

Veeti Härkönen

**HUOLTOKIRJAN TIETOSISÄLTÖVAATIMUSTEN VAIKUTUKSET ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN TIETOMALLINTAMISELLE**

# **HUOLTOKIRJAN TIETOSISÄLTÖVAATIMUSTEN VAIKUTUKSET ILMANVAIH- TOJÄRJESTELMÄN TIETOMALLINTAMISELLE**

Veeti Härkönen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2021  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma

---

Tekijä(t): Veeti Härkönen

Opinnäytetyön nimi: Huoltokirjan tietosisältövaatimusten vaikutukset ilmanvaihtojärjestelmän tietomallintamiselle

Title of thesis: Effects of Maintenance Information Requirements on Ventilation System Building Information Modeling

Työn ohjaaja(t): Tomi Jäävirta

Työn valmistuslukupäivä ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 43 + 1 liite

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kehitysehdotukset Helsingin kaupungin huoltokirja- ja tietomallinnusohjeistuksiin. Tarkoituksena oli selvittää, miten huoltokirjan tietosisältövaatimukset vaikuttavat tietomallintamisen vaatimuksiin ja ohjeistuksiin. Työ rajattiin koskemaan ilmanvaihtojärjestelmiä sekä tilaajan kanssa valittuja käytön ja ylläpidon aikaisia käyttötapauksia.

Työssä perehdyttiin VTT:n laatimaan tietomallit ylläpitoon -esiselvitykseen, josta saatiin hyödylliseksi todettuja käyttötapauksia tietomallien käytöstä ylläpidossa. Käyttötapauksia verrattiin Helsingin kaupungin mallihuoltokirjan tietosisältöön, jonka pohjalta valittiin työssä käsiteltävät käyttötapaukset. Työssä käsiteltäviksi käyttötapauksiksi valikoituivat järjestelmä- ja laitetiedot, paikanus- ja vaikutusalueet sekä määräluettelot. Lisäksi haastateltiin eri sidosryhmiä tietomallien käyttöön, laadintaan ja hyödyntämismahdollisuuksiin liittyen.

Haastatteluista saatiin lähtökohtia ohjeistuksien kehitysehdotusten tekemiselle. Haastatteluista selvisi, että tietomallien kehittäminen ylläpidon käyttöön nähtiin hyvänä kehityssuuntana. Nykyiset tietomallinnusohjeet ja tietosisältövaatimukset todettiin puutteellisiksi, eikä hankkeessa tuotettujen mallien tarkkuustasoa ole riittävästi valvottu. Lisäksi saatiin ajatuksia ja kommentteja, miten tietomalleja voisi hyödyntää ylläpidon aikana.

Haastatteluiden perusteella tehtiin kehitysehdotukset Helsingin kaupungin huoltokirja- ja tietomallinnusohjeistuksiin työssä käsiteltävien käyttötapauksien näkökulmasta. Työssä esitetyt havainnot ja ehdotuksia voidaan hyödyntää ohjeistuksien kehityksessä. Lisäksi työssä laadittiin taulukkomuotoinen ehdotelma toteutamallilta vaaditulta tietosisällöltä. Jatkokehityksen aiheiksi nousivat toteutamallin laadintaan ja käyttöön liittyvät ohjelmistovaatimukset sekä tiedon ylläpidon prosessit.

---

Asiasanat: huoltokirja, ilmanvaihtojärjestelmä, tietomalli, tietosisältö, toteumamalli, ylläpito

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	TIETOMALLINTAMINEN .....	7
2.1	Tietomallintamisen vaiheet .....	8
2.2	Talotekniikan tietomallintaminen .....	9
2.3	Ilmanvaihtojärjestelmien tietomallintaminen .....	10
2.4	Tietomalli rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana .....	10
2.4.1	Ylläpitomalli .....	11
2.4.2	Olosuhdemalli .....	12
2.5	Tietosisällön vakiointi .....	13
3	HUOLTOKIRJA.....	16
3.1	Huoltokirjan tavoitteet ja hyödyt.....	16
3.2	Huoltokirjan tietosisältö.....	17
4	KÄYTTÖTAPAUKSET .....	19
4.1	Tietomallit ylläpitoon -esiselvitys .....	19
4.2	Ilmanvaihtojärjestelmien tietosisältö Helsingin kaupungin huoltokirjassa .....	21
4.2.1	Kiinteistönhoidon palvelukuvaukset .....	21
4.2.2	Järjestelmä- ja laitetiedot .....	23
4.2.3	Paikantamis- ja vaikutusaluepiirustukset.....	25
4.3	Valitut käyttötapaukset .....	27
5	HAASTATTELUT.....	28
5.1	Haastateltavat .....	28
5.2	Kokemukset ja näkemykset tietomallien käytöstä ylläpidossa .....	29
5.3	Huoltokirjan käyttö ja kehitys .....	30
5.4	Tietomallien laadinta rakennushankkeissa .....	31
6	TULOSTEN ANALYSOINTI JA KEHITYSEHDOTUKSET NYKYISIIN OHJEISTUKSIIN.....	35
6.1	Ohjeistuksien kehitysehdotukset .....	36
6.2	Urakoitsijan laitevalintojen mallinnus.....	36
6.3	Objektien tietosisältö .....	36
6.4	Verkoston geometrian päivitys .....	37
6.5	Tietomallipohjaiset paikannus- ja vaikutusalue näkymät .....	38
6.6	Määräraporttien tuottaminen tietomallista.....	39

6.7	Yhteenveto kehitysehdotuksista .....	39
7	YHTEENVETO .....	40
	LÄHTEET .....	42
	LIITTEET .....	44

# 1 JOHDANTO

Tietomallintaminen on yleistä etenkin isommissa rakennushankkeissa ja tilaajaorganisaatioissa. Tietomalleja käytetään pääosin suunnittelun ja rakentamisen tukena, mutta niiden hyödyntäminen rakennuksen käyttö- ja ylläpitovaiheessa on vielä vähäistä. Tämä johtaa tietomallien hukattuun potentiaaliin, sillä tietomallintamiseen käytetyt resurssit hyödyttävät näin ollen vain lyhyttä osaa rakennuksen elinkaarta. Rakennushankkeissa tuotettua tietoa voisi hallita myös tietomallipohjaisesti, mikä mahdollistaisi uusia toimintatapoja ja käyttömahdollisuuksia tiedon hallintaan. Tällainen mahdollisuus on esimerkiksi tietomallipohjainen tiedonsiirto ylläpidon järjestelmiin. Lisäksi tulisi kehittää tiedon strukturointia ja tiedon tuottamisen prosesseja, että tietomallista saataisiin laadukasta ja vakiointua tietosisältöä käytettäväksi. Tämä mahdollistaisi esimerkiksi määrälaskentaa sekä raportointia tietomallista.

Vakiintuneita käytäntöjä tietomallien hyödyntämisessä käytön ja ylläpidon aikana ei vielä ole. Tämä johtuu osittain siitä, ettei tietomallien hyötyjä ja potentiaalia tunneta tai tilaaja ei tiedä, mitä tietoja sen tulisi vaatia hankkeen eri osapuolilta, jotta se hyödyttäisi käytön ja ylläpidon aikaisia toimintoja. Yleisimmin tietomallivaatimusten pohjana käytetty buildingSmart Finlandin laatima ohjekokonaisuus Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012 ei ota juurikaan kantaa vaadittuun tietosisältöön, vaan ohjeistaa tietomallinnuksen vaatimuksia yleisellä tasolla. Lisäksi YTV2012:n perusteella laadittu toteumamalli soveltuu heikosti käytön ja ylläpidon aikaiseen tiedontarpeeseen, sillä ohjekokonaisuus on laadittu pääosin rakennushankkeen suunnittelu- ja toteutusvaiheen aikaisten tiedontarpeiden näkökulmasta.

Tietomallien hyödyntämistä kiinteistöjen koko elinkaaren aikana selvitettiin Helsingin kaupungin monivuotisessa kehityshankkeessa. Hankkeen loppupäätelmissä todettiin, että tiedonsiirto toteumamalleista huoltokirjajärjestelmään on mahdollista. Tämä vaatii nykyistä tarkempia tietomallivaatimuksia ja niiden valvontaa, kuten myös tarkempaa huoltokirjan tietosisällön ja -rakenteen määrittelyä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää Helsingin kaupungin nykyisiä huoltokirja- ja tietomalliohjeistuksia käytön ja ylläpidon aikaisten tietovaatimusten perusteella. Työ on rajattu ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmiin sekä työn tilaajan kanssa valittaviin käyttötapauksiin, joiden näkökulmasta edellä mainittuja ohjeistuksia tarkastellaan. Kehitysehdotuksilla pyritään tarkentamaan ohjeistuksien sisältöä niin, että toteumamallien tarkkuus ja tietosisältö saataisiin vastaamaan ylläpidon tietovaatimuksia.

## 2 TIETOMALLINTAMINEN

Rakennuksen tietomallintaminen (Building Information Modeling, BIM) on laaja käsite, joka kuvaa prosessia luoda ja hallinnoida rakennuksen digitaalista tietoa koko sen elinkaaren ajan aina suunnittelusta ylläpitovaiheeseen asti. Tietomallinnuksen kansainvälinen ISO 19650 -standardi määrittelee tietomallin olevan rakennetun omaisuuden digitaalinen esitys havainnollistamaan suunnittelua, rakentamista ja ylläpidon prosesseja luotettavan päätöksenteon tueksi. Pohjimmiltaan tietomallin on tarkoitus varmistaa, että tarkoituksenmukaista tietoa luodaan sopivassa muodossa oikeaan aikaan, jotta parempia päätöksiä voidaan tehdä koko rakennuksen suunnittelun, rakentamisen ja käytön ajan. Kyse ei ole vain rakennuksen kolmiulotteisen mallin (3D) luomisesta, vaan tietomallinnus on tapa johtaa koko rakennushanketta ja rakennusta. (1.)

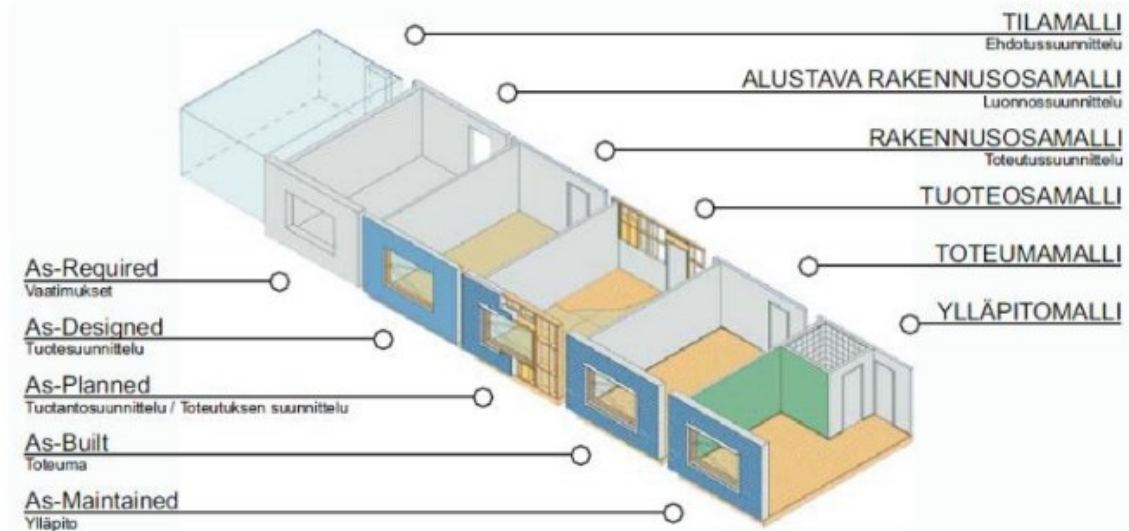
Tietomallintamisella tuotettavien tietosisältöjen tasoa kuvataan eri ulottuvuuksilla. Tyypillisesti BIM-mallilla tarkoitetaan rakennuksen kolmiulotteista mallia (3D), mutta käytössä on myös 4D-malleja, joilla tarkoitetaan rakentamisajan simulointia 3D-mallissa, sekä myös 5D-malleja, jotka sisältävät kustannus- ja elinkaaren hallinnan tietoja. (2, s. 10.) On myös hyvä huomioida, että ulottuvuuksien tietosisällöt ja kuvaukset eivät ole täysin vakioituneet ja ne voivatkin hieman vaihdella lähteestä riippuen. Ulottuvuuksiin käytettäviä kuvauksia on 1D-tasosta jopa 10D-tasolle asti. Rakennuksen tietomallin sisältämästä informaatioisisällöstä voidaankin tuottaa lukemattomia erilaisia näkymiä ja raportteja ilman erillistä suunnittelua. Käytännössä BIM on joukko ohjelmistoja, jotka yhdessä kykenevät muodostamaan ihmisen kulloinkin tarvitseman kolmiulotteisen näkymän. (2, s. 10.)

Tietomallinnuksen tavoitteena on suunnittelun ja rakentamisen tehokkuuden, laadun, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Tietomalleja on mahdollista hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan lähtien suunnittelun alusta ja jatkuen vielä rakennusprojektin jälkeenkin käytön ja ylläpidon aikana. (3, s. 5.) Tietomallinnus etenkin laajemmissa rakennushankkeissa on jo arkipäivää ja se onkin tullut tavanomaiseksi vaatimukseksi uudishankkeissa. Tietomallihankkeen tavoitteena on tilaajan toiveet täyttävä, suunniteltu ja johdettu rakennushanke sekä kannattava ja tuottava liiketoiminta. Hankkeen omistajilta edellytetään sitoutumista ja halukkuutta panostaa koko rakennuksen elinkaaren kattavaan mallitiedon hallintaan. Tämän lisäksi tarvitaan taitoa määritellä hankkeen vaatimukset ja tietomallintamisen tavoitteet jo ennen hankkeen aloittamista. Vaatimusten ja tavoitteiden täyttäminen vaatii niiden kytke-

mistä hankkeen ohjeistuksiin, ja nämä tulisi määritellä riittävän aikaisessa vaiheessa hanketta selkeästi ja täsmällisesti. Vaatimuksien täyttymistä tulee myös valvoa ja vaatia koko hankkeen aikana, jotta voidaan varmistua mallin täyttävän sille asetetut vaatimukset hankkeen luovutusvaiheessa. (4, s. 3.)

## 2.1 Tietomallintamisen vaiheet

Tietomallipohjaisessa hankkeessa tuotettavan tiedon määrä ja tietosisältövaatimukset kasvavat suunnittelun ja rakentamisen edetessä. Tavoitteeksi muodostuu kokonaisvaltaisempi tiedon tuottaminen tietomalliin piirustusten tuottamisen sijasta. Tietomallintamisen vaiheistuksen ja tiedon tuottamisen tulee tukea hankkeen tietomallintamiselle asetettuja tavoitteita. Rakennushankkeen toteutusmuotoja on useita, ja ne vaikuttavat suunnittelun omistus- ja sopimussuhteisiin, kuten myös tietomallinnuksen ohjaukseen, vastuisiin ja vaiheistuksien sisältöön. Tietomallien hyödyntäminen onkin yleisempää suunnittele ja rakenna -muotoisessa toteutuksessa kuin perinteisessä projektinjohtomuotoisessa toteutuksessa, sillä rakennusliike voi vaikuttaa itse tietomallintamisen laajuuteen ja tavoitteisiin. Kuvassa 1 on esitetty tietomallintamisen vaiheet aina ehdotussuunnitteluvaiheesta ylläpitomalliin.



KUVA 1. Tietomallintamisen vaiheet (2, s. 11)



Tyypillisesti tietomallien tietosisältö koostuu suunnitteluvaiheessa syntyvästä tiedosta ja sen käytöstä päätösten ja rakentamisen tukena. Jotta tietomalleja voisi hyödyntää rakennuksen luovutusvaiheen jälkeen rakennuksen ylläpidossa, tulisi mallin sisältää toteutuneet järjestelmä-, tuote ja ominaisuustiedot. Toteumatiedon päivitystä malliin tulisi vaiheistaa niin, että muutossuunnitelmat mallinnetaan ennen muutosten tekemistä tai sopivin määräajoin. Tällöin voidaan varmistaa mallin ajantasaisuus ja työkuorman jakautuminen niin, että toteumatiedot ovat saatavilla kaikilta osapuolilta ja kaikkia päivityksiä ei tule tehdä vasta juuri ennen luovutusvaihetta. Näin omistajan käyttöön saadaan ajantasainen vaatimukset täyttävä malli. Tätä lopullista toteumatiedot sisältävää mallia kutsutaan toteumamalliksi, jota voidaan hyödyntää rakennuksen ylläpidossa ja päätöksenteossa. Toteumamallia voidaan myös rikastaa ylläpidon tarvitsemalla tiedolla ja suodattaa tarpeetonta tietoa mallin käytettävyyden parantamiseksi. Tätä mallia kutsutaan ylläpitomalliksi. (2, s. 10–13.)

## 2.2 Talotekniikan tietomallintaminen

Talotekninen tietomallinnus sisältää LVI-, rakennusautomaatio- ja sähkö- ja telesuunnittelun tietomallinnuksen. Tässä työssä käsitellään ilmastointijärjestelmän tietomalleja, joten keskitytään LVI-suunnitteluun ja erityisesti ilmastointijärjestelmien tietomallinnukseen. LVI-suunnittelun tietomallinnus sisältää kiinteistön LVI-tekniiset järjestelmät, jotka mallinnetaan pääjärjestelmittain omiin järjestelmämalleihinsa (5, s. 21).

Kiinteistön yleisimpiä LVI-järjestelmiä ovat

- vesi- ja viemärijärjestelmät
- ilmastointijärjestelmät
- lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät
- palonsammutusjärjestelmät
- muut erikoisjärjestelmät (esimerkiksi paineilmaverkostot, sairaalakaasu-putkistot).

Yleiset tietomallivaatimukset määrittelevät talotekniikan tietomallinnuksen suunnitteluvaiheiden jakautuvan kahteen eri osa-alueeseen, ehdotus- ja yleissuunnitteluun sekä toteutussuunnitteluun. Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa tarkoituksena on tuottaa riittävästi tietoja arkkitehti- ja rakennemallin tekemiseksi. Näitä ovat esimerkiksi energia- ja olosuhdesimuloinnit. Lisäksi tehdään va-

lintoja taloteknisten järjestelmien tilavarauksiin, järjestelmävalintoihin ja vaikutusalueisiin. Järjestelmämalleja ei vielä tuoteta eikä ehdotussuunnitelmavaiheen tehtäviin välttämättä käytetä tietomallinnusta, vaan tietomallinnuksen laajuudesta sovitaan ennen hankkeen alkua. Toteutussuunniteluvaiheessa tehdään koko rakennuksen kattavat järjestelmämallit, joiden tulee vastata arkkitehtimalleja. (5, s. 7–8.)

### **2.3 Ilmanvaihtojärjestelmien tietomallintaminen**

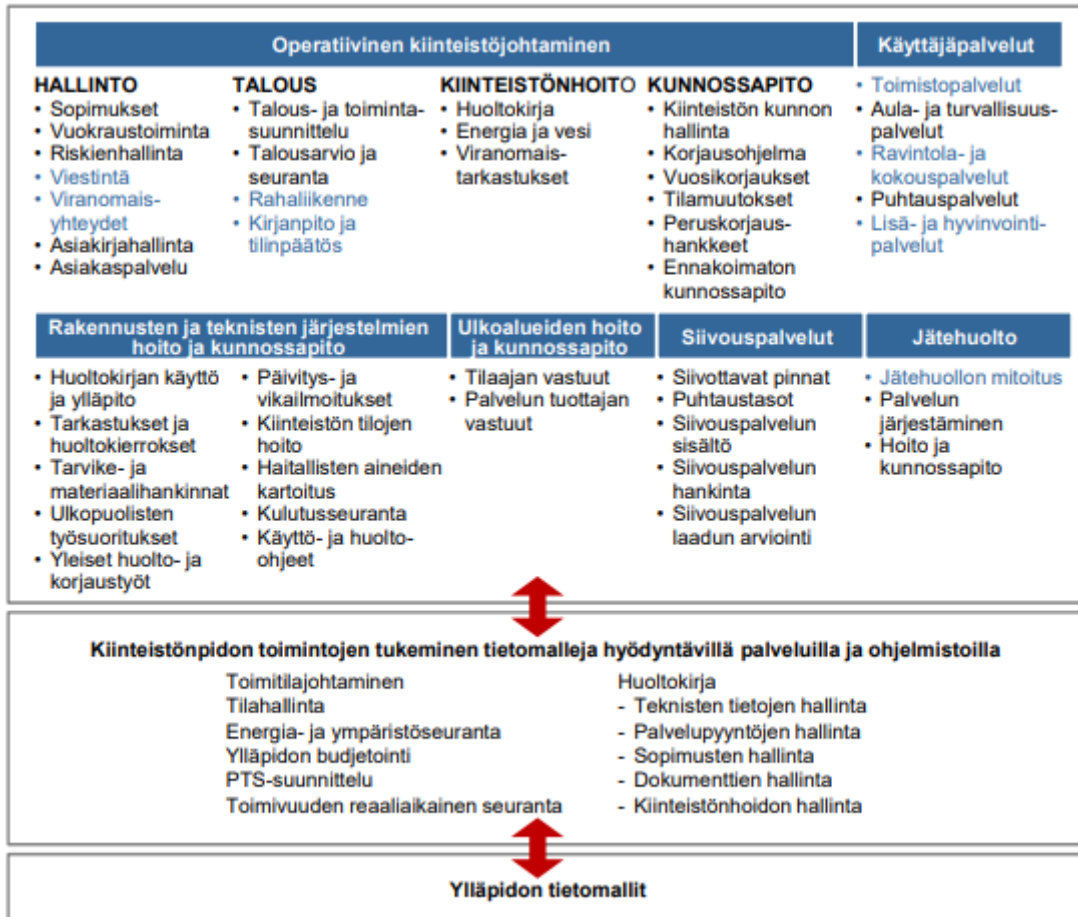
Yleisten tietomallivaatimusten mukaisesti ilmastointijärjestelmät mallinnetaan omaan järjestelmämalliinsa. Kaikki ilmanvaihtokoneet ja -puhaltimet verkostoineen tulee mallintaa omiksi osajärjestelmikseen. Osajärjestelmät tulee nimetä selkeästi ja kuvaavasti käytettävyyden parantamiseksi, esimerkiksi tyylillä ”TK01 Tuloilma, vaikutusalue”. Kaikki verkoston osat tulee kytkeä yhteen niin, että malliin muodostuu virtausteknisesti ehjiä järjestelmiä. Näin suunnitteluohjelmiston on mahdollista käyttää verkostoon laskenta- ja analyysitoimintoja. Ilmanvaihdon osajärjestelmät, kuten esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden lämmityspatteriverkosto mallinnetaan pääjärjestelmästä ja muista osajärjestelmistä erilleen, jotta laskentatyökaluja voi käyttää siihen muista osajärjestelmistä riippumatta. (5, s. 21–22.)

Lisäksi yleisten tietomallivaatimusten mukaan ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan kannalta oleelliset komponentit tulee mallintaa. Näitä ovat esimerkiksi ilmanvaihtokoneet, ilmanvaihtokanavistot, kanavistovarusteet sekä päätelaitteet. Komponenttien nimeämisessä tulee noudattaa tilaajan nimeämiskäytäntöjä ja -ohjeistuksia. Yksilölliset tunnukset tulee lisätä komponenttien attribuuttitiedoksi. Eristeet mallinnetaan törmäystarkastelujen ja määrälaskennan tueksi, ja merkitään siten että niistä käy ilmi eristeen paksuus, käyttötarkoitus ja materiaali. Eristeiden pinnoitteet lisätään eristekoodiin, jos pinnoitteena on selvästi kustannuksiin vaikuttava materiaali. (5, s. 10–11, 22.)

### **2.4 Tietomalli rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana**

Tietomalleja käytetään laajasti suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa, mutta niiden hyödyntäminen käytön ja ylläpidon aikana on vielä vähäistä. Erilaisia käyttö- ja hyödyntämismahdollisuuksia on kokeiltu erinäisissä pilotti- ja kehityshankkeissa, mutta yhtenäisiä käytäntöjä ja toimintatapoja tietomallien hyödyntämiseen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana ei ole vielä syntynyt. Tietomalleja voidaan esimerkiksi hyödyntää kuvan 2 osoittamiin useisiin eri kiinteistönpidon toimialueisiin ja

toimintoihin. Tietomallien heikko käyttöaste käytön ja ylläpidon aikana juontuu luovutettujen mallien puutteellisesta tietosisällöstä ylläpidon tietotarpeita ajatellen ja myös siitä, ettei tietomalleista saatavaa hyötyä tunneta eikä tilaaja edellytä palveluntuottajilta tietomallin käyttämistä. (2, s. 6, 14; 7, s. 4–5.)



KUVA 2. Kiinteistönpidon toimialueet ja esimerkkejä toiminnoista, joita voidaan potentiaalisesti tukea tietomallipohjaisten ohjelmistojen avulla (musta teksti). Toimialueet ovat pääosin Kiinteistönpidonimikkeistö 2009:n ja KiinteistöRYL 2009:n mukaiset. (7, s. 5.)

## 2.4.1 Ylläpitomalli

Ylläpitomallilla tarkoitetaan rakennuksen yhdistelmämallia, jossa esitetään rakennuksen käyttöä, ylläpitoa ja kunnossapitoa vaativat laitteet ja rakenteet. Mallia hyödynnetään tilojen ja laitteiden paikantamiseen ja tarpeellisten näkymien tuottamiseen. Ylläpitomallit sisältävät pääasiassa passiivista tietosisältöä. Kiinteistönhoidon kannalta oleellista passiivista tietosisältöä on esimerkiksi

- tilatiedot
- laitetiedot karkealla tasolla
- teknisten järjestelmien vaikutusaluepiirustukset
- järjestelmien- ja laitteiden paikannuspiirustukset
- kone- ja järjestelmäkortit
- järjestelmäkuvaukset. (2, s. 19.)

Kiinteistönomistajalle ylläpitomallista on hyötyä elinkaarikustannusten hallintaan eri simuloineilla, laajuus-, menekki- ja määrätietoihin perustuvien palveluiden tarjouslaskennan tueksi ja ylläpidon kustannusten hallintaan. Lisäksi sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi vuokraustoiminnoissa esittelemällä tilaratkaisuja toimitiloja etsiville asiakkaille. Avoin tiedonsiirto onkin kiinteistönomistajan edun mukaista, sillä se mahdollistaa palvelujen kehittämistä tietomallipohjaiseen toimintaan ja näin ollen voi vähentää toimittajariippuvuutta ja kustannuksia. (7, s. 7.)

Ylläpitomallin vahvuuksiin perinteisiin 2D-piirustuksiin verrattuna on sen visuaalisuus. Se helpottaa ja nopeuttaa esimerkiksi putkisto- ja kanavavetojen tarkastelua, jotka ovat todellisuudessa rakenteiden takana piilossa ja näin ollen mitään rakenteita ei välttämättä tarvitse avata. Ylläpitomalliin on myös mahdollista rakentaa erilaisia näkymiä, kuten järjestelmien vaikutusalueiden visualisointeja ja laitteiden paikannusnäkymiä. Nämä ratkaisut kuitenkin edellyttävät tiettyjä tietomallintamisen vaatimuksia, kuten tilaobjektien luomista, komponenteille asetettua paikkatietoa ja yhtenäistä nimeämiskäytäntöä. (2, s. 21.)

Ylläpitomallia tulisi päivittää rakennuksen elinkaaren aikana, sillä epäajantasainen malli heikentää sen käyttökelpoisuutta ja luotettavuutta. Mitä enemmän tietosisältöä mallissa halutaan ylläpitää, sitä enemmän se asettaa vaatimuksia myös tiedon ylläpidon prosesseille. Nämä prosessit ja siihen liittyvät vastuut tulisikin määritellä huolellisesti.

## **2.4.2 Olosuhdemalli**

Olosuhdemalli on rakennuksen malli, johon on yhdistetty rakennuksen todelliset vallitsevat olosuhteet rakennukseen asennettujen antureiden tuottamalla tiedolla. Sen avulla voidaan visualisoida toteutuneita olosuhteita esimerkiksi sisäilman hiilidioksidipitoisuudesta huoneittain tai rakennuksen

energiankulutuksesta tietyssä ajanhetkenä. Tietoja voi visualisoida joko perinteisiin 2D-pohjapiirrokseen, 2,5D-kallistettuihin pohjapiirrokseen tai 3D-malleihin. Laadinnan haasteena on tietomallintamiselle asetettavat vaatimukset ja anturoinnin toteuttaminen siten, että informaatiotaso on riittävän korkea. Olosuhdemallien laatiminen on vielä yleisellä tasolla vähäistä, mutta pilotoituja ratkaisuja on tehty. (2, s. 22–25.)

## 2.5 Tietosisällön vakiointi

BuildingSMART Finland on kiinteistö- ja infra-alan omistajien ja palveluntuottajien muodostama yhteistyöfoorumi, jonka tarkoituksena on tukea tietomallipohjaisen prosessien käyttöönottoa sekä levittää tietoa tietomallintamisesta. Talotekniikan toimialaryhmä on julkaissut Excel taulukon, jonka avulla tilaajat voivat vaatia vakioitua ja yhtenäistä tietosisältöä tiedon tuottajasta riippumatta. Vakioitu tietosisältö mahdollistaa tiedon koneluettavuuden. Koneluettavuudesta hyötyy esimerkiksi omistajaorganisaatio, joka voisi hyödyntää tietomalleista saatavaa vakioitua tietoa johtamisen ja päätöksien tueksi. (7; 8.)

Vakiointitaulukko koostuu kahdesta pääkomponentista:


1. vakioituista ominaisuuksista (property) ja ominaisuusjoukoista (propertyset)
2. käytötapaustaulukoista (kuva 3).



KUVA 3. Vakiointitaulukon rakenne (8)

Ominaisuudet ja ominaisuusjoukot ovat IFC-malliin rakennettuja toiminnallisuuksia. Ominaisuus (property) on IFC-mallissa oleva tietokenttä, joka kuvaa oliolle määriteltyä tietoa. Tietosisältö pe-riytyy ominaisuudelle määritellystä attribuutista. Ominaisuusjoukko (propertyset) on useammasta ominaisuudesta koostuva ominaisuusjoukko. Esimerkiksi ominaisuusjoukkoon "bSF\_Product" voi kuulua ominaisuudet "Manufacturer" (valmistaja) ja "Object ID" (yksilöllinen laitetunnus). Suunnit-teluohjelmistossa voidaan rakentaa erilaisia ominaisuusjoukkoja halutuilla ominaisuuksilla, mutta niiden laadinta vaihtelee ohjelmistoittain. Ominaisuudet yhdistetään attribuutteihin, jotka sisältävät joko dynaamista tai staattista tietosisältöä. Edellä mainituista ominaisuuksista esimerkiksi kom-ponentin valmistajatieta saadaan automaattisesti suunnitteluohjelmistossa valitun komponentin valmistajatieta kuvaavasta attribuutista ja yksilöllinen laitetunnus voi olla komponentille manuaa-lisesti syötettävä positiotieto. (8.)

Käyttötapaustaulukot kertovat tiedon tuottajille mitä tietosisältöä tilaaja haluaa saada tietomallista. Vakioituja käyttötapaustaulukoita ei ole vielä tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa tehty, vaan tilaajat voivat tehdä niistä omia taulukoitansa haluamallansa tietosisällöllä. Halutun tietosisällön määrittäminen vaatii paneutumista, sillä tiedon kerääminen ja tuottaminen lisää suunnittelijoiden ja urakoitsijoi-den työhön käyttämää aikaa. Tämä kasvattaa myös tarjoushintoja. Tilaajan tulisi tunnistaa tietoa käyttävät osapuolet ja käyttötapausten tarpeenmukainen tietosisältö, jotta siihen investoitu raha tuottaa hyötyjä rakennuksen elinkaaren aikana. (8.) Kuvassa 4 on esitetty osittainen kuvakaappaus tyhjistä käyttötapaustaulukosta.

		Ventilation															
Käyttötapaustaulukko: YTV20xx		Kanavistot	Kanavistoeristeet	Kanavistovarusteet	Kanavistokomponentit	IV-koneet	Muut puhaltimet	Huippumurit	Kertasäätöpellit	Ilma- ja vakiovirtasäätimet	Palon- ja savunhallintapellit	Päätelaitteet	Siirtoilmasäleiköt	Äänenvaimentimet	Jäte- ja raitisilmalaitteet	Kannakkeet	Kanavistoanturit
<b>Propertyset</b>	<b>PROPERTY</b>																
bSF_Location	Room Name																
	Room Number																
	Room Type																
	Room Friendly Name																
	Service Area																
	Service Area Code																
	Service Area Type																
bSF_Installation	Existing Installation																
	Installation																
	Installation Height From Floor																
	Installation Height, Abs.																
	Method Of Installation																
	Procurement Package																
	Special Installation																
	Supplier																

KUVA 4. Ote tyhjästä käyttötapaustaulukosta (9.)

Opinnäytetyön tekemisen aikaan julkaistiin talotekniikan nimistön koekäyttöjulkaisu. Julkaisun tavoitteena on tuottaa kansallinen vakiointi talotekniikan tuotteille ja objekteille. Julkaisu sisältää TATE-yleisnimistön, LVI-järjestelmien nimistön sekä TATE-tietosisältö- ja käyttötapaustaulukot. TATE-yleisnimistön on tarkoitus vakioida talotekniikan yleisnimiä ja yleistunnuksia. Tällä mahdollistetaan talotekniikkamallien objektien ja laitteiden koneluettavuus. LVI-järjestelmätaulukko vakioi LVI-järjestelmien järjestelmäluokkia, -tyyppejä ja yleistunnuksia. Lisäksi samalla vakioidaan ominaisuusjoukkojen ja ominaisuuksien nimet. TATE-tietosisältö ja TATE-käyttötapaustaulukot sisältävät listan talotekniikkamallien ominaisuusjoukoista ja ominaisuuksien tarpeista tulevissa TATE-malleissa, joilla voidaan lisätä järjestelmille ja laitteille vakioituja tietokenttiä ja tietosisältöä. TATE-käyttötapaustaulukko on jatkokehitetty aiemmin esitellystä buildingSMART Finlandin laatimasta käyttötapaustaulukosta, mutta se on vielä kehittämissivaiheessa. Käyttötapaustaulukoita tullaan kehittämään YTV:n tulevissa kehityshankkeissa lisää, jotta mallinnuksen tilaaminen tarpeellisilla tietosisällöillä helpottuu. (10.)

### 3 HUOLTOKIRJA

Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeesta käytetään yleisesti nimitystä huoltokirja. Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 117i§ velvoittaa rakennushankkeeseen ryhtyvän laatimaan pysyvään asuamiseen ja työskentelyyn tarkoitetulle rakennukselle käyttö- ja huolto-ohjeen tekniseen hoitoon ja kunnossapitoon. Käyttö- ja huolto-ohjeen tulee sisältää rakennuksen käyttötarkoitus, rakennuksen ominaisuudet ja sen rakennusosien ja laitteiden suunnitellut käyttöiät. Sen on huomioitava rakennuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitoa varten tarvitsemat tiedot. (11.) Ennen asetuksen voimaan tuloa eli ennen vuotta 2000 valmistuneille rakennuksille huoltokirjan laadinta ei ole pakollista, mutta hyvä kiinteistönpito edellyttää sen laatimista.

Suomen rakentamismääräyskokoelman A4 määrittelee rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen tarkoittavan kiinteistönpitoa tukevaa kiinteistökohtaista asiakirjakokonaisuutta. Huoltokirjan laadintaan velvoittava maankäyttö- ja rakennuslaki ei ota kantaa huoltokirjan yksityiskohtaiseen sisältöön, vaan tarkemmat määräykset ja ohjeet koottiin Suomen rakentamismääräyskokoelmaan osaan A4 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Rakentamismääräyskokoelman uudistus astui voimaan vuonna 2018, jolloin vanhat rakentamismääräyskokoelman osat kumottiin ja korvattiin uusilla ympäristöministeriön asetuksilla. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjetta koskevaan osaan A4 ei tullut korvaavaa asetusta. Huoltokirjojen laadintaan ja sisältöön on tehty erinäisiä oppaita, mutta niiden sisältöön ei ole yksityiskohtaisempia määräyksiä.

Kumotun RakMK osan A4 mukaan vastuu huoltokirjan laadinnasta ja asianmukaisesta sisällöstä kuuluu rakennushankkeeseen ryhtyvälle, mutta huoltokirjan laadinnan voi sopimusteitse siirtää myös toiselle taholle (12). Yleisesti etenkin laajemmissa hankkeissa huoltokirjan laadinnan koordinoitiin ja huoltokirja-aineiston keräämiseen hankitaan huoltokirjakoordinaattori. Huoltokirjakoordinaattori laatii hankkeeseen huoltokirja-aineiston ohjeistuksen, ja kerää tarvittavat tiedot rakennushankkeen osapuolilta.

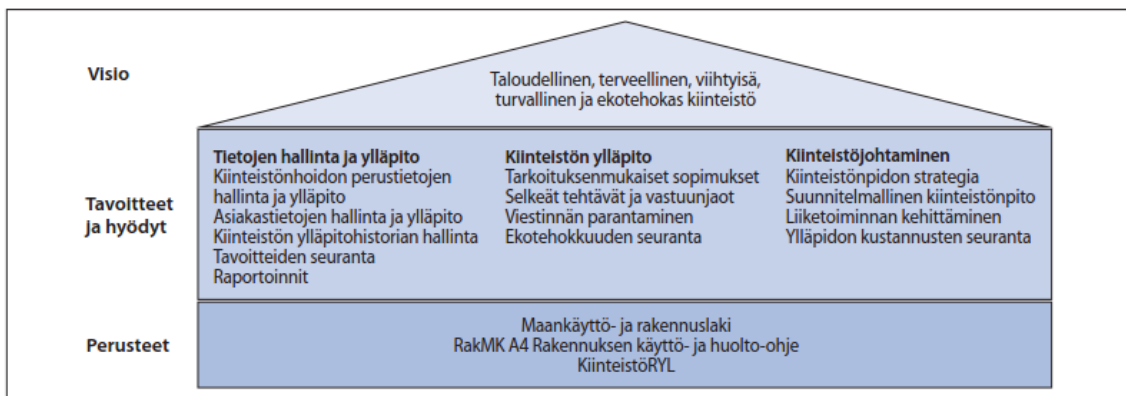
#### 3.1 Huoltokirjan tavoitteet ja hyödyt

Huoltokirjan tavoitteena on toimia kiinteistön tietolähteenä kiinteistön omistajalle, ylläpito-organisaatiolle sekä tilojen käyttäjille. Oikein hyödynnettynä ja ylläpidettynä se toimii hyvänä työkaluna



kiinteistöjohtamisen, kiinteistön ylläpidon sekä kiinteistönhoidon johtamisen ja toteuttamisen tukena.

Kuvassa 5 on esitetty kiinteistönpitokirjan käytön perusteita ja hyötyjä. Kiinteistön omistajat voivat hyödyntää huoltokirjaa esimerkiksi tarjouspyyntö- ja sopimusasiakirjojen laatimiseen ja hallintaan. Kiinteistöhoito ja kunnossapito-organisaatiot voivat hyödyntää huoltokirjasta löytyviä tietoja esimerkiksi ylläpidon töiden suunnitteluun ja mitoittamiseen, hyödyntää laitteiden ja rakennusosien käyttö- ja huolto-ohjeita sekä raportoida ja seurata kiinteistönhoidolle asetettujen tehtävien toteutumista. Tilojen käyttäjät voivat käyttää huoltokirjaa esimerkiksi vikailmoitusten tekemiseen, kulu- tustietojen seurantaan sekä tilojen- ja laitteiden käyttöohjeisiin tutustumiseen. (13, s. 2–3.)



KUVA 5. Kiinteistönpitokirjan käytön perusteet ja hyödyt (13, s. 2.)

### 3.2 Huoltokirjan tietosisältö

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti huoltokirjan tulee sisältää rakennuksen käyttötarkoitus, rakennuksen ominaisuudet, sen rakennusosien ja laitteiden suunnitellut käyttöiät sekä asianmukaista käyttöä ja kunnossapitoa tarvitsemat tiedot (11). Huoltokirjasovelluksia ja -palveluntarjoajia on useita, mutta useimmiten ne sisältävät ainakin kiinteistön yleistiedot, kiinteistönhoidon ja kunnossapidon ohjeistukset, käyttäjien tarvitsemat ohjeet, raportoinnin tehdyistä korjauksista ja huolloista ja oleelliset laitetiedot.

Rakennustiedon laatima kiinteistönpitokirjan ohjesarja kuvaa seuraavat pääkohdat kiinteistönpitokirjan sisällöstä ja laadinnasta:

1. Kiinteistön ylläpidon lähtötiedot
  - kiinteistön perustiedot
  - yhteystiedot
  - asetetut tavoitteet ja olosuhteet
  - rakennusosien, järjestelmien, kalusteiden ja varusteiden tiedot
  - hoito- ja huoltokohteiden paikantaminen (paikantamispöytäkirjat)
  - järjestelmäkohtaiset vaikutusalueet (vaikutusaluepöytäkirjat)
  - tilojen käyttäjien ohjeet
  - asukkaiden tehtävät ja velvoitteet
  - poikkeus- ja häiriötilanteiden ohjeet
  - kiinteistön elinkaaren aikaiset asiakirjat
  - lakien, asetusten ja viranomaisohjeiden mukaisten tarkastusten tarkastuspöytäkirjat
  
2. Kiinteistönhoidolle asetettavat laatutason kuvaukset sekä hoidon ja huollon tehtävät ja vastuurajat
  - kiinteistönhoidon tehtävät ja vastuurajat
  - lakien, asetusten ja viranomaisohjeiden mukaiset tehtävät
  - rakennusosien ja järjestelmien hoito- ja kunnossapito
  - ulkoalueet
  - siivous
  - jätehuolto
  - käyttäjäpalvelut
  - kulutusseuranta ja olosuhteiden seuranta
  - palvelupyynnöt ja vikailmoitukset
  
3. Kunnossapito
  - kunnossapitosuunnitelma
  - rakennusosien ja järjestelmien käyttökään perustuvat kunnossapito-ohjeet
  - korjausohjelma
  - toteutuvat korjaus- ja muutostyöhankkeet
  - toteutuneet korjaus- ja muutostyöt (14, s. 3–6.)

## 4 KÄYTTÖTAPAUKSET

Tässä luvussa määritetään työssä käsiteltävät ylläpidon aikaiset tietomallin käyttötapaukset yhteistyössä tilaajan edustajien kanssa. Työn tilaajalle esitetyt käyttötapaukset valittiin tutustumalla VTT:n laatimaan tietomallit ylläpitoon -esiselvitykseen ja Helsingin kaupungin mallihuoltokirjan tietosisältöön. Havaittujen hyödyllisten ja toteuttamiskelpoisten käyttötapauksien alustavat valinnat esitettiin opinnäytetyön ohjausryhmälle, jonka kanssa valittiin työssä käsiteltävät käyttötapaukset.

### 4.1 Tietomallit ylläpitoon -esiselvitys

VTT:n laatimassa tietomallit ylläpitoon -esiselvityksessä arvioitiin tietomallien käyttötapauksien tärkeyttä kiinteistön ylläpidon näkökulmasta. Kyselyssä pyydettiin vastaajia arvioimaan esitettyjen käyttötapauksien tärkeyttä. Vastausten perusteella tärkeimmiksi käyttötapauksiksi osoittautuivat erinäiset paikannus-, vaikutusalue- ja opastustietojen esittämiset. Tämän jälkeen korostuivat olosuhdetietojen visualisointi ja järjestelmä- ja laitetietojen avaaminen laitetta tai järjestelmää osoittamalla. Kuvassa 6 on esitetty vastaajien arviot tietomallien mahdollisten käyttötapauksien tärkeydestä ylläpidossa. (15, s. 30–31.)



KUVA 6. Vastaajien arviot tietomallien mahdollisten käyttötapausten tärkeydestä ylläpidossa. Kaavion oikeassa reunassa näkyvät "En osaa sanoa" vastausten lukumäärät. (15, s. 30.)

Kyselyn tuloksista voidaan siis todeta, että toteumamallin tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluvat huoltokohteiden paikannustiedot ja järjestelmien vaikutusalueiden esittäminen, joita nykyisin ylläpidetään erillisissä paikannus- ja vaikutusaluepiirustuksissa huoltokirjan dokumenttiosiossa.

Tämän jälkeen korostui laite- ja järjestelmätietojen esittäminen katseluohjelmassa haluttua laitetta osoittamalla. Nykyisin nämä laitetiedot on esitetty ja laadittu manuaalisesti huoltokirjajärjestelmän järjestelmäkortit-osioon. Olosuhde ja anturiarvojen mittaustulosten visualisointi mallissa koettiin tärkeäksi, mutta tämä vaatii mallin kytkemistä reaaliaikaiseen mittaustietoon ja olosuhdemallin laadintaan.

## **4.2 Ilmanvaihtojärjestelmien tietosisältö Helsingin kaupungin huoltokirjassa**

Ilmanvaihdolla on merkittävä vaikutus rakennuksen olosuhteisiin, käyttöön ja ylläpitoon sekä elinkaarikustannuksiin. Tästä syystä myös ilmanvaihtojärjestelmien hoidon ja kunnossapidon tavoitteiden määrittely ja suunnitelmallinen yllä- ja kunnossapitotoiminta on edellytys menestykselle ylläpitotoiminnalle. Keskeisinä tavoitteina ovat sisäilmaston laadun pysyminen halutuissa tavoitearvoissa energiatehokkaasti ja järjestelmien toimiminen tarkoituksenmukaisesti ja suunnitellusti. Ylläpitotoimintaa ohjaa huoltokirja, joten työssä analysoidaan Helsingin kaupunkiympäristön toimialan mallihuoltokirjaa. Mallihuoltokirjasta tarkastellaan ilmanvaihtojärjestelmiin liittyvää tietosisältöä erityisesti tietomallit ylläpitoon -esiselvityksessä esiin nousseiden käyttötapauksien pohjalta. Lisäksi tarkastellaan ilmanvaihtoon liittyviä kiinteistönhoidon palvelukuvauksia, joista saadaan ylläpitotoiminnan tietosisältövaatimuksia.

### **4.2.1 Kiinteistönhoidon palvelukuvaukset**

Kiinteistönhoidon palvelukuvauksissa on määritetty kiinteistönhoidon vastuualueet, tehtävät, suoritusasteet ja laadun kuvaukset. Palvelukuvaukset koostuvat palvelupaketeista, jotka on laadittu kohteen yksilöllisen huolto- ja hoitotoiminnan tarpeiden mukaisesti. Kohteelle asetetut palvelupaketit muodostavat kohdekohtaisen huolto-ohjelman, joka liitetään palveluntuottajien sopimuksille. Palvelukuvausten laadinta on tehtävä huolellisesti etenkin palveluntuottajia kilpailutettaessa, sillä ylimääräiset tehtävät voivat nostavaa tarjoushintoja ja mahdollisesti puuttuvat ja tarpeelliset tehtävät joudutaan tekemään erillisveloitettavina töinä.

Ilmanvaihtojärjestelmille asetetut tehtävät jakaantuvat kahteen pääryhmään, toiminnan ja käytön tarkkailuun sekä huolto- ja kunnossapitotehtäviin. Toiminnan ja käytön tarkkailulla pyritään havaitsemaan järjestelmien ja laitteistojen toiminnan häiriöt ja ulkoiset vauriot. Lisäksi valvotaan, että

viranomaismääräyksiin perustuvat huolto- ja kunnossapitotoimet tehdään ajallaan. Huollon tehtävillä pyritään varmistamaan ilmanvaihtojärjestelmien energiatehokas ja häiriötön toiminta tekemällä järjestelmien ja laitteiden määräaikaishuollot ajallaan siten, että niiden kunto säilyy tarkoituksenmukaisena. Kunnossapidon tehtävillä palautetaan järjestelmät ja laitteistot toimintakuntoon, ja esimerkiksi varmistetaan mittauksilla järjestelmälle asetetut suunnittelu- ja tavoitearvot. (16.)

Mallipalvelukuvauksissa ilmanvaihtojärjestelmille on asetettu seuraavia huollon tehtäviä:

- IV-viikkohoito (viikoittain)
- IV-kojeiden käyttöaikojen tarkastus (kuukausittain)
- IV-suodatin vaihto (6 kuukauden välein)
- huippuimurien huoltotarkastus (6 kuukauden välein)
- LTO glykoli järjestelmän vuosihuolto (vuosittain)
- IV-vuosihuolto (vuosittain)
- IV-jäätymissuojatermostaatin testaus (vuosittain)
- keittiön poistokanavien puhtauden tarkistus ja nuohous (vuosittain)
- tulo- ja poistokanavien puhtauden tarkistus ja nuohous (5 vuoden välein)
- yleishoitoon kuuluvat vaihto-osien hankinnat, esim. kiilahihnat ja suodattimet (tarvittaessa)
- päivystysvelvoitteet (24/7) (17).

Taulukkoon 1 on kerätty palvelukuvauksien ilmanvaihtojärjestelmiä koskevista hoidon ja huollon tehtävistä havaittuja tietovaatimuksia. Taulukossa on kuvattu tehtävistä muodostetut käyttötapaukset, tarkentavat kuvaukset käyttötapauksen sisällöstä ja käyttötapauksen tietotarpeet.

TAULUKKO 1. Palvelukuvauksien ilmanvaihtojärjestelmiä koskevasta hoidon ja huollon tehtävistä havaittuja käyttötapauksia ilmanvaihtojärjestelmän tietomalleille

Käyttötapaus	Kuvaus	Tietotarve
Ilmanvaihtojärjestelmien viikkohoito ja toiminnan tarkkailu	Ilmanvaihtojärjestelmien toiminnan yleinen tarkkailu. Säättöjärjestelmien ohjausten ja toiminnan tarkkailu. Suodattimien paineerojen tarkkailu.	Keskusosien- ja säätölaitteiden sijainti.
Ilmanvaihtokojeiden käyttöaikojen tarkistus	IV-kojeiden käyttöaikojen tarkistus.	Keskusosien käyttöaikatiedot ja vaikutusalueet.
Ilmanvaihtojärjestelmien vuosihuolto	Raitisilma- ja moottoripeltien huoltotarkastus Lämmityspatterien huoltotarkastus Puhallinosien huoltotarkastus Palopeltien/-rajoittimien huoltotarkastus LTO-osien huoltotarkastus Kierrätysilmakojeiden huoltotarkastus Poistoilmanvaihtokojeiden huoltotarkastus Teknisten tilojen ilmanvaihtoventtiilien puhdistus Taajuusmuuttajien toiminnan tarkastus	Keskusosien ja niihin sisältyvien laitteiden tekniset perustiedot, määrät ja sijainnit.  Ilmamääräsäätimien ja palopeltien tekniset perustiedot, määrät ja sijainnit.  Muiden huoltoa vaativien osien kuten jälkilämmityspattereiden, kanavapuhaltimien, puhallinkonvektorien yms. tekniset perustiedot, määrät ja sijainnit.
Ilmanvaihtosuodattimien vaihto	Ilmanvaihdon suodattimien määräaikaisvaihdot.	Suodatinosia sisältävät keskusosat ja niiden sijainti. Suodatinluettelot (määrät, tyypit).
Huippuimureiden kevät- ja syyshuolto	Tarkistetaan huippuimureiden toiminta, fyysinen kunto ja puhtaus. Tarvittaessa suoritetaan puhdistus ja tehdään vikailmoitus.	Huippuimureiden sijainti- ja määrätiedot. Huoltoa varten suoritusravot ja tekniset laitetiedot.
Tulo- ja poistokanavistojen puhtauden tarkistus ja nuohous	Puhdistetaan yleisten tilojen ilmanvaihtoventtiilit. Tarkistetaan kanavistojen puhtaus ja tilataan tarvittaessa kanavien nuohous. Valvotaan, että nuohousliike palauttaa alkuperäiset säätöasetukset nuohouksen jälkeen.	Järjestelmäkohtaiset tiedot kanavistojen metrimääristä kanavakoittain. Puhdistusluukkujen sijainnit. Päätelaitteiden sijainnit, tavoite- ja asetusarvot.
Keittiön poistokanavistojen puhtauden tarkistus ja nuohous	Viranomaismääräyksiä koskevien rasvakanavistojen puhtauden tarkistus ja nuohous vähintään vuosittain. Valvotaan, että nuohousliike palauttaa alkuperäiset säätöasetukset nuohouksen jälkeen.	Järjestelmäkohtaiset tiedot rasvakanavistojen metrimääristä kanavakoittain. Huuvien lukumäärät ja sijainnit. Puhdistusluukkujen sijainnit. Päätelaitteiden sijainnit, tavoite- ja asetusarvot.

#### 4.2.2 Järjestelmä- ja laitetiedot

Järjestelmä- ja laitetietoja hyödyntävät useat eri osapuolet alkaen kiinteistön omistajasta tilan käyttäjiin. Luotettavia teknisiä laitetietoja tarvitsee etenkin yllä- ja kunnossapidon työnjohto ja henkilöstö teknisten suoritusarvojen ja laitetietojen tarkasteluun esimerkiksi kunnossapitotoita suunniteltaessa. Omistaja hyötyy etenkin ajantasaisista yleisen tason määrä- ja järjestelmätiedoista, jotka toimivat kiinteistöjohtamisen perustana esimerkiksi kiinteistöpalveluita hankittaessa.

Järjestelmä- ja laitetietoja hallitaan kohdekohtaisesti BEM-huoltokirjajärjestelmän järjestelmäkortti-lomakkeilla. Järjestelmäkortit sisältävät järjestelmien, järjestelmien laitteiden ja yksittäisten komponenttien teknisiä tietoja. Oleellisille hoitoa ja huoltoa vaativille laitteille ja komponenttityypeille on määritelty laitekorttipohjat, joille on määritetty vakioidut tietokentät komponenttityypeittäin. Hierarkiana toimii pääjärjestelmä, jonka alle luodaan järjestelmät ja laitteistot, ja näiden alle sitä koskevat komponentit. Pääjärjestelmät on ryhmitelty nimikkeistöjen mukaisesti, lvi-järjestelmien osalta LVI2010-nimikkeistön mukaisesti.

Perustettavia järjestelmiä ja laitteistoja ovat esimerkiksi ilmanvaihtokoneet osineen ja kanavistovaruksineen sekä huippuimurit. Järjestelmän ja laitteiston alikorteiksi perustetaan kyseistä järjestelmää ja laitteistoa koskevat komponentit. Järjestelmäkortti voidaan liittää sitä koskeville hoidon ja huollon tehtäville ja sille voidaan linkittää sitä koskevat tuotedokumentit. Järjestelmät ja laitteet perustetaan yksilöllisillä laitetunnuksilla, jotka noudattavat Helsingin kaupungin laitetunnusohjetta. Kuvassa 7 on esitetty mallihuoltokirjaan perustettu ilmanvaihtokoneen järjestelmäkortti. (17.)

## Ilmanvaihtokone I223TK (Ilmanvaihtokone)

Takaisin listaukseen
Muokkaa
Kopioi

Perustiedot
Hoito ja huolto
Tarkastukset
Liitetiedostot
Muutoshistoria

### Perustiedot

<b>Sijainti</b>	IVKH xx
<b>Vaikutusalue</b>	A-osa

### Alikortit

I223FG01 (Peltiosa)
I223FG02 (Peltiosa)
I223FG10 (Peltiosa)
I223FV2 (Venttiili)
I223IMS01 (IMS)
I223JP05 (Patteriosa)

I223LP01 (Patteriosa)
I223LTO03 (LTO-glykoli)
I223LTO04 (LTO-kiekk)
I223LTO05 (LTO-kuutio)
I223LTO2 (LTO-osa)

I223P1 (Pumppu)
I223PF1 (Puhallin)
I223PF11 (Peltiosa)
I223SC1 (Taajuusmuuttaja)
I223TF1 (Puhallin)
S (Suodattimet)

<b>Valmistaja</b>	Kirjoita valmistajan nimi	<b>Tyyppi</b>	<i>Ei tietoa</i>
<b>Peltimoottorivalmistaja</b>	Kirjoita peltimoottorivalmistajan nimi	<b>Peltimoottorityyppi</b>	Kirjoita peltimoottorin tyyppi
<b>Lisätiedot</b>	ks. tuotetiedot dokumentit-osiosta		

KUVA 7. Mallihuoltokirjaan perustettu ilmanvaihtokoneen järjestelmäkortti (17)

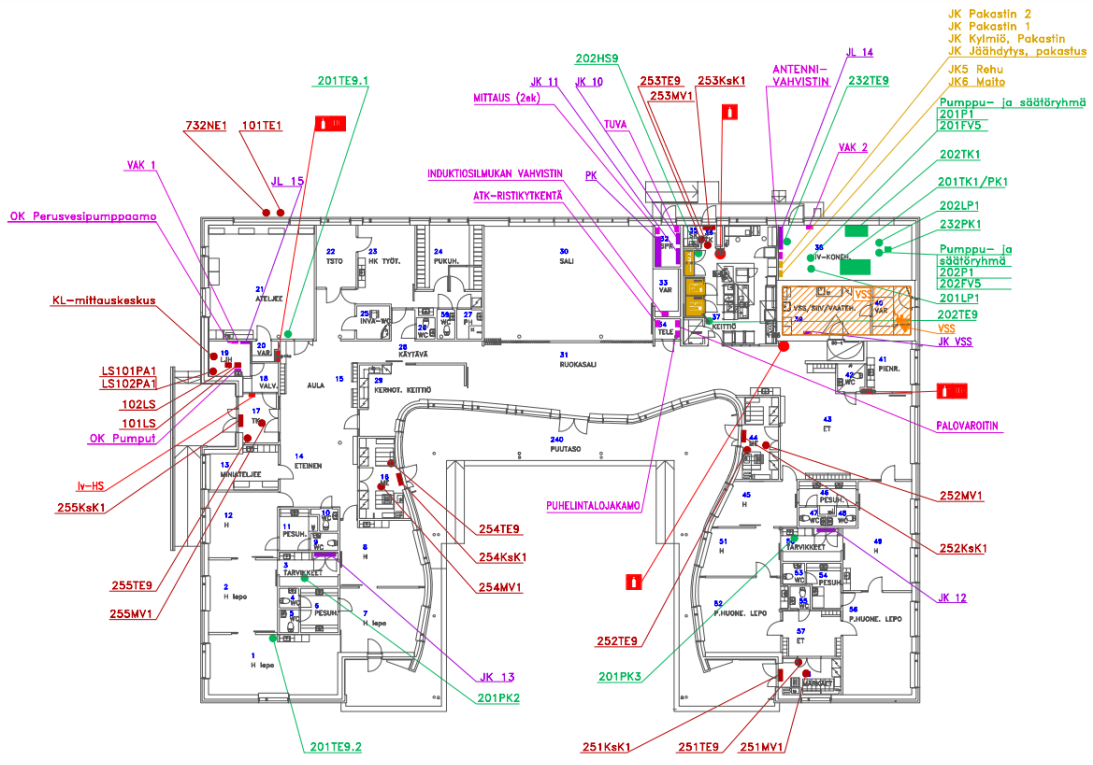


Tällä hetkellä huoltokirjan järjestelmä- ja laitetiedot tuotetaan rakennushankkeen aikana huoltokirjakoordinaattorin ohjaamana. Suunnittelijat vastaavat suunnittelualakohtaisesti laitekannan perustamiseen ja muokkaamiseen tarvittavien tietojen toimittamisesta lomakepohjan avulla. Huoltokirjakoordinaattori tarkistaa ja laatii laitekannan huoltokirjajärjestelmään näiden tietojen perusteella. Urakoitsijat täydentävät laitekorttien tietokentät suoraan huoltokirjajärjestelmään vastaamaan toteumatietoja ja tarvittaessa kommentoivat toteumatietojen muutokset laitekantaan. (17.)

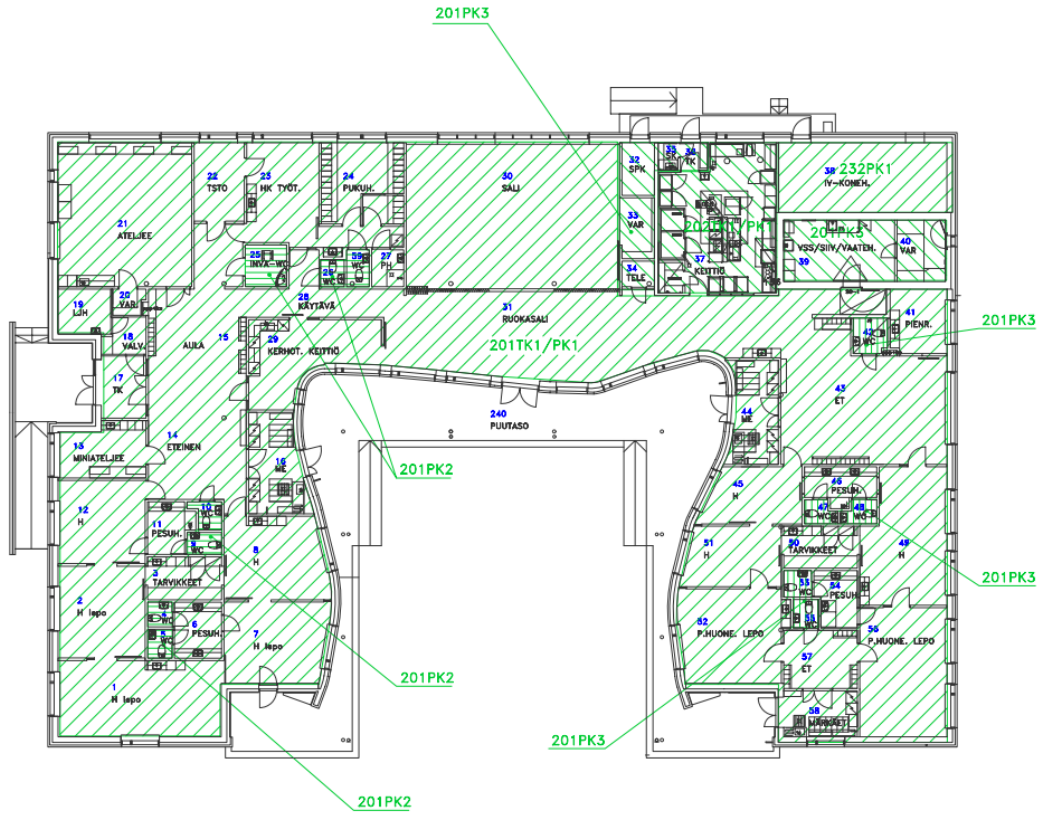
### **4.2.3 Paikantamis- ja vaikutusaluepiirustukset**

Huoltokirjan dokumenttiosioon laaditaan käyttö- ja ylläpitovaihetta varten erilliset paikantamis- ja vaikutusaluepiirustukset. Ne selkeyttävät taloteknisten järjestelmien, laitteiden ja komponenttien sijainti- ja vaikutusalue tietojen hallintaa. Laadittavia paikantamisiirustuksia ovat asemapiirros ja kerroskohtaiset piirustukset sisältäen vesikaton ja vaikutusaluepiirustuksista kerroskohtaiset piirustukset. Ilmanvaihdon osalta laaditaan erilliset vaikutusaluepiirustukset. Rakennuksen paikantamis- ja vaikutusaluepiirustuksien laadinnasta vastaavat suunnittelijat. Arkkitehti laatii inventointipohjapiirustukset, joihin LVI-suunnittelija lisää tilatietojen yhteyteen tilan suunnittelun perusteena käytetyt henkilömäärät. Huoltokirjakoordinaattori aikatauluttaa piirustusten laadinnan siten, että samaan piirustukseen saadaan tehtyä täydennykset suunnittelualoittain.

Tällä hetkellä Helsingin kaupungin ohjeistuksien mukaan piirustukset tulee laatia AutoCAD LT 2016 yhteensopiviksi. Laitemerkinnät tulee sijoittaa siten, että ne ovat luettavissa ja viitetekstit ovat rakennuksen ulkopuolella. Ilmanvaihdosta laaditaan vaikutusaluepiirustukset kojeittain ja nämä esitetään eri rasterein. Paikallispoistoja ei rasteroida. Paikantamisiirustuksissa esitetään merkittävimmät IV-laitteet, kuten tulo- ja poistoilmakojeet, lämmöntalteenottolaitteistot, kostutusjärjestelmät jne. LVI-suunnitteluohje ohjeistaa on/off-säätöpellit ja palopellit hälytyspisteineen merkittäväksi paikannuspiirustuksiin. Kuvassa 8 on esimerkki yhden kerroksen LVIA-paikannuspiirustuksesta. Kuvassa 9 on esimerkki ilmanvaihdon vaikutusaluepiirustuksesta.



KUVA 8. Esimerkki LVIA-paikannuspiirustuksesta



KUVA 9. Esimerkki ilmanvaihdon vaikutusaluepiirustuksesta

### 4.3 Valitut käyttötapaukset

Tietomallit ylläpitoon -esiselvityksen ja Helsingin kaupungin mallihuoltokirjan tietosisällön pohjalta tehtiin ehdotukset työssä käsiteltävistä käyttötapauksista. Ehdotuksiksi valittiin järjestelmä- ja laite-tiedot, paikannustiedot ja vaikutusalueet sekä määräluettelot. Valinnat perustuvat esiselvityksessä hyödyllisiksi havaittuihin tietomallien käyttötapauksiin, joita käsitellään nykyisin huoltokirjan toiminnallisuuksissa tai dokumenttiosiossa. Lisäksi näihin käyttötapauksiin löytyy ohjeistuksia sekä huoltokirjan laadintaan että suunnittelijoille, jotka antavat hyvät lähtökohdat nykyisien ohjeistuksien kehitysehdotusten tekemiselle. Esivalitut käyttötapaukset esitettiin ohjausryhmän jäsenille, johon kuului laaja-alaisesti rakennuttamisen, kiinteistötiedonhallinnan, talotekniikan ja tietomallintamisen asiantuntijoita. Esivalitut käyttötapaukset todettiin hyödyllisiksi ja toteutettaviksi, ja ne valittiin työssä käsiteltäviksi käyttötapauksiksi.

## 5 HAASTATTELUT

Työssä haastateltiin useita sidosryhmiä tietomallien laadintaan, käyttöön ja hyödyntämismahdollisuuksiin liittyen. Haastattelujen tavoitteena oli selvittää haastateltavien omia kokemuksia ja näkemyksiä tietomallien käytöstä ylläpidossa, huoltokirjan käytöstä ja kehittämisestä sekä tietomallien laadinnasta rakennushankkeen aikana. Haastatteluista saatiin havaintoja nykyisten ohjeistuksien ja toimintamallien puutteista sekä kehitysehdotuksia niiden kehittämiseen. Haastateltaviksi henkilöiksi valikoitui kiinteistöjen ylläpidon, rakennuttamisen, tietomallintamisen ja LVI-suunnittelun asiantuntijoita. Haastattelut olivat teemahaastatteluja, ja ne suoritettiin yksilöhaastatteluina.

### 5.1 Haastateltavat

Työhön haastateltiin yhteensä kymmenen henkilöä ja haastatteluista saatuja tuloksia käsiteltiin nimettömänä.

Haastateltavat A–C toimivat Helsingin kaupungin kiinteistöjen ylläpidosta vastaavissa tehtävissä, ja he valikoituivat haastateltaviksi tilaajan ehdotuksesta.

- Haastateltava A, tekninen isännöitsijä
- Haastateltava B, tiimipäällikkö
- Haastateltava C, kunnossapitoinsinööri.

Haastateltavat D–G toimivat Helsingin kaupungilla asiantuntijoina eri tehtävissä.

- Haastateltava D, LVI-rakennuttaja
- Haastateltava E, johtava tietomalliasiantuntija
- Haastateltava F, erityisasiantuntija
- Haastateltava G, kehittämisspäällikkö.

Haastateltavat H–J toimivat Helsingin kaupungin hankkeissa LVI-suunnittelun tehtävissä.

- Haastateltava H, yksikön päällikkö
- Haastateltava I, tietomalliasiantuntija
- Haastateltava J, tiimipäällikkö.

## 5.2 Kokemukset ja näkemykset tietomallien käytöstä ylläpidossa

Kiinteistöjen ylläpidossa toimivilla haastateltavilla ei ollut aiempaa kokemusta tietomallien käytöstä, eivätkä he olleet hyödyntäneet niitä ylläpidon aikana. Tietomallintamiseen liittyvä tietous pohjautui lähinnä yksittäisiin esittelyihin aiheesta, joten syvempää tuntemusta ei haastateltavilla ollut. Haastattelujen aikana esiteltiin tietomallia katselunäkymän kautta ja näin synnyttiin keskustelua sen hyödyistä ja mahdollisuuksista, joten kokemusta tietomallien käytöstä ei edellytetty.

Ylläpidossa toimivat haastateltavat kokivat tietomallien kehittämisen ylläpidon tueksi positiivisena kehityssuuntana ja näkivät, että niiden käyttö voisi tuoda lisäarvoa kiinteistöjen ylläpidolle. Tietomallit nähtiin etenkin huoltokirjaa tukevana osana, jonka visuaalisuus ja tietosisältö tuovat lisäarvoa nykyiseen toimintamalliin verrattuna. Tietomallien tulisi olla helppokäyttöisiä ja käytettävissä mielellään ilman erillisiä sovelluksia. Haastatteluissa pohdittiin myös sitä, mitä osaamisvaikutuksia tietomallien käyttö asettaa niiden hyödyntämiselle ja miten ne saataisiin jalkautettua myös huoltohenkilöstön käyttöön niin että ne tuovat aidosti lisäarvoa huoltotoimintaan.

Tietomallien vahvuudeksi koettiin etenkin visuaalisuus. Tietomalli voisi toimia hyvin perehdytyskäytössä ja kohteeseen sekä järjestelmiin tutustuttaessa. Tietomallista olisi hyvä saada tarpeen mukaan suodatettua haluttuja järjestelmiä tai komponenttitason näkymiä huoltotehtävien tueksi. Esimerkkinä nousi esiin palopeltien toimintakoheet, joiden yhteydessä joudutaan usein etsimään palopeltien sijainteja rakennuksesta. Tietomallipohjainen 3D-näkymä palopeltien sijainneista helpottaisi tätä etsintää huomattavasti. Haastateltavien mukaan tietomallien tarkkuus tulee olla ylläpidon käyttöön sillä tasolla, että sen perusteella saadaan yleiskuva rakennuksesta ja järjestelmistä sekä voidaan tarvittaessa paikantaa huollettavien kohteiden sijainteja rakennuksesta. Huollettavuuden kannalta nousi esiin myös tarkastus- ja puhdistusluukkujen sijaintitiedot.

Ylläpitoa hyödyttäväksi ominaisuudeksi nähtiin myös tietomallipohjainen raporttien laadinta ja masalaskennan mahdollisuus. Tietomallista olisi hyvä saada tuotettua haluttuja raportteja palveluntuottajien kilpailutukseen, esimerkiksi rasvakanavistojen metrimääristä tai rakennuksen ilmanvaihtokoneista ominaisuuksineen. Laitetietojen tarkastelu tietomallin katselunäkymässä koettiin hyödyllisenä, mutta niiden tulisi olla saatavilla myös huoltokirjan järjestelmäkorttien kautta, josta tietoa pääosin etsitään. Laitetietojen automaattinen tiedonsiirto tietomallista huoltokirjaan todettiin mahdolliseksi Helsingin kaupungin toteuttamassa pilottihankkeessa, ja se nähtiinkin hyvänä ominaisuutena ja lisäarvoa tuovana esimerkiksi mitoitus tietojen osalta.

### 5.3 Huoltokirjan käyttö ja kehitys

Kiinteistöjen ylläpidon haastateltavilla huoltokirja oli päivittäisessä käytössä. Yleisimpänä käyttökohteena oli palvelupyyntöjen ja huoltotapahtumien seuranta. Järjestelmäkorttien tietosisältö oli haastateltavien mukaan etenkin huoltohenkilöstön käytössä, mutta osa haastateltavista oli hyödynnänyt niitä esimerkiksi varaosia tilattaessa. Huoltokirjojen nykyiset toiminallisuudet ja sinne kerätävä tietosisältö koettiin hyvänä, mutta kohteiden tietosisällön tarkkuus on ollut vaihtelevaa. Esimerkiksi järjestelmäkorttipohjista puuttuu usein laitetietoja.

Haastateltaville esitettiin mahdollisuuksia tietomallista saatavasta tietosisällöstä, joka voisi olla lisänä nykyisiin järjestelmäkorttien tietosisältöön verrattuna. Etenkin malleista saatava mitoitustieto koettiin hyödylliseksi, sillä nykyisin mitoitustietoja etsitään käytännössä pöytäkirjoista, suunnitelmista tai rakennusautomaatiografiikan kautta. Mitoitustietojen lisääminen laitekorttipohjiin voisi helpottaa tiedon etsintää. Toisaalta osa haastateltavista koki, että huoltokirjan järjestelmäkorttipohjissa tulisi olla nykyinen suppeampi tietosisältö ja laajempi tietosisältö voisi olla tarvittaessa saatavilla tietomallista. Haastateltavilla oli eriäviä mielipiteitä mitoitustietojen tarkkuustasosta, sillä osa piti suunnitteluarvoja riittävinä ja osa kaipasi myös toteutuneita mittausarvoja sillä nämä voivat poiketa alkuperäisistä suunnitelluista arvoista. Lisäksi esimerkiksi tarpeenmukaisen ilmanvaihdon järjestelmissä mittausarvot muuttuvat käyttötilanteen mukaisesti. Tietomallin nähtiin tuovan mahdollisuuksia myös esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmien katselmuksien tiedonhakuun, jos mallin tietosisällöstä on saatavilla luotettavia mitoitustietoja. Laitekorteille lisättävä sijaintitieto koettiin paikannettavuuden kannalta hyödyllisenä, jos tiedon saa siirtymään automaattisesti esimerkiksi arkkitehdin tilaobjektilta.

Tietomallipohjaiset paikannus- ja vaikutusalue näkymät nähtiin hyödyllisenä. Useat haastateltavat näkivät mahdollisena sen, että tietomallipohjaiset näkymät voisivat korvata nykyiset erikseen laadittavat PDF-tasopiirustukset. Näkymien tulisi kuitenkin olla yhtä helposti saatavilla ja käytettävissä kuin nykyiset tulosteet. Tietomallin tuomina lisämahdollisuuksina koettiin hyväksi mahdollisuus tuottaa haluttuja näkymiä esimerkiksi laitetyypeittäin, jolloin laitteiden paikantaminen rakennuksesta helpottuisi. Lisäksi olisi hyvä saada etsittyä tiettyä laitetta mallista, jonka avulla saisi visuaalisen käsityksen laitteen sijainnista rakennuksessa. Tämä nähtiin hyödyllisenä etenkin tilanteissa, joissa palvelupyyntö on kohdistettu tietylle laitteelle tai järjestelmälle. Yksi haastateltava nosti esille myös sen, että olisi hyvä ominaisuus saada tehtyä visuaalisia näkymiä huollollisesti vaikeista paikoista, jotka voitaisiin liittää esimerkiksi siihen liittyvälle tehtäväpaketille. Yksi haastateltava visioi,

että tietomallista voisi saada laajemminkin tietoa järjestelmien ja laitteiden huollettavuudesta kilpailutuksien lähtötiedoiksi.

Yhtenä huolenaiheena nousi esiin tiedon päivittäminen ja sen ylläpidon prosessi. Kohteiden huoltokirjoissa on nykyisinkin tietosisällön tarkkuustason vaihtelua, sillä usein on haasteena saada ylläpidon aikana tapahtuvien muutoksien päivitykset huoltokirjaan kaikilta osapuolilta. Tietomalliin tulisi päivittää muuttuneiden laitetietojen lisäksi myös verkostojen geometriamuutokset, jotka käytännössä vaativat muutoksien tekemisen suunnittelijoiden natiivimalleihin. Toteumamallista tapahtuva tiedonsiirto mahdollistaa rakentamisen aikaisten tietojen viemisen huoltokirjajärjestelmiin, mutta sen ylläpidon ajalle tarvitaan myös prosessi, jonne päivitetään rakennuksen elinkaaren aikana tapahtuvia muutoksia. Jos huoltokirjaa ja toteumamallia ristiin tarkasteltaessa havaitaan myöhemmin puutteita tai eriäviä tietoja, niiden molempien luotettavuus kärsii ja tietojen ajantasaistaminen voi olla työlästä.

Haastatteluissa todettiin, että tiedon tulisikin siirtyä tarvittaessa molempiin suuntiin eli myös huoltokirjasta toteumamalliin. Tietomallintamisen asiantuntijoilta nousi esiin huomio, ettei rakennuksen IFC-malli ole välttämättä paras ratkaisu säilöä ja ylläpitää kaikkea tietoa, vaan se toimisi linkkinä muihin tietojärjestelmiin, kuten huoltokirjan järjestelmäkortteihin. Yhtenä vaihtoehtona nousi esille se, että varsinainen laitteiden tietosisältö olisi ylläpidettävänä huoltokirjassa ja toteumamalli toimisi vain visuaalisena työkaluna ylläpidon käytössä. Toteumamallista olisi saatavissa esimerkiksi yleisen tason tietoa laitteista kuten määrä-, laitetyyppi- ja sijaintitietoa. Yhtenä tulevaisuuden visiona pohdittiin ratkaisua, että laitetiedot voisi päivittää huoltokirjaan viivakoodien avulla, joista tiedot linkittyvät automaattisesti myös tietomalliin.

#### **5.4 Tietomallien laadinta rakennushankkeissa**

Haastatteluissa todettiin, että tietomallintaminen Helsingin kaupungilla on hyvin yleistä rakennushankkeissa. Tietomallintaminen on käytössä käytännössä kaikissa uudishankkeissa sekä myös isossa osassa saneeraushankkeita. Poikkeuksen muodostavat lähinnä uudiskohteista väistötilahankkeet ja saneeraushankkeet, joihin ei ole saatavilla riittävän tarkkoja lähtötietoja inventointimallia varten. Haastateltavien mukaan tietomallien käyttö rajoittuu nykyisin käytännössä suunnittelun ja rakentamisen ajalle, ja hankkeista valmistuneita tietomalleja ei yleisesti hyödynnetä hankkeen

jälkeen. Tietomalleja oli hyödynnetty osittain saneeraushankkeiden lähtötietona, mutta hyödyt rajoittuvat lähinnä visuaaliseen tarkasteluun sillä käytettävissä olevien tietomallien geometrinen tarkkuus ja tietosisältö on ollut hyvinkin vaihtelevaa. Toteumamalleja on periaatteessa vaadittu jo kauan, mutta käytännössä niiden tietosisältöä ja tarkkuutta ei ole juurikaan valvottu. Tästä syystä myös lopputulokset ovat olleet hyvinkin vaihtelevia. Tarkempaa tietosisällön valvontaa on tehty vasta muutamassa hankkeessa, mutta näistäkin hankkeista tuotetuista toteumamalleista puolet on ollut huonolaatuisia valvonnasta huolimatta.

Rakennuttamisessa ja suunnittelussa toimivilta haastateltavilta kysyttiin heidän kokemuksia hankkeessa laadittavien tietomallien tarkkuudesta ja vaatimuksista. Heidän kokemuksensa mukaan suunnitellun mukaisiin tietomalleihin päivitetään lähinnä geometriamuutokset urakoitsijoiden tarkepiirustuksista. Näiden tarkkuudessa on koettu hankekohtaista vaihtelua, sillä jossain hankkeissa urakoitsijan tarkepiirustuksia vaaditaan ja valvotaan tarkemmin kuin toisissa. Lisäksi yhdistelmämalleissa on voinut olla päällekkäistä geometriaa, esimerkiksi allaskaapin hana arkkitehdin sekä LVI-suunnittelijan mallintamana. Urakoitsijoiden laitevalintoja ei ollut kokemuksien mukaan mallinnettu eikä sitä ole vaadittu, vaan tietomalleihin ja suunnitelmiin jäivät suunnittelijan alkuperäiset laitevalinnat. Poikkeuksena ovat olleet lähinnä merkittävimmät mitoitus- ja toteutusvaikuttavat objektit, kuten ilmanvaihtokoneet. Yleisesti tietomallintamista on vaadittu YTV2012:n mukaisesti eikä vaaditun tietosisällön tarkempaa määrittelyä ole tehty. Suunnittelijoiden mukaan tietosisältö tulisi määrittellä tarkasti tietomallinnustehtäviin jo hankkeen tarjouspyynnöissä. Hankkeen aikana tyypillinen tilanne on se, ettei tarkalleen tiedetä, mitä työmaalla tulleita muutoksia ja tietosisältöä tietomalliin on päivitetty.

Haastateltavilta kysyttiin näkemyksiä urakoitsijoiden toteumatietojen päivittämisestä tietomalliin. Yleinen näkemys oli, että vastuu tietojen toimittamisesta ja oikeellisuudesta tulisi olla urakoitsijalla, mutta tiedon päivittäjän tulisi käytännössä olla suunnittelija. Suurimmalla osalla haastateltavista oli näkemys, että urakoitsijatietojen toimittamista tietomalliin tulisi vaiheistaa hankkeen aikana niin, ettei kaikkia tietoja vaadita vasta hankkeen loppupuolella. Yksi suunnittelija oli sitä mieltä, että tietojen päivitys tulisi tehdä kootusti hankkeen loppupuolella työn tehostamisen kannalta. Toisaalta vaiheistetussa päivityksessä voidaan välttyä tilanteelta, jossa urakoitsija on siirtynyt jo muihin hankkeisiin, jolloin tietojen saaminen voi olla haasteellista. Ajantasainen tietomalli tarjoaisi myös ylläpidolle konkreettisempaa näkemystä rakennuksen järjestelmistä ja rakentamisen aikaisista muutoksista. Yhtenä huolenaiheena nousi esiin se, että urakoitsija saattaa alkaa noudattamaan suunnitelmia ja suunniteltuja laitevalintoja liiankin täsmällisesti, jos suunnitelmien muutosten kustannukset



tulevat urakoitsijalle. Lisäksi todellisten laitetietojen päivityksen suunnitelmiin arveltiin nostavan suunnittelun tarjoushintoja, sillä tällöin myös suunnittelijan työkuorma kasvaa rakentamisen aikana.

LVI-suunnittelun tehtävissä toimivat haastateltavat kokivat urakoitsijan laitevalintojen päivityksen malliin jopa positiivisena asiana. Haasteena nähtiin suunnitteluohjelmistojen laitekirjastojen riittävyys, sillä urakoitsijan laitevalinnasta ei välttämättä löydy laitevalmistajan objektia suunnitteluohjelmistosta vaan se pitäisi tehdä itse geneeristä objektia käyttäen. Tilaajan tulisi myös määritellä ne laitteet, joista vaaditaan urakoitsijalta toteumatieto ja jotka tulisi mallintaa toteutusta vastaavaksi. Mitoituksen kannalta tärkeitä osia ovat ilmanvaihdon keskusosat ja säätöön vaikuttavat laitteet, ja muiden laitteiden osalta tilaajan tulisi harkita millä tarkkuustasolla tietoa tarvitaan ja vaaditaan. Laitteiden päivitystä suunnitelmiin ehdotettiin tehtäväksi urakoitsijan laitehyväksyntämenettelyn yhteydessä, sillä suunnittelijat joutuvat joka tapauksessa selvittämään suunnitelmista vaihdettavan laitteen soveltuvuuden ja vaatimukset. Laitteiden mallinnus toteumaa vastaavaksi laitteeksi koettiin palvelevan myös suunnittelijoita. Näin myös suunnitteluohjelmien mitoitukset saadaan tarkemmaksi ja paremmin suunnitelmien käyttäjää palvelevaksi, kun säätöarvot saadaan suoraa todellisille laitteille.

LVI-suunnittelun parissa toimivalta tietomalliasiantuntijalta kysyttiin erityisesti tietomallinnuksen toteutukseen liittyviä asioita. Hänen kokemuksensa mukaan paikannus- ja vaikutusalue tietojen laadinta on tietomallipohjaisesti mahdollista, mutta niiden laadinta ja käyttö on sovelluskohtaista. Vaikutusalueiden laadinnasta oli aiempia kokemuksia Solibri ja MagiCAD Room ohjelmistoilla. MagiCAD Roomilla tehtävissä vaikutusalue tiedoissa haasteena on todettu päivittämisen hankaluus, sillä jos arkkitehti tekee muutoksia tiloihin, tulee LVI-suunnittelijan käydä päivittämässä nämä muutokset itse käsin ohjelmiston tilamalliin. Solibrilla tehtäessä järjestelmän vaikutusalue tieto sidotaan arkkitehdin tilaobjektiin, jolloin niiden muutokset päivittyvät arkkitehdin tilaobjektien muutoksien mukaisesti. Paikannuskäyttöön tehtävien näkymien laadinta on myös sovelluspohjaista, ja esimerkiksi Solibrin avulla voidaan luoda haluttuja näkymiä vapaasti sovelluksen sisäisesti. Ohjelmiston haku toiminto etsii myös objektien attribuuttitietoa, joten esimerkiksi yksilöllisellä laitetunnuksella laitteen etsiminen mallista on mahdollista.

Määräraporttien luonti on mahdollista suodatustoimintoa käyttämällä, jolloin raportteja on mahdollista tehdä esimerkiksi komponenttityypeittäin tai objektien ominaisuuksien tietosisällön perusteella. Toteumamallista vaadituista objektien tietosisältövaatimuksista oli vain yksittäisiä kokemuksia. Tie-

toisältö tulisi kokemuksien mukaan olla sellaista, joka täydentyy automaattisesti suunnitteluohjelmistojen attribuuttitiedoista, sillä käsin syötettävää attribuuttitietoa ei ole kustannustehokasta laatia ja vaatia.

## 6 TULOSTEN ANALYSOINTI JA KEHITYSEHDOTUKSET NYKYISIIN OHJEISTUKSIIN

Haastatteluissa nousi esiin useita havaintoja, joiden perusteella saatiin lähtökohtia ohjeistuksien kehitykseen. Tulokset on jaoteltu työssä käsiteltävien käyttötapauksien mukaisesti.

Järjestelmä- ja laitetiedot:

- Automaattinen tiedonsiirto toteumamallista huoltokirjajärjestelmiin asettaa vaatimuksen laitteiden päivityksestä toteumaa vastaavaksi toteumamalliin.
- Huoltokirjan järjestelmäkortteja ja niiden tietosisältöä on pidetty pääosin riittävänä, joten ne voivat toimia pohjana toteumamallin tietosisällön määrittelyssä.
- Ilmanvaihdon päätelaitteiden tiedot ovat hyödyllisiä, mutta ne voisivat olla saatavilla tietomallista tai raporteista huoltokirjan järjestelmäkorttiosion sijaan.
- Haastatteluissa nähtiin hyödyllisenä mallista saatavien mitoitus tietojen tarkastelu tietomallissa.
- Haastatteluissa nousi esiin kehitysehdotus laitteiden tilatiedon lisäämisestä huoltokirjan laitekorteille.

Tietomallipohjaiset paikannustiedot ja vaikutusalueet:

- Tietomallipohjaiset paikannus- ja vaikutusalue näkymät voisivat korvata nykyiset erikseen laadittavat PDF-tasopiirustukset. Valmiiden näkymien tulisi kuitenkin olla saatavilla yhtä helposti kuin nykyiset, dokumenttiosiossa hallittavat PDF-tasopiirustukset.
- Tietomallista voisi olla suodatettavissa haluttuja paikannusnäkyviä ylläpidon käyttöön. Edistyneimmät käyttäjät voivat näin suodattaa erilaisia näkymiä esimerkiksi komponenttityypittäin, joka helpottaisi ja nopeuttaisi huollettavien komponenttien paikantamista.
- Ylläpidon aikana syntyy tarpeita etsiä tiettyjen laitteiden sijaintia rakennuksesta. Objektit tulee olla haettavissa niiden yksilöllisellä laitetunnuksella, joka mahdollistaa tietyn laitteen hakemisen tietomallista.

Tietomallipohjaiset määräluettelot:

- Tietomallipohjaisia määräluetteloja olisi hyvä saada luotua palveluntuottajien kilpailutuksien tueksi.

- Tietomallista on mahdollista saada erilaisia raporteja esimerkiksi laitetyypeittäin suodatus- ja hakutoimintoja käyttämällä, mutta niiden laadinta on sovelluskohtaista.

## **6.1 Ohjeistuksien kehitysehdotukset**

Tietomallintamisessa noudatetaan Helsingin kaupungin tietomalliohjeita, yleisiä tietomallivaatimuksia YTV2012 sekä YTV2012:n täydentäviä liitteitä. Tietomallien laadinnassa noudatetaan suunnittelualakohtaisia mallinnustehtävätaulukkoja ja tietosisältövaatimuksia. Haastatteluissa kävi ilmi, ettei nykyisiin tilaajan LVI-suunnittelun tietomallinnustehtäviin ole vielä tarkemmin määritelty toteutamallista haluttua tietosisältöä. Hankkeissa sovelletaan YTV2012:n vaatimuksia, mutta sen eri vaihtoehtoihin ei ole otettu tarkempaa kantaa, joten tietomalleilta vaadittu tarkkuus ja tietosisältö on vaihdellut hankekohtaisesti. Kehitysehdotukset tehdään tilaajan LVI-suunnittelun tietomallinnusvaatimukseen ja huoltokirja-aineiston tuottamisen ohjeistuksiin. Kehitysehdotukset perustuvat työssä valittuihin käytötapauksiin ja niiden tiedontarpeeseen ja nykyisiin havaittuihin haasteisiin työn tulosten pohjalta.

## **6.2 Urakoitsijan laitevalintojen mallinnus**

LVI-suunnittelun mallinnustehtävät eivät ota tällä hetkellä kantaa siihen, mitä objekteja toteumamalliin tulisi päivittää urakoitsijan laitevalintaa vastaavaksi.

Kehitysehdotus: LVI-suunnittelun mallinnustehtäviin tulee määritellä ne komponentit, jotka vaaditaan mallinnettaviksi toteutuneilla urakoitsijoiden laitevalinnoilla, jotta automaattinen tiedonsiirto on mahdollista. Ilmanvaihtojärjestelmissä näitä ovat lähtökohtaisesti huoltokirjassa hallittavat järjestelmä- ja laitekortit. Ilmanvaihdon huoltotehtävien tietovaatimuksissa sekä haastatteluissa nousi esille myös ilmanvaihdon päätelaitteiden toteuma- ja mitoitus tietojen tarpeellisuus, joten myös nämä tulisi mallintaa toteumaa vastaaviksi.

## **6.3 Objektien tietosisältö**

LVI-suunnittelun mallinnustehtäviin ei ole määritelty laitteilta vaadittua tietosisältöä. Huoltokirjan laitekorttipohjille on määritelty tietosisällöt komponenttityypeittäin. Toteumamallin ja huoltokirjan

komponenttikohtainen tietosisältö tulisi yhtenäistää automaattisen tiedonsiirron mahdollistamiseksi.

Kehitysehdotus: Toteumamallin laitteilta vaadittu tietosisältö tulee määritellä vähintään huoltokirjan järjestelmäkorttien tietosisältöä vastaavaksi. Toteumamallin laitteilta vaadittuun tietosisältöön tulisi lisätä mallista saatavaa mitoitus tietoa etenkin säätöön vaikuttavista komponenteista. Huoltokirjan laitekorttien tietosisältöön voisi lisätä tietokentän laitteen sijainnista. Sijainnin tulisi linkittyä arkkitehdin tilaobjektiin. Ilmanvaihtokanavistoista tulisi olla saatavilla sen materiaali ja luokittelu, ja esimerkiksi rasvakanavisto tulisi olla erotettavissa muista ilmanvaihtokanavista.

#### **6.4 Verkoston geometrian päivitys**

Tietomallinnusvaatimukset velvoittavat urakoitsijaa huolehtimaan tietomallien päivittämisestä työmaa-aikana. Toteutuneet asennukset mitataan laserkeilaamalla tai tarkkuudeltaan vastaavalla tavalla. Mittaukset on sisällytettävä toteutusaikatauluun omana kohtanaan. Toteutusaikataulun hyväksynnässä tarkastellaan myös mittausväliä ja sen riittävyyttä dokumentaationa. Lopputilanne mitataan kokonaisuudessaan (esim. loppusiivouksen aikana ennen käyttöönottoa). Mittausaineisto luovutetaan tilaajalle. Urakoitsija huolehtii, että kaikki mallit tarkastetaan mittausaineistoon vertaamalla ja päivitetään merkittävien mittapoikkeamien osalta toteuman mukaiseksi.

Kehitysehdotus: Ohjeeseen tulee määritellä tarkemmin vaadittavan geometrian tarkkuustaso ja tarkennus myös komponenttien sijaintien muutoksista. Haastatteluiden perusteella ylläpidon vaatimaksi tarkkuustasoksi riittää se, että komponentit ovat paikannettavissa tietomallin avulla rakennuksesta. Komponenttien tulee siis olla vähintään sille suunnitellussa tilassa ja lähellä todellista sijaintia. Esimerkiksi alakattorakenteiden takana olevat komponentit tulee olla mallinnettuna lähellä todellista sijaintiaan, ettei ylimääräisiä rakenteita tarvitse aukoa. Kanavistojen reititysten tulisi olla lähellä toteumatietoa.

## 6.5 Tietomallipohjaiset paikannus- ja vaikutusalue näkymät

LVI-suunnittelun mallinnustehtävissä ei ole vaatimusta tietomallipohjaisten paikannustietojen tai vaikutusalueiden laatimisesta. Huoltokirja-aineiston ohjeistukset velvoittavat suunnittelijaa laatimaan paikantamis- ja vaikutusaluepiirustukset. Nykyiset ohjeistukset on tehty 2D-tasopiirustuksien laadintaa varten.

Kehitysehdotus: LVI-suunnittelun mallinnustehtäviin ja huoltokirja-aineiston tuottamisen ohjeisiin tulisi lisätä tieto, että paikannus- ja vaikutusalue tiedot voidaan laatia tietomallipohjaisesti. Paikannus- ja vaikutusalueista tulisi laatia ylläpidon käyttöön valmiit kerroskohtaiset näkymät. Vaikutusalueiden laadinnassa voidaan viitata YTV2012 tason 2 tietomallipohjaisiin palvelualuekaavioihin. Ilmanvaihdon vaikutusalueet tulisi laatia tilojen mukaisesti, ja kaavioiden laadinnassa voidaan käyttää hyväksi arkkitehdin laatimia tilaobjekteja. Vaikutusalueet tulee nimetä niin, että nimestä ilmenee järjestelmä ja vaikutusalueen kuvaus, esimerkiksi tyyliä ”TK01 Tuloilma, Toimistot 1-2.krs”. Vaikutusalueet tulee laatia järjestelmittäin ja väreillä havainnollistettuina.

Kehittyneitä paikannuskäyttöä varten tulisi objektit olla luokiteltu tietomalliin niin, että niiden suodattaminen komponenttityypeittäin on mahdollista. Tietomallinnusvaatimuksissa mallielementtien luokituksessa vaaditaan noudatettavaksi LVI2010-nimikkeistöä, joka ei sisällä luokittelua kaikista komponenttityypeistä, vaan paikannettavuuden mahdollistamiseksi niille tulee antaa komponenttityypin lisätieto.

Kehitysehdotus: Mallielementtien luokitteluun suositellaan otettavan käyttöön koekäytössä oleva TATE-yleisnimistö, joka vakioi yli 700 taloteknistä komponenttia yksilöllisille nimille ja tunnuksille. Tämä luokittelu mahdollistaa laitteiden tehokkaamman ja tarkemman suodatuksen tietomallissa LVI2010 -nimikkeistöön verrattuna.

Hoitoa ja huoltoa vaativat komponentit tulisi olla paikannettavissa tietomallista niiden yksilöllisellä laitetunnuksella. LVI-suunnittelun mallinnustehtävissä ei ole määritelty laitteita, joille tunnus tulisi lisätä.

Kehitysehdotus: Niille laitteille joille on määritetty yksilöllinen laitetunnus, tulee lisätä tämä laitetunnus objektin attribuuttitiedoksi. Tämä mahdollistaa niiden hakemisen tietomallin katselunäkymästä. Vaatimuksissa voidaan viitata YTV2012 osa 4:n luvun 2.4.3 vaatimukseen.

## 6.6 Määräraporttien tuottaminen tietomallista

Tietomallista tulisi olla mahdollista tuottaa määräraportteja esimerkiksi hankintojen kilpailutuksien tueksi. Tietomallinnusvaatimuksissa mallielementtien luokituksessa vaaditaan noudatettavaksi LVI2010-nimikkeistöä, joka ei sovellu sellaisenaan ylläpidon määrälaskentojen tueksi. Objekteille tulisi lisätä attribuuttitiedoksi komponenttityypin luokitteleva tunniste.

Kehitysehdotus: Mallielementtien luokitteluun suositellaan otettavan käyttöön koekäytössä oleva TATE-yleisnimistö. Nimikkeistö tulee sisältämään laitetyyppiokohtaisen koodiston, joka mahdollistaa koneluettavuuden määrälaskentaohjelmistoihin.

## 6.7 Yhteenveto kehitysehdotuksista

Helsingin kaupunkia ehdotetaan päivittämään nykyiset LVI-suunnittelun tietomallinnustehtävät työssä esitettyjen kehitysehdotusten pohjalta. Tilaa ja ehdotetaan ottamaan käyttöön valmisteilla oleva TATE-yleisnimistö, kun se julkaistaan. Nimistö on tehty mahdollistamaan tietomallien koneluettavuutta, joka palvelee myös Helsingin kaupungin tavoitteita toteumamallin automaattisesta tiedonsiirrosta huoltokirjajärjestelmiin. Nimistön avulla laitetyyppejä voidaan tunnistaa tietomallista, joka mahdollistaa tehokkaamman tiedon käsittelyn esimerkiksi ylläpidon paikannuskäyttöön ja määräraportointiin. Lisäksi tilaajan tulee määrittellä toteumamallista vaaditun tietosisällön käyttötapaustaulukot. Tietosisällön pohjatietoina voidaan pitää nykyisten järjestelmäkorttipohjien tietosisältöä. Haastatteluissa nousi myös esille, että tietomallista tulisi olla saatavilla mitoitus-tietoja etenkin ilmanvaihdon keskusosilta ja säätöön vaikuttavilta osilta. Myös kanavistoista saatavat mitoitus-tiedot nähtiin hyödyllisenä esimerkiksi ilmanvaihtokatselmuksia ajatellen. Objekteilla tulisi olla myös tilatieto, joka voisi periytyä arkkitehdin tilaobjektilta.

Opinnäytetyössä laadittiin ehdotelma toteumamallista vaaditusta ilmanvaihtojärjestelmien tietosisällöstä. Ehdotelma laadittiin TATE-käyttötapaustaulukoon, joka on vielä luonnos- ja koekäyttö-vaiheessa. Taulukon ominaisuusjoukot ja ominaisuudet eivät ole siis vielä yleisesti vakioituja. Työssä laaditun taulukon tarkoituksena on esittää Helsingin kaupungille ehdotelma toteumamallista vaaditusta tietosisällöstä, joka perustuu nykyisten järjestelmäkorttipohjien tietosisältöön sekä työssä havaittuihin tietosisältövaatimuksiin.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kehitysehdotukset Helsingin kaupungin huoltokirja- ja tietomallinnohjeisiin. Tarkasteltavaksi kokonaisuudeksi oli rajattu ilmanvaihtojärjestelmät. Työssä käsiteltäviksi käyttötapauksiksi valittiin järjestelmä- ja laitetiedot, paikannustiedot ja vaikutusalueet sekä määräluettelot, joiden näkökulmasta edellä mainittuja ohjeistuksia kehitettiin. Lisäksi työssä haastateltiin eri sidosryhmiä tietomallien käyttöön, laadintaan ja hyödyntämismahdollisuuksiin liittyen.

Haastatteluista saatiin hyödyllistä tietoa tietomallinnuksen nykytilasta, havaituista ongelmakohdista sekä kehitystarpeista. Kehitysehdotuksia saatiin eri sidosryhmien näkökulmasta. Haastattelujen perusteella selvisi, että tietomallien kehittäminen ylläpidon käyttöön nähtiin positiivisena kehitysuuntana. Tietomallien käytön tulisi kuitenkin olla helppoa, yksinkertaista ja tarkoituksenmukaista, että niitä hyödynnettäisiin ylläpidon aikana. Lisäksi todettiin, että nykyiset tietomallinnohjeet ja vaatimukset eivät ole riittävän tarkasti määritelty. Tämän takia hankkeessa tuotettujen toteumamallien laatu on ollut vaihtelevaa. Tarkempaa tietosisällön valvontaa on tehty vasta muutamassa hankkeessa, mutta näistäkin hankkeista tuotettujen toteumamallien tarkkuudessa ja tietosisällössä on ollut vaihtelua.

Haastattelujen tuloksia hyödynnettiin ohjeistuksien kehitysehdotuksien tekemiseen. Kehitysehdotukset tehtiin tilaajan LVI-suunnittelun tietomallinnohjeisiin ja huoltokirja-aineiston tuottamisen ohjeistuksiin. Oleellisimmaksi puutteeksi havaittiin se, ettei objekteilta vaadittua tietosisältöä ollut määritelty eikä laitteita vaadittu mallinnettavaksi toteumaa vastaavaksi. Nämä ovat edellytyksenä, jos toteumamallista tehdään laitetietojen automaattista tiedonsiirtoa huoltokirjajärjestelmään. Lisäksi tilaajan käytössä oleva LVI2010-nimikkeistö havaittiin soveltuvan huonosti määrälaskentaan ja laitteiden suodatukseen, sillä luokittelu ei ole ylläpidon tietovaatimusten tasolla. Tietomallipohjaisten paikannus- ja vaikutusalueäkymien sekä määrälaskentaluetteloiden laadinnan todettiin olevan sovelluspohjaista, joten niiden laadinta ja käyttö edellyttää tiettyjä sovellusvaatimuksia. Työn lopputuloksena Helsingin kaupunki sai kehitysehdotukset nykyisiin LVI-suunnittelun mallinnohjeisiin, huoltokirja-aineiston tuottamisen ohjeistuksiin sekä ehdotelman toteumamallista vaaditusta tietosisällöstä.



Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja haastava. Tietomallien kehityssuunta on niiden hyödyntäminen koko rakennuksen elinkaaren aikana, joten aihe oli myös hyvin ajankohtainen. Työn laadinnan suurimpana haasteena oli opetella tietomallintamiseen liittyviä asioita sille tasolle, että kehitysehdotuksien tekeminen riittävälle tarkkuustasolle oli mahdollista. Tämä johtui siitä, että aiemmat tietomallinnuskokemukseni ovat olleet vähäisiä eikä työn aihealuetta ole juurikaan tutkittu.

Jatkokehityksaiheeksi nousi tiedon strukturointi ja sen ylläpidon ja tuottamisen prosessit. Ensin tulisi määritellä missä mitään tietoa halutaan ylläpitää ja missä muodossa. On syytä miettiä, tulisiko esimerkiksi laitetietojen hallinnan olla toteumamallipohjaista, vai toimisiko toteumamalli vain rakennuksen geometrian visualisoijana ja tarkemmat laitetiedot olisivat ylläpidettävissä huoltokirjajärjestelmässä. Tilaajan tulisi myös määritellä, kuka toteumamalleja päivittää, kuka siitä vastaa ja kuinka usein toteumamallit päivitetään. Tietosisältöä olisi hyvä vakioda koneluettavuuden mahdollistamiseksi ja tiedon laadun parantamiseksi. Lisäksi tietomallipohjaiset paikannus- ja vaikutusalueet sekä määräluetteloiden laadinnat ovat ohjelmistokohtaisia, joten jos niitä halutaan hyödyntää ylläpidon käytössä, tulisi käytettävät ohjelmistot ja tiedonsiirtoformaatit määritellä.

## LÄHTEET

1. BIM Wiki. Building information modelling BIM. Nettisivu. Hakupäivä 3.3.2021. [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Building\\_information\\_modelling\\_BIM](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Building_information_modelling_BIM).
2. Halmetoja, Esa 2016. Tietomallit ylläpidossa. Raportti. Hakupäivä 3.3.2021. [https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit\\_yllapidossa.pdf](https://www.senaatti.fi/app/uploads/2017/05/6099-Tietomallit_yllapidossa.pdf).
3. Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012. Osa 1. Yleinen osuus, BuildingSMART Finland. Hakupäivä 3.3.2021. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>.
4. RT 10-10992. 2010. Tietomallinnettava rakennushanke. Ohjeita rakennuttajalle. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 3.3.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2010-10992>.  
Vaatii käyttäjälisenssin.
5. Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012. Osa 4. Talotekninen suunnittelu, BuildingSMART Finland. Hakupäivä 3.3.2021. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>.
6. BuildingSMART Finland. Hakupäivä 3.3.2021. <https://buildingsmart.fi/>.
7. Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012. Osa 12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana, BuildingSMART Finland. Hakupäivä 4.3.2021. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>.
8. Järvinen, Tero. 2019. BuildingSMART Finland, tietosisällön vakiointi. Hakupäivä 3.3.2021. <http://tietomalli.blogspot.com/search/label/vakiointi>.
9. TATE-vakiointitaulukko. 2019. BuildingSMART Finland. Hakupäivä 3.3.2021. [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/07/bSF\\_TATE\\_Teollinen\\_Vakiointi\\_proper-tyt\\_201906.xlsx](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/07/bSF_TATE_Teollinen_Vakiointi_proper-tyt_201906.xlsx).

10. KIRA-Innohub ry. YTV2020 Talotekniikan ja rakennesuunnittelun nimistöjen koekäyttö alkaa. 2021. Hakupäivä 3.5.2021. <https://kirahub.org/ytv2020-talotekniikan-ja-rakennesuunnittelun-nimistojen-koekaytto-alkaa/>.
11. L 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Hakupäivä 3.3.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>.
12. A4 (2000). 2000. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Määräykset ja ohjeet 2000. A4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Hakupäivä 3.3.2021. <http://www.finlex.fi/data/normit/6022-A4.pdf>.
13. RT 18-11240. 2016. Kiinteistönpitokirja kiinteistön elinkaaren hallinnassa. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 4.3.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2018-11240>. Vaatii käyttäjälisenssin.
14. RT 18-11241. 2016. Kiinteistönpitokirja. Uudisrakennukset ja rakennukset, joita RakMK A4:n määräykset velvoittavat (KP1). Rakennustieto Oy. Hakupäivä 5.3.2021. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2018-11241>. Vaatii käyttäjälisenssin.
15. Kiviniemi, Markku 2017. Tietomallit ylläpitoon -esiselvitys. Raportti. VTT. Hakupäivä 18.3.2021. [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2017/06/bSF\\_SSTY\\_Tietomallit-yll%C3%A4pitoon\\_31-05-2017.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2017/06/bSF_SSTY_Tietomallit-yll%C3%A4pitoon_31-05-2017.pdf).
16. KiinteistöRYL 2009. Kiinteistöpalveluiden yleiset laatuvaatimukset. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 9.3.2021. [https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/KiinteistoRYL/2009\\_1](https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/KiinteistoRYL/2009_1). Vaatii käyttäjälisenssin.
17. Sähköinen huoltokirja. Huoltokirjan laadinnan malliksi perustettu kohde. Helsingin kaupunki, kaupunkiympäristön toimiala. Hakupäivä 10.3.2021. <https://bem.builder.com.net/html/propertyhome?propertyId=8679>. Vaatii henkilökohtaisen käyttäjätunnuksen ja käyttöoikeuden.

