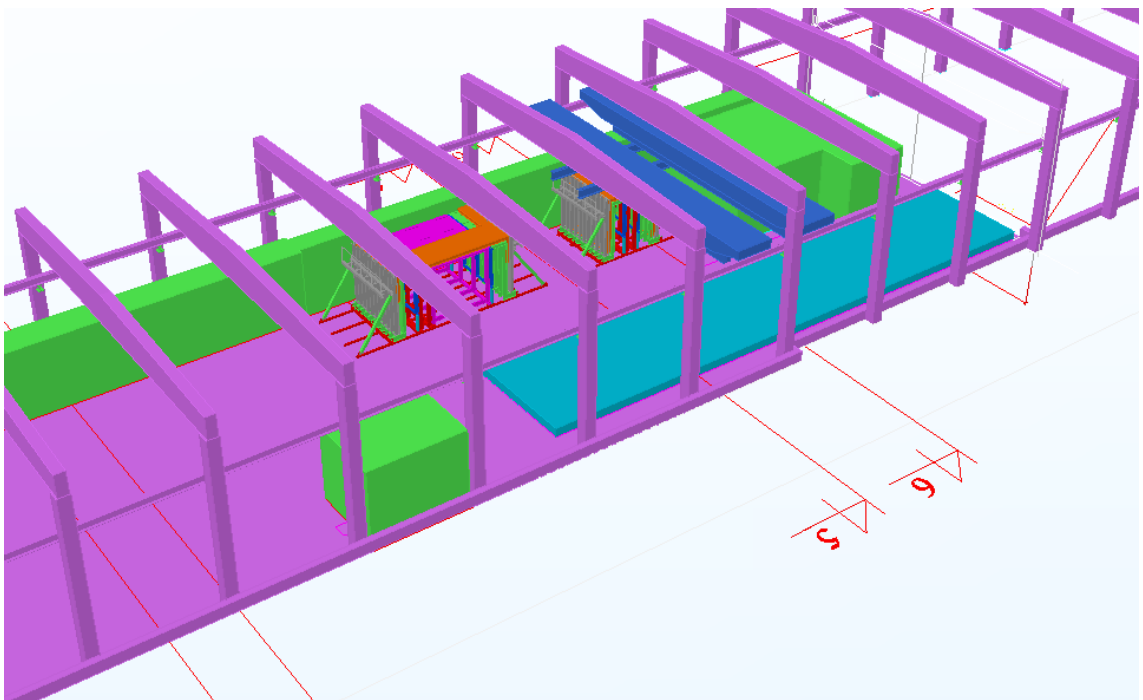
KUVA 23 Kone High Rise laboratory, Tytyri kuilu, rauditusverkko, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)



KUVA 24 Kone High Rise laboratory, Tytyri kuiluelementin, raudoitus, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)



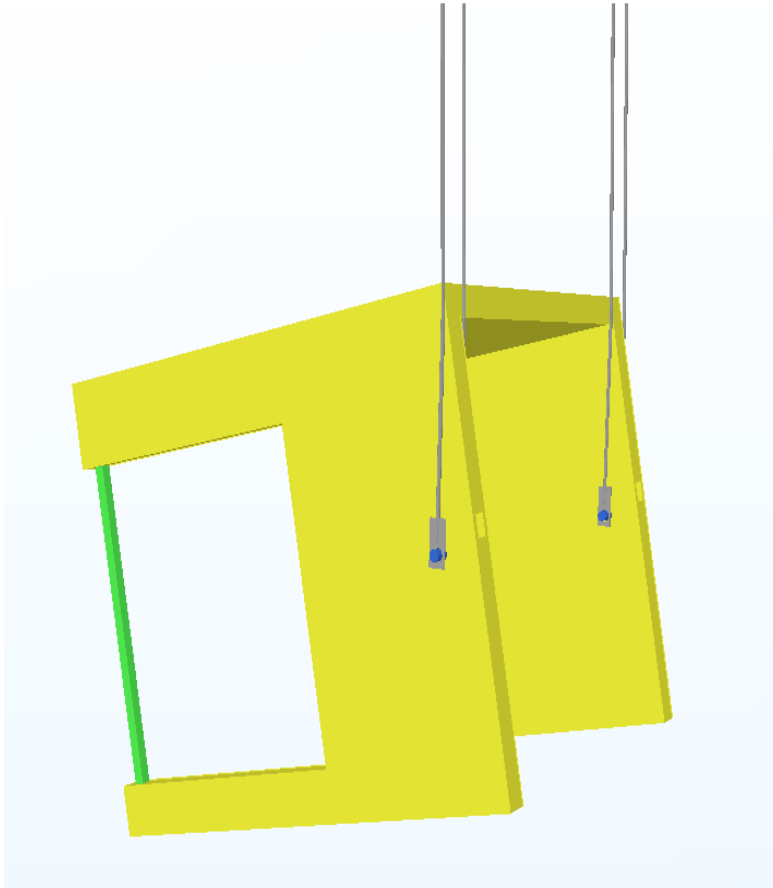
KUVA 25 Kone High Rise laboratory, Tytyri elementtien valmis raudoituskuvat elementtituotantoa varten, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)



KUVA 26 Runkotehtaan tehdaslayout, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)

Elementtikuilun asennuksen suunnittelua varten tehtiin ”asennustorni”, jossa näkyi asennuksen eteneminen ja asennusdetaljit, joita käytiin läpi yhdessä elementtiasennuksen kanssa. Asennuskehikko-ratkaisu parantaa työturvallisuutta. Asentajan puristumisriski pienenee selkeästi ja elementtien mittatoleranssi paranee.

Tietomallissa näkyi mm. telineet. Asennuksen suunniteltu asennustahti oli 3 krs korkuinen varvi/viikko. Siinä havainnollistettiin kuilujen turvallinen nostaminen (KUVA 27). Perinteisellä tavalla tehtynä olisi mennyt paljon aikaa tehdä kaikki tarvittavat leikkaukset. Tällä tavalla pienennettiin elementtisuunnittelu-aikaa noin puolella.



KUVA 27 Kone High Rise laboratory, Tytyri yksittäinen kuiluelementti, asennusdemonstraatio, Tekla Bim Sight-malli (Parma Oy)

5 HAASTATTELUT

Tutkimus toteutettiin laadullisena eli kvalitatiivisena haastattelututkimuksena.

Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina ja avoimina haastatteluina sähköpostitse, puhelimitse tai kasvokkain. Kysymykset ovat tämän raportin lopussa (LIITE1) Niiden laadinnan pohjana oli uteliaisuus ja halu kehittää tietomallipohjaista projektinhallintaa eteenpäin Parma Oy:ssä.

Teemahaastatteluissa haastattelun aihepiirit ovat tiedossa, mutta kysymysten tarkka muoto ja järjestys puuttuvat. (Tutki ja kirjoita, 2009, 208). Näillä haastatteluilla selvitin tapauskohteiden taustatietoja

Avoimissa haastatteluissa selvitetään haastateltavien ajatuksia, mielipiteitä ja tunteita keskustelun kuluessa. Niissä ei ole selkeää runkoa ja se on haastattelumuodoista lähinnä vapaamuotoista keskustelua. (Tutki ja kirjoita, 2009, 209).

Haastateltavat henkilöt valittiin sen perusteella, että tietoa saataisiin mahdollisimman laaja-alaisesti. Haastateltavat henkilöt omaavat hyvän asiantuntemuksen tutkimuksen aiheeseen joko projektinhallinnan tai BIM-osaamisensa kautta. Kautta linjan haastateltavat olivat keskimääräistä BIM-myönteisempiä henkilöitä.

Haastattelujen teon jälkeen haastateltavilta saatuja aineistoja käsiteltiin rinnakkain ja pyrittiin löytämään haastateltavien lausumista yhdenmukaisuuksia ja toisaalta seikkoja, jotka ovat keskenään ristiriidassa tai eriäviä. Haastatteluissa ei tullut vastaan mitään ennako-olettamuksista poikkeavaa vaan niiden henkilöiden, joilta sain vastauksia, oli hyvinkin samankaltaiset käsitykset tietomallintamisen hyödyntämisestä betonielementti-toimitusten projektinhallinnassa.

6 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteen oli kartoittaa betonielementtitoimitusten tietomallipohjaisen projektinhallinnan onnistumiset ja haasteet läpi organisaation sekä luoda tietopohja ja suuntaviivoja tulevaisuuden yhtenäisille toimintatavoille projektinhallinnassa. Näiden tietojen avulla Parma Oy on tehokkaampi jo projektin toteutuksen suunnittelussa.

Katteellisten myyntipalveluiden myymisessä Parma Oy:llä olisi hyvin potentiaalinen mahdollisuus parantaa projektiansa tulosta, koska käytännössähän markkinat määräävät vahvasti betonielementtien hintatason. Hybridirakentamisen lisääntyessä erilaisissa toimitilakohteissa kuten erilaiset tuotantotilat, betonielementtitoimitajan toimitukseen voi sisältyä myös muita materiaaleja kuten terästä, jos se on tarkoituksenmukaista. Tällöin projektinhallinnan vaatimukset varsinkin työmaatoiminnoissa kasvavat.

Opinnäytetyön tulokset ovat laajat kuten aihekin, koska näkökulmat vaihtelevat eri organisaatioissa ja niiden sisällä ja asiat ovat riippuvaisia toisistaan. Mielestäni asetetut tavoitteet saavutettiin, vaikka samat seikat nousivat esille melkein kaikissa haastattelussa ja ihmisten aktiivisuus vastata tämänkaltaisiin haastatteluihin on toisinaan todella heikkoa johtuen mm. kiireestä. Tosin en usko, että lisähaastatteluilla olisi saatu oleellisesti merkittäviä lisätuloksia. Seuraava tutkimus on tehtävä, kun nyt esitetyt käytännöt on arkipäivää ja ne on sisäistetty. Siinä tutkimuksessa voidaan paneutua tarkemmin kustannuksiin ja säästöihin euro-tasolla.

6.1 Tietomallintamisen hyödyntäminen betonielementtitoimitusten projektinhallinnassa

Tietomallien hyödyntämisestä projektinhallinnassa on aidosti hyötyä betonielementtitoimituksen valmistautumisessa, kun valmistus- ja asennusaikataulu on kireä. Tietomallinnuksen avulla saadaan muodostettua yleiskuva, mutta myös seurattua projektia. Tietomallit kokoavat eri asiat yhteen, saadaan kommentit asiakkailta ja selvitettyä heidän tarpeet esim. elementtiasennussuunnitelmat. Tietomallikohteissa tulee mietittyä detaljit esim. saumaus, liitokset loppuun aikaisemmassa vaiheessa.

Jatkossa pitäisi miettiä myös sitä, että elementtikuvissa olisi esitetty tuotannolle laadullisia toimenpiteitä esim. jälkihoidon suhteen. Jos kyseessä on elementti, joka valetaan P-luku betonilla, sen pinta täytyy muistaa suojata useamman päivän ajan. Se ei ole itsensänselvyys, että tuotannossa tiedetään nämä asiat.

Valmistuksessa mm. työnjohto kävi etukäteen tietomallin avulla läpi työntekijöille tietyt kohdat esim. Tampereen tornihotellissa pellitykset, bitumikaistat, suojaukset. Niissä kohdissa valmistuksen täytyi olla erityisen huolellinen ja sitouttaa henkilöstö laadun tekemiseen. Tietomallien hyödyntämisen yksi suuri este on Parma Oy:n eri tehtaiden epäyhtenäiset käytännöt mm. materiaalien syöttämisessä. Teräksen reseptille syötettävä materiaaliyksikkö voi olla kilot tai juoksumetrit tai vaikkapa kappale. Tehdasverkoston tiivistyminen parantaisi tietomallinnuksen yleistymistä, jos se johtaisi hyviin yhtenäisiin käytäntöihin.

Rakennusliikkeestä itsestä riippuu myös paljon, miten paljon se haluaa hallita betonielementtien toimitusprosessia, miten paljon se haluaa ja tarvitsee statustietoa. Joillekin riittää pelkästään se, että toimitukset tulevat tilattuun aikaan työmaalle, mutta kuinka työmaa voi sen varmistaa. Onko sen vain luotettavaa siihen, että se on tilannut ne betonielementtitoimittajan yhteyshenkilöltä tuotavaksi työmaalle haluttuna päivänä?

Lisäksi rakennusliikkeet saattavat ajatella tietomallintamisen hyödyntämisen paikkaan sidotuksi esim. pöytä tietokone tai koppi työmaalla, jotka eivät ole edes tarpeeksi hyviä/hitaita/vaikeakäyttöisiä ja mikä aiheuttaa ylimääräisiä yleiskustannuksia. Se mielletään turhaan pelkäksi kauniiksi kuvaksi, koska rakennusliikkeiden vanhemman ikäpolven edustajat eivät tiedä asiasta tarpeeksi. Heille ei ole tuttua tietokonepelien maailma.

Rakennusliikkeiden tulisi myös ymmärtää yhdistää rakennuksen runkomalli rakennuksen elinkaareen. Heidän kannattaisi ehdottomasti esitellä sitä omille asiakkailleen, koska betoni materiaalina pärjää hyvin, kun tarkastellaan rakenteen koko elinkaarta ns. synnytyksestä kuolemaan. Runkomallia pitäisi enemmän myös hyödyntää työmaan työturvallisuussuunnittelussa esim. nostojen suunnittelussa.

Tietomallinnusta pitäisi käyttää myös enemmän projektin määrälaskennassa ja kustannusten hallinnassa. Taloudellisissa loppuselvityksissä ei tulisi yllätyksiä asiakkaalle ja elementtitoimittajalle, kun lisätyöt käsiteltäisiin oikea-aikaisesti ja yksikköhintapohjaisissa toimituksissa olisi helppoa vain katsoa mallista mahdolliset lisääntyneet teräskilot ja –osat jo projektin kuluessa.

Jos kohde on suuri, niin lisääntyneet kilomäärät on erittäin työlästä laskea paperikuvista, koska laskijan täytyy ensin tulostaa monta sataa sivua elementtikuvia ennen kuin voi aloittaa varsinaisen työn eli lukujen syöttämisen excel-ohjelmaan. Yleisestikin ottaen tulostaminen on pelkkää aikaa vievää aputyötä. LEAN-ajattelussa se on keltaista työtä, joka ei tuota prosessille lisäarvoa. Pakolliselle alihankintaprosessin hallinnalle olisi myös apua tietomallitiedon käytöstä. Se estäisi eri alihankkijoilta kiirehuippujen hyväksikäyttämisen omassa hinnoittelussaan.

Kohteen tietomallista saadaan ajettua suoraan listat elementteittäin. Jossain tapauksissa ne sisältävät myös kaikki aukot ja materiaalit. Sen avulla voidaan tehdä kohteen lohkokukset, valusuunnittelu ja tilata materiaalit. Erityisesti runkotuotteissa teräsverkkojen ja –hakojen ennakkotilauksella on merkitystä, silloin ei hukkuisi aikaa laskentaan ja odoteluun. Näin toimiessa lähtökohta on, että on aina uusin versio tietomallista käytössä.

Esim. tapauskohteessa Porin Puuvilla tuotannosuunnittelu yllättyi, kuinka helppoa tietomallien hyödyntäminen loppujen lopuksi olikin. Parma Oy pystyisi toimittamaan nämä samat tiedot työmaalle. Siten ne olisivat myös työmaahenkilöiden käytössä, jos vaan ymmärtäisivät käyttää niitä. BIMiä hyödyntävä tuotannonohjaus on edistynyt Parma Oy:ssa kohteen Porin Puuvilla jälkeen, useampi henkilö osaa jo käyttää.

Kun suunnittelija tai työmaa syöttäisi tietomalliin lohkoille halutun suunnittelu- ja toimituspäivän, parantuisi kohteen seurattavuus. Projektinhallinta ei tähän työvaiheeseen välttämättä edes tarvitse itse 3D- mallia vaan siitä ajettu excel-tiedosto, jota voidaan jatkojalostaa Pivot-taulukoksi. Listattuna olisi mm. toimitettavien elementtien. valmistus- ja asennuspäivämäärät. Listassa olisi hyvä näkyä myös elementtilohkojen korot.

Pivot-taulukkoraportin avulla voidaan analysoida laskentataulukon tietoja ja koostaa niistä yhteenvedoja. Projektinhallinta tietäisi silloin mahdollisista valmistuskuvapuu- teista ja pystyisi reagoimaan tarvittavalla tavalla eli laittamaan reklamaation elementti- suunnittelijalle. Kokemus on osoittanut, että valmistuskuvapuu- teisiin on reagoitava välittömästi. Tästä heräävä jatkokysymys on, osaako ko. osapuolet (suunnittelija ja työmaa) määritellä nämä tiedot? Se ei helpota toimitusketjua, jos sisältö on väärin.

Seuraava tulevaisuuden askel projektinhallinnassa olisi tietomallipohjaiset elementti- kuormat. Rakennusliike napsuttelisi tietomallista haluamansa laatat ja niiden toimitus- päivät. Ontelolaattojen kaltaisissa tuotteissa valmiskuormat olisivat ihan mahdollisia jo lähitulevaisuudessa, jos Teklan ja tuotannonohjausjärjestelmän linkitys saadaan toimi- maan toimintavarmasti. Kun linkitys saadaan kuntoon niin aikataulutiedon siirto, onte- lolaattojen kuormajaot ja, -tilaukset ym. mahdollistuvat. Tulevaisuudessa ontelolaatta- kohteiden tietomalleissa voisi olla esitettynä aukkosuojaus ts. vanerilevy tai muu vas- taava levy, joka laitetaan suojattavan aukon päälle jo tehtaalla. Ontelolaattatoimituksissa on kyse Parma Oy:n perustekemisestä ja työmaahenkilöstö tuntee hyvin ontelolaattojen toimitusprosessin.

Ongelmaksi koetaan usein tiedon (natiivi- tai emomallin) siirtäminen eri projektipan- keista, mikä on puhtaasti tekninen ongelma. Kysymys on siitä, missä palvelimen tulisi fyysisesti sijaita ja kuka hallinnoi mallia? Paperikuvat lisäävät virheiden määrää ts. uu- sin saatavilla oleva tieto ei tavoita kaikkia osapuolia. Todennäköisesti paras vaihtoehto tietomallien hallinnointiin olisi pilvipalvelin (klusteri) esim. Teklan oma palvelin. Sopi- va tietomallien päivitysväli voisi olla esimerkiksi viikoittain, riippuen kohteesta. Tätä jaetun mallin toimintatapaa kaivataan enemmän betonielementtitoimitusten projektin- hallintaan, koska silloin välistä jää pois turhat kyselyt lähettämättä suunnittelutoimis- toille. Hyötyä olisi suunnittelutoimistolle, työmaalle ja betonielementtitoimittajalle.

Toinen ongelma on elementtisuunnittelussa, mikä on suurempi ongelma. Ruotsin mal- lissa elementtitoimittajalle kuuluu myös elementtisuunnittelu, mutta suomalainen kult- tuuri on erilainen, että se tuskin on toteutettavissa täällä. Toimintatavan toteutumiseen tarvitaan todella suuri määrä omia suunnittelijoita, joiden kouluttamiseen menisi käy- tännössä vuosia.

Rakennesuunnittelijat eivät pääsääntöisesti osaa rakentaa tietomallejaan betonielementtitoimittajan tarpeisiin. Täten niistä ei ole välttämättä muuta hyötyä kuin se, että näkee minkä näköinen rakennuskohde on kyseessä eli tietomallit ovat vain myyvää, hyvännäköistä kuvaa. Tästä yksi esimerkki on se, että ulkopuoliset rakennesuunnittelijat mallintavat betonikonsolin varusteena kuten teräskonsolin, mikä ei ole elementtitoimittajan tapa. Hyvin rakennetusta mallista saa jo pelkässä BimSight-ohjelmassa helposti lajiteltua tietoa elementtityypeittäin. Tekla BimSight-ohjelman objektien UDA-tietoihin voidaan sisällyttää paljon käyttökelpoista tietoa.

Betonielementtien mallinnusohje on vasta tekeillä (BEC-projekti). Kaikki elementtisuunnittelijat pitäisi saada mallintamaan samalla tavoin ja määrittelyjen tulisi olla kunnossa. Valmistuspiirrosten samankaltaisuus helpottaisi myös niiden ymmärrettävyyttä. Mielestäni tietomallien tarkkuustason betonielementeissä tulisi olla sellainen, että niihin mallinnetaan myös sähköasiat ja ne myös mallinnetaan oikein.

Haasteena on ollut saada elementtien pinta-alat siirtymään oikein tuotannonohjausjärjestelmään. Tästä tyypillinen esimerkki on eristetty ontelolaatta. Tietomallista on joissakin kohteissa siirtynyt vain betonilaatan tiedot. Eriste on jäänyt siirtymättä, mikä aiheuttaa ongelmia, jos sitä ei huomata. Tämänkin takia moni pitää tietomallinnusta keskeneräisenä ja epäluotettavana asiana. Usein se johtuu asetuksista ja käyttäjän osaamistasosta. Parma Oy:n tuotannonohjausjärjestelmä käyttäjärjestelmältään hyvin kankea ja vanha-aikainen. Sen ja Teklan välille tarvitaan erillinen siirto-ohjelma, mikä ei taivu kaikkiin haluttuihin toimintoihin.

Tällä hetkellä rakennesuunnittelijat kokevat tietomallien revisioinnin työlääksi ja vaikeaksi, minkä vuoksi elementtisuunnittelijat eivät halua antaa elementeille elementtitunnusta varhaisessa vaiheessa suunnitteluprosessia. Elementtitoimitusten projektinhallinnalle taas olisi tärkeää saada ns. raakamalli, johon on hahmoteltu rakennuksen muoto ja annettu elementeille elementtitunnus. Kaaviot pitäisi saada aikaisemmassa vaiheessa valmiine tunnuksineen. Nyt ne saadaan vasta, kun jokainen elementti on suunniteltu.

Raakamalleja aikaisessa vaiheessa kommentoimalla betonielementtitoimittajalla olisi mahdollisuus vaikuttaa suunnitelmiin. Betonielementtituotannolla on usein monia muutostarpeita. Ne ovat usein pieniä yksityiskohtia, joihin se haluaisi muutoksia sujuvamman tuotannon takaamiseksi, mutta ne säästävät myös asiakkaan rahoja..

7 TULEVAISUUS

Tulevaisuudessa tietomallien käytön tulee olla mahdollisimman helppoa.

Tällöin päästään siihen vaiheeseen, että piirustukset ja kokonaiskuva projektista ovat kaikkien ulottuvilla. Kun ohjelmisto on integroitu Parma Oy:n projektikeskukseen, niin tällöin tekijällä olisi uusin piirustus saatavilla. Yleinen virhe projektinhoidossa on informaatiokatkos, joka johtuu monesti inhimillisestä virheestä.

Kun suunnittelija on lisännyt uusimman suunnitelman projektikeskukseen, niin tällöin on automaattisesti laitteistossa käytössä jo samainen piirustus. Jos kohde sisältää paljon työmaatoimintoja kuten asennusta tai rappausta, niin työn valmiusaste voidaan merkata tietomalliin ja se linkittyisi samalla lailla suoraan Parma Oy:n tuotannonohjausjärjestelmään.

Laitteiden ja ohjelmistojen hyväksikäyttämistä pitäisi jatkojalostaa erilaisilla uusilla toiminnoilla ja laitteilla. Käyttöjärjestelmissä on vielä kehitettävää (Apple/Android). Ohjelmistojen täytyy tukea IFC-muotoa, jotta Tekla-mallit toimivat. Natiivimallista IFC- malliksi muuttamisessa pitää huolehtia, että IFC- mallin tasot ovat kutakin käyttäjä-/työryhmää palvelevia ja ylimääräiset tasot saadaan poistettua mallista vaivattomasti. TeklaBim Sight-ohjelman eri näkymät ovat tähän käteviä.

TeklaBim Sight-ohjelmalle yksi potentiaalinen kilpailija on Simple Bim 4-ohjelma, jolloin ei tarvitse käyttää emomallia esim. määrälaskentaan. Siinä IFC-tiedosto luetaan sovellukseen joko kokonaan tai eri suodattimien avulla haluttuna osana. Simple BIM 4 -ohjelma esittää visuaalisesti mallin, jossa valittuja geometrioita voidaan navigoida ja tutkia monipuolisesti zoomaamalla, panoroimalla ja kiertämällä. Lyhyellä käyttökokemuksella se on osoittautunut helppokäyttöiseksi ja selkeäksi ohjelmaksi. Esim. näkymät on siinä paremmat kuin TeklaBim Sight-ohjelmassa. Sen avulla saadaan poistettua turhaa roskaa tietomalleista ja tulevaisuudessa sen avulla voidaan todennäköisesti myös linkittää erilaisia tietosisältöjä malleihin.

Mobililaitteet ovat hyvä vaihtoehto tietomallin pyörittämiseen. Mobililaitteet ovat yleensä kevyitä ja tällöin niiden kuljettaminen ei ole raskasta. Työmaaolosuhteissa ne ovat käytännöllisiä kun ei tarvitse avalla paperikuvia räntäsateessa. Tulevaisuuden pyrkimys pitäisi olla se, että laitteiden teholla ei ole väliä mallin pyörittämisessä. Parma Oy:n projektikeskuksessa on jo Field 3D Viewer-ohjelma, joka pyörittää tietomalleja. Se toimii periaatteessa, mutta siinä on vielä kehitettävää. Ohjelman pitäisi ehdottomasti toimia myös älypuhelimissa.

Tietomalliin voidaan tallettaa kuvia, videoita, ääntä jne., joten työmaa pystyisi lähettämään reklamaatioita suoraan tietomallin avulla. Paikka, minne reklamaatio menisi, olisi Parma Oy:n projektikeskus, mikä on tuotannonohjausjärjestelmän lisäksi kaiken toiminnan ytimessä. Tämä lisää tietomallin tehokkuutta, sillä työmaa voi osoittaa suoraan siihen elementtiin, jossa vika on. Kun reklamaatio menisi automaattisesti tuotannonohjausjärjestelmään, niin poikkeamat eivät jäisi piiloon. Kun tietoja jaetaan noin helposti, niin periaatteessa sen pitäisi toimia myös toisinkin päin eli kun onnistutaan, niin hyvää palautetta olisi helpompi antaa takaisin päin.

Toivottavasti tulevaisuudessa kaikki betonielementtitoimitusten projektidokumentointi esim. erilaiset katselmukset kuten elementtikatselmukset ja vastaanotot ovat tietomallipohjaisia. Projektinhoito voi dokumentoida kuvin ja sanoin jotakin elementtiä tai sen osaa. Tarkalla dokumentoinnilla saadaan betonielementille kattava elinkaari aina valmistamisesta luovutukseen. Dokumentoinnin ansiosta voidaan ilmaista Parma Oy:n organisaatiosta riippumattomat virheet esim. suunnitteluvirheet tai kuljetusvauriot. Reklamaatiot saadaan kohdennettua oikealle osapuolelle, jonka virhe se on.

Dokumentointia tarvitaan myös elementtitehtaiden työturvallisuuskierroksista. Elmerityöturvallisuuskierroksia tehdään säännöllisesti. Ne ovat metodi, joilla havainnoidaan tehtaiden työturvallisuuspuutteita ja -riskejä. Tabletilla dokumentoitu työturvallisuuskierros on paljon nopeampi ja tehokkaampi tapa toimia. Perinteisellä tavalla toteutettuna kierrokset lisäävät hallinnollisia töitä ja ovat usein pelkkä byrokratian lisäys. Yhden tabletin kustannus ei ole paljon mitään suhteessa Parma Oy:n yksittäisen tehtaan TMA:n.

Toisaalta tulevaisuudessa tehtaallakin voidaan tehdä elementtitarkasteluja ennen, kun elementti lähtee työmaalle. Tällöin elementistä voidaan ottaa kuva ja tallettaa se tietomalliin sille kuuluvalle, oikealle paikalle. Täytyisi vakavasti harkita, että mahdollisuuksien rajoissa esim. kaikki ParmaRappaus-elementit tai muut kuin perusharmaat muottipintaiset seinäelementit kuvattaisiin järjestelmällisesti ennen niiden lähtöä tehtaalta. ParmaRappauselementtien mahdolliset huonolaatuisten pintojen havaitsemiseen auttaisi, jos kamera ottaisi kuvan tietyllä valon spektrillä (taajuudella), jossa mahdolliset pintavirheet korostuvat ja ne on helpompi huomata.

Näiden tietoteknisten haasteiden vuoksi kehitystyöhön tarvitaan poikkitieteellistä näkökulmaa ja osaamista; tulisi ehdottomasti löytää henkilöitä, jotka hallitsevat IT:n sekä ymmärtävät myös hyvin betonielementtien toimitusketjun päälle. Etenkin seinäpuolella täytyy ymmärtää sen tuotannon yksityiskohtien päälle. Seinäelementtien tuotanto on hyvin käsityövaltaista.

Tehdasolosuhteet vaikeuttavat tietomallien hyödyntämistä tuotannossa, vaikkakin on helppoa, kun tietomalli on olemassa oman tietokoneen ruudulla. Mutta oleellisesti hidastava seikka on se, että tietomallia osaa käyttää suppea porukka. Tähän tarvitaan oikeanlaista koulutusta.

Koulutuksen täytyy olla käytännönläheistä ajatuksella ”tekemällä oppii.” Eri käyttäjien täytyisi pyytää tietomallit kohdekohtaisesti ja alkaa käyttämään niitä rohkeasti. Ohjelmat ovat pääosin englanninkielisiä, mutta kielitaito on tuskin suuri hidaste omaksua. Alalla työskentelevistä suurin osa omaa kuitenkin peruskielitaidon. Teklan omat webinaarit ovat havainnollisia ja niistä on helppo aloittaa tutustuminen, mutta Parma Oy:ssa pitäisi jakaa enemmän läpi organisaation tietoa/muistuttaa henkilöstöä, mistä ohje Tekla BimSightin käyttöön löytyy.

Joskus kaukaisessa tulevaisuudessa on mahdollista, että tietomallista menisi tietoa elementissä tarvittavista varusteista varastohyllylle saakka. Tämän ajatuksen toteutumiseen täytyy kuitenkin suhtautua skeptisesti mm. kustannusten ja tehtaiden infrastruktuurin takia.

Laitteiden avulla saadaan vietyä uudenlaista informaatiota betonielementtien tekijöille tuotantoon. Nykyisin betonielementti työntekijä näkee vain elementtipiirustuksen, joka koskee vain yhtä elementtiä. Tulevaisuudessa katselumallien avulla voidaan näyttää työntekijälle piirustuksien lisäksi myös tietomalli, josta näkee kokonaisuuden ja erilaisten ristiriitojen määrä vähenisi. Tätä on pilotoitu Parma Oy:n seinätehtaalla uusien tuotteiden teossa. Siinä pääsee paljon tavaraa sisältävän elementin kuoren sisälle asti.

Tuotannon tilanne voidaan myös näyttää väreillä tietomallissa, jolloin työntekijä näkee samalla työn edistymisen silloisesta projektista. Peruslähtökohta olisi se, että työntekijä näkisi elementin sijainnin projektissa ja ymmärtäisi, miksi elementti on suunniteltu sen näköiseksi kuin se on. Oheislaitteilla voidaan tehdä toimintoja automaattisemmaksi ns. tagien (tunnisteiden) avulla ja informaation jakaminen nopeutuu erilaisten sovelluksien ansiosta. Lisäksi tekniikan kehittyessä uusia sovelluksia ja laitteita tulee varmasti markkinoille lisää. Filteröinnin tulisi olla mahdollista IFC-muodossa, mikä luultavasti löytyy myös ohjelmistokehittäjien kehityslistalta.

Tietomallinnuksen vieminen tuotantoon nopeuttaa informaation kulkua prosessissa, jossa monta asiaa pitää osata ottaa huomioon. Lisäksi uudenlaisen prosessinkulun myötä se myös yhdentää suunnittelun ja tuotannon yhteistyötä. Voidaankin sanoa, että tietomallinnus tuo avoimemman ympäristön prosessikululle, jossa kaikki osapuolet pystyvät näkemään reaaliaikaisen prosessikulun visuaalisesti. Uusia sovelluksia hyödyntämällä saadaan monenlaisia säästöjä aikaiseksi. Säästöprosentti on todennäköisesti riippuvainen toimitettavasta kohteesta, mutta uskon itse mahdolliseen 5-10 %:n parannukseen projektin tuloksessa. Informaation kulku ei kulje vain tuotantoon, vaan tieto kulkee myös tuotannosta takaisin suunnittelijalle.

Yksi toimiva keino parantaa elementtisuunnittelun laatua, olisi luovuttaa Parma Oy:n kehittämiä Tekla-suunnittelukomponentteja ulkopuolisten rakennesuunnittelijoiden käyttöön www-sivujensa kautta. Suunnittelijat ovat jo kauan saaneet piirros pohjia ontelolaattojen lappukuviin, dwg-muodossa. Komponenttipaketteja tulisi päivittää säännöllisesti, tällä estettäisiin osittain Parma Oy:n kilpailijoilta niiden suora kopiointi. Näin toimittaessa suunnitelmiin tulisi useammin oikeanlaisia profiileita yms., koska niiden lataaminen ja käyttö olisi helppoa. Tietomallipohjainen suunnittelu veisi elementtituotantoa teollisemmaksi tuotannoksi, mikä on kustannustehokasta.

ParmaRappaus-elementit on yksi tuoteryhmä, jonka detaljeissa on paljon suunnitteluvirheitä. Siihen valmiit komponentit olisivat hyvä ratkaisu. Parma Oy pystyisi hyödyntämään tietosisältöjä rutiininomaisesti, jos elementtisuunnitelmat olisivat oikein. Esim. LVI-suunnittelussahan tietomallinnetaan jonkin verran valmiilla komponenteilla, joissa on sisältönä oikeaa tietoa.

Komponenttipaketit olisivat tehokasta suunnittelunohjausta ja se näyttäisi myös positiivista suuntaa alalle. Parma Oy:llä ei koskaan voi olla niin paljon resursseja, että ne ehtisivät kiertää kaikki Suomen rakennesuunnittelutoimistot. Muutenkin avoimuus on nyky maailmassa tärkeämpää kuin ennen, koska ikinä ei voida estää yrityksissä tieto- ja aivovuotoja Tietomallinnuksen käyttö tulisi ulottua yli sen ajatuksen, että on tietomallikohteita ja muita ns. tavallisia kohteita vaan ainoastaan BIM-kohteita. Voidaan ajatella, kun kohdetta ei ole asiakirjoissa määritelty tietomallikohteeksi, niin sitä ei tarvitse mallintaa, vaikka tiedon tarve on edelleen olemassa.

LÄHTEET

Parma Oy. Rohkeutta ja konkretiaa. Luettu 01.07.2015.
<http://parmaintra/parma-oy>

Elementtisuunnittelu. Toimitusehdot. Luettu 01.07.2015.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-toimitus/toimitusehdot>

Elementtisuunnittelu, 2015. Luettu 01.07.2015.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtientoimitus>

Projektinhallinta. Kimmo Heinonen. 2010

Lahtinen, E. Suunnittelija Parma Oy. 2015. Haastattelu 15.07.2015. Haastattelija Hyvärinen, T. Kangasala.

Parma Lean Jatkokoulutus 08.05.2013. Lean5 Europe Oy

Kouri Ilkka. 2010. Lean Taskukirja

Tekla Oy. Osaoptinoinnista koko prossin optimointiin. Luettu 20.07.2015.
<http://www.tekla.com/fi/ratkaisut/elementtivalmistajat>

Tekla Oy. What is Tekla BIMSigh?. Luettu 20.07.2015.
<http://www.teklabimsight.com/learn-more/what-is-tekla-bimsight>

Parma Oy. Tilauksen tilanne-raportti. Luettu 25.07.2015.

Hirsijärvi S., Remes P., Sajavaara P., 2009, Tutki ja kirjoita.

LIITTEET

Liite 1. Haastattelukysymykset

Aihe Tietomallintamisen hyödyntäminen betonielementtitoimitusten projektinhallinnassa

1. Mitä on mielestäsi toimiva/hyvä tietomallipohjainen projektinhallinta?
2. Kerro kohteesta ja roolistasi ko. kohteessa.
3. Miten olet hyödyntänyt BIM-tietoa työssäsi ko. kohteessai? Entä yleisellä tasolla?
4. Mitä hyötyjä saavutettiin BIM-tiedon käytöllä ko. kohteessa?
5. Missä asioissa onnistuttiin ko. kohteen projektinhallinnassa?
6. Mitä voidaan vielä saavuttaa BIM-tiedon käyttämisellä projektinhallinnassa?
7. Mitä muutettavaa tai korjattavaa näet ko. kohteen BIM-tiedon hyödyntämisessä? Entä yleisellä tasolla?
8. Mitä lisäarvoa koet BIM-tiedon käytöstä tulevan?
9. Tarvitaanko lisää koulutusta? Jos näin, niin millaista?
10. Mitä muuta haluat sanoa BIM-tiedon hyödyntämisestä betonielementtitoimitusten projektinhallinnassa ja sen tulevaisuudesta?