

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennesuunnittelu

Aleksi Partanen

## **Insinööritoimiston elementtisuunnittelun kehittäminen Tekla Structures -ohjelmaympäristössä**

Opinnäytetyö 2018

## Tiivistelmä

Aleksi Partanen

Insinööritoimiston elementtisuunnittelun kehittäminen Tekla Structures -ohjelmaympäristössä, 30 sivua, 2 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennesuunnittelu

Opinnäytetyö 2018

Ohjaajat: lehtori Timo Lehtoviita, Saimaan ammattikorkeakoulu, suunnittelupäällikkö RI Jarkko Vitikainen, Wise Group Finland Oy

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Wise Group Finland Oy:n käyttöön valituille elementtipiirustuksille valmiit asetuspohjat ja ohje elementtien mallintamiseen Tekla Structures -ohjelmalla. Työ sisälsi piirustusasetusten luomisen pilari- ja palkkielementeille sekä ontelo- ja TT-laatoille. Lisäksi luotiin mallinussohje pilarielementille.

Tämä opinnäytetyön kirjallinen osuus sisältää viisi osaa, joissa selvennetään ja käsitellään yritykselle tehtyjen asetusten taustaa ja toimintaa sekä työn tuloksia. Raportissa kerrotaan yleisesti tietomallintamisesta ja siinä käytettävistä standardeista, ohjeista ja ohjelmista, jotka toimivat pohjana tietomallintavan rakenne- ja elementtisuunnitteluun. Pääasiana tutustutaan elementtisuunnitteluprosessiin, joka sisältää elementtisuunnittelun etenemisen projektin alusta lopullisten elementtipiirustusten tilaamiseen. Osio sisältää selitteet, miten ja millä työkaluilla elementtejä mallinnetaan Teklalla. Siinä käydään läpi ohjelman komponenttien toiminta ja niihin luotujen asetusten tallentaminen. Lisäksi selitetään, miten valmiit piirustusasetukset luodaan ja miten ne toimivat. Nämä piirustusasetukset toimivat uusien kohteiden elementtipiirustusten pohjana, joista suunnittelija voi muokata haluamansa asetuksen.

Tässä opinnäytetyössä luotuja asetuksia käytettiin alustavasti muutamassa kohteessa, joista saatu palaute oli hyvää. Palautteista tulleet kehitysehdotukset ovat lisätty asetuksiin ja asetuksia kehitetään vielä tulevien ohjelmistopäivitysten ja palautteiden pohjalta. Uudet piirustusasetukset säästävät elementtipiirustuksia luodessa paljon aikaa, koska suunnittelijalla on hyvä pohja, josta piirustusta voi lähteä kokoamaan.

Asiasanat: tietomallinnus, Tekla Structures, elementtipiirustus, piirustusasetus

## **Abstract**

Aleksi Partanen

Improving structural element design at Tekla Structures -software for engineering firm, 30 pages, 2 pages of appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Civil and Construction Engineering

Structural Engineering

Bachelor's Thesis 2018

Instructor(s): Mr Timo Lehtoviita, Lecturer in Saimaa University of Applied Sciences, Mr Jarkko Vitikainen, Planning manager of Wise Group Finland Oy

The purpose of this thesis was to improve structural element design at software Tekla Structures for Finnish building industry company Wise Group Finland Oy. The object was to develop drawing properties for chosen element types and to create a modelling instruction. The chosen elements were column- and beam elements and hollow core- and TT-slabs. The modelling instruction was created for column element. The growing need for 3D element design and lack of these properties was reason for this thesis.

This thesis involves the basics principle for building information modelling (BIM) and the standards and guides that form the basis of modelling. It also consists of basic information about Tekla Structures. The main part tells the process of 3D structural element design and how it connects with building work stages.

The created Cast Unit Drawing Properties included various specific sub settings that were gathered for each element type separately. Most notable of these properties were View Settings for drawing. It consists of detailed object level setting, that determines what is shown in the picture/view and what mark are added to objects. Also dimensioning properties, which creates wanted automatic dimensions for selected object. Both of these properties use filter settings to work.

The drawing properties created in this thesis were used in couple of project. and the feedback was good. These properties help to create a layout for element drawings, from where the designer can adjust the complete drawing. This saves a lot of time, because the designer doesn't have to create the drawing from scratch.

Keywords: building information modelling, Tekla Structures, element drawing, drawing properties

## Sisällys

1	Johdanto .....	6
1.1	Tilaaja ja tausta .....	6
1.2	Työn tavoitteet .....	6
1.3	Työn rajaukset .....	7
2	Tietomallintaminen .....	7
2.1	BEC 2012, elementtisuunnittelun mallinnusohje .....	8
2.2	Yleiset tietomallivaatimukset YTV 2012 .....	8
2.3	Tekla Structures .....	9
3	Elementtisuunnitteluprosessi .....	11
3.1	Elementtien mallintaminen .....	14
3.2	Komponentit ja liitostyökalut .....	16
3.3	Asetusten tallentaminen .....	16
3.4	Piirustuksen luominen .....	18
3.5	View properties .....	19
3.6	Piirustuksen viimeistely .....	24
4	Työn tulokset .....	24
5	Päätelmät .....	25
	Lähteet .....	27

### Liitteet

Liite 1 Alkuperäisten asetusten luoma piirustus

Liite 2 Uusien piirustusasetusten luoma piirustus

## Käsitteet

Tekla Structures	Rakenne- ja elementtisuunnittelussa käytetty BIM-ohjelma rakennuksen tietomallintamiseen.
BIM	BIM (Building information modelling) rakennuksen tietomallintaminen
Tietomalli	(Building information model) on rakennuksen koko elinkaaren aikaiset tiedot digitaalisessa muodossa. Tietomalli sisältää rakennuksen kolmiulotteisen mallin, jonka osat sisältävät informaatiota.
Rakennemalli	Rakennesuunnittelijan tekemä tietomalli rakennuksesta. Sisältää kantavat ja ei-kantavat betoni- ja teräsrakenteet.
Elementti	Rakentamisessa käytetty valmisosa, joka valmistetaan elementtitehtaalla ja asennetaan työmaalla paikoilleen.
Elementtipiirustus	Piirustus, jonka pohjalta elementtitehdas valmistaa elementin.
YTV 2012	Yleiset tietomallivaatimukset. Standardi projektin osapuolille siitä, miten ja mitä mallinnetaan.
BEC 2012	Tekla Structures -ohjelmalla tehtävään elementtisuunnitteluun tehty ohje.
IFC	Tietomallinnuksessa käytettävä standardi tiedonsiirtoon suunnitteluohjelmistojen välillä.
Cast unit	Betoniosien muodostama kokonaisuus, jossa osat ovat liitetty yhdeksi.
Assembly	Betoni-, puu- ja/tai teräsosien muodostama kokonaisuus.
Komponentti	Tekla Structures -ohjelmassa käytettäviä rakenteita tai osia, joilla voi luoda esimerkiksi konsolin ja palkin välinen liitos.
Object level settings	Asetus elementtipiirustuksen näkymässä näytettävälle objektille ja merkinnöille.
Dimensioning settings	Näkymän mitoitusasetukset.
Filter settings	Asetukset, joilla voi suodattaa ja kohdistaa tietoa rakennosalle tai -ryhmälle.

# **1 Johdanto**

## **1.1 Tilaaaja ja tausta**

Työn tilaajana toimii Wise Group Finland Oy. Se on talonrakennusalan yritys, joka toteuttaa konsultointi-, suunnittelu- ja rakennuttamispalveluja uudis- ja korjauskentämisen alalla pääosin Suomessa mutta myös Baltian alueella. Wise Group Finland Oy yhdistyy infrarakentamiseen erikoistuneen Sito Oy:n kanssa vuonna 2018 muodostaen 1200 hengen talo- ja infrarakentamisen asiantuntijayrityksen Sitowisen. (1.)

Työ tehdään Wise Group Finland Oy:n Kouvolan toimistolle, joka käyttää rakenne- ja elementtisuunnittelussa pääosin Tekla Structures -ohjelmaa. Mallintamalla tehtävä elementtisuunnittelu pyritään saamaan mahdollisimman automaattiseksi jo ennalta tehtyjen asetusten ja ohjeiden kautta. Valmiiden asetusten puuttuminen johti tähän opinnäytetyöhön.

## **1.2 Työn tavoitteet**

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää Wise Group Finland Oy:n elementtisuunnittelua Tekla Structures -ohjelmalla niin että halutut elementit voidaan tehdä valmiita mallinnus- ja piirustusasetuksia hyödyntäen, näin minimoiden käsin tehtävän työn.

Aiheena on tehdä elementeille valmiit piirustusasetukset, jotka sisältävät elementtipiirustuksen Object level settings for view- ja Dimensioning-asetukset. Tavoitteena on myös tutkia ja valita tehokkaimmat mallintamiseen käytettävät työkalut ja tehdä kyseisille elementeille mallintamista avustava ohje.

Elementtien mallinnus ja piirustusasetukset toteutetaan Wise Group Finland Oy:n ja BEC2012 olevien ohjeiden mukaisesti ja luotujen asetusten taso vastaa yrityksen vaatimaa tasoa. Asetukset ja ohjeet kehitetään koko yritystä palvelevaksi kokonaisuudeksi, jota täydennetään uusien Tekla Structures-versioiden myötä.

### 1.3 Työn rajaukset

Valmiiden asetusten luominen rajataan pilari- ja palkkielementteihin sekä ontelo- ja TT-laattoihin. Jokaiselle elementille tehtävä piirustusasetus on elementtityypikohtainen, eikä niitä voida täysin hyödyntää muissa elementeissä.

## 2 Tietomallintaminen

Rakennushankkeen suunnittelutyö on siirtymässä entistä enemmän 2D-suunnittelusta kolmiulotteiseen tietomallintamiseen. Tietomallinnuksessa eri suunnitteluosapuolet luovat rakennuksesta oman osa-alueensa 3D-mallin, jotka sisältävät rakenneosien geometrian ja tiedot. Rakennuksen virtuaalimalleja pystytään siis tarkastelemaan ja yhdistelemään suunnittelun, rakentamisen ja käytön aikana. Tietomallinnuksen avulla eri rakennussuunnittelun osa-alueiden välistä toimintaa ja yhteistyötä voidaan tarkastella visuaalisesti.

Rakennesuunnittelija tekee kohteesta rakennemallin, joka on arkkitehdin tietomallin ja piirustusten pohjalta luotu tietomalli. Tämä malli sisältää rakennuksen kantavat ja ei-kantavat rakenteet sekä muut rakennuksen osat, joilla on vaikutusta muihin suunnittelijoihin. Rakennemalliin lisätään ARK-, LVI- ja sähkösuunnittelijoiden teettämät varaukset, niin ettei mallien välisiä törmäyksiä tapahdu. Rakennemallista saatavat geometriat, materiaalit ja elementit ovat tärkeässä osassa työmaan urakalaskennan ja rakentamisen aikana.

Suunnittelijoiden väliset tietomallit jaetaan keskenään IFC-tiedostomuodossa. IFC on tietomallinnuksessa käytettävä standardi tiedonsiirtoon suunnitteluohjelmistojen välillä. (2.) IFC:n avulla osapuolet pystyvät lukemaan muiden tuottamaa tuotemallitietoa suunnitteluohjelmasta riippumatta. Suunnittelija tekee oman osa-alueensa tietomallin käyttäen omaa ohjelmistoaan ja tuottaa siitä muille käyttöön IFC-mallin, joka sisältää tarvittavat osat ja tiedot. Esimerkiksi rakennemallin IFC-mallista voidaan jättää elementtien raudoituksen kokonaan pois.

Tietomallintamisen yleistyttyä mallintamista on kehitetty luomalla yhteisiä mallinnusohjeita, joiden tavoitteena on helpottaa mallintavaa suunnittelua. Jotta tietomallinnuksen kaikki edut saadaan hyödynnettyä, on mallinnukselle luotu kaikkia toimialoja koskevat vaatimukset. (3.)

## **2.1 BEC 2012, elementtisuunnittelun mallinnusohje**

BEC-projekti on kansainvälinen mallintavan elementtisuunnittelun kehitystyö, jonka tarkoitus on määritellä yhteisiä elementtisuunnittelussa käytettäviä pelisääntöjä. BEC 2012 on vuonna 2012 luotu mallinnusohje Tekla Structures -ohjelmalle, jota kaikkien mallintavien rakennesuunnittelijoiden tulisi noudattaa. BEC 2012 sisältää ohjeet tietomallin luovutukseen, suunnitteluvaatimukset, perustiedot elementtien mallintamiseen ja eri suunnittelualojen välisen yhteistyön. (4.)

BEC-projektin ansiosta tietomallintamiseen on luotu useita uusia työkaluja, mallielementtien tietomallit ja tyyppielementtipiirustukset. Projekti jatkuu edelleen ja sen myötä tulee uusia mallinnustyökaluja ja vanhoja kehitetään vastaamaan käyttäjän tarpeita (5.)

## **2.2 Yleiset tietomallivaatimukset YTV 2012**

YTV2012 on laajapohjaisen kehittämishankkeen, COBIM, tulos, jonka tarkoitus on määritellä rakennushankkeen kaikille osapuolille ohjeet, miten ja mitä mallinnetaan. YTV2012 on vuonna 2012 julkaistu neljätoistaosainen kokoelma, joka sisältää alakohtaisesti mallinnuksen vaatimukset ja käytön.

Yleiset tietomallivaatimusten 2012:n tarve syntyi rakennusallalla tietomallinnuksen nopeasti lisääntyvästä käytöstä. Lähtökohtana ovat olleet tilaajaorganisaatioiden aikaisemmin käyttämät ohjeet, niiden käyttökokemukset ja ohjeen kirjoittajien kokemukset mallipohjaisesta toiminnasta. Vaatimukset luovat hyvät edellytykset rakennuksen eri osapuolten väliseen tietomalliyhteistyöhön. Vaatimuksia päivitetään jatkuvasti ja uusia päivityksiä ovat vuonna 2016 julkaistut täydentävät liitteet, mm. ARK ja RAK tilaajan ohjeet. (6.)

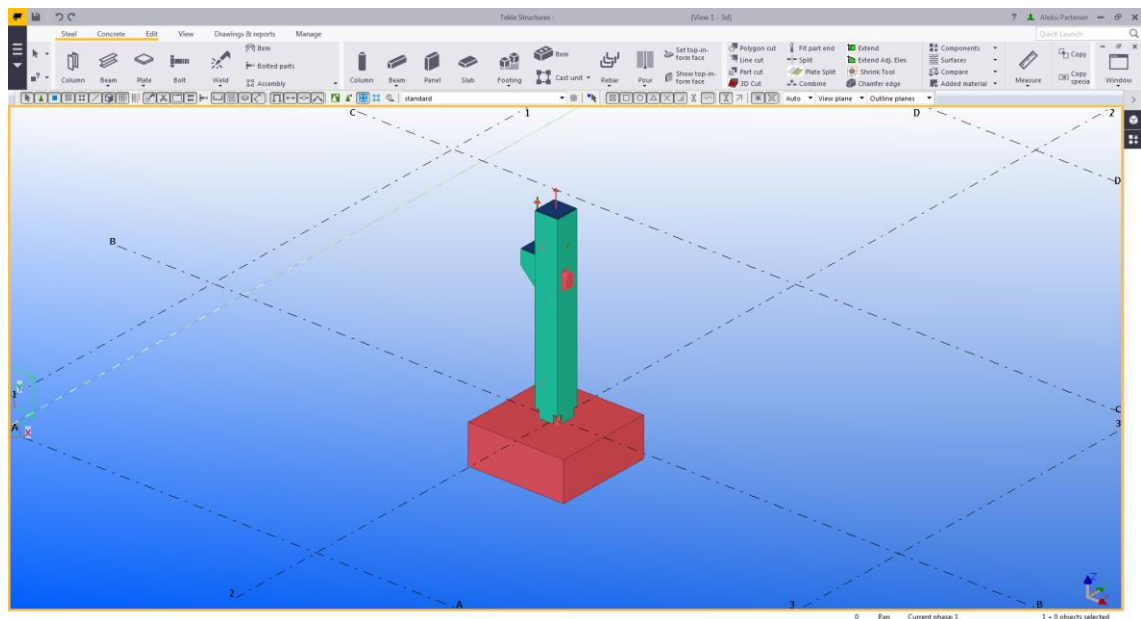


YTV 2012 Osa 5 Rakennesuunnittelu -osassa määrittelemät vaatimukset elementtisuunnittelulle eivät ole tarpeeksi riittävän tarkat, että niiden perusteella pystyttäisiin tekemään rakennuksen tuoteosasuunnittelua. Tätä varten on luotu juuri tarkka, ohjelmakohtainen elementtisuunnittelun mallinnusohje BEC 2012, joka täydentää YTV 2012:ssa olevia vaatimuksia. BEC 2012 sisältää yksityiskohtaiset ohjeet Tekla Structures -ohjelmalla tehtävälle elementtisuunnittelulle, joiden perusteella suunnittelija pystyy tekemään tuoteosasuunnittelua.

### **2.3 Tekla Structures**

Tekla Structures on Trimblen BIM-ohjelma, jolla voidaan toteuttaa rakennushankkeisiin monipuolisia kolmiulotteisia rakennemalleja (kuva 1). Trimble osti soveluksen alun perin suomalaisen Tekla Corporationin vuonna 2011. (7.)

Rakennemalleja käytetään pääosin rakennuksen rakenne- ja elementtisuunnitteluun, mutta sitä hyödynnetään paljon myös työmaalla rakennusaikaiseen tarkasteluun ja valmistuneen rakennuksen huoltoon. Ohjelmalla pystyy mallintamaan lopullista tilannetta vastaavien teräs- ja betonirakenteiden geometrian ja rakenteiden väliset liitokset sekä syöttämään näille tarvittavat attribuuttitiedot. Tiedot ovat kaikkien osapuolten luettavissa koko rakennuksen elinkaaren ajan. (8.)



Kuva 1. Tekla Structures 2016i -version käyttöliittymän yleisnäkymä.

Tekla Structures -ohjelmalla pystytään toteuttamaan rakennuskohteen koko elementtisuunnittelu alusta loppuun. Ohjelmassa olevat työkalut ja komponentit mahdollistavat kaikkien yleisimmin käytettyjen elementtien mallintamisen ja muiden toimialojen suunnittelun yhdistämisen. Tehdyistä elementeistä voi luoda elementtipiirustuksen automaattisia asetuksia käyttäen. Ohjelmaan voi lisätä referenssiksi omia ja muiden osapuolien tiedostoja, kuten arkkitehdin tasokuvia ja LVI-suunnittelijan tietomalli, joka sisältää kaikki putkitukset. Referenssit ovat yleensä dwg- tai IFC-tiedostoina, mutta Tekla tukee myös muita tiedostomuotoja.

Tekla Structures -ohjelmalla voidaan tuottaa tiedostoja työmaan ja muiden suunnittelijoiden käyttöön useassa eri muodossa. Rakennemallista voi luoda IFC-tiedoston, jonka sisällön voi määrittää käyttäjän tarpeiden mukaisesti. IFC:stä voi jättää pois tarpeettomia tietoja, jolloin mallin saa optimoitua käyttäjää varten. Ohjelmalla voi tulostaa kaikki rakennepiirustukset PDF-tiedostoina ja paperiversiona. 3D-DWG ja DWG-tiedostoja voi luoda omia viivatyyppejä, mittakaavaa ja tasoasetuksia käyttäen. Ohjelmassa on mahdollista tehdä myös muita tiedostoja, kuten geometriatiedot FEM-laskentaan.

Useat betoniteollisuuden valmisosien tarjoajat ovat tehneet Tekla Structures-ohjelmaan omat komponenttinsa, joita suunnittelija voi hyödyntää mallintaessa. Komponenttien osat ovat todellista tilannetta vastaavat ja ne sisältävät tuotteen tilaukseen tarvittavat tiedot. Tämä helpottaa elementtien mallintamista ja käytettävän valmisosan valintaa. Mitä paremmin valmisosan tarjoaja on komponenttinsa luonut, sitä helpompi elementtisuunnittelijan on sitä käyttää.

Mallintavan elementtisuunnittelun haasteina ovat monimutkaiset elementit ja liitokset, joihin ei ole kehitetty valmista työkalua. Vaikeat elementit joudutaan tekemään pala palalta käsin, joka on aikaa vievää kolmiulotteisessa mallissa. Haastavien elementtien liitokset ja detaljit ovat tapana tehdä elementtipiirustukseen lisättävällä 2D-piirustuksella.

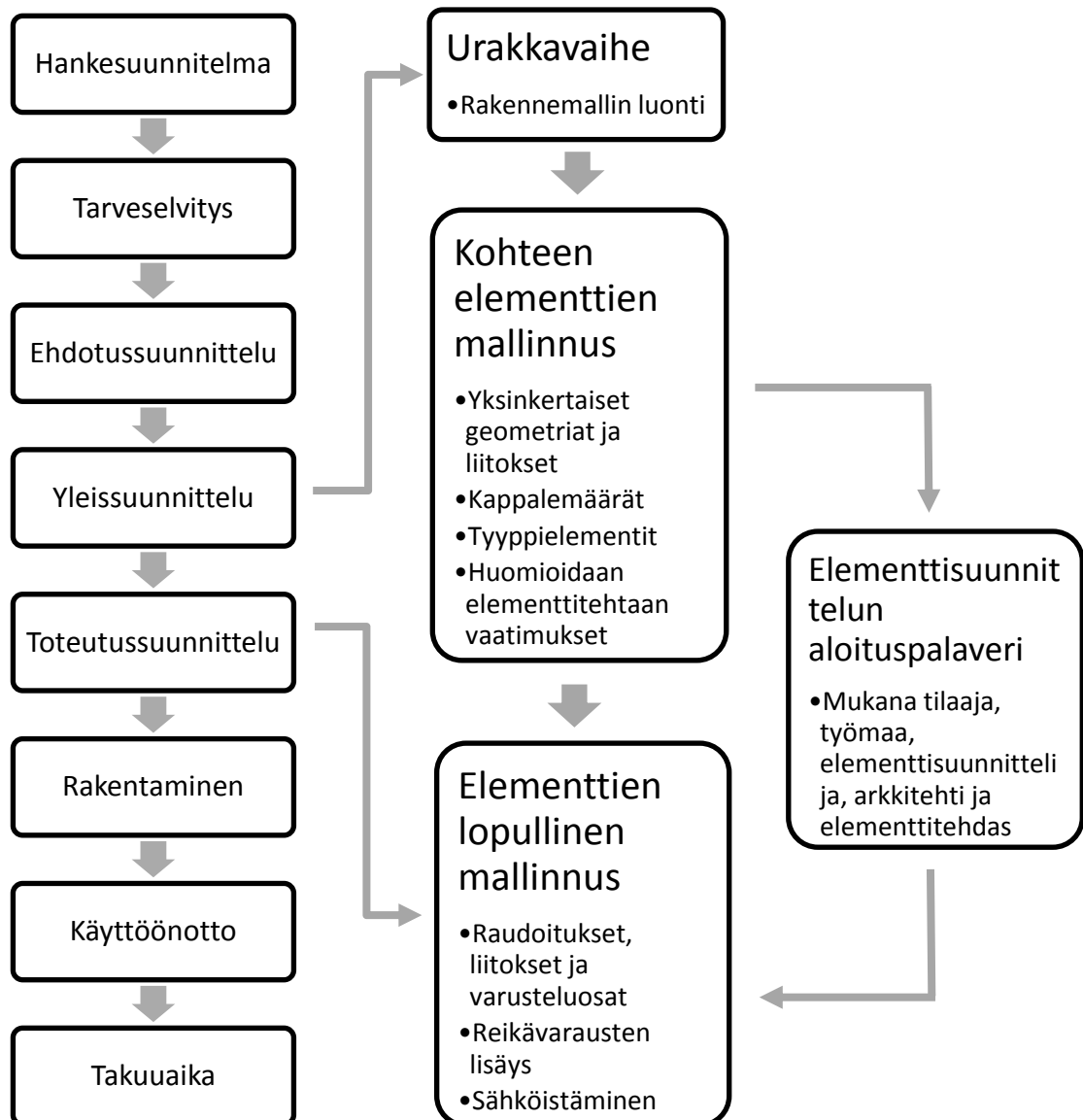
Tekla Structures -ohjelmasta julkaistaan lähes vuosittain uusia versioita, joihin on lisätty uusia ominaisuuksia ja paranneltu vanhoja käyttäjien toiveiden mukaisesti. Ohjelman suorituskykyä ja nopeutta kehitetään jatkuvasti, mikä mahdollistaa entistä suurempien tietomallien tekemisen ja käyttämisen. Muun muassa versiossa 2016 lisättiin Ribbon-työkalu, joka sallii omien työkalurivien tekemisen ja muokkauksen helposti.

### **3 Elementtisuunnitteluprosessi**

Tässä opinnäytetyössä esitetty elementtisuunnitteluprosessi on tehty kohteeseen, jossa sekä elementtisuunnittelu että rakennesuunnittelu on tehty pääosin mallintamalla. Rakennepiirustuksista leikkaukset ja detaljit ja elementtipiirustuksista osa detaljipiirustuksista on tehty kaksiulotteisin menetelmin.

Tekla Structures -ohjelmalla tehtävä elementtisuunnittelu tehdään lähes täysin ohjelman sisäisillä työkaluilla ja siihen luoduilla komponenteilla. Vasta lopulliseen piirustukseen saatetaan lisätä detaljipiirustuksia, joita mallintamalla ei pysty toteuttamaan tai ne vievät liikaa aikaa. Elementti mallinnetaan vastaamaan lopullista tuotetta, jotta tarvittavat tiedot, kuten betonin tilavuus, saadaan mahdollisimman tarkasti esille.

Elementtisuunnittelu on osa talonrakennushanketta, jonka vaiheet on esitetty kaaviossa 1. (9.) Tämän opinnäytetyön sisältö ja aihe kuuluvat yleissuunnittelun ja toteutussuunnittelun vaiheisiin. Yleissuunnitteluvaiheessa ja tämän aikana tulevassa urakkavaiheessa mallinnetaan rakennemalli. Yleissuunnitteluvaiheen ja toteutusvaiheen välissä pidetään elementtisuunnittelun aloituspalaveri, jossa käydään läpi eri osapuolten väliset tarpeet ja toiveet elementtien toteutuksesta ja toimituksesta. Toteutussuunnittelun aikana tehdään varsinainen elementtisuunnittelu, joka sisältää elementtien tarkan mallintamisen ja kuvien luomisen. Elementtisuunnittelua voidaan tehdä yhdessä rakennesuunnittelun kanssa, jolloin ne täydentävät toisiaan.



Kaavio 1. Talonrakennushankkeen päävaiheet ja siihen liittyvät elementtisuunnittelun ja -mallinnuksen vaiheet.

Rakennushankkeen kaikki elementit mallinnetaan aluksi hyvin yksinkertaisesti urakkalaskentaa varten. Tässä tilanteessa elementit sisältävät urakkalaskentaan tarvittavat tiedot, kuten oikean yksinkertaisen geometrian, saumajaon ja alustavat liitokset. Joissakin tapauksissa monimutkaiset liitokset mietitään jo tässä vaiheessa. Elementin koossa ja saumajaossa tulee huomioida kohteeseen valitun elementtitehtaan vaatimukset ja rajoitukset. Liian suuriksi tehtyjä elementtejä on mahdotonta toteuttaa. Elementit mallinnetaan arkkitehdin tietomallin ja tasokuvienv pohjalta.

Kaikista eri elementtityypeistä tehdään omat tyyppielementit, jotka on mallinnettu vastaamaan lopullista tuotetta. Tyyppielementteihin mallinnetaan kaikki raudotukset, liitososat ja valutarvikkeet, joita useimmissa saman elementtityypin elementeissä on. Tyyppielementeistä luodaan valmis elementtipiirustus, joka toimii pohjana muille myöhemmin tehtäville piirustuksille. Mallista saatavilla elementtimäärillä, tyyppielementeillä ja detaljeilla tilaaja pystyy laskemaan kohteen elementtisuunnittelun ja -toteutuksen hinnan. Monimutkaisissa kohteissa eri elementtityyppejä voi olla yli 25.

Urakkavaiheen ja toteutussuunnitteluvaiheen välissä pidetään yleensä elementtisuunnittelun aloituspalaveri, johon osallistuu tilaaja, työmaa, elementtitehdas ja elementtisuunnittelija. Joissain tapauksissa mukana voi olla myös arkkitehti, LVIS-suunnittelijat ja graafinen suunnittelija. Aloituspalaverissa käydään läpi eri osapuolten vaatimukset elementeille. Pääosassa on elementtien detailjiikkaan liittyvät asiat, toimituksen järjestelyt, työturvallisuus ja aikataulut. Aloituspalaverin pohjalta voidaan aloittaa elementtien lopullinen tuoteosasuunnittelu.

Lopullinen elementtisuunnittelu ja -mallinnus aloitetaan rakennuksen alapohjasta ja siitä nousee ylöspäin kerros kerrallaan vesikattoa kohti. Normaalin kerrostalon peruserroksen elementtisuunnitteluun varataan noin yksi tai kaksi viikkoa, riippuen kohteen laajuudesta. Alapohja ja ensimmäinen kerros ovat usein erilaisia kuin ylemmät kerrokset, joten niiden suunnitteluun voidaan varata enemmän

aikaan. Valmiista elementeistä luodaan paperikuvat, jotka käytetään sähkösuunnittelijalla sähköistettävänä. Lopulliset elementtipiirustukset tulee saada elementtitehtaalle vähintään kuusi viikkoa ennen kuin ne toimitetaan työmaalle. Näin tehtaalla jää riittävästi aikaa resursointiin ja tilata tarvittavat osat.

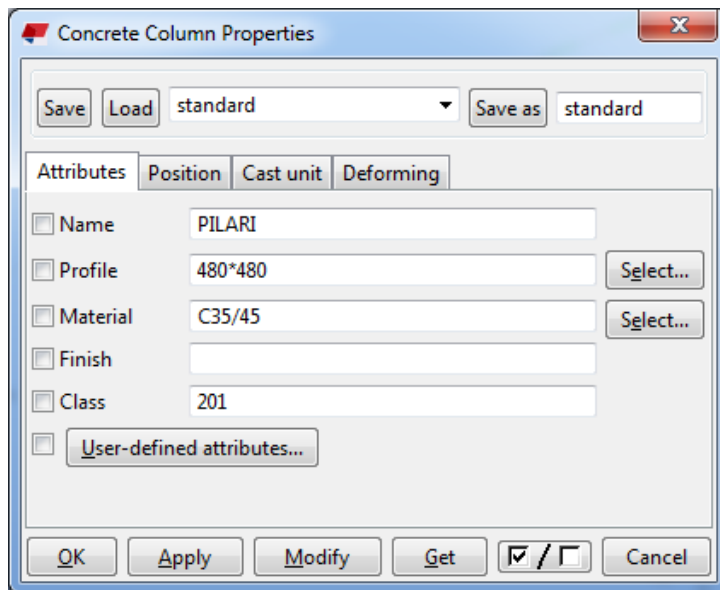
### **3.1 Elementtien mallintaminen**

Wise Group Finland Oy:n tietomallinnusohjeen mukaisesti kullekin elementille on määrätty tietty työkalu, jolla elementti tulee mallintaa. Esim. pilarielementti mallinnetaan Concrete Column -työkalua hyödyntäen. Mallinnettava elementti toimii elementtikokoonpanon pääosana, johon muut elementin osat liitetään. Kaikki betonia sisältävät osat liitetään pääosaan Cast Unitin kautta. Valutarvikkeet, kuten nostolenkit, lisätään elementtiin Assemblynä.

Tekla Structures -ohjelmassa on valmiit työkalut betonipilarien, -palkkien, -seinien ja -laattojen mallintamiseen. Jokaisessa työkalussa on kolme välilehteä, joilla määritetään elementin tyyppi, geometria ja sijainti. Elementtien mallintamista varten on luotu myös monimutkaisia komponentteja joiden avulla elementit voi mallintaa jo lähes valmiina. Esimerkkinä Wall Layout -komponentti, jolla pystyy mallintamaan valmiita seiniä halutuilla rakennekerroksilla, aukoilla ja liitoksilla.

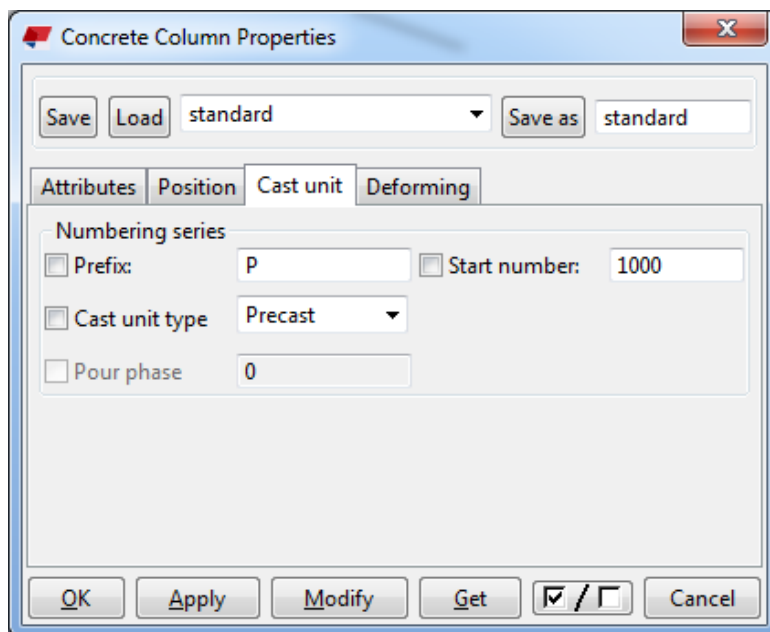
Attributes-välilehdessä elementille syötetään nimi, profiili, materiaali ja Wisen numerointisuosituksen mukainen Class, joka on jokaiselle rakenneosalle oma. Classin avulla rakenneosia pystytään erittelemään ja sitä hyödynnetään piirustusasetusten luomisessa. Osa Teklan komponenteista hyödyntää osien Class-tietoa toimiakseen oikein (kuva 2).

Position-välilehdessä voi vaihtaa elementin sijaintia mallinnuspisteeseen nähden.



Kuva 2. Pilarin mallinnustyökalu

Cast unit -välilehti sisältää elementin tyylin (prefix), numerointisarjan ja tiedon siitä onko rakenneosia elementti vai paikallavalettava. Elementin pääosan prefix on elementin tunnus ja määrittää näin elementtityypin. Numerointisarja (start number) on elementin numeroinnin aloitusnumero. Eri numerosarjoilla voidaan eritellä kerroskohtaiset elementit. Prefix ja Start number yksilöivät elementin ja nämä tiedot näytetään tasokuvassa, esim. pilari P-1001 (kuva 3).



Kuva 3. Elementin Cast unit -välilehti.

### **3.2 Komponentit ja liitostyökalut**

Kun elementin pääosa on mallinnettu, on paras tarkastella elementin liitokset muihin vierellä oleviin rakenteisiin. Liitokset toteutetaan elementtiasennusdetaljeissa ja rakenneleikkauksissa esitettyjen periaatteiden mukaisesti. Suurimmilla rakennusliikkeillä on tehty liitoksia varten omat detaljikirjastot, joiden pohjalta rakenne- ja elementtisuunnittelija tekee liitokset.

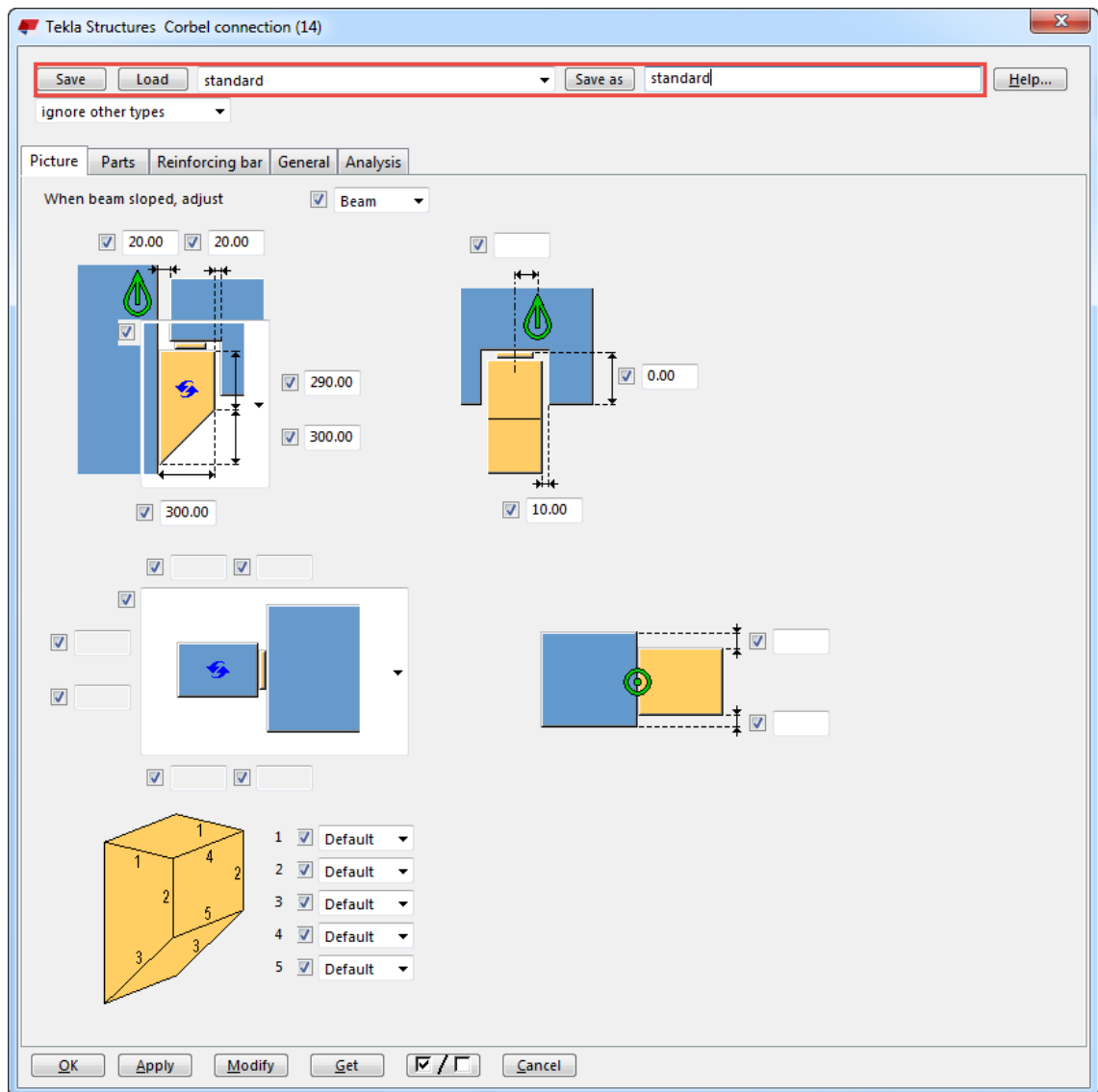
Tekla Structures sisältää lukuisia komponentteja rakenneosien välisten liitosten mallintamiseen. Näin ollen oikean liitoskomponentin käyttäminen on oleellinen osa tehokasta elementtisuunnittelua. Esimerkiksi betonipilarin ja -palkin välille on Corbel connection -komponentti, joka luo haluttaessa pilariin konsolin oikeaan korkoon, neopreenilevyn ja tartuntapultin. Palkkiin komponentti tekee reiän ja mahdollisen loveuksen (kuva 4).

Komponenttien sisäiset asetukset määrittävät liitoksen toiminnan. Monipuoliset komponentit sisältävät usein paljon täytettäviä tietoja, jotta komponentti saadaan toimimaan halutulla tavalla ja tietojen oikea määrittäminen vaatii komponenttiin tutustumista ja kokeilua. Kun komponentin asetukset on todettu hyväksi, ne voi tallentaa myöhempää käyttöä varten. Komponenttien hyvien asetusten luominen ja tallentaminen edistävät nykyisen ja tulevien kohteiden elementtisuunnittelua. Asetukset voi jakaa muiden elementtisuunnittelijoiden ja rakennemallien kesken.

### **3.3 Asetusten tallentaminen**

Kuvassa 4 on esitetty asetusten tallentamiseen ja lataamiseen käytettävät valikot punaisella alueella. Valikot ja niiden toiminta ovat samoja jokaisessa Tekla Structures -ohjelman työkalussa; Save as -nappi tallentaa asetukset halutun nimiseksi tiedostoksi, jota voidaan käyttää ja muokata tarpeen mukaan.





Kuva 4. Corbel connection -komponentti ja asetusten tallentaminen

Tarvittavat asetukset on hyvä luoda jo urakkavaiheen mallia luodessa. Urakka-pakettiin sisältyvien tyyppielementtien mallinnuksessa ja piirustuksia luodessa on tärkeää tehdä toimivat asetukset. Näitä asetuksia hyödynnetään, kun lopullinen elementtisuunnittelu alkaa ja ne toimivat pohjana elementtien tekemiselle. Hyvät asetukset nopeuttavat mallinnusta ja piirustusten luontia todella paljon.

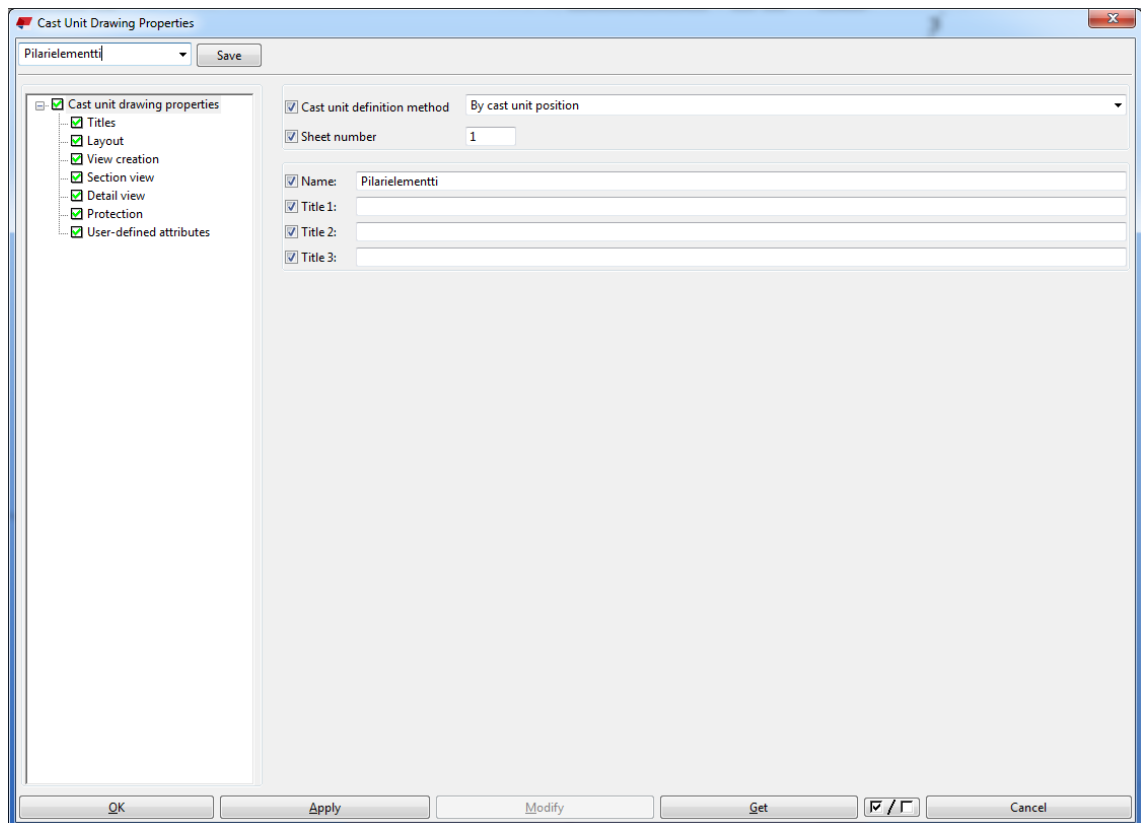
### 3.4 Piirustuksen luominen

Mallinnetuista elementeistä tehdään piirustus Tekla Structures -ohjelman omilla piirustustyökaluilla. Elementtipiirustuksen luomiseen on tarkoitettu cast unit drawing -asetus, jolla tehdään kaikki elementtipiirustukset. Piirustuksen luominen edellyttää, että elementti on mallinnettu valmiiksi ja kaikki sisäiset komponentit ja raudoitukset on tehty oikeilla tiedoilla.

Ennen piirustuksen tekemistä sille ladataan oikeat piirustusasetukset, jotka määrittävät piirustuksen sisällön. Nämä asetukset ovat jokaiselle elementtityypille omat ja ne sisältävät tarvittavat näkymäasetukset (kuva 5). View creation -välilehdellä määritetään mistä elementin pinnoista näkymät tehdään ja niiden näkymien käyttämät asetukset.

Elementtipiirustuksen luonnin jälkeen näkymät asetellaan ja siistitään halutun näköiseksi. Lisänäkymiä ja -leikkauksia lisätään tarpeen mukaan ja uusia asetuksia voi luoda elementtikohtaisesti. Piirustus voi sisältää useita näkymiä, joista osassa esitetään ja mitoitetaan geometria ja valutarvikkeet. Toisessa näkymässä voidaan esittää raudoitus.

Piirustukset on mahdollista myös kopioida toista piirustusta hyödyksi käyttäen. Tätä kutsutaan kloonaamiseksi. Kloonaatessa piirustuksen kaikki alkuperäisessä piirustuksessa olevat asetukset, näkymät ja lisätyt tiedot kopioituvat uuteen kuvaan. Kloonaus on tehokas tapa tehdä elementtipiirustuksia, jos elementit ovat yhtään samanlaisia. Kloonauksessa myötä mitoitus ja Object level settings -asetukset menevät yleensä sekaisin ja ne pitää päivittää uudelleen. Tämän takia myös käsin tehtyjä mittaviivoja voi yleensä hyödyntää vain siinä elementissä mihin ne on tehty.



Kuva 5. Cast unit drawing properties, elementtipiirustuksen asetukset

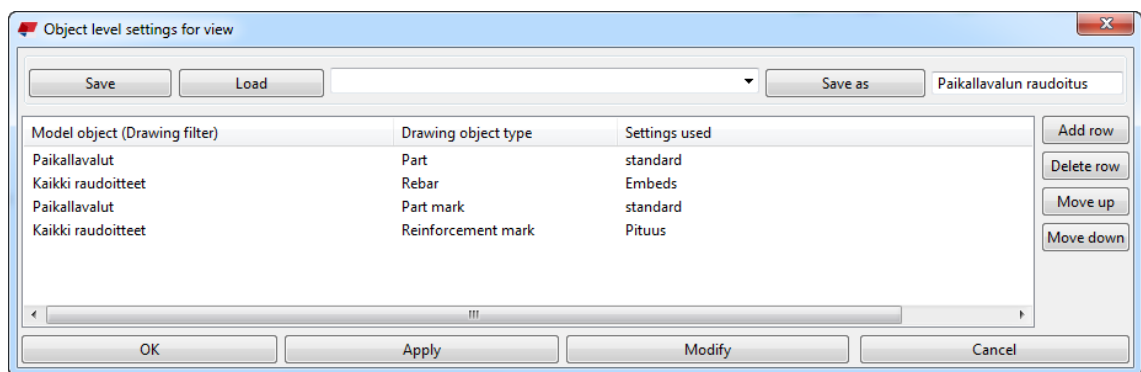
### 3.5 View properties

Näkymäasetukset (View Properties) sisältävät kaikki näkymän ulkonäköön ja mitoitukseen käytettävät asetukset. Attributes-välilehti pitää sisällään näkymän yleisasetukset, kuten näkymän rajauksen, nimen ja mittakaavan. Siellä on myös näkymän Object level settings for view -asetus. Tähän asetukseen kootaan kaikki tiedot siitä, mitä kyseisessä näkymässä näytetään ja millä viivatyyppillä, mitkä raudoitusmerkit tulevat näkyviin ja mitkä tiedot osille annetaan.

Object level settings käyttää aikaisemmin tallennettuja Filter-asetuksia elementin osien tunnistamiseen. Model object -kohtaan syötetään haluttu filter, jolla kohdistetaan asetus vaikuttamaan esim. pelkästään paikallavaluihin. Drawing object type määrittää sen, onko kyseessä paikallavalun esitystapa, merkintä (part mark) tai jokin muu. Settings used -kohdassa valitaan edellisen kohdan tyyppin mukainen asetus. Esimerkiksi jos kaikille raudoitteille halutaan raudoitusmerkki, jossa

esitetään raudoituksen pituus; valitaan Kaikki raudoitteet -filter, Drawing object type Reinforcement mark ja settings used Pituus (kuva 6).

Tallennetuilla Object level setting -asetuksilla voidaan nopeasti vaihtaa näkymän esitystapaa. Asetuksen käyttäminen kaikissa piirustuksissa on suotavaa, koska sillä voidaan hallita kaikkien osien esitystä samanaikaisesti.



Kuva 6. Object level settings for view, käytetään näkymän esitysasun muokkaamiseen

Dimensioning-välilehti sisältää elementin osien mitoittamiseen käytettävät asetukset. Asetuksilla määritetään näkymään tulevat halutut mitat, kuten elementin päämitta, reikien ja tartuntojen mitoituksen. Mitoituksille on käytettävissä monta tyyppiä, joista valitaan näkymälle sopivimmat. Shape dimensions on tarkoitettu pääosin elementin reunamuotojen mitoittamiseen ja Overall dimensions päämittojen näyttämiseen (kuva 7).

Asetus sisältää myös Filter dimensions -kohdan, jolla voidaan mitoittaa tietty filteröity osa. Filteröinnin avulla voidaan tehdä automaattinen mitoitus kaikille valutarvikkeille ja -osille. Jotta osan mitoitus onnistuu ilman ylimääräisiä mittaviivoja, on sille tehtävä tarkat Filter- ja sääntöasetukset.

Kaikkia elementtiin tulevia mitoituksia ei kannata toteuttaa Dimensions-asetusta hyödyntäen, sillä niiden asetusten luomiseen kuluu pidempi aika kuin käsin tehtävään mitoittamiseen. Kun elementeissä esiintyy paljon toistuvuutta esim. valutarvikkeiden osalta, kannattaa niille luoda omat mitoitusasetukset.

Mitoitus Save

Dimensioning rules:

Filter	Dimensioning type:	Properties
Current assembly	Shape dimensions	Reunamuoto
Current assembly	Hole dimensions	Reiät
Current assembly	Filter dimensions	Tartuntateräks
Current assembly	Filter dimensions	Valutarvikkeet
Current assembly	Filter dimensions	Vaijerilenkit
Current assembly	Overall dimensions	Päämitat

Move up  
Move down  
Delete row  
Add row  
Edit Rule

Kuva 7. Dimensioning-asetukset

Kuvassa 8 on näytetty tartuntaterästen mitoituksen sääntöasetukset. Näillä asetuksilla säädetään mittaviivan alkamis- ja loppumispiste ja mihin asioihin mitta osuu. Asetuksilla voidaan tarkasti rajata pois ylimääräiset mitoitukset, jolloin elementtikuvasta saadaan helpommin luettava. Dimension properties-valinnan avulla mittaviivaan voidaan lisätä tekstiä tai valmis merkintä osalle. Mitoitus kohdennetaan tartuntateräksiin filter-asetuksen avulla.

**Dimensioning Rule Properties**

Tartuntateräkset Save Tartuntateräkset Save As Help

What is dimensioned: Filter Tartuntateräkset

Dimension line locations and linking:

☒ ☒ ☐  
☒ ☐ ☐  
☐ ☐ ☐

If you select both top and bottom, or left and right, dimensions are placed on the nearest side

Orientation: Minimum length for skew section: 300.00

	Horizontal:	Vertical:
Start point:	→	↓
		<input type="checkbox"/> Vertical = Horizontal
Close lines:		
Dimension to:		
Dimension properties:	WISE_Tartuntateräkset	WISE_Tarvikkeet (sininen)

<<

Measure from: Cast unit / Assembly Only concrete / steel parts

Bounding box

Combine on one line: By position number

Combine only objects that have the same:

☒ X or Y coordinate  
☐ Z coordinate

Tolerance: 50.00

Preferred combining direction: X

Do not create dimensions shorter than: 0.00

Component objects: By reference point

Close

Kuva 8. Mitoituksen sääntöasetukset

Filter-välilehdellä voi luoda asetuksia, joilla voidaan suodattaa tiettyjä osia ja ryhmiä. Filttereillä pystytään kohdentamaan tieto haluttuun osaan, ilman että se vaikuttaa muihin. Filterit ovat keskeisin osa piirustusasetusten luomisesta, sillä melkein kaikki esitystavat ja mitoituksen tulevat niiden perusteella.

Filter-asetuksella voidaan suodata osia kaikkien osien tietojen perusteella. Osalle määrätty Class on tärkeässä osassa asetusten luomisessa. Esim. raudoitukset voidaan eritellä Classin avulla ja niille voidaan Object level settingsin kautta antaa erilaiset raudoitusmerkinnät.

Kuvassa 9 on näytetty tartuntateräksen filter-asetus, jossa osan tyypiksi on reinforcing bar, classiksi 10 ja nimi sisältää sanan TARTUNTA. Näillä tiedoilla voidaan kohdentaa muita asetuksia koskemaan pelkästään kyseisiä tartuntateräksiä.

	Category	Property	Condition	Value	And/...
<input checked="" type="checkbox"/>	- Object	Object type	Equals	Reinforcing bar	- And
<input checked="" type="checkbox"/>	- Reinforcing bar	Class	Equals	10	- And
<input checked="" type="checkbox"/>	- Reinforcing bar	Name	Contains	TARTUNTA	- And

Kuva 9. Filter-välilehti

Marks-välilehti sisältää osille tarkoitettujen merkintöjen, kuten raudoitusmerkintöjen, asetukset. Merkinnät tallennetaan tunnistettavalla nimellä ja ne lisätään osille Object level settingsin kautta. Objects-välilehti sisältää näkymässä olevien osien esitystavan, kuten viivatyyppin. Esitystavan kohdistamisen osille toimii niin ikään Object level settingin kautta.

### 3.6 Piirustuksen viimeistely

Kun elementtipiirustukseen on saatu kaikki näkymät, mitoituksen ja tiedot kohdalleen, lähetetään piirustus tarpeen mukaan sähkösuunnittelijalle sähköistettäväksi. Sähköistystä varten on hyvä luoda vielä oma selkeä naamakuva elementistä, jotta sähkösuunnittelija pystyy mitoittamaan omat merkintänsä ilman, että mittaviivat menevät päällekkäin.

Valmis sähköistetty elementti voidaan tulostaa Tekla Structures -ohjelman omalla tulostustyökalulla haluttuun paperikokoon, yleensä A3, PDF-muodossa. Tulostukseen tulevien viivatyypin paksuuden määräytyvät käytettyjen viivojen värien perusteella. Jokaiselle värille voi määrittää oman paksuuden. Tulostetut elementtipiirustukset, elementtiluettelot ja elementtikaaviot tilataan elementtitehtaalte tilaajan ohjeiden mukaisesti. Tilattavien tulosteiden määrät vaihtelevat kohdekohtaisesti.

## 4 Työn tulokset

Tässä opinnäytetyössä luotiin Wise Group Finland Oy:n käyttöön Tekla Structures -ohjelmaan piirustus- ja komponenttiasetukset pilari- ja palkkielementeille sekä ontelo- ja TT-laatoille. Lisäksi luotiin mallinnusohje pilarielementille. Aikaisemmat piirustusasetukset tuottivat lähes hyödyttömän pohjan, jonka jälkeen piirustus piti koota uudestaan omista asetuksista. Näiden piirustusasetusten puuttuminen ja yleinen elementtisuunnittelun kehittäminen synnyttivät tarpeen luoda uudet asetukset.

Elementeille tehtiin elementtikohtaiset View properties -asetukset, joiden avulla piirustukseen tulee automaattisesti valmiit näkymät. Elementteihin tuleville yleisille valutarvikkeille tehtiin filter-asetukset. Näitä ja aikaisemmin tehtyjä asetuksia kerättiin näkymien Object level settings -luetteloon, jonne ne lisättiin oikeassa järjestyksessä. Näkymistä puuttuvat Objects- ja Marks-asetukset päivitettiin. Jokaiseen näkymään luotiin myös omat Dimensioning-asetukset, jotka mitoittavat näkymän halutut osat.



Uudet tallennetut näkymäasetukset lisättiin Cast unit drawing properties View creation -välilehdelle. Elementin piirustusasetukset tallennettiin elementin nimellä. Nyt uusi asetus tekee elementtipiirustuksen, jossa on valmiiksi kaikki näkymät oikeilla tiedoilla.

Pilari-elementille luotiin A4-kokoinen selkeä mallinnusohje, jossa esitetään pilarin mallintamiseen käytettävät komponentit ja piirustukseen tulevien näkymien nimet. Ohjeen perusteella pilari voidaan mallintaa nopeasti ja pilariin tulevat raudoitukset ja valutarvikkeet toimivat piirustusasetusten kanssa.

Luodut asetukset ovat pohja uusien kohteiden elementtipiirustuksille, joten niiden luomat kuvat toimivat hyvin vain yksinkertaisille elementeille. Monimutkaisemmissa tapauksissa suunnittelija joutuu muokkaamaan ja lisäämään omia asetuksiaan ja mittoja käsin. Asetukset eivät myöskään välttämättä toimi oikein, ellei elementtiä ole mallinnettu oikein eikä piirustusta ole luotu ohjeiden mukaisesti.

Uusia asetuksia on käytetty alustavasti muutamassa projektissa ja palaute on ollut hyvää. Palautteista tulleet kehitysideat ovat lisätty asetuksiin. Tulevat kehitysideat lisätään myös asetuksiin. Pilari-elementtiin tehtyjä filter- ja dimensioning-asetuksia on hyödynnetty myös muissa elementtipiirustuksissa.

Liitteessä 1 on esitetty aikaisemman pilari-elementin tuottama piirustus ja liitteessä 2 on uusien asetusten luoma elementtipiirustus. Uudessa piirustuksessa kaikki näkymien sisällä olevat asiat tulevat automaattisesti.

## **5 Päätelmät**

Valmiit asetukset nopeuttavat elementtimallinnuksen ja -piirustuksen tekemistä, sillä suunnittelijan ei tarvitse tehdä asetuksia jokaisen projektin alussa uudestaan. Mitä enemmän valmiiksi luotuja ja hyväksi todettuja asetuksia komponenteille ja piirustuksille tehdään, sitä tehokkaammaksi mallintamalla tehty elementtisuunnittelu muuttuu. Asetusten käyttäminen kuitenkin vaatii käyttäjältä työkalujen ja komponenttien tuntemista. Ilman riittävää ohjeistusta asetukset voivat olla yhtä tyhjän kanssa.

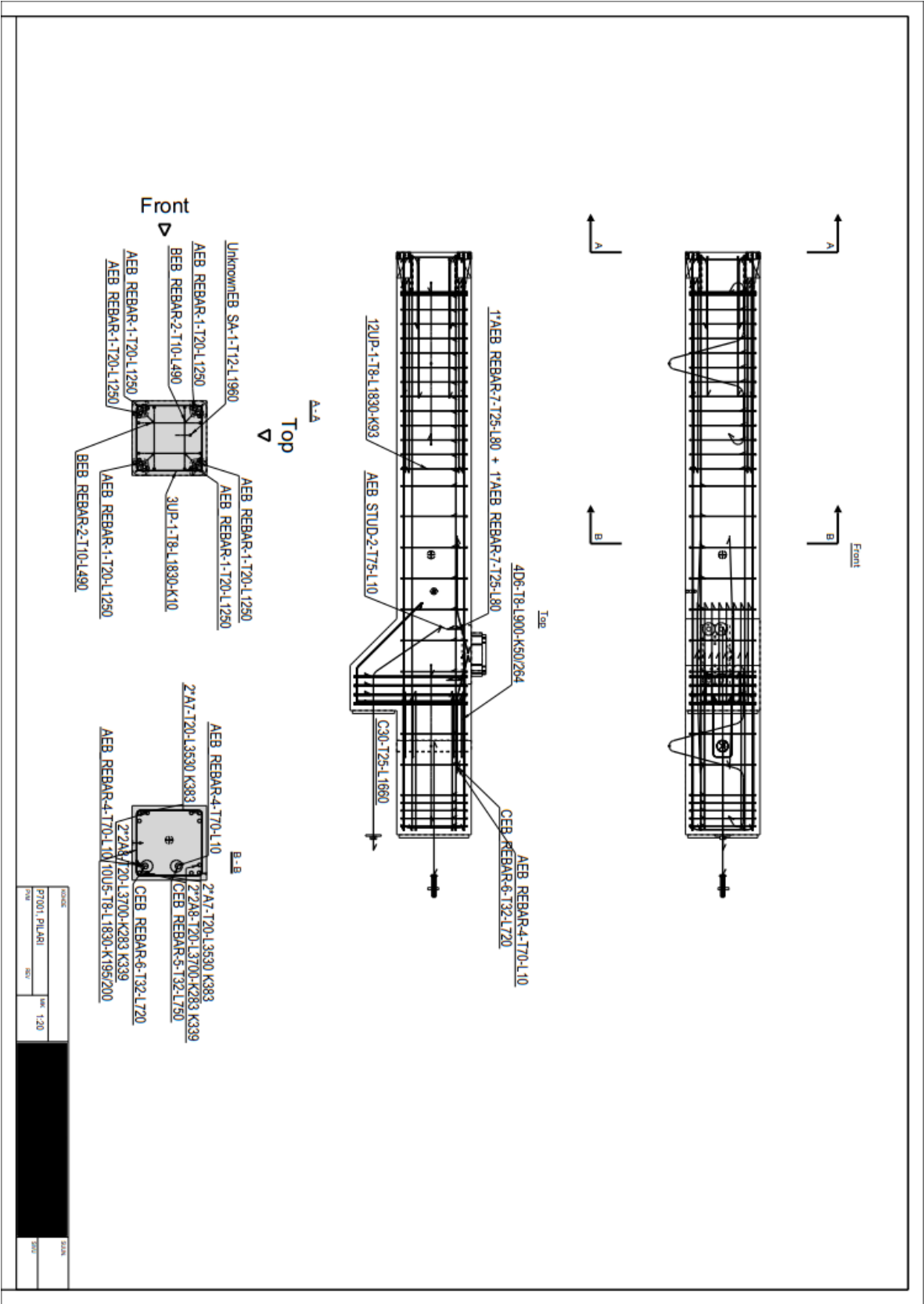
Opinnäytetyössä luodut uudet asetukset ovat vasta ensimmäinen versio, joten niitä tullaan kehittämään jatkossa lisääntyvien käyttäjäkokemusten ja Teklan päivitysten myötä. Päivityksissä tulevien lisäyksien myötä myös piirustusasetuksia voidaan kehittää yksityiskohtaisemmiksi.

Mallipohjaisessa elementtisuunnittelussa ja elementtipiirustusten tekemisessä on kuitenkin vielä kehitettävää. Voidaan olettaa, että tulevaisuudessa lähes kaikki elementtisuunnittelu muuttuu mallipohjaiseksi, jolloin uusien käyttäjien ohjeistus nousee tärkeäksi asiaksi. Selkeillä ohjeilla uusi mallintaja pystyy itsenäisesti oppimaan yrityksen mallinnuksessa käyttämät tavat ja Teklan ominaisuudet.

## Lähteet

1. Sitowise Oy 2017. Sitowise yritys. <https://www.sitowise.com/>. Luettu 15.11.2017
2. Building Smart, IFC Introduction. <https://www.buildingsmart.org/about/what-is-openbim/ifc-introduction/>. Haettu 15.11.2017
3. Elementtisuunnittelu.fi, Mallintava suunnittelu. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu>. Haettu 15.11.2017
4. Betoniteollisuus ry 2012, BEC 2012 elementtisuunnittelun mallinnusohje. [http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23852/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje%20\(1\).pdf](http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23852/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje%20(1).pdf). Luettu 19.11.2017
5. Elementtisuunnittelu.fi, Uutiset 2013. <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/uutiset/2013/11/25/bec-projektissa-tuotettu-runsaasti-uusia-tyokaluja>. Luettu 19.11.2017
6. Building Smart, Yleiset tietomallivaatimukset. <https://buildingsmart.fi/yleiset-tietomallivaatimukset-ytv/>. Luettu 20.12.2017
7. Trimble 2015. Tekla Transitions to Trimble Brand. Sunnyvale, Calif. U.S. <https://www.trimble.com/news/release.aspx?id=120215a>. Luettu 20.12.2017
8. Tekla Oy 2017. Ratkaisut. <https://www.tekla.com/fi/ratkaisut>. Luettu 19.11.2017
9. Rakennustieto. 2016. Rakennustieto, RT 10-11224, Talonrakennushankkeen kulku.

Alkuperäisten asetusten luoma piirustus



## Uusien piirustusasetusten luoma piirustus

