

Joonas Männistö

TIEDEPUISTON KAMPUKSEN KEMIAN SIIPIRAKENNUKSEN &
KIRJASTON VÄÄNTIÖN TUOTEMALLIPOHJAINEN
TIETOMALLINNUKSEN

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2017

TIEDEPUISTON KAMPUKSEN KEMIAN SIIPIRAKENNUKSEN & KIRJASTON VÄÄNTIÖN TUOTEMALLIPOHJAINEN TIETOMALLINNUS

Männistö, Joonas
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2017
Ohjaaja: Sandberg, Rauno
Sivumäärä: 52
Liitteitä: 6

Asiasanat: IFC, Tietomalli, 3D-malli, Talo 80

Kiinteistöhoitopäällikkö Mikko Viitala tilasi opinnäytetyön tekijältä päivittää Satakunnan ammattikorkeakoulun Porin tiedepuiston yksikön kemian siipirakennuksen sekä kirjaston vääntiön rakennuspiirustukset tietomalleiksi. Kemian siipirakennus valmistui vuonna 1982. Kirjaston vääntiö valmistui vuonna 1993. Siipirakennukset rakennettiin lisätöinä kampuksen päärakennuksen kylkiin.

Lisäksi päättötyössä havainnollistettiin IFC-standardin käytettävyys, kun siirrettiin tietomalli Autodeskin tietomallikoordinaatistosta Tekla Structures 21.1. – ohjelman tukemaan BIM-tietomallikoordinaatistoon. Building Information Modeling lyhentyy kirjaimiin BIM. Vapaasti suomennettuna Rakentamisen Informaatio Mallintaminen kuvastaa hyvin yhteistä ideaa tietomallintamisesta.

Päättötyössä esitettiin yleisimmät rakennusosat valmiista tietomallista. Kirjaston vääntiön rakennusosat esitettiin Revit 2016 – ohjelmasta otetuilla kuvakaappauksilla. Kemian siipirakennus esitettiin Solibri Model Viewer v9.6 – ohjelmasta otetuilla kuvakaappauksilla.

Määräluetteloista tehtiin manuaalisesti muokattavissa oleva Excel-taulukko, joka tallennettiin muistitikulle, joka sisältää opinnäytetyöltä vaaditut tiedostot. Määräluettelot myös tulostettiin Microsoft Excel – ohjelmasta, jotka liitettiin opinnäytetyön paperiversion liitteeksi. Liitettiin liitteisiin myös tilaluettelo sekä 3D-piirustukset molemmista siipirakennuksista.

BUILDING INFORMATION MODELING FROM TIEDEPUISTO CAMPUS

Männistö, Joonas

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in civil engineering

May 2017

Supervisor: Sandberg, Rauno

Number of pages: 52

Appendices: 6

Keywords: IFC, Building Information Modeling, 3D-modeling, Talo 80

Property management chief Mikko Viitala needs an update from building information modelling about two buildings of campus Satakunta university of applied sciences. Building for chemical studies founded in 1982. Building for library founded in 1993. These two wings are connected with head building of Satakunta university of applied sciences.

Thesis includes demonstration about how to make the building information modelling by using Revit 2016 programme and exporting it by using IFC-standard to Tekla Structures 21.1 programme.

In thesis there has shown some building parts from 3D modelling. Building parts from building for library has shown by print screen from Revit 2016 programme. Building parts from building for chemical studies has shown by print screen from Solibri model viewer v9.6 programme.

List of parts made by using Revit 2016 and Microsoft Excel programmes. Lists has also printed in PDF. List of rooms and 3D pictures are also in thesis.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	PROJEKTI.....	7
2.1	Aloituspalaveri.....	7
3	3D-SUUNNITTELU	8
3.1	Seinät.....	9
3.2	Ovet ja ikkunat.....	9
3.3	Lasiseinät, näyteikkunajulkisivut, suuret ikkunakokonaisuudet.....	9
3.4	Laatat (ala-, väli- ja yläpohjat).....	10
3.5	Palkit ja pilarit.....	10
3.6	Portaat	11
3.7	Muut rakennusosat	11
4	NIMIKKEISTÖ.....	12
4.1	Tilat.....	13
4.2	Osat	13
5	EPÄTARKKUUSTEKIJÄT.....	15
5.1	Tarkemittaus ja tasolaser.....	15
5.2	Koordinaatistot.....	16
6	KEMIAN SIIPIRAKENNUS.....	21
6.1	Pohjapiiros AutoCAD 2016 – ohjelmalla	21
6.2	Tilaluettelo	21
6.3	Tuotemallipohjainen suunnittelu Autodesk Revit 2016 – ohjelmalla.....	21
6.4	Määräluettelo	25
6.5	Rakenneosaluettelo	26
6.5.1	122 Alapohja.....	26
6.5.2	123 Runkorakenteet.....	27
6.5.3	124 Julkisivut	28
6.5.4	125 Ulko-ovet	29
6.5.5	125 Ulkotasot	30
6.5.6	126 Vesikatot	31
6.5.7	131 Tilan jako-osat.....	32
6.5.8	135 Tilaelementit.....	33
7	KIRJASTON VÄÄNTIÖ.....	33
7.1	Pohjapiiros AutoCAD 2016.....	34
7.2	Tilaluettelo	34
7.3	Tuotemallipohjainen suunnittelu Autodesk Revit 2016 – ohjelmistolla.....	34

7.4	Määräluettelo	34
7.5	Rakennusosaluettelo	35
7.5.1	122 Alapohja	35
7.5.2	123 Runkorakenteet.....	36
7.5.3	124 Julkisivut	36
7.5.4	125 Ulko-ovet	37
7.5.5	125 Ulkotasot	37
7.5.6	126 Vesikatot	38
7.5.7	131 Tilan jako-osat	38
7.5.8	135 Tilaelementit.....	39
8	TIETOMALLINNUS	39
8.1	Yleiset tietomallivaatimukset 2012.....	39
8.1.1	Osa 1	39
8.1.2	Osa 3	41
8.2	Tuotemallipohjaisen suunnittelun erityispiirteet ja arkistointi	43
8.3	Vertex.....	44
9	IFC-STANDARDI	45
9.1	Esimerkki	46
10	YHTEENVETO	49
	LÄHTEET	51
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tietotekniikan kehittyessä arkistointitavat muuttuvat. Satakunnan ammattikorkeakoulun vanhoista paperipiirustuksista on skannattu PDF-tiedostoja, jotka voidaan arkistoida sähköisesti. Ohjelmistosuunnittelu on kehittynyt sen verran, että tämän hetkinen arkistointitapa on muuttumassa 2D-piirustuksista 3D-pohjaisiin tietomalleihin. Tietomalli on kätevä rakennuksen tarkastelu tapa tarkastellessa olemassa olevaa rakennusta. Tietomallin lukeminen uudisrakenteita rakentaessa on myös hahmottamista helpottava työkalu.

Projektin aloituslupahakemuksessa käsitellään pohjustavasti työn aihe-aluetta. Projektissa ei käsitellä kaikkea mitä aloituslupahakemuksessa on mainittu. Projektissa luotiin tietomalli kemian- ja kirjaston- siipirakennuksista Autodeskin Revit 2016 CAD-koordinaatistossa. Tietomalli on tehty Revit 2016 –Architecture pohjalla, jotenka se ei sisällä perustuksia. Rakenneosia piirrettäessä on käytetty valmiita rakenneosia, joista on räätälöity ja luotu oikeankokoisia rakenneosia. Tietomalli muunnettiin IFC-standardin mukaiseksi tietomalliksi ja avattiin BIM-koordinaatistossa. Tietomallin rakenneosille määritettiin ominaisuudet, kun ne piirrettiin koordinaatistoon. Määräluetteloidessa jaotellaan eri rakenneosaryhmiin kuuluvat objektit. Samat ominaistiedot saadaan tarkastellessa tietomallia ja osoittamalla hiirellä tarkasteltavaa rakennusosaa.

IFC-standardin etu renderointiin ja erillään oleviin tila- ja määräluetteluihin verrattuna on, että IFC:n geometriset ominaisuudet säilyttävät 3D-mallin mitat sekä muodon ja XML-pohjainen koodaustapa säilyttää tietomallin tietoa koskevat tiedot. Mikäli 3D-mallia halutaan tarkastella eri ohjelmilla ja eri varjostuksilla niin esimerkiksi Autodeskin 3ds studio max –ohjelmalla voi tallentaa 3D-mallin noin kymmeneen erilaiseen tiedostomuotoon, joita voi katsella kyseisiä tiedostomuotoja tukevilla ohjelmilla. Käytettäessä renderointi -ohjelmaa tietomallin tietoa sisältävät tiedot eivät välity vaan ainoastaan 3D-malli saadaan varjostettua ja tallennettua eri tiedostomuotoihin. Tietomallin tietoa koskevien tietojen katoamista tapahtuu myös IFC tiedonsiirrossa.

3D-mallien tai pohjapiirustusten liittäminen kartastoon ei ole miellyttävä idea. Joten omia töitä tehdessä kannattaa varoa GPS nappia, jottei tuotos pääse ilmaiseksi internetiin kaikkien katseltavaksi ja jaettavaksi. Yksityisyyden suojaa kunnioittaen rakennuksen piirustukset tulisi säilyttää rakennuksen haltijan arkistoissa siten että muut kuin virassa olevat henkilöt virkatehtävissä eivät pääse käsiksi pohjapiirustuksiin, rakennepiirustuksiin, 3D-malleihin ja tietomalleihin. Kartastosta on mahdollista tuoda maanmuodot Revit 2016 –ohjelmaan ”modify topography” –toiminnolla. Maanmuodot pitää ladata Autodeskin Infracad –ohjelmasta ja tuoda Revit 2016 ohjelmaan mikäli näin haluaa tehdä. Kartastosta tuotujen maanmuotojen avulla on mahdollista havainnollistaa maankäytön mahdollisuuksia sekä tehostaa arkkitehtuurista estetiikkaa.

2 PROJEKTI

2.1 Aloituspalaveri

Satakunnan ammattikorkeakoulun Porin toimipiste siirtyy tiedepuistosta rautatien viereen. Kampuksen tiloihin tehdään muutoksia ja käyttötarpeen vaihtoa. Sitä varten tarkemmittaus. Jatketaan Eero Kiviojan aloittamaa projektia tiedepuiston kampuksen mallintamisesta. 1-3 Cm tarkkuudella mallinnus kemian siivestä sekä kirjaston leveydellä vääntiöstä sairaanhoitajan toimipisteelle kaikki kerrokset mukaan luettuna. Etäisyyttä lukevalla laserilla otetaan mitat seinästä seinään, lattiasta kattoon, pilarien etäisyydet toisistaan, alapohjan paalupilareiden ja anturoiden paikka sekä kattorakenne vanhoja piirustuksia apuna käyttäen. Vanhoista piirustuksista seinien rakennepaksuudet, joiden mukaan lasketaan ulkoseinän reunojen paikka ja merkitään piirustuksiin. Anturoiden koon ja kattorakenteen mallinnuksessa käytetään apuna vanhoja piirustuksia, kun on kyseessä piilossa oleva rakenne. Eli tästä tehdään ihan perustuksia myöten malli, johon merkitään perustukset, alapohja, välipohjat, pilarit, palkit, seinän rakenne ja kattorakenne. Tietomallipohja tehdään siten, että koko rakennus on lähtöhaara, josta lähtee alahaaroja rakennuksen eri alueisiin. Tähän työhön kuuluu merkitä ikkunoiden tekniset tiedot klikattaessa. Tietomalli tehdään siten että haaroittumista voidaan jatkaa pienempiin yksityiskohtiin asti. Esim. Rakennus>kirjasto>kirjaston lämmitysputket tai

rakenne>klikatessa tekniset tiedot. Tehdään selkeä rakenne pohja CAD pohjaiseen Revit Structure ohjelmistoon, johon on helppo myöhemmin lisätä lvis -merkinnät kun tietomalli on muunnettu IFC tiedostomuotoon, jota voi katsella sitten muilla IFC 2x3 tukevilla ohjelmilla. Tämän työn tarkoituksena tehdä tietomallipohja rakenteista, johon voi myöhemmin lisätä omiin alalokeroihin rakennedetaljit mm. ikkunoista sekä lämpö-, vesi-, ilma- ja sähkötyöt. Pohditaan IFC tiedonsiirron toimintaa ja käyttömahdollisuuksia. Sijoitetaan rakennus kartalle koordinaatistoon yksinkertaistettuna pohjapiirustuksena tai IFC tiedostona riippuen kumpaa muotoa kartasto tukee. Koordinaatistoon sijoittaminen koskee julkisrakennuksia.

3 3D-SUUNNITTELU

Mallintaminen suunnitteluprosessissa voidaan jakaa kolmeen kulmakiveen: esitiedot, osamallit ja kokoonpano. Esitietojen perusteella voidaan luoda osamalli ja osamallien avulla kokoonpanon. Prosessin kautta tuotetaan 2D-piirustukset, tietoa tuotannonohjausta varten sekä lopullinen valmis tuote. (Tuhola & Viitanen, 2008, 54.)

Mitoituksen ollessa selvä työ voidaan jakaa seuraaviin osiin: kappalemallit ja levymallit. (Tuhola & Viitanen, 2008, 80.)

Kappalemallia voidaan käyttää tilavarauksena kokoonpanossa ja tuotantokappaleen kuvamateriaalin generoinnissa. (Tuhola & Viitanen, 2008, 81.)

”Kokoonpano on se mallinkäytön osa, jolla saadaan eniten hyötyä 3D-maailmasta. Kokoonpano on kokonaisuus, johon on tuotu ydinosan ympärille muita siihen liittyviä osia.” (Tuhola & Viitanen, 2008, 98.)

Suuremmat kokonaisuudet kannattaa jakaa valmistuksen kannalta järkeviin osakokoonpanoihin. Pääkokoonpano on valmis tuote, joka sisältää osien lisäksi kaikki määreet eli tuotetiedot. Pääkokoonpanot ovat yleensä tuotannollisia, ellei niitä ole luotu vain markkinointiin. (Tuhola & Viitanen, 2008, 99.)

Viimeisteltäessä kokoonpanoa, kokoonpanosta tehdään 2D-piirustus ja osaluettelo sekä tarkastetaan että osat ovat attribuutattu eli listattu informaatio. (Tuhola & Viitanen, 2008, 108.)

3.1 Seinät

Seinätyökalulla mallinnetaan seinät. Seinät tulee mallintaa lattiapinnasta yläpuolisen holvin alapintaan, paitsi seinät, jotka mallinnetaan kerroskorkeuden mukaisesti. Pääsääntöisesti seinärakenne sisältää kaikki rakenteen komponentit. Seinät voi mallintaa myös erillisinä rakennekomponentteina. Tyypitiedoissa sisäseinät ja ulkoseinät erotetaan toisistaan. Oman suunnitteluohjelmiston toimittajalta voi varmistaa sen, miten ulkoseinien tyypitiedot siirtyvät IFC-tiedonsiirrossa. Seinillä tulee olla yhteys liittyviin seiniin ja tiloihin, mitä ne rajaavat. Ohjelmisto luo yhteydet automaattisesti ilman väliin jääviä rakoja. Tarkistusohjelmilla voidaan varmistua, että malli on vaatimusten mukainen. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 17.)

3.2 Ovet ja ikkunat

”Ovet mallinnetaan ovityökalulla ja ikkunat ikkunatyökalulla. Ikkunat ja ovet mallinnetaan tyypitietoineen ja heloitustunnuksineen. Alustavassa rakennusosamallissa ei näitä tietoja kuitenkaan tarvita. Ovien ja ikkunoiden tarviketiedot (esim. helat) liitetään niiden ominaisuuskenttiin ja käytetyt kentät dokumentoidaan tietomalliselostukseen. Haluttaessa liitetyt helat voidaan ilmaista yhdellä koodilla, jolloin yksityiskohmainen helaluettelo esitetään kaaviossa tai erillisenä listana Ikkunat ja ovet mallinnetaan viimeistään varsinaiseen rakennusosamalliin niin, että asennusaukot sisältävät asennusvarat(aukkomittoitus).” (Building Smartin WWW sivut, 2017, 18.)

3.3 Lasiseinät, näyteikkunajulkisivut, suuret ikkunakokonaisuudet

”Jos mallissa on lasiseiniä tai -julkisivuja, jotka muodostuvat kokonaan ikkunoista ja ovista, tulee ensin mallintaa umpinainen seinä (isäntäseinä) ja siihen ikkunat ja ovet,

jotka muodostavat lasiseinän. Erityistä huomiota tulee kiinnittää siihen, ettei isäntäseinän ja sitä ympäröivien seinien väliin jää rakoja. Kun seinät mallinnetaan kerroksittain ja ikkunat ulottuvat useampaan kerrokseen, tulee varmistaa, että jokaisessa kerroksessa seinässä on asianmukainen aukkoja ikkunat linkittyvät tiloihin.”

(Building Smartin WWW sivut, 2017, 18.)

3.4 Laatat (ala-, väli- ja yläpohjat)

”Rakennuksen ala-, väli- ja yläpohjat mallinnetaan laattatyökalulla. Mikäli työkalun mallinnusominaisuudet ovat puutteelliset (esimerkiksi työkalu ei pysty mallintamaan laattoja, joiden paksuus, kaltevuus tai profiili vaihtelee), tulee suunnittelijan luoda yleinen mallinnusosa, joka määritetään laataksi. Kaatoja ei pääsääntöisesti mallinneta. Laattojen ja seinien liittymäkohta tulee mallintaa siten, että laatta päättyy kantavan seinärakenteen pintaan eikä ulotu sen sisälle. Näin varmistetaan, että määrä- ja kustannuslaskentaan saadaan johdonmukaista tietoa. Välipohjat mallinnetaan rajautumaan ulkoseinän sisäpintaan, ellei projektissa sovita muusta käytännöstä.” (Building Smartin WWW sivut, 2017, 19.)

3.5 Palkit ja pilarit

”Palkit mallinnetaan palkkityökalulla. Mikäli työkalun mallinnusominaisuudet ovat puutteelliset (esim. työkalu ei pysty mallintamaan kaltevia tai viistettyjä palkkeja), tulee suunnittelijan luoda yleinen mallinnusosa, joka määritetään palkiksi. Pilarit mallinnetaan pilarityökalulla. Mikäli työkalun mallinnusominaisuudet ovat puutteelliset (esim. työkalu ei pysty mallintamaan pilareita, joiden leikkaus vaihtelee), tulee suunnittelijan luoda yleinen mallinnusosa, joka määritetään pilariksi. Pilarit mallinnetaan ulkomitoilla sisältäen pintarakenteen.” (Building Smartin WWW sivut, 2017, 19.)

3.6 Portaat

”Portaat mallinnetaan porrastyökälulla erikseen kuhunkin kerrokseen. Tarvittaessa voidaan lepo-, kerros- ja porrastasot mallintaa laattoina.” (Building Smartin WWW sivut, 2017, 19.)

3.7 Muut rakennusosat

”Kaksoisjulkisivut (esimerkiksi ulkoseinästä irti oleva säleikkö tai lasitus) mallinnetaan varsinaisesta seinärakenteesta erillisinä rakenteina noudattaen soveltaen seinistä ja lasiseinistä annettuja mallinnusohjeita. Tarvittavat sokkelit ja perusmuurit mallinnetaan seinätyökälulla ja niiden tunnisteissa on huolehdittava siitä, että ne erottuvat seinistä. Perustuksia ei yleensä tarvitse mallintaa arkkitehtimalliin. Hoitotasot ja kulurakenteet mallinnetaan laattatyökäluilla ja muilla mallinnusosilla, joissa on tarvittavat tunnisteet (nimi tai rakennusosaluokka). Pystyhormit mallinnetaan kerrosten korkuisina tilaohjelmaan kuulumattomina seinien rajaamina tiloina ja varustetaan tarvittaessa huoltoluukuilla tai ovilla. Sisäkatot mallinnetaan laattatyökälulla tai sisäkatotyökälulla ja niiden on oltava tunnistetietojen avulla eroteltavissa muista laattatyökälulla mallinnetuista rakennusosista. Sisäkattorakenne ja -pinta hankkeen osapuolet mallinnetaan useimmiten yhtenä levynä (Taso 2), jolle annetaan paksuudeksi niiden vaatima tilavaraus. Alas laskettujen sisäkattojen levyjakoja (Taso 3) tai kannakerakenteita ei yleensä mallinneta. Kiintokalusteet ja suunnitelmiin sisältyvät laitteet mallinnetaan ohjelman kalustetyökäluilla, ja niiden tunnisteiden tulee sisältää niiden tyyppi. Mahdolliset irtokalusteet on mallinnettava omille kuvatasoilleen tai muuten loogisesti eroteltuina niin, että ne voidaan helposti erottaa urakkaan kuuluvista osista ja jättää kokonaan kirjoittamatta IFC-tiedostoihin. Väestönsuoja mallinnetaan seinä-, laatta- ja tilatyökälulla. Kalusteet, varusteet ja laitteet mallinnetaan samoin kuin muissakin tiloissa. Kaikki keskenään eri tyyppiä olevat rakennusosat tulee mallintaa erillisinä komponentteina ja ne tulee merkitä selvästi tunnistettaviksi esimerkiksi nimeämisellä tai rakennusosaluokan valinnalla.” (Building Smartin WWW sivut, 2017, 19.)

4 NIMIKKEISTÖ

Tehdystä tilaluettelosta saadaan yhteenlaskumenetelmällä tilojen kokonaispinta-ala kokonaisuudessaan tai kerrosta kohden. Kerroksen tila-ala vähennetään kerroksen sisämittojen mukaan lasketusta pinta-alasta ja näin saadaan tilaosien pinta-ala. Tila-osiin kuuluvat kevyet seinärakenteet, ovet, ikkunat, portaat, pinnoitteet ja tilavarusteet. Talo-osiin kuuluvat perustukset, alapohjat, runkorakenteet, julkisivut, ulko-ovet, ulkotasot ja vesikatot.

TALO-80 nimikkeistöä käytetään suunnittelun tehtävissä, kuten rakennustapaselostuksissa, rakennusselityksissä ja tarvittaessa suunnitelma-asiakirjojen luetteloinnissa sekä rakennuttamisen tehtävissä, kuten hankkeen kustannussuunnittelussa, rakennuttajan määrälaskennassa, yksikköhintaluetteloissa ja tarjousten erittelyssä sekä rakennusyrityksen hankelaskennassa kuten yksityiskohtaisessa määrä- ja kustannusarviolaskennassa, työnaikaisessa kustannustarkkailussa sekä jälkilaskennassa ja tilastoinnissa sekä rakennustuotannon tehtävistä kuten työnsuunnittelussa, hankintojen suunnittelussa ja suorituksessa sekä tuotantotietojen keruussa ja seurannassa sekä yleisissä ja julkisissa tiedostoissa kuten rakennustöiden yleisissä laatumääräyksissä ja tuotantotiedoissa sekä julkaisuissa, käsikirjoissa ja tutkimuksissa tiedon sisällön rajauksiin ja erittelyyn. (Talo 80 ryhmä, 1981, 18.)

”Rakennussuunnittelulla muutetaan rakennuttajan, tilaajan ja käyttäjän tavoitteet fyysisiksi suunnitelma-asiakirjoiksi. Asiakirjat toimivat toteutuksen ohjeena ja määräävät kustannukset. Suunnittelun kannalta onkin keskeistä ymmärtää toisaalta rakennuttajan suorittaman ohjauksen edellytykset ja toisaalta toteuttamisen ja kustannusarviolaskennan tiedontarpeet. Pääosa määrätiedosta saadaan piirustuksista. Rakennustöiden laatua säätelee luonnosvaiheessa rakennustapaselostus ja lopullisiin teknisiin suunnitelmiin kuuluvana rakennusselitys. Suurissa ja vaativissa kohteissa suunnitelma-asiakirjojen määrä voi kasvaa. Tällöin tarvitaan piirustusten luettelointijärjestelmää.” (Talo 80 ryhmä, 1981, 20.)

4.1 Tilat

Tilalaskennalla tarkoitetaan menetelmää, missä rakennuksen hankekustannuksille määritetään tilaohjelman, laatumääritysten ja olosuhdetekijöiden perusteella kustannuspuite. Tilalaskennassa määrät eritellään tiloittain. Tilalaskelma on puolestaan kustannuslaskelma, missä määrät on eritelty ja hinnoiteltu tiloittain. Tilalaskelman sisältö voidaan määrittellä yksityiskohtaisesti. Hankkeen tilaohjelma kuvaa toiminnon vaatimat tilat ja niiden laajuuden. (Rakennustieto Oy, 1999, 85.)

”Tilalaskentaa käytetään yleensä hankesuunnitteluvaiheessa. Tilalaskelman laatiminen edellyttää, että käytettävissä on luettelo hankkeeseen haluttavissa tiloista ja tilojen laajuudesta. Lisäksi on oltava tietoja hankkeen ajatellusta kalleustasosta ja olosuhdetekijöistä. Tilalaskelmassa kustannuslaskelma tehdään tilaluettelon pohjalta.” (Rakennustieto Oy, 1999, 85.)

4.2 Osat

Kun eritellään rakennuskohdetta koskevaa aineistoa, niin rakentamisosa on ensimmäinen ryhmittelyperuste. (Talo 80 ryhmä, 1981, 11.)

Osaluettelosta ilmenee mistä materiaaleista ja komponenteista osa tai kokoonpano koostuu. (Tuhola & Viitanen, 2008, 48.)

Osaluettelo on listaus osista, joista tuote koostuu. Joissain ohjelmissa Excel-taulukko voidaan määrittää helposti mutta osassa ohjelmista taulukoiden käsittely ja muokkaus ovat niin monimutkaista, että assosiaatio mallin ja osaluettelon välille on vaikea ylläpitää tai se toimii vain yhteen suuntaan. (Tuhola & Viitanen, 2008, 48.)

”Tuoteosalaskentaa käytetään kun suunnitteluvaiheessa rakennuskustannusten puitehinta lasketaan tuoteosiin perustuvalla kustannuslaskentamallilla, tai kun määräluettelon yhtenä jaotteluperusteena on käytetty tuoteosia.” (Rakennustieto Oy, 1999, 81.)

”Suunnitteluvaiheen tuoteosalaskentamalli käsittää tilojen tuoteosien, tiloista riippumattomien tuoteosien, rakennuksen muodon ja olosuhteiden erillistarkastelun. Mallissa tilan tuoteosa voi käsittää tilan pintarakenteet, kalusteet, varusteet, laitteet, täydentävät rakennusosat ja tilaan kuuluvat LVIS-osat. Muiden tuoteosien, kuten runko ja julkisivu, kustannukset lasketaan rakennuksen laajuuden avulla. Rakennuksen laajuus saadaan tilojen pinta-alan perusteella. Tuoteosan määrä saadaan tuoteosan suhteellisen määrän avulla (yks. /laajuusyksikkö).” (Rakennustieto Oy, 1999, 81.)

”Tuoteosa muodostetaan rakennusosista tai suoritteista” (Rakennustieto Oy, 1999, 82.)

Rakennusosamalli sisältää tilatietoja sekä sen lisäksi rakennusosia. Rakennusosamallin kannattaa olla mittatarkka tietomallivaatimusten määritetyissä puitteissa. Kun rakennusosamalli on käytössä projektin aikana, niin määrittelemättömät rakennusosat kannattaa nimetä esimerkiksi Talo 2000 – nimikkeistön avulla. Jokaisen kerroksen osuus mallinnetaan omine kokonaisuuksineen eli esimerkiksi monen kerroksen korkeiset seinät ja tilat koitetaan mallintamaan erikseen eri kerroksien osalta. Rakennusosamallista generoidaan rakennusluvan hakemiseen tarvittavat dokumentit. Rakennuslupadokumenttien on oltava tarkkuustasoltaan viranomaisten vaatimuksia vastaavia. Yleissuunnitteluvaiheessa rakennusosamallin tietosisältö voi olla osin suppeampi kuin toteutussuunnitteluvaiheessa. Mallin komponentit voivat olla liittymämitoilla mallinnettuja, ikkunoiden ja ovien aukot voivat olla nimellismittan mukaisia (10M = 1000 mm) eikä todellisia sovitusvaroja ole pakko huomioida. Lopullisessa rakennusosamallissa vaaditaan todelliset aukkomitat, joten niitä kannattaa käyttää jo yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamallissa. Käytetty mallinnustapa pitää dokumentoida tietomalliselostuksessa. Tiloihin ei ole pakko liittää pintojen materiaalitietoja. Ikkunoissa ja ovissa ei tarvita tyyppitietoja taikka heloitus tunnuksia, ainoastaan toiminnallisesti perustyyppit ja niiden vaatimukset pitää olla tunnistettavissa (esim. palo-ovi). Hoitotasoja ja kulkurakenteita ei ole pakko mallintaa. Huoltoluukkuja ei ole pakko mallintaa. Rakennusosien karkeat tyyppimäärittelyt kannattaa tehdä jo tässä vaiheessa. Ulkoseinät, kantavat ja kevyet sisäseinät pitää erottaa toisistaan. (Seinissä esimerkiksi US, VK, VS ja vaakarakenteissa AP, VP, YP). Talo2000 nimikkeistön tyyppiset tyyp-

pimerkinnät ovat pakollisia rakennusosien tunnistusta varten. Rakennusosien mallintamisessa noudatetaan aikaisemmin kerrotuin poikkeuksin toteutussuunnitteluosiossa annettuja mallinnusohjeita. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 16.)

5 EPÄTARKKUUSTEKIJÄT

5.1 Tarkemittaus ja tasolaser

Tarkemittaus suoritettiin käyttämällä tasolaseria. Tarkemittauksen tulokset kirjattiin ylös metreinä ja kahden desimaalin tarkkuudella. Tarkemittauksen tulokset ovat senttimetrin tarkkuudella pyöristettyjä lukuja. Mikäli tasolaserin asennon epäillään vaikuttavan mittatulokseen ja voidaan arvioida kulma aste-luku, niin todellinen etäisyys voidaan laskea kaavalla: $s = \cos(\text{kulma}) * \text{hypotenuusa}$ eli tasolaserin ilmoittama tulos. Tarkemittaus suoritettiin siten, että tasolaser oli silmämääräisesti niin suorassa kuin mahdollista. Arvioitiin tasolaserin kulma verrattuna suorakulmaan olevan 1 aste.

Kemian siipirakennuksen tarkasteltavan huoneen tasolaserin näyttämä tulos x-akselilla oli 10 950 mm. Tasolaserin asennon aiheuttama korjaustekijä:

$$\cos(1) * 10950\text{mm} = 10948,33\text{mm}$$

Kemian siipirakennuksen tarkasteltavan huoneen tasolaserin näyttämä tulos y-akselilla oli 10 970 mm. Tasolaserin asennon aiheuttama korjaustekijä:

$$\cos(1) * 10970\text{mm} = 10968,33\text{mm}$$

Kirjaston siipirakennuksen tarkasteltavan huoneen tasolaserin näyttämä tulos x-akselilla oli 4810 mm. Tasolaserin asennon aiheuttama korjaustekijä:

$$\cos(1) * 4810\text{mm} = 4809,27\text{mm}$$

Kirjaston siipirakennuksen tarkasteltavan huoneen tasolaserin näyttämä tulos y-akselilla oli 12 710 mm. Tasolaserin aiheuttama korjaustekijä:

$$\cos(1) * 12710\text{mm} = 12708,06\text{mm}$$

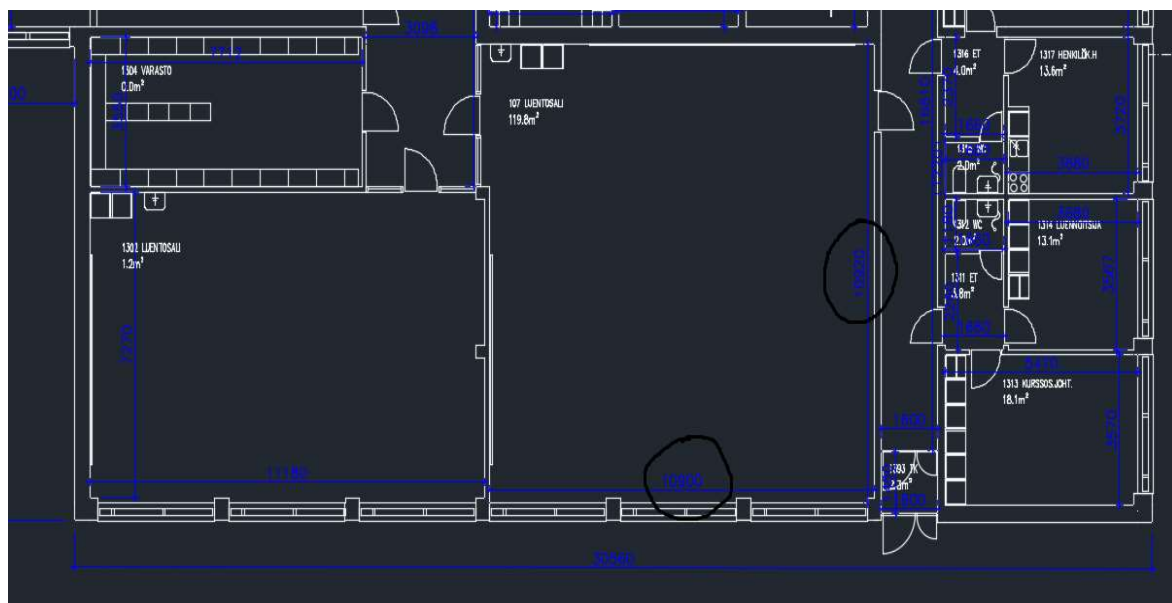
Korjaustekijä aiheutti noin millimetrin epätarkkuuden. Millimetrin epätarkkuutta ei kannata ottaa huomioon, koska tasolaserin näyttämät tulokset pyöristettiin senttimetrin tarkkuudelle mitattaessa.

5.2 Koordinaatitot

Tarkastellaan kemian siipirakennuksen huoneen mittojen vaihtelevuutta:

X-akselilla eli vaaka-akselilla tasolaserin näyttämä tulos kyseissä kohdassa kemian siipirakennusta oli 10 950 mm.

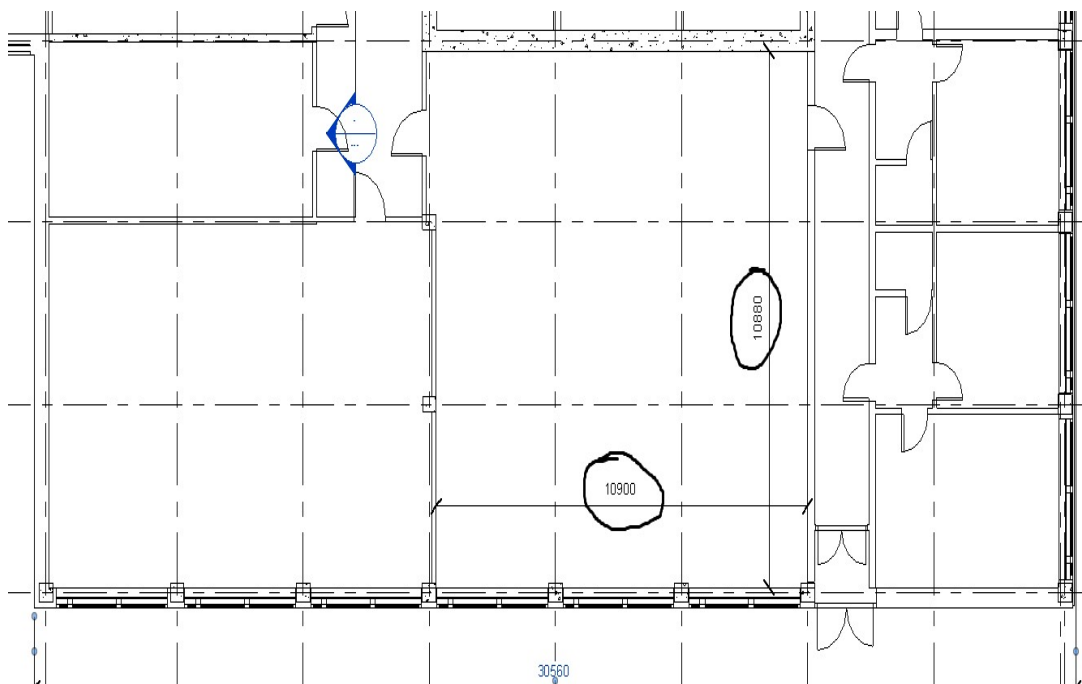
Y-akselilla eli pystyakselilla tasolaserin näyttämä tulos kyseisessä kohdassa kirjaston siipirakennusta oli 10 970 mm.



Kuva 1 Kuvakaappaus AutoCADin DWG-tiedostosta, mistä näkyy huoneen x-mitta = 10 900 mm ja y-mitta = 10 920 mm sekä kemiansiipirakennuksen x-akselin mitta = 30 560 mm.

Tasolaserin senttimetrin tarkkuudella pyöristetty x-mitta 10 950 mm oli 50 mm suurempi verrattuna kunnan arkistoista löytyvään DWG-tiedoston x-mittaan 10 900 mm. Tasolaserin ilmoittaman mitan ja DWG-tiedoston välinen epätarkkuus oli 5 senttimetriä x-akselin suhteen. Tasolaserin senttimetrin tarkkuudella pyöristetty y-mitta 10 970 mm oli 50 mm suurempi verrattuna kunnan arkistoista löytyvän DWG-tiedoston y-

mittaaan 10 920 mm. Tasolaserin ilmoittaman mitan ja DWG-tiedoston välinen epätarkkuus oli 5 senttimetriä.



Kuva 2 Kuvakaappaus Revitin RVT-tiedostosta, mistä näkyy huoneen x-mitta = 10 900 mm ja y-mitta 10 880 mm sekä kemiansiipirakennuksen x-kyljen mitta = 30 560 mm.

DWG-tiedoston päälle piirretyn RVT-tiedoston x-mitta 10 900 mm ei poikkea DWG-tiedoston x-mitasta. DWG-tiedoston päälle piirretyn RVT-tiedoston y-mitta 10 880 mm oli 40 mm pienempi kuin DWG-tiedoston y-mitta 10 920 mm.



Kuva 3 Kuvakaappaus, josta näkyy IFC-tiedosto avattuna Tekla Structures 21.1. -ohjelmalla, mistä näkyy kemiansiipirakennuksen x-kyljen mitta = 30 466,67 mm.

Kemian siipirakennuksen x-kyljen mitta 30 560 mm oli sama DWG ja RVT –tiedostoissa. IFC-tiedoston x-kyljen mitta avattuna Teklan koordinaatistossa oli 30 466,67 mm.

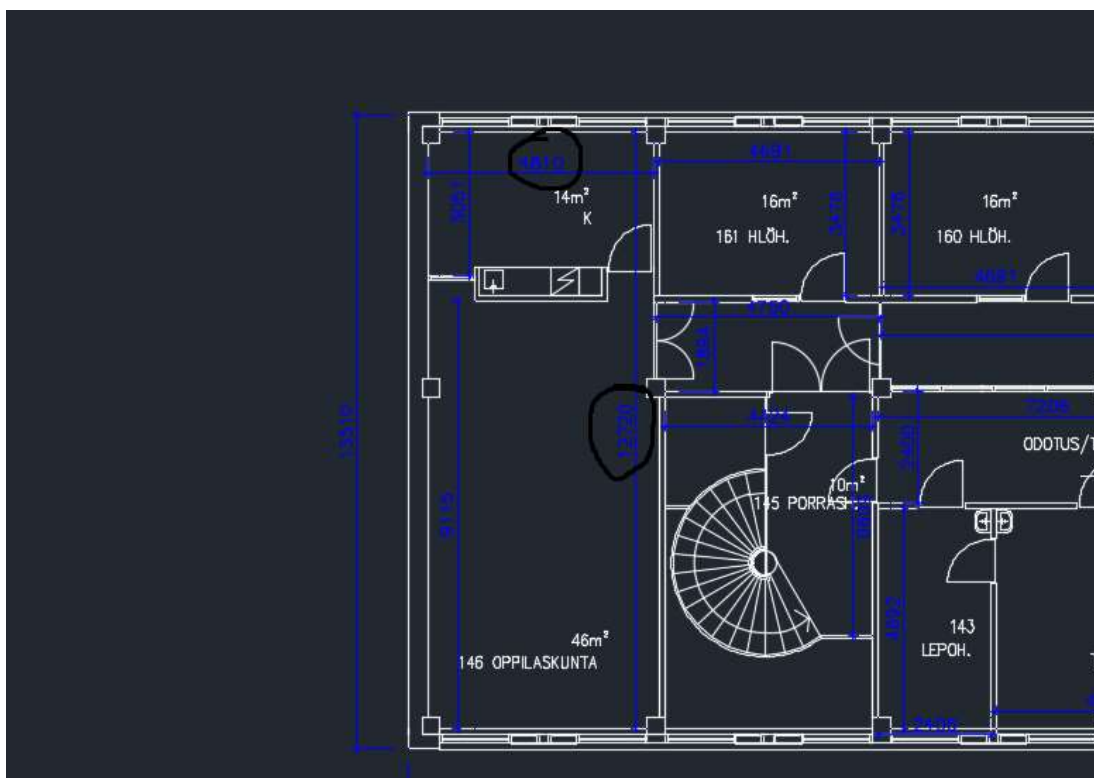
$$30560\text{mm} - 30466,67\text{mm} = 93,33\text{mm}$$

IFC tiedonsiirto aiheutti 9,3 senttimetrin epätarkkuuden x-akselilla.

Tarkastellaan kirjaston siipirakennuksen mittojen vaihtelevuutta:

X-akselilla eli vaaka-akselilla tasolaserin näyttämä tulos kyseisessä kohdassa kemian siipirakennusta oli 4810 mm.

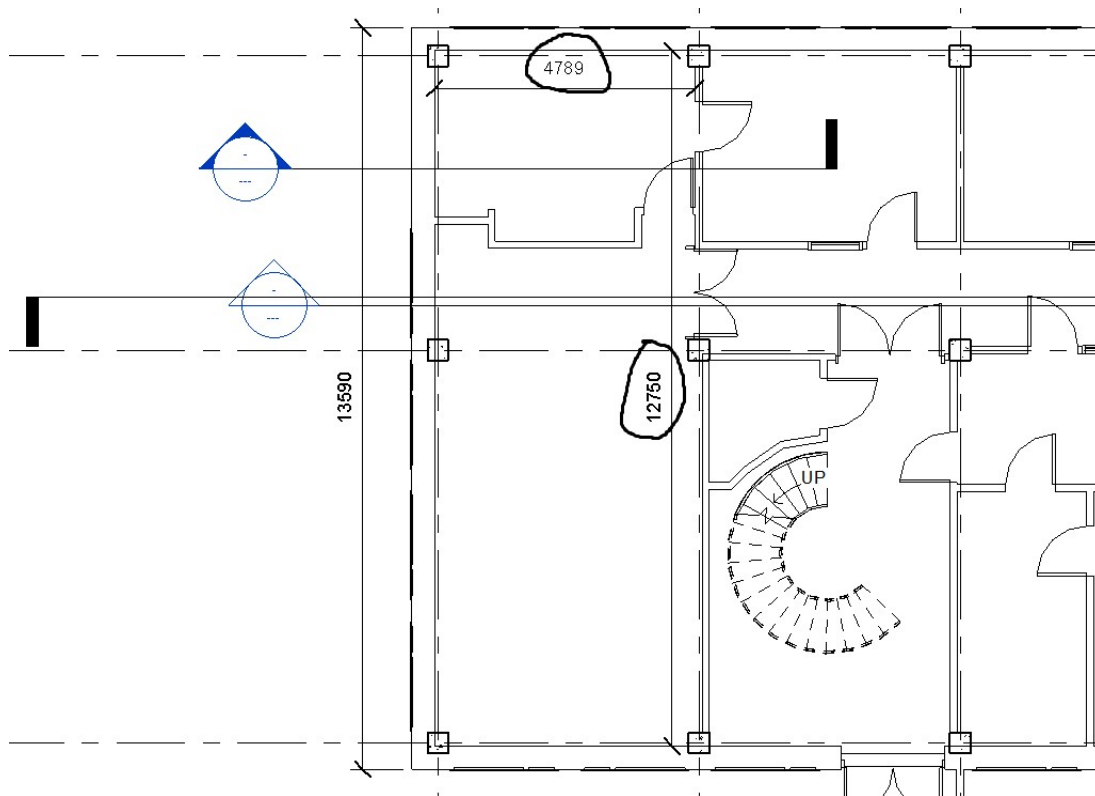
Y-akselilla eli pystyakselilla tasolaserin näyttämä tulos kyseisessä kohdassa kirjaston siipirakennusta oli 12 710 mm.



Kuva 4 Kuvakaappaus AutoCadin DWG-tiedostosta, mistä näkyy huoneen x-mitta = 4810 mm ja y-mitta = 12 720 mm sekä kirjastonsiipirakennuksen y-kyljen mitta = 13 510 mm.

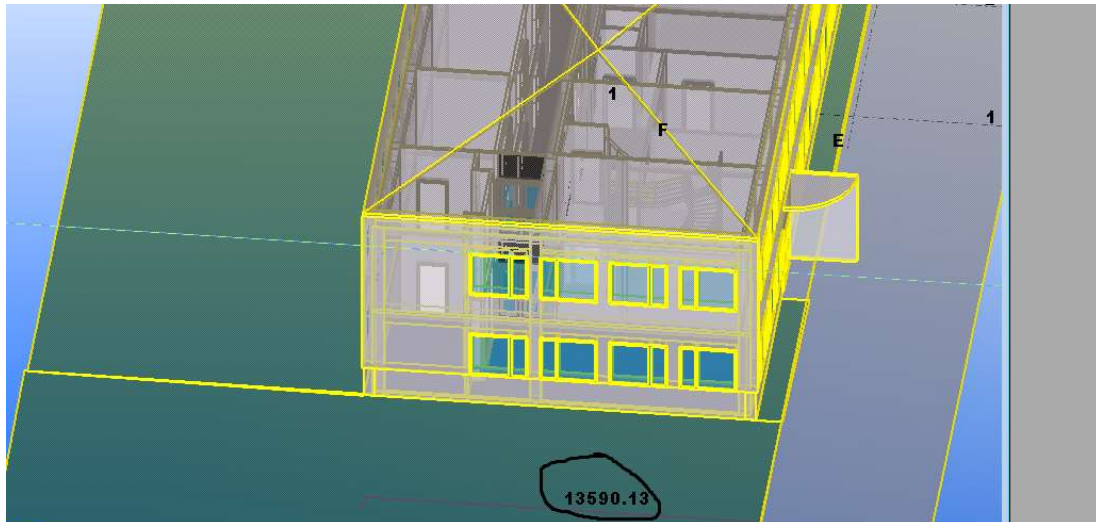
Tasolaserin senttimetrin tarkkuudella pyöristetty x-mitta 4810 mm ei poikkea verrattuna kunnan arkistoista löytyvään DWG-tiedoston x-mittaan 4810 mm. Tasolaserin senttimetrin tarkkuudella pyöristetty y-mitta 12 710 mm oli 10 mm pienempi verrattuna kunnan arkistoista löytyvän DWG-tiedoston y-mittaan 12 720 mm. Tasolaserin

ilmoittaman mitan ja DWG-tiedoston välinen epätarkkuus y-akselin suhteen oli 1 senttimetri.



Kuva 5 Kuvakaappaus Revitin DWG-tiedostosta, mistä näkyy huoneen x-mitta = 4789 mm ja y-mitta = 12 750 mm sekä kirjastonsiipirakennuksen y-kyljen mitta = 13 590 mm.

DWG-tiedoston päälle piirretyn RVT-tiedoston x-mitta 4789 mm oli 21 mm pienempi kuin DWG-tiedoston mitta 4810 mm. DWG-tiedoston päälle piirretyn RVT-tiedoston y-mitta 12 750 mm oli 30 mm suurempi kuin DWG-tiedoston y-mitta 12 720 mm. DWG-tiedoston siirtäminen AutoCADista Revitiin aiheutti sen, että y-mitta suurentui 80 mm.



Kuva 6 Kuvakaappaus, josta näkyy IFC-tiedosto avattuna Tekla Structures 21.1. -ohjelmalla, mistä näkyy kirjaston siipirakennuksen y-kyljen mitta = 13 590,13 mm.

Kirjaston siipirakennuksen y-kyljen mitta oli DWG-tiedostossa 13 510 mm ja RVT-tiedostossa 13 590 mm. IFC-tiedoston y-kyljen mitta avattuna Teklan koordinaatistossa oli 13 590,13 mm.

$$13590\text{mm} - 13590,13\text{mm} = 0,13\text{mm}.$$

IFC tiedonsiirto aiheutti 0,13 millimetrin epätarkkuuden. Tasolaserin tulokset aiheuttivat 1 senttimetrin mittaepätarkkuuden. Tasolaserin tulosten ja DWG-tiedoston mittojen vertailu aiheuttivat 5 senttimetrin mittaepätarkkuuden. Tietomallia siirtäessä IFC-standardin kautta Teklan koordinaatistoon aiheutui 9,3 senttimetrin epätarkkuus x-akselilla ja 0,13 millimetriä y-akselilla. Siirtäessä DWG-tiedosto RVT-tiedostoon aiheutui 8 senttimetrin epätarkkuus y-akselilla. Päälle piirtäminen aiheutti ulkoviivojen sisällä mittapoikkeamia. DWG-tiedoston sovittaminen RVT-tiedostomuotoiseen projektiin aiheutti myös mittapoikkeamia. Tiedonsiirrosta aiheutuvat mittapoikkeamat johtuivat x,y,z –koordinaattien pistesovittamisesta. 100 metrin matkalla 10 senttimetrin mittapoikkeama voi johtua siitä, että y-akseli oli pistesovitettu 1,001 –kertaiseksi x-akseliin nähden. Molemmat siipirakennukset piirrettiin saman DWG kuvan päälle ja tästä syystä kirjaston siipirakennukseen aiheutui jopa 10 senttimetrin epätarkkuus x-akselilla.

6 KEMIAN SIIPIRAKENNUS

KTS. LIITE 1

6.1 Pohjapiirros AutoCAD 2016 – ohjelmalla

Avattiin kaupungin arkistoista löytyvä DWG –tiedostomuotoinen pohjapiirustus AutoCAD 2016 –ohjelmalla. Tehtiin piirustuksiin muokkauksia. Piirrettiin valubetoniseinä kemianlaboratorion viereiselle käytävälle erottaen käytävä kahteen osaan. Piirrettiin Sammakon toimiston tiloihin kolme kevyttä väliseinää.

6.2 Tilaluettelo

Kaupungin arkistoista löytyvään DWG-tiedostoon lisättiin muutama väliseinä sekä merkittiin ”annotate” –toiminnolla tilojen x- ja y- koordinaattien sisämitat. Tilaluettelo tehtiin Excel-tauluktoon, minne luetteloiitiin tilat sen mukaan, millä numerolla tila oli merkitty DWG-piirustuksiin. Tilaluetteloon merkittiin jokaisen tilan kohdalle selostus tilan käyttötarkoituksesta. Taulukkoon merkittiin tilojen x- ja y- koordinaattien pituudet jotka kerrottiin keskenään, jotta saatiin tilan pinta-ala. Tilat merkittiin kerroksittain Excel-tiedoston omiin välilehtiin. Taulukkolaskennan yhteenlaskumenetelmällä saatiin jokaiselle kerrokselle yhteenlaskettu kerros-ala. Kerros-alaan vaikuttaa sama epä-tarkkuustekijä kuin muihinkin. Tilaluettelo liitteenä sekä sähköisesti että paperiversiossa. Kerrosala 1. kerroksessa oli 1938 neliömetriä. Kerrosala 2. kerroksessa oli 841 neliömetriä. Kerrosala 3. kerroksessa oli 843 neliömetriä. Kerrosala yhteensä kemian-siipirakennuksessa oli 3623 neliömetriä.

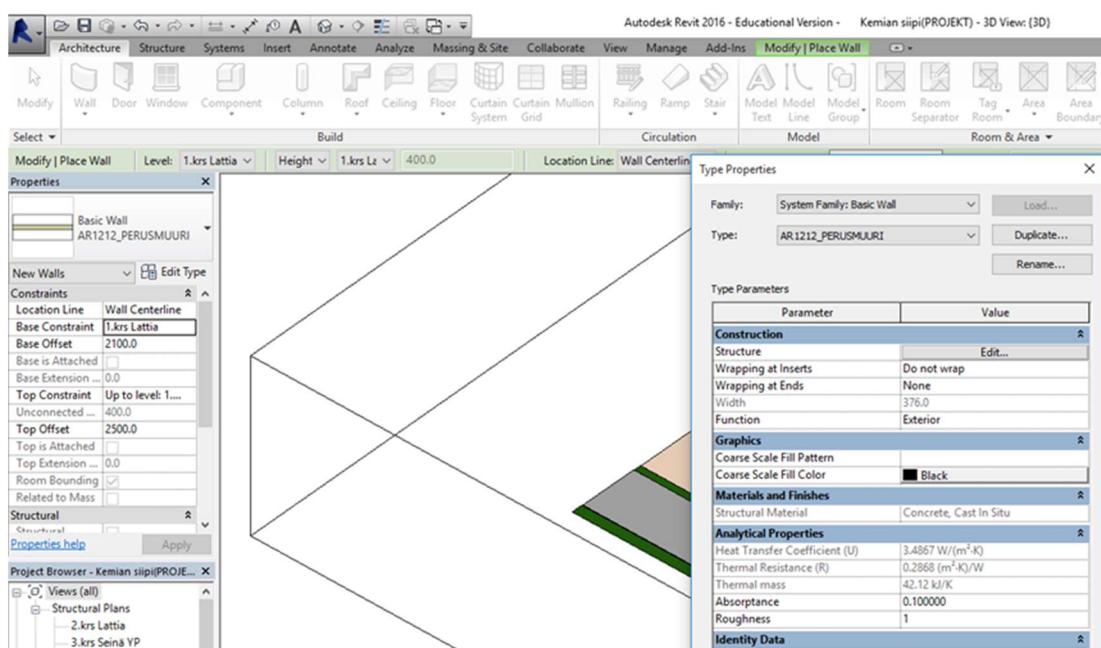
KTS. LIITE 3

6.3 Tuotemallipohjainen suunnittelu Autodesk Revit 2016 – ohjelmalla

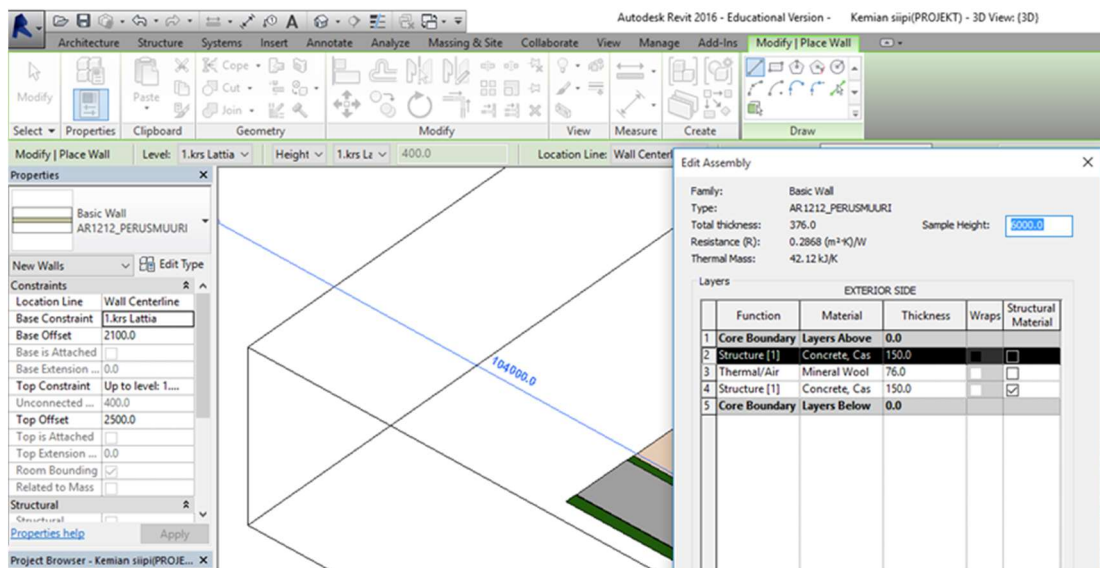
Tarkemittauksen perusteella todettiin kaupungin arkistoista löytyvä DWG –tiedostomuodossa oleva pohjapiirustus viiden senttimetrin tarkkuudella oikeiksi mitoiksi. Siirrettiin DWG-tiedosto Revit koordinaatistoon. Merkittiin 1. krs., 2. krs. ja 3. krs. omille

tasoilleen ”level” –toiminnon avulla. Ylhäältä koordinaatistoa katsoessa siirrettiin kolmen kerroksen pohjapiirustukset päällekkäin, jonka jälkeen lukittiin ne paikoilleen ”pinned” –toiminolla.

Aloitettiin 3D-piirroksen piirtäminen 2D-piirroksen päälle perusmuurilla. Valittiin ”Architecture” –välilehdestä toiminto ”wall” ja ”AR1212 PERUSMUURI”. Perusmuurin rakenneosia voitiin muokata valitsemalla ”edit type”, jonka jälkeen ”Type Properties” –ikkunasta ”Type Parameters” ”Construction” ”structure” ”value” –kohdasta ”edit” –nappia painamalla saatiin auki perusmuurin tuoteosaluettelo, josta voitiin muokata rakenteen ominaisuuksia.

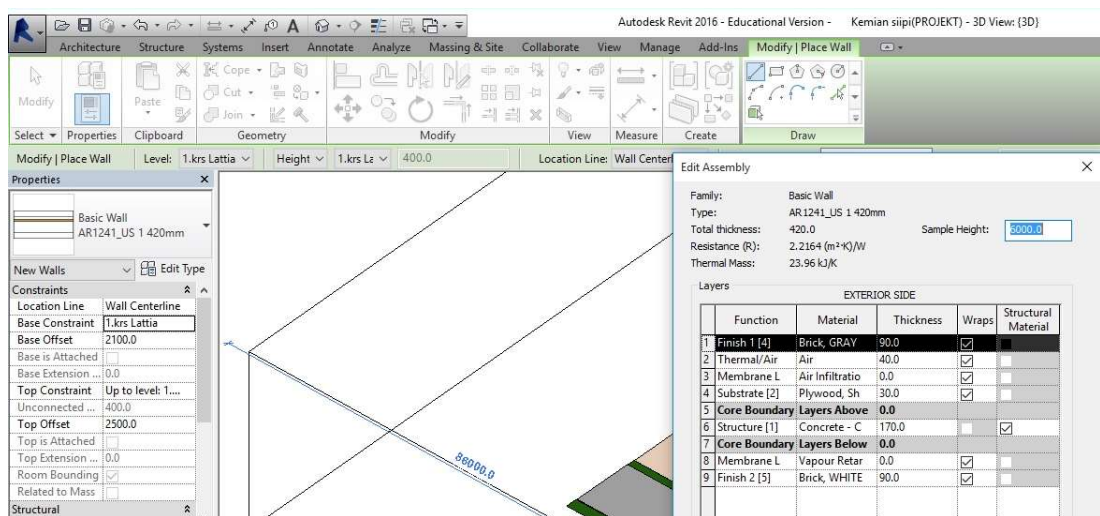


Kuva 7 Kuvakaappaus seinätyökälistä.



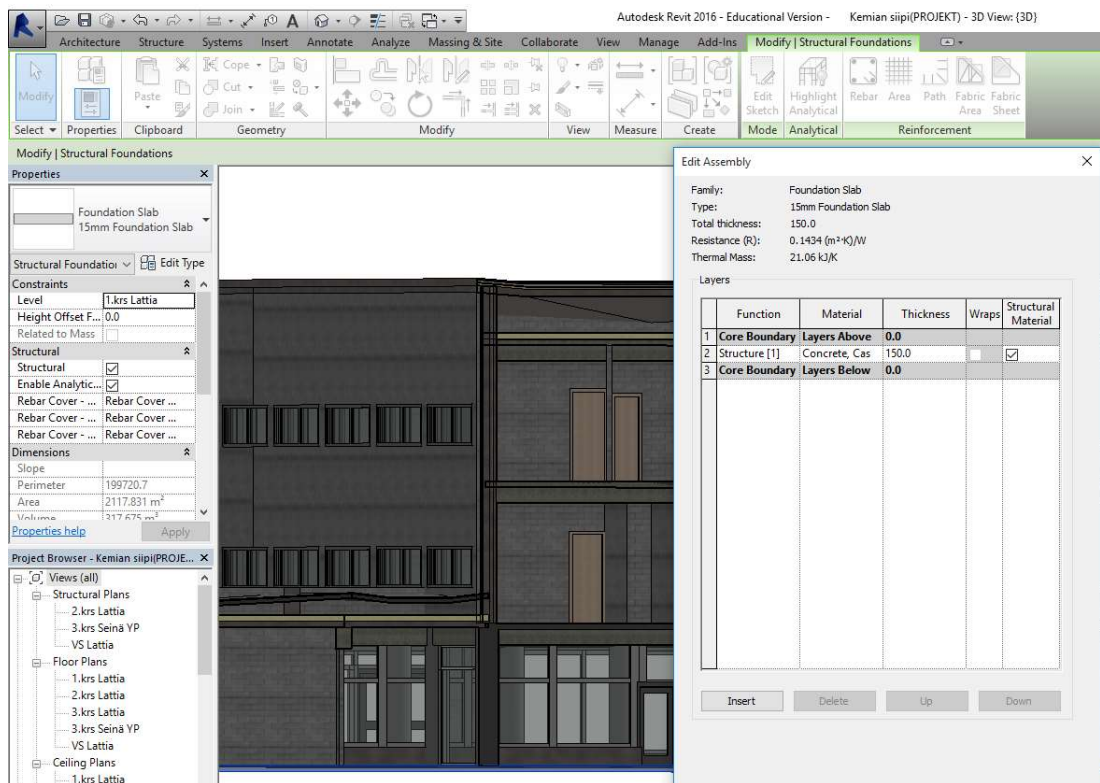
Kuva 8 Kuvakaappaus perusmuurin tuoteosista.

Perusmuurin päälle piirrettiin ulkoseinä. Ulkoseinä voitiin piirtää koko rakenteen korkeuteen. Ulkoseinän seinärakenne oli arvio, koska vanhoista rakennepiirustuksista ei löytynyt selaamisen jälkeen detalleja seinärakenteesta.

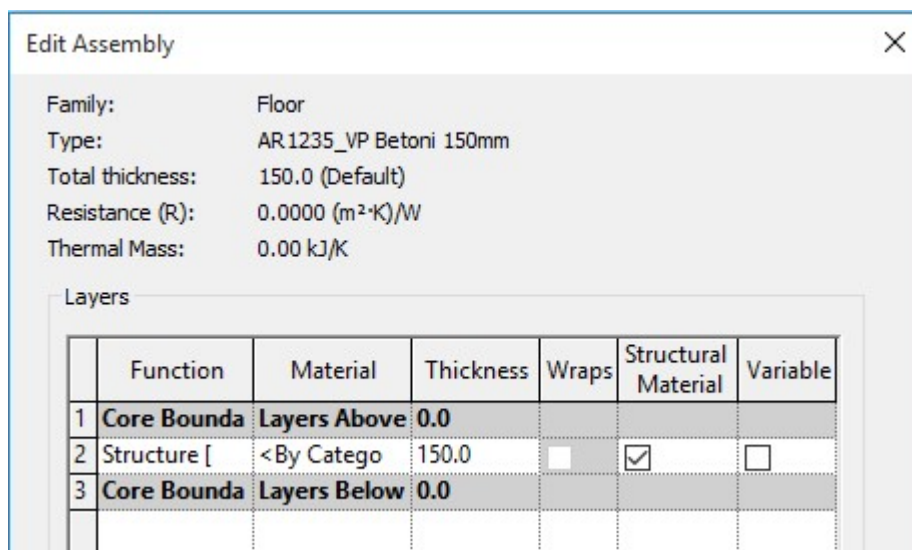


Kuva 9 Seinärakenteen tuoteseloste.

Alapohja ja välipohja tulisi piirtää sisämittojen mukaan, jotta laatan kuutiomäärä saadaan laskettua mahdollisimman tarkkaan, eikä rakenteisiin tulisi päällekkäisyyksiä. Vesikattorakenne voitiin piirtää ulkomittojen mukaan.



Kuva 10 Maanvarainen laatta.



Kuva 11 Maanvaraisen laatan ominaisuuksia.

Kevyet väliseinät piirrettiin samaan tapaan kuin ulkoseinätkin eli seuraten DWG-piirustuksen viivoituksia, muuttaen muutostöistä aiheutuneet muutaman väliseinän lisääminen tai poistaminen.

Ovet sijoitettiin DWG-pohjan mukaisesti paikoilleen käyttäen yleisesti ovityyppiä 9M x 21M, vaikka asennusvälin huomioon ottaen olisi voinut käyttää leveyttä 10M.

Ikkunoiden karmien mitat ovat 1-3 senttimetrin tarkkuudella. Asennusväli huomioon ottaen ikkunoiden korkeustaso voi olla epätarkkuudeltaan jopa 10 cm.

6.4 Määräluettelo

Revit 2016 –ohjelmasta saatiin tulostettua määräluettelo, josta ilmeni rakenneosan tunnus. Esimerkiksi perusmuurin rakennusosatunnus oli 1212. Rakennusosan tuoteosaluettelo ei tulostu niin yksinkertaisesti mutta tietomallia katsellessa rakennusosan tuoteosatiedot näkyivät hiirellä valittaessa.

Revit 2016 –ohjelmassa määräluettelo päivittyi automaattisesti, kun loi uusia objekteja tietomalliin. Määräluettelo löytyi ”Schedule” –välilehdestä. Sen alaotsikoihin kuuluu mm. ikkunat, palkit, seinät yms. Valitsemalla ”Analytical columns” –välilehti, ohjelman näytölle ilmestyi tulostusnäkyvässä pilareiden määräluettelo luetteloituna rakennusosatunnuksen mukaan. Määräluettelon liittäminen Revit 2016 – ohjelmasta Excel- taulukkoon manuaalista muokkaamista varten tapahtui seuraavasti.

Avattiin ”Schedule” otsikon alaotsikot yksitellen muokkausnäkyvään ja tallennettiin ne yksitellen TXT-tiedostoina. Avattiin tyhjä Excel-taulukko. Liitettiin jokainen TXT-tiedosto Excel-taulukon omiin välilehtiinsä ja nimettiin ne vapaasti suomennettuna. Excel-tiedostoon oli mahdollista täydentää manuaalisesti lisäämällä siihen esimerkiksi rakennustuoteosaluettelon. Rakennusosan tuoteosatiedot löytyivät tietomallista rakennusosaa hiirellä osoittamalla. Tuoteosatunnus löytyi Talo 80 –nimikkeistöstä sekä Talo 2000 –nimikkeistöstä. Tulostettiin määräluettelot Revit 2016 – ohjelmiston tulostusnäkyvässä PDF-tiedostoiksi ja liitettiin opinnäytetyön liitteeksi. Liitteessä 5 on havainnointi Kemian Siipirakennuksen ovien määräluettelosta.

KTS. LIITE 5

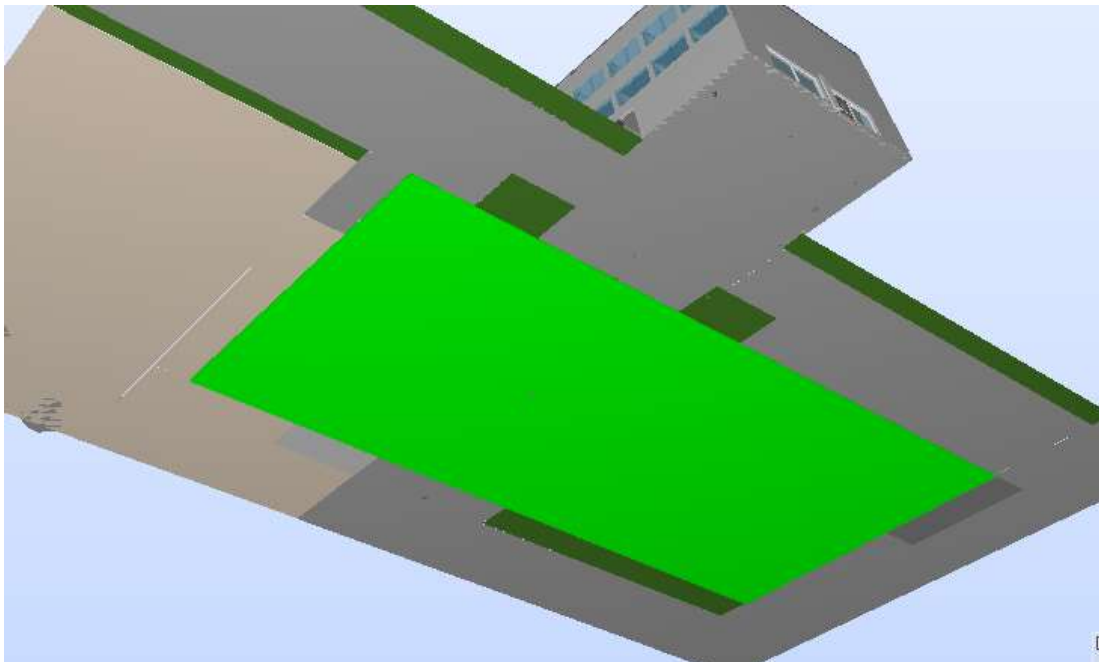
6.5 Rakennesaluetelo

6.5.1 122 Alapohja

Info							
Laatta. 1.8							
Materials and Finishes		Other		Other	Phasing	Pset_SlabCommon	Structural
Analytical Properties		Constraints	Construction		Dimensions	Graphics	Identity Data
Identiteetti	Sijainti	Määrä	Materiaali	Profilii	Relaatiot	Luokittelu	Hyperlinkit
Ominaisuus				Arvo			
Malli				Kemian siipi(PROJEKT)			
Suunnittelualue				Arkkitehti			
Nimi				Foundation Slab:15mm Foundation Slab:933736			
Vaihe				Project Status			
Tyyppi				15mm Foundation Slab			
Kuvaus							
Materiaali				Concrete, Cast In Situ 150 mm			
Kuvataso				S-FNDN-____OTLN			
Järjestelmä							
Geometria				Pursotus			
Sovellus				Autodesk Revit 2016 (ENU)			
GUID				38ZDQVD2D5yRP\$x5uJGOgx			
BATID				933736			

Tervetuloa Solibri Model Viewer -ohjelmaan

Kuva 12 Alapohjan ominaisuuksia tietomallista luettuna.



Kuva 13 Alapohja.

6.5.2 123 Runkorakenteet

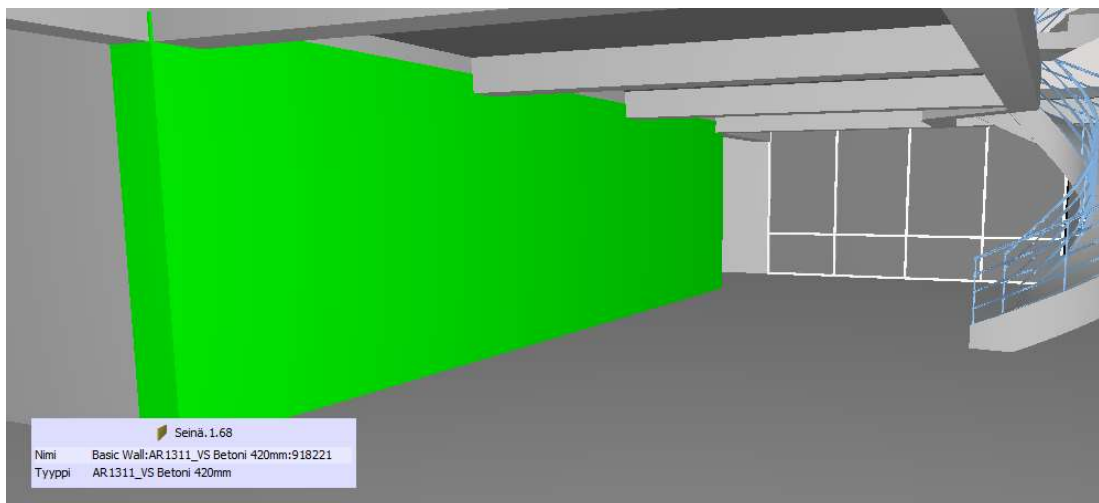
Info

Seinä. 1.67

Construction	Dimensions	Graphics	Identity Data	Materials and Finishes	Other	Phasing	Pset_WallCommon	Structural	
Identiteetti	Sijainti	Määrä	Materiaali	Profilii	Relaatiot	Luokittelu	Hyperlinkit	Analytical Properties	Constraints
Ominaisuus	Arvo								
Malli	Kemian siipi(PROJEKT)								
Suunnittelualue	Arkkitehti								
Nimi	Basic Wall:AR1311_VS Betoni 420mm:918060								
Tyyppi	AR1311_VS Betoni 420mm								
Kuvaus									
Materiaali	Concrete, Cast In Situ 420 mm								
Kuvataso	S-FNDN-____OTLN								
Järjestelmä									
Ulkovaippa	Tosi								
Geometria	Pursotus								
Sovellus	Autodesk Revit 2016 (ENU)								
GUID	0W4Jr5dM5ErAkuqnv0RR35								
BATID	918060								

Tervetuloa Solibri Model Viewer -ohjelmaan

Kuva 14 Runkorakenteen ominaisuuksia.



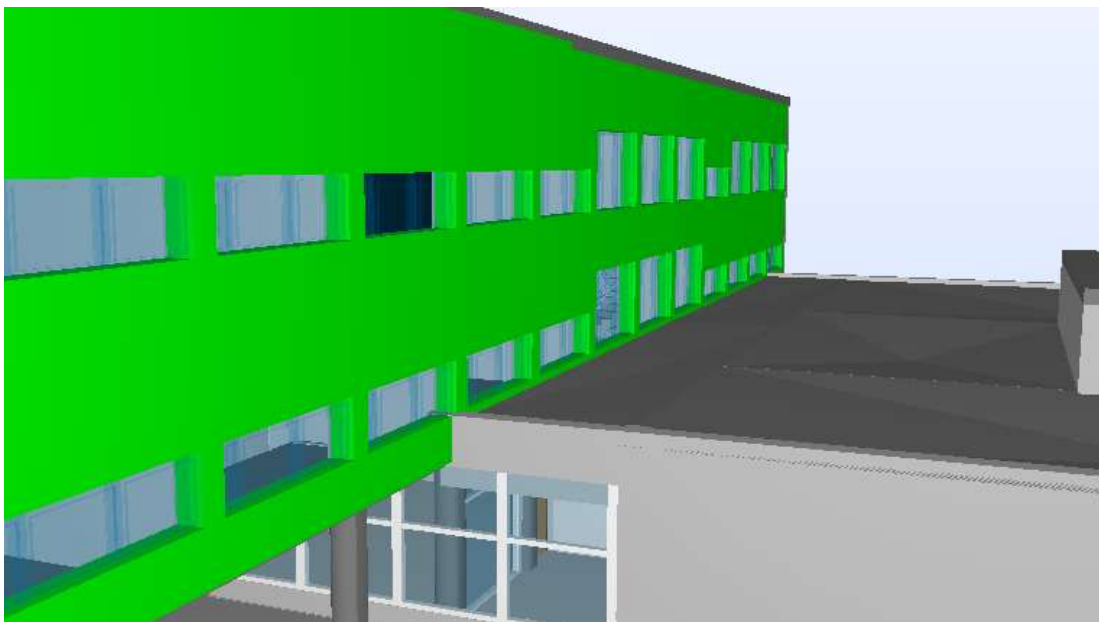
Kuva 15 Kantava seinärakenne.

6.5.3 124 Julkisivut

Info									
Seinä, 2.26									
Construction	Dimensions	Graphics	Identity Data	Materials and Finishes	Other	Phasing	Pset_WallCommon	Structural	
Identiteetti	Sijainti	Määrä	Materiaali	Profilii	Relaatiot	Luokittelu	Hyperlinkit	Analytical Properties	Constraints
Ominaisuus	Arvo								
Malli	Kemian siipi(PROJEKT)								
Suunnitteluala	Arkkitehti								
Nimi	Basic Wall:AR 1241_US 1 420mm:984000								
Tyyppi	AR 1241_US 1 420mm								
Kuvaus									
Materiaali	Brick, GRAY 90 mm, Air 40 mm, Plywood, Sheathing 30 mm, Concrete - C...								
Kuvataso	A-WALL-____-OTLN								
Järjestelmä									
Ulkovaippa	Tosi								
Geometria	Pursotus								
Sovellus	Autodesk Revit 2016 (ENU)								
GUID	0zbU4T2QbBxOmyDEBpei_								
BATID	984000								

Tervetuloa Solibri Model Viewer -ohjelmaan

Kuva 16 Julkisivun ominaisuuksia.



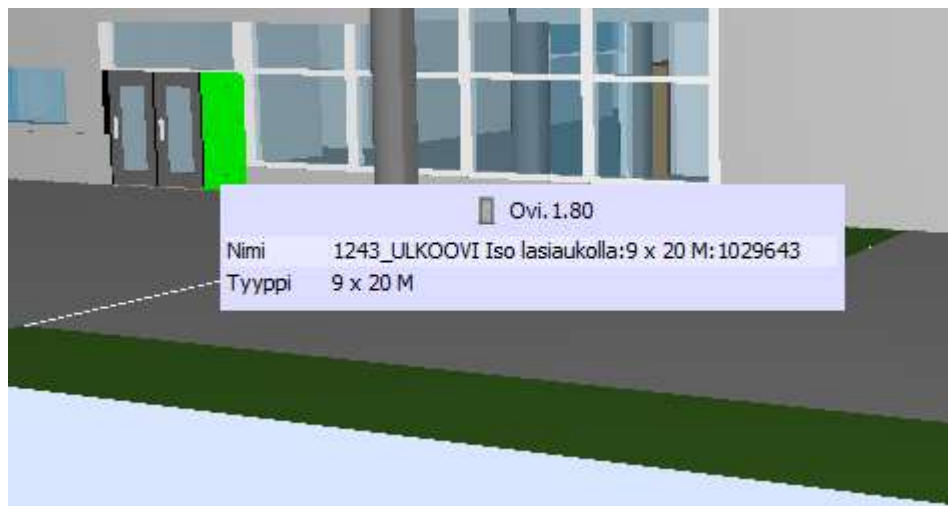
Kuva 17 Julkisivu.

6.5.4 125 Ulko-ovet

Info	
Ovi, 1.80	
Identify Data	Ifc Dimensions
Identiteetti	Sijainti
Määrä	Materiaali
Relaatiot	Luokittelu
Hyperlinkit	Analytical Properties
Constraints	Construction
Dimensions	
Ominaisuus	Arvo
Malli	Kemian siipi(PROJEKT)
Suunnitteluala	Arkkitehti
Nimi	1243_ULKOOVI Iso lasiaukolla:9 x 20 M:1029643
Tyyppi	9 x 20 M
Kuvaus	
Toiminta	Määrittelemätän
Kuvataso	A-DOOR-___-OTLN
Järjestelmä	
Ulkovaippa	Epätosi
Geometria	Kolmioesitys (brep)
Sovellus	Autodesk Revit 2016 (ENU)
GUID	1TS08b6kP4ZR_WJGs\$65l
BATID	1029643

Tervetuloa Solibri Model Viewer -ohjelmaan

Kuva 18 Ulko-oven ominaisuuksia.



Kuva 19 Ulko-ovi

6.5.5 125 Ulkotasot

Info								
Katto. 1.7								
Construction	Construction	Dimensions	Graphics	Identity Data	Other	Other	Phasing	Pset_RoofCommon
Identiteetti	Sijainti	Määrä	Relaatiot	Luokittelu	Hyperlinkit	Analytical Properties	Constraints	
Ominaisuus								Arvo
Malli								Kemian siipi(PROJEKT)
Suunnittelualue								Arkkitehti
Nimi								Basic Roof:AR 1261_VK-RAKENNE Huopakatto, rakenne 125mm:1063297
Vaihe								Project Status
Tyyppi								AR 1261_VK-RAKENNE Huopakatto, rakenne 125mm
Kuvaus								
Materiaali								
Kuvataso								A-ROOF-____OTLN
Järjestelmä								
Geometria								
Sovellus								Autodesk Revit 2016 (ENU)
GUID								04BNNMNYMP8UfJjgofs9_ur
BATID								1063297

Tervetuloa Solibri Model Viewer -ohjelmaan

Kuva 20 Ulkotason ominaisuuksia.



Kuva 21 Ulkotaso.

6.5.6 126 Vesikatot

Info	
Katto, 4.1	
Construction	Dimensions
Identity Data	Graphics
Other	Other
Phasing	Pset_RoofCommon
Slab Shape Edit	
Identiteetti	Sijainti
Määrä	Relaatiot
Luokittelu	Hyperlinkit
Analytical Properties	Constraints
Construction	
Ominaisuus	Arvo
Malli	Kemian siipi(PROJEKT)
Suunnittelualue	Arkkitehti
Nimi	Basic Roof:AR.1261_VK-RAKENNE Lämmöneristeellä, rakenne 330mm:102...
Vaihe	Project Status
Tyyppi	AR.1261_VK-RAKENNE Lämmöneristeellä, rakenne 330mm
Kuvaus	
Materiaali	
Kuvataso	A-ROOF-____OTLN
Järjestelmä	
Geometria	
Sovellus	Autodesk Revit 2016 (ENU)
GUID	1qsB6vXP97AOD1CHhC5wEv
BATID	1022356

Kuva 22 Vesikaton ominaisuuksia.

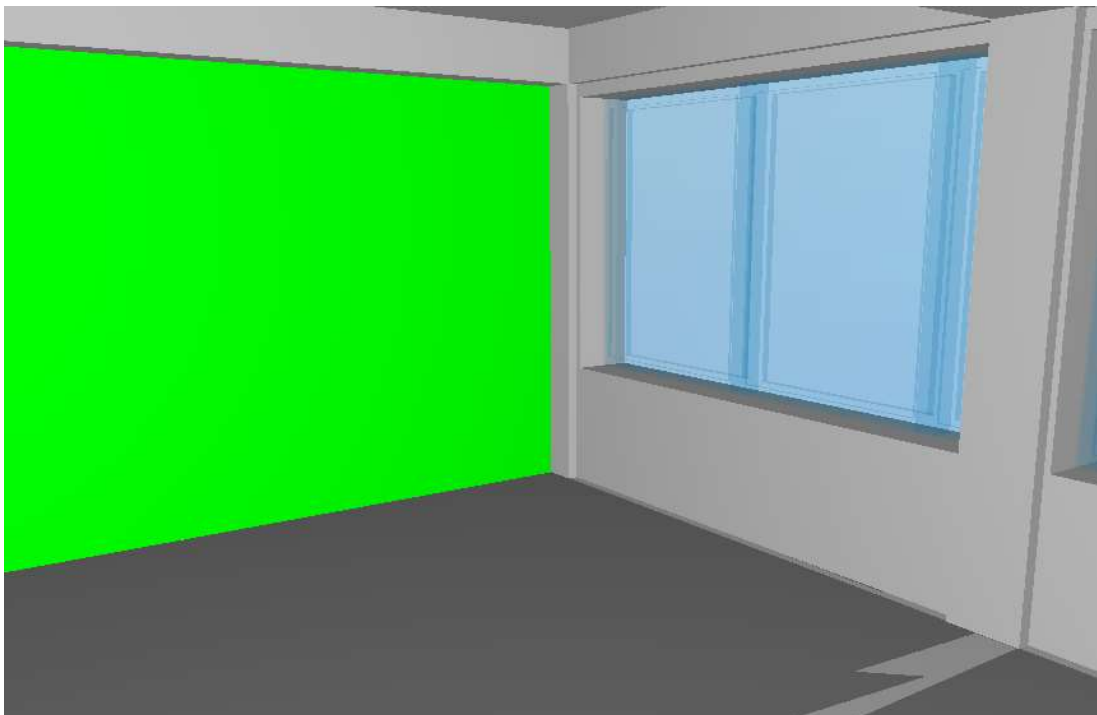


Kuva 23 Vesikatto.

6.5.7 131 Tilan jako-osat

Info	
Seinä, 3.7	
Construction	Dimensions
Identiteetti	Sijainti
	Määrä
	Materiaali
	Profilili
	Relaatiot
	Luokittelu
	Hyperlinkit
	Analytical Properties
	Structural Constraints
Ominaisuus	Arvo
Malli	Kemian siipi(PROJEKT)
Suunnittelualue	Arkkitehti
Nimi	Basic Wall:AR 1311_VS NKH 130mm:1000882
Tyyppi	AR1311_VS NKH 130mm
Kuvaus	
Materiaali	Brick, WHITE 130 mm
Kuvataso	I-WALL-____-OTLN
Järjestelmä	
Ulkovaippa	Epätosi
Geometria	Solidi
Sovellus	Autodesk Revit 2016 (ENU)
GUID	0DUG9o\$KXE_wujYpgRmDLs
BATID	1000882

Kuva 24 Tilan jako-osan ominaisuuksia.

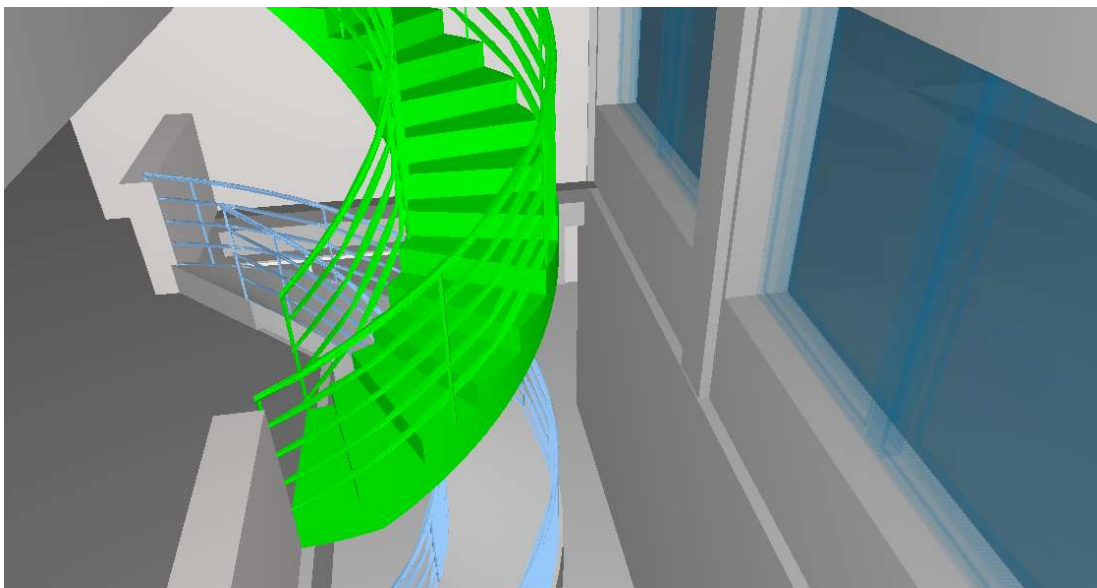


Kuva 25 Tilan jako-osa.

6.5.8 135 Tilaelementit

Info	
Porras.2.2	
Dimensions	End Connection
Identiteetti	Porras.2.2
Sijainti	Määrä
Relaatiot	Luokittelu
Hyperlinkit	Phasing
Calculation Rules	Pset_StairCommon
Constraints	Structural
Construction	Supports
Ominaisuus	Arvo
Malli	Kemian siipi(PROJEKT)
Suunnittelualue	Arkkitehti
Nimi	Precast Stair:Stair:997032
Vaihe	Project Status
Tyyppi	AR.1237_PORRAS Betoni
Kuvaus	
Materiaali	
Kuvataso	A-FLOR-HRAL-OTLN
Järjestelmä	
Geometria	
Sovellus	Autodesk Revit 2016 (ENU)
GUID	2mbqaVGN55WvcN1k2WgWsW
BATID	997032

Kuva 26 Tilaelementin ominaisuuksia.



Kuva 27 Tilaelementti, rappuset.

7 KIRJASTON VÄÄNTIÖ

KTS. LIITE 2

7.1 Pohjapiiros AutoCAD 2016

Avattiin kaupungin arkistoista löytyvä pohjapiirustus ja avattiin se AutoCAD 2016 – ohjelmalla. Muokattiin piirustusta. Merkittiin ensimmäiseen kerrokseen studiohuone. Merkittiin toiseen kerrokseen kolme toimistohuonetta lisää. Poistettiin kirjaston työpisteen vieressä ollut koppi.

7.2 Tilaluettelo

Kerrosala 1. kerroksessa oli 1403 neliometriä. Kerrosala 2. kerroksessa oli 1186 neliometriä. Kerrosala yhteensä kirjastonsiipirakennuksessa oli 2589 neliometriä. Tilaluettelo liitteenä paperilla ja sähköisesti.

KTS. LIITE 3

7.3 Tuotemallipohjainen suunnittelu Autodesk Revit 2016 – ohjelmistolla

Tarkemittauksen perusteella todettiin kaupungin arkistoista löytyvä DWG – tiedostomuodossa oleva pohjapiirustus viiden senttimetrin tarkkuudella oikeiksi mitoiksi. Siirrettiin DWG –tiedosto Revit koordinaatistoon. Merkittiin 1. krs., 2. krs. ja 3. krs. omille tasoilleen ”level” –toiminnon avulla. Ylhäältä koordinaatistoa katsoessa siirrettiin kolmen kerroksen pohjapiirustukset päällekkäin, jonka jälkeen lukittiin ne paikoilleen ”pinned” –toiminolla. Rakennusosat piirrettiin samoilla työkaluilla kuin kappalessa ”3D-suunnittelu” ja ”Kemian siipi” on mainittu ja esitetty.

7.4 Määräluettelo

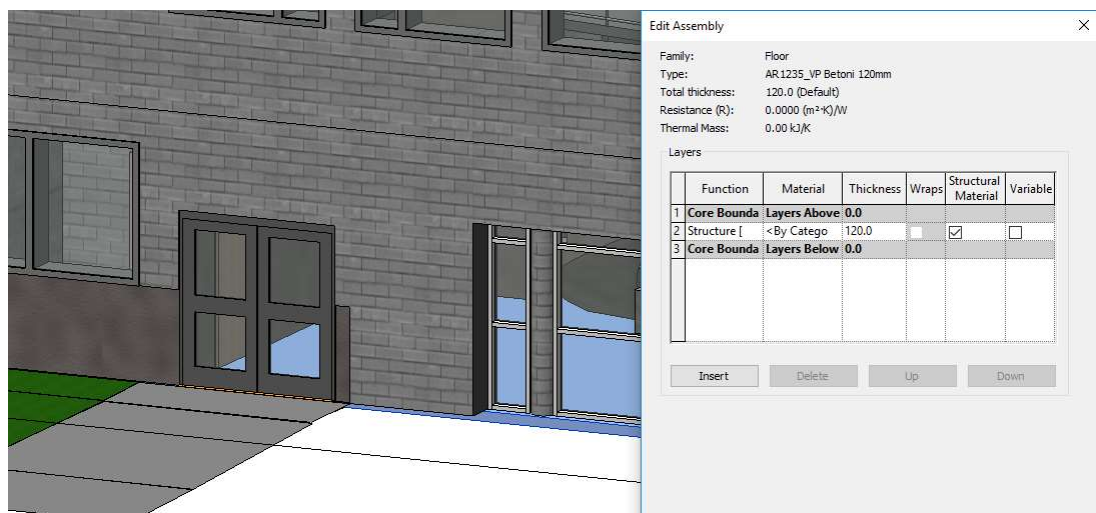
Revit 2016 –ohjelmasta saatiin tulostettua määräluettelo, josta ilmeni rakenneosan tunnus. Esimerkiksi perusmuurin rakennusosatunnus oli 1212. Rakennusosan tuote-osaluettelo ei tulostunut niin yksinkertaisesti mutta tietomallia katsellessa rakennusosan tuoteosatiedot näkyivät hiirellä valittaessa. Määräluettelon tulostaminen tapahtui siten, että tallennettiin ”Schedule” – välilehdestä määräluettelo TXT-tiedostoiksi ja tuotiin

ne Excel-taulukkoon, josta tulostusnäkyä muokkaamalla saatiin tulostettua määräluettelot. Liitteessä 6 on havainnointi Kirjaston vääntiön huopakattorakenteen määräluettelosta.

KTS. LIITE 6

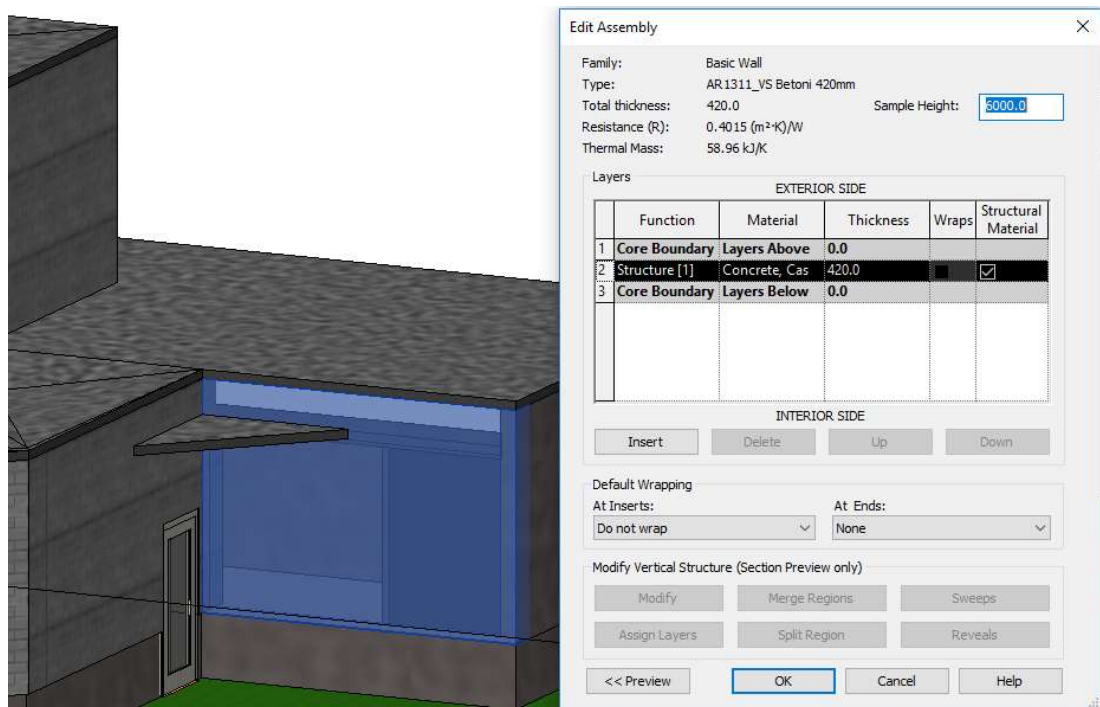
7.5 Rakennusosaluettelo

7.5.1 122 Alapohja



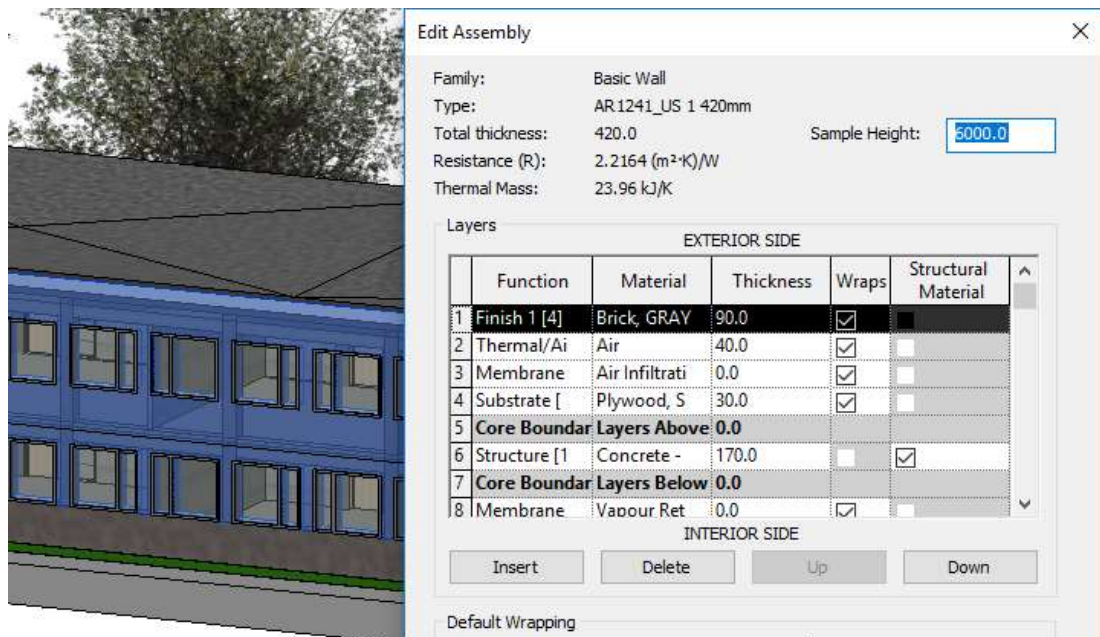
Kuva 28 Alapohja sekä sen ominaisuuksia.

7.5.2 123 Runkorakenteet



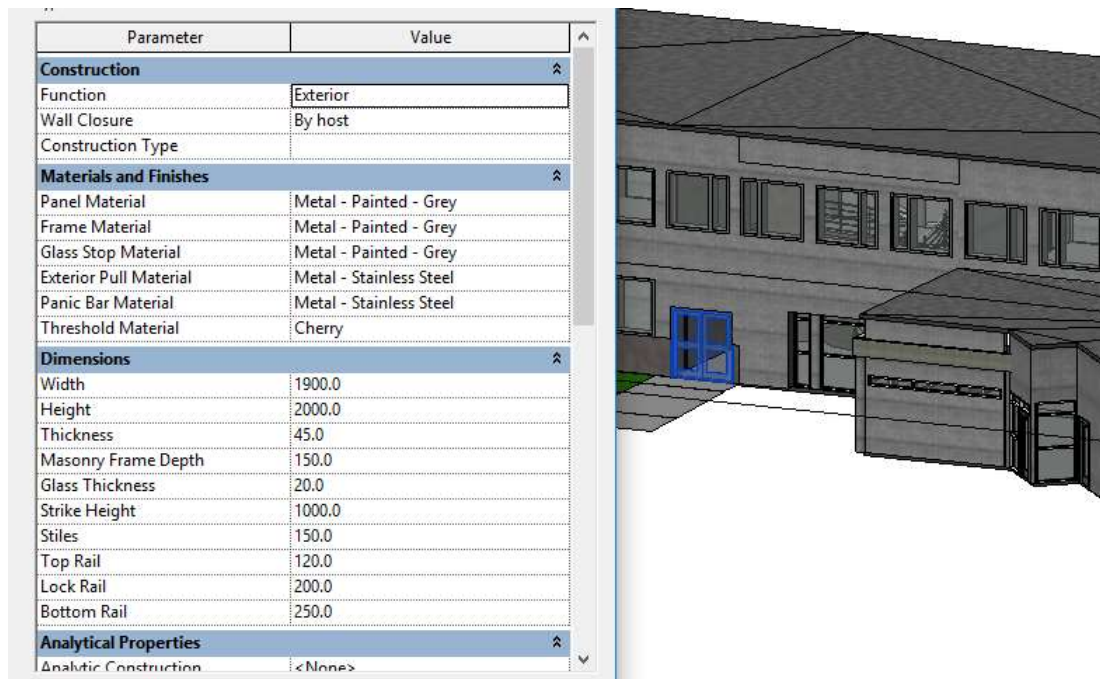
Kuva 29 Kantava seinärakenne sekä sen ominaisuuksia.

7.5.3 124 Julkisivut



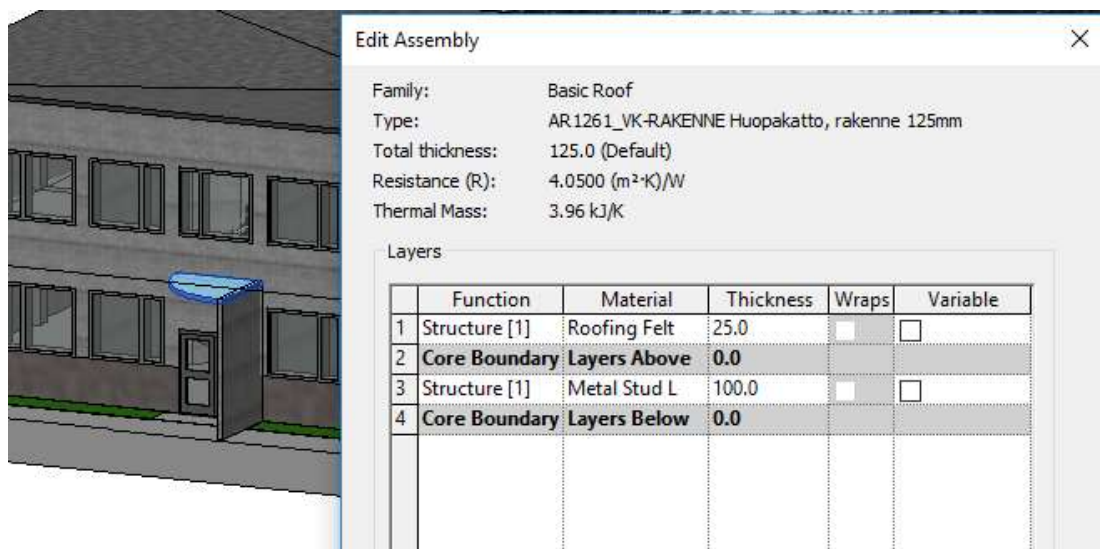
Kuva 30 Julkisivu sekä sen ominaisuuksia.

7.5.4 125 Ulko-ovet



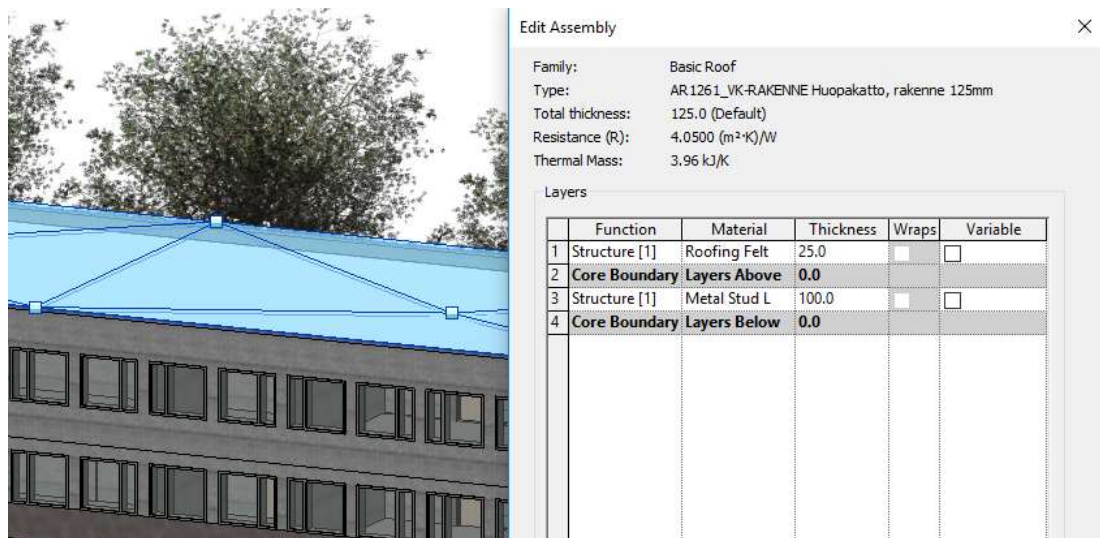
Kuva 31 Ulko-ovi sekä sen ominaisuuksia.

7.5.5 125 Ulkotasot



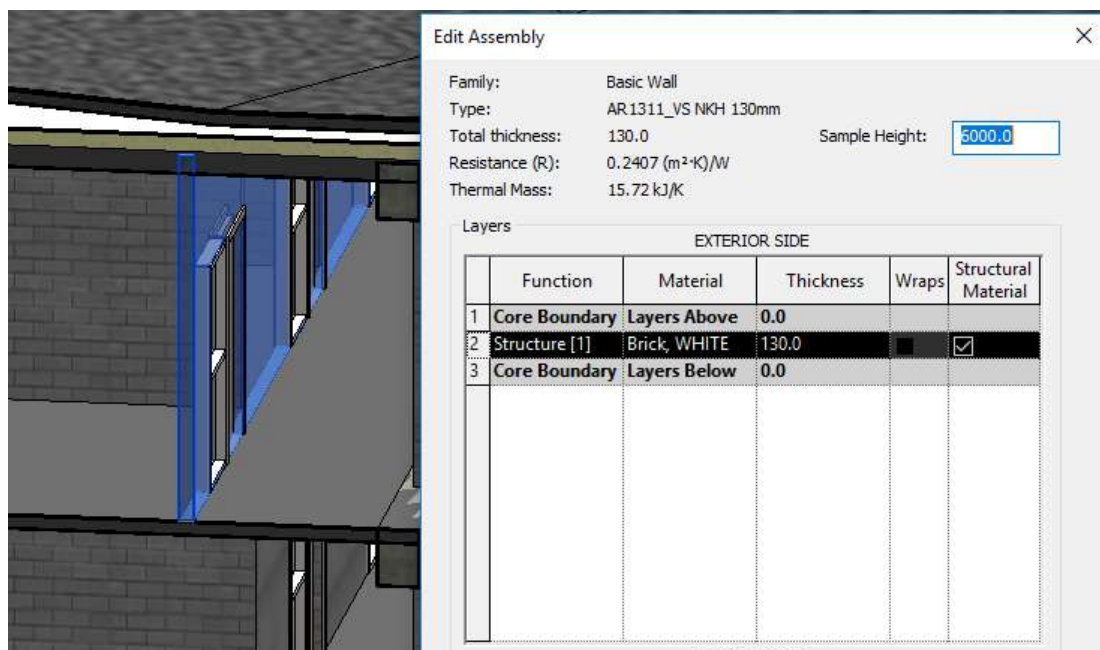
Kuva 32 Ulkotasot sekä sen ominaisuuksia.

7.5.6 126 Vesikatot



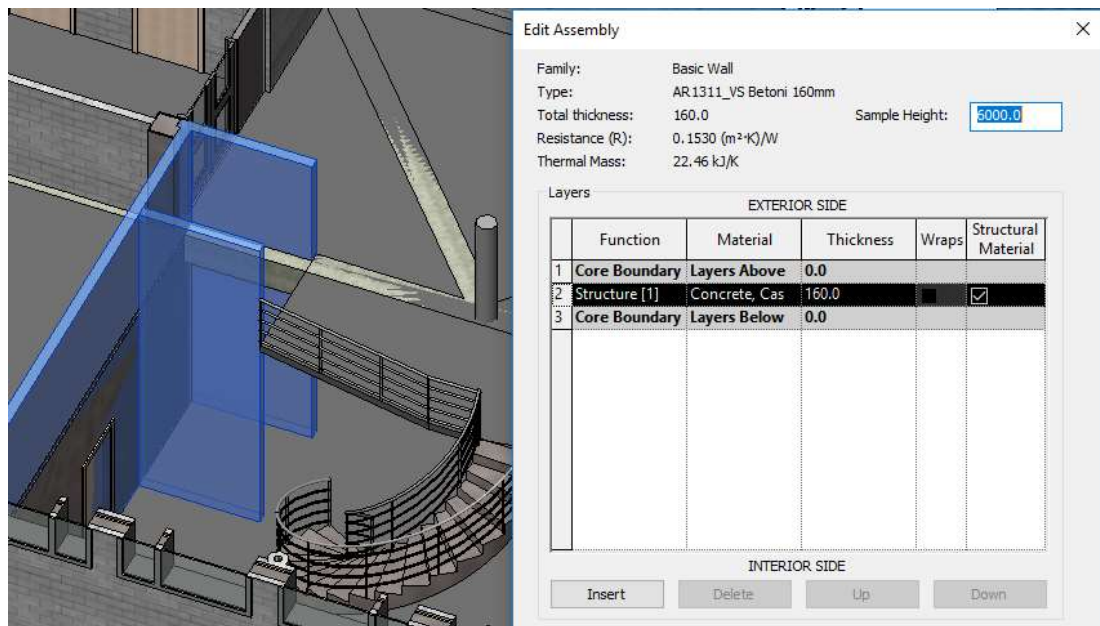
Kuva 33 Vesikatto sekä sen ominaisuuksia.

7.5.7 131 Tilan jako-osat



Kuva 34 Tilan jako-osa sekä sen ominaisuuksia.

7.5.8 135 Tilaelementit



Kuva 35 Tila-elementti, hissi, seinäominaisuuksia.

8 TIETOMALLINNUS

8.1 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

8.1.1 Osa 1

Kaikkien vähintään IFC 2x3 sertifioitujen mallinnusohjelmien käyttö julkisissa hankkeissa on sallittua mutta hankekohtaisesti voidaan asettaa erityisvaatimuksia. Suunnittelijoiden tulee esittää tarjouksissaan käytettävä mallinnusohjelma, sen versio ja sekä sen tukema IFC tiedostomuoto. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 6.)

Mallit luovutetaan työn aikana vaatimassa laajuudessa sekä IFC- muodossa että mallinnusohjelman omassa tiedostomuodossa. Työnaikainen mallien jakaminen sovitaan projektikohtaisesti. Projektin valmistuttua kaikki mallit ja sähköiset dokumentit luovutetaan sopimuksen mukaisesti tilaajalle. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 6.)

Tilamalleissa mittatarkkuus voi olla esimerkiksi 100-200 mm:n suunnittelurasterilla. Valittua mittajärjestelmä on käytettävä johdonmukaisesti. Mitä tarkempi alkuperäinen malli on niin sen helpompaa jatkaa työtä sen pohjalta. Mallin käyttötavasta riippuen mittatarkkuutta vaaditaan. Esimerkiksi arkkitehtimallin seinien tulee olla liitettyinä toisiinsa, jottei nurkkaraot vaikuta termiseen analyysiin. Eri osapuolien käyttämistä mallinnustarkkuuksista sovitaan projektin alussa. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 8.)

Tietomalliselostus on kuvaus mallin sisällöstä, mallinnustavoista ja mahdollisista poikkeamista vaatimuksiin nähden. Se kertoo mallin tarkkuusasteen ja mihin tarkoitukseen malli on julkaistu. Selosteen avulla muut voivat tulkita mallinnusta. Tietomalliselostus päivitetään aina kun malli luovutetaan muiden osapuolten käyttöön. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 9.)

Arkkitehti kehittää valittua suunnitelmavaihtoehtoa alustavaksi rakennusosamalliksi. Mallin on luonnosvaiheen päättyessä sisällettävä tilojen lisäksi vähintään: kantavat rakenteet: pilarit, palkit, laatat ja seinät sekä seinät luokiteltuina päätyypeittäin, kuten ulkoseinä, kevyt väliseinä ja niin edelleen sekä ikkunat ja ovet ilman tyyppitietoja. Mallin tarkkuuden tulee riittää rakennusluvan hakemiseen tarvittavien piirustusten generointiin. Tarvittava sisältö on määritelty tarkemmin tietomallivaatimusten osassa 3. Arkkitehtisuunnittelu. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 15.)

”Arkkitehdin mallin on toteutussuunnitteluvaiheen päättyessä oltava ns. rakennusosamalli, joka sisältää rakennusosat siinä muodossa kuin ne on tarkoitus toteuttaa. Tietomalli tulee olla mallinnusohjeiden mukaisesti mittatarkka (kohta 3.4). Tarvittava sisältö on määritelty tarkemmin tietomallinnusvaatimusten osassa 3. Arkkitehtisuunnittelu. Mallia tulee voida käyttää määrälaskennassa ja suunnitelmien yhteensovittamisessa ja se toimii pohjana kaikkien muiden suunnittelualojen malleille.” (Building Smartin WWW sivut, 2017, 17.)

8.1.2 Osa 3

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 kattaa uudis- ja korjausrakentamiskohteet, sekä rakennusten käytön ja ylläpidon. Mallinnusvaatimuksissa esitetään vähimmäisvaatimukset mallinnukselle ja mallien tietosisällölle. Vähimmäisvaatimukset on tarkoitettu noudatettavaksi kaikissa rakennushankkeissa, joissa näitä vaatimuksia halutaan käyttää. Vähimmäisvaatimusten lisäksi voidaan esittää lisävaatimuksia. Mallinnusvaatimukset ja –sisältö on esitettävä kaikissa suunnittelusopimuksissa sitovasti ja yhdenmukaisesti. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 koostuu seuraavista dokumenteista: yleinen osuus, lähtötilanteen mallinnus, arkkitehtisuunnittelu, talotekninen suunnittelu, rakennesuunnittelu, laadunvarmistus, määrälaskenta, mallien käyttö havainnollistamisessa, mallien käyttö havainnollistamisessa, mallien käyttö talotekniikan analyyseissä, energia-analyysit, tietomallipohjaisen projektin johtaminen, tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana, tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa sekä tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa. Jokaisen tietomallihankkeen osapuolen on tutustuttava oman alansa vaatimusten lisäksi ainakin yleiseen osuuteen (osa 1) sekä laadunvarmistuksen periaatteisiin (osa 6). Projektia tai projektin tiedonhallintaa johtavan henkilön on hallittava tietomallivaatimusten periaatteet kokonaisuutena. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 4.)

”Jokainen erillinen rakennus on luovutettava itsenäisenä mallina. Tarvittaessa rakennus voidaan jakaa useampiin lohkoihin, mahdollisesta lohkojaosta on sovittava projektiryhmän kesken. Jokainen rakennus on luovutettava yhtenä kokonaisuutena IFC- ja ohjelmiston omassa tiedostomuodossa”. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 6.)

Pääosin tietomallintamisen tarkkuusvaatimukset voidaan jakaa käyttötarkoituksen mukaan kolmeen tasoon. Taso 1 käyttötarkoitus on suunnittelijoiden ja suunnitelmien kommunikaatio ja yhteensovittaminen, sijainti ja geometria ovat vaatimusten mukaiset ja rakennusosat ovat nimetty kuvaavasti. Taso 2 käyttötarkoituksina ovat hanke- ja luonnosvaiheissa energia-analyysit, määrälaskenta, sijainti ja geometria ovat vaatimusten mukaiset, tuoteosat mallinnettu niin että määrätieto saadaan tuotetyypeittäin mallista. Taso 3 käyttötarkoituksina ovat työmaan aikataulutus ja hankinnat, sijainti ja geometria ovat vaatimusten mukaiset hankintaa varten oleelliset tiedot

ovat attribuutti kenttinä rakennusosissa ja ne voidaan listata. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 7.)

Muiden suunnittelijoiden malleja ei saa sisällyttää julkaistavaan arkkitehtimalleja, vaikka niitä olisikin käytetty referenssimalleina. Mallien yhteensovitusta varten arkkitehtimalli tallennetaan IFC tiedostomuotoon, jolloin arkkitehdin on varmistettava, että kaikki tarpeellinen tieto siirtyy IFC tiedostomuotoon eikä sinne mene ylimääräistä tietoa. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 8.)

Tietomalliselostus on kuvaus mallin sisällöstä. Se kertoo mihin tarkoitukseen malli on tehty ja mikä on sen tarkkuusaste. Selostuksessa kerrotaan käytetty ohjelmisto, alkuperäisestä mallista eri käyttötarkoituksia varten mahdollisesti luodut malliversiot, mallin sisältö ja poikkeamat ohjeessa annetuista vaatimuksista ja suosituksista. Lisäksi dokumentoidaan käytetyt rakennetyyppien nimeämiskäytännöt, mallin sisällön valmiusaste ja mallin käyttöä koskevat rajoitukset. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 8.)

Peruskorjaushankkeiden määrä ja niiden mallintaminen niissä yleistyy. Uudenaikaisella mittaustekniikalla saadaan tarkkoja mittoja tilanteesta ja mallinnustekniikan ja osaamisen kehittyessä investointimalleista saadaan lähtökohta suunnittelulle. Tiedonsiirto voi olla kompastuskivi. IFC- tiedonsiirtoa käyttäessä 3D-geometria siirtyy näennäisen hyvin mutta useimmista malleista ja niiden komponenteista katoaa ominaisuuksia. Mikäli käytössä on hyvä inventointimalli voi mallintaminen olla mahdollisesti uudisrakentamista nopeampaa. Useasti inventointimalli puuttuu tai on puutteellinen, silloin mallintaminen on mahdollisesti uudisrakennuksen mallintamiseen verrattuna hitaampaa. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 9.)

Parhaimmassa tapauksessa inventointimalli on tehty samalla ohjelmistolla, mitä arkkitehti käyttää. Tällöin minimoidaan tiedonsiirrosta aiheutuvat ongelmat. Jos halutaan parantaa lopputulosta niin että on mahdollisuus vaikuttaa erilaisten mallinnustapojen käyttöön, rakennusosien nimeämiseen, mallinuksen tarkkuuteen ja työn vaiheistukseen niin malli laaditaan arkkitehdin valvonnassa tai toimesta. Mikäli malli on laadittu toisella ohjelmalla, niin arkkitehdin on valmistauduttava pahimmassa tapauksessa mallintamaan malli uudelleen. Tähän on sekä teknisiä että sisällöllisiä syitä.

Vaikka mallien geometria siirtyy IFC – tiedonsiirron avulla kohtuullisen hyvin niin mitä detaljoidummin malli on laadittu, sitä todennäköisemmin parametrisyys ja muokattavuus jää matkan varrelle. Tästä aiheutuu ongelmia dokumenttien tuottamisessa ja uusien ovien paikalleen sijoittamisessa olemassa oleviin seinärakenteisiin. Ohjelmistot kehittyvät koko ajan ja myös inventointimallin laatijan ammattitaidolla on suuri merkitys yhteensopivuuteen, joten aina edellä esitetyt kauhuskenaariot eivät toteudu. (Building Smartin WWW sivut, 2017, 9.)

8.2 Tuotemallipohjaisen suunnittelun erityispiirteet ja arkistointi

Tuotemallipohjaisessa suunnittelussa otetaan rakentamisen lisäksi huomioon rakennuksen koko elinkaari. Tuotemallin avulla saadaan siirrettyä informaatiota sähköisesti. Tuotemallista voidaan tuottaa mm. perinteisiä suunnitteluasiakirjoja sekä asiakirjoja, jossa on vapaasti yhdistettävissä grafiikkaa, tekstiä ja luetteloita kuten IFC-standardi sisältää sekä määrätietoja sekä detaljeja sekä 3D-kuvauksia sekä logistiikkatietoja sekä kiinteistönhallinnon lähtötietoja. Tuotemallista saadaan tulostettua vain se tieto mitä tarvitaan. Tuotemallipohjaisessa rakennesuunnittelussa pyritään generoimaan 3D-kuvauksista nykyisiä CAD-piirustuksia vastaavia tulosteita, mutta usein tulosteet ovat ulkoasultaan pelkistetympiä, kuin mihin nykyisin on totuttu. Tuotemallipohjaisen suunnittelun suosituksia ja määräyksiä on käsitelty tarkemmin esimerkiksi Rakennusteollisuus RT:n ProIt -projektin /-10/ tuottamissa raporteissa: ”tuotemallinnus rakennesuunnittelussa”, ”arkkitehdin tuotemallisuunnittelu” ja ”tuotemallitieto rakennusprosessissa”. (RIL ry, 2006, 18.)

”Suunnitelmien kunnollinen arkistointi on rakennesuunnittelun olennainen osa sekä pää rakenne- että tuoteosasuunnittelijan työssä. Arkistoitavat suunnitelmat ovat tärkeitä mm. ylläpidossa sekä muutos- ja korjaustöissä. Osa suunnitelmista onkin osa kiinteistönpidon huoltojärjestelmää. Suunnitelmat tulee säilyttää myös rakennuksen eri takuutarkastuksia ajatellen. Arkistoinnissa voidaan erottaa viranomaisten arkistointi, tilaajan määrittelemä arkistointi, suunnittelijan oma arkistointi. Tiedostomuotoisen arkistoinnin yleistyessä tulee vaatimuksia arkistoitavien tiedostojen formaatille. Arkistoitavan materiaalin tulee olla sellaisessa muodossa, että sen lukeminen

onnistuu myös tulevaisuudessa. Tiedoston avaaminen ei saa olla riippuvainen yhdestä ohjelmasovelluksesta, jota ei myöhemmin ole enää käytettävissä. Oheiset ohjeet ovat ensikädessä päärakennesuunnittelijaa varten, mutta tuoteosasuunnittelijan tulee noudattaa niitä soveltuvien osien.” (RIL ry, 2006, 19.)

8.3 Vertex

”Vertex G4 on suomalainen ohjelma, joka tarjoaa jo perusversionaan EN-standardien mukaiset valmiit piirustusohjat. Ohjelmassa on lisäksi valmiudet tuottaa haluttuja pohjia sekä käsitellä ja hallita pohjia ja osaluetteloita niihin tarkoitetuilla muokkaustyökaluilla. Asiakkaan standardit ja arkkipohjat voidaan siis luoda järjestelmässä vapaasti. Järjestelmä sisältää runsaasti raaka-aineita ja komponentteja ja käyttäjä voi myös tarpeensa mukaan määritellä niitä lisää. Arkin ja mallin välinen assosiaatio eli riippuvuussuhde mallitietokannan syötekenttiin voidaan määritellä vapaasti eli mallin määrittelykentissä syötettävä tieto siirtyy näihin piirustusohjaan määriteltyihin kenttiin. Osaluettelo voidaan aina tuottaa myös Exceliin.” (Tuhola & Viitanen, 2008, 35.)

”Rakennuksen tietomalli yhdistää pohjakuvan ja kolmiulotteisen mallin toisiinsa.” (Vertexin WWW sivut, 2017.)

”Ohjelmisto tehostaa arkkitehtien, rakennussuunnittelijoiden ja teollisten rakentajien työtä. Hyödynnä arkkitehtisuunnittelussa luotu älykäs talomalli suoraan runko- ja rakennesuunnittelussa ilman tietoa hävittäviä konversioita. ” (Vertexin WWW sivut, 2017.)

”Tuo Vertexiin tietoa muista ohjelmista, vie tietoa muihin ohjelmiin ja varmista yhteensopivuus IFC 2x3 -standardin avulla.” (Vertexin WWW sivut, 2017)

”Parametrisesti suunniteltaessa rakenteiden muutokset, esimerkiksi paikan tai korkeuden muutos, muuttavat myös katon korkeutta tai paikkaa.” (Vertexin WWW sivut, 2017.)

9 IFC-STANDARDI

IFC-standardin idea on saada siirrettyä informaatiota sähköisesti. IFC-standardi pyrkii kokoamaan rakennusprojektin kaikki informaatiot yhteen tiedostomuotoon joka sisältää asiakirjoja, jossa on vapaasti yhdistettävissä grafiikkaa, tekstiä ja luetteloita sekä määrätietoja sekä detaljeja sekä 3D-kuvauksia sekä logistiikkatietoja sekä kiinteistönhallinnon lähtötietoja.

IFC-standardi on tiedostomuoto joka sisältää geometrian ja tietomallin. Standardi pyrkii olemaan neutraali tiedostomuoto, joka on yhteensopiva mahdollisimman monen suunnitteluohjelman välillä. IFC on moderni vaihtoehto 2D-piirustusosaluettelolle ja rakennusosa-arviolle.

”IFC-tiedosto on kansainvälisen International Alliance for Interoperabilityn kehittämä avoin ISO-standardoitu (16739) XML-pohjainen tiedostomuoto. Tiedoston lyhenne tulee sanoista Industry Foundation Classes, joka erittäin vapaasti suomennettuna tarkoittaa rakennuselementtien ja objektien luokittelujärjestelmää. Tavoitteena on saavuttaa "oliopohjainen" ohjelmistojen välinen objekti- ja parametriyhteensopivuus rakennusten suunnittelussa ja ylläpidossa.” (M.A.D.in WWW sivut, 2017, 1.)

Industry Foundation Classes on lyhennettynä IFC. IFC on neutraali valmistajariippumaton tiedostomuoto, joka mahdollistaa rakennusosapohjaisen tiedonsiirron CAD-ohjelmien välillä. Sitä käytetään suunnittelijalta suunnittelijalle sekä rakennusmallien siirtoon kiinteistöjen ylläpitoon ja viranomaisille. (M.A.D.in WWW sivut, 2017, 1.)

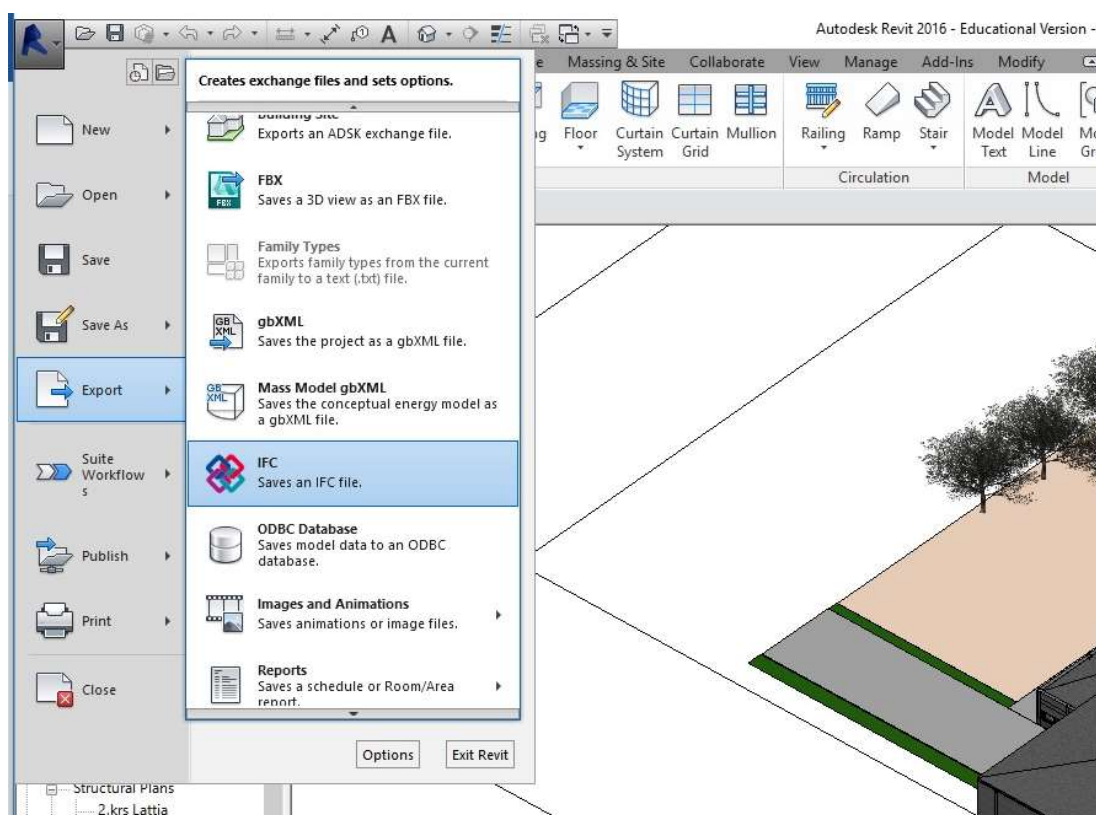
IFC-tieto voi siirtyä parametreina tai geometriana sekä molempina. Mitä paremmin ohjelmat ovat yhteensopivia, sen kevyempää tieto on, koska geometriaa ei tarvitse siirtää niin paljon. Käyttäjän on kannattaa optimoida asiaa ”tiedonsiirron käyttötapauksina” eli tutkia mitä tietoa halutaan siirtää vastaanottajalle ja mitkä ohjelmat ovat käytössä. (M.A.D.in WWW sivut, 2017, 2.)

IFC-tiedostomuoto on koitettu saada niin laajaksi, että sen avulla voidaan siirtää tietoa kaikilta rakentamisen suunnittelun konsulteilta toisille. Tietomäärä on suuri sen

takia olennaisen tiedon valinta ja suodatus on tärkeää. (M.A.D.in WWW sivut, 2017, 2.)

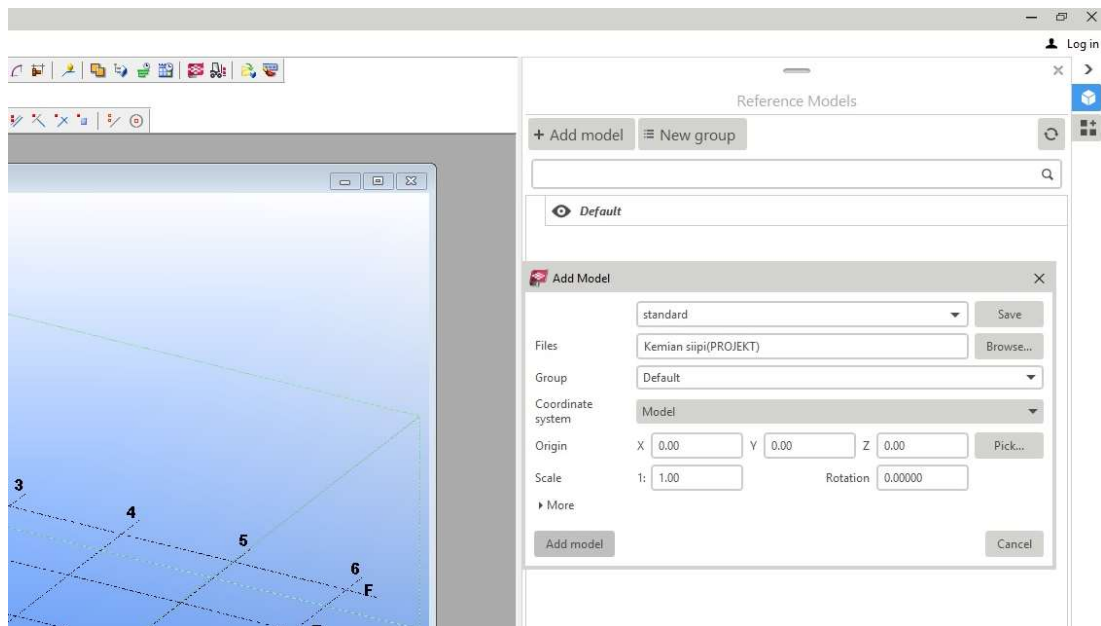
9.1 Esimerkki

Tehtiin mallinnetusta projektista IFC-standardin mukainen tiedostomuoto. Avattiin se Revit 2016 –ohjelmalla. Avattiin muunnettava projekti. Muunnettiin RVT–tiedosto IFC-tiedostomuotoon valitsemalla toiminto: ”export” ja edelleen: ”saves an ifc file”, ikkunan vasemmasta ylänurkasta. Tallennettiin muodossa IFC 2x3.



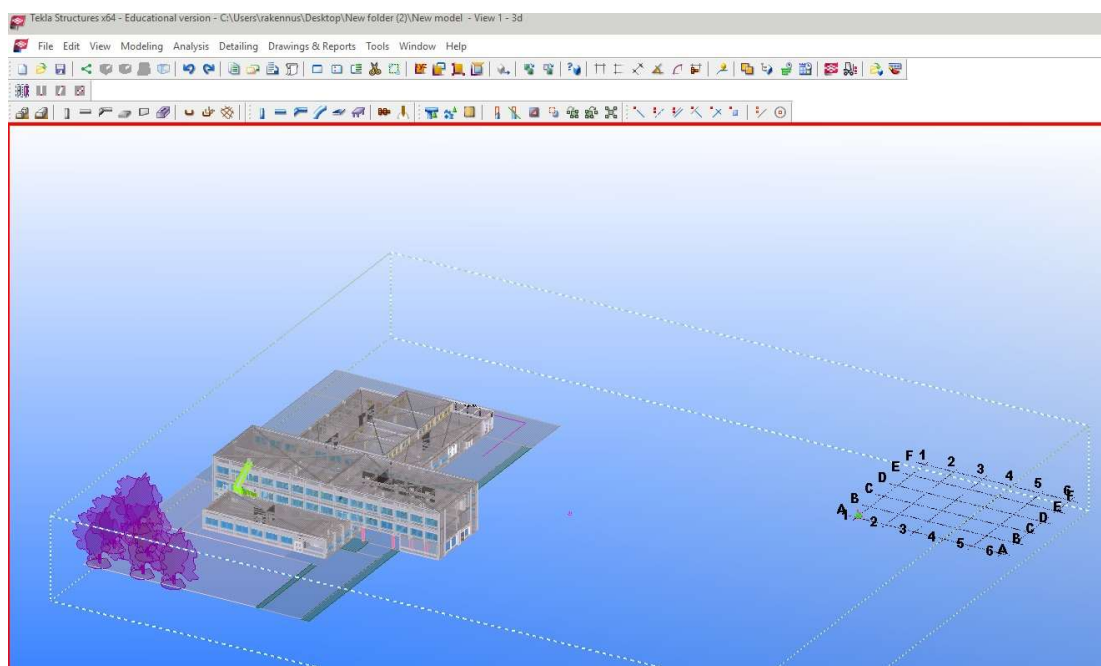
Kuva 36 Tallennetaan projekti IFC 2x3 muotoon.

Otettiin tallennettu IFC-tiedosto käyttöön ohjelmassa- Tekla Structures 21.1. avaamalla uusi pohja, jonka jälkeen oikealta yläkulmasta valittiin ”Reference models”, ”add model”, ”browse”, valittiin kyseinen ifc –tiedosto ja avattiin se ohjelmalla Tekla Structures 21.1.



Kuva 37 Tuodaan IFC-tiedosto BIM-koordinaatistoon.

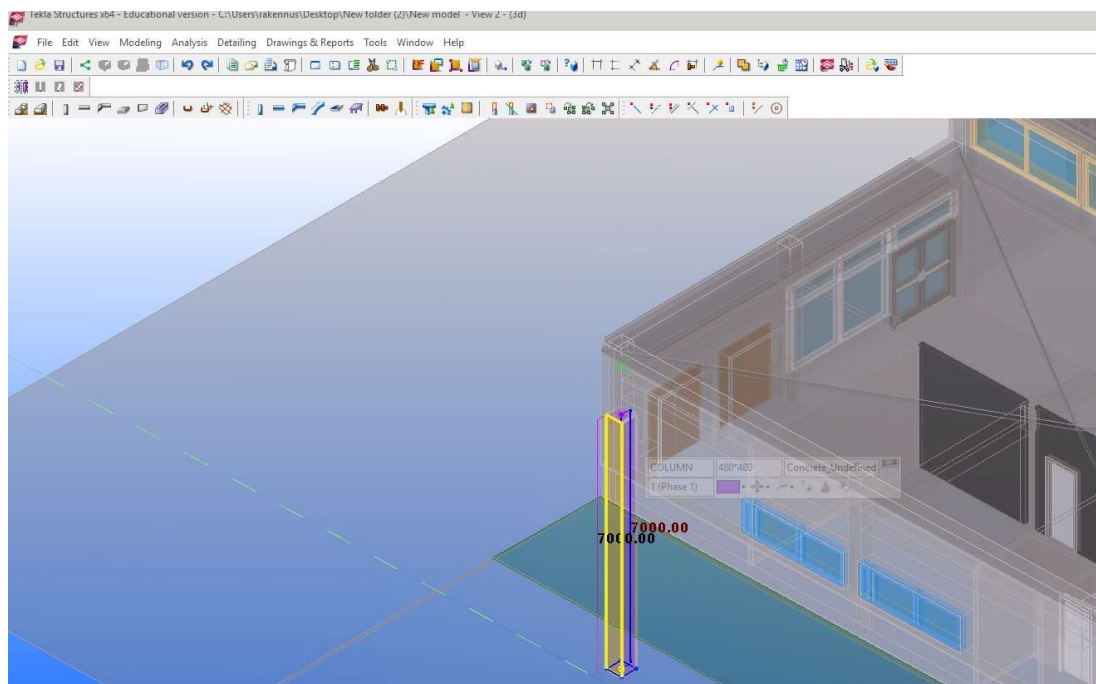
Geometrinen piirros siirtyi yhtenä kokonaisuutena koordinaatistoon.



Kuva 38 Haamupiirros yhtenä kokonaisuutena.

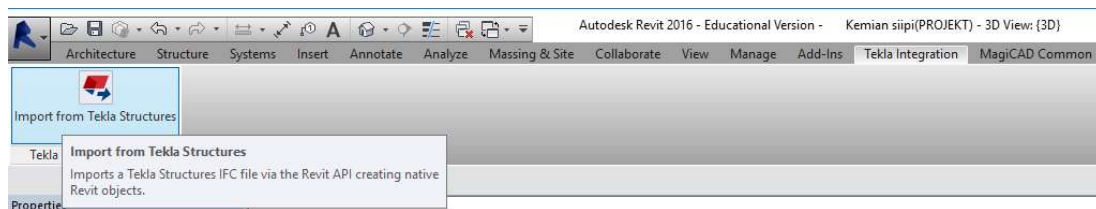
IFC-tiedoston käytettävyys ohjelmassa Tekla structures 21.1. toimi samalla tekniikalla kuin DWG-tiedoston käytettävyys ohjelmassa Revit 2016. Tuodun piirustuksen sijoittaminen koordinaatistoon tapahtui vapaasti siirtämällä hiiren avulla tai merkitsemällä piirrokseen koordinaatiston origo. Tuodun piirustuksen sovittaminen koordinaatistoon tapahtui antamalla kahdelle tai useammalle pisteelle koordinaattipisteet. Tämän jälkeen piirros voitiin lukita koordinaatistoon ”pinned” –toiminolla, joka löytyi ainakin Revit 2016 –ohjelmasta sekä muista Autodeskin tuotteista. Tekla Structures 21.1. -

ohjelmaan tuodun IFC-piirroksen avulla voitiin paikantaa rakenteiden koordinaattipisteet. Pilarit ja palkit voitiin piirtää koordinaatistoon oikeille paikoille arkkitehtipiirustuksen arvioituissa mitoissa. Rakenteet voitiin piirtää IFC-piirroksen päälle.



Kuva 39 Tekla Structures 21.1. pilarityökälulla piirretty haamupiirustuksen koordinaattien mukaan pilari. IFC-tiedosto ei ole kuvassa oikeassa korkeusasemassa.

Kun IFC-tiedoston avulla on saatu tarvittavat koordinaattipisteet BIM-koordinaatistoon, voidaan poistaa IFC-tiedoston geometria koordinaatistosta. Tämän jälkeen rakennesuunnittelija voi laskea kestävätkö arkkitehdin arvioimat rakennepaksuudet niille asetetuissa koordinaattipisteissä ja minkälaiset raudoitukset sekä liitokset kyseisiin rakenteisiin suunnitellaan. Revit 2016 –ohjelmaan on saatavilla lisäosa, jonka avulla on mahdollista tuoda Tekla Structures 21.1. –ohjelmasta IFC-tiedosto Revit 2016 –ohjelmaan. Lisäosa muuntaa IFC tiedoston CAD-koordinaatistoon sopivaksi pilkkeon rakennusosat Revit 2016 –ohjelmalle sopiviksi neutraaleiksi objekteiksi.



Kuva 40 Kuvakaappaus Revit 2016 -ohjelman lisäosasta, joka muuntaa IFC-tiedoston sopiviin osiin, mikä mahdollistaa tuotemallinnuksen neutraalien objektien avulla.

10 YHTEENVETO

Arkkitehtipiirustuksen voi renderoida tai siirtää IFC-tiedonsiirron avulla seuraavien suunnittelijoiden käyttämään ohjelmistoon. Arkkitehtipiirustuksen voi myös generoida 2D-kuviksi ja tehdä niistä piirustusluettelo. Yleisesti suunnittelijat saavat 2D-kuvista tarvitsemansa tiedot ja pystyvät niiden perusteella tekemään omat 3D-mallinsa. Renderoinnin ja IFC-tiedonsiirron hyöty on lähinnä siinä, että saadaan itse käyttämään 3D-koordinaatistoon kohdepisteet, joiden avulla voidaan piirtää oma piirustus tietokoneen laskemalla tarkkuudella. Sama käy tosin myös lukemalla oikeassa mittatarkkuudessa olevaa 2D-piirustusta. Parhaiten renderoinnin ja IFC-tiedonsiirron hyöty tulisi esille haamupiirustuksessa. Suunnittelija voisi haamuviivojen perusteella piirtää oman mallinsa.

IFC-kadottaa tietoa prosessissaan. Joissakin tilanteissa IFC-tiedonsiirrosta ei ole hyötyä vaan tiedon katoamisen vuoksi joudutaan piirtämään mallinnus uudelleen. Tilaluettelo ja rakennusosaluettelo kattavat samat tiedot mitä tietomalliin saadaan sisällytettyä. Suunnittelija voi generoida 3D-mallinnuksen 2D-kuviksi ja tehdä niistä piirustusluettelon. Piirustusluettelon, tilaluettelon ja rakennusosaluettelon toimittaminen PDF-tiedostoina tilaajalle sisältää annetun tiedon, ilman tiedon katoamista, ja on näin ollen tavallaan varmempi tapa toimittaa tietoa kuin IFC-tiedonsiirron käyttö. Tilaaja voi käyttää samaa ohjelmaa kuin suunnittelija katsellessaan tai muokatessaan 3D-piirustusta. Tilaaja voi pelkästään katsellessaan 3D-piirustusta käyttää ilmaisia katselusovelluksia. Mikäli halutaan avata 3D-piirustuksia eri sovellusten välillä, on renderointi myös varteenotettava vaihtoehto. Renderoinnissa tietomalli ei siirry, joten varjostaessa kuvaa sopivaksi toiselle ohjelmalle pitää mukaan liittää myös asianmukainen seloste joka kattaisi IFC –standardin XML –tietosisällön.

Tasolaserin tulokset ovat kirjattu yhden senttimetrin tarkkuudella ja näin ollen tasolaserin korjaustekijäkaavan aiheuttamaa millimetrin muutoksia ei otettu huomioon. DWG-tiedosto poikkesi 5 senttimetriä sekä y- että x- akselilla kemian siipirakennuksen tarkasteltavan huoneen mittojen vertailun mukaan. Sama DWG-tiedosto sisältää myös kirjastonsiipirakennuksen pohjapiirustukset. Todennäköisesti DWG-tiedosto oli sovitettu RVT-tiedostoon niin, että y-akselin yksikkö on 1,0001 –kertainen x-akseliin nähden mikä aiheuttaa sen, että kirjaston siipirakennuksen ulkoseinän mitta näyttää 8

senttimetrin epätarkkuutta RVT-tiedostossa. Tarkasteltaessa kemian siipirakennuksen x-akselia IFC-tiedoston ja DWG tiedoston ulkomitta näyttää 9 senttimetrin epätarkkuutta. Tasolaserin mitta on senttimetrin tarkkuudella saatu tulos. Vanhojen piirustusten vertailu tasolaserin antamiin tuloksiin toi esille sen, että rakennukset ovat rakennettu 4-6 senttimetrin mittatarkkuudella. Vanhojen pohjapiirustusten päälle piirrettiin tietomalli. Koordinaattiyksikön erimittaisuudesta johtuen, sekä haamupiirtämisen epätarkkuudesta johtuen epätarkkuus oli jostakin syystä jopa 10 senttimetriä IFC-tiedostossa tai BIM-koordinaatistossa. Piirustusten epätarkkuus on 4-10 senttimetriä.

Jos on yhteensopivuusongelmia niin Vertex tuoteperhe kattaa kaikki arkkitehtuurista mainontaan ja on suomalainen. Autodesk –tuoteperheen kanssa on ymmärrettävää käyttää IFC-tiedostomuotoa tietomallin katselussa. Parhaiten IFC-tiedonsiirron hyöty saadaan LVIS-suunnitteluun koska LVIS-merkinnät eivät juurikaan kulje rakenteiden sisällä vaan linjoitus kulkee katon rajaa pitkin. Mikäli linjoituksen täytyy mennä seinän läpi, niin tietomallista voidaan katsoa, mikä seinä on kyseessä, avata muokattavissa oleva 3D-malli ja laskea kestäkö rakenne aukottamista. IFC-tiedoston geometriaa on mahdollista muokata piirtotyökaluilla esimerkiksi Sketch up –ohjelmalla. Kuvan siirtäminen objektina mahdollistaa haamupiirtämisen ohjelmassa Tekla structures 21.1., joten IFC-tiedonsiirron tai kuvanmuokkauksen avulla siirretty 3D-malli kertoo lähinnä mittapuitteet, joiden sisään merkinnät mahdutetaan. Yksinkertaisemmin mahdollisimman tarkkojen mittojen saanti piirustuksesta toiseen saadaan käyttämällä DWG ja DXF –tiedostoja. Tietomalli on hyödyllinen, jos sen saa auki ilmaisella kateluohjelmalla, siitä saa tulostettua määräluettelon ja tilaluettelon tai yksittäisen rakennusosan tietomallin.

LÄHTEET

Tuhola, E. & Viitanen, K. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Jyväskylä: Gummerus.

Building Smartin www-sivut. Viitattu 30.3.2017. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_3_ark.pdf

Talo 80 –ryhmä. 1981. Yleisseloste Talo 800 nimikkeistöjärjestelmän mukaan. Mikkeli: Rakentajain kustannus Oy.

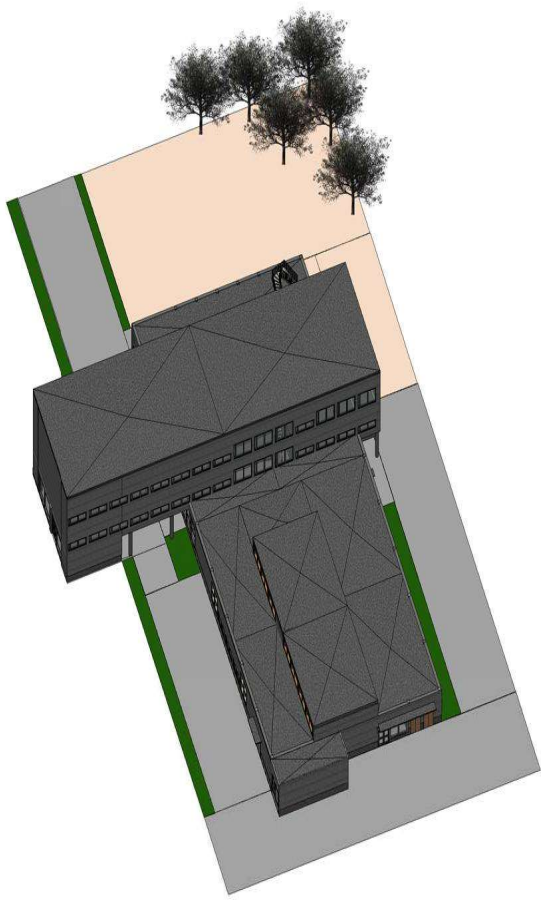
Rakennustieto Oy. 1999. Rakennushankkeen kustannushallinta. Saarijärvi: Gummerus.

Building Smartin www-sivut. Viitattu 30.3.2017. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. 2006. RIL 229-1-2006 Rakentamissuunnittelun asiakirjaohje tekstiosa. Helsinki: Haka-paino Oy.

Vertexin www-sivut. Viitattu 10.2.2017. <https://www.vertex.fi/web/fi>

M.A.D.in www-sivut. Viitattu 30.3.2017. http://www.mad.fi/tiedostot/pdf/kasikirja16/YS.IFC_web.pdf



Autodesk Revit

www.autodesk.com/revit

Consultant Address Address Phone Fax e-mail	Consultant Address Address Phone Fax e-mail
Consultant Address Address Phone Fax e-mail	Consultant Address Address Phone Fax e-mail

No.	Description	Date

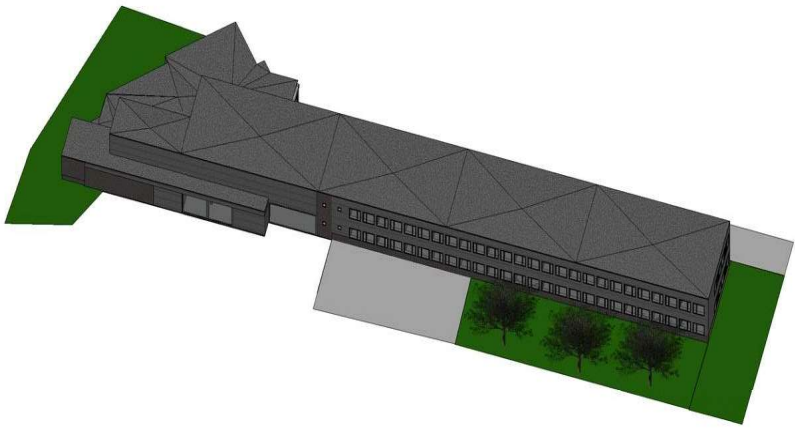
Porin kunta
Kemian
sipirakennus

3D-piirros

Project number	Project Number
Date	17.3.2017
Drawn by	Männistö Joonas
Checked by	Checker
A101	
Scale	

1 (3D)

17.3.2017 11:16:00

		Autodesk Revit																																											
		www.autodesk.com/revit																																											
		Consultant Address Phone Fax e-mail	Consultant Address Phone Fax e-mail																																										
		Consultant Address Phone Fax e-mail	Consultant Address Phone Fax e-mail																																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Description</th> <th>Date</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		No.	Description	Date																																							
No.	Description	Date																																											
		Porin kunta Kirjaston sisirakennus																																											
		3D-piirros																																											
		Project number	Project Number																																										
		Date	17.3.2017																																										
		Drawn by	Joonas Männistö																																										
		Checked by	Checker																																										
		A101																																											
		Scale																																											
		T. A. 2017-2017 (A1)																																											

① (3D)

TILALUETTELO

Rakennus Kemiaanrakennus
Osoite

SAMK, Tekniikan Porin yksikkö
Tekniikantie 2, 28600 Pori

Tila #	Kuvaus	Mitat		A
		a	b	
1302	Luentosali	11,18	7,27	81,2786
1303	Luentosali	11,36	7,97	90,5392
1304	Varasto	7,71	3,55	27,3705
1305	Suojahuone/pukuhuone	3,45	5,14	17,733
1306	Suihkuhuone	1,93	2,5	4,825
1307	Wc	1,4	1,19	1,666
1308	Pesuhuone	1,4	1,2	1,68
1309	Suojahuone/kuntohuone	3,4	7,77	26,418
1310	Suojahuone/kuntohuone	3,45	7,77	26,8065
1311	Eteinen	1,66	2,26	3,7516
1312	Wc	1,66	1,18	1,9588
1313	Toimisto	5,47	3,57	19,5279
1314	Toimisto	3,68	3,57	13,1376
1315	Wc	1,66	1,22	2,0252
1316	Eteinen	1,66	2,37	3,9342
1317	Keittiö	3,68	3,72	13,6896
1318	Toimisto	5,51	3,47	19,1197
1319	Toimisto	5,51	2,24	12,3424
1320	Sähkökaappi	3,09	2,03	6,2727
1321	Varasto	1,7	2,03	3,451
107	Luentosali	10,9	10,92	119,028
1330	Kahvio	8,13	8,02	65,2026
1331	Myymäälä	4,2	2,65	11,13
1332	Keittiö	3	4,48	13,44
1333	Jäte	0,95	1,28	1,216
1334	Sähkökaappi	1,2	0,85	1,02
1335	Kylmähuone	1,2	1,16	1,392
1336	Varasto	1,2	1,35	1,62
1337	Wc	1,2	1,63	1,956
1338	Suihkuhuone	1,2	1,83	2,196
184	Tuulikaappi	0,95	2,86	2,717
1340	Opettajanhuone	4,11	7,27	29,8797
1341	Varasto	1,2	1,79	2,148
1342	Wc	1,2	1,6	1,92
1343	Eteinen	1,2	1,89	2,268
1344	Varasto	1,2	1,6	1,92
1345	Kirjasto	5,32	3,52	18,7264
1346	Atk-huone	5,44	3,35	18,224
1348	Suihkuhuone	1,81	1,59	2,8779
1349	Wc	1,81	2,07	3,7467
1350	Wc	3,5	3,62	12,67
1351	Suihkuhuone	1,81	1,59	2,8779
1352	Wc	1,81	1,9	3,439
142	Wc	3,5	3,79	13,265

TILALUETTELO		SAMK, Tekniikan Porin yksikkö Tekniikantie 2, 28600 Pori		
Rakennus	Kemianrakennus			
Osoite				
Tila		Mitat		
#	Kuvaus	a	b	A
	2011 Luentosali	10,42	8,09	84,2978
	2012 Luentosali	10,97	8,09	88,7473
	2013 Kielistudio	10,97	8,09	88,7473
	2014 Atk-luentosali	10,97	8,09	88,7473
	2015 Luokka	7,47	8,09	60,4323
	2016 Varasto	3,57	2,5	8,925
	2017 Huoltohuone	3,57	5,46	19,4922
	2054 Eteinen	1,84	1,52	2,7968
	2055 Opettajanhuone	6,72	4,74	31,8528
	2056 Opettajanhuone	7,27	3,09	22,4643
	2057 Komero	1,14	1,52	1,7328
	2058 Wc	1,6	1,52	2,432
	2059 Komero	2,3	1,52	3,496
	2060 Pesuhuone	1,14	1,52	1,7328
	2061 Wc	1,14	1,52	1,7328
	2062 Eteinen	1,84	1,52	2,7968
	2063 Opettajanhuone	7,27	3,09	22,4643
	2064 Opettajanhuone	7,27	4,74	34,4598
	2065 Wc	1,6	1,52	2,432
	2066 Komero	1,16	1,52	1,7632
	2067 Laskentahuone	3,57	4,74	16,9218
	2068 Journalistitila	11,17	4,74	52,9458
	2069 Journalistihuone	3,54	3,2	11,328
	2070 Varasto	1,8	3,2	5,76
	2082 Käytävä	29,02	3,2	92,864
	2083 Porrashuone	10,97	5,49	60,2253
	2084 Käytävä	9,36	3,2	29,952
	Yhteensä:			
	2. Kerros			841,5425
Väliullakko	Konehuone	2,3	2,1	4,83
		8,81	3,4	29,954

TILALUETTELO

Rakennus Kemianrakennus SAMK, Tekniikan Porin yksikkö
Osoite Tekniikantie 2, 28600 Pori

Tila #	Kuvaus	Mitat		
		a	b	A
301	Porrashuone	10,57	5,49	58,0293
		3,7	3,2	11,84
302	Luentosali	11,17	8,09	90,3653
303	Atk-käsikirjasto	3,57	4,76	16,9932
305	Ilmastointikonehuone	4,62	8,09	37,3758
306	Luentosali	17,52	8,09	141,7368
307	Luentosali	10,79	8,09	87,2911
308	Luentosali	10,97	8,09	88,7473
309	Luentosali	10,42	8,09	84,2978
310	Opettajanhuone	3,49	4,76	16,6124
311	Pesuhuone	1,4	0,9	1,26
312	Wc	1,4	0,9	1,26
313	Wc	1	1,8	1,8
314	Pesuhuone	1,2	1,8	2,16
315	Opettajanhuone	3,82	2,83	10,8106
316	Opettajanhuone	3,5	4,76	16,66
317	Ryhmätyöhuone	3,72	4,76	17,7072
318	Ryhmätyöhuone	3,65	4,76	17,374
319	Ryhmätyöhuone	3,5	4,76	16,66
320	Oppilaskunnantila	3,57	4,76	16,9932
		3,36	2,83	9,5088
321	Eteinen	1,9	1,8	3,42
322	Wc	1,2	1,37	1,644
310	Käytävä	29,17	3,2	93,344

Yhteensä :

3. Kerros

843,8908

LIITE 3

1354 Atk-huone	5,44	7	38,08
1355 Lämmönjakaja	5,44	3,19	17,3536
1356 Kaasupullot	2,96	0,34	1,0064
149 Käytävä	5,4	28,91	156,114
149 Käytävä	3,1	7,5	23,25
149 Käytävä	5,4	4,41	23,814
1360 Pukuhuone	5,5	3,5	19,25
1361 Wc	1,65	1,1	1,815
1362 Suihkuhuone	0,92	1,1	1,012
1363 Wc	3,6	3,51	12,636
1364 Wc	3,6	3,51	12,636
1365 Kopiohuone	5,38	3,67	19,7446
1366 Happuhuone	2,25	5,3	11,925
1367 Vaakahuone	3,67	5,3	19,451
1368 Hehkutushuone	3,6	5,3	19,08
1369 Kemikaalivarasto	5,09	5,3	26,977
1370 Lasivarasto	3,54	5,3	18,762
1371 Kemian laboratorio	11,24	12,87	144,6588
1372 Assistentinhuone	7,27	9,02	65,5754
1373 Pukuhuone	1,2	1,31	1,572
1374 Pesuhuone	1,2	1	1,2
1375 Wc	1,2	1	1,2
1376 Assistentinhuone	5,94	3,79	22,5126
1377 Wc	1,2	1	1,2
1378 Pesuhuone	1,2	1	1,2
1379 Pukuhuone	1,2	1	1,2
1380 Rappuset	2,3	1,17	2,691
1381 Sähkökaappi	2,3	2,1	4,83
1382 Instrumenttihuone	8,81	3,4	29,954
1383 Laitehalli	11,24	14,82	166,5768
1384 Prosessi laboratorio	7,27	8,99	65,3573
1385 Murskaushuone	7,09	4,85	34,3865
1386 Laitevarasto	7,27	3,96	28,7892
1391 Ala-aula	22,23	8,02	178,2846
1392 Käytävä	1,6	16,61	26,576
1394 Käytävä	3,1	10,34	32,054

Yhteensä

1. Kerros	1938,334
2. Kerros	841,5425
3. Kerros	843,8908

Kemiansiipi Kerrosala yht. 3623,767

TILALUETTELO

Rakennus Kirjastonrakennus
Osoite

SAMK, Tekniikan Porin yksikkö
Tekniikantie 2, 28600 Pori

Tila #	Kuvaus	Mitat		
		a	b	A
101	Suihkuhuone	0,9	1,24	1,116
102	Wc	0,9	1,9	1,71
104	Tuulikaappi	3,39	1,85	6,2715
105	Kirjavarasto	5,84	5,33	31,1272
106	Kirjavarasto	7,6	5,33	40,508
	Laitetila	1,5	5,33	7,995
164	Taukotila	1,6	0,179	0,2864
		3,19	3,62	11,5478
173	Ristikytkentäkeskus	1,48	2,42	3,5816
165	Käytävä	1,62	6,16	9,9792
167	Työpiste	5,35	2,67	14,2845
112	Kirjasto	14,4	19,32	278,208
		16,09	5,33	85,7597
		9,5	8,7	41,325
		7,18	7,87	28,2533
		7,18	8,2	58,876
120	Eteisaula	9,19	12,77	117,3563
125	Siivoustila	2,53	2,13	5,3889
126	Suihkukaappi	0,8	1,3	1,04
127	Wc	1,6	1,17	1,872
128	Hissin konehuone	1,6	1,6	2,56
129	Pääsähkökeskus	2,53	1,89	4,7817
130	Opiskelutila	11,86	7,19	85,2734
131	Opiskelutila	11,88	7,2	85,536
133	Opiskelutila	9,49	7,2	68,328
134	Atk-keskus	4,69	5,66	26,5454
135	Työhuone	7,1	5,62	39,902
136	Sähkökaappi	0,7	1,47	1,029
137	Siivoustila	1,39	1,47	2,0433
138	Wc	1,19	1,47	1,7493
139	Wc	1,09	1,47	1,6023
140	Wc	1,09	1,47	1,6023
141	Laboratorio	2,28	5,62	12,8136
142	Tutkimuhuone	4,69	4,69	21,9961
143	Lepuhuone	2,4	4,69	11,256
144	Odotuhuone	7,2	2,4	17,28
145	Porrashuone	4,42	5,09	22,4978
146	Oppilaskunta	4,81	9,12	43,8672
	Keittiö	4,81	3,05	14,6705
160	Toimisto	4,69	3,47	16,2743
161	Toimisto	4,69	3,47	16,2743
159	Toimisto	4,69	3,47	16,2743
156	Taukotila	9,6	3,47	33,312
155	Toimisto	4,69	3,47	16,2743

LIITE 4

154 Toimisto	4,69	3,47	16,2743
153 Toimisto	4,69	3,47	16,2743
152 Toimisto	4,69	3,47	16,2743
151 Toimisto	4,69	3,47	16,2743
150 Toimisto	4,69	3,47	16,2743
149 Wc	2,4	2,44	5,856
148 Wc	2,4	2,44	5,856

Yhteensä:

1. Kerros	1403,313
2. Kerros	1186,625

Kirjastonsiipi Kerrosala yht. 2589,938

LIITE 4

TILALUETTELO		SAMK, Tekniikan Porin yksikkö		
Rakennus	Kirjastonrakennus	Tekniikantie 2, 28600 Pori		
Osoite				
Tila		Mitat		
#	Kuvaus	a	b	A
201	IV-Konehuone	17,2	5,5	94,6
202	Tarkkaamo	4,54	1,47	6,6738
203	Luentosali	14,52	7,2	104,544
204	Luentosali	9,6	5,4	51,84
205	Oleskelutila	9,04	12,67	114,5368
207	Luentosali	12,14	7,2	87,408
209	Atk-Sali	7,08	7,2	50,976
210	Atk-sali	7,09	7,2	51,048
211	Atk-sali	9,49	7,2	68,328
	Luokka	4,69	5,58	26,1702
213	Atk-sali	7,1	5,62	39,902
214	Sähkökaappi	0,7	1,47	1,029
215	Siivouskomero	1,39	1,47	2,0433
216	Wc	1,19	1,47	1,7493
218	Atk-sali	9,54	7,2	68,688
219	Porrashuone	2,19	5,18	11,3442
230	Varasto	2,19	2,3	5,037
220	Neuvotteluhuone	4,92	9,56	47,0352
211	Keittiö	4,81	3,05	14,6705
234	Toimisto	9,49	3,5	33,215
233	Toimisto	4,69	3,5	16,415
232	Toimisto	4,69	3,5	16,415
212	Toimisto	4,69	3,5	16,415
2122	Toimisto	4,69	3,5	16,415
229	Toimisto	4,69	3,5	16,415
338	Toimisto	4,69	3,5	16,415
227	Toimisto	4,69	3,5	16,415
226	Toimisto	4,69	3,5	16,415
225	Toimisto	4,69	3,5	16,415
224	Toimisto	4,69	3,5	16,415
223	Wc	2,4	2,44	5,856
222	Wc	2,4	2,44	5,856
	Käytävä	17,66	1,8	31,788
		8,5	3,34	28,39
		31,06	1,8	55,908
		4,96	2,79	13,8384
	Yhteensä:			
	2. Kerros			1186,625

Door Quantities			
Assembly Code	Assembly Description	Count	Door Description
		18	1315_VÄLIOVI Puu, umpi
		32	1315_VÄLIOVI Puu, umpi
		3	1315_VÄLIOVI Puu, umpi
		33	1315_VÄLIOVI Puu, umpi
B2030100	Glazed Doors & Entrances	1	1315_VÄLIOVI Lasiaukko
B2030100	Glazed Doors & Entrances	2	1315_VÄLIOVI Pariovi kaksi lasiaukkoa
B2030100	Glazed Doors & Entrances	1	1315_VÄLIOVI Pariovi kaksi lasiaukkoa
		3	1315_VÄLIOVI Umpipariovi
		8	1315_VÄLIOVI Puu, umpi
		2	1315_VÄLIOVI Umpipariovi
		14	1315_VÄLIOVI Puu, umpi
C1020	Interior Doors	2	1243_ULKOOVI Puuovi, umpi
B2030100	Glazed Doors & Entrances	2	1243_ULKOOVI Pariovi kaksi lasiaukkoa
B2030100	Glazed Doors & Entrances	3	1243_ULKOOVI Iso lasiaukolla
B2030100	Glazed Doors & Entrances	1	1243_ULKOOVI Lasiaukko
		1	1243_ULKOOVI Pariovi lasiaukko
		2	1243_ULKOOVI Pariovi lasiaukko
Grand total			

LIITE 6

Roof Assembly	Area
AR1261_VK-RAKENNE Huopakatto, rakenne 125mm	4 m ²
AR1261_VK-RAKENNE Huopakatto, rakenne 125mm	2 m ²
AR1261_VK-RAKENNE Huopakatto, rakenne 125mm	435 m ²
AR1261_VK-RAKENNE Huopakatto, rakenne 125mm	1333 m ²
	1774 m ²
	1774 m ²