

Kim Ivanoff

Linjasaneerauksen hyödyntäminen ylläpidossa

tietomallintamisen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinööriytyö

31.5.2017

Tekijä Otsikko	Kim Ivanoff Linjasaneerauksen mallintamisen hyödyntäminen ylläpidossa
Sivumäärä Aika	28 sivua + 1 liite 31.5.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	yliopettaja Juhani Eskelinen projektipäällikkö Jukka Pesonen
<p>Työn tarkoituksena oli suunnitella asuinkerrostalon linjasaneeraus tietomallipohjaisesti ja selvittää kuinka mallia voidaan hyödyntää ylläpidon ohjelmistoissa. Lisäksi tarkasteltiin ja sovellettiin tietomallipohjaisen suunnittelun vaatimuksia ja ohjeita mallintamisessa.</p> <p>Työ toteutettiin suunnittelemalla kohde tietomallipohjaisesti noudattaen yleisiä tietomallivaatimuksia ja tutustumalla kirjallisuudesta ja internetistä saatavaan lähdeaineistoon koskien kiinteistön ylläpitoon käytettävistä ohjelmistoista, tietomalleista sekä tietomallipohjaisesta suunnittelusta. Lisäksi työtä täydennettiin haastatteluiden avulla saatujen tietojen avulla.</p> <p>Aluksi tarkastellaan yleisiä tietomallivaatimuksia, mallin toteuttamista, tiedonkulkua eri suunnittelijoiden välillä sekä LVI-järjestelmien tietomallintamiseen liittyviä asioita. Työn keskiosassa tarkasteltiin kiinteistön ylläpitoon kuuluvia asioita sekä käytiin läpi asuinkerrostalon ylläpitoon kuuluvia ohjelmistoja mm. Premis ja Tampuuri. Lopuksi koottiin tietoja ohjelmistojen käytöstä kuinka tietomallia nykyisin hyödynnetään.</p> <p>Asuinkerrostalon ylläpidossa tietomallia ylläpito-ohjelmassa hyödyntävää toteutusta ei havaittu vielä olevan. Ohjelmistoja on saatavilla ja niitä kehitetään.</p> <p>Työtä tullaan hyödyntämään tietomallipohjaisen suunnittelun apuna Sweco Asiantuntijapalveluissa.</p>	
Avainsanat	tietomalli, asuinkerrostalo, linjasaneeraus, ylläpito

Author Title Number of Pages Date	Kim Ivanoff Building information modelling in residential building pipeline renovation and maintenance 28 pages + 1 appendices 31 May 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Name of the degree programme
Specialisation option	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructors	Juhani Eskelinen, Principal Lecturer Jukka Pesonen, Project Manager
<p>The purpose of this bachelor's thesis was to plan a pipeline renovation project for a residential building by using building information modelling, and to study how the building information model could be used in maintenance. The objective was to establish if there was any ready building information modelling maintenance software for residential buildings available. If some software was found, the goal was to study its profitability, and the benefits it would offer for the maintenance of a residential building.</p> <p>The research was done by studying literature and other source material about building information modelling in planning and building maintenance, and by looking into alternatives in maintenance software. The study was complemented with interviews.</p> <p>It was found out that there are building information modelling maintenance programs available, but they are not used yet. Maintenance programmes that use building information modelling for maintenance are being developed and are likely to improve in the future. The bachelor's thesis will be used when designing building information models to use in the maintenance of residential buildings.</p>	
Keywords	Building information modeling, Residential building, Maintenance

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Mallintaminen LVI-suunnittelussa	2
2.1	Yleiset TATE-tietomallivaatimukset	2
2.1.1	Tietomallivaatimusten päätavoitteet	2
2.1.2	LVI-järjestelmien tietomallivaatimukset	3
2.2	Mallintamisen toteuttaminen	6
2.2.1	Suunnittelun toteuttaminen 2D-ympäristössä	6
2.2.2	Suunnittelun toteuttaminen 3D-ympäristössä	6
2.3	Tietomallien kulku eri suunnittelijoiden välillä	6
2.3.1	Yleistä	6
2.3.2	IFC-malli	8
2.4	LVI-järjestelmien tietomallintaminen	8
2.4.1	Tietomallintamisen tapa ja tarkkuus	9
2.4.2	Tietomallinnuksen laadunvarmistus	10
3	Asuinkerrostalon ylläpito	11
3.1	Kunnossapito	11
3.1.1	Ehkäisevä kunnossapito ja Huolto	12
3.1.2	Parantava kunnossapito	12
3.1.3	Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	12
3.2	Tietomallin käyttäminen huoltokirjamenettelyssä	13
3.3	Ylläpitomalli	13
3.3.1	Yleistä	13
3.3.2	Ylläpitomallin tietosisältö	14
3.3.3	Ylläpitomallin käyttö	15
4	Kiinteistön ylläpito-ohjelmistoja	17
4.1	Ylläpito-ohjelmat	17
4.1.1	Tampuuri	18
4.1.2	Premis	19
5	Tietomallinnuksen nykyiset käyttömahdollisuudet asuinkerrostalojen ylläpidossa	21
5.1	Mitä tietomallisella ylläpidolla asuinkerrostalossa saavutetaan	22

5.1.1	Käyttäjän näkökulmasta	22
5.1.2	Ylläpitäjän näkökulmasta	23
5.2	Kehittymisen mahdollisuuksia ylläpito ohjelmistoihin	24
6	Yhteenveto	25
	Lähteet	27
	Liitteet	
	Liite 1. Taloteknisen tietomallin mallinnettavat komponentit, tietosisältö ja geometrian tarkkuustaso suunnitteluvaiheittain	

Lyhenteet

2D	Kaksiulotteinen malli (tasopiirustus).
3D	Kolmiulotteinen tietomalli
BIM	Rakennuksen tietomalli (eng. Building Information Model), joka sisältää rakennuksen ja rakennusprosessin elinkaaren aikaiset tiedot digitaalisessa muodossa
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu (Computer aided design).
DWG	CAD-ohjelmistojen tiedostomuoto, joka tulee sanasta "Drawing". Tiedostomuotoa käytetään tallennettaessa kaksi- tai kolmiulotteisia suunnitelmia
IFC	Kansainvälinen tiedonsiirtomuoto
LVI	Käytetään yleensä puhuttaessa lämpöön, veteen ja ilmanvaihtoon liittyvistä asioista
Objekti	Objekti on tiettyä asiaa kuvaavien tietojen kooste, joita tietojärjestelmissä käsitellään yhtenä kokonaisuutena. Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmissä ilmanvaihtokone on objekti
PTS -suunnitelma	Pitkän aikavälin suunnitelma, joka tehdään yleensä 5–10 vuodelle ja sisältää arvion korjaustarpeiden kiireellisyydestä ja niiden kustannuksista, sekä rakenneosien kuntoarvion
TATE	Talotekniikka
Tietomalli	Tietomalli on rakennusprosessin, sekä rakennuksen elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus. Yleensä tietomallit esitetään kolmiulotteisena virtuaalimallina

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehtiin Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:lle. Opinnäytetyön aikana mallinnettiin asuinkerrostalon linjasaneerauksen LVI-suunnitelmat ja arkkitehtimallit. Työssä selvitettiin mallin hyödyntämistä asuinkerrostalojen ylläpidossa. Asuinkerrostalojen tietomallintaminen on kasvussa, ja Sweco Asiantuntijapalvelut Oy haluaa olla mukana ensimmäisten joukossa tätä hyödyntämässä.

Kohteiden tietomallintaminen kasvaa kansainvälisesti ja tietomallien hyödyntämistä ylläpidossa kehitetään. Yhtenä ongelmana asuinkerrostalojen ylläpidossa on tietojen dokumentointi, ja kiinteistöön liittyvä tieto ei siirry riittävän hyvin ylläpitävälle organisaatiolle. Myös suurena ongelmana asuinkerrostalojen ylläpitäjälle on tieto vanhoista suunnitelmista, esim. onko niitä enää olemassa tai mistä niitä on löydettävissä. Asuinkerrostalon liiketoiminnan näkökulmasta kiinteistön suunnitelmien mallintaminen tietomalleiksi on järkevää. Laadukkailla suunnitteluratkaisuilla voidaan vaikuttaa kiinteistön elinkaareen ja tuotettuja tietomalleja voidaan hyödyntää kohteen ylläpidossa. Asuinkerrostalon dokumentointi tietomalleina tuo varmasti kiinteistölle lisäarvoa.

Opinnäytetyössä selvitetään yleisellä tasolla tietomallintamista ja sen hyödyntämistä ylläpidossa, etenkin asuinkerrostaloissa. Tietomallintamisen yleiset vaatimukset on julkaistu 2007, senaatti-kiinteistöjen toimesta, ja ne on päivitetty 2011–2012 COBIM-hankkeen muodossa. Tietomallien hyödyntäminen ylläpidossa on melko uusi aihe ja kehitystä tehdään jatkuvasti.

Opinnäytetyössä keskitytään asuinkerrostalojen isännöitsijöiden sekä ylläpitäjien käyttämiin ohjelmistoihin kiinteistön ylläpidossa. Ohjelmistoja tarkasteltiin yleisellä tasolla ja ohjelmistoista kerättiin tietoa sekä tutkittiin tukeeko ohjelmisto LVI-tietomallinnusta, ja miten ohjelmistolla voidaan hyödyntää LVI-tietomalleja.

suurimpia haasteita mallintamisessa on sen hinta. Tämän takia opinnäytetyössä pohditaan myös, voidaanko nykyisillä kiinteistön ylläpito-ohjelmilla hyödyntää tietomalleja ja mitä kiinteistön käyttäjät itse tietomalleista hyötyvät.

2 Mallintaminen LVI-suunnittelussa

2.1 Yleiset TATE-tietomallivaatimukset

Tietomallinnusta aloittaessa on tärkeää selvittää yleiset tietomallivaatimukset. Yleiset tietomallivaatimuksien ohjeet osaltaan selkeyttävät mallinnusta ja ovat tukemassa yhteistyötä ja kokonaislaatua. Pääosin työssä on keskitytty talotekniikkaan kuuluviin tietomallivaatimuksiin.

2.1.1 Tietomallivaatimusten päätavoitteet

Rakennusten ja kiinteistöiden mallintamisen tavoitteena on suunnittelun ja rakentamisen tehokkuuden, laadun, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Rakennusten tietomalleja hyödynnetään rakennuksen koko elinkaaren ajan lähtien suunnitelmien luomisesta ja jatkuen rakentamiseen sekä vielä rakennusprojektin jälkeenkin käytön sekä ylläpidon aikana. (1, s. 5.)

Tietomallit saavat hyödyt:

- Ratkaisujen toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia vertailua investointipäätöksiin
- Elinkaari, energia- ja ympäristöanalyysit suunnittelua, ratkaisujen vertailua ja ylläpidon tavoiteseuranta varten
- Eri suunnitelmien havainnollistamisen ja rakennettavuuden analysoimisen
- Suunnitteluprosessin tehostamisen, laadunvarmistuksen ja tiedonsiirron suunnittelijoiden välillä
- Rakennushankkeiden tietojen hyödyntämisen rakennushankkeiden aikana ja käytön, sekä ylläpidon aikaisissa toiminnoissa

Tietomallinnuksen onnistumiseksi on hankkeen malleille ja mallien hyödyntämiselle asetettava painopistealueet ja tavoitteet.

Yleisiä mallintamiselle asetettuja tavoitteita:

- havainnollistaa suunnitteluratkaisuja

- sitouttaa osapuolet hankkeen tavoitteisiin mallin avulla
- auttaa suunnitelmien yhteensovittamista
- nostaa ja varmistaa rakennusprosessin laatua
- tehostaa rakentamisaika prosesseja
- tukea hankkeen kustannus ja elinkaarianalyysijä
- tukea hankkeen tietojen siirtämistä käytönaikaiseen tiedonhallintaan
- tukea hankkeen tietojen hyödyntämistä rakennuksen ylläpitämisessä

(9, s. 5.)

2.1.2 LVI-järjestelmien tietomallivaatimukset

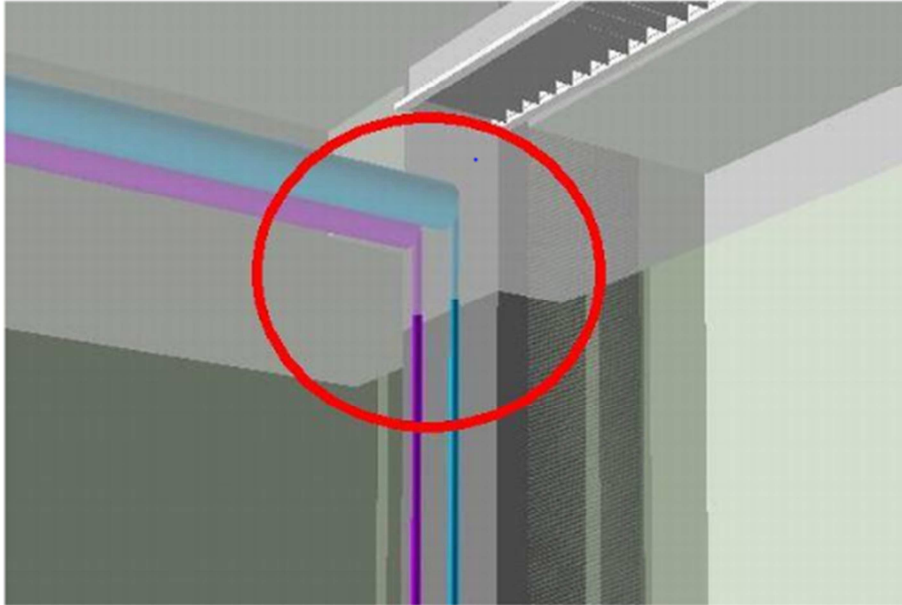
Tiedonsiirrossa on huomioitava, että käytettävien suunnittelu ohjelmistojen pitää olla IFC-yhteensopivia. Tietomallien tiedonsiirto eri sovellusten välillä tapahtuu IFC-tiedostojen kautta. (1, s. 9.)

Vesi- ja viemärijärjestelmät, ilmastointijärjestelmät, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät, sekä palonsammutusjärjestelmät mallinnetaan omaksi mallikseen. Kukin järjestelmä mallinnetaan toimivina, eli suunnitteluohjelmistoilla on mahdollista käyttää laskenta- ja analyysitoimintoja. Kaikki toimivan järjestelmän kokonaisuuden kannalta oleelliset komponentit mallinnetaan. Verkostojen kerroskohtaiset osat on kytketty yhteen niin, että järjestelmästä muodostuu virtausteknisesti ehjä. (1, s. 21.)

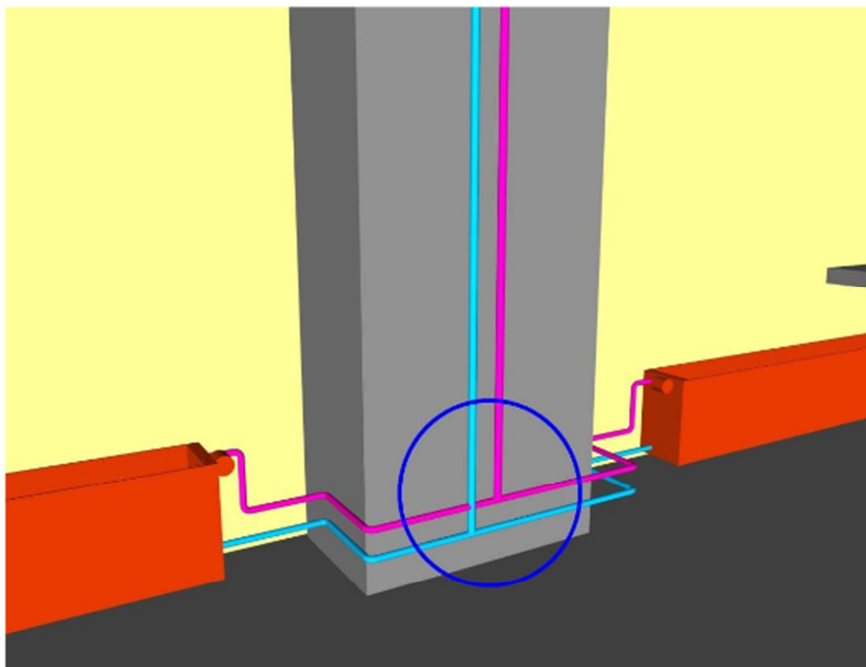
Järjestelmien komponentit mallinnetaan todellisuutta vastaaviksi, kun esimerkiksi kupariputki tehdään kupariputkiobjektilla. Kuitenkaan kiinnitystarvikkeita ei tarvitse mallintaa. Kanavien ja putkistojen eristeet mallinnetaan niin, että malli on hyödynnettävissä törmäystarkastelujen ja materiaalilistojen kannalta. Eristeistä pitää käydä ilmi niiden käyttötarkoitus (äänieristys, paloeristys, lämpöeristys jne.) sekä eristeen materiaali ja paksuus. Jos eristeissä käytetään jotain muuta pinnoitetta tai alumiinilaminaattia tai muovipinnoitetta, lisätään tämä tieto eristekoodiin. (1, s. 22.)

Kuitenkin on joitain sallittuja yksityiskohtia, joita ei tarvitse mallintaa. Kuvan 1 mukaisia tilanteita, jossa alakatosta lähtevät putket lähtevät alaspäin ja alakattoon jää pieni väli, jossa ei ole eristystä, kyseistä kohtaa ei tarvitse mallintaessa eristää. Kuvan 2 mukaisesti DN10-25-kokoisten pattereiden kytkentäjohtojen risteilyitä ei tarvitse

mallintaa, vaikka normaalitilanteessa jokainen putkien risteily kuuluu mallintaa. Vesikalusteille, lämmityspattereille ja jäähdytyspalkeille menevät kytkentäjohdot ovat poikkeuksia, ja niiden risteilyjä ei tarvitse mallintaa. (1, s. 23, 32.)



Kuva 1. Alakatossa sijaitsevan putken eristäminen. Esimerkiksi alakaton putki on eristettävä, mutta alakatosta lähtevää laskua ei tarvitse alakatossa eristää. (1, s. 23.)



Kuva 2. Pattereiden kytkentäjohtoista esimerkki, jossa ne lävistävät toisensa sallitusti (1, s. 32).

Vesi- ja viemärijärjestelmien putkistoja, putkistovarusteita, lattiakaivoja, käyttövesikalusteita ja keskuslaitteita mallintaessa noudatetaan edellä mainittuja eristeiden, materiaalien ja objektien vaatimuksia ja liitteen 1 ohjeistusta. Myös kattokaivojen mallintaminen kuuluu LVI-suunnittelua. (1, s. 23.)

Ilmastointijärjestelmien kanavistoa, keskuslaitteita, kanavistovarusteita ja päätelaitteita mallintaessa noudatetaan edellä mainittuja eristeiden, materiaalien ja objektien vaatimuksia ja liitteen 1 ohjeistusta. Ilmastointipuhallin ja ilmastointikone verkostoidaan siten, että jokainen on oma osajärjestelmänään. Kuitenkin iv-koneiden koteloidut jäte- ja raitisilmakammiot voidaan mallintaa yhteen osajärjestelmään. (1, s. 24.)

Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien putkistoja, keskuslaitteita, putkistovarusteita ja päätelaitteita mallintaessa noudatetaan edellä mainittuja eristeiden, materiaalien ja objektien vaatimuksia ja liitteen 1 ohjeistusta. Molemmat järjestelmät, lämmitys sekä jäähdytys mallinnetaan omiksi osajärjestelmikseen. Kuitenkaan lattialämmitystä ei vaadita mallinnettavan kokonaisuudessa lattiaan, vaan niistä pitää löytyä riittävä tietosisältö (lattialämmityksen virtaus, -teho, -säätöarvo, -palvelualue, asennusväli). Kannattaa huomioida, ettei lattialämmityksen mallintaminen ole kiellettyä, jos siitä on hyötyä lattialämmityspotkistojentoimittajalle, olisi suotavaa mallintaa lattialämmitys. (1, s. 24.)

Palonsammutusjärjestelmien sprinklerilaitteiston kokonaisuutta mallintaessa noudatetaan edellä mainittuja eristeiden, materiaalien ja objektien vaatimuksia ja liitteen 1 ohjeistusta. Kuitenkin sprinklersuunnittelija voi käyttää myös erillistä ohjelmistoa virtaus- ja painelaskentojen suorittamiseksi. (1, s. 24–25.)

Erikoisjärjestelmät, joihin kuuluu paineilmaverkot, kaasuputkistot, höyryputkistot, savupoistojärjestelmät, uimahallilaitteet, purunpoistojärjestelmät sekä keskuspoilyimurijärjestelmät mallinnetaan tilantarve- ja törmäystarkastelujen takia. Näihin järjestelmiin tarkoitettuja objekteja voi puuttua ohjelmistoista, joten erikoisjärjestelmät mallinnetaan muiden edellä mainittujen järjestelmien mallinnusohjeita soveltaen. (1, s. 25.)

2.2 Mallintamisen toteuttaminen

2.2.1 Suunnittelun toteuttaminen 2D-ympäristössä

Sähköistä LVI-suunnittelua on jo tehty monta vuosikymmentä. 2D-ympäristössä suunnittelu on vieläkin suosituimpia suunnittelumuotoja. Suomessa käytetyimpiä lvi-suunnitteluohjelma on Progran Oy:n MagiCAD, joka toimii AutoCAD- ja Revit-alustoilla. Ohjelmalla usein mallinnetaan 2D-näkymässä, vaikka tuotetaan 3D-mallia. Usein AutoCAD-alustalla toimittaessa arkkitehtimallit tuodaan mallitilaan 2D-esityksinä. Poikkeuksena on Revit, johon arkkitehtimallit liitetään sen omassa tiedostomuodossa tai ifc-tiedostona. 2D-ympäristössä suunnittelevat osapuolet tuottavat 2D-suunnitelmia, jotka kuvastavat viivapiirustuksia. 2D-ympäristössä suunnittelijat yleensä suunnittelevat omiin suunnitelma-tiedostoihin, eli kukin suunnitteluala suunnittelee omaan natiivitiedostoonsa.

2.2.2 Suunnittelun toteuttaminen 3D-ympäristössä

3D-ympäristössä suunnittelu on työläämpää kuin 2D-ympäristössä ja vie tällöin suunnittelijoilta enemmän aikaa. Kuitenkin 3D-suunnittelussa voidaan säästää aikaa muissa työvaiheissa ja saadaan hyötyjä tietomallista. 3D-työskentely mahdollistaa tehokkaat törmäystarkastelut. Eikä pelkästään yhden erillisen järjestelmän tarkasteluna vaan voidaan koota kaikkien suunnittelualojen mallit yhteen ja katsoa kokonaisuutta yhdestä tietomallista. Tietomalleista voidaan tehdä analyyssejä ja simuloitteja jo hyvin varhaisessa vaiheessa hanketta.

Keskeistä on, että tietomalliin geometrian kolmiulotteisuuden kuvaamisen lisäksi sisällytetään siihen sen elinkaaren aikana tarvittava tietosisältö. (5, s. 10.)

2.3 Tietomallien kulku eri suunnittelijoiden välillä

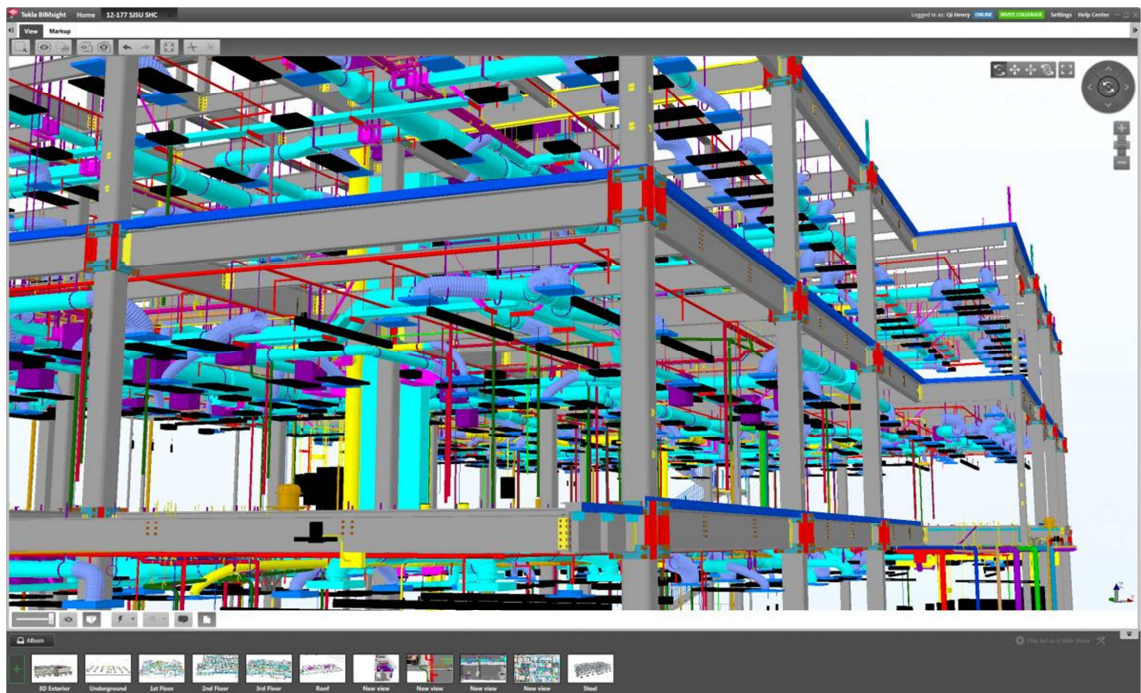
2.3.1 Yleistä

Tietomallin kulku eri suunnittelijoiden välillä on erittäin tärkeää. Hankkeissa tavallisesti toimii samanaikaisesti usean eri yrityksen suunnittelijoita, joiden käyttämien ohjelmien tiedostot eivät ole riittävän yhteensopivia. Siksi olisi syytä jokaisen suunnittelualojen

tallentaa tietomalli suunnitteluohjelmistolle natiivissa tiedostomuodossa ja jollain tiedonsiirron rajapinnaksi kehitetyssä muodossa. (3, s. 20–22.)

Suomessa käytettävä IFC-tiedonsiirtostandardi helpottaa suunnittelijoiden välillä käytävää tiedonsiirtoa. Suunnittelualat käyttävät omia ohjelmistojaan, joilla puolestaan on omat tiedostomuotonsa. Suunnittelumallit tallennetaan myös IFC-tiedostoksi, joita voidaan avata ja hyödyntää eri sovelluksissa. IFC-tiedostomuoto toimii useimmissa mallinnus-, suunnittelu-, analysointi- ja laskentaohjelmissa. Myös Yhdysvalloissa kehitteillä oleva CoBIE-standardi täydentää ja tukee IFC:tä ylläpidon tarpeissa. IFC-standardin perusajatteena olikin, että voidaan helposti siirtää tuotemallitietoa ohjelmistosta riippumatta. (2, s. 20.)

Tietomallien tarkasteluun on kehitetty useita sovelluksia joilla eri tiedostomuotoja voidaan avata. Suunnittelijoiden tallentaessa esimerkiksi IFC tiedostomuotoon voidaan tarkastella usean suunnittelijan malleja esimerkiksi ilmaisella Tekla Bimsight -ohjelmistolla. Tekla Bimsight tukee IFC-standarditiedostomuotoja. Ohjelmalla voidaan tarkastella yksittäisen suunnittelualueen sopivuutta kohteeseen tai kaikkia hankkeen alueita samanaikaisesti. Kuvassa 3 nähdään näkymä Tekla Bimsightista, johon on lisätty eri järjestelmiä ja voidaan tutkia niiden risteilyjä. (4.)



Kuva 3. Näkymä Tekla Bimsight tarkasteluohjelmistosta (4).

2.3.2 IFC-malli

Suunnittelualojen välinen tiedonvaihto IFC-tiedostojen avulla mahdollistaa nähdä konkreettisemmin, miten jokainen suunnitteluala etenee, sekä mallien välisen toimivuuden. Tällä suunnittelulla myös saadaan enemmän henkilöitä seuraamaan suunnittelun kulkua sekä havainnoimaan tietomallista löytyviä ongelmia. Todennäköisesti tällaisella suunnittelun läpinäkyvyydellä tavoitetaan parempaa lopputulosta ja asiakastyytyväisyyttä. (7, s. 4.)

IFC-tiedonsiirtostandardi (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi, jota etenkin Suomessa käytetään tiedonsiirrossa suunnittelijoiden välillä. IFC-malli määrittelee suunnitteluohjelmistosta riippumatta tavan siirtää kolmiulotteista tietoa ohjelmistojen välillä. (5.)

IFC-mallin objektien ja elementtien määrittely ei ole täydellisiä ja niitä kehitetään jatkuvasti. Todennäköisesti IFC-tiedostoja siirtäessä jotain tietoa katoaa, mutta kuitenkin merkittävästi vähemmän, kuin tapahtuisi vastaavassa piirustuksien siirrossa. (6, s. 2.)

Huomioitavaa on, että IFC-mallit sisältävät vain suunnittelualojen yhteiskäyttöisen osan alkuperäisten mallien tiedoista ja tietojen ”älykkyydestä”, joten IFC-mallit eivät korvaa alkuperäismalleja (6, s. 6).

IFC-tiedonsiirtomuoto on myös keskeinen laadunvarmistuksen kannalta, koska sillä voidaan helposti tarkastella ja analysoida jokaista suunnittelualaa saman aikaisesti suunnitteluohjelmistosta riippumatta. IFC-mallia voidaan hyödyntää moneen eri käyttötarkoitukseen. (6, s. 7.)

2.4 LVI-järjestelmien tietomallintaminen

LVI-järjestelmiä tietomallintaessa tulee noudatettavaksi Yleisten tietomallivaatimusten osa 4 talotekniikkaohjeita. Jos tietomallia halutaan hyödyntää ylläpidossa, on huomioitava osa 12 Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. Ennen tietomallintamisen aloittamista pitää selvittää asiakkaan tarpeet sekä tavoitteet tietomallille. Tietomalleja tehdessä pitää myös sopia tekijöiden ja asiakkaan kesken tietomallien vaatimukset sekä tietomallin suunnittelutaso. Vaatimusmalli

sovitaan yhdessä asiakkaan, tilaajan ja rakennuttajan kanssa. Vaatimusmallin sisältö koostuu halutusta tavoitteista, sekä sitä rajoittavaista reunaehdoista. Myös tallennusmuodoista päättäminen on tärkeää, suurin osa Suomessa tehtävistä tietomalleista tallennetaan myös IFC-formaattiin. Projektitiimin kesken sovitaan käytettävistä ohjelmistoa.

Tietomallintamisesta ja sen laajuudesta päätetään asiakkaan, tilaajan ja rakennuttajan kanssa. Tietomallipohjaisen suunnittelun toteutuminen edellyttää, että asiakas ja tilaaja tilaavat tietomallipohjaisen suunnittelun rakennushankkeen läpi viemiseksi. Sen tuottamiseen vaaditaan, että suunnittelijoilla on tietomallipohjaiset ohjelmistot käytössään ja heillä on taito hallita järjestelmien tietomallipohjaisen suunnittelun menetelmät. (5, s. 12.)

2.4.1 Tietomallintamisen tapa ja tarkkuus

Tietomallin tarkkuus sovitaan tilaajan tarpeiden mukaisesti suunnittelijakohtaisesti jo ennen suunnittelutyön aloittamista huomioiden yleiset vaatimukset.

Malliin valmiina tuotavien ja siinä luotavien objektien tarkkuus ja erityisesti niiden geometrinen yksityiskohtaisuus pyritään optimoimaan käyttökohteen mukaan. Valmistajien tuotekirjastoista saatavat tuotemallit ovat riittävän yksityiskohtaisia kaikkiin teknisiin tarkoituksiin. Useimmissa ohjelmistoissa on toimintoja, joilla voidaan objektien näkymien yksityiskohtaisuutta määrätä ja mukauttaa tarvetta vastaavaksi (8, s. 39.)

Mallinnustarkkuus ja mallin tarvittava tietosisältö voi vaihdella merkittävästi kohteen hankevaiheiden ja osien välillä. Jotkut osat kohteesta voidaan määritellä hyvin tarkasti jo tarveselvitysvaiheen investointimallissa, ja toisia osia ei taas välttämättä mallinneta koskaan tilamallia tarkemmalle tasolle. (8, s. 39.)

Jokaisella suunnittelualalla on tietomalliselostus. Tietomalliselostus koostuu kuvauksesta mallin sisällöstä, mahdollisista poikkeamista yleisiin vaatimuksiin tai mallinnustapoihin nähden ja käytetyistä mallinnustavoista. Kunkin suunnittelualan on pidettävä yllä omaa tietomalliselostusta. Tietomalliselostus kertoo, mikä on mallin tarkkuusaste ja mihin tarkoitukseen malli on julkaistu. Muut osapuolet voivat tulkita mallin järjestelmien ja rakennusosien nimeämiskäytäntöjä, mallin yleistä rakennetta ja mallin valmiusastetta. Tietomalliselostus on syytä päivittää aina kun malli julkaistaan

muiden osapuolten käyttöön, olkoon kyseessä vaikka tietomalli tai työmalli urakkalaskentaa varten. (9, s. 9.)

Lähtökohdasta riippuen saneerattavan kohteen rakennuksen mallintaminen saattaa vaatia merkittäviä resursseja. Täten on syytä selvittää siinä toteutettava mallinnustaso ja tarkkuus. (5, s. 28.)

2.4.2 Tietomallinnuksen laadunvarmistus

Laadun ylläpito edellyttää laadun jatkuvaa seuranta. Jokaisen suunnittelijan on tehtävä laaduntarkistus säännöllisesti suunnitelmistaan oman laatujärjestelmän mukaisesti. Suunnitelmat tarkastetaan laadunvarmistamiseksi suunnitteluryhmän keskinäisellä laadun varmistuksella. Jokaisella laaduntarkistuksella on oma tarkoituksensa. (7, s. 7–8.)

Laadunvarmistuksen tarkoituksen on, että tilaajalle tehdään hyvänlaatuiset suunnitelmat aikataulussaan. Huomaamatta jäävät puutteet voivat kuitenkin aiheuttaa viivästyksiä aikatauluihin tai voivat pahimmillaan kasvattaa käyttökustannuksia vuosiksi eteenpäin. Huonosta suunnittelun laadusta aiheutuvat kustannukset koituvat lopulta pääsääntöisesti tilaajan hoidettaviksi, kuitenkin selkeät suunnitteluvirheet, jotka taas suunnittelija joutuu sopimuksensa mukaan korvaamaan. (7, s. 10.)

Tietomallien laadunvarmistuksessa kuuluu tarkastaa viisi laajuudeltaan ja tarkoitukseltaan erilaista tasoa:

IFC-malleina tarkastetaan (jos ko. tietomallit tehdään)

- lähtötietomalli
- tilamalli
- rakennusosamalli (arkkitehti- ja rakennemallit)
- järjestelmämalli (talotekniikka)
- yhdistetty malli

[7, s. 13.]

Pitää myös huomioida, että jokaisessa yrityksessä on oma laadunvalvontajärjestelmänsä. Yleisissä tietomallivaatimuksissa, juurikin sanotaan, että laadunvarmistusprosessi tehdään kyseisen yrityksen laadunvarmistusprosessin mukaisesti.

3 Asuinkerrostalon ylläpito

3.1 Kunnossapito

Asuinkerrostalon kunnossapidon perusedellytyksenä on, että mahdollistetaan asukkaiden perustoiminnot, kuten veden, sähkön, ilman ja lämmityksen saatavuus. Näiden saatavuus varmistetaan aina ennakkoinnilla ja seurannalla. (11.)

KiinteistöRYL sisältää kiinteistöpalveluiden yleiset laatuvaatimukset. Siinä määritellään kiinteistön LVI-järjestelmien sisältävän hoidon ja kunnossapidon. LVI-järjestelmien hoidolla tarkoitetaan niiden toiminnan tarkkailua ja huoltoa, jolla estetään laitteiden ja järjestelmien vikaantumista. Kunnossapidolla palautetaan vikaantuneiden laitteiden ja järjestelmien toimintakunto. (12.)

Yleensä asuinkerrostalojen kunnossapitoa hoitaa kiinteistöhuoltoyritykset (11).

Päivittäinen kunnossapito voidaan jakaa viiteen pääläjiin:

- ehkäisevä kunnossapito
- huolto
- parantava kunnossapito
- korjaava kunnossapito
- vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

(13, s. 53.)

3.1.1 Ehkäisevä kunnossapito ja Huolto

Työssä pidetään ehkäisevää kunnossapitoa ja huoltoa yhtenä kokonaisuutena, josta käytetään nimitystä ennakoiva kunnossapito. Taloteknisellä ennakoivalla kunnossapidolla pyritään pitämään LVI-järjestelmät huollettuina ja toimivina elinkaarensa ajan. Esimerkiksi havaitaan, että jokin osa olisi menossa elinkaarensa loppuun tai vikaantumassa, niin kyseinen osa vaihdetaan ennen sen hajoamista. (13, s. 53.)

Järjestelmien huolto taas sisältää muun muassa laitteiden huoltamista, voitelemista, puhdistusta, kuluvien osien vaihtamista ja laitteiden kalibrointia. Ehkäisevässä kunnossapidossa tehdään kohteille toiminnan tarkastuksia ja huoltotoimenpiteitä ilman tietoa niiden vikaantumisesta. (13, s. 53.)

Yleisimmin asuinkerrostalon taloteknistä huoltoon kuuluvat esimerkiksi, ilmanvaihtokoneiden korjaukset, suodattimen vaihdot, säädöt, yleistentilojen lamppujen vaihdot, vuotavien hanojen vaihto ja välillä myös viemärien rassaamiset. Myös huoltotöihin kuuluu pihojen kunnossapito ja yleinen siisteys asuinkerrostaloissa.

3.1.2 Parantava kunnossapito

Kohteen parantavan kunnossapidon kolme ryhmää ovat kohteen suorituskykyä parantavat modernisaatiot, kohteen osien uusiminen ja kohdetta parantavat uudelleensuunnittelu- tai korjaustoimenpiteet (13, s. 53).

3.1.3 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vikaantumisen ja vikojen selvittäminen, kuuluu arkipäivään kunnossapidossa, vaikka kunnossapitoyhdistyksien mukaan se ei kuuluisi kunnossapitoon. Asiantuntijat ovat kuitenkin asiasta toista mieltä ja sanovat riskianalyysien ja vikahistorioiden olevan tärkeimpiä kunnossapitoa ohjaavista voimista. Tarkoitus on löytää aina vikaantuvista laitteista vian perus syy ja vikaantumisprosessi. Vikoja yleensä tutkitaan vika-analyyseillä, perussyyn selvittämisellä sekä vikaantumispotentiaalin kartoituksella ja riskienhallinnalla. (13, s. 43.)

3.2 Tietomallin käyttäminen huoltokirjamenettelyssä

Huoltokirja on kehitetty kiinteistön ylläpitoon sisältäen mm. toiminnanohjaus-, tiedonhallinta- ja raportointijärjestelmiä. Se voi sisältää kaiken kiinteistön ylläpitoon tarvittavan tiedon, ja se on kiinteistön ylläpidon keskeinen työväline. (14, s. 4.)

Kiinteistöjen huoltokirja perinteisesti laaditaan vaiheittain suunnitellun aikataulun mukaan tai kerralla kokonaan. Huoltokirjan sisältöä luodaan samalla, kun kiinteistön lopulliset ratkaisut ja suunnitelmat syntyvät ja sen sisältöä päivitetään elinkaaren ajan. (14, s. 9.)

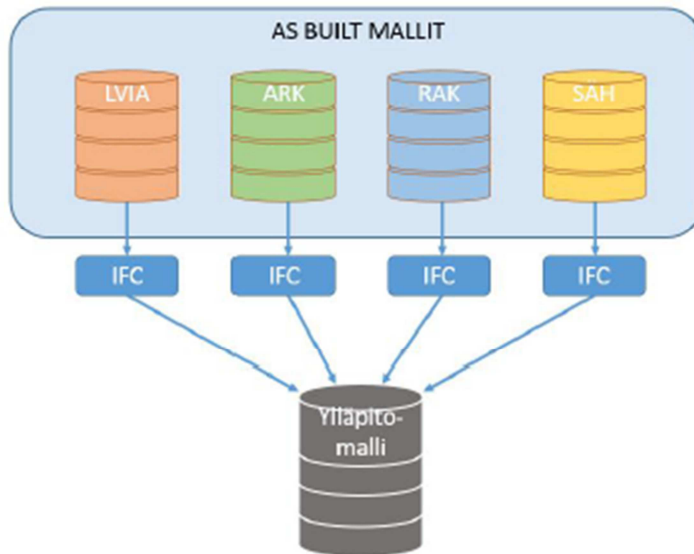
Tietomallien hyödyntäminen ylläpidossa edellyttää niiden tietosisällön ajantasaisuutta ja niiden toiminnallisia ominaisuuksia tähän tarkoitukseen.

Huoltokirjakäyttöön monipuolisesti laaditusta tietomallista kyetään lukemaan kiinteistön määrätiedot, kappalemäärät, pinta-alat, eri osien sijaintitiedot ja tilavuudet. Se sisältää järjestelmäkuvaukset, laitteiden sijaintitiedot, ilmastointikoneiden ja sprinklerien vaikutusalueet, koneiden tuotemallitiedot, valaisin tyypit, vesikalusteiden tyypit, rakenne- ja leikkauskuvat sekä esimerkiksi pelastusreitit. Tietomalleilla myös mahdollistetaan ylläpitotoiminnan kehitystä ja uusien toimintatapojen syntyä. (14, s. 12.)

3.3 Ylläpitomalli

3.3.1 Yleistä

Ylläpitomallilla tarkoitetaan rakennuksen yhdistelmämallia, jonka avulla esitetään ylläpidon ja käytön aikaista huoltoa, käyttöä ja kunnossapitoa tarvitsevat rakenteet ja laitteet. Ylläpitomalli mahdollistaa laitteiden, tilojen ja muiden ylläpitokohteiden paikantamisen sekä mahdollistaa tutkimisen esimerkiksi piilossa olevista korjaus- ja huoltokohteista. (15, s. 19.)



Kuva 4. Ylläpitomalli eli yhdistelmämalli on ns. as built -mallien yhdistelmä (15, s. 19).

3.3.2 Ylläpitomallin tietosisältö

Ylläpitomalli sisältää pääasiassa kiinteistön passiivista tietosisältöä, jotka ovat muun muassa, laitetiedot karkealla tasolla, tilatiedot, paikannuspiirustukset, järjestelmien paikannustiedot, järjestelmäkuvaukset, konekortit, toimintakaaviot järjestelmittäin ja teknisten järjestelmien vaikutusaluekartat. (15, s. 19.)

Ylläpitomallin tiedon sisältö vaihtelee käyttäjäryhmittäin, joten ylläpitomalliin olisi hyvä luoda erilaisia tasoja tai käyttöliittymiä käyttäjäroolien mukaisesti (15, s. 20).

Ylläpitomalli toimii vielä nykyisin passiivisen tiedon varastona. Tämä rajoittaa ylläpitomallin käytön lähinnä tiedon visualisointiin ja hakemiseen. Jotta ylläpitomalli saataisiin vastaamaan kiinteistöhuollon tarpeita sen pitäisi sisältää vähintäänkin yksilölliset tunnisteet, sekä paikannuspiirustuksista vaadittavat tiedot. Jolloin kohde voidaan paikantaa suoraan tietomallista, eikä 2D-paikannuspiirustuksia tarvittaisi. (15, s. 20.)

Tietomallista eniten käytetyn tiedon olisi hyvä sijaita jossain toisessa tietokannassa, koska kaiken tiedon lisääminen tietomalliin kasvattaa sen kokoa ja tällöin myös vaikeuttaa tietomallin käsittelyä. Tietomallin olisi hyvä sisältää vain kiinteistön tarpeelliset tiedot rakennuksen rakenteista, osista ja geometriasta, ja se pystytään

liittämään sähköiseen huoltokirjaan tai johonkin vastaavaan digitaaliseen järjestelmään.
(15, s. 20.)

3.3.3 Ylläpitomallin käyttö

Ylläpitomallia voidaan hyödyntää seuraavissa toiminnoissa:

1. Visualisointi

- Seinien ja alakattojen sisällä olevien kohteiden tarkastelu
- Teknisten laitteiden paikantaminen
- Laitteistojen sijoituksen hahmottaminen
- Ongelmakohteiden löytäminen
- Teknisten järjestelmien vaikutusalueiden kartoittaminen
- Käyttäjien muutosten havainnollistamiseen

2. Käyttömuutoksien ja korjaustyön suunnittelu

- Putkistojen ja johtoteiden suunnittelu
- Olosuhdesimuloinnit
- Tilamuutoksien suunnittelu

3. Työn suunnittelu enne kohteeseen menoa

- Kulkureitti työkohteeseen
- Huolto-ohjeet 3D-näkymässä
- Oikeiden työkalujen ja varaosien ennakointi
- Taloteknisten komponenttien saavutettavuuden arviointi
- Vikojen syy – seuraussuhteiden selvittäminen

- Lisätyn todellisuuden (AR) käyttäminen huolto-ohjeissa

4. Energiasimulointi käytön aikana

- Lämmön, kaukokylmän, veden ja sähkön kulutukseen vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen
- Laskennallisen ja todellisen kulutuksen vertailu

5. Muut simuloinnit

- Palosimulaatiot
- Rakenne- ja kuormitussimulaatiot
- Pinta-alatietojen ja palo-osastojen todentaminen

6. Turvallisuus

- Turvallisuushenkilöstön perehdytys
- Turvakävelyjen visualisointi
- Pelastustoimen hyökkäysreittien suunnittelu hätätilannetta varten
- Hätäpoistuminen
- Sammutussuunnitelmat
- paloilmoittimen paikantamiskaaviot
- Savutuuletus
- Palo-osastot
- ATEX-alueet
- Ovikartat ja avainsarjat
- Sprinkleri- ja kaasusammutusalueet

7. Käyttäjän avustaminen

- Muutuskustannusten ja huoltohintojen perustelu

[15, s. 20-21.]

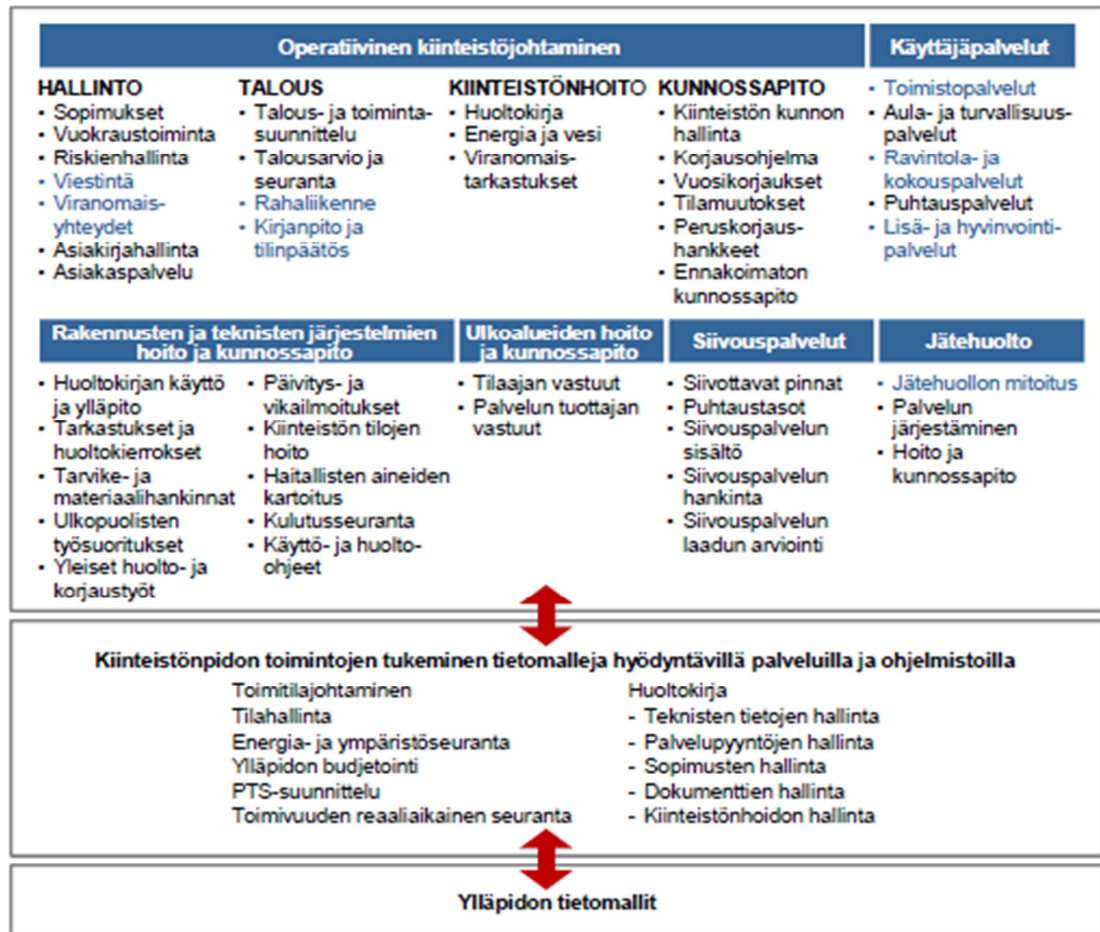
Ylläpitomallin kolmiulotteisuuden hyviä ominaisuuksia verrattuna 2D-piirustuksiin on, että ylläpitomallia voidaan tutkia visuaalisesti ja siitä saadaan havainnollisia näkymiä. Se mahdollistaa piilossa ja rakenteiden sisällä olevien kohteiden tarkastelun. Mallia hyödynnetään myös vikatilanteiden ja syiden etsimisessä sekä vikojen seurausten arvioimista. (15, s. 21.)

Tietomallien todellisuus ja sen käytettävyyden avaintekijänä on sen ajantasaisuus. Mallista olisi hyvä suunnitella kiinteistölle ylläpitomallin päivitysohje. Päivitysohjeessa kuvattaisiin, kuinka päivitykset toteutetaan ja kenen vastuulla päivitykset ovat sekä päivitysajankohdat. Päivityksien ohkeen voidaan liittää myös ylläpito-ohjelmistojen aduointia ja energiatodistuksen päivittämistä. Päivitykset olisi hyvä sijoittaa korjausrakennushankkeiden yhteyteen. (15, s. 22.)

4 Kiinteistön ylläpito-ohjelmistoja

4.1 Ylläpito-ohjelmat

Kiinteistön ylläpidolle on tarjolla useita sovelluksia, joita kehitetään ja ne tukevat tietomallipohjaista ylläpitoa. Sovelluksia on tarjolla kiinteistön tilahallintaan, ylläpidon budjetointiin, toimitilajohtamiseen, huoltokirjan hallintaan, PTS-suunnitteluun, energian ja ympäristövaikutusten seurantaan, sekä muihin käyttökohteisiin. Kiinteistöiden huoltokirjasovelluksia on saatavilla muun muassa kiinteistön teknisten tietojen, sopimusten, palvelupyyntöjen, kiinteistönhoidon tehtävien, dokumenttien ja huoltohistorian hallintaan. Huoltokirjasovelluksissa voidaan käyttää tietomallia hyödyksi joko rajoitetusti tai kokonaisuudessaan.



Kuva 5. Kiinteistön ylläpitämisen toimialueet, sekä esimerkkejä osa-alueista, joissa voidaan hyödyntää tietomallia (2, s. 5).

Asuinkerrostalojen isännöinnissä on käytettävissä useita eri ylläpito-ohjelmistoja, mutta tässä työssä keskitytään Tampuuri- ja Premis-ohjelmiin. Opinnäytetyön aikana ohjelmistojen käyttöä ei päästy soveltamaan ja jouduttiin tukeutumaan niistä saatavilla olevaan tietoon.

4.1.1 Tampuuri

Tampuuri on kiinteistötietojärjestelmä, jolla pystytään kokonaisvaltaiseen kiinteistön manageeraukseen, ylläpitoon sekä hallintaan. Tampuurissa on kiinteistötietojärjestelmä, toiminnanohjausjärjestelmä, asiakkuudenhallintajärjestelmä ja isännöintiohjelma. Tampuurin kohderekisterillä hallitaan perustietoja, esimerkiksi rakennustiedot, kiinteistöntiedot, tilatiedot, laitetiedot, järjestelmätiedot, henkilörekisterit, toimialarekisterit ja käyttäjäryhmien hallinta. (17)

Tampuuri-ohjelmisto tarjoaa kiinteistölle, asukashallinnan, auras. ja hiekoituspäiväkirjat, autopaikkojenhallinnan avaintenhallinnan, budjetointia, dokumenttien hallinnan, huoltokalenterin, ilmoituksienhallinnan, isännöitsijätodistuksen, kohderekisterin, kunnossapito-hankkeet, kulutusseurannat, kunnossapito-PTS:n, muuttojen ja asuntotarkastuksien hallinnan, muutostöiden hallinnan, rakennusautomaatiota, osakerekisterin, saunavuorojen hallinnan isännöitsijän kuukausiraportoinnit, käyttöpäiväkirjat sekä kiinteistön laadunhallinnan. (18.)

Tampuurin sivuja tutkiessa ja käyttöohjeita lukiessa voi todeta, että Tampuurin käyttäminen on yritetty tehdä käyttäjälle mahdollisimman helpoksi. Käyttäjä pystyy esimerkiksi tekemään vikailmoituksen helposti lomakkeilla.

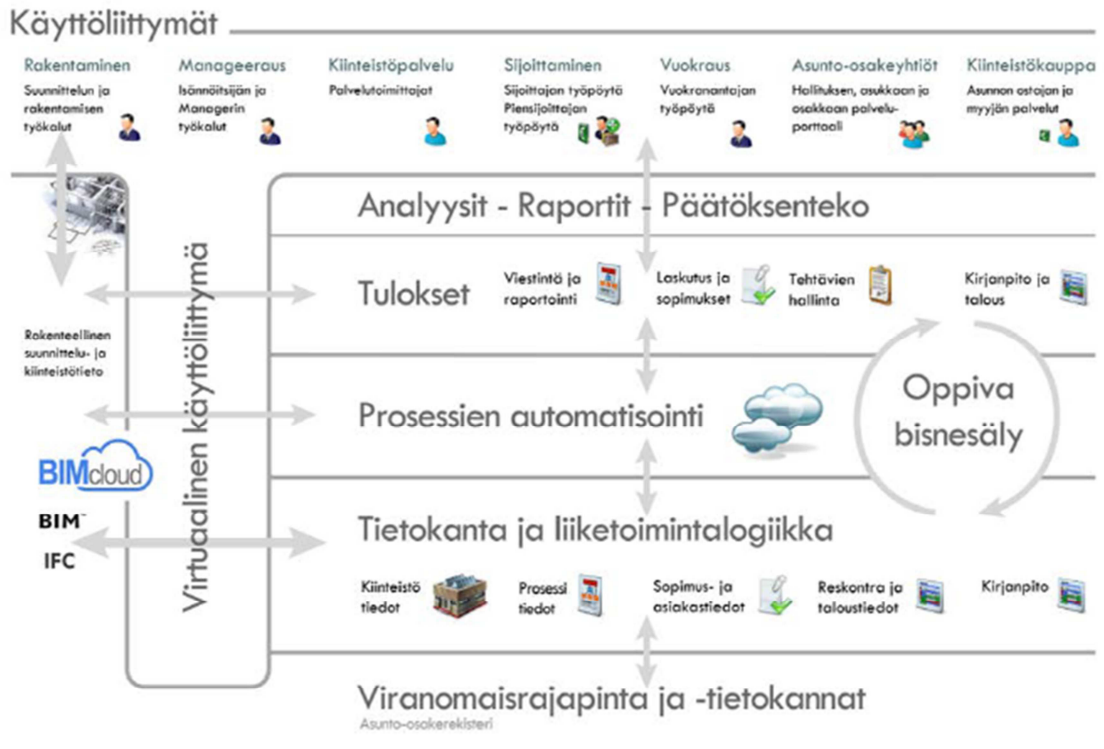
Tampuurista on kehitteillä rTampuuri niminen versio, johon ollaan kehittelemässä tietomallien yhdistämistä. Tietomallia ohjelmistossa on tarkoitus käyttää kiinteistön ylläpitämiseen. Ylläpidon aikana mallia on tarkoitus päivitellä, jotta se on korjaushankkeidein tullessa ajan tasalla. (19, s. 2.)

4.1.2 Premis

Premis on uusi ohjelmisto kiinteistötietojen hallintaan ja toiminnanohjaukseen ja sitä on kehitetty kolme vuotta yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Premis-ohjelmistolla pystytään kiinteistön relevanttinen tiedon sulauttamaan yhtenäiseen kokonaisuuteen, jolloin saadaan parannusta tiedon hyödyntämiseen ja prosessien automatisointiin. (16, s. 1.)

Premisin perustana on tietomalli, jolla pystytään luomaan mallille joustavaa kehitystä ja helposti laajentumista sekä järjestelmän ylläpitämistä koko sen elinkaaren ajaksi. Ohjelmistossa voidaan tietomallin päälle rakentaa liiketoiminnan logiikka. Premis-ohjelman prosessien ohjaus on täysin käyttäjän konfiguroitavissa ja se rakennetaan eriytettynä kokonaisuudesta. Ohjelman raportointinäkökulmat sekä käyttöliittymä voidaan rakentaa käyttäjän tarpeiden mukaisesti. (16, s. 2.)

Premis mahdollistaa käyttöliittymän havainnollistamista esimerkiksi 3D-näkymässä. Älykkäällä virtuaalimallilla voidaan esimerkiksi varata tiloja, tehdä palvelupyynnöitä tai kuitata tehtäviä valmiiksi. (16, s. 2.)



Kuva 6. Kuvassa nähdään mitä voidaan lisätä Premis-ohjelmiston tietomallikonaisuuteen (16, s. 3).

Premikseen kytetään koostamaan kaikki kiinteistöön kuuluvat tiedot, dokumentit ja raportit yhtenäiseen pakettiin. Tarvittaessa tiedot, dokumentti ja raportit voidaan jakaa jokaiselle käyttäjäryhmälle erikseen, esimerkiksi isännöitsijälle, osakkaalle, huoltomiehelle, hallituksen puheenjohtajalle, tilintarkastajalle ja vaikka projektin valvojalle. (16, s. 5.)

Suunnittelumallista pystytään luomaan premisissä täysin virtuaalinen 3D-käyttöliittymä. Käyttöliittymää pystytään tällöin käyttämään kiinteistön huollon, käytön ja ylläpidon tehtävissä. Virtuaalimalliin pystytään liittämään kaikki rakennuksen oleellinen informaatio objektikohtaisesti, esimerkiksi kaikki pesuallashanaan liittyvät tiedot. Virtuaalimalli myös mahdollistaa kaikkien aineiden ja raporttien seurannan suoraan mallista ja talotekninen ohjaus voidaan suorittaa mallin kautta. (16, s. 9.)

Etua Premis-ohjelmiston käyttämisessä on, että kaikki tietomallin käyttäminen on sulautettu yhteen helppoon ohjelmistoon, eikä henkilön tarvitse käyttää useita työläitä suunnittelusovelluksia. (16, s. 8.)

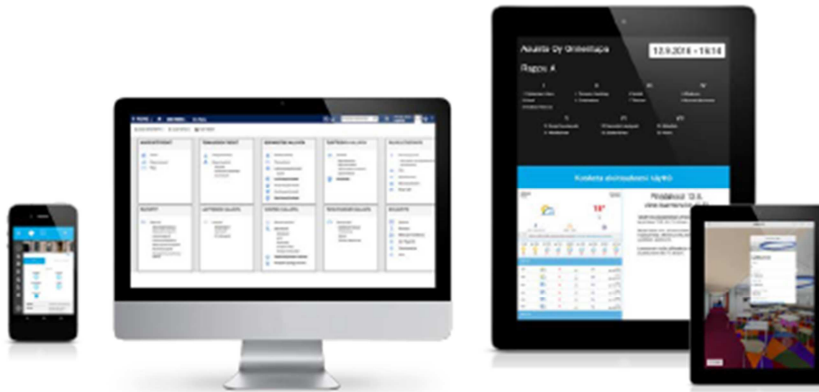
5 Tietomallinnuksen nykyiset käyttömahdollisuudet asuinkerrostalojen ylläpidossa

Tarkasteltaessa asuinkerrostaloihin tarkoitettuja ylläpito-ohjelmistoja, joissa voidaan hyödyntää tietomallia, nousee esille Premis-ohjelma. Ohjelma ominaisuuksiensa johdosta saanee käyttäjiä tulevaisuudessa. Premis tarjoaa laajasti tietomallin hyötykäyttöä jo tällä hetkellä.

Tietomalliin voidaan muun muassa lisätä, kiinteistöntiedot, osakas-, asukas-, ja vuokralaistiedot, kulutusseuranta, osakkaiden muutostyöt, huoltokirja, huoltotoiminnan ohjaus ja PTS-suunnitelma, tilavaraukset, käyttäjän konfiguroitavissa oleva prosessin ohjaus ja mahdollisuus liikkua virtuaalisessa mallissa. (16, s. 10.)

Premis-ohjelmiston tarjoamat mahdollisuudet hyödyntää tietomallia virtuaalisena mallina olivat yllättävän kattavat. Virtuaalimallista voidaan katsoa seinän tai alakaton sisällä olevia taloteknisiä asioita ilman, että tarvitsee luokkuja avata tai purkaa rakenteita. Voidaan liikkua rakennuksen sisällä ja havainnollistaa taloteknisiä asioita. Malliin lisätyt objektit voidaan avata liikkeessa esimerkiksi painamalla keittiöhanan objektia, jolloin aukeaa valikko, jossa on kaikki objektiin lisätyt ominaisuudet. Objekteihin voidaan lisätä lukuisesti tietoa. Esimerkiksi keittiöhana-objektiin voidaan lisätä sen malli, käytettävät osat ja varaosat sekä osien vaihtoon tarvittavat työkalut. Mallista voidaan myös helposti varata tiloja, sekä kuitata ilmoituksia. Ohjelmiston mallia voidaan helposti tutkia tietokoneella, tabletilla, puhelimella tai porrashuoneen seinään kiinnitettävällä tabletilla.

Tietomallista saadaan helposti oleelliset kiinteistöntiedot. Asuntoa klikkaamalla voidaan nähdä siihen lisätyt tiedot, esimerkiksi, asunnon koko, pohjakuva, asukkaan tiedot ja esimerkiksi vikailmoitukset. Tietomallissa myös oleellinen tieto pystytään digitaalisesti säilyttämään.



Kuva 7. Premis-ohjelmiston käyttömahdollisuuksia (16, s. 2).

Tietomallia voidaan myös hyvin hyödyntää jo nykyisillä ohjelmistoilla asuinkerrostalon huollossa. Objekteihin lisättyjen tietojen avulla voidaan katsoa helposti laitteen tiedot. Aikaa säästääkseen huoltomies voi tutkimalla kohteen vikatietoja varautua vaihdettaviin osiin jo ennen käyntiä kohteessa. Malliin pystytään lisäämään erilaisia linkityksiä esimerkiksi jonkin anturin paikantamiseen painamalla anturin tunnusta esitetään anturin sijainti rakennuksessa.

Seurannasta kertyvällä kulutuksen tiedoilla voidaan katsoa poikkeavia tapahtumia, jolloin voidaan esimerkiksi esittää varoitus poikkeavasta mittaustiedosta, jonka avulla voidaan helpommin havaita mahdolliset vuodot. Myös voidaan tehdä varoituksia jonkin laitteen käyttöön loppumisen lähenemisestä.

Tietomallin käyttöoikeus pystytään jakamaan käyttäjäröolien mukaisesti. Esimerkiksi jokainen asukas tai osakas pääsee vain omiin huoneistoihinsa ja yleisiin tiloihin. Linkityksien avulla asukas voi suoraan siirtyä omaan asuntoon ilman, että tarvitsee sinne kävellä yleisten tilojen kautta.

5.1 Mitä tietomallisella ylläpidolla asuinkerrostalossa saavutetaan

5.1.1 Käyttäjän näkökulmasta

Kiinteistöä käyttävän henkilön eli asuinkerrostalossa asuvan henkilön tai osakkaan on mahdollista hyödyntää tietomallia monella tavalla, lähettämällä helposti palvelupyyntöjä ja tarkastamalla niiden tilaa, kävelemällä mallin sisällä omassa huoneistossa ja

yleisissä tiloissa, katsomalla malliin lisättyjen objektien tietoja, hakemalla kiinteistöntietoja, tarkastamalla oman huoneiston tietoja ja varaamaan tiloja.

Käyttäjä voi oman huoneistonsa sisällä tarkastella erilaisia tietomalliin lisättyjä kiinteitä objekteja, kuten taloteknisiä laitteita tai osia, lamppuja, ovia ja seiniä. seinäobjekteista pystytään katsomaan värikartat. Ovista pystytään tarkastamaan oven tiedot, kuten malli, väri ja materiaali. Kiinteiden lamppujen tietoihin voidaan lisätä lampun valmistajasta lähtien kaikki lampun tiedot. Taloteknisistä objekteista nähdään valmistaja, tuotteen tiedot sekä voidaan lähettää palvelupyynnöksi vioista.

Asukas lähettää palvelupyynnön tietomallista esimerkiksi viallisesta vesihanasta. Tällöin hän hakee tietomallista tämän objektin ja avaa sen tiedot. Tiedoista lähetään korjauksen palvelupyynnö. Asukkaan on mahdollista säästyä huoltotyön käynneissä, kun hana-objektin tietoihin on lisätty myös varaosat tarvittavine työkaluineen ja huoltomies on voinut varautua huoltotyöhön tarvittaviin tarvikkeisiin..

Muukin kuin huoltohenkilö voi liikkua mallissa rakennuksen yleisissä tiloissa ja tarkastella näkyvillä olevia objekteja ja tehdä niistä palvelupyynnöjä. Esimerkiksi hän voi tehdä palvelupyynnön käytävällä olevan lampun toimintaviasta.

Vaikutetaan asunnon myyntiarvoon kun asunnon ajantasaiset tiedot ovat tietomallissa. Asuntoa myydessä käyttäjä voi havainnollistaa asuntoaan mallin avulla ostajalle. Myyjä voi esitellä kiinteistön yleiset tilat esimerkiksi varastotilat, saunat ja pyykinpesutilat mallista ilman niissä käymistä.

5.1.2 Ylläpitäjän näkökulmasta

Kiinteistön ylläpito hyödyntää tietomallia monella tavalla. Se sisältää ylläpidossa tarvittavan tietosisällön mahdollistaen tiedon täydentämisen ja päivittämisen. Mallista voidaan katsoa kiinteistön tiedot ja erilaisten objektien tiedot, kuten seinät, ovet ja talotekniset osat. Voidaan ohjata huoltomiesten liikkumista kiinteistössä, hakea vikojen sijainnit, saada asukkaiden tiedot ja avata käyttöön huoltokirjat.

Huoltomiehen liikkumista voidaan ohjata rakennuksessa. Hän kykenee kohdetta ennalta tuntematta ja ilman paikalla olevaa neuvontaa suorittamaan korjaus- ja

huoltotoimenpiteitä. Hän voi varautua ennalta kohteessa suoritettaviin toimenpiteisiin ja lisätä tällä tavoin näiden toimien tehokkuutta

Vedenkulutuksen tietoa voidaan liittää mallin vesimittari-objekteihin. Kulutusseurantaan on liitettävissä toimintoja veden normaalikulutuksen poikkeavuuksista ja mahdollisista vuodoista. Seurantaan voidaan liittää kulutustiedot ja kulutuksen laskutus.

Tällainen toimintaympäristö mahdollistaa monipuolisen tiedottamisen osapuolten välillä. Voidaan kohdentaen ilmoittaa tulevista huolto- ja korjaustoimenpiteistä.

Ylläpitäjä pystyy säilyttämään helposti kiinteistöstä tarvittavan tiedon tietomallissa, eikä tarvitse erikseen etsiä kansioista paperisia 2D-piirustuksia tai tietokoneelta vanhoja 2D-piirustuksia. Tietomallin tiedot pidetään aina ajan tasalla.

Ylläpitäjä pystyy automatisoimaan kaikki talotekniset prosessit tietomallin avulla. Myös pystyy seuraamaan prosessien toteutumista tietomallista. Tietomallista pystytään selvittämään myös kiinteistön ilmanvaihtokoneiden palvelualueet sekä palo-osastot.

5.2 Kehittymisen mahdollisuuksia ylläpito ohjelmistoihin

Tietomallien hyödyntäminen ylläpidossa yleistyy. Kehitystä tapahtuu ohjelmistoissa ja laitetekniikassa. Lisääntyvän käyttöönoton ja käyttövaatimusten myötä ominaisuudet monipuolistuvat ja ohjelmistot kehittyvät käyttäjäystävällisemmiksi.

Ohjelmistoihin uskoisi tulevan vika-analyysien ennakoinnin arviointia. Kun objekteihin pystytään jo liittämään niin paljon tietoa, uskoisi myös vika-analyysien olevan mahdollista. Kuitenkin objekteihin voidaan lisätä korjaushistorioita. Vika-analyyseissa voidaan esimerkiksi ohjelmoida kertomaan syytä, kuinka jonkun laitteen osa on hajonnut ja vaihdettu niin monesti. Esimerkiksi jonkin lampun ajoittainen palaminen, voi kertoa, että koko lampunyksikössä on jotain vikaa.

6 Yhteenveto

Digitalisoituminen on nykypäivän trendi, ja tämä kehitys tulee lisääntyvissä määrin hyödyttämään korjausrakentamista ja ylläpitoa. Tietomallia tukevia ylläpito-ohjelmistoja on kehitetty ja kehitetään, mutta tietomallien hyödyntäminen ylläpidossa on vielä vähäistä. Uudisrakennuksissa tietomallintaminen on tullut lähes tavaksi. Tämän tavan uskon tulevan myös tulevaisuudessa korjausrakentamisen hankkeisiin. Tietomallin tekeminen korjausrakennushankkeessa esimerkiksi linjasaneerauksen yhteyteen maksaa jonkin verran enemmän kuin suunnittelu 2D-piirustuksin. Voidaan kuitenkin todeta, että luotu tietomalli tulee maksamaan itsensä takaisin rakennuksen elinkaaren aikana. Kun tietomalli tehdään linjasaneerauksen yhteyteen, voidaan säästyä monilta yllättäviltä selvityksiltä kiinteistössä. Esimerkiksi kohteen tarkastelut tehdään suoraan ajantasaisesta tietomallista. Kun tietomalli tehdään linjasaneerauksen yhteyteen, linjasaneerauksen kokonaiskustannukset eivät kuitenkaan kasva paljoakaan, koska suunnittelun hinta on pieni osa linjasaneerauksen kokonaishinnasta.

Linjasaneerauksen yhteydessä tehdyllä tietomallilla saadaan hyötyjä linjasaneeraukseen. Mallien avulla tehdään törmäystarkasteluja, aikataulutetaan toteutusta ja suoritetaan valvontaa. Linjasaneerauksen valmistuttua voidaan tietomallia hyödyntää huoltokirjassa ja käyttää sitä talotekniikan sekä kiinteistön käyttöönottokoulutuksessa.

Asuinkerrostalojen isännöinnissä Tampuuri-ohjelmisto tuntuu olevan yleisimmin käytössä. Tampuurin valmistajalla on tulossa tarjolle ohjelmaversio tietomallin käyttöön kiinteistön ylläpidossa.

Tiedon ajan tasalla pitäminen ja päivittäminen tulee tarpeelliseksi, ja kuka siitä vastaa sekä kuinka usein se tehdään. Päivittämisen kustannuksia on todella vaikea arvioida. Päivittämistä hoitava taho saattaisi olla suunnittelun tehnyt yritys tai ohjelmiston toimittaja.

Uusien ohjelmistojen käyttöönotto alalla vaatii aikaa ja työtä. Kilpailutekijät ja uuden koulutetun sukupolven mukaantulo nopeuttavat käyttöönottoa. Keskeistä ohjelmistojen käyttöönotossa on niiden käytettävyys ja käyttökoulutus.

Projektin aikana todettiin, että kaikille asuinkerrostalo-projektin suunnittelualoille on kattavasti vaatimuksia sekä ohjeita mallin sisällöstä sekä sen tarkkuudesta. Yleisiin tietomallivaatimuksiin tukeutuen voitiin päätellä, mitkä ovat oleellisia asioita tietomallia toteutettaessa ja mitkä asiat voi jättää vähemmälle huomiolle. Haasteena tietomallipohjaista suunnittelua toteutettaessa on vanhemman sukupolven työtavat. Kokemuksen mukaan voidaan todeta, että tietomallinnus on suuressa kasvussa ja alalla opiskeleville sitä myös opetuksessa painotetaan.

Saadun kokemuksen perusteella linjasaneerauksen tietomallipohjaisen suunnittelun malleja voidaan tulevaisuudessa hyödyntää ylläpitotoiminnassa. Saattaa olla, että tietomallit ovat jonkin aikaa pääasiassa suunnittelijoiden ja urakoijien käytössä, kunnes saadaan uudet ylläpito-ohjelmistot isännöinnin käyttöön. Vaikka työn aikana ei päästy testaamaan tietomallien käyttöä ylläpito-ohjelmistoissa, niiden ominaisuuksiin tutustumisen perusteella Premis- ja Tampuuri-ohjelmistoissa ne vaikuttivat käytettäviltä.

Lähteet

- 1 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. 2012. Osa 4. Talotekninen suunnittelu. Helsinki: Senaatti-kiinteistöt
- 2 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. 2012. Osa 12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. Helsinki: Senaatti-kiinteistöt
- 3 Penttilä, Hannu. Nissinen, Sampsa. Niemioja, Seppo. 2006. Tuotemallintaminen Arkkitehtisuunnittelussa. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 4 What is Tekla Bimsight. 2013. Verkkodokumentti. Tekla Bimsight. <<http://www.teklabimsight.com/learn-more/what-is-tekla-bimsight>> Luettu 27.1.2017.
- 5 Penttilä, Hannu. Nissinen, Sampsa. Niemioja, Seppo. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa – yleiset periaatteet – Pro IT. Tampere: Rakennustieto Oy
- 6 YS.IFC – 1. 2013. Ohjekortti. IFC-tiedonsiirto. M.A.D. Oy.
- 7 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. 2012. Osa 6. Laadunvarmistus. Helsinki: Senaatti-kiinteistöt
- 8 Hietanen, Jiri. 2005. Tietomallit ja rakennusten suunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 9 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. 2012. Osa 1. Yleinen osuus. Helsinki: Senaatti-kiinteistöt
- 10 Yleiset tietomallivaatimukset 2012. 2012. Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus. Helsinki: Senaatti-kiinteistöt
- 11 Kunnossapito – Menestystekijä. 2013. Verkkodokumentti. Opetushallitus. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html>. Luettu 5.4.2017
- 12 KiinteistöRYL 2009. 2009. Verkkodokumentti. Rakennustieto Oy. <<https://www.rakennustieto.fi/kiinteistoryl/fi/kiinteitoryl.html.stx>>. Luettu 4.4.2017
- 13 Järviö, Jorma. Prantainen, Timo. Piispa, Taina. Åström, Thomas. 2007. Kunnossapito. Helsinki, KP-Media Oy

- 14 Järvinen, Tiina. 2007 Kiinteistöjen huoltokirjamenettely rakennuksen tietomallia hyödyntäen. Verkkodokumentti. VTT. <http://cic.vtt.fi/projects/vbe-net/data/VBE2_WP4_Kiinteistojen_huoltokirjamenettely_tietomallia_hyodyntaen.pdf>. Luettu. 4.4.2017
- 15 Halmetoja, Esa. 2016 Tietomallit ylläpidossa. Verkkodokumentti. Senaatti-kiinteistöt. <https://www.senaatti.fi/filebank/6099-Tietomallit_yllapidossa.pdf>
- 16 Premis esite 2017. 2017. Verkkodokumentti. Premis Oy. <<http://www.premis.fi/>> (Saatavissa mahdollisesti sähköpostitse). Luettu 27.2.2017
- 17 Mikä on Tampuuri kiinteistötietojärjestelmä. Verkkodokumentti.. Talokeskus Oy. <<http://www.talokeskus.fi/tampuuriohjelmistot/>> Luettu 4.4.2017
- 18 01 Tampuuri. 2016. Verkkodokumentti. Talokeskus Oy. <<https://fog.talokeskus.fi/default.asp?W2316>> Luettu 4.4.2017
- 19 Talokeskus rTampuuri esite. Verkkodokumentti. Talokeskus Oy. <<http://www.tampuuri.fi/>> (Mahdollisesti Sähköpostitse) Luettu. 4.4.2017

Taloteknisen tietomallin mallinnettavat komponentit, tietosisältö ja geometrian tarkkuustaso suunnitteluvaiheittain

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 4. Talotekniikka suunnittelu oppaasta otettu taulukot, joissa kerrotaan taloteknisen tietomallintamisen ohjeita. [2, s.Liite 1, 1-9.]

2D: esitetään tasokuussa ja/tai kaaviossa

BIM: mallinnetaan suunnittelun aikaisella geometriatiedolla

Tyhjä kenttä = ei mallinnus- tai tietosisältövaadetta

Vaikka joihin komponenttia ei ole vaadittu mallinnettavaksi, ei niiden mallinnus ole silti kiellettyä.

Kts. taulukon loppuosan selvennys tietosisällöstä

Kaikkilla komponenteilla oltava verkosto-/ järjestelmätunnus

Tietosisältövaatimusten laajuus on riippuvainen käytetystä sovellusohjelmistosta

Edellytykset verkostogeometrian tarkkuustason saavuttamiselle: RAK ja ARK 3D-malli käytettävissä ennen TATE-mallituksen aloittamista.

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu			Toteutussuunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja järjestelmien osalta
TATE							
TATE-vaatimusmalli			kts. Tekstiosuuden kappale 3			kts. Tekstiosuuden kappale 3	kts. Tekstiosuuden kappale 3
2D-leikkaukset	x		Putkistojen, kanavien, kaapelihyllyjen, valaisinten jne. komponenttien toleranssi 1cm. Kannakointi esitettävä. Eristyspaksuus mukana.		x	Leikkaukset tehdään vähintään peruskäytävistä. LVI-suunnittelija koordinoi TATE-leikkaukset	Leikkaukset tehdään vähintään peruskäytävistä, ikkunapenkeistä, kiuilujen ulostuloista, TATE-teknikkakerroksista (kellarit, putkitunnelit jne.). LVI-suunnittelija koordinoi TATE-leikkaukset
Reikävarausobjektit				x	x	Oikea sijainti, toleranssi 0cm	Mitat, urakoitsijatieto, abs.korkoasema
Näkyvät alakattoasennukset				x	x	Arkkitehdin alakattokuvan mukaisessa paikassa. Mallinnetaan kaikki alakattopintaan asennatavat komponentit (ilmaisimet, valaisimet, kaiuttimet, päätelaitteet jne.).	kts. Taulukon muut kohdat. Ornistuneeseen mallinnukseen tarvitaan arkkitehdin alakatto mallinnettuna sekä alakattoruutujako ja laitesijoitus 2D-alakattopiirustuksessa
Mallihuoneet ja -alueet		x	kts. Tekstin kappale 4.3, toleranssi 5cm		x	Toleranssi 5cm.	kts. Taulukon muut kohdat. Ornistuneeseen mallinnukseen tarvitaan arkkitehdin sekä rakennesuunnittelijan malli
Palvelualuekaaviot	x		Tilojen mukaisesti. Jos tilaobjekti pitää jakaa useampaan palvelualueeseen, tekee TATE suunnittelija sen omana työnä		x	Palvelualueiden tunnistetilojen mukaisesti. Jos tilaobjekti pitää jakaa useampaan palvelualueeseen, tekee TATE-suunnittelija sen omana työnä	Palvelualueiden tunnistetilojen mukaisesti (esim. "TV-kone 301TK01, Toimistot 1-3. krs")

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu			Toteutussuunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja järjestelmien osalta
Tietomalliselostus							kts. Tekstiosuuden kappale 2.2
Huolto- ja rakenteissa (Alakatto, seinät, laatat jne.)				x		Viitteellinen sijainti. Todellinen sijoitus työmaalla ARK-piirustusten mukaisesti huomioiden työmaa-aikaiset muutokset (luukusta päästävä käsiksi huolto- / tarkistuskohteeseen)	
Tuotannon esivalmisteen							kts. Tekstiosuuden kappale 8.5
Sovellusohjelmistojen ulkopuoliset ns. "Itsemallinnetut 3D-objektit"				x	x	Ulkomitat suunnittelijan arvion mukaisesti	Tunnus, järjestelmätieto

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu				Toteutussuunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
Putkistot								
Runkoputkistot DN20 - DN32 Cu18 - Cu35	x	x	Laattaobjektin alapuolella (esim. katto), ilmaisemassa reittiä. Ei käytettävissä reikä- tai asennussuunnitelmassa eikä materiaalistauksissa.		x	x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirta, painetaso.
Runkoputkistot DN40 -> Cu42 ->	x	x	Laattaobjektin alapuolella (esim. katto), ilmaisemassa reittiä. Ei käytettävissä reikä- tai asennussuunnitelmassa eikä materiaalistauksissa.		x	x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirta, painetaso. 2D-kuvissa absoluuttinen korkoasema (keskilinja) mittaviivassa
Kytkenähdöt					x	x	Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella. DN10-25 putkistojen risteytyksillä sallitaan	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirta, painetaso
Putkistoeristeet						x	Ei vaadetta erilliselle eristysobjektille putkessa. Putken ulkomittaisissa oltava eristyspaksuus mukana	Eristyksen tyyppi ja paksuus. Metalliset / selvästi kustannuksiin vaikuttavat pinnolteet 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-asiat					x	x	Yli 100 dm ³ säiliöt mallinetaan	Tilavuus
Lämmönsiirtimet					x	x		Teho tai tilavuusvirta, painehäviö
Lämmönjakokeskus	x	x	Esitetään arvioitu tilavaus		x	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Liittyvien verkostojen teho, tai tilavuusvirta ja painehäviö
Vedenjaahdytyskone	x	x	Esitetään arvioitu tilavaus		x	x	Ulkomitat valitun laitteen mukaiset	Liittyvien verkostojen teho, tai tilavuusvirta ja painehäviö
Vesikatolle tai julkisivuun tulevat laitteet ja komponentit	x	x	Esitetään arvioitu tilavaus		x	x	Ulkomitat valitun laitteen tai komponentin mukaiset	Tunnus
Muut pääkoneikot	x	x	Esitetään arvioitu tilavaus		x	x		Tunnus
Nestetankit					x	x	Yli 100dm ³ tankit mallinetaan	Tilavuus
Jakotukit					x	x		Tunnus
Lattialämmitysputkistot					x		ks. Kappale 5.4	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirta, painetaso. Kts. Kappale 5.4
Radiaattorit ja konvektorit					x	x	Ulkomitat valitun laitteen mukaiset	Malli, Teho (ks. myös "Esisäädettävät venttiilit")

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu				Toteutussuunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
Kiertolamkoneet (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, normivirta, 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 esitystapaavaadetta, ARK-suunnitelmien mukaisesti
Pikapaloposit					x	x	ARK-kuvan osoittamassa paikassa, Ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Malli, mitoitusvirta, painehäviö, tunnus (esim. PPP1)
Runkoviemärit ilman kaatoa	x	x	Ilmaisemassa reittiä. Ei käytettävissä reikä- tai asennussuunnitelmassa eikä materiaalistauksissa.		x	x		Materiaali, DN-koko
Viemärit kappaleen 5.2 mukaisesti					x	x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella. Kts. kohta 5.1.3	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. SVK1)
Piha-alueen sade- ja jätevesikaivot						x	Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti	Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. SVK1)
Piha-alueen erotuskaivot (HEK, REK jne.)	x		Esitetään arvioitu tilavaus		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		Esitetään arvioitu tilavaus		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	Sijoius alakattopiirustuksen mukaisesti	K-arvo, DN-koko, tunnus (esim. SPR1)

Komponentti / tehtävä	Yleisuunnittelu				Toteussuunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
Putkistojen liitostavat (kierteet, laipat jne.)							Ei esitystapavaadetta, esitetään muissa dokumenteissa	
Lämmönjakohuoneen 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. 301PD4, 301FVD4)
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	
Kuulut ja hormit			kts. Tekstin kohta 4.1 Tilavaraukset, tilat		x	x	Putkistot mallinnetaan kuuluun eristeineen. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Kuten runkoputkistot.

Komponentti / tehtävä	Yleisuunnittelu				Toteussuunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
Ilmanvaihto								
Runkokanavistot	x	x	Laattaobjektin alapuolella (esim. katto), ilmaisemassa reittiä. Ei käytettävissä reikä- tai asennussuunnitelmassa eikä materiaalistauksissa.		x	x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, koko, tilavuusvirtaus, painetaso. 2D-kuvissa absoluuttinen korkeus (keskilinja) mittaviivassa
Kytkenäkänavistot					x	x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, koko, tilavuusvirtaus, painetaso
Kanavistoeristeet					x	x	Ei vaadetta erilliselle erityisobjektille kanavassa. Kanavan ulkomittasäilytys eristyspaksuus mukana	Eristyksen tyyppi ja paksuus. Metalliset / sekästä kustannuksiin vaikuttavat pinnotteet kerrottava mittaviivassa / tietosisällössä.
Koteloidut IV-koneet	x	x	Arvioitu sijainti ja ulkomitat		x	x	Suunnittelija määrittää koneen laitevalmistajan ohjelmistolla ja käyttää ensisijaisesti ohjelmiston tuottamaa koneobjektia	Tunnus, esim. 301TK01
Huippumurit	x	x	Arvioitu sijainti ja ulkomitat		x	x	Julkisivukuvan ja vesikattokuvan mukaisessa paikassa, ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Tunnus, esim. 301PK02, koko
Kanavapuhaltimet	x				x	x		Tunnus, esim. 301PK02, koko
Ulospuhallushajottajat	x	x	Arvioitu sijainti ja ulkomitat		x	x	Julkisivukuvan ja vesikattokuvan mukaisessa paikassa, ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Tunnus, esim. UPH1, koko
Ulkosäleiköt	x	x	Arvioitu sijainti ja ulkomitat		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, esisäätoarvo
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, esisääto
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)
Mootoroitu 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	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset, vaadittu otsapintanopeuden perusteella	Koko, tunnus (esim. 301JLP1)
Ilman laatuun vaikuttavat kanavistokomponentit (suodatus, kostutus jne.)	x				x	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset, vaadittu otsapintanopeuden perusteella	Koko, tunnus (esim. SU1)

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu				Toteutussuunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja järjestelmien osalta
Joustavat liittimet					x			Tunnus (esim. JL1)
Kannakkeet							Esitetään 2D-leikkauksissa	LVI-suunnittelija koordinoi TATE-leikkaukset
Anturit							Esitetään minimissään RAU-kaavioissa	
Kanavistojen liitostavat (listaliitos jne.)							Ei esitystapavaadetta, esitetään muissa dokumenteissa	
Kuulut ja hormit			kts. Tekstin kohta 4.1 Tilavaraukset, tilat		x	x	Kanavat ja komponentit mallinetaan kuiluun eristeineen.	Komponenttien ja kanavistojen tietosisältö kuten tässä taulukossa mainittu

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu				Toteutussuunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja järjestelmien osalta
Sähkötekniikka								
Muuntajat	x	x			x	x		Tunnus, esim. T1
Kojeistot	x	x			x	x		Tunnus, esim. SJK1
Pääkeskukset	x	x			x	x		Tunnus, esim. PK1
Virtakiskot					x	x		Koko
Kompensointiparistot	x	x			x	x		Tunnus, esim. Q1
Akustot	x	x			x	x		Tunnus, esim. AK
Jakokeskukset	x	x	Pääjakelun osalta		x	x		Tunnus, esim. JK1
Ristiyhteyksilaitteet	x	x			x	x		Tunnus, esim. RKT1
Telejärjestelmien keskuslaitteet	x	x			x	x		Tunnus, esim. KJ
Turvajärjestelmien keskuslaitteet	x	x			x	x		Tunnus, esim. PIK
Kaapelihiyllyt ja ripustuskiskot	x	x	Pääreittien osalta		x	x		Koko, tyyppi (tikas-/levyhiylly). 2D-piirustuksissa absoluuttinen korkeusmittaava (alareuna)
Johtokourut	x	x	Pääreittien osalta		x	x		Koko
Lattikanavat ja -rasiat	x	x	Pääreittien osalta		x	x		Koko
Pystynousut			kts. Tekstin kohta 4, tilavaraukset		x	x		Koko
Kannakkeet ja ripustukset							Esitetään 2D-leikkauksissa	LVI-suunnittelija koordinoi TATE-leikkaukset
Valaisimet	x		Mallihuoneissa BIM		x	x		Positio
Poistumisvalaisimet					x	x		Positio
Vara- ja turvalaisimet					x	x		Positio
Kytkimet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, esim. 6-kytkin
Pistorasiat			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, esim. Maadoitettu pistorasia 2-os.
Liike- ja läsnäolotunnistimet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Tunnus, esim. PIR
Turvakytkimet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, esim. Turvakytkin
Jako- ja kytkentärasiat					x			
Kaluttimet			Mallihuoneissa BIM		x	x		Laitetyyppi
Kamerat			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi
Paloilmaisimet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, osoite
Palopainikkeet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, osoite
Merkinantokojeet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi
Muut telejärjestelmien anturit ja käyttölaitteet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi
Muut turvajärjestelmien anturit ja käyttölaitteet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi
Telepistorasiat			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, tunnus/osoitte
Nousujohdot			Pääjakelun osalta, kaavioesitys				Esitetään minimissään kaaviossa	
Telerunkojohdot			Pääreitit, kaavioesitys				Esitetään minimissään kaaviossa	
Sähköpisteiden kaapelointi					x			

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu				Toteutussuunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja järjestelmien osalta
Telepisteiden kaapelointi					x		Tähtimäiset verkot kaaviossa	
Turvajärjestelmien kaapelointi					x		Tähtimäiset verkot kaaviossa	
Käyttäjän aktiivilaitteet							Ei suunnittelun piirissä, huomioidaan liittynöissä	
Sähköurakan ulkopuoliset laitteet, kuten esim. oviohjauskeskukset					x	x		Laitetyyppi
Rakennusautomaatio								
RAU-keskukset	x	x			x	x		Tunnus, esim. VAK1
Anturit tiloissa näkyvillä					x		Mallihuoneissa BIM	Tunnus, esim. TE1
Anturit TATE-verkostoissa, ei näkyvillä					x			Tunnus, esim. TE1
Säätölaitte- ja muut kotelot					x		Mallihuoneissa BIM	Tunnus, esim. TC1
Toimilaitteet					x			Tunnus, esim. FG1

Taulukon "2D" merkitsee seuraavaa:

- kaavioissa esitetään periaatteet halutuille toiminnallisuuksille
- tasokuissa esitetään komponentin sijainti
- symbolitasoinen esitys on hvvksvtv

Taulukon "BIM" merkitsee seuraavaa:

- käytetään ensisijaisesti sovellusohjelmakirjaston 3D-komponentteja, IFC-yhteensopivina
- IFC-mallien tietosisältö minimissään taulukon mukainen