



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ELEMENTTISUUNNITTELUN TEHOSTAMINEN TEKLA STRUCTURES -OHJELMASSA

TEKIJÄ: Mika Laitinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Mika Laitinen	
Työn nimi ELEMENTTISUUNNITTELUN TEHOSTAMINEN TEKLA STRUCTURES -OHJELMASSA	
Päiväys 17.5.2019	Sivumäärä/Liitteet 40/6
Ohjaaja(t) Lehtori Vili Kuusela ja rakennustekniikan vtiopettaja, TkT Arto Puurula	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räisänen Ky	
Tiivistelmä	
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehostaa elementtisuunnittelua <i>Tekla Structures</i> -ohjelmistossa. Työn tarkoituksena oli tehdä mallintamista nopeuttavia komponentteja, tasopiirustusohja ja sekä tutkia reikävarausten mallinnukseen tehtyjen työkalujen toimivuutta Tekla Structuresissa. Yrityksen toiveena oli, että mallintamiseen sekä piirustusten tuottamiseen käytettävää aikaa säästettäisiin.</p> <p>Työ aloitettiin selvittämällä yrityksen toiveet, minkälaiset komponentit nopeuttaisivat mallintamista ja siten piirustusten määrittämistä. Yrityksen toiveena oli, että tehtäisiin aukotuskomponentti ikkunalle ja ovelle sekä näiden yhdistelmälle, kolovaraustyökalu seinien tapituksia varten, erilaiset väliseinä- ja ulkoseinävaijerilenkkiliitoskomponentit sekä raudoitustyökalu sokkelielementtejä varten. Komponenttien tekemisen jälkeen työssä keskityttiin mittapiirustusten tutkimiseen. Työssä määritettiin valmiit tasokuvapiirustusasetukset. Työssä myös tutkittiin, kuinka reikäkierto toimii 3D-mallinnus-ohjelmassa ja kuinka erillistä reikävarauslisätyökalua käytetään Tekla Structuresissa. Reikäkierto jäi vähemmälle huomiolle sen aihealueen laajuuden vuoksi.</p> <p>Työn tuloksena tuotettiin Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räisänen Ky:lle ikkunan sekä ikkunan+oven mallintamiseen käytettävät komponentit, vaijerilenkkiliitoskomponentteja väliseiniin ja ulkoseiniin, raudoitustyökalu sokkelielementteihin, varauskolotyökalu väliseinien sekä ulkoseinien tapituksille sekä valmiit asetukset tasokuvien tuottamiseen. Lisäksi laadittiin yritykselle käyttöohjeet komponenttien ja piirustusasetusten tekemiseksi.</p>	
Avainsanat Tekla Structures, tietomallintaminen, Custom component, piirustusasetukset	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Mika Laitinen			
Title of Thesis Accelerating Precast Designing in the Tekla Strucutres -Software			
Date	17 May 2019	Pages/Appendices	40/6
Supervisor(s) Mr. Viljo Kuusela, Lecturer, Mr. Arto Puurula, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räsänen Ky			
<p>Abstract</p> <p>The goal of this thesis was to optimize the precast designing in the Tekla Strucutres -software. The purpose of this work was to make components that accelerate modeling and plan drawing layout as well as to examine the functionality of the tools for modeling hole reservations in Tekla Structures. The company wanted to save time on modeling and producing drawings.</p> <p>The work began by exploring the company's hopes of what kind of components would speed up modeling and, as a result, designing drawings. The company's wish was to make an opening component for the window and door, and a combination of these, a hole reservation tool for wall taping, various partition wall and outer wall cable link components, and a reinforcement tool for plinth elements. After making the components, the work focused on studying drawing layouts. The finished plan drawing layout settings were defined. The work also looked at how the hole rotation works in the 3D modeling program and how a separate hole reservation tool is used in Tekla Structures. The hole rotation was paid less attention to due to the scope of its subject matter.</p> <p>The result of this work for Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räsänen Ky was the construction of the window and window + door components, wire-loop connection components for partition walls and exterior walls, a reinforcement tool for plinth elements, a hole reservation tool for partition wall and external wall cladding, as well as ready-made settings for producing dimensional drawings. The work also included instructions for the company on how to make components and make drawing settings.</p>			
Keywords Tekla Structures, building information modeling Custom component, drawing properties			

ESIPUHE

Opinnäytetyö on toteutettu Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räsänen Ky:n toimeksiannosta. Osa tästä opinnäytetyöstä on salattu yrityksen pyynnöstä. Salattua tietoa ovat tarkemmat ohjeet *Custom componenttien* sekä piirustusasetusten tekemisestä.

Kuopiossa 17.5.2019

Mika Laitinen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	TIETOMALLINTAMINEN	8
2.1	Yleiset tietomallivaatimukset 2012	8
2.2	BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje	8
2.3	Rakennusosien mallintaminen	8
2.3.1	Sokkelielementit	9
2.3.2	Seinäelementit	10
2.3.3	Liitostyökalut	11
2.3.4	Rauditustyökalut	11
3	MUKAUTETUN KOMPONENTIN TEKEMINEN	13
3.1	Custom components	13
3.2	Komponentin mallinnus	13
3.3	Custom Component Wizard	14
3.4	Älykkäiden toimintojen lisääminen Custom componenttiin	17
3.5	Custom component dialog editor	20
3.5.1	Kuvan lisääminen	21
4	ALOITUSPOHJAN TALLENTAMINEN	23
5	TASOPIIRUSTUSASETUKSET	24
5.1	Piirustusten tekeminen	24
5.2	Piirustus pohjan tekeminen	26
5.3	Näkymäfiltringin määrittäminen	29
5.4	Piirustusasetusten mukauttaminen	31
5.4.1	View Properties näkymäasetukset	32
5.4.2	Object level settings	33
6	REIKÄKIERTOTYÖKALUN KÄYTTÄMINEN TEKLA STRUCTURES -OHJELMASSA	36
6.1	Sewatek-läpivientien mallintaminen Hole Reservation Manageria hyödyntäen	38
7	TULOKSET JA POHDINTA	39
7.1	Tulokset	39
7.2	Pohdinta	39
	LÄHTEET	40
	LIITE 1. KOMPONENTIT	41

LIITE 2..... 46

1 JOHDANTO

Rakennessuunnittelussa tietomallien käyttäminen on kasvanut ja yleistynyt merkittävästi viime vuosien aikana. Tulevaisuuden odotuksina pidetään, että 3D-tietomallintaminen tulee syrjäyttämään ainakin osittain aiemmin paljon käytetyn 2D-suunnittelun esim. AutoCad. Tietomallintaminen nopeuttaa suunnittelutyötä ja sen vahvuuksina on mallin tarkastelemisen helppous sekä esimerkiksi erilaisten liitosten tutkiminen. Tämä antaa myös selkeämmän kuvan rakenteista eri puolilta rakennuksessa. Opinnäytetyön aihe käsittelee Tekla Structures -ohjelmassa eri osa-alueita koskien mukautettujen komponenttien, mittapiirustusasetusten tekemistä sekä reikäkierosta, joten tässä raportissa asioita ei käydä tarkemmin läpi. Pääpiirteittäin opinnäytetyöni koostuu mukautettujen komponenttien tekemisestä sekä mittapiirustusasetuksista, mutta työssä tarkastellaan myös reikäkierron tehostamisesta Tekla Structures -ohjelmassa. Opinnäytetyön tarkoituksena on helpottaa ja nopeuttaa elementtipiirustusten tekemistä tekemällä erilaisia komponentteja elementteihin. Näin saadaan vähennettyä mallintamiseen käytettyä aikaa sekä lisäksi tehdään valmiita piirustus-/mallinnusasetuksia.

Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räisänen Ky (kuva 1) on vuonna 1970 perustettu kuopiolainen rakennussuunnittelutoimisto. Yritys on toimintansa aikana toteuttanut lähes 6 000 toimeksiantoa. Yrityksen toimiala on rakennussuunnittelu ja se laatii arkkitehti-, rakennus- ja rakennesuunnitelmia.

Yrityksessä työskentelee tällä hetkellä 15 henkilöä (Rtrky.fi).



Kuva 1. Yrityksen logo (Rtrky.fi)

Tekla Oyj on suomalainen ohjelmistoyritys ja se on perustettu vuonna 1966. Vuonna 2011 heinäkuussa Trimble Inc kuitenkin osti Tekla Oyj:n. *Tekla Structures* on 3D -tietomallinnusohjelma, jossa voidaan mallintaa rakenteita kolmiulotteisena. *Tekla Structuresilla* tehdyt mallit sisältävät sen tarkan, luotettavan ja yksityiskohtaisen tiedon, jota tarvitaan onnistuneeseen rakentamisen tietomallinnukseen ja toteutukseen (Tekla.com). *Tekla Structures* sisältää valmiiksi tehtyjä liitos-, aukotus- sekä mallinnusta helpottavia komponentteja. Ohjelmassa on myös mahdollista tehdä omia halutunlaisia komponentteja.

Tässä opinnäytetyössä käytetään *Tekla Structures* 2018 ohjelmaversiota. Tämän version jälkeen on julkaistu vielä ohjelmaversiot 2018i ja 2019.

2 TIETOMALLINTAMINEN

Tietomallintamiseen tarvitaan tietyt säännöt, jotta mallintaminen olisi tehokasta ja siitä saataisiin mahdollisimman paljon hyötyä. Mallintamisen samankaltaisuudeksi, mallintajien on hyvä laatia yhteiset ohjeet mallintamiseen, jotta mallintaminen olisi yhtenäistä projektin eri vaiheissa. Ohjeisiin olisi hyvä sisällyttää toimivaksi todetut asetukset. Kun käytetään samoja ohjeita sekä asetuksia, saadaan selkeitä ja halutunlaisia piirustuksia niin mallin tarkastelu on helppoa.

2.1 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Julkaisusarja Yleiset tietomallivaatimukset 2012 on 14-osainen ja se on laajapohjaisen kehittämiss-hankkeen, COBIM, tulos. Julkaisusarjan lähtökohtana ovat olleet tilaajaorganisaatioiden aikaisemmat ohjeet ja niistä saadut käyttökokemukset sekä ohjeiden kirjoittajien kokemus mallipohjaisesta toiminnasta. Rakennustietosäätiö RTS:n päätoimikunta buildingSMART Finland kehittää sisältöä aina saadun palautteen perusteella. (rt-rakennustieto-fi.)

2.2 BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje

Kansallinen BEC-projekti on toiminut n. 3 vuotta. Tavoitteena on ollut ohjeistaa ja helpottaa betonielementtien mallintavaa suunnittelua. BEC-projekti käsittää myös valmiita asetuksia, elementtiluettelaita sekä erilaisia mallinnustyökaluja. Mallinnusohje on osa BEC-projektia ja ohjeistuksen on tarkoitus määrittää ohjeistuksia betonielementtien tietomallintamiseen, joita mallintavien konsulttien tulisi noudattaa. Noudattamalla ohjeistusta mallit ovat samankaltaisia aina riippumatta suunnitteluomistosta tai mallintajasta. Tämä helpottaa ja selkeyttää huomattavasti tietomallinnusta.

2.3 Rakennusosien mallintaminen

Tekla Structures -ohjelmistosta on jo valmiina erilaisia mallinnustyökaluja komponenttikatalogista (kuva 2), joilla voidaan mallintaa erilaisia objekteja. Jos Tekla Structures -ohjelmaan on ladattu Suo-miympäristö, niin komponenttikatalogissa on valmiina tehtyjä mallinnustyökaluja (kuva 3). Näillä työkaluilla pystytään mallintamaan betonielementtejä, liitoksia, paikallavalurakenteita, teräsosia, sekä valutarvikkeita.



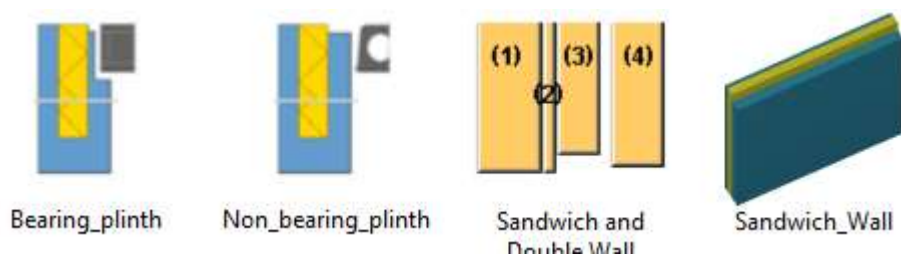
Kuva 2. Komponenttikatalogi

- ▶ Betonielementit FIN
- ▶ Liitokset FIN
- ▶ Paikallavalu FIN
- ▶ Teräsosat FIN
- ▶ Valutarvikkeet FIN

Kuva 3. Suomiympäristö

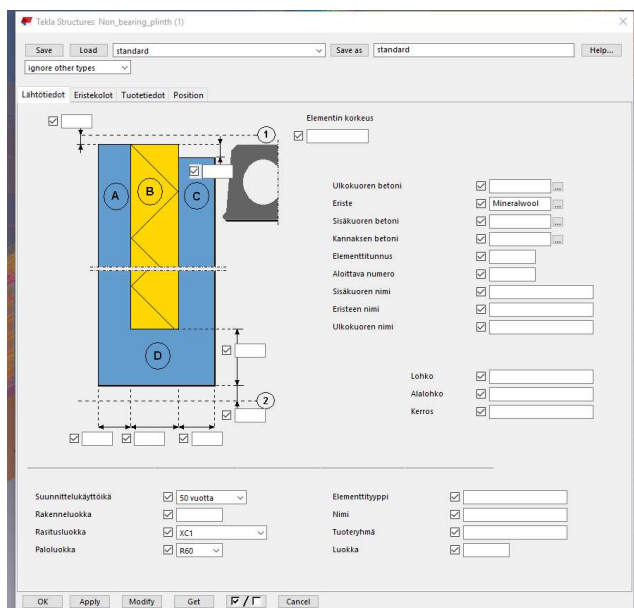
2.3.1 Sokkelielementit

Sokkelielementit voidaan mallintaa Teklan komponenttikatalogista löytyvillä vaihtoehtoisilla mallinnustyökaluilla (kuva 4).



Kuva 4. Sokkelielementtien mallinnustyökalut

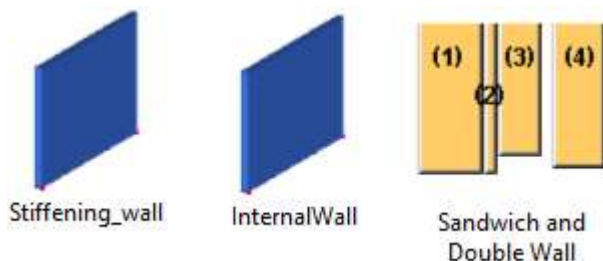
Opinnäytetyössä käytettiin *bearing_plinth* valmistyökalua sen käyttöliittymän ja muokattavuuden vuoksi (kuva 5).



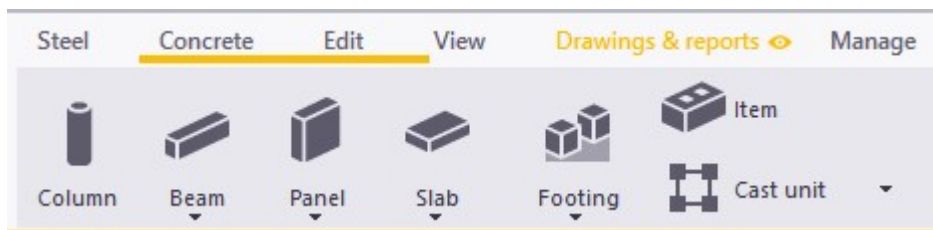
Kuva 5. Bearing_plinth työkalun käyttöliittymä

2.3.2 Seinäelementit

Seinäelementtien mallintamiseen voidaan käyttää komponenttikatalogista löytyvillä mallinnustyökaluilla (kuva 6) tai vaihtoehtoisesti *Tekla Structures*-ohjelman yläpalkista *concrete*-välilehdeltä löytyvällä *panel*-työkalulla (kuva 7).



Kuva 6. Valmiit seinäelementtien mallinnustyökalut



Kuva 7. Panel-työkalu

Työn aikana huomattiin, että jos seinäelementit on mallinnettu, joko *stiffening_wall* tai *InternalWall*-työkalulla, kaikki liitokset eivät toimineet näissä seinissä ennen seinän jakamista osiin *explode component*-toiminnolla. Tästä syystä kaikki väliseinäelementit mallinnettiin *concrete*-välilehdeltä löytyvällä *panel*-työkalulla. Sandwich-elementit mallinnettiin Teklan omalla *Sandwich and Double Wall*-työkalulla, kun tämä todettiin käyttöliittymältään selkeäksi ja toimivaksi.

2.3.3 Liitostyökalut

Mikäli *Tekla Structures* -ohjelmaan on ladattuna Suomiympäristö, niin komponenttikatalogista löytyy valmiina erilaisia liitostyökaluja eri rakenneosille (kuva 8). Työssä päätettiin, millä työkaluilla liitosten mallintaminen olisi järkevintä. Väliseinä ja sandwich -liitoksiin valittiin aluksi komponenttikatalogista valmiina löytyvät liitostyökalut (kuva 9), mutta näistä luovuttiin ja näiden pohjalta työssä tehtiin uudet liitoskomponentit, jotta saataisiin halutunlaiset vaijerilenkit liitokseen sekä käyttöliittymää selkeämmäksi. Valmiina löytyvä varauskolotyökalu todettiin niin huonoksi, että päätettiin tehdä suoraan uusi komponentti, mikä toimii sekä väliseiniin että sokkeli -ja sandwichseiniin.

- ▼ Liitokset FIN
 - ▶ Laattaelementtien liitokset
 - ▶ Parveke-elementtien liitokset
 - ▶ Runkoelementtien liitokset
 - ▶ Seinäelementtien liitokset

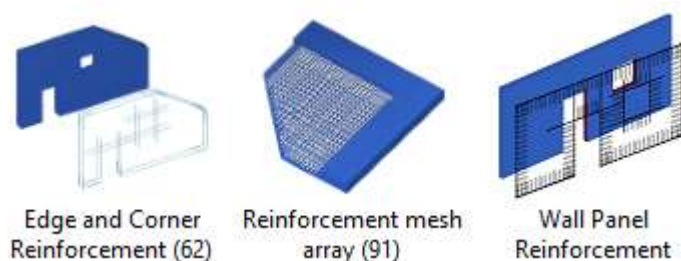
Kuva 8.



Kuva 9. Seinäelementtien liitostyökaluja

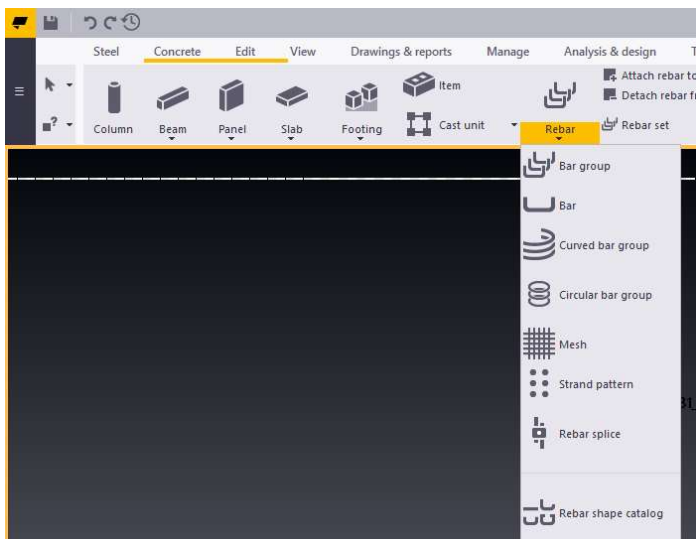
2.3.4 Raudoitustyökalut

Komponenttikatalogista löytyy erilaisia seinän raudoitustyökaluja, joilla voidaan mallintaa helposti raudoitukset seiniin (kuva 10). Väliseiniin raudoitukset voidaan mallintaa helposti *Wall Panel Reinforcement* -työkalulla, mutta sokkeli- ja sandwichelementtien raudoitukseen tarvitaan useampaa raudoitustyökalua, koska Teklasta ei löydy valmiiksi sandwichelementin tai sokkeli-elementin raudoitustyökalua.



Kuva 10. Erilaisia raudoitustyökaluja

Teklasta löytyy myös yksittäisille sekä rauditusryhmille oma työkalu *concrete*-välilehdeltä rebar kohdasta (kuva 11). Tällä työkalulla pystytään mallintamaan halutunmuotoisia raudoituksia tai rauditusryhmiä.



Kuva 11. Rebar-työkalu

Työn aikana huomattiin, että on hidasta mallintaa raudoitukset sokkelielementteihin, koska siihen tarvitaan useampaa raudoitustyökalua. Huomattiin myös, että jokin työkalu ei tee välttämättä raudoituksia oikein, joten jouduttiin mallintamaan välillä eri työkalulla raudoituksia, mikä hidasti lisää mallintamista. Sokkelielementtiin täytyi myös mallintaa alalenkit, pistokkaat sekä tartuntateräkset, joten tähänkin joutui käyttämään paljon aikaa. Teklasta ei löydy valmiiksi lenkeille, pistokkaille tai tartuntateräksille sopivaa työkalua, joten niiden mallintamiseen täytyi käyttää *Rebar-group*-työkalua. Jatkokehitystoimenpiteinä päätettiin, että tehdään sellainen komponentti, mikä mahdollistaa raudoitusten mallintamisen yhdellä kerralla.

3 MUKAUTETUN KOMPONENTIN TEKEMINEN

Tässä luvussa käsitellään vain yhden *Custom Componentin* tekemistä tarkemmin, vaikka työn aikana tehtiin useita erilaisia komponentteja. Tavoitteena oli tehdä komponentti, jolla saadaan mallinnettua helposti, selkeästi ja nopeasti sokkelin raudoitukset. Aikaisemmin raudoitteiden mallintamiseen tarvittiin useita eri vaiheita, mikä oli todella työlästä, kun elementtejä on useita. Toiveena oli myös selkeä ja yksinkertainen käyttöliittymä raudoituskomponentin hyödyntämiseen. Komponentin tekemiseen käytettiin ohjelman valmiita mallinnustyökaluja.

3.1 Custom components

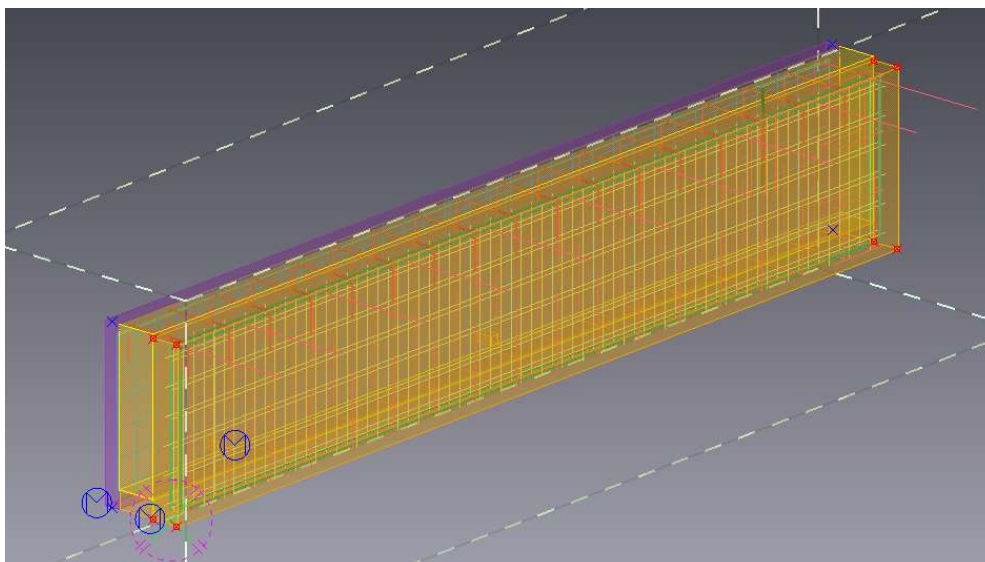
Teklasta löytyy mallinustyökalu (custom component wizard), jonka avulla käyttäjä voi tehdä esimerkiksi yksinkertaisista kappaleista monimutkaisia rakenneosia. Työkalun avulla käyttäjä mallintaa esimerkiksi monimutkaisen liitoksen, jonka jälkeen liitosta voi käyttää vastaavissa liitoskohdissa. Komponenttiin pystytään lisäämään myöhemmin älykäs toiminta *Custom component editorissa*, mikä mahdollistaa eri muuttujien muokattavuuden komponentin käyttöliittymässä.

3.2 Komponentin mallinnus

Mukautetun komponentin tekeminen alkaa mallintamalla halutunlainen komponentti esimerkiksi seinään käyttäen erilaisia mallinustyökaluja. Tekla Structuresin komponenttikatalogista löytyy valmiina useita liitoskomponentteja, joten toinen vaihtoehto on myös räjäyttää valmis komponentti osiin ja muokata siitä halutunlainen. Komponentin mallinnustavalla ei ole merkitystä custom componentin tekemiseen.

Yleensä kannattaa mallintaa kaikki halutut osat valmiiksi ennen komponentin tekemistä. Tämä nopeuttaa custom componentin tekemistä, vaikka editorin puolella on vielä mahdollista lisätä sekä siirrellä komponentin eri osia.

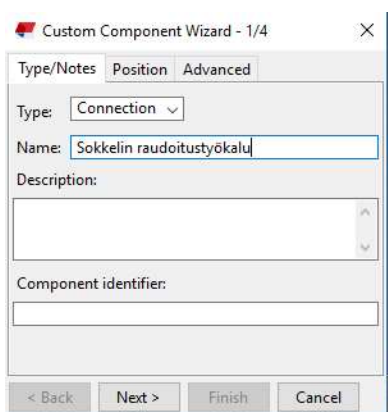
Komponentin tekeminen aloitettiin mallintamalla sokkelielementti teklasta löytyvällä *Bearing_plinth*-työkalulla (kuva 4). Tämän jälkeen komponenttiin lisättiin raudoitukset raudoitustyökaluilla (kuva 10). Pistokas, alalenkki ja tartuntateräs mallinnettiin sokkelielementtiin *Rebar-group*-työkalulla.



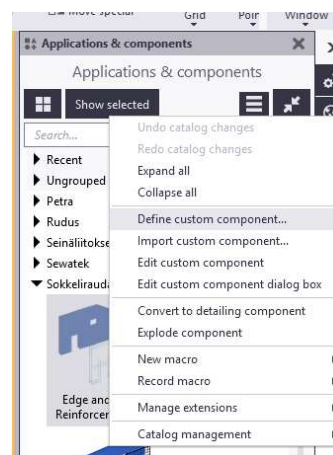
Kuva 12. Sokkelielementin raudoitukset mallinnettuna

3.3 Custom Component Wizard

Kun sokkelielementti oli mallinnettu ja siinä vaiheessa, että siinä oli kaikki tarvittava, tehtiin näistä mallinnetuista osista yhtenäinen komponentti. Komponentin tekemiseen käytetään *Custom component wizard -työkalua* (kuva 13). Tämä löytyy komponenttikatalogin yläreunasta *Define custom component*, josta *custom component wizard* aukeaa. (kuva 14.)


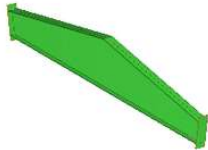
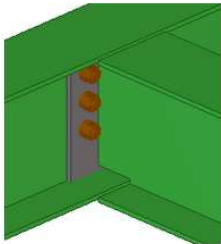
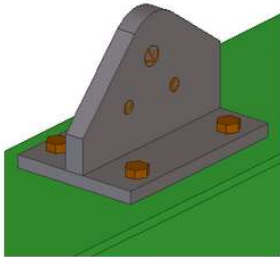
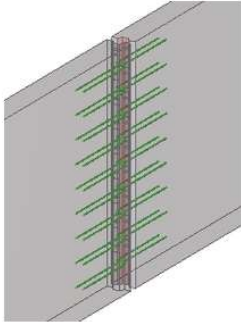


Kuva 13. Custom component wizard



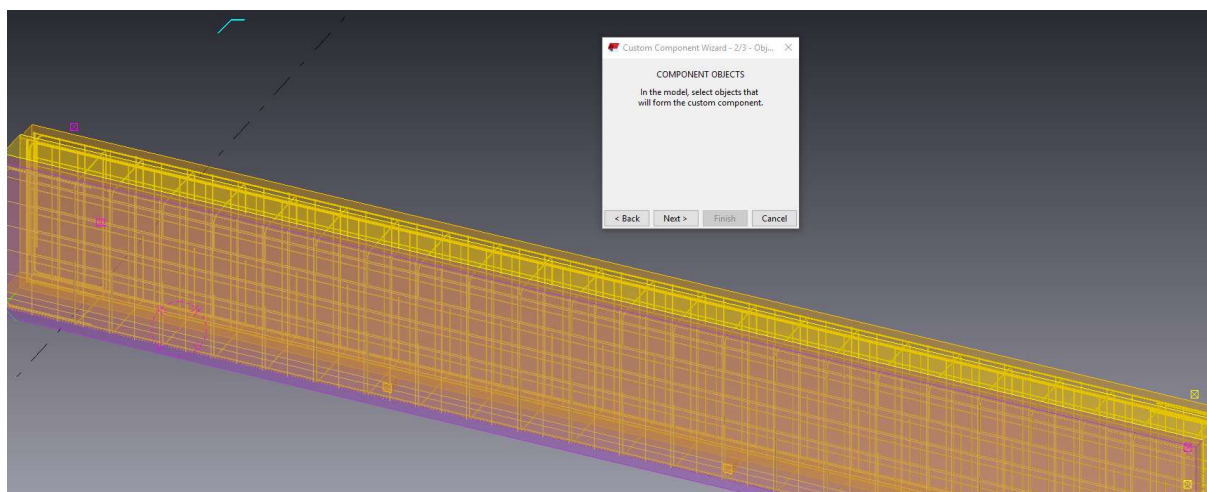
Kuva 14. Define custom component

Custom component wizardissa ensimmäisellä välilehdellä valitaan komponentin tyyppi ja nimi. Näitä tyyppejä on neljä erilaista ja komponentti tehdään sille tyyppille mille komponentin käyttötarkoitus soveltuu (kuva 15).

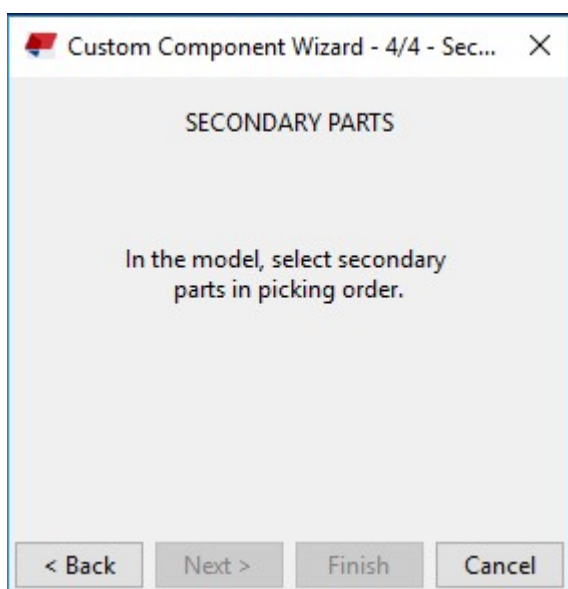
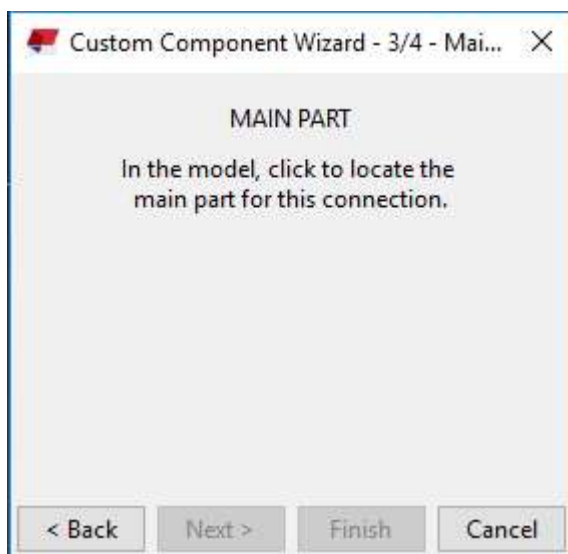
Type	Description	Example
Custom part	<p>Creates a group of objects that may contain connections and details.</p> <p>Note: Unlike other custom components, custom parts are not marked with a component symbol</p>  <p>in the model. Custom parts have the same position properties as beams have.</p>	
Custom connection	<p>Creates connection objects and connects the secondary parts to the main part. The main part may be continuous at the connection point.</p>	
Custom detail	<p>Creates detail objects and connects them to a single part at the location you picked.</p>	
Custom seam	<p>Creates seam objects and connects the parts along a line that you create by picking with two points. The parts are usually parallel.</p>	

Kuva 15. Custom component tyypit (Tekla.com)

Seuraavalla välilehdellä *component wizard* pyytää valitsemaan komponenttiin kuuluvat objektit, jotka halutaan liittyvän komponenttiin, eli tässä tapauksessa kaikki sokkeliin mallinnetut raudoitukset (kuva 16). Kolmannella välilehdellä ohjelma pyytää valitsemaan komponentin pääosan (*main part*) ja neljännellä välilehdellä muut osat (*secondary parts*) (kuva 17). Näiden osien valintajärjestyksellä on väliä, sillä komponenttia käyttäessä, valitaan samat osat samassa järjestyksessä kuin ne on komponenttia tehdessä valittu. Komponentti viimeistellään *finish* -painikkeella.



Kuva 16. 2/4



Kuva 17. 4/4

Custom component on nyt valmis ja se löytyy komponenttikatalogista tallennetulla nimellä. Tässä vaiheessa komponentilla ei ole "älyä", joten komponenttia käyttäessä se mallintuu aina samalla lailla, kuin se on alunperinkin mallinnettu.

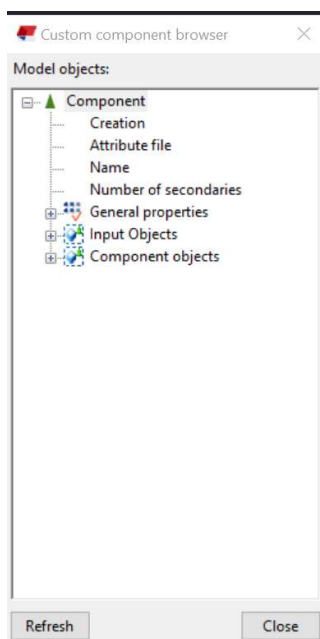
3.4 Älykkäiden toimintojen lisääminen Custom componenttiin

Tavoitteena oli tehdä komponentti, joka nopeuttaa sokkelielementtien raudoitusta. Alla kerrotaan komponentin älykkäiden toimintojen lisääminen vain pääpiirteittäin yrityksen esittämän vaatimuksen mukaisesti.

Komponentin älykkäät toiminnot lisätään *custom component editorissa*. *Custom component editorissa* käyttäjällä on samat mallintamiseen tarkoitetut työkalut käytössä kuin mallin puolella. Editorissa on kuitenkin lisänä *custom component editor* (kuva 18) sekä *custom component browser* (kuva 19). *Custom component editorissa* on työkalut komponenttien handle-pisteiden sitomiseen tai eri pintoihin. Editorissa on myös mahdollista tehdä apuviivoja sekä tasoja, joihin on myös mahdollista sijoittaa komponentteja. *Custom component browser* näyttää komponentin komponenttipuun, eli kaikki osat mitä itse komponenttiin kuuluu.

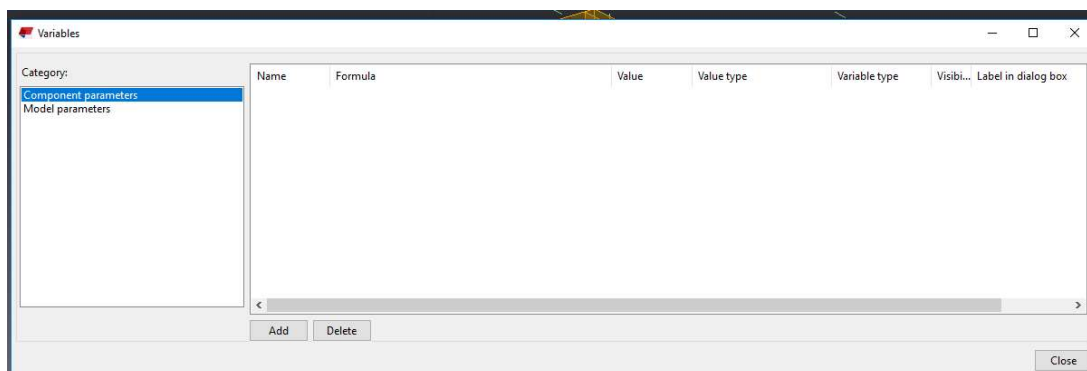


kuva 18. Custom component editor

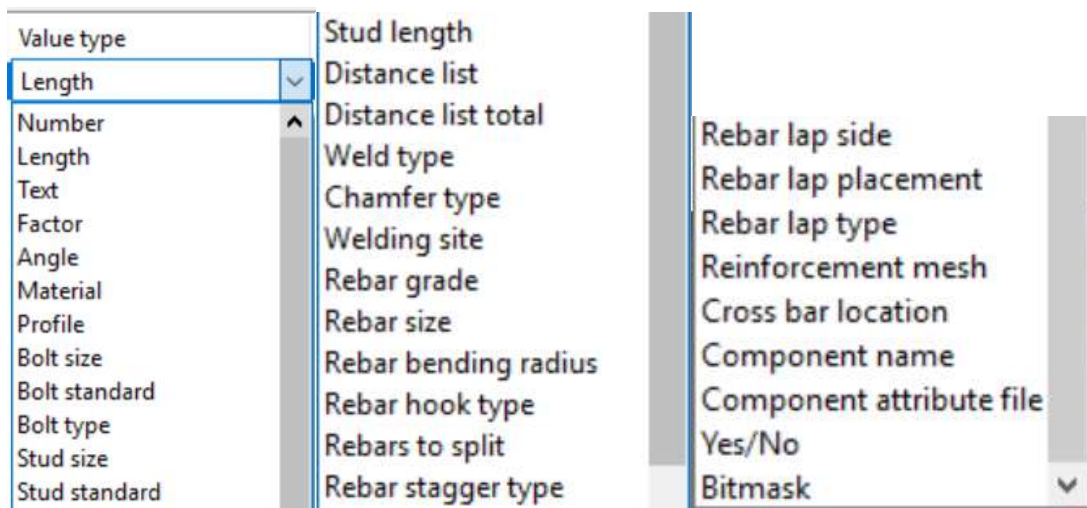


Kuva 19. Custom component browser

Custom component editorin parametriset muuttujat asetetaan *variables*-ikkunassa (kuva 20). *Variables*-ikkunassa voidaan lisätä muuttujia, joille pystytään kirjoittamaan tietty arvo tai kaava. Muuttujalle pystytään valitsemaan *value type* -kohdassa tyyppi, minkä tyyppinen muuttuja on (kuva 21). *Visibility*-kohtaan valitaan joko *show/hide*, mikä määrittää näkykö muuttuja komponentin käyttöliittymässä vai ei. *Label in dialog box* -kohtaan kirjoitetaan muuttujan nimi, jolloin pystytään helposti mukana, mikä muuttuja on kyseessä. Tämä sama teksti tulee myös komponentin käyttöliittymään, mikäli *visibility*-kohtaan on annettu *show*-vaihtoehto. Esimerkkinä muuttujaksi tehty Suojabetoni, jolle on annettu arvoksi 25 mm (kuva 22).



Kuva 20. Tyhjä variables-ikkuna

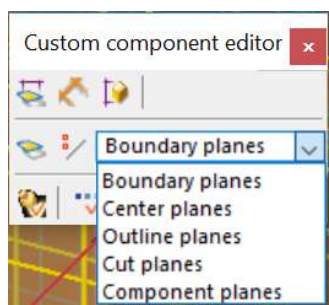


Kuva 21. Muuttujan value tyypit

Name	Formula	Value	Value type	Variable type	Visibility	Label in dialog box
P1	25.00	25.00	Length	Parameter	Show	Suojabetoni

Kuva 22. Variables-esimerkki

Ennen lisättyjä muuttujia, sovittiin mitä muuttujia komponentin käyttöliittymässä voitaisiin säätää. Komponentin muuttujiksi määritettiin suojabetonin määrä, pieliterästen muokattavuus sekä terästen väliset etäisyydet ja nämä listattiin *Variables*-ikkunaan. Jotta muuttujat saatiin toimimaan täytyi ensin valita komponentissa oleva objekti ja sitoa se tiettyyn tasoon. Kuvassa 23 on esitetty editorissa olevat tasot, joihin pystytään sitomaan objekteja.



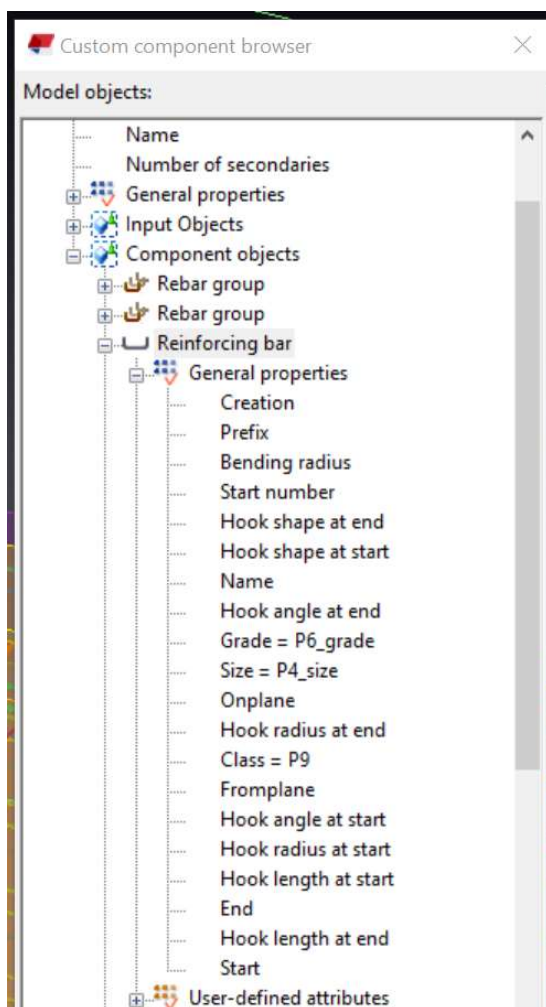
Kuva 23. Sitomistasot

Objektin sitomiseen on kaksi vaihtoehtoa, joista jälkimmäinen osoittautui varmemmaksi tavaksi. Näistä ensimmäinen on valita objekti ja painaa *create distance* -painiketta, jonka jälkeen valittiin taso mihin halutaan objekti sitoa. Toinen tapa on valita objekti aktiiviseksi, josta valitaan handlepisteet aktiiviseksi ja hiiren oikealla painikkeella löytyvällä *bind to plane* -toiminnolla valitaan taso mihin sidotaan. Kun objekti on sidottu tiettyyn tasoon ilmestyy *variables*-ikkunaan automaattisesti mittaviivat objektille. Näille mittaviivoille pystytään antamaan kaavat, joita mittapisteet noudattavat. Esimerkkinä *Construction planen* sitominen elementin pintaan, jolle annettu muuttujan P1 arvo (kuva 24).

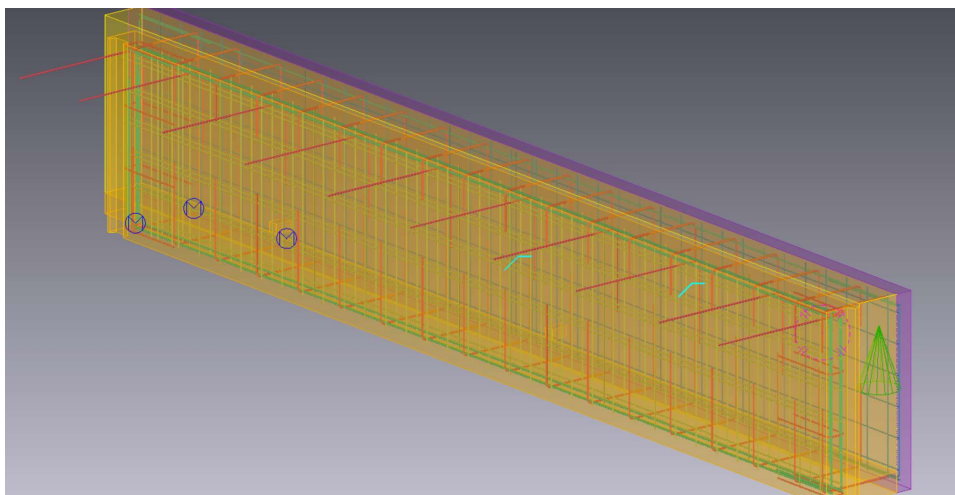
D39	=P1	25.00	Length	Distance	Hide	D39.Plane.Extrema right plane
D40	=P1	25.00	Length	Distance	Hide	D40.Plane.Extrema right plane
D41	=P1	25.00	Length	Distance	Hide	D41.Plane.Extrema right plane

Kuva 24. Variables-ikkuna

Komponenttiin täytyi myös lisätä yhteys komponenttipuun kautta. Esimerkiksi pieliterästen koko ja laatu haluttiin muuttujaksi, niin komponenttipuusta valittiin pieliteräs, jonka jälkeen *general properties*-kohdassa lisättiin se muuttuja mikä oli tehty *variables*-ikkunaan (kuva 25).



Kuva 25. Komponenttipuu



Kuva 26. Valmis komponentti

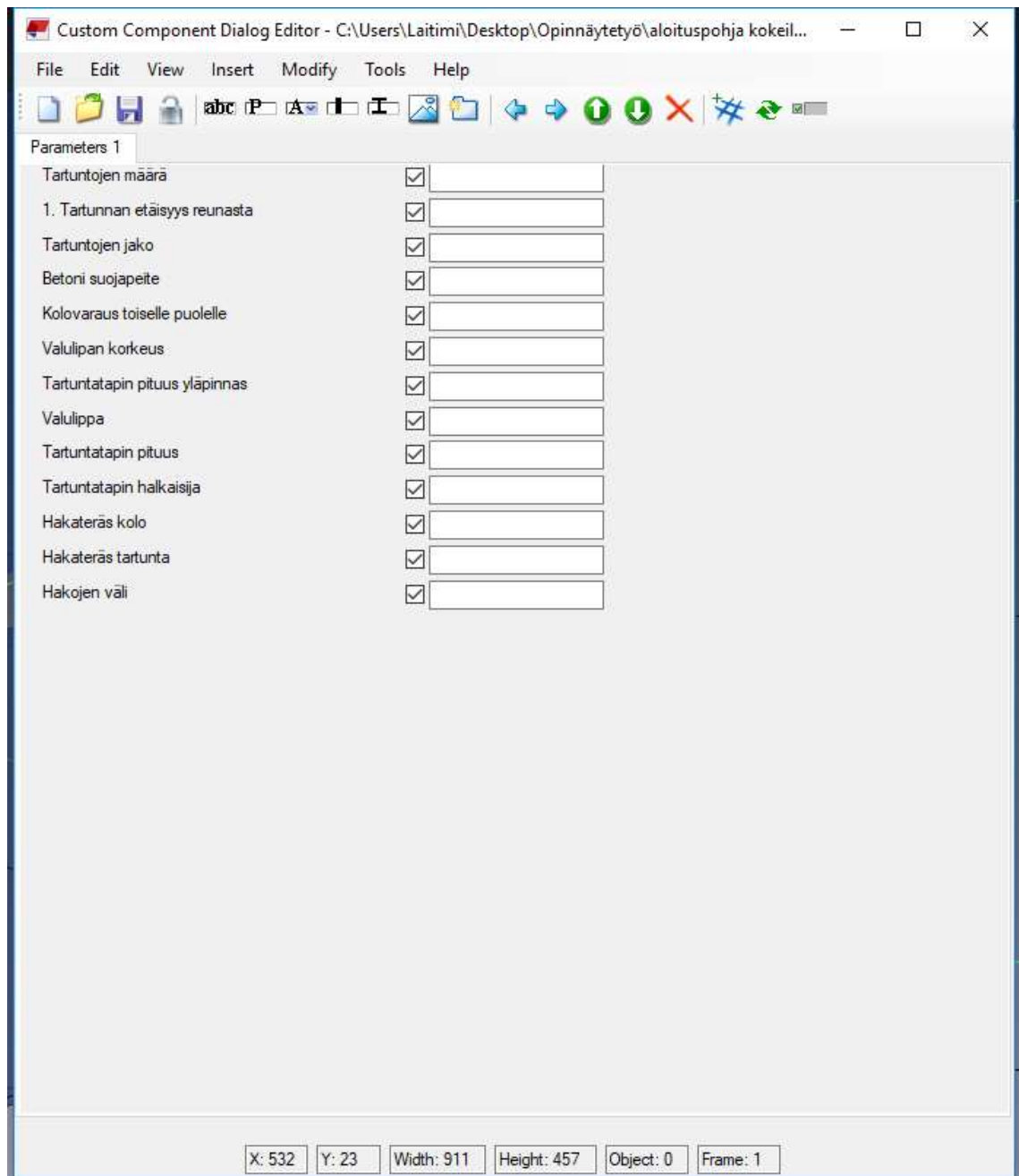
Lopputulokseksi saatiin käyttöliittymältään yksinkertainen ja selkeä komponentti. Tämä raudoituskomponentti nopeutti huomattavasti sokkelielementtien raudoittamista aikaisempaan verrattuna. Komponentin ansiosta sokkelielementtien raudoitteiden mallintaminen onnistuu käyttämällä yhtä komponenttia.

Komponentteja käyttäessä, huomattiin muutamia virheitä, joita komponentti teki. Näistä seuraavia oli esimerkiksi se, että raudoituskomponenttia käyttäessä näimme, että raudoitustyökalu teki välillä, raudoitukset "väärinpäin" sokkelielementtiin, mutta tämä saatiin korjattua eri asetusten säätämisen jälkeen. Kolovaraustyökalu mallinti normaalisti ja oikein objektit paikoilleen, mutta tarkastellessa kokoonpanoa assembly-valinnalla huomasimme, että peräkkäisten seinien komponentit eivät aina kuuluneet samaan seinään vaan esimerkiksi viereisen seinän tartuntateräs kuului toiselle seinälle.

3.5 Custom component dialog editor

Kaikille mallinnustyökaluille on oma asetussikkuna. Asetussikkuna aukeaa, kun painetaan komponenttia tuplaklikataan kahdesti, joko mallissa tai komponenttikatalogissa. Asetussikkunassa pystytään säätämään erilaisia asetuksia, mikä hallinnoi komponenttia.

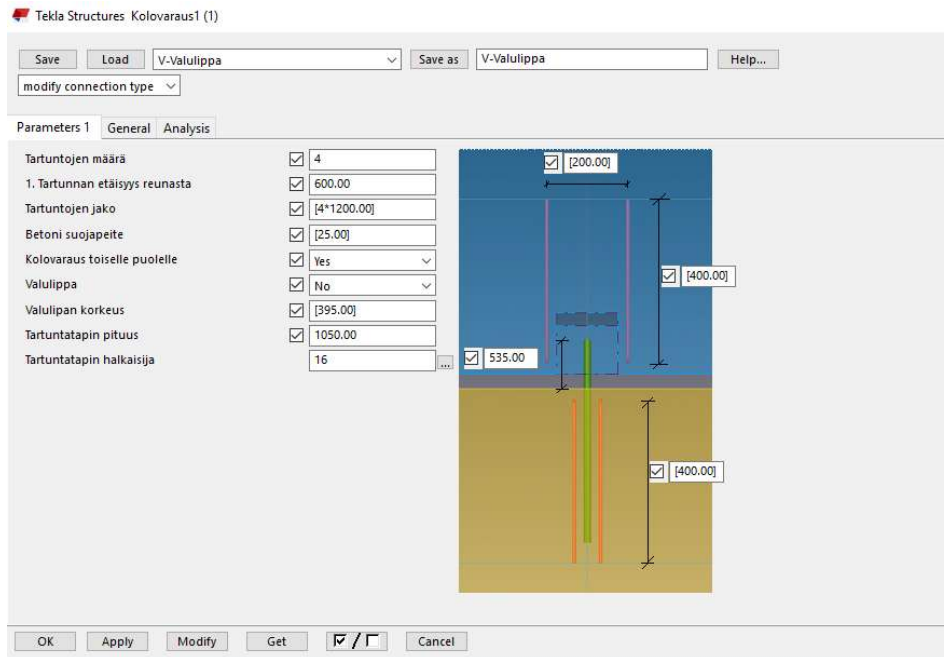
Komponentti dialogin muokkaaminen onnistuu valitsemalla komponentista *edit component dialog box* -valintaa, joko mallissa tai komponenttikatalogista. Tästä aukeaa komponentin asetussikkunan editori (kuva 27). Komponentin variables-ikkunaan lisätyt muuttujat tallentuvat automaattisesti tähän editoriin valmiiksi.



Kuva 27. Custom component dialog editor

3.5.1 Kuvan lisääminen

Kuvan lisääminen komponentin asetusikkunaan ottamalla esimerkiksi kuvankaappaustyökalulla tai näyttökuvalla kuva halutusta kohdasta. Kuvaa voidaan muokata esimerkiksi *microsoft paint*-ohjelmalla ja muokattu kuva täytyy tallentaa **bmp. muotoon**, jotta se näkyisi asetusikkunassa. Kuvan lisääminen *onnistuu custom component dialog editorissa insert->picture*-valinnasta. Kuvalle valitaan nyt sopiva kohta asetusikkunassa ja siirrellään tarvittaessa muuttujalaatikoita halutunlaiseksi. Kun kaikki on niin kuin halutaan, täytyy *Tekla Structures* vielä käynnistää uudestaan, jotta tehdyt muokkaukset tulisivat näkyviin.

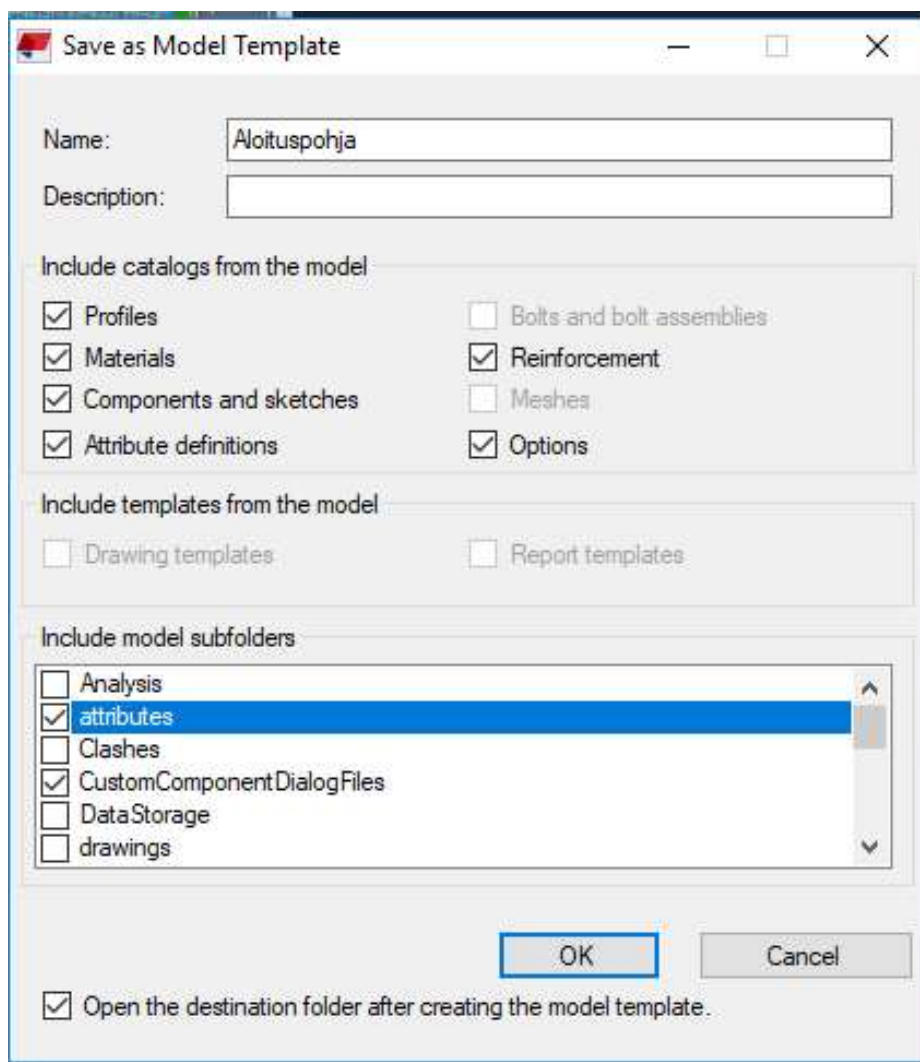


Kuva 28. Valmis käyttöliittymä kolovaraustyökälulle

4 ALOITUSPOHJAN TALLENTAMINEN

Tekla Structuresissa on mahdollista tehdä *Template*, eli aloituspohja, jonka voi avata aina uuden projektin yhteydessä. Aloituspohjaan voidaan sisällyttää aikaisemmin tehdyt komponentit, joten näin saadaan tehtyä halutunlainen komponenttikirjasto, mikä sisältää myös esisäädetyt asetukset.

Aloituspohjaa tehdessä valittiin aloituspohjaan sisältyvät osiot (kuva 29). Aloituspohja tallennettiin yrityksen serverille, jotta muutkin yrityksessä saavat aloituspohjan käyttöön.



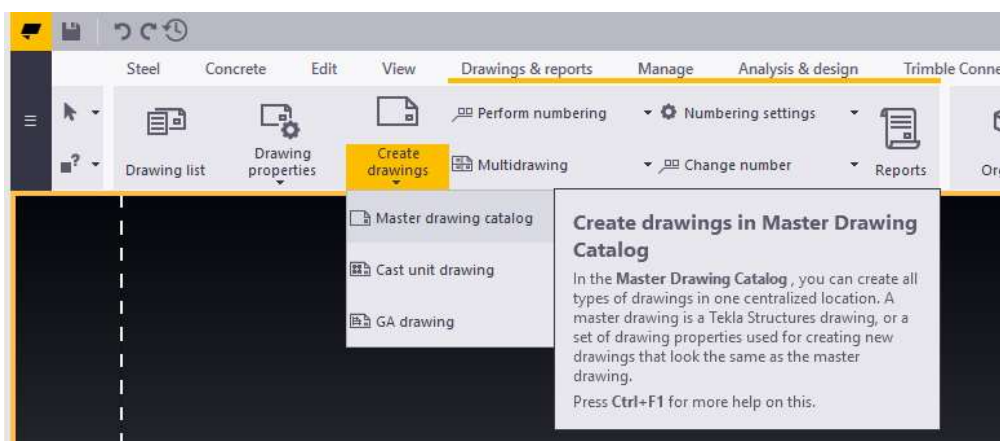
Kuva 29. Aloituspohjan tallentaminen

5 TASOPIIRUSTUSASETUKSET

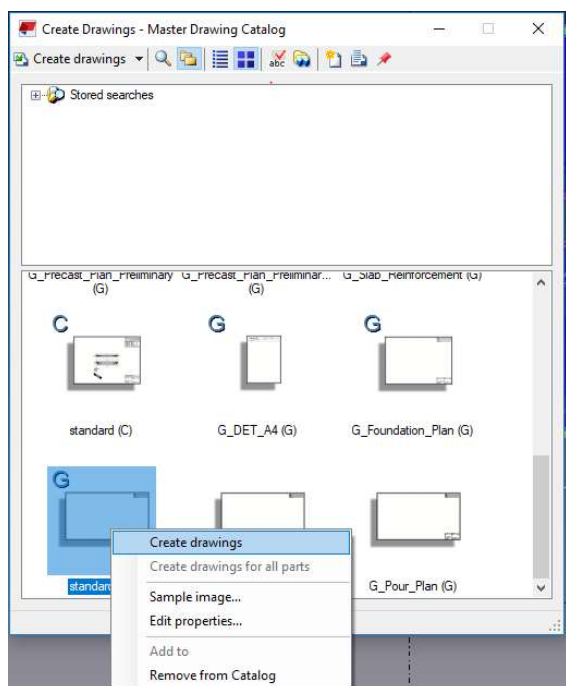
Tässä työssä käsiteltiin myös tasopiirustusasetuksien määrittämistä. Tavoitteena oli määrittää sellaiset piirustusasetukset, jolla saadaan mittapiirustuksista tehtyä selkeitä, helppolukuisia ja joissa näkyy halutut asiat. Tasopiirustuskuviissa esitetään yleensä pääsääntöisesti rakennuksen kantavat rakenteet, mutta myös muita rakenteita näytetään tasopiirustuksissa. Tasopiirustuskuviissa esitetään yleensä elementtitunnukset, välipohjien alapinnan korko ja kuormatiedot. Alla on käsitelty mittapiirustusasetuksien määrittämisestä

5.1 Piirustusten tekeminen

Ennen mittapiirustusasetusten määrittämistä täytyy ensin tehdä tasokuvat. Tämä onnistuu *Drawings & Reports* -välilehdeltä *create drawings* -alasettovalikosta edelleen *master drawing catalog* (kuva 29). Piirustusasetusten määrittäminen on hyvä aloittaa tyhjältä pohjalta, jolloin piirustusasetuksissa ei ole jo ennestään määritettyjä asetuksia. Tähän on hyvä valita *Master drawing catalogista* standardipohja (kuva 30).

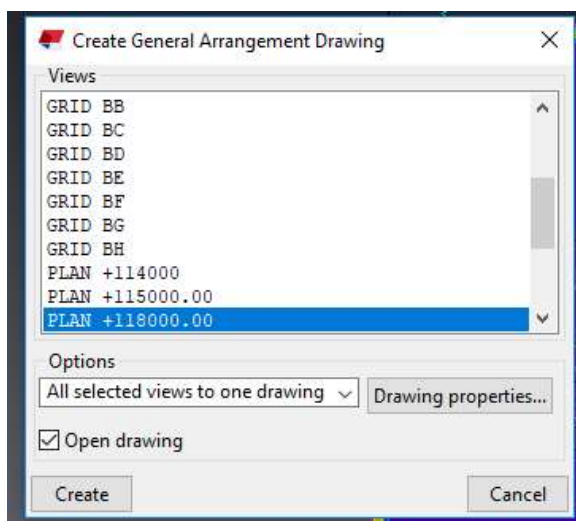


Kuva 29. Piirustusten tekeminen



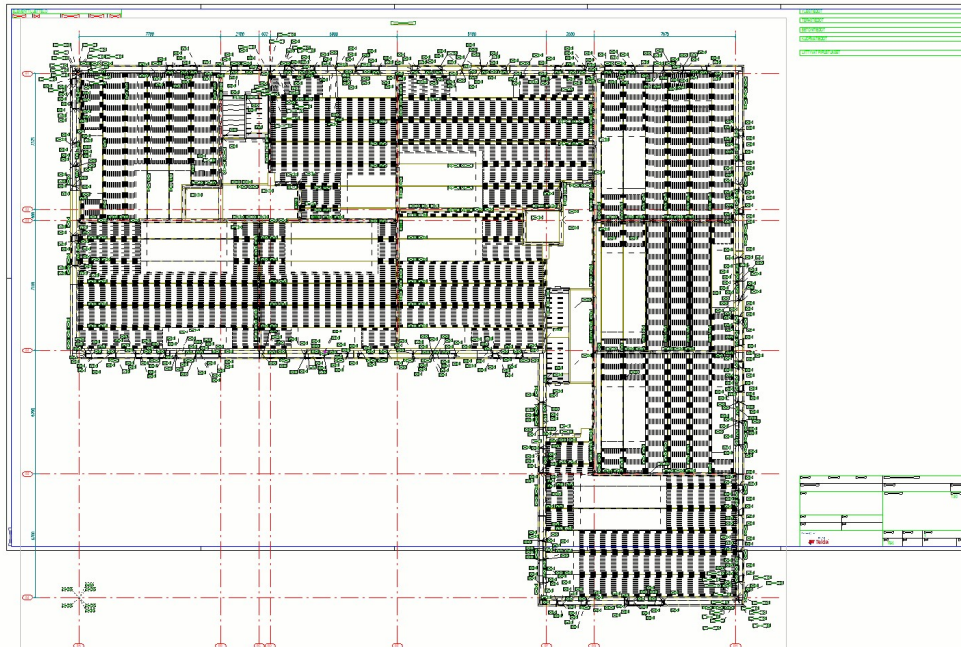
Kuva 30. Master drawing catalog

Tästä aukeaa toinen ikkuna, josta valitaan halutun kerroksen mittapiirustus. Valitaan haluttu taso mistä piirustus halutaan tehdä. Tässä esimerkissä valittiin 1. Kerroksen mittapiirustus *plan+118000.00* ja painetaan *create* (kuva 31).



Kuva 31. Tasokuvan tekeminen

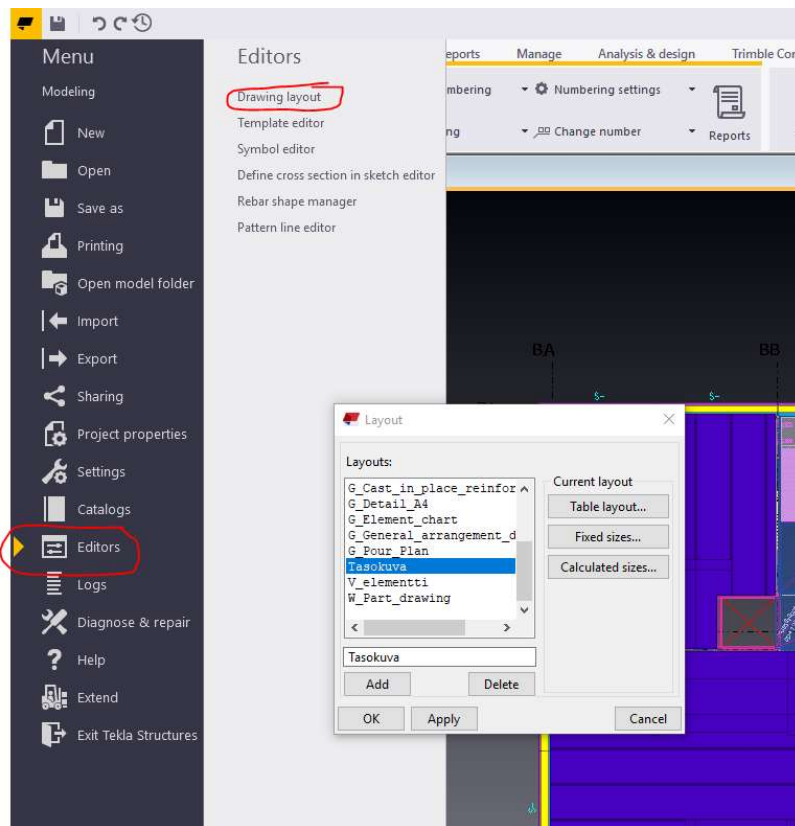
Piirustus aukeaa automaattisesti, mikäli kuvassa 17 näkyvässä kohdassa *open drawing* on valittuna. Ensimmäinen piirustus ilman määritettyjä asetuksia näyttää varsin sekavalta ja vaikealukuiselta (kuva 32).



Kuva 32. Ensimmäinen tehty piirustus

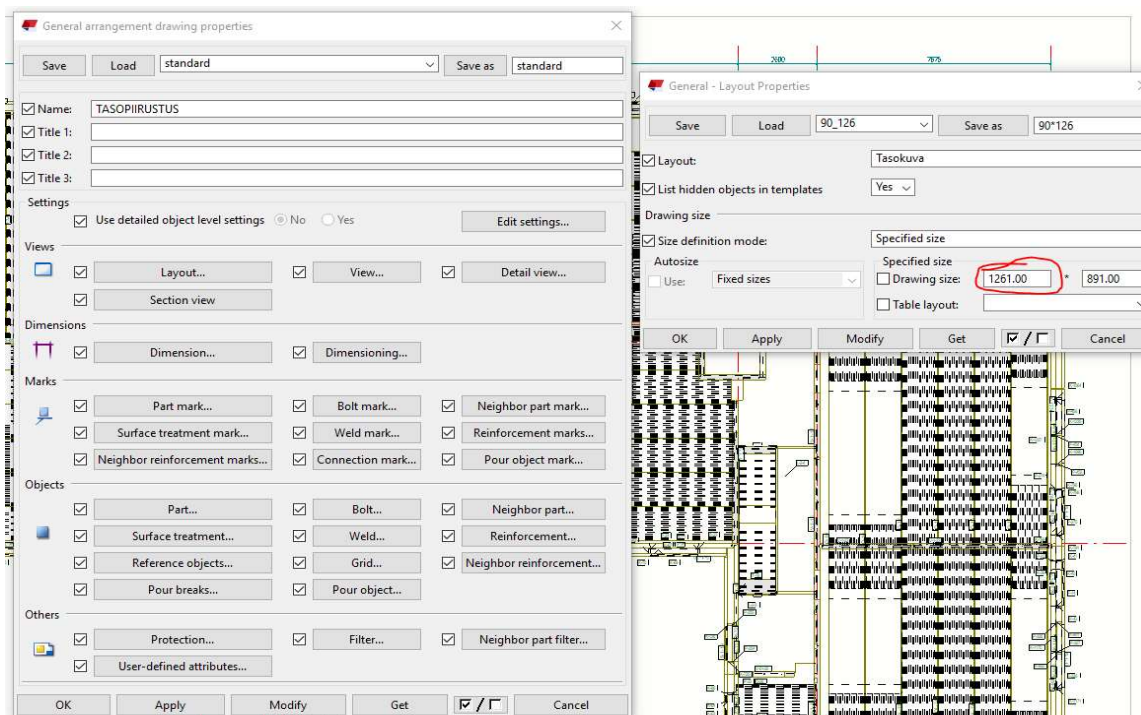
5.2 Piirustusohjan tekeminen

Piirustusohjan tekeminen onnistuu 3D-mallin puolella *menu* -valikosta > *editors* ja sieltä edelleen *drawing layout*. Tänne voidaan lisätä *Add*-painikkeella uusi *layout* halutulla nimellä (kuva 33).



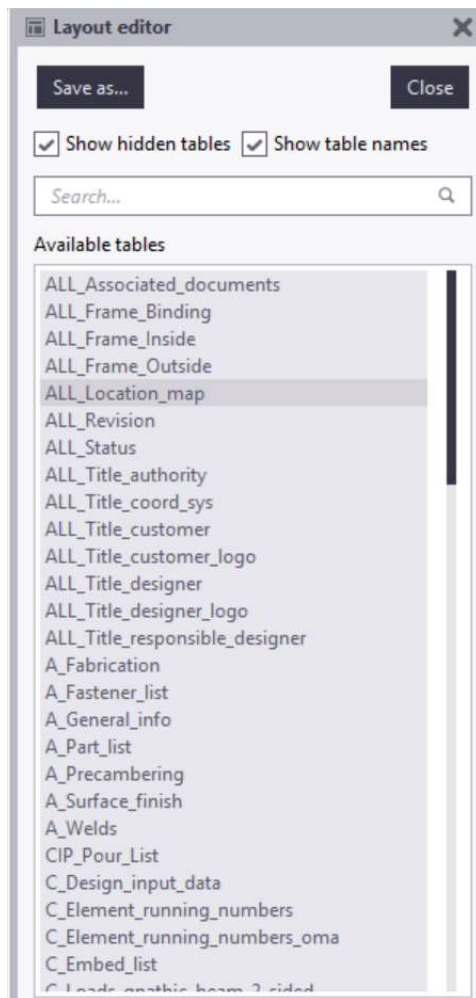
Kuva 33.

Piirustuksen puolella avataan *General Arrangement drawing properties* -> *Layout* ja tallennetaan omat asetukset halutulla nimellä ja valitaan *layout*-kohtaan äsken tehty *layout*. *Specified size*-kohtaan syötetään paperin koko, joka tässä tapauksessa halutaan 891*1260 kokoiseksi (3X6 A4). Piirustus kokoon täytyy lisätä 1 mm, jotta asetukset toimisivat. Tälle ei työssä löydetty syytä. Eli piirustuskooksi määritetään 1261*891. *Table layout*-kohtaan valitaan myöhemmin *layout editorissa* määritetyt asetukset (kuva 34).

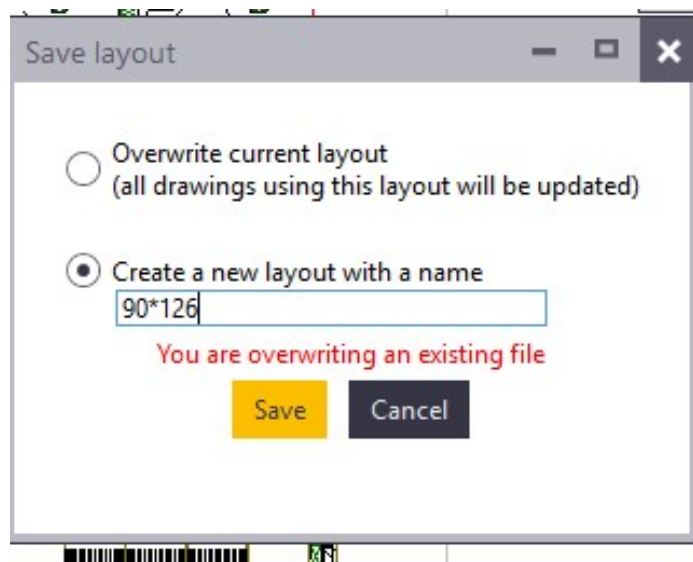


Kuva 34. Layout properties

Avataan seuraavaksi *Menu*-valikosta *editors-> layout editor*. *Layout editorissa* piirustusohjaan voidaan lisätä halutut taulukot sekä piirustusraamit. *Layout editorista* löytyy oikealta listasta valmiiksi määritetty taulukoita (kuva 35). Näitä taulukoita voi myös itse tehdä *Template editorin* kautta. Esimerkiksi nimiö tehtiin *template editorissa* halutunlaisiksi, mutta sitä ei käsitellä tässä työssä. Taulukoista voidaan valita halutut taulukot, mitkä halutaan näkymään piirustusohjassa. Tähän valittiin piirustusraamit, nimiö ja elementtiluettelo. Pohja tallennetaan halutulla nimellä ja suljetaan editori (kuva 36).

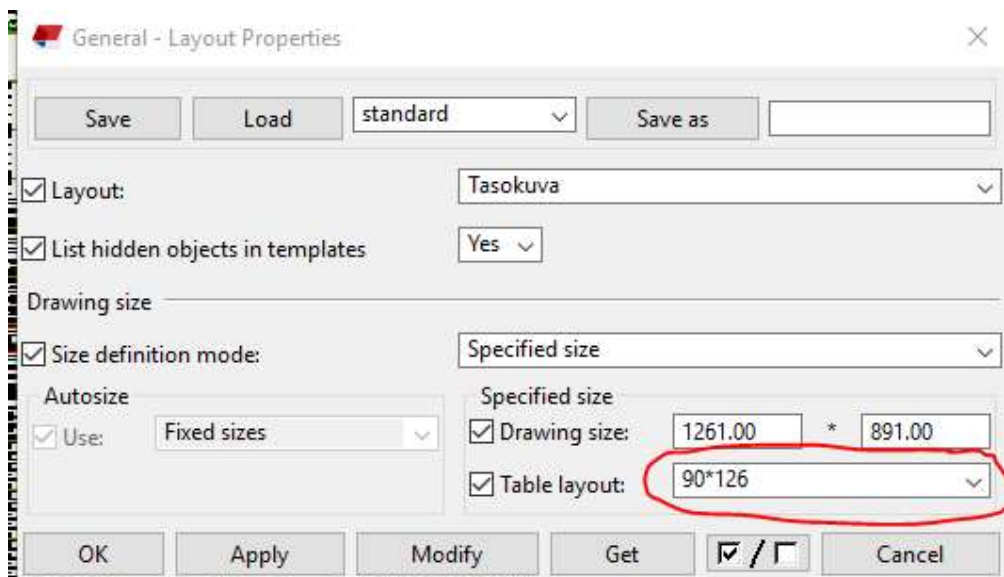


Kuva 35. Layout editor



Kuva 36.

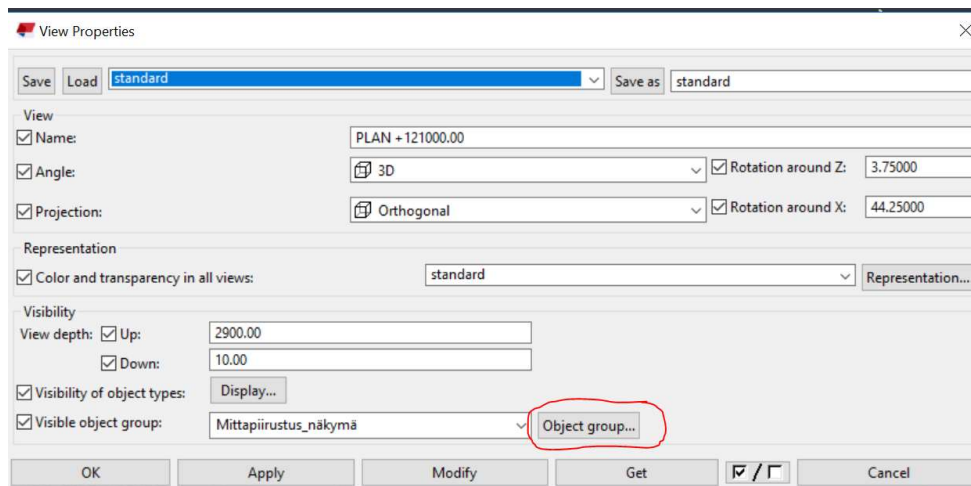
Nyt *layout properties table layout*-kohtaan voidaan valita äsken tehty *layout*, jolloin halutut taulukot ja nimiö päivittyvät piirustukseen (kuva 37).



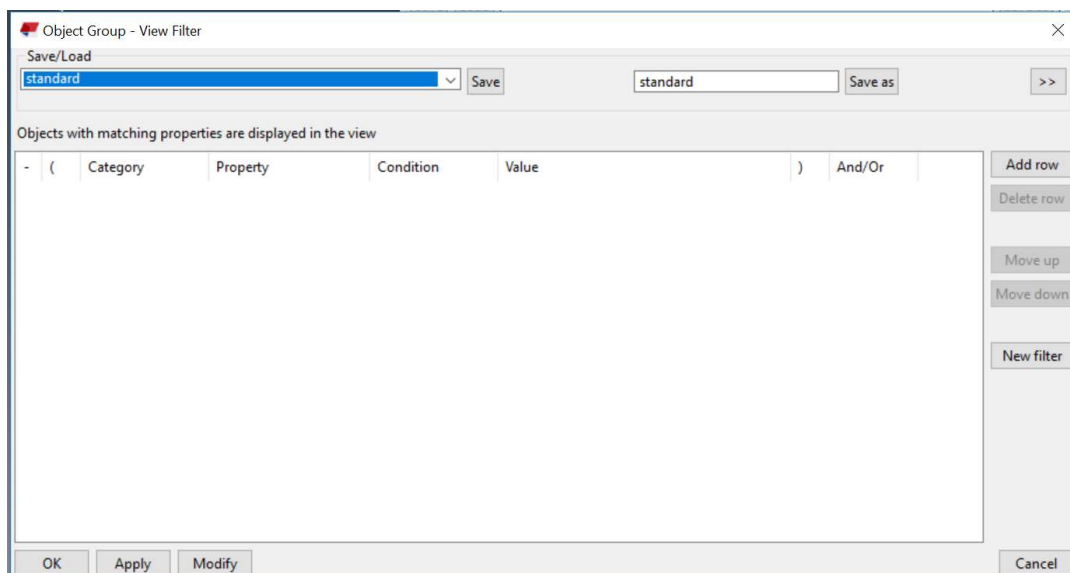
Kuva 37. Layout properties

5.3 Näköfiltringin määrittäminen

Koska tasokuvassa rakenteet halutaan näkymään halutulla tavalla, niin mallin puolella on mahdollista tehdä filteri eli suodatin, minkä avulla saadaan ei halutut objektit piirustuksesta pois. Suodattimien tekeminen kannattaa tehdä aina mallin puolella eikä piirustuspuolella. Näin suodatinta tehdessä nähdään konkreettisesti, kuinka suodatin toimii. Suodattimia voidaan tehdä mallin puolella *view properties* -asetuksissa *object group* kohdasta (kuva 24). Tästä aukeaa *view filter* (kuva 38).

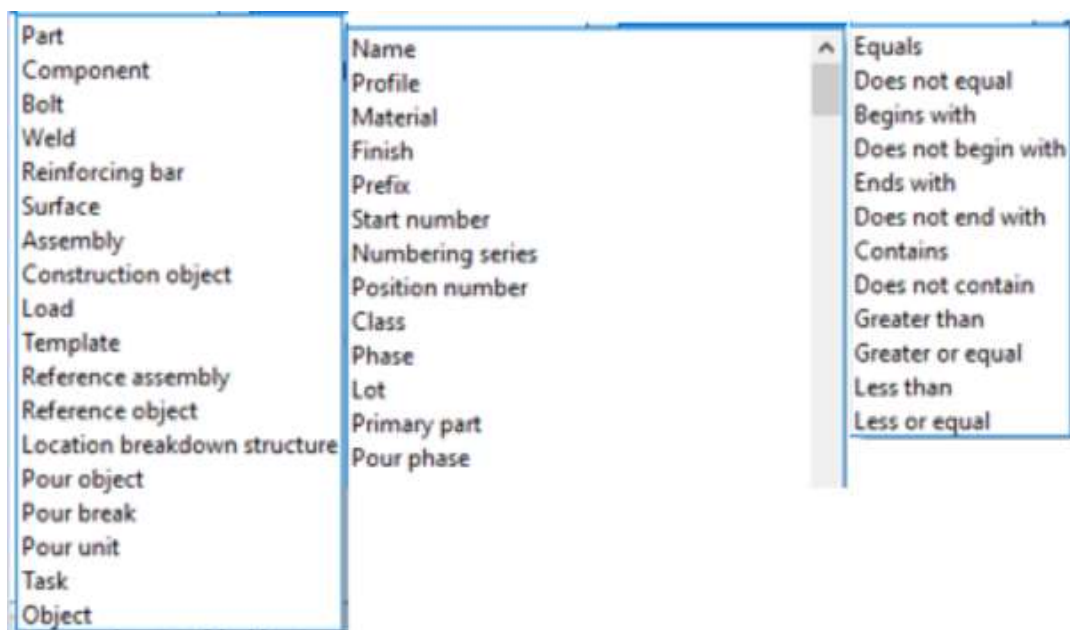


Kuva 38. View properties



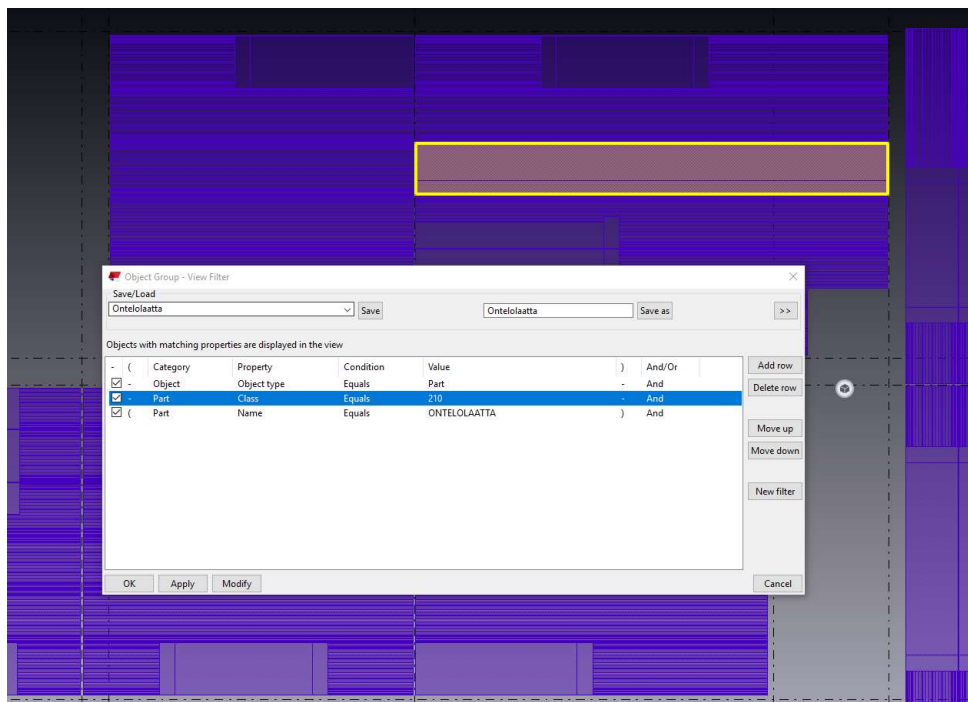
Kuva 39. View filter

Tässä *View filter* -ikkunassa tehdään suodatin ja sen voi tallentaa halutulla nimellä. Suodatinta voidaan käyttää piirustuksien ja 3D-mallin puolella. Suodattimelle pystytään myös määrittämään valintasuodatin erikseen, jolloin tämä aktiivisena valinta kohdistuu ainoastaan kyseiselle objektille, mille suodatin on tehty. *View Filter* -ikkunassa *Category*-kohtaan määritetään suodattimen kategoria, mihin näkymäasetukset halutaan vaikuttavan. *Property*-kohtaan määritetään, minkä suhteen suodatin määrittää suodattimen, tähän voidaan valita esimerkiksi vaihtoehto name, jolloin suodatin näyttää näkymän nimen perusteella. *Condition*-kohtaan voidaan valita, näytetäänkö vai ei kyseistä objektia. *Value*-kohtaan kirjoitetaan *Property*-kohdan mukaan esimerkiksi nimi tai yksilöllinen *Class*-arvo. *And/Or* määrittelee, tarkentuuko suodatin vai hakeeko se eri tietoa (kuva 39).



Kuva 39. View filter -alasvetovalikot

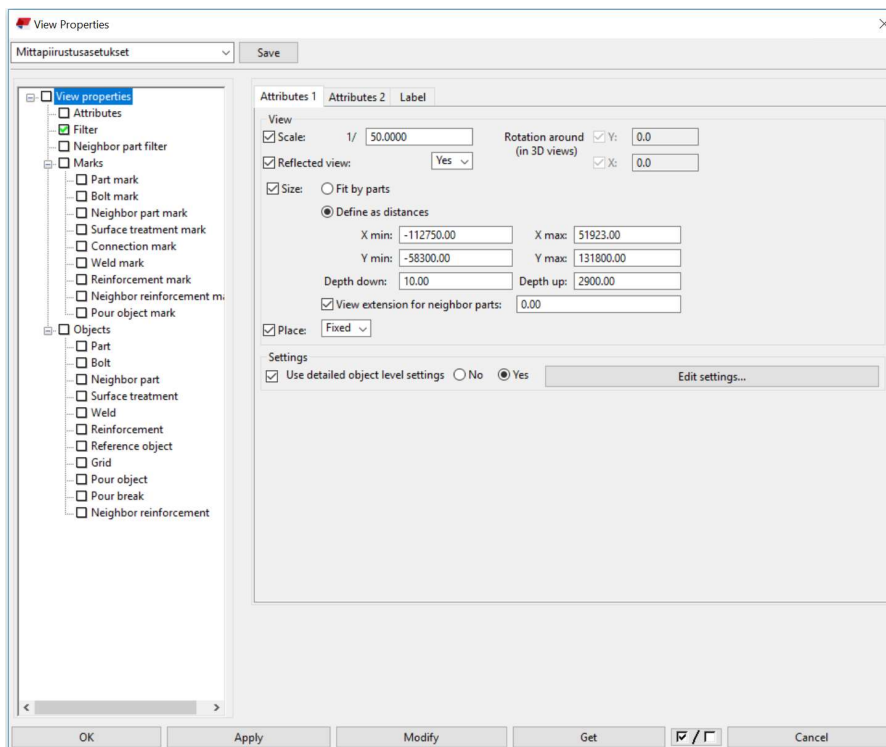
Asetuksissa tulee olla valittuna kohta **All drawing types**, jotta suodatin tulee käyttöön myös piirustusasetusten puolelle. Esimerkkinä yksinkertainen suodatin ontelolaatalle, jossa suodattamiseen on määritetty sekä nimi että *Class*-arvo (kuva 40)



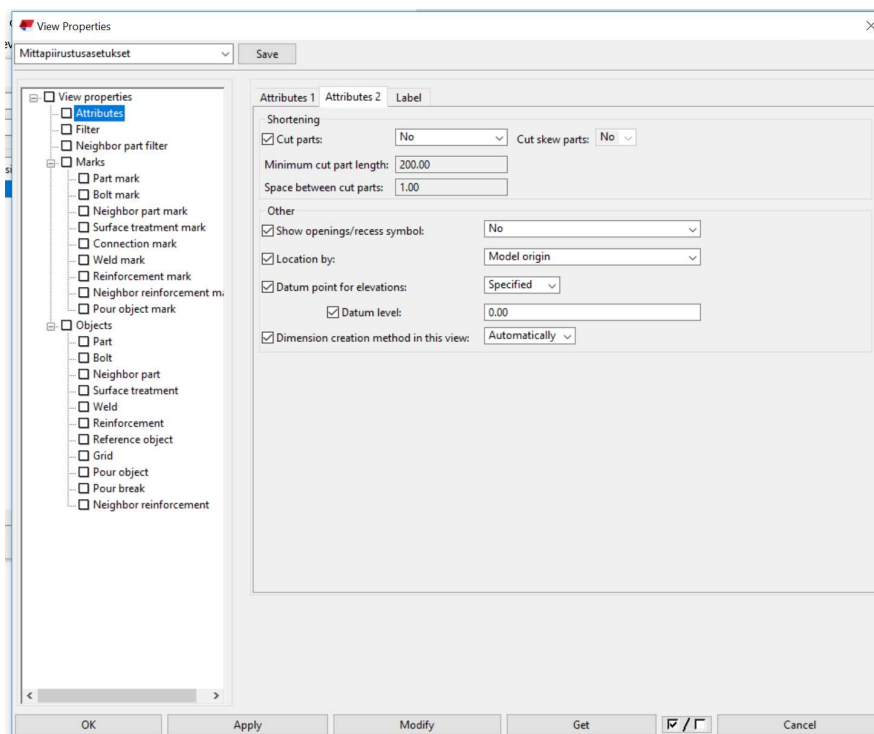
Kuva 39. Suodatin ontelolaatoille

5.4 Piirustusasetusten mukauttaminen

Piirustuspuolella valitsemalla kahdesti raamien ulkopuolelta aukeaa tasopiirustusasetukset tai vaihtoehtoisesti *drawing*-välilehdeltä *properties*-> *view properties* (kuva 40). Tästä aukeaa *view properties*. *Attributes*-välilehdillä pystytään muokkaamaan näkymän skaalausta sekä kuvataanko tasokuvaa peilikuvana vai ei (*reflected view*). Tältä välilehdeltä löytyy myös *object level settings*, josta pystytään hallinnoimaan yksittäisen objektin näkymää sekä objekteihin tulevia merkintöjä. Toisella välilehdellä voidaan valita tekevätkö asetukset aukkojen kohdalle rastit. Välilehdellä voidaan myös valita, tekeekö ohjelma leikkauksia, jotta kuva mahtuisi pienemmälle tulostuspaperille. (kuva 41).



Kuva 40. Attributes 1



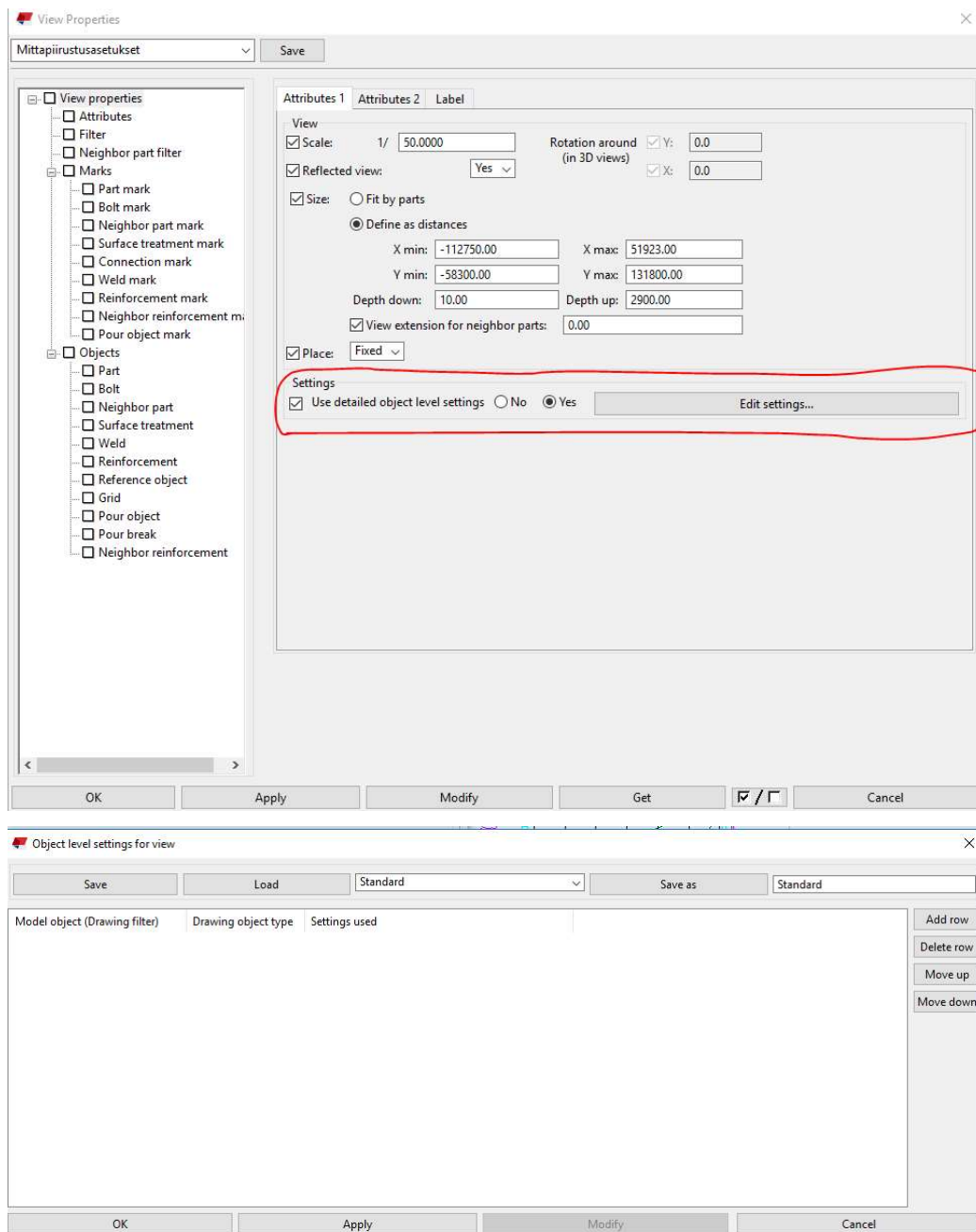
Kuva 41. Attributes 2

5.4.1 View Properties näköasetukset

View properties -asetuksissa on *filter* eli suodatinasetukset, johon voidaan tehdä tai valita 3D-mallin puolella tehty suodatin. Tähän asetukseen valitaan suodatin, mitä piirustuksessa halutaan näyttää. Esimerkiksi 1.kerroksen näköfiltri. Toinen tapa näkösuodatimen tekemiseen on hyödyntää organizer-tietoja, mutta sitä ei käsitellä tässä työssä.

5.4.2 Object level settings

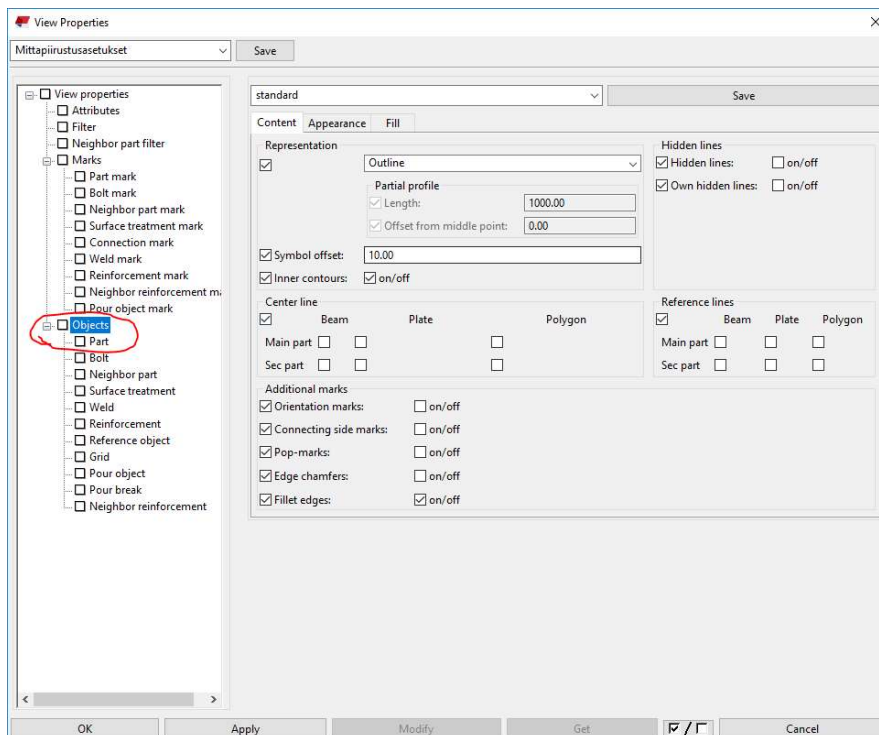
Object level -asetuksien avulla hallinnoidaan sitä, miltä mikäkin elementti tai osa näyttää piirustuksessa. Tätä varten täytyy jokaiselle elementille tai osalle tehdä oma suodatin. Suodattimien tekemisen jälkeen, voidaan osakohtaisesti määrittää miltä osa näyttää kuvassa. *Object level* -asetukset löytyvät *view properties* -asetuksista *attributes 1* -välilehdeltä *edit settings* -painikkeesta (kuva 43).



Kuva 43. Object level settings

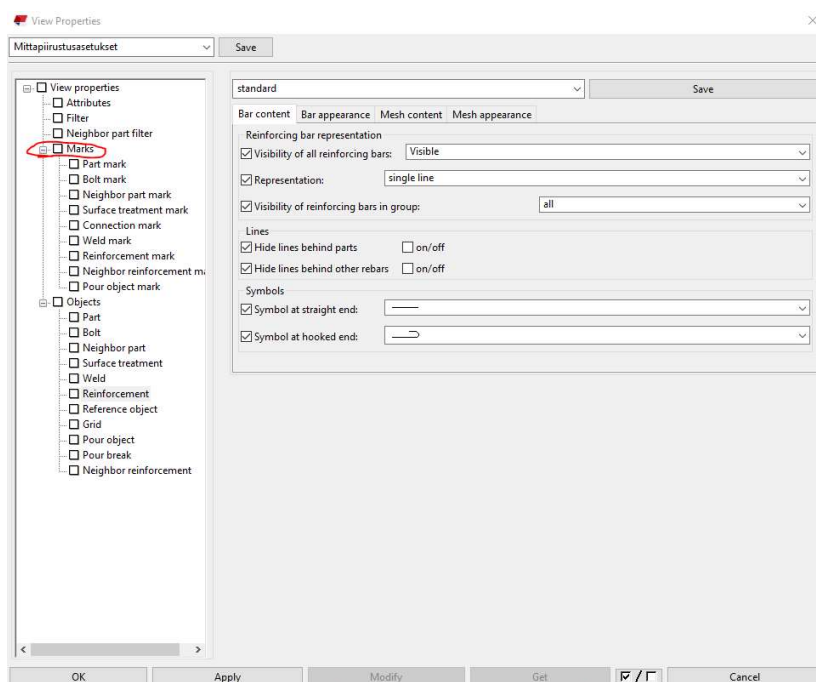
Tästä aukeaa *object level settings* -asetukset, johon voidaan yksilöidä osat miltä minkäkin osan halutaan näyttävän ja hallinnoimaan osa- sekä raudoitusmerkkejä. *Add row* -painiketta painamalla ilmestyy ikkunaan uusi rivi. *Model object* -kohtaan valitaan osa, jonka esitystapaa tai merkintää halutaan hallita. *Drawing object type* -kohtaan valitaan esitystapa tai merkki. *Settings used* -kohtaan valitaan asetukset, miltä osan halutaan käyttävän. Rivien lisääntyessä ja koskien samaa osaa niiden

järjestyksellään on merkitystä. Ylin rivi kumoaa aina sen alapuolella olevat asetukset. Ennen asetusten syöttämistä täytyy määrittää osa-asetukset ja raudoitusasetukset, miltä osan halutaan näyttävän tai millainen on osan tai raudoituksen merkintätapa. Osa-asetukset löytyvät *objects > part/reinforcement* -kohdasta (kuva 44).



Kuva 44. Objekti-asetukset

Content välilehdeltä voidaan määrittää miltä osan esitystapa sekä määrittää näytetäänkö piiloon jäävät osat. *Appearance*-välilehdellä määritetään näkyvien-, piilossa olevien- ja referenssiivivojen viivaväri sekä viivatyppi. Viimeisellä *Fill*-välilehdellä voidaan määrittää haluttu *hatch*-tyyppi osalle. *Object level*-asetuksissa. Osien ja raudoitusten merkintöjä hallinnoidaan myös *object level*-asetuksilla. Merkintöjen asetukset löytyvät *Marks*-kohdasta (kuva 45).



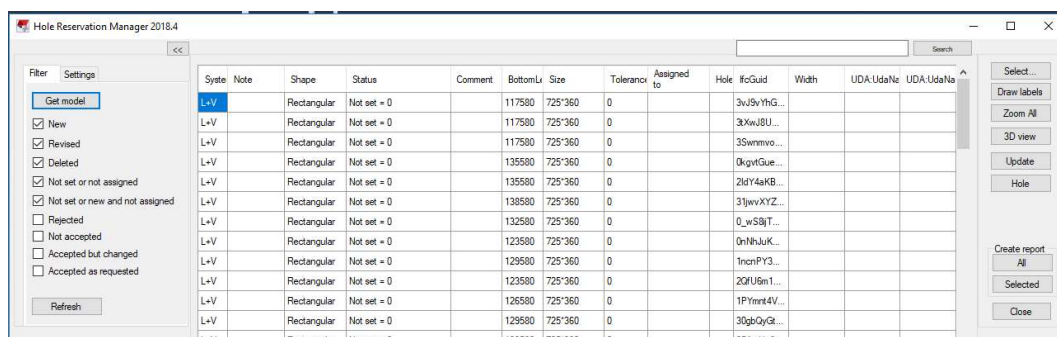
Kuva 45. Objekti-merkintöjen asetukset

Kun asetukset on määritetty niin, että kaikki tarvittava ja haluttu näkyy piirustuksessa niin asetukset voidaan tallentaa halutulla nimellä. Nyt asetukset löytyvät alasettovalikosta ja ne saadaan käyttöön aina *load*-painiketta painamalla.

6 REIKÄKIERTOTYÖKALUN KÄYTTÄMINEN TEKLA STRUCTURES -OHJELMASSA

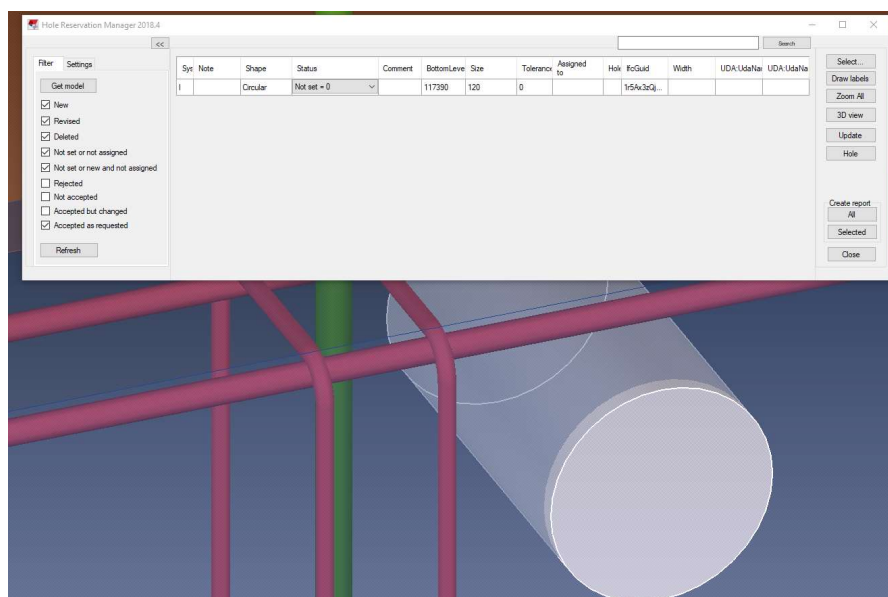
Hole Reservation Manager on *Tekla structures* -ohjelmaan *Tekla warehousesta* ladattava laajennustyökalu. Työkalulla pystytään siirtämään talotekniikka- ja rakennemallin välillä tietoa ja tekemään reikävarausobjekteja suoraan TATE-suunnittelijan suunnitelmien pohjalta. Työkalun tavoitteena on tehostaa ja helpottaa reikäkiertoa, jolloin päästäisiin eroon hankalammasta 2D-reikäkierrosta.

Hole Reservation Managerissa voidaan tarkastella TATE-suunnittelijan tekemää reikävaraus IFC:tä tuomalla IFC-malli *Tekla structuresiin* referenssinä. Reikävarauksia voidaan tarkastella listasta valitsemalla (kuva 46), jolloin näkymä siirtyy kyseisen reikävarauksen kohdalle mallissa. Toinen tapa ja on valita *select reference models* ja *select objects in components* -valinta päälle alavalikosta. Nyt valitsemalla referenssitiedoston reikävarausta mallissa ja painamalla *select*-näppäintä *hole reservation managerissa* tiedot päivittyvät listaan (kuva 47). Ctrl-näppäin pohjassa on mahdollista valita useampi reikävaraus kerralla.



Syste	Note	Shape	Status	Comment	BottomL	Size	Toleranc	Assigned to	Hole	IdGUID	Width	UDA:UdaNe	UDA:UdaNa
L+V		Rectangular	Not set = 0		117580	725*360	0			3vJ9vYhG...			
L+V		Rectangular	Not set = 0		117580	725*360	0			3XwJ8U...			
L+V		Rectangular	Not set = 0		117580	725*360	0			3Swwmvo...			
L+V		Rectangular	Not set = 0		135580	725*360	0			0kgvGue...			
L+V		Rectangular	Not set = 0		135580	725*360	0			2ldY4aKB...			
L+V		Rectangular	Not set = 0		138580	725*360	0			3lppvXYZ...			
L+V		Rectangular	Not set = 0		132580	725*360	0			0_wSäjT...			
L+V		Rectangular	Not set = 0		123580	725*360	0			0nNhkuK...			
L+V		Rectangular	Not set = 0		129580	725*360	0			1nchPY3...			
L+V		Rectangular	Not set = 0		123580	725*360	0			20fU6m1...			
L+V		Rectangular	Not set = 0		126580	725*360	0			1PYmnd4V...			
L+V		Rectangular	Not set = 0		129580	725*360	0			30gb0yGr...			
L+V		Rectangular	Not set = 0		129580	725*360	0			25AwH8b...			

Kuva 46. Hole Reservation Manager



Kuva 47. Yksi reikävarausobjekti valittuna

Tarkastellaan seuraavaksi reikävarauksen sijoittumista mallista ja päätetään *status* alavetovalikkoon, hyväksytäänkö reikävaraus vai hylätäänkö se (kuva 48). Reikäkierrossa olisi hyvä käyttää vain

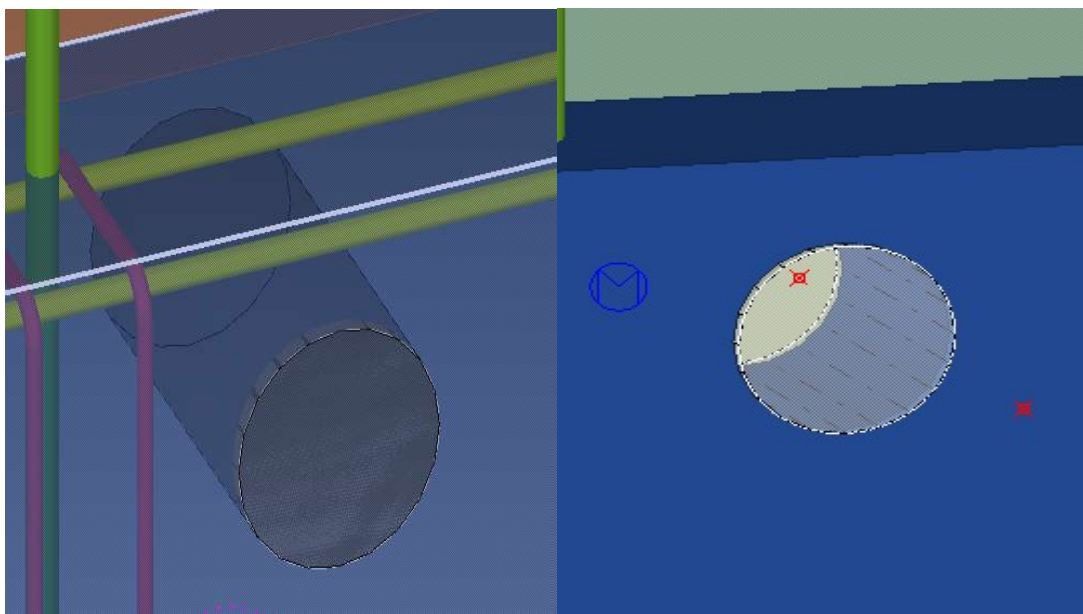
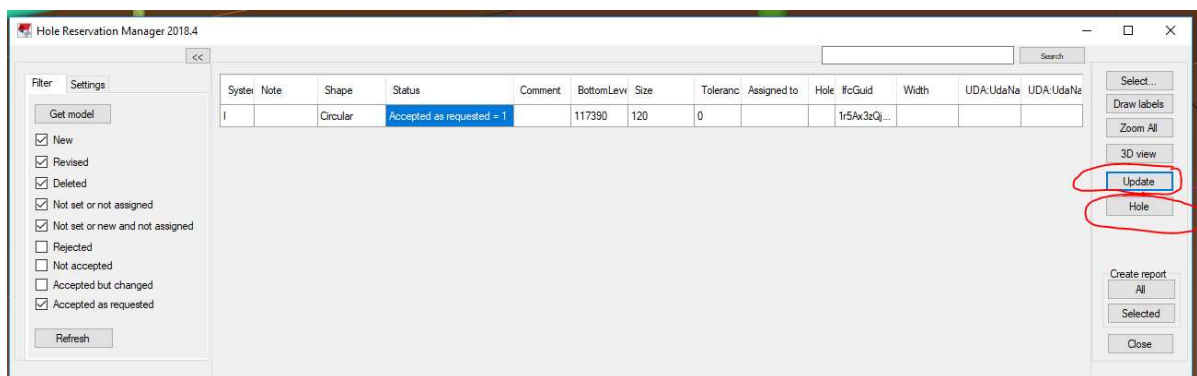
Accepted as requested = 1 ja *Not accepted* = 3 kohtaa, jolloin reikäkierron kierteässä olisi aina selkeää mikä on hyväksytty ja mikä ei.

System	Note	Shape	Status	Comment	BottomLev	Size	Toleranc	Assigned to	Hole	IfcGuid	Width	UDA:UdaNa	UDA:Uda
I		Circular	Not set = 0		117390	120	0			1r5Ax3zQj...			

Not set = 0
 Accepted as requested = 1
 Accepted but changed = 2
 Not accepted = 3
 Rejected = 4
 Revised = 5
 Deleted
 New

Kuva 48. Status-valikko

Hyväksytään reikä, valitaan *Accepted as requested* = 1 ja painetaan *update*-näppäintä, jolloin ohjelma tekee mustan natiiviosan reikävarauksen kohdalle. Painamalla *hole*-näppäintä ohjelma tekee myös reiän natiiviosan kohdalle. Natiiviosa mallintuu teräspalkkina malliin ja se sisältää TATE-suunnittelijan lisäämät tiedot (kuva 49). Piirustusasetuksissa näitä tietoja voidaan hyödyntää käyttämällä natiiviosaa piirustusmerkinnöissä.



Kuva 49. Natiiviosa

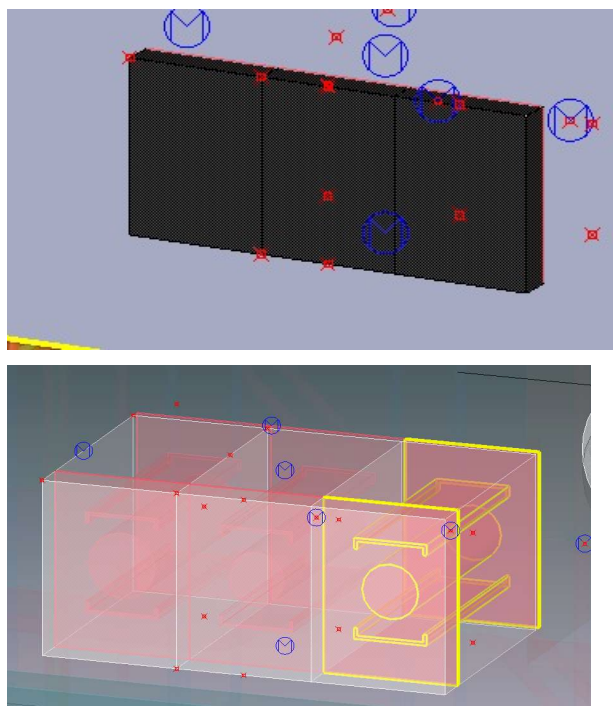
6.1 Sewatek-läpivientien mallintaminen Hole Reservation Manageria hyödyntäen

Sewatek-läpivientien mallintamiseen voidaan hakea *Tekla Warehousesta Sewatek connector* -lisätyökalu, jolla sewatek-läpiviennit voidaan helposti mallintaa *Hole Reservation Managerin* avulla (kuva 50).



Kuva 50. Tekla Warehouse Sewatek-lisätyökalu (Tekla.com)

Sewatek-läpivientien mallintaminen tapahtuu valitsemalla referenssiobjektit mallista ja painamalla *select*-painiketta *hole reservation managerissa*. Tiedot päivittyvät listaan, jolloin päätetään, hyväksytäänkö sewatek-varaukset tälle kohdalle vai ei. *Update*-näppäintä painamalla tekla tekee natiiviosat. Avataan *sewatek connector* -laajennustyökalu (*sewatek plugin*) komponenttikatalogista, valitaan seinä, jossa sewatek-varaukset ovat ja painetaan *Add Sewateks to selected panels* -painiketta > *modify* > ok. Sewatek-läpiviennit mallintuvat oikean kokoisina natiiviosan kohdalle. (kuva 51).



Kuva 51. Sewatek-läpiviennit mallinnettuna

Mikäli reikävarausobjektit sijoittuvat väärään paikkaan valitaan status kohtaan *Not accepted = 3*, ja halutessa *comment*-kohtaan voidaan kirjoittaa, mitä muuttamalla varausobjekti hyväksytään.

7 TULOKSET JA POHDINTA

7.1 Tulokset

Työn tuloksena saatiin tuotettua Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räsänen Ky:lle ikkunan sekä ikkunan ja oven mallintamiseen käytettävät komponentit, vaijerilenkkiliitos komponentteja väli-seiniin ja ulkoseiniin, raudoitustyökalu sokkelielementteihin, varauskolotyökalu väliseinien sekä ulko-seinien tapituksille sekä valmiit asetukset mittapiirustuksien tekemiseen. Lisäksi näille komponenteille säädettiin valmiit esiasetukset käytön nopeuttamiseksi. Näistä myös tehtiin yritykselle käyttö-ohjeet, mitkä käsittelevät komponenttien tekemistä sekä piirustusasetusten tekemistä.

7.2 Pohdinta

Opinnäytetyöni tavoitteena oli tehostaa yrityksen elementtisuunnittelua Tekla Structures -ohjelman avulla. Alkuun kaikki oli melko haastavaa, koska ohjelmasta ei ollut paljoa kokemusta, mutta ohjelmaa enemmän käyttämällä asiat alkoivat selvitä ja ymmärrys ohjelmaan parani huomattavasti. Työni aihe oli myös melko laaja ja se käsitteli eri osa-alueita *Tekla Structures* -ohjelmassa, joten työn rajaaminen oli ajoittain hankalaa. Myös työn kokoaminen yhdeksi kokonaisuudeksi oli haastavaa, koska työssä käsiteltiin paljon eri asioita. Aihealueessa pysyminen oli myös melko hankalaa, kun aiheeseen paneutui kunnolla, koska jokaisesta osa-alueesta olisi pystynyt kertomaan vielä paljon enemmän. Salassapitosopimuksen vuoksi myös täytyi miettiä, kuinka laajasti mistäkin asiasta voi kertoa. Opinnäytetyöni aikana olin melkein päivittäin töissä, joten kehitysideoita tuli jatkuvasti lisää. Osa kehityksestä meni työajalla ja loput omalla ajallani.

Opinnäytetyöhöni sisältyi tämän raportin lisäksi Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räsänen Ky:n käyttöön käyttöohjeet tässä opinnäytetyössä käsitellyistä osa-alueista. Ohjeiden tarkoituksena on opastaa rakennesuunnittelijoita näissä aihealueissa.

LÄHTEET

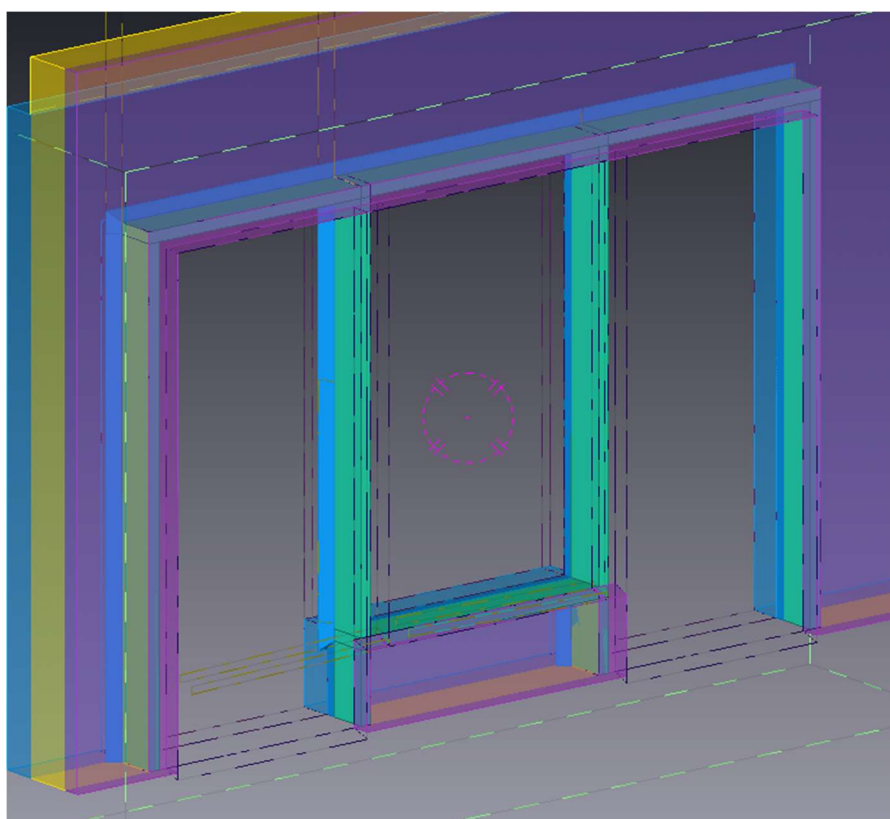
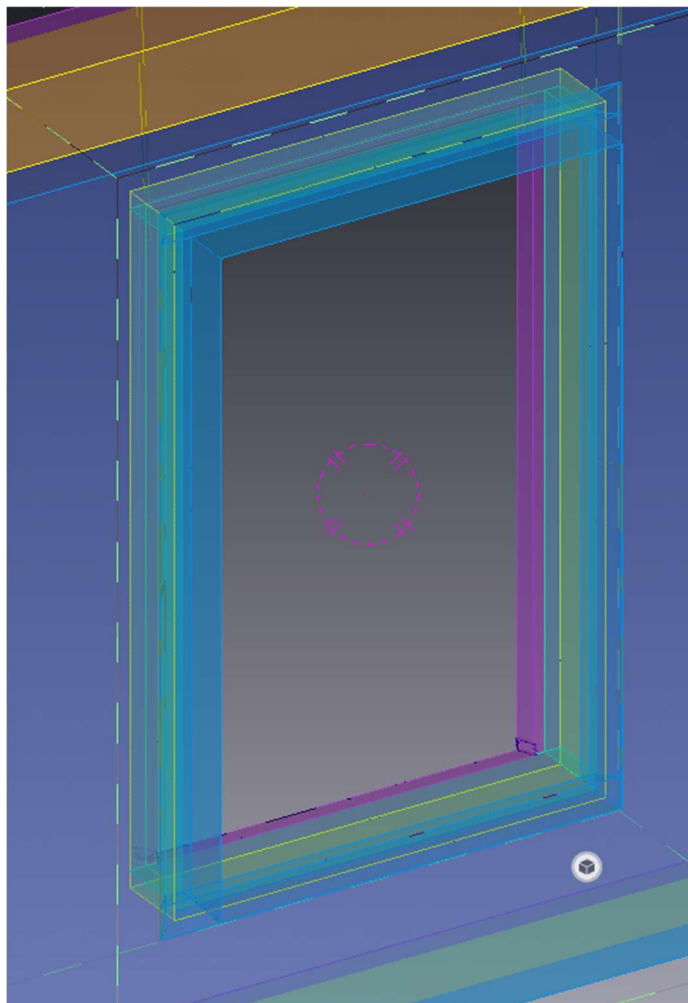
Rt-rakennustieto-fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-03-15] Saatavissa: <https://rt-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/haku?query=tietomallivaatimukset>

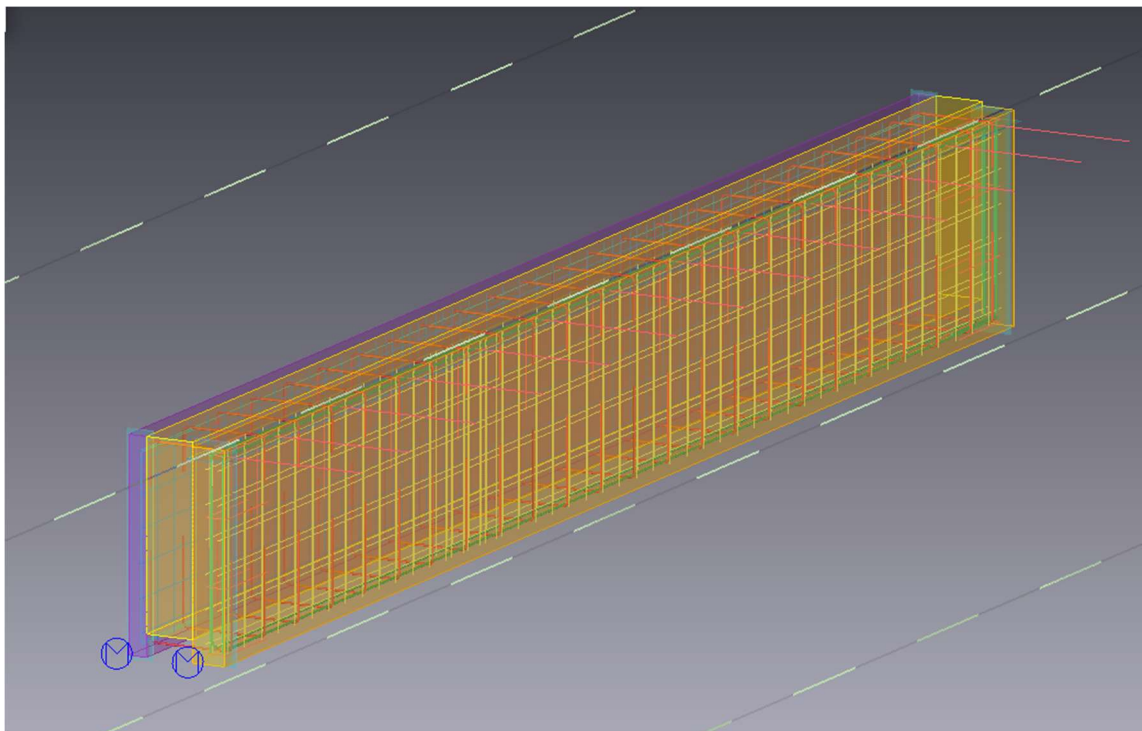
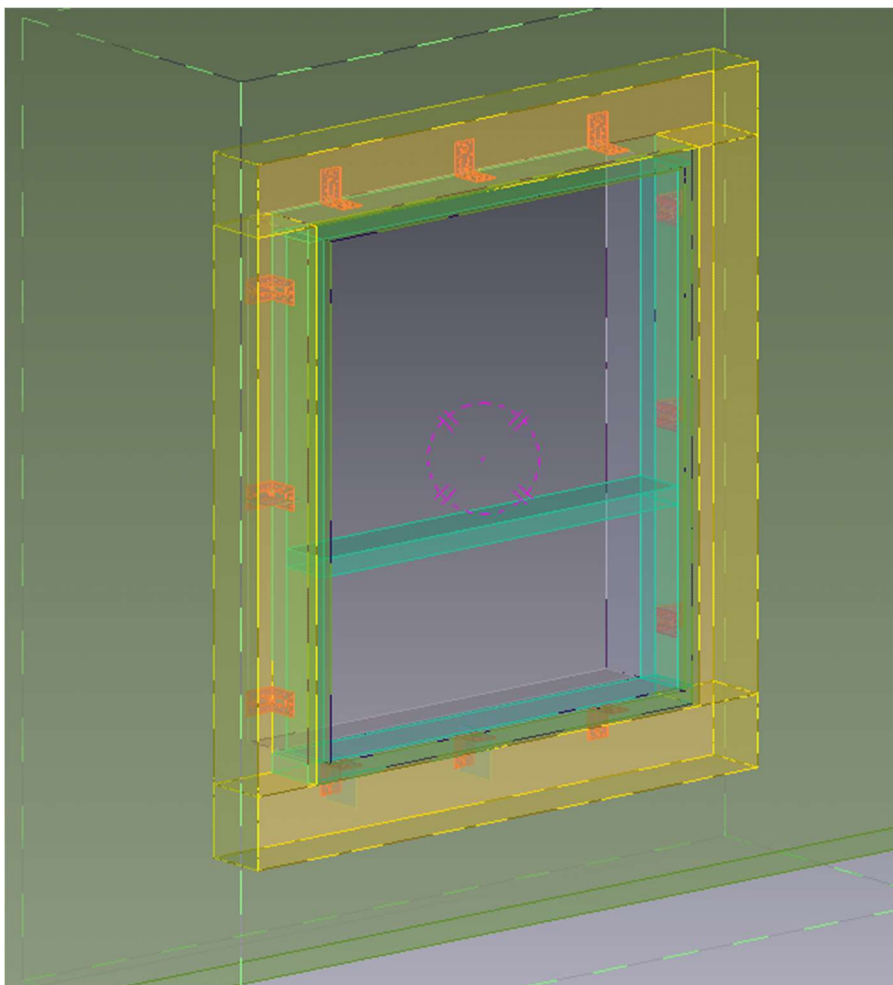
Rtrky.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-03-15] Saatavissa: <http://www.rtrky.fi/>

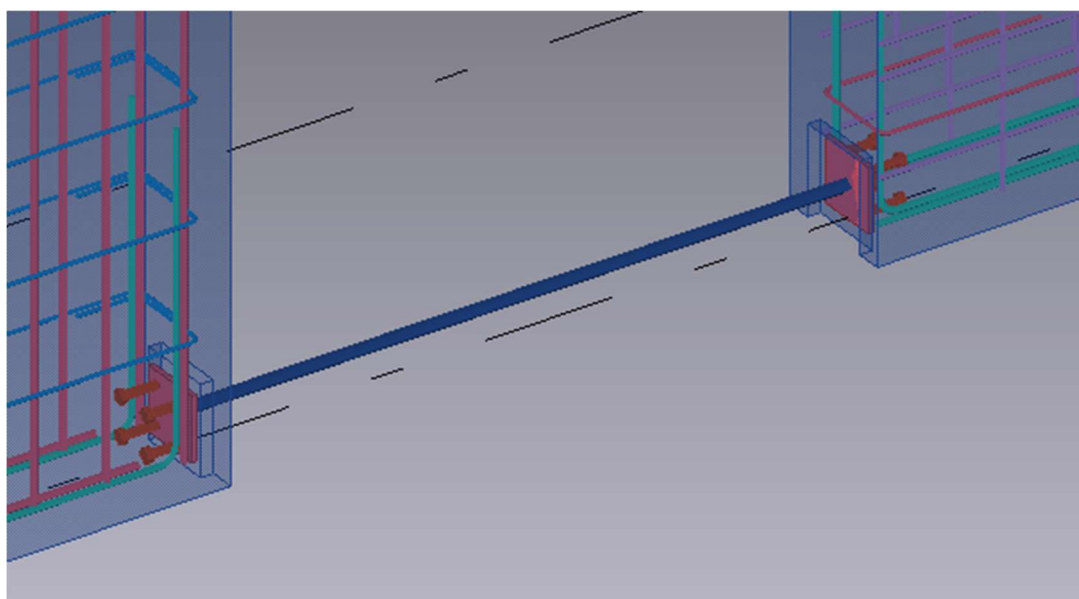
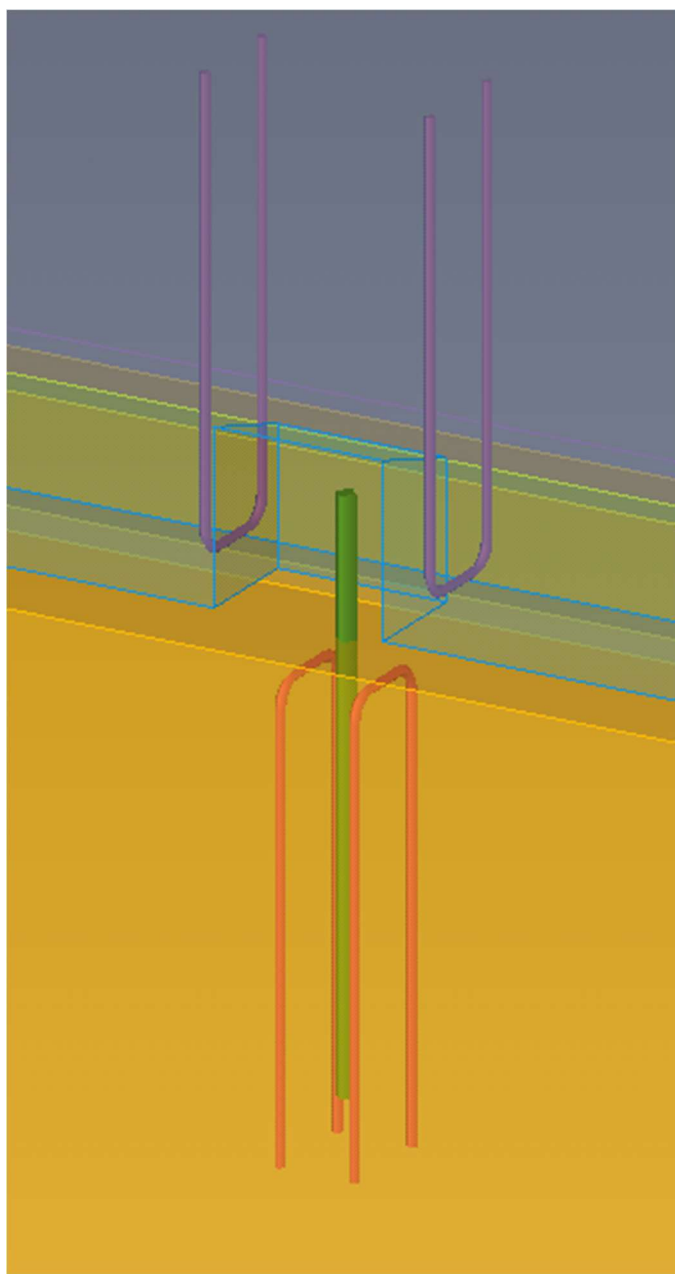
Tekla.com [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-03-15] Saatavissa: <https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>

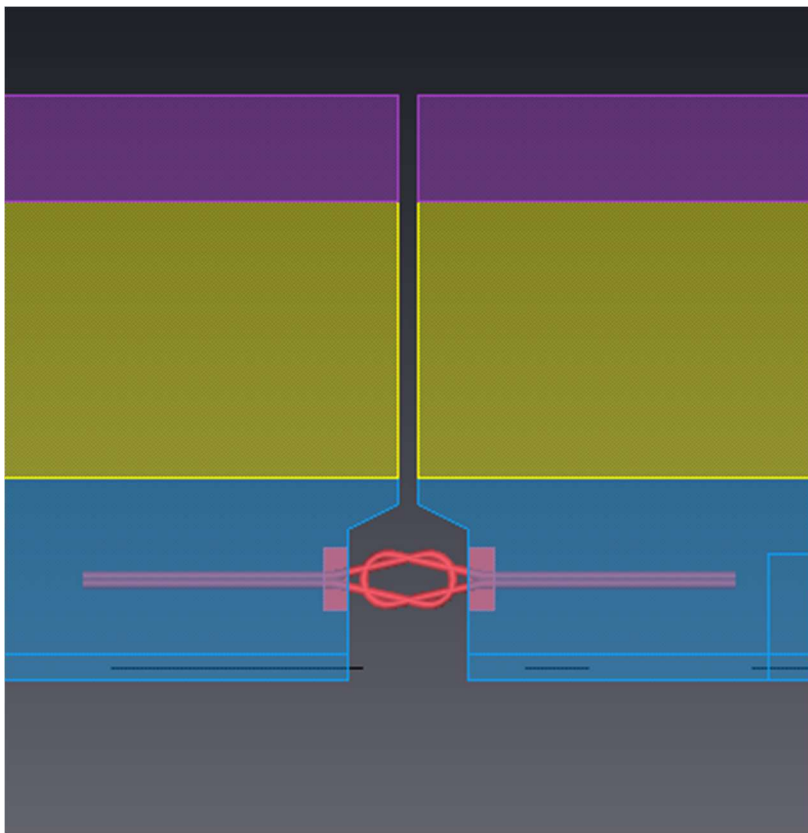
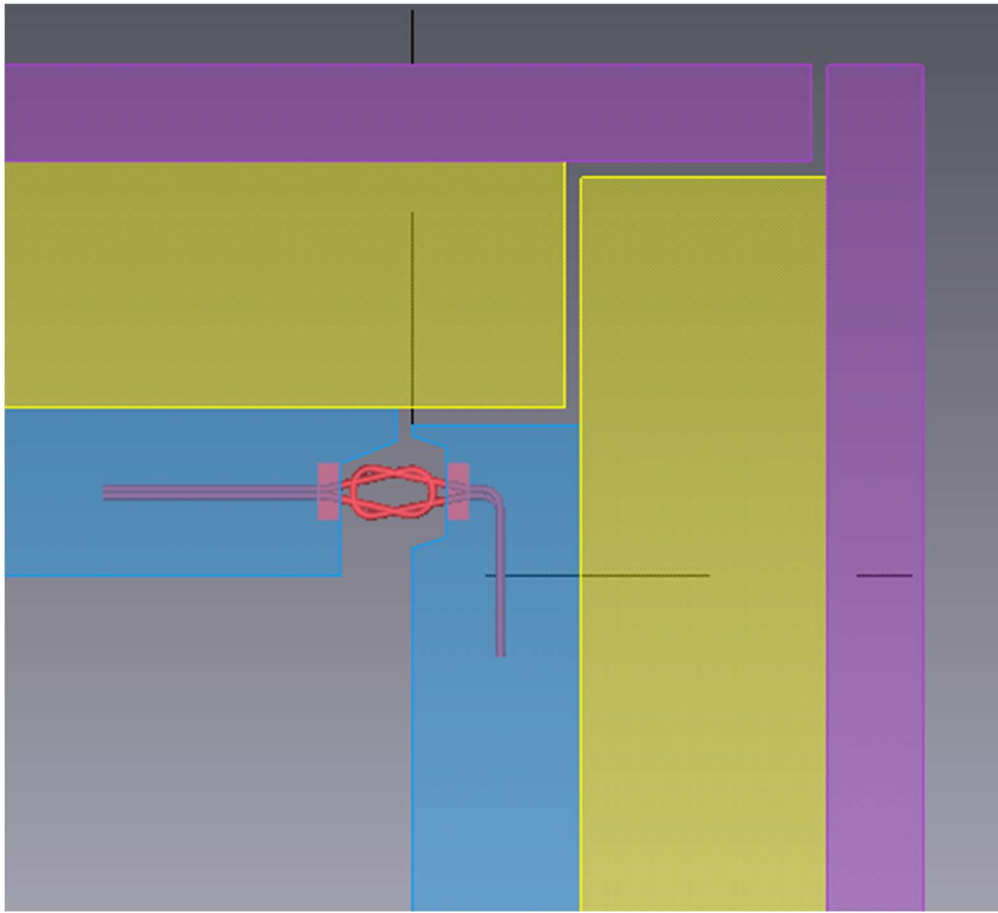
Tekla.com [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-12] Saatavissa: <https://warehouse.tekla.com/#!/search/?searchTerm=sewatek&sortBy=-relevance&listSize=0&showContentView=true>

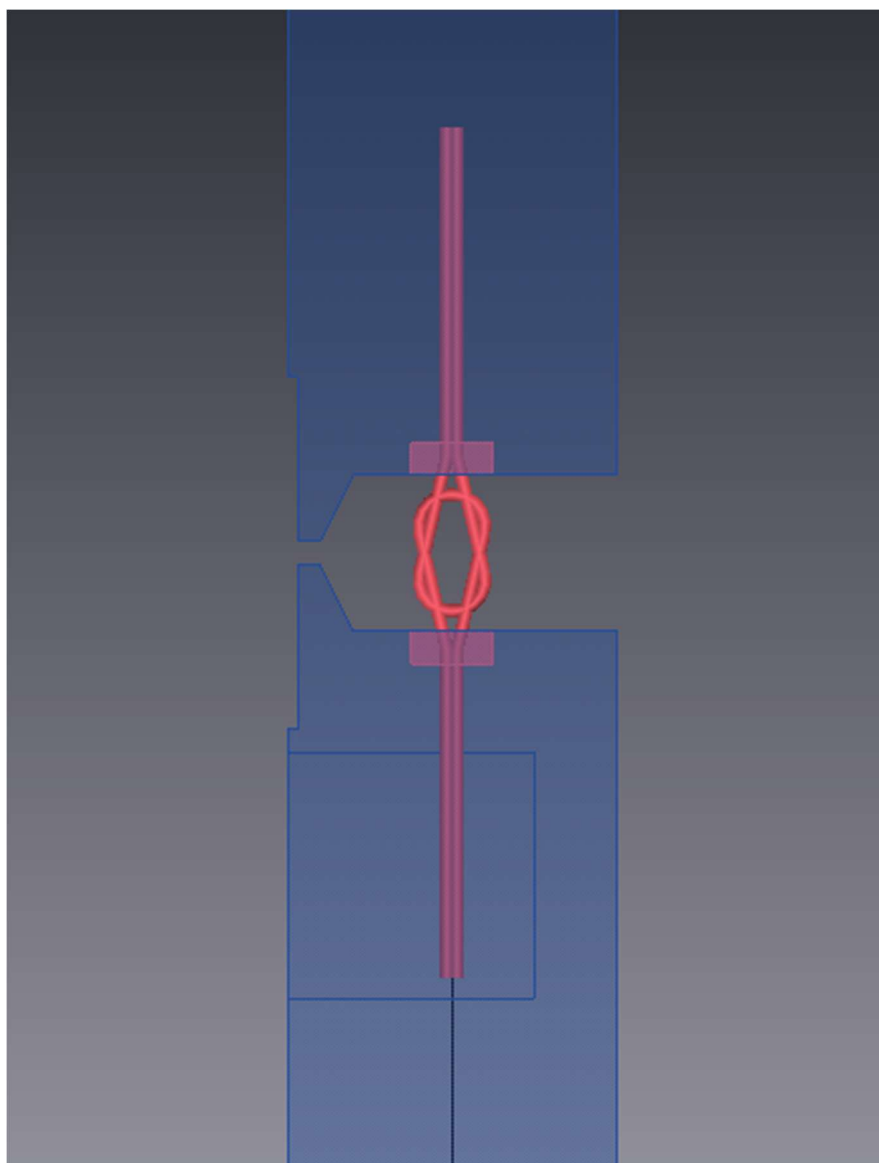
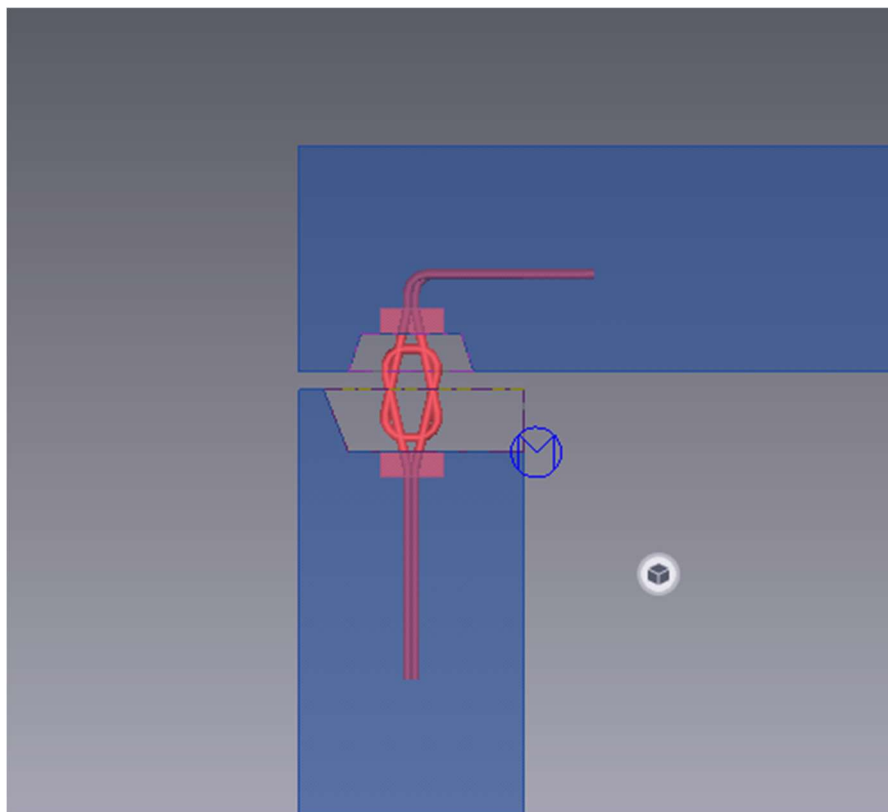
LIITE 1. KOMPONENTIT











LIITE 2.

Opinnäytetyön muita liitteitä ei julkaista salassapitosopimuksen vuoksi.