



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# TERÄSPIIRUSTUSTEN TIETOMALLIPOHJAI- SEN TUOTANNON UUDISTAMINEN JA TE- HOSTAMINEN

Jiri Hintikka

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2017

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Talonrakennustekniikka



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Talonrakennustekniikka

HINTIKKA, JIRI:

Teräspiirustusten tietomallipohjaisen tuotannon uudistaminen ja tehostaminen

Opinnäytetyö 59 sivua, joista liitteitä 8 sivua  
Kesäkuu 2017

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Pöyry Finland Oy:lle toimivat luettelo- ja piirustusohjat Tekla Structures 2017-tietomallinnusohjelmaan teräsrakennesuunnittelun tarpeisiin. Tavoitteena oli tehostaa ja yhdenmukaistaa piirustustuotantoa. Pohjat päivitettiin ISO-standardien mukaisiksi. Tietoa aiheesta kerättiin perehtymällä alan julkaisuihin ja ohjeisiin, sekä tekemällä laajamittainen kysely kymmenille asiantuntijoille yrityksen sisällä. Vanhoja piirustuksia verrattiin standardien ja konepajojen vaatimuksiin, ja tutkittiin mikä niissä on puutteellista. Työssä käydään läpi erilaiset piirustustyypit, esitetään, kuinka piirustusasetuksia muokataan Tekla Structuresilla, ja verrataan aikaansaatuja muutoksia aiempiin piirustuksiin.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin uudet piirustusohjat erityyppisille teräspiirustuksille. Piirustustuotannon pitäisi tehostua ja nopeutua uusilla pohjilla. Teräsluettelotkin uudistettiin ja muokattiin standardien mukaisiksi. Jotta uudet ominaisuudet ja tavat tuottaa piirustuksia jatkossa leviäisivät yrityksen sisällä kaikkien tietoon, luotiin myös piirustusohje. Ohjeessa käydään läpi piirustustuotannon muutokset ja vaikutukset mallinnukseen.

Työ mahdollistaa jatkokehittämisen ja uusien ominaisuuksien lisäämisen piirustusohjoihin.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Building Construction

HINTIKKA, JIRI:

Reshaping and intensification of steel drawing production in Building Information Modeling

Bachelor's thesis 59 pages, appendices 8 pages  
June 2017

---

The purpose of this thesis was to provide the report templates and drawing templates for the Pöyry Finland Oy to the Tekla Structures 2017 BIM program, for the needs of steel construction design. The goal was to streamline and harmonize drawing production. The base settings were updated to ISO standards. Information on this topic was collected by studying publications and guides on the area, and by doing a large-scale inquiry for dozens of experts within the company. The old drawings were compared to the requirements of the standards and the engineering works, and then examined what is lacking in them. The work looks into various types of steel drawings, describes how to edit drawing settings with Tekla Structures, and compare the changes that have been made to the earlier drawings.

As a result of this thesis, new drawing templates for different types of steel drawings were created. Drawing production should be intensified and accelerated on the new settings. Steel reports were also renewed and adapted to standards. In order to bring new features and habits to produce drawings in the future, to spread them to everyone within the company, drawing guide were also created. The guide describes the changes in drawing design and the effects on modeling.

The work allows further development and the addition of new features to the drawing template.

---

Key words: tekla structures, drawing production, BIM, steel structures

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
1.1	Tausta .....	6
1.2	Tavoitteet.....	6
1.3	Rajaukset .....	7
2	RAKENNEPIIRUSTUKSIA OHJAAVAT STANDARDIT JA OHJEET.....	8
2.1	Standardien hierarkia.....	8
2.1.1	CEN .....	8
2.1.2	ISO.....	9
2.1.3	SFS.....	9
2.1.4	RT .....	10
2.1.5	RIL.....	10
2.1.6	Muut ohjeet .....	11
2.2	Tutkitut standardit ja ohjeet .....	11
3	PIIRUSTUSLAJIT JA LUETTELOT TERÄRAKENTEILLE.....	13
3.1	Yleis- ja asennuspiirustukset .....	13
3.2	Tuotantopiirustukset.....	14
3.3	Luettelot.....	15
3.3.1	Osaluettelo.....	15
3.3.2	Kokoonpanoluettelo.....	16
3.3.3	Materiaaliluettelo .....	17
3.3.4	Kiinnikeluettelo .....	18
4	TIETOMALLI JA TEKLA STRUCTURES .....	20
4.1	Tekla Structures .....	20
4.2	Piirustusten tuottaminen Tekla Structuresilla.....	21
4.3	Piirustustyypit teräspiirustuksille Tekla Structuresissa.....	22
4.3.1	Single-part drawing.....	23
4.3.2	Assembly drawing .....	23
4.3.3	General arrangement drawing .....	24
5	PIIRUSTUSASETUKSET .....	26
5.1	Piirustusasetusten muokkaaminen .....	26
5.2	Piirustusasetusten muokkauksen ongelmat .....	30
5.2.1	Osapiirustukset .....	30
5.2.2	Kokoonpanopiirustukset .....	36
6	PIIRUSTUSOHJEEN TEKO JA TULOKSET.....	40
6.1	Piirustusohje .....	40

6.2 Piirustusohjien muutokset.....	41
6.2.1 Osapiirustukset .....	41
6.2.2 Kokoonpanopiirustukset .....	44
6.3 Luetteloiden muutokset .....	46
7 POHDINTA .....	49
LÄHTEET.....	51
LIITTEET.....	52
Liite 1. Teräspiirustuskysely.....	52
Liite 2. Haastattelu .....	59

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Työ tehdään Pöyry Finland Oy:n ohjaamana ja tilaamana. Tilaajayrityksellä on tarve yhtenäistää ja päivittää ajanmukaisiksi erilaisten teräspiirustusten ja teräsluetteloiden asetuspohjat ja piirustustuotanto. Yrityksen toimipisteiden välillä on ollut käytössä erilaiset piirustustavat. Lisäksi piirustusohjia ei ole päivitetty uusimpien standardien mukaisiksi, vaan niissä on jäännöksiä vanhasta Rakentamismääräyskokoelmasta. Piirustukset eivät myös ole yhtenäisiä muiden suurten rakennesuunnittelua tekevien yritysten kanssa.

Teräspuolelle ei ole tehty tilaajayrityksen sisällä kehitystyötä tietomallinnuksessa kymmeneen vuoteen. Yritys ottaa käyttöön Tekla Structures 2017 -tietomallinnusohjelman tulevaisuudessa (jäljempänä Tekla). Tämä asetusohjien päivitys tulee käyttöön uudessa Tekla-versiossa. Viimeisin käytetty versio on Tekla Structures 21. Tietoa kerätään erilaisista standardeista, piirustusohjeista, haastattelusta, teräsmallinnus-aiheisesta, yrityksen sisäisestä workshopista ja kokeneilta asiantuntijoilta kyselyn kautta. Olen työskennellyt lähes vuoden verran tilaajayrityksessä, ja saanut laajan koulutuksen terässuunnitteluun sekä erilaisiin teräspiirustuksiin, luetteloihin ja mallinnukseen. Paljon tietoa on kertynyt jo sitä kautta käsiteltävästä aiheesta, joten oma kokemus toimii pohjana.

## 1.2 Tavoitteet

Työn tavoitteena on tuottaa standardienmukaiset piirustusasetuspohjat ja luettelopohjat teräsosille ja -kokoonpanoille sekä asennuspiirustuksille ja kaavioille. Näiden pohjien tulisi toimia paremmin kuin nykyisten, ja vähentää piirtäjän työtä sekä ajankäyttöä. Tavoitteen täytyessä voidaan saavuttaa jo projektitasolla huomattava säästö ajankäytössä. Tehtävillä pohjilla tuotetaan teräspiirustukset jopa satoihin projekteihin tulevina vuosina. Luodut muutokset ja uudet ominaisuudet kootaan piirustusohjeeksi. Ohjeessa käydään läpi myös uusien asetusten vaatimat muutokset tietomallinnukseen.

Henkilökohtaisena tavoitteena on oppia syvemmin Teklan toiminnasta, ohjaamisesta ja asetuksista. Työelämässä tästä on suuri apu, sillä Teklalla on merkittävä asema tietomallinnuksessa koko Suomessa, jokaisessa merkittävässä alan yrityksessä. Lisäksi tavoitteenani on kyetä työskentelemään järjestelmällisesti ja hallinnoida ajankäyttöäni järkevästi. Samalla pyrin kehittämään vuorovaikutustaitojani tehdessäni yhteistyötä yrityksen teräsuunnittelun asiantuntijoiden kanssa.

### **1.3 Rajaukset**

Työssä käsitellään vain teräspiirustuksia ja -raportteja. Näin ollen betoni- ja perustuspöytäpiirustusten asetuspiirustukset jäävät käsittelemättä. Teräspiirustusten käsittelystä on rajattu pois ristikkoiden ja portaiden piirustuspiirustukset, koska ne vaatisivat kokonaan oman perehtymisensä monimutkaisina rakenteina. NC-tiedostoille ei luoda pohjia, koska opinnäytetyö kasvaisi liian laajaksi. Tuotettava mallinnus- ja piirustusohje tulee vain yrityksen sisäiseen käyttöön.

## 2 RAKENNEPIIRUSTUKSIA OHJAAVAT STANDARDIT JA OHJEET

Ennen kuin uudet piirustus- ja kuvapohjat sekä raporttipohjat voi luoda ja asettaa Teklaan, on tutkittava erilaisia rakennusalan piirustustuotantoa ohjaavia tahoja. Näiden tahojen tuottamien standardien ja ohjeiden tarkoitus on varmistaa, että piirustukset ja luetelot sisältävät vaaditun informaation riittävän laadukkaalla tasolla, ja mahdollistavat hyvän rakentamistavan. Tässä opinnäytetyössä tarkasteltavat standardit ja ohjeet ovat CEN:in, ISO:n, SF:n, RT:n ja RIL:n laatimia. Lisäksi on tutkittu konepajojen suunnitteleohjeita.

### 2.1 Standardien hierarkia

Rakennepiirustuksien tuotantoa ohjaavat lukuisat eri standardisoimisorganisaatiot. Sitovimmat standardit ovat suurimpien, ylikansallisten järjestöjen tuottamia. Sen jälkeen katsotaan kansallisia standardeja ja lopuksi erilaisia viranomaisten ja järjestöjen tuottamia hyvän rakennustavan mukaisia ohjeita. Ohjeita ei ole katsottu sitoviksi, toisin kuin standardeja. Uuden Tekla-version piirustusten tuotantoa ohjaavia standardeja katsotaan taulukon 1 mukaisessa järjestyksessä.

TAULUKKO 1. Standardien hierarkia

järjestys	standardisointijärjestelmä/ohje
1.	CEN
2.	ISO
3.	SFS
4.	RT/RIL/muut ohjeet

#### 2.1.1 CEN

CEN (European Committee for Standardization) on järjestö, joka yhdistää 34 Euroopan maan kansalliset standardisointijärjestöt. CEN on Euroopan unionin ja Euroopan vapaakauppajärjestön vastuulliseksi standardien kehittäjäksi ja määrittäjäksi tunnustama. Se



tuottaa kehitysympäristön eurooppalaisille standardeille ja muille teknisille dokumenteille. CEN tukee standardisointitoimintaa lukuisilla sektoreilla, kuten ilma ja avaruus, kemikaalit, rakentaminen, puolustus ja turvallisuus, energia, ympäristö, ruoka, terveys ja turvallisuus, terveydenhuolto, koneistus, materiaalit, palvelut, kuljetus ja pakkaus. (CEN: Who we are. 2017.)

Suomea CEN:ssa edustaa SFS. CEN:n hyväksymät standardit tunnistaa etuliitteestä EN. Se ei itse laadi standardeja, vaan hyväksyy ne yleiseurooppalaisiksi standardeiksi jotka koskevat jäsenmaita. Tästä syystä sen hyväksymät standardit ovat tärkeimpiä tarkasteltavia.

### **2.1.2 ISO**

ISO (International Organization for Standardization) on riippumaton, hallitukseton kansainvälinen standardeja tuottava järjestö, johon kuuluu 162 kansallista standardisointijärjestöä. Se on tuottanut 21580 ISO-standardia, jotka käsittelevät lähes jokaista tuotannonalaa. Nykyään ISO:lla on 3931 teknistä osastoa jotka vastaavat standardien tuotannosta. (ISO: About ISO. 2017.)

Suomea ISO:ssa edustaa SFS. ISO:n standardien nimissä esiintyy teksti ”ISO” ennen standardin numeron. CEN:n hyväksymät ISO-standardit on nimetty tekstillä ”EN ISO”. ISO-standardit, joita ei ole hyväksytty CEN:n toimesta eurooppalaisiksi yleispäteviksi standardeiksi, eivät ole yhtä sitovia kuin EN ISO -standardit, ja niitä tutkitaan tässä opinnäytetyössä vasta kun ei löydetä tarvittavaa tietoa EN ISO-standardeista.

### **2.1.3 SFS**

SFS ry (Suomen Standardisoimisliitto) on standardisoinnin keskusjärjestö Suomessa. Sillä on 28 jäsentä, ja ne koostuvat elinkeinoelämän järjestöistä, tutkimuslaitoksista ja Suomen valtiosta (SFS: Standardisoimisliiton jäsenet. 2017). Sen tehtäviin kuuluvat standardien laadinta, vahvistaminen, julkaiseminen, myynti ja tiedottaminen. Valtaosa

SFS:n standardeista perustuu kansainvälisiin tai eurooppalaisiin standardeihin, jotka se vahvistaa kansallisiksi SFS-standardeiksi. (SFS: Mikä SFS on? 2017.)

#### **2.1.4 RT**

RT-kortisto on Rakennustieto-yhteisön ylläpitämä tietopalvelu, joka sisältää rakennusalan asiantuntijoiden laatimat ohjeet, säännökset, tuotekortit, RYL-vaatimukset ym. yleishyödylliset työkalut hyvään rakentamiseen, suunnitteluun, kunnossapitoon, rakentamiseen ja rakennustarvikevalintoihin (Rakennustieto: RT tietoväylä. 2016). Yhteisö muodostuu Rakennustietosäätiö RTS sr:stä, ja Rakennustieto Oy:stä.

Rakennustietosäätiö RTS sr on puolueeton yhteiskuntavaikuttaja, joka suorittaa koko yhteisön tutkimus- ja kehitystoiminnan. Se hankkii suunnitteluohjeilleen mahdollisimman laajan hyväksynnän. Säätiö harjoittaa myös toimialansa tietopalvelutoimintaa. Sen pyrkimyksenä on vaikuttaa hyvään rakennustapaan, kaavoitustapaan ja edistää hyvää kiinteistönpitoa. Säätiön edustajistossa on 54 eri rakennus- ja kiinteistöalan järjestöä sekä yhteisöä.

Rakennustieto Oy kustantaa ja tuottaa tietopalvelut ja julkaisut, joita säätiö tuottaa. Nämä kattavat koko rakennusalan ja ovat tarkoitettu sekä ammattilaisille että kuluttajille. Rakennustieto Oy:n omistaa RTS sr. (Rakennustieto: Rakennustieto. 2017.)

#### **2.1.5 RIL**

RIL (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto) on puolueeton asiantuntijaorganisaatio, joka pyrkii edistämään hyvää suunnittelu- rakentamis- ja ylläpitotapaa Suomessa. Se koostuu yli 6000:sta diplomi-insinööristä, tekniikan lisensiaatista, tohtorista ja teekkarista. (Ril: Ril. 2017)

RIL on tuottanut 350 teosta, jotka kattavat koko rakentamisen kirjon. Julkaisut koostuvat esimerkiksi käsi- ja oppikirjoista, normeista ja ohjeista sekä erikoisjulkaisuista (Ril: Julkaisut. 2017). Tässä opinnäytetyössä on tarkasteltu RIL 229-1-2013 Rakennesuunnit-

telun asiakirjaohjetta. Ohje perustuu aiempiin RIL:n teoksiin, EN- ja SFS-standardeihin, lakeihin ja säädöksiin, RT-kortteihin, materiaali- ja tuotekohteisiin perustuviin ohjeisiin sekä yleisin suunnitteluperiaatteisiin tietomallipohjaisessa suunnittelussa (RIL 229-1-2013 Rakennesuunnittelun asiakirjaohje 2013, 9).

### **2.1.6 Muut ohjeet**

Monet suuret konepajat tuottavat omat ohjeensa siitä, kuinka haluaisivat osa- ja kokoonpanopiirustuksia tuotettavan. Nämä ohjeet antavat tietyt laatuvaatimukset piirustuksille, jotta osat ja kokoonpanot olisivat toteutettavissa. Tässä opinnäytetyössä on tutkittu Ruukin (Rautaruukki Oyj) Workshop Drawing Guidea sekä Kavametin (Kavamet-Konepaja Oy) Yleisiä suunnitteluohjeita.

## **2.2 Tutkitut standardit ja ohjeet**

Kävimme opinnäytetyön ohjaajan kanssa läpi teräspiirustuksia ohjaavat standardit, joita opinnäytetyössä tulisi tarkastella. Standardien vaatimukset luettelointiin, ja niitä verrattiin nykyisiin piirustuksiin. Havaitut erot käytiin läpi ohjaajan kanssa. Sen jälkeen päätettiin, millaisia muutoksia tehtäisiin tuleviin piirustuksiin, ja mitkä eivät olisi tarpeen. Jos joitain tietoja ei löytynyt standardeista, tutkittiin RIL:n RT:n ja Konepajojen ohjeita. Opinnäytetyössä tutkitut standardit ja RT-kortit:

- SFS-EN ISO 128-20 TEKNISET PIIRUSTUKSET. YLEISET ESITTÄMISPERIAATTEET. OSA 20: PERUSSÄÄNNÖT VIIVATYYPEILLE
- SFS-EN ISO 4172 TECHNICAL DRAWINGS. CONSTRUCTION DRAWINGS. DRAWINGS FOR THE ASSEMBLY OF PREFABRICATED STRUCTURES
- SFS-EN ISO 5261 TECHNICAL DRAWINGS. SIMPLIFIED REPRESENTATION OF BARS AND PROFILE SECTIONS.
- SFS-EN ISO 7200 TEKNINEN TUOTEDOKUMENTOINTI. OTSIKKOALUEEN JA ASIAKIRJAN YLÄTUNNISTEEN TIETOKENTÄT

- SFS-EN ISO 7437 TECHNICAL DRAWINGS. CONSTRUCTION DRAWINGS. GENERAL RULES FOR EXECUTION OF PRODUCTION DRAWINGS FOR PREFABRICATED STRUCTURAL COMPONENTS
- SFS-EN ISO 7519 TECHNICAL DRAWINGS. CONSTRUCTION DRAWINGS. GENERAL PRINCIPLES OF PRESENTATION FOR GENERAL ARRANGEMENT AND ASSEMBLY DRAWINGS
- SFS-EN ISO 8560 TECHNICAL DRAWINGS. CONSTRUCTION DRAWINGS. REPRESENTATION OF MODULAR SIZES, LINES AND GRIDS
- SFS-EN ISO 9431 CONSTRUCTION DRAWINGS. SPACES FOR DRAWING AND FOR TEXT, AND TITLE BLOCKS ON DRAWING SHEETS
- SFS-ISO 129-1 TEKNISET PIIRUSTUKSET. MITTOJEN JA TOLERANSSIEN ESITTÄMINEN. OSA 1: YLEISET PERIAATTEET
- SFS-ISO 7573 TEKNISET TUOTEASIAKIRJAT. OSALUETTELOT
- SFS-ISO 128-23 TEKNISET PIIRUSTUKSET. YLEISET ESITTÄMISPERIAATTEET. OSA 23: RAKENNUSPIIRUSTUSTEN VIIVATYYPIT
- RT 15-10635 ESITYSTAPAOHJEET. RAKENNUSPIIRUSTUKSET
- RT 15-10641 MITOITUKSEN ESITTÄMINEN. RAKENNUSPIIRUSTUKSET
- RT 15-11124 PIIRUSTUSLEHTI. RAKENNUSPIIRUSTUKSET

Lisäksi käytössä oli SFS-käsikirja 22-1 Tekniset tuoteasiakirjat. Osa 1: Yleiset esittämissperiaatteet. Se sisältää 18 teknistä tuotedokumentointia ohjaavaa standardia, joista osa löytyy myös yllä olevasta luettelosta.

### 3 PIIRUSTUSLAJIT JA LUETTELOT TERÄRAKENTEILLE

Piirustuslajit voidaan jaotella neljään ryhmään:

- yleispiirustukset
- asennuspiirustukset
- tuotantopiirustukset
- erityispiirustukset

Erityispiirustukset voivat käsittää esimerkiksi kuormituspiirustuksia, varauspiirustuksia tai rakennetehtäväpiirustuksia (RIL 229-1-2013 Rakennesuunnittelun asiakirjaohje 2013, 133-134). Tilaajayrityksessä nämä on yleensä sisällytetty yleis- ja asennuspiirustuksiin, eikä näitä käsitellä omana piirustuslajinaan. Tietoa erilaisista piirustuksista kerättiin kokeneen rakennesuunnittelijan Pekka Tuomikosken haastattelulla, joka on opinnäytetyön liite 2.

Terässuunnittelussa tuotetaan normaalisti neljää eri luettelotyyppiä:

- materiaaliluettelo
- kiinnikeluettelo
- osaluettelo
- kokoonpanoluettelo

#### 3.1 Yleis- ja asennuspiirustukset

Yleispiirustukset antavat pohjatiedot teräsrakennesuunnitteluun ja määrälaskentaan. Ne ovat urakkakyselyvaiheen piirustuksia. Niistä käyvät alustavasti ilmi esimerkiksi kantavat ja jäykistävät rakenteet, moduulilinjat, korkeusasemat, tyyppiliitosdetaljit sekä rakennetyypit. (Tuomikoski, P. 2017. Haastattelu)

Asennuspiirustukset ovat pitkälti samansisältöisiä kuin yleispiirustukset. Ne tuotetaan toteutusvaiheessa, ja sisältävät tarkat tiedot rakenteista, liitoksista ja sijainneista. Niiden

tarkoituksena on mahdollistaa kokoonpanojen asennus oikein työmaalle. Asennuspiirustuksissa on yksilöity jokainen kokoonpano tunnuksellaan, ja esimerkiksi rakenteiden painot on laskettu tarkemmin. 3D-havainnekuvat ovat myös oleellinen osa asennuspiirustuksia. (Tuomikoski, P. 2017. Haastattelu)

Asennuspiirustuksiin luetaan myös erilaiset kaaviot. Kaavioita ovat esimerkiksi kattopeltikaavio, ritiläkaavio, seinäelementtikaavio ja peruspulttikaavio. Kaaviot sijoittavat niissä esitetyt rakenteet oikealle paikalleen työmaalla, ja mahdollistavat näin asennuksen. (Tuomikoski, P. 2017. Haastattelu)

### **3.2 Tuotantopiirustukset**

Tuotantopiirustukset käsittävät kokoonpano- ja osapiirustukset, jotka lähetetään konepajalle. Ne ovat toteutusvaiheen piirustuksia. Ne mahdollistavat tarvittavien osien valmistuksen konepajalla. (Tuomikoski, P. 2017. Haastattelu)


Osapiirustuksesta käy ilmi yksittäisen osan valmistukseen tarvittavat tiedot. Siinä on myös kerrottu valmistettavien osien määrä. Osapiirustukset luodaan kerralla koko urakalle, ja kootaan yhteen A4-kokoiseen nippuun. Osapiirustusnippuun laaditaan kansilehti, jossa on myös osaluettelo tuotettavista osista. (Tuomikoski, P. 2017. Haastattelu)

Kokoonpanopiirustuksessa näytetään yhteen liitettävät osat. Sen perusteella konepaja pystyy hitsaamaan yhteen liitettävät osat oikeisiin paikkoihin kokoonpanoiksi. Osilla on samat tunnukset kuin osapiirustuksessa. Jokaisessa kokoonpanopiirustuksessa on osaluettelo, josta näkyvät kaikki kokoonpanossa olevat osat. Kokoonpanopiirustuksetkin luodaan kerralla koko urakalle, ja kootaan yhteen nippuun. Kokoonpanonipun kansilehdessä on kokoonpanoluettelo tuotettavista kokoonpanoista. (Tuomikoski, P. 2017. Haastattelu)

### 3.3 Luettelot

Osa- ja kokoonpanoluettelot (kuvat 1,2) tehdään erillisinä toteutusvaiheessa tarvittaessa. Ne voidaan liittää osa- ja kokoonpanonippuihin ensimmäisiksi sivuiksi. Materiaaliluetelo (kuva 3) tehdään sekä urakka- että toteutusvaiheessa. Toteutusvaiheessa, mallin ollessa tarkempi, materiaalien painot poikkeavat urakkavaiheesta. Tämä johtuu siitä, että malli on tehty valmiiksi ja painoissa otetaan huomioon pyöristykset, reiät ja leikkaukset, joita syntyy kun liitokset on mallinnettu. Kiinnikeluettelo (kuva 4) tehdään toteutusvaiheessa, kun liitokset on mallinnettu. Jokaisessa luettelotyypissä kerrotaan esitettävä kohde, työnnumero, laatija, luettelon piirustusnumero, päivämäärä ja mahdollinen muutos päivämäärineen. (Tuomikoski, P. 2017. Haastattelu)

#### 3.3.1 Osaluettelo


					OSALUETTELO							1K			
Rakennuskohde:					Työnnumero:		16X26762			Laatija:		Luettelon numero:		324859	
Rakennuskohteen osoite:					Lista tehty:							15.10.2015		Muutos, päiväys:	
Osan tunnus	Nimi	Profiili	Materiaali	Lkm	Pituus [mm]	Leveys [mm]	Paksuus [mm]	Paino [kg]	Pituus yht.	Paino yht.	Piirustus	Päiväys	Muutos, päiväys	Vaihe	
1Kp-1001	BEAM	60*80	S355J2	2	10693	80	60	399,9	21386	799,8	1Kp-1001	15.10.2015			
1Kp-1002	BEAM	60*80	S355J2	2	10518	80	60	393,3	21036	786,6	1Kp-1002	15.10.2015			
1Kp-1061	COLUMN	CFRHS200X200X	S355J2H	1	5240			358,0	5240	358,0	1Kp-1061	15.10.2015			
1Kp-1062	COLUMN	CFRHS200X200X	S355J2H	1	6871			469,5	6871	469,5	1Kp-1062	15.10.2015			
1Kp-1063	BEAM	60*80	S355J2	2	10270	80	60	385,5	20540	770,9	1Kp-1063	15.10.2015			
1Kp-1064	BEAM	60*80	S355J2	2	10551	80	60	394,5	21101	789,1	1Kp-1064	15.10.2015			
1Kp-1065	BEAM	60*80	S355J2	2	10558	80	60	396,3	21115	792,6	1Kp-1065	15.10.2015			
1Kp-1066	BEAM	W1800-15-35*500-	S355J2	2	21035			6666,4	42070	13332,7	1Kp-1066	15.10.2015			
1Kp-1067	BEAM	W1800-15-35*500-	S355J2	2	21080			6680,6	42160	13361,3	1Kp-1067	15.10.2015			
1Kp-1068	BEAM	W1800-15-35*500-	S355J2	2	20970			6645,8	41940	13291,5	1Kp-1068	15.10.2015			
1Kp-1069	KIERRETANKO M36	D36	8.8	16	860			6,6	13760	105,0	1Kp-1069	15.10.2015			
1Kp-1070	KIERRETANKO M36	D36	8.8	4	698			5,3	2792	21,3	1Kp-1070	15.10.2015			
1Kp-1071	BEAM	CFRHS200X200X	S355J2H	8	700			39,9	5600	319,0	1Kp-1071	15.10.2015			
1Kp-1072	BEAM	CFRHS200X200X	S355J2H	2	540			30,8	1080	61,5	1Kp-1072	15.10.2015			
1Kp-1073	MUTTERI M36	HXGON57-57	8.8	120	24			0,2	2880	25,7	1Kp-1073	15.10.2015			
1Kp-1074	ALUSLEVY M36	PD62*12.5	8.8	120	4			0,1	480	7,1	1Kp-1074	15.10.2015			
1Kp-1075	COLUMN	CFRHS300X200X	S355J2H	6	6871			499,3	41227	2995,9	1Kp-1075	15.10.2015			
1Kp-1076	COLUMN	CFRHS300X200X	S355J2H	2	13241			962,2	26482	1924,4	1Kp-1076	15.10.2015			
1Kp-1077	COLUMN	CFRHS300X200X	S355J2H	6	5240			380,8	31440	2284,7	1Kp-1077	15.10.2015			
1Kp-1082	KIERRETANKO M30	D30	8.8	36	1050			5,6	37800	200,3	1Kp-1082	15.10.2015			
1Kp-1083	KIERRETANKO M30	D30	8.8	48	550			2,9	26400	139,9	1Kp-1083	15.10.2015			
1Kp-1084	MUTTERI M30	HXGON51-51	8.8	204	24			0,2	4895	39,0	1Kp-1084	15.10.2015			
1Kp-1085	ALUSLEVY M30	PD56*12.5	8.8	204	4			0,1	816	10,7	1Kp-1085	15.10.2015			
1Kp-1086	COLUMN	HEA260	S355J2	2	450			30,7	900	61,3	1Kp-1086	15.10.2015			
1Kp-1087	BEAM	60*80	S355J2	2	10638	80	60	397,8	21276	795,7	1Kp-1087	15.10.2015			
1Kp-1088	COLUMN	CFRHS200X200X	S355J2H	1	13241			904,7	13241	904,7	1Kp-1088	15.10.2015			
1Kx-1001	PLATE	PL40*100	S355J2+N	44	100	100	40	2,4	4421	106,7	1Kx-1001	15.10.2015			

KUVA 1. Esimerkki osaluettelosta

Osaluettelo sisältää:

- osan tunnus
- nimi
- profiili
- materiaali
- lukumäärä
- pituus (mm)
- leveys (mm)
- paksuus (mm)
- paino (kg)
- pituus (yht.)
- paino (yht.)
- piirustus (tässä tapauksessa sama kuin osan tunnus)
- päiväys

### 3.3.2 Kokoonpanoluettelo

				KOKOONPANOLUETTELO						1K				
Rakennuskohde:						Työnumero:		16X267672		Laatija:		Luettelon numero:		354858
Rakennuskohteen osoite:						Lista tehty:		15.10.2015				Muutos, päiväys:		
Kokoonpano	Pääosan nimi	Pääosan profiili	Lkm	Pituus [mm]	Pituus yht.	Paino [kg]	Paino yht.	Ala [m <sup>2</sup> ]	Ala yht.	Piirustus	Päiväys	Muutos, päiväys	Valhe	
1K-52		PL20*80	8	700	5600	44,9	359,2	0,62	4,93	60143	15.10.2015			
	1Kx-1039	PL20*80	2	200		2,5		0,04		60144	15.10.2015			
	1Kp-1071	CFRHS200X200X10	1	700		39,9		0,53		60144	15.10.2015			
1K-53		PL20*80	2	540	1080	35,8	71,6	0,50		60143	15.10.2015			
	1Kx-1039	PL20*80	2	200		2,5		0,04		60144	15.10.2015			
	1Kp-1072	CFRHS200X200X10	1	540		30,8		0,41		60144	15.10.2015			
1K-206		PL5*80	20	80	1600	1,3	25,1	0,07	1,39	60143	15.10.2015			
	1Kx-1070	PL5*80	2	200		0,6		0,03		60144	15.10.2015			
1K-208		CFRHS200X200X12.5	1	5320	5320	499,0	499,0	5,85	5,85	60143	15.10.2015			
	1Kp-1061	CFRHS200X200X12.5	1	5240		358,0		3,85		60144	15.10.2015			
	1Kx-1012	40*260	2	480		38,7		0,31		60144	15.10.2015			
	1Kx-1053	L130*12	10	270		6,4		0,14		60144	15.10.2015			
1K-209		CFRHS200X200X12.5	1	7138	7138	704,7	704,7	8,53	8,53	60143	15.10.2015			
	1Kp-1062	CFRHS200X200X12.5	1	6871		469,5		5,05		60144	15.10.2015			
	1Kx-1012	40*260	1	480		38,7		0,31		60144	15.10.2015			
	1Kx-1020	PL40*480	1	563		81,9		0,61		60144	15.10.2015			
	1Kx-1022	PL30*97	2	468		5,3		0,07		60144	15.10.2015			
	1Kx-1023	PL30*134	1	380		5,5		0,08		60144	15.10.2015			
	1Kx-1024	PL30*124	1	350		4,7		0,07		60144	15.10.2015			
	1Kx-1025	PL30*134	1	380		5,5		0,08		60144	15.10.2015			
	1Kx-1026	PL30*124	1	350		4,7		0,07		60144	15.10.2015			
	1Kx-1053	L130*12	12	270		6,4		0,14		60144	15.10.2015			
	1Kx-1072	PL4*460	1	503		7,3		0,47		60144	15.10.2015			
1K-210		CFRHS300X200X10	5	7138	35688	761,4	3806,7	10,33	51,64	60143	15.10.2015			
	1Kp-1075	CFRHS300X200X10	1	6872		499,4		6,58		60144	15.10.2015			

KUVA 2. Esimerkki kokoonpanoluettelosta



Kokoonpanoluettelo sisältää:

- kokoonpano
- pääosan nimi
- pääosan profiili
- lukumäärä
- pituus (mm ja yht. erikseen)
- paino (kg ja yht. erikseen)
- ala (m2 ja yht. erikseen)
- piirustusnumero
- päiväys
- muutos, päiväys
- vaihe

### 3.3.3 Materiaaliluettelo

PÖYRY		MATERIAALILUETTELO							
Rakennuskohde:		Työnumero:	101000246		Laetija:	PTT	Luettelon numero:	KP4032944	
Rakennuskohteen osoite:		Lisä lehty:	19.5.2017				Muutos, päiväys:	01/24.05.2017	
Profiili	Materiaali	Lkm	Pituus [mm]	Pituus yht.	Paino [kg]	Paino yht.	Ala [m2]	Ala yht.	Huomf
<b>IV-TASO, +88.150 / A-D / P16-P17</b>									
CFCHS33.7X2.6	COMBI200	1	302	302	0,6	0,6	0,0	0,03	
CFCHS33.7X2.6	COMBI200	2	439	877	0,9	1,7	0,1	0,09	
CFCHS33.7X2.6	COMBI200	1	512	512	1,0	1,0	0,1	0,05	
CFCHS33.7X2.6	COMBI200	1	632	632	1,3	1,3	0,1	0,07	
CFCHS33.7X2.6	COMBI200	4	802	3207	1,6	6,4	0,1	0,34	
CFCHS33.7X2.6	COMBI200	8	897	7172	1,8	14,3	0,1	0,76	
CFCHS33.7X2.6	COMBI200	5	1002	5009	2,0	10,0	0,1	0,53	
CFCHS33.7X2.6	COMBI200	1	1079	1079	2,2	2,2	0,1	0,11	
CFCHS33.7X2.6	COMBI200	3	1102	3305	2,2	6,6	0,1	0,35	
CFCHS33.7X2.6	COMBI200	1	1172	1172	2,3	2,3	0,1	0,12	
CFCHS33.7X2.6	COMBI200	1	1289	1289	2,6	2,6	0,1	0,14	
<b>SUB TOTAL CFCHS33.7X2.6</b>				<b>24555</b>		<b>49,0</b>		<b>2,60</b>	
CFCHS48.3X3.2	COMBI200	2	54	108	0,2	0,4		0,02	
CFCHS48.3X3.2	COMBI200	1	69	69	0,2	0,2			
CFCHS48.3X3.2	COMBI200	2	74	147	0,3	0,5		0,02	
CFCHS48.3X3.2	COMBI200	48	128	6119	0,5	21,8	0,0	0,93	
CFCHS48.3X3.2	COMBI200	12	147	1764	0,5	6,3	0,0	0,27	
CFCHS48.3X3.2	COMBI200	1	169	169	0,6	0,6	0,0	0,03	
CFCHS48.3X3.2	COMBI200	2	219	438	0,8	1,6	0,0	0,07	
CFCHS48.3X3.2	COMBI200	3	219	657	0,8	2,3	0,0	0,10	
CFCHS48.3X3.2	COMBI200	1	229	229	0,8	0,8	0,0	0,03	
CFCHS48.3X3.2	COMBI200	1	229	229	0,8	0,8	0,0	0,03	
CFCHS48.3X3.2	COMBI200	1	249	249	0,9	0,9	0,0	0,04	
CFCHS48.3X3.2	COMBI200	2	363	727	1,3	2,6	0,1	0,11	

KP4032944.xls

Materiaaliluettelo

Sivu 1(3)

KUVA 3. Esimerkki materiaaliluettelosta

Materiaaliluettelo sisältää:

- profiili
- materiaali
- lukumäärä
- pituus, (mm ja yht. erikseen)
- paino, (kg ja yht. erikseen)
- ala, (m<sup>2</sup> ja yht. erikseen)

### 3.3.4 Kiinnikeluettelo

PÖYRY		KIINNIKELUETTELO						
Työnumero:	101000246			Lista tehty:	24.05.2017		Muutos:	
Rakennuskohde:				Laatija:	PTT		Muutoksen päiväys:	
Rakennuskohteen osoite:				Luettelon numero:	KP4032945			
Työmaa vai konepaja	Nimike	Halkaisija	Koko	Standardi	Lujuus	Materiaali tai pinnoitus	Väri	Lkm
<b>HOITOTASO, +88.150 / A-D / P16-P17</b>								
Työmaa	01 PULTTI	16	M16*55	ISO 4014	8.8	HZn		80
Työmaa	01 PULTTI	16	M16*60	ISO 4014	8.8	HZn		66
Työmaa	01 PULTTI	16	M16*70	ISO 4014	8.8	HZn		60
Työmaa	01 PULTTI	20	M20*70	ISO 4014	8.8	HZn		4
Työmaa	01 PULTTI	12	M12*30	ISO 4017	8.8	HZn		52
Työmaa	02 MUTTERI	12	M12	ISO4032	8	HZn		52
Työmaa	02 MUTTERI	16	M16	ISO4032	8	HZn		206
Työmaa	02 MUTTERI	20	M20	ISO4032	8	HZn		4
Työmaa	03 ALUSLEVY	16	TW17.5	DIN7989	HV200	HZn		206
Työmaa	03 ALUSLEVY	20	TW21.5	DIN7989	HV200	HZn		4
Työmaa	03 ALUSLEVY	12	W12	ISO7089	HV140	HZn		52

KUVA 4. Esimerkki kiinnikeluettelosta

Kiinnikeluettelo sisältää:

- työmaa vai konepaja
- nimike
- halkaisija
- koko
- standardi
- lujuus
- materiaali tai pinnoitus
- väri
- lukumäärä

## 4 TIETOMALLI JA TEKLA STRUCTURES

Tietomallinnus mahdollistaa rakennesuunnittelun tehtäväkentän laajentamisen pelkästä rakentamiseen tarvittavien asiakirjojen tuottamisesta koko rakennuksen elinkaaren aikana tarvittavan tiedon tuottamiseen. Tietomalli ei ole pelkkä 3D-malli, josta rakenteet voidaan havainnollistaa, vaan sen avulla voidaan esimerkiksi:

- tukea investointipäätöksiä vertailemalla vaihtoehtoisten ratkaisujen toimivuutta ja kustannuksia
- suorittaa energia- ympäristö- ja elinkaarianalyysyjä
- analysoida rakennettavuutta, tehostaa suunnitteluprosessia
- hyödyntää rakennushankkeiden tietoja käytön ja ylläpidon aikaisissa toimissa
- tuottaa perinteisiä 2D-piirustuksia konepajoille, elementtitehtaille ja rakentamiseen (RIL 229-1-2013 Rakennesuunnittelun asiakirjaohje 2013, 38)

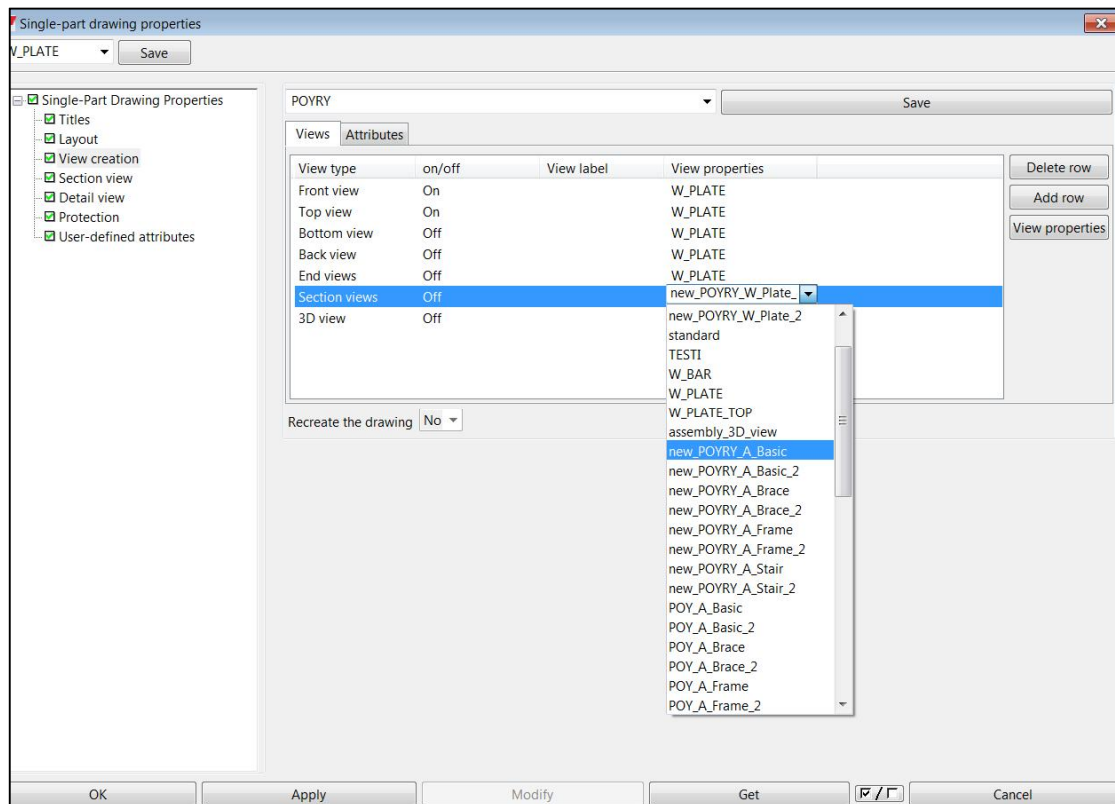
Tässä opinnäytetyössä tietomallinnuksessa käytettävä mallinnusohjelma on Trimble Inc:n Tekla Structures 2017.

### 4.1 Tekla Structures

Tekla Structures toimii tilaajayrityksessä tietomallinnusohjelmana. Se mahdollistaa usean suunnittelijan työskentelyn samassa mallissa. Sen voi yhdistää erilaisiin laskentaohjelmiin. Siihen voi myös lisätä referensseiksi esimerkiksi dwg-tiedostoja mallin sisälle. Lisäksi Teklaan on tehty lukuisia työkaluja erilaisten liitosten, portaiden, jäykisteiden, ristikoiden ym. erikoisosien mallintamiseen. Ennen kaikkea Teklalla on mahdollista tuottaa 2D-piirustuksia jokaisesta mallinnetusta osasta, osien muodostamista kokoonpanoista sekä kokoonpanojen muodostamista rakennusosista. Tietomallista saa myös vaihtomasti tuotettua erilaisia kokoonpanoluetteloita, kiinnikeluetteloita, osaluetteloita sekä materiaaliluetteloita. Toistaiseksi vielä rakenne-, liitos-, ym. detaljit ovat helpommin ja kannattavammin tuotettavissa 2D-piirustusohjelmalla kuin Teklalla. Muuten käytännössä koko rakennusprojektin aikana tarvittavat rakennuspiirustukset voidaan tuottaa Teklalla.

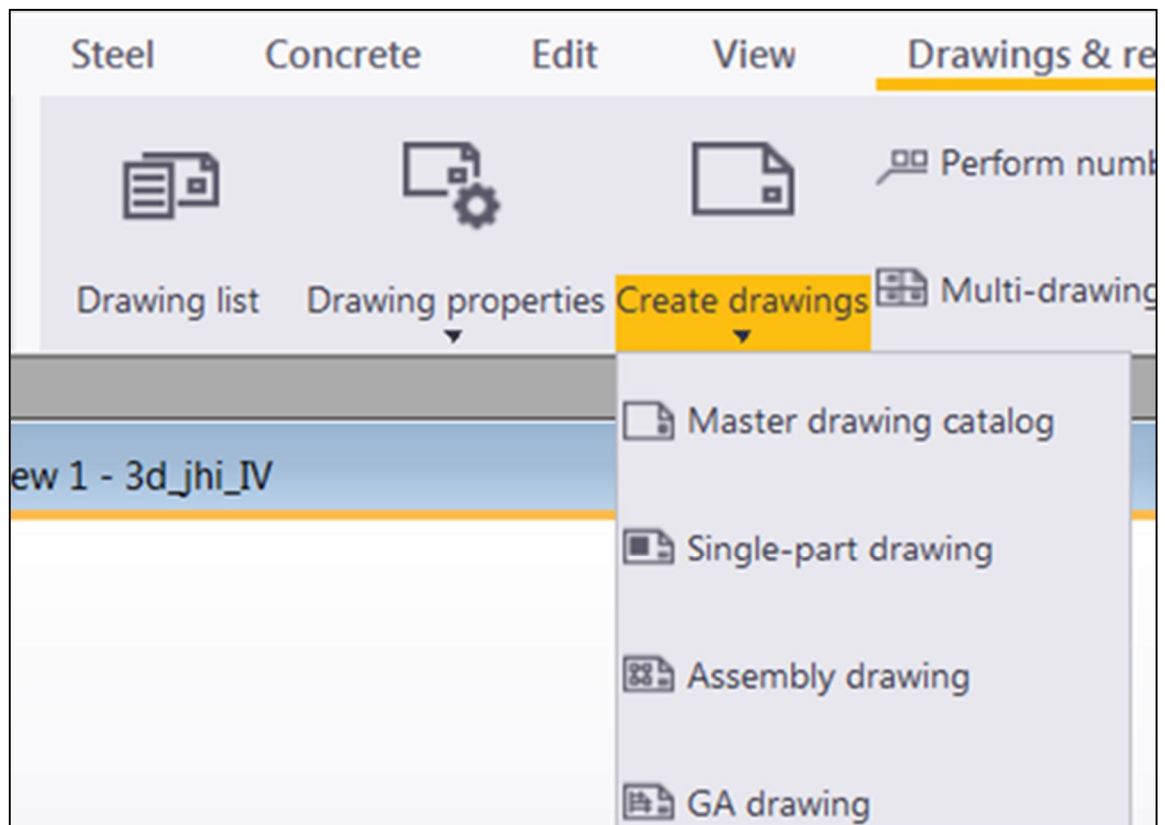
## 4.2 Piirustusten tuottaminen Tekla Structuresilla

Teklalla voidaan tuottaa halutuntyyppisiä 2D-piirustuksia 3D-mallista. Piirustusnäkyvät ovat 2D-näkymiä mallista. Kussakin piirustuksessa näkyvien näkymien määrää ja asentoa muokataan asetuksilla. Kuhunkin näkymään voidaan tarvittaessa määrittää omat, yksilölliset asetuksensa joilla saadaan näkymästä haluttava informaatio näkyviin (kuva 5). Piirustuksessa näkyvän osan muokkaaminen mallissa aiheuttaa muutoksen automaattisesti piirustuksessa. Joskus muutoksesta riippuen piirustus täytyy luoda uudelleen. Tekla osaa myös lukea samanlaiset osat ja tekee niistä vain yhden piirustuksen. Lisäksi Teklalla voi kloonata piirustuksia valmiista piirustuksesta. Jos kloonataan kuvia samantyyppisistä rakenteista, saadaan pienellä vaivalla lähes valmiita piirustuksia nopeasti. (Tekla Structures 2017 Drawings 2017, 15)



KUVA 5. Piirustuksen asetuksista säädetään näytettävät näkymät ja kunkin näkymän asetukset

Piirustuksia luodaan Teklalla valitsemalla mallista halutut osat, kokoonpanot, rakenteet tai koko malliin rajattu näkymä, ja valitsemalla Create drawings-valikosta halutun tyyppinen piirustus Kuva 6). Tekla luo tällöin piirustukset valmiiksi määritettyjen asetusten mukaisiksi.



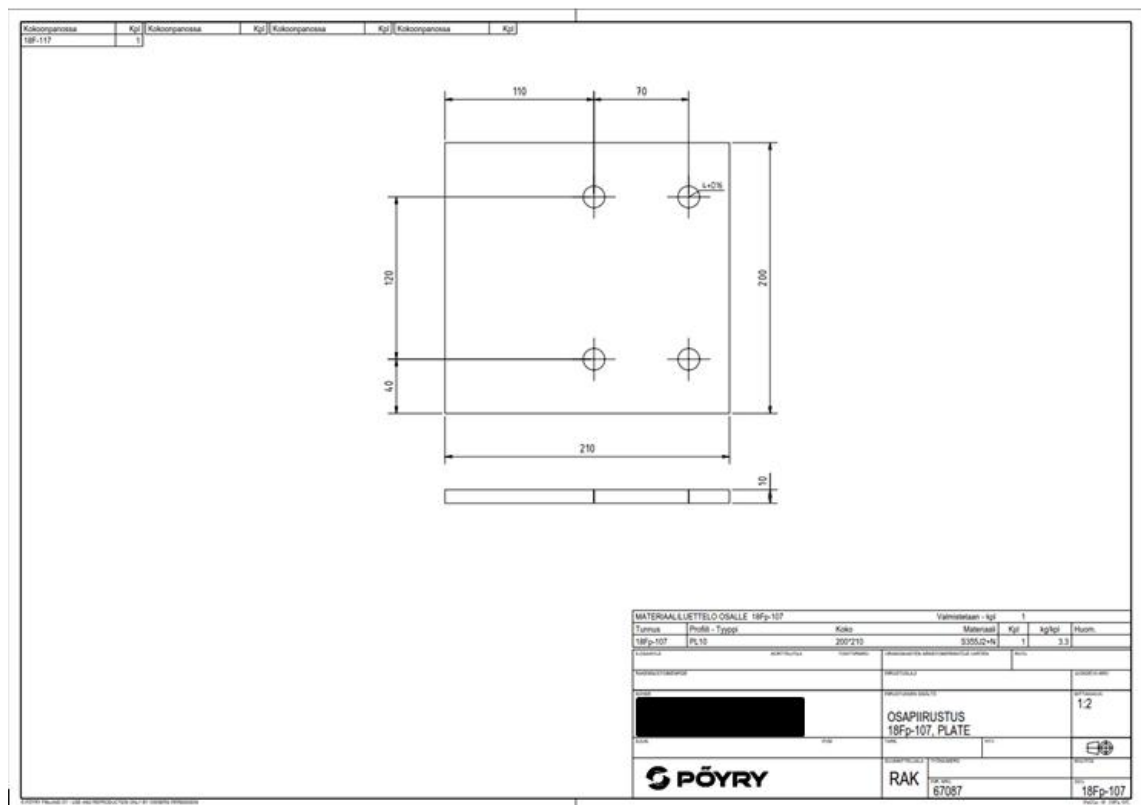
KUVA 6. Piirustusten luonti, piirustustyytit teräspiirustuksille

### 4.3 Piirustustyytit teräspiirustuksille Tekla Structuresissa

Teklalla on kolme erilaista piirustustyyppiä teräspiirustuksille (kuva 6.). Ne ovat Single-part drawing eli osapiirustus, Assembly-drawing eli kokoonpanopiirustus sekä General arrangement drawing eli yleispiirustus. Näillä tyypeillä voidaan luoda kaikki tarvittavat teräspiirustukset.

### 4.3.1 Single-part drawing

Single-part drawing eli W-piirustus (kuva 7) kuvaa yksittäistä teräsosaa, ja sillä luodaan kappaleessa 3.1 kuvailut osapiirustukset. Siitä käy ilmi osan muoto, mitat ja reikien sijainnit. W-piirustuksesta käy myös ilmi osalle annettu yksilöllinen tunnus ja osien määrä, jotta osat voisi liittää kokoonpanoonsa. (Tekla Structures 2017 Drawings 2017, 52)

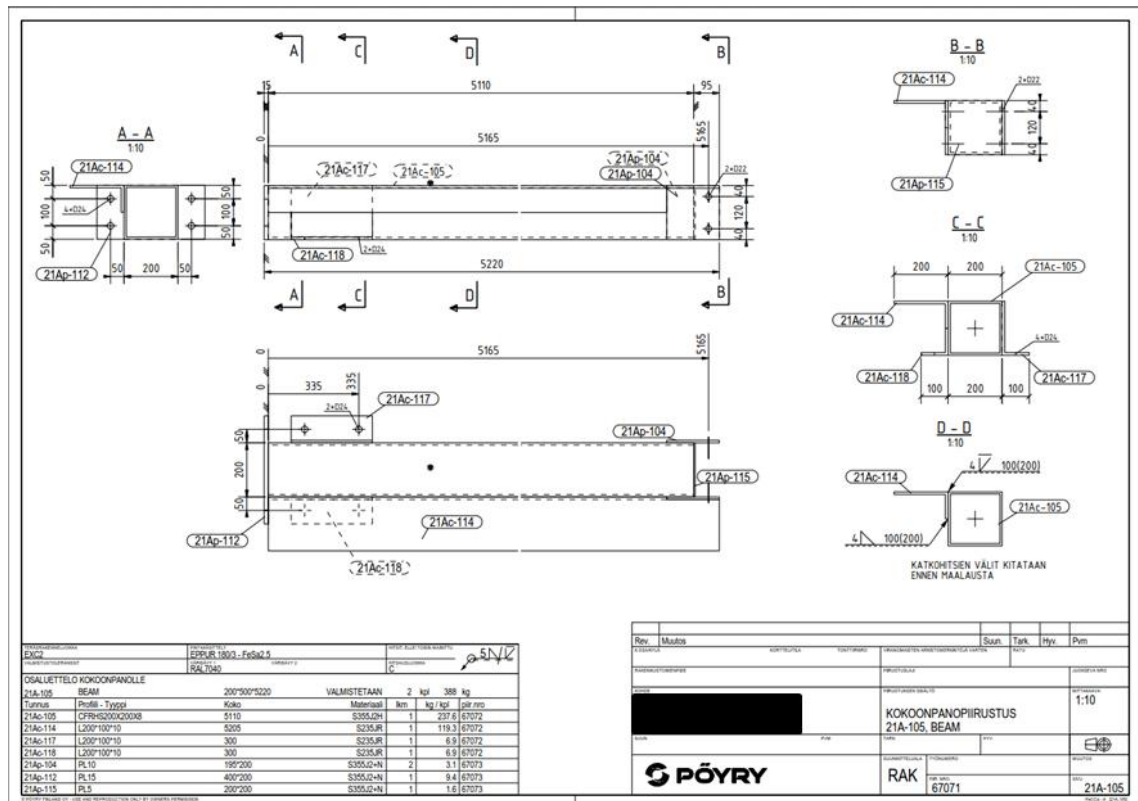


KUVA 7. Esimerkki W-piirustuksesta

### 4.3.2 Assembly drawing

Assembly drawing-tyypillä eli A-piirustuksella (kuva 8) luodaan kappaleessa 3.1 kuvailut kokoonpanopiirustukset. Siitä käy ilmi kokoonpanoon kiinnitettävien osien sijainti toisiinsa nähden, sekä osia kiinnittävien hitsien koot. Lisäksi A-piirustuksessa on näkyvillä päämitat, tarkistusmittoja ja osien tunnuksat. A-piirustukset voivat olla erittäin suuriakin, ja esittää monimuotoisia kokoonpanoja kuten ristikoita. Asennettava kokoon-

pano on kyettävä valmistamaan A-piirustuksen perusteella, joten yhdessä piirustuksessa saattaa olla lukuisia leikkauksia ja detaljeja. (Tekla Structures 2017 Drawings 2017, 58)

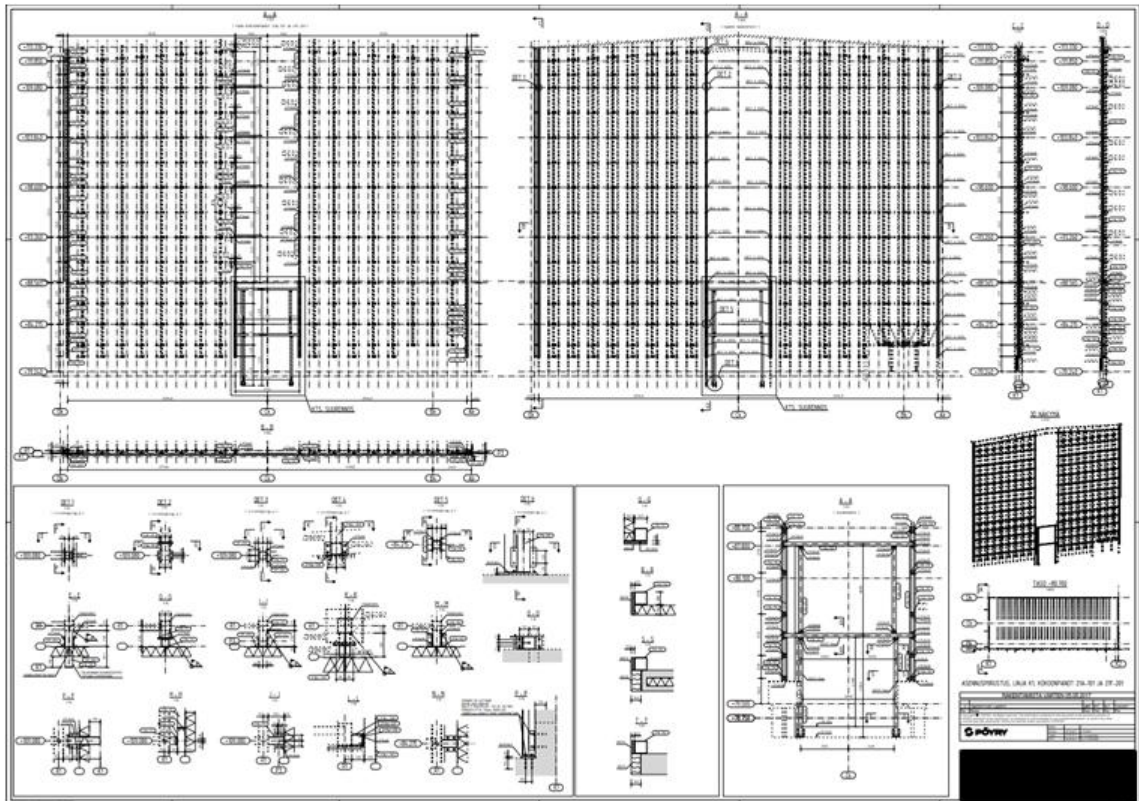


KUVA 8. Esimerkki A-piirustuksesta

### 4.3.3 General arrangement drawing

General arrangement drawing eli G-piirustus (kuva 9) on yleispiirustus, jolla voidaan tehdä lukuisia erilaisia piirustuksia. Teräsosien suunnittelussa tämä tarkoittaa urakka-vaiheen yleispiirustusta, toteutusvaiheen asennuspiirustusta sekä erilaisia kaavioita. G-piirustus sitoo esitettävät rakenteet ympäristöönsä. Esimerkiksi asennuspiirustus antaa tietoa kokoonpanojen oikeasta sijainnista työmaalla. Tarkoituksena on, että asennuspiirustuksen avulla kokoonpanot voidaan asentaa oikealle paikalleen. Kaavioissa kussakin tapauksessa esitettävät rakenteet on mitoitettu työmaahan, jotta ne osattaisiin asentaa oikeaan paikkaan. G-piirustuksissa on normaalisti useita näkymiä, tasoja, leikkauksia ja detaljeja, sekä 3D-havainnekuva. (Tekla Structures 2017 Drawings 2017, 45)





KUVA 9. Esimerkki G-piirustuksesta, tässä tapauksessa asennuspiirustuksesta

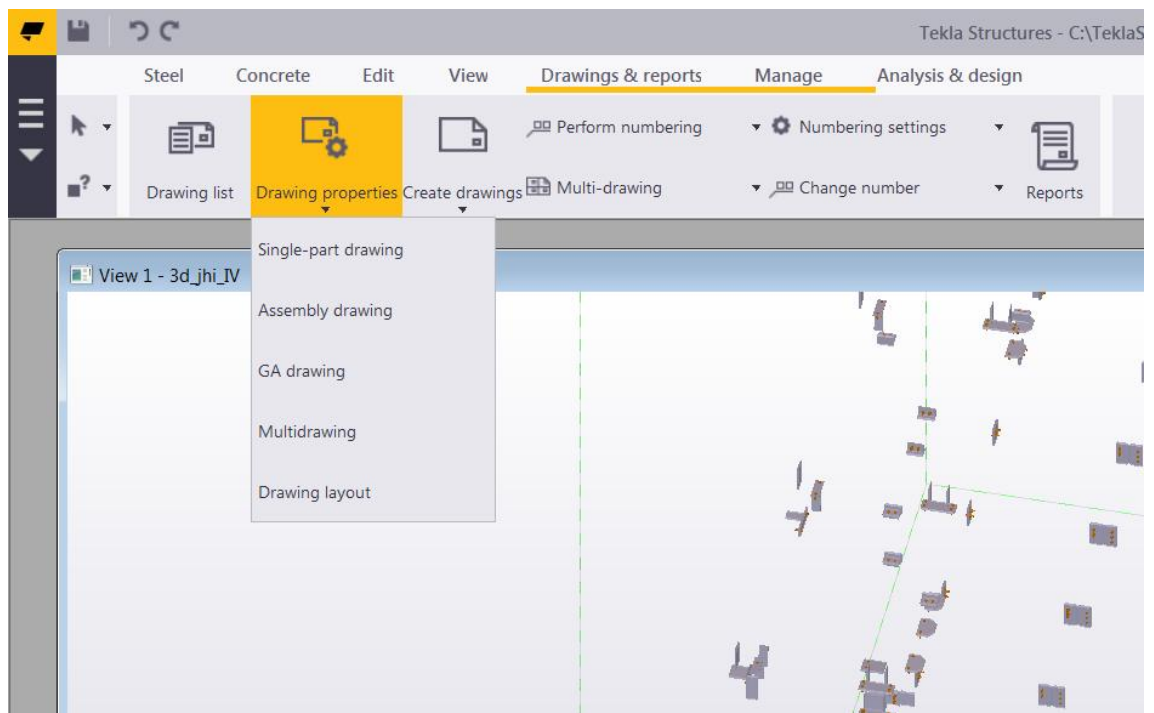
Urakkavaiheen yleispiirustus vastaa asennuspiirustusta, mutta ei ole yhtä tarkka. Se antaa käsityksen rakenteista ja määristä, mutta kiinnityksiä ja liitoksia ei ole mallinnettu, joten detaljeja ei ole. Viittauksia tyyppideteljeihin sen sijaan merkitään kuviin. Tyyppidetallit tehdään normaalisti erikseen dwg-muodossa omana nippunaan.

## 5 PIIRUSTUSASETUKSET

Teklan piirustusasetuksilla voidaan määrätä tuotettavan piirustuksen ominaisuudet läpikotaisin. Jos asetukset ovat tarkkaan määritetyt, voidaan tuottaa käytännössä valmiita, lähetykelpoisia piirustuksia, ainakin W-piirustuksia ja yksinkertaisia A-piirustuksia. G-piirustuksiin oltiin nykyisellään tyytyväisiä, ja niitä koskevat muutokset olivat yleisempiä, ja liittyivät esimerkiksi viivavahvuuksiin. Sivuilla 8-12 lueteltujen lähdemateriaalien, asiantuntijahaastattelun, teräsuunnittelu-aiheisen, tilaajayrityksen sisäisen workshopin ja Google Formsilla luodun kyselyn vastausten perusteella määritettiin, millaiset piirustusasetusten tulisi olla. Forms-kysely suunnattiin 36 kokeneelle teräsrakennesuunnittelijalle. Kysely on opinnäytetyön Liite 1.

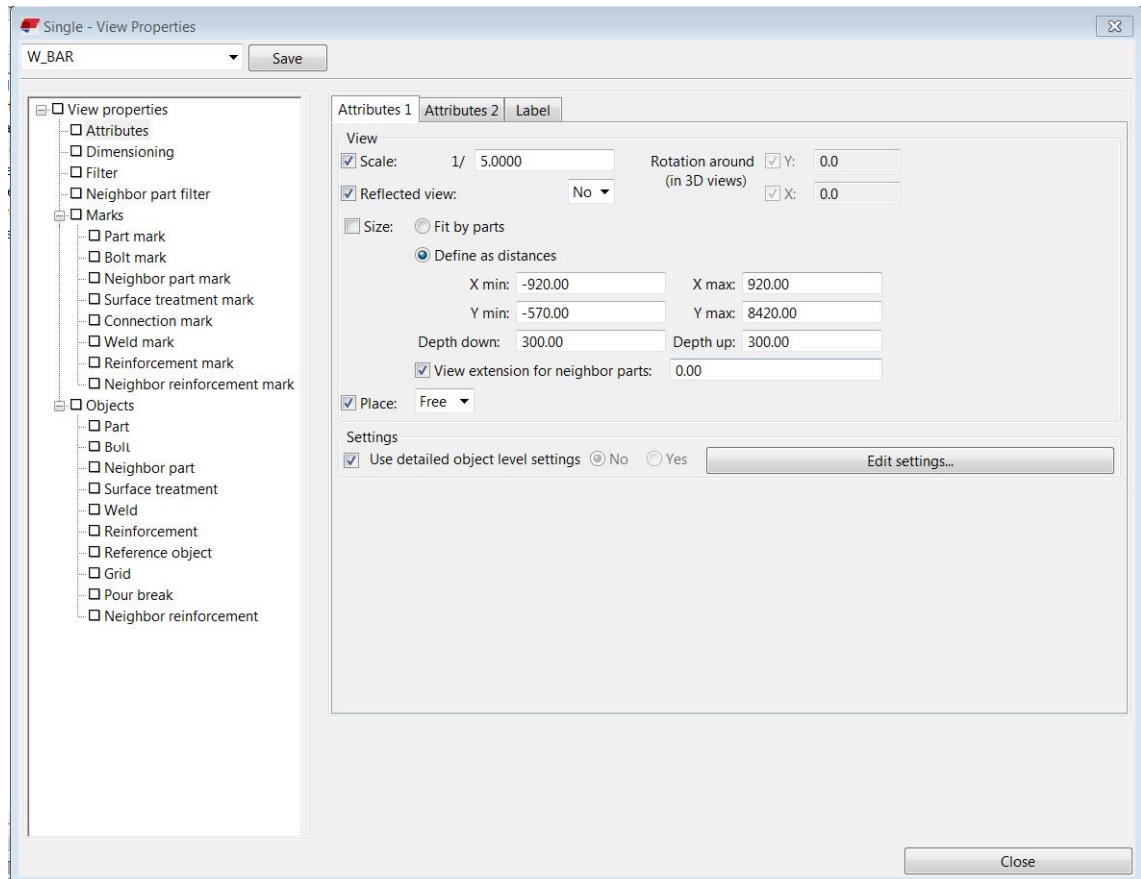
### 5.1 Piirustusasetusten muokkaaminen

Piirustusasetuksia muokataan valitsemalla Drawing properties ja alle ilmestyvästä valikosta haluttu piirustustyyppi (kuva 10).



KUVA 10. Drawing propertiesin valinta

Näkyviin tulee valikko, josta voi muokata esimerkiksi piirustuksien näkymien määrää, kunkin näkymän asetusta, piirustuksen nimeä ja tunnusta (kuva 5). Kun asetukset on muokattu halutunlaisiksi, voidaan ne tallentaa. Tallennetut asetukset löytyvät valikon vasemmasta yläkulmasta, ja niitä voidaan käyttää jokaisessa projektissa. Yksittäisten näkymien asetukset saadaan auki valitsemalla jokin näkymä ja painamalla view properties oikeasta reunasta (kuva 11).

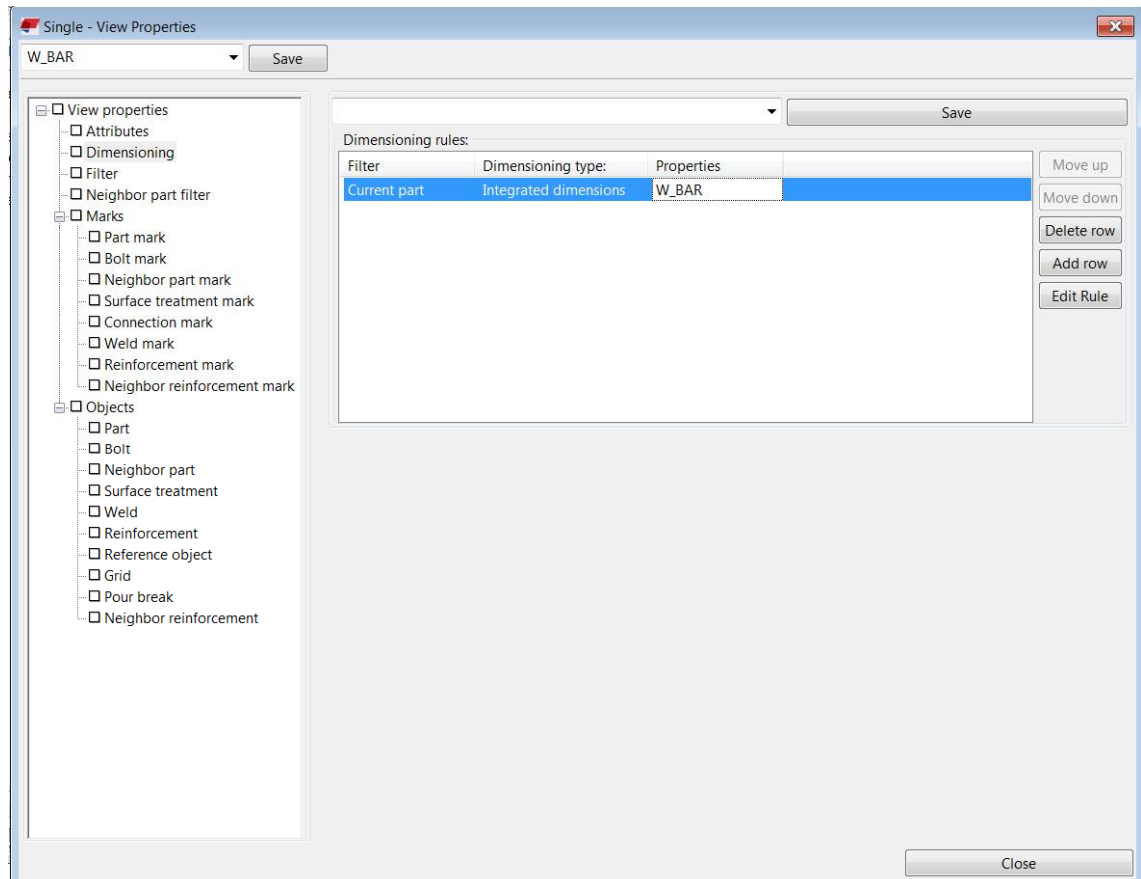


KUVA 11. Näkymän asetukset

Näkymän asetuksista hallitaan yksityiskohtaisesti kaikkea piirukseen valituissa näkymissä näkyvää. Mittakaava, osien ulkonäkö, osiin tulevien merkit, pulttien, hitsien ja reikien näkyvyys, ympäröivät rakenteet, raudoitukset, gridiverkostot ja referenssit määritetään tässä valikossa. Objekteja pystyy rajaamaan Filter-välilehdellä näkymästä pois tai näkyviin, mikä on tärkeää G-piirustuksissa.

Piirustusta lähetyskuntoon muokatessa kuormittavin osuus on monesti mitoittaminen. Tekla piirtää osan valmiiksi, kun piirustuksen luo, mutta siinä ei ole lähtökohtaisesti

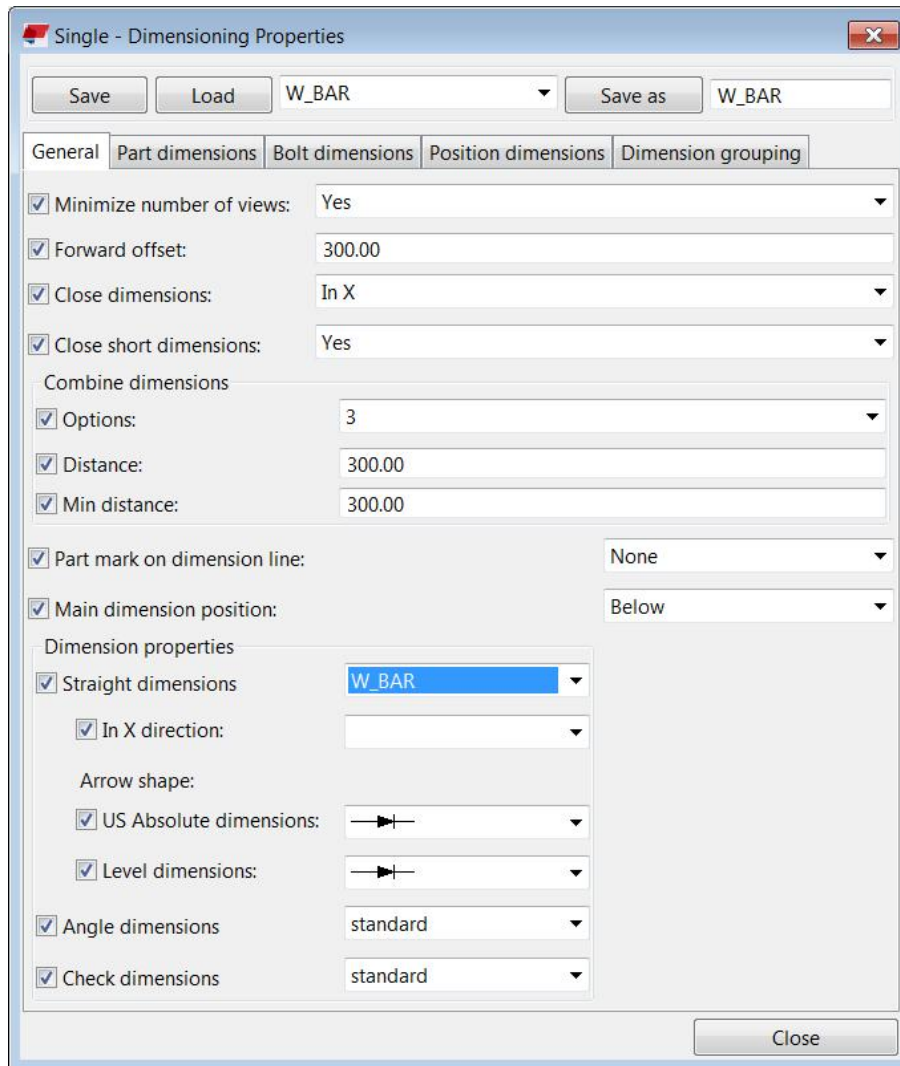
mitään mittoja, jos mitoitussääntöä ei ole olemassa. Käsien jokaisen mitan määrittämien piirustukseen vie aikaa, varsinkin kun kerralla tuotetaan mahdollisesti jopa satoja osapiirustuksia. Mitoitussääntöä hallitaan Dimensioning-välilehdeltä (kuva 12.)



KUVA 12. Dimensioning-välilehti

Valittua mitoitussääntöä voidaan muokata valitsemalla oikealta Edit Rule (kuva 13). Ylhäällä olevista välilehdistä aukeaa lukuisia vaihtoehtoja erilaisiin mitoituksiin. Sopivien asetusten löytäminen on vie aikaa ja on vaativaa, varsinkin monimutkaisiin rakenteisiin. Osapiirustuksissa samalla asetuksella pitäisi luoda tarvittaessa satoja piirustuksia kerralla, sillä osia ei normaalisti ole mahdollista filteroida osan muodon perusteella. Tilaajayrityksessä osat on nimetty tyypillisesti rakennusosittain, ja kerralla luodaan osapiirustukset kaikille rakennusosan osille. Käytännössä on kannattavaa luoda oma asetuksensa levyille ja profiileille, sillä niillä on selkeästi erilaiset mitoituksensa. Levyt ja profiilit myös nimetään erillisiin sarjoihin, joten ne on helppo erotella filterillä, kun luodaan piirustuksia.

Kokoonpanopiirustuksissa on jo enemmän mahdollisuuksia erilaisiin asetuksiin. Esimerkiksi siteillä, pilareilla, palkeilla, ristikoilla on kullakin erilaiset mitoitusvaatimuksensa. Kokoonpanopiirustukset ovat monesti sen verran yksilöllisiä keskenään, että yksinkertainen mitoitusääntö toimii parhaiten. Jos Tekla luo valtavat määrät mittoja valmiiksi, on piirustus yleensä sekava ja piirtäjä vain poistaa kaikki mitat ja lisää yksi kerrallaan jokaisen mitan.

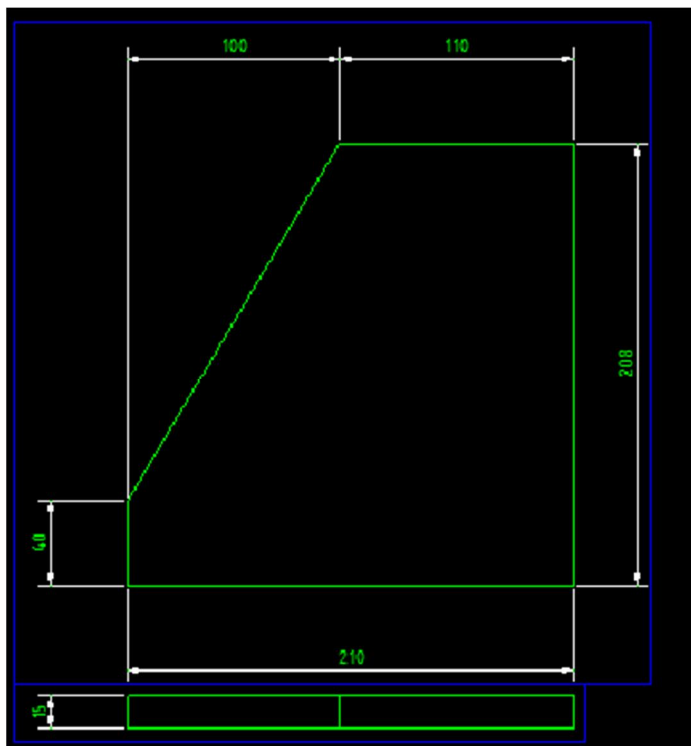


KUVA 13. Mitoitussäännön muokkaus

## 5.2 Piirustusasetusten muokkauksen ongelmat

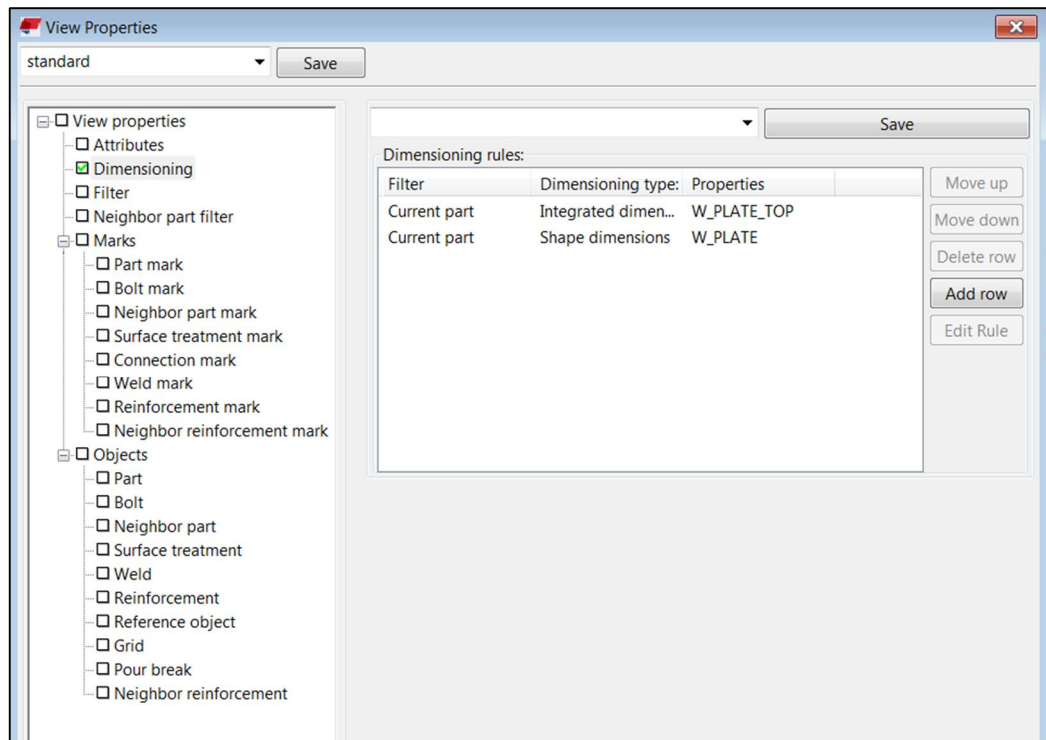
### 5.2.1 Osapiirustukset

Tekla ei ole virheetön ohjelma, ja aina ei saavuteta täydellistä lopputulosta, vaikka asetukset olisivat kunnossa (kuva 14). Kuvassa 14 näkyvän levypiirustuksen mitoituksasetukset toimivat suorakulmaisella levyllä, mutta tällä vinolla levyllä ne jättävät yhden mitan tekemättä.

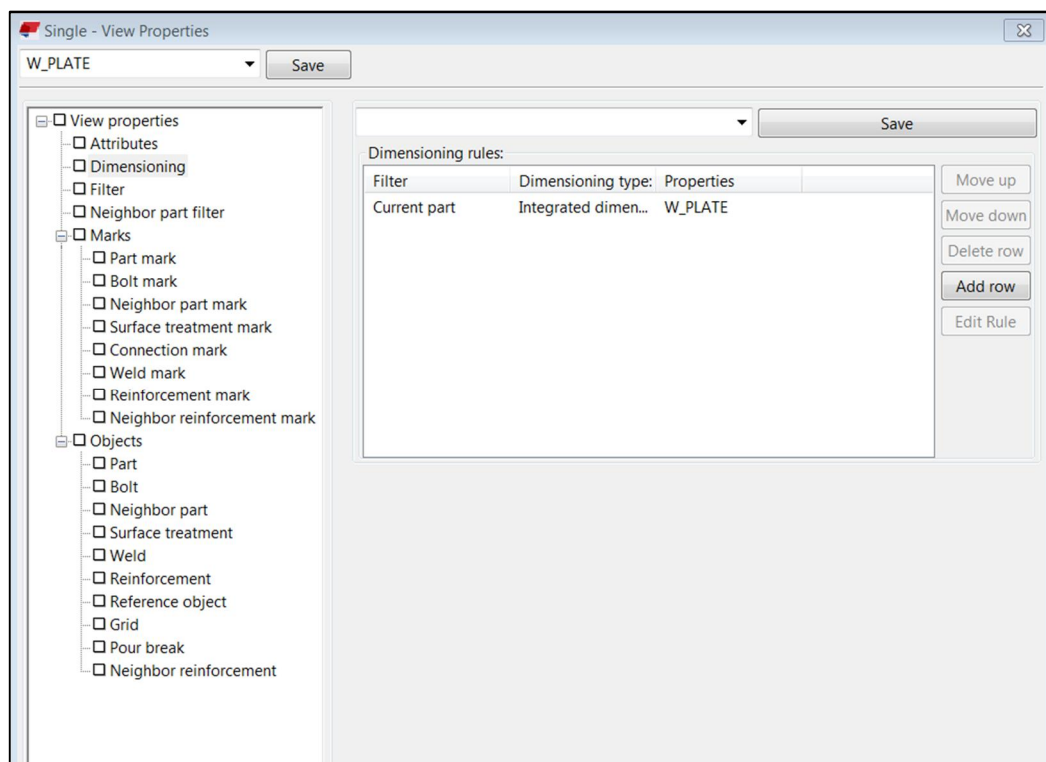


KUVA 14. Valmiiksi muokatuilla asetuksilla tehty osakuva levyistä.

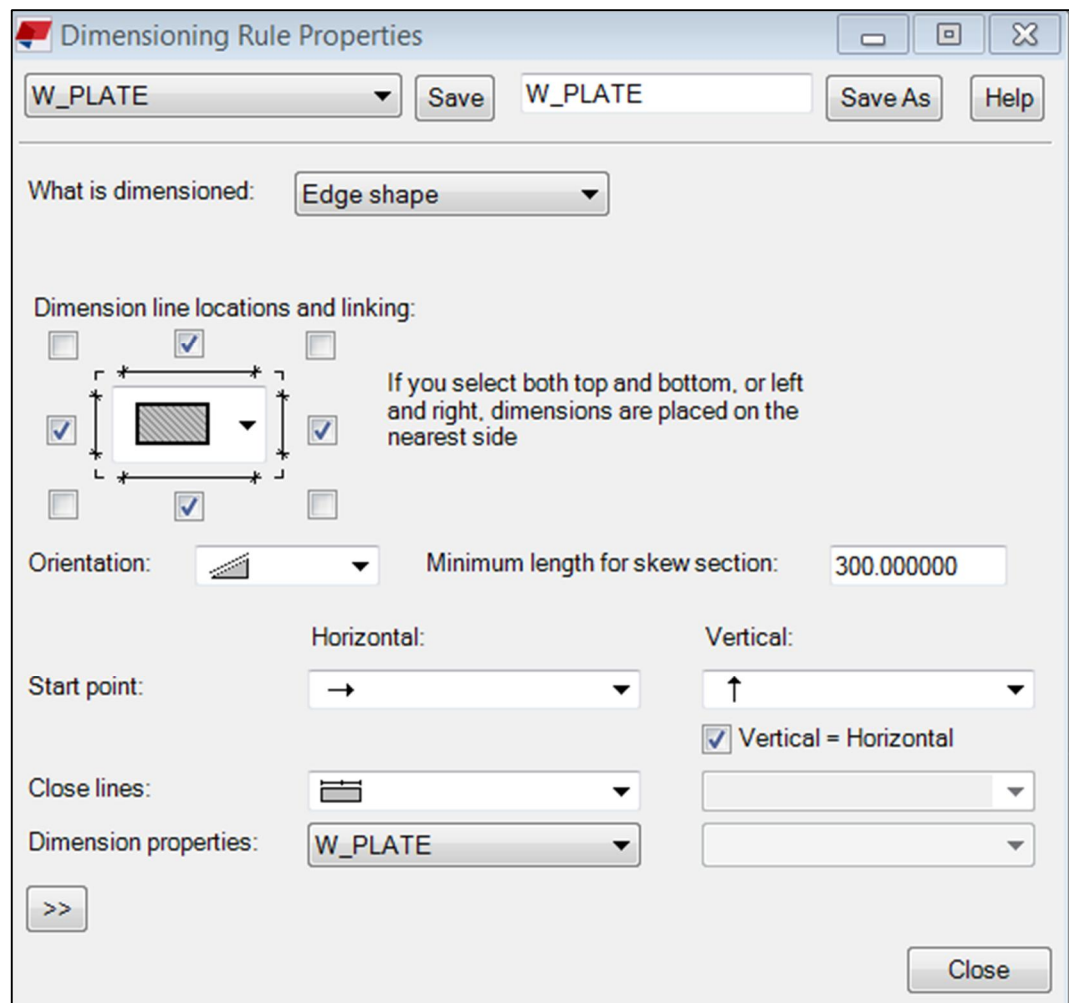
Vasemmalta sivulta puuttuu toinen pystymitta toimivilla asetuksilla. Tätä yritettiin korjata luomalla erikseen sääntö *integrated dimensions-* ja *shape dimensions* -mitoitustyypeille (kuva 15). Normaalisti teräspiirustuksissa käytetään vain *integrated dimensions*-tyyppiä (kuva 16), jolla saa määrättyä myös muodon mitoituksen. Tässä tapauksessa se jätti kuitenkin tuon puuttuvan mitan tekemättä. *Shape dimensions* -tyyppi eroaa huomattavasti *integrated dimensions* -tyypistä (kuva 17).



KUVA 15. Jotta vinoon levyyn saataisiin puuttuva mitta, yritettiin luoda erilaiset mitoitussäännöt Shape dimensions-mitointityyppillä.



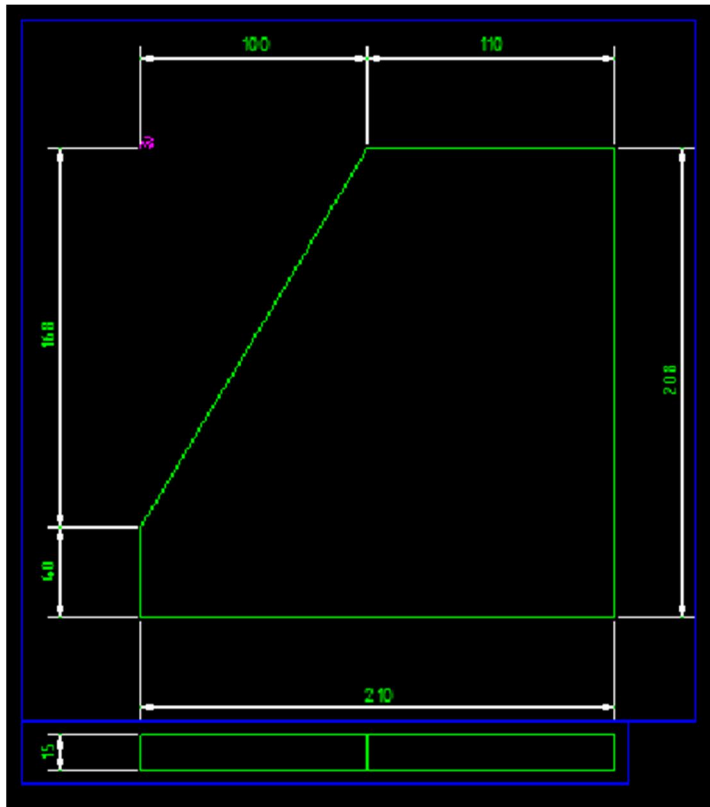
KUVA 16. Normaali mitoitussääntö W\_PLATE, joka luotiin levyille.



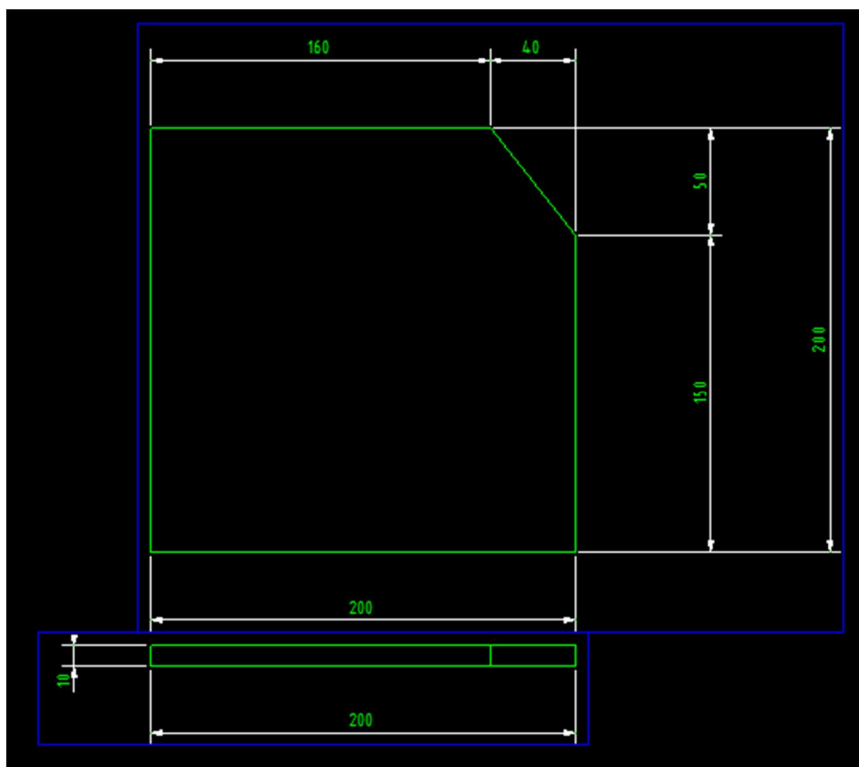
KUVA 17. Shape dimensions -mitoitustyyppin mitoitussäännön muokkausnäkö.

Asetuksia muokkaamalla saatiin ensin kuvan 18 mukainen tulos. Mitoitus olettaa tällä säännöllä levyllä nurkkapisteen avaruuteen eikä oikeaan nurkkaan. Levyn mallinnustapa tarkistettiin mallista, eikä sitä ole mallinnettu aluksi suorakulmaiseksi ja sitten leikattu, vaan se oli suoraan mallinnettu vinoksi. Se ei ollut komponentin osakaan, vaan käsin mallinnettu. Syytä tuolle avaruusnurkkapisteelle ei siis ole. Testimelessä mallinnettiin käsin vino levy, johon testattiin tätä vinoa levyä varten luotua asetusta. Tällöin asetusta toimi (kuva 19). Voidaan siis päätellä, että Tekla osaa luoda mitoituksen vinolle levyllä oikein varsin satunnaisesti. Mitään syytä ei löytynyt sille, miksi se ei joka kerta toimi.



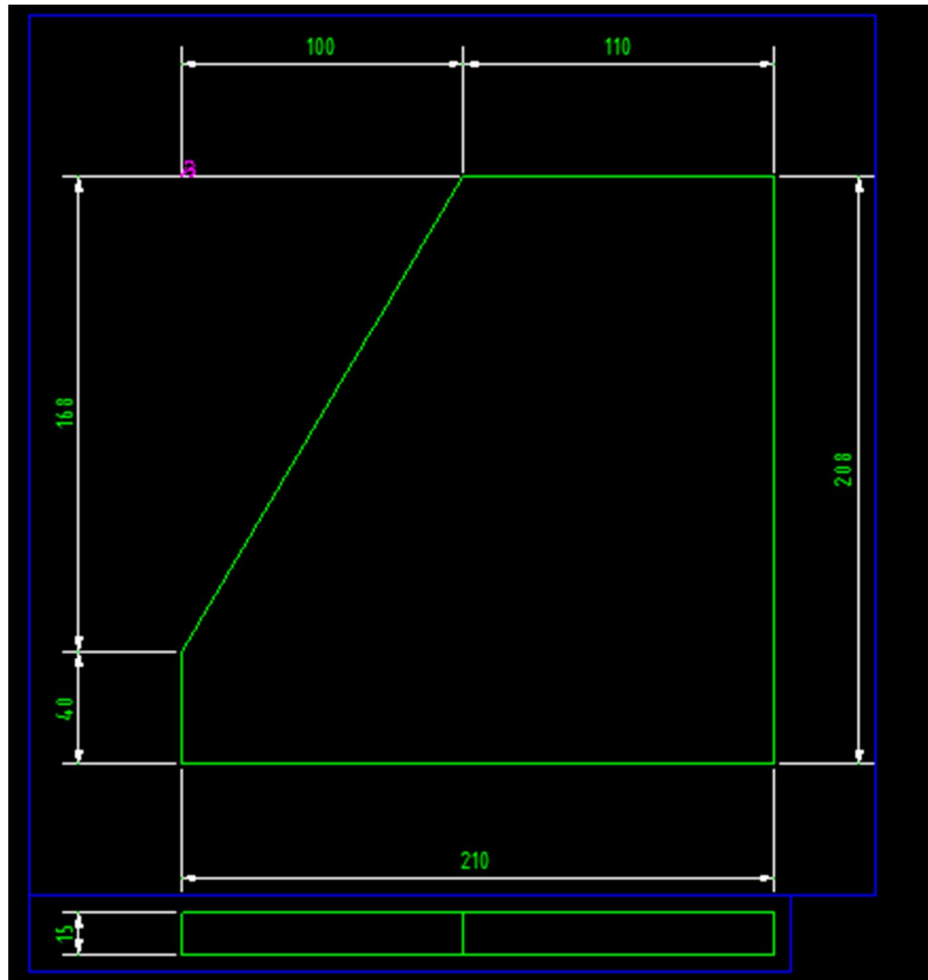


KUVA 18. Shape Dimensionsilla saatu mitoitustulos



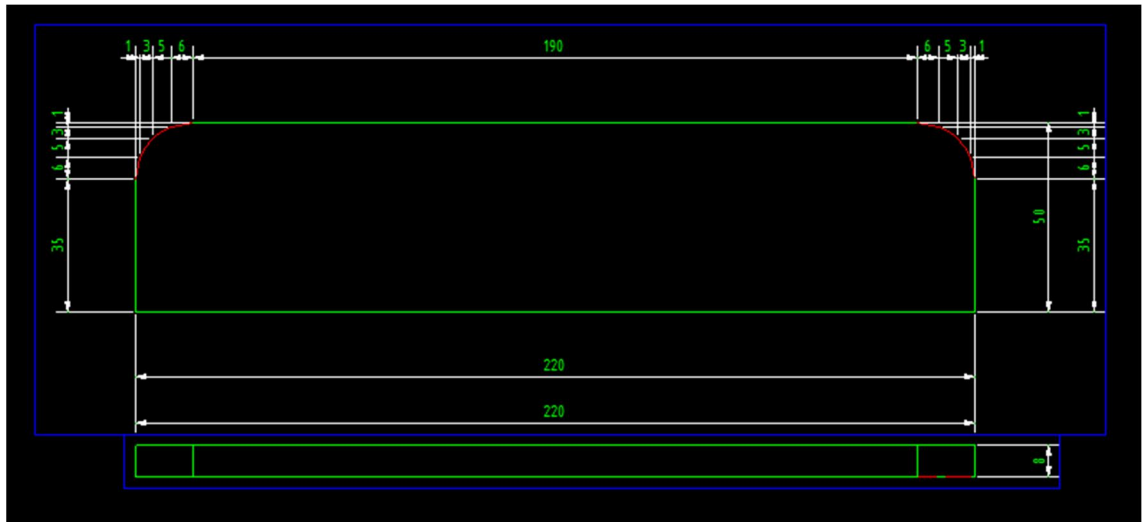
KUVA 19. Testilevy, jossa vinoa levyä varten luotu mitoitus toimii

Asetuksia lisää säätämällä saatiin tulos, jossa mitoitus saatiin pystysuunnassa toimimaan mutta vaakatasossa levyn yläreunan mitoituspiste on edelleen avaruudessa (kuva 20). Tämän pidemmälle ei korjaamalla päästy, vaikka kaikkia mahdollisia asetuksia Shape dimensions-säännölle kokeiltiin.



KUVA 20. Asetuksia lisää säätämällä saatiin mitoitusta vielä hieman paremmaksi.

Sen lisäksi, ettei mitoitusta vinolle levyille saatu vieläkään kuntoon, meni pyöristetyn levyn mitoitus täysi pilalle (kuva 21). Tämä on paljon suurempi ongelma kuin yhden mitan nurkkapiste, koska kaikkien levyjen tulisi toimia samoilla mitoitusasetuksilla. Pyöristetyn levyn mitoitus oli saatu täysin oikeanlaiseksi ennen kuin sääntöjä mentiin muokkaamaan (kuva 22).



KUVA 21. Pyöristetyn levyn mitoitus meni pilalle, kun vinon levyn mitoitusta yritettiin korjata.

Kuvan 21 mukainen mitoitus pyöristetyissä nurkissa johtuu siitä, että Tekla ei tunne ympyrää vaan käsittää kaikki pyöreät muodot lukuisina tiheinä, peräkkäisinä kulmina.

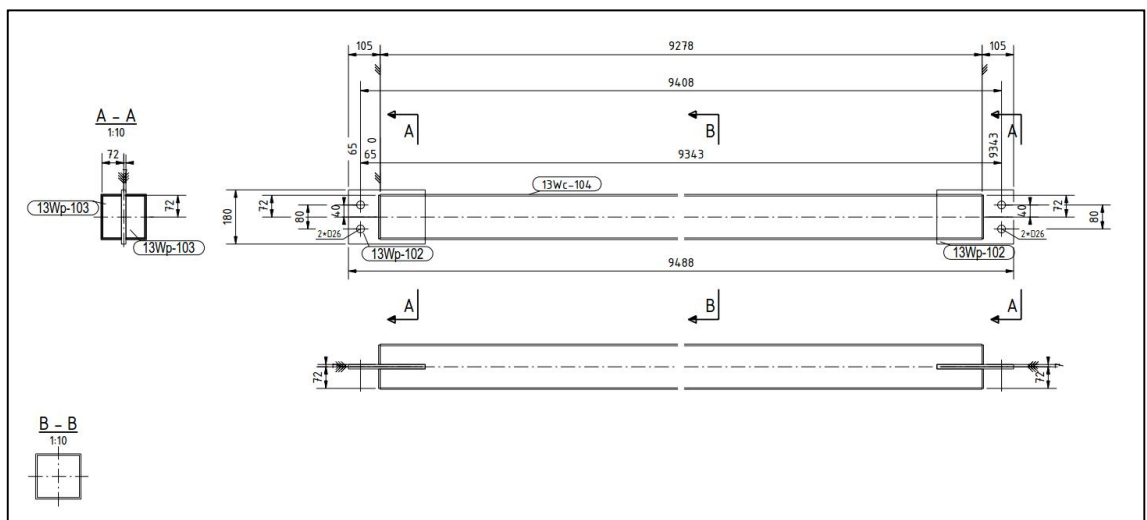


KUVA 22. Pyöristetyn levyn mitoitus kunnossa ennen vinon levyn korjausyritystä.

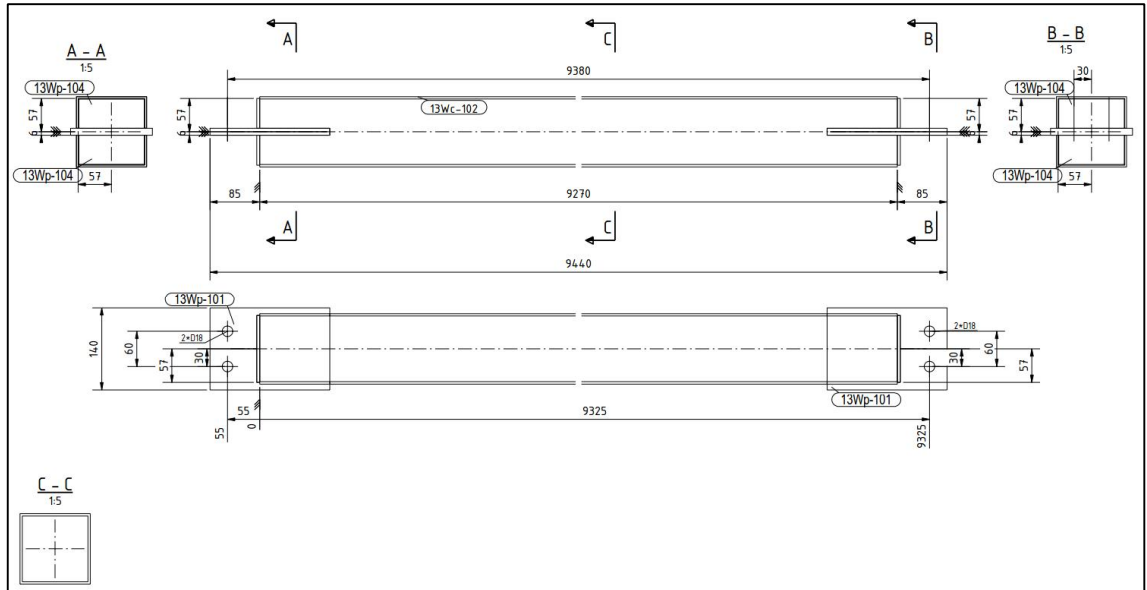
Käytännössä tulisi siis luoda mitoitussäännöt erikseen jokaiselle levytyypille, eikä vinon levyn mitoitus tulisi silloinkaan välttämättä aina täysin oikein. Erilliset mitoitussäännöt eivät ole mahdollisia, sillä levyjä ei voi filteroida piirustuksia luodessa muodon mukaan, paitsi jos ne nimettäisiin muodon perusteella. Se taas lisäisi huomattavasti ajankulutusta ja loisi turhaa sekavuutta. Levyjen osapiirustukset luodaan filteroimalla kunkin rakennusosan kaikki levyt kerralla näkyviin, ja ajamalla piirustukset samoilla asetuksilla. Näin luodaan kerralla jopa satoja levykuvia, projektista riippuen. Erillisillä asetuksilla vaikeutettaisiin ja hidastettaisiin prosessia huomattavasti. Näin ollen jouduttiin tyytymään siihen, että vinon levyn mitoitus ei vain saa täysin oikein. Puuttuvan mitan lisääminen kestää vain muutaman sekunnin. Vinoa levyä varten muokatut asetukset poistettiin.

## 5.2.2 Kokoonpanopiirustukset

Kokoonpanopiirustuksissa ongelmia tuottaa Teklan kyvyttömyys tuottaa piirustuksia automaattiasetusten mukaan. Piirustusasetusten luonnissa tavoitteena oli saada aikaan asetukset, jotka mitoittaisivat yksikertaiset kokoonpanot mahdollisimman oikeanlaisiksi. Tekla määritettiin luomaan piirustuksiin päätyleikkaukset automaattisesti, mikäli tarvetta niille olisi. Toisin sanoen, mikäli päädyissä olisi kiinnitettyinä osia. Tämä ei suju Teklalta ongelmitta (kuvat 23, 24).



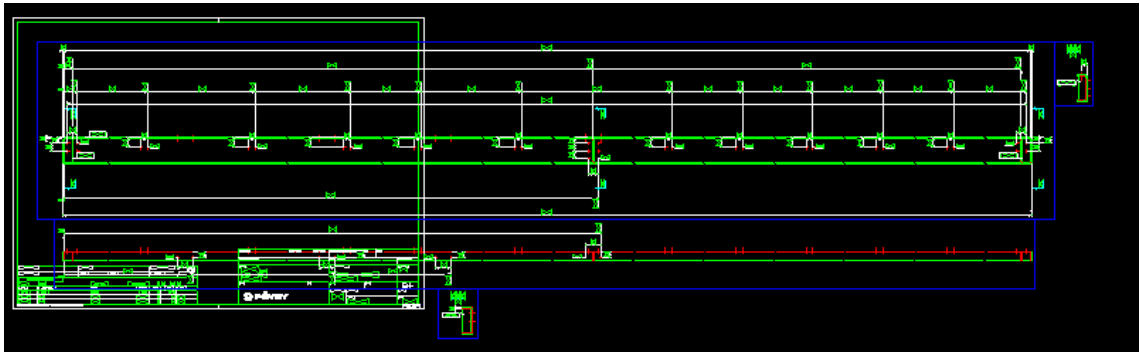
KUVA 23. Uusi asetuspohja kokoonpanoille, päätyleikkaukset toimivat oikein



KUVA 24. Samalla asetuspohjalla luotu piirustus toisesta kokoonpanosta, päätyleikkaukset eivät toimi

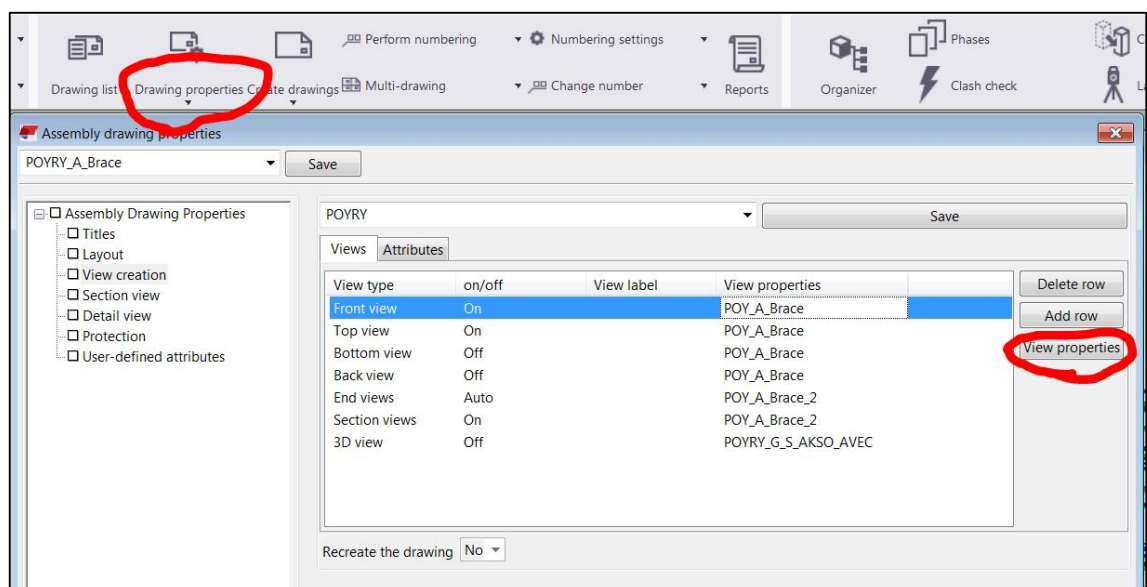
Kuvassa 24 Tekla määrittelee vinositeen päädyt erilaisiksi luomalla niille omat leikkauksensa. Kuvassa 23 Tekla on määrittänyt päädyt samanlaisiksi. Päätyjen pitäisi olla samanlaiset (toistensa peilikuvat) jokaisessa vinositeessä, mutta on tietysti mahdollista että mallinnuksessa on tapahtunut virhe. Silmämääräisesti eroja ei ole, kuten ei ole mitoissakaan. Asetusta kokeiltiin erään ilmanvaihtokonehuoneen 19:än erilaiseen vinosidekokoonpanoon. 14 kertaa Tekla teki erilliset päätyleikkaukset ja viisi kertaa vain yhden. Tästä voi päätellä, että joko automaattinen tunnistus ei toimi kuten pitäisi, tai sitten mallinnuksessa on huomattavia ongelmia. Päätyleikkauksia ei voi kuitenkaan laittaa näkyväksi kuvaan aina, koska todella usein tehdään kokoonpanoja, joissa päädyissä ei ole mitään poikkeavaa.

Toinen merkittävä ongelma kokoonpanopiirustuksissa on Teklan määrittämä mittakaava. Se esiintyy, kun tehdään piirustuksia pitkistä kokoonpanoista, kuten palkeista (kuva 25). Tekla ei ymmärrä, että näkymien tulisi mahtua layoutin sisään, ja mittakaavat eivät muutu sen mukaisiksi vaikka asetukset ovat oikein ja autoscale päällä. Vika ei johdu cut partsista, se on päällä asetuksessa päällä ja cut partin minimipituus on vain 300 mm.

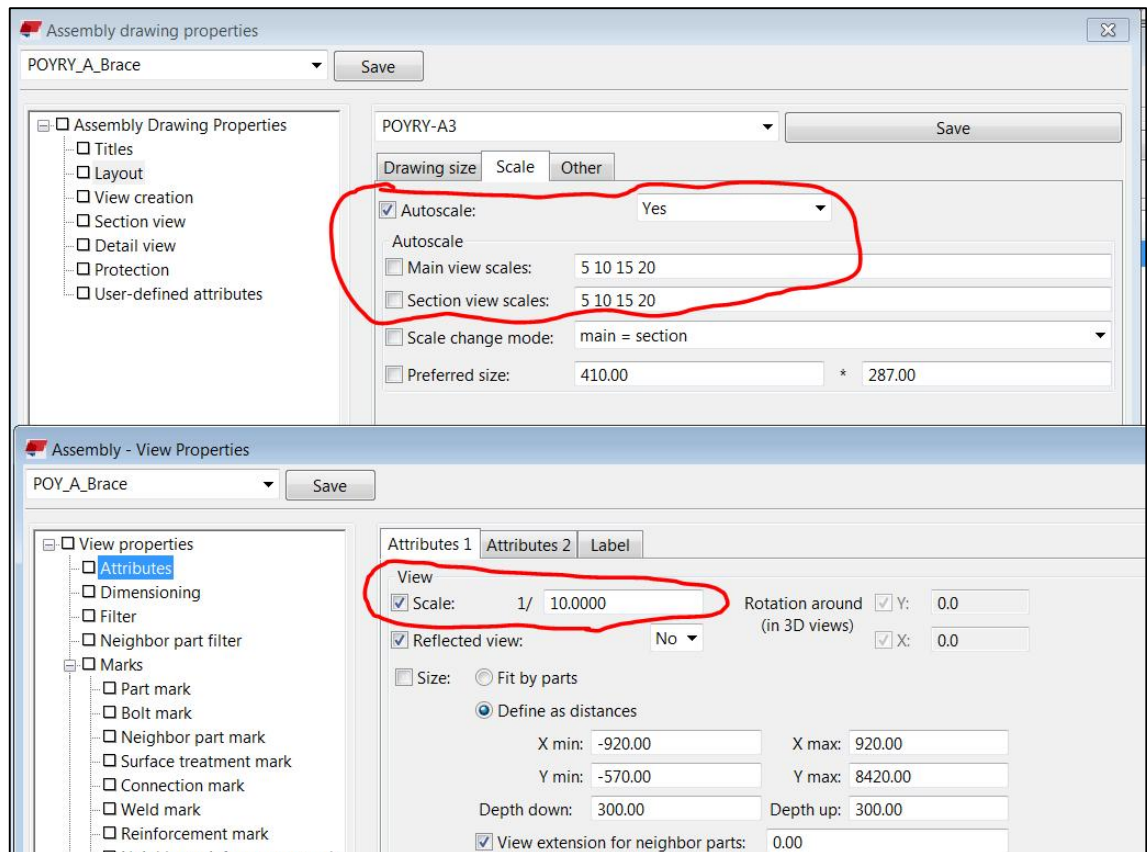


KUVA 25. Pitkän palkin kokoonpanopiirustus ei mahdu lähellekään paperin sisään.

Pitkissä kokoonpanoissa Tekla laittaa mittakaavan samaksi kuin se on näkymän asetuksissa valmiiksi, sen sijaan että ottaisi sen piirustustason asetuksista. Mittakaava on 1:10, oletusmittakaava näkymä-asetuksissa piirustusasetuksissa (kuvat 26, 27). Ongelmaan tuntuu auttavan piirustuskoon muuttaminen. Jos vaihtaa layout-asetuksiin autosizen päälle, Tekla osaa määrittää mittakaavan paremmin, mutta silloin se valitsee turhan isoja paperikokoja täynnä tyhjää tilaa. Jos laittaa päälle specified sizen, A2- ja A3-koissa mittakaava ei toimi oikein, mutta A1 toimii. Oletukseksi laitettiin A3, koska se on yleisin paperikoko kokoonpanoille. Pitkissä kokoonpanoissa näkymien mittakaavaa tulee vain muuttaa manuaalisesti.



KUVA 26. Piirustusasetuksiin pääsee valitsemalla drawing properties ja näkymä-asetuksiin view propertiesista



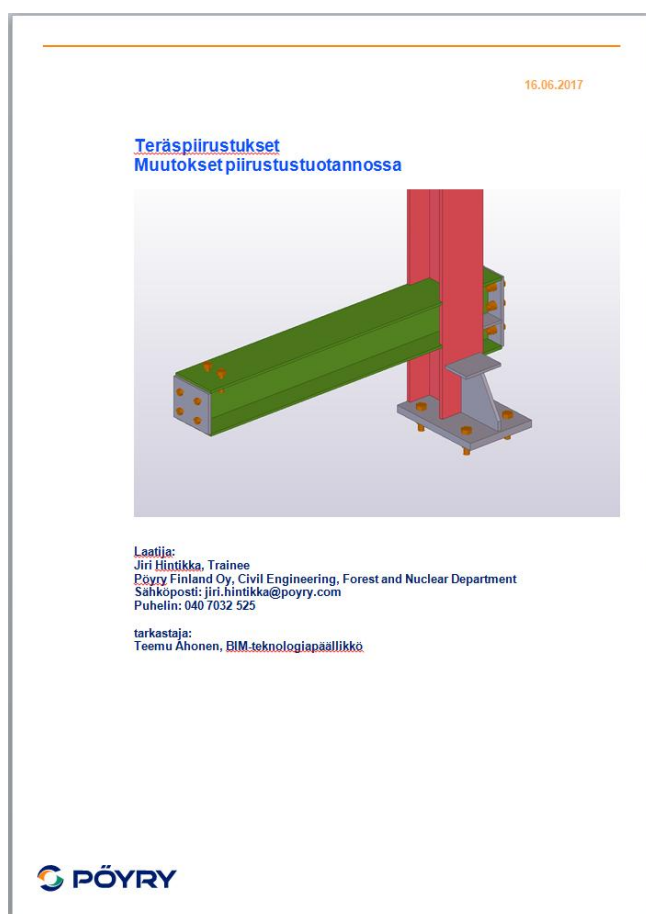
KUVA 27. Mittakaavan pitäisi määräytyä piirustusasetusten layout-sivulta, mutta Tekla ottaa sen isoissa kokoonpanoissa pienillä paperikoilla view propertiesista

Tämä näkymä-asetusten määräävyys voitiin todistaa poistamalla 1:10-mittakaava autoscale-vaihtoehdoista. Tekla teki silti piirustukset mittakaavaan 1:10, kun ne poistettiin ja luotiin uudelleen. Ongelma on tuttu jo vanhemmista Tekla-versioista, ja asiasta lähetettiin sähköpostia Trimblelle.

## 6 PIIRUSTUSOHJEEN TEKO JA TULOKSET

### 6.1 Piirustusohje

Yhtenä opinnäytetyön tavoitteena oli luoda piirustusohje (kuva 28), jossa kerrotaan kuinka piirustuksia tulisi tuottaa, ja millä tavalla muutokset vaikuttavat mallintamiseen ja piirustuspuolen toimintaan.



KUVA 28. Piirustusohjeen kansilehti

Aluksi käytiin läpi standardien määrittämät vaatimukset, ja pohdittiin mitkä niistä pystyy toteuttamaan Teklalla. Lisäksi tehtiin joitain käytännön kompromisseja, esimerkiksi standardien mukaan osa- ja kokoonpanopiirustuksissa mittakaavat hyppäävät 1:10-mittakaavasta 1:20-mittakaavaan, jos kuva ei mahdu paperiin. Tilaajayrityksessä on aina käytetty välissä 1:15-mittakaavaa, ja tämä jätettiin ennalleen.



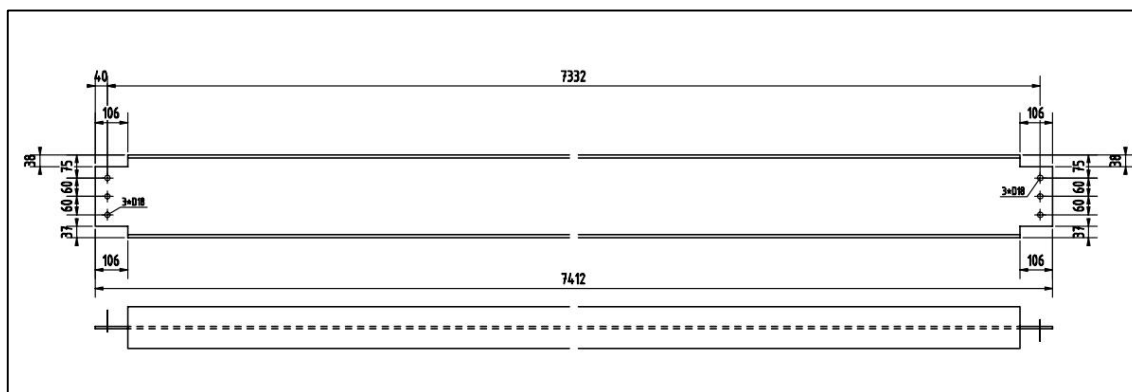
Muita käytössä olleita ohjeita tutkittiin sen jälkeen, ja näistä kerättiin lisätietoa. Yleensä standardien vaatimukset ovat melko yleisellä tasolla, kun taas esimerkiksi konepajojen ja RIL:n ohjeet ovat paljon yksityiskohtaisempia. Tietojen pohjalta luotiin liitteen 1 kysely, jossa selvitettiin kokeneiden teräsuunnittelun asiantuntijoiden näkemys ja mielipide erilaisiin piirustuksiin liittyviin asioihin. Vastausten, aiempien tietojen sekä liitteen 2 haastattelun perusteella tehtiin päätökset, mitä asioita piirustus pohjiin halutaan. Asetukset luotiin. Sen jälkeen koottiin ohje, josta käy ilmi, mikä on muuttunut ja mitä tulee tehdä eri tavalla uudessa versiossa.

## 6.2 Piirustus pohjien muutokset

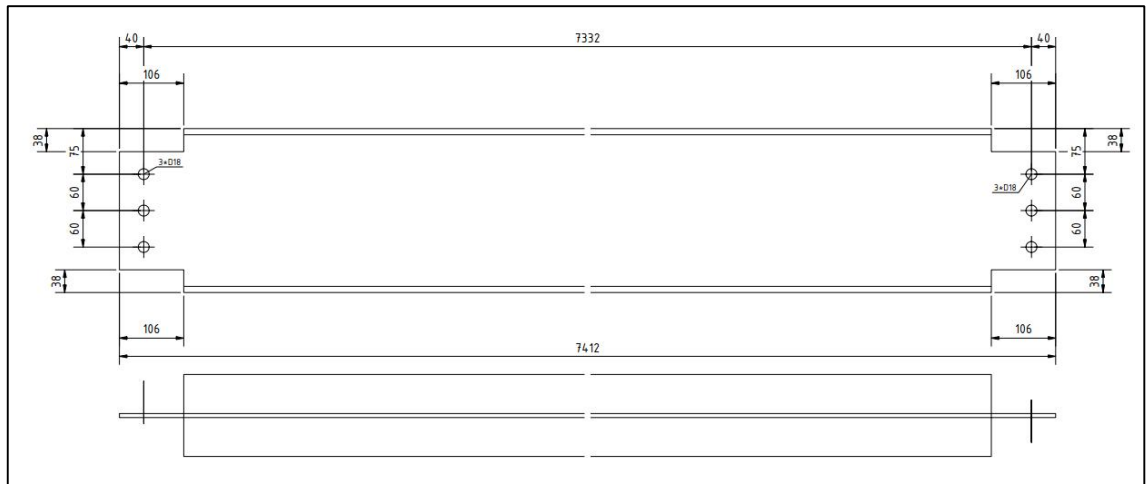
Seuraavaksi verrataan muutoksia vanhojen ja uusien piirustus pohjien välillä. Moni muutos koskee kaikkia piirustustyyppisiä. Tästä esimerkki on viivavahvuuksien päivitys standardien mukaiseksi. Ero näkyy seuraavissa kappaleissa.

### 6.2.1 Osapiirustukset

Osapiirustukset olivat melko hyvässä kunnossa ennestään. Osapiirustuksille tehtiin kaksi asetus pohjaa, W\_BAR ja W\_PLATE, joista jälkimmäisellä tehdään levyosien piirustukset, ensimmäisellä kaikki muut. W\_PLATElla saatiin muokattua kuvia selkeästi siistimmiksi (kuvat 29-32).

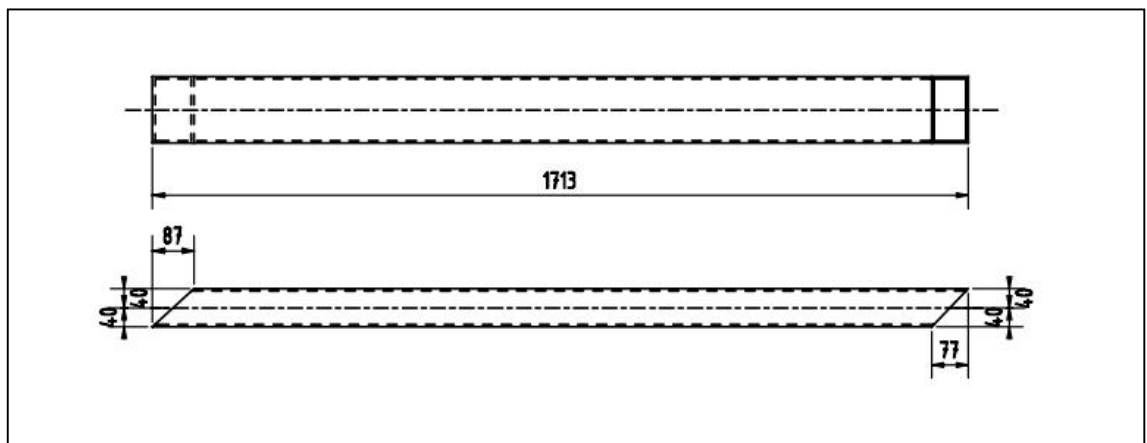


KUVA 29. Vanhoilla piirustusasetuksilla tehty osakuva

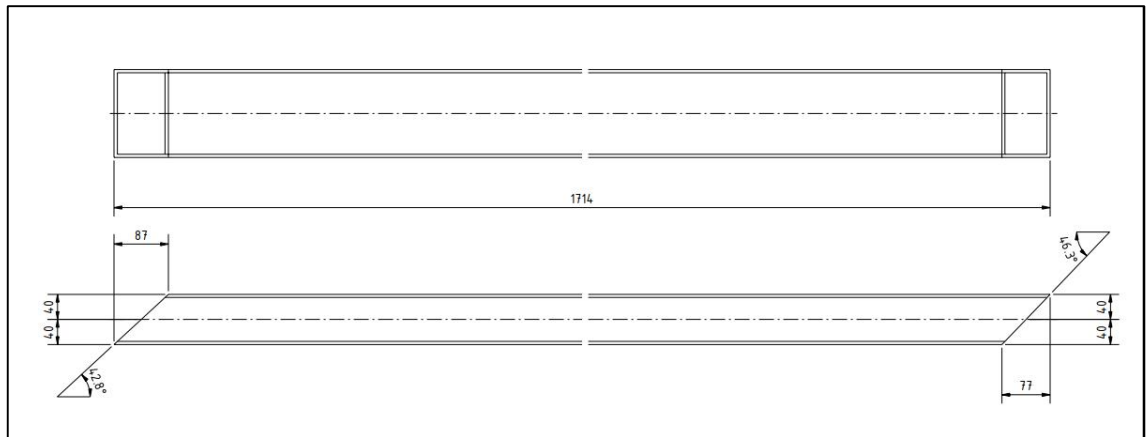


KUVA 30. Uusilla piirustusasetuksilla tehty osakuva.

Kuvassa 30 piirustus on huomattavasti siistimpi. Mittakaava on isompi mutta kuva mahtuu silti helposti A3-arkille. Piirustus kelpaisi konepajalle sellaisenaan.



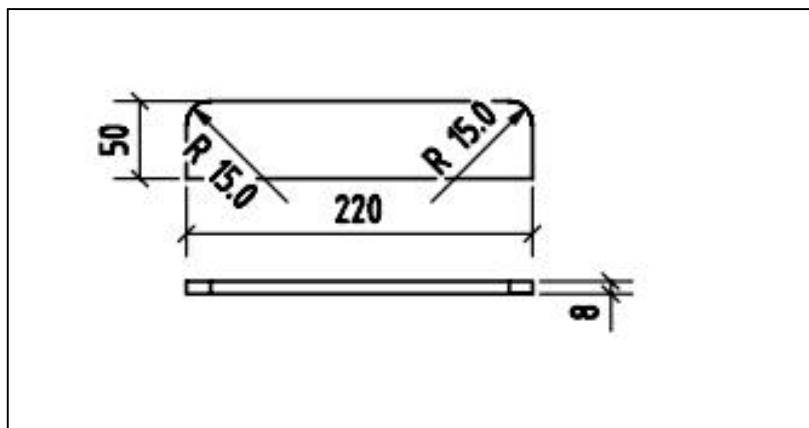
KUVA 31. Vanhoilla piirustusasetuksilla tehty osakuva



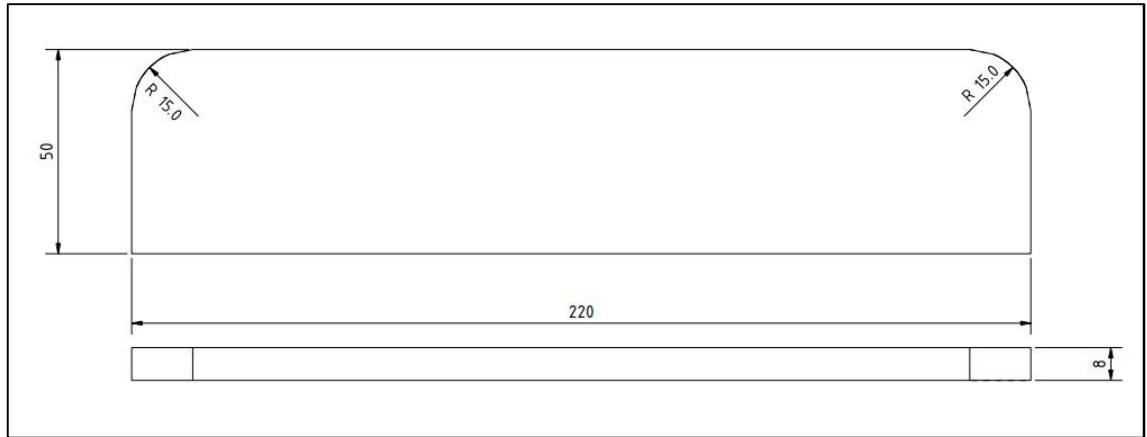
KUVA 32. Uusilla piirustusasetuksilla tehty osakuva.

Kuvassa 32 vinoihin leikkauksiin on tullut astemerkinnot. Piirustuksen voisi lähettää sellaisenaan konepajalle ilman ainuttakaan muutosta.

Levyosien piirustusasetukset olivat ennestään hyvässä kunnossa. Isoimmat muutokset tulivat mittakaavoihin (kuvat 33, 34).



KUVA 33. Vanhoilla piirustusasetuksilla tehty levykuva



KUVA 34. Uusilla piirustusasetuksilla tehty levykuva

Mittakaavat muutettiin standardinmukaisiksi. Mukaan otettiin 1:1 ja 1:2, vanhoissa asetuksissa pienin oli 1:5. Näkymät oli vain manuaalisesti muokattu pienemmiksi tarvittaessa, tai sitten käyty projektikohtaisesti tekemässä muokkaus piirustusasetuksiin.

### 6.2.2 Kokoonpanopiirustukset

Kokoonpanopiirustuksissa muutoksia oli enemmän, mutta ne eivät näy itse kokoonpanon näkymissä niin selkeästi (kuvat 35, 36). Kokoonpanoille on tehty kaksi asetus pohjaa, A\_BASIC ja A\_FRAME. A\_BASIC on tarkoitettu tavallisille, yksinkertaisille kokoonpanoille. A\_FRAME on tarkoitettu suurille ja monimutkaisille kokoonpanoille. Se tekee vain yhden, pituussuuntaisen mitan, ja määrittää paperikoon automaattisesti kokoonpanon mukaan. Näin piirustus pysyy siistinä ja on helppo mitoittaa. Suuria ja vaikeita kokoonpanoja on mahdotonta saada mitoitettua kunnolla automaattisesti. Yleensä valmiit mitat vain vaikeuttavat piirtäjän työtä, koska hyödylliset mitat hukkuvat turhien sekaan.



pano. Ylimääräisten mittojen poisto on nopeaa, ja muokatulla kokoonpanopiirustuksella on helppo kloonata loput vastaavanmalliset kokoonpanot piirustussarjaan.

Kokoonpanopiirustuksiin tehdään myös paljon muita muutoksia, joista muutama esimerkki:

- Palonkestotaulukko lisätään. Siihen tulee kohdat:
  - Kriittinen lämpötila
  - Poikkileikkaustekijä
  - Palonkesto aika
- Piirustustemplateen lisätään erilaisia detaljeja, joita voi laittaa tarvittaessa päälle UDA-valikosta (User Defined Attributes). Tällaisia detaljeja ovat esimerkiksi vinositeiden hitsausohjedetalji ja suurten palkkien nosto-ohje, jos nostosuunnitelmaa ei ole tehty.
- Kokoonpanopiirustusten osaluetteloon lisätään oma kohtansa valmistusstandardille.
- UDA-tilukosta poistetaan turhat kohdat, jotka eivät ole olleet käytössä ja jotka eivät ohjaa mitään. Tilalle lisätään tyhjiä kenttiä, joihin voi syöttää vapaasti tekstiä tarpeen mukaan. Näille teksteille lisätään yleistekstikenttä piirustustemplateen.

### **6.3 Luetteloiden muutokset**

Luettelot tehdään jatkossa Organizer-työkalun (kuva 37) avulla. Aiemmin käytettiin raporttityökalua. Organizer sisältää kaiken mallissa olevan informaation, sitä voi järjestää ja filteroida haluamallaan tavalla. Siitä saa myös tietoa siirrettyä excel-pohjiin, kuten raporttityökalussa.

The screenshot shows the Organizer software interface. The main window displays a table with columns: Name, Content type, Material type, Material, Position number, Profile, Top level / mm, Height / mm, Length / mm, Width / mm, Volume / m3, Weight / t, Phase, Section, and Floor. The table contains 25 rows of data for various beam assemblies. On the right side, there is a 'Categories' panel with a search bar and a list of categories such as 11GR (16), 11SS (47), 11ST (9), 12F (13), 12B (99), 12W (34), 12C (42), 12T (3), 12GR (2), 12SS (3), 13X (2), 13F (14), 13C (18), 13T (4), 13B (79), 13W (13), 13GR (4), 13SS (25), and 14F (19).

## KUVA 37. Organizer

Tuleviin luetteluihin lisätään muutama uusi sarake:

- Materiaaliluetteloon toteutusluokka (kuva 38)
- Kokoonpanoluetteloon värisävy, maalausjärjestelmä, toteutusluokka ja toleranssiluokka (kuva 39)

Profile	Material	Number	Length [mm]	Length sum	Weight [kg]	Weight sum	Area [m <sup>2</sup> ]	Area sum	Class
---------	----------	--------	-------------	------------	-------------	------------	------------------------	----------	-------

## KUVA 38. Esimerkki uuden materiaaliluettelon sarakeista

Execution class	Tolerance class	Assembly	Main part name	Main part profile	Number	Length [mm]	Length sum	Weight [kg]	Weight sum	Area [m <sup>2</sup> ]	Area sum	Drawing	Date	Revision, date	Color tones	Paint treatment	Phase
-----------------	-----------------	----------	----------------	-------------------	--------	-------------	------------	-------------	------------	------------------------	----------	---------	------	----------------	-------------	-----------------	-------

## KUVA 39. Esimerkki uuden kokoonpanoluettelon sarakeista

Painon laskenta luetteluihin muuttuu. Tekla laskee joka osalle painon, bruttopainon ja nettopainon. Standardiprofiileille bruttopaino ja paino ovat samat. Parametrisesti eli manuaalisesti määritetyille profiileille näissä on pieni ero. Nettopaino tarkoittaa mallinnettua painoa, joka ottaa huomioon leikkaukset ja reiät. Näissäkin on poikkeavuuksia riippuen siitä, kuinka leikkauksia on tehty. Fit Part End -toiminto tuottaa erilaisen nettopainon kuin Cut Part End -toiminto. (Kuokkanen 2011, 3-6)

Tulevaisuudessa urakkavaiheen luetteloissa taulukoissa näkyy bruttopaino. Toteutusvaiheessa levyosille lasketaan nettopaino ja aihioille bruttopaino, kuten Pöyryn maksu- ja mittausperusteissa vaaditaan. Aiemmin ei tehty erikseen luetteloita projektin eri vaiheisiin, ja samat painot olivat joka taulukossa käytössä.



## 7 POHDINTA

Täysin standardienmukaisten piirustusten tuottaminen Teklalla ei onnistu ongelmitta, ja kompromisseja on tehtävä. Joskus muutoksen toteuttaminen heikentää piirustuksen selkeyttä, joskus Teklan ominaisuudet eivät mahdollista sitä. Terässuunnittelijoille suunnatulla kyselyllä saatiin paljon vastauksia, joista kompromissien seulominen oli haastavaa. Tapoja ja tottumuksia tehdä asioita on useita, ja tavoitteena olikin yhtenäistää yrityksen sisäistä piirustustuotantoa. Sen onnistuminen ei ole vielä selvää. Uutta Tekla-versiota ei vielä päästä käyttämään projektityössä, sillä yrityksen omien ympäristöjen luominen siihen on kesken. Omaa opinnäytetyötäni vastaavaa kehitystyötä tehdään parhaillaan myös betoni- ja perustuspuolelle. Teräsportaista tehtiin jo hieman samantapainen opinnäytetyö aiemmin tänä vuonna.

Testimallissa tehdyt piirustukset kertovat uusien asetuspohjien toimivan vanhoja paremmin ja tarkoituksenmukaisemmin. Vanhat pohjat on tehty alun perin huomattavasti vanhempaan versioon, ja aina siirretty versiota vaihdettaessa uuteen sellaisinaan. Tekla ei ole kuitenkaan pysynyt samanlaisena versioiden välillä, ja näin ollen vanhojen asetusten toiminta on heikentynyt ajan myötä.

Nyt pyrittiin myös hyödyntämään Teklan uusia ominaisuuksia, ja siinä onnistuttiin. Organizerin pitäisi tehostaa luetteloiden toimintaa ja tuotantoa, ja mahdollistaa esimerkiksi painojen laskennan tarkentumisen projektin eri vaiheissa. Piirustuksissa suunta on entistä enemmän mallin puolella tapahtuvassa ohjauksessa, ja vähemmän piirustuspuolelle tehtävissä manuaalisissa viivojen piirtelyssä ja kirjoittamisessa. Pintakäsittelyjen ja palonsuojausten merkinnässä tuotantopiirustuksiin luotiin uusia käytäntöjä, joita ei aiemmin ole käytössä ollut.

Tulevaisuudessa asetuksia voi yhä kehittää erityisesti object level settingsin kautta. Sieltä voi määrätä yksityiskohtaisia käskyjä tarkoilla filttareilla. Toistaiseksi object level settingsin kautta tapahtuvaa ohjausta on vähän, sillä liian monta sääntöä samaan aikaan tuntuu toimivan huonosti Teklassa ja sekoittavan piirustusta. Lisää piirustustuotantoa nopeuttavia ja piirustus pohjaan lisättäviä, yleisluontoisia detaljeja tarvittaisiin myös.

Henkilökohtaiset tavoitteet toteutuivat hyvin. Ajankäyttö oli tehokasta ja työ valmistui aikataulussa, vaikka projektityöt keskeyttivät välillä opinnäytetyön tekemisen. Työ eteni järjestelmällisesti vaihe vaiheelta. Teklan toiminta tuli selkeästi tutummaksi, ja opittuja taitoja kykenee hyödyntämään työelämässä. Vuorovaikutustaidotkin kehittyivät työtä tehdessä, tutustuin uusiin ihmisiin ja yhteistyö sujui koko ajan paremmin ohjaajan kanssa.

## LÄHTEET

CEN. Who we are. Luettu 12.4.2017. <https://www.cen.eu/about/Pages/default.aspx>

ISO. About ISO. Luettu 12.4.2017. <https://www.iso.org/about-us.html>

Kuokkanen, Jyry. 2011. Tekla Structures Mitä ovat Paino ("Weight"), Bruttopaino ("Gross weight") ja Nettopaino ("Net Weight") Manual.

Rakennustieto. Rakennustieto. Luettu 26.5.2017.

<https://www.rakennustieto.fi/index/rakennustieto.html>

Rakennustieto. RT tietoväylä. Luettu 26.5.2017.

[https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5duD2RhBP/yH4c6Bfpt/RT-kortisto\\_esite.pdf](https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5duD2RhBP/yH4c6Bfpt/RT-kortisto_esite.pdf)

RIL. Julkaisut. Luettu 30.5.2017. <http://www.ril.fi/fi/julkaisut.html>

RIL. RIL. Luettu 30.5.2017. <http://www.ril.fi/fi/ril.html>

SFS. Mikä SFS on? Luettu 12.4.2017. [https://www.sfs.fi/sfs\\_ry](https://www.sfs.fi/sfs_ry)

SFS. Standardisoimisliiton jäsenet. Luettu 12.4.2017.

[https://www.sfs.fi/sfs\\_ry/organisaatio/jasenet](https://www.sfs.fi/sfs_ry/organisaatio/jasenet)

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2013. RIL 229-1-2013. Rakennesuunnittelun asiakirjaohje: Tekstiosa. Tampere: Tammerprint Oy

Trimble. 2017. Tekla Structures 2017 Drawings. Luettu 30.5.2017.

<https://teklastructures.support.tekla.com/system/files/manual/Drawings%202017.pdf>

Tuomikoski, P. rakennesuunnittelija. 2017. Haastattelu 7.6.2017. Haastatteliija Hintikka, J. Vantaa

## LIITTEET

1(7)

Liite 1. Teräspiirustuskysely

# Teräskuvapohjien uudistaminen

Tässä olisi kysymyksiä, joista saatavilla tiedoilla olisi tarkoitus tehostaa ja yhtenäistää tulevia teräskuvien mallintamistapoja ja piirustus pohjia. Todennäköisesti kaikkea ei voida korjata, varsinkin jos vastauksia tulee paljon. Tehdään kyllä selkoa mitä on korjattu. Jos koet ettet osaa vastata kaikkiin kysymyksiin, vastaa niihin jotka koskevat omaa toimenkuvaasi ja osaamistasi. Takaraja vastaamiselle on PERJANTAI 28.4.

Teräskokoonpanojen UDA. UDA-valikkoja tullaan karsimaan reilulla kädellä. Mitkä näistä ovat tärkeitä? Mitä käytetään, mitä pitäisi lisätä, mitkä voi poistaa? Koskee lähinnä kuvissa näkyviä Teräs- ja Yleistiedot-välilehtiä.

The screenshot shows the 'Tekla Structures Steel Assembly (1)' dialog box. The 'POYRY-Yleistiedot' tab is selected, showing a grid of checkboxes and input fields for various assembly parameters. The 'POYRY-Teräs' tab is also visible, showing parameters for steel assembly.


POYRY-Yleistiedot	POYRY-Teräs
Esikoronus <input checked="" type="checkbox"/>	Kriittinen lämpötila <input checked="" type="checkbox"/>
Valmistus	Pintakäsittely
Standardi <input checked="" type="checkbox"/>	Standardi <input checked="" type="checkbox"/>
Toleranssit	Esikäsittelyaste <input checked="" type="checkbox"/>
Valmistustoleranssi <input checked="" type="checkbox"/>	Pintakäsittely tai maalaus <input checked="" type="checkbox"/>
Pitautoleranssi <input checked="" type="checkbox"/>	Tarkennetut pintakäsittely- tai maalausohjeet
Asennustoleranssi <input checked="" type="checkbox"/>	Pohjamaali <input checked="" type="checkbox"/>
Rei'ittäminen <input checked="" type="checkbox"/>	Välikerros <input checked="" type="checkbox"/>
Polttoleikkausluokka <input checked="" type="checkbox"/>	Pintamaali <input checked="" type="checkbox"/>
Materiaalin tarkastus <input checked="" type="checkbox"/>	Kokonaispaksuus kuvana <input checked="" type="checkbox"/>
Viimeistelyaste <input checked="" type="checkbox"/>	Värsävy 1 <input checked="" type="checkbox"/>
	Värsävy 2 <input checked="" type="checkbox"/>
Hitsit	Hitsien tarkastus
Hitsiluokka <input checked="" type="checkbox"/>	Standardi <input checked="" type="checkbox"/>
Yleisluokitus <input checked="" type="checkbox"/>	NDT-luokitus <input checked="" type="checkbox"/>
Oletuskoko <input checked="" type="checkbox"/>	Pienahitsit <input checked="" type="checkbox"/>
Hitsatut profiilit <input checked="" type="checkbox"/>	Jatkohitsit <input checked="" type="checkbox"/>
Yleistehti ilman otsikko <input checked="" type="checkbox"/>	

## yleistiedot-välilehti

Tekla Structures Steel Assembly (1)

Save Load < ExternalDesign > Save as

Kokoonpanon taulukointi		Parameters	Workflow
Assembly	IFC export	POYRY-Yleistiedot	POYRY-Teräs
Selitys			
Suunniteltu käyttöikä	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Suun. käyttöikä ulkokuori	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Rakenneluokka	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Ympäristöluokka (vanha normi)	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Rasitusluokka	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Rasitusluokka ulkokuori	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Paloluokka	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Laadunvalvonta	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Seuraamusluokka	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Luotettavuusluokka	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Toteutusluokka	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Lohko	<input checked="" type="checkbox"/>		
Alalohko	<input checked="" type="checkbox"/>		
Kerros	<input checked="" type="checkbox"/>		
Vapaamuotoiset tekstit			
Otsikko		Tekstiosa	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	

OK Apply Modify Get  Cancel

Tässä on osatason UDA. Kokoonpano-UDA näyttää samantapaiselta tulevaisuudessa

Tekla Structures beam (1)

~~Celsa QR Hidden~~ Celsa QR POYRY - Osat ja tuotteet Parameters

Osan t?ydent?v?it tiedot-Voidaan muuttaa vaikuttamatta numerointiin

Nimi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Profiili	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Materiaali	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Pintak?ittely	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
-----					
Taivutussäde	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Taivutuskulma	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
MEK-Rivi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	MEK-Kuvaus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
-----					
Vaihe	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Pos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
Piir.Nro.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>	Tuotekuvaus	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>
-----					
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>

OK Apply Modify Get  /  Cancel

Pitäisikö nykyisiin osa- ja kokoonpanokuvaan lisätä jotain yleistekstejä. esim. hitseistä? Nykyisillään kuvissa on tekstejä hyvin vähän

Your answer

---

Kokoonpanokuvien osaluetteloissa ei ole standardivaatimuksia mukana. Pitäisikö lisätä? Koskevatko materiaalia vai valmistusta? ISO-standardien perusteella standardien pitäisi olla mukana osaluetteloissa

4(7)

Kokoonpanokuvien osaluetteloissa viittaukset osakuviin on annettu toimittajan piirustusnumerolla (ks. ylempi kuva). Miksi ylipäänsä on erikseen asiakkaan ja toimittajan piirustusnumero (ainakin osassa projekteista, ks. alempi kuva)? Onko mahdollista käyttää vain yhtä piirustusnumeroa? Pitäisikö taulukkoon laittaa asiakkaan piirustusnumero, jos kaksi numeroa on käytössä?

TERRÄRANGELLUKORJA EXC2		PINTAKÄSITELY EPZn(R) EPPUR 2004 - FeSe2 5		HITSIT, ELLEI TOINENMINTU		
VALMISTUSTOOLUUNNOSTI		UNESAVI RAL 7046 (Telegrey2)		HITSIALUOKKA C		
OSALUETTELO KOKOONPANOLLE						
13B-107	BEAM	270*1069*12961	VALMISTETAAN	1 kpl	529 kg	
Tunnus	Profiili - Tyyppi	Koko	Materiaali	lkm	kg / kpl	piir nro
13Bc-106	UPE270	12945	S355J2	1	455.2	67030
13Bc-114	UPE160	975	S355J2	3	19.2	67030
13Bp-117	PL8	95*260	S355J2+N	2	1.6	67031
13Bp-119	PL8	80*243	S355J2+N	4	1.2	67031
13Bp-120	PL8	87*243	S355J2+N	6	1.3	67031

Your answer

käytössä olevat piirustusnumerot

Päiväys 10.02.2017	Toimittajan piirustusnumero/keskittönumeri 67029	Toimittajan nimi Pöyry Finland Oy	Siunaaja J.PALMI
Pakkaus KP-606-	Lähtöpaikka	Toimituspalkan numero	Asennusnumero
			101012
	Tehdas, osasto, koolokuva, kone tai laite PÄÄLLYSTYSTEHDAS	Takausaika P.TUOMIKOSKE LYYTIKÄINE	Hyökkäys 150
	Toimituspalkan nimi PEE JA PAKKAAMO	Ulköy piirustusnro	Materiaaliluku
	Piirustajan nimi (SNP:n osasto) tai muu nimi (Materiaali- ja laite) N-HUONE, +93.600 / F-H / PS-P11	Ohjelmaversio	Tekla Structures 21.0
	Lähtöpaikka / Projekti PeCCa-Projekti	Projektinumero	67030
			KP3062477
		+101000248	

Mikä paino pitäisi näkyä osaluetteloissa toteutusvaiheessa?  
Entä materiaaliluettelossa urakkavaiheessa? Paino, nettopaino?  
Mitä vaikutuksia nettopainon laittamisella olisi?

Your answer

Onko G Cover pagessa jotain ongelmia? Tarvitaanko uutta g-kuva -mitoituspohjaa?

Your answer

5(7)

Onnistuuko hitsien tietojen laittaminen oikein mallin puolella? Oulussa näin ilmeisesti jo tehdään. Mitä hyvää, mitä ongelmia? Näytetäänkö kaikki hitsit, vai käytetäänkö yleishitsiä ja näytetään vain poikkeavat? Miksi hitsien laittaminen mallinnusvaiheessa on ongelmallista?

Your answer

---

Voiko kokoonpanossa olla pienempiä hitsejä kuin yleishitsi? Vaikuttaa piirustusasetusten määrittämiseen.

Your answer

---

Voiko sama hitsi näkyä useammassa näkymässä?

Your answer

---

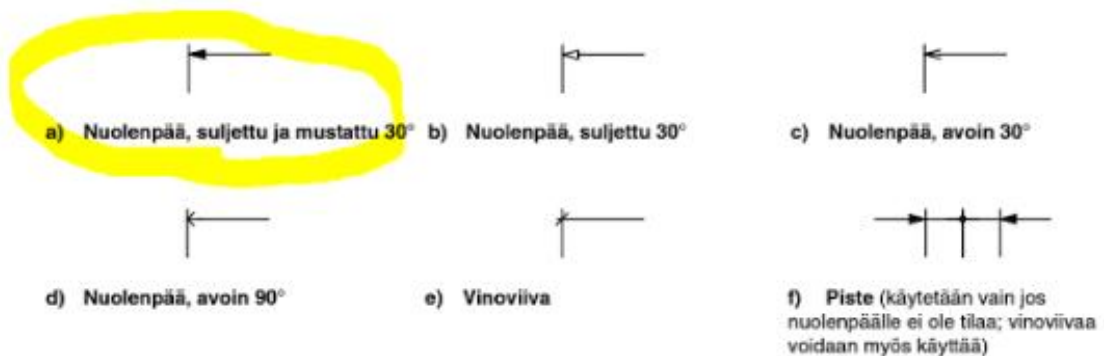
Pitäisikö keskilinjojen olla näkyvissä aina kokoonpanokuvissa? Osakuvissa ei tarvita?

Your answer

---

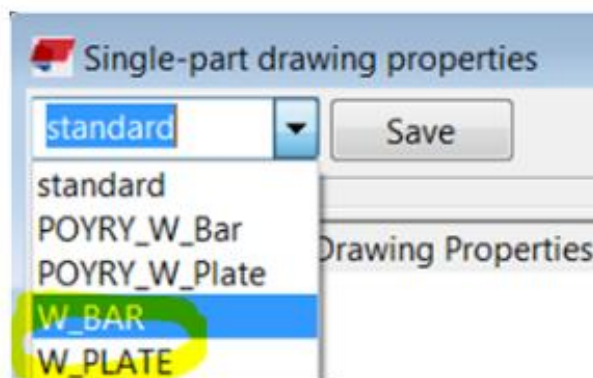


Mitoitus tulee tapahtumaan osa- ja kokoonpanokuvissa aina mustatuilla, suljetuilla 30-asteisilla nuolilla. Standardit ja ohjeet määräävät nuolia käytettäviksi jononmitoissa. Nuoli kertoo näissä kätevästi suunnan mihin mitta kasvaa. Mittoihin on olemassa 5 erilaista, standardinmukaista mittaviivan päätevaihtoehtoa. Selkeyden ja nopeuden vuoksi on hyvä käyttää joka mitassa samanlaista mittapäätettä, eli nuolta. Musta nuoli on myös yleisesti käytössä monilla suurilla toimijoilla osa- ja kokoonpanokuvissa, ja esimerkiksi SFS:n Teknisten tuoteasiakirjojen yleisissä esittämisperiaatteissa se on oletuksena. Kommentteja tästä? Vantaalla nuolia on käytetty aiemminkin, mutta ilmeisesti ainakin Oulussa vinoviivaa.



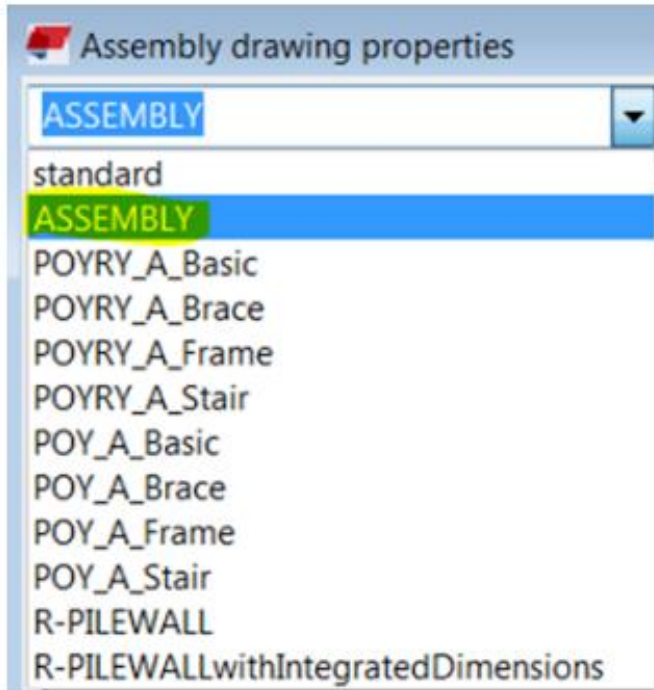
Your answer

Osakuville on nyt tehty kaksi asetuspohjaa W\_BAR ja W\_PLATE jotka luovat mitoituksen, profiileille ja levyille. Tarvitaanko enemmän pohjia? Onko jotain erikoistyyppisiä olemassa jotka tarvitsisivat omansa?



7(7)

Kokoonpanoille on nyt luotu peruspohja (nimellä ASSEMBLY), joka on suhteellisen siisti ja yksinkertainen ja pyrkii olemaan luomatta turhia mittoja. Yksinkertaisten kokoonpanojen mitoitus tulee oikein jopa sellaisenaan. Valmiita asetuspohjia on basic, brace, frame (ja stair). Missä tilanteissa näitä on käytetty? Ovatko turhia, vai tulisiko tehdä lisää?



Your answer

---

Muuta korjattavaa/kehitettävää Tekla-asetuksissa?

Your answer

---

## Liite 2. Haastattelu

**Haastattelu 1: Pekka Tuomikoski**

AIKA: 7.6.2017

PAIKKA: Pöyry Finland Oy, Pöyry-talo, Vantaa

HAASTATTELUJA: Jiri Hintikka

HAASTATELTAVA: Pekka Tuomikoski, Team Leader

Teen Pöyrylle opinnäytetyötä teräspiirustusten tietomallipohjaisen tuotannon uudistamisesta ja tehostamisesta. Teen haastattelun, jotta saisin taustatietoa ja yksityiskohtaisempaa tietoa teräspiirustuksista. Tarkoitus on myös saada kokeneen suunnittelijan näkökulma aiheeseen.

Haastateltavana toimii Team Leader Pekka Tuomikoski.

Minkälaisia teräspiirustuksia on olemassa, ja missä projektin vaiheissa mitään tuotetaan?

Missä tilanteissa tuotetaan ahiopiirustuksia, varusteluosapiirustuksia ja asennusosapiirustuksia, ovatko olleet käytössä Pöyryllä?

Painon määrittäminen, missä tilanteissa luetteloissa käytetään bruttopainoa, missä nettopainoa?

Minkälainen käytäntö olisi hyvä ottaa pintakäsittelyihin?

-miten asetetaan (UDA?)

-miten piirustuksiin?

-miten on toimittu palosuojamaalin kanssa? Käytäntö puuttuu?

Kokemukset nykyisistä piirustusohjelmista? Mitä parannettavaa, erityisesti kokoonpanokuvien asetuksissa?

Mitä pitäisi mielestäsi säilyttää nykyisistä UDA-valikoista?

Haastateltava hyväksyy haastattelun puhtaaksikirjoitetun version ja antaa luvan käyttää tietoja opinnäytetyön lähdeaineistona.

Pekka Tuomikoski

Pekka Tuomikoski, Team Leader

Vantaa 7.6.2017

Paikka ja Aika