



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Emilia Kopponen

Tietomallien hyödyntäminen rakennusurakoinnissa ja määrälaskennassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

8.4.2019

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Emilia Kopponen Tietomallien hyödyntäminen rakennusurakoinnissa ja määrälaskennassa 32 sivua 8.4.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine	materiaali- ja pinnoitetekniikka
Ohjaajat	laskenta- ja hankintainsinööri Johanna Poikela yliopettaja Kai Laitinen
<p>Tämän insinööryön tavoitteena oli tehdä kattava selvitys Mijorak Oy:lle rakennuksen tietomallien (BIM) hyödyntämismahdollisuuksista, käytön haasteista ja vaatimuksista sekä tulevaisuuden käyttökohteista osana rakennusliikkeen eri toimintoja. Lisäksi tavoitteena oli antaa yritykselle toimenpide-ehdotuksia tietomallitoiminnan kehittämiseksi.</p> <p>Työssä tutkittiin rakennuksen tietomallien hyödyntämis- ja käyttökohteita rakennusurakoinnin sekä tarjouslaskennan näkökulmista. Tutkimuksien havaintojen perusteella arvioitiin tietomallien hyödynnettävyyttä yrityksen työmaakohteissa ja määrälaskennassa, sekä annettiin ehdotuksia tulevaisuuden kehittämiskohteiksi.</p> <p>Tutkimuksissa tarkasteltiin referenssiaineistoksi valikoitunutta yhdistelmä tietomallia Tekla BIMsight -katseluohjelmistolla. Lisäksi työssä tehtiin katsaus rakennusurakointia ja määrälaskentaa koskeviin Yleisiin tietomallivaatimuksiin (YTV2012) sekä Mijorak Oy:n käytäntöihin ja resursseihin johtopäätösten muodostamiseksi. Asiantuntijahaastatteluilta pyrittiin kartoittamaan tietomallitoiminnan lähtökohtia käytännön tasolla.</p> <p>Tutkimuksen havaintojen perusteella Mijorakin tulisi käyttää malleja tällä hetkellä urakoinnissa rakennuskohteiden havainnollistamiseen, töiden toteutuksen suunnitteluun sekä yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa toteuma- ja materiaalitietojen välittämiseen. Tarjous- ja määrälaskennassa kannattaa toistaiseksi hyödyntää rakennuttajan luovuttamia perinteisiä laskenta-asiakirjoja ja massalueteloita sekä mahdollista tietomallia kohteen tarkasteluun. Nykyisillä resursseilla uuden tietomallipohjaisen määrälaskentamenetelmän kehittämiseksi ei vielä ole varsinaista tarvetta.</p> <p>Tietomallipohjaisen määrälaskennan menetelmäkehitystä ja lisenssiläisen tietomallien käsittelyohjelmiston käyttöönottoa tulisi harkita uudelleen urakkalaskentaan luovutettavien mallien tarkentuessa nykyisestäään. Yrityksen sisäisissä hankkeissa tietomallitoimintaa voidaan alkaa kehittämään tilaajan näkökulmasta, pyrkien luomaan mahdollisimman tarkkoja malleja toteutus-, markkinointi- ja ylläpitotarkoituksiin. Yhteisiä käytäntöjä, suunnittelun ohjausta ja osapuolien osaamista on kehitettävä edelleen toimivien menetelmien luomiseksi.</p>	
Avainsanat	rakennuksen tietomalli, BIM, yhdistelmä tietomalli, YTV2012, määrälaskenta, katseluohjelmisto

Author Title	Emilia Kopponen Exploiting BIM in construction contracting and volume calculation
Number of Pages Date	32 pages 8 April 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Bio and Chemical Engineering
Professional Major	Materials and Surface Engineering
Instructors	Johanna Poikela, Sourcing Engineer Kai Laitinen, Principal Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to make a comprehensive report to Mijorak Oy, regarding the possibilities of building information models (BIM) and its challenges, requirements and future utilization as a part of the construction business. In addition, the aim of this thesis was also to present recommendations for the development and possible applications of BIM.</p> <p>A research was made about BIM's utilization potentiality from the perspective of construction contractors and acquisition counting. On the basis the results, proposals were made for the future BIM operations development in construction sites and volume calculation.</p> <p>One of the research methods was to study the combined reference BIM with Tekla BIM-sight free viewer. Besides reference BIM, a literature research was made by studying YTV2012, which is general requirements of building information modeling for all national BIM operators. Conclusions were also made based on specialist interviews and resources and standards of Mijorak. The purpose of the interviews was to survey BIM utilization in practice.</p> <p>The results show that BIM should be used in contracting for at least to illustrate the building and its objects, to organize work implementation and forwarding the material information to the model. In acquisition counting, it would be recommended to exploit traditionally made design documents and volume list given by the builder, and the BIM for only viewing the building and its site. Required resources compared with the outcoming benefits; there is no actual need for development of a new volume calculation method currently.</p> <p>Developing BIM based volume calculation methods and purchasing a new licensed software should be considered again after the models given to the counting become more accurate. In internal projects Mijorak should develop BIM operations from the builder's point of view, simultaneously creating a detailed 'as built' models for marketing and maintenance purposes. Common standards, designer's guidance and all BIM operator's knowledge must be developed further to generate functional methods.</p>	
Keywords	building information modeling, BIM, combined model, YTV2012, volume calculation, viewer

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennuksen tietomalli (BIM)	2
2.1	Käyttökohteet ja hyödyntäminen	3
2.1.1	Tiedonkulku ja kommunikointi	4
2.1.2	Havainnollistaminen	4
2.1.3	Tietomallipohjainen määrälaskenta	6
2.1.4	Hyödyntäminen rakennusvaiheessa	7
2.2	Käytössä havaitut haasteet	8
2.3	Tietomallitoiminnan kehityksen luomat mahdollisuudet	8
3	Yleiset tietomallivaatimukset (YTV2012)	10
3.1	Yleiset mallitekniset vaatimukset	11
3.2	Tietomallipohjainen määrälaskenta	13
3.3	Hyödyntäminen rakentamisvaiheessa	13
3.4	Laadunvarmistus	14
4	Ohjelmistot	16
4.1	Tekla	16
4.2	Solibri	17
5	Tutkimuksen toteutus ja havaintojen tarkastelu	19
5.1	Referenssikohde	19
5.2	Haastattelut	22
5.2.1	Senaatti-kiinteistöjen rakennuttajapäällikkö	22
5.2.2	Tietomallikoordinaattori	24
5.3	Tietomallien käyttö Mijorakilla	25
6	Johtopäätökset	27
7	Yhteenveto	28
	Lähteet	30

Lyhenteet

BIM	Building Information Model. Rakennuksen tietomalli. Digitaalinen todellisuutta vastaava virtuaalimalli.
IFC	Industry Foundation Classes. Tietomalliohjelmistojen avoin yhteinen tiedonsiirtomuoto ja tietomallien standardoitu kuvaustapa.
YTV2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Ohjeellinen julkaisusarja tietomallien parissa työskenteleville.
2D	2-ulotteinen kuvaus. 2D-piirustuksella tarkoitetaan perinteisin menetelmin kuvattua piirustusta kohteesta.
3D	3-ulotteinen geometria. 3D-mallissa ei ole vaateita älykkäälle tiedonsiirrolle.
4D	3D + aikaulottuvuus.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on tutkia rakennuksen tietomallien hyödyntämis- ja käyttömahdollisuuksia rakennusurakoinnissa sekä määrälaskennassa. Työn toimeksiantaja on rakennusliike Mijorak Oy, joka on keskisuuri toimija korjaus- ja uudisrakentamisen sektoreilla pääkaupunkiseudun alueella. Yrityksen kiinnostus tietomallitoimintaan ja sen luomiin mahdollisuuksiin on herännyt viime vuosina rakennusalan digitalisaation kehittyessä entisestään.

Työn tavoitteena on tehdä kattava selvitys tietomallien hyödyntämismahdollisuuksista, käytön haasteista ja vaatimuksista sekä tulevaisuudennäkymistä osana yrityksen erilaisia rakennushankkeita. Selvityksen tuloksia on tarkoitus hyödyntää apuna tulevissa tietomallipohjaisissa projekteissa sekä uusien toimintamallien kehityksessä. Tutkimusmenetelminä työssä käytetään kirjallisuusselvitysten lisäksi referenssiaineiston tarkastelua tietomallien katseluohjelmalla sekä asiantuntijahaastatteluja.

Työssä tutustutaan tietomallien yleisimpiin käyttömahdollisuuksiin, alan kirjallisuuteen ja ajankohtaisiin verkkojulkaisuihin sekä Yleisiin tietomallivaatimukseen (YTV2012). Referenssietomallista arvioidaan sen vaatimustenmukaisuutta ja informaatioisisältöä sekä tutkitaan kohdetta tietomallien katseluohjelmalla. Lisäksi työssä tutustutaan muihin potentiaalisiin ohjelmistoihin, ja pyritään havainnollistamaan niiden tärkeimpiä ominaisuuksia. Asiantuntijahaastatteluilla kartoitetaan tietomallitoiminnan lähtökohtia käytännön tasolla sekä tietomallien hyödyntämislaajuutta ja yleisessä tiedossa olevia haasteita.

Havaintoja tarkastellessa kiinnitetään huomiota erityisesti tietomallitoiminnan luomiin vaatimuksiin sekä käytössä havaittuihin hyötyihin ja haasteisiin verrattuna perinteisiin menetelmiin. Tutkimusmenetelmistä koottujen havaintojen perusteella arvioidaan tietomallien hyödyntämiskelpoisuutta tilaajayrityksen eri toiminnoissa, kuten rakennusprojektien toteutuksessa ja määrälaskennassa. Johtopäätöksissä annetaan toimenpide-ehdotuksia tietomallien käyttökohteiksi ja toiminnan kehittämiseen tilaajayrityksessä.

2 Rakennuksen tietomalli (BIM)

BIM (Building Information Model) tarkoittaa rakennuksen tietomallia, joka on kolmiulotteinen todellisuutta vastaava virtuaalimalli. Tietomalleilla pyritään kuvaamaan rakennuksen aineellisia ja toiminnallisia ominaisuuksia sekä niiden välisiä yhteyksiä. Tietomallien sisältämät oliot ja objektit mahdollistavat informaation sujuvan liikkumisen osapuolien välillä. [1, s. 13.] Oliot ovat tietoa ja muuttujia sisältäviä abstraktioita tai ilmiöitä, jotka luovat toiminnallisuutta malliin [2]. Oliot ja objektit kuvaavat tässä tapauksessa tietomalliin luotuja osakokonaisuuksia ja rakennusosia, joilla on jokin tietty informaatioisisältö ja mahdollisesti käyttäytymismalli. Eroa termien varsinaisten merkitysten välillä voidaan pitää kuitenkin tulkinnanvaraisena, sillä molempia käytetään paljon samoissa asiayhteyksissä [3].

Tietomallit antavat katselijalleen perinteisiä tasopiirustuksia ja selostuksia havainnollisavamman esityksen rakennuskohteesta. Tärkeimpänä ominaisuutena voidaan pitää kuitenkin mallien informatiivista tietosisältöä. Jokainen malliin luotu objekti sisältää tyyppitettyä tietoa tarkastellusta rakennusosasta. Tyyppitiedot voivat olla esimerkiksi objektin geometriaan, dimensioihin, materiaaleihin, kuormituskestävyyteen tai objektin sen hetkiin tilaan liittyviä määrityksiä. [4.]

Rakennuksen tietomallit sekä niiden sisältämä informaatio mahdollistavat lisäksi paljon muita toimintoja. Tietomallien avulla voidaan muun muassa testata erilaisten rakenneratkaisujen toimivuutta, vertailla kustannuksia, tehdä energia-, ympäristö- ja elinkaari-analyysyjä, sekä seurata suunnittelua, toteutumista ja rakennuksen ylläpitoa. Mallinnuksia varten tulee aina asettaa projektikohtaiset painopistealueet ja tavoitteet. [5, s. 5.]

Tietomallien informaatioisisällön on tarkoitus kattaa koko rakennuksen elinkaaren aikaiset toimenpiteet; aina lähtötilanteen mallinnuksesta hankkeen tarjouslaskenta- ja toteutusvaiheeseen, kiinteistönhallintaan sekä ylläpitoon. Malleja voidaankin käyttää monin tavoin kaikissa edellä mainituissa vaiheissa, riippuen mallinnukselle asetetuista vaatimuksista ja tavoitteista. [5, s. 5–6.] Mallien tehokas hyödyntäminen vaatii kuitenkin hankkeosapuolilta uudenlaisia taitoja ja osaamista [6].

2.1 Käyttökohteet ja hyödyntäminen

Tietomallinnus ja mallien käyttäminen on nykypäivänä jo yleistynyt toimintatapa useissa rakennus- ja infrahankkeissa. Etenkin aluekehityksessä ja sen hankkeissa talonrakennuksen ja infran mallit ovat olleet jo yhteiskäytössä laajalti. Mallintamista hyödynnetään entistä useammin myös korjausrakennushankkeissa [6]. Rakennustietosäätöön ja Suomen BuildingSMARTin vuonna 2013 toteuttamassa kyselyssä tietomallintamista käytti työssään 65 prosenttia kyselyyn vastanneista ja 92 prosenttia uskoi silloin käyttävänsä sitä viiden vuoden päästä eli vuonna 2018. Kyselyyn vastanneet toimivat tasaisesti eri kokoisissa yrityksissä pääasiassa Suomessa, neljä EU:ssa ja yksi sen ulkopuolella. Suurimman ammattiryhmän muodostivat arkkitehdit, toiseksi yleisin vastaajien ammatti oli rakennusinsinööri, ja pienimmän prosenttiosuuden muodostivat muut insinöörit. [7.] Useissa organisaatioissa tietomallien käyttäminen on kuitenkin edelleen hyvin vaihtelevaa muun muassa ohjeistuksien ja mallinuksissa olevien puutteellisuuksien vuoksi. [8, s. 55–67.]

Onnistuneita pilottihankkeita on kuitenkin jo tehty eri toimijoiden puolesta täysin tietomallien pohjalta. Esimerkiksi Järvenpään kaupungin uusi sosiaali- ja terveyskeskus (JUST) toteutettiin alusta loppuun tietomallien avulla. Kyseisessä projektissa asetettiin suuret tavoitteet mallinuksille, ja toteutumista auditointiin hankkeen kuluessa. Projektissa käytettiin monia eri ohjelmistotyökaluja tietomallien tehokkaaseen hyödyntämiseen, ja samalla kehitettiin uudenlaista yhteistoimintamallia. Asiantuntijat hyödynsivätkin kaikkia saatavilla olleita tietoja jokaisessa hankevaiheessa niin suunnitteluun, tuotannonohjaukseen, työturvallisuuteen ja määräyksiin, kuin simulointeihin ja kustannuksien hallintaan liittyvissä asioissa. [9.]

Yleisten tietomallivaatimusten (YTV2012) 1. osan mukaan tietomallitoiminnan tavoitteiksi hankkeissa voidaan asettaa esimerkiksi seuraavia toimia: päätöksentekoprosessien tukeminen, osapuolien sitouttaminen hankkeen tavoitteisiin, suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen, suunnitelmien yhteensovittamisen ja suunnittelun auttaminen, rakennusprosessin ja lopputuloksen laadun parantaminen, rakennusaikaisten prosessien tehostaminen, turvallisuuden parantaminen rakentamisen aikana ja koko elinkaarella, analyysien tekeminen tai tietojen siirto käytönaikaiseen tiedonhallintaan ja ylläpitoon [5, s. 5]. Seuraavissa alaluvuissa tutustutaan tarkemmin tietomallitoiminnan hyödyntämis- ja käyttökohteisiin.

2.1.1 Tiedonkulku ja kommunikointi

Verrattuna perinteisiin menetelmiin oleellisena etuna tietomallipohjaisessa hankkeessa voidaan pitää tiedonkulun helpottumista osapuolien välillä. Tietomallit mahdollistavat joustavan tiedon jakamisen ja toimivatkin siten kommunikaatiovälineinä suunnittelijoiden, tilaajan, hankkeen johdon ja työmaan kesken [10, s. 5]. Tietomallitoimintaa rinnastetaan usein myös erilaisiin yhteistoimintamalleihin sekä hyödynnetään niiden kehittämisessä [9].

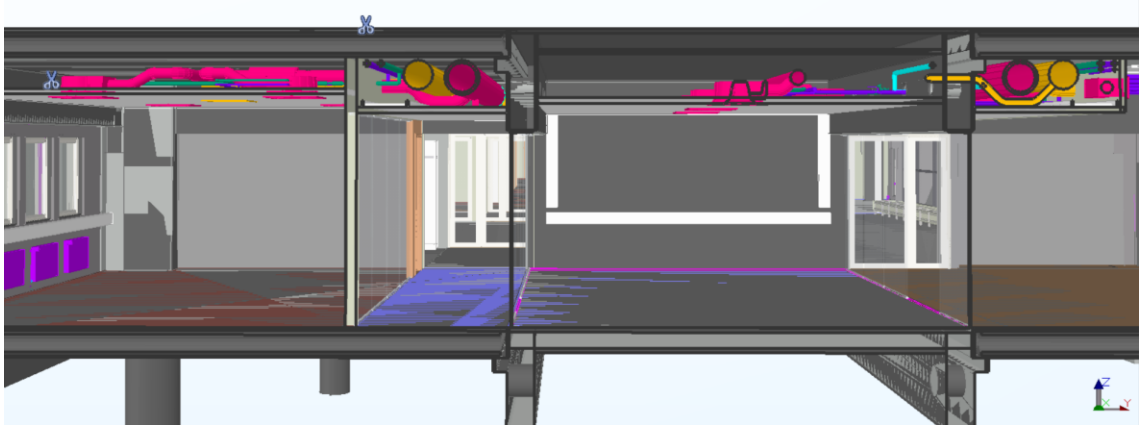
Oliopohjaiset mallinnusohjelmat mahdollistavat perinteisiä suunnitteluratkaisuja paremmat tiedonsiirto-ominaisuudet, ja siten yhteistyö eri suunnittelualojen ja muiden osapuolien välillä muuttuu siis entistä avoimemmaksi. Sen ansiosta myös ristiriitaisuudet ja fyysisen dokumentaation määrä vähenevät merkittävästi. Käytännössä suunnitteluprosessi kulkee siten, että eri suunnittelualojen suunnittelijat muokkaavat tietyn alustan tai ohjelman mukaisia natiiviversioita, jotka muutetaan yhteiseen IFC-tiedonsiirtomuotoon ja joista luodaan tarvittaessa yhdistelmämalli. IFC (Industry Foundation Classes) -termillä tarkoitetaan neutraalia ja ohjelmistoriippumatonta tiedonsiirtomuotoa, joka on standardoitu rakennusosapohjaisen tiedonsiirron formaatti [11, s. 1].

Informaatio siirtyy nykyään nopeasti erilaisten pilvipalveluiden ja projektipankkien avustuksella, jotka mahdollistavat myös tietomallien tehokkaan jakamisen. Suunnitelmia voidaan täydentää toteutuksen aikana sekä korjata mallissa havaittuja puutteita nopeasti, jolloin muutokset näkyvät osapuolilla välittömästi päivityksien jälkeen. Osapuolien on mahdollista myös lisätä kommentteja tai muutosehdotuksia suoraan tietomalleihin siihen tarkoitetuilla ohjelmistotyökaluilla. Lisäksi suunnitelmien tarkistaminen ja yhteensovittaminen on helpompaa, ja esimerkiksi liittymien, risteymäkohtien sekä detaljien suunnittelu on entistä läpinäkyvämpää. [1, s. 57.]

2.1.2 Havainnollistaminen

Tietomalleja käytetään laajalti tällä hetkellä rakennuskohteiden havainnollistamiseen osapuolien yhdessä sovitussa laajuudessa. Vaadittu havainnollistamisen laajuus ja tietosisältö määritellään aina projektikohtaisesti. Yleisten tietomallivaatimusten (YTV2012) 8. osan mukaan tietomallien havainnointimuodot voidaan jakaa kahteen eri osakokonaisuuteen: tekninen havainnollistaminen ja visualisointi. [10, s. 5.]

Teknisellä havainnollistamisella tarkoitetaan suunnitelmien teknistä esitysmuotoa (kuva 1), jonka tietosisältö toimii usein viitteellisenä aineistona sekä kommunikaatiovälineenä hankeosapuolien välillä. Esitystekniset vaatimukset eivät ole yhtä korkealla kuin visuaalisella havainnemateriaalilla, ja esimerkiksi järjestelmät, eri materiaalit ja rakennusosat ovat kuvattuina värein todellisten materiaalien sijasta [10, s. 5].



Kuva 1. Yhdistelmä tietomallin leikkauksella voidaan havainnollistaa esimerkiksi talotekniikan järjestelmien sijaintia suhteessa ympäröiviin rakenteisiin [12].

Tietomallin visualisointi mahdollistaa korkean tarkkuuden sekä laatutason. Visualisointiohjelmilla (kuva 2) voidaan määrittää malliin esimerkiksi valaistuksia, materiaaleja, sävytyksiä ja muita eri ympäristötekijöitä. Visualisoitu malli auttaa hahmottamaan todellisen lopputuloksen jopa lähes valokuvien tasoisesti, ja sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi materiaalivalintojen vertailuun tai markkinointitarkoituksiin. [10, s. 9.]



Kuva 2. Visualisointimallin avulla voidaan havainnollistaa esimerkiksi materiaali- ja sisustusratkaisuja [13].

Tekninen ja visuaalinen havainnollistaminen tukevat yleisesti suunnittelijoiden ja projektinjohdon työtä sekä parantavat kommunikaatiota kaikkien eri osapuolien välillä. Havainnollistamisella voidaankin optimoida suunnitelmien laatua, helpottaa ratkaisuvaihtoehtojen vertailua, lisätä osapuolten vuorovaikutusta keskenään sekä tukea kiinteistökehitystä ja markkinointiprosesseja. [10, s. 5.]

2.1.3 Tietomallipohjainen määrälaskenta

Tietomalleja voidaan hyödyntää määrä- ja kustannuslaskennassa ja joissain tapauksissa jopa korvata kokonaan manuaalinen laskenta tietomallipohjaisella menetelmällä. Tietomallipohjainen määrälaskenta kuitenkin poikkeaa huomattavasti perinteisestä laskentatavasta. Määrätietoja saadaan tuotettua suoraan eri suunnittelualojen natiivimalleista, IFC- tai yhdistelmämallista siihen soveltuvilla ohjelmistotyökaluilla. [1, s. 61.]

Tietomallipohjaisella laskennalla voidaan välttää inhimillisiä virheitä sekä säästää arvokasta aikaa monissa hankevaiheissa. Käytännössä se ei ole kuitenkaan mutkatonta, sillä malleissa on usein puutteita ja virheitä. Edelleen laskennan tueksi tarvitaan malleihin perustuvat piirustusdokumentit ja selostukset, sillä puutteellisesti mallinnetut tietomallit eivät sisällä kaikkea tarvittavaa määrätietoa. Mallin sisältämän määrätiedon hyödyntämismahdollisuudet riippuvatkin siis täysin hankkeen osapuolten osaamisesta, mallinnuksien tarkkuustasoista sekä käytössä olevista ohjelmistotyökaluista. [1, s. 62.] Edellytyksiä ja vaatimuksia tietomallipohjaiselle määrälaskennalle on kuvattu luvussa 3.2.

Tietomallien hyödyntämiselle määrien- ja kustannuksien laskennassa on olemassa monia eri mahdollisuuksia ja toimintamalleja. Kannattava tapa on esimerkiksi käyttää tietomallien käsittelyohjelman kanssa yhteensopivaa kustannuslaskentaohjelmistoa, johon on valmiiksi luotu tuotereseptit, suoritteet sekä panokset. Käytännössä laskentaprosessi kulkee silloin siten, että ensin IFC-muotoisesta mallista puretaan rakennusosamäärät käytössä olevalla ohjelmistolla, josta ne siirretään suoraan kustannuslaskentaohjelmaan. Kustannuslaskentaohjelmassa olevien tuotekirjastojen päivittäminen ja kehittäminen on tärkeää laadukkaan määrä- ja kustannustiedon aikaansaamiseksi. [1, s. 63.]

Tietomalleja voidaan hyödyntää myös esimerkiksi rakennusaikaisien kustannuksien ja materiaalivirtojen hallinnassa. Yleensä määrät on laskettu jo urakkalaskentavaiheessa, joten määrätietojen oikeellisuus on helppo tarkistaa mallista ennen materiaalien tilausta.

Päällekkäisiä työvaiheita voidaan näin siis välttää. Hyvästä mallista voidaan lisäksi ottaa tarkasteluun eri osakohteita, joiden perusteella tilataan ainoastaan siihen osaan pian tarvittavat materiaalit. [1, s. 62.] Näin voidaan lyhentää varastointiaikoja, säästää tilaa sekä hillitä materiaalihukan syntymistä, ja parantaa samalla työmaan tehokkuutta sekä optimoida resurssien käyttöä.

2.1.4 Hyödyntäminen rakennusvaiheessa

Tietomallipohjaista suunnittelua pidetään huomattavasti tarkempaa kuin 2D-suunnittelua, ja siten myös niistä tuotettujen suunnitelmien laatua ja tietosisältöä voidaan pitää aiempaa parempana. Selkeät ja johdonmukaiset suunnitelmat taas helpottavat edelleen esimerkiksi työmaalla ongelmatilanteiden ratkaisemisessa ja muutosten hallinnassa. [1, s. 57.] Useimmiten urakoitsijat hyödyntävät tietomalleja rakennustuotannon organisointiin eli esimerkiksi työnohjaukseen, havainnollistamiseen ja työmaan hankintojen suunnitteluun. [14, s. 10.] Yhä useammin urakoitsijat käyttävät malleja myös laajemmissa määrin. Tietomalliin voidaan luoda esimerkiksi rakentamisaikataulu, toteumatilannetietoja sekä työmaan alue- ja työturvallisuussuunnitelma.

Rakentamisaikataulun esittämisellä tietomallissa on tarkoitus täydentää varsinaista aikataulua ja auttaa ohjaamaan esimerkiksi täydentävän suunnittelun järjestystä. Tietomalliin voidaan kirjata tietoa projektin aikataulun kannalta kriittisistä asennuksista tai rakennusosakokonaisuuksista. Myös rakentamisen toteumatilanne voidaan esittää tietomallin avulla. Havainnollistaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi 4D-tietomallista tuotettuna, jolloin rakennusosat tai osakokonaisuudet esitetään usein eri värein, jotka esittävät tiettyjä ajanjaksoja, esimerkiksi päiviä, viikkoja tai kuukausia. [14, s. 10–13.] 4D-tietomallilla tarkoitetaan 3D-mallia, jonka rakennusosa- ja tilaolioihin on linkitetty lisäksi aikaulottuvuus [15, s. 10].

Aluesuunnitelman esittäminen tietomallissa auttaa hahmottamaan työmaa-aluetta sekä sen mahdollisia riskitekijöitä. Esimerkiksi nosturin ulottuvuus ja muut vaara-alueet havainnollistuvat paremmin tietomallista kuin 2D-suunnitelmasta. Myös esimerkiksi puotoamissuojaukset, turvakaiteet, aukkosuojat, turvaverkot ja valjaiden kiinnityspisteet voidaan mallintaa. Turvallisuussuunnitelmien esittäminen kolmiulotteisesti tukee yleisesti turvallisuuteen liittyvää kommunikointia ja helpottaa tiedon ymmärtämistä. [14, s. 13–17.]

2.2 Käytössä havaitut haasteet

Haasteita tietomallitoiminnalle asettavat esimerkiksi puutteet malleissa ja käyttäjien tietomalliosaamisessa sekä selkeiden organisaatio- ja osastokohtaisten ohjeistuksien puuttuminen [8, s. 62–66]. Tietomalleja ei vielä päästä hyödyntämään tehokkaimmilla mahdollisilla tavoilla rakennuksen elinkaaren kaikissa vaiheissa, kuten olisi tarkoitus. Etenkin käytönaikaista hyödyntämistä vaikeuttaa mallien suuri ja vaikeastikin hallittava tietosisältö. Yhteistyötä osapuolien välillä, yhteisiä käytäntöjä sekä tietoteknisiä ratkaisuja olisi kehitettävä edelleen. [15.]

Lisäksi mallinnus itsessään voi olla puutteellista tai sisältää virheitä. Tietomalleista ei siinä tapauksessa saada esimerkiksi kattavia määräosaluetteloita tai niiden oikeellisuuden ei voida luottaa. Puutteellinen mallinnus johtuu useimmiten suunnittelun ja mallintamisen ohjauksesta. Suunnittelijoita tulisi ohjeistaa luomaan sellaista tietosisältöä malleihin, jota tarvitaan ja halutaan käyttää jatkossa. [1, s. 62–63.]

Tietomalleilla ei ole virallisesti teknisen asiakirjan asemaa. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE 1998) eivät tunnista tietomallia lainkaan tekniseksi asiakirjaksi. Tästä johtuen muut dokumentit ja sopimuspiirustukset menevät usein pätevyysjärjestyksessä mallien edelle. Tietomallien informaationsisältöä voidaan tällöin siis pitää toissijaisena aineistona. [16; 1, s. 58.] Jos tietomalli kuitenkin määritetään urakkasopimusasiakirjaksi, se tulee jäädyttää sopimushetkellä ja säilyttää muiden asiakirjojen tapaan. Tietomalli on sopiva urakkalaskenta-asiakirja ainoastaan, jos siitä voidaan laskea samat asiat kuin tasopiirustuksista. Työn tilaaja voi myös sitoutua tietomallien sisältämään määrätietoon ja luovuttaa urakkalaskentaan malleista saadut massaluettelot. [1, s. 58-59.]

2.3 Tietomallitoiminnan kehityksen luomat mahdollisuudet

Rakennusalalla on käynnissä digitalisaation murros, jossa uusia toimintamalleja sekä tietomallien tarkkuutta pyritään kehittämään jatkuvasti. On olemassa jo paljon erilaisia ohjelmistotyökaluja ja pilvipalveluita, jotka mahdollistavat tietomallien käytön joustavasti ja avoimesti kaikkien hankeosapuolien kesken. Alalle halutaankin luoda lisää luotettavuutta ja läpinäkyvyyttä uusien toiminnallisten menetelmien ja digitaalisten työkalujen avulla. Tulevaisuudessa esimerkiksi tekoäly ja virtuaali- sekä lisätty todellisuus kehittyvät

edelleen, ja tuovat lisää uudenlaisia työkaluja rakentamisen tehokkuuden parantamiseksi. [17.]

Virtuaalitodellisuus

Tällä hetkellä tietomalleja voi jo tarkastella esimerkiksi Microsoftin HoloLens -lisätyn todellisuuden virtuaalilaseilla yhdessä Trimble Connect -pilvipalvelun kanssa. Kyseisten työkalujen avulla malli voidaan asettaa hologramminomaisesti mille tahansa pinnalle. Malleja voidaan siten esimerkiksi tuoda suoraan työmaalla valmiin työn päälle ja vertailla siten suunnitelmaa todelliseen kohteeseen. Tietomalleihin on mahdollista liittää myös esimerkiksi työohjeita, jotka voitaisiin virtuaalilasien avulla tuoda suoraan työntekijän näkökenttään. Kiinteistönhallinnassa ja ylläpidossa virtuaalilaseja voitaisiin hyödyntää esimerkiksi talotekniikan hahmottamisessa ja suunnitella ylläpitomallien avulla tarvittavia toimenpiteitä purkamatta turhaan rakenteita. [18.]

Käytönaikainen ylläpito

Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2016 julkaistussa raportissa [15] on selvitetty, kuinka tietomalleja voidaan hyödyntää rakennusten käytönaikaisessa ylläpidossa. Ylläpitomalleihin on tarkoitus siirtää kaikki käytönaikaiset huoltotoimenpiteet, korjaus- ja kunnossapitotöiden toteumatiedot. Ylläpitomalli on siis kaikkien toteumamallien yhdistelmämalli, joka sisältää lisäksi käyttöä ja kunnossapitoa vaativat rakenteet ja laitteet. Sen tietosisältö on pääasiassa passiivista, ja sitä voidaan käyttää esimerkiksi järjestelmien ja tilojen paikantamiseen tai piilossa olevien rakenteiden havainnollistamiseen. [15, s. 19.]

Rakennuksesta on mahdollista luoda myös olosuhdemalli, joka sisältää ajantasaista mitaustietoa rakennuksessa vallitsevista olosuhteista. Olosuhdemallissa voidaan esittää esimerkiksi seuraavia tietoja [15, s. 22-23]:

- lämpötila ja sisäilman laatu
- rakennuksen painesuhteet
- rakennekosteudet
- valaistuksen käyttötiedot
- energiankulutus
- erilaiset hälytykset

- teknisten järjestelmien käyntitilatiedot
- tilojen käyttöaste
- kokoustilojen varaustilanne.

Rakennuksen muuttuvia suureita voidaan siis käytännössä mitata erilaisilla sensoreilla ja esittää visuaalisesti tietyllä ajanhetkellä, määrättyssä tilassa tai tilaryhmässä. Informaation näkymistä voidaan lisäksi ryhmitellä käyttäjätarpeiden mukaan. Olosuhdemallin luominen kuitenkin edellyttää aktiivisten komponenttien mallinnusta jo suunnitteluvaiheessa ylläpidon tarpeita vastaaviksi. [15, s. 22–23.]

Lisäksi hyvällä informaation hallinnalla voidaan hyödyntää entistä tehokkaammin kaikkia rakennuksen tietomallien ja lisäksi ulkoisten lähteiden, kuten esimerkiksi sääennusteiden, keräämää tietoa. Tekoälyn ja uudenlaisten käyttöliittymien avulla rakennuksessa tapahtuvia olosuhdemuutoksia voitaisiin ennustaa, ja siten ennakoida ongelmaolosuhteita. Yhdessä rakennusautomaation kanssa tekoäly voisi suorittaa esimerkiksi sisäilmaan liittyviä säätöjä kerätyn informaation perusteella. [19.]

Valvonta

Tietomalleja voidaan tulevaisuudessa hyödyntää myös laajemmista määrin viranomaisvalvonnassa. Toistaiseksi mallien käyttö viranomaisyhteyksissä on kuitenkin vielä vähäistä. Rakennusvalvonta voisi esimerkiksi lukea tietomalleista sellaista tietoa, jota muutoin kirjoitettaisiin käsin erilaisiin lomakkeisiin. Lisäksi malleista voitaisiin tutkia, täyttyvätkö esteettömyysvaatimukset tai palo- ja poistumisreiteille asetetut vaatimukset. Visuaalisella tarkastelulla voitaisiin havainnollistaa myös rakennuksen ja ympäristön suhdetta ja arvioida siten lupakohteen sopivuutta kaupungin ympäristöön. [20, s. 7.]

3 Yleiset tietomallivaatimukset (YTV2012)

Tietomallipohjaisten hankkeiden eri vaiheille sekä tietomallien käytölle ja suunnittelulle on olemassa yhteisiä pelisääntöjä ja ohjeistuksia. BuildingSmart Finland yhdessä monien kiinteistönomistajien, rakennusalan ammattilaisten ja ohjelmistotalojen kanssa ovat laatineet 14-osaisen julkaisusarjan Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012), joita

kaikkien tietomallien parissa työskentelevien tulisi osata noudattaa ja soveltaa. Tässä luvussa nostetaan esille julkaisusarjan avainkohdat tilaajayrityksen näkökulmasta.

Yleisten tietomallivaatimusten (YTV2012) mukaan kaikkien tietomallihankkeiden osapuolien olisi tutustuttava oman alansa vaatimusten lisäksi ainakin yleiseen osuuteen (osa 1) sekä laadunvarmistamisen periaatteisiin (osa 6). Lisäksi projektia tai projektin tiedonhallintaa johtavan henkilön olisi hallittava tietomallintamisen periaatteet kokonaisuutena. Rakennusurakoitsijoita koskevat lisäksi osat 7 ja 13, ja tilaajan roolissa tulisi myös perehtyä osaan 11. [5, s. 5; 1, s. 34.]

3.1 Yleiset mallitekniset vaatimukset

Julkisissa hankkeissa kaikkia vähintään IFC 2x3 -sertifioituja mallinnusohjelmia on sallittua käyttää, mutta hankekohtaisesti voidaan asettaa lisävaatimuksia käytettävälle IFC-versiolle, erityisominaisuuksille tai ohjelmistoille. Malleista luovutetaan IFC-version lisäksi mallinnukseen käytetyn ohjelmiston formaatissa oleva natiiviversio. [5, s. 6.]

Tontin malli, inventointi-, alustava rakennusosa-, rakennusosa-, rakenne- ja järjestelmämallit on tarkoitus mallintaa mahdollisimman tarkasti. Mallinnuksien tarkkuudessa pitää kuitenkin kiinnittää huomiota tarkoituksenmukaisuuteen. Absoluuttinen mittatarkkuus voi joissain tapauksissa tehdä malleista jopa vaikeasti käytettäviä, vaikka useimmiten, mitä tarkempi alkuperäinen malli on, sitä helpompaa on jatkaa työstämistä sen pohjalta. [5, s.8.]

Mallinnuksessa tulee käyttää ohjelmistojen mallikomponentteja sekä työkaluja oikeisiin käyttötarkoituksiinsa. Esimerkiksi seinät mallinnetaan seinätyökaluilla, laatat laattatyökaluilla-, ja rakennusosat, joilla ei ole omaa työkalua, mallinnetaan soveltaen, ja käytetty mallinnustapa kirjataan tietomalliselosteeseen. Lisäksi yleisvaatimus on, että kaikki suunnittelualat mallintavat rakennukset kerroksittain, ja jokainen erillinen rakennus luovutetaan omana mallinaan. Tarvittaessa voidaan tehdä muitakin lohkojaotteluita. [5, s. 8–9.]

Arkkitehtimalli on keskeisessä roolissa tietomallipohjaisissa projekteissa, sillä se toimii pohjana muille malleille sekä monille analyyseille ja simuloinneille. Arkkitehti määrittelee

projektikoordinaatiston ja sen origon lähelle rakennuskohdetta. Koko rakennusalueen on oltava positiivisessa koordinaatistossa, ja mallintaessa tulee käyttää aina rakennusosakohtaisia ohjelmistotyökaluja. Mallintamisessa ei edellytetä minkään nimikkeistön käyttöä, mutta hyvä toimintatapa on käyttää vakiintunutta Talo 2000 -nimikkeistöä. Rakennetyyppien määrittelyssä vastuu jakautuu rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin kesken. [21, s. 5–7.]

Tarkkuustaso

Tietomallintamisen tarkkuustaso määritellään hankkeen osapuolien kesken, ja se riippuu oleellisesti mallin tulevasta käyttötarkoituksesta. Yleisten tietomallivaatimusten (YTV2012) 3. osan mukaan mallinnuksen tarkkuusvaatimukset voidaan pääosin jaotella kolmeen seuraavaan tasoon [21, s. 7]:

Käyttötarkoitus on suunnittelijoiden välinen kommunikaatio ja suunnitelmien yhteensovittaminen; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennusosat on nimetty kuvaavasti.

Käyttötarkoituksina ovat hanke- ja luonnosvaiheissa energia-analyysit, rakentamisen valmisteluvaiheessa rakennusosapohjainen määrälaskenta; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennetyyppi määritelty ja oikean nimen ja tuoteosat mallinnettu niin, että kappalemäärät ja muu oleellinen määrätieto saadaan tuotetyypeittäin mallista.

Käyttötarkoituksina ovat työmaan aikataulus ja hankinnat; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, hankintaa varten oleelliset tiedot ovat attribuutti- tms. kenttinä rakennusosissa ja ne voidaan listata (esim. ikkuna: tyyppi, aukkomitat, ääneneristysvaatimukset jne.)

Esimerkiksi määräosaluetteloiden tuottamista varten tulee mallin olla mallinnettu sitä vastaavalle tarkkuustasolle.

Tietomalliselostus

Kukin suunnitteluala tekee ja ylläpitää tietomalliselostetta omasta työstään. Siitä selviää tarkoitus mallin julkaisulle sekä sen tarkkuustaso. Tietomalliselostukseen merkitään myös käytetty ohjelmisto, alkuperäisen mallin mahdolliset versiot käyttötarkoituksineen, mallin sisältö ja poikkeamat Yleisistä tietomallivaatimuksista. Selosteeseen kirjataan myös käytettyjen rakennetyyppien nimeämiskäytännöt. [5, s. 9; 21, s. 8.]

3.2 Tietomallipohjainen määrälaskenta

Tietomallien sisältämää määrätietoa hyödynnetään määrälaskennassa niin havainnollistavana materiaalina, kuin myös suoraan määrätietojen tuottamiseen. Tietomallipohjainen määrälaskenta kuitenkin edellyttää laskijaltaan täysin uudenlaisia taitoja ja osaamista. Rutiininomainen työskentely vähenee ja vaatimukset ammattitaidolle kasvavat. 2D-piirustusten sijaan määrälaskijan on osattava tulkita yhdistelmämallia, sekä tehdä tietokoneavusteista mittaamista 3D-mallista. [22, s. 5.] Ohjelmistojen ja työkalujen sujuva käyttäminen vaatiikin laskijalta aiempaa enemmän perehtymistä ja kouluttautumista.

Malleista saatavien määrätietojen laatu on suoraan riippuvainen niiden johdonmukaisuudesta ja tarkkuustasosta. Rakennus- ja tekniikkaosat tulisi mallintaa projektikohtaisten vaatimusten ja YTV2012:n mukaisesti hyvän määrätiedon aikaansaamiseksi. Ideaalitalanteessa myös kaikkien suunnittelualojen mallit olisi mallinnettu samalle tarkkuustasolle. [22, s. 6.]

Mallinnustapa ja tarkkuustaso tulee olla dokumentoituna tietomalliselostukseen, minkä tarkoituksena on täydentää mallia ja tukea laskijaa sen tulkitsemisessa. Määrälaskennan kannalta on myös erityisen tärkeää, että mallinnuksessa on käytetty tarkoituksenmukaisia työkaluja jokaisen rakennusosan luomiseen. Esimerkiksi kun seinät on mallinnettu seinätyökalulla, niistä saadaan suoraan määrälaskennan tarvitsemat mittatiedot. [22, s. 6.]

3.3 Hyödyntäminen rakentamisvaiheessa

Urakoitsijat voivat hyödyntää tietomalleja valmistelu- ja rakentamisvaiheessa esimerkiksi kohteeseen ja sen suunnitelmiin tutustumiseen, määrien laskentaan tarjouslaskenta- ja hankintavaiheessa sekä tuotannonsuunnittelussa. Urakoitsijoiden kannalta on tärkeää, että urakka-asiakirjoissa on selkeästi määritelty tietomallien luovuttamista, käyttöoikeuksia sekä urakoitsijaa koskevat rajaukset ja vaatimukset, joissa on todettu myös tietomallien asema ja käytön laajuus sekä osapuolien vastuualueet hankkeessa. Määrittelyt voidaan esittää esimerkiksi urakkaohjelmassa tai urakkaneuvottelupöytäkirjassa. [24, s. 5-6.]

Tietomalleja ylläpidetään rakentamisvaiheessa, ja niiden on oltava yhdenmukaisia muiden suunnitelma-asiakirjojen kanssa. Peruseriaate on, että piirustusten tai muiden suunnitelmien muuttuessa toimitetaan jakeluun myös päivitetty tietomalli. Muutosten sijaintia ja sisältöä voidaan myös visualisoida sekä vertailla tarvittaessa. Urakoitsijan vastuulla on mallinnettujen erillisten tuoteosien yhteensovittaminen hankkeen muun tietomallisuunnittelun kanssa. Urakoitsijalla on myös velvollisuus ilmoittaa kaikista havaitsemistaan virheistä tai puutteista tietomallissa. [24, s. 8-9.]

Lisäksi urakoitsijan tehtävänä on toimittaa rakentamisen toteumatiedot suunnittelijoille, jotka siirtävät ne edelleen toteumamalliin. Urakoitsijaan kohdistuvat toteumatietojen toimittamisvaatimukset tulisi määritellä jo urakkatarjouspyynnössä. Tuoteosakaupassa toimittajat vastaavat omien tuotteidensa toteumamalleista. [24, s. 19.]

3.4 Laadunvarmistus

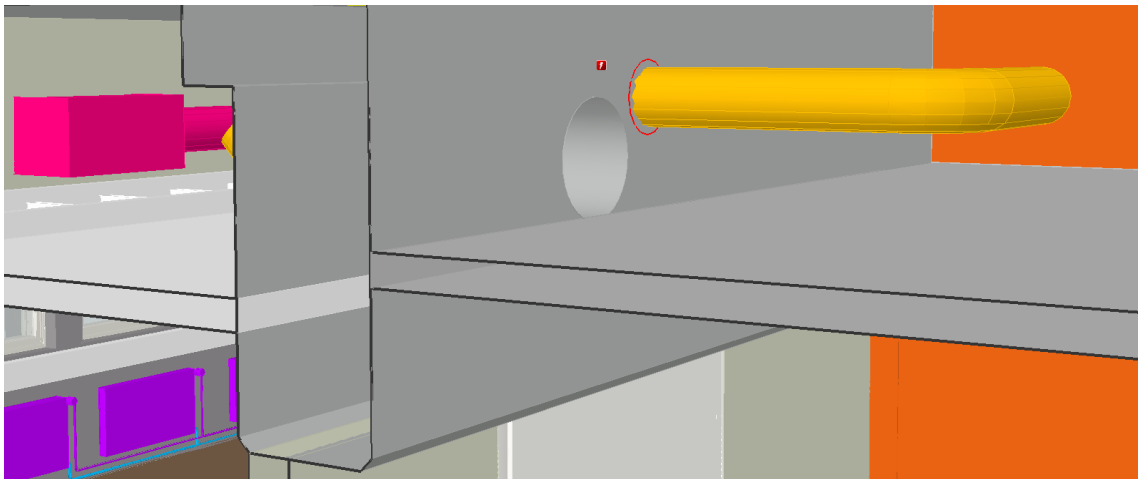
Laadunvarmistuksella on tarkoitus parantaa tietomalleista tuotettavien suunnitelmadokumenttien laatua, sekä varmistaa, että tietomalli on suunnittelualakohtaisten vaatimusten mukainen ja sopiva käyttötarkoitukseensa. Suunnitelmadokumenttien tulisi vastata tilaajan tarpeita, helpottaa rakentamisen aikataulujen ja kustannusten ennustettavuutta, vähentää toteutuksen aikaista muutossuunnittelua ja tuottaa lopulta laadukas rakennus. Tietomallien ja niistä tuotettavien suunnitelmien laadun parantaminen tapahtuukin ennen kaikkea tilaajan ja suunnittelijoiden yhteistyöllä. [23, s. 2-3.]

Tilaajan näkökulmasta laadunvarmistuksella pyritään seuraamaan hankkeen etenemistä ja tietomalleille asetettujen tavoitteiden toteutumista. On tärkeää reagoida mahdollisiin puutteisiin välittömästi, ennen suurempien ongelmien syntymistä. Suunnittelijoiden taas tulisi mieltää tietomallinnus osaksi normaalia suunnitteluprosessia ja siten luoda mahdollisimman laadukkaita, tilaajaa palvelevia tietomalleja. Perinteiseen suunnitteluun verrattuna tietomallipohjaisessa suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota tietosisällön laatuun, jotta sitä voidaan hyödyntää sellaisenaan myöhemmissä vaiheissa. [23, s. 4.]

Laadunvarmistusprosessissa avainroolissa ovatkin suunnittelijat, joiden tulee varmistaa oman suunnittelualansa mallinnusvaatimusten täyttyminen luomansa tietomallin osalta.

Suunnitteluryhmän tehtävänä on sovittaa yhteen suunnittelijoiden tarkastetut tietomallit sekä raportoida muutoksia vaativat kohdat. Tehtävään voidaan nimetä myös erillinen tietomallikoordinaattori. Tilaajan olisi myös kannattavaa tarkastaa tietomallit, sillä huonosta laadusta aiheutuvat ongelmat ja kustannukset päätyvät lopulta tilaajan hoidettaviksi. [23, s. 8–10.]

Tietomallien tarkastamiseen on olemassa muutamia eri menetelmiä. Informaatioisällön oikeellisuutta voidaan verrata esimerkiksi suoraan referenssitietoon, vertailemalla mitattua tietoa tiedettyihin mittatietoihin. Tarkastuksia voidaan suorittaa myös ohjelmallisesti niin sanottujen sääntöjen avulla, joita ovat esimerkiksi törmäys- tai puutetarkastelut (kuva 3), esteettömyyssäännöt ja suunnitelmaversioiden vertailu. Toimivana tarkastusmenetelmänä pidetään myös visuaalista tarkastusta, jossa tietomallissa näkyviä tietoja vertaillaan katsojan omaan käsitykseen ”oikeasta” toteutustavasta. [23, s. 11.]



Kuva 3. Teknisellä havainnemateriaalilla voidaan osoittaa puutteita mallissa, kuten talotekniikan järjestelmien väärää sijaintia suhteessa rakenteissa oleviin aukkoihin [12].

Lisäksi tietomallista voidaan tuottaa erilaisia analyyseja, jotka helpottavat tiedon tulkitsemista. Analyysit auttavat arvioimaan tiedon laatua ja oikeellisuutta sekä hahmottamaan osakokonaisuuksia halutuista näkökulmista. Esimerkiksi laajuuslaskelmasta saadaan käsitys suunnitelmien nykytilasta ja tavoitteiden täyttymisestä. [23, s. 12.]

4 Ohjelmistot

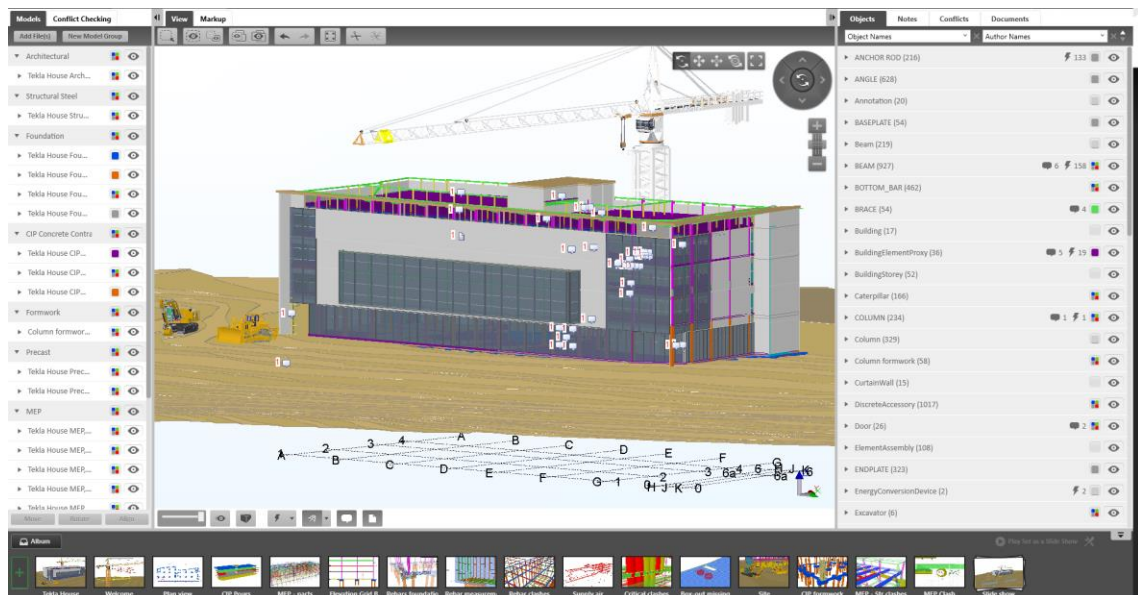
Tietomallien luomiseen, käsittelemiseen sekä tarkasteluun on olemassa monenlaisia ohjelmistoja ja työkaluja. Suunnittelijat käyttävät oman suunnittelualansa ohjelmistoja tietomallien natiiviversioiden luomiseen. Esimerkiksi arkkitehti luo ARK-mallin, rakennesuunnittelija RAK-mallin ja talotekniikkasuunnittelijat LVI-mallit. Mallien alkuperäisversiot muutetaan tavallisesti ohjelmistojen yhteiseen standardoituun IFC-tiedonsiirtomuotoon yhteiskäyttöä ja tiedon jakamista varten. Lisäksi malleista voidaan luoda yhdistelmämal- leja lisäämällä ne samaan koordinaatistoon esimerkiksi törmäys- ja risteymätarkasteluja varten. Tietomallit luovutetaan hankkeen osapuolille mallinnuksessa käytetyn ohjelmis- ton omassa tiedostomuodossa-, eli natiivimuodossa-, sekä IFC -formaatisissa [5, s. 6].

Yhdistelmä- ja IFC-muotoisia malleja päästään tarkastelemaan myös lisenssittömillä kat- seluohjelmilla. Tietomallien tarkasteluun tarkoitettuja ilmaiskatseluohjelmia ovat esimer- kiksi Tekla BIMsight sekä Solibri Model Viewer, joita tarkastellaan lähemmin seuraavissa alaluvuissa. Molemmissa katseluohjelmistoissa on samat perustyökalut ja -ominaisuudet tietomallien tarkastelua varten.

Yhdistelmämalli voidaan jakaa hankkeen osapuolille myös tietomalliohjelman omassa tiedostomuodossa, jolloin se avataan siihen tarkoitetuilla ohjelmistoilla. Esimerkiksi Tek- lalla luotu yhdistelmämalli luo tbp-loppuisen tiedoston, ja Solibrilla smc- tai smv-loppui- sen tiedoston, joita voidaan tarkastella nimensä mukaisilla ohjelmilla.

4.1 Tekla

Tekla BIMsight on ilmaiskatseluohjelma, jolla voidaan tarkastella tbp- ja IFC-muotoisia tiedostoja. Käyttöliittymä on saatavana englanninkielisenä. BIMsightilla voidaan myös yhdistää IFC-malleja, tehdä törmäystarkasteluja sekä viestiä hankkeen osapuolien kanssa kommenttien avulla [25]. Kuvassa 4 on Tekla Demo Projectin yhdistelmämalli Tekla BIMsight -ohjelmiston aloitusnäkyssä.



Kuva 4. Tekla BIMsight -ohjelmiston käyttöympäristö [26]. Vasemmalla näkyvät listattuina kaikki yhdistelmämallin sisältämät mallit ja oikealla rakennusosaobjektit.

Mallissa voidaan esimerkiksi liikkua rakennuksen sisällä ja piha-alueella, kohdentaa tarkastelualueita leikkaustyökaluilla, tarkastella objektien sisältämiä tietoja ja hallita informaation näkymistä suodattimilla. Suodattimet ja niiden avulla rakennusosien ryhmittäminen mahdollistavat rakennusosamäärien suurpiirteisen arvioinnin, mutta suoranaisia määräluetteluita BIMsightilla ei voi luoda [27].

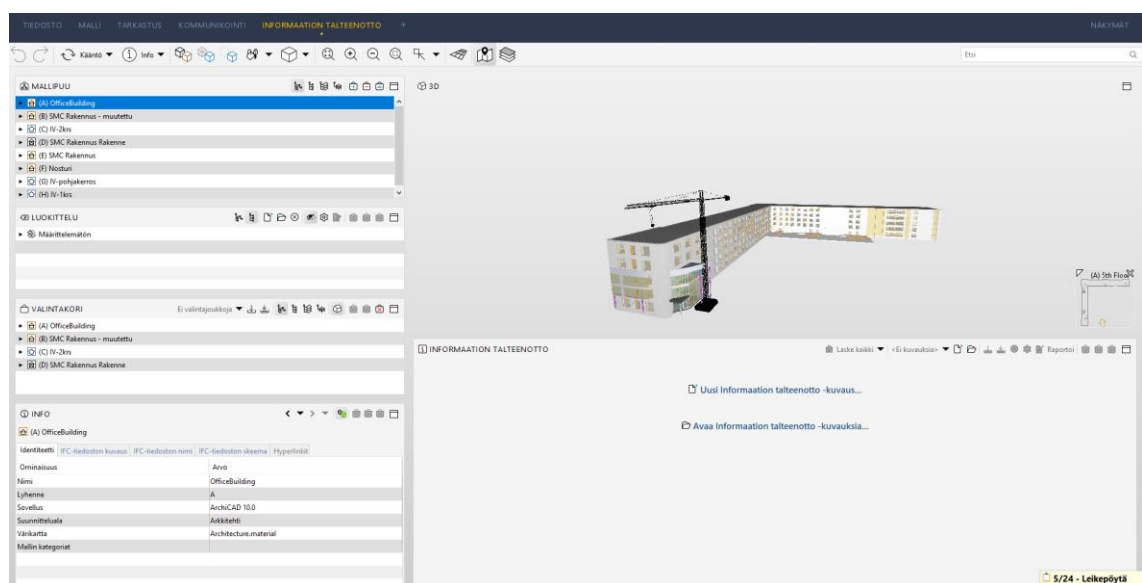
BIMsightissa on siis melko rajatut toiminnot informaation tarkempaan analysointiin. Tekla suosittelee sitä varten lisenssialaista Tekla Structures -ohjelmistoa, jossa on BIMsight:ia laajemmat ominaisuudet. Siinä on mallien luomisen ja yhdistelyn lisäksi työkaluja esimerkiksi projektinhallintaan, määrälaskentaan ja aikataulutukseen. Rakennushankkeen suunnittelua ja toteutusta varten on olemassa myös tietomalleja hyödyntävä Vico Office -projektinhallintaohjelmisto, jossa on esimerkiksi määrä- ja kustannuslaskenta-, aikataulusuunnittelu-, tuotannonohjaus- sekä osapuolten koordinoitutyökaluja. [28.]

4.2 Solibri

Solibrin ilmaisella Model Viewerillä voidaan avata IFC-muotoisia sekä smv- ja smc-tiedostomuodossa olevia malleja. Käyttöliittymä on saatavana muun muassa suomen- ja

englanninkielisenä. Model Viewerissä on Tekla BIMsightin kaltaiset ominaisuudet mallien tarkastelua varten leikkaustyökaluineen ja siirtymisominaisuuksineen.

Solibrilla on myös laajemmat ominaisuudet omaava mallien tarkastus- ja analysointiohjelmisto, Model Checker. Lisenssinalaisessa Model Checkerissä on katseluominaisuuksien lisäksi esimerkiksi YTV2012:n mukaisia mallin tarkastusominaisuuksia, laajemmat informaation talteenottomahdollisuudet sekä mallien yhdistämis- ja visualisointityökaluja. Molempien Solibrin ohjelmistojen käyttöympäristöt ovat kuitenkin samankaltaiset ulkonäöltään ja perusominaisuuksiltaan. [29.] Kuvassa 5 on esitelty Solibri Model Checkerin käyttöympäristöä.



Kuva 5. Solibri Model Checker -ohjelman käyttöympäristö [30]. Vasemmalla yläreunassa näkyvät ohjelmaan tuodut mallit, sen alla valintakori, jolla hallitaan sisällön näkymistä, ja alimpana inforuutu.

Solibri Model Checker onkin ennen kaikkea tietomallien analysointi- ja tarkastusohjelma, joka auttaa tarkastelemaan tietomallin sisältämää informaatiota ohjeiden ja sääntöjen avulla. Mallin analysointia ja tarkastusta varten ohjelma pyytää käyttäjää valitsemaan roolin, joka sisältää todellisuudessa erilaisia sääntökokoelmia ja resursseja. Säännöstöjä voidaan muokata tai lisätä tarpeiden mukaan. [29, s. 11–12.]

Informaation talteenotto-ominaisuutta voidaan hyödyntää esimerkiksi määrien laskennassa. Se sallii käyttäjän kerätä, lajitella ja järjestellä IFC-mallin sisältämää tietoa sekä

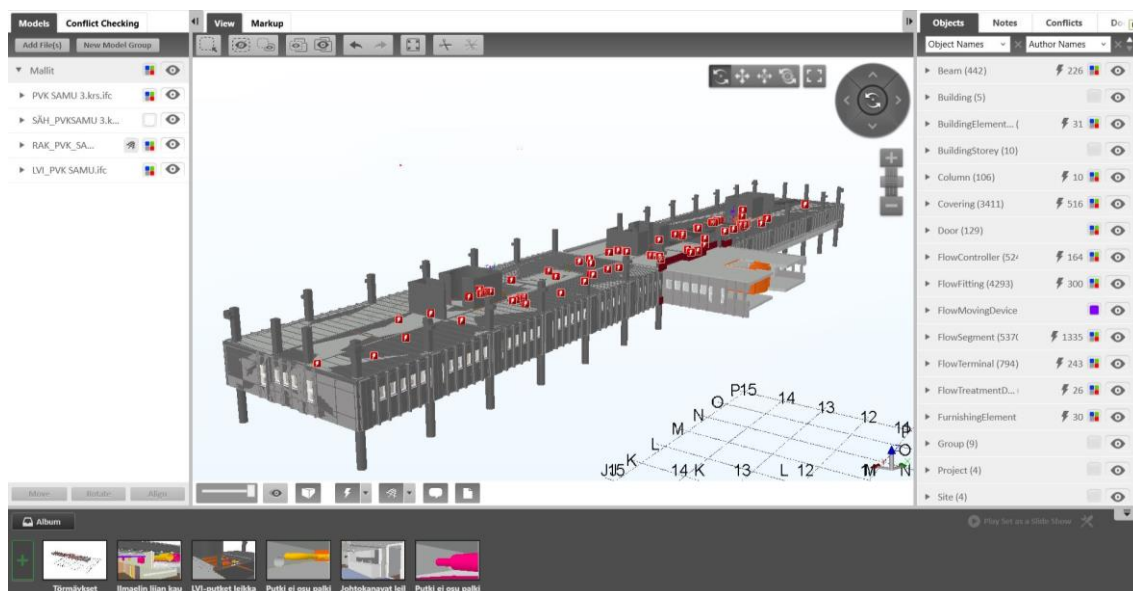
tuottaa niistä raportteja. Saatavat määräluettelot perustuvat Talo 2000 -nimikkeistön mukaan tyypitettyihin rakennusosiin sekä ohjelman tarkastusosiin luotuihin sääntökokoelmiin ja resursseihin. Raportointitapaa voidaan muuttaa tarpeiden mukaan, esimerkiksi Excel-tilukkomuotoiseksi. [29, s. 7.]

5 Tutkimuksen toteutus ja havaintojen tarkastelu

Yhtenä tutkimusmenetelmänä käytettiin referenssikohteen havainnointia ja sen laskenta-aineistoon tutustumista tietomallien katseluohjelmalla. Lisäksi työssä haastateltiin alan asiantuntijoita tietomallitoiminnan nykytilanteen kartoittamiseksi sekä perehdyttiin Mijorakin käytäntöihin ja resursseihin johtopäätösten muodostamiseksi. Havaintojen perusteella arvioitiin tietomallien hyödyntämismahdollisuuksia tilaajayrityksessä.

5.1 Referenssikohte

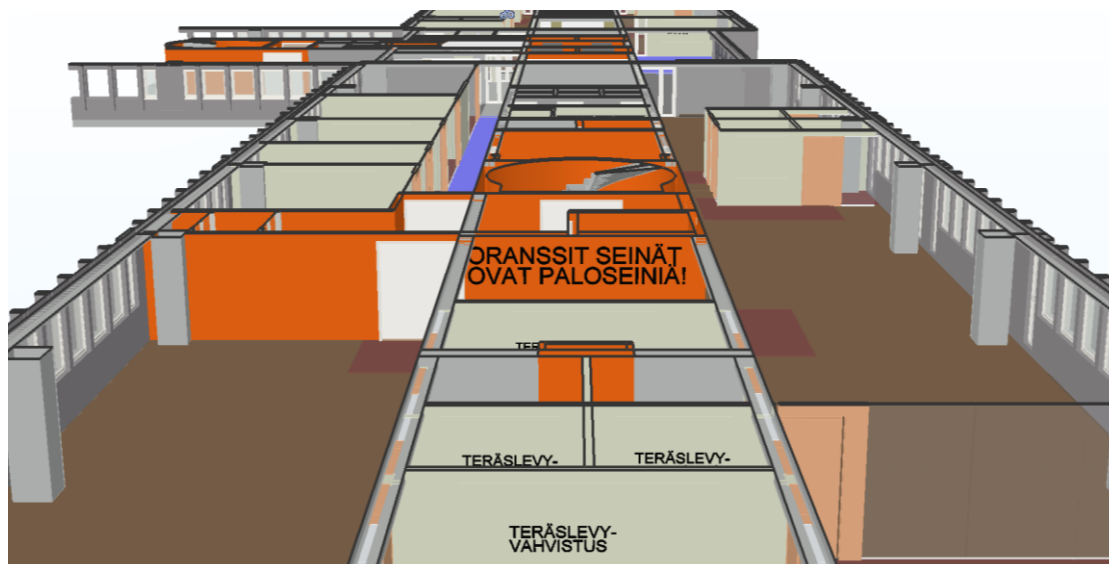
Työssä käytettiin referenssimallina Senaatti-kiinteistöjen erään toimitilaneerauskohteen tarjouslaskenta-aineistoon kuuluvaa tietomallia. Toimitilan muutostöiden laajuus oli kokonaisuudessaan noin 1 900 m², ja ne käsittivät rakennusurakan osalta tavanomaisia tilamuutoksia ja tiivistyskorjauksia. Urakkalaskenta-asiakirjat sisälsivät perinteisen laskenta-aineiston lisäksi tbp-tiedostomuotoisen yhdistelmä-tietomallin, jota päästiin tarkastelemaan Tekla BIMsight -ohjelmistolla (kuva 6). Yhdistelmämalli sisälsi yhden kerroksen A-siiven arkkitehti-, rakenne-, sähkö- ja LVI-tietomallit. Poikkeamat oli raportoitu ja havainnollistettu tietomalliin. [12.]



Kuva 6. Yleiskuva referenssikohteen tietomallista [12] Tekla BIMsight -ohjelmiston aloitusnäky-
mässä. Vasemmassa reunassa näkyvät yhdistelmämallin sisältämät suunnittelualuekoh-
taiset mallit, oikealla mallinnettuja rakennusosaobjekteja ja alareunassa mallin rapor-
toidut poikkeamat.

Tietomallia käytettiin tarjouskohteen havainnollistamiseen sekä apuna Tekla BIMsight -
ohjelmistoon tutustumisessa. Mallin sisältämiä rakennusosamääriä ei hyödynnetty tar-
jouksen laskennassa, sillä mallin informaatio sisältö määritettiin urakkalaskenta-aineiston
keskinäisessä pätevyysjärjestyksessä viimeiseksi, eikä sitä myöskään voitu pitää mää-
rälaskentaan soveltuvana käyttötarkoituksen määrittelemättömyyden vuoksi [30].

Joitain rakennusosia oli mallinnettu toisia tarkemmin. Esimerkiksi arkkitehdin malliin
(kuva 7) oli havainnollistettu muun muassa teräslevyvahvisteiset seinät, paloseinät ja
määritetty osa pintamateriaalitiedoista. Sähkösuunnittelun osalta taas oli mallinnettu
pääasiassa vain tilavarauksia. [29.]



Kuva 7. Leikkauskuva arkkitehdin mallista [12]

Määrälaskentaa varten oli annettu rakennuttajan laskemat määräluettelot, jotka kuitenkin todettiin urakkaohjelmassa viitteelliseksi aineistoksi [31, s. 13]. Kaikki annetut määrät siis tarkistettiin, ja loput tarvittavat tiedot laskettiin manuaalisesti. Tietomalliseloste puuttui laskenta-aineistosta kokonaan, joten myöskään mallin tarkkuustasoa ei ollut määritelty. Urakkaohjelmassa tietomallin hyödyntämistä toteutuksessa ei ollut kuvattu siihen tarkoitettussa kohdassa. [31, s. 12].

Referenssikohteen rakennuttajapäällikön Niko Sundellin mukaan kohteen yhdistelmä-tietomalli annettiin informatiiviseksi aineistoksi urakkalaskentaa varten. Sitä aiotaan tarkentaa toteutumisen aikana olosuhde- ja ylläpitomallien aikaansaamiseksi. Kohteesta tehtiin lisäksi visualisointimalli (kuva 8) arkkitehti- ja sisustusmallien pohjalta materiaali- ja tuoteratkaisujen havainnollistamiseksi käyttäjälle. [32.]



Kuva 8. Referenssikohteesta luotu visualisointimalli [13]

Työmaalla tietomallien hyödyntäminen jää kuitenkin vähäiseksi, sillä pääosin urakoitsijat ovat tottuneet rakentamaan 2D-kuvien pohjalta, eikä tietomallien hyödyntämiseen tarvittavaa laitteistoa ole käytössä. Sundell toivoisi urakoitsijoiden käyttävän tietomalleja hankkeissa ainakin rakennuskohteen havainnollistamiseen, toteutuksenaikaisen suunnittelun ohjaukseen sekä materiaalitietojen päivittämiseen tietomallipohjaisesti. [32.]

5.2 Haastattelut

Työssä haastateltiin rakennusalan asiantuntijoita, jotka ovat työnsä puolesta paljon tekemisissä tietomallien kanssa. Haastatteluilla pyrittiin kartoittamaan tietomallitoiminnan laajuutta, nykytilaa ja havaittuja hyötyjä sekä ongelmakohtia käytännön tasolla. Tässä luvussa nostetaan esille oleelliset haastattelulöydökset.

5.2.1 Senaatti-kiinteistöjen rakennuttajapäällikkö

Rakennuttajan näkökulmaa kartoitettiin haastattelemalla Senaatti-kiinteistöjen rakennuttajapäällikköä, Niko Sundellia. Hänen toimenkuvaansa kuuluvat rakennushankkeiden suunnittelu, valmistelu ja johtaminen Senaatti-kiinteistöissä. Sundellin vastuualueella on muun muassa tässäkin insinööriyössä referenssikohteena käytetty toimitilamuutoshanke. Keskustelussa tuli ilmi hänen omia kokemuksiaan tietomallien hyödyntämisestä rakennushankkeissa sekä Senaatti-kiinteistöjen lähitulevaisuuden suunnitelmia tietomallitoiminnan osalta.

Sundell kertoi havainneensa tietomalliosaamisen ja mallien käytön vaihtelevan paljon eri hankeosapuolien keskuudessa:

Suunnittelijoiden ja suunnittelualojen välillä on suuria eroavaisuuksia. Saattaa olla, että jotkut suunnittelijat ovat tottuneet suunnittelemaan 2D:nä eivätkä ole halunneet lähteä enää mukaan 3D-mallintamiseen. Myös Senaatti-kiinteistöjen sisällä osaamisessa on eroja. Osa tietää paljonkin aiheesta, ja he ovat enemmän mukana mallinnuksessa ja suunnittelun ohjauksessa, toiset taas konsultoivat enemmän. Lisäksi Senaatti-kiinteistöillä on tietomallintamiseen erityisesti perehtyneitä asiantuntijoita. Usein hankkeisiin kuitenkin nimetään tietomallikoordinaattori vastamaan muun muassa yhdistelmämallien laadinnasta ja raportoinnista. Samoin urakoitsijoiden keskuudessa osaaminen vaihtelee. Osa urakoitsijoista haluaa käyttää paljonkin malleja ja johtaa niiden avulla suunnittelua hankkeessa tai esimerkiksi aikataulutuksien ja tehtäväsuunnitelmien tekemiseen, kun taas toiset eivät halua käyttää lainkaan. [32.]

Ongelmakohtaksi Sundell mainitsi sen, ettei tietomalleja hyödynnettäisi lainkaan sekä hankaluudet mallien toteutuksen aikaisessa täydentämisessä. Hän uskoo kuitenkin, että muutamien vuosien kuluessa oltaisiin jo erilaisessa tilanteessa.

Urakoitsijallekin pitäisi tuoda selkeästi tietoon, mitä malleilla on mahdollista tehdä. Toinen haaste on tietomallien ajan tasalla pitäminen. Muutokset ja suunnitelmien täsmentyminen pitäisi päivittää aina myös tietomalliin, jotta sitä pystytään hyödyntämään toteutuksessa. Mallin pitäisi vastata koko ajan uusinta suunnittelutietoa. [32.]

Tietomalleissa tärkeimpiä ominaisuuksia ja hyötyjä ovat Sundellin mukaan risteilyjen ja törmäysten tarkasteleminen sekä havainnollistavuus:

Törmäystarkastelu on tärkein ominaisuus, sillä sen avulla ongelmakohtat ja hankalimmat paikat voidaan ratkaista jo ennakkoon, eikä vasta työmaalla. Hyvä ja havainnollinen työkalu laadunvarmistukseen sekä esimerkiksi talotekniikan risteilyjen tutkimiseen ja sijoittelun suunnitteluun, esim. ahtaissa kuiluissa tai alakattojen yläpuolella. [32.]

Senaatti-kiinteistöissä tietomallien hyödyntäminen on jo vakiintunutta. Sundellin mukaan mallinnettavat kohteet jaotellaan karkeasti siten, että strategiset, eli pysyvät kiinteistöt ja yli miljoonan euron ylittävät hankkeet mallinnetaan aina.

Kiinteistöjä mallinnetaan osa tai hanke kerrallaan lähtötietoina toimivien inventointimallien pohjalta. Hankkeessa syntyneellä toteumatiedolla päivitetään olemassa olevia ylläpitotietomalleja tarkemmiksi. Malleja käytetään esimerkiksi määräluetteloiden laatimiseen, törmäystarkasteluihin sekä visualisointi-, ylläpito- ja olosuhdemallien tekemiseen. [32.]

Tietomallitoimintaa pyritään kehittämään, ja uusia hyödyntämismenetelmiä pilotoidaan jatkuvasti. Tulevaisuudessa aiotaan hyödyntää esimerkiksi ylläpito- ja olosuhdemalleja entistä edistyneemmin:

Tarkoituksena on asentaa tiloihin lämpötila- ja hiilidioksidianturointi, jonka mukaan rakennusautomaatio säättää ilmanvaihtoa. Kun saadaan paljon dataa, hyödynnetään tekoälyä esimerkiksi ohjaamaan kiinteistön lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiä tulevan säätilan mukaisesti ja parantamaan siten kiinteistön energiankäyttöä ja sisäolosuhteita. Myös käyttäjiä varten pilotoidaan alustaa, jolla he pääsevät tarkastelemaan tilojen sisäilmaolosuhteita ja jättämään palautetta ylläpidolle. [32.]

Haastattelun perusteella voidaan todeta, että tietomallitoiminnan kehittyminen vaatii jatkuvaa yhteisten toimintamallien kehittämistä sekä kommunikointia etenkin rakennuttajan ja suunnittelijoiden välillä. Mallien tietosisältöä on pyrittävä jatkuvasti muokkaamaan tilaajan tarpeita vastaaviksi, ja hankkeisiin kannattaakin nimetä tietomallikoordinaattori, joka ottaa vastuun pääsuunnittelijalta tietomallien yhdistelystä sekä puutetarkastelujen tekemisestä. Urakoitsijoita tulee kannustaa tietomallipohjaiseen suunnittelun ohjaukseen toteutuksen aikana sekä käyttämään tietomalleja apuna havainnollistamisessa, aikataulutuksessa ja töiden suunnittelussa. Lisäksi tilaajan puolella tarvitaan tietomalliosaamista, jotta suunnittelijoita voidaan ohjata tuottamaan tarpeiden mukaista tietomallipohjaista suunnittelua, ja siten myös urakoitsijoiden käyttöön hyödynnettäviä malleja.

5.2.2 Tietomallikoordinaattori

Tietomallitoiminnan nykytilaa sekä tietomallikoordinaattorin kokemuksia kartoitettiin haastattelemalla Juho Häikiötä Arkkitehdit Davidsson Tarkela Oy:ltä. Hän toimii projektiarkkitehtinä sekä tietomallikoordinaattorin tehtävissä, muun muassa eräässä Mijorakin korjausrakentamiskohteessa.

Häikiö on havainnut tietomalliosaamisen vaihtelevan hankeosapuolien keskuudessa:

Osaaminen on eri osapuolien välillä hyvin vaihtelevaa. Osa kokee tietomallintamisen loistavana työkaluna ja toinen puoli tekee tietomallintamista pakosta. Eritoten tilaajapuolelle olisi hyvä saada tietomalliosaamista. [33.]

Suunnittelijoiden erilaiset resurssit ja osaaminen ovat Häikiön mukaan selkein ongelmakohta, ja siitä syystä mallinnuskaan ei välttämättä etene odotetusti. Hyödyksi hän mainitsi suunnitelmien yhteensovituksen, sillä siten mahdolliset ongelmakohdat voidaan käsitellä jo hyvissä ajoin. Yleiset tietomallivaatimukset täyttyvät Häikiön mukaan hankkeissa pääpiirteissään hyvin:

YTV:n vaatimukset täyttyvät melko hyvin. Lähtötietomalleissa on ollut ongelmia monimuotoisuuden vuoksi saavuttaa YTV:n mukaiset mallinnustavat. Tietosisällöt saattavat olla YTV:n osa-alue, jossa tulee helpoiten puutteita. [33.]

Tietomallien käytön laajuutta Davidsson Tarkelalla Häikiö kuvailee seuraavasti:

Teemme melko paljon peruskorjausta, näissä ollaan hiljalleen siirtymässä tietomallipohjaiseen suunnitteluun. Vielä osa alkavistakin projekteista tehdään 2D:nä, riippuen laajuudesta. Merkittävät peruskorjaukset tai muutokset alkavat olla jo tietomalliprojekteja. [33.]

Urakoitsijoilta Häikiö toivoo projekteissa selkeää osaamista, aikataulutusta ja tavoitteiden asettamista myös tietomallien hyödyntämisen osalta. Lisäksi hän arvioi tietomallintamisen vaativan vielä kehitystä etenkin korjausrakentamisen näkökulmasta:

Korjausrakentamisessa tietomallinnus hakee vielä toimintatapojaan. Lähtötietomallien teko koetaan kalliiksi ja aikaa vieväksi, vaikka oikein tehtynä näiden hyöty on kiistaton. Toisaalta lähtötietomallien oikeanlainen informaatio vaatisi välillä melko suuria purkuja. Lähtötietomallin täydennyksiin pitäisi kehittää toimintatapoja, jotka soveltuisivat nykyisten suunnitteluohjelmistojen kanssa toimimiseen. [33.]

Haastattelun perusteella voidaan päätellä, että suunnittelijoiden vaihteleva mallinnusosaaminen ja resurssit voivat hidastaa mallinnusten etenemistä projekteissa. Tilaa-ajan puolelta suunnittelun ohjausta ja osaamista olisi kehitettävä edelleen. Lisäksi tilaajan ja suunnittelijoiden väliset käytännöt ja toimintatavat vaativat vakiintumista tarkempien mallien aikaansaamiseksi. Urakoitsijoiden tulisi käyttää rohkeammin malleja rakentamisaikana.

5.3 Tietomallien käyttö Mijorakilla

Mijorakin laskentaorganisaatiossa tietomallien hyödyntäminen laskennan apuna on toistaiseksi vielä vähäistä. Tietomalleja käytetään pääasiassa tarjouskohteiden havainnointiin, jos sellainen on luovutettu laskenta-aineiston mukana. Tapauskohtaisesti hyödynnetään myös rakennuttajan antamia massaluetteloita. On kuitenkin huomattu, etteivät ne usein sisällä kaikkea tarjouksen muodostamiseen vaadittavia tietoja, joten osa tiedoista täytyy joka tapauksessa hankkia muista suunnitelmadokumenteista. Laskennan henkilöstö on jonkin verran tutustunut katseluohjelmistojen käyttöön, mutta esimerkiksi rakennusosamääräluetteloitten tai raporttien luominen tietomallipohjaisesti ei ole vielä ajankohtaista. [34.]

Suunnittelijat saavat luotua hyvin tehdyistä malleista määräluettelot pienemmällä vaivalla, jolloin ne oletettavasti luovutetaan myös hankkeen osapuolien käyttöön. Massa-luetteloiden sisältämien tietojen käyttämisessä laskennan perusteena tulee kuitenkin käyttää harkintaa, jos tilaaja ei ole niihin sitoutunut. Määräluetteloita saataisiin tuotettua itsekin lisenssinalaisilla ohjelmilla, kuten Solibri Model Checker tai Tekla Structures, mutta uuden ohjelmiston käyttöönotto sekä uusien toimintamallien luominen sen ympärille on tietävästi työlästä ja kallista. Esimerkiksi Solibri Model Checkeriin tarvittavien käyttäjäroolien ja sääntöjen räätälöiminen omiin menetelmiin sopiviksi vaatisi vielä lisää selvitys- ja kehitystyötä. Lisäksi malleissa havaittujen puutteiden vuoksi niistä ei saada kaikkia tarjouksen muodostamiseen tarvittavia tietoja. Saatavat hyödyt ja vaadittavat resurssit huomioiden, ei käyttöönotolle ole varsinaista tarvetta tällä hetkellä.

Mijorakilla on käynnissä todella erilaisia ja erikokoisia työmaita, minkä takia myös tietomalleja hyödynnetään vaihtelevasti. Joihinkin kohteisiin ei välttämättä ole luotu malleja lainkaan tai ne ovat puutteellisia, kun taas toisissa projekteissa saattaa olla tietomallit jo hyvinkin vahvasti mukana toteutuksessa. Osa työnjohtajista haluaa tarkastella malleja ja suunnitella töiden toteutusta niiden avulla, kun taas toiset eivät käytä malleja lainkaan. Monet kokevat, ettei tietomallien sisältämään tietoon voi vielä luottaa täysin, ja siten kynys niiden kokeilemiseenkin on suuri. [34.]

Mijorak toteuttaa jonkin verran myös omia uudisrakentamisprojekteja, joissa tietomalleja voitaisiin hyödyntää monin tavoin niin hankesuunnitteluun kuin toteutuksen aikaanakin. Niissä tapauksissa, joissa tilaajan roolissa toimii yritys itse, on erityisen tärkeää määrittellä mallintamisen tarkkuustasot ja käyttötarkoitukset suunnittelijoiden kanssa jo hankkeen alkuvaiheilla. Tavoitteiksi kannattaa asettaa esimerkiksi päätöksentekoprosessien tukeminen, suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen ja yhteensovittaminen, turvallisuuden ja laadun parantaminen sekä tietojen siirto käytönaikaiseen tiedonhallintaan ja ylläpitoon. Kannattaakin pyrkiä luomaan mahdollisimman tarkkoja toteumamalleja jatkokehitystä ja tulevia ylläpitotarkoituksia varten.

Perinteisin menetelmin hankesuunnitteluun käytetään joka tapauksessa tietty määrä resursseja, eikä niitä havaintojen perusteella tarvitse käyttää merkittävästi enempää, vaikka suunnittelu tehtäisiinkin tietomallipohjaisesti. Yhteisten toimintamallien kehittäminen suunnittelijoiden ja muiden hankeosapuolien kanssa voi aluksi kuluttaa normaalia enemmän aikaa ja resursseja, mutta tulevaisuuden hyötyjen kannalta se on oletettavasti

sijoituksen arvoista. Omien toimintatapojen kehittäminen ja tietomallitoiminnan ymmärtäminen on erittäin tärkeää myös kilpailukyvyyn säilyttämisen kannalta. Tietomallipohjaisesti tuotetut toteumamallit ja tehokkaat rakentamisratkaisut ovat siis todennäköisesti tulevaisuudessa yritykselle arvokkaampia, kuin itse kehitykseen kuluneet resurssit.

6 Johtopäätökset

Tehtyjen selvitysten perusteella voidaan todeta, että osapuolien vaihteleva osaaminen, vanhat juurtuneet toimintatavat ja jopa epävarmuus tietomallien käyttöä kohtaan vaikuttavat uusien digitaalisten menetelmien ja tietomallitoiminnan integroitumiseen rakennus- alalla. Ei välttämättä täysin ymmärretä, etteivät tietomallit aina ole valmiiksi täydellisiä tai tulevaa lopputulosta vastaavia, vaan niitä täydennetään toteutuksen edetessä samoin kuten muitakin suunnitelmia. Kaikkien projektiosapuolien tulisikin käyttää malleja mahdollisimman paljon, jotta tietous niiden toiminnasta ja hyödyistä hahmottuisivat myös edelleen uusille osapuolille.

Kirjallisuusselvitysten ja tutkimuksien havaintojen perusteella kaikkien tietomallipohjaisissa projekteissa toimivien henkilöiden olisi tutustuttava ainakin omaa asemaansa koskeviin Yleisiin tietomallivaatimuksiin. Tietomallintamisen yleistyessä hankkeissa sekä rakennuttajien ja suunnittelijoiden välisten toimintatapojen vakiintuessa nykyisestään, Mijorak Oy:n kannattaa harkita myös omien organisaatiotason ohjeistuksien kehittämistä YTV2012:n rinnalle.

Projekti- ja työnjohtajien sekä tarjouslaskijoiden olisi suotavaa tutustua Teklan ja Solibrin katseluohjelmistojen käyttöön ja hyödyntää niitä ainakin kohteiden havainnollistamisessa sekä pyrkiä jatkuvasti kehittämään osaamistaan. Nykyisillä resursseilla rakennusosamääräluetteloiden tuottaminen itse urakkalaskentaan luovutettavista tietomalleista ei ole järkevää, sillä mallit eivät ole riittävällä tarkkuustasolla. Siitä johtuen varsinaista tarvetta lisenssinalaiselle ohjelmistolle ja uuden määrälaskentamenetelmän kehittämiseksi ei vielä ole. Tällä hetkellä on kannattavampaa käyttää tietomallia kohteen tarkasteluun ja havainnollistamiseen, laskea määrät perinteisistä suunnitelmadokumenteista ja hyödyntää mahdollisesti laskentaan luovutettuja tietomallipohjaisia massalueteloita.

Yrityksen omissa hankkeissa on kiinnitettävä erityistä huomiota tarkkuustasojen ja käytötarkoitusten määrittelyyn, jotta tietomalleja päästään hyödyntämään tulevaisuudessa halutuilla tavoilla. Malleja tulisi hyödyntää etenkin suunnitelmien yhteensovituksiin ja markkinointiin visualisointimallien avulla ja myöhemmin toimintatapojen kehittyessä entistä edistyneemmin. Rakentamisaikana tulisi tehdä tiivistä suunnittelun ohjausta ja pyrkiä lopulta luomaan mahdollisimman tarkkoja toteumamalleja ylläpitotarkoituksiin.

Havaintojen perusteella on nähtävissä, että rakentaminen siirtyy lähivuosina entistä enemmän digitaaliseen ja älykkään tiedonsiirron suuntaan, joten yhteisten toimintamallien kehitys niin työmaalla, kuin laskennassa ja hankesuunnittelussakin kannattaa aloittaa mahdollisimman pian. Yrityksen valmiuksia olisi kehitettävä askel kerrallaan tietomallintamisen suuntaan kilpailukyvyyn säilyttämiseksi. Ennen pitkää voitaisiin siirtyä paperisista tasopiirustuksista kokonaan tietomallipohjaisiin toteutustapoihin.

7 Yhteenveto

Tässä insinööriyössä tutkittiin tietomallien hyödyntämismahdollisuuksia rakennusurakoinnissa sekä tarjous- ja määrälaskennassa. Työn tavoitteena oli tehdä kattava selvitys Mijorak Oy:lle tietomallien hyödyntämismahdollisuuksista, käytön haasteista, yleisistä tietomallivaatimuksista sekä tulevaisuudennäkymistä osana rakennusliikkeen eri toimintoja.

Tutkimuksissa tarkasteltiin referenssiaineistoksi valikoitunutta yhdistelmä tietomallia Tekla BIMsight -katseluohjelmistolla. Lisäksi työssä perehdyttiin rakennusurakointia ja määrälaskentaa koskeviin Yleisiin tietomallivaatimuksiin (YTV2012) sekä Mijorak Oy:n käytäntöihin ja resursseihin johtopäätösten muodostamiseksi. Asiantuntijahaastatteluilta pyrittiin kartoittamaan tietomallitoiminnan lähtökohtia rakennuttajan ja tietomallikoordinaattorin näkökulmista. Tutkimusten havainnot olivat osittain odotettuja ja täydensivät toisiaan.

Tietomalleilla kuvataan rakennuksen aineellisia ja toiminnallisia ominaisuuksia sekä niiden välisiä yhteyksiä. Niiden oliopohjainen ympäristö mahdollistaa muun muassa joustavan ja tehokkaan tiedon jakamisen osapuolien välillä sekä erilaisia analyyseja ja simuloituja. Tietomallien avulla monien asioiden havainnollistaminen on tehokasta, ja siten

voidaan muun muassa vertailla toteutusratkaisuja sekä välttää ristiriitoja suunnitelmien välillä. Tietomallipohjainen suunnittelu on perinteisiin menetelmiin verrattuna avoimempaa ja johdonmukaisempaa.

Digitalisaatio, uudet älykkäät teknologiat ja tietomallitoiminnan kehittyminen muuttavat merkittävästi rakentamisen perinteisiä toimintamalleja, tiedonhallintaa sekä rakennukseen koko sen elinkaaren aikana tehtäviä toimenpiteitä. Rakennuksen elinkaari ei välttämättä käsittäisikään enää ainoastaan rakentamista, käyttöikää ja sen loppumista, vaan se muodostuisi pienemmistä osasista, joita voidaan ylläpitää, säätää ja muokata uudelleenlaisin menetelmin käyttäjien tarpeisiin sopiviksi. Tietomallien informaation ylläpitäminen ja päivittäminen toteumaa vastaaviksi onkin erittäin tärkeää kaikkien myöhempien toimintojen kannalta.

Mallien tehokkaalle hyödyntämiselle asettavat haasteita muun muassa puutteet käyttäjien osaamisessa sekä selkeiden organisaatio- ja osastokohtaisten ohjeistuksien puuttuminen. Niiden käyttöä voi hankaloittaa myös suuri ja vaikeasti hallittava tai puutteellinen tietosisältö. Yhteisiä käytäntöjä, suunnittelun ohjausta ja tietoteknisiä ratkaisuja on kehitettävä edelleen toimivien menetelmien sekä tarkempien mallien luomiseksi. Yleiset tietomallivaatimukset luovat hyvän pohjan tietomallitoiminnan ja uusien menetelmien kehitykselle.

Tietomallipohjaisissa hankkeissa avainasemassa onkin tiivis yhteistyö ja kommunikointi osapuolien välillä. Ratkaisuja on kehitettävä etenkin rakennuttajan ja suunnittelijoiden välillä, sillä mallinnuksille alun perin määritetty tarkkuustaso vaikuttaa kaikkiin tuleviin käyttö- ja hyödyntämismahdollisuuksiin. Suunnittelijoita on ohjeistettava luomaan malleihin sellaista sisältöä, joka palvelee tilaajan tarpeita sekä rakennuksen toimintaa.

Tutkimuksen havaintojen perusteella Mijorakin tulisi käyttää malleja tällä hetkellä rakennusurakoinnissa etenkin kohteiden havainnollistamiseen, töiden toteutuksen suunnitteluun sekä yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa toteuma- ja materiaalitietojen välittämiseen malliin. Tarjous- ja määrälaskennassa kannattaa toistaiseksi hyödyntää rakennuttajan luovuttamia perinteisiä laskenta-asiakirjoja ja massaluetteloita, sekä mahdollista tietomallia kohteen tarkasteluun. Tietomallipohjaisen määrälaskennan menetelmäkehitystä ja lisenssinalaisen tietomallien käsittelyohjelmiston käyttöönottoa tulisi harkita uudelleen urakkalaskentaan luovutettavien mallien tarkentuessa nykyisestään.

Lähteet

- 1 Jäväjä, Päivi & Lehtoviita, Timo. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Pieksämäki: Rakennustieto Oy.
- 2 Ohjelmoinnin MOOC. Osa 4 Johdatus olio-ohjelmointiin.
- 3 Laitinen, Lauri. Nokia Research Center. Verkkoaineisto. <http://www.pcuf.fi/sytyke/lehti/kirj/st19951/olio_obj.htm>. Luettu 5.3.2019.
- 4 Mikä BIM?. Verkkoaineisto. Symetri Oy. <<https://www.symetri.fi/uutiset/mikae-bim/>>. Lokakuu 2017. Luettu 5.3.2019.
- 5 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1. Yleinen osuus. Versio 1.0: 27.03.2012.
- 6 Lehtoviita, Timo. 2017. Mitä on tarvittava tietomalliosaaminen rakennusalalla?. Verkkoaineisto. BuildingSMART Finland. <<https://buildingsmart.fi/mita-on-tarvittava-tietomalliosaaminen-rakennusalalla/>>. Luettu 19.3.2019.
- 7 Rakennustieto. Lehdistötiedote 19.8.2013. Tietomallintamisen (BIM) käyttö Suomessa –kyselyn tulokset. <<https://www.rakennustieto.fi/index/ajankohtaista/tiedotteet/tiedotteet1/artikkelit/6lzlzmplz.html.stx>>. Luettu 19.3.2019.
- 8 Simpanen, Juuso-Antti. 2018. Rakennuksen tietomallin hyödyntäminen ja käytön kehittäminen rakennustuotannossa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.
- 9 Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus JUST. Verkkoaineisto. Tekla. <<https://www.tekla.com/fi/referenssit/sosiaali-ja-terveyskeskus-just>>. Luettu 26.2.19.
- 10 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 8. Havainnollistaminen. Versio 1.0: 27.03.2012.
- 11 MAD. IFC-tiedonsiirto. ArchiCAD 16. 2013. Verkkoaineisto. <https://www.mad.fi/tiedostot/pdf/kasikirja16/YS.IFC_web.pdf>. Luettu 22.3.2019.
- 12 Yhdistelmätietomalli, Senaatin esimerkkikohde. Tarjouslaskenta-aineisto. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Mijorak Oy.
- 13 SIS Visualisointimalli, Senaatin esimerkkikohde. 2019. BEM Projektipankki. Versio 21.2.2019.

- 14 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa. Versio 1.0: 27.03.2012.
- 15 Halmetoja, Esa. 2016. Tietomallit ylläpidossa. Senaatti-kiinteistöt. Verkkoaineisto. <https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit_yllapidossa.pdf>. Luettu 24.3.2019.
- 16 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. YSE 1998. 13§ Sopimusasiakirjojen keskinäinen pätevyysjärjestys.
- 17 Tiusanen, Pirita. 2018. Rakennusala aikoo ratkaista yhdessä Aalto-yliopiston kanssa julkisuudessakin käsitellyt ongelmat vuoteen 2030 mennessä. Verkkoaineisto. Fira. <<https://www.fira.fi/uutiset/rakennusalan-tulevaisuus-visio-2030/>>. Päivitetty 12.6.2018. Luettu 25.3.2019.
- 18 Huusko, Maria. 2019. Tietomallit tulevat virtuaalilaseihin. Rakennuslehti 11.1.2019, s. 14-15.
- 19 Älykkään kiinteistön käyttöliittymä – Senaatti kiinteistöt. 2018. Verkkoaineisto. <<https://www.youtube.com/watch?v=u-0XG2157Zg>>. Luettu 26.3.2019.
- 20 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 14. Rakennusvalvonta. Versio 1.0: 14.3.2014.
- 21 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. Versio 1.0: 27.03.2012.
- 22 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 7. Määrälaskenta. Versio 1.0: 27.03.2012.
- 23 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 6. Laadunvarmistus. Versio 1.0: 27.03.2012.
- 24 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa. Versio 1.0: 27.03.2012.
- 25 Tekla BIMsight. Trimble. Verkkoaineisto. <<https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-bimsight>>. Luettu 13.3.2019.
- 26 Demo Project yhdistelmämalli, Tekla BIMsight. Versio 4.3.2019.
- 27 Questions and Answers. Help Center. Tekla BIMsight. 2017. Luettu 20.3.2019.

- 28 Riskien hallinta ja onnistuneen rakennushankkeen suunnittelu. Trimble, Tekla. Verkkoaineisto. <<https://www.tekla.com/fi/ratkaisut/rakennusliikkeet>>. Luettu 21.3.2019.
- 29 Solibri. Aloittajan opas: Solibri Model Checker 9.6. 2016. Verkkoaineisto. <<https://solibri-assets.s3.amazonaws.com/old-site/2016/03/9.6-Aloittajan-opas.pdf>>. Luettu 4.3.2019.
- 30 Office Building, Sample Model. Solibri Model Checker. Versio 4.3.2019.
- 31 Urakkaohjelma, Pasilan virastokeskus. Tarjouslaskenta-aineisto. 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Mijorak Oy.
- 32 Sundell, Niko. 2019. Rakennuttajapäällikkö, Senaatti-Kiinteistöt, Helsinki. Keskustelu 26.3.2019.
- 33 Häikiö, Juho. 2019. Tietomallikoordinaattori, Arkkitehdit Davidsson Tarkela Oy, Helsinki. Keskustelu 8.4.2019.
- 34 Poikela, Johanna; Merta, Toni. 2019. Laskenta ja hankintaosasto, Mijorak Oy. Keskustelu 3.4.2019.