

Rakennusvaiheen aikataulun hallinta tietomallinnetuissa kohteissa

Jussi Setälä

Opinnäytetyö

Toukokuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), rakennustekniikan koulutusohjelma

Tekijä(t) Setälä, Jussi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä toukokuu 2017
	Sivumäärä 45	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Rakennusvaiheen aikataulun hallinta tietomallinnetuissa kohteissa		
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Marko Viinikainen (JAMK), Hannu Haapamaa (JAMK) ja Matti Tauriainen (Lujatalo Oy)		
Toimeksiantaja(t) Lujatalo Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön aihe on aikataulujen ja tietomallintamisen yhdistäminen. Toimeksiantajana toimi Lujatalo Oy. Tavoitteena oli kehittää tietomallintamisen hyödyntämistä työmailla rakennusvaiheessa ja aikataulujen suunnittelussa. Valmiista työstä saatiin lopputuloksena Tekla Structures –tietomallinnusohjelmaan perustuva 4D-yleisaikataulupohja, johon on lueteltu asuinrakentamisen keskeiset tehtävät aikamäärineen ja työryhmineen. Työssä tehtiin myös luettelo keskeisistä asuinrakentamisen tehtävistä ja objektien ryhmittelemistä ja visualisointeja sekä rakentamisjärjestyksen että toteuman havainnollistamiseen.</p> <p>Käytännön toteutus tehtiin toimeksiantajan edustajan ohjeiden mukaan. Teoriapohja löytyi alan kirjallisuudesta, tehdyistä opinnäytetöistä, artikkeleista, haastatteluista sekä toimeksiantajan omista aikataulupohjista. Tietomallinnusohjelmaan yleisaikataulupohja tehtiin yhteistyössä toimeksiantajan kanssa käyttäen Teklan omia ohjeita avuksi. Yleisaikataulupohjaa testattiin myös olemassa olevalla kohteella, josta saatiin tietomalli toimeksiantajan kautta.</p> <p>Tulokseksi tutkimuksesta saatiin alustava 4D-yleisaikataulupohja, jota voidaan hyödyntää siirtämällä se toisen hankkeen tietomalliin ja päivittämällä sitä esimerkkihankkeen edetessä. Visualisoinnit, ryhmittelyt ja aikataulun kytkeminen tietomalliin onnistuivat, joten niitä voidaan käyttää syksyllä 2017 alkavassa esimerkkihankkeessa.</p> <p>Johtopäätöksinä saatiin, että kehityskohteissa päästiin haluttuihin tavoitteisiin. 4D-yleisaikataulua, ryhmittelyä ja visualisointeja voidaan tarkentaa sitä mukaan, kun saadaan tarkempia aikatauluja ja esimerkkikohteen tietomalli päivittyy. Kehityskohteiden osalta tehdyt valmiit pohjat auttavat tietomallintamisen hyödyntämistä asuinrakennustyömaalla.</p>		
Avainsanat (asiasanat) 4D-aikataulu, tietomallinnus, visualisointi		
Muut tiedot		

Author(s) Setälä, Jussi	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2017 Language of publication: Finnish
	Number of pages 45	Permission for web publication: x
Title of publication Management of building phase schedule in BIM projects		
Degree programme Civil Engineering		
Supervisor(s) Viinikainen, Marko (JAMK); Haapamaa, Hannu (JAMK) and Tauriainen, Matti (Lujatalo Oy)		
Assigned by Lujatalo Oy		
Abstract <p>Combining BIM and schedules was chosen as the thesis topic since there was a need for developing the usage of BIM (Building Information Modeling) in the construction phase and schedule planning. The thesis was assigned by Lujatalo Oy. The assignment included times and groups. A list of common tasks in residential building, categorizations of the objects on a BIM model and visualizations for building orders and different scenarios was made.</p> <p>The practical work was carried out with the instructions of Lujatalo Oy. The theory based on books, other theses, articles, interviews and schedules made by Lujatalo Oy. The schedule for Tekla Structures was made in co-operation with the supervisor of Lujatalo Oy. The guides made with Tekla were also used. The template was also tested with a real model provided by Lujatalo Oy.</p> <p>The thesis resulted in an initial BIM-based 4D schedule which can be used in other projects by copying it to the folder of another model. The schedule can also be updated as the project progresses further. Visualizations, categorizations and linking objects to a schedule were all completed when needed. The improved tools can be used on a sample project taking place in the last quarter of 2017.</p> <p>The objects in need of development were reached. The 4D schedule, categorizations and visualizations can be updated when newer and more accurate schedules and models are ready to be used. All these developed tools and tests were made to benefit from BIM on residential building sites.</p>		
Keywords/tags (subjects) 4D-schedule, Building Information Modeling (BIM), visualization		
Miscellaneous		

Sisältö

Termit ja niiden määritelmät.....	4
1 Opinnäytetyön lähtökohdat.....	7
1.1 Tehtävän kuvaus, tavoite, tietoperusta ja tutkimusmenetelmät	7
1.2 Opinnäytetyön aiheen rajaus	8
2 Tietomallinnus.....	8
2.1 Tietomallinnuksen käyttö rakennustyömailla	10
2.2 Tekla Structures Construction Modeling.....	16
3 Työmaan aikataulut asuinrakennushankkeessa.....	17
3.1 Työaikojen kestot	17
3.2 Yleisaikataulun käyttö	18
3.2.1 Alustava yleisaikataulu	18
3.2.2 Sopimusyleisaikataulu	18
3.2.3 Työaikataulu	19
3.3 Muut rakennusvaiheen keskeiset aikataulut asuinrakentamisessa.....	19
3.3.1 Hankinta-aikataulu	19
3.3.2 Talotekniikka- eli TATE-aikataulu.....	20
3.3.3 Rakentamisvaihe aikataulu.....	20
3.3.4 Viimeistelyvaihe.....	20
3.3.5 Viikkoaikataulu	21
3.4 Keskeiset asuinrakennushankkeen tehtävät.....	21
4 4D-aikatauluun liittyvät keskeiset työkalut Tekla Structures – tietomallinnusohjelmassa	22
4.1 Esimerkkihankkeen esittely.....	22
4.2 Esimerkkihankkeen 4D-aikataulu Tekla Structures – tietomallinnusohjelmassa	23
4.3 Keskeisten rakennusosien ryhmittely tietomallissa (Model Organizer) ...	24
4.4 Tietomallin linkittäminen aikatauluun	28

	2
4.5 Aikataulusuunnitelman perusvisualisointi	30
4.6 Aikataulun ylläpito ja toteuman visualisointi	33
5 Johtopäätökset.....	34
6 Pohdinta.....	36
6.1 Tietomallintamisen jatkojalostuskohteet	37
6.2 Tutkimuksen pohdinta.....	38
Lähteet	41
Liitteet	44

Kuviot

Kuvio 1. Tietomallintamisen ja sen hyödyntämisen eri prosessit.....	12
Kuvio 2. Runkovaiheen tietomallipohjainen aikatauluesimerkki.....	15
Kuvio 3. Olemassa oleva esimerkkihanke As. Oy Keimolankaarre Circuit	22
Kuvio 4. Aikataulun tallentaminen	24
Kuvio 5. Aikataulun tuonti toiseen tietomalliin	24
Kuvio 6. A-talon koordinaattien määrittely	25
Kuvio 7. Rakennuksen jakaminen kerroksiin.....	26
Kuvio 8. Kategoriat kerroksittain.....	27
Kuvio 9. A-talon toinen kerros valittuna aktiiviseksi Model Organizerin avulla	27
Kuvio 10. Useamman kategorian havainnollistaminen samaan aikaan	28
Kuvio 11. Tietomallin objektien linkittäminen alustavaan yleisaikatauluun	29
Kuvio 12. Task Information-välilehden sisältämät tiedot	30
Kuvio 13. Ryhmän asetukset	31
Kuvio 14. Visualisoinnin ryhmät, värit ja näkyvyydet	31
Kuvio 15. Valmiit visualisoinnit tiedostoina	32
Kuvio 16. Tuodut visualisoinnit väreineen	32
Kuvio 17. 4D-aikataulun visualisointi	33
Kuvio 18. Toteuma Teklan aikataulussa	34
Kuvio 19. Esimerkki: Teklan ohjeet aikataulun tekemiseen.....	36
Kuvio 20. Esimerkki: 3D-aluesuunnitelma.....	37

Kuvio 21. Esimerkki: Turvallisuusvälineet tietomallissa.....	37
Kuvio 22. TATE- ja ARK-suunnitelmat yhdistelmämallina.....	38
Kuvio 23. Esimerkki leikkauksesta.....	39

Taulukot

Taulukko 1. Tutkimuksen pääkohdat, ongelmat ja niiden ratkaisut.....	35
--	----

Termit ja niiden määritelmät

Tietomalli

Rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalimuodossa. (Tekla Structures n.d.a.)

BIM (Building Information Modeling)

Englanninkielinen nimitys rakennuksen tietomallille. (Tekla Structures n.d.a.)

Tekla Structures

Tietomallinnusohjelmisto, jolla voidaan sekä luoda että hallita tarkasti detaljoituja, rakentamisen prosesseja tukevia kolmi- tai neliulotteisia rakennemalleja. (Tekla Structures n.d.c.)

Model Organizer

Tekla Structures –ohjelman työkalu, jolla voidaan hallita mallin tietoja, sisältöä ja luokittelua. (Tekla Structures 2014.)

4D-aikataulu

3D-tietomallin objekteilla on neljäntenä ulottuvuutena aika. 4D-tietomallilla ja 4D-aikataululla voidaan visualisoida rakentamisprosessia ajan funktiona. (Latvala 2012, 7.)

Task Manager

Tekla Structures –ohjelman työkalu, jolla voidaan sisällyttää ajallisia tietoja 3D-malleihin sekä sillä voidaan aikatauluttaa projektin kulkua eri vaiheissa rakentamista. (Tekla Structures 2017.)

Visualisointi

Kolmiulotteinen malli, joka havainnollistaa suunnitelman. Oleellinen asia tietomallintamisessa. (Symetri n.d.)

Tietomallikoordinaattori

Rakennushankkeen ja sen projektien lähtö- ja suunnitelmatietojen ylläpitäjä koko hankkeen elinkaaren ajan. (Tietoa n.d.)

PlaNet

Projektinhallintaohjelma, jolla voidaan luoda jana-aikatauluja ja toimintaverkkoja. Tehtävien mitoitus arvioimalla, määrän ja kapasiteetin avulla sekä resurssien tuntien ja menekkien kautta. (Selltracon n.d.)

Objekti (Olio)

Perusyksikkö, johon sisältyy joukko loogisesti yhteenkuuluvaa tietoa ja toiminnallisuutta. Objektilla viitataan asiaan. (TIM n.d.)

CAD-suunnittelu (Computer-aided Design)

Tietokoneavusteinen suunnittelu. Sisältää 2- ja 3D-suunnittelun, simuloinnin ja mallintamisen. (Ptc. N.d.)

Revisio

Revisiolla tarkoitetaan uudelleen muokattua uutta versiota. Esimerkiksi päivitetystä rakennussuunnitelmista käytetään revisio-nimitystä ja niistä löytyy revisiomerkinä. (Tilastokeskus N.d.)

Tietomalliselostus

Raportti, jossa kerrotaan tietomallin taustasta, tavoitteista, työn sisällöstä ja lähtötiedoista. (Osa 5: Rakennesuunnittelu 2012, 27.)

IFC (Industry Foundation Classes)

Kansainvälinen rakennusalan standardi oliopohjaisen tietojärjestelmän siirtämisestä järjestelmästä toiseen. Rakennus kuvataan avoimessa tietomalliformaatissa. (Hieta-
nen & Kokko 2016, 1.)

Yhdistelmämalli

Yhdistelmämallissa on yhdistetty TATE-, RAK- ja/tai ARK-tietomallit yhdeksi ja samaksi tietomalliksi. (Yhdistelmämallien teko talotekniikan näkökulmasta 2011.)

1 Opinnäytetyön lähtökohdat

1.1 Tehtävän kuvaus, tavoite, tietoperusta ja tutkimusmenetelmät

Sain opinnäytetyön aiheen Lujatalo Oy:ltä harjoittelun jälkeen ollessani siellä kesätyössä työnjohtajana ja työmaainsinöörinä vuonna 2016. *Rakennusvaiheen aikataulun hallinta tietomallinnetuissa kohteissa* oli itselleni mielenkiintoinen ja ajankohtainen aihe, johon halusin perehtyä tarkemmin.

Opinnäytetyön tavoitteena on ensisijaisesti kehittää tietomallinnuksen hyödyntämistä työmaalla rakennusvaiheessa ja aikataulusuunnittelussa. Valmiin opinnäytetyön lopputuloksena on Tekla Structures Construction Modeling –tietomallinnusohjelmaan pohjautuva asuinrakentamisen yleisviikkoaikataulupohja. Yleisviikkoaikataulupohja voidaan kopioida uusille hankkeille ja lisätä se ohjelmaan siten, että se aukeaa ohjelmassa automaattisesti, kun 4D-aikataulusuunnittelu aloitetaan. Sen lisäksi opinnäytetyössä tehdään myös perusvisualisoinnit rakennusjärjestykselle sekä toteuman seuraamiselle ja Model Organizer –runko Lujatalo Oy:n käyttöön.

Yleisaikataulupohjaan kirjoitetaan valmiiksi asuinrakennushankkeen tehtävät käyttämällä Teklan Task Manager –työkalua ja tehdyn yleisaikataulun käyttö käydään läpi Lujatalo Oy:n antamalla olemassa olevalla esimerkkikohteella As. Oy Keimolankaarre Circuit. Model Organizer helpottaa tietomallin tietosisällön hahmottamista ja sillä voidaan ryhmitellä tietomallin objekteja erilaisiin kategorioihin. Kyseisiä työkaluja käytetään erityisesti kohteen toteutusvaiheen aikana tutkittaessa rakentamisjärjestystä ja seurattaessa toteumaa.

Tietoperustaan kuuluu tietomallintamiseen ja aikatauluihin liittyvä kirjallisuus, artikkelit, valmiit opinnäytetyöt sekä Lujatalo Oy:n valmiit aikataulupohjat ja esimerkkihankkeen tietomalli. Lisäksi saan ohjausta opinnäytetyön tekemiseen ja Tekla Structures –ohjelman käyttöön toimeksiantajan edustajalta (Matti Tauriainen) ja Teklan kouluttajalta (Mikko Raikaa) suullisen haastattelun kautta.

Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Lujatalo Oy. Sen toimialoihin kuuluvat asunto- ja toimitilarakentaminen sekä uudis- ja korjausrakentaminen, korjausrakentamisen

ollessa Lujatalo Oy:n erikoisosaamista. Lujatalo Oy on osa Luja-yhtiöitä. Luja on kolmannen sukupolven perheyryitys. Liikevaihtoa Luja-yhtiöillä on 434 miljoonaa euroa ja työntekijöitä noin 1600. Luja-yhtiöihin kuuluvat Lujatalo Oy:n lisäksi betoniteollisuusyrittäjä Lujabetoni Oy ja kuivatuote-yrittäjä Fescon Oy. (Luja-yhtiöt n.d.)

1.2 Opinnäytetyön aiheen rajaus

Opinnäytetyö on rajattu siten, että Tekla Structures Construction Modeling –ohjelmaan tehtävä 4D-yleisaikataulupohja sisältää ainoastaan rakennusvaiheen aikataulun. Lisäksi se palvelee tietomallinnetun uudisrakentamisen aikataulusuunnittelun apuna asuinrakennushankkeessa. Model Organizer –runko tehdään siten, että sillä voidaan ryhmitellä keskeiset rakennusosat haluttuihin kategorioihin tietomallissa. Myös perusvisualisoinnit tehdään rakennusjärjestyksen ja toteuman seurantaan, jotta mallin tietosisältö on helpompi hahmottaa. Yhdessä nämä kehityskohteet ovat käytössä erityisesti kohteen toteutusvaiheen aikana tutkittaessa rakentamisjärjestystä ja seurattaessa toteumaa.

Yleisaikataulupohjaa voisi jatkossa kehittää sopivaksi myös korjaus- tai toimitilarakennushankkeisiin ja niiden suunnitteluun. Kyseinen osio on kuitenkin jätetty pois, koska opinnäytetyön tutkimus on jo tarpeeksi laaja sen kattaessa uudisrakentamisen.

Tietomallintamista voisi hyödyntää työmaalla myös työturvallisuusasioissa ja -suunnittelussa sekä esimerkiksi 3D-alue-suunnitelmia laadittaessa. Mahdollista on myös käyttää tietomallintamista määrälaskennan apuna hankkeen yleissuunnitteluvaiheessa ja laadunvarmistuksessa. Näitä asioita tutkimuksessa sivutaan, mutta niihin ei tarkemmin perehdytä niiden laajuuden vuoksi. Tietomallin hyödyntämistä työmailla pyritään jatkuvasti lisäämään siitä saatujen hyötyjen vuoksi.

2 Tietomallinnus

Mitä on BIM (Building Information Modeling)? BIM, eli tietomallinnus, leviää rakennusalalla siinä määrin, että monet yhtiöt ovat valinneet tietomallinnuksen suurien projektien hallintaan. Tietomallinnus kuitenkin ei ole mikään itsestäänselvyys. Se on melko monimutkainen konsepti, johon löytyy paljon erilaisia kysymyksiä rakennusalalla työskenteleviltä ihmisiltä. Mikä on BIM? Mitä sillä voidaan tehdä? Mihin sitä

voidaan käyttää? Kuinka se toimii? (BIM 101: What is Building Information Modeling? 2016.)

Ei ole yhtä oikeaa vastausta siihen mitä tietomallinnus on. Yllättävää monille kuitenkin on se, että se ei ole uutta. Ensimmäinen versio tietomallinnuksesta ilmestyi vuonna 1962. Silloin Douglas Engelbart kuvaili arkkitehtuurin sisältävän tietoa yksityiskohdista ja suunnitelmista sekä muodoista hyvin samankaltaisesti kuin nykypäivän tietomallintamisessa. Muutosta perinteisestä CAD-suunnittelusta tietomallinnukseen on tapahtunut jo pitkään. (BIM 101: What is Building Information Modeling? 2016.)

Tietomallintaminen on rakentamisen- ja tiedonhallinnan prosessi, joka kattaa rakennusprojektin koko elinkaaren. Tietomallinnus on digitaalinen kuvaus koko rakennuksesta ja rakentamisesta. Tietomallin sisältöä kuvaavat tietomallinnetut objektit. Ne sisältävät tuotetietoja, ominaisuuksia, geometrian ja fyysiset ominaisuudet (muodot ja mitat), visualisoinnin tiedot sekä funktionaaliset tiedot, joihin kuuluvat esimerkiksi sijainnit, tunnuksat, rakentamisjärjestykset ja mahdolliset lisätiedot. (NBS 2016.)

Tietomallintaminen sekä sen käyttö sisältävät myös erilaisia ongelmia ja riskejä. Tietomallin suunnittelua ja toteutusta on ohjattava sekä suunniteltava ennakkoon ja hankkeen aikana jatkuvasti. Ohjeet ja käytännöt kuitenkin paranevat jatkuvasti, jolloin tietomallintamisen hyödyistä saadaan enemmän irti ja riskit pystytään minimoimaan sekä tiedostamaan.

Yleisimpiä ongelmia tietomallintamisessa ovat ohjelmien ja koneiden toimintahäiriöt (eri ohjelmistot), suunnitelmien laatuongelmat (tietomallien paikkansapitävyys ja tarkkuus), tietomallintamisen työllistävä vaikutus, aikatauluongelmat, osaamis- ja asenneongelmat sekä yhteistyöhön liittyvät ongelmat. (Korpela 2011, 31.)

Tietomallinnukseen siirtyminen on väistämättä suuri muutos organisaatiossa läpivietyväksi. Uudet tavat ja uudet innovaatiot tuovat mielenkiintoa työhön, mutta toisaalta vanhat toimintatavat ovat vaikeita unohtaa tai muuttaa. Muutokset vaativat päätöksen, vision, suunnitelman ja suunnitelman toteuttamisen haluamista. (Lehto- viita & Jäväjä 2016, 83-84.)

2.1 Tietomallinnuksen käyttö rakennustyömailla

Talonrakennusalalla isoilla toimijoilla on arkipäivää, että suunnittelu tehdään tietomalliohjelmilla. Suunnittelijat osaavat mallintaa ja tuottaa malleja rakennushankkeiden eri osapuolten käyttöön. Tavanomaisia piirustuksia tarvitaan edelleen, mutta nekin saadaan tuotettua tietomallipohjaisilla ohjelmilla helpommin ja nopeammin. Suuret kohteet mallinnetaan lähes poikkeuksetta ja pienempien kohteiden mallintaminenkin on kasvussa. Tietomallinnus on käytössä sekä uudis- että korjausrakennushankkeissa. (Lehtoviita & Jäväjä 2016, 8.)

Eräs merkittävimmistä tietomallintamista vauhdittaneista asioista Suomessa on Yleisten tietomallivaatimusten julkaiseminen vuonna 2012 (YTV 2012). Sen sisältämät vaatimukset ja ohjeistukset esittävät käytännössä sen toimintatavan talonrakennusalalla, jolla tietomallinnusta on suotavaa käyttää hankkeissa tarveselvityksestä ylläpitoon saakka. (Lehtoviita & Jäväjä 2016, 8.)

Tietomallinnuksen päätavoitteena on tukea suunnittelun ja rakentamisen laatua, tehokkuutta, turvallisuutta sekä kestävän kehityksen mukaista hanke- ja elinkaari-prosessia. Tietomalleja voidaan hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan, alkaen suunnittelun alusta, jatkuen rakennusprojektin jälkeenkin käytön ja ylläpidon yhteydessä. (Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa 2012, 3.)

Suunnittelijoiden tuottamia tietomalleja on mahdollista hyödyntää monella eri tavalla rakennushankkeen eri vaiheissa. Tietomallintamisella voidaan parantaa koko hankkeen laatua ja tuottavuutta. Urakoitsijat voivat käyttää tietomalleja hankkeen rakennusvaiheessa ja siihen liittyvässä valmistelussa. (Lehtoviita & Jäväjä 2016, 8.)

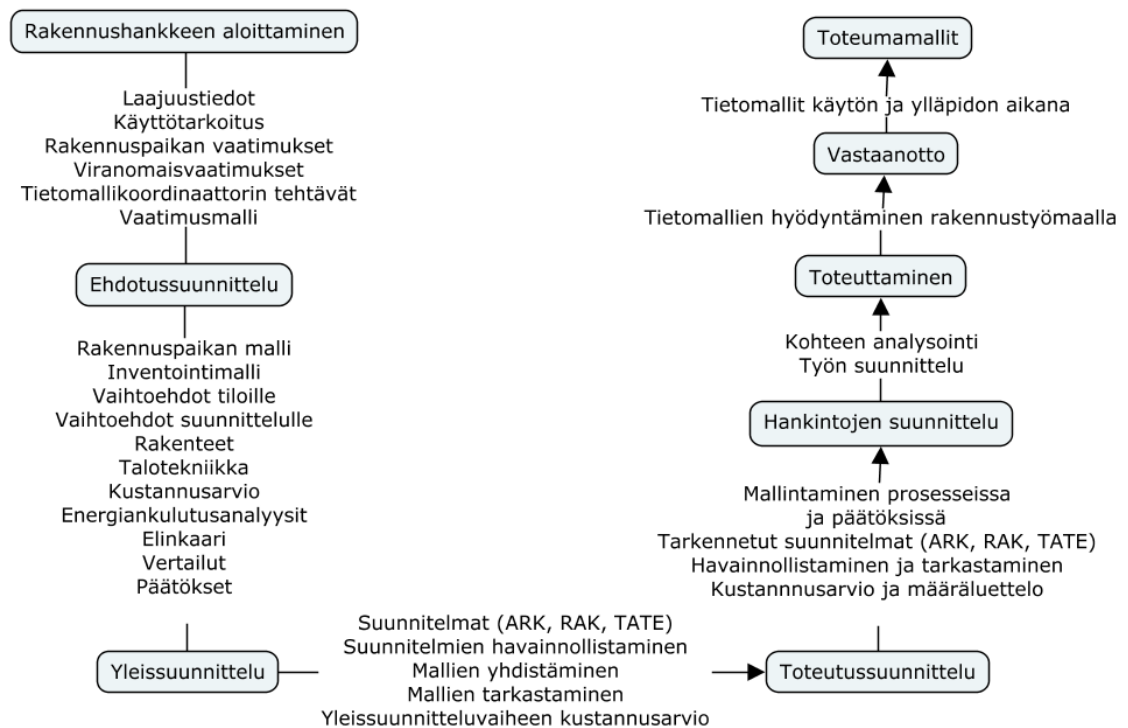
Havainnollistaminen on osa työnohjausta. Merkittävä tietomallin hyödyntämistapa on sen sisältämä visuaalisuus monissa eri käyttötilanteissa. Kun tietomallissa liikkuu ja sitä pääsee pyörittelemään katsoja saa selkeämmän näkemyksen rakenteiden kokonaisuudesta ja valmiista lopputuloksesta kuin tavanomaisia piirustuksia tarkastelemalla. Rakenteisiin, työjärjestyksen suunnitteluun ja töiden yhteensovittamiseen liittyvät visualisoinnit ovat tavallisia tietomallin käyttökohteita. Lisäksi visualisointeja

voidaan käyttää rakennettavuuden osalta vaikeasti toteutettavien kohtien, väliaikaisrakenteiden ja työturvallisuuden tutkimisessa sekä esittämisessä. (Tauriainen 2016a, 119.)

Rakennustyömaalla tietomallia voidaan käyttää monin tavoin. Tietomalleilla voidaan perehtyä kohteeseen ja sen suunnitelmiin sekä käyttää tiedonhaussa tarjousvaiheessa, hankinnoissa ja työmaatoteutuksessa. Sitä voidaan käyttää apuvälineenä määrälaskennassa tarjouslaskentavaiheessa ja rakentamisen aikana, yleisen rakentamisen aikaisessa toimintojen koordinoinnissa ja tiedonvaihdossa, mallien yhdistämisessä eri suunnittelualojen kesken sekä rakennettavuustarkasteluissa. Lisäksi sitä voidaan hyödyntää rakenteiden sijaintitietojen siirtämisessä mittalaitteisiin, työmaa-alueen käytön suunnittelussa ja turvallisuussuunnittelussa, kuten esimerkiksi putoamissuojaussuunnittelussa. (Lehtoviita & Jäväjä 2016, 8.)

Tietomallipohjaisessa työskentelyssä on myös huomattava etu siinä, että tiedonhaku 2D-piirustuksiin verrattuna on nopeampaa. Kaikki tiedot löytyvät yhdestä paikasta, esimerkiksi rakennusosien määrä, sijainnit, mitat, korkoasemat, materiaalit, taustatiedot, elementtien painot ja aikataulutiedot. Mallien revisioiden vertailu ja mahdollisten muutosten analysointi on mahdollista tehdä tarkastusohjelmilla. Tärkeää on tehdä myös törmäystarkasteluja, sillä ne ovat aina edullisempia ja helpompia tehdä, mitä aikaisemmin ristiriidat havaitaan ja niihin pystytään puuttumaan. (Tauriainen 2016b. 40.)

Tietomallien käyttö rakennustyömaalla edellyttää hankkeen kaikilta osapuolilta tietomallintamiseen liittyvien peruskäsitteiden ja prosessien ymmärtämistä (kuvio 1). Lisäksi tietomallien käyttö vaatii teknistä osaamista ja omien toimintatapojen kehittämistä siten, että tietomalleja on mahdollista ja niitä osataan käyttää hankkeen eri vaiheissa ja toiminnoissa. Tärkeää on ymmärtää tietomallinnuksen käytön vaikutukset koko hankkeen ja kunkin osapuolen omiin toimintatapoihin. (Lehtoviita & Jäväjä 2016, 9.)



Kuvio 1. Tietomallintamisen ja sen hyödyntämisen eri prosessit (Osa 1. Yleinen osuus 2012, 11-20.)

Urakoitsijoilla on vaatimuksia tietomalleille. Urakka-asiakirjoissa määritellään tietomallien luovuttaminen urakoitsijan käyttöön, käyttöoikeudet malleille sekä urakoitsijaa koskevat tietomallivaatimukset. Tuotantokäyttöön luovutettavat tietomallit yksilöidään sekä niiden käyttötarkoitus ja laadunvarmistus todetaan yhteisessä katselmuksessa. Mallien käyttöön liittyvät menettelyt ja käytännöt esitellään urakoitsijalle ja samalla sovitaan tarvittavista katselmustilaisuuksista ja -menettelyistä rakennustyön aikana. Urakoitsijan on esitettävä omalta kannaltaan, mihin kaikkeen tarkoitukseen tietomalleja tullaan käyttämään. (Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa 2012, 6-7.)

Silloin, kun tietomallinnetussa rakennushankkeessa tuoteosien suunnittelu on urakoitsijan vastuulla ja se tehdään mallintamalla, tulee mallinnus yhteensovittaa muun tietomallisuunnittelun kanssa. Tuoteosien mallinnusvaatimuksesta on sovittava projektikohtaisesti. Tietomallien ylläpitoa on tehtävä rakentamisen aikana sekä niiden on oltava yhdenmukaisia muiden tuotannolle luovutettujen suunnitelma-asiakirjojen kanssa. Virheen tai puutteen havaittuaan urakoitsija on velvollinen ilmoittamaan

niistä suunnittelijalle ja hankkeen tietomallikoordinaattorille. Suunnittelijan velvollisuuksiin kuuluu virheen korjaaminen ja uuden tietomalliversion toimittaminen. (Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa 2012, 8-9.)

Tietomallikoordinaattori on henkilö, jonka tehtävänä on valvoa tilaajan etuja, tehdä yhteistyötä rakennuttajan ja pääsuunnittelijan kanssa ja yhdistää mallit. Onnistuneen tietomallinnetun hankkeen edellytyksiin kuuluvat huolellinen valmistelu, toteutuskelpoiset vaatimukset ja realistiset tavoitteet. Tietomallikoordinaattorilta saa kaikkiin näihin apua, jonka lisäksi hyötyjä ovat hankkeen sujuva eteneminen, ongelmien tunnistaminen ajoissa, jotta niihin voidaan reagoida, vaihtoehtojen selkeä ja ymmärrettävä havainnollistaminen sekä hankkeen osapuolten sitouttaminen hankkeen päätöksiin ja prosesseihin. (Tietoa n.d.)

Tietomallintaminen sisältää vaatimuksia ja se tarjoaa erilaisia mahdollisuuksia, jotta siitä saadaan tuotantovaiheessa mahdollisimman suuri hyöty. Tietomallit on suunniteltava siten, että niiden tietosisältö vastaa rakennustuotannon tarpeita, myös hankkeen eri vaiheissa. Eri suunnittelijoiden mallien ja niistä koottujen yhdistelmämallien laatu varmistetaan jatkuvasti koko hankkeen ajan. Urakoitsijoilla täytyy olla käytettävissä päivitetty suunnittelumallit tietomalliselostuksineen ja vaiheilmoituksineen, kuten esimerkiksi projektipankissa. Rakennustuotannon toimijat osaavat käyttää ohjelmistoja suunnittelumallien tarkasteluun ja mallitietojen siirtämiseen omiin ohjelmistoihin, esimerkiksi kustannuslaskentaohjelmistoihin. Lisäksi on tärkeää, että työmaalla osataan käyttää tarvittavia ohjelmistoja eri laiteympäristöissä, kuten työasemissa, kannettavissa tietokoneissa sekä mobiililaitteissa. Myös työmaan ja sen toimistotilojen tulee olla toteutettu siten, että tietomallien jatkuva tarkastelu on mahdollista. Vaadittuja laitteita ovat esimerkiksi tietokoneet, mobiililaitteet, näytöt ja dataprojektorit. Tietomallintaminen on jatkuvasti tuotannonohjauksen ja johtamisen tukena. (Lehtoviita & Jäväjä 2016, 9-10.)

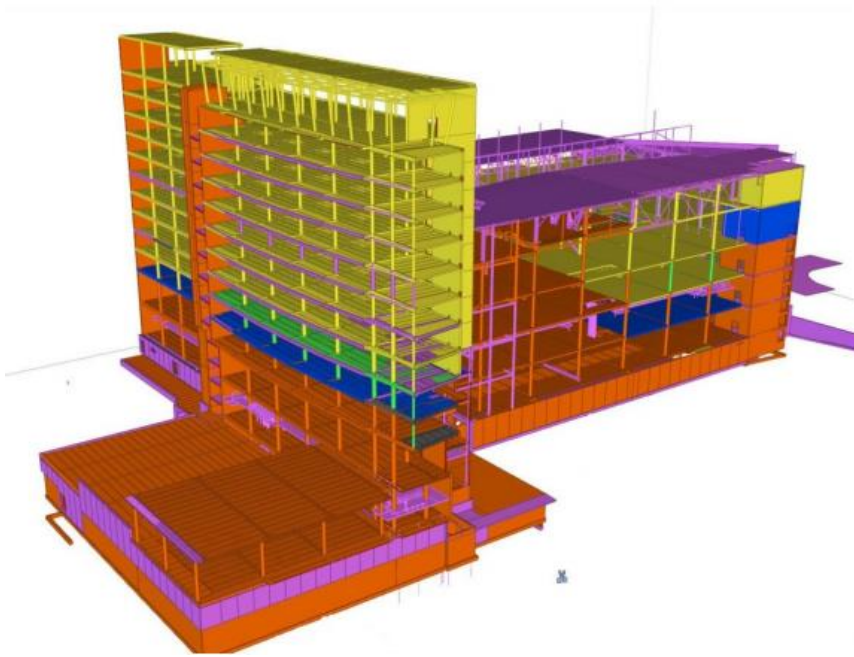
Mikäli urakoitsija haluaa esittää rakentamisaikatauluja tietomallissa, on siitä sovittava erikseen projektikohtaisesti. Rakennusosien ja -järjestelmien suunnitellut asennusajankohdat kirjataan tietomalliin hankkeen aikataulun kannalta tärkeiden rakennusosien osalta. Tietomallipohjainen aikataulu jaetaan sovituissa muodossa hankkeen muiden osapuolien käyttöön. Rakentamisaikataulussa pysyminen on yksi tilaajaa eni-

ten kiinnostavimmista ja seuratuimmista asioista hankkeessa. Aikataulun ja sen toteutuksen esittäminen tietomallin avulla esimerkiksi työmaakokouksissa on tavantomaista aikataulun esitystapaa havainnollisempaa. (Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa 2012, 10-12.) Tavallisesti aikataulut esitetään viivoina jana-aikataulussa tai paikka-aikakaaviossa.

Suunnittelun ollessa tilaajan vastuulla käytäntö on, että urakoitsija toimittaa tuotannon toteumatiedot toteumamallit luoville suunnittelijoille. Vaatimukset urakoitsijoille tuotantotietojen toimittamisesta esitetään urakkatarjouspyynnössä. Kun on kyse tuoteosakaupasta, on toimittaja vastuussa toteumamallista oman tuotteen osalta. Tilaajan toimeksiannosta pääsuunnittelijan tehtäviin kuuluu tuoteosakauppojen mallien yhdistäminen toteutusmalleihin. (Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa 2012, 19.)

Tietomalliin kirjataan rakenteiden ja järjestelmien toteutuneet asennusajankohdat sovituin aikavälein siten, että se kattaa myös talotekniikkaosat. Rakennustyön toteumatiedon havainnollistava katselumalli on välitettävä koko projektitiimille sovitussa tiedostomuodossa ja sovitulla tavalla. Vaatimus on sovittava projektikohtaisesti. (Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa 2012, 13.)

Tietomallien on oltava urakoitsijalle luovutettaessa sellaisessa muodossa, että aikatauluttaminen on mahdollista. 4D-aikataulu voidaan esittää mallinäkymänä, jossa eri ajankohtina toteutettavat rakennusosat näkyvät mallissa eri väreillä (kuvio 2). Riippuen aikataulun tarkkuustasosta, voidaan aikataulua tarkastella eri kuukausina, viikkoina tai päivinä. Mallinäkymässä on mahdollista myös esittää tulevat, seuraavan ajanjakson aikana toteutettavat rakenteet. Mallinäkymät on myös mahdollista jakaa muille rakennushankkeen osapuolille ilman erillistä tarvetta tietomallinnusohjelmaan. (Helminen 2016, 23.)



Kuvio 2. Runkovaiheen tietomallipohjainen aikataulusimerkki (Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa 2012, 11.)

Runkovaiheen tietomallipohjaisen aikataulusimerkin värikoodit:

- valmis tai asennettu, oranssi
- kuluva viikko, sininen
- seuraava viikko, vihreä
- aikataulutettu, yli kaksi viikkoa, keltainen
- aikataulutettu, yli kaksi viikkoa, eri urakoitsija, lila. (Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa 2012, 12.)

Tietomallipohjainen 4D-aikatauluvisualisointi on esitettävissä vain niiden rakenteiden osalta, jotka on mallinnettu. Tällöinkin rakenteiden rakennekokonaisuuksien tai kokoonpanojen erittelytarkkuus vaikuttaa tarkkuustasoon aikataulussa. Rakennusjärjestyksen ja aikataulun mallintamisessa tuleekin miettiä, millä ajan ja osien tarkkuudella on kannattavaa simuloida rakentamista. Pitkissä hankkeissa, kuten esimerkiksi kuukausia tai vuosia kestävässä, muutoksille alttiissa hankkeissa, ei ole kannattavaa esimerkiksi liitoskomponenttien pultteja erotella minuuttien tarkkuudella. Liitoskomponentit voivat kuitenkin sisältää asennusohjeet ilman, että se on sidottu aikatauluun. *”Rakentamiseen kuluva aika on rakennettavuuteen vaikuttava kvantitatiivinen suure, joka on yhteydessä rakenneratkaisun toteutettavuuteen ja taloudellisuuteen.”* (Helminen 2016, 23.)

2.2 Tekla Structures Construction Modeling

Tekla Structures voidaan yhdistää tärkeimpiin tuotannon- tai resurssisuunnittelujärjestelmiin sekä koneiden ohjausjärjestelmiin, joita käyttävät teräsrakenteiden-, betonielementtien- ja raudoitusten valmistajat. Teklan tietomallista voidaan automaattisesti siirtää tuotantotiedot näihin järjestelmiin, mikä vähentää manuaalisia töitä ja virheitä. Piirustukset ovat haettavissa mallista ja ne päivittyvät mallin mukana. Tietomallia voi hyödyntää myös määrälaskennassa. Tekla Structures on yhdistettävissä projektinhallintasovelluksiin, jolloin voidaan visualisoida aikatauluja, materiaalitylousia ja maksupyynnöitä. (Lehtoviita & Jäväjä 2016, 40.)

Tekla Structures Construction Modeling on ohjelmistokokoonpano, joka sisältää rakennusprojektin hallinta- ja seurantatoiminnot. Sitä käyttämällä voidaan hallita ja välittää tietoja toimitusvaiheesta asennukseen. Ohjelmistoa käyttämällä on mahdollista tarkastella projektitietoja sekä rakenteeseen liittyviä liiketoiminnallisia ja prosessitietoja. Näkymiä voidaan mukauttaa, joka mahdollistaa rakennusobjekteihin liittyvien tietojen muuttamisen tai luomisen. Projektihistorian esittäminen onnistuu sekä graafisesti että tekstimuodossa. Tietojen korostus ja visualisointi helpottavat ongelma-kohtien tunnistamisessa. (Tekla Structures n.d.b)

Mallinnustoiminnon avulla voi:

- *luoda teräs- ja betonirakenteiden tietomalleja*
- *määrittää paikallavalujen valukokonaisuudet*
- *tarkastella Tekla-malleja (kaikki materiaalit ja profiilit)*
- *verrata malleja muiden projektiosapuolten malleihin (esim. IFC-, DWG-, DXF- ja DGN-muodossa)*
- *raportoida referenssimallin tiedot.* (Tekla Structures n.d.b)

Workflow-työkaluilla käyttäjä voi:

- *hallita yksittäisen rakennusosan statustietoa*
- *jäsentää ja luokitella malleja*
- *raportoida määrätiedot suoraan mallista*
- *hallita törmäyksiä*
- *määrittää asennusjärjestyksiä*
- *tarkastella 4D-mallia (simuloitu aikataulu)*
- *määrittää ja hallita aikatauluja*
- *liittää aikataulutettuja tehtäviä mallin kohteisiin.* (Tekla Structures n.d.b)

Piirustusten ja raporttien avulla voi:

- *luoda yleispiirustuksia (taso, leikkaus, asennus)*

- *tulostaa piirustuksia ja raportteja*
- *luoda raportteja (kokoonpanoluettelot, osaluettelot ja määrälaskenta)*
- *luoda raudoitusraportteja (taivutuskaaviot, painot ja määrät).* (Tekla Structures n.d.b)

3 Työmaan aikataulut asuinrakennushankkeessa

Aikatauluilla on suuri merkitys valvonnan ja ohjauksen kannalta rakennushankkeen eri vaiheissa. Rakennushankkeen aikana laadittavia aikatauluja ovat:

- projekti aikataulu eli hanke aikataulu
- suunnitelma-aikataulu eli piirustusaikataulu
- yleisaikataulu
- hankinta-aikataulu
- talotekniikka-aikataulu (TATE-aikataulu)
- rakentamisvaihe aikataulu
- viimeistelyvaihe- ja luovutusvaihe aikataulu
- viikko aikataulu. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 40-58.)

3.1 Työaikojen kestot

T3-aika on aikataulutuksessa käytetty työvuoroaika, joka kuvaa ainoastaan työn tehollista aikaa. T3-ajat eivät sisällä yli tunnin mittaisia taukoja, jolloin työt seisahtuvat. Ne ovat tavoitteellisia työmenekkejä, joita käytetään rakentamisvaihe- ja viikko aikataulujen sekä erilaisten tehtäväsuunnitelmien laatimiseen. (Oilinki 2012, 8.)

T4-aika, eli työnvaihe aika sisältää työtuntien lisäksi myös tunnin mittaiset sekä sitä pidemmät työn keskeytykset. T4-aika on kokonaisaika, joka saadaan määritettyä työmenekkeistä kertomalla T3-ajat työvaiheen TL3-lisäkertoimella. T4-aikaa käytetään hankkeen kustannuksien ja alustavan yleisaikataulun kuvaamiseen. (Oilinki 2012, 8.) (Oilinki 2012, 8.)

Myös tämän tutkimuksen alustava yleisaikataulu on tehty käyttäen T4-kokonaisaikoja.

3.2 Yleisaikataulun käyttö

Yleisaikataulu kuvaa koko hankkeen työnkulkua. Se sisältää 20-30 tärkeintä rakentamisen tehtävää. Yleisaikataulun avulla on mahdollista määrittää työvoiman-, hankinnan- ja kaluston resurssit. On myös huomioitava hankinta-aikataulun ja suunnitelma-aikataulun yhteensopivuus (Karri 2011, 26-27.)

Rakennustöiden ajoittaminen yleisaikatauluun on keskeinen osa aikataulusuunnittelua. Yleisaikataulusta löytyy kolmea eri muotoa, jotka eroavat laadinnan ajankohdaltaan, sisällön tarkkuustasoltaan ja käyttötarkoitukseltaan. Nämä ovat nimeltään alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu ja työaikataulu. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 43.)

3.2.1 Alustava yleisaikataulu

Alustava yleisaikataulu laaditaan ennen rakentamispäätöstä tai urakkatarjouksen antamista. Sen avulla tarkistetaan, kuinka työt sopivat rakennuttajan hankeaikataulussa antamaan rakennusaikaan ja mikä on hankkeen ajallinen kireystaso. Alustava yleisaikataulu laaditaan karkealla tasolla ja siinä kuvataan työn kulkua ohjaavat päätyövaiheet. Alustavan yleisaikataulun avulla arvioidaan aikataulun kireys, vaadittavien välitavoitteiden saavuttaminen, töiden ajoittuminen eri vuodenaikoihin, aikaan sidotut työmaan käyttö- ja yhteiskustannukset, tarvittava henkilöstö ja kalustoresurssit sekä tärkeimpien materiaali- ja alihankintojen toimitusajat. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 43.)

3.2.2 Sopimusyleisaikataulu

Alustava yleisaikataulu käydään läpi sopimusneuvotteluissa. Alustavaa yleisaikataulua muokataan ja tarkennetaan tarvittaessa. Sopimusosapuolten hyväksymä ja tarkentama yleisaikataulu liitetään sopimukseen sopimusyleisaikatauluksi. Oleellista on, että sopimusyleisaikataulusta löytyvät toteuttajan ja rakennuttajan kannalta tärkeät ajankohdat, kuten rakennuttajan hankinnat ja toimintakokeiden käynnistäminen. Sopimusyleisaikataulusta tulee käydä ilmi aloitus- ja valmistumispäivämäärät sekä välitavoitteet. Sopimusaikataulu perustuu kokonaisaikoihin. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 45.)

3.2.3 Työaikataulu

Sopimusyleisaikataulu tarkennetaan työaikatauluksi työmaata ja eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittamista varten. Työaikataulun tarkoituksena on toimia urakoitsijoiden ja päätoteuttajan välisten sopimusten ajallisena pohjana. Työaikataulua kutsutaan työmaalla yleisaikatauluksi. Työaikataulun tehtävät suunnitellaan tarkasti ja jaotellaan lohkoittain tai jaetaan osatehtäviin. Työaikataulu sisältää aina myös talotekniikkatöiden tehtävät. Työaikataulu on suunniteltu koko rakennushankkeen kestolle. Siitä hankkeen eri osapuolet saavat oleelliset tiedot keskeisistä työvaiheista, tapahtumista, tehtävien kestoista ja resurssien käytöstä. Työmaan muut aikataulut perustuvat työaikatauluun. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 45.)

3.3 Muut rakennusvaiheen keskeiset aikataulut asuinrakentamisessa

Yleisaikataulun lisäksi on myös muita tärkeitä asuinrakentamisen rakennusvaiheen kannalta laadittavia aikatauluja. Niitä ovat:

- Hankinta-aikataulu
- Talotekniikka- eli TATE-aikataulu
- Rakentamisvaiheaikataulu
- Viimeistelyvaiheen aikataulu
- Viikkoaikataulu.

3.3.1 Hankinta-aikataulu

Osa hankinnoista on tehtävä välittömästi rakennushankkeen käynnistyessä, jotta rakentamisen aloittaminen ei myöhästy. Siksi hankintoja on syytä aikatauluttaa karkeasti jo aivan hankkeen alussa. Hankinta-aikataulu tarkennetaan viimeistään silloin, kun työaikataulu on saatu valmiiksi. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 51.)

Hankinta-aikataululla sidotaan hankinnat työaikatauluun. Näin voidaan varmistaa materiaalien ja rakennusosien oikea-aikainen saanti työmaalle ja aliurakoiden aikataulunmukainen aloittaminen. Hankintatapahtumat ajoitetaan siten, että tarjouspyynnölle, tarjouksen antamiselle ja käsittelylle sekä neuvotteluille ja päätöksille jää riittävästi aikaa. Hankintojen aikatauluttamiseen vaikuttavat markkinatilanne, han-

kinnan kriittisyys ja hankintaan liittyvä suunnittelun tarve. Hankinta-aikataulun laatiminen on osa hankintojen suunnittelua. Sen laativat työsuunnittelija tai työmaainsinööri yhdessä vastaavan työnjohtajan ja hankinnoista vastaavan henkilön kanssa työaikataulun laatimisen yhteydessä. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 51.)

3.3.2 Talotekniikka- eli TATE-aikataulu

Talotekniset (TATE-) työt esitetään yleisaikataulussa, mutta ne on syytä esittää myös omana aikataulunaan. Sen nimikkeet ratkaistaan kohdekohtaisesti ja käytössä oleviin resursseihin perustuen. Yhteistyö TATE-urakoitsijoiden kanssa on ensiarvoisen tärkeää. Ilman aikataulujen yhteensovitusta hankkeen ohjattavuus on heikko. Rakennustyöt ja TATE-työt yhdistettynä samaan aikatauluun on suuri etu, koska riippuvuudet voidaan tarkistaa yhdellä silmäyksellä. Oleellista on tiedostaa milloin ja millä resursseilla aikataulutehtävät on mitoitettu sekä milloin ne on vain pakkotahdistettu. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 53-54.)

3.3.3 Rakentamisvaiheaikataulu

Työaikataulua tarkennetaan lähtötietojen karttuessa rakentamisvaiheaikatauluilla. Sen on tarkoitus varmistaa työaikataulun tavoitteiden saavuttaminen. Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan joko 2-6 kuukauden pituisille ajanjaksoille tai rakentamisvaiheille. Niitä kutsutaan myös jaksoaikatauluiksi, vaihesuunnitelmiksi sekä käännetyksi vaiheaikatauluksi. Tavanomaisia rakentamisvaiheen aikatauluja ovat:

- maanrakennus- sekä perustusvaiheen aikataulut
- runko- ja vesikattovaiheen aikataulut
- sisävalmistusvaiheen aikataulut
- viimeistely- ja luovutusvaiheen aikataulu. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 55.)

3.3.4 Viimeistelyvaihe

Työmaan viimeistelyvaiheen suunnittelun avulla saadaan varmistettua hankkeen valmistuminen sovittuna ajankohtana. Työmaan viimeistely ja luovutus sekä suunnitteluun että toteutetaan sovittulla tavalla asiakkaan vaatimaan laatutasoon taloudellisesti. Viimeistelyvaiheessa tulee:

- laatia yhteinen aikataulu eri toimijoiden kesken

- tiedottaa kaikille osapuolille suunnitelmasta
- tehdä osapuolten omia tarkastuksia ja korjauksia tarkastusten perusteella
- järjestää talotekniikkajärjestelmittäin koekäyttöä
- tehdä teknisiä kokeita, tarkastuksia ja mittauksia
- hoitaa jälki- ja viimeistelytarkastukset
- luovuttaa asiakkaalle valmis kohde. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 57.)

3.3.5 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulun tehtävänä on varmistaa lyhyellä aikajänteellä työn tavoitteiden toteutuminen, resurssien tehokas käyttö sekä niiden riittävyys. Se on 1-3 viikkoon laadittu tarkempi aikataulu kyseisten viikkojen tehtävistä. Lisäksi se toimii myös sivu- ja aliurakoitsijoiden toimintaohjeena. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 58.)

Työskentelyn alla oleva viikko on tarkkuudeltaan tarkin. Seuraavakin viikko suunnitellaan varsin tarkasti, jotta resurssipuutteisiin ja tuotannon ongelmiin pystytään varautumaan riittävän ajoissa. Kunkin työkohteen työnjohtaja laatii omat alustavat viikkoaikataulunsa, jotka vastaava työnjohtaja yhdistää. Tärkeimpiä lähtötietoja viikkoaikataulun laadintaan ovat:

- työ- ja rakentamisvaihe aikataulu
- edellinen viikkoaikataulu ja sen toteutuma
- erityis- ja tehtäväsuunnitelmat
- käytettävissä olevat resurssit
- tuntimäärät ja käytössä oleva muu työvoima
- materiaalien ja kaluston tilaukset ja toimitusajankohdat
- työtehtävien valmiusaste ja työmaan tilanne
- toteutuneet työmenekki- ja työsaavutustiedot
- omat yrityskohtaiset tuotantotiedostot ja Ratu:n työmenekkitiedostot. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 58-59.)

3.4 Keskeiset asuinrakennushankkeen tehtävät

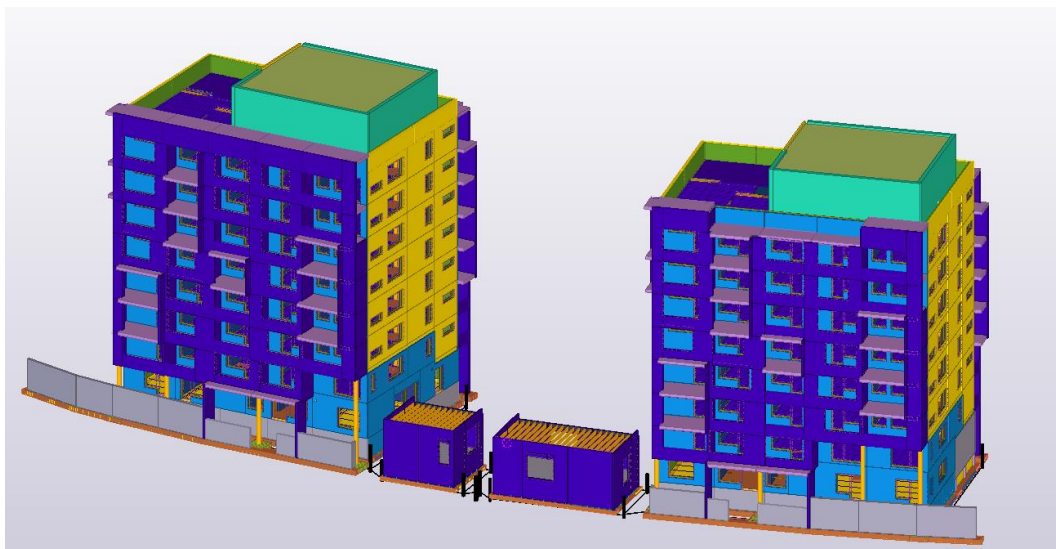
Tavanomaisimmat, keskeisimmät asuinrakennushankkeen tehtävät on kerätty taulukoksi Lujatalo Oy:n omista aikataulupohjista (liite 1). Se sisältää yleisimpiä tehtäväkonaisuuksia, joita löytyy lähes jokaisesta asuinrakennuskohteesta yleisellä tasolla. Tehtävät ovat jaoteltu maanrakennus-, runko- ja vesikatto-, sisävalmistus- sekä luovutusvaiheen aikatauluihin.

4 4D-aikatauluun liittyvät keskeiset työkalut Tekla Structures –tietomallinnusohjelmassa

Tietomallien uusia käyttötapoja ja hyödyntämiskohteita löydetään ja kehitetään jatkuvasti lisää. Ohjelmistoihin tehdään koko ajan lisää uusia sovelluksia ja lisäosia, joiden avulla on tarkoituksena toiminnan tehostaminen. Ongelmana on vielä tietomallien käyttöönotto, käyttö ja niiden ylläpito, koska ne ovat vieraita asioita useimmille urakoitsijoille. Tästä syystä käyttöön ei ehkä sitouduta ja koetaan mahdollisesti ennakkoimattomia teknisiä ongelmia ja henkilöstöesteitä. Riskien poistamiseksi on olemassa ennakkosuunnittelu ja tietomallien käyttöön liittyvä riskianalyysi, jotka nopeuttavat korjaaviin toimenpiteisiin ryhtymistä. Kyseisellä toiminnalla mahdollistetaan osaltaan tuotantovaiheiden tavoitteiden toteutuminen tietomallien käytön avulla. (Tauriainen 2016a, 114.)

4.1 Esimerkkihankkeen esittely

Työssä käytettävä esimerkkihanke (kuvio 3) on alustavasti suunniteltu alkavan elokuun lopussa 2017. Esimerkkikohteen nimi on As. Oy Keimolankaarre Circuit ja se sijaitsee Espoossa. Se on kaksi erillistä kahdeksan kerroksista yksiportaista asuinkerrostaloa käsittävä rakennushanke. Asuinhuoneistoja valmistuu 102 kappaletta. Huoneistoala on 3787 m² ja bruttoala on 6136 m². Kerrostalon runko on elementtirakenteinen, mutta väestönsuojat toteutetaan paikalla valuna. (Noppa 2017.)



Kuvio 3. Olemassa oleva esimerkkihanke As. Oy Keimolankaarre Circuit

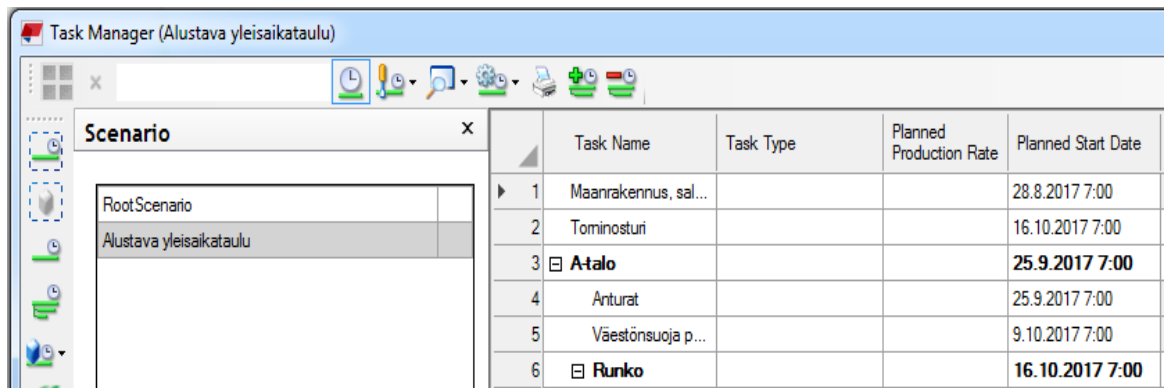
4.2 Esimerkkihankkeen 4D-aikataulu Tekla Structures – tietomallinnusohjelmassa

Tekla Structures sisältää Task Manager –työkalun aikataulun tekemistä varten. Kyseisellä työkalulla voidaan tehdä aikataulutehtäviä ja antaa niille sekä aloitus- että loppuaika sekä tehtävien kesto. Tehtävän kesto voidaan määrittellä joko resurssimuotoisena, tai tehtävän aloitus- ja lopetuspäivän mukaan. Tehtävätyyppi määritetään resurssimuotoisessa aikataulutuksessa, joka määrittelee tehtävän luonteen. Menekkipohjainen kesto sisältyy tehtävätyyppiin jonkin parametrin mukaan, esimerkiksi anturan muotituksessa tehtävä määrittelee yhden työmiehen yhden päivän aikaansaama muotituksen neliömetrimäärä. Tehtävätyyppejä voidaan määrittellä manuaalisesti tai valitsemalla jokin sopiva Task Manager –työkalun valmiiksi sisältämistä tyypeistä. (Helminen 2016, 23.)

Esimerkkihankkeen 4D-aikataulu tehdään Tekla Structures –tietomallinnusohjelmalla. Ohjelmalla on mahdollista tehdä mitä vain rakennusvaiheen aikatauluista, mutta tässä käsitellään esimerkkikohteen alustavaa yleisaikataulua.

Ensimmäisenä avataan Tekla Structures –tietomallinnusohjelmasta Task Manager. Yleisaikataulun tekeminen alkaa lisäämällä tehtäviä tyhjään aikataulupohjaan. Seuraavaksi yleisaikatauluun lisätään töiden kestot sekä töiden aloitus- ja lopetuspäivämäärät (Liite 2). Lähteenä töiden kestoille käytetään Ratu:n Aikataulukirja 2016 –teosta. Lisäksi käytössä on urakkalaskennassa käytettävä määräluettelo ja kohteesta tehty alustava PlaNet-yleisaikataulu (Multala 2017).

Tehdyn aikataulun voi tallentaa ”Scenario” –välilehdellä (kuvio 4) ja aikataulua voi käyttää myös toisessa tietomallissa esimerkiksi aikataulupohjana eri rakennushankkeen aikataulutehtäville (Raikaa 2017). Samalla välilehdellä on mahdollista tehdä myös erilaisia muita aikatauluja, kuten esimerkiksi talotekniikka-aikataululle. Aikataulun vienti toiseen tietomalliin toimii siten myös toisinkin päin, eli tietomalliin voidaan tuoda toisen tietomallin valmis aikataulu pohjaksi.

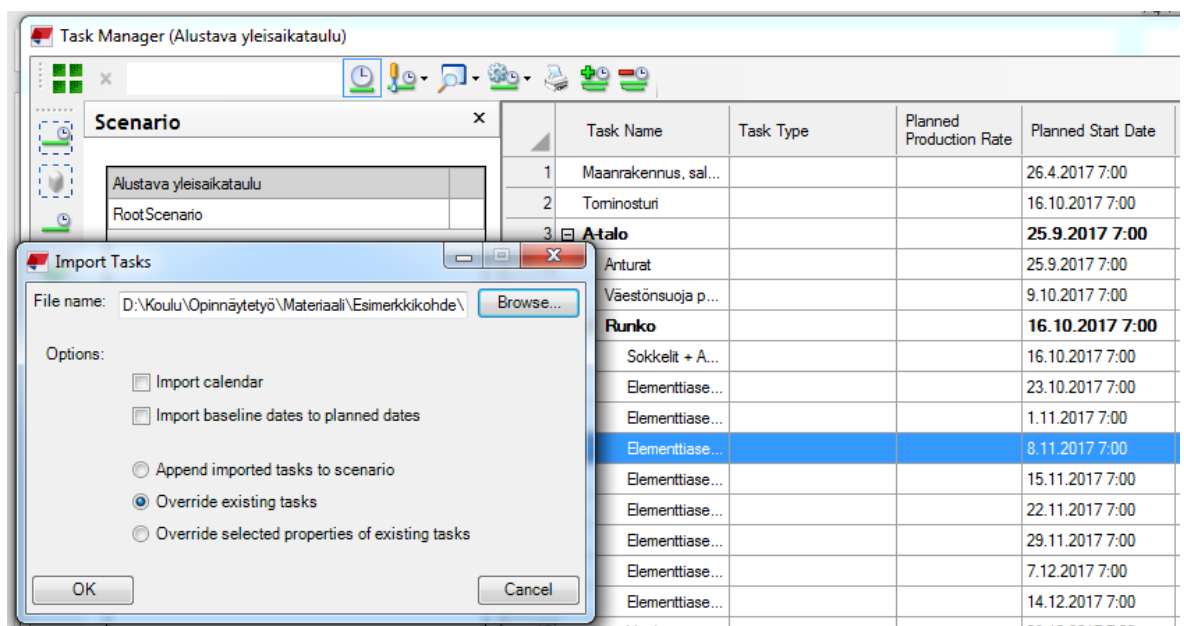


The screenshot shows the 'Task Manager (Alustava yleisaikataulu)' window. On the left, a 'Scenario' pane lists 'RootScenario' and 'Alustava yleisaikataulu'. The main area displays a table of tasks with the following data:

	Task Name	Task Type	Planned Production Rate	Planned Start Date
1	Maanrakennus, sal...			28.8.2017 7:00
2	Tominosturi			16.10.2017 7:00
3	Atalo			25.9.2017 7:00
4	Anturat			25.9.2017 7:00
5	Väestönsuoja p...			9.10.2017 7:00
6	Runko			16.10.2017 7:00

Kuvio 4. Aikataulun tallentaminen

Tehdyn alustavan yleisaikataulun pohjaa kokeillaan toimivuuden vuoksi siirtää aikatauluttomaa tietomalliin. Aikataulupohja saatiin auki hakemalla tallennettu aikataulutiedosto tietomalliin (kuvio 5). Tietomallin linkittäminen aikatauluun tehdään Model Organizerissa tehtävän ryhmittelyn jälkeen.



The screenshot shows the 'Task Manager (Alustava yleisaikataulu)' window with an 'Import Tasks' dialog box open. The dialog box has the following fields and options:

- File name: D:\Koulu\Opinnäytetyö\Materiaali\Esimerkkikohde\
- Options:
 - Import calendar
 - Import baseline dates to planned dates
 - Append imported tasks to scenario
 - Override existing tasks
 - Override selected properties of existing tasks

The background table shows the same task list as in Kuvio 4, but with a different start date for the first task (26.4.2017 7:00) and a highlighted row for 'Elementtiase...' with a start date of 8.11.2017 7:00.

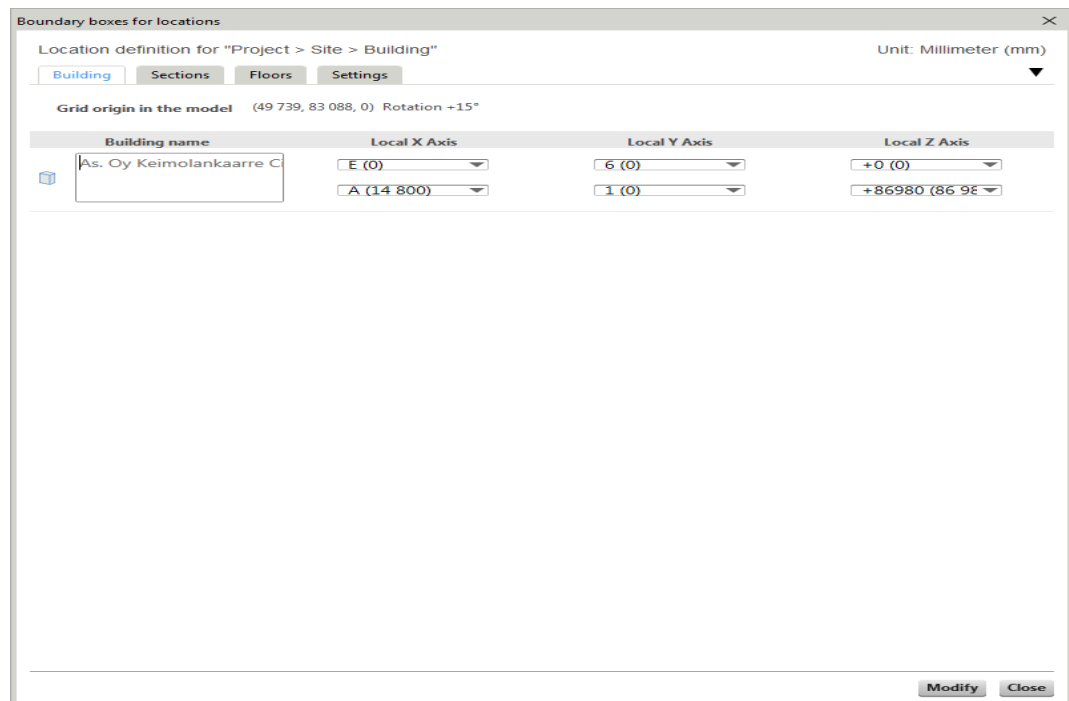
Kuvio 5. Aikataulun tuonti toiseen tietomalliin

4.3 Keskeisten rakennusosien ryhmittely tietomallissa (Model Organizer)

Rakennusosien ryhmittely on sovittava projektikohtaisesti. Yksiselitteistä ohjetta ryhmittelylle ei ole, mutta yleisesti on käytössä looginen ryhmittely. Ensin rajataan ra-

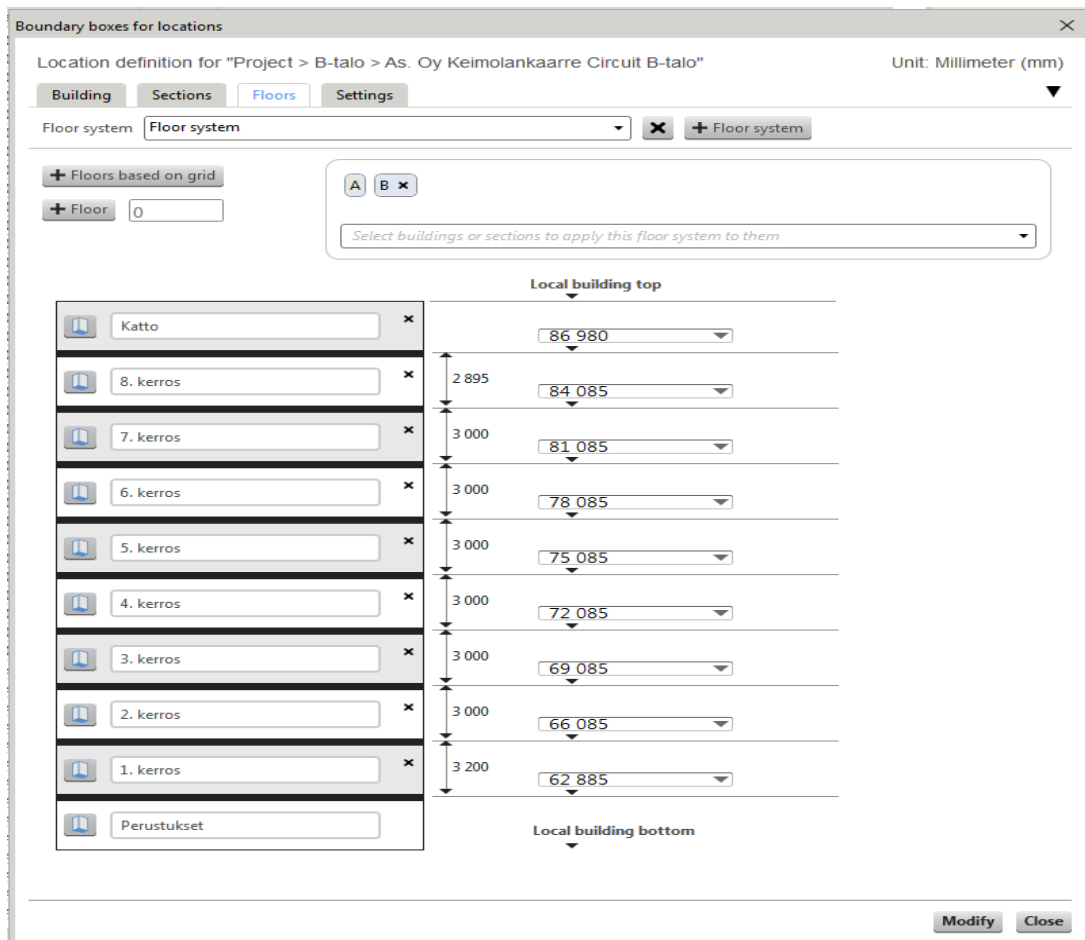
kennuksen ulkorajat. Seuraavaksi mahdolliset lohkot ja viimeisenä kerrosjako. Lopuksi tarkastetaan manuaalisesti, että kuuluvatko kaikki objektit oikeisiin ryhmiin. Viimeisenä tehdään tarvittavat manuaaliset siirrot kategorioiden välillä.

Keskeisten rakennusosien ryhmittely alkaa avaamalla Teklasta Model Organizer. Sieltä valitaan Building –kategoria, josta saadaan määriteltyä rajat rakennusosien sijainnille (kuvio 6). Ensimmäisenä merkitään esimerkkikohteen A-talon ruudukko, josta saadaan koordinaatit x-, y- ja z-suunnille.



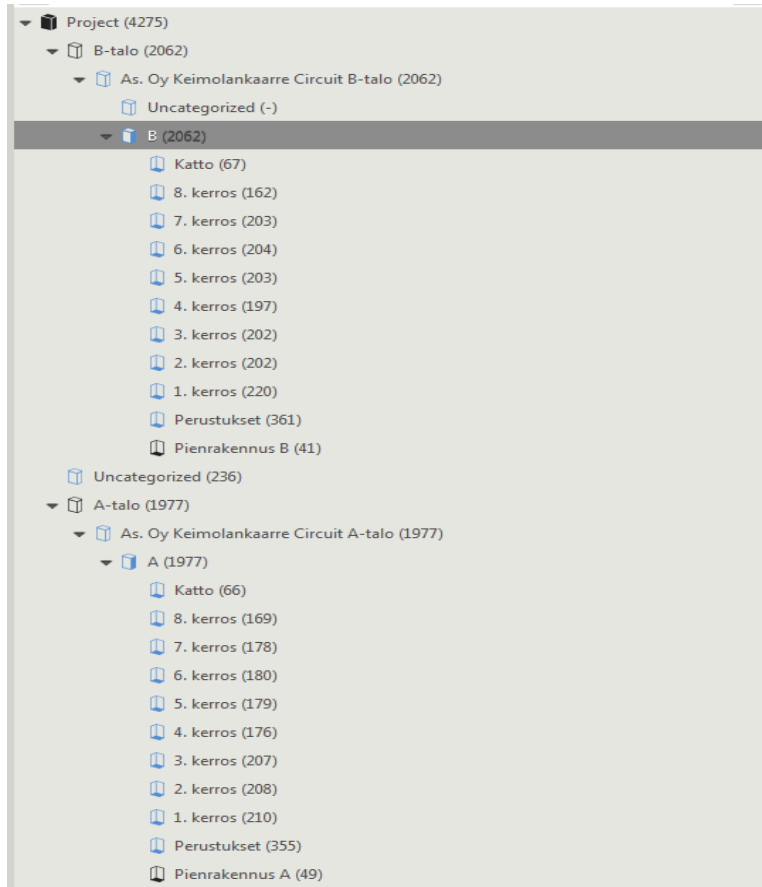
Kuvio 6. A-talon koordinaattien määrittely

Seuraavaksi voidaan määritellä lohkojako, mutta sitä ei tässä kohteessa tarvita erikseen, kun on kaksi kokonaan erillistä kerrostaloa kyseessä. Lohkoja siis on vain yksi rakennusta kohden, joten siihen merkitään samat koordinaatit kuin koko A-talon ruudukolle. Rakennusosien ryhmittelyyn helpottamiseksi jaetaan rakennus kerroksiksi (kuvio 7). Siinä näkyy kerroksien korkoasemat koordinaatiston nollassa nähden. Samalla välilehdellä voi myös nimetä kerrokset halutulla tavalla.



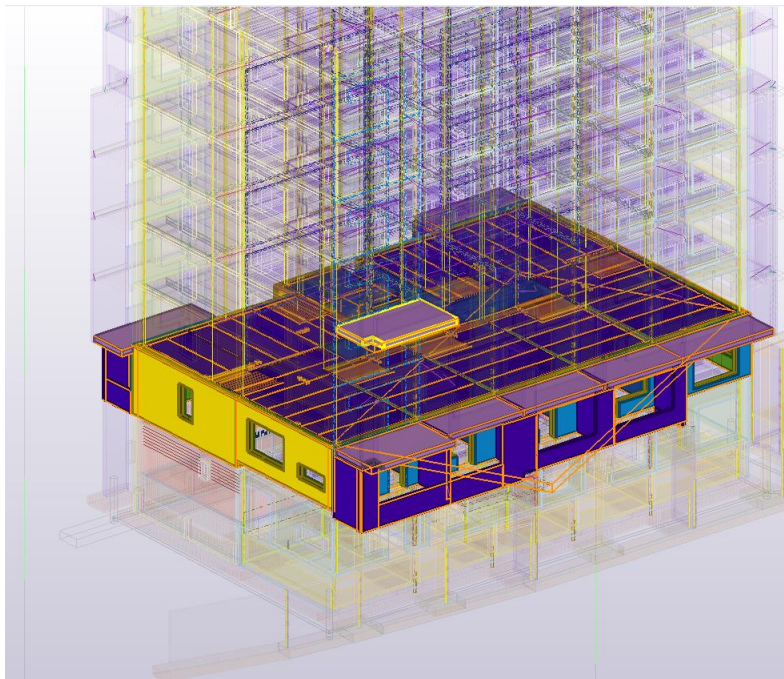
Kuvio 7. Rakennuksen jakaminen kerroksiin

Molemmille rakennuksille tehdään omat rakennusosien ryhmittelyt. Ryhmittely jatkuu Model Organizerin avulla tarkastamalla, että objektit ovat oikeissa kategorioissa ja siirtämällä toiseen kategoriaan tarpeen vaatiessa (kuvio 8). Objekteja jää myös kategorioiden ulkopuolelle, jolloin ne on siirrettävä oikeisiin kategorioihin manuaalisesti.



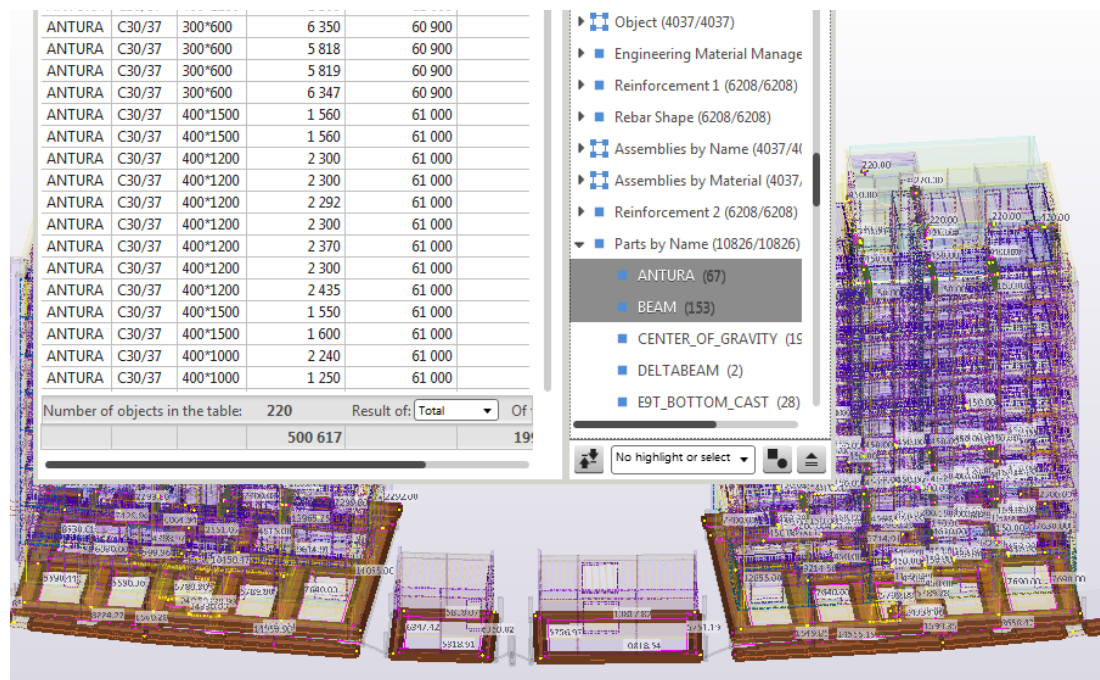
Kuvio 8. Kategoriat kerroksittain

Kun ryhmittely on jaoteltu kerroksittain, on Model Organizerin kautta mahdollista havainnollistaa valittuun kategoriaan kuuluvat rakennusosat kuvion 9 mukaisesti.



Kuvio 9. A-talon toinen kerros valittuna aktiiviseksi Model Organizerin avulla

Selaamalla sivua alaspäin löytyy muita Model Organizerin automaattisia kategorioita, esimerkiksi rakennusosat nimen mukaan. Kategorioita on mahdollista valita aktiiviseksi useammankin kuin yhden samaan aikaan (kuvio 10).



Kuvio 10. Useamman kategorian havainnollistaminen samaan aikaan

Ryhmittelyn aikana selvisi, että kaikkia osia ei voi ryhmittää automaattisesti eri kerroksien kategorioihin. Kun kategorioita tehdään, on syytä tarkistaa niiden sisältämät osat. Huomattavaa on myös ryhmittely rakennettavuuden ja rakentamisjärjestyksen kanssa. Tällaisissa tapauksissa järkevintä on ensin tarkastaa kategorioista objektien sijainnit ja miettiä, ovatko ne oikeassa kategoriassa. Kun löytää virheen, tai paremmin objektin sijaintia vastaavan kategorian, on siirto tehtävä manuaalisesti käyttäen Model Organizeria. Siirto tapahtuu valitsemalla siirrettävät osat aktiiviseksi ja raahaamalla ne hiirellä toiseen valittuun kategoriaan. Tietomallinnettuja objekteja on hankkeissa tuhansia. Esimerkkikohteesta niitä löytyi yli 4000 kappaletta, joten on hyvä, että niitä saadaan kategorisoitua automaattisesti ohjelman avulla. Jäljelle jää enää tarkastus ja huomattavasti pienemmän määrän manuaalinen kategorisointi.

4.4 Tietomallin linkittäminen aikatauluun

Tietomallin linkittäminen aikataulun tehtäviin on mahdollista tehdä kahdella eri tavalla. Halutut, kyseisen työvaiheen tai -tehtävän objektit voidaan valita manuaalisesti

tietomallista käsin, tai ne voidaan valita Model Organizerin kautta. Kun kategoriat on tehty huolellisesti, on huomattavasti helpompaa hyödyntää Model Organizeria.

Tietomallin linkittäminen aikatauluun tapahtuu Task Managerin kautta, kuten itse aikataulunkin tekeminen. Valitut objektit voidaan valita Model Organizerin kautta aktiiviseksi tietomalliin, jolloin Task Managerin kautta on mahdollista linkittää objektit aikatauluun. Kun objektit ovat linkitettyinä halutun tehtävänimikkeen alle, muuttuu aikataulussa aikajana siniseksi. Sininen aikajana viittaa siis siihen, että siihen on liitetty tietomallin objekteja (kuvio 11). Objektien linkittämisen yhteydessä tulee myös mahdolliseksi aikataulun toteuman seuranta.

	Task Name	Task Type	Planned Production Rate	Planned Start Date	Actual Start Date	Planned Duration	Planned End Date	Actual End Date
1	Maanrakennus, salaojat & ulkopuoliset viemärit			28.8.2017 7:00		70,00 d	1.12.2017 15:30	
2	Tominosturi			16.10.2017 7:00		103,00 d	12.3.2018 15:30	
3	Atalo			25.9.2017 7:00		233,00 d	22.8.2018 15:30	
4	Anturat			25.9.2017 7:00		7,00 d	3.10.2017 15:30	
5	Väestönsuoja paikalla valu (kaulat, lattia, runko)			9.10.2017 7:00		20,00 d	3.11.2017 15:30	
6	Runko			16.10.2017 7:00		70,00 d	24.1.2018 15:30	
7	Sokkelit + AP-ontelot			16.10.2017 7:00		5,00 d	20.10.2017 15:30	
8	Elementtiasennus 1. kerros			23.10.2017 7:00		7,00 d	31.10.2017 15:30	
9	Elementtiasennus 2. kerros			1.11.2017 7:00		5,00 d	7.11.2017 15:30	
10	Elementtiasennus 3. kerros			8.11.2017 7:00		5,00 d	14.11.2017 15:30	
11	Elementtiasennus 4. kerros			15.11.2017 7:00		5,00 d	21.11.2017 15:30	
12	Elementtiasennus 5. kerros			22.11.2017 7:00		5,00 d	28.11.2017 15:30	
13	Elementtiasennus 6. kerros			29.11.2017 7:00		5,00 d	5.12.2017 15:30	
14	Elementtiasennus 7. kerros			7.12.2017 7:00		5,00 d	13.12.2017 15:30	
15	Elementtiasennus 8. kerros			14.12.2017 7:00		8,00 d	27.12.2017 15:30	
16	Vesikatto			28.12.2017 7:00		20,00 d	24.1.2018 15:30	
17	Sisävaihe			2.1.2018 7:00		165,00 d	22.8.2018 15:30	
18	Kaatolattiat			2.1.2018 7:00		24,00 d	2.2.2018 15:30	
19	Kipsiseinät ja -alakatot			15.1.2018 7:00		64,00 d	12.4.2018 15:30	
20	Plaanot			26.2.2018 7:00		43,00 d	25.4.2018 15:30	
21	Tasotetyöt 8. kerros			26.3.2018 7:00		48,00 d	31.5.2018 15:30	
22	Sisämaalaus			9.4.2018 7:00		48,00 d	14.6.2018 15:30	

Kuvio 11. Tietomallin objektien linkittäminen alustavaan yleisaikatauluun

Tietomallin aikatauluun linkitettyjä objekteja voidaan tutkia Task Managerin avulla kohdasta "Task Information". Sieltä näkyvät linkitetyn sisällön yleisiä tietoja ja asetuksia, aikataulutus, seuranta, linkitettyt objektit (kuvio 12), riippuvuudet toisiin tehtäviin ja mahdolliset lisätiedot.

The screenshot shows a 'Task Information' dialog box with a table containing 14 rows of task data. The table has columns for sequence order, content type, object type, name, profile, workload, planned and actual start/end dates, and X, Y, Z coordinates. The data is as follows:

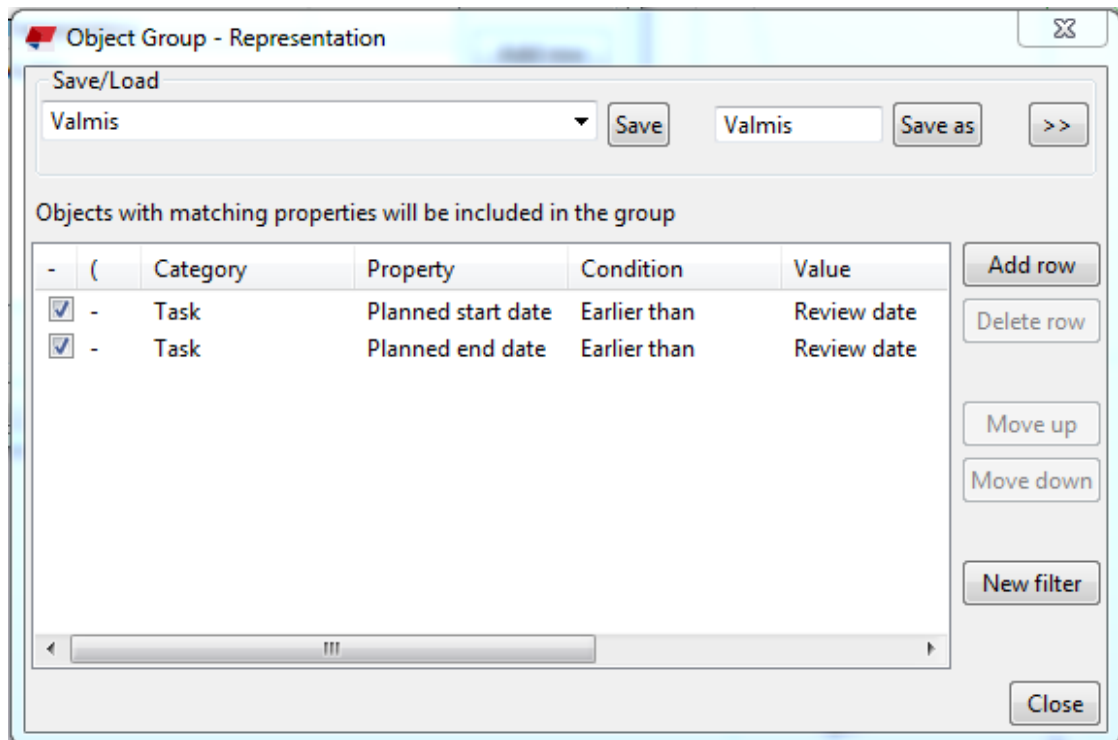
Sequencir order	Content type	Object type	Name	Profile	Workload	Planned Start Date	Planned End Date	Planned Work Duration	Actual Start Date	Actual End Date	Actual Work Duration	X	Y	Z
001	CAST_U...	Assembly	PARVE...	4980*200								62711	97713	63416
002	CAST_U...	Assembly	PARVE...	4980*200								43970	95952	63417
003	CAST_U...	Assembly	PARVE...	4980*200								46229	87239	63421
004	CAST_U...	Assembly	PILARI	D400								45662	91638	63395
005	CAST_U...	Assembly	PILARI	D400								42235	104847	63395
006	CAST_U...	Assembly	PILARI	D400								43402	100349	63395
007	CAST_U...	Assembly	PILARI	D400								48034	82495	64895
008	CAST_U...	Assembly	SOKKELI	1820*0								0	0	0
009	CAST_U...	Assembly	SANDW...	1820*100								48985	85257	61883
010	CAST_U...	Assembly	SANDW...	1820*100								47781	89915	61883
011	CAST_U...	Assembly	SANDW...	1820*100								46651	94271	61883
012	CAST_U...	Assembly	SANDW...	1820*100								45521	98627	61883
013	CAST_U...	Assembly	SANDW...	1820*100								44359	103092	61882
014	CAST_U...	Assembly	SANDW...	1420*185								47053	106176	61786

Kuvio 12. Task Information-välilehden sisältämät tiedot

Esimerkkikohteen tietomalli on vielä sen verran viimeistelemätön, että siitä ei löydy esimerkiksi talotekniikan tai sisävaiheen objekteja. Luonnollisesti tällöin objekteja ei voi linkittää, eikä 4D-aikataulua voi havainnollistaa tietomallin avulla. Tarkemmat työvaiheet kuitenkin on merkitty aikatauluun, joten ne voidaan linkittää myöhemmässä vaiheessa, kun suunnittelijat saavat päivitetyn mallin valmiiksi. Aikataulua voidaan siis päivittää ja muokata myös myöhemmässä vaiheessakin.

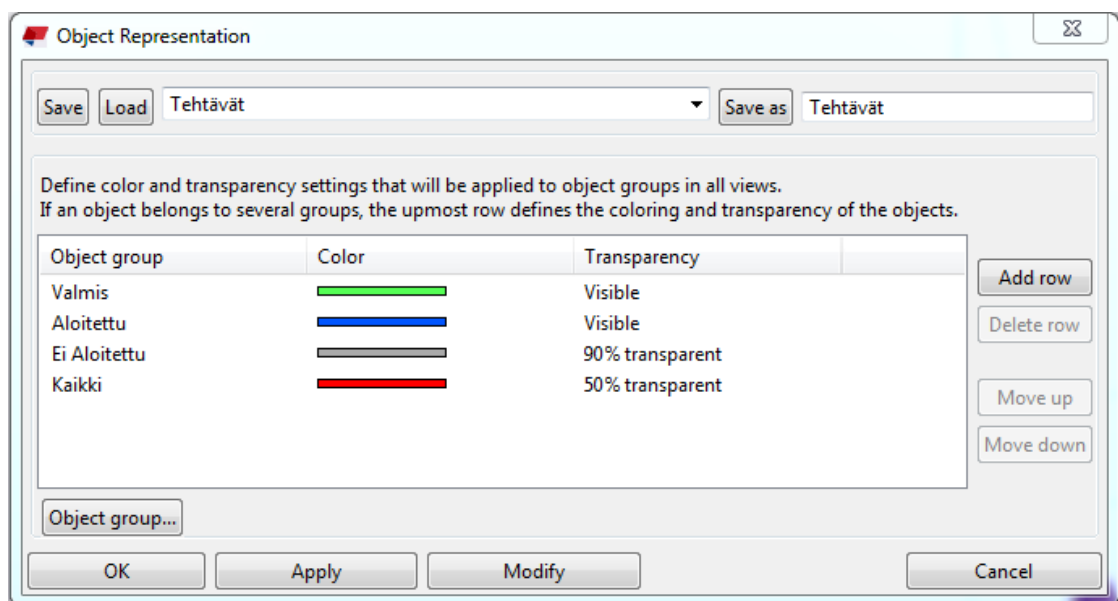
4.5 Aikataulusuunnitelman perusvisualisointi

Aikataulusuunnitelman perusvisualisointi alkaa määrittämällä ryhmät tehtäville. Ensin tehdään ryhmä "Valmis". Valitaan kuvion mukaiset oikeat määritelmät ja asetukset ryhmälle. Nimetään ryhmä ja tallennetaan (kuvio 13).



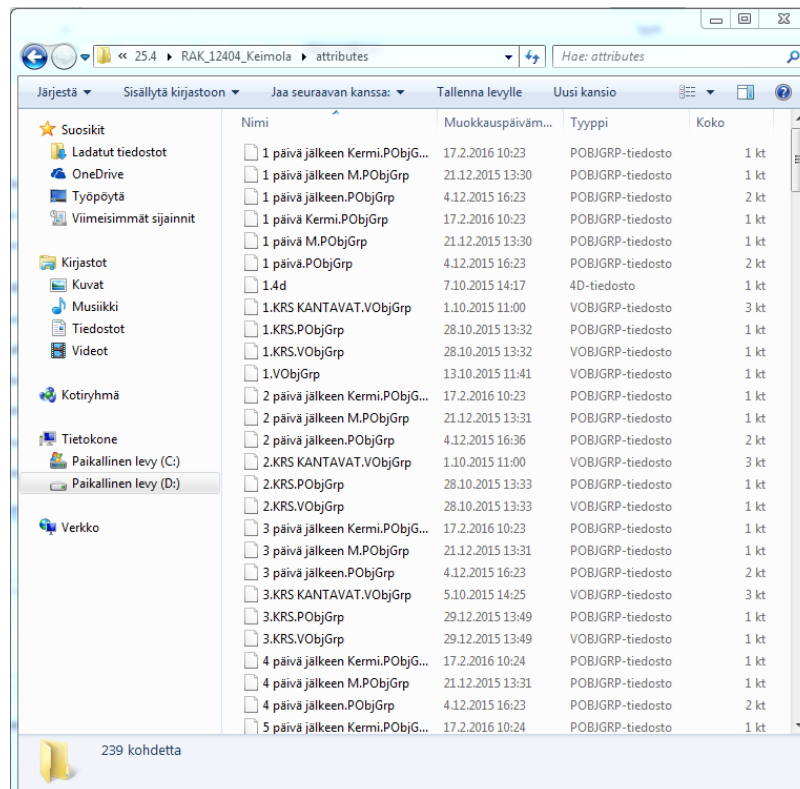
Kuvio 13. Ryhmän asetukset

Samankaltaiset asetukset toistetaan ryhmille "Aloitettu", "Ei aloitettu" ja "Kaikki". Ohjelmasta löytyy valmiita asetuksia tehtävien esitykseen. Valmiit ja itse tehdyt asetukset löytyvät Save/Load-alasvetovalikosta. Seuraavaksi tehdään asetukset tehtävien visualisointiin. Ryhmiin valitaan edellisessä kohdassa luodut tehtäväryhmät. Tässä kohdassa voidaan määrittää ryhmän mukaiset värit ja niiden näkyvyydet (kuvio 14). Annetaan visualisoinnille nimi ja tallennetaan se.

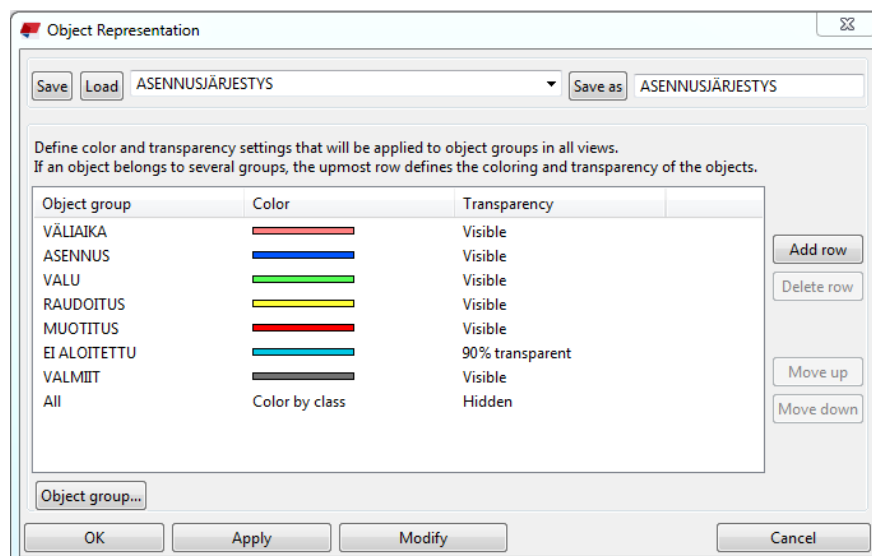


Kuvio 14. Visualisoinnin ryhmät, värit ja näkyvyydet

Visualisointeja on myös valmiita. Niitä voidaan siirtää mallista toiseen ja ne löytyvät tietomallin kansiossa ”attributes” (kuvio 15). Samassa kansiossa on visualisointeihin tehdyt väriasetukset ja nekin ovat siirrettävissä toiseen malliin (kuvio 16). Valmiita visualisointeja löytyy esimerkiksi asennusjärjestyksen ja elementtien painojen mukaan. Eri väreillä on mahdollista havainnollistaa sekä tulevaa rakennustyötä että rakennustöiden toteumaa. (Tauriainen 2017.)

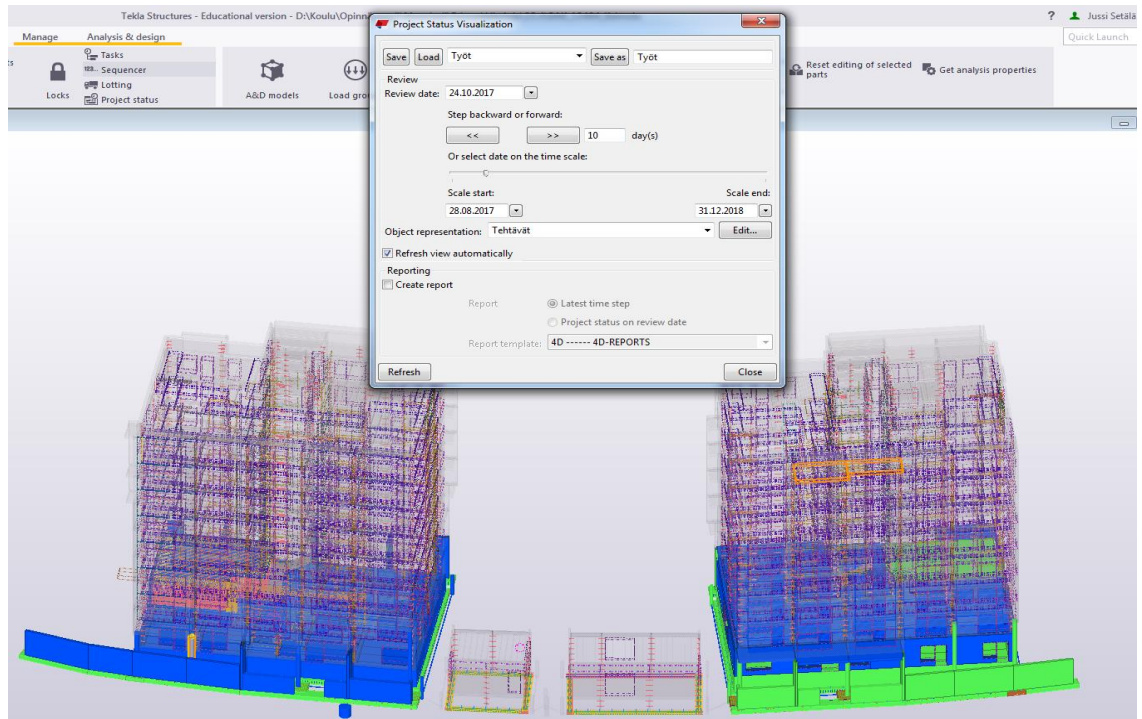


Kuvio 15. Valmiit visualisoinnit tiedostoina



Kuvio 16. Tuodut visualisoinnit väreineen

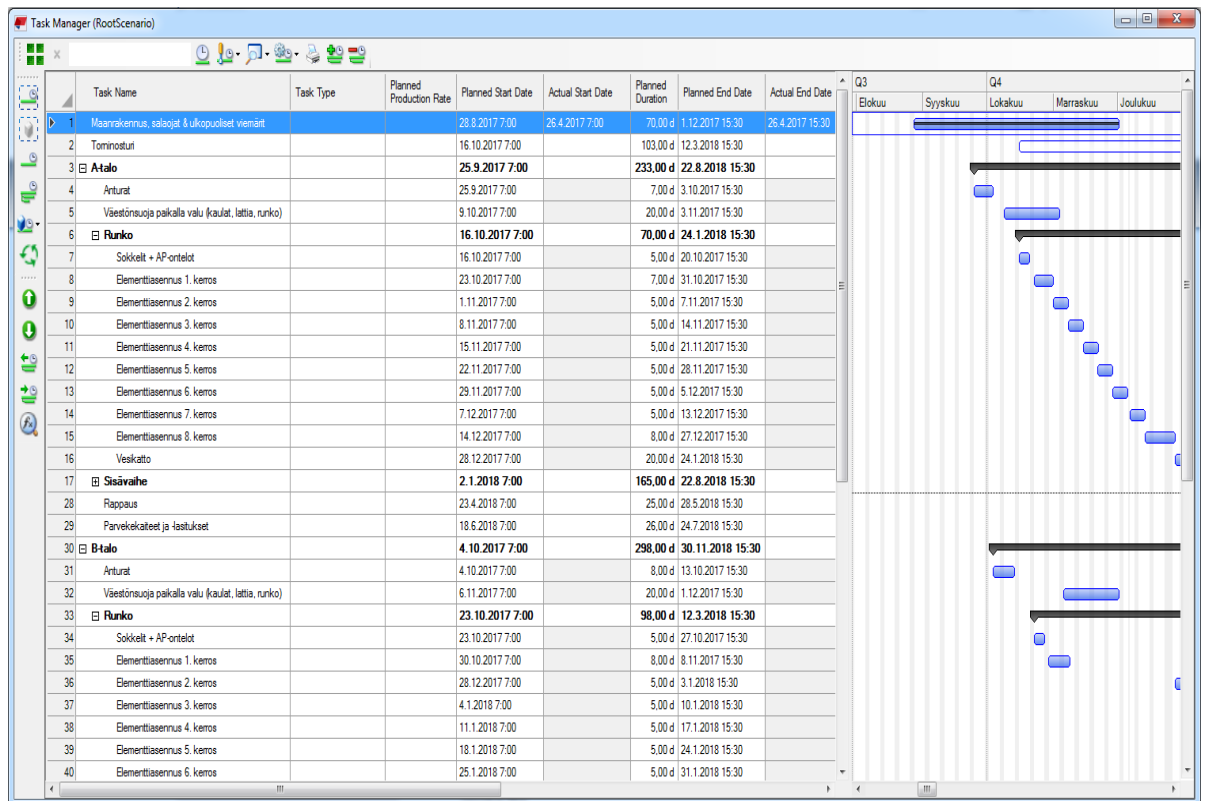
4D-aikataulu voidaan havainnollistaa käyttämällä Project Status Visualization –työkalua, joka löytyy Tekla Structures-ohjelmistosta. Avataan Project Status Visualization –työkalu. Sieltä löytyy objektien esityksen valikko, josta valitaan aiemmin tehty ”Tehtävät” –ryhmä. Valitaan rakennustöiden aikataulun ensimmäinen päivä ja laitetaan päättymispäivä aikataulun loppuun. Rastitetaan näkymän automaattinen päivitys, jolloin päivitystä ei tarvitse aina tehdä manuaalisesti, kun vaihdetaan päivämääriä. Laitetaan nimeksi ”Työt” ja tallennetaan asetukset (kuvio 17).



Kuvio 17. 4D-aikataulun visualisointi

4.6 Aikataulun ylläpito ja toteuman visualisointi

Teklan kautta voidaan myös ylläpitää aikataulua ja visualisoida toteumaa. Todellinen toteuma voidaan laittaa käyntiin aikataulun kautta merkitsemällä työ aloitetuksi. Tällöin tulee kohtaan ”Actual Start Date” reaaliaikainen tehtävän aloituskohta. Toteuma saadaan, kun merkitään työ valmiiksi. Päätymisaika saadaan automaattisesti aikatauluun kohtaan ”Actual End Date” (kuvio 18).



Kuvio 18. Toteuma Teklan aikataulussa

Aikataulun toteumaa on mahdollista tarkkailla, kun päivitetään aikatauluun oikeat aloitus- ja lopetusajat. Samalla voidaan myös tarkastella, että pitävätkö suunnitellut aikataulut paikkaansa.

5 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena pidettiin tietomallinnuksen hyödyntämisen parantamista ja sen mahdollistamista asuinrakennustyömaalla sekä sen suunnittelu- ja toteutamisessa. Tarkoituksena oli kehittää ja käyttää Teklan työkaluja aikataulujen tekemiseen, tietomallista objektien etsimiseen ja ryhmittelyyn, rakentamisjärjestyksen visualisointiin sekä toteuman seurantaan ja visualisointiin. Näitä kaikkia onnistuttiin käyttämään ja kokeilemaan esimerkkikohteessa. Oheinen taulukko esittää tutkimus- ja kehityskohteet, jotka työssä käytiin läpi. Lisäksi siinä käydään läpi riskit tai ongelmat, joita tietomallintamisen työkalujen käytössä ilmeni.

Taulukko 1. Tutkimuksen pääkohdat, ongelmat ja niiden ratkaisut

Tehtävä	Ongelmat	Ongelmien ratkaisut
Asuinrakentamisen keskeiset tehtävät	Asuinrakentamisen keskeisiä tehtäviä ei löytynyt Lujatalo Oy:ltä valmiina pakettina.	Asuinrakentamisen keskeiset tehtävät pystyttiin määrittelemään olemassa olevien aikataulujen perusteella.
Keskeisten rakennusosien ryhmittely	Keskeisten rakennusosien ryhmittelyn rajojen muodostaminen vaatii enemmän perehtymistä. Muussa tapauksessa manuaalista työtä turhan paljon.	Käytettiin automaattista kategorisointia ja säädettiin sen asetuksia mahdollisimman lähelle oikeaa. Jäljelle jääneet objektit kategorisoitiin manuaalisesti.
4D-aikataulupohjat	4D-aikataulupohjan tekeminen jäi a lustavan yleisaikataulun tasolle. Tarkempiin aikatauluihin ei päästy, koska malli ei ole vielä tarpeeksi pitkälle suunniteltu.	4D-aikataulua voidaan tehdä pidemmälle, kun saadaan käyttöön päivitetympi tietomalli (esim. IFC), josta löytyy ARK- ja TATE-objektit. Tällöin uusien objektien linkittäminen aikatauluun on mahdollista.
Aikataulusuunnitelman perusvisualisointi	Aikataulusuunnitelmaan objektien linkittämisen vuoksi oli aikataulua jaettava pienempiin osiin. Perusvisualisointeja aikataululle ei voinut tehdä, kuin rungon osalta ARK- ja TATE-mallien puutteen vuoksi.	Jaettiin aikataulua pienempiin osiin. Tehtiin valmiiksi aikataulu myös rungon jälkeisiin tehtäviin. Niiden visualisointi onnistuu vasta, kun saadaan yhdistettyä ARK- ja TATE-mallit ja saadaan ne linkitettyä aikatauluun.
Toteuman seuranta	Toteumaa on hankala testata, kun ohjelma ei anna aloittaa tehtävää ennen suunniteltua päivää. Tällöin myöskään visualisointi ei onnistu.	Muutettiin tehtävän päivää ja todettiin, että toteumaa on mahdollista seurata ja visualisoida.

Tutkimuksen kehityskohteet olivat selkeitä ja niiden tekemisestä ei löytynyt suurempia ylitsepääsemättömiä ongelmia. Ongelmia ilmeni, mutta niihin löydettiin ratkaisut. Ratkaisut löytyivät pääosin haastattelujen avulla. Eräänä ongelmana ajoittain tuli vastaan se kuinka jokin asia tehdään käytännössä Teklan avulla. Ennen tutkimuksen tekemistä, vuoden 2017 alussa kävin Teklan koulutuksen, joihin sisältyi muun muassa Teklan aikatauluasiat. Sen lisäksi hyvänä ja käytännön toteutusta helpottavana asiana pidän sitä, että Teklan sivuilta löytyy erittäin kattava opastus, mihin voi syöttää hakusanan Teklaan liittyvän ongelman ratkaisemisessa. Esimerkiksi aikataulun tekemiseen löytyy Teklan tuoteoppaista suoraan ohjeet (kuvio 19). Mikäli ei tiedä, kuinka Teklalla tehdään jotakin, on kannattavaa kokeilla tuoteoppaiden haun avulla. Jos ei sieltä löydy tarvittavaa tietoa, on syytä siirtyä Teklan asiakaspalvelun puoleen. Vähäisemmälläkin tietomallinnuskokemuksella onnistuu siis Teklan käyttö, jolloin kynnyksen käyttämiseen madaltuu.

Track a task schedule in Task Manager | Tekla User Assistance

HOME PRODUCT GUIDES SUPPORT ARTICLES VIDEOS EXTENSION HELPS CONTACT US

2016I TABLE OF CONTENTS

Advanced modeling > Task Manager > Create a task in Task Manager > Track a task schedule in Task...


Added August 31, 2016 by Tekla User Assistance | Software version: 2016i

Track a task schedule in Task Manager

You can track how a task is progressing by defining the actual schedule and task completeness information.

1. On the **Manage** tab, click **Tasks**.
2. Select a task in the task list .
3. Right-click and select **Task Information**.
4. Go to the **Tracking** tab.
5. Select the **Completeness tracking** mode:
 - **Automatic**
If there are no objects in the task, **Automatic** works in the same way as the **Task level** tracking mode.
If there are objects in the task, **Automatic** works in the same way as the **Object level** tracking mode.
 - **Task level**
Define the actual schedule and the task completeness for the task in **Task Manager**.
 - **Object level**
Define the actual start and end date of individual objects in the object properties in the model. **Task Manager** calculates the task length and the task completeness.
When you change the dates of an object in the model, refresh the task in **Task Manager** to ensure that the changed dates are shown in **Task Manager**.

TIP:

Click  > **Task Settings** to set the default tracking mode that is used in all new tasks.

6. Click **OK**.

THIS SECTION

CREATE A TASK IN TASK MANAGER

Track a task schedule in Task Manager

RELATED HELP TOPICS

- Define a task type in Task Manager
- Define a contractor in Task Manager
- Define general task properties in Task Manager
- Define a task schedule in Task Manager
- Manage the planned dates of objects in a task in Task Manager
- Define the order of objects in a task in Task Manager
- Define a dependency between tasks in Task Manager
- Define additional information for a task in Task Manager
- Link a task to the model in Task Manager

Kuvio 19. Esimerkki: Teklan ohjeet aikataulun tekemiseen

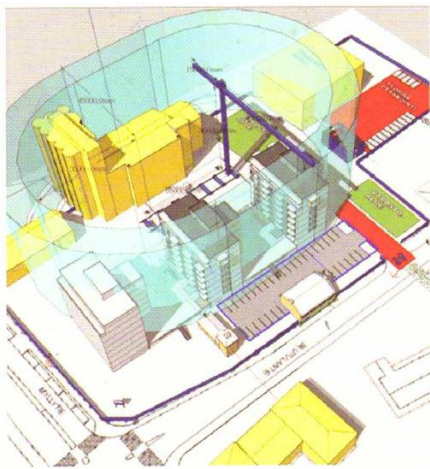
Johtopäätöksenä voidaan pitää sitä, että tavoitteet onnistuttiin saavuttamaan. Kehityskohteet ovat sellaisia, että niitä voidaan aina jatkojalostaa pidemmälle projektin edetessä. Tutkimuksen aihe ja kehityskohteiden onnistumiset ovat hyviä lähtökohtia tietomallintamisen käyttämiseen ja sen hyödyntämiseen asuinrakennustyömaalla sekä tietomallintamisen viemiseen pidemmälle.

6 Pohdinta

Tietomallintamista voidaan hyödyntää monin tavoin. Tutkimuksessa kehitetyt kohde- teet olivat vain osa siitä, mihin tietomallia voidaan työmaalla käyttää. Jatkuvasti on kehitteillä uusia käyttökohteita, joten tietomallintaminen on näillä näkymin tullut jäädäkseen rakennusteollisuuteen ja se on varma tulevaisuuden asia.

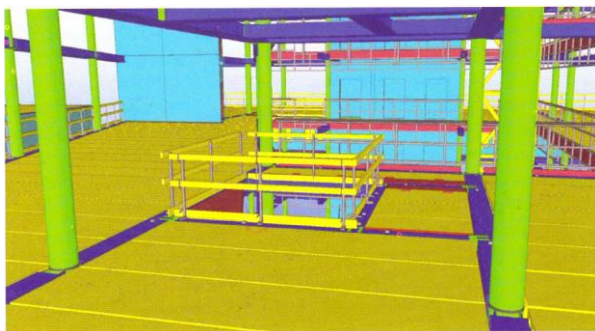
6.1 Tietomallintamisen jatkojalostuskohteet

Eräs tärkeä asia, johon tietomallinnusta voidaan käyttää, on 3D-alue suunnitelman laatiminen ja sen päivittäminen. Tietomallinnus tuo mahdollisuuksia sekä suunnitteluun että havainnollistamiseen. Erona tavanomaiseen 2D-alue suunnitelmaan voidaan pitää sitä, että esimerkiksi korkeuserot, pinnan muodot ja muut riskitekijät ovat helpommin havaittavissa kolmiulotteisesta mallista (Huitti 2016, 13.) 3D-alue suunnitelman päivittäminen ja sen tarkastelu suhteutettuna työmaan todelliseen tilaan on helpompaa, kun työmaan objektit ovat mallinnettu tarkasti alue suunnitelmaan.



Kuvio 20. Esimerkki: 3D-alue suunnitelma (Lehtoviita & Jävjä 2016, 68.)

Tietomallintamisella on oma roolinsa myös työturvallisuuden suunnittelussa. Tietomallia pyöritellessä on helppo havaita työmaan suojaustarpeet ja riskipaikat. Työturvallisuusvälineet on mahdollista lisätä malliin, jolloin 3D-turvallisuussuunnitelmasta saadaan havainnollistava. Tällaisia turvallisuutta lisääviä välineitä ovat esimerkiksi kaiteet (kuvio 21). Lisäksi tietomalliin voidaan päivittää esimerkiksi asennuksen aikaiset tuennat, jäykistykset ja muottityöt. (Lehtoviita & Jävjä 2016, 67.)



Kuvio 21. Esimerkki: Turvallisuusvälineet tietomallissa (Lehtoviita & Jävjä 2016, 68.)

Määrälaskenta on tehokasta tehdä tietomallin avulla. Laskenta voidaan tehdä useammin, jolloin voidaan tutkia useampia vaihtoehtoja sekä pienentää virheen mahdollisuutta. On olemassa vaatimuksia tietomallille, jotta määrälaskenta sen pohjalta on mahdollista. (Lieri 2014, 14.) Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi:

- Objektien määrittäminen samalla tavalla
- Rakennetyyppien tiedot eivät puutteellisia
- Rakennetyyppien tiedot merkataan mallissa samaan paikkaan
- Ei tyhjiä tai törmäviä rakennusosia
- Käytössä olleet rakennetyypit löytyvät luettelosta
- Tietomalliselostus sisältää sekä käytetyt mallinnukseen liittyvät periaatteet, että poikkeavat mallinnustavat
- Rakennusosan mallintaminen yhdeksi kokonaisuudeksi aina, kun mahdollista. (Lieri 2014, 14-15.)

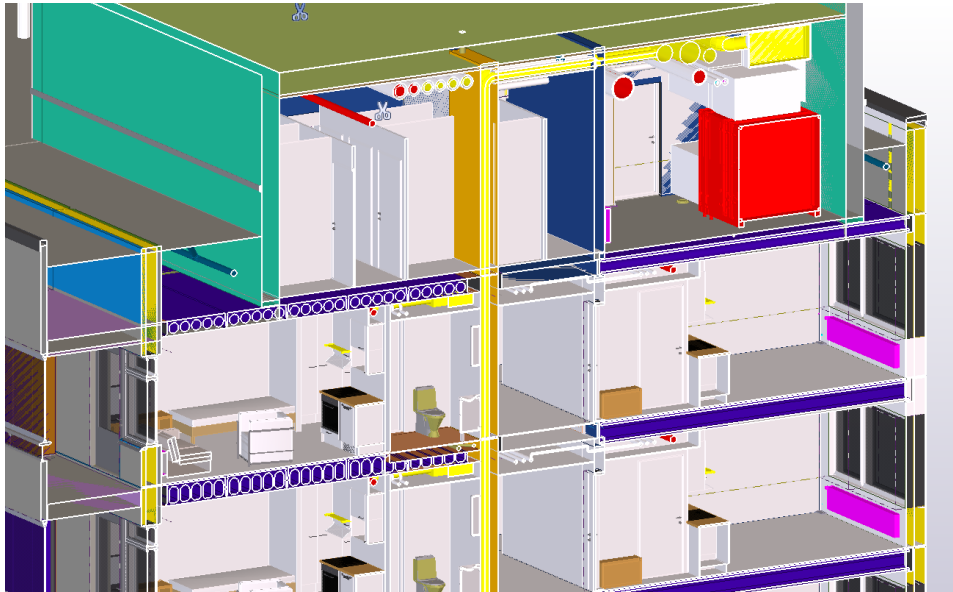
6.2 Tutkimuksen pohdinta

Tutkimus rajattiin työn aikana siihen, etteivät käytössä vielä olleet IFC-mallit talotekniikasta ja arkkitehtuurista. Aikatauluja, visualisointeja ja objektien linkittämistä ei tehty näille osille siitä syystä, ettei kyseisiä malleja ollut vielä saatavilla. Vasta viimeisillä tutkimuksen hetkillä mallit saatiin ja ne yhdistettiin yhdistelmämalliksi (kuvio 22). Tästä pitäisi jatkaa sillä, että linkitetään aikatauluun juuri saadut uudet objektit oikeille tehtäväryhmille sekä ryhmitellään objektit oikeisiin kategorioihin Model Organizerin avulla.



Kuvio 22. TATE- ja ARK-suunnitelmat yhdistelmämallina

Tämän hetkinen yhdistelmämalli on melko tarkka. Sieltä näkee käyttämällä Clip Plane –työkalua suoraan leikkauksista, että miten esimerkiksi LVI-tekniikka kulkee (kuvio 23).



Kuvio 23. Esimerkki leikkauksesta

Aikataulua voisi tarkentaa jatkoa varten yleisaikatauluksi ja alkaa suunnitella talotekniikan aikataulua.

Tietomallintamiseen liittyy myös riskejä ja haasteita. Haasteisiin kuuluvat tietomalliohjelmien käyttämisen osaaminen, uusien asioiden oppiminen ja asenteet. Lisäksi haasteita luovat omalta osaltaan se, että virheitä pitää jatkuvasti etsiä. Muussa tapauksessa niihin ei keretä reagoimaan ja pahimmassa tapauksessa työt seisahtuvat tai tulee virheitä rakentamisen aikana. Tyypillisiä riskejä tietomallinnuksessa ovat objektien tietojen puutteet tai virheet, yhdistelmämallien törmäykset ja ristiriidat sekä ohjelmistojen erot.

Tietomallintaminen on uutta työmaakäytössä. Tulevaisuutta on se, että tietomallinnuksen hyödyntämistä tullaan lisäämään. Käyttöönotto on suurella varmuudella työläs prosessi, joka vaatii aikaa ja taloudellista panostusta. Yleisessä tiedossa kuitenkin on, että tietomallintamiseen täysin siirryttyä harva alalla työskentelevä haluaa vaihtaa takaisin perinteisiin suunnittelu- ja työmaan ohjaus- ja hallintamenetelmiin.

Jatkotoimenpiteinä tietomallinnuksen hyödyntämisessä voidaan pitää sen käyttämistä jatkossa myös korjausrakentamishankkeissa ja toimitilarakentamisessa. Tutkimus antaa hyvät lähtökohdat niihin soveltamiseen. Ainoastaan tehtäviä, malleja ja aikoja täytyy muuttaa. Vakaasti arvioin ja samalla toivon, että tietomallinnusta tullaan tulevaisuudessa käyttämään myös kyseisissä kohteissa Lujatalo Oy:n toimesta.

Lähteet

Aikataulukirja 2016. 2015. Helsinki: Rakennustieto.

BIM 101: What is Building Information Modeling?. 2016. Artikkelin Engineering.com www-sivuilta 3.2.2016. Viitattu 24.4.2017.

<http://www.engineering.com/BIM/ArticleID/11436/BIM-101-What-is-Building-Information-Modeling.aspx>

Helminen, J. 2016. Tietomallipohjainen rakennettavuuden hallinta koulurakennuksen tuotantovaiheessa. Diplomityö, insinööritieteiden korkeakoulu. Aalto-yliopisto, rakenne- ja rakennustuotantotekniikan koulutusohjelma, rakennetekniikka. Viitattu 19.4.2017.

https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/19966/master_Helminen_Joni_2016.pdf?sequence=1

Hietanen, J & Kokko, P. 2016. IFC Mallinnusvaatimukset. Viitattu 2.5.2017.

<https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/19.5.2016.IFC2CityGMLmallinnusohjeet.pdf>

Huitti, N. 2016. Rakennustyömaan tietomallipohjainen aluesuunnittelu. Diplomityö, insinööritieteiden korkeakoulu. Aalto-yliopisto, rakenne- ja rakennustuotantotekniikan koulutusohjelma, rakentamistalouden sivuaine. Viitattu 30.4.2017.

https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/20904/master_Huitti_Niklas_2016.pdf?sequence=1

Latvala, J. 2012. Tietomallinnuksen hyödyntäminen työmaatoiminnassa. Tutkielma, RAPS 34. Aalto University Professional Development – Aalto PRO. RAPS-koulutus. Viitattu 2.5.2017.

http://aaltopro2.aalto.fi/lomakkeet/tilaukset/Rakentaminen/r34/LatvalaJyrki_Tietomallinnuksen_hyodyntaminen_tyomaatoiminnassa.pdf

Lehtoviita, T. & Jäväjä, P. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto.

Lieri, J. 2014. Tietomallipohjaisen määrälaskennan käyttöönotto. Opinnäytetyö, AMK. Saimaan ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma, rakennustuotanto. Viitattu 30.4.2017.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/71303/Lieri_Jussi.pdf?sequence=1

Luja-yhtiöt. N.d. Luja-yhtiöt. Viitattu 7.3.2017.

<http://www.luja.fi/yritys/yhtiomme/>

Karri, L. 2011. Yleisaikataulun laadinta kerrostalokohteessa. Opinnäytetyö, AMK. Vaasan ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma, tekniikka ja liikenne. Viitattu 2.5.2017.

https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/30161/Karri_Lauri.pdf?sequence=3

Korpela, J. 2011. Tietomallintamisen hyödyt ja haasteet rakennushankkeen eri osapuolten näkökulmasta. Diplomityö, insinööritieteiden korkeakoulu. Aalto-

- yliopisto, rakennustekniikan laitos, rakentamistalous. Viitattu 28.4.2017.
http://www.helsinki.fi/cradle/bim/Dtyo_Korpela.pdf
- Koskenvesa, A & Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Helsinki: Rakennustieto.
- Multala, R. 2017. Työpäällikkö. Lujatalo Oy. Haastattelu 20.4.2017.
- NBS. 2016. What is BIM?. Artikkele NBS:n www-sivuilta 3.8.2016. Viitattu 29.4.2017.
<https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim>
- Noppa, R. 2017. Projektipäällikkö. Lujatalo Oy. Haastattelu 25.4.2017.
- Oilinki, J. 2012. Paikka-aikakaavion soveltuvuus kerrostalon rakennusaikataulujen laadintaan. Opinnäytetyö, AMK. Oulun seudun ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma, tuotantotekniikka. Viitattu 25.4.2017.
https://theseus.fi/bitstream/handle/10024/42550/Oilinki_Juuso.pdf?sequence=1
- Osa 1. Yleinen osuus. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Viitattu 28.4.2017.
https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf
- Osa 5. Rakennesuunnittelu. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Viitattu 2.5.2017.
https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_5_rak.pdf
- Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Viitattu 19.4.2017.
https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_13_rakentaminen.pdf
- Ptc. N.d. Cad. Viitattu 2.5.2017.
<http://www.ptc.com/cad>
- Raikka, M. 2017. BIM-konsultti. Trimble Solutions Oy. Haastattelu 26.4.2017.
- Selltracon. N.d. PlaNet. Viitattu 2.5.2017.
<http://selltracon.fi/ohjelmistot/planet/>
- Symetri. N.d. Visualisointi. Viitattu 2.5.2017.
<http://www.symetri.fi/tuotteet-ja-ratkaisut/visualisointi/>
- Tauriainen, M. 2017. BIM-päällikkö. Lujatalo Oy. Haastattelu 27.4.2017.
- Tauriainen, M. 2016a. Tietomallintaminen rakennusliikkeessä – tietomallit rakentamisvaiheessa. Rakentajain kalenteri 2017, 101. vuosikerta. Helsinki: Rakennustieto.
- Tauriainen, M. 2016b. Tietomallien käyttö työmaalla. Viitattu 19.4.2017.
https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus-ja-esitysaineistot/2016/130416_tietomallien-kaytto-tyomaalla_tkl-matti-tauriainen_lujatalo-oy.pdf

Tekla Structures. 2014. Organizer: a new tool for accessing and managing model information. Viitattu 2.5.2017.

https://teklastructures.support.tekla.com/200/en/rel_200_mod_new_tool_for_organizing_the_model

Tekla Structures. 2017. Task Manager. Viitattu 2.5.2017.

https://teklastructures.support.tekla.com/2017/en/tm_intro_task_manager

Tekla Structures. N.d.a. Tietoa meistä. Viitattu 2.5.2017.

<https://www.tekla.com/fi/tietoa-meista/mita-bim>

Tekla Structures. N.d.b. Tuotteet. Viitattu 29.3.2017.

<https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures/ohjelmistokokoonpanot/tekla-structures-construction-modeling>

Tekla Structures. N.d.c. Tuotteet. Viitattu 2.5.2017.

<https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>

Tietoa. N.d. Konsultointi. Viitattu 30.4.2017.

<http://www.tietoa.fi/konsultointi/>

Tilastokeskus. N.d. Käsitteet – Revisio. Viitattu 2.5.2017.

<http://www.stat.fi/meta/kas/revisio.html>

TIM – The Interactive Material. N.d. Sanasto. Viitattu 2.5.2017.

<https://tim.jyu.fi/view/kurssit/tie/ohj2/materiaali/sanasto>

Yhdistelmämallien teko talotekniikan näkökulmasta. 2011. Viitattu 2.5.2017.

<http://tietomalli.blogspot.fi/2011/02/yhdistelmamallien-teko-talotekniikan.html>

Liitteet

Liite 1. Keskeiset asuinrakennushankkeen tehtävät (Lujatalo Oy)

Asuinrakentamisen keskeiset tehtävät vaiheittain (yleisaikataulu)			
Maanrakennus- ja perustusvaihe	Runko- ja vesikattovaihe	Sisävalmistusvaihe	Viimeistely- ja luovutusvaihe
Rakennusvalvonnan aloituskokous	Torninosturi	Patterit ja lämpölinjat	Tasoitetyöt
Purkutyo	Elementtiasennus	IV-runkokanavat	Sisämaalaus
Tontin raivaus ja pintamaiden poisto	Ikkuna-asennukset	Vesijohdot ja eristys	Pintalattiat
Pilaantuneiden maiden käsittely	Vesikaton puutyöt ja aluhuopa	KAHI-muuraus	Välivaiheasennukset
Louhinta	Peltikate	Kipsilevyväliseinät	Varustelu
Maankaivu anturatasoon	Julkisivurappaukset	Alakatot	Kalusteasennus
Ulkopuoliset viemärit	Julkisivuvilloitukset	Kaatolattiat	LVIS-kalustus
Salaojat	Julkisivumuuraus	Plaanolattiat	Loppusiivous
Paalutus		Saunojen rungot	Itselleluovutus
Anturat		Vesieristys ja laatoitus	Luovutusvaiheen toimet
Autokatoksen paalutus ja perustukset		Hissityöt	P-paikan viemärit
Väestönsuojat			Parvekkeiteet ja lasitukset
Sokkeliementit			Listoitus
Täytöt			Pihatyöt ja asfaltointi
Alapohjaontelot			Valvojan tarkastukset
			Asukastarkastukset
			Toimintakokeet ja säädöt
			Viranomaistarkastukset
			Rakennusvalvonnan tarkastukset

Liite 2. Alustavan yleisaikataulun tehtävät ja niiden kestot

	Task Name	Task Type	Planned Production Rate	Planned Start Date	Actual Start Date	Planned Duration	Planned End Date	A
1	Maanrakennus, salaajat & ulkopuoliset ...			28.8.2017 7:00		70,00 d	1.12.2017 15:30	
2	A-talo			25.9.2017 7:00		233,00 d	22.8.2018 15:30	
3	Anturat			25.9.2017 7:00		7,00 d	3.10.2017 15:30	
4	Väestönsuoja paikalla valu (kaulat, l...			9.10.2017 7:00		20,00 d	3.11.2017 15:30	
5	Runko			16.10.2017 7:00		70,00 d	24.1.2018 15:30	
6	Sokkelit + AP-ontelot			16.10.2017 7:00		5,00 d	20.10.2017 15:30	
7	Elementtiasennus 1. kerros			23.10.2017 7:00		7,00 d	31.10.2017 15:30	
8	Elementtiasennus 2. kerros			1.11.2017 7:00		5,00 d	7.11.2017 15:30	
9	Elementtiasennus 3. kerros			8.11.2017 7:00		5,00 d	14.11.2017 15:30	
10	Elementtiasennus 4. kerros			15.11.2017 7:00		5,00 d	21.11.2017 15:30	
11	Elementtiasennus 5. kerros			22.11.2017 7:00		5,00 d	28.11.2017 15:30	
12	Elementtiasennus 6. kerros			29.11.2017 7:00		5,00 d	5.12.2017 15:30	
13	Elementtiasennus 7. kerros			7.12.2017 7:00		5,00 d	13.12.2017 15:30	
14	Elementtiasennus 8. kerros			14.12.2017 7:00		8,00 d	27.12.2017 15:30	
15	Vesikatto			28.12.2017 7:00		20,00 d	24.1.2018 15:30	
16	Sisävaihe			2.1.2018 7:00		165,00 d	22.8.2018 15:30	
17	Kaatolattiat			2.1.2018 7:00		24,00 d	2.2.2018 15:30	
18	Kipsiseinät ja -alakatot			15.1.2018 7:00		64,00 d	12.4.2018 15:30	
19	Plaanot			26.2.2018 7:00		43,00 d	25.4.2018 15:30	
20	Tasoitetyöt 8. kerros			26.3.2018 7:00		48,00 d	31.5.2018 15:30	
21	Sisämaalaus			9.4.2018 7:00		48,00 d	14.6.2018 15:30	
22	Kalusteasennus			30.4.2018 7:00		44,00 d	2.7.2018 15:30	
23	Asuntojen laminaattilattiat			21.5.2018 7:00		39,00 d	13.7.2018 15:30	
24	Vesieristys + laatoitustyö			17.4.2018 7:00		69,00 d	24.7.2018 15:30	
25	Väliovet, listoitus & varusteet			18.6.2018 7:00		45,00 d	20.8.2018 15:30	
26	LVIS-kalustus			14.5.2018 7:00		72,00 d	22.8.2018 15:30	
27	Rappaus			23.4.2018 7:00		25,00 d	28.5.2018 15:30	
28	Parvekkekaiteet ja -lasitukset			18.6.2018 7:00		26,00 d	24.7.2018 15:30	
29	B-talo			4.10.2017 7:00		298,00 d	30.11.2018 15:30	
30	Anturat			4.10.2017 7:00		8,00 d	13.10.2017 15:30	
31	Väestönsuoja paikalla valu (kaulat, l...			6.11.2017 7:00		20,00 d	1.12.2017 15:30	
32	Runko			23.10.2017 7:00		98,00 d	12.3.2018 15:30	
43	Sisävaihe			26.2.2018 7:00		198,00 d	30.11.2018 15:30	
55	Rappaus			29.5.2018 7:00		24,00 d	2.7.2018 15:30	
56	Parvekkekaiteet ja -lasitukset			25.7.2018 7:00		26,00 d	29.8.2018 15:30	
57	Luovutusvaiheen viranomaistarkastukset			3.12.2018 7:00		14,00 d	20.12.2018 15:30	
58	Pihatyöt + asfaltti			3.9.2018 7:00		40,00 d	26.10.2018 15:30	
59	Asukkaiden muutto			31.1.2018 7:00		1,00 d	31.1.2018 15:30	