



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jenni-Sofia Viitala

YLLÄPITOMALLIN OLEELLISEN TIETOSISÄLLÖN MÄÄRITTELY

Tapaustutkimus Vaasan sairaanhoitopiirin U-rakennus

Tekniikka
2017

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jenni-Sofia Viitala
Opinnäytetyön nimi	Ylläpitomallin oleellisen tietosisällön määrittely, Tapaus- tutkimus Vaasan sairaanhoitopiirin U-rakennus
Vuosi	2017
Kieli	suomi
Sivumäärä	52 + 1 liitettä
Ohjaaja	Jari Lehtiö

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää ylläpitomallin oleellista informaation sisältöä Vaasan keskussairaalan kiinteistöille. Opinnäytetyön aihe valikoitui Vaasan keskussairaalan teknisen yksikön toiveesta. Rakennushankeen aikana laaditussa toteumamallissa on liikaa tietoa kiinteistön ylläpidon kannalta. Tämän vuoksi ylläpitomallista tulee raskas käyttää sekä päivitettävyyden ja ajantasaisuuden karsivat. Tarkoituksena on, että ylläpitomalli tulisi tulevaisuudessa käyttöön kiinteistön asentajille ja huoltomiehille, jotka ovat keskeisessä roolissa kiinteistön ylläpidossa.

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys laadittiin seuraavien aiheiden ympärille: tietomallintamisen vaiheet, tietomallintamisen käytön ja kunnossapidon vaatimukset sekä ylläpitomallin käyttö ja tietosisältö. Tutkimuksessa käytettiin haastatteluita pääasiallisena tutkimusmenetelmänä sekä aineistona oli esimerkkitapauksesta laaditut asiakirjat.

Tutkimuksessa ilmeni, että kiinteistöpidon huoltohenkilöt eivät olleet halukkaita käyttämään ylläpitomallia, koska he eivät uskoneet sen ajantasaisuuteen ja hyötyihin. Ongelmana pidettiin myös sitä, että ylläpitomallin laadintaan ei ole selkeää strategiaa tai ohjeistusta sekä olemassa olevia toimivia käytäntöjä ei vielä ole. Tämän hetken 2D-piirustuksista haluttaisiin poistaa epäoleelliset objektit kiinteistön ylläpidon kannalta. Toisaalta he arvostivat sitä, että tämänhetkiset rakennuspiirustukset löytyvät hakutoiminnolla samasta paikasta ja tiedon etsimiseen ei mene turhaa aikaa. Ylläpitomalli olisi hyvä apuväline kiinteistön ylläpidossa, koska siitä saataisiin tarpeen vaatiessa laadittua käyttäjistä riippuen eri näkymiä. Mallia voitaisiin hyödyntää asennusjärjestyksissä ja limittäin työskentelyssä, säästämällä näin aikaa ja rahaa.

ABSTRACT

Author	Jenni-Sofia Viitala
Title	Definition of Essential Information Contents for a Maintenance Model, a Case Study (hospital district of Vaasa U-building)
Year	2017
Language	English
Pages	52+ 1 Appendix
Name of Supervisor	Jari Lehtiö

The purpose of the thesis was to investigate the essential information for maintenance to the property of Vaasa Central Hospital. The topic was selected by Technical Department of Vaasa Central Hospital. The realization model was compiled during the construction project and it has too much information relative to the property maintenance. Because of this, the maintenance model is too heavy to use and it is difficult to keep up-to-date. The objective is that the maintenance model would be used by the property of mechanics and maintenance men in the future who are in a central role in the maintenance.

The theoretical framework of the thesis contains topics such as stages of building information modeling, requirements for the use building information modeling and maintenance together with use and data content of maintenance model. Interviews were the main research method and the material consisted of the documentation compiled on the construction project.

It came up in the study that the maintenance staff was not willing to use the maintenance model because they did not believe that it would be up-to-date and helpful for the maintenance. A problem was also that there is no clear strategy or instructions for drawing up a maintenance model. The maintenance staff wanted to remove such non-essential objects from the 2D drawings that have no importance in the maintenance. On the other hand, they appreciated the fact that the current construction plans are found in one place and easily retrievable using a search function. The maintenance model would be a great tool in the maintenance because different views could be produced of it, depending on the user. The model could be utilized in the erection procedure sequence and overlapped work, which saves time and money.

Keywords Building information modeling, maintenance model, useful minimum, industry foundation classes data model

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄSITTEET JA LYHENTEET

1	JOHDANTO.....	10
2	TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TAVOITE.....	11
	2.1 Vaasan sairaanhoitopiiri.....	11
	2.2 Käsitteellistä ja ajattelua ohjaavaa jäsenystä	12
3	TEOREETTINEN VIITEKEHYS.....	14
	3.1 Tietomallintaminen	14
	3.2 Tietomallinnuksen vaiheet	15
	3.2.1 Tarveselvitysvaihe.....	16
	3.2.2 Ehdotussuunnittelu.....	16
	3.2.3 Luonnossuunnittelu	17
	3.2.4 Toteutussuunnittelu	18
	3.2.5 Toteutus.....	19
	3.2.6 Vastaanotto.....	20
	3.3 Tietomallinnusta koskevat määräykset ja ohjeet	20
	3.4 Tietomallintamisen haasteet ylläpidon näkökulmasta	21
	3.5 Yhdistelmämalli	22
	3.6 Tietomallintaminen käytön ja ylläpidon aikana.....	24
	3.7 Kunnossapito ja ylläpidon tiedontarve.....	26
	3.8 Ylläpitomallin vaatimukset ja käyttö	29
	3.9 Ylläpitomallin tietosisältö	30
	3.10 Ylläpitomallin käyttö	31
4	TAPAUSTUTKIMUS VAASAN SAIRAANHOITOPIIRIN U- RAKENNUKSEN AVULLA	33
	4.1 Haastateltavien valinta ja haastattelutilanteet	33
	4.2 Vaasan sairaanhoitopiirin uusin rakennushanke	34
5	TULOKSET	36
	5.1 Haastatteluiden tulokset	36

5.2	Tämänhetkinen tietomalli ja tekninen analyysi	40
5.3	Ylläpitomallin informaatioisisältö	42
5.4	Ylläpitomallin kannalta turhaa ja puuttuvaa tietoa	47
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	48
	LÄHTEET.....	50

LIITTEET

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Suhdeympyrä ylläpitomallin informaatioisisällön toiminnallisen minimin periaatteesta.	13
Kuva 2. Tietomallintamisen vaiheet.	15
Kuva 3. Yhdistelmämalli suunnittelussa ja tuotannossa.	22
Kuva 4. Rakennuksen elinkaarenaikainen tietomallien hallinta.	25
Kuva 5. Tyypillinen vikakorjausprosessi.	28
Kuva 6. As built -malleista koostuvat ylläpitomalli.	30
Kuva 7. Sprinklerihuoneen törmäyksiä ja objektin sisältämät tiedot vasemmassa alareunassa.	41
Kuva 8. Sprinkleriputki läpäisee teräspalkin ja kanavan.	42
Kuva 9. Kuvassa havaittavia virheitä: putkilinjat risteävät, ylimääräisiä ja puuttuvia reikävarauksia, kondenssivesiputki kanavan läpi ja kanava nousulla.	42
Taulukko 1. Ylläpitomallin informaatioisisällön toiminallinen minimi.	44
Taulukko 2. Tietomallin nykytilan ja ylläpitomallin vertailu.	46

LIITELUETTELO**LIITE 1. Haastattelukysymykset**

KÄSITTEET JA LYHTENTEET

2D-piirustus	Perinteisesti piirretty kuva rakennettavasta kohteesta. Työkaluina voidaan käyttää CAD-järjestelmiä, paperia tms.
BIM	Building Information Model, yleensä tarkoitetaan rakennuksen 3D-mallia eli tietomallia.
IFC	Industry Foundation Classes, tiedonsiirtoformaatti
IFC-malli	Kolmiulotteinen malli, joka sisältää suunnitteluorganisaation kanssa sovitun geometrian ja tietosisällön käyttötarkoitukseen sekä suunnitteluvaiheeseen sopivana.
COBie	Construction Operations Building Information Exchange, USA:ssa kehitetty uudempi tiedonsiirtoformaatti.
BCF	Building Collaboration Format. Harvemmin käytetty, suomalainen tiedonsiirtoformaatti.
GUID	Globally Unique Identifier, rakennusosan yksilöllinen tunnus tietomallissa.
YTV2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012
bSF	buildingSMART Finland
TATE	Taloteknikka
As built	Toteutunut rakennus vastaa tietomallia
TELU	Tehtäväluettelo
Talo 2000	Tilanimikkeistö, jota voidaan käyttää tilojen luokitteluun tilaselostuksissa ja suunnitteluohjeissa.

Tilaaaja	Osapuoli, joka on rakennushankkeessa mukana ja on vastuussa tarjouspyyntöaineiston tilaamisesta suunnittelijalta sekä sen lähettamisestä urakkatarjousvaiheessa urakoitsijalle.
Tietomalli	Rakennuksen tietomalli on rakennuksen sekä rakennushankkeen elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus. Tiedoista laaditaan kolmiulotteinen digitaalinen malli rakennuksesta, siihen käytetyistä tuotteista ja niiden ominaisuuksista.
Ylläpitomalli	Rakennuksen tietomalli, joka on kehitelty toteumamallin jatkoksi kattaen ylläpidon näkökulman.
Yhdistelmämalli	Eri suunnittelualojen 3D-tietomalleista yhdistetty malli, joka on tehty samaan koordinaatistoon.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aihe valikoitui työnantajani Vaasan keskussairaalan toiveesta selvittää ylläpitomallin oleellista informaatioisisältöä kiinteistön ylläpito-vaiheessa. Aihe on tärkeä, koska ylläpidon tietomalli on tämän hetken yksi suurista aiheista, mitä maailmalla puhutaan ja kehitetään. Aikaisempien julkaisujen ja tutkimusten, kuten esimerkkinä Juuso Erkkilän (2011) ”Taloteknisen tietomallin informaatioisisältö kiinteistön ylläpito-vaiheessa” -insinööriyön sekä David Helanderin (2014) ”Assessing alternatives for using building information models to manage initial information in building renovation projects”-diplomityön pohjalta tiedetään hyödyt ja informaatioisisältö pääkohdittain. Suurin ongelma on sovellusten nykytila sekä tiedon siirto ja muoto. Tavoitteena on haastatteluiden pohjalta tehdä selvitys ylläpitomallin informaatioisisällöstä käyttäjien eli tässä tapauksessa asentajien ja huoltomiesten näkökulmasta. Aihe on rajattu tietomallien visuaaliseen käyttöön, joka pitää sisällään muun muassa seinien ja alakattojen sisällä olevien kohteiden tarkastelun, teknisten laitteiden paikantamisen, laitteistojen sijoituksen hahmottamisen, ongelmakohtien löytämisen, teknisten järjestelmien vaikutusalueiden kartoittamisen sekä käyttäjien muutosten havainnollistamiseen. Tutkimuksessa pyritään selvittämään mitä tietoa arvostetaan ja mihin käyttötarkoitukseen se on luotu, jotta ylläpitomallista ei tulisi liian raskas sekä tarpeellinen tieto ei hukkuisi sinne.

Opinnäytetyön alussa perehdytään tutkimuksen tavoitteisiin ja taustoihin. Sen jälkeen esitellään tietomallinnuksen vaiheet ja perehdytään tarkemmin tietomallintamisen käyttöön sekä kunnossapidon vaatimuksiin. Tämän jälkeen esitellään tutkimuksen kannalta oleellinen kappale ylläpitomallin käytöstä ja sen tietosisällöstä. Opinnäytetyön lopussa käydään läpi haastatteluista saadut tutkimuksen tulokset sekä viimeisenä esitellään tutkimuksesta tehdyt johtopäätökset ja tarkastellaan tarkemmin tehtyä prosessia.

2 TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TAVOITE

Lähtökohtana on, että Vaasan keskussairaalan tekninen yksikkö haluaa ensisijaisesti ylläpitomallin, jota asentajat ja huoltomiehet käyttäisivät työssään. Tutkimuksen näkökulma aiheeseen on käyttäjäkeskeinen. Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä selkeä ohje Vaasan keskussairaalan tekniselle yksikölle, mitä heidän tulisi vaatia seuraavalta (SOTE-talo) hankkeelta suunnittelijoilta. Ylläpidon tietomalli on paljon enemmän kuin graafinen näkymä tietomalliin. Rakennushankkeen aikana luodusta toteumamallista on karsittava ylimääräistä tietoa, koska se sisältää turhaa tietoa ylläpidon käytön kannalta. Tarkoituksena on tehdä valintoja, mitä tietoa arvostetaan ja mihin käyttötarkoitukseen se on luotu. Ylläpitomallista halutaan selkeä ja yksinkertainen, jota olisi helppo päivittää ja se olisi luotettava.

Aikaisempia tietomallinnushankkeita Vaasan sairaanhoitopiirillä on yksi, vuonna 2013 valmistunut Y-rakennus, mutta malleja siitä ei ole päivitetty ajantasaisiksi rakennuksen valmistuttua, joten tietomallit ovat täten epäluotettavia ylläpidon kannalta. Ylläpitomalleja Vaasan sairaanhoitopiirillä ei vielä ole. Tavoitteena on, että tulevaisuudessa saataisiin kaikki sairaala-alueen rakennukset mallinnettua sekä hyödynnettyä tulevaisuudessa kiinteistöhuollossa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että tietomallien tietosisältö pystyttäisiin suoraan sisällyttämään avoimena IFC-tiedostona kiinteistön ylläpito-ohjelmiin.

Haastattelut toimivat tutkimuksen pääasiallisena tutkimusmenetelmä. Vaasan keskussairaallalla on käytössä BlueCielo Meridian PowerUser -ohjelma, joka on katseluohjelma sekä digitaalinen arkisto, jonne voidaan tallentaa piirustuksia (muun muassa IFC-, CAD- sekä pdf-tiedostot) ja asiakirjoja. Suurin osa tutkimusaineistosta löytyy Vaasan keskussairaalan BC Meridian ja Haahtela PRIS (Project Information System) -projektipankista.

2.1 Vaasan sairaanhoitopiiri

Vaasan sairaanhoitopiirin kuntayhtymän omistaa kolmetoista jäsenkuntaa ja se on toiminut vuodesta 1991 nykyisessä muodossaan. Sairaanhoitopiiri muodostuu hal-

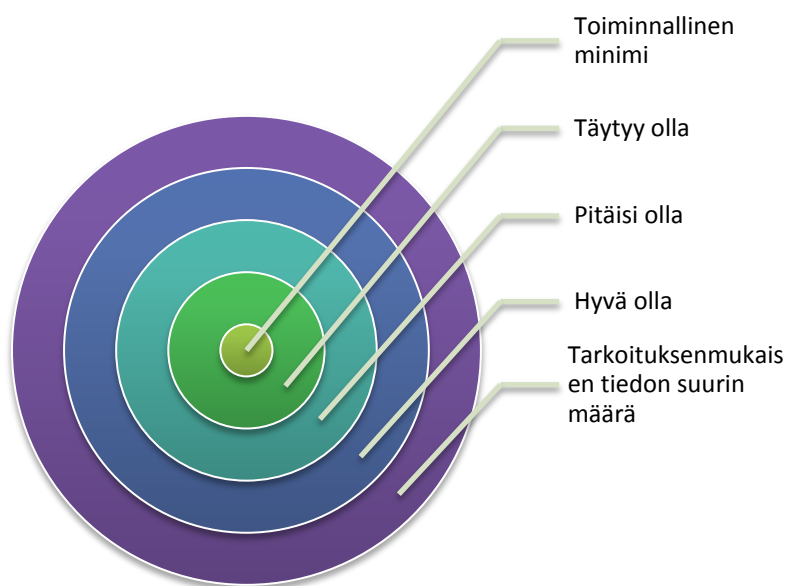
linnollisesti yhdestä sairaalasta, jonka toimintaa ylläpidetään Vaasassa ja Kristiinankaupungissa.

”Vaasan sairaanhoitopiirin tehtävänä on järjestää erikoissairaanhoidon palvelut alueensa väestölle. Piiri muodostuu Pohjanmaan rannikkoalueen kaksikielisistä, ruotsinkielisistä ja suomenkielisistä kunnista. Alue ulottuu Luodon kunnasta pohjoisessa Kristiinankaupunkiin etelässä /24/.”

2.2 Käsitteellistä ja ajattelua ohjaavaa jäsenystä

Seuraavalla sivulla oleva kuva (kuva 1) havainnollistaa, miten tutkimusprosessissa läpikäytyjä tietoja on prosessoitu. Suhdeympyrä kuvaa tiedon määrää ja tärkeyttä prosessissa. Prosessiin vaikuttavat myös tarvittava tieto, luotu tieto, lähettävän ohjelman sisäinen tieto sekä vastaanottavan ohjelman sisäinen tieto. Periaatekuva on luotu IFC-tiedonsiirrossa esiintyneiden ongelmien ratkaisuun sekä siinä on tarkoitus löytää vähäisin tiedon määrä, jolla tietomalli on vielä käytettävissä, kun otetaan huomioon sille asetetut vaatimukset. /19/

Jos prosessissa luotu, vaadittu ja tuettu tieto on liian laaja, voidaan tiedon määrää vielä rajata erottamalla se ryhmiin ”täytyy olla”, ”pitäisi olla” ja ”hyvä olla”. Toiminnallisen minimin löytyessä, voidaan prosessia edelleen kehittää lisäämällä siihen tietosisältöä. Tietosisällön lisääminen tulee kuitenkin tehdä niin, ettei käytettävyys heikkene. /19/



Kuva 1. Suhdeympyrä ylläpitomallin informaation toiminnallisen minimin periaatteesta.

3 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

3.1 Tietomallintaminen

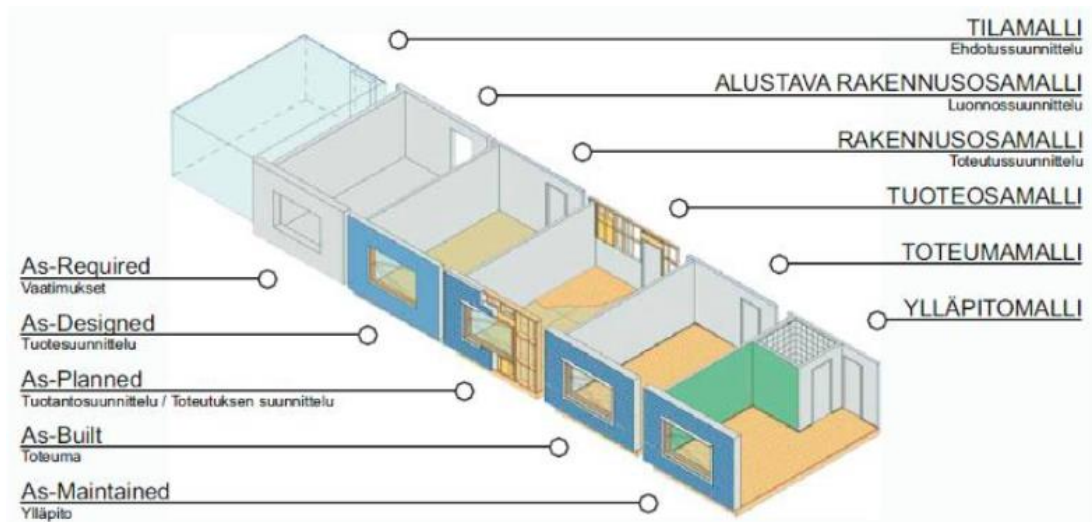
Tietomallintamisesta seuraa selkeitä etuja, kuten laadun parantuminen törmäys-tarkasteluilla kuin myös tietomallien sallima tarkempi määrälaskenta, joka syventää eri projektiryhmien yhteistyötä ja vahvistaa päätöksen tekoa. Tietomallin merkittävimpiin hyötyihin voidaan lukea: suunnittelun tason parantuminen, epävarmuuden väheneminen sekä kustannuksien pienentyminen. Tietomallin luominen ei ole kuitenkaan itse tavoite, vaan pelkkä työkalu, joka tekee helpommaksi pääsemisen tavoiteltuun lopputulokseen. Mallintaminen on ratkaiseva vaihe, joka rakentaa perustan sekä edellytykset tietokannan toiminnalle. Ylläpitovaiheessa tietomallinnus on vielä alku tekijöissä, vaikka tietomallinnus ei suinkaan ole uusi innovaatio. /1, 2/

Tietomallintaminen (BIM), joka perustuu älykkääseen mallipohjaiseen menetelmään, joka tarjoaa näkemyksen luoda ja hallita rakennus sekä infrastruktuurin prosesseja nopeammin ja taloudellisemmin, vähentäen ympäristövaikutuksia. Samassa tietomallintaminen yhdistyy tieto ja mallintaminen. Tietomallintamisen lopputulema on IFC-muotoinen 3D-malli, jossa rakennusobjektit pitää sisällään älykäästä tietoa. Usein eri rakennusprojekteissa ei ole määritelty BIM-ohjelmistoa, millä suunnitelmat tulisi tehdä, kunhan kaikki ohjelmistot muodostavat lopputuloksena standardia vastaavaa IFC:tä. /3, 14/

Yleensä tietomallilla tarkoitetaan 3D-mallia eli rakennuksen kolmiulotteista mallia. Tietomallinnuksella voidaan tarkoittaa myös 4D-malleja, jotka ovat 3D-mallissa tapahtuvaa rakentamisajan suunnittelua, 5D-malleja, jotka sisältävät rahoituksen tai 6D-malleja, jotka sisältävät kiinteistön ja laitteiden ylläpidon. Ilman erillistä suunnittelua tietomallin datasta saadaan tuotettua lukuisia erilaisia näkymiä. Tietomallinnus on käytännössä suuri määrä ohjelmistoja, jotka pystyvät yhdessä muodostamaan kolmiulotteisen näkymän käyttäjän kulloinkin tarvitseman tiedon mukaan. /2, 15/

3.2 Tietomallinnuksen vaiheet

Ylläpitomalli edellyttää, että se on käyttökelpoinen ja toimiva sekä tietomallinnuksen eri vaiheet on tehty määrättyjen ehtojen mukaisesti. Tietomallinnuksen yleisimmät vaiheet ovat tilamalli, alustava rakennusosamalli, rakennusosamalli, tuoteosamalli, toteumamalli sekä ylläpitomalli. Edeltävän vaiheen tietomallia käytetään aina seuraavan vaiheen lähtötietona. Kaikissa tietomallintamisen eri vaiheissa yhteistä on, että eri suunnittelualojen mallit tulisi päivittää ajantasaisiksi ja niiden tulisi olla aina muiden suunnittelijoiden saatavilla, esimerkiksi projektipankissa. Alla olevassa kuvassa (kuva 2) on havainnollistettu tietomallintamisen eri vaiheita. /2, 4, 8, 16/



Kuva 2. Tietomallintamisen vaiheet.

Tietomalleille yleisiin mallitekniisiin vaatimuksiin liittyvät hankkeen alussa muun muassa projektikoordinaation ja mittatarkkuuden määrittely, käytettävät ohjelmistot, mallien luovutus, mallinnuksessa käytettävät työkalut, mallinnus järjestys, mallien arkistointi ja nimeäminen, tietomalliselostus, tietomallikoordinaattorin nimeäminen sekä mallien julkaisu. Erityisvaatimuksia voidaan aina hankekohtaisesti asettaa, mutta esimerkiksi julkisissa hankkeissa edellä mainitut yleiset vaatimukset tulee ottaa huomioon. /4/

Huomioitavia asioita vaatimuksissa ovat esimerkiksi seuraavat: hankkeiden sertifioituina mallinnusohjelmina tulisi käyttää vähintään IFC 2x3 sekä suunnittelijoiden on tarjouspyyntövaiheessa mainittava käyttämänsä mallinnusohjelma. Projekti-koordinaatisto on määritelty siten, että koko rakennusalue on positiivisessa koordinaatistossa sekä origo sijaitsee lähellä rakennusta. Liittymämittoja saa käyttää mallinnuksessa rakennusosamallivaiheeseen saakka sekä mahdollisimman tarkkoina tehdään tontin malli, alustava rakenneos-, investointi-, rakenneos-, rakenne- ja järjestelmämallit. Mallinnuksessa on käytettävä ohjelmistojen työkaluja ja mallikomponentteja ja poikkeamat on kirjattava tietomalliselostukseen. Eri suunnittelualat suunnittelevat yleisvaatimuksen mukaisesti kerroksittain rakennukset, vaikka mallinnusohjelmat suosisivat toisentyypistä mallinnustapaa. /4/

3.2.1 Tarveselvitysvaihe

Tarveselvitysvaiheessa selvitetään, mitä kiinteistönomistaja sekä tulevat käyttäjät tarvitsevat ja vaativat. Tarveselvityksen pohjalta voidaan arvioida vaihtoehdot ja päättää mitä toimintamallia käytetään tavoitteiden saavuttamiseksi. Oleelliset tilavaatimukset kirjataan sähköiseen muotoon, vaatimusmalliin. Vaatimusmallia voidaan hyödyntää koko tietomalliproessin ajan tilavaatimusten tarkistamiseen, mikäli se on laadittu oikein ja mahdollisimman kattavasti. Graafista tietomallia harvoin tehdään tarveselvitysvaiheessa, koska varsinaisia suunnitelmia ei vielä välttämättä ole. Vaatimusmalli on dokumentoitava sähköiseen muotoon, jonka minimaalvaatimuksena on taulukkomuotoinen tilaohjelma. Tilaohjelmassa tulee olla tila- ja tilaryhmäkohtaiset pinta-alavaatimukset sekä mahdolliset erityisvaatimukset, joita voidaan myöhemmin käyttää tarkasteltaessa tai vertailtaessa ohjelmaa ja suunnitteluratkaisuja. Hankeprosessin alussa on tärkeää tehdä tilojen tunnistet ja nimeämiset huolella, sillä niitä tarvitaan läpi hankeprosessin. Tiloihin ja sen tunnistetietoihin voidaan linkittää tietoa, joista tärkeimmät ovat: tilan tunniste, tilan käyttötarkoitus, tilan nimi, tilatyyppi ja tilan sijaintitunniste. /4/

3.2.2 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheessa tehdään vaihtoehtoisia suunnitelmia, joista etsitään sopivin perusratkaisu vielä karkealla tasolla. Arkkitehti mallintaa ehdotussuunnit-

teluvaiheessa tilat karkeasti, mutta kuitenkin riittävällä tarkkuudella rakennuksen massoittelua ja rakenneratkaisujen päättämistä varten. Tietomallikoordinaattori yhteen sovittaa eri suunnittelualojen mallit jo suunnittelun alkumetreillä, joka varmistaa koordinaatistojen sekä korkojen yhteensopivuuden. Suunnittelun ohjaus, eri vaihtoehtojen vertailu ja lopuksi sen valinta ovat tilaajan tyypillisimmät tehtävät ehdotussuunnitteluvaiheessa, tehden yhteistyötä kiinteistön tulevan käyttäjän kanssa. /4/

Uudis- ja korjausrakennushankkeissa inventointimalli sisältyy tietomallivaatimukseen, mikä tarkoittaa jo olemassa olevien rakennusten tai uudiskohteiden rakennuspaikan mallintamista. Suunnittelun edellytyksenä on tuntea rakennuksen taustoja ja olemassa oleva tilanne. Kohteen havainnollistaminen onnistuu malleja hyödyntämällä, joka auttaa projektin eri osapuolten yhteisymmärrystä suunnitelmavaihtoehtoista. Projektikohtaisesti tarjouspyynnössä ja suunnittelusopimuksissa määritellään vaadittu havainnollistamisen suuruus ja laatu. /4/

Tilapohjaisia kustannusarvioita sekä energiakulutusanalyysyjä ja elinkaarikustannus laskelmia voidaan tehdä arkkitehdin luomien vaihtoehtoisten mallien pohjalta, jotka on tehty pinta-alojen ja tilojen käyttötarkoitusten perusteella. Näin kustannusarvioiden ja energia-analyysien pohjalta voidaan vertailla investointikustannuksia eri vaihtoehtoista. Mallipohjaisen prosessin pakollisiin tehtäviin kuuluvat energia-analyysit sekä elinkaarikustannusten laskenta. /4/

3.2.3 Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnittelusta puhutaan usein myös yleissuunnitteluna. Arkkitehdin ehdotussuunnitteluvaiheessa laatimaa tietomallia ryhdytään kehittämään luonnossuunnitteluvaiheessa, johon päivitetään tilaajan vaatimukset. Tilaajan tehtäviin kuuluu luonnossuunnitteluvaiheessa ohjata suunnittelua ja hyväksyä suunnitelmat toteutussuunnittelua varten. Arkkitehti tekee alustavan rakenneosamallin aikaisemmin valitusta suunnitelmavaihtoehdosta, joka tulee luonnosvaiheen loppuessa sisältää vähintään seuraavat: kantavat rakenteet, seinät päätyypeittäin luokiteltuna sekä ikkunat ja ovet pois lukien tyypitiedot. Tarkkuudeltaan mallin tulee olla riittävä rakennuslupahakemukseen tarvittavien piirustusten luomiseen. /4/

Rakennesuunnittelija varmistaa luonnossuunnitteluvaiheessa tietomallia käyttäen rakennejärjestelmän mitoituksen sekä niihin liittyvät vaikutukset ja vaatimukset muiden suunnittelualojen töihin. LVI-suunnittelijan tehtäviin kuuluu tässä vaiheessa varmistaa tilantarpeet sekä vaikutukset eri järjestelmistä tietomallin avulla. Pääkanavistojen ja konehuoneiden vaatimat tilantarpeet tulee esittää luonnossuunnitteluvaiheen malleissa. Sähkösuunnittelijan tehtäviin puolestaan kuuluu tietomallin avulla määrittellä tilavaraukset eri tiloihin, joihin vaikuttaa sähkö-, puhe- ja tieto- liikennejärjestelmien osat ja komponentit. Eri suunnittelualojen malleille tulee aloittaa yhteistarkastelu jo luonnossuunnitteluvaiheessa. Ehdotussuunnitteluvaiheessa luotuja tilapohjaisia kustannusarvioita voidaan luonnosvaiheessa rakennusosamalleilla täydentää arkkitehdin sekä muiden suunnittelualojen määrätiedoilla. Samoin myös alustavia energiakulutusanalyysjä voidaan tehdä, täydentäen rakennuksen ulkovaipasta saatavia tietoja arkkitehdin luomaan malliin, tilaluokkien ja pinta-alojen mukaan. /4/

3.2.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa menetellään samalla lailla kuin yleissuunnitteluvaiheessa, mutta tiedon tarkkuus vahvistuu oleellisesti. Kaikki tietomallit päivitetään tällöin suunnitelmamuutoksien mukaisesti. Urakkatarjouspyyntöjen edellyttämä tarkkuustaso sekä projektista tehtävät mallit tarkentuvat perusteellisimmilla tyypitiedoilla, kun suunnitelmat viimeistellään toteutussuunnitteluvaiheessa. Tietomallien analyysit ja visuaalinen muoto tukevat päätöksenteossa ja kommunikoinnissa. Toteutussuunnitteluvaiheen lopussa suunnitelmat hyväksytään siinä muodossa, että seuraavaksi on mahdollista siirtyä projektin valmisteluvaiheeseen ja urakkatarjouskyselyihin. /4/

Arkkitehdin tekemä malli on oltava rakennussuunnitteluvaiheen loppuessa niin sanottu rakennusosamalli, joka tulisi sisältää siinä muodossa rakennusosat kuin ne tullaan toteuttamaan. Mallinnusohjeiden mukaisesti tietomalli tulee olla mittatarkka. Rakenne-, LVI- ja sähkösuunnittelijoiden tietomallit tulee vastata arkkitehdin mallia. LVI- ja sähkösuunnitelmat keskittyvät tässä vaiheessa järjestelmämalliin. /4/

Havainnollistaminen on toteutussuunnitteluvaiheessa huomattavasti aikaisempia vaiheita helpompaa, sillä malli pitää sisällään tarkempaa tietoa. Eri suunnittelualojen malleista tehdään yhdistelmämalli, jolla pystytään suunnitelmista tarkastamaan ja havainnollistamaan yhteensopivuus suunnitelmien välillä. Tietomallikoordinaattori vastaa yhdistelmämallin laatimisesta. Tähän vaiheeseen kuuluvia tarkasteluita ovat esimerkiksi rakenteiden ja järjestelmien törmäystarkastelut (TATE), reikä- ja varaussuunnittelu sekä varattujen tilojen riittävyyden todentaminen järjestelmille. /4/

Määräluetteloon perustuvia kustannusarvioita saadaan tuotettua tarkastetuista tietomalleista. Määräluetteloja voidaan myös hyödyntää urakkatarjousvaiheessa. Myös perinteisin menetelmin joudutaan laskemaan määriä mallipohjaisten määräluetteloiden lisäksi, koska tietomallit eivät pysty vielä sisältämään kaikkia tärkeitä tietoja. Lopulliset energia-analyysit ja elinkaarikustannuslaskelmat saadaan tehtyä tässä vaiheessa tarkentuneiden suunnitelmien pohjalta. Rakennuksen käytön aikana energia-analyysijä ja elinkaarikustannuslaskelmia voidaan verrata toteutamaan. /4/

3.2.5 Toteutus

Urakoitsijat käyttävät usein tietomallia liittyen tuotannon organisoinnin sisältöihin. Tietomallin visuaalisuus on tärkeä tapa mallien hyödyntämisessä useissa erilaisissa käyttötilanteissa. Käyttökohteista tärkeimmät ovat muun muassa työjärjestyksen suunnittelu, töiden yhteensovittaminen sekä kohteeseen ja rakenteisiin perehtyminen. Päällekkäisen työn vähentäminen ja täten rakennuksen tuottavuuden paraneminen saadaan aikaan hyvin tehdyillä mallipohjaisilla määrälaskennoilla ja niihin perustuvilla määräluetteloilla. /4/

Alihankintatarjouspyyntöjen aineistona voidaan käyttää malleja sekä valmiita määräluetteloita, mikä lisää niiden käyttöä. Lisäksi alihankintoihin voi sisältyä mallipohjaista suunnittelua toimittajalta. Tilaajalle annettavan tietomalliin pohjautuvan aikataulun tehtävä on täydentää rakentamisaikataulua ja näin ohjata suunnittelun toimintatapaa. Malliin voidaan viedä aikataulutietoja, joita tarvitaan niin sa-

notuissa hankkeen aikataulun kannalta kriittisissä rakenteissa, joita voivat olla esimerkiksi purkutyö, perustukset sekä runko. /4/

Elementtisuunnitelmat ja paikalla valettavat rakenteet käydään läpi tietomallia apuna käyttäen, joista vastaa urakoitsijat ja suunnittelijat. Heidän vastuullaan on hyväksyä oleelliset asennusjärjestykset, työnaikaiset tuennat, muottijärjestelmät ja jäykistykset, joihin liittyy myös niiden sijainnit, logistiikka ja turvallisuus. Tietomallia voi hyödyntää toteutuksessa myös työmaalla TATE-asennustarkasteluiden tekemiseen, joka on apuna läpikäydessä asennettavaa aluetta urakoitsijoiden kanssa sekä varmistamassa eri urakoitsijoiden väliset aikataulutukset. /4/

3.2.6 Vastaanotto

Huoltokirja ja toteumamallit ovat tärkeimmät rakentamisvaiheessa laaditut asiat, jos katsotaan mallintamisen kannalta. Tärkeää on muun muassa ylläpitovaiheen kannalta, että hankkeen lopussa tietomallit päivitetään ajan tasalle ja rakennusvaiheessa tehdyt muutokset korjattaisiin tietomalliin niin, että toteutunut rakennus vastaa toteumamallia (as built –malli). Urakoitsijat antavat muutostietoja toteumamalleista suunnittelijoille. Toteumamallien vaatimukset eri suunnittelualoille ovat samat kuin toteutussuunnitteluvaiheessakin. Urakoitsijoilta voidaan myös vaatia toteumamalleja suunnittelutarjouspyynnössä tai urakkatarjouspyynnössä, joita hyödynnetään pääasiassa rakennuksen käytön, huollon ja korjauksien aikana. Näistä on kuitenkin sovittava tapauskohtaisesti. /4/

3.3 Tietomallinnusta koskevat määräykset ja ohjeet

Tärkeitä hankkeen aloittamisen kannalta olevia ohjeita ovat tilaaja- ja hankekohmainen ohjeistus ja tilaajaryhmän tekemä tietomallihankkeen tilaajaohje, joka sisältää lähtötietojen kartoituksen, suunnittelijahankinnan ja tilaajan suunnittelukohtaiset tavoitteet sekä liitteenä sisältövaatimukset suunnittelukohtaisesti. Tietomallintamisen laadintaan olennaisia asiakirjoja ovat YTV2012, suunnittelun tehtävälue-
telot (TELU) sekä projektin ohjelma-asiakirjat. Senaatti-kiinteistöt on laatinut myös CAD-ohjeen, jossa on kuvattu luovutusjärjestelyjä ja luovutettavan mallin

pääkohtia. Tietomallien sisältövaatimuksista buildingSMART Finland on julkaissut kattavan sarjan vuonna 2015. /5, 2/

YTV2012 määrittelee ensisijaisesti, mitä rakenteita on hyödyllistä mallintaa sekä niihin liittyviä asioita yksityiskohtaisemmin. Rakenteiden tietosisältöä ei niissä juurikaan määritellä. Yleisissä tietomallivaatimuksien taulukoissa on esitetty vaatimuksia koskien tyyppinimikkeitä, mitta- ja määräluetteloita sekä Talo 2000-tunnusta. Joistakin määrätyistä rakenteista, kuten ovista ja ikkunoista on yleisissä tietomallivaatimuksissa esitetty laadun määrittelyä vaatimuksia. Jos laatu tietoja vaaditaan, tulisivat tietotyypit olla koneluettavissa. Tämän vuoksi tulee sopia, minne tietokenttiin eri ohjelmissa sekä IFC export -dokumenteissa ne kirjoitetaan. /2/

3.4 Tietomallintamisen haasteet ylläpidon näkökulmasta

Tietomallien käyttö on huomattavasti lisääntynyt rakentamisen aikana, mutta ne ovat melko uusia vielä kiinteistöjen ylläpito-organisaatiolle. Haasteellista on, että tietomallista saatavia hyötyjä ei vielä tunneta tarpeeksi, eikä tilaaja osaa vaatia suunnittelijoilta tietomallin käyttämistä. Ylläpidossa yleisimpiä esteitä ja haasteita mallien käytölle ovat seuraavat:

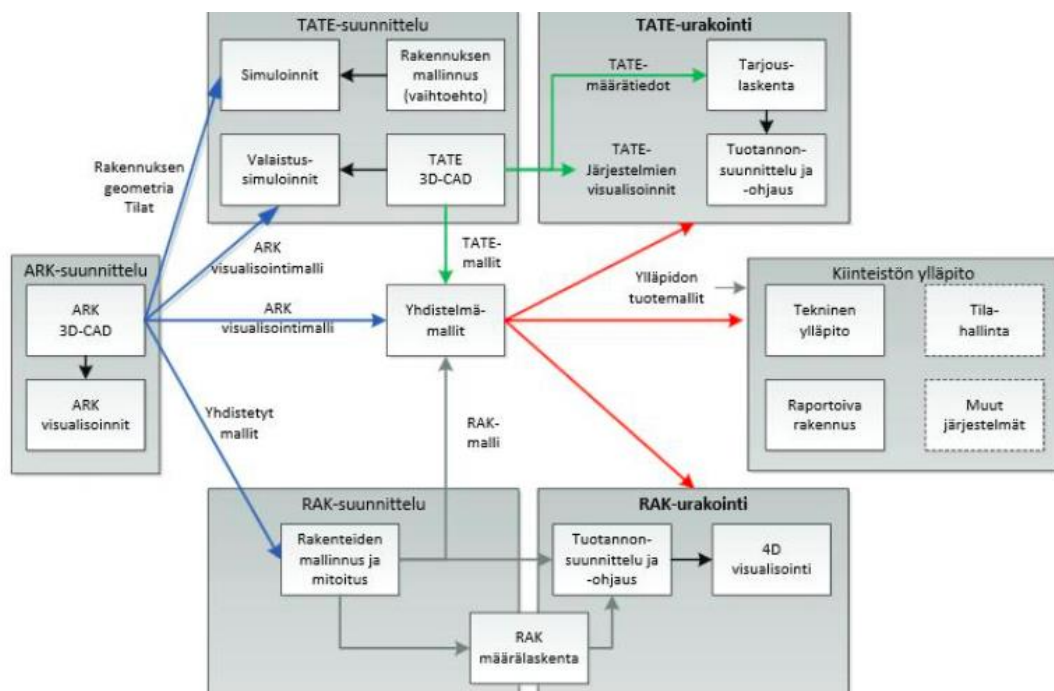
”Tietokoneiden kapasiteetti rajoittaa BIM-ohjelmistojen käyttöä, jotkut ohjelmistojen toiminnoista ovat kömpelöitä ja niiden käyttö vie runsaasti aikaa, tietomalli on laadittu puutteellisesti ja mallin oikeellisuuteen ei luoteta, katseluohjelmat eivät ole yhteensopivia, rakentamisen aikaisia muutoksia ei ole päivitetty, mallissa ei ole ylläpidon tarvitsemia tietoja, mallia ei ylläpidetä käytön aikana, malliin ei tallenneta käytön aikana kertyvää kokemusta, rajapintoja visualisointiohjelmiin tai huollon sovelluksiin ei ole, rajapintoja mittaus- tai rakennusautomaatiojärjestelmiin ei ole, muutostavastarinta sekä ylläpidosta ei tietoisesti haluta tehdä täysin läpinäkyvää” /2/.

Ylläpito-organisaatiot ovat tottuneet käyttämään erilaisia sähköisiä järjestelmiä, mutta uusien teknisten järjestelmien vieminen ylläpidon käytännön työhön saattaa aiheuttaa vastustusta ja kritisointia. Tämän vuoksi tulisi käyttäjille pystyä konkreettisesti havainnollistamaan tietomalleista saatavat hyödyt. Tietojärjestelmien tavoitteena on ensisijaisesti helpottaa käyttäjän työtä, kuten jouduttamalla tiedon löytymistä ja vian hakemiseen käytettyä aikaa vähentämällä. Kiinteistöhoiton ar-

jessa ei tarvita päivittäin yksityiskohtaisia rakennusosatietoja. Tämän vuoksi tietotietomalleista tehtävät ylläpidon tietomallikäyttöliittymät ovat enemmän hyödyksi kiinteistöhuollolle. /2/

3.5 Yhdistelmämalli

Yhdistelmämallilla tarkoitetaan eri suunnittelualojen tietomallien yhdistämistä yhdeksi tekniseksi malliksi. Sen avulla voidaan tutustua rakennukseen virtuaalisesti, ennen rakennushankkeen ensimmäistäkään asennusta. Yhdistelmämallin tarkoitus on vahvistaa suunnitelmien yhtenevyys eri tekniikan lajien ja hankeosien välillä. Keskenään ristiriidattomia suunnitelmia ei voida laatia ilman yhdistelmämallia. Sitä voidaan myös hyödyntää rakennuksen tuleville käyttäjille, tuottamalla yhdistelmämallista esittelymalli. Seuraavan sivun kuvassa (kuva 2) on esitetty kuinka yhdistelmämallia voidaan hyödyntää eri suunnittelualoilla. /2, 10, 17/



Kuva 3. Yhdistelmämalli suunnittelussa ja tuotannossa.

Yhdistelmämalli tehdään tietomallihankkeen alussa yhteisesti sovitulla avoimella tiedonsiirtoformaattilla. Siirrettäessä eri ohjelmien välillä tietoa on selvää, että tietoa häviää aina siirron aikana, koska ohjelmat käsittelevät dataa eri tavoin. Mal-

lennushankkeen aikana on syytä välttää suuria ohjelmistopäivityksiä, sillä niistä koituvat usein ohjelmistoille hankalasti ennakoitavia jälkiseurauksia. Yleisimpiä yhdistelmämallin tiedonsiirtoon käytettäviä standardeja ovat muun muassa perusvaatimuksena tietomallinnuksessa oleva IFC (Industry Foundation Classes) ja uudempi tiedonsiirtoformaatti COBie, jota on enemmän käytetty USA:ssa. COBie (Construction Operations Building Information Exchange) ei kuitenkaan sovellu yksistään tiedonsiirtoon, sillä formaatin tietomuotoa on alun perin käytetty ei geometristen mallinnustietojen koostamiseen sekä julkaisemiseen tietomallista. COBie soveltuu hyvin esimerkiksi tuoteselosteiden, laiteluetteloiden, varaosaluetteloiden, takuuasioiden sekä suunnitelmien keräämiseen ja tallentamiseen ennakkoivassa huollossa. /27, 6, 21/

Muun muassa ohjelmat Tekla Structures, CADS Planner, Solibri Model Checker ja DDS Architecture sisältävät jo BCF-valmiuden. BCF (Building Collaboration Format) on harvemmin käytetty Teklan ja Solibrin yhteistyönä uudistettu tiedonsiirtomuoto, jossa ovat vaikuttaneet buildingSMART Finlandin jäsenet. Vastaanottava sovellus tunnistaa lähettäjän poimiman näkymän ja korostaa haluttuja osatekijöitä, perustuen BCF-viestin sisältämään mallikomponenttien sijainti- ja objektitietoihin. Tässä metodissa siirretään vain XML-pohjainen pienikokoinen tiedosto, jossa malliin liittyvien kysymysten tai havaintojen esittäminen ei edellytä lähettämään koko IFC-mallia. BCF:ää on käytetty ensin suunnittelijoiden ja muiden hankeosapuolten väliseen viestien välittämiseen. Ne ovat sisältäneet täsmällisen referenssi viittauksen mallin tarkoin määrättyyn kohtaan. BCF:llä on mahdollista toteuttaa muun muassa yksinkertainen konekortti ja mallin linkitys BCF-yhteensopivaa mallia käyttäen. Tulevaisuudessa BCF:stä saadaan joka tapauksessa pilvipalveluihin pohjautuvia asianhallintaratkaisuja projektiryhmän käyttöön. /2/

Yhdessäkään tämän päivän käytössä olevasta IFC export-muodosta kaikkea eri suunnittelualojen malleissa olevaa älykästä tietoa ei saada siirrettyä IFC-malliin. Tästä johtuen yhdistelmämallit eivät kokonaan pysty korvaamaan alkuperäismalleja. IFC-tiedonsiirron ongelmana on myös malleista usein katoava parametrisyys, joka on tärkeä rakennusosien muokkaamisessa ja muun muassa esitystapojen hal-

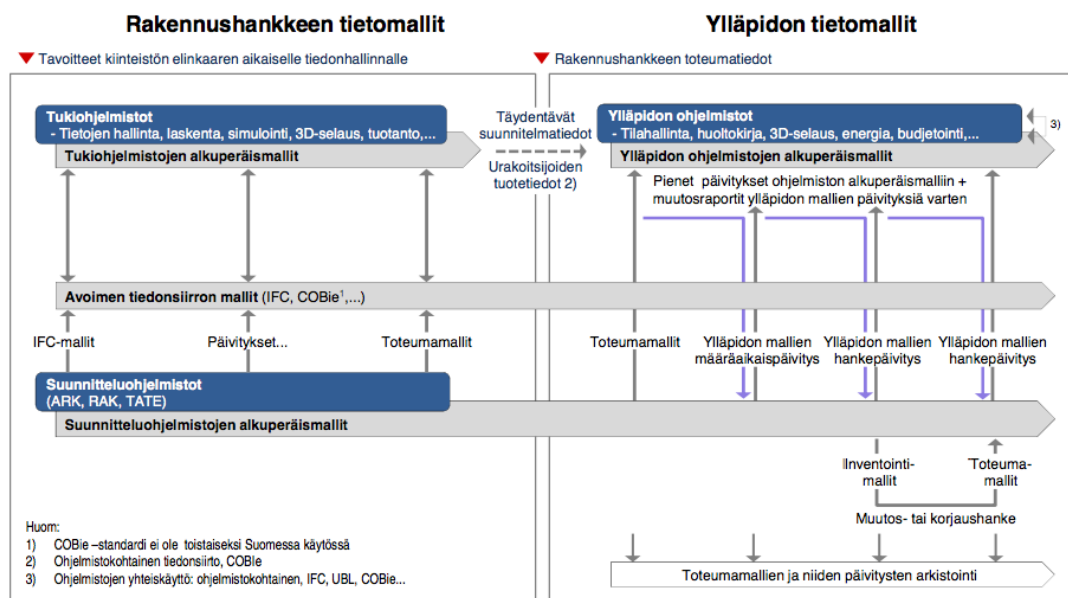
linnassa. Kiinteistön ylläpidossa voidaan käyttää teoriassa tietomallia sellaisenaan sähköisten kiinteistöhallintajärjestelmien ohella. Hankalien käyttöliittymien sekä tiedon siirron määrittämisen ja virheettömyyden varmistaminen vaikeuttavat mallien kehittämistä. Tilanne, jossa malli muodostaisi yhtenäisen kokonaisuuden toisiin järjestelmiin olisi optimaalinen siten, että järjestelmät käyttäisivät mallista saatavaa tietoa suoraan ilman yksittäistä käyttöliittymää. Kaikille malliin lisättäville objekteille tulisi syöttää tilatunnukset, jotta mallista saatavaa tietoa olisi helpompi hyödyntää. Tunnuksen muodostamisessa voidaan käyttää esimerkiksi GUID-menetelmää. /27/

3.6 Tietomallintaminen käytön ja ylläpidon aikana

Toistaiseksi mallipohjaisia huoltokirjoja vaaditaan vain poikkeustapauksissa, koska ne ovat vielä kehittämisvaiheessa. Tilaajan määrittämiin huoltokirjoihin liittyvät aineistovaatimukset on kuitenkin kaikkien hankeosapuolten työskentelymenetelmiä katsomatta täytettävä. Kiinteistöpitoon suunnattuja tietomallipohjaisia sovelluksia on jo tarjolla, joihin voidaan tehdä erilaisia käyttäjäliittymiä. On olemassa esimerkiksi operatiiviseen kiinteistöjohtamiseen, kiinteistöhoidon käytännön tehtäviin sekä palveluiden tuottamiseen. /4, 9/

Kiinteistönomistajalle oleellista aluetta ovat ylläpidon elinkaari vaikutusten ja kustannusten hallintaa edistävät muun muassa olosuhde-, energia- ja ympäristötavoitteiden mallinnus tietomallien voimin, raportointiominaisuudet ylläpidon ohjelmistossa sekä edellytykset kilpailuttaa eri palveluita olemassa olevien menekkien ja laajuustietojen pohjalta. Palveluiden toimittajat puolestaan voivat hyödyntää tietomallipohjaisia sovelluksia parantaen kilpailukykyä tehokkaalla tiedonhallinnalla liiketoiminnassaan. Asiakkaalle selviä havaittavia hyötyjä ovat nopea reagointi asiakkaiden pyyntöihin ja ongelmiin, palveluiden laatu sekä loppujen lopuksi asiakastytyväisyys. Kiinteistönomistaja hyötyy avoimesta tiedonsiirrosta, sillä sovellusvaihtoehdot lisääntyvät, toimittajariippuvuus laskee ja tietomallien mahdollisia hyödyntämisalueita esiintyy enemmän verrattuna suljettuihin järjestelmiin. Ajantasaiset tiedot auttavat myös kiinteistön ylläpidon toimintojen ohjaimista sekä kiinteistöön tehtävien korjausrakennusprojektien suunnittelua. /9/

Kiinteistöpidossakin arvioidaan informaatiotekniikan investointeja hyöty- ja kustannuskäyttökohtien sekä toimintasuunnitelmien tavoitteiden, kuten ylläpidon, omistamisen, palveluiden hankinnan ja laatutason kannalta pidemmällä aikavälillä. Käyttönoton kulut, ohjelmistojen hyödyntämisen tuki ja helppous, sovellusten käytettävyyden ja tietojen päivitettävyyden ovat muun muassa hankintapäätöksiin vaikuttavia tekijöitä. Jo rakennushankkeen suunnittelun alussa tulisi olla tiedossa käytön ja ylläpidon aikaiset tiedonhallinnan tavoitteet, jotta eri tahoja koskevissa tietomallivaatimuksissa voitaisiin ottaa oikealla tavalla tilaajan tarpeet huomioon tietojen hyödyntämisessä rakennushankkeen jälkeenkin. /9/



Kuva 4. Rakennuksen elinkaarenaikainen tietomallien hallinta.

Yllä olevassa kuvassa (Kuva 4) on esitetty tietomallien hallinta monipuolisena prosessina kiinteistön elinkaaren aikana, joka lähtee tietomallinnukselle asetettavista tavoitteista ja etenee suunnittelusta rakentamiseen, kiinteistölle luovutettavien toteumamallien ja ylläpidon tiedonhallintaan sekä lopuksi mallien päivityksiin. Päämääränä on rakennuksen tietojen käyttö tehokkaasti kaikissa vaiheissa kiinteistön elinkaaren ajan. Maksimaalinen kustannussäästö ja hyöty saadaan tietomallinnuksesta, kun rakennushankkeen tietomallit voidaan ajantasaisina sekä tietosisällöltään hyväksyttävänä siirtää ylläpidon tarpeisiin. /9, 28/

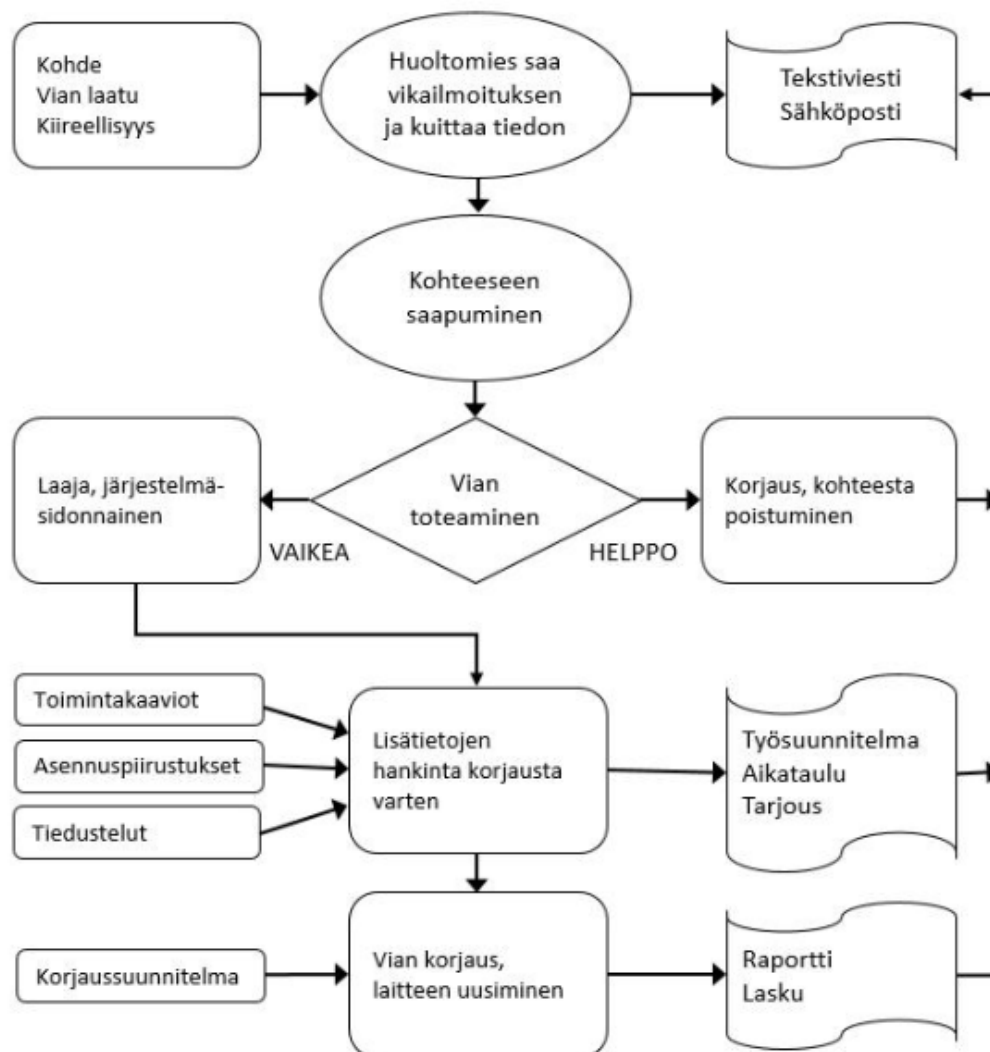
3.7 Kunnossapito ja ylläpidon tiedontarve

Kunnossapidon tehtävä on pitää huolta rakennuksen rakennusosien, laitteiden ja koneiden kunnosta niin, että työ voidaan tehdä suotuisissa olosuhteissa turvallisuuden, laadun ja ympäristön sekä nettotuottojen kannalta. Lisäksi palvelu voidaan toteuttaa siten, että laatu ja kustannussuhde on mahdollisimman edullinen ja ennen kaikkea kuluttaja on tyytyväinen. Kunnossapito voidaan jakaa yleensä ennakoiwaan ja korjaavaan kunnossapitoon. Ennakoivan kunnossapidon tavoite on laitteistojen toimintakyvyn ylläpito ja vioittumisien todennäköisyyden pienentäminen. Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään joko säännöllisesti tai tarpeen vaatiessa. Ehkäisevää kunnossapitoa ovat muun muassa seuraavat: tarkastaminen, kunnossapito, määräystenmukaisuuden varmistaminen sekä toimintakunnon varmistus ja testaaminen. /26/

Huoltoa vaativien rakennusosien ja laitteiden paikannus sekä nimeäminen tietomalliin ovat olennaisia ennakoivan kunnossapidon näkökulmasta. Erilaisille pintamateriaaleille voidaan esimerkiksi arvioida käyttöikä ja huoltojaksot. Huoltotehtävät voidaan myös tarvittaessa kirjata suoraan malliin. Kunnossapitotoimenpiteet tulisi laatia taho, jolla on kokemusta kiinteistöhuollosta pidemmältä aikaväliltä. Suunnittelijat eivät ole tähän välttämättä paras mahdollinen taho määrittelemään kunnossapitotoimenpiteitä. Useimmiten kunnossapitotoimenpiteet määrittelee niin kutsuttu huoltokirjan laatija eli se delegoidaan erillisen osapuolen tehtäväksi. Tarkoituksena on, että valmis huoltokirja olisi käytettävissä heti rakennuksen valmistuttua, jonka vuoksi kunnossapitotoimenpiteet tuli määrittellä jo rakennusaikana. /26/

Tietomalliin ennakoivaa kunnossapitoa vaativien rakennusosien ja laitteiden tietojen määrittämisen jälkeen, voidaan myös niiden tiedot tallentaa erilliseen tietokantaan. Samaa tietokantaa voivat käyttää hyväksi muun muassa sähköinen huoltokirja sekä eri ylläpidon järjestelmät. Huoltokohteisiin kohdistuvat työt voidaan hahmotella malliin pohjautuvassa 3D-näkymässä, käyttäen apuna esimerkiksi eri värejä huoltojen tilanteen seuraamiseen. /2, 26/

Korjaavalla kunnossapidolla tarkoitetaan vikaantuneen osan, komponentin tai laitteiston palauttamista käyttökelpoiseksi eli se korjataan. Korjaava kunnossapito voidaan jakaa etukäteen suunniteltuun kunnostukseen ja ennalta arvaamattomasta häiriöstä johtuvaan vian korjaukseen. Korjaavaan kunnossapitoon kuuluu muun muassa vian määrittäminen, tunnistaminen, paikallistaminen, korjaus sekä toimintakelpoiseksi palauttaminen. Useat eri vaiheet kuuluvat korjaavan kunnossapidon prosessiin. Alapuolella olevassa kuvassa (kuva 5) on esitetty tyypillisen vikakorjausprosessin eri vaiheet. /26, 18/



Kuva 5. Tyypillinen vikakorjausprosessi.

Tietomallia voidaan hyödyntää korjaavassa kunnossapidossa esimerkiksi visualisoinnissa, joka sisältää vikailmoituksen tunnistuksen, vikailmoituksen kohdistamisen oikeaan tilaan, viallisen laitteen paikantamisen, vian vaikutusalueen havainnollistamiseen sekä huollettavalle kohteelle opastuksen. Tai vastaavasti tietomallia voidaan käyttää myös ennen huoltokohteeseen menoa työn suunnitteluun, joita voivat olla muun muassa oikeiden varaosien ja työkalujen ennakointi, tarvittavan ammattitaidon varmistaminen, työhön menevän ajan arviointi sekä vikojen syy-seuraussuhteiden selvittäminen. /2/

Korjaavassa kunnossapidossa tietomallien käyttö edellyttää tietojen keräämistä tietokantaan sekä rakenneosien nimeämistä ja paikantamista. Näin samalla koodiavaimella tai tunnisteella tunnistetaan komponentit hälyttävässä järjestelmässä. Esimerkiksi rakennusautomaatiossa järjestelmä antaa tiedon tietokantaan, rakenneosan hälyttäessä. Tietokannasta voidaan hälytys vielä lukea graafiseen 3D-näkymään ja paikantaa paikkatietojen perusteella tietomalliin. /2/

Tiedontarve riippuu rooleista kiinteistöhuollossa. Kiinteistöjohtamisessa tarvitaan pääsääntöisesti operatiiviseen toimintaan liittyvää tietoa, jolla tarkoitetaan ylläpidon tarvitseman tiedon hankkimista ja tuottamista rakennuksen tietomallia käyttäen. Ylläpidon toiminta keskittyy seuraaviin: kiinteistön ylläpito, kiinteistönhoito, teknisten järjestelmien hoito, kiinteistöhuolto, energiankäytön hallinta ja kiinteistönhoidon valvonta. Edellä mainitut ylläpidon prosessit koostuvat eritasoisista toiminnoista. /26/

Ylläpidon oma tavoiteasettelu asettaa tiedontarpeen. Ylläpidon oleellisina tavoitteina on saada aikaan työolosuhteet asetettujen tavoitteiden mukaisiksi, viedä eteenpäin energiakulutusta laskevia tietomalleja sekä pitää huolta, että kiinteistöt ovat teknisesti hyvässä kunnossa läpi niiden elinkaaren. Ylläpito tähdätään toteuttamaan ihanteellisin kustannuksin tuottavuus huomioiden sekä saavuttamaan määritetyt kulutustavoitteet. /2/

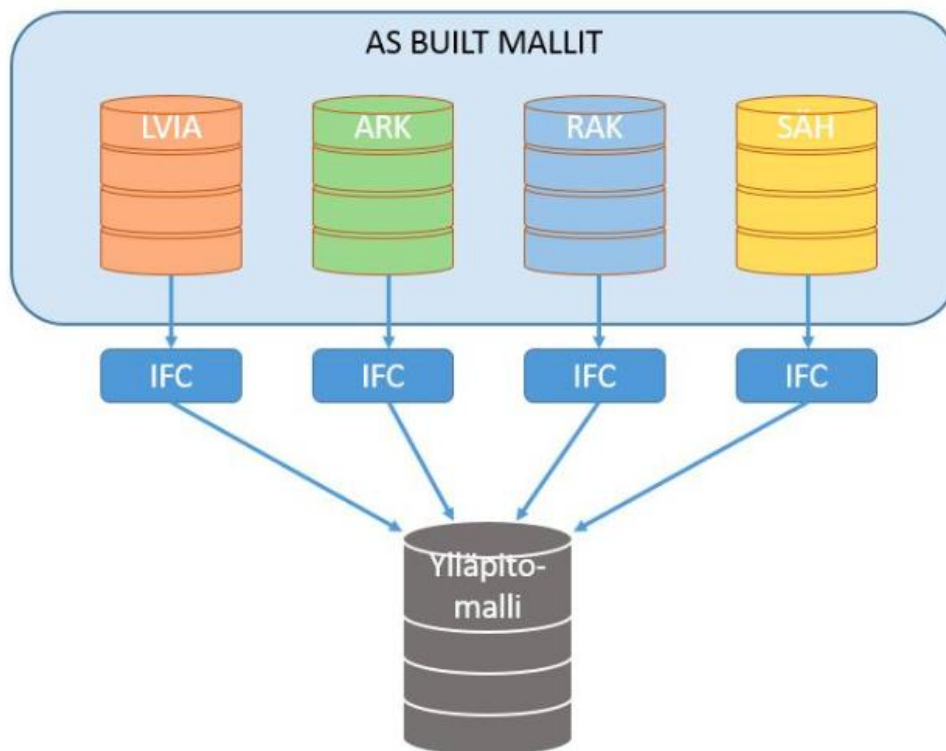
Ylläpidossa käytettävä tieto voidaan jakaa aktiiviseen ja passiiviseen tietoon. Muun muassa vikailmoitukset, palvelupyynnöt, hälytykset sekä mittareista ja antureista saatava tieto ovat kaikki aktiivista tietoa. Passiivista tietoa ovat esimerkik-

si tilojen rakenteiden ja pintamateriaalien tiedot, tarjouspyyntömateriaali kiinteistönhoidosta, huolto-ohjelma ja huoneiston käyttöohjeet. /2/

Pakkaamatonta sekä yleensä muotoilematonta dataa, jota tietomalli pääasiassa sisältää ei ihminen pysty sellaisenaan sitä käyttämään. Tietoa voidaan käyttää vasta, kun data on muodostettu ihmisen ymmärtämään muotoon. Tämän vuoksi prosessi on vähintään yhtä tärkeä kuin varsinainen data, jossa data muutetaan ymmärrettäväksi informaatioksi. /2/

3.8 Ylläpitomallin vaatimukset ja käyttö

Ylläpitomallista puhuttaessa, tarkoitetaan rakennuksen yhdistelmämallia, joka sisältää käytön ja ylläpidon aikaisen huollon sekä käyttöä ja kunnossapitoa tarvitsevat rakenteet ja laitteet. Ylläpidon tietomallista tulisi siis olla hyötyä kiinteistön omistajalle tai kiinteistöä ylläpitävälle taholle. Tilojen, laitteiden ja muiden ylläpito kohteiden paikannus onnistuu ylläpitomallin avulla. Ylläpitomallilla voidaan tuottaa myös näkymiä esimerkiksi huolto- ja korjausrakennuskohteista, jotka ovat piilossa. Ylläpitomallin luonnissa tulisi käyttää tietomalliasiantuntijaa, joka laatii lopullisen ylläpitomallin, tarkistaa laaditun informaation sekä mallintamisen tason. Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa (kuva 6) on esitetty, mistä IFC-muodoista ylläpitomalli rakentuu. /2, 7, 8/



Kuva 6. As built -malleista koostuu ylläpitemalli.

3.9 Ylläpitemallin tietosisältö

Ylläpitemalli koostuu suurimmaksi osaksi passiivisesta tietosisällöstä. Tärkeimpiä passiivisia tietoja kiinteistöhuollon kannalta ovat muun muassa tilatiedot, karkealla tasolla laitetiedot, järjestelmien paikannuskaaviot ja piirustukset, toimintakaaviot järjestelmittäin tai konekortit sekä järjestelmäkuvaukset. Ylläpitemalliin tulisi luoda erilaisia käyttäjätarkoituksesta riippuvia käyttöliittymiä tai tasoja, koska tarvittavan tiedon motiivi vaihtelee käyttäjäryhmittäin. /2/

Ylläpitemalli toimii tällä hetkellä varastona passiiviselle tiedolle, minkä vuoksi ylläpitemallin käyttäminen rajoittuu pääasiassa tiedon visualisointiin ja hakemiseen. Kiinteistöhuollon tarpeisiin ylläpitemalli vastaisi paremmin, jos se sisältäisi vähintään vaadittavat tiedot paikannuspiirustuksissa sekä yksilölliset symbolit tai tunnisteet, joista voitaisiin linkittää laitetiedot suoraan huoltokirjaan. Huoltokirjaan ei tällöin tarvitsisi luoda irrallisia 2D-paikannuspiirustuksia ja näin paikantaminen voisi tapahtua suoraan tietomallista. /2/

Kaikki tieto voidaan pitää yhdessä, mutta sitä ei tarvitse välttämättä pitää samassa tietomallissa. Tämä tarkoittaa sitä, että yhdestä tietokannasta voidaan luoda erilaisia näkymiä. Saman tiedon ylläpitämistä eri tietomalleissa tulisi kuitenkin välttää, jotta päivitettävyys ja mallien yhtenevyys ei kärsisi. Tietomallin kokoon ja käsiteltävyyteen vaikuttaa malliin tallennetun tiedon määrä. Erillisiin tietokantoihin tulisikin tallentaa eniten käytettävää tietoa, jossa tietoa ylläpidetään ja josta sitä on helppo tarpeen tullen hakea. Kiinteistön ylläpitoon kuuluvia tietoja ei myöskään ole järkevää säilyttää yhdistelmämallissa päivitettävyyden kannalta. Mallin tulisi sisältää ainoastaan olennaiset tiedot rakennuksen muodosta ja sen mallista sekä rakenteista ja osista, jotka voidaan linkittää sähköiseen huoltokirjaan tai muuhun tietokonejärjestelmään. /2, 23/

3.10 Ylläpitomallin käyttö

Ylläpitomallia voidaan hyödyntää eri käyttötarkoituksiin, näitä ovat esimerkiksi seuraavat: visualisointi, korjaustöiden ja käyttömuutoksien suunnittelu, työn suunnittelu ennen huoltokohteeseen menoa, käytön aikainen energiasimulointi, muut pienoismallit, turvallisuus sekä käyttäjän avustaminen. Visuaalisuus on ylläpitomallin merkittävimpiä vahvuuksia 2D-kuviin verrattuna. Ylläpitomallin tulkinta ei vaadi syvempää perehtymistä rakennuspiirustuksiin, mutta toisaalta kykyä kolmiulotteisesti tilojen hahmottamiseen se edellyttää. Rakenteita tai luokkuja ei välttämättä tarvitse edes avata, kun hyödynnetään rakenteissa olevaa rakennus- ja talotekniikkaa. Vikatilanteiden seurausten ja syiden arvioinnissa mallista saadaan myös apua. Lisäksi sen avulla voidaan analysoida laajempia kokonaisuuksia samanaikaisesti ja tehdä päätelmiä asioiden välisistä vaikutuksista. /2/

Yhdistelmämallissa ei tavallisesti ole tietoyhteyttä tekniseltä kannalta katsottuna esimerkiksi keskuslaitteiden ja tilojen välillä taloteknisessä järjestelmässä. Näin ollen ellei näitä tietoyhteyksiä ole erikseen rakennettu malliin, joudutaan tunnistamaan siirto-osat manuaalisesti seuraamalla. Paikantamspiirustuksiin tietomallin käyttö edellyttää yhdenmukaisen rakenneosien nimeämisen, kuten tilatunnuksilla, esimerkiksi vikailmoitusten ja huoltokirjan kanssa. Arkkitehdin malleissa harvemmin on seinäpintojen käsittelystä tai lattiapintojen materiaaleista tietoa. Tiedot

löytyvät kuitenkin erillisistä asiakirjoista, kuten maalaustyöselostuksesta. Samoin myös TATE-puolella on paljon laitteita ja komponentteja, joita ei ole mallissa. Ylläpitomallin laadinnassa tulisi kaikki tärkeä tieto siirtää ylläpidon tietokantaan, kuten laiteluettelot. 3D-malliin tulisi linkittää komponentit vähintään sijaintitiedoiltaan sekä jonkun tulisi myös huolehtia, että tieto päivittyy sinne. /2, 5, 7/

”Suunnittelun ja toteutuksen tavoitteena tulee olla ratkaisu, joka mahdollistaa kiinteistön toteutuneen energiakulutuksen ja todellisten olosuhteiden vertaamisen suunnitteluvaiheessa tehtyihin laskelmiin. /2/” Rakennuksen olosuhteet ja energiankulutus on mallinnettava tällöin jo suunnitteluvaiheessa. Tiedot on oltava ylläpidon käytettävissä ja olosuhteet mitattava tarkoituksenmukaisessa laajuudessa, jotta voidaan suorittaa käytönaikainen vertailu. /2/

Ajantasaisuus on avaintekijänä mallien uskottavuudessa ja käytössä. Kiinteistölle olisi hyvä laatia päivitysohje ylläpidon tietomalleista, jossa selostetaan päivityksiin liittyvät ajankohdat, vastuut ja tehtävät. Sovittaessa päivityksiin voidaan liittää myös ylläpidon ohjelmistojen objektiivinen ja määrämuotoinen arviointi eli laadunvarmistuksen selvitys sekä energiatodistuksen päivitys. Korjausrakennushankkeiden yhteyteen on hyvä ajoittaa ylläpitomallien päivitykset käytännöllisyyden kannalta. Lisäksi määräaikaiset päivitykset voidaan sopia erikseen tarvittaessa. /2 /

4 TAPAUSTUTKIMUS VAASAN SAIRAANHOITOPIIIRIN U- RAKENNUKSEN AVULLA

Tässä kappaleessa esitellään case-esimerkki, Vaasan sairaanhoitopiirin U-rakennus ja hankkeen taustaa sekä avataan tarkemmin tehtyjä haastatteluja. Haastattelut tukevat esimerkkikohteen informaation selvittämisessä olennaisesti. Tutkimuskäytössä on ollut kaikki hankkeesta julkaistut suunnitteluaineistot projektipankissa, muun muassa tietomallipalavereiden muistiot ja hankkeesta tehdyt tietomallit (IFC-tiedostot).

4.1 Haastateltavien valinta ja haastattelutilanteet

Haastateltavana olivat kiinteistöhuollon kannalta tärkeitä ammattihenkilöitä. Haastateltavia oli yhteensä kuusi. Neljä kuudesta haastateltavasta työskentelee Vaasan keskussairaalan teknisen yksikön huollon palvelualueella ja he vastaavat kohteen käytöstä ja ylläpidosta. Loput haastateltavista on valittu heidän ammattitaidon ja kokemuksen perusteella hankkeen ulkopuolelta. Haastateltavat ovat muun muassa seuraavissa asemissa: kiinteistöhuollossa esimiehenä toimiva LVI-insinööri, LVI-tekniikko /huoltomies, LVI-suunnitteluinsinööri, sähköinsinööri ja tietomallikoordinaattori. Haastattelukysymysten pohjana on käytetty muun muassa YTV2012-tarkastuslomakkeita sekä Suomen sairaalatekniikkayhdistyksen (SSTY) ja buildingSMART Finlandin yhteistyössä järjestämää ”Tietomallit ylläpidossa–workshopin” esiselvityksessä esitetyjä kysymyksiä, jotka on laatinut Valtion tieteellisen tutkimuslaitoksen (VTT) Markku Kiviniemi.

Haastatteluista neljä tehtiin Vaasan keskussairaalan tiloissa, yksi Citec:n toimitiloissa sekä viimeinen haastattelu tehtiin sähköpostin välityksellä. Kussakin haastatteluissa meni keskimäärin tunti aikaa. Haastatteluissa käytettiin apuna laatimaani kysymyslistaa (liite 1). Haastattelut kirjoitettiin ylös muistion muotoon. Jokaisesta haastattelusta saatu haastattelumateriaali oli arvokasta ylläpitomallin informaation selvittämisen kannalta, koska käyttäjiltä tässä tapauksessa asentajilta ja huoltomiehiltä tulevat suurimmat vaatimukset ylläpitomallin käyttöön.

4.2 Vaasan sairaanhoitopiirin uusin rakennushanke

Vaasan sairaanhoitopiirin uusin rakennushanke on huhtikuussa 2017 valmistuva U-rakennus. U-rakennuksen suunnittelu on aloitettu jo helmikuussa 2013, mutta rakentaminen aloitettiin vasta tammikuussa 2015. U-rakennus on laajuudeltaan 7000 m² ja se pitää sisällään muun muassa sairaala-apteekin, isotooppi-osaston, puhdistilat sairaala-apteekin ja isotoopin tarpeisiin sekä osan vastaanottotoiminoista. U-rakennus on Vaasan sairaanhoitopiirin historian vaativin rakennushanke. Vaasan keskussairaalalla on ollut kokonaisvastuu rakentamisesta. Vaasan keskussairaala on ohjannut ja valvonut suunnittelua lisäten suunnitelmiin ylläpidon ja elinkaaren vaatimukset sekä valvonut, että toteutus on suunnitelmien mukaista. Hankkeessa on hyödynnetty tietomallinnusta, joka on selkeyttänyt kaikkien hankkeen osapuolten yhteistyötä. Vaasan sairaanhoitopiiri on edellyttänyt ja valvonut tietomallin virheettömyyttä ja ajantasaisuutta sekä suunnittelun, että rakentamisen aikana. /25/

U-rakennuksen suunnittelussa ovat olleet mukana muun muassa:

- Arkkitehtisuunnittelu, Arkkitehtitoimisto Nurminen Antila & Co Oy
- Rakennesuunnittelu, Contria Oy
- LVIA-suunnittelu, Granlund Pohjanmaa Oy
- Sähkösuunnittelu, Granlund Pohjanmaa Oy
- Geosuunnittelu, Ramboll
- Sairaalas suunnittelu (kiinteät sairaalakalusteet) ja puhdistilas suunnittelu, Granlund Kuopio Oy.

U-rakennuksen tietomallikoordinaattorina on toiminut Granlund Pohjanmaa Oy: n Pekka Pajuniemi. Sairaalahankkeessa tietomallinnukset on tehty YTV2012 mukaisesti, mutta tietomallinnus tasoa ei ole määritelty sopimuksissa. Hankkeesta ei ole laadittu vaatimusmallia, mutta tilaajan laatimaa tilaohjelmaa on käytetty mallintamisen lähtökohtaisena vaatimuksena. Tilaohjelmassa (huonekortit) on esitetty tilaajan ja käyttäjän tiloille asettamat vaatimukset. Tietomallinnushanke on aloitettu vuoden 2013–2014 vaihteessa ja ensimmäiset yhdistelmämallien törmäystar-

kastelut on tehty vuoden 2014 lopulla. Suunnitteluajana mallin avulla tehtäviä törmäystarkasteluita on tehty 2–3 kertaa ja niistä on laadittu erilliset törmäystarkasteluraportit. Mallien yhdistämisessä on käytetty Solibria- ja Navisworks-ohjelmistoja, mutta törmäystarkastelut on suoritettu käyttäen Solibria. Yhdistelmämallin vaatimuksena oli, että se on oltava katseltavissa niin sanotuilla ilmaisilla katseluohjelmistoilla. Tietomallinnuksessa on käytetty IFC 2x3 -muotoista tiedonsiirtoformaattia, joka tukee kaikkia yllämainittuja suunnitteluohjelmia. Kaikki projektissa vaaditut tietomallit on täydennetty rakentamisvaiheessa tehtyjen muutosten mukaisesti niin, että ne vastaavat lopputulosta (as built). Tiedostojen nimeäminen on sovittu Talo 2000 -nimikkeistön mukaan. /25/

Tietomallihankkeen suunnittelussa on käytetty seuraavia suunnitteluohjelmia mallinnukseen:

- Arkkitehtisuunnittelu, Revit
- Rakennesuunnittelu, Tekla Structures
- LVIA- ja sähkösuunnittelu, MagiCAD
- Kiinteiden sairaalalakalusteiden suunnittelu, Revit.

5 TULOKSET

Tässä kappaleessa selvitetään tapaustutkimusta apuna käyttäen, mikä on kiinteistön käytön-, huollon- ja ylläpitovaiheen näkökulmasta keskeistä informaatiota. Tällöin voidaan puhua ”tietosisällön toiminnallisesta minimistä” /8/. Oleellisen tiedon selvittämisessä, apuna voidaan käyttää kysymyksiä: Mitä tietoa huoltomies tarvitsee? Mitkä rakenneosat ja laitteet vaativat ennakoivaa tai korjaavaa kunnossapitoa? Mitä informaatiota näiden rakenneosien ja laitteiden tulisi sisältää? /5, 2/

5.1 Haastatteluiden tulokset

Teoriaosuudessa kappaleessa neljä mainittiin tyypillisimpiä ylläpitomallin vaatimuksia, joista oleellisimmat ovat: tilatiedot, karkealla tasolla laitetiedot, paikanuskaaviot ja piirustukset, vaikutusaluejärjestelmät sekä järjestelmäkohtaiset tiedot. Edellä mainitut vaatimukset ovat kaikki tietomallista saavutettavissa olevaa tietoa. Näiden pääkohtien perusteella voidaan selvittää tarkemmin käyttäjien näkökulmasta tarpeellista informaatiota kiinteistön ylläpidolle.

1. Onko mielestäsi kiinteistön ylläpidossa asioita, joita haluaisit tuoda enemmän esille tai helpommin saataville, kuten raportteja, anturitietoja tai yhteystietoja?

Haastatteluissa ilmeni useaan otteeseen, että yksinkertaisuus ja täten päivitettävyyks ovat avainasemassa ylläpidon piirustuksissa. Kaikki haastateltavista olivat yhtä mieltä siitä, että tämän hetken 2D-piirustuksiin ei tarvitse lisätä mitään, päinvastoin niistä haluttaisiin karsia huollon kannalta epäoleellisia objekteja pois. Näitä olivat esimerkiksi irto- ja kiintokalusteet sekä rakennetiedot piirustuksista vain viitekuvina TATE-kuviin.

2. Koetko tietomallit vielä epätarkoiksi?

Haastatteluissa Vaasan keskussairaalan huollon palvelualueella työskentelevät toimihenkilöt totesivat, että tietomallien epätarkkuus ei ole enää ongelma ja sen koetaan parantuneen huomattavasti edeltäviin rakennushankkeisiin verrattuna. Yksi haastateltavista erityisesti korosti työmaavaiheen toteutumamallin tarkkuutta.

Malli tulee olla toteutettavissa, jotta myöhemmin rakennusvaiheessa ei tule ongelmia esimerkiksi talotekniikassa törmäyksien tai liian vähäisen tilan puutteen suhteen.

3. Mitä mieltä olet ylläpitomallin päivityksestä? Kenelle se kuuluu?

Vastaajien mielestä mallien päivitykseen tulisi nimetä sitä ylläpitävä taho, yksi tai useampi henkilö, jotka koordinoisivat alkuperäisiä suunnittelijoita malliin tulevista muutoksista. Muutoksia ei välttämättä kannata sisällyttää tarjouspyyntöihin, sillä ne nostavat suunnittelun kokonaiskustannuksia huomattavasti. Kuten aikaisemmassa kappaleessakin mainittiin, Vaasan sairaanhoitopiirillä on ollut kokonaisvastuu rakentamisesta sekä se on edellyttänyt ja valvonut tietomallin virheettömyyttä ja ajantasaisuutta sekä suunnittelun, että rakentamisen aikana. Tämä on erityisen tärkeää, sillä mikäli olemassa olevat tietomallit eivät ole ajan tasalla, heikentää se niiden uskottavuutta.

4. Mitkä rakenteet ja laitteet vaativat aktiivisia toimenpiteitä? Mitä informaatiota näiden tulisi sisältää?

Ylläpidon tarvitseman tiedon kannalta yksittäisistä objekteista saatava tieto ei ole olennaista. Näistä turhaa tietoa ylläpidon kannalta ovat haastatteluiden perusteella spesifiset sekä tarkat tiedot laitteista, joiden ylläpidossa osia joudutaan vaihtamaan usein. Erityisesti pienten komponenttien mallit ja tyypit saattavat vaihtua ja niistä harvoin informoidaan suunnittelijalle asti. Tästä syystä ylläpitomallin ajantasaisuus voi herkästi kärsiä. Oleellisempaa olisi merkitä ylläpitomalliin komponentin mitoitus- ja suunnitteluarvot, joiden avulla rikkoutuneen laitteen tilalle voidaan hankkia uusi vastaava, kun tiedetään laitteen suoritusvaatimukset.

5. Minkä tyyppistä tietoa etsit piirustuksista? Koetko tarpeelliseksi esittää piirustuksissa tarkempia tietoja esimerkiksi ylä- ja alapohjarakenteista tai kerros- ja huonekoroista?

Haastatteluista ilmeni muun muassa, etteivät asentajat tarvitse tietoa sairaala-alueen korkeuskäyristä, laitteiden raporteista, anturitiedoista, rakenteista (ylä- ja alapohjatietoja) ja koroista. Kaikki vastaajat tarvitsivat tietomallista talotekniikan

järjestelmäkohtaisia informaatioita. Tästä voidaan päätellä, että TATE-puolen informaation sisältö on keskeisessä roolissa kiinteistön ylläpidon kannalta.

6. Käytätkö työssäsi 3D-ohjelmistoja? Kokisitko hyödylliseksi asentajille 3D-mallit?

Kiinteistöhuollossa asentajat käyttävät pääasiassa pdf-kuvia. Suurin osa haastateltavista oli sitä mieltä, että 3D-malleja ei tarvita kiinteistön ylläpidossa, koska he eivät luota vielä 3D-mallien ajantasaisuuteen ja toimivuuteen. CAD-kuvia asentajat pystyvät katselemaan BlueCielo Meridian PowerUser -katseluohjelman kautta pieneltä katselunäkymältä. Meridian -ohjelma on käytössä sairaalainsinööreistä asentajiin. Suunnitteluohjelmille, kuten Autodeskin AutoCAD:lle ei ole huollon puolella tarvetta tai edes osaamista. Ongelmana huollon puolella myös pidetään sitä, että vanhat sairaala-alueen rakennukset eivät ole täysin ajan tasalla nykyisten piirustusten kanssa. Haastatteluista selvisi myös syitä muutosvastaisuuteen. Vaasan sairaanhoitopiiri on ostanut käyttöönsä huolto-ohjelman vuosina 1995 – 1997, mutta käyttäjät olivat sitä mieltä, että huoltojaksot oli kirjattu ohjelmaan liian tiheään ja ohjelman laadinnassa ei ollut käytetty ”maalaisjärkeä”. Seuraava lause kiteyttää haastatteluista saadut mielipiteet hyvin: ”Rasvataanko saranat joka viikko vai rasvataanko saranat, kun ne alkavat vinkumaan?”

7. Onko etsimääsi tietoa helppo löytää ylläpidon tietokannoista? Löytyykö tarvitsemasi tieto esimerkiksi pohjakuvista?

Kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että on hyvä, kun tieto on yhdessä paikassa ja sieltä se on helppo löytää esimerkiksi haku-toimintoa käyttämällä. Ongelmaksi huollon puolella koettiin se, että heillä on käytössään samat piirustukset kuin sairaalainsinööreillä. Esimerkiksi osa pdf-kuvista on mustavalkoisia, joista muun muassa käyttö- ja poistovesiputkilinjojen erottaminen on haastavaa. Pdf-kuvissa ei ole näkyvissä paloalueiden rajoja, jotka ovat kuitenkin olemassa suunnitteluohjelmissa, kuten AutoCAD:ssä.

8. Poikkeavatko Vaasan keskussairaalan vaatimukset YTV2012:sta ja onko niitä noudatettu?

Vaasan keskussairaala ei ole määritellyt YTV2012 lisäksi muita vaatimuksia hankkeelle. Toimiva ylläpitomalli vaatii, että ensin on laadittu toimiva ajantasainen toteumamalli. Tästä syystä tilaajan pitäisi tarjouspyyntövaiheessa laatia riittävän tarkat vaatimukset suunnittelijoille. Ongelmana ei välttämättä ole vaatimukset, vaan vaatimusten toteutuksen valvominen. Haastatteluista ilmeni, että suunnittelijat eivät olleet halukkaita ensin noudattamaan Yleisiä tietomallivaatimuksia tai niihin ei ollut perehdytty kunnolla, vaikka vaatimukset oli kirjattu sopimukseen. Törmäystarkasteluissa suunnittelijat olivat ”oikoneet” poistaen ongelman siten, että toteuma ei ollut mallin mukainen. Lisäksi mallinnusta ei ollut aloitettu tekemään Yleisten tietomallivaatimusten mukaisessa järjestyksessä. Tämä heikentää jälleen mallin luotettavuutta.

9. Onko kaikilla suunnittelualoilla ollut sama koordinaatisto käytössä tietomallinnuksessa?

Yhtä suunnittelupistettä eli koordinaatistoa ei ole sairaala-alueella, joka hankaloittaa huomattavasti mallien yhteensovittamisessa. Viimeistään törmäystarkasteluissa voidaan huomata eri suunnittelualojen mallien eroavaisuus. Mallinnuksessa on käytetty Vaasan keskussairaalan kiinteistöjen rakennuskohtaisia koordinaatistoja. Virheitä tulee kuitenkin helpommin, kun kiinteistöjä on useita ja jokaisella rakennuksella on oma koordinaatistonsa.

10. Onko RAK ja ARK 3D-malleissa ollut virheitä ennen TATE-mallinnuksen aloittamista? Jos on, minkä tyyppisiä?

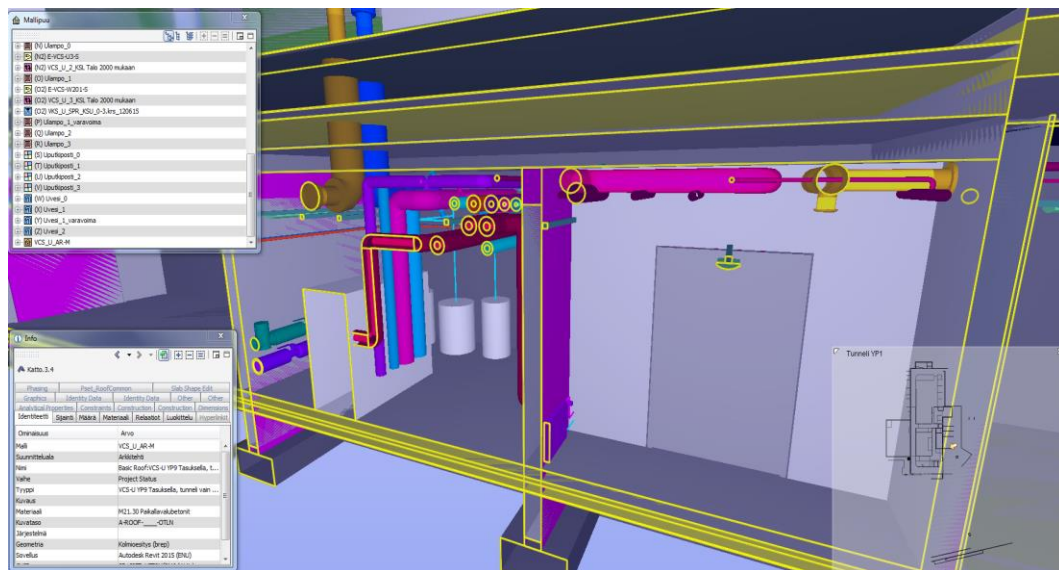
Vaasan keskussairaalan teknisen yksikön huollon palvelualueella työskentelevät suunnitteluinsinöörit totesivat, että ARK- ja RAK-malleissa oli virheitä ennen TATE-mallinnuksen aloittamista. Virheitä saataisiin karsittua, mikäli kaikki suunnittelijat noudattaisivat YTV2012 mukaista etenemisjärjestystä. Suurin osa virheistä oli aikaisemmin esitettyjen kuvien (kuva 8 ja 9) kaltaisia.

Kaikkiin laadittuihin kysymyksiin ei saatu selkeää vastausta ja niitä ei analysoitu tutkimuksessa. Haastatteluista saadut vastaukset jakautuivat kahteen ryhmään käyttäjien perusteella, suunnitteluinsinöörien ja huollon puolella työskentelevien

kiinteistöinsinöörien kesken. Suunnitteluinsinöörit olivat selkeästi sitä mieltä, että ylläpitomalli tulisi olla käytössä Vaasan keskussairaalan kiinteistöhuollon ylläpidossa. Vastaukset perustuivat tietomallin hyötyihin uusimmissa rakennushankkeissa. Suunnittelijoiden mielestä esimerkiksi tasokuvat eivät kerro koko totuutta asennuksista. Toisin kuin tietomallista nähdään kokonaisuudessaan reitit ja vaikutusalueet, joita voidaan hyödyntää asennusjärjestyksissä ja limittäin työskentelyssä, säästäten näin aikaa ja rahaa.

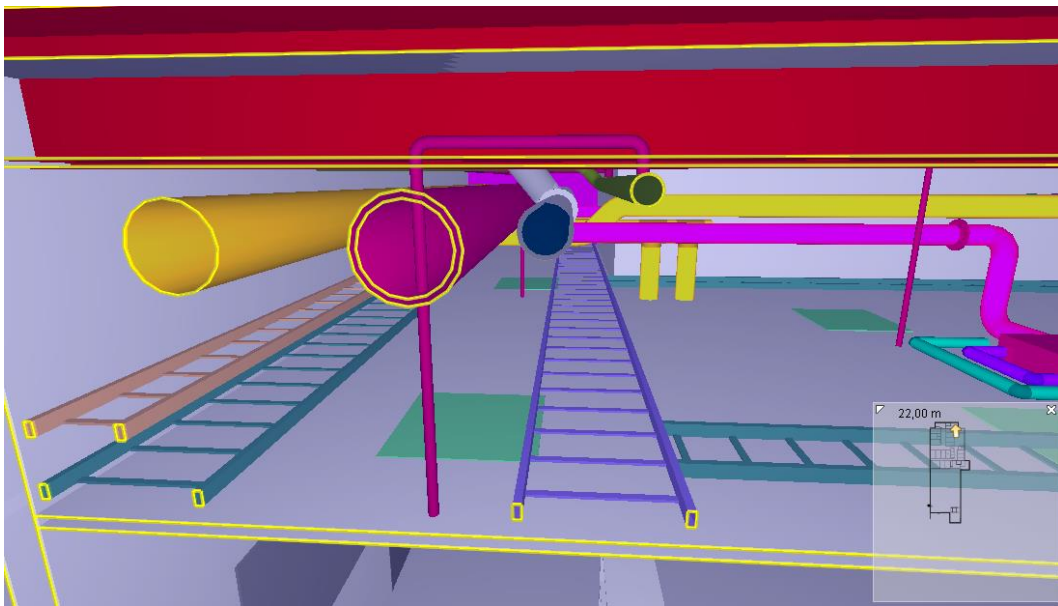
5.2 Tämänhetkinen tietomalli ja tekninen analyysi

Tämänhetkisestä U-rakennuksen tietomallista saadaan selville tarkasteltava järjestelmä kokonaisuudessaan ja sen sisältämä tieto. Objektien sisältämä tieto voidaan luokitella ryhmittäin identiteettiin, sijaintiin, määrään ja relaatioihin. Identiteettitiedot sisältävät muun muassa mallin, suunnittelualan, nimen, tyypin, kuvauksen, toiminnallisen tyypin, materiaalin, kuvatason, järjestelmän, geometrian, mallinnussovelluksen sekä GUID: in. Sijaintitiedot sisältävät tontin, rakennuksen, kerroksen, järjestelmän, ylimmän ja alimman korkeusaseman, etäisyyden seuraavaan kerrokseen, ylimmän ja alimman globaalin korkeusaseman sekä X- ja Y-suunnan globaalin tiedot. Määrätiedot pitävät sisällään suurimman korkeus, pituus ja leveys-tiedon. Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa (kuva 7) on esitetty valitun objektin tiedot info-laatikossa.

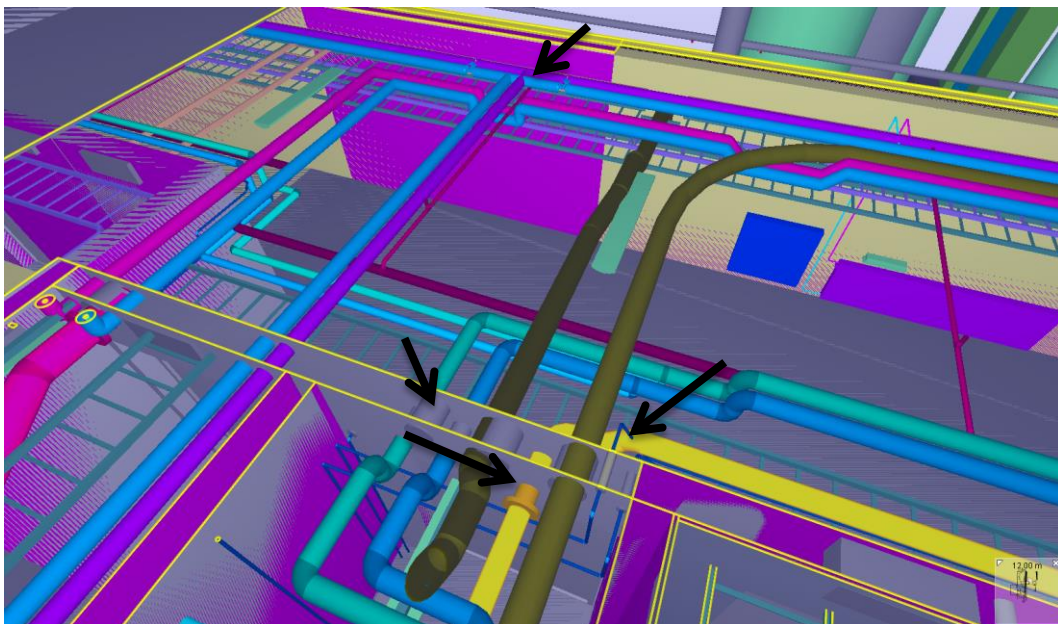


Kuva 7. Sprinklerihuoneen törmäyksiä ja objektin sisältämät tiedot vasemmassa alareunassa.

Seuraavalla sivulla olevissa kuvissa (kuva 8 ja 9) ei toteudu muun muassa sprinkleriputkien osalta YTV2012 vaatimus taloteknisen suunnittelun osasta 5.1.1 virtausteknisesti toimivista järjestelmistä: ”Järjestelmät mallinnetaan toimivina eli niin, että suunnitteluohjelmiston mahdollistamia laskenta- ja analyysitoimintoja on mahdollista käyttää. Kaikki toimivan kokonaisuuden kannalta oleelliset komponentit mallinnetaan. Verkostojen eri kerroksissa sijaitsevat osat on kytkettävä yhteen niin, että muodostuu virtausteknisesti ehjiä järjestelmiä /13/.”



Kuva 8. Sprinkleriputki läpäisee teräspalkin ja kanavan.



Kuva 9. Kuvassa havaittavia virheitä: putkilinjat risteävät, ylimääräisiä ja puuttuvia reikävarauksia, kondenssivesiputki kanavan läpi ja kanava nousulla.

5.3 Ylläpitomallin informaatio sisältö

Ylläpitomallin tulisi sisältää seuraavat, jotta se toimisi toivotulla tavalla:

- Facility management, toimitilajohtaminen

- Esimerkiksi pilvi- ja selainpohjainen graafinen tietokanta, kiinteistön hallinnan ja ylläpidon tarpeisiin. Pystytään tuottamaan ja hakemaan tietoa muun muassa tontin ja kiinteistön raporteista, eri kerroksista, huoneistoista, taloteknisistä laitteista ja materiaaleista.
- Kaikista rakennuksista mallien 3D-suunnittelu
 - Kokonaisuuden kannalta oleellista, että saman kiinteistön rakennukset on mallinnettu tietomalleiksi. Muun muassa vaikutusalueet saadaan näin mallinnettua rakennusten välille mahdollisimman tarkasti.
- BIM manual, tietomallin käyttäjäopas
 - Yleispätevä käyttäjäopas auttaa ymmärtämään tietomallinnuksen kulkua, käsitteitä sekä vaadittujen asetusten laadintaa kiinteistöä käyttävälle ja huoltavalle organisaatiolle.
- RDS (Room Data Sheet) eli huonekortti
 - Esimerkiksi Vaasan keskussairaalaossa käytössä oleva Modelspace-ohjelmisto, jota voidaan hyödyntää muun muassa suunnittelussa. Selkeät lähtötiedot ja määrittelyt suunnittelun tehostamiseksi ja tueksi, muutokset päivittyvät suoraan IFC-mallista huonekortteihin sekä tilasuunnitelmien vertailu ja tarkistus IFC-mallin ja huonekorttien välillä kuuluvat tietomallin kanssa yhteensopivan huonekortin ominaisuuksiin.
- BIM coordination
 - Pilvipohjainen palvelu, jonne voidaan tallentaa tietoa sekä sitä voidaan hyödyntää missä ja milloin vain. Pilvipalvelun avulla pystytään muun muassa kommunikoimaan hankkeen eri osapuolten välillä nopeasti sekä työstämään rakennuksen tasoja toimivammiksi kuormittamatta niitä liikaa.

Ylläpitomallin informaation määrittäminen on hankekohtaista ja sille ei voida asettaa yleisesti tarkasti rajattua sisältövaatimusta, sillä eri käyttäjät asettavat sille vaatimuksen sekä käyttötarkoituksen. Eri ohjelmien välillä sama tieto ei ole välttämättä yhtä tärkeää siirryttäessä toteumamallista ylläpitomalliin. Energian kulutus, kuluminen, hajoaminen sekä taloudellinen ajattelutapa ovat hyviä näkökulmia ylläpitomallin informaation selvittämisessä. Alapuolelle laadittu taulukko on yleispätevä ohje asentajien ja huoltomiesten näkökulmasta koko sairaala-alueen kiinteistöille. Taulukot (Taulukko 1 & 2) on laadittu haastatteluiden perusteella.

Taulukko 1. Ylläpitomallin informaation toiminnallinen minimi.

Suunniteluala	Paikannuspiirustus	Vaikutusalueet	Toteutuksessa huomioitavaa
ARK	<ul style="list-style-type: none"> • Asemapiirustus • Väestönsuojat • Palo-ovet ja palo-osastojen rajat • Hoidettavat ulkoalueet (ei TATE-puolelle) Tilat ja tilatiedot 		<ul style="list-style-type: none"> • Huonenumerot haulla löydettävissä
RAK	<ul style="list-style-type: none"> • Viranomaistarkastuksiin kuuluvat kohteet, kuten yläpohjavarusteet, läpiviennit, julkisivun täydennysosat • Ulkovaippojen, alapohjien ja väliseinien rakennetyypit, kantavuus sekä liikuntasaumot 		<ul style="list-style-type: none"> • TATE-puolen asentajanäkymässä rakenne-tietoja ei tarvitse näkyä
LVI	<ul style="list-style-type: none"> • Viemärikaivot ja erotinkaiivot • Jäähdytyskoneet • Lämmönjakokeskus • Lämpöpäämittari ja lämmityksen sulkuventtiilit • Päävesimittari ja vesitulun venttiilit • Ilmanvaihtokoneet • Tekniset laitteet ja 	<ul style="list-style-type: none"> • Koko sairaala-alueen käyttö- ja poistovesiverkko • Koko sairaala-alueen lämmitys- ja jäähdytysverkko • Sprinklerijärjestelmän suojelupii-rustus • Sairaalakaasut 	<ul style="list-style-type: none"> • Yhteystietoja laitevalmistajista /huoltajista • Ilmamäärät /sekunti, suoritusvaatimukset • Positiotunnukset ja tuotetiedot haulla löydettävissä • Putkilinjat on nimetty /numeroitu

	<p>huolto /puhdistusluukut</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paineilmajärjestelmän kompressorit, säiliöt ja kuivaimet • Sprinklerikeskukset ja varavesisäiliö • Palopellit • Pumppaamot • Komponentit, joiden malli ei muutu kiinteistön elinkaaren aikana, esim. suodattimet, höyrystimet ym. • Muut viranomaistarkastuksiin kuuluvat huoltoa vaativat kohteet 	<ul style="list-style-type: none"> • Paineilmaverkko 	<ul style="list-style-type: none"> • Valmistaja, toteutunut virtaus /suunniteltu virtaus, malli, tyyppi, teho, tilavuusvirta, painehäviö, kytkentä, LVI-koodi
SÄH	<ul style="list-style-type: none"> • Sähköpääkeskukset ja kytkimet • Nousukaapelit • Muuntamo • Atk-tilat • Telejärjestelmien keskuslaitteet • Sähkön mittaus • Hissien keskukset • UPS -keskukset • Varavoima • Saattolämmitykset ja laitteistot • Savunpoisto- ja paloilmoitinkeskukset • Valvonnan alakeskukset ja LON-keskukset • Valaistuksen ohjaukset • Julkisivu- ja ulkova-laistus • Nosto- ja muut sähkökäyttöiset ovet • Palokuntakaapeli • Muut huoltoa vaativat viranomaistarkastuksiin kuuluvat laitteet 	<ul style="list-style-type: none"> • Sähkökeskusten vaikutusalueet • Valaistuksen vaikutusalueet • ESD-lattiat • Hoitajakutsu-, työnajanseuranta- ja kulunjärjestelmä, paloilmoitin-, yleiskaapelointi- ja kaasuverkkojärjestelmä ym. 	<ul style="list-style-type: none"> • Valmistaja, tyyppi, komponenttityyppi, sähkönumero, keskustunnus sekä ryhmänumero, IP -luokka, järjestelmä, teho, toimintatapa, liitintyyppi • Erityisesti piilossa olevat laitteet hyvä mallintaa • Korko ja leveys • Yhteystietoja laitevalmistajista /huoltajista • Tilaluokitukset (G0, G1, G2)

Taulukko 2. Tietomallin nykytilan ja ylläpitomallin vertailu.

Sisältö	Tietomallin nykytila	Mitä toimivaan ylläpitomalliin tarvitaan?
Mallinnus	<ul style="list-style-type: none"> • Objekteihin sitoutuvaa tietoa • Työkaluna rakennuksen suunnittelussa • Mallinnus tapahtuu vaiheittain (suunnittelualat, järjestelmät ym.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Objekteihin tai tietokantoihin sitoutuvaa tietoa • Paikkansapitävät ajantasamallit <ul style="list-style-type: none"> ○ Päivitysohje <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vastuut, tehtävät ja ajankohdat • Työkaluna koko rakennuksen elinkaaren ajan • Muutokset suunniteltaisiin mallintamalla
Tietosisältö	<ul style="list-style-type: none"> • Nähdään tarkasteltava järjestelmä kokonaisuudessaan ja sen sisältämä tieto <p>Eri järjestelmistä:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identiteetti-tiedot <ul style="list-style-type: none"> ○ Malli, nimi, tyyppi, suunnitteluala, kuvaus, toiminnallinen tyyppi, materiaali, kuvataso, järjestelmä, paloluokka, geometria, mallinnussovellus sekä GUID • Sijainti <ul style="list-style-type: none"> ○ Tontin, rakennuksen, kerroksen, järjestelmän sekä ylimmän ja alimman korkeusaseman, etäisyyden seuraavaan kerrokseen, ylimmän ja alimman globaalin korkeusaseman sekä X- ja Y-suunnan globaalitiedot • Relatiot <ul style="list-style-type: none"> ○ Objektia palvelevat järjestelmät 	<ul style="list-style-type: none"> • Tilatiedot <ul style="list-style-type: none"> ○ Tunnisteet, kuten huonenimet ja -numerot • Vaikutusaluekartat teknisistä järjestelmistä <ul style="list-style-type: none"> ○ Pituudet ja koot esim. kanavalinjoista • Karkealla tasolla laitetiedot ja järjestelmä kuvaukset <ul style="list-style-type: none"> ○ Identiteetti-tiedot <ul style="list-style-type: none"> ▪ Suunnitteluala, tyyppi, järjestelmä, materiaalit ja valmistaja ○ Sijainti <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kerros ja korkeusasemat • Paikannuspiirustukset • Järjestelmittäin toimintakaaviot

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Objektiin sisältyvät järjestelmät • Luokittelut • Hyperlinkit 	
Paikannus	<ul style="list-style-type: none"> • Paikannus koordinaation avulla (hakutoiminto) • Ei linkkejä komponenttien välillä 	<ul style="list-style-type: none"> • Vähintään paikannuspiirustuksissa vaadittavat tiedot ja yksilölliset tunnisteet, jotta voidaan yhdistää huoltokirjaan • Tulisi ohjelmoida linkit tilojen ja laitteiden välille
Tiedonsiirto	IFC-standardi	Ylläpidon ohjelmat eivät tue avoimia tiedonsiirtoformaatteja ja ohjelmat eivät ole näin yhteensopivia.
Arkistointi	Suurin osa tiedosta on projektipankissa.	Tietomallipalvelin

5.4 Ylläpitomallin kannalta turhaa ja puuttuvaa tietoa

Ylläpidossa ensisijaisesti tärkeämpää on kokonaisuuden hahmottaminen kuin yksittäiset komponentit, joita harvemmin huolletaan. Komponenttien lukumäärät eivät ole oleellista tietoa. Täten ylläpitomalliin ei kannata sisällyttää samoista komponenteista tarkkaa tietoa, kun tiedetään järjestelmän vaikutusalue ja sen sisältämät komponentit. Käyttäjien mukaan ylläpitomalli toimisi hyvin myös ilman järjestelmien malli ja tyyppi-tietoja, sillä komponenttien tyypit saattavat vaihtua kiinteistön elinkaaren aikana useaan kertaan ja tämän vuoksi nämä tiedot käydään tarkistamassa vielä huoltokohteessa. Tärkeintä tietoa kokonaisuuden kannalta ovat järjestelmien suoritusvaatimukset sekä järjestelmien yhtenäiset nimet tai tunnisteet. Järjestelmien paikannus onnistuu yhtenäisten tunnisteiden ja ylläpito-ohjelmien linkittämisen avulla esimerkiksi ylläpitomallin, huoltokirjan sekä viikailmoitusten välillä. Paikannus ja vaikutusalueet listataan ylläpitomallin tärkeimmiksi ominaisuuksiksi, joita tämän hetken huoltokirjaohjelmisto ei pysty tuottamaan.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin ylläpitomallin informaatioisisältöä kiinteistön ylläpitovaiheessa. Kiinteistön ylläpidossa ylläpitomallin hyötyjä ei vielä nähdä kovin suurina. Ylläpitomallin järjestelmien kehittämisessä keskeinen ongelma on se, etteivät rakennushankkeeseen osallistuvat eri tahot tunne olevansa vastuussa kehittämisestä. Kehitys on hidasta, sillä järjestelmien kehittyminen puolestaan riippuu markkinoiden ohjelmistokehityksestä sekä eri ohjelmistojen välisistä tiedonsiirron standardeista.

Ylläpitomallin toimivuuden kannalta saavutetut hyödyt riippuvat ohjelmistojärjestelmistä, jonka sisällä tietomalleja käytetään. Tieto tulisi olla mielestäni yhden ohjelmistotoimittajan tietokantoihin tallennettu, jotta dataa olisi helppo siirtää eri tietokantojen välillä. Vaasan keskussairaалalla on jo käytössä Symetri Addnode Groupin BIMeye door manager -sovellus, jonne on kirjattu ovien ja niiden ympäristön kunnossapidossa tarvittavat tiedot. Tätä voitaisiin mielestäni hyödyntää, sillä Symetri:llä on tarjolla koko sovelluspaketti rakennuksen ideoinnista hallintaan ja ylläpitoon. Tämä on vain yksi vaihtoehto markkinoilla, mutta ensisijaisen tärkeänä pidän juuri sitä, että sovellukset tukevat toisiaan moitteettomasti.

Haastatteluiden perusteella voidaan todeta, että tietomallissa talotekniikan järjestelmäkohtaiset informaatiot ovat keskeisessä roolissa ylläpidon kannalta. Hankkeissa tuotetut mallit on mallinnettu liian yksityiskohtaisesti. Ylläpidossa ei tarvita esimerkiksi ilmanvaihtokanavien komponenttien lukumäärää, vaan esimerkiksi nuohousta varten kanavien pituudet ja koot, venttiilien tyypit ja sijainnit sekä venttiilikohtaiset tilavuusvirran virtaama-arvot (m^3/s).

Ylläpitomallin luomisen esteinä ovat, ettei ylläpidon laadintaan ole selkeää strategiaa ja ohjeistusta sekä olemassa olevia toimivia käytäntöjä ei vielä ole. Vaasan sairaanhoitopiiriin tulisi määrittää ylläpitomallin toteutustapa, vakioidut rajapinnat ja hyödyntää ylläpitomalliin laadittua minimisisältövaatimusta. Tarkoituksenmukaista olisi, että koottaisiin yhteen ideat ja tarpeet sekä herätettäisiin keskustelua ohjelmistoyrittäjien ja laitevalmistajien kanssa kehitystyön aloittamiseksi. Ylläpitomallin sisältö tarkentuu ja muokkautuu koko rakennuksen elinkaaren ajan. Sii-

hen vaikuttavat muun muassa käyttäjien asettamat vaatimukset, rakennushankkeen laajuus ja tietomallintamisessa käytetty taso.

Tutkimukseen perustuva jatkotoimenpide olisi laatia toteumamallista ylläpitomalli, jossa käytettäisiin ylläpitomalliin laadittua toiminnallista minimiä, joka on tässä tapauksessa haastatteluihin perustuva, laadittu taulukko. Suoraan käytössä olevaan ylläpito-ohjelmaan voitaisiin siirtää dataa avoimena IFC-tiedostona. Tärkeää olisikin löytää tietomalleja tukeva ylläpidon järjestelmä. Ylläpito-ohjelmistoon siirrettävän tiedon siirtoa tulisi vielä tutkia tarkemmin, erityisesti IFC-tiedostojen ja ylläpito-ohjelmistojen välillä.

Tilojen, laitteiden ja muiden ylläpitokohteiden paikannus onnistuu ylläpitomallin avulla helpommin verrattuna perinteisiin 2D-piirustuksiin. Ylläpitomallia käyttämällä hyödytään ekologisesti, säästään aikaa ja rahaa. Edellytyksenä uusien järjestelmien ja tavoitteiden saavuttamiseksi ovat käyttötarkoitukseen sopivat laitteet sekä ohjelmistot. Suurin työ kiinteistön ylläpidossa on kuitenkin asenteiden muuttamiseen pyrkivä kasvatus, jotta ylläpitomalli saataisiin tulevaisuudessa käyttöön.

LÄHTEET

- /1/ Symetri Addnode Group-seminaari. Espoo. Tiedon hallinta ja hyödyntäminen kiinteistöjen elinkaaren aikana. 7.10.2016.
- /2/ Halmetoja, E. Senaatti. 2016. Tietomalli ylläpidossa-raportti. Viitattu 31.3.2017. https://www.senaatti.fi/filebank/6099-Tietomallit_yllapidossa.pdf
- /3/ Metsola, J. 2017. Tietomallintamisen monimuotoinen maailma. RIA. 1/2017, 39–41.
- /4/ YTV osa 1. 2012. Yleinen osuus. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Viitattu 31.3.2017. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf
- /5/ BuildingSMART Finlad ja SSTY. Espoo. Tietomalli kiinteistön ylläpidossa – workshop. Ryhmätyö. Ylläpitomallin oleellisen tietosisällön määrittely. 7.2.2017.
- /6/ Bernstein, P.G., and Pittman, J.H. 2005. Barriers to the Adoption of Building Information Modeling in the Building Industry. Autodesk Building Solutions Whitepaper, Autodesk Inc., CA. Viitattu 28.3.2017. <http://academics.triton.edu/faculty/fheitzman/Barriers%20to%20the%20Adoption%20of%20BIM%20in%20the%20Building%20Industry.pdf>
- /7/ Järvinen, T. 2011. Mikä on ylläpidon tietomalli? Tietomalli -blogi 26.2.2011. Viitattu 4.3.2017. <http://tietomalli.blogspot.fi/2011/02/mika-on-yllapidon-tietomalli.html>
- /8/ Erkkilä, J. 2014. Taloteknisen tietomallin informaation sisältö kiinteistön ylläpitovaiheessa. Metropolia ammattikorkeakoulu, talotekniikan koulutusohjelma. Insinööri.
- /9/ YTV osa 12. 2012. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_12_yllapito.pdf
- /10/ Järvinen, T. 2011. Yhdistelmämallien teko talotekniikan näkökulmasta. Tietomalli -blogi. Viitattu 5.4.2017. <http://tietomalli.blogspot.fi/2011/02/yhdistelmamallien-teko-talotekniikan.html>
- /11/ Nygård, S. 2017. LVI-suunnitteluinsinööri. Vaasan keskussairaala. Vaasa. Haastattelu 27.3.2017.
- /12/ Huhtamäki, T. 2017. LVI-insinööri. Vaasan keskussairaala. Vaasa. Haastattelu 28.2.2017
- /13/ YTV osa 4. 2012. Talotekninen suunnittelu. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_4_tate.pdf

- /14/ Autodesk. 2011. Autodesk Expands BIM for Infrastructure Product Portfolio with New Software for Conceptual Design and Electric Utilities. Viitattu 28.3.2017. <http://www.autodesk.co.uk/adsk/servlet/item?siteID=452932&id=17627020>
- /15/ Kurman, K. & Strömbäck, M. 2017. Vaasa. Haastattelu /esitelmä 22.3.2017.
- /16/ Penttilä, H., Nissinen, S. & Niemioja, S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa, yleiset periaatteet - Pro IT. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- /17/ Hänninen, R. 2007. Tuotemallinnus tuottavuus- ja kilpailutekijänä. Virtual Building Environments II. Viitattu 15.2.2017. http://cic.vtt.fi/projects/vb-net/data/Tuotemalliseminaari_2007_Granlund.pdf
- /18/ Myyryläinen, L. 2008. Kiinteistöjen teknisen huollon käsikirja . Helsinki, Kiinteistöalan kustannus Oy.
- /19/ Hietanen, J., & Lehtinen, Sakari. 2006. The useful minimum. Viitattu 27.3.2017. http://cic.vtt.fi/projects/vbe-net/data/2006_The_Useful_Minimum.pdf
- /20/ Viik, M. 2017. LVI-insinööri. Vaasan keskussairaala. Vaasa. Haastattelu 3.4.2017.
- /21/ RT 10-10992. Rakennustietosäätiö. 2010. Tietomallinnettava rakennushanke - ohjeita rakennuttajalle. Rakennustieto Oy.
- /22/ Hemgård, L. 2017. Sähköinsinööri. Vaasan keskussairaala. Vaasa. Haastattelu 24.1.2017.
- /23/ Hietanen, J. 2005. Tietomallit ja rakennusten suunnittelu. Filosofinen selvitys tieto- ja viestintätekniikan mahdollisuuksista. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- /24/ Yleisesittely. 2017. Vaasan sairaanhoitopiiri. Viitattu 25.4.2017. <https://www.vaasankeskussairaala.fi/vaasansairaanhoitopiiri/toiminta/yleisesittely/>
- /25/ Ahola, S. 2017. Suunnitteluinsinööri. Vaasan keskussairaala. Vaasa. Haastattelu 27.3.2017.
- /26/ Justander, K. & Puhto J. 2003 Huoltokirja osana kiinteistön tiedonhallintaa, Helsinki University of Technology. Viitattu 3.5 2017. http://bes.aalto.fi/en/publications-002/reports/raportti_216/
- /27/ Helander, D. diplomityö 2014. Assessing alternatives for using building information models to manage initial information in building renovation projects. Viitattu 3.5.2017. https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/13122/master_Helander_David_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

/28/ Jokela, M., Laine, T. & Hänninen, R. 2012. Common BIM requirements 2012. Part 12. Use of models in facility management. Tech. rep.

LIITTEET

LIITE 1. Haastattelulomake

1. Onko mielestäsi kiinteistön ylläpidossa asioita, joita haluaisit tuoda enemmän esille tai helpommin saataville, kuten raportteja, anturitietoja tai yhteystietoja?
2. Koetko tietomallit vielä epätarkoiksi?
3. Mitä mieltä olet ylläpitomallin päivityksestä? Kenelle se kuuluu?
4. Mitkä rakenteet ja laitteet vaativat aktiivisia toimenpiteitä? Mitä informaatioita näiden tulisi sisältää?
5. Minkä tyyppistä tietoa etsit piirustuksista? Koetko tarpeelliseksi esittää piirustuksissa tarkempia tietoja esimerkiksi ylä- ja alapohjarakenteista tai kerros- ja huonekoroista?
6. Käytätkö työssäsi 3D-ohjelmistoja? Kokisitko hyödylliseksi asentajille 3D-mallit?
7. Onko etsimääsi tietoa helppo löytää ylläpidon tietokannoista? Löytyykö tarvitsemasi tieto esimerkiksi pohjakuvista?
8. Poikkeavatko Vaasan keskussairaalan vaatimukset YTV2012:sta ja onko niitä noudatettu?
9. Onko kaikilla suunnittelualoilla ollut sama koordinaatisto käytössä tietomallinnuksessa?
10. Onko RAK ja ARK 3D-malleissa ollut virheitä ennen TATE-mallinnuksen aloittamista? Jos on, minkä tyyppisiä?