



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

TIETOMALLIEN HYÖDYNTÄMINEN KIINTEISTÖNPIDOSSA

Heikki Pälä

Opinnäytetyö
Marraskuu 2018
Talotekniikan koulutus
LVI-talotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutus
LVI-talotekniikka

PÄLÄ, HEIKKI:

Tietomallien hyödyntäminen kiinteistönpidossa

Opinnäytetyö 56 sivua
Marraskuu 2018

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa ja pohtia rakennusten tietomallinnuksen käyttöä kiinteistönpidon eri toimintojen tukena. Työssä selviteltiin kiinteistönpidon näkökulmasta tietomallinnuksen tietosisältöä, sen etuja, haasteita sekä tämän hetken tilaa että tulevaisuuden mahdollisuuksia. Nykyisten tietomallinnuskäytäntöjen ohella ajatuksena oli pyrkiä muodostamaan käsitys siitä, millaisia vaatimuksia tulevaisuudessa tietomallintamisen hyödyntämiseen voisi kohdistua ja toisaalta sitä, millaisia vaatimuksia mallinnuksen hyödyntäminen mahdollisesti asettaisi esimerkiksi työtapoihin ja organisaatioihin.

Tietomallinnus rakentamisessa yleistyy koko ajan ja varsinkin isommat kohteet tehdään useimmiten mallinnusta hyödyntäen. Työssä mietittiin kiinteistönpidon toimintojen merkitystä ja niihin liittyviä tietomallinnuksen käytötapoja sekä erilaisten tiedontarpeiden muodostumista näissä toiminnoissa ja käytötapauksissa. Näiden pohdintojen tuloksena syntyi kuva siitä, mitä vaatimuksia ylläpitovaihe asettaa tietomalleissa tarvittavalle sisällölle. Tarvittavan tietosisällön määrittämisen lisäksi siitä saatua tulosta vertailtiin standardoinnissa ja ohjeistuksissa oleviin sisältömäärittäyksiin.

Kaikkiaan kiinteistönpidon kannalta tietomallinnuksen rooli havaittiin hyvinkin avoimeksi. Työssä tuli esille kolme pääaihetta, joissa jatkokehitystä erityisesti tarvitaan: tietomallien tietosisältö, organisaatio ja työtavat sekä tekniset ratkaisut. Vielä ei ole olemassa yhtenäisiä käytäntöjä tai standardeja sille, miten tietosisältöä talletetaan ja miten sitä käytetään ylläpidon tukena. Tietomallinnukseen liittyvät tekniset ratkaisut ja tietotekniikan rooli vaatii myös panostusta ja kehitystä monella osa-alueella. Kuitenkin näihin haasteisiin on huomattavasti helpompi vastata, kunhan tiedetään ne käytötapaukset, joissa malleja tullaan hyödyntämään. Samaten tulisi tietää ne tavat, joilla tietomallia kussakin tapauksessa käytetään. Toisaalta tietomallinnus ei ole pelkästään tekniikkaa vaan se on prosessi, johon liittyy paljon yhteistyötä. Tätä yhteistyötä tarvitaan myös kiinteistönpito-organisaation kanssa aina suunnitteluvaiheesta alkaen, mikä asettaa organisaatiolle ja työtavoille uusia vaatimuksia.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
HVAC Building Services

PÄLÄ, HEIKKI:

The Usage of Building Information Model in Real Estate Management

Bachelor's thesis 56 pages

November 2018

The purpose of this thesis was to study and consider the use of building information modeling to support various functions in the area of real estate management. From the real estate management point of view, the information content of the model, its benefits, challenges, the current state and the possibilities in the future were studied. In addition to the existing modeling practices, the idea was to try to get an understanding of the requirements that the modeling utilization in real estate management could set for modeling practices in the future and, on the other hand, what kind of requirements the modeling practices could set for example for working methods and organizations.

Building information modeling and management is becoming more and more common, and in particular, larger buildings are usually made using modeling. This thesis considered the significance of real estate management functions and the related cases of the model usage, as well as the formation of different kind of information needs in these functions and cases. The outcome of this thesis was a picture of the requirements the maintenance phase of a building sets for the content of the model. In addition to determining the required data content, the result was compared to the content definitions in standards and in other guidance.

All in all, the role of modeling in real estate management was found to be very open. In this thesis, three major challenges arose, where further development is especially needed: information content, organization and working methods, and technical solutions. Yet, there are no common practices or standards to handle and store the data content, and to use it to support the real estate management functions. Technical solutions related to modeling and the role of information technology also require development in many areas. However, it is much easier to meet these technical challenges, as long as there are known use cases in which the models will be utilized, and how they should be implemented. On the other hand, modeling is not only about technology. It is a process that requires a lot of co-operation. This co-operation is also needed together with the real estate organization from the beginning of the design stage, which sets new requirements for the organization and working methods.

Key words: building information model, building information management, building services, building management

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	TIETOMALLINNUS	8
2.1	Rakennuksen tietomallintaminen ja -mallit	8
2.1.1	Tietomallit ja mallintamisen vaiheet	8
2.1.2	Arkkitehtuurisuunnittelu	10
2.1.3	Rakennesuunnittelu	11
2.1.4	Talotekninen suunnittelu	11
2.1.5	Yhdistelmämalli	12
2.1.6	Toteumamalli	12
2.1.7	Ylläpitomalli	12
2.1.8	Olosuhdemalli	13
2.2	Tietomallinnuksessa käytetyt ohjelmistot.....	14
2.2.1	Mallintamisen suunnitteluohjelmistot.....	14
2.2.2	Mallien yhdistämiseen ja katseluun käytetyt ohjelmistot	15
3	TIETOMALLINNUKSEN STANDARDINTI JA OHJEISTUKSET	17
3.1	Kansainvälinen standardointi.....	17
3.1.1	IFC	18
3.1.2	BCF	19
3.1.3	COBie.....	19
3.2	Alueellinen standardointi	19
3.3	Suomalainen ohjeistus	21
3.3.1	SFS	21
3.3.2	Talo 2000-, LVI2010 ja S2010-nimikkeistöt	21
3.3.3	YTV2012	22
3.3.4	BuildingSMART Finland.....	22
4	KIIINTEISTÖNPITO	23
5	KIIINTEISTÖNPIDON TOIMIALUEET JA TIETOMALLIT.....	25
5.1	Kiinteistöpalvelut.....	26
5.1.1	Kiinteistöhuolto.....	26
5.1.2	Tekniset palvelut	27
5.1.3	Energiahallintapalvelut	27
5.1.4	Toimitila- ja käyttäjäpalvelut	28
5.2	Kiinteistöliiketoiminta ja -johtaminen	29
6	KIIINTEISTÖNPIDOSSA TARVITTAVA TIETOSISÄLTÖ.....	31
6.1	Kiinteistön perustiedot	32
6.2	Tilat.....	33

6.3	Rakenteet ja rakennusosat.....	34
6.4	Talotekniset järjestelmät ja laitteet	35
6.5	Muut tiedot.....	35
6.5.1	Dynaaminen data.....	36
6.5.2	Paikantaminen ja havainnollistaminen.....	36
6.5.3	Palvelupyynnöt, vikatilanteet ja hälytykset	36
6.5.4	Huoltotieto ja -ohjelmat	37
6.5.5	Tavoiteolosuhteet ja asetusarvot	37
7	TIETOSISÄLTÖ JA TIEDON KÄSITTELY	38
7.1	Tiedon hierarkia ja yhdistäminen	39
7.2	Tiedon käytettävyys ja ajantasaisuus	40
7.3	Tiedon säilytyspaikka ja saatavuus	41
7.4	bSF:n talonrakennuksen vakiointihanke	41
7.5	Natiivitiedostoihin ja IFC-malliin saatava tietosisältö.....	43
8	HAVAINTOJA TIETOMALLIEN KÄYTÖSTÄ	45
8.1	Edellytykset tietomallipohjaiselle kiinteistönpidolle.....	45
8.2	Tietomallinnuksen haasteet kiinteistönpidon kannalta	46
8.3	Tietomallinnuksen kehitys kiinteistönpidon kannalta	49
9	POHDINTA.....	52
	LÄHTEET.....	54

LYHENTEET JA TERMIT

2D	Kaksiulotteinen
3D	Kolmiulotteinen
Attribuutti	Attribuutit kuvaavat objektien ominaisuuksia
BCF	Building Collaboration Format
BIM	Building Information Model/Building Information Management. Rakennuksen ja rakennusprosessin elinkaaren aikaisten tuotetietojen kokonaisuus.
bSF	BuildingSMART Finland
bSI	BuildingSMART International
CEN	European Committee for Standardization
COBie	Construction Operations Building Information Exchange
COBIM	Suomalainen kansallinen tietomalliohjeet-hanke
GUID	Global Unique ID
IFC	Industry Foundation Classes. Kansainvälinen tiedonsiirto-standardi rakentamisen ja kiinteistönpidon tuotetietojen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön.
ISO	International Organization for Standardization
KH-kortisto	Rakennustiedon julkaisema kokoelma kiinteistönhoidon tietokortteja
Kira-sanasto	Kiinteistö- ja rakentamisalan keskeinen sanasto
LVI	Lämpö, vesi ja ilmanvaihto
LVIA	Lämpö, vesi, ilmanvaihto ja automatiikka
Natiivimalli	Mallinnusohjelman oma ohjelmakohtainen tiedostoformaatti
PoC	Proof of Concept
PTS	Pitkän tähtäimen suunnitelma
RIL	Suomen Rakennusinsinöörien Liitto
RT	Rakennustiedon julkaisema kokoelma tietokortteja, jotka sisältävät tietoa ja ohjeita mm. rakenteista, tilasuunnittelusta, rakennusalan sopimuksista ja tehtävänjaosta.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
YTV	Yleiset tietomallivaatimukset

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa ja pohtia rakennuksien tietomallinnuksen käyttöä kiinteistönpidon eri toimintojen tukena. Tietomallinnuksella tarkoitetaan rakennuksen kolmiulotteista tietokonemallia, jossa on mukana myös kaikki sen järjestelmien, osien ja tuotteiden sisältämä tieto. Kiinteistönpidolla ja sen toiminteilla puolestaan tarkoitetaan sitä toimintaa, joka voidaan liittää kiinteistöstä vastaamiseen ja kiinteistön hyödyntämiseen.

Työssä selvitetään kiinteistönpidon näkökulmasta tietomallinnuksen etuja, haasteita sekä tämän hetken tilaa että tulevaisuuden mahdollisuuksia. Työn tausta on pitkälti teoreettinen ja sen lähtökohtana on tekijän kiinnostus aiheeseen. Tavoitteena työssä on perehtyä tietomallintamisen periaatteiden ja kiinteistönpidon lisäksi aiheeseen liittyviin standardeihin, ohjeisiin sekä ohjelmistoihin. Tämän hetkisen tilanteen ohella ajatuksena on pyrkiä muodostamaan käsitys siitä, millaisia vaatimuksia tulevaisuudessa tietomallintamisen hyödyntämiseen voi kohdistua ja toisaalta sitä, millaisia vaatimuksia mallinnuksen hyödyntäminen mahdollisesti asettaa esimerkiksi työtapoihin ja organisaatioihin.

Tietomallinnus rakentamisessa yleistyy koko ajan ja varsinkin isommat kohteet tehdään useimmiten mallinnusta hyödyntäen. Tietomallinnus kokonaisuudessaan käsittää varsin laajan alueen, kun huomioidaan eri suunnittelualat ja useita rakentamisen toimintoja hankesaiheesta urakoinnin kautta ylläpitoon. Samalla tietomäärä, joka kumuloituu tietomalleihin, on varsin suuri. Niinpä tietosisältöä ja sen käsittelyä on tässä yhteydessä rajattu vain läheisesti kiinteistönpidossa tarvittavaan tietoon. Työssä aluksi perehdyttiin aiheeseen ja asiaan liittyvään laajaan materiaaliin ja lukuisiin tietolähteisiin. Tämän jälkeen mietittiin kiinteistönpidon toimintojen merkitystä ja niihin liittyviä tietomallinnuksen käytäntöjä sekä erilaisten tiedontarpeiden muodostumista näissä toiminnoissa ja käyttötapa-
pauksissa. Tarvittavan tietosisällön määrittämisen lisäksi tästä saatavaa tulosta on verrailtu standardoinnin ja ohjeistuksien tarjoamaan sisältöön.

2 TIETOMALLINNUS

2.1 Rakennuksen tietomallintaminen ja -mallit

Rakennuksen tietomalli on kolmiulotteinen tietokonemalli ja sen sisältönä on kokoelma dataa rakennuksesta digitaalisessa muodossa. Datan keräystä tehdään koko rakennusprosessin elinkaaren ajalta. (RIL n.d.) Yleisesti tietomallilla käsitetään rakennuksen kolmiulotteista visuaalista mallia, mutta tietomalliin oleellisesti kuuluu myös rakennuksen sekä sen järjestelmien, osien ja tuotteiden sisältämä tieto: muun muassa sijaintitieto, geometria, tuotteiden ja osien määrät sekä niiden eri ominaisuudet. Mallissa siis kootaan yhteen kaikki tarvittava tieto, jotta sitä olisi helppo hyödyntää aina suunnittelusta ja toteutuksesta kiinteistön ylläpitoon asti (RIL n.d.). Tietomallista käytetään yleisesti myös BIM lyhenystä, joka tulee englannin kielen termistä Building Information Modeling tai toisaalta kuten siitä on enemmän alettu käyttämään kuvaavasti myös termiä Building Information Management, jolloin korostuu mallin merkitys tiedonhallinnan näkökulmasta.

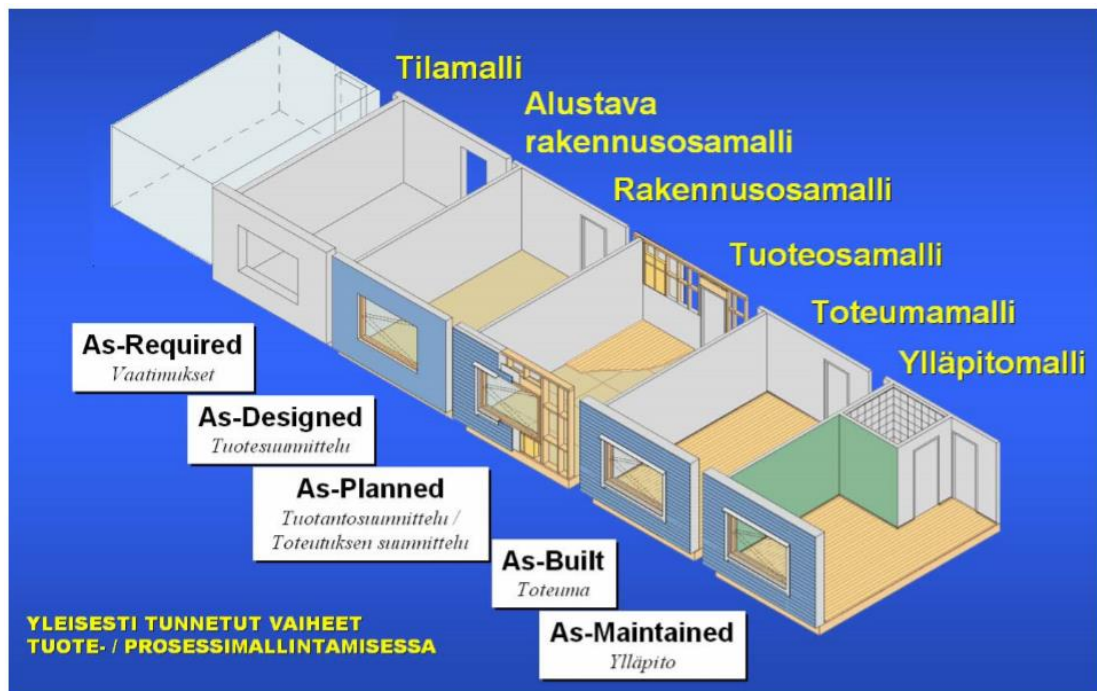
Kiinteistöjen ja rakennusten mallintamiselle tavoitteena on tukea suunnittelun ja rakentamisen laatua, tehokkuutta, turvallisuutta ja kestävä kehityksen mukaisia hanke- ja elinkaariprosesseja. Tietomalleja voidaan hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan, aina suunnittelun alusta alkaen ja jatkuen rakennuksen käytön ja ylläpidon ajan. (Jokela, Laine & Hänninen 2012, 3.) Yksi tietomallinnuksen oleellisista tavoitteista onkin, että yhdessä paikassa olevaa digitaalista tietoa hyödynnetään paljon muuhunkin kuin perinteisesti piirustusten tuottamiseen (Halmetoja 2016, 6).

2.1.1 Tietomallit ja mallintamisen vaiheet

Hankkeen tietomallinnuksen aikana syntyy käytännössä monia eri malleja. Se, mikä yleisesti ajatellaan tietomalliksi eli rakennuksen 3D-malli, syntyy pääosin suunnitteluvaiheessa, jossa tehdään useita eri osamalleja. Näitä osamalleja ovat arkkitehtimalli arkkitehdilta, rakennemalli rakennesuunnittelijalta sekä talotekniikan tietomallit LVI- ja sähkösuunnittelijoilta. Edellä mainituista osamalleista kootaan yhteinen niin sanottu yhdistelmämalli, jossa kaikkien suunnittelualojen ratkaisut löytyvät yhdestä ja samasta mal-

lista. Varsinaisten suunnitteluvaiheen suunnittelumallien lisäksi tarvitaan hankkeen alkuvaiheessa myös lähtötieto- ja vaatimusmallit (korjaushankkeessa inventointimalli) sekä työmaavaiheen tuotannonohjaukseen tuotantomalli. Toteumavaiheessa suunnitteluvaiheenmallit yhdistetään toteumamalliksi, jossa on lopulliset toteutuneet ratkaisut. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 18-21.) Ylläpitomalli puolestaan koostuu ylläpidossa tarvittavasta tiedosta ja josta on karsittu ylläpidossa tarvitsematonta tietoa pois, jotta malli ei olisi liian raskas. Näitä eri malleja on kuvattu tarkemmin seuraavissa kappaleissa.

Kuvassa 1 on esitetty yleisellä tasolla tietomallintamisen vaiheistus. Eri vaiheita ei mahdollisesti tarvita jokaisessa projektissa, vaan vaiheistusta voidaan soveltaa projektin tarpeiden mukaan. Mallinnuksen vaiheistus ei välttämättä myöskään etene täysin kuvan esittämällä tavalla, vaan tieto kertyy malliin sitä mukaa kun sitä on saatavilla tiloihin, järjestelmiin tai rakennus- ja tuoteosiin liittyen. Muuttunut tieto on päivitettävä malliin ja samalla on ylläpidettävä muutoshistoriatietoa. (Niemioja 2005, 16.)



KUVA 1. Tietomallintamisen vaiheistus (Niemioja 2005, 16)

2.1.2 Arkkitehtuurisuunnittelu

Lähtökohtana arkkitehtuurisuunnittelun tietomallintamiseen on tilaajan tekemä vaatimusmalli, joka on minimissään taulukkomuotoinen tilaohjelma. Siinä on muun muassa esitetty tilakohtaiset pinta-ala- ja erityisvaatimukset sekä mahdollisesti ylläpitoonkin liittyviä esimerkiksi sisäilmaston ja energiankulutuksen vaatimuksia. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 19.) Korjausrakentamisessa lähtökohdaksi voidaan ottaa inventointimalli eli olemassa olevan rakennuksen mallinnus. Tämäkään ei välttämättä ole vaatimusmallin tapaan mikään rakennuksen kolmiulotteinen malli, vaan yleensäkin järjestelmällinen tapa inventointitietojen kokoamiseen. Inventointimalli voi toisaalta olla myös esimerkiksi laserkeilauksen avulla saatu rakennuksen tai sen osan 3D-malli. (Rajala n.d.)

Arkkitehtimallissa mallinnetaan ensinnäkin tilamalli, jossa on määritetty jokaisen tilan kolmiulotteinen mallinnusosa ja tiloihin liitetyt tunniste- ja käyttötarkoitustiedot (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 20). Tilaohjelma ja tilamalli ovat erityisen merkittävässä asemassa, sillä tilojen tietoja tarvitaan tietomallipohjaisessa prosessissa moniin eri käyttötarkoituksiin. Näitä ovat esimerkiksi tilapohjainen kustannuslaskenta, energia-analyysit sekä myöskin kiinteistönhallinnan tarpeet ja sovellukset. Minimivaatimuksena tilamallille on, että saatavilla on ainakin tilan tunniste ja tilan käyttötarkoitus sekä geometriasta laske-malla saatava tilan pinta-ala. (Henttinen 2012b, 13.)

Arkkitehtimalliin kuuluu niin ikään alustava rakennusosamalli, jossa on mallinnettu tilojen ohella myös alustavasti rakennusosat. Vastuu rakennetyyppien määrittelystä jakautuu rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin kesken. Arkkitehtisuunnittelussa mallinnetaan esimerkiksi kantavat rakenteet siten, että rakenteiden ulkomittojen pitää olla oikein. (Henttinen 2012b, 7-8.)

Arkkitehtisuunnittelun tietosisältöä tarkennetaan suunnitteluprosessin edetessä. Rakennusosiin pystytään täydentämään tietoa rakennushankkeen myöhemmissä vaiheissa, silloin kun sitä on saatavilla ja se on rakentamisen prosessin kannalta järkevää. (Niemioja 2005, 5.)

2.1.3 Rakennesuunnittelu

Vastuu rakennetyyppien määrittelystä jakautuu siis rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin kesken. Rakennesuunnittelija voi hyödyntää edellä mainittua arkkitehdin luomaa alustavaa rakennusosamallia mallintaessaan varsinaisen rakennemallin. Siinä on mallinnettu muun muassa kaikki kantavat rakenneosat sekä muut oleelliset rakenneosat ja eristeet (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 20). Rakennesuunnittelijan tehtävänä on mallintaa kaikki kantavat rakenteet sekä vaippaan liittyvät rakennetyypit. Rakennesuunnittelussa rakennesuunnittelija voi määrittellä myös kevyet väliseinät ja muut kevyet rakenteet, jos niin on sovittu hankkeen alussa. (Henttinen 2012b, 7-8.)

Rakennemallista rakennesuunnittelija tekee toteutus- ja tuotantosuunnitelmat. Tuoteosamalli puolestaan on täydennetty rakennusosamalli, johon arkkitehti tai rakennesuunnittelija tekee rakennusosakohtaisesti tarkennuksia toteutussuunnittelua varten. Tuoteosamallissa on esillä kaikki osien valmistamiseen tarvittavat tiedot. (ProIT 2004, 18, 25.)

2.1.4 Talotekninen suunnittelu

Talotekniset suunnittelijat eli sähkö- ja LVI-suunnittelijat laativat ehdotussuunnitteluvaiheessa tilamallinnuksen aikaan alustavat järjestelmämallit. Niissä kuvataan järjestelmien pääreitit sekä kaikki muut tilaa vievät kanava- ja johtoreitit. (Henttinen 2012a, 14.)

Yleissuunnitteluvaiheessa LVI-suunnittelija varmistaa tietomallin avulla järjestelmien tilantarpeet ja vaikutukset muiden suunnittelijoiden työhön. Malli sisältää kaikki pääkanavistojen ja konehuoneiden tilantarpeet sillä tarkkuudella, että järjestelmien vaatimat tilavaraukset voidaan tehdä. Tämän lisäksi vaikutukset muuhun suunnitteluun ja muihin järjestelmiin pitää pystyä arvioimaan. Myös sähkösuunnittelija määrittelee tietomallin avulla tilavaraukset sähkö-, puhelin- ja tietoliikennejärjestelmien osille ja komponenteille. (Henttinen 2012a, 16.)

Toteutussuunnitteluvaiheessa mallinnus keskittyy talotekniikan järjestelmämalleihin, joiden tulee vastata arkkitehtimallia. Kaikkien järjestelmämallien (lämmitys, ilmanvaihto, vesi ja viemäri sekä sähkö) tulee täyttää YTV2012 tietomallivaatimusten osassa 4 (Talotekninen suunnittelu) määritellyt vaatimukset. Mallit pitää laatia sillä tasolla, että niitä

voidaan käyttää määrälaskennassa ja suunnitelmien yhteensovittamisessa. (Henttinen 2012a, 16.)

2.1.5 Yhdistelmämalli

Yhdistelmämalli on samassa koordinaatistossa sijaitseva mallikokonaisuus, jossa on yhdistettynä useamman eri suunnittelualan tietomalleja (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 24) eli tarkoituksesta riippuen esimerkiksi arkkitehtimalli, rakennemalli tai taloteknisiä järjestelmämalleja. Yhdistelmämallin samassa näkymässä näkyy siis eri suunnittelualojen suunnitelmat ja mallin avulla nähdään niiden keskinäiset vaikutukset ja päällekkäisyydet. Muun muassa järjestelmien törmäystarkastelut on mahdollista tehdä yhdistelmämallin avulla, eikä vasta toteutusvaiheessa työmaalla. Yhdistelmämallista voidaan tarpeen mukaan tuottaa myös esimerkiksi esittelymateriaaleja tilojen tulevia käyttäjiä varten (Halmetoja 2016, 16).

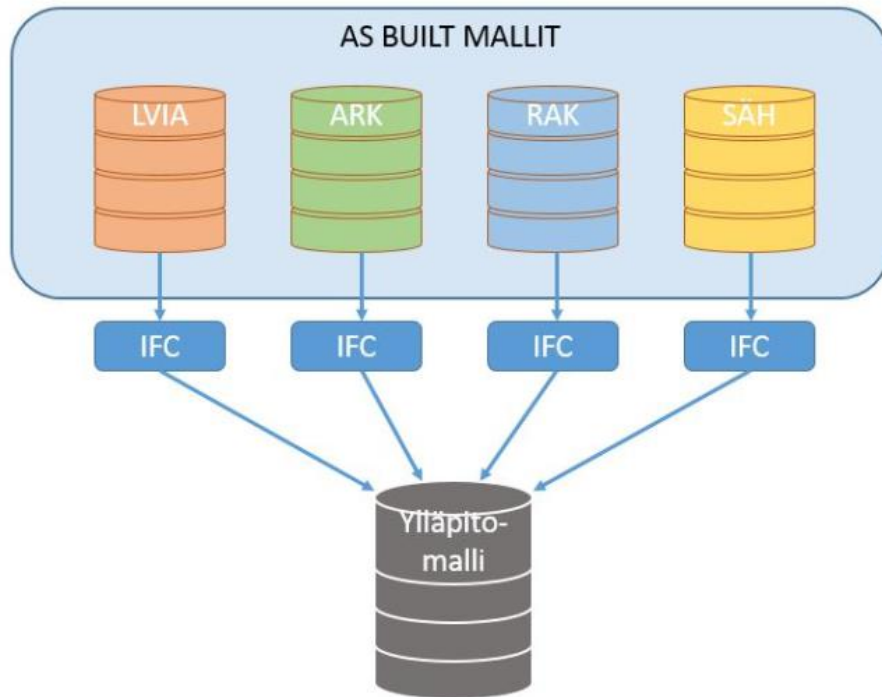
2.1.6 Toteumamalli

Rakennuksen rakentamisen aikana rakennusosamalli päivitetään vastaamaan lopullista toteutusta siten, että se vastaa toteutunutta lopputulosta (Henttinen 2012b, 21). Tähän toteumamalliin päivitetään ja muutetaan alkuperäisistä suunnitelmista poikkeavat rakenteet ja rakenneosat. Toteumamallia käytetään myös seuraavassa kappaleessa esitetyn ylläpitomallin pohjana. Vaadittu tietosisältö toteumamallille on sama kuin rakennusosamallissa (Henttinen 2012b, 21).

2.1.7 Ylläpitomalli

Tämän tutkimuksen kannalta varsin merkityksellinen malli on rakennuksen ylläpitomalli ja sen avulla on tarkoitus hallita rakennuksen elinkaarta ylläpitovaiheen ajan. Ylläpitomalli (tai paremminkin ylläpitomallit) on yhteisnimitys kaikille kiinteistön ylläpitovaiheen malleille. Malleja voi olla useampikin riippuen mallin hyödyntämisen käyttötarpeesta. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 24.)

Osamalleista muokataan ylläpitoa varten erillisiä malleja, jotka sisältävät ainoastaan ylläpidon ja kyseisen käyttötarpeen kannalta oleellista tietoa. Vaatimukset ylläpitomallille saattavat poiketa huomattavasti rakennusvaiheen ja esimerkiksi toteumamallin vaatimuksista. (Henttinen 2012b, 21.)



KUVA 2. Ylläpitomallin kokoaminen (Halmetoja 2016, 19)

Ylläpitomallissa on yleensä esitetty käytön ja ylläpidon aikaista huoltoa, käyttöä ja kunnossapitoa vaativat rakenteet ja laitteet. Ylläpitomallin havainnollistamismahdollisuuksia hyödyntämällä mallin avulla voidaan paikantaa tiloja, laitteita ja muita ylläpitokohteita sekä tuottaa erilaisia visuaalisia näkymiä vaikkapa piilossa olevista huoltokohteista. (Halmetoja 2016, 19.)

2.1.8 Olosuhdemalli

Edellä esiteltyjen mallien lisäksi on erityisesti kiinteistön ylläpitovaiheen tietomallinnuksen yhteydessä alettu puhua niin sanotusta olosuhdemallista. Olosuhdemallilla tarkoitetaan sitä, että tietomalliin on yhdistetty rakennukseen asennetuilta sensoreilta saatu tieto tiloissa vallitsevista olosuhteista, kuten esimerkiksi sisäilman lämpötilasta, hiilidioksidipitoisuudesta tai energiankulutuksesta. Mallista voidaan tämän jälkeen vaikkapa tehdä

kolmiulotteisia näkymiä, joissa voidaan esittää esimerkiksi tilojen tai tilaryhmien olosuhteiden ja palvelupyyntöjen kyseisen hetken tilannetta. (Halmetoja 2016, 6, 22, 23.)

2.2 Tietomallinnuksessa käytetyt ohjelmistot

Tietomallintamiseen käytettävien ja sitä hyödyntävien ohjelmistojen kehitys on ollut nopeaa ja eri käyttötarkoituksiin löytyy ohjelmistoista runsaasti tarjontaa. Perinteisten 2D ja 3D suunnitteluohjelmistojen rinnalle on tullut kokonaan tietomallipohjaisia suunnittelutyökaluja. Nämä tietomallia hyödyntävät ohjelmat ovat oliopohjaisia ja tavoitteena on, että niiden avulla voidaan saavuttaa ohjelmistoista riippumaton yhteensopivuus rakennusten suunnittelussa. Tässä kappaleessa on lyhyesti esitelty käytetyimpiä tietomallinnuksen ohjelmistoja.

2.2.1 Mallintamisen suunnitteluohjelmistot

ArchiCAD on Graphisoftin arkkitehtisuunnitteluun kehittämä kolmiulotteinen rakennussuunnitteluohjelmisto, jota sanotaan Suomen suosituimmaksi tietomallinnusohjelmaksi. Se on rakennussuunnittelijan näkökulmasta kehitetty suunnittelijan työkalu. ArchiCAD:lla hallitaan rakennuksen koko elinkaarta ja sen käyttö soveltuu aina hankesuunnittelusta kiinteistöhallintaan. ArchiCAD-ohjelma pohjautuu ajatukseen rakennuksen simuloinnista eli ArchiCAD:lla arkkitehti hahmottelee ja muodostaa rakennusosiin perustuvassa järjestelmässä virtuaalista rakennusta. Samalla kun talo hahmottuu tietokoneen näytöllä, syntyvät myös kaikki piirustukset. Virtuaalinen rakennus voidaan siirtää edelleen kiinteistönhallintaan, johon on erillinen ArchiFM-ohjelmisto, jonka avulla voidaan hallita esimerkiksi huoneistojen kalustusta, pinta-aloja, vuokralaisia ja huoltosyklejä. (ArchiCAD n.d.)

Tekla Structures on suomalaisen Tekla Oyj:n tarjoama nykyaikainen 3D-mallinnusohjelmisto erityisesti rakennesuunnitteluun ja rakennusalan valmistajille. Sillä pystytään käsittelemään suuria ja monimutkaisia rakenteita, joissa on runsaasti yksityiskohtaisia tietoja. Tekla Structuresista on saatavana erilaisia ohjelmistokokoonpanoja, jotka on suunniteltu rakentamisen eri toimialojen tarpeisiin kuten yleissuunnitteluun tai elementtirakenteiden, teräsrakenteiden tai raudituksen suunnitteluun (Tekla Structures n.d.)

Autodesk Revit -ohjelmisto on erityisesti kehitetty juurikin tietomallinnusta varten. Sen avulla voidaan ideat viedä konseptista rakennusvaiheeseen mallipohjaisella lähestymistavalla. Arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnitteluun on omat sovellukset Revitissä: Revit Architecture, Revit Structure ja Revit MEP. Revitin avulla käyttäjät voivat suunnitella rakennuksen, sen rakenteet ja komponentit kolmiulotteisena. Revit tukee myös eri toimialojen yhteistyösuunnitteluprosessia. (Autodesk n.d.)

MagiCAD-ohjelmisto Revitille ja AutoCAD:lle on suomalaisen Progman Oy:n tuottama ohjelmisto talotekniseen suunnitteluun. Se on muun muassa Pohjoismaiden johtava tietomallinnusohjelmisto LVI- ja sähkösuunnitteluun. 3D pohjainen suunnittelu on myös MagiCAD:ssä perusominaisuus. MagiCAD:n ominaisuuksista juuri tehokkaat piirto- ja laskeominaisuudet tekevät rakennusten talotekniikkajärjestelmien suunnittelusta, tietomallintamisesta ja projektidokumenttien laatimisesta nopeaa, joustavaa ja luotettavaa. (MagiCAD n.d.)

CADS House on Kymdata Oy:n tuottama arkkitehti- ja rakennesuunnittelun tietomallinnuksen työkalu. CADS Housessa yhdistyvät piirustusten tuottaminen ja tietomallintaminen ja sillä pystyy tekemään kaiken lupakuvista energialaskelmiin ja rakennesuunnittelusta elementtisuunnitteluun. CADS Housen tuottamat IFC-mallit toteuttavat yhteensopivuuden muiden tietomallinnusohjelmistojen kanssa. CADS Hepac puolestaan on Kymdatan ohjelmisto LVIA-suunnitteluun ja siihen sisältyy myös rakennusautomaatio-suunnittelu, määrä- ja energialaskenta. Ohjelmistolla voi tuottaa sekä perinteiset 2D-työkuvat että 3D-mallit. CADS Electric taas on Kymdatan ohjelmisto sähkö- ja automaatio-alan eri suunnittelu- ja dokumentointitarpeisiin. (CADS n.d.)

2.2.2 Mallien yhdistämiseen ja katseluun käytetyt ohjelmistot

Tietomallinnuksen eri suunnittelualojen IFC-mallien yhdistämiseen ja mallien katseluun on saatavilla suuri joukko työkaluohjelmistoja. Näistä suomalaisen Teklan tuottama Tekla BIMsight on ammattikäyttöön tarkoitettu työkalu eri suunnittelualojen projektiyhteistyöhön. BIMsight:n avulla rakennusprojektin eri osapuolet voivat yhdistää mallinsa ja tehdä törmäystarkastelut samassa helppokäyttöisessä BIM-ympäristössä. (Tekla BIMsight n.d.)

Autodeskin Navisworks tuoteperhe kattaa kolme eri tuotetta: Autodesk Navisworks Manage, Autodesk Navisworks Simulate ja Autodesk Navisworks Freedom. Näistä Navisworks Manage ja Simulate ohjelmistoilla voidaan yhdistää eri osapuolten mallit yhdeksi malliksi. Malliin voi tuoda tietoa useista eri ohjelmistoista 3D-tietona. Samoin yhdistettyyn malliin on mahdollista tuoda tietoa esimerkiksi ulkoisista tietokannoista. Navisworks Freedom puolestaan on ilmaisohjelmisto, jonka avulla on mahdollista tarkastella tietomalleja. (Autodesk n.d.)

Solibri Model Checker on Teklan BIMsightia vastaava Solibrin tietomallien analysointiohjelma. Solibri Model Viewer puolestaan on ilmainen katseluohjelma kaikkien IFC-yhteensopivien tietomallinnusohjelmien sekä Solibri Model Checker ohjelman tuottamien tiedostojen tarkasteluun. (Solibri n.d.)

CADS Viewer on tarkoitettu ensisijaisesti CAD-kuvien katseluun ja tulostamiseen, mutta se tukee myös tietomallipohjaista suunnittelua. CADS Viewerillä voi avata standardin mukaisia eri suunnittelualojen IFC-malleja ja sillä voi tuoda yhteen kuvaan myös useampia malleja eli sillä voi tuottaa myös yhdistelmämalloja. (CADS n.d.)

3 TIETOMALLINNUKSEN STANDARDOINTI JA OHJEISTUKSET

Tietomallinnuksessa ja sen hyödyntämisessä kiinteistönpidon näkökulmasta, korostuu erityisen paljon standardoinnin tärkeys. Tietomallinnukselle ei vielä ole olemassa yhteneviä kansainvälisiä standardeja. Suuri osa varsinkin isommista hankkeista tehdään kuitenkin nykyään tietomalleihin perustuen. Ilman yhtenäistä toimintatapaa ja yhteisiä standardeja, joiden mukaan tietoa käsitellään, on mahdotonta tehdä yleispäteviä ratkaisuita ja sovelluksia. Ilman niitä yhtenäistämätön tieto pitää määritellä yritys-, projekti- tai sovel-luskohtaisesti, mikä lisää räätälöinnin tarvetta ja kustannuksia sekä vie aikaa ja vähentää tuottavuutta. Näin ollen tässä yhteydessä on hyvä selvittää, mitä standardeja ja standar-doimistahoja tietomallinnukseen liittyy.

Koko suunnitteluketjun pitää siis olla yhtenevästi standardoitu, jotta lopputuloksena on yhteensopiva tietomalli, josta esimerkiksi kiinteistönpidon ohjelmistot löytävät tarvitse-mansa tiedot aina samasta paikasta riippumatta siitä, mitä tuotteita on suunnittelussa käy-tetty tai millä ohjelmistoilla suunnitelmat on tehty. Eli sen lisäksi, että suunnitteluohjel-mistojen on käsiteltävä objekteja samalla tavalla, myöskin tuotetieto pitää olla tarkasti määritelty, jotta vastaavilla eri valmistajien tuotteilla on yhtenevät tuotetiedot. Samoin esimerkiksi maantieteellisesti pitäisi päästä yhteneviin standardeihin, jotta vaikkapa juuri kiinteistönpitoon tehtävät sovellukset olisivat globaaleja, eikä ylimääräistä räätälöintiä ja omia maakohtaisia versiointeja tarvittaisi.

3.1 Kansainvälinen standardointi

Tietomallinnus ja BIM on itsessään muodostumassa eräänlaiseksi standardiksi rakennus-alalla myös kansainvälisesti. Lisäksi teknisille ominaisuuksille kuten esimerkiksi myö-hemmin esiteltäville IFC:lle, BCF:lle ja COBie:lle on olemassa omat standardinsa, mutta tarkemmille mallinnuksen vaatimuksille ja varsinkaan tietosisällölle ei ole kattavaa ja yh-tenäistä ohjeistusta.

Suomessa kansallisesti vahvistettavat SFS-standardit ovat pääasiassa alun perin euroop-palaisten tai kansainvälisten standardointitahojen standardeja. Tällöin standardiehdotus on laadittu kansainvälisen standardisoimisjärjestön ISO:n tai alueellisen eurooppalaisen

standardisoimisjärjestön CEN:n teknisten komiteoiden tai työryhmien toimesta. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry n.d.)

Kansainvälisellä tasolla standardoinnista vastaa siis ISO (International Organization for Standardization), joka on maailmanlaajuinen kansallisten standardointielinten liitto. Kansainvälisten standardien valmistelu tehdään yleensä ISO:n teknisten komiteoiden kautta. Jokainen jäsenorganisaatio, joka on kiinnostunut kunkin teknisen komitean käsittelemästä aiheesta, voi olla edustettuna kyseisessä komiteassa. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry n.d.).

ISO:n lisäksi kansainvälistä ohjeistusta tietomallinnukseen tuottaa buildingSMART International, joka on kansainvälinen organisaatio, ja jonka tavoitteena on parantaa tietojenvaihtoa rakennustekniikan sovellusohjelmien välillä (bSF toimintakertomus 2017). Se on kehittänyt muun muassa myöhemmin esiteltävän IFC:n (Industry Foundation Classes), jolla on erittäin merkittävä rooli tietomallinnuksessa. IFC:n lisäksi BuildingSMART International myös kehittää ja ylläpitää muita kansainvälisiä standardeja openBIM:lle.

3.1.1 IFC

Merkittävin tietomallinnuksen kansainvälisistä standardeista on IFC-standardi (Industry Foundation Classes). IFC:llä tarkoitetaan tietomalliohjelmistojen yhteistä mallien kuvaustapaa. Usein IFC:llä tarkoitetaan myös avointa tiedonsiirtomuotoa eli IFC-tiedostoa, jolla malleja voidaan tallentaa ja siirtää ohjelmien välillä ohjelmariippumattomasti (bSF Standardit n.d.). IFC-tiedostoja käytetään tietomallien siirtämiseen suunnittelijalta toiselle, mutta myös esimerkiksi mallien siirtämiseen kiinteistöjen ylläpitoon. IFC onkin vakiintunut rakennushankkeiden mallinnuksessa avoimen tiedonsiirron standardiksi ja yleistymässä vähitellen myös ylläpidon tiedonsiirrossa (Jokela, Laine & Hänninen 2012, 4). IFC on kuitenkin tarkoitettu ensisijaisesti tiedonsiirtoon eikä niinkään tiedon ylläpitämiseen. Vaikka IFC-tiedostoon siirtyykin rakenteiden ja laitteiden geometria sekä osa parametritiedosta, ei siihen kuitenkaan pystytä tallentamaan suunnitteluohjelman sisältämää älykkyyttä. (Kiviniemi 2017a.)

3.1.2 BCF

Building Collaboration Format BCF on harvemmin käytetty, alun perin suomalaisten buildingSMART jäsenten, Teklan ja Solibrin, yhteistyönä kehittämä tiedonvälitysmuoto. Sen avulla voidaan siirtää sijainti- ja objektitietoja kommentoitavista mallikomponenteista sisältäviä viestejä eri tietomalliohjelmistojen välillä. Viestin avulla vastaanottava ohjelma löytää lähettäjän valitseman näkymän ja korostaa halutut komponentit. Tällöin ei tarvitse lähettää koko IFC-mallia havaintojen tai malliin liittyvien kysymysten esittämiseen vaan pieni XML-pohjainen tiedosto riittää. (bSF Standardit n.d.) Kiinteistönpidossa BCF:llä voisi nähdä mahdollisuuksia esimerkiksi lähetettäessä opastustyyllisiä tiedonantoja vaikkapa mobiililaitteisiin.

3.1.3 COBie

COBie (Construction Operations Building Information Exchange) on avoimen tiedonsiirron standardi, joka on kehitetty IFC:n rinnalle ja sitä täydentämään. COBie:n tavoitteena on helpottaa ja yhdenmukaistaa rakennushankkeen tietojen välittämistä suunnittelusta ja urakoinnista nimenomaan ylläpidon tarpeisiin. COBie tiedonsiirtomuoto ei kuitenkaan tiettävästi ole toistaiseksi Suomessa vielä ollut käytössä. (Jokela, Laine & Hänninen 2012, 4.) Sen mahdollisuudet kiinteistönpidon kannalta ovat osoittautuneet kuitenkin lupaaviksi ja se on otettu käyttöön muualla esimerkiksi USA:ssa ja tutkimukset sen paremmalle hyödyntämiselle voisivat olla suotavia muuallakin.

3.2 Alueellinen standardointi

Alueellisesti Euroopassa yhtenäisiä standardeja laatii siis CEN (European Committee for Standardization). Tietomallinnukseen liittyviä standardeja käsitellään ”CEN/TC 442 Building Information Modelling (BIM)” -komiteassa ja sen työryhmissä. Työryhmistä ja niiden tehtäväalueista on seuraavassa taulukossa. (CEN n.d.)

TAULUKKO 1. CEN/TC 442 Työryhmät (CEN n.d., muokattu)

Työryhmät	Aihe
CEN/TC 442/WG 1	Terminology
CEN/TC 442/WG 2	Exchange information
CEN/TC 442/WG 3	Information Delivery Specification
CEN/TC 442/WG 4	Support Data Dictionaries
CEN/TC 442/WG 5	Chairperson's Advisory Group

CEN/TC 442:ssa myös hyväksytään vastaavia ISO-standardeja eurooppalaisiksi CEN-standardeiksi. Kaikista CEN:n julkaisemista standardeista käytetään tunnusta EN ja näistä tietomallinnukseen liittyvät toistaiseksi hyväksytyt standardit on esitetty seuraavassa taulukossa. CEN:n kaikki jäsenmaat ovat velvoitettuja vahvistamaan eurooppalaiset standardit myös kansallisella tasolla sekä kumoamaan niiden kanssa ristiriidassa olevat omat standardinsa. Samat hyväksytyt eurooppalaiset standardit näin ollen tulevat voimaan kaikkiin CEN:n jäsenmaihiin. (CEN n.d.)

TAULUKKO 1. CEN/TC 442 Julkaistut standardit (CEN n.d., muokattu)

standardi	aihe	vastaava SFS-standardi
EN ISO 12006-3:2016	Building construction - Organization of information about construction works - Part 3: Framework for object-oriented information	SFS-EN ISO 12006-3:2016:en
EN ISO 16739:2016	Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries	SFS-EN ISO 16739:2016
EN ISO 29481-1:2017	Building information models - Information delivery manual - Part 1: Methodology and format	SFS-EN ISO 29481-1:2017:en
EN ISO 29481-2:2016	Building information models - Information delivery manual - Part 2: Interaction framework	SFS-EN ISO 29481-2:2016:en

3.3 Suomalainen ohjeistus

Kansainvälisen ja alueellisen lisäksi monissa maissa on vielä omaa kansallista ohjeistusta. Esimerkiksi USA:ssa ja muissa pohjoismaissa on omat suositukset ja määräykset. Samoin Suomessa on omat ohjeistukset. Se, mistä suomalaisessa ohjeistuksessa on kyse, on esitetty seuraavissa kappaleissa.

3.3.1 SFS

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry on Suomen standardisoinnin keskusjärjestö. SFS:n pääasiallinen tehtäväkuva ovat SFS-standardien laadinta, vahvistaminen, julkaiseminen, myynti ja tiedottaminen. SFS on edellä mainittujen kansainvälisen standardisoimisjärjestön ISO:n ja eurooppalaisessa standardisoimisjärjestössä CEN:ssä jäsen. Pääosa SFS-standardeista ja esimerkiksi kaikki tietomallinnukseen liittyvät perustuvat kansainvälisiin tai eurooppalaisiin standardeihin, jotka SFS on vahvistanut kansallisiksi standardeiksi. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry n.d.)

Edellä esitetyssä taulukossa onkin esitetty CEN:n standardeja vastaavat suomalaiset standardit, jotka tosin vielä ovat englanninkielisiä. Jokaisella CEN:n ja ISO:n komitealla on Suomessa SFS:n toimialayhteisössä yhteyshenkilö, jonka kautta näiden tahojen standardisointityöhön on mahdollista myös osallistua (Standardien laadinta. n.d.).

3.3.2 Talo 2000-, LVI2010 ja S2010-nimikkeistöt

Talo 2000 nimikkeistö käsittää tilanimikkeistön, hankenimikkeistön, tuotantonimikkeistön, rakennustuotanimikkeistön ja kalustonimikkeistön. Näistä tilanimikkeistöä suositellaan käytettäväksi tietomallien tilojen luokittelussa. Tilanimikkeistössä on rakennus jäsennelty itsenäisiksi huoneistotyypeiksi ja tilatyypeiksi. Tilat on luokiteltu vastaamaan rakennuksen huoneistoihin sijoittuvia tyypillisiä toimintoja. (TALO 2000 n.d.) Luokitte-
lua tarvitaan, kun käyttäjä ja suunnittelija määrittävät tiloille esimerkiksi eri toimivuus-
vaatimuksia tai laatuominaisuuksia (Niemi 2005, 62).

LVI-tekniikalle voidaan käyttää LVI-ohjeissa esiteltyä LVI2010-nimikkeistöä. Sitä voidaan käyttää rinnan TALO 2000 -nimikkeistön kanssa samoin kuin sähköalan S2010-nimikkeistöä. Nimikkeistöjen tarkoituksena on toimia rakennus- ja kiinteistöalalla LVI-tekniisten järjestelmien sekä sähkönimikkeistöjen jäsentelynä ja luokitteluna. (LVI 00-10473 2011.) Kiinteistönpidon kannalta nimikkeistöjen käyttö vaikuttaa siihen, että sisältö kenttien sisällä on kauttaaltaan yhtenevää ja samanmuotoista.

3.3.3 YTV2012

Julkaisusarja ”Yleiset Tietomallivaatimukset 2012” syntyi laajapohjaisen COBIM kehittämishankkeen tuloksena. Tarve yleisille vaatimuksille perustui rakennusallalla nopeasti kasvavasta tietomallintamisen käytöstä sekä yhteisten pelisääntöjen puutteesta. Rakennushankkeen kaikissa vaiheissa osapuolilla oli tarve määritellä entistä tarkemmin mitä ja miten mallinnetaan. (Henttinen 2012a, 2.) Yleiset tietomallivaatimukset julkaisusarjaa käytetään yleisesti tietomallinnettavissa hankkeissa viitteenä. Sarjan sisältönä on enemmänkin yleisiä ohjeita kuin yksityiskohtaisia määrittelyjä.

3.3.4 BuildingSMART Finland

BuildingSMART International (bSI) on kansainvälinen organisaatio ja se työskentelee rakennus- ja infra-alan tietomallistandardien kehittämiseksi sekä rakennusalan ohjelmistojen yhteiskäyttöisyyden lisäämisen puolesta. BuildingSMART Finland (bSF) puolestaan on kansainvälisen buildingSMART Nordicin jäsen ja vaikuttamassa sitä kautta myös buildingSMART Internationalin toimintaan. BuildingSMART Finland on ollut mukana muun muassa hyväksymässä kansainvälisiä buildingSMART standardeja CEN standardeiksi. (bSF toimintakertomus 2017.)

4 KIINTEISTÖNPITO

Tietomallinnusta on tässä yhteydessä tarkasteltu seuraavien kiinteistönpidon alueiden kannalta: kiinteistön ylläpito, kiinteistön hoito ja kunnossapito, kiinteistöpalvelut sekä kiinteistönpitoon läheisesti liittyvät kiinteistöliiketoiminta ja kiinteistöjohtaminen.

Kiinteistönpidolla tarkoitetaan kiinteistöstä vastaamista ja kiinteistön hyödyntämistä. Siihen voidaan katsoa kuuluvan toiminnot kuten kiinteistön ylläpito, kiinteistöhallinto sekä kiinteistöjen rakentaminen ja purku. Kiinteistöliiketoimintaan erona on se, että kiinteistönpitoa ei välttämättä tehdä ainoastaan liiketaloudellisin perustein. (Kira-sanasto 2016, 17.)

Kiinteistön ylläpito on oleellinen osa kiinteistön pitoa ja sen toimintojen tulee pyrkiä säilyttämään kiinteistön arvo, kunto, käytettävyys ja koettavuus. Edellä mainitut ylläpidon toiminnot ovat kiinteistön hoito ja kunnossapito. Kiinteistön hoitoa on tehtävät, jotka ovat säännöllisiä ja toistuvia. Kunnossapito on puolestaan kuluneiden ja viallisten osien korjaaminen ja vaihtamista ilman, että kohteen laatutasossa tapahtuu oleellisia muutoksia. (Kira-sanasto 2016, 18.)

Kiinteistöpalvelut ovat kiinteistönhoitoon ja ylläpitoon sekä toimitiloihin ja käyttäjiin kohdistuvia palveluja. Niiden tarkoituksena on säilyttää kiinteistön kunto, arvo, ominaisuudet ja olosuhteet halutulla tasolla. Kiinteistön hoito- ja ylläpitopalveluja ovat energiahallintapalvelut, tekniset palvelut, kiinteistöhuolto, jätehuolto, siivouspalvelut ja ulkoalueiden hoito. Toimitila- ja käyttäjäpalveluita puolestaan ovat palvelut, joiden tarkoituksena on luoda tilojen käyttäjille hyvät edellytykset harjoittaa toimintaansa kiinteistössä. (Kira-sanasto 2016, 33-34.)

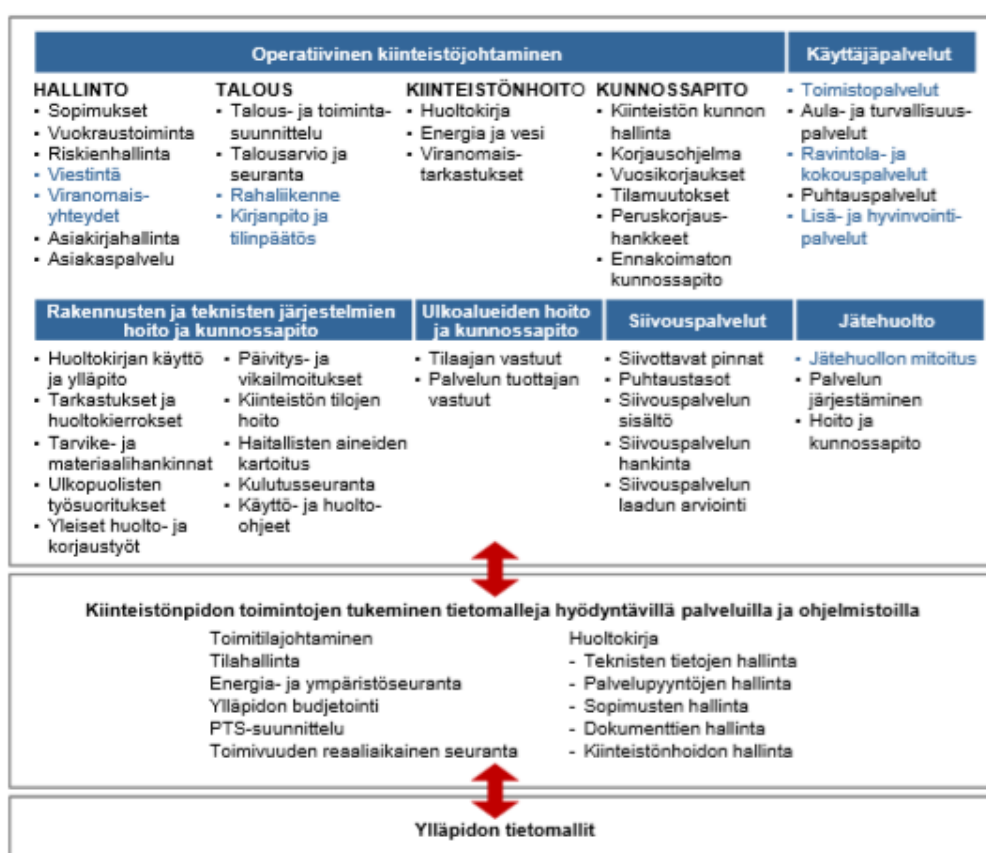
Kiinteistöliiketoiminnalla tarkoitetaan liiketaloudellisin tavoittein suoritettuja kiinteistön omistamiseen, hyödyntämiseen tai asiakaspalvelujen tuottamiseen liittyviä toimintoja. Kiinteistöliiketoiminnan perustana on saada aikaan lisäarvoa kiinteistön käyttäjille suunnattujen palvelujen avulla ja niiden myötä tuoda tuottoja kiinteistön omistajille ja kiinteistösijoittajille. (Kira-sanasto 2016, 30.)

Kiinteistöjohtaminen on kiinteistöliiketoimintaan tai kiinteistönpitoon liittyvää johtamista. Sen voidaan katsoa jakaantuvan sijoittamiseen, operatiiviseen toimintaan sekä rakennuttamiseen liittyvään kiinteistöjohtamiseen. (Kira-sanasto 2016, 30.)

5 KIINTEISTÖNPIDON TOIMIALUEET JA TIETOMALLIT

Tietomallinnuksen käyttö laajenee nopeasti kattamaan eri alueita, mutta yksi selvästi näkyvä kehityssuunta on mallinuksen käyttö kiinteistöjen ylläpidossa. Vielä ei ylläpidon osalta olla saavutettu mitään suurta läpimurtoa, vaikka tuloksia erilaisista kokeilusta onkin maailmalta saatu. (Kiviniemi 2017a.)

Pääasiassa tietomallien käyttö on rajoittunut havainnollistamiseen, visualisointiin ja paikantamiseen. Näin ollen suurin osa mallien tietosisällöstä on jäänyt hyödyntämättä kiinteistön käytön aikaisessa toiminnassa. Mahdollisuuksia hyödyntämiseen olisi monilla toimialueilla kiinteistöliiketoiminnan ja -johtamisen alueelta aina rakennusten teknisten järjestelmien hoitoon ja rakennusten kunnossapitoon. Myös kiinteistöpalveluissa kuten käyttäjäpalveluissa, siivouksessa, ulkoalueiden hoidossa jne. tietomalleja voitaisiin hyödyntää nykyistä paremmin. (Jokela, Laine & Hänninen 2012, 5.) Alla olevassa kuvassa on esitetty kiinteistönpidon toimialueita ja toimintoja, joissa voitaisiin tietomallintamista hyödyntää.



KUVA 3. Kiinteistönpidon toimialueet ja tietomallintaminen (Jokela, Laine & Hänninen 2012, 3).

5.1 Kiinteistöpalvelut

Kiinteistöpalvelut on tässä yhteydessä jaoteltu seuraaviin toimialueisiin: kiinteistöhuolto, tekniset palvelut, energiahallintapalvelut sekä toimitila- ja käyttäjäpalvelut.

5.1.1 Kiinteistöhuolto

Kiinteistöhuollon tarkoitus on pitää kohde käyttö- ja toimintakunnossa sekä estää vikojen ilmaantuminen (Kira-sanasto 2016, 34). Kiinteistön huolto on säännöllisiä toistuvia tehtäviä ja nämä tehtävät on varsin usein kilpailutettu ja ulkoistettu kiinteistöhuoltoyrityksille. Kilpailutuksen järjestämisessä tärkeitä asioita ovat kiinteistön hoitoalueet ja niiden raja-alueet sekä hoidettavien kohteiden pinta-ala ja materiaalit. Näiden lisäksi hoitoalueella olevat huollettavat laitteet ja niiden tarvitsemat huoltovälit ovat tärkeitä tietoja huollon järjestämisessä. Koko kiinteistöhuollon tehtäväkenttään tietomallinnuksesta on mahdollista saada hyötyä. Yksistään tietomallit eivät kuitenkaan tarjoa tähän ratkaisua, mutta tietomalleista voidaan saada tietoa ja havainnollisuutta monen sovelluksen tarpeisiin.

Sähköinen huoltokirja on käytössä suurimmassa osassa nykyisistä kiinteistönpitoa harjoittavista tai tarjoavista yrityksistä ja toisaalta suuressa osassa varsinkin isoimmissa hoidettavista kohteista. Huoltokirjamenettelyä tarvitaan, jotta kiinteistönpidon hallintaa voitaisiin tehostaa. Sen avulla hoidetaan kiinteistön ylläpitoon liittyviä tietoja siten, että eri vaiheissa kerättyjä sekä kiinteistön että tilojen ja järjestelmien tietoja voitaisiin hyödyntää kiinteistönpidon toiminnoissa ja päätöksenteon tukena. (Järvinen n.d., 4.) Tietomalleja hyödyntäviä sähköisiä huoltokirjasovelluksia on saatavilla mm. kiinteistön teknisten tietojen, palvelupyyntöjen, sopimusten, dokumenttien, kiinteistönhoidon eri tehtävien ja huoltohistorian hallintaan (Jokela, Laine & Hänninen 2012, 6). Tietomallien hyödyntämisen laajuus vaihtelee paljon, mutta ainakin rakennuksen tiedot, laitteiden tiedot sekä erilaiset luettelot ja listaukset on mahdollista saada tietomalleista huoltokirjasovellusten käyttöön.

Havainnollistaminen ja paikantaminen, varsinkin hoito- ja huoltopalveluja kilpailutettaessa, on yksinkertaista tehdä tietomalleja hyödyntäen. Tietomalleista saadaan visualisointien avulla seikkaperäisesti esitettyä hoidettavat alueet ja tilat. Kohteiden paikantaminen

on samoin mahdollista tehdä tietomallista esittämällä. Tietomalleissa on myös muuta käypää tietoa hoitosopimuksia ajatellen kuten esimerkiksi pinta-alatietoja ja materiaaleja hoidettavista alueista ja kohteista.

5.1.2 Tekniset palvelut

Teknisissä palveluissa haluttuja oloja tai haluttua toimintaa pidetään yllä teknisten järjestelmien tarkastuksen, ohjaustoiminnan, kunnostusten ja korjausten avulla (Kira-sanasto 2016, 34). Teknisissä palveluissa tietomallien hyödyntäminen perustuu samoihin asioihin kuin kiinteistöhuollonkin tapauksessa. Sähköinen huoltokirja ja sen tietosisältö ovat tärkeitä samoin kuin laitteiden tiedot. Huoltokohteiden paikantamisen merkitystä pitää teknisten palveluiden tapauksessa erikseen korostaa. Näin on erityisesti hälytysten, vikatilanteiden ja palvelupyyntöjen kohdalla, kun pitää vaikkapa hälytyksen kohde ja reitti kyseiselle kohteelle nopeasti paikantaa. Visualisointia voidaan hyödyntää esimerkiksi piilossa olevan huoltokohteen havainnollistamiseen.

Muita tietomallien hyödyntämisen kohteita ovat esimerkiksi hankinnat ja olosuhdeseuranta. Samoin viranomaistarkastuksiin, energiatodistuksiin ja varsinaiseen kulutukseen perustuviin energiaselvityksiin sekä niihin liittyvään tiedonkeruuseen tietomallinnusta ja sen tietosisältöä voidaan hyvin käyttää. Olosuhteiden ja järjestelmien toimivuuden hetkellisen seurannan kannalta tietomallinnuksen hyödyntäminen on haasteellisempaa, eikä sillä voida tältä osin hoitaa rakennusautomaation ja valvomoiden toimia näiden vaatiman dynaamisen datan käytön vuoksi. Nykyisellään tietomalleissa ei myöskään mallinneta yksittäisiä mittauspisteitä eikä esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden osia, mikä ei edesauta mallintamisen hyödyntämistä kiinteistöautomaation kannalta.

5.1.3 Energiahallintapalvelut

Yksi kiinteistönpidon toiminnoista, jossa tietomallinnuksen käyttöä voitaisiin merkittävästi lisätä, on energiahallintapalvelut sekä muut analyysit ja simuloinnit. Energiankulutuksen tavoiteseuranta ja kiinteistöjen toimivuuden reaaliaikainen seuranta ovat alueita, joilla tietomalleja voidaan käyttää (Jokela, Laine & Hänninen 2012, 6). Yksi mallintamisen päätavoitteista onkin tuottaa käyttöä ja ylläpitoa varten mahdollisimman taloudellisia ja tehokkaita rakennuksia (Halmetoja 2016, 9). Tätä edesauttaa se, jos rakennuksessa on

riittävän tarkka kulutuksen mittarointi niin lämmön, sähkön kuin käyttövedenkin suhteen. Näin on mahdollisuus kerätä mahdollisimman tarkat kulutus- ja olosuhdetiedot simulointia sekä suunniteltujen ja toteutuneiden olosuhteiden vertailua varten (Halmetoja 2016, 9).

Kulutusseurannalla ja olosuhteiden analysoinnilla sekä simulaatioilla on hyvin suuri merkitys pyrittäessä paranevaan energiatehokkuuteen ja tehtäessä tätä palvelevia energiatehokkuusinvestointeja. Mikäli investoinneille ja niistä saataville energiankulutushyödyille asetetaan tavoitetasoja, niille on tarkoituksenmukaista järjestää myös seuranta. Muutoksissa ja korjaushankkeissa analysointia voidaan tietomallien avulla kohdentaa muutoksen kohteena olevan laitteen palvelu- tai vaikutusalueelle. Toinen saavutettava hyöty on nopea reagointi poikkeavuuksiin, jolloin muuttuneet olosuhteet ovat helpommin paikallistettavissa.

Yksi tietomalleista saatava hyöty energianhallintapalveluissa on erilaisten simulointien käyttö. Virtuaalisten analysointityökalujen avulla päästään parempaan suunnittelun laatuun, sillä ne paljastavat mahdolliset ongelmat jo suunnitteluvaiheessa, jolloin korjaukset voidaan tehdä tässä vaiheessa suunnitelmiin. Näin vältetään turhilta muutoksilta toteutus- ja ylläpitovaiheessa. Erilaiset mallipohjaiset analysointityökalut kuten energia-, olosuhde-, valaistus-, virtaus-, elinkaari- ja ympäristövaikutussimuloinnit mahdollistavat myös eri vaihtoehtojen nopean vertailun. (Halmetoja 2016, 9.) Kiinteistönpidossa nämä laatutekijät korostuvat hyvin energianhallintapalveluiden alueella.

5.1.4 Toimitila- ja käyttäjäpalvelut

Toimitilapalveluissa tietomallien käyttöä voidaan ajatella esimerkiksi tilamuutoksien ja korjaushankkeiden yhteydessä. Muutosten suunnittelussa sekä eri vaihtoehtojen kartoittamisessa ja vertailussa tietomallien avulla pystytään löytämään parhaat vaihtoehdot helpommin ja nopeammin kuin tilakartoituksella paikan päällä. Samalla voidaan tehdä tarvittaessa visuaalisia näkymiä eri vaihtoehtojen vaikutuksista. Toinen merkittävä asia, josta toimitilapalveluiden kohdalla saataisiin hyötyä, on tilakohtaisten olosuhdeasioiden selvittely. Eri palvelualueiden ja niitä hoitavien järjestelmien vaikutukset pystytään kohdentamaan oikeisiin toimitiloihin ja tilaryhmiin.

Käyttäjäpalveluissa esimerkiksi erilaiset opastustilanteet ovat yksi mahdollinen asia, jossa tietomalleista ja niiden tuomasta visualisoinnin ja paikantamisen mahdollisuuksista voisi olla hyötyä. Samoin turvallisuusasiat ja esimerkiksi poistumistiet voidaan visualisoida tietomallien avulla.

5.2 Kiinteistöliiketoiminta ja -johtaminen

Kiinteistöliiketoiminnan tarkoituksena on lisäarvon tuottaminen ja tietomallinnusta voidaan tältä kantilta arvioida hyödynnettävän esimerkiksi kiinteistön vuokrauksen ja vuokralaisten hankinnan järjestämisessä. Tilojen esittelyiden laatu havainnollistamisen ja visualisoinnin kautta voi vaikuttaa myös tilojen vuokratasoon. Samoin parantuneella asiakaspalveluilla on varmasti vaikutusta. Samat asiat tulevat esiin myös kiinteistökaupan ja sijoittamisen näkökulmasta. Tässä yhteydessä erityisesti kiinteistöstä tietomallin avulla saatava yhteen koottu kiinteistötieto on myös lisäarvoa tuottava tekijä.

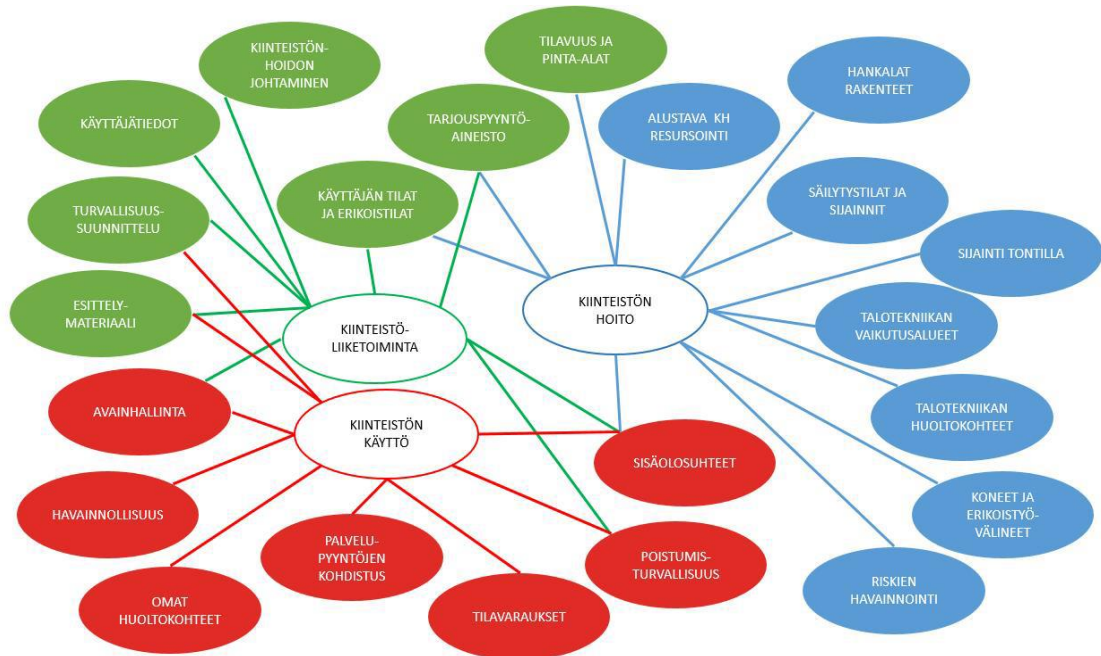
Kiinteistöjohtamisen näkökulmasta tietomallintamisella on vaikutusta monien johtamisen työkalujen käyttöön: operatiivisen toiminnan hallinnoimiseen, talous- ja toimintasuunnitteluun sekä esimerkiksi elinkaariarviointeihin ja pitkän tähtäimen suunnitteluun eli PTS-suunnitelmien tekemiseen. Tietomallista voidaan saada rakennuksen ja järjestelmien perustiedot, joissa olisi hyvä olla mukana myös käyttöönottovuosi mukaan lukien järjestelmien ja laitteiden uusimiset. Näiden avulla voidaan järjestelmiä vertailla oletettuun käyttöikään ja arvioida tulevia korjaustarpeita, tehdä PTS-suunnitelma sekä ylläpitää kuntoluokkia kuntokatselmuksien mukaan. Tietomallien ja ulkoisen dokumentaation väliset linkitykset helpottavat vielä tiedonhallintaa. Kiinteistöjohtamisessa myös riskienhallinta sekä budjetointi ja sen seuranta tulevat laadukkaammiksi kattavan ja helposti saatavan lähtötiedon avulla.

Vielä yksi merkittävä alue, jossa tietomallinnuksen hyödyntämisellä on valtava potentiaali, on korjaushankkeet, joissa olemassa oleva rakennus rajaa suunnittelussa käytettäviä mahdollisuuksia. Tällöin tietomallilla pystytään helposti havainnollistamaan ja vertailemaan eri suunnitteluratkaisuja sekä konkretisoimaan tilantarpeita ja yhteensovittamaan suunnittelualojen ratkaisuja. Saavutettu hyöty näkyy erityisesti vähentyneenä tarpeena rakennusaikaisille tai ylläpidon aikaisille muutoksille, joita korjausrakentamisessa yleensä on uudisrakentamista enemmän. Rakentamisen suunnittelutieto säilyy myös koottuna ja

jäsenneltynä ylläpitoa varten. Tietomallinnuksen avulla siis sekä suunnittelun että loppu-tuotteen laatu saadaan paremmaksi. Kun tietomallinnusta käytetään korjaushankkeissa, joissa ei ole olemassa olevaa tietomallia, korostuu lähtötietojen laadun merkitys eli se missä tarkkuudessa inventointimallinnus on tehty. (Teittinen 2017, 5-11)

6 KIINTEISTÖNPIDOSSA TARVITTAVA TIETOSISÄLTÖ

Kuten aikaisemmin todettua kiinteistönpidon eri toimialueet tarvitsevat runsaasti erilaista tietoa käytön ja ylläpidon ajalle. Seuraavassa kuvassa on hyvin esitetty, miten moninainen kiinteistönpidon kenttä on ja kuinka laaja tiedon tarve tällä kentällä on. Usein tämä eri toimialueiden tarvitsema tieto on ainakin osittain samaa, jolloin kaikkien etu olisi, kun tämä tieto olisi yhteistä, yhtenäistä ja talletettuna ainoastaan yhteen paikkaan. Tällöin tulleen esiin kysymykset siitä, mitä tietoa toimialueet tarvitsevat, missä muotoa ja mikä on se paikka, jossa tätä tietoa ylläpidetään.



KUVA 4. Kiinteistönpidon kenttä ja tiedontarve (Halmetoja 2016, 35)

Tässä kappaleessa on esitetty vastauksia siihen, mitä tietoa tarvitaan ja myöhemmin seuraavissa kappaleissa otetaan kantaa siihen, mitä tietomallien avulla voitaisiin saada ja missä muotoa.

6.1 Kiinteistön perustiedot

Kiinteistön perustietoja tarvitaan kiinteistönpidossa monessa toiminnossa, kuten edellisissäkin kappaleissa on tullut esille. Perustiedot olisi hyvä olla perustietokortin KH 90025 (Kiinteistön perustietokortti) sisällön mukaisesti kattavasti talletettuna tietomalliin, jolloin ne olisivat hyödynnettävissä kiinteistönpidon sovelluksissa mahdollisimman laajasti ilman muokkaustarvetta. KH-kortissa KH X7-00437 (Kiinteistön perustietokortin laatiminen 2010) on esitetty kiinteistön perustietokorttilomakkeen sisältö ja annetaan ohjeita kyseisen lomakkeen täyttämiseksi. Samoilla ohjeilla olisi hyvä pyrkiä täyttämään perustiedot myöskin tietomalliin.

Ohjeen mukaiseen tietosisältöön kuuluu ensinnäkin tiedot kiinteistöstä: kiinteistön nimi, kiinteistötunnus, osoitetiedot, kaavan mukaiset tiedot (julkisen hallinnon suosituksen JHS 134 Kaava-, tonttijako- ja rakennuskieltotunnukset mukaan), liittymät verkostoihin ja rakennusluettelo. Näistä kaavan mukaisiin tietoihin kuuluu: rakennus- tai asemakaavanumero, kerrosala yhteensä, käyttötarkoitukset sekä autopaikkojen lukumäärä. (KH X7-00437 2010, 2.) Kiinteistön nimi, osoitetiedot ja kiinteistötunnus ovat sellaisia, jotka olisi mahdollista saada mallista, mutta kaavoituksen osuus on sellaista, jota ei yleensä ole tallennettuna mallin sisältöön.

Toinen alue perustiedoista on kiinteistön ulkoaluetiedot: ulkoalueisiin kohdistuvat rasitteet, varusteet ja rakennelmat, hoitovastuut, alueella olevat putkistot sekä sähkö- ja tietoverkostot. (KH X7-00437 2010, 2-3.) Ulkoalueita ei useinkaan mallinneta siten, että tämä tieto olisi mallista saatavilla suoraan.

Rakennuskohtaisesti perustiedoista pitää löytyä kunkin rakennuksen tiedot: rakennuksen nimi, rakennusnumero, osoitetiedot, pinta-alan ja tilavuuden kokonaismäärät (bruttoala, tilavuus, kerrosala, huoneistoala, lämmitetty tilavuus, ullakoiden ja kellareiden ala), käyttötarkoitus ja käyttöönottovuosi, koordinaatit, rakennustekniikka, huoneistot sekä yleistilat. (KH X7-00437 2010, 3.) Tämän kaltainen tieto tietomallissa useimmiten löytyy tai olisi mallin tietojen perusteella laskettavissa.

Lisäksi teknisistä järjestelmistä kiinteistönpidossa olisi hyvä tietää perustiedot lämmitys-järjestelmistä: laskennalliset mitoitus- ja lämmönhankinta- ja lämmönluovutus-

tapa. Vesi- ja viemärijärjestelmistä tarpeellinen on vesijohtoverkoston normivirtaama. Ilmanvaihtojärjestelmistä sekä sähköjärjestelmistä perustiedoissa ilmoitetaan laskennalliset mitoitus tiedot. Muista LVI-teknisistä järjestelmistä sekä tieto- ja muista järjestelmistä ilmoitetaan mitä järjestelmiä kiinteistössä on. (KH X7-00437 2010, 3.) Myöskin tämä tieto on tietomallin avulla usein kerättävissä.

6.2 Tilat

Kiinteistön perustietojen lisäksi toinen merkittävä hyöty tietomallien sisällöstä saadaan hyvin määritellyistä tilatiedoista. Tietomallintamisessa suositellaan tilojen luokittelun yhteydessä käytettäväksi aikaisemmin esitettyä Rakennustietosäätiön julkaisemaa Talo 2000 tilanimikkeistöä, joka jäsentää rakennuksen itsenäisiksi huoneistotyypeiksi ja tilatyypeiksi. Tilatyypit vastaavat rakennuksen huoneistoihin sijoittuvia tyypillisiä toimintoja, joita tarvitaan, kun käyttäjä ja suunnittelija määrittävät tiloille toimivuusvaatimukset, laatuominaisuudet ja määrän. Nimikkeistöä käytetään tilojen erittelyyn rakennushankkeessa sekä hyödynnetään kiinteistönpidossa muun muassa tilaohjelmassa, tilaselostuksessa ja tilakustannuslaskelmassa. (Niemioja 2005, 16.) Tilakohtaisten tietojen tallentamisessa olisi syytä huomioida nimikkeistön lisäksi myös RT 15-11030 (Huoneselosteen laatimisohe ja malli) ohjekortin ohjeet, jotta mallin yksityiskohtaisia tilatietoja olisi mahdollista hyödyntää tilaohjelmien ja -selosteiden laatimisen lisäksi monissa muissakin yhteyksissä. Huoneseloste on valmiin rakennuksen kiinteistönhallinnan ja tilankäytön apuväline. Se on suunnitelma tilan varusteista, kalusteista, teknisistä laitteista, ilmamääristä ja niin edelleen (RT 15-11030 2011, 1).

Tila on monelta osin suunnittelun lähtökohta ja monet rakennusosat ovat jollain tavalla yhdistettävissä tilaan ja tilan tunnistetietoihin. Tämän vuoksi on erityisen tärkeää, että tilat ovat yksikäsitteisesti tunnistettavissa läpi rakennuksen elinkaaren. Tietomallin kannalta tilan tärkeimmät tiedot ovat tilan tunniste, nimi ja käyttötarkoitus.

Tilan tunniste on kyseisen tilan yksilöllinen numeroista ja mahdollisesti kirjaimista koostuva tunniste ja tilan nimi puolestaan kuvaava nimitys tilalle RT-ohjekortin (RT 15-10635 Esitystapaohjeet, rakennuspiirustukset) mukaisesti esitettyinä lyhenteinä. Tilan käyttötarkoituksella tarkoitetaan esimerkiksi Talo 2000 -nimikkeistön mukaista tilan toiminnallista määrittystä. (RT 15-11030 2011, 1-4).

Pinta-alatietoa ja materiaalitietoa seinistä, katosta sekä lattiasta tarvitaan kiinteistönpidossa määrittäessä ja laskettaessa kiinteistönhoidon määrä-, laajuus- ja laatutietoja. Lisäksi kaluste- ja laitetietoja voidaan hyödyntää toimitilapalveluissa.

Tilojen lisäksi kiinteistönpidossa tarvitaan tietoja myös erilaisista tilaryhmistä, kuten huoneistoista sekä palo- ja muista osastoista. Lisäksi tilaryhmistä voidaan saada laskemalla tietoa esimerkiksi rakennuksen kokonais- ja kerrosaloista.

6.3 Rakenteet ja rakennusosat

Rakenteiden tietosisältö määräytyy rakennesuunnitteluohjeiden mukaan. Kiinteistönpidossa varsinaisten rakenteiden tietojen merkitys on suhteellisen pieni, mutta rakenteiden rakennetyyppien listaus voisi olla käyttökelpoinen esimerkiksi PTS:n tekemisessä. Yksityiskohtaisille rakennekuvauksille, esimerkiksi liitoksille ja niin edelleen, ei kuitenkaan ole tarvetta. Seinien, kattojen ja lattian pintamateriaalit on hyvä tietää, kuten tuli esille jo tilojen tietosisällön yhteydessä. Ikkunoista ja ovista on hyödyllistä saada listattua perustiedot.

Ikkunoiden, ovien ja kalusteiden rakennusosaselosteiden yleiset laatimisohteet on esitetty RT-ohjekortissa RT 15-11026 (Ikkuna-, ovi-, kaluste- ja huoneselosteiden laatimisohe). Selosteeseen kootaan olennaiset ikkunaa, ovea tai kalusteita kuvaavat ominaisuustiedot. Näitä tietoja ovat muun muassa: yksilöllinen tunniste, tyyppi, sijainti, mittatiedot, paloluokka, ääneneristävyys, lämmöneristys, materiaali sekä väri. (RT 15-11026 2011, 4.)

Tarkemmat ohjeet ja esimerkit kullekin selosteelle esitetään RT-ohjekorteissa RT 15-11027 (Ikkunaselosteen laatimisohe ja malli), RT 15-11028 (Oviselosteen laatimisohe ja malli) sekä RT 15-11029 (Kalusteselosteen laatimisohe ja malli). Näiden selosteen tietojen avulla voidaan koostaa erilaisia listauksia kiinteistönpidon tarpeisiin muun muassa korjaushankkeisiin, pitkän tähtäimen suunnitelmaan ja niin edelleen.

6.4 Talotekniset järjestelmät ja laitteet

Kiinteistön perustiedot kohdassa esitettyjen kohtien lisäksi taloteknisistä tiedoista kiinteistönpidon kannalta tärkeimpiä ovat järjestelmät ja niiden palvelualueet sekä järjestelmien osat ja laitteet.

Taloteknisistä järjestelmistä lämmitys, ilmanvaihto, vesi- ja viemärijärjestelmille sekä sähköjärjestelmille on kaikille järjestelmille oltava yksilöllinen järjestelmätunnus. Samaten järjestelmien palvelualue on tiedettävä eli alue, johon kyseinen järjestelmä vaikuttaa. Samoin on toimittava sprinkleri-, jäähdytys-, paineilmajärjestelmien ja muiden erikoisjärjestelmien tapauksessa.

Taloteknisten järjestelmien osia ovat muun muassa putket, kanavaosat ja kaapelihyllyt. Kiinteistönpidon kannalta on usein riittävää, että näille runkojärjestelmille on esitetty niiden reititys sekä geometriatieto.

Sen sijaan järjestelmiin kuuluville laitteille on tärkeää, että niille on annettu myös päivitetty ominaisuustiedot. Oleellisin tieto on yksilöllinen laitetunnus, jonka pitää pysyä muuttumattomana. Muita tärkeitä parametreja ovat laitteen sijaintitieto, laitteen valmistaja ja tyyppi, sekä käyttöönotto- tai valmistuspäivämäärä. Näiden lisäksi hyödyllisiä tietoja voisivat olla takuutieto, korjaushistoria sekä linkki laitteen dokumentaatioon.

Kiinteistönpidon kannalta varsinkin säännöllistä huoltoa vaativat laitteet ja osat ovat kiinnostavia sekä se, millaista huoltoa ja kuinka usein ne tarvitsevat. Vaihdeettavat osat kuten hihnat, suodattimet sekä puhdistettavat osat ovat osa huoltokirjan huolto-ohjelmia. Myös suunnitellut ja asetetut mitoitusarvot ja asetusarvot ovat tarpeellista tietoa.

6.5 Muut tiedot

Hankkeen suunnittelun ja toteutuksen aikana syntyneen teknisen datan lisäksi kiinteistönpidossa syntyy käytön ja ylläpidon aikana paljon tietoa. Tämän tiedon talletuksesta ja päivittämisestä täytyy huolehtia, jotta tämä tieto on käytettävissä eri toiminnoissa. Täl-

laista tietoa on muun muassa dynaaminen data, hälytys- ja vikatiedot sekä palvelupyynnöt. Myös kiinteistönpidon suunnitteluvaiheessa syntyy tietoa esimerkiksi lukuisia huolto-ohjelmia.

6.5.1 Dynaaminen data

Kiinteistönpidossa pysyvän staattisen tiedon lisäksi on paljon muuttuvaa dynaamista tietoa. Tällaista tietoa on muun muassa energiankulutustiedot, käyttöajat, tilatiedot, hyötysuhteet ja erilaiset käyttöastetiedot. Tätä tietoa saadaan mittaroinnista ja kiinteistöautomaatiosta, mutta dynaamista dataa tarvitaan myös esimerkiksi tilapalveluissa varattujen tai vapaiden tilojen muodossa.

Dynaamisen datan avulla pystytään seuraamaan kiinteistön senhetkistä toimintatilaa sekä erilaisia kehitystrendejä. Myös vikatilojen havaitseminen ja selvittely vaatii dynaamisen datan hyväksikäyttöä. Kiinteistöautomaation kautta tapahtuva ohjaus perustuu myös mittarointiin ja mittauslukemien vertailuun asetusarvoihin sekä näiden avulla tehtäviin säätöihin. Näin ollen dynaamisen datan käyttö moderneissa kiinteistöissä on varsin laaja-alaista.

6.5.2 Paikantaminen ja havainnollistaminen

Kiinteistönpidon toiminnoissa tarvitaan eri näkymiä kiinteistön tiloista lukuisissa tapauksissa paikallistamiseen ja havainnollistamiseen. Näkymistä on hyvä olla valmiina jo talletettuna ainakin ne useimmin käytetyt. Tilapalvelun tarkoitukseen esimerkiksi kulunhallintaan ja turvallisuuspalveluihin tarvitaan kulkureittejä ja opaskarttoja. Samoin opasteita käytetään huollon ja korjaushenkilöiden opastukseen teknisten laitteiden luo. Muita tämän alueen käyttökohteita on esimerkiksi vapaiden ja varattujen huoneiden visualisointi.

6.5.3 Palvelupyynnöt, vikatilanteet ja hälytykset

Oleellinen osa kiinteistönpidon tehtäväkenttää ovat palvelupyynnöt, erilaiset vikatilanteet ja hälytykset sekä niihin reagointi ja vastaaminen. Vikaselvittelyä helpottamaan on hyvä

järjestelmässä ensinnäkin tietysti laitetieto, jotta vika voidaan kohdistaa oikeaan järjestelmään ja laitteeseen. Myös laitteen sijaintitieto on hyvä olla tässä yhteydessä selvillä, jotta nopeasti paikallistetaan hälyttävä kohde. Mikäli sijainti pystytään samalla visuaalisesti näyttämään tai jopa esittämään kulkureitti kohteelle, niin vasteaika saadaan mahdollisimman lyhyeksi. Vian vaikutusten arvioimisen helpottamiseksi puolestaan pitää tietää järjestelmän tai laitteen palvelualue, jotta nähdään esimerkiksi, mitä tiloja vian vaikutukset koskevat.

Yksi keskeinen vianhallinnan toiminne on niin sanotun root causen löytäminen. Eli sen alkuperäisen vian löytäminen, jolla voi olla vaikutuksia isoon joukkoon laitteita. Tällöin hälytyskartan visualisoinnista on merkittävä apu kartoitettaessa sitä, mikä voisi olla se perimmäinen vian aiheuttaja.

Vikaantumisista ja vaadituista huoltotoimenpiteistä on hyvä pitää historiatietoa ja tilastoida toimenpiteet järjestelmä- ja laitekohtaisesti. Tällä päästään perille niiden yleisestä toimivuudesta ja pystytään kartoittamaan uusimistarpeet lyhyellä ja pitkällä tähtäimellä.

6.5.4 Huoltotieto ja -ohjelmat

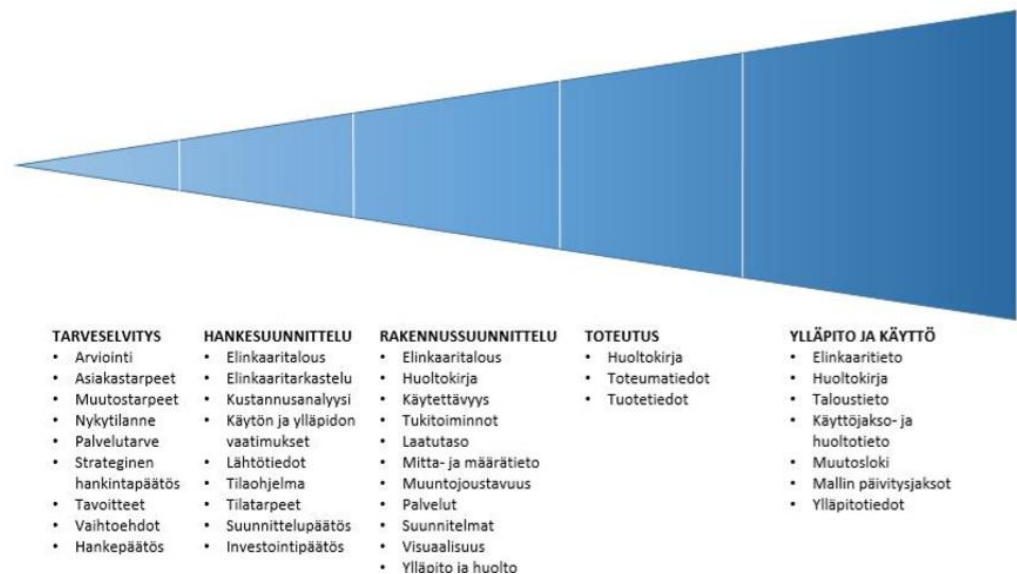
Huoltokirjaan liittyy oleellisesti kiinteistön huolto-ohjelmat. Näiden avulla on pyritty järjestelemään kiinteistön huollon tehtäviä paremmin hallittaviksi kokonaisuuksiksi. Huolto-ohjelmassa on määrätty tehtävät ajoitettu valmiiksi ja niiden suorittamista seurataan huoltohenkilökunnan tekemien huoltotietojen avulla.

6.5.5 Tavoiteolosuhteet ja asetusarvot

Olosuhteiden seuranta varten on hyvä olla talletettuna tilakohtaiset sisäilmaston ja energiakulutuksen tavoiteolosuhteet. Tämän lisäksi kaikki suunnitellut ja päivitetyt asetusarvot sekä tavoitellut käyntiajat ja muut asetuksilla säädeltävät parametrit.

7 TIETOSISÄLTÖ JA TIEDON KÄSITTELY

Kiinteistön elinkaaren aikana ja sen eri vaiheissa kumuloituu iso määrä tietoa kiinteistön mukana ylläpidettäväksi. Alla olevassa kuvassa on kuvattu tätä kumuloitumista elinkaaren eri vaiheiden aikana. Kertyneen tietomäärän hallinta saattaa muodostua hankalaksi, ellei sen ylläpitoa ole suunniteltu etukäteen. Tässä yhteydessä tiedon hallintaa käsitellään tietomallien ja hiukan myös niihin mahdollisesti yhdistettävien muiden tiedon tallennuspaikkojen näkökulmasta.



KUVA 5. Tiedon kumuloituminen elinkaaren aikana (Halmetoja 2016, 12.)

Tietomallit nykyisellään yleisesti nähdään joko suunnittelualakohtaisten natiivimallien laajan tietosisällön omaavina suunnittelumalleina, tai sitten vaihtoehtoisesti IFC-standardin tiedostoformaatin mukaisina koottuina yhdistelmämallina. Näistä kumpaakaan vaihtoehtoa ei voida nähdä sellaisinaan ylläpidon käyttötarkoituksiin soveltuvana. Lisäksi ongelmalliseksi voidaan kokea se, miten mallipohjaista tietoa voidaan ylläpitää kiinteistön ylläpitovaiheen aikana. (Kiviniemi 2017a.)

7.1 Tiedon hierarkia ja yhdistäminen

Tietomallissa tiedolla on oltava oma hierarkia ja hierarkia riippuu pitkälti siitä, millaisesta objektista on kyse. Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmällä tämä voi olla rakennus/ilmanvaihtojärjestelmä/yksittäinen tulo- tai poistoilmakone/toimilaite. Näistä irrallisia, mutta läheisesti riippuvaisia ovat vielä palvelualue- ja tilaobjektit. Tämä hierarkia pitää olla tiedossa, jotta yksittäinen laite voidaan yhdistää oikeaan järjestelmään ja tilaan sekä järjestelmä palvelualueeseen. Tällöin kyseisten objektien välillä pitää olla relaatio, jonka avulla objektit linkitetään keskenään. Samoin relaatio pitää olla esimerkiksi seinän sekä siihen liittyvien ikkunoiden ja ovien välillä. Kaikkien toisistaan riippuvien objektien pitää toisin sanoen tietää mihin toisiin objekteihin ne liittyvät. Koko kiinteistön objektien väliset relaatiot ovat näin ollen varsin moninaiset. Yhden ja saman mallin sisällä nämä relaatiot ovat olemassa, mutta eri suunnittelualan mallien välillä näitä suhteita ei ole helppo järjestää. Kiinteistönpidon kannalta tämä olisi ehdottoman tärkeää, jotta järjestelmien ja laitteiden vaikutusalueet ja tiloja palvelevat järjestelmät ja laitteet olisivat selvillä.

Toinen asia, joka liittyy objektin tunnistamiseen ja tiedon yhdistämiseen laitteeseen on kunkin objektin yksikäsitteinen tunnistaminen. Tietomallin kuhunkin laitteeseen ja rakennusosaan pitää liittyä aina ohjelmallinen tunnistetieto, jonka tulee säilyä tietomallintamisen eri vaiheissa. Kaikki IFC -pohjaiset ohjelmistot perustuvat yksiselitteisen Global Unique ID:n (GUID) käyttöön, joten tämän tunnisteiden säilyminen on erityisen tärkeää käytettäessä tiedonsiirtona IFC-formaattia. (Niemioja 2005, 8.) Ohjelmallisesti luotu GUID-tiedosto pakataan vielä tiedonsiirtoa varten, ja tätä pakattua GUID:ia kutsutaan IFC-tiedonsiirrossa nimellä IFC-GUID. Pakkauksen tuloksena on kiinteä 22 merkin pituinen merkkijono, jonka käsittely pitää IFC spesifikaation mukaan olla toteutettuna ohjelmistoihin (bSI IFC GUID specification n.d.) Tiedon yhdistämisessä tietomallin ja ulkoisien tietolähteiden ja tallennuspaikkojen, esimerkiksi tietokantojen välillä, on tärkeää, että niillä on käytössä tämä sama tunnistustieto. Kiinteistönpidon kannalta tunnistamisen merkitys korostuu siinä, että laitteisiin, järjestelmiin ja muihin objekteihin liittyvä kaikki saatavilla oleva tieto pystytään yhdistämään ja tätä tietoa käyttämään päätöksenteon apuna ja tukena.

7.2 Tiedon käytettävyys ja ajantasaisuus

Erittäin tärkeä asia tietomallien käytettävyyden kannalta kiinteistön ylläpidossa on se, että siinä oleva tietosisältö on ajan tasalla ja aina käytettävissä kun sitä tarvitaan. Tämä on samalla yksi tietomallinnuksen käytön keskeisistä ongelmista: Miten päivittynyt tieto päivitetään tietomalliin?

Nykyisellään tiedonsiirto IFC-tiedonsiirrossa on yksipuolinen. Tieto saadaan ohjelmistoista siirrettyä IFC-malliin, mutta tietoa ei voida päivittää IFC-malliin eikä sitä saada IFC-mallista alkuperäisiin ohjelmistoihin. Näin ollen muutokset pitää aina tehdä alkupe-
räiseen natiivimuotoiseen malliin. Tämä on tärkeää myös sen kannalta, että alkuperäisten tiedostojen pitää olla joka tapauksessa ajantasaisia. Tämän vuoksi päivityksiä ei käytännössä pystytä tekemään heti muutoksen yhteydessä, vaan tiedot muutoksista pitää kirjata ylös ja hoitaa päivitys kootusti myöhemmin. Tietomallien päivitykseen tarvitaan myös ylläpitojärjestelmä, sillä huoltohenkilöstöllä ei natiivimallien päivittämiseen ja niitä käsittelevien ohjelmistojen käyttöön ole välttämättä resursseja. Tämän ylläpidon organisointiin tarvitaan suunnitelma ja ohjeet mitä, koska ja mihin tieto päivitetään sekä mihin ja missä muodossa tietoa säilytetään päivitysten välillä. Päivitetyistä natiivitiedostoista tieto pitää edelleen organisoidusti siirtää IFC-malliin ja muodostaa uusi päivitetty ylläpitomalli. IFC-formaatin ei arvioida täysin soveltuvan ainoaksi ylläpidettäväksi tietomallitiedostojen osalta, koska muunnoksissa häviää aina alkuperäisen mallinnusohjelman käyttämää älykkyyttä, muun muassa osa parametrisyyttä. Tämän ongelman ratkaisu edellyttää joko tiedonsiirtoformaattien kehittymistä tai erillistä tietomallien ylläpitopalvelujen käyttöä. (Kiviniemi 2017b, 1.)

Oleellinen kysymys on, että miten varmistetaan tiedon oikeellisuus ja se, että kaikki tieto tulee päivitettyä malliin? Laadunhallinnan lisäksi myös tietomallin versiohallinta muodostuu tässä keskeisen tärkeäksi asiaksi huomioida. Lisäksi on pidettävä mielessä se, miten versionhallinta ja käytettävyys hoidetaan kaikkien eri ohjelmaversioiden kanssa. Eli yhteensopivuusongelmista selviytyminen, kun eri ohjelmistoja pitää päivittää uudempiin versioihin, jolloin taaksepäin yhteensopivuus pitää varmistaa.

7.3 Tiedon säilytyspaikka ja saatavuus

Tietomallien yleinen ajatusmalli on, että elinkaaren aikana mallissa ylläpidetään ensisijaisesti rakennuksen osien tunnistetietoja ja luokittelutietoja sekä tietoja niiden geometriasta. Muu ominaisuustieto olisi sitten tallennettu linkitettyinä esimerkiksi tietokannoissa, jossa sitä on kannattavampaa ja yksinkertaisempaa ylläpitää. (Kiviniemi 2017b, 13.) Tietomallin ja tietokantojen tietoa voidaan sitten yhdistää edellä esitettyjen tunnistetietojen ja reaalioiden avulla. Se mitä tietoa tietomallissa tai toisaalta tietokannassa ylläpidetään, on pitkälti sopimuskysymys, mutta tämä rajapinta pitää olla kuitenkin tarkasti määritetty.

Itse tietomallien säilytyspaikka riippuu pitkälti mallin käyttötavoista. Kiinteistönpidon näkökulmasta merkittävä asia on mallin saatavuus paikkariippumattomasti ja siten myös mobiililaitteilla. Kiinteistöjen ylläpidossa tietomallin tallennus toteutunee parhaiten mallipalvelin pohjaisena (Kiviniemi 2017b, 1).

7.4 bSF:n talonrakennuksen vakiointihanke

Tietomallin koneluettavuuden edellytys on, että eri ohjelmistot koodaavat rakennusosien ominaisuudet yhteisesti sovitulla tavalla tuotettavaan tietomalliin. Tällöin tietomallin sisältö on yhdenmukaista ja määrämuotoista. Nykyisin sisältö on pitänyt määritellä joko yritys- ja projektikohtaisesti tai sovelluskohtaisesti. Suomessa BuildingSMART Finland on tehnyt omat ehdotuksensa sisältövaatimuksista kullekin suunnittelualalle: arkkitehtimallille, rakennemallille ja talotekniikan tietomallille. Nämä ehdotukset perustuvat IFC-standardin mukaisten tiedon ryhmittelyjen eli niin sanottujen propertyset-määrityksien käyttöön sekä lisäksi bSF:n IFC-määrittelyihin tekemiin omiin laajennuksiin. bSF:n talotoimialaryhmä julkaisi kesän 2017 ajalle koekäyttöön näiden alojen tietosisällön nimikkeistöjä, ja tämän koekäytön kokemusten jälkeen julkaistaan aineistoa kokemusten perusteella. Aineisto täydentäisi YTV2012 julkaisusarjaa ja nimenomaan tietomallin tietosisällön näkökulmasta. (bSF Nimikkeistöjen koekäyttö 2017.) Tuloksia ja aineistoa koekäytöstä ei vielä ole nähtävillä, mutta hankkeen tavoitteet vaikuttavat olevan juurikin sitä, mitä standardoinnista on tähän asti puuttunut eli järjestelmien, sen osien ja laitteiden koodauksen määrittämistä niin, ettei tulkinta edellytä ihmisen toimia. Tällä bSF:n talonrakennuksen vakiointihankkeella on pyritty korjaamaan tätä oleellista puutetta ja se on merkittävä parannus ajatellen eri järjestelmiä kuten esimerkiksi määrälaskentaa, mutta myös

kiinteistönpidon eri järjestelmiä sekä niiden kehittämistä ja automatisointia. (bSF Nimikkeistöjen koekäyttö 2017.) Valitettavasti nämä kolme määrittelyä eivät vielä ole tasoltaan yhtenevät eikä tarkkuustaso kaikilta osin riittävä muodostamaan yksikäsitteistä ohjetta yksistään näiden määrittelyiden pohjalta. Talotekniikan määrittely on näistä dokumenteista kattavin, mutta esimerkiksi rakennemallin dokumentissa sisältöä ei ole vielä riittävän tarkasti kerrottu.

Tärkeimmät määrittelyt arkkitehti ja rakennusmallien suunnittelualojen tietosisällöksi ovat aikaisemminkin esitelty yksikäsitteinen tunniste GUID (Global Unique Identifier), kerrokset (IfcBuildingStorey), tilat (IfcSpace ja IfcZone) ja rakenteet (esimerkiksi IfcSlab, IfcWall, IfcWindow, IfcDoor) sekä niiden mitat, materiaalit ja muut ominaisuudet. Kiinteistönpidon kannalta tärkeitä ovat myös seinien, lattian ja ikkunoiden pinta-alat esimerkiksi kiinteistönhoidon kilpailuttamista sekä järjestämistä ajatellen.

Talotekniikan mallintamisessa on hyödynnetty sekä IFC standardin mukaisia määrittelyksiä, että luotu kokonaan uudet propertysetit: bSF_General, bSF_Location, bSF_Installation, bSF_Product, bSF_Technical ja bSF_Physical. Näiden avulla on pyritty muodostamaan kattava tietosisältö LVI- ja sähkösuunnittelualoille. Tietosisällöstä suuri osa on asennuskohtaista ja palvelee esimerkiksi määrälaskentaa ja vastaavia sovelluksia.

Kiinteistönpidon kannalta talotekniikan tietosisällön vakiointihankkeen tärkeimpiä kenttiä ovat ensinnäkin jo edellä esitetyt aiemmista suunnitteluvaiheista talotekniikkamalliin tulevat sijainti- ja tilatiedot. Näiden lisäksi IFC-standardin mukaisesti talotekniikan sovelluksessa määritetään järjestelmän tunnus ja nimi sekä tietysti GUID.

bSF_Generalissa on talotekniikan puolelle määritetty myös kiinteistön perustietoja kuten esimerkiksi kiinteistö- ja rakennustunnus. Nämä pitää kuitenkin tulla jo arkkitehtimallista, mutta ne ovat oleellisia kiinteistönpidon kannalta. bSF_Generalissa on myös tekniikan ala (esim. ilmanvaihto tai sähkö) ja objektin tyyppi (esim. palopelti tai jakokeskus).

bSF_Location puolestaan sisältää objektin sijainti-, tila- ja palvelualue tiedon. Näistä sijainti- ja tilatieto tulee arkkitehtimallista, mutta palvelualue tiedon päivittää talotekniikan sovellus. bSF_Installation puolestaan sisältää asennusteknistä tietoa muun muassa asennustavan, asennuskoron ja muita tämänkaltaisia tietoja, joilla ei ole kovin isoa merkitystä kiinteistönpidon sovellusten kannalta.

bSF_Product, bSF_Technical ja bSF_Physical ovat siinä mielessä ongelmallisia, että osa tietosisällöstä olisi hyvä tulla tuotemallista, kun taas osa tiedoista tulee suunnittelijan toimesta. Kiinteistönpidon kannalta ei ole väliä kummasta lähteestä tieto on peräisin, kunhan tieto on saatavilla ja yksikäsitteistä. Näissä tiedoissa on itse objektiin liittyviä attribuutteja, kuten valmistajatiedot, materiaali, kokotiedot, teho ja niin edelleen. Tämä asettaa vaatimuksia globaaliin tuotemallintamiseen, jotta tuotetta valittaessa tieto saataisiin oikeaan paikkaan ilman suunnittelijan toimia. Toisaalta näissä propertyseteissä on myös suunnittelusta saatavia mitoitustietoja sekä asetusarvoja, jotka ovat myös oleellisia kiinteistönpidon kannalta.

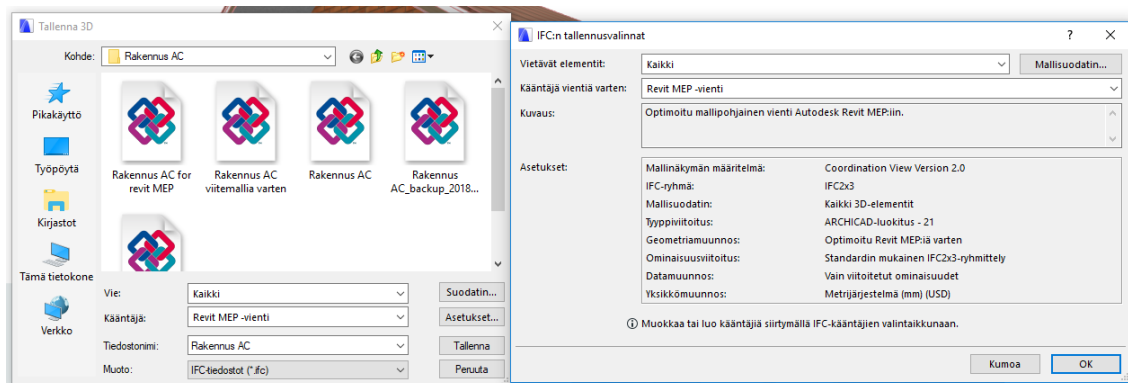
Tärkeää on myös se, mitä on esitetty vakiointihankkeen talotekniikan osuudessa: sovellus, joka kertoo millä ohjelmistolla suunnitelma on tehty. Tästä on apua suunniteltaessa esimerkiksi kiinteistönpidon sovelluksia ja joudutaan tekemään sovelluskohtaisia ratkaisuita. Tämän tiedon avulla tiedetään millä ohjelmistolla suunnitelma on tehty ja voidaan räätälöidä sovellusta tältä osin, vaikkei räätälöinti toivottavaa olekaan.

7.5 Natiivitiedostoihin ja IFC-malliin saatava tietosisältö

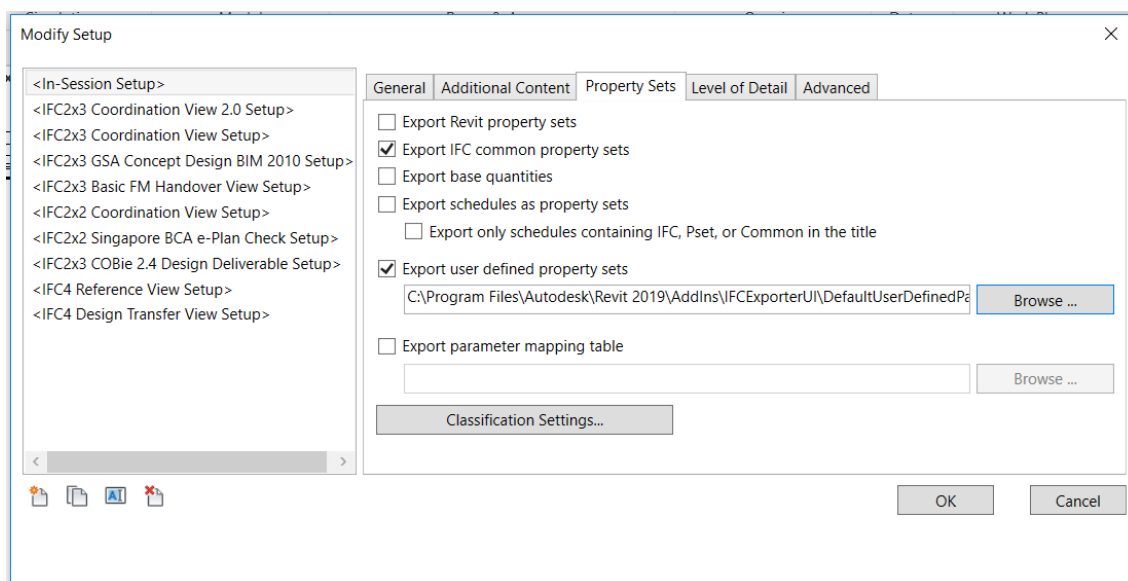
Mikäli on päästy yhteisymmärrykseen siitä, mihin kenttiin esimerkiksi kiinteistönpidon tarvitsema tieto syötetään, herää seuraavaksi kysymys siitä, säilyykö tieto IFC-malliin ja onko se löydettävissä mallista käytettävien ohjelmistojen avulla. Tietokentät näyttävät loogisilta ja melko yksiselitteisiltä syötettäessä niitä mallinnusohjelmassa, mutta välttämättä ei tiedetä sitä, mihin IFC-kenttiin kyseisen ohjelman export-toiminto tiedon kirjoittaa. (Kiviniemi 2017b, 9.) Missään käytettävien ohjelmistojen nykyisessä IFC export-toiminnoissa kaikkien eri suunnittelualojen malleihin syötetty tieto ei välttämättä siirry IFC-malliin, joten niiden tietosisältö ei täysin korvaa alkuperäismallien sisältöä. IFC-tiedon siirrossa malleista saattaa usein kadota sellaista parametrisyyttä, joka on välttämätöntä rakennusosien muokkaamiseen ja esitystapojen hallintaan. (Halmetoja 2016, 17.)

Ohjelmistoista esimerkiksi ArchiCAD ja MagiCAD for Revit eivät oletusarvoisesti tue edellä esitettyjä kiinteistönpidon kannalta oleellisia parametreja ja niiden siirtoa IFC-malliin. Nykyisellään on käytössä eri ohjelmistokohtaisia asetuksia tehdä optimoituja IFC-

tiedostoja eri käyttötarkoituksiin. Esimerkiksi ArchiCAD:ssa on käytössä eri IFC-kääntäjiä, jotka tekevät eri käyttöön soveltuvia ja optimoituja IFC-tiedostoja. MagiCAD for Revitissä asetuksissa pystytään myös lisäämään käyttäjän määrittelemiä propertyset-ryhmiä. Käyttäjien on pystyttävä huolehtimaan siitä, että IFC-asetukset ovat kunnossa ja siirtämään tiedot ohjelmistoille yhtäläisillä asetuksilla IFC-tiedostoon. Nämä asetukset on otettava tietomallinnusta suunniteltaessa huomioon silloin, kun tiedetään kiinteistönpidon apuna olevat sovellukset ja niiden asettamat vaatimukset IFC:lle.



KUVA 6. ArchiCAD:n IFC-vienti



KUVA 7. MagiCAD for Revit IFC-viennin määrittely

Myös osamallien yhdistämisen ohjelmistot ja muut IFC-mallia hyödyntävät ohjelmistot, esimerkiksi katseluohjelmistot, pitäisi saada ymmärtämään kyseiset määrittelyt siten, että olisi mahdollista siirtää tiedot myös muodostettavaan yhdistelmämalliin tai ylläpito-malliin ja nähdä kiinteistönpidon kannalta oleelliset parametrit näistä malleista.

8 HAVAINTOJA TIETOMALLIEN KÄYTÖSTÄ

8.1 Edellytykset tietomallipohjaiselle kiinteistönpidolle

Yleisestikin mietittäessä edellytyksiä tietomallinnuksen hyödyntämiselle kiinteistönpidossa, pitää miettiä mitä etuja saavutetaan mallinnuksen käytöllä verrattuna perinteiseen dokumentaatioon. Tähän vaikuttaa monta asiaa, kuten rakennuksen koko, luonne, käyttötarpeet, samoin kun organisaationkin ominaisuudet.

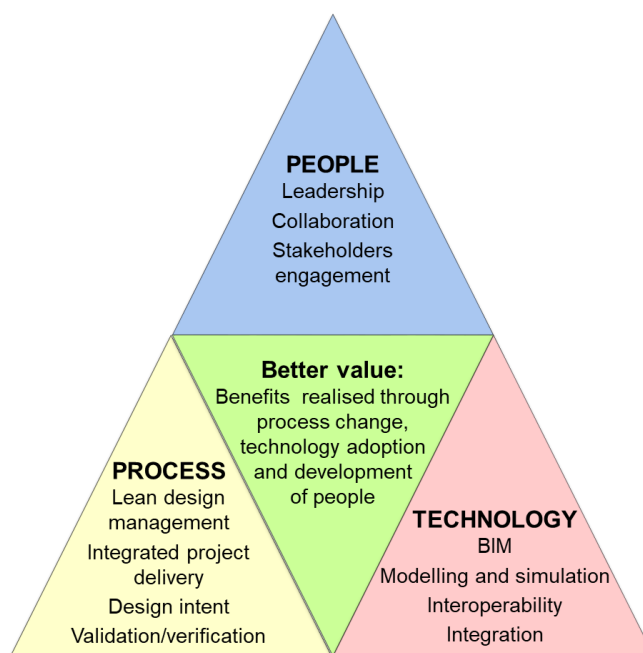
Mikäli tietomallipohjaiseen ylläpitoon halutaan mennä, niin ylläpitovaihetta ajatellen pitää tehdä kattava tietomallisuunnittelu, jossa tilaajan rooli on erityisen tärkeä. Ylläpitoorganisaation edustajia ei ole yleensä mukana hanke- tai suunnitteluvaiheessa, joten tilaajan rooli suunnittelussa korostuu. Hankkeeseen ryhdyttäessä on tiedettävä etukäteen, mitä sovelluksia ylläpidossa käytetään ja mitä tietosisältöä ne vaativat. Tietomallin suunnittelussa pitää nämäkin asiat huomioida. Samoin suunnittelussa on mallin kattavuuden ja sisällön lisäksi mietittävä sitä, että mallista tulee ylläpidettävä ja päivitettävä. Oleellista on määritellä, mikä tieto on päivittyvää ja päivitystiheys tälle tiedolle sekä se, mille käyttäjäryhmälle mikin tieto on tarpeellinen. Kaikki tämä, kuten tietomallipohjainen suunnittelu yleensäkin, vaatii parempaa yhteistyötä suunnittelijoiden välillä ja erilaista asennoitumista. Käytössä on oltava niin ikään yhteensopivat ohjelmistot, jotta kaikki oleellinen tieto on saatavilla ja tietojen päivitys ylläpitomalliin onnistuu.

Kuten aikaisemmin on tullut esille, on kiinteistönpidon tarvitsema tiedontarve laajaa. Ylläpitovaiheessa olisikin riittävää, että vain ylläpidon kannalta oleellista tietoa ylläpidetään ja priorisoidaan tiedontarpeet tarkasti, jotta järjestelmästä ei tulisi liian raskas. Kaikkea tietoa ei siitäkään huolimatta voi sisällyttää siihen mitä usein käsitetään tietomallilla eli suunnitteluvaiheesta saatavaan yhdistelmämalliin tai ylläpitomalliin. Mikäli tietomallikäsitettä laajennetaan käsittämään myös ulkoiset tietovarastot kuten tietokannat, näkymä tiedon tallennukseen muuttuu. Tällöin oleellista onkin se, että tieto-oliot ovat hyvin linkitettyinä ja niiden relaatiot kunnossa. Tämän järjestelmän toteuttaminen vaatii kokonaisvaltaista näkemystä, suunnittelua ja tietoteknisiä ratkaisuita, joihin tässä yhteydessä ei oteta kantaa. Tilaajalla onkin oltava selkeä käsitys siitä, onko mallinnuksen tavoitteena 3D-pohjainen dokumentointijärjestelmä vai tietomallipohjainen ylläpitojärjestelmä (Savolainen 2016, 8).

Mikäli tietomallia halutaan hyödyntää kiinteistön ylläpitovaiheessa, pitää mallin tarkkuustason olla riittävä, jotta sen tietosisältö vastaa ylläpitovaiheen tarpeita. Ylläpidon vaatimuksia ei olla mietitty YTV2012:n mukaisessa tarkkuustasojen jaottelussa, mutta soveltuvien osien mallintamisen pitäisi täyttää tason 3 vaatimukset. Tason 3 käyttötarkoituksina ovat työmaan aikataulutus ja hankinnat ja tason 3 vaatimuksina on, että sijainti ja geometria on mallinnettu sekä hankintaa varten oleelliset tiedot ovat esimerkiksi attribuuttikenttinä rakennusosissa ja ne voidaan myös listata. YTV2012:ssa annetaan esimerkkinä ikkunan vaatimustasoksi: ikkunan tyyppi, aukkomitat, db-vaatimukset ja niin edelleen. (Henttinen 2012b, 7.)

8.2 Tietomallinnuksen haasteet kiinteistönpidon kannalta

Tietomallinnus on kuitenkin varsin uutta tekniikkaa ja sen käytössä yleensäkin on paljon selvitettäviä ja ratkaistavia haasteita eri aihealueista. Esillä on ollut ajatus siitä, että kun tietomallinnusta hyödynnetään niin tärkeintä ei ole tekniikka vaan yhteistyön merkityksen korostaminen. Tietomallintamisen käyttöönotto onkin vielä toistaiseksi tapahtunut suurelta osin teknologialähtöisesti. (Kiviniemi 2013.) Alla olevassa kuvassa on esitetty, miten teknologia on vain yksi osa kehitettäessä mallinnuksen hyödyntämistä. On mietitty paljon teknisiä ongelmakohtia, jotka nekin toki vaativat ratkaisuja. Kuitenkin tekniikan lailla yhtä tärkeitä ovat ihmiset, organisaatio ja koko mallinnusprosessi. Kun kaikki nämä osa-alueet on otettu huomioon ja ovat kunnossa, niin hankkeessa on yleisestikin hyvät edellytykset onnistua tietomallien käytön hyödyntämisessä. Käytön aikaisten toimintojen ja kiinteistön ylläpidon näkökulman huomioiminen tuo tähän vielä omat haasteensa sekä organisaation ja prosessien, mutta myös teknisten ratkaisujen osalta.



KUVA 8. Tietomallinnuksen osa-alueet (Kiviniemi 2013, 33)

Kiinteistönpidon kannalta organisatoriset haasteet eli inhimilliset ja prosessiin liittyvät haasteet ovat myöskin ratkaisevassa asemassa ajatellen sitä, millainen tietomallinnuksen ja kiinteistönpidon välinen rajapinta tulevaisuudessa on. Osa haasteista on sellaisia, että niiden ratkaisut kehittyvät, kunhan saadaan lisää kokemuksia ja pilottikohteita sekä esimerkkejä onnistuneista malliperusteisista ylläpitoprojekteista. Kokemuksien ja osaamisen puute ja siihen liittyvä muutosvastarinta vaadittavalle toimintatapojen muutokselle on aina läsnä tämän tyylisissä kehitysprojekteissa. Vakiintuneista toimintatavoista pitää luopua ja siirtyä enemmän yhteistyötä korostaviin tapoihin. Tämä koskee niin ihmisiä kuin koko organisaatiota ja hankkeita. Nykyisillä sopimusmalleilla ei organisaatioiden välille saada riittävän laajaa yhteistyötä mahdollistavaa toimintatapaa aikaiseksi tiukoista organisaatorajoista johtuen. Tämä koskee sekä jo pelkästään rakennusvaiheen aikaista hanketta että erityisesti hankkeita, joissa ylläpito-organisaatio olisi myös mukana mallintamista kehittämässä.

Sopimusmalleihin läheisesti liittyy myös mallintamisen haasteet oikeudellisuuden näkökulmasta. Tietomallissa saattaa olla yritysten omia innovaatioita yms. omistusoikeudellisia seikkoja. Nämä asiat herättävät kysymyksen, kenen omaisuutta tietomalli on ja miten mallin omistusoikeus saadaan siirtymään ylläpito-organisaatiolle sekä luovutuksessa että myöhemmin tapahtuvien kiinteistökauppojen yhteydessä. Selkeää vastausta näihin kysymyksiin ei ollut löydettävissä, vaan näissä asioissa tarvitaan lisää lainopillista selvittelyä.

Tietomallinnuksen prosessin haasteisiin voidaan lukea myös tietosisältöön ja sen päivittämiseen liittyvät haasteet. Ongelmia esiintyy usein siinä, että mallin sisältämä tieto ei ole ajan tasaista. Oleellista tietoa puuttuu, on päällekkäistä tietoa tai sitä ei ole päivitetty muutoksien osalta. Syntyy itseään ruokkiva kierre siten, että muutoksia ei enää päivitetä, kun tieto ei muutenkaan ole ajan tasalla. Myös mallinnuksen kattavuudessa saattaa olla puutteita, kuten esimerkiksi ulkoalueiden mallintamisen osalta.

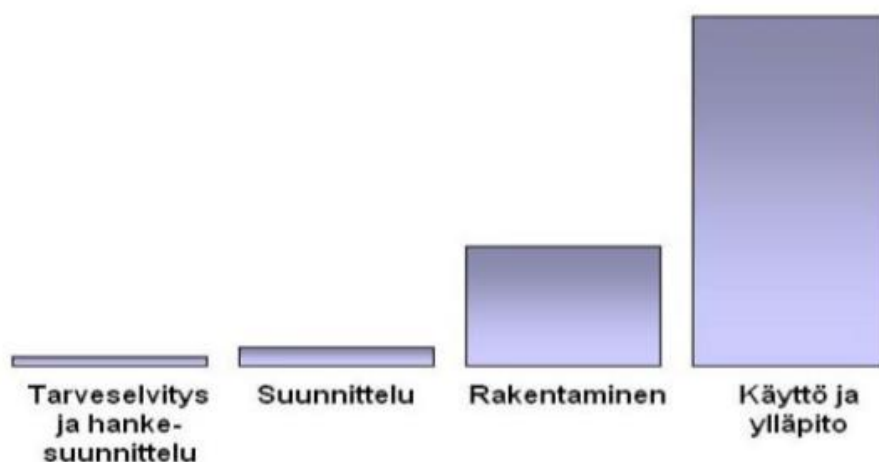
Tietosisällön kattavuuteen ja käytettävyyteen liittyy myös aikaisemmin esitetty kattavan standardoinnin puuttuminen. Yhtenäisistä säännöistä ja ohjeista johtuen tietosisältö on hajanaista. Valmistajien tuotemallikirjastot ovat tuotekohtaisia ja tällöin sisältönä on kyseisen valmistajan tuotetiedot, jolloin esimerkiksi tuotteen vaihtaminen toiseen aiheuttaa haasteen mallin päivittämiselle. Toteutusvaiheen ohella tämä koskee erityisen suuresti ylläpitovaihetta, jossa on tarve laitteiden vaihdoksille vikaantumisten ja käyttötarpeiden tai -olosuhteiden muuttumisen vuoksi. Samaten riippuen käytetyistä ohjelmistoista haluttu tieto saattaa löytyä eri paikoista.

Edellä kuvatuista lähtökohdista on hankala tehdä globaaleja ratkaisuja tai tuotteita ylläpidon tarpeisiin. Niinpä mallinnusta hyödyntävät kiinteistönpito-ohjelmistot ovatkin vielä harvinaisia varsinkin laajemmassa kaupallisessa käytössä. Vielä hankalammaksi menee kiinteistönpidon eri järjestelmien integroiminen yhdeksi toimivaksi kokonaisuudeksi johtuen ohjelmistojen yhteensopimattomuudesta. Kokonaisuuden kannalta järkevää olisi, jos tietoa ei pitäisi siirtää eri järjestelmien välillä, vaan sitä käytettäisiin yhdestä ja samasta paikasta. Tällöin tiedon tallennuspaikka ja -muoto tulisi olla hyvin määritelty ja yksikäsitteinen. Mikäli näihin asioihin löydetään ratkaisu, voidaan saavuttaa riittävä automaation aste, jolloin manuaalisen työn tarve vähenisi järjestelmien yhteensovittamisessa.

Merkittävä tekninen haaste on tietomallien käytettävyydessä. Mallit ovat ylläpitoa varten yksinkertaistettunakin varsin raskaita. Tällöin niitä käyttävien laitteiden suorituskyvyllä asetetaan vaatimuksia. Järjestelmien olisi myös hyvä olla selainpohjaisia, jolloin niitä ei erikseen tarvitse asentaa erikseen jokaiseen laitteeseen. Kun tähän lisätään kiinteistönpidon tarve käyttää sovelluksia ja niiden tietoja mobiilisti tableteilla ja kännyköillä, eivät nykyiset mallit ole käytettäviä ja katseltavissa tämän hetkisillä teknisillä järjestelmillä.

8.3 Tietomallinnuksen kehitys kiinteistönpidon kannalta

Tässä kappaleessa on pyritty kuvaamaan omaa näkemystä siitä, mitä tietomallinnuksen hyödyntäminen tulevaisuudessa voi tuoda erityisesti kiinteistönpidon näkökulmasta. Tietomallinnuksen käyttö yleensäkin rakennushankkeissa luonnollisestikin lisääntyy tulevaisuudessa, mutta myöskin sen käyttö ylläpitovaiheen perustana tai apuna. Tähän vaikuttavat tilaajien vaatimukset kustannustehokkuudesta ja laadusta. Ylläpitovaihe on mahdollista tietomallintamisen avulla saada laadukkaammaksi ja edullisemmaksi nopeammalla aikataululla. Ylläpitovaiheen merkitystä korostaa sen osuus rakennushankkeen koko elinkaaren aikaisista kustannuksista alla esitetyn kuvan mukaisesti. Mikäli ylläpitovaiheen kustannuksia pystytään pienentämään, koko hankkeen elinkaaren kustannukset putoavat merkittävästi. Muita tietomallinnuksen hyödyntämistä ajavia voimia ovat muun muassa ympäristökysymykset ja energiatehokkuuden vaatimukset.



KUVA 9. Rakennuksen elinkaarikustannusten muodostuminen (ProIT 2004, 6)

Työelämä muutenkin on suuntautumassa entistä enemmän korostamaan yhteistyön merkitystä. Kuten edelläkin todettua tietomallinnuksen hyödyntämisessä tekniikan sijasta suurin muutos koskee juurikin yhteistyötä suosivia työympäristöjä. Ylläpidon kannalta tämä tarkoittaa sitä, että ylläpito-organisaation tulisi osallistua jo tietomallipohjaiseen suunnitteluun ja erityisesti tietomallivaatimusten määrittelyyn. Rakennushankkeissa ollaan menossa kohti Lean-pohjaista ajattelua ja johtamista. Kaikki tämä johtaa siihen, että

vakiintuneet toimintatavat tulevat muuttumaan sekä asenteiden ja suhtautuminen suunnitteluprosessiin pitää yhtä lailla muuttua. Nykyisenkaltaisilla tiukoilla ketjutetuilla sopimus- ja organisaatorakenteilla ei tulevaisuudessa välttämättä pystytä toteuttamaan mallintamista hyödyntäviä hankkeita riittävän tehokkaasti. Elinkaari- ja allianssihankkeet ovat hyviä esimerkkejä hankkeiden uusista muodoista. Organisaatiotasolla ratkaisuja pitää löytyä myös tietomallien käytön sopimuksiin ja oikeudellisiin asioihin liittyen.

Tietomallinnuksen ylläpitovaiheen käyttöönotossa tullaan varmastikin näkemään erilaisia kokeiluita ja mahdollisesti erilaisia proof of concept (PoC) tyylisiä alkuvaiheita ja tarkkaan valittuja pilotointikohteita. Näiden avulla pitäisi pystyä muodostamaan selkeät käyttötapaukset eli niin sanotut use case:t. Näin saataisiin selkeät toimintaohjeet ja -tavat, miten missäkin tapauksessa toimitaan. Tässä vaiheessa olisi tärkeää, että löydetty käyttötapaukset olisivat mahdollisimman globaaleja ratkaisuita, joissa sitoutuneina olisi mukana alan suuria toimijoita. Näin näistä tapauksista saataisiin aikaiseksi mahdollisimman kattavat ja yhtenäiset vaatimukset, jotka olisi hyvä myöskin saada kansainvälisiksi standardeiksi.

Teknisellä puolella ratkaisua etsitään eri järjestelmien integraatioon. Integraatio on hankalaa, mutta oleellista. Eri järjestelmät käsittelevät ainakin osittain samaa dataa, joka on talletettu yhteen ja samaan paikkaan. Integraatio monen eri järjestelmän kesken vaatii tarkkoja sisältö, muoto yms. määrittelyitä. Myöskin päivitettävyyteen liittyvät ongelmat on ratkaistava, jotta käytetty tieto on helposti päivitettävää ja että se on aina ajan tasaista. Tärkeää on myös tietomallin testaus sekä rajapintojen testaus eri järjestelmien kanssa päivitysvaiheissa. Yhteensopivuus ongelmat ohjelmistojen eri versioiden kanssa on myös saatava testauksella estettyä, jotta käytössä olevaan mallin ja järjestelmiin ei synny näistä aiheutuvia vikoja ja käyttökatkoja. Teknisellä puolella tullaan väistämättä törmäämään kysymykseen siitä, onko IFC-formaatti liian raskas ja joustamaton ratkaisemaan nämä haasteet. Aika näyttää mihin suuntaan erityisesti tietoteknisellä puolella kehitys suuntautuu. Kehitysvaiheessa tultaneen näkemään runsaasti eri tekniikoita, joista toivottavasti parhaat soveltuvat erinomaisesti tähän tarkoitukseen.

Tietomallinnuksen ylläpidon perusideaksi on muodostumassa rakennukselle luotava virtuaalinen malli eli niin sanottu digital twin, johon linkitetään erilaisia ylläpidon attribuutti- ja tapahtumatietoja. Näitä tietoja voidaan hyödyntää ylläpidon erilaisissa käyttö-

liittymissä. (Kiviniemi 2017a.) Muuten käytettävyyden kohdalla tullaan hakemaan kevytkäyttöisiä ratkaisuita, joita voidaan käyttää myös mobiilisti vaikkapa puhelimella. Selainpohjaisilla sovelluksilla on muun muassa pystyttävä katselemaan erilaisia näkymiä paikannukseen ja havainnollistamiseen liittyen.

9 POHDINTA

Tietomallinnus on laaja ja monitahoinen aihe ja opinnäytetyön aiheena se oli samalla kiinnostava, opettava, ajankohtainen ja varmastikin hyödyllinen jatkoa ajatellen. Aiheen laajuudesta johtuen ei työssä pystytty menemään esitettyä syvemmälle IFC-määrittelyjen saloihin ja siihen, miten eri ohjelmistoista saataisiin mahdollisimman tarpeenmukaiset IFC-mallit talletettua, vaan tämä asia vaatii vielä jatkotutkimusta. Kiinteistönpidon näkökulmasta tietomallinnus tarjoaa kuitenkin runsaasti mahdollisuuksia, mutta aihe vaatii vielä valtavan määrän selvittelyjä ja tutkimuksia, jotta siitä saataisiin kaikki mahdollinen potentiaali irti. Vielä toistaiseksi eletään tietomallinnuksen hyödyntämisen varhaista kehitysvaihetta. Tarvitaan myös suunnannäyttäjiä mahdollisimman isoja toimijoita, joilla on resursseja kehittää pitkäjänteisesti aihetta eteenpäin aina toimiviin ratkaisuihin ja sovelluksiin asti.

Paljon kehitystä tulee tapahtumaan tietomallinnuksen käsittämässä tietosisällössä. Tietomalli ei ole pelkästään 3D-malli vaan siihen liittyy paljon sisältöä. Vielä ei ole olemassa yhtenäisiä käytäntöjä tai standardeja siitä, miten tätä tietosisältöä talletetaan ja miten sitä käytetään ylläpidon tukena. Joka tapauksessa tietomallinnuksen hyödyntäminen pohjautuu siihen, että tietoa ei siirretä paikasta toiseen sovelluksien välillä, vaan sitä käytetään yhteisesti sille määrätystä paikasta. Työn aikana on käynyt selväksi myös se väärä lähestymistapa, että IFC-mallin pitäisi pitää sisällään kaiken ylläpidon tarvitseman tiedon. Enemmänkin tietomallin sisältämä tieto on pystyttävä linkittämään ulkoisiin tietolähteisiin ja yhdistämään tietomallin objektit ja esimerkiksi tietokannan tietueet tarvittavien tunnistajien avulla ja muodostamaan täten uutta merkitystä yhdistelemällä kootulle tiedolle.

Toinen seikka, joka kaipaa kehitystä on ajattelun ja toimintamallien muutos. Tietomallinnus ei ole pelkästään tekniikkaa vaan se on prosessi, johon liittyy paljon yhteistyötä. Tätä yhteistyötä tarvitaan myös kiinteistönpito-organisaation kanssa aina suunnitteluvaiheesta alkaen. Usein kiinteistönpito on eri organisaation osa kuin varsinainen rakentaminen, jolloin mallinnuksen suunnitteluvaiheen yhteistyön merkitys korostuu. Tähän liittyen tullessaan varmastikin näkemään uusia sopimusmalleja, joiden avulla selvitetään muun muassa tietomallien omistajuus, kustannukset, vastuut sekä tietomallin ylläpito.

Näiden lisäksi paljon puhutaan tietomallinnuksen teknisistä aspekteista ja tietotekniikan roolista. Toki tämäkin puoli vaatii panostusta ja kehitystä monella osa-alueella kuten

suunnitteluohjelmistot, ylläpidon ohjelmistot, tietomallien käytettävyys selaimella tai mobiilisti sekä järjestelmien integraatiot. Kuitenkin tuntuu siltä, että näihin haasteisiin on huomattavasti helpompi vastata, kunhan tiedetään ne käyttötapaukset, joissa malleja tullaan hyödyntämään ja millä tavalla se tehdään.

Kaikkiaan kiinteistönpidon kannalta tietomallinnuksen kenttä on hyvinkin avoin. Vielä ei ole juurikaan valmiita suunnitelmia ratkaisusta puhumattakaan. Pientä apua mallinnuksen hyödyntämisestä voidaan tällä hetkellä ajatella saatavan, mutta tietomallipohjaiseen kokonaisratkaisuun on vielä matkaa.

LÄHTEET

ArchiCAD. n.d. Ohjelmiston tuotesivut. Luettu 17.9.2018

<https://mad.fi/tuotteet/archicad>

Autodesk. n.d. Ohjelmiston tuotesivut. Luettu 17.9.2018

<https://www.autodesk.fi/products>

bSF Nimikkeistöjen koekäyttö. 2017. buildingSMART Finland. Tulostettu 19.6.2018

<https://buildingsmart.fi/nimikkeistojen-koekaytto/>

bSF Standardit. n.d. buildingSMART Finland. Luettu 17.9.2018

<https://buildingsmart.fi/standardit/>

bSF toimintakertomus. 2017. buildingSMART Finland. Luettu 17.9.2018

https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2018/06/bSF_päätoimikunta_toimintakertomus_2017.pdf

BSI IFC GUID specification. n.d. buildingSMART. Tulostettu 25.6.2018

<http://www.buildingsmart-tech.org/implementation/get-started/ifc-guid>

CADS. n.d. Ohjelmiston tuotesivut. Luettu 17.9.2018

<http://www.cads.fi/index.php/ohjelmistot>

CEN. n.d. European Committee for Standardization. Luettu 17.9.2018

<https://standards.cen.eu/>

Halmetoja, E. 2016. Tietomallit ylläpidossa, raportti. Senaatti-kiinteistöt. Tulostettu 02.06.2018.

http://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit_yllapidossa.pdf

Henttinen, T. 2012a. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1: Yleinen osuus. Tulostettu 25.06.2018.

http://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

Henttinen, T. 2012b. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 3: Arkkitehtisuunnittelu. Tulostettu 31.07.2018.

http://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_3_ark.pdf

Jokela, M. & Laine, T. & Hänninen, R. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 12: Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. Tulostettu 02.06.2018.

https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_12_yllapito.pdf

Järvinen, T. N.d. Kiinteistöjen huoltokirjamenettely rakennuksen tietomallia hyödyntäen. Tulostettu 02.06.2018.

http://cic.vtt.fi/projects/vbe-net/data/VBE2_WP4_Kiinteistojen_huoltokirjamenettely_tietomallia_hyodyntaen.pdf

- Jäväjä, P. & Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- KH X7-00437. 2010. Kiinteistön perustietokortin laatiminen 2010. Rakennustieto. Tulostettu 29.6.2018
- Kiviniemi, A. 2013. Presentation slides. Challenges and opportunities in the BIM education. Tulostettu 19.6.2018
<http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/01/Challenges-and-opportunities.pdf>
- Kiviniemi, M. 2017a. buildingSMART Finland-blogi: Tietomallit ylläpitoon – BIM2.0? Luettu 17.9.2018
<https://buildingsmart.fi/testi/>
- Kiviniemi, M. 2017b. Tietomallit ylläpitoon – esiselvitys. VTT. Tulostettu 02.06.2018.
https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2017/06/bSF_SSTY_Tietomallit-ylläpitoon_31-05-2017.pdf
- Kira-sanasto. 2016. Kiinteistö- ja rakentamisan keskeinen sanasto, versio 1.0. Tulostettu 07.06.2018.
http://www.tsk.fi/tiedostot/pdf/kira-sanasto_v1.pdf
- LVI 00-10473. 2011. LVI2010-nimikkeistö. Rakennustieto. Tulostettu 29.6.2018
- MagiCAD. n.d. Ohjelmiston tuotesivut. Luettu 17.9.2018
<https://www.magicad.com/fi/>
- Niemioja, S. 2005. Arkkitehdin tuotemallisuunnittelu, yleiset perusteet ja ohjeita. 3. painos. Tulostettu 29.6.2018
http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_tuotemalliohje_ark_elo-kuu2005.pdf
- ProIT. 2004. Tuotemallinnus rakennesuunnittelussa, Perusteet ja ohjeita 1, 29.09.2004. Tulostettu 29.6.2018
http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_rakennesuunnitteluohje_syyskuu2004.pdf
- Rajala, M. n.d. Laserkeilausmittaus ja rakennuksen inventointimalli. Tulostettu 17.9.2018
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK090701.pdf>
- RIL. n.d. Tietomallinnus. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. Tulostettu 7.6.2018
<http://ril.easypage.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>
- RT 15-11030. 2011. Huoneselosteen laatimisohe ja malli. Rakennustieto. Tulostettu 29.6.2018
- RT 15-11026. 2011. Ikkuna-, ovi-, kaluste- ja huoneselosteiden laatimisohe. Rakennustieto. Tulostettu 29.6.2018
- Savolainen, M. 2016. Tietomallit ylläpidossa. Granlund Oy. Tulostettu 02.06.2018.

https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineis-tot/2016/130416_tietomallit-yllapidossa_mika-savolainen-granlund-oy.pdf

Solibri. n.d. Ohjelmiston tuotesivut. Luettu 17.9.2018
<https://mad.fi/tuotteet/muut/solibri>

Standardien laadinta. n.d. Suomen Standardoimisliitto SFS ry. Luettu 17.9.2018
https://www.sfs.fi/standardien_laadinta/

Suomen Standardoimisliitto SFS ry. n.d. Yhdistyksen verkkosivut. Luettu 17.9.2018
https://www.sfs.fi/sfs_ry

TALO 2000. n.d. TALO 2000–nimikkeistö. Rakennustieto. Tulostettu 29.6.2018
https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/nimikkeistot_21/talo2000.html

Teittinen, T. 2017. Tietomalliprosessi korjaushankkeessa. Tulostettu 02.06.2018.
<http://prodigious.tamk.fi/files/2017/05/Tietomalliprosessi-korjaushankkeessa-Toni-Teit-tinen.pdf>

Tekla BIMsight. n.d. Ohjelmiston tuotesivut. Luettu 17.9.2018
<https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-bimsight>

Tekla Structures. n.d. Ohjelmiston tuotesivut. Luettu 17.9.2018
<https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>