



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Aleksi Virtanen

RAKENNUSTYÖMAAN TIETOMALLI-
POHJAINEN SUUNNITTELUN OHJAUS
JA AIKATAULUTTAMINEN

Case Bothnia HIGH5, Allianssi-projekti

Tekniikan yksikkö
2019

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Alexi Virtanen
Opinnäytetyön nimi	Rakennustyömaan tietomallipohjainen suunnittelun ohjaus ja aikatauluttaminen
Vuosi	2019
Kieli	suomi
Sivumäärä	44 + 2 liitettä
Ohjaaja	Martti Laaja

Tämä opinnäytetyö tehtiin YIT Suomi Oyj:n toimesta. Työn tarkoituksena oli selvittää keinoja, kuinka tietomallinnusta voidaan hyödyntää rakennustyömaan suunnittelun ohjauksessa ja aikatauluttamisessa. Esimerkkikohteena työssä toimi Vaasan keskussairaalan uusi H-rakennus.

Työn teoreettinen osio jaettiin kolmeen osaan: tietomallinnus, rakennustyömaan suunnittelun ohjaus ja rakennustyömaan aikataulun laadinta. Työssä käytettiin aineistona YIT:n omia tietomalliohjeita, luotettavia kirjallisuuslähteitä sekä esimerkkihankkeen asiakirjoja. Edellä mainitut aineistot ovat laadittu yleisten tietomallivaatimusten (YTV2012) mukaisesti. Tutkimuksessa haastateltiin alan ammattilaisia, jotka hyödyntävät tietomallinnusta päivittäin työssään.

Lopputuloksena työssä esitetään ohjeet aikataulun laatimiselle käyttäen Tekla Structures -ohjelmistoa. YIT voi hyödyntää opinnäytetyötäni henkilöstön koulutuksessa tai jatkotutkimusten pohjatietona. Tietomallinnus kehittyy jatkuvasti, joten lisätutkimuksille on varmasti tarvetta jatkossa. Opinnäytetyön lopussa esitetään kehitysehdotuksia ja pohditaan tietomallinnuksen käyttökohteita tulevaisuudessa.

ABSTRACT

Author	Aleksi Virtanen
Title	BIM-based Guidance of Planning and Scheduling on Construction Site
Year	2019
Language	Finnish
Pages	44 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Martti Laaja

This thesis was made as an assignment from YIT Finland PLC. The purpose of the thesis was to investigate different methods for using BIM in construction site guidance of planning and scheduling. The example construction project was new H-building at Vaasa Central Hospital.

The theoretical part of this thesis was divided into three sections: Building information modelling (BIM), construction site guidance of planning and construction site scheduling. The material used in thesis were BIM-instructions of YIT, reliable literature and documents of the example construction project. All these sources were made according to Common BIM Requirements (COBIM2012). A few interviews were conducted in this thesis and the interviewees were professionals who use the BIM programs in their everyday work.

The result of this thesis is the instructions of making BIM-based schedule in Tekla Structures. YIT may use this thesis in personnel training or as a starting information for further investigations. Building information modelling develops continuously so there will be a need for further investigations. Improvement suggestions and prospects of BIM are also presented in the thesis.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	10
2	TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TAVOITE	11
	2.1 Opinnäytetyön kuvaus	11
	2.2 Opinnäytetyön tavoite	11
	2.3 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät	11
	2.4 Opinnäytetyön rajaus	12
3	TIETOMALLINNUS	13
	3.1 Tietomallintamisen hyödyntäminen rakennustyömailla	14
4	RAKENNUSTYÖMAAN SUUNNITTELUN OHJAUS	17
	4.1 Tietomallinnuksen hyödyntäminen suunnittelun ohjauksessa	17
	4.1.1 LEAN-tapa toimia	19
5	RAKENNUSTYÖMAAN AIKATAULUN LAADINTA	20
	5.1 Rakennushankkeen aikataulut	20
	5.1.1 Hankeaikataulu	20
	5.1.2 Yleisaikataulu	20
	5.1.3 Suunnitelma-aikataulu	21
	5.1.4 Hankinta-aikataulu	22
	5.1.5 Talotekniikka-aikataulu	22
	5.1.6 Rakentamisvaihe aikataulu	22
	5.1.7 Viikkoaikataulu	22
	5.1.8 Viimeistelyvaiheen aikataulu	23
	5.2 Tietomallintamisen hyödyntäminen aikataulun laadinnassa	23
6	TAPAUSTUTKIMUS BOTHNIA HIGH5 -PROJEKTIN AVULLA	27
	6.1 Allianssimalli	27
	6.2 Hankkeen osapuolet	27
	6.3 Tietomallinnusohjelmat Bothnia HIGH5 -projektissa	27
	6.3.1 Revit	27

6.3.2	Tekla Structures	28
6.3.3	Solibri.....	29
6.3.4	Autodesk BIM360	30
6.3.5	Enscape 3d.....	31
6.4	Tietomallintaminen Bothnia HIGH5 -allianssissa	32
6.4.1	Aikataulun laadinta	32
6.4.2	Suunnittelun ohjaus.....	35
6.5	Hankkeessa esiin tulleita ongelmia	35
7	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	37
7.1	Haastatteluiden tulokset	37
7.2	Kehitysehdotukset	40
7.3	Tietomallinnuksen tulevaisuudennäkymät urakoitsijan näkökulmasta... 41	
7.4	Tietomallinnuksen jatkojalostuskohteet.....	41
	LÄHTEET	43
	LIITTEET	

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Rakennedetaljin havainnollistaminen tietomallin avulla. /7/	15
Kuva 2. Tietomallien yhteensovitusprosessi. /10/	18
Kuva 3. Runkovaiheen tietomallinnettu aikatauluesimerkki /18/.....	24
Kuva 4. Tekla-yhdistelmämalli Bothnia HIGH5 -allianssista.....	28
Kuva 5. Näkymä Solibri Model Viewerissä.....	30
Kuva 6. Havainnollistava näkymä Enscape- ohjelmassa.	31
Kuva 7. Tekla Task Managerin aloituspohja.....	32
Kuva 8. Osien liittäminen aikataulutehtävään.	33
Kuva 9. Kuvakaappaus Tekla Task Managerista. /23/.....	34
Kuva 10. Kuvakaappaus Task Managerin jana-aikataulusta. /23/.....	34
Kuva 11. Skenaario -välilehti	35

LIITELUETTELO

LIITE 1. Kysymyslomake Max Levander

LIITE 2. Kysymyslomake Jaakko Linnolahti

KÄSITTEET JA LYHENTEET

Tietomalli	Rakennuksen tai tuotteen kolmiulotteinen malli digitaalisessa muodossa.
BIM	Building Information Model, tietomalli.
IFC	Industry Foundation Classes, yleisin tiedonsiirtoformaatti tietomallinnuksessa.
Yhdistelmämalli	Yhdistelmämalliin sisältyy kaikkien eri suunnittelualojen tietomallit.
4D-malli	Tietomalli, joka sisältää aikataulutietoa.
5D-malli	Tietomalli, joka sisältää kustannustietoa.
6D-malli	Tietomalli, joka sisältää tietoa rakennuksen tai tuotteen ylläpidosta.
Rakennuttaja	Rakennuttaja on tilaajan edustaja. Varmistaa, että tilaajan asettamat tavoitteet toteutuvat.
Päätoteuttaja	Yleensä pääurakoitsija. Suurin määräysvalta työmaalla.
TATE	Talotekniikka
Bothnia HIGH5	Projektiallianssin nimi, joka toteuttaa Vaasan keskussairaalan uuden H-rakennuksen.
Allianssi	Projektin toteutusmuoto, jonka tavoitteena on jakaa riskit ja mahdollisuudet kaikkien osapuolten kesken ennalta sovitulla tavalla.
SokoPro	Bothnia HIGH5-allianssin projektipankki.

VR	Virtual Reality. Mahdollistaa virtuaalitodellisuuden tarkastelun rakennuskohteesta esimerkiksi VR-lasien kautta.
QR-koodi	Quick Response, Mahdollistaa suuren tietosisällön nopean lukemisen mobiililaitteella.
Tietomallikoordinaattori	Projektiin nimetty tietomalliosaja. Tietomallikoordinaattori toimii pääsuunnittelijan apukätenä.
CAD	Computer Aided Design

1 JOHDANTO

Tietomallinnus yleistyy maailmalla nopeaan tahtiin ja vaikuttaa voimakkaasti rakennusalan kehittymiseen. Perinteinen toimiala uudistuu tietomallien avulla, joita voidaan käyttää hyödyksi elementtitehtaiden tuotannossa, rakennusten suunnittelussa, rakentamisvaiheessa sekä rakennusten ylläpidossa. Tietomallinnuksen suurimpia ongelmia ovatkin perinteisten tapojen muuttaminen, sekä muutoksiin liittyvien negatiivisten asenteiden ja ennakkoluulojen vähentäminen. Muutos ihmisessä vaatii paljon enemmän aikaa kuin teknologian kehittyminen. Nuoremmat rakennusalan ammattilaiset ottavat uuden teknologian vastaan ennakkoluulottomasti ja saavat täten siitä enemmän hyötyä irti.

Suomessa tietomallinnus on tällä hetkellä suuresti nousussa. Nykyään kaikki isot hankkeet ympäri Suomen suoritetaan tietomallipohjaisesti. Isoimmat suunnittelu- ja rakennusyritykset ovat rutinoituneita tietomallinnuksen osaajia ja menetelmiä kehitetään jatkuvasti. Toimintamallista yritetään saada standardinomaista, mikä helpottaisi edelleen tietomallinnuksen käyttöönottoa uusissa yrityksissä. Suomessa tietomallien käyttöönottoa ovat helpottaneet kansalliset ohjeistukset, eli Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012) talonrakennushankkeita varten ja Yleiset Infra-mallivaatimukset 2015 (YIV2015) infrahankkeita varten. /1/

Suurimmat rakennusliikkeet vaativat säännöllisesti tietomallinnusta ja toimivat esimerkkinä pienemmille yrityksille. Heillä on tietomallistrategia, tietomallivisio sekä tahto kehittää alaa. Rakennusten ylläpitovaiheeseen on suuri kuilu osaamistasossa, koska suurin osa menetelmistä on vielä analogisia ylläpidossa. Paperisia menetelmiä käytetään jonkin verran jatkossakin, mutta suuren osan niistä voisi siirtää digitaaliseen muotoon. Kenties on mahdollista nähdä paperittomia työmaita tulevaisuudessa.

2 TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TAVOITE

2.1 Opinnäytetyön kuvaus

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii YIT Suomi Oyj. YIT on suomalainen rakennusalan yritys, joka toimii asunto-, toimitila- ja infrarakentamisen sektoreilla. YIT toimii 11 eri maassa: Suomessa, Venäjällä, Skandinaviassa, Baltiassa, Tšekissä, Slovakiassa ja Puolassa. YIT työllistää yli 10 000 henkilöä ja sen liikevaihto oli 3,84 miljardia euroa vuonna 2018.

Opinnäytetyön ohjaajana toimii Jaakko Linnolahti YIT:n puolelta. Opinnäytetyön esimerkkikohteena toimii Vaasan keskussairaalan uusi H-rakennus. Kohde ei valmistu tutkimuksen aikana, joten työssä mietitään kehitysehdotuksia hankkeeseen. Opinnäytetyön aikana pääsen tutustumaan tietomallinnukseen ja haastattelemaan työmaatoimihenkilöitä.

Opinnäytetyön alussa käsittelen tutkimuksen taustoja sekä menetelmiä. Sen jälkeen yleinen teoriaosuus tietomallintamisesta, aikataulun laadinnasta sekä suunnittelun ohjauksesta. Tämän jälkeen perehdytään Bothnia High5 -allianssissa käytössä oleviin tietomallinnusmenetelmiin. Tutkimuksen lopussa käydään läpi haastatteluiden tuloksia sekä pohditaan tietomallintamisen tulevaisuudennäkymiä.

2.2 Opinnäytetyön tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on kehittää tietomallinnuksen hyödyntämistä työmaan aikataulun laadinnassa ja suunnitteluajankulun ohjauksessa. Työn toisena tavoitteena toimii opiskelijan osaamisen kehittäminen sekä antaa opiskelijalle hyvät perusteet työskennellä tietomallinnuksen parissa tulevaisuudessa.

2.3 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät

Tietoperustaan kuuluu tietomallintamiseen, aikataulun laadintaan ja suunnittelunohjaukseen liittyvä kirjallisuus ja artikkelit sekä allianssin projektipankki (SokoPro) ja YIT:n omat tietomalliohjeet. Allianssissa on käytössä ajantasainen Revit-

malli sekä kaikkien suunnittelualojen ajantasainen yhdistelmämalli rakennusprojektista, joista saa paljon informaatiota tutkimukseen.

Tärkeimpänä tutkimusmenetelmänä toimivat haastattelut. Haastattelen projektin tietomallikoordinaattori Max Levanderia sekä varaprojektipäällikkö Jaakko Linno-lahta. Haastatteluista saatua tietoa käytän lähteinä opinnäytetyön kappaleissa. Työn lopussa esitän yhteenvedon haastatteluista ja johtopäätöksissä esitän kehitysehdotuksia aiheeseen liittyen.

2.4 Opinnäytetyön rajaus

Tutkimus rajataan rakennustyömaan tietomallipohjaiseen aikataulun laadintaan ja suunnittelu-aikataulun ohjaukseen. Työssä keskitytään mahdollisuuksiin, kuinka aikataulut ja suunnittelun ohjaus tehdään tietomallipohjaisesti. Työssä käsitellään myös tietomallinnuksen mahdollisia kehitysehdotuksia. Aikataulun sekä suunnittelu-aikataulun seuranta ei sisälly tutkimukseen, koska kohdetta ei ole aikataulutettu tietomallipohjaisesti tutkimusta kirjoittaessa. Toteumamallin (As built) seuranta ei sisälly opinnäytetyöhöni, koska elementtien asennus alkaa vasta syksyllä 2019.

3 TIETOMALLINNUS

Tietomalli on kolmiulotteinen malli tuotteesta tai rakennusprosessista digitaalisessa muodossa. Tietomalli kokoaa kaiken tarvittavan tiedon yhteen paikkaan mikä tekee mallin päivittämisestä helppoa. Tietomallin tarkoituksena on tehdä tiedon hyödyntämisestä helppoa ja nopeaa. Kyseessä ei ole uusi keksintö, mutta sen hyödyntäminen rakentamisessa on vahvasti nousussa. /2/

Tietomallinnus ei ole pelkästään softa eli ohjelmisto, vaan vaikuttaa koko prosessin läpiviemiseen. Hankkeen ja suunnittelun vieminen eteenpäin on osa tietomallinnusta. Tietomallipohjaisessa hankkeessa tietomallia hyödynnetään hankkeen elinkaaren aikana suunnittelu-, toteutus- sekä ylläpitovaiheessa. /3/

Tietomallinnusta tehdään, jotta rakennusta ja sen teknisiä ominaisuuksia voidaan simuloida. Simuloinnilla tarkoitetaan rakennuksen suorituskyvyn tarkastelua esimerkiksi energiatehokkuuden tai rakentamisprosessin kannalta. Tietomallinnus mahdollistaa vaihtoehtoisten ratkaisujen kokeilemista ja niiden virtuaalista testaamista ennen rakentamista. Hankkeen osapuolilla on mahdollisuus visualisoida ja vertailla vaihtoehtoja esimerkiksi kustannusten ja aikataulun kannalta sekä ymmärtää ja tarkistaa suunnitelmat helposti. Tietomallinnus parantaa hankeosapuolten välistä viestintää, sekä rakentamisen laatua, sillä toiminta on läpinäkyvää. /3, 4/

Kustannuslaskenta nopeutuu ja hankkeeseen pystytään luomaan laadukkaampia määräluetteloita BIM-ohjelmien avulla. Hankintaprosessi helpottuu ja massojen laskeminen nopeutuu, koska rakennuksen määrät saadaan haettua suoraan mallista. Tuotantopuolella tietomallinnusta voidaan käyttää esimerkiksi rungon aikataulutukseen sekä alue- ja työturvallisuussuunnitelmien laatimiseen. Tietomallinnus helpottaa myös asuntomyyntiä, koska lopputuotteet voidaan havainnollistaa asukkaille esimerkiksi VR-ratkaisuilla. /5/

Mallinnuksen onnistumiseksi on malleille ja niiden hyödyntämiselle asetettava painopistealueet ja tavoitteet, jotka ovat hankekohtaisia. Tavoitteiden pohjalta määritetään ja dokumentoidaan projektikohtaiset vaatimukset. Tavoitteena voi olla esimerkiksi jokin seuraavista:

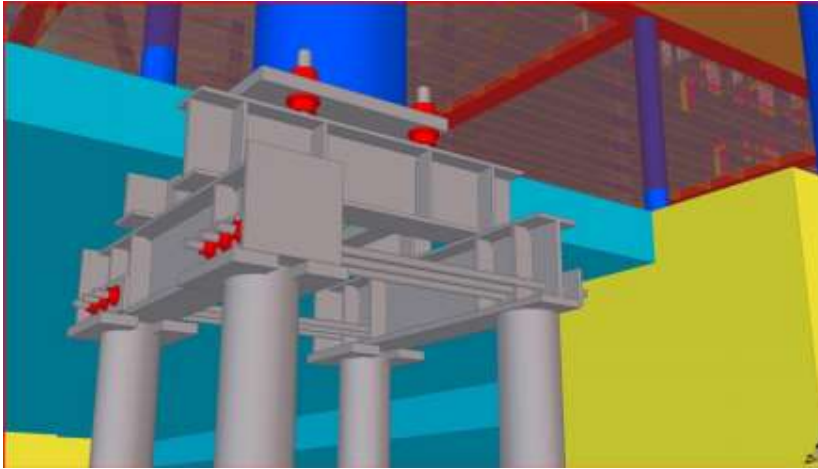
- Tukea hankkeen päätöksentekoprosesseja
- Havainnollistaa suunnitteluratkaisuja
- Auttaa suunnittelua ja suunnitelmien yhteensovittamista
- Nostaa ja varmistaa rakennusprosessin ja lopputuotteen laatua
- Tehostaa rakentamisaikaisia prosesseja
- Turvallisuuden parantaminen rakentamisen aikana ja rakennuksen elinkaarella.

Tietomallinnus ei kuitenkaan ole itsestäänselvyys, vaan sen luominen ja päivittäminen vaatii paljon osaajia ja työtunteja. Usein projektiin on nimetty tietomallikoordinaattori, joka ohjaa tietomallinnusprosessia. /5/

Tietomallilla tarkoitetaan yleensä 3D-mallia, mutta nykyään myös 4D-, 5D-, 6D-mallit ovat yleistyneet. 4D-mallissa neljäs ulottuvuus on rakentamisen aikataulutus, joka voidaan syöttää tietona elementtikohtaisesti. 5D-mallissa huomioidaan rakenteiden kustannukset ja 6D-mallit sisältävät kiinteistön tai laitteen ylläpidon. Rakennusprojekteissa ei yleensä määritellä yhtä ainoaa BIM-ohjelmistoa, jota tulisi käyttää suunnitelmien tekemiseen. Lopputuloksena kaikkien ohjelmistojen täytyy kuitenkin tuottaa standardisoitua IFC:tä, jotta voidaan koostaa yhdistelmämalli.

3.1 Tietomallintamisen hyödyntäminen rakennustyömailla

Tietomallinnus perustuu avoimeen IFC-formaatin käyttöön ja pilviteknologiaan, mikä mahdollistaa tietomallien mobiilikäytön työmailla. Työnjohto pystyy havainnollistamaan suunnitelmat tietokoneen, kännykän tai tabletin avulla. He pystyvät kommentoimaan suunnitelmia sekä dokumentoimaan tehtyjä asennuksia suoraan kentältä. Tietomallissa jo asennetut kohteet voidaan merkitä esimerkiksi vihreällä värillä sekä paljon myöhässä olevat kohteet punaisella värillä. Kuvassa 1 näkyy esimerkki rakenteiden havainnollistamisesta tietomallin avulla. /6/



Kuva 1. Rakennedetaljin havainnollistaminen tietomallin avulla. /7/

Rakennusurakoitsijat käyttävät tietomallia kohteeseen ja sen suunnitelmiin perehtymisessä sekä tiedonhaussa tarjousvaiheessa, hankinnoissa ja työmaatoteutuksessa. Urakoitsijat hyödyntävät tietomallia myös määrien laskennassa tarjouslaskentavaiheessa ja rakentamisen aikana. Rakentamisen aikainen toimintojen koordinaatio ja tiedonvaihto helpottuu tietomallin avulla. Urakoitsijat voivat käyttää tietomallia tuotannon aikataulutuksessa, työjärjestysten suunnittelussa sekä toteumatilanteen havainnollistamisessa. Rakenteiden sijaintitiedon siirtäminen mittalaitteisiin on myös tärkeä tietomallin käyttökohde rakennustyömaalla. /1/

Tietomallin hyödyntäminen helpottaa hankkeen kehittämistä jo tarjouslaskentavaiheessa, esimerkiksi betonielementtihankinnassa. Mikäli reikävaraukset tehdään IFC-pohjaisesti, voidaan perinteiset reikäpiirustukset jättää kokonaan tekemättä ja reikätiiedot pystytään liittämään elementteihin. Tämä tuottaa aikataulu- ja kustannussäästöjä sekä suoraviivaista prosessia. /6/

Rakennuskohteessa tietomallit käydään läpi aliurakoitsijoiden kanssa yhteisessä työpajassa tai erillispalaverissa ennen töiden aloittamista kyseisellä alueella. Tämän tavoitteena on varmistaa urakoitsijoiden keskinäinen koordinaatio, sillä he näkevät koko alueelle asennettavat järjestelmät ja pystyvät tarkastelemaan omaa osuuttansa 3D-esityksen avulla. Yhteisen aikataulun ja asennusjärjestysten sopiminen tarkentuu, mikä tehostaa eri osapuolten yhteistyötä. Työmaalle voidaan sijoittaa BIM-

infopiste mahdollistamaan urakoitsijoille mallien ja piirustusten tarkastelun tarpeen vaatiessa. /6/

Työntekijöiden perehdyttäminen työmaa-alueeseen helpottuu tietomallin avulla. Heille on mahdollista havainnollistaa työmaan vaarakohdat ja turvallisuuteen liittyvät tekijät. Mallin avulla voidaan simuloida hankalasti rakennettavia kohtia, jotka vaativat erityishuomiota. /6/

Tietomallinnusta käytetään työmaalla myös alue-, logistiikka- ja liikennejärjestelysuunnitelmien laatimiseen, mikä helpottaa kokonaisuuksien hallintaa sekä auttaa logistiikan riskipaikkojen kohdentamisessa. Työmaa-alueelta voidaan mallintaa myös väliaikaiset rakenteet kuten kopit, aitaukset, nosturit ja kulkuväylät sekä varastointialueet, kaivannot ja muut väliaikaiset tilanteet. /6/

4 RAKENNUSTYÖMAAN SUUNNITTELUN OHJAUS

Suunnittelun ohjauksen tavoitteena on varmistaa suunnitteluprosessin eteneminen asetettuihin tavoitteisiin sekä hyväksyttävien suunnitelmien laatimiseen. Suunnittelun etenemistä tarkkaillaan suunnittelukokouksissa ja -katselmuksissa projektin aikana. Yleensä suunnittelua ohjaa rakennuttaja, mutta tämä voi vaihdella projektimuodon mukaan. Rakennuttajan tehtäviä suunnittelun ohjausvaiheessa ovat mm. suunnittelun käynnistäminen ja valvonta, eri suunnitelmaratkaisujen vertailu sekä suunnitelmien tarkastelu tavoitteenmukaisuuden näkökulmasta. Suunnittelun ohjauksesta vastaavan on hyväksyttävä suunnitelmat tilaajalla ja käyttäjillä sekä valvottava viranomaislupiin liittyviä toimenpiteitä. Tarpeen vaatiessa rakennuttaja teettää lisä- ja muutostyösuunnitelmat. /8/

4.1 Tietomallinnuksen hyödyntäminen suunnittelun ohjauksessa

Koko suunnitteluprosessi on muuttunut BIM-pohjaiseksi ja perustuu tietomallin ympärille. Suunnittelu aloitetaan mahdollisimman aikaisin tietomallipohjaisesti ja hankkeen edetessä kaikki suunnittelulajit suunnitellaan yhteiseen tietomalliin. Eri suunnittelualojen yhteensovitus tapahtuu suoraan tietomallin avulla. Yhteensovitus ei ole enää pelkästään pääsuunnittelijan tai tietomallikoordinaattorin tehtävä, vaan suunnittelijat tekevät sitä jo itsenäisesti työn ohessa. Tietomallinnus parantaa suunnittelun laatua, koska kaikki osapuolet pystyvät jatkuvasti tarkastelemaan mallia ja virheet huomataan nopeasti. /3, 9/

Ennen suunnitelmat suunniteltiin liian pitkälle, liian aikaisessa vaiheessa. Urakoitsijoilla ei ollut mahdollisuutta kommentoida uusimpia suunnitelmia tarpeeksi nopeasti, ja ongelmakohtat havaittiin vasta asennusvaiheessa. Tämän jälkeen soitettiin suunnittelijoille ja odotusaika uudelle suunnitelmalle saattoi kestää viikkoja. Tietomallipohjaisessa hankkeessa ongelmakohtat havaitaan aikaisemmassa vaiheessa ja niitä pystytään kommentoimaan ilman viivettä. Kaikki suunnittelijat näkevät missä muut rakenteet tai TATE-osat kulkevat ja näin välttyään turhilta törmäyksiltä asennusvaiheessa. Mallien yhteensovitus tapahtuu viikoittain, joten tieto voi pisimmilläänkin olla vain muutaman päivän vanhaa. Kuvassa 2 näkyy esimerkki aikataulutetusta yhteensovitusprosessista. /9/

Tietomallien yhteensovitusprosessi

	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Maanantai
BIM-koordinaattori				Yhdistelmämalli pankkiin	Joka 2./4. viikko yhteensovitus		Yhteensovitus raportointi			Yhdistelmämalli pankkiin	Pääsuunnittelija käy läpi Big Roomissa
Suunnittelijat			IFC:t pankkiin					Mallien korjaus		IFC:t pankkiin	
Virtuaalitodellisuus				VR-malli	Työpajat ja suun. Ohjaukset		Big Room - käyttö			VR-malli	

Kuva 2. Tietomallien yhteensovitusprosessi. /10/

Tietomalleja käytetään päätöksentekohetkissä päätöksenteon tukena. Tietomallin avulla tuodaan vaihtoehtoisia ratkaisuja päättäjille ennen rakentamista työmaalla. Tietomallia hyödynnetään hankkeen aikataulun sekä kustannustason seuraamisessa. Näin minimoidaan uudelleensuunnittelun tarve ja selvitetään ilman yllättäviä kustannuksia. /11/

Tietomallinnus on hyvä tapa kommunikoida maallikoiden kanssa, esimerkiksi tilaajan ja käyttäjän kanssa. Kolmiulotteinen malli on helpompi sisäistää kuin 2D-piirustukset. Tilaaja saa rakennuksesta visuaalisen kokemuksen ja voi kertoa mielipiteensä esimerkiksi tilojen toimivuudesta vanhojen kokemusten perusteella. Näin tilaaja voi antaa parannusehdotuksia, jotka auttavat päätöksenteossa ja suunnittelun ohjauksessa. Tällä toimintamallilla varmistetaan tilaajan tavoitteisiin suunnittelu. /3/

Tuotannossa käytetään jatkuvasti tietomallia ja heiltä saadaan myös hyviä kehitysehdotuksia sekä tietoa ongelmakohtista riittävän aikaisessa vaiheessa. Aiemmin ongelmakohdat saatettiin huomata vasta, kun toteutuskuvat toimitettiin työmaalle hetki ennen rakentamista. Tieto liikkuu siis molempiin suuntiin helposti tietomallin avulla. /9/

Tärkeä työkalu suunnittelun ohjauksessa on tietomallista löytyvä elementtien statustieto. Statustieto kuvaa rakennusosan tai toiminnon sen hetkistä tilannetta tai valmiusastetta. Rakennusprojekteissa statustietoja käytetään toteumatilanteen seurannassa. Projektipäälliköt voivat vaatia elementtisuunnittelijoilta tilastatuksien

laatimista betonielementeille. Tämän avulla voidaan seurata, että työ etenee tarpeeksi nopeassa tahdissa ja sovitussa aikataulussa. /3, 12/

4.1.1 LEAN-tapa toimia

Lean-filosofia on ajattelutapa, minkä keskiössä on henkilöstön ongelmaratkaisutaitojen järjestelmällinen kehittäminen. Tämä tarkoittaa, että työyhteisössä kannustetaan toimintamallien arviointiin ja niiden jatkuvaan kehitykseen. Toiminnan kehittämisen tulee olla pitkäjänteistä yhteistyötä ja kunnioittaa kaikkia osapuolia. Lean-filosofian perusajatus on, kuinka työn voisi tehdä järkevästi. Tämä vaatii välillä omalta mukavuusalueelta poistumisen, jotta voidaan kokeilla uusia toimintatapoja. Lean-filosofiaa ja lean -periaatteita voidaan soveltaa organisaation kaikkiin prosesseihin toimialasta riippumatta. /13/

Jatkuvasti toimintatapojen kehittämiseen pyrkivä lean -ajattelu on oiva vastalääke perinteiselle rakennusalalle, jossa kuullaan vieläkin ”näin tämä on tehty aina ennenkin”-kommentteja. Lean-tavoitteita rakennustyömailla voi olla esimerkiksi paperiton työmaa. Tämä voi tulevaisuudessa olla mahdollista tietomallin avulla. Piirustukset voidaan esittää tietokoneen, tabletin tai kännykän näytöltä. Turhan paperinkäytön pois jättäminen voisi tuoda isoilla rakennustyömailla yli kymmenien tuhansien eurojen säästöjä. Paperiton työmaa säästäisi myös luontoa. Suunnittelijoiden työmäärä vähenisi, koska ei ole tarvetta tuottaa pdf-piirustuksia jokaisesta rakennusosasta kuten ennen. Ylimääräiset pdf-tiedostot eivät palvele ketään, jos tiedot löytyvät tietomallista. /9/

Leanin avulla hyväksyntäprosessi on tehostunut. Esimerkiksi suunnittelutoimisto voi järjestää suunnitelmakatselmuksia sovituin väliajoin. Katselmukseen osallistuvat TATE-urakoitsija, tilaajan LVI- ja sähkötoiden valvojat sekä päätoteuttaja. Päätösten hyväksyminen tapahtuu nopeasti ja ilman epäselvyyksiä. Tietomallinnuksen avulla kommunikointi tehostuu, koska se tapahtuu usean henkilön välillä samanaikaisesti. Tavallisesti kommunikointi tapahtuu kahden henkilön välillä, esimerkiksi puhelimitse tai sähköpostitse. Kahden henkilön välisiä yhteyksiä tarvitaan paljon, mikä aiheuttaa resurssihukkaa ja tieto ei välity kaikille projektin henkilöille, joille tiedon pitäisi välittyä. /12/

5 RAKENNUSTYÖMAAN AIKATAULUN LAADINTA

Aikataulusuunnittelu alkaa hankesuunnitteluvaiheessa projekti aikataulun laadinnasta. Projekti aikataulu tarkentuu hankkeen edetessä tarkasti määritellyiksi tehtäväkohtaisiksi aikatauluiksi. Aikataulujen on oltava toteutuskelpoisia ja perustuttava työmenekkilaskentaan ja resurssisuunnitteluun. Laaditut aikataulut toimivat työmaan ohjauksen ja valvonnan välineinä. Aikataulun seurannan avulla on mahdollista huomata resurssien riittämättömyys ja niihin voidaan reagoida. Rakennusprojekteille sovituisissa aikatauluissa pysyminen on tärkeää, koska myöhästyneissä projekteissa urakoitsija on velvollinen maksamaan viivästyssakkoa tilaajalle. /14/

Rakennustyömaan aikataulu laaditaan käyttäen oletettuja työaikojen kestoja eli työmenekkejä. Työmenekit ilmoitetaan työntekijätunteina yksikköä kohden, esimerkiksi tth/m² tai tth/kpl. T3-työmenekiksi kutsutaan vain tehokasta työaikaa, mikä ei sisällä yli tunnin kestäviä taukoja, jolloin työt seisahtuvat. Kokonaisaika T4 kyseiselle työlle saadaan kertomalla työmenekki T3 lisäkertoimella TL3. Työmenekit ja lisäkertoimet löytyvät Talo 2000 -nimikkeistöstä. /15/

5.1 Rakennushankkeen aikataulut

5.1.1 Hankeaikataulu

Rakennuttajan laatima hankeaikataulu antaa perustan ja tavoitteet hankkeen läpiviemiseksi. Hankeaikataulussa huomioidaan todenmukaisesti projektin kokonaiskesto, välitavoitteet, rakentamisen vuodenaika sekä suoritusjärjestys. Hankeaikataulussa huomioidaan myös suunnitelmien valmistumisajankohdat, sekä rakentamisen limittäminen suunnittelun kanssa. /16/

5.1.2 Yleisaikataulu

Yleisaikataulu koostuu kolmesta eri aikataulusta, jotka eroavat tarkkuustasoltaan ja käyttötarkoitukseltaan. Nämä kolme aikataulua ovat:

- Alustava yleisaikataulu
- Sopimusyleisaikataulu

- Työaikataulu (tai tahtiaikataulu).

Alustava yleisaikataulu laaditaan päätoteuttajan toimesta ennen urakkatarjouksen antamista. Tämä on karkea versio, jossa tarkastellaan työvaiheiden sopimista rakennuttajan laatimaan hankeaikatauluun. Alustavan yleisaikataulun laadinnassa selvitetään tärkeimmät materiaalien toimitusajat, tarvittava henkilöstömäärä, aikataulun kireys sekä eri työvaiheiden ajoittuminen eri vuodenaikoihin. /16/

Sopimusyleisaikataulu muokataan ja tarkennetaan alustavan yleisaikataulun pohjalta sopimusneuvotteluissa. Sopimusyleisaikataulussa tulee ottaa huomioon sekä rakennuttajan että päätoteuttajan kannalta tärkeät ajankohdat, esimerkiksi välitavoitteet ja tavoitteellinen valmistumispäivämäärä. Tämä vaihe aikataulutetaan kokonaisaikojen (T4) mukaan. /16/

Työaikataulu toimii rakentamisprosessin keskeisimpänä aikatauluna, sekä työmaan muiden aikataulujen lähtötietona. Työaikataulussa isot kokonaisuudet jaetaan pienempiin lohkoihin tarkkuuden parantamiseksi. Työaikataulu laaditaan tehollisten työvuoroaikojen (T3) perusteella ja toimii samalla tavoiteaikatauluna. /16/

Työaikataulu on mahdollista korvata nykyaikaisemmalla tahtiaikataululla. Tahtiaikataulun tarkoituksena on määrittää kullekin rakennusvaiheen osalle tietty tahti eli tuntimäärä, mikä kuuluu työtehtävien suorittamiseen. Ajan täytyttyä kohteessa alkaa seuraava tahti tehtävineen, samalla työntekijät siirtyvät seuraavaan kohteeseen. Tavoitteena työskentely jokaisessa tilassa samanaikaisesti ja näin ollen työhukan poistaminen. /17/

5.1.3 Suunnitelma-aikataulu

Suunnitelma-aikataulussa esitetään suunnittelun sisältö sekä suunnittelun aikataulu. Tässä määritellään mm. päivämäärät jolloin arkkitehti-, rakenne- ja erikoissuunnitelmien täytyy olla valmiina käyttöön. Suunnitelma-aikataulua aletaan tekemään jo varhaisessa vaiheessa, mutta se tarkistetaan varsinaisen työaikataulun hyväksymisen jälkeen. Aikataulua tulee seurata mm suunnittelukokouksissa ja työmaakokouksissa. /16/

5.1.4 Hankinta-aikataulu

Hankinta-aikataulu laaditaan viimeistään työaikataulun jälkeen, vaikka hankintoja pohditaan karkeasti hankkeen alkupuolellakin. Tähän aikatauluun on varattava aikaa tarjouspyynnöille, tarjousten käsittelylle sekä sopimusten teolle ennen toimituksen alkua. Työmaainsinööri tai hankintavastaava laatii hankinta-aikataulun yleensä vastaavan työnjohtajan ja hankintavastaavan kanssa. Hankinta-aikataulua tarkennetaan projektin edetessä esimerkiksi rakennusvaiheaikataulun myötä. /16/

5.1.5 Talotekniikka-aikataulu

TATE-työt esitetään yleisaikataulussa, mutta tarkemman aikataulun laatimisesta on paljon hyötyä, varsinkin jos hankkeessa on monta eri urakoitsijaa. Aikataulu laaditaan urakoitsijoiden kesken, ottaen huomioon kohteen sekä käytössä olevat resurssit. Tärkeää tässä aikataulussa on huomioida suuret laitteet, joiden nostot vaativat erityissuunnittelua. Rakennusvaiheiden vaikutukset talotekniikkaan tulee huomioida. Määrättyihin tarkastuksiin ja mittauksiin sekä koneiden säätämiseen tulee varata riittävästi aikaa. /16/

5.1.6 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan 2–6 kuukauden pituisille jaksoille tai rakentamisvaiheille, mikä tarkoittaa työaikataulua vaihekohtaisesti. Rakentamisvaiheita voi olla mm. maarakennus- ja perustusvaihe, runko- ja vesikattovaihe tai sisävalmistusvaihe. Rakentamisvaiheaikataulu laaditaan yleensä työmaatoimihenkilöiden toimesta ja siinä käytetään tehollisia työmenekkejä (T3). Yleisimmät esitysmuodot rakentamisvaiheaikataululle ovat jana-aikataulu tai paikka-aikakaavio. /16/

5.1.7 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataulut laaditaan kerran viikossa ja ne ovat enimmillään kolmen viikon pituisia jaksoja. Kukin työnjohtaja laatii työkohteeseensa alustavan viikkoaikataulun ja ne yhdistetään vastaavan työnjohtajan johdolla. Viikkoaikataulua voi käyttää myös aliurakoitsijoiden toimintaohjeena. Viikkoaikataulun esitysmuoto on yleensä jana-aikataulu. /16/

5.1.8 Viimeistelyvaiheen aikataulu

Viimeistelyvaihe aikataulutetaan, jotta hanke valmistuisi sovittuun päivämäärään mennessä. Urakkasopimuksissa eri urakoitsijat veloitetaan varaamaan resursseja viimeistelyyn sekä virheiden korjaamiseen. Viimeistelyvaiheen aikataulu laaditaan viimeistelypalaverissa, jossa käsitellään esim. tarkastukset, mittaukset sekä urakoitsijoiden vastuu ja rooli viimeistelyssä. Viimeistelyvaiheen aikataulua kutsutaan ammattilaisten keskuudessa luovutusaikatauluksi. /16/

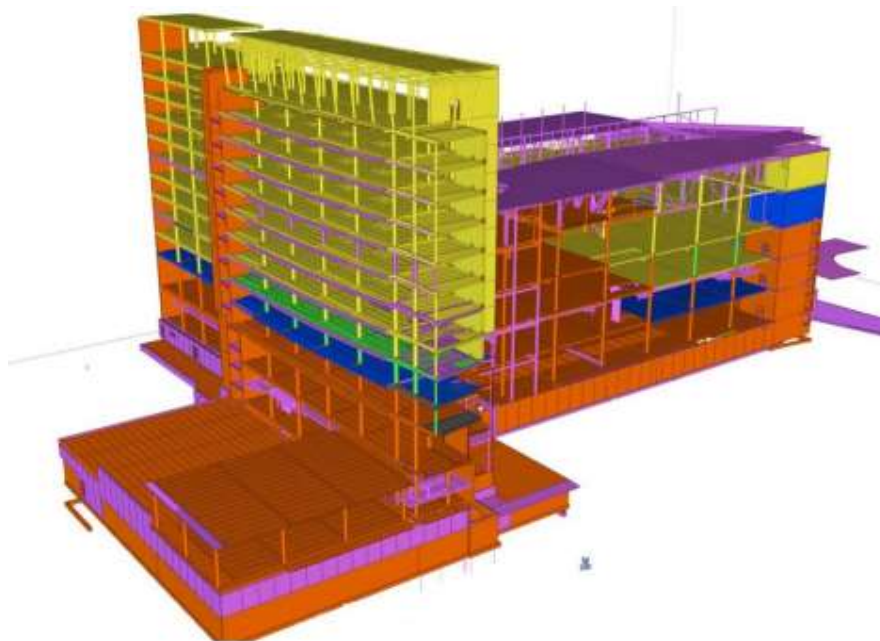
5.2 Tietomallintamisen hyödyntäminen aikataulun laadinnassa

Aikataulun laadinnassa on tärkeää huomioida työmenekit ja niiden lähtötiedot perustuvat usein materiaalien määriin. Tietomallista saadaan haettua materiaalimenekit, jotka saadaan käännettyä työmenekeiksi. Kun toimintamalli on opeteltu ja järjestelmät toimivat suunnitellusti, on päivitysten tekeminen todella helppoa. Esimerkkinä perinteisessä paperimenetelmässä tulee aina aikataulupäivityksen yhteydessä aloittaa kokonaan alusta. Kun taas tietomallipohjaisessa aikataulutuksessa: mikäli rakenteet ei ole muuttuneet, kyse on vain määrien uudesta ajamisesta ohjelmaan. Tällaisen tietomallin laatiminen vaatii paljon työtä, eikä ole välttämättä taloudellisesti kannattavaa ensimmäisissä mallinnetuissa projekteissa tai helpoissa kohteissa. Pidemmällä aikajaksolla hyöty tulee paremmin esiin, kun osaaminen parantuu ja työnteko tehostuu. /3/

Tietomallinnettua aikataulua voidaan hyödyntää rakennekokonaisuuksien erittelytarkkuuden mukaisesti, mikäli rakennus on mallinnettu. Projektin aikataulun kannalta kriittiset aikataulutiedot syötetään malliin, esimerkiksi perustukset, runko ja purkutyö. Suunnitteluajataulun esittäminen mallissa onnistuu myös tarvittaessa. Malliin on mahdollista aikatauluttaa pienempiä kokonaisuuksia projektin edetessä, esimerkiksi väliseinien ja talotekniikan asentaminen. Tietomalli luovutetaan urakoitsijalle sovitussa muodossa, jotta aikataulutaminen on mahdollista siihen tarkoitetuilla ohjelmilla. /18/

Tietomallien jakelumuoto ja -tapa tulee sopia osapuolten kesken hankekohtaisesti. Yksi mahdollisuus jakelulle on 4D- tietomallista tuotettu mallinäköymä, jossa

rakennusosien aikataulus ilmenee mallista värikoodein. Esimerkkikuvassa (kuva 3) näkyy tietomallinnuksen aikatauluttaminen värikoodeja käyttäen. Kyseinen mallinäky voidaan jakaa hankkeen osapuolille ilman tarvetta hankkia tietomallipohjaisia ohjelmia. /18/



Kuva 3. Runkovaiheen tietomallinnettu aikatauluesimerkki /18/

Esimerkkikuvan (kuva 3) aikatauluesimerkin värikoodit:

- Oranssi: asennettu tai valmis
- Sininen: asennetaan kuluvalle viikolla
- Vihreä: asennetaan seuraavalle viikolla
- Keltainen: aikataulutettu yli kahden viikon päähän
- Lila: aikataulutettu yli kahden viikon päähän, eri urakoitsija. /18/

Tietomallinnus mahdollistaa sen, että aikataulus voi olla paljon laajempi käsite kuin yksittäisten työvaiheiden valmistuminen työmaalla. Sillä pystytään parhaimmassa tapauksessa hallitsemaan koko tuotantoketjua. Esimerkiksi Teklassa on standardisoitu BEC-hankkeen kautta valmiit tietokentät rakennesuunnittelulle, elementtisuunnittelulle, elementtitehtaan valmiusasteelle ja rakentamisen valmiusasteelle. /3/

Betonielementtisuunnittelu soveltuu hyvin tietomallipohjaiseen aikataulutukseen sen modulaarisuuden takia, eli kappalemäärät ovat helposti laskettavissa. Tietomallista nähdään statustietojen avulla elementtien valmiusaste prosentteina kokonaisuudesta. Isot paikallavalukohteet ovat puolestaan vaikeampi kvantifioida, koska valmiusaste on vaikeampi määrittää. Elementtitehdas pystyy käyttämään samaa aikataulua hyväksi tuotannon ohjauksessa ja seurata sen avulla toimitusaikataulua. Pelkän tietomallin lähettäminen elementtitehtaalle riittää tässä tapauksessa ja he lukevat aikataulun tilastatuksesta. Näin vältytään tarpeelta varastoida suuria elementtimääriä. Elementtitehdas pystyy hyödyntämään värikoodeja tuotannon seurannassa. Värikoodit voidaan merkitä esimerkiksi nimillä ”tuotannossa”, ”valmiina toimitukseen” tai ”toimitettu”. /3/

Aikataulutiedon syöttämisen jälkeen saadaan esitettyä visuaalisia kuvia rakennuksesta, mikä auttaa eri osapuolia havainnollistamaan rakentamisen tilanteen. Jokaisen osan ollessa aikataulutettu, voidaan ohjelmaan syöttää satunnainen päivämäärä ja nähdä suunniteltu rakennusvaihe. Tätä voidaan verrata todelliseen rakennukseen ja tarkastaa aikataulussa pysyminen. Aikataulun onnistuneisuus voidaan esittää toteutumamallissa värikoodein. Elementtien värikoodit auttavat ymmärtämään, onko kyseiset osat asennettu ajallaan ja niihin voidaan reagoida tarvittaessa. /9/

Rakennusprojektista on mahdollista luoda myös havainnollistava video, joka näyttää koko rakennusprojektin etenemisen ja osien asennusjärjestyksen. Video muodostuu aikataulun pohjalta helppokäyttöisillä lisäosilla tietomallinnusohjelmissa. Videon katsomalla saa lyhyessä ajassa kokonaiskuvan rakennusprojektin etenemisestä. Videot ovat hyvää markkinointia projektille ja auttaa eri osapuolia ymmärtämään lopputuotteen ennen rakentamista. /9/

Rakennuksen tarkka jako lohkoihin on äärimmäisen tärkeää aikataulutuksen kannalta. Lohkorajojen täytyy olla sovitut ja kaikille samat. Lohkot voidaan edelleen jakaa kerroksiin tai pienempiin lohkoihin. Lohko- ja kerrosjaon avulla malli voidaan päivittää muuttuneiden osien tai aikataulun suhteen. Koko mallia ei tarvitse tehdä uudestaan. Isoissa hankkeissa suunnitelmat muuttuvat useasti ja uudelleen

suunnittelu sekä mallintaminen on raskasta ja taloudellisesti kannattamatonta. Tämän takia tietomallin päivittämisen täytyy olla helppoa. /9/

Tietomallinnus kehittyy jatkuvasti ja on mahdollista, että kehittyneet ohjelmistot osaavat tulevaisuudessa muodostaa aikataulun ja päivittää sitä itsestään mallinnusprojektin edetessä. Tämä vaatii nimikkeistöjen sekä standardien kehittymistä ja niiden tulee sisältää aikataulun laadintaan sisältyvät informaatiot. Tietomalliohjelmien itseohjautuva aikatauluttaminen toisi suuria säästöjä rakennusliikkeille. /9/

6 TAPAUSTUTKIMUS BOTHNIA HIGH5 -PROJEKTIN AVULLA

Bothnia HIGH5 on projektiallianssin nimi, joka toteuttaa H-uudisrakennuksen Vaasan keskussairaалalle. H-rakennuksesta tulee 10-kerroksinen ja kokonaispinta-ala tulee olemaan noin 37 000 neliometriä. Uusi rakennus otetaan käyttöön vuonna 2022. /19/

6.1 Allianssimalli

Allianssimalli on toteutusmuoto rakennushankkeelle, jonka tarkoituksena on jakaa projektin tuomat riskit ja mahdollisuudet osapuolten kesken ennalta sovitulla tavalla. Toteutusmuoto perustuu osapuolten väliseen yhteiseen sopimukseen. Peruseriaatteina allianssissa ovat toiminnan läpinäkyvyys, osapuolten välinen luottamus, yhteiset pelisäännöt ja yhteinen päätöksenteko. Allianssimallissa minimoidaan toisten syyttely ja projektin jälkeiset riitatapaukset. Allianssin tavoitteena on parantaa rakentamisen tuottavuutta, muuttaa rakentamisen toimintakulttuuria sekä kehittää innovatiivisuutta. Bothnia HIGH5 on ensimmäinen allianssimallilla toteutettu rakennusprojekti pohjanmaalla. /20/

6.2 Hankkeen osapuolet

BOTHNIA HIGH5 -allianssin muodostavat YIT, Ramboll Finland, Granlund Pohjanmaa, Raami Arkkitehdit, Arkkitehdit Kontukoski sekä Vaasan sairaanhoitopiiri. Kyseisistä osapuolista on nimetty allianssin johtoryhmä ja allianssin projektiryhmä. Allianssin johtoryhmällä on suurin päätösvalta projektissa. Allianssin operatiivisesta toiminnasta vastaa projektipäällikkö, jonka apuna toimii projektiryhmä. /19/

6.3 Tietomallinnusohjelmat Bothnia HIGH5 -projektissa

6.3.1 Revit

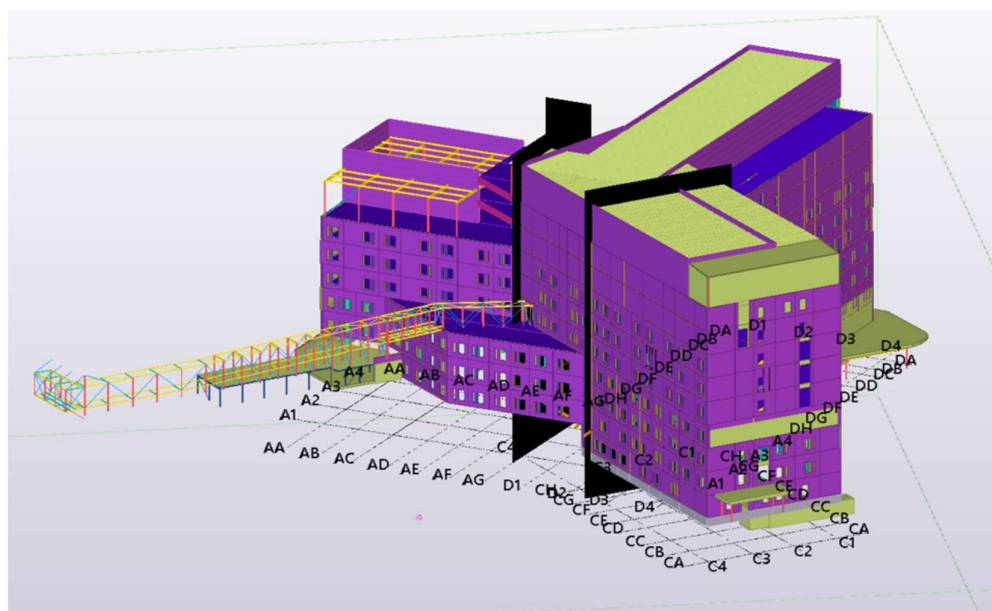
Revit on Autodeskin kehittämä tietomallinnusohjelmisto, joka tukee eri toimialojen yhteistyösuunnitteluprosessia. Revit sisältää ominaisuuksia rakennesuunnitteluun, rakennussuunnitteluun ja talotekniikan suunnitteluun. Revit:n avulla voi tuoda

tiedostoja muista ohjelmista ja yhdistää ne IFC -tiedostomuodoksi, mikä on yleisin tiedonsiirtoformaatti tietomallinnuksessa. Revit:iä on käytetty Bothnia HIGH5 -allianssissa yhdistelmämallin suunnitteluun. /21/

6.3.2 Tekla Structures

Tekla on Trimblen omistama suomalainen yritys, joka tuottaa nykyaikaisia ohjelmistoja suunnitteluun ja rakentamiseen. Teklan tunnetuimpia ohjelmistoja ovat Tekla Structures, Tekla Model Sharing, Tekla Tedds ja Tekla Civil. Teklan ominaisuudet soveltuvat suunnittelutoimistoille, rakennusliikkeille, konepajoille ja elementtivalmistajille. Tekla on käytössä myös useassa oppilaitoksessa. /22/

Tekla Structures -ohjelmalla pystytään luomaan monimutkainenkin malli mistä rakennusmateriaalista tahansa. Tekla Structures toimii hyvin yhteen Revit'in kanssa. Teklasta on mahdollista siirtää tuotantotiedot automaattisesti tärkeimpiin tuotannon suunnittelujärjestelmiin ja koneiden ohjausjärjestelmiin, mitä käytetään elementtivalmistajien tehtailla. Kuvassa 8 on näkymä Teklalla mallinnetusta Bothnia HIGH5 -sairaalarakennuksesta. /1, 22/



Kuva 4. Tekla-yhdistelmämalli Bothnia HIGH5 -allianssista.

Bothnia HIGH5 -allianssissa Tekla Structures on käytössä elementtisuunnittelussa ja rungon aikataulutuksessa. Aikataulutiedot viedään Teklan kautta Revit:n yhdistelmämalliin. Allianssin paikallavalut suunnitellaan kuitenkin Revit:llä ja niiden aikataulutusta tuottaa ongelmia. Muun muassa perustukset tehdään paikallavaluna, ja niiden suunnittelutiedot eivät näy Tekla-mallissa, joten niihin ei voida syöttää myöskään aikataulutietoa. Suunnittelutiedon saa kyllä siirrettyä Revitistä Teklaan ja toisin päin, mutta aikataulutiedon pysyminen on aiheuttanut ongelmia. Mikäli aikataulutieto häviää, ei ole tehokasta suunnitella sitä useaan otteeseen uusiksi ja joudutaan miettimään uusia toimintatapoja aikatauluttamiseen.

Task Manager on Tekla Structures -ohjelmiston osio, minkä avulla rakennusprojekti voidaan aikatauluttaa. Tyhjään projektiin voidaan syöttää eri tehtäviä ja määrittellä niiden aloitus- sekä valmistumisajankohta. Kyseiset ajankohdat voidaan lukea, mikäli projektin kesto ei saa ylittyä. Valmis aikataulupohja voidaan myös ladata esimerkiksi edellisestä samankaltaisesta projektista tai muista aikataulutushjelmissä. Yhteen projektiin voi luoda lukuisia eri skenaarioita eli mahdollisuuksia esimerkiksi talotekniikan tai asennusjärjestyksen mukaan. /23/

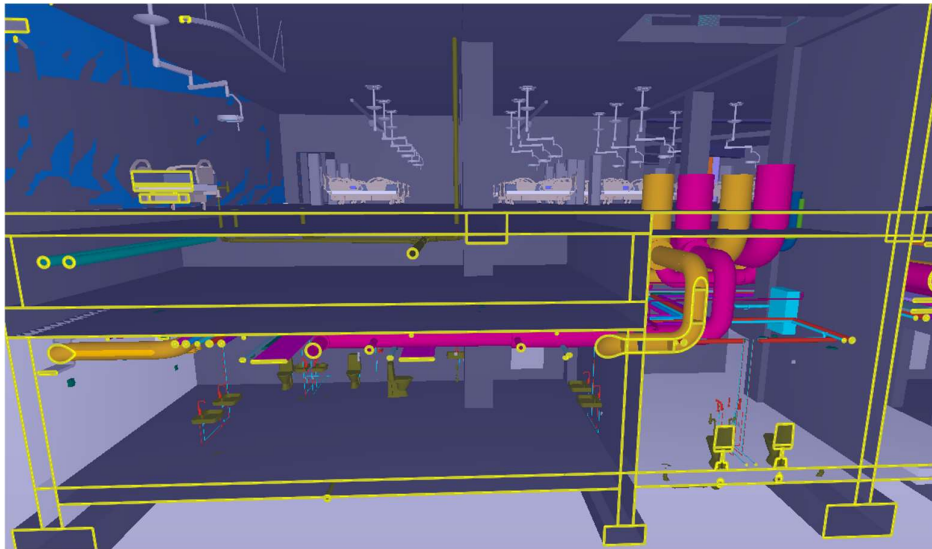
Aikataulutuksen perusteena toimivat samat lähtötiedot kuin perinteisen tyylin aikataulutuksessa eli työmenekit. Nämä työmenekit ovat Teklan sisäänrakennettuja tuotantotehoja yleisellä tasolla ja ne on suunniteltu käytettäväksi kansainvälisesti. Nämä saattavat erota Suomessa yleisesti käytetyistä työmenekeistä, mutta niitä on helppo muokata tehtävän tai oman näkemyksen mukaisiksi. Tehtävän keston muokkaaminen onnistuu kahdella eri tavalla: muokkaamalla aikataulujan pituutta tai muokkaamalla työn tehoa. /23/

6.3.3 Solibri

Solibri on suomalaislähtöinen yritys ja heillä on pääkonttori Helsingissä. Solibrin emo-organisaatio on saksalainen Nemetschek. Solibri on perustettu 1996 ja sen toiminta on laajentunut yli 70 eri maahan. /24/

Solibri Model Viewerin (SMV) avulla voidaan tarkastella mallia ja löytää ongelmakohtat visuaalisesti. Viewer on ilmainen ohjelma, joten siitä ei löydy kaikkia

ominaisuuksia mitä Solibri Model Checkeristä, mutta soveltuu hyvin työmaakäyttöön graafisesti kevyiden ominaisuuksien takia. Työmaalla tarvittava tieto saadaan pääosin vieweristä, Checker on tarkoitettu vaativampaan käyttöön. Kuvassa 5 näkyy Solibri Model Viewerin näkymä, jossa on mukana talotekniikkaa ja kiinteitä sairaalalalusteita. Tämä mahdollistaa törmäystarkastelujen suorittamisen. /1, 24/



Kuva 5. Näkymä Solibri Model Viewerissä.

Solibri Model Checkerin (SMC) avulla voidaan yhdistää useita eri dokumentteja yhteen malliin. Ohjelmiston avulla voidaan suorittaa törmäystarkastelut, sekä lisätä kommentteja malliin kaikille nähtäväksi. Rakennuksen luokittelu ja osiin jakaminen on myös mahdollista SMC:n avulla. Solibrin avulla on myös helppo hakea majoja sekä tuottaa esitelmiä ja raportteja. /24/

6.3.4 Autodesk BIM360

Autodesk'in kehittämä tietomallinnusohjelma, joka soveltuu erityisesti työmaakäyttöön. Mallien ja 2D-tulosteiden tarkastelu työmaalla hoituu BIM360-ohjelmalla. BIM360 on pilvipohjainen palvelu ja soveltuu hyvin mobiililaitteille. BIM360 sisältää ominaisuuksia helppoon kommunikaatioon työmaahenkilöstön ja suunnittelutoimistojen välillä. BIM360 mahdollistaa paperinkäytön vähentämisen, kun rakenteet havainnollistetaan esimerkiksi kännykästä tai tabletista. /25/

6.3.5 Enscape 3d

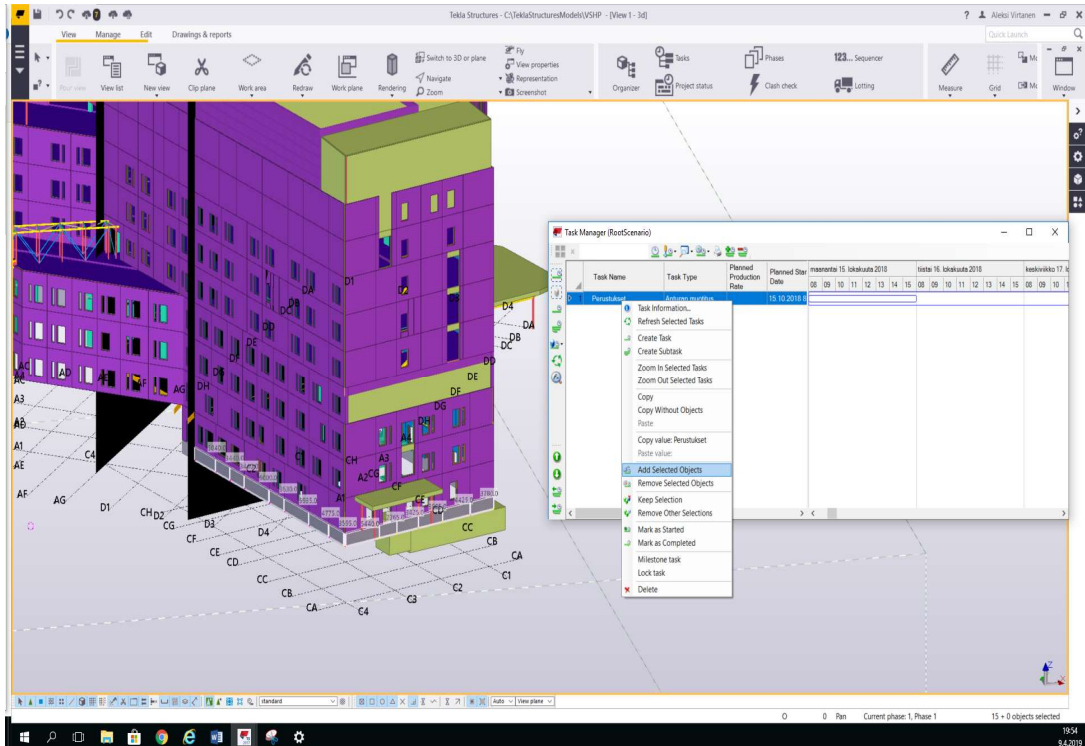
Enscape on saksalaislähtöinen yritys, joka tekee reaaliaikaista visualisointia. Enscape 3d on ohjelmisto, joka integroituu suoraan Autodesk Revit -ohjelmistoon. Reaaliaikaisen visualisoinnin lisäksi Enscapen avulla on mahdollista sukeltaa VR-maailmaan ja liikkua siellä vapaasti. Enscapen asetuksista voi säätää näkymän valoisuutta, kontrastia sekä saturaatiota mieluisaksi. /26, 27/

Enscapen avulla pystytään tarkastelemaan Revit-mallia VR-laseilla (Virtual Reality). Ohjelman avulla on mahdollista nähdä arkkitehtuuriset ratkaisut ja esimerkiksi sisustussuunnittelu visuaalisena. Tilaajan edustaja pystyy kertomaan mielipiteensä sisätilojen toimivuudesta sekä viihtyisyydestä ja niihin pystytään vaikuttamaan ennen lopullisia päätöksiä. Bothnia HIGH5 -allianssissa sairaalalohenkilökunnalla on viikoittain mahdollisuus tarkastella kohdetta VR-maailmassa ja antaa kehitysehdotuksia esimerkiksi kiinteiden sairaalalaitteiden sijoittelusta. Kuvassa 6 on esimerkinäkymä uuden sairaalarakennuksen sisäänkäynnistä Enscapessa. /26/



Kuva 6. Havainnollistava näkymä Enscape- ohjelmassa.

Mallista voidaan valita rakenneosat aktiiviseksi, jotka halutaan liittää kyseiseen aikataulutehtävään käskyllä ”add selected objects”. Tämän jälkeen määritetään tehtävälle tuotantoteho sekä nimike ja Tekla muodostaa automaattisesti tehtävän jana-aikatauluun aloituspäivämäärän ja keston mukaisesti. Samalla tyylillä voidaan myös poistaa rakennusosia eri tehtävistä, valitsemalla käsky ”remove selected objects”. Kuvassa 8 näytetään esimerkki osien liittämistä tehtävään.



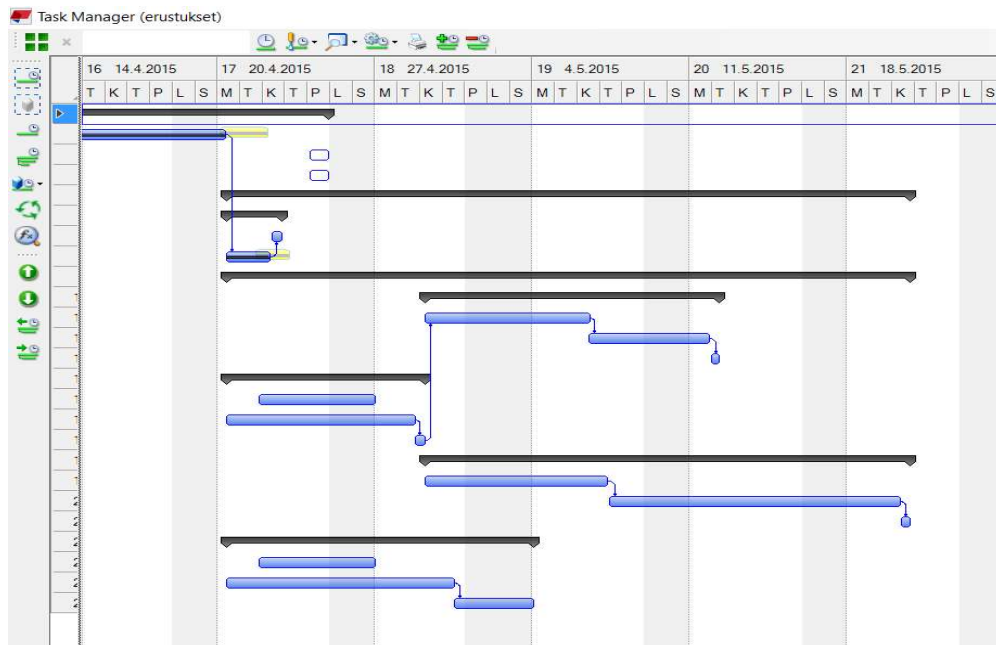
Kuva 8. Osien liittäminen aikataulutehtävään.

Kuvassa 9 näkyy mm. suunnitellut alku- ja päättymispäivämäärät tehtävälle, niiden todellinen toteuma-aika sekä valmiusprosentti. Kuvasta 9 näkee myös rungon jakamisen useaan eri lohkoon, niihin sisältyvät suurimmat tehtävät ja niille arvioitu tuotantoteho. Kuvassa 10 näkyy valmis jana-aikataulu, sekä sen työvaiheiden riippuvuudet toisistaan. Bothnia HIGH5 -kohteen aikataulutus ei ollut tätä kirjoittaessa vielä riittävän pitkällä, joten käytin kuvissa 9 ja 10 esimerkkinä Kempeleen terveyskeskuksen aikataulua (Tekla-koulutuksen materiaali 23.11.2018).

Task Manager (erustukset)

Task Name	Task Type	Planned Production Rate	Planned Start Date	Actual Start Date	Planned Duration	Planned End Date	Actual End Date	Percentage Completed
1 Perustukset			13.4.2015 10...	20.4.2015 8.00	9.57 d	24.4.2015 16...		71 %
2 1-lohko	Anturan muotitus	6,74 m2/h	13.4.2015 10...	20.4.2015 8.00	5,00 d	20.4.2015 10...	22.4.2015 9.00	100 %
3 2-lohko			24.4.2015 8.00		0,86 d	24.4.2015 16...		0 %
4 3-lohko			24.4.2015 8.00		0,86 d	24.4.2015 16...		0 %
5 Runko			20.4.2015 10...	21.4.2015 13....	21,45 d	20.5.2015 14....		9 %
6 1-lohko			20.4.2015 10...	21.4.2015 13....	2,52 d	22.4.2015 15....		76 %
7 Ontelot	Ontelolaatan asen...	8,38 pcs/h	22.4.2015 10...		0,52 d	22.4.2015 15....		0 %
8 Seinäkivet	Ulkoseinän asennus	1,93 pcs/h	20.4.2015 10...	21.4.2015 13....	2,00 d	22.4.2015 10...	23.4.2015 9.00	100 %
9 VSS:t			20.4.2015 10...		21,45 d	20.5.2015 14....		0 %
10 VSS1 holvi			29.4.2015 9.00		8,08 d	12.5.2015 9.33		0 %
11 Muotti	Laatan muotitus	3,46 m2/h	29.4.2015 9.00		4,29 d	6.5.2015 12.30		0 %
12 Raudotus	Laatan raudoitus (...)	5,08 kg/h	6.5.2015 12.30		3,43 d	11.5.2015 15....		0 %
13 Valu	Palkin ja laatan be...	16,25 m3/h	12.5.2015 7.00		0,37 d	12.5.2015 9.33		0 %
14 VSS2 sseinät			20.4.2015 10...		6,86 d	29.4.2015 9.00		0 %
15 Raudoitus	Seinän raudoitus (...)	0,00 kg/h	21.4.2015 15....		3,14 d	27.4.2015 7.30		0 %
16 Seinämuotti	Perusmuurin muut...	6,01 m2/h	20.4.2015 10...		6,43 d	28.4.2015 14....		0 %
17 Valu	Seinän betonointi	13,11 m3/h	28.4.2015 14....		0,43 d	29.4.2015 9.00		0 %
18 VSS2 holvi			29.4.2015 9.00		14,59 d	20.5.2015 14....		0 %
19 Muotti	Laatan muotitus	3,47 m2/h	29.4.2015 9.00		5,14 d	7.5.2015 10.00		0 %
20 Raudotus	Laatan raudoitus (...)	50,78 kg/h	7.5.2015 11.30		9,00 d	20.5.2015 11....		0 %
21 Valu	Palkin ja laatan be...	16,25 m3/h	20.5.2015 11....		0,45 d	20.5.2015 14....		0 %
22 VSS2 sseinät			20.4.2015 10...		8,66 d	4.5.2015 7.35		0 %
23 Raudoitus	Seinän raudoitus (...)	0,00 kg/h	21.4.2015 15....		3,14 d	27.4.2015 7.30		0 %
24 Seinämuotti	Perusmuurin muut...	6,05 m2/h	20.4.2015 10...		8,14 d	30.4.2015 12....		0 %
25 Valu	Seinän betonointi	13,11 m3/h	30.4.2015 12....		0,51 d	4.5.2015 7.35		0 %

Kuva 9. Kuvakaappaus Tekla Task Managerista. /23/



Kuva 10. Kuvakaappaus Task Managerin jana-aikataulusta. /23/

Task Managerissa on mahdollista laatia useita eli aikataulumahdollisuuksia samaan projektiin. Näin voidaan toteuttaa esimerkiksi oma aikataulu, mikä esittää vain talotekniikkaosat ja niiden asennusajankohdat. Tämä toteutetaan skenaario -välilehdellä, joka on ympyröity kuvassa 11.



Kuva 11. Skenaario -välilehti

6.4.2 Suunnittelun ohjaus

Bothnia HIGH5 -allianssissa toimiville suunnittelijoille pyritään järjestämään mahdollisuus työskennellä samassa tilassa. Suunnittelun aikana ilmenevät haasteet voidaan täten ratkaista suunnittelijoiden välisellä kommunikaatiolla heti ongelman ilmettyä. Mikäli ongelmaa ei saada ratkaistua välittömästi, se otetaan käsittelyyn viikoittaisessa Big Room -kokouksessa tai äkillisen tarpeen vaatiessa erilliskokouksessa. Arkkitehti ja muut suunnitteluosapuolet esittelevät tilannekatsauksen suunnittelun osalta Big Room -kokouksessa tai Skypen välityksellä. Tällöin toteuttavilla osapuolilla on mahdollisuus kommentoida suunnitelmia esimerkiksi asennettavuuden, kustannustehokkuuden tai huollettavuuden näkökulmista. /11/

Bothnia HIGH5 -allianssissa käytetään Modelspace-tilakorttiohjelmistoa, joka on esimerkki tietomallipohjaisesta prosessinhallinnasta. Ohjelmalla osallistetaan käyttäjät luomaan tilavaatimuksia, jotka arkkitehdin toimesta muutetaan muun suunnittelun lähtötietovaatimuksiksi. /11/

6.5 Hankkeessa esiin tulleita ongelmia

Sairaalan perustusten ja paikallavalujen suunnittelutiedon siirtäminen Revitistä Teklaan on tuottanut ongelmia. Yhteensovitus tuotti ongelmia nimenomaan aikataulutiedon siirtämisessä toiseen ohjelmaan. Ongelmaan saatiin ratkaisu projektin tietomallikoordinaattorien avulla. Jatkossa ongelmalta voidaan välttyä osaamistason noustessa. YIT voi kohottaa työntekijöiden osaamistasoa kouluttamalla heitä pitkäjänteisesti. Tietomalliohjelmien mahdollisuudet ja toiminnot ovat hankala muistaa ensimmäisillä käyttökerroilla.

Tietomallipohjaisessa hankkeessa uudelleen suunnittelu on raskasta ja kallista, kun projekti on mallinnettu alusta alkaen. Toisaalta tietomallien käyttö vähentää huomattavasti uudelleen suunnittelun tarvetta, koska ratkaisut on mahdollista visualisoida etukäteen. Isoissa hankkeissa kuten Bothnia HIGH5 -allianssissa tulee usein

tarpeita uudelleen suunnittelulle esimerkiksi haasteellisen rakennuspaikan tai vaarallisen suoritteiden vuoksi. Allianssissa riskit ja mahdollisuudet jaetaan ja sujuva suunnitteluprosessin läpivienti sekä Lean-ajattelu on kaikkien osapuolten etu.

Yhtenä hankkeen ongelmakohtana on se, että tietomallinnus ei ole riittävän pitkällä silloin, kun täytyisi tehdä jo tarkkoja aikatauluja hankkeesta. Tämä aiheuttaa sen, että aikatauluttaminen on tehtävä kahteen kertaan, tietomallipohjaisesti sekä ilman tietomallia. Ylimääräinen aikataulun laadintaan kuuluva työaika on resurssihukkaa. Ongelma voidaan ratkaista sillä, että suunnittelua ohjataan siitä näkökulmasta, että tietomallipohjainen aikataulutus on mahdollista aloittaa riittävän aikaisessa vaiheessa.

7 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Haastattelin työssäni Rambollin tietomallikoordinaattori Max Levanderia sekä YIT:n hankekehityspäällikkö Jaakko Linnolahtea. Haastateltavat henkilöt valitsin sillä perusteella, että he käyttävät tietomallinnusta päivittäisessä työssään ja tuntevat tietomallipohjaisten projektien toimintatavat. Molemmat haastateltavat ovat olleet mukana tietomallinnuksen kehittämisessä ja käyttöönotossa omissa yrityksissään. Haastateltavat henkilöt ovat myös suuressa roolissa Bothnia High5 -allianssissa.

7.1 Haastatteluiden tulokset

1. *Mitä on tietomallinnus ja sillä saavutettavat hyödyt?*

Kyseessä on kolmiulotteinen malli rakennuksesta, joka sisältää tietoa rakennesista. Tietomallinnusta tehdään, jotta rakennusta voidaan simuloida esimerkiksi energiatehokkuuden tai rakentamisprosessin kannalta. Tietomallinnus on muuttanut monta asiaa rakentamisessa ja vaikuttaa koko projektin läpivientiin. Tietomallinnuksen myötä on todettu rakennushankkeessa olevan vain kaksi hankevaihetta: kehitys- ja toteutusvaihe. Muut vaiheet perustuvat aikaan, jolloin tehtiin piirustuksia käsin ja sen jälkeen CAD-viivapiirustuksia.

2. *Mikä on tietomallikoordinaattorin toimenkuva yleisesti?*

Toimenkuva muodostunut YTV2012:n myötä. Tänä päivänä tietomallikoordinaattori toimii pääsuunnittelijan apukätenä ja pystyy auttamaan malleja tarkastelemalla. Tietomallikoordinaattorin rooli on siirtymässä enemmän kohti tiedonhallinnan koordinaattoria. Siirtymää edesauttaa suunnittelijoiden yhteistyö ja heidän itseohjautuva yhteensovitus suunnitteluvaiheessa.

3. *Kuinka tietomallinnusta voidaan hyödyntää aikataulun laadinnassa?*

Aikataulusuunnittelussa tulee pohtia, mistä aikataulu koostuu. Moni lähtötieto perustuu määrään eli menekkiin. Materiaalimenekit saadaan haettua tietomallista helposti ja niiden avulla saadaan selville työmenekit. Sujuvan tiedonhaun vaatimuksena on selkeä lohko- ja kerrosjako rakennuksessa. Usealla

tietomallinnusohjelmalla voidaan luoda aikataulupohjia rakennusprojekteille. Esimerkiksi Teklassa on standardisoitu BEC-hankkeen kautta valmiit tietoken-
tät rakenne- ja elementtisuunnittelulle sekä elementtitehtaan ja rakentamisen
valmiusasteelle. Tämä mahdollistaa parhaimmassa tapauksessa koko tuotanto-
ketjun hallinnan tietomallipohjaisesti. Tietomallipohjaisessa aikataulutuksessa
päivitysten tekeminen on helppoa, mikäli rakenteet eivät ole muuttuneet.

4. *Onko jotain hyväksi todettuja tapoja YTV 2012:n lisäksi aikataulutamisesta?*
Betonielementtisuunnittelu soveltuu hyvin aikataulutamiseen sen modulaari-
suuden vuoksi. Kappalemäärä, joka on jo valmiina, voidaan laskea osuutena
kokonaismäärästä ja saadaan elementtien valmiusprosentti. Tämän statustiedon
avulla voidaan seurata työn etenemistä sovitussa aikataulussa. Elementtitoimit-
taja pystyy hyödyntämään samaa aikataulua tuotannonohjauksessa, mikä vä-
hentää elementtien varastointitarvetta sekä työmaalla että elementtitehtaalla.

5. *Kuinka tietomallinnusta voidaan hyödyntää suunnittelun ohjauksessa?*
Edellisessä kohdassa mainittu statustieto on hyvä työkalu suunnittelun ohjauk-
sessa. Toinen merkittävä käyttökohde on tietomallin visuaalisuus, joka helpot-
taa rakennusliikettä havaitsemaan riskikohteet tai haastavat suoritteet etukäteen.
Tietomallia käytetään hyväksi Big Room -kokouksissa viikoittain ja se on hyvä
tapa kommunikoida maallikoiden kanssa. Virheisiin ja esiintyviin ongelmiin
pystytään reagoimaan aikaisessa vaiheessa ennen rakentamista. Vastauksessa
nostettiin esiin myös Lean-ajattelun tehokkuus suunnittelun ohjauksessa. Tieto-
mallin avulla voidaan esimerkiksi vähentää paperinkulutusta ja lyhentää hyväk-
symisprosessia.

6. *Kuinka tietomallinnusta hyödynnetään Bothnia High5 -allianssissa?*
Edellä mainitut menetelmät ovat käytössä Bothnia HIGH5 -allianssissa. Suurin
hyöty tulee siitä, että on monta sidosryhmää kytköksissä projektiin ja kaikilla
on omia ideoita ja halu tehdä erilaisia ratkaisuja. Tietomallia käytetään koko
projektin koordinoinnissa ja yleiskuvan antamisessa. Tietomallinnusta hyödyn-
netään määrälaskennassa, mikä ei ole itsestäänselvyys. Tietomallissa ei ole

tarvetta kaikille projektin tiedoille, vaan hankkeen oleellisimmille tiedoille, jotka auttavat tavoitteiden saavuttamisessa.

7. *Mitkä ovat tulevaisuuden näkymät tietomallinnuksen hyödyntämisessä?*

Tietomallin käytön vieminen operatiiviseen vaiheeseen ja ylläpitoon. Toinen tulevaisuuden näkymä on digital twin, jossa staattisen tietomallin lisäksi rakennuksesta saadaan reaaliaikaista tietoa takaisin malliin. Esimerkiksi betonivaluihin voidaan asentaa kosteusantureita ja niiden avulla voidaan seurata betonin kuivumista digitaalisesti. Mittausdata voidaan lukea kännykän näytöltä numeroina tai visualisointi tietomallissa helpottaa ihmisiä hahmottamaan tilanteen paremmin.

8. *Mitä haasteita/esteitä kyseisillä mahdollisuuksilla on?*

Rakentamisen ja kiinteistönpidon välillä on suuri kuilu, koska kiinteistönpidossa on vielä paljon analogisia menetelmiä käytössä. Tietomalleista puuttuu nimikkeistö eli datastandardi. Tieto mallissa voi olla väärin luokiteltua tai luokittelematonta. Apuohjelmien koodaus on vaikeaa, jos tietoa ei ole standardisoitu. Nimikkeistöt ovat Suomessa yleensä yrityskohtaisia, mutta koko Suomen kattavaa standardia ei löydy.

Ihmiset, jotka ovat tottuneet perinteisiin tapoihin saattavat pelätä työpaikkansa, asemansa tai kunnioituksensa puolesta, kun pitäisi muuttaa toimintatapoja. Muutos ihmisessä vie enemmän aikaa kuin teknologian kehittyminen.

9. *Mitä tulevaisuudennäkymiä näet tietomallinnuksen hyödyntämisellä urakoitsijan näkökulmasta?*

Kustannuslaskennan työmäärä vähenee, kun nimikkeistöt kehittyvät. Aikatauluttaminen hoituu tietomallipohjaisesti ja tuloksena on vähintään aikataulupohja, jota on helppo muokata. Kustannuslaskennan työ tehostuu ja tilapohjaisella laskennalla saadaan alustavia kustannusarvioita jo suunnittelun alkuvaiheessa. Kalustehankinnat ja kylpyhuone-elementtien hankinta on mahdollista suorittaa tietomallipohjaisesti tulevaisuudessa.

10. *Mitä asioita haluaisit kehittää koskien tietomallinnusta YIT:llä?*

Nimikkeistöjen kehittäminen on tärkeää ja niiden tulisi olla standardinomaisia vähintään Suomen tasolla. Uusia toimintatapoja kehittäessä tulee kuitenkin huomioida kaikki osapuolet ja heidän tarpeensa.

7.2 Kehitysehdotukset

Tällä hetkellä YIT:llä ei ole omaa aloituspohjaa projektien aikatauluttamiseen tietomallinnusohjelmissa. Tämä tuottaa jokaiseen projektiin lisätyötä ja yksittäisessä projektissa käytettävät nimikkeet ovat vaikea muistaa. YIT:n tulisi panostaa nimikkeistöjen kehittämiseen omia tarpeita vastaavaksi ja luoda yleispohja tietomalliin. Yleispohjassa olisi yleisimmissä projekteissa tarvittavat aikataulutiedot sekä YIT-ympäristö. YIT-ympäristö olisi helppo kouluttaa ja oppia, koska samat nimikkeet tulisi eteen toistuvasti. YIT:llä on mahdollisuus Suomen johtavana rakennusliikkeenä olla mukana luomassa koko Suomen kattavaa nimikkeistöä ja standardien kehittämistä yhteistyössä esimerkiksi isojen suunnittelupuolen yritysten kanssa.

YTV2012 vauhditti tietomallien käyttöönottoa todella paljon, koska siitä muodostui standardinomaista toimintaa. Sama vaikutus oli infrapuolelle tulleilla YIV2015-standardeilla. Seuraava askel olisi nimikkeistöjen käyttöön liittyvä standardi, joka on mahdollista tuottaa vain yhteistyöllä. Kaikki osapuolet tulee huomioida ohjelmistoja sekä nimikkeistöjä kehittäessä. Urakoitsijan kannalta tärkeimmät ominaisuudet tietomallinnusohjelmissa ovat kustannus- ja määrälaskenta, aikataulun laadinta, työmaan tarpeet sekä hankinnat. /9/

Suunnittelua tulisi ohjata siitä näkökulmasta, että tietomallipohjainen aikataulutus olisi mahdollista aloittaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tämä tarkoittaa sitä, että rakennus olisi mallinnettava rakentamisjärjestyksessä. Ensin perustukset, sen jälkeen mahdollinen lohkorajaus ja tämän jälkeen kerroksittain ylöspäin. Näin toimittaessa olisi mahdollista minimoida aikataulun uudelleen suunnittelu, joka voidaan ajatella resurssihukaksi.

Kouluissa olisi hyvä olla enemmän kursseja tietomallinnuksesta, koska se on tulevaisuudessa yhä tärkeämpi työkalu. Tietomallinnusohjelmia tulisi opettaa varsinkin insinööri ja DI-koulutuksissa. Rakennusalan opinnoissa, varsinkin

tuotantopuolella, tulisi päästä pyörittelemään tietomalleja eri ohjelmistoista itse. Tämä antaisi hyvät perusteet tuleville työmaatoimihenkilöille ja vähentäisi heidän ennakkoluulojaan tietomallintamisesta.

7.3 Tietomallinnuksen tulevaisuudennäkymät urakoitsijan näkökulmasta

Kustannuslaskennan työmäärä vähenee tulevaisuudessa, kun nimikkeistöt saadaan täsmättyä paremmin tarpeiden kanssa. Kustannuslaskentatyö tehostuu, kun suunnittelun alkuvaiheessa saadaan tilapohjaisella laskennalla alustavia kustannusarvioita hankkeesta. Nykyinen rakennusosa-arvio, mikä sisältää kustannustavoitteet rakennusosista, on mahdollista laatia tietomallipohjaisesti ohjelmistojen kehittyessä. Kustannusarvio projektille muodostuisi automaattisesti mallinnuksen yhteydessä. Hintatason rakennusosille tietomallissa voisi määritellä keskiarvo esimerkiksi Suomen hinnoissa. /9/

Hankkeiden aikataulutus voi tulevaisuudessa muodostua samalla tavalla kuin kustannusarvio edellisessä kappaleessa. Tietomalli loisi automaattisesti aikataulun projektille ja muokkaisi sitä päivitysten myötä. Urakoitsijat saisivat ainakin alustavan ja suuntaa-antavan aikataulun tietomallista. Aikataulua voisi muokata omien näkemysten mukaisesti paljon pienemmällä työmäärällä kuin yleensä. Tämän mahdollistamiseksi nimikkeistöjen tulisi soveltua aikatauluttamiseen ja suunnittelun tulisi olla standardinomaista vähintään Suomen tasolla. /9/

Muut rakennushankkeen hankinnat, esimerkiksi kalustehankinnat tai kylpyhuoneelementit, on myös mahdollista tehdä tietomallipohjaisesti tulevaisuudessa. Tietomallin voisi toimittaa kalustetoimittajalle tarjouspyynnön liitteenä ja heidän tarjouksensa muodostuisi tietomallin pohjalta. Kalusteiden valmistumista ja tuotannon ohjausta seurattaisiin statustiedon avulla, mistä selviäisi valmiusaste ja toimituspäivämäärät. Yksittäisiä kalusteita tuskin olisi syytä aikatauluttaa, vaan kokonaisia tuotantoeriä. /9/

7.4 Tietomallinnuksen jatkojalostuskohteet

Tietomallinnuksen tulevaisuudennäkyminä pidetään mallin viemistä operatiiviseen vaiheeseen sekä ylläpitoon. Mahdollisuudet ovat jo olemassa mutta käyttöönotto

vaatii paljon osaamista ja taloudellistakin panostusta yritykselle. Rakentamisen ja ylläpidon välinen kuilu on tällä hetkellä todella suuri, koska ylläpidossa on käytössä vielä paljon analogisia menetelmiä. Tietomallinnuksen hyödyt tulevat paremmin esiin ajan kanssa ja sen opetteleminen vaatii kärsivällisyyttä. Tietomallinnuksesta on paljon tietoa helposti saatavilla, esimerkiksi tietomalliohjelmistojen verkkosivuilla. Paljon tietomallinnusta työssään käyttäneet henkilöt eivät kuitenkaan halua palata takaisin vanhoihin menetelmiin. /3/

Toinen tulevaisuudennäkymä tietomallinnuksella on digital twin eli digitaalinen kaksonen. Tämä tarkoittaa, että staattisen tietomallin lisäksi rakennuksesta saadaan reaaliaikaista tietoa takaisin malliin. Digital twin mahdollistaa siis esimerkiksi rakennuksen lämpötilan, kosteuden ja läsnäolon seurannan sekä niiden visualisoinnin mallissa. Tarkoituksena olisi asentaa antureita rakenteisiin, esimerkiksi betonivaluihin, jotta saadaan haluttu tieto mitattua. Tämä vähentäisi betonin kosteusmittauksiin kuluva työmäärää ja mallista olisi helppo nähdä syitä, miksi joku alue kuivuu hitaammin kuin lähellä olevat alueet. /3/

QR-koodien avulla olisi mahdollista helpottaa tietomallin käyttöä rakennustyömaalla. Työnjohdolla on oletetusti käytössä älypuhelimet, joten koodien skannaus onnistuisi niillä vaivattomasti. QR-koodeja voitaisiin liittää esimerkiksi suunnitelmiin tai elementteihin. QR-koodin sisältö voisi olla esimerkiksi kuvakaappaus tai 360-asteen näkymä haastavasta rakennuskohteesta. Elementteihin voisi liittää sijaintia tai asennusjärjestystä visualisoivan kuvan kohteesta. /28/

LÄHTEET

- /1/ Jäväjä, P. Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki. Rakennustieto Oy
- /2/ RIL. Alan kehittäminen. Tietomallinnus. Viitattu 5.2.2019. <http://ril.easypage.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>
- /3/ Levander, M. Tietomallikoordinaattori. Ramboll. Haastattelu 19.3.2019
- /4/ Trimble. Tekla. Tietoa meistä. Mitä on BIM? Viitattu 5.2.2019. <https://www.tekla.com/fi/tietoa-meistä/mitä-bim>
- /5/ YIT. Sisäinen asiakirja. BIM -suunnittelun perusteet, tavoitteet ja käyttöönoton ensiaskeleet.
- /6/ YIT. Sisäinen asiakirja. SYKE -ryhmittymän tarjous. Bothnia HIGH5 -allianssi.
- /7/ YTV osa 8. 2012. Mallien käyttö havainnollistamisessa. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Viitattu 25.2.2019. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_8_havainnollistaminen.pdf
- /8/ Prodeco. Rakennushankkeen hallinta. Viitattu 19.2.2019 <http://www.prodeco.fi/index.php?p=Rakennushankkeenhall>
- /9/ Linnolahti, J. Hankekehityspäällikkö. YIT. Haastattelu 10.4.2019.
- /10/ Ramboll. Tietomallisuunnitelma. Vaasan sairaanhoitopiiri. Bothnia HIGH5 -allianssi.
- /11/ YIT. Sisäinen asiakirja. KAS-vaiheen projektisuunnitelma. Bothnia HIGH5 -allianssi.
- /12/ Päivä, V. 2017. Rakentamisprosessin statustiedon hallinta. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Viitattu 18.4.2019. <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/24989/P%C3%A4iv%C3%A4.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- /13/ Suomen Lean-yhdistys. Viitattu 19.04.2019. <https://www.leanyhdistys.fi/>
- /14/ Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. 2015. Aikataulukirja 2016. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- /15/ Wind, N. Kivimäki, C. Koistinen, L. Lahtinen, M. Koskenvesa, A. 2014. Rakennustöiden menekit 2015. Tammerprint Oy. Tampere. Rakennustieto Oy.
- /16/ Koskenvesa, A. Sahlstedt, S. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 3. tarkistettu painos. Helsinki. Rakennustieto Oy.

- /17/ Lättilä, H. 2017. YIT:n tuottavuusloikka tuo tuloksia-läpimenoaika puolittui asumiskohteen sisätoissa. Viitattu 12.4.2019. <https://www.rakennuslehti.fi/2017/12/yitn-tuottavuusloikka-tuo-tuloksia-lapimenoaika-puolittui-asumis-kohteen-sisatoissa/>
- /18/ YTV osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Viitattu 25.2.2019. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_13_rakentaminen.pdf
- /19/ Vaasan keskussairaala. BOTHNIA HIGH5. Allianssi. Projektioorganisaatio. viitattu 19.2.2019. <https://www.vaasankeskussairaala.fi/bothniahigh5/allianssi/projektiorganisaatio/>
- /20/ Yli-Villamo, H. Petäjaniemi, P. 2013. Allianssimalli. Viitattu 19.2.2019. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK130202.pdf>
- /21/ Autodesk. Revit. Ominaisuudet. Viitattu 7.2.2019. <https://www.autodesk.fi/products/revit/features>
- /22/ Trimble. Tekla. Tuotteet. Tekla Structures. Viitattu 7.2.2019. <https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>
- /23/ Partanen, M. 2018. Tekla-koulutus. YIT Talo. Vaasa.
- /24/ Solibri. Viitattu 7.2.2019. <https://www.solibri.com/fi/>
- /25/ Autodesk. BIM 360. Viitattu 17.4.2019. <https://www.autodesk.com/bim-360/>
- /26/ Enscape. Knowledgebase. Viitattu 11.2.2019. <https://enscape3d.com/knowledge-base/>
- /27/ Höstman, P. Arksystems Oy. Enscape-reaaliaikainen renderöinti. Viitattu 17.4.2019. <https://sway.office.com/ik8A42YS6CuMb9PH>
- /28/ Salo, R. 2018. QR-koodien hyödyntäminen rakennuksen dokumenttien ja tietomallin tarkastelussa. Opinnäytetyö, AMK. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Viitattu 12.4.2019. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/153236/Salo_Rainer.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LIITE 1

Kysymyslomake Max Levander 19.3.2019

1. Mitä on tietomallinnus ja sillä saavutettavat hyödyt?
2. Mikä on tietomallikoordinaattorin toimenkuva yleisesti?
3. Kuinka tietomallinnusta hyödynnetään Bothnia High5 -allianssissa?
4. Kuinka tietomallinnusta voidaan hyödyntää aikataulun laadinnassa?
5. Onko jotain hyväksi todettuja tapoja YTV 2012:n lisäksi aikataulutuksesta?
6. Kuinka tietomallinnusta voidaan hyödyntää suunnittelun ohjauksessa?
7. Mitkä ovat tulevaisuuden näkymät tietomallinnuksen hyödyntämisessä?
8. Mitä haasteita/esteitä kyseisillä mahdollisuuksilla on?

LIITE 2

Kysymyslomake Jaakko Linnolahti 10.4.2019

1. Kuinka tietomallinnusta voidaan hyödyntää aikataulun laadinnassa?
2. Kuinka tietomallinnusta voidaan hyödyntää suunnittelun ohjauksessa?
3. Käytetäänkö näitä toimintatapoja hyväksi Bothnia High5 -allianssissa?
Jos ei, niin mitä menetelmiä niiden sijasta?
4. Mitä tulevaisuudennäkymiä näet tietomallinnuksen hyödyntämisellä urakoitsijan näkökulmasta?
5. Mitä asioita haluaisit kehittää koskien tietomallinnusta YIT:llä?