



**TEKNIikka JA LIIKENNE**

**Rakennustekniikka**

**Rakennetekniikka**

**INSINÖÖRITYÖ**

**TIETOMALLIPOHJAINEN KIINTEISTÖN  
KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJE**

**Työn tekijä: Jani-Matti Kilpeläinen  
Työn valvoja: Päivi Jäväjä  
Työn ohjaaja: Tiina Koppinen**

**Työ hyväksytty: \_\_. \_\_. 2010**

**Päivi Jäväjä  
Yliopettaja**



## **ALKULAUSE**

Tämä insinööriyö tehtiin Skanska Oy:lle. Insinööriyön tekeminen oli mielekkäämpää ja antoisampaa kuin aluksi kuvittelin. Tämä johtui mielenkiintoisesta ja innostavasta aiheesta. Lisäksi työn aiheen ja tutkittavan sisällön johdosta kiinnostukseni kiinteistöhallintaa kohtaan kasvoi entistä enemmän. Täten haluan kiittää työni ohjaajaa Tiina Koppista projektin mahdollistamisesta ja insinööriyön aikana saaduista arvokkaista neuvoista.

Haluan kiittää myös työni valvojana toiminutta Päivi Jäväjää ohjauksesta ja neuvoista sekä kirjastonhoitaja Tarja Tiilikaista tiedon etsinnästä insinööriyön aineiston hankinnassa.

Helsingissä 6.5.2010

Jani-Matti Kilpeläinen

## TIIVISTELMÄ

<b>Työn tekijä:</b> Jani-Matti Kilpeläinen	
<b>Työn nimi:</b> Tietomallipohjainen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohje	
<b>Päivämäärä:</b> 6.5.2010	<b>Sivumäärä:</b> 50 s. + 2 liitettä
<b>Koulutusohjelma:</b> Rakennustekniikka	<b>Suuntautumisvaihtoehto:</b> Rakennetekniikka
<b>Työn ohjaaja:</b> Päivi Jäväjä, yliopettaja	
<b>Työn ohjaaja:</b> Tiina Koppinen, projektipäällikkö	
<p>Työn tarkoituksena oli tehdä esiselvitys tietomallipohjaisen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeesta. Tavoitteena oli selvittää, löytyykö valmista tietomallipohjaista kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjejärjestelmää. Mahdollisen ohjelman löytyttyä tarkoituksena oli selvittää ohjelman sopivuus nykyisiin järjestelmäsovelluksiin, tietosisältöihin ja käyttötapauksiin. Lisäksi tutkittiin olemassa olevien tietomallijärjestelmien ja tietomallihuoltokirjan yhteensopivuutta. Tutkimus tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:n toimeksiannosta.</p> <p>Työ toteutettiin tutustumalla laajaan Internetistä ja kirjallisuudesta saatavaan lähdeaineistoon koskien tietomalleja, tietomallipohjaista suunnittelua ja kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjetta. Lisäksi tietoa täydennettiin haastattelujen avulla, joiden tarkoitus oli saada ohjelmista tarkempaa tietoa. Nykytilanteeseen tutustuttiin Internetistä löytyneen tiedon pohjalta.</p> <p>Aluksi tarkastellaan tietomallintamista yleisellä tasolla käsitellen sen kehitystä, siitä eri käyttötarkoituksiin saatavia hyötyjä sekä tiedonkulkua suunnittelijoiden välillä. Työn keski-osassa esitellään kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjetta ja sen eri käyttötarkoituksia. Lopuksi käsitellään tietomallipohjaista kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjetta ja mallintamisen kannalta huomioitavia asioita sekä tarkastellaan kehitysvaiheessa olevia ohjelmaratkaisuja.</p> <p>Työn lopputuloksena todettiin, ettei valmista ja täydellistä ohjelmaa ole saatavilla. Vertailun helpottamiseksi on eri ohjelmista kerätty taulukkoon tärkeimmät ominaisuudet, jotka ovat joko saatavilla tai vasta kehitysasteella. Taulukon avulla yritykselle pyritään löytämään ja valitsemaan kehityskelpoinen ohjelmakokonaisuus haluttujen ominaisuuksien mukaisesti.</p> <p>Työtä tullaan käyttämään apuna tietomallipohjaisen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohje ohjelmiston valinnassa Skanska Oy:n käyttöön. Työ helpottaa Skanskatalo-projektin toteutusta huolto-ohjeen osalta.</p>	
<b>Avainsanat:</b> tietomalli, huoltokirja, IFC-tiedonsiirto	

## ABSTRACT

<b>Name:</b> Jani-Matti Kilpeläinen	
<b>Title:</b> The Building Information Model Based Maintenance Manual	
<b>Date:</b> 6. May 2010	<b>Number of pages:</b> 50 pages + 2 appendices
<b>Department:</b> Civil Engineering	<b>Study Programme:</b> Structural Engineering
<b>Instructor:</b> Päivi Jäväjä, Principal Lecturer	
<b>Supervisor:</b> Tiina Koppinen, Project manager	
<p>The purpose of this graduate study was to make the preliminary study on a building information model based maintenance manual. The objective was to clarify if the ready building information modelling maintenance manual system of the real estate is available. If a programme was found, the goal would be to evaluate the present system applications, data contents and use cases of the potential programmes and the compatibility of the existing building information modelling system and the potential maintenance manual system. The study was commissioned by Skanska Talonrakennus Oy.</p> <p>The work was carried out by studying a wide source of material obtained from the Internet and literature regarding the data models, building information modelling planning and the real estate maintenance manuals. Furthermore, the information was supplemented through interviews, the purpose of which was to get more exact information about the programmes. The current status was determined by comparing the information which was obtained from the Internet and with the help of interviews.</p> <p>First, information modelling is examined at a general level its development its advantages in different uses and flow of information between designers. In the middle part of the work the maintenance manual and its different uses are presented. Finally the building information modelling based maintenance manual is described from the point of view of the modelling and the issues to be observed and programme solutions at the development phase are examined.</p> <p>It was found out during the work that no perfect programme is available. The programme evaluation information, which is based on the present development stage, has been gathered into a table to facilitate the comparison with the same table, and the existing information properties. An attempt is made to find and to choose a developable programme family with the help of the table based on the desired properties.</p> <p>The work will be used as help when choosing the programme to be utilized in production of maintenance manuals at Skanska Oy. The work facilitates the realisation of the Skanska house project's maintenance manual.</p>	
<b>Keywords:</b> Building information modelling, Industry Foundation Classes	

# SISÄLLYS

## ALKULAUSE

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
1.1	Insinööriyön taustaa	1
1.2	Insinööriyön tavoitteet ja rajaukset	2
1.3	Tutkimusmenetelmät	2
1.3.1	<i>Tutkimusmenetelmän käyttö toiminnallisessa opinnäytetyössä</i>	2
1.3.2	<i>Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimusmenetelmä</i>	3
1.3.3	<i>Haastattelu tutkimusmenetelmänä</i>	3
1.3.4	<i>Teemahaastattelun tekeminen</i>	4
<b>2</b>	<b>MALLINTAMINEN JA TIETOMALLINTAMINEN</b>	<b>5</b>
2.1	Mallintamisen toteuttaminen	5
2.1.1	<i>Suunnittelun toteuttaminen 2D-ympäristössä, perinteinen suunnittelu</i>	5
2.1.2	<i>Suunnittelun toteuttaminen 3D-ympäristössä</i>	5
2.1.3	<i>Suunnittelun toteutuminen 4D-ympäristössä</i>	6
2.2	Tietomallintamisen lähtökohtia	7
2.3	Tietomallintamisen tavoitteet ja edellytykset	8
2.4	Tietomallintamisen vaiheet	9
2.5	Tietomallintamistapa ja -tarkkuus	14
2.6	Tietomallipohjaiset analyysit	16
2.7	Tiedonkulku suunnittelijaosapuolien välillä	18
2.7.1	<i>Yleistä</i>	18
2.7.2	<i>IFC-tiedonsiirto</i>	19
2.8	Tietomallintamisen hyödyt	20
2.9	Case-kohteissa käytettyjä tietomallintamisohjelmia	25
<b>3</b>	<b>KIINTEISTÖN KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJE</b>	<b>27</b>
3.1	kiinteistön käyttö- ja huolto-ohje yleistä	27
3.2	Kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeen tarkoitus	28
3.3	Kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeen sisältö	29
<b>4</b>	<b>TIETOMALLIPOHJAINEN KIINTEISTÖN KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJE</b>	<b>30</b>
4.1	Tietomallipohjaisen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjemenettely	30

<b>4.2</b>	<b>Tietomallin käyttömahdollisuudet huolto-ohjeessa</b>	<b>31</b>
<b>4.3</b>	<b>Malli tietomallipohjaisesta kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeesta</b>	<b>33</b>
<b>4.4</b>	<b>Tietomallipohjaisen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjemallin ylläpito</b>	<b>35</b>
<b>4.5</b>	<b>Kiinteistöhallintaohjelmat</b>	<b>36</b>
4.5.1	<i>Olof Granlund, RYHTI</i>	36
4.5.2	<i>Faciliment (Vintocom), ArchiFM, ArchiFM Maintenance</i>	40
4.5.3	<i>Profox, DataManager for NavisWorks</i>	41
4.5.4	<i>Bentley Finland, Facility Management ja ProjectWise</i>	42
<b>4.6</b>	<b>Nykyisistä kiinteistöhallintaohjelmista saatavat ominaisuudet</b>	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>VIITELUETTELO</b>	<b>49</b>

## KÄSITELUETTELO

<b>2D</b>	Kaksiulotteinen malli (tasopiirustus)
<b>3D-malli</b>	Kolmiulotteinen tietomalli
<b>3ds Max</b>	Ammattilaiskäyttöön suunnattu 3D-mallintamiseen sekä animointiin tarkoitettu Autodeskin ohjelma
<b>4D</b>	4D = 3D + aika, eli aika-aspektin linkittämistä 3D-mallin rakennusosa- ja tilaoloihin. Aika-aspekti voi kuvata esim. rakennusosien asennuksen ajankohtaa, jolloin 4D-simuloinnilla voidaan visualisoida rakentamisen etenemistä ajassa
<b>ARK</b>	Arkkitehti
<b>CAD</b>	( <i>Computer Aided Design</i> ) eli tietokoneavusteinen suunnittelu
<b>CFD</b>	( <i>Computational Fluid Dynamics</i> ) Laskennallinen eli numeerinen virtausmekaniikka
<b>COBie</b>	( <i>Construction Operations Building Information Exchange</i> ) Tiedonsiirtotapa
<b>DWG</b>	( <i>"Drawing"</i> ) "Piirustus" on tiedostomuoto, joita käytetään tallenttaessa kaksi ja kolmiulotteisen suunnitelmia. Yleisesti CAD-ohjelmalla käytössä
<b>DXF</b>	( <i>Drawing Interchange Format</i> ) Piirustuksen tiedonsiirtoformaatti. On Autodeskin kehittämä tiedonsiirtoformaatti, jota on käytetty ja käytetään yleisesti eri CAD-ohjelmistojen väliseen tiedonsiirtoon
<b>IAI</b>	( <i>International Alliance for Interoperability</i> ) IFC -standardin kehittäjäyhteisö
<b>IFC</b>	( <i>Industry Foundation Classes</i> ) Kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistönpidon tuotetietojen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön. IFC-standardi mahdollistaa tiedonsiirron eri tietokonesovellusten välillä sisällön muuttumatta
<b>IFD</b>	( <i>Computational fluid dynamics</i> ) Virtauslaskenta
<b>IGES</b>	( <i>Initial Graphics Exchange Specification</i> ) Grafiikan tiedonsiirtomuoto
<b>Inventor</b>	3D-suunnitteluohjelma
<b>LCA</b>	( <i>Life Cycle Assessment</i> ) Elinkaarianalyysi
<b>LCC</b>	( <i>Life Cycle Costs</i> ) Elinkaarikustannus
<b>Leica</b>	Laserkeilaukseen käytettävä kameramerkki

<b>MEP</b>	<i>(Mechanical Electrical Plumbing)</i> Talotekniikka (laite- ja sähkö-putkisto)
<b>Microstation</b>	CAD-piirtämiseen käytettävä tietokoneohjelmisto (valmistaja Bentley-ohjelmistotalo)
<b>PDS</b>	<i>(Processor Direct Slot)</i>
<b>PTS</b>	Pitkän aikavälin kuntosuunnitelma
<b>RAK</b>	Rakennusinsinööri
<b>Talo 2000 -nimikkeistö</b>	Rakentamisen kansallinen luokittelu. Löytyy nimikkeistö eri rakentamisen vaiheille rakennusosille: hankenimikkeistö, tuotantonimikkeistö, panosnimikkeistö, rakennustuotenimikkeistö, (kalustenimikkeistö). Noudattaa ISO 12006-2 -standardia. Sopii myös kansainväliseen käyttöön
<b>TATE</b>	Talotekniikka
<b>Tietomalli</b>	<i>(BIM, Building Information Model)</i> Tietomallintaminen tarkoittaa rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren tietojen kokonaisuutta, joka on esitetty kolmiulotteisena virtuaalimallina
<b>URL</b>	<i>(Uniform Resource Locator )</i> Internetsivujen paikannukseen kehitetty toiminto
<b>VRML</b>	<i>(Virtual Reality Modeling Language)</i> Virtuaalitodellisuuden kuvauskieli



## 1 JOHDANTO

Skanska-konserni toimii Euroopassa, Yhdysvalloissa ja Latinalaisessa Amerikassa ja on maailman kymmenen suurimman rakennusyhtiön joukossa. Skanska on jakautunut neljään toimialaan, jotka ovat rakentamispalvelut sekä asuntojen, toimitilojen ja infrastruktuurin projektikehitys. Talonrakentamisesta huolehtii Suomessa Skanska Talonrakennus Oy. Työ tehdään kyseiseen yksikköön. Yrityksen palveluihin kuuluvat asunto-, liike ja toimitilarakentaminen, julkinen rakentaminen, korjausrakentaminen ja talotekniset LVIS-palvelut. Skanska Talonrakennus Oy:n osuus koko rakentamispalveluiden liikevaihdosta oli 75 prosenttia vuonna 2008. /1./

Skanska Talonrakennus Oy:n yksikössä on jo pitkään kehitetty ja otettu käyttöön tietomallintamisen työkaluja ja toimintatapoja suunnittelussa sekä rakentamisessa monin eri tavoin. Lisäksi on hyödynnetty edistyksellistä ohjelmateknologiaa ja osaamista.

### 1.1 Insinööriyön taustaa

Tietomallipohjaisen suunnittelukokonaisuuden yksi tärkeimmistä lisäarvoista on tietomallipohjainen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohje, joka voisi antaa tehokkuutensa vuoksi mahdollisuuden käyttää perinteistä kirjallista tai sähköistä huoltokirjaa helpommin ja monipuolisemmin. Tietomallintamisessa tuotetaan tietomallintamisen avulla kiinteistötietoa, jota käytetään kiinteistön ylläpidon ja päätöksenteon tukena.

Päätöksenteon kannalta on tärkeää, että päätökseen vaikuttavat tietomallin sisältämät tiedot, ovat luotettavia ja saatavilla oikeaan aikaan. Koska monia tärkeitä päätöksiä tehdään kiinteistön elinkaaren eri vaiheissa, on tärkeää kehittää kiinteistön malli- ja huoltotietojen ylläpidettävyyttä ja helppokäyttöisyyttä. Tietomallipohjainen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohje antaisi tähän erinomaiset mahdollisuudet.

Kiinteistön elinkaariajattelun johdosta on tullut kehitystarve laajentaa tietomallin käyttöä koko rakennuksen elinkaariajattelussa myös rakennusvaiheen jälkeen ylläpitovaiheeseen. Ongelmana on vähäinen tieto ja valmiudet tietomallipohjaisen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeen käyttämiseen. Kuitenkin rakenteilla olevaan Skanskataloon haluttaisiin tietomallipohjainen kiinteistön

käyttö- ja huolto-ohje käyttöön vuonna 2011. Kehitystarpeena on käyttö-tarkoitukseen soveltuvan tietomallipohjaisen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeen löytäminen ja kehittäminen sekä sen yhteensopivuuden testaus kaikkien tietomallijärjestelmien kanssa.

## **1.2 Insinööriyön tavoitteet ja rajaukset**

Tämän insinööriyön tarkoituksena on tuottaa esiselvitys tietomallipohjaisesta kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeesta sekä nykyisin käytössä olevista järjestelmistä, niiden tietosisällöistä sekä tutkia erilaisia käyttötapauksia.

Insinööriyön tavoitteena on etsiä valmista tietomallipohjaista kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjejärjestelmää sekä selvittää ohjelman yhteensopivuus nykyisten tietomallisovellusten ja tietosisältöjen kanssa.

Insinööriyö rajataan huoltokirjajärjestelmän esiselvityksen tekemiseen ja suositusten laatimiseen. Tutkimusaineistona käytetään Internetistä ja kirjallisuudesta löytyvää tietoa sekä alan ohjelmistovalmistajien, -käyttäjien ja kiinteistöalan henkilöiden haastatteluja.

## **1.3 Tutkimusmenetelmät**

Tämä insinööriyö on toiminnallinen opinnäytetyö, jossa selvityksen tekemisen keinona on käytetty laadullista tutkimusmenetelmää. Menetelmänä käytettiin sekä kirjallisuustutkimusta että teemahaastatteluja.

### *1.3.1 Tutkimusmenetelmän käyttö toiminnallisessa opinnäytetyössä*

Toiminnallisen opinnäytetyön toteutustapaan kuuluu tutkimuksellinen selvitys. Tämä tarkoittaa tapoja, joilla materiaali esimerkiksi ohjeistuksen tekemiseksi ja sisällöksi hankitaan. Toiminnallisessa työssä tiedon ja aineiston hankinta täytyy suunnitella huolellisesti, jotta työmäärä ja sen laajuus ei kasva opinnäytetyön vaatimuksiin nähden kohtuuttomasti. Selvityksen tekemisen aluksi tulee erityisesti pohtia, millaista tietoa työn toteuttamiseksi todella tarvitaan ja keneltä kyseinen tieto olisi mahdollista saada selville tai missä kyseinen tieto sijaitsee. /2, s. 56–58./

Toiminnallisessa opinnäytetyössä voidaan myös käyttää apuna tutkimuksellisia menetelmiä. Käytettäessä tutkimusmenetelmiä toiminnallisessa opinnäytetyössä menetelmää käytetään väljemmässä merkityksessä kuin vastaavasti tutkimuksellisessa työssä, vaikka keinot tiedon keräämiseksi ovat samat. Tiedon keräämiseksi toiminnallisessa työssä voidaan hyödyntää laadullisia tai määrällisiä tutkimusmenetelmiä. Toiminnallisessa työssä laadullisesti kerätyn tiedon analysointia ei välttämättä tehdä yhtä tarkasti kuin tutkimuksellisessa työssä. Kerätty tieto toimii työssä samaan tapaan kuin lähdeaineisto eli tuomaan teoreettista syvyyttä ja toimimaan argumentoinnin sekä päättelyn tukena. /2, s. 56–58./

### 1.3.2 *Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimusmenetelmä*

Kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimusmenetelmän vastakohta on määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä. Määrällistä tutkimusmenetelmää tulisi käyttää jotta saadaan tai määritellään mitattavia, testattavia tai numeerisessa muodossa olevia muuttujia. /3, s. 176./

Tämän opinnäytetyön toteutuksessa laadullinen tutkimusmenetelmä on käytökelpoinen, sillä halutaan ymmärtää asiaa kokonaisvaltaisesti ja löytää tietomallipohjainen käyttö- ja huolto-ohje. Tässä työssä korostuu tietomallinnus, jota pyritään ymmärtämään monipuolisesti ja selvittämään, muun muassa mitkä asiat vaikuttavat taustalla ja miten eri tietomalleissa oleva tieto voidaan yhdistää kokonaisuudeksi. Lisäksi pohditaan tietomallin epäkohtia ja tulevaisuuden näkymiä. /4, s. 155./

### 1.3.3 *Haastattelu tutkimusmenetelmänä*

Haastattelu on tiedonkeruumenetelmä, jonka avulla tutkija pyrkii hankkimaan tarvittavaa aineistoa tutkimustarkoitusta varten. Haastattelu on yksi käytetyimpiä tiedonkeruutapoja. Mahdollisimman pätevää ja luotettavaa tietoa saadakseen tutkija pyrkii rakentamaan haastattelulle tavoitteet. Kun haastattelua käytetään tutkimusmenetelmänä, kutsutaan sitä tutkimushaastatteluksi. /4, s. 194–195./

Haastattelussa tutkija ja haastateltava keskustelevat haastattelutyypistä riippuen enemmän tai vähemmän strukturoidusti (järjestelmällisesti) eli miten tarkasti haastattelu noudattaa ennalta laadittua kaavaa tai laajasti asioista, jotka kuuluvat tutkimusaiheeseen. On olemassa kahdenlaisia haastatteluita. Ääripäinä ovat täysin strukturoitu haastattelu, jonka kulku on täysin ennalta

määrätty ja kysymykset esitetään tietyssä järjestyksessä. Vastaavasti toisena ääripäänä strukturoimaton eli täysin vapaa haastattelu, jonka läpivienti perustuu vapaaseen keskusteluun tutkijan määrittelemän aihepiirin sisällä. /4, s. 195./ Tutkimushaastattelun tekeminen vaatii huolellista suunnittelua ja kysymyksien laatimista, jotta se antaisi mahdollisimman oikeaa tietoa tutkitavasta asiasta. Haastattelun aikaa vievä ja paljon suunnittelua vaativa luonne voivat muodostua haastattelun ongelmakohtiksi. /4, s. 193./

#### 1.3.4 Teemahaastattelun tekeminen

Yksilö- tai ryhmähaastattelua voidaan käyttää tiedon hankkimisen keinona, riippuen siitä, kumman käyttö soveltuu paremmin halutun tiedon saamiseen. Tässä opinnäytetyössä käytetään yksilöhaastattelua, koska hyviä aineiston keräämisen tapoja ovat joko lomake- tai teemahaastattelu. Teemahaastattelu sijoittuu muodollisuudessaan lomakehaastattelun ja avoimen haastattelun väliin. Haastattelussa vastaaja pystyy helpommin kuvailemaan ja selittämään ajatuksiaan, jos kysymyksien aloitus muotoillaan esimerkiksi miten, miksi, tai mitä. /2, s. 63./

Aineiston hankinnassa on käytetty teemahaastattelua. Tämän opinnäytetyön aineistoa on pyritty keräämään haastatellen ja keskustelemalla asiaa tuntevien henkilöiden kanssa. Teemahaastattelumenetelmällä saadaan haastateltujen henkilöiden omat kokemukset ja näkökulmat esille. Haastateltavat henkilöt on valikoitu, jotta päästään tutkimaan mahdollisimman tarkasti haluttua aihetta. /4, s. 155./

Teemahaastattelu on astetta strukturoidumpi kuin avoin haastattelu. Aiempien tutkimusten ja aihepiiriin tutustumisen pohjalta valmistellut aihepiirit, teemat, ovat kaikille haastateltaville samoja, vaikka teemahaastatteluna liikutaankin joustavasti ilman tiukkaa etenemisreittiä. Näin ollen teemahaastattelua kutsutaan puolistrukturoiduksi, jolloin haastattelussa jokin tai jotkut haastattelun näkökohdat ovat tarkoin ennalta päätetty mutta eivät kaikki. Esimerkkinä mainittakoon, että kysymyksien järjestys voi vaihdella kesken haastattelun tilanteen mukaan jos haastatteliija näin haluaa. /5, s. 47–48./ Tämän opinnäytetyön tavoitteiden saavuttamiseen teemahaastattelu sopiikin näin ollen hyvin.

## 2 MALLINTAMINEN JA TIETOMALLINTAMINEN

### 2.1 Mallintamisen toteuttaminen

#### 2.1.1 Suunnittelun toteuttaminen 2D-ympäristössä, perinteinen suunnittelu

Sähköisien suunnittelun historian katsotaan alkaneen, kun 1960 Ivan Sutherland käytti TX-2-tietokonetta ensimmäiseen CAD-projektiin maailmassa. Paikkana oli Massachusetts Institute of Technology (MIT) Yhdysvalloissa. Ripeämpi tietokoneavusteinen suunnittelu sai vauhtia vasta 1980-luvun alussa AutoCAD:n ilmestyttyä. AutoCAD kehitettiin alun perin DOS-alustalle. Aikoinaan siitä on ollut olemassa myös Unix-versio, mutta nykyisin se toimii vain Windows-alustalla. Näihin päiviin mennessä tietotekniikan hinnat ovat laskeneet murto-osaan entisestä ja suorituskyky kasvanut räjähdysmäisesti mikä on edesauttanut ohjelmien kehitystä huimasti. Insinööritoimistot ottivat vastaan sähköisen suunnittelun 1980-luvun lopulla saaden aikaan edistystä suunnittelussa. Ohjelmien kehittyessä tiedon jakaminen tuli mahdolliseksi, mikä taas helpotti lisäsuunnittelutoita. Alussa CAD-kuvien siirtäminen ohjelmien välillä oli ongelmallista. /6./

Osapuolien välinen tiedonsiirto oli käytännössä 2D-piirustusten ja dokumenttien välitystä. 2D-suunnitelmat kuvastivat viivapiirustuksia ja kuvien välillä ei ollut linkitystä. Eri suunnittelijoilla olivat omat suunnitelma-tiedostonsa, eli kukin työsti omia tiedostojaan. /7./

#### 2.1.2 Suunnittelun toteuttaminen 3D-ympäristössä

Tuotteiden kolmiulotteista suunnittelua kutsutaan 3D-mallintamiseksi tai nykyisin tietomallintamiseksi. Tällä tarkoitetaan, että suunnittelija antaa kappaleille kaikki fysikaaliset ja mekaaniset ominaisuudet jotta osat, kappaleet ja kokoonpanot näyttävät, mitä ne todellisuudessa ovat. Kappaleet suunnitellaan kolmiulotteiseen avaruuteen, joka muodostuu x-, y- ja z-akseleista. Avaruus on käytännössä rajaton, sen takia se kykenee käsittelemään yhtä hyvin sekä yksittäisten millimetrien yksityiskohtia, että tuhansien kilometrien mittaisia planeettojen kokoluokkia. Kaikki etäisyydet ilmoitetaan samoissa yksiköissä kuin todellisenkin maailman mitat, millimetreinä, senttimetreinä ja metreinä. Kulmat ilmoitetaan asteissa. Koordinaatisto rakentuu näytölle siten, että x-akseli on vaakatasossa, y-akseli on pystytasossa ja z-akseli on syvyys suunnan mukainen. Akselien positiiviset suunnat ovat näytöllä oikealle, ylös ja näytöstä ulospäin. /8. s. 17./



**Kuva 1: Virtuaalinen 3D-malli /9/.**

Tällä hetkellä käytössä olevat 3D-mallinnusohjelmat vaihtelevat suuresti sisällöiltään ja sen suhteen, mitä kaikkea niillä pystytään tekemään. Käytettävään 3D-ohjelmaan yleensä on tarjolla laajennettuja lisäkirjastopaketteja ohjelmiston kehittyessä. 3D-mallista on samalla myös saatavissa piirustuksia (kuva 1).

Tietomallinnuksen edelläkävijä, kehittäjä ja suunnittelukehityksessä merkittävä toimija on Senaatti-kiinteistöt Oy. Lisäksi Senaatti-kiinteistöt Oy julkaisee kokemustensa pohjalta laadittuja ohjeistuksia kaikkien hyödynnettäviksi. /10./

### 2.1.3 Suunnittelun toteutuminen 4D-ympäristössä

Nykypäivänä perinteiset kolmiulotteiset tietomallit vaihtuvat 4D:hen. Kun tietomallin rakennusosiin kytketään aika, silloin rakennushankkeen suunnittelua tai toteutusta voidaan tarkastella tietyllä ajan hetkellä. Nykypäivänä isoissa rakennusprojekteissa 4D-suunnittelu on arkipäivää ja koko ajan kasvussa myös pienissä rakennusprojekteissa. Ensimmäiset kokemukset 4D-käytössä saatiin elementtiasennuksen aikataulun laadinnassa ja simuloinnissa sekä työmaatoteuman valvonnassa. 4D-mallinnuksessa mallin komponenteille tai rakennusosille tallennetaan attribuuttitietona suunnittelu-, valmistus- ja asennuspäiviä sekä niiden toteumatietoja. Edellä mainittujen tietojen avulla on voitu esimerkiksi helpottaa tiedon siirtoa suunnitellusta raken-

tamisjärjestyksestä tai toteutuneesta työmaatilanteesta hankkeen eri osapuolille kevyen kolmiulotteisen mallinäköyksen lähettämällä pelkän Internetin välityksellä. 4D-mallia voidaan havainnollistaa esimerkiksi käyttämällä eri värejä kuvaamaan vaikka seuraavana päivänä asennettavia osia. /11, s. 49–50./

Työmaatoteutuksessa tärkeä asia on rakennusmalliin pohjautuva tuotantomalli, jossa aikataulua voidaan simuloida. Nykypäivänä tuotantomalliin mallinnetaan myös työmaan aluesuunnitelma, jonka avulla parannetaan työturvallisuutta, ja esimerkiksi logistiikkaan liittyviä tarkasteluja voidaan tehdä etukäteen tuotemallia hyödyntäen. Tietomalli toimii rakennustyömaan, työturvallisuuden sekä logistiikan parantamisessa oivana apuvälineenä. /11, s. 49–50./

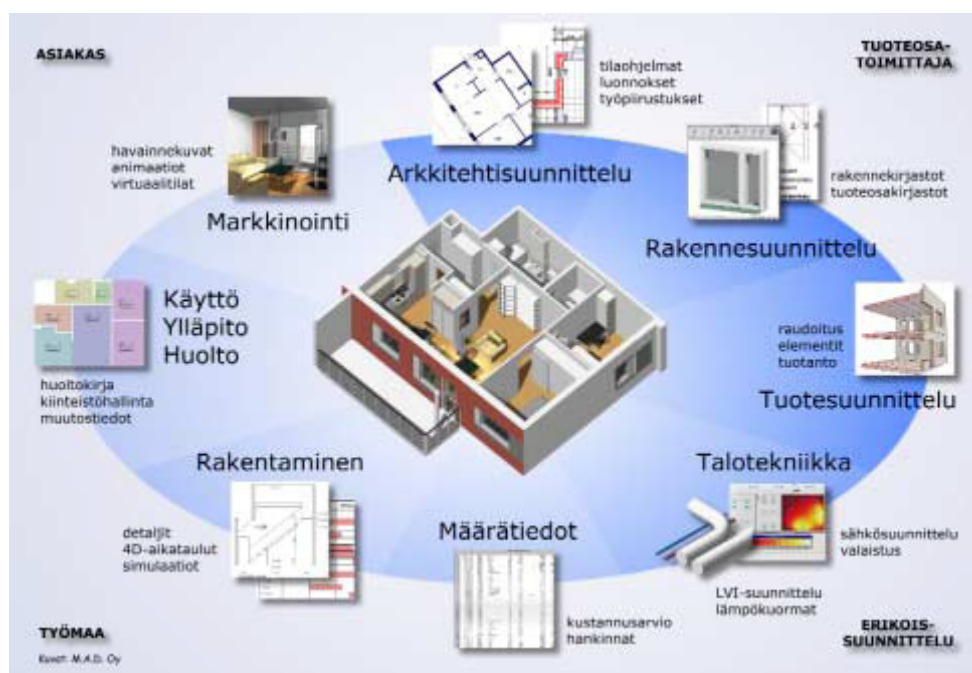
## 2.2 Tietomallintamisen lähtökohtia

Rakennusten tietomallinnus -termi tulee englanninkielisestä termistä *Building Information Model*, joka yleisesti lyhennetään muotoon BIM. Usein käytetään termejä tuotemalli (*Product model*) tai tuotetietomalli (*Product data model*). Yleistynein termi on kuitenkin kansainvälisestikin käytetty BIM, joka samalla kuvaa, että kyseessä on nimenomaan tietojen malli. /10./



**Kuva 2: Tietomallintaminen, architect = arkkitehti, civil engineer = maa- ja vesirakennusinsinööri, structural engineer = rakennesuunnittelija, MEP system engineer = MEP systemisuunnittelija, builder & fabricator = rakentaja ja valmistaja, owner = omistaja /12/.**

Tietomalli on ikään kuin rakennuksen virtuaalinen pienoismalli. Tietomalli ei ole pelkästään CAD-kuva tai 3D-malli, vaan se on enemmän tuotetietojen perusteella mallinnettu virtuaalinen rakennus. Rakennuksen tietomalli yhdistää muun muassa suunnittelussa, tuotevalmistuksessa, rakentamisessa, rakennuksen käytössä ja ylläpidossa tarvittavat tiedot. Tietomallit kuvaavat toisin sanoen tuotteen rakenteen ja sisältävät sen tuottamiseen tarvittavan tiedon. Tässä opinnäytetyössä perehdytään pääasiassa kiinteistön käytönaikaiseen tietomallintamiseen. /13, s. 16–18./



**Kuva 3: Rakennushankkeen tietomallipohjainen tiedonhallinta /14/.**

Tietomallit on kehitetty rakennuksen koko elinkaaren ajaksi, rakentamisesta käytön ja huollon apuvälineeksi. Tietomallinnuksessa tieto käsitellään olioina, jotka kuvaavat tietorakenteelle muodon esim. seinän, tietomallipohjaisessa ohjelmistossa. Seinä-olio sisältää tuotteen ominaisuudet kuten pituuden, korkeuden, paksuuden, materiaalit, massan, äänen-, palon- ja lämmöneristävyyden. /13, s. 16–18./

### 2.3 Tietomallintamisen tavoitteet ja edellytykset

Tavoitteena tietomallintamisessa ja sen pilottiprojekteissa on kehittää ja tehostaa suunnittelua siten, että se tehostaa rakentamisen laatua ja tuottavuutta, antaa informaatiota rakennuksen koko elinkaaren hallinnan ajaksi ja parantaa asiakaspalvelua. /15, s. 11./



Edellytyksenä tietomallisuunnittelun kehitykseen on ollut useiden merkittävien rakennusalan toimittajien sitoutuminen tukemaan ja kehittämään tietomallisuunnittelua. Esimerkiksi Senaatti-kiinteistöt Oy on jo usean vuoden ajan vaatinut mallipohjaista suunnittelua hankkeissaan. Tietomallipohjaisen suunnittelun ja sen toteutuksen edellytyksenä on vähintään kolme asiaa. Tietomallipohjainen suunnittelu voidaan toteuttaa, jos 1) tilaajat haluavat ja tilaavat tietomallipohjaisen suunnittelun rakennushankkeen läpi viemiseksi, 2) suunnittelijoilla on käytössään tietomallipohjaiset ohjelmistot ja 3) suunnittelijat hallitsevat tietomallipohjaisen suunnittelun menetelmät ja osaavat tuottaa tietoa tietomallimuodossa. /15, s. 12./

Siirtyminen tietomallipohjaiseen suunnitteluun edellyttää yhtenäisiä toimintatapoja jokaiselta projektille osallistuvalla taholla. Tietomallipohjainen projekti vaatii opiskelua, projektin läpiviennin muuttamista ja tärkeimpänä on yhteisen tiedonhallinnan muuttaminen tietomallin edellyttämälle tasolle. Onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi tietomallipohjaisessa suunnittelussa on hankkeen alkuvaiheessa sovittu yhtenäinen tiedonsiirto ja tietojärjestelmien käyttö. Tätä varten yleensä käytetään IFC-tiedonsiirtostandardia. Kansallisella tasolla lisäksi pitää sopia yhteisen nimikkeistön ja standardien käytöstä. Keskeisessä asemassa on muun muassa Talo 2000 -nimikkeistö. /15, s. 12./

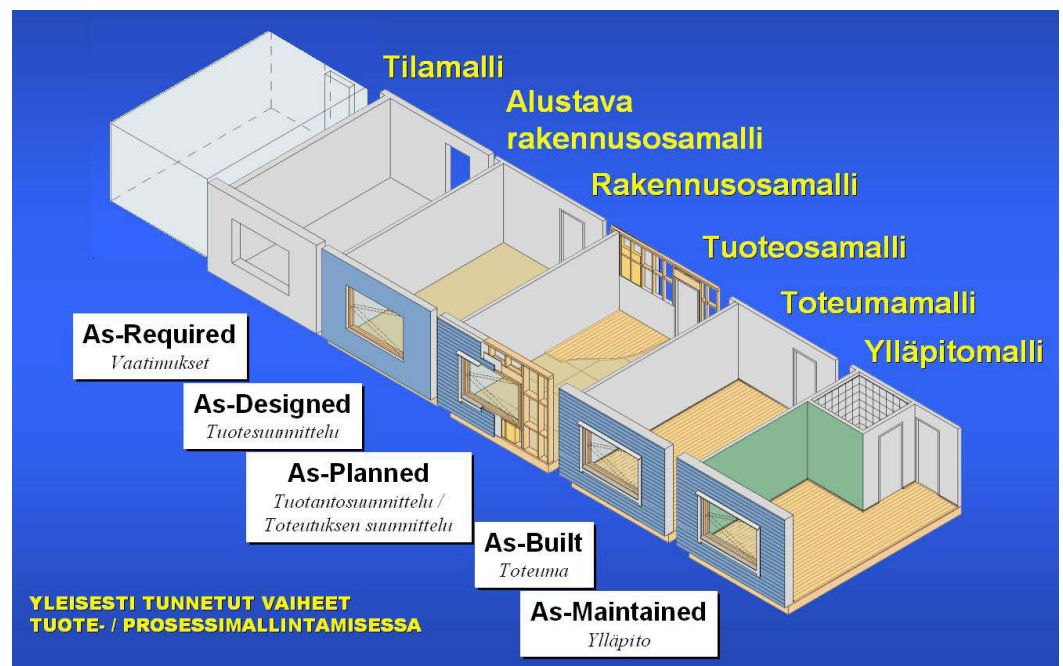
Jotta tietomallit toimivat keskenään, edellytetään yhtenäisiä sääntöjä mallinnettaviin mittayksiköihin, koordinaatiston määrittämiseen ja että jokainen rakennustekninen asia toimii omana mallinaan. Jotta tietomallinnus voi yleistyä, on koulutusta, uusien ohjelmien opiskelua ja uusien toimintatapojen omaksumista varten varattava aikaa. Nykyisessä, tiukassa projekti aikataulussa omien töiden lisäksi uuden oppiminen on haaste. /15, s. 12./

## **2.4 Tietomallintamisen vaiheet**

Työskentely mallinnuksessa on limittäinen työtapa. Muutosta on tapahtunut myös sopimuskäytännössä suunnittelijoiden painopisteen muuttuessa enemmän projektin alkuun, erityisesti luonnossuunnitteluun. Suurin osa projektin kustannuksista määräytyy projektin elinkaaren alkuvaiheessa, joten mallinnuksella voidaan hyödyntää ja tarkentaa kustannustehokkuutta. Koko elinkaaren kustannuksia voidaan vertailla mallinnuksesta saatavilla eri vaihtoehtojen avulla. Mallintaminen antaa tietoa ennen rakentamispäätöstä muun muassa simuloimalla energian kulutusta, tekemällä kustannuslaskelmia ja

arvioimalla tilojen toimivuutta. Mallinnus tuo mukanaan uuden työnjaon suunnittelijoille ja suunnitelmien sisältö muuttuu, lisääntyy ja tarkentuu. Mallinnuksen myötä tiedon määrä kasvaa, tieto on tarkempaa ja tieto on oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Yhtenäistä, täsmällistä ja ammattitaitoista ohjelmien käyttöä vaaditaan tietomallipohjaisessa suunnittelussa enemmän kuin 2D-suunnittelussa. /15, s. 18–20./

Tietomallinnuksen eri vaiheiden tieto kertyy malliin, tiloihin sekä rakennus- ja tuoteosiin rakennusprojektin tarpeiden mukaan. Hankkeen edetessä tieto muuttuessaan tallentuu projektin historiatietoihin ja tieto on pystyttävä tarvittaessa säilyttämään vaiheesta seuraavaan. Rakennuksen tietomalli syntyy vaiheittain, suunnittelusykleissä tarkentuen. Mallintaminen voidaan aloittaa joko karkeasta tietosisällöllisestä tilamallista, alustavasta rakennusosamallista tai rakennusosamallin ja tuoteosamallin yhdistelmästä. Oleellinen tieto siirtyy aina seuraavalle vaiheelle, ja jokainen vaihe tallennetaan lisäksi omalla versiotietona. Toiset tuotteista voidaan määrittellä tarkasti ja osa voidaan määrittellä ainoastaan yleisenä tuoteobjektina tai rakenteina. /15, s. 28–32./



Kuva 4: Mallintamisen vaiheistus /14/.

Tietomallinnuksen vaiheita:

### *Vaatimusmalli*

Arkkitehti vastaa pääsuunnittelijana mallinnuksen etenemisestä ja toteuttaa malliin tarveselvitysvaiheesta saatavat asiakasvaatimukset. Vaatimusmalli voi olla karkea tilamalliluonnos tai se toteutetaan esimerkiksi sanallisena selvityksenä hankevaatimuksista. Lisäksi arkkitehti mallintaa oleelliset viranomaisvaatimukset. Myöhemmissä vaiheissa tietoja tulee aina verrata vaatimusmalliin. Vaatimusmalli on toistaiseksi mallintamishankkeissa ja tutkimuksissa esitetty periaatteellinen ratkaisu hankemäärittelyn kuvaamiseksi, joka luotaisiin hankkeen alkuvaiheessa. /16, s. 71./

### *Tilamalli*

Tila käsitteenä on rakennushankkeessa, suunnittelussa ja tietoteknisessä toteutuksessa keskeisessä asemassa. Tilamalli, kuvastaa tilaohjelman tietoihin ja johon on määritelty yksittäiset rakennuksen tilat ( $>0,5 \text{ m}^2$ ). Mallinnus tapahtuu tilaobjekteiksi tilatyökaluja apuna käyttäen. Tilat tulee jakaa tilaohjelman mukaisesti toiminnallisiin tiloihin (mm. toimisto, varasto, yleinen alue), vaikka tila fyysisesti olisi yksi kokonaisuus. Tilamalliin syötettyjen tilatietojen avulla voidaan laskea esimerkiksi tilapohjainen kustannusarvio sekä elinkaar- ja energialaskelmia. /16, s. 72–73./

Esimerkiksi Tilamalliohjelman sisällöstä:

- tilaluettelo tilatarpeineen ( $\text{m}^2$ )
- tilan käyttö ja käyttäjät
- tilaominaisuudet
- mitat ja muodot
- sisäilmasto
- kuormitus, kestävyys, turvallisuus
- sisäpuoliset rakenteet.

### *Alustava rakennusosamalli*

Alustava rakennusosamalli vastaa vanhaa suunnittelukäytännön mukaista luonnosta. Malli toteutetaan 3D-mallina, jossa rakenteet tietomallinnetaan hankeohjelman ja viranomaismääräysten mukaisine vaatimuksineen. Esimerkiksi seinärakenteiden kohdalla tieto voi olla itse rakenteessa tai ulkopuolisessa tietokannassa, jossa käsitellään vastaavat vaatimukset lämmön-eristävydestä paloluokasta, äänieristyksestä, mahdollisesti perusrakennus-aineesta. Osa määräyksistä tulee yleisestä tai Suomen kansallisessa liitteessä olevasta eurokoodista, osa muista viranomaismääräyksistä esimerkiksi kaavamääräyksistä. Alustava rakennusosamalli toteutetaan mallintamalla alustavasti määritellyjä tiloja rajaavat rakennusosat ilman niiden tarkempaa tuoterakennetta. Niitä ovat ovet, ikkunat, aukot ja tilojen varusteet, jotta esitetään kaaviomaisesti, ellei ole visuaalista tarvetta esittää niitä havainnollisempana. /16, s. 74–75./

### *Rakennusosamalli*

Rakenneosamallissa mallinnetaan rakennusosille esitetyt vaatimukset täyttävä rakenne objektein kuitenkin ilman lopullisia tuotemääräyksiä. Esimerkiksi ovet, ikkunat, aukot ja tilojen varusteet esitetään yleisenä, koska yleensä ei ole vielä tiedossa rakenteen tuotetoimittajaa. Rakenteet esitetään havainnollisempana, jos on tarpeellista. Rakenteiden liittymät puolestaan mallinnetaan mahdollisimman oikein ja tarkat detaljit tehdään yleensä erillisinä kuvina. Rakennusosamalli vastaa vanhaa toteutussuunnittelua ja toteutetaan tyypillisesti urakkalaskenta- tai työpiirustusvaiheessa. /17, s. 51–52./

### *Tuoteosamalli*

Tuoteosamalli on eri suunnittelijoiden päivittämä rakennusosamalli, jossa kaikkiin kalusteisiin, varusteisiin, rakennusosiin ja laitteisiin on lisätty toimittajakohtaiset tiedot ja tuoteosat mallinnettuna oikean näköisen rakenteen mukaisina. Tietomallintamisen tärkeimpänä tarkoituksena on tuotteeseen sisältyvä tieto. /17, s. 82–83./


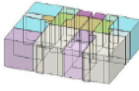
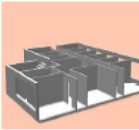
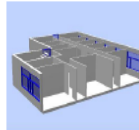
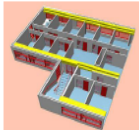
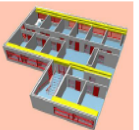
Tällä hetkellä monet valmistajat ja edustajat ovat alkaneet valmistamaan rakenteita ja tuotteitaan tietomallipohjaiseen käsittelymuotoon. Tuotevalmistajan valmiiksi mallinnettuja tuoteosia käytetään, jos tuotteet täyttävät tuoteosien tietorakenteelle asetettavat vaatimukset.

Tuoteosamallin tietosisältö toimii kiinteistötiedon lähtötietona, jossa on suunnittelun ja toteutuksen tiedot. Lopullisten suunnitelma- ja toteutumatietojen päivitys tuotemalliin on välttämätöntä. Tuotemallin päivityksen lisäksi myös muihin asiakirjoihin kuten luetteloihin ja selostuksiin on päivitettävä ajantasainen tieto. Tuotemallin tietosisällön yksityiskohdista ja tekemisestä on sovitettava tapauskohtaisesti. Asian sisältöön vaikuttaa, miten tuotemallia pyritään soveltamaan kiinteistön hallinnassa ja ylläpidossa. Tietomallissa on myös kiinteistön hallinnan ja rakennuksen käytön kannalta epäolennaista tietoa. Tämän johdosta tietomallitietoa on muokattava sopivaan muotoon kiinteistön lähtötietoaineistoa varten. /17, s. 82–83./

#### *Toteutumamalli / Ylläpitomalli*

Toteutumamalli on rakennuksen valmistuttua lopullinen, toteutunut tieto, jonka arkkitehti tarkastaa ennen rakennuksen luovuttamista. Mallia päivitetään rakennustyön aikana ja tarkoitus on saada ajantasainen tieto rakennuksen kiinteistön ylläpidon, tilahallinnon ja käyttöaikaisten muutosten pohjaksi. /18, s. 12./

Ylläpitomalli sisältää paljon erilaista kiinteistön ylläpitoa palvelevaa tietoa, jota syntyy suunnittelun ja rakennusvaiheen aikana. Kaikki tieto, joka rakennuksen tietomalliin on syntynyt suunnittelu- ja rakennuksen tuotantovaiheessa, pitää olla ylläpitomallissa niin sanottua ”oikeaa tietoa” eli tiedon tulee vastata todellista rakennusta ja kiinteistöä. Luonnos- tai karkeista suunnitelmista saatavia tietovarastoja ei saa käyttää ylläpidon tietomallissa tai ylläpidon käyttämissä tietokannoissa. Tietomallin tai mallin tulee olla sellainen, joka parhaiten kuvaa toteutunutta kiinteistöä. Ylläpidon sopimukset perustuvat todellisiin määriin. Siksi tiedon oikeellisuus ja sidonnaisuus todellisuuteen on tärkeää. Kiinteistöä koskevia todellisia tietoja ovat tarkat määrät ja mitattiedot sekä mahdolliset tuotetiedot, jotka tulee olla kiinteistön ylläpidon mallissa. /18, s. 12./

(Tarveselvitys)	(Hankesuunnittelu)	(Luonnossuunnittelu)	(Toteutussuunnittelu)	(Rakentaminen)	(Ylläpito)
<b>Vaatusmalli</b>  Visualisoinnit ilman suunnitelmaa. Alustava massoitelu (2D / 3D)	<b>2D / 3D-tilamalli</b>  Tilojen tietosisältö syötetty tilamallin tilaobjekteihin	<b>Alustava rakennusosamalli</b>  Rakenteita ei määritelty, lämmöneristys- ym. vaatimukset rakennetyypeissä (US1...)	<b>Rakennusosamalli</b>  Rakenteet, ikkunat, ovet ym. määritelty yleisellä tasolla, ei sidottu toimittajiin	<b>Tuoteosamalli</b>  Rakennusosiin lisätty toimittajien tiedot ja esitetty ne todellisten rakenteiden mukaisina	<b>Ylläpidon malli</b>  Malli on täydennetty ylläpidon tiedoilla
<b>Geometria- / analysointimalli</b>	(Mallinnus)	Mallinnus / päivitys	Mallin päivitys	Mallin päivitys	Mallin päivitys
<b>Tilatietojen hallinta 1)</b>					
Tilatyypikohtaiset tavoitteet	Tilakohtaiset tavoitteet Vyöhykkeet	Tavoitteenmukaisuuden varmistaminen	Tavoitteenmukaisuuden varmistaminen	Tavoitteenmukaisuuden varmistaminen	Ylläpitotietojen graafinen selaus
<b>Visualisoinnit</b>					
Yleisten tyypiratkaisujen visualisoinnit	Tyypiratkaisujen visualisoinnit	Valaistusvisualisoinnit Tyypiratkaisujen visualisoinnit	Yhdistelmämallit	Projektinohjauksen 4D-visualisointi	
<b>Analysoinnit</b>					
Laajuuspohjainen kustannusarvio	Tilapohjainen kustannusarvio	Olosuhte- ja energiasimuloinnit CFD-simuloinnit Tilapohjaisen kustannusarvion päivitys	Simulointien tarkennukset ja päivitykset Määrätietoihin perustuva kustannusarvio	Ylläpidon kulutustavoitteen simulointi	Kulutustavoitteen päivitykset Olosuhtesimuloinnit ongelmaselvityksissä
<b>3D-CAD</b>					
		Luonnossuunnitelma Tyypiratkaisujen 3D-näkymät	Toteutussuunnitelma Määrätiedot	Ylläpidon tiedoilla täydennetty toteutussuunnitelma Asenusten 3D-visualisointi	Kehitteillä: CAD-objektien tiedot ylläpidon malliin graafista paikannusta varten

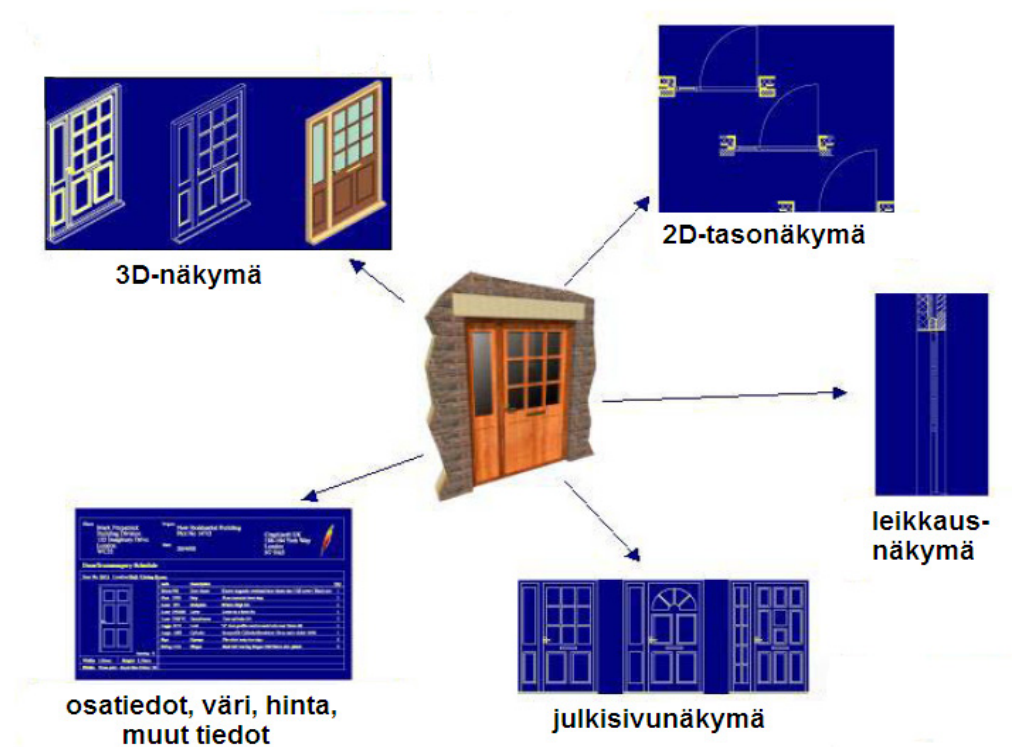
**Kuva 5: Tietomallien hyödyntäminen rakennushankkeen eri vaiheissa /19/.**

## 2.5 Tietomallintamistapa ja -tarkkuus

Mallintamistapa ja -tarkkuus vaihtelevat paljon päätetyn mallintamistarpeen mukaan, mutta kukin suunnittelualue omaan yhteen malliinsa. Yhteen malliin mallintaminen tulee ongelmaksi kasvavan tiedon tallennuksessa ja siirrettäessä tietoa suunnittelijoiden välillä suurten mallinnusprojektien kohdalla. Useimmiten mallia käytetään piirustusten tulostamiseen, visualisointiin ja animaatioiden tekemiseen sekä luettelomaisen tiedon tuottamiseen. Rakennushankkeen aloituskokouksessa tulisi määritellä projektikohtaisesti mallintarkkuus ja mallin sisältö tuotemalliohjeessa sekä käytettävät ohjelmistot, jotta vältetään keskinäisiä yhteensopivuusongelmia. /17, s. 32–34./

Lisäksi aloituskokouksessa tulee tarkentaa, mitkä asiat ovat tärkeitä lopullisessa mallissa. Tällöin mallia voidaan käyttää tiedon saantiin kiinteistöpuolelle rakennuksen valmistuttua. Mallin lopullinen oikeellisuus rakennuksen valmistuttua on tärkeää. Samassa mallissa työskentelevien henkilöiden työn helpottamiseksi tulee noudattaa yleisten suunnitteluohjeiden määrittämiä ohjeistuksia esimerkiksi kuvatasoissa, viivatyypeissä tai väreissä. Suunnitteluohjeet yleensä kasataan projektitiedostoon, jonne myös määritellään käytettävät tasojärjestelmät ja niiden nimet, ja värit. Pohjana suunnitteluohjeissa

pyrittiin käyttämään Talo 2000 -nimikkeistön mukaista tasomäärittelyä, tosin joiltain osilta yksinkertaistettuna.

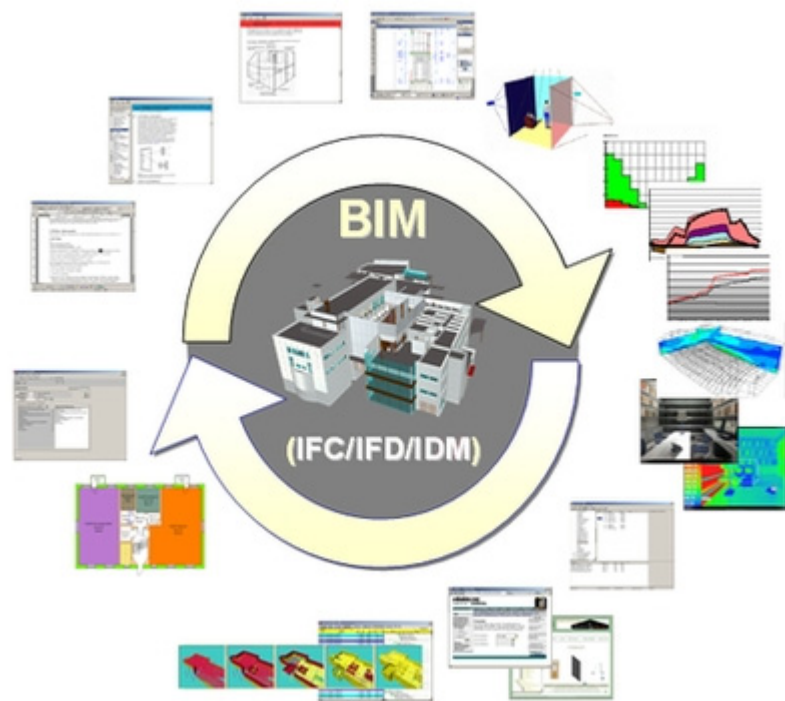


**Kuva 6: Rakennusosien mallintaminen /14/.**

Mallinnuksessa eri suunnittelujen lähtökohtana on mallintaa rakenneosa sille tarkoitettulla työvälineellä, esimerkiksi pilari pilarityökalulla. Yksityiskohdista tulee sopia hankekohtaisesti. Näin ohjelmat toimivat keskenään ja löytävät rakennusosat tyypittävällä tunnisteella, jolloin tiedonsiirto helpottuu. Yleisenä mallinnusperiaatteena on mallintaa mallinnettava yksinkertaisesti ja selkeästi. Tietomallin kannalta tärkeä on mallista saatava tieto ja sen oikeellisuus. Tuotetietoja täytettäessä on hyvä miettiä, mitä tietoa tietomallissa tulisi olla (kuva 6). Ylläpitomallin laadinnassa on tärkeää karsia suunnittelumalleista ylimääräinen tieto, ettei mallin koko kasva liian suureksi. /17, s. 32–34./ Hyvin ja tarkasti mallinnettu kohde toimii käytön aikana kiinteistönpidon apuvälineenä ja tulevissa korjaussuunniteluissa suunnittelupohjana.

## 2.6 Tietomallipohjaiset analyysit

Tietomallipohjaisen suunnittelun avulla on mahdollista saada konkreettista hyötyä mallista suunnitteluratkaisujen analysointia ja tietokoneavusteista simulointia varten. Toisin sanoen edellä mainitut tarkastelut ovat tapa todeta asetettujen tavoitteiden toteutumista visuaalisesti ja laskennallisesti. Analysoitua tietoa voidaan käyttää ylläpitomallissa apuna esimerkiksi laitteiden ja ilmastovaihtosäätöjen perusasetuksissa. Mallista voidaan simuloida esimerkiksi sisäilmastollisten olosuhteiden tai energiankulutuksen suunnitteluratkaisuja (kuva 7). /16./



**Kuva 7: Tietomallista saatavat analyysit /20/.**

Tällä hetkellä ilmastonmuutos, ympäristöasiat ja energiankulutus puhuttavat rakennusprojekteissa. Perinteisesti näitä seikkoja on ollut vaikea tarkastella ennen rakennuksen rakentamista, mutta tietomallinnusanalyysien tulo mukaan on mahdollistanut tilanteen. Tietomallipohjaisesti voidaan arvioida elinkaarikustannuksien muutosta, esimerkiksi ikkunoiden tai ulkovaipan lämmönjohtavuusominaisuuksia muuttamalla. Tilaajalla on helpompi valita haluamansa ratkaisu, jonka helpottamiseksi eri analyysistä saatu tieto auttaa investointipäätöstä. /16./



### *Virtaussimulaatio*

Analyysisovelluksella analysoidaan sisätilojen lämpötilojen kerrostumista ja ilmavirtausta. Yleensä virtaussimulaatiota käytetään halutessa tarkempaa tietoa tietyistä tilasta, jonka tuloksena saadaan esimerkiksi ilmanvaihtuvuus, lämpöliikkeet ja seinämateriaalien toimiminen. Arkkitehdin tuottamaa tilamallia ja siihen tuotettuja geometrian ja sisäilman olosuhdeanalyysin tuloksia hyödynnetään simuloinnissa. Simuloinnin tyypillisiä käyttökohteita ovat korkeat, suuret aurinkokuormalliset, oleskelulliset ja kulkusiltoja vaativat tilat sekä sisäilman olosuhdevaatimuksiltaan erityiset tilat. Näitä tiloja ovat aulat, salit ja lasijulkisivulliset tilat sekä leikkaussalit. /16./

### *Ympäristövaikutustarkastelu*

Ympäristötietoisien suunnittelun haasteena on minimoida ympäristön kuormituksia ja näin ollen rakentaa vähemmän ympäristöä rasittava. Tietomallipohjaisilla analyyseillä voidaan analysoida suunnitellun rakennuksen energian- ja raaka-aineiden kulutusta. Päätöksenteossa sekä suunnittelun ja ylläpidon eri vaiheissa voidaan hyödyntää analyyseiden tuloksia. Käsin lasketut  $\text{kg/m}^2$  -arvot ovat huomattavasti epätarkempia kuin tietomallista saatavat tulokset. Ympäristön kannalta tietomallin avulla voidaan rakennesuunnittelun alkuvaiheessa vertailla rakentamisesta aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä. /16./

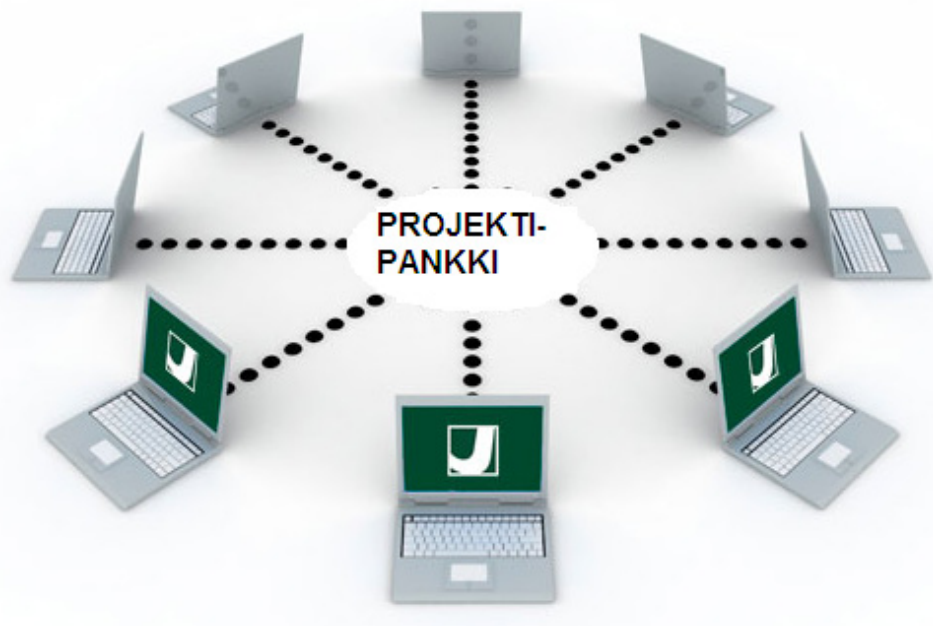
### *Talotekniikan visualisointi ja valaistusanalyysi*

Talotekniikan visualisointien avulla voidaan esimerkiksi tarkastella tietomalligeometrian analysointia visuaalisesti ulkovaikutuksen osalta. Esteettömästi näkyvässä olevaa talotekniikkaa, päälaitteita ja kanavastoja voidaan tarkastella ennen rakentamista. Valaistusvisualisointi on joko visuaalinen tai tietomallipohjainen numeerinen analyysi. Valaistusvisualisointeja luotaessa on tietomalliin sisällyttävä geometriatiedon lisäksi myös tietoa valaisimista ja niiden ominaisuuksista sekä rakennusosien ja kalustuksen materiaaleista värin, heijastavuuden, kiiltävyyden ja muiden valaistusolosuhteisiin liittyvien ominaisuuksien osalta. Toimistosuunnittelussa tietomallinnusta käytetään työpisteiden valaistusolosuhteiden vaatimuksien tarkasteluun. Saatujen tuloksien avulla voidaan muokata valaistus rakennettavaan rakennukseen haluttujen vaatimusten mukaiseksi. /16./

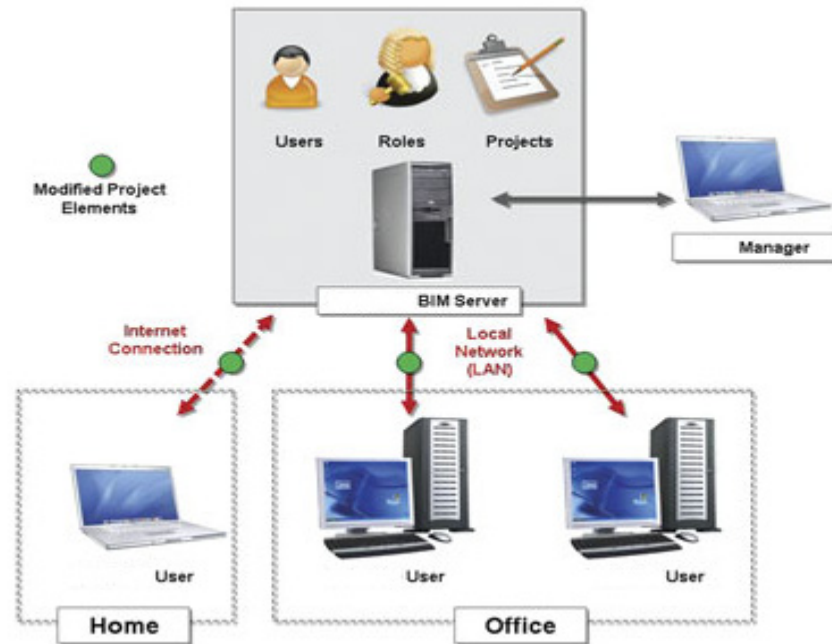
## 2.7 Tiedonkulku suunnittelijaosapuolien välillä

### 2.7.1 Yleistä

Rakennushankkeen osapuolten välinen tiedonsiirto on nykyään digitaalista. Ajan tasalla olevan tiedon digitaalinen dokumentointi ja projektin hallinta helpottaa ja varmistaa siirrettävän materiaalin oikeellisuuden ylläpitomalliin. Kaikki rakennushankkeen tiedon siirto tapahtuu osapuolten välillä projektipankkien kautta (kuva 9). Tulevaisuudessa tiedonsiirto pyritään hoitamaan omien tietomallipalvelimien kautta, jolloin tieto välittyy kaikille projektiosapuolille. Hankkeen alussa projektiosapuolien on sovittava yhtenevät tiedonsiirto-projektipankkiratkaisut. Projektipankit toimivat yleensä Internet-pohjaisina 2D-muotoisten tiedostojen tallennuspaikkana. Jokaisella suunnittelijalla on oma malli koneellaan ja ajantasainen tieto synkronoidaan kustakin mallista tietomallipalvelimelle. Tietomallipalvelinten käyttö on yleistynyt rakennusprojekteissa, koska on havaittu projektipankkien toimivan ainoastaan dokumenttien ja tiedostojen jakamisen välineenä. /15, s. 33–37./



Kuva 8: Projektipankki /21/.



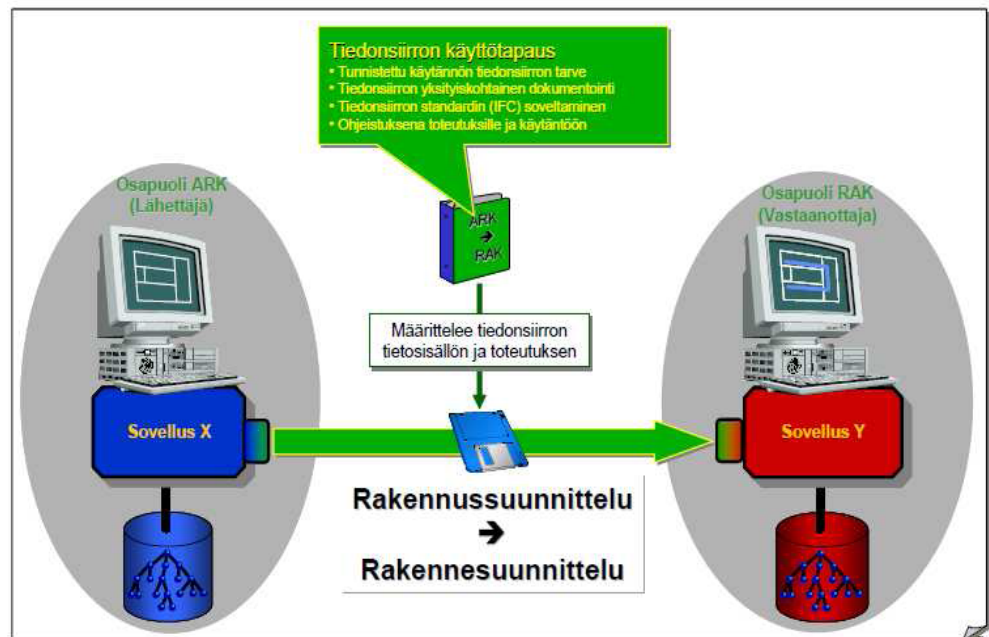
**Kuva 9:** Tietomallipalvelin, user = käyttäjä, role = osa, project = projekti, server = palvelin, manager = päällikkö, office = toimisto, user = käyttäjä, home = koti, local = paikallinen, connection = yhteys, modified = modifioida, element = elementti /22/.

### 2.7.2 IFC-tiedonsiirto

*IFC (Industry Foundation Classes)* on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi ja tietomalleissa yleisesti käytetty olioperustainen tiedostomuoto, jonka on kehittänyt International Alliance for Interoperability (IAI) tarkoituksenaan varmistaa tietomallipohjainen yhteistyö rakennusalaalla. IAI aloitti määrittelytyön 1994, ja tällä hetkellä IAI:lla on noin 600 kansainvälistä jäsenyritystä. /15, s. 37–38./

IFC-standardi on yksi ratkaisu rakennusalan ja kiinteistöpidon eri suunnittelualojen tietomallien väliseen tiedonsiirtoon. IFC:n versioiden kehitys on tapahtunut asteittain laajentuen. Ensimmäinen kaupallisesti toteutetun IFC:n perustana käytetty versio oli IFC Release 1.5.1, joka julkaistiin 1998. Sen jälkeen julkistettuja IFC:n versioita ovat IFC 2.0, IFC 2x ja 2x2. IFC 2x3, joka lisäsi muun muassa sähköalan objektitietojen kattavuutta. Uusin julkistus on kuitenkin IFC 2x4 ja vasta tulossa. Kehityksen myötä IFC on kattavuudeltaan laajin rakentamisen ja kiinteistöpidon tiedonsiirtostandardi. Suunnittelijaosapuolilla on käytössään koko ajan tasalla olevat yhdenmukaiset lähtötiedot. IFC:n avulla voidaan ainoastaan siirtää geometriatietoa ja attribuuttitietoa tietokonesovelluksista riippumatta sovellusten kesken ja näin suunnittelijat voivat käyttää muiden tuottamaa tietoa suoraan omissa tietojärjestelmissään referenssitietona. Piirustusmuotoista tietoa ei tällä hetkellä voi siirtää IFC:n

avulla, joten muille tiedonsiirtotavoille on vielä käyttöä rakennushankkeissa.  
/15, s. 37–38/



Kuva 10: Järjestelmäriippumaton IFC-tiedonsiirto /19/.

IFC määrittelee suunnittelijoiden ohjelmasovelluksista riippumattoman tavan siirtää tietomallista tuotetietoa sovellusten kesken. Opinnäytetyössä etsitään ohjelmasovellusta kiinteistönhoidon puolelle, jotta IFC:n hyödyntäminen koko rakennuksen elinkaaren aikana voitaisiin toteuttaa ja ohjelmansovelluksen tarkoituksenomainen tiedonsiirto ja -säilytys sekä yhteiskäyttö toteutuisivat. Nykyään IFC:llä voidaan hallita rakennus-, rakenne-, LVIS-, energia-analyysi-, määrälaskenta- ja mallitarkastussuunnittelua. /15, s. 37–38./

## 2.8 Tietomallintamisen hyödyt

Mallintamalla tuotetun tietomallin avulla rakennuksesta saavutetaan elinkaarelle ja kaikille osapuolille jakautuva hyöty (kuva 11). Koko rakennuksen elinkaarta käsittelevää tietoa mallintamalla ja antamalla tietoa päätöksenteon tueksi visualisoinnin ja vertailujen avulla palvellaan asiakasta eli tilaajaa paremmin. /15, s. 10./

Tietomallintamisen keskeisiä etuja ja lisäarvoa rakennushankkeelle antaa:

- suunnitelmien parempi havainnollisuus todenmukaisten 3D-mallien myötä
- lopputuloksen ja suunnittelun osa-alueiden parempi yhteensovittaminen ja tarkastaminen
- suunnittelun laadukkaampi lopputulos
- suunnittelun laajempi tietosisältö, joka mahdollistaa erilaisia, uusia toimintoja esimerkiksi simulaatioiden teon
- aiemmin havaitut suunnitteluvirheet
- vaihtoehtojen helpompaa vertailua
- mallin jatkohyödynnettävyys, toisin sanoen kertyneen tiedon hyödyntäminen ja tietojen täydentäminen rakennuksen koko elinkaaren ajan.

**Tiedon yhteiskäyttö:** Ajantasainen ja yhteinen tieto on kaikilla hankkeen osapuolilla samanaikaisesti käytössään.

**Muutoksien hallinta:** Ennen mallintamisen aloittamista sovitaan tiedon kerääminen samaan paikkaan tietyn projektin osalta kaikkien osapuolten välillä, jolloin tiedon muuttaminen ja hallinta on olennaisesti tehokkaampaa. Parantuneen tiedon hallinnan ansiosta vähennetään muutostyössä tarvittavaa aikaa.

**Laadunvarmistus:** Tuotemallin avulla voidaan mahdollistaa suunnitelmien parempi laadunvarmistus muun muassa eri mallien helpomman tarkastusmahdollisuuden vuoksi. Lisäksi mallipohjainen suunnittelu mahdollistaa tiedon keräämisen yhteen tietokantaan tai vähintään mallien rinnakkaisen vertailun (kuva 11). Kolmiulotteisen mallin ansiosta voidaan tehdä eri suunnittelualojen tekemien objektien törmäystarkastelu ja näin varmistaa esimerkiksi rakenteiden ja LVI-vetojen yhteensopivuus rakenteissa.

**Törmäystarkastelun toteuttaminen:** Yhteisellä tuotemallien tarkasteluohjelmalla on erittäin helppo nähdä, sopivatko eri suunnittelualan mallit yhteen.

**Määrälaskenta:** Tuotemallin avulla saadaan kustannuslaskentaan suoraan ajantasaiset määrälaskentatiedot, jolloin muutoksien jälkeen muuttuvat määrät on helpompi pitää ajan tasalla.

**Suunnittelun visuaalisuus:** Kolmiulotteinen suunnittelu mahdollistaa paremmin todellisuutta vastaavan kuvauksen rakenteista, joita on helppo ymmärtää.

**Simulaatiot ja 5D:** Tuotemalliin tietoihin voidaan lisätä myös aika- ja kustannustietoa. Tietojen lisäykseen voidaan simuloida esimerkiksi rakentamisen vaiheistusta tai rakennusrungon asennusta sekä kustannuksia. Nykyään simulaation tärkeimpinä visuaalisina asioina ovat työturvallisuuden varmistaminen ja liikuntarajoitteiden etsiminen simulaation antamasta tiedosta.

Tietomalli voi olla apuna projektihallinnan työkaluna ja sen sisältämää tietoa on mahdollista hyödyntää kaikissa rakennushankkeen osa-alueissa. Tietomallinnuksesta saatavaa tietoa voidaan hyödyntää pääpiirteittäin viidessä eri kategoriassa, jotka ovat yleinen suunnitteluvaihe, rakennuttajan ja rakennuksen tulevan käyttäjän päätöksenteko, toteutusvaihe, viranomaistarkastelu sekä ylläpitovaihe. /15, s. 10./

Yleisellä tasolla päällimmäisenä etuna voidaan pitää tietomallien antaman tiedon hyödyntämistä etukäteen vertailemalla eri rakennushankkeen vaihtoehtoja esimerkiksi elinkaarikustannusten määräytymistä. Vaihtoehdot helpottavat tilaajan päätöksentekoa sekä suunnitelmien yhteensopivuutta ja riskien hallintaa. /15, s. 10./

Suunnitteluvaiheen hyödyt ovat muun muassa tilahallintasuunnittelu, suunnittelun yleinen tehostuminen ja tarkentuminen ja tätä kautta saavutettava laadun parantuminen. Kokonaissuunnittelu-aika tehostuu entisestään suunnitelmien helpon muunneltavuuden takia ja näin ollen on yksi tärkeimmistä suunnittelun kannalta saatavista erityishyödyistä. Tilahallintaominaisuuksia hyödynnetään erityisesti suurissa hankkeissa, joissa tiloilla on useita eri käyttäjiä, käyttötarkoituksia ja -tapoja. Mallintamisen kautta käytettäessä eri tilaohjelmia voidaan mallia vertailla useasta näkökulmasta esimerkiksi tilan siivous, omistus- tai vuokrasuhdetta. Tilojen puhtaanapidon ohjaamisen ja tilatietojen hallinta-, huolto- ja korjaamistoimenpiteiden suunnittelun lisäksi mallista on hyötyä vuokrasuhteiden tarkastamiseen tietyissä tiloissa. Myös

talotekniikkaa voidaan seurata, esimerkiksi automaattisia huoltohälytyksiä. /15, s. 14–15./

Suunnittelun yleisen tehostumisen kannalta suunnitelmien muutoksien hallinta tietomallintamisessa vaatii tarkkaa toimintatapaa, jotta kaikki projektiin osallistujat ovat tietoisia tapahtuneista muutoksista. Mallinnettaessa samantyyppisiä kerrosratkaisuja huolimattomuusvirheet vähenevät tietomallipohjaisessa suunnittelussa jos kopioitava kerros tarkastetaan ennen kun kopioidaan kerroksesta toiseen. Suunnittelijoilla on saatavissa välineitä, esimerkiksi automatisoitu sähköpostitiedote, mikäli tietomalliin tehdään muutos. Tämä nopeuttaa työtä. /15, s. 25–26./

Suunnitteluvaihetta pystytään seuraamaan paremmin ja ohjaamaan keskittyneemmin tietomallin avulla. Tarkastamisen tuomia etuja ovat suunnitelmien yhteensovittaminen ja ristiriidattomuus, joten selkeyden takia tarkastaminen helpottuu. Aikaisempien tarkastustapojen heikkoutena oli virheiden liian myöhäinen havaitseminen. Nykyisen päällekkäisyystarkastelujen ansiosta virheet havaitaan aiemmin, pääosin jo suunnitteluvaiheessa. Mallintamisen tuomana etuna on mahdollisuus työskennellä mallin parissa samanaikaisesti muiden projektin osapuolten kanssa ja saada muutoksista tieto välittömästi. Esimerkiksi muutostilanteissa kaikki muutoksen piiriin kuuluvat dokumentit päivittyvät automaattisesti, jolloin turha ja päällekkäinen työ vähenee. Nopean päivityksen johdosta voidaan esimerkiksi havaita rakenteita, jotka olisivat jääneet muuten kokonaan suunnittelematta. Visualisointi helpottaa vaikeiden rakenteiden havainnollistamista entistä paremmin. /15, s. 12–15./

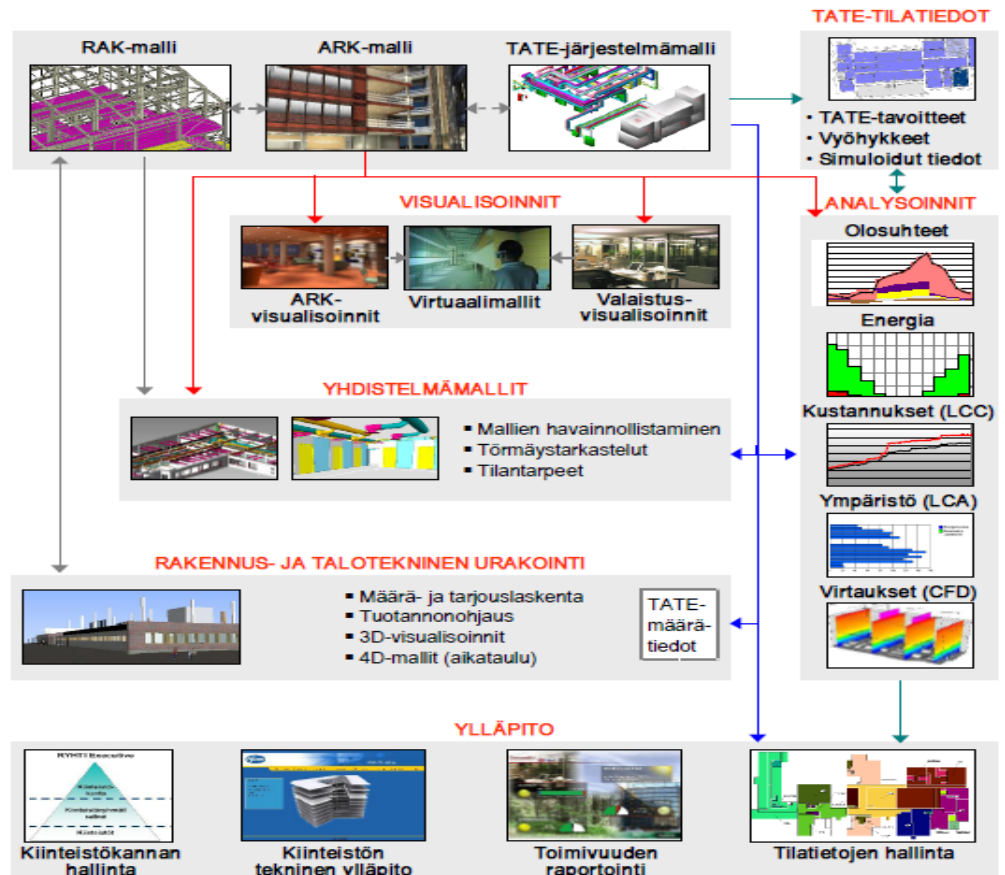
Rakennuttajalle, omistajalle, rahoittajille ja käyttäjille tietomalli antaa enemmän tietoa, joka toimii tukena päätöksenteossa, sillä mallin avulla saadaan aiempaa helpommin esimerkiksi kustannusarviot. Lisäksi kolmiulotteiset suunnitelmat ja sen mukana tuleva havainnollisuus sekä ymmärrettävyys auttavat rakennusalan ulkopuolista toimijaa sisäistämään hankkeen piirteet entistä paremmin. Nykypäivän energiatehokkuuden merkitys on kasvanut suuresti, ja tullut tärkeään asemaan myös rakennushankkeen eri osapuolille. Mallia voidaan simuloida muun muassa energiatalouden näkökulmasta ja sitä kautta arvioida tulevia käyttökustannuksia. /15, s. 14–15./

Toteutusvaiheessa mallintamisen antama hyödyllinen tieto tulee selkeästi näkyviin viimeistään siinä vaiheessa, kun halutaan tutkia rakennedetaljeja

3D:ssä. Lisäksi malli antaa luettelomaista tietoa muun muassa määristä. Aiemmin määrät laskettiin käsin, joten tietomallinnus helpottaa määräluetteloiden ja tämän lisäksi toteutustapojen vertailua, aikataulutusta ja urakan valmiusasteen seuraamista. Tuotannossa mallipohjaisuus auttaa myös rakentamisen toteutuksen seurannassa, kun rakennettavia tai rakennettuja kohtia voidaan seurata suoraan mallin avulla. Tuotannossa ja teollisuudessa hyödynnetään mallinnettua tietoa parhaiten rakenneosien valmistamisessa. Tietomallista saadaan lisäksi valmistettavien tuotteiden sijainti ja mittatiedot työmaan käyttöön, jolloin tuotteet on kytkettävissä rakennusliikkeiden logistiikkaan. /15, s. 16–17./

Viranomaistarkastelujen apuna tietomallit toimivat simuloinnin ja kaupunkikuvallisen kolmiulotteisuuden sekä visualisoinnin tarkastelun arvioinnin apuvälineenä. Viranomaiset ovat kouluttaneet omia henkilöitä tarkastamaan malleja ja näin ollen heillä on mahdollisuus tehdä joitain teknisiä tarkastuksia kuten paloteiden riittävyttä ja liikkumisen esteettömyyttä. Rakennesuunnitelmien tarkastusten avuksi on saatavissa nykyisin mallinnusohjelmistoissa sisäänrakennettuna analyysi- ja laskentapohjaista tietoa staattisesta rakenteesta sekä kantavuuteen liittyvistä laskelmista. /15, s. 16–17./





Kuva 11: Tietomallintaminen rakennusprosessissa /19/.

## 2.9 Case-kohteissa käytettyjä tietomallintamisohjelmia

Ohjelmistotalot ovat alkaneet kehittää tietomallintamisohjelmia rakennusalan yritysten tarpeiden mukaiseksi tietomallien yleistyessä rakennusalalla. Mallinnusohjelmistoja ovat Archicad, Tekla, Magicad, Enterprixe ja Allplan. Skanskan tietomallintamisessa käytetään yhteensopivia mallinnusohjelmaratkaisuja.

Skanskan usein käyttämät tietomallinnusohjelmat:

Rakennussuunnittelija mallintaa Archicad- tai Revit Architecture ohjelmalla. Ohjelmistojen avulla voidaan hallita koko rakennuksen elinkaarta. Ohjelmistot perustuvat rakennusosien mallintamiseen, joiden avulla rakennetaan virtuaalinen talo. Virtuaalista taloa mallinettaessa syntyvät myös piirustukset. Ohjelmalla mallinettaessa suunnittelija pystyy välittämään tilan tunteen paremmin.

Tekla Structures -ohjelmistolla rakennussuunnittelijat mallintavat rakennemalleja, joita käytetään rakenteiden valmistuksen ja rakentamisen hallinnan

apuna. Ohjelmisto sopii yhteen tuotannon- ja resurssienohjausjärjestelmien sekä koneautomaatiojärjestelmien kanssa. Tietomallista saadaan automaattisesti kokoonpano-, osa- ja asennuspiirustukset.

LVIS-suunnittelijoiden käytössä on suomalaisen Progranin kehittämä mallinnustyökalu MagiCAD. Myös CADs-ohjelmisto on käytössä.

Edellä mainittujen Skanskan käyttämien tietomallien tarkastelu toteutetaan lopuksi Solibri Model Checker -ohjelmalla. Ohjelma tarkastaa eri suunnittelu-alojen suunnitelmien ristiriidat eri mallien välillä. Ohjelman avulla laadunvarmistus suoritetaan halutussa laajuudessa. Ohjelma on sertifioitu käsittelemään IFC-määritysten mukaisia tuotemalleja kaikilta suunnittelualoilta. Tuotemallin laadunvarmistusprosessi perustuu tarkastus- ja analysointisääntöihin.

Rakennusten LVI-laitteiden tehontarpeen mitoitukseen sekä sisäilmaston ja energiatalouden laskentaan käytetään IDA-ice-ohjelmaa. Ohjelman avulla saadaan mittaus- ja laskentatuloksia kosteus- ja lämpökuormista, päivänvalon voimakkuudesta työtasoilla, huoneen hiilidioksidi- ja kosteustasoista, huoneiden välisistä ilmvirtauksista ja kokonaisenergiakustannuksista. Ohjelman tärkeys painottuu yleistyneessä energiatehokkaassa rakentamisessa.

Määrälaskenta Skanskan tietomallisuunnittelussa toteutetaan Tocoman-ohjelman avulla. Tietomallissa olevan tiedon avulla ohjelma laskee määrä- ja kustannustietoja reaaliaikaisesti. Ohjelman tietoja hyödynnetään esimerkiksi aikataulutuksessa ja projektihallinnassa.

Tuotantomallinnuksessa on käytössä Tekla Structures, Construction Management –ohjelmistokokoonpano, joka sisältää rakennusprojektin hallinta- ja seurantatoiminnot. Sen avulla voi hallita ja välittää näitä tietoja toimitusvaiheesta asennukseen. Mallinnustoiminnon avulla voi esimerkiksi, tarkastella Tekla-malleja (kaikki materiaalit ja profiilit), määrittää asennusjärjestyksen, tarkastella mallin tietoja 4D:ssä (simuloitu aikataulu), määrittää ja hallita rakennusvaiheen aikatauluja, kohdistaa ajastetut tehtävät mallin objekteihin, tehdä törmäystarkastelun ja raportoida referenssimallin tiedot.

### 3 KIINTEISTÖN KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJE

#### 3.1 kiinteistön käyttö- ja huolto-ohje yleistä

Käyttö- ja huolto-ohje on otettu käyttöön 2000-luvun vaihteessa. Nykyäänkin monessa yhteydessä puhutaan huoltokirjasta, kun virallinen nimitys on käyttö- ja huolto-ohje. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje tarkoittaa kiinteistöylläpitoa tukevaa kiinteistökohtaista asiakirjakokonaisuutta. Huolto-ohjeen ensisijainen tarkoitus on antaa kiinteistölle ohjeisto, jolla taloudellinen, energia- tehokas, turvallinen ja terveellinen kiinteistön ylläpito olisi mahdollista toteuttaa. Huolto-ohjeeseen kootaan kiinteistön hoidon, huollon ja kunnossapidon lähtötiedot, tavoitteet, tehtävät ja ohjeet sekä asukkaille ja tilojen käyttäjille annettavat ohjeet. Käyttö- ja huolto-ohjeessa johdetaan rakennusosien ja laitteiden käyttöikäavoitteista niiden kunnossapitajaksot sekä edelleen tarkastusten ja huoltojen ohjelmat. /23, s. 236./

Suomen rakentamismääräyskokoelman A4 määrittelee rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen seuraavasti:

*”Kiinteistön käyttö- ja huolto- ohje tarkoittaa kiinteistönpitoa tukevaa kiinteistökohtaista asiakirjakokonaisuutta. Se sisältää suunnittelussa ja uudis- ja korjausrakentamisessa päätetyt kiinteistön elinkaaritallouden perusteet. Siihen kootaan kiinteistön hoidon, huollon ja kunnossapidon lähtötiedot, tavoitteet, tehtävät ja ohjeet sekä asukkaille ja tilojen käyttäjille annettavat ohjeet. Käyttö- ja huolto-ohjeessa johdetaan rakennusosien ja laitteiden käyttöikäavoitteista niiden kunnossapitajaksot sekä edelleen tarkastusten ja huoltojen ohjelmat. Siinä esitetään hyvän energiatallouden ja sisäilmaston edellyttämiä hoito-, huolto- ja kunnossapitotehtäviä.” /24./*

Kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeen käyttö voidaan toteuttaa käsin täytettäväksi tai sähköiseksi toimivaksi. Tällä hetkellä käsin täytetyt huolto-ohjeet ovat jääneet sähköisessä muodossa olevien huolto-ohjeiden tieltä pois. Eri sähköisten käyttö- ja huolto-ohjeiden toimittajilla on olemassa erilaisia versioita. Suuret kiinteistönomistajat ovat räätälöineet sähköiset ohjeet heidän yrityksensä ja toimintansa näköisiksi. Sähköisen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeen merkittävämpiä etuja ovat muun muassa, että isännöitsijä ja koko kiinteistönpitoon liittyvä henkilöstö näkee reaaliaikaisesti jokaisen kiinteistön tilanteen.

### 3.2 Kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeen tarkoitus

Käyttö- ja huolto-ohjeen sisällön tulee tukea samaa kuin kiinteistön koko organisaation ylläpitostrategia on ajateltu toteuttavan. Käyttö- ja huolto-ohjeen olemassaolo ei vielä tarkoita hyvää kiinteistön ylläpitoa, vaan sen antama etu on, että sen avulla kiinteistön ylläpitoa voidaan suorittaa aikaisempaa tarkemmin ja tehokkaammin. Ylläpidon suunnitelmallisuus ja tarvittavat resurssit tulee valita ennen kuin huolto-ohje voidaan ottaa käyttöön tarkoituksen mukaisesti. Jos käyttö- ja huolto-ohje otetaan käyttöön oikein perustein, sillä voidaan saavuttaa lukuisia etuja. /25, s. 7–8./

Huolto-ohjeen avulla voidaan muun muassa:

- vähentää aikoja, jolloin rakennuksen rakenteet, laitteet ja järjestelmät ovat epäkunnossa
- helpottaa pääsyä rakennuksen laitteiden ja järjestelmien eri tietoihin
- edistää rakennuksen laitteiden ja järjestelmien suorituskykyä
- tehostaa ylläpidon vaatiman ajan resurssien käyttöä
- vähentää varastointikustannuksia
- parantaa rakennuksen vikoihin ja korjaushistoriaan liittyvien tietoja.

Käyttö- ja huolto-ohjeelle voidaan antaa erilaisia käyttötarkoituksia. Huolto-ohjeen käyttötarkoituksen määrittämiseen vaikuttaa kiinteistön käyttötapa ja kiinteistönomistajan haluama strategia hoitaa kiinteistöasioita. Huolto-ohjeen tarkoituksena on auttaa ja opastaa kiinteistön kunnossapidossa, jotta se säilyttäisi käyttökelpoisuutensa mahdollisimman hyvin koko elinkaarensa ajan. Huolto-ohjeen avulla toteutetaan riittävä huolto ja kunnossapito, jolloin kiinteistön elinkaari myös pitenee ja kiinteistön arvo säilyy paremmin. Päämääränä on saada asukkaille tai käyttäjille mukava, viihtyisä ja terveellinen asuinympäristö tai toimintaympäristö vuosikymmenien ajaksi hyvällä suunnittelulla, toteutuksella ja hoidetulla kiinteistöllä. Yleisesti voidaan todeta huolto-ohjeen pääkäyttötarkoitukseksi ylläpitoon liittyvän tiedon säilyttäminen, jolloin huolto-ohje toimii kiinteistön perustiedon lisäksi myös esimerkiksi historia- ja ylläpitotiedon säilytyspaikkana. Toisena pääkäyttötarkoituksena voidaan huolto-ohjetta käyttää ylläpidon valvonnan ja ohjauksen apuvälineenä.

Kiinteistön elinkaaren alussa hyvin tehty huolto-ohje toimii erinomaisesti vähemmän kiinteistöstä tietävän apuvälineenä. Kolmantena käyttötarkoituksena huolto-ohje nähdään apuvälineenä ylläpidon toteutukseen liittyvän toiminnan suunnittelussa, joka samalla toimii kiinteistön informaatioakanavana. /25, s. 7–8./

### 3.3 Kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeen sisältö

Kiinteistön käyttö- ja huolto-ohje sisältää sekä aktiivisesti käytettävää tietoa että harvemmin käytettävää tietoa ja tarvittavat tiedot rakennuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten. Ohjetta laadittaessa otetaan huomioon rakennuksen ominaisuudet sekä käyttötarkoitus ja sen rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä. Huolto-ohjeeseen kerätty materiaali koostuu rakennushankkeen aikana eri tahoilta kootavista ja eri osapuolten laatimista asiakirjoista. /26, s. 38–40./

Seuraavassa on lueteltu kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeen sisällön tietoja jotka ovat kohteen kannalta merkityksellistä mainita ohjeessa:

- hoidon, huollon ja kunnossapidon tehtävät ajoituksineen ja tehtävämäärittelyineen
- pintarakennetiedot
- sisäilmaston tavoitearvot, muut tavoitearvot, hoidon laatutasot ja järjestelmien käyttöarvot
- käyttöikätaavoitteet
- arvioidut kunnossapitotaksot ja -tehtävät
- huoneiston ja yhteisten tilojen käyttöohjeet asukkaille. /24./

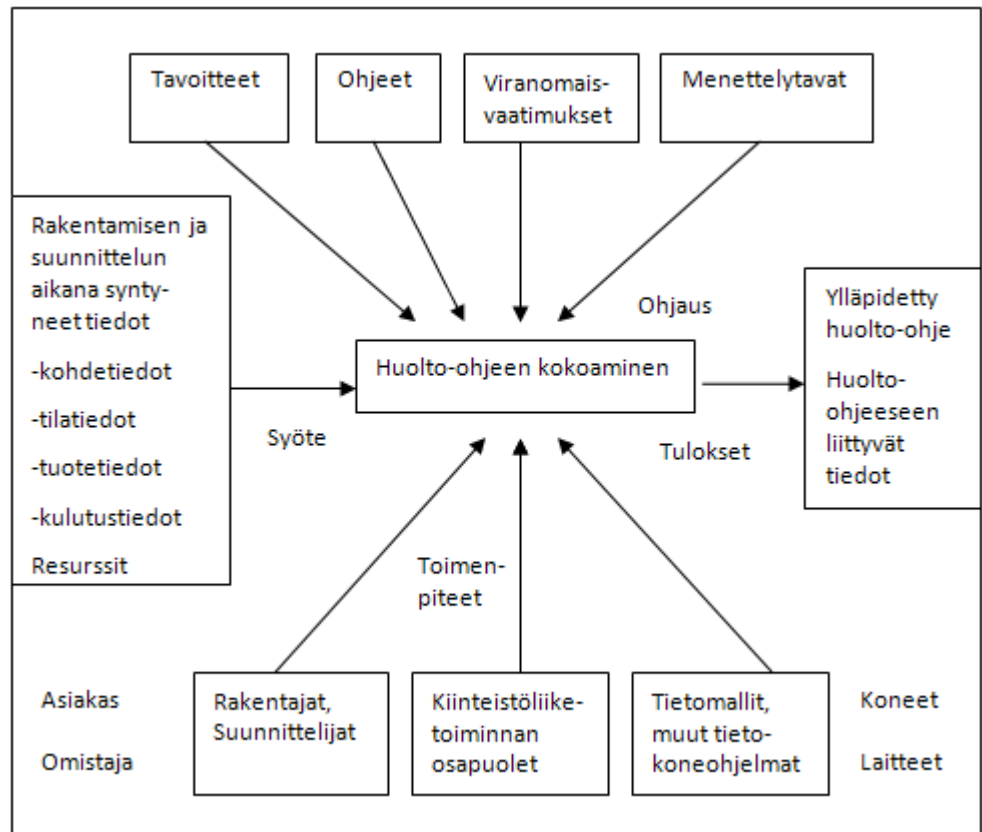
Käyttö- ja huolto-ohjeessa on tietoa päivittäin ja viikoittain sekä hyvin harvoin käytettäväksi. Kiinteistöhuollon apuna lyhyellä aikavälillä olevaa tietoa ovat paikantamispöytäkirjat, LVIS-järjestelmien tiedot, päivittäiset ja viikoittaiset toimenpidetiedot, hoito- ja huoltopäiväkirja ja vikailmoitusraportit. /26, s.38–40./

## 4 TIETOMALLIPOHJAINEN KIINTEISTÖN KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJE

### 4.1 Tietomallipohjaisen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjemenettely

Yksi kiinteistöpidon ongelmista on, kun kiinteistön ylläpito-organisaatio ei saa tarpeellista tietoa oikeassa muodossa. Huoltokirjamenettely on kehitetty kiinteistöpidon tehostamiseksi. Menettelyn avulla voidaan hyödyntää tietoa rakennuksen tietomalliin tallennetuista, tiloista ja järjestelmistä kiinteistön elinkaaren eri vaiheissa. Nykyisin uudisrakentamisessa sekä suurimmissa perusparannus- tai korjaushankkeissa luodaan tietomalli, jonka avulla syntyy myös huolto-ohje. Kiinteistön huoltokirjaan tarvittavia rakennus- ja ulkoaluetietoja saadaan tietomallista. Mallista saadaan kiinteistöpidon avuksi esimerkiksi tilavuudet ja pinta-alat, materiaaliominaisuudet sekä 3D-havainnollistamiskuvat. /18, s. 6–11./

Kiinteistön tietomallipohjaista suunnittelua tehtäessä tuotetaan samalla huoltokirjan sisältöä suunnitelmien ja lopullisten ratkaisujen syntyessä, toisin kuin perinteisessä huoltokirjassa, joka laaditaan kerralla tai vaiheittain ennalta suunnitellun aikataulun mukaan. Tietomallipohjaisessa huoltokirjassa tietosisältö tarkentuu rakentamisen, lopputarkastuksen, takuuajan ja ylläpidon aikana. Kiinteistön tietomallista osa tiedoista tulee haluttaessa suoraan. Tietoja voivat olla esimerkiksi kiinteistön pohja-, taso-, julkisivu- tai leikkauskuvat, tila- ja laitetiedot sekä arkkitehdin mallista saatavat rakennetyypit. Tarkasti mallinnettavasta tietomallista on myös mahdollista saada kiinteistön koneiden, laitteiden, kalusteiden ja rakennusosien sijaintitiedot, materiaali- ja tyyppitiedot. /18, 6–11./



Kuva 12: Huolto-ohjeen laatiminen eri tietolähteistä. /18/.

Tietomallipohjaisen käyttökirjan avulla nopeutetaan ja helpotetaan eri tietojen saatavuutta kiinteistön ylläpito-organisaation, asiakkaan ja viranomaisten tarpeisiin. Organisaatiot voivat hyödyntää saatavaa tietoa muun muassa suunnittelussa, eri vaihtoehtojen vertailussa, resurssien hallinnassa (määrä-, aikataulu- ja kustannustiedot), markkinoinnissa ja kiinteistötietojen hallinnoinnissa. /18, s. 6–11./

#### 4.2 Tietomallin käyttömahdollisuudet huolto-ohjeessa

Kiinteistön ylläpitotehtävissä halutaan nykyisin tehostaa tiedonsiirtoa eri osapuolten välillä, joten tietomalli ja siihen liittyvät ratkaisut antavat siihen hyvän mahdollisuuden. Tietomalli on tiedonvarastopaikka tai tietolähde monissa erilaisissa tiedonhallintatehtävissä kiinteistön elinkaaren aikana. /18, s. 9–16./

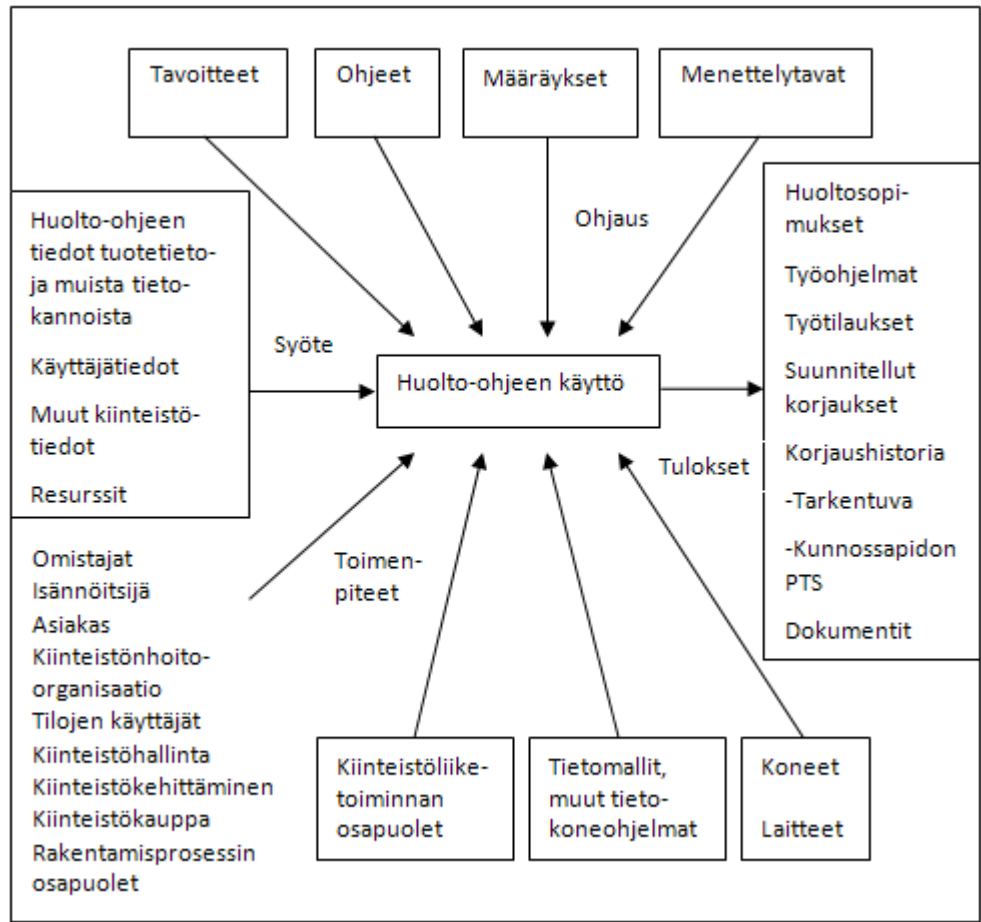
Kiinteistön tietomallin avulla voidaan yleisesti muun muassa:

- helpottaa eri laitteiden teknisten tietojen saantia ja sijaintia kiinteistössä
- tutkia laitteiden suorituskykyä ja kapasiteettiä (ilmastointilaitte)
- tehostaa ylläpidon vaatiman ajan ja resurssien käyttöä (energiasimulointi)
- suunnitella huoltojaksoja ja niiden seuranta (yllättävät epäkunnossa hälytykset vähenevät)
- parantaa vikoihin ja korjaushistoriaan liittyvät tiedot (laitteiden sijainti-, tyyppi- ja laitetunnukset)
- kiinteistöjen asiakirjojen, kustannusten, ajan ja työmäärien tiedonhallintaa ja seuranta. /18, s. 9–16./

Kiinteistön tietomallista saadaan rakenne-, laite- ja visuaalista tietoa korjaussuunnitelman tekoon. Esimerkiksi nähdään laitteiden ja putkistojen kohdalla tarvittavien huoltojen jaksot ja hyödynnetään aikaisempia tietoa muun muassa tulevien putkiremonttien kulunhallinnassa huoneistoissa tai rappukäytävissä. /18, s. 9–16./

Kiinteistön tietomallista saatava tieto käyttökohteista kasvaa, mitä enemmän tietomallintamisen tietotaito yleisty. Havainnollistamisessa kiinteistön tietomalli toimii etsittäessä nopeasti tietoa ilmastointikoneen sijainnista, sprinklereiden sijainnista ja palautumisreiteistä sekä kulkukaavioista pelastuslaitosta varten, tarvittaessa pohjakuvia ulkopuolisille huoltomiehille (laitteiden sijainnit), markkinointimateriaalia kiinteistönsosan myyjälle tai vuokraajalle, informaatiota siivoojille (jätteiden sijaintipaikat) ja pihojen kunnossapitäjille kuten kunnossapitomäärät ja -alueet. /18, s. 9–16./





Kuva 13: Huolto-ohjeeseen käytön aikana vietävät tiedot /18/.

#### 4.3 Malli tietomallipohjaisesta kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeesta

Toimiakseen täydellisesti kiinteistön tietomalli vaatii kaikkien suunnitteluosa-alueiden tietojen keräämistä yhteen tietomalliin. Näin ollen kiinteistön tietomalli on yksi iso malli, jonka sisältä löytyvät arkkitehti-, rakenne-, ja LVIS-suunnitelmat. Vaihtoehtoinen ja nykyisin yleistynyt menettely on tiedon kerääminen osamalleista, joiden tiedot linkittyvät osittain toistensa kanssa ja osa tietomallin tiedoista on riippuvaisia toisista tietomalleista. /18, s. 19–21./

Kiinteistön tietomalli toimii täydellisesti, jos saatavaa tietoa on tarjolla erilaisen ohjelmistojen avulla kuten Internet-selaimen, gsm-ohjelmiston, tietomallinäkömön tai huoltokirjaraporttien kautta. Monipuolisuus helpottaisi työskentelyä kentällä, jolloin tietokone ei olisi välttämätön. Huoltojen ja laitteiden kunnossapidon jälkeen tietomallia pitää päivittää, jotta laitetiedot ovat ajan tasalla. /18, s. 19–21./

Tietomallin datakoko voi tulla ongelmalliseksi yhteisessä mallissa. Mallia tehtäessä tarvittavan tiedon saanti pitää suunnitella tarkasti. Kiinteistön tietomalli voisi sisältää sekä aktiivisesti käytettävää että harvemmin käytettävää tietoa. Aktiivista tietoa varten vaihtoehtona on kevennetty malli ja lisäksi yhteinen malli, jossa olisi aktiivinen ja vähemmän aktiivinen tieto yhdessä. /18, s. 19–21./

Seuraavassa on lueteltu päivittäiset ja viikoittaiset käytettävät asiat:

- kiinteistön yhdyshenkilötiedot
- paikantamispöytäkirjat
- LVIS-järjestelmien tiedot
- päivittäiset ja viikoittaiset toimenpiteet
- hoito- ja huoltopäiväkirja
- vikailmoitukset. /18, s. 19–21./

Aktiivista tietoa on huoltokirjassa vähemmän verraten harvemmin tarvittavaan tietoon. Tietomallin laajentumisen osalta pitää tarkastella erityisesti aktiivisen ja vähemmän aktiivisen tiedon sisältöä ja saatavuutta mallista. Esimerkiksi kunnossapitoon liittyviä tietoja käytetään laajuudessaan harvoin (noin kerran kuukaudessa). Huoltokirjan liitteetkin ovat vähemmän käytettyä tietoa ja passiivisinta tietoa ovat tilojen pintamateriaalit, rakenteiden tiedot, kiinteistönhoidon tarjouspyyntömateriaalit ja huoneistojen käyttöohjeet. Vähemmän aktiiviset dokumentit ovat tärkeitä vasta suurten korjausten, tilojen muutosten ja esimerkiksi vuokrauksen vaihtuessa. Kiinteistön huoltokirjan tietoja käyttävät aktiivisimmin kiinteistön hoitoliikkeet, ja huoltokirja on täten heille enemmän aktiivinen työkalu. Toisaalta pitää muistaa, että kiinteistön hoito on yleensä ulkoistettu ja näin tietomallipohjaista huoltokirjaa pitää osata ajatella myös ulkopuolisen tahon näkökulmasta. Kehitettäessä kaikille sopivaa kokonaisuutta jokaisen organisaation, joka liittyy kiinteistönhallintaan, pitää olla mukana kehitystyössä. Siten saavutetaan haluttu lopputulos. /18, s. 19–21./

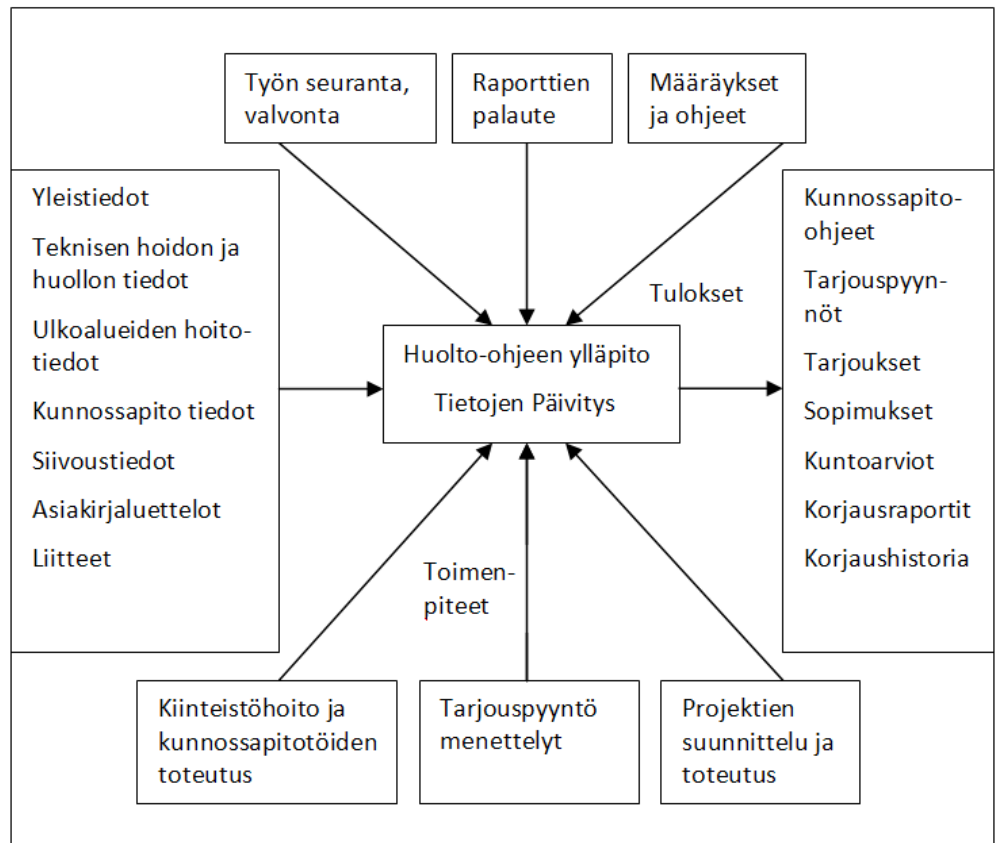
#### 4.4 Tietomallipohjaisen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjelman ylläpito

Tietomallin päivitys ja sen ajanmukaisuus ovat tärkeimpiä asioita, joihin tulee kiinnittää huomiota. Eri osapuolien käynti samanaikaisesti tietomallissa ja sen tietojen päivittäminen voidaan varmentaa esimerkiksi henkilökohtaisilla käyttäjätunnuksilla ja tiedolla siitä, koska tieto on lisätty. Ohjelmassa voi olla sisään rakennettuna dokumenttipohjainen luettelo tiettyjen asioiden kohdalla tehdyistä päivityksistä. Esimerkiksi venttiilin vaihdon jälkeen malliin korjataan uudet laitetiedot. Muutoksesta menee automaattisesti tieto dokumenttiin. Seuraava mallia käyttävä näkee dokumentista suoraan malliin korjatut muutokset. Myös venttiilistä painamalla voi olla linkitys pohjakarttaan (venttiilin sijainti rakennuksessa). /18, s. 40–47./

Esimerkiksi ylläpitoa varten mallista voisi saada erilaista informaatiota:

- tiedon havaitsemista
- tiedon välitystä muihin järjestelmiin
- tiedon arkistointia
- tiedon hakemista eri hakukriteereillä
- tiedon esittämistä. /18, s. 40–47./

Tietomallipohjaisen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohje on vielä ”kehitysasteella” toimivan ja tehokkaan kokonaisuuden saavuttamiseksi. Ongelmakohtina pidetään tietosisältöön, käytettävyyteen, järjestelmäratkaisuun ja järjestelmien integroitavuuteen liittyviä asioita. Kerätessä eri tietomalleja yhdeksi kiinteistön tietomalliksi ongelmia voi tulla myös suunnittelun sopimusehdoissa. Uusia sopimusehtoja joudutaankin tekemään mallien käytettävyydestä myös muuhun tarkoituksen, kuin mihin se on alun perin mallinnettu. Sopimusneuvotteluissa rajataan uudestaan myös vastuut ja velvoitteet. /18, s. 40–47./



Kuva 14: Huolto-ohjeen tietojen ylläpito /18/.

## 4.5 Kiinteistöhallintaohjelmat

### 4.5.1 Olof Granlund, RYHTI

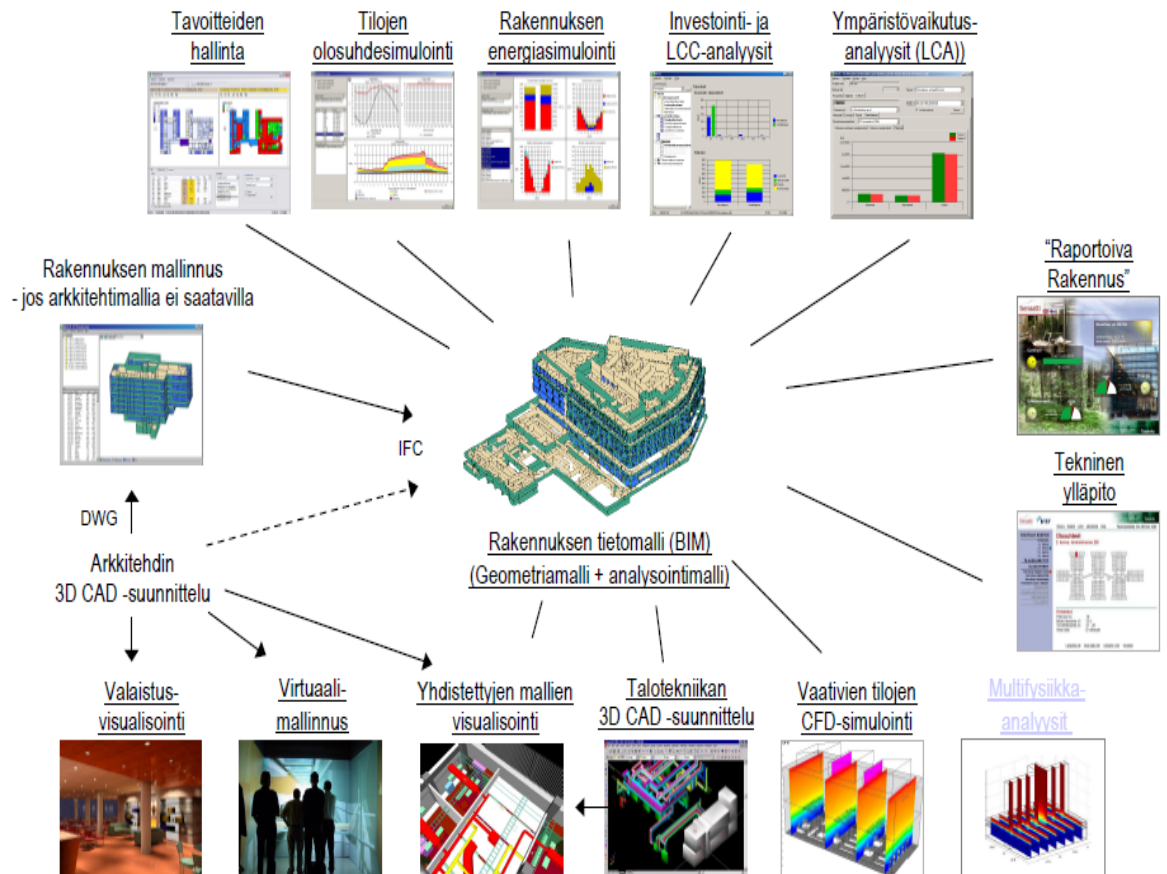
Granlund-huoltokirjakonsepti perustuu kiinteistön elinkaaritiedon hallintaan. Tiedon tuottamisella, sen ylläpidolla ja hyödyntämisellä muodostetaan kokonaisuus kiinteistöjen toiminnan ohjauksesta, arvon säilyttämisestä.

Kiinteistöhoito ja -huolto ohjelma RYHTI:n perusominaisuutena on kiinteistön perustietojen sekä järjestelmä- ja laitetietojen hallinta.

RYHTI-tietojärjestelmä tarjoaa seuraavat ominaisuudet:

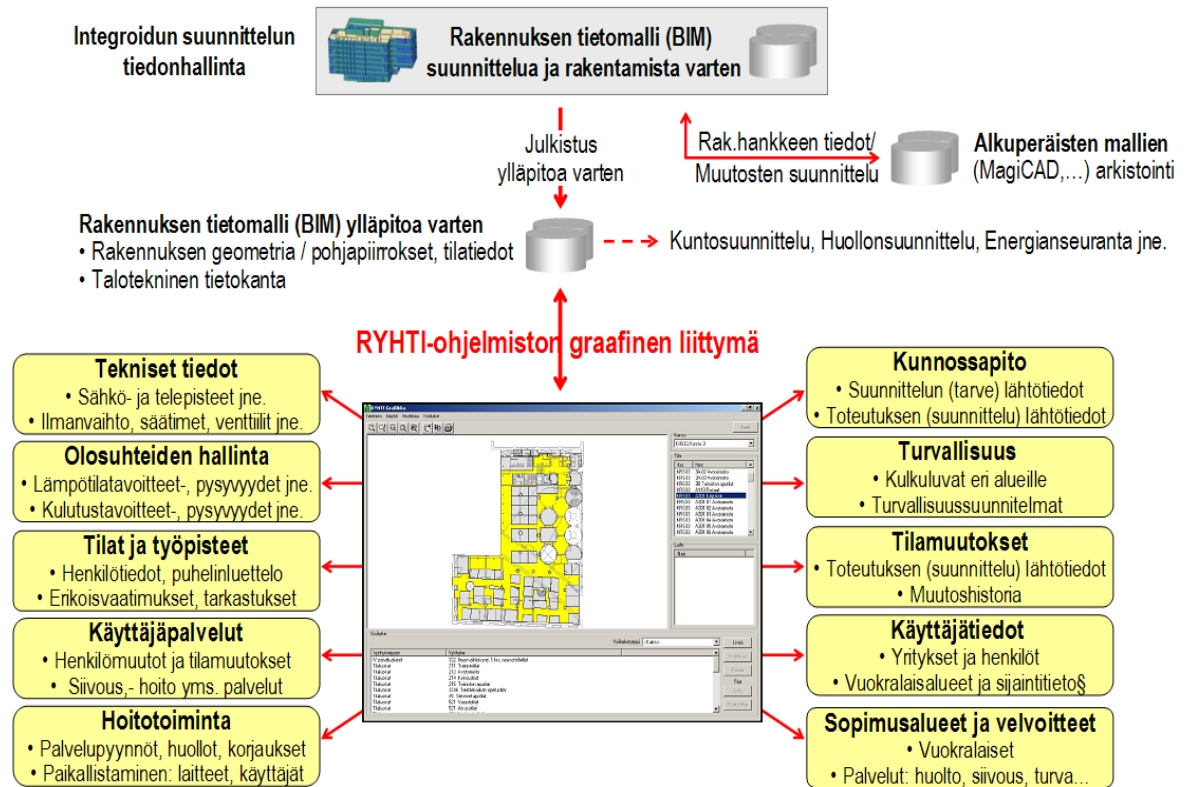
- tilatiedot ja järjestelmäkuvaukset
- paikantamisiirustukset
- vikailmoitusten ja palvelupyyntöjen
- kone- ja laitetiedot
- dokumenttien hallinta
- kunnossapidon hallinta (PTS)
- kulutustietojen hallinta
- sopimusten hallinta ja budjetointi
- sähköinen huoltokirja.

RYHTI-huoltokirjaan IFC-tiedonsiirron kautta tietomalleista tuotavaa tietoa voidaan tulevaisuudessa hyödyntää muun muassa MagiCAD:llä mallinnetuista TATE-järjestelmistä ja Riuska-simuloinnilla tuotetuista simuloinneista. TATE-tietoa ovat kone- ja laitetiedot. Riuska:sta saadaan tilakohtaiset talotekniset tavoitteet, vyöhykkeet, lämpötilat, ilmavirrat, kuormat ja tehontarpeet. Riuska-ohjelma tarvitsee arkkitehtimallista, seinä-, ikkuna-, ovi-, pilari-, ala- ja yläpohja- geometriatiedot, jotta analyysin laskeminen on mahdollista. Lisäksi tarvitaan tila- ja tilojen tunnistetiedot. Riuska ja RYHTI käyttävät yhteistä IFC-arkkitehtimallia. Rakennuksesta voidaan tehdä useita analyysiversioita esimerkiksi vertailemalla eri ikkunatyyppejä. Kuvassa 15. nähdään rakennuksen geometria- ja analysointimallista tarkemmin saatavat tiedot.



Kuva 15: Geometria- ja analysointimallista saatavat tiedot /19/.

Tällä hetkellä on kehitteillä menetelmä, jonka avulla voitaisiin tuoda tietoa suoraan TATE-mallista huoltokirjaan. Arkkitehtimallista tuodaan tällä hetkellä tilatiedot ja 2D-pohjat paikantamispöytäkirjoiksi varten. Haastattelussa ilmeni, että esimerkiksi arkkitehtimallissa on nykyisellä mallinnustavalla liikaa tietoa huoltokirjaan. Ennen mallintamisen aloitusta tulisi sopia mallinnettavista tiedoista. On huomattava myös, että kehityksen myötä tiedon välitys olisi edestakaista mallin ja huoltokirjan välillä erityisesti huollettavan tai korjattavan laitteen tiedon muutoksen kohdalla. Lisäksi olisi mahdollista huoltokirjassa olevan laitteen sijaintipöytäkirjoituksen linkitys malliin. Tavoitteena on saada esimerkiksi hälytys toimenpiteistä laitekohtaisesti, joka näkyisi mallissa vilkkuvana värinä. Kuvassa 16 on kuvattu tulevaisuuden tietomallintamisen hyödyntämistä ylläpidossa.



Kuva 16: Kehitteillä olevan RYHTI-ohjelman sisältö /19/.

Kehitteillä oleva RYHTI-huoltokirja käyttää tulevaisuudessa COBie-tiedonsiirtotapaa (*Construction Operations Building Information Exchange*).

Insinööritoimisto Olof Granlundilta haastateltiin tutkimus- ja kehitysinsinööri Kenneth Lassilaa sekä myynti- ja markkinointipäällikkö Hannu Tuovista. Haastattelu suoritettiin maaliskuussa 2010. Haastattelun aiheita olivat muun muassa tietomallipohjaiseen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeisiin liittyvät toiminnot. Lisäksi tiedonhallinta ja sen siirtämisen perusasiat selvisivät haastattelun avulla. Tämän jälkeen tietoutta on syvennetty tutustumalla tiedonhallintaan, -siirtämiseen ja muihin tämän työn tekemiseen oleellisesti liittyviin lähteisiin. Haastattelun avulla saatiin tietoa olemassa olevien huolto-ohjeiden vähäisestä tiedonsiirtomahdollisuudesta muiden tietomallien kanssa. Lisäksi saatiin informaatiota kehitteillä olevista kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeista ja niiden toiminnasta. Teemahaastattelun runko on työn liitteenä numero 1 ja lisäksi haastattelun apuna käytettiin taulukon 1 väliotsikoita.

#### 4.5.2 *Faciliment (Vintocom), ArchiFM, ArchiFM Maintenance*

##### *AchiFM*

ArchiFM sisältää kiinteistöjen ja rakennusten kaluston ja teknisen laitteiston tietoa. Ohjelmaan voidaan tallentaa tarvittavat huoltotyöt, prosessit, rakennuksen kaikki sisäosat, tilakokonaisuudet, yhden hengen huonetta kuvaavat tiedot ja paljon muuta.

ArchiFM- tietojärjestelmä sisältää koko rakennuksen virtuaalisena. Kaikki tiedot, jotka liittyvät rakennukseen (kiinteistöön) tallennetaan tietokantaan. Tämä tieto voi olla muun muassa rakennuksen geometriatietoa, rakennusteknistä tietoa, aakkosnumeerista tietoa käyttöasteesta, huoltoon ja käyttöön liittyviä ohjeita sekä sopimustietoja, kiinteistöpalveluyritysten yhteystietoja. Siten kaikki tieto on saatavilla vain kerran ja vain yhdessä paikassa sen sijaan, että tietoa jaetaan useista paikoista tai säilytetään päällekkäisiä tietoja.

Rakennuksen geometriaa voidaan tarkastella havainnollisessa 3D-muodossa tai 2D-piirustuksina. Esimerkiksi varauloskäynnit ja pelastussuunnitelmat voidaan esittää havainnollisemmin.

ArchiFM-rakennustietojärjestelmä tarjoaa seuraavat ominaisuudet:

- rakennuksen ja kiinteistön ominaisuuksien havainnollistaminen 3D:n avulla
- maiseman hoito
- tilojen käyttöasteen optimointi
- pohjapiirustukset joko 2D- tai 3D-muodossa
- asiakirjojen yhtenäinen hallinta
- tieto esineiden sijainnista
- kustannuspaikan jakaminen, myös graafisesti
- voidaan suorittaa hakuja tiloista, huoneista, laitteista ym.
- varastohallinnan seuranta piirustusten avulla.



### *ArchiFM Maintenance*

ArchiFM Maintenance -sovelluksen avulla voidaan tehdä huolto- ja hoito-suunnitelmat sekä suorittaa valvontaa ja seurata aiheutuneita kustannuksia. Tämän moduulin avulla voit valvoa säännöllisesti tehtäviä tai toimeksiantoja sekä yksittäisiä tapahtumia.

Yleiskatsaus:

- antaa teknisiä ja laitetietoja
- seurataan ylläpitotoimenpiteitä
- avoimien ja valmistuneiden tehtävien tarkastelu
- antaa informaatiota seurantaan ja arviointiin.

#### *4.5.3 Profox, DataManager for NavisWorks*

"NavisWorks on 3D-navigointi- ja projektityökalu jokaiselle projektiin osallistuvalla". Navisworks-ohjelmistolla voidaan liittää helposti eri 3D-ohjelmistoilla luodut mallit yhdeksi. Autodesk NavisWorks käyttää normaalisti niin sanottua property -ikkunaa, jossa esitetään komponenttikohtaiset tiedot. Tietoja ovat esimerkiksi ominaisuudet, piirustukset ja jopa niihin liittyvä valokuva tai vaikkapa asennusvideo. Navisworks on hyvin suorituskykyinen suurten CAD -mallien käsittelyssä, navigoinnissa sekä muun muassa videoiden tallennuksessa. NavisWorks tukee yleisimmin tunnettuja 3D-CAD -ohjelmistojen tiedostomuotoja; Autodesk dwg- tai dxf, 3ds Max, Inventor, MicroStation, PDS (rvm), ArchiCAD (nwc), STEP, IGES, IFC, VRML, Leica, Faro ja jne.

Ohjelmiston avulla on mahdollisuus linkittää erilaisia dokumentteja tai URL osoitteita NavisWoks-mallin objekteihin. DataManager lisää automaattisesti ulkoisen tietokannan sisältämän tiedon NavisWorks-mallin ominaisuustietoihin sekä liitettyjen dokumenttien tiedot NavisWork-mallin Hyperlink-tietoihin.

Tärkeimpiä NavisWork-ominaisuuksia:

- oma, erittäin pienikokoinen tallennusmuoto (jopa 70% pienempi kuin alkuperäinen tallennusmuoto)
- omaa tiedostomuotoa voidaan lukea ja navigoida ilmaisella Freedom-versiolla
- joustava helppokäyttöinen navigointi
- useiden tiedostomuotojen kokoaminen samaan malliin
- kävelymallissa toimintojen nauhoitus ja julkaisu
- punakynäily, sisältäen kommentit ja huomautukset.

#### 4.5.4 Bentley Finland, Facility Management ja ProjectWise

Tietomallinnuspuolella Bentleyyn eri tuotteet käyttävät pohjana MicroStation CAD -ohjelmaa. Ohjelman avulla on mahdollista käsitellä 2D- ja 3D-, dgn- ja dwg-muodossa olevaa tietoa. Lisäksi IFC-tiedonsiirto on mahdollista hyödyntää. Itse tuotteet kattavat koko elinkaaren arkkitehti- ja rakennemallista analyysiin. Tiedot ovat siirrettävissä Facility Management -ohjelmalle. Sovelluksia ovat esimerkiksi, Bentley Architecture, Structural Modeler, STAAD/RAM, Bentley Mechanical, Bentley Electrical ja Hevacomp. Tietojen siirron jälkeen tietoa voidaan ylläpitää ProjectWise- ja Bentley Facilities -ympäristössä. Ohjelmat hoitavat komponenttien hallinnan ja linkitykset sekä tilan ja as-settien hallinnan.

ProjectWise on suunnitteluryhmän yhteysjärjestelmä, jonka avulla edistetään laatua, minimoidaan päällekkäinen työ ja valvotaan projektin aikatauluja. ProjectWise sisältää integroidut välineet sisällön hallintaan ja julkaisuun, suunnitelmien tarkasteluun ja kohteiden koko elinkaaren hallintaan. Facility Management -ohjelman avulla voidaan hoitaa kiinteistöön liittyvää tietoa. Tiedot kootaan tietomalleista ja muista lähteistä. Ohjelmaa käytetään lentoasemien, tehtaiden, toimistojen, myymälöiden ja muiden vastaavien käyttö- ja ylläpito-toimintoihin. Kiinteistöhoitaja saa ajan mukaista tietoa ja raportteja, jotka ovat turvallisesti hallittavissa hajautetuissakin kohteissa. Verkkopohjaisilla

raportointitoiminnoilla organisaation eri tahot voivat turvallisesti käyttää tai luoda tarvittavia kiinteistöraportteja mistä tahansa Internet-liittymästä.

#### **4.6 Nykyisistä kiinteistöhallintaohjelmista saatavat ominaisuudet**

Eri kiinteistöhallintaohjelmista kerättiin (taulukko 1 ja taulukko 2) kootusti ominaisuustieto ohjelmien välisten vertailun helpottamiseksi. Lisäksi (taulukon 1 ja taulukon 2) avulla haluttiin erotella ohjelmissa nykyiset, kehitteillä olevat ja ei sisälly ominaisuudet. Ohjelmavertailuun otettiin seitsemän eri ohjelma valmistajan ohjelmaa, jotka on eritelty (taulukossa 1 ja taulukossa 2).

Taulukkoihin 1. ja 2. tietoa kerättiin teemahaastattelun ja sähköpostihaastattelujen avulla. Sähköpostihaastattelussa taulukot lähetettiin ohjelmavalmistajalle täytettäväksi. Taulukoista nähdään ohjelmavalmistajien vähäinen osallistuminen vertailuun.

Taulukko 1: Tietomalleista tuotavien tietojen vertailu ohjelmien välillä.

Tietomalleista tuotavat tiedot: Ohjelmistojen toimintomodulit	Olof Granlund, RYHTI	Facilment Oy (Vintocom), ArchiFM ja Maintenance	Profox, navisworks	DataManager	Rakennustieto, rakennusnet	Rapal, Optimize	Bentley Finland, F=Facility management & D=Projectwise	Buildercom Oy, FacilityInfo
Sisältyy ohjelmistoon	o							
Kehitteillä	+							
Ei sisälly	-							
Ei vastausta								
Linkitys malliin	1							
<b>Perus ja yhteystiedot</b>							o/D	
tavoiteolosuhteet ja toiminta-arvot	o	o					o/D	
Käyttökatavoitteet							o/D	
Takuuajat							o/D	
<b>Tilatiedot ja järjestelmäkuvaukset</b>							o/F	
Tilaluettelo	o	o					o/F	
Järjestelmäkuvaukset	o	o					o/D	
<b>Käyttö- ja huolto-ohjeet</b>							o/D	
Ohjeita kiinteistöhoitoon	+						o/D	
Laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet	o	o					o/D	
Tilojen käyttö- ja hoito-ohjeet	+						o/D	
Nurmikoiden ja istutusten hoito-ohjeet	+	o					o/D	
Poikkeustilanneohjeet	+						o/D	
<b>Paikantamisiirustukset</b>							o/F	
Piirustukset	1	o					o/F	
<b>Muut piirustukset</b>							o/D	
Piirustusluettelot	+						o/D	
Pelastussuunnitelmakaaviot	+	o					o/D	
<b>Kone- ja laitetiedot</b>							o/F	
Kone- ja laiteluettelot	o						o/F	
Konekortit	o						o/D	
<b>Tuotekortit</b>	+						o/D	
Pöytäkirjat	+						o/D	
Selvitykset ja tutkimukset	+						o/D	
Viranomasmääräykset ja -pöytäkirjat	+						o/D	
kiinteistöön sijoitettavat tiedot	+							
<b>Mallien hallinta (piirustuksiin)</b>							o/D	
Arkkitehtimalli	o	o					o	
Rakennemalli	-						o	
TATE-Mallit	+	o					o	
Yhdistetty malli (IFC)	+						o	
Mallin linkitys piirustuksiin	(+)						o/F	
<b>Käyttöliittymä</b>								
3D	-	o					o	
2D	o	o					o	
Teksti-liittymä	o	o					o/F	
<b>Dokumenttien ylläpito</b>							o/D	
Muutoksen/korjauksen jälk. varmistus	+						o/D	
Muutoksen/korjauksen jälk. päivitys=>ihminen							o/D	
Muutoksen/korjauksen jälk. päivitys=>automatik.	+						o/D	
Muutoksen/korjauksen jälk. päivitys=>riippuvuussuhde hälytys päivittää muita dokumentteja	+							
<b>Tiedonsiirto</b>								
Tavoite-arvot, esim. analyysit (IFC)	+	o					o	
Tavoite-arvot, esim. analyysit (ihminen)	o	o					o	
Tavoite-arvot, esim. analyysit (päivitys=>linkitys)	+							

Taulukko 2: Dokumenttimuodossa tuotavien tietojen vertailu ohjelmien välillä.

	Olof Granlund, RYHTI	Faciliment Oy (Vintocom), ArchiFM ja Maintenance Profax, navisworks DataManager	Rakennustieto, rakennusnet	Rapal, Optimize	Bentley Finland, Facility, Lifecycle server ja projectwise	Buidercom Oy, FacilityInfo
<b>Huoltokirja-ohjelmaan tuotavat tiedot ainoastaan dokumentti muodossa:</b>						
Sisältyy ohjelmistoon	o					
Kehitteillä	+					
Ei sisälly	-					
Ei vastausta						
Linkitys malliin	1					
<b>Perus ja yhteystiedot</b>						
tavoiteolosuhteet ja toiminta-arvot	o	o				
Käyttökatavoitteet	o	o				
Takuuajat	o	o				
<b>Tilatiedot ja järjestelmäkuvaukset</b>						
Tilaluettelo	o	o				
Järjestelmäkuvaukset	o	o				
<b>Käyttö- ja huolto-ohjeet</b>						
Ohjeita kiinteistöhoitoon	o	o				
Laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet	o	o				
Tilojen käyttö- ja hoito-ohjeet	o	o				
Nurmikoiden ja istutusten hoito-ohjeet	o	o				
Poikkeustilanneohjeet	o	o				
<b>Paikantamisiirustukset</b>						
Piirustukset	o/1	o				
<b>Muut piirustukset</b>						
Piirustusluettelot	o	o				
Pelastussuunnitelmakaaviot	o	o				
<b>Kone- ja laitetiedot</b>						
Kone- ja laiteluettelot	o	o				
Konekortit	o	o				
<b>Tuotekortit</b>						
Pöytäkirjat	o	o				
<b>Selvitykset ja tutkimukset</b>						
Viranomasmääräykset ja -pöytäkirjat	o	o				
<b>kiinteistöön sijoitettavat tiedot</b>						
<b>Mallien hallinta (piirustuksiin)</b>						
Arkkitehtimalli	o	o				
Rakennemalli	-					
TATE-Mallit	+					
Yhdistetty malli (IFC)	+					
Mallin linkitys piirustuksiin	(+)					
<b>Käyttöliittymä</b>						
3D	-	o				
2D	o	o				
Teksti-liittymä	o	o				
<b>Dokumenttien ylläpito</b>						
Muutoksen/korjauksen jälk. varmistus	o					
Muutoksen/korjauksen jälk. päivitys=>ihminen	o					
Muutoksen/korjauksen jälk. päivitys=>automaatik.	o					
Muutoksen/korjauksen jälk. päivitys=>riippuvuusuhde hälytys päivittää muita dokumentteja	+					
<b>Tiedonsiirto</b>						
Tavoite-arvot, esim. analyysit (IFC)	+	o				
Tavoite-arvot, esim. analyysit (ihminen)	o					
Tavoite-arvot, esim. analyysit (päivitys=>linkitys)	+					

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tavoitteena on ollut tehdä esiselvitys tietomallipohjaisesta kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeesta Skanska Oy:lle. Työssä tutkittiin miten olemassa olevia huoltokirjaohjelmia voidaan hyödyntää tietomallien kanssa, jotta Skanska Oy:llä olisi mahdollisuus ottaa tarkoitukseen sopiva ohjelma koe-käyttöön rakenteilla olevaan Skanskatalo-hankkeeseen. Työssä on perustietoa mallintamisesta ja kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeesta. Työssä käsitellään tietomallintamista eri puolilta, jotta tietomallipohjaisesta kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjetta ja sen tarjoamia hyötyjä pystyttäisiin valottamaan monipuolisesti. Tietoa aihepiiristä on saatu Internetistä ja kirjallisuudesta. Internetistä saatava tieto on koottu eri tietomalliyritysten dokumenteista ja tutkimuksista. Lisäksi tietoa hankittiin haastattelemalla tietomalliohjelmatoimittajien edustajia.

Tutkittavana asiana tässä työssä oli tietomallipohjaisen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeohjelman yhteensopivuus nykyisten järjestelmien kanssa. Lisäksi selvitettiin, miten helposti tietoja pystytään jakamaan eri mallipohjaisten ohjelmien välillä ja siten ylläpitovaiheeseen. Tietomallia kiinteistön ylläpitoon tutkittiin ja selvitettiin suurimmaksi osaksi Internet-hakujen pohjalta, sillä ajantasaista materiaalia kirjallisuuden muodossa ei ollut saatavilla. Huoltokirjan sisältöä selvitettiin alan normistosta ja standardeista sekä kirjallisuudesta.

Kirjallisuutta ja tietoa mallintamisesta löytyy paljon, mutta pelkästä tietomallintamisesta ja etenkin tietomallipohjaisesta kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeesta ei ole kirjoitettu monessakaan teoksessa. Ne muutamat aihetta käsittelevät tutkimukset ja teokset, jotka on tehty muun muassa tietomallipohjaisesta kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeeseen liittyen, ovat aihepiiriltään hyvin suppeita ja antavat vähäisen kuvan aiheesta. Tutkimusmenetelmän tehokasta käyttöä ohjasikin ensin tiedon hankinnan vaikeus ja myöhemmin oikean ja tärkeän tiedon kartoittaminen laajasta materiaalista.

Työssä käytetty kirjallinen lähdemateriaali Internetistä ja ohjelmavalmistajilta on uutta ja liittyy yleensä isojen kehitysprojektien tuottamaan aineistoon. Internetistä saatu tieto perustuu lähinnä VTT:n projektiraporteista saatuihin tuloksiin. Mielestäni tämän työn luotettavuutta lisää ohjelmavalmistajien yhteis-

työraportit rakennusyriksien kanssa. Lisäksi haastattelujen kautta sain tietoa nykyisistä ohjelmista ja niiden tulevaisuuden kehitystavoitteista.

Työ sisältää taulukon eri valmistajien tarjoamista ominaisuuksista tietomallipohjaisesta kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeesta ja se toimii parhaiten ohjeistuksena siitä, millainen tietomallin tulee olla ja mitkä asiat tulee ottaa huomioon mallia tehtäessä. Internetistä löydetyn materiaalin pohjalta voidaan todeta, että tietomallipohjaisesta kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeesta on käyty keskustelua ja tehty ideointia siitä, millainen ylläpitomallin tulisi olla palvelukseen käyttäjää. Lisäksi voidaan todeta yhteisten standardien tärkeys, jotta täydellinen ylläpitomalli saataisiin toimivaksi. Haastatteluvastaukset tukevat johtopäätöksiäni kehitysasteella olevan tietomallipohjaisen käyttö- ja huolto-ohjeen suhteen. Kehitystyötä on vielä tehtävä runsaasti. Kehitystarpeet ja nykyiset puutteet esitetään ohjelmien kohdalla kootussa taulukossa. Eri ohjelmavalmistajien ohjelmatietoa taulukkoon kerättiin haastattelemalla ja sähköposti haastattelujen avulla. Tiedon vähäisyys tai puute joidenkin ohjelmiston kohdalla johtui yritysten vähäisestä aktiivisuudesta opinnäytetyötä kohtaan. Tiedon puute vaikeuttaa ohjelmistojen keskinäistä vertailua ja kehityksen arviointia.

Yhteenvetona taulukossa esitettyjen ohjelmien ominaisuuksista voidaan sanoa, että tietomallipohjainen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohje on vasta kehitteillä. Lisäksi olemassa olevat huoltokirjat ovat nykyisellään kaukana siitä, mitä tulevaisuudessa halutaan.

Ongelmana on tiedon kokoaminen halutun muotoiseksi, jotta tietomalli todella palvelisi käyttäjää. Ehdotan, että tiedon keräämistä jatketaan ja suuntaudutaan kiinteistöpuolten osajiin. Tämän jälkeen ollaan yhteistyössä tietomalliohjelmavalmistajien kanssa, jotta ohjelma osataan räätälöidä halutun muotoiseksi ja toimivaksi ratkaisuksi. Tutkimuksen avulla Skanska Oy pystyy paremmin arvioimaan kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeen sisältöä, koska pelkällä tietomallintamisella ei saada hyvää ohjelmaratkaisua.

Työn lopputuloksena oli antaa kuva tietomallipohjaisesta kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeen mahdollisuuksista tulevaisuudessa. Työtä voidaan hyödyntää laajemmin mietittäessä tietomallin antamaa hyötyä, sillä nykyään isommat rakennushankkeet toteutetaan tietomallipohjaisen suunnittelun avulla.

On kuitenkin nähtävissä, että työskentely tietomallipohjaisen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeen kehityksen parissa tulee jatkumaan vielä pitkään.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että nykyisellään mallit ovat liian täynnä tietoa, mikä haittaa ylläpitomallin käyttöä. Tämän takia ylläpitomallin laadinnassa tulee kiinnittää huomiota sen oleelliseen sisältöön. Mahdollisina tutkimusaiheina tulevaisuudessa voivat olla esimerkiksi eri mallien välinen linkitys keskenään tiedon päivityksen varmistamiseksi. Lisäksi standardien yhtenäistäminen on tärkeää, jotta kehitys ohjelmien välillä olisi joustavaa ja tiedonsiirto mahdollista.



## 6 VIITELUETTELO

- /1/ Skanska Oy: Tietoa Skanskasta (verkkodokumentti, viitattu 5.2.2010). Saatavissa: <http://www.skanska.fi>
- /2/ Vilkka, Hanna - Airaksinen, Tiina, *Toiminnallinen opinnäytetyö*. Jyväskylä: Gummer Kirjapaino Oy. 2003
- /3/ Anttila, Pirkko, *Tutkimisen taito ja tiedon hankinta*. Hamina: Akatiimi Oy. 2000
- /4/ Hirsijärvi, Remes, Sajavaara. *Tutki ja kirjoita*. Jyväskylä: Gummer Kirjapaino Oy. 2006
- /5/ Hirsijärvi, Hurme. *Tutkimushaastattelu*. Helsinki: Yliopistopaino. 2004
- /6/ Rintala, Petri. *Tehdasalueen 3D mallinnus ja sen käyttömahdollisuudet*. Tampere: (kustantaja) 2003
- /7/ Wikipedia: AutoCAD (verkkodokumentti, viitattu 26.02.2010). Saatavissa <http://fi.wikipedia.org/wiki/Autocad>
- /8/ Tuhola, Esa - Viitanen, Kristiina. *3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä*. Jyväskylä: Gummer Kirjapaino Oy. 2008
- /9/ 3DCADCO: Virtual building (verkkodokumentti, viitattu 26.02.2010). Saatavissa: <http://www.3dcadco.com>
- /10/ Arksystems: *Rakennusten tietomallinnus* (verkkodokumentti, viitattu 10.02.2010). Saatavissa: <http://www.arksystems.fi/tietomallimain.htm>
- /11/ Sulankivi, Kristiina - Mäkelä, Tarja - Kiviniemi, Markku. *Tietomalli ja työmaan turvallisuus*. (verkkodokumentti, viitattu 22.02.2010). Saatavissa: [http://www.vtt.fi/files/projects/turvabim/turvabim\\_loppuraportti\\_090312.pdf](http://www.vtt.fi/files/projects/turvabim/turvabim_loppuraportti_090312.pdf)
- /12/ Digital Drafting Systems: *Building information modeling* (verkkodokumentti, viitattu 25.02.2010). Saatavissa: <http://www.ddscad.com/html/bim.html>
- /13/ Koivu, Tapio. *Kiinteistö- ja rakennusalan tuotemallien ja yhteensopivuuden tulevaisuus*. Espoo: VTT tiedote 2161. 2002
- /14/ Niemioja, Seppo. Innovarch Oy: *Tuotemallitieto rakennusprosessissa* (verkkodokumentti, viitattu 24.02.2010). Saatavissa: <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/index.htm>
- /15/ Penttilä, Hannu - Nissinen, Sampsa - Niemioja, Seppo. *Tuotemallintaminen rakennushankkeessa. Yleiset periaatteet*. Tampere: Tammer - Paino Oy. 2006

- /16/ Vakkilainen, Jussi. *Rakennuksen tietomalli rakennushankkeen suunnitteluvälineenä* (verkkodokumentti, viitattu 25.02.2010). Saatavissa: <http://dSPACE.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/229>
- /17/ Penttilä, Hannu - Nissinen, Sampsa - Niemioja, Seppo. *Tuotemallintaminen arkkitehtisuunnittelussa*. Tampere: Tammer - Paino Oy. 2006
- /18/ Järvinen, Tiina. *Kiinteistöjen huoltokirjamenettely rakennuksen tietomallia hyödyntäen*. (verkkodokumentti, viitattu 10.03.2010). Saatavissa: [http://cic.vtt.fi/projects/vbe-net/data/VBE2\\_WP4\\_Kiinteistojen\\_huoltokirjamenettely\\_tietomallia\\_hyodyntaen.pdf](http://cic.vtt.fi/projects/vbe-net/data/VBE2_WP4_Kiinteistojen_huoltokirjamenettely_tietomallia_hyodyntaen.pdf)
- /19/ Sormunen, Piia. Insinööritoimisto Olof Granlund Oy: *Talotekniikka ja energiatehokkuus* (verkkodokumentti, viitattu 20.02.2010). Saatavissa: [http://arkkitehtuuri.tkk.fi/oppituolit/ro/opintojaksot/Talotekniikka%20ja%20energia\\_TENTTI.pdf](http://arkkitehtuuri.tkk.fi/oppituolit/ro/opintojaksot/Talotekniikka%20ja%20energia_TENTTI.pdf)
- /20/ Catenda AS: (verkkodokumentti, viitattu 26.02.2010). Saatavissa: <http://catenda.no/index.php/category/ifc/>
- /21/ Jacobsen construction: *contact as* (verkkodokumentti, viitattu 05.03.2010). Saatavissa: <http://www.jacobsenconstruction.com/contact-us/ftp>
- /22/ AECbytes. *The BIM model server in ArchiCAD 13* (verkkodokumentti, viitattu 05.03.2010). Saatavissa: <http://www.aecbytes.com/review/2009/ArchiCAD13.html>
- /23/ Myyryläinen, Leevi, *Kiinteistöjen teknisen huollon käsikirja*. Jyväskylä: Suomen kiinteistöliitto. 2006
- /24/ Finlex: A4 Suomen rakentamismääräyskokoelma, *rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje* (verkkodokumentti, viitattu 5.2.2010). Saatavissa: <http://www.finlex.fi/pdf/normit/6022-A4.pdf>
- /25/ Herteen, B - Stewart, B - Hughes, W. *Facilities Engineering and Management Handbook, Systems records management and document control*. USA: McGraw-Hill. 2001
- /26/ Helsingin teknillinen korkeakoulu: *Huoltokirja osana kiinteistön ylläpidon tiedonhallintaa* (verkkodokumentti, viitattu 5.2.2010). Saatavissa: [http://www.rta.tkk.fi/Julkaisut/pdf\\_raportit/Raportti%20216.pdf](http://www.rta.tkk.fi/Julkaisut/pdf_raportit/Raportti%20216.pdf)

# Opinnäytetyön teemahaastattelun kysymysrunko

**Päivämäärä:** 01.4.2010  
**Vastaanottaja:** Hannu Tuovinen, Kenneth Lassila  
**Lähettäjä:** Jani-Matti Kilpeläinen  
**Aihe:** Tietomallipohjainen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohje

---

Teemahaastattelun teema-alueet ovat seuraavat:

1. Taustatiedot
2. Käytössä olevan huoltokirjan toiminnot ja käyttö
3. Huoltokirjan ja tietomallien yhteiset toiminnot ja käyttö
4. Huoltokirjan kehitys tulevaisuudessa

## TAUSTATIEDOT

1. Haastattelijan ja haastateltavien toimenkuva
2. Opinnäytetyön aihe ja tarkoitus
3. Kenelle ja miksi opinnäytetyö tehdään

## KÄYTÖSSÄ OLEVAN HUOLTOKIRJAN TIETOSISÄLTÖ

1. Mitä huoltokirja pitää sisällään
2. Mitä oleellisia asioita huoltokirjassa ei ole

## HUOLTOKIRJA JA TIETOMALLIEN YHTEISET TOIMINNOT JA KÄYTTÖ

1. Mallien hallinta. Onko mahdollista tuoda tietoa huoltokirjaan?
  - arkkitehtimalli
  - rakennemalli
  - TATE-mallit
  - vai onko mahdollisesti yhdistetty malli? IFC?

2. Mallit pitäisi myös olla jotenkin linkitetty piirustuksiin, käyttöliittymään? Onko 3D-, 2D-, vai teksti-liittymä?

3. Dokumenttien ylläpito?

- jos jotain korjataan / huolletaan ja sitten muutetaan malliin, miten muutosten teko dokumentteihin varmistetaan?
- onko muutosten teko malliin / piirustuksiin täysin ihmisen varassa, vai onko jonkinlaista automatiikkaa / riippuvuussuhteita, jotka hälyttäisi mahdollisesta tarpeesta päivittää myös muita liittyviä dokumentteja?

4. Tavoite arvot?

- mistä nämä tulee ja mikä on liittymä tehtyihin analyyseihin?
- tulevatko esim. analysointiohjelmasta luvut suoraan huoltokirjaan? Vai joutuuko ihminen kirjaamaan välissä numeroita koneeseen?

#### HUOLTOKIRJAN KEHITYS TULEVAISUUDESSA

5. Mitä parannuksia on tulossa huoltokirjan sisältöön?

6. Toimiiko huoltokirja tulevaisuudessa tietomallipohjaisesti (ylläpitomalli)

7. Millä tulevaisuudessa tiedon välitys tapahtuu, IFC?

8. Onnistuuko tiedon päivittäminen eri mallien välillä automaattisesti?

# Frame of question in the Graduate study

**Date:** 07 April 2010  
**Receiver:** Bentley  
**Sender:** Jani-Matti Kilpeläinen  
**Subject:** Building Information Modelling in the operation- and maintenance manual of real estate

---

Subject of questions naires:

1. Information of background
2. Information from the programme

## INFORMATION OF BACKGROUND

Skanska is performing a pre-study on BIM in Facilities Management. The reason for the study is that, when transferring from construction phase to operation phase the contractor could in the future hand over a record BIM that helps to transfer the information gathered and created during design and construction to those who operate and maintain the building. With the help of 3D and inter-linked database-based maintenance documentation buildings can be more efficiently maintained and operated according to the optimization done during the design phase.

FM BIM will be tested in a pilot project, in the new Skanska Headquarters in Helsinki, Finland. This project acts as a demonstration case of efficient BIM use in all phases of a project.

INFORMATION FROM THE PROGRAMME

1. How and how often is BIM used in FM during the maintenance period?
2. Which tools are available in the market for enabling use of BIM information in maintenance? Their functionalities?
3. Which information content is delivered from BIM to FM tools