

Talotekniikan tietomallin hyödyntäminen huollossa ja kunnossapidossa

Toteumamallin tarkkuustason ja tietosisällön määrittäminen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Viskari, Saku	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2022
	Sivumäärä 28	
Työn nimi Talotekniikan tietomallin hyödyntäminen huollossa ja kunnossapidossa Toteumamallin tarkkuustason ja tietosisällön määrittäminen		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio LOAS		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli määritellä talotekniikan tietomallin riittävä tarkkuustaso toteumaan nähden ja tietosisältö ottaen huomioon tilaajan määrittelemät käyttötapaukset. Tätä menettelyä on myös tarkoitus hyödyntää tulevilla hankkeilla.</p> <p>Työssä vertailtiin toteutussuunnittelun talotekniikan tietomallia ja todellista toteumaa työmaalla. Pohdittiin myös keinoja, joilla voidaan jatkossa varmistaa mallin riittävä tarkkuus.</p> <p>Työssä havainnollistettiin käytäntöjä mallin laajempaan hyödyntämiseen huollossa ja kunnossapidossa.</p> <p>Tietomallia käyttämällä saadaan käytännön kokemusta, jonka pohjalta mallia voidaan kehittää ylläpidon tarpeisiin sopivammaksi. Käyttäjille järjestettävä riittävä koulutus mallien käyttöön.</p>		
Asiasanat Tietomalli, Trimble Connect AR, IFC, kunnossapito		

Abstract

Author(s) Viskari, Saku	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2022
	Number of Pages 28	
Title of Publication The utilize of HVAC IFC model in building maintenance and service Determining the level of accuracy and data to as-built- model		
Name of Degree Engineer (UAS)		
Name, title and organization of the client LOAS		
Abstract <p>The target of this thesis was to define the adequate level of detail in the building information model for building services engineering, compared to as-built, as well as the information content defined by the “customer”. The target was also that this procedure could be used in the future projects.</p> <p>The thesis was done comparing the original HVAC information model and the as-built content in the construction site. The thesis also suggests ways how the adequate level of detail can be assured in the future.</p> <p>The thesis also demonstrates ways how the building information model for building services engineering can be utilized more widely in maintenance and service.</p> <p>Using the BIM-model provides practical experience, that help develop the model suiting better for its users on building services. Sufficient training must be organized for the users of the BIM-model.</p>		
Keywords BIM, Trimble AR, IFC, maintenance		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Lappeenrannan seudun opiskelija-asuntosäätiö LOAS.....	2
2.1	Kuvaus	2
2.2	Palvelut.....	2
2.3	Toimintatavat rakentamisessa	2
2.4	Toimintatavat kiinteistöjen ylläpidossa	3
2.5	Tilaajan vaatimukset tietomallille.....	3
3	Tietomallintamisen nykykäytäntö rakennushankkeessa.....	5
3.1	Tietomalli käsitteenä	5
IFC 6		
3.2	Mallin tietosisältö ja laatu	6
4	Loppudokumenttien tarkkuustaso	8
4.1	Toteumamallin oikeellisuuden varmistaminen.....	8
4.2	Luovutusdokumentit ja niiden laadinta	8
4.3	Luovutusdokumenttien oikeellisuus.....	8
4.4	Suunniteltu vs. toteutettu	9
4.5	Eri menetelmiä havainnollistamaan muutoksia.....	10
4.5.1	Laserkeilaus	10
4.5.2	Matterport- kuvaus.....	12
4.5.3	Mallihuone-käytäntö.....	12
4.5.4	Trimble Connect AR	14
5	Tietomallin hyödyntäminen	22
5.1	Mallin käyttäminen yleisesti.....	22
5.2	Talotekniikan tietomallin käyttö huollossa ja kunnossapidossa	22
5.3	Trimble Connect AR hyödyntäminen käyttötapausten mukaan	23
5.4	Tietomallien hyödyntämisen haasteita yllä- ja kunnossapidossa.....	24
6	Päätelmät ja suositellut toimenpiteet.....	25
	Lähteet.....	28

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli määritellä tapoja, joilla saadaan talotekniikan tietomalli riittävälle tarkkuudelle toteumaan nähden sekä sitä, miten mallia voidaan hyödyntää huollossa ja kunnossapidossa. Tarkasteltava kohde on opiskelija-asunnoista koostuva kerrostalo Lappeenrannassa.

Työn toimeksiantajana oli LOAS, Lappeenrannan seudun opiskelija-asuntosäätiö. LOAS on Lappeenrannassa opiskelijoille asumis- sekä muita palveluita tarjoava toimija.

Työssä käydään läpi mikä tietomalli rakentamisessa on, mihin sitä käytetään ja kuinka sitä voitaisiin tilaajan kannalta hyödyntää tehokkaammin. Mallin tarkkuus, millä tarkkuudella se vastaa toteumaa ja mallin käyttäminen mahdollisimman tehokkaasti ovat asioita, joihin haetaan toimivia ratkaisuja.

Tilaajan itse määrittelemien käyttötapauksen ja niiden tärkeyden perusteella laadittiin käytäntöä, jolla hankkeen mallinnus luovutusvaiheessa on riittävällä tarkkuudella. Myös talotekniikan tietomallin käytön laajentamista näissä käyttötapauksissa kehitetään. Työssä pohditaan, miten organisaatio pystyisi tarjoamaan työntekijöille puitteet mallin mahdollisimman laajaan käyttöön.

2 Lappeenrannan seudun opiskelija-asuntosäätiö LOAS

2.1 Kuvaus

LOAS on Lappeenrannassa opiskelijoille asumis- ja muita palveluja tarjoava säätiö. LOASin perustamisesta ja hallinnasta vastaavat lappeenrantalaiset ylioppilas- ja oppilaskunnat. Mukana säätiön toiminnassa ovat myös Lappeenrannan kaupunki ja evankelisluterilaiset seurakunnat.

LOASilla on Lappeenrannassa 36 asuntokohdetta. Huoneistojen koot vaihtelevat yksiöistä aina suurempiin asuntoihin. Myös soluasuntoja on tarjolla. Asuntojen sijainnit jakautuvat hyvin laajalti koko Lappeenrannan alueelle.

2.2 Palvelut

LOASin palveluihin kuuluu pääosin opiskelijoille asuntopalveluiden tarjonta. Muita palveluita, joita LOAS tarjoaa ovat mm. kerhotilat, yhteiskäyttöautot ja -polkupyörät sekä ranta-saunan käyttömahdollisuus.

Peruspalveluihin asumiseen liittyen kuuluu huolto- ja kunnossapito. LOASin oma huolto-osasto hoitaa sisäpuoliset työt. Osaston tehtäviin kuuluu huoneistojen ja rakennusten pienemmät korjaustoimenpiteet ja huollot.

2.3 Toimintatavat rakentamisessa

Rakentamisessa LOAS toimii tilaajana ja rakennuttajana. Urakkamuotona on yleisimmin käytetty pääurakkaa ja alistettuja sivu-urakoita (Ville Varma, kiinteistöpäällikkö, LOAS).

Rakennuttajakonsultin käyttö on ollut vaihtelevaa kohteen mukaan. Rakennuttajakonsultti edistää tilaajan toiveiden saamista työmaalle kuuluviin. Näin ollen on helpompi puuttua työn aikana tapahtuviin muutoksiin ja tilaaja pystyy ottamaan niihin kantaa. Tällaisia voisivat olla esim. muutokset rakennusmateriaaleissa.

Tietomallintaminen ei ole aiemmin ollut LOASilla osana rakentamista. Nyt viimeisimmässä uudiskohteessa tietomallintamista on hyödynnetty toteutussuunnitteluvaiheessa suunnitelmien havainnollistamiseen. LOASin mukaan mallintamista tullaan jatkossa hyödyntämään entistä laajemmin. Esimerkiksi peruskorjattaviin kohteisiin on selvitetty mahdollisuutta, että niihin toteutettaisiin myös tietomallinnus korjaussuunnitelmien yhteydessä.

2.4 Toimintatavat kiinteistöjen ylläpidossa

LOAS tarjoaa asukkailleen asuntojen lisäksi huollon ja kunnossapidon palveluita. Rakennusten ylläpidosta vastaa LOASin oma organisaatio. Oman huolto- ja kunnossapitotoiminnan tavoitteena on mahdollisimman nopea ja opiskelijaelämään sopiva palvelu. Huoneistojen ja rakennusten pikkuvikojen korjaus, saunaremontit ja asuntotarkastukset ovat esimerkkejä LOASin oman kunnossapidon tehtävistä. Näin varmistetaan, että asunnot ovat hyvässä kunnossa, ja valmiina vastaanottamaan uusia asukkaita. (LOAS, 2022)

LOAS ylläpitää intra- palvelua, joka on asukkaiden käytössä. Siellä asukas voi jättää vikailmoituksen lomakkeella huollolle. Oma huoltohenkilökunta tuntee kaikki LOASin kohteet, minkä vuoksi huolto on nopeaa ja asiantuntevaa, ja tämä on asukkaille iso etu. Asukkaiden intraan lomakkeelle kirjaamat vikailmoitukset näkyvät huoltopyyntöinä LOASin huollolle, ja näin työt tallentuvat huollon työlistalla ilman välikäsiä ja viiveitä. Omien vikailmoitusten etenemistä asukkaat voivat seurata intrasta siihen asti, kun ongelma on ratkaistu. (LOAS, 2022)

LOASin etuna ylläpidossa on oman organisaation käyttäminen. Työntekijät tuntevat kohteet, joiden parissa he työskentelevät. Tämä helpottaa ja nopeuttaa huollon ja kunnossapidon toimien tekemistä. Lisäksi voidaan olettaa, että oman huollon työntekijöiden kohdetuntemus tuottaa tietoa vikojen mahdollisesta keskittymisestä ja sitä kautta antaa kunnossapitotoimien suunnitteluun tietopohjaa.

2.5 Tilaajan vaatimukset tietomallille

Tässä työssä hyödynnettiin LOASin uusinta rakennushanketta LOAS Teatteria. Hanke käsittää opiskelija-asunnoista ja yhteiskäyttötiloista koostuvan seitsemänkerroksisen kerrostalon, joka sijaitsee Lappeenrannan keskustassa Valtakadulla. Hankkeessa pyrittiin rakentamisen aikana hyödyntämään eri suunnittelualojen tuottamia tietomalleja.

LOAS on aiemmin listannut heille tärkeitä asioita huollon ja kunnossapidon kannalta (LOAS Digitaaliset kaksoset 16.2.2022), jotka tulisi löytyä digitaalisesta kaksosesta. Talotekniikan tietomalli voi tulevaisuudessa olla osa digitaalista kaksosta.

- Havainnollistava malli talotekniikasta (putkistojen ja kanavistojen reitit)
- Sulku- ja linjasäätöventtiilien sijainnit
- Ilmanvaihdon laitteisto (säätö- ja palopellit)

Yllä listatut kohdat ovat vahvasti läsnä rakennusten ylläpidossa. Talotekniikan tietomallista tulisi löytyä mainitut kohdat riittävällä tarkkuudella, jotta mallia pystyttäisiin hyödyntämään.

Tässä työssä hyödynnettiin LOAS Teatterin suunnitteluaineistoa ja vertailtiin talotekniikan toteutussuunnittelun tietomallia ja toteumaa keskenään ja pyrittiin määrittelemään LOASille toteumamallin riittävää tarkkuustasoa. Tarkastelua suoritettiin eri toimenpiteillä, joita olivat:

- laserkeilaus rakennuksen valituista osista
- Trimble Connect AR:n käyttö.
- Matterport- kuvaus

3 Tietomallintamisen nykykäytäntö rakennushankkeessa

3.1 Tietomalli käsitteenä

Tietomallilla on useita eri määrittelyjä. Tämä aiheuttaa ongelmia, sillä malli ja varsinkin sen sisältämä data voidaan mieltää monella eri tavalla. Yksinkertaisimmillaan suunnittelun tuloksena tuotettu malli, joka sisältää tietoa voidaan luokitella tietomalliksi.

Rakentamisessa tietomalli on usein rakennuksen tai sen osien havainnollistamista kolmiulotteisessa muodossa. Tietomalleja voidaan tuottaa eri suunnittelualoilta ja niitä yhdistelemällä saadaan luotua yhdistelmämalli koko rakennuksesta ja sen osista. Tämä yhdistelmämalli on tietomallien katseluohjelmia varten tehty kooste eri suunnittelualojen malleista, ja se on katseluohjelman tiedostomuodossa. Näin mahdollistetaan ja helpotetaan erilaisten näkymien avulla tietomallin katselua erilaisissa käyttötarkoituksissa. (YTV osa 1, 2012, YTV osa 12, 2012)

Tietomallin käyttäminen on pääosin toiminut suunnittelijoilla keskinäisten törmäystarkastelujen ja yhteensovittamisen työkaluna. Sitä on myös alettu käyttää työmaalla urakoitsijoiden toimesta helpottamaan ja havainnollistamaan asennuksia.

Mallin käyttö rakentamisessa kehittyy koko ajan ja sitä käytetään yhä laajemmin apuna. Tämän vuoksi mallin tarkkuuteen ja oikeellisuuteen sitä laadittaessa on kiinnitettävä tarkempaa huomiota.

IFC

IFC on lyhenne, joka tulee sanoista Industry Foundation Classes. Se on rakennusalalla käytetty standardi, joka on tarkoitettu tiedonsiirtoon järjestelmien välillä. Puhekielessä käytetään sanaa IFC-malli. Tällä tarkoitetaan tietomallinnuksessa yleisimmin käytettyä formaattia.

3.2 Mallin tietosisältö ja laatu

Tietomallista vastaa pääosin aina sen suunnittelija. Suunnittelijan vastuulla on luoda malli tarjouspyynnössä määritellyn tarkkuuden ja laatutason mukaan.

Yleisimmin mallin tarkkuuden määrittelemiseen käytetään YTV 2012:ta; YTV 2012 – Yleiset tietomallivaatimukset. YTV 2012 on 14-osainen ohje mallipohjaisesta toiminnasta rakennusprojekteissa. Se sisältää tietomallinnusta koskevia perusvaatimuksia ja -käsitteitä sekä periaatteita.

Talotekniikan tietomallien sisältö noudattaa yleensä myös YTV 2012:ta. Kuvassa 1, joka on yleiskuvaus mallinnusperiaatteista hankkeessa, on viitattu mallien tekotavan ja tarkkuuden noudattavan YTV 2012:ta. Liitteissä ja kappaleissa, joihin kuvassa viitataan, on määritelty millä ohjelmilla ja mitä tarkkuustasoa noudattaen mallit tulee tuottaa.

Yleiskuvaus mallinnusperiaatteista		
Nimikkeistöt/käytettävät kuvatasot	Tarvittaessa erillisen, projektikohtaisen liitteen mukaisesti	
Mallinnuksen mittayksikkö	mm	
Origo (x,y,z)	ARK-mallin mukainen	
Kerrostien lattian absoluuttinen korkoasema	1. kerros	+ 10.00
	2. kerros	+14.00
	3. kerros	+18.00

IFC-tiedostojen tekotapa	Yleisten Tietomallivaatimusten kappaleen 2.4.1, vaihtoehto 1:n mukaisesti	
Mallin tarkkuus	Yleisten Tietomallivaatimukset, Osan 4, Liitteen 1 mukainen	
Poikkeukset tarkkuustasosta:	1.	
Mallin tietosisältö	Yleisten Tietomallivaatimukset Osan 4, Liitteen 1 mukainen	
Poikkeukset tietosisällöstä	1.	
Alueet, jotka eivät ole törmäystarkastuskelpoisia		
Muuta huomioitavaa		

Kuva 1. YTV 2012 osan 4 talotekniikan yleiskuvaus mallinnusperiaatteista

Tietomallinnettavissa hankkeissa tarjouspyynnössä viitataan yleisesti YTV:hen, joka ohjaa suunnittelua ja sen laatua sekä tarkkuutta. Tämä on tilaajalle helppo vaihtoehto, jos hän kokee, ettei tarvitse tietomallilta enempää, kuin mitä YTV 2012 ohjeistaa.

YTV 2012:n on eri osittain määritelty yleisesti riittävällä tarkkuudella kunkin suunnittelualan mallinnuksen ohjeet ja vaatimukset. Tilaajan on tarvittaessa lisättävä tarjouspyynnössä tarkennuksia joihinkin kohtiin tarpeelliseksi näkemällään tavalla. Näitä asioita voivat olla esimerkiksi mallin tarkkuus tai mallin tietosisältö.

4 Loppudokumenttien tarkkuustaso

4.1 Toteumamallin oikeellisuuden varmistaminen

Rakennuksen tultua valmiiksi kohteesta laaditaan luovutusasiakirjat, joita kutsutaan yleisesti loppukuviksi. Kuviin on tarkoitus päivittää alkuperäisiin suunnitelmiin tulleet muutokset rakentamisen aikana työmaalla. Näin saadaan toteumaa vastaavat suunnitelmat.

Toteumamallin oikeellisuuden varmistaminen on haastavaa. Usein suunnitelmiin tehdyt muutokset työmaalla koskevat talotekniikkaa. Valmistuneessa rakennuksessa talotekniikan osat (putket, kanavat yms.) ovat kuitenkin pääosin jo peittyneitä koteloiden tai alakattojen sisään, jolloin suunnitellun ja toteutetun ratkaisun eroja on hankala todentaa. Luvussa 4.5 on lueteltuna eri tapoja, joilla muutoksia pystyttäisiin paremmin havaitsemaan.

4.2 Luovutusdokumentit ja niiden laadinta

Luovutusdokumentit laaditaan yleensä punakynien perusteella. Punakynillä tarkoitetaan alkuperäisiä suunnitelmia, joihin urakoitsija on merkinnyt tekemänsä muutokset työmaalla rakentamisen aikana. Urakoitsija toimittaa punakynät suunnittelijalle, joka päivittää osaltaan muutokset luovutusdokumentteihin. Lopuksi suunnittelija toimittaa valmiit luovutusdokumentit tilaajalle. Punakynien tarkkuus vaihtelee hyvin paljon urakoitsijasta riippuen.

4.3 Luovutusdokumenttien oikeellisuus

Luovutusdokumentit on laadittu yleisimmin urakoitsijan merkitsemien muutosten (punakynät) perusteella alkuperäisiin suunnitelmiin. Ongelmaksi muodostuu tämän toimenpiteen tarkkuus. Jos punakynät on merkitty paperikuviin käsin piirtämällä, jäävät korkomuutokset kokonaan näkemättä. Myöskään vaakasuuntaiset muutosmerkinnät eivät ole yleensä tarkkoja. Joissain tapauksissa, kuten esimerkiksi näkyvillä olevien talotekniikan osien osalta käsin piirretyt muutokset voivat olla riittävän tarkkoja.

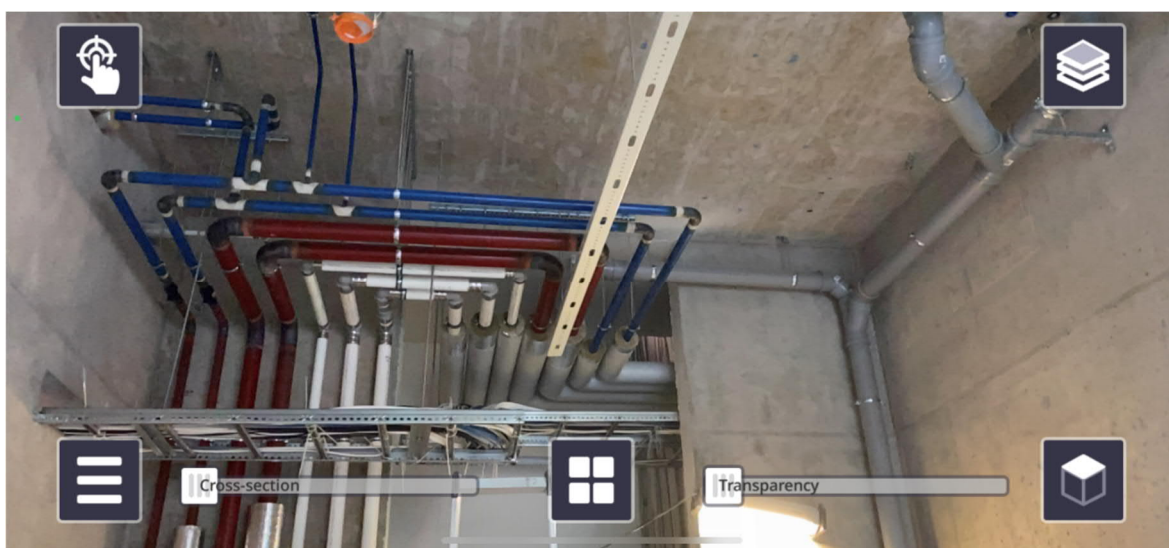
Luovutusdokumenttien oikeellisuuden varmistaminen olisi tärkeää rakennuksen huoltoa ja kunnossapitoa ajatellen. Ihanteellisin tilanne olisi, jos toteuma vastaisi suunniteltua. Tällöin muutoksia ei olisi.

Alkuperäisiin suunnitelmiin tehtävien muutosten merkitseminen on urakoitsijan vastuulla. Jos tilaaja ei edellytä urakoitsijalta muuta, kuin punakynät, jää muutosten merkitsemisen tarkkuus vajavaiseksi. Jos tilaaja edellyttäisi, että muutosten merkinnät vastaavat täysin tehtyjä muutoksia, joutuisi urakoitsija käyttämään muitakin työkaluja, kuin punakyniä. Tämä käytäntö on kuitenkin vielä hyvin harvoin käytössä.

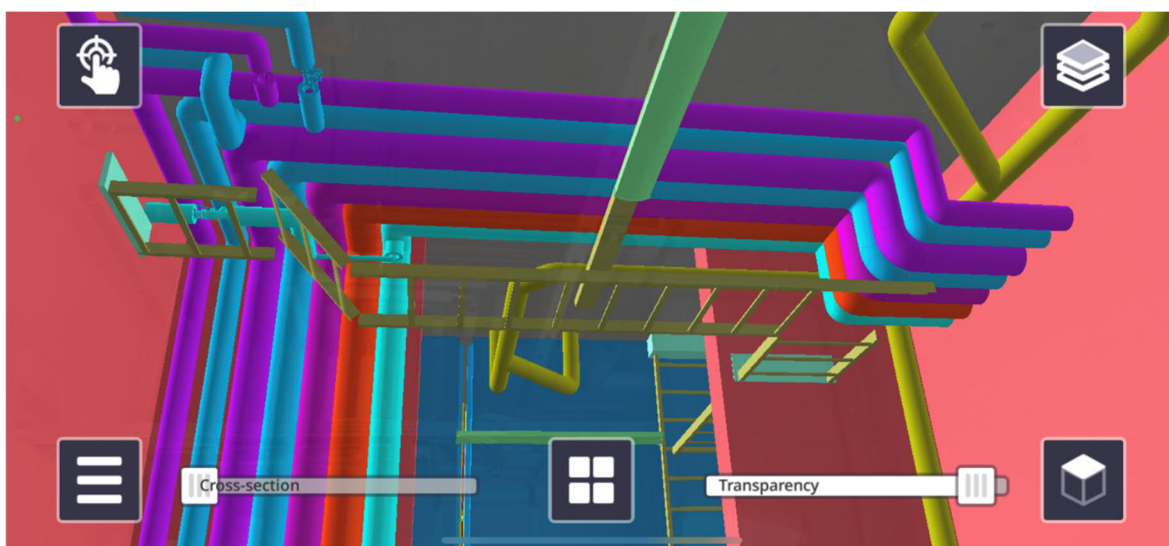
4.4 Suunniteltu vs. toteutettu

Koska urakoitsijan toteutus ei aina vastaa suunnittelijan tekemiä suunnitelmia, kuten kuvissa 2 ja 3 nähdään, joudutaan ennen luovutusdokumenteja tekemään muutoksia ja päivityksiä suunnitelmiin. Toteumamallin oikeellisuus on suuri haaste, jos halutaan se vastamaan täysin toteutusta.

Tähän punakynien ohelle olisi hyvä sisällyttää muitakin toimenpiteitä, joilla muutoksia pysyttäisiin havainnollistamaan.



Kuva 2. Asennettu (toteuma) LVI tekniikka



Kuva 3. Suunniteltu ja mallinnettu LVI tekniikka

Kuten yllä olevista kuvista huomataan, toteutus on poikennut suunnitellusta. Tähän voi olla monia syitä, mutta yleisimmät työmaalla tehtävät muutokset johtuvat suunniteltujen

laitteiden vaihtumisesta toisiin tai tekniikan keskinäisistä törmäyksistä. Urakoitsijan ja suunnittelijan olisi hyvä olla vuorovaikutuksessa hankkeen aikana, jos tarvetta muutoksille ilmenee.

Muutoksia varalta tilaajan, urakoitsijan ja suunnittelijan olisi tärkeä sopia yhdessä menettely, jolla suunnitelmat saadaan päivitettyä vastaamaan toteutusta. Tilaaja tai hänen valtuuttamansa taho yleensä määrittelee, mikä on riittävä tarkkuustaso tietomallille. Kuvien 2 ja 3 poikkeavuudet vaativat päivitykset suunnitelmiin, jotta ne saadaan vastaamaan toteumaa. Vastaavasti pienemmät muutokset, kuten paisuntalenkit putkissa tai pienet korkomuutokset eivät välttämättä vaadi suunnitelmien päivittämistä.

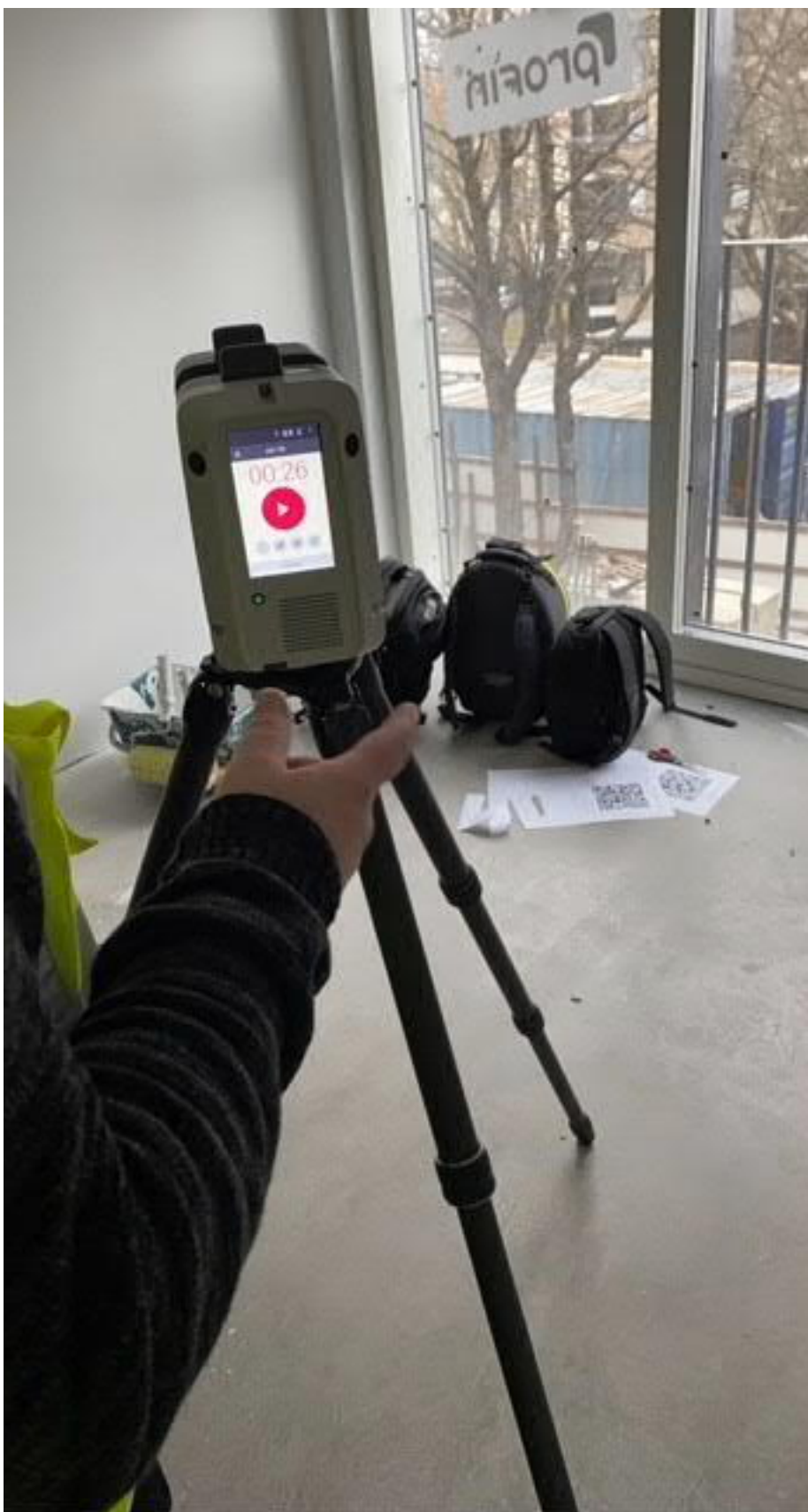
4.5 Eri menetelmiä havainnollistamaan muutoksia

Alla on listattuna eri menetelmiä, joilla tässä työssä pyrittiin havainnollistamaan suunnitellun ja toteutetun eroavaisuuksia kohteessa LOAS Teatteri. Listattuna on myös toimintatapoja, joiden käyttämisestä LOAS voisi tapauskohtaisesti harkita jatkossa hankkeissaan.

4.5.1 Laserkeilaus

Laserkeilaus on tarkka menetelmä tuottaa dataa rakennetusta ympäristöstä. Toimenpiteestä saadaan tuotoksena pistepilvi, joka jälki käsitellään ts. siistitään. Tiedosto on mahdollista yhdistää aiemmin suunnitellun mallin kanssa ja katsoa, missä poikkeavuudet ovat. Tällä toimenpiteellä luovutusdokumenttien, etenkin toteumamallin tarkkuus saataisiin vastaamaan paremmin toteumaa.

Opinnäytetyön kohteena olevassa rakennushankkeessa laserkeilattiin mallihuone (kuva 4), kellarin käytävä sekä lämmönjakohuone. Mallihuoneesta tuotettiin pistepilvi, jota vertailtiin talotekniikan toteutusmalliin.



Kuva 4. Laserkeilauksen suorittamien mallihuoneessa

Laserkeilaus on hyvin vähän käytetty toimenpide. Se lisää työmäärää ja sitä kautta kuluja. Sen tekeminen vaatii aikaa ja tilaa sekä osaamista. Keilauksesta saatava data on tarkkaa, mutta keilaus ja keilattavan ympäristön valmistelu on työlästä. Myös keilatun datan tuottaminen tarkasteltavaan muotoon vie aikaa.

4.5.2 Matterport- kuvaus

Mallihuoneessa suoritettiin myös Matterport- kuvaus. Toimenpide sisältää 360-astetta kattavan kuvauksen ympäröivästä tilasta. Kuvatusta tilasta saadaan hyvinkin tarkkaa visuaalista dataa kolmiulotteisessa muodossa. Jos talotekniikan suunnitelmia ja asennuksia halutaan vertailla tällä menetelmällä, edellyttää se, että ne ovat vielä näkyvillä, kun kuvaus suoritetaan. LOASin mukaan tätä menettelyä tullaan käyttämään mahdollisesti myös tulevilla hankkeissa.

4.5.3 Mallihuone-käytäntö

Mallihuoneen käytäntö on rakentamisessa yleisesti käytetty tapa. Se soveltuu käytettäväksi kohteissa, joihin tulee paljon samanlaisia tiloja, esimerkiksi huoneistoja. Kuvassa 5 ja 6 on mallihuoneen eteisen ja kylpyhuoneen LVI asennukset, jotka toistuivat kaikissa pohjaratkaisultaan samanlaisissa huoneistoissa.



Kuva 5. Kohteen mallihuoneen LVI asennukset eteisen katossa

Käytäntö toimii niin, että urakoitsijat tekevät mallihuoneen osaltaan valmiiksi tilaajan sekä suunnittelijan ohjeiden ja suunnitelmien mukaan. Peittyvät suoritukset, kuten talotekniikan komponentit, tarkastetaan ennen niiden peittämistä. Tilaaja, valvoja ja usein myös suunnittelija tarkastavat mallihuoneen ja sen asennukset. Jos asennukset hyväksytään, voidaan kaikki vastaavat tilat rakentaa samalla tavalla.



Kuva 6. Kohteen mallihuoneen LVI asennukset kylpyhuoneen katossa

Mallihuoneen asennuksissa on syytä kiinnittää huomioita taloteknisiin laitteisiin, joiden huolto, käyttöä tai seuranta halutaan tehdä. Jos nämä laitteet jäävät peittyviin suorituksiin, olisi hyvä varmistaa, että niiden sijoittelu ei vaikeuta tehtäviä toimenpiteitä. Myös luovutusaineistoon olisi hyvä päivittää laitteiden sijainti riittävällä tarkkuudella jatkotoimenpiteitä - huoltoa, seuranta ja kunnossapitoa ajatellen.

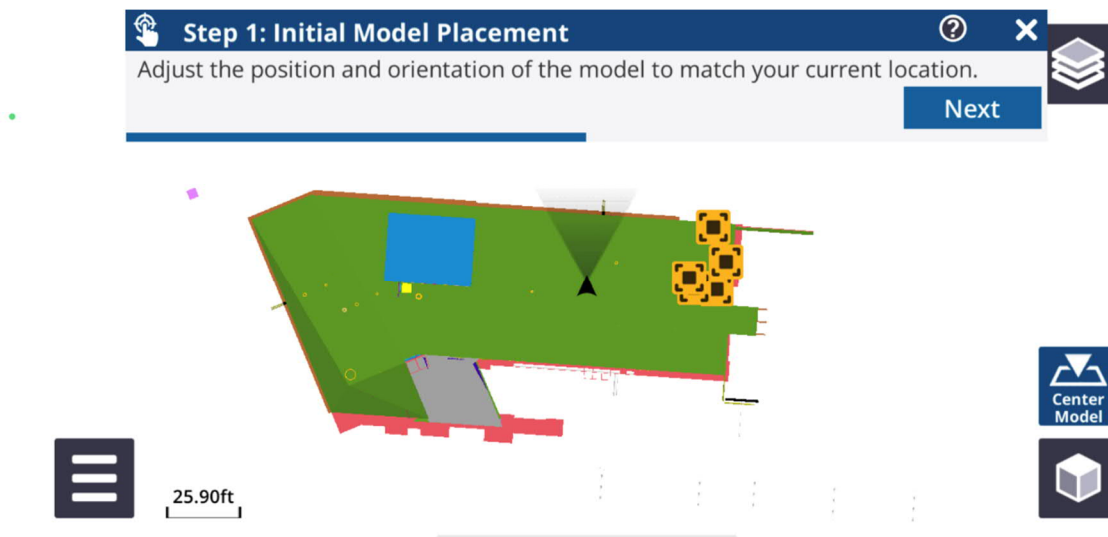
Mallihuoneen käytäntöä voitaisiin hyödyntää myös rakentamisen aikana talotekniikan tietomallin ja toteuman välisen oikeellisuuden varmistamisessa muutenkin, kun huoneistojen osalta. Tarjouspyynnössä voitaisiin mainita tiettyjen, esimerkiksi pistemäisesti valittujen malliasennusten hyväksyttäminen tilaajalla tai hänen valtuuttamallaan henkilöllä. Tällä menetelmällä muutokset tulisi dokumentoitua tarkemmin ja laajemmin jo rakentamisen aikana. Tarkempi dokumentointi tekisi luovutusdokumenttien päivittämisestä helpompaa.

4.5.4 Trimble Connect AR

Trimble Connect AR on puhelimeen ladattava applikaatio, jolla voidaan tarkastella mallia ja todellisuutta yhdessä. Ohjelma käyttää puhelimen kameraa ja tietomallia yhdessä. Käyttäjä

voi ladata ja tarkastella tietomallia liikkeessaan rakennuksessa. Applikaatio on yksinkertainen, eikä vaadi raskaita laitteistoja toimiakseen.

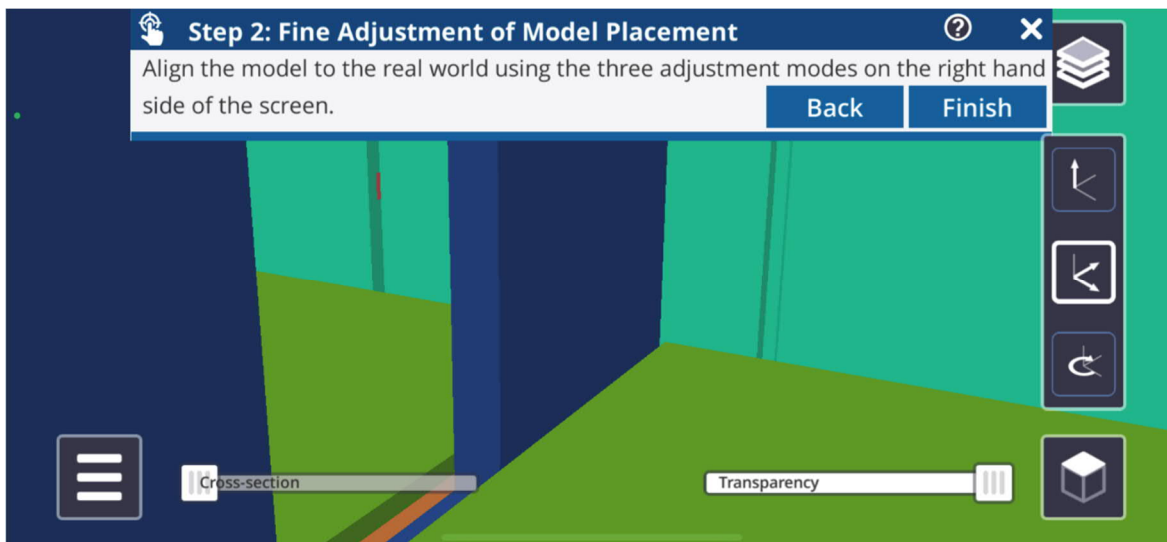
Tietomalli sovitetaan ja kohdistetaan sen hetkisen sijainnin mukaan. Tämä tapahtuu vaiheittain. Ensin tehdään karkea sijainnin määrittäminen siitä, missä päin rakennusta käyttäjä on (kuva 7).



Kuva 7. Tietomallin kohdistamisen ensimmäinen vaihe

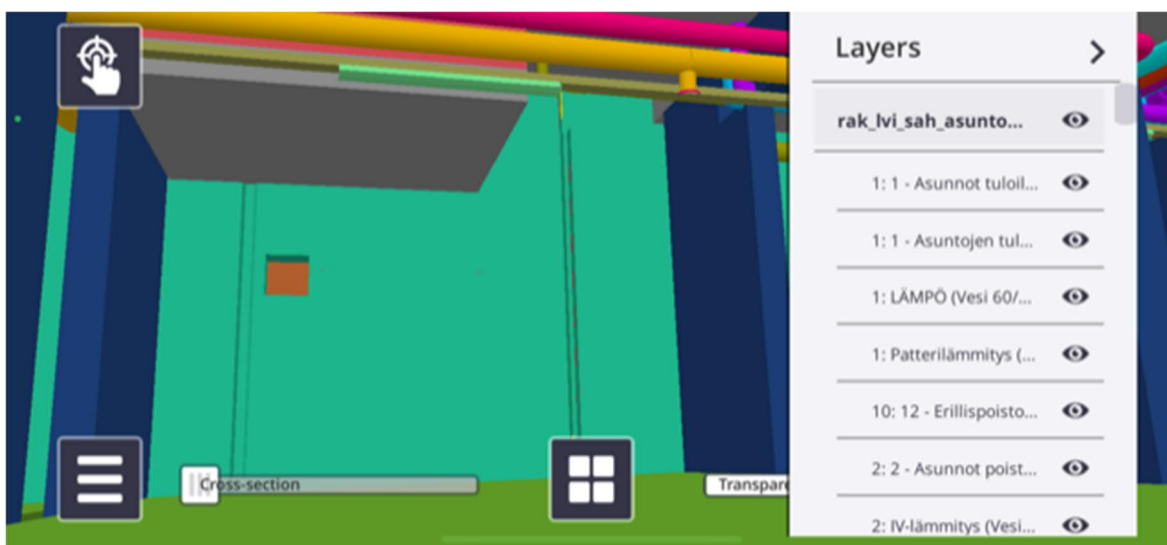
Tämän jälkeen käyttäjä etsii itselleen sopivan kohdan, esimerkiksi kahden seinän nurkan, ja säätää tietomallin kohdalleen todellisuuden kanssa. Kun malli on kohdistettu, voidaan aloittaa tarkastelu.

Käyttäjän liikkeessa rakennuksessa on mallia hyvä kohdistaa tietyin väliajoin. Liikkeessa mallin ja todellisuuden välillä tapahtuu pieniä heittoja. Nämä ovat helposti korjattavissa. Käyttäjä voi kohdistaa mallia missä vaiheessa tahansa liikkeessaan rakennuksessa. Kohdistaminen tapahtuu liikuttamalla mallia korkeus- ja sivuttaissuunnassa tai kiertämällä (kuva 8). Kun kohdistaminen tehdään riittävin väliajoin, varmistetaan, että malli ja todellisuus ovat kohdakkain.



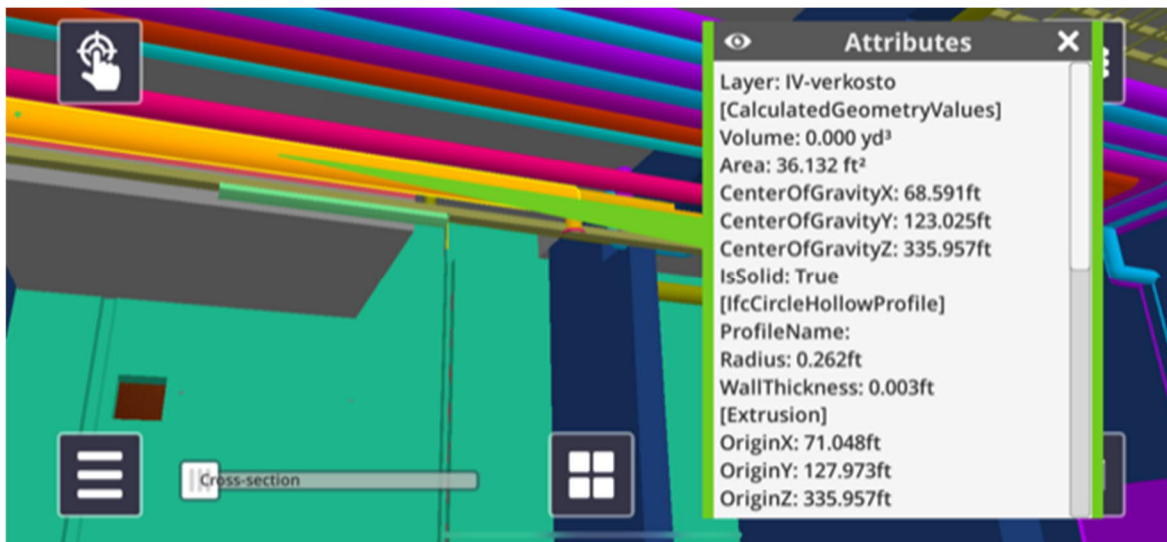
Kuva 8. Mallin kohdistaminen rakennuksessa liikuessa

Trimble Connect AR ohjelma sisältää hyvin paljon samoja toimintoja, kuin muutkin tietomallien tarkasteluun tehdyt sovellukset. Käyttäjä voi itse valita mitä tasoja hän tarkastelee (kuva 9). Tasoja voi piilottaa tai näyttää tarpeen mukaan.



Kuva 9. Mallin tasovalikko

Mallista voidaan myös poimia tietty objekti (kuva 10) ja katsoa sen parametreja, kuten korkeusasemaa tai pinta-alaa.



Kuva 10. Mallista poimittu objekti ja sille annetut parametrit

Objektien tietosisällön laajuus riippuu siitä, kuinka laajalti suunnittelija on siihen sisällyttänyt tietoja. Tilaaja voi vaatia tiettyjen tietojen sisällyttämistä tietomalliin ja sen objekteihin.

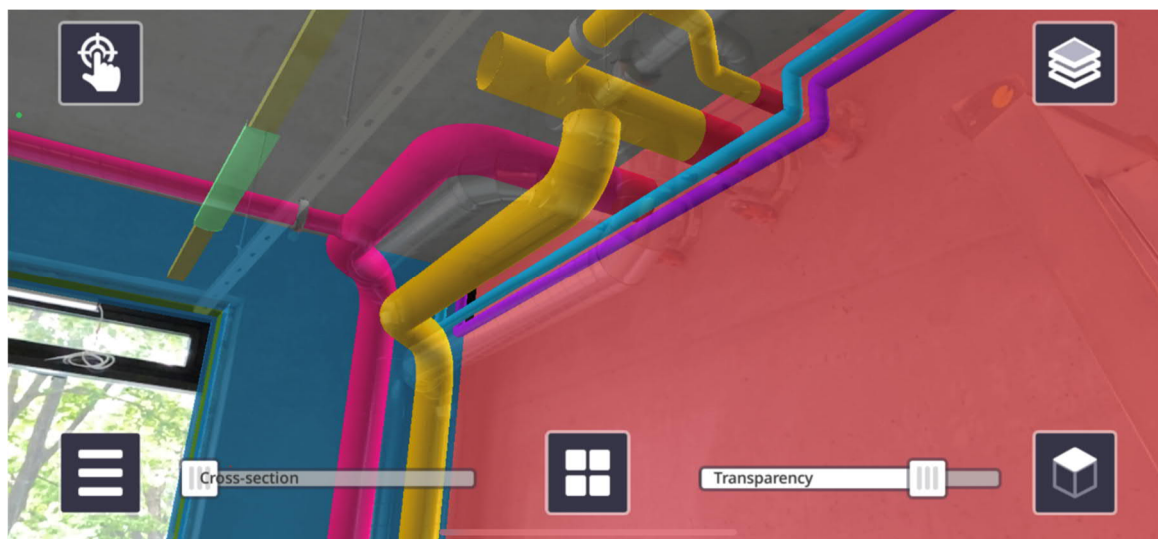
Kuvassa 10 näkyvässä ilmanvaihtokanavassa näkyy esimerkiksi mille tasolle kanava kuuluu, mitkä sen koordinaatit ovat sekä sen pinta-ala. Objektin tilavuuden tietoa ei ole sisällytetty malliin.

Applikaatiota käytettäessä tietomallista voi myös tarkastella, onko aiempi käyttäjä tehnyt muistiinpanoja tai huomautuksia. Näitä kutsutaan ToDo-komennoiksi. ToDo-komennot ovat hyvä tapa tehdä muistiinpanoja suoraan malliin niin, että muutkin käyttäjät näkevät ne (kuva 11). Komennon voi myös suoraan osoittaa jollekin tietylle henkilölle, jolloin hänelle lähtee sähköpostiin ilmoitus lisäystä ToDo-komennosta.

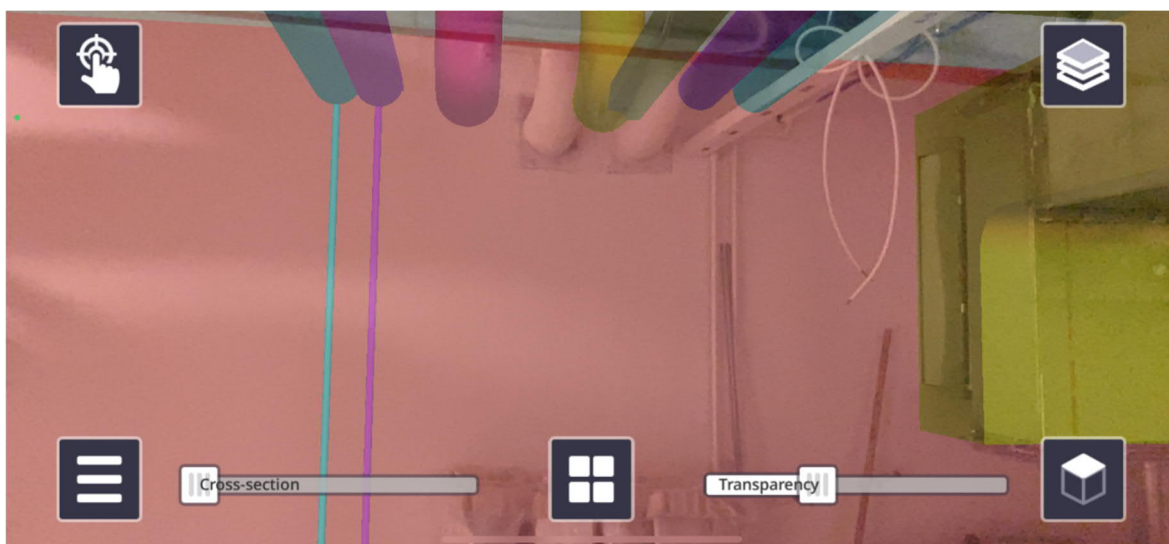
Komennolle annetaan nimi ja lisätään kommentit. Myös muita valintoja voidaan säätää, kuten asian tärkeyttä ja -tyyppiä. Komentoon liitetään aina kuva kohdasta, jota halutaan tarkastella.

Kuva 11. ToDo-komennon tekeminen mallista

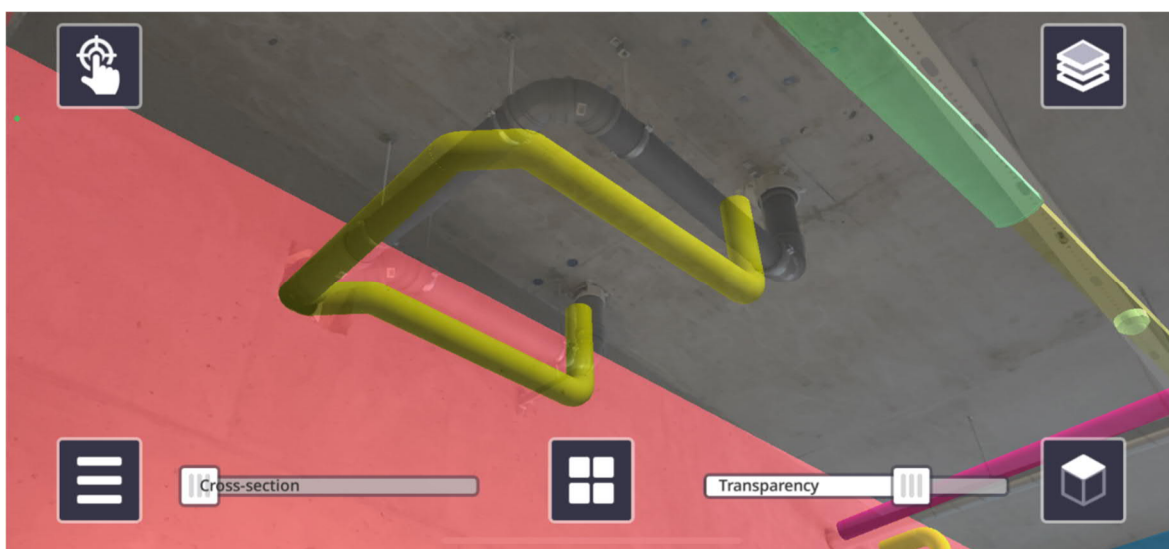
Luvun 4.4 kuvissa 2 ja 3 on havainnollistettu kyseistä sovellusta käyttäen toteuman ja suunnitellun eroja kohteessa. Tarkastelua suoritettiin kävelemällä kohteessa Trimble Connect AR kohdistettuna todellisuuden kanssa kohdakkain. Havaintoja tehtiin talotekniikasta näkyviltä osin. Alla kuvankaappauksia (kuvat 12-16) havaituista eroavaisuuksista.



Kuva 12. Lämmitysputkien ja ilmanvaihdon kanavien poikkeamat



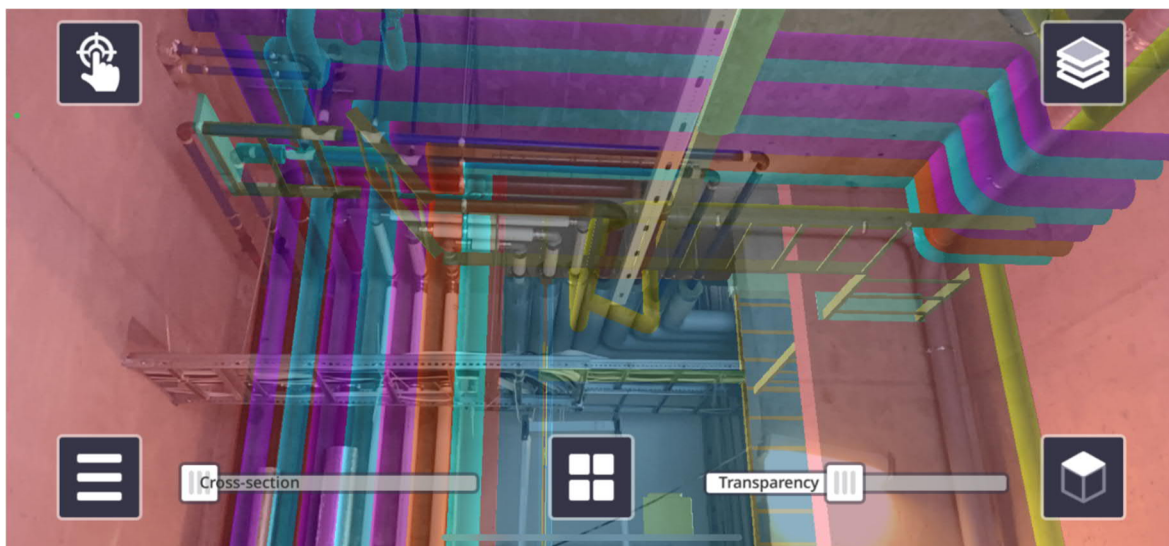
Kuva 13. Putkireittien poikkeamat



Kuva 14. Viemäriputkien poikkeamat



Kuva 15. Putkireittien poikkeamat



Kuva 16. Putkireittien poikkeamat

Pienien poikkeavuuksien havaitseminen voi olla ohjelmalla haastavaa, koska liikuttaessa rakennuksessa heittoja tietomallin ja todellisuuden välillä tapahtuu. Suuremmat poikkeamat pystyttiin havaitsemaan hyvin talotekniikan osista tässä työssä tarkastellussa kohteessa.

Yllä olevissa kuvissa esiteltyjä toteutetun ja suunnitellun välillä havaittuja poikkeamia talotekniikan osalta on tarvetta päivittää luovutusdokumentteihin.

5 Tietomallin hyödyntäminen

5.1 Mallin käyttäminen yleisesti

Tietomallin hyödyntäminen edellyttää mallilta riittävää tarkkuutta ja toteutuskelpoisuutta. Suunnittelijan vastuulla on toteuttaa tietomalli tilaajan edellyttämien ehtojen mukaan.

Mallin käyttö rakentamisessa alkaa olla jo yleistä, mutta hankkeen valmistuttua malli yleensä unohtuu. Koska tietomalli sisältää hyvin laajan datapaketin rakennuksen kokonaisuudesta, olisi sen hyödyntämistä syytä kehittää rakennuksen käyttö- ja kunnossapitovaiheeseen.

5.2 Talotekniikan tietomallin käyttö huollossa ja kunnossapidossa

Tietomallin käyttö edellyttää tiettyjä ohjelmia sen käyttäjältä. Näitä ohjelmia on nykypäivänä tarjolla hyvinkin laaja valikoima. Ohjelman lisäksi käyttäjän on osattava käyttää ohjelmaa oikein. Tämä on vielä haastavaa. Jotta mallin käyttöä voidaan hyödyntää paremmin, olisi opastukseen ohjelmien käytöstä lisättävä panostusta. Näitä keinoja voivat olla esimerkiksi koulutukset käyttäjille. Organisaation kannattaa valita tietty ohjelma, jonka käyttöön ja koulutukseen panostetaan.

Kun tietomallin käyttäjä osaa käyttää ohjelmaa tai ohjelmistoja oikein, hän voi myös hyödyntää tietomallia paremmin.

Huollon ja kunnossapidon käyttötapaus mallille LOASilla voi olla esimerkiksi asukkaan tekemän häiriöilmoituksen seurauksena. Asukas ilmoittaa, ettei patteri asunnossa lämpene. Huollon työntekijä voi mallista katsoa asunnon sijainnin perusteella mistä vika voi mahdollisesti johtua ja esimerkiksi millaisia työkaluja ja varaosia on hyvä varata mukaan. Näin voidaan rajata mahdollisuuksia huollon laajuudesta ennen paikalle saapumista. Myös paikan päällä laitteen sijainti voidaan katsoa mallista ja jopa päätellä, mikä laitteessa on vikana.

Tietomallista voidaan myös tasoja sammuttamalla päästä katsomaan rakenteen sisällä olevaa talotekniikkaa. Jos laite on viallinen ja vaatii uusimista, voidaan mallista katsomalla määritellä työn laajuutta. Mistä joudutaan purkamaan, kuinka paljon ja onko vieressä mahdollisesti muuta talotekniikkaa, jota olisi syytä varoa. Uusi laite voidaan myös tilata jo ennen vanhan purkamista katsomalla mallista laitteen tiedot, kuten merkki, malli ja koko.

Organisaation sisällä olisi hyvä olla yhtenäinen käytäntö sille, kuinka mallia käytetään, jotta käyttö olisi yhtenäistä ja palvelisi mahdollisimman hyvin sen käyttäjiä.

5.3 Trimble Connect AR hyödyntäminen käyttötapausten mukaan

LOAS on aiemmin määritelty erillisessä tutkimushankkeessa asioita, joita tulisi löytyä digitaalisen kaksosesta. Tärkeimpänä asiana hankkeessa on rakennusautomaation seuranta:

”Tähän sisältyy lämpötilamittaukset, liittyy ykköskohdan peruseräsuunniteluun, jos saadaan järkevä havainnollistava 3D-malli, miten lämpölinjat kulkevat, onko joku lämpölinja itsessään huono, tai onko joku ilmansuunta rakennuksesta viileämpi, onko eroja, onko ylimmät kerrokset kylmiä, onko yläeristys huono? Olemassa olevan käytönaikainen seuranta kiinnostaa” (LOAS Ekkira hankkeen sisäinen muistio 2022).

Huollon ja kunnossapidon tapaukset ovat myös tärkeysjärjestyksessä kärjessä. Valvontalaitteiston kolmiulotteinen tarkastelu yhdessä itse laitteiden, kuten venttiilien ja pumppujen, tilatiedon kanssa helpottaisivat huoltotoimia sekä myös arvioimaan huollon mahdollista tarvetta sillä hetkellä tai tulevaisuudessa. Myös YTV (YTV osa 12, 2012) kuvaa ylläpidon tarpeita mainiten, että katselutoimintojen avulla on mahdollista paikallistaa ylläpidon kohteita, kuten tiloja, laitteita ja muita vastaavia. Lisäksi piilossa olevia huolto- ja korjauskohteista voidaan tulostaa näkymiä. (YTV, osa 12, 2012)

Tietomallista voidaan myös suoraan katsoa jonkin taloteknisen laitteen sijainnin lisäksi sen merkki, malli ja koko. Nämä ovat tärkeitä tietoja sisällyttää tietomalliin. Laitteen rikkoutuessa tai mennessä vikatilaan, voidaan tilata suoraan uusi vastaava tilalle. Luovutusdokumenttien oikeellisuus korostuu tässä, sillä mallin tietojen – myös laitteiden, on pidettävä paikkansa, jotta mallia pystytään hyödyntämään.

Trimble Connect AR:n käyttöä voisi hyödyntää yllä listattujen tapausten tarkastelussa.

Tiedon ajantasaisuus on keskeistä, kun tietomallia hyödynnetään ylläpidon toimintojen hallinnassa sekä rakennuksessa tehtävien korjaushankkeiden suunnittelussa (YTV, osa 12, 2012). Koska huolto ja kunnossapito LOASilla keskittyy pääosin talotekniikan osiin, olisi mallia laadittaessa tärkeää kiinnittää huomiota sen tietosisältöön sekä ylläpitää mallia.

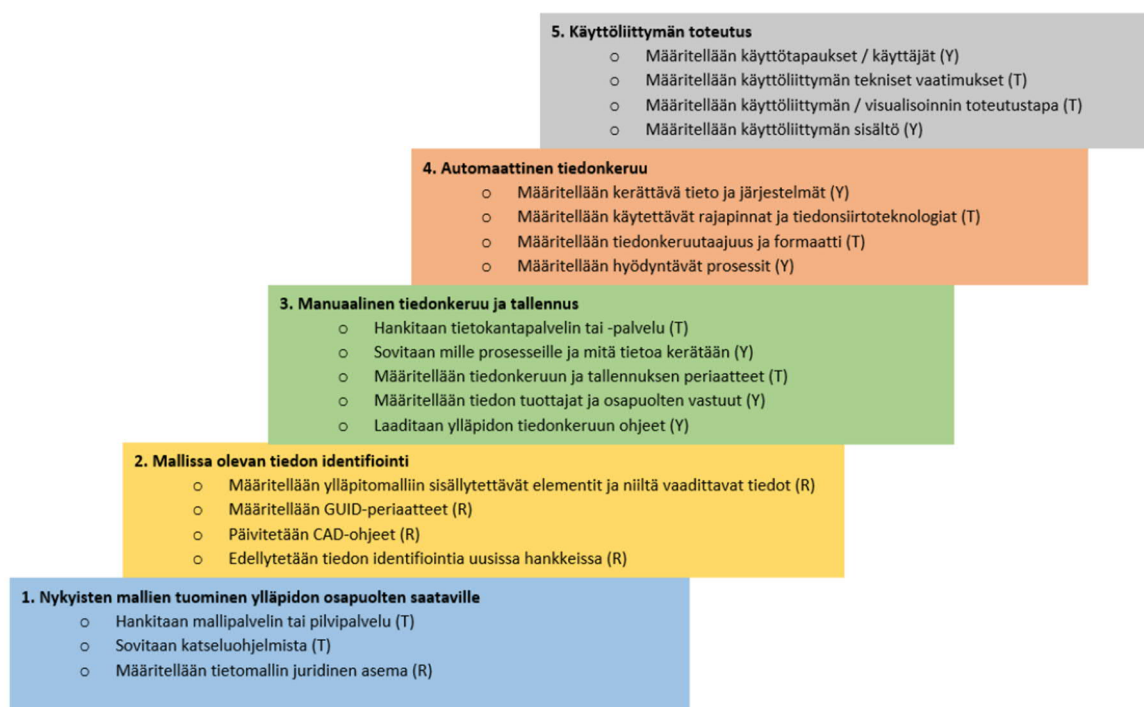
5.4 Tietomallien hyödyntämisen haasteita yllä- ja kunnossapidossa

Tietomallien käyttö on laajentunut, ja erityisesti suunnitteluvaiheessa sen hyödyt on laajasti tunnistettu. Kuitenkin tietomallien hyödyntäminen rakennusten yllä- ja kunnossapidossa on vielä rajallista, ja siihen liittyy paljon tunnistettuja haasteita.

Kuvassa 17 Halmetoja (2016) on kuvannut tietomallien yllä- ja kunnossapidon haasteita Senaatti-kiinteistöjen raportissa seuraavasti:

- Tiedon yksiselitteinen identifiointi ja miten se mallista löydetään.
- Kenen tehtävä on tuottaa ylläpidon tarvitsema tieto ja missä vaiheessa.
- Onko tietomalli oikea tietotekninen ylläpidon tiedon paikka
- Miten tietomalli tuodaan saataville sitä tarvitseville
- Osapuolten keskinäinen tiedonvälitys ja toisen osapuolen tarpeiden ymmärtäminen

Näiden tunnistettujen haasteiden osalta Halmetoja esittää seuraavia kehitysaskkeleita tietomallien hyödyntämisen parantamiseksi yllä- ja kunnossapidossa.



Kuva 17. Kehitysaskkeleet tietomallin hyödyntämiseen yllä- ja kunnossapidossa (Halmetoja, 2016)

6 Päätelmät ja suositellut toimenpiteet

Tähän lukuun on kuvattu opinnäytetyön kohteena olleesta LOAS Teatterista tehtyjen tarkastelujen ja havaintojen pohjalta päätelmiä. Lisäksi näiden pohjalta on kuvattu suositeltavia toimenpiteitä LOASille, joita he voisivat hyödyntää tulevissa rakennushankkeissaan sekä kuvailemiensa käyttötapausten osalta. Näiden toimenpiteiden pohjalta opinnäytetyön tekijä uskoo LOASin saavan toimintamalleja ja työkaluja siihen, että talotekniikan tietomalleja voidaan hyödyntää jatkossa laajemmin huollossa ja kunnossapidossa sekä uusissa hankkeissa.

LOAS on käyttänyt jo aiemmin rakennuttajakonsulttia sekä suunnittelun valvojaa. Rakennuttajakonsultin ja suunnittelun valvojan käyttäminen rakennushankkeissa helpottaa LOASia tilaajana saamaan heille tärkeät asiat suunnitelmiin. Rakennuttajakonsultti toimii yhteyshenkilönä rakennustyömaan suuntaan ja valvoja pitää huolen, että suunnitelmat ovat toteutuskelpoisia, niitä noudatetaan ja mahdolliset muutokset dokumentoidaan. Myös laadunvalvontaan ja suunnittelun ohjaukseen on aiemmissa hankkeissa otettu kantaa.

Tietomallien käytön yleistyessä myös LOASin hankkeissa olisi tietomallikoordinaattorin hyödyntäminen tärkeää. Tietomallikoordinaattori on henkilö, joka valtuutetaan rakennushankkeelle yleensä jo sen alkuvaiheessa. Tietomallikoordinaattorin tehtävä vaatii kokenutta projektihenkilöä, ja on tärkeää, että hänellä on riittävästi asiantuntemusta tietomallintamisesta ja projektinhallinnasta. (YTV, osa 11, 2012)

Koordinaattorin tehtävät ja niiden laajuus määritellään yleensä tarjouspyynnössä. LOASin tapauksessa olisi hyvä määritellä heidän tarpeisiinsa sopivat tehtävät tietomallikoordinaattorille. Näitä tehtäviä voisivat olla:

- mallien toteutuskelpoisuuden tarkastaminen
- mallien keskinäiset törmäystarkastelut
- mallista määrä- ja kustannuslaskenta

Tietomallikoordinaattori myös ohjaa suunnittelua mallien tarkastelun pohjalta. Tarkastelussa ilmenevät päällekkäisyydet tai ristiriidat mallien välillä informoidaan suunnittelijoille. Nämä ongelmat pyritään ratkomaan niin, että osapuolet – suunnittelijat ja tilaaja, ovat tyytyväisiä ja ratkaisut ovat myös toteutuskelpoisia.

Tietomallista tehtävä määrä- ja kustannuslaskenta olisi mahdollista tehdä jo ennen urakoitsijoiden kilpailutusta. Näin saataisiin alustava arvio kustannuksista, jota voitaisiin käyttää myös tarjouskilpailussa hintojen vertailuun.

Tietomallikoordinaattori voi myös järjestää opastusta mallin tai mallien käyttöön tilaajan organisaatiolle. Tällä toimella LOAS saa mallin käytöstä enemmän hyötyä itselleen.

Mallin tarkasteluun käytettävän sovelluksen ottaminen osaksi huoltohenkilöstön toimintaa olisi tärkeä käytännön toimi mallien käyttämisen lisäämiseksi. Sovelluksen tai applikaation valinta, sen käyttöön järjestettävät koulutukset sekä yhteisten pelisääntöjen sopiminen ohjelman käyttöä koskien olisi suositeltavaa.

Tietomallinnussuunnitelma laaditaan, kun rakennus aiotaan mallintaa. Se on sopimusasiakirja, johon on kirjattu vaaditut mallinnukseen liittyvät tehtävät. Suunnitelma sitoo hankkeen kaikki osapuolet noudattamaan osaltaan mallinnusta koskevia menettelyitä, vastuita ja tavoitteita (YTV, osa 11, 2012). LOASin tapauksessa tietomallinnussuunnitelmaa olisi hyvä kehittää heidän tarpeisiinsa sopivammaksi.

Jotta ylläpidon talotekniikan tietomallin käyttö monipuolistuisi, tietomallinnussuunnitelmaan olisi hyvä laatia seuraavia käytäntöjä vakioiksi:

- Mallin laitteiden tietosisällön riittävyys
- Mallin laitteiden oikeellisuus (rakentamisen aikaisien muutoksien päivittäminen)
- Laitteiden (putket, kanavat, venttiilit, pellit) sijainnit riittävällä tarkkuudella toteumaan nähden
- Laitteiden seurannan ja valvonnan yhdistäminen tietomalliin

Tietomallikoordinaattorin palveluita on myös mahdollista hyödyntää tietomallinnussuunnitelmaa laatiessa.

Jotta LOAS pystyisi jatkossa hyödyntämään talotekniikan tietomallin käyttöä rakennusten huollossa ja kunnossapidossa, olisi heidän hyvä ottaa jo hankesuunnitteluvaiheesta eteenpäin kantaa mallinnukseen liittyviin asioihin. Tietomallin hyödyntäminen edellyttää, että mallin laatuvaatimukset ovat asetettu tilaajan toimesta riittävälle tasolle jo hankkeen alkuvaiheessa.

Oman tarjouspyyntöasiakirjan kehittäminen luvussa 6 ehdotettujen toimien pohjalta toimintatavaksi olisi etu tulevia rakennushankkeita ajatellen. Tietomallinnussuunnitelman laatiminen ja käyttöönotto peruskorjaus- ja uusissa rakennushankkeissa sekä tietomallikoordinaattorin palkkaaminen antaisivat mahdollisuudet tietomallien laajempaan käyttöön ja hyödyntämiseen rakennushankkeen aikana ja sen jälkeen.

Tietomallia olisi myös mahdollista hyödyntää talouden näkökulmasta tekemällä määrä- ja kustannuslaskentaa jo ennen urakoiden kilpailutusta.

Tietomallityökalut, kuten mallien tarkasteluohjelmat olisi hyvä ottaa osaksi huollon ja kunnossapidon toimia. Niiden käyttöön järjestettävää koulutusta ja opastusta olisi syytä järjestää henkilökunnalle. Mallin käytön hyötyjä ja etuja olisi hyvä tuoda ilmi henkilöille, jotka niitä tulisivat jatkossa käyttämään. Yhteisten pelisääntöjen ja käytäntöjen laatiminen ohjelman käytölle motivoisi huoltohenkilökuntaa.

Jotta luovutusdokumenttina saatu talotekniikan tietomalli vastaisi riittävällä tasolla toteumaa, olisi malleja alettava käyttämään ylläpitovaiheessa. Näin saataisiin käytännön kokemusta ja kehitysideoita siihen, mitä tietomallista olisi löydyttävä ja millä tarkkuudella, jotta se olisi mahdollisimman hyödyllinen. Näiden kokemusten pohjalta olisi myös mahdollista kehittää tarjous- ja sopimusasiakirjoja niin, että edellä mainitut asiat tulisivat vakiona tietomalliin.

Lähteet

Halmetoja, E. 2016. Tietomallit ylläpidossa, Raportti 2016-09-21. Senaatti-kiinteistöt.

Lappeenrannan seudun opiskelija-asuntosäätiö LOAS.

<https://www.loas.fi/loas/lappeenrannan-seudun-opiskelija-asuntosaaio-loas> Viitattu 25.08.2022.

Yleiset tietomallivaatimukset, yleinen osuus (YTV osa 1). 2012. BuildingSMART Finland.

<https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/> Viitattu 27.7.2022.

Tietomallipohjaisen projektin johtaminen. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset (YTV osa 11)

2012. BuildingSMART Finland. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_11_projektin_johtaminen.pdf Viitattu 4.8.2022.

Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. 2012. Yleiset

tietomallivaatimukset (YTV osa 12) 2012. BuildingSMART Finland.

https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_12_yllapito.pdf. Viitattu 27.7.2022.

LOAS Ekkira hankkeen sisäinen muistio, LOASin pilotti Digitaaliset kaksoset 16.2.2022

