

Elementtirakenteisen toimistorakennuksen mallintaminen Tekla Structures  
–ohjelmistolla.

**Ylönen Samppa**

Opinnäytetyö

---



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Samppa Ylönen	
Työn nimi Elementtirakenteisen toimistorakennuksen mallintaminen Tekla Structures -ohjelmistolla	
Päiväys 22.4.2012	Sivumäärä/Liitteet 67+122
Ohjaaja(t) Lehtori Viljo Kuusela	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Insinööritoimisto SRT Oy	
Tiivistelmä <p>Tässä insinööriyössä oli tavoitteena tutkia 6-kerroksisen elementtirakenteisen toimistorakennuksen rakennemallin laatimista, käyttäen lähtötietoina sekä Autocad 2D- ja 3D- DWG -piirustuksia että arkkitehdin laatimaa rakennuksen tietomallia. Mallinnusohjelmana käytettiin <i>Tekla Structures</i> 17.0 sovellusta, jonka soveltuvuutta yhteistyökumppani <i>Insinööritoimisto SRT Oy</i>:n tarpeisiin selvitettiin. Lisäksi tavoitteena oli laatia mallintamisohjeet <i>SRT Oy</i>:n suunnittelijoille.</p> <p>Työn alussa kohteena olevasta toimistorakennuksesta rajattiin mallinnukseen sopiva osa. Rajauksen jälkeen kohteen mallinnus aloitettiin ja mallinnuksen vaiheista tehtiin ohjeet. Mallinnuksen edistyessä tutkittiin erilaisia tapoja hyödyntää arkkitehdin laatimia lähtötietoja, mallintamalla kohdetta suoraan DWG-piirustuksista ja käyttämällä erilaisia referenssimalleja.</p> <p>Työn tuloksina voidaan todeta <i>Tekla Structures</i> -ohjelmiston soveltuvan hyvin yhteistyöyrityksen käyttöön. Rakennemallin tekeminen onnistui huomattavasti vaivattomammin ja nopeammin käyttämällä arkkitehdin lähtötietoja referenssimallina, kuin mallintamalla suoraan DWG -piirustuksista.</p>	
Avainsanat <i>Tekla Structures</i> , BIM, elementtisuunnittelu, tietomalli	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Building and Structural Engineering			
Author(s) Samppa Ylönen			
Title of Thesis Structural Modeling of an Element Structured Office Building with Tekla Structures			
Date	22 April 2012	Pages/Appendices	67+122
Supervisor(s) Mr Viljo Kuusela, Lecturer			
Client Organisation/Partners Insinööritoimisto SRT Oy			
<p><b>Abstract</b></p> <p>The aim of this thesis was to study how to create a structural model of an element structured 6-story office building by using different techniques. The software used was Tekla Structures 17.0. It was also examined how it suits a partner corporation's needs. This thesis was commissioned by Insinööritoimisto SRT Oy. Other aims were to make step by step modeling instructions for SRT Oy designers.</p> <p>The methods used in the research were different ways of utilizing the architect's initial data. These ways were modeling straight to the data and using data as a reference model in different ways like an IFC, 3D DWG and 2D DWG forms. This thesis also examined how to create a drawing and a reinforcement report in Tekla Structures Software. At the start of the thesis there was information about building information modeling, Tekla Structures Software and office buildings.</p> <p>As a result of the study a lot of useful information was gathered in differed ways of modeling. Tekla Structures Software proved to be very suitable for the partner corporation's needs.</p>			
<p><b>Keywords</b></p> <p>Tekla Structures, BIM, Element design, Building Information Model</p>			

## Alkusanat

Tämä opinnäytetyö koskee toimistorakentamista ja tietomallintamista yleisellä tasolla. Työssä oleviin kuviin on pyydetty kirjalliset luvat kaikilta osapuolilta.

Haluan kiittää Insinööritoimisto SRT Oy:tä saamastani insinööriyön aiheesta ja ohjeistuksesta. Erityiskiitos Toimitusjohtaja Pauli Oksmanille sekä Projektipäällikkö Eero Haposelle ja rakennusinsinööri Matti Voutilaiselle.

Savonia-ammattikorkeakoulun lehtori Viljo Kuusela toimi työni ohjaajana ollen tukena työni edetessä. QWIM Arkkitehdit Oy:n Tommi Puustinen toimi yhteyshenkilönäni tietomalliin liittyvissä asioissa. He molemmat ansaitsevat kiitokseni toiminnastaan.

Haluan kiittää läheisiäni sekä kaikkia, jotka ovat tukeneet ja kannustaneet minua vuosien varrella opiskeluideni aikana.

Kuopiossa 22.4.2012

Samppa Ylönen

## Käsitteet

2D	Kaksiulotteinen kuvatiedosto (pituus ja leveys), esim. kuva tai teksti
3D	Kolmiulotteinen geometriamalli (pituus, leveys, korkeus)
4D	Kolmiulotteinen geometriamalli, johon lisätään aika
Arkkitehtimalli	Arkkitehtisuunnittelun tietomalli, Ark -malli
AutoCAD	Piirto- ja suunnittelu ohjelmisto
BIM	Rakennuksen tietomalli (Building Information Model)
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu (= Computer aided design)
DWG	Tiedostomuoto, jota käytetään CAD:n tietojen tallentamiseen (Drawing)
IFC	Oliopohjainen tietomalleissa yleisesti käytetty tiedostomuoto (Industry Foundation Classes)
Objekti	Tietomallissa oleva kolmiulotteinen olio esim. antura
Rakennemalli	Rakennesuunnittelun tietomalli, Rak -malli
TATE-	Talotekniikka
Tietomalli	Kohteesta tehty malli, jossa materiaalit ja rakenteet ovat todelliset, tunnetaan myös nimellä tuotemalli tai tuotetietomalli
TS	Tekla Structures, rakennesuunnitteluun tarkoitettu tietomallinnusohjelma

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	9
2	TIETOMALLINTAMINEN.....	10
2.1	Tietomallintamisen hyödyt.....	10
2.2	IFC.....	12
2.3	BEC 2012.....	13
3	RAKENNESUUNNITTELU.....	15
3.1	Yleiset vaatimukset ja periaatteet tietomallipohjaisessa rakennesuunnittelussa.....	15
3.2	Mallintamisen eri vaiheet rakennesuunnittelussa.....	17
3.2.1	Vaatusmalli.....	18
3.2.2	Inventointimalli.....	19
3.2.3	Tilavarausmalli.....	19
3.2.4	Alustava rakennusosamalli.....	19
3.2.5	Rakennusosamalli.....	20
3.2.6	Toteumamalli.....	23
4	TEKLA STRUCTURES -OHJELMISTO.....	24
4.1	Full Detailing.....	24
4.2	Lisäsovellukset.....	25
5	TOIMISTORAKENNUSTEN RUNKOJÄRJESTELMÄT.....	26
6	RAKENNEMALLIN LAADINTA.....	28
6.1	Opinnäytetyö kohteen esittely.....	28
6.2	Mallintaminen suoraan lähtötiedoista.....	29
6.3	Mallintaminen arkkitehdin laatiman tietomallin pohjalta, käyttäen sitä referenssimallina.....	29
6.4	Mallintaminen arkkitehdin laatiman tietomallin pohjalta, käyttäen Convert IFC objects to native objects -komentoa.....	38
6.5	Mallintaminen viemällä tasopiirustukset pohjaksi <i>Tekla Structures</i> -ohjelmistoon.....	46
6.6	Mallintaminen 3D DWG -piirustusten pohjalta.....	52
7	ELEMENTTI PIIRUSTUSTEN LAADINTA.....	57
8	LUETTELOIDEN LAADINTA.....	61
9	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	64
9.1	Arkkitehdin laatimien lähtötietojen hyödyntäminen.....	64
9.2	<i>Tekla Structures</i> -ohjelmiston soveltuvuus yhteistyöyrityksen käyttöön.....	65
	LÄHTEET.....	66

**LIITTEET**

Liite 1 Kuvakkeiden selitykset

Liite 2 Mallinnuksen ohjeet

Liite 3 Teräsosavalmistajien komponenttien lataamisohjeet

Liite 4 Elementti piirustukset



## 1 JOHDANTO

Tässä insinööriyössä tutkitaan eri tapoja hyödyntää arkkitehdin lähtötietoja mallinnettaessa rakennemalli ja lisä tavoitteena on tuottaa mallinnusohjeet *Insinööritoimisto SRT Oy:n* tarpeisiin. Mallinnusohjelmana käytetään *Tekla Structures 17.0* ohjelmistoa, jolla tehdään rakennemalli 6-kerroksisesta toimistorakennuksesta.

Arkkitehdin lähtötietojen hyödyntämisen tutkiminen tapahtuu mallintamalla osia rakennuksesta eri menetelmillä ja jälkeinpäin vertailemalla eri tapojen ominaisuuksia.

Rakennesuunnittelu on muutosvaiheessa, sekä uuden normiston eurokoodien että koko ajan lisääntyvän 3D-suunnittelun suhteen. Muutos vuosikymmeniä käytetystä 2D-suunnittelusta ei tule olemaan helppoa uusien vaativien ohjelmien takia, koska jo erilaisten ohjelmien määrä itsessään, kuin myös henkilökunnan koulutus niiden käyttämiseen tuo omat haasteensa.

Liitteistä löytyvät mallintamisen vaiheittaiset ohjeet, tyyppielementti kuvat, yleisimmin käytetyt työkalujen kuvakkeet selityksineen ja teräsosavalmistajien nettikomponenttien latausohjeet.

*SRT Oy* on vuonna 1984 Kuopiossa perustettu rakennesuunnittelutoimisto, joka tekee myös rakennesuunnitteluun liittyvää tutkimus- ja kehitystoimintaa. Lisäksi toimintaan kuuluvat kustannuslaskenta, rakennusteknisten töiden valvonta sekä rakennuttamispalvelut. Yrityksen päätoimipaikka sijaitsee Kuopiossa ja sillä on toimipiste Järvenpäässä, työntekijöitä on noin 20. *SRT Oy* on erikoistunut suurien kohteiden suunnitteluun, kuten liike- ja toimisto rakennukset, parkkitalot sekä suuret asuin- ja tuotantorakennukset.

## 2 TIETOMALLINTAMINEN

Tietomallintaminen on toimintatapa, jossa hallitaan tietoja rakennushankkeesta digitaalissa muodossa. Se perustuu oliopohjaiseen suunnitteluun, jolloin siinä on kuvattu eri rakenneosat kolmiulotteisesti objekteina, joihin on sisällytetty niiden tiedot. Sen etuna on tietojen parempi hallinta paperisiin dokumentteihin verrattuna kaikissa kohteen elinkaaren vaiheissa kuten suunnittelussa, toteutuksessa, ylläpidossa sekä käytössä. Tietomallia voivat lukea ja tulkita ihmisten lisäksi myös tietojärjestelmät ja tietokoneohjelmat, kun taas piirustukset on tarkoitettu vain ihmisten luettavaksi. Tietomalli käsittää kaiken tiedon, joka sinne talletetaan ja joka voidaan myös saada sieltä ulos. Nämä tiedot voivat olla mittoja, määriä tai muita ominaisuuksia rakennuksista tai niiden osista, kuin myös rakennuksen huoltoon tai rakentamiseen liittyviä aikataullisia asioita. Suurin syy otettaessa tietomalli käyttöön on kasvava arvo suunnittelu- ja rakennusprosessissa, johtuen erityisesti sen parantuneesta hallinnasta. (Valjus, Varis, Penttilä, Nissinen 2007, 5-15)

### 2.1 Tietomallintamisen hyödyt

Tietojen lisääminen ja siirtäminen hankkeen eri osapuolien välillä käy monikäyttöisemmin ja luontevammin kuin aikaisemmillä menetelmillä, sekä tietomallin käyttö vähentää virheitä suunnittelussa. Virheiden vähentyminen johtuu siitä, että samaa mallia käyttää parhaillaan useita suunnittelijoita, jotka saavat omat piirustuksensa samasta mallista, joten se vähentää mittavirheiden syntymistä sekä edesauttaa huomaamaan mahdolliset virheet jo aikaisessa vaiheessa. Lisäksi on olemassa erilaisia törmäystarkastelu- ohjelmia kuten *Solibri Model Checker*, joilla voidaan tarkastaa malli mahdollisten päällekkäisyyksien varalta. Kaiken tiedon tallentaminen samaan paikkaan takaa sen, että eri osapuolilla on aina saatavilla uusimmat päivitykset mallista. Tästä johtuen virheellisen ja ennen kaikkea vanhentuneen tiedon aiheuttamat hankaluudet saadaan vähenemään. Päivitysten mukana muuttuva tieto päivittyy kaikkiin tietomallin näkyymiin sekä siitä saataviin dokumentteihin, piirustuksiin, luetteloihin ja taulukoihin. (Osa1 Yleinen osuus)

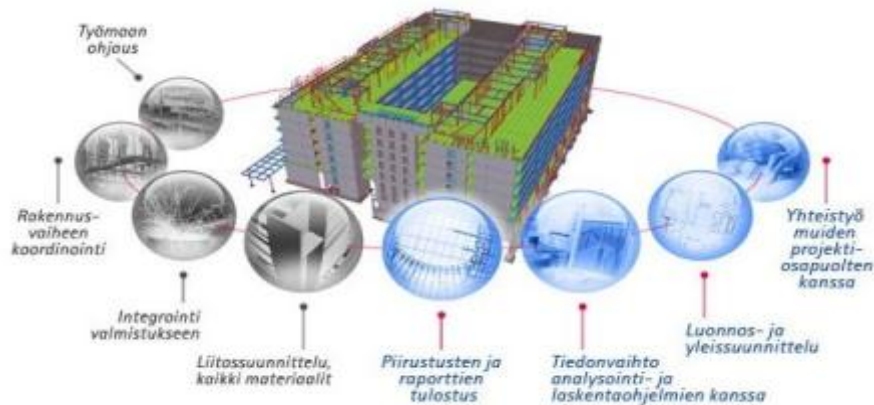


Kuva 1. Mallinnusprojektin osapuolet (Tekla 2012e)

Mallin kolmiulotteisuudesta johtuen sen havainnointi on selkeästi helpompaa kaikille osapuolille verrattuna pelkkiin piirustuksiin, esimerkiksi suunnittelijoille, rakentajille ja tilaajalle. Tästä on apua ratkaisujen teossa, kun etsitään parasta suunnitelma- vaihtoehtoa teknisesti ja taloudellisesti. kohteen markkinointi tulee olemaan helpompaa ostajan nähdessä konkreettisesti, mitä tulee saamaan erilaisten rasteroitujen pintojen yms. avulla sekä mitkä olisivat mahdollisia muutettavia asioita.

Mallinnusohjelmien yhteensopivuus lujuslaskentaohjelmistojen kanssa antaa mahdollisuuden tarkastella mallinnetun rakenteen kestävyyttä ja ominaisuuksia, viemällä analyysimalli esim. *Robot Structural Analysis* -ohjelmaan ja tarkastelemalla sen ominaisuuksia. Saatujen tulosten perusteella on helppoa ja nopeaa tehdä halutut muutokset jälleen mallinnusohjelmassa.

Määrä- ja kustannuslaskennassa saatava hyöty korostuu kohteen ajantasaisuudella, jolloin esimerkiksi rauditusmäärät päivittyvät automaattisesti oikeiksi tehtyjen muutosten jälkeen. Tässäkin on tosin syytä muistaa, että tietokonelaskennat on syytä tarkastaa laskemalla käsin. Virheet, jotka mahdollisesti tapahtuvat johtuvat virheistä mallintamisessa, eivätkä varsinaisesti itse laskennassa. (Valjus, Varis, Penttilä, Nissinen 2007, 5-15)

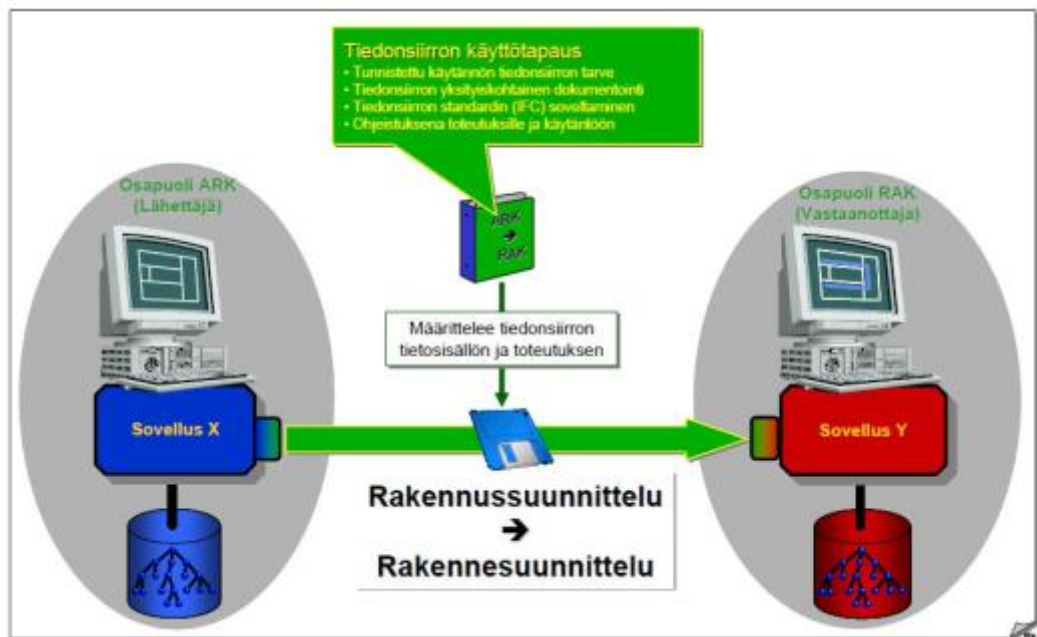


Kuva 2. Tietomallin hyödyt rakennushankkeessa (Tekla 2012c)

## 2.2 IFC

*Industry Foundation classes* on olioperusteinen yleisesti käytetty tiedonsiirto standardi, jota käytetään rakentamisessa ja kiinteistöjen ylläpidossa. Sen on kehittänyt kansainvälinen yhteenliittymä *BuildingSMART*, joka tunnettiin aikaisemmin nimellä *International Alliance for Interoperability*. *IAI* aloitti kehitys- ja määritys työn vuonna 1994 ja kehitys jatkuu koko ajan, tällä hetkellä *BuildingSMART:lla* on yli 600 jäsenyritystä. IFC:n tietomäärittelyt on tehty käyttäen ISO STEP-standardin mukaisia menetelmiä [ISO 10303-11,1994], ja IFC-tiedonsiirto perustuu ISO STEP-tiedonsiirto formaattiin [ISO 10303-21,1994]. Kehitys on tapahtunut laajentamalla asteittain eri versioiden kautta, ensimmäinen versio, jota käytettiin kaupallisten toteutusten perustana, oli vuonna 1998 julkaistu IFC Release 1.5.1. Seuraavia julkaistuja versioita ovat olleet IFC 2.0, IFC 2x, IFC 2x2 sekä uusimpana IFC 2x3 joskin versio 2x4 on jo kehitteillä.

IFC:n ajatus on, että se toimii ohjelmasovelluksista riippumattomana sovelluksena eri suunnittelijoiden ja osapuolien välillä, jolloin kaikki voivat käyttää omissa tietojärjestelmissään muiden tuottamaa tietoa suoraan referenssitietona. Käytännössä tämä tarkoittaa, että sovellus, joka lähettää tiedot käsittelee ne omasta muodostaan IFC-muotoon ja vastaanottava sovellus käsittelee IFC-muodossa olevat tiedot omaan sisäiseen muotoonsa. (Selvitys IFC-spesifikaation tilanteesta)



Kuva 4. Tiedonsiirron käyttötapaus (Tiedonsiirron käyttötapaus)

### 2.3 BEC 2012

Helmikuussa 2012 julkaistu BEC2012 on elementtisuunnittelun mallinnusohje, jonka ovat laatineet yhteistyössä Betoniteollisuus ry, rakennesuunnittelijat ja Tekla Oyj, kehittämään betonielementtien 3D-suunnittelua, tiedonsiirtoa ja tietomallinnusta. Ohjeistuksen tarkoituksena on määritellä tietomallien oikea sisältö kaikille mallintaville konsulteille, ohjeen on koonnut Tero Kautto *Finnmap Consulting Oy*:stä. Mallin hyödyntäminen on etu koko projektin kannalta ja se onnistuu vain, mikäli mallit ovat sisältönsä samantyyppisiä. Tämän ohjeistuksen tarkoituksena on, että sitä noudattamalla kaikki mallit olisivat mallintajasta riippumatta samankaltaisia.

Ohjeessa on esitelty elementteihin liittyvät vaatimukset niin mallin luovutukseen, mallinnuksen perustietoihin kuin eri elementtityyppien ja niihin liittyvien valutarvikkeiden mallintamiseen ja taulukointiin liittyen. Mallin luovutukseen liittyen käydään läpi tehtävät sopimukset, mallin eri käyttötarkoitukset sekä vaatimukset mallinnettaessa eri tiedostotyyppinä. Suunnitteluvaatimuksissa kerrotaan tarkkuusmäärittelyistä eri suunnitteluvaiheissa ja aloituskokouksesta, että mitä siinä täytyy ottaa huomioon tehtäessä kohteesta tietomalli. Betonielementtien mallintamisesta kerrotaan tiedot, jotka tietomalliin on kirjattava ja jotka siitä on saatava selville sekä elementtien nimeämis- ja numerointi perusteet.

Eri elementtityypit on esitelty mallinnusperusteineen sekä niistä on tehty listat, joissa on vaatimukset elementistä saatavien määrätietojen osalta. Valutarvikkeista on kerrottu eri lisäystapoja sekä periaatteita ja ohjeita niiden taulukointiin liittyen. Sähkötarvikkeista, tietomallipohjaisesta reikävaraussuunnittelusta, tietomallista saatavista piirustuksista ja päivämäärään sekä valmiusasteisiin liittyvistä merkinnöistä on myös omat lukunsa ohjeen loppupuolella. (BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje)

### 3 RAKENNESUUNNITTELU

Rakennesuunnittelu on tärkeä osa rakennussuunnittelua, sillä siinä luodaan perusteet rakennuksen toteutukselle ja ylläpidolle. Työhön sisältyvät rakennesuunnittelu uudis- ja korjauskohteissa, lujustarkastelu, erillisten rakenteiden suunnittelu, rakennusten runko järjestelmien ja -materiaalien valinta, joissakin tapauksissa määrälaskenta sekä erilaiset käyttöikä- ja rakennusfysiikkaan liittyvät selvitykset. Rakennesuunnitelmat itsessään ovat rakenteiden mitoittamiseen, rakenneteknisen toiminnan osoittamiseen ja perustus-, runko- ja rakennejärjestelmien kehittämiseen liittyvät rakenteiden mittoja osoittavat piirustukset tai kantavien rakenteiden kestävyys osoittavat lujuuslaskelmat. Sopimuksen mukaisella suunnittelu toimeksiannolla määritetään suunnittelun tehtävät ja vastuut sekä rajataan, koskeeko se koko rakennuksen suunnittelun vai pelkästään tietyn osan siitä. (*RIL-299-1-2006*)

#### 3.1 Yleiset vaatimukset ja periaatteet tietomallipohjaisessa rakennesuunnittelussa

Rakennemalleja käytetään mm. seuraavissa tehtävissä

- resurssipohjaisessa kustannus- ja määrälaskennassa
- muiden mallien rinnalla ongelmakohtien havaitsemiseksi, mallien tarkastuksessa ja risteilytarkasteluissa
- lähtökohtana työmaamallille ja hankinnalle
- reikävarausten teossa
- lähtökohtana valmistettaessa ja suunniteltaessa teräsosia ja elementtejä
- työsuunnittelussa

Rakennemalli kattaa yleisesti kaikki kantavat teräs- ja puurakenteet sekä kantavat ja ei-kantavat betonirakenteet, jotka koostuvat perusrakenneseosista eli seinä, palkki, pilari, laatta ja ristikko. Nämä rakennusosat tulee luoda oikeilla työkaluilla, esimerkiksi pilari tehdään pilari -työkalulla, jolloin tiedot kuten nimi/tyyppi, sijainti ja geometria siirtyvät oikein rakennusosan mukana. Jos kyseisten työkalujen ominaisuudet eivät riitä jonkin objektin mallintamiseen, tulee käyttää jotain muuta IFC -yhteensopivaa tarkoituksen mukaista objektia, jonka attribuuttitiedoksi lisätään kyseisen osan tyyppi. Tämän tiedon on siirryttävä osan mukana. Vaikka rakennemalliin eivät sisälly esimerkiksi lasijulkisivut ja koristesäleiköt yms. on kuitenkin niistä mahdollisesti aiheutuvien kuormien tai niille asetettavat rakenteelliset vaatimukset pyrittävä sisällyttämään rakennemalliin mallinnusohjelman sallimalla tavalla. Joskus täydentävien rakenteiden

sisällyttäminen rakennemalliin on tarkoituksen mukaista esim. kiinnikkeiden sopivuuden tai yhteensopivuuden varmistamisen vuoksi, tämä on kuitenkin sovittava hankekohtaisesti.

Laajoissa toimeksiannoissa tai niin sovittaessa, tehdään sovitus koordinaatiston mukaan jokaiselle rakennukselle oman rakennemallinsa lisäksi myös lohko- tai kerroskohtaiset osamallit. Tämä tarkoittaa, että rakennesuunnittelijan on lähetettävä eteenpäin kerroksittaiset IFC -muotoiset osamallit. Niiden käsittely eroaa arkkitehtimallista siten, että niihin kuuluvat seinät ja yläpuolinen välipohja. Mallin tarkka katkaisutaso sovitaan hankekohtaisesti, valmiinpinnan tasoon tai kantavan laatan yläpintaan/ työsaumaan. Useiden kerrosten läpimenevät objektit mallinnetaan yhtenäisinä ja ne liitetään alimpaan kerrokseen, jossa ne esiintyvät.

Rakennusosat numeroidaan yksilöllisesti, jotta niitä voidaan seurata ja tunnistaa läpi hankkeen aina valmistukseen ja asennukseen saakka. Tunnisteista on annettu yleisohje, että niitä tulisi säilyttää ja muokata sen sijaan, että niitä tuhottaisiin ja luotaisiin uudelleen. Usein kuitenkin siirryttäessä suunnitteluvaiheesta toiseen, myös ohjelma vaihtuu, jolloin samat tunnuksot eivät siirry mukana vaan rakennusosat täytyy yksilöidä uusilla tunnuksilla. Joissakin ohjelmissa voidaan nimen perusteella hallita osia ja osakokonaisuuksia eri lohkoissa ja kerroksissa, mikä tulee ottaa huomioon nimeämisvaiheessa. Näiden tasojen perusteella voidaan tehdä mm. tarvike- ja määräluetteloita. Pääasiassa ”tasojen” nimeämisessä käytetään TALO2000 -nimikkeistöä. Mallit itsessään nimetään siten, että nimestä ilmenee kohde, suunnitteluala ja julkaisupäivä. (Osa1 Yleinen osuus)

Kun rakennemalli julkaistaan, siihen ei saa sisältyä muita malleja, vaan ne on poistettava vaikka niitä olisikin käytetty referenssimalleina. Rakennesuunnittelijan on aina ennen rakennemallin lähettämistä muille osapuolille varmistettava, että mallissa on vain rakennesuunnitelmiin kuuluvia objekteja sekä

- rakennemalli ja arkkitehtimalli ovat yhtäpitäviä
- palkit ja pilarit kohtaavat
- epäjatkuvuuskohtia ei ole rakennejärjestelmässä
- TATE -suunnittelijan suunnittelemat/mallintamat varaukset on siirretty rakenteisiin (Osa1 Yleinen osuus)



Kaikkien mallien mittayksikkönä pidetään millimetriä. Mallinnuksessa käytetään tilanteeseen parhaiten soveltuvaa koordinaatistoa, koskien myös rakennuksen korkeus-asemaa. Käytettävä koordinaatisto sovitaan viimeistään tilamallinnuksen aloitusvaiheessa ja sitä ei saa muuttaa ilman projektipäällikön hyväksyntää sekä kirjaamista suunnittelukokouksessa. Mallien tarkkuudessa noudatetaan tarkoituksen mukaisuuden periaatetta, esimerkiksi tilamallissa mittatarkkuus sallii noin 100-200 mm suunnittelurasterin käytön, koska kyseessä on luonnos ja lopullinen rakennuksen mitoitus ei ole tiedossa joten poikkeamat suhteessa lopulliseen mitoitukseen on hyväksyttävä. Valittua mittajärjestelmää käytetään kuitenkin johdonmukaisesti periaatteella siten, että työtä on helpompi jatkaa tarkemmasta kuin epätarkemmasta mallista käsin. Muut mallit kuten inventointi-, rakennusosa- ja rakennemalli tehdään mahdollisimman tarkoina, kuitenkin muistaen tarkoituksenmukaisuuden periaate ja näin ollen rakennustyön kannalta hyväksyttävät toleranssit hyväksytään mallissa.

Aloituskokouksessa on syytä sopia eri osapuolien käyttämästä mallinnustarkkuudesta ja sitä on noudatettava ilman tilaajan suostumuksella ja yhteisellä päätöksellä tapahtuvaa muuttamista. Suunnittelumallien tarkkuudesta huolimatta kaikkien oikeassa rakennuksessa toisiinsa liittyvien rakenteiden tulee liittyä oikein myös malleissa. Näin siksi, että esimerkiksi termisten analyysien selvittäminen saattaa kärsiä, mikäli seinät eivät liity toisiinsa aivan nurkassa. (Osa6 Laadunvarmistus)

### 3.2 Mallintamisen eri vaiheet rakennesuunnittelussa

Koska perinteinen 2D-suunnittelu on jäämässä tulevaisuudessa vähemmälle 3D-suunnittelun tieltä, aiheuttaa tämä omat vaatimuksensa suunnittelijoille muuttuneen suunnittelunkulun seurauksena. Aikaisemmin suunnittelu on edennyt lineaarisesti, mutta mallinnuksessa se tapahtuu ns. limittäin, jolloin tietoa kerätään tarpeen mukaan malliin. Tietomallipohjaisen suunnittelun painopiste on prosessin alussa, jolloin sovitaan kaikkien osapuolten kesken tietomallinnukseen liittyvistä yksityiskohdista.

Taulukko 1. Rakennushankkeen vaiheet perinteisessä - ja tuotemallinnus hankkeessa

Perinteinen hankevaiheistus	Päätökset	Tuotemallinnushankkeen vaiheistus	Päätökset
Tarveselvitysvaihe	>Hankepäätös	Hankeohjelmointi, visualisoinnit, massamallit	>Hankepäätös >Investointipäätös
Hankesuunnitteluvaihe	>Investointipäätös	Vaatusmalli(t) Tilamalli(t)	
Luonnossuunnitteluvaihe		Alustava(t) rakennusosamallit (as required)	>Rakentamispäätös
Toteutussuunnitteluvaihe	>Rakentamispäätös	Rakennusosamalli(t) (as designed)	
Rakennuksen toteutuksen suunnitelmat		Toteutusmalli(t) (as planned)	
Rakentamisen suunnitelmien lopullinen toteuma	>Vastaanottopäätös	Toteutumamalli(t) (as build)	>Vastaanottopäätös
Käyttöönottovaihe	>Takuiden vapauttaminen	Ylläpitomalli(t) (as maintained)	>Takuiden vapauttaminen

### 3.2.1 Vaatusmalli

Vaatusmallinnusvaiheessa rakennesuunnittelijalla ei ole varsinaisia tehtäviä, mutta hankekohtaisesti saatetaan sopia esimerkiksi rakenneteknisissä selvityksissä, jotka liittyvät erikoistapauksissa tilatarpeen ratkaisemiseen liittyviin vaihtoehtoihin sekä rakenneteknisten lähtötietojen ja suunnittelun tavoitteiden määrittämisessä. (Osa Yleinen osuus)



Kuva 3. Mallintamisen teoreettiset vaiheet (Valjus ym. 2007,9)

### 3.2.2 Inventointimalli

Rakennesuunnittelijan työtehtävät ovat hankekohtaisten sopimusten mukaan toimia asiantuntijana arvioitaessa ja mallinnettaessa olemassa olevia rakenteita, etenkin kantavaa rakennejärjestelmää. (Osa1 Yleinen osuus)

### 3.2.3 Tilavarausmalli

Rakennemallintamisessa arvioidaan lähinnä arkkitehdin esittämien ratkaisujen toteuttavuutta sekä tarkastellaan erilaisia perustus- ja runkovaihtoehtoja. Lähtötietoina käytetään arkkitehdin laatimia vaihtoehtoisia tila- tai tilaryhmämalleja ja pohjasuunnittelijan rakennettavuus selvitystä. Erikoistapauksissa tässä vaiheessa voidaan tutkia TATE -suunnittelijoiden kanssa alustavasti myös taloteknisten järjestelmien ja kantavien rakenteiden yhteensopivuutta periaatteellisesti. (Osa1 Yleinen osuus)

### 3.2.4 Alustava rakennusosamalli

Alustavan rakennusosamallin pohjana toimii arkkitehdin toimittama IFC -muotoinen malli, sekä 2D-suunnitelmat. Niiden pohjalta määräytyvät kantavien rakenteiden paikat sekä lattioiden yläpintojen korot. Arkkitehdin toimittamasta mallista saattaa olla tarpeellista suodattaa pois rakennemallinnuksessa tarpeettomat objektit, kuten ikkunat. Muita mahdollisia lähteitä ovat TATE -suunnittelijoiden tekemät tilavarausmallit talotekniikan tilantarpeineen ja pääkulkureitteineen sekä GEO -mallit, jotka sisältävät pohjatutkimustiedot. Tilavaraustyöskentelyyn osallistuminen on rakennesuunnittelijalle tarpeellista, jotta kantavien rakenteiden ja talotekniikan järjestelmien yhteensopivuus varmistetaan.

Alustavan rakennusosamallin pohjalta voidaan tehdä alustavia aikataulu simulaatioita ja sitä käytetään lähtötietona toteutusvaiheen rakenne- ja TATE -suunnittelulle sekä tilapohjaiselle määrä- ja kustannus laskennalle. Muita sen käyttötarkoituksia on, että sitä voidaan käyttää eri suunnittelijoiden mallien yhteensovittamisessa sekä kohteen havainnollistamisessa. Rakennesuunnittelijan tulee tehdä tietomallivaatimusten mukainen tietomalliselostus asiaan kuuluvilta osin sekä toimittaa arkkitehdille rakennetyyppejä sekä niiden sijaintia koskevat tiedot.

Talo2000 -nimikkeistön mukaisesti jaoteltuna alustavan rakennusosamallin sisältö voidaan jakaa seuraavasti:

Perustukset mallinnetaan lähtötietojen sallimalla tarkkuudella, pääasiassa rakenne-mallintaminen koskee perustusrakenteita, pääosin paalutuksia sekä perusmuurirakenteita.

Alapohjat mallinnetaan kantavien rakenteiden osalta, lämmöneristeitä tms. ei mallineta, mutta niiden tiedot sisällytetään rakennetyypin kuvauksiin.

Runko mallinnetaan valitun runkojärjestelmän osalta, jotta se sisältää kaikki kantavien pysty- ja vaaka rakenteiden perustiedot, kuten tyyppi, materiaali, sijainti ja alustava rakenteellinen mitoitus. Kappaleet mallinnetaan objekteina, niiden hyödyntämisen aikataulutuksissa yms. takia. Korot esimerkiksi vaakarakenteissa määräytyvät myöhemmin Ark- ja Rak -suunnittelijan yhteistyön tuloksena sekä liitoskohdissa risteävät rakenteet voidaan mallintaa päällekkäin, sillä liitossuunnittelu tapahtuu pääosin myöhemmissä vaiheissa.

Julkisivut mallinnetaan kantavien rakenteiden osalta kuin runko rakenteet sekä betonielementtien osalta sisä- ja ulkokuoret noudattaen luonnosvaiheen mallinnustarkkuutta. Jos arkkitehti on käyttänyt mallintamisessaan aukoissa nimellismittoja, huomioidaan tämä asennusvarojen suhteen.

Ulkotasoista sisällytetään malliin perustiedot kuten parvekelaattojen materiaali, geometria, sijainti, tyyppi ja alustava rakenteellinen mitoitus.

Arkkitehdin mallia referenssimallina käytettäessä tulee huomioida, että siinä saatetaan käyttää nimellismittoja sovitun tarkkuuden puitteissa ja tämä tulee ottaa huomioon asennusvarojen suhteen. (Osa1 Yleinen osuus)

### 3.2.5 Rakennusosamalli

Rakennusosamalli muodostetaan samoista lähtötiedoista ja samalla periaatteella, kuin alustava rakennusosamalli, joskin se on sitä tarkempi. IFC -muotoista arkkitehdin laatimaa mallia hyödynnetään joko ohjelmistorajoitusten takia toissijaisesti referenssi-mallina tai suoraan geometriatietojen osalta. Huomioitavaa on, että aukkomittojen osalta tässä vaiheessa käytettävissä mitoissa ovat asennusvarat jo valmiiksi oikein. Tarkkuustasoltaan rakennusosamallin on vastattava tietosisällöltään perinteisiä työpiirustuksia, koska toteutuspiirustukset luodaan rakennemallin mukaan. Sen on vastattava arkkitehtimallia sekä siihen tulee sisältyä kaikki tiedot perustuksista sekä pysty- ja vaakarakenteista, aikaisempaan lisänä liitokset ja mitoittaminen. Mallin pää-

käyttötarkoitukset ovat valmistuksen ja tuotannon ohjauksen, suunnittelun ja valvonnan lisäksi suoritepohjainen kustannus- ja määrälaskenta, tarjouslaskenta sekä mallien yhteensovittaminen. Toteutussuunnitteluvaihe koostuu kahdesta eri osasta, laskentasuunnitelman laatimisesta ja toteutussuunnitelmien laatimisesta, joista jälkimmäisessä rakennesuunnittelijalta voidaan vaatia mallin avulla havainnollistamista esimerkiksi rakennedetaljeista. Rakennemallista on myös mahdollista muodostaa tässä vaiheessa ns. työmaamalli.

Laskentavaiheessa rakennusosamalli jaotellaan ja mallinnetaan seuraavasti. Perustuksista mallinnetaan paalutukset sekä perustusrakenteet, erilaiset perusmuurirakenteet sekä mallinnetaan perustusten liittyminen yläpuolisiin rakenteisiin. Ylipääntään päivitetään edellisessä vaiheessa tehtyä mallia, eristeitä ei mallinneta vielä, vaan maininnat niistä lisätään rakennetyyppeihin.

Alapohjista tulee ilmetä kanaalien ja kantavien palkkien ym. rakenteiden sijainnit sekä liittyminen alapohjaan. Sovitusti mallinnetaan tyyppielementit liitoksineen.

Kantava runko mallinnetaan sovitulla tarkkuudella, valmiusasteen riippuessa valmisosatoimitusten määrästä rungossa.

Väestönsuojan rakenteet mallinnetaan, käyttäen periaatteena kantavien seinien ja laattojen periaatteita.

Kantavat seinät mallinnetaan sovitulle rakennuksen osalle, mallielementtien sekä liitosten mukaan, tekemällä elementtijako arkkitehdin rakennusosamallin pohjalta. Mallielementit liitoksineen tulee mallintaa oikein, liitoksissa pääsääntöisesti käyttäen yhtä objektia, jotta mallista saadaan laskentaa varten tarvittavat dokumentit ja erilaisten pääliitostyyppien määrät. Liitokset voi mallintaa myös osien kautta, mikäli liitostyökalujen ominaisuudet eivät riitä tai mallin kokoa pitää pienentää. Elementtiluetteloiden tai mittatietojen tulostaminen tapahtuu rakennusosamallista. Paikallavalurakenteiden laatutaso ja laajuus selvitetään, joskin raudoitukset mallinnetaan seuraavassa vaiheessa. Ikkuna- ja oviaukkojen mallinnus tapahtuu arkkitehdin lähtötietojen mukaan sekä muiden kuin mallielementtien osalta ilmoitetaan geometria ja saumaleveys. Joskus käytössä olevissa työkaluissa saattaa olla toiminnallisia puutteita, tai tietyn osan mallintaminen ei ole oleellista, niin silloin voidaan hankekohtaisesti sopia mallinnustarkkuudesta ja tavoista. Määrälaskennan ja rakentamisen tietoon on kuitenkin saatettava sovitulla tavalla ne asiat, jotka on jätetty rakennusosista mallinta-

matta. Pilarit mallinnetaan, sovitun rakennuksen osan alueelta tehdään mallibetonielementit liitoksineen, ilman saumavaluja.

Konepajasuunnittelua varten teräsrakenteiden tulee olla valmiita määrä- ja massa luetteloineen.

Palkit mallinnetaan samalla periaatteella kuin pilarit.

Välipohjista ja yläpohjista mallinnetaan vaakarakenteet korkeusasemineen ilman eristeitä, märkätilojen osalta. TT-, Ontelo-, kolo- ja kuorilaatat sekä paikalla valulaatat liitoksineen mallinnetaan sovitulta osalta.

Eryyisrakenteet mm. kuilurakenteet mallinnetaan yllä olevien periaatteiden mukaan.

Julkisivujen osalta noudatetaan kantavien seinien periaatteita. Hankekohtaisesti tulee sopia mallinnustarkkuuksista julkisivuelementtien suhteen, johtuen mallinnusohjelmien työkalujen puutteista. Seinissä olevat aukot jätetään näkymään tyhjinä arkkitehdin tietojen mukaan.

Ulkotasoista, parvekelaatat liitoksineen mallinnetaan sovitulta osuudelta, hankekohtaisten sopimusten perusteella.

Vesikatoista mallinnetaan kantavat rakenteet, joita on esim. pysäköintirakennuksissa sekä harjakattojen ristikkorakenteiden geometria mallinnetaan valmisosa suunnittelua varten. Mallinnustyökalujen ominaisuuksista johtuen arkkitehti mallintaa räystäät ja rakennesuunnittelija toimittaa räystäiden rakennekuvat 2D -muodossa.

Tilanjakoseinistä mallinnetaan betoniseinät sovitulta osin.

Toteutussuunnitteluvaiheessa mallinnettavan rakennusosamallin laajuus ja tarkkuus riippuu siitä, minkä laatuista ja tasoista tarvittava tieto on. Betonirakenteita saatetaan esimerkiksi joutua täsmentämään raudoitusten osalta. Mikäli detaljisuunnittelu ei onnistu mallipohjaisesti, tulee huolehtia mallissa olevan viittaukset kunkin kohdan detailjietoihin. Rakennesuunnittelu tulee tehdä valmisosasuunnittelua palvelevaan tasoon asti, koska rakennesuunnittelijan on toimitettava lähtötiedot valmisosasuunnittelijalle.

Toteutussuunnitteluvaiheessa rakennemalli jaotellaan seuraavasti. Perustusten osalta malliin tehdään viittaus tai linkki 2D-detaljipiirustuksiin lämmöneristeiden yms. osalta. Alapohjan, julkisivujen, rungon ja ulkotasojen osalta, mallinnetaan ja täydennetään aikaisempaa mallia paikallavalurakenteiden tyyppillisten raudoitusten sekä detaljien osalta. Raudoitusten mallinnus toteutetaan parhaaksi katsotulla tavalla. Valmistuksessa tarvittavien tulosteiden takia kaikkien liittymien on oltava rakenteellisesti oikein ja niistä tulee ilmetä asennus- ja liitososien sijainti, tarkat tunnuksat, saumat ja liitosdetaljit ja objekteina mallinnettaessa lukumäärä. Ritiöitä yms. runkoon mahdollisesti kiinnitettäviä pintarakenteita ei mallinneta, vaan niistä lisätään viittaus erillisiin 2D-piirustuksiin, joissa ne esitetään.

Vesikattojen osalta rakennesuunnittelija tekee yhdessä LVI -suunnittelijan kanssa yhteistyötä ja tarkastaa esimerkiksi kattokaivojen ja vesikaton talotekniikan sopivuuden.

Erilaisia tilaosaia kuten tikkaat, hoitotasot ja lasiseinärungot mallinnetaan, mikäli niin erikseen sopimuksin päätetään. (Osa1 Yleinen osuus)

### 3.2.6 Toteumamalli

Yleensä ei ole tarvetta erillisen toteumamallin tekoon, koska toteutussuunnitteluvaiheen rakennusosamalli ohjaa rakentamista ja rakennesuunnittelija päivittää rakennusaikaiset muutokset siihen viimeisimpien työkuviin tuottamiseksi. Tästä johtuen rakennusosamallin pitäisi olla ajan tasalla projektin päätyttyä, mutta mikäli siinä on puutteita ja kaikkia muutoksia ei ole täydennetty siihen, niin ne täytyy lisätä tässä vaiheessa.

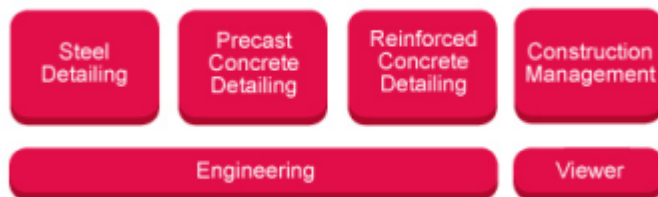
Varausmalliin pätevät samat asiat eli kukin suunnittelija tekee muutokset siihen, mikäli rakennusaikana joudutaan reikävarauksia muuttamaan. Lopulta hankkeen päättyessä rakennesuunnittelija julkaisee varausmallin, joka on ajan tasalla. (Osa1 Yleinen osuus)

## 4 TEKLA STRUCTURES -OHJELMISTO

*Tekla Oyj*, alkuperäiseltä nimeltään Teknillinen laskenta Oy perustettiin Helsingissä vuonna 1966, kun joukko suomalaisia insinööritoimistoja päätti kehittää suunnitteluohjelmistoja yhteisessä yhtiössä. Tietokoneaika oli tuolloin vasta aluillaan, joten Tekla Oyj on suomen vanhimpia ohjelmistoyrityksiä. Pääkonttori sijaitsee Suomessa, Espoossa ja toimistoja on 15 eri maassa, josta johtuen sillä on maailmanlaajuinen kumppaniverkosto ja asiakkaita 100 eri maassa. Konsernin palveluksessa on yli 500 henkilöä, joista noin 200 on suomen ulkopuolella. Liikevaihtoa vuonna 2010 sillä oli noin 58 miljoonaa euroa ja liiketulos oli 10 miljoonaa euroa, 80 prosenttia liikevaihdosta oli kansainvälisen liiketoiminnan osuutta. Heinäkuussa 2011 siitä tuli osa Trimble konsernia. (Tekla 2012a)

### 4.1 Full Detailing

*Tekla Structures* on rakennuksen tietomallinnus eli (BIM) -ohjelmisto, jolla luodaan ja hallitaan 3D- ja 4D-rakennemalleja rakennusprosessin kaikissa vaiheissa. Sitä voidaan käyttää niin valmistukseen, luonnossuunnitteluun kuin työmaan hallintaan ja siitä on saatavissa eri rakentamisen toimialoille omat ohjelmistokokoonpanonsa.



Kuva 5. Teklan rakentamisessa käytetyt ohjelmistokokoonpanot. (Tekla 2012b)

Koska *TS* on käytössä maailmanlaajuisesti ja se soveltuu käytettäväksi moniin tehtäviin eri rakennusvaiheissa, se tukee useita eri tiedonsiirtomuotoja. Esimerkkeinä standardoiduista tiedonsiirtomuodoista ovat IFC, CIS/2, SDNF ja DSTV. Sovelluskohdaisista tiedonsiirtomuodoista tuettuja ovat DWG, DXN ja DGN. (Tekla 2012b)



Full versio on nimensä veroisesti kokoversio, jolloin siihen sisältyvät kaikki yllä olevassa kuvassa esitetyt toiminnot, eli sillä voidaan mallintaa liitoksineen teräsrakenteet sekä paikalla valetut - ja esivalmistetut betonirakenteet. Sillä voidaan mallintaa tarkasti rakenneosat ja liitokset sekä siitä saadaan määritettyä rakenteiden asennusjärjestys, joten työmaan aikataulujen tarkastelu simulaation avulla on mahdollista. Elementti ja raudoituspiirustukset sekä raudoitusluettelot ovat saatavissa. Ohjelma on yhteensopiva useiden muiden mallinnus- ja laskenta ohjelmien kanssa, joten sillä on mahdollista suorittaa törmäystarkasteluja sekä tiedon vaihtoa eri ohjelmien kesken. Haluttaessa samaa mallia pystyy käyttämään useampi mallintaja. (Tekla 2012c)

#### 4.2 Lisäsovellukset

Ohjelmistoon on lisäksi mahdollista hankkia lisäsovelluksia. *Tekla BIMsight* on mallipohjaiseen projektiyhteistyöhön kehitetty tietomallisovellus, jonka voi ladata ilmaiseksi Internetistä. Tällöin on mahdollista katsella muiden luomia malleja sekä viestiä muiden toimijoiden kanssa, ei pelkästään *TS:n* käyttäjien.

*TS Viewer* -moduulissa on myös toiminta mallinnetun rakenteen katseluun sekä raportointiin. Sitä voidaan käyttää apuna kohteen esittelyssä ja konsultoinnissa projektin aikana sekä siitä voidaan tulostaa piirustuksia sekä raportteja.

*TS Drafter* -moduulissa voidaan samaan aikaan muiden käyttäjien kanssa muokata objekteja sekä viimeistellä piirustuksia. (Tekla 2012d)

## 5 TOIMISTORAKENNUSTEN RUNKOJÄRJESTELMÄT

Toimisto- ja liikerakennukset ovat yleensä useampi kerroksisia ja ne toteutetaan nykypäivänä lähes poikkeuksetta käyttäen joko pilari-palkki-runkoa tai kantavat seinät -laatta runkoa. Myös pilari-laatta-runko on eräs käytetyistä järjestelmistä, mutta nykyisin sen käyttö on jäänyt etenkin pilari-palkki-rungon käytön vuoksi osittain vähemmälle. (Elementtisuunnittelu)

Pilari-palkki-runko onkin yleisin Suomessa käytetty vaihtoehto, jossa palkit ovat rakennuksen pituussuunnassa. Toimistorakennuksissa palkkilinjat ovat usein käytävän suuntaisia, jotta alakattoon jää esteetöntä tilaa sekä talo- että tietotekniikan vaatimuksiin.

Toimistorakennusten tilankäyttötarkoitukset saattavat muuttua paljon, joten luonnossuunnittelussa se täytyy ottaa huomioon ja siksi runkorakenteesta tehdään mahdollisimman muuntojoustava. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon tietyt vaatimukset esimerkiksi rakennuksen stabiiliuden suhteen, jotta jäykistyksen toteutus ei vaadi kalliita ratkaisuja muuntojoustavuuden takia. Yleensä jäykistys hoidetaan käyttämällä jäykistäviä betoniseiniä sellaisissa paikoissa, joissa niistä ei ole suurta haittaa esimerkiksi hissikulujen ja porrashuoneiden seinissä sekä palo-osastoivissa seinissä. Myös riskiköykäistyksen käyttö on mahdollista, jolloin se sallii tiloihin vielä vapaamman muuntojoustavuuden.

Kantavat seinät ja -pilarit perustetaan anturoiden varaan, jotka maapohjan mukaan tarvittaessa paalutetaan. Jos rakennuksessa on kellarikerros, tai muuten maanalla oleva ulkoseinä, sekin perustetaan anturan päälle, joka on usein paikalla valettu. Pystyrakenteina käytetään pyöreitä tai suorakaiteen muotoisia pilareita, jotka ovat useimmiten 1–4 kerrosta korkeita ja jotka pyritään pitämään tasakokoisina kaikissa kerroksissa liitosteknisistä asioista johtuen. Toki korkeissa rakennuksissa ei enää saata olla taloudellisesti kannattavaa betonin lujuusluokkaa ja pilarin teräsmääriä kasvattamalla säilyttää kaikkia pilareita samankokoisina, vaan silloin joudutaan tiettyjen kerrosten pilarikokoja kasvattamaan. Kerroskorkeutena pidetään tyypillisesti 3 300-3 900 mm.

Vaakarakenteina käytetään joko jänneteräs-, teräslitto tai teräsbetonista valmistettuja leuka- tai suorakaidepalkkeja. Palkit kiinnitetään monikerrospilareihin joko teräksisellä piilokonsolilla tai loveamalla palkin päätä ja sijoittamalla pilariin teräsbetoninen konsoli.

Kerrospilareissa palkit voidaan tukea pilareiden päihin ja tarvittaessa viedä useamman pilarin yli tai jättää palkin pää ulokkeeksi. Laatat ovat lähes kaikissa tapauksissa ontelo- tai harvemmin kuorilaattoja. Ontelolaattojen suositeltava paksuus on 320 mm, mutta myös 400 mm käytetään, kuormien ja jännevälien mukaan. Liian suurista jänneväleistä saattaa aiheutua taipumien muodossa hankaluuksia lattianpintakerrosten halkeiluna.

Julkisivut toteutetaan yleensä käyttämällä joko ei-kantavia ruutu- tai nauhaelementtejä, jotka kannatetaan pilareista konsoleilla tai erillisillä teräsosilla. Pitkät jännevälit saattavat vaatia elementin kiinnittämisen käyristymisen estämiseksi myös sen keskeltä. (Elementtisuunnittelu)

## 6 RAKENNEMALLIN LAADINTA

Yhtenä osana tätä työtä oli tutkia ja vertailla erilaisia tapoja hyödyntää lähtötietoja, tehtäessä rakennuksesta rakennemalli. Vertailtavat tavat olivat

- mallintaminen suoraan lähtötiedoista
- mallintaminen arkkitehdin laatiman tietomallin pohjalta, käyttäen sitä referenssimallina
- mallintaminen arkkitehdin laatiman tietomallin pohjalta, käyttäen *Convert IFC-objects to native objects* -komentoa
- mallintaminen viemällä tasokuvat pohjaksi *Tekla Structuresiin*
- mallintaminen 3D DWG -piirustusten pohjalta

Näistä eri tavoista on tehty kuvalliset ohjeet, sekä kaikkia tapoja käyttäen on mallinnettu tiettyjä osia kohteesta, jotta yhteenvedossa voidaan vertailla eri tapojen ominaisuuksia.

### 6.1 Opinnäytetyö kohteen esittely

Insinööriyössä mallinnettava kohde on osa 6-kerroksisesta pilari-palkki-runkoisesta elementtirakenteisesta toimistorakennuksesta. Rakennus on perustettu teräsbetonisten paalutettujen anturoiden päälle ja 300 x 300 mm paalujen lukumäärä anturoissa vaihtelee 1-8. Teräsbetonisista anturoista nousevat 280 - 480 mm suora-kaiteen muotoiset pilarielementit, joista keskilinjalla olevat lyhimät elementit ovat kerroksen korkuisia, mutta muuten lähinnä 2-3 kerroksen korkuisia. Palkit ovat yksiaukkoisia 1- tai 2-puoleisia leukapalkkeja. Välipohjat ovat 320 mm ontelo-laattoja, joiden päällä on 80 mm pintalaatta. Yläpohjassa olevat ontelolaatat ovat 400 mm paksuja. Ainoa paikalla valettu rakenne on kantava laatta, joka on 250 mm paksu sekä hissikuilun pohja joka on 300 mm:n vahvuinen ja valettu vedenpitävällä betonilla. Seinäelementit ovat ei-kantavia nauhaelementtejä, jotka on kannatettu pilareista. Katolla oleva IV-konehuone on teräsrakenteinen, mutta se rajattiin mallinnuksen ulkopuolelle. Sen

sijaan opinnäytetyö alueeseen otettiin pysäköintitaloon vievä teräsrakenteinen kävelysilta.

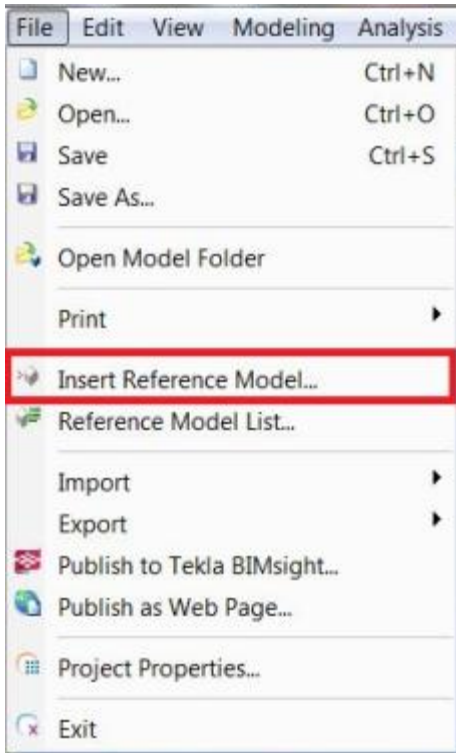
## 6.2 Mallintaminen suoraan lähtötiedoista

Suoraan lähtötiedoista mallintaminen tapahtui katsomalla joko suoraan paperista tai sähköisistä DWG -piirustuksista ja mallintamalla tämän jälkeen objektit oikeille paikoilleen. Kohteen mallinnus tapahtui lähes kokonaan tällä menetelmällä. Se edellytti lähtötiedoista tehtäviä tarkkoja mittauksia, jotta objektit osuivat oikeille paikoilleen. Hankaluuksia aiheuttivat kohteiden kaarevat muodot esimerkiksi seinärakenteissa. Tämä mallinnustapa ei vaadi erikoisempia lähtötoimia muihin tapoihin verrattuna, vaan kun uuden mallipohjan ominaisuudet on muokattu halutuiksi ja Grid -verkko on valmis, voidaan mallinnus aloittaa normaalisti. Mallinnuksen ohjeissa on esitetty kohteen mallintamisen vaiheet kohta kohdalta, joten sieltä löytyy lisätietoa, kuinka toimia mallinnettaessa tällä tavalla.

## 6.3 Mallintaminen arkkitehdin laatiman tietomallin pohjalta, käyttäen sitä referenssimallina.

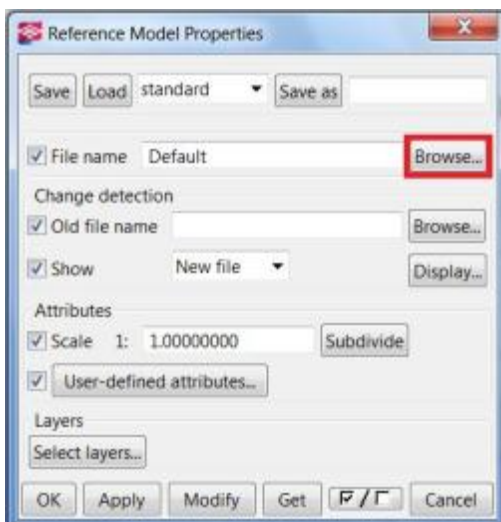
Tämä mallinnustapa vaatii lähtökohdaksi arkkitehdin laatiman tietomallin. Tietomalli ladataan referenssimalliksi *Tekla:n* työtasolle, jonka jälkeen kohteen rakenteita aletaan mallintaa. Mallintaminen tapahtuu periaatteella, että arkkitehti mallintaa koko rakennuksen ja rakennesuunnittelija mallintaa tämän jälkeen hänelle kuuluvat rakenteet arkkitehtimallissa olevien rakenteiden ”päälle”. Koska arkkitehti mallintaa rakennukseen kaikki siihen kuuluvat osat, kuten kantavat rakenteet, kevyet väliseinät, ikkunat yms. on tarpeen suodattaa mallista pois ylimääräiset osat, jolloin se selkiytyy ja rakennemallin luominen helpottuu.

Arkkitehdin tekemän mallin avulla tapahtuva rakennemallin luominen alkaa Ark-mallin lataamisella *Tekla Structuresiin*. Tiedosto ladataan *TS:n* referenssi mallina käyttäen työkalua *Insert reference model*. Kyseinen työkalu löytyy joko kuvakkeena yleiskomentojen kohdalta tai vaihtoehtoisesti *File* -kansiosta.



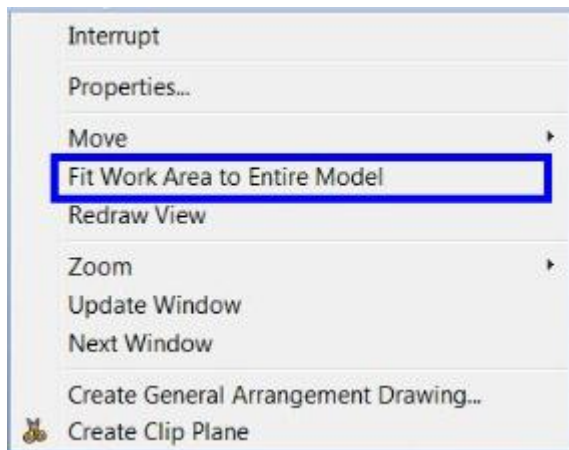
Kuva 6. Insert reference model File  
-valikon kautta

Kun komento on valittu, näytölle avautuu *Reference Model Properties* -ikkuna, jossa valitaan ladattava referenssi malli, sekä muutetaan sen asetuksia.

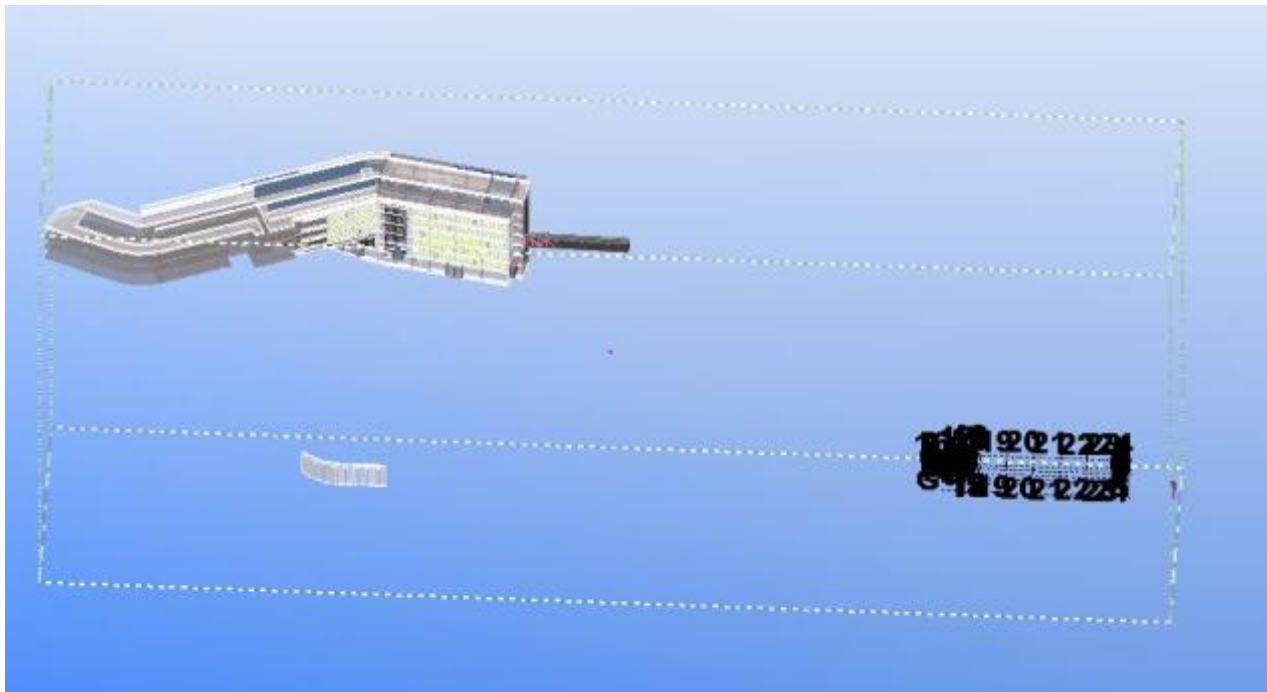


Kuva 7. Reference Model Properties  
-ikkuna

*File name* -kohdasta painamalla *Browse..*- painiketta etsitään haluttu malli, joka halutaan ladata. Kun malli on löytynyt, painetaan *Apply* ja *Modify*, jonka jälkeen valitaan Grid-verkosta haluttu piste. Kun ohjelma on suorittanut latauksen loppuun, painetaan *OK*. Tämän jälkeen painetaan hiiren kakkospainikkeella työtasoon ja valitaan *Fit Work Area to Entire Model*, jolloin työtaso laajenee käsittämään koko mallin ja mikäli Ark- mallin lataus on onnistunut oikein, sen pitäisi ilmestyä näkyviin.

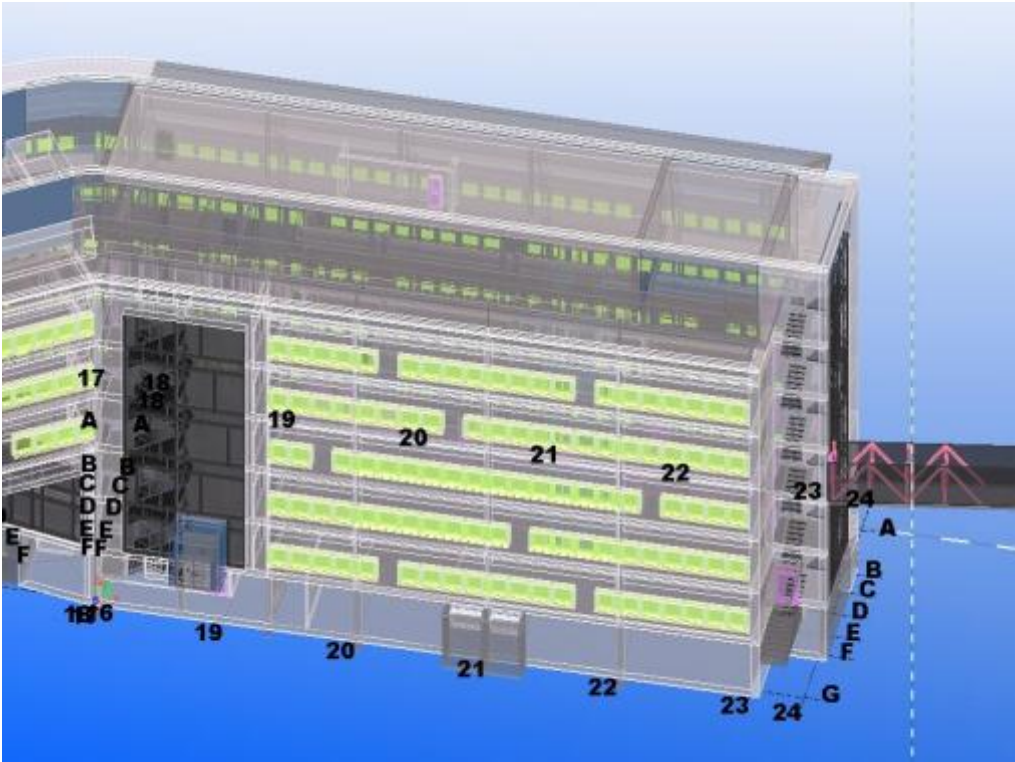


Kuva 8. Fit Work Area to Entire Model  
-komento



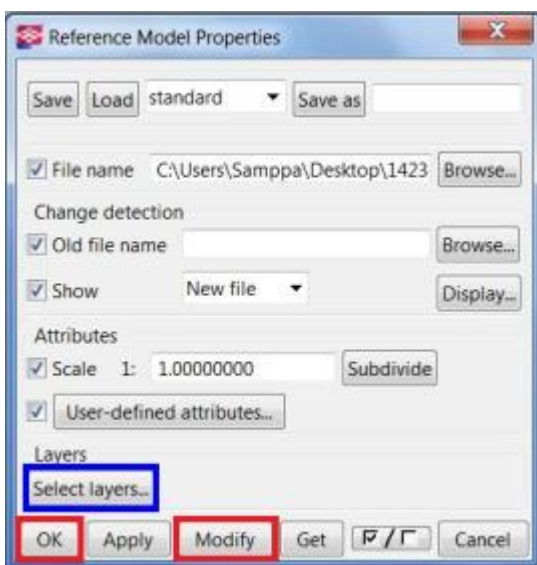
Kuva 9. Ladattu Ark -malli

Tämän jälkeen malli siirretään Grid -verkkoon nähden paikoilleen.



Kuva 10. Ark -malli sijoitettuna paikoilleen

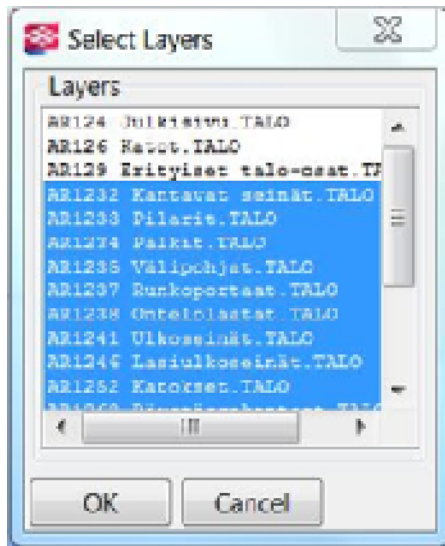
Seuraavana mallista poistetaan rakennesuunnittelun kannalta tarpeettomat osat kuten ikkunat. Tämä tapahtuu sammuttamalla referenssimallista tasot, joille kyseiset objektit on mallinnettu. Kaksoisnapauttamalla Ark -mallia päästään *Reference Model Properties* -valikkoon, josta valitaan kohdasta *Layers* painike *Select layers*.



Kuva 11. Reference Model Properties -valikko

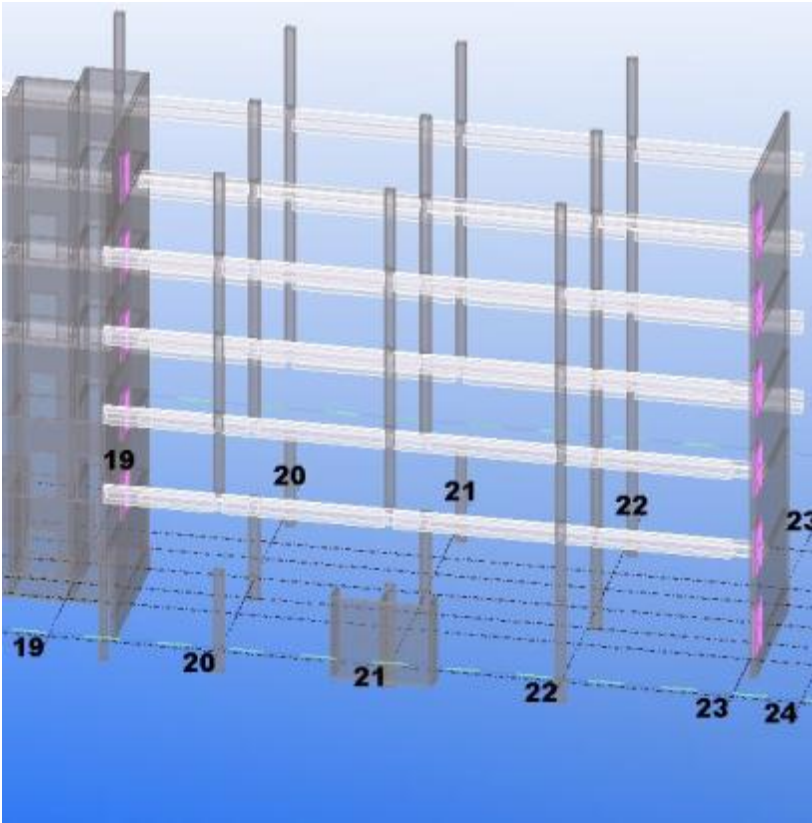


Tällöin avautuu valikko *Select layers*, josta valitaan sammutettavat tasot. Tasojen valinta tapahtuu listasta valitsemalla siten, että sinisellä pohjalla olevat tasot ovat valittuja, jotka jäävät näkymään.



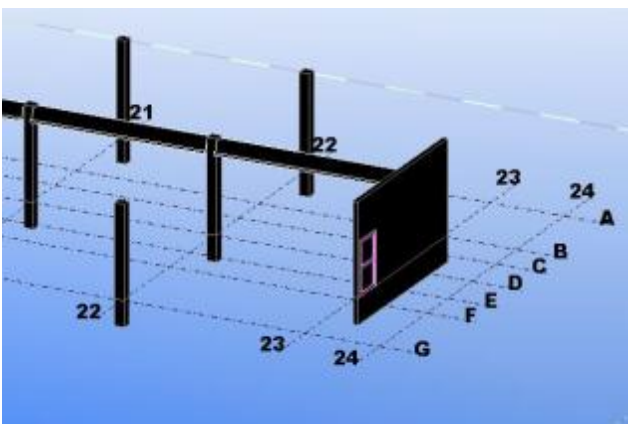
Kuva 12. Select layers -valikko

Kun halutut näkyvät tasot on valittu, painetaan *OK*, jolloin ohjelma palaa *Reference Model Properties* -valikkoon, josta painetaan *Modify* ja *OK*. Tarkastellaan tätä mallinnustapaa mallintamalla kantavat runkorakenteet Grid -linjojen 19 ja 23 väliselle alueelle. Ennen mallinnuksen aloittamista, muokataan *Select layers* -valikosta näkyviin jääviksi tasoiksi palkit, pilarit ja kantavat väliseinät. Ulkoseiniä ei mallinneta.

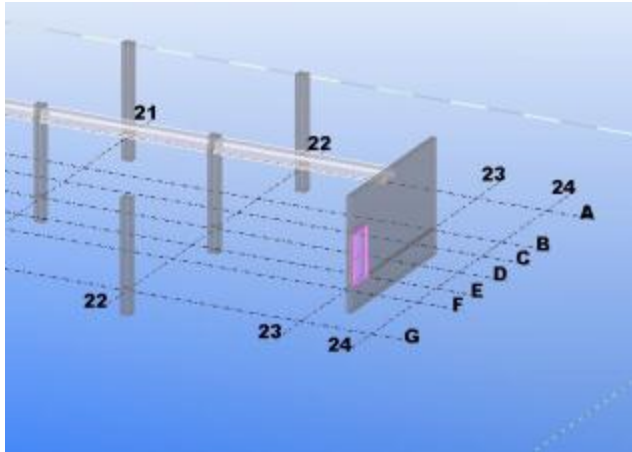


Kuva 13. Mallinnusalue

Tämän jälkeen mallintaminen suoritetaan käyttäen samoja työkaluja ja toimintoja kuin mallinnettaessa suoraan lähtötiedoista. Referenssimallia koskevat näkyvyysominaisuuksiltaan samat asetukset kuin muitakin objekteja, esimerkiksi mallin läpinäkyvyyttä voi vaihdella *Shift* +1-5 näppäinyhdistelmien mukaan.



Kuva 14. Shift + 3



Kuva 15. Shift + 2

Esimerkkinä vielä keskipalkin mallintaminen. Valitaan malli läpikuultavaksi näppäinyhdistelmällä *Shift + 2*, jolloin on helpompi hahmottaa, miten mallinnettavat objektit sijoittuvat. Mennään näkymään +92000.



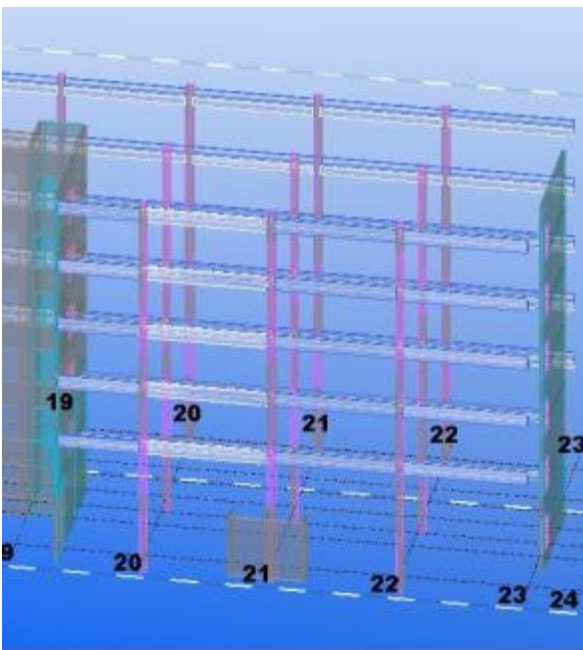
Kuva 16. Näkymä +92000 ylhäältä päin

Seuraavaksi valitaan *Create concrete beam* ja sille halutut ominaisuudet sekä sijainnin että profiilin suhteen ja mallinnetaan palkki pilarin ja seinän väliin, referenssipalkin keskipisteiden mukaan. Valmis palkki näkyy tummempana vaalean referenssi palkin sisällä.

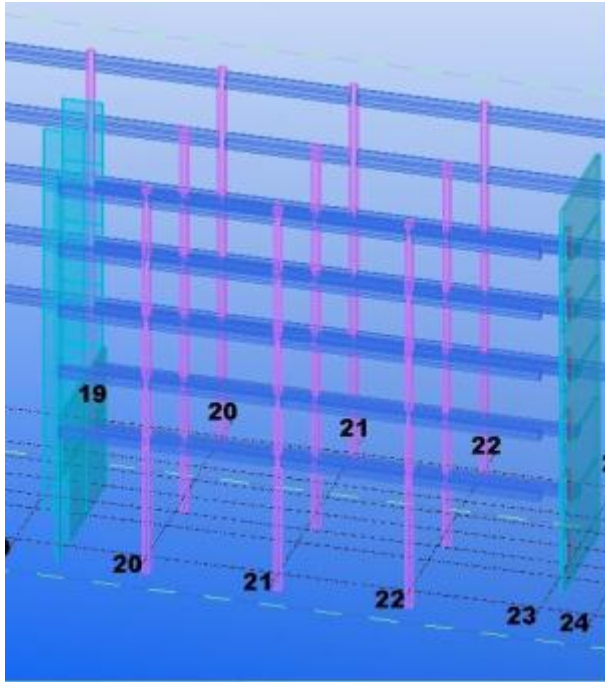


Kuva 17. Mallinnettu keskilinjän reunimmainen palkki

Tätä tapaa käyttäen mallinnettu lopputulos näyttää tältä, ylemmässä kuvassa on vielä referenssimalli näkyvässä taustalla, mutta alemmasta kuvasta se on sammutettu.

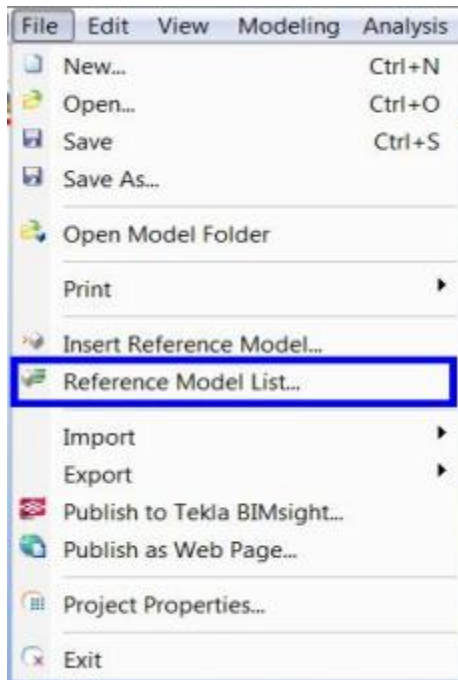


Kuva 18. Grid -linjojen 19 ja 23 välinen alue referenssimallin kanssa



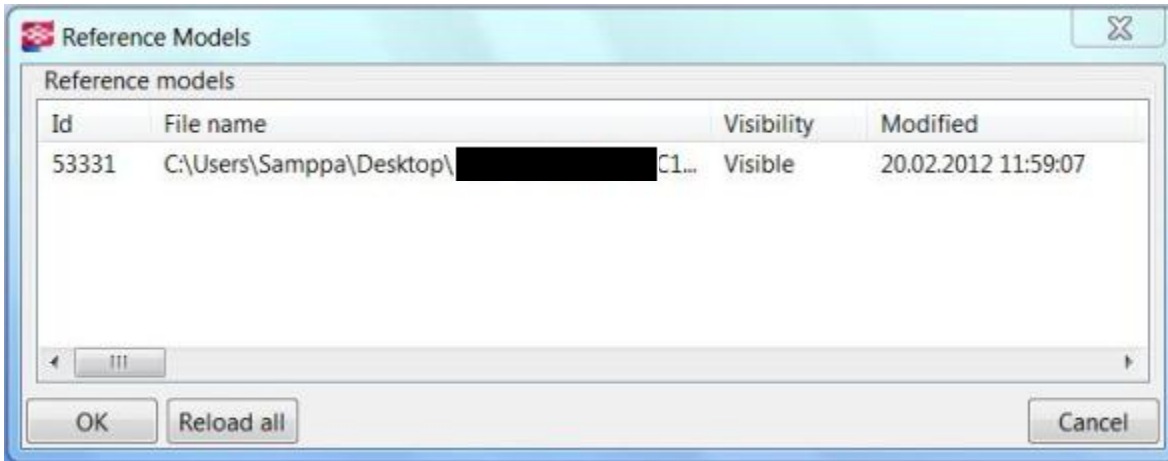
Kuva 19. Grid -linjojen 19 ja 23 välinen alue ilman referenssimallia

Jos referenssimallista on sammutettuna kaikki tasot ja ne halutaan saada uudelleen näkyviin, valitaan *File* -valikosta *Reference Model List*.



Kuva 20. Reference Model List File -valikon kautta

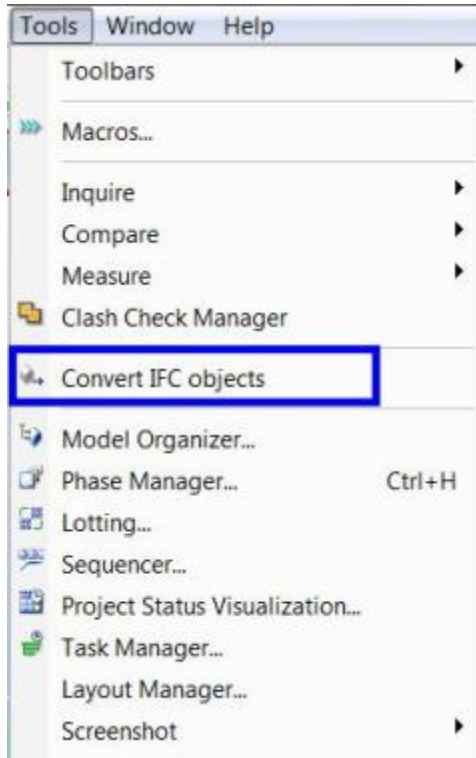
Tämän jälkeen näytölle avautuu *Reference Models* -luettelo, jossa näkyvät kaikki ladatut referenssimallit. Painettaessa *Reload all*, ohjelma lataa kaikki mallit uudelleen. Tässä tapauksessa kaksoisnapautetaan ladatun mallin nimeä, jolloin näytölle avautuu *Reference Model Properties* -valikko, josta päästään säätämään mallin asetuksia kuten aikaisemmin kävi ilmi.



Kuva 21. Reference Models -luettelo

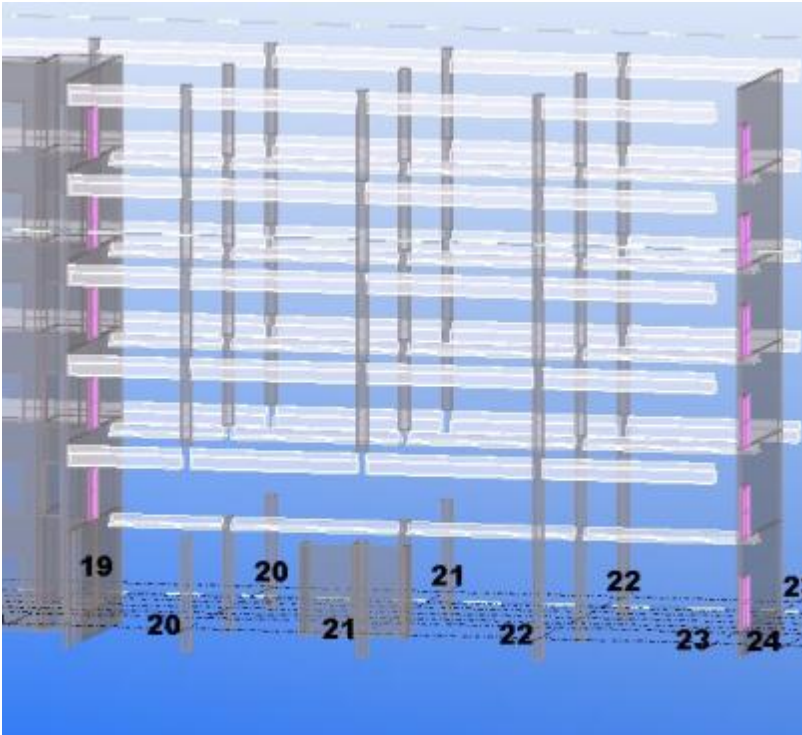
#### 6.4 Mallintaminen arkkitehdin laatiman tietomallin pohjalta, käyttäen Convert IFC objects to native objects -komentoa

*Convert IFC objects to native objects* -työkalu muuttaa IFC -muodossa olevat objektit kuten palkit, pilarit, laatat ja seinät Teklan objekteiksi. Muuntaminen tapahtuu IFC -mallissa olevien tietojen perusteella, joten tästä syystä muutetut objektit on aina syytä tarkastaa jälkeinpäin, jotta ne ovat oikein. Työkalun kuvake löytyy työkaluriviltä, samoin kuin *Tools* -valikosta.



Kuva 22. Tools -valikko

Mallintaminen seuraa hyvin pitkälle samaa ohjeistusta, kuin IFC -mallin pohjalta tapahtuva tavanomainen mallintaminen. Eroavaisuudet alkavat siinä vaiheessa, kun rakenteiden mallintaminen aloitetaan. Tavanomaisessa tavassa rakenteet mallinnetaan käyttäen joko teräs- tai betoni työkaluja, mutta *Convert IFC objects to native objects* -työkalulle ne "kopioidaan" IFC -mallista. Mallinnetaan tätä menetelmää käyttäen Grid -linjojen 19 - 23 välisen alueen palkit, pilarit ja kantavat väliseinät. Jatketaan siitä vaiheesta, kun ylimääräiset tasot on sammutettu IFC -mallista ja jäljellä ovat vain halutut tasot.



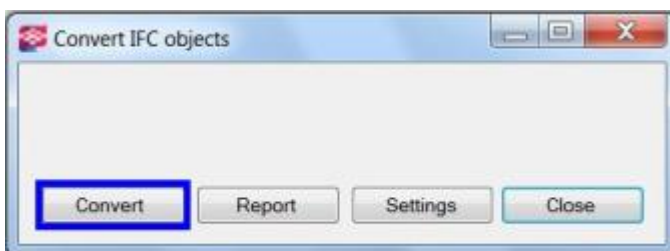
Kuva 23. Mallinnusalue

Objektien muuntamisen voi tehdä joko muuntamalla koko mallin kerralla ja poistamalla turhat objektit, tai muuttamalla objekti kerrallaan. Tässä tapauksessa objektit muutetaan yksikerrallaan niiden vähäisen lukumäärän takia. Tätä varten pitää valita työkaluriviltä valintatyökaluista *Select objects in components*, joka mahdollistaa objektin esimerkiksi palkin valitsemisen komponentista eli tässä tapauksessa IFC -mallista.



Kuva 24. Select object in components -kuvake

Kun komento aktivoidaan, valitsemalla joko valikosta tai työkalurivin kuvakkeesta, näytölle ilmestyy pienen lataamisen jälkeen *Convert IFC objects* -valikko.

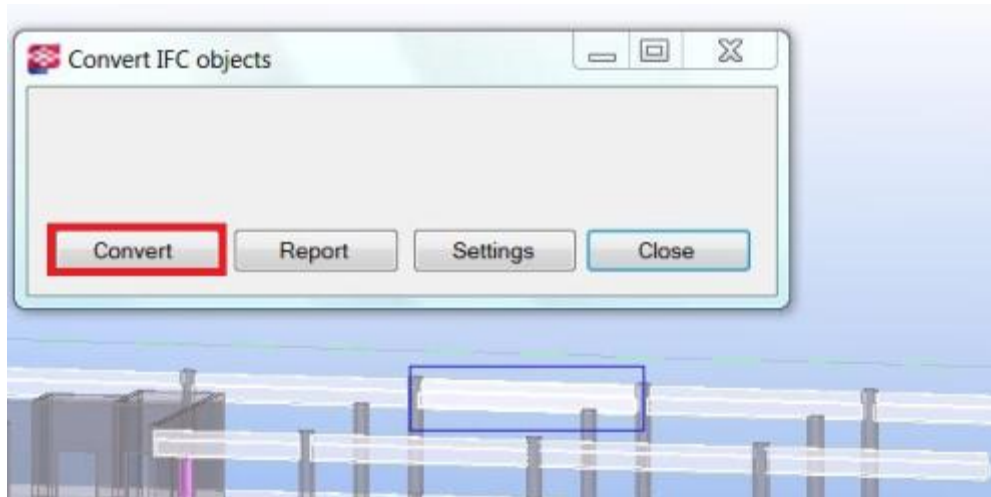


Kuva 25. Convert IFC objects -valikko



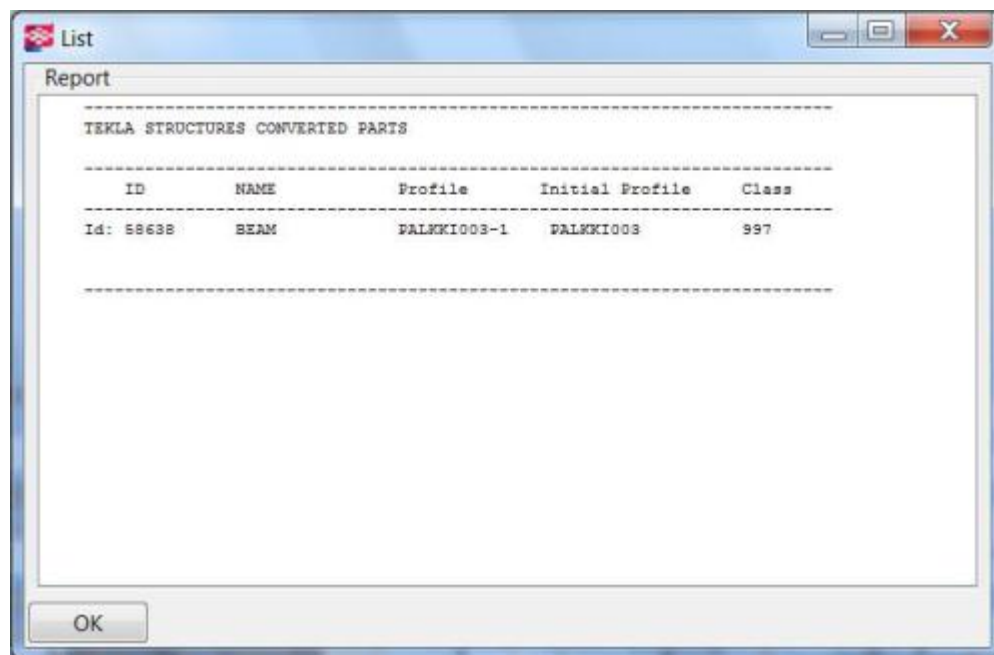
Tästä valikosta hallitaan objektien muuttamista IFC:stä *Teklan* objektiksi. *Convert* -painikkeesta objektin tyyppi muuttuu, *Report* -painikkeesta näytölle ilmestyy lista muutetuista objekteista, *Settings* -valikosta pääsee muokkaamaan muutettavan objektin tietoja ja *Close* -valikko sulkee koko ikkunan.

Muutettaessa esimerkiksi kuvassa näkyvä palkki, valitaan se, jolloin se muuttuu valkoiseksi väriltään ja painetaan *Convert* -painiketta.



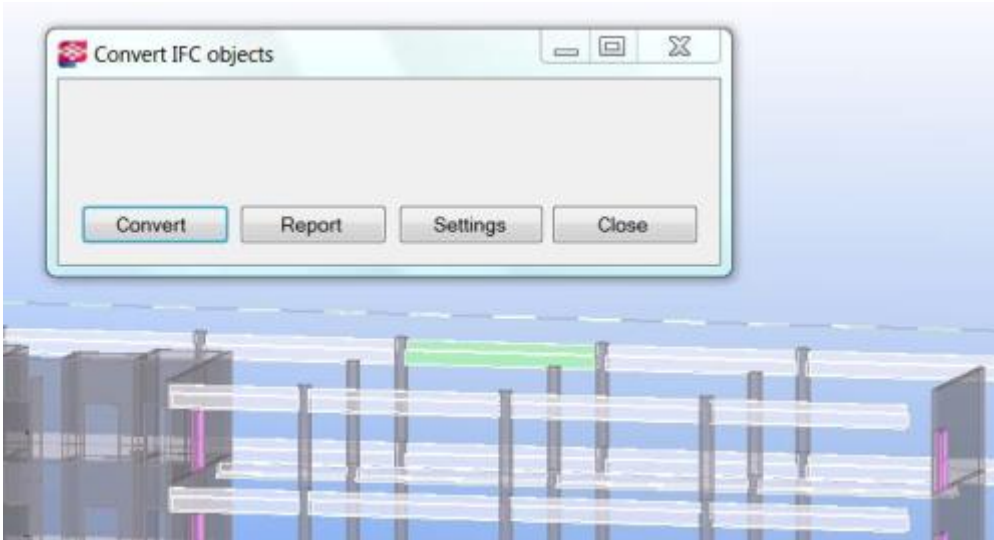
Kuva 26. Palkin muuttaminen

Tämän jälkeen näytölle aukeaa *List* -ikkuna, jossa on muuttuneen objektin tiedot.



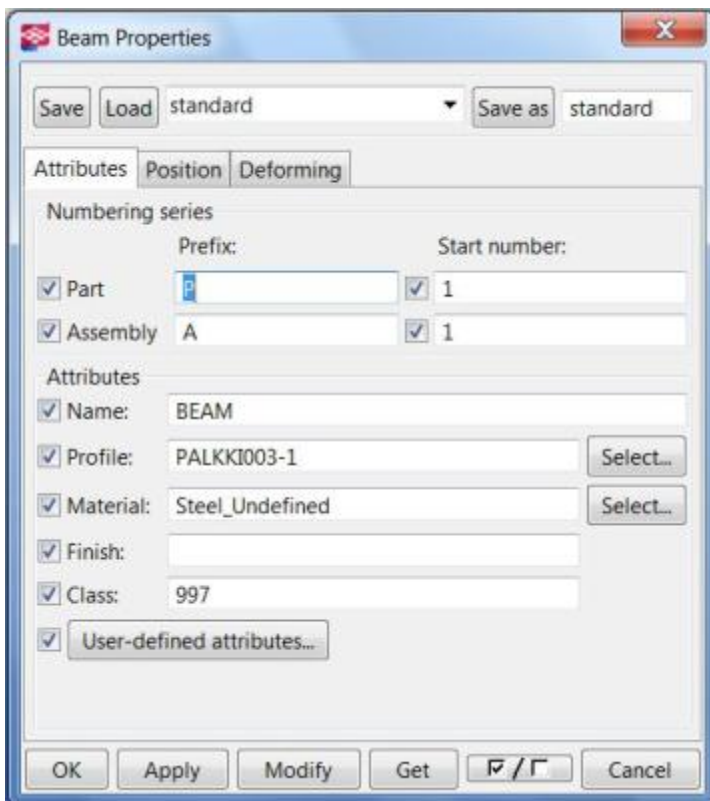
Kuva 27. Palkki 003-1:n list -ikkuna

Kyseisestä ikkunasta poistutaan painamalla OK. Palkki on nyt muuttunut *Teklan* objektiksi, jonka huomaa muuttuneesta väristä.



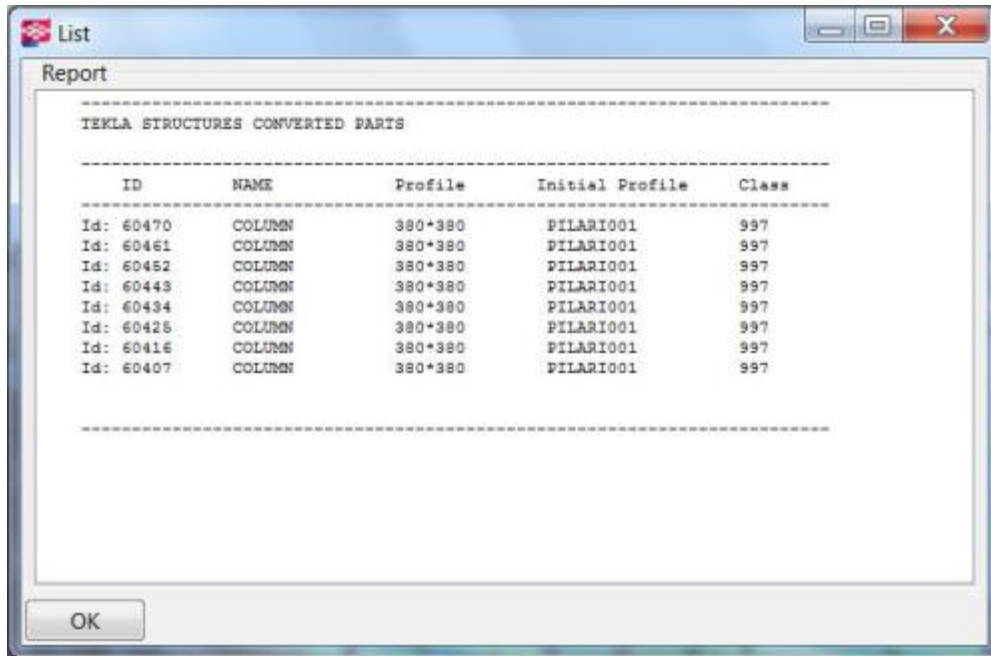
Kuva 28. Muuttunut palkki

Tämän jälkeen palkki on kuin mikä tahansa *Teklan* työkaluilla luotu palkki, jonka asetukset voidaan muuttaa halutuiksi.



Kuva 29. Muutetun palkin asetukset

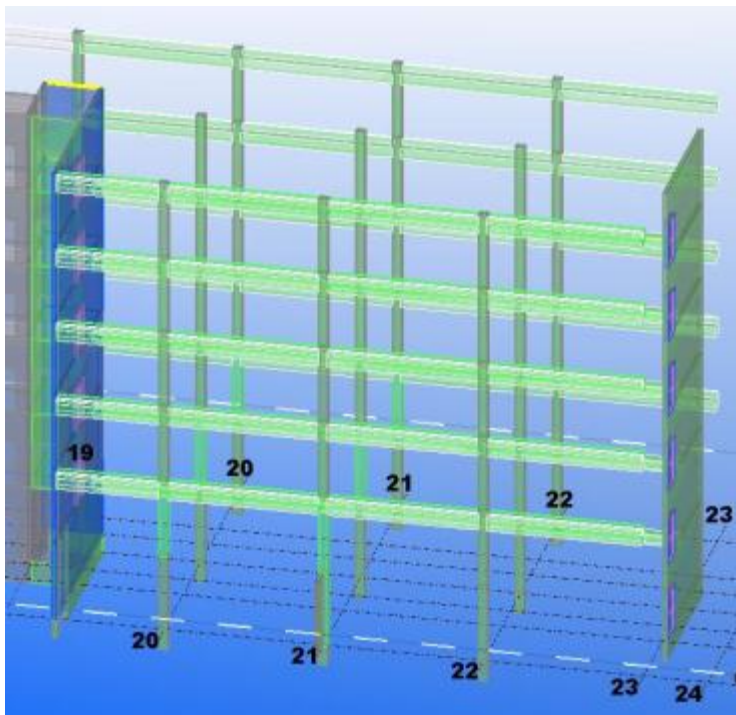
Pilareita tai seiniä muutettaessa toimintaperiaate on sama ja samalla kerralla voidaan muuttaa useita objekteja.



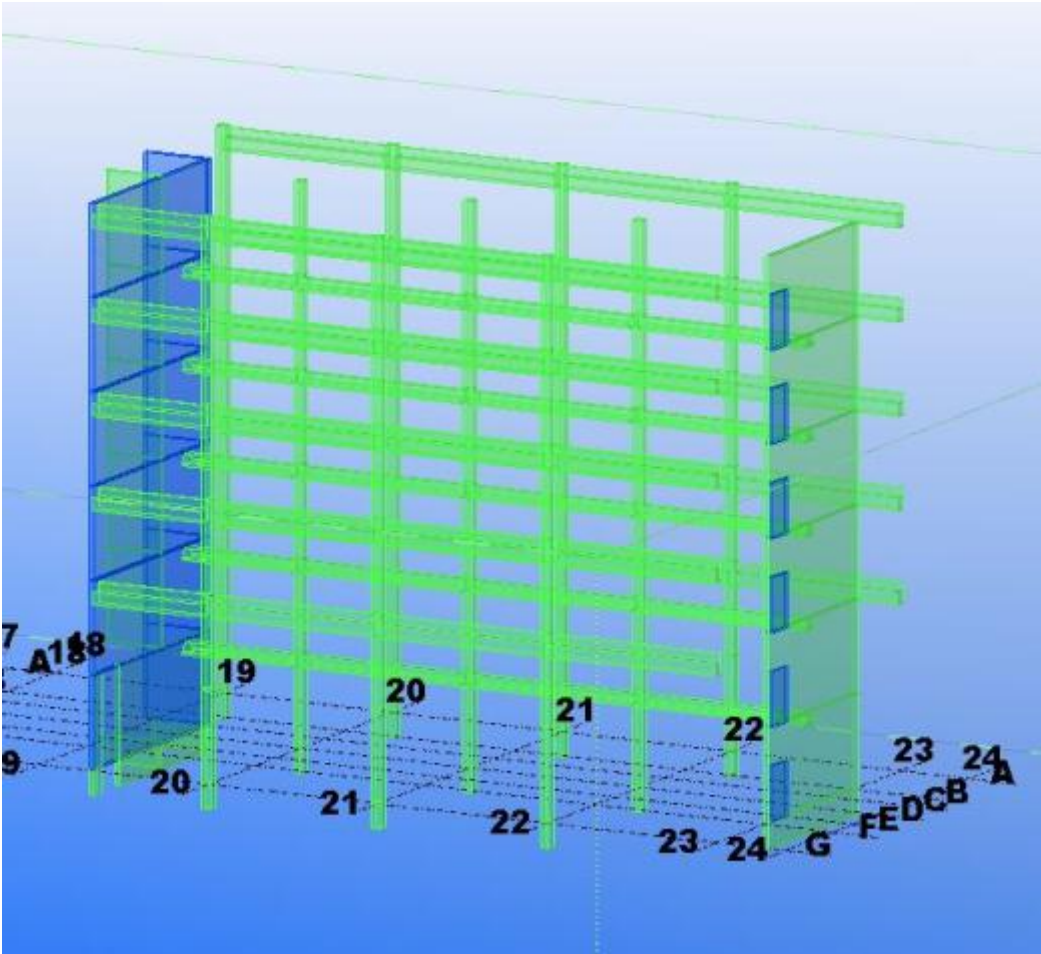
ID	NAME	Profile	Initial Profile	Class
Id: 60470	COLUMN	380*380	PILARI001	997
Id: 60461	COLUMN	380*380	PILARI001	997
Id: 60452	COLUMN	380*380	PILARI001	997
Id: 60443	COLUMN	380*380	PILARI001	997
Id: 60434	COLUMN	380*380	PILARI001	997
Id: 60425	COLUMN	380*380	PILARI001	997
Id: 60416	COLUMN	380*380	PILARI001	997
Id: 60407	COLUMN	380*380	PILARI001	997

Kuva 30. Muutettujen pilareiden luettelo

Kun halutun alueen objektit on muutettu, lopputulos on tämän näköinen.



Kuva 31. Lopputulos mallin kanssa

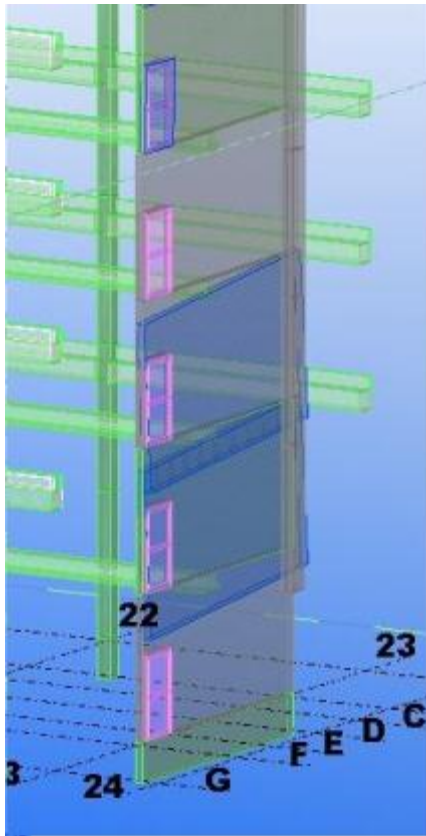


Kuva 32. Lopputulos ilman mallia

Tätä menetelmää käyttäen mallintaminen on nopeaa, mutta kuten aiemmin mainittiin, objektit joudutaan tarkastamaan sekä tarvittaessa niiden tiedot muuttamaan oikeiksi ja ajantasaisiksi. Joissakin tapauksissa muutetut objektit eivät pysyneet oikeilla paikoillaan tai niiden muoto muuttui ja ne piti korjata oikeiksi. *Tekla Structures* pyrkii muuttamaan osittain tallennustavasta ja asetuksista johtuen objektit samoiksi, kuin mitä ne ovat lähtötiedostossa. Tämä ei kuitenkaan aina täsmää sillä esimerkiksi ovet mallintuvat *Teklaan* palkkeina, joten mallista on hyvä sammuttaa turhat tasot ennen objektien muuttamista.



Kuva 33. Muutettu ovi

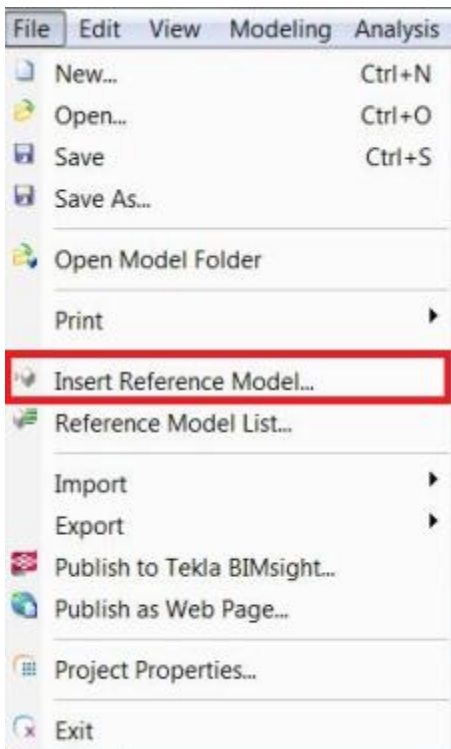


Kuva 34. Väärään paikkaan siirtyneet ovet

## 6.5 Mallintaminen viemällä tasopiirustukset pohjaksi *Tekla Structures*-ohjelmistoon

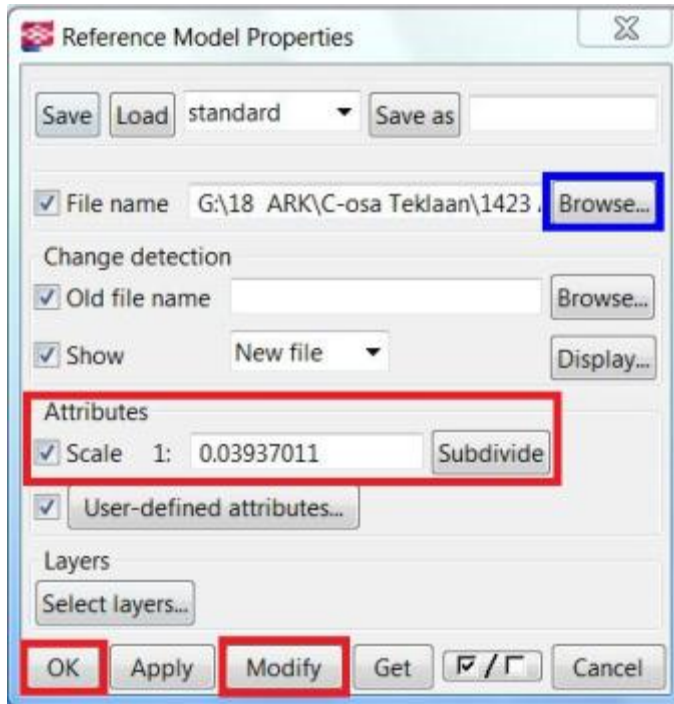
Tasopiirustusten vieminen *Tekla Structures* -ohjelmistoon tarkoittaa arkkitehdin laatimien tasopiirustusten, tässä tapauksessa pohja- ja leikkauspiirrosten lataamista työtasolle referenssikuviksi. Näiden kuvien mukaan mallinnetaan objektit paikoilleen, käytännössä mallintaminen tapahtuu aivan kuten kohdassa: ”suoraan lähtötiedoista.” Erona on vain se, että nyt lähtötiedot ovat näkyvissä työtasolla ja mallintaminen tapahtuu niiden päälle.

Piirrosten lataaminen tapahtuu referenssimallina käyttäen työkalua *Insert reference model*. Kyseinen työkalu löytyy joko kuvakkeena yleiskomentojen kohdalta tai vaihtoehtoisesti *File* -kansioista.



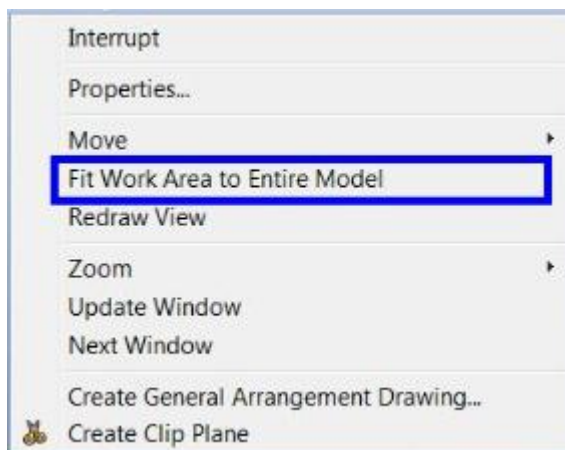
Kuva 35. Insert reference model –  
Kuvake File -valikossa

Avataan työtaso +92000, johon ladataan ensimmäinen tasopiirustus. Kun komento on valittu, näytölle avautuu *Reference Model Properties* -ikkuna, jossa valitaan ladattava tasopiirustus, sekä muutetaan tarvittaessa sen asetuksia. Tässä tapauksessa joudutaan muuttamaan ladattavan piirustuksen kokoa, skaalaamalla se pienemmäksi. Painamalla *Modify*, ohjelma pyytää osoittamaan pisteen ja lataa piirustuksen työtasolle ja painamalla *OK*, valikko sulkeutuu.



Kuva 36. Reference Model Properties -ikkuna

Tämän jälkeen painetaan hiiren kakkospainikkeella työtasoon ja valitaan *Fit Work Area to Entire Model*, jolloin työtaso laajenee käsittämään koko mallin ja mikäli taso-piirustuksen lataus on onnistunut oikein, sen pitäisi ilmestyä näkyviin.

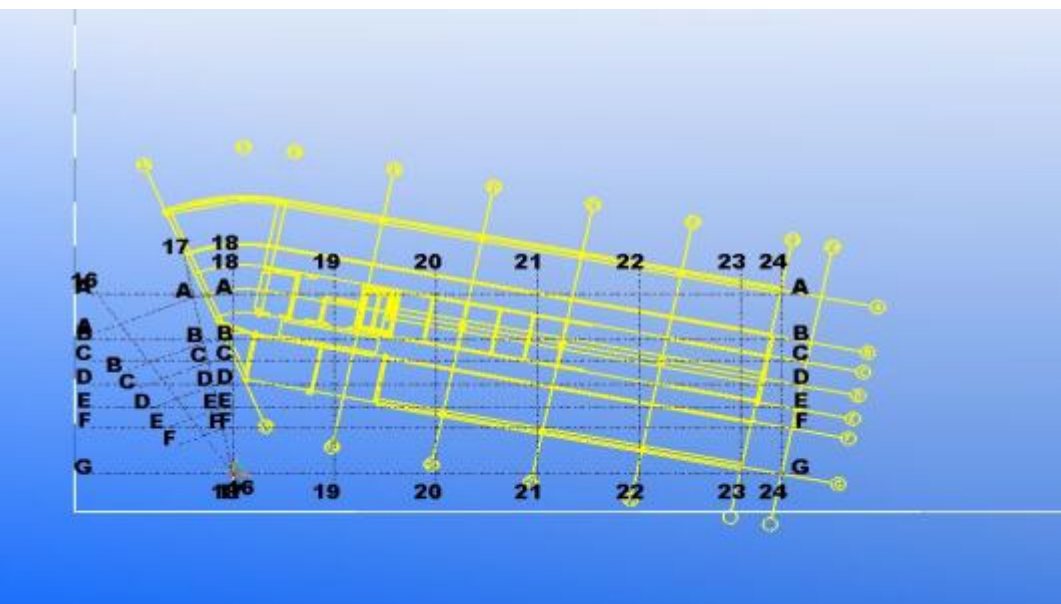


Kuva 37. Fit Work Area to Entire Model -komento



Kuva 38. Työtasolle ladattu tasopiirustus

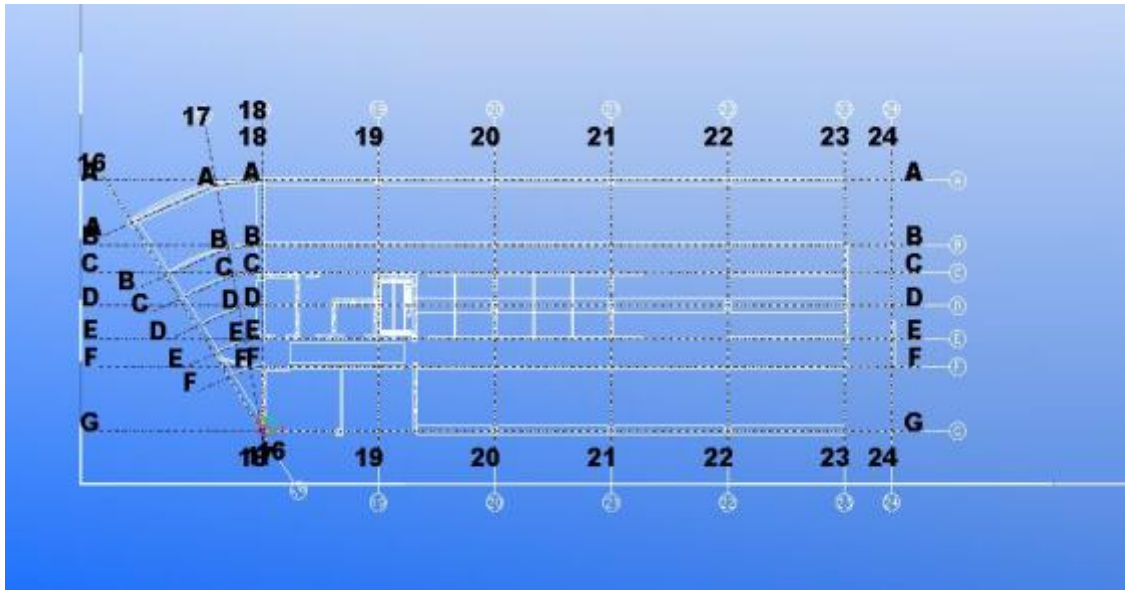
Tämän jälkeen kuva siirretään paikoilleen Grid -verkkoon nähden.



Kuva 39. Tasopiirustuksen siirtäminen oikealle paikalleen

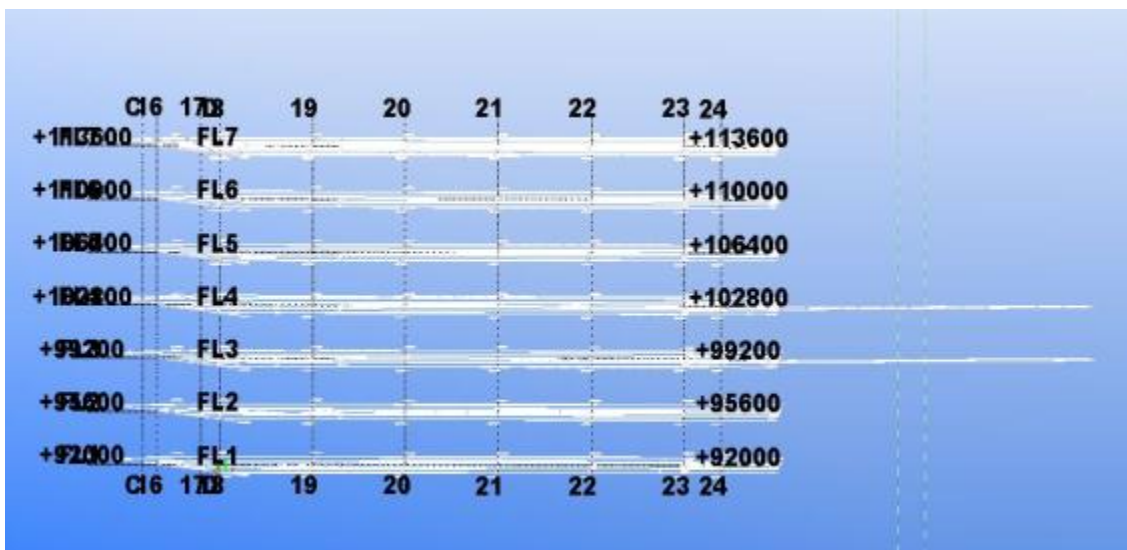
Tasopiirustuksen näkyminen keltaisena johtuu siitä, että se on aktivoitu. Kun se on saatu paikoilleen, käännetään se vielä *Move Special - Rotate* -komennolla oikeaan asentoon.





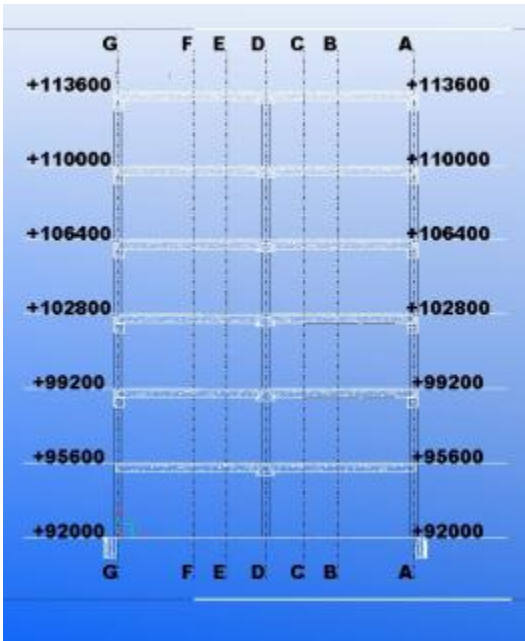
Kuva 40. Tasopiirustuksen kääntäminen oikeaan asentoon

Kun kuva on paikallaan, siirrytään seuraavaan kerrokseen, jonka pohjapiirustus ladataan samalla periaatteella. Kun jokaiseen kerrokseen on ladattu oma pohjapiirustuksensa, yläviistosta katsottuna lopputulos näyttää tältä.



Kuva 41. Kaikkien kerrosten pohjapiirustukset ladattuna

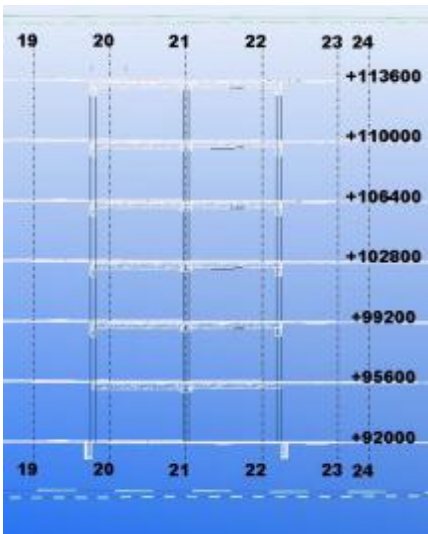
Seuraavana ladataan arkkitehdin laatima leikkauspiirustus, joka viedään Grid -linjalle 21.



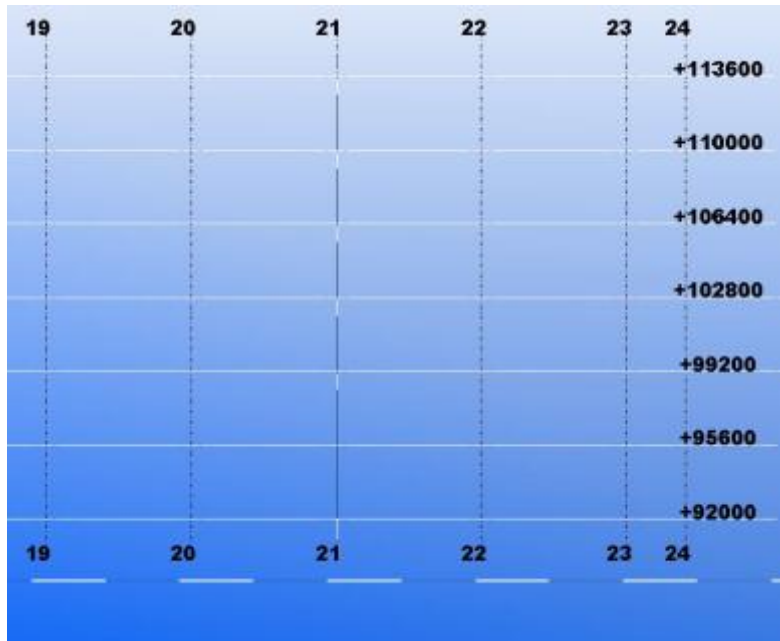
Kuva 42. Linjan 21 leikkauspiirustus

Samoin kuin mallinnettaessa IFC -mallin kanssa, taustalle ladattavia piirustuksia voidaan muokata sammuttamalla ja avaamalla piirustustasoja. Toimintaperiaate on täysin sama eli tasojen muokkaaminen tapahtuu *Reference Model Properties* -valikon kohdasta *Layers* painikkeesta *Select layers*, jolloin avautuvasta ikkunasta voidaan tehdä valinnat.

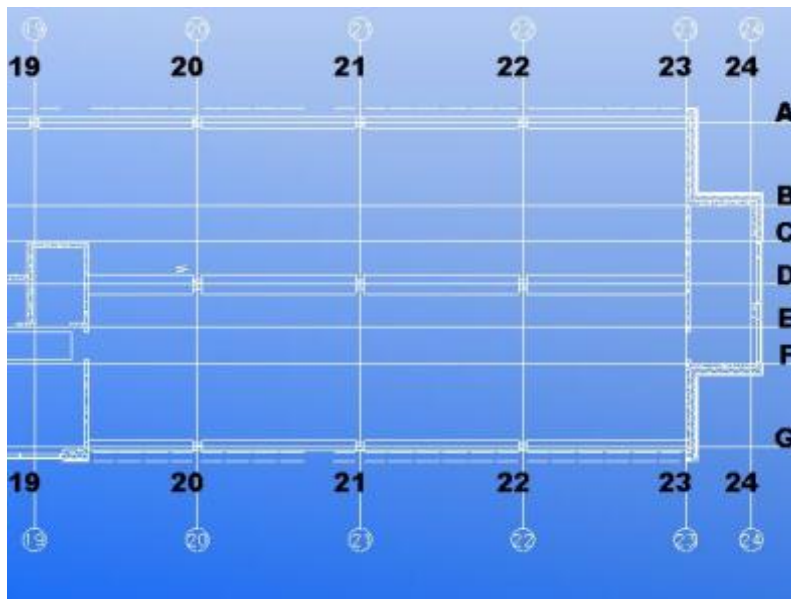
Mallinnetaan kantavat runkorakenteet Grid -linjojen 19-23 väliselle alueelle. Mallinnusta aloitettaessa näkymät ovat seuraavanlaiset.



Kuva 43. Mallinnusalue viistosta kuvattuna

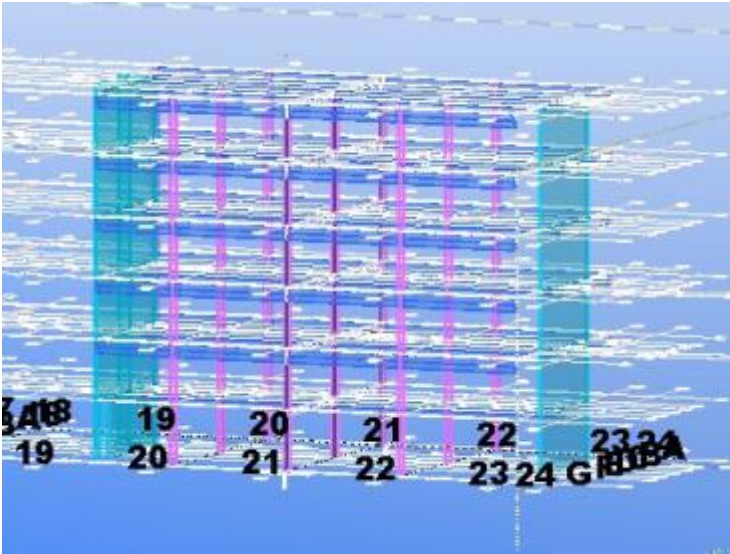


Kuva 44. Mallinnusalue sivultapäin kuvattuna

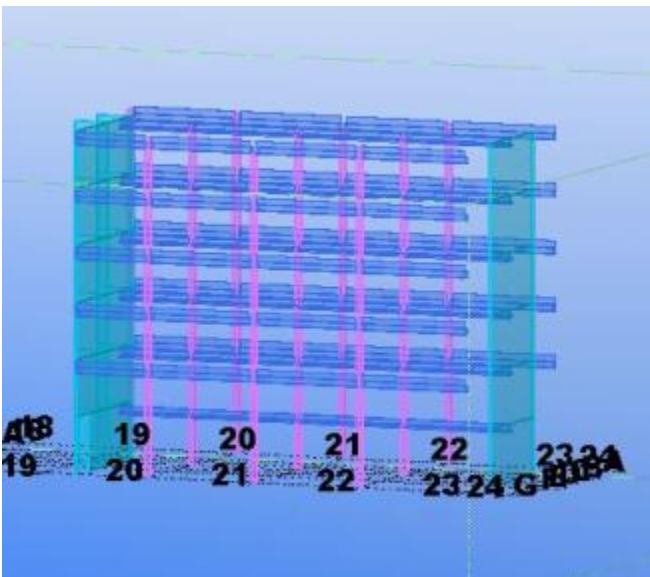


Kuva 45. Mallinnusalue päältäpäin kuvattuna

Aloitetaan mallinnus työtasolta +92000 mallintamalla rakenteet halutussa järjestyksessä. Kun kaikki halutut rakenteet on mallinnettu, lopputulos näyttää tältä.



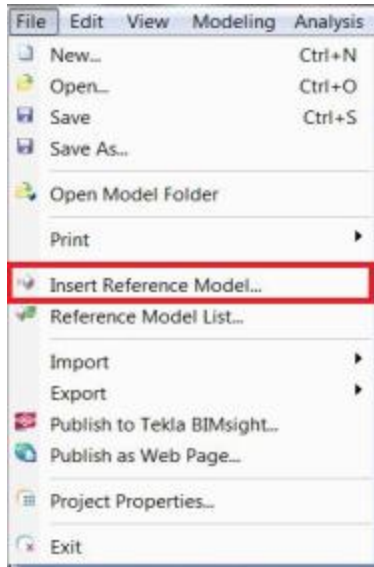
Kuva 46. Grid-linjojen 19 ja 23 välinen alue tasopiirustusten kanssa



Kuva 47. Grid -linjojen 19 ja 23 välinen alue ilman tasopiirustuksia

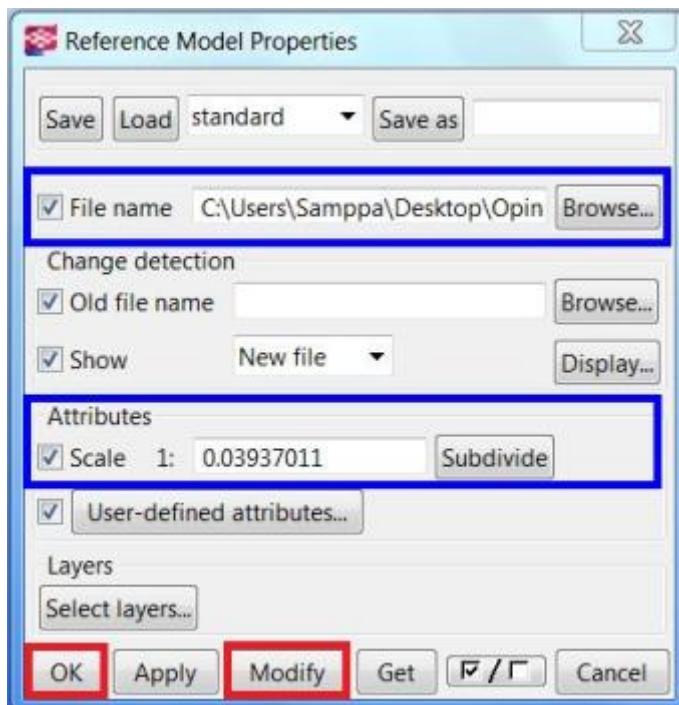
## 6.6 Mallintaminen 3D DWG -piirustusten pohjalta

Tässä työssä 3D DWG -piirustusten muodossa oleva arkkitehdin laatima tiedosto ladattiin referenssimalliksi *Teklaan*. Tämä tapahtui samalla periaatteella, kuin IFC -muodossa olevan mallin lataus, eli tiedosto ladataan *TS:n* käyttäen työkaluna *Insert reference model* -komentoa. Kyseinen työkalu löytyy joko kuvakkeena yleiskomentojen kohdalta tai vaihtoehtoisesti *File* -kansioista.



Kuva 48. Insert reference model File -valikon kautta

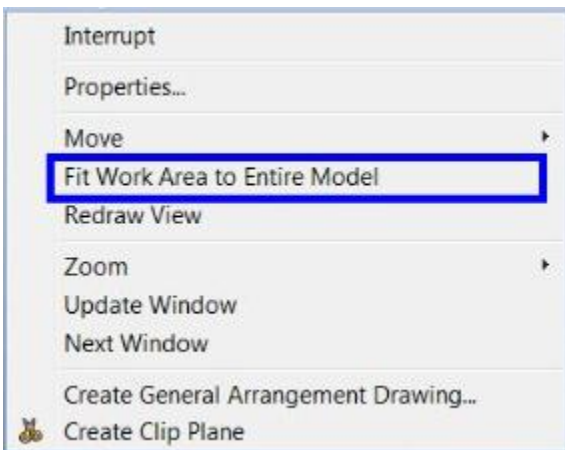
Kun komento on valittu, näytölle avautuu *Reference Model Properties* -ikkuna, jossa valitaan ladattava referenssi malli, sekä muutetaan sen asetuksia.



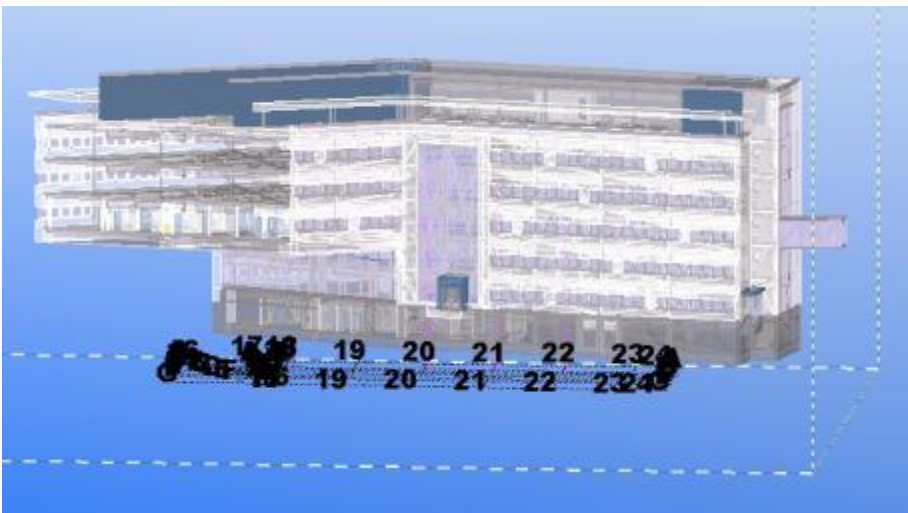
Kuva 49. Reference Model Properties -ikkuna

*File name* -kohdasta painamalla *Browse..* -painiketta etsitään haluttu malli, joka halutaan ladata. Kun malli on löytynyt, painetaan *Apply* ja *Modify*, jonka jälkeen valitaan

Grid -verkosta haluttu piste. Kun ohjelma on suorittanut latauksen loppuun, painetaan OK. Tämän jälkeen painetaan hiiren kakkospainikkeella työtasoon ja valitaan *Fit Work Area to Entire Model*, jolloin työtaso laajenee käsittämään koko mallin ja mikäli 3D DWG -mallin lataus on onnistunut oikein, sen pitäisi ilmestyä näkyviin. Ilmestyvän referenssimallin kokoa jouduttiin skaalaamaan pienemmäksi, jotta se oli todellisen kokoinen ollessaan työtasolla. Jostain syystä 3D DWG -mallin lataaminen onnistui vain, jos *Browse* -kohdassa malli valittiin kaksoisnapauttamalla sen nimeä, eikä valitsemalla se ja painamalla OK.



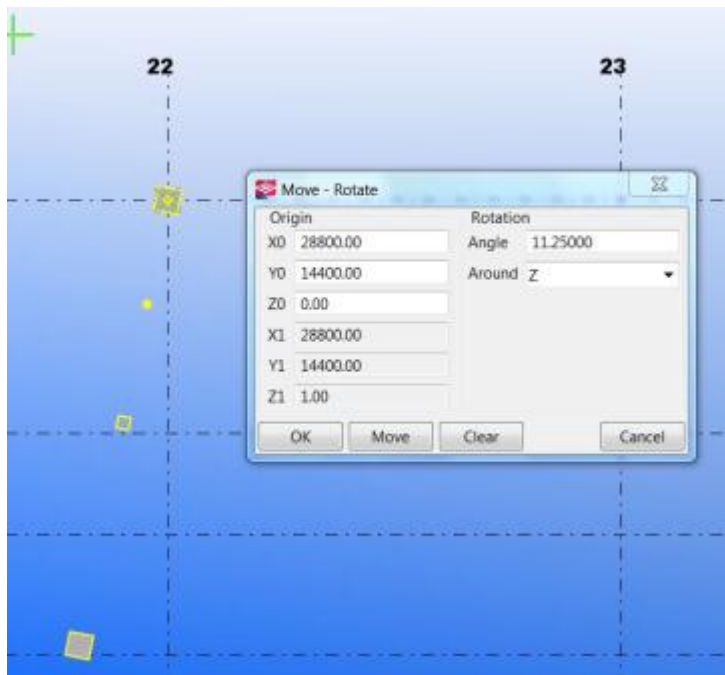
Kuva 50. Fit Work Area to Entire Model -komento



Kuva 51. Ladattu 3D DWG -malli

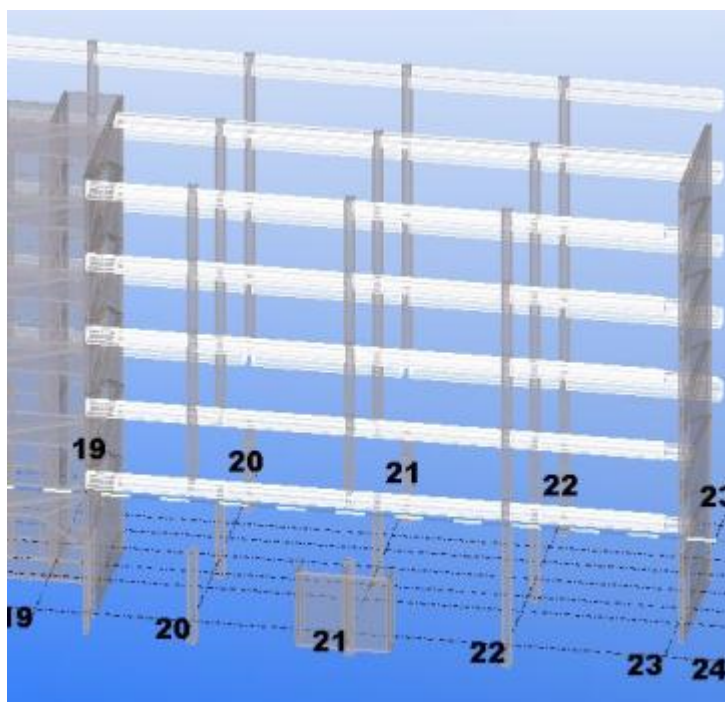
Tämän jälkeen malli siirretään Grid -verkkoon nähden paikoilleen. Mallin suuresta koosta ja tarkkojen kiintopisteiden kuten Grid -linjojen puutteesta johtuen mallin tarkka paikoilleen asettaminen tapahtui jättämällä malliin näkymään pelkästään pilarit,

joiden perusteella malli oli helppo saada oikealle paikalleen, joka vielä varmistettiin mittauksilla.



Kuva 52. 3D DWG -mallin paikoilleen asettelu

Kun mallista on sammutettu ylimääräiset tasot, jäljelle jäävät kantavat rakenteet näyttävät tältä.

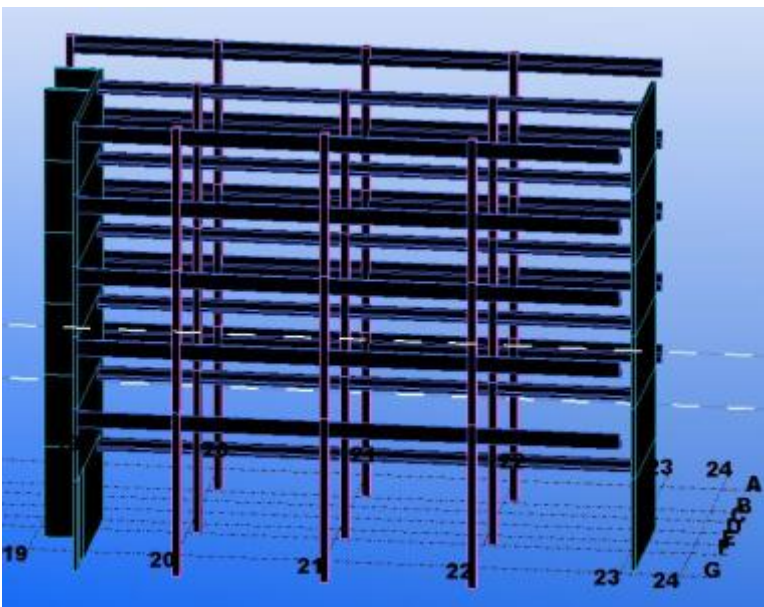


Kuva 53. 3D DWG -mallin näkyviin jääneet tasot

Tarkastellaan tätä toimintatapaa mallintamalla niin ikään rakenteet Grid -linjojen 19 ja 23 väliselle alueelle.



Kuva 54. Grid -linjojen 19 ja 23 välinen alue 3D DWG -mallin näkyessä



Kuva 55. Grid -linjojen 19 ja 23 välinen alue 3D DWG -mallin ollessa sammutettu

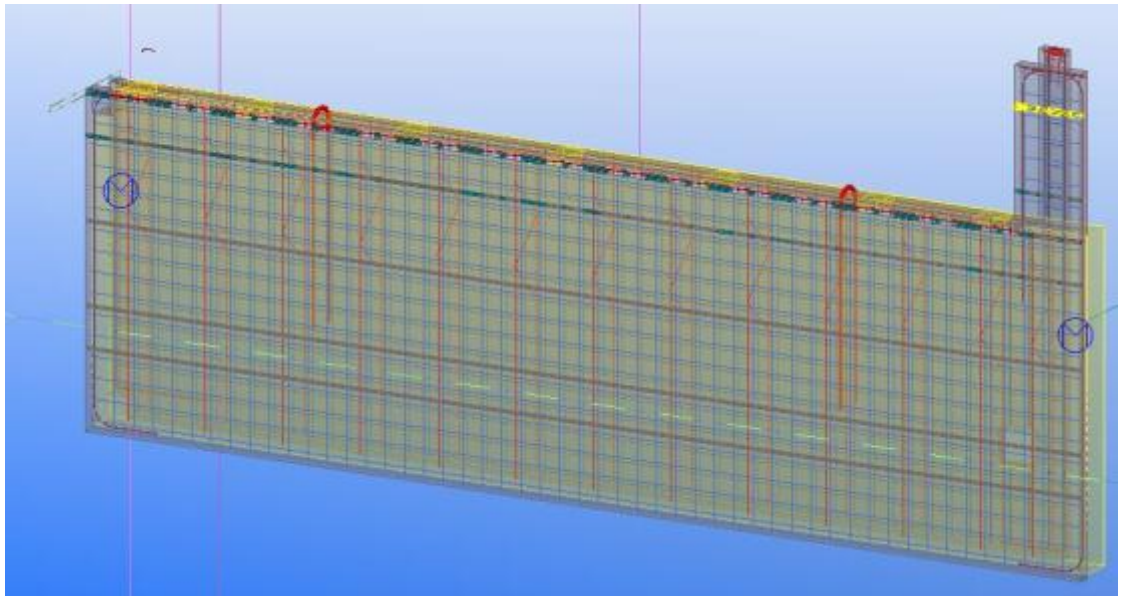


## 7 ELEMENTTI PIIRUSTUSTEN LAADINTA

*Tekla Structures*issa on valmiina lukuisia erilaisia piirustus pohjia eri käyttötarkoituksiin, esimerkiksi tasokuvien piirustus pohjia eli *General arrangement Drawing*, jota voi käyttää vaikkapa elementtikaavioiden suunnitteluun. Teräksisten osien suunnitteluun on olemassa *Assembly* ja *Single Part Drawing* eli osa- ja kokoonpanokuvien pohjat sekä erilaisten betonielementtien valmistuspiirustusten suunnitteluun on tarkoitettu *Cast Unit Drawings*. Kaikki piirustus pohjat löytyvät valikosta *Drawings and Reports* joka sijaitsee ylärivin alavetovalikoissa. Tässä työssä yhtenä osa-alueena oli elementtikuvien tuottaminen *Tekla Structures*ista, joten tässä yhteydessä keskitytään pelkästään *Cast Unit Drawings* -toimintoon.

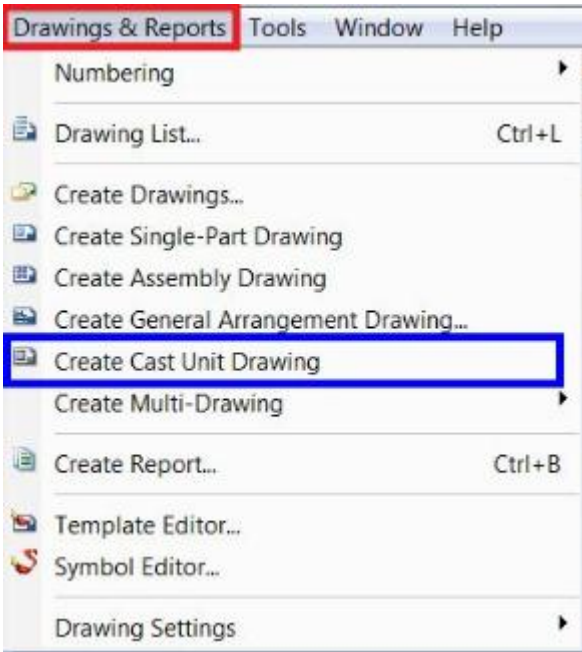
Cast Unit Drawing eli elementtipiirustuksen valmiina olevaan pohjaan C\_Element kuuluvat nimiö, rauditusluettelo sekä valutarvikeluettelo. Kuvia arkille tulee neljä kappaletta ja ne ovat 3D-kuva, sivukuva ja pysty- sekä vaakaleikkaus. Näiden lisäksi on mahdollista lisätä detaljikuvia.

Cast Unit Drawing:n tekeminen aloitetaan valitsemalla elementti, josta piirustus halutaan tehdä. Valitaan elementti N-120.



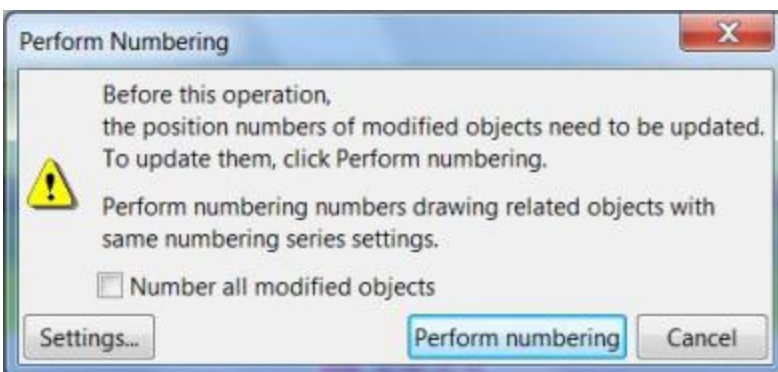
Kuva 56. N-120

Seuraavaksi *Drawings & Reports* -valikosta valitaan Create Cast Unit Drawing.



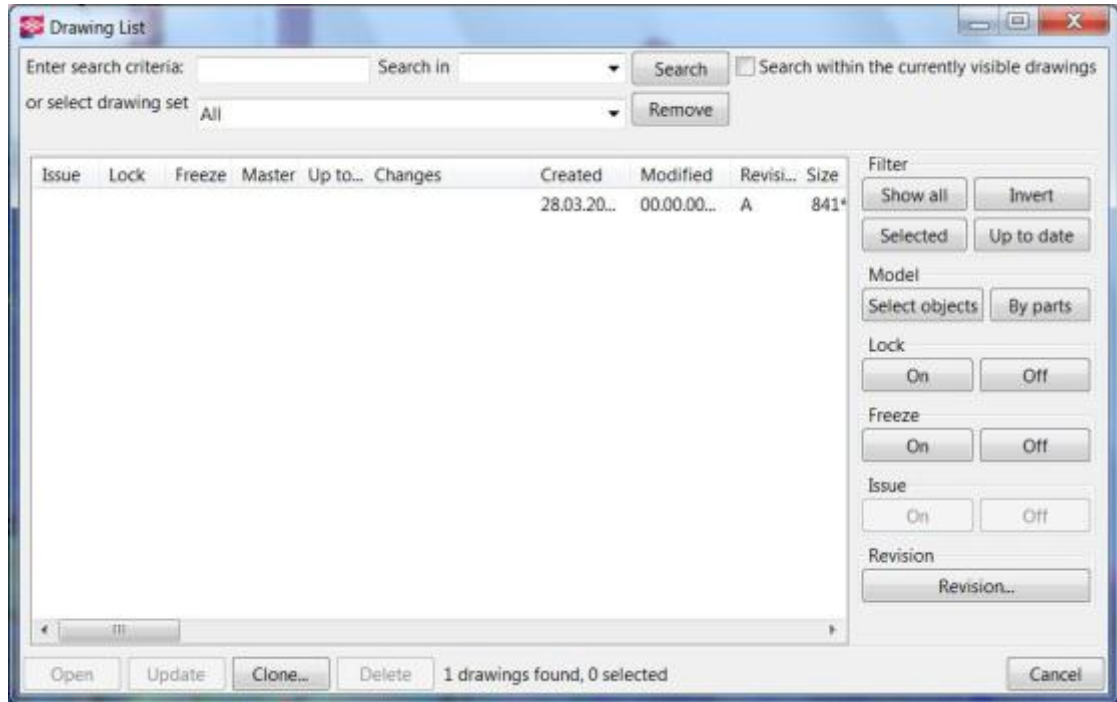
Kuva 57. Drawings & Reports -valikko

Kun ohjelma alkaa muokata piirustusta, se suorittaa objektien numeroinnin.



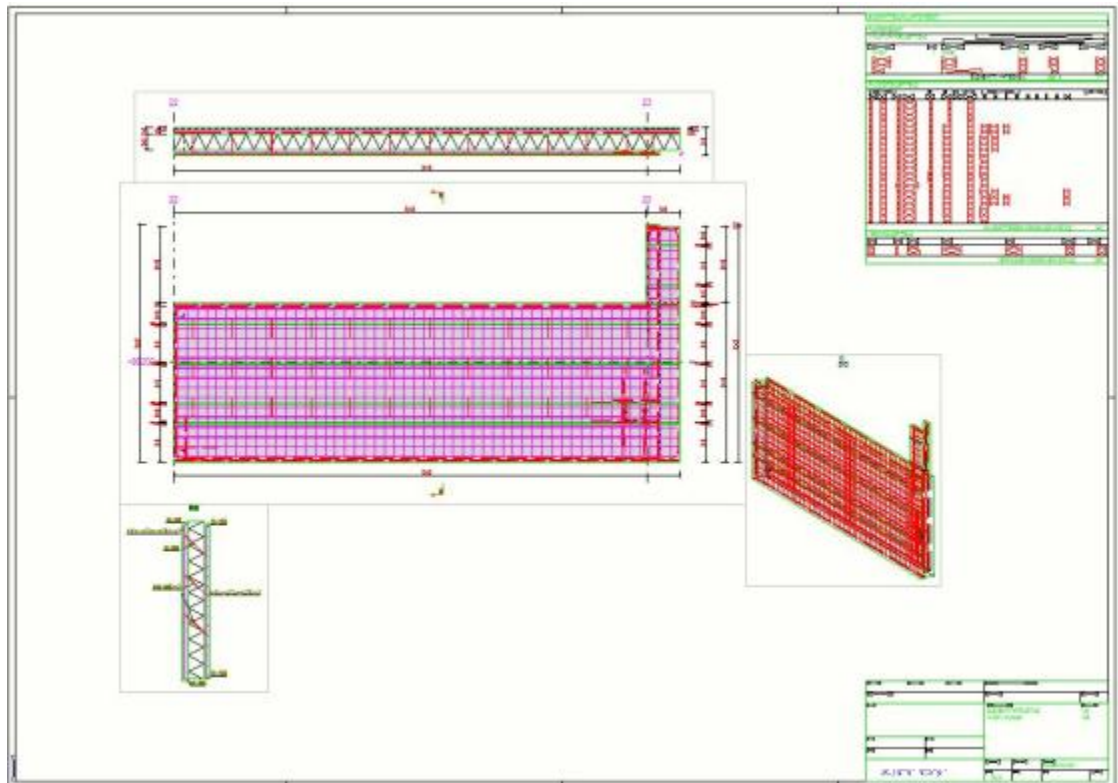
Kuva 58. Perform Numbering -ikkuna

Tämän jälkeen tulee ilmoitus, luoduista piirustuksista sekä mahdollinen ilmoitus esimerkiksi mikäli kaikkia raudoituksia tms. ei ole onnistuttu tuomaan piirustukseen. Valmis piirustus löytyy *Drawings & Reports* -valikosta, josta valitaan kohta *Drawing List*.



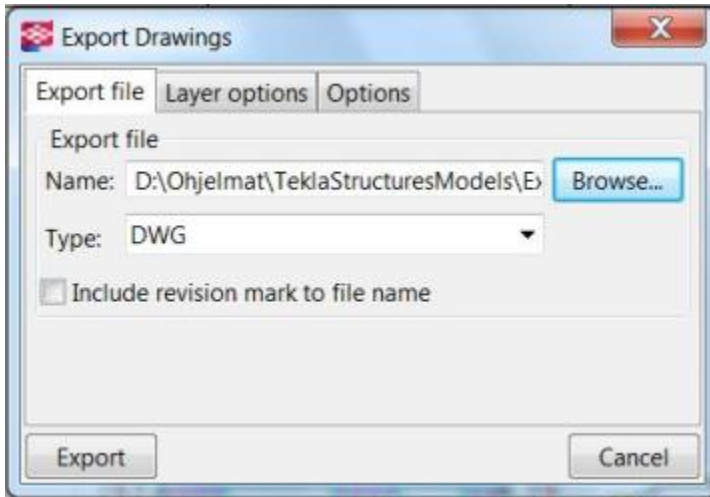
Kuva 59. Drawing List

Piirustusluettelosta valitaan haluttu piirustus, joka avautuu kaksoisnapauttamalla.



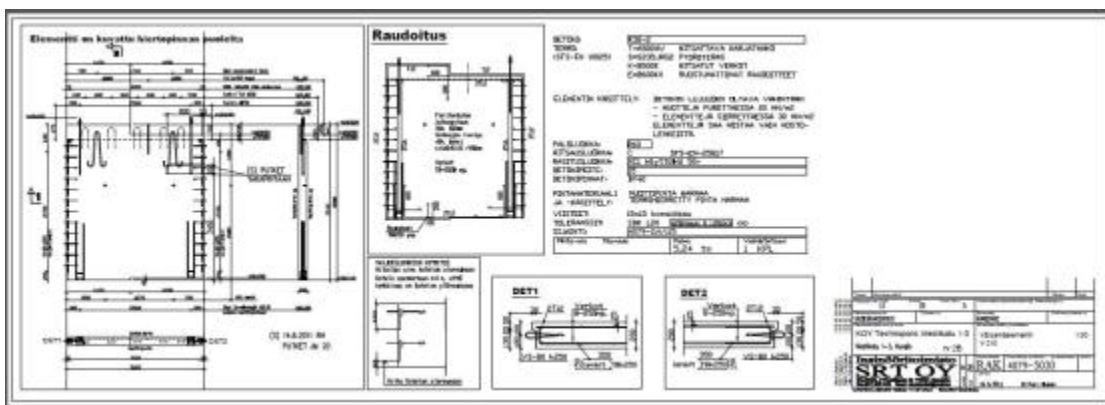
Kuva 60. Valmis piirustus

Valmista piirustusta voidaan muokata, vaihtamalla kuvien paikkoja sekä lisäämällä siihen detaljeja tai poistamalla siitä jo luotuja kuvia. Se voidaan tulostaa, muuttaa PDF -tiedostoksi esimerkiksi PDF *Creator*:n avulla tai *Export Drawings* -komennolla muuttaa DWG -piirustukseksi.



Kuva 61. Export Drawings -ikkuna

Piirustuksen asetuksia pääsee muuttamaan avaamalla *Drawing Layout* -valikon, joka löytyy *Drawing & Reports* -valikosta. Tästä valikosta voi muokata nimiön sekä luetteloiden sijaintia, piirustuksen kokoa ja lisätä esimerkiksi tekstikentän. Alla olevassa kuvassa on esimerkkipiirustus, joka on tehty *Insinööritoimisto SRT Oy*:n tyylin mukaan ja esittää lopputulosta, jollaiseksi piirustus pohja tulee muokata.



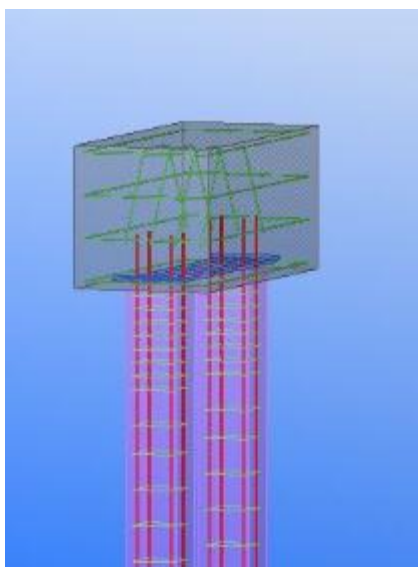
Kuva 62. Tavoite piirustus pohja

## 8 LUETTELOIDEN LAADINTA

*Tekla Structures* sisältää valmiita luettelopohjia erilaisten suunnittelutyössä tarvittavien luetteloiden laatimiseen. Näitä luetteloita ovat esimerkiksi piirustus-, materiaali- ja elementtiluettelot. Luettelot voi julkaista ja tulostaa joko suoraan Teklassa, tai ne voi siirtää *Microsoft officen Excel* -sovellukseen, jossa niitä voi muokata. Valmiita luettelopohjia löytyy kymmeniä eri käyttötarkoituksiin ja niitä saa myös muokattua halutuiksi. Luetteloita joutuukin muokkaamaan, jotta sinne saadaan haluttuja tietoja esimerkiksi yhteys- tai kohteen tiedot. Myös niiden toiminnassa saattaa olla ominaisuuksia, joihin halutaan muutos. Esimerkkinä luettelo voi laskea joidenkin raudoitteiden painon, mutta jättää kappalemäärät huomioimatta.

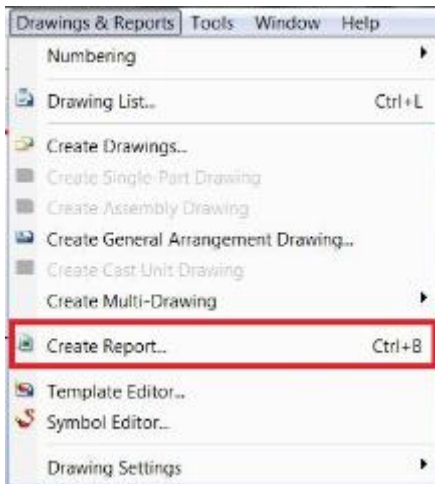
Luettelon laatiminen mallista vaatii mallinnukseen suurta tarkkuutta, jotta raudoitukset ovat oikein niin määrällisesti, kuin myös laadullisesti sekä tämän lisäksi ne on nimetty oikein. Tämä on tärkeää, jotta luettelosta selviää käytetyn raudan tyyppi ja sekaanuksia ei tapahdu. Tärkeää on myös sopia, mitä mallinnetaan eli esimerkkinä työterästen mallintaminen saattaa olla hankalaa ja aikaa vievää toimintaa, mutta mikäli niitä ei mallinneta, täytyy tämä huomioida raudoitusluettelon laadinnassa ja mainita asiasta.

Seuraavana käydään vaiheittain läpi, kuinka *Tekla Structuresista* saadaan valuyksikön kokoonpanoluettelo. Esimerkkikohteena on pilari antura PA2.



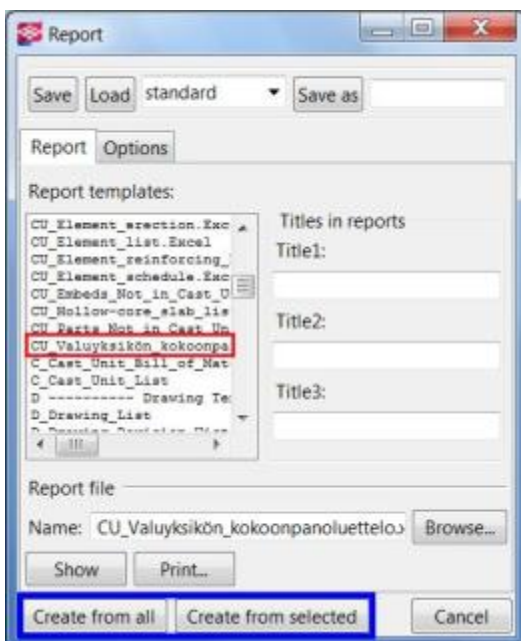
Kuva 63. Antura PA2, josta tehdään raudoitusluettelo

Eri luettelopohjat löytyvät valikosta *Drawings & Reports*, josta puolestaan valitaan *Create report*.



Kuva 64. Drawings & Reports -valikko

Kun kohta *Create Report* on valittu, näytölle aukeaa *Report* -valikko, jossa ovat kaikki eri luettelotyypit. Tästä listasta valitaan *CU\_Valuysikön kokoonpanoluettelo*, jonka jälkeen valitaan antura sekä sen sisässä olevat raudoitteet, painamalla hiirellä taustaan anturan vieressä ja ”lakaisemalla” koko antura valinta alueen sisään. Tämän jälkeen painetaan *Create from selected*, mikäli valitaan kohta *Create from all*, ohjelma tekee listan koko mallista olevista raudoitteista.



Kuva 65. Report -valikko

Valmis luettelo ilmestyy näytölle.

Report

VALUYKSIKÖN KOKOONPANOLUETTELO      PROJEKTIN NUMERO:      Sivu: 1  
 PROJEKTIN NIMI:      Päiväys: 23.03.2012

---

Valuysikkö	Lkm	Materiaali	Tilavuus (m³)	Paino (kg)
FV-A/0(?)	1	C30/37	1.15	2880.0
PA 2	1	C30/37	1.2	2880.0

---

Raudoitus:

Tyy	Pos	Lkm	Laatu	Koko	L	a	b	c	d	e	u	v	D	kg/kpl	kg/yht
E	0(?)	4	A500HW	12	1570	600	406	599			58	57	160	1.4	5.6
Y	0(?)	8	A500HW	12	2850	75	19	511	1741	510	90	90		2.5	20.3
						19	75								

---

Yhteensä: 25.9

---

Valuysikkö yhteensä: 2905.9 kg

OK

Kuva 66. Valmis luettelo

Huomioimisen arvoista on, että anturassa oleva raudoite R2 on mallinnettu objektina, jolloin se ei näy raudoitusluettelossa.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

### 9.1 Arkkitehdin laatimien lähtötietojen hyödyntäminen

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia erilaisia tapoja hyödyntää arkkitehdin laatimia lähtötietoja tehtäessä 6-kerroksisesta toimistorakennuksesta rakennemalli. Mallinnusohjelmana käytettiin *Tekla Structures 17.0* sovellusta, jolla mallinnus suoritettiin. Opinnäytetyön tuloksena saatiin aikaan mallinnusohjeet yhteistyöyritys Insinööritoimisto *SRT Oy*:n suunnittelijoille.

Tässä työssä tehty rakennemalli tehtiin lähes kokonaan mallintaen suoraan lähtötiedoista. Jälkikäteen ajateltuna tämä vaihtoehto oli kaikista tavoista hitain, koska siinä piti vaihdella kokoajan lähtötietopiirustuksen ja *Teklan* työtason välillä. Myös virheiden mahdollisuus oli suurempi tästä johtuen, sillä esimerkiksi DWG -piirustuksesta mitattaessa saattoi tulla virheitä ennen kuin haluttu objekti oli mallinnettuna paikoillaan.

Arkkitehdin laatiman tietomallin hyödyntäminen käyttämällä sitä referenssimallina oli mielestäni paras tapa mallintaa. Se oli nopea ja siitä oli helppo havainnollistaa mallinnettavat objektit oikeille paikoilleen. Mahdollisia kysymysmerkkejä lopputuloksen kannalta ovat tietenkin arkkitehtimallin oikeellisuus sekä siinä käytetty mallinnustapa esimerkiksi korkojen ja muiden mittojen suhteen. Nämä asiat ovat kuitenkin projekti-kohtaisesti läpikäytäviä asioita. Referenssimallin lisäksi tietomallia pystyi hyödyntämään käyttäen *Convert IFC-objects to native objects* -komentoa. Tämä tapa oli nopea toteuttaa, mutta jokaisen objektin joutui käymään läpi yksitellen ja tarkastamaan sekä muuttamaan sen tiedot. Siksi tämä tapa tuntui hieman vieraalta, mutta varmasti rutiinin myötä siihenkin tottuisi. Jotkin objektit eivät muutettaessa pysyneet oikeilla paikoillaan, vaan siirtyivät väärin kohtiin.

Loput tavat, joita tutkittiin, olivat 2D- ja 3D DWG -tiedostojen lataaminen teklaan referenssimalliksi. Näistä tavoista pidin itse enemmän 2D DWG -piirustuksista, koska ne olivat vaivattomammat ladata oikeille paikoilleen sekä niistä oli helpompi havainnollistaa työtaso kuin 3D DWG:stä. 3D DWG:n etu 2D:hen verrattuna oli tosin se, että siinä ei tarvinnut ladata kuin yksi tiedosto verrattuna 2D:hen, jossa piti ladata sekä leikkauspiirustus että jokaisen kerroksen tasopiirustukset erikseen. Lopulta 3D DWG:n ja IFC- tietomallin välillä ei ollut suurta eroavaisuutta, käytettäessä niitä referenssimalleina.



Yhteenvetona sanottakoon, että rakennemallia tehtäessä mikä tahansa referenssimalli nopeuttaa ja tehostaa mallintamista verrattuna suoraan lähtötiedoista tapahtuvaan mallinnukseen.

## 9.2 *Tekla Structures* -ohjelmiston soveltuvuus yhteistyöyrityksen käyttöön

*Tekla Structures* soveltuu hyvin niin rakenne- kuin myös elementtisuunnitteluun ja näin ollen se soveltuu myös yhteistyöyrityksen käyttöön. Tätä puoltaa koko ajan kasvava tietomallintamisen osuus kaikessa rakentamisessa.

Yhtenä tavoitteena tätä työtä tehtäessä oli laatia kyseiselle yritykselle ohjeet rakennemallintamiseen liittyen. Liitteessä 2 on esitetty ohjeet eri rakenneobjektien mallinnukseen sekä mallinnustyökalujen käyttöön. Tätä työtä tehtäessä julkaistiin Yleiset tietomallivaatimukset 2012 ohjeet, joissa esitetään perustietoa tietomallinnuksesta rakennushankkeen eri vaiheissa. Nämä edellä mainitut yhdistettynä aikaisemmin esiteltyyn, helmikuussa julkaistuun BEC 2012 elementtisuunnittelun mallinnusohjeeseen antavat noudatettavat kriteerit sekä lähtökohdan kyseisen yrityksen rakennemallinnukseen.

Opinnäytetyöprosessin aikana esille tuli muutamia asioita, joista saa mahdolliset jatkotutkimuksen aiheet. Ensimmäisenä mieleen tuli erilaisten *Teklan* komponenttien toiminta. Esimerkkinä leikapalkkeihin mallinnettaessa piilokonsoliliitos mallintui tietyillä palkkiprofiileilla ja konsoleilla sijoittuen väärin. Näiden komponenttien tutkimisessa ja syiden selvittelyssä olisi työnsarkaa johtuen erilaisten työkalujen suuresta määrästä. *Tekla Structuresin* tuotetuki oli suurena apuna ja siitä sai lisätietoa ja ohjeistusta ongelmatilanteissa.

## LÄHTEET

BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje.[Verkkodokumentti]. Betoniteollisuus ry [Viitattu 29.3.2012].

Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu>

Elementtisuunnittelu. Toimisto- ja liikerakennukset [Viitattu 9.2.2012].

Saatavissa:

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat/toimisto-ja-liikerakennukset>

Selvitys IFC-specifikaation tilanteesta.[Verkkodokumentti]. Proit [Viitattu 10.2.2012].

Saatavissa:

[http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset\\_tulokset/proit\\_ifc\\_spesifikaatiot\\_selvitys.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_ifc_spesifikaatiot_selvitys.pdf)

Osa1 Yleinen osuus.[Verkkodokumentti]. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 [Viitattu 21.3.2012]. Saatavissa:

[http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012\\_osa\\_1\\_yleinen\\_osuus.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf)

Osa5 Rakennesuunnittelu.[Verkkodokumentti]. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 [Viitattu 21.3.2012]. Saatavissa:

[http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012\\_osa\\_5\\_rak.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_5_rak.pdf)

Osa6 Laadunvarmistus.[Verkkodokumentti]. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 [Viitattu 21.3.2012]. Saatavissa:

[http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012\\_osa\\_6\\_laadunvarmistus.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_6_laadunvarmistus.pdf)

Osa11 Tietomallipohjaisen projektin johtaminen.[Verkkodokumentti]. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 [Viitattu 29.3.2012]. Saatavissa:

[http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012\\_osa\\_11\\_projektin\\_johtaminen.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_11_projektin_johtaminen.pdf)

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2006. *RIL-299-1-2006 Rakennesuunnittelun asiakirjaohje, tekstiosa*. Helsinki: Hakapaino Oy.

Tekla 2012a. Tietoa Teklasta [viitattu 7.2.2012].

Saatavissa:

<http://www.tekla.com/FI/ABOUT-US/Pages/Default.aspx>

Tekla 2012b. Tekla BIM [Viitattu 7.2.2012].

Saatavissa:

<http://www.tekla.com/fi/products/tekla-structures/Pages/Default.aspx>

Tekla 2012c. Rakennesuunnittelijat [Viitattu 10.4.2012].

Saatavissa:

<http://www.tekla.com/fi/solutions/building-construction/structural-engineers/Pages/Default.aspx>

Tekla 2012d. Muut [Viitattu 7.2.2012].

Saatavissa:

<http://www.tekla.com/fi/products/teklastructures/other/Pages/Default.aspx>

Tekla 2012e. Yhteistoiminta [Viitattu 10.4.2012].

Saatavissa:

<http://www.tekla.com/fi/solutions/building-construction/structural-engineers/collaboration/Pages/Default.aspx>

Tiedonsiirron käyttötapaus: Rakennussuunnittelu -> Rakennesuunnittelu [Verkkodokumentti]. Proit [Viitattu 10.3.2012].

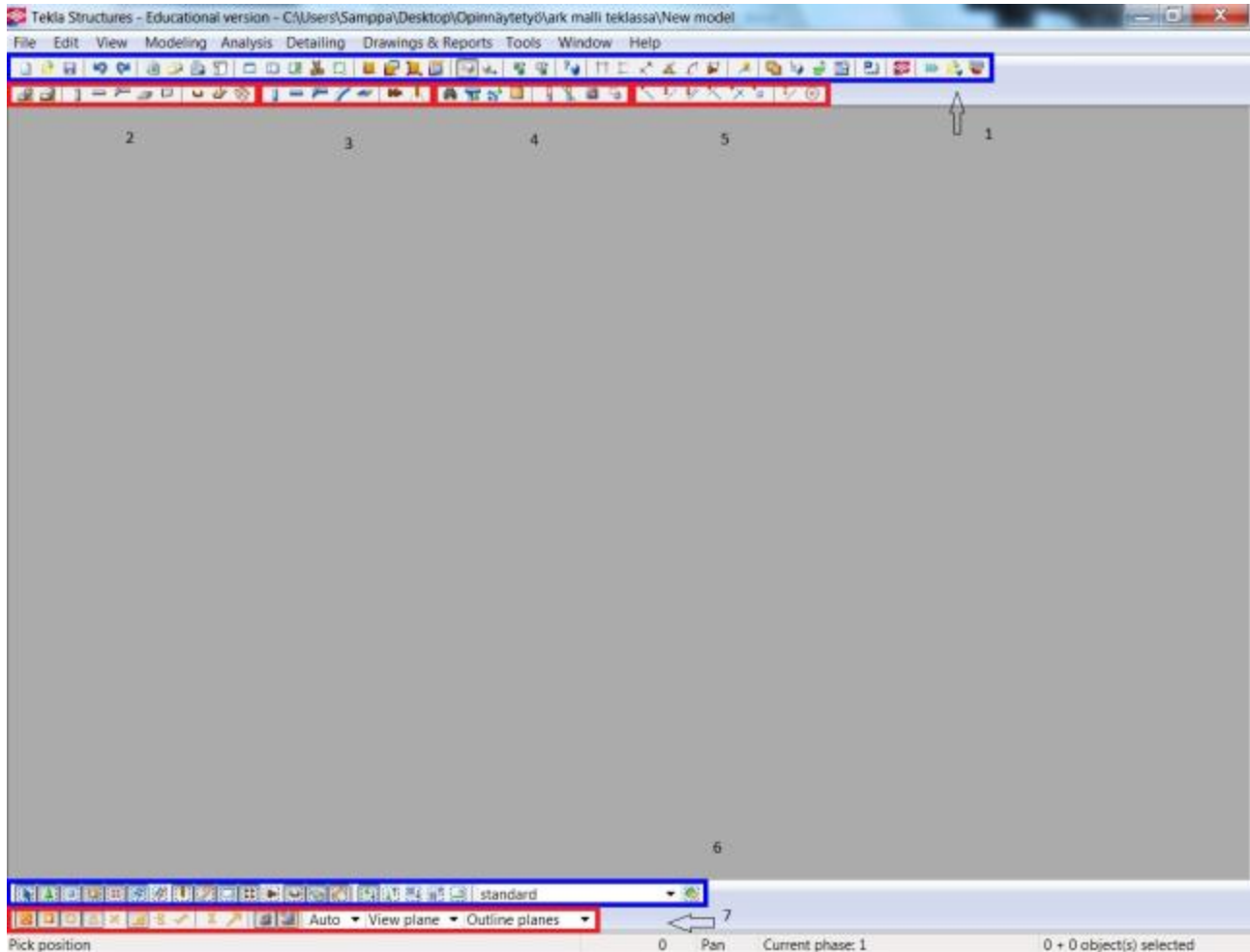
Saatavissa:

<http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/>






Valjus,J., Varis,M., Penttilä,H., Nissinen,S. 2007. *Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa*. Helsinki: Rakennustieto Oy

## Kuvakkeiden selitykset

Tähän liitteeseen on koottu yleisimmät ja eniten käytetyt kuvakkeet, joita *Tekla Structuresin* työkaluriveillä esiintyy. Muitakin kuvakkeita on ja niiden määrää sekä sijoittumista työkalupalkeissa pystyy muokkaamaan haluamakseen *Tools* -valikon *Toolbars* -kohdasta.



### 1. Yleiskomennot

-  *New* – Luo uuden mallin (ctrl + N).
-  *Open* – Avaa halutun mallin (ctrl +O).
-  *Save* – Tallentaa mallin (ctrl +S).
-  *Undo* – Kumoo aikaisemman toiminnon (ctrl + Z).
-  *Redo* – Tekee aikaisemman toiminnon uudelleen (ctrl + Y).



*Reports* – Luo, näytä ja tulosta raportteja mallista (ctrl + B).



*Create drawings* - Luo piirustuksia valmiisiin mallipohjiin.



*Open drawing list* – Avaa piirustusluettelo joko mallinnuseditorissa ctrl +L tai piirustus editorissa ctrl +O..



*Print drawings* – Tulostaa piirustuksia (Shift + P).



*Create basic view of model* - Luo perusnäkyä kahta koordinaattiakselia pitkin.



*Create view using two points* – Luo näkyä kahden pisteen kautta.



*Open view list* - Avaa luettelon olemassa olevista näkymistä, joita voi avata, sulkea tai poistaa (ctrl +I).



*Create clip plane* - Voi luoda 6 erilaista näkyä renderöidystä mallinäkyästä, joilla saadaan yksityiskohdat näkyäseen, voidaan liikuttaa Shift -pohjassa (Shift + X).



*Fit work area using two points* - Asettaa työalueen kahden kulmapisteen avulla valitulle näkymätasolle.



*Set work plane parallel to XY(Z)- Plane* – asettaa työskentelytason rinnakkain xy-, xz- tai zy-tasojen kanssa.



*Set work plane parallel to view plane* - Asettaa työtason samaksi kuin valitun näkymän näkymätaso.



*Set work plane parallel to three points* - Asettaa työalueen kolmen kulmapisteen avulla.



*Set work plane parallel to part top plane* - Asettaa työskentelytason valitun kappaleen yläpinnan mukaiseksi.



*Insert reference model* – Liittää referenssimallin esimerkiksi Arkkitehdin laatiman mallin.



*Convert IFC objects to a native objects* – Muuttaa IFC-objektin Tekla objektiksi.



*Copy* – Kopioi halutun objektin valitsemalla keski- ja pääte pisteen (ctrl + C).



*Move* – Siirtää halutun objektin valitsemalla keski- ja pääte pisteen (ctrl+M)



*Inquire object* – Näyttää mallissa olevan objektin tai objekti ryhmän tiedot kuten sijainnin yms.



*Measure horizontal distances* – Mittaa kahden pisteen vaakasuoran etäisyyden, mitta häviää kun ikkuna päivittyy.



*Measure vertical distances* – Mittaa kahden pisteen pystysuoran etäisyyden, mitta häviää kun ikkuna päivittyy.



*Measure distance* - Mittaa kahden pisteen etäisyyden, mitta häviää kun ikkuna päivittyy (F).



*Measure angle* – Mittaa kulmien suuruuksia, seuraa ohjeita tilariviltä.



*Measure arc* - Mittaa kaaren säteen ja pituuden, seuraa ohjeita tilariviltä.



*Measure bolt distance* - Mittaa pulttien välit sekä etäisyyden kappaleen reunaan.



*Number modified objects* - Numeroi muuttuneet objektit.



*Clash check manager* – Törmäystarkastelu. Löytää ja käsittelee törmäykset mallissa.



*Model organizer* – Mallin järjestelijä. Luokittelee rakennukset loogisiin rakennusaloihin ja objekti tyyppeihin, suurten mallien pilkkominen pienempiin osiin tekee niiden hallinnasta helpompaa.



*Task manager* – Tehtävän hallinta. Voi luoda, varastoida ja käsitellä aikataulutettuja tehtäviä sekä linkittää ne vastaaviin malli objekteihin.



*Project status visualizer* - Tarkastaa tietyn mallissa olevan objektin tilan tiettyyn aikaan.



*View screenshot with borders* – ottaa kuvakaappauksen aukiolevasta näkymästä ilman rajoja (F12).



*Publish to Tekla BIMsight* - Julkaise *Tekla BIMsight*: ssa



*Show makros* – Näyttää Markot, joita voidaan käyttää, muokata, luoda tai poistaa



*Open model folder* – Avaa mallikansion, jossa ovat aukiolevan mallin tiedostot.



*Customize* - kustomointi, voi muokata työkalupalkkeja sekä käyttäjävalikkoa haluamukseen.

## 2. Betonityökalut










*Create pad footing* – Anturan mallinnus haluttuun pisteeseen, ylä- ja alareunan taso riippuvat anturan asetuksista.







*Create strip footing* – Nauha-anturan mallinnus haluttujen pisteiden kautta, käskyn toteutuminen vaatii hiiren keskipainikkeen painalluksen.



*Create concrete column* – Betoni pilarin mallinnus haluttuun pisteeseen, ylä- ja alareunan taso riippuvat pilarin asetuksista.

-  *Create concrete beam* – Betoni palkin mallinnus kahden halutun pisteen väliin, kaksoisklikkaamalla ikonia pääsee säätämään palkin asetuksia.
-  *Create concrete polybeam* – Haluttujen pisteiden kautta menevän jatkuvan betonipalkin mallinnus.
-  *Create concrete slab* – Betonilaatan mallinnus valitsemalla kolme tai useampi piste, jotka muodostavat ääriiviivan, joka määrittää laatan muodon sekä valittu profiili vahvuuden.
-  *Create concrete panel* - Betoniseinän mallinnus, joka menee haluttujen pisteiden kautta. Käskyn toteutuminen vaatii hiiren keskipainikkeen painalluksen.
-  *Create reinforcing bar* - Mallinna yksittäinen raudoitustanko betonirakenteen sisään, seuraa ohjeita tilariviltä.
-  *Create reinforcing bar group* – Mallinna raudoitustanko ryhmä betonirakenteen sisään joko halutuun tai tasaisin välein, seuraa ohjeita tilariviltä.
-  *Create reinforcing mesh* – Mallinna raudoitusverkko haluttuun betonirakenteeseen.

### 3. Terästyökalut

-  *Create column* - Teräs pilarin mallinnus haluttuun pisteeseen, ylä- ja alareunan taso riippuvat anturan asetuksista.
-  *Create beam* - Teräs palkin mallinnus kahden halutun pisteen väliin, kaksoisklikkaamalla ikonia pääsee säätämään palkin asetuksia.
-  *Create polybeam* – Haluttujen pisteiden kautta menevän jatkuvan teräspalkin mallinnus.
-  *Create curved beam* - Haluttujen 3 pisteen kautta menevän kaarevan palkin mallinnus.





*Create contour plate* – Monikulmio laatan mallinnus valitsemalla kolme tai useampi piste, jotka muodostavat ääriiviivan, joka määrittää laatan muodon sekä valittu profiili vahvuuden.



*Create bolts* – Mallinna nastoja kappaleeseen tai pultteja yhdistämään kaksi tai useampi kappale.



*Create welds between parts* – Mallinna hitsaus kahden tai useamman kappaleen välille, ensin valitsemalla ensisijainen kappale ja sitten toissijaiset kappaleet, järjestys on tärkeä.

#### 4. Detaljityökalut



*Open component catalog* - Avaa komponentti luettelo, josta voi valita, käyttää tai hallita komponentteja (ctrl + F).



*Create current connection* – Mallinna liitos



*Create AutoConnections* – Mallinna automaattinen liitos valmiiden sääntöjen pohjalta (ctrl +J).



*Create surface treatment to part face* – Mallinna pintakäsittely osan pintaan.



*Fit part end* – Sovita kappaleen päätä, leikkaamalla sitä viivan avulla.



*Cut part with line* – Leikkaa kappaletta viivan avulla.



*Cut part with polygon* – Leikkaa kappaletta monikulmiolla.



*Cut part with another part* – Leikkaa kappaletta toisella kappaleella.

## 5. Pistetyökalut



*Add points along extension of two picked points* – Lisää piste kahden valitun pisteen jatkeelle.



*Add points on line* – Lisää pisteitä tasaisin välein valitulle viivalle.



*Add points parallel to two picked points* – lisää rinnakkaispisteitä kahden valitun pisteen kanssa.



*Add projected points on line* – Projisoi piste viivalle tai sen jatkeelle, onnistuu vain 3D-tasossa.



*Add points at intersection of two lines* – lisää piste kahden viivan leikkauspisteeseen.



*Add points at any position* – Lisää piste haluttuun kohtaan.



*Add construction line* – Lisää rakenne viiva kahden valitun pisteen välille.



*Construction circle, centerpoint and radius* – Rakenne ympyrä, keskipiste ja säde, luo ympyrän näkymä tasolle.

## 6. Valintatyökalut



*Select all* - Käynnistää kaikki valintakytkimet(F2)



*Select connections* - Valitse liitos.



*Select parts* - Valitse osa esimerkiksi pilari, palkki tai laatta. (F3)














*Select surface treatments* - Valitse pintakäsittely.



*Select points* - Valitse piste.



*Select grid* - Valitse gridverkko.

-  *Select gridline* - Valitse yksittäinen gridlinja.
-  *Select welds* - Valitse hitsi.
-  *Select cuts and fittings* - Valitse leikkaus tai sovitus.
-  *Select views* - Valitse malli näkymä.
-  *Select bolts* - Valitse pulttiryhmä, valitsemalla yksi pultti ryhmästä.
-  *Select single bolt* - Valitse yksittäinen pultti.
-  *Select reinforcing bars* - Valitse raudoitetanko/- ryhmiä.
-  *Select planes* - Valitse rakennetaso.
-  *Select distances* - Valitse etäisyys.
-  *Select components* - Valitse komponentti.
-  *Select objects in components* - Valitse osa komponentista, mahdollistaa yksittäisen osan valitsemisen.
-  *Select assemblies* - Valitse kokoonpano.
-  *Select objects in assemblies* - Valitse osa kokoonpanosta, mahdollistaa yksittäisen osan valitsemisen.
-  *Select tasks* - Valitse tehtäviä, mahdollistaa tehtävien hallinta- toiminnon tehtävien valinnan.

*Available selections filter* – Käytettävissä olevat valintasuodattimet.



*Selection filter* – Valintasuodatin, voi päättää mitä objekteja pystyy valitsemaan (ctrl + G)

## 7. Tartuntatyökalut



*Snap to points and grid intersections* - Tartu pisteisiin ja gridlinjojen leikkauksiin.



*Snap to endpoints* - Tartu viivan, jatkuvan viivan ja kaaren päätepisteisiin.



*Snap to centerpoints* - Tartu ympyrän ja kaaren keskipisteisiin.



*Snap to midpoints* - Tartu viivan, jatkuvan viivan ja kaaren keskipisteisiin.



*Snap to intersection points* - Tartu viivan, jatkuvan viivan ja kaaren leikkauspisteisiin.



*Snap to perpendicular points* - Tartu kappaleessa olevaan pisteeseen, joka muodostaa suorankulman toiseen kappaleeseen nähden



*Snap to extension lines* – Tartu läheisen kappaleen jatkeviivaan.



*Snap to any position* – Tartu mihin tahansa pisteeseen (F7).



*Snap to nearest point* – Tartu kappaleen lähimpään pisteeseen (F6).



*Snap to lines and edges* - Tartu gridlinjoihin, referenssiviivoihin ja olemassa olevien kappaleiden ulokkeisiin.



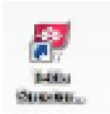
*Snap to reference lines/points* - Tartu kappaleen referenssipisteisiin, kahvalla varustettuihin pisteisiin (F4).



*Snap to geometry lines/points* – Tartu kappaleen kulmapisteisiin tai ulokkeisiin (F5).

## Mallinnuksen vaiheet ja ohjeistus

Avataan *Tekla Structures* 17.0.



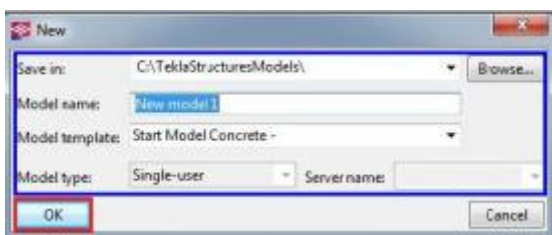
Kuva 1. *Tekla Structures* -kuvake

Valitaan valikosta valinnat: *Environment = Finland*, *Role = FIN ALL*, *License = Educational*, jonka jälkeen painetaan *OK*.



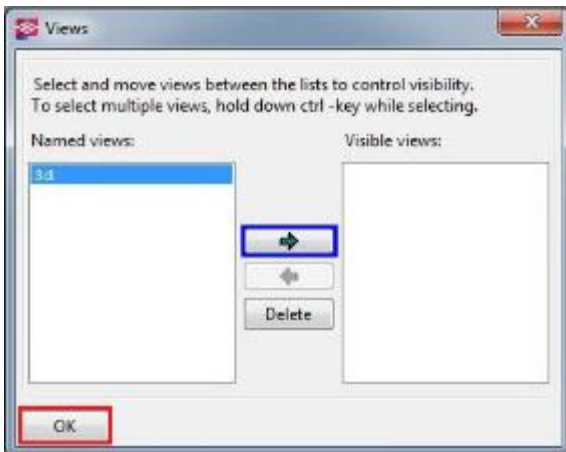
Kuva 2. *Tekla Structures* Log in -valikko

Seuraavaksi ohjelman avauduttua valitaan *File -> New* jolloin aukeaa ikkuna, josta valitaan ominaisuudet uudelle projektille mm. Minne työ tallennetaan (*save in*), työn nimi (*Model name*), pohjan tyyppi (*Model Template*) sekä työn tyyppi (*Single user*). Työntyyppi määrittää sen, moniko mallintaja voi työskennellä samassa mallissa samaan aikaan. Kun halutut valinnat on tehty, painetaan *OK*.



Kuva 3. *New* -valikko

Seuraavaksi aukeavasta *Views* -valikosta valitaan näkymäksi *3d*, painamalla nuolta oikealle ja sen siirryttyä *Visible views* -ikkunaan painetaan *OK*.



Kuva 4. *Views* -näkövalikko

Kun *3d*-näkö avautuu, valitaan Grid -verkko kaksoisnapsautuksella.

Muokataan Grid -linjat halutuiksi, muuttamalla *coordinates* (*sijainti*) sekä *labels* (*nimet*) kohdat, jolloin sekä linjojen paikat, että nimet vaihtuvat halutunlaisiksi.

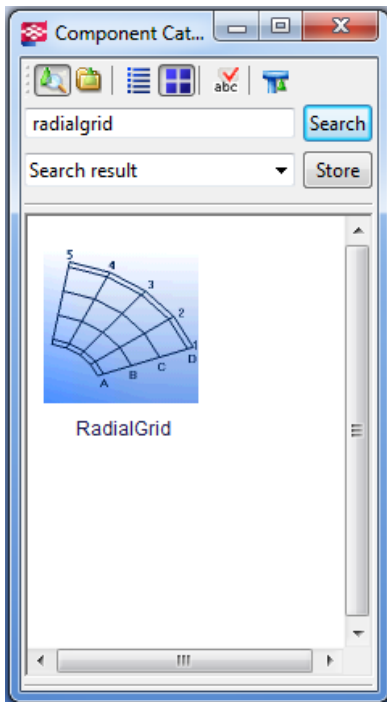
Kun nämä kohdat on muokattu halutunlaisiksi, painetaan *Modify* ja *Close*.



Kuva 5. Grid -verkon asetukset

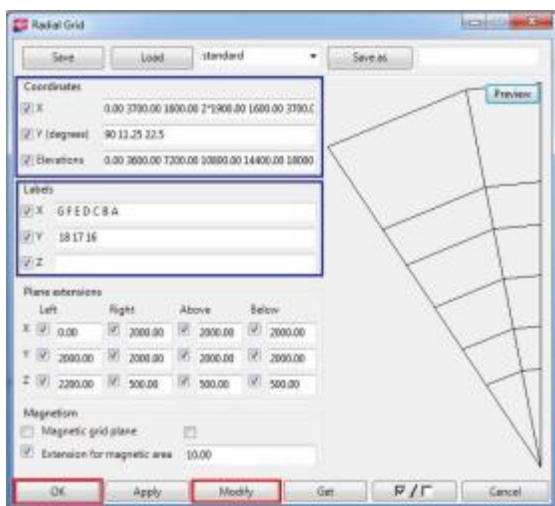
Seuraavaksi lisätään luodun Grid -verkon päähän Radial Grid -verkko. Painamalla *CTRL + F* aukeaa valikko, josta löytyvät erilaiset komponentit mm. Liitokset.

Valitaan *RadialGrid*.



Kuva 6. *RadialGrid* –kuvake

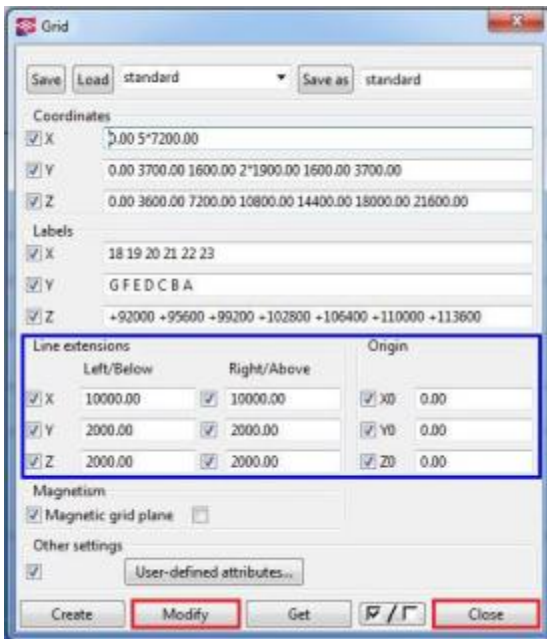
Tämän jälkeen ohjelma kysyy uuden Grid -verkon origoa, jolloin valitaan piste, joka toimii origona aikaisemmin luodulle verkolle. Kun piste valitaan klikkaamalla hiirellä, verkko muodostuu näytölle. Uuden Grid -verkon ominaisuuksia pääsee muokkaamaan kaksoisnapsauttamalla sitä, jolloin aukeaa seuraavanlainen valikko, josta säädetään linjojen sijainnit ja nimet halutuiksi. Aikaisempaan verkon luontiin erilaista on Y -akseleiden määrittäminen asteissa. Kun halutut valinnat on tehty, painetaan *Modify* ja *OK*.



Kuva 7. *RadialGrid* asetukset

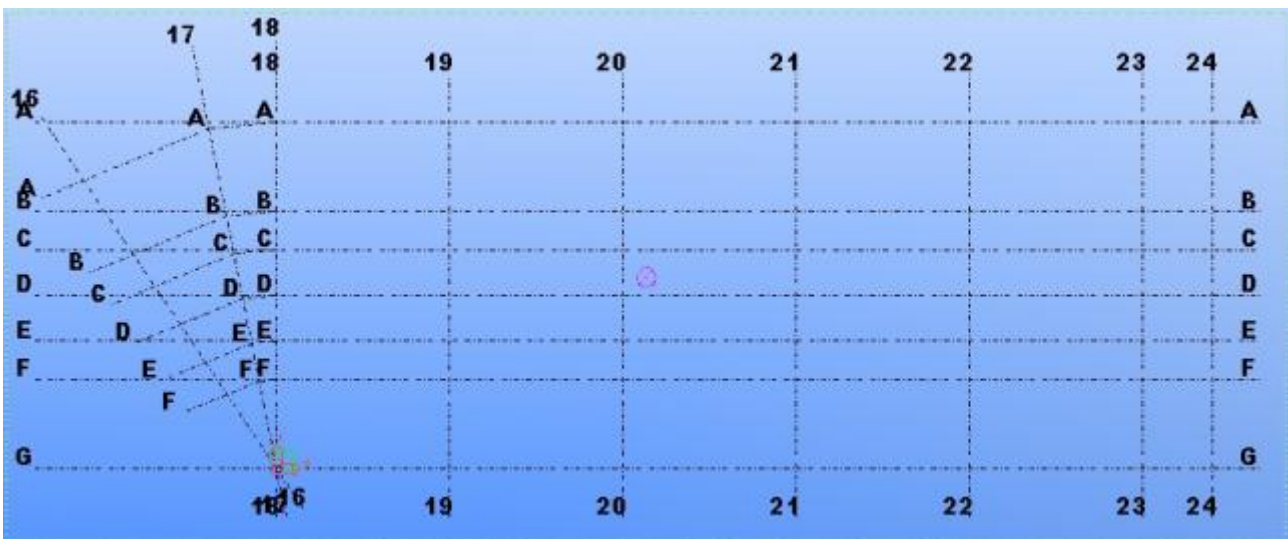
Grid -verkkoa tehtäessä voidaan joutua lisäämään linjojen ylitysten pituuksia, jotta saadaan muodostettua linjoille leikkauspisteet, joihin mallinnus on helppo toteuttaa. Tämä toiminto tapahtuu

muuttamalla arvoja *Plane Extensions* -valinta ruutuihin. Kun halutut valinnat on tehty, painetaan *Modify* ja *Close*.



Kuva 8. Grid -verkon asetukset ja linjojen ylityksen muokkaus

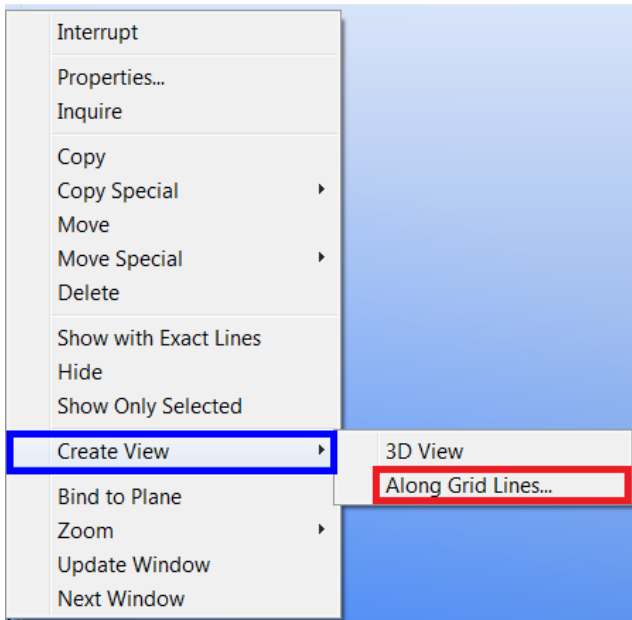
Tämän jälkeen luotu Grid -verkko näyttää tältä.



Kuva 8. Grid -verkosto

Tällä hetkellä ainoa näkymä, jossa toimitaan, on 3D-näkymä. Luodaan lisää näkymiä napauttamalla hiiren oikeanpuoleisella painikkeella Grid -verkkoa ja valitsemalla *Create Views* ja sieltä *Along Grid Lines*. Aukeavaan ikkunaan valitaan *Create* ja *OK*, jolloin ohjelma luo näkymän jokaiselle Grid -linjalle.





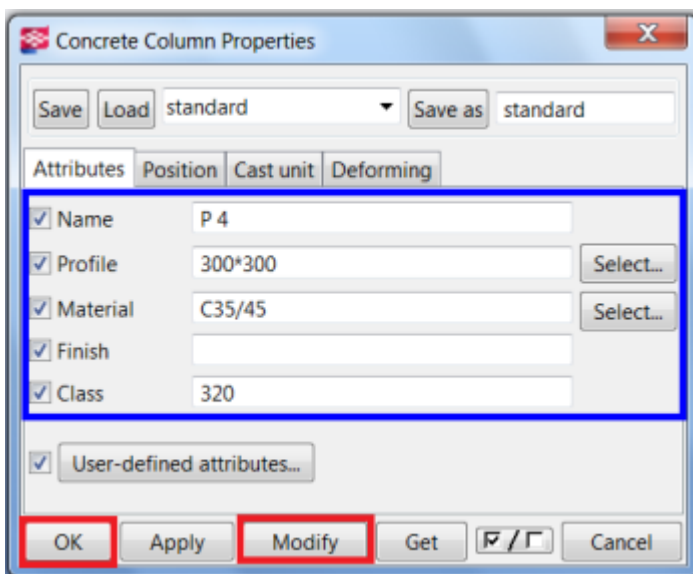
Kuva 9. Näkymien luonti valikko

Seuraavana aloitetaan paalujen mallinnus. Kaksoisnapautetaan valikkoa *Create Concrete Column*, jolloin päästään muokkaamaan luotavan paalun ominaisuuksia.



Kuva 10. *Create Concrete Column* –kuvake

Aukeavassa valikossa *Concrete Column Properties* muokataan paalun valinnat halutuiksi. Kun valinnat on tehty, painetaan *Modify* ja *OK*.

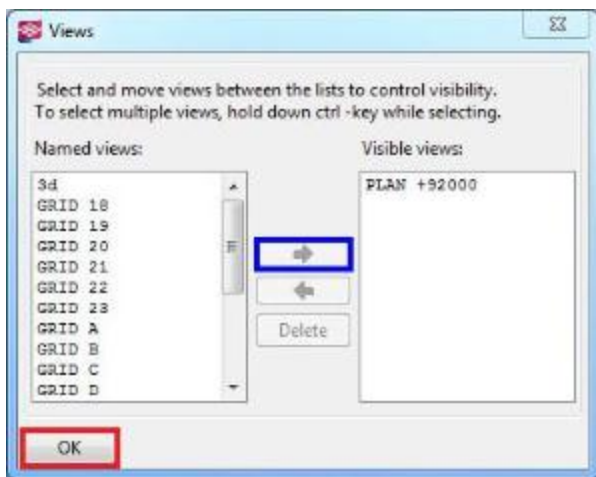


Kuva 11. P 4 *Attributes* –valikko

Tämän jälkeen valitaan piste, johon paalun halutaan mallintuvan. Valitaan työkaluriviltä kuvake *Create views* ja avautuvasta ikkunasta valitaan näkymä +92000, joka oikealle osoittavaa nuolta käyttäen siirretään *Visible views* -ikkunaan. Seuraavana painetaan *OK*, jolloin näytölle avautuu kuva tasolta +92000 johon mallinnus suoritetaan.



Kuva 12. *Create Views* -kuvake



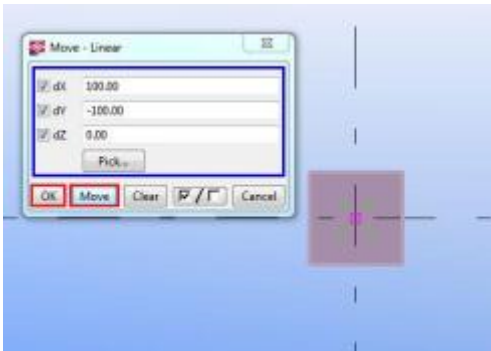
Kuva 13. *Views* -näkökuva

Klikataan linjojen F ja 23 leikkauspistettä hiirellä ja paalun mallinnuttua painetaan *ESC*-näppäintä, jotta komento katkeaa. Tämän jälkeen siirretään paalu halutulle paikalle. Valitaan paalu ja napautetaan sitä hiiren 2 -painikkeella, jolloin aukeaa valikko, josta valitaan *Move Special –Linear* -komento.



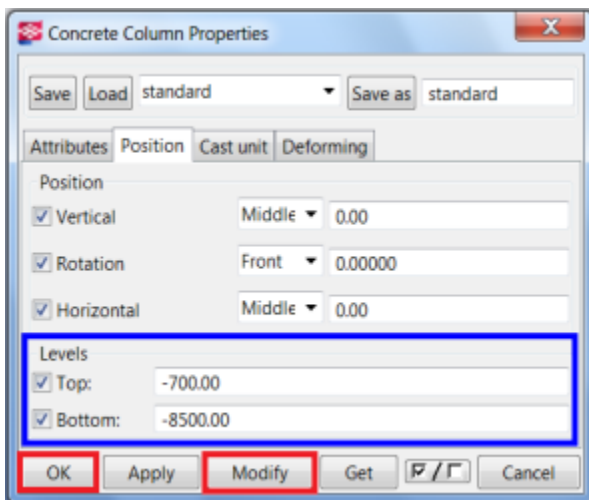
Kuva 14. *Move Special -Linear* -komento

Tällöin näytölle aukeaa ikkuna, jonne voidaan syöttää arvot, johon haluttu objekti halutaan siirtää. Kun arvot on syötetty, painetaan *Move* ja *OK*.



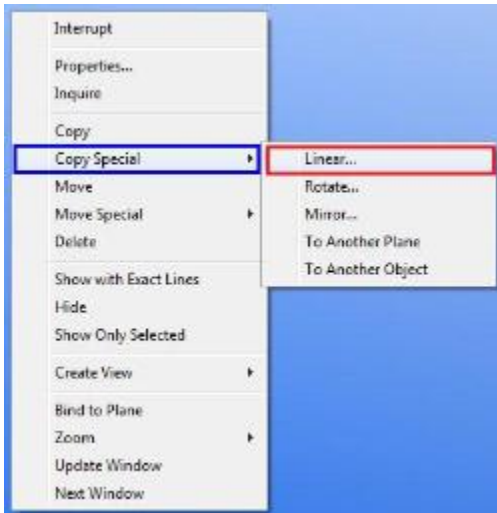
Kuva 15. *Move -Linear* -valikko

Kun kohde on oikealla paikalla, muokataan sen korkoasema oikeaksi. Tämä voidaan tehdä usealla eri tavalla. Esimerkiksi tekemällä oma Z -akseli eli korkotasot (*levels*) tai niin kuin tässä työssä, määrittämällä paikka antamalla sekä huippu- että pohjapisteelle omat arvonsa tasoon +92000 nähden. Kun valinnat on tehty, painetaan *Modify* ja *OK*.



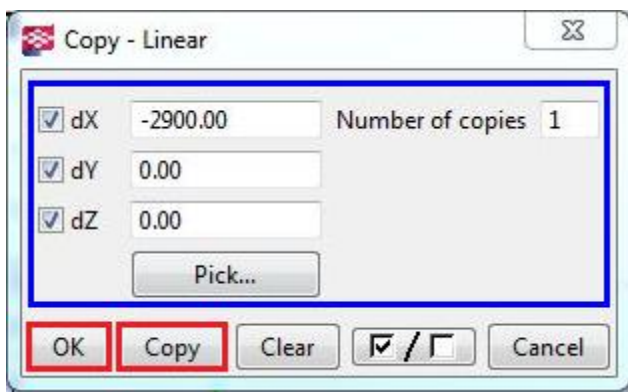
Kuva 16. P 4 *Position* -valikko

Tämän jälkeen aletaan mallintaa muita paaluja perustuskuvaan mukaisille paikoille. Ensimmäisenä mallinnetaan Linjalla 23 olevat paalut käyttäen *Copy Linear* -komentoa, joka löytyy samasta valikosta kuin *Move Special*, eli valitaan paalu ja painetaan hiiren oikean puoleisella painikkeella. aukeavasta valikosta valitaan *Copy Special* -> *Linear*.



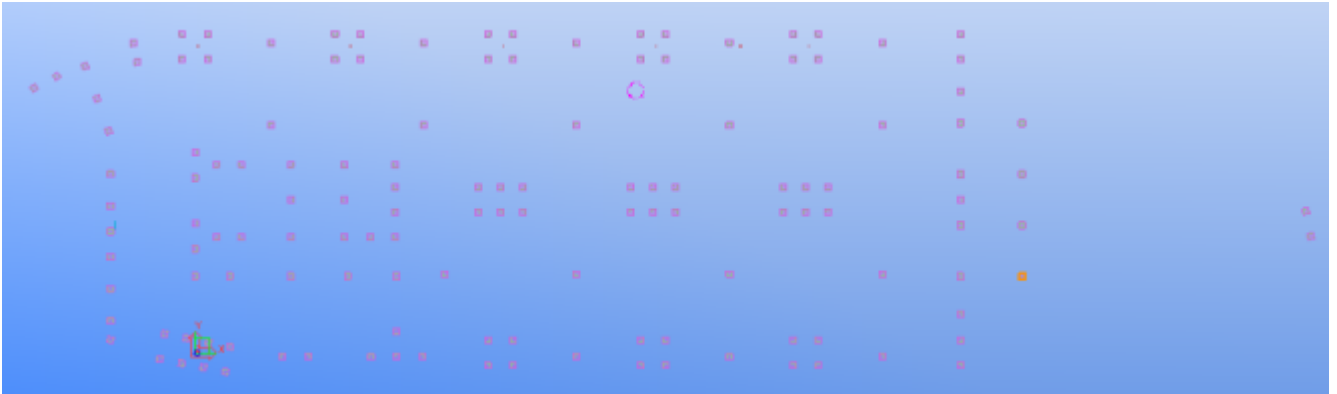
Kuva 17. *Copy Special –Linear* komento

Kyseinen komento kopioi haluttavat objektit X-, Y- ja Z-akselien suhteen täyttöruutuun ilmoitetun etäisyyden päähän. Kopioiden lukumäärä laitetaan *Number of copies* -ruutuun ja lopuksi painetaan *Copy* ja *OK*.



Kuva 18. *Copy-Linear* -valikko

Näitä toimintoja käyttäen mallinnetaan kaikki paalut niiden oikeille paikoilleen, huomioiden myös niiden muuttuvat korot. Oikealla sijaitsevat kulkusillan anturan paalut mallinnetaan paikoilleen DWG -kuvasta saatujen mittojen avulla *Copy*- ja *Move Special* -komentojen avulla. Pilarianturoihin tulevat paalut voidaan mallintaa joko tässä vaiheessa Grid -verkon suhteen, tai kuten myöhemmin on esitetty, suoraan anturaan. Kun kaikki paalut on mallinnettu, ne näyttävät tältä.



Kuva 19. Kaikki paalut

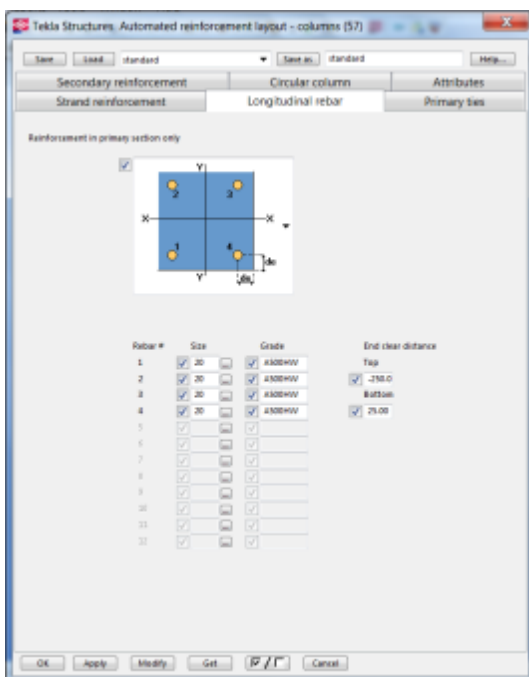
Paalujen raudoitukset mallinnetaan käyttäen pilarin raudoitusten mallinnustyökalua.



Columns - automated reinforcement layout (57)

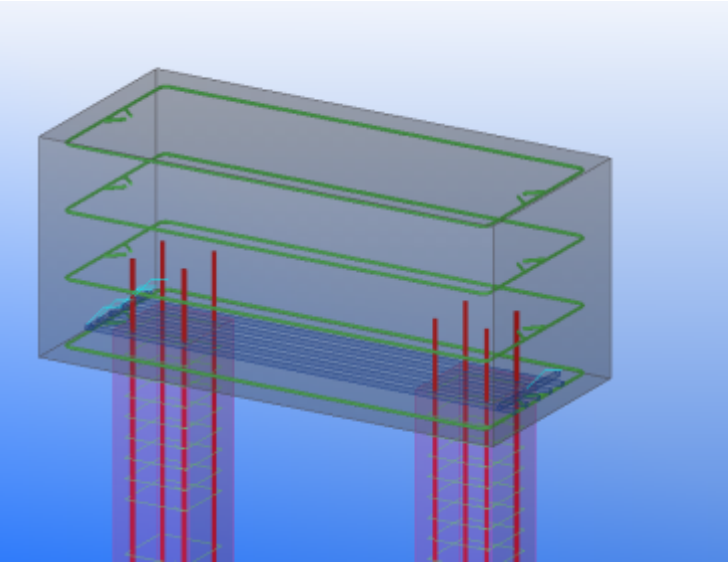
Kuva 20. Columns – automated reinforcement layout -työkalu

Kun yllä oleva kuvake on valittu, seurataan komentorivillä olevia ohjeita. Tässä tapauksessa pyydetään vain valitsemaan objekti, johon rauditus lisätään. Kun rauditus on lisätty, kaksoisnapautetaan sitä, jolloin päästään muokkaamaan raudoitusten asetuksia. Tämän voi toki tehdä jo ennen raudituksen mallintamista, suorittamalla kaksoisnapautus *Component Catalog:ssa*. Avautuvasta valikosta säädetään paalujen raudoitusten arvot halutuiksi.



Kuva 21. Paalun pitkittäisteräket

Kun kaikki arvot on saatu halutuiksi, painetaan *Modify* ja *Ok*.



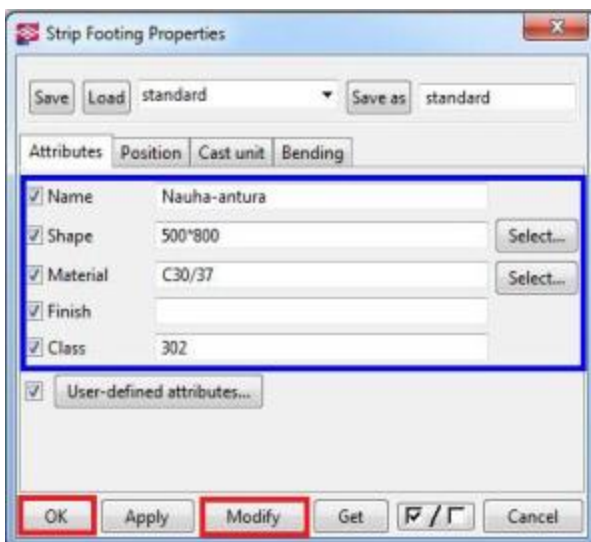
Kuva 22. Paalujen teräkset mallinnettuna

Seuraavana mallinnetaan nauha-anturat ulkoseinä linjoille. Valitaan työkalupalkista nauha-anturan kuvake ja kaksoisnapautetaan sitä, jolloin anturan ominaisuus valikko aukenee.



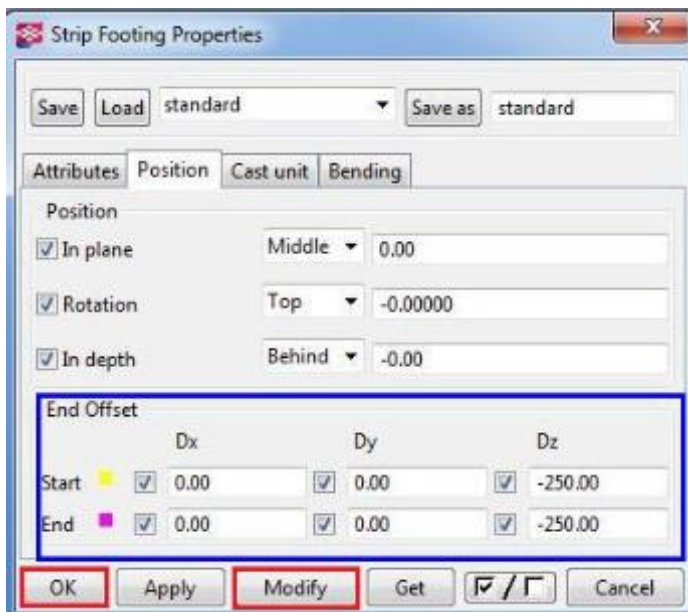
Kuva 23. *Create strip footing* -kuvake

Valikkoon täytetään anturan ominaisuudet. Kun halutut ominaisuudet on täytetty, painetaan *Modify* ja *OK*.



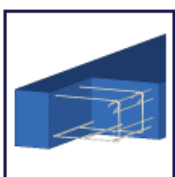
Kuva 24. Nauha-anturan *Attributes* -valikko

Seuraavaksi mallinnetaan antura oikeaan paikkaan, aloittamalla mallintaminen Grid -linjojen 23 ja F leikkauspisteestä. Valitaan leikkauspiste ja vedetään muodostuva viiva linjojen F ja 24 leikkauspisteeseen, josta jatketaan eteenpäin kunnes koko mallinnettava anturan osa on haluttuun pisteeseen asti valmis. Tämän jälkeen painetaan hiiren keskimmäistä näppäintä, jolloin antura mallintuu haluttuun paikkaan. Kun antura on saatu mallinnettua oikealle paikalleen, muutetaan sen korkotaso oikeaksi, muuttamalla kaksoisnapauttamalla syntyvän valikon *Position* -välilehdeltä *End offset*-kohtaan halutut arvot. Kun halutut ominaisuudet on täytetty, painetaan *Modify* ja *OK*.



Kuva 25. Nauha-anturan *Position* -valikko

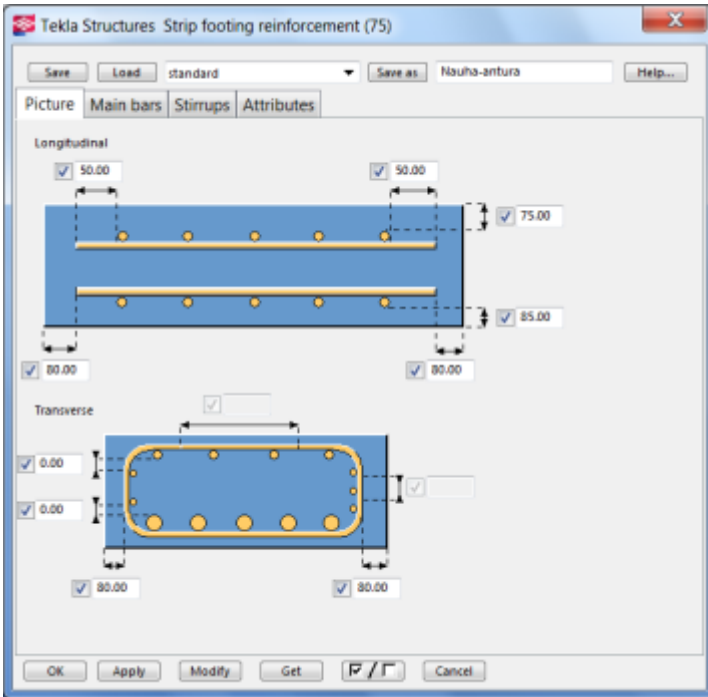
Tämän jälkeen mallinnetaan loput nauha-anturasta samalla tavalla, huomioiden muuttuvat korot. Nauha-anturoiden raudoitukset mallinnetaan *Strip footing reinforcement* -työkalulla.



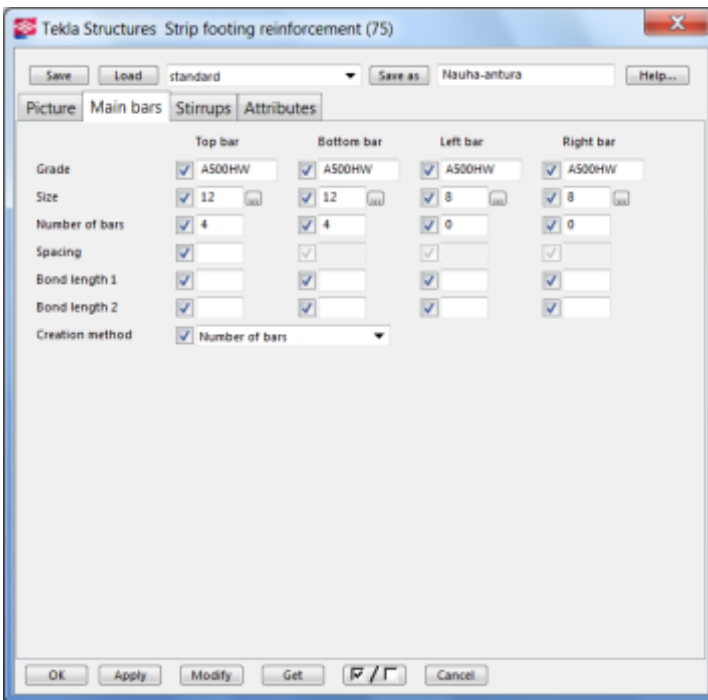
Strip footing reinforcement (75)

Kuva 26. *Strip footing reinforcement* -kuvake

Kun kuvake on valittu, komentorivillä pyydetään valitsemaan objekti, johon rauditus mallintuu. Tämän jälkeen kaksoisnapautetaan raudoitetta ja muokataan rauditus halutuksi.

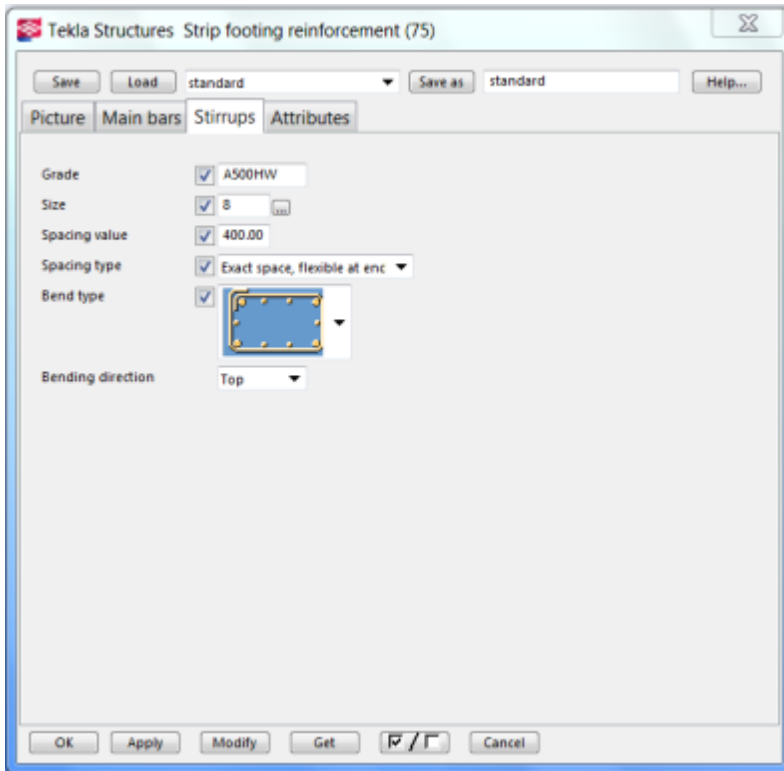


Kuva 27. Nauha-anturan raudoituksen *Picture* -välilehti

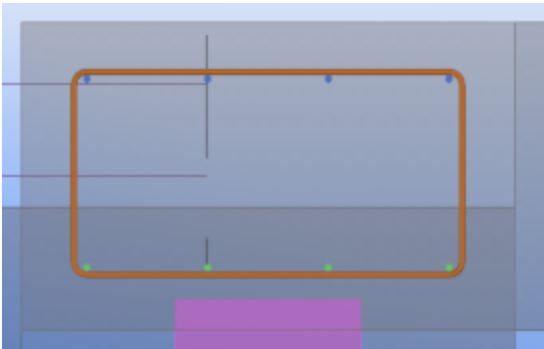


Kuva 28. Nauha-anturan raudoituksen pää teräkset





kuva 29. Nauha-anturan raudoituksen haka raudoitus



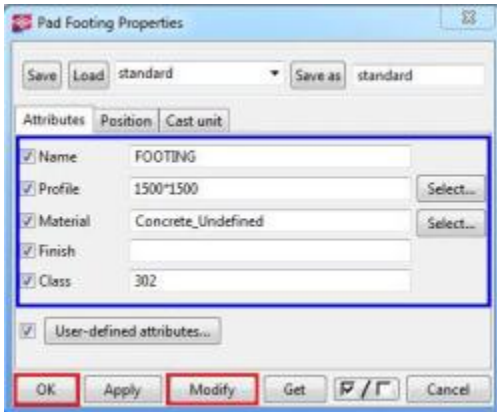
Kuva 30. Mallinnettu nauha-anturan raudoitus

Seuraavana mallinnetaan pilarianturat. Kaksoisnapautetaan pilarianturan kuvaketta eli *Create pad Footing*.



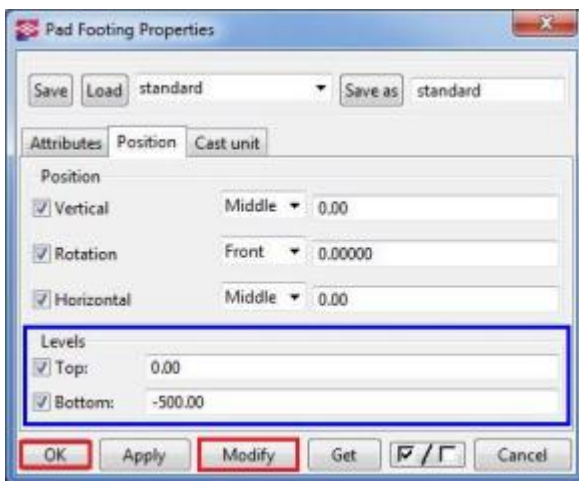
Kuva 31. *Create pad footing* -kuvake

Kaksoisnapauttamalla aukeaa ikkuna, jossa voidaan määrittää pilarianturalle sen ominaisuudet. Kun halutut ominaisuudet on täytetty, painetaan *Modify* ja *OK*.



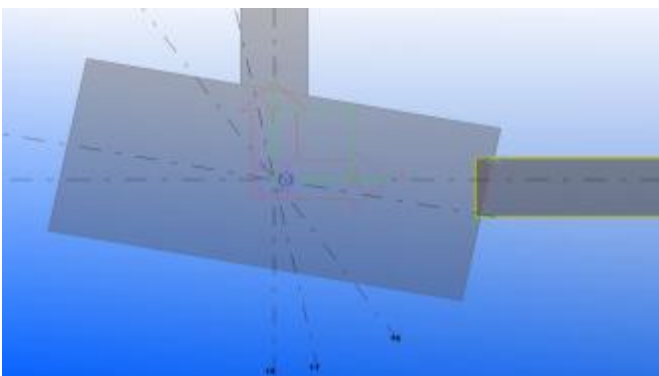
Kuva 32. Pilarianturan *Attributes* -valikko  
(muokkaamattomat lähtöarvot)

Seuraavana valitaan haluttu piste, jonne antura mallinnetaan. Kun antura on mallinnettu, valitaan se kaksoisnapauttamalla ja säädetään *Position* -valikosta anturan korkoasema oikeaksi. Kun halutut ominaisuudet on täytetty, painetaan *Modify* ja *OK*.



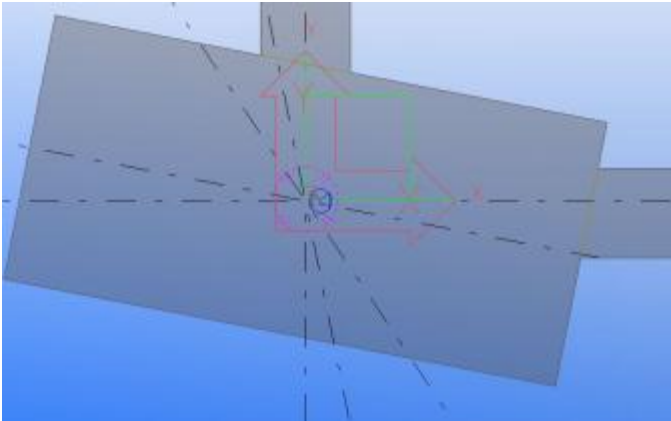
Kuva 33. Pilari anturan *Position* -valikko

Tämän jälkeen mallinnetaan loput pilarianturat paikoilleen, muokaten niiden mittoja, korkotasoja sekä sijoittumista Grid -verkon suhteen ja muokataan ne liittymään "siististi" nauha-anturoihin.



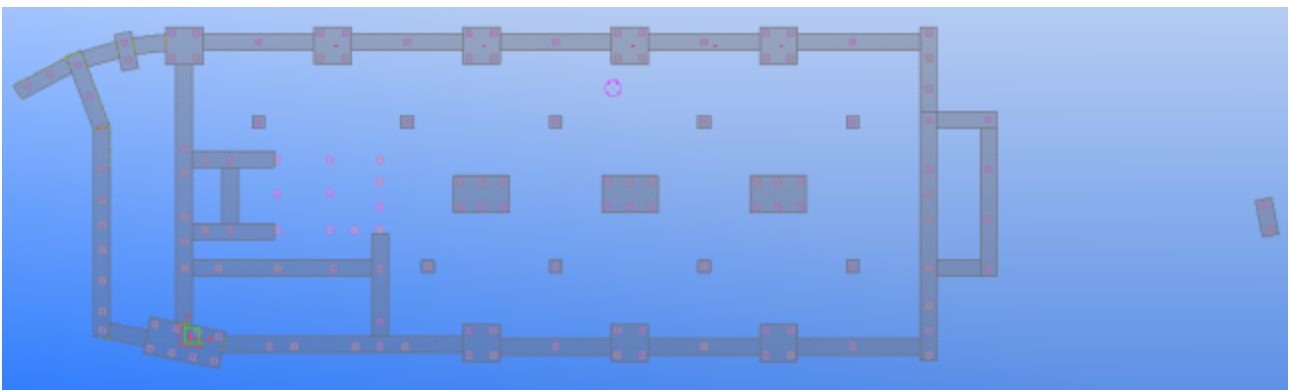
Kuva 34. Nauha-anturan liittyminen pilarianturaan

Yllä olevassa kuvassa nauha-anturaa muokataan käyttäen *Cut object with line* -komentoa. Kyseinen komento etenee: *select object* -> *Select first position line* -> *Select second position line* -> *select object to remove*. Eli valitaan objekti, jota muokataan sekä pisteet, joiden kautta muokauslinja kulkee, tässä tapauksessa anturoiden leikkauspisteet ja se osa objektista, joka poistetaan.



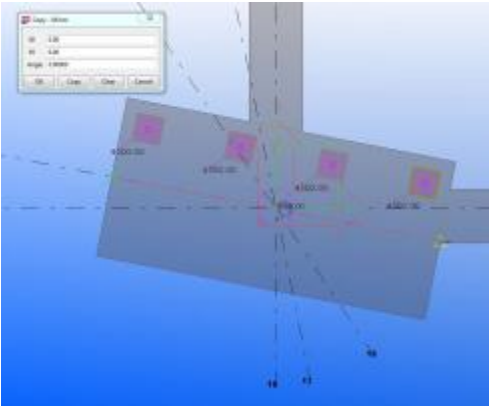
Kuva 35. Nauha-anturan siistitty liitos pilarianturaan

Lopputuloksena saadaan anturat liittymään siististi toisiinsa. Loppujen pilarianturoiden ollessa paikoillaan lopputulos on tämän näköinen.



Kuva 36. Kaikki anturat

Vaihtoehtoisesti paalut voidaan mallintaa vasta, kun pilarianturat ovat paikoillaan. Perustuskuvasta saatavasta DWG -kuvasta saadaan tarkat paikat mallinnettaville paaluille. Mallinnus tapahtuu, kuten aikaisemmin käyttäen *Move linear*- ja *Copy linear* -käskyjä. Esimerkkinä linjalla G oleva pilariantura, johon liittyy 8 paalua. Kuvassa anturaan on mallinnettu 4 paalua, jotka kopioidaan peilamalla anturan keskiliinjan kautta.



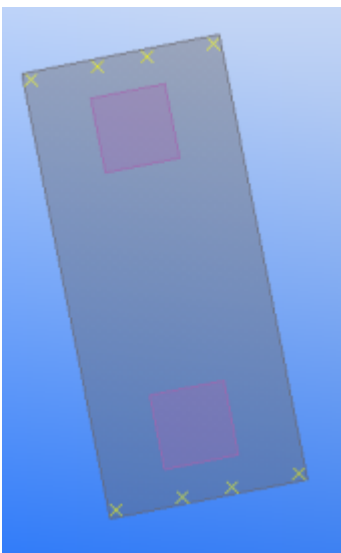
Kuva 37. Paalujen kopioiminen peilaamalla

Pilarianturoissa olevat teräkset mallinnetaan käyttäen *Create reinforcing bar Group* -työkalua. Tämä siksi, että lähtötiedoissa pilarianturoihin oli tarkoitettu tulevan hakaraidoitus ja se oli helpompi mallintaa kyseisellä työkalulla sen sijaan, että olisi muokattu pilarianturan raudoitus (*Pad footing reinforcement*) työkalua.



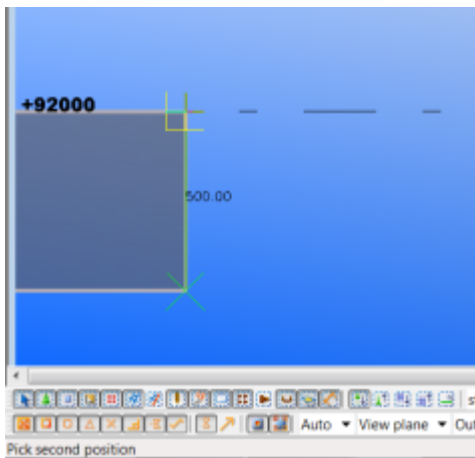
Kuva 38. Create reinforcing bar group -työkalu

Ensimmäisenä pyydetään jälleen näyttämään raudoitettava objekti. Seuraavana pyydetään näyttämään mallinnettavan raudoituksen muoto. Tämä voidaan suorittaa lisäämällä työtasolle pisteitä, joita pitkin haluttava raudoitus piirretään.



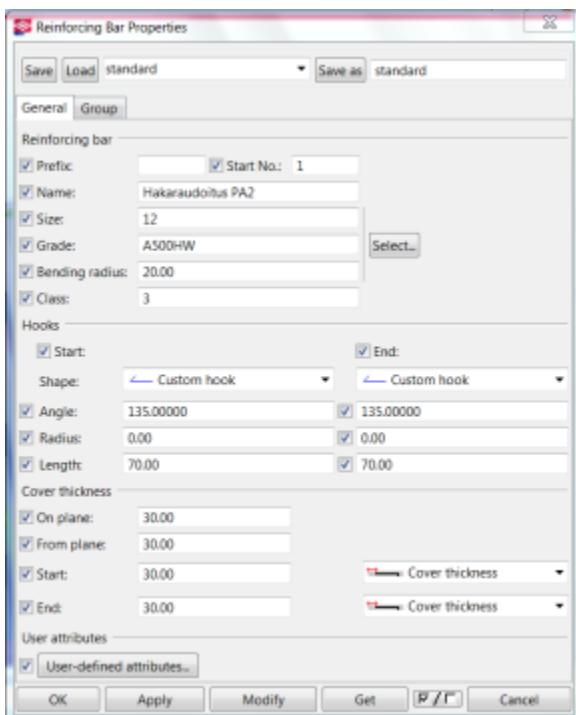
Kuva 39. Anturan raudoituksen mallinnuksessa käytettävät apupisteet

Kun haluttavan raudoituksen muoto on piirretty, painetaan hiiren keskipainiketta, jolloin piirto-ominaisuus päättyy. Seuraavana pyydetään määrittämään kaksi pistettä, joiden väliselle alueelle raudoitus mallinnetaan.

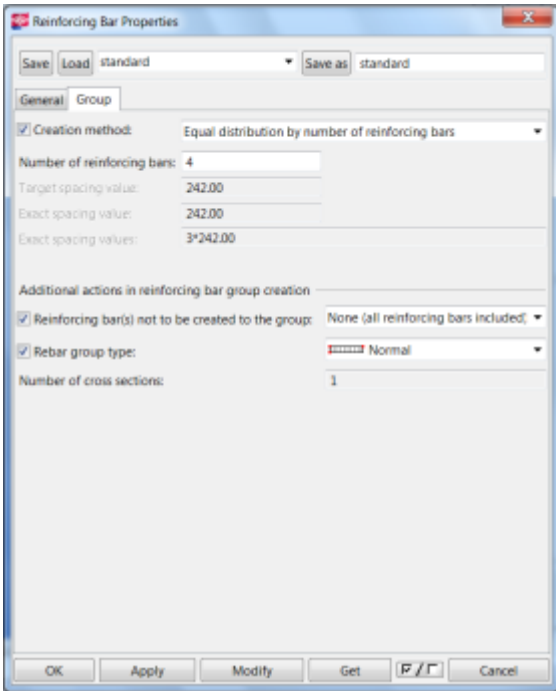


Kuva 40. Toisen pisteen määrittäminen

Kun molemmat pisteet on määritetty, halutunlaiset raudoitukset mallintuvat. Kaksoisnapauttamalla raudoituksia, avautuu valikko, jossa voi muokata sekä raudoituksia yleensä, että koko raudoitusryhmää.

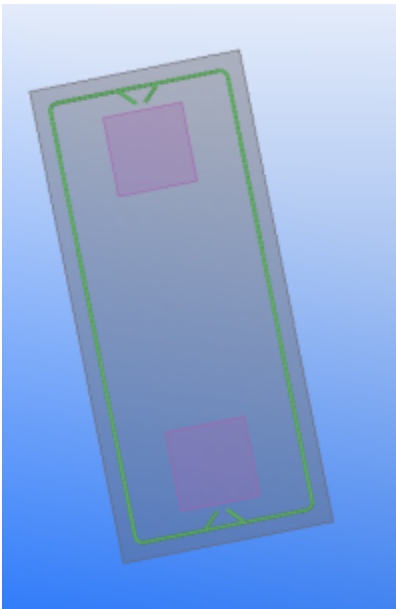


Kuva 41. Pilarianturan PA 2 raudoitusten *General* -valikko

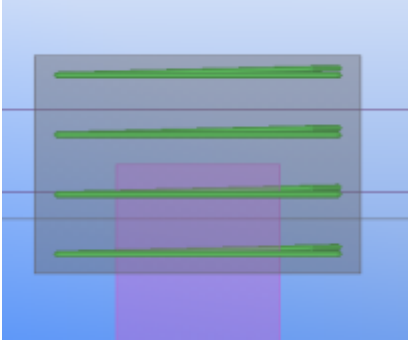


Kuva 42. Pilarianturan PA 2 raudoitusten  
*Group* -valikko

Kun halutut muutokset on tehty, painetaan *Modify* ja *Ok*. Kun raudoitteet on saatu mallinnettua, ne peilataan anturan keskilinjan kautta, jolloin anturan hakeraudoitus on valmis.



Kuva 43. Valmis haka raudoite  
ylhäältäpäin



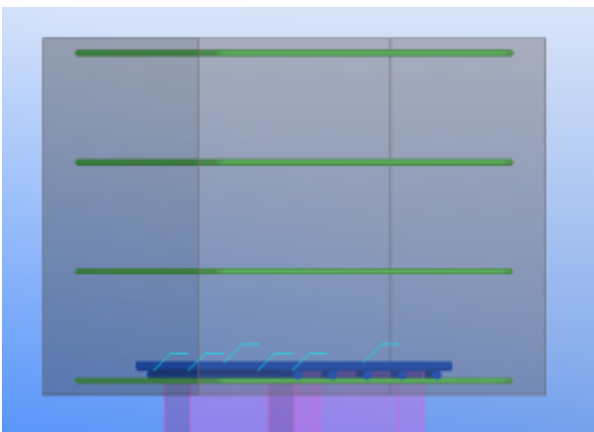
Kuva 44. Valmis haka raudoite sivultapäin

Seuraavana lisätään raudoite R2, joka löytyy suoraan *Component Catalog:sta* nimellä CIP\_FO\_015.



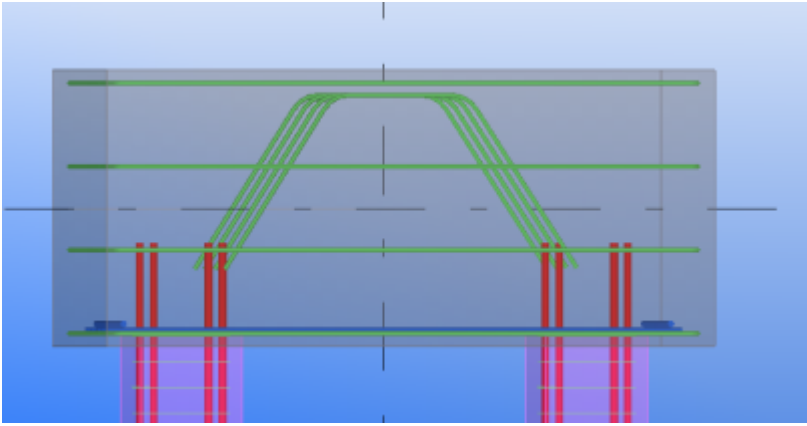
Kuva 45. Raudoite CIP\_FO\_015

Raudoite mallinnetaan työtasolle haluttuun pisteeseen, sekä siirretään esimerkiksi *Move Special -> Linear* komennolla oikeaan tasoon.



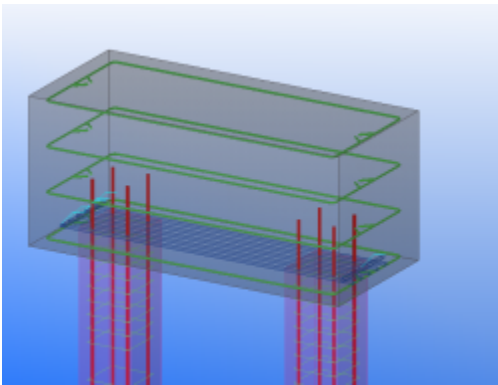
Kuva 46. Raudoite R2 oikeassa korkoasemassa

Seuraavana mallinnetaan pilarin kohdalle tuleva lisäraudoitus *Create reinforcing bar Group* - työkalua käyttäen. Mallinnus suoritetaan kuten hakaraudoitusten mallinnus, käyttäen apupisteitä halutun muodon aikaansaamiseksi. Valmis lisäraudoitus näyttää tältä.



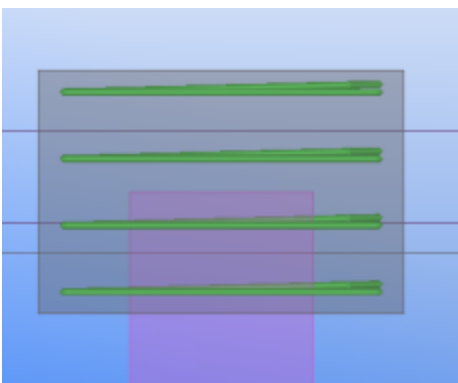
Kuva 47. Valmis lisäraudoitus pilarin kohdalle

Kun lisäraudoitus pilarin kohdalle on mallinnettu, Pilarianturan PA2 raudoitus on valmis.



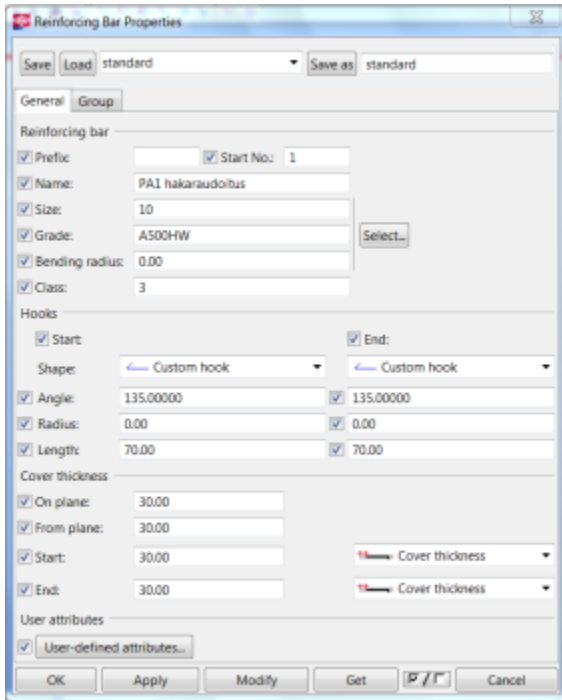
Kuva 48. PA2:n valmiit raudoitukset

Pilarianturan PA 1 raudoitus poikkeaa PA 2:n raudoituksesta siten, että siinä on pelkät hakaraudoitukset, ei ollenkaan R2 raudoitusta.

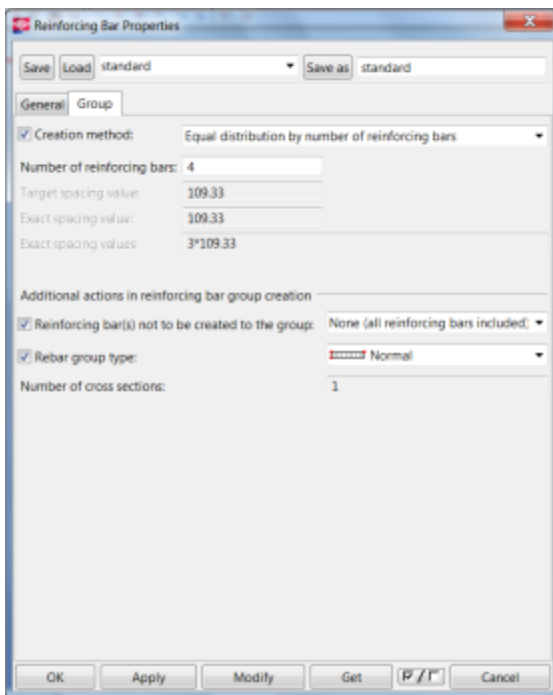


Kuva 49. PA 1:n valmiit raudoitukset



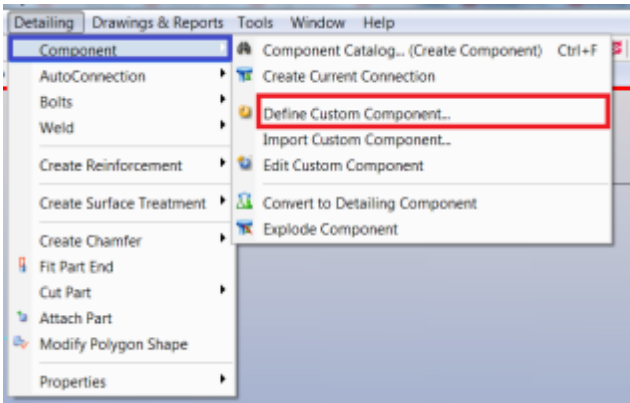


Kuva 50. PA 1:n *General* -valikko



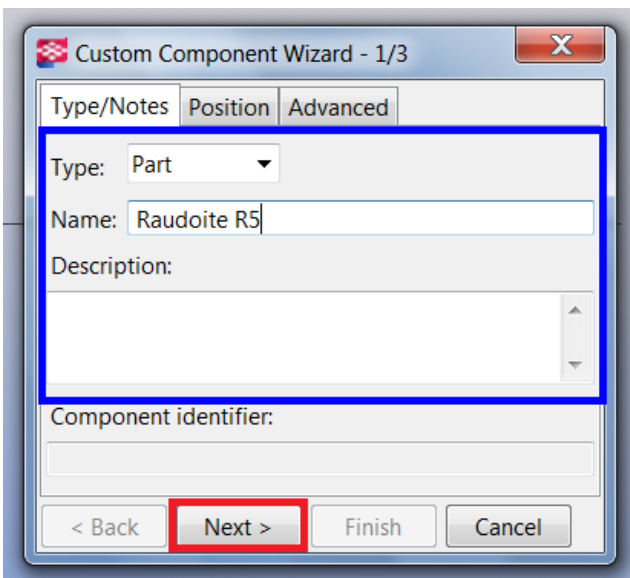
Kuva 51. PA 1:n *Group* -valikko

PA 6 anturaan tulee RA5 rauditus, joka täytyy muokata RA 2 raudoituksesta *Define Custom Component* komennon avulla.



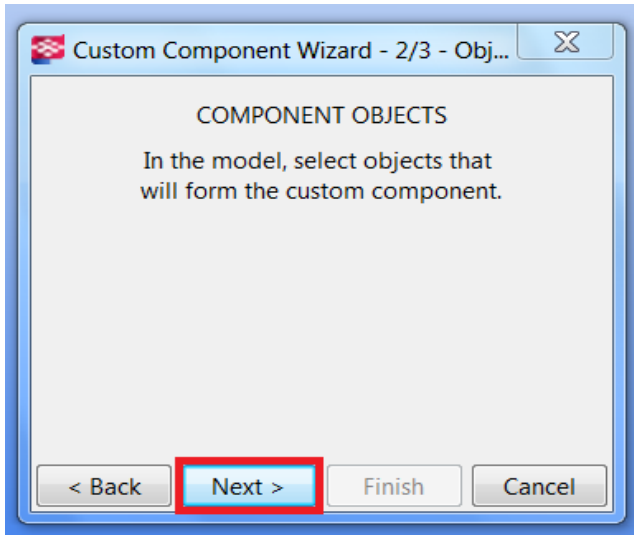
Kuva 52. *Define Custom Component* -valikko

Kun hiirellä napautetaan yllä olevasta kohdasta, avautuu seuraava ikkuna, jossa määritetään komponentin tyyppi ja nimi. Kun nämä valinnat on tehty, painetaan *Next >*.



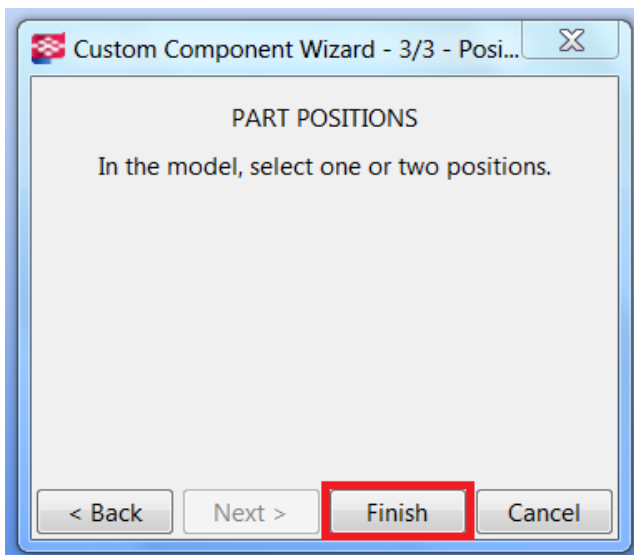
Kuva 53. *Custom Component Wizard 1/3* -valikko

Seuraavana aukeaa valikko, jossa pyydetään valitsemaan mallista se objekti, josta *Custom Component* luodaan. Kun objekti on valittu, painetaan jälleen *Next >*.



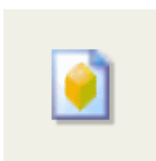
Kuva 54. Custom Component Wizard 2/3 -valikko

Tämän jälkeen pyydetään valitsemaan yksi tai kaksi pistettä objektista, joiden perusteella osan sijainti työtasolla määritellään.



Kuva 55. Custom Component Wizard 3/3 -valikko

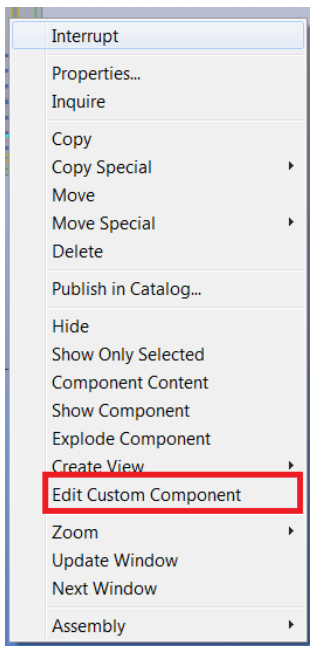
Tämän jälkeen luotu Custom Component lisätään Custom Component Catalog: iin.



Raudoitus R5

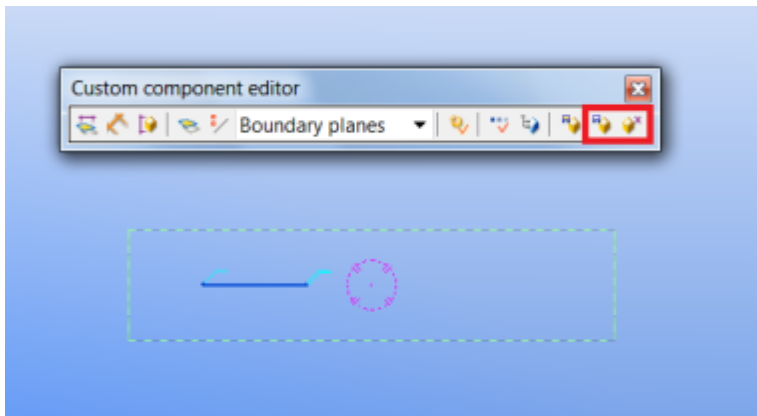
Kuva 56. Raudoitus R 5 kuvake

Valitaan Rauditus R 5 ja mallinnetaan se työtasolle. Valitaan objekti hiiren 1 – painikkeella ja sen jälkeen napautetaan sitä hiiren 2-painikkeella, jolloin aukeavasta valikosta valitaan *Edit Custom Component*.



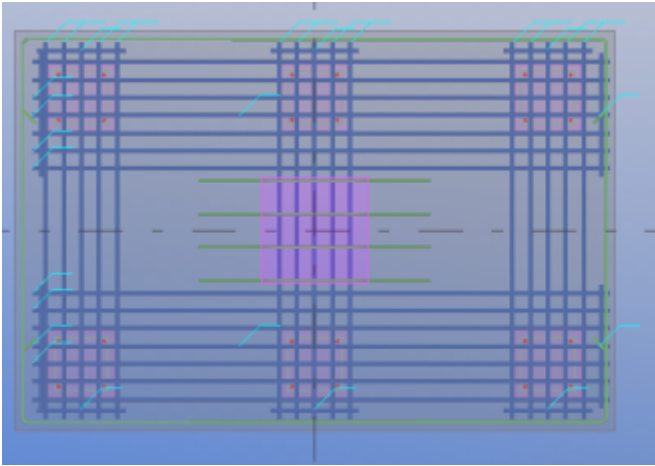
Kuva 57. *Edit Custom Component* -valikko

Tällöin aukeaa ikkuna *Custom Component Editor*, jossa päästään muokkaamaan objektin tietoja ja geometriaa.



Kuva 58. *Custom Component Editor* -valikko

Kun objekti on muokattu halutuksi, tallennetaan se ja valitaan *Close*. PA 6 anturan valmis rauditus näyttää tältä.



Kuva 59. PA 6:n raudoitus

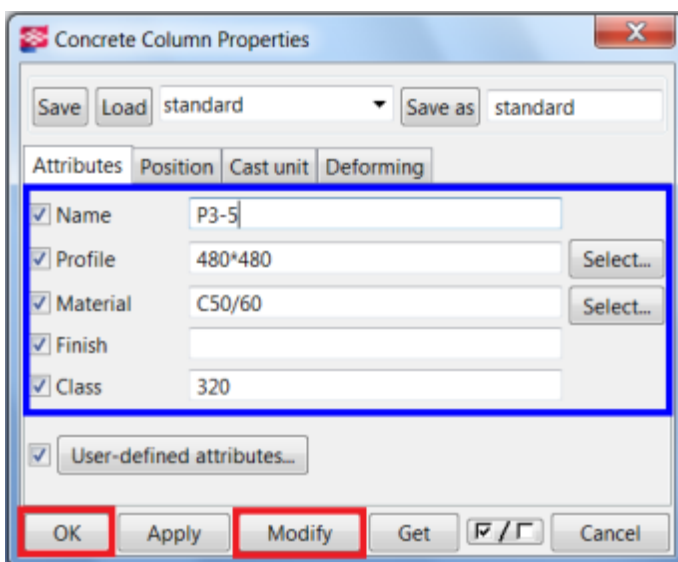
Muiden anturoiden (PA 8 ja PA 4) raudoitukset eroavat hieman PA 6:sta, mutta niiden mallintaminen tapahtuu samojen periaatteiden mukaisesti.

Tämän jälkeen kun kaikki paalut ja anturat on mallinnettu, mallinnetaan seuraavana pilarit. Valitaan työkaluriviltä *Create concrete column* -kuvake kaksoisnapautuksella.



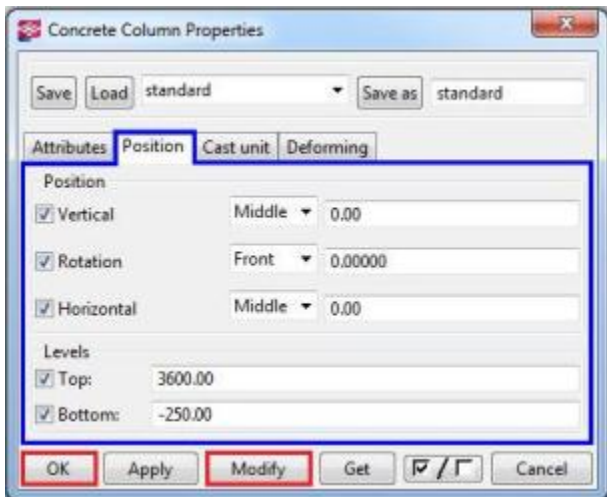
Kuva 60. Create concrete column -kuvake

Kun näytölle aukeaa *Concrete column properties* -valikko täytetään siihen halutut ominaisuudet, mallinnetaan ensimmäisenä keskipilarit, jotka ovat kellari tasolla 480mm x 480mm.



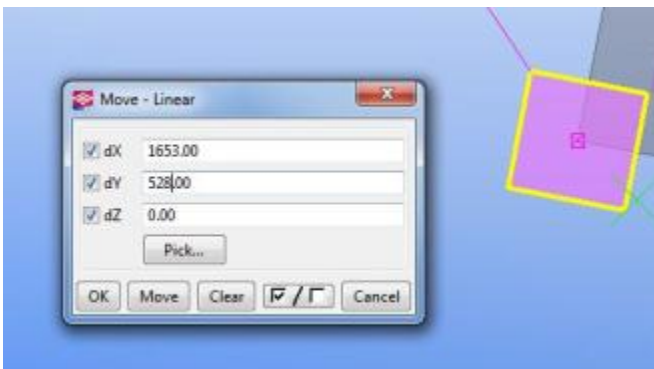
Kuva 61. Keskipilarin P3 -5 attributes -valikko

Tämän jälkeen valitaan Position välilehti, jonne täytetään DWG -kuvista saadut korkoasemat, seuraavana valitaan *modify* ja *close*.



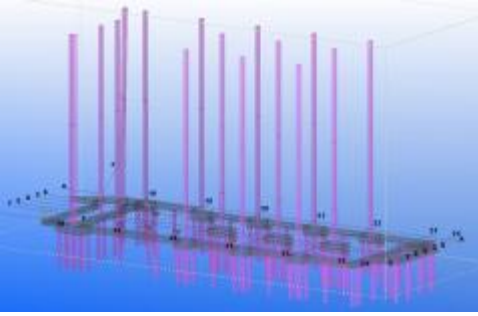
Kuva 62. Pilarin P3 -5, Position valikko

Keskipilarit mallinnetaan D-linjalla olevien anturoiden päälle. Seuraavana mallinnetaan reunalinjoille tulevat suorat reunapilarit, jotka ovat 380mm x 380mm. Näiden pilareiden jälkeen mallinnetaan linjoilla 17 ja 18 olevat vinossa olevat pilarit. Niiden kaltevuuskulmat saadaan selvitettyä DWG -kuvista. Esimerkiksi kuvassa oleva linjalla 18 sijaitseva pilari on käännetty paikallaan *Rotate* -komennolla oikeaan kulmaan, jonka jälkeen se siirretään *Move linear*-komennolla oikealle paikalleen.



Kuva 63. P3-15 pilarin siirtäminen oikealle paikalleen

Kun 0-kerroksen kaikki pilarit on saatu mallinnettua, mallinnetaan seuraavaksi 1 kerroksesta alkavat pilarit. Kun nämä pilarit ovat valmiit, jatketaan mallintamista niiden yläpuolella sijaitsevilla pilareilla. 3D-näkymästä katsottuna pilarit näyttävät tältä.



Kuva 64. Pilarinäkymä yläviistosta

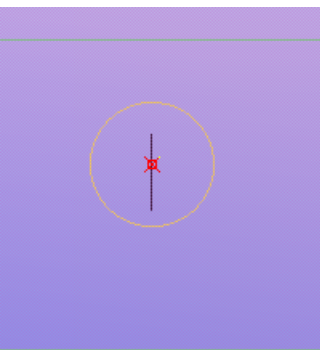
Pilarin teräksille on olemassa valmiita raudoitustökaluja mm. Columns – automated reinforcement layout -työkalu, jolla pilariin saadaan mallinnettua pääteräkset sekä haat. Tässä työssä mallinnan kuitenkin pilarin teräkset käyttäen *Create reinforcing bar-* ja *Create reinforcing bar Group* – työkalua, koska pääteräkset eivät ole yhtenäisiä koko matkalla, vaan ne ovat kaksiosaisia ja erivahvuisia sekä hakojen jaottelut vaihtelevat suuresti ja automaattisessa pilarin raudoitustökalussa on mahdollista mallintaa hakoja vain 5 eri ryhmään.



Columns - automated reinforcement layout (57)

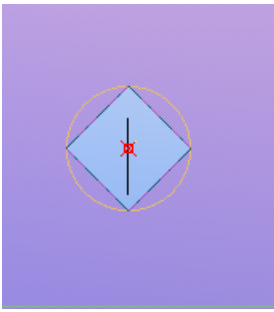
Kuva 65. Columns – automated reinforcement layout -työkalu

Mallinnan esimerkkinä reunapilarin P1 -1 raudoitukset yms. Ensimmäisenä mallinnan pilariin tulevat nostoreiät. Pyöreänreiän mallinnus tapahtuu lisäämällä pilariin piste halutulle kohdalle, johon piirretään 80 mm halkaisijaltaan oleva rakenneympyrä.



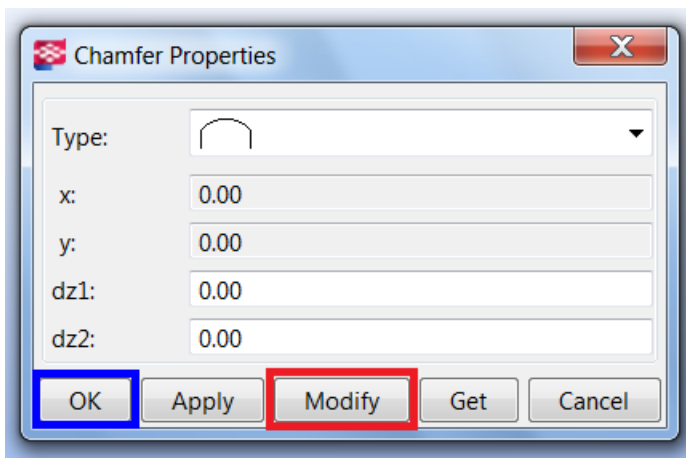
Kuva 66. Rakenneympyrä

Seuraavana valitaan *Cut part with polygon* – komento ja piirretään leikattava alue kulkemaan ympyrän neljännesspisteiden kautta.



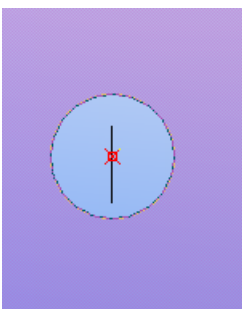
Kuva 67. Neljännen pisteiden kautta leikattu alue

Seuraavana aktivoidaan leikkauksen nurkkapisteet, jolloin aukeaa *Chamfer Properties* -valikko, josta valitaan tyypiksi pyöreä ja painetaan *Modify* ja *Ok*.



Kuva 68. *Chamfer Properties* -valikko

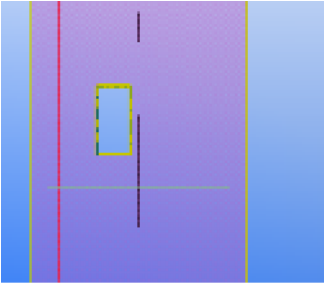
Kun tämä on tehty molempien puolien nurkkapisteille, lopputulos näyttää tältä.



Kuva 69. 80 mm pyöreä nostoreikä

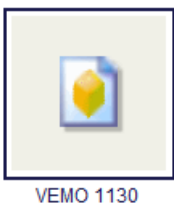
Pilariin tulee lisäksi muutama neliskulmainen nostoreikä 60 mm x120 mm, jotka mallinnetaan samalla periaatteella käyttäen *Cut part with polygon* -komentoa.





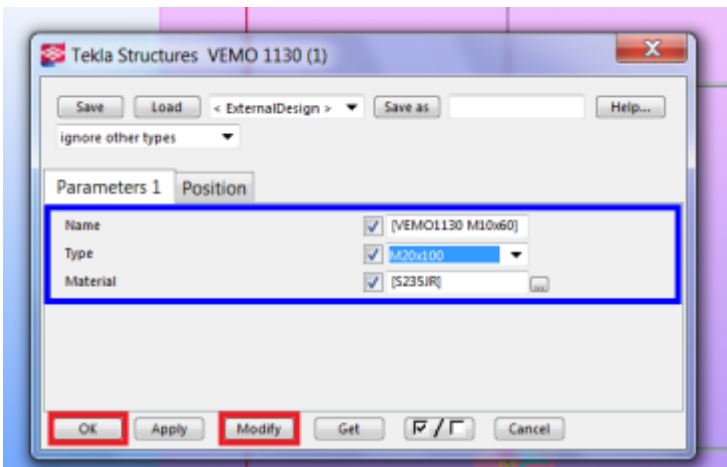
Kuva 70. Neliskulmainen nostoreikä

Seuraavana lisätään pilariin vemot. Ne kävin lataamassa Internetistä Semtun sivuilta, josta ne ladataan Import – komennolla *Component Catalog:iin*. Internetistä löytyvien komponenttien lataamiseen löytyvät valmistajakohtaiset ohjeet muista liitteistä.



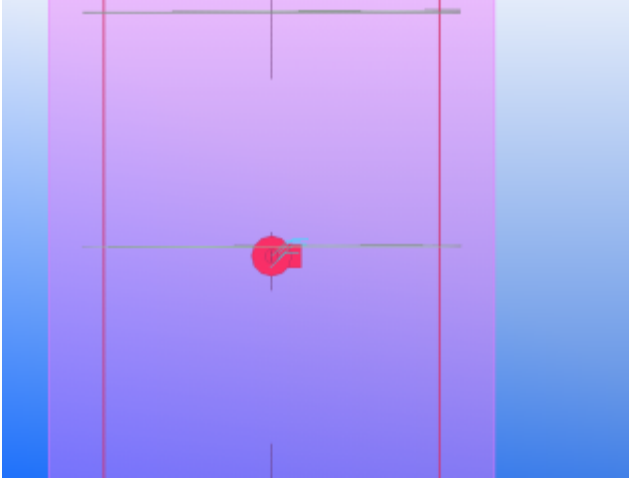
Kuva 71. Vemon -kuvake

Kun haluttu vemo on valittu, se lisätään pilariin. kaksoisnapauttamalla sitä, päästään muokkaamaan ominaisuuksia. Kun muutokset on tehty, painetaan *Modify* ja *Ok*.



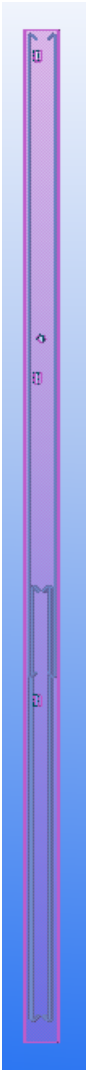
Kuva 72. Vemon asetukset

Valmis Vemo näyttää tältä.

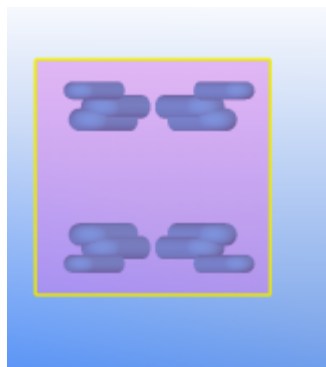


Kuva 73. Valmis Vemo edestäpäin

Pilarin pääraudoitukset mallinnan, kuten alussa mainittiin käyttäen *Create reinforcing bar*-komentoa. Raudoitukset koostuvat sekä 32 mm että 25 mm tangoista. Raudoitusten mitat sekä sijainti määritetään lähtöarvojen kaltaisiksi, lopputuloksen o llessa tämännäköinen.

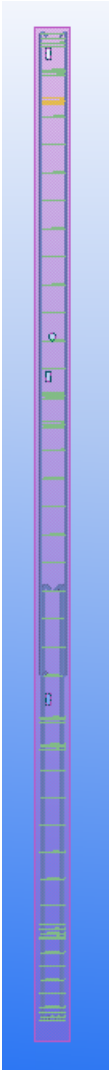


Kuva 74. Pääraudat sivulta



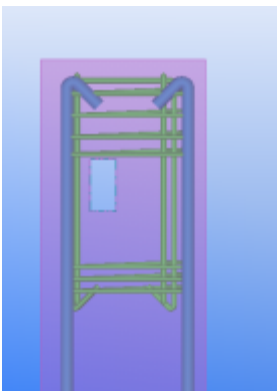
Kuva 75. Pääraudat leikkaus

Hakaraudoitukset mallinnetaan *Create reinforcing bar Group* -työkalulla, johtuen niiden suurista vaihteluista. Kun kaikki eri haat on mallinnettu, lopputulos näyttää tälle.



Kuva 76. Haat mallinnettu

Seuraavana mallinnetaan pilarin yläpäähän tulevat lisähaat.



Kuva 77. Pilarin yläpäähän  
lisähaat

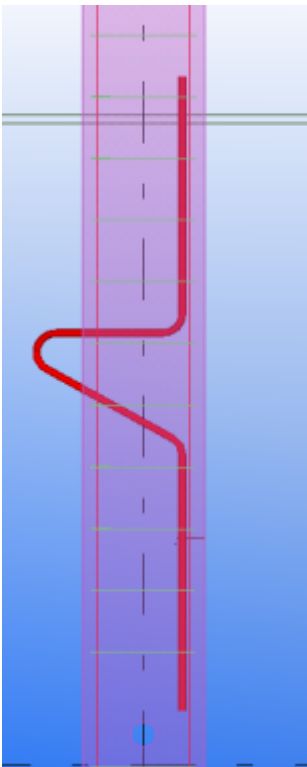
Nostolenkkejä löytyy *Component Catalog:sta* runsas valikoima, valitaan EB\_LW-2\_BB30 ja lisätään se yksittäisenä komponenttina. Nostolenkit voi lisätä myös käyttäen *Lifting Anchor(80)*- työkalua.



EB\_LW-2\_BB30

Kuva 78. EB\_LW-2\_BB30- kuvake

Asetetaan nostolenkit pilariin ja siirretään ne paikoilleen haluttuihin kohtiin.



Kuva 79. Nostolenkki paikoillaan

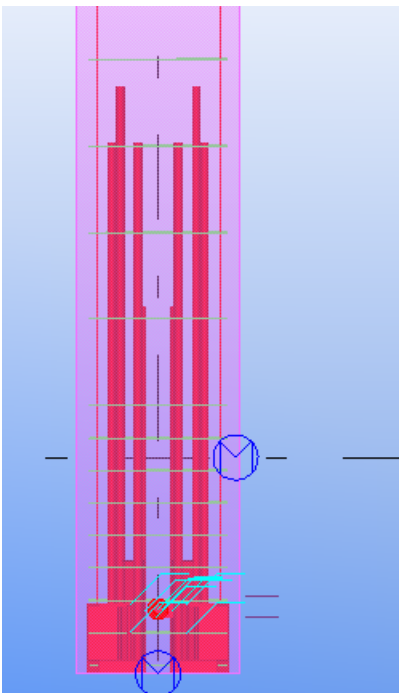
Nostolenkkien jälkeen mallinnetaan pilarin ja anturan väliin tuleva liitos. Se voidaan mallintaa kahdella eri tavalla. Ensimmäinen tapa on käyttää liitostyökalua, joka on välttämätön, mikäli mallia aiotaan käyttää laskentaohjelmissa ja toinen tapa on mallintaa osat suoraan erillisinä komponentteina. Mikäli osat mallinnetaan erillisinä komponentteina, tapahtuu se valitsemalla ne *Component Catalog:sta* yksitellen ja seuraamalla komentorivin ohjeita. Esimerkiksi pilarikenkien asennus tapahtuu valitsemalla haluttu kenkätyyppi APK\_30.



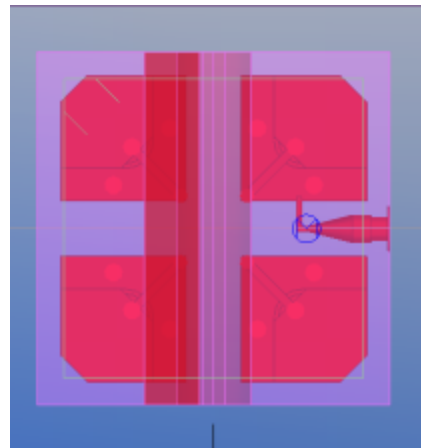
EB\_APK30

Kuva 80. Pilarikengä EB\_APK30.

Ja valitsemalla haluttu piste, johon se mallinetaan. Kun yksi kenkä on mallinnettu paikoilleen, loput saadaan helposti valitsemalla *Copy Special* -> *Mirror* komennolla.



Kuva 81. Pilarikengät sivultapäin



Kuva 82. Pilarikengät ylhäältäpäin

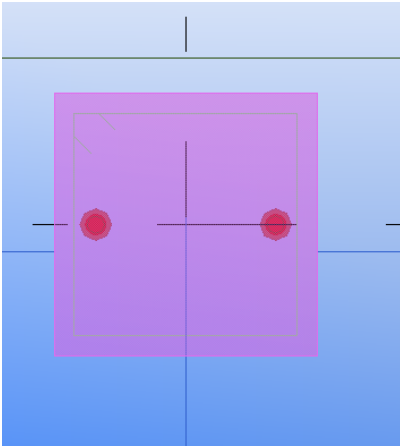
Samalla tavalla mallinnettaessa erillisinä komponentteina pilarin yläpäähän tulevat liitospultit mallinetaan valitsemalla *EB\_AHP30* pultin kuvake. Tässä yhteydessä mainitut pilarikengät ja kiinnityspultit on ladattu Internetistä Anstar:n sivuilta.



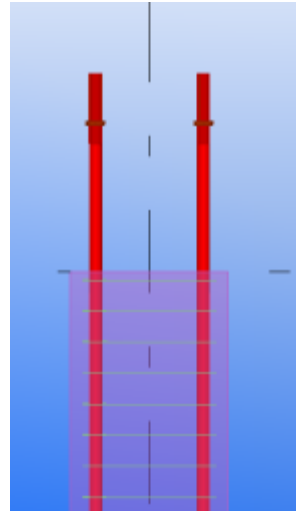
EB\_AHP30

Kuva 83. AHP30 ankkuripultti

Kun kuvake on valittu, pyydetään valitsemaan kohta, johon objekti lisätään.

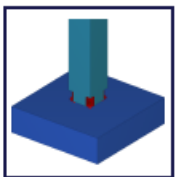


Kuva 84. Kiinnityspultit päältäpäin



Kuva 85. Kiinnityspultit sivultapäin

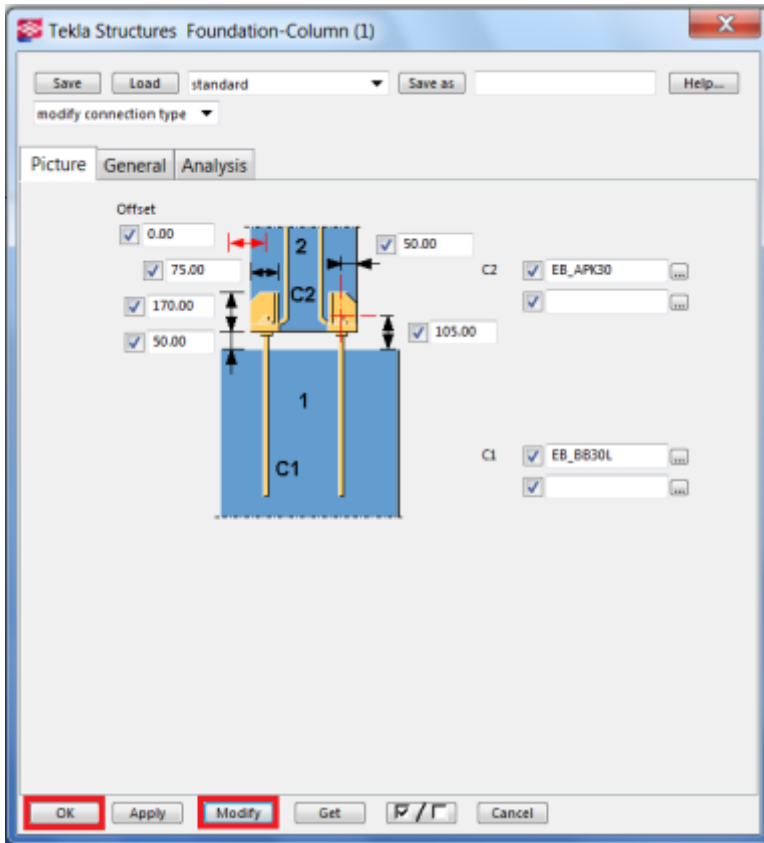
Toinen ja suositeltavampi tapa on mallintaa kyseiset objektit liitos työkalua käyttäen, samoin kuin piilokonsolit, joihin palkit kiinnittyvät. Pilarin ja anturan väliselle liitokselle löytyy *Component Catalog:sta* Liitokset FIN -> Runkoelementtien liitokset -> Pilarien liitokset perustuksiin kohdasta kaksi eri liitos vaihtoehtoa, joista valitaan *Foundation – Column*.



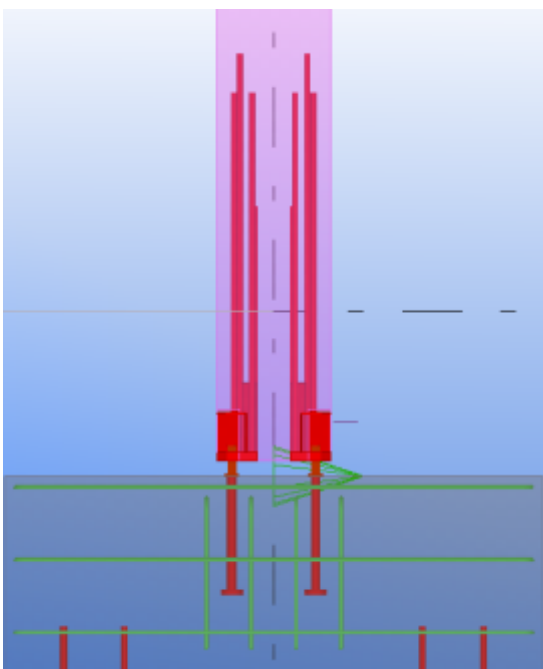
Foundation-Column  
n

Kuva 86. *Foundation – Column* liitoksen kuvake

Kun Liitos on valittu, ohjelma pyytää näyttämään *Main part* -pääosan, joksi valitaan antura sekä seuraavaksi *secondary part* – toissijaisen osan, joka on pilari. Kun nämä valinnat on tehty, ohjelma mallintaa liitoksen kyseisten osien välille. Kaksoisnapauttamalla liitosta, pääsee sen asetuksia muuttamaan. Asetuksissa ovat muutettavissa pilarikengän tyyppi, sen etäisyydet pilarin reunoista, sekä anturan ja pilarin väliin jäävän raon suuruus kuin myös anturassa olevien kiinnityspulttien tyyppi. Muutosten jälkeen painetaan *Modify* ja *Ok*.



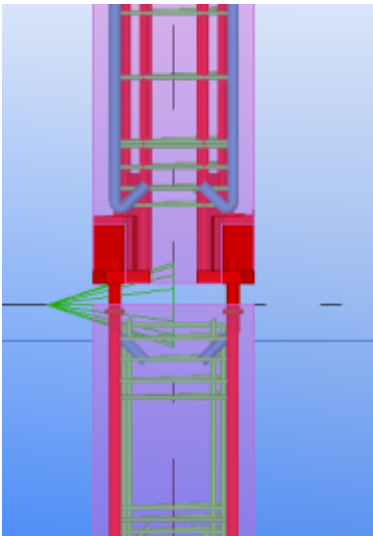
Kuva 87. Foundation – Column -liitoksen asetukset



Kuva 88. Foundation – Column liitos sivultapäin

Samalla liitostyökalulla mallinnetaan pilareiden välinen liitos, koska ainakaan käytössäni olleeseen versioon ei kuulunut pilari – pilari liitostyökalua. Liitoksen mallintaminen tapahtuu samalla periaatteella ja vaiheilla kuin pilarin ja anturan väliin tulevan liitoksen mallintaminen. Näin ollen sekä

alemman pilarin yläpäähän tulevat ankkuripultit, että ylemmän pilarin pilarikengät mallintuvat paikoilleen.



Kuva 89. Pilareiden välinen liitos

Myöhemmässä vaiheessa kun palkit on mallinnettu, mallinnetaan piilokonsolit käyttäen Pilari – palkki liitosta *PC\_CO\_BE\_GR\_04*.

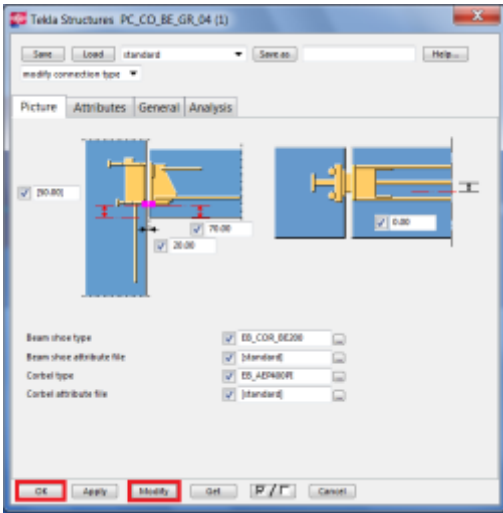


PC\_CO\_BE\_GR...

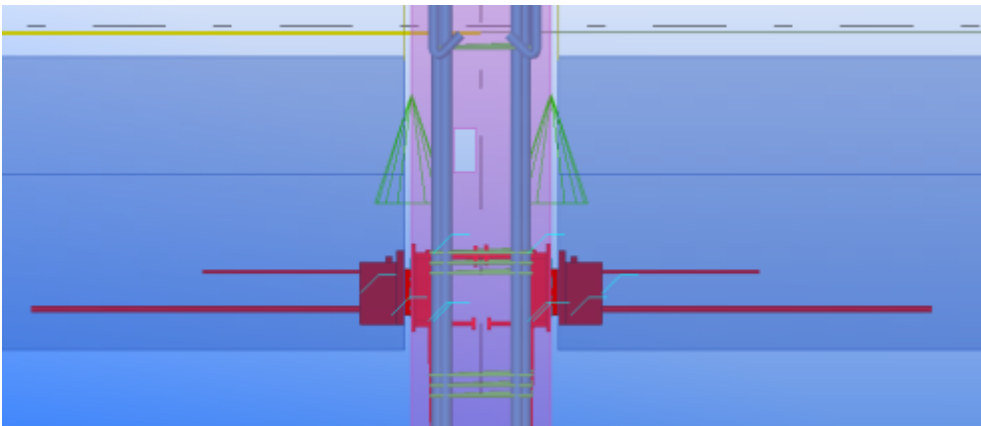
Kuva 90. *PC\_CO\_BE\_GR\_04* -kuvake

Kun kuvake on valittu, ohjelma pyytää valitsemaan *Main part* – pääosan, joksi valitaan pilari sekä seuraavaksi *secondary part* – toissijaisen osan, joka on palkki. tämän jälkeen muodostuvan liitoksen ominaisuuksia päästään muokkaamaan kaksoisnapauttamalla liitosta mm. piilokonsolin ja palkkikengän tyyppejä sekä pilarin ja palkin jäävän raon suhteen. Muutokset toteutetaan valitsamalla *Modify* ja *Ok*.





Kuva 91. Pilari – palkki liitoksen yleisvalikko



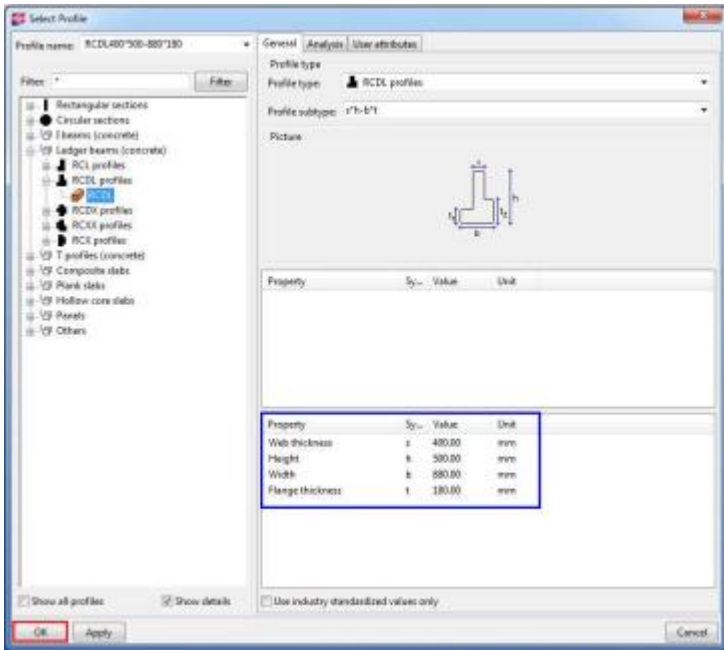
Kuva 92. Pilari – palkki liitos sivultapäin

Seuraavana mallinnetaan keskilinjalle leukapalkit. Kaksoisnapautetaan työkaluriviltä *Create Concrete Beam* -kuvaketta.



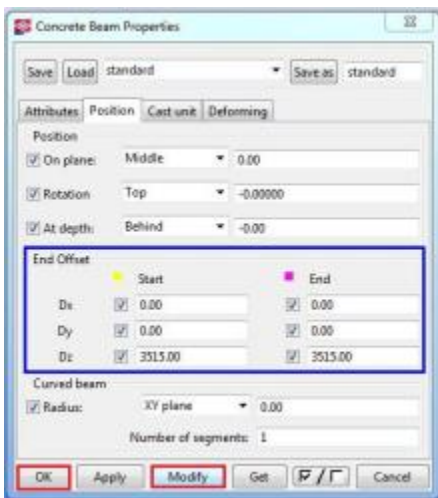
Kuva 93. Create concrete beam -kuvake

Aukeavaan *Concrete Beam properties* -ikkunaan täytetään palkin tiedot. Ensimmäisenä valitaan haluttu profiili kohtaan *Shape* käyttäen *Select* -valikkoa, josta valitaan haluttu profiili ja jonne muokataan palkin mitat halutuiksi ja valitaan *Ok*.



Kuva 94. JK 4-5 profiilin määrittäminen

Seuraavaksi täytetään *position*-välilehdelle haluttu sijainti korkeus eli Z-suunnassa ja painetaan *Modify* ja *Ok*.



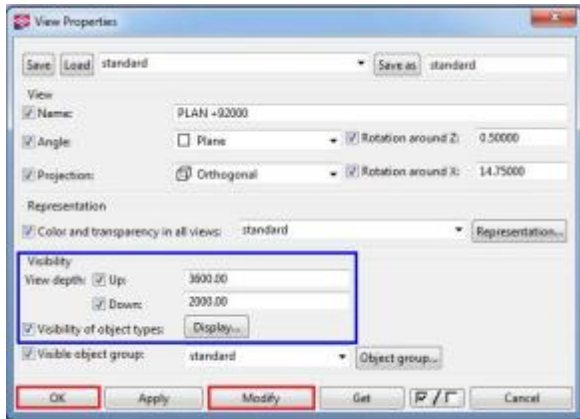
Kuva 95. JK 4-5 *position*-valikosta

Leukapalkit mallinnetaan korkotasolle +92000, jolloin ne mallintuvat oikeaan korkoonsa. Leukapalkit mallinnetaan suoraan keskilinjalla olevien pilareiden väliin. Pilarin ja palkin väliin jäävän välin mallinnus tehdään myöhemmin liitos työkalulla.



Kuva 96. Leukapalkki sivulta päin katsottuna

Palkkien näkyminen ko. korkotasossa saattaa vaatia näkymän asetusten muuttamista. Se tapahtuu kaksoisnapauttamalla taustaa, joka avaa *View Properties* -ikkunan, jolloin päästään käsittelemään kyseisen korkotason näkyvyys asetuksia. Kohdasta *Visibility* saadaan säädettyä korkeus asetuksia, joissa olevat objektit näkyvät kyseisessä korkotasossa. Kun halutut muutokset on tehty, painetaan *Modify* ja *OK*.



Kuva 97. Näkymän asetusten muuttaminen

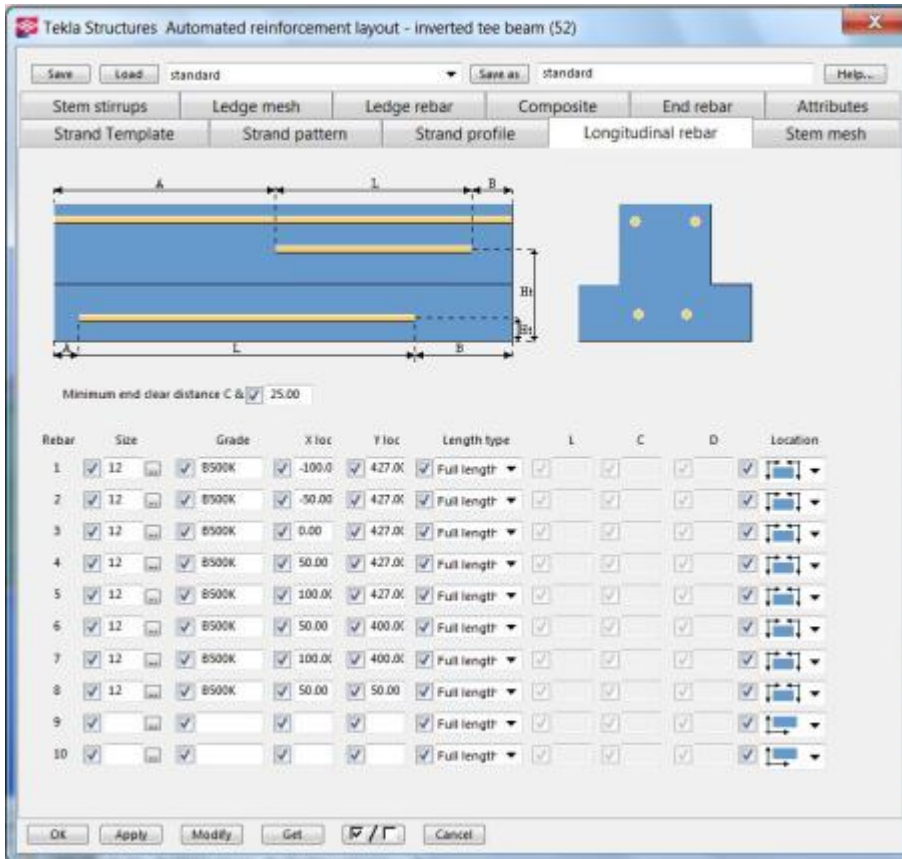
Keskilinjalla sijaitsevien palkkien raudoitukset mallinnetaan käyttäen *Inverted tee beam- automated reinforcement layout(52)* -työkalua.



Inverted tee beam -  
automated reinforcement layout (52)

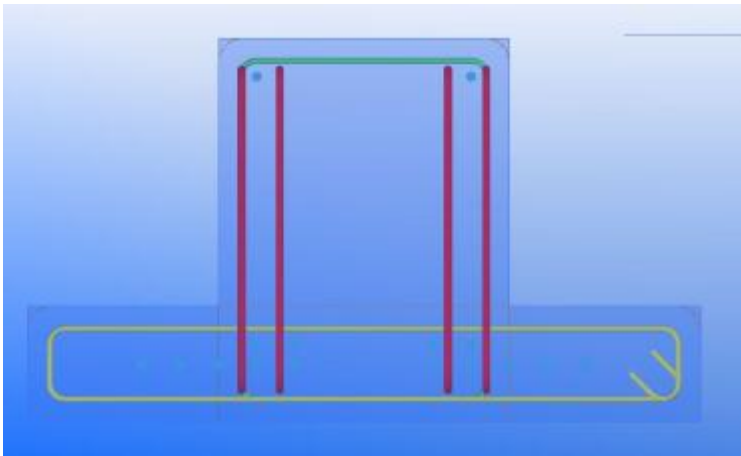
Kuva 98. *Inverted tee beam- automated reinforcement layout (52)* -kuvake

Verrattuna reunapalkkien raudoitus työkaluun, tämä työkalu on monipuolisempi joten esimerkiksi palkin päihin tulevat raudoitukset voidaan mallintaa suoraan tällä, eikä niitä tarvitse mallintaa erikseen.



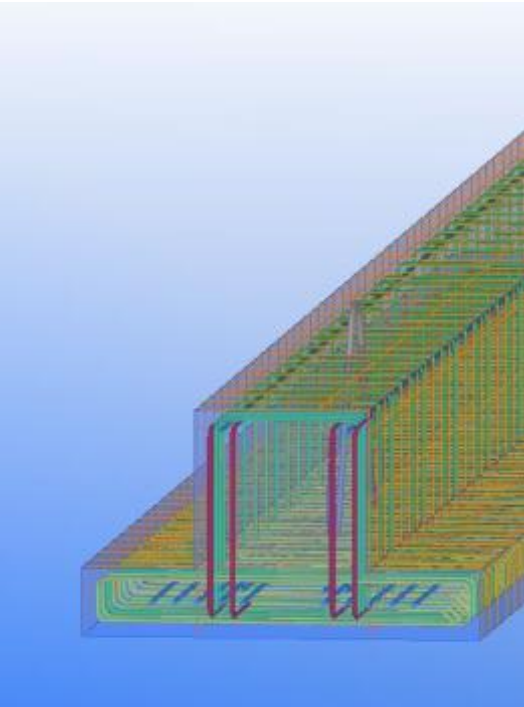
Kuva 99. Longitudinal rebar -valikko

Valmiina raudoitukset näyttävät tältä. palkin pintaan jäi ilmeisesti verkosta johtuva kuvio, jota ei saanut poistettua, vaikka verkon asetukset laittoi nolllaksi.



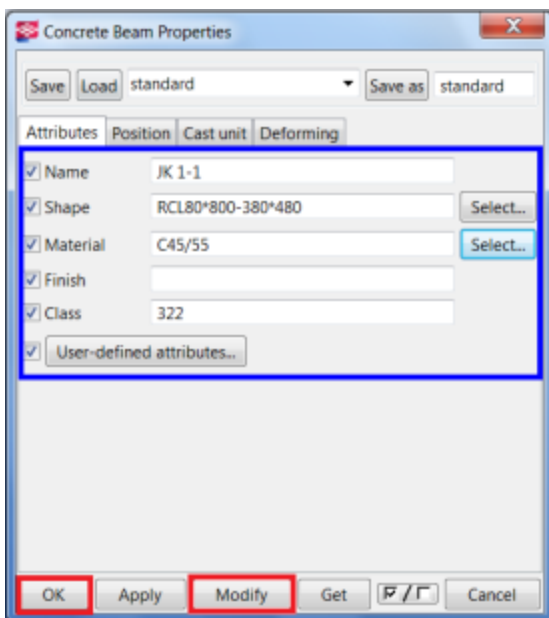
Kuva 100. raudoitukset mallinnettuna

Tämän jälkeen palkkiin lisätään nostolenkit samalla periaatteella kuin reunapalkkiin. *Lifting Anchor(80)* -työkalulla on yhtenä valittavana ominaisuutena toiminto, että se sijoittaa nostolenkit objektiin symmetrisesti massakeskipisteen molemmin puolin.



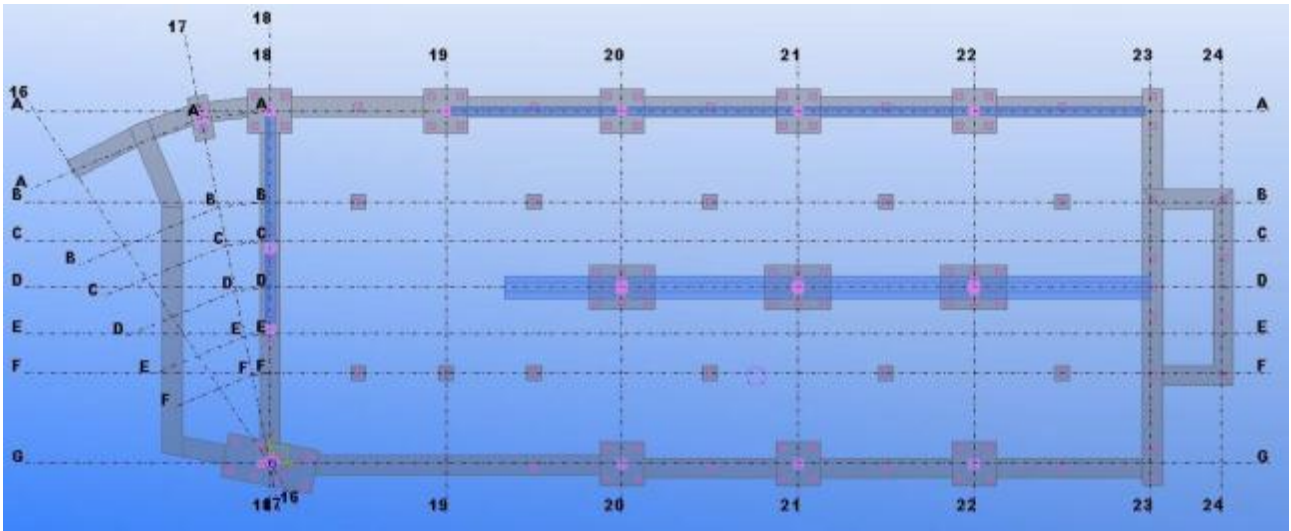
Kuva 101. Valmis raudoitus

Tämän jälkeen mallinnetaan palkit reunapilareihin. Niiden mallinnus tapahtuu aivan samoin, kuin keskilinjan palkkien, ensin valitaan haluttu profiili, säädetään sen mittasuhteet oikein sekä korkotas. Mallinnus tapahtuu samaan tasonäkymään kuin edellisten.



Kuva 102. JK1-1 palkin asetusten muuttaminen

Kun kaikki 0-kerroksen palkit on mallinnettu, kuva on tällainen.



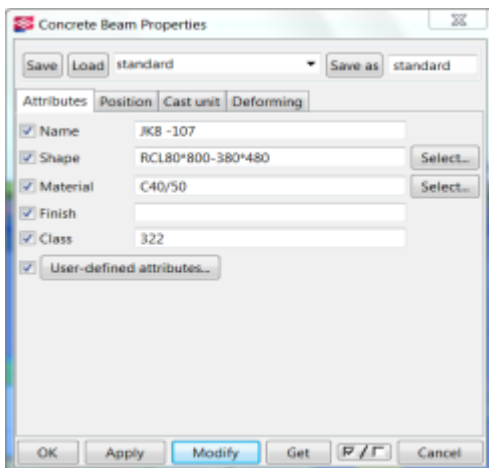
Kuva 103. 0 – kerroksen palkit mallinnettu

Ylemmissä kerroksissa tulee eteen tilanne, jossa joudutaan mallintamaan kaarevia palkkeja. Tälle on oma komentonsa *Create curved beam*, mutta sen mallinnus onnistuu myös tavallisella *create concrete beam*- työkalulla, jolla se tässä työssä mallinnetaan.

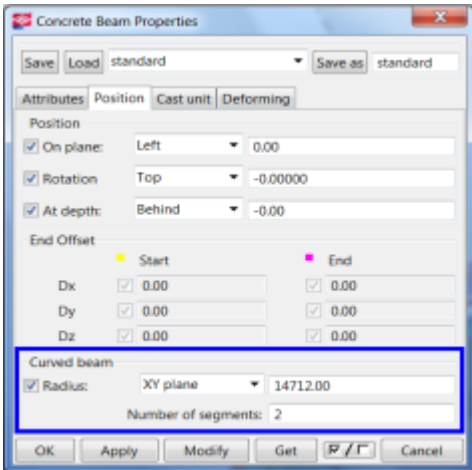


Kuva 104. *Create curved beam* -kuvake

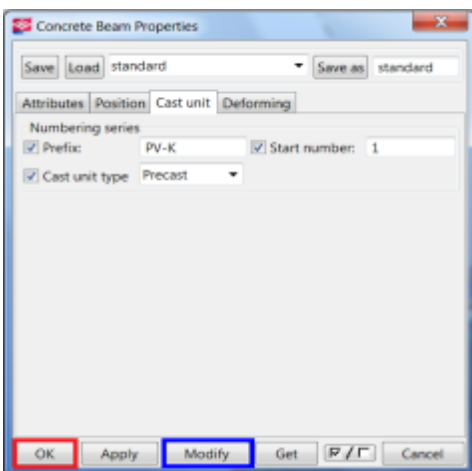
Kaksoisnapautuksella säädetään palkin asetukset halutuiksi. Tärkein tekijä palkin muodon kannalta on Position- valikosta muutettavat kohdat *Curved beam*- otsikon jälkeen eli *Radius* ja *Number of Segments* eli säde ja osien lukumäärä.



Kuva 105. JK8-107 *Attributes* -valikko

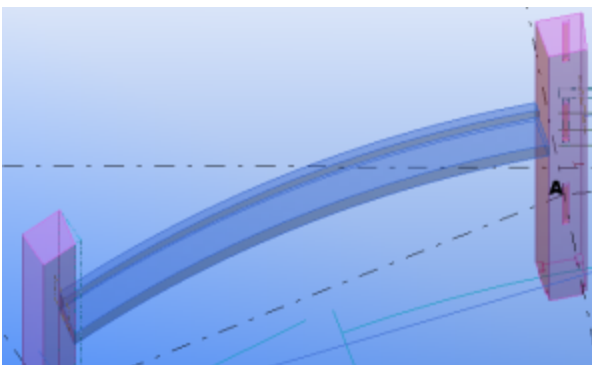


Kuva 106. JK8-107 *Position* -valikko



Kuva 107. JK8-107 *Cast unit*- valikko

Valmiina JK8-107 näyttää yläviistosta tältä.



Kuva 108. Valmis kaarevapalkki

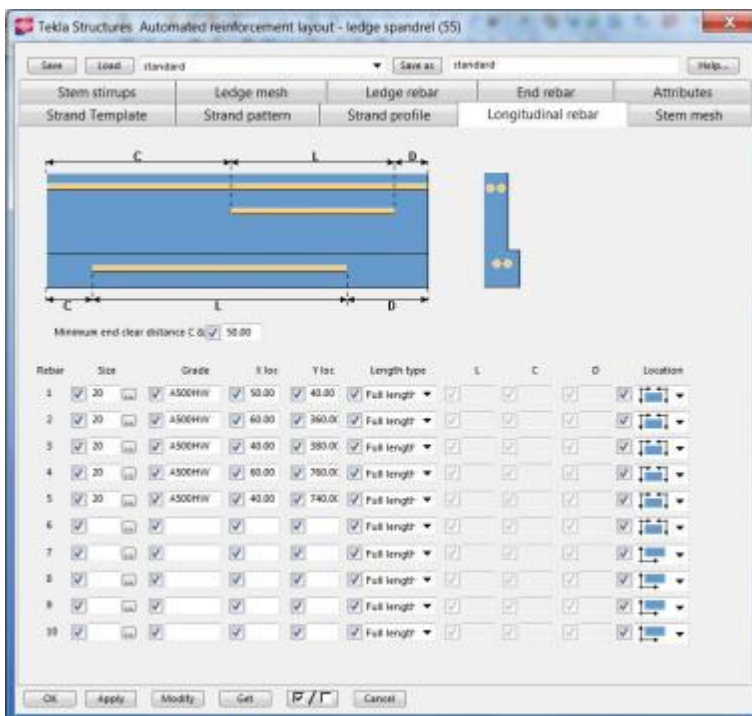
Reunalinjoilla sijaitsevat palkit raudoitetaan käyttäen *Ledge spandrel -automated reinforcement layout(55)* -työkalua.



Ledge spandrel - a  
utomated reinforce  
ment layout (55)

Kuva 109. Reunapalkin raudoitus -kuvake

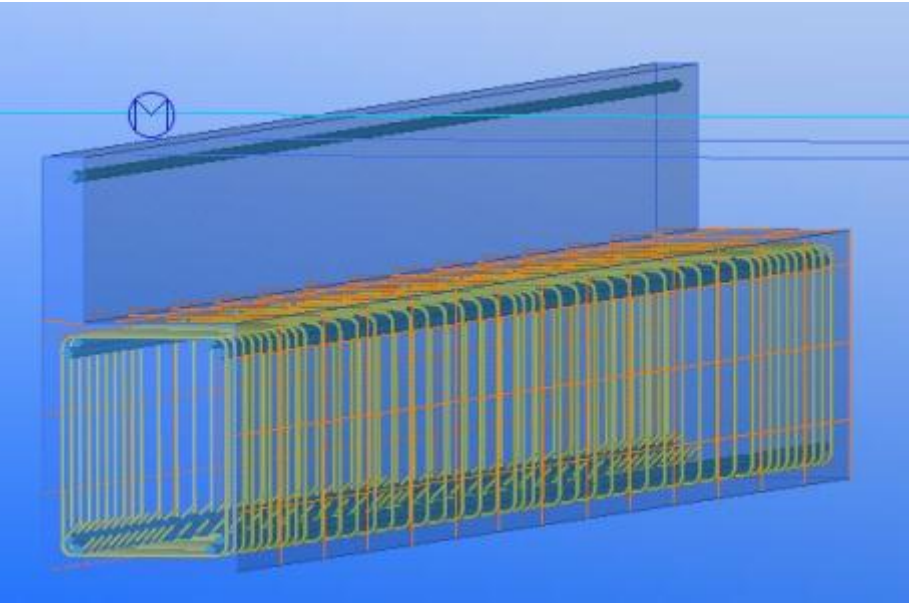
Kun kuvake valitaan, ohjelma pyytää osoittamaan objektin, johon raudoitus mallinnetaan. Tämän jälkeen kaksoisnapauttamalla aukeavasta valikosta säädetään palkin raudoitukset halutuiksi.



Kuva 110. Longitudinal rebar -valikko

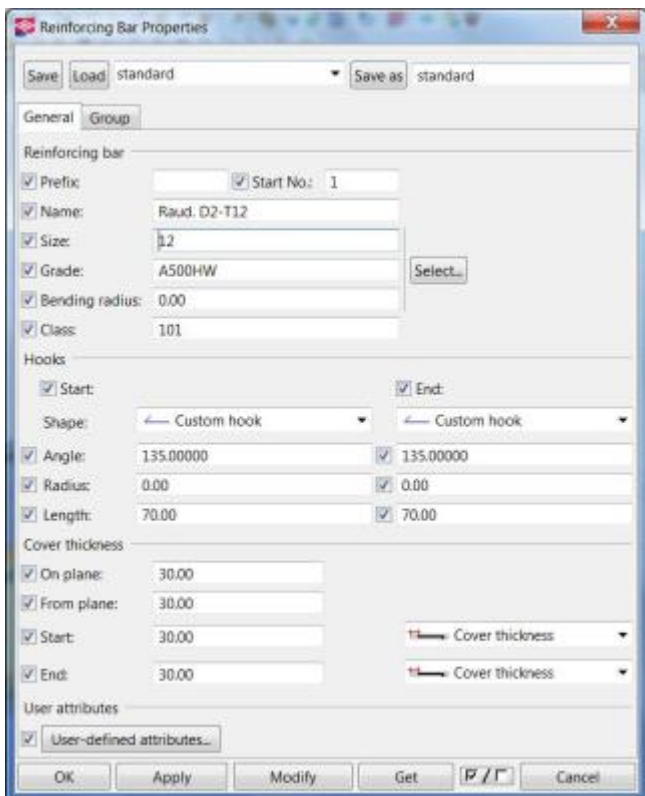
Kun asetukset on saatu halutuiksi ja valinnat aktivoidaan, painamalla *Modify* ja *OK*. Lopputulos on esimerkiksi tämännäköinen.



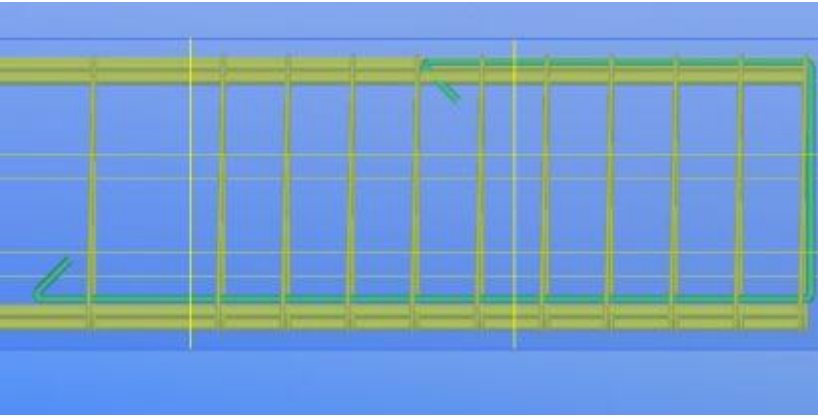


Kuva 111. Pää- ja alaosan hakateräkset

Seuraavana mallinnetaan palkin päähän tulevat lisähakateräkset. Tähän käytetään *Create reinforcing bar group* -työkalua. Raudoitukset nimetään D2-T12 raudoitukseksi ja seuraavana mallinnettavat D1-T16 teräkset mallinnetaan saman periaatteen mukaan.

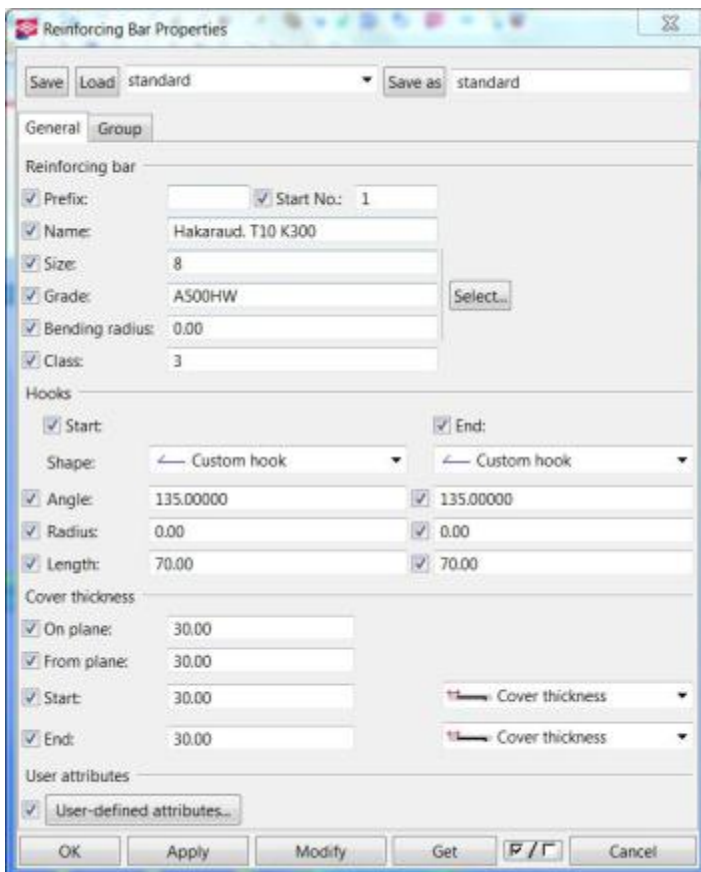


Kuva 112. D2-T12 terästen *General*- valikko



Kuva 113. Valmiit raudoitukset

Tämän jälkeen mallinnetaan palkkiin tulevat lisähaat käyttäen *Create reinforcing bar* -komentoa. Tämän raudoituksen mallintaminen käyttäen *reinforcing bar Group* -työkalua ei onnistu raudoituksen suunnasta johtuen. Ne nimetään hakarauditus T10 K300 ja ne kopioidaan koko palkin mitalle.



Kuva 114. Reinforcing bar Properties -valikko

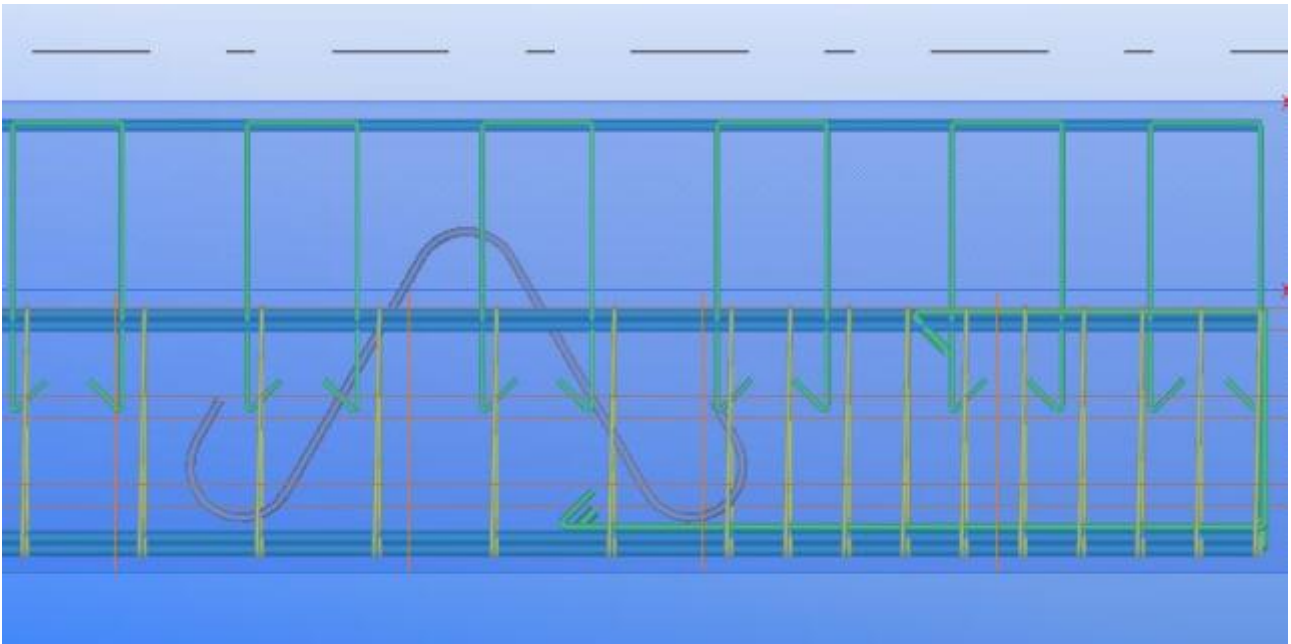
Seuraavana palkkiin lisätään nostolenkit komennolla *Lifting anchor(80)*.



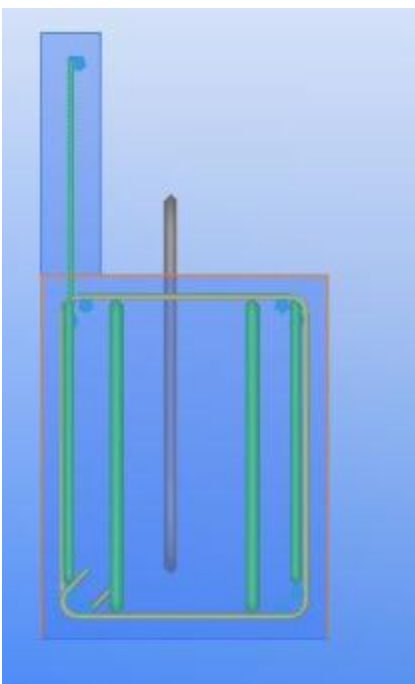
Lifting Anchor (80)

Kuva 115. Lifting Anchor -kuvake

Valmiit raudoitukset näyttävät eri kuvakulmista tämännäköiselle.



Kuva116. Valmiit raudoitukset takaapäin



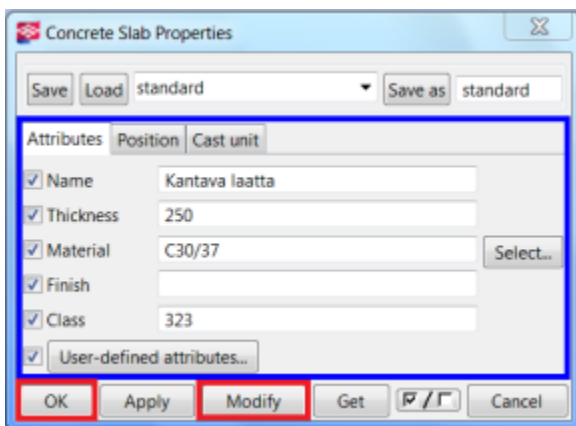
Kuva 117. Valmiit raudoitukset sivustapäin

Seuraava mallinnuskohde on kantava laatta, joka mallinnetaan 250 mm paksuksi. Ensimmäisenä kaksoisnapautetaan työkaluriviltä *Create Concrete Slab* -kuvaketta, jolloin päästään muokkaamaan betonilaatan ominaisuuksia.



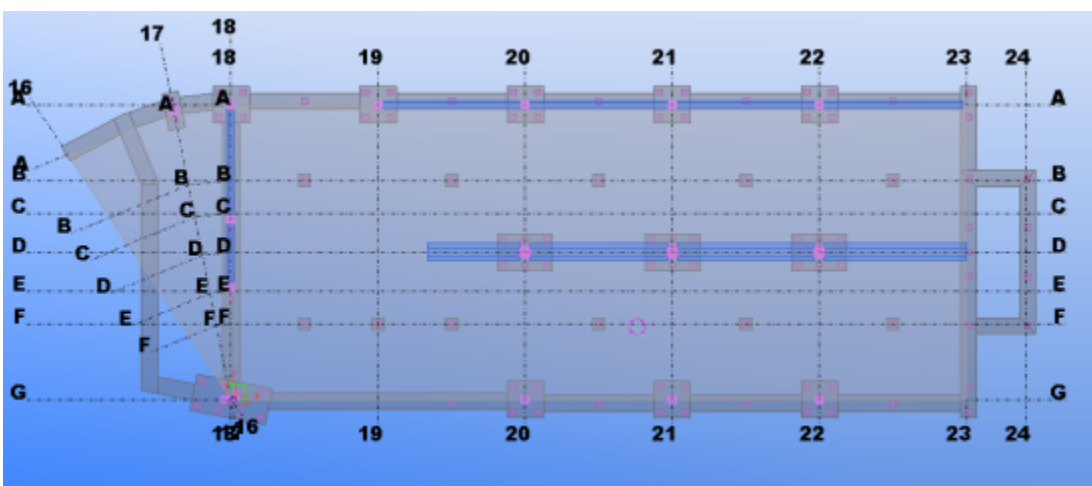
Kuva 118. *Create concrete slab* -kuvake

Aukeavaan ikkunaan muutetaan halutut ominaisuudet: nimi, kerrospaksuus sekä materiaali. Tämän jälkeen painetaan *Modify* ja *OK*.



Kuva 119. Kantavan laatan *attributes* -valikko.

Laatta mallinnetaan piirtämällä laatan kulmapisteet Grid -verkon solmupisteiden kautta, linjojen 16 ja 23 välille korkotasoon +92000 ja lopettamalla komento painamalla hiiren keskipainiketta.



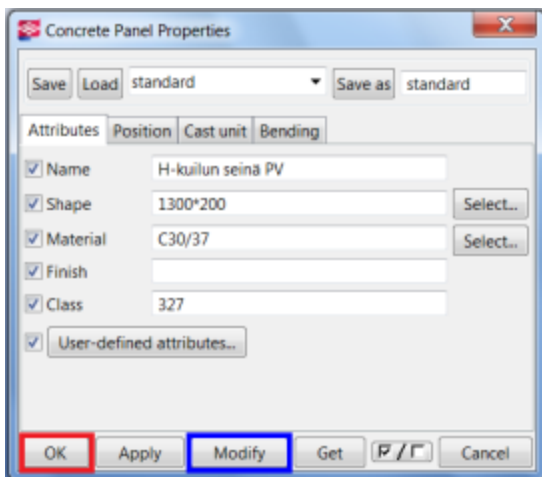
Kuva 120. Kantavalaatta

Seuraavana aletaan mallintaa seiniä Grid-linjojen 18 ja 19 välissä olevaan hissi- ja porras kuiluun. Kaksoisnapautetaan *Create Concrete Panel* -kuvaketta.

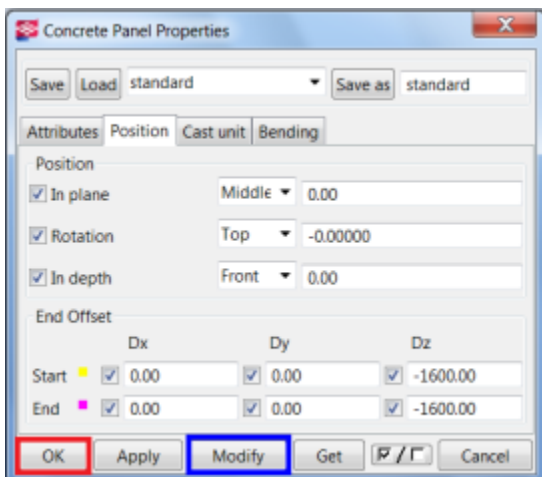


Kuva 121. Create concrete panel -kuvake

Tällöin aukeaa valikko seinän ominaisuuksiin, jotka muokataan halutuiksi ja painetaan *Modify* ja *OK*. Tässä vaiheessa mallinnetaan paikalla valettavat seinät, jotka tulevat hissikuilun pohjalaatan ja kantavan laatan väliin.



Kuva 122. Hissikuilun seinä *attributes* -valikko



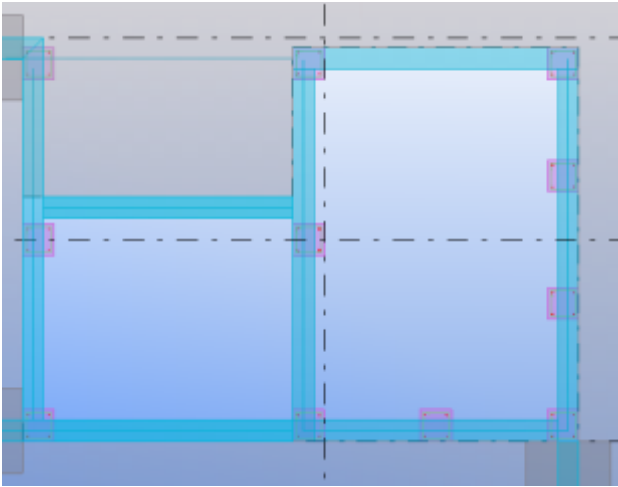
Kuva 123. Hissikuilun paikallavaletun seinän *position* -valikko

Kun kaikki paikalla valettavat seinät on mallinnettu, tehdään seuraavana laattaan hissikuilun vaatima aukko, käyttäen *Cut part with polygon* -toimintoa.



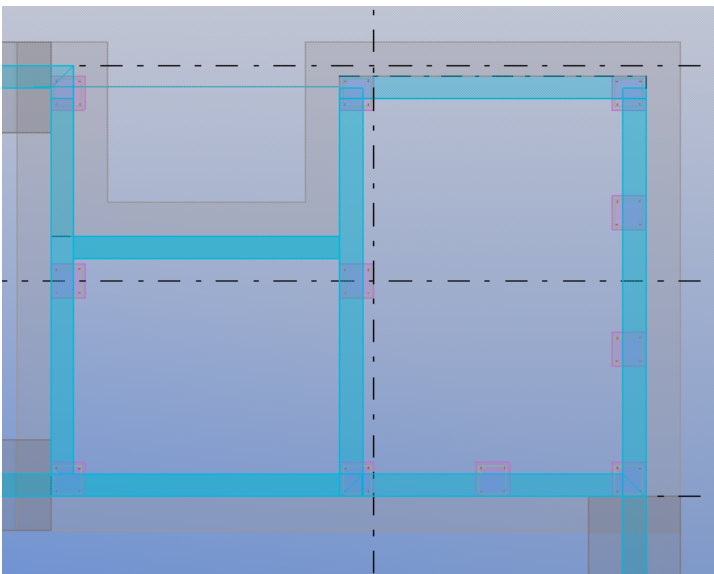
Kuva 124. *Cut part with polygon* -kuvake

Aukko on helppo mallintaa piirtämällä sen ääriviivat jo mallinnettujen seinien ääriviivoja myöten, valmiin aukon näyttäessä tältä.



Kuva 125. Kantavaan laattaan tehty aukko

Seuraavana mallinnetaan hissikuilun pohja, kuten kantava laatta. Pohja mallinnetaan 1300 mm kantavan laatan alapuolelle ja siten, että se ulottuu 300 mm kuilun seinien ulkopuolelle.



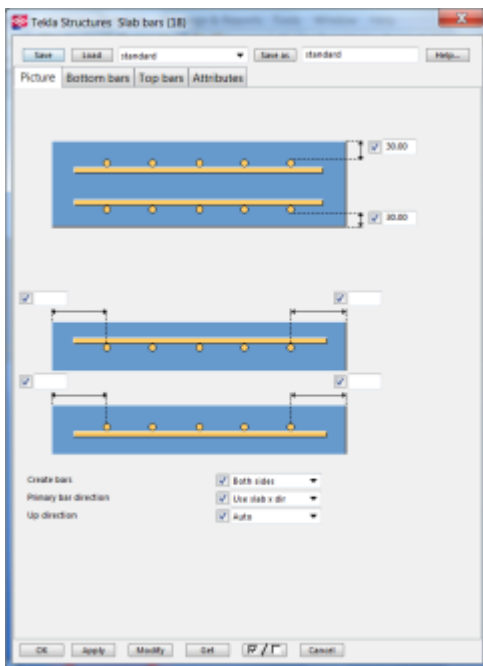
Kuva 126. Hissikuilun pohjalaatan mallintaminen

Molempien objektien raudoitus toteutetaan käyttäen samaa menetelmää ja työkaluja, joten tässä yhteydessä käydään läpi hissikuilun pohjalaatan raudoituksen mallinnus, sen helpomman havainnoinnin takia. Käytetään raudoituksen mallinnukseen *Slab bars (18)* -työkalua.



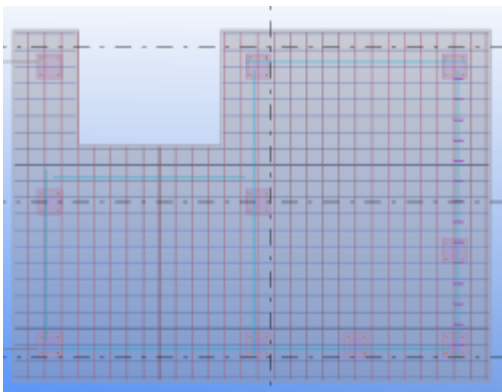
Kuva 127. *Slab bars* -kuvake

Kun kuvake on valittu, ohjelma pyytää valitsemaan objektin, johon raudoitus mallinnetaan. Kaiksoisnapauttamalla raudoitusta pääsee muokkaamaan sen asetuksia.

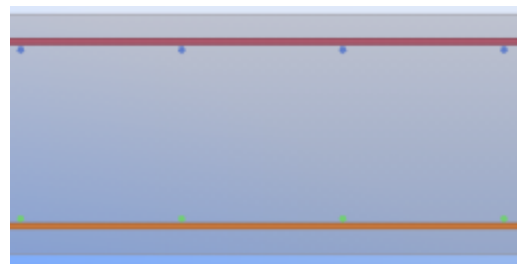


Kuva 128. Laatan raudoitusten *Picture* -valikko

Valmiit raudoitukset näyttävät tältä, turkoosinväriset viivat raudoitukset ovat piilotettujen (*Hide*) his-sikulunseinien keskiviivoja.

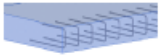


Kuva 129. Raudoitus päältäpäin



Kuva 130. Raudoitus sivultapäin

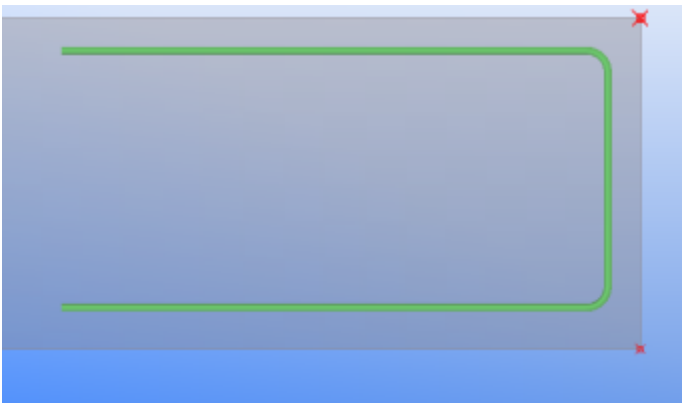
Lisätään vielä laattaan reunahaat, käyttäen *Border rebar* (93) -työkalua.



Border rebar (93)

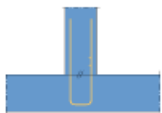
Kuva 131. *Border rebar* -kuvake

Kun kuvake valitaan, ohjelma pyytää valitsemaan objektin, sekä näyttämään sijainnin. Käytännössä tämä on helppo toteuttaa mallinnettaessa hakaraidoitus sellaisessa näkymässä, jossa näkyy leikkaus, jolloin sekä objektin valinta, että sijainnin osoittaminen Z-suunnassa onnistuvat samalla kerralla.



Kuva 132. valmis reunahaka raudoitus sivultapäin

Mallinnetaan seuraavana hissikuilun paikalla valettujen seinien raudoitukset. Hissikuilun pohjan ja seinien liitokset mallinnetaan käyttäen liitostyökalua, joka löytyy: Paikallavalu FIN -> Laatta – seinä – komponentit -> CIP\_SL\_IW\_GR\_01b.

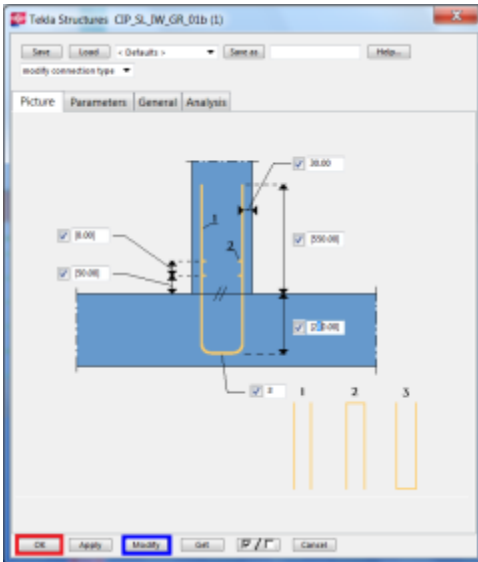


CIP\_SL\_IW\_GR...

Kuva 133. *CIP\_SL\_IW\_GR\_01b* -kuvake

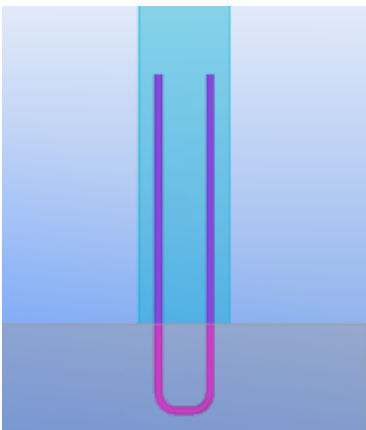
Valittaessa kuvake, ohjelma pyytää osoittamaan *Main part* – pääosan, joksi valitaan hissikuilun pohjalaatta sekä seuraavaksi *secondary part* – toissijaisen osan, joka on paikallavaluseinä. Seuraavaksi pyydetään osoittamaan kaksi pistettä, joiden välille mallinnus tapahtuu. Kun nämä valinnat on tehty, ohjelma mallintaa liitoksen kyseisten osien välille. Kaksoisnapauttamalla liitosta, pääsee sen asetuksia muuttamaan. Toteutetaan komento painamalla *Modify* ja *Close*.



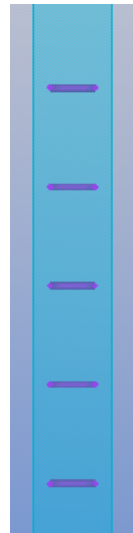


Kuva 134. Laatta – seinä –liitoksen –Picture valikko

Valmiina liitos näyttää tältä.

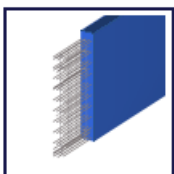


Kuva 135. Liitos sivultapäin



Kuva 136. Liitos päältäpäin

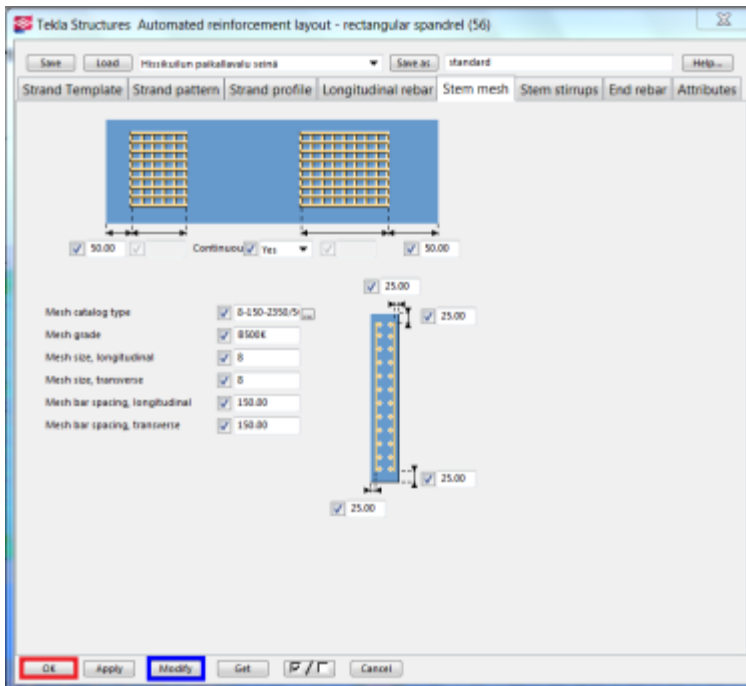
Itse seinän rauditus mallinnetaan käyttäen *Rectangular spandrel – automated rectangular reinforcement layout (56)* –työkalua.



Rectangular spandr  
el - automated reinf  
orcement layout (5  
6)

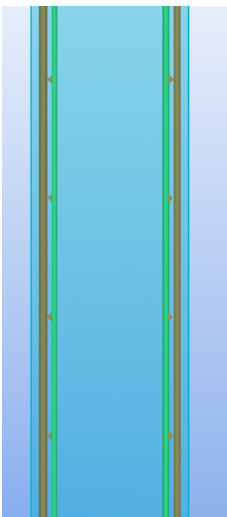
Kuva 137. *Rectangular spandrel – automated rectangular reinforcement layout (56)* –kuvake

Valittaessa kuvake, ohjelma pyytää osoittamaan objektin, johon raudoitus mallinnetaan. Kaksoisnapautuksella avautuu ominaisuuksien säätövalikko.

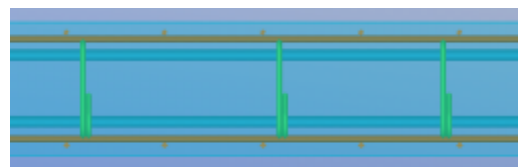


Kuva 138. Seinän verkkoraudoitusten säätövalikko

Valmiit raudoitukset näytävät tältä.



Kuva 139. Paikallavaluseinän raudoitus sivultapäin



Kuva 140. Paikallavaluseinän raudoitus päältäpäin.

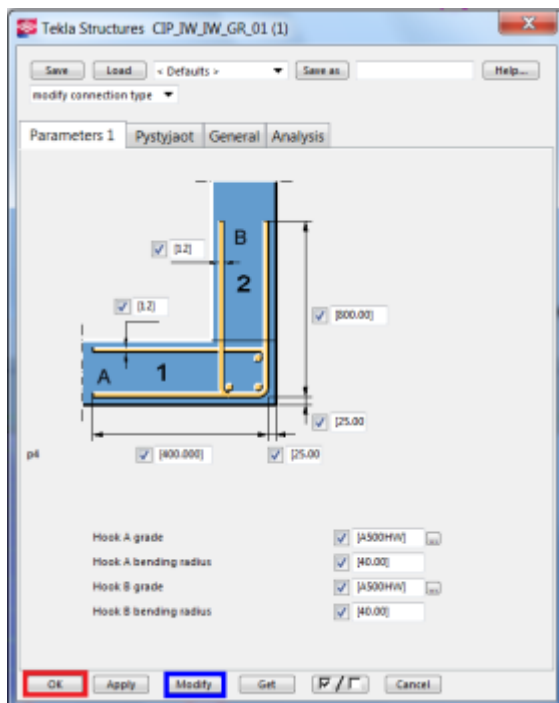
Lisätään vielä seinän kulmiin raudoitukset käyttämällä *CIP\_IW\_IW\_GR\_01* – työkalua.



CIP\_IW\_IW\_GR...

Kuva 141. CIP\_IW\_IW\_GR\_01 –kuvake

Valittaessa kuvake, ohjelma pyytää osoittamaan *Main part* – pääosan, joksi valitaan toinen hissi-kuilun seinien kulmaukseen tulevista paikallavaluseinistä sekä seuraavaksi *secondary part* – toissijaisen osan, joka on toinen vastaava seinä. Seinien valintajärjestys riippuu seinien sijainnista X- ja Y- tasossa ja se selviää ehkä parhaiten kokeilemalla, jotta liitos mallintuu oikeaan suuntaan. Tässäkin komponentissa aukeaa kaksoisnapautuksella ominaisuuksien muokkaus valikko.

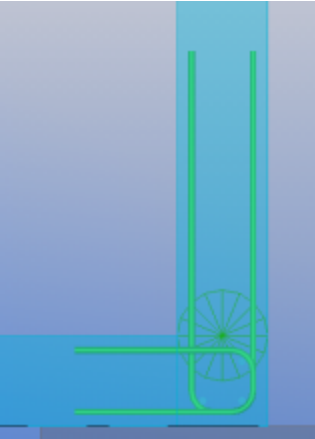


Kuva 142. Nurkkarautojen muokkausvalikko

Valmiit raudoitukset näyttävät tältä.

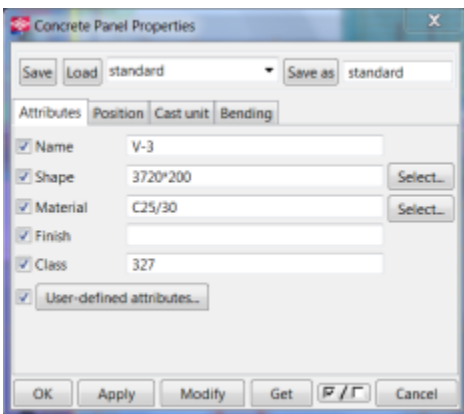


Kuva143. Nurkkaraidoitus sivulta päin

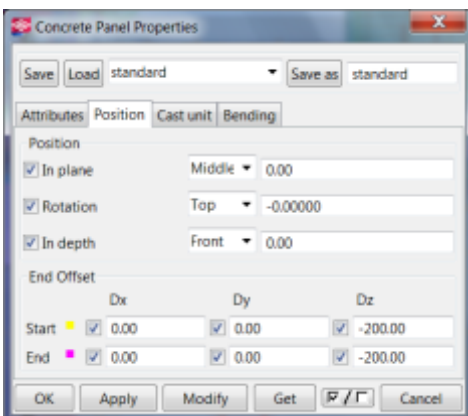


Kuva 144. Nurkkarautoitus päältäpäin.

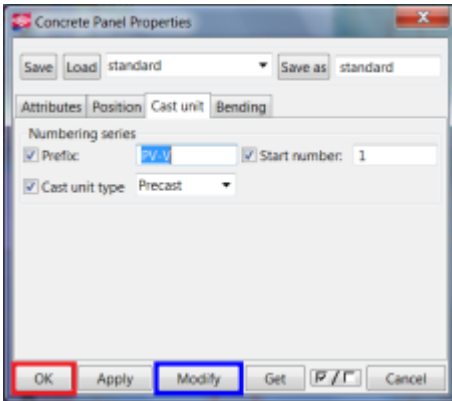
Tämän jälkeen mallinnetaan seinäelementit jo luotujen hissikuilun paikallavaluseinien yläpuolelle. Seinät mallinnetaan samalla *Create concrete panel* – toiminnolla kuin paikalla valettavat seinät, mutta ne merkitään elementeiksi. Mallintaminen tehdään työtasossa +92000. Kaksoisnapauttama l-la seinien luonti kuvaketta, aukeaa ominaisuuksien muokkaus valikko, johon tehdään halutut muutokset.



Kuva 145. V-3 *Attributes* -valikko

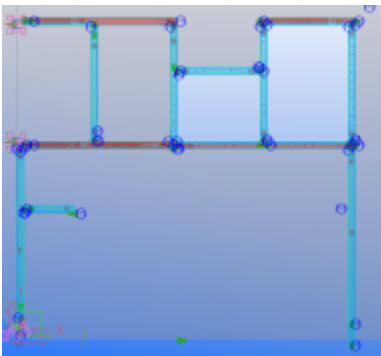


Kuva 146. V-3 *Position* -valikko



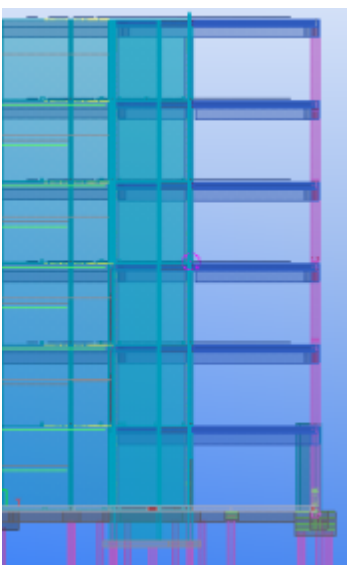
Kuva 147. V-3 *Cast unit* -valikko

Kun nämä valinnat on tehty, painetaan *Modify* ja *OK* ja aletaan mallintaa seinää. Kun 0-kerroksen seinät ovat paikoillaan, ne näyttävät tältä. Tämän jälkeen niihin tehdään tarvittavat aukot, yläreunojen loveukset yms. ja ne kopioidaan ylimpään kerrokseen asti. Seuraavana mallinnetaan talon päädyssä sijaitsevan toisen porrashuoneen seinäelementit.



Kuva 148. Porrashuoneen seinät 0-K

Sivulta kuvattuna porrashuoneen seinät näyttävät tältä.



Kuva 149. Porrashuoneen seinät sivustapäin

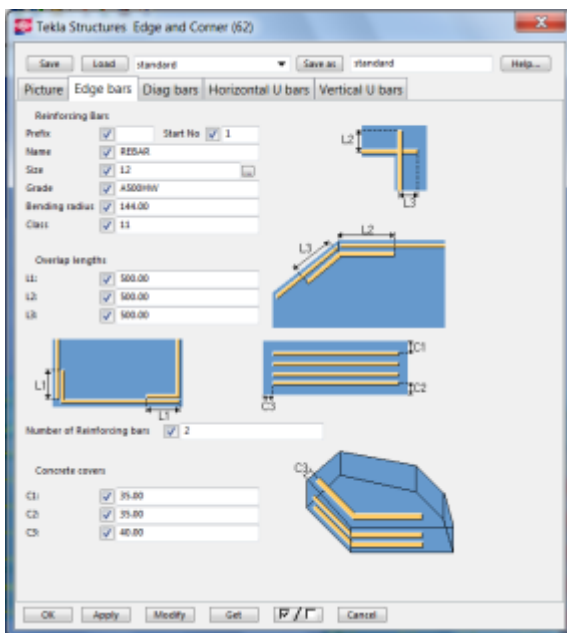
Hissikuilun elementtien eli V - Elementtien raudoitukset aloitetaan mallintamalla luotuun elementtiin pieliraudoitukset käyttäen *Edge and Corner reinforcement (62)* –työkalua.



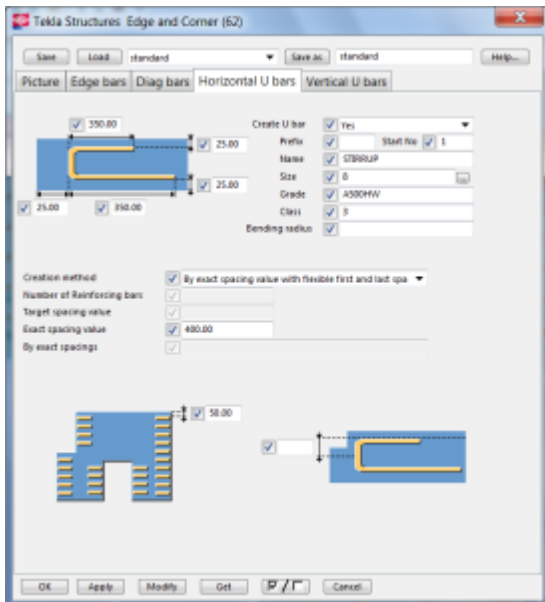
Edge and Corner R  
einforcement (62)

Kuva 150. Pieliterästen  
raudoitus työkalu –kuvake

Kun kuvake on valittu, ohjelma pyytää osoittamaan objektin, johon raudoitus mallinnetaan. Kaksoisnapautuksella aukeavista valikoista säädetään ominaisuudet halutuiksi, tällä samalla työkalulla luodaan yhtä aikaa sekä pieliteräkset, että reunahaat.

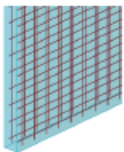


Kuva 151. Pieliteräkset –valikko



Kuva 152. Vaakatasoon tulevat reunahaat –valikko

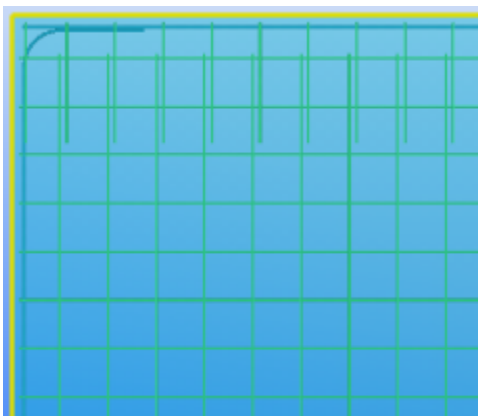
Seuraavana mallinnetaan raudoitusverkot. Tämä tapahtuu käyttämällä *PC\_IW\_D\_RE\_04* – työkalua. Seinän raudoitus työkaluja on monta erilaista, ja niistä kannattaa tutkia, mikä soveltuu kyseiseen kohteeseen parhaiten, sillä esimerkiksi seiniin tulevat aukot saattavat aiheuttaa joillekin työkaluille hankaluuksia mallintamisen oikeellisuudessa.



*PC\_IW\_D\_RE\_04*

Kuva 153. *PC\_IW\_D\_RE\_04* –kuvake

Raudoitus mallintuu, kun osoitetaan joko *Main part* – pääosan, joksi valitaan seinä tai *Area* – eli alue.



Kuva 154. mallinnettu raudoitus

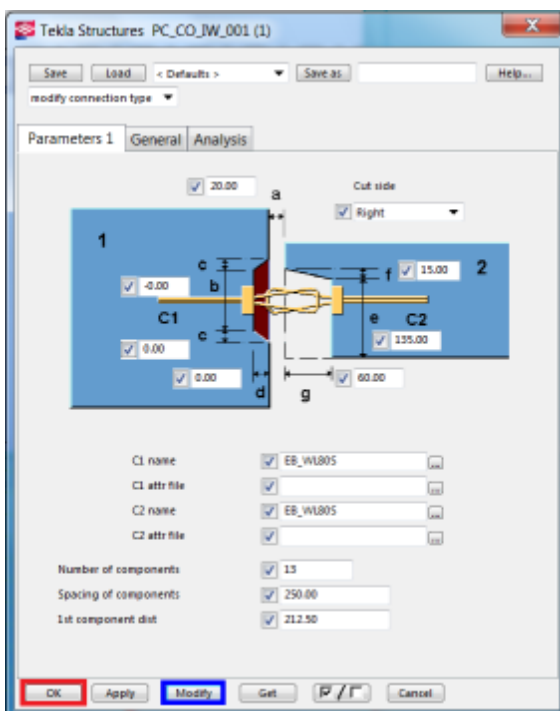
Näiden raudoitusten jälkeen mallinnetaan sekä seinäelementin liitos pilariin että toiseen seinäelementtiin. Liitoksessa pilariin käytetään *PC\_CO\_IW\_001* – työkalua.



PC\_CO\_IW\_001

Kuva 155. *PC\_CO\_IW\_001* –kuvake

Ominaisuudet muokataan halutuiksi, ja painetaan *Modify* ja *OK*.



Kuva 156. Liitos pilariin –valikko

Mallinnettaessa seinäelementtien välinen vaijerilenkki- liitos, käytetään *PC\_IW\_IW\_GR\_09* – työkalua.

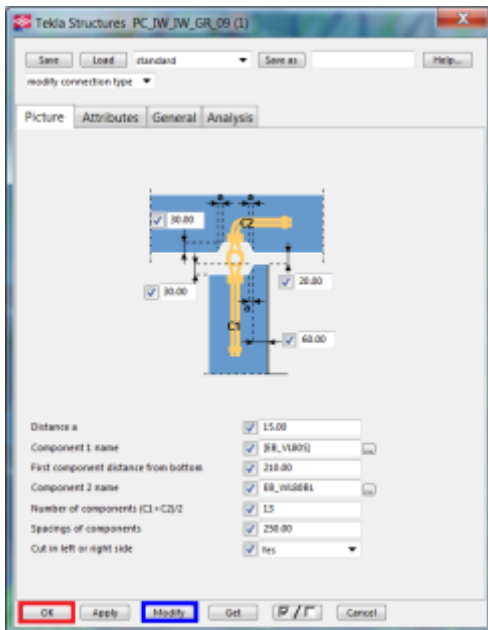


PC\_IW\_IW\_GR\_09

Kuva 157. *PC\_IW\_IW\_GR\_09* –kuvake

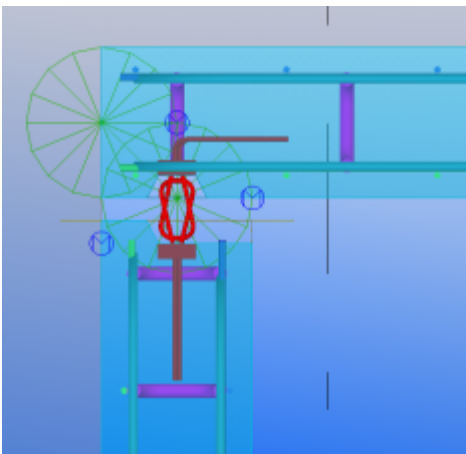


Ominaisuudet säädetään halutuiksi mm. käytettävien vaijerilenkkien suhteen ja painetaan *Modify* ja *OK*.



Kuva 158. Seinien välisen liitoksen asetukset valikko

Valmis liitos näyttää päältäpäin tämännäköiselle.



Kuva 159. Seinien välinen liitos päältäpäin

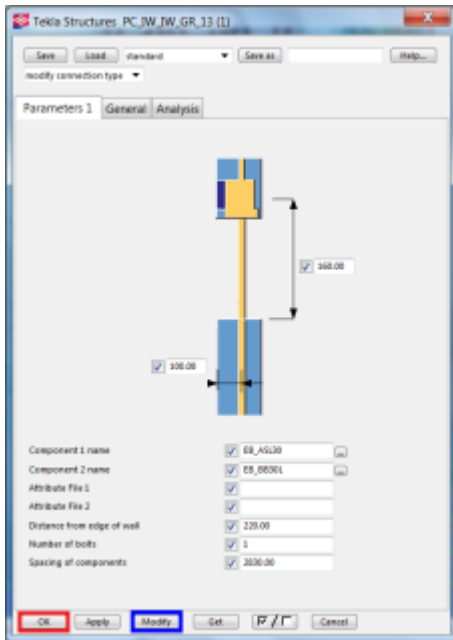
Seuraavana mallinnetaan elementtien väliset seinäkenkä- liitokset käyttäen *PC\_IW\_IW\_GR\_13* – työkalua.



PC\_IW\_IW\_GR\_...

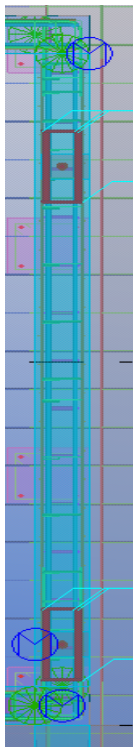
Kuva 160. *PC\_IW\_IW\_GR\_13* –kuvake

Valittaessa kuvake, ohjelma pyytää osoittamaan *Main part* – pääosan, joksi valitaan alempi hissi-kuilun seinäelementeistä sekä seuraavaksi *secondary part* – toissijaisen osan, joka on ylempi vastaava seinä. Samaa liitosta käytettiin myös esimerkiksi seinäelementin ja anturan välisessä liitoksessa.

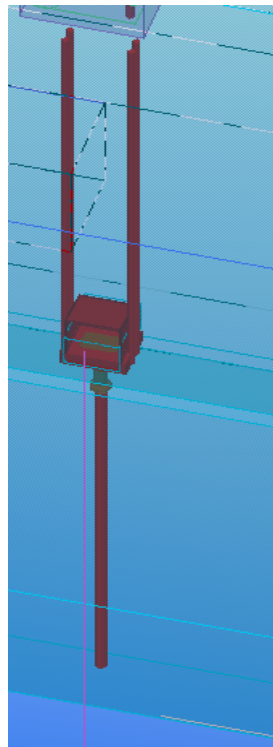


Kuva 161. Seinäkenkä –valikko

Valmis liitos näyttää suoraan päältäpäin sekä vinosti yläviistosta katsottuna tälle.



Kuva 162. Seinäkenkäliitos suoraan päältäpäin katsottuna



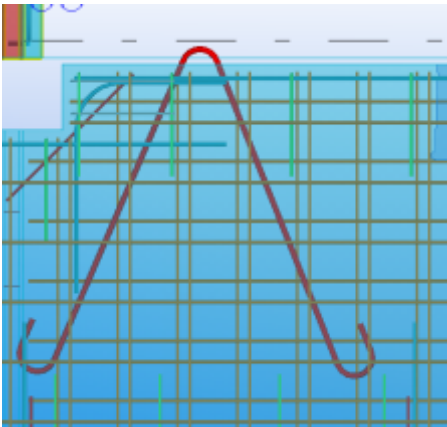
Kuva 163. Seinäkenkäliitos yläviistosta katsottuna

Nostolenkeiksi mallinnettiin nostolenkki *EB\_LH20\_S45* elementtiin V -10.



EB\_LH20\_S45

Kuva 164. *EB\_LH20\_S45* –kuvake



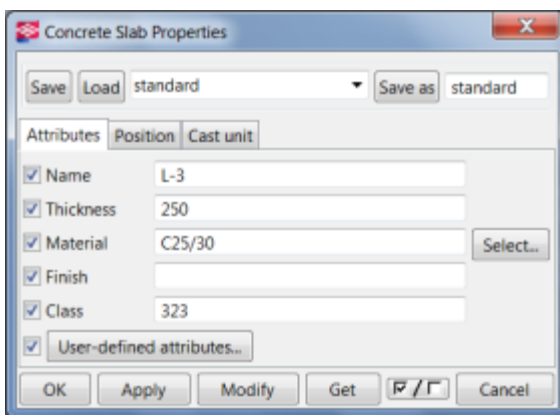
Kuva 165. Nostolenkki sivultapäin

Kun Porrashuoneiden seinät ovat paikoillaan, mallinnetaan niissä olevat L- elementit. Laatta elementit mallinnetaan käyttäen *Create concrete slab* –työkalua.

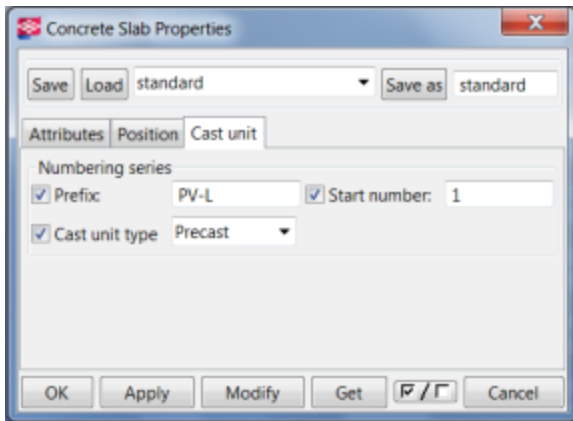


Kuva 166. *Create concrete slab* –kuvake

Kaksoisnapauttamalla aukeavasta valikosta säädetään asetukset kohdalleen.

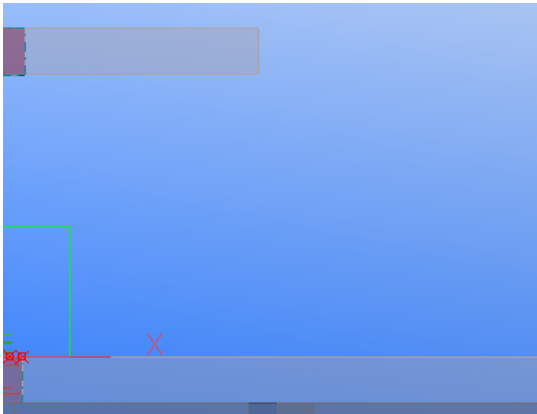


Kuva 167. L-3 *Attributes* -valikko



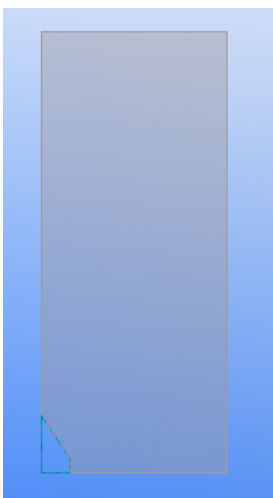
Kuva 168. L-3 *Cast unit* -valikko

Laatan korkotaso säädetään oikeaksi joko suoraan *Position*- valikosta tai siirtämällä se jossakin leikkaus näkymässä.



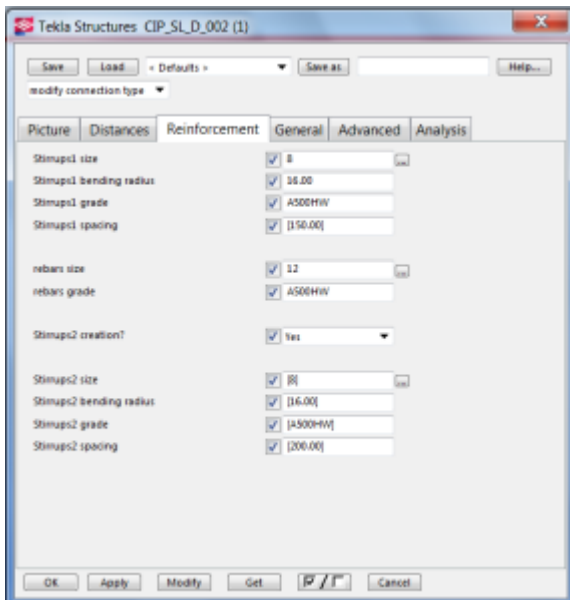
Kuva 169. L-3 G-linjalta katsottuna

Useimmat L-elementit ovat symmetrisen suorakaiteen muotoisia, mutta esimerkiksi L-3:sta joudutaan pilarin takia leikkaamaan *Cut part with polygon*- komennolla kulma pois.

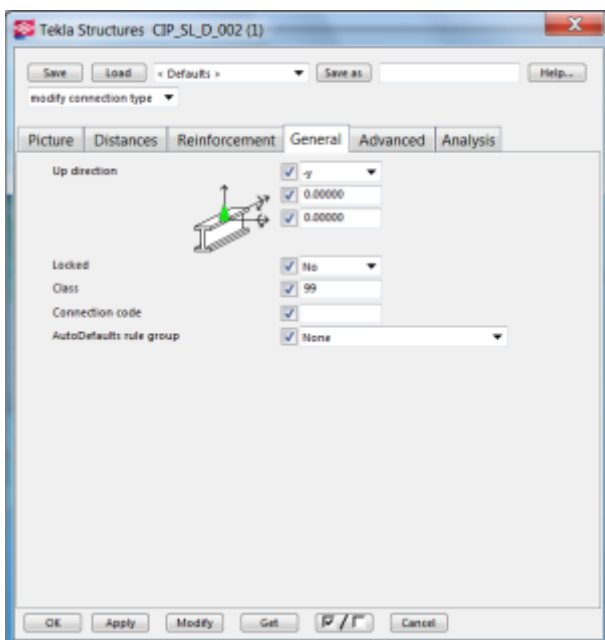


Kuva 170. L-3 ylhäältä päin





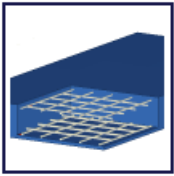
Kuva 173. CIP\_SL\_D\_002 Reinforcement –valikko



Kuva 174. CIP\_SL\_D\_002 General –valikko

Kyseisen raudoituksen sekä loven mallinnus tuotti hiukan päänvaivaa ja oikeat asetukset löytyivät vasta muutaman kerran kokeilujen jälkeen. Ratkaisu löytyi vaihdettaessa *General* –valikon *Up direction* – kohdan alas vetovalikosta raudoituksen suunta  $-y$ : ksi.

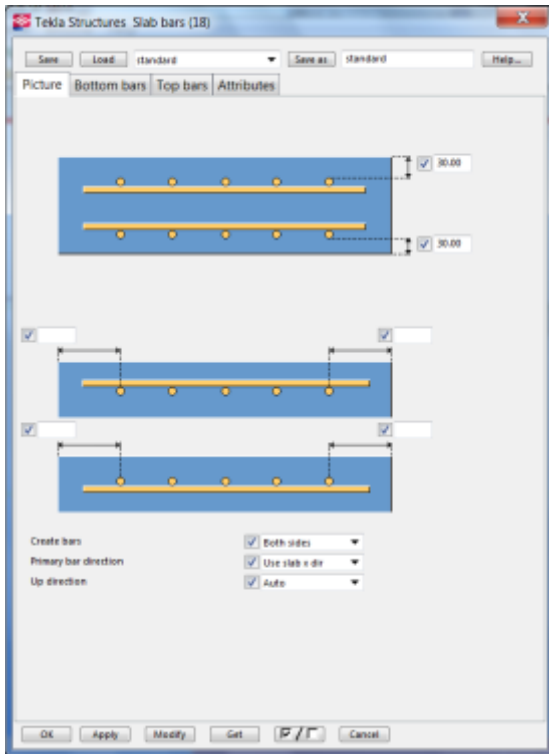
Seuraava mallinnuskohde oli ylä- ja alapintoihin tuleva raudoitusverkko, joka mallinnettiin *Slab bars (18)* -työkalulla.



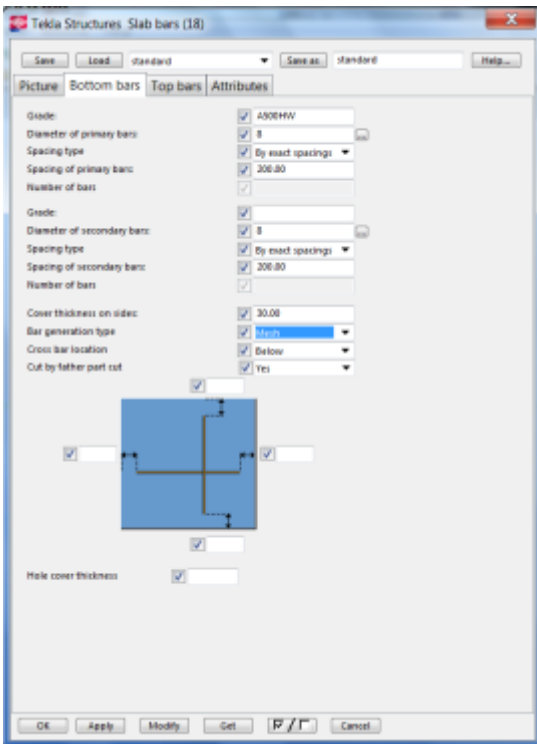
Slab bars (18)

Kuva 175. *Slab bars (18)* –kuvake

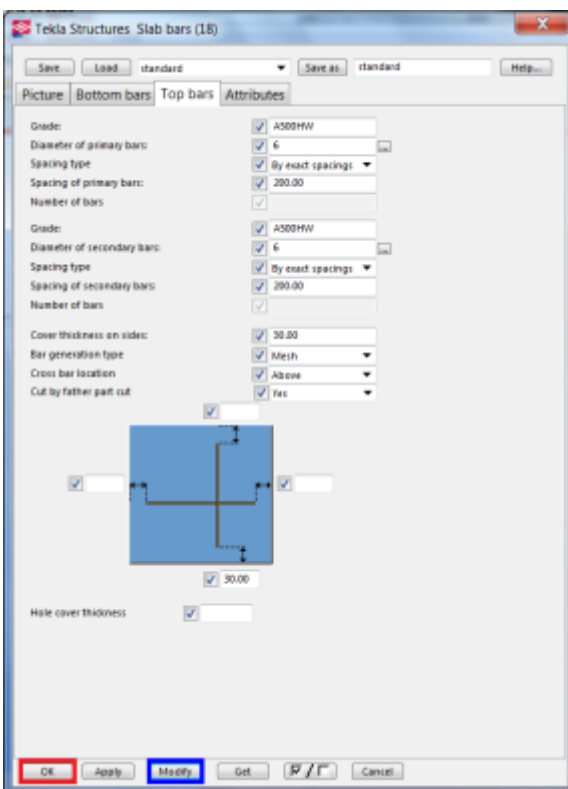
Verkkojen ominaisuudet säädettiin halutuiksi, ja painettiin *Modify* ja *OK*.



Kuva 176. *Picture* –valikko



Kuva 177. Bottom bars –valikko



Kuva 178. Top bars –valikko

Tämän jälkeen mallinnettiin reunahaat ja –teräkset käyttäen *Edge and Corner reinforcement (62)* –työkalua.



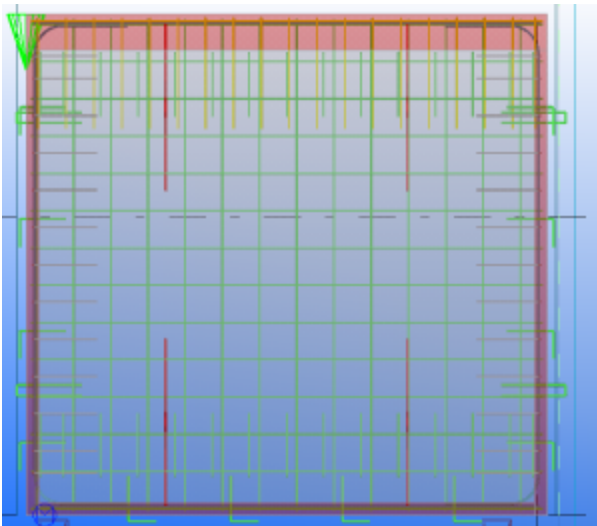


Edge and Corner R  
einforcement (62)

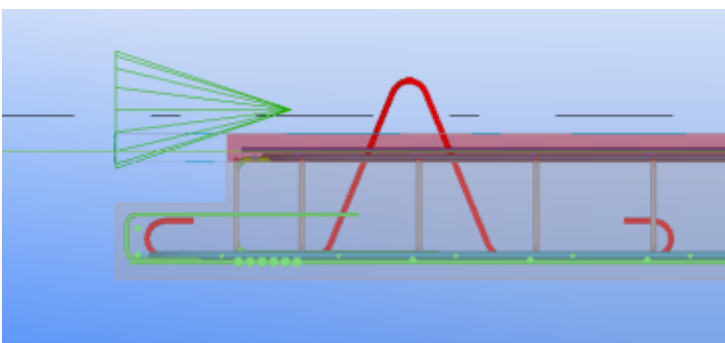
Kuva 179. Pieliterästen raudoitus –kuvake

Kun kuvake on valittu, ohjelma pyytää osoittamaan objektin, johon raudoitus mallinnetaan. Kaksosnapautuksella aukeavista valikoista säädetään ominaisuudet halutuiksi, tällä samalla työkalulla luodaan yhtä aikaa sekä pieliteräkset että reunahaat.

Tämän jälkeen mallinnettiin reunoihin tulevia loveuksia *Cut part with polygon* - työkalulla sekä mahdollisesti tarvittavia lisäraudoituksia, esimerkiksi L-5 elementtiin tulevat 6T16 raudoitukset heti porrassarvauksen loven reunan kohdalle ja L-2 elementtiin tulevat lisätartunnat.



Kuva 180. L-2 Elementin tartunnat



Kuva 181. L-5 6T16 lisäraudoitukset

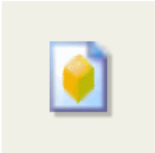
Nostolenkeiksi mallinnettiin *EB\_LH10\_BB45* – nostolenkit, kuten yllä olevassa kuvassa.



EB\_LH10\_BB45

Kuva 182. *EB\_LH10\_BB45* – Kuvake

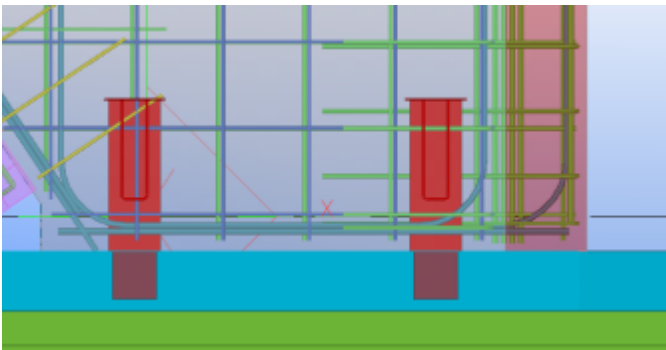
Lopuksi elementteihin lisättiin Semtun lepotasokannakkeet.



LEPO

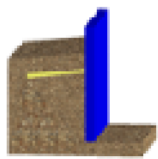
Kuva 183. Lepo 70 -kuvake

Kuvakkeen ulkonäkö johtuu siitä, että sille ei ole *Component Catalog*:ssa määritettyä tiettyä kuvaketta, vaan kuvakkeena on komponentin yleiskuvake.



Kuva 184. Lepo 70 - lepotasokannakkeet

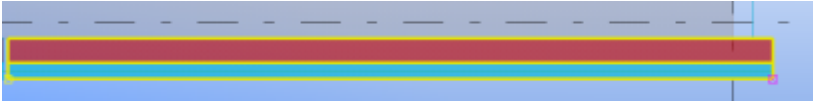
Muiden seinäelementtien mallinnus aloitetaan 0-kerroksessa olevista maanpaineseinistä eli AS-Elementeistä. Ne voidaan mallintaa joko käyttäen *Component Catalog*:sta löytyvää *Ground Pressure wall*-komponenttia tai *Create concrete panel*-työkalua.



Ground\_pressure

Kuva 185. *Ground Pressure wall* -kuvake

Mallinnettaessa valmiilla komponentilla, sen ominaisuudet saadaan muokattua kaksoisnapautuksella aukeavasta valikosta halutuiksi. Kun valinnat on tehty, painetaan Modify ja OK, jonka jälkeen mallinnetaan seinä työtasolle, osoittamalla kaksi pistettä ja ohjelma mallintaa seinän paikoilleen. Kun seinä on kohdallaan, siihen tehdään tarpeelliset muutokset, esimerkiksi lovetaan yläpää.

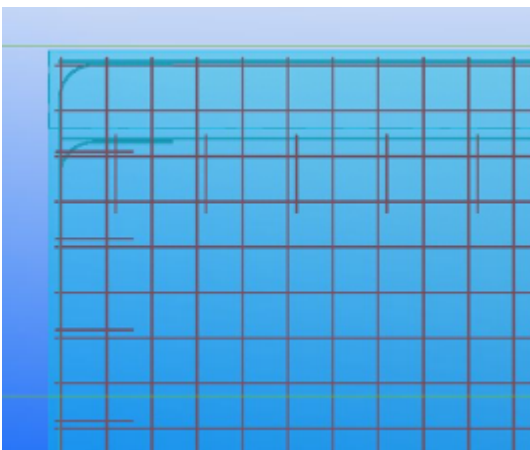


Kuva 186. AS-02 ylhäältäpäin.



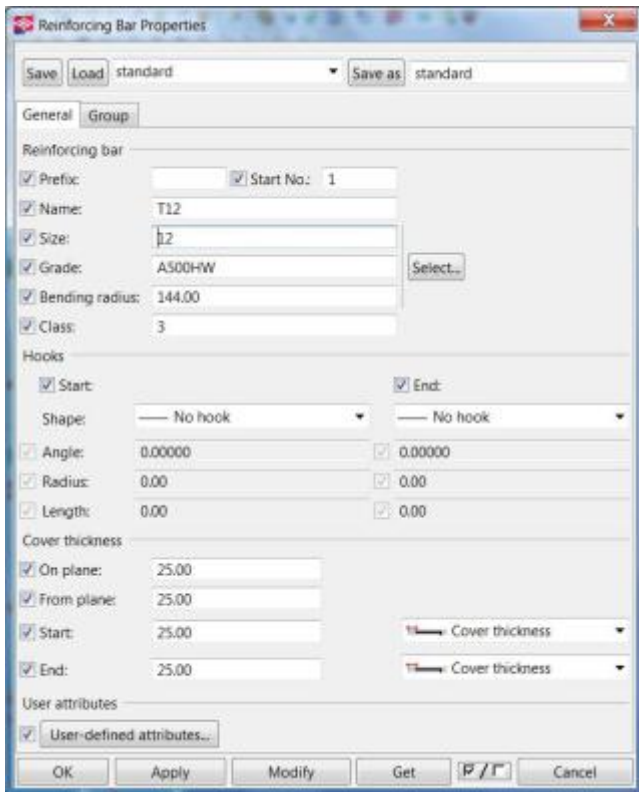
Kuva 187. AS-02 sivustapäin

Maanpaine seinäelementtien rauditus aloitetaan esimerkiksi pieliteräksistä ja rauditus verkoista, käyttäen *Edge and corner Reinforcement* -työkalua ja *Slab bars(18)* -työkalua. Niiden ominaisuudet muokataan halutuiksi ja vahvistetaan *Modify* ja *OK* komendoilla.



Kuva 188. Valmiit pieli- ja verkko raudoitukset

Elementin sisäreunaan mallinnetaan lisäraudoituksena T12 K200 rauditus käyttäen *Create reinforcing bar Group* -työkalua.



Kuva 189. Lisäraudoituksen muokkaus -valikko

Tämän jälkeen elementtiin lisätään komponentteina Vemot ja 100x100- kiinnityslevyt.

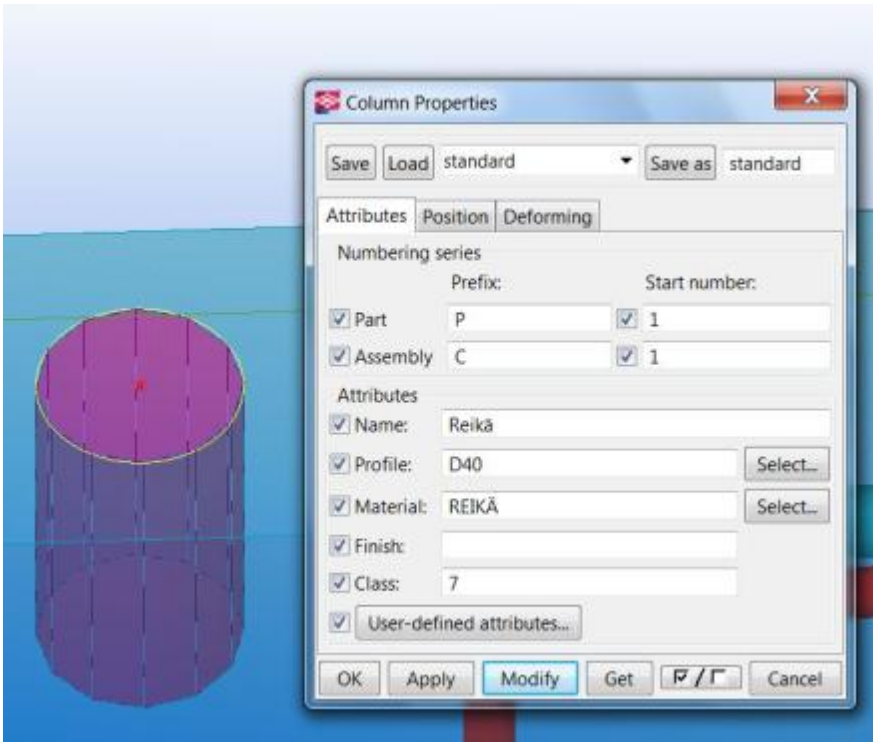


Kuva 190. 100x100 kiinnityslevy -kuvake



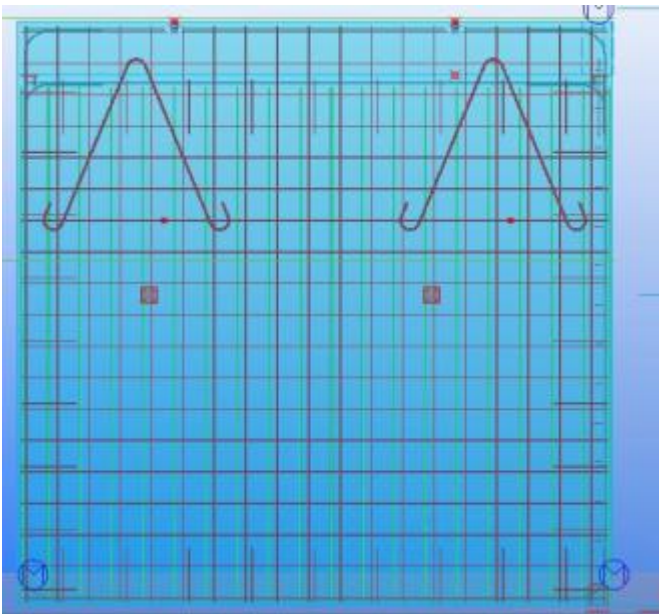
Kuva 191. Vemo -kuvake

Kun sekä kaikki Vemot että kiinnityslevyt on mallinnettu, mallinnetaan elementin yläreunaan tulevat 40x70 pyöreät kolot. Nämä kolot saadaan aikaan ensin mallintamalla halutulle kohdalle esimerkiksi teräspilari, jonka jälkeen valitaan *Cut part with another part* -työkalu ja jolla leikataan pilari irti elementistä. Tämän jälkeen elementin materiaali ja nimi vaihdetaan oikeiksi.



Kuva 192. Asennuskolo valikkoineen

Tämän jälkeen lisätään elementtiin *Lifting Anchor (80)*- työkalulla nostolenkit ja se on näinollen valmis. Elementin reunoihin tulevat vaijerilenkit muodostuvat käytettäessä liitostyökalua kahden elementin välillä kuten tässä tapauksessa tai ne voidaan lisätä yksitellen komponentteina.



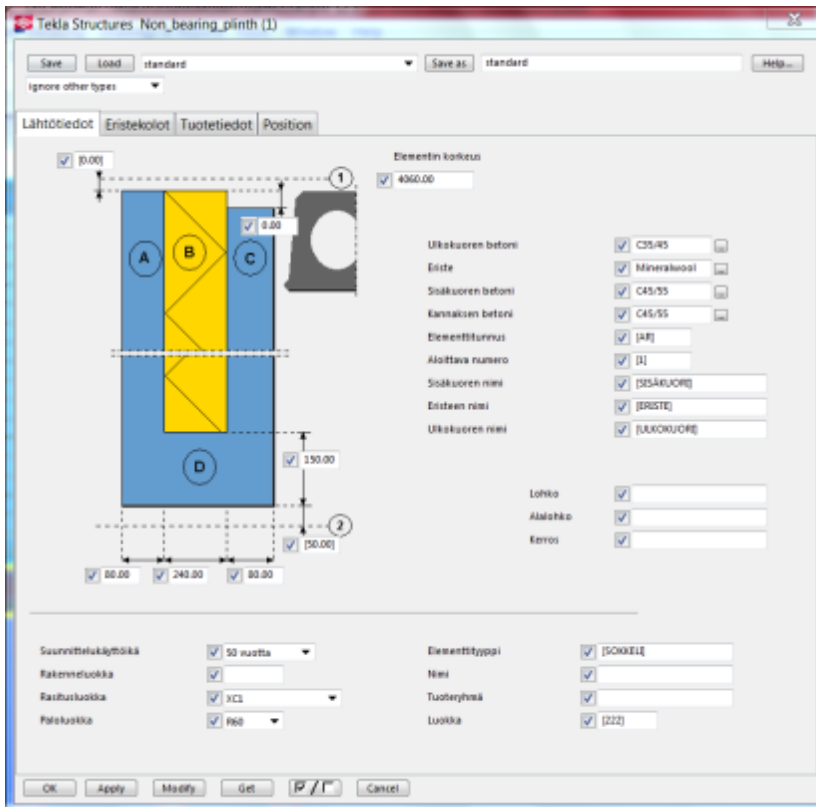
Kuva193. Vaijerilenkkejä vaille valmis elementti

Seuraavana mallinnetaan Grid -linjalla A sijaitsevat elementit käyttäen *Non\_bearing\_plinth* -työkalua. Kyseinen elementti voidaan mallintaa myös *Create concrete panel* -työkalua käyttäen, mutta tästä tavasta enemmän nauhaelementtien yhteydessä.



Non\_bearing\_plinth

Kuva 194. Non\_bearing\_plinth -kuvake

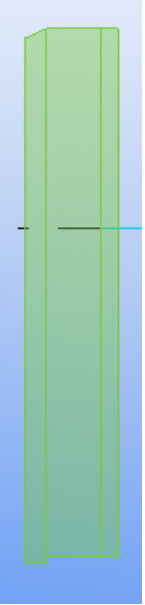


Kuva 195. Non\_bearing\_plinth Lähtötiedot -valikko



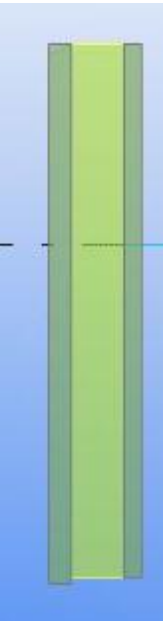
Kuva 196. valmis elementti sivustapäin





Kuva 199. Valmis elementti sivulta päin

Sandwich elementit voidaan mallintaa myös toisella tavalla, käyttäen *Create concrete panel* -työkalua. Tällä periaatteella mallinnettaessa, mallinnetaan molemmat kuoret sekä eristekerros eri paneeleina, jonka jälkeen ne nimetään sekä niiden materiaalit valitaan oikeiksi.



Kuva 200. Sisä- ja ulkokuori sekä eristekerros mallinnettuna

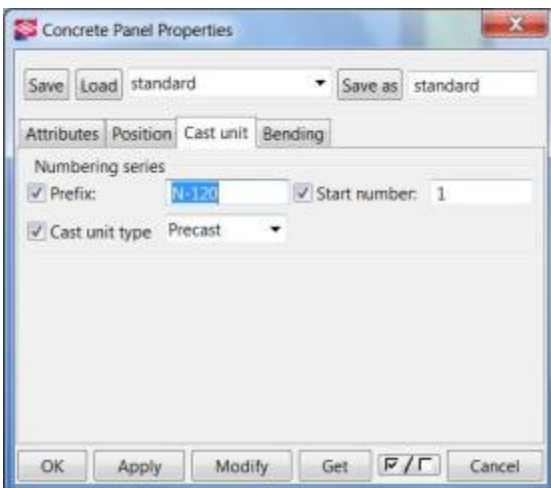




Kuva 201. Eristeen *Attributes* -valikko



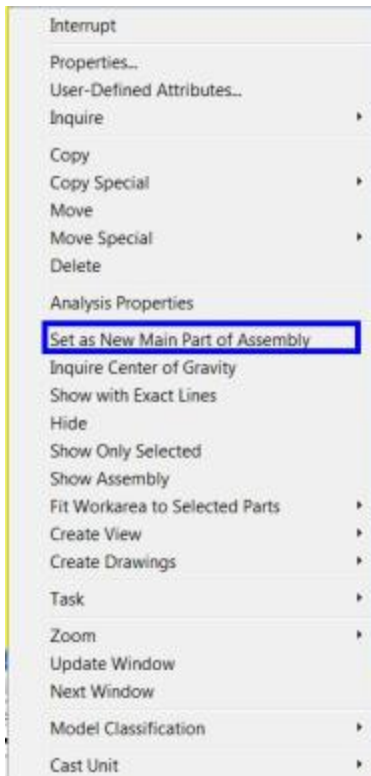
Kuva 202. Sisäkuoren *Attributes* -valikko



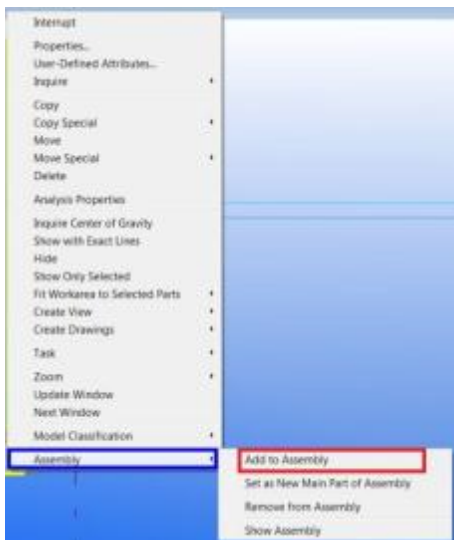
Kuva 203. Sisäkuoren *Cast Unit* -valikko

Kun kaikki eri osat on mallinnettu, ne liitetään yhteen käyttäen *And to Assembly* -komentoa eli osat liitetään yhdeksi ja samaksi kokonaisuudeksi. Ennen kuin tämä voidaan tehdä, täytyy jokin osa

kokonaisuudesta valita niin sanotuksi pääosaksi käyttäen *Set as New Main Part of Assembly* -toimintoa.

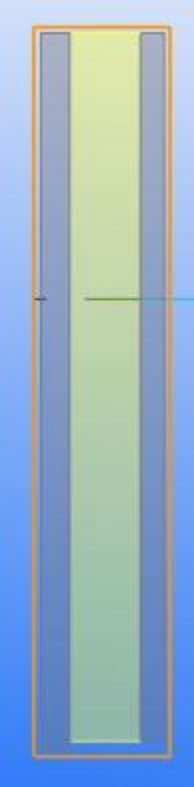


Kuva 204. *Set as New Main Part of Assembly* -valikko



Kuva 205. *Add to Assembly* -valikko

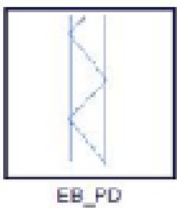
Kun kaikki osat on liitetty samaan kokonaisuuteen, voidaan valita *Show Assembly* -toiminto, jolloin ohjelma näyttää koko osakokonaisuuden.



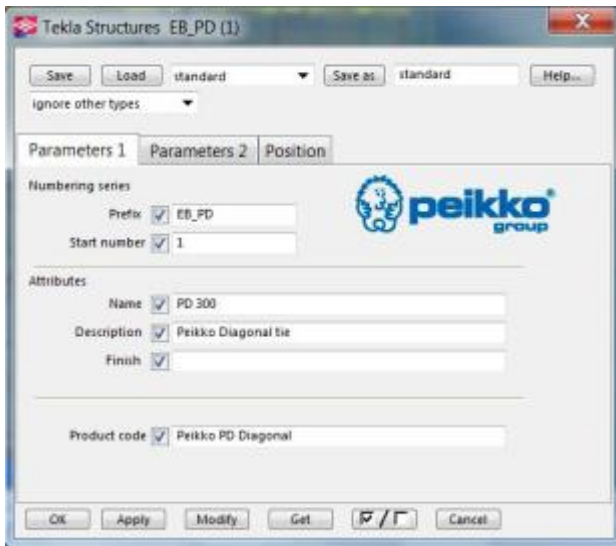
kuva 206. *Show Assembly*

Loput seinäelementit, joita löytyy esimerkiksi linjojen 16 – 18 väliseltä alueelta mallinnetaan joillakin näistä toiminnoista samoilla periaatteilla. Kaarevien seinien kohdalle käytetään samaa periaatetta kuin sandwich elementin mallinnuksessa käyttäen *Create concrete panel* -työkalua. Erona on se, että elementin käyryys muokataan käyttäen *Bending* -ominaisuutta.

Tätä periaatetta noudattaen raudoitetaan kaikki sisä- ja ulkokuoresta sekä eristeestä muodostuvat elementit. Raudoitus aloitetaan mallintamalla ansaat, lisäämällä elementtiin *EB\_PD*-komponentti, joka muokataan halutuksi ja kopioidaan halutuun välimatkoin koko elementin alalle.



Kuva 207. *EB\_PD* -kuvake



Kuva 208. *EP\_PD* -muokkaus ikkuna

Ansaiden jälkeen mallinnetaan sisäkuoressa sijaitseva kolo sekä sen yläreunaan tuleva tartuntarauta. Kolo ja sitä ympäröivät raudoitukset mallinnetaan käyttäen *Hole reinforcement for slabs and walls (84)*- työkalua, joka mallintaa molemmat yksityiskohdat samalla komennolla.



Hole reinforcement  
for slabs and walls  
(84)

Kuva 209. *Hole reinforcement for slabs and walls (84)* -kuvake

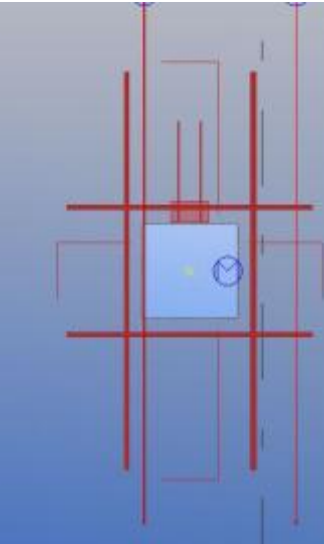
Kun kolo ja raudoitukset on mallinnettu, lisätään tartuntarauta käyttäen *EB\_AP004* – komponenttia.



EB\_AP004

Kuva 210. *EB\_APOO4* -kuvake

valmiina.



Kuva 211. Valmis kolo raudoituksineen

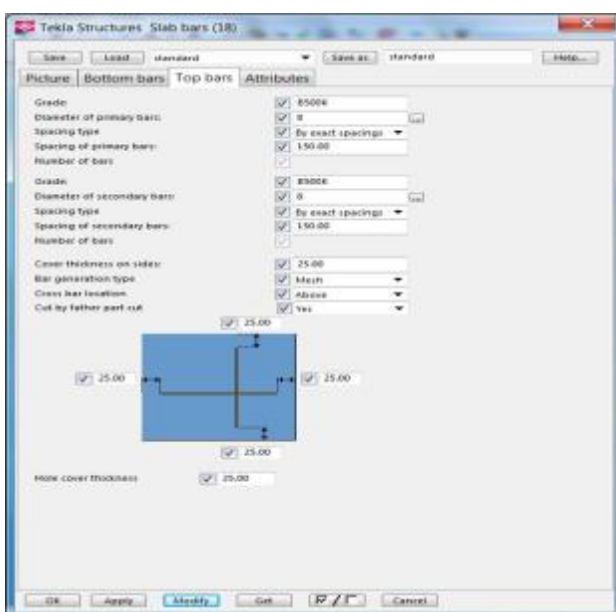
Seuraavana mallinnetaan raudoitusverkot sekä sisä- että ulkokuoreen käyttäen *Slab bars (18)*-työkalua.



Slab bars (18)

Kuva 212. *Slab bars (18)* -kuvake

Raudoitukset eroavat toisistaan niin verkon koon kuin materiaalinkin suhteen.



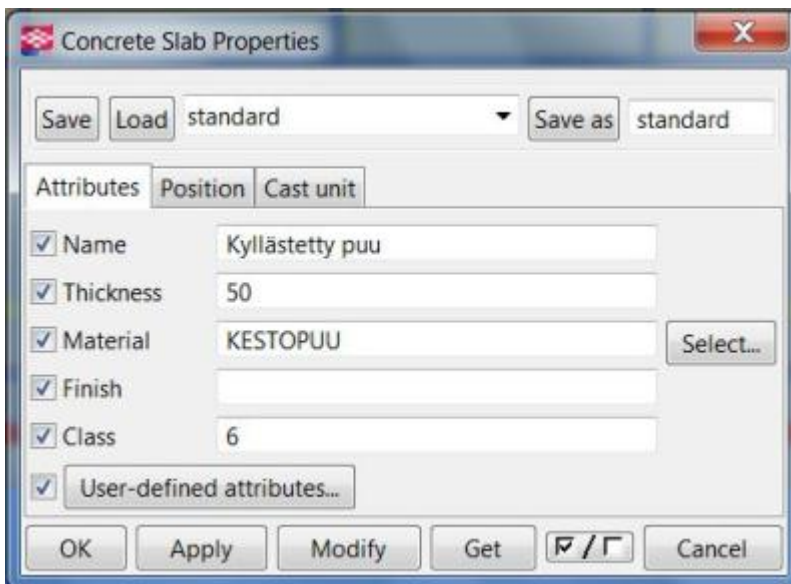
Kuva 213. Sisäkuoren raudoituksen muokkaus-valikko

Verkkojen jälkeen mallinnetaan pieliteräkset käyttäen *Edge and Corner reinforcement (62)* – työkalua.

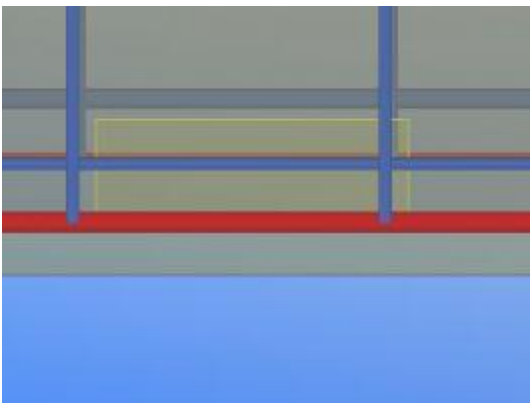


Kuva 214. *Edge and Corner reinforcement (62)* -kuvake

Kun pieliteräkset ovat halutunlaiset, mallinnetaan elementtiin tulevat asennuslovet ja kuorien väliin tulevat 50x150 mm painekyllästetyt puut. Lovet tehdään *Cut part with polygon*- työkalulla ja puut mallinnetaan laattana.



Kuva 215. 150x50 mm kyllästetynpuun ominaisuudet -valikko



Kuva 216. 150x50 kyllästetty puu paikoillaan

Seuraavana lisätään PLNF-5 nostolenkit, käyttäen kyseistä komponenttia.



Kuva 217. PLNF5 -kuvake



Kuva 218. Nostolenkki paikoillaan

Lopuksi elementin ulkokuoreen mallinnetaan urat, käyttäen *Cut part with polygon*- työkalua. Urien tekemistä helpotetaan etukäteen lisäämällä ulkokuoreen apupisteitä, joiden mukaan ura muokataan ja jota kopioidaan halutuille paikoille.



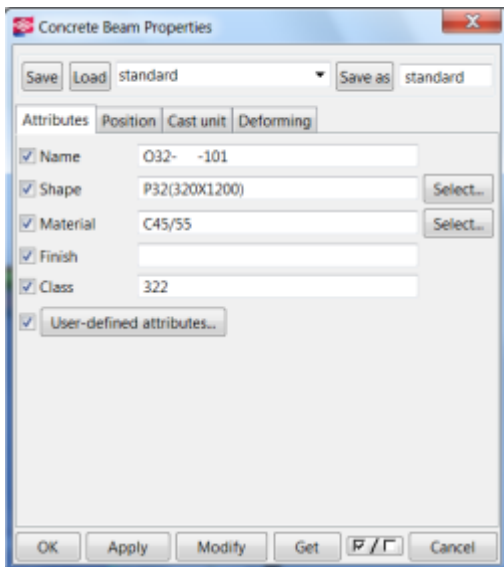
Kuva 219. Urien mallinnuksen apupisteet



Kuva 220. Valmis ura.

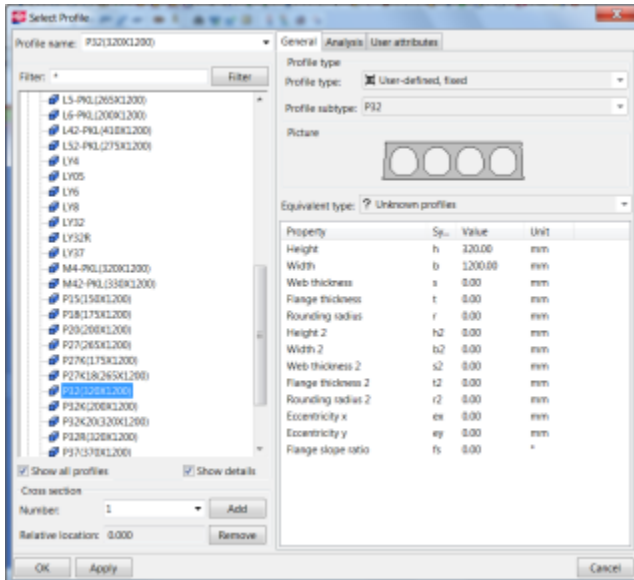
Elementin reunoihin tulevat vajjerilenkit muodostuvat kun elementit liitetään liitos -työkalulla toisiinsa.

Ontelolaatat mallinnetaan *Create concrete beam* -työkalulla. kaksoisnapautuksella aukeavasta *Attributes* -valikosta valitaan haluttu profiili jne.

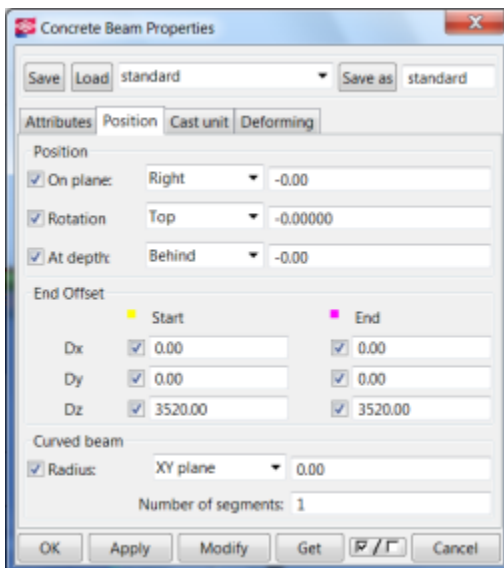


Kuva 221. O32- -101 *Attributes* -valikko

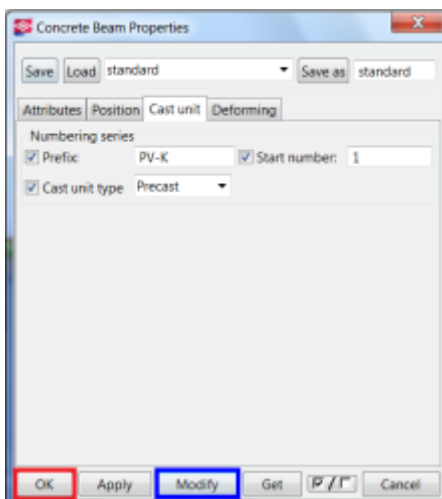




Kuva 222. Profiilin valinta -valikko

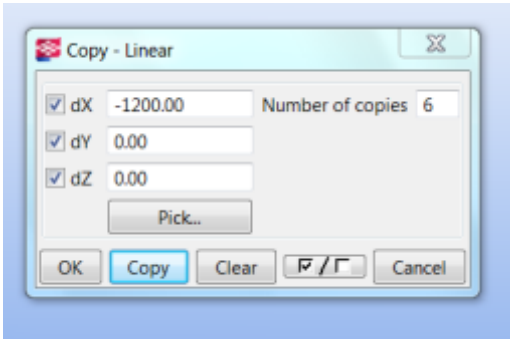


Kuva 223. O32- -101 Position -valikko



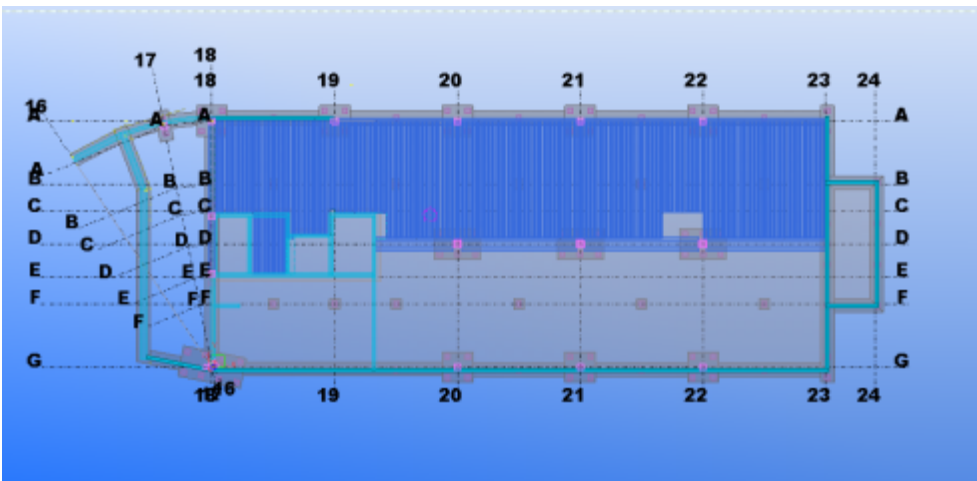
Kuva 224. O32- -101 Cast unit -valikko

Ontelolaatat mallinnetaan lähtötietojen mukaan tulemaan palkkien päälle joko 200 mm tai 60 mm. Mallinnetaan ontelolaatat ensimmäisenä Grid -linjoilla A ja D olevien palkkien väliin. Koska ontelolaatoissa on paljon toistuvuutta, kopiointi on tehokas apuväline niiden mallinnuksessa.

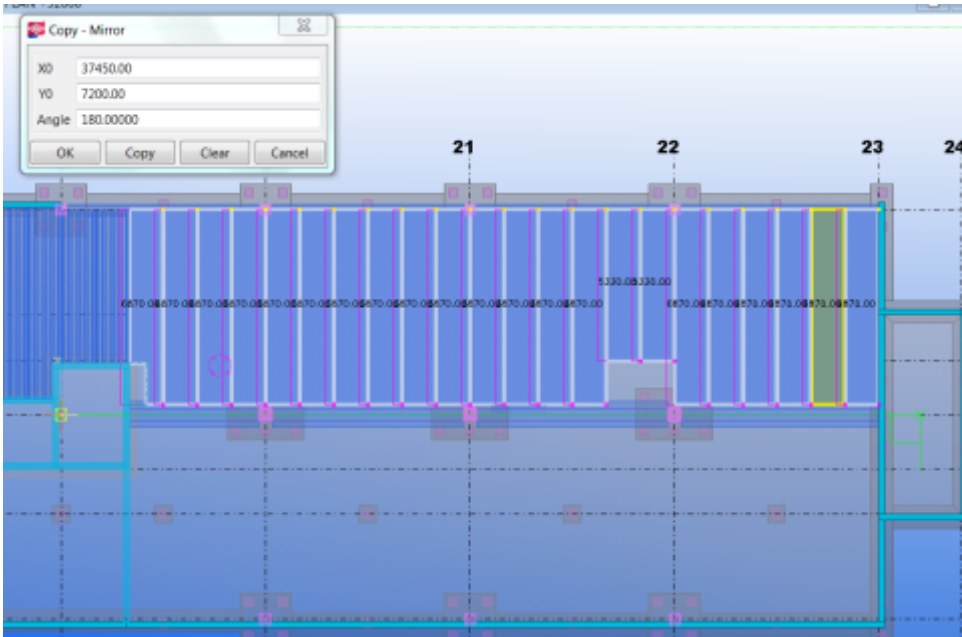


Kuva 225. Ontelolaattojen kopiointi asetukset

Kun ontelolaatat on mallinnettu linjojen A ja D välille, ne voidaan peilata *Mirror* -komennolla Grid -linjan D suhteen.

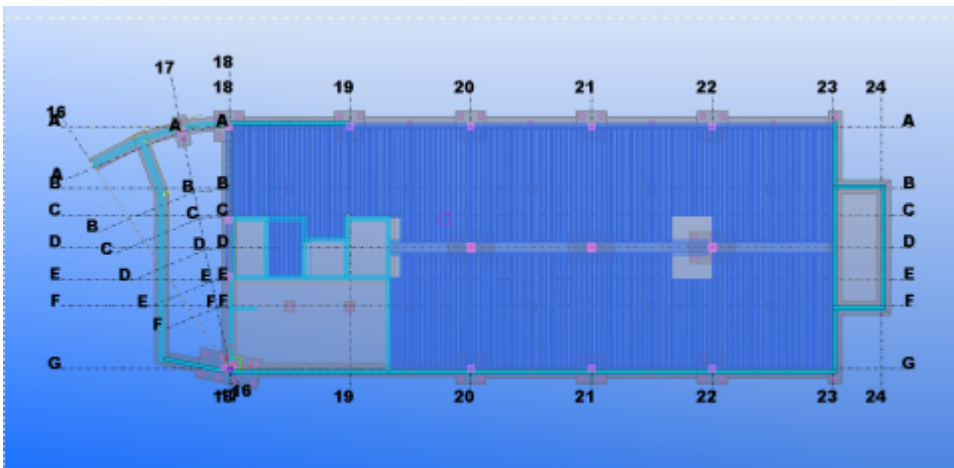


Kuva 226. Ontelolaatat linjojen A ja D välillä



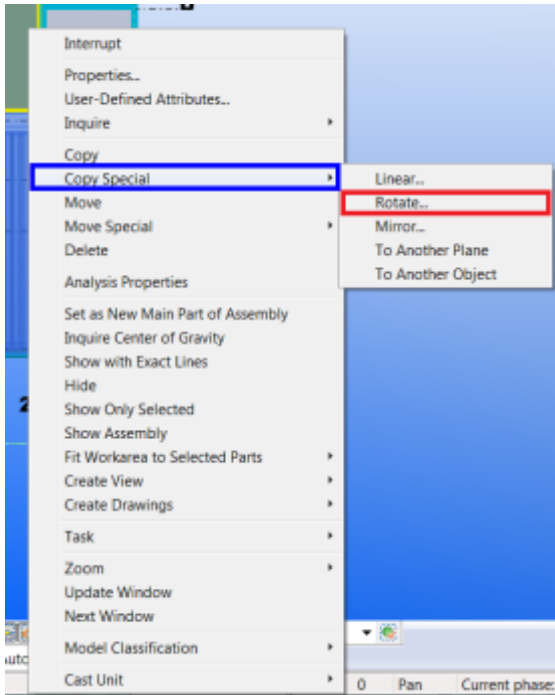
Kuva 227. Ontelolaattojen peilaus grid -linjan D suhteen.

Valmiit ontelolaatat.

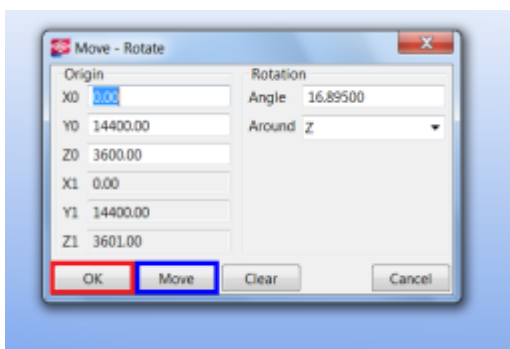


Kuva 228. Valmiit ontelolaatat

Ylemmissä kerroksissa Grid -linjojen 16 ja 20 välille tulevat ontelolaatat joudutaan mallintamaan hieman eritavalla johtuen niiden viistosta muodosta. Oikea muoto saadaan aikaan kääntämällä niitä *Rotate* -komennolla sekä leikkaamalla ne *Cut part with polygon* -työkalulla oikean mittaisiksi.

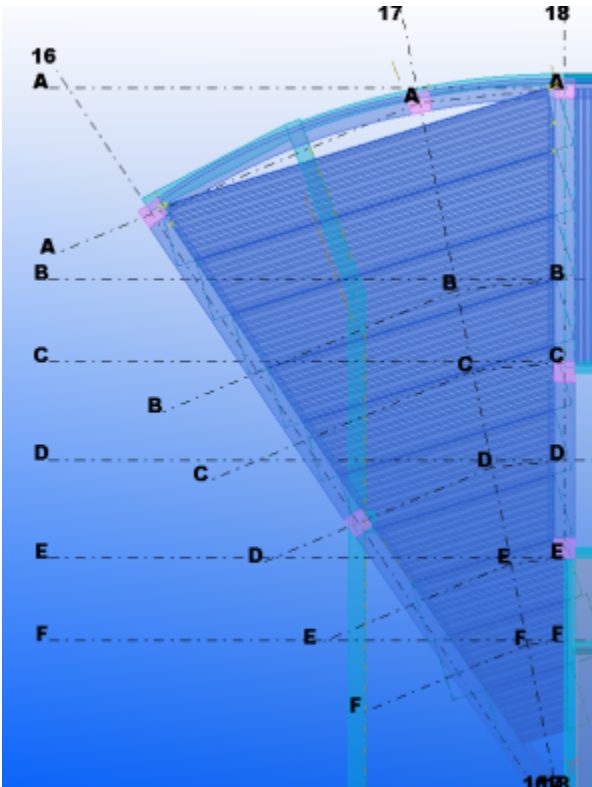


Kuva 229. *Rotate* -komento



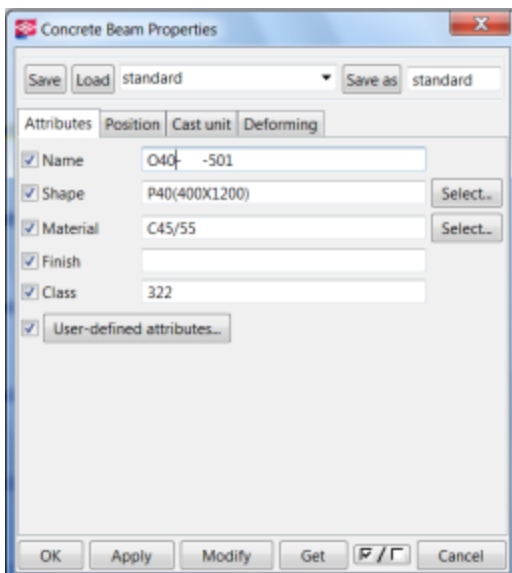
Kuva 230. *Rotate* -valikko

Kun laatat ovat paikoillaan, ne näyttävät tältä.



Kuva 231. Valmiit ontelolaatat

Ontelo laataston ja Grid -linjojen väliin jäävät alueet täytetään paikallavalu laatoilla, jotka mallinetaan *Create concrete slab* -työkalulla L-elementtien tapaan. Ylimmän kerroksen ontelolaatat ovat 400 mm paksuja johtuen IV-konehuoneen aiheuttamasta kuormasta.

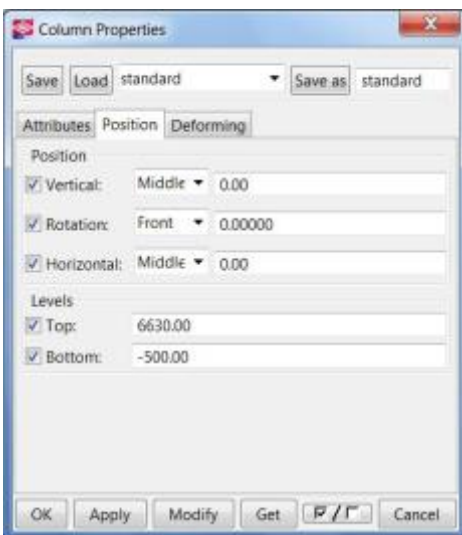


Kuva 232. Ylimmän kerroksen ontelolaatan Attributes -valikko

Toimistorakennuksen ja parkkitalon välisen teräsrakenteisen kulkusillan mallinnus aloitetaan mallintamalla teräspilarit aikaisemmin mallinnetusta anturasta.

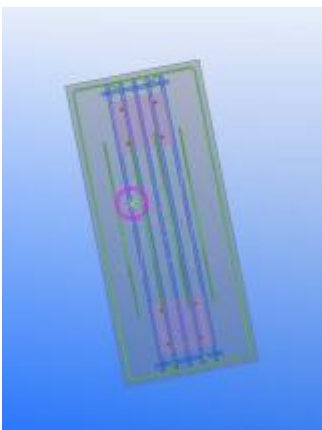


Kuva 233. Pilarin P4-S *Attributes* -valikko



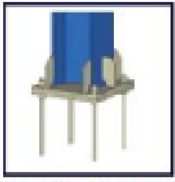
Kuva 234. Pilarin P4-S *Position* -valikko

Anturasta nousee neljä pilaria, jotka mallinnetaan käyttäen *Mirror* -komentoa, mallintamalla ensin yksi pilari paikoilleen ja peilaamalla loput pilarit paikoilleen anturan sivujen keskipisteiden kautta.



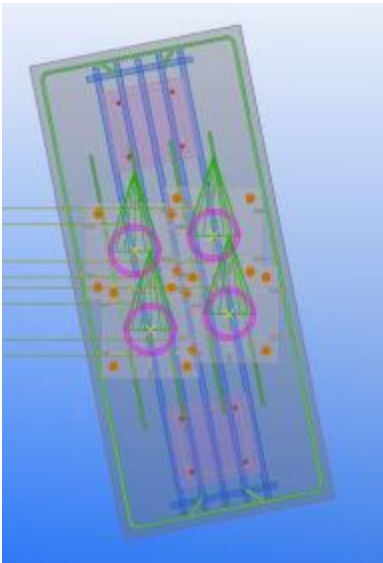
Kuva 235. Ensimmäinen pilari paikoillaan

Kun kaikki pilarit ovat paikoillaan, lisätään pilareiden kiinnitykset anturaan käyttämällä jäykistettyä aluslevyä *Stiffened base plate (1014)*.

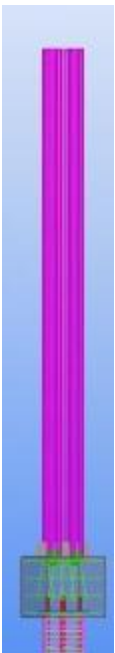


Stiffened base plate (1014)

Kuva 236. *Stiffened base plate (1014)* -kuvake



Kuva 237. Kaikki pilarit aluslevyineen paikoillaan, ylhäältäpäin katsottuna

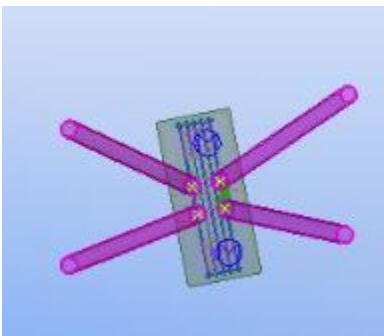


Kuva 238. Pilarit sivustapäin katsottuna

Seuraavana mallinnetaan pilareiden vinot jatkokset, mallintamalla pystysuoran pilarin päälle toinen pilari, jotka sitten yhdistetään hitsausliitoksella. Vinossa oleva pilari siirretään oikeaan asentoon lähtötiedoista saatujen mittojen avulla, siirtämällä sen yläpäätä.



Kuva 239. koko pilari sivustapäin



Kuva 240. Pilarit ylhäältä päin kuvattuna

Seuraavana mallinnetaan sillan alapaarteena toimivat putkipalkit, ensimmäisenä valitaan oikea profiili.





Kuva 241. Alapaarteen *Attributes* -valikko

Seuraavana valitaan korkotaso +102800, johon mallinnus tapahtuu. Kun ensimmäinen alapaarre on mallinnettu paikoilleen, se kopioidaan sivulle päin sekä tämän jälkeen molemmat alapaarteet kopioidaan ylöspäin, jolloin sekä ala- että yläpaarteet ovat valmiita.



Kuva 242. Kulkusillan alapaarteet

Tämän jälkeen mallinnetaan kulkusillan ristikot. Ensin valitaan materiaali ja oikea profiili.



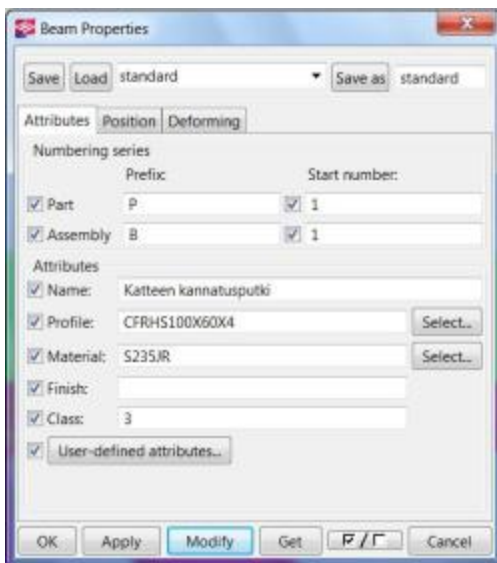
Kuva 243. Ristikon sauvojen *Attributes* -valikko

Tämän jälkeen sauvoja aletaan mallintaa paikoilleen lähtötietojen mukaan. Kun sauvat ovat paikoillaan, on lopputulos alla olevan kuvan näköinen.

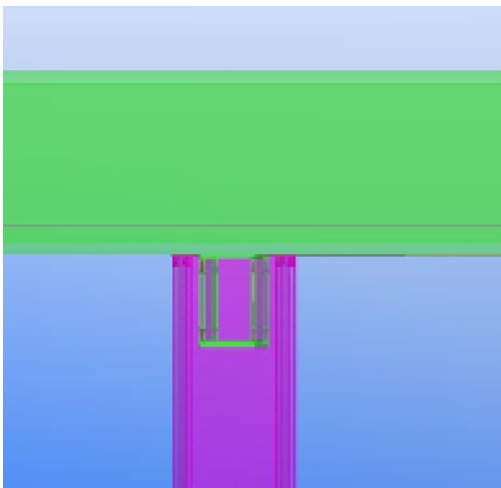


Kuva 244. Ristikon sauvat paikoillaan

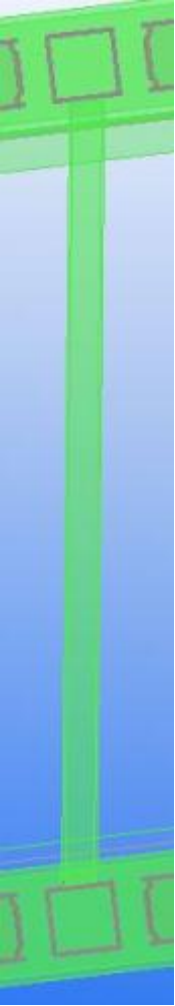
Seuraavana mallinnetaan ristikoiden väliin tulevat 100x60x4 katteen kannatus putket.



Kuva 245. 100x60x4 putken *Attributes* -valikko

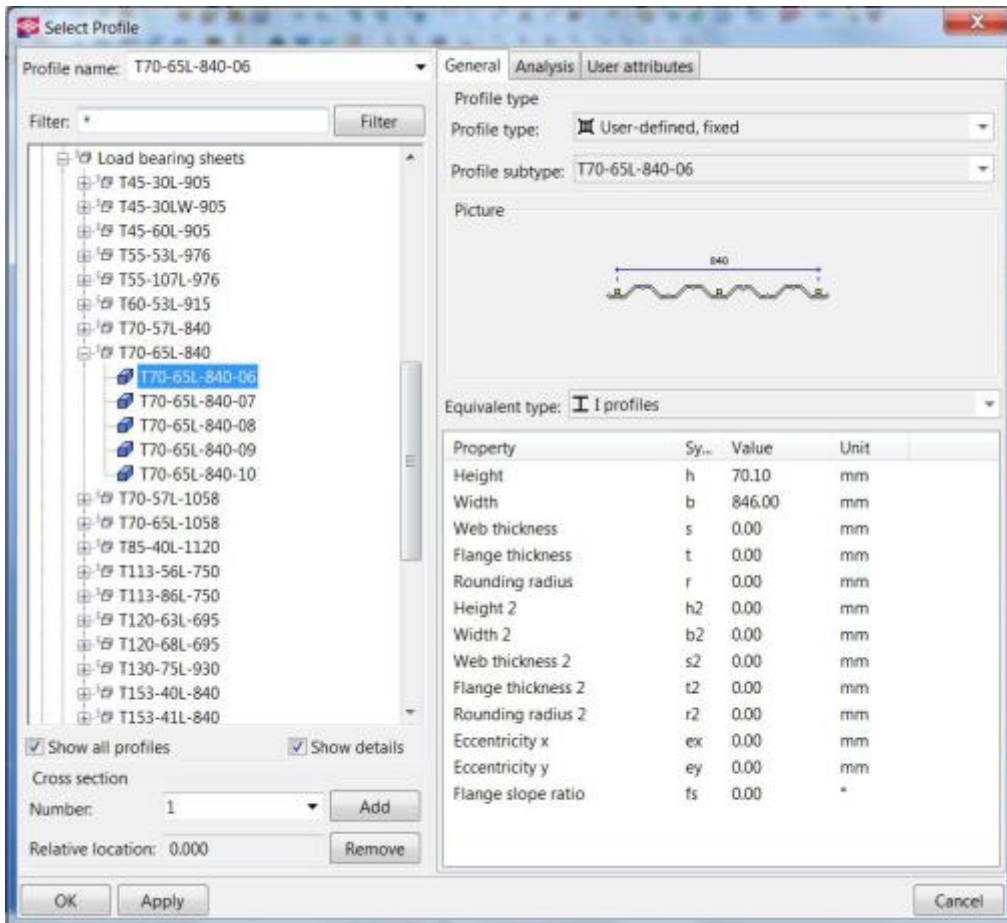


Kuva 246. Valmis 100x60x4 putki sivultapäin



Kuva 247. Valmis 100x60x4 putki ylhäältäpäin

Näiden putkien yläpuolelle mallinnetaan kate käyttämällä *Create concrete beam* -työkalua. Profiili valitaan halutuksi *Select Profile* -valikosta.



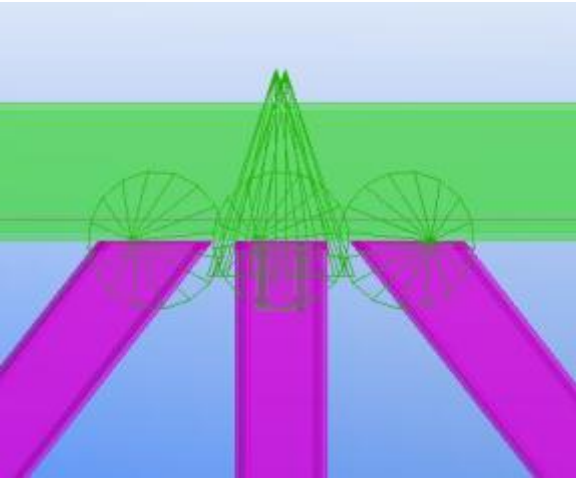
Kuva 248. *Select Profile* -valikko

Tämän jälkeen mallinnetaan liitokset jo luotujen ristikoiden, paarteiden sekä väliputkien yhtymäkohtiin käyttämällä *Welded column with stiffeners(128)* -liitosta.



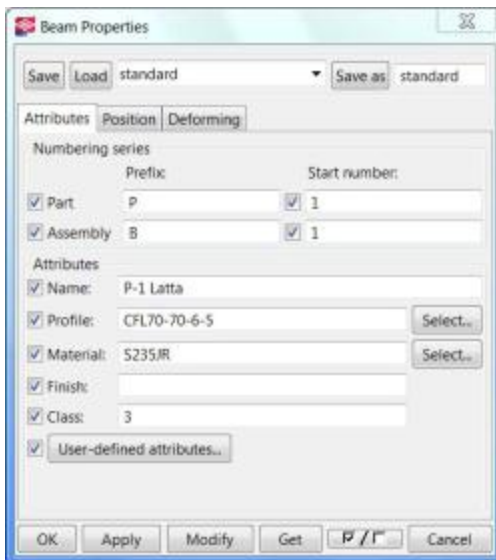
Kuva 249. *Welded column with stiffeners (128)* -kuvake

Kun liitos mallinnetaan, sen symboliksi muodostuu kartio, joka kertoo värillään kuinka hyvin liitos toimii. Vihreä merkitsee hyvää toimintaa.



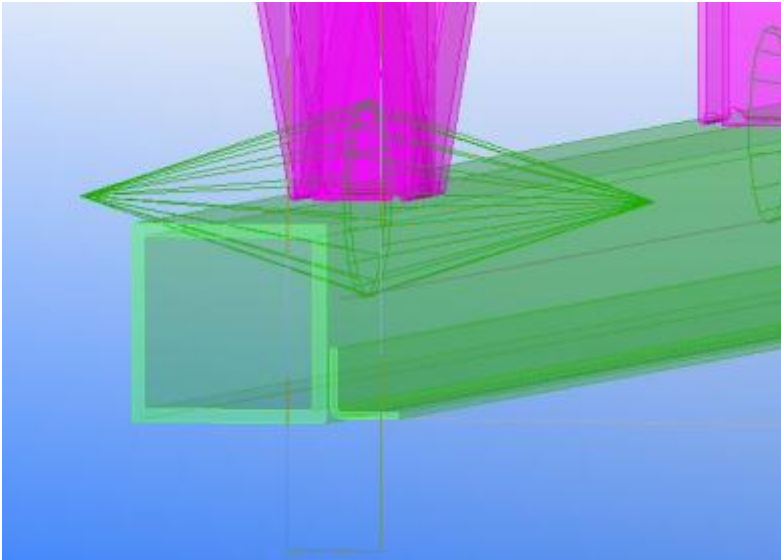
Kuva 250. Mallinnetut liitokset

Tämän jälkeen mallinnetaan alapaarteisiin tulevat sisäpuoliset L-teräkset, ulkopuolelle tulevat vastaavat mallinnetaan samalla periaatteella.



Kuva 251. Sisäpuolisten L-terästen  
*Attributes* -valikko

L-teräkset mallinnetaan käyttäen *Steel Beam* -työkalua.

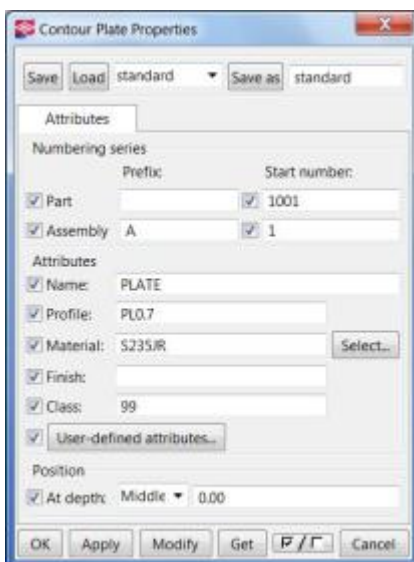


Kuva 252. Sisäpuolinen L-teräs paikoillaan

Kun kyseiset teräkset on mallinnettu molemmille puolille lähtötietojen mukaisesti, aletaan mallintaa kulkusillan pohjaa, joka koostuu liittolevypelistä sekä 120 mm betonilaatasta. Levy mallinnetaan käyttämällä *Create contour plate*- työkalua.



Kuva 253. *Create contour plate* -kuvake



Kuva 254. Liittolevyn Attributes -valikko

Kun levyn asetukset on valittu halutuiksi, painetaan *Modify* ja *OK*, jonka jälkeen levy mallinnetaan samalla periaatteella, kuin esimerkiksi betonilaatta määrittämällä levyn nurkkapisteet, jonka jälkeen korkoasema säädetään halutuksi.



Kuva 255. Levy valmiina

Kun levy on saatu paikoilleen, mallinnetaan sen päälle 120 mm vahvuinen teräsbetonilaatta, joka raudoitetaan käyttäen samoja menetelmiä kuin esimerkiksi hissikuilun pohjalaatan mallinnuksessa.

## Komponenttien lataaminen netistä

Monella suomalaisella teräsosavalmistajalla on omilla Internet sivuillaan mahdollisuus ladata eri suunnitteluohjelmiin heidän valmistamiensa osien kuvakkeita ja komponentteja. Näin on myös *Ans-tar:lla Semtu Oy:llä* ja *Peikko Groupilla*, joiden sivuilta löytyvät latausmahdollisuudet sekä 2D - piirustus että 3D -mallinnusohjelmiin. Tämä ohjeistus on laadittu ohjeeksi ladattaessa edellä mainittujen valmistajien komponentteja *Tekla Structures 17.0* ohjelmaan.

### 1. Peikko Group.

Osoitteesta [www.peikko.fi](http://www.peikko.fi) löytyy aloitus sivu, josta löytyvät tiedot tuotteista, ajankohtaisista tapahtumista yms. Sivun oikeassa reunassa on kohta: "Oikopolut", josta valitsemalla lataukset: *software, komponentit ja blokit*, käyttäjä pääsee *Peikko Design Components* valikkoon. Tässä valikossa esitellään ohjelmat, joihin löytyy ladattavaa materiaalia sekä linkki josta pääsee jatkamaan eteenpäin.



Kuva 1. Peikko Groupin etusivu



## Peikko Design Components

Peikko Design Components for **AutoCAD, Tekla Structures, Revit and Nemetschek Allplan** are integrated in the user interface of the design software as a product library. Peikko Design Components are created with detailed information of products. Peikko updates and adds new products into the library regularly.

These components help designers to work faster. By using the components the designer is able to check how Peikko products fit into the structure.

- Peikko components for 2D AutoCAD, latest update October 2011
- Peikko components for 3D Tekla Structures
- Peikko components for 3D Revit 2011
- Peikko Components for 3D Revit 2012
- Peikko components for 3D Nemetschek Allplan
- Deltabeam connection details for AutoCAD

[Go to download page.](#)

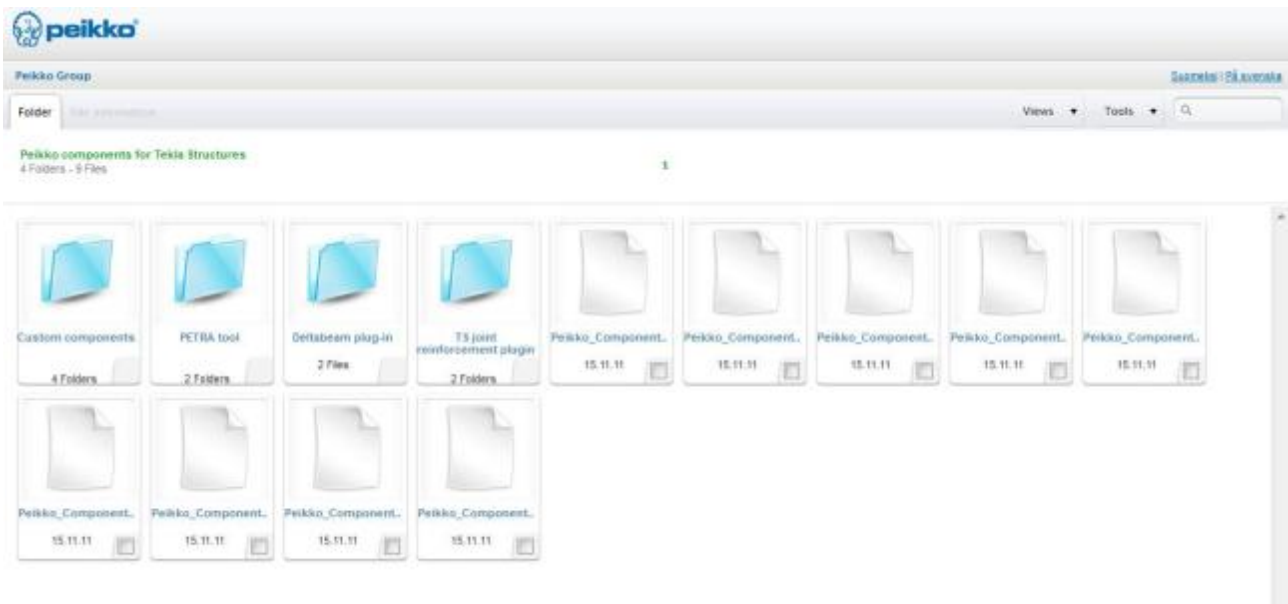
Kuva 2. Peikko Design Components -valikko

*Go to download page*- linkki avaa näyttöön ikkunan, jossa täytetään lataajan tiedot sekä valitaan minkä ohjelman komponentteja ladataan.

Components:	<input type="checkbox"/> Peikko components for 2D AutoCAD
	<input type="checkbox"/> Peikko components for 3D Tekla Structures
	<input type="checkbox"/> Peikko components for 3D Revit 2011
	<input type="checkbox"/> Peikko Components for 3D Revit 2012
	<input type="checkbox"/> Peikko components for 3D Nemetschek Allplan
	<input type="checkbox"/> Deltabeam connection details for AutoCAD
First name*	<input type="text"/>
Last name*	<input type="text"/>
Email*	<input type="text"/>
Company*	<input type="text"/>
Address*	<input type="text"/>
City*	<input type="text"/>
State	<input type="text"/>
Postal code/Zip code	<input type="text"/>
Country*	Choose country <input type="text"/>
Phone	<input type="text"/>
	<input type="submit" value="Submit"/>

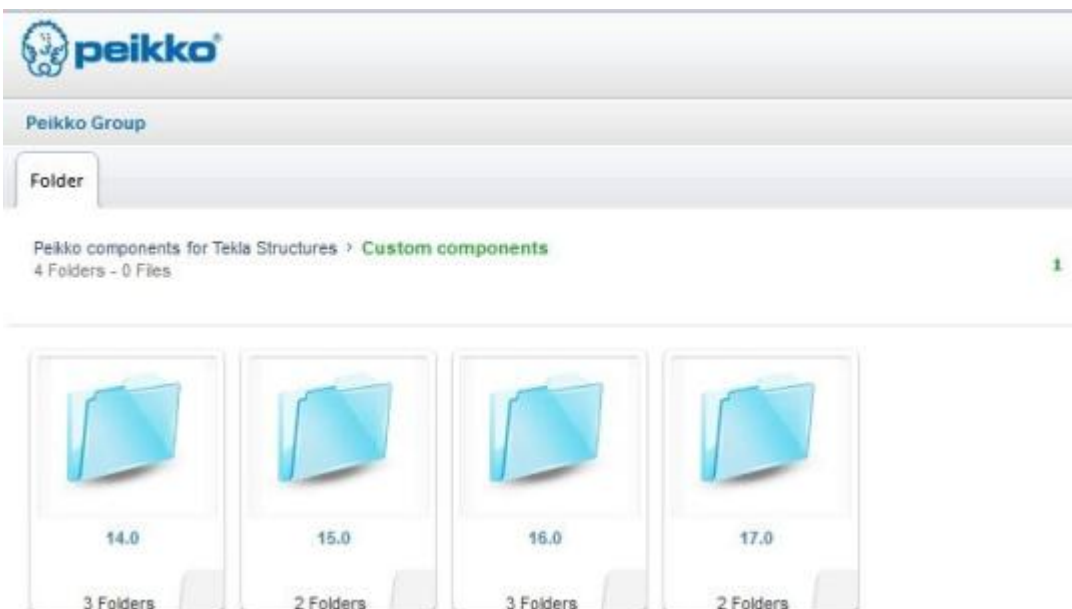
Kuva 3. Lataustietojen käyttö.

Kun lomake on täytetty, painetaan *Submit*, jolloin lomake lähetetään ja vastauksena tulee sähköpostiin viesti, joka sisältää linkin lataussivulle. Lataussivulle siirrytään painamalla viestissä olevaa linkkiä, jolloin näytölle avautuvat ladattavissa olevat komponentit kategorioittain.



kuva 4. Näkymä lataus sivulta

Valitaan näytöltä kansio *Custom Components*.



Kuva 5. *Custom Components* -kansio

Seuraavana valitaan käytettävän ohjelman versio, eli valitaan 17.0. Tämän jälkeen näyttöön tulee kaksi eri kansiota, joita valitaan *Peikko Items*.



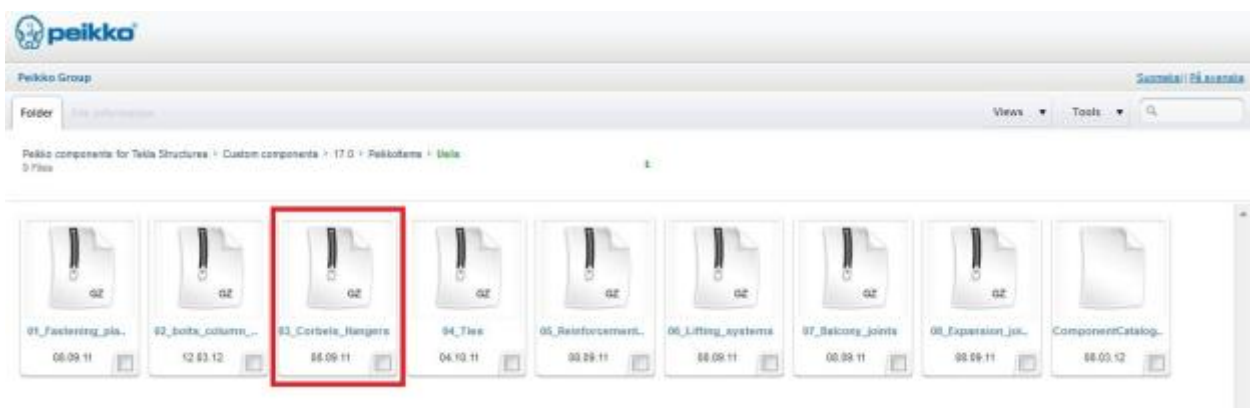
Kuva 6. *Peikko Items* -kansio

Seuraavana avautuu vain yksi kansio, joka on nimetty *Uels*.



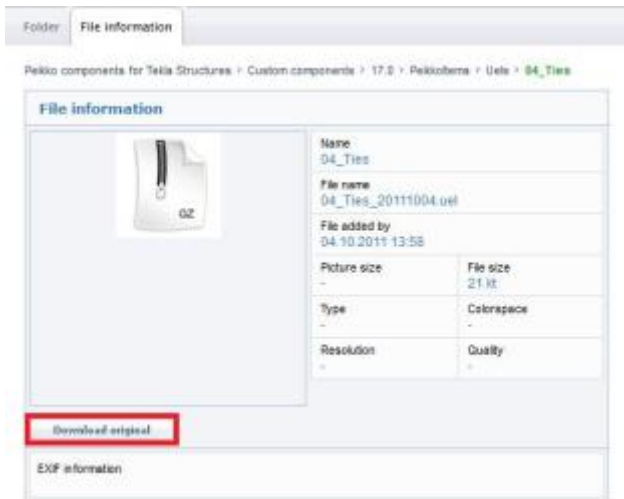
Kuva 7. *Uels* -kansio

Tästä puolestaan avautuvat ladattavat komponentit. Valitaan esimerkiksi *03\_Corbels\_Hangers*.



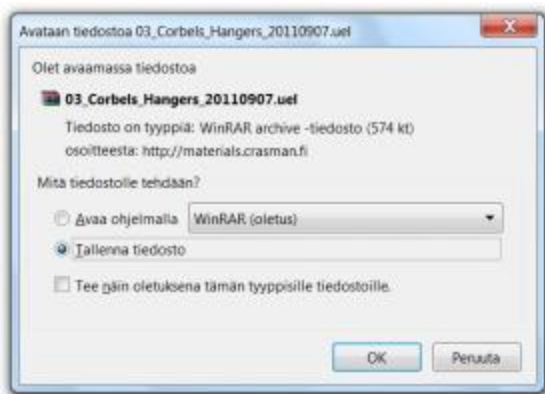
Kuva 8. *Uels* -valikko

Napauttamalla tiedoston nimeä, näyttöön avautuvat tarkemmat tiedot.



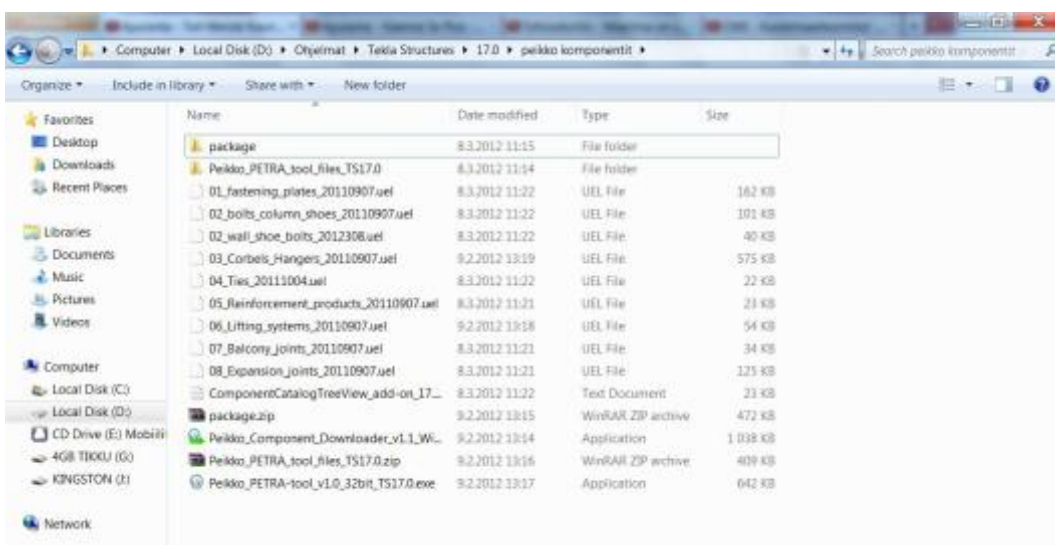
Kuva 9. 03\_Corbels\_Hangers -kansio

Painamalla *Download original*, pyydetään valitsemaan minne tiedosto tallennetaan.



Kuva 10. 03\_Corbels\_Hangers -tiedoston tallennus

Kun haluttu tallennus kansio on löytynyt, painetaan *OK*.



Kuva 11. Tallennus -kansio

Koska ladatut komponentit ovat *Uel* muotoa, niitä ei tarvitse avata, eikä asentaa mitenkään. *Tekla Structuresiin* ne saadaan ladattua menemällä *Component Catalog*:iin. Siellä napautetaan hiiren 2-painikkeella *Catalog*:in taustaa, jolloin avautuu valikko, josta valitaan *Import*.



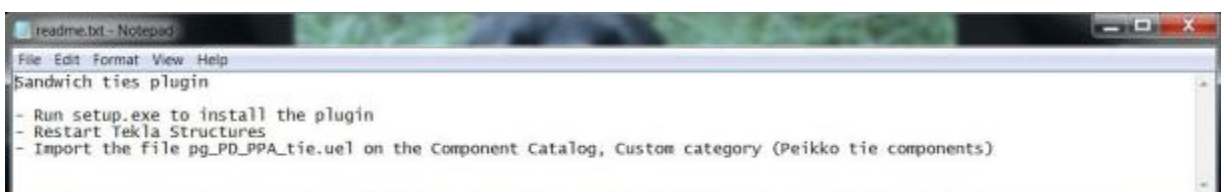
Kuva 12. *Import*-valikko

Kun *Import*- komento on valittu, avautuu ikkuna, jossa pyydetään näyttämään haluttu tiedosto. Kun tiedosto on löytynyt, painetaan *Ok*, jolloin komponentit latautuvat.



Kuva 13. Ladatut komponentit

Osa ladattavista komponenteista saattaa olla pakattu esimerkiksi *zip* muotoa, jolloin ne pitää purkaa normaalisti. Joitakin Komponentteja tai työkaluja voi joutua asentamaan esimerkiksi *sandwich* elementin ansaiden mallinnus- työkalu.



Kuva 14. *Sandwich ties* -asennusohjeet

Tässä oli esimerkkinä *Peikon* komponenttien hakeminen Internetistä sekä asentaminen ja lataaminen koneelle. Muiden valmistajien kohdalla perustoiminnot ovat samat.

## 2. Anstar

Anstar:n tuotteiden komponentteja pääsee lataamaan aloitussivulta [www.anstar.fi](http://www.anstar.fi) löytyvästä **DOWNLOADS**-valikosta.

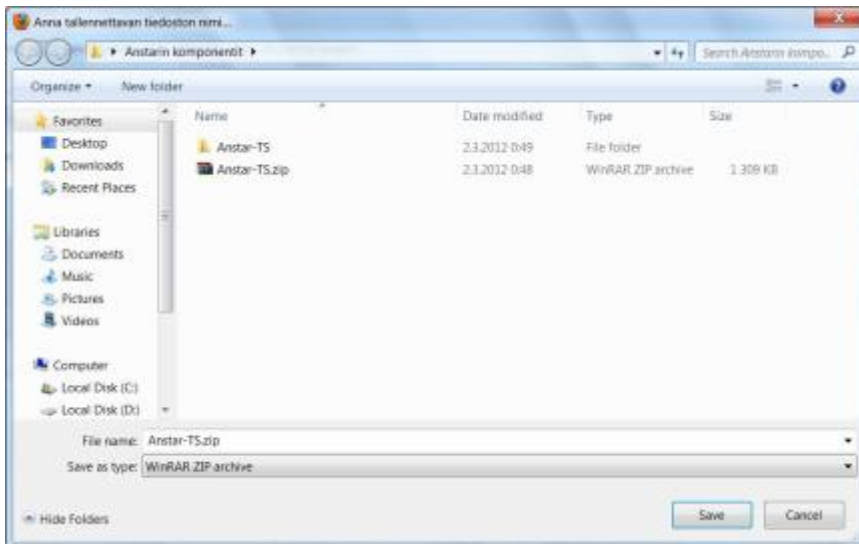


Kuva 15. Anstar:n etusivu



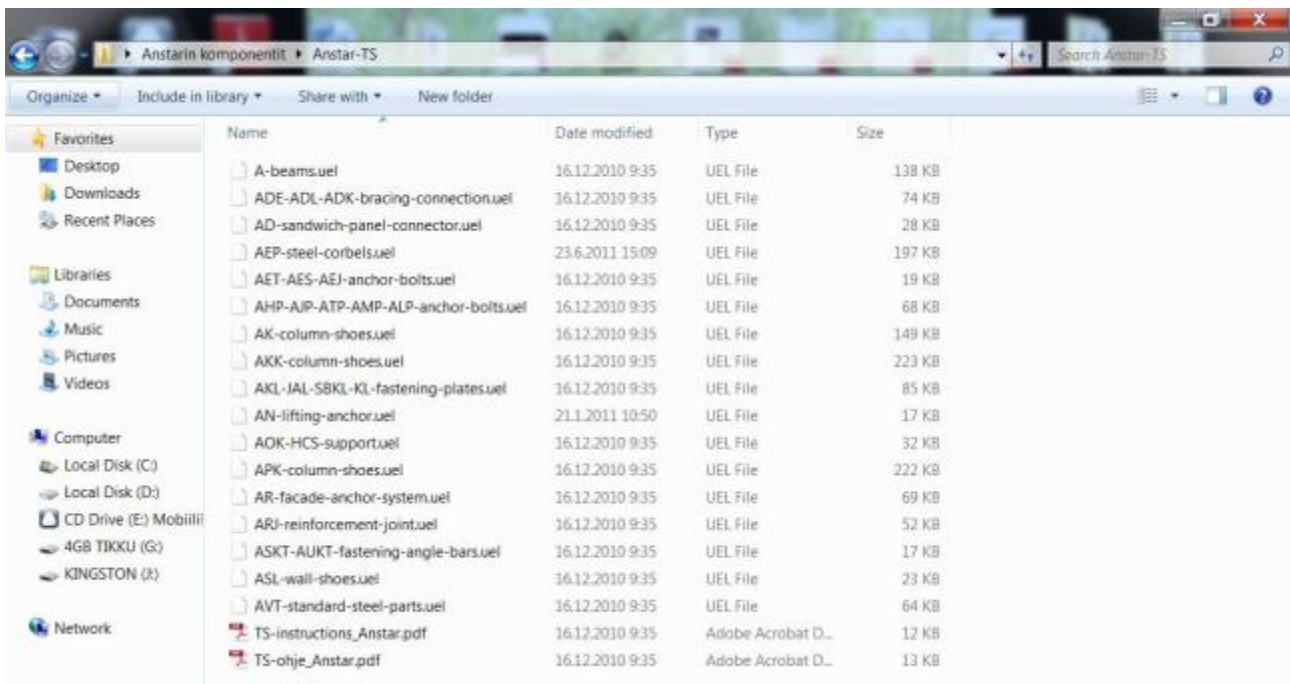
Kuva 16. **DOWNLOADS**-valikko

Avautuvassa ikkunassa on lueteltu eri ohjelmien komponentit ohjelmisto versioineen. *Tekla Structuresin* kohdalla on mahdollista valita kerralla kaikki komponentit tai komponentit kategorioittain. Lisäksi komponenttien asennusohje löytyy samasta listasta. Kaikki komponentit saa ladattua valitsemalla *Lataa TS -komponentit*, tällöin pyydetään valitsemaan tallennuskansio jne. Latautuva tiedosto on pakattu, joka joudutaan avaamaan.



Kuva 17. *Anstar-TS* -kansio

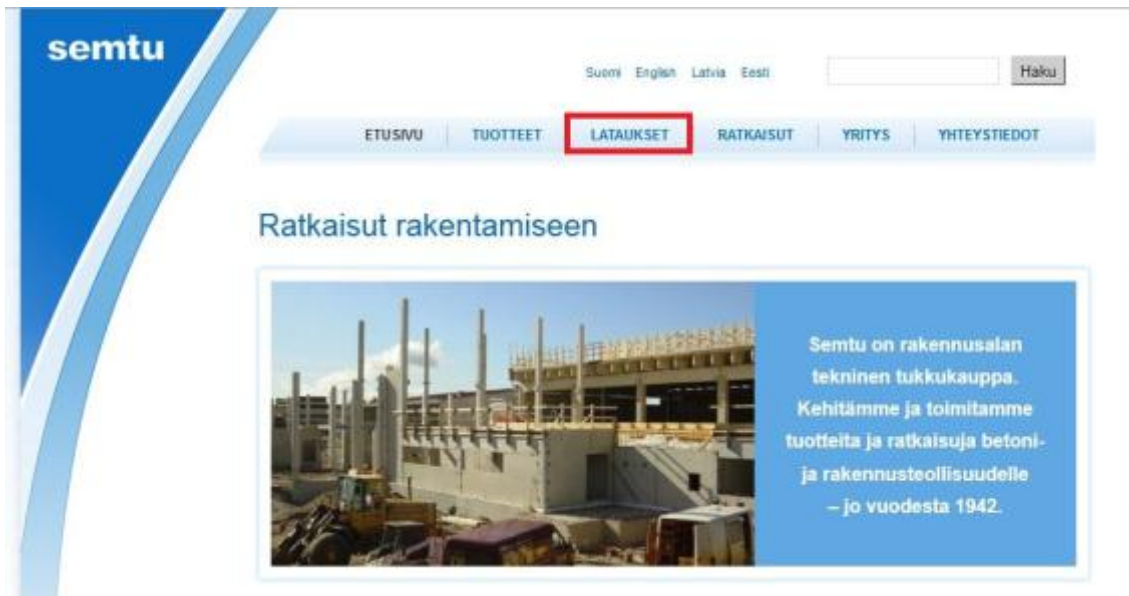
Kun kansio on purettu, sieltä avautuu luettelonäkymä, jossa ovat ladattavat komponentit sekä asennusohjeet.



Kuva 18. *Anstar:n* komponentit -kansio

Itse komponenttien lataaminen tapahtuu ylempänä esitetyllä tavalla *Component Catalog*:in kautta *Import* komennolla.

### 3. Semtu



Kuva 19. *Semtu*:n etusivu

Osoitteessa [www.semtu.fi](http://www.semtu.fi) avautuu näytölle etusivu, josta painamalla Lataukset kohtaa, pääsee selaamaan ladattavissa olevia komponentteja.



Kuva 20. Lataukset -sivu

Painettaessa *Tekla* -komponenttien lataus -linkkiä, avautuu ikkuna, jossa on lomake johon täytetään omat tiedot.



The screenshot shows the Semtu website's registration page for Tekla components. The header includes the Semtu logo, language options (Suomi, English, Latvian, Eesti), and a search bar. A navigation menu contains links for ETUSIVU, TUOTTEET, LATAUKSET, RATKAISUT, YRITYS, and YHTEYSTIEDOT. On the left, a sidebar lists various download options, with 'Tekla-komponenttien lataus' highlighted. The main content area is titled 'Tekla-komponenttien lataus' and contains a form with the following fields: Etunimi \*, Sukunimi \*, Yhtiö \*, Sähköpostiosoite \*, Käyttöosoite, Postiosoite, and Puhelin. A 'Submit' button is located at the bottom of the form. A small text block above the form states: 'Ennen tiedostojen lataamista pyydämme täyttämään alla olevan lomakkeen. Latausosu avautuu välittömästi lomakkeen lähetyksen jälkeen.'

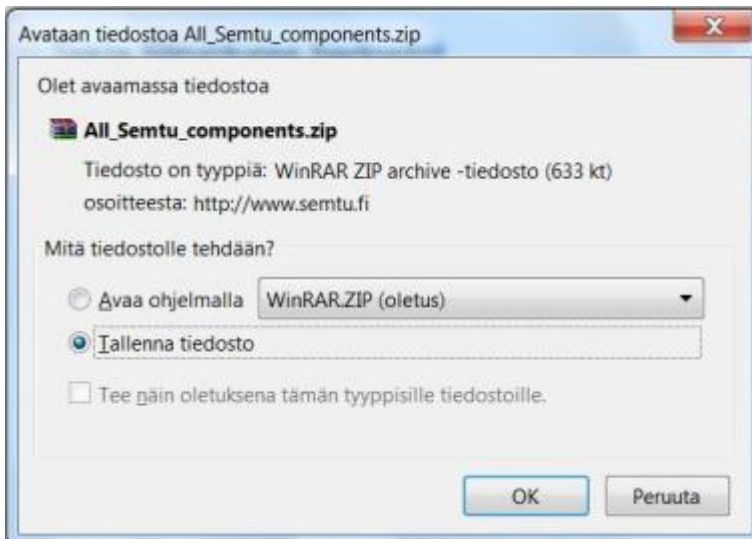
Kuva 21. kirjautumis -lomake

Kun tiedot on täytetty ja painetaan *Submit*, niin komponenttien latausikkuna avautuu välittömästi.

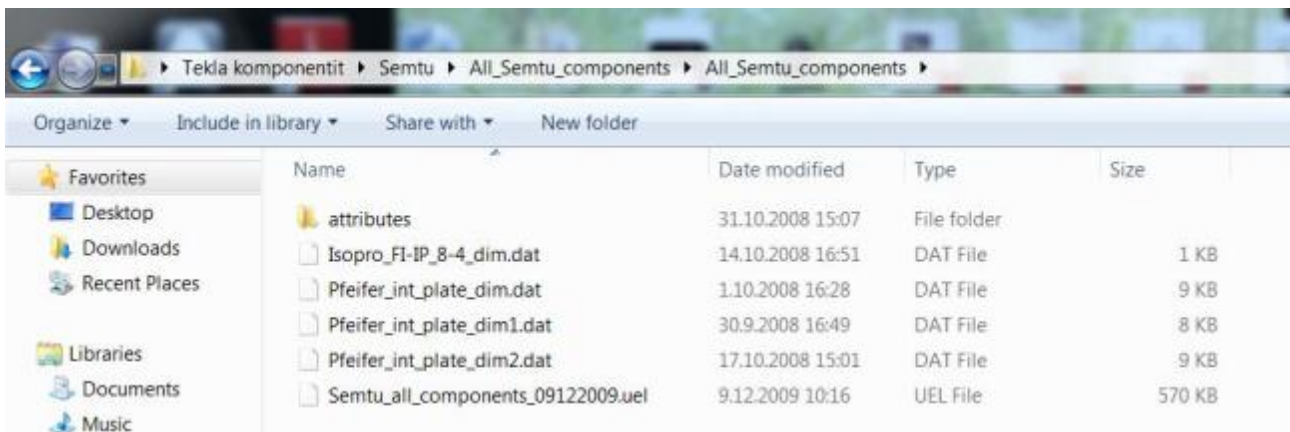
The screenshot shows the Semtu website's download page for Tekla Structures. The header and navigation menu are identical to the previous image. The sidebar on the left lists download options, with 'Tekla-komponenttien lataus' selected. The main content area is titled 'Tekla Structures tiedostot' and contains the following information: 'Voit ladata tiedostoja seuraavista linkeistä:', 'Komponenttiedostojen asennusohje: [Semtu\\_3D-Tekla.pdf](#)', 'Komponenttiedostot: [Semtu-Tekla-Structures-components.zip](#)', and 'Lepotasolaattojen TSS- ja RVK-konsolien pluginit: [02-installations.zip](#), [LandingToWall-asennus-ohje.pdf](#), [LandingToWall-installation-guide.pdf](#)'.

Kuva 22. Avautunut latausikkuna

Täältä valitaan esimerkiksi *Semtu-Tekla-Structures-components.zip* tiedosto, jolloin koneelle ladataan *Semtun* valmistamien osien mallinnuskomponentit ladatussa muodossa.



Kuva 23. *All\_Semtu\_components.zip* – tallennusnäky

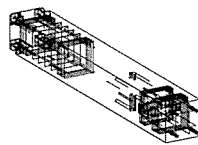
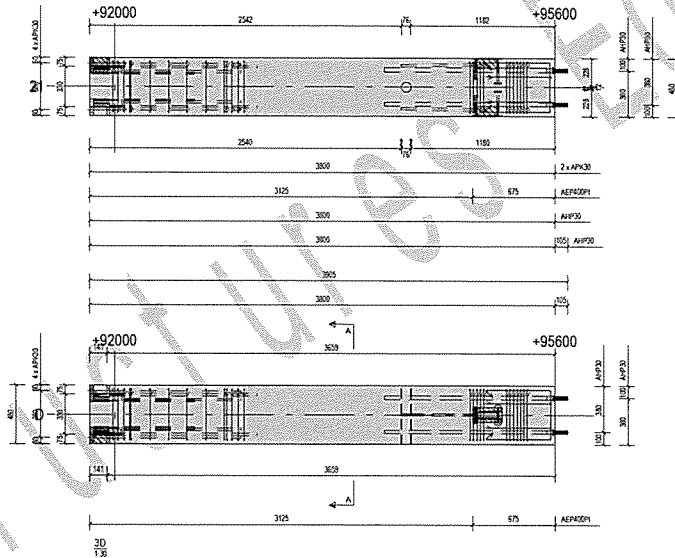


Kuva 24. Purettu All-Semtu\_components -kansio

Kun kansio on purettu, avautuvat tiedostot luettelona, josta kaikki komponentit voidaan ladata ylempänä esitetyllä tavalla *Component Catalog*:in kautta *Import* komennolla.

Tiedostot, jotka ovat muuta kuin uel muotoa esimerkiksi dat vaativat toisen asennustavan, johon löytyvät ohjeet valmistajan sivuilta.

# LIITE 4



SUUNNITELUN LAHTOTIEDOT											
TUOTETIEDOT											
VALUTARVIKELUETTELO											
BETONIN PAINO ON LASKETTU KAVITTAIN TILAAUSPAINA 25 0 [kN/m³]											
RAUDOITUSTANKOJEN VERKKOJEN JA TARVIKKEIDEN PAINO SIIKÄ LYYTÄVÄSÄPÄNKÖN											
PIIRI NIMERO	LJM	MATERIAALI	PISTO-AJA [min]	PAIKO [m²]	TIILIAIKAS [m³]						
PV-P137	1	C35/45	19								
P3-6		C35/45	18	2175							
ELEMENTTI YHTEENSÄ					2 17 t	0 87					
TARVIKKEET					LJM	MATERIAALI	MITAT	PAIKO [m²]	PAIKO YHT. [m³]		
AEP300H	2	-	-	-	-	-	7,7	15,4			
A8P30	4	-	-	-	-	-	10,2	40,8			
A8P30	4	-	-	-	-	-	15,6	62,4			
					TARVIKKEIDEN KOKONAISPAIKO [m³]						
					118 6						
RAUDOITELUETTELO											
RAUDOITTEET	0	L	A	PAIKO	TAKARUUNAT [mm]						
TYV. NRO	LJM	LAATU	Jouko	[mm]	[mm]	a	b	c	d	KOKONAISPAIKO [kg]	
Y 456	2	A500HW	12	1630	23						
Y 457	2	A500HW	12	1630	23						
Y 540	8	A500HW	8	2190	6,9	74	14	422	420	415	89
Y 543	18	A500HW	8	2190	15,6	74	14	420	420	420	90
RAUDOITTEIDEN KOKONAISPAIKO [kg]											
28,3											
VERKKOJUETTELO											
VERKKOJEN KOKONAISPAIKO [kg]											
0,0											

NIMI	YKSIKKÖ	MAÄRÄ	YHTEENSÄ
RAUDOITTEIDEN KOKONAISPAIKO			
RAUDOITTEIDEN KOKONAISPAIKO		28,3	
VERKKOJUETTELO		0,0	
ELEMENTTIPIIRUSTUS		1,20	
PV-P137, P3-6		1,30	
RAK			





