



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Anna Äijö

Rakennusliikkeen LVI-tietomalliohjeen päivittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

31.3.2020

Tekijä Otsikko	Anna Äijö Rakennusliikkeen LVI-tietomalliohjeen päivittäminen
Sivumäärä Aika	31 sivua + 2 liitettä 31.3.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	suunnittelujohtaja Pellervo Matilainen tulosityksikönjohtaja Mikko Lehto lehtori Aamos Lemström
<p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli päivittää erään rakennusliikkeen tietomalliohjeet. Tarkoituksena oli selvittää, millaisia vaatimuksia tietomallintamisen tarkkuudelle on esitetty eri lähteissä, millaisia näkemyksiä asiantuntijoilla on tietomallintamisen kehittymisestä sekä laatia näiden pohjalta uusia tietomalliohjeita. Työ rajattiin käsittelemään LVI-tekniikan toteutussuunnitelmien mallintamista.</p> <p>Tutkimustyö pohjautui Yleisiin tietomallivaatimukseen (YTV2012) perehtymiselle ja asiantuntijoiden haastatteluille. Kirjallisessa tutkimuksessa vertailtiin YTV2012:ta ja rakennusliikkeen voimassa olevia tietomalliohjeita sekä otettiin kantaa näiden sisältöön pääurakoitsijan näkökulmasta. Haastateltavat asiantuntijat edustivat rakennusliikkeen useita eri yksiköitä ja eniten käyttämiä suunnittelutoimistoja. Haastatteluissa kysyttiin asiantuntijoiden mielipiteitä tietomallien nykytilasta, tulevaisuudesta sekä siitä, mitä tietomallintamiselta tulisi vaatia.</p> <p>Tutkimuksessa kävi ilmi, että tietomallien laadunvarmistuksessa on huomattavia puutteita ja että nykyiset tietosisältövaatimukset eivät ole täysin toteutuneet. Tulosten ja asiantuntijalausuntojen pohjalta laadittiin ehdotus muutoksista LVI-tietomalliohjeeseen. Ehdotus käsittelee pääsääntöisesti LVI-tekniikan asennettavuutta tietomallin perusteella sekä rakennushankkeen eri vaiheissa tarvittavaa tietosisältöä. Ehdotusten lisäksi työssä annetaan esimerkkejä siihen, miten laadunvarmistusta voisi jatkossa parantaa.</p> <p>Ehdotus on lisättävissä voimassa oleviin ohjeisiin sellaisenaan, joskin niiden vaikutus muihin suunnitteluohjeisiin ja suunnittelukustannuksiin tulee huomioida etukäteen. Uusilla ohjeilla on merkittävä vaikutus talotekniikan tietomallien tarkkuuteen ja tietosisältöön tulevaisuudessa. Insinööriyön tilannut rakennusliike tulee käyttämään tutkimuksen tuloksia tietomallintamisen laatuprosessin kehittämisessä.</p>	
Avainsanat	LVI, talotekniikka, tietomalli, tietomalliohje, YTV2012, YTV2020

Author Title Number of Pages Date	Anna Äijö Updating a Construction Company's Guide for HVAC Information Modeling 31 pages + 2 appendices 31.3.2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Design
Instructors	Pellervo Matilainen, Design and Planning Manager Mikko Lehto, District Manager Aamos Lemström, Senior Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to update the requirements that a construction company sets for its designing contracts for a building information model (BIM). The aim was to study what kind of requirements have been presented by other organisations, to gather experts' opinions on the matter and to come up with new guidelines on those bases. This project concentrates on BIM for HVAC site design plans.</p> <p>The study consists of two parts; literally research and interviews. The general requirements for BIM, which were written by several distinguished Finnish organisations and companies in 2012, were closely studied and compared to the construction company's current ones. It was important for the goal of the study to find differences in those two documents and to take a stand on how well they serve a modern construction company's interests. The experts for the interviews were chosen from within the company's different units and their associates in HVAC design firms. They answered questions not only on what should be required from BIMs, but also the evolution and the future of modelling.</p> <p>The study showed that the requirements and the designs do not always meet. The new guidelines concentrate on HVAC installability and the actual information in the models. Guidelines do not include the costs of a design contract but can otherwise be incorporated into the current requirements. Suggestions on how to include the new requirements to other documents and how to improve the companies' BIM quality control processes are also presented in the report.</p>	
Keywords	HVAC, BIM, building information model

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yleiset tietomallivaatimukset	2
2.1	Tietomalleista lyhyesti	2
2.2	YTV2012	3
2.3	YTV2020	4
3	Tietomalliohjeet urakoitsijan näkökulmasta	6
3.1	Järjestelmämalli	7
3.2	Mallien yhdistäminen	9
3.3	Tietosisältö	12
4	Tutkimusmenetelmät	12
5	Haastattelut	13
5.1	Haastatteluiden valmistelu ja toteutus	13
5.2	Haastateltavat	15
5.3	Haastattelujen tulokset	17
5.3.1	Tietomallien merkitys, käyttö ja kehittyminen	17
5.3.2	Tietomallien tarkkuus ja toleranssit	19
5.3.3	Tietomallien tietosisältö	20
5.4	Haastattelujen yhteenveto	21
6	Päätelmät	22
6.1	Päätulokset	22
6.2	Ehdotus uusista tietomalliohjeista	23
7	Tietomalliohjeen tulevaisuus	26
7.1	Tietomalliohjeen käyttäminen	26
7.2	Jatkotutkimus	27

8	Yhteenveto	29
	Lähteet	30
	Liitteet	
	Liite 1. Skanskan tietomalliohje	
	Liite 2. Skanskan LVI-mallin tietosisältövaatimukset	

Lyhenteet

2D	2-dimensional, kaksiulotteinen
3D	3-dimensional, kolmiulotteinen
BIM	building information model, tietomalli
bSF	buildingSMART Finland
DWG	drawing, AutoCAD-ohjelman tuottama tiedostomuoto
HT18	hanketietokortti, RT 10-11283
IFC	industry foundation classes, järjestelmällin tiedostomuoto
KVR	kokonaisvastuurakentaminen
LVI	lämpö, vesi, ilma
SKOL ry	suunnittelu- ja konsultointialan yritysten toimialajärjestö
SMC	Solibri Model Checker, yhdistelmällin tiedostomuoto
TATE	talotekniikka
TATE18	Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo, RT 10-11290
YTV	Yleiset tietomallivaatimukset
YTV2012	Yleiset tietomallivaatimukset vuodelta 2012
YTV2020	YTV2012:n päivityksen työnimi

1 Johdanto

Tietomalliohje on suunnitteluohjeiden ja suunnittelun tarjouspyynnön mukana toimitettava liite, joka määrittelee suunnittelijalle, millä tarkkuudella tämän on tuotettava tietomalli rakennusliikkeen ja/tai tilaajan hyödynnettäväksi. Ohjeessa käsitellään erikseen jokainen suunnitteluala. Lisäksi se sisältää yleisiä kaikkia suunnittelualoja koskevia osioita.

Skanska Talonrakennus Oy on luonut omaan käyttöönsä tietomalliohjeen (liite 1), jota hyödynnetään omaperustaisessa tuotannossa sekä KVR-urakoinnissa. Ohjeissa todetaan, että mallintamisessa noudatetaan YTV2012:ta sekä Skanska Talonrakennus Oy:n tietosisältövaatimuksia. YTV2012 on kuitenkin laadittu vahvasti suunnittelijoiden näkökulmasta ja asettaa vain minimitason tietomallien tarkkuudelle. Tässä insinööriyössä selvitettiin haastattelujen avulla, millaisia ongelmia tietomallien kanssa on ollut ja mitä niiltä halutaan. Haastatteluista saatujen tulosten perusteella laaditaan ehdotus tietomalliohjeiden päivittämiseksi, joka esitellään työn tilaajalle.

Insinööriyön tavoitteena on päivittää Skanska Talonrakennus Oy:n tietomalliohje LVI-tekniikan osalta siten, että se paremmin vastaa rakennusliikkeen tarpeisiin. Tarkoituksena on kohdistaa päivitys tärkeimpiin pidettyihin teemoihin – ei luoda kokonaan uutta ohjeistusta. Tietomalliohjeiden tarkentamisessa heijastuu Skanska Oy:n arvomaailma jatkuvasta parantamisesta ja rakennusalan kehittämisestä. Insinööriyö on tarkoitettu julkiseksi, jotta myös muut rakennusalan toimijat voivat halutessaan hyödyntää sen tuloksia.

Opinnäytetyössä kerrotaan aluksi nykyään voimassa olevista tietomalliohjeista ja -vaatimuksista sekä niiden suhteesta Skanska Talonrakennus Oy:n tietomalliohjeisiin. Tämän jälkeen raportoidaan tutkimus ohjeiden päivittämisestä kuvaamalla ensin tutkimusmenetelmät ja esittelemällä haastateltavat. Haastattelujen sisältö esitellään tiivistetysti. Tutkimuksen tuloksina esitetään perusteltuja ehdotuksia uusiksi tietomalliohjeiksi. Lopuksi työssä avataan tietomalliohjeen käyttötarkoituksia ja jatkotutkimusaiheita. Yleisten tietomallivaatimusten lisäksi merkittävimpänä lähteenä ohjeiden päivitystyölle toimi Granlund Oy:n teknologiajohtaja Tero Järvinen ja hänen kirjoittamansa blogitekstit vuosilta 2012–

2019. Järvistä myös haastateltiin kahdesti tutkimuksen aikana. Järvinen toimii buildingSMART Finlandin TATE-ryhmän puheenjohtajana.

Insinööriyön on tilannut Skanska Talonrakennus Oy:n talotekniikkayksikkö. Skanska Talonrakennus Oy on osa Skanska-konsernia, joka on toiminut Suomessa 1990-luvun puolestavälistä lähtien. Skanska Oy:n toimintaan kuuluvat asunto- ja toimitilakehittäminen sekä rakentamispalvelut, ja se on yksi suurimmista rakennusliikkeistä Suomessa. [1]

2 Yleiset tietomallivaatimukset

Tätä insinööriyötä varten selvitettiin tietomalliohjeiden nykytilanne perehtymällä YTV2012:n sisältöön. Tässä luvussa kerrotaan tietomalleista ja tietomallivaatimuksista yleisesti sekä kuvataan tekeillä olevaa YTV:n päivitystä.

2.1 Tietomalleista lyhyesti

Tietomalli on 3D-versio rakennuksesta. Se ei kuitenkaan ole pelkkä geometria digitaalisessa muodossa, vaan sisältää myös runsaasti informaatiota rakennuksen kaikista eriosista. Informaation avulla tehostetaan suunnittelua, projektikehitystä, laskentaa sekä tuotantoa. Tietomallia voidaan hyödyntää monin eri tavoin rakennuksen koko elinkaaren aikana. Tietomalli on vakiinnuttanut paikkansa nykyaikaisessa rakentamisessa ja kaikki suurimmat toimijat hyödyntävät malleja kaikissa kohteissaan. [2]

Tietomalleja on eritasoisia. Niistä eniten käytetyt ovat järjestelmämalli ja yhdistelmämalli. Järjestelmämallilla tarkoitetaan sitä, että jokaisen suunnittelualan tietomalli on oma tiedostonsa. Yhdistelmämallissa nämä eri tiedostot on koottu siihen soveltuvan ohjelman avulla yhdeksi kokonaisuudeksi, joka esittää tavoiteltua rakennusta. Järjestelmämallien tiedostomuoto on IFC. Skanska Talonrakennus Oy käyttää yhdistelmämallien muodostamiseen ja tarkasteluun eniten Solibri Model Checker -ohjelmaa, joka tuottaa yhdistelmämallin tiedostomuotoon SMC. [3, s. 5, 19.]

2.2 YTV2012

Senaatti-kiinteistöt julkaisivat vuonna 2007 omat tietomallivaatimuksensa. Neljä vuotta myöhemmin Rakennustietosäätiön alainen, suomalaisista rakennusalan yrityksistä koostuva työryhmä muodosti näiden ohjeiden pohjalle yleiset tietomallivaatimukset (myöhemmin YTV tai YTV2012). Tavoitteena oli laajentaa ja selkiyttää aiemmin vain Senaatti-kiinteistöjen käytössä olleita vaatimuksia sekä lisätä tietomallien käyttöä. Hankkeessa mukana olleet tahot sitoutuivat noudattamaan yhdessä määriteltyä kokonaisuutta. Rakennustietosäätiö laati jokaisesta osiosta oman RT-kortin, joiden päivittämisestä vastaa yhteistyöfoorumi buildingSMART Finland (myöhemmin bSF). [4]

YTV pitää sisällään ohjeet tietomallin tarkkuudesta rakennuksen koko elinkaarta ajatellen. Tarkoituksena on, että malli keskittää yhteen paikkaan suuren määrän rakennusta koskevaa tietoa, jota voidaan hyödyntää myös ylläpidon aikana. Suunnittelun aikana yhteiset pelisäännöt helpottavat suunnitelmien yhteensovittamista ja vähentävät virheitä. Selkeämmät vaatimukset helpottavat tietomallien käyttöä työmailla. YTV:ssä on oma osionsa jokaiselle suunnitteluvaiheelle erikseen, ja se pitää sisällään vaatimukset myös energia-analyyseistä. [4]

YTV2012 pitää sisällään seuraavat osiot:

- Osa 1 Yleinen osuus
- Osa 2 Lähtötilanteen mallinnus
- Osa 3 Arkkitehtisuunnittelu
- Osa 4 Talotekninen suunnittelu
- Osa 5 Rakennesuunnittelu
- Osa 6 Laadunvarmistus
- Osa 7 Määrälaskenta
- Osa 8 Havainnollistaminen

Osa 9 Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä

Osa 10 Energia-analyysit

Osa 11 Tietomallipohjaisen projektin johtaminen

Osa 12 Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana

Osa 13 Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa

Osa 14 Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

Lisäksi bSF on laatinut neljä YTV:tä täydentävää liitettä, jotka ovat

YTV2012 Täydentävä liite ARK Tilaajan ohje

YTV2012 Täydentävä liite RAK Tilaajan ohje

YTV2012 Täydentävä liite Talotekniikan määrälaskentaohje

YTV2012 Täydentävä liite Talotekniikan mallinnusvaatimuksia

2.3 YTV2020

Viime vuosien aikana bSF on saanut paljon toiveita rakennusalan eri osapuolilta YTV:n päivittämiseksi. Vaatimusten ajantasaisuudella katsottiin olevan tärkeä rooli rakennusalan kilpailukyvyssä ja tuottavuudessa. bSF keräsi alan toimijoilta palautetta syksyn 2018 ja alkuvuoden 2019 aikana. Saatujen kommenttien perusteella päätettiin käynnistää hanke YTV:n päivittämiseksi. [5, 6.]

Talotekniikan osalta vaatimusten päivitystyö keskittyy pääsääntöisesti mallin tietosisältöön. YTV2012 Osa 4 liite 1 käsittelee tietomallin tietosisältövaatimuksia ja esittelee, millainen tieto miltäkin LVIS-laitteelta tai -komponentilta on löydyttävä. Tietosisällön tuottamisessa on kuitenkin ollut huomattavasti eroja suunnittelutoimistojen ja jopa suunnittelijoiden välillä. YTV:ssä ei ole otettu kantaa siihen, miten tiedon tulee mallissa näkyä.

Niinpä on koettu tarpeelliseksi vakioida tietosisällön tuottaminen käytettävästä suunnitteluohjelmasta riippumattomasti. Tarkoituksena on, että eri suunnittelutoimistojen tekemät mallit sisältävät informaatiota samanlaisessa formaatissa. Tämä helpottaa tiedon löytämistä ja vertailua. Vakioinnin avulla tietosisällöstä tavoitellaan koneluettavaa. [7] Päivitysprosessista käytetään työnimeä YTV2020. Prosessin vaiheet on esitetty kuvassa 1.

Vakioidun tietosisällön määrittäminen tapahtuu kahdessa osassa. Kesällä 2019 muodostettiin ensimmäinen osuus: vakioidut ominaisuudet (property) ja ominaisuusjoukot (propertyset). Ominaisuudella tarkoitetaan tietomallissa olevaa attribuuttia eli määritettä. Ominaisuusjoukko koostuu ominaisuuksista. Esimerkiksi Technical-niminen ominaisuusjoukko sisältää monta ominaisuutta, kuten Material ja Volume Flow. Jokaisella ominaisuudella on arvo, kuten tässä esimerkiksi Cu ja 0,5 m³/s. [7]

Vakiointityön ensimmäisessä vaiheessa muodostettiin objektikohtaiset ominaisuudet ja ominaisuusjoukot. Jokaiselle objektille tulee viisi ominaisuusjoukkoa – Location, Installation, Product, Technical, Physical –, jotka pitävät sisällään vaihtelevan määrän ominaisuuksia. Objektit taas on jaettu erilaisiin suunnittelualakohtaisiin kategorioihin, kuten Pipes ja Ventilation. Näihin kategorioihin on määritelty sisältyvät objektityypit. Toistaiseksi määrittely on ladattavissa bSF:n verkkosivustolta excel-tiedostona, mutta tulevaisuudessa sen käyttö ja päivittäminen tulee tapahtumaan ohjelmallisesti. Ominaisuuksia vakiointi on saatu pitkälle, mutta valmis se ei vielä ole. Toistaiseksi on vielä määrittelemättä, missä muodossa ominaisuuksien arvot esitetään ja mitä yksiköitä niissä käytetään. [7]

Vakioinnin toinen vaihe on niin kutsuttu käyttötapaustaulukko. Se on mahdollisesti tärkein, mutta myös vaikein osuus vakioinnin tuomisesta käytäntöön. Käyttötapaustaulukko määrittelee, mille objektille tarvitaan mikäkin ominaisuus. Tarkoituksena on tuottaa omat käyttötapaustaulukot eri suunnittelu- ja rakennusvaiheille. Käyttötapaustaulukoiden odotettiin valmistuvan vuoden 2019 aikana, mutta toistaiseksi niitä ei ole julkaistu. [7]

Vakiointitaulukon rakenne

- Vakiointitaulukko koostuu kahdesta pääkomponentista:
 1. **Vakiointitaulukosta**, jossa listattu propertysetit sekä propertynimet
 2. **Käyttötapaustaulukot**, joissa kerrotaan käyttötapauskohtaisesti vaadittava tietosisältö



Kuva 1. Tietosisällön vakioinnin prosessi [8]

3 Tietomalliohjeet urakoitsijan näkökulmasta

Tässä luvussa on esitelty niitä osuuksia YTV2012:sta, joita olisi syytä täsmentää tai jotka muuten herättävät pohdintaa. Näiden osioiden tulkintaan otetaan kantaa urakoitsijan näkökulmasta. Lisäksi tutkitaan YTV:n rajapintoja Skanska Talorakennus Oy:n voimassa olevan tietomalliohjeen kanssa. Luvussa viitataan myös dokumentteihin Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo (TATE18) ja Hanketietokortti (HT18). TATE18 on dokumentti, jonka määrittelee taloteknisen suunnittelun laajuuden sekä toimintatavat projekti-kohtaisesti. Se lisätään suunnittelusopimukseen liitteeksi. [10, s. 1.]

Ensimmäiseksi on todettava, että YTV2012 ei ole tarkoitettu orjallisesti noudatettavaksi. Sen on määrä kulkea käsi kädessä TATE18:n kanssa. Toisin sanottuna, vaikka YTV:ssä on esitetty vaatimukset monelle erilaiselle tietomallille, suunnittelijan ei tule jokaista niistä tuottaa, ellei niitä ole ruksattu TATE18-luettelossa ja esitetty suunnittelusopimuksessa. Myös HT18-dokumentista täytyy ruksata kaikki suunnittelualat, joiden tulee käyttää tietomallipohjaisia suunnitteluohjelmia. Toisaalta koko tehtäväluettelossa puhutaan melko vähän tietomallintamisesta. Luettelon eri kohdissa mainitaan esimerkiksi suunnitelmien

yhteensovittamisesta, mutta näissä yhteyksissä ei ole mitenkään velvoitettu suorittamaan tehtävää edes järjestelmämallin avulla. Sen sijaan kohta G 6.1.12 Yhteensovitus yhdistelmämallin avulla on määritelty erikseen tilattavaksi työksi. Kohdan otsikointi on hieman harhaanjohtava, sillä tehtäväkuvauksesta päätellen kyse on itse yhdistelmämallin luomisesta. Tyypillisesti joko pääsuunnittelija tai tietomallikoordinaattori muodostaa yhdistelmämallin.

Nykyään, kun tietomallintaminen on vakiinnuttanut asemansa vähintäänkin isojen ja keskisuurten yritysten työkaluna, olisi suotavaa, että sen käyttö näkyisi jo valmiiksi suunnittelun hinnassa. Käytännössä monet järjestelmät suunnitellaan mallintamalla, vaikka sitä ei olisikaan tilattu, mallintaminen helpottaa ja nopeuttaa suunnittelutyötä huomattavasti. Toki yhdistelmämallin käyttäminen vaatii, että projektin pääsuunnittelija tai muu nimetty henkilö koordinoi mallien yhdistämistä. [9, s. 7–8, 10.]

Muiltakin osin on huomioitava, että YTV2012 sisältää runsaasti erilaisia ja eri tasoisia vaihtoehtoja tietomallipohjaiselle suunnittelulle. Tällä hetkellä Skanska Talonrakennus Oy:n tietomalliohjeissa todetaan, että ne pohjautuvat YTV2012:n alakohtaisille vaatimuksille. Sen tarkemmin ei ole määritelty, mitä vaihtoehtoja noudatetaan. Esimerkiksi pelkästään IFC-tiedostojen nimeämiseen on YTV:ssä esitetty neljä eri vaihtoehtoa. Sekä Skanska Talonrakennus Oy:n ohjeessa että YTV:ssä todetaan vaihtoehtoista sovittavan projektikohtaisesti. Ison yrityksen on kuitenkin helppo luoda perussäännöt, jotka mahdollistavat laadukkaat ja yhteneväiset talotekniset suunnitelmat, erityisesti hankkeissa, joiden suunnitteluvastuu on pääurakoitsijalla tai joiden suunnittelusopimusten laatimiseen se pystyy vaikuttamaan. Suurilta osin Skanska Talonrakennus Oy:n kohteet noudattavat tiettyjä vaatimuksia, mutta niitä ei ole yleispätevästi kirjattu ylös. Suunnittelijan ja suunnittelunohjauksen töitä helpottaisi, kun perussäännöistä poikettaisiin vain erikoistapauksissa. Ehdotuksia noudatettaviksi vaihtoehtoiksi esitellään luvussa 5.2. [9, s. 9; 11.]

3.1 Järjestelmämalli

YTV2012:n osan 4 luku 5.1 käsittelee järjestelmämalleja toteutussuunnitteluvaiheessa. Kohdassa 5.1.3 todetaan, ettei kiinnitystarvikkeita vaadita mallinnettavaksi. Tämä on tul-

kittavissa tarkoittavan sekä putkiliitososia, kuten laippoja, että kannakkeita. Etenkin kannakkeiden mallintamista käsiteltiin tätä insinööriä varten tehdyissä haastatteluissa. Suunnitelmista on kuitenkin usein havaittavissa, ettei suunnittelijalla ole joko osaamista tai aikaa kiinnittää kannakointiin huomiota. Tämä saattaa aiheuttaa hankalissa asennuspaikoissa – konehuoneet, ahtaat alakattotilat ja kuilut – ongelmia aikataulun ja työturvallisuuden suhteen. Tietomalleilla pyritään esittämään järjestelmät asennettavassa muodossa ja kannakoinnilla on tässä merkittävä rooli. YTV2012:n Osan 4 luvussa 4.2 Vaakasuntaiset kerrosverkot vaaditaan esittämään verkostojen kannakointi 2D-leikkauksissa. Todellisuudessa on hyvin harvinaista, että tämä vaatimus toteutuu. Skanska Talonrakennus Oy:n tietomalliohjeessa ei vaadita kannakkeita mallinnettaviksi, mutta edellytetään niiden huomioimista suunnittelussa. On syytä harkita ohjeen täsmenämistä siitä, miten kannakkeet tulee huomioida. Ohjeessa voidaan ottaa kantaa siihen, mitkä ovat kannakoinnin edellytykset. [9, s. 16, 21–22; 11, s. 10.]

Järjestelmämallissa ei esitetä esimerkiksi materiaalin vaihtumiskohtaan tarvittavia laippaliitoksia. Niiden näkyminen tietomallissa helpottaisi järjestelmän hahmottamista ja saattaisi edistää mallin käyttämistä asennustöissä. Laippaliittimet ovat lisäksi usein varsin kalliita osia, joten niiden huomioiminen laskennassa on tärkeää.

Luvussa 5.2 käsitellään vesi- ja viemärijärjestelmiä. Vaatimuksen mukaan viemärihajoituksia ja piha-alueen viemärointejä ei tarvitse mallintaa todellisilla kaadoilla. Tosiasiassa suunnitteluohjelmien piirrosteknisistä syistä kaikkia viemäreitä ei mallinneta kaadoilla. Kaadot mallinnetaan tyypillisesti vain peruserrokseen tai ahtaisiin tiloihin. Tämä asettaa suunnittelijan suureen vastuuseen siitä, että viemäreiden runkolinjat todella mahtuvat niille varattuun tilaan. Luvun ohjeessa mainitaan, että vaikka piha-alueen viemäreitä ei vaadita mallinnettavaksi, se on silti erittäin suotavaa. Tälle ei myöskään ole teknisiä esteitä. Piha-alueilla risteilee huomattava määrä kunnallistekniikkaa ja liitoskorkeudet ovat tarkkaan määriteltyjä. Olisi järkevää huomioida nämä myös tietomallissa, ja siksi tältä osin ohjeen voisi nostaa vaatimuksen tasolle. Valitettavasti rakennuksen ulkopuoliset järjestelmät jätetään usein täysin mallintamatta. Skanska Talonrakennus Oy:n ohjeessa todetaan ainoastaan, että asemapiirustuksesta tulee selvittää absoluuttiset korkoasemat. [9, s. 23–24; 11, s. 10.]

YTV:n luvussa 5.4 todetaan, että lattialämmityksen putkistoja ei ole välttämätöntä mallintaa kokonaisuudessaan, mutta riittävän informaation on silti sisällyttävä järjestelmämalliin. Käytännössä olisi järkevintä vaatia suoraan putkistoja mallinnettaviksi. Siten varmistuttaisiin tietosisällön siirtymisestä sekä yhteensovittamisesta rakennustekniikan kanssa hyvissä ajoin. [9, s. 24.]

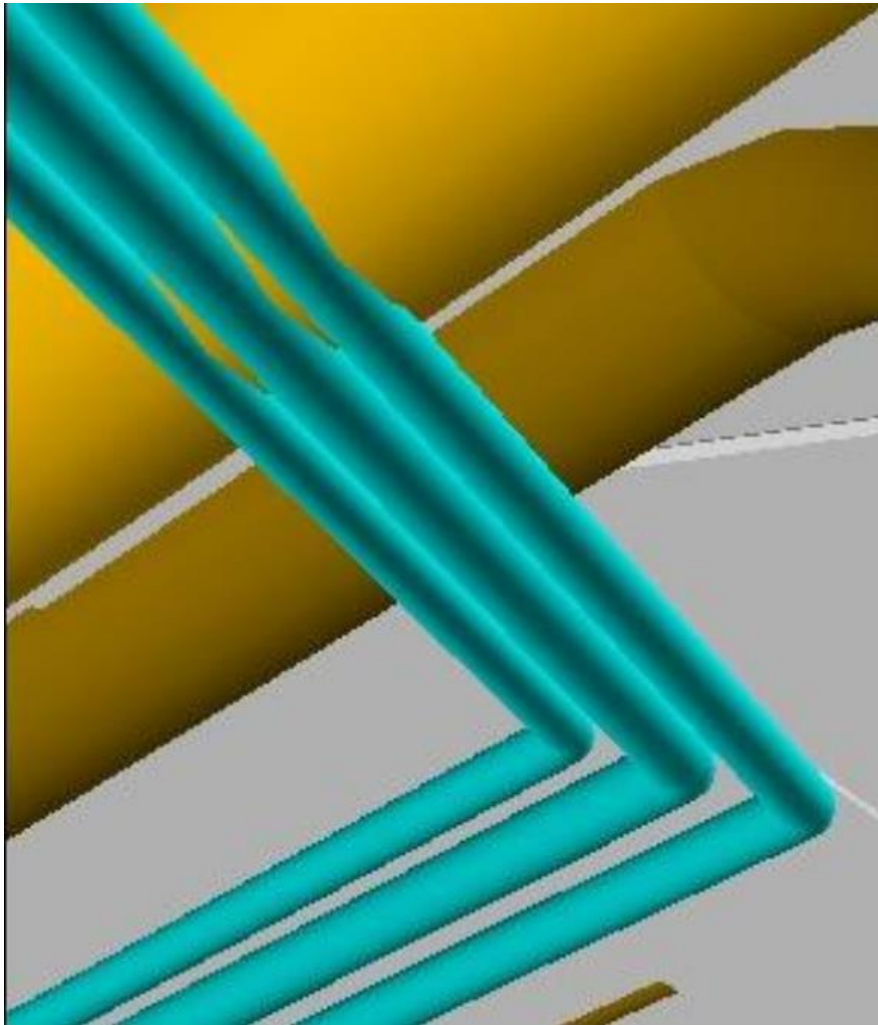
Erikoisjärjestelmistä, kuten uimahallilaitteet, keskuspolynimuri ja paineilma, sovitaan jokaisessa hankkeessa erikseen. Niiden mallinnusohjeet YTV:ssä ovat varsin kohtuullisella tasolla. Olennaista YTV:n mukaan on, että järjestelmät on nimetty oikein, vaikka niiden suunnitteluun käytettäisiin muiden suunnittelualojen komponentteja. Joka tapauksessa on syytä huomioida, että jos jokin järjestelmä jätetään mallintamatta, heikentää se huomattavasti tietomallin uskottavuutta ja käytettävyyttä. Vaikka erikoisjärjestelmille ei suunnitteluohjelmissa olisi omia erikoiskomponentteja, suunnittelijan tulee varmistaa, että tekniset tiedot siirtyvät tietomallin tietosisältöön oikein. [9, s. 25.]

3.2 Mallien yhdistäminen

YTV2012:n osan 4 luvun 8 johdannossa todetaan, että järjestelmämalleista tehdään tarvittaessa yhdistelmämalli. Tämän tulisi olla nykyään jo perusvaatimus, sillä pelkkien järjestelmämallien avulla tietomallin hyödyntäminen jää varsin vähäiselle tasolle. Kuten aiemmin todettiin, LVI-suunnittelijan on syytä varautua yhteensovitukseen arkkitehti- ja rakennusteknisen tietomallin kanssa jo tarjoustaan tehdessään. Skanska Talonrakennus Oy:n tietomalliohjeessa veloitetaan pääsuunnittelija muodostamaan SMC-muotoinen yhdistelmämalli. [9, s. 32; 11, s. 3.]

Tyypillisesti suurimpia haasteita tietomallintamisessa on geometrian yhteensovittaminen. Luvussa 8.1.1 asetetaan geometrisen mallintamisen päätavoitteeksi risteilyvapaa tietomalli, jossa mikään objekti ei leikkaa toista. Tässäkin luvussa mainitaan talotekniikan oltava asennettavissa mallin avulla. YTV toteaa pienten viistämisien olevan sallittuja, mikäli tekniikka voidaan asentaa ilman aikatauluviiveitä tai kustannusmuutoksia. YTV ei ota kantaa siihen, mitä ”pieni” tarkoittaa. Kuva 2 on YTV:n esimerkki sallitusta viistämisestä. YTV:n mukaan kuvasta ilmenee, että putket ovat laskettavissa alemmas eikä mahtumisongelmaa näin tule. Urakoitsijan näkökulmasta kuvassa on yksityiskohta, josta ei ole pääteltävissä, vaikuttaako putkien laskeminen muihin asennuksiin vai ei. Lisäksi kuvassa

esitetty viistäminen on huomattavan suuri suhteessa alla olevien putkien kokoon. [9, s. 32–33.]

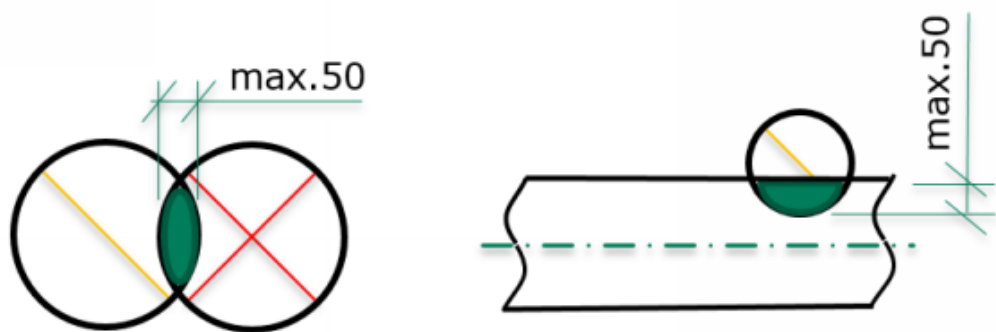


Kuva 2. YTV2012:n näkemys sallitusta viistämisestä tietomallissa [9, s. 33].

SKOL ry on laatinut suunnitteluohjeen TATE-mallintamisesta rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa. Se pohjaa YTV2012:een, mutta esittää joitain tarkennuksia mm. geometrian tarkkuudesta. Geometrian tarkkuuden osiossa ohjeessa mainitaan muuntuvien tilojen osalta mallinnustarkkuudeksi 50 millimetriä koskien sekä putki- ja kanaobjekteja että eristeitä (kuva 3). Runkolinjojen osalta viistämisä ei sallita. Skanska Talonrakennus Oy:n muodostamissa tietomallin tarkastusäänneistöissä on jätetty huomiomatta kaikki saman järjestelmän, alle 25 millimetriä halkaisijaltaan olevien putkien viistämiset ja risteilyt eli tarkastustoiminto ei anna niistä virheilmoitusta. Säännöstö ei ota

eristeitä huomioon törmäystarkastelussa. Tietomalliohjeissa geometrian tarkkuutta ei mainita. Vaikka säännöstö ja SKOL eivät määrittelekään täysin samaa asiaa, 25 ja 50 millimetrin välillä on selkeä tarkkuusero. 50 millimetriä on erittäin paljon, kun otetaan huomioon yleisimmät eristevahvuudet. Tällaisella toleranssilla ei voida taata tekniikan tai eristeiden mahtumista annettuun tilaan eikä eristeiden toimivuutta. Lisäksi on huomioitava, että kaikille taloteknisille asennuksille on määriteltävä toleranssi, minkä verran toteutus saa erota suunnitellusta. [12, s. 9.]

Sallittun max. 50mm toleranssin tulkintaohje



Kuva 3. SKOL ry:n ohje sallitusta viistämisestä kytkentäjohtoissa [12, s. 9].

YTV2012:n osan 4 kohdassa 8.1.1 korostetaan suunnittelijoiden vastuuta tietomallien yhteensovittamisessa. Siinä todetaan, että tarkastuksen puutteesta aiheutuvia risteilyjä tai viistämisä ei sallita. Havaitut virheet tulee raportoida muille osapuolille ennen mallin luovuttamista. Riittävän tarkkuustason saavuttamiseksi ja törmäystarkastelun suorittamiseksi myös muiden kuin TATE-mallien on oltava LVI-suunnittelijalla käytössä. Kokeemuksen perusteella voidaan todeta, että tästä huolimatta risteilyjä esiintyy huomattavan paljon. Niiden vaikutukset vaihtelevat harmittomasta muutoksesta asennustöiden seisauttamiseen riippuen risteilyjen määrästä ja havaitsemisen ajankohdasta. Syy mallintarkastuksen vajaudelle on tyypillisesti liian tiukka suunnitteluajataulu tai muiden mallien heikko laatu. Toisaalta kokemus on osoittanut, että 2D-leikkauskuvia ei toimiteta käytännössä lainkaan, vaikka nekin on YTV:ssä vaadittu piirrettäväksi. Näin ollen on syytä kyseenalaistaa asennuskorkosuunnittelun taso. [9, s. 16, 34.]

Skanska Talonrakennus Oy:n tietomalliohjeissa on määritelty järjestelmämallin laadunvarmistukseen törmäystarkastelua ja itselle luovutukseen annettua tarkastuslomaketta. Suunnittelija suorittaa molemmat ennen mallin toimittamista tilaajalle. Näin pyritään huolehtimaan siitä, ettei mallinnusvirheiden havaitseminen ole ainoastaan tietomallikoordinaattorin tai suunnittelunohjaajan vastuulla ja että virheet havaitaan riittävän ajoissa. [11, s. 14.]

3.3 Tietosisältö

Skanska Talonrakennus Oy on määrittänyt omat tietosisältövaatimuksensa (liite 2), jotka pohjautuvat YTV2012 Osa 4 liitteeseen 1. YTV:hen nähden vaatimuksia on hieman enemmän. Tietosisältövaatimukset ovat varsin kattavat. Tietoja voidaan hyödyntää rakennusprosessin jokaisessa vaiheessa, kunhan se on tuotu malliin oikein. Lisäksi yrityksellä on vuosia ollut käytössä oma propertyset, jonka avulla muun muassa laskentayksikkö on selvittänyt talotekniikan määriä. Propertysetin käyttö on tällä hetkellä poistettu tietomalliohjeista, mutta on syytä harkita, päivitetäänkö tiedosto vai odotetaanko bSF:n vakioimaa tietosisältöä. Joka tapauksessa tietosisällön yhtenäistäminen on Skanska Oy:n toimintaperiaatteiden mukaista ja hyödyttäisi koko rakennusalaan. [11; 13.]

4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus suoritettiin kvalitatiivisena tutkimuksena. Menetelmä soveltuu tutkittavaan aiheeseen, koska tiedossa ei ollut mitään ennalta määriteltyä hypoteesia. Päinvastoin tutkimuksessa pyrittiin paikantamaan ongelmakohtat ja niille ratkaisut. Olennaista aineiston keräämisen kannalta oli myös laadulliselle tutkimukselle ominainen harkinnanvarainen otanta. Siinä korostuu tietolähteiden tarkoituksenmukaisuus ja haastateltavien asiantuntijuus. [14, s. 6–7.]

Haastattelut olivat tyypiltään teemahaastatteluja. Se on toimiva vaihtoehto, kun aiemman kokemuksen perusteella tiedetään tiettyjen teemojen nousevan erityisesti esiin. Teemahaastattelussa jokainen asiantuntija pääsee vapaasti kertomaan oman näkemyksensä käsiteltävästä aiheesta. Kattavan aineiston saamiseksi oli tärkeää käsitellä samat teemat

kaikkien haastateltavien kanssa. Osassa haastatteluista oli puolistrukturoituja elementtejä. Tällä tarkoitetaan sitä, että tietyistä teemoista kysytään tarkasti määriteltyjä kysymyksiä. Tätä hyödynnettiin erityisesti, jos haastateltavan oli vaikeaa antaa lausuntoja jostain tietyistä teemasta tai jos haluttiin saada kommentti jonkun toisen asiantuntijan mielipiteeseen. [14, s. 55–57.]

Haastateltaviksi valittiin henkilöitä, jotka ovat päivittäisessä työssään talotekniikan tietomallien kanssa tekemisissä tai joille tietomalli on muuten tärkeässä roolissa. Haastateltavat edustavat pääsääntöisesti Skanska Talonrakennus Oy:n eri yksiköitä sekä sen yleisimmin käyttämiä LVI-suunnittelutoimistoja. Haastateltavat esitellään tarkemmin luvussa 5.2. Kaikki haastateltavat suhtautuivat tutkimukseen positiivisesti ja mielenkiinnolla, mikä lisäsi vastausten luotettavuutta. [14, s. 49.] Haastattelut raportoidaan luvussa 5.3.

Haasteellista tutkimuksessa oli saada mahdollisimman hyvä käsitys eri osapuolten tarpeista tietomalliohjeiden suhteen ilman, että aineiston määrä kasvaa kohtuuttoman suureksi. Käsiteltävien teemojen sisällä korostui selvästi tietyt ongelmat, mutta ratkaisuja tai ehdotuksia niiden ratkaisemiseksi esitettiin varsin vähän. Tutkimuksen edetessä selvänä vaarana oli, että ratkaisuehdotusten löytämisen toivossa haastatteluiden määrä kasvaa tarpeettomasti.

Toinen haaste tutkimuksessa oli tietomalliohjeen rajapinnat muiden dokumenttien ja toimintojen (mm. suunnittelukustannukset, urakkalaskentamallit ja tietomallin tarkastussäännöt) kanssa. Mitä syvemmälle tietomallintamisen maailmaan sukeltaa sitä useampaan aiheeseen sen huomaa liittyvän. Opinnäytetyön resurssien puitteissa tutkimustulosten analysointi rajattiin vain LVI-tekniikkaan ja itse ohjeiden päivittämiseen. Ehdotuksia jatkotutkimusaiheista esitetään luvussa 6.2.

5 Haastattelut

5.1 Haastatteluiden valmistelu ja toteutus

Haastatteluiden tavoitteena oli saada kattava käsitys siitä, miten tietomallien taso tällä hetkellä nähdään Skanska Talonrakennus Oy:n eri yksiköissä ja mitä niiltä toivotaan.

Lisäksi selvitettiin suunnittelijoiden näkemyksiä tietomalliohjeen päivittämisestä ja mallien laadusta. Samalla haastatteluissa pyrittiin selvittämään, millaisena tietomallien merkitys koetaan, miten ne ovat kehittyneet viime vuosina ja millaisena niiden tulevaisuus nähdään.

Kolmantena osapuolena haastateltiin Tero Järvistä, Granlund Oy:n teknologiajohtajaa. Järvinen toimii bSF:n TATE-ryhmän puheenjohtajana, minkä kautta hän on ollut kirjoittamassa YTV:tä ja johtaa tietosisällön vakiointityötä.

Pääsääntöisesti haastattelut käytiin kahden kesken ja kasvotusten. Haastateltavia 9 ja 10 haastateltiin videoyhteyksien avulla. Samoissa yksiköissä työskenteleviä henkilöitä haastateltiin pareittain. Osa haastatteluista suoritettiin yhdessä toisen opinnäytetyöntekijän kanssa, jonka diplomityö käsittelee tietomallien laatua tietosisällön näkökulmasta.

Kaikki haastattelut nauhoitettiin jokaisen haastateltavan suostumuksella eikä nauhoituksia hyödynnetä muuhun kuin tämän insinööriyön tuottamiseen. (Yhdessä diplomityöntekijän kanssa käytyjen haastattelujen nauhoitukset on jaettu myös hänelle.) Haastateltavat esiintyvät kirjallisessa työssä nimettöminä. Tero Järviseltä kysyttiin erikseen lupa käyttää hänen nimeään, koska hänen asemansa lisää kommenttien uskottavuutta.

Haastattelujen teemat syntyivät opinnäytetyönohjaajien kommenttien ja omien kokemusten pohjalta. Näistä muodostettiin suuntaa antava kysymyspatteristo, mutta kaikkia aiheita ei käsitelty jokaisessa haastattelussa samassa laajuudessa. Haastateltavilla oli myös mahdollisuus antaa vapaita lausuntoja annettujen teemojen ulkopuolelta. Jokaisen haastattelun aluksi esiteltiin insinööriyön aihe ja päätavoitteet. Haastattelut etenivät abstraktista konkreettisimpiin aiheisiin.

Haastattelujen teemat määriteltiin seuraavasti:

- Tietomallien merkitys, käyttö ja kehittyminen
- Tietomallien tarkkuus ja toleranssit
- Tietomallien tietosisältö.

5.2 Haastateltavat

Tähän alaluvussa esitellään haastatellut henkilöt sekä heidän työnkuvansa. Haastateltavista 2 ja 3 työskentelevät samassa yrityksessä, samoin haastateltavat 4 ja 5. Tero Järvistä lukuun ottamatta kaikki muut haastatellut työskentelevät Skanska Talonrakennus Oy:n eri yksiköissä. Järvistä haastateltiin uudelleen viimeisenä hänen asiantuntijuutensa ja pitkän kokemuksensa vuoksi. Hän sai myös mahdollisuuden kommentoida aiempien haastatteluiden pohjalta muodostettuja alustavia ohjepäivityksiä. Järvisen ensimmäisen haastattelun näkemyksiä esitellään muiden haastattelujen yhteydessä. Jälkimmäisen haastattelun kommentit on huomioitu tutkimuksen päätelmien käsittelyssä.

Haastateltava 1

Tero Järvinen, teknologiajohtaja, bSF:n TATE-ryhmän puheenjohtaja, entinen LVI-suunnittelija, työskennellyt mallintamisen parissa lähes 30 vuotta

Haastateltava 2

LVI-projektipäällikkö, pääsääntöisesti työskentelee asuntokohteiden parissa, 8 vuoden suunnittelukokemus

Haastateltava 3

Nuorempi LVI-suunnittelija, pääsääntöisesti työskentelee asuntokohteiden parissa, 3 vuoden suunnittelukokemus

Haastateltava 4

Toimitusjohtaja, entinen LVI-suunnittelija, 25 vuoden kokemus samassa yrityksessä

Haastateltava 5

LVI-suunnittelija, pääsääntöisesti työskentelee toimistokohteiden parissa, 3 vuoden suunnittelukokemus

Haastateltava 6

Talotekniikka-asiantuntija, toimitilahankkeella suunnittelusta toteutukseen, tausta LVI- ja energiasuunnittelussa, 7 vuoden kokemus

Haastateltava 7

Rakennustekniikan tuotantoinsinööri, työskentelee työmaalla digitaalisten palveluiden parissa, 6 vuoden kokemus

Haastateltava 8

Talotekniikkainsinööri, sähköala, 5 vuoden kokemus suunnittelusta ja urakoinnista

Haastateltava 9

Kehitysinsinööri, työskennellyt tietomallien parissa monipuolisesti suunnittelunohjauksesta tuotannon tukeen viimeiset 8 vuotta

Haastateltava 10

Suunnittelupäällikkö, vastaa suunnittelunohjauksesta asuntotuotannossa, 17 vuoden kokemus

Haastateltava 11

Talotekniikkapäällikkö, 15 vuoden kokemus roolissa, taustaa LVI-suunnittelijana

Haastateltava 12

TATE-insinööri, toimii työnjohtajana, entinen putkiasentaja, tietomallien parissa noin 3 vuotta

Haastateltava 13

Laskentainsinööri, työskennellyt tietomallien parissa noin 3 vuotta, 17 vuoden kokemus laskennasta

Haastateltava 14

LVI-tuotantoinsinööri, asuntorakentaminen, 6 vuoden kokemus

Haastateltava 15

LVI-tuotantoinsinööri, asuntorakentaminen, 5 vuoden kokemus

5.3 Haastattelujen tulokset

Tässä alaluvussa esitellään haastattelujen sisältö teemoittain. Jokaista haastattelua ei ole avattu kokonaisuudessaan, vaan tuodaan esiin olennaisimmat vastaukset. Tutkimuksen päätulokset esitellään luvussa 6.1.

5.3.1 Tietomallien merkitys, käyttö ja kehittyminen

Ensisijaisesti haastateltavat näkivät tietomallit suunnitelmien yhteensovituksen tärkeimpänä työkaluna ja välineenä rakennuksen kokonaiskuvan hahmottamiseksi. Suunnitelmien laadunvarmistus koettiin helpommaksi tietomallien avulla. Tietomalleilla on myös tärkeä rooli urakoitsijan tuotannon tehostamisessa, koska määrälaskenta on moninkertaisesti nopeampaa ja helpompaa kuin tasokuvista laskemalla. Tietomallia hyödynnetään aikataulusuunnitteluun ja asennustöiden yhteensovitukseen. Osa haastateltavista korosti myös kommunikaation ja tiedonsiirron helpoutta.

Haastateltavat olivat lähes yksimielisiä siitä, että tietomallien taso on vuosien saatossa parantunut merkittävästi. Nykyään niiden koetaan olevan hyvin pitkälle hiottuja, vaikka samanlaisia virheitä esiintyy edelleen jonkin verran. Erityisesti Skanska Talonrakennus Oy:n omien asuntokohteiden malleja pidettiin melko laadukkaina. Kaksi haastateltavaa kertoi, että YTV2012:n ilmestymisen jälkeen tietomallintamisen laatu tasaantui, kun suunnittelutoimistot vähitellen tottuivat tiukentuneisiin vaatimuksiin. Järvisen mukaan viime aikoina on herätty siihen, että tietomallilla voidaan tehdä lähes mitä vaan, mutta kaikki ei välttämättä ole järkevää. Eräs vastaajista oli sitä mieltä, että kilpailijaan nähden tietomallintaminen ja digitalisaatio eivät toteudu Skanska Oy:n painopistealueina.

Tietomallien tulevaisuudesta keskusteltaessa vastaukset koskivat suurimmilta osin rakennuksen ylläpitovaihetta ja toteumamalleja. Muun muassa Järvinen totesi, että vähitellen aletaan määritellä, mitä toteumamallilla tarkoitetaan ja mitä siltä halutaan. Useat muut haastateltavat visioivat sitä, miten tietomalleja pystytään hyödyntämään paremmin rakennuksen käyttövaiheen aikana. Ylläpitomallien koettiin olevan muutamassa vuodessa käyttökelpoisia, mutta kiinteistöhuoltoalan taas nähtiin olevan toimintakulttuuriltaan melko vanhanaikaista. Useat vastaajat näkivät ylläpitomallit niin väistämättömänä kehityssuuntana, että se tulisi jo nyt ottaa suunnittelussa huomioon. Toisaalta yksi haastateltava katsoi ylläpitomallin olevan niin laaja käsite, ettei sitä kohden tulisi kiirehtiä. Hänen mukaansa perustaso on ensin saatava korkeammalle tasolle. Haastateltava 14 koki, että määrälaskentaan tulisi panostaa entistä enemmän sen selkeän rahallisen hyödyn vuoksi.

Haastatteluissa korostui erityisesti suunnitelmien yhteensovituksen puute. Haastateltavat kertoivat, että ristiriidat saattavat eskaloitua isoiksi aikataulu- tai tilahaasteiksi, jos ne säilyvät toteutuskuviiin saakka. Tyypillisinä ongelmina mainittiin alakaton riittämätön tila, hormien muuttuminen tai siirtyminen kerrosten välillä ja pienten putkien sekä niiden osien suojaetäisyyksien huomiotta jättäminen. Yksi haastateltava arvioi, että 99 % tietomalleissa esiintyvistä virheistä on ristiriitoja. Toinen haastateltava taas arvioi, että talotekniikan ja rakennesuunnittelun välisiä ristiriitoja on joka kolmannessa asunnossa. Sekä suunnittelutoimistoissa että tuotannossa oltiin samaa mieltä suunnittelijoiden työajan riittämättömyydestä. Laskennan haasteiden koettiin liittyvän pääsääntöisesti ohjelmallisiin

puutteisiin työkalujen ja ominaisuusjoukkojen käytössä. Järvinen kommentoi myös tietosisällön vakioinnin puutetta. Suunnitteluohjelmien tuotekirjastojen koettiin olevan riittä-mättömiä.

Vastaajien mukaan tietomalleja pyritään noudattamaan mahdollisimman hyvin. Jos tekniikalle on varattu runsaasti tilaa, asennukset tehdään parhaaksi koetulla tavalla. Mitä vähemmän tilaa on annettu, sen tarkemmin malleja noudatetaan. Haastateltavan 10 mukaan tähän saattaa olla syynä tasokuvan tulkitseminen eri tavalla kuin mallissa on tarkoitettu.

5.3.2 Tietomallien tarkkuus ja toleranssit

Tämän aiheen kohdalla haastateltavien vastaukset erosivat toisistaan huomattavasti. Suunnittelutoimistoissa työskentelevät kokivat tarkkuustason olevan tällä hetkellä hyvä. Heidän mukaansa tärkeimpiä asioita ovat rakenteiden läpi menevän tekniikan oikeellisuus ja se, että järjestelmät voidaan asentaa suoraan lopullisille paikoilleen. Järvinen oli samalla kannalla suunnittelijoiden kanssa. Hänen mielestään asentajan on kyettävä jos-sain määrin tulkitsemaan tietomallia eikä noudattamaan sitä orjallisesti.

Tuotannon yksiköissä useat haastateltavat olivat päinvastaista mieltä. Muutamat sanoivat, että talotekniikka pitäisi pystyä asentamaan täsmälleen mallin mukaisesti. Ristiriitojen koettiin heikentävän tietomallin uskottavuutta, mikä asentajilla saattaa johtaa tarpeeseen suunnitella reitit itse.

Vastaavasti tietomalleissa ilmenevät viistämiset jakoivat mielipiteitä. Haastatteluissa keskusteltiin paljon siitä, voisiko viistämisille määritellä SKOL ry:n suunnitteluohjetta tiukemman marginaalin – esim. suhteessa eristepaksuuteen tai putken halkaisijaan. Tuotannon toimihenkilöiden mielestä viistämisiä esiintyy liikaa ja marginaalin asettamista tärkeämpää olisi keskittyä asennettavuuteen. Osa haastateltavista oli sitä mieltä, että viistämisille tulisi asettaa nollatoleranssi. Suunnittelijoiden näkemyksen mukaan marginaali olisi järkevä tapa, mutta tällä hetkellä käytössä olevat suunnitteluohjelmat eivät tue sellaista. Myös viistämisten salliminen tilatyypikohtaisesti koettiin suunnittelutoimistoissa varteenotettavaksi vaihtoehdoksi.

Järvinen piti tilatyypikohtaista sallimista hyvänä ratkaisuna, sillä eri tilat ovat tässä suhteessa eriarvoisia. Toisaalta hänen mielestään suunnittelijan on kyettävä mahduttamaan tekniikka annettuun tilavaraukseen, mikäli suuria muutoksia ei ole tapahtunut.

Talotekniikan kannakointijärjestelmien mallintamisen suhteen haastateltavat olivat samoilla linjoilla. Sitä ei nähdä itseisarvona, vaan tarkentamassa suunnitelmia haastavissa asennuspaikoissa. Haastateltavat korostivat suunnitelmien oikea-aikaisuutta; on huomioitava ajoissa esim. poikkeukselliset holvirakenteet. Osa vastaajista ei pitäisi LVI-suunnittelijan tekemää kannakointisuunnitelmaa luotettavana. He ehdottivat suunnittelun ulkoistamista kannaketoimittajille. Kukaan haastateltavista (järvistä lukuun ottamatta) ei ole työskennellyt projektissa, jossa talotekniikan kannakointi olisi mallinnettu. Järvisen mielestä aloite kannakoinnin mallintamiselle tarvitaan urakoitsijoilta.

Suurin osa haastateltavista kannatti massalistojen käyttämistä. Suunnittelijat eivät halua ottaa siitä vastuuta, mutta voisivat toimittaa sellaisen laskennan tueksi. Useat Skanska Talonrakennus Oy:n edustajat pitivät toleranssin asettamista suunniteltujen ja toteutuneiden määrien välille hyvänä ajatuksena, mutta kaikki eivät nähneet siinä hyötyä. Haastateltava 10 pohti, kasvattaisiko toleranssi määriä tavoitellun tarkentumisen sijaan. Hän ja Järvinen olivat samaa mieltä siitä, ettei suunnitteluohjeissa voida vaatia määrien 100-prosenttista täydellisyyttä. Järvisen mukaan massalistojen tuottamiseksi tietomallista tarvitaan suunnitteluun erilaista mentaliteettia, eikä siihen tällä hetkellä ole kulttuuria.

5.3.3 Tietomallien tietosisältö

Suunnittelijat eivät ottaneet tietosisällön määrään kantaa, kuin toteamalla, että tietosisällön on tultava suunnitteluohjelmistojen kautta automaattisesti. He kokivat myös, ettei urakoitsija hyödynnä annettua tietosisältöä eikä sitä tarkasteta tilaajan toimesta. Suunnittelijat myönsivät jättäneensä Skanskan luomat ominaisuusjoukot (Skanska Propertyset) pois käytöstä. Laskennan henkilöstö kertoi mielellään käyttävänsä Skanskan ominaisuusjoukkoja, mutta huomanneensa sen toiminnassa puutteita. LVI-suunnitelmien mukana ei välttämättä ole myöskään toimitettu projektitiedostoa, joka määrittää tuotteet DWG-kuvissa. Skanska Talonrakennus Oy:n projektihenkilöt epäilivät tietosisällön vähäisen käytön johtuvan sopimusteknisestä asiakirjojen tärkeysjärjestyksestä. Toisaalta monet kokivat, ettei tietoja käytetä, koska se on puutteellista esim. laitetyyppien osalta.

Eräs haastateltavista toivoi, että talotekniikan materiaalit olisivat tietomallissa paremmin luokiteltavissa asennustavan mukaan urakkalaskennan ja aikataulusuunnittelun helpottamiseksi. Haastateltava 14 näki suunnitteluperusteiden näkymisessä hyötyä laadunvarmistuksen kannalta. Haastateltavan 15 mielestä tietomallista tulisi löytyä kaikki saatavilla oleva tieto.

Kaikkien vastanneet olivat sitä mieltä, että tieto esivalmistuksesta tulee olla mukana LVI-mallissa. Monella haastateltavalla oli kokemusta tiedon puuttumisesta. Esimerkiksi hormielementti saattaa olla visuaalisesti esitetty, mutta sitä ei ole viety statuksena objekteille. Laskennan henkilöstön mukaan statustieto helpottaisi laskentaa. Tällä hetkellä elementtien sijainnit katsotaan muista dokumenteista ja niiden massat poistetaan manuaalisesti TATE-laskennan aineistosta.

Osa haastateltavista uskoi, että tarkemmista tilatiedoista olisi urakoitsijalle hyötyä. Heidän mukaansa etenkin asuntokohteissa ei ole käytössä arkkitehdin tilamallia, jonka perusteella tilatieto tuodaan LVI-malliin. Tuotannon henkilöstön kesken mielipiteet jakautuivat. Toiset olivat kaivanneet yksilöityjä huonetunnuksia asuntokohteisiin jo vuosia. Toiset taas eivät kokeneet tilatiedon olevan tärkeimpiä kehityskohteita, vaikka niitä pystyttäisiin hyödyntämään takuutöiden aikana.

Urakkarajojen näkymiseen tietomallissa ei kovin moni haastateltava ottanut kantaa. Joissakin Skanska Talonrakennus Oy:n yksiköissä on päätetty, että ne selviävät ainoastaan urakkarajaliitteestä ristiriidan mahdollisuuden poistamiseksi. Suunnittelijat kokivat urakkarajojen syöttämisen manuaaliseksi lisätyöksi, joka kuitenkin lisää vastuuta tiedon oikeellisuudesta. Urakkarajatieto nähtiin hyödylliseksi urakkalaskennassa.

5.4 Haastattelujen yhteenveto

Haastatteluista kävi ilmi, että vaatimukset tietomalleja kohtaan eivät ole kovin laajasti tunnettuja. Haastateltavat olivat yksimielisiä tietomallien hyödyllisyydestä. He kokivat, että tietomallien käyttäminen on tehostanut sekä urakkalaskentaa ja tuotantoa että suunnittelua. Useat haastateltavat näkivät tietomallien tulevaisuuden myös jokseenkin samansuuntaisena; toteutumamallit ja ylläpitoa tukevat tietomallit ovat tulossa käyttöön, mutta vielä mallintaminen ei ole sillä tasolla. Haastateltavien näkemykset erosivat jonkin

verran tietomallin tarvittavan tarkkuustason suhteen. Osa urakoinnin henkilöstöstä koki olevansa tyytyväinen nykyiseen tasoon, osa taas kaipasi huomattavasti tarkempia tietomalleja. Suunnittelijoiden mielestä mallit ovat pääsääntöisesti laadukkaita eivätkä he vaikuttaneet lähtökohtaisesti innokkailta lisäämään tarkkuusvaatimuksia. Yleisesti haastatteluista saatiin runsaasti hyödyllistä tietoa tietomallien nykytilasta ja käytöstä sekä varteenotettavia kehitysideoita tulevaisuutta ajatellen.

6 Päätelmät

Tässä luvussa esitellään pääkohdat kirjallisuusselvityksen ja haastattelututkimuksen tuloksista. Ratkaisuna näihin tuloksiin esitetään ehdotus lisäyksistä Skanska Talonrakennus Oy:n tietomalliohjeeseen sekä niiden perustelut. Ehdotuksissa on pyritty huomioimaan, että suunnittelukustannusten kannalta ei ole järkevää muuttaa ohjeistusta kerralla kovin radikaalisti. Lisäksi ohjeissa keskitytään muutoksiin, joiden toteuttaminen pitäisi olla ohjelmallisesti mahdollista nykyhetkessä. Ohjelmistojen puutteisiin otetaan kantaa jatkotutkimusaiheiden yhteydessä luvussa 7.2.

6.1 Päätulokset

Tutkimuksessa kävi ilmi seuraavia asioita:

- Skanska Talonrakennus Oy:n tietomalliohjeessa ei oteta kantaa YTV:n eri vaihtoehtoihin, joten vaadittu tarkkuus jää osittain epäselväksi.
- YTV:ssä esiintyy monitulkintaisia ilmaisuja, jotka eivät riittävästi määrittele mallintamisen tarkkuutta.
- Skanska Talonrakennus Oy:n tietosisältövaatimuksista huolimatta tietomallien tietosisältö on usein vajaata.
- Tietosisältöä hyödynnetään tuotannon yksiköissä melko vähän.
- Skanska Talonrakennus Oy:llä on valmiiksi olemassa useita tietomallien laadunvarmistusta helpottavia työkaluja, joiden käyttö on vaihtelevaa.
- Suunnittelijoiden omassa laaduntarkastuksessa on parantamisen varaa.

6.2 Ehdotus uusista tietomalliohjeista

Ohje: Viistämiset (eristeet mukaan lukien) ovat sallittuja ainoastaan saman järjestelmän välisissä, halkaisijaltaan alle 25 mm:n kytkentäjohdoissa, jotka ovat näkyvillä. Jos mallista pystytään selkeästi osoittamaan niiden asennettavuus sekä niihin liittyvien komponenttien suojaetäisyydet. Piiloon jäävissä asennuksissa viistämiset eivät ole sallittuja. Viistämiset, joita erityisesti syystä ei voida välttää, tarkastellaan tapauskohtaisesti.

Perustelut: Tutkimuksen mukaan ehdottomasti eniten ongelmia tietomalleissa liittyy viistämisiin ja risteilyihin. Samat virheet saattavat toistua rakennuksessa monta kertaa, jolloin kustannukset ongelman poistamiseksi nousevat huomattavasti. Haastatteluissa keskusteltiin erilaisista toleransseista viistämisissä, mutta niitä on hankalaa määrittää ohjelmallisesti. Tero Järvisen kanssa käydyssä keskustelussa ilmeni, että suunnittelijat eivät välttämättä muista huomioida tekniikan riittäviä etäisyyksiä reittejä piirtäessään ja mitoitus toiminnon käyttämisen jälkeen putket tai kanavat eivät enää mahdu niille varattuun tilaan. Tällä ohjeella siis peräänkuulutetaan huolellisuutta suunnittelijoiden välisessä yhteensovituksessa ja laaduntarkastuksessa. Toisaalta tarkempi mallintaminen luo kulttuuria, jossa on helpompaa siirtyä esivalmistuskelpoisten tietomallien tuottamiseen, mikä kuuluu Skanska Talonrakennus Oy:n tulevaisuudensuunnitelmiin.

Ohje: Kannakointiperusteet on esitettävä leikkauskuvissa käytävien, kuilujen ja kuiluihin liittymisten osalta. Hankalissa tiloissa, kuten konehuoneet ja lämmönjakokeskukset, kannakointi esitetään tietomallissa.

Perustelut: Leikkauskuvat ovat erittäin havainnollistavia. Myös Järvisen mukaan käytävän pystyleikkaus on TATE-suunnittelijoiden yhteensovituksen perusta. Skanska Talonrakennus Oy:n tietosisältövaatimuksista huolimatta leikkauskuvia ei ole juuri ollut käytettävissä tai niissä ei ole esitetty kannakointeja. Syy tälle ei selvinnyt tutkimuksessa. Siksi koettiin järkeväksi nostaa leikkauskuvat erikseen myös tietomalliohjeeseen. Kannakointisuunnitel-

malla todennetaan järjestelmien asennettavuus. Kannakoinnin mallinnusvaatimuksella myös ohjataan lisäämään Autodesk Revit -alustaisen MagiCad-ohjelman käyttöä, joka mahdollistaa kannakoinnin automaattisen mallintamisen.

Ohje: Jokaisella LVI-laitteelta on oltava tilatunnus. Toimitilahankkeissa tilatunnuksena toimii arkkitehdin määrittelemä huonetunnus. Asuntokohteissa tunnukseksi riittää asunnon tunnus.

Perustelut: Tarkemmat sijaintitiedot edistävät yksityiskohtaisempaa aikataulusuunnittelua sekä tietomallien käyttämistä käyttöönotto- ja takuuvaiheissa. Järvinen totesi tilatiedon viemisen LVI-komponenteille olevan erittäin yksinkertaista, kunhan tilamalli on käytettävissä.

Ohje: Kuiluissa, konehuonehuoneissa ja hormielementeissä olevien putki- ja kanavakomponenttien sijaintitieto täsmennetään statustiedolla.

Perustelut: Ennestään Skanska Talonrakennus Oy:n tietosisältövaatimuksissa esitetty vaatimus, joka on jäänyt noudattamatta. Statustieto yksinkertaistaa laskentaa, hankintaa ja aikataulusuunnittelua.

Ohje: Yksilöivä laitetunnus on oltava tietomallissa jokaiselta LVI-laitteella, jolle sellainen on määritelty.

Perustelut: Tämäkin on vaadittu Skanska Talonrakennus Oy:n tietosisältövaatimuksissa, mutta ei ole toteutunut. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että toistaiseksi tunnukset on syötettävä manuaalisesti. Laitetunnusten näkyminen tietomallissa edesauttaa tietomallin hyödyntämistä käyttöönotto- ja takuuvaiheissa.

Ohje: Urakkarajaliitteen mukaiset hankintarajat esitetään tietomallin tietosisällössä.

Perustelut: Hankintarajat ovat pääsääntöisesti varsin selkeitä ja tiedossa melko aikaisessa vaiheessa. Näiden tietojen sisältyminen tietomalliin edistää mallin käyttämistä hankinnan ja laskennan toimissa.

Lisäksi Skanska Talonrakennus Oy:n tietomalliohjeessa esiintyy sanamuotoja, jotka eivät välttämättä palvele LVI- ja rakennesuunnittelua samalla tavalla. Erityisesti huomio kiinnittyy lauseeseen ”Suunnittelijat tallentavat projektipankkiin myös malleista tuotettuja 2D DWG-suunnittelutiedostoja.”. LVI-suunnitelmat tehdään tällä hetkellä ensin DWG-tiedostoiksi ja viedään vasta sen jälkeen tietomalliin IFC-muotoon. Revit-pohjainen suunnittelu saattaa vaikuttaa tiedostomuotojen valmistumisjärjestykseen.

Kuten tutkimuksen tuloksissa kävi ilmi, YTV:n eri vaatimustasoja ei ole eritelty Skanska Talonrakennus Oy:n tietomalliohjeessa. Tutkimuksen pohjalta ehdotetaan seuraavia vaihtoehtoja:

- Luku 2.4.1 Ohje IFC-mallin tekemisestä: Vaihtoehto 1. Pääjärjestelmät mallinnetaan omina malleina kerroksittain.
- Luku 3 TATE-vaatimusmalli: Taso 2, Tietomallipohjainen TATE-vaatimusmalli
- Luku 4.4 Palvelualuekaaviot: Taso 2, Tietomallipohjaiset palvelualuekaaviot. TATE-palvelualuekaaviot luodaan vähintään ilmanvaihtokoneista. Muista palvelualuekaavioista sovitaan projektikohtaisesti. Huoneistokohtaisista ilmanvaihtokoneista ei tarvitse tehdä palvelualuekaaviota.

YTV2012 jättää joidenkin järjestelmien mallintamistarkkuuden avoimeksi, ja sen takia ehdotetaan myös seuraavia toimintamalleja:

- Erikoisjärjestelmät mallinnetaan kokonaisuudessaan käyttäen mahdollisimman paljon oikeita tuoteobjekteja, mutta vähintäänkin nimeten ne oikein.
- Piha-alueiden LVI-tekniikka mallinnetaan kokonaan ja absoluuttisilla ko-roilla.
- Laippa- ja muut vastaavat putkiliitokset mallinnetaan mahdollisimman oikeilla objekteilla.
- Lattialämmityspotket mallinnetaan täysin.

7 Tietomalliohjeen tulevaisuus

7.1 Tietomalliohjeen käyttäminen

Tietomalliohjeen päivittäminen vaikuttaa useaan muuhun dokumenttiin ja työkaluun. Jos ehdotetut ohjeet todetaan käyttökelpoisiksi, tulee tietomalliohjeen lisäksi päivittää suunnitteluohje sekä tietosisältövaatimukset. Myös Skanska Talonrakennus Oy:n muotoilemat mallintarkastussäännöt tulee päivittää vastaamaan uusia ohjeita.

Kun uudet vaatimukset on otettu käyttöön, tuotannon, laskennan ja hankinnan henkilöstölle on syytä jakaa aiempaa selvemmin informaatiota siitä, mitä malleilta on odotettavissa ja miten he voivat malleja omassa työssään hyödyntää.

Tietomallin itselleluovutusta varten luotu taulukko on julkaistu vasta loppuvuodesta 2019. Kaikissa hankkeissa ei välttämättä olla dokumentista tietoisia. Se kannattaisi jalkauttaa tuotannon henkilöstölle sen ollessa vielä tuore ja tullessa käyttöön todennäköisesti vasta alkavissa hankkeissa. Näin projekteilla työskentelevät pääsisivät osallistumaan tietomallin laadunvarmistukseen tehokkaammin.

Tietomallien tarkastamiseen tulee panostaa enemmän. Tähän mennessä Skanska Talonrakennus Oy:n tuotannossa suunnittelijat tekevät oman laaduntarkastuksensa ja Skanska Talonrakennus Oy:n BIM-tiimin jäsenet suorittavat mekaanisen tarkastuksen säännösten avulla. Skanska Talonrakennus Oy tilaa valmiit tietomallit suunnittelijalta, joten siinä mielessä suunnittelijan tarkastusten tulisi riittää. Ei ole kuitenkaan mitään syytä vähentää yhteistyötä suunnittelijoiden ja tuotannon tukiyksiköiden välillä. LVI-tietomallin systemaattinen tarkastaminen kannattaisi suunnata LVI-alan ammattilaisille, jotka osaa- vat tulkita virheilmoituksia prioriteetit huomioiden. Yksi näkökulma on se, että yrityksen lisätessä tietomallin omatarkastuksia suunnittelijat tottuvat toimittamaan tarkastamattomia tietomalleja. Tulevaisuudessa olisi tarkoitus, että suunnittelijat tarkastaisivat tietomallit huolellisesti ja Skanska Talonrakennus Oy:n puolesta tarkastuksia tehtäisiin vain pistokokeenomaisesti. Tämän toteutumiseksi voisi harkita jonkinlaista sanktio- ja palkkiojärjestelmää suunnittelusopimuksiin.

LVI-tietomallivaatimusten tiukentaminen edellyttää myös muiden suunnittelualojen vaatimusten tarkastelua. Etenkin tilatiedon vieminen LVI-laitteille vaatii, että koko rakennuksesta on tuotettu arkkitehdin tilamalli. Usein tilamalli tehdään asuntokohteissa ainoastaan mallikerroksesta. Jos tilamallia ei haluta tilata arkkitehdiltä, LVI-suunnittelijan tulisi tehdä vastaavan kaltainen malli MagiCad Room -ohjelmalla.

Tässä insinööriyössä ei ole otettu kantaa tiukentuvien tietomallivaatimusten kustannuksiin. On kuitenkin todettava, että suunnittelutyön osuus koko rakennusprojektin kustannuksista on melko pieni. Laadukkaalla suunnittelulla voidaan säästää aikaa ja rahaa koko hankkeessa.

7.2 Jatkotutkimus

Tutkimuksen myötä ilmeni joitakin aiheita, joita olisi syytä tutkia tarkemmin. Osittain ne liittyvät ohjelmallisiin toimintoihin, joiden kehittäminen helpottaisi tietomallivaatimusten noudattamista. Osa taas liittyy pitkäjänteisempään tuotannon seurantaan.

Tällaisia teemoja ovat erityisesti yksilöidyn laitetunnuksen syöttäminen automaattisesti manuaalisen kirjoittamisen sijaan sekä usean eri statuksen syöttäminen komponentille. Usealla statuksella tässä tarkoitetaan sitä, että suunnittelijan tulisi pystyä reittejä tai komponentteja piirtäessään valitsemaan oikeat sijaintistatukset ja hankintarajat annetuista vaihtoehtoista. Kuvasta 4 näkyy, mitä tietoja esim. kanavalle voidaan syöttää MagiCad-ohjelmassa. Kohdasta Status löytyy vaihtoehtoina mm. Lopullinen ja Alkuperäinen. Nämä vaihtoehdot ovat vapaasti muokattavissa ja niihin voisi lisätä Skanska Talonrakennus Oy:n toiveita kuilu- ja konehuonestatuksista. Alavalikoihin voisi olla järkevää lisätä myös hankintaraja, jolloin senkin syöttäminen yksinkertaistuisi.

Kuva 4. MagiCad-ohjelmassa syötetään kanavalle ja putkelle järjestelmä ja yksi status.

Yksi kiinnostavista lähitulevaisuuden jatkotutkimusaiheista on Skanskan ominaisuusjoukkojen käyttäminen jatkossa. Sen kehittämistä ja uudelleen käyttöönottoa ei ole ehdotettu tässä opinnäytetyössä siinä toivossa, että bSF saa tietosisällön vakiointityön pian valmiiksi. Silloin tulee pitää itsestään selvänä, että Skanska Talonrakennus Oy ottaa vakioidut propertysetit käyttöön välittömästi. Valitettavasti vakiointityön valmistumisaikataulu on varsin epäselvä tällä hetkellä. Vakioinnin viivästyessä tulee harkita omien ominaisuusjoukkojen käyttämistä.

Pitkäjänteisempänä tutkimuksensa suositellaan datan keräämistä suunnitelmamuutosten ja -puutteiden aiheuttamista kustannuksista ja niiden suhteesta kunkin projektin tietomallin laatuun. Tällainen seuranta voisi olla käytössä koko Skanska Oy:n laajuisesti ja siitä kerätyllä tiedolla voisi olla merkittäviä vaikutuksia rakennusalan kehittämisessä. Seuranta edellyttäisi tarkkaa järjestelmien, tuotteiden ja tiedostonimien vakiointia kohteesta ja suunnittelutoimistosta riippumatta.

Massalistojen käyttämistä aliurakoitsijoiden tarjouspyyntöasiakirjana voisi kokeilla jossakin melko yksinkertaisessa asuinkerrostalohankkeessa. Jatkokehityksen kannalta kokeilu saattaisi tuottaa arvokkaita tuloksia massalistojen kustannus- ja aikatauluvaikutuksista sekä Skanska Talonrakennus Oy:n ja aliurakoitsijan yhteistyön kehittymisestä.

8 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli päivittää Skanska Talonrakennus Oy:n LVI-tekniset tietomalliohjeet. Päivityksellä tavoitellaan entistä laadukkaampia ja tuotantoa paremmin tukevia tietomalleja. Tavoite saavutettiin päivitysehdotuksen tasolla, mutta jää opinnäytetyötä hyödyntävien tahojen arvioitavaksi, miten tai missä muodossa ehdotukset uusista ohjeista mahdollisesti liitetään voimassa oleviin tietomalliohjeisiin.

Tutkimuksessa saatiin paljon tärkeää tietoa TATE-mallien nykytilasta ja käytettävyydestä sekä vaikutuksista muidenkin kuin rakentavien yksiköiden toimintoihin. Tutkimuksen edetessä selvisi, että tietomallit ja niiden tarkkuus ovat merkittäviä tekijöitä suunnittelukustannusten, urakkahinnoittelun ja hankinnan muodostumisessa. Näiden tietojen perusteella laadittiin ehdotus tietomalleja tarkentavista ohjeista sekä esitettiin suositeltavia jatkotutkimusaiheita, joita tämän opinnäytetyön puitteissa ei ollut mahdollista tutkia.

Opinnäytetyötä tullaan todennäköisesti jatkossa hyödyntämään Skanska Talonrakennus Oy:n tietomallien laatuprosessin kehittämisessä. Opinnäytetyön tilaaja myös katsoo, että on Skanska Talonrakennus Oy:lle ja koko rakennusalalle eduksi, mikäli myös konsernin ulkopuoliset toimijat pystyvät hyödyntämään työn tuloksia.

Lähteet

- 1 Skanska lyhyesti. 2019. Verkkoaineisto. Skanska Oy. <<https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/skanska-suomessa/skanska-lyhyesti/>>. Päivitetty 11.2.2019. Luettu 11.2.2020.
- 2 Mitä on BIM?. N.d. Verkkoaineisto. Trimble Solutions Co. <<https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/mit%C3%A4-bim>>. N.d. Luettu 11.2.2020.
- 3 Heinonen, Joonas. 2013. Taloteknisten tietomallien tiedonsiirto laitetietokantaan. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 4 Suomen ensimmäiset kansalliset tietomallivaatimukset julkaistiin tänään. 2012. Verkkoaineisto. Trimble Solutions Co. <<https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/uutiset/suomen-ensimm%C3%A4iset-kansalliset-tietomallivaatimukset-julkistettiin-t%C3%A4n%C3%A4>>. N.d. Luettu 11.2.2020.
- 5 Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012 päivitystarveselvitys – vastausaikaa jatkettu helmikuun loppuun. 2019. Verkkoaineisto. buildingSMART Finland. <<https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv2012-paivitystarveselvitys/>>. N.d. Luettu 12.2.2020.
- 6 YTV-päivitys käynnistyy. 2019. Verkkoaineisto. buildinSMART Finland. <<https://buildingsmart.fi/ytv-paivitys-kaynnistyy/>>. N.d. Luettu 12.2.2020.
- 7 Järvinen, Tero. 2019. buildingSMART Finland, tietosisällön vakiointi. Verkkoaineisto. Tietomalli-blogi. <<http://tietomalli.blogspot.com/2019/07/buildingsmart-finland-tietosisallon.html>>. N.d. Luettu 12.2.2020.
- 8 Järvinen, Tero. 2019. Talotekniikan tietomallien tietosisällön vakiointitaulukko julkaistu. Verkkoaineisto. buildingSMART Finland. <https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/07/BSF-TATE-vakiointitaulukko-saatekirje_2.7.2019.pdf>. 2019. Luettu 12.2.2020.
- 9 YTV2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. 2011. Osa 4 Talotekninen suunnittelu. COBIM.
- 10 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18. 2017. RT 10-11290. Rakennus-tietosäätiö Oy.
- 11 Projektin tietomalliohje. 2019. Sisäinen dokumentti. Skanska Oy.

- 12 TATE-mallinnus rinnakkaisen suunnittelun ja toteutuksen hankkeissa. 2018. Ohje. SKOL ry.
- 13 LVI-mallin tietosisältö. 2015. Sisäinen dokumentti. Skanska Oy.
- 14 Saarinen-Kauppinen, Anita ja Puusniekka, Anna. 2009. Menetelmäopetuksen tietovaranto KvaliMOTV. Verkkoaineisto. Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. <<https://www.fsd.uta.fi/fi/tietoarkisto/julkaisut/kvalimotv.pdf>> Luettu 11.11.2019.

Skanskan tietomalliohje

SKANSKA

[Projektin nimi]

Projektin tietomalliohje

1. Hankkeen yleistiedot

Hankkeen nimi: **Projektin nimi**
Projektinumero: **Projektinumero**
Projektipäällikkö: **Projektipäällikkö**

2. Tietomallintamisen yhteyshenkilöt ja käytettävät ohjelmistot

Hankkeen tietomallintamisen yhteyshenkilöt on lueteltu projektin yhteystietolistassa.

Suunnittelussa käytettävät ohjelmat ja versiot:

- Arkkitehtisuunnittelu: **Arkkitehtiohjelmisto ja versio**
- Rakennesuunnittelu: **Rakennesuunnitteluohjelmisto**
- LVIA- suunnittelu: **LVIA-suunnitteluohjelmisto**
- Sähkösuunnittelu: **Sähkösuunnitteluohjelmisto**
- Mallien yhdistäminen: **Mallien yhdistämishjelma**

Kaikki suunnitteluosapuolet käyttävät IFC 2x3 sertifioituja mallinnusohjelmia. Ohjelmistoversiota ei saa ilman erillistä hyväksyntää muuttaa kesken projektin. Projektin 2D- tiedonsiirtomuoto on AutoCAD **2014**.

Pääsuunnittelija tekee mallien yhdistämisen sekä yhdessä muun suunnittelijaryhmän kanssa suunnitelmien ristiintarkastamisen käyttäen esim. Solibri Model Checker- ohjelmaa. Käytettävät ohjelmat ja versiot sovitaan aloituspalaverissa ja ne säilyvät koko projektin ajan samana.

3. Yleistä

Tietomalliohjeessa kuvataan hankkeen tietomallintamisen tavoitteet, tietomallintamisen osapuolet ja käytettävät ohjelmistot. Ohjeen tarkoituksena on myös varmistaa, että mallintamalla tehty suunnittelu palvelee Skanskan eri toimintoja tehokkaasti. Suunnittelunohjauksesta vastaava henkilö vastaa ohjeen päivittämisestä hankkeen aikana, mikäli siihen tulee muutoksia tai päivittämistarpeita.

4. Mallien käyttötarkoitukset

4.1 Suunnittelunohjaus

Kaikkien suunnittelualojen malleja käytetään suunnitteluvaiheessa erilaisiin teknisiin havainnollistamisiin esim. suunnitelman tehokkuuden arviointiin, suunnitelmien sisällöllisten ratkaisujen ymmärtämiseen ja erilaisten taloteknisten ratkaisujen havainnollistamiseen.

Arkkitehti tuottaa mallista havainnemateriaalia sopimuksen mukaan.

Suunnitelmien toteutettavuutta ja ristiriidattomuutta arvioidaan koko suunnittelun ja rakentamisen ajan. Arviointi tehdään IFC- malleilla, jotka suunnittelijat tallentavat säännöllisesti omista suunnitteluohjelmistaan. Kohteen pääsuunnittelija luo yhdistelmämallin esim. Solibri Model Checker -ohjelmalla.

Rakentamisvaiheessa suunnittelumallien tulee olla tasoltaan, tietosisällöltään ja tarkkuudeltaan sellaisia, että rakentaminen ja työmaalla tehtävät asennukset voidaan tehdä niitä hyödyntäen. 2D -dokumentit tuotetaan mallista.

4.2 Laajuustiedot sekä rakennusosien ja laitteiden määrät

Arkkitehtimallista tuotettavia laajuustietoja ovat mm.:

- huoneistoalat ja huonealat
- vuokrattavat alat
- kerrosala (rakennusoikeus)
- bruttoala (kerroksen bruttoala)
- tilavuus

Määrälaskennassa ja hankinnassa hyödynnetään kaikkien suunnittelualojen malleja ja niistä tuotettuja luetteloita. Mallien tietosisältö ja tarkkuus on määritelty laskennan, hankinnan ja työmaan tarpeiden mukaan.

4.3 Energiatehokkuus ja elinkaarikustannusten arviointi

Rakennuksen energiategokkuutta arvioidaan energia- ja olosuhdesimuloinneilla. Simuloinneilla voidaan arvioida suunnitteluratkaisujen energiankäytön vaikutuksia ja ne antavat myös lähtötietoja talotekniselle suunnittelulle. Simulointien lähtötietona käytetään arkkitehtimallia. Rakennusten energiategokkuutta tarkastellaan projektikohtaisesti tarpeen mukaan hankesuunnitteluvaiheessa, rakennuslupavaiheessa sekä projektin lopussa todentamalla energiategokkuus.

4.4 Varaussuunnitelmat

Varaus- ja reikäsuunnittelu tehdään tietomallipohjaisesti (kts. kohta 10).

4.5 Tuotannonsuunnittelu ja rakentaminen

Rakentamisen valmistelu- ja rakentamisvaiheessa hyödynnetään kaikkien suunnittelualojen malleja.

Urakoitsija hyödyntää malleja mm.

- suunnitelmien ja suunnitelmatietojen havainnollistamiseen

- määrien hallintaan hankintoja ja aikataulutusta varten
- rakentamisaikataulun ja toteumatilanteen esittämiseen
- asennus- ja työjärjestysten suunnitteluun
- työturvallisuuden ja rakennusalueen käytön suunnittelussa
- tiedonkulun varmistamisessa

Työmaalla on käytössä mm. Tekla Structures, Solibri Model Checker ja Trimble Connect, joita hyödynnetään määrien laskennassa ja asennusjärjestysten suunnittelussa ja ha-
vainnollistamisessa.

5. Kokouskäytännöt

5.1 Mallinnuksen aloituskokous

Projektissa pidetään mallinnuksen aloituskokous, jossa käsitellään tämä projektin tieto-
malliohje ja tehdään tarvittavat täsmennykset ja muutokset. Kokoukseen osallistuvat
kaikki suunnittelijat ja rakennuttajan edustajat suunnittelunohjauksesta vastaavan hen-
kilön johdolla.

5.2 Suunnitelmien yhteensovituskokoukset (tilaajan määrittelemät)

Yhdistelmämallien tarkastukset ja korjaukset suunnittelijoiden kesken ja suunnittelualoit-
tain pääsuunnittelijan johdolla sovittujen aikataulujen mukaan. Suunnitteluryhmä käsitte-
lee tarkastusten tulokset sekä tehtävät korjaukset/muutokset pääsuunnittelijan johdolla.

5.3 Suunnitelmakatselmukset

Suunnitelmakatselmuksissa hyödynnetään IFC -yhdistelmämallin lisäksi tarvittaessa
myös alkuperäismalleja.

5.4 Suunnittelijapalaverit ja pääsuunnittelijakokoukset

Suunnittelijapalavereissa ja pääsuunnittelijakokouksissa hyödynnetään yhdistelmämal-
lia suunnitelmien yhteensovituksessa.

5.5 Suunnittelu- ja työmaakokoukset

Suunnittelu- ja työmaakokouksissa kokouksissa käsitellään suunnitelmatilannetta mm.
mallien avulla. Kokouksissa voidaan esitellä tilannetta yksittäisen suunnittelualan mallin
avulla tai yhdistettyä mallia hyödyntäen.

Suunnittelun- ja/tai tuotannonohjauksesta vastaava henkilö osallistuu yhteensovituspa-
lavereihin ja tarvittaessa suunnittelu- ja työmaakokouksiin.

5.6 Risteilypalaverit

Risteilypalavereja voidaan pitää urakoitsijoiden kanssa.

6. Tietomallintamisen periaatteet

6.1 Noudatettavat tietosisältöohjeet

8.1.1 Yleiset ohjeet

Mallinnus tehdään Skanskan tietomalliohjeen sekä tietosisältövaatimusten mukaisesti, jotka pohjautuvat Yleisten tietomallivaatimusten YTV 2012 ohjeistukseen, suunnittelu-aloja koskevat vaatimukset on esitetty seuraavissa osissa:

- Osa 1 (RT 10-11066) Yleinen osuus
- Osa 2 (RT-10-11067) Lähtötilanteen mallinnus
- Osa 3 (RT 10-11068) Arkkitehtisuunnittelu
- Osa 4 (RT 10-11069) Talotekninen suunnittelu
- Osa 5 (RT 10-11070) Rakennesuunnittelu
- Osa 6 (RT 10-11071) Laadunvarmistus

Rakennesuunnittelussa noudatetaan betonielementtien osalta lisäksi Betonielementtien mallinnusohjeen BEC 2012 uusinta versiota.

8.1.2 Skanskan tietomalliohjeet

Mallien sisällöt on määritelty suunnittelualakohtaisesti

- Arkkitehtimallin tietosisältö ja ohjeet
- Rakennemallin tietosisältö ja ohjeet
- LVI- mallin sisältö
- Sähkömallin sisältö

Skanskan tietomalliohjeet löytyvät projektipankista.

6.2 Koordinaatit ja mittayksiköt

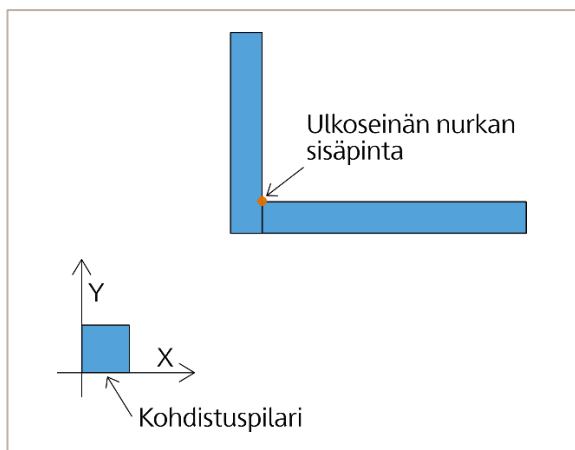
Arkkitehti määrittelee projektikoordinaatiston siten, että koko rakennusalue on positiivisessa koordinaatistossa ja origo sijaitsee lähellä rakennusta. Arkkitehti määrittää origon tontin kiintopisteelle.

Arkkitehti ilmoittaa tietomalliselosteessa origon sijainnin käytetyssä karttakoordinaatistossa, mitä muiden suunnittelijoiden tulee käyttää.

Korkeussuunnassa tietomallit mallinnetaan todelliseen korkeusasemaan korkeusjärjestelmässä N2000. Rakennus pyritään kääntämään WCS- origossa suoraan kulmaan.

Kohdistuspilari on suorakulmio esim. 300x300 – L=3000 ja sijoitetaan kunnan koordinaatistojärjestelmään. Rakennuksen etäisyys (x,y) origosta sovitaan projektikohtaisesti, esimerkiksi tontin nurkkapiste, muu mittakiintopiste tai x=3000 mm ja y=5000 mm (ulkoseinän nurkan sisäpinnan etäisyys (x,y) origosta, kts. kuva 1).

Origo sijaitsee kohdistuspilarin nurkassa siten että pilari on kokonaan positiivisessa koordinaatistossa.



Kuva 1: Projektissa sovitaan ulkoseinän nurkan sisäpinnan etäisyys origosta.

Koordinaatiston yhteensopivuuden testaamiseksi arkkitehti lähettää muille suunnittelijoille IFC- mallin. Käyttäen referenssimallina tätä IFC-tiedostoa, jokainen suunnittelija mallintaa omaan ohjelmistoonsa muutaman rakennusosan/komponentin, joiden avulla voidaan selvästi todeta, että tietomallit voidaan yhdistää ongelmitta.

Sovittua koordinaatistoa ei saa hankkeen aikana muuttaa ilman painavia syitä. Mahdolliset muutokset tulee hyväksyttävä kaikilla suunnitteluosapuolilla sekä projektipäälliköllä ja ne tulee dokumentoida suunnittelukokouksessa.

Rakennusten tietomallien mittayksikkönä käytetään millimetriä. Kiertokulmat ilmoitetaan aina vähintään kahden desimaalin tarkkuudella.

6.3 Moduulilinjat

Arkkitehti määrittelee yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa moduulilinjat, jota kaikki suunnittelualat käyttävät. Piirustuksissa ja tiedostoissa moduulilinjat ovat aina näkyvissä.

6.4 Rakennukset, lohkot ja kerrokset

Jokainen erillinen rakennus luovutetaan itsenäisenä mallina. Kaikki suunnittelualat mallintavat rakennukset kerroksittain. Arkkitehti määrittelee kerrosten nimeämisen, jota kaikki suunnittelualat käyttävät. Lohkojaon määrittelee urakoitsija.

SOVITAAN PROJEKTIKOHTAISESTI

6.5 Rakennusosat

Rakennusosat ja laitteet tulee mallintaa siten, että tietoa siirrettäessä rakennusosan sijainti, nimi/tyyppi ja geometria siirtyvät IFC- malleihin.

6.6 Rakennetyyppien nimeäminen

Suunnittelualueiden vakiorakennetyypit numeroidaan malliin alkuperäisten mukaisesti. Projektikohtaiset rakennetyypit nimetään 100-sarjaan esim. US101, VS101. Rakennusosat mallinnetaan käyttäen pääsääntöisesti rakennesuunnittelijan määrittelemiä rakennetyyppejä samoin nimettyinä.

6.7 Arkkitehtisuunnittelu, yleiset periaatteet

Arkkitehdin malli ja siitä tuotetut dwg-suunnittelutiedostot toimivat pohjana muiden suunnittelualueiden malleille. Malli tehdään teknisesti oikein kaikissa projektin vaiheissa. Arkkitehtimallin tietosisältö ja tiedon tarkkuus on määritelty **Arkkitehtimallin tietosisältö ja ohjeet** -asiakirjassa.

- Asuntokohteissa tilat nimetään **Skanska Kotien Pohjapiirroksissa käytettävät lyhenneet** -asiakirjan mukaan (projektipankissa).
- Mallintamisessa osia ei saa leikata toisilla osilla eli Boolean- tai vastaavaa toimintoa ei saa käyttää. Tämä toimenpide aiheuttaa ongelmia, kun määrälaskenta tehdään ifc-mallista.

8.1.3 Luonnokset (pika-ROA)

Suunnittelu voidaan tehdä tila- tai rakennusosamallina. Alustavassa arkkitehtimallissa voidaan käyttää luonnosrakennetyyppejä. Suunnittelija tuottaa mallista seuraavat laajuustiedot tilaohjelman tunnuslukujen ja alustavan rakennusosa-arvion laskemista varten:

- Rakennuksen tilavuus
- Kerroskorkeudet
- Käytetty rakennusoikeus
- Bruttopinta-ala ja ympärysmitat kerroksittain (ulkoseinälinjan pituus)
- Nettopinta-ala (myytävien asuinhuoneistojen, liikehuoneistojen ja autotallien pinta-ala)
- Huoneistojen pinta-alat huoneistotyypeittäin
- Huoneistojen lukumäärät ja myytävät neliöt
- Parvekkeet: lukumäärä ja keskipinta-ala

8.1.4 Alustavat tekniset suunnitelmat (ROA)

Arkkitehti tekee rakennusosamallin, joka toimii asuntojen ennakkomarkkinoinnin sekä rakennuslupa-aineiston lähtökohtana ja rakennusosa-arvion laskenta-aineistona.

8.1.4.1 Peruskerros

Yleissuunnitteluvaiheessa (kun arkkitehdin pohjat on hyväksytty) kaikki suunnittelualueet suunnittelevat ja mallintavat yhden yhteisesti sovitun kerroksen. Arkkitehtimalli yhdistetään muiden suunnittelualueiden peruskerrosten kanssa. Yleensä toistuva asuinkerros, sovitetaan suunnittelukokouksessa. Peruskerros valitaan siten, että sitä edeltävä ja seuraava kerros vastaa peruskerrosta.

Arkkitehdin peruskerros sisältää:

- tilat: huoneet, huoneistot, tilatiedot myös parvekkeille, porrashuoneille
- ulkoseinät, väliseinät, välipohja rakennesuunnittelijan määrittelemillä rakennetyypeillä
- ikkunat ja ovet; ei välttämättä litterointia, koot ja tyypit erotetaan juoksevilla numeroinnilla
- Alakatot
- Asuntojen sähkökeskuksen sijoitus
- Keittiö ja kylpyhuone oikein suunniteltuna

8.1.4.2 Koko kohteen arkkitehtimalli

Koko kohteen arkkitehtimalli mallinnetaan valmiiksi rakennusosa-arviota varten. Sisältövaatimustaulukoissa on kuvattu vaiheen mukainen tietosisältö.

8.1.5 Urakkalaskentasuunnitelmat (KUA)

Koko kohteen arkkitehtimalli tarkennetaan KUA-vaihetta varten. Sisältövaatimustaulukoissa on kuvattu vaiheen mukainen tietosisältö.

Arkkitehtimalli yhdistetään muiden mallien kanssa yhdistelmämalliksi.

Kohde on mallinnettu kokonaisuudessaan ja oikein osaksi yhdistettyä mallia.

6.8 Rakennesuunnittelu, yleiset periaatteet

Rakennesuunnittelija mallintaa kaikki kantavat rakenteet ja ei-kantavat betonirakenteet sekä kaikki rakenteisiin liittyvät tilaa vievät muut tuotteet kuten esim. palonsuojalevyt ja lämmöneristykset projektissa sovitun **Rakennemallin tietosisältö ja ohjeet** -asiakirjan mukaan.

- Mallinnuksessa otetaan huomioon tilaajan määrittelemä lohkojako ja paikallavalurakenteiden valualueet.
- Rakennesuunnittelija nimeää rakennusosat järjestelmällisesti Skanskan Betonielementtisuunnitteluohjeiden ja BEC 2012 -ohjeen mukaan.
- Rakennusosille annetaan IFC- kerros- ja lohkotieto sekä ACN- numero elementeille

8.1.6 Luonnokset (pika-ROA)

Rakennesuunnittelija tuottaa ehdotukset rakennejärjestelmästä ja käytettävistä Skanska rakennetyypeistä.

8.1.7 Alustavat tekniset suunnitelmat (ROA)

8.1.7.1 Peruskerros

Rakennesuunnittelija tekee alustavan rakennemallin perusasuinkerroksesta arkkitehdin hyväksytyyn ehdotusvaiheen suunnitelman pohjalta.

Peruskerroksen malli sisältää

- kantavat ja ei-kantavat betonirakenteet (väliseinät ja muut kantavat pystyrakenteet, julkisivut (alustava elementtijako), parvekkeet, porrashuoneen rakenteet)
- ontelolaattajaan (kylpyhuoneet ja talotekniikan tilavaraukset otettu huomioon)
- peruskerroksen alapuolisen välipohjalaatan
- peruskerroksen reikäkierto

Rakennetyypit tarkennetaan. Määritellään käytettävät vakiodetallit arkkitehdin rakennusosamallia varten

8.1.8 Urakkalaskentasuunnitelmat (KUA)

Arkkitehdin rakennusosamallin ja siitä tuotettujen suunnittelutiedostojen pohjalta rakennesuunnittelija tekee rakennemallin kustannusarvion laskemista varten. Rakennemallin tietosisältö ja tiedon tarkkuus on määritelty **Rakennemallin tietosisältö ja ohjeet** -asiakirjan Hankintoja palveleva suunnittelu -kohdassa.

Kustannusarviovaiheen malli täydennetään tuotantoa varten:

- Paikallavalurakenteet raudoitetaan mallissa siten, että niistä voidaan tulostaa raudoiteluettelot. (sopimuksen mukaan)
- Elementit raudoitetaan mallissa
- Työturvallisuuden edellyttämät kaide- ym. tartunnat lisätään
- LVIS- varaukset lisätään malliin
- Ontelolaatastojen saumaraudoitus mallinnetaan
- Vesikatto mallinnetaan geometrialtaan (kaadot, kaivojen paikat)
- Kattotuolit mallinnetaan geometrialtaan
- Täydentävät teräsrakenteet mallinnetaan

6.9 LVI-suunnittelu

8.1.9 Luonnokset (pika-ROA)

LVI-suunnittelija kommentoi tarvittaessa arkkitehdin ehdotusvaiheen suunnitelmia. LVI-suunnittelija määrittelee tarvittavat tilavaraukset arkkitehdin malliin: konehuoneet, muut tekniset tilat ja hormit.

8.1.10 Alustavat tekniset suunnitelmat (ROA)

8.1.10.1 Peruskerroksen malli

LVI-suunnittelija mallintaa yhden kerroksen (sovitaan projektikohtaisesti) osalta järjestelmät ja komponentit kokonaisuudessaan käyttäen todenmukaisia putki- / kanavakokoja, materiaaleja sekä LVI-kalusteita. Peruskerroksen reikäkierto.

8.1.11 Urakkalaskentasuunnitelmat (KUA)

LVI- suunnittelija tekee järjestelmämallit. LVI-mallin tietosisältö ja tiedon tarkkuus on määriteltä **LVI-mallin tietosisältö ja ohjeet** -asiakirjassa.

- Järjestelmien värit YTV:n osa 4 liitteen 2 mukaisesti. Eristeiden värien tulee olla samat kuin putkien / kanavien värit.
- Putkistojen ja kanavien kannakkeita ei tarvitse mallintaa, mutta suunnittelussa otettava huomioon asennuksen vaatima tilantarve.
- Korkeusasemat merkitään mallipohjaiseen tietoon perustuen myös piirustuksiin (mm. putket, kanavat)
 - Mitta valmiista lattianpinnasta putkien/kanavien keskiliinjan
 - Viemäreiden osalta mitta putken alapinnasta
 - Sadevesi- ja jätevesiviemärin korkomerkinnot asemapiirustuksessa ilmoitetaan absoluuttisena korkona putken alapinnasta
- Kylpyhuone-elementeissä LVI-suunnittelu tehdään kuten paikallarakennetuissa kylpyhuoneissa.

6.10 Sähkösuunnittelu

8.1.12 Luonnokset (pika-ROA)

Sähkösuunnittelija kommentoi tarvittaessa arkkitehdin ehdotusvaiheen suunnitelmia. Sähkösuunnittelija määrittelee tarvittavat tilavaraukset arkkitehdin malliin: muuntamot, sähköpääkeskukset, jakamot, valvonta-alakeskukset.

8.1.13 Alustavat tekniset suunnitelmat (ROA)

8.1.13.1 Peruskerroksen malli

Sähkösuunnittelija mallintaa yhden kerroksen (sovitaan projektikohtaisesti) osalta järjestelmät ja komponentit kokonaisuudessaan käyttäen todenmukaisia komponentteja sekä sähkökalusteita. Teknisten tilojen, kuten sähköpääkeskushuoneen tilavaraus tulee perustua todellisiin mittoihin. Peruskerroksen reikäkierto.

8.1.14 Urakkalaskentasuunnitelmat (KUA)

Sähkösuunnittelija tekee järjestelmämallin. Sähkömallin tietosisältö ja tiedon tarkkuus on määritelty **Sähkömallin tietosisältö ja ohjeet** -asiakirjassa.

- Kannakkeita ei mallinneta.
- Kaapelihyllyjen korot valmiista lattiapinnasta merkitään piirustuksiin.
- Betonielementtien sähköputkitusten mallinnus sovitaan tapauskohtaisesti (kts. Skanskan Betonielementtisuunnitteluohjeet).
- Kylpyhuone-elementeissä sähkösuunnittelu tehdään kuten paikallarakennetuissa kylpyhuoneissa.

6.11 Malli ja piirustukset

Piirustukset tuotetaan mallista ja niitä täydennetään mm. mitoituksin. Detaljeja, erikoispiirustuksia yms. voidaan tehdä myös 2D-piirustuksina. Ne eivät saa olla ristiriidassa mallitiedon kanssa.

7. Tallennettavat tiedostot, tiedostojen nimeäminen ja tietomalliselostus

Mallit tallennetaan projektipankkiin aina IFC 2x3-muodossa sekä lisäksi erillisen aikataulun mukaan suunnitteluohjelman alkuperäisessä muodossa. Jos mallinnusohjelmat käyttävät ulkopuolisia viittauksia esim. kirjastoihin, on alkuperäisen mallin mukana luovutettava kaikki siinä käytetyt kirjastot niin, että oleellinen suunnittelutieto säilyy.

7.1 IFC- mallit

Arkkitehti määrittelee taso- / rakennusosakohtaisesti, mitkä osat mallin käyttötarkoituksen mukaan siirretään IFC-malliin. IFC-malli tehdään pääsääntöisesti yleisellä kääntäjämoduulilla (ArchiCAD). Laajuustiedoista ainoastaan huone- ja huoneistoalat tuodaan IFC-malliin. Simulointiohjelmissa käytettävien IFC-mallien sisältö määritellään ohjelmistokohtaisesti.

Rakennesuunnittelija tekee IFC- mallin Tekla Structures- ohjelmistosta BEC 2012-asetuksilla. Kaikilla mallin osilla pitää olla IFC- kerros- ja lohkotieto kts. Liite 2. Huom. rakennesuunnittelijan tasojen kuormitusta varten mallintamia ei kantavia väliseiniä mm. tiiliseiniä ei tallenneta IFC-malliin.

Talotekniikkamalleista tuotetaan IFC-mallit oikeaan korkeusasemaan käyttäen suunnitteluohjelmiston attribuuttinimikkeistöä. Määrittelyn tarkoituksena on varmistaa, että järjestelmistä saadaan kaikki tarvittavat tiedot vakioidussa, helposti hyödynnettävässä muodossa. Liite 3

Yhdistelmämallit: Pääsuunnittelija luo yhdistelmämallin muiden suunnittelijoiden IFC-malleista esim. Solibri Model Checker- ohjelmalla sovitun aikataulun mukaan ja tallentaa yhdistelmämallin projektipankkiin. Muut suunnittelijat voivat tarkastella Solibri Model Checker- ohjelmalla luotua yhdistelmämallia tarvittaessa ohjelmiston Viewer- versiolla.

7.2 IFC- mallitiedostojen nimeäminen ja tallentaminen projektipankkiin

Tiedoston nimi on muotoa: Suunnittelualan lyhenne_ projektin nimi.ifc.

Esimerkiksi:

- Arkkitehtimalli: ARK_Unelmakoti.ifc
- Rakennemalli: RAK_Unelmakoti.ifc
- LVI-malli: LVI_Unelmakoti.ifc
- Sähkömalli: S_Unelmakoti.ifc

Jos malleja tallennetaan kerroskohtaisesti, lisätään projektin nimen perään kerroksen nimi. Mallit tallennetaan samalla nimellä edellisen version päälle ilman revisiomerkitöjä. Jos projektipankkina on SokoPro, niin mahdollinen käyttötarkoitus voidaan merkitä SokoPron metatietoihin.

Malleja, jotka julkaistaan erikseen sovittua tarkoitusta varten, ei päivitetä projektipankissa, vaan ne säilytetään sellaisenaan ja nimetään käyttötarkoituksen mukaan siten, että mallin nimen loppuun merkitään käyttötarkoitus.

Tietomallit tallennetaan omaan kansioonsa (03 Projektin tiedostot / 10 Tietomallit). Kansion alihakemistoina ovat suunnittelualat (ARK, RAK, LVI, S, GEO ja Yhdistetyt mallit). Nimi pysyy samana koko projektin ajan ja mallitiedosto tallennetaan aina vanhan päälle.

7.3 Alkuperäismallit (natiivimallit)

Tilaaaja tarvitsee alkuperäismalleja esim. rakennusosa- ja kustannusarviovaiheessa ifc-malleissa mahdollisesti olevien mm. geometriavirheiden tarkistukseen.

Arkkitehti:

Projektipankkiin tallennetaan ArchiCAD- ohjelmasta .pla- tiedostomuoto ja Revit- ohjelmasta .rvt- tiedostomuoto.

Rakennesuunnittelija:

Vaihtoehto 1: Rakennesuunnittelija tallentaa projektipankkiin Tekla Structuresin mallitiedoston:

mallinimi.db1. Muut malliin liittyvät tiedostot erikseen sovittaessa: profdb.bin, profitab.inp, matdb.bin, rebar_database.inp, mesh_database.inp, assdb.db, screwdb.db sekä omatekoiset profiilit kuten xslib.db1 (joko mallin xslib.db1 tiedosto tai ei julkaistavista komponenteista put-sattu xslib.db1 tiedosto) ja muut parametriset profiilit (*.cld tiedostot).

Vaihtoehto 2: Rakennesuunnittelija antaa Skanskalle Model Sharing-oikeudet, jonka kautta mahdollisuus hyödyntää rakennemallia.

LVI- ja sähkösuunnittelija:

Projektipankkiin tallennetaan suunnittelijoiden dwg- ja projektitiedostot IFC-mallin tallennuksen yhteydessä.

7.4 2D DWG -suunnittelutiedostot

Suunnittelijat tallentavat projektipankkiin myös malleista tuotettuja 2D DWG -suunnittelutiedostoja.

Suunnittelutiedostojen tallennus:

- DWG- pohjakuvat tallennetaan projektipankkiin arkkitehdin koordinaatistossa (WORLD-koordinaatiston origo aktiivinen 0,0,0 –piste)
- Tallennetaan mallitilassa siten zoomattuna, että kuva-alue kattaa koko suunnitelman, näkyvä on moduuliverkon suuntainen

- PURGE ja AUDIT- käskyjä tulee käyttää ennen kuin tiedostot lähetetään toiselle osapuolelle
- Kun muiden osapuolien kuvia käytetään viitekuvinä, ne sijoitetaan omalle tasolle ja viitekuvan sijainti määritellään suhteellisena polkuna (..\xref.DWG)
 - Tarpeettomat xref- viittaukset poistetaan
 - Viitepiirustusten sijoituspisteenä käytetään WORLD- koordinaatiston 0,0,0- pistettä
- Muutosnuolet merkitään suunnittelutilaan (ei koske Tekla-ohjelmistoa)
 - Vanhoille ja uusille muutosnuolille tulee varata eri tasot
 - Suunnittelijan tulee sammuttaa käyttämänsä viitepiirroksen muutosnuolitasot, jotta viitepiirustuksen ja varsinaisen suunnitelmatiedoston muutokset eivät sekoitu keskenään
- Tietomallista tallennettua DWG-suunnittelutiedostoa ei saa kääntää eikä siirtää. (Sama koordinaatisto IFC:llä ja DWG:llä)

Projektipankissa tiedostoille käytetään aina tarkennetietoja eli "metatietoja":

- Kaikkien dokumenttien "Sisältö"- kenttään kirjoitetaan piirustuksen nimi siten, kun se on kirjoitettu piirustusluetteloon (aina kun se on mahdollista).
- Revisio-kenttään kirjoitetaan revisiotunnus A, B jne, joka on myös piirustuksen/ asiakirjan nimiössä.
- Muutospm- kenttään kirjoitetaan piirustuksen /asiakirjan nimiössä oleva päivämäärä (ei tallennuspäivämäärää)

PDF- ja DWG-kansioissa on piirustuksista oltava aina sama versio, jotka tallennetaan pääsääntöisesti samaan aikaan kuin IFC-malli.

7.5 Tietomalliselostus ja suunnitteluvaiheilmoitus

Kaikki suunnittelijat ylläpitävät tietomalliselostetta, joka tallennetaan projektipankkiin mallin tallennuksen yhteydessä. Selostus sisältää:

- kohteen tiedot
- origon sijainti käytetyssä koordinaatistossa (arkkitehti)
- päivämäärän
- mallin laatijan yhteystiedot
- käytetyn ohjelmistoversio
- mahdolliset omat kirjastot
- puuttuvat rakennetyypit
- Ikkunoiden ja ovien mallinnustavan (arkkitehti)
- mallinnusohjeista poikkeaminen
- versiohistorian, johon kirjataan lyhyesti malliin tehdyt muutokset, mahdolliset puutteet jne. Tiedot kirjataan ns. käänteisessä järjestyksessä eli uusimmat muutokset ovat aina ensin.
- suunnittelijan ylläpitämät attribuutit IFC-mallissa

Suunnittelijat raportoivat tietomallintamisen vaiheen ja valmiusasteen suunnitteluvaiheilmoituksen yhteydessä.

8. Työmallit = ajantasaiset suunnitelmat

Suunnittelijat jakavat tietoa mallimuodossa säännöllisesti suunnitteluvaiheessa. Malliin liitetään aina tietomalliselostus.

Suunnittelijat vastaavat työmallien laadunvarmistuksesta. Suunnittelijoiden on valvottava oman mallinsa teknistä laatua ja varmistettava, että mallien sisältö on oikein suunnittelun vaihe huomioon ottaen.

9. Laadunvarmistus

9.1 Alkuperäismallin laadunvarmistus (suunnittelijat)

Suunnittelijat varmistavat omien malliensa laadun järjestelmällisesti aina ennen tallentamista projektipankkiin. Suunnittelijoilta edellytetään oman mallin sisäinen törmäystarkastelu, laadunvarmistus sekä itselleluovutus Skanskan tarkastuslomakkeen sekä mallien tietosisältöjen ja ohjeiden mukaan. Jokainen suunnittelija vertaa omaa malliaan muiden suunnittelualojen malleihin säännöllisesti suunnittelun aikana sekä mallin tietosisältöä sovittuun mallin sisältöön.

9.2 IFC- mallien laadunvarmistus (suunnittelijat)

Suunnittelijat tarkistavat, että IFC-malliin on siirtynyt kaikki rakennukseen kuuluvat rakennusosat, järjestelmät ja laitteet. Mallissa ei saa olla ylimääräisiä rakennukseen kuulumattomia osia.

9.3 Eri suunnittelualojen ristiintarkastukset (suunnittelijat)

Talotekniikkajärjestelmien yhteensovitus tehdään ohjelmiston omalla tarkastustoiminnolla tai erillisellä ohjelmalla. Arkkitehti- ja rakennesuunnittelija tarkastavat, että kantavien rakenteiden ja julkisivujen geometria vastaa toisiaan.

9.4 Pääsuunnittelija huolehtii suunnitelmien yhteensovittamisesta ja ristiriidattomuudesta

Suunnitteluryhmä kokoontuu säännöllisesti pääsuunnittelijan johdolla, erityisesti ennen Skanskan ROA- ja KUA-vaiheita. Suunnitteluryhmä tarkastaa mallien ja suunnitelmien ristiriidattomuutta yhdistelmämallien avulla pääsuunnittelijan johdolla sekä tekee tarvittavat korjaukset. Pääsuunnittelija luo yhdistelmämallin tarkastuksia varten esim. Solibri Model Checker- ohjelmalla.

9.5 Tilaajan laadunvarmistus

Suunnittelunohjauksesta vastaava henkilö suorittaa laadunvarmistuksen Skanskan tietomallien laadunvarmistusprosessin mukaisesti. Lisäksi suunnittelijoiden luomat tarkastusraportit omista malleistaan sekä pääsuunnittelijan tekemät tarkastusraportit yhdistelmämallista käydään läpi ja kuitataan hyväksytyiksi.

Mallien tarkastuspisteet asuntorakentamisessa

1. Alustava arkkitehtimalli (mallin tekninen tarkastus ja tietosisältö)
2. Peruseros / Arkkitehti-, rakenne- ja LVI- ja sähkömalli (risteilypalaveri, pääsuunnittelijan yhteensovituskokous ennen tilaajan tarkastuspistettä), Yhteensovituskokous pääsuunnittelijan johdolla tilaajan tarkastuspisteessä, suunnittelunohjauksesta vastaava henkilö osallistuu kokoukseen
3. Arkkitehtimalli ROA:n laskemista varten

4. Arkkitehtimalli, rakennemalli ja LVIS-järjestelmämallit kustannusarvion laskemista varten (risteilypalaveri, pääsuunnittelijan yhteensovituskokous ennen tilaajan tarkastuspistettä), Yhteensovituskokous pääsuunnittelijan johdolla tilaajan tarkastuspisteessä, suunnittelunohjauksesta vastaava henkilö osallistuu kokoukseen.
5. Arkkitehtimalli, rakennemalli (varaukset) ja LVIS-järjestelmämallit elementtisuunnittelua ja rakentamista varten

Tilaajan suunnittelunohjauksesta vastaavan henkilön laadunvarmistuksen toimenpiteet eivät poista eivätkä vähennä pääsuunnittelijan huolehtimisvelvollisuutta suunnitelmien yhteensovittamisesta ja ristiriidattomuudesta sekä suunnittelijoiden vastuuta oman mallin oikeellisuudesta ja sisällöstä.

9.6 Itselleluovutusdokumentit

Suunnittelualakohtaisia itselleluovutusdokumentteja käytetään prosessin eri vaiheissa. Suunnittelijat täyttävät lomakkeet mallien tallennuksen yhteydessä. Suunnittelunohjauksesta vastaava henkilö suorittaa laadunvarmistuksen Skanskan tietomallien laadunvarmistusprosessin mukaisesti.

10. Varaussuunnittelu ja elementtien sähköistys

10.1 Varaussuunnittelu

Varauspiirustukset tulostetaan rakennemallista (YTV2012 osa 5 ja BEC 2012 vaihtoehto 2). Varaukseen tulee varauksen käyttötarkoitus, koko ja korkeusasema. Rakennesuunnittelija mitoittaa reiät sekä LVI-suunnittelija tarkastaa ja kuittaa.

Asuntokohteissa LVI-suunnittelija merkitsee talotekniikkahormien (Elpo) vaatimat varaukset ala-, väli- ja yläpohjiin. Varauksen koko on elementin ulkomitta + 100 mm hormin lävistäessä holvin. Hormin päättyessä holvin päälle varauksen koko on elementin ulkomitta – 50 mm. Elementtitoimittaja antaa hormielementtien mitat reikien mitoittamista varten. Hormin tarvitsema varaus tehdään välipohjan paksuisena.

Sewatekin merkitseminen sovitaan aina projektikohtaisesti. Sewatek-osat mallinnetaan Skanskan Betonielementtisuunnitteluohjeet -asiakirjan mukaan.

Jos kohteessa on kylpyhuone-elementtejä, elementtitoimittaja osallistuu varausten määrittelyyn.

10.2 Elementtien sähköistys

Elementtien sähköistys mallintaen sovitaan projektikohtaisesti, mikäli siihen on edellytyksiä. **Tässä kohteessa XX.**

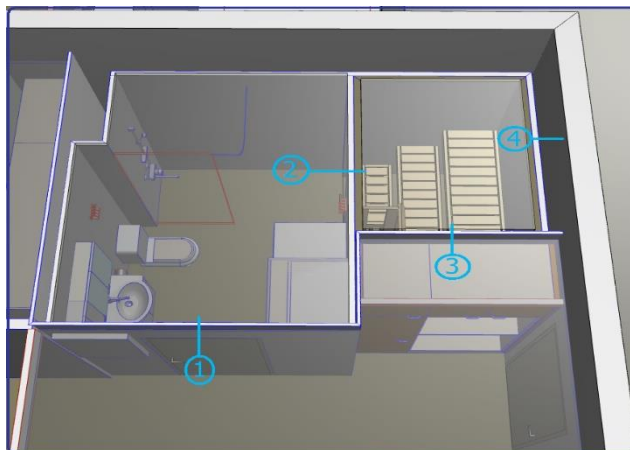
11. Toteumamallien laadinta

Kaikkien suunnittelualojen tietomallit täydentyvät rakentamisvaiheessa tehtyjen muutosten mukaisesti vastaamaan rakennettua lopputulosta. Talo-tekniikkamalleihin viedään mm. reittimuutokset ja tuotetiedot. Tietosisälön vaatimukset ovat kaikille osapuolille samat kuin toteutussuunnitelussa. Tarkennuksia arkkitehtimallinnukseen

8.1.15 1311 Märkätilojen väliseinät

Märkätilojen väliseinät mallinnetaan tarkasti käytettäviä rakennetyyppejä noudattaen. Esim.:

1. Kylpyhuoneen ja asuinhuoneen välinen seinä (laatoitettavilla kipsilevyseinillä voi olla eri rankajako kuin tavallisilla kipsilevyseinillä)
2. Kylpyhuoneen ja saunan välinen seinä
3. Saunan ja asuinhuoneen välinen seinä
4. Saunan ja ulkoseinän välinen seinä



8.1.16 1311 Laatoitetut väliseinät

Keittiön laatoitetut seinät (kuivia tiloja vasten) mallinnetaan omilla rakennetyypeillä esim. VS3_keittiö

ErillisWC :n laatoitetut seinät (kuivia tiloja vasten) mallinnetaan omilla rakennetyypeillä esim. VS3_erilliswc

8.1.17 1311 Ryhmäkeskuksen seinät

Ryhmäkeskuksen seinät mallinnetaan omalla rakennetyypillä

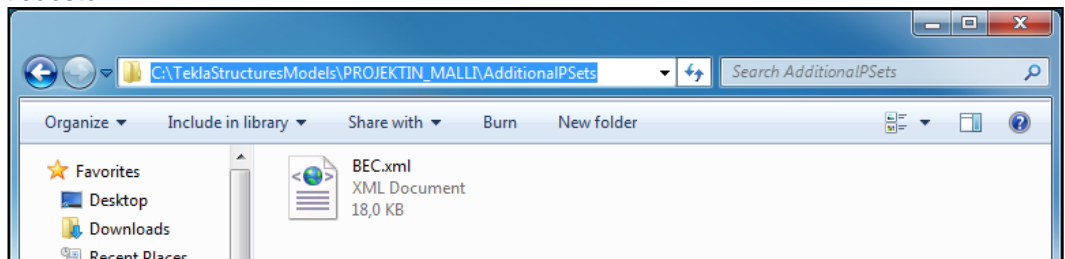
8.1.18 1323 Sisäkatot

Eteis- ja keittiötilojen kipsilevykatot mallinnetaan koko tilaan, myös kaapistojen päälle. Makuuhuoneiden osalta kipsilevykattoja tai kotelointia ei mallinneta kaappien päälle.

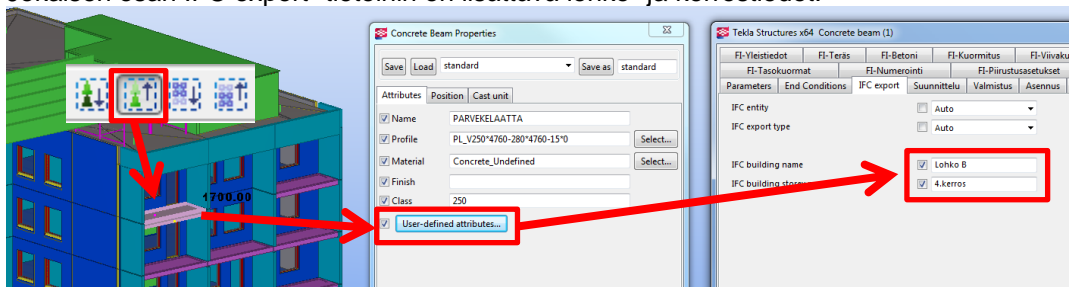
IFC-mallin tuottaminen Tekla-rakennemallista BEC2012-asetuksilla (TS 20.1 tai uudempi)

8.1.19 Alkuvalmistelut ennen IFC-mallin tuottamista Teklasta BEC2012-asetuksilla

1. Projektin tekla-mallin kansioon lisätään AdditionalPSets-kansio ja sen alle BEC.xml-tiedosto.



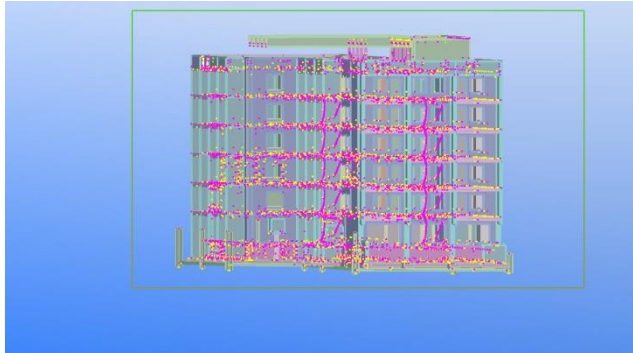
2. Jokaisen osan IFC export -tietoihin on lisättävä lohko- ja kerrostiedot.



8.1.20 IFC-mallin tuottaminen Teklasta BEC2012-asetuksilla

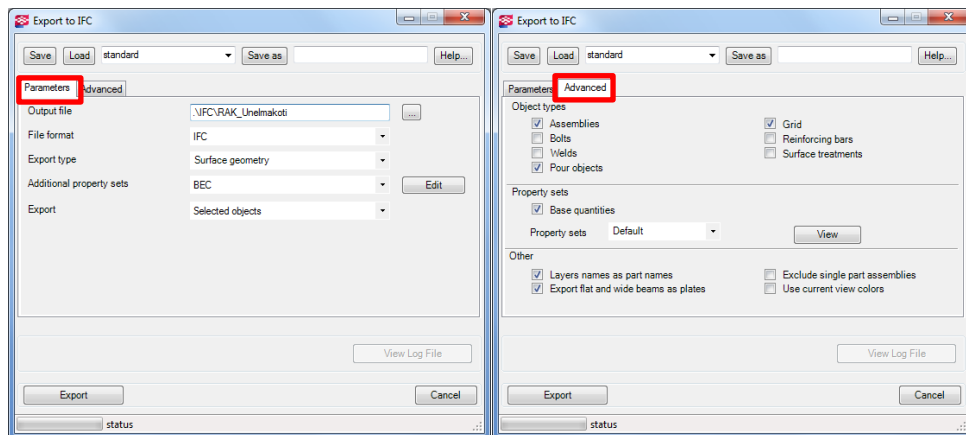
3. Rakennemallin osat valitaan aluevalinnalla "Select objects in components" -valinta-asetuksella.





4. Tekla Structures IFC export -ikkunassa tehdään seuraavat valinnat Parameters- välilehdellä:
 - Output file: RAK_kohteen nimi_BEC
 - File format: IFC
 - Export type: Surface geometry
 - Additional property sets: BEC
 - Export: Selected objects

5. Tekla Structures IFC export -ikkunassa tehdään seuraavat valinnat Advanced-välilehdellä:
 - Assemblies
 - Grid
 - Pour objects
 - Base quantities
 - Layers names as part names
 - Export flat and wide beams as plates

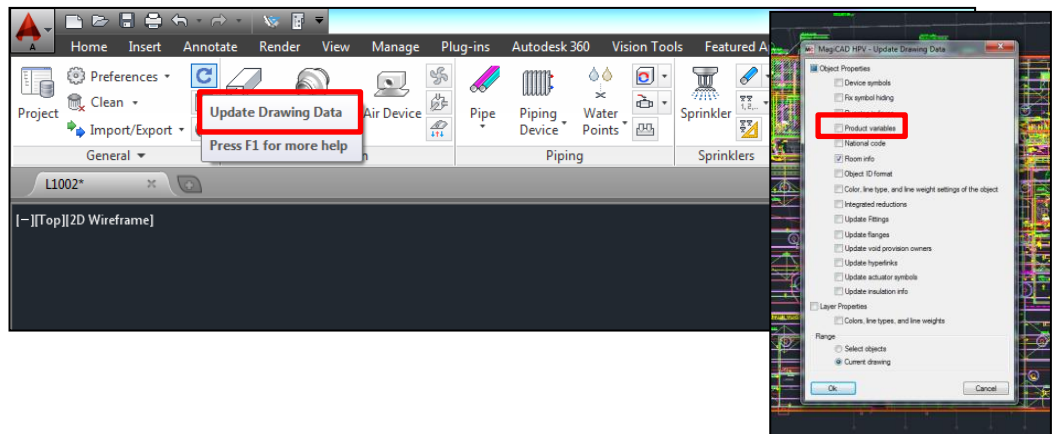


IFC-mallin tuottaminen MagiCAD-ohjelmistosta

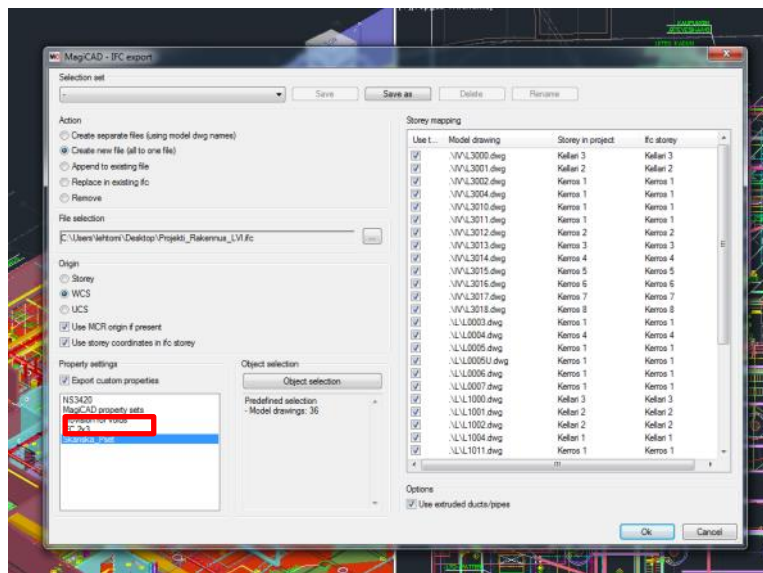
8.1.21 IFC export + MagiCAD Property Set

- Jos MagiCAD Room -malli on käytettävissä niin se tulee aktivoida ennen IFC:n luontia
➔ huonekoodit mukaan ifc-malliin!

- Room-mallin avaamisen jälkeen malli tulee päivittää:
 - o Valitse Update Drawing Data ja valitse Object properties –valikosta Room info



- MagiCAD Room:ssa tulee käyttää arkkitehdin määrittämiä huonetunnuksia
- Avaa IFC Export
- IFC tuotetaan käyttämällä oheisen kuvan mukaisia asetuksia
- LVI- ja sähkömallit luodaan rakennuskohtaisesti siten, että kaikki rakennuksen järjestelmät ovat samassa mallissa



Skanskan LVI-mallin tietosisältövaatimukset

SKANSKA

30.6.2015

LVI-mallin tietosisältö

Yleissuunnitteluvaihe

Asuntokohteissa LVI-suunnittelija mallintaa yhden kerroksen osalta järjestelmät ja komponentit kokonaisuudessaan käyttäen todenmukaisia putki- / kanavakokoja, materiaaleja sekä LVIS-kalusteita. Järjestelmät mitoitetaan suunnitteluohjelman mitoitustyökaluilla

Toimitilakohteissa 2D-leikkausten lisäksi LVI-suunnittelija mallintaa mallihuoneen / tilan/ kerroksen yo sisällön mukaan. Projektikohtaisesti sovitaan päärunkolinjoihin, teknisten tilojen ja kuilujen tilavaruuksien mallintamisesta.

Toteutussuunnitteluvaihe

Toteutusvaiheessa suunnittelija luo järjestelmämallin, joka sisältää kaikkien LVI-järjestelmien mallit. Mallien sisältö ao sisältöomäärittelyn mukaan.

Tarkkuustasot: 1= Mallinnetaan objekti tilavaruksena oikeaan sijaintiin ja nimetään oikein 2= Mallinnetaan suunnittelun aikaisella oikealla geometriatiedolla ja tietosisällöllä.

Järjestelmien värit YTV:n osa 4 liitteen 2 mukaisesti. Eristeiden värien tulee olla samat kuin putkien/ kanavien värit.

Komponentti	Mallinnuksen taso		Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja järjestelmien osalta	Huom
	1	2			
Reikävarausobjektit	x		Oikea sijainti ja koko	Mitat, suunnitteluala, absoluuttinen korkoasema	
Sewatek-läpiviennit	x		Oikea sijainti ja tuote	K-mitta, YK-mitta, putkimateriaali ja -koko, abs.korkoasema	
2D-leikkaukset			Putkistojen, kanavien, kaapelihyllyjen, valaisinten jne. oikea korko ja ulkomitat huomioiden mahdolliset eristeet ja kannakoinnin.	Leikkaukset tehdään vähintään peruskäytävistä, kuilujen ulostuloista, tate-tekniikkakerroksista (kellarit, putkitunnelit jne.). LVI-suunnittelija koordinoi TATE-leikkaukset.	
Suunnitteluohjelmistojen ulkopuoliset ns. "itse mallinnetut 3D-objektit"	x		Oikea sijainti ja ulkomitat	Tunnus, järjestelmätieto, tuotetieto (mm kaivot, hiekanerotuskaivot)	

LV					
Runkoputkistot DN20 -> Cu18 ->		x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. 2D-kuvissa korkoasema valmiista lattiapinnasta (keskilinja) mittaviassa, eristyspaksuus huomioitava.	
Kytentäjäohdot		x	Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella. DN10-25 putkistot voivat lävistää muita saman järjestelmän kytentäjäjohtoja. Kromatut kytentäjäohdot oltava tunnistettavissa.	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirta, painetaso	
Sprinkler-putkistot		x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella.	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. 2D-kuvissa korkoasema valmiista lattiapinnasta (keskilinja) mittaviassa	
Putkistoeristeet		x	Putken ulkomitassa oltava eristyspaksuus mukana	Eristyksen tyyppi ja paksuus mukaanlukien pinnoitteet on esitettävä mittaviassa ja tietosisällössä.	
Sulkuventtiilit		x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Malli, DN-koko, painehäviö	
Esisäädettävät venttiilit		x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset.	Malli, DN-koko, painehäviö, esisäätö, tunnus	
Moottoriventtiilit	x		Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, painehäviö, tunnus	
Muut venttiilit	x		Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, painehäviö	
Ilmanpoistimet	x		Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, tunnus (esim. IP1), tuotetito	
Suodattimet	x		Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, tunnus (esim. SU1)	
Paisunta-astiat	x	x		Tilavuus, esipaine, rakennepainne	
Lämmönsiirtimet	x			Teho tai tilavuusvirta, painehäviö	

Lämmönjakokeskus	x			Liittyvien verkostojen teho, tai tilavuusvirtaus ja painehäviö	Määräysten mukaiset huoltotilat esitetään piirustuksissa
Vedenjäähdytyskone	x		Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Tunnus	Liittyvien verkostojen teho, tai tilavuusvirtaus ja painehäviö.
Vesikatolle tai julkisivuun tulevat laitteet ja komponentit	x			Tunnus	
Nestetankit	x		Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Yli 100 dm3 tankit mallinnetaan	Tilavuus
Jakotukit	x			Tunnus, tuotetyyppi	
Lattialämmitysputkistot			Mallinnuksesta sovittava projektikohtaisesti	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso, teho/m2.	
Radiaattorit ja konvektorit		x		Malli, Teho (kts. myös "Esisäädettävät venttiilit")	
Kiertoilmakoneet	x			Tehon- tai tilavuusvirtauksen tarve, painehäviö, tunnus (esim. 401PKN01)	
IV-kanavistopatterit	x			Tehon- tai tilavuusvirtauksen tarve, painehäviö	
Käyttövesikalusteet (hanat, pesualtaat, WC-istuimet yms.)		x	ARK-kuvan osoittamassa paikassa	Malli, normivirtaus, painehäviö, tunnus (esim PA1, WC1) tuotetieto. Kalusteen tunnuksen perusteella kerrotaan erillisessä dokumentissa muut hankintatiedot ja -rajat (WC-istuin-, pesuallastyypit jne.)	

Pikapalopostit	x	x	ARK-kuvan osoittamassa paikassa	Malli, mitoitusvirtaus, painehäviö, tunnus (esim. PPP1)	
Viemäriputket		x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella. Mallinnetaan kaadolla, myös ulkopuoliset viemärit	Materiaali, DN-koko, virtaama. 2D-kuivissa korkoasema (alapinta) mittaviassa	Liitoskorot horneihin ja kuiluihin tarkistettava. Sadevesi-, jätevesi- ja rasvaviemärit mallinnetaan eri järjestelminä
Palomansetit	x			DN-koko, tunnus (esim PM1)	
Putkistojen tarkastus-/puhdistusluukut	x			DN-koko, tunnus (esim. PL1)	
Lattiakaivot	x		ARK-kuvan osoittamassa paikassa	Malli, DN-koko, normivirta, tunnus (esim. LK1)	
Kattokaivot	x		Vesikattokuvan osoittamassa paikassa	DN-koko, tunnus (esim. SVKK1)	
Piha-alueen putkistot		x	Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. 2D-kuivissa absoluuttinen korkoasema (keskilinja) mittaviassa. Viemäreiden osalta putken alapinta.	
Piha-alueen sade- ja jätevesikaivot	x		Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti	Tunnus (esim. SVK1)	
Piha-alueen erotuskaivot (HEK, REK jne)	x		Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti	Tunnus (esim. HEK1)	
Piha-alueen tarkastusputket ja -kaivot			Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti	Tunnus (esim. TP1)	
Perusmuurin sisäiset sade- ja jätevesikaivot / -pumppaamot	x			Tunnus (esim. JVP1)	

Perusmuurin sisäiset erotuskaivot	x			Tunnus (esim. HEK1)	
Perusmuurin sisäiset tarkastusputket ja -kaivot	x			Tunnus (esim. TP1)	
Sprinklerisuuttimet	x			K-arvo, DN-koko, tunnus (esim. SPR1)	
Lämmönjakohuoneen putkistot		x	Eroteltava muista järjestelmien osista status-tiedolla.	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso	
IV-konehuoneen putkistot		x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella. Eroteltava muista järjestelmien osista status-tiedolla.	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. 2D-kuivissa korkoasema valmiista lattiapinnasta (keskilinja) mittaviassa. Viemäreiden osalta putken alapinta.	
IV-koneiden pumput ja sekoitusryhmät	x		Sisältö esitetään kaaviossa. Arvioitu sijoitus esitetään mallinnettuna esim. laatikko-objekti	Laitetunnukset tasokuivissa mittavilla (esim. 301P04, 301FV04)	
Kuilut ja hormit		x	Putkistot mallinnetaan kuiluun eristeineen. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella. Kuiluissa / horneissa kulkevat putkistot eroteltava muista järjestelmän osista status-tiedolla.	Kuten runkoputkistot.	

IV					
Runkokanavistot		x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, koko, tilavuusvirtaus, painetaso. 2D-kuvissa korkoasema (keskilinja) mittaviivassa valmiista lattiapinnasta, eristyspaksuus huomioitava.	Tarvittavat kammiot eristeineen mallinnetaan
Kytkenäkänavistot		x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, koko, tilavuusvirtaus, painetaso	
Kanavistot IV-konehuoneessa		x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella. Eroteltava status-tiedolla muista kanavistoista.	Materiaali, koko, tilavuusvirtaus, painetaso. 2D-kuvissa korkoasema (keskilinja) mittaviivassa valmiista lattiapinnasta.	
Kanavistoeristeet		x	Kanavan ulkomitassa oltava eristyspaksuus mukana	Eristyksen tyyppi ja paksuus. Pinnoitteet kerrottava mittaviivassa / tietosisällössä.	
Koteloidut IV-koneet	x		Suunnittelija mitoittaa koneen laitevalmistajan ohjelmistolla ja käyttää ensisijaisesti ohjelmiston tuottamaa koneobjektia. Mallinnetaan omina järjestelminä.	Tunnus, esim. 301TK01	Määräysten mukaiset huoltotilat esitetään piirustuksissa
Huippuimurit	x	x	Mallinnetaan tuotteenä jos mahdollista. Mallinnetaan omina järjestelminä.	Tunnus, esim 301PK02, koko	
Kanavapuhaltimet	x	x	Mallinnetaan tuotteenä jos mahdollista.	Tunnus, esim. 301PK02, koko	
Ulospuhallushajottajat		x		Tunnus, esim. UPH1, koko	
Ulkosäleiköt		x		Tunnus, esim. US1, koko	
Päätelaitteet		x		Malli, koko, tunnus (esim. T1), ilmavirta, painehäviö, äänitaso, esisäätoarvo	

Liesikuvut		x		Malli, koko, tunnus, ilmavirta,	
Siirtoilmasäleiköt	x			Malli, koko, tunnus (esim. S1)	
Säätöpellit		x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Malli, koko, tunnus (esim SP1), ilmavirta, painehäviö, esisääto	
Ilma- / vakiovirtasäädin		x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Malli, koko, ilmavirta, painehäviö, yksilöity tunnus (esim. 301IMS1000.1 (järjestelmä-IMS-sijainti-juokseva nro.))	
Palopelti		x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset.	Malli, koko, painehäviö, tunnus (esim. PP1)	
Moottoroitu palopelti		x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset.	Malli, koko, painehäviö, yksilöity tunnus (esim. 301PP1000.1 (järjestelmä-PP-sijainti-juokseva nro.))	
Kanaviston äänenvaimentimet		x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Malli, koko, ilmavirta, painehäviö, tunnus (esim. ÄV1)	
Puhdistusluukut	x			Tunnus (esim.PL1)	
IV-kanavistopatterit	x		Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Koko, tunnus (esim. JLP1)	
Kanavistokomponentit (suodatus, kostutus jne.)	x		Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Koko, tunnus (esim. SU1)	
Kuilut ja hormit		x	Kanavat ja komponentit mallinnetaan kuiluun eristeineen. Kuiluissa / hormoneissa kulkevat putkistot eroteltava muista järjestelmän osista status-tiedolla.	Kuten runkokanavistot.	

Tuotannon aikaisten suunnitelmamuutosten päivittäminen malliin sijainnin, geometrian ja tietosisällön osalta sovitaan projektikohtaisesti.