

# TEKLA STRUCTURES -OHJELMISTOON PIIRUSTUSASETUSTEN MÄÄRITTÄMINEN BETONIELEMENTEILLE

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Pasi Viinikainen	
Työn nimi Tekla Structures -ohjelmistoon piirustusasetusten määrittäminen betonielementeille	
Päiväys	23.4.2017
Sivumäärä/Liitteet	28/2
Ohjaaja(t) Lehtori Viljo Kuusela, Koulutusvastuupäällikkö Harry Dunkel	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savon Insinööritoimisto Oy / Tuomo Hallikainen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön aiheena oli Tekla Structures -ohjelmistoon piirustusasetusten määrittäminen. Tavoitteena oli tuottaa Savon Insinööritoimisto Oy:lle selkeitä ja heidän käyttöönsä sopivia piirustusohjelmia. Piirustusohjelmat tehtiin yleisimmin käytetyille betonielementeille. Piirustusohjelmia tarvitaan tuottamaan mallinnetuista elementeistä selkeitä piirustuksia, joita voidaan käyttää elementtien tuottamiseen elementtitehtaissa.</p> <p>Jotta piirustusohjelmat toimisivat oikein, eli tuottaisivat mahdollisimman valmiita piirustuksia, on elementtien mallinnus tehtävä yhteneväisesti. Tämän vuoksi yritykselle täytyi muodostaa oma mallinnusohje niille komponenteille ja asetuksille, joita opinnäytetyössä käytettiin. Myös samalla oli muodostettava erillinen numerointiohje, joka vaikuttaa muodostettavien näkyminen ulkonäköön. Mallinnusohje ja numerointitaulukko auttavat yritystä mallintamaan yhteneväisesti ja myös perehdyttämään uudet työntekijät oikeaoppiseen mallintamiseen.</p> <p>Työn tilaajana toimi Savon Insinööritoimisto Oy. Opinnäytetyön aihe tuli tarpeesta, koska Tekla Structures -ohjelmiston käyttö on lisääntynyt huomattavasti suunniteltavissa kohteissa. Yrityksellä on ollut ohjelmisto käytössä, mutta suurin osa elementtisuunnittelusta on tehty 2D-viivaohjelmistolla ja tämän jälkeen tarvittaessa mallinnettu Tekla Structures -ohjelmistolla.</p> <p>Työn tuloksena tehtiin Savon Insinööritoimistolle piirustusohjelmat väliseinä-, sandwich-, pilari- ja palkkielementeille.</p>	
Avainsanat Tekla Structures, piirustus, betonielementti	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Pasi Viinikainen			
Title of Thesis Determining Drawing Settings for Precast Concrete in Tekla Structures Software			
Date	April 23, 2017	Pages/Appendices	28/2
Supervisor(s) Mr. Viljo Kuusela, Senior Lecturer, Mr. Harry Dunkel; Manager, Engineering and Technology			
Client Organisation /Partners Savon Insinööritoimisto Oy/ Tuomo Hallikainen			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this final project was determining drawing settings for precast concrete in the Software Tekla Structures. The aim was to create clear and suitable drawing templates for Savon Insinööritoimisto Oy. The drawing templates were made for the most commonly used precast concrete elements. Drawing templates are needed to produce clear drawings for modeling and producing precast elements in an element factory.</p> <p>The modeling of precast elements has to be done uniformly. Therefore, instructions for modeling the components and settings used in this project were created for the company. Separate instructions for numbering were created as well. It has an impact on the appearance of the views. Modeling and numbering instructions help the company to model uniformly and also helps new employees to learn to model correctly.</p> <p>The project was commissioned by Savon Insinööritoimisto Oy. The company used the software, but most of element design was done with the 2D-line program and after that, if necessary, modeling was done with Tekla Structures-software.</p> <p>As a result of this final project drawing templates for concrete panels as well as sandwich, column and beam elements were created.</p>			
Keywords Tekla Structures, drawing, precast concrete			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
2	TAUSTA- JA TUTKIMUSAINEISTOT .....	6
2.1	Elementtisuunnittelu.....	7
2.2	BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje .....	7
2.3	YTV2012 Osa 5 .....	7
3	ELEMENTTIEN MALLINTAMINEN .....	8
3.1	Elementin mallintamiseen käytettävät työkalut ja komponentit .....	8
3.1.1	Seinäelementit .....	9
3.1.2	Pilari- ja palkkielementit .....	10
3.1.3	Ontelolaatasto.....	10
3.1.4	Elementtien raudoittaminen.....	11
3.1.5	Elementtiin tulevat reiät ja kolot .....	11
3.2	Elementin mallintamisen vaiheet.....	12
3.3	Filterit eli suodattimet .....	15
3.4	Suodattimen muodostaminen .....	17
4	PIIRUSTUKSIEN TUOTTAMINEN .....	19
4.1	<i>Drawing Layout</i> -valikko .....	19
4.2	<i>Cast Unit drawing properties</i> -valikko .....	20
4.3	Taivutusluettelon muodostaminen .....	21
4.4	Automaattisten mitoitusten muodostaminen.....	24
4.5	Mitoitussäännön muodostaminen.....	25
5	YHTEENVETO .....	27
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	28
	LIITE 1: BEC2012 VÄLISEINÄ MALLIPIIRUSTUS JA TUOTETTU PIIRUSTUSPOHJA .....	29
	LIITE 2: MALLINNUSOHJE SAVON INSINÖÖRITOIMISTO OY (SALATTU) .....	32

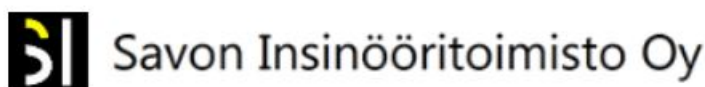
## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe annettiin Savon Insinööritoimisto Oy:ltä, kesällä 2016 työharjoittelun ohessa. Se pohjautuu tarpeeseen, koska 3D-mallintaminen rakennusprojekteissa on yleistymässä koko ajan. Yritys haluaa kehittyä elementtisuunnittelun toteutuksessa ja hyödyntää enemmän Tekla Structures-ohjelmistoa. Elementtisuunnittelu on tehty aiemmin pääasiassa AutoCAD-ohjelmistolla ja mallinnettu sen jälkeen tarvittaessa Tekla Structures -ohjelmistolla. Koska 3D-suunnittelu on yleistymässä, yritys haluaa kehittyä yhdistämällä tulevaisuudessa kaksi eri työvaihetta yhdeksi. Mallintamiseen on kehitetty ohjelma nimeltään Tekla Structures, jota käytetään yleisesti ympäri maailmaa mallintamiseen.

Opinnäytetyön ideana on, että mallinnetusta elementistä saataisiin valmiita piirustus pohjia apuna käyttäen tuotettua mahdollisimman valmiita piirustuksia mitoituksineen automaattisesti, jotka voitaisiin lähettää suoraan elementtitehtaalle tuotantoon. Tämä vähentää piirustuksien muokkaamiseen käytettävää aikaa ja suunnittelija voi keskittyä elementin tarkkaan mallintamiseen. Työn keskeisin sisältö keskittyy erilaisiin betonielementteihin, niiden oikeaoppiseen mallintamiseen ja piirustus pohjien tuottamiseen. Yrityksen käyttöön tuleva mallinnusohje auttaa oikeanlaisessa mallien muodostamisessa ja komponenttien käytössä. Lisäksi muodostetaan mallien eri osille numerointisuositus, että uusien piirustus pohjien automaattinen mitoitus ja näkymät tulevat toimimaan oikein. Mallinnusohje ja numerointisuositus salataan vain yrityksen käyttöön.

Työ toteutetus tapahtuu suurimmaksi osaksi etätöinä, koska Savon Insinööritoimisto Oy:n toimipaikka sijaitsee n. 60 km päässä Kuopiosta Lapinlahdella. Työn lopullinen tekeminen eli piirustus pohjien tuottaminen tapahtuu yrityksen ohjelmistolla heidän toimistossa. Aluksi kerätään mahdollisimman paljon opetusmateriaalia itse ohjelman käytöstä. Tässä vaiheessa myös tutustutaan mallinnuksessa käytettäviin ohjeistuksiin ja vaatimuksiin. Työhön kuuluvan opetusmateriaalin löytäminen on haastavaa, koska suurin osa verkkomateriaalista on englannin kielellä. Eli aluksi materiaali täytyy kääntää suomenkielelle, että materiaalia voi hyödyntää. Seuraavaksi mallinnetaan mallielementit ja tuotetaan niistä mallipiirustukset. Tämän jälkeen niitä aloitetaan muokkaamaan yrityksen käyttöön sopivaksi. Mallipiirustuksien lähetyk tapahtuu sähköpostin välityksellä. Yritys tarkastaa piirustukset ja tekee niihin korjausehdotukset. Tämän jälkeen ne lähetetään minulle sähköpostilla takaisin.

Työn tilaajana toimii Savon Insinööritoimisto Oy, mikä on 3 henkilöä työllistävä suunnittelutoimisto. Se sijaitsee Lapinlahdella eli noin 60 km pohjoiseen Kuopiosta. Palveluihin kuuluu monipuolista suunnittelua uudis- ja saneerauskohteisiin. Suunnittelu on pääasiassa rakenne-, rakennus ja elementtisuunnittelu.



Kuva 1 Savon Insinööritoimisto Oy:n logo (SaIns 2017)

## 2 TAUSTA- JA TUTKIMUSAINEISTOT

Tietomallista puhuttaessa se tarkoittaa 3D-mallinnettua elementtiä, joka sisältää myös tietoa. Tietoa elementtiin voidaan lisätä suunnitteluvaiheessa ja myös työmaalla, kun esimerkiksi elementti on asennettu paikalleen. Tämä parantaa suunnittelun, elementtitehtaan ja työmaan yhteistä kommunikointia ja aikataulujen seuraamista. Suunnitteluvaiheessa 3D-suunnittelu vähentää tapahtuvia yhteentörmäyksiä, koska useita malleja voidaan laittaa päällekkäin. Tätä apuna käyttäen on helpompi hahmottaa esimerkiksi, että rakenne-, sähkö- ja putkisuunnittelijan suunnitelmat toimivat keskenään.

*Tekla Structures tehostaa rakennesuunnittelua ja antaa suunnittelijan keskittyä suunnitteluun dokumentoinnin sijaan. Kohonnut tarkkuus ja laatu tuottavat suunnittelun lopputuotteeksi urakoitsijallekin arvokkaan tietomallin. Keskeisimmät hyödyt:*

- *Virheiden väheneminen ja suunnittelun luotettava koordinointi*
- *Mallin liittäminen laskentaan*
- *Dokumenttien helppo tuottaminen suoraan mallista*
- *Vaivaton mukautuminen suunnitelmamuutoksiin*
- *Tarkat ja täydelliset rakennemallit suunnittelun lopputuotteena. (Tekla 2017a.)*

Rakennuskohteesta tehtyä 3D-mallia voidaan hyödyntää myös työmaalla, jossa työntekijät voivat katsoa esimerkiksi tabletilla, miltä jokin valmis rakenne tulisi näyttää

*Trimblen rakentamisen ratkaisujen avulla rakentamisen hallinta onnistuu tehokkaasti. Määrä- ja kustannuslaskenta sekä aikataulut ja töiden jaksotus on helppoa. Toteutuskelpoinen suunnitelma pitää paikkansa, on yksiselitteinen ja aina ajan tasalla. Keskeisimmät hyödyt:*

- *Tutustuminen hankkeeseen ja kokonaisymmärrys helposti ennen rakentamista*
- *Yhteistyö muiden projektin osapuolien kanssa tehokasta ja toimivaa*
- *Määrätiedot ja aikataulut mallipohjaisesti*
- *Hankkeen visuaalinen tarkastelu helpottaa kaikkien toimintaa*
- *Päivittäinen töiden suunnittelu ja hallinta. (Tekla 2017 b.)*

Suurin osa aiheeseen liittyvää tietoa löytyy internetistä ja kirjallisuutta on hyvin vähän. Aiheesta on tehty yksi vastaava opinnäytetyö (Häkkinen 2015), mutta siitä on salattu yrityksen käyttöön tuleva mallinnusohje.

Itse Tekla Structures -ohjelmiston käyttöön löytyy tietoa sen kehittäjän kotisivulta. Sinne on koottu kattava ohjepankki automaattisten piirustusasetuksien muodostamista varten ja ne päivittyvät koko ajan. Siellä on myös ohjelman käyttöön perustuvia opetusvideoita, joita katselemalla oppii ohjelman käytön perusteet. (Tekla 2017 c).

## 2.1 Elementtisuunnittelu

Elementtisuunnittelu on sivusto, josta löytyy todella paljon tietoa valmisosarakentamisesta. Sivustolla käsitellään ainoastaan betonielementtejä ja niihin liittyviä rakenteita. Siellä on myös jaoteltu selkeästi otsikot elementtisuunnitteluun liittyvistä aiheista. Opinnäytetyön kannalta sivuston kolme tärkeintä kohtaa ovat *Mallintava suunnittelu*, *Mallipiirustukset ja Esimerkkietomallit*. Näistä on todella paljon apua opinnäytetyön tekemisessä.

Mallintava suunnittelussa käsitellään yksityiskohtaisesti tietomallinnusta ja siihen liittyviä suunnittelun eri vaiheita. Tämä kannattaa lukea heti alussa läpi, että saa tietoa mitä kaikkea mallintava suunnittelu sisältää ja mihin sitä voidaan hyödyntää. (ES 2016a.) Mallipiirustukset kohdasta löytyy Tekla Structures -ohjelmistolla muodostettuja tietomalleja yleisimmin käytössä olevista elementeistä ja niistä tuotettuja mallipiirustuksia. Nämä kannattaa heti alussa tallentaa tietokoneelle. Näistä on helppo katsoa miltä piirustus tulisi näyttää ja ottaa mallia omiin mallipiirustuksiin. (ES 2016b.) Esimerkkietomallit kohdasta löytyy toimisto-, halli-, ja asuinrakennuksen esimerkkietomalleja. Nämä kannattaa tallentaa tietokoneelle ja tutkia läpi. Näistä on helppo katsoa, miltä malli tulisi näyttää kokonaisuudessaan. (ES 2016c.)

## 2.2 BEC2012 Elementtisuunnittelun mallinnusohje

BEC 2012 -ohjeistuksen tarkoitus on määritellä tiettyjä pelisääntöjä betonielementtien tietomallinnukselle, joita kaikkien mallintavien konsulttien tulisi noudattaa. Tarkoitus ei ole määritellä tarkasti, mitä työkalua tulisi mallin mihinkin osaan käyttää, vaan mallin oikea sisältö. Noudattamalla ohjeistusta mallien pitäisi olla samankaltaisia riippumatta suunnittelutoimistosta tai mallintajasta. (BEC 2012 2016.)

Tämä ohje selkeyttää huomattavasti tietomallinnuksen vaatimuksia. Tästä on suuri hyöty opinnäytetyön kannalta, koska ohjeet on kirjoitettu selkeästi ja kuvat selkeyttävät ohjeita vielä lisää. Ohjeistuksessa on esitelty yleisimpien betonielementtien mallinnusvaatimukset ja ohjeet niiden muodostamiseen. Myös reikien ja kolojen muodostaminen on ohjeistettu selkeästi. Tästä on myös helppo katsoa mallia valutarvikkeiden oikeiden *Class*-arvojen antamisessa seinäelementissä.

## 2.3 YTV2012 Osa 5

*“Yleiset tietomallivaatimukset 2012” kattavat uudis- ja korjausrakentamiskohteet, sekä rakennusten käytön ja ylläpidon. Mallinnusvaatimuksissa esitetään vähimmäisvaatimukset mallinnukselle ja mallien tietosisällölle. (YTV 2017.)*

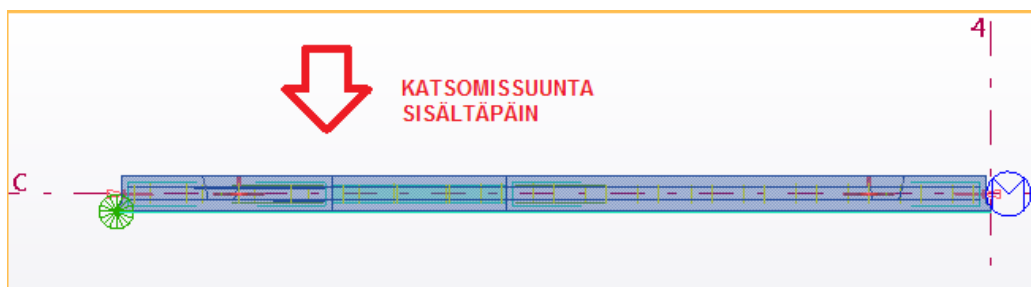
Elementtien mallintamisen kannalta kannattaa lukea osa numero 5, joka käsittelee rakennesuunnittelun tietomallivaatimuksia. Opinnäytetyön kannalta ohjeistusta ei voinut hyödyntää suurissa määrin, koska opinnäytetyössä keskityttiin pelkästään yksittäisten elementtien mallintamiseen, eikä elementtien yleiseen käyttöön projektissa.

### 3 ELEMENTTIEN MALLINTAMINEN

#### 3.1 Elementin mallintamiseen käytettävät työkalut ja komponentit

BEC 2012 -mallinnusohjeessa ei ohjeisteta tarkasti, kuinka tietty elementti tulisi mallintaa ja mitä komponentteja tulisi käyttää. Elementin voi mallintaa monesta erilaisesta osasta ja liittää nämä yhdeksi elementiksi. Esimerkiksi seinäelementtiin tuleva konsoli voidaan mallintaa pilari- tai palkkityökalulla. Tässä tapauksessa konsoli tulee nimetä oikein, syöttää oikea elementtitunnus ja liittää konsoli seinään yhdeksi elementiksi. Tämä tarkoittaa, että toimiston sisällä on päätettävä, kuinka elementti mallinnetaan ja millä komponenteilla. Tätä varten on hyvä muodostaa toimiston käyttöön mallinnusohje, että mallintaminen tapahtuu yhtenäisesti.

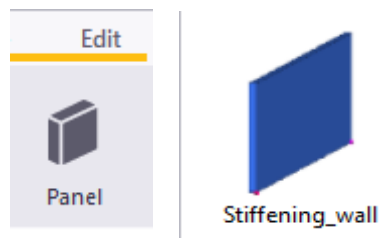
Elementin mallintaminen aloitetaan päättämällä mallinnussuunta. Mallinnussuunta vaikuttaa piirustuksissa elementin katsomissuuntaan (kuva 2). Kun mallinnetaan esimerkiksi oikealta vasemmalle, tulee katsomissuunnaksi elementin sisäpuoli.



Kuva 2 Elementin katsomissuunta (Viinikainen 2017)

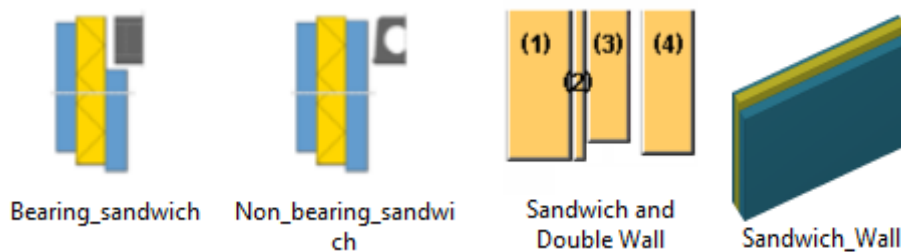
### 3.1.1 Seinäelementit

Yksikuoriset elementit mallinnetaan käyttämällä niitä varten tehtyjä työkaluja ja komponentteja (kuva 3)



Kuva 3 Yksikuoristen elementtien mallintamisen työkaluvalikko ja komponentti (Viinikainen 2017)

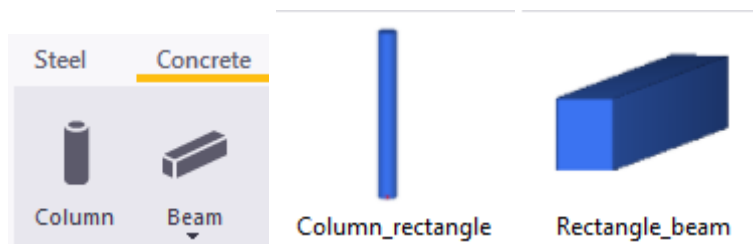
Sandwich-elementit mallinnetaan, joko mallintamalla kolme yksikuorista elementtiä, nimeämällä nämä oikean nimiseksi, syöttämällä oikeat materiaali-, ja *Class*-arvot ja yhdistämällä nämä yhte-näiseksi elementiksi. Helpompi ja nopeampi tapa on käyttää tarjolla olevia erilaisia makroja eli komponentteja (kuva 4). Näissä komponenteissa kuoret on yhdistetty jo valmiiksi elementiksi, ja suurim-massa osassa pystyy syöttämään paljon erilaista tietoa valmiiseen elementtiin.



Kuva 4 Erilaisia komponentteja Sandwich-elementin mallintamiseen (Viinikainen 2017)

### 3.1.2 Pilari- ja palkkielementit

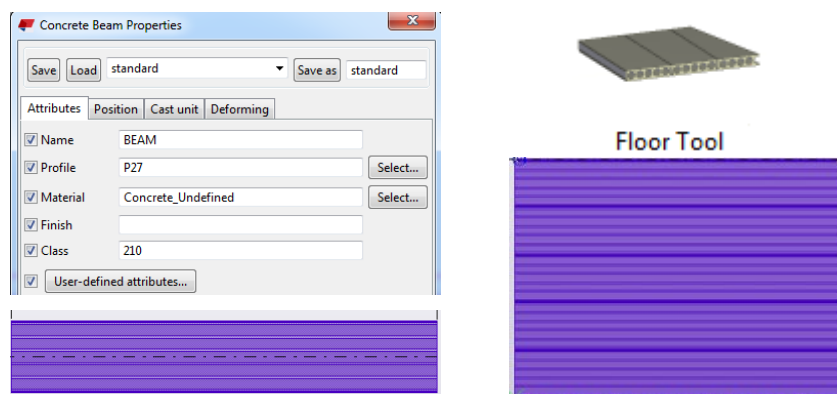
Pilarit ja palkit mallinnetaan käyttämällä niitä varten tehtyjä työkaluja tai komponentteja (kuva 5).



Kuva 5 Pilarin ja palkin mallintamisen työkaluvalikko ja komponentit (Viinikainen 2017)

### 3.1.3 Ontelolaatasto

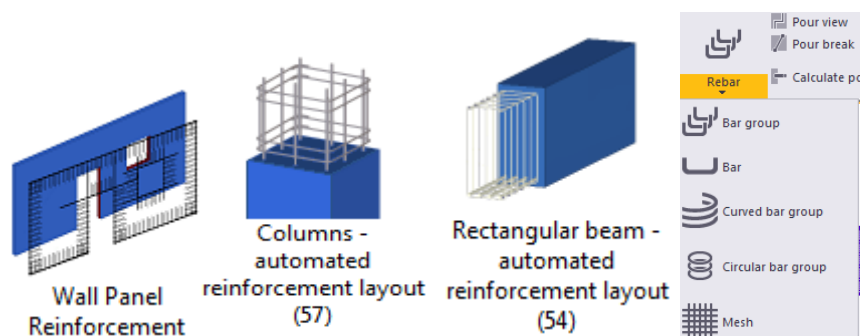
Ontelolaataston mallinnus tapahtuu, joko käyttämällä palkkityökalua, jolla pystyy mallintamaan vain yhden laatan kerrallaan tai valmista komponenttia, jolla pystyy mallintamaan kokonaisen ontelolaat-takentän (kuva 6).



Kuva 6 Ontelolaataston mallinnus työkalulla tai komponentilla (Viinikainen 2017)

### 3.1.4 Elementtien raudoittaminen

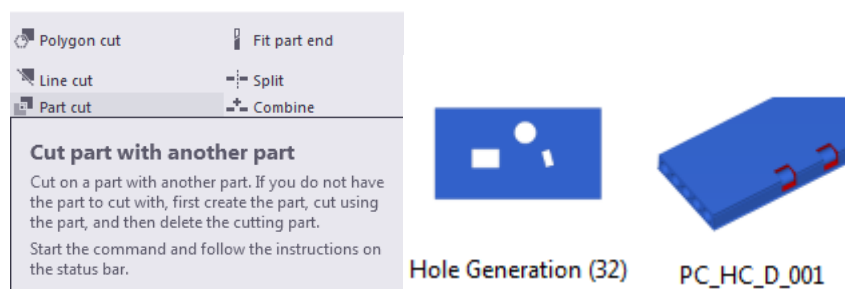
Elementin raudoittaminen tapahtuu, joko mallintamalla raudoitteet erikseen työkalulla tai käyttämällä valmiita komponentteja. Raudoittamiseen on luotu todella paljon erilaisia komponentteja seinille, pilareille ja palkeille (kuva 7). Nämä nopeuttavat raudoitteiden mallintamista, mutta eivät tee kuitenkaan raudotteita täysin oikein. Komponenteilla tehdyt raudoitteet joudutaan yleensä räjäyttämään ja muokkamaan jälkeinpäin halutunlaiseksi.



Kuva 7 Elementin raudoittaminen komponentilla tai työkalulla (Viinikainen 2017)

### 3.1.5 Elementtiin tulevat reiät ja kolot

Elementtiin tulevat reiät ja kolot voidaan mallintaa usealla eri tavalla (kuva 8). Ensimmäinen vaihtoehto on käyttää erilaisia leikkaustyökaluja. Toinen vaihtoehto on mallintaa reikä tai kolo esimerkiksi palkkityökalulla, ja leikata tämä *Cut with another part*-työkalulla. Kolmas vaihtoehto on käyttää valmiita komponentteja, joilla saa leikattua erimuotoisia reikiä ja koloja. Kaikille yhteistä on, että leikattu kohta tulee nimetty oikein, jotta tieto päivittyy oikein piirustuksiin.

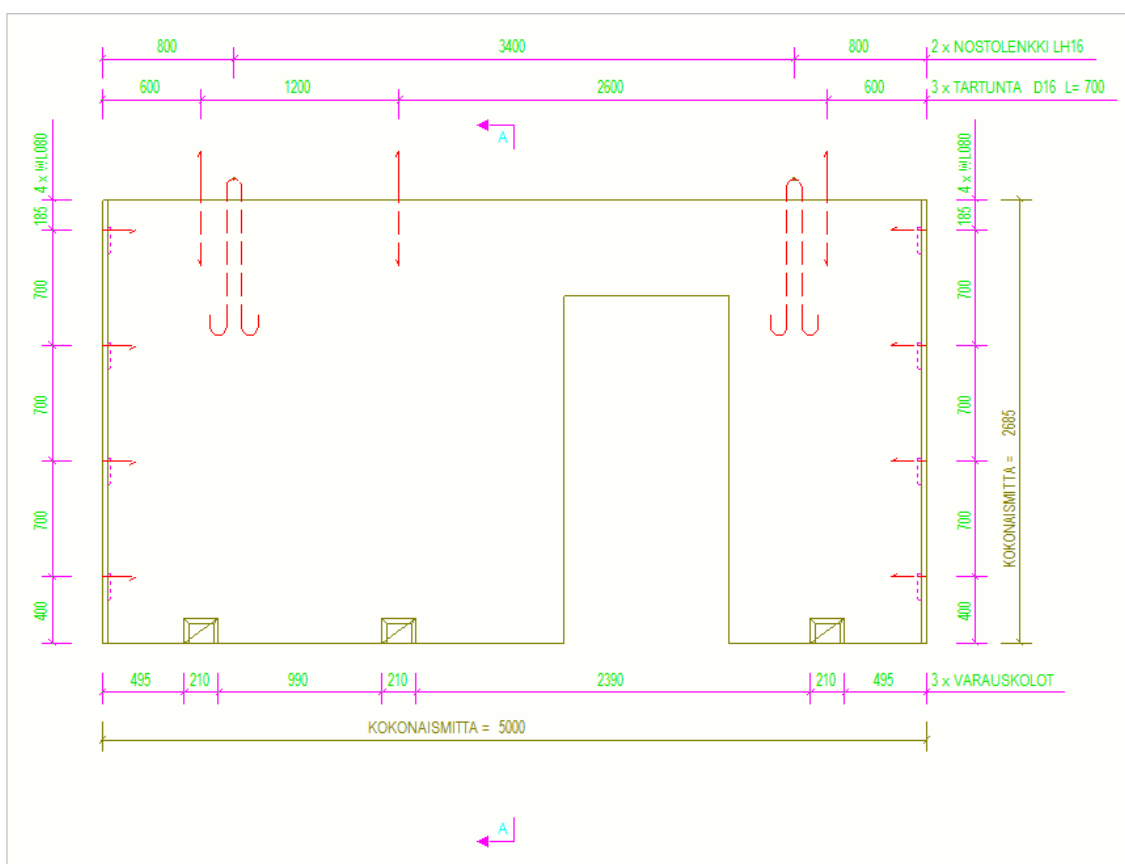


Kuva 8 Kolojen ja reikien muodostaminen elementtiin



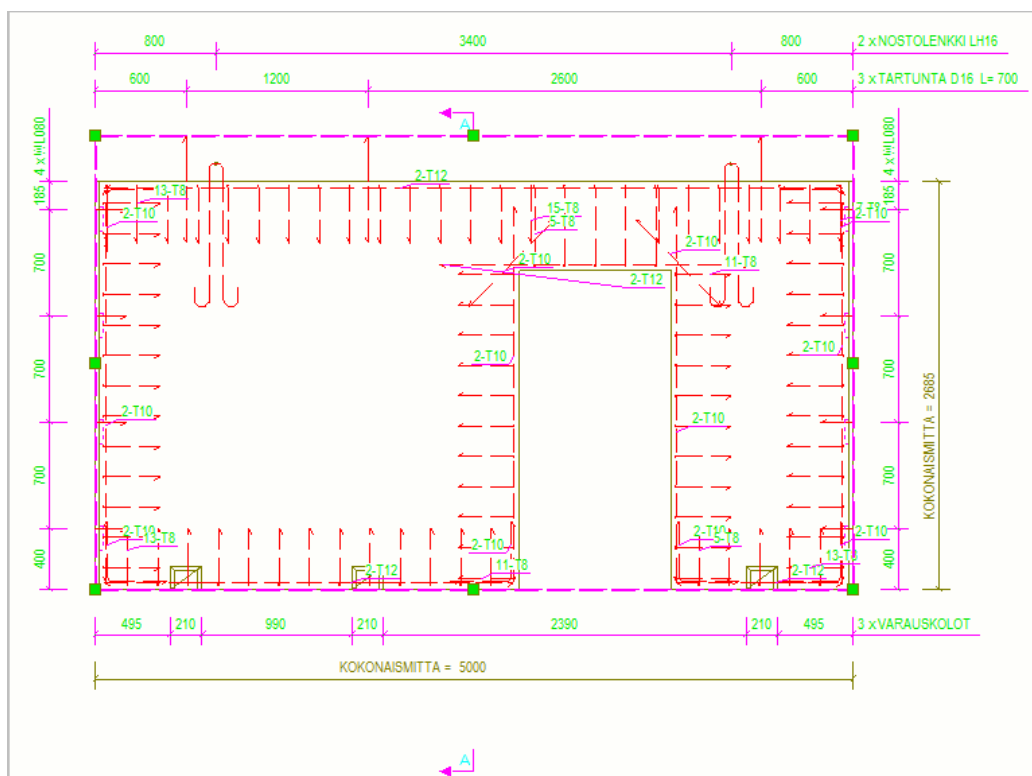
Seuraavaksi tutustuttiin paperitilassa oleviin valikoihin ja näiden muutoksien vaikutuksiin. Ensimmäiseksi muokattiin *Dimension*-valikkoa, jolla saatiin piirustukseen tehtyä automaattiset mitoitukset. Valutarvikkeiden automaattinen mitoittaminen vaati tutustumista *Filter*-valikkoon eli suodattimien käyttöön. Suodattimien muodostamiseen palattiin useasti, koska jokaiselle valutarvikkeelle piti tehdä oma suodatin. Tämä siksi, että mitoitussääntöjen muokkaaminen olisi mahdollisimman monipuolista.

Suodattimien muodostuksen jälkeen, pystyi asiaa hyödyntämään myös *View* eli näkymävalikossa. Kun näkymäasetukset saatiin muokattua suodattimien avulla sopiviksi, tuli piirustuksesta jo huomattavasti selkeämpi (kuva 10). Seuraavaksi käytiin yksitellen jokainen valikko läpi ja tehtiin muistiinpanoja niiden vaikutuksista piirustukseen.



Kuva 10 Näkymä paperitilan valikoiden muokkaamisen jälkeen (Viinikainen 2017)

Seuraavana lisättiin elementtiin raudoitukset. Raudoitusten lisäämiseen kokeiltiin erilaisia komponentteja ja valittiin se, joka oli monipuolisempi ominaisuuksiltaan. Raudoitusten lisääminen teki piirustuksen näkymästä sekavan uudelleen (kuva 11). Tässä vaiheessa oli hyvä olla mallipiirustus, josta katsottiin esimerkkiä, kuinka raudoitukset tulisi näyttää piirustuksessa ja minkälaisia raudotteita yleensä käytettiin kyseisen mallisessa elementissä. Erisuuntaisille raudoituksille annettiin mallin puolella omat *Class* eli luokka-arvot. Kun vaihdettiin luokka-arvoa, muuttui myös raudoitusten väri. Tämä selkeytti havainnointia elementissä, mitkä raudoitukset ovat milläkin arvolla. Tämä auttaa piirustusnäkömuokkauksessa ja on helppo näyttää valitut raudoitukset oikeissa näkymissä.



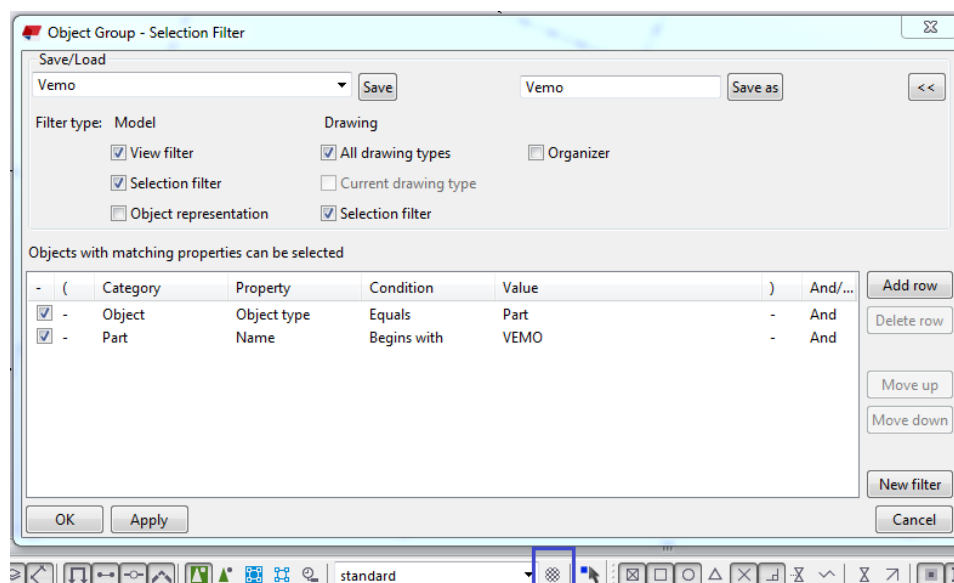
Kuva 11 Raudoitusten näkyminen ilman suodattimia (Viinikainen 2017)

Kun piirustus pohjan näkymät olivat sopivat, piirustukseen muokattiin yrityksen käyttöön tuleva nimiö. Tätä varten ohjelmistossa oli työkalu *Template editor*, jolla voi muokata ja tehdä uusia piirustukseen tulevia taulukoita. Tähän työkaluun tutustuminen vei aikaa, mutta kun nimiö tehtiin kerralla toimivaksi, sitä käytettiin myöhemmin muissakin piirustus pohjissa.

Kun ensimmäiselle elementille tehtiin piirustus pohja toimivaksi, se helpotti myös muille erilaisille elementeille tehtäviä pohjia. Alussa tekeminen oli hidasta ja tehdyn työn tuloksen näkeminen oli hankalaa, mutta kun tehtiin hyvät pohjat, oli uusien tekeminen jo paljon nopeampaa.

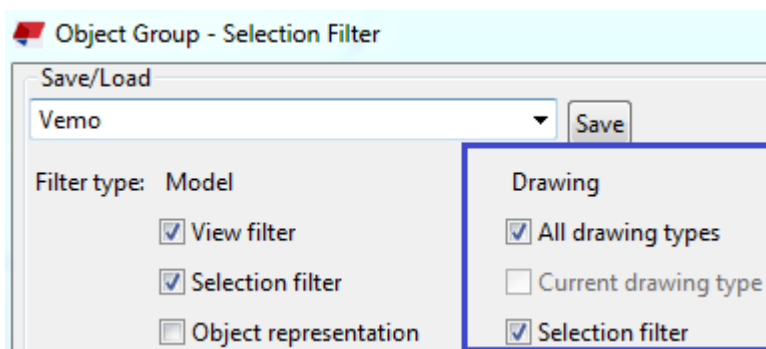
### 3.3 Filterit eli suodattimet

Suodattimia käytetään suodattamaan valittuja komponentteja tai osia malli- tai piirustuspuolella. Niitä tarvitaan, kun halutaan jättää näkyviin vain tietty osa tai osat. *Filter*-valikko (kuva 12) on yksi opinnäytetyön kannalta tärkeimmistä valikoista, kun tehdään piirustuspuolelle automaattisia mitta- ja näkymäasetuksia. Mallin puolella tehtyjä suodattimia pystytään hyödyntämään piirustuksissa, kun muodostetaan elementissä oleville osille erilaisia mitoitussääntöjä ja myös mitä valitsemassa näkyvässä halutaan näyttää. Tällöin valittuna pitää olla *All drawing types*-kohta. Suodattimen tekeminen mallin puolella on helpompaa, koska silloin sen toiminnan saa näkyviin helpoimmin. Suodattimia voidaan tehdä yhdelle osalle tai tietylle ryhmälle. Kun tehdään ryhmäsuodattimia, kannattaa niiden säännöissä käyttää *Class*-vaihtoehtoa. Tästä esimerkkinä ovat valutarvikkeet, jotka ovat luokkaa 100 ja näytetään yleensä piirustuksen 3D-elementtikuvan yhteydessä. *Filter*-valikossa on todella paljon erilaisia lisävalikoita ja ne riippuvat mitä on valittu *Category*-valikosta. Suodattimia kannattaa tehdä kaikille osille, joita elementtiin sisältyy, koska ne auttavat myöhemmin, kun muodostetaan piirustuksiin automaattisia mitoituksia.



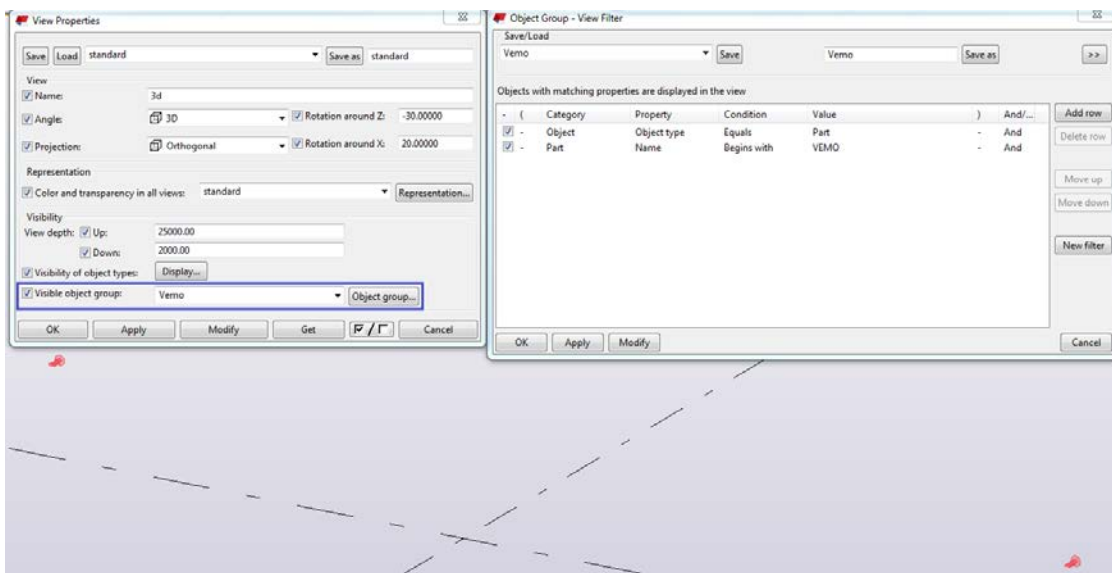
Kuva 12 Filteröinti valikko (Viinikainen 2017)

Suodattimia on mahdollista tehdä muutamia erilaisia. *Filter type* -kohdasta valitaan halutaanko suodattimia käyttää mallin puolella eli *Model* vai piirustuksien puolelle eli *Drawing* (kuva 13). Yleensä tehdään suodattimia, jotka toimivat molemmilla puolilla. Tästä on hyötyä, kun muodostetaan piirustuksiin automaattisia mitoitusasetuksia. Opinnäytetyön kannalta tärkeimpiä suodattimia ovat *View*-, ja *Selection*-filterit. *View filter* eli näkymä suodattimella pystytään suodattamaan, mitä mallissa halutaan pitää näkyvillä. *Selection*-filterillä voidaan tehdä valinta suodattimia, joita voidaan käyttää piirustuspuolella, kun halutaan mitoittaa vain tietty osa.



Kuva 13 Filteröinti asetukset piirustuksille (Viinikainen 2017)

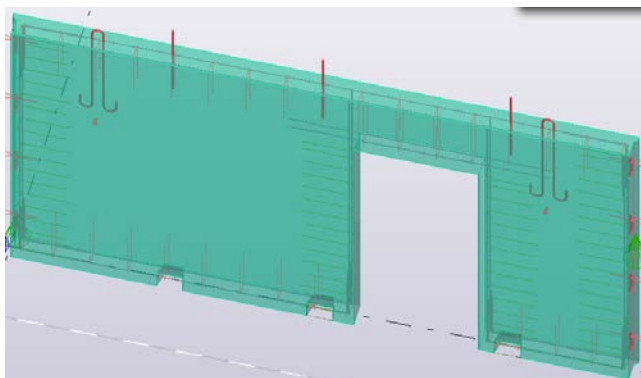
Näkymä suodattimen toimivuutta on helpoin kokeilla, kun menee *View*-välilehdelle ja aukaisee *View properties*-valikon (kuva 14). Kun sieltä valitsee *Visible object group* -kohdasta tehdyn suodattimen ja painaa *Modify*, mallista pitäisi jäädä näkyviin vain osat, joille suodatin on tehty.



Kuva 14 Näkymä suodattimen toiminta (Viinikainen 2017)

### 3.4 Suodattimen muodostaminen

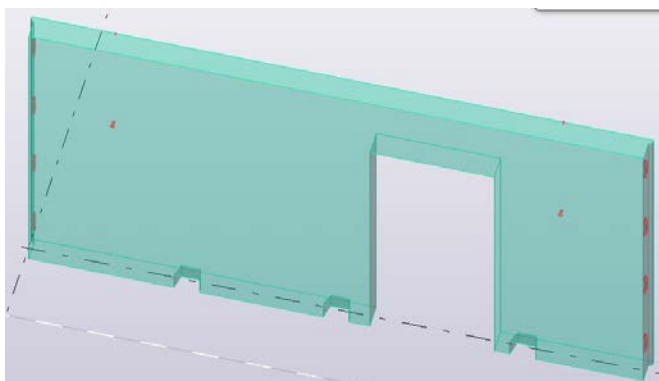
Esimerkkinä on suodattimen muodostaminen *Vemolle* V-elementissä (kuva 15), johon on mallinnettu siihen liittyvät osat ja raudoitteet.



Kuva 15 V-elementti (Viinikainen 2017)

Ensimmäiseksi tehdään uusi suodatin *New filter* -toiminnolla.

*Category*-valikosta valitaan *Object*, millä määritellään, että ollaan suodatinta tekemässä objektille. *Property*-valikosta valitaan *Object type*, millä määritellään, että ollaan tekemässä tietyn tyyppiselle objektille suodatinta. *Condition*-valikosta valitaan *Equals*, millä määritellään, että suodatin ei estä osien näkymistä. *Value*-valikosta valitaan *Part*, millä määritellään, että kaikki elementtiin liittyvät osat näkyvät. Tämän jälkeen pitäisi olla näkyvissä elementti ja siihen liittyvät osat (kuva 16). Kyseissä elementissä jää näkyviin *Vemot* ja vaijerilenkin kiinnitysosat.



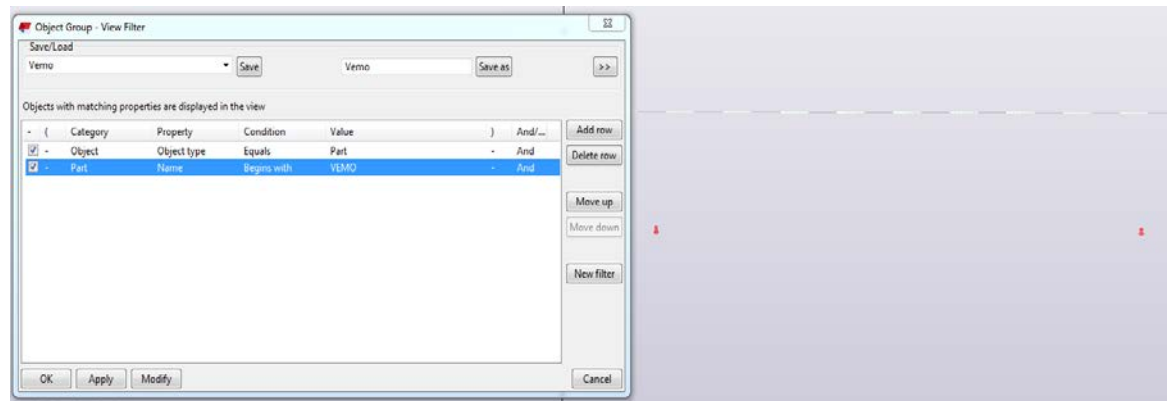
Kuva 16 Suodatin elementin osille (Viinikainen 2017)

Seuraavaksi tarkennetaan suodatinta, jolloin vain *Vemot* jäävät näkyviin.

Lisätään uusi rivi *Add row*-komennolla. *Category*-valikosta valitaan *Part*, eli ollaan tarkentamassa suodatinta tietylle osalle. *Property*-valikosta valitaan *Name*, eli suodatetaan nimen perusteella.

*Condition*-valikosta valitaan *Begins with*, jolloin jää näkyviin tietyllä nimen alulla olevat osat.

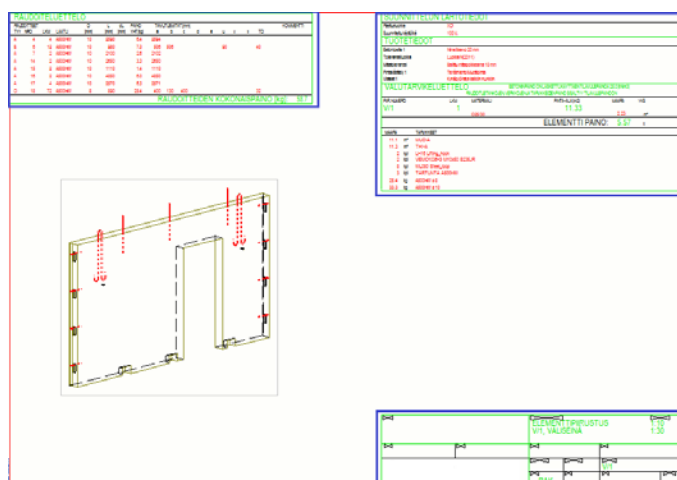
*Value* valikkoon kirjoitetaan *VEMO* tai valitaan *Select from model*-valinnalla, jolloin vain tämän nimen alkuiset osat jäävät näkyviin (kuva 17). Tämän jälkeen näkymässä jää näkyviin vain pelkät *Vemot*.



Kuva 17 Suodatin Vemoille (Viinikainen 2017)

## 4 PIIRUSTUKSIEN TUOTTAMINEN

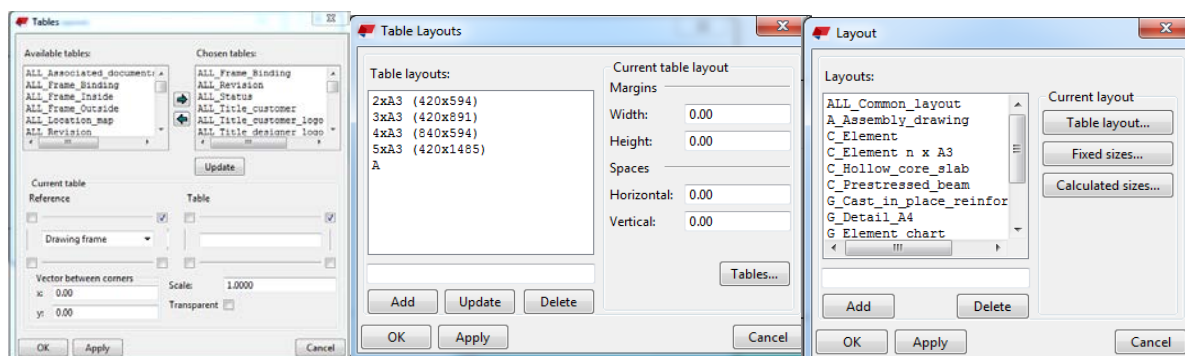
Piirustuksien tuottaminen aloitetaan *Drawing properties* -valikosta. Tästä valikosta voidaan säätää mitä halutaan näyttää piirustuksissa. Elementtipiirustuksien kannalta tärkeimmät valikot ovat *Cast Unit* ja *Drawing layout* -valikot. Aluksia näihin ei tarvitse tehdä paljoa muutoksia, vaan vasta kun on luonut jo ensimmäisen piirustuksen. Kun muokkauksia tehdään vasta myöhemmin, on helpompi nähdä miten ne muuttavat piirustuksen ulkonäköä ja siihen liittyviä taulukoita (kuva 18). Taulukot käsittävät paperilla näkyvät raudoitu luettelon, valutarvikeluettelon, nimiöt ja projektin tiedot.



Kuva 18 Taulukot sinisellä kehyksellä (Viinikainen 2017)

### 4.1 *Drawing Layout* -valikko

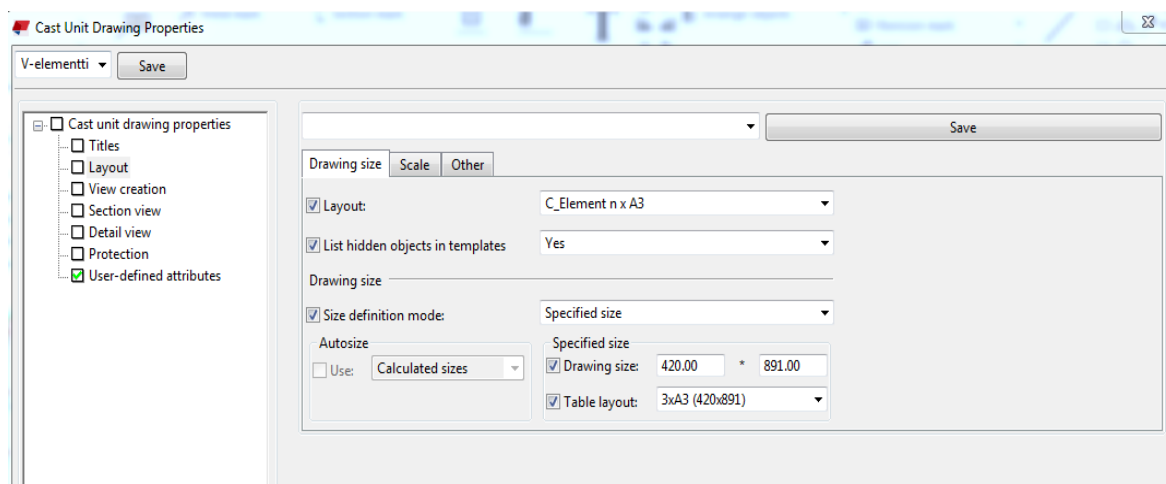
Alimmaisena valikkona on *Drawing layout* -alavalikko. Tästä valikosta voidaan muokata erikokoisille paperille tulevat taulukot ja kehyksien koko (kuva 19). Valmiita pohjia on muutama erilainen ja elementeille on tehty *C\_element n x A3*. Oikealla yläreunassa on *Table layout* -alavalikko, josta voidaan määrittellä tarkemmin tietyn paperiarkkimäärän taulukot. *Tables*-valikosta voidaan määrittellä taulukot, jotka tulevat paperille ja myös mihin kohtaan paperia taulukko halutaan.



Kuva 19 Paperikoon asetukset (Viinikainen 2017)

## 4.2 Cast Unit drawing properties -valikko

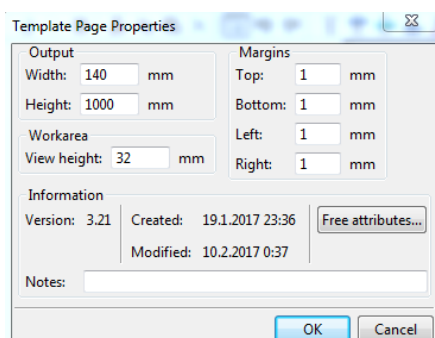
*Cast unit* -valikossa (kuva 20) määritellään otsikot piirustuksille ja minkälaisia näkymiä halutaan muodostaa. *Titles*-valikko on otsikon muodostus valikko. Tässä valikossa annetaan tulevalle piirustukselle nimi ja voidaan lisätä myös alaotsikoita. *Layout*-valikossa määritellään, minkälaiselle paperipohjalle halutaan piirustus tuottaa. Kun halutaan tuottaa esimerkiksi 3xA3 paperille piirustus, on *Drawing size* -kohdassa oltava kokona 841\*594, että piirustus tulostuu kokonaisuudessaan. Tässä valikossa myös määritellään missä mittakaavassa halutaan näkymät muodostaa. *View creation* -valikossa määritellään näkymät. Tässä valikossa saadaan valittua mitä näkymiä tulee paperille ja minkälaisilla asetuksilla ne halutaan tehdä. Jokaiselle näkymälle tulee vielä oma asetukset valikko piirustuksen tuottamisen yhteydessä, jossa saadaan muokattua näkymiä tarkemmin. *Section view* -valikossa määritellään leikkauksen näkymiä. Tässä valikossa voidaan määrittellä, mihinkä suuntaan halutaan leikata ja määrittellä leikkausviivan värin. Myös leikkausviivan päälle tulevan kirjaimen väri ja paikka määritellään tässä valikossa. *Detail view* -valikossa voidaan määrittellä halutaanko detaljin merkin alkavan minkälaisella kirjaimella tai numerolla. *Protection*-valikossa määritellään automaattisiin piirustusasetuksiin sääntöjä. Tässä valikossa määritellään esimerkiksi, voiko mittaviivat tai mittatekstit mennä päällekkäin, vai muodostetaanko niille oma suoja-alue. *User-defined attributes* -valikossa saadaan määriteltyä projektista nimiössä näytettäviä tietoja.



Kuva 20 Cast Unit -valikko (Viinikainen 2017)

### 4.3 Taivutusluettelon muodostaminen

Teklassa voi muodostaa erilaisia taulukoita ja lisätä niitä käytettäväksi piirustusohjelmassa. Tässä esimerkissä käydään läpi, kuinka voidaan muodostaa taivutusluettelo raudoitteille ja kuinka se lisätään piirustusohjelmaan. Kun luettelo on valmis, voidaan siitä muokata yrityksen käyttöön sopiva. Ensimmäiseksi valitaan *File*-valikon kautta *Editors*, ja tämän jälkeen *Template Editor*. Tämä valikko löytyy myös, kun kirjoittaa oikeaan yläkulmaan *Quick Launch* -valikkoon *Template Editor*. *Tekla Template Editor* -valikossa valitaan *File*-kohdasta *New* ja *Graphical template*. Seuraavaksi klikataan hiirellä kaksi kertaa valkeaa pohjaa. Aukeaa valikko, josta voi määritellä pohjan koko ja kehyksien marginaalit (kuva 21). *Output*-valikosta voi säätää taulukon syvyyden esimerkiksi 140 mm ja korkeus määräytyy itsestään riippuen taulukkoon tulevien raudoitteiden määrästä.



Kuva 21 Taulukon asetusten määrittäminen (Viinikainen 2017)

Ylhäältä valitaan *Options*, sieltä *Grid* ja *Density*. *Grid*-väliseksi kannattaa laittaa 1 mm, joka helpottaa otsikoiden tasaamista.

Lisätään pääotsikko ylhäältä *Header*-kohdasta

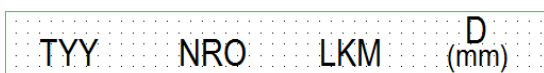


Klikataan kaksi kertaa otsikon kehyksiä ja määritellään korkeudeksi 6mm. Lisätään teksti *abc*-kohdasta. Kirjoitetaan otsikko eli *TAIVUTUSLUETTELO*. Fonttia säädetään, kun klikataan kaksi kertaa tekstin päältä. Fontiksi voi laittaa esimerkiksi *Arial Narrow* ja korkeudeksi 3.5. Otsikon ympärille tehdään kehykset, kun valitsee ylhäältä vihreän viivan ja kiertää sillä otsikon rajat ympäri.

Lisätään seuraavaksi otsikot (kuva 22) raudoitteille. Valitaan ylhäältä *Page Header*



Lisätään teksti. Fontiksi voi valita esimerkiksi *Arial Narrow* ja korkeudeksi 2.50.



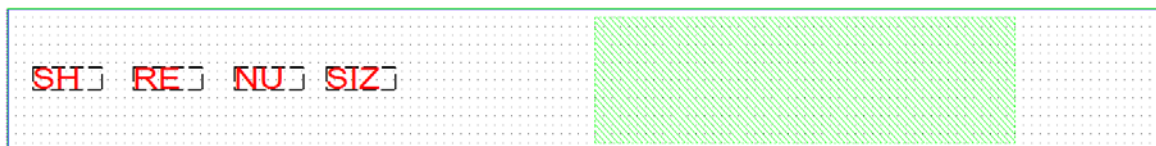
Kuva 22 Otsikot (Viinikainen 2017)

Seuraavaksi tehdään taulukko eli valitaan ylhäältä *Row*



Valitaan *Content type* -valikosta *REBAR*. Klikataan kaksi kertaa kehyksiä ja muokataan korkeudeksi esimerkiksi 16 mm. *Wizard*-valikkoon on hyvä tehdä sääntö, ettei taivutusluetteloon tule turhaan valutarvikkeita. Eli *Wizard*-valikossa, *Attribute*-kohdasta, valitaan *Class. Condition*-kohtaan valitaan *Does not equal* ja *Value*-kohtaan kirjoitetaan 100.

Seuraavaksi lisätään taulukkoon tietoa hakevat otsikot (kuva 23), jotka osaavat etsiä mallista raudoitteiden tiedot. Valitaan ylhäältä *Insert* ja *Value Field*. Valitaan kohta mihinkä otsikko halutaan. Valitaan esimerkiksi *SHAPE*, jolloin otsikko hakee raudoitteen tyyppin. Klikataan kaksi kertaa otsikkoa ja muutetaan otsikon pituudeksi esimerkiksi 4. Lisätään toinen otsikko. Tehdään alku samalla tyylillä kuin ensimmäinen. Toinen otsikko voi olla esimerkiksi *REBARS POSITION*, joka hakee raudoitteen numeron. Tässä kohdassa muuta *Order*-kohtaan *Ascending*, että luettelo tulee numerojärjestykseen pienimmästä suurimpaan. Kolmas otsikko voi olla esimerkiksi *NUMBER*, joka hakee raudoitteiden lukumäärän. Samassa valikossa, missä muutetaan otsikon pituutta, pitää myös muuttaa *Order*-kohdassa *Sum values across all rows*. Neljäs otsikko voi olla esimerkiksi *SIZE*, joka hakee raudoitteen paksuuden. Tähän ei tarvitse tehdä muita muutoksia, kuin otsikon pituus. Viimeisenä lisätään kuva-otsikko, joka näyttää raudoitteen taivutuksen. Valitaan ylhäältä *Insert* ja *Graphical Field*. Määritetään kuvapohjalle paikka. Klikataan kaksi kertaa ja laitetaan esimerkiksi syvyydeksi 50 ja korkeudeksi 14. Vaihdetaan *Attribute*-kohtaan *Pullout*.



Kuva 23 Raudoitteiden tieto-otsikot (Viinikainen 2017)

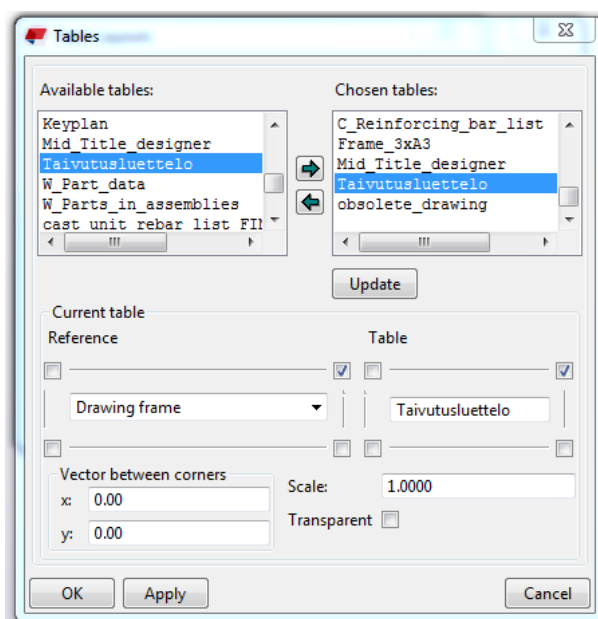
Nyt luettelon pohja on tehty valmiiksi ja pohjan tulisi näyttää *Template Editor* -valikossa samanlaiselta, kuin kuva 24. Kuva 25 näyttää miltä taivutusluettelo näyttää paperilla. Tallennetaan Taivutusluettelo nimellä. Luettelon lisääminen tapahtuu jo aiemmin esitellyn *Drawing Layout* -valikon kautta (kuva 26).

TAIVUTUSLUETTELO			
TY	NRO	LKM	D (mm)
SH	RE	NU	SIZ

Kuva 24 Taivutusluettelo *Template Editor*issa (Viinikainen 2017)

TAIVUTUSLUETTELO			
TY	NRO	LKM	D (mm)
A	4	4	10
B	6	12	10
A	7	2	10
A	14	2	10
A	15	2	10
A	16	2	10
A	17	4	10
D	18	72	8

Kuva 25 Taivutusluettelo paperilla (Viinikainen 2017)



Kuva 26 Taivutusluettelon lisääminen (Viinikainen 2017)

#### 4.4 Automaattisten mitoitusten muodostaminen

Automaattisten mitoitusten muodostaminen tapahtuu luomalla mitoituksia joko valmiilla mitoitustyy-  
leillä tai luomalla suodattimien avulla mitoitussääntöjä. Tämä tehdään *View Properties* -valikossa,  
josta valitaan *Dimensioning*-alavalikko (kuva 27). Jokaisella osalla kannattaa tehdä oma mitoitus-  
sääntö, koska tällöin mitoitustyylin muokkaaminen on helpointa. Kun muodostetaan erilaisia mitoi-  
tussääntöjä, aina ylimpänä valikossa oleva mitoitus tulee lähimmäksi elementtiä. Erilaisia mitoitus-  
tyylejä on:

*Overall dimension*, jolla saadaan mitoitettua elementin äärimitat.

*Shape dimension*, jolla saadaan mitoitettua elementissä olevia muotoja esimerkiksi pontit.

*Hole dimension*, jolla saadaan mitoitettuja elementissä olevia reikiä.

*Filter dimension*, jolla saadaan tehtyjä suodattimien avulla tietyille osalle mitoitukset.

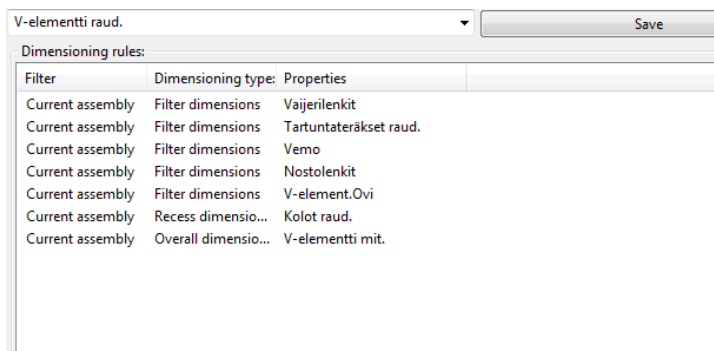
*Secondary Parts dimension*, jolla saadaan mitoitettua elementtiin liittyvät toissijaiset osat.

*Recess dimension*, jolla saadaan mitoitettua esimerkiksi elementin alareunassa olevat tartuntakolot.

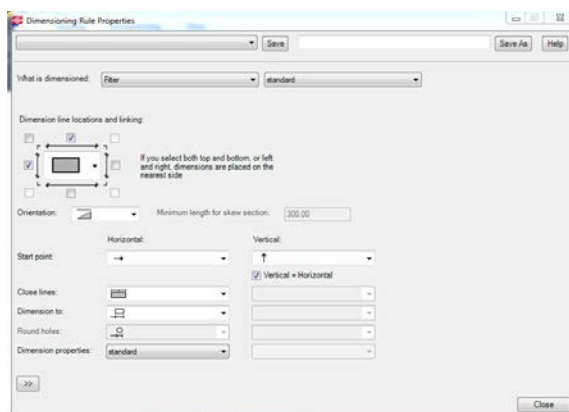
*Grid dimension*, jolla saadaan mitoitettua Grid viivat.

*Integrated dimension*, joka on Teklan vanha mitoitustyyli.

Jokaista mitoitustyyliä voi vielä tarkentaa *Edit Rule* -valikossa (kuva 28). Tässä alavalikossa saa valit-  
tua mille puolelle elementtiä mittaviivat halutaan sijoittaa ja mittaviivojen tyylin. Myös mitä halutaan  
mitoitaa ja mistä mitoitus aloitetaan.



Kuva 27 Mitoitussääntö-valikko (Viinikainen 2017)

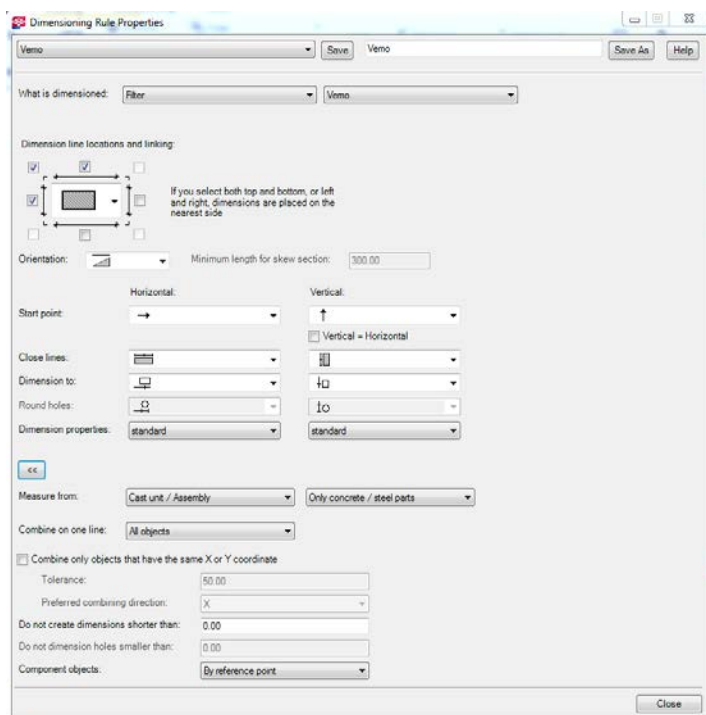


Kuva 28 Edit Rule -valikko (Viinikainen 2017)

#### 4.5 Mitoitussäännön muodostaminen

Tässä esimerkissä tehdään mitoitussääntö *Vemoille*, joille tehtiin aiemmin oma suodatin. Klikataan kaksi kertaa elementin naamanäkymää. Valitaan *Dimensioning*-valikko. Lisätään rivi *Add row*-kohdasta. Valitaan *Dimensioning type*-kohtaan *Filter Dimensions*. *Properties*-kohtaa ei tarvitse muuttaa. Klikataan *Edit Rule*-kohtaa. *What dimensioned*-kohtaan valitaan *Filter* ja toiseen ikkunaan aiemmin tehty suodatin eli *Vemo*. Valitaan aktiiviseksi ne laatikot elementin kuvan ympäriltä, mistä kohtaa halutaan mittaviivojen menevän.

Tallennetaan mitoitussääntö kirjoittamalla oikeaan yläreunaan *Vemo* ja klikkaa *Save As*. Valikon tulisi näyttää samanlaiselta, kuin kuvassa 29.



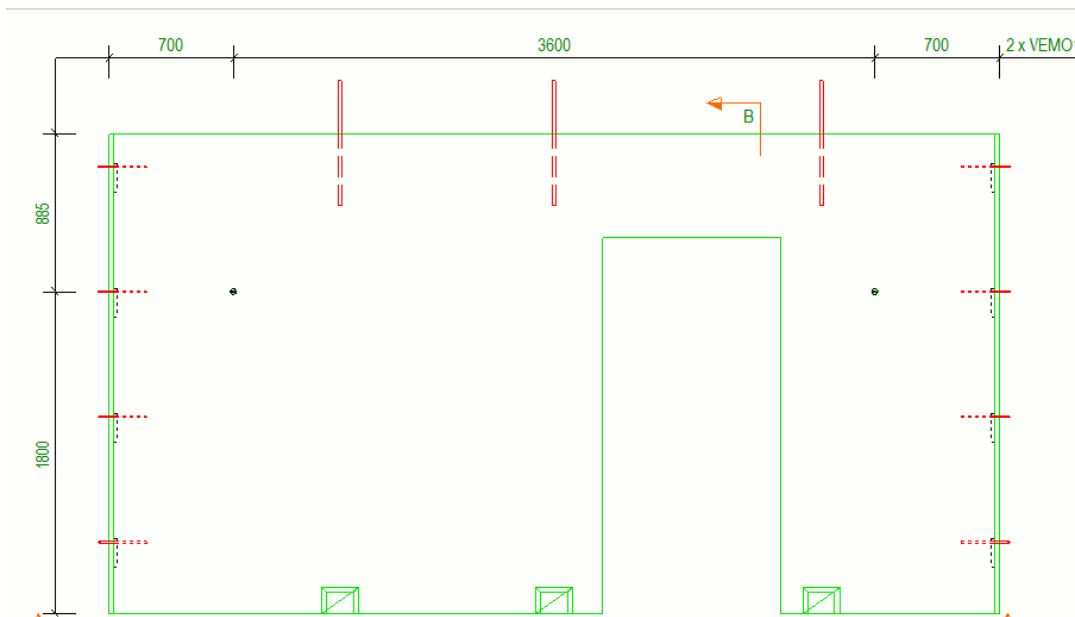
Kuva 29 Vemo-suodatin asetukset (Viinikainen 2017)

Painetaan *Close* ja tallennetaan mitoitussääntö kirjoittamalla ylhäällä olevaan laatikkoon esimerkiksi elementin nimi, jolle ollaan mitoitusta tekemässä ja painetaan *Save*. Klikataan *Modify*, *Apply* ja *OK*. Nyt pitäisi muodostua mitoitus *Vemoille* elementin ympärille.

Mittaviivojen muokkaus tapahtuu, kun klikataan kaksi kertaa mittaviivan päällä. Jos halutaan lyhyet mittaviivat vaihdetaan *Short extension line*-kohtaan *Yes*. *Tags*-välilehdeltä saadaan muokattua, mitä tietoja halutaan mittaviivan ympärillä näyttää. Esimerkiksi *E*-kirjaimen vieressä olevaa kolmea pistettä klikkaamalla voidaan asettaa näkymään *Vemon* nimen mittaviivan lopussa yläreunassa. Se tapahtuu valitsemalla *Available elements*-kohdasta *Name* ja painamalla *Add*. Tämän jälkeen tallennetaan asetukset ylhäällä *Save as*-kohdassa ja painetaan *Modify*, *Apply* ja *OK*. Valikossa voidaan tehdä erilaiset asetukset pystyyn ja vaakaan tuleville mittaviivoille.

Kun saadaan muutettua mittaviivojen asetukset sopiviksi, tallennetaan asetukset samalla tavalla, kuin aiemmin.

Käydään vielä muuttamassa kuvassa 29 näkyvässä valikossa, *Dimension properties* -valikkoon ja *Horizontal*-kohtaan äsken tehty mitoitustyyli käyttöön ja tallennetaan *Save*-kohdasta. Kun on painettu *Close*, tallennetaan vielä *Dimensioning*-kohdassa asetukset. Nyt mitoitus on valmis (kuva 30) ja sen ulkonäköä voi helposti muokata sopivaksi.



Kuva 30 Vemojen mitoitus naamakuva (Viinikainen 2017)

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa selkeitä ja toimivia piirustuspohjia Tekla Structures -ohjelmistolla. Piirustuspohjia oli tarkoitus tehdä mahdollisimman monelle erilaiselle elementille. Niiden määrän joutui lopussa rajaamaan neljään erilaiseen elementtiin, koska alussa asetettu tavoiteaikataulu tuli nopeasti vastaan. Aihe oli todella haastava ja sen toteutus vei paljon aikaa. Tutustuminen Tekla Structures -ohjelmiston käyttöön sujui nopeasti, koska ohjelmaa oli käytetty jo muutamissa opiskeluprojekteissa ja olin käyttänyt sitä myös kesätöissä. Elementtien oikeanlainen mallintaminen onnistui hyvin, koska aiheesta löytyi hyvin tietolähteitä. Toimivien komponenttien löytyminen tapahtui kokeilemalla monia erilaisia komponentteja ja niiden ominaisuuksia. Piirustuspohjien muokaaminen oli haastavaa, koska siitä ei ollut ennen opinnäytetyötä juurikaan kokemusta. Piirustuspohjiin tehtiin automaattisia mitoituksia erilaisiin näkymiin, jotka perustuivat suurimmaksi osaksi suodattimiin. Mitoitusten toimivuus aiheutti välillä ongelmia, koska esimerkiksi sandwich-elementissä aukkojen viisteet sekoittivat mitoittamista ja oli hankala saada mitoittamaan automaattisesti aukko oikeasta kohti. Piirustuspohjien tekeminen valmiiksi asti on mahdotonta, koska aina kun tulee uusia komponenttia tai osia Tekla Structures -ohjelmistoon, on sille tehtävä uusi suodatin ja mitoitusääntö. Tein yritykselle oman taulukon, johon kirjasin opinnäytetyössä käytetyt osat ja niiden *Class* eli luoka-arvot. Koska piirustuspohjat toimivat oikein vain siinä tapauksessa, että mallinus tapahtuu yhteneväisellä tavalla, tein yritykselle myös mallinnusohjeen, jota voi käyttää uusien työntekijöiden perehdytykseen ja jota on helppo täydentää tulevaisuudessa.

Opinnäytetyöstä tulee olemaan varmasti hyötyä yritykselle ja minulle tulevaisuudessa. Koska kaikille käytössä oleville elementeille ei keretty tehdä piirustuspohjia, kannattaa niiden tekemistä jatkaa. Valmiiden piirustuspohjien toimivuutta oikeassa projektissa ei keretty testaamaan opinnäytetyön aikana, joten niiden toimivuus erimuotoisissa elementeissä jäi selvittämättä. Tuottaessa uusia piirustuspohjia, kannattaa samalla täydentää mallinnusohjetta ja numerointiohjetta, että ne pysyvät ajan tasalla. Myös opinnäytetyössä tuotettujen piirustuspohjien kehittämistä, kannattaa jatkaa, koska uusien ohjelmistoversioiden mukana tulee aina parannuksia. Itselleni opinnäytetyö kyseisestä aiheesta oli tulevaisuuden kannalta tärkeää. Se helpottaa löytämään töitä, koska Tekla Structures -ohjelmiston osaajia tarvitaan, sen käytön lisääntyessä kokoajan.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ES 2017a. Elementtisuunnittelu.fi. Mallintava suunnittelu [verkkoaineisto]. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu>

ES 2017b. Elementtisuunnittelu.fi. Mallinnusohje [verkkoaineisto]. Saatavissa: [http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje\\_v104.pdf](http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23982/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje_v104.pdf)

ES 2017c. Elementtisuunnittelu.fi. Esimerkkietomallit [verkkoaineisto]. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/esimerkkietomallit>

HÄKKINEN, Eetu 2015. Tekla Structures mallinnusohje elementtisuunnitteluun. Savonia-ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 2017-02-20.] Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201505056142>

SaIns 2017. Savon Insinööritoimiston logo [verkkoaineisto]. Saatavissa: <http://www.savoins.fi>

Tekla 2017a. Rakennesuunnittelijat [verkkoaineisto]. [Viitattu 2017-02-20.] Saatavissa: <https://www.tekla.com/fi/ratkaisut/rakennesuunnittelijat>

Tekla 2017b. Rakennusliikkeet [verkkoaineisto]. [Viitattu 2017-02-20.] Saatavissa: <https://www.tekla.com/fi/ratkaisut/rakennusliikkeet>

Tekla 2017c. Tekla Structures ohjepankki [verkkoaineisto]. Saatavissa: <https://teklastructures.support.tekla.com/>

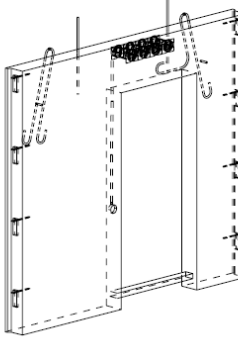
YTV 2017. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 [verkkoaineisto]. [Viitattu 2017-02-20.] Saatavissa: [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012\\_osa\\_5\\_rak.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_5_rak.pdf)

## LIITE 1: BEC2012 VÄLISEINÄ MALLIPIIRUSTUS JA TUOTETTU PIIRUSTUSPOHJA


RAUDOITTELUETTELO																	
RAUDOITTEET	TYÖ NRO	LKM	LAATU	D [mm]	L [mm]	dL [mm]	PAINO YHT [kg]	TAVUTUSMITAT [mm]				KOMMENTTI					
								a	b	c	d	e	u	v	x	TD	
U	5	8	A500HW	6	820		1.5	83	229	150	229	150				50	
A	6	2	A500HW	12	2210		3.9	2210									
D	7	2	A500HW	10	1570		1.9	520	580	520						40	
A	8	4	A500HW	10	1530		3.8	1530									
A	9	4	A500HW	10	2480		8.1	2480									
A	10	2	A500HW	10	1220		1.5	1220									
A	11	4	A500HW	10	2330		5.8	2330									
A	12	2	A500HW	10	2880		3.6	2880									
B	13	8	A500HW	10	1010		5.0	520	520			80			40		
RAUDOITTEIDEN KOKONAISPAINO [kg]:																33.1	

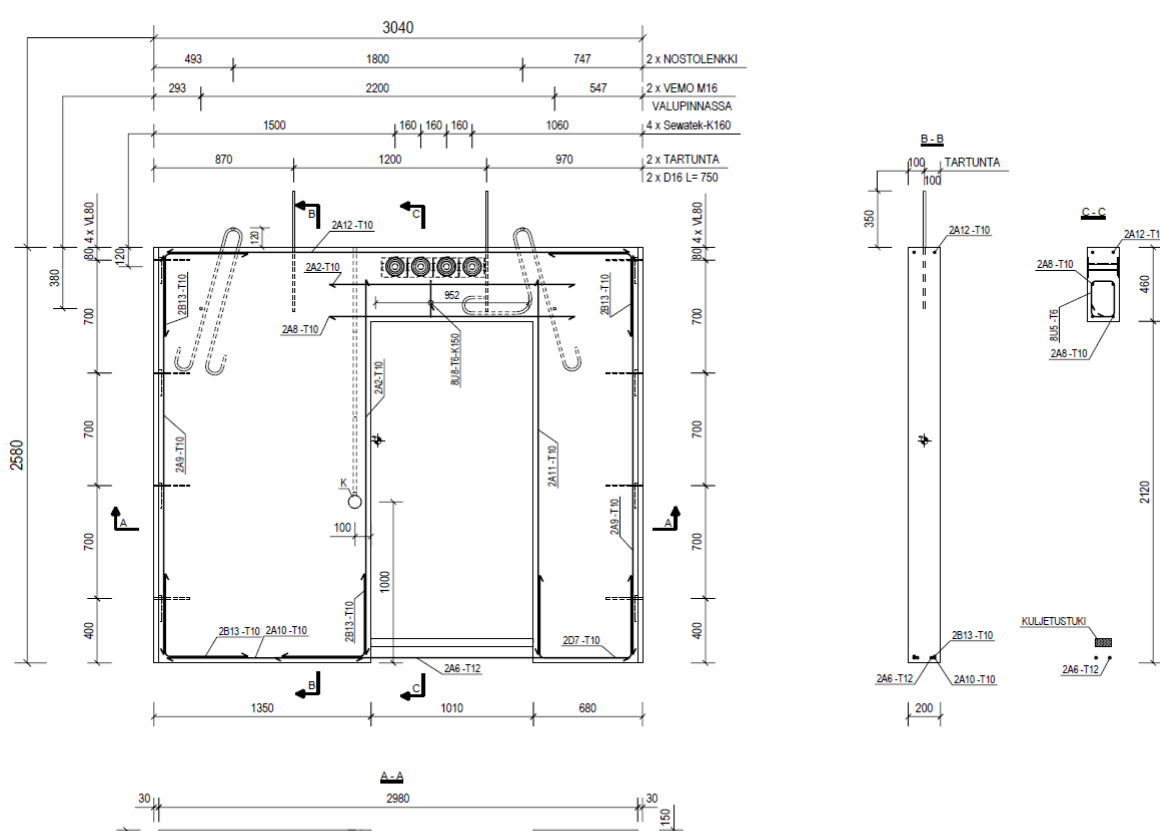
  

SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT						
Rakitusluokka	XC1					
Suunniteltu käyttöikä	100 v.					
TUOTETIEDOT						
Betonipete 1	Nimellisarvo 20 mm	Salittu mittapötkökeena 10mm				
Toleranssiluokka	Luokka N (2011)					
Pintakäsittely 1	Teräsiirto/Muottipinta					
Vilsteet 1	Kynäpöystys kaikkiin runkkiin					
VALUTARVIKELUETTELO						
PIR. NUMERO	LKM	MATERIAALI	PINTA-ALA [m <sup>2</sup> ]	MÄÄRÄ	YKS	
V-1	1	c25/30		1.12	m <sup>2</sup>	
				ELEMENTTI PAINO:	2.79	t
MÄÄRÄ TARVIKKEET						
1	kpl	K SÄHKÖ				
1	kpl	NOSTOLENKKI S235J2-N Ø16, L = 2250				
1	kpl	NOSTOLENKKI S235J2-N Ø16, L = 2250, LISÄTAVUTUS				
4	kpl	Sewatek-K160				
2	kpl	VEMO M16				
8	kpl	VL80				
2	kpl	TARTUNTA A500HW 750.0 D16				
1.0	m	KULJETUSTUKI 50X100				
1.5	m	SÄHKÖPUTKI D20				
1.5	kg	A500HW ø6				
27.7	kg	A500HW ø10				
3.9	kg	A500HW ø12				

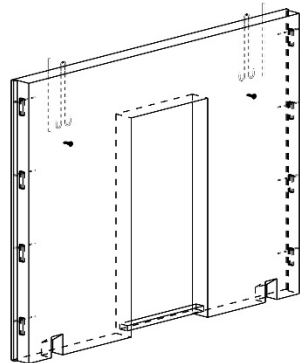
## MALLIPIIRUSTUS 28.2.2013

KOKO	PIIRUSTUKENNYT	MITTAKAAVA			
	ELEMENTTIPIIRUSTUS V-1, VÄLISEINÄ	1:20 1:30			
PIIRI	SALA	PAK	KVV		
POWERED BY		TYÖNUMERO	ALANUMERO	PIR. NRO	
		RAK		V-1	
		SALA	SAV	PAK	MUOTOS
		RAK	1 / 2		

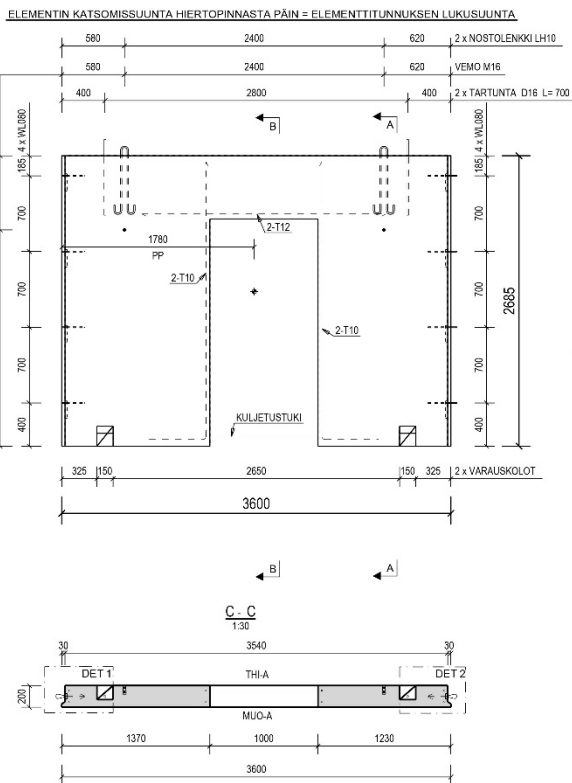
KOKO	TYÖNUMERO	ALANUMERO	PIR. NRO	
V-1	RAK	2 / 2	V-1	
	SALA	SAV	PAK	MUOTOS
	RAK	2 / 2		

RAUDOITELUETTELO														
RAUDOITTEET		D	L	dl	PAINO	TAVUTUSMITAT [mm]							KOMMENTTI	
TYYPINRO	LKM	LAATU	[mm]	[mm]	YHT [kg]	a	b	c	d	e	u	v	x	TD
B	2	4	B500B	10	3080	7.6	532	2573		90				40
A	3	4	B500B	10	3480	8.6	3480							
A	4	4	B500B	10	2580	6.4	2581							
B	5	8	B500B	10	980	4.9	506	506		90				40
A	6	2	B500B	12	2280	4.0	2280							
Un	7	7	B500B	8	1350	3.7								
D	8	12	B500B	8	900	4.3	400	140	400					32
<b>RAUDOITTEIDEN KOKONAISPAINO [kg]:</b>												<b>39.5</b>		
TERÄKSET: T=B500B, S=S235JR2, K=VERKKO B500K, E=B600KX, EK=VERKKO B600KX, ES= AISI 304														
JATKOSPITUUDET: T8/E7=400 mm, T10/E9=500 mm, T12/E11=800 mm														
VERKKOJEN JATKOKSET 2 SILMÄVÄLIÄ, PIELITER. JÄTKETAAN NURKISSA														
AUKKOJEN (REIKIEN) PIELITERÄKSET L=AUKKO+1000														

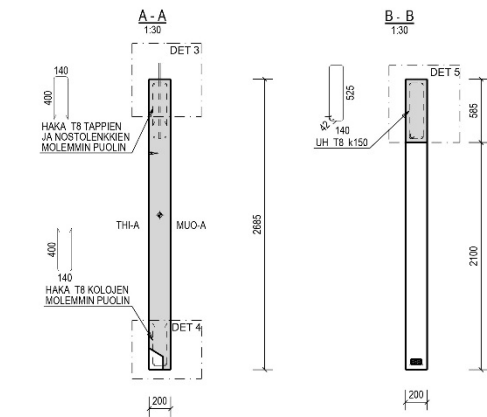


SUUNNITTELUN LÄHTÖTIEDOT					
Patoluokka	E163				
Rakitusluokka	XC1				
Suunnitelu käyttöikä	100 V.				
TUOTETIEDOT					
Betonipaine 1	Nimellisarvo 25 mm	Salittu mittapoikkeama 10 mm			
Toleranssuluokka	Normaaliluokka				
Mittatoleranssi	Betonielementtien toleranssit 2011				
Pintakäsittelyluokka	BY40 BETONIPINNAT				
Pintakäsittely 1	ALAPINTA: MUOITPINTA MUO-A	Alapinta			
Pintakäsittely 2	YLÄPINTA: TERÄSHIERTOPINTA TH-A	Yläpinta			
Viisteet 1	p=5mm PYÖRISTYS MERKITYYHIN KULMIIN				
Viisteet 2	V=10mm VIISTE MERKITYYHIN KULMIIN				
Muotostansolujuus	MUOITTIEN PURATTAESSA VÄH. 15 MN/M2				
Kuljetus- ja asennuslujuus	ELEMENTTÄ SIIRRETTÄESSÄ 20 MN/M2				
VALUTARVIKELUETTELO					
BETONIN PAINO ON LASKETTU KÄYTTÄEN TILAVUUSPAINOA 25.0 [N/m3]					
PIIRI NUMERO	LKM	MATERIAALI	PINTA-ALA [m2]	MAÄRÄ	YKS
V/1-1	1	C25/30	7.57	1.48	m <sup>2</sup>
<b>ELEMENTTI PAINO:</b>				<b>3.71</b>	<b>t</b>
MAÄRÄ	TARVIKKEET				
7.6 m <sup>2</sup>	MUO-A				
7.3 m <sup>2</sup>	TH-A				
1.00 m	KULJETUSTUKI 50*100				
2 kpl	LH10 Lifting_hook				
2 kpl	MEMO M16 S235JR				
8 kpl	WLO80 Steel_loop				
2 kpl	TARTLUNTA Ø16 700.0mm B500B				
5.9 kg	B500B ø 8				
22.6 kg	B500B ø 10				
4.0 kg	B500B ø 12				

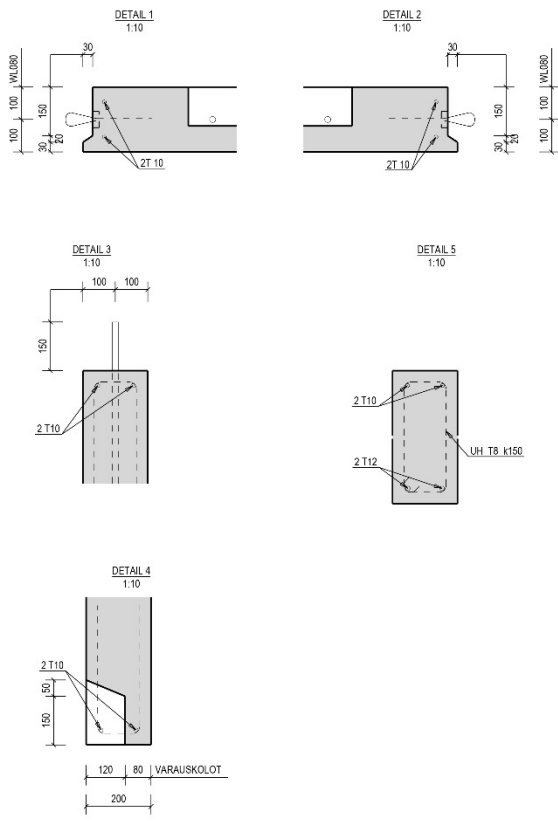
KUUNNIN	KUUNNIN	KUUNNIN	KUUNNIN	KUUNNIN
12345	1234	12	MALLIELEMENTTI	1 / 3
RAKENTAJAN MALLIELEMENTTI			PIIRINUMERO JA PÄIVÄYS	MITTAUSKOKO
MALLIKUUNNIN 1			4001 V/1-1	1:30
12345 MALLI			DET	1:10
Savon Insinööritoimisto Oy Tietokatu 1 73100 Lapinjärvi etanami.sukunim@savoins.fi www.savoins.fi			RAKENTAJA	PROJEKTI
			RAK	12.04.2017
			RAKENTAJAN SUUNNITTELIJA	SUUNNITTELIJAN TIT
			Matti Mänttinen	Matti Mänttinen p.0500 111 111



4001 V/1-1



PROJEKTI	TYÖNUMERO	LAUAKAJA	PIIRINUMERO	PIIRINUMERO
MALLIELEMENTTI	12345	RAK	V/1-1	2 / 3
MALLIKUUNNIN 1	12345 MALLI		12.04.2017	



KOKOIDE		TYÖNUMERO	KUMARINUMERO	PIIRI-NUMERO	
MALLIELEMENTTI		12345		V/1-1	
MALLIKUULIA 1 12345 MALLI		RAK	3 / 3	12.04.2017	MAALITUS

LIITE 2: MALLINNUSOHJE SAVON INSINÖÖRITOIMISTO OY (SALATTU)