

# VERTEX BD -SUUNNITTE- LUOHJE JA DETALJIKIRJAS- TON PÄIVITYS ULKO- JA SISÄSEINILLE

Parmaco Production Oy

TE -

Joonas Pietikäinen

KIJÄ/T:

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Joonas Pietikäinen			
Työn nimi Vertex BD- suunnitteluohje ja detaljikirjaston päivitys ulko- ja sisäseinille			
Päiväys	1.4.2019	Sivumäärä/Liitteet	31
Ohjaaja(t) Juha Lehtikanto, laboratorioinsinööri ja Viljo Kuusela, lehtori			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Parmaco Production Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia Vertex BD -tietomallinnusohje Parmacon uusien elementtisuunnittelijoiden koulutukseen ja nykyisten suunnittelijoiden toimintamallien yhtenäistämiseen. Lisäksi opinnäytetyöhön kuului Vertex BD -mallinnusohjelman detaljikirjaston päivitys vastaamaan Parmacon rakennuksien nykytilannetta. Tietomallinnusohje ja detaljien päivitys tehtiin ulko- ja sisäseinien osalta.</p> <p>Työn ensimmäisenä vaiheena oli detaljikirjaston päivitys. Näin saatiin kirjattua suunnitteluohjeeseen uudet korjatut detaljit, jotka vastaavat nykyhetkeä. Ensiksi täytyi suunnitella korjausohje seinien detaljien korjausta varten. Korjausehdotukset laitettiin Parmacon Vertex -pääkäyttäjälle, joka teki muutokset ohjelmiston detaljikirjastoon. Tämän jälkeen testattiin detaljien toimivuudet ohjelmistossa ja niiden pohjalta alettiin työstämään suunnitteluohjetta. Ohjeeseen kuului seinäelementtien suunnittelu- ja tietomallinnusprosessi kokonaisuudessaan. Lisäksi tarkasteltiin tilaelementtejä, Vertexiä ja vaihtoehtoista suunnittelutapaa tilaelementtirakentamiselle lähdemateriaalin pohjalta.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin tietomallinnusohje päivitetyillä toiminnoilla palvelemaan yrityksen tarpeita. Suunnitteluohjeen tarkoituksena on tehostaa yrityksen elementtisuunnittelun vaihetta ja vähentää tuotantoon meneviä virheitä, kun varsinkin nyt yrityksen liikevaihto on ollut jatkuvassa kasvussa ja näin suunnitteluaiakatauluja on täytynyt osittain supistaa. Ohjeen tarkastivat Parmacon suunnittelijat, sekä Vertex Systemsin yhteyshenkilö.</p>			
Avainsanat suunnitteluohje, Vertex, seinäelementti			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Joonas Pietikäinen			
Title of Thesis Composing Vertex BD Design Modeling Guide and Update of the Detail Library for Inner and Outer Walls			
Date	1 April 2019	Pages/Appendices	31
Supervisor(s) Mr Juha Lehtikanto, laboratory engineer and Mr Viljo Kuusela, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Parmaco Production Oy			
<p><b>Abstract</b></p> <p>The goal of this thesis was to compose a Vertex BD modeling guide for Parmaco Production Oy for the training of new element designers and to standardize the current designers' operating models. The thesis also included an update of their Vertex BD detail library to meet the current situation of Parmaco's buildings. The modeling guide and update of the detail library was made for inner and outer walls.</p> <p>The first step was to update the detail library. That is how the new fixed details were documented in the design guide to meet the present situation. First, a fixing guide for the correction of the walls' details had to be created. The correction suggestions were sent to the main user of Vertex at Parmaco who made the modification into the software's detail library. Then, the functionality of the details was tested in the software and based on that the working of the design guide started. The guide included the designing and modeling process of the wall elements in its entirety. Prefabricated box units, Vertex and alternative designing styles for prefabricated box units were also examined based on the source material.</p> <p>The result of thesis was a modeling guide with updated functions to serve the company's business needs. The purpose of the design guide was to increase the company's performance of element designing and decrease mistakes in production. Especially now that the company's sales are constantly growing the designing schedules have been partially curtailed. The guide was checked by Parmaco's designers and a contact person from Vertex Systems.</p>			
Keywords design guide, Vertex, wall element			

## ESIPUHE

Kiitän Parmaco Production Oy:tä, yhtiön suunnittelupäällikköä Antti Soinista opinnäytetyön aiheesta ja hänen panostuksestaan työn toteutuksesta, Parmacon Vertex pääkäyttäjää Markku Kinnusta opinnäytetyön ensimmäisen vaiheen yhteistyöstä, sekä laboratorioinsinööri Juha Lehtikantoa työni ohjauksesta.

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
1.1	Työn tausta ja tavoitteet.....	6
1.2	Työn tilaaja Parmaco Production Oy.....	7
1.3	Määritelmät .....	8
2	VERTEX.....	9
2.1	Vertex Systems Oy .....	9
2.2	Vertex BD.....	10
2.2.1	Soveltuvuus .....	10
2.2.2	Edut rakennesuunnittelussa.....	10
2.2.3	Automatiikka, sekä muut ominaisuudet.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4	3-D mallin tuottaminen seinien elementointia varten.....	11
3	TILAELEMENTIT .....	14
3.1	Tilaelementtijärjestelmä.....	14
3.2	Vaihtoehtoisia tapoja tilaelementtisuunnitteluun, kun vertailun kohteena on Vertex BD .....	16
3.2.1	CADS house .....	16
3.2.1.1	Yleistä.....	16
3.2.1.2	Elementtisuunnittelun ominaisuudet.....	17
3.2.1.3	Poikkeavuus.....	18
3.2.2	ArchiFrame .....	18
3.2.2.1	ArchiCAD ja ArchiFrame.....	18
3.2.2.2	ArchiFrame tilaelementtirakentamisessa.....	19
3.2.2.3	ArchiFrame ja Vertex BD.....	20
4	DETALJIKIRJASTON PÄIVITYS.....	21
4.1	Ohjeen tarpeiden lähtökohdat .....	21
4.2	Vertexin detaljikirjasto .....	22
4.3	Detaljikirjaston päivitys.....	22
5	SUUNNITTELUOHJEEN KIRJOITTAMINEN .....	25
5.1	Palautteen ja kommenttien kerääminen ohjeesta .....	28
6	POHDINTA JA YHTEENVETO .....	29
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	30

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta ja tavoitteet

3D- mallintamista käytetään rakentamisessa rakennesuunnittelun tukena koko ajan enemmän, jolloin merkitys sen osana korostuu. Mallinnusohjelmia päivitetään ja kehitetään, jotta suunnittelussa siitä saadaan kaikki hyöty irti. Näin myös eri mallinnusohjelmat pysyvät keskenään kilpailukykyisiä.

Opinnäytetyön tarkoitus on päivittää Parmaco:n käyttämän Vertex BD (Building Design)- ohjelmiston ulko- ja sisäseinien liitosdetaljikirjasto vastaamaan Parmacon rakennusten nykytilannetta, jonka jälkeen laaditaan suunnitteluopas seinäelementtien tietomallintamiselle Parmacon tarpeiden mukaisesti, jossa käydään läpi koko seinäelementtisuunnittelun prosessi. Ohje laaditaan uusien elementtisuunnittelijoiden koulutukseen, sekä nykyisten suunnittelijoiden toimintamallien yhtenäistämiseen. Nykyisten suunnittelijoiden kesken toimintatavat saattavat joissain asioissa poiketa, jolloin tämä epäkohta voitaisiin eliminoida yhtenäisellä suunnitteluohjeella. Työ on toimeksiantajalle hyödyllinen, koska Vertex BD on keskeisin työkalu Parmacon elementtisuunnittelussa ja elementtikuvien tuottaminen tapahtuu suoraan kolmiulotteisesta mallista. Yhtiöllä ei ole olemassa vielä valmista suunnitteluopasta, joka toimisi ohjeena Vertexillä mallintaessa. Parmacon tuotteet elävät myös jatkuvaa kehityskautta, jolloin elementtisuunnitteluun tulee muutoksia. Silloin nykytilannetta vastaava ohje helpottaa ja selkeyttää tekijöitä tekemään nykytilannetta vastaavaa suunnittelutapaa mukailien. Ohjetta tullaan päivittämään tulevaisuudessa aina sen mukaan, kun jokin muutos tapahtuu elementtisuunnitteluun liittyen. Silloin se pysyy jatkuvasti ajan tasalla.

Vertexistä löytyy detaljikirjasto malliin tehtäviä erilaisia liitoksia varten, jotta niiden tekeminen on yksinkertaista. Mallinnusta hidastaa kuitenkin ohjelmassa olevien reunadetaljien ja rakennetyyppien vanhentuneet mallit, koska ne eivät vastaa tällä hetkellä sitä, mitä ne Parmacon rakennuksissa oikeasti ovat. Siksi monissa kohdin ohjelma mallintaa rakenteen väärin ja sen jälkeen se pitää käsin korjata 3D- mallissa oikeaksi. Tämä turha työ toistuu projektista toiseen, vie aikaa ja menee myös joskus virheinä valmiiseen rakennukseen asti. Näiden detaljien ja tyyppien päivittäminen on siis tärkeää, jotta suunnitteluvaihetta saadaan tehokkaammaksi ja suunnitteluvirheet minimoitua. Detaljikirjaston muokkaus tapahtuu yhdessä Parmacon Vertex- pääkäyttäjän kanssa. Kaikki Vertexiin korjatut muutokset kirjataan mallinnusohjeeseen.

Aloitin tuotesuunnittelijana Parmacolla tammikuussa 2019 ja teen pääsääntöisesti elementtisuunnittelua Vertexillä, jolloin opinnäytetyö palvelee hyvin työkuvaani. Suunnitteluohjeella on viime aikoina ollut runsaasti kysyntää yrityksen ja sen lisääntyvien alihankkijoiden puolesta. Suunnitteluohjeen on myös tarkoitus olla opetusmateriaalina tulevaisuudessa uusissa alihankkijoille järjestetyissä koulutustilaisuuksissa.

## 1.2 Työn tilaaja Parmaco Production Oy

Lainaamme käyttöönne tarpeisiinne suunnittelun päiväkodin, koulun, hoivakodin tai toimistotilanjuurin sellaiseksi ajaksi, kuin tarvitsette. (Parmaco.fi a. )

Parmacon palvelumallina on rakennuksen lainauskonsepti, joka mahdollistaa oikean ja laadukkaan rakennuksen lainaamisen asiakkaan tarvitsemaksi ajaksi. Parmacon asiantuntijat suunnittelevat asiakkaan omia tarpeita vastaavan tilan ja valmistavat, sekä pystyttävät sen asiakkaan osoittamalle paikalle. Rakennus luovutetaan asiakkaalle käyttövalmiina ja Parmaco huolehtii rakennuksen käytettävyydestä koko laina- ajan. Laina- ajalta maksetaan vuokraa, mikä on ennalta sovittu. Kun laina-aika päättyy, vie Parmaco rakennuksen pois, jos laina- aikaa ei jatketa. (Parmaco.fi b. )

Parmaco valmistaa viipalemaisista tilaelementeistä koostuvia rakennuksia. Pääsääntöisenä rakennusaineena toimii puu. Nämä rakennukset ovat yleensä vakioituja kouluja, päiväkoteja, hoivakoteja, sekä toimisto- ja työmaatiloja. Parmacon rakennuksien etuna on niiden nopea toimitusaika heti sen jälkeen, kun tilaaja on kirjoittanut sopimuksen vuokrattavasta kohteesta. Aika allekirjoituksesta aina kohteen luovuttamiseen on yleensä reilusti alle puoli vuotta. Tähän aikaan kuuluu kohteen suunnittelu, rakennusaika, kuljetus ja asennus. Rakentamisen laatu on korkeatasoista, koska rakennukset valmistetaan kuivissa sisätiloissa tarkan valvonnan alaisuudessa mahdollisimman valmiiksi, jolloin työtä poistetaan merkittävästi työmaavaiheesta. Talotehtaita Parmacolla Suomessa on kaksi, Leppävirralla ja Pyhäjoella. Lisäksi yksi tehdas sijaitsee Virossa.

Tällaisessa rakentamisessa vastuu kohteesta siirtyy tavallista enemmän tilan vuokraajalle, koska vuokraaja omistaa rakennuksen ja sen ylläpitämiseen ei liity riskejä tilaajan kannalta. Tilaelementtirakentaminen mahdollistaa rakennuksen helpon muunneltavuuden jälkeenpäin, jolloin kohdetta pystytään joko laajentamaan tai supistamaan sen mukaan, miten vuokraaja neliöitä tarvitsee. Se mahdollistaa myös rakennuksen uudelleenkäytön vuokra- ajan jälkeen, jolloin rakennus voidaan siirtää uuteen kohteeseen, mikä on kestävä kehityksenkin kannalta järkevä valinta.

(Parmaco.fi c. )



Parmaco logo (Parmaco.fi a. )

### 1.3 Määritelmät

Tilaelementti = Itsenäinen rakennuksen osa, joko seinä, lattia tai katto.

Tietomallinnusohje = Ohje, joka toimii 3D -suunnittelun tukena ja oppaana.

Detaljikirjasto = 3D -ohjelmistossa oleva kirjasto, jonka avulla 3D -mallin rakenteita pystyy muokkaamaan vaivattomasti.

Viipale = itsenäinen tilakokonaisuus, jollaisista kootaan erilaisia kokonaisuuksia, eli tilaelementtirakennuksia.

Vertex BD = Vertex Building Design on tietomallipohjainen rakennusten suunnitteluohjelmisto.

## 2 VERTEX

### 2.1 Vertex Systems Oy

Vertex Systems on maailmanlaajuisesti arvostettu ja tunnettu suunnittelun, sekä tiedonhallinnan ohjelmistoratkaisujen toimittaja teollisuudelle jo 40 vuoden kokemuksella. Vertex auttaa teollisesti toimivia yrityksiä ja niiden suunnittelukumppaneita parantamaan tehokkuuttaan ja tuotettavuuttaan, sekä kehittämään kilpailuetuaan toimialan parhaalle tasolle. Tämä toteutetaan tehostamalla oleellisesti suunnittelua ja suunnitteluprosessia, sekä tuomalla uuden ja olemassa olevan tiedon oikeaan aikaan sinne, missä sitä milloinkin tarvitaan. Vertexillä on 18 000 käyttäjää 37 eri maassa. Asiakkaita ovat metalliteollisuuden kone- ja laitevalmistajat, teolliset talorakentajat, laitostoimittajat, kalusteiden valmistajat, prosessiteollisuus, sekä näitä palvelevat suunnittelutoimistot. (vertex.fi a. )

Kuva 1. Vertexin eri toimialojen ohjelmistot (vertex.fi b. )

## Vertex-ohjelmistot

Nopeutta suunnitteluun ja tehokkuutta tuotetiedon käyttöön

 Mekaniikkasuunnittelu <a href="#">Lue lisää</a>	 Laitossuunnittelu <a href="#">Lue lisää</a>	 Sähkö- ja automaatio suunnittelu <a href="#">Lue lisää</a>
 Tuotetiedon hallinta <a href="#">Lue lisää</a>	 PI-kaaviosuunnittelu <a href="#">Lue lisää</a>	 Hydraulikaaviosuunnittelu <a href="#">Lue lisää</a>
 Rakennussuunnittelu <a href="#">Lue lisää</a>	 Rakentamisen tiedonhallinta <a href="#">Lue lisää</a>	 Keittösuunnittelu <a href="#">Lue lisää</a>
		 Kalustesuunnittelu <a href="#">Lue lisää</a>

## 2.2 Vertex BD

### 2.2.1 Soveltuvuus

Vertex BD on tietomallipohjainen (BIM) rakennusten suunnitteluohjelmisto. BD -malli soveltuu erityisesti rankarakenteisten pienten ja keskisuurten asuintalojen, sekä julkisten rakennusten rakennus- ja rakennesuunnitteluun. Mallintamalla tehty suunnittelu havainnollistaa ja täten nopeuttaa suunnittelua, sekä vähentää rakennusvirheitä. Vertex BD -mallista saadaan tuotettua automaattiset piirustukset, luettelot ja tuotantokoneiden ohjaustieto koko prosessille luonnostelusta aina rakennusten tuotantoon ja pystytykseen. Vertex BD soveltuu talotehtaille, rakennusliikkeille, arkkitehtitoimistoille, insinööritoimistoille, materiaalityöntekijöille, sekä teknillisille kouluille ja yliopistoille.

(kb.vertex.fi)

### 2.2.2 Edut rakennesuunnittelussa

Vertex BD:llä luodaan 3D- pohjainen tietomalli, joka sisältää kaiken tiedon taloon liittyen. Tietomallin pohjalta saadaan luotua kuvia, jolloin tuottamisprosessi voidaan automatisoida. Tämä vähentää virheitä ja tuottaminen tehostuu, kun verrataan perinteiseen rakennesuunnittelussa käytettävään 2D viivanpiirtoon eli CAD- piirtämiseen, josta syntyy luettava piirustus. Vertexissä mallia ei suunnitella viivojen perusteella, vaan muutokset tehdään suoraan tietomalliin. Näin muutokset siirtyvät samanaikaisesti jokaiseen mallista tuotettuun dokumenttiin. Tietomallin eri rakenneosat voidaan liittää toisiinsa automaattisilla liitosehdoilla, jolloin mallin muokkaaminen helpottuu. Esimerkkinä kattokaltevuuden muutos ohjelmassa ei aiheuta toimenpiteitä seinien osalta, koska seinän ylälaita seuraa automaattisten ehtomääräysten mukaisesti katon geometriaa. Katon parametrien muutoksien jälkeen kuva voidaan tuottaa automaattisesti. Tietomalliin pystyy tuomaan referenssitietoa muista järjestelmistä (esim. IFC- malli), jolloin vaikkapa putkiston, sekä talon rakenteiden suunnittelu onnistuu samalla alustalla. Rakenneosien yhteensopivuus voidaan todeta virtuaalisessa tietomallissa, jolloin suunnitteluvirheiden määrää pienennetään. (kb.vertex.fi)

Valmiista mallista voidaan tuottaa:

- julkisivukuvat
- leikkauskuvat
- pohjakuvat arkkitehti- ja rakennesuunniteluasetuksin
- rakenneosien tuotantokuvat
- materiaalityöntekijöiden listaukset
- rakenteiden valmistukseen tarvittava NC- tieto
- valokuvamaiset visualisoinnit. (kb.vertex.fi)

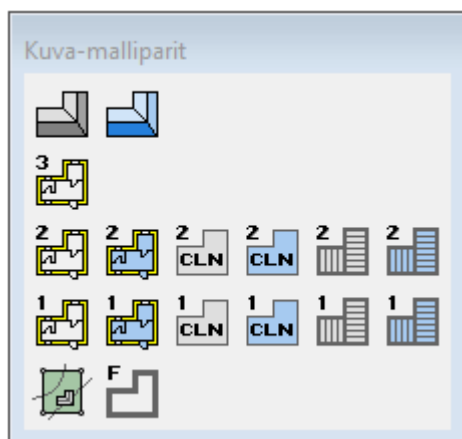
### 2.2.3 Automatiikka, sekä muut ominaisuudet

Vertex BD on suunniteltu teolliseen käyttöön, jolloin itse ohjelmiston tehokkuus voidaan hyödyntää kokonaan. Ohjelmistossa on pitkälle kehittyneet rakenteiden määrittäjäkalut, jolloin rakennusten eri rakenneosat saadaan luotua automaattisääntöjen pohjalta. Automatiikalla saadaan tuotettua noin 95% koko talon rakenteista. Loput 5 % rakenteista suunnittelija joutuu muokkaamaan automatiikalla luotua rakennetta vastaamaan todellista tilannetta. Jos kyseessä on vakioitu, yksinkertainen rakenne, kuten esimerkiksi hallirakennus, voi automaatioaste nousta 100%:n. Tyypillisimmät muutokset johtuu poikkeavista rakenneratkaisuista, joiden suunnittelu ei onnistu automatiikan avulla. Tällainen automatiikalla toteutettu rakenne on täysin muokattavissa. Rakenteiden luominen voidaan toteuttaa myös osa osalta ilman automatiikkaa. Kun rakenteet on mallinnettu, saadaan ohjelmasta automaattisesti tuotetut tuotantokuvat, katkaisulista, sekä tuotantokoneiden ohjaustieto. Tietomallipohjaisen järjestelmän suurena etuna on muutostenhallinta, mikä tarkoittaa sitä, että jos arkkitehtimalliin tulee muutoksia, pystyy sen helposti tarkastamaan saman rakennuksen rakenne-suunnittelumallissa. Vertex BD:n ohjelmaympäristö ja automatiikka on täysin muokattavissa, jolloin ohjelman käyttäjä pystyy tallentamaan järjestelmään omia rakenneratkaisuja ja käyttää näitä oletuksena suunnittelussa. (kb.vertex.fi)

Tässä opinnäytetöissä käytettiin ensimmäisessä vaiheessa juurikin automatiikan muokkausta, kun seinien detaljikirjastoa päivitettiin vastaamaan Parmacon nykyrakennusten tilaa.

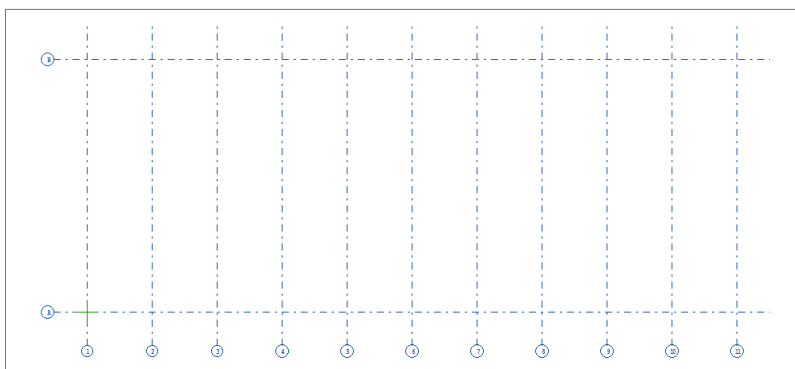
### 2.2.4 3-D mallin tuottaminen seinien elementointia varten

Koska Vertex BD:ssä pystytään tekemään niin arkkitehti-, kuin rakennesuunnittelua omissa kuvamallipareissaan, hyödynnetään näitä molempia ominaisuuksia elementtien suunnittelussa.

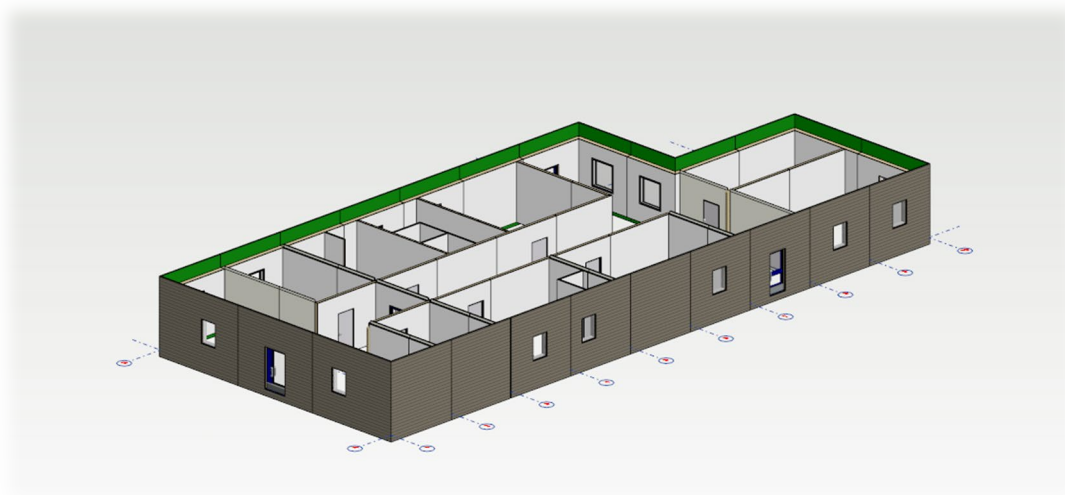


Kuva 2. Vertexin kuva- mallipari valikko, jossa päästään rakenteittain eri näkymiin. Sininen on rakenne- ja valkea arkkitehtipuolen malli (Pietikäinen 29-3-2019)

3-D mallin luominen elementtisuunnittelussa alkaa aina arkkitehdin tekemän rakennuksen pohjaku-  
van perusteella. Pohjakuva tuodaan malliin käyttäen mallissa olevaa origoa, jonka nurkasta lähtevä  
moduuliverkosto on tehty valmiiksi pohjakuvan mittojen ja tulevien viipaleiden mukaisesti. Pohja-  
kuva tuodaan Vertexin 2-D näkymään. Rakennuksen tilojen mallinnus tapahtuu Vertexin arkkitehti-  
malli- puolella, joka on ns. karkea esitys rakennuksesta, jossa ei ole vielä tarkkoja detaljeja ja raken-  
teita vaan kohteen tilavaraukset ja runko. Tilavaraukset tehdään 2-D näkymässä ja voidaan tämän  
jälkeen muokata tarvittaessa helposti 3-D näkymässä. Tässä vaiheessa myös ikkunat ja ovet laite-  
taan paikoilleen.

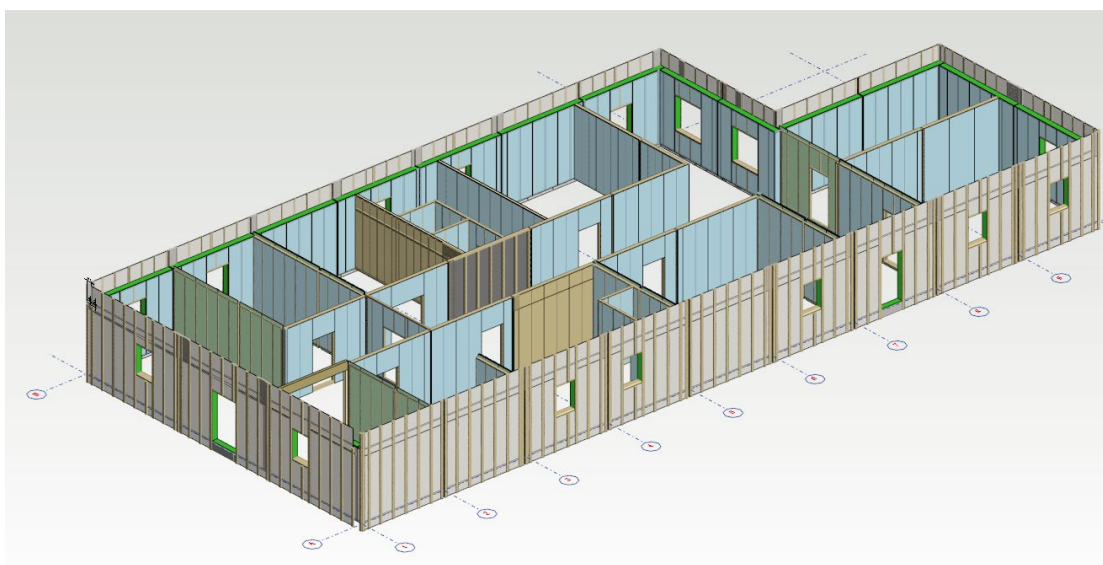


Kuva 3. Moduuliverkko, jonka mukaan arkkitehdin pohjakuva asetetaan paikoilleen. Origo tulee mo-  
duliverkon oikeaan alareunaan (Pietikäinen 29-3-2019)



Kuva 4. Arkkitehtipuolella tehty tilavaraus (Pietikäinen 29-3-2019)

Kun tilavaraukset ja siihen liittyvät toimenpiteet on tehty, malli paloitellaan moduulisaumojen mukaan viipaleiksi ja viipaleet taas jaotellaan elementeiksi. Tämän työvaiheen jälkeen siirrytään Vertexin rakennepuolelle, jossa rakenteita aletaan muokkamaan automatiikan avulla. Kun automatiikka ei enää kykene hyödyntämään, lisätään elementteihin osat, jolloin elementit saavat oikean muotonsa rakenneosien tullessa näkyviin. Tällöin elementtien tarkempaa muokkausta, johon automatiikalla ei päästä, tehdään käsin. Tässä vaiheessa huomioidaan, miten muun muassa kohteen rakennesuunnittelu, Lvi- suunnittelu ja kalustaminen vaikuttaa elementtien rakenteisiin, sekä varusteluun. Kun elementit ovat mallissa valmiit, tehdään elementtikuvat ja sahauslistat tuotantoon.



Kuva 5. Kuvan 4. esitetyn tilavarauksen näkymä rakennepuolella, kun seinäelementteihin on lisätty rakenneosien näkyvyys (Pietikäinen 29-3-2019)

### 3 TILAELEMENTIT

#### 3.1 Tilaelementtijärjestelmä

Tilaelementtijärjestelmä on yksi monista puurakentamisessa käytettävistä elementtijärjestelmistä. Tilaelementtijärjestelmässä rakennus kootaan tehtaalla valmiiksi erillisistä kootuista tilayksiköistä. Tilaelementti koostuu normaalisti kantavasta rungosta sekä rajaavista pinnoista, joita ovat valmiit seinät, lattia ja katto. Kantavat rakenteet pystytään toteuttamaan monella eri tavalla, kuten esimerkiksi pilari-palkkitekniikalla, kehärakenteella tai laattamaisilla suurelementeillä. Tilaelementtitekniikan kaksoisrakenteen vuoksi saavutetaan rakennuksiin erinomainen ääneneristävyys. Elementit valmistetaan kokonaisuudessaan tehdasolosuhteissa, säältä suojassa. Elementteihin asennetaan ikkunat, LVIS- varusteet ja kalusteet. Enimmäismitat tilaelementeissä ovat tyypillisesti 12 x 4,2 x 3,2 metriä. (puuinfo.fi)



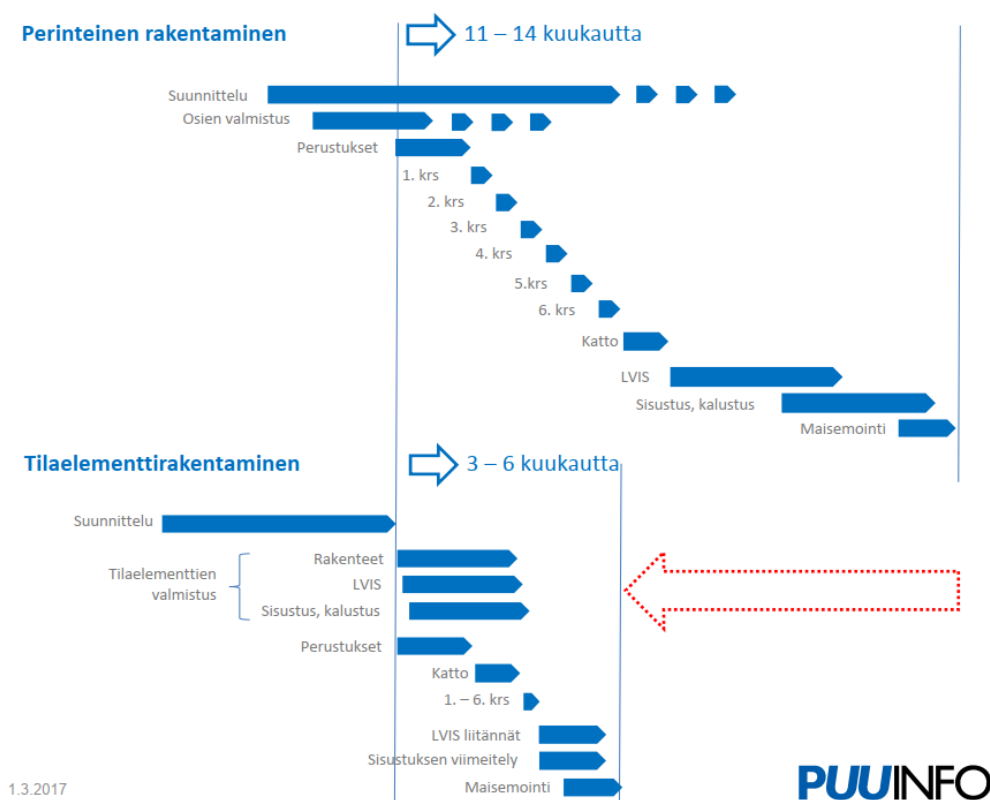
Kuva 6. Tilaelementin nostoa työmaalla (puuinfo.fi)

Tilaelementtijärjestelmä mahdollistaa ympärivuotisen rakentamisen. Näin ollen elementtiperustuksia käytettäessä ei tilaelementtirakenteiden pystytys ole riippuvainen ulkoilman lämpötilasta, koska pystyttäminen on hyvinkin nopeaa. Esimerkiksi 3-4 viipaleesta koostuva pientalon pystytys valmiille perustuksille kestää 2-3 työmiehen työryhmältä alle päivän (Siikanen, 2016, ss. 330-331)

Järjestelmän suurin epäkohta on tilaelementtien kuljetuksen hankaluus, sekä niiden kalliit kustannukset. Tilaelementtien maksimikoko määräytyy lähinnä kuljetusmahdollisuuksien mukaan. Normaalikuljetuksessa enimmäisleveys viipaleessa saa olla 2500 mm ja erikoiskuljetuksissa 3500 mm. Elementtien pituus määräytyy yleisesti rakennuksen runkosyvyyden mukaan. Pituus on yleisimmin 7 ja 10 metrin välillä. Maantiekuljetuksissa elementtien korkeus kuormattuna saa olla enintään 4 metriä, joka kattaa ajoneuvon ja elementin yhteyskorkeuden. Tämän takia elementit ovat yleensä yhden kerroksen korkuisia. (Siikanen, 2016, s. 331)

Tilaelementtikohteen rakennuspaikalle jää tehtäväksi maatyöt viemärointeen ja muine johdotukseen, perustukset, elementtien asennus perustalle ja näiden liittäminen toisiinsa, elementtien väliset sähkö- ja putkiliitokset, kunnallistekniset liitokset sekä vesikatto. (Siikanen, 2016, s. 331)

Käyttöalueeksi tilaelementtijärjestelmälle tulee yksikerroksiset asuinpientalot, työmaa-asuntola ja -toimistot, tilapäiskoulut yms. (Siikanen, 2016, s. 331)



Kuva 7. Perinteisen -ja tilaelementtirakentamisen aikataulullinen vertailu suunnittelusta maisemointiin. (Elementtien asennustyö, 2017)

### 3.2 Vaihtoehtoisia tapoja tilaelementtisuunnitteluun, kun vertailun kohteena on Vertex BD

Tässä osiossa oli tarkoitus selvittää, mitä muita mahdollisia suunnittelutapoja vastaavanlaiselle tilaelementtirakentamiselle löytyy Vertex BD:n lisäksi. Elementtisuunnittelun vaihe tilaelementtirakentamisessa tehdään nykypäivänä kaikkialla lähes poikkeuksetta 3D- mallinnusta hyödyntäen sen nopeuden ja lukemattomien muiden etujen takia. Pelkästään perinteistä 2D- viivanpiirtoa elementtisuunnittelussa tuskin missään enää käytetään, jolloin se ei ole edes nykypäivänä kilpailukykyinen vertailun kohde. Siksi vaihtoehtoiset suunnittelutavat nykypäivänä ovat mielestäni keskenään eri 3D- tietomallinnusohjelmien välillä. Jokaisesta mallinnusohjelmasta löytyy omat ominaisuutensa, joka sitten tekee juurikin eroavaisuutta samanlaista suunnittelua tehtäessä.

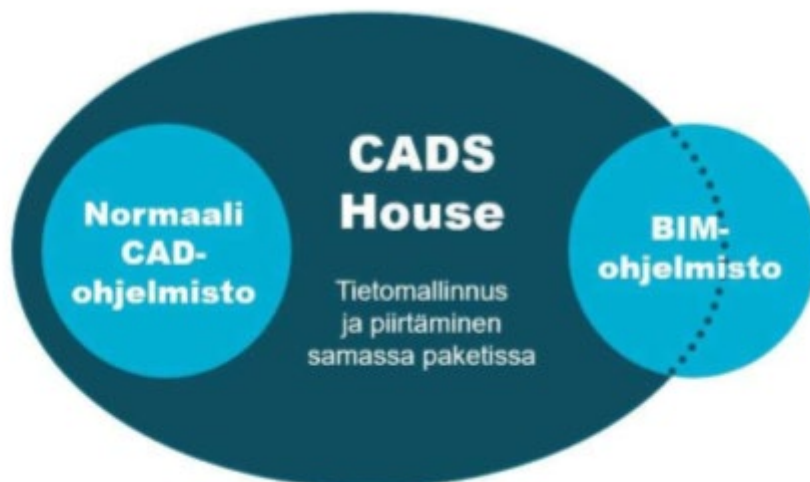
Vaihtoehtoisia suunnittelutapoja tutkiessa törmäsin kahteen tietomallinnusohjelmaan, joista toinen perustui viivanpiirtoon. Nämä ohjelmat ovat käyttöliittymiltään samankaltaisia ja näin ollen markkinoilla kilpailevia yrityksiä Vertex Systemsin kanssa. Tutkin niiden ominaisuuksia sekä miten näillä ohjelmilla suunnittelu poikkeaa Vertexistä.

#### 3.2.1 CADS house

##### 3.2.1.1 Yleistä

CADS House on arkkitehti- ja rakennesuunnittelun tietomallintava työkalu. Sillä pystytään tekemään aina lupakuvista energialaskelmiin ja rakennesuunnittelusta elementtisuunnitteluun. CADS Housella on kyky tuottaa IFC-malleja, joka takaa yhteensopivuuden muiden tietomallinnusohjelmien kanssa. CADS Housessa yhdistyy piirustusten tuottaminen ja tietomallintaminen. CADS on suomalaisten suunnittelema ohjelmisto. (cads.fi a. )

Markkinoiden ainoana CAD- ohjelmistona CADS House tekee samalla myös tietomallinnuksen (BIM) automaattisesti samalla, kun käytetään viivanpiirtoa. (cads.fi b. )



Kuva 8. Miten CADS House sijoittuu suunnittelun ja tietomallintamisen välille. (Leppänen, 2017)

### 3.2.1.2 Elementtisuunnittelun ominaisuudet

CADS House tuo puuelementtisuunnitelmien tuottamiseen erilaisia ominaisuuksia. Ohjelmasta saa valmistukseen tarvittavat kaaviot, katkaisuluettelot ja elementtien tietomallit mallintamalla elementit rakenteen pohjakuvaan tai syöttämällä tarvittavat lähtötiedot käyttöliittymään. Tarvittaessa elementtien suunnittelu voi tehdä ilman automatiikkaa. Käytettävissä ovat monipuoliset tarviketoiminnallisuudet sekä laajat symboliikkakirjastot. Ohjelmassa on myös perinteiset CAD- työkalut, jolloin erikoisdetaljien teko onnistuu ohjelmistolla. (cads.fi c. )

### 3.2.1.3 Poikkeavuus

Vertex ja CADS sisältävät samoja toimintoja, jotka ovat oleellisia elementtien tuotannon kannalta. Tähän kuuluu esimerkiksi katkaisuluettelot. CADS Housen pääpiirteisenä ominaisuutena on kuitenkin 2D- piirtämisestä syntyvä 3D- mallinnus, eli vaikka ohjelmisto perustuu viivanpiirtoon, se silti kykenee siihen perustuen tuottamaan tarvittavaa dataa sekä 3D- mallia. Tämä poikkeaa normaalista, koska suurimmalla osalla tietomallinnusohjelmista kuvat saadaan juurikin 3D- mallista. Tässä suunnittelutavassa on kiinnitettävä huomiota erityisesti piirtovaiheeseen, koska silloin 3D- malli muokkaantuu sen mukaan, miten piirretään. Tässä nähtäisiin 3D- mallin toimivan tarkastettavan osana, josta nähdään, onko piirto tehty oikein. Ohjelmaan kuuluu myös Vertexin tavoin automatiikan hyödyntäminen ja ilman automatiikkaa tehtävä tarkempi käsittely. Myös IFC- ominaisuus mahdollistaa sen, että malli soveltuu muihin tietomallinnusohjelmiin, jolloin sen jakaminen rakennusprojektin ympärillä on eri tahoille edullista. CADS olisi toimivuutensa, ominaisuuksien ja erilaisuutensa kannalta kokeilun arvoinen vaihtoehto, kun ajatellaan Parmacon kaltaista tilaelementtisuunnittelua.

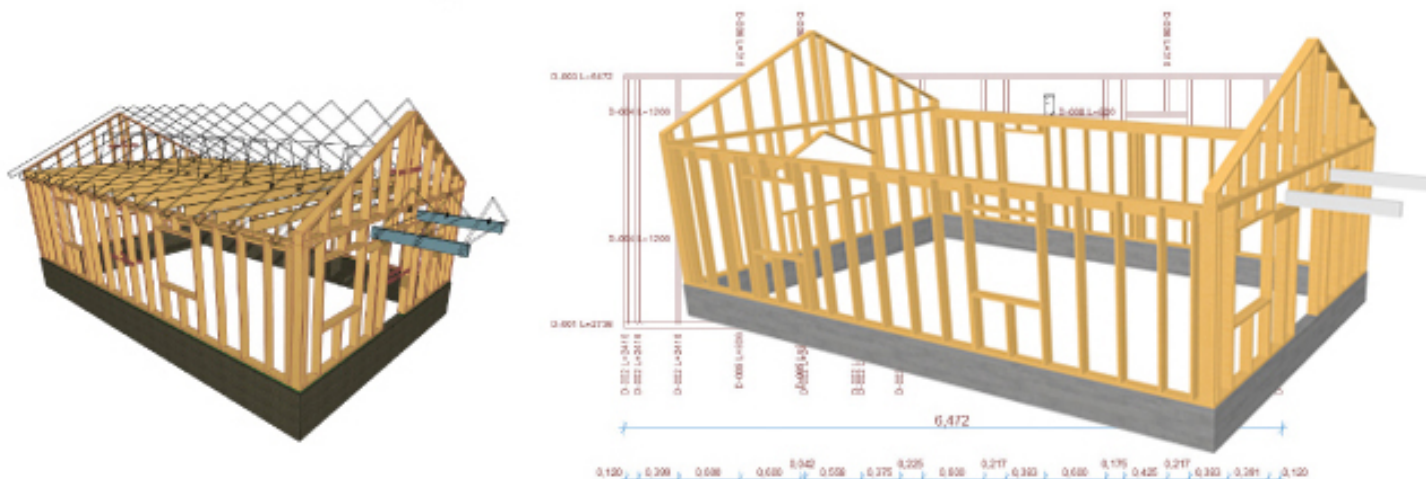
## 3.2.2 Archiframe

### 3.2.2.1 ArchiCAD ja Archiframe

ArchiCAD on arkkitehtisuunnittelijoille kehitetty 3D- mallintamisen työkalu, jolla on paljon erilaisia laajennusmahdollisuuksia ja joiden avulla sitä pystyy käyttämään rakennussuunnittelun monilla eri osa-alueilla. (mad.fi a. )

Archiframe on ArchiCADin lisäosa, joka soveltuu puu -ja teräsrakenteiden rakennesuunnitteluun, erityisesti puuelementeille. Archiframe tarjoaa työkaluja seinien, kehien, pilari- ja palkkirakenteiden, välipohjien ja kattojen suunnitteluun. Ohjelmassa arkkitehdin tekemästä mallista pystyy tekemään suoraan rakennemallin, jolloin 3D- mallia ei tarvitse tehdä alusta alkaen, mikä nopeuttaa huomattavasti suunnittelua ja vähentää virheitä. Arkkitehtimalli on kuitenkin pitänyt tehdä ArchiCADia käyttäen, jolloin sen pohja soveltuu Archiframeen. Archiframe soveltuu myös uudisrakentamisen suunnittelun lisäksi korjausrakennushankkeisiin. (archiframe.fi)

Archiframessa kaikki tieto on yhdessä ArchiCAD tiedostossa, joka sisältää 3D- mallin, tulosteet elementtikuvat ja määrälisäykset. Archiframen tuottaminen mittapiirustusten ja katkaisulistojen perusteella puuelementit voidaan valmistaa käsin tai erikseen hankittavan CNC- liittynän avulla myös automaattikoneilla. Ohjelmassa onnistuu myös perustusten mittakuvien tekeminen, joka toimii automaationa. Käyttäjien palautteen mukaan ArchiFrame on helppokäyttöinen. (mad.fi b. )



Kuva 9. ArchiFramella tuotetaan helposti kolmiulotteisen runkorakenteen ja 2D- elementtikuvat. (mad.fi b. )

### 3.2.2.2 ArchiFrame tilaelementtirakentamisessa

ArchiFramea käyttää suunnittelussaan ainakin yksi suomalainen tila- ja suurelementtiyrittäjä KW-Component Oy (mad.fi c. )

KW- component Oy on osa woodcomp- yhtiöitä. (kw-component.fi)

Woodcompin tuotteisiin kuuluu precut- ja puutuotteet, puuelementti ja valmisosat, sekä käyttövalmiit tilaelementtiratkaisut. Tilaelementtien tuotantoon kuuluu rivi- ja luhtitalot, asuntolat, sekä siirtokelpoiset tilaratkaisut, kuten koulut- ja hoivatilat. (woodcomp.fi)

### 3.2.2.3 ArchiFrame ja Vertex BD

ArchiFrame ja Vertex BD ovat molemmat soveltuvia juurikin puu- ja tilaelementtien suunnitteluun. Molemmista löytyy pitkälti samoja ominaisuuksia, joita elementtisuunnitteluun tarvitaan. Mallintaminen ArchiFramella tapahtuu perinteisesti 3D:nä, josta kuvat, katkaisulistat ja muut tulosteet saadaan tuotantoon, samoin kuin Vertexillä. Molemmissa ohjelmissa on mahdollisuus myös CNC- liitântään.

Archiframen yhtenä erilaisena ominaisuutena on juurikin arkkitehdin tekemän mallin hyödyntäminen rakennemallin pohjana. Tämä todellakin nopeuttaa rakennesuunnittelun vaihetta, jolloin tilat rakennemalliin saadaan valmiiksi ja yksi työvaihe rakennesuunnittelusta poistuu. Tämä myös vähentää mahdollisuuksia virheisiin toisin kuin se, että uusi malli tehtäisiin arkkitehtisuunnitelmien pohjalta rakennemalliksi. Vertexillä tehtäessä, rakennemalli tehdään aina arkkitehtisuunnitelmien pohjalta. Kuitenkin ArchiFramessa valmiiseen arkkitehtimalliin tarvitaan saman sarjan mallintamishjelmaa, jolloin arkkitehtisuunnittelu olisi tehtävä ArchiCADilla. Tämä onnistuisi siinä tapauksessa, jos yhtiöllä itsellään on arkkitehdit, jotka käyttäisivät ArchiCADia ja rakennesuunnittelijat, jotka taas käyttäisivät ArchiFramea. Jos arkkitehtisuunnittelu tulisi muualta ns. aihankintana niin hyvinkin varmasti arkkitehtisuunnittelussa tulee vastaan eri mallinnusohjelma, jolloin tällainen arkkitehtimallin hyödyntäminen ei toimisi. Tämän perusteella kyseisen edun hakeminen ei onnistu, kuin joissain tilanteissa. Toisaalta valmis arkkitehtimalli ei välttämättä aina ole paras mahdollinen vaihtoehto rakennepuolen kannalta, jos tiloissa joudutaan tekemään rakenneratkaisujen kannalta muutoksia suunnitteluvaiheessa. Kun lähtötietojen perustella tehdään arkkitehtimallia, voidaan mielestäni enemmän joustaa eri vaihtoehtojen kanssa ja koska malli on rakennesuunnittelijan tekemä, vastaa se kuitenkin alusta asti sitä, mitä tuotannosta saadaan ulos, vaikka ajallisesti se saattaisi hieman enemmän aikaa viedä. Tästä voidaan varmasti olla puolin ja toisin montaa mieltä.

Koska Archiframea käytetään yhdessä Parmacon kanssa kilpailevassa yrityksessä, kilpailee se myös Vertex BD:n kanssa. ArchiFramesta jäi kysymykseksi, miten suuri rooli on automatiikalla. Ohjelmassa on ilmeisesti mahdollisuus päästä todella tarkkoihin lopputuloksiin käsin tehtäessä, mutta automatiikan hyödyntämisen aste jää auki.

Ainakin ArchiCADin korostettuihin ominaisuuksiin kuuluu automatiikan hyödyntäminen piirtämisessä, josta saadaan muun muassa leikkaukset ja julkisivukuvat. (mad.fi a. )

## 4 DETALJIKIRJASTON PÄIVITYS

### 4.1 Ohjeen tarpeiden lähtökohdat

Uusien elementtisuunnittelijoiden koulutus suoritetaan 3-5 Päivän Vertex koulutuksella, joka pidetään Vertex Systemsin kouluttajan johdolla. Mukana tässä koulutustapahtumassa on yleensä Parmacon yhteyshenkilö mukana kertomassa Parmacon toimintatavoissa elementtisuunnittelussa, jotta saadaan kokonaiskuva elementtien suunnitteluprosessista. Koulutettavilla on heidän käyttämään Vertexiin valmiiksi laitettu Parmacon ympäristö, eli käyttöjärjestelmää on muokattu niin, että se vastaa Parmacon normeja. Näissä koulutustilaisuuksissa on tarkoitus päästä jyvälle, miten elementtisuunnittelun vaihe alusta loppuun tehdään, eli toisin sanoen koulutus on pintaraapaisu siitä, mitä työhön ryhtyessä tullaan tekemään.

Koulutuksissa ei ole aikaisemmin ollut opetusmateriaalia koulutuksen tukena, eikä koulutuksen jälkeen ole ollut valmista ohjetta, joka opastaisi elementoinnin vaihetta. Tällöin työn aloittaminen saattaa olla aluksi hidasta ja kysymyksiä ilmenee hyvinkin nopeasti, koska muistettavia asioita elementtisuunnittelun eri vaiheissa on huomattava määrä. Näin varsinkin tekemisen alussa virheiden määrä on suurempi ja saatetaan unohtaa asioita elementoinnin eri vaiheissa. Tällainen tilanne voi tulla juurikin uusia alihankkijoita käytettäessä, varsinkin kun oppinut Parmacon elementtisuunnittelija ei jatkuvasti ole tavoitettavissa.

Tietomallinnusohjeella elementtisuunnittelua varten on ollut kysyntää Parmacon omien suunnittelijoiden kesken, koska rakentaminen ja elementtien suunnittelu elää jatkuvaa kehityskautta ja näin ne olisi hyvä olla ajan tasalla ylhäällä kirjattuna. Myös suunnittelijoiden kesken on jonkin verran eroavaisuuksia suunnittelutavoissa, jonka takia eri asiat tehdään eri tavalla, jolloin osa tavoista saattavat olla hitaampia ja tehottomampia kuin toiset.

Suunnitteluohjeella edellämainittuja hidasteita suunnitteluun liittyen pystytään poistamaan. Kun koulutustapahtumassa koulutettavalla on ohje oppimisen tukena ja koulutuksen jälkeen suunnittelun tukena, pystyy henkilö paremmin sisäistämään opitun ja pääsemään nopeammin itse suunnitteluun kiinni. Tämä säästää aikaa ja perusasiat saadaan hyvin haltuun. Samalla suunnittelu pysyy ajan tasalla, kun nykyhetkeä vastaava ohje on olemassa.

## 4.2 Vertexin detaljikirjasto

Vertexin erilaisten rakenneliitosten detaljit pystytään tekemään ohjelmassa olevan detaljikirjaston avulla, joka perustuu juurikin Vertexin automaatiikkaan ja niitä käyttämällä pystytään tekemään rakenteelliset liitokset ja detaljit helposti ja vaivattomasti. Eli käytännössä, kun elementtien tekijällä on esimerkiksi valmiit seinät ja elementtijaot tehtynä ohjelmaan, täytyy seinien liitokset ja jatkokset tehdä. Tässä kohtaa detaljikirjastosta haetaan kutakin detaljia vastaava liitos, joka mallintaa parilla klikkauksella tarvittavan liitoksen siihen kohtaan, mihin sitä tarvitaan. Kun detalji on kirjastossa oikein, ei sen muokkaamiseen mallissa jälkeenkäin tarvitse käsin enää käyttää aikaa ja elementoinnin prosessi nopeutuu, sekä mahdollisuudet suunnitteluvirheisiin vähenee. Detaljikirjastosta löytyy eri detaljit kaikille tilaelementtien rakenteille seinien lisäksi, kuten lattioille, sekä väli- ja yläpohjille.

## 4.3 Detaljikirjaston päivitys

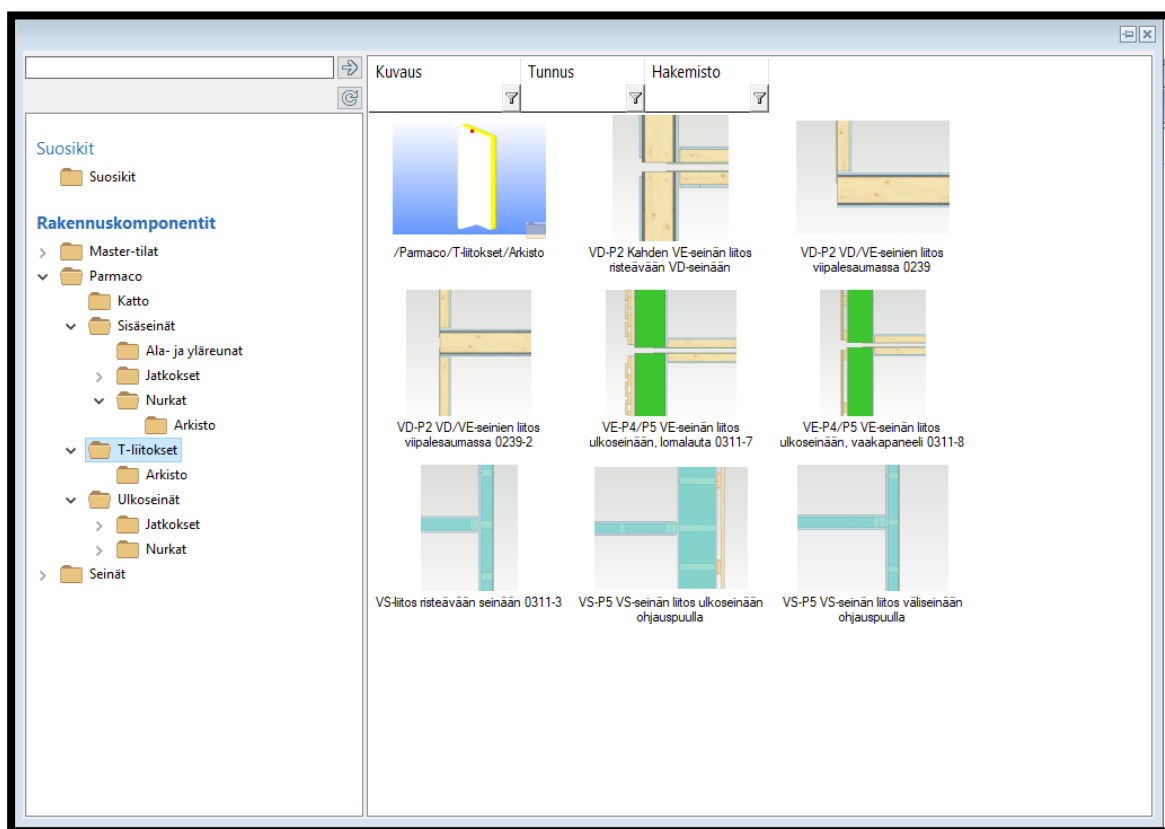
Kun suunnitteluohjeen tekeminen valikoitui opinnäytetön aiheeksi, tuli Vertexin detaljikirjaston päivittäminen ensimmäisenä asiana koko prosessissa vastaan. Tämä johtui siitä, koska suunnitteluohjeen täytyi sisältää myös automaatiikan hyödyntämistä detaljien osalta ja Vertexin detaljikirjasto sisälsi paljon vanhentuneita rakennerekaisuja, joita ei oltu päivitetty hetkeen. Monen detaljin kohdalla niiden käytön jälkeen täytyi liitokset muokata käsin vastaamaan sitä, mitä ne rakennuksissa lopulta ovat. Lisäksi detaljikirjastossa oli detaljeja, joita ei enää ole käytetty ollenkaan Parmacon rakennuksissa hetkeen. Näiden detaljien käyttäminen ei hyödyttäisi tekijää millään tavalla. Koska käyttämättömiä ja vanhoja detaljeja oli kirjastossa paljon toimivien ohella, on tekijänkin välillä hankala hahmottaa, että mikä detalji on oikea ja mikä käy mihinkin liitokseen. Tätä edisti myös detaljien osittain sekava nimeämistapa kirjastossa.

Jotta detaljikirjasto saatiin uudelleen järjestettyä, detaljit nimettyä ja nykyhetkisillä detaljeilla varustettua, täytyi detaljikirjasto päivittää. Tällöin myös suunnitteluohjeeseen saatiin kirjattua ja esitettyä uudet detaljit, mitä käytetään automaatiikkaa hyödynnettäessä. Näin suunnitteluohjeeseen ei tarvinnut laittaa vanhoihin detaljeihin perustuvaa tietoa.

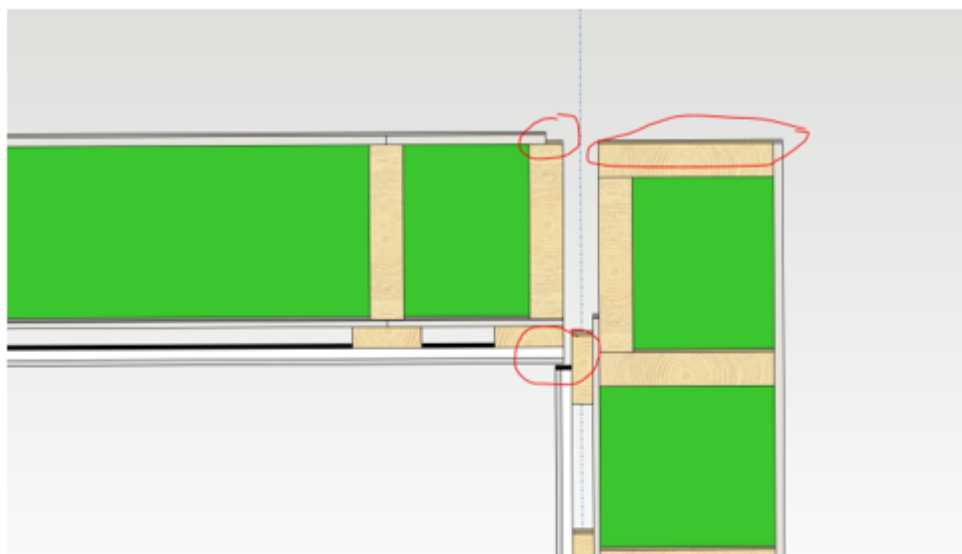
Kun detaljikirjasto sisältää vain tarvittavat detaljit, niin on uudenkin suunnittelijan helppo löytää sieltä tarvitsemansa.

Detaljikirjaston päivittämistä varten täytyi ensiksi käydä jokainen seinään liittyvä detalji läpi, että saataisiin selville mitä poistetaan, mitä muokataan ja mitä uusia sinne mahdollisesti pitää lisätä. Testasin kaikki detaljit ohjelmassa omaan tekemääni 3-D malliin (Kuva 4), missä kaikkia olemassa olevia seinien detaljeja kirjastosta voisi hyödyntää. Testien perusteella aloin kokoamaan korjausohjetta detaljikirjastoa varten, jonka laitoin sitten Parmacon Vertexin pääkäyttäjälle. Pääkäyttäjällä on valmiudet muokata Vertexin automatiikan osuuksia. Kävimme Skypea kautta pääkäyttäjän kanssa korjausohjeen läpi ennen kuin toimenpiteisiin ryhdyttiin, jotta pääkäyttäjän oli mahdollisimman helppoa ja selkeää lähteä korjausohjeen avulla tekemään tarvittavia muokkauksia.

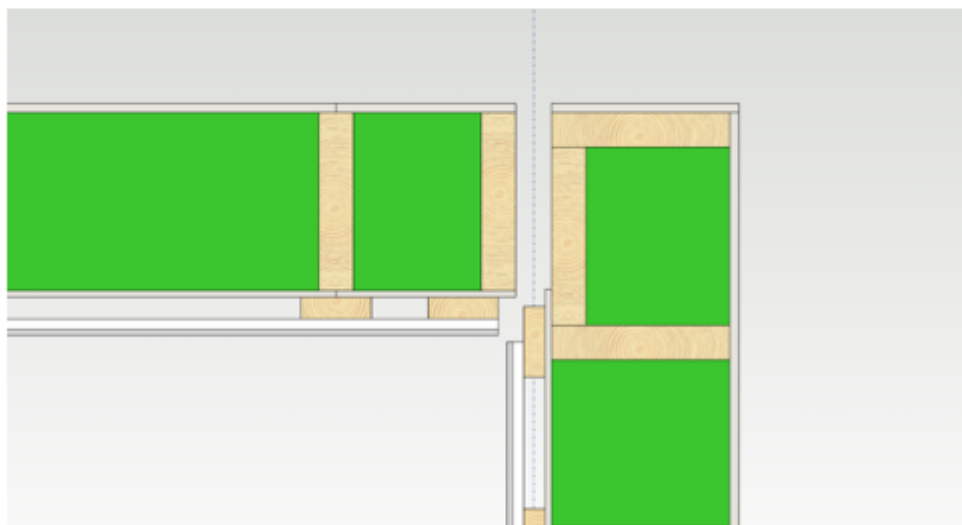
Kun muokkaukset oli tehty, testasin uusien detaljien toimivuuden Vertexissä. Lähes kaikki detaljit toimivat oikein ensimmäisen päivityksen jälkeen, muutamaa detaljia lukuun ottamatta. Osaa jouduttiin hiomaan automatiikan toimivuuden osalta ja osaa taas korjaamaan siksi, että joku asia oli jäänyt virheelliseksi detaljissa. Lopulta kuitenkin kaikki detaljit saatiin toimivaan odotetulla tavalla.



Kuva 10. Näkymä Vertexin detaljikirjastoon. Kuvassa päivitetty seinien T- liitosten kansi. Detaljin valintaa nykyään helpottaa detaljien uuden nimeämisen lisäksi liitoksista päältä otetut kuvat. (Pietikäinen 10-4-2019)



Vasemmalla oleva levy päättyyn asti, oikean puolen elementin päättyyn levykaista ja vasemman puolen nurkkakoolauslauta levytyksien kanssa pitäisi olla elementin nurkkatolpan puolivälissä. Nämä pitää nyt käsin korjata →



PARMACO PRODUCTION OY

PIETIKÄINEN, JOONAS

Kuva 11. Katkelma korjausohjeesta, miten ulkoseinien sisänurkan detaljin toimivuutta korjataan (Pietikäinen 10-4-2019)

Detaljikirjasto saatiin päivitettyä kokonaan korjausten pohjalta uusiksi. Kaikki vanhat käyttämättömät detaljit siirrettiin kirjaston arkistoon, jossa ne vielä ovat tallessa kaiken varalta, mutta poissa detaljien käyttökansioista. Osa detaljeista säilyi sellaisenaan, koska ne olivat toimivia, ainoastaa nimeäminen tapahtui uusiksi selkeyden kannalta ja osa oli osittain toimivia, jotka sitten korjattiin toimiviksi, joka on aina helpompaa, kuin detaljin tekeminen alusta asti. Jotta muut suunnittelijat pääsivät uuteen detaljikirjastoon käsiksi, täytyi pääkäyttäjän jakaa ohjelmiston "Custom", eli kansio, joka sisältää Parmacon ympäristön tiedostot Vertexissä ja johon nämä automatiikan muutokset tallentuvat. Tämä kansio piti päivittää oman Custom kansion tilalle, jotta uudet toiminnot saatiin käyttöön.

## 5 SUUNNITTELUOHJEEN KIRJOITTAMINEN

Suunnitteluohjeen oli tarkoitus kattaa Vertexissä tapahtuva koko elementtisuunnittelun vaihe aina arkkitehtimallin seinien elementtijaosta valmiiseen elementtikuvaan ja sahauslistoihin. Kun lähdin kirjoittamaan suunnitteluohjetta, tein samalla Vertexissä omaa 3-D mallia sen mukaan (Kuva 4), miten elementointivaihe askel askeleelta etenee. Tämä helpotti kirjoittamista, jotta ohje saatiin juurikin menemään seinien suunnittelun loogisessa järjestyksessä.

Ennen ohjeen kirjoittamista sain tekemisen tueksi listan kaikista asioista, mitkä pitäisi olla mukana suunnitteluohjeessa. Lista auttoi myös asioiden jäsentelyssä, että missä järjestyksessä mikäkin kerrotaan. Kirjoittamisen aikana tuli vastaan myös uusia ylöslaitettavia seikkoja, jotka kirjattiin ohjeeseen. Listan mukaan olikin helppoa tehdä ensimmäisenä ohjeen sisällysluettelo.

Tekstin tueksi kaappasin ohjeeseen paljon havainnollisia kuvia ja kuvasarjoja erilaisista tilanteista. Mielestäni juurikin runsas visualisointi kuvilla ja kuvasarjoilla, ohjeen uusi lukija saa asioista parhaan käsityksen. Pyrin myös panostamaan tekstin helppolukuisuuteen, jotta uusi elementtisuunnittelija ymmärtäisi, mitä missäkin kohtaa tarkoitettaisiin mahdollisesti, vaikka kuvia ei olisikaan. Lyhyet, helppolukuiset selitykset toimivat mielestäni hyvin erilaisten kuvasarjojen yhteydessä.

Joissain kohtaa kuitenkin jotkut asiat vaativat enemmän selitystä ja pohjustusta, jotta lukija ymmärtää, mistä on kysymys ja miksi näin toimitaan. Tällöin lukija oppii myös muutakin aiheesta, kuin pelkästään itse mallintamista ja kuvien tekemistä, joka on tärkeää jatkoon kannalta. Esimerkiksi ohjeeseen täytyi kertoa osittain eroavaisuuksista joidenkin elementtien tekemisessä, kun talopaketti tehdään joko Pyhäjoella tai Leppävirralla. Tästä hyvänä esimerkkinä on tietää, kun kohdetta lähdetään mallintamaan, että kummassa tehtaassa kyseinen rakennus valmistetaan koska joihinkin elementteihin täytyy huomioida nämä tehdaskohtaiset asiat. Yksi suuri ero tässä on elementtien pituus. Pyhäjoella väliseinissä päästään 8 metriin, kun taas Leppävirralla 5 metriin ja tämä tulee huomioida elementtien katkaisuvaiheessa. Tarkoitus ohjeessa oli kuitenkin päästä mahdollisimman neutraaliin ohjeistukseen, jossa ei siis liikaa puitaisi juuri tehtaiden eri toimintatapojen vaikuttamista eri elementtien mallinnukseen, mutta joissain asioissa näiden mainitseminen ohjeeseen oli välttämätöntä.

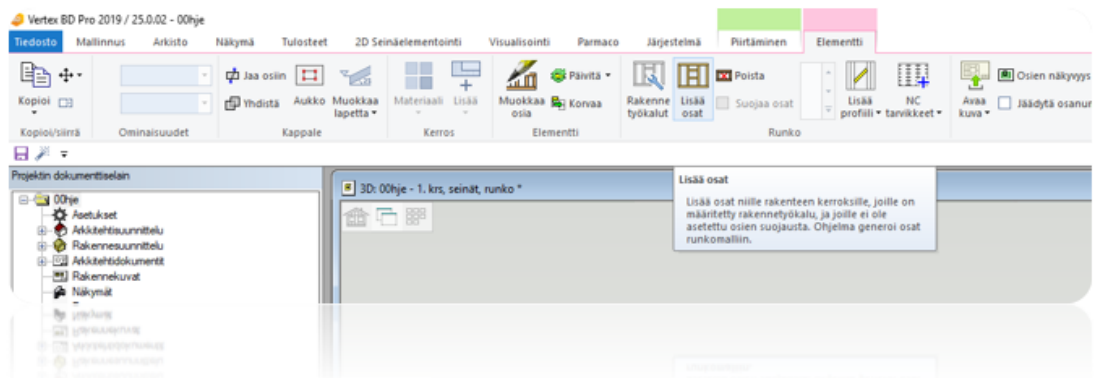
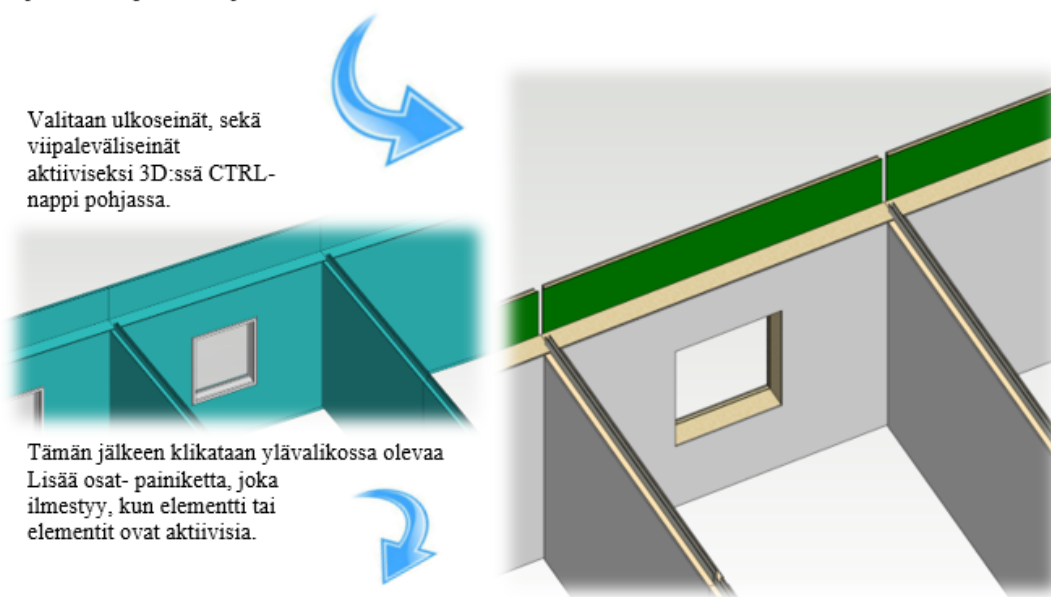
<b>SEINIEN ELEMENTOINTI .....</b>	
Seinien liitokset ja jatkokset.....	4
➤ Ulkoseinien detaljit .....	5
➤ Sisäseinien detaljit.....	11
Pilarit kantavalla linjalla.....	27
Osien lisäys.....	28
IFC- mallin lisääminen .....	33
LVI- läpivientien tekeminen.....	37
Ulkoseinien lisäykset ja korjaukset.....	41
➤ Levytyksien tarkastaminen.....	41
➤ Levytyksien kääntäminen sisäpuolelta leveissä ikkunoissa.....	42
➤ Tukipuiden lisäys tuulensuojalevyn saumaan.....	44
➤ Palkkien madallutus ja loveus seinin.....	45
➤ Päätysseinien verhouksen aukot ylä- ja alapohjia varten (Leppävirta).....	48
Kantavien seinien rungot.....	50
Tukivanerit kalusteita varten.....	51
➤ Kalusteet arkkitehtikuvassa.....	51
➤ Tukivaneroiden koot tapauskohtaisesti.....	52
➤ Tukivanerit kalustekuvia käyttäen.....	53
➤ Tukivanerien mallintaminen.....	54
➤ Tukivanerien laittaminen tapauskohtaisesti.....	56
➤ Tukivanerit IFC:tä käyttäen.....	62
Jakotukit .....	63
➤ Jakotukkien asennus alkuvia käyttäen.....	64
➤ Jakotukkien asennus IFC:tä käyttäen.....	68
Palonäkkäiset tuennat.....	70
➤ Kantavat ja VD- seinät.....	70
➤ VE- Seinät (liite).....	71
Vaneriseinät.....	75
Sisäseinien muita huomioita.....	77
➤ Desibeliarvot seinissä.....	77
➤ Levyjen asettelu, kun kipsi+vaneri.....	79
➤ VE- seinät käytävän kohdalla.....	79
➤ VE- seinän liitos pilariin.....	81
➤ Porras huoneiden leveysaumot (2 kerroksinen rakennus).....	82
Elementtikuvan luominen.....	87
➤ Oikean kuvapohjan valinta.....	87
➤ Elementtikuviin lisättävät ja korjattavat.....	89
➤ Elementtikuvien Tulostus.....	109
Sahauslistan luominen.....	112

Kuva 12. Seinien suunnitteluohjeen sisällysluettelo, jossa mennään suunnittelun vaihe loogisesti alusta loppuun, ohjeesta tuli lopulta 113 sivuinen (Pietikäinen 11-4-2019)

## 2.3 Osien lisäys

Kun kaikki detaljit on katsottu seinien osalta, **lisätään malliin osat**. Tämä voidaan tehdä yhdelle elementille kerrallaan tai useammalle, sekä osien lisäys voidaan tehdä 2D- tai 3D- mallissa. Tämä tehdään mallin runkopuolella.

Otetaan tähän esimerkiksi tilanne, missä on vaakanelillinen ulkoseinä, sekä jatkosdetalji molempiin suuntiin ja jossa on viipalesaumojen kohdalla VE- Seinäien T- liitokset. Lisätään näihin seiniin osat.



Vertex lisää osat rakennekerroksille, joille rakennetyökalu on määritetty. Myös liitokset näkyvät tämän jälkeen oikealla tavalla. Osien lisäyksen jälkeen onkin hyvä tarkastaa tehtyjä liitoksia, että ovatko ne tulleet malliin oikein.

Kuva 13. Katkelma ohjeesta, mikä kertoo detaljien laittamisen jälkeisestä vaiheesta, jossa mallinnetuihin elementteihin laitetaan rakennekerrokset näkyviin (Pietikäinen 11-4-2019)

## 5.1 Palautteen ja kommenttien kerääminen ohjeesta

Ohjeen tekovaiheessa käytin sitä välillä palautuksessa esimiehelläni, jotta sitä saatiin hiottua viimeiseen asti. Samalla saattoi ilmetä uusia ohjeeseen kirjattavia asioita. Kun ohje oltiin saatu lopulliseen muotoonsa, oli tarkoituksena laittaa se oikoluettavaksi ja kommentoitavaksi Parmacon omille elementtisuunnittelijoille ja pääkäyttäjälle. Ohje laitettiin myös kommentoitavaksi Parmacon Vertex Systemsin yhteyshenkilölle hänen omasta pyynnöstään ja mielenkiinnostaan ohjetta kohtaan.

Palaute oli pääsääntöisesti positiivista ja ohjeen kerrottiin olevan selkeä. Myös muutamia hyviä kommentteja tuli mallintamiseen liittyviin asioihin Vertex Systemsin yhteyshenkilöltä ja Parmacon pääkäyttäjältä, joita voisi korjata ohjeeseen. Tällainen palaute olikin toivottavaa, jotta ohjeeseen saatiin korjattua sellaisia mallintamiseen liittyviä asioita, jotka voidaan tehdä toisella tavalla, kuin sillä tavalla, mitä alun perin oli kerrottu.

Ohjetta tullaan päivittämään tulevaisuudessa jatkuvaa sitä mukaa, mitä muutoksia suunnitteluvaiheeseen tai sen tekotapaan tulee. Näin se pysyy aina ajan tasalla, eikä sisällä vanhaa tietoa.

## 6 POHDINTA JA YHTEENVETO

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen itselleni ja ajankohtainen yritykselle. Opinnäytetyö tulee olemaan suurena apuna omaan työtehtävääni liittyen elementtisuunnittelijana. Tulen myöhemmin päivittämään Vertexin detaljikirjastot muidenkin rakenteiden osalta, kuten ylä- ja alapohjien, joten detaljikirjaston päivitys seinieni osalta ja tämän ohjeen tekeminen toimii niille hyvänä pohjana.

Suunnitteluohjeesta saatiin mielestäni kokonaisuudessaan tarpeeksi selkeä ja informatiivinen. Ennen suunnitteluohjetta oli mallintamisen eri vaiheet ja yleisesti muistettavat asiat pääsääntöisesti tehtävissä kuulopuheiden perusteella. Yritys hyötyy tällä hetkellä ohjeesta hyvin, koska alihankkijoiden määrä elementtisuunnitteluun on ollut viime aikoina kasvussa töiden lisääntyessä ja näin koulutuksen jälkeen turvataan osittain sitä, että hommat lähtevät alusta alkaen oikeille raiteille.

Ohjeen tarkoitus ei ollut sen olevan kaikenkattava tietopaketti seinien osalta kaikkine pikku nikseineen vaan ns. perusmallinnusohje, jossa on kaikki tarvittava perustieto siihen, mitä seinien mallintamisessa pitäisi yleisesti ottaa huomioon ja miten yksittäinen elementti tehdään alusta loppuun. Tarkoituksena siis rakentaa mallintamiseen hyvä ja vankka peruspohja, sekä tietämys.

Ohjetta ei päästy kuitenkaan vielä tätä opinnäytetyötä varten kunnolla koeajamaan uusien elementtisuunnittelijoiden tai alihankkijoiden keskuudessa, mutta uskon kokeneiden suunnittelijoiden palautteen perusteella sen olevan pätevä suunnittelun ja mallintamisen työkalu. Uskoisin, että uusien suunnittelijoiden ensimmäisten Vertex- koulutusten tukena ohje antaa varmasti nopeammin paremman kokonaiskuvan siitä, mitä ollaan lähdössä tekemään.

Suunnitteluohje on luottamuksellinen ja tulee näin ainoastaan yrityksen ja sen alihankkijoiden omaan käyttöön.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

archiframe.fi. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-04-01] Saatavissa: <https://archiframe.fi/en/archiframe>.

cads.fi, a. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-04-01] Saatavissa: <http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-house>.

cads.fi, b. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-04-01] Saatavissa:  
<http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-house/rakennesuunnittelu>.

cads.fi, c. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-04-01]

Saatavissa: <http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-house/rakennesuunnittelu/elementtisuunnittelu>.

Elementtien asennustyö. Aikataulu [verkkoaineisto]. Elementtien asennustyö [viitattu 2019-03-29].

Saatavissa <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/Elementtien%20asennustyö.pdf>

kb.vertex.fi. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-03-24] Saatavissa:

<https://kb.vertex.fi/bd2018fi/faq>.

kw-component.fi [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-04-01] Saatavissa:

<http://www.kw-component.fi/>.

LEPPÄNEN, Kalle 2017. *Elementtisuunnittelun toteuttaminen CADS House-ohjelmistolla*.

Satankunnan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö [viitattu 2019-01-04] Saatavissa:

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/140094/Elementtisuunnittelun%20toteuttaminen%20CADS%20House%20ohjelmistolla%20rakennesuunnittelutoimistossa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

mad.fi, a. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-04-01] Saatavissa:

<https://mad.fi/tuotteet/archicad>.

mad.fi, b. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-04-01] Saatavissa:

<https://mad.fi/tuotteet/muut/archiframe>.

mad.fi, c. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-04-01] Saatavissa:

<https://mad.fi/m-a-d-/referenssit>.

Parmaco.fi, a. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-03-20] Saatavissa:

<http://www.parmaco.fi/>.

Parmaco.fi, b. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-03-20] Saatavissa:

<http://www.parmaco.fi/termeja-ja-kasitteita>.

Parmaco.fi, c. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-03-20] Saatavissa:

<http://www.parmaco.fi/miksi-lainata>.

puuinfo.fi [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-03-29] Saatavissa:

<https://www.puuinfo.fi/puutieto/puusta-rakentaminen/yleisimmat-rakennejärjestelmät>.

puuinfo.fi [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-03-29] Saatavissa:

<https://www.puuinfo.fi/file/6997>.

SIIKANEN, Unto. 2016. Puurakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy

vertex.fi, a. [Verkkoaineisto] [Viitattu 2019-03-24] Saatavissa:  
<https://www.vertex.fi/web/fi/yritys1>.

vertex.fi, b. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-03-21] Saatavissa:  
<https://www.vertex.fi/web/fi/tuotteet>.

woodcomp.fi. [Verkkoaineisto]. [Viitattu 2019-04-01] Saatavissa:  
[www.woodcomp.fi/woodcomp-tuotteet/](http://www.woodcomp.fi/woodcomp-tuotteet/).