



Viktor Haanperä

Talotekniikan tietomallinnus toimis- torakennuksissa

Consti Talotekniikka Oy

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinööriyö

24.8.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Viktor Haanperä
Otsikko: Talotekniikan tietomallinnus toimistorakennuksissa
Sivumäärä: 32 sivua
Aika: 24.8.2022

Tutkinto: insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto: LVI-tekniikka
Ohjaajat: diplomi-insinööri Mikko Lahdensuo
lehtori Sunil Suwal

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on perehtyä tietomallin toimivuuteen toimistorakennuksissa talotekniikan osalta. Työ koostuu viidestä kokonaisuudesta, jotka ovat tietomallinnus, talotekninen tietomalli, suunnittelun ohjaus toimeksiantajalla, tutkimuskohde sekä haastattelututkimus.

Työn ensimmäinen kokonaisuus pitää sisällään tietoa tietomallinnuksesta, jota on avattu enemmän vaatimusten, standardien ja päävaiheiden kautta yhdistämällä ne tietomallinnukseen TATE-suunnittelussa. Toisessa osiossa perehdytään talotekniiseen tietomalliin katselu- ja suunnitteluohjelmien kautta. Kolmas kokonaisuus käsittelee suunnittelun ohjausta insinööriyön toimeksiantajalta. Neljäs osio perehtyy tutkimuskohteeseen, jonka kautta on sovellettu aikaisempien kohtien sisältöä työmaalle. Viimeinen kokonaisuus sisältää alan asiantuntijoiden haastatteluja sekä haastattelututkimuksen tulokset ja kehitysideat.

Työn sisällöstä näkee, että talotekniikan tietomallinnuksen kehityksen saralla on vielä tehtävää. Sama huomio koskee tosin myös tietomallinnusta yleisesti.

Avainsanat: tietomallinnus, suunnittelun ohjaus, yhdistelmämalli

Abstract

Author: Viktor Haanperä
Title: HVAC modeling of building technology in office buildings
Number of Pages: 32 pages
Date: 24 August 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Specialisation option: HVAC Contracting
Instructors: Mikko Lahdensuo, Master of Science in Engineering
Sunil Suwal, Lecturer

The purpose of the thesis was to study the functionality of a building services engineering information model in office buildings. The thesis looked into three concepts: information modelling, HVAC modelling, client control of planning. Furthermore, the final year project included a case study and interviews.

The information was addressed by studying requirements and standards involved, and by looking into the main stages of modelling. Moreover, information modelling in the planning of building services was studied. Furthermore, building services modelling was looked into by studying viewing and planning programs.

The case study was done in order to apply the information gathered in the project to a real-life construction site. Finally, experts in the field were interviewed to gain ideas for further development.

The final year project indicated that a lot of work remains to be done to develop information modelling in the field of building services engineering, similarly to BIM in general.

Keywords: building information model, planning control, combination model

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Consti Oyj	1
1.2	Tietomallintaminen Consti Oy:ssä	1
1.3	Työn tavoite ja rajaukset	2
2	Tietomallinnus	2
2.1	Tietomallin tarkoitus ja vaatimukset	2
2.1.1	IFC-standardi	5
2.1.2	Model View Definitions	6
2.1.3	COBie-standardi	6
2.2	Päävaiheet	7
2.3	SlimBIM	8
2.4	Tietomallinnus TATE-suunnittelussa	9
2.4.1	Yhdistelmämalli	10
2.4.2	Mallitila	13
3	Talotekninen tietomalli	14
3.1	Katseluohjelmat	14
3.1.1	Solibri	14
3.1.2	Autodesk Navisworks	15
3.1.3	Trimble Connect	16
3.2	Suunnitteluohjelmat	16
3.2.1	MagiCAD	16
3.2.2	CADS	17
4	Suunnittelun ohjaus Consti Talotekniikka Oy:ssä	17
5	Tutkimuskohde	19
5.1	Kohdetiedot	19
5.2	Tietomallintamisen hyödyt kohteessa	23
6	Haastattelututkimus	25
6.1	Haastattelujen toteutus	25

6.2 Tulokset ja kehitysideat	26
7 Yhteenveto ja pohdinta	29
Lähteet	31

Lyhenteet

2D:	Kaksiulotteinen
3D:	Kolmiulotteinen
ARK:	Arkkitehtuuri
BIM:	Rakennuksen tietomalli (Building Information Model)
COBie:	Avoimen tiedonsiirron standardi, joka on kehitetty IFC-standardin rinnalle sitä täydentämään (Construction Operations Building Information Exchange)
DWG:	2D- ja 3D-suunnittelussa käytetty tiedostomuoto
IFC:	Kansainvälinen avoin tiedonsiirtostandardi 3D-pohjaisen tiedon siirtoon (Industry Foundation Classes)
LVI:	Lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtojärjestelmät
NWD:	Navisworks-tiedostomuoto
RAK:	Rakennetekniikka
TATE:	Talotekniikka
tietomalli:	Rakennuksen ja koko rakennusprosessin elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa

törmäystarkastelu:	Työkalu, joka laskee automaattisesti törmäyksiä tietomallin eri rakenteiden välillä
yhdistelmämalli:	Eri suunnittelualojen IFC-mallien kokoomamalli, josta tarkastellaan suunnitelmapuutteet, -ristiriidat sekä päällekkäisyydet
YTV:	Yleiset tietomallivaatimukset 2012

1 Johdanto

1.1 Consti Oyj

Consti on yksi Suomen johtavista korjausrakentamiseen ja taloteknisiin palveluihin keskittyneistä yhtiöistä. Constin toiminta on keskittynyt Suomen kasvukeskuksiin. Yhtiöllä on toimipisteet Helsingissä, Turussa, Tampereella, Jyväskylässä, Lahdessa, Hämeenlinnassa, Oulussa sekä Kuopiossa. Consti-konsernin liikevaihto oli vuonna 2020 noin 275 miljoonaa euroa. [1]

Consti tarjoaa kattavasti talotekniikan ja korjausrakentamisen sekä valikoidusti uudisrakentamisen palveluita. Yritys työllistää tällä hetkellä noin 1000 henkilöä. Yhtiön neljä toimialaa ovat taloyhtiöt, julkiset, yritykset sekä talotekniikka. [1] Tämä opinnäytetyö on tehty Consti Talotekniikka Oy:n toimeksiantona.

Consti Talotekniikka Oy on vuonna 2003 perustettu osakeyhtiö, joka toimii emoyhtiönsä Consti Oyj:n alaisuudessa. Talotekniikan yksikkö tekee pääsääntöisesti sähkö-, automaatio-, sprinkleri-, LVI- ja jäähdytysurakointia. Urakoinnin lisäksi Consti Talotekniikalla on omat suunnittelijansa. [2]

1.2 Tietomallintaminen Consti Oy:ssä

Consti on hyödyntänyt jo lähes kymmenen vuotta tietomallintamista. Tietomallien avulla Consti haluaa tehostaa rakentamistaan. Kaikki tuotannon tarvitsema informaatio saadaan tietomallien avulla samaan tietokantaan. Suunnitelmien yhteensovittaminen helpottuu sekä suunnittelun tehokkuus paranee.

Consti on käyttänyt tietomallinnusta useissa eri kohteissa. Constin tietomallinustiimi tarjoaa tarvittavaa koulutusta sekä auttaa ongelmatilanteissa. Constin henkilökunnalta tietomallintaminen vaatii ammattitaitoa ja osaamista. Projektien vastuuhenkilöiden mallintamisosaamiseen tuleekin panostaa entistä enemmän.

Consti Talotekniikka Oy:llä käytössä olevat ohjelmat ovat Solibri ja MagiCAD. Myönteisesti huomioni on tämän opinnäytetyön laatimisen aikana kiinnittynyt siihen, että Constilla on mahdollisuus osallistua edellä mainittujen ohjelmien käyttökoulutukseen.

1.3 Työn tavoite ja rajaukset

Tämän opinnäytetyön sisältö käsittelee tietomallin toimivuutta toimistorakennuksissa taloteknisen toteutuksen osalta. Tämän osa-alueen sisällä tarkasteltiin muun muassa yleisesti tietomallinnuksen päävaiheita, ohjelmistoja, vaatimuksia sekä standardeja.

Lisäksi perehdyttiin suunnittelun ohjaukseen tietomallinnuksen kautta sekä tutkimuskohteen tietomallintamisen hyötyihin. Alan tietoa on hankittu haastatteluin rakennusalan ammattilaisilta sekä alan kirjallisuudesta. Tutkimuskohteessa työskennelleiden ja ulkopuolisten asiantuntijoiden haastattelujen kautta vastauksia voidaan hyödyntää tulevaisuuden tietomallinnusta silmällä pitäen.

2 Tietomallinnus

2.1 Tietomallin tarkoitus ja vaatimukset

Kansainvälisesti tietomallinnuksesta käytetään nimeä BIM (Building Information Modelling), joka kuvaa rakennusalan ajattelutapaa ja prosessia. BIM on yhteistyötä, jossa hallitaan, luodaan ja hyödynnetään tietoa koko rakennuksen elinkaaren ajan yhteistyössä muun muassa urakoitsijoiden, rakennuttajan ja arkkitehdin kanssa. [3]

BIM yhdistää teknologian sekä ihmiset kustannusten ja ajan säästämiseksi sekä tehokkuuden parantamiseksi rakennushankkeissa. BIM ei ole pelkästään 3D-malli tai ohjelmistokokonaisuus. Mallielementtien lisäksi siihen sisältyy muun

muassa suuret määrät hankkeen muodostavaa informaatiota. Projektinhallintaan BIM-työnkulut mahdollistavat yhtenäisemmän sekä dynaamisemman lähestymistavan. [3]

Tietomallin yleistymistä globaalisti kiihdyttävät lisääntyneet viranomaisvaatimukset. Suomessa maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistus 2022 edellyttää tietomallia rakennusluvan saamiseksi. [3]

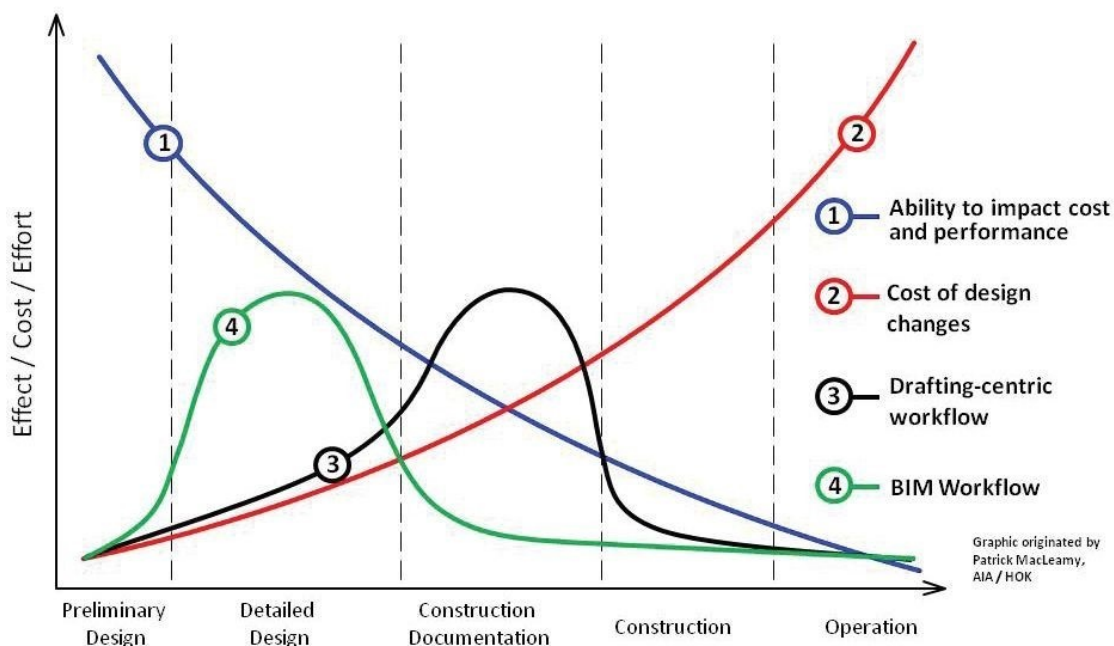
Tietomallivaatimukset laadittiin vuonna 2007 senaattikiinteistöjen toimesta. Senaattikiinteistöt olivat vuoden 2012 alussa julkaistun Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012) laadinnassa mukana. Yleiset Tietomallivaatimukset käsittää 14 osaa, jotka on laadittu siten, että rakennuksen elinkaaren eri vaiheisiin niistä saisi entistä enemmän hyötyä. Jokaisen osapuolen tulisi tutustua yleiseen osuuteen, oman alansa vaatimuksiin sekä laadunvarmistukseen käynnistettäessä tietomallinnettavaa hanketta. [4]

Kuvassa 1 on esitetty yleisten tietomallivaatimusten osat ja pääkäyttäjärühmät. Kuvassa 1 esitetyn tietomallivaatimusten osioihin 1, 7, 11 ja 13 on rakennusurakoitsijan syytä perehtyä. Rakennushanketta johtavan henkilön sekä tietomallikoordinaattorin täytyy hallita kaikkien vaatimusten periaatteet. [5, s. 34-36.]

Osan numero	Nimi	Pääkäyttäjärühmät
1	<u>Yleinen osuus</u>	<u>Kaikki</u>
2	Lähtötilanteen mallinnus	Suunnittelijat
3	Arkkitehtisuunnittelu	Arkkitehdit
4	Talotekninen suunnittelu	Talotekniikan suunnittelijat
5	Rakennesuunnittelu	Rakennesuunnittelijat
6	Laadunvarmistus	Kaikki
7	<u>Määrälaskenta</u>	<u>Tilaaaja, urakoitsija</u>
8	Mallien käyttö havainnollistamisessa	Kaikki
9	Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä	Talotekniikan suunnittelijat
10	Energia-analyysit	Talotekniikan suunnittelijat
11	<i>Tietomallipohjaisen projektin johtaminen</i>	<i>Tilaaaja, rakennuttaja</i>
12	Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana	Tilaaaja, kiinteistönomistaja, ylläpitäjä
13	<u>Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa</u>	<u>Tilaaaja, urakoitsija</u>
14	Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa	Tilaaaja, suunnittelijat

Kuva 1. Yleisten tietomallivaatimusten osiot sekä pääkäyttäjärühmät rakennushankkeiden henkilöstöä varten.

Tietomallin luominen ja täydentäminen projektin alussa vie aikaa. Kun kohde on saatu mallinnettua riittäväälle tasolle, jotta mallinnuksen käyttö on mahdollista, aikaa kuluu perinteistä 2D-suunnittelua vähemmän. [6]



Kuva 2. BIM-vaikuttaja Patrick MacLeamyn graafinen esitys.

Kuvassa 2 on esitetty sinisellä käyrällä tietomallintamiseen sijoitettujen resursien merkitys hankkeen kokonaiskustannuksiin. Suunnitelmaratkaisujen muutoksista aiheutuvat kustannukset suhteessa suunnitteluvaiheeseen on kuvattu punaisella käyrällä. Musta käyrä kuvaa perinteistä suunnittelua ja vihreä tietomallintamista. [6]

Tietomallinnuksen tarkoituksena on, että tiedon keräämisessä ja tallentamisessa vältetään moninkertaisen työn tekeminen. Tämä saavutetaan tietoa päivittämällä hallitusti ja jatkuvasti sekä siten, että tieto on tallennettu keskitetysti. Kaikkien projektiosapuolien mukaan ottaminen on edellytyksenä BIM-ympäristössä tapahtuvan työnkulun sekä aikaisemman vaikuttamisen käyttöön ottamiselle. [6]

2.1.1 IFC-standardi

Tietomallinnuksen perusvaatimuksena ovat avoimen tiedonsiirron standardit IFC (ISO 16739-1:2018) sekä COBie, joka on uudempi USA:ssa käyttöön otettu standardi. IFC on lyhenne sanoista Industry Foundation Classes. [7]

IFC:stä on tullut vakiintunut mallinnuksen tiedonsiirtostandardi rakennushankkeissa suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon osilta. IFC-mallit eivät korvaa alkuperäismalleja, koska ne sisältävät vain yhteiskoekäyttöisen osan suunnitteluohjelmistojen alkuperäismallien tiedoista. [7]

2.1.2 Model View Definitions

Model View Definitions eli MVD on yksi avoimen tietomallinnuksen standardeista. IFC-kaaviosta MVD on osajoukko, joka määrittelee, kuinka ja mitä IFC-standardin määrittämiä implementoidaan. Esimerkkinä näitä ovat muun muassa attribuutit, IFC-luokat, suhteet, ominaisuudet sekä määrälliset kuvaukset. IFC-kaaviosta MVD-standardi esittää ohjelmalliset vaatimusmäärittelyt tyydyttääkseen tiedonvaihtamisvaatimukset AEC-aloilla (Architecture, Engineering ja Construction). [7]

Tietomalli on tarkoitus pilkkoa pienempiin kokonaisuuksiin. Esimerkiksi jos mallista halutaan ulkopuolinen rakenteellinen- tai energia-analyysiraportti, mallista suodatetaan kaikki turha tieto pois. Tilojen koot, ikkunoiden ja seinien lämmöneristävyys olisivat energia-analyysin tapauksessa relevanttia informaatiota.

2.1.3 COBie-standardi

COBie (Construction Operations Building Information Exchange) on USA:ssa kehitetty avoimen tiedonsiirron standardi. USA:n julkishallinnon kiinteistöistä vastaavan GSA:n (U.S. General Services Administration) rakennuskohteissa COBie on tulossa vähimmäisvaatimukseksi. [7]

Standardissa kuvaillaan, kuinka rakennuksen suunnittelu- ja rakennusvaiheessa informaatiota kerätään sekä kuinka rakennuksen ylläpitäjälle tämä tieto toimitetaan. COBieta pystytään tarkastelemaan ylläpito-, rakentamis- ja suunnitteluohjelmissa sekä yksinkertaisena taulukkona. COBie on kehitetty IFC-standardin rinnalle sitä täydentämään. Suomessa COBie ei vielä toistaiseksi ole käytössä. [7]

2.2 Päävaiheet

BIM-prosessi voidaan jakaa neljään eri päävaiheeseen, jotka ovat tarve- ja hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentaminen sekä rakennuksen käyttö. Tarve- ja hankintasuunnittelussa tilaohjelmaan perustuvan mallin tuottaa arkkitehti. Malli keskittyy ilmentämään rakennuksen ulkonäköä, jonka tärkein tehtävä on havainnollistaa hanketta muille osapuolille. Malli tarjoaa kaava- ja paikkatiedot, ympäristön visualisoinnin ja arvioita materiaalinkulutuksesta sekä kustannuksista. Osapuolten päästessä yhteisymmärrykseen hanke etenee suunnitteluvaiheeseen. [3]

Suunnittelu on tässä vaiheessa yksityiskohtaista. Tietomallia hyödynnetään materiaalivalinnoissa, aikataulutuksessa sekä määrä- ja kustannuslaskennassa. Eri tahojen osapuolet kommunikoivat ja jakavat näkemyksiään mallista, jolloin ristiriidat ja puutteet ratkeavat jo mallinnusvaiheessa. [3]

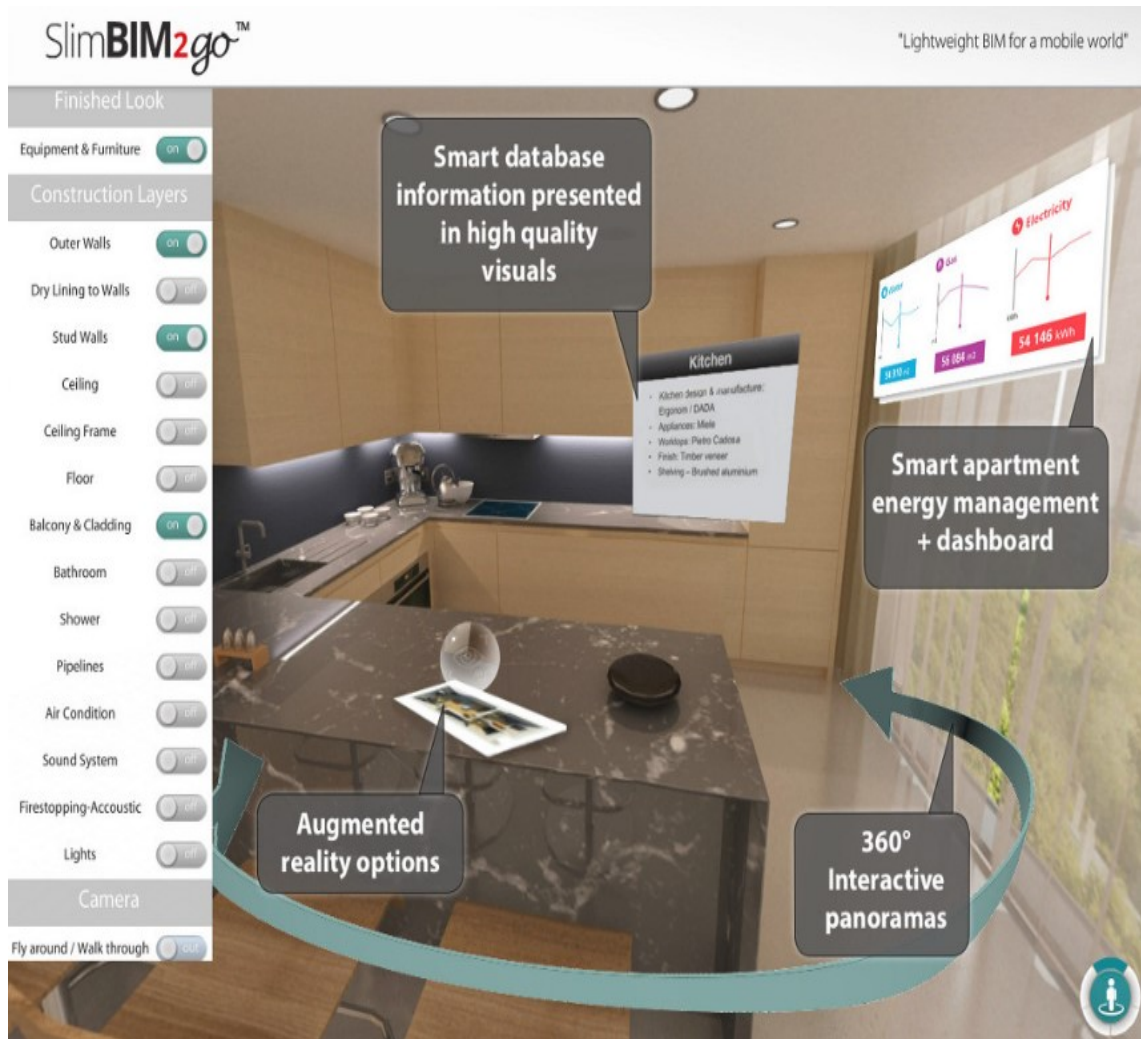
Suunnitteluvaiheen jälkeen siirryttäessä rakentamiseen rakennusosien valmistus aloitetaan tietomallin perusteella. Alihankkijat valitaan ja materiaalien tilaukset aloitetaan. Rakentamisen vaiheessa tietomallin törmäystarkastelut jatkuvat, jottei rakennusvirheitä tai -puutteita pääse syntymään. [3]

Rakennuksen ollessa valmis aloitetaan sen käyttö. Aiemmiltä vaiheilta kertynyttä tietoa hyödynnetään rakennuksen huollon ja käytön optimointiin, aina rakennuksen elinkaaren loppuun asti. Rakennuksen kokonaiskustannuksista noin 90 % muodostuu käyttövaiheen elinkaaren aikaisista kustannuksista, joten on perusteltua viedä tietomalliin mahdollisimman tarkat tiedot rakennuksen loppukuvista, muutostöistä ja elinkaaren kulutuksesta. Edellä mainittujen asioiden vuoksi BIM tulee kasvamaan tulevaisuudessa voimakkaasti. Tietomalli turvaa rakennuksen tehokkaan kierrätyksen, jos rakennus joudutaan tulevaisuudessa joskus purkamaan. [3]

2.3 SlimBIM

BIM-mallin kevennetystä versiosta käytetään nimeä SlimBIM (Simplify Leverage Integrate Mobile BIM). SlimBIM keskittyy pääasiassa rakennuksen geometriaan. Rakennuksen geometriasta SlimBIM kokoaa tiedon esimerkiksi ikkunoista, seinistä ja muista elementeistä. Lähtöaineistoksi SlimBIMissä riittävät DWG-piirustukset, joiden perusteella luodaan 3D-malli. [8]

Kuvasta 3 näkyy, miltä SlimBIM-näkymä voi näyttää. Tarkempien tuotekohtaisten tietojen lisääminen rikastaa mallia. Malliin voi muun muassa lisätä tuotteen valmistajan ja valmistusajankohdan sekä tiedon siitä, kuinka tilata huolto- tai varaosia. [8]



Kuva 3. SlimBIM-näkymä.

SlimBIM sekä SlimBIM2go App ovat osa Virtual Viewing -asiakkaille tarjottuja BIM-ratkaisuja. SlimBIM on suunnattu rakentamisen edeltävään ja jälkeiseen työhön. [8]

2.4 Tietomallinnus TATE-suunnittelussa

Tilatusta laajuudesta laaditaan talotekniikan malli eli TATE-malli. Ainoastaan taloteknisiä objekteja esitetään TATE-malleissa. TATE-suunnitteluvaiheiden tietomallinnus jakautuu kahteen eri osa-alueeseen. Näitä osa-alueita ovat ehdotus- ja yleissuunnittelu sekä toteutussuunnittelu. [9, s. 7.]

Muita suunnitteluosapuolia tukevaa suunnittelua kutsutaan ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheeksi, jonka tavoitteena on tuottaa riittävät tiedot RAK- ja ARK-mallien tekemiseksi. Koko rakennuksen kattavaa järjestelmämallia ei TATE-suunnittelu tuota ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa, vaan keskitytään muun muassa TATE-tilavarauksiin sekä järjestelmävalintoihin. Koko rakennuksen kattavat järjestelmämallit tehdään toteutussuunnitteluvaiheessa. [9, s. 7–8.]

Rakennesuunnittelijan rakennevalinnat tai arkkitehdin valitsema rakennuksen muoto konkretisoituvat taloteknisen järjestelmän kautta elinkaarivaikutuksiksi, esimerkiksi lisääntyneenä energiankulutuksena. Tämän johdosta talotekniikka-suunnittelijan tulisi olla hankkeen suunnittelussa jo heti alusta lähtien mukana.

Talotekniikan analyysien tekemistä tehostavat rakennuksen tietomallit. Alustavien ja hyvinkin yksinkertaisten tietomallien avulla analyysija voidaan tehdä. Analyysien avulla saadaan tietoa muun muassa elinkaarikustannuksista sekä suunnitteluratkaisun energiatehokkuudesta. Analyysien painopiste suunnittelun alkuvaiheessa on vaihtoehtojen vertailussa ja myöhemmissä vaiheissa suunnitteluratkaisun tavoitteenmukaisuuden arvioinnissa. [10, s. 6.]

Oleellisin asia tietomallin hyödyntämisessä on talotekniikan havainnollistaminen. Tämä tuo jo itsessään ison avun työn toteutukselle sekä suunnittelulle.

2.4.1 Yhdistelmämalli

Kohteen tietomallikoordinaattori tekee yleensä yhdistelmämallin, joka voi olla joko ulkopuolinen konsultti tai pääsuunnittelija. Tietomallikoordinaattori tarkastelee muun muassa tilavarausten riittävyttä, arkkitehti- ja rakennemallin vastavuutta, TATE-järjestelmien törmäyksiä sekä yleistä mallinnuksen tasoa. [9, s. 32.]

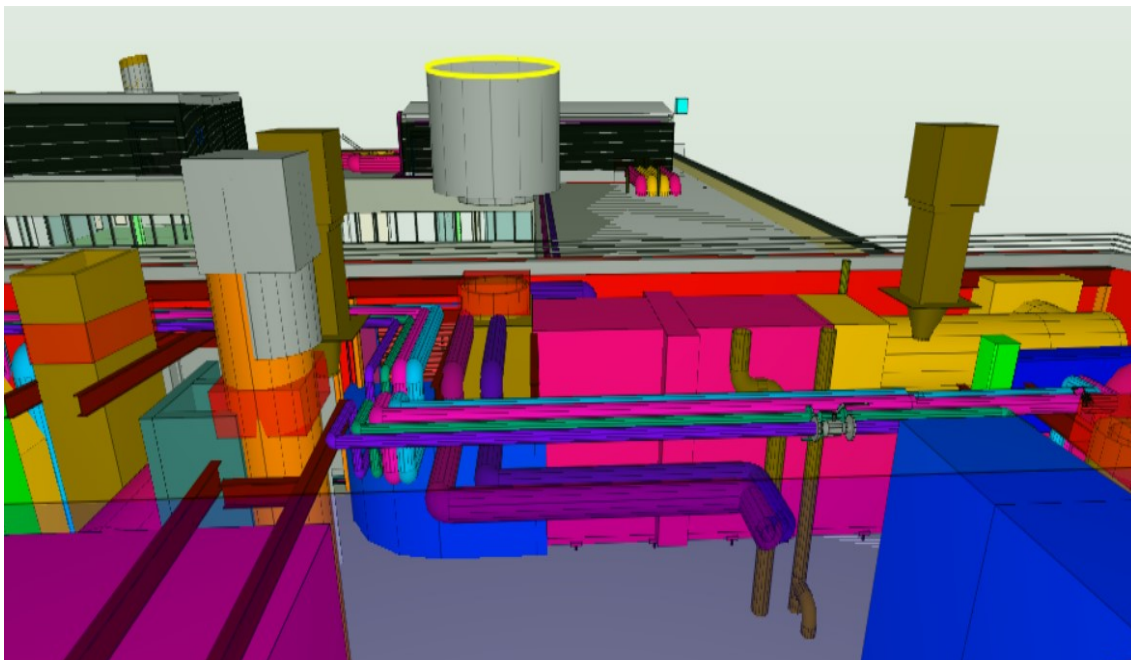
Yhdistelmämalli tarkoittaa eri suunnittelualojen tietomallien yhdistämistä (RAK, ARK, LVI ja SÄH). Sovitettaessa yhteen eri suunnitelmat muodostuu yhdistelmämalli. Yhdistelmämalli voidaan esimerkiksi muodostaa maaperämallista, maastomallista, vanhojen rakenteiden mallista sekä rakennuksen tietomallista.

Törmäystarkastelua voidaan tehdä yhdistelmämallista, jolloin ongelmakohtiin päästään puuttumaan jo suunnitteluvaiheessa. Yhdistelmämallista löydetyt virheet dokumentoidaan sekä niistä tehdään raportti. Korjaukset tarkastetaan yhdistelmämallia käyttäen ja myös korjaukset raportoidaan. [4, s. 10.]

Tietomallikatselmuksissa sekä suunnittelukokouksissa käytetään aina uusinta yhdistelmämallia. Yhdistelmämallista voidaan osoittaa suunnittelun virheettömyyttä ja yhteensopivuutta suunnittelutilanteen lisäksi. Suunnittelun ohjauksessa yhdistelmämalli on erittäin tehokas ja toimiva apuväline.

Yhdistelmämalli kootaan etukäteen sovitun tarkastusaikataulun mukaan tai säännöllisin väliajoin. Jokaisen hankkeessa olevan suunnitteluosapuolen tulee olla kykenevä tarpeen mukaan laatimaan yhdistelmämalli omaa käyttöä varten. Esimerkkinä LVI-suunnittelija laatii yhdistelmämallin, johon hän ottaa mukaan ajantasaisen arkkitehti-, sähkö ja LVI-mallin. Tällöin suunnittelija itse voi tarkastaa ehdottamansa suunnitelmaratkaisun soveltavuuden.

Monella eri ohjelmistoilla on mahdollista koota yhdistelmämalli. Solibri Model Checker, Navisworks sekä Trimble Connect soveltuvat kaikki yhdistelmämallin kokoamiseen.



Kuva 4. Esimerkkikohteen kuudennen kerroksen IV-konehuone.

Kuvasta 4 näkyy, kuinka talotekniikan reittien tarkastelu on helppoa yhdistelmämallin avulla. Malli on helpottanut konehuoneen tekemistä huomattavasti.



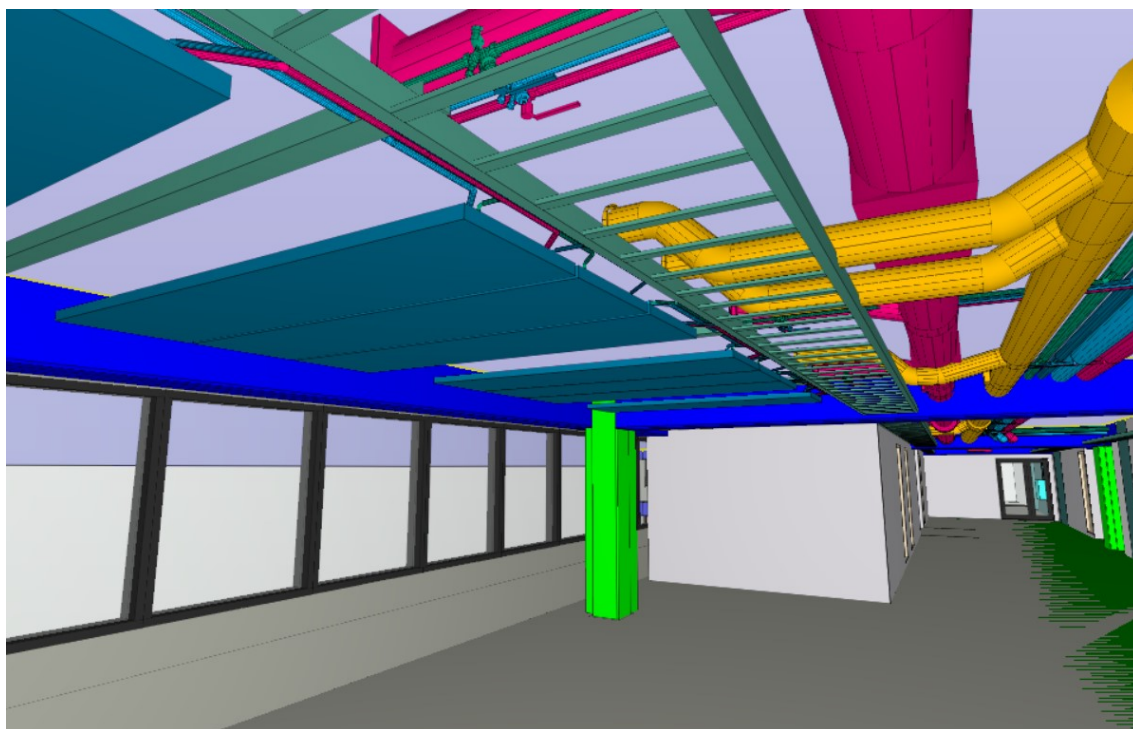
Kuva 5. Havainnekuva rakenne- ja taloteknisistä malleista.

Kuvassa 5 on esitetty Tapiolan pääkonttorin havainnekuva yhdistelmämallia hyödyntäen. Projektien aikana mallia hyödynnetään tilaajan investointiprosessin tiedontarpeiden mukaan. [11, s. 6.]

2.4.2 Mallitila

Mallitilasta on syytä laatia yhdistelmämalli suunnittelun ohjauksen alkuvaiheessa. Tiedonsiirron toimivuuden lisäksi varmistetaan, että kaikki suunnittelijat käyttävät samaa koordinaatistoa.

Ensimmäisessä tietomallipalaverissa on hyvä määrittää mallitilan sijainti. Tietomallipalaverissa rakennesuunnittelija suunnittelee mallitilaa varten sovitut rakenteet. Tämän jälkeen LVI-suunnittelija sijoittaa sovitut komponentit mallitilaan. Yleensä vaaditaan mallitilaan sijoitettavaksi yksittäinen osa putkistoa tai kanavistoa sekä tarvittaessa joitakin päätelaitteita. LVI-suunnittelijan komponenttien lisäämisen jälkeen sähkösuunnittelija sijoittaa tapauskohtaisesti komponentit vastaavasti mallitilaan. Tarkistaessaan omat mallinsa suunnittelijat tallentavat ne IFC-tiedostomuotoon. Yhdistelmämallin avulla mallitilasta voidaan tarkastella oikeaa toteutustapaa sekä mallien yhteensopivuutta jo suunnittelun varhaisessa vaiheessa.



Kuva 6. Esimerkkikohteen mallikerroksen talotekniikkanäkymä.

Tässä insinööriyöni esimerkkikohteessa ei ollut erillistä mallihuonetta vaan oli mallikerros, joka sijoittui rakennuksessa toiseen kerrokseen. Kuvasta 6 näkyy mallikerroksen talotekniikkanäkymä.

3 Talotekninen tietomalli

3.1 Katseluohjelmat

Yleisesti talotekniikassa käytetyt ohjelmistot ovat tietomallien tarkastelu- ja katseluohjelmistoja sekä suunnitteluohjelmistoja. Julkisissa hankkeissa on määriteltä käytettäväksi vähintään IFC 2x3 -sertifioituja mallinnusohjelmia. IFC (Industry Foundation Classes) on erityisesti tarkoitettu tietomallinnuksen tiedon siirtoon. Uusin versio tällä hetkellä IFC-standardista on 4 (2x4). [4, s. 6.]

Tarkastelu- ja katseluohjelmia käytetään useissa eri käyttötarkoitustilanteissa. Ohjelmat soveltuvat erityisesti mallien katsomiseen ja malleihin sisältyviin komponenttien sekä tuotetietojen analysoimiseen. [5, s. 42.] Parhaan mahdollisen toimintatavan saaminen tietojen keräämiseen mallista vaatii jonkinlaisen käyttökoulutuksen tai -kokemuksen. Saatavilla on maksuttomia sekä maksullisia sovellusohjelmia. Ohjelmien koko kapasiteettia pääsee hyödyntämään paremmin maksullisissa käyttöliittymissä kuin maksuttomissa.

Rakennushankkeissa yleisimmät käytetyt ohjelmistot ovat Solibri-, Navisworks- ja Trimble-pohjaiset käyttöliittymät. Edellä mainitut soveltuvat yhdistelmämallien selaamiseen kuin myös laatimiseen.

3.1.1 Solibri

Solibrilla on kolme ohjelmaa käytössä tietomallien tarkasteluun: Solibri Office, Solibri Anywhere sekä Solibri Site. Solibri Office korvasi aiemmin käytössä olleen Solibri Model Checkerin ja Solibri Anywhere korvasi Solibri Viewerin. [12]

Solibri Office -sovellusohjelma on maksullinen versio, jolla pystytään yhdistelmään yhdistelmämalli eri rakenneosamalleista. Ohjelma soveltuu määrälaskentaan, törmäystarkasteluun sekä mahdollistaa tehostettua laadunvarmistusta. Lisäksi ohjelma mahdollistaa virheiden raportoinnin ja suunnitelmien tarkastamisen määrättyjen sääntöjen perusteella. [12]

Solibri Anywhere on ilmainen katseluohjelma, joka mahdollistaa Solibri Office- ja IFC-tiedostojen tarkastelun visuaalisesti. Ilmaisversiossa on käytössä myös leikkaus-, info- ja mittaustyökalut. Ohjelma soveltuu valmiin yhdistelmämallin tarkasteluun. [12]

Solibri Site on pääsääntöisesti käytössä työmaatoiminnassa. Toiminnallisuuksien täyttämisen arsenaalia ei tarvita työmaalla, vaan tärkeämpää on, että rakennusaikaisilla informaatiotyökaluilla löytyy olennainen tieto helposti ja nopeasti. [12]

3.1.2 Autodesk Navisworks

Autodesk Navisworksilla on tarjolla kolme erillistä sovellusohjelmistoa: kaksi maksullista ja yksi ilmainen. Maksulliset sovellusohjelmat ovat Navisworks Manage ja Navisworks Simulate. Ilmaisohjelmana toimii Navisworks Freedom. [13]

Navisworks Manage ja Navisworks Simulate soveltuvat molemmat NWD- sekä 3D-DWF-tiedostojen julkaisuun jaettavana tiedostona. Lisäksi ohjelmat mahdollistavat mallien yhdistämisen yhdistelmämalliksi ja 5D-aikataulun laadinnan. Manage- ja Simulate-ohjelmien eroavaisuudet ovat törmäyksien ja häiriöiden hallintatyökalussa, nämä työkalut ovat mahdollisia ainoastaan Manage-ohjelmalla. [13]

Navisworks Freedom ilmaisohjelma soveltuu yhdistelmämallin tai yksittäisen rakennusosan tarkasteluun. Työkaluina ohjelmassa on käytössä mitta-, info- ja leikkaustyökalut. [13]

3.1.3 Trimble Connect

Trimble Connect on pilvipohjainen tiedonjakoalusta. Trimble Connectin tarkoituksena on muun muassa helpottaa tiedon tai tiedostojen jakamista rakennushankkeessa eri toimijoiden välillä. [14]

Trimble Connect muodostuu kolmesta eri osasta, jotka ovat työpöytä, selain sekä mobiiliversio. Selainversio on ominaisuuksiltaan kaikkein kattavin. Ohjelmiston ominaisuudet jaetaan kolmeen eri pääryhmään. Nämä pääryhmät ovat tiedoston ja käyttäjien hallinta, yhteistyö sekä asiakirja, 2D-piirustus ja mallinäkymä. [14]

3.2 Suunnitteluohjelmat

Suunnitteluohjelma määräytyy suunnittelijan käyttämästä suunnitteluohjelmistosta. Käytettävän ohjelmiston pitää täyttää YTV 20120:n yleiset mallitekniset vaatimukset. Vaatimukset on siten laadittu, että rakennuksen elinkaaren eri vaiheisiin saisi entistä enemmän hyötyä. [5, s. 38.]

Suunnitteluohjelmistoja ovat muun muassa MagiCAD sekä CADS. [15] Molemmat edellä mainituista soveltuvat hyvin talotekniseen tietomallipohjaiseen suunnitteluun sekä mahdollistavat DWG-tiedostojen muuttamisen IFC-muotoon. [16]

3.2.1 MagiCAD

MagiCAD-ohjelma on talotekniseen suunnitteluun käytetty yleisin suunnitteluohjelma. MagiCADia käytetään Autodesk AutoCADin tai Autodesk Revitin kanssa yhdessä. [15]

LVIS-suunnittelu on mahdollista toteuttaa MagiCADilla kokonaisuudessaan 2D-, 3D- ja tietomallipohjaisesti. Piirtäessä 2D:nä ohjelma luo lisäksi 3D-tuotemallin sekä toisin päin. [15]

Ohjelma sisältää laskentaominaisuuksia muun muassa melutasolle, sprinkleri-järjestelmälle sekä painehäviöille. Ohjelman tietokannassa on käytössä kattava määrä eri laitevalmistajien tuotteita, jotka mahdollistavat tarkat kappale-, mitta-, määrä- ja tyyppitiedot kustannuslaskentaa varten. Lisäksi ohjelmiston tietokantaan on määritelty tarkasti laitteiden tekniset tiedot sekä laitteistojen koot. [15]

3.2.2 CADS

CADS-tuoteperheeseen kuuluu kaksi talotekniikkaohjelmistoa. CADS Hepac ja CADS Electric molemmat mahdollistavat DWG-tiedostojen muuttamisen IFC-muotoon sekä soveltuvat tietomallipohjaiseen suunnitteluun. CADS-ohjelmistot ovat suomenkielisiä ja CADS Electricistä on tarjolla myös englanninkielinen versio. [16]

CADS Hepac soveltuu LVIA-suunnitteluun sekä ohjelmisto sisältää toiminnot määrälaskentaan, rakennusautomaatiosuunnitteluun ja energialaskentaan. CADS Electric soveltuu teollisuuden sähkö- ja automaatiosuunnitteluun, tietomallipohjaiseen rakennussähköistykseen, jakeluverkkojen suunnitteluun sekä keskusten layout-suunnitteluun. [16]

4 Suunnittelun ohjaus Consti Talotekniikka Oy:ssä

Suunnittelun ohjaus on rakennushankkeelle asetettujen tavoitteiden toteutumisen sekä hankkeen lopputuloksen kannalta oleellinen tehtäväkenttä. Sovittuihin aikatauluihin sekä laatu- ja kustannustavoitteisiin tulee verrata suunnittelun etenemistä. Suunnittelun ohjaukseen kuuluu suunnitteluajakaulun laadinta. Aikataulu toimii suunnittelun etenemisen apuvälineenä. Suunnitelmakatselmointien ajankohdat tulee näkyä suunnitteluajakaulussa.

Päätettäessä laatia hankkeen ensimmäinen suunnitelma tulee suunnittelun ohjaus käynnistää heti. Oikeiden suunnitteluratkaisujen valinnalla sekä hyvällä suunnittelunohjauksella on mahdollisuus saavuttaa säästöjä suunnittelu- ja rakennusvaiheessa kuin myös koko rakennuksen elinkaaren aikana. Suunnittelun

ohjaukseen tietomallinnus on erinomainen työkalu. Suunnitteluvirheet voidaan havaita visuaalisen tarkastuksen aikana mallinnuksesta.

Consti Talotekniikalla on ohjeistus suunnittelun ohjaukseen toimintajärjestelmässään. Suunnittelun ohjaus alkaa rakennuspaikan selvittämisestä. Liiketaloudellisten ja rakennuspaikan edellytysten kunnossa ollessa suunnittelusta tehdään aloituspäätös. Suunnittelijat sekä tietomallikoordinaattorit valitaan suunnittelun aloituspäätöksen jälkeen. Consti pitää omaa suunnittelurekisteriä, johon on listattu hyväksytyt suunnittelutoimistot. Kohteen suunnittelijat valitaan suunnittelijarekisteristä vaatimustason mukaisesti, minkä jälkeen suunnittelu kilpailutetaan heillä. Yleisiä tietomallivaatimuksia 2012 sovelletaan tietomallintamissa, ja niitä täydennetään Constin omilla ohjeistuksilla. Suunnittelusopimukset laaditaan suunnittelijoiden valinnan jälkeen. Suunnittelusopimukset tehdään Constin toimintajärjestelmän mallin mukaisesti.

Suunnittelunohjaukseen saadaan paljon hyötyä talotekniikkasuunnittelijoiden malleista. Näin ollen pystytään välttämään eri suunnittelualojen väliset risiteävyydet. Kustannuslaskentaa ja tavoitearvion laatimista varten malleista saadaan hyödynnettyä määriä.

Työskennellessäni useissa eri firmoissa olen huomannut, että suunnittelun ohjausta hoidetaan yleisesti liian heppoisesti. Kokonaisuuden kannalta suunnittelijoita ei haasteta riittävästi tekemään hyviä suunnitelmia muiden hankkeen osapuolien kanssa. Lisäksi olen huomannut, että suunnittelun ohjausta hoidetaan ilman systemaattista toimintaa yksilöstä tai yrityksestä riippuen. Suuri ongelma on myös rakennuttajan ammattitaidon puute sekä se, että ei tiedetä, mitä halutaan.

5 Tutkimuskohde

5.1 Kohdetiedot

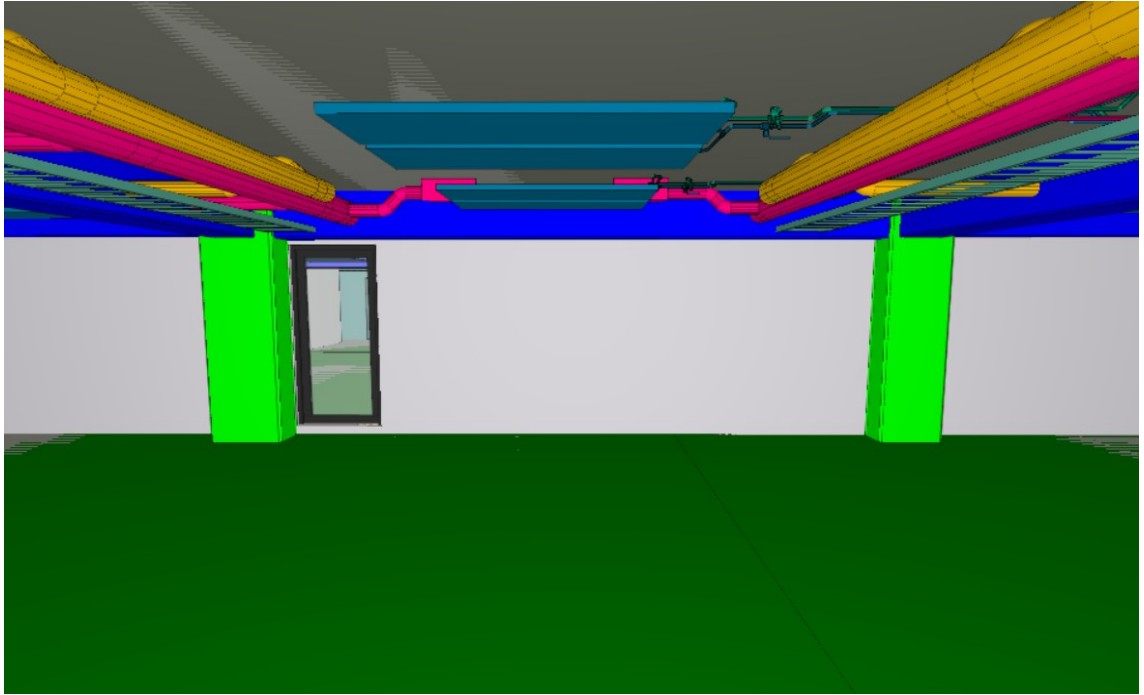
Tämän opinnäytetyön kohteena on Sanoma Oy:n vuonna 1968 rakennuttama toimitilakiinteistö. Toimitilakiinteistö sijaitsee Helsingin Punavuorella Uudenmaankadun ja Annankadun kulmatontilla. Kohteeseen toteutettiin laaja rakennus- ja talotekninen perusparannus, joka valmistui syksyllä 2021. Kohteessa on parkkihallikerrokset K1–K3, ensimmäisessä kerroksessa on muun muassa ravintolat, kahvilat sekä erikokoisia liiketiloja. Toimistotilat sijoittuvat rakennuksen 2.–5. kerrokseen. Rakennuksen konehuoneet on sijoitettu kuudenteen kerrokseen.

Kohteen tilaajana oli KOy Helsingin Uudenmaankatu 16–20. Arkkitehtisuunnittelusta oli vastuussa Arkkitehdit D4 Oy, rakennesuunnittelijana toimi Ramboll Finland Oy ja kohteen päätoteuttajana oli Consti Korjausrakentaminen Oy. Hankkeen yhteenlaskettu kokonaispinta-ala on noin 20 000 brm².



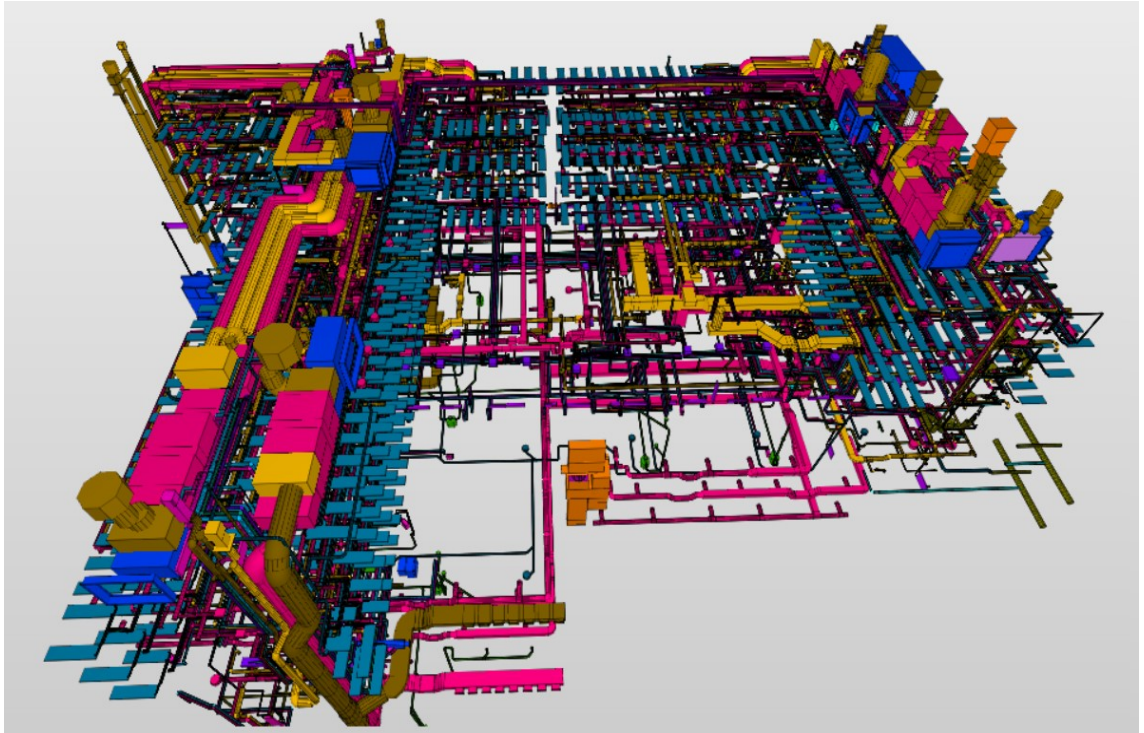
Kuva 7. Toimitilahankkeen havainnekuva Annankadun ja Uudenmaankadun kulmasta kuvattuna [17].

Toimitilahanke on eri mallinnusohjelmistoilla mallinnettu. Kuvassa 7 näkyy, kuinka valmis kohde tuli sijoittumaan kaupunkikuvaan. [17]



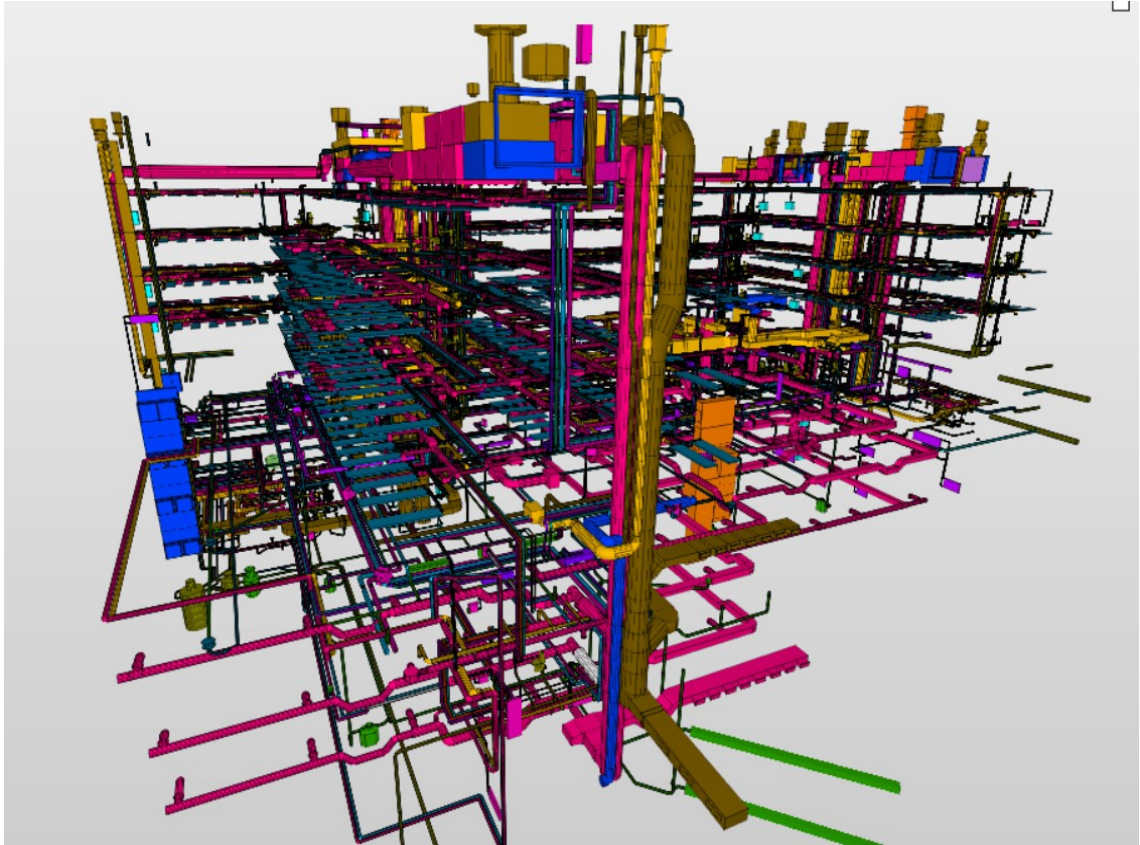
Kuva 8. Toimitilahankkeen talotekniikkanäkymä.

Kuvassa 8 on puolestaan esitetty kolmannessa kerroksessa sijaitsevan avotoimiston talotekniikkajärjestelmien yhteensovitettu malli. Koko talotekniikan kattavaa mallia tarkastellaan kuvissa 9 ja 10.



Kuva 9. Esimerkkikohteen mallissa näkyvillä vain talotekniikka.

Pelkän talotekniikan kattavan mallin avulla on vaikea saada käsitystä siitä, miten tekniikka tulee sijoittumaan rakennukseen. Talotekniikan käsittävästä mallista on hyvä tarkastella, että esimerkiksi päälinjat ovat 2D-kuvan mukaisesti piirretty. Useimmiten vaaditaan täydellistä oikeissa sijainneissa olevia 100 %:n mallinnuksia TATE-verkostoista, mutta tämä on mahdotonta toteuttaa.



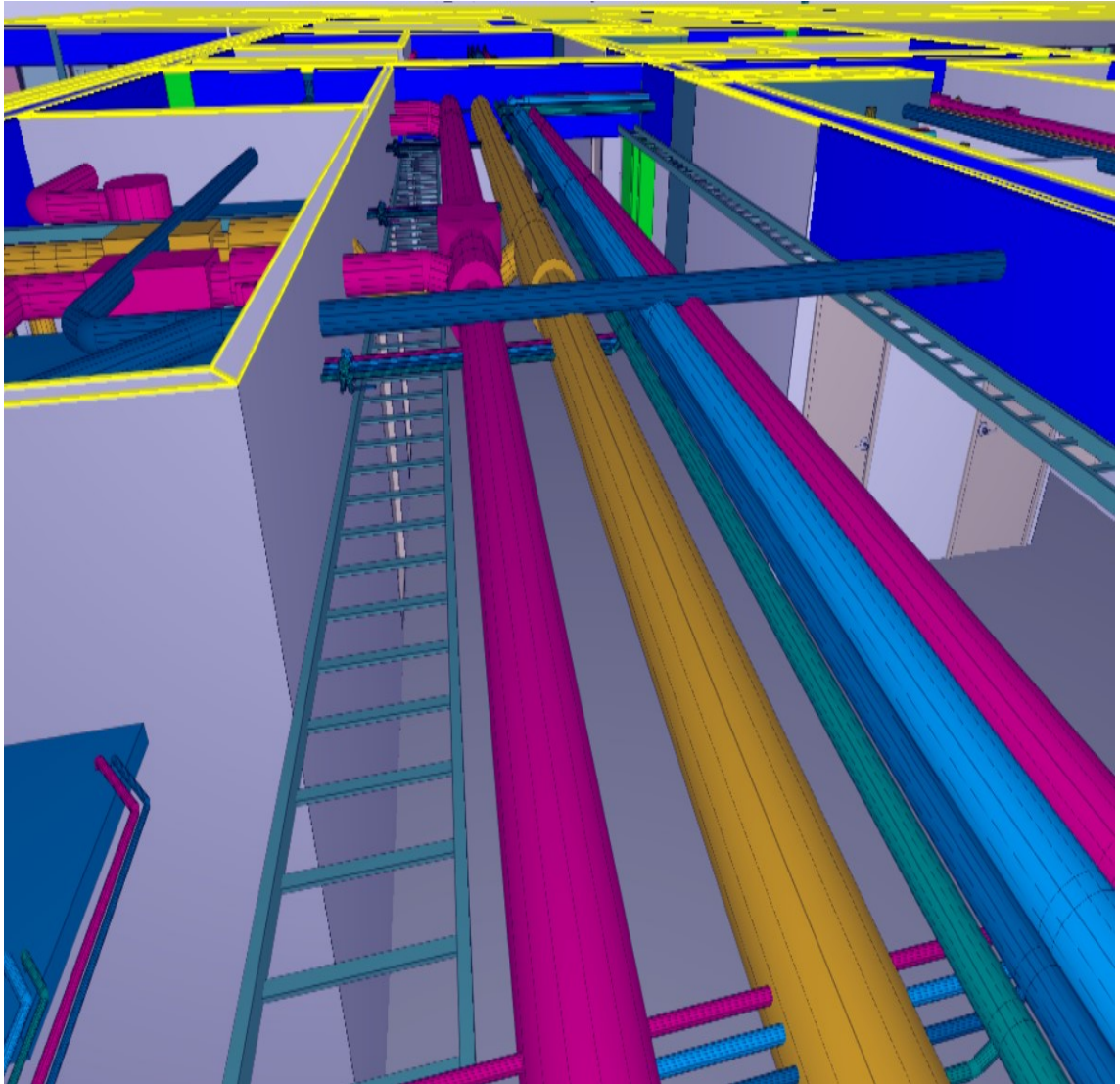
Kuva 10. Talotekniikan malli toimitilahankkeen sivusta katsottuna.

Talotekniikan toteutusmalli ei ole sama asia kuin koordinoitu yhdistelmämalli tai toteutussuunnittelun talotekninen tietomalli. Mielestäni talotekniikan toteutusmallin kuuluisi tehdä urakoitsija, jolloin lopputulos soveltuisi paremmin työmaalle.

5.2 Tietomallintamisen hyödyt kohteessa

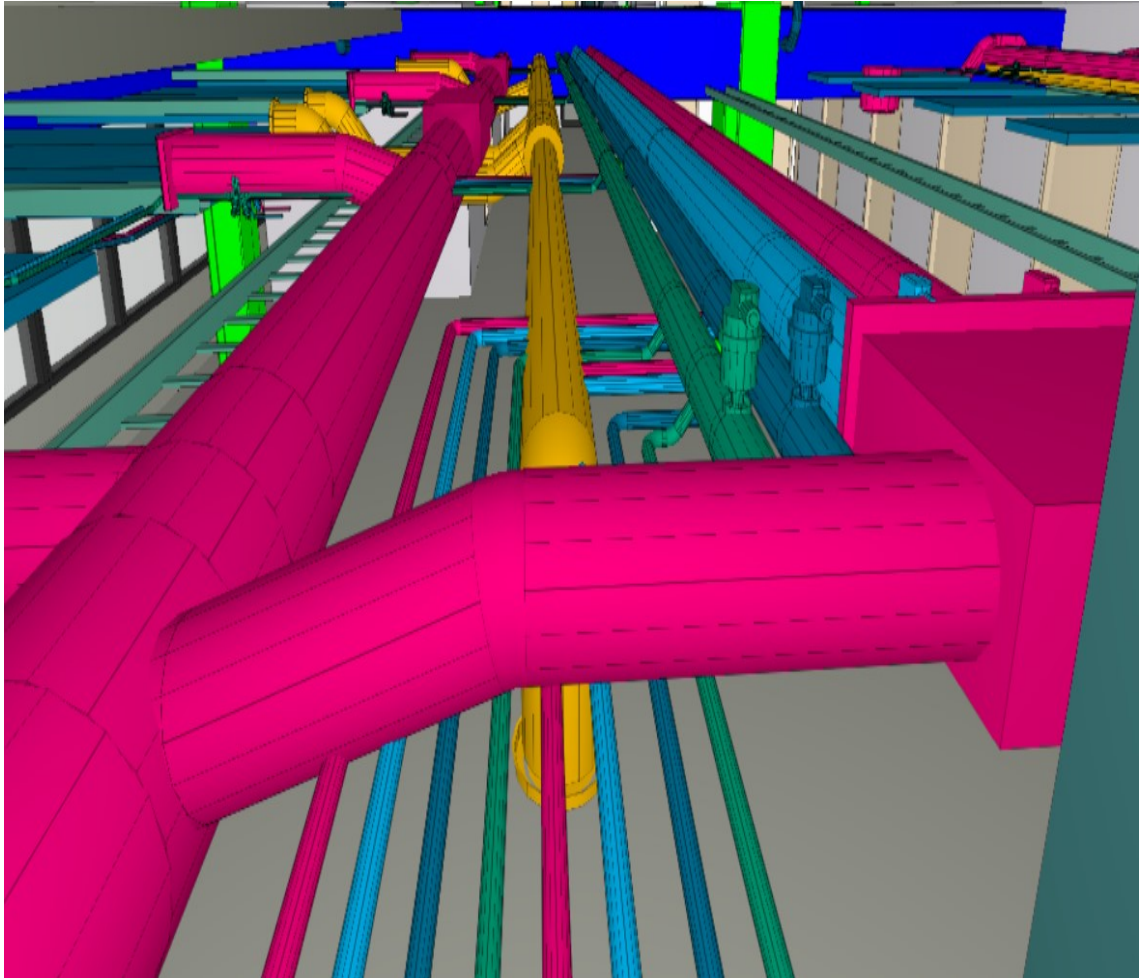
Rakennuksien mallinnuksessa on tavoitteena rakennus- sekä suunnitteluvaiheen parantaminen niin taloudellisesti kuin laadullisesti. Mallinnuksessa huomiioon on otettava turvallisuus sekä tehokkuus. Rakennuksesta kerätään tietoa tietomalliin koko rakennushankkeen elinkaaren ajan suunnittelusta ylläpitoon ja käyttöön.

Tietomallilla pystytään suunnitteluprosessia tehostamaan, parantamaan tiedon-
siirtoa sekä varmistamaan laatua. Tietomallit mahdollistavat suunnitelmien ha-
vainnollistamisen rakennettavuuden analysoimiseksi sekä mahdollistavat inves-
tointipäätöksen tueksi kustannusten vertailua. [4, s. 5.]



Kuva 11. Toimitilahankkeen talotekniikkanäkymä katon rajasta kuvattuna.

Tietomallista selviää hyvin, onko esimerkiksi talotekniikalla risteymäkohtia. Ku-
vassa 11 sekä kuvassa 12 näkyvät konkreettisesti talotekniikan törmäystarkas-
telut.



Kuva 12. Toimitilahankkeen talotekniikkanäkymä käytävältä.

Työmaalla tietomallin käyttäminen auttoi asennusjärjestyksen suunnittelussa, työohjauksessa ja yhteensovituksessa sekä määrälaskennassa. Lisäksi tietomallin käyttö mahdollisti tilavarauksien sekä toteutuskelpoisuuden tarkastelua.

6 Haastattelututkimus

6.1 Haastattelujen toteutus

Haastateltavina olivat kohteen pääsuunnittelija Ramboll Finland Oy:ltä, Consti Talotekniikan projektipäällikkö ja -hoitaja sekä Constin omat LVI-suunnittelijat, joita oli kaksi. Haastattelukysymykset lähetettiin sähköpostilla näille henkilöille etukäteen, jolloin haastatteluun valmistautuminen tehosti haastatteluprosessia.

Haastateltavilla henkilöillä oli mahdollisuus kirjoittaa ja lähettää vastaukset etukäteen minulle takaisin. Vastauksia tarkennettiin sekä analysoitiin haastattelujen yhteydessä.

Tutkimusvaiheen haastattelut perustuvat viiteen erilliseen haastatteluun. Ensimmäisessä haastattelussa käytiin läpi esimerkkikohteen tietomallipohjaisen suunnittelun käynnistettäessä ilmenevät ongelmat toimistohankkeen pääsuunnittelijan kanssa.

Toisessa haastattelussa käytiin Constin LVI-projektinhoitajan kanssa läpi, miten tärkeänä tietomalli nähdään toimistotaloissa asentajien ja työnjohdon kannalta, mitä kehitysideoita tietomallintamiseen on sekä mitkä olivat yleisemmin ilmenneet ongelmat käynnistettäessä tietomallia.

Kolmannessa haastattelussa haastattelukysymyksiä käytiin läpi Constin LVI-projektipäällikkö Esa Pulkkisen kanssa. Pulkkinen otti muun muassa kantaa tietomallin tärkeyteen asentajien ja työnjohdon kannalta sekä tietomallintamisen kehitysideoihin.

Constin omia LVI-suunnittelijoita haastattelin neljännessä ja viidennessä haastattelussa. LVI-suunnittelijat kertoivat omat näkemyksensä tietomallin eduista ja ongelmista.

6.2 Tulokset ja kehitysideat

Esimerkkikohteen pääsuunnittelija Joonas Laurikaisen mielestä alussa oli ongelmia, kun tietomallipuolelle ei ollut valittu erillistä vetäjää. Alun perin ei ollut myöskään sovittu, että koko rakennus mallinnettaisiin, mikä aiheutti myös osan alun haasteista. Laurikaisen mukaan arkkitehdillä oli vaikeuksia saada pohjakuvia tehtyä, koska joissain kohdissa oli ongelmia kiertokulman kanssa. Hyvänä asiana Laurikainen mainitsee kuitenkin sen, että vaikka tietomallikoordinaattoria ei kyseisessä kohteessa ollut, mallinnusta helpotti se, että RAK-, LVI- ja sähkösuunnittelu oli samasta talosta. [18]

Toinen haastateltavista oli LVI-projektinhoitaja Atte Rosenberg, joka kertoo tietomallinnuksen olevan oleellinen työkalu työjärjestyksen suunnittelussa ja kokonaisuuden hahmottamisessa. Työnjohto sekä asentajat pystyvät mallia käyttämällä ennakoimaan asennusjärjestyksiä. Lisäksi mallista saa usein otettua korotiedot, vaikka yleinen ohjeistus onkin, että malli on vain suuntaa antava työkalu. Alakattomaailmaa on helpompi hahmottaa mallista, kun voidaan muun muassa nähdä, että IV-päätelaitteet osuvat oikeaan kohtaan eikä tiellä ole esimerkiksi valaisimia. Suurien sekä sekavien konehuoneiden mallinnus helpottaa huomattavasti asennustyötä. [19]

Rosenbergin mukaan tärkein huomio tietomallintamisen kehityksen kannalta on tarkemmat yhteensovitukset suunnitteluvaiheessa. Mikäli tekniikka ei mahdu tietokoneella samaan tilaan, ei se mahdu todellisuudessakaan. Isommilla hankkeilla olisi hyvä olla tietomallikoordinaattori, joka kävisi yhteensovittamista läpi sekä saisi kitkettyä kriittiset kohdat pois. Rosenberg toivoo mallien olevan kevyempiä, jotta ne pyörisivät muidenkin kuin suunnittelijoiden tehokoneilla. Optimi olisi, että tietomallit pyörisivät esimerkiksi tableteilla, jotka olisivat nokkamiesten käytössä työmaalla. Tietomallien tarkoitus on kuitenkin Rosenbergin mukaan ohjeistaa ja helpottaa rakentamista. [19]

Viimeisempänä kohtana Rosenberg kertoo käynnistettäessä tietomallia yleisemmin ilmenneiden ongelmien liittyvän RAK- ja talotekniikkapuolen yhteensovitukseen. Tietomallissa on paljon risteilyjä, saneerauskohteissa voivat olla väärät korot sekä seinien paikat voivat tuoda haasteita. Lisäksi Rosenberg mainitsee vanhojen rakennusten tekniikan puuttuvuuden mallista, tai se ei ole suunnitelmien mukaisissa paikoissa. Yhtenä tärkeänä kohtana Rosenberg mainitsee alakattorunkojen huomioon jättämisen, joka haittaa asennuksia, jos tekniikka on piirretty juuri ja juuri alakattokoron yläpuolelle. Alakattorungot vievät yleensä tilaa noin 40–50 mm, jolloin alakattorungon yläpuolelle piirretty tekniikka ei mahdu. [19]

Kolmas haastateltava LVI-projektipäällikkönä toimiva Esa Pulkkinen kertoo tietomallinnuksen olevan tätä päivää, mikäli tietomalli osattaisiin suunnitella sillä

näkemyksellä, että se tulee palvelemaan kentällä olevia henkilöitä. Pulkkinen toteaa tietomallin kuitenkin olevan hyvä työkalu, jolla asennuskorot saa helposti asentajille sekä mahdolliset törmäystarkastelut selvitettyä ennen asennustöitä. Bonuksena tietomallin käyttämiselle Pulkkinen alleviivaa riittäviä käyttöoikeuksia sekä massojen poimintaa aluerajauksilla. [20]

Pulkkinen toivoo tietomallinnuksen kehityksen kannalta enemmän teknisten laitteiden valmiita 3D-blokkeja. Kaikki toimittajat eivät niitä pysty toimittamaan, ja sitten ne on heitetty suunnitelmiin epämääräisinä möykkyinä. Edellä mainittu helpottaa siinä tilanteessa varsinkin, jos tuote vaihtuu tai tuotetta tulee esimerkiksi tilaajan pyynnöstä lisää. [20]

Neljäntenä haastateltavana oleva LVI-suunnittelija Karppinen kertoo omassa työssään hyödyntävänsä enemmän MagiCADin kuvia, joista IFC-malli viedään mallinnusohjelmiin. Monen eri ohjelman pyörittäminen samaan aikaan on liian työlästä ja raskasta. Tietomallinnuksen hyödyntäminen laskennassa on kätevää, mikäli Constilla on malli käytössä, koska siitä massat saa ulos samalla tavoin kuin MagiCADista. [21]

Karppinen pitää tietomallinnusta tärkeänä. Ammattitaitoinen asennusporukka saa hyvillä työkaluilla muun muassa kannettavilla ja tableteilla tietomallinnuksesta paljon irti, jähka tutustuvat asiaan paremmin. [21]

Yleisemmät ongelmat ilmenevät Karppisen mukaan käyttäjien ammattitaidottomuudessa sekä taloteknisten suunnittelijoiden kiireellisinä aikatauluina. Kiireellinen aikataulu näkyy muun muassa siten, että IFC-malli on viety keskeneräisenä valmiiseen rakennukseen. [21]

Viimeiseksi haastateltavaksi päätyi toinen LVI-suunnittelija Heikki Leskinen. Leskisen mukaan tietomallin eduiksi voi ehdottomasti laskea sen, että ohjelmia on saatavilla tablettikäyttöön, joka palvelee paremmin työmaakäytössä. Positiiviseksi huomioksi Leskinen kertoo, että kohteiden tietomallit ovat helposti saata-

villa ja että niitä päivitetään tiiviisti suunnittelun edetessä. Lisäksi pelkkään tietomallin tarkasteluun riittää yleensä lisenssivapaa perusversio, nämä ovat yleensä ilmaisohjelmia ja kaikille käyttäjille vapaasti ladattavissa. [22]

Huonoina puolina Leskinen pitää sitä, että isojen kohteiden yhdistelmämalli kasvaa niin suureksi, joka edellyttää tietokoneelta normaalia enemmän kapasiteettia. Tällaisten tiedostojen lataaminen on myös hidasta. [22]

Leskisen mukaan kaikkien toimintojen hyödyntäminen mallissa edellyttää useimmiten ohjelmien kurssien suorittamista. Näitä onneksi on melko hyvin saatavilla. Lisäksi huonoksi puoleksi Leskinen näkee ohjelmalisenssien suuret ylläpitokustannukset. Törmäystarkastelun, massoittelun ja muiden lisätoimintojen hyödyntäminen edellyttää ohjelmalisenssin hankkimista, joka edellyttää vuosittaista ylläpitomaksua. [22]

7 Yhteenveto ja pohdinta

Tietomallinnuksesta on puhuttu jo vuosia, mutta vielä on pitkä matka siihen, että rakentaminen onnistuisi tietomalleista tuotettavan tiedon avulla täysin. Vaativimpiin rakennuskohteisiin tehdään tietomalleja, ja tämä hyödyttää kaikkia osapuolia. Pienemmissä maakunnissa ja kohteissa ei tietomalleja ole vielä käytössä siinä laajuudessa kuin luulisi olevan. Suunnittelijoilta pitää saada pienempiin kohteisiin tietomalleja, jolloin rakennushankkeen henkilöt sitoutuvat ohjelmistojen käyttöön sekä opetteluun.

Kustannushyötyjä ei tällä hetkellä voi laskea suoraan tietomallinnetuista kohteista, mutta kustannussäästöjä voidaan arvioida saatavan mallintamisen avulla. Urakoitsijalle tietomallin hyödyntäminen rakennushankkeissa on kilpailuetu, mutta kilpailuetu menetetään muiden urakoitsijoiden ollessa samalla viivalla. Tulevaisuudessa rakennusurakoitsijan on varauduttava investoimalla tietomalliohjelmistoihin, koulutettavaan henkilöstöön sekä laatimalla tietomallistrategia.

Mielenkiintoista oli perehtyä laajemmin toimeksiantajan suunnittelun ohjaukseen ja sisäisiin käytäntöihin. Omassa työssäni projektipäällikkönä olen joutunut perehtymään näihin asioihin jonkin verran, mutta en kovin laajasti. Omassa työssäni tulen jatkossa näihin asioihin kiinnittämään enemmän huomiota.

Haastattelututkimuksista kävivät hyvin ilmi tietomallintamisen hyvät ja huonot puolet. Uskon, että toimeksiantajan sisällä tulosten analysointi johtaa päätökseen panostaa toimihenkilöille pidettäviin käyttökoulutuksiin sekä maksullisten tarkastelu- ja katseluohjelmien investointiin. Haasteelliseksi haastatteluissa muodostui alan eri asiantuntijoiden tavoittaminen kesälomakauden aikana. Olen kuitenkin tyytyväinen, kuinka kattavat vastaukset haastattelukysymyksiini sain, vaikka otanta olikin suppea.

Odotan innolla, mihin suuntaan tietomallinnus vielä kehittyy, sekä sitä, että pääsen hyödyntämään mallintamista tulevaisuudessa työmaillani. Uskon, että vielä useammassa rakennushankkeissa tietomallintaminen tulee lisääntymään sekä siihen kiinnitetään erityistä huomiota kohteiden kustannushyötyjä silmällä pitäen.

Lähteet

- 1 Tietoa Constista. Verkkoaineisto. Consti Oy. < <https://www.consti.fi/consti/tietoa-constista> > Luettu 7.7.2022
- 2 Consti Talotekniikka Oy. Verkkoaineisto. Kauppalehti. < <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/consti+talotekniikka+oy/1841342-8> > Luettu 12.7.2022
- 3 Tietomallinnuksen ABC. Verkkoaineisto. < <https://www.nordicbim.com/fi/ajankohtaista/tietomallinnuksen-abc#erikoisroolit> > Luettu 12.7.2022
- 4 Yleiset tietomallivaatimukset osa 1. 2012. Rakennustieto RT tietoväylä RT 10-11070. < <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11070> > Luettu 11.7.2022
- 5 Jäväjä Päivi & Lehtovaara Timo. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. E-kirja. Rakennustieto Oy.
- 6 The MacLeamy curve illustrates how to optimized project plans can cut down on costs and fig. 2019. Verkkoaineisto. Researchgate. < https://www.researchgate.net/figure/The-MacLeamy-curve-illustrates-how-to-optimized-project-plans-can-cut-down-on-costs-and_fig1_220900098 > Luettu 13.7.2022
- 7 Yleiset tietomallivaatimukset osa 12. 2012. Verkkoaineisto < <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-11077?navref=Search> > Luettu 12.7.2022
- 8 Simplify Leverage Integrate Mobile BIM. Verkkojulkaisu. < <http://www.slim-bim2go.com/> > Luettu 12.7.2022
- 9 Yleiset tietomallivaatimukset osa 4. 2012. Verkkoaineisto. < https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_4_tate.pdf > Luettu 11.7.2022
- 10 Yleiset tietomallivaatimukset osa 9. 2012. < https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_9_tate_analyysit.pdf > Luettu 11.7.2022
- 11 Yleiset tietomallivaatimukset osa 8. 2012. Verkkoaineisto. < https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_8_havainnollistaminen.pdf > Luettu 12.7.2022
- 12 Solibri. 2022. Verkkoaineisto. < <https://www.solibri.com/> > Luettu 13.7.2022

- 13 Autodesk Navisworks. 2022. Verkkoaineisto. Autodesk < <https://www.autodesk.fi/products/navisworks/overview?panel=buy&plc=NAVMAN&term=1-YEAR&tab=subscription> > Luettu 13.7.2022
- 14 Trimble Connect. 2022. Verkkoaineisto. Trimble <https://connect.trimble.com/> > Luettu 13.7.2022
- 15 MagiCAD. 2022. Verkkoaineisto. < <http://www.magicad.com> > Luettu 11.7.2022
- 16 CADS. 2022. Verkkoaineisto. Cadmatic < <http://www.cadmatic.com> > Luettu 11.7.2022.
- 17 KOy Helsingin Uudenmaankatu 16–20. Verkkoaineisto. Ramboll Finland Oy. < <https://fi.ramboll.com/projektit/rfi/koy-helsingin-uudenmaankatu-16-20> > Luettu 7.7.2022
- 18 Laurikainen, Joonas. 2022. Pääsuunnittelija. Haastattelu 10.7.2022. Helsinki, Helsinki.
- 19 Rosenberg, Atte. 2022. LVI-projektinjohtaja. Haastattelu 11.7.2022. Helsinki.
- 20 Pulkkinen, Esa. 2022. LVI-projektinjohtaja. Haastattelu 12.7.2022. Helsinki.
- 21 Karppinen, Jani. 2022. LVI-suunnittelija. Haastattelu 14.7.2022. Helsinki.
- 22 Leskinen, Heikki. 2022. LVI-suunnittelija. Haastattelu 19.7.2022. Helsinki.