

Juuso Vesanen

# Rakennusautomaatio tietomallissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinööriytyö

20.1.2016

Tekijä(t) Otsikko	Juuso Vesanen Rakennusautomaatio tietomallissa
Sivumäärä Aika	28 sivua + 1 liitettä 20.1.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Heikki Ihasalo, johtava asiantuntija Timo Tuominen, lehtori
<p>Tämän työn tarkoituksena oli selvittää Granlund Oy:n rakennusautomaatio-osastolle tietomallin ja rakennusautomaation tämänhetkistä suhdetta sekä saada tietoja tulevia kehityskohteita varten. Tavoitteena oli kehittää Granlund Oy:n rakennusautomaatiosuunnittelua kokonaisuutena.</p> <p>Työssä käsiteltiin rakennusautomaatiota ja siihen liittyvää tietomallinnusta. Tietomallipohjaisen suunnittelun eri käyttötarkoituksia avataan erityisesti kiinteistön huollon ja ylläpidon näkökulmasta. Tietoja kerättiin oman työn ohessa kokemukseräisesti, haastatteleamalla sähkösuunnittelijoita ja automaatiourakoitsijoita sekä nettikyselyllä kiinteistön huoltotyötä tekevilä.</p> <p>Työn tuloksena oli havaintoja tietomallintamisen tilasta ja rakennusautomaation tarpeesta tietomalleissa. Tuloksien päätelminä oli ehdotuksia siitä, miten rakennusautomaation ja tietomallin tietojen yhdistämistä voitaisiin hyödyntää jatkossa myös kiinteistön huoltoa ja ylläpitoa ajatellen.</p>	
Avainsanat	tietomalli, rakennusautomaatio, BIM, huolto

Author(s) Title	Juuso Vesanen Building Automation in Building Information Model
Number of Pages Date	28 pages + 1 appendices 20 January 2016
Degree	Bachelor of Engineering (AMK)
Degree Programme	Automation Engineering (AMK)
Specialisation option	
Instructor(s)	Heikki Ihasalo, Senior Consultant Timo Tuominen, Senior Lecturer
<p>This thesis aimed to explore the current relation between building information models and building automation for the department of building automation in the company Granlund Oy. The goal was to develop the designing of building automation of Granlund Oy as a whole.</p> <p>This thesis discusses building information model in relation to building automation. Variable use of planning based on building automation was reviewed, especially from the viewpoint of property maintenance. The source material consisted of interviews with the electrical designer and automation contractor, online questionnaire answered by property maintenance personnel and personal experiences gained in daily work.</p> <p>The results illustrate the current state of building information modeling and the need of building automation in these processes. The conclusion includes suggestions of how the data of building information models and the building automation can be combined so that it also benefits property maintenance in the future.</p>	
Keywords	building information model, building automation, maintenance

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusautomaatio	3
3	Tietomallinnus	4
3.1	Tietomallinnuksen lähtökohdat	5
3.2	Tietomallinnuksen nykytila	6
3.3	Tietomallin käyttö hankkeen eri vaiheissa	6
3.3.1	Suunnittelu	6
3.3.2	Rakentaminen	7
3.3.3	Käyttö ja ylläpito	8
3.3.4	As-built-malli ja mallin ylläpito	9
3.4	Rakennuksen tietomallin elinkaaren aikaiset ohjelmistot	10
3.4.1	Ohjelmistot suunnittelutyössä	10
3.4.2	Ohjelmistot rakennusvaiheessa	10
3.4.3	Ohjelmistot kiinteistön huollossa ja ylläpidossa	11
3.5	Granlund Designer	12
4	Ylläpidon tietomallin sisältö	13
4.1	Tietomallin staattinen tieto ylläpidon näkökulmasta	15
4.2	Tietomallin dynaaminen tieto ylläpidon näkökulmasta	15
4.3	Nykyinen tietomallien käyttö kiinteistön ylläpidossa	16
4.4	Huoltokirjan rooli kiinteistön ylläpidossa	16
5	Rakennusautomaatio tietomallissa	18
5.1	Rakennusautomaatiosuunnittelu ja tietomalli	19
5.1.1	Lvi- ja sähkösuunnitteluosastojen näkemykset	19
5.1.2	Päätelmät suunnittelijoiden haastattelusta	20
5.2	Tietomallit automaatiourakoinnissa	20
5.2.1	Automaatiourakoitsijoiden haastattelu tietomallin tarpeesta	21
5.2.2	Tiedon tarpeellisuus automaatiourakoinnin kannalta	22
5.3	Kiinteistön huolto- ja ylläpitohenkilökunnan vastauksia	23
5.3.1	Nykyinen kiinteistön huoltokirja	23
5.3.2	Huoltohenkilökunnan kyselyn tuloksia	23

6	Yhteenveto	25
7	Pohdinta	28
	Lähteet	29

Liite 1. Huoltohenkilökunnan nettikysely

## Lyhenteet

BIM	Building Information Model. Rakennuksen tietomalli.
2D	Two-dimensional space. Kaksiulotteinen näkymä.
3D	Three-dimensional space. Kolmiulotteinen näkymä.
YTV2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Yleiset ohjeet tietomallipohjaiseen suunnitteluun.
TATE	Talotekniikka.
IFC	Industry Foundation Classes. Kansainvälinen standardi tietomallien tiedonsiirtoon.
LVI	Lämpö, vesi, ilma.
EC	Electronically Commutated. Elektronisesti kommutoitu.

## 1 Johdanto

Granlund on vuonna 1960 perustettu talotekniikkasuunnittelun, kiinteistö-, energia- ja ympäristöasioiden konsultoinnin sekä ohjelmistojen asiantuntijakonserni. Tärkeimpänä osaamisalueena Granlundilla on energiatehokkuus. Granlund on Suomessa johtava toimija kaikilla palvelualueillaan. [1.]

Rakennusautomaatiosuunnittelu on tärkeä osa Granlundin osaamista. Rakennusautomaatiosuunnittelu kattaa niin vaativat uudisrakennuskohteet kuin saneerauskohteetkin. Merkittäviä tehtäviä ovat myös kiinteistöjen rakennusautomaatioon ja energiatehokkuuden parantamiseen liittyvät saneeraus- ja peruskorjaushankkeet sekä erilaiset selvitystehtävät. [2.]

Talotekniikan suunnittelu on kokonaisvaltainen projekti, jossa tarvitaan kaikkien rakennusprojektissa mukana olevien saumatonta yhteistyötä. Yhteistyötä ja tiedonvaihtoa sekä hallintaa varten on kehitetty tietomallipohjainen suunnittelu. Tietomallipohjaisen suunnittelun mahdollisuudet ovat hyvin laajat, mutta käyttö on vielä suhteellisen vähäistä potentiaaliin nähden.

Tämän insinööriyön tarkoituksena on selvittää Granlund Oy:lle, miten tietomallia voisi hyödyntää kiinteistön ylläpidossa paremmin ja miten rakennusautomaatio voitaisiin saada osaksi tietomalleja. Tavoitteena on saada selvitys yrityksen nykyisestä tilasta tietomallien suhteen sekä saada pohjatiedot tulevia jatkotoimenpiteitä varten, jotta tietomalleja voidaan hyödyntää jatkossa enemmän sekä suunnittelun että rakentamisen jälkeen. Tämän insinööriyön toisena tarkoituksena on selvittää olisiko rakennusautomaation tietomallipohjaisesta suunnittelusta hyötyä jossain projektin vaiheessa.

Työn alussa selvitetään rakennusautomaatiota ja rakennusautomaatiosuunnittelua, sekä esitellään tietomallintamisen suunnittelutyön vaiheita. Työn alkuosa toimii introna tietomallintamiseen, koska tietomallit yleisesti olivat myös tekijälle varsin epäselviä opinnäytetyön tekemistä aloitettaessa. Tietomallit kokonaisuutena ovat kuitenkin niin laaja käsite, että talotekniikkaa tuntemattomana on suositeltavaa tutustua talotekniikan perussisältöön ennen tähän työhön perehtymistä.

Työtä varten tarkoituksena oli haastatella laajempaakin joukkoa henkilöitä. Oli kuitenkin haastavaa saada yhteyttä haluttuihin henkilöihin, joten työ päädyttiin toteuttamaan hieman erilaisena, kuin alun perin oli ajateltu. Automaatiourakoinnista haastateltiin kahden eri toimijaa. HUS kiinteistöjen ylläpitohenkilökunnalle laadittiin verkossa täytettävän kyselylomakkeen. Granlundilta kerättiin tietoa suunnittelijoilta omien töiden ohessa, sekä kahden sähkösuunnittelijan kanssa pidettiin lyhyet palaverit. Opinnäytetyöni aiheesta on tullut sivuttua töiden ohessa paljonkin ja olen kerännyt käydyistä kokouksista ja keskusteluista paljon tietoa työhöni.

Tietomallien tuottamisen kannalta uudisrakentaminen ja korjausrakentaminen eroavat melko paljon toisistaan. Uusiorakentamisessa tietomallia lähdetään luomaan kokonaan alusta alkaen, kun korjausrakentamisessa kohteen mallintamiseen joudutaan käyttämään erilaisia tekniikoita, kuten laserkeilausta. Tämä työ käsittelee lähinnä uusiorakennusten tietomalleja, koska tietomalleja ei ole tehty vielä paljon vanhoihin rakennuksiin. Rakentaminen keskittyy kuitenkin tällä hetkellä suurelta osin korjausrakentamiseen, siksi aiheesta sivutaan monessa osiossa.

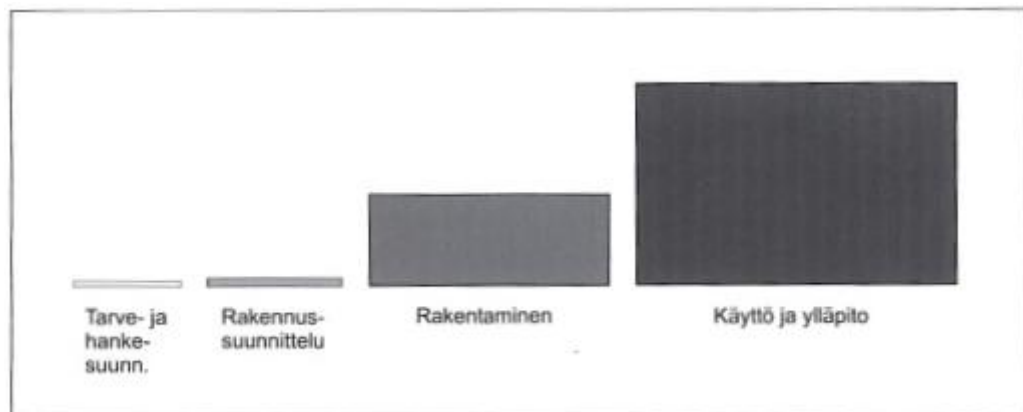
Kiinteistön ylläpito on työn kannalta jaettu hallinnolliseen ja tekniseen ylläpitoon. Hallinnollinen ylläpito (management) käsittää tilojen hallinnan ja budjetillisen ylläpidon. Tekninen ylläpito (maintenance) tarkoittaa kiinteistön huoltotoimenpiteitä ja fyysistä ylläpitoa. Tämä työ käsittelee sitä, miten rakennusautomaation avulla tietomalleja voidaan hyödyntää kiinteistön huoltoon ja käyttöön liittyvässä ylläpidossa.



## 2 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatio, josta puhutaan usein myös termillä kiinteistöautomaatio, tarkoittaa rakennuksen kokonaisvaltaista ohjaus-, säätö- ja valvontajärjestelmää. Rakennusautomaation tehtävänä on ohjata ja valvoa kiinteistön toimintaa siten, että saavutetaan hyvä sisäilmasto mahdollisimman pienellä energiankulutuksella. Rakennusautomaatio liittää talotekniikan erilliset järjestelmät toimivaksi kokonaisuudeksi, ja se onkin kiinteistön käytöstä ja huollosta vastaavien henkilöiden keskeinen työkalu. Rakennusautomaatio oikein käytettynä mahdollistaa kiinteistön olosuhteiden pitämisen halutulla tasolla mahdollisimman edullisesti. [3, s. 11]

Tutkimusten mukaan suuri osa kiinteistön kokonaiskustannuksista aiheutuu kiinteistön ylläpidosta (kuva 1). Kuvasta 1 selviää, kuinka käytön ja ylläpidon kustannukset tuottavat suuren osan kiinteistön elinkaaren kustannuksista. Rakennusautomaation rakennusaikaisiin kustannuksiin tulisi panostaa kaiken kaikkiaan enemmän. Rakennusautomaation merkitys on tärkeä muun muassa kiinteistön ylläpitoa ajatellen sekä uusia investointihankkeita suunniteltaessa. Rakennusautomaatiojärjestelmistä saatujen trenditietojen avulla voidaan analysoida talotekniikan aikaisempaa toimivuutta ja tulevat järjestelmät voidaan suunnitella paremmin kiinteistön tarpeita palveleviksi.



Kuva 1. Kiinteistön elinkaarikustannusten suhde [4, s. 21]

Talotekniikan suunnitteluprosessissa automaatiourakoitsijan vallinnalla on merkitystä myös muihin taloteknisiin ratkaisuihin, siksi automaatiourakoitsijan valinta tulisi tehdä hyvissä ajoin jo projektien alkuvaiheilla. Automaatiourakoitsijalta saadaan tiedot muun muassa käytettävästä väylätyypistä ja järjestelmästä. Tämä mahdollistaa muiden komponenttien valinnan paremmin yhteensopiviksi. Jokaisella rakennusautomaatiojärjestelmällä on erilaisia ominaisuuksia, joita voidaan hyödyntää jo suunnitteluaihana. Jos rakennusautomaatiojärjestelmän toimittaja tiedetään ajoissa, järjestelmään voidaan mahdollisesti liittää muita kiinteistön tietojärjestelmiä kuten esimerkiksi kulunvalvonta-, rikosilmoitin- tai palovaroitinjärjestelmä. Näin suunnitelmista saadaan tarkempia ja paremmin tilaa ja käyttäjää palvelevia.

### 3 Tietomallinnus

Tietomallinnus on yleistynyt suunnittelukäytössä huomattavasti 2000-luvulla. Englanninkielinen termi tietomallille on *Building Information Model* (BIM). Alun perin tietomallintaminen on peräisin valmistavasta teollisuudesta, mutta nykyään tietomallit ovat jo hyvin tuttu käsite rakennusalalla. Granlundilla ensimmäiset tietomallipohjaiset projektit on toteutettu vuosina 1997–1998, ja nykyään jokainen alkava suunnitteluprojekti toteutetaan tietomallinnusta hyödyntäen.

Tietomallintaminen ilmenee selkeimmin visuaalisista 3D-malleista, mutta todellisuudessa tietomalli on hyvin paljon muutakin kuin pelkkä visuaalinen 3D-kuva. Tietomalli on myös työkalu kiinteistön tiedon hallintaan. Lyhenteen BIM voisikin käsittää myös terminä Building Information Management. Monelle tietomallia käyttävälle toimijalle tärkeintä onkin tietomallin informaation sisältö ja sen hallinta. Käyttäjälle tärkeintä on löytää suuresta informaatiomassasta juuri ne itselle tarpeelliset tiedot. Tietomallipohjainen suunnittelu lisää työmäärää suunnitteluvaiheessa, mutta tietomallipohjaisen suunnittelun hyödyt on havaittu jo aiemmissa kyselyissä, kuten vuonna 2013 Building Smart Finlandin teettämässä Finnish BIM Survey -tutkimuksessa todetaan. Tutkimukseen vastanneiden mukaan tietomallin käyttö parantaa tiedon tuottamista ja visualisointia, helpottaa kommunikointia sekä tuo kustannustehokkuutta työhön. [5.]

### 3.1 Tietomallinnuksen lähtökohdat

Jokainen rakennushanke poikkeaa toisistaan, joten selkeää yksiselitteistä ohjetta ei tietomallinnuksen vaatimuksille voi määrittellä. Jokaisen projektin lähtötiedot on selvitettävä tarkkaan ja tehtävät on aina sovittava hankekohtaisesti. Tietomallintamisesta on kehitetty Suomessa kuitenkin yleisesti pätevä ohje Yleiset tietomallivaatimukset 2012, jotka on tarkoitettu käytettäväksi yleisinä teknisinä viiteasiakirjoina ja kiinteistön tietomallintamisen yleisohjeina.

Rakennushanke lähtee aina liikkeelle tarveselvitysvaiheesta, jossa kartoitetaan kiinteistön omistajan sekä tulevan käyttäjän tarpeet ja tavoitteet. Samanlainen tarveselvitys on tärkeä tehdä tietomallinnusta aloitettaessa. Mallien onnistumisen ja mallien hyödyntämisen kannalta projektin alussa on tärkeä selvittää tietomallin vaatimukset ja käyttötarkoitus projektissa. Tällaista selvitystä nimitetään vaatimusmalliksi. Vaatimusmalli toimii muun muassa hyvänä laadunvarmistuksen työkaluna ja antaa raamit suunnittelun aloittamiselle. Vaatimusmallin tueksi hankkeen alussa laaditaan tietomalliselostus, johon on sanallisesti selitetty tietomallin käyttötarkoitus ja tarkkuustaso projektin edetessä. Vaatimusmalli ja tietomalliselostus tarkentuvat projektin edetessä ja toimivat niin sanottuna miniminä toimivalle tietomallille. [6.]

Talotekniikassa suunnittelun tärkeitä osia ovat esimerkiksi tilojen sisäilmaolosuhteiden vaatimukset, sähkötekniikan varmennus ja varustetasot sekä valaistusolosuhteisiin liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset. Mikäli tällaiset asiat kirjataan talotekniikan vaatimusmalliin, niin projektin edetessä voidaan seurata näiden vaatimusten mukaista ohjeistusta. TATE-vaatimusmalli voidaan toteuttaa alun perin jo tietomallipohjaisena, jolloin vaatimusten seuranta on helppoa siihen soveltuvien ohjelmien avulla. [7.]

Rakennusautomaation osalta tietomallin vaatimukset ovat erittäin minimaaliset. YTV2012:n mukaisesti rakennusautomaatiosuunnittelija on velvollinen tekemään tarvittavat tilavaraukset, kun on TATE-tilavarausten teko aika. Rakennusautomaation osalta tärkeitä tilavaroituksia ovat esimerkiksi kiinteistövalvomohuoneet sekä valvomoalakeskusten sijainnit. Suunnitteluvaiheessa rakennusautomaatiosta mallinnetaan valvomoalakeskukset, mallihuoneiden ja -alueiden anturit, säätölaitekotelot, väylälaitekotelot sekä muut järjestelmään liittyvät laitekotelot. Näiden osuus koko suunnitteluprojektissa on yleensä melko pieni, joten toimivana käytäntönä projekteissa on todettu, että sähkösuunnittelija mallintaa ko. komponentit osana omaa sähkömallia. Näin toimittaessa

rakennusautomaatiosuunnittelija on kuitenkin vastuussa tarpeellisten ohjeiden antamisesta komponenttien sijoitteluun, jotta sähkösuunnittelija voi mallintaa komponentit kertasuorituksena oikeaan paikkaan. [7.]

### 3.2 Tietomallinnuksen nykytila

Tällä hetkellä Suomessa eletään vaihetta, jossa tietomallinnuksesta noussut rakennusalan kehityksen hehkutus on ollut näkyvästi esillä jo useamman vuoden. Tietomallien hyödyntämismahdollisuudet ovat tiedossa, ja teoreettisella tasolla ideat ovat toimivia ja hyödyllisiä. Tietomallinnuksen käyttäminen on jo tuttua suunnittelijoille, mutta edelleen monesti heille on epäselvää, mihin tietomallia loppujen lopuksi käytetään. Tilaaja viittaa ohjeissaan YTV2012 vaatimuksien mukaiseen tietomallintamiseen, mutta tilaajallekaan ei ole täysin selvää, miten aikoo tietomallia käyttää. Rakennuttaja ja urakoitsijat käyttävät tietomalleja, mikäli kyseisessä yrityksessä on valmiudet tietomallin hyödyntämiseen, mutta kaikilla ei ole halua investoida tietomallien vaatimiin laitteistoihin ja ohjelmiin sekä koulutukseen. Vaikka tietomallit ovat monelle jo tuttu käsite, niiden hyödyt teoreettisella tasolla tiedossa, ohjelmistot ja niiden käyttö on tuttua, niin prosessit ja metodit tietomallin todelliseen tehokkaaseen käyttöön ovat vielä kehityksen tarpeessa. [8.]

### 3.3 Tietomallin käyttö hankkeen eri vaiheissa

Tietomallia käytetään hankkeen erilaisissa vaiheissa eri tavalla. Suunnitteluvaiheessa pyritään hyödyntämään tietomallia pääosin suunnitelmien yhteensovituksessa. Tietomallin avulla on helppo havainnollistaa koko rakennus työn tilaajalle visuaalisesti. Rakentamisvaiheessa tietomallia käytetään rakentamisen sekä tarjousten tekemisen apuna. Ylläpitovaiheessa käyttötarkoitus painottuu enemmän teknisten tietojen sisältöön, jolloin geometrisesti tarkalla mallilla ei ole niin suuri merkitys.

#### 3.3.1 Suunnittelu

Tietomallinnusta käyttämällä pyritään parempaan integraatioon eri suunnittelualojen välillä aina arkkitehtisuunnittelusta lähtien talotekniikkasuunnitteluun asti. Tietomalli-

suunnittelu onkin parantanut hankkeiden onnistumista, ja monissa pilottihankkeissa on huomattu selkeitä etuja suunnittelijoiden paremman yhteistyön tuloksena.

Yksi tärkeä tietomallipohjaisen suunnittelun etu on suunnittelutyön helppo ohjaus ja aikataulut. Ehdotussuunnitteluvaiheessa TATE-tilavaraukset käydään arkkitehdin kanssa läpi, ja yleissuunnitteluvaiheessa TATE-suunnittelijat mallintavat jo verkostojen pääreitit sekä tekevät palvelualuekaaviot. Tässä vaiheessa keskitytään pääasiassa isoihin linjauksiin eikä yritetä tehdä mallista vielä kattavaa järjestelmämallia. Näin arkkitehdin on helpompi varautua talotekniikan tilantarpeeseen ja arkkitehti sekä rakennesuunnittelija pystyvät toteuttamaan omat suunnitelmansa tarkoituksenmukaisesti heti alkuvaiheessa. Yleissuunnitteluvaiheessa valitaan kohteesta mallihuone tai -alue, josta tehdään tarkka tietomallinnus. Tarkkuustason on oltava sellainen, että siitä voidaan varmistaa komponenttien mahtuminen kyseiseen tilaan. Yhdistelmämallien törmäystarkasteluista on helppo havaita selkeät puutteet suunnittelussa, ja ne voidaan korjata jo ennen rakentamisen alkua. [7.]

Toteutussuunnitteluvaiheessa tietomallin tarkkuustaso paranee ja järjestelmät tarkentuvat huomattavasti. Toteutussuunnitteluvaiheessa TATE-suunnittelijat tekevät suunnitelmista jo toimivia järjestelmiä simulointeja ja urakkatarjouslaskentoja varten. Tässä vaiheessa suunnitelmiin on hyvä lisätä täydentäviä selostuksia ja piirustuksia. Suunnitelmia täydentävät dokumentit ovat tärkeitä ylläpitomallin kannalta, ja tässä vaiheessa tiedon kumuloitumisesta on enemmän hyötyä kuin haittaa. [9, s. 17]

Tietomallipohjaisen suunnittelun etuja on myös helppo tiedon jakaminen esimerkiksi tietomallipalvelimen avulla. Kun kaikki osapuolet pääsevät tarkastelemaan samaa suunnitelmaa, eri versioiden virheet ja epäselvyydet saadaan minimoitua. Järjestelmien yhteensovittaminen yhdistelmämallin avulla ehkäisee rakennusaikaisten virheiden syntymistä ja helpottaa koko projektin aikataulutusta sekä oikeanlaisten järjestelmäratkaisuiden tekemistä. Suunnitelmien visualisointi ja havainnollistaminen helpottaa myös tilaajan työtä päätöksenteossa.

### 3.3.2 Rakentaminen

Tällä hetkellä yleisin käyttötarkoitus tietomalleille rakennusaikana on tuotannon organisointi. Tietomallien rakentamisaikaisesta käytöstä on kuitenkin hyvä sopia jo mahdollisimman ajoissa, kun urakoitsijoita valitaan hankkeeseen. Urakoitsijoiden kanssa tulee

sopia aina urakkakohtaisesti tietomallin käytöstä ja sen tarkkuudesta. Urakka-asiakirjoissa määritellään mallien käyttöoikeudet ja urakoitsijaa koskevat vaatimukset. Tietomalliselostuksista tulee myös ilmetä selkeästi mallien käyttötarkoitus ja tarkkuustaso. [10.]

Parhaassa tapauksessa tietomallia voidaan hyödyntää hyvinkin paljon kohteen rakentamisessa. Ahtaissa paikoissa tietomallin visuaalisuutta on hyvä käyttää asennusten apuna. Kohdetta voi tarkastella etukäteen ja perehtyä rakenteisiin tarkemmin sekä suunnitella työjärjestystä. Urakoitsija saa tietomallista määrätietoa urakkatarjouksien laskentaa varten edellyttäen tietenkin, että tietomalli on tehty oikein tätä vaihetta ajatellen. Tämä helpottaa myös alihankintatarjouspyyntöjen lähettämistä. Tietomalli auttaa projektin etenemisen seurannassa, mikäli tietomallia päivitetään rakentamisaikana rakentamisvaiheiden edetessä. Erilaisten simulaatioiden avulla voidaan suunnitella työturvallisuutta sekä organisoida työmaan tilankäyttöä ja toimintaa paremmin. Tällaisesta suunnittelusta on huomattava etu erityisesti kaupunkialueella rakennettaessa, jossa työmaatoiminnan organisointi on tärkeää. [10.]

Tietomallin jatkokäytön kannalta tärkein urakoitsijaa koskeva vastuu on tuotannon toteumatietojen toimittaminen suunnittelijoille. Nämä vaatimukset on kirjattu ja määritelty jo urakkatarjouspyynnössä. Urakoitsijan tulee toimittaa rakennustyön aikana tehdyistä hyväksytyistä suunnitelmapoikkeamista tarvittavat tiedot suunnittelijoille toteumamallien päivitystä varten. Talotekniikan osalta tämä tarkoittaa enimmäkseen piilossa olevia asennuksia ja valittujen komponenttien teknisiä tietoja. [10.]

### 3.3.3 Käyttö ja ylläpito

Kokonaisvaltaisessa tietomalliprojektissa on tähtäimenä koko rakennuksen elinkaaren kestävä tietomalli ja tiedon hallinta. Suunnittelussa ja rakentamisessa hyödylliset tilatiedot ja komponenttien tekniset tiedot ovat hyvin tärkeitä myös kiinteistön huollossa ja ylläpidossa. Tietomalliprojektin suunnittelussa tulisikin ottaa huomioon myös huollon ja ylläpidon tarpeet, mikäli tarkoituksena on hyödyntää tietomallia kiinteistön huoltotoimien apuna. [4.]

Huoltotoimien kannalta hyödyllisiä ominaisuuksia tietomallissa on järjestelmämallit, joista selviää talotekniikan eri järjestelmien rakenne. Järjestelmämallit sisältävät paljon teknistä tietoa, joka helpottaa esimerkiksi varaosien tilausta etukäteen. Yhdistelmämal-

leista pystytään havainnollistamaan huollon kannalta haastavia ja ahtaita paikkoja. TA-TE-tilatietojen havainnollistaminen tietomallissa sijainti- ja värikarttojen avulla helpottaa huoltotöiden suunnittelua. [11.]

Keskitetty tiedon hallinta helpottaa kiinteistön ylläpitohenkilökunnan toimintaa. Oleellista on kiinteistön huollon kannalta tiedon ajantasaisuus. Siksi onkin tärkeää, että urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden yhteistyö toimii saumattomasti, jotta rakentamisaikaiset toteumatiedot saadaan siirtymään toteumamalliin. Mikäli ylläpidon tietomallissa havaitaan virheellistä tietoa, se pilaa koko tietomallin käyttömahdollisuudet, kun tietomallista saatavan tiedon oikeellisuuteen ei voidakaan luottaa. [12.]

Tietomallin sisältämä tietomäärä on valtava. Ylläpidon kannalta on tärkeää saada tästä tietomäärästä tarpeellinen sisältö helposti ja vaivattomasti. Ylläpidon tietomalli poikkeakin suunnitteluajankohdasta tietomallista, siksi ylläpidon tietomalli on luotava aina erikseen kohteen valmistuttua. Tämä lisää työmäärää, mutta yllä mainittuihin etuihin viittaen pienentää jatkossa kiinteistön ylläpitokustannuksia ja helpottaa sekä huollon toimintaa että kiinteistöön tulevien investointihankkeiden selvityksiä huomattavasti. Tietomallien käyttö ylläpidossa on kuitenkin vielä melko uusi asia, joten varsinaisia vaatimuksia ylläpitomallille ei ole vielä kehitetty. Samoista syistä ylläpidon tietomallin vaatimukset ovat vielä hyvin sidottuja projektin alussa sovittuihin tietomalliohjeisiin. [12.]

#### 3.3.4 As-built-malli ja mallin ylläpito

Ylläpidon tietomallista käytetään yleisesti nimitystä as-built-malli, joka vapaasti suomennettuna tarkoittaa mallia, joka on tehty niin kuin on rakennettu. Rakennuksen ylläpitotoimien ohessa on tärkeää, että myös rakennuksen ylläpidon tietomallia päivitetään. Osa nykyisistä kiinteistöjen huoltokirjoista koetaan vaikeakäyttöisinä, ja tiedon hakeminen eri paikoista on työlästä. Monesti huoltokirjassa oleva tieto voi olla vanhentunutta, kun järjestelmiin on tehty päivityksiä huoltotoimien yhteydessä. Tietomallien käyttäminen ylläpidossa vaatii helppokäyttöistä ohjelmistoa, jotta tietomallien käyttäminen ja hallinta on riittävän yksinkertaista. [13.]

Jotta ylläpidon tietomalli olisi hyödyllinen koko kiinteistön elinkaaren aikana, tulee sitä päivittää säännöllisesti. Koska yleistä ohjeistusta mallien päivitykselle ei ole, tulisi siitä sopia etukäteen, jotta mahdolliset kustannuskysymykset eivät muodostu päivittämisen esteeksi ja mallin päivittäminen olisi organisoitua. Pienemmät huoltotoimenpiteet olisi

hyvä kerätä päiväkirjamerkintöinä ylös ja näiden päivitys tietomalliin tulisi suorittaa säännöllisesti esimerkiksi neljännesvuosittain. Suurempien muutostöiden suunnittelussa käytetään yleensä alkuperäisiä tietomalleja, jolloin ylläpidon tietomalli päivitetään lopuksi suunnitteluprosessin tuloksena. [14.]

### 3.4 Rakennuksen tietomallin elinkaaren aikaiset ohjelmistot

Tietomallien tiedonsiirtoon on luotu muutamia standardeja, jotta tietomallia voidaan käsitellä eri ohjelmistoilla. Suomessa on yleisesti käytössä IFC-tiedostomuoto, joka on yhteensopiva yleisimpien ohjelmistojen kanssa. Tietomallin elinkaaren eri vaiheissa käytetään erityyppisiä ohjelmia tietomallin käsittelyyn. Elinkaaren erilaiset vaiheet luovat omat painopisteensä ohjelmistojen sisällölle, niin graafisessa mielessä, kuin tietosisällön kannalta.

#### 3.4.1 Ohjelmistot suunnittelutyössä

Perinteisestä CAD-suunnittelusta siirtyminen tietomallipohjaiseen suunnitteluun luo omat vaatimuksensa käytettäville ohjelmistoille. TATE-suunnittelussa Suomessa yleisimpiä käytössä olevia IFC-muotoisten mallien tiedonsiirtoa tukevia ohjelmistoja ovat Kymdatan CADS Planner ja Progmanin MagiCAD. Granlundilla tietomalliprojekteissa on käytössä MagiCAD kaikilla suunnittelualoilla.

#### 3.4.2 Ohjelmistot rakennusvaiheessa

Tietomallien selaus tapahtuu siihen tarkoitetuilla ohjelmistoilla. Ylläpidon ja rakentamisen kannalta tärkeimpiä ovat mallien katseluohjelmat, joilla ei voi tehdä muutoksia naatiivimalleihin. Tällaisia ohjelmia on muun muassa Autodeskin kehittämä Navisworks-tuoteperhe, ilmainen Solibri Model Viewer ja Tekla BIMSight. Näitä ohjelmia käytetään yleisesti suunnittelijoiden törmäystarkasteluihin. Ohjelmien käytöstä on kokemusta myös kiinteistöjen rakentamisessa esimerkiksi hankalien paikkojen asennuksien havainnollistamisessa. [15.]



### 3.4.3 Ohjelmistot kiinteistön huollossa ja ylläpidossa

Tietomallien käyttöön kiinteistön huollossa on kehitetty jo muutamia ohjelmia. Omakoh- taista kokemusta näiden ohjelmistojen käytöstä ei ole, ja referenssikohteiden esittelyjä- kin on löydettävissä hyvin vähän. Markkinointimateriaalien perusteella ohjelmistot vai- kuttivat kuitenkin mielenkiintoisilta ja mahdollisesti käyttökelpoisilta. Seuraavaksi pieni esittely löydetyistä ohjelmistoista.

YouBIM on pilvipohjainen tietomalleja hyödyntävä kiinteistön hallintaan kehitetty ohjel- misto. Ohjelmassa voidaan navigoida rakennuksen 3D-mallissa ja saadaan kompo- nenttitietoja näkyviin niitä klikkailemalla. Ohjelman avulla käyttäjät voivat tehdä vikail- moituksia ja kohdistaa ne suoraan tietylle laitteelle. Tämän jälkeen huoltotyön tekijä saa ilmoituksen tehtävästä ja voi valmistautua siihen etukäteen katsomalla laitteen si- jainnin ja sen tiedot. Ohjelma perustuu erilaisten tiedostojen linkityksiin niin, että niitä voidaan hallita ja hyödyntää yhdellä ohjelmistolla. Ohjelmassa on myös jonkinlaiset sovellusrajapinnat kiinteistöjen nykyisille huolto-ohjelmistoille ja automaatiojärjestelmil- le.

Ecodomus FM on edellisen kaltainen tietomalleja hyödyntävä kiinteistön hallintaan ke- hitetty ohjelmisto. Siinä käytetään rakennuksen tietomallia navigointiin, ja siitä löytyy myös integraatiot rakennusautomaatiojärjestelmiin. Rakennusautomaatiojärjestelmien liitos tietomalliin tuntuukin olevan ohjelmiston päätarkoitus. Ecodomuksen ohjelmistoi- hin kuuluu myös Ecodomus PM, joka on tarkoitettu kiinteistön operatiiviseen ylläpitoon ja tietomallien hallintaan. Ohjelmistot onkin ajateltu ehkä käytettäväksi yhdessä, jolloin saadaan aikaa koko kiinteistön ylläpitoon tarkoitettu kokonaisuus.

ArchiFM on tarkoitettu sekä kiinteistön operatiiviseen että tekniseen ylläpitoon. ArchiFM käyttää omaa tietokantaa, johon voidaan synkronisoida useamman kiinteistön tietomal- lit. Näin useamman kiinteistön hallinta operatiivisessa mielessä on helppoa. Kiinteistön tekniseen ylläpitoon on kattavat työkalut, ja vikailmoitusten hallinta on loogista ja selke- ää. Huoltotöiden suunnittelu pystytään tekemään kalenterin avulla helposti ja töille voi- daan asettaa erilaisia parametreja. ArchiFm-ohjelmistoon on saatavilla myös monipuo- linen mobiilisovellus.

FM:Interact on FM:Systemsin kehittämä huoltokirjan tyylinen modulaarinen kiinteistöjen hallintaan tarkoitettu ohjelmisto. Siihen on myöhemmin lisätty tietomallien integraatio helpottamaan tiedon hallintaa ja lisäämään tilanhallinnan visuaalisuutta. Tietomallien

integraation lisääminen ei tässä muodossa tuo lisäarvoa ohjelman käyttöön ainakaan teknisessä ylläpidossa.

### 3.5 Granlund Designer



Kuva 3. Granlund Designer

Granlund Designer on Granlundin kehittämä uusi pilvipohjainen ohjelmisto, joka on kehitetty talotekniikan laitetietojen hallintaan (kuva 3). Designerin avulla pyritään ajantasaiseen ja tarkat tekniset tiedot sisältävään laiteluetteloon, josta saadaan varmasti oikea as-built-tieto ylläpitoon. Tärkeimpinä toimintoina ohjelmistosta löytyy tällä hetkellä ajantasaisten laiteluetteloiden teko, laitehyväksynnät urakoitsijoiden, suunnittelijoiden ja valvojien kesken sekä kattavat laiteluetteloiden tulostusmahdollisuudet. Ohjelmisto on ensisijaisesti suunnattu suunnittelun ja rakentamisen työkaluksi, mutta toimii myös hyvänä pohjana tietomallipohjaiselle ylläpidolle. [16.]

Ongelmana nykyisessä toiminnassa on suunnittelijan tekemien yksityiskohtaisten laiteluetteloiden teknisen tiedon häviäminen, kun siirrytään yleissuunnitteluvaiheesta graafisempaan tietomalleja hyödyntävään toteutussuunnitteluvaiheeseen. Tähän ongelmaan on pureutunut designerin tietokantapohjainen laiteluettelo. Ohjelmiston käyttö perustuu roolipohjaisuuteen, jolloin jokaisella käyttäjällä on oma rooli ja tekniikan ala projektissa. Näiden roolien avulla käyttäjille luodaan tiettyjä oikeuksia tietojen muok-

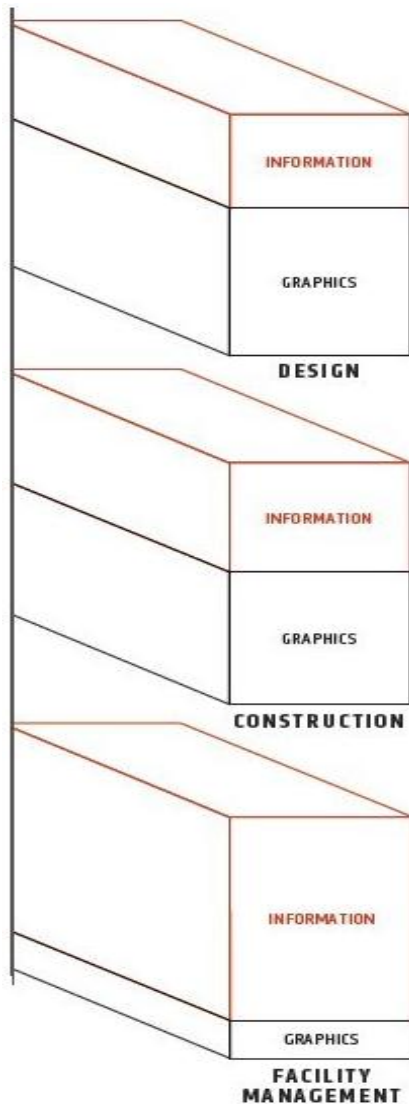
kaamiseen. Samalla muut käyttäjät pystyvät seuraamaan projektin muutoksia Designerin tarkkojen historiatietojen avulla. [16.]

Ylläpidon kannalta Designerin tärkein hyöty on ajantasaisen as-built-tiedon päivittyminen projektin edetessä. Urakoitsijan tehdessä ostettavien laitteiden valinnat tämä siirtää näiden laitteiden tiedot designeriin suunnittelijan ja valvojan hyväksyttäväksi. Kun laitehyväksynnät on tehty, muodostuu tästä tiedosta ajantasainen as-built-tietokanta todellisista asennetuista laitteista. Tämän kaltaista laitehyväksyntää käydään koko rakennusurakan ajan, jolloin jokainen järjestelmä tulee käytyä riittävän yksityiskohtaisesti läpi ja tietokanta on luotettava. Tällä järjestelyllä päästään eroon erillisestä as-built-tietomallin tekemiseltä, kun ylläpidon vaatimat tekniset tiedot on toimitettu jo laitehyväksyntöjen muodossa tietokantaan. [16.]

Designerissa on kehitteillä lisää ominaisuuksia ylläpidon tarpeisiin, jotta sitä voidaan hyödyntää jatkossa enemmän ylläpidon työkaluna. Yhtenä oleellisena asiana on laitetietojen päivitys ylläpidon vaatimilla tiedoilla esimerkiksi huolto-ohjeiden ja takuuajan päivämäärien osalta. Jatkossa kaaviolinkityksiä kehitetään sisältämään sähkö- ja rakennusautomaatiosuunnitelmat. Tavoitteena on liittää myös 3D-grafiikat tietomalleista Designerin käyttöliittymään. Näiden ominaisuuksien avulla muun muassa komponenttien lokaatioiden paikallistaminen ja huollon suunnittelu on helpompaa.

#### **4 Ylläpidon tietomallin sisältö**

Tietomallin tiedon tarve on hyvin erilainen hankkeen eri vaiheissa, katso kuva 4. Suunnitteluvaiheissa graafinen sisältö on pääosin suuremmissa roolissa, kun tietomallilla tehdään törmäystarkasteluja ja kiinteistön kokonaisuutta hahmotellaan tilaajalle. Rakentamisvaiheessa tietosisällön merkitys kasvaa, mutta graafista tietomallia käytetään edelleen paljon asennuksien tekemisessä. Kiinteistön teknisessä ylläpidossa painopiste on selkeästi tietomallin tietosisällössä ja graafisesta sisällön merkitys on huomattavasti pienempi.



Kuva 4. Tietosisällön ja grafiikan suhde projektin edetessä [17.]

Vaikka tietomallintaminen on ollut suunnittelukäytössä arkipäivää jo pitkään, ei käytännön kokemuksia tietomallin hyödyntämisestä teknisen ylläpidon käytössä vielä juuri-kaan ole. Kehitys tietomallien käyttöönotosta ylläpidossa on ollut hidasta ja vaatii vielä kehittämistä. Työssä jaetaan ylläpidon tietosisällön staattiseen ja dynaamiseen tietoon, koska niiden ero on olennainen esimerkiksi tiedon päivityssyklin kannalta. Staattinen tieto ei normaaleissa huoltotoimissa muutu ja dynaaminen tieto yleensä muuttuu huoltotoimien yhteydessä.

Toinen selkeä jako tulee tehdä operatiivisen ylläpidon ja teknisen ylläpidon vaatimilla tiedoilla. Ylläpidosta puhuttaessa tulisi erottaa, minkälaisesta ylläpidosta on kyse, sillä teknisen ylläpidon vaatimuksen tiedoille ovat aivan erilaiset kuin operatiivisen ylläpidon

vaatimukset. Hyvänä esimerkkinä on niin sanotun nippelitiedon tarpeellisuus. Tekninen ylläpito tarvitsee ilmanvaihtokoneesta tarkkoja teknisiä tietoja esimerkiksi ilmanvaihtokoneen lämmityspattereiden tehosta. Tekninen ylläpito kuitenkin tietää valmiiksi, että tämä sijaitsee ilmanvaihtokoneen yhteydessä iv-konehuoneessa. Operatiiviselle ylläpidolle ei teknisellä tiedolla ole niinkään merkitystä, vaan tärkeämpää on esimerkiksi ilmanvaihtokoneen tilankäyttö ja sen käyttökustannukset.

#### 4.1 Tietomallin staattinen tieto ylläpidon näkökulmasta

Staattisen tiedon tarpeellisuutta on hieman tutkittu jo aikaisemmin insinööri- ja diplomi-insinööritöissä, kuten Antti Leppäsen Tietomallin käyttö kiinteistön ylläpidossa [15; 2012], Juuso Erkkilän Taloteknisen tietomallin informaationsäily kiinteistön ylläpidossa [18; 2015], sekä Mikko Mäläskän Elinkaarihankkeen ylläpitomalli [14; 2011]. Osa staattisen tietosisällön tutkimuksista kohdistuu kuitenkin enemmänkin operatiiviseen ylläpitoon, jolloin staattisen tiedon vaatimuksiksi tulee paljon ylimääräistä tietoa teknisen ylläpidon käytön kannalta. Töissä on todettu tiedon syntyminen luonnollisesti suunnittelun ja rakentamisen tuloksena, mutta tämä tieto tulee säilyä koko projektin ajan yhdessä paikassa, jotta sen ajantasaisuus säilyy. Yhtenäistä käytäntöä ylläpidon tiedon vaatimuksille ei ole. Suunnittelutyön aikana kertyneestä tiedosta tulee siksi koota vain tarpeellinen tieto ylläpitomalliin, jotta tietomäärä ei paisu liian suureksi ja hankalaksi lukea. Staattisen tiedon ollessa kyseessä tulee miettiä, mikä tieto on tarpeellista löytyä suoraan tietomallista ja mikä voisi olla linkitettyä erillisestä tiedostosijainnista.

Rakennusautomaation ja tietomallien hyödyntämisen kannalta tärkeitä staattisia tietoja ovat kiinteistön suunnitellut arvot, joihin voidaan verrata toteutuvaa tilannetta. Tällaisia verrattavia arvoja ovat esimerkiksi kiinteistön suunnitellut ilmamäärät, lämmitys- ja jäähdytystehot, lämpötilat, paineet kanavissa ja putkistoissa sekä laitteiden oletetut käyttöajat.

#### 4.2 Tietomallin dynaaminen tieto ylläpidon näkökulmasta

Dynaaminen tieto on kiinteistön toiminnassa muuttuvaa tietoa. Tällainen tieto muuttuu esimerkiksi huoltotöiden yhteydessä, ja tieto kirjataan ylös johonkin järjestelmään, yleensä kiinteistön huoltokirjaan. Dynaamisesta tiedosta tärkeitä ovat erilaiset rakennusautomaatiosta saadut mittaukset. Niiden avulla arvioidaan kiinteistön toimivuutta ja

havainnoidaan vikaantuvia paikkoja. Kiinteistön toimivan ja tehokkaan ylläpidon kannalta dynaamiset tiedot ovat olennaisia, ja siksi näiden tietojen kerääminen ylläpidon tietomalliin on tärkeää.

#### 4.3 Nykyinen tietomallien käyttö kiinteistön ylläpidossa

Ensimmäisenä ajatuksena aihetta tutkiessa mieleen herää kysymys, miksi tietomalleja ei vielä käytetä ylläpidossa. Jotkut tietomallien katseluohjelmista ovat ilmaisia ja tietokonetta käyttämään totuneelle henkilölle melko helppokäyttöisiäkin. Edelliseen kysymykseen vastauksia hakiessa havaitaan kuitenkin, kuinka tärkeää on erottaa operatiivinen ja tekninen ylläpito.

Nykyiset tietomallien katseluohjelmistot ja IFC-malleihin tuotettu tietosisältö voisi sopia operatiivisen ylläpidon työkaluksi. Operatiivisen ylläpidon työkaluksikin IFC-mallit vaativat vielä enemmän kohdekohtaista räätälöintiä ja yleisiä ohjeita suunnittelun alkuvaiheista lähtien. Operatiiviseen ylläpitoon mallin visuaalisuus on selkeä etu ja nykyisistä malleista saatavat tilatiedot ovat riittävän tarkkoja. Katseluohjelmistojen käyttö saattaa kuitenkin olla vielä liian vaikeaa teknisten kuvien käsittelemiseen totumattomille käyttäjille.

Teknisen ylläpidon tarpeisiin nykyiset ohjelmistot eivät sovellu juuri ollenkaan. Malleissa ei ole tarpeeksi tarkkaa teknistä tietoa, jotta niistä olisi todellista hyötyä. Visuaalisuus saattaisi helpottaa huollon toimintaa komponenttien lokaatioita etsiessä, mutta pelkästään siihen tarkoitukseen tietomallipohjaiseen ylläpitoon investointi on kannattamatonta. Tietomallin itsessään ei tarvitse sisältää teknistä tietoa, mutta tietomallin tulisi helpottaa tiedon hallintaa eri tietokannoissa. Visuaalisuuden ja grafiikan lisääminen teknisen ylläpidon käyttöön ei ole niin tärkeää. Teknisen ylläpidon käytössä ensisijaista on työkalujen helppokäyttöisyys. Teknisen ylläpidon käytössä ohjelmiston tulee helpottaa tietojen etsimistä, johon nykyisellään menee helposti paljon aikaa. Tiedon pitää olla myös ajantasaista ja luotettavaa.

#### 4.4 Huoltokirjan rooli kiinteistön ylläpidossa

Sähköinen huoltokirja on vaadittu uusissa kiinteistöissä vuodesta 2000 lähtien kiinteistölle, jota käytetään pysyvään asumiseen tai työskentelyyn. Huoltokirjaa vaaditaan

myös, mikäli kiinteistöön kohdistuu korjaus- tai muutostyö, joka edellyttää rakennusluppaa. Vaikka huoltokirja ei ole pakollinen kaikissa kiinteistöissä, hyvään kiinteistönpitotapaan kuuluu, että sellainen kiinteistöstä löytyy. [14.]

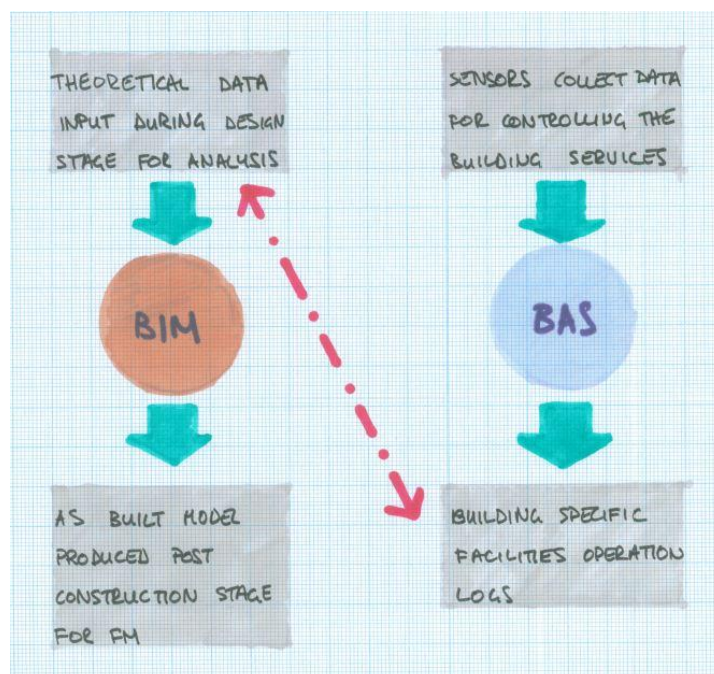
Nykyinen kiinteistön huoltokirja sisältää kiinteistön perustiedot sekä siihen liittyvät selvitykset ja tutkimukset, kuten kuntoarviot, energia-analyysit ja mittauspöytäkirjat. Yleisiin tietoihin kuuluu myös kiinteistön hoidosta vastaavien henkilöiden yhteystiedot. Tärkeinä teknisen huollon dokumentteina huoltokirjassa ovat erilaiset tarkastustaulukot, tehtäväluettelot, käyttöpäiväkirjat ja laitteiden kunnossapito-ohjelmat sekä käyttöohjeet. Muita huoltokirjan osia ovat muun muassa kiinteistön siivoukseen liittyvät tiedot ja asiakirjaluettelo. [19.]

Huoltokirjan teknistä sisältöä ei ole määritelty tarkasti, ja siksi sen merkitys ja käyttötapa vaihtelee kohteesta riippuen. Tämän takia huoltokirjasta tulee monesti liian laaja, kun yritetään huomioida kaikki sitä käyttävät tahot. Näin ollen se ei kaikessa kattavuudessaan palvele tiettyä käyttäjäryhmää optimaalisesti, ja siksi huoltokirjan todellinen rooli jää ennalta suunniteltua vähäisemmäksi. [19.]

Tietomallia ei kannata ajatella heti nykyistä huoltokirjaa korvaavaksi tekijäksi. Tietomalli on hyvä työkalu ylläpidon käyttöön, ja sitä tulee pystyä hyödyntämään nykyisen huoltokirjan rinnalla. Kun tietomallin käytöstä ylläpidossa saadaan enemmän kokemusta, voidaan tietomallin käyttömahdollisuuksia huoltokirjan tilalla miettiä lisää. Mikäli tietomallia olisi tarkoitus käyttää huoltokirjana, tulisi tietomallintamisen olla selkeästi tähän tavoitteeseen tähtäävä jo suunnittelun alusta lähtien.

## 5 Rakennusautomaatio tietomallissa

Tietomallit ja rakennusautomaatio ovat molemmat merkittävässä roolissa rakennusten elinkaaren aikana. Tietomallit ovat tärkeitä koko rakennuksen suunnittelusta valmistamiseen ja purkamiseen saakka, kun taas rakennusautomaatiolla on oma tehtävänsä tällä välillä rakennuksen todellisen toiminnan ja ohjauksen kannalta. Sekä tietomalli että rakennusautomaatiojärjestelmä sisältää paljon sellaista tietoa, joka on oleellista kiinteistön ylläpidossa. Kuvassa 5 on esitetty tietomallin sisältämän suunnittelutiedon ja rakennusautomaatiojärjestelmän keräämän todellisen käyttötilanteen tiedon relaatio keskenään tietosisällön kannalta. Tietomalli sisältää hyödyllisiä rakennuksen suunniteltuja arvoja, sekä parhaassa tapauksessa myös urakoitsijan valitsemien laitteiden tietoja. Rakennusautomaation mittausten avulla saadaan tietoja kiinteistön kulutuksista, ohjausten toimivuuksista ja erilaisista käyttötilanteista. Näiden molempien tietokantojen yhdistäminen toimivaksi kokonaisuudeksi on haaste. Mikäli tietomallin ja rakennusautomaatiojärjestelmän integraation toimii, se vähentää ihmisen tuottamia informaatiovirheitä ja parantaa kiinteistön tehokkuutta.



Kuva 5. Tietomallin ja rakennusautomaation suhde [20.]



Rakennusautomaatiosuunnittelu tietomallipohjaisena on tällä hetkellä olematonta, sillä rakennusautomaation suunnittelua komponentteja mallintamalla ei ole koettu kovin hyödylliseksi. Rakennusautomaation komponenttien määrä on mallinnuksen kannalta hyvin pieni, eivätkä ne yleensä vaadi törmäystarkasteluja, eikä muuta erityistä huomiota asennettaessa. Näin ollen rakennusautomaation mallinnuksen hyödyt ovat todennäköisesti tietosisällössä.

## 5.1 Rakennusautomaatiosuunnittelu ja tietomalli

Tällä hetkellä käsite rakennusautomaatio yhdistettynä tietomalliin ei varsinaisesti tarkoita mitään. On myös hyvin epäselvää, minkälaista informaatiota rakennusautomaatiosuunnittelusta olisi hyvä tuottaa tietomalliin vai onko sille tarvetta ollenkaan. Rakennusautomaatiojärjestelmien heterogeenisuus ei myöskään edistä asiaa. Työssä selvitetään Granlundin sähkö- ja lvi-suunnitteluosastojen mielipidettä siitä, olisiko rakennusautomaation tietomallipohjaiselle suunnittelulle tarvetta.

### 5.1.1 Lvi- ja sähkösuunnitteluosastojen näkemykset

Granlundin lvi- ja sähköosastojen ensireaktio oli, että rakennusautomaation tietomallinnuksesta ei juuri ole hyötyjä. Lvi- ja sähkösuunnittelussa tietomallia käytetään paljon törmäystarkastelujen tekemiseen ja varmistamaan, että tilat riittävät talotekniikalle. Rakennusautomaatiolaitteet konehuoneiden ulkopuolella ovat yleensä melko pienikokoisia eivätkä aiheuta asennuksen kanssa suuria ongelmia. Tämän vuoksi painopiste rakennusautomaatiolaitteilla tietomallissa ei olisikaan graafisessa sisällössä ja asennuksien tarkastelussa vaan enemmänkin tietosisällössä. Monet lvi- ja sähkösuunnittelijat eivät olleet ajatelleet rakennusautomaatiosta saatavia hyötyjä tietosisällön kannalta vaan tietomalleista heille tulee pääsääntöisesti käsitys nimenomaan törmäystarkasteluista.

Tiedonvaihto eri osastojen välillä on aina ollut Granlundilla kehityksen alla ja työtä tehdessä pohdittiin, mahtaisiko tietomalli auttaa tiedon vaihdossa rakennusautomaatio-osaston ja muiden osastojen välillä. Konkreettisenä esimerkkinä ovat muun muassa suunnittelurajojen sopiminen sähkö- ja rakennusautomaatiosuunnittelun välillä. Epäselvyyksiä aiheuttaa, kuka piirtää palopellit ja muut järjestelmät, joilla ei suoranaista vel-

voitetta ole missään suunnittelualassa. Projektin loppuvaiheilla huomataan, että molemmat toimijat kuitenkin tarvitsevat näitä kuvia, jotta asennukset pystytään tekemään. Näiden asioiden sopimiseen ei tietomallista kuitenkaan löydy ratkaisua, ja siten myöskään tietomalli ei ole varsinainen tiedonvaihdon väline. Suunnittelun lähtötiedot siirtyvät yhtä tehokkaasti perinteisten 2D-piirustusten välityksellä.

### 5.1.2 Päätelmät suunnittelijoiden haastattelusta

Haastateltujen suunnittelijoiden mukaan ei ole varsinaista tarvetta rakennusautomaation tietomallintamiselle. Lvi- ja sähkösuunnittelun tietomallintaminen tähtää varsin erilaisiin asioihin, kuin rakennusautomaation tietomallinnus tähtäisi. Tietomallista voisi kuitenkin olla hyötyä myös lvi- ja sähköpuolella ajatellen esimerkiksi kiinteistöjen tulevia saneerauksia ja niitä varten tarvittavien lähtötietojen selvittämistä. Rakennusautomaation avulla tietomallin voisi saada siirrettyä ylläpidon käyttöön, jolloin se toimisi ajantasaisena tietovarastona, eikä lähtötietoja tarvitsisi kaivella monesta eri lähteestä.

## 5.2 Tietomallit automaatiourakoinnissa

Tutkimusta varten haastateltiin kahta automaatiourakoinnissa mukana olevaa henkilöä. Haastatteluista kävi ilmi, että automaatiourakoinnissa on tällä hetkellä käynnissä hyvin tiukka tarjouskilpailu. Yleensä myös halvin tarjous on selkeästi vahvoilla tarjouskilpailuissa. Tämän takia urakkalaskentaan toimitettavat suunnitelmat tulisi olla jo hyvinkin tarkkoja tai ainakin tarkasti määriteltyjä laskentaa varten. Konkreettisine esimerkkeinä esille tuli kaapelityyppien merkintä, komponenttien toimitusvastuut sekä anturi- ja toimilaitetyypit. Mikäli näitä asioita ei ole vielä tiedossa alustavia suunnitelmia tehdessä, pitäisi näistä olla ainakin maininta työselostuksessa tarjousten laskentaa varten. Näin tarjouksista saataisiin tasavertaisia ja hintakilpailu säilyisi oikeudenmukaisena.

Rakennusvaiheessa automaatiourakoitsijat näkivät ongelmallisina asioina muun muassa kaapeleiden kuorimisvastuut sekä EC-moottorillisten puhaltimien eroavaisuudet, joita ei oteta huomioon suunnitteluvaiheessa. EC-puhaltimien käyttöä kannatettiin, mutta niiden valinnassa pitäisi ottaa huomioon erilaiset ohjaustavat sekä tilatietojen saanti rakennusautomaatiojärjestelmään. EC-puhaltimien kytkennät vaihtelevat paljon, ja pahimmassa tapauksessa ne aiheuttavat useita tunteja ylimääräistä työtä, johon ei ole

varauduttu. Useaan ongelmaan ratkaisuna ehdotettiin yksinkertaisia lisäyksiä työselostukseen, joka täsmentäisi urakoitsijoiden toimintaa.

Koko rakennusautomaatioalaa koskeva standardoimattomuus ja suljettujen järjestelmien ongelmallisuus tuli esille myös urakoitsijoilta. Rakennusautomaatiojärjestelmää valittaessa tulisi ottaa huomioon, että useammalta yritykseltä löytyisi lisenssi valittuun rakennusautomaatiojärjestelmään. Näin taataan jatkuva ja nopea tuki sekä hintakilpailu rakennusautomaatiojärjestelmän huoltoon varten. Rakennusautomaatiosuunnittelijan tulisi toimia tilaajan tukena järjestelmävalinnoissa, sillä tilaajalla ei välttämättä ole tämän kaltaista teknistä näkemystä rakennusautomaatiojärjestelmien eroista.

### 5.2.1 Automaatiourakoitsijoiden haastattelu tietomallin tarpeesta

Automaatiourakoinnissa ei ollut kokemusta tietomallien käytöstä. Mikäli tietomallinnusta aletaan kehittää urakoitsijoiden käyttöön, tulee ohjelmistojen olla erittäin helppokäyttöisiä. Monet työntekijöistä ovat melko tottumattomia tietokoneen käyttäjiä ja jopa suunnittelijalle arkipäivästen dwg-muotoisten kuvien katselu saattaa olla ongelmallista. Suurin rajoitus tällä hetkellä ehkä onkin urakointiin soveltuvien ohjelmistojen puuttuminen ja urakoitsijoiden heikohkot tietokoneen käyttötaidot.

Haastatellut eivät kokeneet, että tietomallien visuaalisuudesta olisi tulevaisuudessa kovin paljoa hyötyä automaatiourakoinnissa. Suurin osa automaation komponenteista sijaitsee konehuoneissa, eikä komponenttien asennuksessa yleensä ole suurempia ongelmia. Mallihuoneiden antureiden paikat sen sijaan voisi olla mallinnettu, sillä niiden sijoittelussa on vieläkin päällekkäisyyksiä ainakin paperikuvissa. Huoltotoimissa talotekniikan pääkanavien 3D-mallinnuksesta sen sijaan voisi olla hyötyä niin palvelualueiden havainnollistamisessa kuin pääkanavien rakenteiden hahmottamisessa. Monessa saneerauskohteessa on rakennus kierrettävä kuitenkin läpi ennen töiden aloitusta, joten tämän tarkemmasta hahmottamisesta ei nähty suuremmin hyötyä urakoinnissa. Vaikka tällaisten pääjärjestelmien mallinnuksesta voisikin olla hyötyä tekniikan hahmottamisessa, pitää ensisijaisena kehityksen kohteena olla mielessä tietomallin helppokäyttöisyys. Ohjelmien pitää olla selkeitä ja tietomallin selauksen tulee olla erittäin helppoa.

Urakoitsijat eivät kokeneet tarvitsevänsä kovin tarkkoja teknisiä tietoja rakennusautomaatiosuunnitelmista. Tärkeimpänä asiana koettiin, että suunnitelma-asiakirjoissa on

maininta järjestelmään soveltuvien komponenttien valinnasta. Ilman teknisiä tietoja urakoitsija osaa valita järjestelmään soveltuvat komponentit rakentamisvaiheessa. Suurempana ongelmana koettiin järjestelmän perustietojen puute saneerauskohteissa. Nykyisestä huoltokirjastakaan ei selviä, minkä valmistajan rakennusautomaatiojärjestelmä kiinteistössä on. Rakennuksen valmistuttua tärkeintä olisi lisätä huoltokirjaan päätiedot rakennusautomaatiojärjestelmästä, kuten järjestelmän valmistaja, vuosi, valvonta-alakeskusten määrä ja pistemäärä. Huoltotyöt eivät edellytä tarkkoja teknisiä tietoja. Oleellisimpia tietoja huoltotöiden kannalta ovat komponenttien päätyypit sekä talotekniikan kokonaisuuden toiminta sanallisena selostuksena. Näin jatkossa tehtävät ohjaukset ja säädöt ovat helpompia hahmottaa, eikä esimerkiksi lämmitystä ja jäähdytystä ajeta ristiin eri järjestelmistä.

### 5.2.2 Tiedon tarpeellisuus automaatiourakoinnin kannalta

Rakennusautomaation tietomallinnus on määritelty YTV2012:n ohjeissa kuvan 6 mukaisesti. Näistä vaatimuksista löytyy pääpiirteittäin ne ominaisuudet joita urakoitsijat tällä hetkellä toivovatkin. 3D-tietomallista ei itse rakennusautomaatiourakoinnissa ole suurempaa hyötyä. Urakoitsijoiden mielestä enemmän tulisi panostaa 2D-suunnitelmien laatuun ja sanallisiin selostuksiin järjestelmästä niin säätökaavioiden toimintaselostuksissa kuin työselityksessä. Huoltotoiminnassa myös automaatiourakoitsijoiden näkemys oli, että muista taloteknisistä malleista voisi olla hyötyä esimerkiksi ilmanvaihdon palvelualueiden havainnollistamisessa, jos niiden käyttö olisi erityisen helppoa. Koko rakennusautomaatio tulisi ottaa enemmän huomioon hankkeen alkuvaiheissa aina järjestelmän valinnasta alkaen, sillä rakennusautomaation kustannukset hankintavaiheessa suhteessa kokonaiskustannuksiin ovat hyvinkin pienet, mutta säätöt toimivalla järjestelmällä ovat elinkaaren aikana huomattavat.

Rakennusautomaatio							
RAU-keskukset	x	x			x	x	Tunnus, esim. VAK1
Anturit tiloissa näkyvillä					x		Mallihuoneissa BIM Tunnus, esim. TE1
Anturit TATE-verkostoissa, ei näkyvillä					x		Tunnus, esim. TE1
Säätölaite- ja muut kotelot					x		Mallihuoneissa BIM Tunnus, esim. TC1
Toimilaitteet					x		Tunnus, esim. FG1

Kuva 6. YTV2012:n mukaiset rakennusautomaation mallinnettavat komponentit [7, liite 1 s.9]

### 5.3 Kiinteistön huolto- ja ylläpitohenkilökunnan vastauksia

Kiinteistöjen huoltohenkilökunnalle teetettiin kyselytutkimus verkossa, katso liite 1. Kyselyyn vastasi yhteensä kuusi henkilöä, jotka tekevät kiinteistöjen eri tekniikan alojen huoltoja. Vastaukset vaihtelivat hyvin paljon eri henkilöiden välillä. Noin puolet vastajista oli aiemmin kuullut tietomalleista, mutta he eivät olleet käyttäneet niitä. Joillakin henkilöillä oli huoltotehtävissä jo mobiililaitteitakin käytössä.

#### 5.3.1 Nykyinen kiinteistön huoltokirja

Kaikkien huoltomiesten kiinteistöissä oli käytössä sähköinen huoltokirja. Huoltokirjoissa oli kuitenkin puutteita. Suurimpana ongelmana mainittiin tiedon päivittämisen puutteet laitteiden muuttuessa. Huoltokirjoissa saattaa olla paljon vanhentunutta tietoa ja jo huoltokirjan tekovaiheessa osa tiedoista oli puutteellisia. Joidenkin urakoitsijoiden laitekortit puuttuvat kokonaan. Huoltomiesten mukaan huoltokirjassa tulisi olla niin tarkat tekniset tiedot laitteesta, että rikkoutunut komponentti voidaan korvata uudella vastavalla laitteella, mikäli samanlaista laitetta ei ole saatavilla. Huoltokirjassa olisi hyvä olla myös tiedot, kenen kanssa huoltosopimukset on tehty, niiden voimassaoloaika sekä yhteystiedot. Jo aikaisemmissa huoltokirjoja koskevissa tutkimuksissa on tullut esiin ongelma huoltotöiden kohdistumisesta oikealle henkilölle, ja se mainittiin myös tässä kyselyssä ongelmalliseksi. Vikailmoitusten kautta tulleita ilmoituksia saattaa olla kirjattu väärille henkilöille tehtäväksi, jolloin korjaustyöt viivästyvät.

#### 5.3.2 Huoltohenkilökunnan kyselyn tuloksia

Huoltomiesten kyselyssä nähtiin hyötyjä tietomallintamisen visuaalisuudella. Mobiilikäytön uskottiin helpottavan työtehtäviä. Huoltomiesten kannalta tärkeintä on tiedon päivittyminen ja ajantasaisuus, jotta tietoa voidaan pitää luotettavana ja käyttökelpoisena. Teknisen tiedon tarve riippuu hyvin paljon henkilöstä itsestään, työkohteesta ja huolto-  
tehtävästä. Joidenkin huoltomiesten mielestä laitteen tarkat tekniset tiedot ovat hyvinkin tärkeitä ja toiset taas eivät kokeneet laitteiden teknisiä tietoja kovinkaan merkityksellisiksi. Vastausten perusteella yleisesti pätevää listausta jokaisen komponentin teknisen tiedon tarpeelle on vaikea tehdä.

Tietomallien kehityksessä tekniseen ylläpitoon tulee pitää mielessä ohjelmien helppokäyttöisyys. Tiedon päivittämiseen täytyy kehittää tehokas järjestelmä. Tällä hetkellä

kiinteistöjen huoltokirjojen suurena ongelmana on vanhentunut, päivittämätön ja puutteellinen tieto. Myös joitakin tasokuvista pidettiin epäselvinä, koska saneerauksista toimitetaan usein vain kyseistä aluetta koskevat muutoskuvat. Myöhemmin huoltotehtävissä voi siksi joutua käyttämään useampaa tasokuvaa nykytilanteen selvittämiseksi.

## 6 Yhteenveto

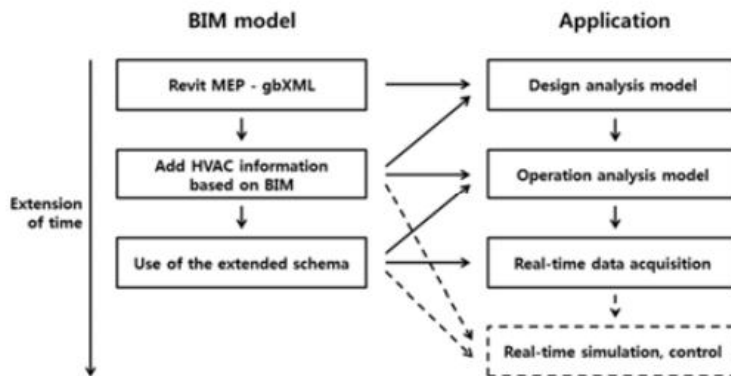
Työn tavoitteena oli selvittää, miten rakennusautomaatio voitaisiin liittää tietomalleihin ja miten sitä kautta tietomalleja voidaan hyödyntää kiinteistön ylläpidossa. Selkeää vastausta on vaikea antaa. Rakennusprosessin eri toimijat ja rakennuksen monet käyttäjät tuovat jokainen omat vaatimuksensa sekä haasteensa tietomallin sisällölle ja ennen kaikkea tietomallin käytölle. Pelkän suunnittelutyön kannalta rakennusautomaation tietomallipohjainen suunnittelu on kuitenkin työmäärään nähden tuottamatonta.

Mikäli rakennusautomaation tietomallintamiseen halutaan kehitystä, tulisi rakennusautomaation liittäminen tietomalleihin aloittaa Granlundin kaltaisissa yrityksissä. Vain koko rakennuksen elinkaaren ja rakennusalan hahmottava yritys pystyy näkemään tietomallien kehityksen tarpeen ja kehityksen tuoman potentiaalinen rakennusalalla. Tilaajan puolelta varsinaista tarvetta ei tietomallin käytölle vielä ole, siksi rakennusautomaatio-suunnittelu pitäisi tehdä rutiininomaiseksi tietomallia käyttäen jo itse suunnittelussa saatavien hyötyjen sekä tietomallin jatkojalostamisen takia. Tilaajalle tulisi luoda tarve tietomallin käyttöön, kuten jatkossa esitetään.

Puutteelliselle tietomallille on myöhemmin hankala keksiä hyötykäyttöä, vaan melko pitkälle viedyt mallit jäävät arkistoiduiksi seuraavia saneerauksia varten. Ilman konkreettisia esimerkkejä rakennusautomaatiosta tietomallissa ja sen käytöstä on vaikea selvittää urakoitsijoiden ja ylläpitohenkilökunnan selkeää rakennusautomaation tiedon tarvetta. Tietomallin avulla voisi kuitenkin tehdä esimerkiksi erilaisia palvelualuekaavioita ylläpidon sekä urakoitsijoiden käyttöön. Tällaisia selkeitä ja visuaalisia malleja apuna käyttäen esimerkiksi uusien henkilöiden perehdyttäminen rakennuksen tekniikkaan voisi käydä huomattavasti helpommin. Tämä säästäisi kustannuksia muun muassa työntekijöiden vaihtuessa, sijaistamistilanteissa ja kesätyöntekijöiden perehdyttämisessä tehtäviin.

Rakennusten simulointi on kehittynyt vuosi vuodelta. Nykypäivän tietokoneiden laskentateho on kehittynyt huimasti ja simulaatioissa voidaan ottaa huomioon valtava määrä erilaisia muuttujia. Yleisimmin käytössä olevat simulaatiot ovat kuitenkin hyvin teoreettisia ja laskenta tehdään käyttämällä komponenttien taulukkoarvoja. Jokaisessa raken-

nuksessa on kuitenkin omat erityispiirteensä ja käyttökohteensa, joten selkeää mallia yksinkertaisille simulaatioille on mahdotonta tehdä. Mitä tarkemmin erilaisia muuttujia pystytään määrittelemään simulaatioon, sitä tarkemmaksi tulokset saadaan. Kuvassa 7 on esitetty simulaatiomallin ja tietomallin suhde. Kuva kertoo, miten tietomallin ja simulaatiomallin suhde etenee keskenään. Tietomallin ja rakennusautomaation yhdistämisellä pystytään hyödyntämään simulaatioita paremmin ja simulaatiomalleja voidaan tarkentaa vastaamaan todellisia käyttötilanteita ja rakennusautomaation mittauksia.



Kuva 7. Simuloinnin laajentaminen tietomallin avulla käyttäen kiinteistön todennukaisia ohjauksia ja käyttötilanteita [21. s.2]

Kehittyneemmät simulaatiot ovat aiemmin maksaneet paljon ja ovat siksi olleet harvinaisempia. Tietomallien avulla näiden simulaatioiden tekeminen helpottuu huomattavasti. Rakennuksen geometriamalli saadaan vaivattomasti aikaan tietomallia hyödyntäen. Suurin työ on tämän jälkeen rakennuksen kalibroimisessa vastaamaan varsinaista käyttötilannetta. Nyt rakennusautomaatio nousee tärkeään asemaan. Rakennusta lähdetään kalibroimaan usein rakennusautomaatiosta saatujen tietojen avulla. Parhaimmassa tapauksessa rakennusautomaatiosta saadaan lämpötilatiedot ja ilmamäärät, joista selviää tilojen käyttöaste. Kalibrointiarvot joudutaan kuitenkin syöttämään geometriamalliin käsin, ja tämä vie paljon aikaa itse simulointityöstä. Integroimalla rakennusautomaatio tietomalliin nämäkin arvot voisi olla mahdollista viedä suoraan geometriamalliin ja näin ollen simulaatiomallin kalibrointiin kuluva aika pienenee huomattavasti. Hannu Keräsen, Tuomas Suur-Uskin ja Mika Vuolleen tekemässä tutkimuksessa Calibration of Building Simulation Model by Using Building Automation System – a Case Study simulaatiomallin kalibrointiin kului aikaa kaksi vuotta ennen kuin simulaatioista saadut tulokset vastasivat suoraan rakennuksen mitattuja lukemia. Kalibrointiin jälkeen erilaisten teknisten ratkaisuiden ja ohjausvaihtoehtojen simuloiminen on tarkkaa ja si-



mulaatioista saadaan hyvin toden mukaisia tuloksia nopeasti. Konkreettisilla simulaatioilla uusien ratkaisuiden myyminen asiakkaalle on varmasti helpompaa. [22.]

Kuten aikaisemmin tietomallintamisesta on todettu, tulisi tietomallinnuksen tähdätä aina tiettyihin tavoitteisiin. Nämä tavoitteet ja tarpeet tulevat yleensä työn tilaajalta, joka määrittelee tietomallinnuksen tarkkuuden. Rakennusautomaatiosta ei kuitenkaan ole vielä mitään tietomalleja, joten tilaajatkaan eivät ajattele tarvitsevansa minkäänlaista rakennusautomaation tietomallia. Kehitystä rakennusautomaation tietomallintamiseen ei siis saada aikaiseksi, jos odotellaan vain tilaajien ehdotusta rakennusautomaation tietomallintamisesta. Tietomallinnuksella tulee luoda tarve tilaajalle uudenaikaisesta palvelusta.

Automaatiourakoitsijoiden kannalta tietomallin käytön tulisi olla vaivatonta ja helppoa. Tietomallin tekemistä pitäisi mieltää urakoitsijaa hyödyttävänä työkaluna. Voisiko urakoitsija esimerkiksi automatisoida joitakin työvaiheita tai nopeuttaa työtehtäviä tietomallin avulla? Esimerkiksi infra-alalla tietomalleja kehitetään prosessien automatisointia varten ja työkoneita voidaan ohjata automaattisesti tietomallia hyödyntäen. Monilla teollisuuden aloilla erilaiset simulaatiot ja analyysit ovat olennainen osa tuotantoa.

Suomessa tietomallintamista ei ole vielä hyödynnetty kiinteistöjen teknisessä ylläpidossa. Syy saattaa olla se, että markkinoilla olevat IFC-mallien katseluohjelmat eivät ole sellaisinaan sopivia kiinteistön teknisen ylläpidon käyttöön. Käyttöliittymät ovat liian monimutkaisia, ja tietosisältöä ei ole optimoitu huoltohenkilökunnan näkökulmasta. Myös ohjelmistot vaativat vielä paljon kehitystyötä, jotta tietomallia pystytään hyödyntämään kiinteistön teknisessä ylläpidossa. Teknologian kehittyessä digitaalisen tiedon määrä kasvaa jatkuvasti. Tällöin tarpeellisen tiedon etsiminen käy hankalammaksi ja todellinen saavutettavissa oleva hyöty katoaa. Teknisen ylläpidon tietosisältöä on hankala määrittellä tarkasti, sillä tiedon tarve ja määrä vaihtelee kohteesta ja käyttäjästä riippuen. Jollekin henkilölle jokin tieto saattaa olla itsestään selvää ja siten tarpeetonta etsiä mistään dokumentaatiosta, kun taas joku toinen tarvitsee tämän tiedon. Yleisemmin huoltomiesten tarvitsema tekninen tieto on laitteiden vaihtamiseen tarvittava tieto. Tekniset tiedot tulee esittää sellaisella tarkkuudella, että hajonnut komponentti voidaan korvata vastaavalla tuotteella, jos kyseistä samanlaista ei ole saatavilla. Liittämällä tietomalliin rakennusautomaation tuottama data, kuten mittaustiedot ja trendit, siitä saava hyöty kiinteistön ylläpidossa kasvaa huomattavasti.

Ulkomailla on kehitetty jo jonkin verran ohjelmistoja ylläpidon käyttöön. Kovin paljosta näistä ohjelmista ei kuitenkaan vielä ole referenssikohteita. Näistä ohjelmistoista voisi kuitenkin ottaa mallia ja soveltaa niitä myös kotimaisiin rakennusautomaatiojärjestelmiin ja erilaisiin kiinteistönhallintajärjestelmiin. Kiinteistöjen toiminta on hyvin paljon kohdekohtaista, joten ohjelmiston olisi hyvä olla modulaarinen ja helposti muokattavissa kuhunkin kohteeseen.

Tietomallinnus jatkaa yleistymistään koko ajan. Tietomallien kehityksen kannalta on välttämätöntä, että mallissa on mukana kaikki kiinteistön tekniikat kokonaisuudessaan. Näin sitä voidaan jatkojalostaa eteenpäin tuleviin sovelluksiin. Rakennusautomaatio on tärkeässä roolissa, kun puhutaan kiinteistön ylläpidosta ja tietomalleista, sillä rakennusautomaatiojärjestelmä on kiinteistön huollolle tärkeä työkalu kiinteistön kunnan ja toimivuuden tarkkailuun. Rakennusautomaation siirtyminen tietomallintamiseen ei käy hetkessä, vaan palapeliä on rakennettava osa kerrallaan.

## 7 Pohdinta

Työtä tehdessäni havaitsin, kuinka monimuotoinen ja valtava koko rakennuksen elinkaari on. Rakennuksen elinkaaren aikana siihen vaikuttaa useampi eri tekijä ja toimija, mikä on, jos ei mahdotonta, niin ainakin haastavaa ottaa suunnitteluvaiheessa huomioon. Mikä on riittävä määrä tietoa missäkin vaiheessa projektia ja kenelle? Siihen kysymykseen en varsinaista ratkaisua löytänyt. Koko rakennuksen elinkaaren ja siihen vaikuttavat tekijät huomioon ottaen uskallan väittää, että määrällisesti tietoa ei ainaakaan ole liikaa. Se, miten tiedon tuottaminen on järkevimmin tehtävissä ja miten tiedon saaminen on helpoiten toteutettavista, riippuu teknisistä ratkaisuista.

Jokaisessa projektissa havaitaan loppujen lopuksi, että tilaajalla oleva maksukyky vaikuttaa koko hankkeeseen joka alueella. Innovaatiot jäävät kuitenkin melko vähäisiksi, jos odotellaan aina jonkun maksavan työn tekemisestä. Voisiko tietomallin avulla saavuttaa Suomessa kuitenkin huomattavan kilpailuedun, jos siihen panostettaisiin jopa ”omasta pussista”? Vai tulisiko keskittyä enemmän rutiininomaiseen ja tehokkaaseen ”bulkki tuotantoon”, jolloin kehitys kyllä kulkee eteenpäin, mutta aina perässä laahamalla? Nämä investointilaskelmat eivät kuulu enää oman työni piiriin, mutta tässä vinkki jatkotutkimuksen aiheeksi.

## Lähteet

- 1 Avaintiedot. <http://www.granlund.fi/yhtiosta/> Luettu 20.5.2015.
- 2 Avaintiedot. <http://www.granlund.fi/palvelut/suunnittelu/rakennusautomaatio/> Luettu 20.5.2015.
- 3 Suomäki Jorma & Vepsäläinen Sami. 2013. Talotekniikan automaatio – Käyttäjän opas. Kiinteistöalan kustannus Oy.
- 4 Penttilä Hannu & Nissinen Sampsa & Niemioja Seppo. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa – Yleiset periaatteet. Rakennustieto Oy.
- 5 Rakennustietosäätiö RTS, Suomen buildingSMART, RIBA Enterprises Ltd. Esitys - Tietomallikyselyn tulokset. 2013. buildingSMART Finland.
- 6 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 6: Laadunvarmistus. 2012. Granlund Oy. Rakennustietosäätiö RTS.
- 7 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 4: Talotekninen suunnittelu. 2012. Granlund Oy. Rakennustietosäätiö RTS.
- 8 Järvinen Tero. Esitys - Esitys autodeskillle 2015.pptx. 2015. Granlund Oy G-Files.
- 9 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1: Yleinen osuus. 2012. Granlund Oy. Rakennustietosäätiö RTS.
- 10 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 13: Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa. 2012. Granlund Oy. Rakennustietosäätiö RTS.
- 11 Laine Tuomas. 2008. Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa. Rakennustieto Oy.
- 12 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 12: Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. 2012. Granlund Oy. Rakennustietosäätiö RTS.
- 13 Korpela Jenni. Utilizing BIM in maintenance. 2014. Verkkodokumentti. <http://rym.fi/results/utilizing-bim-in-maintenance/>. Luettu 1.7.2015.
- 14 Mäläskä Mikko. 2011. Elinkaarihankkeen ylläpitomalli. TTY – Rakennustekniikan koulutusohjelma: Diplomityö.

- 15 Leppänen Antti. 2012. Tietomallin käyttö kiinteistön ylläpidossa. Saimaan ammattikorkeakoulu – Rakennustekniikan koulutusohjelma: Opinnäytetyö.
- 16 Järvinen Tero & Kyytsönen Ville. 2015. Granlund Designer: Webinaari 3.6.2015.
- 17 Lewis Angela & Whittaker Jim. BIM and a Future Vision for FM. 2014. Verkkodokumentti. <http://fmlink.com/articles/bim-and-a-future-vision-for-fm/>. Luettu 1.7.2015.
- 18 Erkkilä Juuso. 2015. Taloteknisen tietomallin informaatio sisältö kiinteistön ylläpitovaiheessa. Metropolia ammattikorkeakoulu – Talotekniikan koulutusohjelma: Insinöörityö.
- 19 Järvinen Tiina. Kiinteistöjen huoltokirjamenettely rakennuksen tietomallia hyödyntäen. Projektiraportti. VTT.
- 20 Automation in Construction – Problem domain. Verkkosivu. <https://sites.google.com/site/automatedsystemsconstruction/problem-domain>. Luettu 1.7.2015.
- 21 Hyeun Jun Moon & Byung Kook Kim & Min Seok Choi. A Bim Based Data Model for an Integrated Building Energy Information Management in the Design and Operational Stages. 2013. Department of Architectural Engineering, College of Architecture, Dankook University.
- 22 Keränen Hannu & Suur-Uski Tuomas & Vuolle Mika. 2007. Calibration of Building Simulation Model by using Building Automation System – a Case Study. HVAC-Laboratory, Helsinki University of technology.

## Huoltohenkilökunnan nettikysely

# Kysely tietomalleista kiinteistön ylläpidossa

Tämä kysely on osa insinööriyötä, jossa tutkitaan tietomallin mahdollisuuksia ja mahdollisia hyötyjä kiinteistön teknisessä ylläpidossa.

### Oletko kuullut tietomalleista?

- Kyllä  
 En

### Onko kiinteistössä käytössä tällä hetkellä sähköinen huoltokirja?

- Kyllä  
 Ei

### Minkälaisia puutteita tai ongelmia nykyisessä huoltokirjassa on?

### Minkälaiset asiat tuottavat työtehtävissä ongelmia?

Esimerkiksi tiedonhaku, sekavat ohjeet, tiedon puute jne.

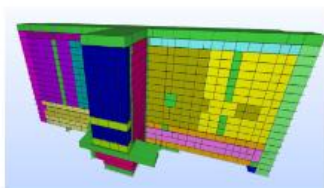
### Tarvitsetko teknisistä järjestelmistä enemmän tarkkaa nippeli tietoa?

Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän ilmamäärät, tehotiedot jne.

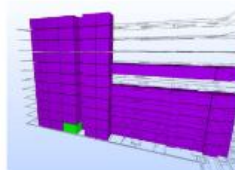
- Kyllä  
 En  
 Ehkä

### Jos vastasit kyllä, niin anna muutama konkreettinen esimerkki minkälaista tämä tieto on.

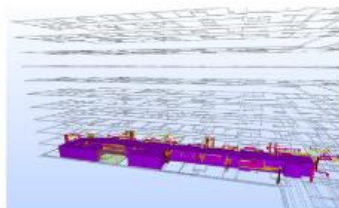
## Mallikuva tietomallista ja esimerkki miten sitä voitaisiin käyttää ylläpidossa.



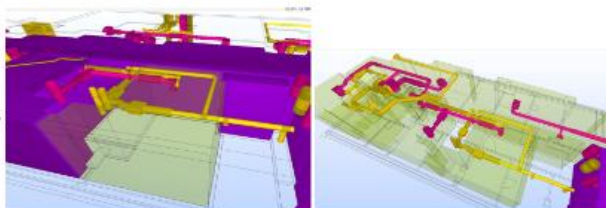
Avataan rakennuksen IV-koneiden palvelualuemalli



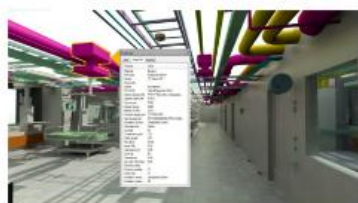
Klikataan tilaa, joka alotaan saneerata.  
IV-järjestelmän palvelualue aktivoituu.



Aktivoidaan myös IV-suunnitelma, tarkennetaan valintaa yhteen kerrokseen...



Tutkitaan, mihin muihin tiloihin kanavistot vaikuttavat



Klikataan laitetta kanavassa ja saadaan laitteen tekniset tiedot näkyville. Voi sisältää linkin myös säätökaavioon, huolto-ohjelmaan, huolto-ohjeisiin, jne.

### Voisiko oheisen kuvan kaltaisesta toiminnallisuudesta olla hyötyä työtehtävissä?

Oheinen käyttöliittymä voisi toimia mobiililaitteella ja sitä voisi kuljettaa työtehtävissä mukana.

- Kyllä
- Ei
- Ehkä
- En osaa sanoa
- Muu:

### Olisiko mobiilikäytöstä hyötyä työtehtävissä?

Esimerkiksi rakennusautomaatiojärjestelmän valvomo mobiililaitteella.

- Kyllä
- Ei
- Ehkä
- En osaa sanoa
- Muu:

Oheisessa taulukossa on esitetty yleisiä huoltokirjan sisältämiä arvoja. Merkitse kuinka tärkeä tieto tämä on omien työtehtäviesi kannalta.

Kiinteistön perustiedot

	Ei lainkaan tärkeä	Ei kovin tärkeä	Hyödyllinen, mutta ei tärkeä	Melko tärkeä	Välttämätön
Osoite	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kiinteistönumero ja rakennuksen numero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rakennuksen pinta-ala, bruttoala ja kerrosala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Komponenttitiedot

	Ei lainkaan tärkeä	Ei kovin tärkeä	Hyödyllinen, mutta ei tärkeä	Melko tärkeä	Välttämätön
Komponentin sijainti (esimerkiksi huone numero)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Järjestelmä (mihin järjestelmään liittyy)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Liityntä rakennusautomaatiojärjestelmään (vak tunnus)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Komponentin merkki ja malli	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IV-koneiden moottoritehot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IV-koneiden ilmavirrat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Huoltoväli	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Viimeisin huoltopäivä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Venttiilien nestevirta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Venttiilien painehäivö	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
IV-koneen pattereiden tehotiedot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LTO tyyppi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Komponentin hankintapäivämäärä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nimellisvirta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nimellisjännite	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Mitä erittäin oleellisia pääasioita listasta jäi puuttumaan?**

**Mihin nykyisin tehdyt huoltotyöt kirjataan ylös?**

**Päivittykö nykyinen huoltokirja ajantasalle vai onko siellä paljon vanhaa ja puutteellista tietoa?**

- Päivitty aina huoltotöiden yhteydessä
- Päivitty silloin tällöin
- Ei sitä kukaan pidä ajan tasalla, paljon vanhentunutta ja puutteellista tietoa

**Vapaa sana vielä aiheeseen liittyen tai aiheen vierestä.**