

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

Perttu Valtonen

Rakennuksen 3D-inventointimalli

Opinnäytetyö 2013

Tiivistelmä

Perttu Valtonen

Rakennuksen 3D-inventointimalli, 44 sivua, 1 liite

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikka

Rakennesuunnittelu

Opinnäytetyö 2013

Ohjaajat: Lehtori (DI) Timo Lehtoviita, (RI) Markku Ovaskainen, Arkkitehtuuri-toimisto Ovaskainen Oy

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia rakennuskohteen inventointia ja sen toteuttamista tietomallipohjaisessa työskentely-ympäristössä. Tavoitteena oli myös tuottaa tilaajalle ja jatkokäyttäjille lopputuote, jota kaikki osapuolet voisivat tulevaisuudessa hyödyntää ilman suurta panostusta tiettyyn ohjelmistoon. Työssä keskityttiin tutkimaan tietomallipohjaisen työskentely-ympäristön ongelmakohtia ja hyötyjä. Yleisohjeistuksena projektiin tuottamisessa käytettiin julkaisuja *Senaattikiinteistöt: Yleiset tietomallivaatimukset 2007* ja *Yleiset tietomallivaatimukset 2012*.

Työn varsinainen kohde oli Lappeenrannassa sijaitseva UPM-Kymmene Oyj:n omistuksessa oleva kerhorakennus, joka toimii virkistys- ja ravintolakäytössä. Kohteessa oli todettu kosteusvaurio, jonka poistamiseksi projektiin ryhdyttiin. Vaurio oli hyvin paikallinen, eikä vaatinut koko rakennuksen kartoittamista. Tästä huolimatta kohteesta toteutettiin arkkitehtisuunnittelun osalta tietomalli jatkokäyttöä varten.

Opinnäytetyössä muodostettiin lopputuotteena 3D-inventointimalli, joka sisältää kaiken inventointiin ja korjaussuunnitteluun liittyvän materiaalin yhdessä pake-tissa. Rakennus inventoitiin aluksi Autodeskin Revit Architecturen avulla ja tämän jälkeen malli liitettiin osaksi Tekla BIMsight -projektia. BIMsight -projektiin onnistuttiin kokoamaan arkkitehtimallin lisäksi rakennesuunnitelmat, kohteen valokuvat ja erilaiset tekstitiedostot. Koko materiaalipaketti voitiin näin ollen siirtää eri osapuolille yhtenä pakettina, jota voi tarkastella Teklan BIMsight -ohjelmistolla.

Asiasanat: inventointimalli, tietomalli, korjausrakentaminen

Abstract

Perttu Valtonen

Inventory 3D-modeling, 44 pages, 1 appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Civil and Construction Engineering

Structural Engineering

Bachelor's Thesis 2013

Instructors: Lecturer (DI) Timo Lehtoviita, (RI) Markku Ovaskainen, Arkkitehtuutoimisto Ovaskainen Oy

The purpose of this thesis was to study an inventory of a building and executing it with a BIM-project. One of the main goals was to produce a working 3D-model for the building's owner and its management. The other purpose was that the produced model could be used without expensive software licenses and to learn how to use those expensive programs. In addition, in this thesis the ups and downs of working with a BIM-based environment were studied. The main sources of information in this project were *Senaattikiinteistöt: Yleiset tietomallivaatimukset 2007* and *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* -publications.

The main target for the thesis was this old club house of UPM-Kymmene company build in the 1930s, which is located in Lappeenranta. Nowadays the club house is in recreational use and serves as a restaurant. In the building, moisture damage was found in the cellar, which was the reason this project was executed. The operation only needed repair plans for the damaged area, but the whole building was inventoried. This was done for the future repair plans and asset management.

In this thesis, the end product was an inventory 3D-model. It contained the main architectural model which made with Autodesk Revit Architecture software and all the other data that was related to the project. The inventory 3D-model was created with Tekla BIMsight software, which made it possible that all the data could be transferred to other parties in one package. The architectural model and all the other data could be then examined with the cost free Tekla BIMsight software.

Keywords: Inventory, 3D-modelling, BIM

Sisällys

Termit ja käsitteet	6
1 Johdanto	7
2 Tietomalli korjausrakentamisessa.....	9
2.1 Tietomalli yleisesti	9
2.2 Tietomallipohjaisen työskentelyn vaiheet	10
2.2.1 Vaatimusmalli	10
2.2.2 Tilamalli.....	11
2.2.3 Alustava rakennusosamalli	12
2.2.4 Rakennusosamalli.....	12
2.2.5 Tuoteosamalli	13
2.2.6 Yhdistelmämalli.....	13
2.2.7 Toteumamalli	14
2.2.8 Ylläpitomalli.....	14
2.2.9 Inventointimalli	15
3 Tietomalliselostus	16
3.1 Tietomalliselostuksen rakenne	17
3.2 Tietomalliselostuksen käyttökelpoisuus.....	17
4 Kohde.....	19
4.1 Lähtötiedot.....	20
4.2 Kohteen mallintaminen	20
4.3 Kohteen kuntokartoitus.....	21
4.4 Kosteusvaurion korjausrakka	21
5 Työskentelyssä käytetyt tietokoneohjelmistot	22
5.1 Autodesk Revit Architecture 2012 ja 2013 -versiot	22
5.2 Autodesk AutoCAD 2012	23
5.3 Tekla BIMsight.....	24
6 Revit Architecture -mallin muodostaminen	25
6.1 Mallitarkkuus	26
6.2 Revit Architecture -mallin eri osiot	29
6.2.1 Tontti ja aluerakenteet	30
6.2.2 Perustukset.....	30
6.2.3 Runko	31
6.2.4. Aukotukset.....	32
6.2.5. Talovarusteet ja kiintokalusteet.....	33
6.2.6. Irtokalusteet ja visualisointiobjektit.....	33
7 BIMsight-projekti.....	34
7.1 Projektitympäristön valinta.....	34
7.2 IFC-malli	35
7.3 BIMsight-kokonaisuuden muodostaminen.....	36
8 Tulokset ja pohdinta	37
8.1 Projektin ongelmakohdat	38
8.2 Lopputuote ja sen muodostuminen	39
8.3 Tietomallintamisen ohjeet ja käyttökelpoisuus.....	40
Kuvat.....	42
Kaaviot	43
Lähteet	44

Liitteet:

Liite 1. Kohteen tietomalliselostus

Liite 2. BIMsight näkymiä projektista

Termit ja käsitteet

4D-malli	Rakennusprojektin aikataulutiedon sisältävä tietomalli
BIM	Building Information Model, tietomalli suomeksi
DWG	AutoCAD-ohjelmiston tiedostomuoto
IFC	Industry Foundation Classes, avoimen standardin mukainen tiedostomuoto 3D-malleille
Törmäystarkastelu	Rakennusosoiden päällekkäisyyksien tarkastelu 3D-mallintamisen avulla
Tietomalli	Rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa
Toteumamalli	Rakennuksen suunnitelmien korjaaminen rakentamisen yhteydessä toteutuneen muodon mukaiseksi
Inventointimalli	Olemassa olevan rakennuksen tietojen kartoitus yhdeksi digitaalseksi kokonaisuudeksi
Natiivimuoto	Ohjelmiston käyttämä sitä varten kehitetty tiedostomuoto, jota ei yleensä voi käyttää suoraan muissa ohjelmissa
Ylläpitomalli	Rakennuksen ylläpidon kannalta tärkeät tiedot kerätään toteumamallin sisään ja päivitetään sitä mukaa, kun muutoksia tehdään tai tarvitaan
YTV2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -julkaisu, joka ohjeistaa tietomallin tekemistä

1 Johdanto

Rakennusala on vähitellen siirtymässä tietomallipohjaiseen suunnitteluun ja tätä kautta myös tietomallipohjaiseen tuotantoon. Viime vuosien nopea kehitys tietotekniikan osalta on mahdollistanut mallipohjaisen suunnittelun käyttöönoton rakennusalan eri osa-alueilla. Tietomallipohjaisen suunnittelun ja osaamisen kehittyminen on avannut uusia mahdollisuuksia myös korjausrakentamisen ja ylläpidon kannalta.

Tietomallipohjaiseen suunnitteluun ja sen hyödyntämiseen liittyy erilaisia hyötyjä ja haittoja. Yleisesti ottaen projekteissa tiedon määrä lisääntyy verrattuna perinteisiin suunnittelumenetelmiin. Myös tiedon jakaminen projektissa mukana oleville osapuolille helpottuu. Tarkasti mallinnettu rakennus ja malliin liitetty tieto helpottaa jokaista osapuolta, joka liittyy rakennukseen sen elinkaaren aikana alkaen aina urakkalaskennasta ja työmaasta rakennuksen ylläpitoon asti. Ongelmaksi on muodostunut rakennusalan tiukka aikataulutusta ja tilaajien haluttomuus ottaa mallintamista käyttöön. Usein mallintaminen nähdään ja on nähty ainakin tähän päivään asti, vain ylimääräisenä tuotteena, jolla tilaaja ei tee juuri mitään.

Ongelma on myös erilaisten ohjelmistojen yhteensopimattomuus toistensa kanssa ja niiden standardien muuttuminen lyhyellä aikavälillä. Yleinen IFC-standardi pyrkii korjaamaan tätä ongelmaa, mutta sen käyttöön liittyy myös muutamia haittoja. Mallitiedostojen muuttaminen IFC-tiedostomuotoon hävittää aina mallista tietoa, mikä vaatii lisää työtä alkuperäisen mallin tekemisen lisäksi. Lisäksi rakennuksen loppukäyttäjän tai ylläpitäjän on valittava eri ohjelmistovalmistajien väliltä tarkoituksiinsa sopiva katseluohjelmisto.

Tämän työn aloittamisen aikaan Suomessa ei ollut ohjeistettu kovin kattavasti tietomallintamista. Ensimmäinen kattavampi ohje oli vuonna 2007 julkaistu *Senaatti-kiinteistöt: Tietomallivaatimukset 2007*. Vuonna 2012 julkaistiin tästä yleisohjeesta uusi versio, jonka nimi on *Yleiset tietomallivaatimukset 2012*. Vuoden 2007 julkaisua *Senaatti-kiinteistöt: Tietomallivaatimukset 2007* on käytetty vuoteen 2012 asti yleisohjeena ja vaatimustasona olemassa olevien ra-

kennuksien mallintamisessa Senaatti-kiinteistöille tehtävissä projekteissa. Muissa projekteissa on joko sovellettu tai pidetty löysänä ohjenuorana tätä Senaatti-kiinteistöjen ohjetta. Uusi 2012 julkaistu *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* pyrkii tarkentamaan, muuttamaan ja täydentämään vanhaa Senaatti-kiinteistöjen ohjeistusta käytännöllisempään suuntaan kaikilla osa-alueilla.

Tässä opinnäytetyön raportissa pyritään selkeyttämään olemassa olevan rakennuksen mallintamiseen liittyviä käytäntöjä ja yhdistämään inventointimalliksi projektiin liittyvät eri osa-alueet. Työn tarkoituksena on luoda lopputuote, jota pystytään hyödyntämään eri suunnittelualoilla ja kaikkien rakennukseen liittyvien osapuolien toimesta.

Opinnäytetyön varsinainen kohde on UPM-Kymmenen omistama Kaukaan tehtaan kerhorakennus Lappeenrannassa. Työssä tutkitaan eri työkalujen ja menetelmien soveltuvuutta kohteen inventointiin, eli olemassa olevan rakennuksen mittaukseen ja kartoitukseen, ja eri tulosten yhdistämiseen. Kohteen kuntoarvion ja inventointitiedon sisällytystä malliin ja suoraan projektitiedostoon tutkitaan erilaisten ohjelmistojen ja toteutustapojen avulla.

Projektista toteutetaan myös tietomalliselostus, johon dokumentoidaan mallia tehtäessä ilmenneet ongelmat ja niiden ratkaisumallit. Tietomalliselostus toimii ohjeena mallin jälkikäyttöä varten ja helpottaa erilaisten ratkaisujen ja malliosien hahmottamista myöhemmin.

Tietomalliselostus on oleellinen osa tämän opinnäytetyön varsinaista työosuutta. Sen tarkoitus on olla käyttökelpoinen lähtötieto jatkossa tapahtuvalle suunnittelulle ja ylläpidolle. Selostuksen avulla eri tahojen edustajat voivat jatkossa hyödyntää helpommin mallin tarjoamia etuja.

Tarkoituksena on myös tutkia mallintamisessa ilmeneviä ongelmia ja mahdollisia hyötyjä verrattuna perinteiseen kaksiulotteiseen työskentelytapaan.

2 Tietomalli korjausrakentamisessa

Rakennuksen tietomalli (Building Information Model, BIM) on rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Tietomalliin liittyy myös rakennuksen geometrian määrittäminen ja esittäminen kolmiulotteisesti havainnollisuuden ja erilaisten simulointitarpeiden vuoksi. (Lehtoviita 2012, 1.)

2.1 Tietomalli yleisesti

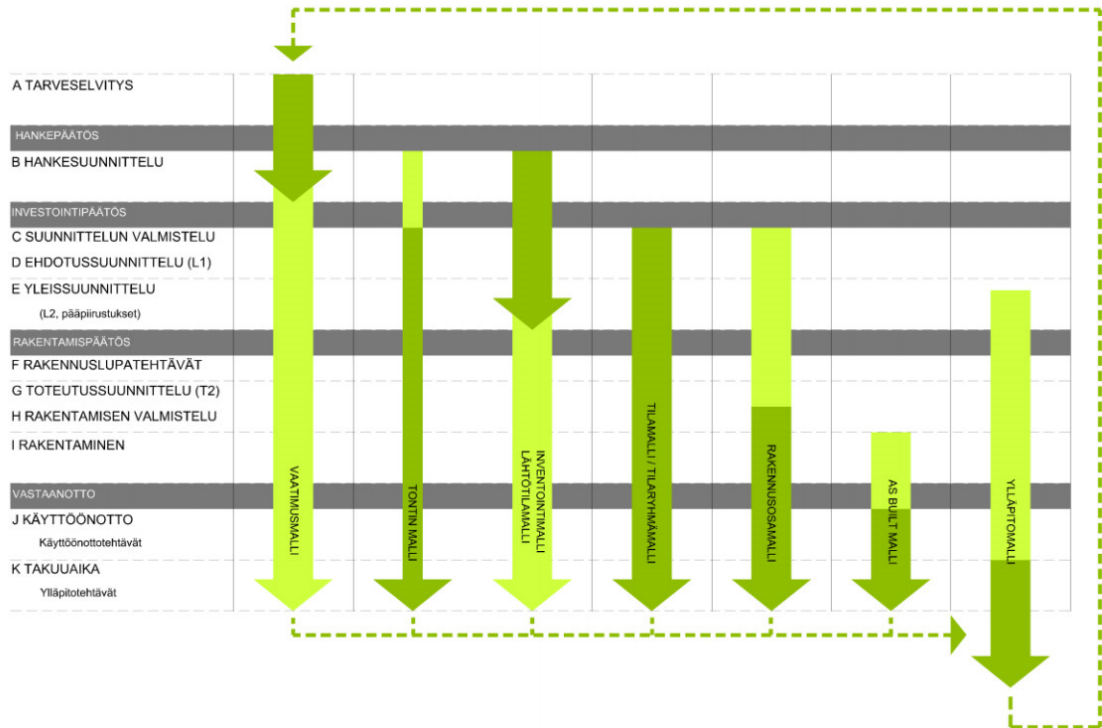
Rakennuksen tietomallilla tarkoitetaan rakentamiseen liittyvää tiedonhallinnan toimintamallia. Tietomalli koostuu vähimmillään perinteisen kaksiulotteisen suunnittelun lisäksi rakennuksen kolmiulotteisen geometrian lisäämisestä suunnitteluun. Kolmiulotteisuus lisää varsinkin arkkitehtimallisissa huomattavasti havainnollisuutta ja siitä on helpompi hahmottaa erilaisia yksityiskohtia. Parantuneesta ulosannista eivät hyödy pelkästään suunnittelija ja tilaaja, vaan myös rakennusaikainen etu voidaan hyödyntää työmaalla tarkastelemalla eri kohteita mallinnetusta geometriasta ja törmäystarkasteluista.

Tietomallin minimivaatimusten eli kolmiulotteisen geometrian mallintamisen jälkeen voidaan malliin lisätä muita ominaisuuksia, jotka täydentävät ja parantavat mallia. Malli voi sisältää tietoa esimerkiksi ainevahvuuksista ja rakennetyypeistä. Siihen voidaan lisätä eri rakennusosille erilaisia tietoja, kuten palonkesto, lämmönläpäisy tai ääneneristävyys. Myös rakennusaikaisten aikataulutietojen lisääminen on mahdollista, jolloin mallista tulee niin kutsuttu 4D-malli, jossa rakennuksen tietomalliin liittyy myös aikataulutieto.

Urakointia ja laskentaa helpottavia tietoja voidaan lisätä hyvinkin tarkasti tietomalliin, jolloin siitä saadaan tarvittavat tiedot ilman erillisiä selostuksia ja dokumentteja. Mitä paremmin tietomalli on tehty, sitä tarkemman hinta-arvion urakalaskija voi kohteesta saada. Mallin tarkkuudella voidaan vaikuttaa urakan hintaan merkittävästi, kun suunnitelmia voidaan muuttaa suunnitteluvaiheessa, eikä ainoastaan enää silloin, kun rakentaminen on jo alkanut. Tällöin vaikutus kustannuksiin ei ole enää niin merkittävä. Myös työtä ja suunnittelua helpottavia törmäystarkasteluita voidaan suorittaa erilaisilla ohjelmistoilla, jolloin taso- ja

jopa 3D-suunnittelun yhteydessä huomaamatta jääneet ongelmat yleensä paljastuvat.

2.2 Tietomallipohjaisen työskentelyn vaiheet



Kaavio 1. Hankkeen tietomallirakenne (YTV 2012, osa 3)

Yllä olevassa kaaviossa 1 on kuvattu tietomallipohjaisen työskentelyn vaihteita. Kaavio havainnollistaa Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -julkaisun mukaiset työskentelyvaiheet mallin eri tasojen ja osioiden osalta.

Eteneminen kuvataan aina tarveselvitysvaiheesta eteenpäin takuuajan ylläpitotehtävien luomiin tarpeisiin asti. Samanlainen järjestys eri työvaiheissa toimii myös inventointimallin kanssa, tällöin vain jotkut vaiheet toteutetaan mahdollisesti eri tavalla kuin uudiskohteen rakennushankkeen kanssa. Myös joitain vaihteita saatetaan jättää pois olemassa olevan rakennuksen kanssa toimittaessa.

2.2.1 Vaatimusmalli

Rakennushanke vaatii aina tarveselvityksen riippumatta onko se uudis- vai korjausrakentamista käsittävä kohde. Tarveselvityksellä yritetään kartoittaa hankkeen tavoitteet ja eri strategiat toimintaa ja kiinteistöä varten. Tarveselvitysvai-

heessa muodostetaan tilaohjelma nykyisten ja tulevaisuudessa tarvittavien resurssien pohjalta.

Tarveselvitysvaiheen jälkeen saadaan vaatimusmallin muodostamiseen tarvittavia tietoja alustavasta kustannustavoitteesta ja aikataulutoiveista. Hankkeen laajuus pystytään määrittämään alkuvaiheessa ja siihen voidaan vaikuttaa erilaisilla keinoilla, kuten tilamuutoksilla ja erilaisilla pohjaratkaisuilla.

Hyvänä työkaluna vaatimusmallin pohjaksi toimii inventointimalli, joka kartoittaa tontin tiedot, olemassa olevat rakennukset ja muut tontilla sijaitsevat rakennelmat. Inventointimallin tuottamiseksi on erilaisia mahdollisuuksia. Se voidaan tuottaa vanhojen suunnitelmien, suoritettavien mittausten, kohteesta suoritettavan dokumentoinnin kuten valokuvauksen tai muiden dokumenttien pohjalta. Yleensä mallin tuottamisessa pyritään yhdistämään parhaan mukaan näitä kaikkia menetelmiä mahdollisimman hyvän tarkkuuden saavuttamiseksi.

Inventointimallin tarkkuusvaatimus ja taso vaihtelevat merkittävästi sen mukaan, mitä dokumentaatiota on olemassa ja mitä mittaustuloksia on käytettävissä. Rakennushankkeen alussa voidaan asettaa myös tiukempi tai väljempi taso inventointimallille riippuen hankkeen tyypistä ja luonteesta. Esimerkiksi museaalisesti merkittävässä kohteissa voidaan inventointimallilta vaatia tarkempaa tasoa, jotta korjaushanke voidaan toteuttaa mahdollisimman hyvin arvokkaan kohteen säilymisen kannalta. (YTV 2012, osa 3.)

2.2.2 Tilamalli

Hankesuunnitteluvaiheeseen päästään, kun tarveselvitys on muodostettu. Hankesuunnitteluvaiheessa tarkennetaan edellisen vaiheen kartoituksia ja näistä suunnitelmista tehdään yksityiskohtaisempia. Tässä vaiheessa asetetaan rakennushankkeelle yksityiskohtaiset laatu-, laajuus-, kustannus- ja ylläpitotavoitteet sekä määritellään hankkeelle tarkennettu tavoiteaikataulu.

Tilamallivaiheessa arkkitehti muodostaa 2D-luonnosten tyyppisiä massamalleja tai visualisointeja, joiden avulla voidaan tarkastella rakennuksen soveltumista olemassa olevaan tai mahdollisesti tulevaisuudessa muokattavaan ympäristöön.

Tässä vaiheessa tietomallityöskentelyn avulla voidaan uudiskohteessa ja uudisrakentamista tai laajentamista sisältävässä korjausrakentamiskohteessa vaikuttaa paljon hankkeen lopullisiin kustannuksiin. Mallien avulla voidaan tehdä simulaatioita esimerkiksi energiatehokkuudesta ja tehdä erilaisia kustannus- ja elinkaarianalyseja.

Tietomallipohjainen suunnittelu mahdollistaa kokonaisuuden siirtämisen enemmän tämän tilamallivaiheen suuntaan, jolloin kokonaiskustannuksiin pystytään vaikuttamaan paremmin suunnitteluvaiheessa.

2.2.3 Alustava rakennusosamalli

Varsinainen rakennusosamallin suunnittelu voidaan aloittaa investointipäätöksen tekemisen jälkeen. Alustavassa rakennusosamalli-vaiheessa luonnoksista jalostetaan suunnitelmia varsinaisten lopullisten suunnitelmien suuntaan. Luonnossuunnittelu voi olla tarkkuudeltaan hyvinkin eritasoista. Perinteiseen paperilla tapahtuvaan luonnosteluun verrattuna mallit voivat jo tässä vaiheessa olla hyvinkin tarkkoja.

Kun kyseessä on inventointimalli, se on yleensä jo tässä vaiheessa tarkemmalla tasolla ja sitä voidaan ryhtyä käyttämään pohjana suoraan tarkempaan suunnitteluun.

Projektin ja kohteen luonne vaikuttaa tämän alustavan rakennusosamallin tarkkuuteen ja laatuun. Joissain kohteissa tietyt osat, kuten julkisivut, voidaan vaatia jo tässä vaiheessa mallinnettaviksi tarkasti viranomaisia varten.

2.2.4 Rakennusosamalli

Alustavan rakennusosamallin pohjalta työstetään varsinainen rakennusosamalli, jonka yhteydessä ryhdytään lisäämään merkittävästi rakentamisen ja ylläpidon kannalta tärkeää tietoa projektiin.

Viimeistään suunnittelun tässä vaiheessa arkkitehtimalliin on lisättävä tai päivitettävä osien asennusvarat ja tuotteiden oikeat mitoitukset. Myös rakennetyypit on tiedettävä tässä vaiheessa ja niitä on käytettävä suunnittelussa. Rakennetyyppejä ei kuitenkaan määritellä toimittajatasolla vaan yleisesti.

Ohjelmistot tarjoavat rakennusosamallivaiheeseen luontevia työkaluja yleisten olioiden kautta. Näitä voivat olla eri materiaalityypit, ikkunat ja ovet, joilla ei ole tarkempia määritelmiä esimerkiksi toimittajasta.

Ongelmana tässä vaiheessa on yleensä ohjelmiston rajoittuneisuus liittymäsuunnittelun osalta, jolloin joudutaan mahdollisesti käyttämään valmiita periaatedetaljeja mallin rinnalla. Tarpeeksi tarkasti tehdystä mallista pitäisi saada kaikki tarvittava tieto korvaamaan esimerkiksi yleiset detaljit tai periaatesuunnitelmat, joita on ennen käytetty. Tiedon saattaminen paperimuotoon ja dokumenteiksi vaatii lisää työtä, ja näin ollen yleensä käytetään yleisiä olemassa olevia ohjeistuksia ja periaatepiirustuksia.

2.2.5 Tuoteosamalli

Tuoteosamalli-vaihe vastaa yleisesti rakennusluvan jälkeisiä urakkalaskenta-asiakirjoja, joista käy ilmi kaikki oleellinen urakkalaskennan suorittamista varten. Tuoteosamalliin lisätään tieto kaikkien rakennusosien toimittajista ja tarvittavista ominaisuuksista.

Ohjelmistojen yhteyteen on saatettu tehdä valmistajien toimesta yhteensopivia objekteja, joissa tuotetieto on kirjoitettu valmiiksi rakennusosaan. Kaikki valmistajat ja ohjelmistot eivät tällaista työkalua tarjoa, mikä hankaloittaa täysin tarkkaa mallintamista tässä vaiheessa.

Riippuen aikaisempien mallintamisvaiheiden tarkkuudesta ja työmäärästä, rakennusosamalli voi olla jo tuoteosamallin vaatimuksien tasolla.

Tuoteosamalli-nimitystä ei enää käytetä sellaisenaan *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* -julkaisussa, vaan se on vanha nimitys rakennusosan mallitasolle, jota käytettiin *Senaatti-kiinteistöt: Tietomallivaatimukset 2007* -julkaisussa. (TV 2007; YTV 2012, osa 1.)

2.2.6 Yhdistelmämalli

Yhdistelmämallilla tarkoitetaan sellaista mallia, jossa kaikkien eri suunnittelualojen mallit yhdistetään yhdeksi kokonaisuudeksi. Riippuen hankkeen alussa valitusta mallintamistasosta, tässä vaiheessa tarvitaan joko erillinen henkilö tai joku

suunnittelijoista tekemään tämä yhdistelmämalli. *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* -julkaisussa ohjeistetaan tätä yhdistelmämallivaihetta niin, että tietomallikoordinaattorina toimiva taho tekee eri suunnittelualojen tuottamien mallien yhdistämisen. (YTV 2012, osa 1.)

Yhdistelmämalli-vaiheessa toteutetaan törmäystarkastelut ja tutkitaan kaikkien suunnitelmien sopivuus keskenään. Työmaa käyttää yleensä yhdistelmämallia apunaan rakennusvaiheessa. Viimeistään tässä vaiheessa suunnitelmien pitää olla jaettuna kaikille osapuolille ja kaikkien muutosten toteutettuna kaikkien eri suunnittelualojen malleihin tai suunnitelmiin.

2.2.7 Toteumamalli

Lopullinen tietomalli päivitetään rakennusvaiheessa ja sen jälkeen vastaamaan toteutunutta rakennusta. Ideaalikohteessa tätä ei tarvitse tehdä, sillä suunnittelijoiden ja työmaan tulisi olla tiiviissä yhteistyössä rakennusaikanakin. Valitettavasti näin ei ole yleensä, jolloin tämä vaihe on tarpeellinen.

Nykyisin toteumamalli on vielä useasti varsinkin pienissä projekteissa melko unohtettu vaihe. Toteumamallia ei välttämättä haluta tai viitsitä toteuttaa, vaan rakennusvaiheen valmistuttua mallin käyttö lopetetaan tai korkeintaan tarkastetaan joitain projektin eri osioihin liittyviä yksityiskohtia.

Tämän vaiheen voisi laskea tietomallinnusprojektin yhdeksi tärkeimmäksi vaiheeksi rakennuksen elinkaarta ajatellen. Kunnollinen toteumamalli vastaa hyviä loppupiirustuksia ja toimii hyvänä lähtötietona tulevaisuudessa tapahtuville muutoksille tai erilaisille korjausprojekteille rakennuksen elinkaaren aikana.

2.2.8 Ylläpitomalli

Ylläpitomalli mahdollistaa tietomallin käyttämisen jatkossa saumattomammin korjaushankkeissa ja suunnitelmia tai piirustuksia vaativissa toimenpiteissä. Ylläpitomallia pitäisi päivittää sitä mukaa, kun muutoksia tapahtuu rakennuksen elinkaaren aikana. Kiinteistönpidon kannalta tämä vaihe olisi tärkein, mutta myös myöhemmät korjaushankkeet hyötyvät tästä paljon.

Nykyisin on tarjolla jo joitain kiinteistönpito-ohjelmistoja, jotka hyötyvät hyvin toteutetuista tietomalleista. Juuri tämä kohta olisi tärkeää tiedostaa ylläpitomallia tehtäessä tai sitä ylläpidettäessä. Ylläpitomallin avulla voidaan esimerkiksi simuloida tai tarkkailla rakennuksen energiankulutusta ja ennakoida erilaisia korjaus- tai muutostarpeita elinkaaren aikana. Nämä kaikki säästävät jatkossa rahaa rakennuksen ylläpidossa, vaikka ne vievätkin suunnitteluvaiheessa enemmän resursseja.

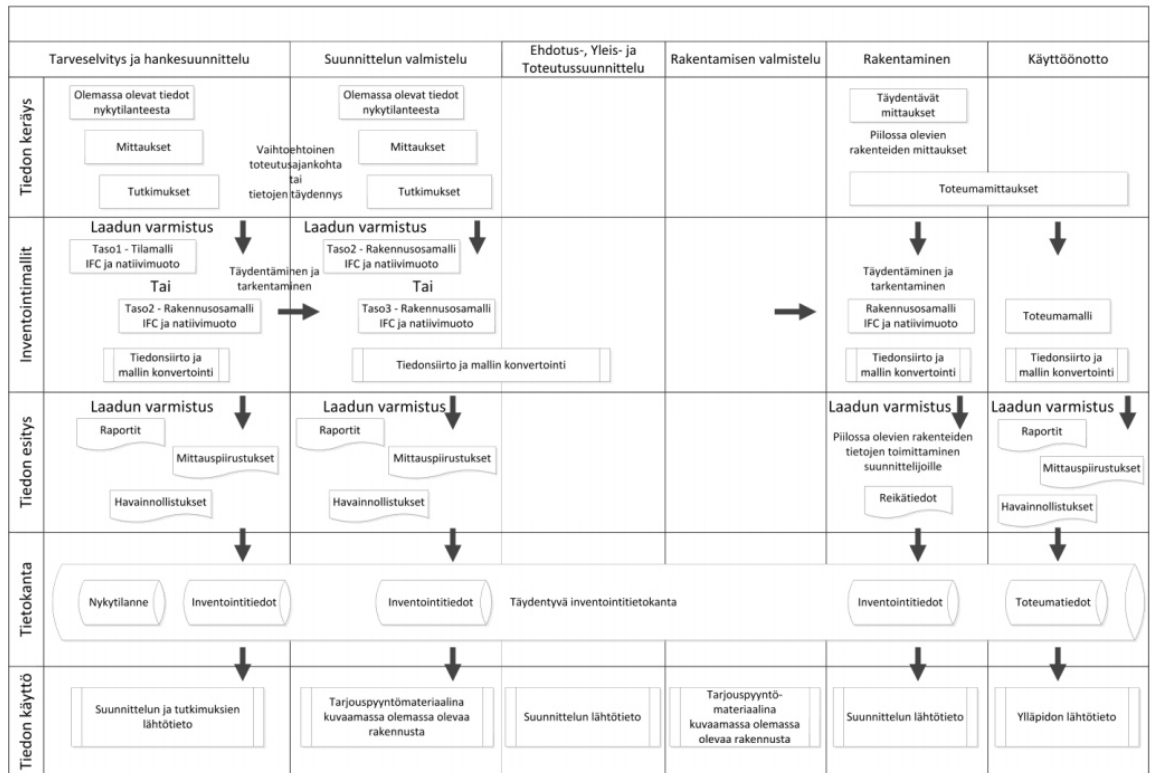
Ylläpitomallin ja esimerkiksi kiinteistönpito-ohjelmistojen avulla voidaan tarkastella rakennuksessa tai eri rakennuskokonaisuuksissa toimivien tahojen tilatarpeita ja toiminta-alueita. Parhaimmillaan näiden tutkimuksien ja ylläpidon avulla voidaan kaikkea tekemistä tehostaa ja eri alueiden toimintaa parantaa käyttötarpeiden mukaisesti.

2.2.9 Inventointimalli

Inventointimallilla käsitetään olemassa olevan kohteen kartoitusta sähköiseen muotoon. Inventointimalli muodostetaan olemassa olevien piirustusten ja niitä tarkentavien mittauksien ja tutkimuksien avulla. 3D-inventointimallissa perinteisen kaksiulotteisen suunnittelun lisäksi kohteen malliin lisätään eri rakennusosille korkeustieto eli kolmas ulottuvuus.

Alla olevassa kaaviossa 2 on esitetty esimerkki inventointimallintamisen etenemisestä rakennushankkeessa. Kaaviossa kuvataan erilaisia vaiheita mallintamisen yhteydessä ja niiden sisäisiä työvaiheita.

Inventointimallissa yhdistyvät aikaisemmin mainitut malliosiot. Inventointimallille voidaan määrittää projektin alussa erilaisia vaatimustasoja niin mittauksen, kuin sisällönkin osalta. Näiden kaikkien tuloksena saadaan inventointimallille määriteltyä kokonaistaso jolla se toteutetaan.



Kaavio 2. Esimerkki inventointimallinnuksen vaiheistuksesta rakennushankkeessa (YTV 2012, osa 2)

3 Tietomalliselostus

Tietomalliselostuksen merkitys ei ole ollut kovin merkittävä, osaksi projektien vähäisen määrän takia ja osaksi mallin jatkokäytön vähyyden takia. Selostuksen merkitys kuitenkin nousee esiin sitä enemmän, mitä enemmän eri ohjelmistoja käytetään tai mitä enemmän ne eroavat toisistaan. Tietomalliselostuksen idea on mahdollistaa tietomallin jatkokäyttö ilman ongelmia ja avata alkuperäisen mallin tai jälkikäyttäjän tekemät ratkaisut. Tietomalliselostuksen tärkeys korostuu erityisesti inventointimallia tehtäessä, koska hyvän mallin muodostaminen on enemmän tai vähemmän kompromisseja ja ongelmanratkaisua ainakin siihen asti, kunnes ohjelmistot kehittyvät riittävälle tasolle siltä osin, että objekteja voidaan muokata standardien sisällä paremmin.

3.1 Tietomalliselostuksen rakenne

Tietomalliselostus koostuu erilaisista osioista, jotka luonnehtivat muodostettua tietomallia ja varsinaista rakennuskohdetta. Selostuksessa esitellään käytännössä joko uusi tai inventoitava olemassa oleva kohderakennus. Jokaisesta erillisestä mallista tulisi tehdä oma tietomalliselostuksensa.

Selostuksessa esitetään ensin kohteen yleistiedot ja listataan ohjelmisto tai ohjelmistot, joilla malli on tuotettu. Ohjelmistojen versionumerot on myös hyvä esittää, jotta tiedetään esimerkiksi millä versiolla Revit Architecture -ohjelmiston malli on tuotettu. Jos malli avataan ja tallennetaan uudemmalla ohjelmistoversiolla, on sen käyttäminen mahdotonta vanhemmilla versioilla, joilla malli on saatettu tuottaa alun perin.

Kohteesta listataan tasot tai nimikkeistöt, joiden alle rakennusosat on muodostettu. Nykyisin projekteissa tulisi käyttää Talo 2000 -nimikkeistöä, ja niin Revit Architecture kuin myös Graphisoftin kilpaileva Archicad tekevät suoraan tai viimeistään lokalisointitiedostot asentamalla.

Selostuksen loppuosan muodostaa yleensä mallissa käytettyjen tasojen listaminen. Tämä johtuu siitä, että mallinnusohjelmistot toimivat niin, että projekti sidotaan johonkin 0-tasoon mallissa ja siitä ylös ja alaspäin työtetään eri kerroksia tai tasoja, joista otetaan näkymiä. Tällainen työskentelytapa helpottaa mallin hahmottamista kaksiulotteisessa työympäristössä.

3.2 Tietomalliselostuksen käyttökelpoisuus

Tietomalliselostus on käyttökelpoinen työkalu hyvin tehtynä, mutta melko turha listaus eri osioista, jos siihen ei ole panostettu tarpeeksi. Joka kohteesta pitäisi tehdä kokonaan uusi versio eikä vain tyytyä kopioimaan vanhaa ja muuttamaan esimerkiksi vain muutamia kohtia.

Tietomalliselostuksen käyttökelpoisuus lisääntyy sitä mukaa, mitä enemmän ja yksityiskohtaisemmin tuotettua mallia kuvaillaan. Varsinkin inventointimallin kannalta ongelmallisia työkaluja ja erilaisia rakennusosia voitaisiin listata selostukseen kohtalaisen kattavasti, niin että tulevaisuudessa mallia voidaan hyödyntää paremmin.

Tietomalliselostuksen tärkein tehtävä olisi vähentää turhaa pohtimista erilaisten toteutustapojen takia. Myös niin sanotusti turha kysely ja selvittely voisi jäädä eri alojen suunnittelijoiden tai eri toimijoiden välillä pois, kun kaiken tiedon voisi saada selville selostuksesta, joka on tehty hyvin.

4 Kohde

Opinnäytetyön mallikohteeksi valikoitui UPM-Kymmene omistama Kaukaan tehtaan kerhorakennus. Kohde sijaitsee Lappeenrannassa Kaukaan kaupunginosassa UPM-Kymmene paperitehtaan läheisyydessä. Rakennus on toiminut yhtiön virkistys- ja edustustehtävissä alusta alkaen. Rakennus on tehty vuonna 1932, ja se toimii nykyisin virkistyskäytön ohessa ravintolana. Nykyisellään rakennus on säilynyt hyvin alkuperäisessä ulkoasussaan ja on päällisin puolin hyväkuntoisen näköinen.



Kuva 1. Yleiskuva varsinaisen kohteen etupihalta

4.1 Lähtötiedot

Varsinaisen korjausrakennushankkeen ja inventointiprojektin käynnisti kellari-kerroksen tiloissa epäilty kosteusvaurio (kuva 2.), joka haluttiin poistaa. Pelkän yhden rakennuksen osan korjaamisen sijaan rakennukselle päätettiin toteuttaa kokonaisvaltainen inventointi myöhempiä hankkeita ajatellen. Tilaaja halusi kokonaisuuden, jossa yhdistyisi perinteinen kuntokartoitus ja korjaushankkeen edellyttämät suunnitelmat. Tähän tarpeeseen tutkimus 3D-inventoinnista sopi hyvin.

Olemassa oleva dokumentaatio saatiin käyttöön UPM-Kymmenen arkistoista. Koska kohteeseen ei ole tehty paljoa muutoksia eikä laajoja peruskorjauksia, olivat piirustukset pääasiassa 1930-luvulta. Piirustuksien mitoitus oli merkitty senteissä ja osa teksteistä oli ruotsiksi. Tämä ei aiheuttanut suuria ongelmia kuin tietyissä kohdissa, joissa olisi tarvittu lisää mittatarkkuutta ja tarkempia yksityiskohtia tasopiirustuksissa.

Alkuperäisiä ja satunnaisia korjausdokumentaatioita oli käytettävissä melko hyvin. Ainoastaan perustuspiirustukset puuttuivat kokonaan, mutta toisaalta 1930-luvun piirustuksista löytyi esimerkiksi puheenjohtajan nuijasta mittapiirustus.

4.2 Kohteen mallintaminen

Projektin käynnistyessä lähtötietoihin luettavaa dokumentointia ryhdyttiin täydentämään erilaisilla mittauksilla, valokuvaamalla ja siirtämällä osa paperilla olleista piirustuksista yksinkertaisessa muodossa sähköisiksi viivapiirustuksiksi.

Rakennuksessa suoritettiin käsivaraisia mittauksia laseretäisyysmittarilla ja rullamitalla. Näiden avulla tarkennettiin 3D-mallista saatavia piirustuksia, joiden avulla taas saatiin parannettua 3D-mallin tarkkuutta verrattuna vanhoihin tasopiirustuksiin.

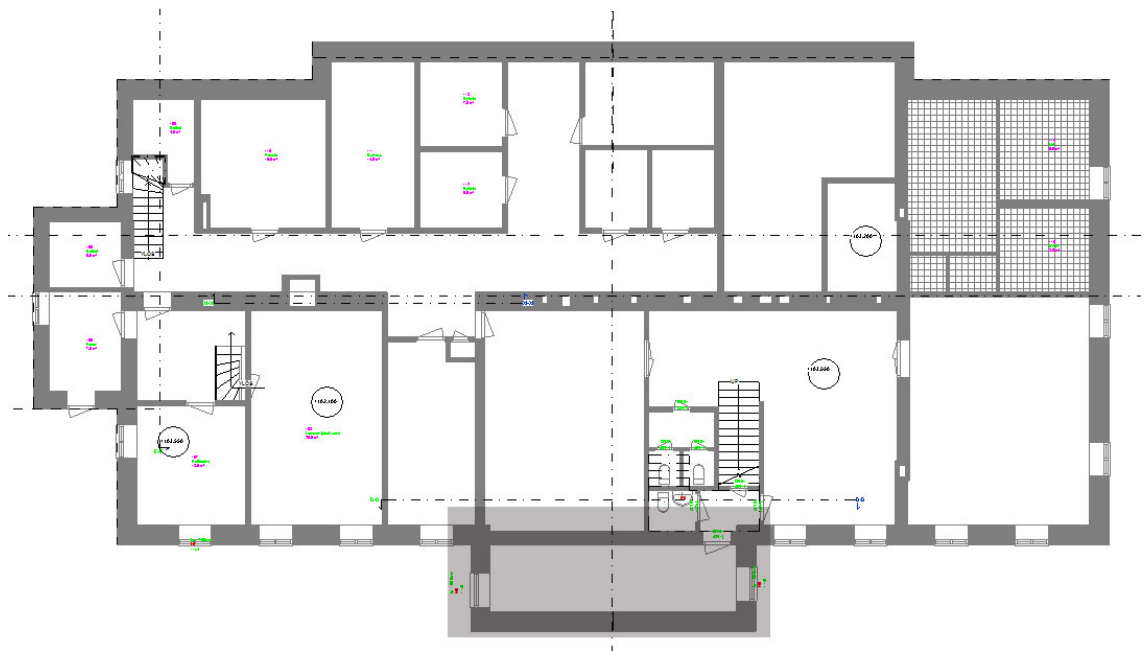
Valokuvausta käytettiin apuna yksityiskohtien mallintamisessa ja erikoisten rakenteiden tutkimisessa. Kohteen inventointi valokuvaamalla mahdollistaa moni-

en yksityiskohtien muokkaamisen ilman, että on tarvetta käydä aina uudelleen kohteella tutkimassa asiaa erikseen.

4.3 Kohteen kuntokartoitus

Kuten on aiemmin mainittu, varsinaisen korjausrakentamishankkeen käynnisti kellarissa sijaitsevilla tiloilla esiintynyt kosteusvaurio (kuva 2.), josta haluttiin päästä kokonaan eroon. Vaikka rakennus on yleisilmeeltään hyväkuntoinen ja pysynyt suhteellisen alkuperäisessä kunnossa, on siinä erilaisia korjausta vaativia kohtia.

Kuntokartoituksen teki Arkkitehtuuritoimisto Ovaskaiselta rakennusinsinööri Markku Ovaskainen. Kuntokartoitus suoritettiin pintapuolisesti rakenteita hajottamatta ja kohdistettiin pääpainoltaan kellarin kosteusvaurioista kärsivälle alueelle.



Kuva 2. Kellarikerroksen vaurioalue merkittynä tummalla

4.4 Kosteusvaurion korjausrakka

Kosteusvauriosta kärsinyt kellarin osa korjattiin uusimalla seinärakenteita sekä väli- ja alapohjaa. Kosteusvaurio aiheutui ulkopuolelta tulleesta kosteudesta, jota pääsi kellarikerrokseen vanhojen rakenteiden kautta nousemalla maaperästä ja siirtymällä seinärakenteiden kautta.

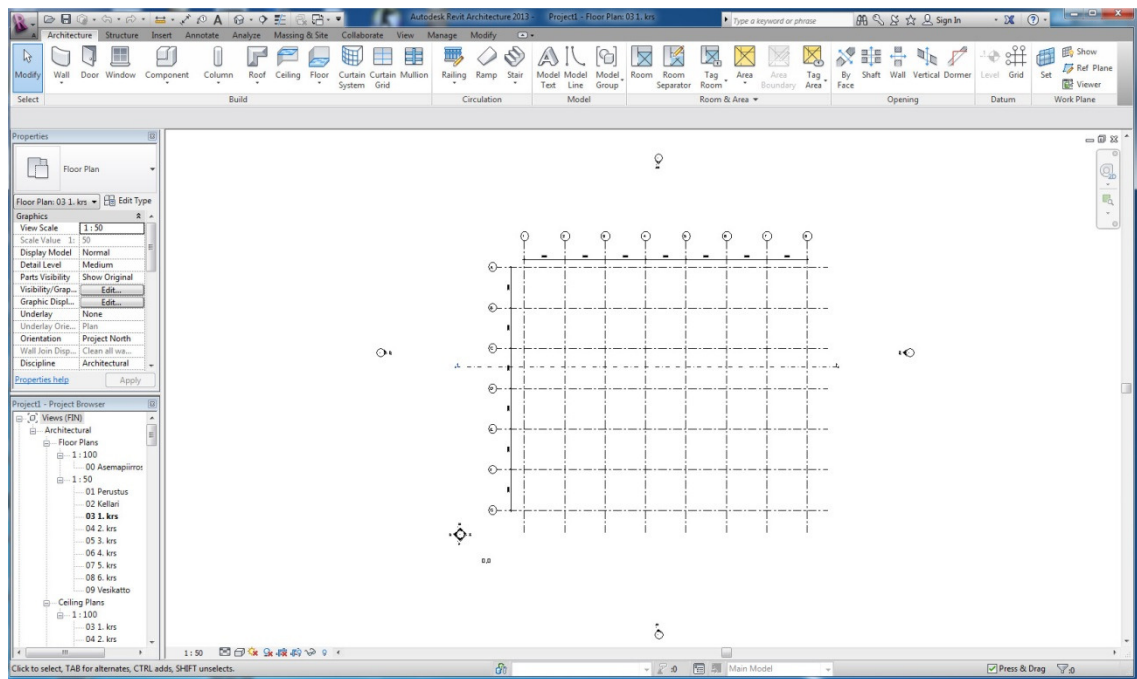
Korjausurakka suoritettiin vuonna 2012 ja siinä poistettiin kosteudenlähteet ja ongelmakohdat, joista kosteus pääsee rakenteisiin. Tilan pintakäsittelyä ei suoritettu tämän urakan yhteydessä loppuun, eikä näin ollen tila ole missään käytössä.

5 Työskentelyssä käytetyt tietokoneohjelmistot

Projektiin valittiin käytössä olevien ohjelmistojen perusteella työskentelyohjelmistot. Tilaajan puolelta vaatimuksia tiettyjen ohjelmistojen käyttämiselle ei ollut, vaan projekti saatiin toteuttaa halutussa työskentely-ympäristössä.

5.1 Autodesk Revit Architecture 2012 ja 2013 -versiot

Autodeskin Revit-tuoteperhe käsittää arkkitehtisuunnitteluun tarkoitetun Architecture-sovelluksen (kuva 3.) lisäksi myös omat versionsa rakenne- ja LVI-suunnitteluun. Rakennesuunnitteluun tarkoitettu versio on nimeltään *Revit Structure* ja LVI-suunnitteluun tarkoitettu työkalu on *Revit MEP*. Kumpikaan näistä sovelluksista ei ole saavuttanut samanlaista suosiota käyttäjien keskuudessa kuin arkkitehtisuunnitteluun tarkoitettu Architecture-versio. Sovelluksia kehittää amerikkalainen yritys nimeltään Autodesk. Se on tunnettu erilaisista 2D-suunnitteluun suunnatuista työkaluistaan, jotka kulkevat AutoCAD-tuotenimen alla.



Kuva 3. Revit Architecture 2013:n aloitusnäkö

Autodesk Revit Architecture ja muut puhtaasti oliopohjaiset suunnitteluohjelmistot mahdollistavat paperille suunnittelua vastaavan kaksikulotteisen viivapiirtoon perustuvan suunnittelumuodon hylkäämisen. Revit Architecturesta on edelleen mahdollista kääntää näkymiä perinteiseksi AutoCAD-ohjelmistolla muokattavaksi piirustukseksi. Myös suurin osa suunnittelusta tapahtuu tasopiirustuksissa. Erona viivapiirtolähtöiseen suunnitteluun on se, että kaikki tehdään objekteina, joilla on kolmiulotteinen geometria.

5.2 Autodesk AutoCAD 2012

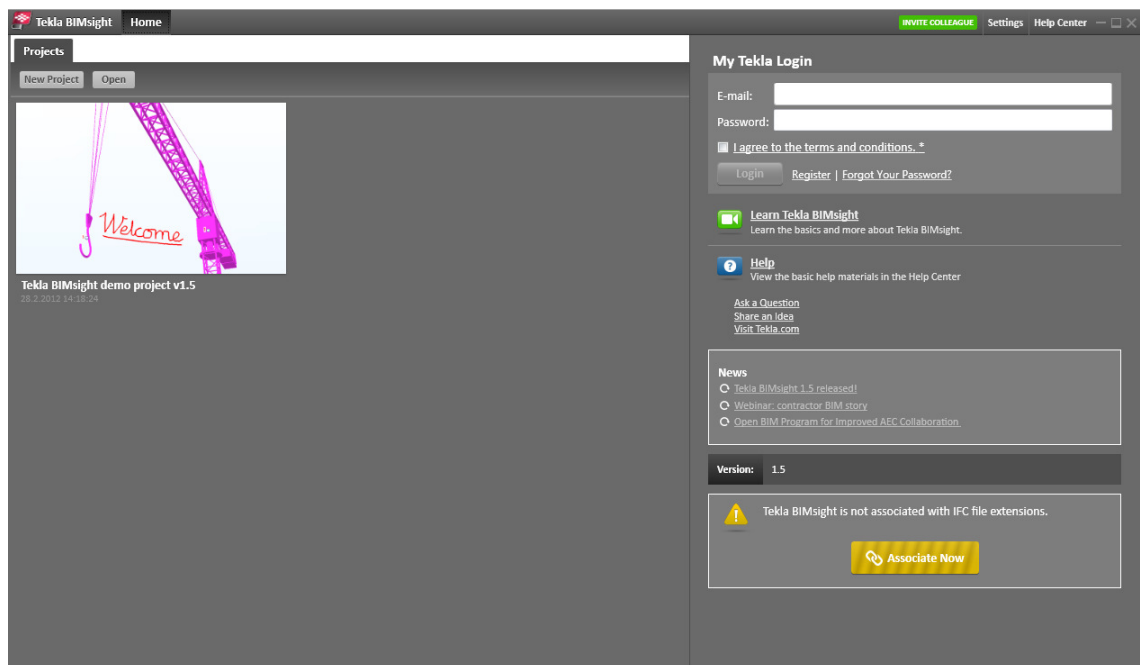
Kaksikulotteista viivapiirtoa varten käytettiin Autodeskin tekemää AutoCAD-ohjelmistoa. AutoCAD ei sisällä oliopohjaista suunnittelua, vaan toimii pelkästään kaksikulotteisesti, pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta. AutoCAD-ohjelmiston DWG-tiedosto sisältää vain tiedon viivan koordinaateista ja paksuudesta, jota käytetään tulostuksessa. Tämä mahdollistaa oliopohjaiseen suunnitteluun verrattuna nopeamman työtahdin pelkkien yksinkertaisten tasopiirustuksien kanssa.

Osa olemassa olevista paperisista piirustuksista skannattiin sähköiseen muotoon ja AutoCAD-ohjelmistolla piirrettiin päälle yksinkertainen viivapiirustus.

Nämä DWG-muotoiset piirustukset liitettiin Revit Architecture -ohjelmistolla tehtävään rakennuksen malliin. AutoCAD-ohjelmistolla piirretyt piirustukset toimivat apuna erityisesti hormiryhmien mallintamisessa Revit Architecturella.

5.3 Tekla BIMsight

Tekla-ohjelmistoyrityksen BIMsight-ohjelmisto tarjoaa mahdollisuuden yhdistää eri suunnittelualojen mallit yhdeksi kokonaisuudeksi, jota pystytään tarkastelemaan erilaisten törmäystarkasteluiden ja näkymien kautta. Se on käyttäjilleen ilmainen ja kehittyä jatkuvasti, kun käyttäjämäärä lisääntyy. Ohjelmisto mahdollistaa myös kommunikoinnin ja kommentoinnin eri suunnittelijoiden tai suunnittelutiimien välillä ilman erillisiä ohjelmia.



Kuva 4. Tekla BIMsightin aloitusnäky

BIMsight-ohjelmistoa hyödynnetään tässä projektissa sen takia, että se tarjoaa mahdollisuuden lisätä projektiin mallien ja tasopiirustusten lisäksi esimerkiksi valokuvia ja tekstejä. Tässä työssä ei tutkita ohjelmiston mallien yhdistämiseikä törmäystarkasteluominaisuuksia, vaan pyritään luomaan Tekla BIMsight-projekti, jota kuka tahansa voisi selata riippumatta, omistaako käyttäjä lisenssin Revit Architecture -ohjelmistoon, jolla varsinainen rakennuksen malli on luotu.

Revit Architecturella muodostetut mallit on siirrettävä BIMsight-sovelluksen projektiin IFC-muodossa BIMsightin Revit-tiedostomuodon natiivituen puutteen vuoksi. Tämä on selkeästi ohjelmiston huono puoli, koska Revitin natiivimuotoisen projektin muuntaminen IFC-standardiin hävittää aina tietoa mallista. Arkkitehtimallin tapauksessa IFC-standardi ei tue esimerkiksi pintamateriaaleja ja tekstuureja, joka on iso osa mallin yksityiskohtaisuutta.

IFC-tiedostomuodon käyttäminen projektin sisällä mahdollistaa huomattavasti kevyemmän kokonaisuuden luomisen, joka ei syö resursseja, kun 3D-mallia tarkastellaan. Ohjelmisto mahdollistaa suoraan aina uuden version päivittämisen projektiin, erilaisten näkymien tekemisen ja niihin kommenttien lisäämisen.

6 Revit Architecture -mallin muodostaminen

Rakennuksen arkkitehtimallia lähdettiin työstämään vanhojen olemassa olevien piirustuksien pohjalta. Olemassa olevat dokumentit määrivät pitkälle mallin tarkkuuden. Ne myös muodostivat paikoitellen ongelmia kokonaisuuden hahmottamisessa ja mallin tekemisessä koska mitoissa oli poikkeamia.

Tilaaaja tarvitsi vain piirustukset varsinaisen kosteusvaurion kärsineen ongelmakohdan alueelta, joten muu tarkkuus oli määriteltävä sitä mukaa, kun mallia työstettiin eteenpäin. Jatkosuunnitelmien ja tulevien korjausrakoiden kannalta tietenkään olisi parasta, jos kohteesta saataisiin mahdollisimman tarkka inventointi. Täysin tarkan ja esimerkiksi millien sisällä olevan mittatarkkuuden saavuttaminen on kuitenkin mahdotonta tämän tasoisilla lähtötiedoilla ja projektiin käytössä olevalla aikamäärällä.

Mallin mittatarkkuutta parannettiin sitä mukaa, kun tietoa saatiin siirrettyä vanhoilta papereilta Revit Architecture -ohjelmiston projektiin. Apuna mallitarkkuuden parantamisessa käytettiin omia mittauksia. Omat mittaukset toteutettiin käsin rullamitan ja laser-etäisyysmittarin avulla.

Mallin tekeminen eteni aluksi hallitsevan hormiryhmän ehdoilla. Hormisto mallinnettiin olemassa olevien piirustuksien ja dokumenttien avulla. Hormirakentei-

den tarkkuutta parannettiin mittauksilla ja tutkimuksilla, joita suoritettiin kohteessa.

Kun runkoa ja vaippaa saatiin mallinnettua tarpeeksi pitkälle, niin että päästiin joka puolella kohdetta kiinni oikeisiin mittoihin, ryhdyttiin muodostamaan väliseiniä ja aukotuksia. Alkuperäisissä 1930-luvun piirustuksissa oli annettu tuohon aikaan tyypillisesti paljon päämittoja, ja niin oli tässäkin tapauksessa. Piirustuksien suhteellisen informatiivisen olemuksen ansiosta mallin muodostaminen olemassa olevilla mitoilla oli suhteellisen helppoa.

Vaipan ja aukotuksien mallintamisen jälkeen ryhdyttiin tarkentamaan jo tehtyjä osioita ja ryhdyttiin muodostamaan yksityiskohtia. Tässä vaiheessa myös tarkennettiin edelleen kohteen korkoja.

6.1 Mallitarkkuus

Kun projekti aloitettiin, *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* -julkaisua ei ollut vielä ilmestynyt. Julkaisussa määritellään inventointimallin eri tarkkuustasoja. Asiakkaan puolesta mallille ei määritetty tarkkuusvaatimuksia muilta osin, kuin riittävä tarkkuus korjaushankkeen suunnittelua ja toteuttamista varten.

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -julkaisussa osassa 2 määritellään kolme eri inventointimallin tasoa:

- Taso 1 – Mittauksen pohjalta laadittu tilamalli tai luonnostasoiset piirustukset
- Taso 2 – Rakennusosamallitasoinen inventointimalli ja pääpiirustustasoiset piirustukset
- Taso 3 – Rakennusosamallitasoinen inventointimalli ja yksityiskohtaiset piirustukset

Oli selvää, että kohteen mallintamisessa tullaan noudattamaan ilman ohjeistustakin tason kaksi tai kolme vaatimuksia. (YTV 2012, osa 2.)

Edellisessä kappaleessa käsitelty tietomallivaatimuksien taso kaksi käsittää yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 2 ohjeistaa näin: ”Taso 2 on inventointimallin perustaso. Tason 2 inventointimallia tarvitaan hankesuunnitteluvaiheen

jälkeen ja tehtäessä ehdotussuunnitelmatasoiset hankesuunnitelmat, jolloin tilamalli ei ole riittävä lähtötiedoiksi. Tason 1 tilamallitasoista inventointimallia voidaan täydentää Tason 2 rakennusosamalliksi rakennussuunnittelun alkaessa.” Taso 2 -vaatimus on *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* -julkaisun mukaisesti: ”Rakennusosamallitasoinen inventointimalli ja pääpiirustustasoiset piirustukset.” (YTV 2012, osa 2.)

Hankkeen edetessä päädyttiin noudattamaan pääpiirteiltään *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* -julkaisun määrittelemää taso 2 mallitarkkuudessa. Alla olevassa kaaviossa 3 esitellään YTV 2012 -julkaisun määrittelemän taso 2:n vaatimukset ja projektissa toteutuneet kohdat mallitarkkuuden osalta.

Kaavio 3. Mallitarkkuustaulukko (YTV 2012, osa 2.)

Rakennusosa	Vaatimukset	Toteutunut
Tilat		
Huoneala	mallinnetaan, tiloihin liitetään tilatunnisteet ja määritellyt inventointitiedot	mallinnettu, tiloihin liitetty tunnisteen
11 Alueosat – Tontin malli		
3D pintamalli	mallinnetaan	mallinnettu
säilytettävä kasvillisuus	mallinnetaan	ei mallinnettu
115 Aluerakenteet	mallinnetaan	mallinnettu
12 Talo-osat		
1221 Alapohjarakenteet	mallinnetaan näkyviltä osin	mallinnettu
123 Runko	mallinnetaan näkyviltä osin	mallinnettu osaksi myös yksityiskohtien

	ilman yksityiskohtia	ja rakennekerroksi- en osalta
1241 Ulkoseinät	mallinnetaan ilman yksityis- kohtia	mallinnettu osaksi myös yksityiskohtien ja rakennekerroksi- en osalta
1242 Ikkunat	mallinnetaan karmeineen ja puitteineen	mallinnettu karme- ineen ja puitteineen
1243 Ulko-ovet	mallinnetaan karmeineen	mallinnettu karme- ineen
125 Ulkotasot	mallinnetaan	mallinnettu
1261 Vesikattorakenteet	mallinnetaan yksinkertais- tettuna	mallinnettu näkyviltä osin vanhojen piirus- tusten perusteella
1263 Vesikatteet	mallinnetaan	mallinnettu
1265 Lasikattorakenteet	mallinnetaan	ei mallinnettu
1266 Kattoikkunat ja luu- kut	mallinnetaan	ei mallinnettu
1222 Alapohjakanaalit	määritellään hankekohtai- sesti	ei mallinnettu
13 Tila-osat		
131 Tilan jako-osat	mallinnetaan ilman yksityis- kohtia	mallinnettu
1323 Sisäkattorakenteet	mallinnetaan ilman yksityis- kohtia	mallinnettu

1331 Vakiokiintokalusteet	mallinnetaan tilavarauksina	mallinnettu osaksi sellaisenaan olemassa olevina
1336 Saniteettikalusteet	mallinnetaan tilavarauksina	mallinnettu osaksi sellaisenaan olemassa olevina
1342 Tulisijat ja savu-hormit	mallinnetaan näkyviltä osin ulkopuolelta	mallinnettu

Vaikka inventoinnin kohde on rakennushistoriallisesti merkittävässä asemassa, ei YTV 2012 -julkaisun määrittämää kolmatta tasoa ollut projektin aikataulun tai käytettävissä olleiden tuntimäärien puitteissa järkevää lähteä toteuttamaan. Taso 3 määritellään vaatimuksen osalta näin: ”Rakennusosamallitasoinen inventointimalli ja yksityiskohtaiset piirustukset.” *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* – julkaisu ohjeistaa tason 3 osalta näin: ”Tason 2 inventointimalliin verrattuna detaljitason tarkennettu ja mallinnettavia rakennusosia on lisätty. Tason 3 inventointimallia tarvitaan monimuotoisissa kohteissa, joissa on esim. rakennus-suojelullisia vaatimuksia.”

Tason 3 vaatimukset viittaavat mallitarkkuuden osalta siihen, että kohde tulisi laser-keilata ja toteuttaa arkkitehtimalli pistepilvi-tiedon pohjalta. Tällä tavalla mallista saataisiin tarpeeksi tarkka ja yksityiskohtainen taso 3 varten. Laser-keilauksen tuottamaa aineistoa ei myöskään ole helppo hyödyntää tämän kaltaisessa kohteessa, jossa alkuperäinen rakentamisen mittatarkkuuskin on mitattu senttimetreissä millimetrien sijaan. (YTV 2012, osa 2.)

6.2 Revit Architecture -mallin eri osiot

Revit Architecture -ohjelmistolla muodostettavan mallin voi jakaa eri osioihin toteutuksen osalta. Ohjelmisto itsessään tuottaa tarvittavilla työkaluilla kaiken tiedon samaan pakettiin, mutta erilaiset osat rakennuksesta ja ympäristöstä on eroteltavissa selvästi.

6.2.1 Tontti ja aluerakenteet

Rakennuksen tontti mallinnettiin Lappeenrannan kaupungin karttapalvelusta löytyvän maastokartan avulla ja siitä löytyviä korkoja käytettiin myös avuksi rakennuksen korkomaailman määrittämisessä heti projektin käynnistyessä.

Karttapalvelun korkokäyrästä siirrettiin kuvankäsittelyohjelmiston kautta AutoCAD-ohjelmistoon, jossa sen päälle piirrettiin oikeassa mittakaavassa korkokäyrästä ja tarvittavat rakennukset, jolla piirustus voidaan kohdistaa myöhemmin. DWG-muodossa oleva viivapiirustus lisättiin pohjaksi Revit Architecturen projektiin, jossa käyrästäjien mukaan voitiin asettaa maaston korkeuspisteet.

Revit tukee myös CSV-tiedostoja, jotka sisältävät mittaustulokset listana ja osaa yhdistää viivapiirokseen oikeat koordinaatit. Tällaista tarkkuutta ei mallille lähdetty kuitenkaan hakemaan, vaan projektissa tyydyttiin suurpiirteiseen tarkkuuteen tontin osalta.

Tontin ja aluerakenteiden mallitarkkuuden osalta noudatettiin lopulta suurpiirteisesti *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* -julkaisun mallitarkkuustasoa 2. (YTV 2012, osa 2). Pintarakenteiden osalta ongelmia voi aiheuttaa tämän kaltaisessa työssä eri vaiheissa mitatut korkotiedot. Esimerkiksi maanpinnan nousu olisi otettava huomioon tarkemmassa mittatarkkuudessa, ja korot olisi tarkistettava erillisten mittauksien avulla.

6.2.2 Perustukset

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -ohjeistuksessa käsitellään perustuksia arkkitehtimallin osalta näin: ”Arkkitehdin ei tarvitse mallintaa perustuksia, mutta sokkelirakenteet on mallinnettava ainakin maanpäällisiltä osiltaan.” (YTV 2012, osa 3). Vanhemmassa Senaatti-kiinteistöjen ohjeessa ei puhuta perustuksien mallintamisesta kuin yleisellä tasolla. Näiden ohjeistuksien perusteella rakennuksen perustuksia ei ruvettu tutkimaan sen tarkemmin, vaan ne mallinnettiin olemassa olevien dokumenttien ja näkyville osille tehtyjen mittauksien perusteella.

Perustuksien mallintaminen tarkasti oli hankalaa puuttuvien perustuspiirustusten takia. Ainoat dokumentaatiot perustuksista löytyivät vanhoista leikkauspiirus-

tuksista. Leikkauspiirustusten ja arvion avulla perustukset mallinnettiin perusmuurin ja anturoiden osalta projektiin.

Perustuksien tarkkaa mallintamista varten kohteesta tulisi olla hyvät perustuspiirustukset ja toteutuneista rakenteista piirustukset tai vähintäänkin mittaustuloksia. Perustukset voivat aiheuttaa ongelmia tarkkaa mallitarkkuutta käytettäessä ainakin painuman vaikutuksen takia.

6.2.3 Runko

Rakennuksen kantavat runkorakenteet mallinnettiin karkeasti sen tiedon pohjalta, mitä eri rakenteista saatiin selville. Kantavan rungon mallintamista vaikeutti vanhoissa piirustuksissa näkyvät ja hyvin vaihtelevasti esitetyt hormirakenteet.

Rakennuksen runkorakenteet koostuvat lähinnä muuratusta rakenteesta ja paikallavalubetonista. Runkorakenteet mallinnettiin olemassa olevien piirustuksien perusteella sisältäen rakennekerrokset.

6.2.3.1 Kantavat seinät

Rakennuksen kantavat seinät ovat betonia ja tiilirakenteisia massiivisia seiniä. Ulkoseinät ovat betonia ja väliseinät ovat muurattuja tiiliseiniä. Iso osa rakennuksen kantavista väliseinistä on yhteydessä hormirakenteisiin.

Kantavat seinät mallinnettiin saatavissa olevan tiedon puitteissa. Tarkempia tutkimuksia rakenteiden kunnosta tai rakennekerroksista ei suoritettu kuin kosteusvauriosta kärsineelle alueelle, josta purettiin vanhat rakenteet ja tehtiin uudet nykyaikaisten vaatimusten mukaisesti.

Mallintamista hankaloitti tässäkin vaiheessa dokumentaation vaihtelevuus eri kerroksien välillä rakennuksen hormirakenteiden osalta.

6.2.3.2 Väli-, ala- ja yläpohjat

Kerroksien väliset rakenteet pyrittiin mallintamaan saatavissa olevan tiedon mukaisesti. Tarkempia leikkauksia tai tutkimuksia välipohjien rakenteista ei ollut saatavilla, joten mallintamisessa keskityttiin erilaisiin muotoihin ja korkoihin tarkkojen rakennekerrosten tutkimisen sijaan.

Malli toteutettiin *Yleiset mallivaatimukset 2012* ja *Senaatti-kiinteistöt: Tietomallivaatimukset 2007* -julkaisujen ohjeistamalla tavalla. Väli-, ala- ja yläpohjat sijoituivat omiin kerroksiinsa ohjeiden mukaisesti. Ala- ja välipohjat sijoitetaan arkkitehtimallisissa yläpuoliseen kerrokseen. Yläpohja sijoitetaan omaan kerrokseensa vesikaton rakenteiden kanssa. *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* -julkaisu ohjeistaa väli-, ala- ja yläpohjista näin: ”Arkkitehdin mallissa kunkin kerroksen malliin kuuluu kyseisen kerroksen lattiataason muodostava laatta pintarakenteineen (kerroksesta riippuen ala- tai välipohja) sekä alaslasketut sisäkatot ja yläpuoliseen laattaan liittyvät tilaa vievät akustoivat rakenteet.” (YTV 2012, osa 3.)

Alapohjista tutustuttiin vain kosteusvaurioita kärsineen alueen laattaan. Alapohjarakenne on maanvarainen betonilaatta ilman eristyksiä tai kapilaarikatkoja.

Kellarikerroksen lämmönjakohuoneessa oli näkyvässä paljas betonilaatta. Saatavilla olleiden piirustusten mukaan laatan rakennetyyppi on maanvarainen ilman eristyksiä ja kapilaarikatkoja.

Yläpohja mallinnettiin vanhojen piirustusten mukaisesti. Katon mallitarkkuus ei ole kaikilta osin samalla tasolla kuin kerroksissa oleva tarkkuus. Suurimpana syynä tähän on mittaustulosten puute ja hankala tarkasteltavuus ilman erikoisvälineitä ja suurempaa työtä.

Vesikaton varusteita ei mallinnettu perustuen *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* -ohjeistukseen vesikattovarusteista. Ohjeistuksessa käsitellään vesikaton varusteita ja laitteita näin: ”Vesikaton laitteita ja varusteita ei mallinneta, ellei siitä erikseen sovita.” Varusteiden mallintaminen olisi vaatinut tarkempia tutkimuksia ja mittauksia vesikatolla. (YTV 2012, osa 3.)

6.2.4. Aukotukset

Kohteen mallintamisessa pyrittiin tekemään vaipan ja väliseinärakenteiden aukotukset mahdollisimman tarkasti mahdollista myöhempää käyttöä ja suunnittelua varten.

Ikkunoiden alkuperäinen koristeellisuus aiheutti ongelmia ohjelmiston kykeneväisyyden ja mielekkään mallitarkkuuden osalta. Ikkunat ja ovet jätettiin yksin-

kertaisemmiksi, kuin mitä ne ovat oikeassa kohteessa. Ohjelmiston rajoitukset ja kehittymättömyys tulivat esille erityisesti aukotuksien yksityiskohtia tehdessä.

Ikkunoiden ja ovien muodostamisessa käytettiin valmiita objekteja, joita muokattiin tarvittaessa. Suureen valmiiden objektien muokkaamiseen ei missään kohdassa lähdetty, vaan tyydyttiin siihen, että kaikki objektit eivät ole yhtä viimeistelyä kuin olemassa oleva kohde on.

6.2.5. Talovarusteet ja kiintokalusteet

Mallintamisessa keskityttiin vaipan ja runkorakenteiden mallintamiseen. Talovarusteita sijoitettiin malliin esimerkiksi kaiteiden ja erilaisten rappusten osalta, sen verran kuin katsottiin tarpeelliseksi visuaalisen mallitarkkuuden täyttymisen kannalta.

Erilaiset objektit ja erityisesti Suomessa käytetyt vanhat yksityiskohdat tuottivat tälläkin alueella ongelmia ohjelmiston kanssa.

Eniten aikaa mallintamisen osalta käytettiin kaiteiden ja pilareiden mallintamiseen. Vanhoista piirustuksista löytyi hyviä detaljeja juuri kaiteista ja niiden pilareista, joten ne päätettiin mallintaa visuaalisesti samanlaisiksi, kuin ne ovat kohteessa.

6.2.6. Irtokalusteet ja visualisointiobjektit

Malliin sijoitettiin lähinnä visualisointia varten muutamia irtokalusteita ja erilaisia objekteja. Alkuperäisissä piirustuksissa löytyi myös kalustepiirustuksia ja erilaisia sisustukseen liittyviä luonnoksia, mutta näitä ei päätetty aikataulusyistä toteuttaa ollenkaan.

Irtokalusteiden ja visualisointiobjektien merkitys on inventointimallia muodostettaessa melko olematon. Projektissa pyrittiin keskittymään vain mallitarkkuuden edellyttämiin asioihin ja olennaisiin yksityiskohtiin kokonaisuutta ajatellen.

7 BIMsight-projekti

Kohteena olleesta työstä muodostettiin paremmin tilaajan ja heidän ylläpidon tarpeisiin soveltuva malli. Tarkoituksena oli toteuttaa tarpeeksi tarkka malli, jota käytännössä kuka tahansa voisi tarkastella, ilman rajoituksia ohjelmistolisensseihin.

Tarkoitus oli myös tutkia, voitaisiinko tähän yleisellä IFC-standardilla toimivaan malliin jotenkin yhdistää käyttäjän, ylläpitäjän ja omistajan keräämää tietoa. Jos tiedon lisääminen erilaisista lähteistä olisi mahdollista, olisi Teklan BIMsight-ohjelmistoympäristö toimiva inventointimallin jatkokäyttöä ja varsinkin ylläpitoa silmällä pitäen.

7.1 Projektiympäristön valinta

Työssä päädyttiin lopulta käyttämään Teklan BIMsight-ohjelmistoa. Se tukee IFC-standardia, tarjoaa mahdollisuuden täydentää tietoa ja kommentoida projektia. Suurin etu Teklan BIMsightissä on se, että se tarjotaan palveluun rekisteröitymistä vastaan ilmaiseksi kaikille.

Ilmainen ohjelmistoympäristö mahdollistaa kaikkien projektissa mukana olevien osallistumisen tietomallin kehittämiseen. Kun ohjelmistoa ei ole sidottu lisensseihin ja projektia voidaan myös käyttää verkkopalvelimelta, se tarjoaa hyvän pohjan kehitystä varten.

Muita mahdollisuuksia oli suomalaisen Solibri-ohjelmistotalon tuottama Solibri Model Viewer -ohjelmisto ja Autodeskin tekemä Navisworks. Näistä kumpikaan ei kuitenkaan soveltunut tilaajan tarpeisiin.

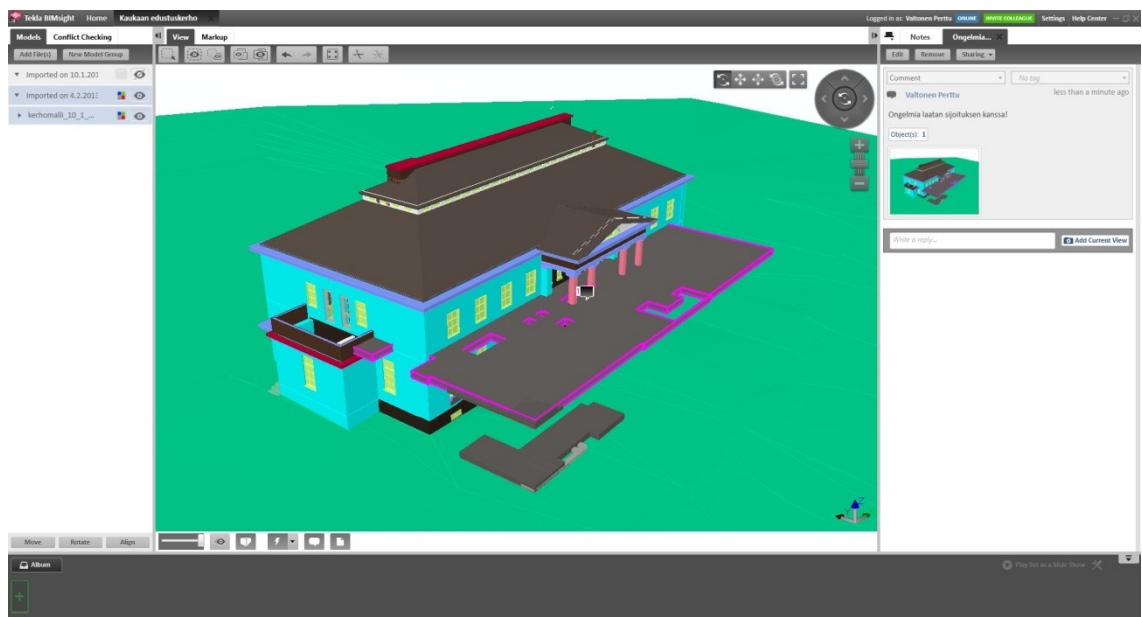
Solibrin ja Navisworksin etuina olisi ollut kehittyneempi törmäystarkastelu niiden maksullisissa versioissa. Törmäystarkastelua ei kuitenkaan tarvita inventointimallin ja sen satunnaisen jatkokäytön yhteydessä tilaajan osalta.

7.2 IFC-malli

Autodeskin Revit Architecture 2012 -ohjelmiston kanssa on ollut ongelmia IFC-mallin tuottamisessa. Myös tämän projektin yhteydessä ongelmat tulivat esille jo hyvin aikaisessa vaiheessa.

Koska Revit Architecture toimii oliopohjaisena, eri objektit muodostetaan käytännössä eri tasoille ja erilaisia attribuutteja käyttäen. Esimerkiksi ohjelma muodostaa seinät ja laatat täysin eri tavalla omien ominaisuuksien mukaisesti. Luultavimmin tästä aiheutuu ongelmia laattatyökälulla muodostettujen objektien kanssa.

Kun käännetään Revit Architecture 2012 -version natiivimuotoisesta projektista avoimeen IFC-muotoon, laattojen x- ja y-koordinaatistossa tapahtuu jotain, joka muuttaa x- ja y-koordinaatiston arvoja (kuva 5.). Tämä tarkoittaa sitä, että laatat eivät ole IFC-standardin mukaisessa mallissa siellä, missä niiden pitäisi olla.



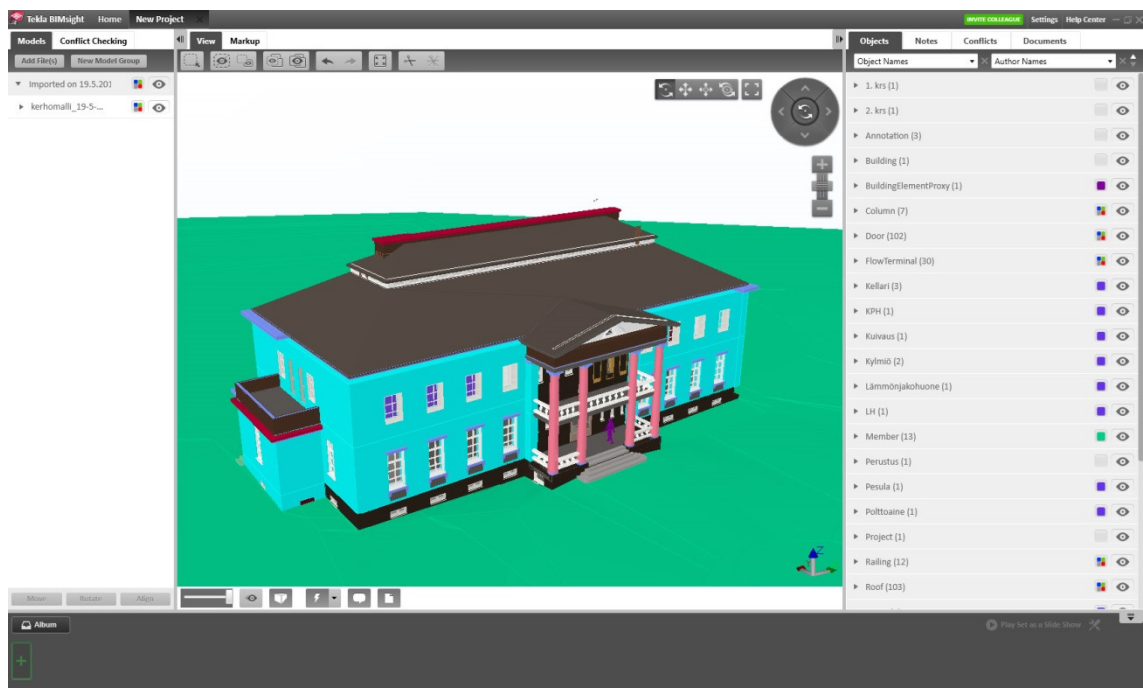
Kuva 5. Näkymä Teklan BIMsight-ohjelmistosta. Laatoissa ongelmia sijainnin kanssa x- ja y-koordinaatistossa.

Ongelmasta päästiin kuitenkin eroon, kun Revit Architecture -ohjelmistosta ilmestyi versio 2013. Tähän versioon ongelma oli saatu ainakin pääpiirteittäin korjattua, eikä ongelmaa enää tässä projektissa esiintynyt.

Uudisrakennuksen tietomallihankkeessa tämä olisi hyvin merkittävä ongelma ajatellen urakkalaskentaa ja eri massojen määrittämistä suoraan mallista, eikä enää pelkistä tasopiirustuksista. Vääränlaiset objektien attribuutit aiheuttavat ongelmia urakkalaskenta- ja törmäystarkasteluohjelmistoissa, jotka toimivat vain niin, että laatat ovat laattoja ja katot kattoja.

Ongelma esiintyy myös silloin, kun malli ja kaikki asiakirjat pitäisi luovuttaa tilaajalle IFC-muodossa. Kun ongelma esiintyy, ei malli ole valmis eikä näin ollen luovutuskunnossa.

7.3 BIMsight-kokonaisuuden muodostaminen



Kuva 5. Tekla BIMsight-projektin näkymä

Tekla BIMsight -projektiin liitettiin tässä tapauksessa varsinaiseksi pohjatiedoiksi pelkästään arkkitehtimalli IFC-tiedostomuodossa. Arkkitehtimallin päälle lisättiin tutkimusmielessä erilaisia kommentteja ja lisää tietoa eri rakennusosista.

Ohjelmisto toimi verrattain hyvin inventointikäytössä ja siinä, mihin sitä ei varsinaisesti ollut suunniteltu, eli jatkokäytössä. Ohjelmisto käsitteli hyvin erilaisia tekstikokonaisuuksia ja valokuvatiedostoja. Työskentely-ympäristössä pystytään

helposti hallitsemaan kokonaisuutena arkkitehtimallia, erilaisia tekstejä ja valokuvia kohteesta.

BIMsight-ympäristössä pyörivää projektia voitaisiin parantaa helposti kartoittamalla esimerkiksi kohteen ilmanvaihtoa ja sähköjä. Kokonaisuutta ajatellen inventointi olisi hyvä tehdä yhteistyössä eri alojen suunnittelijoiden kanssa. Ainoastaan arkkitehtimallin koostaminen jättää luonnollisesti paljon tärkeää informaatiota pois lopputuotteesta varsinkin tulevan suunnittelun kannalta.

Projektin muodostaminen on kokonaisuudessaan helppo operaatio. Ongelmaksi muodostuu oikeastaan vain se, että Revit Architecturella tehty arkkitehtimalli ei päivity automaattisesti BIMsight- ohjelmistoon ja sen sisällä olevaan projektiin. Ylimääräisten tekstien ja valokuvien lisääminen malliin on kuitenkin helppoa ja vaivatonta. Myös havainnollisuus jatkokäyttöä ajatellen, esimerkiksi tilaajan kiinteistöosaston käyttökohteita varten, pitäisi olla melko helppoa.

Erilaisten ohjelmistojen yhteensopimattomuus natiivimuotoisten tiedostojen osalta on ongelmana myös Tekla BIMsight -ohjelmistossa. Ohjelmisto tukee vain IFC-standardin mukaista tiedostoa 3D-geometrian tuomisen osalta.

Hyvänä ominaisuutena Tekla BIMsight -ohjelmisto tukee lähes kaikenlaisten tiedostojen lisäämistä BIMsight-projektitiedoston sisään. Koko paketti voidaan jatkossa lähettää yhden tiedoston avulla, eikä parhaassa tapauksessa tiedostojen jaottelulle esimerkiksi eri kansioihin ja pakattuihin tiedostoihin ole enää tarvetta.

8 Tulokset ja pohdinta

Projektin lopussa alkoi hahmottua kokonaisuus 3D-geometrialla varustetun inventointimallin muodostamisesta ja jatkokäytön helppoudesta tai ongelmista. Koko projekti oli vienyt pitkän aikaa ja osa ohjelmistakin oli välillä päivittynyt uuteen versioon. Kokonaisuus kuitenkin pysyi hyvin hallinnassa, ja lopputulos oli pääasiassa sellainen kuin alkuperäinen idea olikin.

Työn edetessä kävi hyvin selväksi, että mitä suurempi ja monimuotoisempi kohde on, sitä vaikeampi ja isotöisempi se on toteuttaa järkevällä aikataululla tai

pienillä resursseilla. Ison osan ongelmista 3D-inventointimallin muodostamisessa aiheuttaa vanhojen rakennuksien epästandardit sovellukset ja muodot. Modernit rakennussuunnitteluohjelmistot eivät vielä taivu tarpeeksi hyvin jouhevaan ja helppoon työskentelyyn erilaisten muotojen ja standardeista poikkeavien mittamaailmojen kanssa.

Hankkeen alussa tarkoituksena oli tuottaa piirustukset kosteusvauriosta kärsineen alueen korjaamista varten. Tämän lisäksi päätettiin tehdä inventointimalli ja siirtää kaikki vanhat piirustukset sähköiseen muotoon tietomalliksi. Tietomallin ongelmaksi koettiin rajoittuneisuus yhteen ohjelmistoon ja kokonaisuuden hajottaminen osiin. Tämän vuoksi tietomallista päätettiin tuottaa lopputuotteeksi malli, joka toimisi kenellä tahansa ilman sitoutumista tiettyyn maksulliseen ohjelmistoon.

Tavoitteessa onnistuttiin ja lopputuotteeksi saatiin tuotettua sellainen malli ja mallitarkkuus, joita pystyy käyttämään ilman kalliin lisenssin hankkimista. Myös loppukäyttäjä tai ylläpitäjä pystyy tekemään omia merkintöjään tietomalliin esimerkiksi teksti- tai kuvatiedostojen muodossa.

8.1 Projektin ongelmakohdat

Ison osan työn ongelmakohdista aiheutti Revit Architecture -ohjelmiston kykenemättömyys helppoon objektimuokkaukseen ja uusien objektien luomiseen. Inventointimalli vaatii yleensä aina vanhoissa kohteissa täysin standardeista poikkeavia ratkaisuja. Revit Architecturen heikkous verrattuna esimerkiksi Graphisoftin kehittämään Archicad -ohjelmistoon on erilaisten objektien luominen ja muokkaaminen.

Revit Architecturen suurimmat käyttäjäkunnat ovat Pohjois-Amerikassa ja Iso-Britanniassa, mikä aiheuttaa sen, että objektien kehittäminen on keskittynyt pääasiassa niiden markkinoille. Objekteista iso osa on käyttökelpoisia, mutta Suomen rakennuskulttuuri ja käytettävät tuotteet poikkeavat esimerkiksi Yhdysvaltojen vastaavista erittäin paljon. Myös objektien kehitys tuumamittoja käyttämällä aiheuttaa ongelmia metrisessä järjestelmässä toimiville käyttäjille.

8.2 Lopputuote ja sen muodostuminen

Lopullinen inventointimalli koostuu erilaisista osioista, joita tässä työssä on pyritty käsittelemään osissa. Tarveselvitysvaiheen jälkeen lähtötiedot kerättiin yhteen. Lähtötiedot koostuivat piirustuksista, otetuista valokuvista ja itse suoritetuista mittauksista.

Lähtötietojen keräämisen jälkeen ruvettiin muodostamaan arkkitehtimallia Autodeskin Revit Architecture 2012 -ohjelmistolla. Lähtötietoja tarkennettiin mittauksien ja lisävalokuvien avulla sitä mukaa, kun tarvetta tällaiselle oli pitkin projektia.

Arkkitehtimalli lisättiin Tekla BIMsight -projektiin ja myös osa lähtötiedoista lisättiin sellaisenaan BIMsight -projektiin lisätiedoksi. Varsinaiseen lopputuotteen, eli BIMsight-projektiin lisättiin myös informaatiota lyhyinä teksteinä, jotka liittyivät esimerkiksi korjaustarpeisiin kohteessa. Kaikki projektiin liittyvät piirustukset ja natiivimuotoiset tiedostot pystyttiin myös lisäämään Tekla BIMsight -projektitiedostoon, jolloin kaikesta pystyttiin muodostamaan yksi paketti. Tämä helpottaa esimerkiksi eri suunnittelijoiden välillä toimivaa kommunikaatiota jatkossa. Myös kohteen siirtäminen toisen henkilön hallintaan tilaajan puolelta pitäisi olla helpompaa, kun kaikki löytyy saman paketin alta jaoteltuna suoraan.

Ideana olisi, että jatkokäyttäjä täydentää tai hyödyntää sekä arkkitehtimallia että BIMsight-projektia käytössään. Varsinaisen arkkitehtimallin täydentäminen olisi aina tärkeätä tulevien projektien kannalta, ja se toimisi hyvänä ylläpitomallina ja tulevien suunnitelmien lähtötietona tulevaisuudessa.

Varsinainen inventointimalli muodostui lopulta sellaiseksi, kuin sitä oli alun perin kaavailtu. Prosessia muokkasi kesken projektin ilmestynyt *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* -julkaisu. Tilaajan puolelta lopputuotteeseen ei vaikutettu ollenkaan, vaan projektissa pystyttiin toteuttamaan sellainen lopputulos, kuin itse haluttiin ja mihin resurssit riittivät.

8.3 Tietomallintamisen ohjeet ja käyttökelpoisuus

Alun perin työtä lähdettiin toteuttamaan vuonna 2012 *Senaatti-kiinteistöt: Tietomallivaatimukset 2007* ohjeistuksen pohjalta. Julkaisu toimi lähinnä ohjenuorana projektin etenemiselle ja erilaisille ratkaisuille, jotka olivat jo vakiintuneita käytäntöjä aikaisempien projektien työskentelyn ansiosta. 2012 COBIM-projekti julkaisi päivitetyn ja täydennetyn version tietomallityöskentelyn ohjeista. Myös projekti päivitettiin tämän uuden *Yleiset mallivaatimukset 2012* -julkaisun mukaiseksi siltä, osin kuin sen mukana oli tullut muutoksia ohjeistukseen koskien tietomalliprojekteja.

Ohjeistuskokoelmat antavat hyvän pohjan projektin eri vaiheille, mutta mielestäni niitä ei voida pitää suoraan työohjeena projektille. Jokainen projekti on yksilöllinen ja tilaajan tarpeet erilaiset. Jos noudatetaan tarkalleen julkaisujen vaatimuksia mallintamisen tasoista, saattaa mallintaminen vaatia esimerkiksi tämän tyyppisessä kohteessa aivan liian paljon aikaa ja resursseja. Ohjeita ja säädöksiä pitäisi soveltaa tilaajan tarpeiden mukaiseksi ja vaatimustasoja pitää vain ohjeellisina, ei määräävinä.

Aikaisempi ohje-kokoelma on julkaistu vuonna 2007 ja silloin rakennusalan mallintaminen keskittyi pääasiassa rakenteisiin ja talotekniikkaan yleisellä tasolla. Vuonna 2012 YTV2012-julkaisun aikaan tilanne ei ole muuttunut vielä riittävästi, että pystyttäisiin tekemään ohjeistuksesta kattavampi tai jollain tavalla informatiivisempi kuin mitä siitä on nyt saatu aikaan. Ongelmia aiheuttaa eri ohjelmistojen sopimattomuus keskenään, ohjelmistojen kehittymättömyys ja tilaajien tietämättömyys minkälaisissa asioissa tietomallinnusta voidaan hyödyntää jatkossa. *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* -julkaisu pyrkii vain modernisoimaan ja

täydentämään käytäntöjä verrattuna 2007 julkaistuun *Senaatti-kiinteistöt: Tietomallivaatimukset 2007* -ohjeistukseen.

Tarvitaan vielä paljon käytäntöä ja kokemusta eri suunnittelualojen tietomallintamisesta, että voidaan kirjoittaa uusi ja parempi versio mallivaatimuksista. Kehitysideoina tähän voitaisiin esimerkiksi pyrkiä kehittämään ohjelmistoja yhteensopivammiksi ja helppokäyttöisemmiksi myös inventointitietomallintamisen osalta, johon tässä työssä keskityttiin.

Tulevia projekteja ajatellen olisi ehkä hyvä pyrkiä muodostamaan esimerkiksi pelkästään itselle tai tietylle työyhteisölle jonkinlaiset vaatimus- tai tarkistuslistat koskien inventointi- ja yleisesti tietomallintamista ajatellen. Näiden listojen ja ohjeiden pohjana on hyvä käyttää esimerkiksi *Yleiset tietomallivaatimukset 2012* -julkaisua.

Omien vaatimustasojen ja projektien tekemisen kannalta luokitustasot auttavat varmasti kokonaisuuksien hallintaa ja antavat isommille projekteille helpommin jonkunlaisen suunnan jota kohti edetä. Varsinkin vielä nyt, kun tietomallintaminen on suhteellisen uusi asia ainakin arkkitehtisuunnittelussa, eivätkä tilaajat välttämättä osaa vaatia aina kaikkea tarpeellista, olisi hyvä pystyä itse tuottamaan tarpeelliseksi katsottuja asioita.

Jos ja kun Yleiset tietomallivaatimukset -julkaisu päivitetään seuraavan kerran, tietomallipohjaisen suunnittelun yleisohjeistuksessa voisi olla panostettu enemmän tietomalliselostuksien parantamiseen tai laajentamiseen yksityiskohtaisemmiksi. Myös integraatiota itse malliin olisi mielenkiintoista nähdä. Tällöin esimerkiksi pohjapiirustusten näkymät päivittyisivät sitä mukaa, kun niitä tehdään, eikä silloin, kun joku liittää tekstinkäsittelyohjelmistoon piirustuksen jonkun kuvankäsittelyohjelmiston kautta.

Jos ohjeistuksia pystytään jatkossa käyttämään paremmin hyödyksi suurimmalla osalla toimijoita, voidaan niitä kehittää entistä paremmiksi ja kattavammiksi kaikille osapuolille jotka liittyvät projektiin.

Kuvat

Kuva 1. Rakennuksen yleiskuva etupihalta, s. 19

Kuva 2. Kellarikerroksen vaurioalue merkittynä tummalla, s. 21

Kuva 3. Revit Architecture 2013:n aloitusnäkö, s. 23

Kuva 4. Tekla BIMsightin aloitusnäkö, s. 24

Kuva 5. Näkö Tekla BIMsight -ohjelmistosta, s. 35

Kaaviot

Kaavio 1. Hankkeen tietomallirakenne (YTV 2012, osa 3), s. 10

Kaavio 2. Esimerkki inventointimallinnuksen vaiheistuksesta rakennushankkeessa (YTV 2012, osa 2), s 16

Kaavio 3. Mallitarkkuustaulukko (YTV 2012, osa 2.), s. 27

Lähteet

Lehtoviita, T. 2012 Tietomallien avulla kohti parempaa rakennushankkeen tiedonhallintaa. Toolilainen 4/2012.

TV 2007, Tietomallivaatimukset 2007 osa 1, Senaatti-kiinteistöt 2007, Saatavissa: http://www.senaatti.fi/tiedostot/Tietomalli_2007_Osa1_Yleinen_osuus.pdf

YTV 2012, osa 1, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 1 - Yleinen osuus, COBIM 2012, Saatavissa:
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf


YTV 2012, osa 2, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 2 - Lähtötilanteen mallinnus, COBIM 2012, Saatavissa:
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_2_lahtotilanne.pdf

YTV 2012, osa 3, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3 - Arkkitehtisuunnitelu, COBIM 2012, Saatavissa:
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_3_ark.pdf

Arkkitehtuuritoimisto Ovaskainen
Perttu Valtonen
29.4.2013

Tietomalliselostus UPM Kymmene Kaukaan edustuskerho 29.4.2013

Yleistiedot tietomallista

Kohteen havainnollistamiskuva		
Aloituspäivämäärä	2.1.2012	
Mallintaja	Nimi	Perttu Valtonen
	Yritys	Arkkitehtuuritoimisto Ovaskainen
	Yhteystiedot	peretu.valtonen@arkovaskainen.com
Kohde	Nimi	Kaukaan edustuskerho
	Osoite	
	Rakennusvuosi	1938
	Suunnittelija	
	Laajuustiedot	
	Omistaja	UPM Kymmene
	Käyttötarkoitus	Edustustila / ravintola
Mallinnustarkoitus	<ul style="list-style-type: none"> - Kosteusvaurion korjaamiseen vaadittavat suunnitelmat - Täysi inventointitietomalli myöhempää käyttöä varten - Ylläpitoa varten tietomalli - Ohjelmiston ja työskentelytapojen testaus 	
Ohjelmistot	<ul style="list-style-type: none"> - Revit Architecture 2012 - Tekla BimSight - IFC 2x3 	
Lisätiedot	<p>Vuonna 1938 rakennettu Kaukaan edustuskerho toimii UPM Kymmenen edustustiloina ja ravintolana. Rakennuksessa on kaksi maanpäällistä kerrosta ja yksi kellarikerros.</p> <p>Kellarikerroksen kosteusvaurion korjaus toteutettu vuonna 2012-2013.</p>	


Lähtötiedot		
	Lähtötiedot	UPM Kymmene piirustusarkisto, mittaukset, inventointi
	Yhteyshenkilö	UPM Kymmene
	Piirustuksen tyyppi	Paperi
	Pohjapiirustukset	Paperi, 1938

Yleiskuvaus mallinnusperiaatteista		
	Nimikkeistöt / käytettävät kuvatason	
	Mallinnuksen mittayksiköt	millimetri, aste, euro
	Origo (x,y,z)	Origoa määritelty projektissa, Mallin 0-taso +106.300 (1. krs) merenpinnasta asemapiirustuksen mukaisesti
	Koordinaatisto	Käytetään ortogonaalista koordinaatiostoa, origo määritelty projektissa
	Kerroskorkeudet	+103,600 Kellari, 2700mm +106,300 1. krs, 4000mm +110,300 2. krs, 3650mm +113,950 Vesikatto
	Mallin tarkkuus	Vanhojen olemassa olevien piirustusten mukainen mittatarkkuus
	Tilat	
	Kantavat rakenteet	Olemassa olevien piirustusten mukaisesti
	Julkisivut	Olemassa olevien piirustusten mukaisesti
	Kevyet väliseinät	Olemassa olevien piirustusten mukaisesti
	Ikkunat ja ovet	Olemassa olevien piirustusten mukaisesti
	Rakennusosien materiaali- ja tyyppitiedot	Olemassa olevien piirustusten mukaisesti vanhoina rakenteina
	Vaiheistus mallissa	Vanhat rakenteet 1938, Purettavat, Uudet rakenteet korjausvaihe 2012-2013
	Huomioitavaa	- Mitat vanhojen piirustusten ja tarkentavien mittausten mukaiset, mitat tarkistettava myöhemmän suunnittelun yhteydessä tarpeen mukaan -


Mallinnustasot (talo 2000)		
	Alapohjalaatat	AR122 Alapohja
	Välipohjalaatat	AR1235 Välipohjat
	Yläpohjalaatat	AR1236 Yläpohjat
	Vesikatto	AR1236 Yläpohjat
	Pilarit	AR1233 Pilarit
	Ulkoseinät	AR1241 Ulkoseinät
	Parvekelaatat	AR1251 Parvekkeet
	Väliseinät – kevyet	AR1311 Väliseinät
	Väliseinät – kantavat	AR1311 Väliseinät
	Huonetilat	ART111 Huonealat
	Käiteet	AR1324 Tilakäiteet
	Laatta	AR1331 Lattian pintarakenteet
	Maasto	AR11 Alue
	Portaat	AR1237 Tilaportaat AR1237 Runkoportaat

Mallinnusraportti (kuvaus mallinnustavasta olennaisilta osiltaan kerroksittain)		
Asema/ maasto	Havainnollistuskuva	
	Maasto	Mallinnettu yhtenäisellä maasto-objektilla ja osioitu subregion-työkalulla
	Huom.	Maastosta leikattu building pad –työkalulla rakennuksen ala


Mallinnusraportti (kuvaus mallinnustavasta olennaisilta osiltaan kerroksittain)

Okrs / kellari	Pohjapiirustus	
	Alapohja	Väliseinät mallinnettu olemassa olevien piirustusten mukaisesti poislukien kosteusvauriosta kärsinyt kohta, joka on mallinnettu rakennesuunnitelmien mukaisesti.
	Ulkoseinät	Väliseinät mallinnettu olemassa olevien piirustusten mukaisesti poislukien kosteusvauriosta kärsinyt kohta, joka on mallinnettu rakennesuunnitelmien mukaisesti.
	Väliseinät	Väliseinät mallinnettu olemassa olevien piirustusten mukaisesti poislukien kosteusvauriosta kärsinyt kohta, joka on mallinnettu rakennesuunnitelmien mukaisesti.
	Portaat	Portaat mallinnettu olemassa olevien piirustusten mukaisesti
	Ovet	Rakennuksen ovet mallinnettu standardi-objekteja muokkaamalla olemassa olevien ovikaavioiden mukaisesti
	Ikkunat	Rakennuksen ikkunat mallinnettu standardi-objekteja muokkaamalla olemassa olevien ovikaavioiden mukaisesti
	Vyöhykkeet	Tiloja merkitty olemassa olevien piirustusten mukaisesti huone-työkalulla
	Välipohjat	Välipohjat mallinnettu Floor-työkalulla ja aukotettu Opening-työkalulla

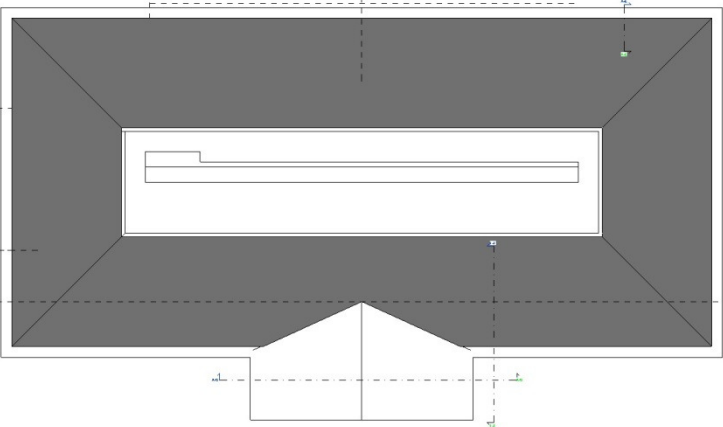
Mallinnusraportti (kuvaus mallinnustavasta olennaisilta osiltaan kerroksittain)

1 krs	Pohjapiirustus	
	Välipohja	Välipohjat mallinnettu olemassa olevien piirustusten mukaisesti ja aukotettu Opening-työkalulla. Välipohjan korko vanhojen merkintejön mukaisesti +106.300
	Pilarit	Pilarit mallinnettu olemassa olevien piirustusten mukaisesti
	Väliseinät	Väliseinät mallinnettu laatan yläpinnasta ylemmän kerroksen laatan alapintaan ja sidottu siihen, rakennetyypit olemassa olevien piirustusten mukaisesti
	Ulkoseinät	Ulkoseinät mallinnettu alemman kerroksen ulkoseinän yläpinnasta ylemmän kerroksen ulkoseinän alapinnan tasoon
	Portaat	Portaat mallinnettu olemassa olevien piirustusten mukaisesti
	Ovet	Rakennuksen ovet mallinnettu standardi-objekteja muokkaamalla olemassa olevien ovikaavioiden mukaisesti
	Ikkunat	Rakennuksen ikkunat mallinnettu standardi-objekteja muokkaamalla olemassa olevien ovikaavioiden mukaisesti
	Vyöhykkeet	Tiloja merkitty olemassa olevien piirustusten mukaisesti huone-työkalulla

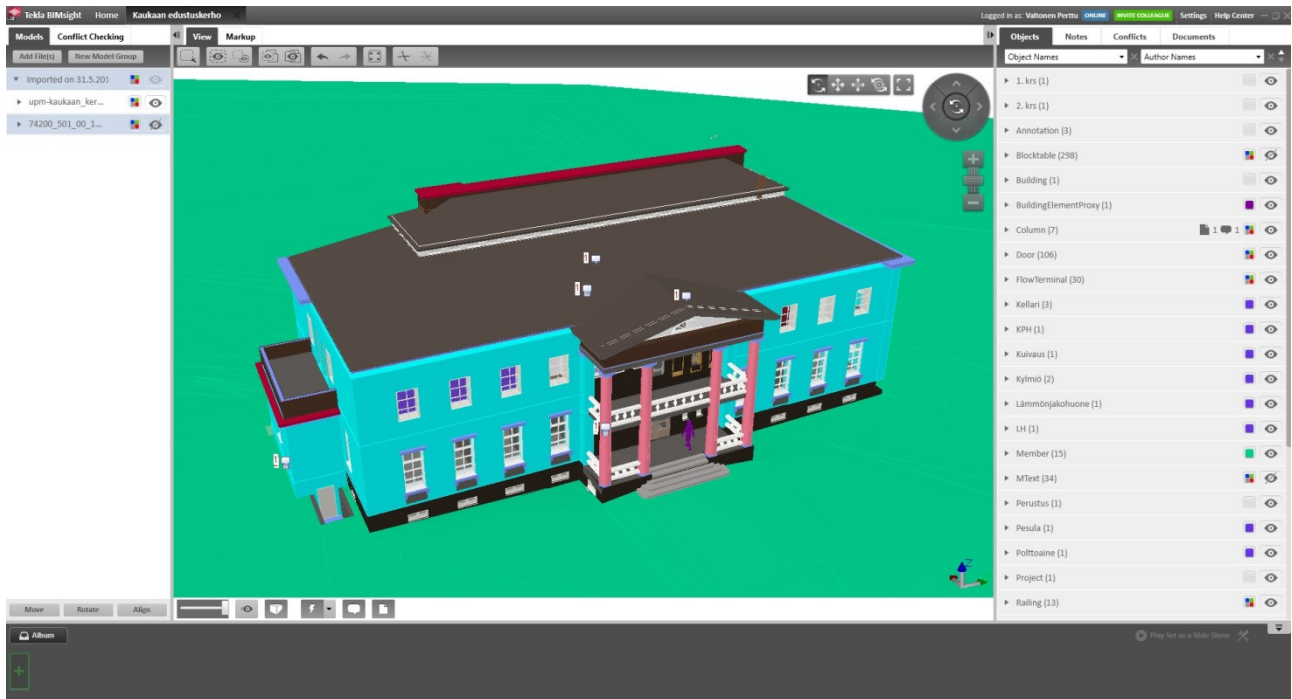
Mallinnusraportti (kuvaus mallinnustavasta olennaisilta osiltaan kerroksittain)

2krs	Pohjapiirustus	
	Välipohja	Välipohjat mallinnettu olemassa olevien piirustusten mukaisesti ja aukotettu Opening-työkalulla. Välipohjan korko vanhojen merkintejön mukaisesti +110.300
	Pilarit	Pilarit mallinnettu olemassa olevien piirustusten mukaisesti
	Väliseinät	Väliseinät mallinnettu laatan yläpinnasta ylemmän kerroksen laatan alapintaan ja sidottu siihen, rakennetyypit olemassa olevien piirustusten mukaisesti
	Ulkoseinät	Ulkoseinät mallinnettu alemman kerroksen ulkoseinän yläpinnasta ylemmän kerroksen ulkoseinän alapinnan tasoon
	Portaat	Portaat mallinnettu olemassa olevien piirustusten mukaisesti
	Ovet	Rakennuksen ovet mallinnettu standardi-objekteja muokkaamalla olemassa olevien ovikaavioiden mukaisesti
	Ikkunat	Rakennuksen ikkunat mallinnettu standardi-objekteja muokkaamalla olemassa olevien ovikaavioiden mukaisesti
	Vyöhykkeet	Tiloja merkitty olemassa olevien piirustusten mukaisesti huone-työkalulla

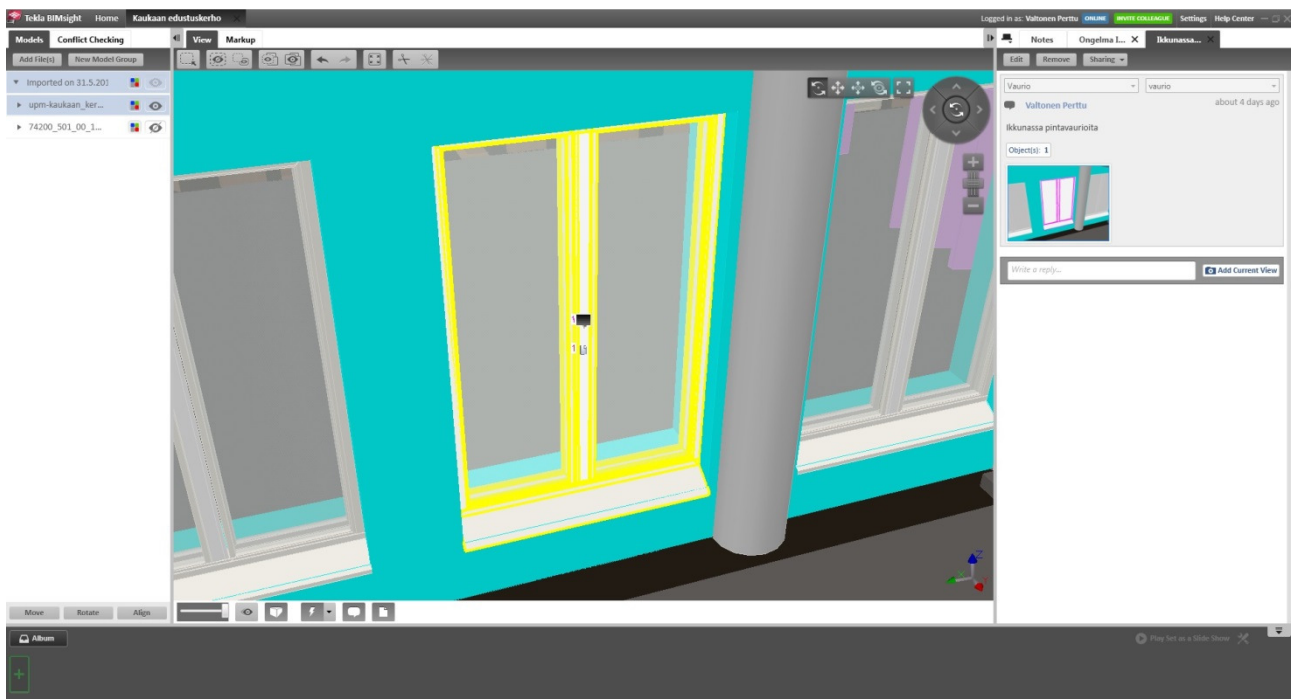
Mallinnusraportti (kuvaus mallinnustavasta olennaisilta osiltaan kerroksittain)

Vesikatto	Pohjapiirustus	
	Katto	Mallinnettu katto-työkalulla olemassa olevien piirustusten mukaisesti
	Huom.	Katon muodot mallinnettu arviolta, mitat tarkistettava jatkosuunnittelun osalta tulevaisuudessa

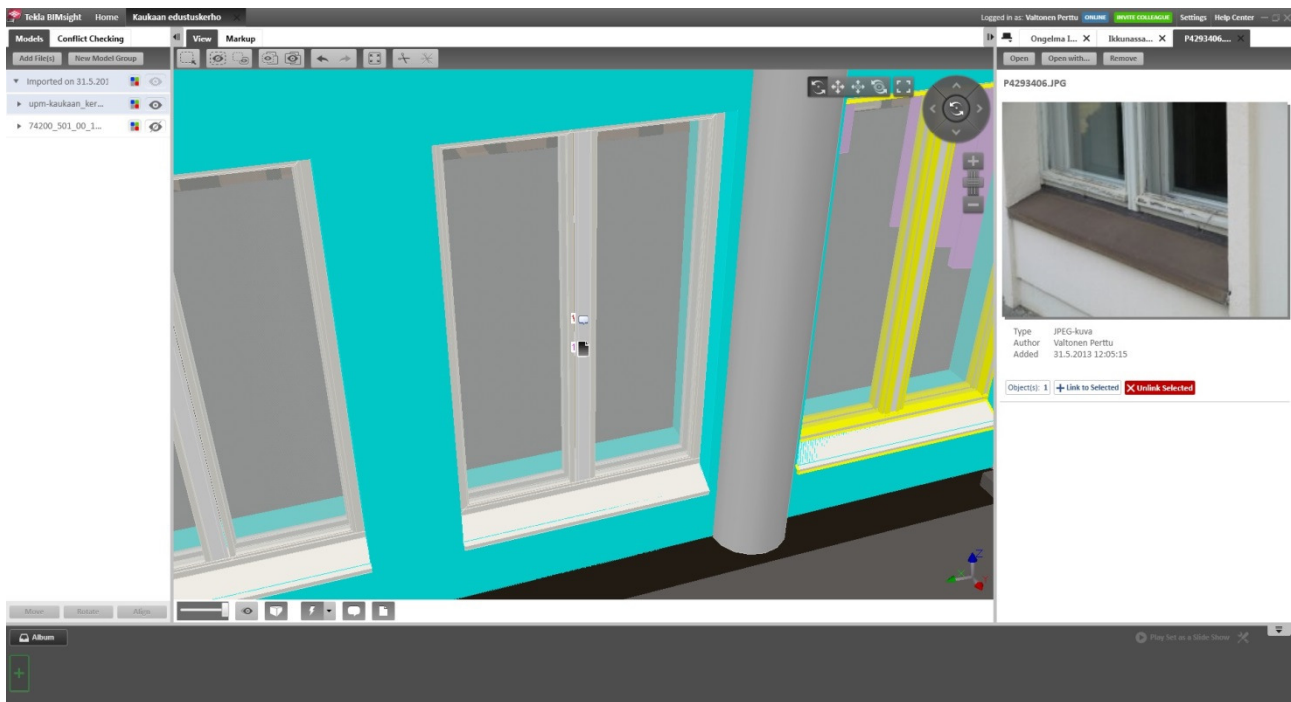
BIMsight-projektin näkymiä, Kaukaan edustuskerho



Projektin aloitusnäky



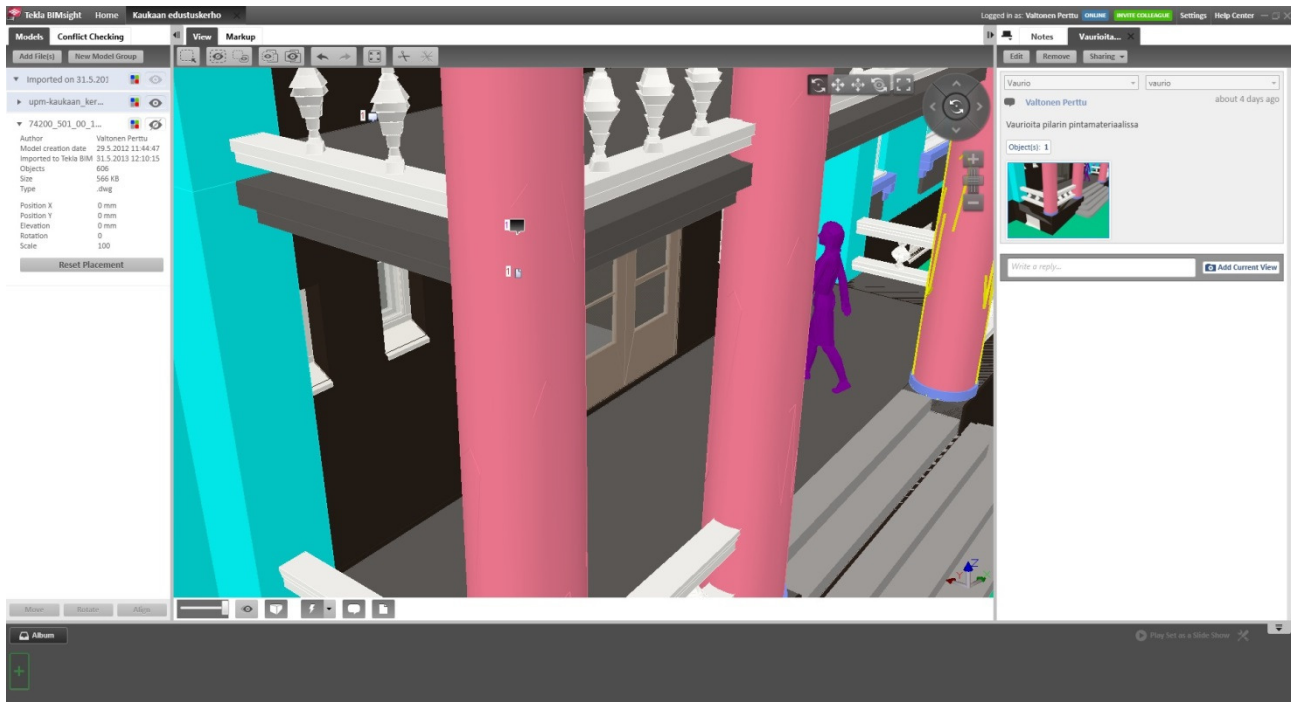
Näkymä kommentoidusta objektista



Näkymä objektiin liitetystä tiedostosta



Näkymä projektiin liitetystä tiedostoista listattuna



Näkymä toisesta objektista johon on liitetty kommentointi ja tiedosto