



Karelia-ammattikorkeakoulu
Talotekniikka, Insinööri (AMK)

Toteutusmallin hyödyntäminen ylläpidossa

Jordi Lahnalakso

Opinnäytetyö, huhtikuu 2024

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2024
Talotekniikka koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä
Jordi Lahnalakso

Nimeke
Toteutusmallin hyödyntäminen ylläpidossa

Toimeksiantaja
Granlund Oy

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Granlund Oy:lle. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää tietomallikäyttäjille, miten tietomallia hyödynnetään ja miten sitä voisi hyödyntää kiinteistön ylläpidossa. Tavoitteena oli myös kerätä laajasti teorian tietoa, jotta tietomallinnuksen kokonaiskuva selkeytyisi lukijalle.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa esitellään ylläpidon käytössä olevat tietomallit, nykyiset tietomalliulottuvuudet ja tietomallivaatimukset sekä mahdollisia tietomallin hyödyntämisvaihtoehtoja. Haastatteluosuudessa haastatellaan kolmea eri ylläpidon ammattilaista ja selvitetään heidän näkemyksiään toteutusmallin nykyisestä hyödyntämisestä sekä mahdollisista tavoista hyödyntää mallia.

Haastatteluista selvisi, että ylläpidossa joudutaan usein käyttämään toteutusmallia toteutumamallin sijaan. Selvisi myös, että ylläpidon kannalta malleissa on paljon turhaa tietoa, mutta taas hyödyllisestä tiedosta on puutetta. Mallien isoimmiksi hyödyiksi todettiin paikantaminen, työajan säästäminen, kokonaisuuden havainnollistaminen sekä ennakoivan työn mahdollistaminen. Isoimmaksi haasteeksi todettiin mallien päivittäminen. Lopputuloksena todettiin, että olisi tarpeen kehittää standardi, jolla vakiinnuttaa tietomallinnuksen tiettyjä käytäntöjä sekä päivittää ja kehittää yleiset tietomallivaatimukset uusien tarpeiden mukaisesti.

Kieli
suomi

Sivuja 32
Liitteet 2
Liitesivumäärä 4

Asiasanat
tietomalli, talotekniikka, ylläpito



THESIS
April 2024
Degree Programme in Building Services
Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author
Jordi Lahnalakso

Title
Utilization of the Implementation Model in Maintenance

Commissioned by
Granlund Oy

Abstract

This thesis was commissioned by Granlund Oy. The aim of the thesis was to explain to the users of BIM (Building Information Model) how BIM is utilized and how it could be utilised in maintenance. The aim was also to collect extensive theoretical information to clarify the overall picture of BIM for the reader.

The theoretical part of the thesis presents the data models used by maintenance, the current data model dimensions and data model requirements, as well as possible alternatives for utilising the data model. In the interview section, three different maintenance professionals were interviewed and their views on the current utilisation of the implementation model and possible ways to utilise the model were examined.

The interviews revealed that maintenance often must use an implementation model instead of an as-built model. It also turned out that in terms of maintenance, the models contain a lot of unnecessary information, while there is a lack of useful information. The main benefits of the models were found to be locating, saving working time, illustrating the overall picture and enabling proactive work. The biggest challenge was found to be updating the models. As a result, it was concluded that there was a need to develop a standard to consolidate certain BIM practices and to update and develop general BIM requirements in line with the new needs.

Language
Finnish

Pages 32
Appendices 2
Pages of Appendices 4

Keywords
building services engineering, data model, maintenance

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Mallit	6
2.1	Tietomalli	6
2.2	IFC-malli	7
2.3	Toteumamallin ja toteutusmallin käsitteet ja eroavaisuudet	8
2.4	Ylläpitomalli.....	9
3	Tietomalliulottuvuudet	10
4	LVI-toteutusmallin suunnittelussa huomioitavat tekijät.....	12
4.1	Yleiset vaatimukset.....	12
4.2	Ilmanvaihdon vaatimukset ja niiden hyödyt ylläpidon kannalta	14
4.3	Putkiston vaatimukset ja niiden hyöty ylläpidon kannalta	16
5	Olemassa olevia hyödyntämismvaihtoehtoja	18
5.1	Granolund Designer.....	19
5.2	Granolund Manager.....	21
5.3	Digital twin	22
5.4	COBie	23
6	Haastattelut.....	23
6.1	Toteutusmalli vai toteumamalli.....	24
6.2	Mallin puutteet	24
6.3	Mallin hyödyt.....	25
6.4	Mallin päivittäminen	26
6.5	Ulkopuolisia tietokantoja	28
6.6	Käytetyt ohjelmistot.....	28
6.7	Vanhojen kohteiden mallintaminen	29
6.8	Mallin käyttö ylläpidossa	29
6.9	Mallin sisältö	30
7	Pohdinta.....	31
	Lähteet.....	33

Liitteet

Liite 1	Taulukko
Liite 2	Kyselylomake

1 Johdanto

Tietomallit ovat iso osa nykyajan talotekniikkaa ja ne ovat tärkeässä roolissa suunnittelussa, työmaalla ja myös kiinteistön ylläpidossa. Tietomallien käyttö lisääntyy jatkuvasti, mutta niiden ylläpidon vaatimusten ja tarpeiden osalta vakiintuneita käytäntöjä ei vielä ole. Tämä tarkoittaa, että malleja ei voida vielä kaikkialla hyödyntää ja eikä välttämättä osata käyttää.

Tietomalleihin kuuluu erilaisia malleja, mutta tässä työssä keskitytään erityisesti toteutusmalliin ja sen hyödyntämiseen ylläpitovaiheessa.

Tässä työssä käydään läpi, mihin asioihin kiinnitetään huomiota toteutusmallin suunnittelussa ja mitä kaikkea tietosisältöä ylläpidolle toimitetaan.

Asiantuntijoiden haastatteluilla pyritään saamaan erilaisia näkemyksiä siitä, mitä toteutusmallin pitäisi sisältää ja millä tavalla ylläpito voisi hyödyntää paremmin näitä malleja.

Tämän työn tavoitteena on selvittää mitkä asiat ovat ylläpidon kannalta toteutusmallissa hyödyllisiä ja mitkä asiat ovat parannettavissa. Miten näitä parannettavissa olevia asioita voitaisiin kehittää ja tuoda kokonaan uusia mahdollisuuksia/ideoita, jotta saataisiin mallista kaikki hyöty irti.

Työssä tuodaan myös esiin olemassa olevia vaihtoehtoja, joita voitaisiin käyttää mallien hyödyntämiseen, kuten Granlund Manager tai COBie.

Granlund Oy toimii työn tilaajana ja tämä opinnäytetyö tehdään LVI:n näkökulmasta. Työssä esiin tuodut tiedot ja toimintatavat voidaan hyödyntää muissa talotekniikan sektoreissa ja ylläpidossa.

2 Mallit

2.1 Tietomalli

BIM on lyhenne sanoista Building Information Model, joka suomeksi tunnetaan rakennuksen tietomallina (Halmetoja 2016, 6). Tietomalli on geometrinen 3D-malli rakennuksesta, jossa lisäksi on non-geometrinen tietoa siitä mitä rakennus sisältää, kuten kappalemääriä, mittoja, massoja ynnä muuta sellaista. (Solibri 2022).

Tietomallien luominen on yleistynyt, ellei jopa vakiintunut erityisesti isoissa hankkeissa. Myös jotkin maat ja isoimmat kohteet vaativat nykyään tietomallin. Pienistä hankkeista esimerkiksi muutostöistä tai korjauksista tehdään kaksikulotteinen suunnitelma, ellei kohteesta ole entuudestaan kolmiulotteista suunnitelmaa. Tietomallin tarkoituksena on koota kaikki rakennuksen ja sen koko prosessin aikana syntyvät tiedot sähköiseen muotoon. Tietomallin suunnittelussa on tärkeää tiedostaa, että siinä ei pelkästään tuoteta piirustuksia vaan pyritään luomaan virtuaalinen malli, joka sisältää tietoa rakennuksen eri osista, niiden ominaisuuksista sekä niiden keskinäisistä suhteista. Tietomallien kehitystavoite on käyttää sähköisessä muodossa olevaa tietoa muuhun kuin piirustusten laatimiseen. (Halmetoja 2016, 6.)

Ennen tietokoneiden käyttöä suunnittelutyö tehtiin manuaalisesti paperille piirtämällä kaksikulotteisia suunnitelmia, jotka tunnetaan nimellä 2D-suunnitelmat. Kaksikulotteisissa suunnitelmissa oli vaikeampi havainnollistaa mittoja, kokoja, sijoituksia yms. joten tästä syystä alettiin myös suunnittelemaan tietokoneen avulla, käyttäen Computer Aided Design-ohjelmia (CAD). (Solibri 2022.)

Tietomalleja hyödynnetään talotekniikan osalta jo rakentamisen aikana esimerkiksi reititysten ja törmäyksien tarkastamisessa. Ylläpidon kannalta tietomallin hyödyntäminen on ollut haastavaa ja pitkään kehityksen kohteena. Tähän asiaan liittyen on ehdotettu ohjeita sekä sisältövaatimuksia (yleisissä

tietomallivaatimuksissa YTV 2012), siitä miltä ylläpidon malli pitäisi näyttää, mutta näitä ei ole hyödynnetty tarpeeksi erimielisyyksien takia. Erimielisyydet johtuvat siitä millä tavalla ja millä sisällöllä tietomallit pitäisi tuottaa, jotta ylläpito voisi parhaiten hyödyntää niitä. (Halmetoja 2016, 6.)

2.2 IFC-malli

IFC (Industry Foundation Classes) on avoimen tiedonsiirron standardi, jota käytetään rakennushankkeiden mallinnuksessa ja ylläpidon tiedonsiirrossa. (Rakennustietosäätiö RTS ja COBIM-hankkeen osapuolet 2012 RT 10-11077, 2.)

IFC-malli on kolmiulotteinen malli, joka kattaa suunnitteluorganisaation kanssa sovitun geometrian ja tietosisällön ja on optimoitu tietyn käyttötarkoituksen ja suunnitteluvaiheen tarpeisiin. (Rakennustietosäätiö RTS ja BuildingSMART Finland 2016 RT 10-11210, 2.)

IFC-mallia voidaan hyödyntää erilaisissa ohjelmistoissa esimerkiksi suunnittelu ohjelmistoissa (MagiCAD) ja ylläpito ohjelmistoissa. Malleja voidaan myös käyttää katseluohjelmissa (Solibri). Ylläpito voi hyödyntää katseluohjelmia ja käyttää niitä paikallistamaan tiloja, laitteita ja erilaisia mielenkiinnon kohteita sekä näkymien tulostamista varten.

IFC-mallit eivät ole yhtä ”älyllisiä” malleja, kuin alkuperäismallit, joten eivät korjaa alkuperäismalleja. Osa alkuperäismallin ominaisuuksista voi kadota, esimerkiksi laskenta toiminto. (Rakennustietosäätiö RTS ja COBIM-hankkeen osapuolet 2012 RT 10-11077, 4,5.)

IFC:tä voidaan käyttää myös projektitietojen arkistointivälineenä tai tiedonkeruuna pitkäaikaista säilyttämistä ja toimintaa varten. (BuildingSMART 2024).

Yksinkertaistettuna IFC:n avulla voidaan siirtää parametreja sekä 3D geometrista tietoa. IFC-standardin tarkoitus on helpottaa tiedonsiirtoa eri käyttäjien ja tarkoitusten välillä ohjelmistoista riippumatta.

Esimerkiksi arkkitehti välittää kiinteistön omistajalle mallin uudesta tilasuunnitelmasta, kiinteistön omistaja lähettää kyseisen mallin urakoitsijalle tarjousta varten ja urakoitsija toimittaa omistajalle toteumamallin, jossa on yksityiskohtaiset tiedot asennetuista laitteista ja valmistajan tiedoista.

2.3 Toteumamallin ja toteutusmallin käsitteet ja eroavaisuudet

Toteumamallilla tarkoitetaan rakennuksen tietomallia. Siihen on sisällytetty tiedot toteutuneesta rakennuksesta ja myös poikkeavat tiedot suunnitelmamallista. Näiden lisäksi toteumamalli sisältää pääasialliset tiedot rakennuksen rakennustuotteista ja niiden ominaisuuksista. (Ympäristöministeriö 2023.)

Toteumamalli on ikään kuin toteutusmalli, mutta toteumamalliin on päivitetty kaikki rakennusaikaiset muutokset. Toteumamalli päivitetään samalla kun ylläpidon ja korjausrakennushankkeen malli päivitetään. Projektissa vaaditut tietomallit (tässä tapauksessa toteutusmalli) pitää päivittää toteutusvaiheessa syntyneiden muutosten mukaan siten, että lopputulos vastaa as-built versiota. Urakoitsijat välittävät toteumamalleihin ilmenneet muutostiedot. (Jokela, Laine & Hänninen 2012, 13, 20.)

Toteutusmalli viittaa työmaata varten laadittuun malliin, jossa käydään läpi lupapäätöksen mukainen tarkastussuunnitelma ja -aikataulu. Toteutusmalli voi sisältää erityistietoa rakentamisesta ja sen tietosisältö voi olla laajempi kuin lupamallissa. Toteutusmallia täydennetään työn edetessä ja se päivittyy tarkastusten ja katselmusten yhteydessä. (Lukkarinen & Henttinen 2014, 18.)

Toteutusmalli täydennetään ja päivitetään rakennustyön edetessä. Se on myös tuotantosunnittelun mahdollistava malli, joka kuvaa talotekniikan asennusten

toteutuksen. (Rakennustietosäätiö RTS ja BuildingSMART Finland 2016 RT 10-11211, 2.)

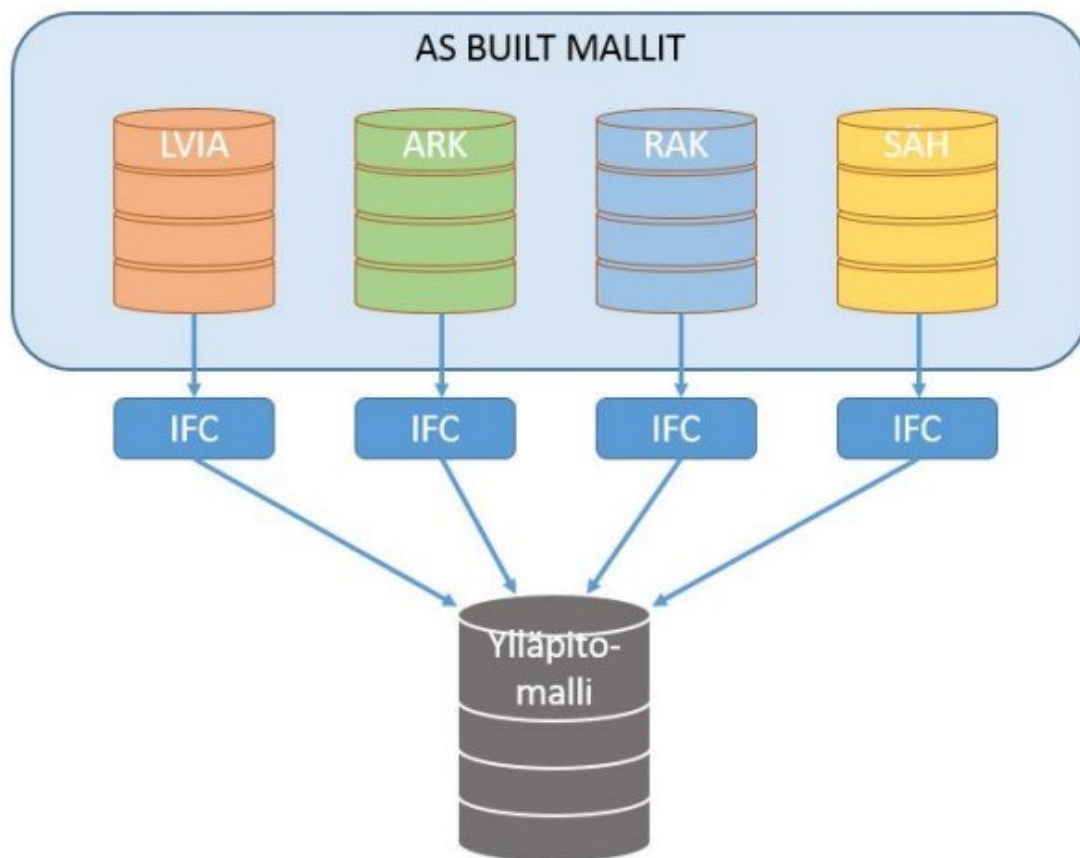
Esimerkiksi malliasennus voi olla osa toteutusmallia, jossa katsastetaan yksi tai useampi urakkasuoritus ja sovitaan yhteisesti, miten muut vastaavat rakenteet tai järjestelmäosat toteutetaan. (Rakennustietosäätiö RTS 2018 RT 10-11302, 2.)

Toteutusmallia voidaan käyttää myös tarkastusasiakirjana ja työmaapäiväkirjana ja näitä on päivitettävä tarkastuksien ja katselmuksien avulla. Toteutusmallin täytyy sisältää ainakin lupiin vaikuttavat toteutuksessa syntyvät muutokset ja valvonnan merkinnät. (Lukkarinen & Henttinen 2014, 18.)

Lyhyesti voidaan todeta, että toteutusmalli on se joka menee työmaalle toteutusta varten ja toteumamalli on se, jossa kaikki rakennusaikaiset muutokset ovat mukana, eli toteumamalli on lopullinen päivitetty toteutusmalli. Ylläpidon tarkoitus olisi käyttää toteumamallia, mutta monesti tämä kuitenkin jää puuttumaan tai on puutteellinen. Näissä tapauksissa ylläpito joutuu tai tyytyy käyttämään toteutusmallia.

2.4 Ylläpitomalli

Ylläpitomalli on tietomalli, joka koostuu eri as-built malleista esimerkiksi LVIA, sähkö, rakennus yms. (Kuva 1). Ylläpitomallista on tarkoitus nähdä erilaiset käyttö ja ylläpito aikaiset huollot sekä sellaiset laitteet ja rakenteet jotka vaativat kunnossapitoa. Mallia voidaan hyödyntää havainnollistamaan helpommin eri tilojen, laitteiden ja muiden huoltoa tarvitsevien osien sijoituksia. (Halmetoja 2016, 19.)



Kuva 1. Ylläpitomalli (Halmetoja 2016, 19).

3 Tietomalliulottuvuudet

Tietomalliulottuvuus viittaa tietomallin eri tietotasoihin tai tietojen integrointiin. Jokainen ulottuvuus lisää mallinnusprosessiin monimutkaisuutta ja yksityiskohtia. Nämä ulottuvuudet parantavat BIM-mallia ja tekevät siitä hyödyllisemmän rakenteen koko elinkaaren ajan. (Ellis 2024.)

Rakennusala on täynnä nyansseja, erityisesti globaalilla ja alueellisella tasolla. Tietomalliulottuvuudet eivät ole poikkeus. Vaikka 3D-, 4D- ja 5D tietomallinnuksesta vallitsee yleisesti alan laajuinen yksimielisyys, 6D:n ja sen jälkeisistä ulottuvuuksista ja niiden hyväksymisestä ja käytöstä keskustellaan jatkuvasti maailmanlaajuisesti. (Ellis 2024.)

Tietomalliulottuvuudet ovat seuraavanlaisia:

- 2D BIM on digitaalinen geometrinen malli, joka muodostaa X-akselin ja Y-akselin, jotka liittyvät lisätietoihin. Varhaiset CAD-järjestelmät olivat 2D-malleja, joissa suunnitelmia ja osioita voitiin kehittää tietokoneilla nopeammin ja tarkemmin kuin manuaalisesti, piirustuspöydällä. Kehittyneemmät mallinnustyökalut mahdollistavat nyt parametrien, rajoitteiden ja käsitteiden liittämisen 2D-malliin. Suurin osa alalla ei kuitenkaan pidä 2D-geometriamalleja tietomallina.
- 3D BIM on digitaalinen geometrinen malli, joka muodostaa X-, Y- ja Z-akselit, jotka liittyvät lisätietoihin. 3D-mallinnustyökalut ovat olleet hyödyllisiä, koska:
 - 3D-mallista voidaan luoda 2D-näkymiä geometrisesta tiedosta eri detaljitasoilla.
 - Aikatauluja voidaan luoda, raportoida erityyppisistä kohteista 3D-mallissa.
 - Useita 3D-malleja voidaan yhdistää raportoimaan geometrisista yhteentörmäyksistä.

Kaikki nämä ominaisuudet parantavat huomattavasti tarkkuutta ja tehokkuutta ja vähentävät projekteissa tapahtuvien virheiden riskiä. Lisäksi, jos näihin malleihin lisätään tai niihin liitetään erityisiä tietoja, voidaan nähdä lisäetuja.

- 4D-tietomallinnus lisää aikataulutietoja mallin muodostusjaksoihin. Aikaulottuvuuden lisääminen antaa projektiryhmälle mahdollisuuden visualisoida paremmin, miten rakentaminen järjestetään. Urakoitsijan näkökulmasta tämä on tärkeää. 4D-tietomallinnus oli valtava edistysaskel teollisuudelle, kun se tehtiin ensimmäisen kerran mahdolliseksi uusien mallinnustyökalujen avulla – se osoitti suunnittelu- ja rakennustiimin välisen yhteistyön 3D-mallien koordinoinnin ja jakamisen kautta. (Hamil 2021.)

- 5D-tietomallinnus perustuu 3D- ja 4D-tietomallinnukseen sisällyttämällä malliin arvio- ja kustannustiedot.
- 6D- ja 7D-tietomallinuksilla tarkoitetaan tyypillisesti kestävän kehityksen tai toimitilojen hallinnan mallitietoja. Näistä ulottuvuuksista ei kuitenkaan edelleenkään vallitse kansainvälistä yksimielisyyttä. (Ellis 2024.)

4 LVI-toteutusmallin suunnittelussa huomioitavat tekijät

Tässä kappaleessa on tarkoituksena tuoda esiin mihin kiinnitetään huomiota kun suunnitellaan toteutusmallia, sen tietosisältöön ja tämän vaatimuksiin. Tämän lisäksi pohditaan mikä tieto hyödyntää ylläpitoa ja miten, ja mistä pitäisi olla tieto huollon, korjausten yms. takia.

4.1 Yleiset vaatimukset

Toteutusmallin suunnittelussa käytetään samoja menetelmiä kuin yleissuunnitteluvaiheessa, mutta tarkkuustaso on korkeampi. Kaikki eri suunnittelualan mallit (LVI, sähkö, automaatio) olisi tallennettava tiheään tahtiin esimerkiksi projektipankkiin, jotta olisivat muiden käytettävissä. Ajantasaiset mallit voidaan hyödyntää yhdistämällä (syntyy yhdistelmämalli) ja tarkastamalla sitä. Esimerkiksi voi tarkastella törmäyksiä, tilan riittävyyttä ja varaus- ja reikäsuunnittelua. (Henttinen 2012, 17,18.)

Vaatimukset ja mallinnusperiaatteet toteutussuunnittelussa ovat tärkeä asia, johon pitää kiinnittää huomiota. Tässä suunnitteluvaiheessa on vaatimuksena ylläpitää dokumenttipohjaista tietomalliselostusta, jossa esitetään käytetyt ohjelmistot, mallinnetut objektit, niiden geometriatarkkuus ja tietosisältö. Ohjelmistot täytyy olla IFC yhteensopivat, jotta mallien tiedonsiirto onnistuu erilaisten suunnitteluohjelmien kesken. Geometriatarkkuus on tärkeä ylläpitää,

koska täällä ehkäistään iso osa yhteentörmäyksistä yhdistelmämalleissa. (Järvinen, Laine, Kaleva & Heljomaa 2012, 8, 9.)

Ensiksi kaikki pääjärjestelmät, esimerkiksi ilmastointijärjestelmä, vesi- ja viemärijärjestelmä tai lämmitys- jäähdytysjärjestelmä on mallinnettava erikseen. Järjestelmät on mallinnettava toimintakykyisinä tarkoittaen sitä, että eri ominaisuuksia kuten esimerkiksi laskenta- tai analyysiominaisuuksia voidaan hyödyntää suunnitteluohjelmilla. Tällä toimenpiteellä on tarkoitus saada malliin paljon tietosisältöä, esimerkiksi virtaamat. Kaikki tärkeimmät komponentit toimivuuden kannalta on myös mallinnettava. Komponentit on mallinnettava todellisuutta vastaavilla objekteilla, esimerkiksi komposiittiputki komposiittiputkiobjektilla.

Verkoston osat on liitettävä keskenään, jotta eri sijainnilla (kerrokset) olevat verkostot muodostaisivat yhden yhtenäisen virtausteknisen järjestelmän. Kun kyseessä on jonkinlainen muutostyö tai vastaava malliin on merkattava olemassa olevat verkostot/osat status määritelmällä. Tämän tarkoituksena on saada tieto siitä, mitä on entuudestaan ollut jo mallissa ja mikä on muokattu ja hyödyntää tätä silloin kun mallia jaetaan IFC tiedostona eri osapuolille. (Järvinen, Laine, Kaleva & Heljomaa 2012, 8, 21, 22.)

Sitten luodaan osajärjestelmät, eli pääjärjestelmät jaetaan pienempiin osiin. Esimerkiksi pääjärjestelmänä viemäri ja osajärjestelmänä sadevesiviemäri. Tämä tehdään jotta suunnitteluohjelmia ja niiden toimintoja voitaisiin hyödyntää eriosajärjestelmissä erikseen. Osajärjestelmien nimeämiseen käytetään laitetunnuksia, esimerkiksi 301TK01. (Järvinen, Laine, Kaleva & Heljomaa 2012, 10, 22.)

Seuraavaksi kiinnitetään huomiota putkien ja kanavien eristykseen. Eristeet on mallinnettava eri syistä. Niitä hyödynnetään törmäystarkastuksissa, esimerkiksi nähdäkseen osuuko eristys ilmastointikanavaan tai nähdäkseen onko tarpeeksi tilaa asennukselle. Toinen tarkoitus on saada eristysten tiedot materiaali listoihin, esimerkiksi pinnoitus, paksuus, käyttötarkoitus (paloeriste, äänieriste). Kun mallinnetaan tieto saadaan helposti ja sähköisessä muodossa listoihin, eli

ei tarvitse erikseen kirjoittaa listaa vaan se luodaan suunnitteluohjelmien avulla automaattisesti. (Järvinen, Laine, Kaleva & Heljomaa 2012, 22, 23.)

4.2 Ilmanvaihdon vaatimukset ja niiden hyödyt ylläpidon kannalta

Nykyhetken ilmanvaihtoon koskevat toteutusmallin vaatimukset on esitetty taulukossa 1.

Komponentti / tehtävä	Toteussuunnittelu			Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	
Ilmanvaihto				
Runkokanavistot	x	x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, koko, tilavuusvirtaus, painetaso. 2Dkuvissa absoluuttinen korkeus (keskilinja) mittaviivassa
Kytkeväkanavistot	x	x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, koko, tilavuusvirtaus, painetaso
Kanavistoeristeet	x	x	Ei vaadetta erilliselle eristysobjektille kanavassa. Kanavan ulkomitassa oltava eristyspaksuus mukana	Eristyksen tyyppi ja paksuus. Metalliset / selvästi kustannuksiin vaikuttavat pinnoitteet kerrottava mittaviivassa / tietosisällössä.
Koteloidut IV-koneet	x	x	Suunnittelija mitoittaa koneen laitevalmistajan ohjelmistolla ja käyttää ensisijaisesti ohjelmiston tuottamaa koneobjektia	Tunnus, esim. 301TK01
Huippuimurit	x	x	Julkisivukuvan ja vesikattokuvan mukaisessa paikassa, ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Tunnus, esim. 301PK02, koko
Kanavapuhaltimet	x	x		Tunnus, esim. 301PK02, koko
Ulospuhallushajottajat	x	x	Julkisivukuvan ja vesikattokuvan mukaisessa paikassa, ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Tunnus, esim. UPH1, koko
Ulkosäleiköt	x	x	Julkisivukuvan mukaisessa paikassa, ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Tunnus, esim. US1, koko
Päätelaitteet	x	x	Alakattokuvan mukaisessa paikassa, ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Malli, koko, tunnus (esim. T1), ilmavirta, painehäviö, äänitaso, esisäätöarvo
Siirtoilmasäleiköt	x	x	Ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Malli, koko, tunnus (esim. S1)
Säätöpellit	x	x	Ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Malli, koko, tunnus (esim. SP1), ilmavirta, painehäviö, esisäätö
Ilma- / vakiovirtasäädin	x	x	Ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Malli, koko, ilmavirta, painehäviö, yksilöity tunnus (esim. 301IMS1000.1 (järjestelmä-IMS sijainti juokseva nro.))
Palopelti	x	x	Ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Malli, koko, painehäviö, tunnus (esim. PP1)
Moottoitu palopelti	x	x	Ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Malli, koko, painehäviö, yksilöity tunnus (esim. 301PP1000.1 (järjestelmä-PP-sijainti-juokseva nro.))
Kanaviston äänenvaimentimet	x	x	Ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Malli, koko, ilmavirta, painehäviö, tunnus (esim. ÄV1)
Puhdistusluukut	x	x		Tunnus (esim. PL1)
IV-kanavistopatterit	x	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset, vaaditun otsapintanopeuden perusteella	Koko, tunnus (esim. 301JLP1)
Ilman laatuun vaikuttavat kanavistokomponentit (suodatus, kostutus jne.)	x	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset, vaaditun otsapintanopeuden perusteella	Koko, tunnus (esim. SU1)
Joustavat liittimet	x			Tunnus (esim. JL1)
Kannakkeet			Esitetään 2D-leikkauksissa	LVI-suunnittelija koordinoi TATE-leikkaukset
Anturit			Esitetään minimissään RAU-kaavioissa	
Kanavistojen liittostavat (listaliitos jne.)			Ei esitystapavaadetta, esitetään muissa dokumenteissa	
Kuilut ja homit	x	x	Kanavat ja komponentit mallinnetaan kuiluun eristeineen.	Komponenttien ja kanavistojen tietosisältö kuten tässä taulukossa mainittu

Taulukko 1. (Järvinen, Laine, Kaleva & Heljomaa 2012, Liite 1 sivu 6/9.)

2D-sarake tarkoittaa, että esitetään tasokuvassa ja-tai kaaviossa. BIM-sarake puolestaan tarkoittaa, että mallinnetaan suunnittelunaikaisella geometriatiedolla ja tyhjä kenttä kuvastaa sitä, että ei ole mallinnus- tai tietosisältövaadetta.

Geometrian tarkkuustasoa, jota taulukossa esitetään voidaan hyödyntää ylläpidossa havainnollistamiseen ja sen avulla voidaan katsoa eri komponenttien sijoitus ja niiden ”ulkoinen muoto” eli pystytään näkemään minkä kokoinen ja muotoinen joku tietty komponentti, esimerkiksi äänenvaimennin, on. (Kuva 2).

Tietosisältö taas puolestaan muodostuu komponentin eri ominaisuuksista: mallista, koosta, ilmavirrasta, painehäviöstä, tunnuksesta, esimerkiksi äänenvaimennin 1 (ÄV1).

Pitää muistaa, että tietomallit eivät pelkästään koostu kuvista vaan isosta määrästä tietoa.

Mallin tuottamia tietoja olisi hyvä hyödyntää esimerkiksi ylläpidon huolloissa tai korjauksissa. Huollon tai korjauksen kohdalla ylläpito voisi etukäteen tutustua kohteen 3D-malliin ja suunnitella kokonaista toimenpidettä (varaosat, työvälineet, kulkureitti kyseiselle tilalle yms.) jo ennen paikalle menemistä. Tällä saisi paljon aikaa ja resurssia säästettyä, mutta tämä vaatii hyvää mallin ja tiedon välistä kommunikointia.

Yksi iso ongelma näissä malleissa on niiden suuruus joka tarkoittaa sitä, että malli vie paljon tilaa ja sen avaaminen, selaileminen ja muokkaaminen voi olla hidasta. Tästä syystä tietosisältöä löytyy useimmissa formaateissa esimerkiksi Excel.

Esimerkki tapaus: 70 % ison kohteen palopelleistä on hajonnut, onko järkevää vaihtaa malliin yksitellen kaikki palopellit vai voisiko mallissa pysyä entisen palopellin objekti ja muuttaa olemassa olevaan Excel taulukkoon, josta näkee malli, koko yms. hajonneet pellit ja kirjoittaa uusien speksit?

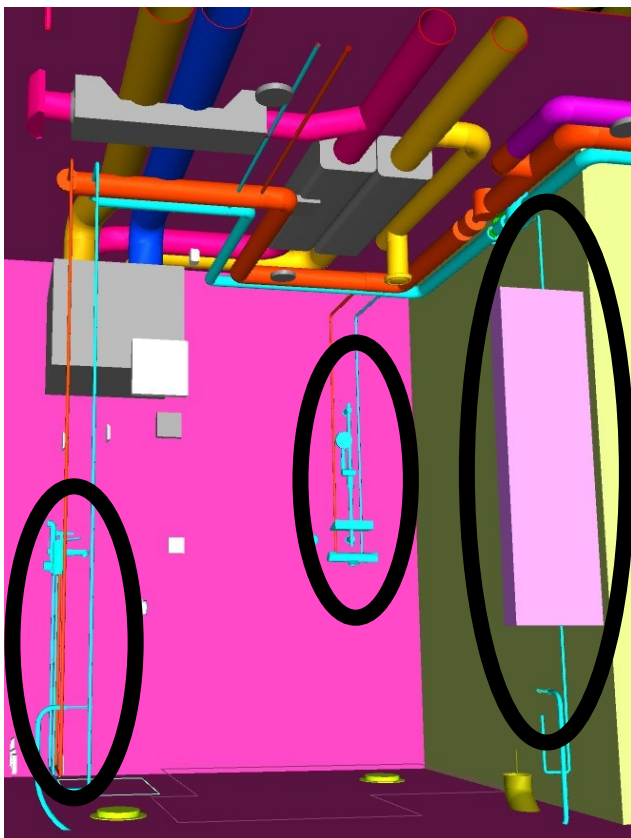


Kuva 2. Ilmanvaihdon äänenvaimentimet.

Vaatimukset ovat suunnittelun ja toteutuksen kannalta riittäviä mutta ovatko ne tarpeeksi ylläpidolle? Tämä käsitellään osiossa 7.1, jossa ylläpidon ammattilaiset kertovat heidän näkökulmiansa omien kokemusten perusteella.

4.3 Putkiston vaatimukset ja niiden hyöty ylläpidon kannalta

Putkistoon liittyvät vaatimukset ovat laajemmat, koska nämä sisältävät vesi-, viemäri- sekä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät. Mallin tietosisältö sekä geometrinen tarkkuus taso löytyy Liitteestä 1. (Liite 1 Taulukko). Kuvassa 3 on kylpyhuone, josta mallin avulla nähdään vesikalusteet kuten suihku, pesuallashana ja pesukonehana. Lisäksi lattiassa näkyy kaksi lattiakaivoa ja WC-istuimen viemäri. Viimeisenä kuvan oikealla reunalla näkyy lämmityspatteri. Kaikkiin laitteisiin kulkee kytkentäjohdot, jotka mallin perusteella ovat eristämättömät ja alakatossa kulkevat runkoputket eristettyinä. Kaikki alakatossa oleva tavara ei todellisuudessa ole näkyvissä, joten mallia voidaan hyödyntää piilossa olevien osien tarkasteluun.



Kuva 3. Pesuhuoneen kokonaisuus 3D-mallissa.

Mallia voi hyödyntää painamalla esimerkiksi suihkua, jolloin avautuu näkymä josta näkee: suihkun malli, normivirtaus, painehäviö sekä tunnus (SU1). Tähän toimintoon voisi lisätä ominaisuuden, jolla suihkua painamalla avautuisi äsken mainittujen tietojen lisäksi kyseisen tuotteen huolto-ohje. Esimerkiksi, jos tuote olisi Oras, niin avautuisi linkki Oraksen materiaalipankkiin (<https://materialbank.oras.com/#/category/185>), josta löytyisi tuotteen kuvia, teknisiä piirroskuvia, teknisiä dokumentteja sekä asennus- ja huolto-ohjeita. (Kuva 4).

The screenshot shows the Oras website interface. At the top left is the Oras logo. Next to it is a search bar with the text 'Hae...' and a magnifying glass icon. Below the search bar is the text 'Laajennettu haku'. The main content area has a breadcrumb trail: 'Materiaalipankki / Tekniset dokumentit / Asennus- ja huolto-ohjeet (320)'. On the left is a navigation menu with categories: 'Materiaalipankki', 'Kuvat', 'Tekniset piirroskuvat', 'Tekniset dokumentit', 'Asennus- ja huolto-ohjeet' (highlighted in red), 'Suunnittelu- ja työohjeet', 'Hyväksynyt ja Deklaraatiot', and 'Markkinointijulkaisut'. The main content area displays a list of documents with filters: 'Suodata...', 'Uusimmat ensin', 'Suomi', and '16'. The list shows four PDF documents with thumbnails and titles: '943511-12-22 pdf', '943489-01-24 pdf', '943479-10-23 pdf', and '943513-01-24 pdf'. Each document has a plus and minus icon below it.

Kuva 4. Oraksen asennus- ja huolto-ohjeet.

Mallissa on mahdollista liikkua. Tämä tarkoittaa sitä, että eri tilojen löytäminen helpottuu ja pystytään tutkia alakattoja, lattioita, seiniä ja niiden sisällä piilossa olevia järjestelmiä tai näiden osia. Tämä on todella hyödyllistä ylläpidon kannalta, esimerkiksi vuoto tilanteessa.

Esimerkki tapaus: Kuvassa 2 tilassa ilmenee vesivahinko, ylläpito pystyy hyödyntämään mallia siten, että katsoo missä putket menevät eli tietää tarkkaan putkien reitit, jolloin vuodon kohta on helpompi löytää.

5 Olemassa olevia hyödyntämismallivaihtoehtoja

Tämän luvun tarkoituksena on tuoda esiin olemassa olevia työkaluja kuten ohjelmistoja, standardeja ynnä muuta sellaista., joita voidaan hyödyntää kiinteistön ylläpidossa. Tässä kappaleessa käsitellään ohjelmistot Granlund Designer ja Granlund Manager, digital twin sekä avoimen tiedonsiirron standardi COBie.

5.1 Granlund Designer

Granlundin Designer on pilvipohjainen laiteluettelo-ohjelmisto joka toimii selaimessa ja joka on tarkoitettu talotekniikan laitetiedon hallintaan. Granlund Designer tunnetaan nykyään nimellä Granlund Laitetiedon hallinta.

Sähköisessä muodossa olevia laiteluetteloja voidaan luoda sekä päivittää ylläpidon aikana. Granlund Designer -ohjelmiston yhtenä tavoitteena on tehdä kiinteistönomistajien arjesta helpompaa. Kaikki tiedot ovat tallessa yhdessä paikassa, ja niitä pystyy hyödyntämään siihen tarkoitettut henkilöt milloin tahansa. Ohjelmistolla pystytään pitämään laitetiedot ajan tasalla ja järjestyksessä. Tämän avulla unohduksien sekä virheiden määrä laskee. Granlund Designer omistaa automaattisen muistutus toiminnon, joka ilmoittaa jos jokin tieto on puutteellinen tai olematon.

Kaikki tieto ollessaan samassa paikassa helpottaa tiedon etsintää ja mahdollistaa muutoksien seuranta. Tarkoituksena on tehdä ohjelmistossa kaikki mitä ennen tehtiin sähköpostin välityksellä sekä monien Excel taulukoiden avulla. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki ohjelmistoa käyttävät henkilöt saavat aina viimeisimmän version laiteluettelosta ja tarvittaessa voivat etsiä myös alkuperäisiä tietoja.

Granlund Designerissa olevat tiedot ovat siirrettävissä ylläpidon käyttöön, esimerkiksi Granlund Manager -ohjelmistoon. Tämä tarkoittaa, että Granlund Designeria voidaan käyttää ensimmäisenä vaiheena tietomallipohjaisessa ylläpidossa. (Granlund 2021a.)

Granlund Designer -näkyvässä näkyvät eri pääjärjestelmät, osajärjestelmät ja laitteet. Laitteita klikkaamalla avautuu attribuuttilehti, josta löytyvät kyseisen laitteen tiedot, esimerkiksi malli, käyttöryhmä ja mitoitusnostokorkeus ynnä muuta sellaista. (Kuva 5).

Laitetiedot

- Kiinteistö
 - Rakennus
 - LVI
 - G1 Lämmitys
 - 101 Osajärjestelmä
 - LS 01 Lämmönsiirrin
 - FV 01.01 Moottoriventtiili
 - PA 01 Paisunta-astia
 - VV 01 Varoventtiili
 - P 01 Pumppu
 - SCP 01 Kierrosluokhuohaus
 - VV 02 Varoventtiili
 - QQ 01 Energiamittari
 - QQ 02 Energiamittari
 - QQ 03 Energiamittari
 - QQ 04 Energiamittari

- G2 Vesi- ja viemäri
- 201 Osajärjestelmä
 - LS 01 Lämmönsiirrin
 - P 01 Pumppu
 - VV 01 Varoventtiili
 - FV 01.01 Moottoriventtiili
 - FV 01.02 Moottoriventtiili
 - VV 02 Varoventtiili
 - VM 01 Vesimittari
 - VM 02 Vesimittari
- G3 Ilmanvaihto
- 301 Osajärjestelmä
 - TK 01 Tuloilmakone
 - PK 01 Poistoilmakone
- G4 Kylmäteknikka
- 401 Kylmätekninen järjestelmä
- G51 Paineilma
- 511 Paineilmajärjestelmä
- G52 Sairaalaakaasu
- 521 Sairaalaakaasujärjestelmä
- G7 Palontorjunta
- 700 Sprinkleri
- G83 Savunpoisto
- 831 Savunpoistojärjestelmä
- Materiaalit

Attribuutit

Nimi	Arvo
Toimittaa	PU
Asentaa	PU
Sijainti	Välitse
Käyttötarkoitus	Lämmitys
Malli	
Neste	Vesi
Mitoituslämpötila	°C 70
Käyttöryhmä	Lämmitys, jäähdytys
Mitoistustuotto	dm ³ /s 0,68
Mitoitusnostokorkeus	kPa 40
Käyttötilanteen tuotto	dm ³ /s
Käyttötilanteen nostokorkeus	kPa
Paine-eromittaus verkoston yli	<input checked="" type="radio"/> Kyllä <input type="radio"/> Ei
Paine-eromittaus pumpun yli	<input type="radio"/> Kyllä <input checked="" type="radio"/> Ei
Painemittaustiedon lähetyksen RAU-järjestelmään	<input type="radio"/> Kyllä <input checked="" type="radio"/> Ei
Paine-erolähtetiedon lähetyksen RAU-järjestelmään	<input checked="" type="radio"/> Kyllä <input type="radio"/> Ei
Varustettu tiedonsiirtomoduulilla	<input type="radio"/> Kyllä <input checked="" type="radio"/> Ei
Ulkosen ohjauksiviestin (0-10V) vastaanotto	<input checked="" type="radio"/> Kyllä <input type="radio"/> Ei
Säätötapa	
Sähkökytkentä	
Liitännäteho/P	kW
Jännitetaso	V 230
Jännitetyyppi	
Sähkönjakelujärjestelmä	
Käynnistysvirta	A
Varustetaan pehmokäynnistyksellä	<input type="radio"/> Kyllä <input type="radio"/> Ei
Sähkö tiedot muuttuneet	<input type="radio"/> Kyllä <input type="radio"/> Ei

Kuva 5. Laitetiedot ja attribuutit.

Esimerkiksi jos on tarvetta vaihtaa pumppu, niin Granlund Designerin kautta olisi helppo löytää vaihdettava pumppu ja sen tiedot sekä samalla päivittää uuden vanhan tilalle. Muutos olisi heti kaikille nähtävissä ja tallessa.

Yksi hyvä lisäys voisi olla, että laitetta painamalla olemassa olevien tietojen lisäksi olisi, esimerkiksi linkki pumpun vaihto valinta ohjelmaan (<https://product-selection.grundfos.com/fi>). Tämä olisi hyvä siinä tapauksessa jos kyseistä pumppua ei enää valmisteta tai jos halutaan energiatehokkaampi vaihtoehto.

5.2 Granlund Manager

Granlund Manager on SaaS-palvelu, joka on suunniteltu kiinteistöjen ylläpitoprosessien hallintaan ja tiedonhallintaan. SaaS (Software as a Service) ohjelmaa voi käyttää missä tahansa kirjautumalla internetin kautta ja se on pilvipohjainen palvelu.

Granlund Manager -ohjelmisto mahdollistaa kiinteistön toiminnan ja nykytilan seuraamista. Pitämällä kiinteistön tiedot ajan tasalla päätöksen teko ja sen aikataulutusta helpottuu. Granlund Managerissa on mahdollista jakaa rakennuksia eri bokseihin. Tämän ansiosta ison tietomäärän hallinnointi ja raportointi helpottuu.

Granlund Manager -ohjelmisto on käytössä tietokoneille sekä mobiililaitteille. Tämä on erittäin hyödyllinen ominaisuus, sillä liikkuvaa työtä tekevällä on mahdollista saada heti tarvitsemansa tieto sekä pystyy myös tallentamaan niitä. (Granlund 2021b).

Granlund Manager tarjoaa eri toiminnallisuuksia:

- Huoltotoiminnan johtamisen työkaluilla voi johtaa huoltotoimintaa, ulkopuolisista palveluntuottajista tai omasta huoltohenkilöstöstä. (Granlund 2021c).
- Huoltokirjan ansiosta kiinteistön ylläpito- ja huoltotoiminta toteutuu järjestelmällisesti vuodesta vuoteen. Huoltokirjasta näkyy kiinteistön dokumentaatio sekä huoltosuunnitelman mukaiset huoltotehtävät aikataulutettuina. (Granlund 2021d.)
- Palvelupyynnöt Granlund Managerilla pystyy hallita kiinteistön palvelupyynnöitä. Helpon käyttöliittymän kautta pystyy seurata palvelupyynnöiden edistystä sekä laatua. (Granlund 2021e.)
- Huoltosuunnitelma Granlund Manager -ohjelmistolla voi tehdä huoltosuunnitelman ja aikatauluttaa huoltotehtäviä. Huoltosuunnitelman laatiminen on helpointa, kun kaikki tiedot löytyvät ohjelmistosta. (Granlund 2021f.)

- Kunnossapidon johtamisen työkalut mahdollistavat kiinteistön PTS:n ja kunnossapito investointien hallitsemista sekä suunnittelua. (Granlund 2021g).
- PTS-työkalu on hyödyllinen kiinteistön ylläpidon budjetoinnissa, suunnittelussa ja raportoinnissa. (Granlund 2021h).
- Energiahallinta (seuranta ja optimointi) Tämän avulla pystyy seuraamaan ja hallitsemaan kattavasti energiankulutusta ja vastuullisuustavoitteiden toteutumista. (Granlund 2021i).
- Raportointi Raportointityökalulla pystyy saamaan kattavan kokonaiskuvan kiinteistön nykytilasta. Tämä helpottaa kiinteistöjohtamista. (Granlund 2021j.)
- Mobiilisovellukset nopeuttavat kiinteistöhuollon tiedonkulkua. Myös kiinteistön kunnan tiedonkeruu tehostuu. (Granlund 2021k.)
- Integraatiot (muihin järjestelmiin) Integraatiot automatisoivat prosesseja, poistavat manuaalista ja rutiininomaista työtä, parantavat datan laatua ja mahdollistavat tietojen yhdistelyn kokonaan uudella tavalla. (Granlund 2021l).

5.3 Digital twin

Digital twin on digitaalinen kaksonen, jonka avulla on mahdollista hallita kiinteistötietoja sekä havainnollistaa ylläpidon eri vaiheita.

Digital twin:ssa data esitetään selkeästi ymmärrettävällä tavalla, kohteen kolmiulotteisessa mallissa. Mallin ja väritehosteiden avulla voi seurata kohteen olosuhteita eri sijainneissa, esimerkiksi lämpötila- ja kosteustietoja ja reagoimaan muutoksiin.

Digitaalinen kaksonen on hyvä työkalu paikallistamaan kohteita, jossa on tarve käydä tai on ilmennyt häiriö. Digitaalisessa kaksosessa voi vapaasti liikkua, tätä voidaan hyödyntää esimerkiksi välikatossa piilossa olevien laitteiden näkemiseen ja eri järjestelmien toiminta alueiden kartoittamiseen. On hyvä muistaa, että laitetiedot ovat jo valmiiksi digital twin:ssa, koska laitetiedot ovat suoraan siirtyneet Granlund Designer:sta. Eli laitetta painamalla digitaalisessa

kaksoosessa laitteen tiedot löytyvät laitetietokannasta. (Granlund Digital twin 2021.)

5.4 COBie

COBie (Construction Operations Building Information Exchange) on Yhdysvalloissa kehitetty avoimen tiedonsiirron standardi kiinteistöjen ylläpidossa. Se on suunniteltu keräämään ja jakamaan rakennusresursseja koskevia tietoja. COBie:ssa rakennus tallennetaan osiin, esimerkiksi järjestelmiin ja laitteisiin. Se tallentaa myös tietoja takuista sekä huoltovaatimuksista. COBie:n tarkoituksena on taata projektin eri osapuolille ajantasaista tietoa kohteesta. IFC:n tavoin, COBie mahdollistaa tiedonvaihdon eri ohjelmistotyökalujen (BIM) välillä ja lisää yhteistä tietämystä kiinteistöjen rakentamisesta. COBie:n tapa siirtää tietoa pyrkii helpottamaan viestintää ja tuottamaan tehokkaampaa ja menestyksekkäämpää rakennushanketta. (Nordic BIM Group, 2023.) COBie auttaa ja lisää tietomallien hyötykäyttöä IFC-formaatissa ja sopii IFC:n kanssa yhteen (Jokela, Laine & Hänninen 2012, 20).

6 Haastattelut

Tämän luvun tarkoituksena on tuoda esiin eri ammattilaisten mielipiteitä sekä kokemuksia toteutusmallien käytöstä, hyödyistä sekä parannettavista asioista. Mielipiteet sekä kokemukset ja muut kerätyt tiedot on saatu haastattelemalla eri ammattilaisia. Haastateltava 1 on suunnitteluinsinööri ja toimii LVI-valvojana ison kaupungin sairaalassa. Haastateltava 2 on kaupungilla töissä ja hänen työnimikkeensä on LVIS-huoltopäällikkö. Haastateltava 3 on suunnitteluinsinööri. Haastattelut on suoritettu puhelimitse ja haastatteluihin on hyödynnetty liite 2 kysymyslistaa. (Liite 2.)

6.1 Toteutusmalli vai toteumamalli

Haastateltava 1 mukaan toteumamallia ei juurikaan ole tullut vastaan, toteutusmalleja sen sijaan on. Haastateltava 1 mielellään käyttäisi toteumamallia jos sellainen olisi, mutta tyytyy toteutusmallin käyttöön.

Haastateltava 2 kertoi, että hänen organisaatiossaan isompiin saneerauksiin sekä uudisrakennuksiin tehdään mallit ja nämä pidetään ajan tasalla. Haastateltavan 2 kertomuksen mukaan ylläpidossa käytetään toteutusmalleja toteumamallien sijaan. Syy tähän on se, että on vaikea saada valmista mallia, johtuen esimerkiksi jatkuvista muutoksista, korjauksista ynnä muuta sellaista. Haastateltava 2 käyttäisi toteumamallia jos sellainen olisi käytössä, mutta tämän puuttuessa hän käyttää toteutusmallia.

Haastateltavan 3 mukaan heidän vaatimuksiinsa kuuluu, että toteutusmalli vastaa toteumamallia. Käytännössä tämä tarkoittaa, että heillä mallit ovat aina as-built tasoisia. Haastateltava 3 kertoi, että heillä työmaamallit ovat ajantasaisia.

6.2 Mallin puutteet

Haastateltava 1 kertoi esimerkiksi, että kaikkia laitteita ei löydy mallista, koska niiden mallintamista ei vaadita. Esimerkiksi IV koneiden pumppuryhmät sekä LTO piirin pumput ei mallinneta. Haastateltava 1 ajatteli, että edellä mainitut pumput olisivat hyvä löytää mallista, jotta niiden paikantaminen olisi helpompaa. Myös kertosäätöventtiilit, järjestelmäsulut sekä kerrossulut voisi mallintaa ja numeroida, jotta niiden etsiminen helpottuisi. Tässä vaiheessa herää kysymys, että onko mallintamisvaatimukset päivitettävä. (Viimeisessä mallissa käytetty Basil -ohjelmistoa.)

Huonona puolena haastateltava 2 näkee liian tarkan mallinnuksen. Tällä tarkoittaa sitä, että on turha esimerkiksi mallintaa pistorasiat tai muut pienet objektit, joista ylläpidon kannalta ei ole hyötyä.

Haastateltavan 3 mielestä, mallintaminen vaatisi jonkinlaisen standardin perustamisen, jotta mallit olisivat mahdollisimman laadukkaat ja tarjoaisivat kattavaa tietoa mallin sisällöstä. Tällä hetkellä tilaajan ylläpito pitäisi tietää, mitä tietoa malliin halutaan. Tämä on vaikeaa sekä vaatii paljon kokemusta sekä asiantuntemusta.

Haastateltava 3 kokee mallin huonona puolena ohjelmiston korruptoitumisen. Tämä tarkoittaa sitä, että tieto rikkoutuu mallissa mahdollisista ohjelmistovioista. Toisena ongelmana haastateltavalla on koordinaatistot. Esimerkiksi arkkitehtimalli on eri koordinaatistossa, kuin esimerkiksi sähkömalli. Tämä estää mallien yhteensovittamisen tai vähintään vaikeuttaa sitä. Kolmantena ongelmana hän mainitsee tietomallien koot, jotka ollessaan isoja hidastavat ohjelmistoja sekä työntekoa.

6.3 Mallin hyödyt

Haastateltavan 1 mielestä mallin käyttö on hyödyllinen sekä aikaa säästävää. Isoimmaksi hyödyksi haastateltava kokee paikantamisen. Mallien avulla voidaan etukäteen suunnitella erilaisia toimenpiteitä sekä nähdä monesti piilossa, esimerkiksi alakatossa, olevia laitteita. Malleista voidaan nähdä missä järjestyksessä putket, kanavat ynnä muut sellaiset menevät. Jos mallit olisivat päivitettyjä versioita eli toteumamalleja, voitaisiin varmuudella tietää laitteiden ja järjestelmien sijoitus. Mallit myös auttavat kokonaisuuden ymmärtämiseen. Haastateltava 1 kertoi oman kokemuksensa kymmenen vuoden takaa, jolloin hän käytti kolmiulotteisia tulostuksia IV-järjestelmistä ja totesi nämä hyväksi. Hän myös sanoi, että saman tarkastelun minkä hän teki kolmiulotteisilla tulosteilla, voi nykyään tehdä mallilla jos tätä osaa käyttää. Esimerkiksi osaa sammuttaa eri järjestelmiä mallista pois siten, että tarkasteltava järjestelmä jää näkyviin.

Haastateltavan 1 mielestä mallin käyttö helpottaa erilaisia työvaiheita rakennusaikaan, esimerkiksi kulkureititys ja asennuskorot.

Haastateltavan 2 mukaan mallissa on hyviä puolia esimerkiksi se, että näkee mitä on koteloissa, alakaton yläpuolella, kanavien kulkureitit, kaapelihyllyjen sijainnit, laitteet, pääjärjestelmät, rakenteet (seinät, alakatot), ynnä muuta sellaista. Yksinkertaistettuna mallia hyödynnetään paikantamiseen.

Haastateltavan 2 mukaan olisi hyvä, jos rakenteiden materiaalitkin näkyisivät. Esimerkiksi tulevia remontteja varten näkisi, että väliseinä on kipsiä, puuta tai tiiliä.

Haastateltava 2 kehuu, että mallista voi yleissilmäyksellä nähdä kohteen kokonaisuuden ja tarkempiakin tietoja, esimerkiksi jos jossain tilassa on huono sisäilma. Myös malleja on hyödynnetty takuuajakaisten asioiden katseluun sekä työnteossa.

Haastateltavan 3 mielestä mallin hyvät puolet ylläpidon kannalta ovat paikantaminen, eli mallista voidaan tarkastella korot, reititykset, järjestelmät ynnä muuta sellaista ja tiedon saaminen on nopeaa ja se löytyy helposti yhdestä paikasta. Tämän edellyttää mallin ajantasaisuutta.

Haastateltavan 3 mielestä mallien avulla voitaisiin helpottaa erilaisia työvaiheita esimerkiksi asentajan kannalta selvitystyöt, järjestelmien kulkureittien selvitys, mahdolliset toimenpiteet mitä tiettyyn tilaan voi tehdä sekä kokonaisuuden näkeminen. Näiden lisäksi mallia voisi hyödyntää ennakoivassa työssä ja huolloissa.

Haastateltavan 3 mielestä mallin käyttö säästää aikaa yleisellä tasolla. Hänen mukaansa mallissa on helpompaa ja nopeampaa tehdä muutoksia, kun taas 2D-kuvissa se on vaikeampaa ja työläämpää, koska mallissa pystyy käsittelemään kokonaisuutta, tila hahmottuvat paremmin, korot ovat näkyvissä ja sijoitukset ovat tarkat. Aikaa säästyy siinä, kun kerralla suunnittelee tarkasti ja näin välttyään turhista yllätyksistä.

6.4 Mallin päivittäminen

Haastateltavan 1 mielestä punakynät, eli työmaa-aikaiset muutokset olisi hyvä saada heti malliin, jotta malli pysyisi ajan tasalla. Haastateltava 1 kertoi, että kysyttäessä, milloin muutokset saadaan malliin, on vastattu, että loppukuviin.

Jos muutoksia ei päivitetä malliin se tarkoittaa sitä, että voi olla esimerkiksi eri laitteita mallissa kuin laiteluettelossa. Eli onko muutosten päivittäminen malliin liian työlästä. Haastateltavan 1 mielestä mallin ja tietomalliselosteen pitäisi olla ajan tasalla ja kaksiulotteisiin kuviin ei välttämättä tarvitsisi päivittää muutoksia. Näin säästyisi aikaa. Muutosten vieminen malliin voisi helpottua, jos olisi tietomallikoordinaattori ja joku joka muuttaisi ja päivittäisi mallia täysiaikaisesti. Toinen vaihtoehto minkä haastateltava 1 esitti oli, että jos ylläpidolla olisi natiivimalli he voisivat itse päivittää mallia.

Haastateltavan 2 mielestä mallit ovat luotettavia ja ajan tasalla tietyssä vaiheessa, mutta ongelmia ilmenee silloin kuin kohteeseen tehdään muutoksia ja muutokset pitäisi päivittää suunnitelmiin, kuviin ja malliin. Muutokset viedään kuviin ja tästä on vastuussa kiinteistön omistaja, jonka tehtävänä on tilata tämä muutosten päivitys, mutta kuka vie muutokset malliin. Haastateltava 2 ajatteli, että joko tilaajalla tai suunnittelutoimistolla pitäisi olla nimetty vastuuhenkilö, joka hoitaisi mallin päivityksen. Haastateltavan 2 mielestä yksi parannettava asia olisi muutosten päivittäminen malliin. Tämä pitäisi tehdä heti kun muutokset toteutetaan esimerkiksi työmaa-aikaan, koska muutoksia tulee paljon ja eri vaiheissa. Haastateltava 2 toteaa, että malli tehdään liikaa rakentamista varten ja sitten se unohdetaan.

Haastateltavan 2 mielestä malleja varten pitäisi olla koordinaattori joka vastaisi mallista. Ongelma on haastateltavan 2 mukaan se, että koordinaattori pitäisi määritellä jo alussa.

Haastateltava 2 ehdotti, että koska tietomallikoordinaattori on vain hankkeen ajan mukana, niin pitäisikö sopimukset olla sellaisia, että tietomallikoordinaattori vastaisi mallista esimerkiksi seuraavat 5–10 vuotta (korvausta vastaan) ja sitoutuisi tähän sopimusvaiheessa.

Haastateltava 3 sanoi luottavansa mallien ajantasaisuuteen, mutta kokee haasteena saada kiinteistöhuollon muutokset päivitettyä malleihin. Hänen mukaansa isot hallitut saneeraukset onnistuvat hyvin, mutta elinkaaren aikaiset pienet muutokset ovat haastavia.

Haastateltava 3 kertoi, että he tilaavat natiivimallin itselleen ja vievät yksittäisiä muutoksia malliin. Muut isommat muutokset kootaan jonnekin ja tilauksesta

suunnittelija vie ne malliin. Haastateltava 3 pohti sitä, että suunnittelijat eivät välttämättä päivitä heti kaikkia tietoja malliin, koska mahdollisesti tiedonsiirto on helpompi toteuttaa paketeissa.

6.5 Ulkopuolisia tietokantoja

Haastateltavan 1 mukaan heidän malleihinsa lisätään ulkopuolisia tietokantoja. Heillä on käytössä Meduusa niminen ohjelmisto, joka on ylläpidon huolto-ohjelma, joka sisältää kaikki huoltoon tarvitsevat laitteet. Myös Basil (Building Administration and Systems Information Locator = Kiinteistöhallinnon ja järjestelmien tiedonhaku) niminen ohjelmisto on heidän käytössään, tämä on yksinkertaisempi kolmeulotteinen arkkitehti malli, johon lisätään talotekniikan IFC tiedostot.

6.6 Käytetyt ohjelmistot

Haastateltava 1 kertoi, että hänen organisaatiossaan käytetään Solibri anywhere -ohjelmistoa. Haastateltava kertoi, että kokeilivat mallin katselua mobiililaitteen (iPad) avulla, mutta tämä ei onnistunut koska ei ollut toimivia sovelluksia tähän tarkoitukseen. Haastateltava pohti sitä, että riittäkö mobiililaitte ison mallin katseluun ja toimiiko tämä esimerkiksi kellarikerroksessa. Kenties kannettavalla tietokoneella voisi toimia paremmin. Haastateltavan mukaan Solibri anywhere-ohjelmiston käyttöä varten oli pidetty koulutuksia, mutta isoin haaste oli ollut se, että kaikki ei käytä kyseistä ohjelmistoa, joka puolestaan estää tämän kaltaisen ohjelmiston käytön vakiintumista. Haastateltavan 1 oma kokemus Solibri anywhere-ohjelmistosta on ollut positiivinen ja kertoi ohjelmiston olevan helppokäyttöinen, mutta mainitsi myös, että lisäkoulutuksilla ohjelmiston käyttö voisi olla tehokkaampaa.

Haastateltava 2 kertoi, että hänen organisaatiossaan käytetään Solibri anywhere -ohjelmistoa mallin hyödyntämiseen. Hänellä ei ole kyseisen ohjelmiston kanssa ongelmia eikä vaikeuksia. Haastateltava 2 oli sitä mieltä,

että osa työjohtotehtävissä olevista osaisivat jollain tasolla käyttää ohjelmistoa, mutta asentajille olisi tarvetta koulutuksiin. Koulutuksia ei kuitenkaan pidetä koska mallin käyttö ei ole vaatimuksena.

Haastateltava 3 kertoi käyttävänsä Solibri ohjelmistoa. Haastateltavan menettelytapa on avata ohjelmisto ja ottaa kolmiulotteisesta näkymästä kuvakaappaus. Kuvakaappaukseen voi sitten kirjoittaa esimerkiksi työmaavaiheessa havaittu virhe. Tämän jälkeen voi esittää kuvakaappauksen selityksineen halutulle henkilölle. Haastateltava 3 kertoi käyttävänsä samaa tapaa käyttäjien kanssa suunnittelemiseen siinä mielessä, että päätetään missä olisi hyvä paikka esimerkiksi pesualtaalle.

Haastateltava 3 mainitsi, että heidän organisaatiossaan on käytössä muita ohjelmia, joista Modelspace suunnitteluvaiheessa sekä Revit.

Haastateltavan 3 mielestä huollossa sekä ylläpidossa käytettävät ohjelmat tulisi olla yksinkertaisempia, jotta niitä saataisiin hyödynnettyä enemmän.

6.7 Vanhojen kohteiden mallintaminen

Haastateltavan 2 työkohteina on saneerauskohteita sekä uudisrakennuskohteita. Iso osa kohteista on kuitenkin saneerauksia, eli vanhoja rakennuksia joilta ei löydy tietomallia. Tästä syystä osa saneerauskohteista keilataan, eli kohteesta saadaan kolmiulotteinen kuva käyttämällä skannaavaa robottia. Keilattavat kohteet ovat yleensä täyssaneerauskohteita ei niinkään osittaisia saneerauksia. Esteenä kaikkien kohteiden keilaamiseen on aika- ja kustannustekijät. Kuten uudisrakennuksissa, täyssaneerauksissa on myös tietomallikoordinaattori.

6.8 Mallin käyttö ylläpidossa

Haastateltavan 2 oman kokemuksen perusteella malleja käytetään todella vähän ylläpidossa, koska malleja on rajallinen määrä. Haastateltavan 2 kohteet ovat pääsääntöisesti vanhoja ja niistä ei ole malleja. Toisaalta uusista

rakennuksista löytyy mallit, mutta perusylläpitoon niille ei ole käyttöä ainakaan alkuvaiheessa. Haastateltava 2 ajattelee että mallit ovat hyödyllisempiä tulevaisuudessa, eli myöhemmässä vaiheessa, esimerkiksi 5–10 vuoden päästä jos tulee iso remontti tai muuta vastaavaa. Haastateltava 2 totesi, että liika tieto ei ole hyväksi, koska se kuormittaa ja kasvattaa mallia. Työmaalla mallin käyttö on hyödyllinen, mutta ylläpidon kannalta vielä alkuvaiheessa.

Haastateltavan 3 kertoman mukaan he hyödyntävät ylläpidossa malleja rakennuttamisyksikössä, koska heillä on siihen osaamista ja tarvittavat ohjelmat. Huoltopuolella mallin hyödyntäminen riippuu monesta eri tekijästä, esimerkiksi halukkuus käyttää mallia, mallin käytön osaaminen ja vanhat tottumukset.

Haastateltava 3 mainitsi, että heillä ylläpidossa ei käytetä IFC-mallia vaan Basil-mallia, johon on lisätty tiettyjä ominaisuuksia, jotka palvelevat ylläpitoa ja joka on yksinkertaisempi sisällöltään. Tämä Basil-malli on tehty toteumamallien pohjalta ja voidaan kutsua ylläpitomallina.

6.9 Mallin sisältö

Haastateltavan 3 mukaan mallien sisältöä on kehitetty useissa palavereissa. Palavereissa tarkoituksena oli järjeistää sisältöä, mikä tieto olisi mallissa ja mikä tieto linkitettäisiin malliin jostain muualta, esimerkiksi Excel-taulukosta. Tarkoitus olisi tuoda tieto malliin jostain muualta linkitettynä, ja ylläpitää sitä linkitettyä tietoa muualla. Näin ollen ei tarvitsisi ylläpitää mallia niin paljon, jos tulee muutoksia. Tämä toimisi hyvin materiaaleihin ja pieniin objekteihin. Haastateltava 3 kertoi, että ylläpidossa he käyttävät Meduusa nimistä ohjelmaa, josta linkittävät tiedot Basil-ohjelmaan. Tiedon haku tapahtuu kummastakin ohjelmasta.

Haastateltavan 3 kertomuksen mukaan malleissa on tarvittava tieto rakentamista varten, mutta ylläpitoa varten sitä on turhan paljon. Turha tieto karsitaan Basil-mallista. Haastateltava 3 mainitsi turhan tiedon olevan esimerkiksi rakentamisen prosessiin liittyvä tieto, koska sitä ylläpito ei tarvitse. Haastateltava 3 lisäsi vielä, että heillä on useampi malli käytössä. Ylläpitomalli

josta on karsittu ylimääräinen tieto ja natiivimalli jossa on kaikki tieto. Haastateltavan organisaatio käyttää natiivimallia esimerkiksi saneerauksiin.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Granlund Oy:lle sekä muille tietomallia käyttäville, miten toteutusmallia hyödynnetään ja miten sitä voisi hyödyntää ylläpidossa. Toinen työn tavoite oli kerätä laaja määrä teoretietoja, jotta lukijalle selviäisi kokonaisvaltainen kuva tietomallinnuksesta. Työssä käytetyt menetelmät olivat työn tavoitteen saavuttamisen kannalta oikeanlaiset. Työssä käytetyt menetelmät olivat hyvä ja tarkka teoretietojen keruu sekä ammattilaisiin kohdistuneet haastattelut.

Opinnäytetyössä esitettiin ylläpidon käytössä olevat tietomallit, nykyiset tietomalliuuttavuudet ja tietomallivaatimukset, mahdollisia tietomallin hyödyntämisvaihtoehtoja sekä ammattilaisten haastattelut.

Työssä haastateltiin eri ammattilaisia. Haastatteluista selvisi, että ylläpidossa joudutaan usein käyttämään toteutusmallia toteutumamallin sijaan, koska malleja ei päivitetä haluttuun tahtiin. Selvisi myös, että ylläpidon kannalta malleissa on paljon turhaa tietoa, mutta taas hyödyllisestä tiedosta on puutetta. Tämä loi ajatuksen siitä, että pitäisikö kehittää jonkinlainen standardi ja täten vakiinnuttaa tiettyjä käytäntöjä. Esiin myös nousi ajatus siitä, että yleiset tietomallivaatimukset olisi hyvä päivittää ja kehittää, koska tarpeet ovat muuttuneet ja lisääntyneet. Mallien hyödyiksi todettiin laitteiden, osien, järjestelmien ynnä muiden sellaisten paikantaminen, työajan säästäminen, kokonaisuuden havainnollistaminen sekä ennakoivan työn mahdollistaminen. Isoimmaksi haasteeksi todettiin mallien päivittäminen. Haastatteluiden perusteella todettiin, että muutokset pitäisi viedä malliin mahdollisimman nopeasti, jotta mallit pysyisivät ajan tasalla. Tämä tarkoittaisi sitä, että pitäisi olla jonkinlainen tietomallikoordinaattori tai vastuhenkilö, jonka tehtävänä olisi huolehtia mallin ajantasaisuudesta. Työssä tuli ilmi, että ylläpidossa yleisin käytetty ohjelmisto on Solibri sen yksinkertaisuuden vuoksi.

Vaikeuksia työn teossa aiheutti aiheeseen liittyvä tiedonpuute sekä haastateltavien osallistujamäärä. Vain noin 10 % haastattelupyynnöistä toteutui. Työn aiheeseen liittyvää tietoa oli niukasti ja iso osa tiedosta oli vuodelta 2012. Opinnäytetyössä tietoa haettiin luotettavista lähteistä ja tieto referoitiin omin sanoin. Lähdemerkinnät tehtiin oppilaitoksen ohjeiden mukaisesti ja pyrittiin käyttämään mahdollisimman monipuolisesti eri lähteitä. Se, että opinnäytetyössä käytetty tieto oli peräisin virallisista ja luotettavista lähteistä lisäsi työn luotettavuutta. Toisaalta työn luotettavuutta heikensi haastateltavien vähäinen määrä.

Tätä opinnäytetyötä tehdessä on oltu yhteydessä toimeksiantajaan sähköpostitse. Myös opinnäytetyön ohjaavaan opettajaan oltiin yhteydessä ja saatiin hyödyllisiä vinkkejä opinnäytetyön etenemisen kannalta. Opinnäytetyön aikataulutaminen oli hyvin suunniteltu ja mahdollisti muiden töiden tekemisen opinnäytetyön kirjoittamisen ohella.

Opinnäytetyön aihealue oli laaja ja sitä oli vaikea rajata. Opinnäytetyön aihe oli sen kaltainen, että sitä olisi tarpeellista käsitellä jatkossa tulevaisuutta ajatellen. Opinnäytetyöprosessi kehitti tiedonhakutaitoja ja lähdekriittisyyttä. Prosessin alussa haasteita oli hahmottaa opinnäytetyön aihe kokonaisuutena. Aiheen jakaminen omiin otsikoihin helpotti tiedon hakemista ja opinnäytetyön kirjoittamistyötä.

Lähteet

- BuildingSMART. 2024. Industry Foundation Classes. <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>. 21.2.2024.
- Ellis, G. 2024. BIM Dimensions. <https://constructionblog.autodesk.com/bim-dimensions/>. 7.2.2024.
- Granlund. 2021a. Laitetiedon hallinta. <https://www.granlund.fi/palvelut/laitetiedon-hallinta/>. 22.2.2024.
- Granlund Digital twin. 2021. Digital twin. <https://www.granlund.fi/palvelut/digital-twin/>. 22.2.2024.
- Granlund. 2021i. Energiahallinta ja ympäristö. <https://www.granlund.fi/palvelut/energiahallinta-ja-ymparisto/>. 22.2.2024.
- Granlund. 2021d. Huoltokirja. <https://www.granlund.fi/palvelut/huoltotoiminta/huoltokirja/>. 22.2.2024.
- Granlund. 2021f. Huoltosuunnitelma. <https://www.granlund.fi/palvelut/huoltotoiminta/huoltosuunnitelma/>. 22.2.2024.
- Granlund. 2021c. Huoltotoiminta. <https://www.granlund.fi/palvelut/huoltotoiminta/>. 22.2.2024.
- Granlund. 2021l. Integraatiot. <https://www.granlund.fi/palvelut/integraatiot/>. 22.2.2024.
- Granlund. 2021g. Kunnossapito. <https://www.granlund.fi/palvelut/kunnossapito/>. 22.2.2024.
- Granlund. 2021b. Granlund Manager. <https://www.granlund.fi/palvelut/mika-on-granlund-manager-ohjelmisto/>. 22.2.2024.
- Granlund. 2021k. Mobiilisovellukset. <https://www.granlund.fi/palvelut/mobiilisovellukset/>. 22.2.2024.
- Granlund. 2021e. Palvelupyynnöt. <https://www.granlund.fi/palvelut/huoltotoiminta/palvelupyynnot/>. 22.2.2024.
- Granlund. 2021h. PTS. <https://www.granlund.fi/palvelut/kunnossapito/pts/>. 22.2.2024.
- Granlund. 2021j. Raportointi. <https://www.granlund.fi/palvelut/raportointi/>. 22.2.2024.
- Halmetoja, E. 2016. Tietomallit ylläpidossa. Raportti 2016-09-21. SEN/1269/2016/351054. Senaatti-kiinteistöt. https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit_yllapidossa.pdf. 20.1.2024.
- Hamil, S. 2021. BIM dimensions – 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained. <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained>. 7.2.2024.
- Henttinen, T. 2012. YTV. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Cobim-kehittämishanke. Osa 1. <https://drive.buildingsmart.fi/s/7FPE7tGocYZw8BY>. 21.2.2024.
- Jokela, M. Laine, T. & Hänninen, R. 2012. YTV. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Cobim-kehittämishanke. Osa 12. <https://drive.buildingsmart.fi/s/f2f9rZzSWJZG8RT>. 1.2.2024.

- Järvinen, T. Laine, T. Kaleva, K. & Heljomaa, K. 2012. YTV. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Cobim-kehittämishanke. Osa 4. <https://drive.buildingsmart.fi/s/S2p59nX27yZ2LzM>. 7.2.2024.
- Lukkarinen, P. & Henttinen, T. 2014. YTV. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Cobim-kehittämishanke. Osa 14. <https://drive.buildingsmart.fi/s/mWExxJytMWFTPdM>. 1.2.2024.
- Nordic BIM Group. 2023. Kaikki Openbimistä. <https://www.nordicbim.com/fi/openbim>. 24.2.2024.
- Rakennustietosäätiö RTS. 2018. RT 10-11302. 4.2.2024.
- Rakennustietosäätiö RTS ja BuildingSMART Finland. 2016. RT 10-11210. 21.2.2024
- Rakennustietosäätiö RTS ja BuildingSMART Finland. 2016. RT 10-11211. 4.2.2024.
- Rakennustietosäätiö RTS ja COBIM-hankkeen osapuolet. 2012. RT 10-11077. 21.2.2024.
- Solibri. 2022. BIM ja tietomallit rakentamisessa. <https://www.solibri.com/fi/ajankohtaista/bim-ja-tietomallit-rakentamisessa>. 20.1.2024.
- Ympäristöministeriö. 2023. Toteumamalli. Suomi.fi. <https://sanastot.suomi.fi/terminology/95d5a174-01af-4825-bae2-fd5fcaed1774/concept/35e3ab47-4d97-442c-bb8d-d8f1fa33a6e1>. 1.2.2024.

Liite 1

TAULUKKO

Komponentti / tehtävä	Toteutussuunnittelu			Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	
Putkistot				
Runkoputkistot DN20 - DN32 Cu18 - Cu35	x	x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso.
Runkoputkistot DN40 -> Cu42 ->	x	x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. 2D-kuvissa absoluuttinen korkoasema (keskilinja) mittaviivassa
Kytentäjäohdot	x	x	Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella. DN1025 putkistojen risteilyt sallitaan	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirta, painetaso
Putkistoeristeet		x	Ei vaadetta erilliselle eristysobjektille putkessa. Putken ulkomitassa oltava eristyspaksuus mukana	Eristyksen tyyppi ja paksuus. Metalliset / selvästi kustannuksiin vaikuttavat pinnoitteet kerrottava mittaviivassa ja tietosisällössä.
Sulkuventtiilit	x	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Malli, DN-koko, painehäviö
Esisäädettävät venttiilit	x	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Malli, DN-koko, tilavuusvirta, painehäviö, esisäätö, tunnus
Moottoriventtiilit	x	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, tilavuusvirta, painehäviö, tunnus
Muut venttiilit	x	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, painehäviö
Ilmanpoistimet	x	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, tunnus (esim. IP1)
Suodattimet	x	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, tunnus (esim. SU1)
Joustavat liittimet	x			DN-koko
Varoventtiilit	x			DN-koko, tunnus (esim. VV1)
Paisunta-astiat	x	x	Yli 100 dm3 säiliöt mallinnetaan	Tilavuus
Lämmönsiirtimet	x	x		Teho tai tilavuusvirta, painehäviö
Lämmönjakokeskus	x	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Liittyvien verkostojen teho, tai tilavuusvirtaus ja painehäviö
Vedenjäähdytyskone	x	x	Ulkomitat valitun laitteen mukaiset	Liittyvien verkostojen teho, tai tilavuusvirtaus ja painehäviö
Vesikatolle tai julkisivuun tulevat laitteet ja komponentit	x	x	Ulkomitat valitun laitteen tai komponentin mukaiset	Tunnus
Muut pääkoneikot	x	x		Tunnus
Nestetankit	x	x	Yli 100dm3 tankit mallinnetaan	Tilavuus
Jakotukit	x	x		Tunnus
Lattialämmitysputkistot	x		kts. Kappale 4.3	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. kts. Kappale 4.3
Radiaattorit ja konvektorit	x	x	Ulkomitat valitun laitteen mukaiset	Malli, Teho (kts. myös "Esisäädettävät venttiilit")

Komponentti / tehtävä	Toteutus suunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
Kiertoilmakoneet (puhallinkonvektorit, vakioilmastointikoneet, tuulikaappikoneet jne.)	x	x	Ulkomitat valitun laitteen mukaiset	Tehon- tai tilavuusvirtauksen tarve, painehäviö, tunnus (esim. 401PKN01)
IV-kanavistopatterit	x	x		Tehon- tai tilavuusvirtauksen tarve, painehäviö, tunnus
Käyttövesikalusteet	x	x	ARK-kuvan osoittamassa paikassa	Malli, normivirtaus, painehäviö, tunnus (esim. PA1, WC1). Käyttövesikalusteen tunnuksen perusteella kerrotaan erillisessä dokumentissa muut hankintatiedot (WC-istuin-, pesuallastyypit jne.)
Pesualtaat, WC-istuimet yms. kalusteet			ARK-kuvan osoittamassa paikassa	Ei esitystapavaadetta, ARK-suunnitelmien mukaisesti
Pikapalopostit	x	x	ARK-kuvan osoittamassa paikassa, Ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Malli, mitoitusvirtaus, painehäviö, tunnus (esim. PPP1)
Runkoviemärit ilman kaatoa	x	x		Materiaali, DN-koko
Viemärit kappaleen 4.3 mukaisesti	x	x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella.	Materiaali, DN-koko
Palomansetit	x	x		DN-koko, tunnus (esim. PM1)
Putkistojen tarkastus-/puhdistusluukut	x	x		DN-koko, tunnus (esim. PL1)
Lattiakaivot	x	x	ARK-kuvan osoittamassa paikassa	Malli, DN-koko, normivirta, tunnus (esim. LK1)
Kattokaivot	x	x	Vesikattokuvan osoittamassa paikassa	DN-koko, tunnus (esim. SVKK1)
Piha-alueen sade- ja jätevesikaivot	x		Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti	Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. SVK1)
Piha-alueen erotuskaivot (HEK, REK jne.)	x	x	Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti	Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. HEK1)
Piha-alueen tarkastusputket ja -kaivot	x		Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti	Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. TP1)
Perusmuurin sisäiset sade- ja jätevesikaivot / -pumppaamot	x	x		Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. JVP1)
Perusmuurin sisäiset erotuskaivot	x	x		Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. HEK1)
Perusmuurin sisäiset tarkastusputket ja kaivot	x	x		Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. TP1)
Verkostojen tyhjennykset			Esitetään minimissään kaavioissa	
Anturit (TI, PI, TE, PE, PDE jne.)			Esitetään minimissään kaavioissa	
Anturitaskut			Ei esitystapaa	
Putkistokannakkeet			Esitetään 2D-leikkauksissa	
Sprinklerisuuttimet	x	x	Sijoitus alakattopiirustuksen mukaisesti	K-arvo, DN-koko, tunnus (esim. SPR1)

Komponentti / tehtävä	Toteutussuunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
Putkistojen liitostavat (kierteet, laipat jne.)			Ei esitystapavaadetta, esitetään muissa dokumenteissa	
Lämmönjakuhuoneen putkistot	x	x	Mallinnetaan minimissään runkoputkistot	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
VJK-huoneen putkistot	x	x	Mallinnetaan minimissään runkoputkistot	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
VJK-huoneen pumput	x	x	Mallinnetaan viitteellinen sijoituspaikka	Tunnus
VJK-huoneen sekoitusryhmät ja komponentit	x		Esitetään kaaviossa	
IV-konehuoneen runkoputkistot		x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
IV-konehuoneen kytkentäputkistot		x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
IV-koneiden pumput ja sekoitusryhmät	x		Sisältö esitetään kaaviossa. Arvioitu sijoitus esitetään mallinnettuna esim. laatikko-objekti	Laitetunnukset tasokuvissa mittaviivalla (esim. 301P04, 301FV04)
Muut tekniset tilat	x	x	Mallinnetaan minimissään runkoputkistot	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
Muun teknisen tilan sekoitusryhmät ja komponentit	x		Sisältö esitetään kaaviossa. Arvioitu sijoitus esitetään mallinnettuna esim. laatikko-objekti	
Kuilut ja hormit	x	x	Putkistot mallinnetaan kuiluun eristeineen. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Kuten runkoputkistot.

Liite 2

Kyselylomake: YLLÄPIDON NÄKÖKULMAT

1. Onko toteutusmallit päivitetty toteumamalleiksi? Jos ei niin miksi?
2. Käytetäänkö ylläpidossa toteutusmallia vai toteumamallia?
3. Onko ylläpidon takia lisätty tietoa malleihin? Ylläpidon toiveiden pohjalta, millaista tietoa?
4. Mitä tietoja malleissa pitäisi olla?
5. Mitä hyötyjä tietomallista on ylläpidolle?
6. Hyödynnetäänkö tietomallia ylläpidossa? Jos ei niin miksi?
7. Mitä työvaiheita voisi tietomallin käytöllä helpottaa?
8. Ovatko tietomallit luotettavia? (ovatko ajan tasalla)
9. Miten muutokset päivitetään malliin?
10. Miten tietomallista saataisiin hyödyllisempi ylläpidon kannalta? Mitä muutoksia voisi tehdä?
11. Miten 3D-tietomallia käytetään?
12. Yhdistetäänkö tietomalliin ulkopuolisia tietokantoja? Haluttaisiinko yhdistää? Mitä sellaisia ja miten?
13. Mitä tietoa malleista yleensä haetaan? Onko haettu tieto löytynyt?
14. Mitä tietoa malleista on saatavilla?
15. Onko tietomallista ollut hyötyä työnteossa?
16. Onko tietomallin käytössä haasteita? Mitä?
17. Mitä kehitettävää tietomallin käytössä on?
18. Onko tietomallin käyttö työaikaan ajatellen hyödyllinen? Ei, miksi? Kyllä, miksi?
19. Mitä parannettavaa on tietomalleissa?
20. Kenen pitäisi viedä tiedot malliin ylläpitovaiheessa?
21. Millä ohjelmalla ja kuka käyttää tietomallia?
22. Onko ohjelman käytössä ongelmia? Osataanko käyttää ohjelmaa?