

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikka
Rakennesuunnittelu

Antti Leppänen

Tietomallin käyttö kiinteistön ylläpidossa

Opinnäytetyö 2012

Tiivistelmä

Antti Leppänen

Tietomallin käyttö kiinteistön ylläpidossa, 50 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Rakennustekniikka

Rakennesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: Lehtori (DI) Timo Lehtoviita, Arkkitehti Raine Valtonen, Saimaan ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia uuden Saimaan ammattikorkeakoulun päärakennuksen tietomalleja ja pohtia, miten rakennussuunnitteluvaiheessa tehtyjä tietomalleja voitaisiin käyttää jatkossa kiinteistön ylläpidon apuna. Kaikki suunnitelmat ja kiinteistöhuoltokirja löytyvät Haahtelan projektipankista. Työn tilaajana toimi Saimaan ammattikorkeakoulu.

Tietomalleja tutkittiin ensin internetistä ilmaiseksi saatavilla IFC-katseluohjelmissa, joita olivat Tekla BIMsight, Navisworks Freedom sekä Solibri Model Checker. Nämä ohjelmat ja niiden ominaisuudet näytettiin Lassila ja Tikanoja Oy:n kiinteistöhuoltajille. Tulimme siihen johtopäätökseen, että sen hetkisten mallista löytyvien tietojen avulla ei tietomallia voi käyttää kiinteistöhuollon apuna vaan tietomallien tutkiminen kiteytyy 3D-havainnollistamiseen. Tietomalleihin pitäisi saada tarkemmin taloteknisten laitteiden tiedot, mahdollinen linkitys kiinteistöautomaatioon ja selkeä dokumenttien tallennus jokaiseen tietomallin objektiin.

Tarvittavien tietojen lisäys ei onnistu tällä hetkellä olevilla käytössä olevilla ilmaisilla IFC-katseluohjelmissa. Jos kiinteistön tietomalleja haluttaisiin käyttää käytön ja ylläpidon apuna, tulisi tiedot lisätä alkuperäisiin suunnittelutiedostoihin ja tehdä tietojen lisäämisestä uusi suunnittelusopimus. Rakennuksen hankevaiheessa suunnittelusopimusta tehdessä olisi tietomallien vaatimuksiin pitänyt lisätä kaikki ne kohdat, joita tietomalleista haluttaisiin saada kiinteistön ylläpidon ja käytön aikana. Vaatimukset tulisi selvittää kiinteistöhuoltajien tarpeiden mukaan ja tehdä kiinteistön ylläpitomalli yhteensopivaksi nykyisen kiinteistön huoltokirjan kanssa, jotta ylläpitomalli toimisi kiinteistön huoltokirjan tukena.

Asiasanat: Tietomalli, ylläpitomalli, kiinteistöhuolto, Tekla BIMsight, Navisworks Freedom, Solibri model checker, MagiCAD

Abstract

Antti Leppänen

Building information model for the use of the property maintenance, 50 pages

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Technology, Civil and Construction Engineering

Thesis 2012

Instructors: Lecturer (DI) Timo Lehtoviita, Architect Raine Valtonen, Saimaa

University of Applied Sciences

The subject of the thesis was to study the information models of the target building the already finished main building of Saimaa University of Applied Sciences and find out how they could be used in the estates maintenance. All plans and information models can be found in Haahtela database. The thesis was ordered by Saimaa University of Applied Sciences.

The information models were first studied with some programmes available freely on the internet. Those were Tekla BIMsight, Navisworks Freedom and Solibri Model Checker. These programmes and their abilities were shown to the caretakers of Lassila and Tikanoja Oy and it was concluded that based on the data currently found in the information model, the model cannot be used for property maintenance, rather the studying of information models remains 3D-visualizing. It would be necessary for the models to contain more detail information about technical devices in the property, possibly a link to the property automation and a clear document storage for all objects of the model.

The addition of necessary information does not succeed with currently available free IFC-visualizing programmes. If the information models were used model requirements, the information should be added to the original planning files and a new planning contract should be made about this. In the planning phase of the estate (while making the planning contract), all facts which are to be used for the estates use and maintenance should be added to the information models requirements.

Keywords: Building Information Model, maintenance model, property maintenance, Navisworks Freedom, Tekla BIMsight, Solibri Model Checker, MagiCAD

Sisälllys

Käsitteistö	5
1 Johdanto	7
2 Tietomallintaminen rakennushankkeessa	8
2.1 Mitä tietomallintaminen on?	8
2.2 Tietomallin hyötyjä käyttäjille ja ylläpidon aikana	9
2.3 Tietomallin hyötyjä korjausrakentamisessa	10
3 Tietomallintaminen talotekniikkasuunnittelussa	10
3.1 Talotekniikan tietomallinnuksen hyödyt	10
3.2 Talotekniikan tietomallinnuksen sisältö	11
3.2.1 Analysointi	12
3.2.2 Järjestelmämallinnus	13
3.2.3 Yhdistelmämalli	13
3.2.4 TATE-tilatiedon hallinta	13
3.2.5 Talotekniikan urakointi	13
3.2.6 Ylläpito	14
3.3 Talotekniikka suunnittelun vaatimukset	14
4 Tietomallit käytön ja ylläpidon aikana	17
4.1 Tuki kiinteistönpidon toiminnoille	17
4.2 Hyödyt eri osapuolille	18
4.3 Tavoitteet käytön ja ylläpidon aikaiselle tiedonhallinnalle	19
4.3 Kiinteistön tietomallin käyttö huoltokirjamenettelyssä	20
5 Avoimen tiedonsiirron mallit	22
5.1 IFC-tiedonsiirtostandardi	22
5.2 COBie	22
6 Katseluohjelmat ja kiinteistöhuoltajien kommentit	23
6.1 Navisworks Freedom	23
6.4 Tekla BIMsight	25
6.5 Solibri Model Viewer	27
6.6 SimpleBIM	29
7 Kohdetapaus	30
7.1 Rakennus ja rakenteiden kuvaus	30
7.2 Kohdetapauksen käytössä olevat suunnittelutiedostot ja käytettävyys ylläpidossa	33
7.3 Kohdetapauksen kiinteistöhuollon perusperiaate	39
8. Yhteenveto ja päätelmät	41
Kuvat	44
Lähteet	45
Liitteet	
Liite 1. Tietomallin tarkastusraportti LVI-tekniikka	
Liite 2. Tietomallin tarkastusraportti sähkötekniikka	
Liite 3. Laite- ja huoltokortti	
Liite 4. Huolto-ohjelma	

Käsitteistö

2D	Kaksiulotteinen malli (tasopiirustus).
3D-malli	Kolmiulotteinen tietomalli.
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu (Computer aided design).
DWG	Tiedostomuoto (tulee sanasta "Drawing"), joita käytetään tallennettaessa kaksi tai kolmiulotteisia suunnitelmia. Yleisesti CAD-ohjelmalla käytössä.
DXF	Piirustuksen tiedonsiirtoformaatti (Drawing Interchange Format). On Autodeskin kehittämä tiedonsiirtoformaatti, jota on käytetty ja käytetään yleisesti eri CAD-ohjelmistojen väliseen tiedonsiirtoon.
IFC	Kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistön ylläpidon tuotetietojen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön. IFC-standardi mahdollistaa tiedonsiirron eri tietokonesovellusten välillä sisällön muuttumatta.
COBie	Tiedonsiirtotapa (Construction operations Building Information Exchange).
TATE	Talotekniikka.
BIM	Rakennuksen tietomalli, (engl. Building Information Model, BIM) on rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Tietomalliin liittyy myös rakennuksen geometrian määrittäminen ja esittäminen kolmiulotteisesti havainnollisuuden ja erilaisten simulointitarpeiden vuoksi.
Tietomalli	Tietomalli on rakennuksen ja rakennusprosessin elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus. Tietomalli esitetään yleensä kolmiulotteisena virtuaalimallina.
Yhdistelmämalli	Yhdistelmämallissa rakennuksen kaikki suunnittelualat ovat yhdistettynä samaan tietokantaan tai tiedostoon.
Objekti, olio	Objekti on tiettyä asiaa kuvaavien tietojen kooste, jota tietojärjestelmässä käsitellään yhtenä kokonaisuutena. Esimerkiksi rakennuksen rakennusosat mallinnetaan tietokonesovelluksilla rakennusosa-olioilla, joilla on ominaisuuksiensa lisäksi relaatioita rakennuksen tietomallin muihin rakennusosa- ja tila-olioihin.

Rakennusosa	Rakennuksen tai rakennelman aineellinen osa, jota voidaan pitää käsitteellisesti itsenäisenä. Rakennusosat voivat muodostua useista eri rakennustuotteista muun muassa rakennustarvikkeista, -aineista, -laitteista, -teknisistä järjestelmistä, -varusteista ja -kalusteista.
Kiinteistön ylläpito	Osa kiinteistönpidosta, johon kuuluvien toimintojen tarkoituksena on kunnan, arvon, käytettävyyden ja koettavuuden säilyttäminen. Kiinteistön ylläpitoon kuuluvia toimintoja ovat muun muassa kiinteistöhoito ja kunnossapito.
Kiinteistöautomaatio	Tietokonesovellus, jolla rakennuksen LVI-tekniisiä laitteita voi säätää, ohjata ja valvoa.
PTS-suunnitelma	Pitkän tähtäimen suunnitelma. Tehdään yleensä 5-10 vuodelle ja se sisältää paitsi rakenneosien kuntoarvion myös arvion korjaustarpeiden kiireellisyydestä ja kustannuksista.

1 Johdanto

Tietomalleista on saatu kokemuksia suunnittelussa ja rakentamisessa jo monien vuosien ajan, mutta kiinteistön käytön ja ylläpidon aikaisissa sovelluksissa ne ovat vielä suhteellisen uusia asia. Menettelyt ja käsitteet ovat vielä vakiintumattomat, vaikka tietomallien hyödyntäminen kiinteistön ylläpidossa on noussut mielenkiinnon kohteeksi kansainvälisesti.

Yhtenä ongelmana on, että kiinteistöön liittyvä tieto ei siirry riittävän hyvin ylläpito-organisaatiolle. Kiinteistön tietojen kerääminen ja laajempien kiinteistöjä koskevien tietojen luominen hankaloituu, jos kiinteistöistä saatavaa tietoa ei ole tai sitä joutuu etsimään jokaisen kiinteistön väliltä erikseen. Laadukkailla suunnitteluratkaisuilla vaikutetaan kiinteistön elinkaareen monilla eri tasoilla muun muassa kiinteistön toiminnan laatuun, kustannustehokkuuteen, terveellisuuteen, turvallisuuteen ja ekologisuuteen. Kiinteistöliiketoiminnan näkökulmasta kiinteistön tietomallintamiseen panostaminen suunnitteluvaiheessa oikeilla resurssoinnilla on järkevää.

Opinnäytetyössäni tutkitaan ensin yleisellä tasolla tietomallien käyttöä kiinteistön ylläpidossa pohjautuen kirjallisuuteen ja internetistä löytyviin artikkeleihin. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 julkaistiin 27.3.2012, josta osa 12, laatijana Insinööritoimisto Olof Granlund Oy, käsittelee opinnäytetyöni aihetta. Kirjallisuutta ja artikkeleita opinnäytetyöni aiheeseen on melko vähän, koska aihe on uusi ja tutkimuksia tehdään tällä hetkellä jatkuvasti.

Opinnäytetyön toisessa vaiheessa pyrin löytämään kohdetapaukseeni Saimaan ammattikorkeakoulun tietomalleista tavan, jolla olemassa olevia tietomalleja voisi käyttää kiinteistön ylläpidon apuna. Opinnäytetyöni keskittyy tietomalleista löytyviin talotekniikkalaitteisiin eikä muita kiinteistöhuollon osa-alueita käsitellä. Tutkimukset ovat tehty yhteistyössä Saimaan ammatinkorkeakoulun kiinteistöhuoltajan Lassila ja Tikanoja Oy:n kanssa. Opinnäytetyöni tilaajana toimi Saimaan ammattikorkeakoulu ja ohjaajina (DI) Timo Lehtoviita ja Arkkitehti Raine Valtonen.

2 Tietomallintaminen rakennushankkeessa

2.1 Mitä tietomallintaminen on?

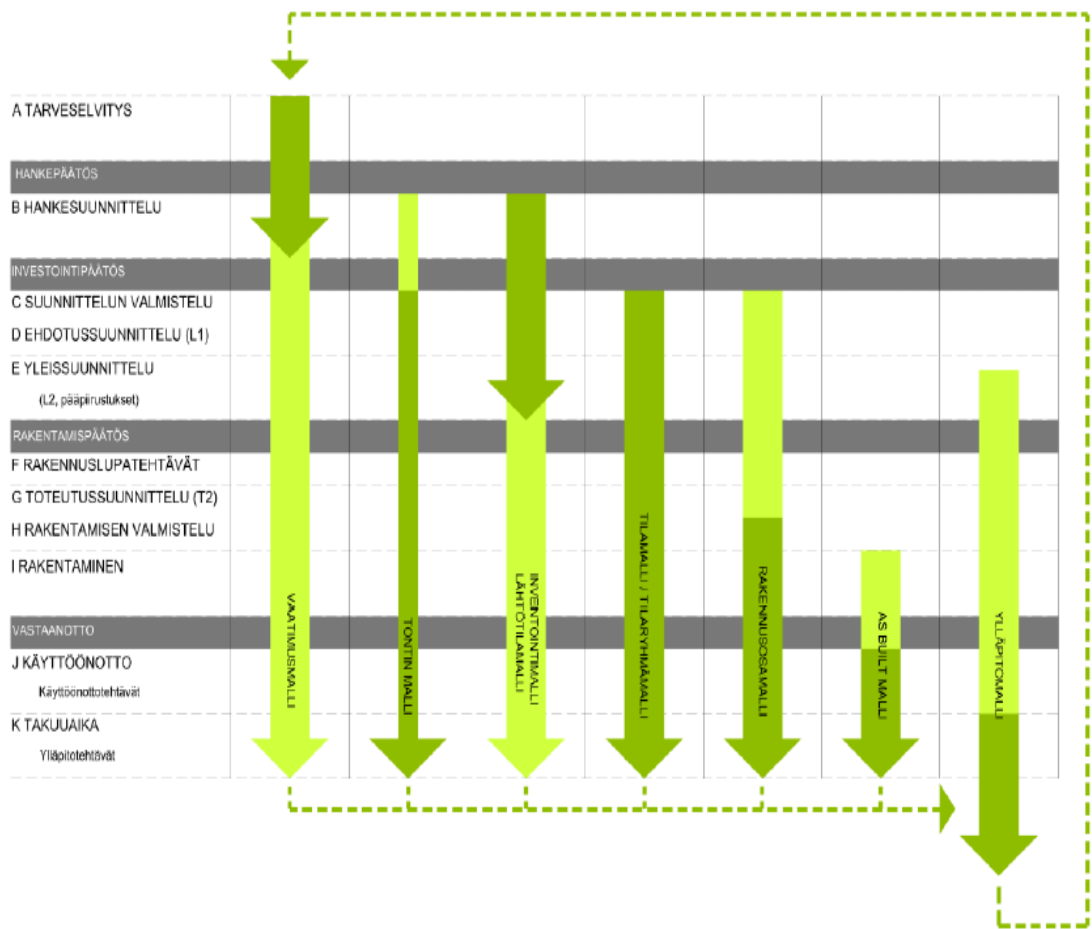
Rakennusten suunnittelu on 1990-luvun aikana muuttunut käsin piirtämisestä digitaaliseksi CAD-suunnitteluksi. Perinteisestä kaksiulotteisesta CAD-suunnittelusta ollaan siirtymässä kolmiulotteiseen suunnitteluun (3D), joka tällä hetkellä on pääasiassa rakennusten osien muodon kolmiulotteista kuvaamista. Rakennuksen tietomalli (engl. Building Information Model, BIM) kuvaa rakennuksen rakenteen ja sisältää sen käyttämiseen tarvittavan tiedon. /1./

Tietomallintaminen eroaa kolmiulotteisesta (3D) mallintamisesta siten, että CAD-ohjelmilla esitetyn rakennuksen kolmiulotteisen muodon kuvauksen lisäksi tietomalliin liittyy myös rakennuksen osien ja niihin liittyvien tietojen kuvaus. Visuaalisesti tietomalli ilmenee tosin yleensä kolmiulotteisena suunnitelmana, jossa rakenteet kuvataan viivojen sijaan kolmiulotteisena kappaleena, tuoterakenteina. /1./

Tietomalliin tallennetaan ja siitä saadaan poimittua tietoa muun muassa rakennuksen tiloista, rakenteista, materiaaliominaisuuksista sekä mitoista ja määristä. Tietomallin avulla tieto voidaan tallettaa ja siirtää rakennushankkeen osapuolten välillä nopeammin, luotettavammin ja tehokkaammin verrattuna perinteisiin menetelmiin, kuten piirustuksiin. Kuvassa 1 on esitetty hankkeen tietomallirakenne. /1./

Tietomallipohjaisesti tuotettua suunnitelmatietoa voidaan nykyistä paremmin käyttää hyödyksi esimerkiksi

- rakennuttajan ja rakennuksen tulevan käyttäjän päätöksenteossa
- kaikilla suunnittelualueilla
- tuoteosien ja komponenttien valmistuksessa
- rakentamisen valmistelussa ja rakentamisessa
- rakennuksen käyttö- ja ylläpitovaiheessa (kiinteistötiedon hallinta). /1./



Kuva 1. Hankkeen tietomallirakenne /2./

2.2 Tietomallin hyötyjä käyttäjille ja ylläpidon aikana

Tietomalleista saatavaa päätöksenteon tukea voidaan hyödyntää paitsi rakennuttamisessa myös rakennuksen käytön aikana esimerkiksi suunniteltavien muutosten simuloinneissa, analysoinneissa ja kustannusten arvioinneissa. Rakennuttajille ja suunnittelijoille hyödyllinen tietomallipohjainen tilanhallinta on luonnollisesti hyödyllistä myös käyttäjille. Mallin huonetiloihin on luontevaa kytkeä yksityiskohtat, jotka liittyvät esimerkiksi pintojen, tekniikan ja kalustuksen käyttöön, huoltoon ja ylläpitoon. /1./

Tilatietojen (tilojen omistus- ja vuokraussuhteet, käyttöasteet, lukittavuudet jne.) hallinta on erityisen keskeisessä roolissa kiinteistöjen omistamisen, niiden käytön ja ylläpidon kannalta. Talotekniisiin järjestelmiin liittyvien osien ja komponenttien yksityiskohtaisia tietoja on luontevaa ylläpitää keskitetysti

tietomalli-tietokannassa. Talotekniikan osien käyttöä ja toiminnan seurantaan voitaneen myös automatisoida esimerkiksi automaattisilla huoltohälytyksillä ja huoltovälien ennakoinnilla. /1./

2.3 Tietomallin hyötyjä korjausrakentamisessa

Tietomallimenetelmiä on toistaiseksi kehitetty ja niitä on esimerkiksi kuvattu varsin uudisrakentamisvoittoisesti. Korjausrakentamishankkeisiin sovitetusta tietomallintamisesta on vähemmän kokemusta. Korjausrakentamisessa tietomallintaminen voisi tarjota kuitenkin erityisiä hyötyjä esimerkiksi luontevana hankkeen viitekehystenä tai suunnistusmallina kaikkeen rakennuksessa olevaan dokumentaatioon, kuten vanhoihin piirustuksiin, valokuviiin, mittaus- ja tarkepiirustuksiin. /1./

Eryyisesti hankalien ja ahtaiden paikkojen sekä teknisten installaatioiden mallintaminen ovat korjausrakentamisen potentiaalisia kohteita. Rakennusosien rinnalla myös tilamallin käyttö antaa mahdollisuuksia korjausrakentamisessa. Rakennusosille ja myös niiden pinnoille tehtävät esi- ja pintakäsittelyt voidaan liittää tilatietoihin. /1./

3 Tietomallintaminen talotekniikkasuunnittelussa

3.1 Talotekniikan tietomallinnuksen hyödyt

Tietomallien hyödyntäminen talotekniikan suunnittelussa antaa mahdollisuuden vaihtoehtoratkaisujen vertailuihin ja suunnitelman teknisen laadun kehittämiseen. Tämä helpottaa päätöksentekoa ja mahdollistaa suunnittelutavoitteiden toteutumisen seurannan koko projektin ajan. /3./

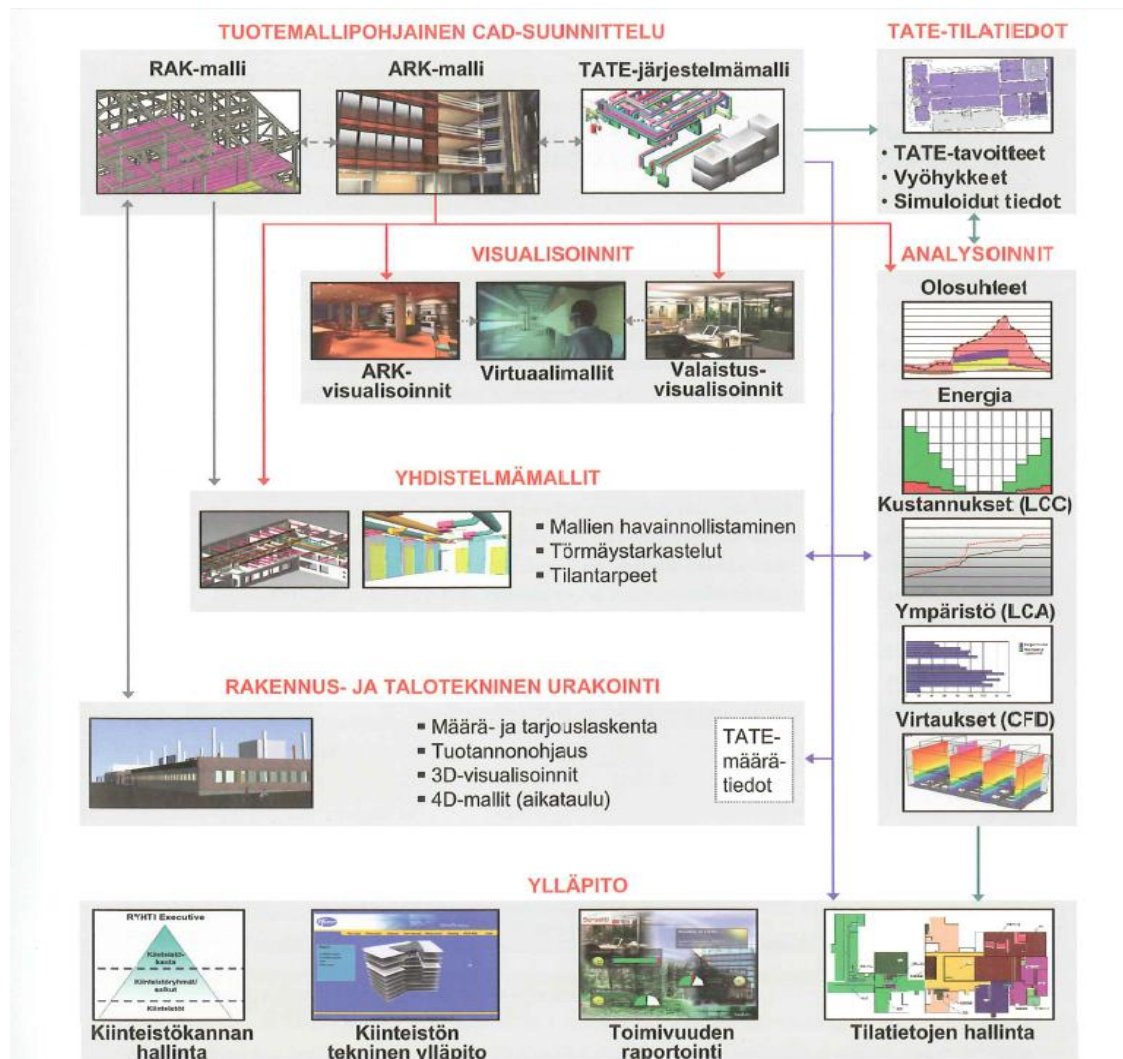
Talotekniikan suunnittelun tietomallipohjaisuudesta hyötyvät eniten rakennuksen omistaja-, loppukäyttäjä- ja rakennuttajatahot:

- Saavutetaan nopeampi ja luotettavampi suunnitteluprosessi.
- Lopputulos on laadullisesti ja elinkaaritaloudellisesti parempi, kun vaihtoehtotarkasteluja ja elinkaarianalyysija on nopea suorittaa.

- Hankkeen ympäristövaikutukset voidaan hallita kokonaisuutena sisältäen sekä rakennuksen vaipan, tekniset järjestelmät että käytönaikaisen energiakulutuksen.
- Projektin ohjausmahdollisuudet lisääntyvät helposti ymmärrettävien visualisointien ja muiden havainnollistamismahdollisuuksien ansiota, mikä antaa loppukäyttäjälle aidon vaikutusmahdollisuuden lopputulokseen.
- Tietomallin käyttö ei rajoitus pelkästään suunnitteluvaiheeseen, vaan malli täydentyy ja sitä voidaan hyödyntää rakennuksen koko elinkaaren aikana. /3./

3.2 Talotekniikan tietomallinnuksen sisältö

Tietomallipohjaisissa taloteknisessä suunnittelussa tietomalleja hyödynnetään suunnittelun ja sen lopputuloksen laadun parantamiseksi osana suunnittelutoimeksiantoa. Suunnitteluun sisältyy suunnittelijan järjestelmästä ja toimeksiannosta riippuen muun muassa tilojen olosuhteiden simulointi eri suunnitteluvaihtoehdoissa, suunnittelun energiatavoitteen simulointi, lämmöntarvelaskelmat sekä varsinaisen talotekniikan 3D-järjestelmämallin luominen. Talotekniikan tietomallintaminen (Kuva 2) voidaan karkeasti jakaa kahteen eri osa-alueeseen: analysointeihin ja järjestelmämallinnukseen. Tätä pääjakoa noudattaen ja sitä täydentäen voidaan talotekniikan tietomallinnusta jaotella lisäksi seuraaviin ryhmiin: visualisoinnit, TATE-tilatietojen hallinta, yhdistelmämallit, talotekniikan urakointi ja ylläpito. /3./



Kuva 2. Talotekniikan tietomallinnus (tuotemallinnus) osana koko rakennusprojektin tietomallien hyödyntämistä. /3./

3.2.1 Analysointi

Analysointien tarkoituksena on rakennuksen tavoitteenmukaisuuden varmistaminen sekä määrittää lähtötiedot talotekniikka järjestelmämallinnukseen. Talotekniikan suunnittelussa arkkitehdin tuottamaa tietomallia hyödynnetään tyypillisesti eniten rakennushankkeessa suunnitteluratkaisujen analysoinnissa, kuten termisten ja valaistusolosuhteiden simuloinneissa ja energiatehokkuuden kehittämisessä. Analysoinneilla hallitaan suunnitelmien tavoitteenmukaisuutta eri vaiheissa, hankevaiheesta ylläpitoon. /3./

3.2.2 Järjestelmämallinnus

Järjestelmämallinnuksessa luodaan talotekniikan järjestelmät sisältävät tietomalli. Järjestelmämallinnus pohjautuu analysointimallinnuksessa määritettyihin tilakohtaisiin ilmanvaihto-, lämmitys- ja jäähdytystarpeisiin. Tyypillisesti tietomallipohjaiset järjestelmämallinnustyökalut sisältävät myös taloteknisten verkostojen mitoitus- ja analysointiominaisuuksia. /3./

3.2.3 Yhdistelmämalli

Yhdistelmämalleissa talotekniikan IFC-järjestelmämallit yhdistetään arkkitehdin ja/tai rakennesuunnittelijan IFC-tietomalliin. Yhdistelmämalleja hyödynnetään muun muassa suunnitteluratkaisujen havainnollistamisessa, suunnitelmien yhteensovituksessa, tilantarvevertailussa ja toteutusaikataulujen suunnittelussa. Mallien yhdistäminen voidaan tehdä suunnittelijoiden mallintamistyökaluilla ja käyttää esimerkiksi törmäystarkasteluissa tai käyttää 3D-havainnollistamisessa ilmaisilla selaimilla, jolloin tyypillisesti osa muusta tietomallitiedoista saattaa jäädä puuttumaan. /3./

3.2.4 TATE-tilatiedon hallinta

TATE-tilatiedon hallinta käsittää talotekniikan tilakohtaisen tavoitearvojen määrittämisen osana talotekniikan vaatimusmallia. LVI-suunnittelun tavoitteista esimerkkinä ovat sisäilmaston tavoitearvot ja sähkösuunnittelun tavoitteista tilan sähkövaraus sekä valaistuksen tavoitearvot. Näiden lisäksi tilatiedon hallinta voi sisältää taloteknisten vyöhykkeiden määrittämisen ja visualisoinnin. /3./

3.2.5 Talotekniikan urakointi

Talotekniikan urakoinnissa hyödynnetään järjestelmämallin määrätietoja tarjouslaskennassa sekä kustannus- ja tuotannonohjauksessa. 3D-muodossa oleva järjestelmämalli tarjoaa myös apuvälineen suunnitelmien sisällön havainnollistamiseen työmaalla. /3./

3.2.6 Ylläpito

Ylläpidossa hyödynnetään sekä talotekniikan järjestelmämallia ylläpidossa tarvittavan tiedon siirtämiseen että analysointia käytön aikaisen toiminnan analysointiin. Ylläpito tarvitsee erityisesti tiedot järjestelmämallin huoltoa ja ylläpitoa vaativista komponenteista, kuten pääte- ja keskuslaitteista. Toinen merkittävä käyttöalue ylläpidon tuotemallien hyödyntämisessä on järjestelmätietojen ja TATE-tilatietojen havainnollistaminen muun muassa sijainti- ja värikarttojen avulla. /3./

3.3 Talotekniikka suunnittelun vaatimukset

Tietomallivaatimukset 2012 jakaa TATE-suunnitteluvaiheet kahteen eri osaluokkaan: ehdotus ja yleissuunnittelu ja toteutussuunnittelu. /4./

Ehdotus- ja yleissuunnittelu on muita suunnitteluosapuolia tukevaa suunnittelua, jossa tavoitteena on tuottaa riittävät tiedot ARK- ja RAK-mallin tekemiseen. TATE-suunnittelu ei tuota ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa koko rakennuksen kattavaa järjestelmämallia vaan keskittyy järjestelmävalintoihin, palvelualuekaavioihin sekä TATE-tilavarauksiin. Ehdotussuunnitteluvaiheessa tehdään vaihtoehtoisia ratkaisuja TATE-suunnittelun tehtäväluettelon mukaisesti. Kaikkiin ehdotussuunnitteluvaiheen tehtäviin ei ole välttämättä tarvetta käyttää tietomallinnusta ja tietomallinnuksen laajuus sovitaan projektissa tai suunnittelutarjouspyynnössä tarkoituksenmukaisesti. Toteutussuunnitteluvaiheessa tehdään koko rakennuksen kattavat järjestelmämallit. /4./

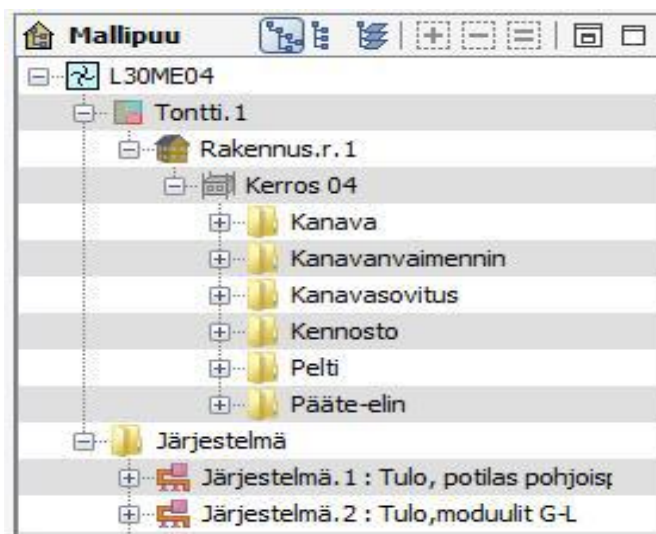
Yleis- ja toteutussuunnitteluvaiheessa sekä rakennusaikana ylläpidetään dokumenttipohjaista tietomalliselostusta mallinnuksen yhteydessä. Tietomalliselostuksessa kerrotaan, mitä objekteja on mallinnettu, millä geometriatarkkuudella sekä tietosisällöllä. Tietomalleja voidaan valvoa tietomallien tarkastusraporttien avulla (Liite 1 ja Liite 2). Käytettävien ohjelmistojen tulee olla IFC-yhteensopivia, koska tietomallien tiedonsiirto eri sovellusten välillä tapahtuu IFC-tiedostojen kautta. Jos tuoteobjektit eivät siirry IFC-tiedonsiirron yhteydessä, objektit kuvataan ensisijaisesti

mallinnustyökaluihin laitekirjaston tarjoamilla objekteilla tai geometriltaan komponentin ulkomittoja vastaavina yksinkertaisina 3D-objekteina. 3D-objektien nimestä tulee käydä ilmi, mitä laitetta objekti esittää, ja käytettävät nimet sekä attribuutit dokumentoidaan tietomalliselostukseen. /4./

Pääjärjestelmät tallennetaan IFC-tiedostoihin projektissa sovittavan tavan mukaisesti ja tämä kirjataan tietomalliselostukseen. IFC-tiedostojen korkeusasemana käytetään absoluuttisia korkeusasemia, seuraten arkkitehdin tietomallin kerroskohtaisia korkeusasemia. Tiedostojen nimeämisessä noudatetaan tilaajan ohjeistusta, jos sellainen on saatavilla. IFC-tiedostojen tekotapojen vaihtoehtoja ovat esimerkiksi seuraavat:

- Pääjärjestelmät mallinnetaan omina malleina kerroksittain.
- Pääjärjestelmät yhdistetään yhdeksi kerroskohtaiseksi malliksi.
- Pääjärjestelmistä tehdään omat, erilliset koko kiinteistön kattavat mallit.
- Pääjärjestelmät yhdistetään yhdeksi, koko kiinteistön kattavaksi malliksi.

Kaikissa IFC-tiedostojen tekovaihtoehdoissa on objektien noudatettava IFC-hierarkiaa, eli objekteilla on oltava tieto siitä, mihin rakennuksen, kerrokseen ja osajärjestelmään ne kuuluvat (Kuva 3). /4./



Kuva 3. Esimerkki kerroskohtaisesti ilmanvaihtomallista (Solibrin Model Checkerin mallipuu). /4./

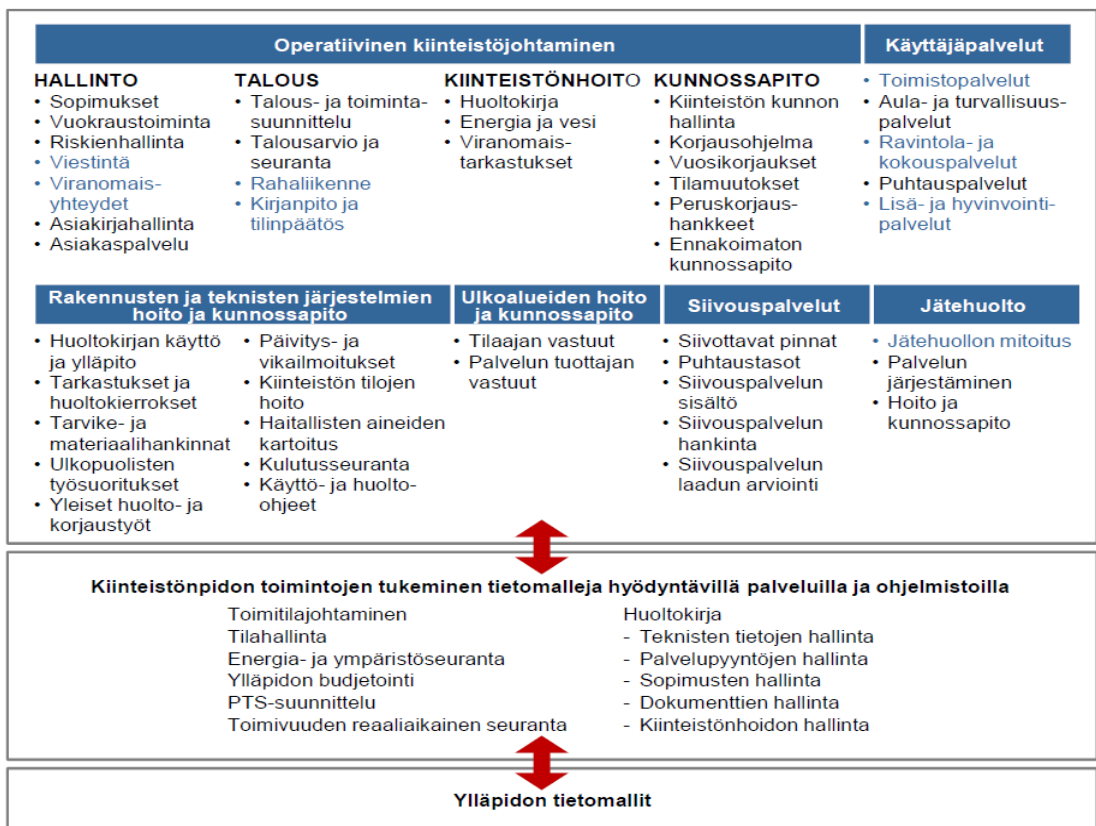
Osajärjestelmien nimeämisessä käytetään sähköjärjestelmien, ilmanvaihtokoneiden, puhaltimien ja verkostojen laitetunnuksia. Nimen tulee sisältää selkeä kuvaus, mistä osajärjestelmästä on kyse ja ohjelmiston mukaan tulee kiinnittää huomiota siihen, että nimi siirtyy myös IFC-tiedostoon. Korjaus- ja laajennuskohteissa on huolehdittava, ettei uusien järjestelmien osille tule päällekkäisiä nimiä olemassa olevien säilytettävien järjestelmien kanssa. /4./

Laitteiden nimeämisessä noudatetaan tilaajan nimeämiskäytäntöä ja -ohjeistusta. Jos tilaaja ole ohjeistusta tehnyt, tekee suunnittelija siitä ehdotuksen, joka hyväksytetään tilaajalla. Sellaisille komponenteilla ja laitteille, joille annetaan yksilöllinen tunnus, tulee kyseessä oleva tunnus kirjoittaa attribuuttitiedoksi. Komponentin tekee yksilölliseksi esimerkiksi se, että siihen pitää kohdistaa rakennusautomaatiojärjestelmästä tulevia ohjauksia tai tiedonkeruuta. Normaalisti yksilöllisiä komponentteja ovat moottoriventtiilit, ilmanvirtasäätimet, moottoroidut palopellit ja paloilmaisimet. /4./

4 Tietomallit käytön ja ylläpidon aikana

4.1 Tuki kiinteistönpidon toiminnoille

Tietomallipohjaisia kiinteistönpidon sovelluksia on jo jonkin verran tarjolla tai ainakin kehitteillä toimitilajohtamiseen, tilahallintaan, energian ja ympäristövaikutusten seurantaan, ylläpidon budjetointiin, PTS -suunnitteluun, huoltokirjan hallintaan ja muihin käyttökohteisiin. Huoltokirjasovelluksia on saatavilla muun muassa kiinteistön teknisten tietojen, palvelupyyntöjen, sopimusten, dokumenttien, kiinteistönhoidon eri tehtävien ja huoltohistorian hallintaa, joissa käytetään tietomalleja hyödyksi joko kokonaisuudessaan tai rajoitetusti. Kuva 4:n toimialuejako noudattaa Kiinteistöpitonimikkeistöä 2009 sekä julkaistua KiinteistöRYL 2009, Kiinteistöpalveluiden yleiset laatuvaatimukset. /5./



Kuva 4. Kiinteistönpidon toimialueet ja esimerkkejä toiminnoista, joissa voidaan käyttää tietomalleja hyväksi. /5./

4.2 Hyödyt eri osapuolille

Kuvassa 5 näkyy esimerkkejä eri kiinteistönpidon toiminnoista, joita voidaan tukea tietomallipohjaisten sovellusten avulla eri tasoilla ja eri tietotarpeissa. Kuvaa 5 voidaan myös käyttää pohjana tietomallinnuksen tavoitteiden määrittelyssä ja ohjelmistohankintojen suunnittelussa. /5./

Rakennushanke						Käyttö ja ylläpito		
Rakennushankkeen tiedot	Dokumentit	Ohjelmistojen alkuperäismallit		Avoimen tiedonsiirron mallit (IFC)		Tietomallien täydentäminen ylläpidon ohjelmistojen avulla	Havainnollistaminen tietomallien avulla	Ylläpidon toimintojen tukeminen
	PDF/Excel	Suunnitelma	Ylläpidon täyd.	Vaati- mukset	Suunni- telma			
Tilat ja tilaryhmät (alueet)								
Tilojen perustiedot (ARK)	Min.1)	Min.		Proj.	Min.2)	Työpisteet ja henkilöt	Värikartat:	Vuokraustoiminta
Olosuhdetavoitteet (TATE)	Min.			Proj.		Vuokra- ja palvelusop.alueet	- tilat	Palveluiden kilpailutus ja sopimukset
Tilojen varusteet (TATE)	Min.			Proj.		Olosuhdemittaukset	- tilaryhmät	Muutos- ja korjaushankkeiden suunnittelu
Erikoistilojen luokitus (TATE)	Min.			Proj.		Sivousalueet ja puhtaustasot	- attribuuttitiedot	Kunnossapidon suunnittelu ja budjetointi
Järjestelmien palvelualueet (TATE)	Min.			Min. 3)		Kunnossapitotarpeet		Palvelupyynnöiden hallinta
Kulutustavoitteet (TATE)	Min.			Proj.		Kulkuoikeudet ja kulkureitit		Olosuhteiden seuranta
Kulutustavoitteet	Proj.			Proj.		Kiinteistön avaimet		Turvasuunnittelu
Ympäristöluokitus	Proj.			Proj.		Viranomaisarkistukset		Kulkuoikeuksien ja avaimien hallinta
						Kulutustiedot		Kulutus- ja ympäristövaikutusten seuranta
Rakennusosat, järjestelmät ja laitteet								
Rakennusosamalli (ARK)		Min.			Min.	Ennakkohuoltosuunnitelma	2D/3D-grafiikka:	Palveluiden kilpailutus ja sopimukset
Rakennemalli (RAK)		Min.			Min.	Huolto- ja korjaushistoria	- rakennusosat	Muutos- ja korjaushankkeiden suunnittelu
Järjestelmämalli (TATE)		Min.			Min.	Palvelupyynnöt	- järjestelmät	Ennakkohuollon suunnittelu ja seuranta
Muut suunnitelmatiedot (kaikki)	Min.		Proj.				- laitteet	Ennakkohuolto, korjaukset, työmääräimet
Urakoitsijan tuotetiedot	Min.		Proj.					Palvelupyynnöiden hallinta
Mittaus- ja tarkastustiedot	Min.		Proj.					
Käyttö- ja huolto-ohjeet	Min.							
Rakennushankkeen luovutusasiakirjat								
Suunnitelma-asiakirjat	Min.					Asiakirjojen arkistointitiedot		Takuutarkastukset ja -korjaukset
Urakkasopimusasiakirjat	Min.							Muutos- ja korjaushankkeiden suunnittelu
Rakennusaikaiset asiakirjat	Min.							

Huom:

- 1) Vähimmäisvaatimuksena on tilaluettelo
- 2) Sovittava projektikohtaisesti: tilamalli tai rakennusosamalli
- 3) Vähimmäisvaatimus vain silloin, kun TATE-suunnittelussa on valittu taso 2, ks. ohje 4

Min. = vähimmäisvaatimus kaikissa projekteissa, joissa hyödynnetään tietomalleja
Proj. = sovitettava projektikohtaisesti

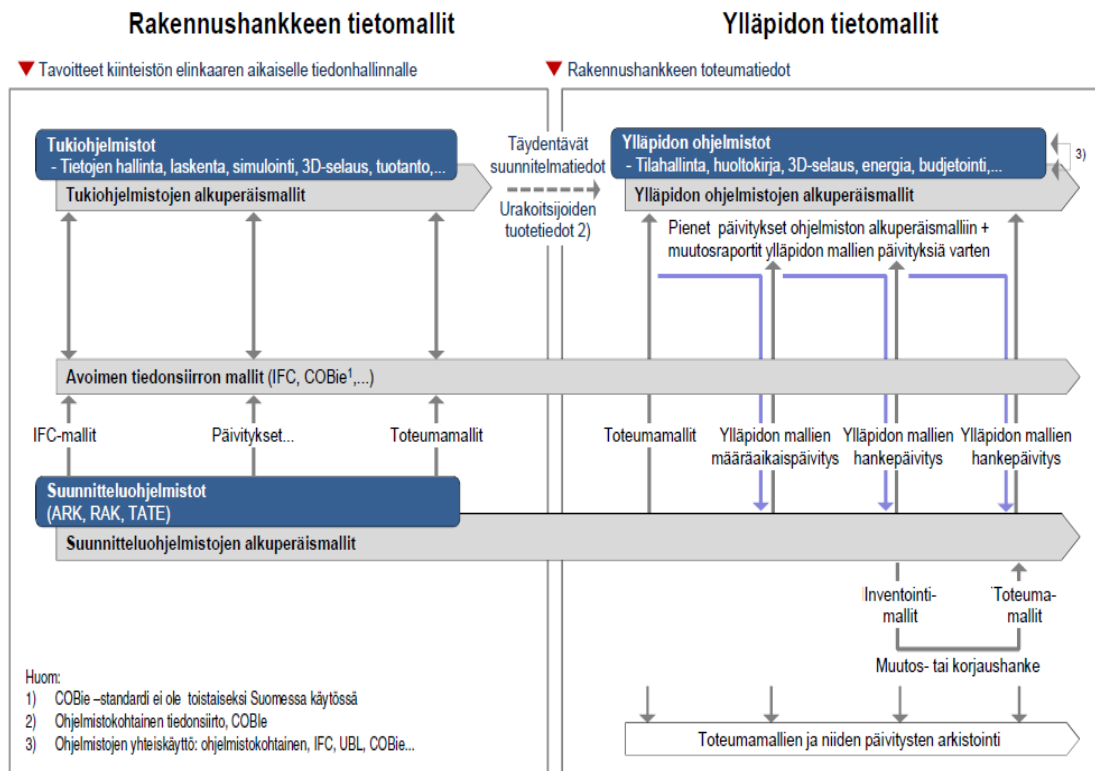
Kuva 5. Rakennushankkeen tietojen hyödyntämismahdollisuuksia ylläpidon toimintojen tukena. /5./

Kiinteistöomistajalla tärkeitä asioita, joita tietomallien avulla voidaan hyödyntää, ovat ylläpidon kustannukset, elinkaarivaikutukset (mm. energia-, olosuhde- ja ympäristötavoitteiden simulointi) ja mahdollisuus kilpailuttaa palveluita todellista laajuustietojen ja menekkien pohjalta. Palveluiden toimittajat voisivat saada kilpailuetua liiketoimintaansa tehokkaan tiedonhallinnan avulla. Avoimen tiedonsiirron tukeminen on kiinteistöomistajan edun mukaista, kun sovellusvaihtoehtojen määrä kasvaa, toimittajariippuvuus vähenee ja tietomallin hyödyntämismahdollisuuksia on enemmän kuin suljetussa järjestelmässä. /5./

4.3 Tavoitteet käytön ja ylläpidon aikaiselle tiedonhallinnalle

Kiinteistöpidossa tietotekniikan investointeja arvioidaan kustannus- ja hyötynäkökohtien sekä strategisten tavoitteiden, kuten omistamisen, ylläpidon, palveluiden hankinnan sekä pitkän välin laatutason näkökulmasta. Hankintapäätöksiin vaikuttaa niin käyttöönoton kustannukset, ohjelmistojen käytön helppous ja tuki, sovellusten saatavuus kuin tietojen päivitystarpeet. /5./

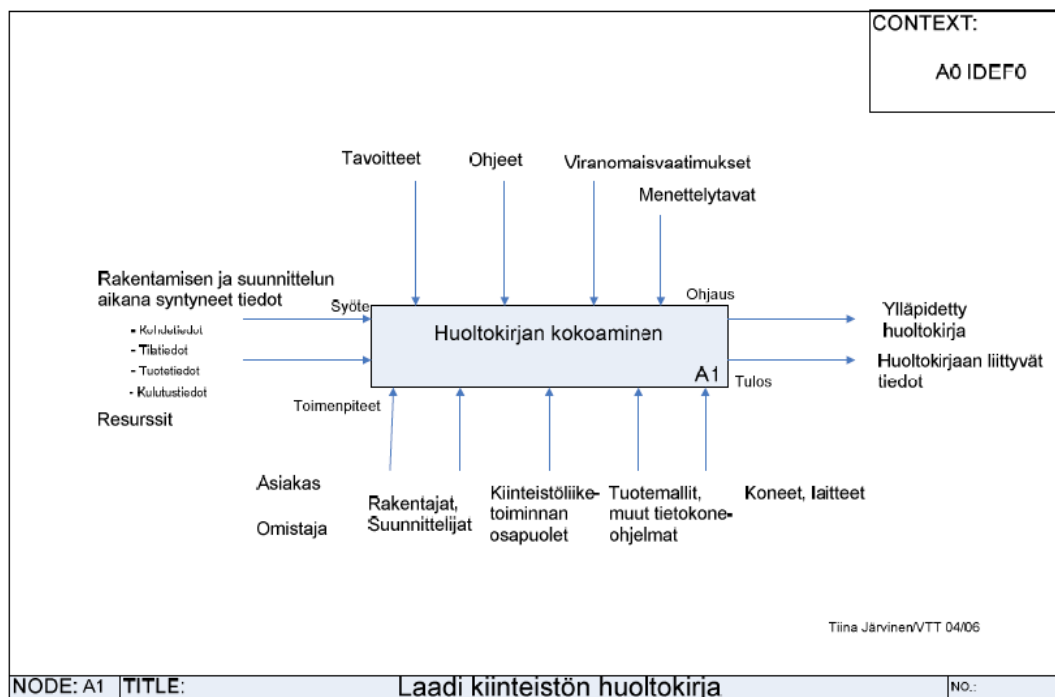
Jo suunnittelun alussa käytön ja ylläpidon aikaisten tiedonhallinnan tavoitteiden tulisi olla tiedossa, jotta eri osapuolia koskevissa tietomallivaatimuksissa voidaan ottaa huomioon oikealla tavalla tilaajan tarpeet tietojen hyödyntämisessä hankkeen valmistumisen jälkeenkin. Kiinteistön tietomalleja tulisi siis ajatella koko kiinteistön elinkaaren kattavana prosessina, joka alkaa tavoitteiden asettamisesta tietomallinnukseen, etenee suunnittelussa rakentamiseen, toteumamallien luovutukseen kiinteistölle ja edelleen ylläpidon tiedonhallintaan ja mallien päivityksiin (kuva 6). /5./



Kuva 6. Tietomallien hallinta kiinteistön elinkaaren aikana. /5./

4.3 Kiinteistön tietomallin käyttö huoltokirjamenettelyssä

Kiinteistöjen perinteinen huoltokirja laaditaan joko kerralla mahdollisimman täydellisenä tai vaiheittain ennalta suunnitellun aikataulun mukaisesti. Sisältöä tuotetaan samalla, kun kiinteistön suunnitelmat ja lopulliset ratkaisut syntyvät. Huoltokirja siis täydentyy kiinteistön rakentaminen, lopputarkastuksen takuuajan ja ylläpidon aikana (kuva 7). /6./



Kuva 7. Huoltokirjan laatiminen eri tietolähteistä. /6./

Kiinteistön tietomallin avulla voidaan luoda, jakaa, järjestää ja taltioida kiinteistön kiinteistöliiketoimintaa liittyvää tietoa eri osapuolille. Tietomallin avulla voidaan nopeuttaa ja helpottaa eri työtehtäviä ja tarjota kiinteistön tietoa ylläpito-organisaatioille, asiakkaille, viranomaisille ja muille yhteistyökumppaneille. Tietomallipohjaisella huoltokirjalla on tarkoitus parantaa tiedonhallintaa ja tukea eri kiinteistöliiketoiminnan päätöksentekoprosesseja. /6/

Kiinteistön suunnittelussa ja rakennusvaiheessa syntyy paljon kiinteistön ylläpitoa palvelevaa tietoa. Kaiken syntyneen tiedon, mitä rakennuksen tietomalliin on lisätty suunnittelun ja rakennuksen tuotantovaiheessa, pitää olla ylläpidon tietomallissa ns. ”oikeaa tietoa” eli tiedon tulee vastata todellisuutta.

Ylläpidon tietomalli tai ylläpidon tietokannat eivät siis perustu luonnoksiin tai karkeisiin suunnitelmiin. Mallin tai mallista saatavan tiedon tulee kuvata parhaiten toteutunutta kiinteistöä, sillä ylläpidon sopimukset perustuvat todellisiin määriin. Omat rajoitteet käyttöönottoon tuovat nykyiset tietojärjestelmät ja sopimukset, joihin on sitouduttu sekä käytettävissä olevien resurssien rajallisuus. Ylläpidon tiedonhallinta on ohjautunut lähivuosina selainpohjaisten ja mobiiliteknologiaa hyödyntävien ohjelmistojen pariin.

Kiinteistön tietomallin ja huoltokirjan avulla voidaan yleisesti muun muassa

- helpottaa pääsyä rakennuksen laitteiden ja järjestelmien eri tietoihin, esimerkiksi sijainti- ja laitetunnustietoihin
- edistää ja tutkia rakennuksen laitteiden ja järjestelmien suorituskykyä mallintamalla
- tehostaa ylläpidon ajan ja resurssien käyttöä, kuten energiasimuloinnit ja työtapojen tehostaminen
- vähentää tiedonhallintakustannuksia rutiinitoiminnoissa
- ajoittaa ja suunnitella toimenpiteet niin, että rakennuksen rakenteet ja laitteet ovat mahdollisimman vähän epäkunnossa
- parantaa rakennuksen vikoihin ja korjaushistoriaa liittyvien tietojen hyödynnettävyyttä, esimerkiksi laitteiden sijainti-, tyyppi ja laitetunnukset.

Hyvin mallinnetusta tietomallista voidaan saada huoltokirjamenettelyyn suoraan kiinteistön määrätiedot kuten, pinta-alat, tilavuudet ja kappalemäärät ja eri osien sijaintiedot. Tietomallista voi saada myös laitteiden ja koneiden tuotemallitiedot, laitteiden sijaintikaaviot, rakenne- ja leikkauskuvat, ilmastointikoneen ja sprinklerien vaikutusalueet ja esimerkiksi pelastautumisreitit. Tietomalli ja tiedonhallinta mahdollistavat uusien toimintatapojen syntymisen. Yksittäisten kiinteistöjen tietojen yhdistäminen kiinteistökannan muihin tietoihin mahdollistaa suurempien kokonaisuuksien suunnittelun ja tätä kautta uusien työmenetelmien ja työtapojen käyttöönoton. /6./

5 Avoimen tiedonsiirron mallit

5.1 IFC-tiedonsiirtostandardi

IFC-standardi (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistönpidon eri tietojärjestelmien välillä. IFC määrittelee tietokonesovelluksista riippumattoman tavan siirtää kolmiulotteista tuotetietoa sovellusten välillä. IFC:n kehittämisen tavoite olikin saada tieto tallennettua ja siirrettyä ohjelmien välillä ohjelmistoriippumattomasti.

/1./

IFC-tiedonsiirron pääperiaate on, että ohjelma, jolla tietoa tuotetaan, käsittelee tiedot omasta sisäisestä tallennustiedosta IFC-muotoon ja vastaanottava ohjelma käsittelee vastaavasti tiedot IFC-muodosta omaan sisäiseen muotoonsa. Tavoitteena on siis tarjota kattava kuvaus rakentamisen ja kiinteistönpidon mallimuotoisista kolmiulotteisista tuotetiedoista rakennuksen koko elinkaaren ajan. /1./

IFC-malleja voidaan havainnollistaa ja tutkia eri 3D-katseluohjelmien tai ylläpidon ohjelmiston avulla, joissa on mallien katseluoimaisuus. Katseluohjelmia on sekä suunnitteluohjelmistojen alkuperäismallien että IFC-mallien katseluun. Saatavilla on myös joitain ilmaisohjelmia, joissa kehittyneimmissä on lisäksi työkaluja muun muassa mallien analysoimiseen ja laadunvarmistukseen. /5./

5.2 COBie

COBie (Construction Operations Building Information Exchange) on avoimen tiedonsiirron standardi kiinteistöjen ylläpitoon tarvittavien tietojen tallentamiseksi määrämuotoisina rakennushankkeessa. COBie täydentää tietomallien hyödyntämistä IFC-muodossa ja onkin sen kanssa yhteensopiva. COBlen tavoitteena onkin sen yksinkertaisuus. /5./

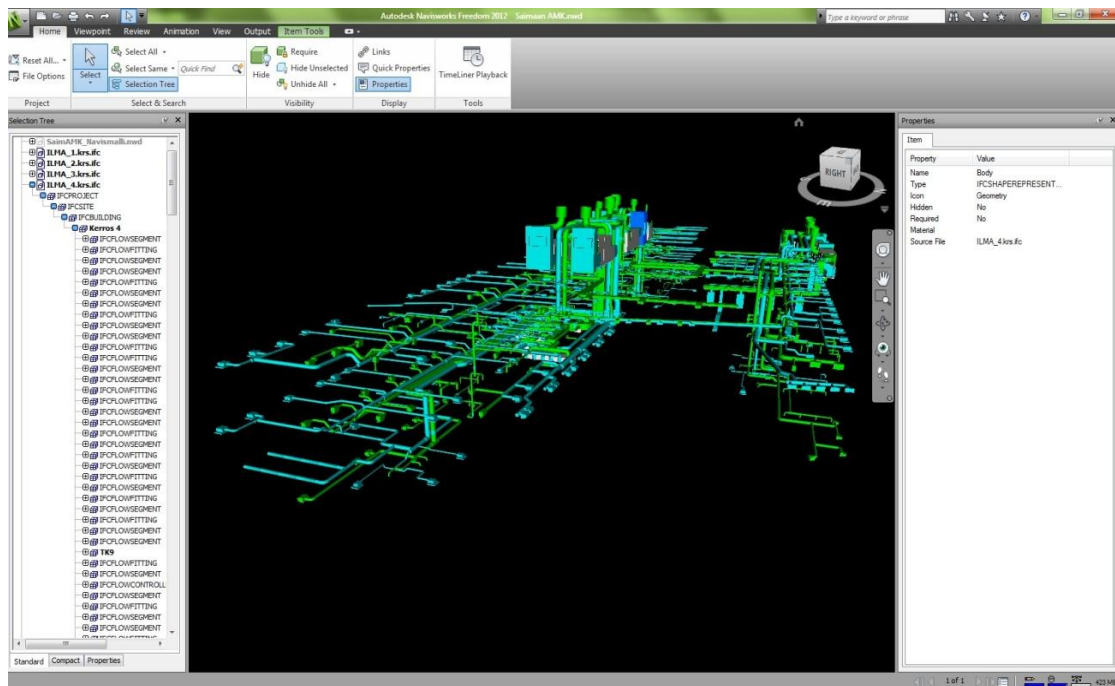
COBie on kehitetty USA:ssa ja sen käyttöönotto on vielä alkuvaiheessa, mutta useat merkittävät suunnittelu- ja ylläpito-ohjelmistojen toimittajat USA:ssa ovat jo kehittäneet COBie-yhteensopivuuden työkaluihinsa. /5./

6 Katseluohjelmat ja kiinteistöhuoltajien kommentit

Mallien katselu ja esittäminen kiinteistöhuoltajien kanssa tapahtui 19.3.2012, jolloin katsoimme Saimaan AMK:n yhdistelmämalleja kolmella eri ilmaisella IFC –katseluohjelmalla. Katseluohjelmien mukaan valittiin Navisworks Freedom, Tekla BIMsight sekä Solibri Model Viewer, jotka ovat yleisimmät tällä hetkellä rakennusalalla käytettävissä olevat ohjelmat. Tarkoituksena oli kerätä tietoa siitä, mitä tietomalleista tulisi olla, jotta kiinteistöhuoltajat voisivat käyttää tietomalleja hyväksi kiinteistön ylläpidossa ja huoltotoimenpiteissä sekä selvittää se, mikä ohjelma tuntuu kiinteistöhuoltajien näkökulmasta parhaimmalta käyttöliittymän ja ominaisuuksiensa puolesta. Seuraavaksi jokaisesta ohjelmasta on poimittu tärkeimmät ominaisuudet, hyvät ja huonot puolet, mahdolliset puutteet ja loppuun kiinteistöhuoltajien näkemys.

6.1 Navisworks Freedom

Navisworks Freedom (kuva 8) on tehty lukemaan Navisworks Managella yhdistettyjä malleja, jotka ovat tallennettu Navisworks:n omaan tallennusmuotoon joko .nwd tai .nwf.



Kuva 8. Navisworks Freedomilla Saimaan AMK:n LVI-laitteita.

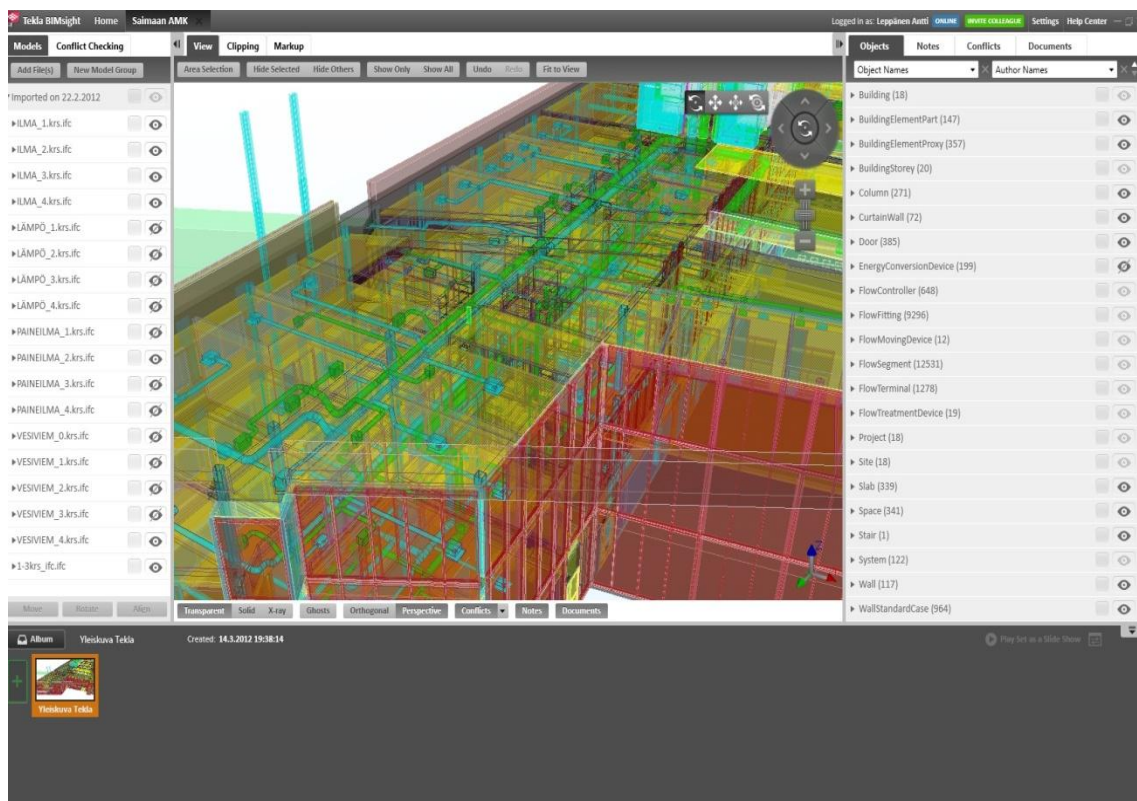
Navisworks Managen pääominaisuuksiin kuuluu eri tietomallien yhdistäminen yhdeksi kokonaisuudeksi ja niiden yhtenäisyyden tarkastaminen. Managella voi lisätä malliin punakynä merkintöjä, jotka sisältävät kommentteja ja huomautuksia mallin puutteista tai malliin lisättävistä tiedoista. Yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on törmäystarkastelujen teko sekä projektin aikataulutustaminen aikajaksolle. Manage tukee yleisimmin tunnettuja 3D-CAD -ohjelmistojen tiedostomuotoja, kuten Autodesk-dwg/dxf, 3ds Max, Inventor, Microstation, ArchiCad(nwc) sekä monia muita. Navisworks Managen käyttämä oma tallennusmuoto .nwd on 70 % pienempi verrattuna alkuperäiseen. Managella on mahdollista tehdä mallista videoita, joita voidaan myöhemmin käyttää työmaalla hyväksi mm. havainnollistamisen apuna. /7;8./

Navisworks Freedom on Navisworks Managesta karsittu versio, joka on siis tarkoitettu vain Managesta saatavien yhdistelmämallien tutkimiseen. Freedomin ominaisuuksia ovat muun muassa tietomallista olevien objektien etsimistyökalu, tarkastelunäkökulmasta riippuen ylimääräisten objektien piilottaminen, objektien tietojen luku, linkkien (URL) lisäys objekteihin, kommenttien lisäys ja kohteiden mittatyökalu. Freedomia voi myös käyttää aikajansa ansiosta työmaalla, josta voi seurata kohteen valmistumista ja ennakoida tulevia työvaiheita.

Navisworks Freedom on monipuolinen tietomallien katseluohjelma, jos mallit ovat saatavilla joko .nwd- tai .nwf -formaattissa. Tämä edellyttää tietysti Managen lisenssien ostoa tai suunnitteluvaiheessa sovittava, että rakentamisen tai ylläpidon aikana käytettävät tietomallit toimitetaan kyseisissä muodoissa. Kiinteistöhuoltajille Freedomissa on jopa liikaa ominaisuuksia ja Freedomin käyttöliittymä menee helposti liian epäselväksi. Vasemmalta löytyvä mallipuu on selkeä ja mallipuusta on helppo sulkea ja laittaa taas päälle ylimääräisiä objekteja, mutta huonona puolena on Navisworksin englanninkielisyys ja objektien nimeäminen sekä ryhmittely IFC-kieleksi. Kyseinen nimeäminen ei palvele kiinteistöhuoltajia, vaan jos mallipuusta haluaisi suoraa jotain tiettyä laitetta etsiä, tulisi ymmärtää IFC-kieltä. Tällä hetkellä Saimaan AMK:sta muodostetun yhdistelmämallin käyttö Freedomin kautta ei anna tarpeellista tietoa kiinteistöhuoltajille, vaan hyöty jää tietomallin visuaaliseen tutkimiseen.

6.4 Tekla BIMsight

Tekla BIMsight (kuva 9) on tietomallisovellus mallipohjaisen projektin tutkimiseen, analysoimiseen ja kehittämiseen. Sen tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluu eri tietomallien yhdistäminen yhdistelmämalliksi ja toisin kuin Navisworks Managessa tai Solibri Model Viewerissä eri tietomallit pystyy yhdistämään yhdistelmämalliksi ilman erillistä (maksullista) ohjelmaa. Tekla BIMsight on yhdistänyt eri tietomallien piilottamisen tai näkyvyyden suoraan ohjelman vasempaan laitaan, josta eri projektissa mukana olevat tietomallit voidaan sulkea tai laittaa takaisin päälle silmä -ikonia painamalla. Ikonin vierestä löytyy myös laatikko, josta voi muuttaa nopeasti haluttujen tietomallien väriä, mikä helpottaa mallin tutkimista ja eri talotekniikka laitteiden erottamista.



Kuva 9. Tekla BIMsight ja Saimaan AMK:n arkkitehdin tietomallia sekä talotekniikkaa.

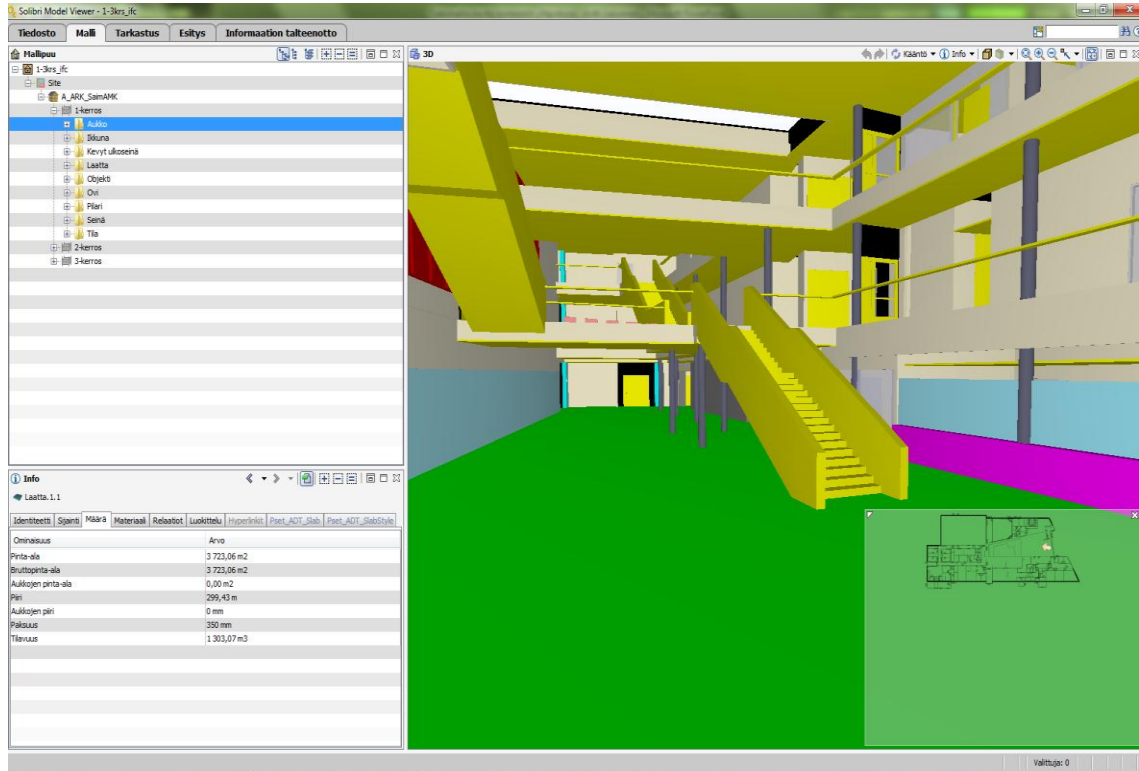
Katseluikkunaan on ylä- ja alalaitaan laitettu tärkeimmät tietomallin tutkimiseen tarvittavat valinnat. Tietomalleja voi valita valintaruudulla ja joko piilottaa valitut tai piilottaa muut. Kaikki tietomallit voi laittaa tarpeen tullen päälle, rakenteet ja laitteet voi asettaa läpinäkyviksi tai melkein läpinäkymättömiksi sekä

tietomallien ristiriidat ja muistiinpanot saa heti näkyviin katseluikkunan alalaidasta. Muistiinpanoja voi lisätä mihin tahansa haluttuun kohteeseen, jolloin Tekla BIMsight tekee kyseisen objektin kohdalle merkinnän. Muistiinpanon esimerkiksi rakenteen ja LVI-laitteen törmäyksestä sekä sen korjauskehotuksen voi sen jälkeen lähettää Tekla BIMsightilla suoraan projektin projektipankkiin. Muut suunnittelijat näkevät heti seuraavan kerran tietomallin avatessaan, mitä tietomalliin tulee korjata. Muita ominaisuuksia ovat leikkausikkunoiden lisääminen, jolloin tietomallit voi leikata juuri halutusta kohdasta sekä punakynämerkintä, mittaustryökalu ja haluttujen katselukulmien tallentaminen.

Tekla BIMsightissa niin kuin Navisworks Freedomssakin on englanninkielinen käyttöliittymä ja Tekla BIMsight nimeää tietomallista löytyvät objektit sekä ryhmittelee ne mallipuuhun IFC-kielelle. Oikealla olevasta mallipuun ylälaidasta löytyy hakukenttä, josta tiettyjä laitteita tai rakenneosia voi hakea. Oikean objektin löydettyä objektia klikkaamalla saadaan kohteen tiedot laajasti näkyviin. Tällä hetkellä Saimaan ammattikorkeakoulun tietomallien käyttö kiinteistöhuoltajien näkökulmasta jää tietojen puuttumisen takia pelkästään tietomallin visuaaliseen tarkasteluun. Kiinteistöhuoltajat tarvitsisivat talotekniikkalaitteiden tarkat tekniset tiedot ja kiinteistöautomaatiolaitteiden tunnuksat. Tällöin hakukenttään voisi laittaa etsityn laitteen nimen, jolloin ohjelma etsii sen mallipuusta ja ohjelmien ominaisuuksien mukaan vie katseluikkunassa kyseisen objektin kohdalle. Kohteen tietoja Tekla BIMsight ei anna enää jälkeinpäin muuttaa, jolloin kohteita voisi itse nimetä ja lisätä puuttuvat tiedot. Talotekniikkalaitteiden ja rakenteiden oma kategorisointi tulisi myös tarpeeseen, jolloin kiinteistöhuoltajat voisivat lajitella talotekniikkalaitteita ja rakenteita joko esim. huonekohtaisesti tai huoltoryhmien perusteella.

6.5 Solibri Model Viewer

Solibri Model Viewer (kuva 10) on tarkoitettu valmiiden tietomallien tutkimiseen ja analysoimiseen. Solibrin ilmainen katseluohjelma Model Viewer on puhtaasti tarkoitettu mallien katseluun ja joitain työkaluja Solibristä löytyy.



Kuva 10. Solibri Model Viewer ja Saimaan AMK näkymä pääaulasta.

Malleihin voi kirjoittaa päälle omia merkintöjä, jotka näkyvät sen jälkeen punaisena tekstinä. Mittatyökalulla voi tarkistaa etäisyyksiä tai ottaa niitä käytettäväksi muuhun tarkoitukseen sekä eri objekteja voi piilottaa tai asettaa läpinäkyväksi helpottamaan tietomallin tutkimista. Käyttöliittymä on suomenkielinen ja ohjelman runko selkeä. Vasemmalta ylhäältä löytyy ensin mallipuu, ja suomenkielisyytensä ansiosta Solibri Model Viewer on paljon parempi verrattuna Teklaan tai Navisworksiiin. Mallipuusta löytää haluttuja objekteja ilman, että tarvitsee osata IFC-kieltä. Objekteja voi myös etsiä nimen tai tyyppin perusteella oikealta ylhäältä löytyvästi hakukentästä. Eri rakenteiden tai talotekniikkalaitteiden tiedot eivät ole hävinneet tietomallia Solibrilla avatessa. Esimerkiksi Saimaan ammattikorkean tietomalleja avatessa päätelaitteiden, lämmityspattereiden tai vaikka viemäreiden venttiilien tyytit ovat

pysyneet tietomallin mukana. Syytä, miksi Teklalla tai Navisworksillä tietomallia avatessa tiedot hävisit, en osaa sanoa. Mallipuun jokaisen avatun tietomallin edessä on myös ikoni, josta voi valita mihin suunnitteluun kyseinen tietomalli kuuluu. Ikonit havainnollistavat hyvin koko mallipuun runkoa.

Mallipuun alapuolella on infolaatikko, joka antaa suoraan kaikki valitun objektin tiedot, jotka tietomallista löytyy. Sitten on itse 3D-katseluikkuna, jossa voi tarkastella mallia halutulla tavalla. Solibrissa löytyy yleiset liikkumistavat muun muassa siirto, kääntö, kävely sekä pelitila, jota ei muista ohjelmista löytynyt. 3D-ikkunan alalaidassa on erittäin havainnollinen pikkukartta, joka näyttää nuolella, missä kohtaa tietomallia tällä hetkellä on ja mihin suuntaa katsoo. Pikkukarttaa saa myös suurennettua niin paljon kuin haluaa. Jokaisen ikkunan voi poistaa halutessaan tai siirtää mihin kohtaan itse sen haluaa, jotta ohjelma näyttäisi omanlaiselta.

Solibri Model Viewer oli kolmas ohjelma, joka kiinteistöhuoltajille esiteltiin. Kiinteistöhuoltajat pitivät Solibrin suomenkielisyydestä sekä sen selkeydestä. Keskustelua käytiin samoista asioista kuin aiemmista eli talotekniikkalaitteiden tarkoista tiedoista sekä linkityksestä kiinteistöautomaatioon. Vaikka Solibri ymmärtää tutkituista IFC-tiedostoista vähän enemmän kuin Tekla tai Navisworks, eivät kiinteistöhuoltajat nähnyt heille olevan hyötyä tämän hetken tietomalleista käytännön tasolla. Oikealla alareunassa oleva pikkukartta oli kiinteistöhuoltajien näkökulmasta erittäin hyvä, koska jos tietomallista löytyisi kiinteistöautomaation tunnukset, hakukentän kautta etsitty yksikön sijainti koko rakennukseen nähden selviäisi melko tarkkaan jo siitä. Kiinteistöhuoltajat joutuvat tällä hetkellä etsimään tuntemattoman yksikön LVI-suunnitelmista manuaalisesti, joten paikantaminen helpottuisi huomattavasti. Ilman pikkukarttaa tietomallia pitäisi pyöritellä ja etsiä, missä kohtaan rakennusta tällä hetkellä ollaan.

6.6 SimpleBIM

SimpleBim -ohjelma on tehty IFC-tiedostojen muokkaamiseen juuri haluttuun käyttötarkoitukseen. Muokkaamisella tässä tapauksessa tarkoitan objektien poistamista, sillä SimpleBIM:ssä ei ole työkaluja objektien lisäämiseen tai olemassa olevien objektien muuttamiseen toisenlaiseksi. Ohjelma lukee myös erinomaisesti IFC-tiedostoista eri objektien tietoja ja niitä voidaan siirtää jatkokäyttöä varten esimerkiksi Exceliin. SimpleBIM:n pääkäyttötarkoitus on, että esimerkiksi arkkitehdin tietomallista voidaan poistaa tarpeettomia objekteja ja jättää uuteen tietomalliin vain ne osat, joita tietomallin tarkastamiseen tarvitaan. Näin turhia virheilmoitusten määrä vähenee ja ”uutta” tietomallia on myös paljon kevyempi pyörittää, kun ylimääräiset ja turhat tiedot ovat poistettu.

Ohjelmasta löytyy paljon muitakin ominaisuuksia muun muassa automatisoitu tietomallin karsinta energia-analyysiin. Tällä ominaisuudella SimpleBIM karsiisi siis valitusta tietomallista kaikki ylimääräiset objektit, joita energia-analyyseissä ei tarvita. SimpleBIMiä en opinnäytetyössäni näyttänyt kiinteistöhuoltajille, mutta omien tutkimusten mukaan en lähtisi SimpleBIM:ä suosittelemaan kiinteistöhuoltajien käytettäväksi kiinteistön ylläpidon apuna.

SimpleBIM:llä yritin muokata Saimaan AMK:n olemassa olevia IFC-tiedostoja teknisten laitteiden osalta. Ohjelmasta löytyy tietojen muokkaus, joka tosin käyttäjän näkökulmasta on epäselvä. Teknisten laitteiden tietoja pääsin muokkaamaan, mutta ongelmaksi tuli, että SimpleBIM ymmärsi vain muokata objektien ryhmää kerralla eikä yksittäistä objektia. Näin kirjoitettuun uuteen IFC-tiedostoon kiinteistöautomaation tunnukset olivat koko tietomallin sen ryhmän tiedoissa samalla tunnuksella, mikä tietysti ei palvele yksiköiden paikantamisessa millään tavalla. Objekteja pitäisi päästä muokkaamaan yksitellen.

7 Kohdetapaus

7.1 Rakennus ja rakenteiden kuvaus

Saimaan ammattikorkeakoulun Skinnarilan kampuksen uudisrakennuksen rakentaminen alkoi elokuun alussa 2010 ja kesti syyskuuhun 2011 asti. Rakennuttaja luovutti uudisrakennuksen ammattikorkeakoulun käyttöön 23.9.2011, jonka jälkeen ammattikorkeakoulu pääsi muuttamaan uusiin tiloihin. Tavoitteena oli tehdä yhtenäinen korkeakoulukampus Lappeenrannan Skinnarilaan ammattikorkeakoulu- ja yliopisto-opiskelijoille sekä vapauttaa keskustan alueen Pohjolankadun ja Kahilanniemen kiinteistöt muuhun käyttöön.

Ammattikorkeakoulun uudisrakennukseen sijoituivat sosiaali- ja terveysalan opetustilat sekä opettajien työtilat. Rakennuksesta löytyvät myös työtilat hallinnolla ja liiketalouden opettajille sekä liikuntasali, auditorio ja ammattikorkeakoulun ruokala (Kuva 11). Samalla Skinnarilaan siirtyi Pohjolankadun Kimpisen kampuksen liiketalouden koulutusala sekä tekniikan koulutusala. Rakennuksen pohjoispuolelle oli vielä tarkoitus rakentaa myöhemmin terapia-allasosasto, mutta suunnitelmista luovuttiin.



Kuva 11. Saimaan ammattikorkeakoulun ensimmäisen kerroksen sisäopastetaulu. /14./

Hankkeen nimi: Saimaan ammattikorkeakoulu
Osoite: Skinnarilantie, 53850 Lappeenranta

Ohjeelliset laajuustiedot
Kokonaisala brm²: n. 10.000
Tilavuus brm³: n. 52.000
Kerrosluvu 1-3 + ilmanvaihtokonehuoneet katolla

Rakennuttaja: Saimaan ammattikorkeakoulu Oy
Pohjolankatu 23, 53100 Lappeenranta

Rakennuttajakonsultti: Pekka Kurki
Pöyry CM Oy

Käyttäjän edustaja: Saimaan ammattikorkeakoulu Oy
Pohjolankatu 23, 53100 Lappeenranta

Suunnittelijat, asiantuntijat

Arkkitehti- ja pääsuunnittelu:
Arkkitehtitoimisto Aarne von Boehm Oy
Kapteeninkatu 16 A 2, 00140 Helsinki

Rakennesuunnittelu: Pöyry Building Services Oy
Tekniikantie 4D, 02150 Espoo

LVIA-suunnittelu: LCA Engineering Oy
Savonkatu 23, 45101 Kouvola

Sähkösuunnittelu: Etteplan Design Center Oy
Lappeentie 12, 55100 Imatra

AV-suunnittelu: Tuomi-yhtiöt Oy
Malminkaari 23A, 00700 Helsinki

Geosuunnittelu: FCG Finnish Consulting Group Oy
Snellmaninkatu 10, 53100 Lappeenranta

Istutussuunnittelu: Viher- ja ympäristösuunnittelu Vireo Oy
Tehtaankatu 40 B 18

Rakennuksen kantavan pystyrungon muodostavat pääasiassa teräsbetonipilarit ja betonitäytteiset teräслиittopilarit sekä auditorion, porrashuoneiden ja hissikuilun seinät. Välipohjien ja yläpohjan kantavat rakenteet muodostuvat pääosin teräksisistä hitsatuista liittopalkeista (Delta-palkeista) ja niiden varaan tukeutuvista ontelolaatoista. Neljännessä kerroksessa ja liikuntasalin yläpuolella sijaitsevat IV-konehuoneet ovat teräsrakenteisia (teräspilarit ja -palkit ja kantava teräsohutlevy). Liikuntasalin yläpohjassa käytetään jännitettä TT-laattoja ja reunoilla leukapalkkeja. Kaikki rakenteet tukeutuvat paaluanturoille. /14./

Ulkoseinät sekä sokkeli ovat elementtirakenteisia. Ulkoseinät ovat pääosin verhoiltu tiilimuurauksella, poltetusta pakkasenkestävästä savitiilestä Tiileri ruukintiili kirjava (punaruskea) 270x60x130, juoksulimitys 1/2 – kiven porrastuksella. Joissain kohdissa ulkoseinät ovat verhoiltu julkisivulaminanaattilevyllä ja loppu julkisivusta on teräslasiulkoseinää (kuva 12). /14./



Kuva 12. Saimaan ammattikorkeakoulun julkisivu (havainnollistamiskuva). /14./

7.2 Kohdetapauksen käytössä olevat suunnittelutiedostot ja käytettävyys ylläpidossa

Kaikki Saimaan ammattikorkeakoulun suunnittelu ja rakentamisen aikana syntyneet ja täydennetyt suunnitelmat sekä asiakirjat löytyvät Haahtelan PRIS projektipankista. Projektipankista löytyvät suunnitelmat:

- arkkitehti
- rakenne
- LVI
- sähkö
- pohja
- rakennusautomaatio
- muu suunnittelu.

Suunnitelmat ovat pääosin PDF -muodossa, jossa ne on jaettu eri tasoihin havainnollistamisen helpottamiseksi. Arkkitehdin suunnittelutiedostot, rakenteiden tuotantopiirustukset, LVI-laitteiden suunnittelutiedostot sekä RAU-säättökaaviot ja -kenttälaitteet löytyvät DWG.-tiedostoina. Opinnäytetyössäni keskityin tutkimaan Saimaan ammattikorkeakoulusta löytyviä tietomalleja, joita ovat arkkitehdin tietomallit ja LVIS-tietomallit. Arkkitehdin tietomalleista löytyy koko rakennus yhtenä kokonaisuutena tai jaoteltuna kerroksittain. LVIS-tietomallit ovat jaoteltu erikseen ilmanvaihto-, paineilma- ja sähkölaitteisiin sekä viemäreihin jokainen kerros omana kokonaisuutenaan. Kaikki tietomallit on tehty suunnitteluohjelmistoilla suunnittelun yhteydessä ja tallennettu IFC-tiedostoiksi. Saimaan ammattikorkeakoulun arkkitehdin mallista on myös tehty Navisworks-malli, jota pääsee tutkimaan Navisworks Freedomilla. /14./

Projektipankista löytyvät tietomallit ovat siis Saimaan ammattikorkeakoulun toteumamalleja, joita on tehty ja päivitetty Saimaan ammattikorkeakoulun rakentamisen yhteydessä alkuperäisiin suunnittelutiedostoihin. Tietomallit ovat käyneet myös läpi tarkastuksen, jossa listataan tietomallien mahdolliset puutteet, törmäykset sekä virheet ja tietomallit ovat päivitetty vastaamaan

mahdollisimman paljon toteutunutta kiinteistöä. Tietomallit ja suunnittelutiedostot tulee pitää myös ajan tasalla rakentamisen valmistumisen jälkeen, jos taloteknisiin laitteisiin tai rakenteisiin tulee muutoksia. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 12 sanoo, että ”suunnitteluohjelmistojen alkuperäismallien päivitykset tehdään tietosisällön varmistamiseksi samoilla suunnitteluohjelmistoilla, joilla mallit on luotu. Laajoissa muutoksissa (korjausrakennushankkeet ym.) päivitykset tekee suunnittelija, pienet muutokset (laitteiden uusiminen ym.) voi tehdä esimerkiksi kiinteistön oma henkilöstö tai ulkopuolinen asiantuntija. Edellytyksenä on riittävä osaaminen mallinnustyökalun käyttöön ja mallinnusohjeiden noudattaminen”. /5./

Saimaan ammattikorkeakouluista löytyvät tietomallit on tutkittu ilmaisilla IFC-katseluohjelmilla ja katseluohjelmat esitetty kiinteistöhuoltajille. Katseluohjelmien kuvaus ja kiinteistöhuoltajien näkemykset löytyvät luvusta 6. Yleisesti tultiin siihen tulokseen, että nykyiset Saimaan ammattikorkeakoulusta löytyvät tietomallit eivät palvele kiinteistön ylläpidon tehtäviä.

Kiinteistöhuoltaja Lassila ja Tikanojalle tehdyssä haastatteluna 26.4.2012 kävimme läpi uudet Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osan 12 (julkaistu 27.3.2012) ja pääideana oli selvittää, mistä osioista, joita YTV 2012 osa 12 käsittelee, olisi potentiaalisia hyötyjä osana kiinteistön ylläpidossa. Kuvaan 3 viitaten 3D-havainollistamisesti olisi ainakin hyötyjä operatiiviseen kiinteistöjohtamiseen kiinteistöön tehtävien vuosikorjausten ja tilamuutosten suunnittelussa. Teknisten laitteiden hoidossa ja kunnossapidossa nähtiin hyötyä laitteiden päivystykseen ja vikailmoitusten paikantamiseen. Paikantamisessa olisi myös hyötyä kiinteistön tilojen hoitoon sekä kertomaan hoidettavan alueen koko sekä mitä kaikkia taloteknisiä laitteiden kyseisessä tilassa on. Kuvaan 4 viitaten potentiaalisia hyödyntämiskohtia löydettiin tietomallin havainollistamisesta teknisten laitteiden vaikutusalueesta. Tällä hetkellä markkinoilla on jo kiinteistöhuoltokirjoja, jolla vaikutusalueiden havainnointi värikarttojen avulla on, mutta Saimaan ammattikorkeakoulun kiinteistöhuoltajilla niitä ei ole. Seuraava kysymys onkin, miten olemassa olevia tietomalleja voidaan muokata siten, että niistä olisi hyötyä kiinteistöhuoltajille.

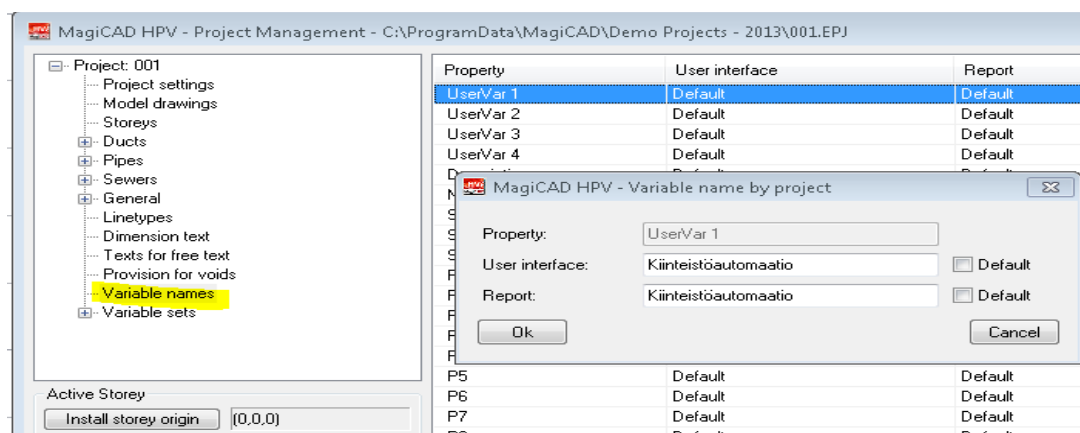
Internetistä löytyvistä ilmaisista IFC-katseluohjelmista ei ominaisuuksiensa puolesta ole IFC-tietojen muokkaamiseen. Ensimmäinen keino tietenkin olisi, jos nykyisistä IFC-katseluohjelmista löytyisi ominaisuus, jolla IFC-tiedostoja pääsisi muokkaamaan. Kiinteistönomistaja voisi jälkikäteen palkata henkilön, joka osaa IFC-katselu- tai IFC-muokkausohjelman käytön ja lisäksi 3D-mallin jokaiseen objektiin ne tiedot, joita kiinteistöhuoltaja kyseisestä talotekniikka laitteesta tarvitsee. Kiinteistöhuoltajien haastattelusta selvisi myös, että jälkikäteen tietojen lisäyksessä olisi kiinteistöhuoltajien hyvä olla itse mukana, koska siten kyseisiin laitteisiin tulisi kaikki ne tiedot, ja vain ne, jota kiinteistöhuoltajat tarvitsevat. Nykyisistä kiinteistöhuoltokirjoista ja suunnitelmista löytyy haastattelun perusteella liikaa tietoa, jota kiinteistöhuoltajat eivät tarvitse. Tämä hankaloittaa ja hidastaa kiinteistöhuoltajien työtehtäviä, koska sitä tietoa mitä tarvitaan, joudutaan tällä hetkellä etsimään kaiken muun tarpeettoman tiedon seasta. Kiinteistöhuoltajat olisivat myös valmiita itse muokkaamaan tietomalleja, jos se olisi tämän hetken katseluohjelmilla mahdollista. Kiinteistönomistaja voisi palkata kiinteistöhuoltajat kyseiseen työhön ja maksaa tuntilaskutuksen tai urakkapalkan mukaisesti.

Tavoitteena tulevaisuudessa tulee kumminkin luultavasti olemaan, että kiinteistön ylläpidon ja käytön aikana tarvittavat tiedot lisätään suunnitteluvaiheessa. Tämä vaatii sen, että suunnitteluvaiheen urakkavaatimuksiin lisätään ja tarkennetaan ne työvaiheet, joita käytön ja ylläpidon IFC-mallista tulee löytyä. Suurimpana ongelmana on suunnitteluprosessin muuttuminen ja töiden lisääminen, sekä löytyykö suunnittelijoilta tarpeeksi tietoja ja taitoa tarpeellisten tietojen lisäämiseen ja pystyykö tämän hetken suunnitteluohjelmilla IFC-mallien objekteihin lisäämään kaikki tarpeelliset kentät, jotta talotekniikka laitteiden tiedot ja mahdolliset huone- sekä työryhmäjaot löytyvät. Eri IFC-katselu-, kiinteistöautomaatio ja kiinteistöhuolto-ohjelmien yhteensopivuutta tulisi myös lisätä. Näin esimerkiksi kiinteistöautomaation hälyttäessä vikatilassa olevaa yksikköä voisi kyseistä yksikkö painamalla päästä suoraan IFC-katseluohjelmaan, ja katseluohjelmasta näkisi suoraan, missä kyseinen yksikkö sijaitsee. Linkitys kiinteistöhuoltokirjaan olisi myös erittäin käytännöllinen. Esimerkiksi eri

työryhmät voisivat näkyä katseluohjelmassa omana ryhmänä, jolloin kaikki työryhmään kuuluvat laitteet saataisiin heti listattua ja niiden sijainnit paikannettua. Monessa kohteessa esimerkiksi ilmanvaihtokoneita on monta ja ne sijaitsevat eri paikassa, mutta kiinteistöhuoltokirjassa ei ole mitään mainintaa asiasta. Tietomallista löytyvä objektien huonejako auttaisi myös kiinteistöhuoltajia, sillä jos tietomallista saisi huonekohtaisesti kaikki huoneeseen liittyvät ja vaikuttavat laitteet sekä niiden tekniset tiedot, laitteiden huolto- ja korjaustyöt helpottuisivat. Kiinteistöhuoltokirjan vikailmoituksiin ilmoitetaan lähes aina, missä huoneessa vika on. Näin kiinteistöhuoltajat paikantaisivat kyseisen huoneen paljon nopeammin kuin paikantamispöytäkirjoja lukiessa. Myös vian syyn analysointia voitaisiin tehdä etukäteen, jos esimerkiksi ilmanvaihto on heikkoa kyseisessä huoneessa, nähdään suoraan lähin säätöyksikkö tietomallista. Talotekniset laitteet sijaitsevat lähes poikkeuksetta rakenteiden sisällä, tietomallista nähtäisiin suoraan ja tarkempaa, mitä ja paljon rakenteita pitää purkaa, jotta esimerkiksi säätöventtiiliin päästään käsiksi.

Saimaan ammattikorkeakoulun talotekniikka laitteet on tehty käyttäen MagiCADiä ja ajanpuutteen vuoksi en opinnäytetyössäni tutkinut itse tietojen lisäämistä Saimaan ammattikorkeakoulun alkuperäissuunnitelmiin MagiCADin avulla. MagiCADin edustajat kuitenkin olivat sitä mieltä, että tietojen lisäys MagiCADillä onnistuu ja ehdottivat seuraavia toimenpiteitä tietojen lisäämiseen:

MagiCADillä voi muuttujat nimetä haluamukseen seuraavasti (kuva 13)



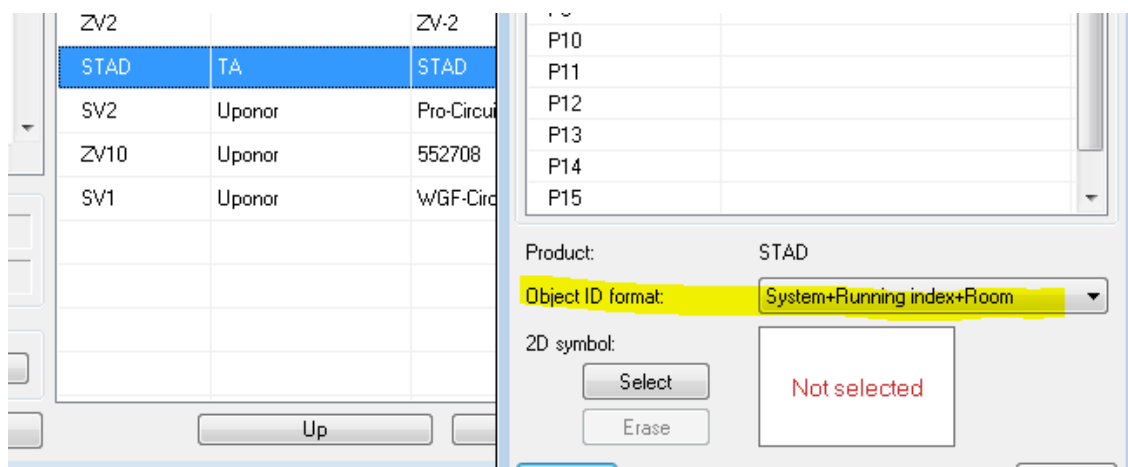
Kuva 13. MagiCAD muuttujan nimeäminen.

Tällöin esimerkiksi venttiilille tai kiinteistöautomaation valvontayksikölle voi PartProperties -komennolla antaa tunnuksen (kuva 14). FV 3.5, joka tässä tapauksessa on ilmanvaihtokoneen valvontayksikkö ja jotka on numeroitu jo projektin suunnitteluvaiheessa. Running Index -komentilla voidaan antaa numeroinnille automatiikkaa.

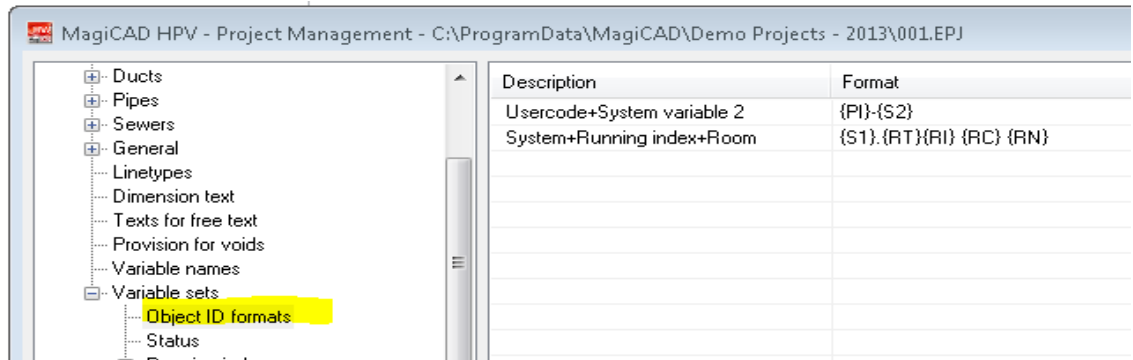


Kuva 14. MagiCAD uuden muuttujan tunnus.

Kaikki muuttujat muun muassa UserVarx, runningIndex voidaan myös koota yhteen muuttujaan, joka MagiCADissa löytyy ObjectID:nä. Se voidaan valita mille tahansa laitteelle (kuva 15 ja 16).

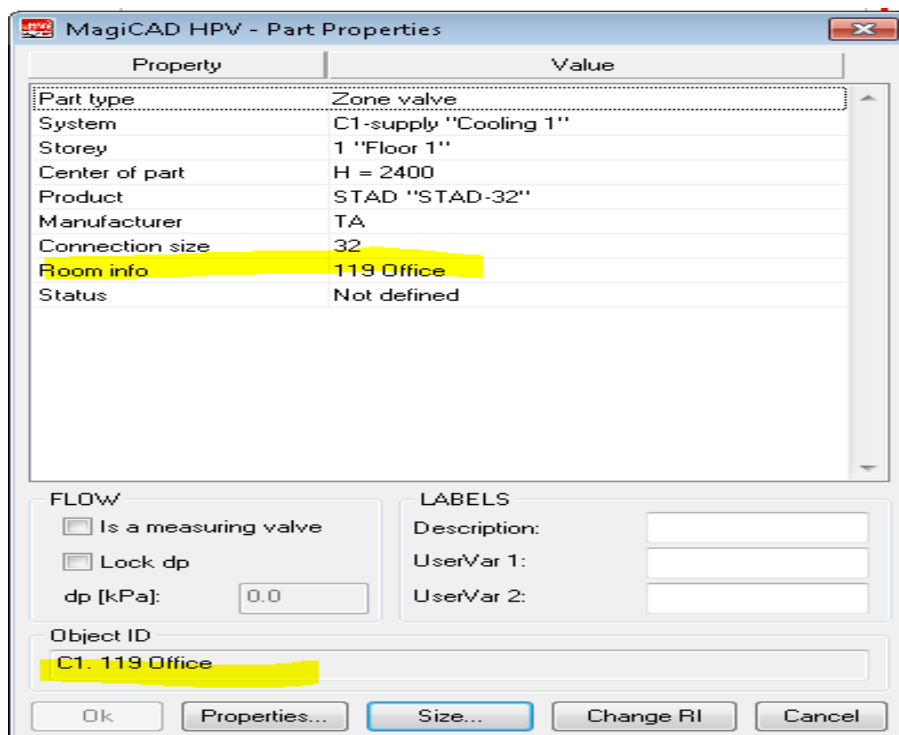


Kuva 15. MagiCAD-muuttujien kokoaminen valikko 1.



Kuva 16. MagiCad-muuttujien kokoaminen valikko 2.

Huonetietojen lisäys ja liittäminen jokaiseen objektiin onnistuu myös MagiCADilla, kunhan MagiCAD Room on käytössä. Tällöin voidaan määräluettelo tehdä huoneittain ja huonetieto näkyy laitteille (kuva 17). Huonetieto saadaan myös kirjoitettua IFC-tietomalliin.



Kuva 17. MagiCAD-huonetiedon kirjoittaminen.

Kyseistä tapaa en ajanpuutteen vuoksi päässyt itse käytännössä kokeilemaan Saimaan ammattikorkeakoulun alkuperäismalleihin. Ohje onkin tarkoitettu lähinnä talotekniikkasuunnittelijoille ja tiedoksi mahdollisuutena, jos jonkin projektin tietomallin vaatimuksessa on talotekniikka laitteiden yhdistäminen kiinteistöautomaatioon tai muiden teknisten tietojen lisäys objekteihin, jotta objektien tiedot näkyisivät jatkossa kiinteistön ylläpidonmallissa.

Mahdollisuuksia tietomallin käytössä kiinteistön ylläpidon ja huollon apuna on siis paljon. Edellä oleva ohje ei ole ratkaisu kaikkien tietojen lisäämiseen vaan lähinnä yksi askel eteenpäin tietomallin käytöstä koko kiinteistön elinkaaren ajan. Laitteet päivittyvät kiinteistön ajan myötä ja sitä myötä, kun muutoksia tulee, pitää muutokset tehdä myös alkuperäismalleihin ja sitä kautta ylläpitomalliin.

7.3 Kohdetapauksen kiinteistöhuollon peruseriaate

Saimaan ammattikorkeakoulun kiinteistöhuoltajina toimii Lassila ja Tikanoja Oy ja kiinteistöhuoltokirja löytyy Haahtelan RES-järjestelmästä. Kiinteistöautomaationa on Scheineider Electricin TAC Atmoscare, joka on yhteydessä keskuskonttoriin. Käytännössä kun jokin talotekniikkalaitteiden valvontayksikkö ilmoittaa vikatilasta, siitä tulee ilmoitus keskuskonttoriin, josta otetaan yhteyttä kiinteistöhuoltajille. Tämän jälkeen kiinteistöhuoltajat menevät kyseisen kiinteistön valvomoon ja avaavat tietokoneesta TAC Atmoscaren -ohjelman ja katsovat, mikä yksikkö hälyttää vikatilassa. Kun vikatilassa oleva yksikkö on löydetty, etsitään kyseinen yksikkö sen tunnuksen mukaan paikantamispöytäkirjoista. Jos laite ei ole ennestään tuttu, voi laitteen paikantamiseen mennä pitkäkin aika.

Haahtelan RES-järjestelmä toimii kiinteistöhuoltokirjana, josta kiinteistöhuoltajat katsovat päivittäin vikailmoitukset. Huolto-ohjelmaa käytetään viikoittain tai kuukausittain. Muita osioita ei kiinteistöhuoltokirjasta juurikaan käytetä. Haahtelan RES-järjestelmästä löytyy vielä valitun kiinteistön perustiedot, osapuolirekisteri, tiedotteet, kalenteri sekä asiakirjat. Lisäksi ohjelmasta löytyy raportointimahdollisuus, josta voidaan tulostaa ulos huoltokirjan sisällön eri kohteita muun muassa vikailmoitukset tai huolto-

ohjelman eri osioita laite- ja huoltokorttien (Liite 3) muodossa. Huoltokorteissa kerrotaan, mikä kiinteistö on kyseessä, mihin huoltotyöryhmään kyseinen huoltotyö kuuluu, otsikko ja huoltotehtävän tarkempi kuvaus. Laite- ja huoltokortteja voi käyttää huoltotehtävien tarkennuksina sekä tehtyjen töiden kuittauksena. Tehdyt huoltotehtävät pyritään kuitenkin kuittaamaan tehdyksi sekä kaikki kohteisiin liittyvät huomautukset ja muistiinpanot kirjoittamaan Haahtelan RES-huoltokirjaan.

Kävimme läpi kiinteistöhuoltajien kanssa kiinteistöhuoltokirjan ja pyrin selvittämään, mitä kehitettävää huoltokirjassa on. Huoltokirjasta löytyy kiinteistöhuoltajien mukaan tietoa, jota he eivät tarvitse, ja tietoa, jota he tarvitsevat voi sen takia jäädä huomaamatta. Ensimmäinen asia huolto-ohjelmassa oli, että huoltotöitä ei ole jaettu eri osapuolille riittävän selkeästi. Huolto-ohjelma (Liite 4) avaa tällä hetkellä kaikki kiinteistöön tehtävät työt, jotka kuuluvat monelle eri kiinteistön osapuolelle. Huolto-ohjelmaa selaillessa siis pitää ensin selvittää, mitkä työt kuuluvat esimerkiksi Lassila ja Tikanojan Oy:n tehtäväksi ja mitkä eivät. Tähän luonnollisesti kuluu turhaa aikaa. Huolto-ohjelmassa työtehtävien jako oli myös kiinteistöhuoltajien mielestä epäselvä. Työt, jotka oleellisesti liittyvät toisiin, tai työt, jotka eivät, on jaksoteltu samaan ryhmään. Tämä hidastaa oikeiden töiden löytämistä huomattavasti. Joissain huoltotehtävien tarkennuksissa voidaan myös erikseen mainita, että huoltotehtävä on tehtävä joka kuukausi, mutta huolto-ohjelmassa kyseinen tehtävä näkyy vain tehtäväksi kerran vuoteen. Tämän hetken Saimaan ammattikorkeakoulun kiinteistön huoltokirja vaatii siis itsessään jo tarkennuksia huoltotehtävien ryhmittämiseen jokaiselle osapuolella sekä huoltotehtävien tarkennuksiin, niin että huolto-ohjelma ja huoltotyöt ovat yhteensopivia.

8. Yhteenveto ja päätelmät

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kiinteistön suunnittelu- ja toteutusvaiheessa syntyviä tietomalleja kiinteistön ylläpidon ja käytön aikana. Kohdetapaukseni opinnäytetyössäni on tilaajana toimiva Saimaan ammattikorkeakoulu, jonka suunnitelmien pohjalta lähdin opinnäytetyötäni tekemään. Tiedot opinnäytetyötäni varten olen hankkinut pääosin itseopiskelemalla tällä hetkellä yleisimpiä rakennusalan IFC-katseluohjelmia sekä niiden ominaisuuksia. Haastatteleamalla Saimaan ammattikorkeakoulun kiinteistönhuoltajia sain tärkeää tietoa siitä, mitä käytännön tasolla kiinteistön ylläpitomallissa pitäisi olla ja mitä ei. Tietoa opinnäytetyön aiheeseen löytyi myös vähän kirjallisuudesta sekä internetistä löytyvistä julkaisuista. Tärkeimpänä julkaisuna ovat yleiset tietomallivaatimukset 2012, julkaistu 27.3.2012, joka on päivitys Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaistuun tietomallivaatimukseen. Tietomallin käyttö kiinteistön ylläpidossa on siis aiheena erittäin tuore ja opinnäytetyössäni pyrin löytämään keinon, jolla käytännön tasolla tietomallia voitaisiin käyttää tulevaisuudessa hyväksi kiinteistön ylläpidossa. Haastatteluista saamaani tietoa pyrin vertaamaan tietomalleihin ja selvittämään, mitä olennaisia kiinteistönhuollossa tarvittavia tietoja pitäisi mallista olla.

Opinnäytetyöni alussa on ensin teoriaosa, jossa kerrotaan, mitä rakennuksen tietomallilla yleisesti tarkoitetaan sekä pohjustetaan lukija ymmärtämään rakennuksen suunnittelunvaiheet ja miten tietomalli syntyy suunnittelun ja rakentamisen aikana. Rakennuksen tietomallista saatavilla tiedoilla on paljon mahdollisia käyttökohteita rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. Nykyisistä Saimaan ammattikorkeakoulun tietomalleista saadaan pinta-ala- sekä tilatietoja. Pinta-aratiedoista voisi olla hyötyä muun muassa siivouksen urakkapalkkaa laskiessa. Esimerkiksi Solibria käytettäessä ohjelma antaa suoraan valitun laatan pinta-aratiedot. 3D-havainnollistaminen talotekniikkalaitteiden sijainnista rakennuksesta onnistuu, jos kiinteistön käytön ja ylläpidon aikana sille on tarvetta. Havainnollistamisesta voisi olla hyötyä, kun suunnitellaan talotekniikkalaitteisiin muutostöitä tai rakennuksen tiloja halutaan muuttaa.

Saimaan ammattikorkeakoulun tietomalleista ei ole tilojen olosuhdesimulointeihin. Rakennuksen arkkitehtimalli ei ole tarpeeksi tarkka, jotta simulointeja voitaisiin tehdä. Olosuhdesimulointeihin vaaditaan rakenteiden tarkat mitat ja arkkitehdin malli pitäisi käydä läpi uudestaan jokaisen epäkohdan yhdistämiseksi. Simuloinneilla voitaisiin optimoida rakennuksen energiankulutukset ja laskea sitä kautta kustannukset sekä arvioida kustannuksia tulevaisuudessa. TATE-tilatietojen hallintaan tätä kautta ei myöskään ole. Saimaan ammattikorkeakouluun on LVI-laitteisiin on määritetty esimerkiksi sisäilman tavoitearvot, jota valvotaan kiinteistöautomaation määrättyjen arvojen perusteella ja vaikutusalueet päätellään pohjapiirustusten avulla.

Yleiset tietomallivaatimukset osa 4, talotekninen suunnittelu, antaa kohdekohtaisesti vapauden määrittellä, mitä tietoja käytön ja ylläpidon tietomalliin sisällytetään. Tämän takia, jos tietomallia halutaan käyttää ylläpidon ja käytön aikana hyväksi, tulee kaikki vaatimukset sopia hyvissä ajoin suunnittelusopimusta tehdessä. Tietomalliselostuksesta voi sen jälkeen valvoa, miten hyvin sopimus toteutuu ja mitä tietomalliin pitää lisätä. Vaatimuksista löytyy jo selkeästi, että tietomallien pitää olla IFC-yhteensopivia.

Arkkitehdinmallin ja talotekniikkamallin suosittelen tehtäväksi kerroksittain. Näin jokaista kerrosta voi tarkastella omana kokonaisuutenaan ja objektien etsiminen tietomallista on paljon helpompaa. Vaatimukset sanovat, että objekteista täytyy löytyä tieto siitä, mihin kerrokseen ja osajärjestelmään ne kuuluvat. Näiden objekteista löytyvien tietojen lisäksi suunnittelusopimukseen kannattaisi lisätä, että objekteista löytyisi vielä kiinteistöautomaatioyksiköiden tunnuksia, huonejako sekä työryhmäjako. Nämä tiedot lisäisivät jo paljon ylläpidon tietomallin hyötyä kiinteistönhuollossa. Kun tarvittavat tiedot siirtyvät ylläpidon IFC-tietomalliin, voivat kiinteistönhuoltajat tai joku muu palkattu IFC-katseluohjelman osaava henkilö lisätä loput mallissa tarvittavat tiedot. Malliin voi esimerkiksi Solibrilla lisätä selkeät punaiset tekstit, jolloin arkkitehdin mallin huoneiden päällä voisi olla huoneiden numerot. Objekteihin voi lisätä dokumentteja tai internetlinkkejä kyseisen laitteen huolto- ja käyttöohjeeseen.

Tämän hetken IFC-katseluohjelmat ovat nimensä mukaisesti tarkoitettu tietomallien katseluun. Tämä on sen takia, ettei ohjelmia ole tarkoitettukaan mallien muokkaamiseen. Olin yhteydessä Solibrin edustajiin ja syy oli selkeä: IFC-katseluohjelmat on tarkoitettu tietomallien törmäystarkasteluihin, analysointeihin sekä havainnollistamiseen esimerkiksi työmaalla. Jos tietomalleja voisi muokata, tulisi tilanne, että tietomallista löytyvän epäkohdan voisi itse muokata ja ongelman sivuuttaa. Näin ongelma ei siirry suunnittelijalle eikä suunnitelmiin tule muutosta ja ongelma tulisi viimeinkin esille rakennusvaiheessa.

Jos kohdetapaukseni tietomalleihin olisi alun perin lisätty kaikki tarvittavat TATE-tiedot sekä kiinteistöautomaation tunnukset, onnistuisi tietomallien käyttö kiinteistön ylläpidon tukena laitteiden paikantamisessa, vaikutusalueiden havainnollistamisessa sekä mahdollisten rakenteiden purkamisen esivalmistelussa. Tällöin suosittelen Solibri Model Checkerin hankkimista, jolla eri tietomalleista saa tehtyä yhdistelmämallin. Uskon, että tulevaisuudessa tulee myös IFC-muokkausohjelmia, millä ylläpidon tietomallien objekteja pääsee yksittäin muokkaamaan ja lisäämään haluttuja laitetunnuksia sekä -tietoja. Kun ylläpidon tietomalli on tehty suunnittelusopimusten mukaisesti ja luovutettu kiinteistön käyttäjien käyttöön, vapautuu suunnittelijan vastuu tietomalliin tehtävistä muutoksista.

Jotta Saimaan ammattikorkeakoulu voisi käyttää nykyisiä tietomalleja hyväksi kiinteistön ylläpidon apuna, tulisi tietomallivaatimuksista tehdä uusi suunnittelusopimus ja lisätä uuteen sopimukseen tarkasti ne tiedot, joita halutaan jatkossa tietomalleista löytyvän. Kiinteistön ylläpitomalli pitäisi tehdä huoltokirjan ehdoilla niin, että laitteiden tekniset tiedot ja niihin liittyvät dokumentaatiot ovat yhteensopivia huoltokirjan kanssa. Huoltokirja tulisi käydä yhdessä kiinteistöhuoltajien kanssa läpi ja selkeyttää huoltokirjasta löytyvien työryhmien jakoa eri osapuolten välillä. Kiinteistön ylläpitomallin ei ole tarkoitus syrjäyttää kiinteistön huoltokirjaa, vaan toimia huoltokirjan tukena ja tehostaa kiinteistöhuoltajien toimintaa talotekniikkalaitteisiin liittyvissä ongelmissa.

Kuvat

Kuva 1. Tietomallintamisen teoreettiset vaiheet, s. 9

Kuva 2. Talotekniikan tuotemallinnus osana koko rakennusprojektin tuotemallien hyödyntämistä, s. 12

Kuva 3. Esimerkki kerroskohtaisesti ilmanvaihtomallista (Solibrin Model Checkerin mallipuu), s.15

Kuva 4. Kiinteistöpidon toimialueet ja esimerkkejä toiminnoista, joissa voidaan käyttää tietomalleja hyväksi, s. 17

Kuva 5. Rakennushankkeen tietojen hyödyntämismahdollisuuksia ylläpidon toimintojen tukena, s. 18

Kuva 6. Tietomallien hallinta kiinteistön elinkaaren aikana, s. 19

Kuva 7. Huoltokirjan laatiminen eri tietolähteistä, s. 20

Kuva 8. Navisworks Freedomilla Saimaan AMK:n LVI-laitteita, s. 23

Kuva 9. Tekla BIMsight ja Saimaan AMK:n arkkitehdin tietomallia sekä talotekniikkaa, s. 25

Kuva 10. Solibri Model Viewer ja Saimaan AMK näkymä pääaulasta, s. 27

Kuva 11. Saimaan ammattikorkeakoulun ensimmäisen kerroksen sisäopastetaulu, s. 30

Kuva 12. Saimaan ammattikorkeakoulun julkisivu (havainnollistamiskuva), s. 32

Kuva 13. MagiCAD muuttujan nimeäminen, s. 36

Kuva 14. MagiCAD uuden muuttujan tunnus, s. 37

Kuva 15. MagiCAD muuttujien kokoaminen valikko 1, s. 37

Kuva 16. MagiCAD muuttujien kokoaminen valikko 2, s. 38

Kuva 17. MagiCAD huonetiedon kirjoittaminen, s. 38

Lähteet

- /1./ Penttilä, H. Nissinen, S. Niemioja, S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa - yleiset periaatteet. Helsinki: Rakennustieto Oy
- /2./ YTV. 2012. Osa 3.
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_3_ark.pdf (Luettu 15.5.2012)
- /3./ Laine, T. 2008. Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa. Helsinki: Rakennustieto Oy
- /4./ YTV. 2012 Osa 4.
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_4_tate.pdf (Luettu 8.5.2012)
- /5./ YTV. 2012. Osa 12.
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_12_yllapito.pdf (Luettu 5.4.2012)
- /6./ VBE 2
http://cic.vtt.fi/projects/vbe-net/data/VBE2_WP4_Kiinteistojen_huoltokirjamenettely_tietomallia_hyodyntaen.pdf (Luettu 5.4.2012)
- /7./ Navisworks Freedom 1
http://www.profox.com/pdf/NWesite_rakennus.pdf (Luettu 17.4.2012)
- /8./ Navisworks Freedom 2
<http://www.profox.com/pdf/Navis2012Peruskoulutus.pdf> (Luettu 17.4.2012)
- /9./ Tekla BIMsight <http://www.teklabimsight.com/getStarted.jsp> (Luettu 17.4.2012)
- /10./ Solibri Model Viewer <http://www.solibri.com/solibri-model-viewer.html> (Luettu 17.4.2012)
- /11./ A4 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje
<http://www.finlex.fi/pdf/normit/6022-A4.pdf> (Luettu 20.4)
- /12./ SimpleBIM Blogspot – Tero
<http://tietomalli.blogspot.com/2011/03/simplebim-syvempaa-tuttavuutta-ifcn.html> (Luettu 17.4.2012)
- /13./ SimpleBIM <http://www.datacubist.com/> (Luettu 18.4.2012)

- /14./ Saimaan AMK:n rakennusselostus – Haahtela PRIS projektipankki
https://www.haahtela.fi/index_palv.html
- /15/ Saimaan AMK:n huoltokirja – Haahtela RES projektipankki
https://www.haahtela.fi/index_palv.html

LVI-tekniikka

Tietomallin tarkastusraportti

Paikka:	
Aika:	
Tarkastaja:	
Kohde:	
Versiot:	
Versioiden päiväykset:	

	Kunnossa	Puutteita	Ei relevantti	Kommentit
LVI-mallin tarkastuslomake				
Tietomalliselostus				
Mallit käytössä sovittuina tiedostoformaatteina (IFC ja muut sovitut tiedostot)				
Kerrokset on määritetty				
Komponentit on määritetty kerroksittain				
Sovitut / vaatimusten mukaiset komponentit on mallinnettu				
Komponentit on mallinnettu oikeilla työkaluilla				
Komponenteille on määritetty järjestelmät				
Järjestelmien nimet ovat sovitunmukaiset				
Järjestelmien värit ovat sovitunmukaiset				
Mallissa ei ole ylimääräisiä komponentteja				
Mallissa ei ole sisäkkäisiä tai tuplakomponentteja				
Mallissa ei ole merkittäviä komponenttien välisiä leikkauksia				
IV-koneet on mallinnettu				
Komponentit eivät leikkaa merkittävästi sähkömallin komponenttien kanssa				
Komponenteilla on vain sovitunlaisia törmäyksiä arkkitehtirakennneosien kanssa				
Järjestelmissä on laskentatietoa (vähintään tilavuusvirta ja painetasotieto)				
Komponenteilla on tunnustiedot liite 1:n mukaisesti				

Allekirjoitus:

Sähkötekniikka

Tietomallin tarkastusraportti

Paikka:				
Aika:				
Tarkastaja:				
Kohde:				
Versio:				
Versioiden päiväykset:				
Sähkömallin tarkastuslomake	Kunnessa	Puuteita	Ei relevantti	Kommentit
Tietomalliselostus				
Mallit sovitettuina tiedostoformaateina (IFC ja muut sovitut tiedostot)				
Kerrokset on määritetty				
Komponentit on määritelty kerroksittain				
Sovitut / vaatimusten mukaiset komponentit on mallinnettu				
Komponentit on mallinnettu oikeilla työkaluilla				
Mallissa ei ole ylimääräisiä komponentteja				
Mallissa ei ole sisäkkäisiä tai tuplakomponentteja				
Mallissa ei ole merkittäviä komponenttien välisiä leikkauksia				
Komponentit eivät leikkaa merkittävästi LVI-mallin komponenttien kanssa				
Komponentit eivät törmää merkittävästi rakenteiden kanssa				
Komponenteilla on vain sovitunlaisia törmäyksiä arkkitehtirakennneosien kanssa				
Komponenteilla on positio- ja tunnustiedot liite 1:n mukaisesti				
Komponentit eivät leikkaa merkittävästi sähkömallin komponenttien kanssa				
Komponenteilla on vain sovitunlaisia törmäyksiä arkkitehtirakennneosien kanssa				
Järjestelmissä on laskentatietoa (vähintään tilavuusvirta ja painetasotieto)				

Allekirjoitus:

HUOLTOTEHTÄVÄ : Tiiliseinien tarkastus

Käsiteltävä	Huoltopaketti
Skinnarilan kampus	F31 Ulkoseinät
Huoltotehtävän otsikko	Huoltaja
Tiiliseinien tarkastus	?
Huoltotehtävän sisältö Tarkasta rakennuksen ulkoseinät ja sokkelit julkisivuiltaan silmämääräisesti maasta käsin -sadeveden ja pakkasen aiheuttamat vauriot -tilien väliset laastisaumat -sokkelin pinta ja pintakäsittely -syöksytorvet, tiiviys -syöksytorvista tulevan veden ohjaus, sokkelin viereinen sorastus -liikivallasta aiheutuneet vauriot -kaasvillisuuden vaikutus (puusto, köynnökset) -aurauksen, liikenteen tms. aiheuttamat vauriot. Tiiliseinät tarkastetaan 2 vuoden välein.	

TOISTUVAN HUOLTOTEHTÄVÄN AJOITUS

Kuukaudet	Tammikuu	Helmikuu	Marsikuu	Huhtikuu	Toukokuu	Kesäkuu	Helmikuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aikaa	Suorituspm.			Toiston päättymäaika				Toiston vuorokäsi				
2011				2031				2				

HUOLTOTEHTÄVÄN KOHTEET

Tuotus ja lähtö

KUITTAUKSET

Kuittaja	Kuittaus pvm	Kommentti

HUOLTO-OHJELMA

Huollon suodatus		Kiinteistön suodatus											
Näytä	<input checked="" type="radio"/> Paketit <input type="radio"/> Huoltotehtävät eriteltyinä	Näytä	<input type="radio"/> Kaikki <input checked="" type="radio"/> Vain ohjelmoidut kiinteistöt										
Tyyppi / Paketti	*	Kiinteistöryhmä	*										
Vastuuhenkilö	*	Huoltopiiri	*										
Huoltaja	*	Kiinteistö	Skinnarilan kampus										
Vuosi	2012 <input type="checkbox"/>												
<input type="button" value="Avaa huolto-ohjelma"/> <input type="button" value="Avaa luettelot"/>													
18 Skinnarilan kampus													
D		Tammikuu	Heimikuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu
D22 Aluekanaalit						☺							
D6 Viherrakenteet						☺						☺	
D7 Päällysrakenteet						☺							
D8 Aluevarusteet				☺								☺	
D9 Ulkopuoliset rakenteet						☺							
F		Tammikuu	Heimikuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu
F13 Alapohjat													
F31 Ulkoseinät													
F32 Ikkunat / Puulikkunat													
F32 Ikkunat / Teräsrakenteiset ikkunat													
F33 Ulko-ovet							☺						
F34 Julkisivun täydennysosat							☺						
F41 Yläpohja							☺						
F42 Räystäät							☺						
F43 Yläpohjavarusteet							☺						
F44 Kattoikkunat							☺						
F45 Kattokonehuoneet							☺						
F46 Ulkotasot ja terassit							☺						
F51 Sisaovet								☺					
F81 Hissit	☺												
G		Tammikuu	Heimikuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu
G LVI-Järjestelmät						☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
G11 Lämmöntuotanto								☺		☺			
G12 Lämmönjakelu	☺					☺				☺			
G13 Lämmönluovutus										☺			
G21 Vedenkäsittelylaitteet	☺			☺		☺				☺		☺	
G22 Vesijohtoverkostot										☺			
G23 Jätevesien käsittely	☺			☺		☺		☺				☺	
G24 Viemäriverkostot				☺		☺							
G25 Vesi- ja viemärikalusteet	☺							☺					
G33 Kanavistot										☺			
G34 Pääte-ellimet	☺									☺			
G35 Väestönsuojan ilmanvaihtolaitteet													
G41 Kylimäkoneistot	☺			☺				☺				☺	
G71 Aikusammutuskalusto	☺							☺					
G72 Sammutusvesilaitteet									☺				