

Kaisa Lehtinen

TIETOMALLIKOKEMUKSET YLLÄPIDOSSA

TIETOMALLIKOKEMUKSET YLLÄPIDOSSA

Kaisa Lehtinen
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma

Tekijä: Kaisa Lehtinen
Opinnäytetyön nimi: Tietomallikokemukset ylläpidossa
Työn ohjaaja: Kimmo Illikainen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018
Sivumäärä: 63 + 2 liitettä

Niin huoltohenkilökunta kuin käyttäjätkin voisivat hyödyntää tietomalleja rakennusten ylläpidossa monella tapaa. Samasta käyttöliittymästä voitaisiin nähdä rakennus visuaalisesti ja saada havainnollista olosuhdetietoa. Myös historiatiedon löytäminen tiloista ja laitteista auttaisi analysoimaan muun muassa mahdollisia sisäilmaongelmia.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä rakennusten ylläpitoon liittyviä tietomallikokemuksia kolmesta kohteesta; Kastellin ja Hiukkavaaran monitoimitaloista sekä Pudasjärven hirsikampukselta. Työn tarkoituksena oli koota taustatietoa aiheesta, jota on tutkittu vasta vähän, ja avata tietomallinnukseen liittyviä asioita mahdollisimman yleistajuisesti asiaan vähemmän perehtyneille.

Opinnäytetyössä esiteltiin tietomalleja ensin yleisesti, minkä jälkeen etsittiin tietoa tutkimuksen kohteena olevista rakennuksista. Seuraavaksi perehdyttiin ylläpidon tietomalleihin haastattelun ja artikkeleiden kautta. Tietoa kerättiin haastatteleamalla ylläpitoon liittyvien tietomallien käytön asiantuntijoita sekä Liikelaitos Oulun Tilakeskuksesta että ylläpidossa toimivasta urakoitsijasta.

Opinnäytetyössä selvisi, että tietomallien soveltaminen ylläpidossa on vielä kehittämätöntä. Tällä hetkellä tietomalli toimii lähinnä ylläpidon passiivisena tietovarastona. Toiveissa olisi kuitenkin saada liitettyä siihen aktiivista mittaustietoa. Tulevaisuuden tavoitteena on yhdistää huoltokirja ja kolmiulotteinen malli yhdeksi käyttöliittymäksi.

Haastatteluista ilmeni, että ylläpidon tarpeita yleisesti huomioidaan liian vähän rakennushankkeiden eri vaiheissa. Tietomallien tekotapa suosii suunnittelua ja rakentamista, mikä vaikeuttaa tietomallin tuottamista ylläpidon tarpeisiin. Se vaatisi prosessien muuttamista tai tehtävien uudelleenmäärittelyitä. Ylläpidon osalta tietomallien vaatimuksiin tarvitaan yksityiskohtainen ohjeistus.

Asiasanat: tietomallit, tietomallintaminen, ylläpito, monitoimitalo.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Construction Architecture

Author: Kaisa Lehtinen

Title of thesis: Experiences of Building Information Modelling in Maintenance

Supervisor: Kimmo Illikainen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018

Pages: 63 + 2 appendices

The goal of the thesis was to collect experiences about building information modelling in maintenance of three Finnish community centres: Kastelli and Hiukkavaara community centres and Pudasjärvi log campus. The assinger of thesis was ICNB- project (Increasing Competence of Northern Building).

The aim was to produce source information of the buildings because in Finland, the use of BIM models in maintenance has not been studied in large extent. The second objective was to clarify in a simple and intelligible way matters which are related to building information modelling.

The background knowledge was mostly found in Finnish literature and articles. Deeper theory about BIM in maintenance was obtained from an interview of an expert in the field. The experiences were collected by interviews of persons, who deal with the maintenance of the targeted buildings. Persons were interviewed from Oulu Management Facilities Center and from the operating maintenance contractor.

The thesis offered a maintenance-based view on BIM. It revealed that in Finland, BIM-models and software are not developed enough for common use in maintenance. There is a clear view among the interviewees, what using BIM should be like. There were also many difficulties that handicap the use of BIM.

It seems that the Finnish way of promoting projects does not support BIM needs of maintenance. It was also observed that there is a lack of explicit introduction of BIM-modelling for maintenance needs.

Keywords: BIM, Building Information Modelling, Building Information Model, facility maintenance, maintenance

ALKULAUSE

Haluan kiittää aviomiestäni Miikaa, jonka kannustus ja kärsivällisyys auttoivat tämän opinnäytetyön tekemisessä. Kiitoksen lausun myös opettajalleni Martti Hekkaselle, joka auttoi ratkaisevassa vaiheessa löytämään tärkeitä tietolähteitä. Lisäksi haastateltavani ansaitsevat kiitoksen, koska antoivat minulle tietojaan käyttööni tätä työtä varten.

17.5.2018

Kaisa Lehtinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
SANASTO	8
1 JOHDANTO	11
2 TIETOMALLIT	12
2.1 Tietomallintaminen	13
2.1.1 Tietomallipohjainen rakennushanke	13
2.1.2 Eroavaisuudet tavallisiin malleihin	14
2.1.3 Erilaisia tietomalleja	15
2.2 Tietomallintamisen mahdollisuudet	16
2.3 Tietomallintamisen kehityshaasteita	17
2.3.1 Uusia osaamistarpeita	18
2.3.2 Tekniset ongelmat	19
2.3.3 Yhteistyöhön vaikuttavia tekijöitä	19
3 TUTKITTAVAT TIETOMALLINNETUT KOHTEET	21
3.1 Kastellin monitoimitalo	22
3.2 Hiukkavaaran monitoimitalo	26
3.3 Pudasjärven hirsikampus	30
4 TIETOMALLIEN KÄYTTÖ KIIINTEISTÖN YLLÄPIDOSSA	34
4.1 Kiinteistön ylläpito	34
4.1.1 Ylläpidon tarpeet	34
4.1.2 Kunnossapito	35
4.2 Ylläpidon tietomallit	36
4.2.1 Ylläpitomalli	37
4.2.2 Olosuhdemalli	38
4.2.3 Tietomalli rakennuksen käyttöönotossa	41
4.2.4 Ylläpidon haasteet	42
5 TIETOMALLIKOKEMUKSET YLLÄPIDOSSA	44

5.1 Lähtötilanne	44
5.2 Havainnot ja vastaukset	44
5.2.1 Tietomallien käyttö nyt	45
5.2.2 Simuloinnit	48
5.2.3 Tietomallien käyttö tulevaisuudessa	48
5.2.4 Tietomallin hyödyt ja haitat	51
5.2.5 Ratkaisemattomat teemat	53
6 YHTEENVETO	56
7 POHDINTA	58
LÄHTEET	60
LIITTEET	
Liite 1 Haastatteluiden runkona käytetty kyselykaavake	
Liite 2 Tietomalliasiantuntijoiden vastaukset	

SANASTO

Allianssi	Hankintatapa, jossa hankkeen eri osapuolet muodostavat projektiorganisaation ja jakavat hankkeen riskit ja hyödyt etukäteen sovitulla tavalla.
BIM	Building Information Modelling tai Building Information Model, rakennuksen tiedonhallinta tai rakennuksen tietomalli.
BuildingSmart	Rakennetun ympäristön tietomallintamisen yhteistyöfoorumi.
CAD	Computer Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu.
CNC	Computerized Numerical Control.
Elinkaari	Hankintatapa, jossa urakoitsija on vastuussa suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta normaalia pidempään ja laajemmin.
ICNB	Increasing Competence of Northern Building. Hanke, jossa tietomalliosaamista halutaan viedä pohjoismaissa pieniin ja keskisuuriin yrityksiin.
IFC	Industry Foundation Classes. Tietomallintamisen yhteydessä käytetty standardisoitu ja yhteinen mallien kuvaustapa. Toimii myös avoimen tiedon siirtomuotona.
IFC-malli	Kolmiulotteinen malli, joka sisältää suunnitteluorganisaatioiden kanssa yhteisesti sovitun geometrian ja

tietosisällön käyttötarkoitukseen ja suunnitteluvaiheeseen sopivana. IFC-standardin mukainen tiedonsiirtomahdollisuus.

IFC-standardi	Määrittelee tietomalliohjelmistojen yhteisen mallien kuvaustavan.
Ifc-tiedosto	Avoimen tiedonsiirron tiedostomuoto, jolla voidaan siirtää malleja ohjelmistosta toiseen.
Natiivimalli	Sovellusohjelmiston alkuperäisen mallitiedoston sisäinen tallennusmuoto. Avattavissa luotettavasti vain alkuperäisellä sovellusohjelmistolla.
Objekti	Synonyymi oliolle. Tietomallintamisessa asioita kuvataan oliolla, joilla on ominaisuuksia ja relaatioita (yhteyksiä) toisiin olioihin. Esim. ikkunaobjektilla on yhteys seinäobjektiin.
Open BIM	Metodi, joka sallii neutraalin tiedonvaihdon eri sovellusten välillä, usein IFC-tiedonsiirtoa tukeva menetelmä.
Rakennusosa	Yhtenä kokonaisuutena käsiteltävä rakennuksen fyysinen osa, esim. seinä, lattia tai katto.
Referenssimalli	Alun perin toisessa tiedostomuodossa luotu tietomalli, joka voidaan hyödyntää toisen suunnittelumallin lähtötietona.
Tietomalli	Rakennuksen tietomalli on rakennuksen ominaisuuksien aineellinen ja toiminnallinen kuvaus digitaalisessa muodossa, mikä mahdollistaa tiedon jakamisen yhteisesti sovitulla tavalla.

Tietomallikoordinaattori	Hankkeeseen nimetty taho, joka vastaa tietomallien teknisestä toteutuksesta.
Tietomallinnussuunnitelma	Suunnitelma, jossa kuvataan tietomallinnustavoitteet, yhteistyön ja laadunvarmistuksen menettelyt sekä eri vaiheissa vaaditut tietomallinnustehtävät ja tietosisällöt. Suunnitelman statuksena on sopimusasiakirja, jota päivitetään hankkeen aikana ja liitetään suunnittelu- ja urakkasopimuksiin.
Toteumamalli	As-Build, projektissa käytetyn tietomallin lopullinen, toteutusta vastaava versio, joka on täydennetty rakentamisvaiheessa tehtyjen muutosten mukaiseksi.
Yhdistelmämalli	Mallikokonaisuus, jossa on yhdistettynä useiden suunnittelualojen 3D-tietomalleja samassa koordinaatistossa. Sen avulla voidaan tehdä tietomallien yhteensopivuustarkasteluita.
YTV	Yleiset tietomallivaatimukset 2012, joissa kuvataan tietomallinnusta koskevat perusasiat, -vaatimukset ja käsitteet.
Ylläpidon tietomallit	Ylläpidon tietomallit on yhteisnimitys kiinteistön ylläpidossa käytettäville tietomalleille. Niihin sisältyvät suunnitteluohjelmistojen alkuperäismallit, avoimen tiedonsiirron mallit ja ylläpidon ohjelmistojen alkuperäismallit.
Ylläpitomalli	Rakennuksen tietomalli, joka kattaa ylläpidon näkökulman. Niitä ovat rakennuksen käytön ja ylläpidon aikaiset tehtävät, muutokset jne.

1 JOHDANTO

Tietomallien käyttö yleistyy yhä enemmän rakennusalalla ja niitä onkin hyödynnetty jo jonkin verran suunnittelussa ja rakentamisessa. Seuraava kiinnostava käyttömahdollisuus on tietomallien käyttäminen rakennusten ylläpidossa. Onkin ajankohtaista tutkia, miten tietomallit voisivat paremmin palvella ylläpidon tarpeita.

Opinnäytetyössä selvitetään, millaisia kokemuksia tietomallintamisen hyödyntämisestä rakennuksen ylläpidossa on saatu Kastellin monitoimitalosta, Hiukkavaaran monitoimitalosta ja Pudasjärven hirsikampuksesta. Työssä keskitytään nimenomaan ylläpidon kokemuksiin, sillä tästä osa-alueesta ei ole kovin paljoa vielä tietoa ja se kiinnostaa laajemminkin kiinteistöalaa. Lisäksi ylläpidossa on löydettävissä useita mahdollisuuksia hyödyntää tietomalleja. Opinnäytetyön tilaajana toimii ICNB-hanke (Increasing Competence of Northern Building), jonka tavoitteena on lisätä pohjoisen alueen rakentamisen osaamista.

Tietomalleja käytetään yhä enenevässä määrin, mutta tietomallikäytännöt eivät ylläpidon vaatimusten ja tarpeiden osalta ole vakiintuneet. Opinnäytetyössä kerätään kokemuksia tietomallien käytöstä ylläpidossa haastattelemalla ylläpidossa työskenteleviä henkilöitä. Tavoitteena on koota kokonaiskuva sekä kartoittaa haasteita tietomallien käytöstä ylläpidossa nyt ja tulevaisuudessa.

Tietomallinnuksesta ylläpidossa on meneillään tällä hetkellä monia kehityshankkeita ja tuloillaan on ainakin yksi väitöskirja. Ylläpitoon liittyviä kyselytutkimuksia ei ole juurikaan tehty. Ylläpidon tietomallintamiseen liittyvää julkaisumateriaalia löytyy artikkeleiden muodossa lähinnä englanniksi, jonkin verran myös suomeksi. Kohteista on julkaistu tietomallintamiseen liittyviä uutisia. Tietojen kokoaminen yhteen on siis ajankohtaista.

2 TIETOMALLIT

Alkujaan rakennusten suunnittelu on tapahtunut kaksiulotteisesti käsin paperille. Tietokoneiden yleistyttyä alettiin piirustuksia työstää CAD-ohjelmissa, kuitenkin edelleen 2D-näkymässä. Myöhemmin rakennusten kolmiulotteinen mallintaminen tietokoneella on yleistynyt. (1, s. 3.)

Tällä hetkellä suuri käynnissä oleva muutos rakennusalalla on tietomallintaminen. Tietomallintaminen ei oikeastaan merkitse mallintamistavan muutosta, vaan se on tapa käsitellä ja jakaa tietoa, joka muuttaa suunnittelu- ja toteutusprosesseja. Lisäksi se on myös menetelmä tuottaa tietoa. Tietomallilla tarkoitetaan rakennuksen tietomallia, johon näitä periaatteita on sovellettu. (2, s. 18; 3, s. 28.)

Englanniksi tietomallin lyhenteenä käytetään BIMiä (Building Information Modeling tai Building Information Model). Sillä voidaan tarkoittaa sekä prosessia eli tietomallintamista että valmista tuotetta eli rakennuksen tietomallia. (2, s. 16.)

Rakennuksen tietomalli on 3D-malli, jonka tekotapa ja tietosisältö on määritelty tarkemmin. Tietomalli on kokonaan digitaalinen, eli se on tehty tietokoneella ja sen tarkastelu tapahtuu tietokoneen kautta. Tietomalli on ikään kuin yksinkertaistettu pienoismalli, virtuaalinen rakennus. (2, s. 12-14.)

Tulosteet, perinteisesti rakennuksesta tehtävät 2D-piirustukset, tulevat myös säilymään rinnalla, mutta pääpaino tiedon jakamisessa siirtyy piirustuksista tietomalleihin, sillä piirustusten lähde on tietomalli. Tietomalli toimii itsenäisenä ”tulosteena”. Tämä tuloste on malli, joka sisältää viivojen sijaan kolmiulotteista geometriaa ja tietoa. (2, s. 30.)

Tarkoituksena on, että tietokoneet osaisivat lukea tietomalleja. Esimerkiksi ovi voidaan piirustuksiin tehdä viivoilla, mutta tietokone ei osaa luokitella kyseisiä viivoja oveksi, vaikka se ihmiseltä onnistuukin. Sen sijaan mallinnettaessa 3D-mallia ja käytettäessä oviobjektia tietokone osaa luokitella sen oveksi. Sama pätee muihinkin rakennusosiin. (3, s. 30.)

Tietomalleissa tiedolla voidaan tarkoittaa rakennusosien ominaisuustietoa sekä rakennusosien keskinäisistä yhteyksistä kertovaa tietoa. Esimerkiksi ovi tietää olevansa väliovi ja sisältyvänsä johonkin tiettyyn seinään. Osa tiedoista tulee automaattisesti ohjelman kautta, joitakin luokitteluita pitää määritellä käsin. (2, s.14.)

2.1 Tietomallintaminen

Tietomallien kanssa työskentelevillä tulisi olla perustietämys tietomallintamisesta ja sen mahdollisuuksista, esimerkiksi teknologian ja tietomallipohjaisten hankkeiden vaikutuksesta prosesseihin sekä yhteistyömenetelmistä. Luvuissa 2.1.1–2.1.3 käydään läpi tyypillisiä eroja ja piirteitä tietomallipohjaisista rakennushankkeista suhteessa tavanomaisiin hankkeisiin. Lisäksi käsitellään erilaisia tietomallityyppejä. (4, s. 90–93.)

2.1.1 Tietomallipohjainen rakennushanke

Tietomallipohjainen hanke tarkoittaa, että rakennuksen tiedonhallinta tapahtuu kokonaan digitaalisesti. Tilaajan tulee tehdä päätös tietomallipohjaisuudesta eli siitä, että tietomallimenetelmiä käytetään alusta alkaen. Tilaajan tulee osata määrittää tietomallinnukselle tavoitteet eri vaiheisiin sekä sitoutua ja perehtyä tietomallien käyttöön. Tärkeää olisi määritellä mahdollisimman tarkasti käytön tavoitteet ja mallien tietosisältö. Näin voidaan ymmärtää, mitä resursseja ja tietotaitoa vaaditaan. (2, s. 25, 88; 4, s. 87-88.)

Tietomallipohjaiseen hankkeeseen on järkevää palkata alkuvaiheessa tietomallikoordinaattori, joka yleensä onkin tilaajan edustaja. Koordinaattorin mukaanotto aikaisessa vaiheessa varmistaa, että tietomallisuunnitelma tehdään johdonmukaisesti. Suunnitelma on niin ikään sopimusasiakirja, joka liitetään suunnittelu- ja urakkasopimukseen.

Siinä on muun muassa määritelty tietosisältö ja tietomallin hyödyntämistavat. Koordinaattorilla tulisi olla taito ohjata tietomallintamisen suunnittelua ja aloitusta. Hänen tulee osata laatia selkeät ohjeet suunnittelijoille, jotta mallien käyttötavoit-

teet täytyisivät. Lisäksi hän tekee suunnitelmien laadunvarmistusta. Tietomallikoordinaattorin tehtävät ja vastuut eivät ole kuitenkaan täysin vakiintuneet, vaan ne ovat hankekohtaisia. (2, s. 16-17, 25; 4, s.88; 5, s. 102-104.)

Tietomallipohjaisessa hankkeessa suunnittelutyö muuttuu entistä etupainotteisemmaksi, jotta tietomallista saatavat hyödyt olisivat laajemmin käytettävissä koko hankkeen aikana. Tietomallipohjainen hanke edellyttää suunnittelijoiden välistä tiivistä yhteistyötä ja kommunikointia, joten hankemuotona allianssimalli on luonteva. Allianssimalli tarkoittaa, että tilaaja, suunnittelijat ja rakentajat työskentelevät organisaationa yhteisten tavoitteiden eteen yhteisellä kaupallisella mallilla. Allianssimallissa riskit ja hyödyt jaetaan sovitulla tavalla ja siinä korostetaan eri osapuolten yhteistoimintaa jo alkuvaiheesta lähtien. (2, s. 28-29, 103.)

Myös elinkaarimallia on käytetty tietomallipohjaisissa hankkeissa. Siinä toteuttaja eli urakoitsija ottaa rakennuksesta tavallista pidemmän ja laajemman vastuun. Siihen kuuluvat suunnittelu ja rakentaminen sekä ylläpito. Ylläpito voi jatkua vuosia rakentamisen jälkeen, mikä edesauttaa yhdessä löytämään toimivia ratkaisuja. Tilaaja määrittää toiminnan ja sen tavoitteet. Urakoitsijalla on valinnanvapaus vaatimuksien toteuttamisessa. (6, s. 162.)

2.1.2 Eroavaisuudet tavallisiin malleihin

Tietomalli eroaa tavallisesta 3D-mallista siten, että se täytyy mallintaa kokonaan geometrisesti oikein johtuen käytännön vaatimuksista. Suomessa tietomallintamiselle on laadittu vuonna 2012 yhteiset kansalliset ohjeistukset eli yleiset tietomallivaatimukset (YTV). Niissä kuvataan projekteissa noudatettavaa tietomallinnusta koskevat perusasiat ja -käsitteet sekä mallien vähimmäisvaatimukset. Niissä määritellään täsmällisesti, mitä ja miten mallinnetaan. Ne kattavat uudis- ja korjauskohteet, käytön ja ylläpidon. (2, s. 32, 34; 4, s. 87.)

Yleiset tietomallivaatimukset ovat osa BuildingSMART Finlandin ohjekokonaisuutta liittyen tietomallintamiseen. Se on yhteisöfoorumi, jossa mukana omistajien lisäksi on rakennusalan toimijoita. Pääasiallinen tarkoitus on levittää tietoa tietomallintamisesta ja edistää tietomallien käyttöönottoa. (4, s. 88, 90.)

Jotta tietomalleja voidaan käyttää monipuolisesti hankkeessa, voidaan käyttää avoimen tietomallinnuksen periaatetta, Open BIMiä. Sillä tarkoitetaan avoimen tiedoston siirron IFC-standardia (Industry Foundation Classes), joka on ohjelmistoista riippumaton tiedonsiirtotapa. Se mahdollistaa natiivimallien tallentamisen ifc-tiedostoksi, jolloin malli on siirrettävissä ja avattavissa toisessa ohjelmistossa. Natiivimalleiksi kutsutaan alkuperäisten suunnitteluohjelmien malleja, joilla on omat tiedostomuotonsa. (2, s. 20-21; 4, s.87.)

2.1.3 Erilaisia tietomalleja

Tietomallien tietosisältö ja mallinnustavat sekä tarkkuustaso riippuvat siitä, mihin tietomalleja aiotaan käyttää. Malleja voidaan periaatteessa hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan aina suunnittelusta purkamiseen. Rakennuksen elinkaaren mukaan tietomallit voidaan luokitella karkeasti vaatimusmalleihin, suunnittelumalleihin, tuotantomalleihin ja ylläpitomalleihin. (2, s. 38; 3, s. 27.)

Vaatimusmalleista puhuttaessa tarkoitetaan sähköisessä muodossa määritellyjä hankkeelle asetettuja vaatimuksia. Tämä tarkoittaa vähintään taulukkomuodossa olevaa tilaohjelmaa. Se sisältää tilojen pinta-alat ja erityisvaatimukset. Lisäksi sitä voidaan täydentää tilaajan tai käyttäjän lisävaatimuksilla. Vaatimusmallia verrataan koko hankkeen ajan suunnittelumalleihin ja se voi olla eri tiedosto kuin lopputuloksena saatava tietomalli. (2, s. 19.)

Suunnittelumalleilla tarkoitetaan eri suunnittelijoiden tuottamia tietomalleja, kuten arkkitehtimalli, rakennemalli ja talotekniikkamallit. Nämä sisältävät geometrisen muodon ja tietoa rakennuksen ominaisuuksista. Arkkitehtimalli sisältää tilat ja rakennusosat, rakennemalli sisältää kantavat rakennusosat eli rakenteet. Rakennusosilla tarkoitetaan mallin eri osia, joista rakennus koostuu, kuten ikkunat, ovet, katot, laatat, seinät jne. (2, s. 20.)

Talotekniikkamalleista puhutaan myös järjestelmämalleina ja ne tarkoittavat eri järjestelmien muodostamia malleja. Näitä ovat esimerkiksi lämmitys, vesi ja vie-

märöinti sekä ilmanvaihto. Mallien sisältö laajenee ja tarkkuustaso paranee suunnittelun edetessä. Näiden mallien pohjalta rakennus voidaan rakentaa. (2, s. 20, 37.)

Tuotantomalleilla tarkoitetaan työmaalla tuotannonohjauksen lähtökohdaksi koottuja malleja. Työmaalla suunnittelumalleja voidaan käyttää pohjana esimerkiksi asennusjärjestyksen suunnitteluun ja putoamissuojaussuunnitteluun. Suunnitelmamalleista voidaan tehdä aluesuunnitelma ja käyttää rakennettavuuden tarkasteluun. Lisäksi mallien perusteella voidaan esimerkiksi aikatauluttaa rakennustyötä ja havainnollistaa sitä. (2, s. 20, 88-89.)

Ylläpitomalli koostuu kiinteistön ylläpidon käytössä olevista tietomalleista. Ylläpitomallin pohjana toimivat suunnittelumallit, jotka on päivitetty toteumamalleiksi. Toteumamallilla tarkoitetaan rakennusaikaisten muutosten päivittämistä suunnittelumalleihin, minkä jälkeen ne ovat käyttökelpoisia ylläpitomalliin. Toteumamallia sanotaan myös asbuilt-malliksi. Jos suunnitteluvaiheessa on tietoa ylläpidon erityisistä tarpeista, voidaan sitä varten lisätä tarvittavia tietoja. (2, s. 20.)

Yhdistelmämallista puhuttaessa tarkoitetaan tietomallikokonaisuutta, jossa ovat mukana kaikkien suunnittelualojen 3D-mallit samassa koordinaatistossa. Mallien yhdistely tehdään yleensä eri ohjelmassa kuin varsinainen tietomallien tuottaminen. Yhdistelmämallin avulla tarkistetaan eri suunnittelumallien yhteensopivuus. Mallien ristiriidattomuus on tietomallintamisen peruslähtökohta. (2, s. 21, 70.)

2.2 Tietomallintamisen mahdollisuudet

Syy, miksi tietomallintaminen on tullut jäädäkseen, on yhteiskunnassa etenevä digitalisaatio, joka vaikuttaa myös rakennusalalla. Tietomallintaminen mahdollistaa rakennusalan digiloikan. Tämä tarkoittaa edistysaskelta teknologian hyödyntämisessä. Käytännössä digiloikan tekeminen on mahdotonta ilman tietomallien käyttöönottoa. (2, s. 102.)

Tietomallintamisessa nähdään paljon potentiaalia laadunvarmistukseen. Suunnitelmien virheet ovat visuaalisesti helpommin löydettävissä yhdistelmämallista geometrian ollessa tarkkaa. YTV2012:n mukaan tavallinen suunnitteluprosessi

tarkastaa järjestelmällisesti arviolta 5-10 % suunnitelmatiedoista, kun tietomallin avulla on mahdollisuus tarkastaa ja analysoida systemaattisesti noin 40-60 % virheistä. (7, s. 3.)

Käytettäessä avointa tiedostonsiirtomuotoa, ifc-tiedostoa, voidaan tehostaa suunnittelijoiden yhteistyötä ja suunnitteluprosessia. Se parantaa tiedonsiirtoa hankkeen eri osapuolille. Hankkeella on myös käytössään pilvipalvelu tai projektipankki, johon suunnittelijat voivat päivittää tietomalliaan ja suunnitelmiaan sekä hyödyntää vastaavasti muiden tietomalleja omaan suunnitteluun. (2, s. 30, 50.)

Rakennuksen hyvin mallinnettu geometria ja rakennusosien tieto mahdollistavat erilaisten etukäteisanalyysien tekemisen tukemaan investointipäätöksiä. Analysoida voidaan esim. tilankäyttöä, rakennuskustannuksia, rakentamisen aikatauluja, energiankulutusta ja hiilijalanjälkeä. Tietomallintamisen avulla on mahdollista säästää aikaa ja rahaa. (2, s. 29-30; 4, s. 88.)

Pelkästään jo yhdistelmämallin visuaalisuus ja siitä tehtävät leikkaukset ovat hyödyllisiä. Koska malli on yksityiskohtainen, voidaan ennen työmaan aloitusta kiinnittää huomiota rakennettavuuteen ja ratkaista ongelmia etukäteen. Koska kaikki piirustukset tulevat samasta mallista, tietomalli ja suunnitelmat ovat keskenään ristiriidattomia. Tietomallin data on heti käyttökelpoista, sitä ei tarvitse erikseen tulkita. (2, s. 30-31, 57, 61; 3, s. 45.)

Määrälaskenta kustannuksia ja tilauksia varten on helposti tehtävissä, jos mallinnus on tehty järjestelmällisesti. Määrälaskentaan voidaan ottaa tietoja suoraan mallista, ilman että niitä tarvitsee erikseen piirustuksista mitata. Määrien laskenta on myös helposti toistettavissa, mikä tekee laskennasta läpinäkyvää. (2, s. 61-62.)

2.3 Tietomallintamisen kehityshaasteita

Tietomallintamiseen liittyy haasteita, sillä tällä hetkellä eletään siirtymävaiheessa. Tietomallintamisen menetelmät eivät ole vakiintuneet eikä tietomallintamiselle ole

olemassa standardeja. Osaamispula toimii tietomallintamisen yleistymisen hidasteena. Oppilaitokset ovat tärkeässä roolissa, jotta jo koulutuksen aikana opitaan tietomallipohjainen toimintatapa. (2, s. 86, 98.)

2.3.1 Uusia osaamistarpeita

Tietomallintamisesta on osoitettu olevan merkittäviä hyötyjä ja tämä onkin yleisesti tiedossa. Sen sijaan ongelmana on hyötyjen ja käytäntöjen tarkkaan sisältöön liittyvä tiedon puute. Tietomallintamisen mukana tulee uusia osaamis- ja ammattivaatimuksia. Keskeistä on, että tiedetään, mitä ollaan tilaamassa tai suunnittelemassa. (2, s. 85; 3, s. 27.)

Tietomallien käytön kasvu edellyttää ensisijaisesti tilaajien tietämyksen lisäämistä. Tilaajan tulee osata tilata tietomalli oikein ohjeistettuna. Tilaajan tietämys tietomallintamisesta on avainasemassa hankkeessa onnistumiseksi. Juuri tilaaja määrittelee tietomallin tavoitteet ja käyttötarkoituksen eli sen, mitä mallinnetaan ja miksi. Lisäksi tilaajan tulisi seurata, miten tietomalleja hyödynnetään hankkeessa, jotta tietomallien suunnittelu tehtäisiin kunnolla. Tämä edellyttää sitoutumista sekä valmiutta kokeilla uutta. (2, s. 51-54; 7, s. 10.)

Suunnittelijan tulee hallita mallinnusohjelma tietomalliominaisuuksiin liittyen sekä oman vastuualueensa vaatimukset YTV:stä. Suunnittelijoiden tulee ohjelmistojen käytön lisäksi ymmärtää, mitä tietoa hankkeen muut osapuolet tarvitsevat mallista. Heillä tulisi olla tiedossa ennen hankkeen käynnistämistä mallien käyttötarkoitus ja mallinnustavoitteet, mallien laajuus sekä sisältöön ja yhteiskäyttöön liittyvät vaatimukset. (2, s. 88.)

Ylläpito-osaamisessa haasteena on ollut pitkään mallien tietosisällön hyödyntäminen rakennuksen valmistumisen jälkeen. Tietomallien käyttö ylläpidossa on hyvin vähäistä ja mitään vakiintuneita tapoja ei ole, vaikkakin mahdollisuuksia on. Niissä on potentiaalia parantamaan ylläpitoa, se voisi toimia kolmiulotteisena virtuaalisena huoltokirjana, josta voitaisiin esimerkiksi tarkastaa huoltovälejä ja käyttöohjeita. (2, s. 89.)

Tietomalleja hyödynnetään jo jonkin verran työmailla. Urakoitsijan tulisi osata lukea suunnitelmia ja malleja sekä hyödyntää malleista saatavaa tietoa rakentamiseen ja projektinjohtoon. Urakoitsijan mahdollisuudet vaikuttaa tietomallien hyödyntämiseen riippuvat hankemuodosta. Jos kyseessä on perinteinen kilpailutusurakka, ei malleja siinä vaiheessa ole mahdollista enää muokata työmaan tarpeisiin. Parhaiten urakoitsija voi hyödyntää malleja omaperusteisissa urakoissa sekä allianssi- ja elinkaarihankkeissa. (2, s. 88.)

2.3.2 Tekniset ongelmat

Ongelmia aiheuttaa ohjelmien kankeus: ohjelmistotekniikka tulee hieman perässä. Ohjelmat kuitenkin kehittyvät tällä hetkellä nopeaa vauhtia ja vastaavat uuteen kysyntään. Eri ohjelmistojen tiedonsiirron välillä on eroja, jolloin yhteensopivuus on haasteellista. Voidaan puhua ohjelmistojen välisistä rajapinnoista, joilla tarkoitetaan eri ohjelmistojen välistä yhteensopivuutta. Toisin sanoen, eri ohjelmistoilla on eri tavat ja tekniset kyvyt siirtää ja vastaanottaa tietoa. (2, s. 81; 3, s. 41; 8.)

Lähitulevaisuuden haaste on tiedostojen arkistoitavuus ja lukukelpoisuus sekä päivittäminen ylläpidossa. Kysymyksenä oleva tiedostojen luettavuus tulevilla ohjelmilla on aiheellinen, jos esim. ylläpitomallia halutaan muokata tai päivittää remonttien yhteydessä. Tiedostojen pitkäaikaisesta arkistoinnista ei ole kokemuksia. (3, s. 89.)

Tiedoston muokkaukseen tarvittaisiin natiivimalli eli alkuperäinen 3D-mallitiedosto, josta on tallennettu erikseen ifc-tiedosto. Ifc-tiedostoja voidaan lukea ohjelmistosta riippumatta, mutta natiivimalli tarvitsee juuri alkuperäisen ohjelmiston aukaisua varten. Natiivimallitiedostojen arkistointi ja käyttö aiheuttaa kysymyksiä edelleen. (3, s. 89; 8.)

2.3.3 Yhteistyöhön vaikuttavia tekijöitä

Rakennusalalla on toimijoita, jotka osaavat tietomallintaa, mutta paljon myös niitä, jotka eivät tietomallinna tai tekevät suunnitelmia edelleen kaksiulotteisesti. Yleensä tietomallintamisen aloittaminen on kallis alkuinvestointi ja sen hyödyt

nähtävissä ainoastaan, jos projektin kaikki osapuolet sitoutuvat tietomallintamiseen. Työnjaosta, sisällöstä ja mallinnustarkkuudesta pitää sopia etukäteen, jotta välttään ongelmatilanteilta sekä tiedonkulun katkoksilta. On pulaa osaajista ja tietomallintamiseen pätevän suunnittelijatiimin kokoaminen voi olla hankalaa. (2, s.16-17; 8.)

Koska tietomallintaminen alalla on uutta, ei kaikilla osapuolilla ole samaa käsitystä sen tuomista muutoksista mm. aikatauluihin. Tietomallipohjaiset projektit tuovat muutoksia totuttuihin aikatauluihin, projektin läpivientiin ja vaatimuksiin. Varsinkin ensimmäisessä tietomallihankkeessa aikaa työhön kuluu enemmän. Tilaaja ei välttämättä ymmärrä työmäärän kasvua ja tietomallintamisen tuomaa lisäarvoa, jolloin voi olla eri käsityksiä kustannuksista. Monesti 3D-malli ja tietomalli menevät sekaisin alan osaajiltakin. (2, s. 16; 8.)

Avoimet menetelmät luovat tietoturvariskejä. Se avaa mahdollisuuden tiedon varastamiselle ja viruksille. Tietoturvasta huolehtiminen karsii joitakin hyötyjä, sillä se vähentää joustavuutta. Yritysten välinen kilpailu saattaa johtaa tietomallintamisessa omien tietojen varjeluun, ei suinkaan jakamiseen muiden osapuolien kanssa. (3, s. 89-90.)

Lainsäädäntö tietomallien omistusoikeuteen ja tekijänoikeuteen puuttuvat, jolloin esimerkiksi mallien mukana siirtyvät yritysten kehittämät omat objektit ovat toisten ulottuvilla. Tämä ei saisi olla esteenä tiedon jakamiselle ja pyrkimykselle saada terveellinen ja hyvä lopputulos. Tuotekehityksen toteuttaminen avoimien järjestelmien mukaisesti mahdollistaisi keskittymisen keskinäisestä kilpailusta kehitystyön taitavaan hyödyntämiseen. (2, s. 91; 3, s. 89-91; 8.)

3 TUTKITTAVAT TIETOMALLINNETUT KOHTEET

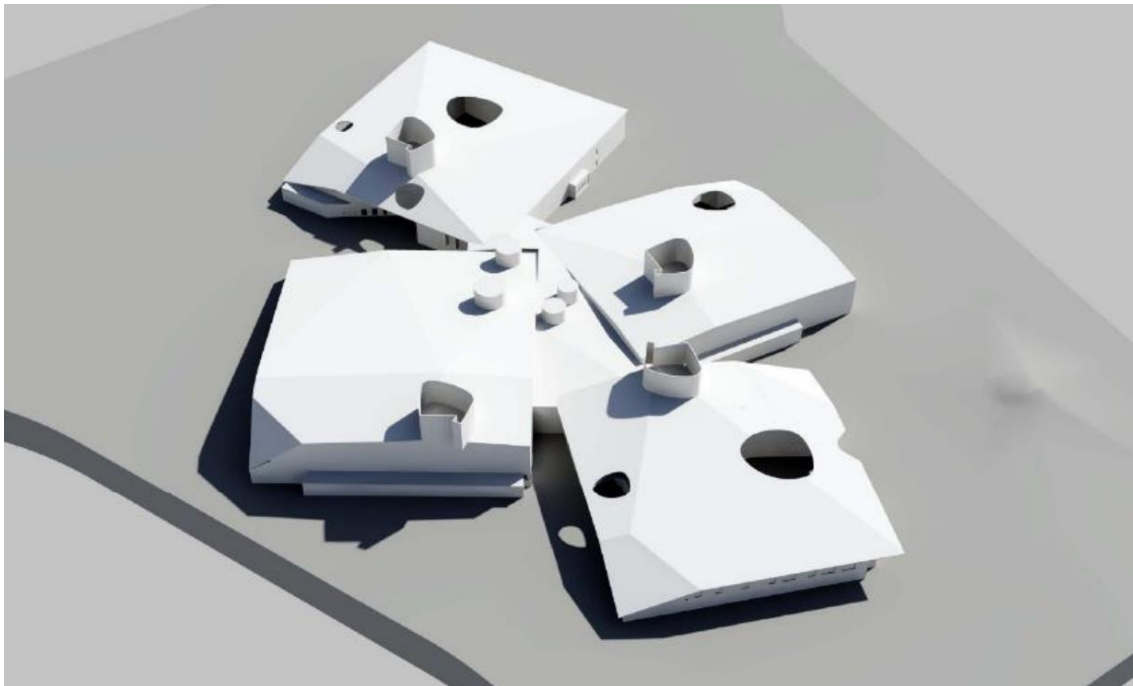
Kastellin ja Hiukkavaaran monitoimitaloista sekä Pudasjärven hirsikampuksesta on laadittu tietomallit, ja ainakin osaa niistä on hyödynnetty ylläpidon käytössä (taulukko 1). Luvuissa 3.1 – 3.3 rakennukset esitellään tarkemmin.

TAULUKKO 1. Taustatietoja kouluhankkeista (9)

	Kastellin monitoimitalo	Hiukkavaaran monitoimitalo	Pudasjärven hirsikampus
Valmistumisvuosi	2014	2017	2016
Paikkakunta	Oulu, Kastelli	Oulu, Hiukkavaara	Pudasjärvi
Pinta-ala (brutto)	22 600 m ²	11 500 m ²	9 778 m ²
Oppilasmäärä	2000	700	800
Hankemuoto	Elinkaari	Allianssi	Elinkaari
Tilaaaja	Oulun kaupunki/ Liikelaitos Oulun Tilakeskus	Liikelaitos Oulun Tilakeskus	Pudasjärven kaupunki
Rakennuttaja	Lemminkäinen PPP Oy	Liikelaitos Oulun Tilakeskus	Pudasjärven kaupunki
Urakoitsija	Lemminkäinen Talo Oy	Lemminkäinen Talo Oy	Lemminkäinen Talo Oy
Talotekniikan urakoitsija	Lemminkäinen talotekniikka Oy Are Oy	Are Oy	Are Oy
Arkkitehtitoimisto	Lahdelma & Mahlamäki Oy	Lukkaroinen Oy	Lukkaroinen Oy
Rakennesuunnittelu	WSP Finland Oy	WSP Finland Oy	Sweco Rakennetekniikka Oy
Talotekniikan suunnittelu	Plan-Air Oy Sweco Talotekniikka Oy	Sweco Talotekniikka Oy	Plan-Air Oy Sweco Talotekniikka Oy FP-ins Oy
BIM-koordinointi	Lemminkäinen Talo Oy	Lukkaroinen Oy	Lemminkäinen Talo Oy
Energiasimulointi	Green Building Partners Oy	Green Building Partners Oy	Green Building Partners Oy

3.1 Kastellin monitoimitalo

Kastellin monitoimitaloon sijoittuvat päiväkotito, peruskoulu, lukio, aikuislukio, kirjasto, auditorio, neljä liikuntasalia ja tilat nuorisotoiminnalle. Koulu on liikuntapainotteinen. Se koostuu neljästä lohokosta (kuva 1), joista jokaisella lohokolla on oma IV-konehuoneensa. Rakennus on pääosin kaksikerroksinen ja perustettu paalutamalla. (6, s.166; 10.)



KUVA 1. Kokonaiskuva Kastellin monitoimitalosta, arkkitehdin tietomalli (11)

Oulun kaupunki järjesti Kastellin monitoimitalosta arkkitehtikilpailun ja rahoituksen rakentamiselle. Kaupunki asetti siis tavoitteet kiinteistön ominaisuuksille. Urakoitsijat määrittivät tarjouksissaan yksityiskohtia, joista valittiin parhaiten so-piva. Lemminkäinen Talo valittiin urakoitsijaksi laatu-hintaperiaatteella, jossa laa-dun painoarvo oli 20 % ja hinnan 80 %. (6, s. 162, 166; 12.)

Nykyisin Lemminkäinen on yhdistynyt YIT:hen. Hankkeen alkuvaiheessa Kastel-lin monitoimitalo päätettiin toteuttaa elinkaarimallilla, mikä tarkoittaa, että urakoit-sija osallistuu koulun suunnitteluun, rakentamiseen sekä ylläpitoon. Ylläpidon

palvelusisällöt oli määritelty tarkkaan sopimukseen. Energiankulutuksen osalta käytetään palkkio tai sanktio -periaatetta. (12.)

Ulkoerhousen materiaaliksi Lemminkäinen ehdotti alkuperäisen puuverhoilun sijaan sementtilevyä, koska sillä on alaisemmat huoltokustannukset (kuva 2). Vastuu-aika on normaalia pidempi ja laajempi ja tilaaja voi erikseen määritellä sopimukseen muita vastuita. Lemminkäinen perusti elinkaarihanketta varten projektityhtiön Lemminkäinen PPP:n hoitamaan kiinteistön ylläpitoa. (6, s. 162, 166, 167.)



KUVA 2. Kastellin monitoimitalon julkisivua (6, s. 160)

Ylläpitovastuu Lemminkäisellä on 25 vuotta eli vuoteen 2039 asti. Lemminkäisellä on vastuullaan järjestää mm. ruokahuolto (kuva 3). Muita Lemminkäisen vastuulla olevia tehtäviä ylläpitojakson aikana ovat siivouspalvelut, ulkoaluehuolto, turvapalvelut, kiinteistön laitteiden huollot ja korjaukset, virastomestaripalvelut, iltakäytön valvonta, kahvilapalvelu ja kilpailutilaisuuksien valvonta. Lemminkäisellä on myös mahdollista vuokrata tiloja iltaisin kouluopetuksen ulkopuolella. (6, s.166; 10.)



KUVA 3. Kastellin koulun ruokala keskusaulassa (6, s. 164)

Tilakeskuksen ei tarvitse huolehtia Kastellin koulun ylläpidosta määräaikana ja sille ei myöskään synny korjausvelkaa tältä ajalta. Vastuut on määritelty sopimuksissa, joita tilanteen mukaan päivittää yhteistyöryhmä. Yhteistyöryhmä, jossa ovat mukana, tilaaja, käyttäjä ja ylläpitäjä, käyvät 2 kk:n välein seurantakokouksissa, joissa käydään läpi mm. energiankulutukset. (6, s.165; 12.)

Jo sopimusvaiheessa on määritelty rakennuksen luovutuskunto ja jäännösarvo. Sopimuskauden aikana tehdään PTS-tarkastuksia (Pitkän tähtäimen suunnitelma) ja PTS-korjauksia vuosittain. Kun sopimuskauden loppu lähenee, suoritetaan katselmus ja määritellään lopulliset korjaukset ja uusimiset. (6, s.165; 12.)

Elinkaarimallissa on kyse KVR-hankkeesta (kokonaisvastuurakentaminen), joka antaa hyvät mahdollisuudet yhteistyöhön ja pitää aikataulun ja kustannukset paremmin hallinnassa. Tilaaja ja urakoitsija yhdessä ratkaisevat tilatehokkuuteen, energiatalouteen ja ylläpitoon liittyviä asioita. Kokonaisvastuu kannustaa huolelliseen suunnitteluun ja rakentamiseen sekä ylläpidon ennakointiin. (11.)

Kohde on toteutettu tietomallipohjaisena hankkeena alusta lähtien, sillä Lemminkäisellä oli aiempaa kokemusta tietomallintamisesta. Kohteessa käytettiin

YTV2012-vaatimuksia, ainoastaan raudoituksia ei mallinnettu. Erityistä etua tietomallintaminen toi koulun monimuotoisen geometrian mallinnukseen ja toteutukseen (kuva 4). Kaikilla osapuolilla oli käytössään referenssimallit, eli toisten suunnittelijoiden tuottamat ifc-mallit. Niiden päivitys oli sovittu tarkasti ja kaikille selvennetty periaatteet tietomalleihin liittyen. (10.)



KUVA 4. Kastellin koulun monipuolista geometriaa (6, s. 162)

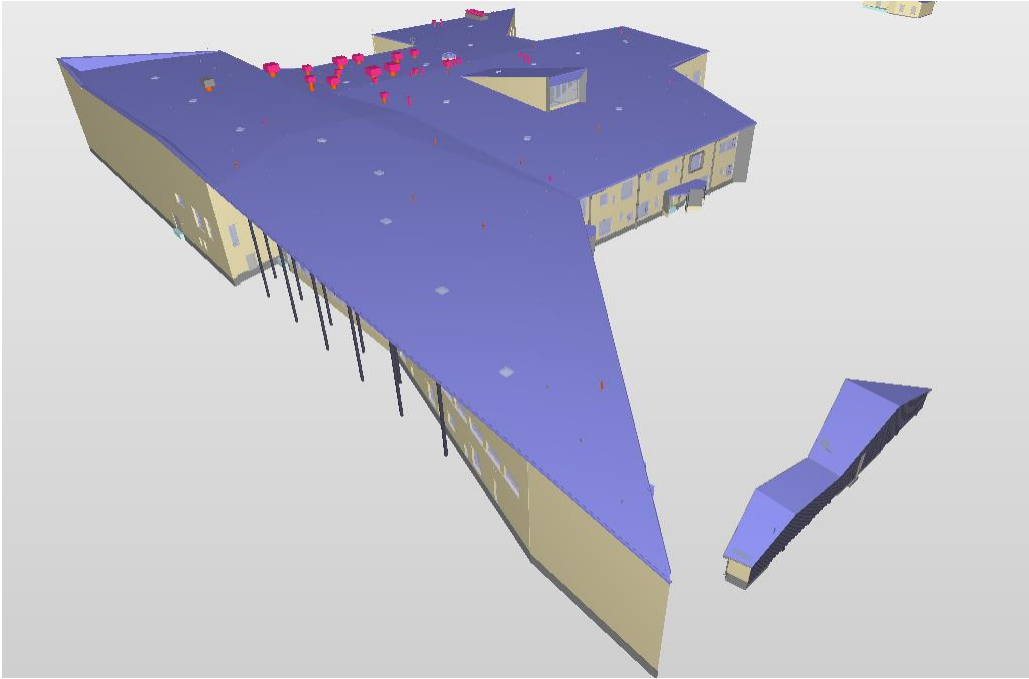
Erityisesti Kastellin monitoimitalon tietomallia käytettiin tuotantoa varten. Eriksseen mallinnettiin kuitenkin Revit-ohjelmistolla malli tarjouslaskentaa ja työsuunnittelua varten. Hyötyä saatiin mm. talotekniikan määrien aikatauluttamiseen ja työn suunnitteluun kuvakaappauksien muodossa. Muutenkin työmaalla mallia käytettiin seuraavien vaiheiden ennakkointiin. Elementtien tuotantosunnittelussa tietomallia käytettiin elementtitilauksien pohjana. Elementtien asennuspaikatkin päädyttiin lopulta mittaamaan tietomallista, sillä piirustuksista niitä oli vaikea tulkitä. (10.)

Hankkeeseen oli palkattu mukaan energiakonsultiksi Green Building Partners, joka on toiminut LEED-konsulttina (Leadership in Energy and Environmental Design) ja vastannut energiasimuloinnista. Koulu saikin gold-tason Leed for schools -sertifikaatin ensimmäisenä pohjoismaissa. Suunnitteluryhmien kanssa on tarkasteltu yli 20 elinkaarilaskentapausta liittyen energiatehokkuuteen. (6, s. 168; 11.)

Ilmastointi ja lämmitys on automatisoitu ja yksilöity, esimerkiksi ilmastointi seuraa hiilidioksidipitoisuuksia ja toimii sen mukaan. Lämmitysjärjestelmä taas ohjautuu sääennusteiden mukaan. Myös muun muassa kylmäsäilytystiloista otetaan talteen lauhdelämmöt. Laitepuolella on ennakoitu mm. energiankulutusta, laitteiden käyttövarmuutta ja huoltoja. 25 vuoden ajalle on suunniteltu laitteiden tarkistuksia tai uusimisia. (6, s. 168; 11.)

3.2 Hiukkavaaran monitoimitalo

Hiukkavaaran monitoimitalo toteutettiin valmiiksi tulevan uuden lähiön asuinalueita palvelevaksi keskuksesi (kuva 5). Alueen kasvua ennakoidaan suunnittele- malla valmiiksi alueen keskustaan palveluita. Alueelle on suunnitelmissa rakentaa vielä ainakin urheilupaikkoja ja liikuntahalli sekä uimahalli. Hiukkavaaran monitoimitaloon sijoittuvat peruskoulu ja esikoulu, lisäksi siellä on tiloja nuorisotoi- minnalle ja oma kirjasto. (13; 14. s. 31; 15.)



KUVA 5. Hiukkavaaratalo, ARK-tietomalli (16)

Hiukkavaaran monitoimitalon tilat ovat käytettävissä kulttuuriin ja liikuntaan, mm. kansalaisopisto toimii koulun tiloissa. Koulu on suunniteltu ja sijoitettu tontille siten, että siihen on myöhemmin mahdollista tehdä laajennus. Alueen kasvu on ennakoitua nopeampaa. Koulu on toteutettu uuden opetussuunnitelman mukaisena; siellä ei ole luokkahuoneita vaan erilaisien ryhmien avoimia oppimistiloja. Halki rakennuksen kulkee aula, jonka päistä pääsee lasisista sisäänkäynneistä sisään (kuva 6). (13; 14. s. 31; 15.)



KUVA 6. Hiukkavaaratalon sisäänkäynti (17)

Hiukkavaaran monitoimitalon tavoitteena on ollut joustavuus ja monikäyttöisyys, kuten myös taloudellisuus, kestävyys ja ekologisuus. Akustiikkaan onkin kiinnitetty erityistä huomiota avoimen oppimisympäristön takia ja sitä on testattu ennen käyttöönottoa (kuva 7). Koulu on liitetty kaukolämpöverkkoon ja katolle on varattu tilaa aurinkopaneeleille. (13.)



KUVA 7. Sisätilojen akustisia ratkaisuja (17)

Hiukkavaaran monitoimitalon hanke toteutettiin IPT-hankkeena (integroitu projektintoteutus) eli allianssina. Allianssihankeessa rakentamisen eri osapuolet sitoutuvat yhteisiin tavoitteisiin ja toimivat avoimesti kohti yhteistä kokonaishyötyä. Tämä toteutui käytännössä kattohinnan avulla; projektille määrättiin kattohinta, jonka alle pyrittiin pääsemään. Kattohinnan ja loppuhinnan väliin jäävä osuus jaettaisiin eri osapuolten kesken, joten hyvillä suorituksilla ansaitaan enemmän. Kohteessa urakoitsijalla on jatkettu 5 vuoden takuu aika normaalin 2 vuoden sijasta. (15.)

Tietomallipohjaisena hankkeena tietomallien tarkastelukokouksia pidettiin kerran kuussa. Tietomallia käytettiin suunnittelun ohjaukseen ja mallien yhteensovittamiseen sekä suunnitelmien tarkastamiseen. Sitä käytettiin myös määrälaskennassa ja kustannusten arviointiin eri vaiheissa. Lisäksi tiloja pystyttiin visualisoida ja käyttäjiä osallistuttamaan. Työmaalla mallia käytettiin työsuunnitteluun, aikataulutukseen, turvallisuussuunnitteluun ja toteuman seurantaan sekä havainnollistamiseen. (14, s. 7, 31, 33, 38, 48.)

3.3 Pudasjärven hirsikampus

Pudasjärven kaupunki päätti rakennuttaa uuden ison koulun hirrestä, sillä vanhoilla kouluilla oli jatkuvia ongelmia sisäilman kanssa. Pudasjärven hirsikampuksella on peruskoulu, yläaste ja lukio. Kuvassa 8 on nähtävissä mallinnus koulusta ympäristössään. Kaupunki edellytti tarjouspyynnössä, että koulu mallinnetaan ja tietomallia hyödynnetään ylläpidossa 25 vuoden aikana. (18; 19.)



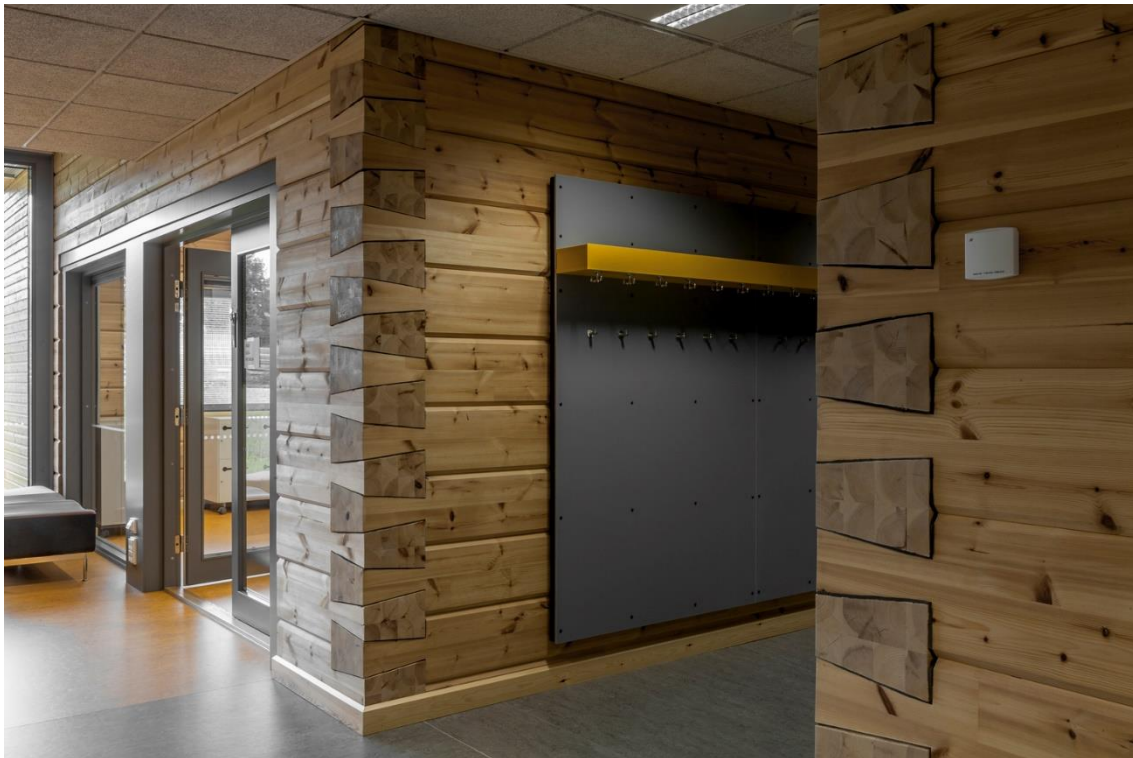
KUVA 8. Pudasjärven hirsikampus (18)

Myös Pudasjärven hirsikampus on toteutettu elinkaarihankkeena ja urakoitsija eli Lemminkäinen on vastuussa huoltojakson ajan vuoteen 2041 asti. Hirret ja ristikot toimitti paikallinen Kontiotuote Oy. Suunnitteluprosessi toteutettiin kokonaan tietomallipohjaisesti. Tietoa on vaihdettu DWG- ja IFC-tiedostoina. Suunnittelu- vaiheessa tietomallien yhteensovituspalavereita on pidetty kahden viikon välein. (18; 19.)

Rakennuksen elinkaari- ja energiasuunnittelun toteutti Green Building Partners Oy. Tietomallia hyödynnettiin energiasimulointien tekemiseen, joista on tehty kar-

keat laskelmat ja vertailut massojen, aukotusten ja tilajakojen perusteella. Energiasimulointien avulla on muodostettu tekninen tavoite suunnitelmista. Sen perusteella on asetettu mittarikohtaiset käyttötavoitteet ylläpidon aikana, joita hyödynnetään ylläpidon energianseurannassa. (18.)

Pudasjärven hirsikampus koostuu neljästä lohkosta, joista yhden runko on paikallavalettua betonia. Rakennuksen jokaisessa osassa on kattolyhtyjä, joiden kautta saadaan valoa rakennuksen sisimpiin osiin. Betonirunkoisessa osassa sijaitsee myös väestönsuoja, jonka osat on mallinnettu tarkasti. Hirren laskeutuminen yhdistettynä betoniosiin edellyttää erityistä tarkkuutta mitoilta ja koroilta, mikä on vaikuttanut suunnitteluun. Hirret on työstetty CNC-koneella (Computerized Numerical Control), jonka toleranssi on +/-3 mm. (Kuva 9.) (18; 19.)



KUVA 9. Hirsisiä yksityiskohtia ja tarkkuutta (20)

Arkkitehtimallissa seinien hirsä ei mallinnettu erikseen, mutta hirsien vaikutus ikkunapaikkoihin huomioitiin. Rakennemallissa oli hirret mallinnettu yksittäisinä ja malli on käyty läpi tehtaan käyttöä varten. Suunnittelussa puurakenteiden tilauk-

set huomioitiin jakamalla hankinnat toimituseriin. Ristikoiden naulalevyt suunniteltiin mallien pohjalta ja yksikerroksisen osan kattolyhtyjä kannattelevat keskipilarit mallinnettiin myös (kuva 10). Talotekniikan läpiviennit suunniteltiin etukäteen, jolloin puurakenteisiin voitiin jo tehtaalla työstää läpivientien tarvitsemat reiät. (18.)



KUVA 10. Kohteen pilarit on mallinnettu kuten myös hirret (20; 21)

Työmaalla malleja käytettiin aktiivisesti asennusalueiden paikannukseen ja asennusjärjestyksen suunnitteluun. Malleista tehtiin suoraan tarkistusmittauksia, asennettavien osien sijaintien tarkistusta sekä ennakkotarkastamista. Talotekniikan malleja on käytetty hankintoihin tuottamalla mallista massaluetteloita. Alkuvaiheessa työmaasta laadittiin aikatauluja ja seurattiin siinä pysymistä. Malleista

pystyttiin hahmottamaan kokonaisuuksia ja havainnollistaa työntekijöille rakennettavaa osaa. Tietomallin avulla tehtiin pistorasiaporaukset seiniin ilman virheporauksia. (18.)

Ylläpidossa mallia käytetään määrälaskennassa, osien paikantamisessa ja työaikamitoituksessa. Ylläpidon henkilöstöä on myös perehdytetty tietomallin avulla. Pedagogisena suunnittelijana hankkeessa toiminut Finpeda Oy on toteuttanut tietomallien pohjalta virtuaalisen 3D-oppimis-/ kouluttamisympäristön omaan sovellukseensa. Sitä on käytetty esittely- ja koulutusympäristönä. Mallia on sovellettu käyttäjälähtöisen sisustuksen, kalustuksen ja teknologian suunnitteluun. (18.)

4 TIETOMALLIEN KÄYTTÖ KIINTEISTÖN YLLÄPIDOSSA

Tietomallien käytöllä ylläpidossa tarkoitetaan tieto- ja yhdistelmämallien hyödyntämismahdollisuuksia rakentamisen jälkeisenä aikana. Käytännössä tietomallien hyödyntäminen ylläpidossa ottaa ensimmäisiä askeliaan (22, s. 2). Luvussa 4.1 määritellään ylläpito ja sen tarpeet, luvussa 4.2 kerrotaan tarkemmin ylläpitomalleista.

4.1 Kiinteistön ylläpito

Kiinteistön ylläpitoon kuuluvaa toimintaa ovat kiinteistönhoito ja kunnossapito. Kiinteistönhoito tarkoittaa säännöllisesti tapahtuvaa toimintaa, jonka avulla ylläpidetään kiinteistön olosuhteet tietyllä tasolla. Näitä ovat kiinteistönhuolto, teknisten järjestelmien hoito, vikojen korjaus, siivous, jätehuolto ja ulkoalueiden hoito. (23.)

Kunnossapitoa on kiinteistön ominaisuuksien säilyttäminen. Se tapahtuu joko uusimalla tai korjaamalla osia, jotka ovat kuluneet tai vioittuneet. Tavoitteena on, että laatuaso pysyy samana tai paranee. Tämä voi liittyä esim. energiatehokkuuteen tai esteettömyyteen, siksi kiinteistön kuntoa ja korjaustarpeita pitää seurata ja selvittää jatkuvasti. Kiinteistöllä on tähän apuna huoltokirja, jossa on käyttö- ja huolto-ohjeet kiinteistökohtaisesti. Se sisältää perustietoja, ylläpito-ohjeita ja -tavoitteita sekä seurantatietoja. (23.)

4.1.1 Ylläpidon tarpeet

Ylläpidon tarpeet jakaantuvat aktiivisiin ja passiivisiin tietoihin. Niistä käytetään myös nimityksiä dynaaminen ja staattinen tieto. Taulukkoon 3 on jaoteltuna nämä ylläpidon tarpeet. Ylläpidon tietomallien tieto on enimmäkseen passiivista. Tällä hetkellä ylläpidon tietomalleissa ei juuri käytetä aktiivista tietoa, joten mallin käyttö rajoittuu tiedonhakuun ja kolmiulotteiseen hahmotukseen. Tarkempia passiivisia tietoja ylläpitomallissa kiinteistönhoidon kannalta ovat esim. tilatiedot, karkeat laitetiedot, järjestelmien vaikutusaluekartat, paikannuspiirroksot tai -kaaviot, konekortit tai toimintakaaviot, järjestelmäkuvaudet jne. (22, s. 18-20.)

TAULUKKO 3. Aktiivinen ja passiivinen tieto (22, s. 18-20)

AKTIIVINEN	PASSIIVINEN
<ul style="list-style-type: none"> • Palvelupyynnöt • Vikailmoitukset ja -hälytykset • Antureiden ja mittareiden tuot- tama tieto 	<ul style="list-style-type: none"> • Tieto tilojen pintamateriaalista ja rakenteista • Huoneiston käyttöohjeet • Huolto-ohjelma • Tarjouspyyntömateriaali

Ylläpidon tiedontarve perustuu sen tavoitteisiin. Lopullisena tavoitteena on aina käyttäjän tyytyväisyys, jonka saavuttamiseksi rakennuksen olosuhteet tulee säätää sopiviksi. Olosuhteet pyritään säätämään hyviksi energia- ja kustannustehokkaasti. (22, s. 18; 24.)

4.1.2 Kunnossapito

Kunnossapito voidaan jakaa ennakoivaan ja korjaavaan (taulukko 4). Ennakoivaa kunnossapitoa ovat esim. tarkastukset, testaamiset ja toimintakunnon kokeilu. Senaatti-kiinteistöissä käytössä on ollut digitaalinen huoltokirja, jossa on määritelty osakohtaisesti huolto ja tarkastusjaksot. Huoltokirjassa on määritelty ennakoivan kunnossapidon tehtävät. Huoltokirjan kautta hoidetaan myös palvelupyynn-
töjä, joihin sisältyvät vikailmoitukset ja kiinteistön palvelut. (22, s. 28.)

TAULUKKO 4. Kunnossapidon jaottelu (22, s. 28)

ENNAKOIVA KUNNOSSAPITO	KORJAAVA KUNNOSSAPITO
<ul style="list-style-type: none"> • tarkastaminen • kuntoon perustuva kunnossapito • määräystenmukaisuuden toteami- nen • testaaminen • toimintakunnon toteaminen 	<ul style="list-style-type: none"> • vian määrittäminen • vian tunnistaminen • vian paikallistaminen • vian korjaus • toimintakunnon palauttaminen

Tarkastettavien laitteiden ja osien pitää tietomallissa olla paikannettuna ja nimettyinä, jotta tietoa voidaan hyödyntää ennakoivaan kunnossapitoon. Sen jälkeen ne on mahdollista tallentaa erilliseen tietokantaan, josta ne ovat eri järjestelmien ja huoltokirjan hyödynnettävissä. Tietomalliin voidaan periaatteessa kirjoittaa myös huolto- ja kunnossapitopaketteja, mutta usein suunnittelijoilla ei ole siihen vaadittavaa tietämystä, joten eri henkilö tekee nämä määrittelyt rakennusaikana. (22, s. 28.)

Korjaavaa kunnossapitoa on käyttökunnan palauttaminen eli korjaaminen. Se voi olla etukäteen suunniteltu korjaus tai vikakorjaus. Kun komponentti hälyttää, tästä siirtyy tieto tietokantaan, josta voidaan lukea hälytyksen sijainti tietomalliin paikantiedon perusteella. (22, s. 29-30.)

4.2 Ylläpidon tietomallit

Tietomallien käytöstä ylläpidossa ei ole mitään vakiintunutta tapaa, niitä on tehty vähän ja ne on räätälöity tilaajan toiveiden mukaan. Mitään yleistä määrittelyä ylläpitomallin tietosisällölle ei siis ole. Yleisten tietomallivaatimusten osassa 12 ”Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana” esitellään enemmän mahdollisuuksia ja vaihtoehtoja kuin vaatimuksia. (25; 26, s. 4.)

Tietomallien käyttö ylläpidossa -aiheesta laaditut ohjeet ja dokumentit käsittelevät asiaa siis yleisellä tasolla. Joka tapauksessa jo pelkkä visuaalinen tietomalli on hyödyllinen ja antaa lisätietoa ja -arvoa tavallisiin piirustuksiin verrattuna.

Tietomallien nykyiset laadintakäytännöt eivät tue ylläpidon tarvitsemia tietoja, sillä mallien laatijoina toimivat suunnittelijat eivät välttämättä ole oikeita tahoja lisäämään niitä. Näitä ovat esim. tiedot huoltopaketeista ja materiaalien käytöstä. Kuvassa 11 on laajemmin ylläpidon tarvitsemia tietoja. (22, s. 2, 35.)

<u>Ylläpidon tarvitsemia tietoja</u>
määrä-, laajuus- ja laatutiedot
hoitoluokat ja pintamateriaalit
eri käyttäjien tilat ja niiden rajapinnat
yhteiskäyttöiset tilat
laitetieto vikailmoituksen tai hälytyksen kohdistamiseen
sijaintitieto vikaantuneen tai hälyttävän kohteen löytämiseen
palvelualue vian vaikutusalueen kartoittamiseen
yksittäiseen tilaan vaikuttavat järjestelmät ja kuormitustekijä
järjestelmätieto vian syy - seuraussuhteiden selvittämiseen

KUVA 11. Ylläpidon tarvitsemia tietoja (22, s. 34)

Rakennuksen käytönaikainen tietomallien hyödyntäminen edellyttää useiden osapuolten yhteistyötä, tietoteknisten ratkaisujen kehittämistä ja niiden toteuttamista käytännössä. Standardoidut käyttöliittymät tietomalleihin ja muihin aktiivista tietoa kerääviin järjestelmiin puuttuvat. Näitä järjestelmiä ovat esim. anturi- ja mittaritietoa keräävät systeemit. Tällä hetkellä on menossa useita projekteja, joissa selvitetään erityisesti teknisiä ja tietoteknisiä ratkaisuja ylläpitomallien hyödyntämiseen. (22, s. 2, 34.)

4.2.1 Ylläpitomalli

Ylläpitomalli voidaan määritellä karkeasti siten, että kolmiulotteisessa tila-avarudessa sijaitsevat käytön ja ylläpidon aikaista huoltoa, käyttöä, kunnossapittoa vaativat rakenteet sekä laitteet. Se koostuu rakennuksen yhdistelmämallista, joka on päivitetty asbuilt- eli toteumamalliksi. Sen vahvuus on visuaalisuus, sillä se on

helposti tulkittavissa, kun taas 2D-piirustukset vaativat rakennuspiirustusten lukutaitoa. Ylläpitomallin avulla voidaan tarkastella rakenteiden sisällä olevia osia, kuitenkin rikkomatta rakenteita. (22, s. 6, 19, 21.)

Ylläpidon tietomallin hyödyntämiseen on nähtävissä ainakin kaksi eri vaihtoehtoa. Ensimmäisenä voidaan ajatella, että ylläpidon tietomalliin sisällytetään kaikki tieto ja malli toimii käyttöliittymänä. Tällöin haittana on yhdistelmämallin suuri koko ja tietomäärä, jota ei jatkuvasti tarvita. Tämän mallin päivittäminen on lisäksi vaikeampaa. (22, s. 20.)

Toinen vaihtoehto olisi käyttää tietomallin lisäksi erillistä tietokantaa, jossa jatkuvasti käytettävää (aktiivista) ja päivitettävää tietoa säilytettäisiin. Aktiivisella tiedolla tarkoitetaan mitattavia ja muuttuvia asioita, kuten antureista saatava mitaustieto. Sekä tietomalli että tietokanta olisivat molemmat yhdistettynä sähköiseen huoltokirjaan. Tämä kuitenkin edellyttäisi yleisiä määrittämiä nimeämiskäytäntöihin ja tiedon lisäämispaikan määrittelyä tarkasti. Näin tieto olisi linkitettävissä mallin rakennusosiin. (22, s. 2, 17, 20-21.)

Täsmällisesti määritellyillä nimeämiskäytännöillä laitteiden paikannus voisi tapahtua helposti tietomallin kautta ja aktiivinen tieto välittyä tietokannasta. Tämä edellyttäisi vähintään paikannuskaaviotiedon sisällyttämistä tietomalliin ja laitteiden yksilöimistä tunnuksilla. Käytännössä tietomallin nimeämiskäytäntöjen tulisi tukea huoltokirjan nimikkeistöä ja virheilmoituksia. (22, s.17, 20-21.)

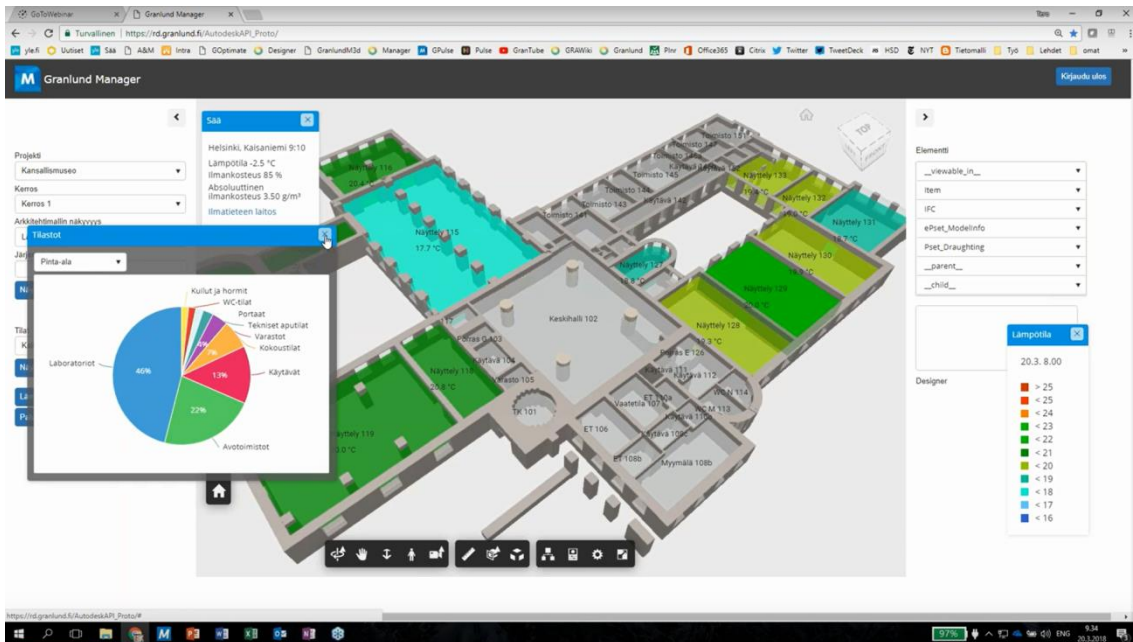
Tietomallien avulla myös etähallinta ja -valvonta voisivat olla mahdollisia. Mallien tulisi olla myös ajantasaisia, jotta ne olisivat luotettavia ja käyttökelpoisia. Siksi kiinteistöillä tulisi olla mallien päivitysohje, jossa kuvattaisiin tehtävät, vastuut ja päivitysajankohdat. (26, s.17.)

4.2.2 Olosuhdemalli

Yhdistettäessä kolmiulotteisia näkymiä ja aktiivista tietoa, eli sensoreita, saadaan olosuhdemalli. Se siis sisältää sekä aktiivista että passiivista tietoa. Se kertoo nimensä mukaisesti näkymän olosuhteista, sen hetkisestä asiointilasta. Sen tarkoitus on tietomallin avulla havainnollistaa kolmiulotteisesti tietyn tilan muuttuvia

suureita. Muuttuvia suureita voivat olla esim. lämpötila, sisäilman laatu ja energi-
ankulutus. Näkymällä tarkoitetaan rajattua kuva-aluetta, jossa nähdään saman-
aikaisesti siihen kohdistuvat aktiiviset tiedot. (22, s. 22-23, 26.)

Tietomalleja hyödyntävä olosuhdemalli on jo melkein olemassa, ilmeisesti läpi-
murto tässä on meneillään; Granlund Oy:llä on kehitteillä järjestelmä, joka osaa
hyödyntää kolmiulotteisen näkymän lähteenä tietomallia (kuva 12). Tässä yhtey-
dessä voidaan puhua rakennuksen digitaalisesta kaksosesta; se tarkoittaa virtu-
aalista rakennusta, jota ”ylläpidetään” eli päivitetään vastaamaan todellisen ra-
kennuksen tilannetta. Sen sisäolosuhteita ja energiankulutuksia voidaan seurata
internetissä. Ohjelman kautta on myös mahdollista jättää palvelupyynnöitä, seu-
rata korjausten toteutusta ja viestiä etävalvomon kanssa. (22, s. 6, 22-25; 27.)



KUVA 12. Virtuaalinen kiinteistö, Granlund Manager (27)

Näkymiä voitaisiin räätälöidä tietyille käyttäjäryhmille, kuten kiinteistönhoidolle ja
käyttäjille. Olemassa olevia toteutuksia olosuhdemallille löytyy lähinnä 2D- ja
2,5D-piirroksista. 2,5D tarkoittaa kallistettua tasokuvaa, jossa voi olla myös sei-
niä. 2D:llä tarkoitetaan tavallisia pohjapiirroksia. (22, s. 6, 22-25.)

Olosuhdemallien käytölle ja ominaisuuksille ole tehty tarkempia yleisiä määritte-
lyitä, tosin esim. Granlund Oy:n tapauksessa he osaavat jo nimetä tarvitsemansa

ominaisuudet. He edellyttävät YTV2012 vaatimuksien mukaan mallinnettuja ifc-malleja, joista löytyvät kerroshierarkia ja tilat sisältäen tilanimen ja -numeron. Näiden lisäksi pitää olla varmuus siitä, että mallit on päivitetty toteumamalleiksi. (27.)

Olosuhdemallin tarvitsemia tietoja ei kannata rakentaa suoraan tietomalliin, koska lisätiedon luominen kasvattaisi mallin kokoa ja vaikeuttaisi sen muokkaamista. Lisäksi ongelmana on rajapinnan eli ohjelmien yhteensopivuuden rakentaminen tietomallin ja dataa tuottavien järjestelmien välille. (22, s. 23.)

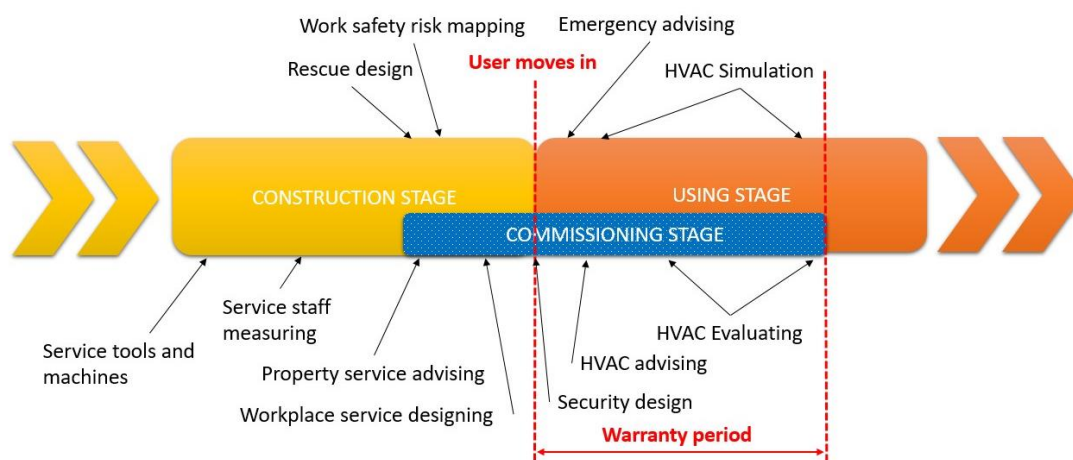
Sama yhteensopiva rajapinta ei toimisi muun tyyppisille järjestelmille, sitä voidaan käyttää rajoitetusti vain samalla tavalla rakentuvien ohjelmien kanssa. Sen sijaan, jos tieto on omassa erillisessä tietokannassa, niin sitä voidaan tietomalliin koskematta muokata ja päivittää. Tällöin ei myöskään tarvittaisi erillistä rajapintaa ohjelmistojen välille, vaan ne voisivat käyttää samaa tietokantaa. (22, s. 23.)

Olosuhdemalli voidaan toteuttaa myös yksinkertaistetulla tietomallilla, joka koostuu tilaelementeistä. Olosuhdemalli edellyttää, että aktiivisilla laitteilla on olemassa paikkatieto ja identiteetti, jotka voidaan lukea tietokantaan. Näin automaatiojärjestelmä osaa yhdistää mittaustiedon oikeaan paikkaan ja laitteeseen. Samalla menetelmällä voidaan mm. yhdistää tiloihin tietoa käyttöasteesta. Tarvittavan tiedon tuottaminen komponentteihin tulee tapahtua suunnitteluvaiheessa. Komponentit tulee nimetä johdonmukaisesti, lisäksi tulee ainakin määritellä paikkatieto, mitattava asia ja tila, johon komponentti kuuluu tai vaikuttaa. (22, s. 23-25.)

Tietomallia voidaan käyttää rakennuksen toteutuneen ja laskennallisen energiankulutuksen vertailuun. Tämä edellyttää, että suunnitteluvaiheessa on tehty energiasimulointeja, jotka on tallennettu lukukelpoiseen tiedostomuotoon. Olosuhdemallissa energiankulutusta voisi myös visualisoida esim. värein. (22, s. 21-22, 27.)

4.2.3 Tietomalli rakennuksen käyttöönotossa

Tietomalleissa on myös eräs tutkimaton mahdollisuus, joka on rakennuksen käyttöönottovaihe. Tältä osin tietomallien soveltuvuutta ei ole juurikaan tutkittu. Kuvassa 13 on keltaisella kuvattu rakentamisen päättymisen sekä oranssilla käytön ja ylläpidon alku. Sinisellä on käyttöönottovaihe, joka alkaa hyvissä ajoin ennen kuin rakennus on valmis ja kestää jonkin aikaa käyttöönoton jälkeen. Kaikissa kuvan nimetyissä nuolien päässä olevissa seikoissa voi tietomallia hyödyntää. (24.)



KUVA 13. Tietomallit käyttöönottovaiheessa (28)

Sininen käyttöönottovaihe sisältää monia paikkoja tietomallien hyödyntämiseen. Näitä ovat rakennusvaiheessa esim. pelastussuunnittelu ja työturvallisuuden riskikartoitus sekä erilaisten palveluiden suunnittelu ja opastus. Takuuajana hyödynnettäviä vaiheita ovat talotekniikalle tehtävät simuloinnit ja mittaukset. Niissä katsotaan, että ilmapirrat ja lämpötilat ovat kohdillaan ja niitä säädetään tarvittaessa. (24.)

Myös erilaisissa opastustilanteissa tietomallia voidaan käyttää hyväksi, kun LVI-tekniikan käyttöä perehdytetään tuleville ylläpitäjille ja käyttäjille. Myös hätätilanteissa toimiminen voidaan mallin avulla havainnollistaa. Kaikissa edellä luetelluissa ja kuvaan nuolilla osoitetuissa vaiheissa on tietomalleja mahdollista hyö-

dyntää. Lisäksi ennen käyttöönottovaihetta tietomallia voi hyödyntää määrittelyissä ja suunnittelussa, kuten esim. huollon työkaluissa ja koneissa sekä huoltohenkilökuntamäärässä. (24.)

4.2.4 Ylläpidon haasteet

Jo aiemmin on todettu, että tietomallien suunnitteluprosessit eivät tue ylläpidon tarpeita. On epäselvää, kuka on oikea taho lisäämään ylläpidon tarvitsemat tiedot malliin, sillä se selvästi poikkeaa suunnittelijoiden normaalista osaamisesta. Joka tapauksessa tietomallit edellyttävät tiedon lisäämistä suunnitteluvaiheessa. Näiden lisäksi on haasteellista saada lopuksi tietomallit, jotka ovat päivitetty toteumamalleiksi. Siitä huolimatta tietomallien käytöstä ollaan kiinteistöalalla kiinnostuneita ja niille voidaan löytää paljon erilaisia käyttötapoja. (22, s.34; 24.)

Haasteet voidaan jakaa viiteen ryhmään. Ensimmäisenä on tietotaidon roolijako; kuka tuottaa malliin ylläpidon tarvitseman tiedon ja missä vaiheessa. Toisena haasteena on tiedon selkeä yksilöinti ja sen löytäminen mallista ilman aikaisempaa mallin tuntemusta. Suunnittelijat kykenevät löytämään tiedon, koska ovat suunnitelleetkin mallin. Ylläpidossa kuitenkin mallin käyttäjien tulisi löytää tieto yhtä vaivattomasti, mikä edellyttää yhtenäisiä käytäntöjä nimeämiseen. (22, s. 34.)

Kolmas haaste liittyy mallien rakenteeseen. Koska tietomalli on rakenteeltaan hankala tiedon varastointipaikka, tulisi harkita toisenlaista rakennetta jossa on erillinen tietokanta. Neljäntenä helpoimpana haasteena on tietomallien käyttömahdollisuus. Se edellyttää tietomallien jakamista projektipankeista tarvitsijoidensa käyttöön. (22, s. 34.)

Viides ja ehkä tärkein haaste on osapuolten välinen yhteistyö. Tässä avaintekijöinä ovat osapuolten tiedonvälitys ja toisten tarpeiden ymmärtäminen. Monesti toisen liiketoimintaa ei tunneta tarpeeksi hyvin rakennuttaja- ja ylläpito-organisaatioiden kesken. Tämä koskee myös suunnittelijoita, joiden tulisi osata sovittaa suunnitelmansa yhteen sekä luoda keskinäiset pelisäännöt tiedonvälitykselle ja

yhteistyölle. Se vaatii projektin johdolta tavoitteellista asian edistämistä. (22, s. 34.)

5 TIETOMALLIKOKEMUKSET YLLÄPIDOSSA

Kokemukset Kastellin ja Hiukkavaaran ja Pudasjärven hirsikampuksen tietomallien käytöstä ylläpidossa koottiin omiksi kokonaisuuksikseen. Luvussa 5.1 käydään läpi haastatteluiden lähtökohdat sekä luvussa 5.2 haastatteluiden tulokset aihealueittain.

5.1 Lähtötilanne

Tutkimus päädyttiin tekemään haastattelemalla, sillä siten on mahdollista saada tarkempaa ja laajempaa tietoa kuin pelkällä sähköisellä kyselyllä. Vastausten laatu on korkeampi, sillä haastattelutilanteessa voidaan paneutua aiheeseen, josta haastateltava erityisesti tietää. Kohteina ovat Kastellin ja Hiukkavaaran monitoimitilat ja Pudasjärven hirsikampus. Haastateltavana oli Oulun tilakeskuksen ja koulujen urakoitsijan henkilöstöä.

Haastateltavat on löydetty tiedustelemalla haastatteluissa lisää henkilöitä, jotka voisivat aiheesta tietää. Ensimmäiset haastattelut saatiin Oulun kaupungin tilakeskuksen henkilöstöltä.

Haastatteluiden rungoksi koostui kysymyslista, jossa oli erityyppisiä kysymyksiä ja aihepiirejä liittyen ylläpitoon ja tietomalleihin. Kysymyslistan kysymykset käytiin läpi tarpeen mukaan ja pois jätettiin kysymykset, joihin ei osattu vastata. Kysymyslistaan on koottu myös kyllä- ja ei-kysymyksiä, joilla on tavoitteena toimia vertailukatsauksena.

5.2 Havainnot ja vastaukset

Haastatteluiden tulokset on koottu teemoittain. Yksi haastattelu oli lähtökohtaisesti laajempi kuin muut haastattelut. Haastatteluiden pituus vaihteli 10 minuutista tuntiin ja eri kohteista oli eri määrä haastateltavia. Koska tarkoitus on kuitenkin keskittyä ylläpidon tietomallien teemoihin enemmän kuin kohteisiin, epätasaiset tulokset voidaan laskea yleisesti aiheen kokemusperäisiksi vastauksiksi.

Haastateltavien suhde kohteeseen oli erilainen riippuen toimijasta, jolle he työskentelivät. Jotkut haastateltavat eivät juurikaan olleet ylläpitomallien kanssa tekemisissä, kun taas urakoitsija oli elinkaarihankkeissa jopa päivittäin tekemisissä kohteiden tietomallien kanssa. Siitä johtuen urakoitsijan vastaukset ovat korostuneessa asemassa. Urakoitsijan asemasta elinkaarihankkeessa johtuen urakoitsijalla on normaalia isompi mitoitus kiinteistönhoidolle, työnjohdolle ja siivouksen työntekijälle, jotta sovitut sisäilmaehdot täyttyvät varmasti.

5.2.1 Tietomallien käyttö nyt

Ylläpidon asiantuntijoiden haastatteluissa kävi ilmi, että tietomallit soveltuvat ylläpidon käyttöön lähinnä materiaalitietopankkina. Hiukkavaaran mallista esim. löytyvät tiedot seinien, lattioiden ja alakattojen tyypeistä pinnoitteista sekä laitteiden valmistustiedot. Mitään aktiivista tietoa tietomallissa ei kuitenkaan ole. (29; 30.)

Haastatteluissa todettiin, että aktiivinen ja ylläpidon tarvitsema tieto puuttuu yleisesti. Näitä ovat olosuhdetiedot, korjaushistoriatiedot, komponenttitiedot ja tarkat pintamateriaalitiedot. Ylläpitomallien käyttö kehittyy kokemuksen kautta, kun opitaan vaatimaan ja lisäämään tarvittavaa tietoa. Pudasjärven ja Kastellin koulujen ylläpidossa ovat aktiivisessa käytössä yhdistelmämalli sekä arkkitehdin natiivimalli. (29.)

Hankkeiden ylläpitovaatimuksiin oli tuleva ylläpitäjä ollut mukana vaikuttamassa jonkin verran riippuen hankemuodosta. Koska kaikki hankkeet ovat julkisen puolen projekteja, ylläpitovaatimuksia on määriteltä jo etukäteen. Niihin liittyvät käytettävyys, olosuhteet, hoitoluokat, sisäilmaluokitukset, lämpötila, hiilidioksidi, energiatavoitteet, rakenneratkaisut, ympäristötavoitteet jne. Ylläpidon tavoitteet on määriteltä yleispiirteittäin esim. Hiukkavaarassa, sillä allianssina sen tavoitteet tarkentuvat hankkeen edetessä. (29; 31.)

Elinkaarihankkeissa tilaaja tekee vaatimukset yhdessä konsultin kanssa, minkä jälkeen tarjoajaverkosto käy tarjouspyynnön läpi ehdotusvaiheessa. Sen jälkeen

lopullinen tarjouspyyntö muokkautuu. Urakoitsija antaa hinnan ja raamin sille, miten aikovat hoitaa kohteen, jotta rakennus pysyy sovituissa teknisessä kunnossa. (29.)

Ohjelmistoja ylläpidon käytössä ovat Tekla, Solibri Viewer ja huoltokirjaohjelmana on Granlund manager. Huoltokirjaohjelma toimii vikailmoituskanavana, joka kohdistuu tilaan. Huoltokirjan kautta on määritelty huollot, tarkastukset ja korjaukset. Huoltokirjaan kirjataan ”hiljaista tietoa” eli myös havainnot merkitään sinne. Tietomalli ja huoltokirja ovat tällä hetkellä erillisiä järjestelmiä. Kaupungilla on käytössään projektipankki Haahtela, lisäksi tietomalleja löytyy SokoPro-projektipankista. (29; 12.)

Teklaa ja Solibria käytetään mallien tarkasteluun kolmiulotteisesti. Haastateltavat kokivat, että nykyisin tietomallien kolmiulotteinen käyttäminen on helppoa. Katseluohjelmat ovat nopeasti kenen tahansa omaksuttavissa. Erityisesti nuorempi ikäpolvi oppii käytön nopeasti, koska on jo tottunut pelaamaan tietokoneella. (29; 30; 31.)

”Varsinkin kun mennään tuohon sukupolveen, joka pikkusen enemmän pelaa kaiken maailman juttuja, eihän se kuin tietokonepeli.” (29.)

Anturi- ja mittariverkostot ovat laajat Kastellin ja Pudasjärven kohteissa, mutta automaatiojärjestelmä ei ole linkitettyä tietomalliin. Antureilla mitataan mm. läsnäoloa, lämpötilaa ja hiilidioksidia. Se on osittain linkitetty huoltokirjaan ja sen kautta voidaan seurata tuloksia ja säätää järjestelmiä. Käytännössä tiedon syöttäminen ja päivittäminen suoraan tietomalliin oli liian raskas operaatio. Kastellissa keittiö ja kiinteistö on mittaroitu erikseen. Sähkö ja lämpö saadaan eroteltua energiankulutuksista hyvin. Hiukkavaaran osalta on lämpötila ja hiilidioksidianturit sekä etäluettavat kosteusmittarit betonissa. (29; 12; 30.)

Toteuma eli suunnittelumallien päivitys rakennusaikana on tehty punakynä-versioilla eli merkitsemällä piirustuksiin poikkeukset. Yhden haastateltavan mukaan se vaatii paljon aikaa ja opastusta rakennushankkeeseen ryhtyvältä, jotta osat ovat fyysisesti edes kymmenen sentin tarkkuudella. (29; 30.)

Erityisesti elinkaarihankkeessa urakoitsija luovuttaa rakennuksen ja sen tietomallit pitkän ajan päästä. Hiukkavaara on erityisen huolellisesti päivitetty toteumaksi, se on eräs parhaimmista malleista johtuen urakoitsijan aikaisemmasta kokemuksesta. Seuraava sitaatti koskee juuri Hiukkavaaraa. Toteumamallit jo itsessään voivat olla hyödyllisiä, koska niiden avulla nähdään mitä alakaton yläpuolella on. Niitä voisi käyttää esim. keväisin pihan kaivojen etsimiseen jään alta. (29; 30.)

”Sinne kyllä tehtiin, voin sanoa, aika hyvä malli. – – Mitä tässä on joitakin kymmeniä pyörinyt, kyllä se on yksi parhaista.” (30.)

Haastattelussa kävi ilmi, että tila-, ilmanvaihto ja sähköistysmuutoksien tullessa tietomalleja päivitetään alkuperäisellä suunnitteluohjelmalla ja sen tekee tilauksesta tässä tapauksessa kohteen alkuperäinen suunnittelija. Kalleudestaan ja vaikeudestaan huolimatta näin varmistetaan mallien luotettavuus. Arkkitehdin nättiivimallia käytetään määrien laskemiseen, sillä yhdistelmämalli on raskas pyörittää tietokoneille. (29.)

Tietomallien käyttö havainnollistamisessa Kastellin ja Pudasjärven kouluissa on tapahtunut palvelukumppaneille ja käyttäjille. Pudasjärvellä myös ennen tarjouksen antamista urakoitsijat pystyivät tutustua kohteen tietomalliin. Myöhemmin Pudasjärven tapauksessa siivouspalvelukumppani on etukäteen perehdytetty ennen kohteessa käymistä tietomallin avulla, jolloin on voitu myös mitoittaa tarkemmin tarjousta työajan osalta. Haastateltavien mielestä tietomalli on tähän oivallinen apuväline. (29.)

”Siivouspalveluliikkeit oli ihmeissään, että miten tämä näin päin lähti, ennen on vain toimitettu tilatiedot Excelillä ja pohjakuvat.” (29.)

Tietomallia on esitelty kiinteistöhoitajille ennen kohteen valmistumista. Tietomalleja käytetään tietokoneilla sekä tableteilla. Kiinteistön ylläpidon työnjohtajilla on käytössä kosketusnäytöt eli tabletit, joissa mallia voi pyörittää työläästi. Todettiin, että ongelmana tableteissa on ohjelmien ja käyttöliittymien huono toimivuus, vaikka tabletit ovatkin tulevaisuuden käyttöliittymiä. (29.)

5.2.2 Simuloinnit

Haastatteluissa kävi ilmi, että jokaisessa kohteessa on tehty simulointeja. Haastatteluissa todettiin, että malleista ei ole mahdollista tehdä suoraan simulointeja, koska sille ei ole ohjelmia. Energiasimuloinnit on tehty erikseen Riuska-ohjelmassa, johon voidaan mallintaa seinät ja rakenteet. Ohjelma ymmärtää kohteen sijainnin ja sijoittelun alueella. Energiasimuloinnit on tehty siksi, että hankkeille on määritelty energiavaatimuksia esim. e-luku. Elinkaarimallissa annetaan lupaus kulutuksista ja halutaan varmistaa lopputuloksen täyttyminen, jotta siitä ei tulisi sanktioita. (29.)

Haastateltavien mukaan energiasimulointeja on hyödynnetty arvioimalla kohteen energiankulutusta ja niiden osuuksia kokonaisuudesta. Yksittäisiä tuloksia verrataan toteutuneisiin kulutuksiin ja sen pohjalta voidaan arvioida laskennan onnistumista ja huomata poikkeavuuksia. Näitä käytetään esim. sähkön, kaukolämmön ja käyttöveden lämmityksen yhteydessä. Energiasimuloinnit toimivat hyvänä apuna, kun katsotaan u-arvoja ja määriä mallista. Sen avulla voidaan arvioida myös tulevaisuuden tiiveyslukua, joka on tärkeä tekijä lämmityksen osalta. (29.)

Haastateltavan mukaan on huomattava, että energiasimulointien mittaus ja todellisuus voivat vaihdella. Poikkeavat kulutukset voivat teoriassa johtua inhimillisistä virheistä. Myös ohjelmassa olevien laitteiden lähtökuormat voivat olla erilaisia kuin nykyisten laitteiden. Pudasjärvelle ja Kastelliin palkattujen energiakonsulttien rooli oli kommentoida laskennallisia kulutuksia vertaamalla niitä samankaltaisiin tiloihin neliö- ja käyttäjäpohjaisesti. (29; 12.)

5.2.3 Tietomallien käyttö tulevaisuudessa

Suunniteltaessa monitoimitaloja tulisi kaupungin henkilöstön haastattelun mukaan ottaa paremmin huomioon käyttöasteen kasvu, sillä Kastellissa koulun oppilasmäärä on kasvanut. Se näkyy pintamateriaalien elinkaaren lyhentymisenä ja huollon ja siivouksen määrän kasvuna. (12.)

Ongelmaksi nykyisellä tavalla viedä hankkeita läpi muutama haastateltava koki liiallisen rakentamisen ehdoilla etenemisen. Prosesseja pitäisi muuttaa tukemaan

enemmän ylläpitoa ja hankkeiden pohjustamiseen tulisi käyttää enemmän aikaa. Hiukkavaarassa on ennakoitu riskipisteet, jolloin tyhjäkäyntiä työmaalle ei pääs-
syt syntymään. Koettiin, että normaalisti Suomessa rakentaminen aloitetaan liian
nopeasti. (29; 31; 32.)

Siivous voitaisiin haastateltavien mielestä soveltaa tietomalliin yhdistämällä
malliin tieto tilojen siivousstatuksesta. Anturi siivouskärryssä voisi lähettää tie-
don, että tila on siivottu. Myös jaksottaiset siivoukset kirjattaisiin tietomalliin, jol-
loin käyttäjä voisi saada tietoa tilojen siivouksen ajankohdista. (29.)

Kiinteistöhoito on tärkeä osa ylläpitoa. Haastateltavat vaativat, että tulevaisuu-
dessa jo mallien tarkasteluvaiheessa on hyvä olla mukana ylläpitoa käytännössä
tunteva ihminen, sillä silloin voidaan varmistaa, että paikat ovat huollettavissa ja
saavutettavissa. Huoltomiehen tarvitsema liikkumatila jää joskus huomioimatta
suunnittelijoilta. (29.)

Haastateltavat visioivat, että huoltomiehen käytössä tietomalli olisi hyödyllinen
historia- ja laitetietojen etsimiseen. Kokonaisuus ilmansuuntineen hahmottuu hel-
pommin. Tarvittaessa voisi laitteen etsiä tietomallista ja avaamaan laitteen tiedot,
esim. IV-koneista voisi nähdä huolto- ja korjaushistorian ja PTS-suunnitelman.
Tietojen pohjalta voisi tarvittaessa tilata uuden osan rikkoutuneen tilalle. Tie-
doissa olisi laitteen vaihtovuosi, josta voitaisiin jopa nähdä takuuajan voimassa-
olo. (29; 12; 32.)

Paikannuksen lisäksi voisi mallista kerätä tietoa ja suunnitella huoltoja. Mallista
voitaisiin tulostaa määräluetteloita budjetointia varten, esim. kaikki huoltoma-
laukset. Luettelosta olisi mahdollista nähdä maalivärit, pinta-alat ja maalauksen
ajankohdan sekä tietomalliin voisi päivittää seuraavan huoltomaalauksen ajan-
kohdan. (29.)

Urakoitsija omistaa elinkaarimallissa kiinteistöt ennen määräaikaista luovutta-
mista. Kastellissa ja Pudasjärvellä on 25:n vuoden ylläpitoaika, joten siihen mah-
tuu muutoksia ja remontteja. Sekä Tilakeskus että urakoitsija aikoo käyttää tieto-
malleja remonttien apuvälineenä, sillä siitä voidaan poimia esim. aluerajaukset ja

laajuustiedot. Olemassa olevat laajat anturiverkostot luovat hyvän edellytyksen käyttäjä tietomalleja kohteissa tulevaisuudessa. (29.)

Tietomallien käyttöliittymästä löytyy nykyisin periaatteessa paikat antureille ja venttiileille. Enää tarvitsisi vain pystyä linkittämään tieto automaatiojärjestelmästä. Todettiin, että tietomalleihin tulisi tehdä olosuhdeosio, johon voisi tuoda aktiivista tietoa. Havainnollistus tapahtuisi väriskaavioin, jotka näyttäisivät tilasta värjäämällä esim. sisäilmaluokituksen täyttymisen. (29.)

Sen avulla voisi tarkastella koko rakennusta, mikä nopeuttaisi ylläpidon reagoimista arvojen huonontuessa. Yksi järjestelmä tälle olisi haastateltavien mielestä ihanteellinen, mutta se toimisi monellakin järjestelmällä, jos saataisiin järjestelmät yhteensopiviksi visuaaliseen näkymään. Tätä varten tarvittaisiin tietoteknistä työtä rajapintojen kanssa. (29.)

Tietomallissa pitäisi pystyä liikkumaan ja esim. napsauttamaan kaiken historian tietystä tilasta näkyviin. Myös käyttäjän tekemät ilmoitukset voisivat näkyä tietomallista, jolloin voitaisiin unohtaa tietynlainen erillinen huoltokirjajärjestelmä. Tiedoista voitaisiin seurata pidemmällä aikavälillä tapahtuneita ilmoituksia ja muutoksia. (29.)

Tulevaisuudessa laitteiden käyttöliittymän tulisi parantua. Tiedon lisäämisen ja siirtämisen tabletin kautta tietomalliin ja nettiin tulisi hoitua helposti ja nopeasti, muuten resurssit ihmisen kautta tapahtuvaan päivitykseen eivät riitä. Haastattelussa annettiin esimerkki tiedon lisäämisestä ja siirtämisestä hiiren toisella painikkeella tapahtuvalla klikkauksella, josta avautuisi valikko lisäämiseen tai siirtämiseen. Tabletin kautta voisivat siirtyä tiedot siivouksesta, käyttäjien ilmoituksista tai kiinteishoidon suorittamista töistä. (29.)

”Taas että miten sinne tiedonsiirron tai lisäyksen saa tehtyä, pitäisi pystyä tekemään vaan normaalisti hiiren oikealla klikkaamalla ’lisää tieto’.” (29.)

Sisäilmaongelmien apuvälineenä tietomallit voisivat olla tulevaisuudessa osa ratkaisua haastateltavien mukaan. Tiloista voitaisiin anturitietojen ja vikailmoitusten perusteella tutkia tilan historiaa ja laajemman alueen historiaa. Voisi myös

analysoida tilojen käyttöastetta, materiaaleja ja lämpötiloja etsien niistä vihjeitä ongelmaan. Kahden haastateltavan mielestä sisäilmaongelmat voisivat toimia impulssina tietomallien laajempaan käyttöön. (29; 12.)

Markkinallisessa merkityksessä haastateltavat näkivät tietomallin tulevaisuudessa toimivan vakuutena kiinteistön ostajalle rakennuksen hyvästä ylläpidosta, kun kiinteistöä ollaan myymässä eteenpäin. Sieltä voisi tarkistaa tehtyjä korjauksia ja ylläpidon suorittamia toimenpiteitä. Voitaisiin jopa nähdä kuinka monta euroa per neliö rakennus kuluttaa. (29.)

Haastatteluissa kävi ilmi, että tietomallin hyödyntämisen rahallista arvoa ylläpidossa on vaikea mitata, mikä tuli esiin kyselyn kysymyksessä 33. Jos kaikki tieto löytyisi samasta paikasta, voitaisiin saavuttaa työaikasäästöjä. Lisäksi määrien laskeminen voisi nopeutua. Ihmisen pitäisi kuitenkin viedä antureita lukuun ottamatta tiedot malliin, mikä toisaalta vie työaikaa mutta siirtää sitä toisaalle käytettäväksi. (29.)

5.2.4 Tietomallin hyödyt ja haitat

Haastateltavien mukaan tähän mennessä tietomallista on hyödytty mm. todellisen siivoustyöajan ja -hinnan tarkentumisena. Mallien avulla nähdään etukäteen esim. lasikaiteet ja ne osataan huomioida laskelmissa. Kiinteistönhoidossa kohteiden paikallistaminen alakattojen yläpuolelta nopeutuu, jos osaa käyttää tietomallia. On paljon hitaampaa etsiä laitteita suunnitelmista, varsinkin jos suunnitelmiin ei olekaan niitä merkattu. Kiinteistöhoitajille on myös havainnollistettu sijainnit, laitteet, varastot, tarkistettavat paikat ja muut silmällä pidettävät asiat. (29.)

Haastateltavat kokivat hyödylliseksi sen, että ihmisille jäävät paremmin mieleen paikan päällä, kun kohteisiin on perehdytty etukäteen tietomallien kautta. Tietomallit ovat jo niin hyviä, että niitä voidaan pitää kuin oikeina rakennuksina. Tietomalleja on näytetty kaikille toimijoille ja käyttäjäkunnalle Pudasjärvellä ja Kastellissa, jotta rakennus tulee heille tutuksi. Erityisesti Kastellissa on huomioitu

huoltomiehen mahdollisuudet saavuttaa huollettava laite. Tätä on voitu tarkastella törmäystarkasteluissa, kun on arvioitu ihmisen tarvitsemaa tilaa kulkuun. (29.)

Huonoja tietomalleista haastateltavien mielestä tekee niiden käytettävyys; mallit eivät toimi tableteilla hyvin. Oikeastaan tableteille ei ole kehitetty hyvin toimivia tietomalliohjelmistoja. Mallien sisällön tunteminen määrälaskentaa varten on eräs huono puoli. Eri malleista otettaessa määrätietoja tulee tietää, mitä niihin on mallinnettu, sillä kaikki suunnittelijat eivät mallinna kaikkea. Malleja tulee siis osata ”käyttää”, sillä esim. rakennemalliin ei rakennesuunnittelija mallinna kevyitä väliseiniä, joten kevyet väliseinät tulee osata etsiä muualta. (29; 30.)

Malleissa käytettävä lohkominen tarkoittaa mallien suunnittelua ja rakentamista palasina. Haastattelussa nostettiin esiin huonona puolena lohkomisessa joskus tuleva tyhjänkäynti työmaalla, kun edellisen lohkon työmiehet olisivat valmiita siirtymään seuraavalle lohkolle, mutta suunnitelmat eivät ole vielä valmiita. Haastateltavan mukaan suunnittelu tulisi siis vaiheistaa ja aikatauluttaa työmaan kanssa. Lohkomisen etuna on kuitenkin eri osien eristäminen toisistaan eri työvaiheissa. (31.)

Riskinä kahden haastateltavan mukaan on monia toimintoja yhdistettäessä ohjelmien liiallinen monimutkaisuus, mikä aiheuttaa ohjelman käyttökelvottomuuden ylläpitotiedon ylläpitämiseen. Muuten tietomallien käyttö ei sinänsä ole vaikeaa, varsinkin, kun nykyisin nuoret ihmiset ovat tottuneet pelaamaan tietokonepelejä. (12; 29; 30.)

Eräässä haastattelussa tuli ilmi tietomalleihin liittyviä negatiivisia puolia. Tietomallien markkinointi voi aiheuttaa pettymyksiä, kun ylläpidon tavoitteet eivät olekaan saavutettavissa. Tällöin jää epävarmuus siitä, mitä on todellisuudessa tehty. Tietomallien käyttömahdollisuuksista ylläpidossa tulisi olla selvät realistiset tavoitteet, jotta ei tule kokemuksia ylimarkkinoinnista. (32.)

5.2.5 Ratkaisemattomat teemat

Kehitystyön rahoituksen puuttuminen on tällä hetkellä tietomallien yleistymistä ylläpidossa eniten hidastava tekijä. Koska tietomalleja on hyödynnetty ja kehitetty tarjous- ja suunnitteluvaiheeseen sekä työmaavaiheeseen, pitäisi niitä hyödyntää ylläpidossakin. (29.)

Haastatteluissa nousi esiin, että yhteiskunnan kiinnostus ja rahallinen panostus eivät tällä hetkellä kohdistu tietomallien kehittämiseen ylläpidon tarpeisiin. Tilaa- ja puolella ylläpidon tietomalleista ei olla valmiita maksamaan, vaikka tahtoa hyödyntää niitä löytyisi. Koettiin, että kiinteistöpuolen rahoitusta karsitaan jatkuvasti, mikä on pois kiinteistön hyväksi tehtävästä toiminnasta. (29; 32.)

Ylläpidon tietojen vieminen tietomalliin on toinen pohtimista vaativa asia. Se, että kenen toimesta tämä tapahtuisi, on perusteltu puheenaihe, sillä siihen ei ole vielä yhtä oikeaa tapaa tai tahoja löydetty. Kysymyskaavakkeessa kysymykseen 45 kerättiin mielipiteitä siitä, kuka on sopiva henkilö lisäämään ylläpidon tarvitsemia tietoja. (29.)

Haastatteluissa tuli ehdotuksia, että tietomallikoordinaattorin kanssa sovittaisiin, mitkä tiedot tulevat malliin, ja koordinaattori huolehtii niiden toteutumisesta. Sen jälkeen esim. sisustussuunnittelija huolehtisi pinnat malliin. Koordinaattorin tuli tässä tapauksessa tietää paljon enemmän ylläpidosta, kuten myös hankkeeseen ryhtyvän. (29.)

Toisessa haastattelussa taas pohdittiin, että ylläpito-organisaatio olisi sopiva taho viemään tietoja järjestelmiin, koska he itse tietävät parhaiten, mitä tarvitsevat. Kolmannessa haastattelussa kerrottiin, että suunnittelijoiden on pakko viedä joka tapauksessa tiedot malliin. Silloin pitäisikin ylläpidon tarvitsemat tiedot olla tiedossa ennen hankkeen aloittamista. Neljännessä haastattelussa ehdotettiin suunnittelijan, kiinteistömanagerin ja urakoitsijan yhteistyössä lisäävän ylläpidon tiedot malliin. Kuvassa 14 on esitetty haastateltavien ehdotukset tiivistettynä. (12; 30; 31.)



KUVA 14. Kysymyksen 45 vastaukset haastatteluista (12; 29; 30; 31)

Haastatteluissa nousi myös esiin kysymys, kuka on oikea henkilö lisäämään tietoa ylläpidon aikana tietomalliin niissä tilanteissa, kun rakennukseen tulee muutoksia. Sen todettiin olevan lähinnä sopimuksellinen kysymys. Tähän mietittiin sopivaksi kiinteistöhoitajaa tai -johtajaa. (29.)

Tilaaajien riittävä tietotaito on kolmas vaatimus tietomallien käytölle ylläpidossa. Kun tietomalli osataan tilata oikein, silloin tietomallia ja sen tietoja pystytään hyödyntämään. Kun ei osata määritellä tarvittavia tietoja, eniten hyödyttäviä tietoja ei malliin tiedetä laittaa. Jos tilaajan ylläpitäjä ei käytä tietomalleja, eivät hekään osaa sanoa, millaisia tietoja tarvitsevat malliin. Tietomallien käytettävyyys ylläpidossa edellyttää, että ylläpito- ja kiinteistöhoitopuoli ovat alusta lähtien mukana hankkeessa ja on tiedossa, mitä ohjelmistoja ylläpito käyttää. (30.)

Tilakeskuksen ylläpidosta vastaavat henkilöt kokivat, että tieto ei kulje heidän suuntaansa tarpeeksi hyvin. Oli myös epävarmuutta 3D-mallien olemassaolosta, sillä niitä ei käytetä aktiivisesti. Rakennuksen käyttöönottoon ja luovutukseen liittyvät asiat tehdään hyvin perinteisin menetelmin. (12; 32.)

Oulun tilakeskuksen ylläpitopuolen henkilöstö ei juurikaan ole ollut tekemisissä tietomallien kanssa, sillä ylläpitopalvelut ostetaan ylläpito-organisaatioilta. Käytännössä lähinnä ylläpidon organisaatiot käyttävät tietomalleja ja siksi ylläpitomalleja ei juuri tunneta kiinteistönjohdossa. (32.)

Tietomallien käyttämättömyys johtunee nykyisten ohjelmistojen rajoista ja niiden uusimisen hankaluudesta julkisella puolella. Haastattelussa tulikin ilmi, että Oulun tilakeskukselle tarvittaisiin pilottihanke, jossa voitaisiin testata muutosten läpiviemistä ja niiden vaatimia toimenpiteitä. Ilmeisesti myös henkilöiden tehtäväalueiden vaihtuvuus aiheutti tietokatkoksia, jonka jälkeen asioista ei saatu enää tietoa. (12. 32.)

6 YHTEENVETO

Tietomallikoordinaattori tekee itsensä ennen pitkää tarpeettomaksi mallien yhdistelijänä ja tarkastajana, kun rakennusalan tietomallitaidot kehittyvät. Tällöin koordinaattorin tehtäviä voivat muutkin osapuolet hoitaa. Haastattelussa esiin tullut ajatus koordinaattorista ylläpidon tietojen sisällyttämisen valvojana herätti pohtimaan, että koordinaattori voisikin myöhemmin olla henkilö, joka on perehtynyt ylläpidon erityistarpeisiin ja osaisi määrittellä sopivat kanavat ja tavat toteuttaa ylläpitomalli.

Koordinaattori on yhteistyössä tilaajan kanssa joka tapauksessa ja tietomallien asiantuntija, joten se voisi olla luonteva roolinmuutos, vaikka vaatisikin perehtymistä ylläpitoon. Tietomallien ja ylläpidon välillä on aukko, johon kaivataan tekijää.

Toisaalta haastatteluissa nousi esiin tapa hoitaa asioita projekteissa. Ylläpitopuolella koetaan, että rakennushankkeet menevät liikaa rakentamisen ehdoilla monin paikoin. Haasteet ylläpitomallien tekemisessä tuntuvat olevan moniulotteisia. Vaikuttaisi siltä, että ongelmat vaativat prosessimuutoksia, jotta ylläpito voidaan huomioida luontevasti rakennushankkeen edetessä. Se olisi lisätutkimisen arvoinen aihe.

Tällä hetkellä tilaajien tietämys varsinkin ylläpidon käyttöön tulevista tietomalleista on hataralla pohjalla, vaikka juuri tilaajan tulee osata määrittää ehdot. Aiheesta on ympäripyöreitä ohjeita, jotka eivät yksityiskohtaisesti määrittele, millaisia asioita käytännössä tietomalliin tulee sisällyttää ylläpitoa varten. Tietojen käyttöä ja lisäämistä on testattu yksittäisissä projekteissa, mikä ei kuitenkaan hyödytä suurempaa tilaajajoukkoa yksilöllisyytensä vuoksi.

Selvästi on siis tarvetta standardisoida ylläpitoon lisättäviä tietoja. Olisi hyvä, jos julkaistaisiin edes vähimmäisvaatimusohje tietomallille ylläpitoa ajatellen. Siinä voisi olla erilaisia tasoja ylläpitovaatimuksille. Esimerkiksi alin taso voisi määrittää ylläpitomallin passiivisten tietojen lisäämispaikat ja nimeämiset. Seuraavia tasoja voitaisiin lisätä sitä mukaa, kun teknisiä mahdollisuuksia tulee.

Yhdestä haastattelusta tuli ehdotus, että kannattaisi perehtyä kauppaketjujen ja sairaaloiden ylläpitojärjestelmiin, sillä siellä on todennäköisesti viety anturointi ja energiankulutuksen seuraaminen pidemmälle. Se voisi siis olla jatkotutkimuksen kohteena ja sieltä voisi löytyä lisää vastauksia tähänkin aiheeseen.

7 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli selvittää tietomallien käyttöä ylläpidossa Kastellin ja Hiukavaaran monitoimitaloissa sekä Pudasjärven hirsikampuksella. Tulokset kerättiin haastattelemalla Liikelaitos Oulun tilakeskuksen henkilöstöä sekä ylläpito-organisaatiota. Aihe alun perin piti sisällään myös muut vaiheet rakennuksen elinkaaresta. Työ päädyttiin rajaamaan ylläpitoon, sillä se oli tilaajaa kiinnostava aihe ja samalla se oli myös vähän tutkittu aihealue. Aihe on samalla hyvin ajankohtainen, mutta myös avoin. Ylläpidon tietomalleista on vasta viime aikoina ruvettu puhumaan laajemmassa mittakaavassa.

Aiheesta oli vaikea löytää yksityiskohtaisia ja kattavia lähteitä sen vuoksi, että ylläpitomallien käyttö ei ole vakiintunut ja standardia malleille ei ole. Toisaalta ylläpito on rakennuksen elinkaaren loppupäässä, joten tietomallikäytännöt luonnollisesti siirtyvät sinne viiveellä verrattuna esimerkiksi suunnitteluun ja toteutukseen.

Haastateltavia minulla oli suhteellisen vähän, minkä selittää se, että vain harvat ihmiset tietävät juuri tästä aiheesta. Tuloksissa käydyistä vastauksista suuri osa on mielipiteitä, joten absoluuttista vastausta ei aiheeseen olekaan. Siksi en näe ongelmaksi pientä otantaa. Käytännössä vain yksi haastattelu oli perusteellinen ja antoi paljon tietoa. Pitää siis muistaa, että osaa aineistosta ei ole voitu koetella ja vertailla muuhun materiaaliin.

Kysymyslistassa osa kysymyksistä oli huonoja, mikä johtui omasta kokemattomuudestani. Mahdolliset ristiriidat kysymystuloksissa viittasivat siihen, että kaikkia kysymyksiä ei ymmärretty oikein tai asiasta ei ollut varmaa tietoa. Lisäksi kysymysten määrää olisi voinut karsia. Hankkeen alkuvaihetta koskevat kysymykset koettiin vääränlaisiksi, sillä kyseessä oli elinkaarihankkeita ja allianssihanke.

Haastatteluissa tuli esille se, että jo suunnitteluvaiheessa tietomallin käyttötarkoitus ylläpidossa ohjelmineen pitää olla tiedossa. Tämä edellyttää tilaajan perehtyneisyyttä ylläpitoon ja kykyä määritellä tarkoin tarvittavat tiedot, mikä on vielä toistaiseksi saavuttamaton tavoite.

Sopivaksi henkilöksi lisäämään tietoja ylläpitomalliin ehdotettiin eri haastateltavilta lähes kaikkia hankkeen osapuolia. Vaikuttaisi siltä, että kukaan ei halua ottaa omalle vastuulle tietojen lisäämistä. Se saattaisi kertoa siitä, että ei ole tahoa, jonka osaaminen olisi tarpeeksi monipuolinen tähän tehtävään.

Tietomallien tuottaminen ylläpidon tarpeisiin vaatisi enemmän poikkiammatillista osaamista hankkeen eri osapuolilta ja perehtymistä toisen osapuolen tarpeisiin. Osaamistyhjiöitä ja yhteistyöpuutteita on eri osapuolten välillä. Suunnittelija joutune joka tapauksessa lisäämään tiedot malliin, mutta ei kykene ammatillisesti sitä itsenäisesti tekemään.

Haastatteluista kävi selvästi ilmi, mitä tietomalleilta halutaan ylläpitoon. Itse asiassa siitä on selkeä visio monilla haastateltavilla, mutta käytännössä sellainen ylläpitokäyttö ei vielä onnistu. Haaveissa olisi esimerkiksi nopea ja helppokäyttöinen järjestelmä, jota voisi käyttää kosketusnäytöllä eli tabletilla. Käyttöliittymä olisi kolmiulotteinen ja sen kautta olisi löydettävissä kaikki mahdollinen tieto. Se sisältäisi anturit ja niistä saatavan mittauksien sekä historiatietoa. Sen kautta voitaisiin hoitaa palvelupyynnöt, kuittaukset ja merkinnät.

Haastatteluissa esiin tulleita haasteita tietomallien käytölle oli sujuvien ja toimivien käyttöliittymien olemattomuus tablettikäyttöön. Yhden järjestelmän saavuttamiseksi pitäisi eri järjestelmien välille rakentaa rajapintoja. Jotta tietomalleja voisi käyttää ylläpidossa, pitäisi olla standardi tiedon syöttämiselle ja käytölle, mikä taas vaatisi kehitystyötä ja rahallista panostusta.

Tutkimus on luonteeltaan vanheneva, sillä tietomallien suhteen kehitys on nopeaa. Joka tapauksessa sitä voidaan pitää paikallisena otoksena siitä, millä tasolla tietomallien hyödyntäminen on ylläpidossa. Siitä on löydettävissä myös käsitys, millaisia tietomallien käyttöliittymiä ylläpitopuolelle halutaan. Opinnäytetyö toimii myös perustietopakettina tietomallintamisesta. Se vastaa johdannossa asetettuihin tavoitteisiinsa suurimmalta osin. Johdannon tavoitteiden lisäksi paljastui kokonaiskuva ylläpidon ja tietomallien suhteesta, mikä sisältää selviä kehityskohteita.

LÄHTEET

1. Penttilä, Hannu – Nissinen, Sampsa – Niemioja, Seppo 2006. Tuotemallintaminen arkkitehtisuunnittelussa. Tampere: Rakennustieto Oy.
2. Jäväjä, Päivi – Lehtoviita, Timo 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Pieksämäki: Rakennustieto Oy.
3. Hietanen, Jiri 2005. Tietomallit ja rakennusten suunnittelu. Tampere: Rakennustieto Oy.
4. Jäväjä, Päivi – Lehtoviita, Timo 2017. Tietomallien käytön nykytilanne ja tulevaisuus. Rakentajain kalenteri 2017. Viro: Rakennustieto Oy.
5. Kerosuo, Hannele – Paavola, Sami 2017. Tietomallikoordinaattorin rooli, tehtävät ja jännitteet rakennushankkeissa. Rakentajain kalenteri 2017. Viro: Rakennustieto Oy.
6. Agarth, Pekka 2014. Kastellin monitoimitalo Ouluun kumppanuussopimuksella. Projektituutiset, vol 6, nro 4. S. 160-169. Saatavissa: <http://www.projektuutiset.fi/lehti/pu/projektuutiset-04-2014/html5/index.html>. Hakupäivä 13.3.2018.
7. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 6. Laadunvarmistus, BuildingSMART Finland. Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/8>. Hakupäivä 9.1.2018.
8. Tietomallintamisen (BIM) käyttö Suomessa. 2013. Avoimet vastaukset. Rakennustietosäätiö RTS. Saatavissa: https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/tutkimus- ja kehittamistoimita/6JKJJeMCJ/BIM_avoimet_vastaukset.pdf. Hakupäivä 15.1.2018.
9. Rakennusfakta. Nettisivu. Saatavissa: <https://www.rakennusfakta.fi/>. Hakupäivä 17.5.2018. Hakusanat: Kastellin monitoimitalo, Hiukkavaaran monitoimitalo, Pudasjärven hirsikampus.

10. Tietomallipohjaista yhteistyötä elinkaarihankkeessa. Tekla. Saatavissa: https://www.tekla.com/sites/default/files/media/finland/case_kastelli_web.pdf. Hakupäivä 13.3.2018.
11. Kastellin monitoimitalo elinkaarihanke. 2017. Diaesitys. Lemminkäinen. Saatavissa: <http://lci.fi/wp-content/uploads/2016/05/KMT-Elinkaarihanke.pdf>. Hakupäivä 13.3.2018.
12. Kurkinen, Mika 2018. Kunnossapitopäällikkö, Liikelaitos Oulun Tilakeskus. Haastattelu 5.4.2018.
13. Puuperä, Pasi. 2017. Hiukkavaaran monitoimitalo. Projektuutiset. Saatavissa: <http://www.projektuutiset.fi/hiukkavaaran-monitoimitalo/>. Hakupäivä 13.3.2018.
14. Södö, Teemu 2017. Allianssihanke: Case Hiukkavaaran monitoimitalo. Opinnäytetyö. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, teknologia liiketoiminnan tutkimusohjelma, Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto. Saatavissa: <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/124291/Sodo%20Teemu.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Hakupäivä 13.3.2018.
15. Huhtala, Mika 2017. Allianssirakentaminen Case Hiukkavaaran monitoimitalo. Diaesitys. Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentamisen/Rakentamisen_ohjaus/Fiksun_julkisen_rakentamisen_kuntakiertu\(44490\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentamisen/Rakentamisen_ohjaus/Fiksun_julkisen_rakentamisen_kuntakiertu(44490)). Hakupäivä 20.3.2018.
16. Hiukkavaaran monitoimitalo. Yhdistelmämalli, ifc-tiedosto. Saatu Oulun tilakeskukselta Juha Kaisanlahdelta 2018.
17. Koulut, päiväkodit ja työympäristöt. 2017. Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy. Facebook-sivu. Saatavissa: https://www.facebook.com/pg/Arkkitehtitoimisto-Lukkaroinen-Oy-930949613691319/photos/?ref=page_internal (saattaa tarvita kirjautumisen). Hakupäivä 21.3.2018.

18. Pudasjärven hirsikampus. Tekla. Saatavissa: <https://www.tekla.com/fi/bim-awards/pudasjarven-hirsikampus>. Hakupäivä 13.3.2018.
19. Aatsalo, Johanna 2016. Pudasjärven hirsikoulu on ylpeästi maailman suurin. Rakennuslehti. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2016/08/pudasjarven-hirsikoulu-on-ylpeasti-maailman-suurin/>. Hakupäivä 13.3.2018.
20. The Purity of Expressive Timber Structure Celebrated in Finland's Pudasjärvi Campus. 2017. Archdaily. Saatavissa: <https://www.archdaily.com/871586/the-purity-of-expressive-timber-structure-celebrated-in-finlands-pudasjarvi-campus>. Hakupäivä 28.3.2018.
21. Pudasjärven hirsikampus. Yhdistelmämalli, Ifc-tiedosto. Saatu YIT Oyj:ltä Jussi Koskelaiselta 6.2.2018.
22. Halmetoja, Esa 2016. Tietomallit ylläpidossa. Raportti. Saatavissa: https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit_yllapidossa.pdf. Hakupäivä 24.3.2018.
23. Kiinteistöjen ylläpito ja korjaaminen. 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Kiinteiston_yllapito_ja_korjaaminen. Hakupäivä 28.3.2018.
24. Halmetoja, Esa 2018. Erityisasiantuntija, ylläpidon digitalisaatio, Senaatti-kiinteistöt. Haastattelu 26.3.2018.
25. Halmetoja, Esa 2018. VS: Tietomallintaminen ylläpidossa. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Kaisa Lehtinen. 20.3.2018.
26. Yleiset tietomallivaatimukset. 2012. Osa 12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. BuildingSMART Finland. Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/8>. Hakupäivä 24.3.2018.
27. Virtuaalinen kiinteistö: Tietomallit mukaan kiinteistön ylläpitoon. 2018. Granlund Oy. Webinaari, 21.3.2018. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=zZWfi8k9wps>. Hakupäivä 27.3.2018.

28. Halmetoja, Esa 2018. Tietomalli käyttöönottovaiheessa. Kuva.
29. Sormunen, Ville 2018. Kiinteistömanageri, ylläpidon erityisasiantuntija, YIT. Puhelinhaastattelu 18.4.2018.
30. Koskelainen, Jussi 2018. Kunnossapitopäällikkö, YIT. Haastattelu 9.4.2018.
31. Kaisanlahti, Juha 2018. Hankepäällikkö, Liikelaitos Oulun Tilakeskus. Haastattelu 17.4.2018.
32. Junnikkala, Eerik – Palola, Markku 2018. Kiinteistömanagereita, Liikelaitos Oulun Tilakeskus. Haastattelu 5.4.2018.

Tietomallikokemukset ylläpidosta

Haastateltava: _____

Kohde: _____

Päivämäärä ja aika: _____

Haastattelun saa nauhoittaa: _____

HANKESUUNNITTELU

KYLLÄ / EI

1. Määriteltiinkö hankkeelle alun perin tavoitteita ylläpitoa varten? EI: Tuliko niitä myöhemmin mukaan? Missä vaiheessa? Kenen aloitteesta? Mitä? KYLLÄ: Millaisia tavoitteita?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Oliko tuleva ylläpitäjä alusta lähtien mukana vaikuttamassa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Oliko kohteessa ylläpidolle erityisiä vaatimuksia, jotka otettiin huomioon? Mitä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Onko joitakin asioita, joita pitäisi paremmin huomioida ennen suunnittelun aloitusta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SUUNNITTELU/ RAKENTAMINEN

KYLLÄ / EI

5. Onko ylläpitomallit päivitetty toteumamalleiksi? EI: Onko tietoa miksi ei?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Lisättiinkö malleihin tietoa ylläpitoa varten? Millaista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Millaista tietoa malleissa olisi tarpeellista olla? (esim. Huolto, siivous... jne.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Onko tietomalliselostuksissa poikkeuksia, mitä pitää muistaa mallia tarkasteltaessa? KYLLÄ: Millaisia? Miten ne vaikuttavat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Onko malleista tehty energiasimulointeja? KYLLÄ: Mitä simuloinneilla on haettu? EI: Onko energialaskentaa tehty toisella tapaa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NYKYTILANNE

KYLLÄ / EI

10. Onko ylläpidossa käytössä natiivimallia? Onko sitä tarvittu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Mitä tehtäviä ylläpidossa / kiinteistönhoidossa voisi helpottaa 3D-tietomallin avulla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Voidaanko käytettävään 3D-malliin luottaa? (ajantasaisuus) KYLLÄ: Kuinka muutosten päivitys tehdään? EI: Miksi? Mikä aiheuttajana?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Onko tietomallia käytetty / hyödynnetty ylläpidossa? EI: Syitä? Miten tietomalli voisi olla hyödyllinen ylläpidon tarpeisiin? Miten tietomallia tulisi muuttaa tai parantaa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

KÄYTTÖÖNOTTOVAIHE	KYLLÄ / EI
14. Onko tietomallia on hyödynnetty rakennuksen käyttöönottoaiheessa? KYLLÄ: Miten? EI: Oletko kuullut ajatuksesta aiemmin?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
15. Onko malleja hyödynnetty etukäteismäärittelyihin esim. Huollon työkaluja ja koneita (kuten harjakoneen vaatima kulkuleveys, hissien kantokyky...) EI: Onko myöhemmin tullut tarvetta tutkia tietomallia ylläpidon tarpeisiin? KYLLÄ: Mihin kaikkeen malleja on tässä mielessä hyödynnetty?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
16. Onko malleja käytetty ylläpidon opastukseen? (laitteet, säätönapit jne...) EI: Miten opastus tapahtuu nykyisellään? Voisiko tietomallista löytyä hyötyjä tähän? KYLLÄ: Mitä eroja verrattuna tavanomaiseen opastukseen?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TIETOMALLIEN KÄYTTÖ YLLÄPIDOSSA	KYLLÄ / EI
17. Onko tietomalli sellaisenaan ollut käyttökelpoinen ylläpidolle? EI: Syitä? Millaisia muutoksia vaatisi? KYLLÄ: Mihin tarkoitukseen? Miten tietomallia käytetään?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
18. Millaisia muutoksia tietomallille on ollut tarpeen tehdä? (tiedostomuoto, karsinta...)	
19. Onko tietomalliin yhdistetty muita tietokantoja tai järjestelmiä? (esim. Huoltokirjaa...) KYLLÄ: Mitä? Kuinka?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
20. Minkälaista tietoa tietomallista on haettu? Onko tarvittu tieto löydetty?	
21. Millaista tietoa malleista saadaan?	
22. Onko rakennuksiin asennettu mittareita tai antureita? KYLLÄ: Miten seuranta tapahtuu? Onko mittaustieto linkitetty johonkin? EI: Miten tietoa kuluista / sisäoloista saadaan? (käyttäjiltä, miten?)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
23. Hyödynnetäänkö kohteissa sähköistä huoltokirjaa linkitettynä muihin järjestelmiin? KYLLÄ: Mitä tietoa on linkitetty? EI: Miksi? Onko jokin estänyt hyödyntämisen?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
OHJELMISTOT	KYLLÄ / EI
24. Millä ohjelmilla ylläpidon järjestelmiä käytetään? Onko tietomalli yhteensopiva?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
25. Millaisilla käyttöliittymillä järjestelmää käytetään?	
26. Millaiset käyttäjäryhmät käyttävät tietomallia? Miten?	
27. Onko ohjelmistojen kanssa ollut ongelmia? Millaisia? Mitkä ovat niiden toiminnan edellytykset?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
HYÖDYT JA HAITAT (RUUSUT JA RISUT)	KYLLÄ / EI
28. Onko tietomallin avulla saavutettu hyötyjä?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

KYLLÄ: Millaisia? EI: Miksi?		
29. Helpottaako tietomalli työntekoa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. Onko tietomallin käyttäminen vaikeaa tai monimutkaista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
KYLLÄ: Miten se voisi olla helpompaa? EI: Mikä tekee käytöstä helppoa?		
31. Miten tietomallin käyttöä voisi kehittää? Onko parannettavaa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. Miten tietomallin käyttö vaikuttaa työhön kuluvaan aikaan? (lisääkö, vähentää...)		
33. Onko tietomallin käyttö rahallisesti kannattavaa suhteessa hyötyyn?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34. Mikä tietomallissa on huonoa ja haittaa sen käytettävyyttä?		
ERITYISPIIRTEISTÄ	KYLLÄ / EI	
35. Onko energiasimulointeja on hyödynnetty?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36. Onko energiasimulointeja on hyödynnetty kulutuksen seurantaan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EI: Onko niitä käytetty johonkin muuhun? KYLLÄ: Mitä kulutuksia seurataan? Miten? Onko muita käyttökohteita?		
37. Onko mallia käytetty huoltokirjan alustana?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
KYLLÄ: Miten? EI: Miksi?		
38. Millä tavalla huoltohistoria ja vikailmoitukset toimivat?		
39. Voidaanko mallia käyttää vikojen etsimiseen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40. Onko mallia hyödynnetty siivoukseen? (tilojen siivousstatus, -ohjeet...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
KYLLÄ: Miten käytännössä toteutus? EI: Miten toteutetaan tällä hetkellä?		
TULEVAISUUS	KYLLÄ / EI	
41. Aiotaanko tietomalleja käyttää remontteja/muutoksia varten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
KYLLÄ: Miten siihen on varauduttu? EI: Mikä rooli tietomallilla on tulevaisuudessa?		
42. Miten mallien päivittäminen hoidetaan? (ohjelmat, henkilöt...)		
43. Onko malleja ajateltu kehittää ylläpitoa varten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
KYLLÄ: Mitä on ajateltu kehittää? Mikä tökkii? EI: Onko malleille suunniteltu käyttöä tulevaisuuteen?		

IDEAT**KYLLÄ / EI**

44. Mihin tarkoitukseen haluaisit käyttää tietomallia?

45. Kuka olisi hyvä henkilö viemään kiinteistönhoidon tarvitsemia tietoja malliin?

46. Kenen työkaluilla tiedot laitettaisiin?

Koulukohtaiset kysymykset**HIUKKAVAARAN MONITOIMITALO****KYLLÄ / EI**

Akustiikkaan on kiinnitetty erityistä huomiota.

→ Onko tietomallia käytetty akustiikkasimulointiin tai -suunnitteluun?

Kyllä: Mikä taho on hoitanut kohteen energiasimuloinnin?

Mitä hyötyä siitä on ollut?

Käyttäjää on osallistettu suunnitteluun.

→ Kuinka tämä on tapahtunut ja mihin asioihin käyttäjät ovat saaneet vaikuttaa?

Kuka on hoitanut kohteen BIM-koordinoinnin?

KASTELLIN MONITOIMITALO**KYLLÄ / EI**

Projektiin palkattu erikseen energiakonsultti. (lähde: projektiutiset)

→ Mitä hyötyä saavutettiin?

→ Miten vaikutti tulevaan energiankulutukseen ja ylläpitoon?

→ Onko tietomalli tässä käytössä ylläpidossa?

Kiinteistön ja toimitilojen tuleva johto ollut mukana alusta lähtien.

→ Ylläpito ja kunnossapito-ohjelmat luotu aiemmin?

→ Millä periaatteella ohjelmistot toimivat?

→ Käyttävätkö ohjelmat tietomallia?

Koulussa kuulemma automaattinen lämmitys ja ilmastointi.

→ Miten automaatio toimii? Anturit? Mittarit?

→ Onko toiminut odotetusti?

→ Millaista palautetta on saatu?

Onko tietomallia ja siivouksen tarpeita sovellettu yhteen?

Laitteiden huollot ja tarkastukset on suunniteltu 25 vuoden ajalle.

→ Kuinka toteutetaan käytännössä? Onko jokin järjestelmä tätä varten?

→ Miten tiedot kirjataan ylös? Miten tieto siirtyy lunastusvaiheessa tilaajalle?

Kuka on hoitanut kohteen BIM-koordinoinnin?

PUDASJÄRVEN HIRSIKAMPUS**KYLLÄ / EI**

Tarjouspyyntö edellytti tietomallin käyttämistä ylläpidossa. (lähde: tekla)

→ Miten tietomalli on käytössä?

Kuulemma energiasimulointien mittarikohtaisia käyttötavoitteita aiotaan hyödyntää.

- Ovatko energissimulointien tulokset olleet käytössä?
- Mitä hyötyä niistä on saatu?

Ylläpidossa mallia käytetään kuulemma määrälaskentaan, työaikamitoitukseen ja osien paikantamiseen.

- Millä ohjelmistoilla käyttö tapahtuu?
- Työaikamitoitus?
- Osien paikantaminen; onko tietomalli yhdistettynä tietokantaan?

Rakennemallista on otettu tiedot hirsistä tehtaalle.

- Onko tietoa, mitä muutoksia malli vaati?

Kysymykset	Kastelli				Hiukkavaara					Pudasjärvi		
	Kyllä		Ei		Kyllä			Ei		K	E	
	1	2	1	2	3	4	5	3	4	5	2	2
	HAASTATTELUT											
24. Onko tietomalli yhteensopiva ylläpidon järjestelmiin?	-	X	-		-	-	-	-	-	-	X	
27. Onko ohjelmistojen kanssa ollut ongelmia?	-	X	-		-	-	-	-	-	-	X	
28. Onko tietomallin avulla saavutettu hyötyjä?		X	X		-	X	-	-		-	X	
29. Helpottaako tietomalli työntekoa?	-	X	-		-	X	-	-		-	X	
30. Onko tietomallin käyttäminen vaikeaa tai monimutkaista?	-		-	X	-			-	X	X	-	-
31. Onko tietomallin käytössä parannettavaa?	-	X	-		X	-	-		-	-	X	
33. Onko tietomallin käyttö rahallisesti kannattavaa suhteessa hyötyyn?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35. Onko energiasimulointeja on hyödynnetty?	-	X	-		-	X	X	-			X	
36. Onko energiasimulointeja on hyödynnetty kulutuksen seurantaan?	-	X	-		-	-	-	-	-	-	X	
37. Onko mallia käytetty huoltokirjan alustana?			X	X	-	-	-	-	-	-		X
39. Voidaanko mallia käyttää vikojen etsimiseen?	-	X	X		-	X	-	-		-	X	
40. Onko mallia hyödynnetty siivoukseen?		-	X	-		-	-	X	-	-	X	
41. Aiotaanko tietomalleja käyttää remontteja/muutoksia varten?	X	X			-	-	X	-	-		X	
43. Onko malleja ajateltu kehittää ylläpitoa varten?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

HAASTATTELUT:

1 = Mika Kurkinen

3 = Eerik Junnikkala ja Markku Palola

5 = Juha Kaisanlahti

2 = Ville Sormunen

4 = Jussi Koskelainen