



# **TEKLA STRUCTURES CUSTOM COMPONENT: PUURAKENTEINEN VÄLIPOHJAELEMENTTI**

Simo Hakulinen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2013  
Rakennustekniikka  
Talorakennustekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikka  
Talonrakennustekniikka

HAKULINEN SIMO:

Tekla Structures custom component: puurakenteinen välipohjaelementti

Opinnäytetyö 35 sivua, joista liitteitä 5 sivua  
Huhtikuu 2013

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Tekla Structures -ohjelmaan custom component -työkalu puurakenteisten välipohjaelementtien mallintamiseen. Työkalulla on tarkoitus nopeuttaa rakennesuunnittelijan mallinnustyötä välipohjaelementtien osalta.

Työssä tarkasteltiin tavanomaisen puurakenteisen välipohjaelementin rakennetta ja toiminnallisuutta, minkä pohjalta suunniteltiin työkalu 3D-mallintamiseen. Tekla Structures -ohjelmassa työkalu toteutettiin custom component part (osa) -toiminnolla, soveltaen komponentin tekemiseen hyväksi havaittuja tekniikoita.

Komponentti toteutettiin rakennesuunnittelijoiden mallinnustyössä havaitsemien tarpeiden pohjalta. Työkalun käyttö pyrittiin pitämään yksinkertaisena ja selkeänä, jotta se palvelisi mahdollisimman hyvin käyttäjänsä tarpeita. Komponentin käyttöä ohjeistamaan luotiin käyttöohje, jossa on selvitetty työkalun käyttö toimintavaiheittain.

Välipohjaelementtien mallintaminen on olennainen osa niiden suunnitteluprosessia. Mallintamista nopeuttaa olennaisesti mahdollisuus luoda elementit valmiilla komponentilla. Komponentti on täten tärkeä osa välipohjaelementtien suunnitteluprosessia mallintamisesta piirustuksiin.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree programme in Civil Engineering  
Option of Structural Engineering

**HAKULINEN SIMO:**

Tekla Structures custom component: wooden floor element

Bachelor's thesis 35 pages, appendices 5 pages  
April 2013

---

The subject of this thesis was to create custom component tool for wooden floor elements modeling in Tekla Structures -program. The tool was intended to accelerate the structural designer modeling work for floor elements.

In this thesis was examined to the conventional wooden floor element structure and functionality, which is the basis of tool designing for 3D-modeling. In Tekla Structures component was produced custom component part -function, applying to the proven component making techniques.

The component was produced the basis of observed need's in structural engineer's modeling work. Using the component was desired to keep simple and clear, that it served users possibly well. Instruction of use has been created, which has instructed tool using for function steps.

Modeling of floor elements was been essential part of their design process. Possibility to create elements for finished component accelerated substantially modeling work. So component was been important part of floor elements designing process for modeling to drawings.

---

Key words: tekla structures, custom component, floor element

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
1.1	Tausta .....	7
1.2	Tavoitteet .....	7
1.3	Rajaukset .....	8
2	PUURAKENTEINEN VÄLIPOHJAELEMENTTI .....	9
2.1	Rakenne .....	9
2.1.1	Poikkileikkaus ja sivuleikkaus .....	9
2.1.2	Osat ja materiaalit .....	10
2.2	Toiminnallisuus .....	10
2.2.1	Kuormien siirto .....	10
2.2.2	Kuormituksen kestävyden kapasiteetti ja jännevälit .....	11
2.2.3	Palosuojaus .....	11
2.2.4	Ääneneristys .....	12
3	MALLINNUSTYÖKALUN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS .....	13
3.1	Mallinnustyökälun ominaisuudet .....	13
3.1.1	Rakenneosat .....	13
3.1.2	Muunneltavuus .....	14
3.1.3	Nimeäminen ja numerointi .....	15
3.2	Mallinnustyökälun toimintaperiaate .....	15
3.2.1	Kansivaneri ja välipohjapalkit .....	15
3.2.2	Koolaus .....	15
3.2.3	Komponentin muut osat .....	16
3.3	Custom part component .....	16
3.3.1	Komponentin luominen .....	16
3.3.2	Rakenneosien välisten suhteiden määrittäminen .....	17
3.3.3	Komponentin tekemisen tekniikat .....	19
3.3.4	Käyttöliittymä .....	21
4	MALLINTAMINEN TYÖKALULLA .....	23
4.1	Mallinnusesimerkki .....	23
4.1.1	Elementin luominen .....	23
4.1.2	Mittojen ja arvojen määrittäminen .....	24
4.1.3	Elementin sijoittelu .....	24
5	ELEMENTTIPIIRUSTUSTEN LUOMINEN MALLISTA .....	25
5.1	Piirustuksen luominen .....	25
5.2	Elementtipiirustus .....	27
5.3	Tulostaminen .....	27

6	JATKOKEHITYS .....	28
7	LOPPUSANAT .....	29
	LÄHTEET .....	30
	LIITTEET .....	31
	Liite 1. Käyttöohje komponentilla välipohjaelementin mallintamiseen.....	31
	Liite 2. Esimerkki välipohjaelementin elementtipiirustuksesta. ....	35

## LYHENTEET JA TERMIT

Array of objects	Kopiointityökalu rakenneosille
Assembly	Toiminto, joka yhdistää rakenneosat kokonaisuuksiksi
Beam	Toiminto, jolla luodaan palkkeja
Bind to plane	Sido tasoon
Boundary planes	Komponentin rakenneosien pintatasot
Browse for model	Hae malli
Clone	Toiminto, jolla kloonataan
Clone drawing	Kloonaa piirustus
Clone selected	Kloonaa valittu kohde
Component catalog	Komponentti luettelo
Component planes	Komponentin tasot
Contour plate	Toiminto, jolla luodaan levymäisiä kappaleita
Custom component	Työkalu, jolla voidaan luoda komponentteja
Custom component editor	Työkalu, jolla muokataan komponentteja
Cut planes	Komponentin rakenneosien leikkaustasot
Drawing list	Piirustusluettelo
Explode component	Räjäytä komponentti
Filtteröinti	Haluttujen tasojen suodatus
Macro	Työkalupohja
Move	Toiminto, jolla voidaan siirtää osaa tai pistettä koordinaatistossa
Numbering setup	Numerointiasetukset
Other model	Muu malli
Print drawings	Piirustusten tulostus
Print instances	Tulostus tapa
Print to file	Tulosta tiedosto
Select template	Valitse kuvapohja
Variables	Muuttujat
Yes/No	Toiminto, jolla määritetään mahdollisesti elementissä olevien rakenneosien olemassaolo.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Suomessa hallitus on linjannut, että uudisrakennustuotannossa puurakentamisen osuutta on tulevaisuudessa tavoitteena kasvattaa. ”Ohjelman tavoitteena on nostaa puukerrostalojen osuus tällä hallituskaudella 10 prosenttiin kerrostaloasuntojen uudistuotannossa. Tämän lisäksi puurakentamisessa nähdään kasvun mahdollisuuksia erityisesti julkisessa rakentamisessa ja hallimaisissa rakennuksissa.” (Työ- ja elinkeinoministeriö 2012.)

Suunnittelijat, kuten muutkin rakennusalan toimijat, pyrkivät vastaamaan puurakentamisen osuuden kasvun aiheuttamiin mittaviin haasteisiin. Niitä syntyy suuria puurakenteisia julkisia rakennuksia suunniteltaessa ja toteutettaessa, koska kohteet ovat monimuotoisia ja nopeita aikatauluiltaan. Suunnittelussa onkin siis syytä lisätä tietomallipohjaista suunnittelua perinteisen 2D-suunnittelun tilalle. Tietomallipohjainen suunnittelu on nopeampaa ja mahdollistaa geometrisesti vaikeidenkin kohteiden toteuttamisen.

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa suunnittelun nopeuttamiseksi tehdään ohjelmistoihin, kuten Tekla Structures, suunnittelutoimistokohtaisia työkaluja. Työkalut sekä nopeuttavat suunnittelua huomattavasti että vähentävät mahdollisten suunnitteluvirheiden määrää.

Tekla Structures -ohjelmassa on mahdollista käyttää ja tehdä erilaisia custom component -työkaluja. Komponenteilla voi mallintaa rakennusosia, liitoksia ja detaljeja. Suunnittelutoimistot voivat tehdä custom component -työkaluja omien tarpeidensa mukaisesti, tehostaakseen suunnittelutyötänsä.

## 1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena on luoda Tekla Structures -ohjelmaan custom component -työkalu puurakenteisten välipohjajaelementtien mallintamiseen. Komponentin luominen suunnitellaan välipohjajaelementtisuunnittelun tarpeiden mukaan. Suunnitte-

lijat, jotka mallintavat puurakenteisissa kohteissa vastaavia elementtejä, kartoittavat työnsä ohessa tarpeita ohjelman toiminnasta.

### **1.3 Rajaukset**

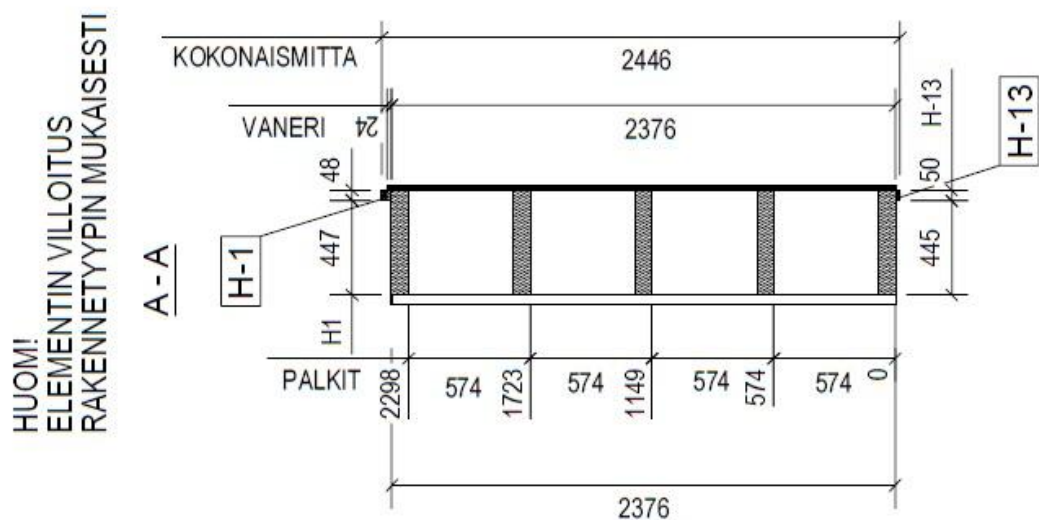
Komponentti tehdään tavanomaisten puurakenteisten välipohjaelementtien mallinnustyökaluksi. Custom component luodaan täten suorakaiteen muotoiselle tavanomaiselle välipohjaelementille, jota on helppo muokata käyttöliittymästään lopulliseen muotoonsa. Arvoja ja mittoja voi muunnella komponentilla tavanomaisen mallinnustyön rajoissa.

## 2 PUURAKENTEINEN VÄLIPOHJAELEMENTTI

### 2.1 Rakenne

#### 2.1.1 Poikkileikkaus ja sivuleikkaus

Tekla Structures custom component on luotu poikkileikkaukseltaan yksinkertaiselle välipohjaelementille. Poikkileikkaus sisältää tavanomaisen välipohjaelementin rakennesi-  
 osia. Kuvassa 1 on tavanomaisen puurakenteisen välipohjaelementin poikkileikkaus. Kuva on mitoin ja merkinnöin varustetusta valmiista elementtipiirustuksesta. Kuvassa 2 on samasta elementistä sivuleikkaus.



KUVA 1. Välipohjaelementin poikkileikkaus (Välipohjan elementtipiirustus)



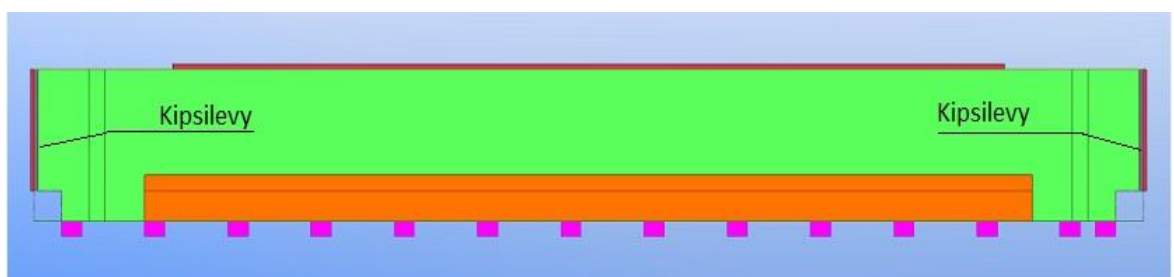
na ja vertikaalisia voimia välipohjapalkkeille välittävänä osana. Välipohjapalkit siirtävät välipohjaan kohdistuvat vertikaaliset voimat niitä kantaville seinille. Poikkipalkit ja päätyvanerit toimivat välipohjapalkkeja jäykistävinä osina ja kiepahdustukina. Kansivanerien voimat välittyvät elementiltä toiselle ponttilistan kautta. Koolausrimat alapinnassa toimivat sekä alakaton kiinnittämisalustana että välipohjapalkkien vaakasuuntaisen kiepahdustukena.

### 2.2.2 Kuormituksen kestävyden kapasiteetti ja jännevälit

Välipohjajaelementin vertikaalivoimia kantaville seinille siirtävät välipohjapalkit. Välipohjapalkit mitoitetaan välipohjalle tuleville kuormituksille, kuten hyötykuorma, omapaino ja muut mahdolliset kuormat. Tavanomaisilla kuormituksilla ja kohtuullisilla välipohjapalkin poikkileikkauksilla voidaan tehdä työssä esitellyt välipohjajaelementit jänneväliltään noin yhdeksään metriin asti. Tällöin välipohjajaelementtien osalta pysytään kohtuullisissa kustannuksissa ja rakennekorkeuksissa.

### 2.2.3 Palosuojaus

Puurakenteinen välipohjajaelementti suojataan rakennuksen paloluokan mukaisilla suoja-verhouksilla. Alakattoon tulee useimmiten työmaalla tehtävä kipsilevytys. Kipsilevyn luokitus tulee valita rakennusmääräyskokoelman osan E1 palomääräysten mukaiseksi. Välipohjajaelementin päätyihin tulevat mahdolliset kipsilevyt valitaan myös samoin perustein. Päätyihin tulevat mahdolliset kipsilevyt (kuva 3) asennetaan elementteihin jo tehtaalla, joten niiden valintaan on kiinnitettävä huomiota jo elementtisuunnittelussa. Välipohjapalkkien välissä käytetään palamatonta villaa ääneneristyksenä.

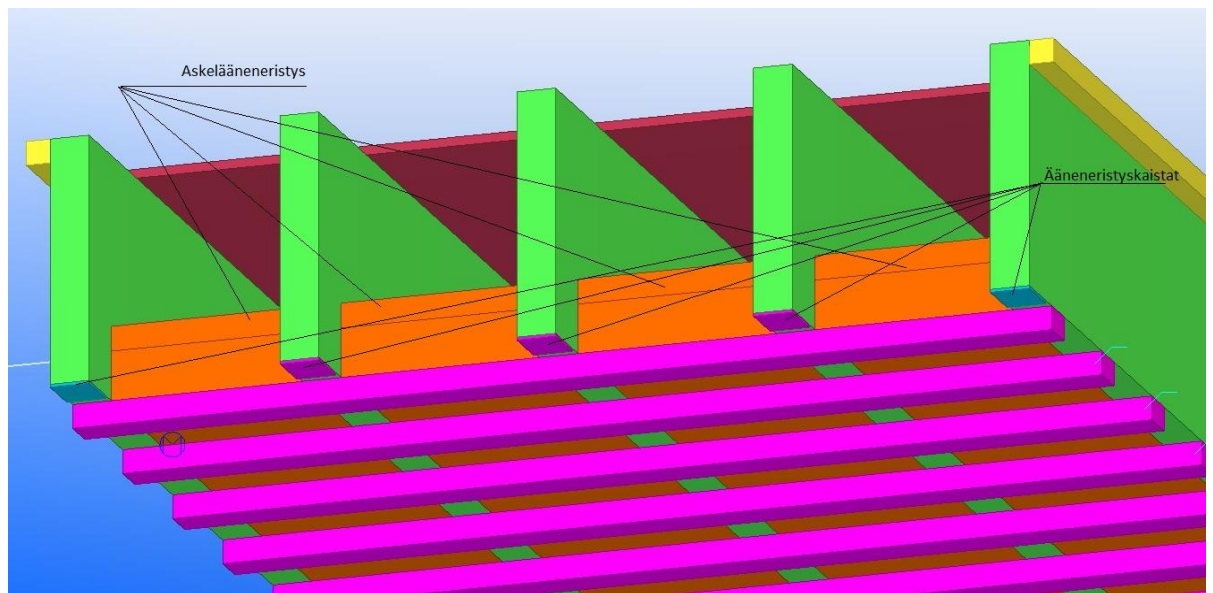


KUVA 3. Päädyn kipsilevyt

## 2.2.4 Ääneneristys

Ääneneristystä on puurakenteisissa välipohjissa tutkittu viime vuosina paljon ja uusia ääneneristysmateriaaleja kehitetty. Työssä esitetyssä välipohjajaelementissä käytetään askelääniä eristämään mineraali- tai kivivillaa.

Rungossa kantautuvia ääniä pyritään eristämään erilaisilla ääneneristyskaistoilla (kuva 4) välipohjapalkin ja kantavan seinän yläjuoksun välissä. Ääneneristyskaista valitaan välipohjapalkille tulevan kuormituksen mukaan.



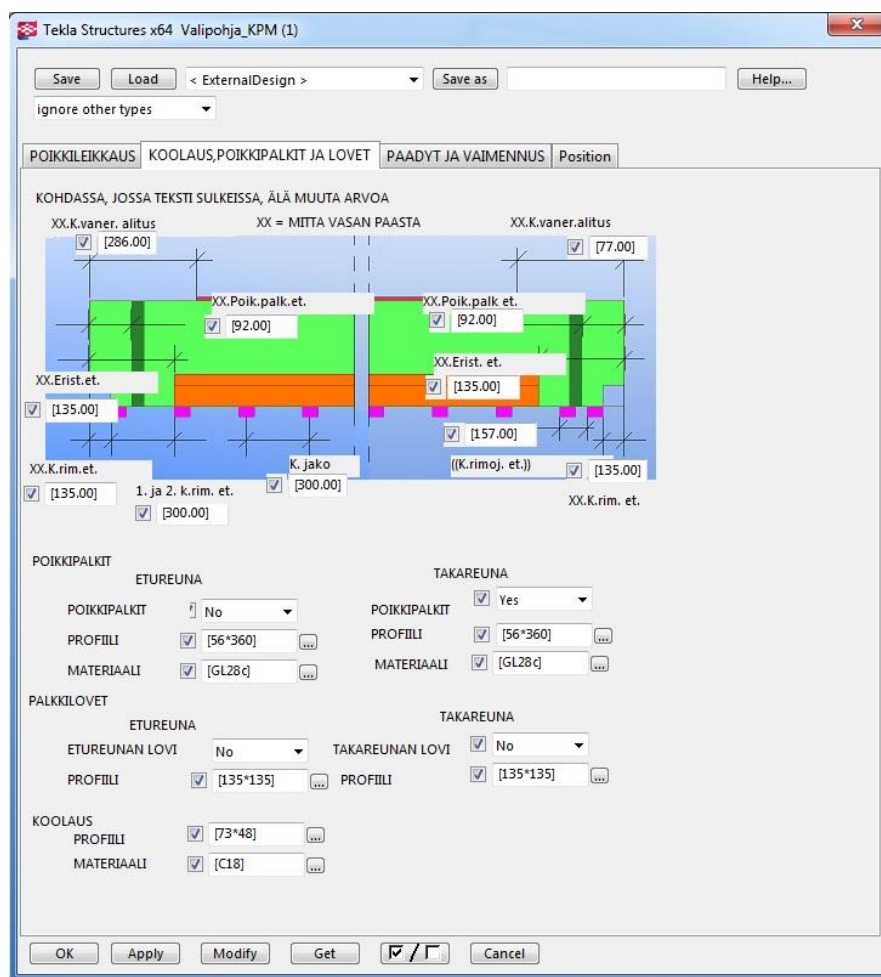
KUVA 4. Askeläänieneristys ja ääneneristyskaistat

### 3 MALLINNUSTYÖKALUN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

#### 3.1 Mallinnustyökalun ominaisuudet

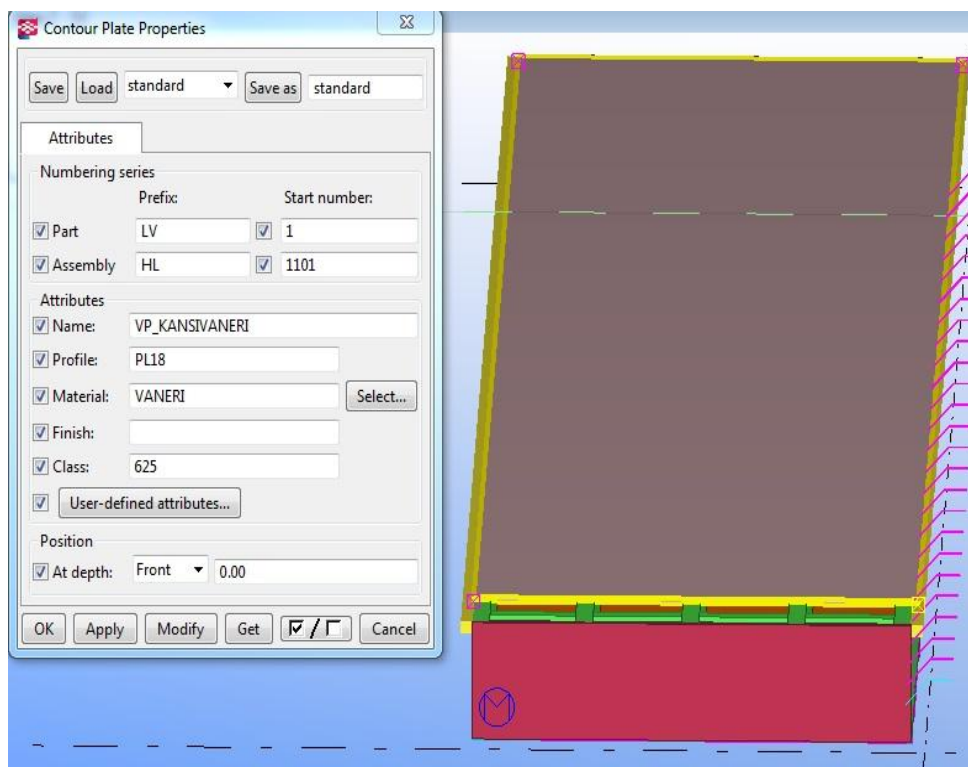
##### 3.1.1 Rakenneosat

Välipohjaelementtikomponentti sisältää elementtiin kuuluvat välttämättömät osat, sekä siihen mahdollisesti tulevat osat. Elementille välttämättömiä osia, kuten välipohjapalkkeja, ei voi komponentista poistaa käyttämättä explode component -komentoa. Niiden sijaintia toistensa suhteen voi kuitenkin elementin muunneltavuuden rajoissa muuttaa. Elementtiin mahdollisesti tulevien osien olemassaolon, kuten ääneneristeiden ja ponttistojen, voi komponentin käyttöliittymästä (kuva 5) määrittää. Näidenkin sijaintia ja ominaisuuksia voi muuntaa tarpeiden mukaisiksi.



KUVA 5. Käyttöliittymä

Komponentissa olevat osat on Tekla Structures -ohjelmassa luotu kullekin osalle parhaiten soveltuvalla osanluomisen toiminnolla. Esimerkiksi kansivaneri on luotu contour plate -toiminnolla (kuva 6) ja välipohjapalkit beam-toiminnolla. Kun kaikki elementinosat on luotu, yksi elementinosista täytyy valita pääosaksi ja muut osat siihen liittyviksi osiksi. Tällöin kaikki osat liittyvät samaan ”assemblyyn” ja näin ollen tulevat samaan elementtipiirustukseen halutulla tavalla. Pääosa määrää elementin numerointiin ja nimeämiseen liittyvät tiedot. Muut osat numeroituvat tähän elementtiin liittyvinä osina, niille määritettyjen tietojen mukaisesti.



KUVA 6. Kansivanerin luominen contour plate -toiminnolla

### 3.1.2 Muunneltavuus

Välipohjaelementtikomponenttiin on sisäänrakennettu muunneltavuuden kannalta tarpeellisiksi havaittuja toimintoja. Välipohjaelementin pituus on ensimmäinen ja tärkeä mitta, jota täytyy pystyä muuttamaan. Elementin luominen tapahtuu kahden koordinaatistossa osoitetun pisteen välille, jotka määräävät välipohjapalkkien pituuden. Pituutta voi jälkeinpäin muuttaa siirtämällä elementin päätepisteitä move-komennolla. Elementin leveys määräytyy käyttöliittymän kautta asetetun kansivanerin leveyden mukaan.

Komponenttia suunniteltaessa on määritetty myös useita lisäparametreja, joita työkalussa tarvitaan sen monipuolisessa käytössä. Rakenneosien luomisen mahdollisuuden, poikkileikkausarvojen sekä materiaaliominaisuuksien osalta on käyttöliittymään asetettu omat muutettavat parametrikenttensä. Käyttöliittymästä on mahdollisuus muuttaa myös joidenkin rakenneosien, kuten välipohjapalkkien, sijaintia toistensa suhteen.

### **3.1.3 Nimeäminen ja numerointi**

Välipohjaelementin nimeämisen ja numeroinnin määrää sen pääosan, tässä tapauksessa kansivanerin ”assemblyn” numeron ja nimen määrittäminen. Komponentissa on tärkeää pystyä muuttamaan niiden arvoja, jotta valmiissa tietomallissa osien nimeäminen ja numerointi on konsernikohtaisen ohjeistuksen mukainen. Elementtejä mallinnettaessa ne voidaan nimetä ja numeroida käyttöliittymässä oleviin parametrikenttiin. Komponentin muut rakenneosat on numeroitu ja nimetty myös konsernikohtaisen ohjeistuksen mukaan.

## **3.2 Mallinnustyökalun toimintaperiaate**

### **3.2.1 Kansivaneri ja välipohjapalkit**

Välipohjaelementin luominen komponentilla aloitetaan osoittamalla kaksi pistettä koordinaatistosta, jotka määräävät välipohjapalkkien pituuden. Elementin leveys määrätään käyttöliittymästä kansivanerin leveyden parametrikentästä. Reunimmaisten välipohjapalkkien sijainnit määräytyvät asettamalla kansivanerin oikean ja vasemman reunan ylitys. Keskimmäisten välipohjapalkkien sijainnit määritetään oikealta vasemmalle palkkien keskinäisillä etäisyyksillä.

### **3.2.2 Koolaus**

Koolaus elementin alapinnassa määritetään yleensä keskeltä keskelle -jaolla. Alku- ja loppupään koolausrimojen sijainnit välipohjapalkin pään suhteen voidaan määrittää niil-

le luotuihin käyttöliittymän parametrikenttiin. Alkupään ensimmäisen ja toisen koolausriman keskinäinen etäisyys on myös määritettävissä, jotta loppupään koolausrimojen keskinäinen sijainti ei ole liian tiheä.

### **3.2.3 Komponentin muut osat**

Komponentin muitten osien sijainti määräytyy keskeisten elementin osien sijainnin määrityksen mukaan. Esimerkiksi, kun muutamme elementin pituutta, muuttuu kansi- vanerin, eristeiden, ponttilistojen pituudet samassa suhteessa. Elementin pituuden muutoksen myötä muuttuu myös koolausrimojen, poikkipalkkien, päätyvanerien ja päädyn kipsilevyjen sijainnit samassa suhteessa.

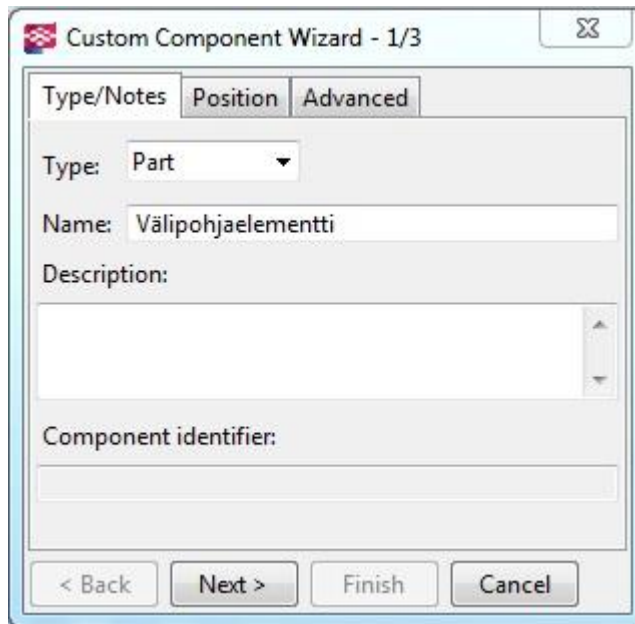
Edellä mainittiin, luvussa 2.1.1 Rakenneosat, mahdollisuus elementtiin tulevien mahdollisten osien olemassaolon määrittämiseksi. Rakenneosien olemassaolo määritetään käyttöliittymässä olevalla ”yes/no” -parametrikentällä. Elementin joidenkin osien sijainti määräytyy toisten rakenneosien olemassaolosta ja koosta. Esimerkiksi välipohjapalkkien päässä olevien ääneneristyskaistojen korkeussijainti on määritelty määräytyväksi palkkien päätylovioiden olemassaolon ja koon mukaan.

## **3.3 Custom part component**

### **3.3.1 Komponentin luominen**

Custom component voidaan luoda kahdella eri tavalla. Ensimmäinen tapa on mallintaa ensin kaikki komponenttiin tulevat osat mallitilassa ja luoda niistä komponentti. Toinen tapa on mallintaa vain esimerkiksi yksi välipohjapalkki mallitilassa ja luoda siitä komponentti ja mallintaa loput rakenneosat jälkeinpäin editorin sisällä. Käytetään tässä tapauksessa ensimmäistä vaihtoehtoa.

Mallinnetaan aluksi kaikki komponenttiin tulevat osat mallitilassa. Luodaan seuraavaksi komponentti seuraavalla komennolla: `detailing - component - define custom component`.



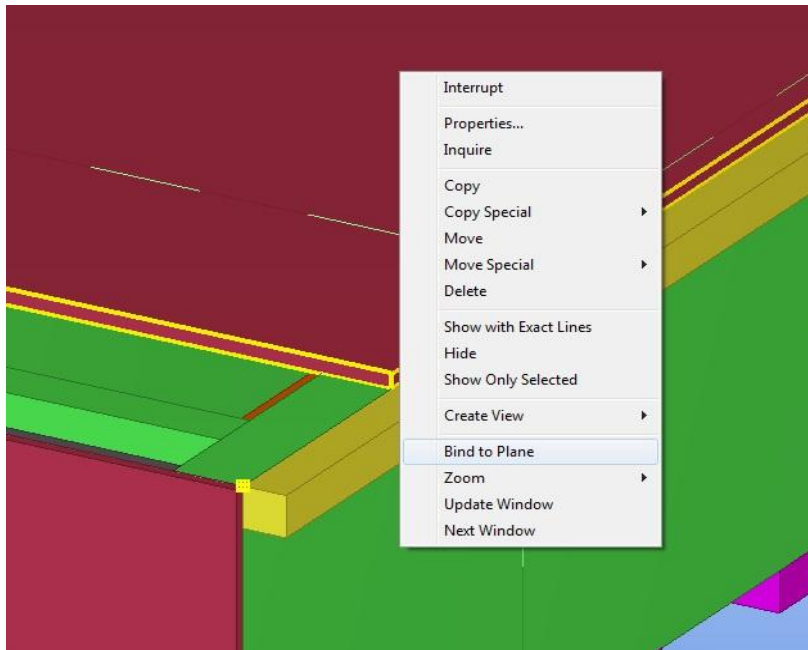
KUVA 7. Custom component wizard

Valitaan custom component wizard -komentosivulta 1/3 (kuva 7) komponentin tyyppiä ”part”, annetaan komponentille nimi ja painetaan sivun alalaidasta ”next”. Seuraavaksi sivulla 2/3 pyydetään valitsemaan komponenttiin tulevat osat. Mallitilassa valitaan elementin kaikki osat aktiivisiksi ja painetaan jälleen sivun alalaidasta ”next”. Tämän jälkeen vaiheessa 3/3 osassa tarvitsee osoittaa sijainti komponentille. Valitaan oikeanpuoleisen välipohjapalkin oikeanreunan alakulmapisteet etureunanpiste ensin ja takareunan piste sen jälkeen, sekä päätteeksi hiiren keskimmäistä. Lopuksi painetaan sivun alalaidasta ”finish”, jolloin komponentti on luotu. Komponentti tulee valittavaksi component catalog -valikkoon. Valikkoon pääsee seuraavalla komentorivillä: detailing - component - component catalog (create component).

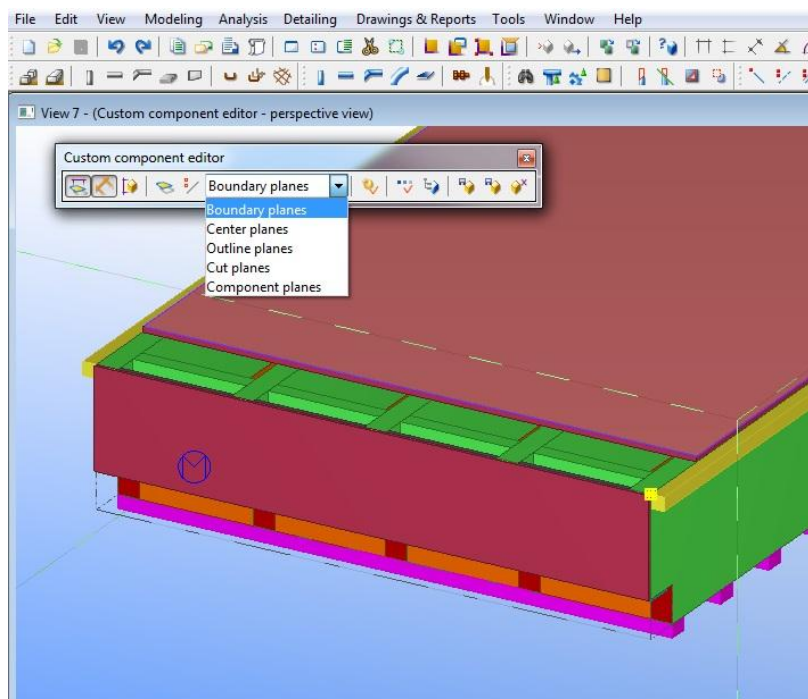
### 3.3.2 Rakenneosien välisten suhteiden määrittäminen

Komponentin rakenneosien välisiä suhteita määritetään custom component editor -työkalulla. Rakenneosien nurkissa olevia valintapisteitä voi sitoa erilaisiin tasoihin (kuva 8). Valitsemalla rakenneosan kulmapisteiden aktiiviseksi, voidaan sitoa se johonkin tiettyyn tasoon komennolla: hiiren oikea - bind to plane - haluttu taso. Mikäli halutaan sitoa piste jonkin muun rakenneosan jonkin pinnan tasoon, täytyy valita custom component editor -komentosivulta tasovalikosta ”boundary planes” käytettäväksi tasoiksi.

Komponentin tasoihin sidottaessa on käytettävä tasovalikosta (kuva 9) ”component planes” ja leikkauksien tasoihin cut planes -tasolla.



KUVA 8. Rakenneosan kulmapisteen sitominen tasoon



KUVA 9. Tasovalikko

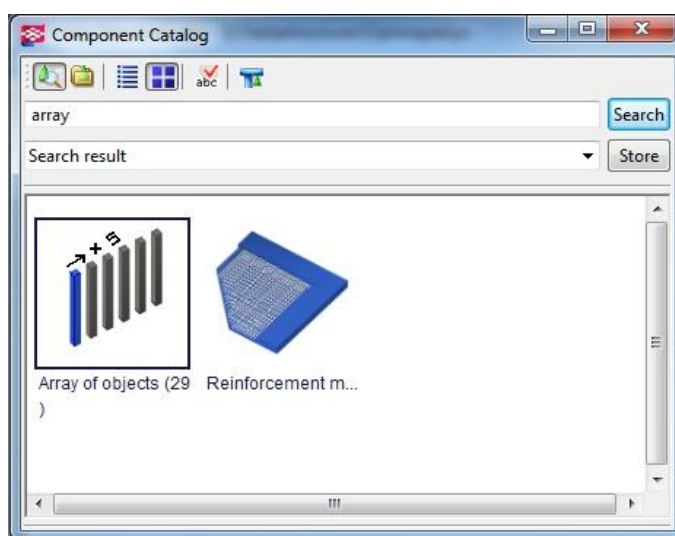
Sitomalla rakenneosia toisiinsa saadaan komponentin osat toimimaan yhtenä kokonaisuutena. Esimerkiksi muuttamalla välipohjapalkin pituutta muuttuu muiden siihen liittyvien rakenneosien pituudet samassa suhteessa.

### 3.3.3 Komponentin tekemisen tekniikat

Tarpeet komponentin käyttöominaisuuksista edellyttää muutamien custom component editorin tekniikoiden hallintaa. Ohjeita kyseisten tekniikoiden käyttöön on Tekla Structures käyttöoppaissa. (Tekla Structures, 2005)

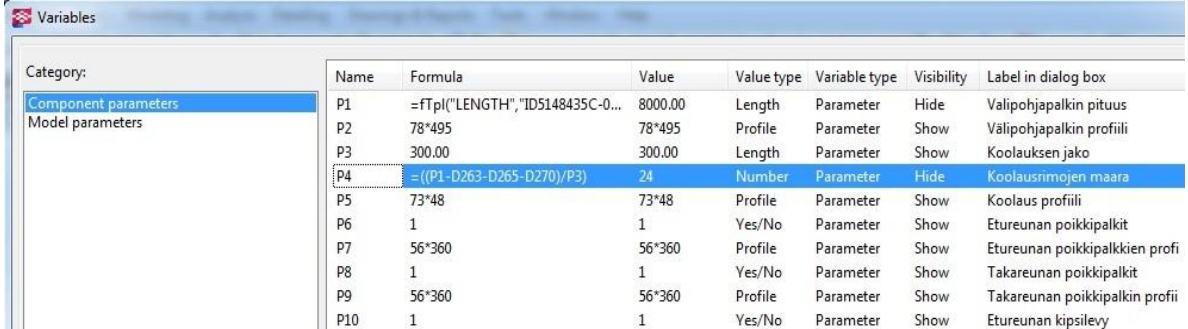
Elementin pituus on komponentin käytön kannalta olennaisimpia muutettavia asioita. Elementin luominen koordinaatistossa kahden pisteen välille edellyttää välipohjapalkin päätepisteiden sitomisen bind to plane -komennolla elementin takapäädyn tasoon. Kun päätepisteitä sidotaan, täytyy käytettävänä tasona olla ”component planes” ja taso olla välipohjapalkkien päädyn taso, jossa ei sillä hetkellä ole päätyvaneria. Tällä tekniikalla luodun elementin pituutta voi jälkikäteen muuttaa siirtämällä elementin pääty pisteiden sijaintia koordinaatistossa.

Koolauksen osalta koolausrimojen määrä ja sijainnit ovat olennaisimmat muuttuvat tekijät komponentissa. Koolausrimojen määrän määrittäminen tehdään kahta tekniikkaa käyttäen. Ensimmäinen tekniikka, koolausrimojen kopioiminen, toteutetaan array of objects -komponentilla (kuva 10). Välipohjakomponentin sisällä on siis toinen komponentti, joka kopioi koolausrimat koko elementin matkalle lukuun ottamatta kahta ensimmäistä ja viimeistä koolausrimaa edestä lukien. Näiden kolmen koolausriman sijaintia tulee pystyä muuttamaan käyttöliittymästä, minkä vuoksi niitä ei tehdä kopiointityökalulla.



KUVA 10. Array of objects -komponentti

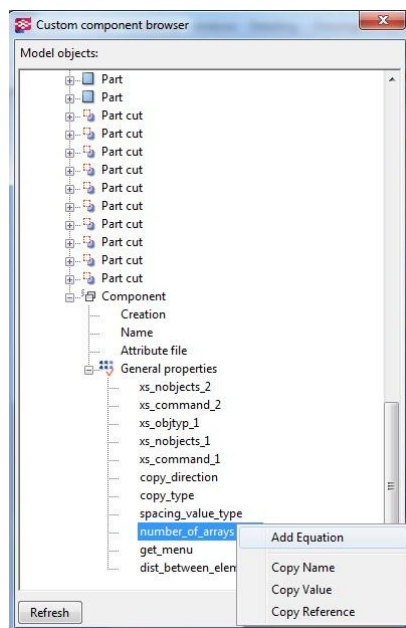
Toinen tekniikka, koolausrimojen lukumäärän määrittäminen toteutetaan luomalla editorin variables-välilehdellä (kuva 11) parametreja. Custom component browser -sivulla sitten sidotaan rakenneosia kopioivan komponentin arvoja luotuihin parametreihin. Eli esimerkiksi luodaan parametri P4 variables-välilehdelle, joka määrittelee koolausrimojen lukumäärän; elementin pituuden, koolausrimojen keskeltä keskelle -jaon, koolausrimojen poikkileikkauksen ja erikseen määritettävien koolausrimojen sijaintien perusteella.



Name	Formula	Value	Value type	Variable type	Visibility	Label in dialog box
P1	=ftpl("LENGTH", "ID5148435C-0...	8000.00	Length	Parameter	Hide	Valipohjapalkin pituus
P2	78*495	78*495	Profile	Parameter	Show	Valipohjapalkin profiili
P3	300.00	300.00	Length	Parameter	Show	Koolauksen jako
P4	=((P1-D263-D265-D270)/P3)	24	Number	Parameter	Hide	Koolausrimojen maara
P5	73*48	73*48	Profile	Parameter	Show	Koolaus profiili
P6	1	1	Yes/No	Parameter	Show	Etareunan poikkipalkit
P7	56*360	56*360	Profile	Parameter	Show	Etareunan poikkipalkkien profi
P8	1	1	Yes/No	Parameter	Show	Takareunan poikkipalkit
P9	56*360	56*360	Profile	Parameter	Show	Takareunan poikkipalkin profiil
P10	1	1	Yes/No	Parameter	Show	Etareunan kipsilevy

KUVA 11. Variables-välilehti, parametri P4 koolausrimojen määrä

Custom component browser -sivulta (kuva 12) määritetään kopiointityökalun kohdalta general properties - number of arrays - hiiren oikea - add equation - määrävän parametrin nimi. Tällöin kopiointityökalu määrittelee kopioitavien osien oikean määrän, tässä tapauksessa parametrin P4 avulla elementtiin.

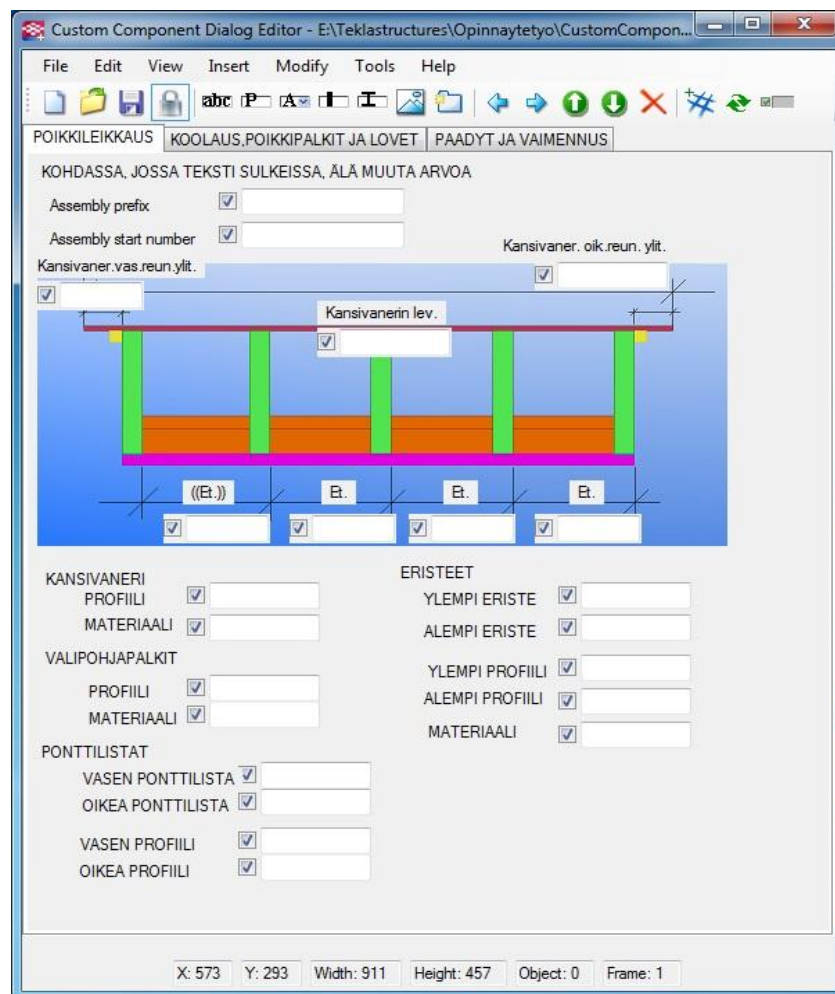


KUVA 12. Custom component browser

Muita olennaisia tekniikoita komponentin tekemisessä on rakenneosien sitominen toisiinsa ja mahdollisten elementtiin tulevien rakenneosien luominen käyttöliittymän kautta ”yes/no” -parametrilla. Rakenneosien sitomisen tekniikka on käsitelty edellä luvussa 3.3.2 ja ”yes/no” -parametrin käyttöä sivutaan luvussa 3.2.3. Mahdollisten elementtiin tulevien rakenneosien olemassaolon määrittämissä parametrikenttä toteutetaan luomalla variables-välilehdelle parametri, jonka ”value type” on ”yes/no”. Tämän lisäksi sidotaan haluttu rakenneosa parametriin komennolla: custom component browser - general properties - creation - hiiren oikea - add equation - luotu parametri.

### 3.3.4 Käyttöliittymä

Komponentin käyttöliittymän selkeys ja helppokäyttöisyys ovat tärkeimpiä ominaisuuksia komponenttia käytettäessä. Selkeät tekstit ja havainnollistavat kuvat helpottavat hahmottamaan parametrikenttien muunnosmahdollisuudet.



KUVA 13. Custom component dialog editor

Komponenttia luodessa käyttöliittymään voi luoda muutettavia parametrikenttiä. Parametrit tulevat custom component editorilla luotuna listamuodossa käyttöliittymään. Käyttöliittymä tallentuu projektin sisälle CustomComponentDialogFiles kansioon inp - tiedostomuotoisena. Tämän tiedoston muokkaamiseen tarkoitettulla custom component dialog editorilla (kuva 13) voi muokata käyttöliittymän ulkoasua haluamakseen. Käyttöliittymään voi lisätä esimerkiksi kuvia, parametrikenttiä ja tekstejä. Editori mahdollistaa kuvien ja muiden osien uudelleensijoittelun käyttöliittymäpohjalla, sekä käyttöliittymän välilehtien uudelleennimeämisen.

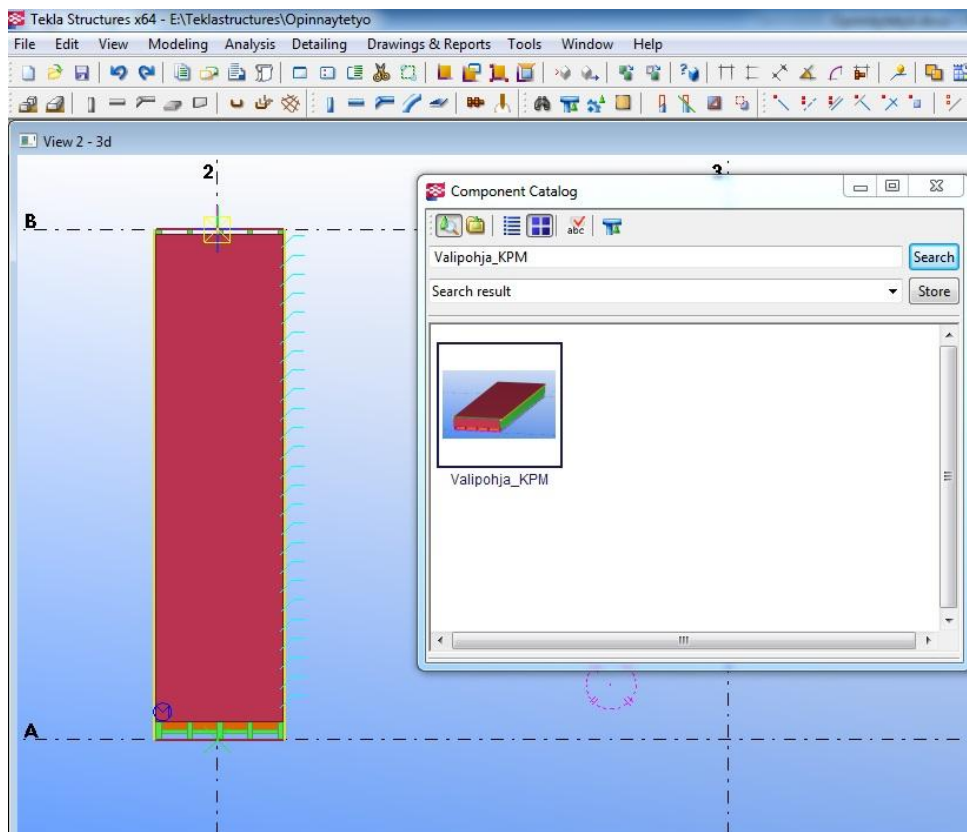
## 4 MALLINTAMINEN TYÖKALULLA

### 4.1 Mallinnusesimerkki

Mallinnusesimerkki antaa käsityksen komponentilla välipohjaelementin mallintamisprosessista. Käyttöohje välipohjaelementin mallintamiseen komponentilla on liitteessä 1.

#### 4.1.1 Elementin luominen

Elementin luominen komponentilla (kuva 14) aloitetaan avaamalla ”component catalog” ja hakemalla komponentti kirjoittamalla tekstikenttään komponentin nimi: Valipohja\_KPM. Painetaan kerran kuvakkeesta ja ohjelma pyytää määrittämään sijainnin. Määritetään koordinaatistosta kaksi pistettä. Ohjelma luo elementin näiden pisteiden välille siten, että välipohjapalkkien alku- ja loppupiste on osoitetuissa kohdissa.



KUVA 14. Elementin luominen komponentilla

### 4.1.2 Mittojen ja arvojen määrittäminen

Mittojen ja arvojen määrittäminen tehdään komponentin käyttöliittymän kautta, lukuun ottamatta koko elementin pituuden määrittämistä. Käyttöliittymä avataan valitsemalla komponentti aktiiviseksi ja kaksoiskoskettamalla sitä. Käyttöliittymässä on neljä välilehteä, jotka on nimetty niihin määritettävien arvojen mukaan.

Mallinnuksessa elementin pääosa on kansivaneri. Kansivanerin leveyden, oikean ja vasemman reunan ylityksien mukaan määräytyvät muiden osien paikat elementissä. Mallinnusparametrien määrittäminen on siis syytä aloittaa näistä arvoista. Näiden arvojen määrittämisen jälkeen tiedetään elementin reunimmaisten välipohjapalkkien sijainti. Tämän jälkeen määritetään keskimmäisten välipohjapalkkien keskinäiset sijainnit oikean reunimmaisesta välipohjapalkista vasempaan lukien.

Kansivanerin ja välipohjapalkkien arvojen ja sijaintien määrittämisen jälkeen on käytännöllistä määrittää päätyjen palkkilövet. Tämän pohjalta reunimmaisten koolausrimojen sijaintien määrittäminen on mahdollista. Muut mitat ja arvot voidaan lopuksi määrittellä vapaassa järjestyksessä.

Komponentin käyttöliittymän parametrikenttiin määritettäviä arvoja määritetään niissä pyydettyjen ominaisuuksien mukaan. Pituusmittojen ja mallinnusluokkien määrittäminen tehdään numeerisen arvon määrittämisenä parametrikenttään. Profiili- ja materiaalitiedot määritetään parametrikenttää koskettamalla aukeavasta listasta. Käyttöliittymässä on myös muutamia parametrikenttiä, kuten palkkiloven korkeus ja leveys, joita ei voi muuttaa. Ne on luotu käyttöliittymään mittojen tarkistamisen helpottamiseksi.

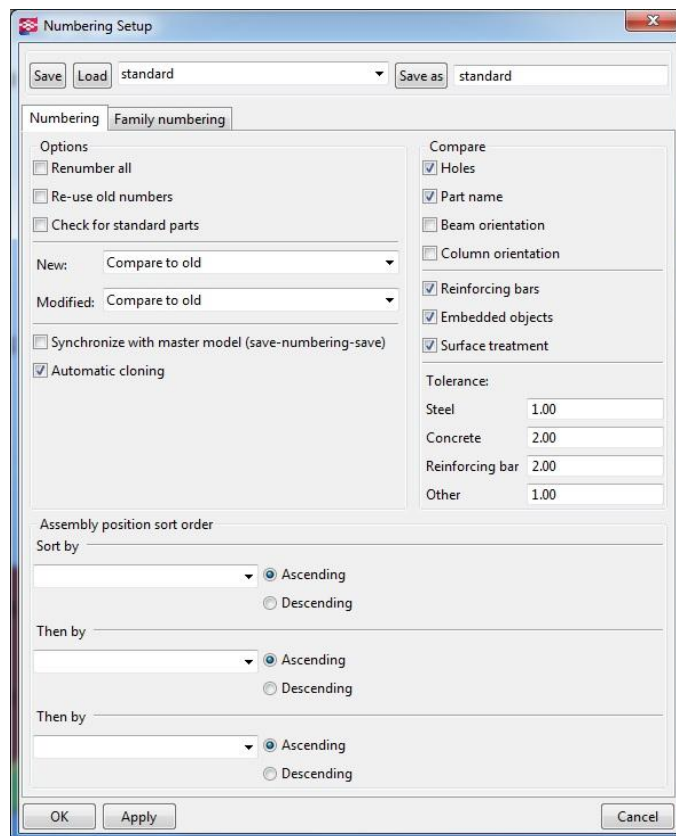
### 4.1.3 Elementin sijoittelu

Komponentilla luodun välipohjaelementin keskilinja sijoittuu koordinaatistoon osoitettujen pisteiden välille. Välipohjaelementti tulee siirtää lopulliseen sijaintiinsa ja korko-asemaansa joko käyttöliittymän position-välilehden kautta määrittämällä arvot numeerisesti tai siirtämällä elementti move-komennolla lopulliseen sijaintiinsa.

## 5 ELEMENTTIPIIRUSTUSTEN LUOMINEN MALLISTA

### 5.1 Piirustuksen luominen

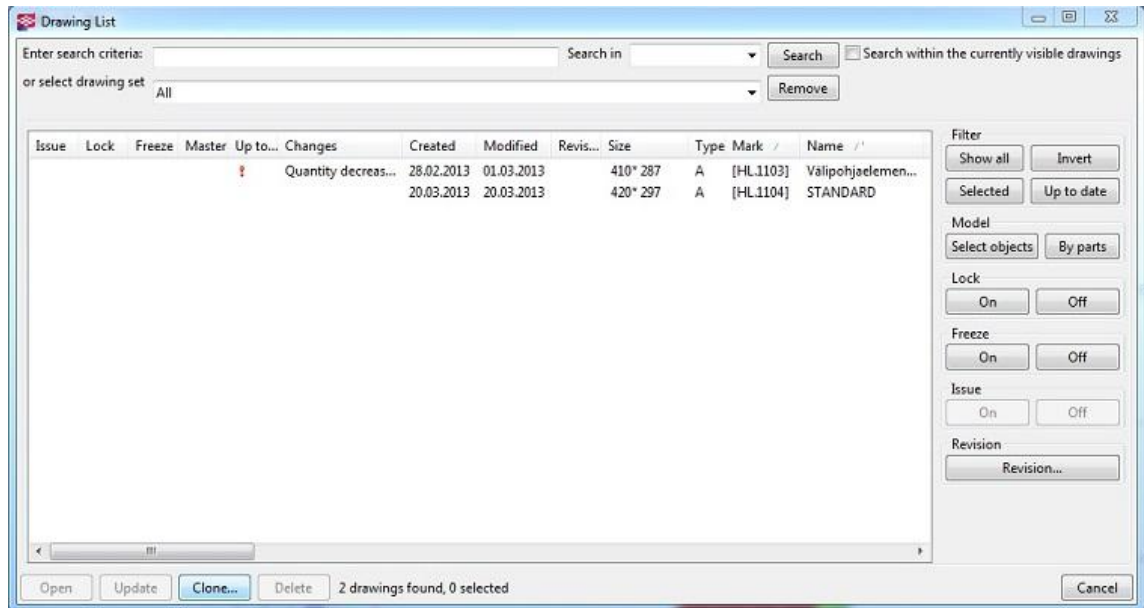
Komponentilla luodusta elementistä elementtipiirustusten luominen aloitetaan elementtien osien numeroinnilla. Osien numeroiminen tehdään asettamalla aluksi numerointiasetuksista projektikohtaiset numerointiasetukset. Numerointiasetuksia voidaan muokata numbering setup -sivulta (kuva 15), jonne pääsee komennolla: drawings & reports - numbering - numbering settings. Kun numerointiasetukset on asetettu, voidaan elementtien osat numeroida valitsemalla elementin osat aktiiviseksi ja käyttämällä komentoa: drawings & reports numbering - number series of selected objects.



KUVA 15. Numbering setup -sivu

Elementtien osien numeroinnin jälkeen voidaan luoda elementistä elementtipiirustus. Eräs tekniikka piirustuksen luomiseksi on tehdä se kloonaus-toiminnolla. Kloonaus-toiminto voidaan tehdä drawing list -sivulta (kuva 16) valitsemalla elementti aktiiviseksi ja painamalla clone-painiketta. Clone-painikkeella avautuneesta clone drawing -sivulta voi-

daan valita mistä mallista otetaan elementtipiirustus pohja. Current model -toiminnolla valitaan piirustus pohja saman mallin toisesta kuvasta. Other model -toiminnolla voidaan valita piirustus pohja jostakin toisesta mallista. Tällöin ensiksi valitaan browse for model -komennolla mistä mallista piirustus pohja halutaan valita ja seuraavaksi select template -komennolla mikä piirustus pohja valitaan. Näiden valintojen jälkeen varmistetaan, että haluttu elementti on aktiiviseksi valittuna ja painetaan sivun alalaidasta clone selected -painiketta. Näillä toimenpiteillä on luotu elementtipiirustus piirustusluetteloon.



Kuva 16. Drawing list

Piirustus pohjan valinta tehdään elementtipiirustuksessa haluttujen näkymäominaisuuksien mukaan. Jokaisessa piirustus pohjassa on suodatus eli ”filteröinti”, joka määrittelee piirustus näkymään tulevia ominaisuuksia. Elementteille tehdään erilaisia piirustus pohjia, joissa on halutun piirustus näkymän tuottava filteröinti.

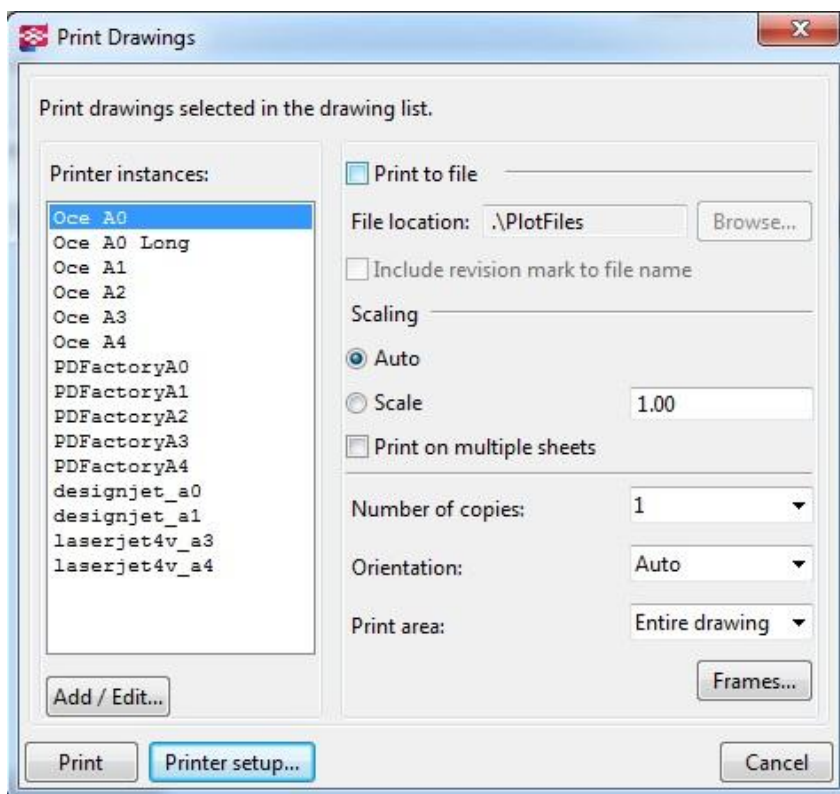
Elementtipiirustuksen elementin mitoitus voidaan tehdä Tekla Structuresin mitoitus työkaluilla. Elementin mitoituksen voi tehdä nopeammin ja tehokkaammin, mikäli käytössä on siihen tarkoitukseen soveltuva macro-työkalu. Työkalu mitoittaa elementin elementtikuvassa macro-työkaluun määritellyllä tavalla. Hyvään lopputulokseen päästään poistamalla elementtipiirustusta tarkastaessa mahdolliset ylimääräiset merkinnät.

## 5.2 Elementtipiirustus

Elementtipiirustuksen päätehtävä on olla kokoonpanokuvana elementtitehtaalla. Tämä edellyttää piirustukselta selkeää ulkoasua, mittojen helppolukuisuutta, materiaaliluetteloa, osien nimeämistä ja nimiötietoja. Elementtipiirustusten suuren lukumäärän ja niille asetettujen ominaisuuksiensa vuoksi, niiden tekeminen vie paljon aikaa. Elementtipiirustusten tekemisen tehostamiseksi tarvitaan joitakin työkaluja, kuten valmiita piirustus pohjia sekä mitoitustyökaluja. Esimerkki välipohjaelementin elementtipiirustuksesta on liitteenä 2.

## 5.3 Tulostaminen

Elementtipiirustuksesta tuloste tehdään print drawings -sivulta (kuva 17) komennolla: drawing file - print drawings. Paperituloste saadaan valitsemalla print instances -kohdasta oikea paperikoko ja tulostin. Mikäli taas halutaan pdf-muotoinen tiedosto, valitaan print instances -kohdasta pdf-tulostusasetus ja print to file -valintaikkunaan valinta. File location -valintakenttään määritellään kansio, johon tuloste halutaan.



Kuva 17. Print drawings -sivu

## 6 JATKOKEHITYS

Komponentin tekemisen yhteydessä laadittiin komponentin käyttöominaisuuksien laajentamiseksi monia kehitysideoita. Komponentti on luotu tavanomaiselle suorakaiteen muotoiselle välipohjaelementille. Sillä ei siis voi mallintaa vinoille kantaville seinälinjoille tulevia välipohjaelementtejä. Kehitystyönä komponenttiin voisi lisätä ominaisuuksia, jolla elementin päädyt olisi mahdollista tehdä myös vinojen seinälinjojen mukaisiksi.

Komponentin voisi saada käyttöominaisuuksiltaan moniulotteisemmaksi myös sen välipohjapalkkien määrän muutettavuudella. Kohteessa, missä joudutaan käyttämään välipohjassa sovite-elementtiä, olisi käyttöä tällaiselle lisäominaisuudelle.

Kehitysehdotuksia tuli myös todella tehokkaaseen välipohjaelementtien mallintamiseen soveltuvalla komponentilla, joka olisi toimintaperiaatteeltaan erilainen kuin tässä työssä toteutettu komponentti. Toimintaperiaateajatuksena olisi mallintaa aluksi välipohjaelementin kansivanerin nurkkapisteet, jonka jälkeen määritettäisiin muut elementtiin liittyvät rakenneosat sijainteineen. Tällaisen komponentin tekeminen edellyttäisi paljon lisätyötä ja mahdollisesti ohjelmointitaitoa.

## 7 LOPPUSANAT

Opinnäytetyön tuloksena saatiin tavanomaisten välipohjaelementtien mallintamiseen tarkoitettu Tekla Structures custom component. Komponentin tarkoituksena on toimia rakennesuunnittelijan mallinnustyökaluna nopeuttamassa ja helpottamassa suunnittelutyötä. Komponenttia ei ehditty kokeilla suunnittelijan työkäytössä, joten sen soveltuvuutta todellisten kohteiden välipohjaelementtien mallintamisessa ei vielä tiedetä. Komponenttia on kuitenkin mahdollisuus kehittää suunnittelutyössä havaittavien sen toimintaan liittyvien tarpeiden mukaan.

Komponentin tekemisen ohjeistusta sain KPM-Engineering -yhtiön suunnittelijoilta ja kehitysinsinööriltä. Ohjeistus oli erittäin tarpeellista työn edistymisen ja aikataulussa pysymisen kannalta. Opinnäytetyötä ohjaava opettaja antoi myös rakentavia ja innostavia neuvoja työn suorittamisesta. Erityiskiitos kuuluu kaikille opinnäytetyöni tekemistä tukeneille henkilöille.

**LÄHTEET**

Työ- ja elinkeinoministeriö, Ministerit haastavat rakennusalan toimijat mukaan puurakentamisen lisäämiseen, Tiedotteet 2012. Luettu 12.3.2013.  
[http://www.tem.fi/index.phtml?109336\\_m=105322&s=5236](http://www.tem.fi/index.phtml?109336_m=105322&s=5236)

KPM-Engineering, Välipohjaelementtipiirustus. Luettu 12.3.2013.

Tekla Structures, 8/2005, 11.0 Basic Training. Luettu 1.2.2013

Tekla Structures 6/2011, Advanced Training Manual. Luettu 27.2.2013.

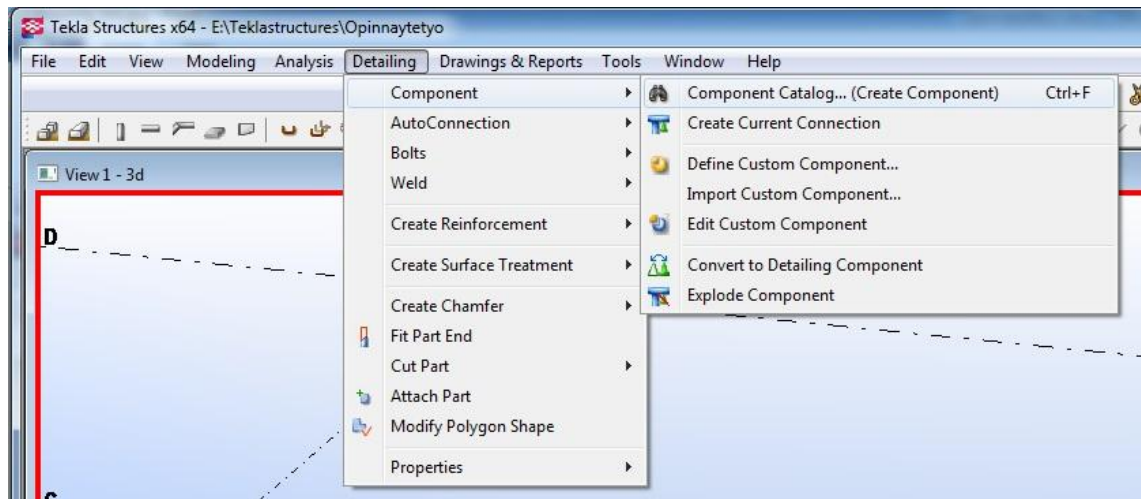
## LIITTEET

2(4)

Liite 1. Käyttöohje komponentilla välipohjaelementin mallintamiseen

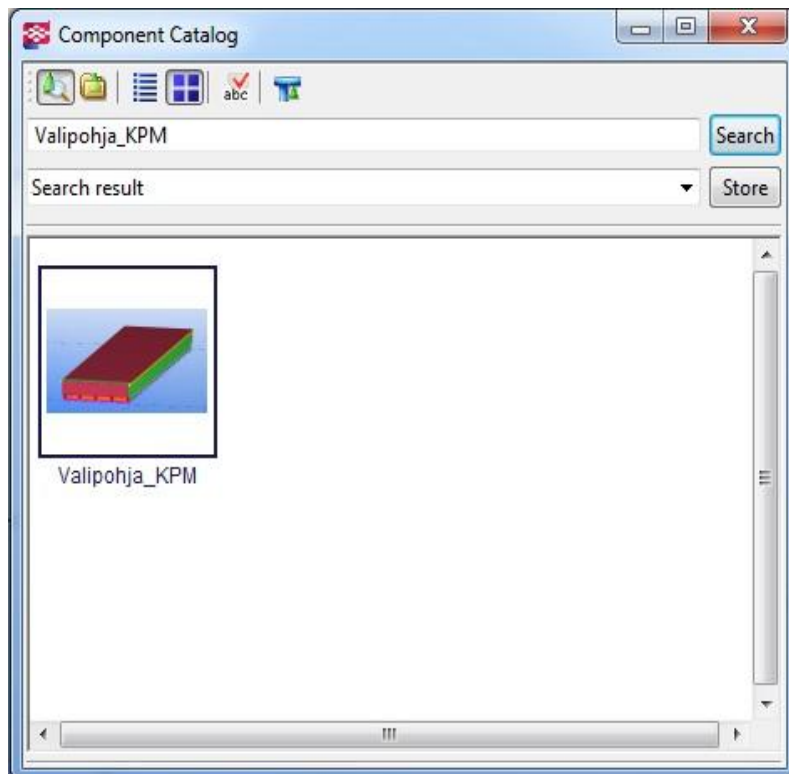
### 1.Vaihe

- Avaa Custom component catalog komennolla: Detailing - component - component catalog (create component).



### 2.Vaihe

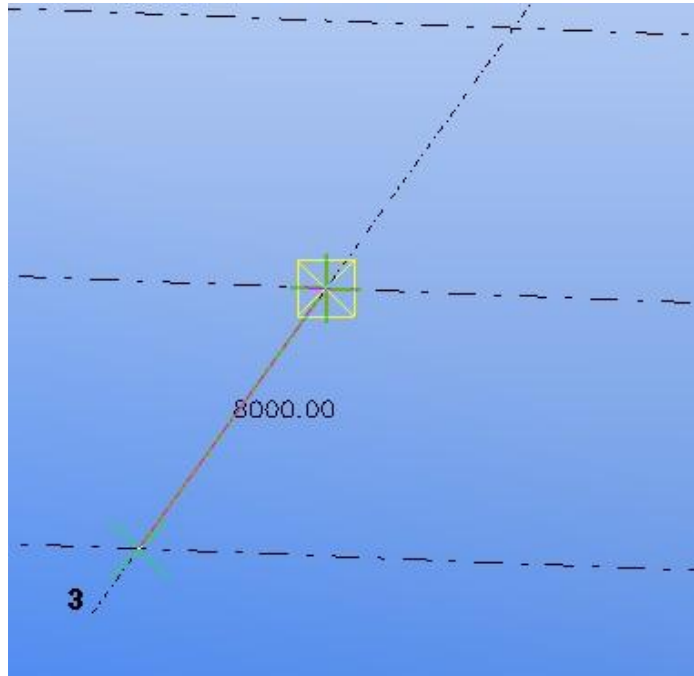
- Kirjoita hakukenttään Valipohja\_KPM ja kosketa komponenttikuvaketta.



## 3.Vaihe

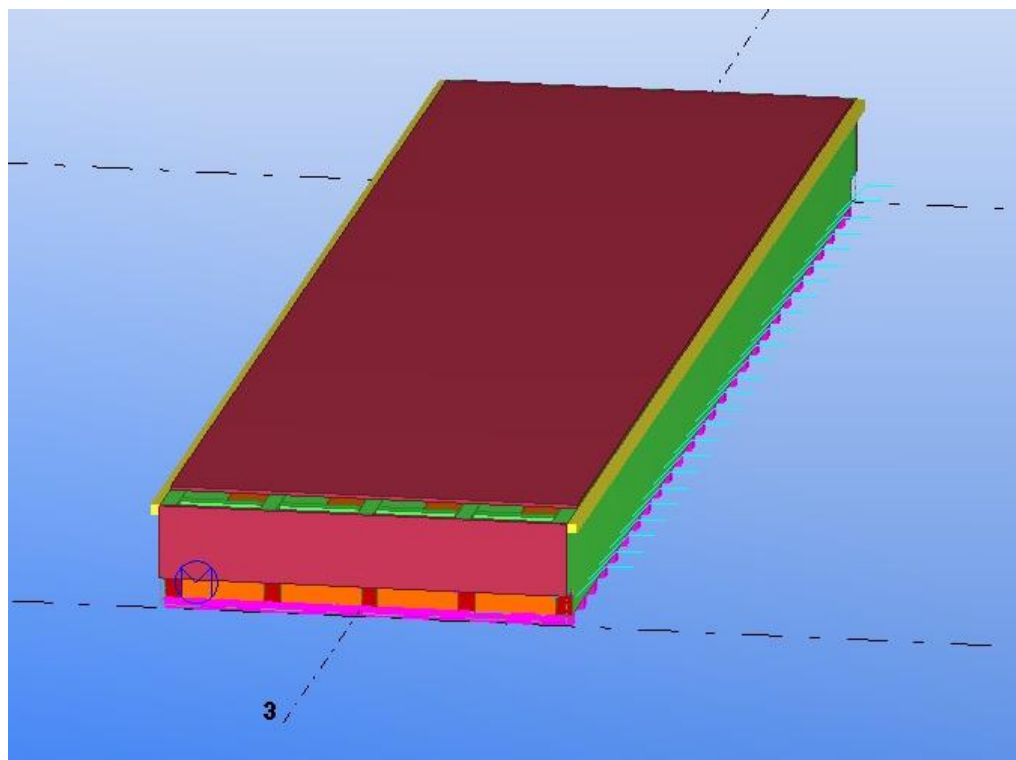
2(4)

- Ohjelma pyytää osoittamaan komponentin aseman (pick position). Osoita koordinaatistosta alku- ja loppupiste. Välipohjapalkkien päät tulevat näihin pisteisiin siten, että komponentin keskilinja asettuu osoitettujen pisteiden välille.



## 4.Vaihe

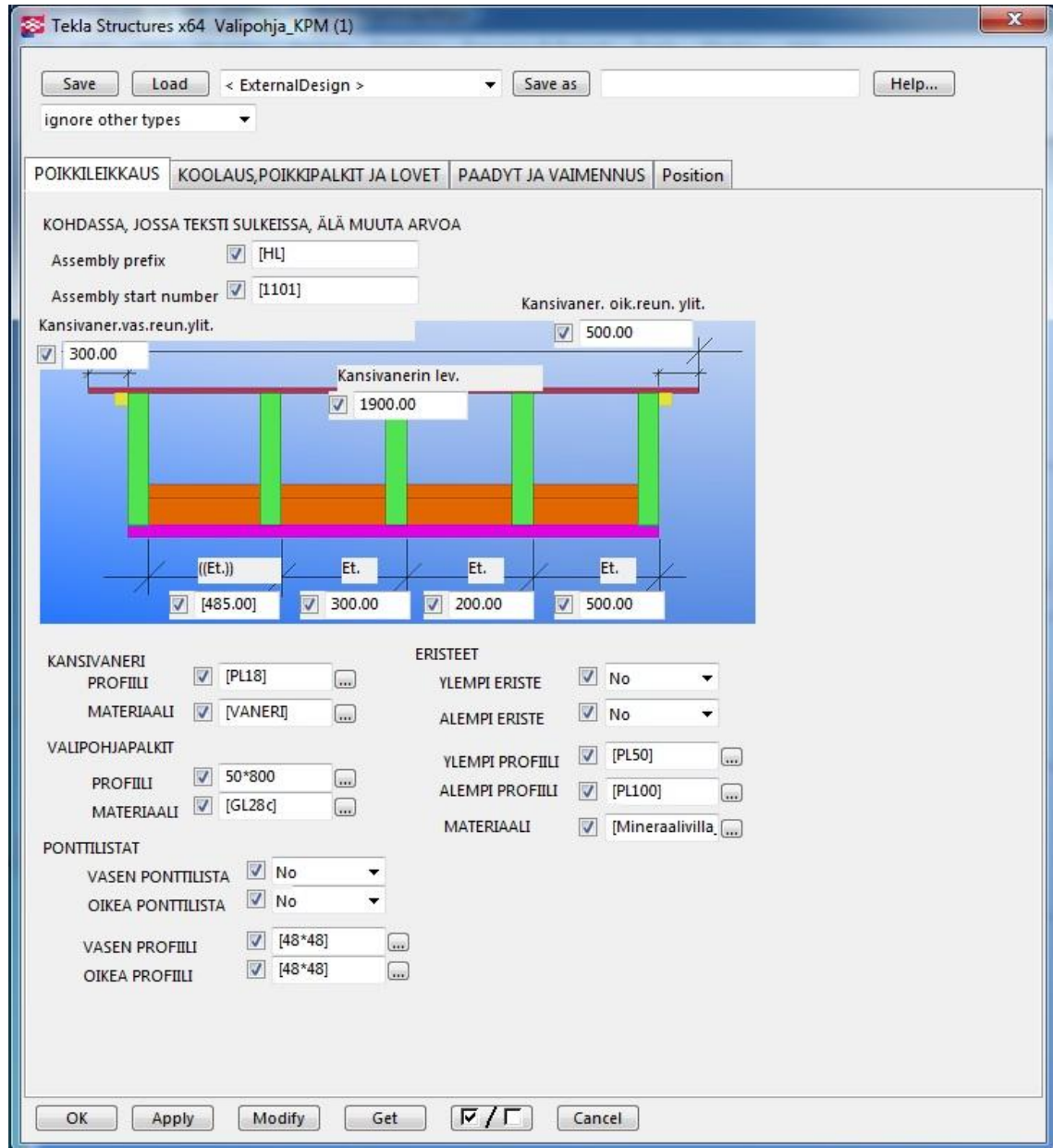
- Avaa käyttöliittymä kaksoiskoskettamalla komponenttia.



## 5.Vaihe

3(4)

- Määritä kansivanerin leveys sekä sen oikean ja vasemman reunan ylitys.
- Seuraavaksi määritä välipohjapalkkien sijainnit oikealta vasemmalle niiden keskinäisillä etäisyyksillä.



## 6.Vaihe

- Määritä käyttöliittymästä lopuille parametreille arvot kaikilta välilehdiltä.

## 7. Vaihe

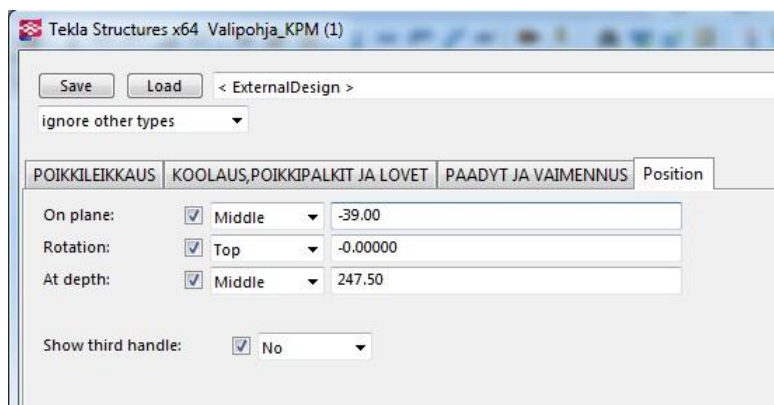
- Mikäli laitat välipohjaelementtiin sylodynit, päädyt ja vaimennus välilehdeltä, määritä materiaalia vastaavat sylodynien luokat seuraavan taulukon pohjalta.

	A	B	C
1	<b>Ääneneristyskaista</b>		
2	<b>KAISTA</b>	<b>MATERIAALI</b>	<b>LUOKKA</b>
3	Sininen sylodyn	SYLODYN_NE_SIN	691
4	Keltainen sylodyn	SYLODYN_NC_KEL	692
5	Violetti sylodyn	SYLODYN_NF_VIO	693
6	Vihreä sylodyn	SYLODYN_ND_VIH	694
7	Punainen sylodyn	SYLODYN_NB_PUN	695

## 8. Vaihe

4(4)

- Sijoita komponentti lopulliseen sijaintiinsa, joko käyttöliittymän position-välilehdeltä tai move-komennolla mallitilassa.



TAI

