



# **Käyttöopas aloittelijoille**

## Tekla Structures 13

Lasse Voutilainen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2011  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Lentokonetekniikka  
Tampereen ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Lentokonetekniikan suuntautumisvaihtoehto

VOUTILAINEN, LASSE: Aloittelijan käyttöopas Tekla Structures 13 sovellukselle

Opinnäytetyö 68 s., liitteet 7 s.  
Huhtikuu 2011

---

Tekla Structures 13 on kotimainen rakennuksen tietomallintamisessa käytettävä sovellus. Sen avulla voidaan luoda nopeasti ja tehokkaasti rakennuksista kolmiulotteinen malli, sekä valmistaa tarvittavat piirustukset ja aikatauluttaa rakennuksen valmistaminen.

Tämä työ on tarkoitettu ohjeeksi KT-Plan Oy:n suunnittelijoille, jotka tarvitsevat työssään Tekla Structures sovellusta, mutta eivät ole siihen aiemmin tutustuneet. Sovellus itsessään on erittäin monipuolinen ja vaativa. Tästä johtuen työ käsittää siitä vain murto-osan ja ohjelman todellinen hallinta vaatii aikaa ja ahkeraa harjoittelua.

Työ on jaettu kolmeen osaan, joista ensimmäinen käsittelee yleisesti sovellusta ja sitä valmistavaa yritystä, sekä rakennusten tietomallintamista. Toinen osa pitää sisällään ohjeet käytön aloittamiseen ja perustyökalut, sekä ohjeet, joilla lukijat voivat mallintaa sovelluksella yksinkertaisia malleja. Viimeinen osio on tarkoitettu opastamaan lukija valmistamaan malleista työpiirrustuksia, joita työpajat ja työmaahenkilöstö tarvitsevat mallin valmistamiseen.

---

Avainsanat: Tekla Structures, rakennuksen tietomallintaminen, BIM, käyttöopas.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Option of Aircraft technology

VOUTILAINEN, LASSE: Beginners guide for Tekla Structures 13 application

Bachelor's thesis 68 pages, appendices 7 pages  
April 2011

---

Tekla Structures 13 is versatile and powerful building information modeling (BIM) software. With it, one can easily construct a three dimensional model of the building and make all necessary drawings for it. One can also create a schedule for the construction project and share information with all parties involved in the construction project, with Tekla Structures 13.

This work is meant as guide for engineers in KT-Plan Oy who need Tekla Structures as part of their daily work and are not previously familiarized themselves with the application. The application itself is complex and difficult to master, thus this work is only a scratch of what the application actually is capable.

This work is divided in three parts. First part holds general information about the application and the manufacturing company. Second part is meant as a guide for the readers to get to know the basic modeling and tools that it requires. Last part of the work is a guide that gives basic information for readers to create work drawings from models designed with the application.

---

Key words: Tekla Structures, building information modeling, BIM, user manual.

## ALKUSANAT

Tätä työtä aloitettaessa, työn tilanneella yrityksellä, KT-Plan Oy:llä, oli käytössään Tekla Structures 13 sovellus mihin työ oli tarkoitus tehdä. Sovellus kuitenkin päivittyi yrityksessä työn edetessä uusimpaan 17 versioon, joten se oli valmistuessaan jo osittain vanhentunut. Työ on kuitenkin käyttökelpoinen ja yhteensopiva kyseisen version kanssa. Versio 17 toiminnaltaan ja ulkoasultaan identtinen aikaisemman version kanssa, mutta työkaluja on tullut lisää ja vanhojen toimintaa on parannettu aikaisemmista versioista.

Haluan kiittää tämän työn mahdollistamisesta KT-Plan Oy:n toimitusjohtajaa Kalervo Tikkamäkeä, sekä yrityksen muita työntekijöitä, avusta jota he tarjosivat työn valmistusprosessin aikana. Lisäksi haluan kiittää myös työn ohjaajana toiminutta Simo Marjamäkeä hyvästä ohjauksesta ja tuesta työn kirjoittamisen aikana.

SISÄLLYS	
TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT .....	3
ALKUSANAT .....	4
1 JOHDANTO .....	7
2 BUILDING INFORMATION MODELING .....	8
2.1 Mitä on rakennuksen tietomallintaminen? .....	8
2.2 Rakennusten tietomallintamisen hyödyt .....	9
3 TEKLA OY & TEKLA STRUCTURES .....	10
3.1 Tekla Oy .....	10
3.2 Tekla Structures .....	10
3.2.1 Ominaisuudet .....	11
3.2.2 Laittevaatimukset .....	11
3.2.3 Asennus .....	13
4 MALLINTAMINEN .....	15
4.1 Aloitus .....	15
4.2 Valmistelut .....	16
4.2.1 Hila (Grid) .....	16
4.2.2 Näkymät (Views) .....	19
4.3 Rakenteet .....	22
4.3.1 Pilarit .....	22
4.3.2 Palkit .....	25
4.3.3 Teräslevyt .....	27
4.3.4 Betonirakenteet .....	28
4.4 Makrot .....	29
4.4.1 Halli ( Hall S58) .....	30
4.4.2 Kattoristikko (Truss S78) .....	34
4.4.3 Liitokset (connections) .....	37
4.5 Valinta- ja tarttumistyökalut, sekä apumerkinnot .....	39
4.6 Leikkaus- ja mittaustyökalut .....	41
4.7 Työtasot (work plane) ja muut toiminnot .....	43
4.8 Kokoonpanot .....	45
5 TYÖPIIRRUSTUKSET .....	46
5.1 GA-Piirrustukset .....	46
5.2 Kokoonpanopiirrustukset (Assembly drawings) .....	51
5.3 Muut piirrustukset .....	52
5.4 Piirrustusten muokkaaminen .....	52
5.4.1 Työkalut .....	53
5.4.2 Projektiot, leikkaukset ja niiden asettelu .....	54

	6
5.4.3 Layoutin muutokset (Template editor).....	55
5.5 Piirustusten tulostaminen .....	58
YHTEENVETO .....	59
LÄHTEET .....	60
LIITTEET .....	61

## 1 JOHDANTO

Tämä työ on tarkoitettu oppaaksi KT-Plan Oy:n suunnittelijoille ja mallintajille, joille Tekla Structures 13 ei ole entuudestaan tuttu.

Tekla Structures on kotimainen rakennuksen tietomallintamisessa käytettävä sovellus, millä voidaan mallintaa itse rakennus ja suunnitella sen elinkaari alusta loppuun. Sovelluksella on helppo valmistaa rakennuksesta tarkka 3d-malli, jonka avulla voidaan valmistaa tarvittavat työkuvat rakentamista varten.

Työ tarjoaa kattavan ja monipuolisen oppaan sovelluksen käytön aloittamiseen ja pitää sisällään ohjeet ohjelman asennuksesta aina sen peruskäyttöön asti. Oppaan tarkoituksena on opastaa lukija valmistamaan kolmiulotteisia malleja teräsrakenteista, sekä valmistamaan niistä tarvittavat työpiirrustukset.

Opas on jaettu kolmeen osaan, joista ensimmäinen pitää sisällään yleistä tietoa Teklasta ja Tekla Structuresista, sekä sen asentamisen. Toinen osio on opas sovelluksen käytön aloittamiseen, perustyökaluihin ja yleiset ohjeet 3d-mallien tekemiseen. Viimeisessä osiossa käydään läpi työpiirustusten tekeminen valmistetun mallin pohjalta, sekä niiden tulostaminen ja tallentaminen. Sovelluksen monipuolisuudesta johtuen työ on kuitenkin vain pieni osa todellisuutta ja ohjelman todellinen hallinta saavutetaan ainoastaan sovellusta käyttämällä ja riittävällä harjoittelulla.

Vaikka sovellusta valmistava Tekla Oy on kotimainen, ei se tarjoa sovelluksesta käyttöohjekirjaa millään kielellä, ja ainoa maksuton koulutus mitä on mahdollista saada, ovat erilaiset harjoitukset, jotka toimitetaan ohjelman mukana, sekä sovelluksen oma help-valikko. Jos yrityksellä on kuitenkin voimassaoleva lisenssi sovellukselle ja yhteistyösopimus Teklan kanssa, on mahdollista päästä käsiksi erilaisiin lisäharjoituksiin ja ohjeisiin, joiden avulla harjoittelu tehostuu, mutta on silti edelleen yksinopiskelua.

## 2 BUILDING INFORMATION MODELING

Rakennuksen tietomallintaminen eli BIM, on nykypäivänä rakennusalalla käsitteenä tuttu ja se on osa jokapäiväistä työtä. Se on prosessi, joka käsittää kaiken tiedon rakennuksen elinkaaren ajalta. (Tekla 2011.)

### 2.1 Mitä on rakennuksen tietomallintaminen?

BIM on kokonaisvaltainen ratkaisu, joka pitää sisällään kaiken tiedon projektin koko elinkaaren ajalta. Siihen kuuluu suunnitelmat, 3d-mallit, piirrustukset, spesifikaatiot, asennusohjeet, kustannukset, sekä kaikki muu mahdollinen dokumentaatio. Kaikki projektin tiedot ovat sijoitettu yhteen tietokantaan mistä niihin päästään helposti käsiksi. Tämä mahdollistaa entistä tehokkaamman yhteistyön projektin eri ryhmien ja osapuolten kesken.

Modernit BIM-sovellukset, kuten Tekla Structures, Bentley ja ArchiCAD, tarjoavat mahdollisuuden suunnitella ja mallintaa rakennukset parametrisesti. Suunnitteluvaiheessa voidaan antaa rakenteille parametrit, jotka päivittyvät suunnittelun ja mallintamisen edetessä. Jos jokin osista muuttuu, tällöin muut siihen liittyvät osat päivittyvät automaattisesti, ilman että niitä tarvitsee erikseen mallintaa tai suunnitella uudelleen.

Nykyisillä sovelluksilla voidaan myös syöttää rakenteille suoraan niiden fysikaaliset ominaisuudet, kuten esimerkiksi käytetyn materiaalin tiheys ja akustiset ominaisuudet. Näiden tietojen avulla sovellukset pystyvät itse laskemaan rakenteen painon ja muut rakenteelle tärkeitä ominaisuuksia, joita projektin analysoijat tarvitsevat pohtiessaan eri vaihtoehtoja. Analysoijat voivat myös BIM-sovellusten avulla tutkia erilaisia skenaarioita konstruktiolle, kuten energiaystävällisyyttä, akustiikkaa, ilmastointia ja lämmitystä, ja valita näistä tilanteeseen parhaiten sopivan ratkaisun. (Eastman 2009.)



## 2.2 Rakennusten tietomallintamisen hyödyt

Tämän nykyaikaisen ja modernin järjestelmän avulla saavutetaan materiaali- ja kustannussäästöjä, koska työt ja suunnittelu nopeutuvat, ja inhimillisten virheiden määrä suunnittelun ja valmistamisen aikana vähenee. Myös rakentamisen laatu paranee, ja rakennuksista tulee entistä kestävämpiä ja haluttuun tarkoitukseen soveltuvampia. Siitä on hyötyä kaikille projektin osapuolille projektin hallinnosta aina rakennustyömaalle ja rakennuksen kunnossapitoon asti. Kaikkea dataa minkä BIM käyttäjilleen tarjoaa, ei vielä nykypäivänä pystytä täysin hyödyntämään ja se tulee avaamaan uusia ovia jatkossakin. (Eastman 2009.)

Rakennusten tietomallintamisessa käytettävät sovellukset, kuten Tekla Structures, Bentley ja ArchiCAD eivät ole edullisia ja niistä suurimman hyödyn saavat suuret yritykset, joilla on varaa panostaa niihin. Myös pienet yritykset voivat hyötyä näistä sovelluksista, jos yrityksestä löytyy tietotaitoa, sillä se avaa yrityksille uusia markkinoita, sekä tehostaa ja nopeuttaa työskentelyä. Nämä sovellukset ovat usein, monipuolisuutensa vuoksi hankalia käyttää ja niiden hallitseminen vie oman aikansa. Sovellusten valmistajat kuitenkin tarjoavat sovelluksen hankkineille yrityksille tarvittaessa koulutuksen, ohjelmistopäivitykset, sekä kattavan tuotetuen vika- ja ongelmatilanteisiin.

## 3 TEKLA OY & TEKLA STRUCTURES

### 3.1 Tekla Oy

Tekla Oy perustettiin vuonna 1966, kun tietokoneaika oli aluillaan. Yritys perustettiin alun perin nimellä Teknillinen laskenta Oy, mutta yrityksen kutsumanimeksi kuitenkin vakiintui nykyisin käytössä oleva Tekla ja siitä tuli yrityksen virallinen nimi vuonna 1980. Yrityksen perustivat joukko insinööritoimistoja, jotka päättivät suunnitella suunnitteluohjelmia yhteisessä yhtiössä. (Tekla 2011.)

Nykyään yrityksellä on toimistoja 15 maassa ja sillä on maailmanlaajuinen yhteistyökumppaniverkosto. Asiakkaita yrityksellä on lähes 100 maassa ja sen liikevaihto vuonna 2009 oli 50 miljoonaa euroja. Se on tietomallinnuksen edelläkävijä ja tarjoaa palveluitaan rakennus- ja infrastruktuurialalla toimiville yrityksille. Yrityksen ehkä tärkein tuote on Tekla Structures, rakennuksen tietomallinnusohjelmisto, jonka avulla voidaan luoda ja hallita rakentamisen prosesseja tukevia kolmiulotteisia malleja. Vuonna 2010 Tekla Structures sovelluksia oli myyty jo yli 18 000 kappaletta ja Tekla sai Tasavallan presidentin kansainvälistymispalkinnon. (Tekla 2011.)

Tekla Oy Noudattaa ohjelmistokehityksessä ja markkinoinnissa ISO 9001 laatujärjestelmää ja se koostuu neljästä osasta: laatutoiminnan suunnittelu, laadunvarmistus ja -valvonta, sekä laadun kehittäminen. Sitä valvotaan sisäisillä ja ulkoisilla auditoinneilla ja se on keskeinen osa yrityksen laadunhallinnan kehittämistä. (Tekla 2011.)

### 3.2 Tekla Structures

Alunperin XSteel nimellä tunnettu sovellus on edelläkävijä rakennusten tietopohjaisessa mallintamisessa. Sen avulla voidaan luoda ja hallinnoida tarkasti valmistettuja kolme- ja neliulotteisia rakennemalleja. Näitä malleja voidaan hyödyntää rakentamisen jokaisessa vaiheessa. Tekla Structures-sovelluksesta on nykyään saatavilla versio 17, joka pitää sisällään huomattavia uudistuksia aiempiin versioihin verrattuna. (Tekla 2011.)

### 3.2.1 Ominaisuudet

Tekla Structuresin, myöhemmin Tekla, tärkein ominaisuus on sen monipuolisuus. Ohjelmalla pystytään mallintamaan lähes minkäläinen rakennus tahansa ja siitä saadaan ulos valtavia määriä erilaista dataa, jota pystytään hyödyntämään rakentamisen eri vaiheissa. (Tekla 2011.)

Ohjelmiston mallinnustoiminnon avulla voidaan mallintaa rakennuksen rakenteita ja niiden erilaisia liitoksia, kuten hitsejä ja pulttiliitoksia. Sillä voidaan myös mallintaa raudoituksia ja luoda betoniosista elementtejä. Sen avulla voidaan määrittää rakenteiden asennusjärjestys ja hallita rakentamisen aikataulua. Myös osien merkintä ja numerointi onnistuu sovelluksen mallinnustoiminnolla. (Tekla 2011.)

Tulostustoiminto mahdollistaa piirustusten luonnin ja tulostamisen. Piirrustuksia voidaan luoda mm. yksittäisistä osista, kokoonpanoista, sekä betonielementeistä. Tulostustoiminnon avulla voidaan myös luoda raportteja projektista, kuten osa- ja kokoonpanoluetteloita sekä taivutuskaavioita. (Tekla 2011.)

Teklan yhteistyötoiminnoilla voidaan projektin tieto jakaa eri osapuolille nopeasti ja vaivattomasti. Se mahdollistaa mallin katsomisen internetiselaimella, tiedon vaihtamisen eri sovellusten ja tiedostomuotojen välillä, sekä graafisen 2d- ja 3d-datan tuonnin ja viennin. (Tekla 2011.)

Tekla Structures 13 sovelluksella on myös mahdollista tehdä lujuusanalyysijä. KT-Plan Oy:llä lujuustarkastelu kuitenkin hoidetaan Ansys-sovelluksella. Liitteessä 5 on esitetty ohje, jolla valmistettu malli voidaan viedä Ansys-sovellukseen lujuustarkasteluita varten.

### 3.2.2 Laitevaatimukset

Tekla on suunnittelusovellus, joka vaatii tietokoneelta tehoja. Suurien mallien luominen syö paljon koneen muistia ja laskentatehoa, joten on suositeltavaa asentaa Tekla Structures tehokkaalle tietokoneelle, minkä laskentakapasiteetti riittää suurempienkin konstruktioiden käsittelemiseen.

Sovellus toimii vaatimattomillakin laitteilla, mutta tällöin sen toiminta on hidasta ja varsinkin suuremmissa konstruktioissa takertelevaa. Parhaan suorituskyvyn saa kun laitteistoon panostaa riittävästi. Tehokkaalla tietokoneella sovellus toimii sujuvasti, ja suurienkin konstruktioiden mallintaminen ja hallinta on sujuvaa, laskenta- ja latausajat pienenävät ja työskentely tehostuu. Alla olevassa olevassa taulukossa on esitettyä sovelluksen laitevaatimukset (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Laitevaatimukset (Tekla 2011, muokattu)

Ominaisuus	Vähimmäisvaatimukset	Paras suorituskyky
Käyttöjärjestelmä	Windows XP	Windows 7
Muisti	2GB	12 GB tai enemmän
Kovalevy	150GB, 7200rpm	250GB tai suurempi, 7200rpm(SATA tai SAS)
Proessori	Intel Core 2 Duo 2,4 GHz AMD Athlon 64 X2	Intel Core 2 Quad 2,8 GHz AMD Phenom 9950 2,6 GHz
Näytönohjain	Open GL 256-512 Mb esim. Nvidia 8800 GTS	Open GL 512 Mb, kahden näytön tuki, esim. Nvidia Quadro FX sarja
Näyttö	21” 1600x1200	2 kpl 24” tai suurempi 1900x1200
Hiiri	Optinen 3-painikkeinen	Optinen 3-painikkeinen ja lisäksi 3d-hiiri
Selain	Internet Explorer	Internet Explorer
Verkkosovitin	100 MB	1GB Full rate

Koska kyseessä on 3d-mallinnukseen käytettävä sovellus, tulisi näytön olla työskentelyyn riittävän suuri (taulukko 1). On myös todettu että suuri näyttö lisää tuottavuutta ja tehostaa työskentelyä. Tekla tukee usean näytön konfiguraatioita, joten kahden tai useamman näytön käyttämien työpisteessä on suotavaa. (Tekla 2011).

Prossessorin valinnassa pätee sääntö ”mitä nopeampi, sen parempi”. Useampi ytimisten prosessoreiden hankinta on myös suotavaa, sillä Tekla voi parhaillaan pyörittää yli kymmentä samanaikaista prosessia, jolloin moniytimisestä prosessorista saadaan huomattava etu yksiytimiseen nähden. (Tekla 2011.)

Näytönohjainta valittaessa tulee muistaa ottaa huomioon sen yhteensopivuus sovelluksen kanssa. Sen tulee tukea OpenGL rajapintaa ja siinä tulee olla riittävästi

muistia ja suorituskykyä, jotta Tekla toimisi sujuvasti. Nykypäivänä lähes kaikki markkinoilla olevat näytönohjaimet ovat ohjelman kanssa yhteensopivia, mutta kannattaa valita riittävän tehokas ohjain, jotta suurienkin konstruktioiden sujuva mallintaminen on mahdollista. Ajuripäivityksistä tulee myös huolehtia, ja onkin suositeltavaa päivittää ne aina uusimpaan viralliseen versioon heti niiden ilmestyttyä. (Tekla 2011.)

Itse työpisteen tulisi olla riittävän ergonominen tietokoneella työskentelyyn. Valaistuksen tulisi olla riittävä, ja näppäimistö, sekä hiiri hyvin suunnittelijan käteen sopivia. Erilaisia rannetukia tulisi myös harkita tilanteen mukaan.

### 3.2.3 Asennus

Sovelluksen asennus on nopeaa, ja asennuspaketin mukana tulee yksinkertaiset ohjeet, joiden mukaan sovellus on helppo asentaa. Jos asennusta kuitenkin haluaa itse muokata, on siihenkin annettu käyttäjälle mahdollisuus.

Tekla Structures 13:n asennuspaketti sisältää kolme dvd-levyä ja suojaustikun. Ensimmäisellä ”install”-levyllä on itse sovellus, toisella ”learn”-levyllä on sovelluksen dokumentaatio ja viimeisellä ”training material”-levyllä on harjoituksia sovelluksen käytön aloittamiseen.

Sovellus asennetaan seuraamalla seuraavia ohjeita:

- 1) Aseta ”install” levy tietokoneen dvd-asemaan, jolloin oletuksena asennus käynnistyy automaattisesti. Seuraamalla asennusohjelman ohjeita ohjelma asentuu koneelle nopeasti ja vaivatta. Ennen sovelluksen asentamista tulee kuitenkin huolehtia, että asianmukainen ja voimassaoleva lisenssiavain(\*.prot) on tietokoneella, sillä asennus pyytää sitä ennen asennuksen varsinaista aloittamista. Lisenssiavain toimitetaan sovelluksen tilaajalle sähköisesti.
- 2) Määritä sovelluksen käyttäjä ja valitse käytettävä lisenssitiedosto. KT-Plan Oy:llä tarvittava lisenssi löytyy serveriltä osoitteesta y:\tekla\lissenssi 2008\KT-Plan Oy.zip.

- 3) Valitse haluttu asennuskansio.
- 4) Valitse haluttu tallennuskansio.
- 5) Valitse halutut lisäosat ja käytettävissä olevat yksiköt.
- 6) Valitse Install, jolloin sovellus asentuu automaattisesti.

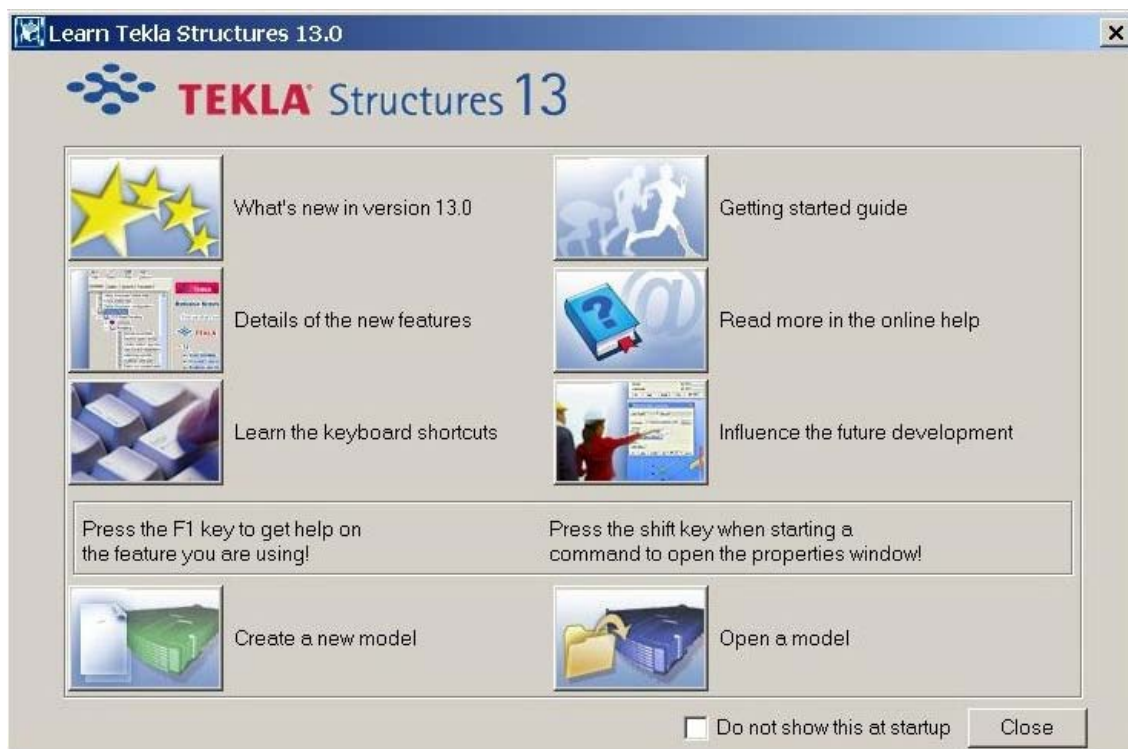
Tekla Structures 13 tarvitsee asentuaan Microsoft .NET framework version 1.1, mitä uudemmissa koneista ei oletusarvoisesti löydy. Tämän sovelluksen voi kuitenkin ladata Microsoftin sivuilta. Sovellusta ladatessa tulee ottaa huomioon omaan tietokoneeseen asennetun käyttöjärjestelmän kieli; suomenkieliseen käyttöjärjestelmään tulee ladata suomenkielinen .NET framework.

Ohjelman käynnistämiseksi tarvitaan asennuspaketin mukana tuleva suojaustikku, joka asetetaan koneen usb- tai sarjaporttiin. Ilman tätä suojaustikkua ohjelma ei käynnisty, vaikka se olisi asennettu oikein. Jos tietokone ei kuitenkaan tunnista suojaustikkua automaattisesti, voidaan tarvittavat ajurit asentaa manuaalisesti. Tarvittava sovellus löytyy Tekla Structuresin asennuskansiossa sijaitsevassa licence-kansiossa. Sovellus löytyy KT-Plan:lla myös osoitteesta y:\tekla\sentinel\_setup.


## 4 MALLINTAMINEN

### 4.1 Aloitus

Mallintaminen Tekla Structures sovelluksella aloitetaan käynnistämällä sovellus, joko työpöydän kuvakkeesta tai käynnistä valikon kautta. Sovelluksen käynnistyttyä näytölle avautuu valinta ikkuna (kuva 1), mistä voidaan valita halutaanko avata uusi malli, tai vaihtoehtoisesti jo olemassa oleva malli.

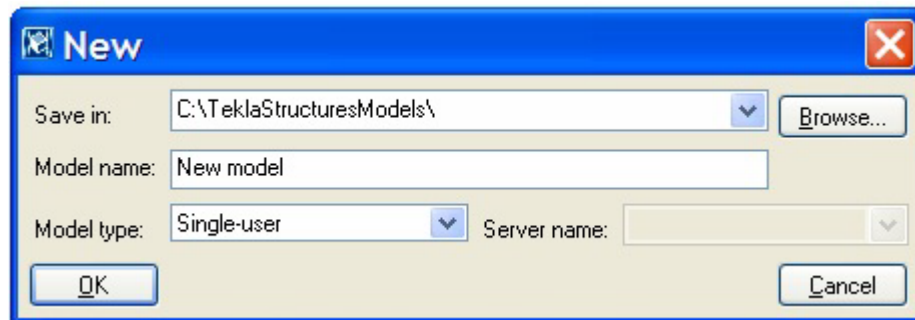


KUVA 1. Aloitus näkymä.

Jos sovelluksen käyttäjä on kuitenkin poistanut yllä olevan näkymän käytöstä, voidaan uusi malli avata painamalla sovelluksen vasemmassa ylälaidassa olevaa  -kuvaketta, tai vasemman yläkulman "file"-valikon kautta.

Seuraavaksi uusi malli nimetään ja sille valitaan polku mihin malli tallentuu (kuva 2). Oletusarvoisesti käytössä on asennuksen yhteydessä asetettu polku, mutta se voidaan tarvittaessa kuitenkin vaihtaa. Oletusarvoisesti mallin nimenä on "New Model XXX", missä XXX on juokseva numerointi 1:stä ylöspäin. "Model type" -valikosta voidaan määrittää onko kyseinen malli yhden vai useamman käyttäjän malli. Usean käyttäjän malli mahdollistaa mallin käyttämisen ja muokkaamisen usealla tietokoneella yhtä

aikaa. KT-Plan Oy:llä tämä ei ole kuitenkaan mahdollista ja kohtaan valitaankin aina single-user. Jokainen sovelluksella tehty malli tulee olla nimetty uniikilla nimellä ja niissä ei saa olla käytettynä seuraavia erikoismerkkejä: / \ ; : |.



KUVA 2. Uusi malli.

Nimeämisen jälkeen valitaan OK, jolloin sovellus alkaa valmistelemään mallin pohjaa. Tämä toiminto voi viedä muutamista sekunneista minuutteihin, riippuen koneen suorituskyvystä.

Perusnäkymänä Teklassa on 3d-näkymä, johon haluttua rakennetta voidaan alkaa mallintamaan. Ennen itse mallintamista on kuitenkin suotavaa tehdä esivalmisteluja, joita on tarkemmin esitelty seuraavassa luvussa.

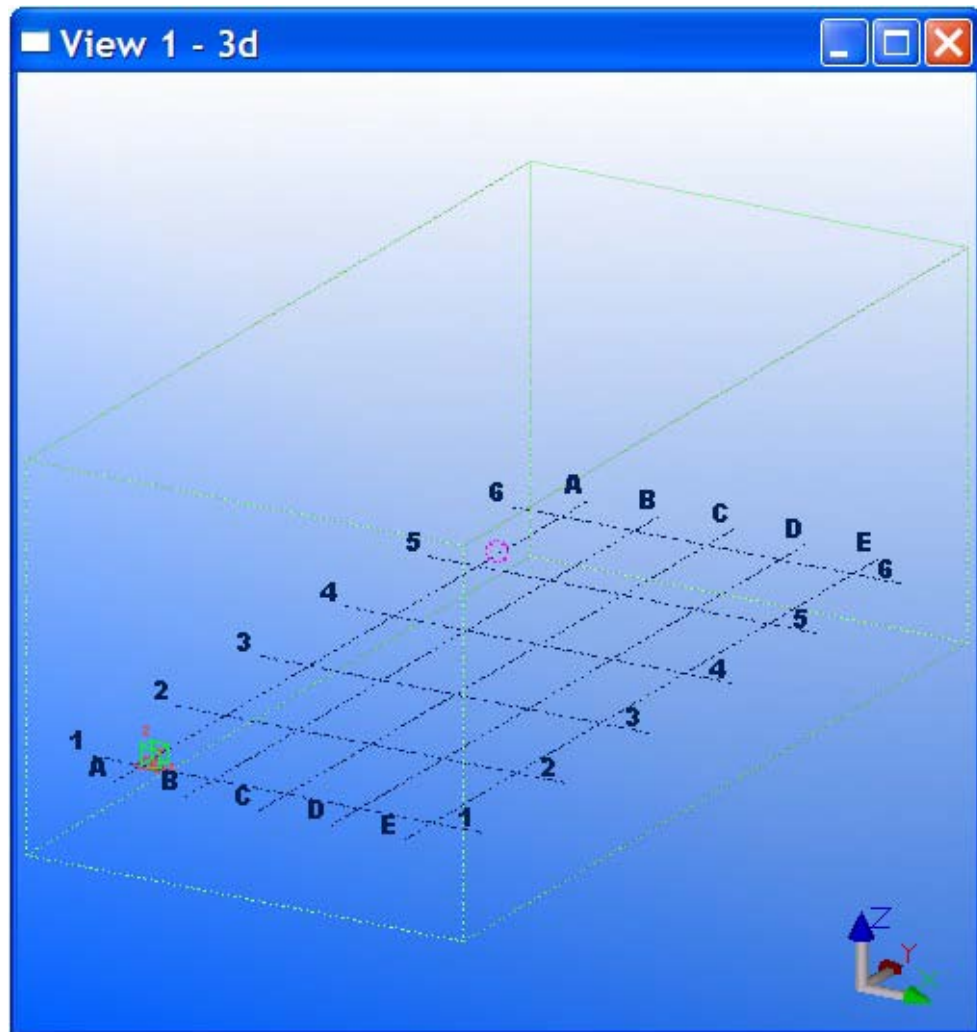
## 4.2 Valmistelut

Ennen mallintamista kannattaa tehdä pieniä valmisteluita mallintamisen helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi. Tärkeimpinä näistä on hilan (grid) ja näkymien (views) asettaminen kohdalleen. Myös tarvittavat pikatyökalut kannattaa valita näkyviin työkalupalkkeihin.

### 4.2.1 Hila (Grid)

Mallintamisen pohjana Teklassa käytetään hilaa, minkä sovellus itse määrittää tiettyihin oletusarvoihin, kun uusi malli aukaistaan. Kuvassa 3 hila on merkitty mustalla katkoviivalla ja numeroitu y- ja x-akseleiden suuntaan. Kuvan vasemmassa laidassa on punaisilla nuolilla osoitettu työtason suunta, sekä x-, y- ja z-koordinaattien suunnat, jotka näkyvät myös kuva oikeassa alalaidassa.

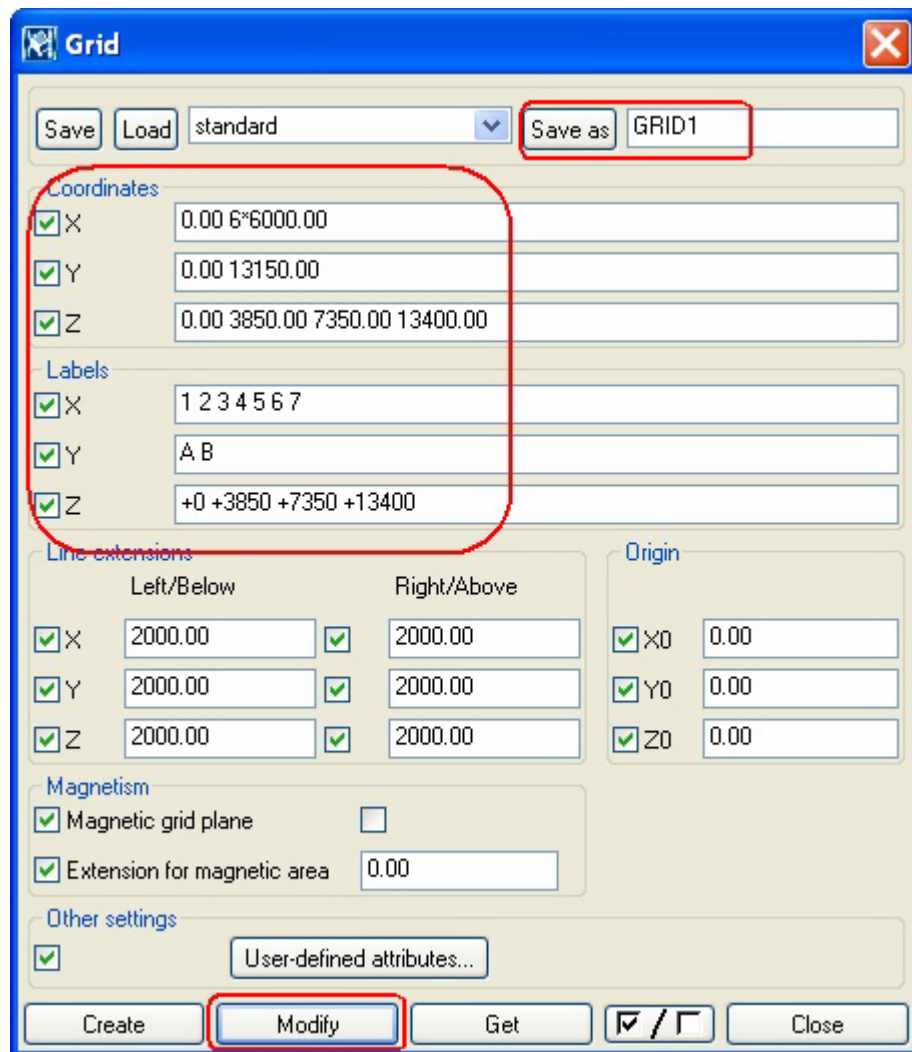




KUVA 3. Hila.

Hilan avulla rakenteet on helppo mitoittaa oikeille paikoilleen ja siksi se onkin syytä mitoittaa suunniteltavan rakenteen mukaisesti. Hila kannattaa suunnitella siten, että keskeiset rakenteet osuvat hilaviivojen leikkauspisteisiin. Ennen hila muokkaamista kannattaa myös kiinnittää huomiota konstruktion keskilinjojen sijaintiin, palkkien ja pilareiden alku- ja loppupisteisiin, sekä niiden risteyskohtiin ja pyrkiä suunnittelemaan hila niiden mukaan. Hyvin suunniteltu hila nopeuttaa ja tehostaa työskentelyä mallintamisen edetessä.

Hilan muokkaaminen tapahtuu yksinkertaisesti painamalla hiiren tuplapainalluksella jotain hilaviivoista, jolloin kuvassa 4 esitetty hila asetusikkuna avautuu automaattisesti.



KUVA 4. Hilan asetukset.

Hilan kokoa voidaan muokata "coordinates"-kohdasta. Hilaviivojen väli saadaan asetettua halutuksi kirjoittamalla viivojen koordinaatit samalle riville peräkkäin, erottaen ne välilyönnillä toisistaan. Jos esimerkiksi halutaan hila, joka on leveydeltään x-akselin suuntaan 10 000 mm ja, joka on jaettu neljään osaan ja alkamaan origosta, voidaan se kirjoittaa seuraavasti; 0.0 2500 5000 7500 10000. Koska kyseessä on tasajaollinen hila, voidaan se vaihtoehtoisesti kirjoittaa myös käyttäen kertomerkkiä; 0.0 4\*2500, missä 4 on hilojen lukumäärä ja 2500 hilojen jako millimetreinä.

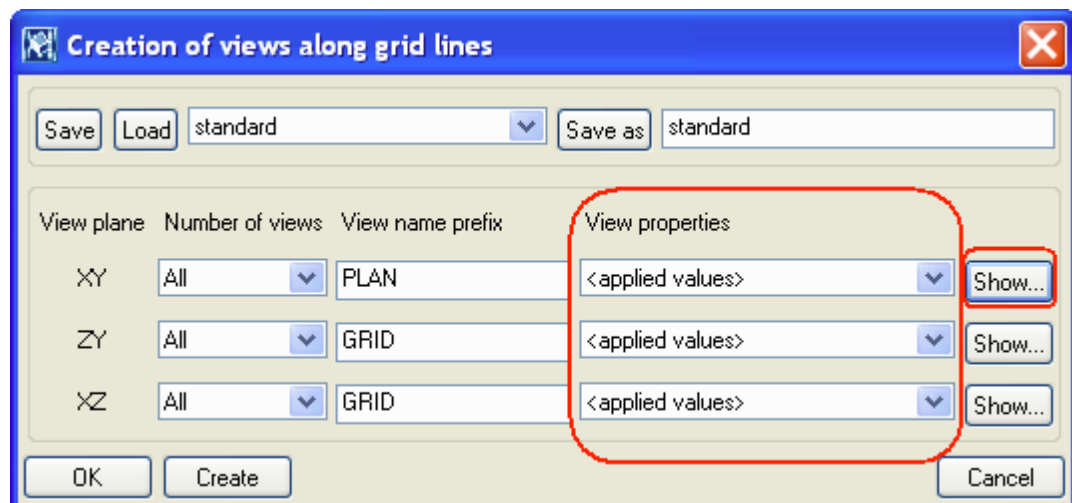
Hilat voidaan nimetä uudelleen tarpeen mukaan, jos oletusarvoiset nimet eivät ole tilanteeseen sopivia. Nimeäminen tapahtuu kohdasta "labels" ja hilaviivojen nimet erotetaan toisistaan käyttäen välilyöntiä, kuten kuvassa 4 on havainnollistettu. Jo olemassa oleva hila muokataan painamalla "modify"-painiketta. Jos kuitenkin halutaan luoda kokonaan uusi hila, tapahtuu se painamalla "create"-painiketta.

Mallissa voi olla yhtäaikaisesti useita hiloja, ja ne voidaan määrittää halutuille paikoille syöttämällä hilalle halutut koordinaatit. Tämä ominaisuus mahdollistaa laajojen ja moniosaisten rakennelmien, kuten tehtaiden ja kaivoskompleksien mallintamisen.

#### 4.2.2 Näkymät (Views)

Mallintamisen helpottamiseksi on mahdollista asettaa käyttöön useita eri näkymiä mallista. Näkymillä tarkoitetaan kuvakulmia, joista malli on kulloinkin esitetty. Mallintaminen käyttäen ainoastaan perusnäkymänä olevaa 3d-näkymää on mahdollista, mutta ei suositeltavaa. Näkymiä voidaan valita mallista useiden eri työkalujen avulla, mutta yksinkertaisin on käyttää hilanäkymiä. Näkymiä kannattaa käyttää sen mukaan miten niihin on tarvetta, sillä jos näkymiä on auki useita, voi se vaikuttaa koneen suorituskykyyn ja hidastaa työskentelyä.

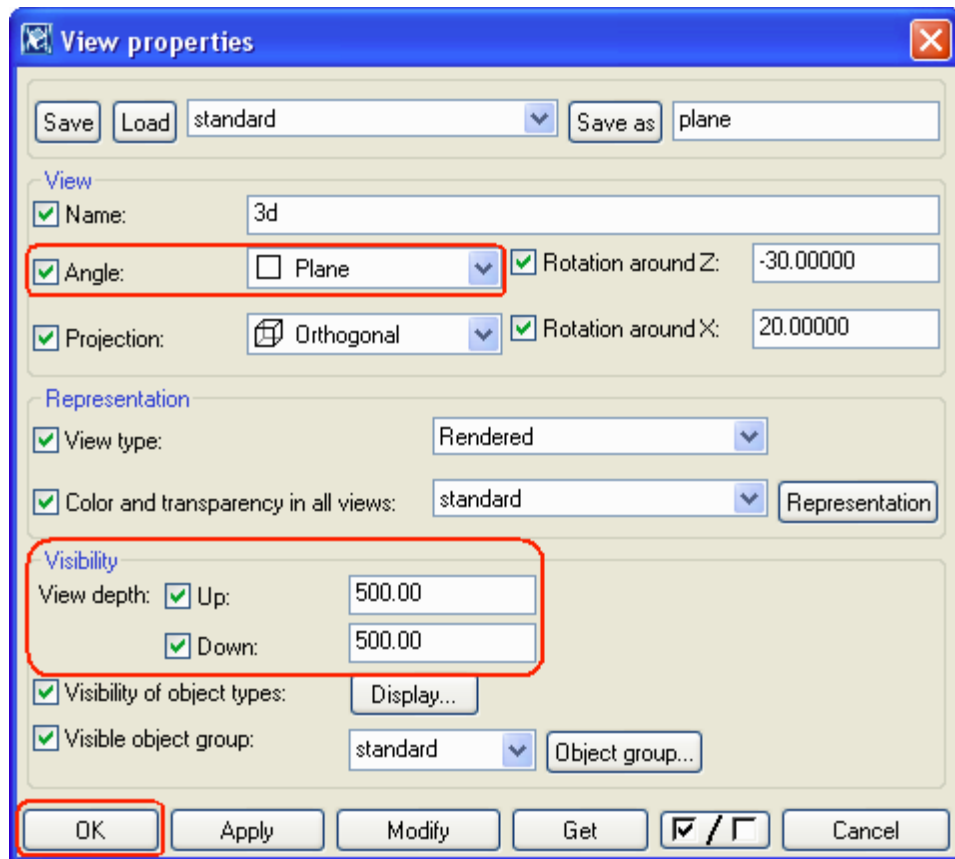
Hilanäkymien asetuksiin pääsee nopeimmin käsiksi valitsemalla jokin hilaviivoista ja painamalla sitä hiiren oikealla painikkeella. Ponnahdusvalikosta valitaan "Create views", josta valitaan "Grid views". Tällöin aukeaa kuvassa 5 esitetty valikko. Sen kautta luodaan kaikki mahdolliset hilaviivojen avulla aikaansaavat näkymät.



KUVA 5. Näkymien luonti.

"View properties"-kohdasta kannattaa valita kuvan 5 osoittamat arvot, jolloin näkymiä voidaan muokata käyttäjän tarpeiden mukaan. Kyseisiin vetolaatikoihin voidaan tarvittaessa valita myös jo ennalta määritettyjä arvoja, jos asetuksia ei itse halua määrittää. Valitsemalla "show"-painike halutun tason kohdalla aukeaa kyseisen

näkymän asetukset, jotka on esitetty kuvassa 6. "View name prefix"-kenttiin annetut arvot määrittävät luotavan näkymän nimen etuliitteen.



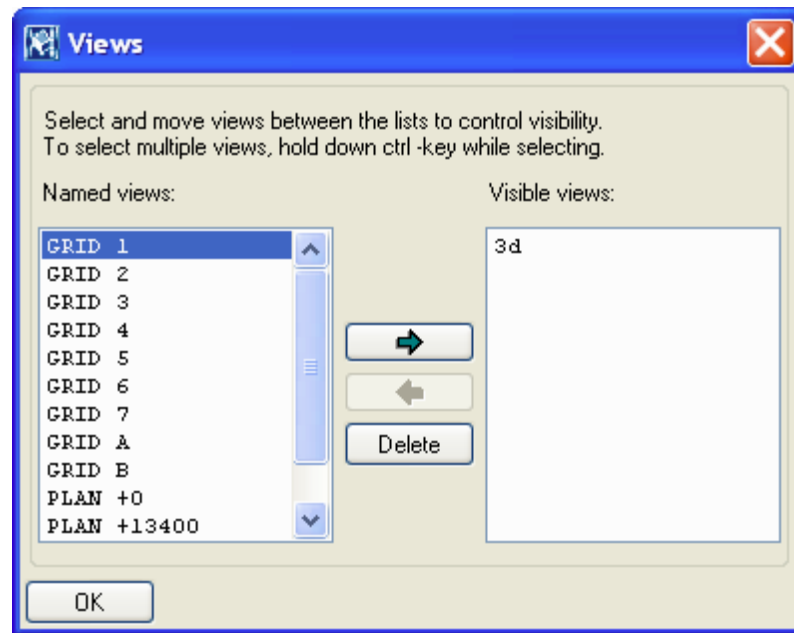
KUVA 6. Näkymän asetukset.

Tärkeimpinä asetuksena on näistä on "visibility", mikä tarkoittaa näkymän syvyyttä. Jos näkymä on esimerkiksi xy-tasossa, on syvyys tässä tapauksessa z-akselin arvot. Tällöin "up" tarkoittaa z-akselin positiivisia arvoja, ja "down" negatiivisia arvoja. Mitä suuremmat arvot kohtiin asetetaan, sitä paksumpi näkymä on. "Angle"-kohdasta voidaan valita, onko kyseessä tasomainen vai kolmiulotteinen näkymä. Kun halutut asetukset on asetettu painetaan "ok"-painiketta. "Apply"-painikkeella asetukset tulevat voimaan kaikkiin uusiin näkymiin ja "modify"-painiketta käytetään, jos muokataan jo olemassa olevaa näkymää.

"Display"-painikkeen kautta päästään muuttamaan näkymässä näkyviä objekteja ja niiden asetuksia. Valikoista voidaan muokata, ovatko esimerkiksi leikkaukset ja sovitukset näkyvissä, tai kuinka erilaiset objektit ovat esitetty (läpinäkyvä, rautalanka, tumma, piilotettu). Valikosta voidaan myös poistaa näkyvistä käyttäjän tarpeiden mukaan valitsemia kohteita, kuten pultit tai liitosten kartiot. Kuvan 6 valikkoon

päästään näkymän luomisen jälkeen painamalla mallissa tyhjää hiiren tuplapainalluksella.

Näkymät luodaan painamalla kuvassa 5 näkyvää "create"-painiketta. Tämän jälkeen aukeaa kuvan 7 "views"-välilehti, mistä valitaan käyttöön halutut näkymät, ja joista jokainen aukeaa uuteen ikkunaan. Käytössä voi kuitenkin olla kerrallaan vain 9 eri näkymää.



KUVA 7. Näkymät.

Näkymiä voidaan lisätä ja poistaa työskentelyn jokaisessa vaiheessa. Muut näkymät ovat helpointa valita Teklan vasemman ylälaidan "view"-valikon kautta. Luodut näkymät eivät ole lukittuja kyseiseen näkymään ja niitä on myös mahdollista pyörittää, kuten 3d-näkymää. Komennolla CTRL+P saadaan näkymä asetettu takaisin oletustarvoonsa.

Näkymiä voidaan pyörittää (rotate) liikuttelemalla hiirtä, ja pitämällä ctrl-näppäintä ja hiiren keskipainiketta pohjassa. Pyöriksen keskipisteen voi määrittää painamalla v-näppäintä ja valitsemalla näkymästä haluttu piste, jonka ympäri pyörittäminen tapahtuu. Näkymän siirtämien (pan) tapahtuu pitämällä hiiren keskipainike pohjassa ja liikuttelemalla hiirtä haluttuun suuntaan. Lähentäminen ja loitontaminen tapahtuu hiiren rullaa pyörittämällä.

Mallin näkymät voidaan vaihtaa näkymään läpinäkyvänä, tai rautalankamallina, jolloin piilossa oleviin rakenteisiin päästään helpommin käsiksi. Komento jolla näkymät voidaan muuttaa läpinäkyväksi on CTRL+2 ja takaisin normaaliksi komennolla CTRL+4. Tarkempi lista Teklassa käytettävistä komennoista löytyy liitteestä 1.


### 4.3 Rakenteet

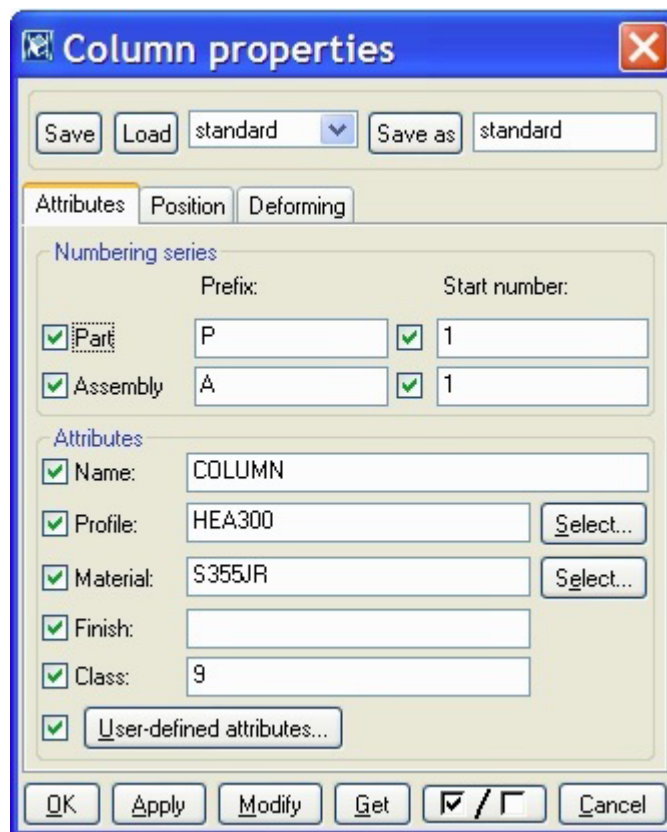
Erilaisten teräsrakenteiden mallintaminen on nopeaa ja tehokasta Teklalla. Työkaluja tähän ohjelma tarjoaa runsaasti, mutta tärkeimpiä ja eniten käytettyjä ovat pilari- ja palkkityökalut. Näiden avulla voidaan teräskonstruktiot mallintaa lähes täydellisesti, poislukien liitokset, joihin on olemassa omat työkalunsa. Myös rakenteiden viimeistely hoidetaan erillisillä työkaluilla, jotka ovat esitettynä kappaleissa 4.5 - 4.7.

Jos konstruktio pitää sisällään betonielementtejä, voidaan ne mallintaa siihen tarkoitetuilla työkaluilla helposti ja vaivatta. Betonityökalut ovat lähes identtisiä teräsrakennetyökalujen kanssa, eivätkä eroa käytöltään juuri lainkaan.

#### 4.3.1 Pilarit

Pilareilla tarkoitetaan vertikaalisesti asennettavia teräs- tai betonirakenteita. Pilareita on olemassa laaja valikoima erilaisia, ja Tekla pitää sisällään kattavan kirjaston erilaisia profiileita, joita voidaan käyttää teräs- ja betonipilareiden mallintamiseen. Profiilikirjastosta löytyy profiileja joita, eri terästoimittajat valmistavat, sekä lähes kaikki standardin mukaiset profiilit. Sieltä löytyvät mm. HEA-, HEB-, L-, sekä erilaiset putkiprofiilit. Myös omien profiilien luonti on sovelluksella mahdollista.

Teräspilareiden mallintaminen Teklassa tapahtuu käyttäen sille tarkoitettua ”Column”-työkalua. Painamalla  -painiketta hiiren tuplapainalluksella aukeaa kuvassa 8 esitetty valikko, josta voidaan muokata valmistettavien pilareiden ominaisuuksia. Teräksen lisäksi voidaan käyttää muita materiaaleja, sekä tarvittaessa luoda oma materiaali, jota pilarissa käytetään.



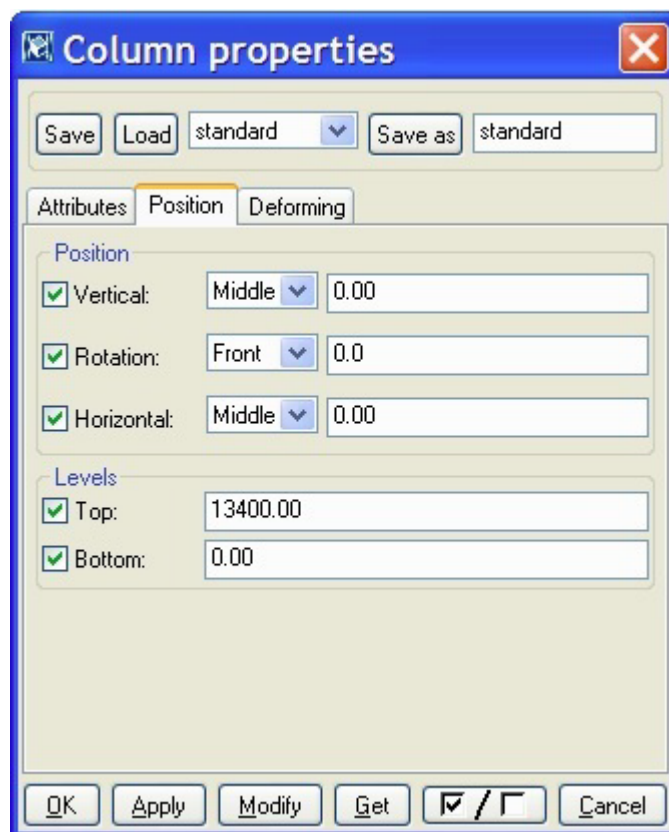
KUVA 8. Pilarin asetukset.

Tästä valikosta voidaan muokata valmistettavalle pilarille tulevat ominaisuudet, kuten profiili ja materiaali. Pilarin profiili voidaan vaihtaa kirjoittamalla ”profile”-kenttään haluttu profiili, tai valitsemalla se ”select”-valikon kautta. Halutun materiaalin valinta tapahtuu samalla periaatteella, joko kirjoittamalla haluttu materiaali, tai valitsemalla se ”select”-valikon listasta. Pilarin väriä voidaan vaihtaa muuttamalla ”class”-kentän arvoja. Väreillä saadaan helposti havainnollistettua mallia, sekä ryhmiteltyä halutun tyyppisiä rakenteita, joten niiden käyttäminen on erittäin hyödyllistä.

Jos konstruktio on iso, tai siinä on useita eri profiilisia pilareita, voidaan nimi myös vaihtaa halutuksi ”name”-kohdasta, jolloin konstruktion materiaaliluettelosta löytyy eri profiilit myös nimen perusteella. Uudelleen nimeäminen aloittaa osien numeroinnin oletusarvoisesti alusta, ellei sitä erikseen ole muutettu. Asetukset tallennetaan ”apply”-painikkeesta, jolloin kaikki uudet pilarit mallintuvat valittujen arvojen mukaan. ”Modify”-painiketta käytetään kun halutaan muokata jo ennestään valmistettua pilaria.


Kun materiaali ja profiili on määritetty, täytyy seuraavaksi määrittää profiilin pituus ja sijainti. Nämä asetukset löytyvät ”position”-välilehdeltä (kuva 9). Pilarin pituus määritetään syöttämällä arvot ”levels”-valikon kohtiin. Pilarin alkupää määritetään

alkamaan kohdasta ”bottom” ja pilarin loppu kohdasta ”top”. Alla olevan kuvan esimerkissä pilari alkaa korkeudesta 0 ja se on 13400 millimetriä korkea. Huomioimisen arvoista on ymmärtää, että pilarin alkukorkeus on suhteessa mallin origoon, ei valittuun pisteeseen. Tämä on tärkeää huomata jos pilareita on tarvetta mallintaa useita päällekkäin, sillä vaikka pilarin valitsee alkamaan edellisen loppupisteestä, mallintuu se samalle paikalle kuin edellinenkin ellei ”position”-välilehden arvoja ole muokattu. Tällaisissa tapauksissa jokaisen uuden pilarin alkupisteeksi tulee syöttää edellisen loppupiste tai sitä suurempi arvo.

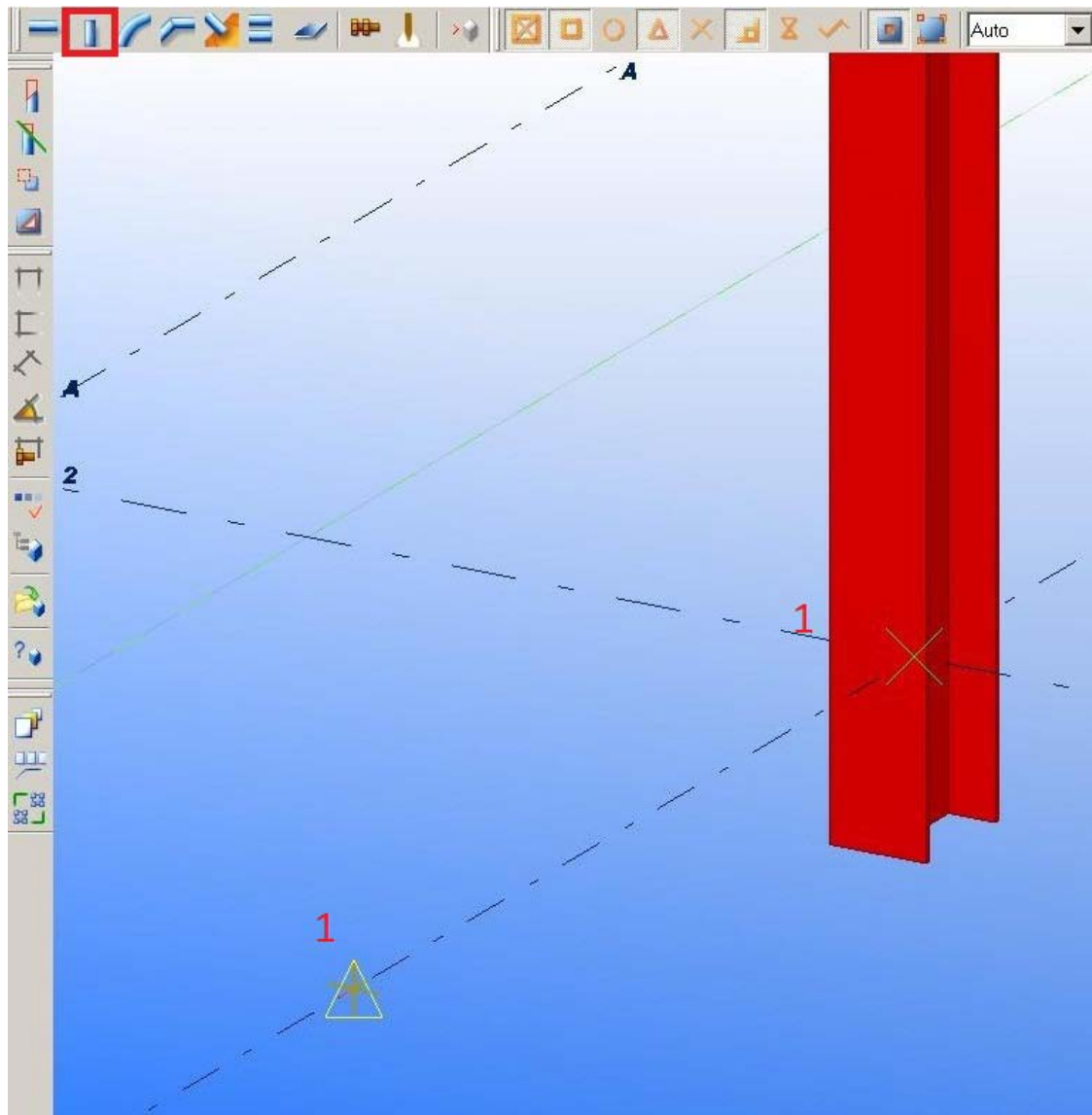


KUVA 9. Pilarin paikoitus.

Pilarin ankkurointipisteiden sijaintia profiliin nähden voidaan muokata ”position” -kohdasta. Muuttamalla vetolaatikossa olevia arvoja, voidaan kappaletta siirtää ja kääntää haluttuun suuntaan. Pilaria voidaan myös liikuttaa muuttamalla ”position” -kohdan numeroarvoja, jolloin kappale siirtyy tai kääntyy halutun määrän verran oletusarvosta haluttuun suuntaan.


Kun pilarin asetukset on määritetty halutuiksi, valmistetaan se malliin aktivoimalla työkalu  -painikkeella ja valitsemalla mallista haluttu piste mihin pilari asetetaan (kuva 10).

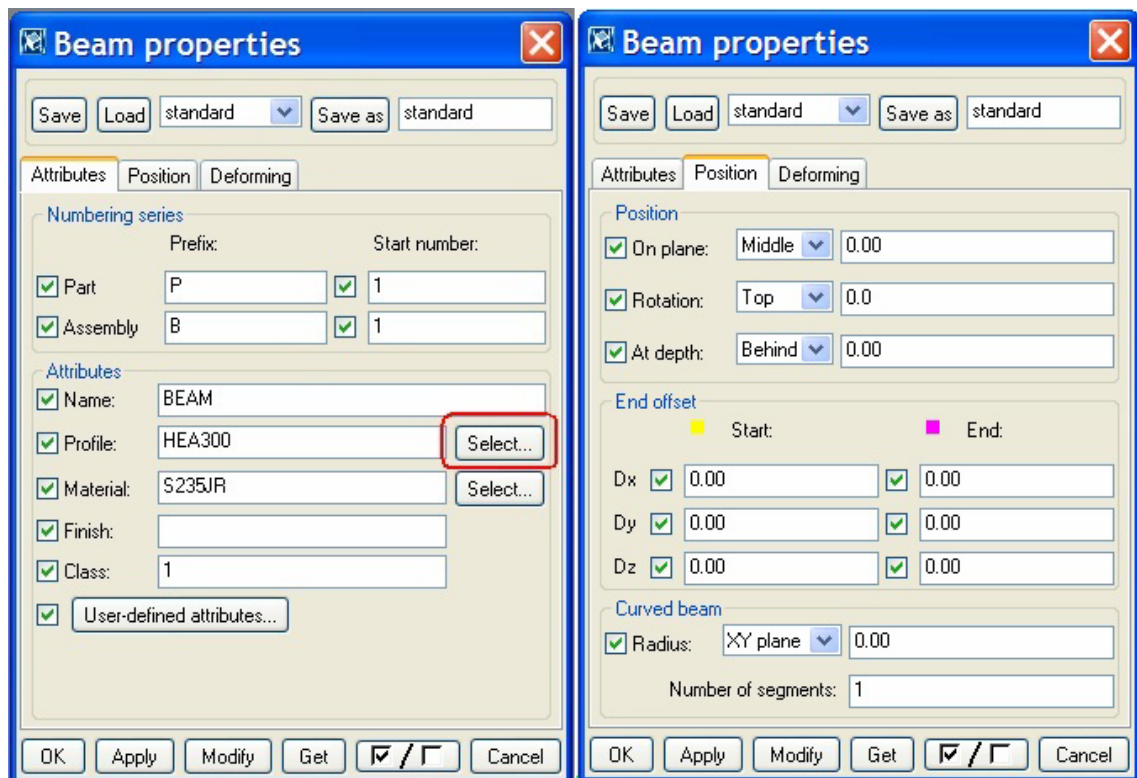




KUVA 10. Pilarin mallintaminen.


#### 4.3.2 Palkit

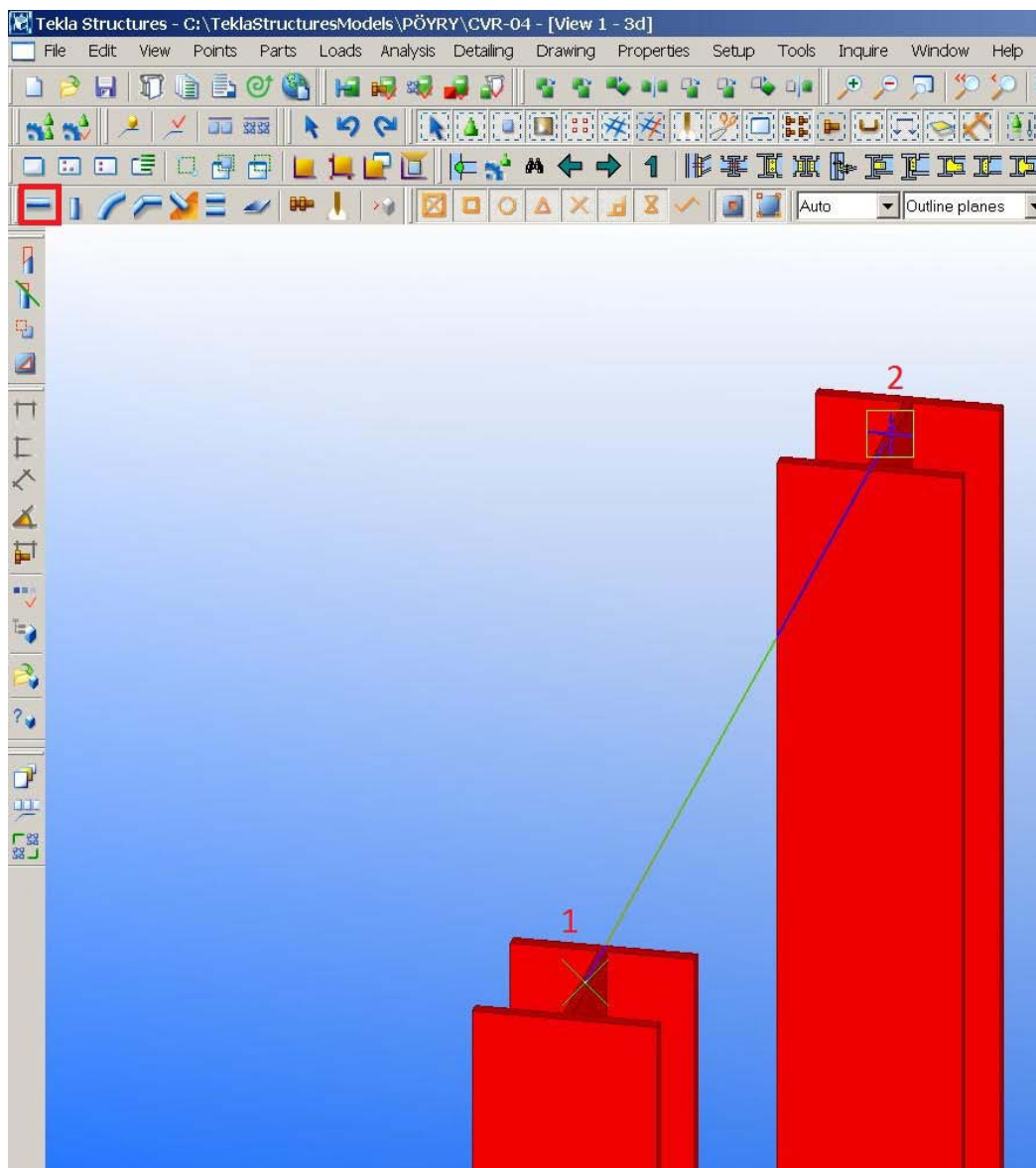
Horisontaalisesti asennettavat pilarimaiset rakeneet kulkevat yleisnimellä palkit. Tekla Structures-sovelluksessa nämä mallinnetaan niille tarkoitetulla työkalulla. Painamalla hiiren tuplapainalluksella  -painiketta avautuu kuvan 11 mukainen valikko, mistä palkkien asetuksia voidaan muokata. Kyseinen valikko on näkymältään ja toiminnaltaan lähes identtinen pilarityökalun asetusvalikon kanssa. Molemmissa työkaluissa rakenteen materiaali, profiili ja nimi muutetaan ”attributes”-välilehdeltä. Eroavaisuuksia on kuitenkin ”positions”-välilehdellä.



KUVA 11. Palkkien asetukset.

“Position”-välilehden asetuksista voidaan muokata palkin asentoa (ks. pilarit) ja määrittää sen alku- ja loppupiste suhteessa sen ankkurointipisteisiin (end offset). Syöttämällä arvoja ”end offset”-kohdan kenttiin, siirtyy palkki annetun arvon verran valitun akselin suunnassa. Jos palkki on kuitenkin esimerkiksi mallinnettu x-akselin suuntaan ja ”end offset”-kohdan x-akselin kenttiin annetaan arvoja, lyhenee tai pitenee palkki annettujen arvojen verran. Jos halutaan mallintaa kaareva palkki, syötetään säteen arvo ”curved beam”- kenttään ja valitaan missä tasossa palkki taipuu. Samaisesta valikoista voidaan myös määrittää monessako eri osassa (segments) taivutus tehdään, syöttämällä haluttu arvo ”number of segments”-kenttään.

Palkki valmistetaan painamalla  -painiketta, jolloin työkalu aktivoituu. Tämän jälkeen mallista valitaan palkille haluttu alku- ja loppupiste, jolloin palkki mallintuu automaattisesti (kuva 12).



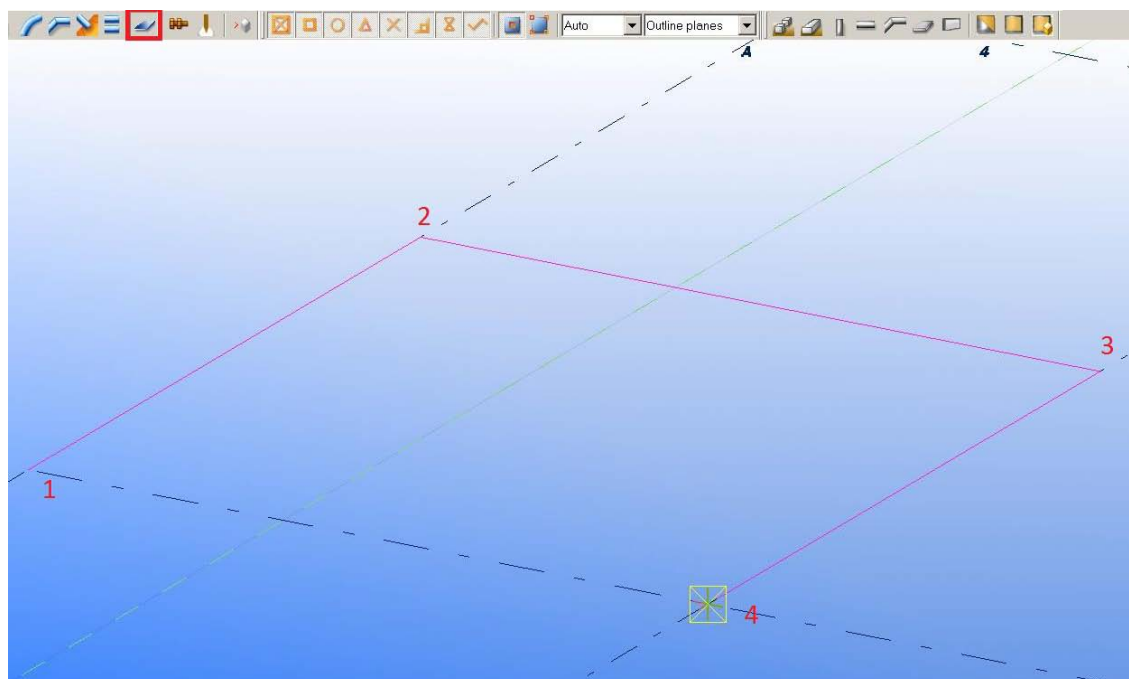
KUVA 12. Palkin mallintaminen.

#### 4.3.3 Teräslevyt

Teräslevyt mallinnetaan käyttäen joko, teräslevytyökalua tai palkkityökalua. Ennen levyn mallintamista on kuitenkin suotavaa muokata levyn asetukset halutuiksi samalla periaatteella kuin palkki- ja pilarityökaluissa (ks. s.22).

Käytettäessä palkkityökalua, valitaan profiilikirjastosta käytettäväksi profiiliksi levy (PL) ja syötetään sille halutut leveys ja paksuus. Tämän jälkeen mallintaminen tapahtuu samoin kuin kyseessä olisi normaali palkki; aktivoimalla työkalu ja valitsemalla levyn alku- ja loppupisteet (ks. kuva 12).

Jos teräslevyt kuitenkin halutaan mallintaa käyttäen teräslevytyökalua, tapahtuu se aktivoimalla ensin kyseinen työkalu, jonka jälkeen mallintaminen tapahtuu valitsemalla levyn kulmapisteet ja viimeistelemällä se painamalla hiiren rullaa. Käytetty levyn paksuus ja materiaali voidaan määrittää valitsemalla teräslevytyökalu hiiren tuplapainalluksella, tai vaihtoehtoisesti levyn mallintamisen jälkeen. Kuvassa 13 on esitelty teräslevyn mallintaminen käyttäen teräslevytyökalua.



KUVA 13. Teräslevyn mallintaminen teräslevytyökalulla.

#### 4.3.4 Betonirakenteet

Tekla Structures 13:sta betonirakenteet mallinnetaan samalla idealla kuin teräsrakenteet ja niissä käytettävät työkalut ovat hyvin samanlaisia kuin teräsrakenteita mallinnettaessa käytettävät työkalut. Betonipilari ja -palkkityökalut ovat lähes identtisiä vastaavien terästyökalujen kanssa. Betonipuolella uutena tulee kuitenkin perustuksien mallintamiseen käytettävä työkalu, sekä betonilaattojen ja -seinien tekemiseen käytettävät työkalut. Myös oman lisänsä valikoimaan tuovat betonirakennesuunnittelussa erittäin tärkeät raudoitustyökalut.

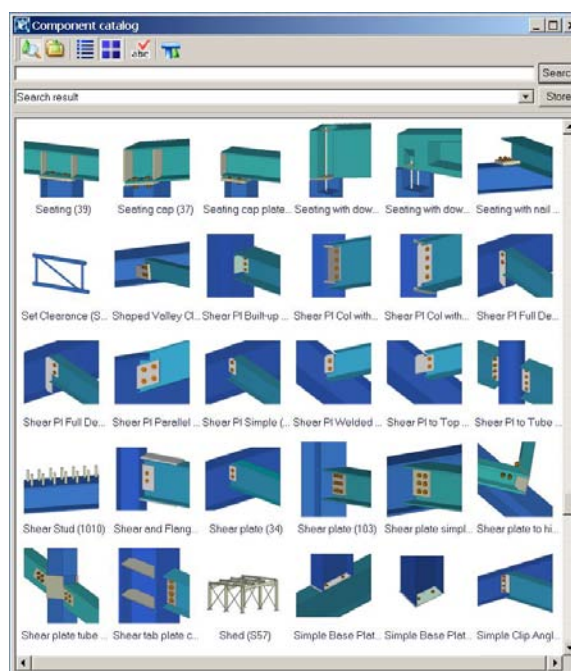
Perustuksien mallintamisessa käytettävän työkalun toimintaperiaate on hyvin samanlainen kuin pilareiden mallintamiseen käytettävän työkalun (ks. kappale 4.3.1).

Ensin määritetään asetuksista perustuselementin koko ja materiaali, jonka jälkeen se asetetaan mallissa haluttuun pisteeseen. Seinät ja laatat mallinnetaan samaa ideaa käyttäen, mitä teräslevyjen mallintamisessa käytetään (ks. kappale 4.3.3). Betonilaatat mallintuvat valitsemalla laatan nurkkapisteen ja painamalla kerran hiiren rullaa. Betoniseinät puolestaan valmistuvat kuten teräspalkit (ks. kappale 4.3.2); valitaan alku ja loppupiste ja painetaan hiiren rullaa, jolloin seinä valmistuu sille syötetyin arvoin.

#### 4.4 Makrot

Tekla Structures sisältää satoja erilaisia makroja, joilla voidaan mallintaa nopeasti erilaisia konstruktioita ja niiden osia. Yksittäisellä makrolla voidaan mallintaa kokonaisia halleja, portaita, kaiteita, kattotuoleja, sekä liitoksia. Tässä luvussa käydään läpi pääpiirteittäin tärkeimmät ja eniten käytetyt makrot, joita suunnittelijat tarvitsevat työssään.

Makroiin pääsee nopeiten käsiksi komennolla CTRL + F. Tästä valikosta voidaan selata kaikkia käytettävissä olevia makroja tai etsiä niitä hakutoiminnolla. Makrot on numeroitu ja nimetty, joten niiden etsiminen on yksinkertaista ja nopeaa. Valikoista voidaan valita käytettäväksi kuvallinen näkymä, jolloin jokaisen makron kohdalla näkyy suuntaa antava kuva millaisesta makrosta on kyse (kuva 14).

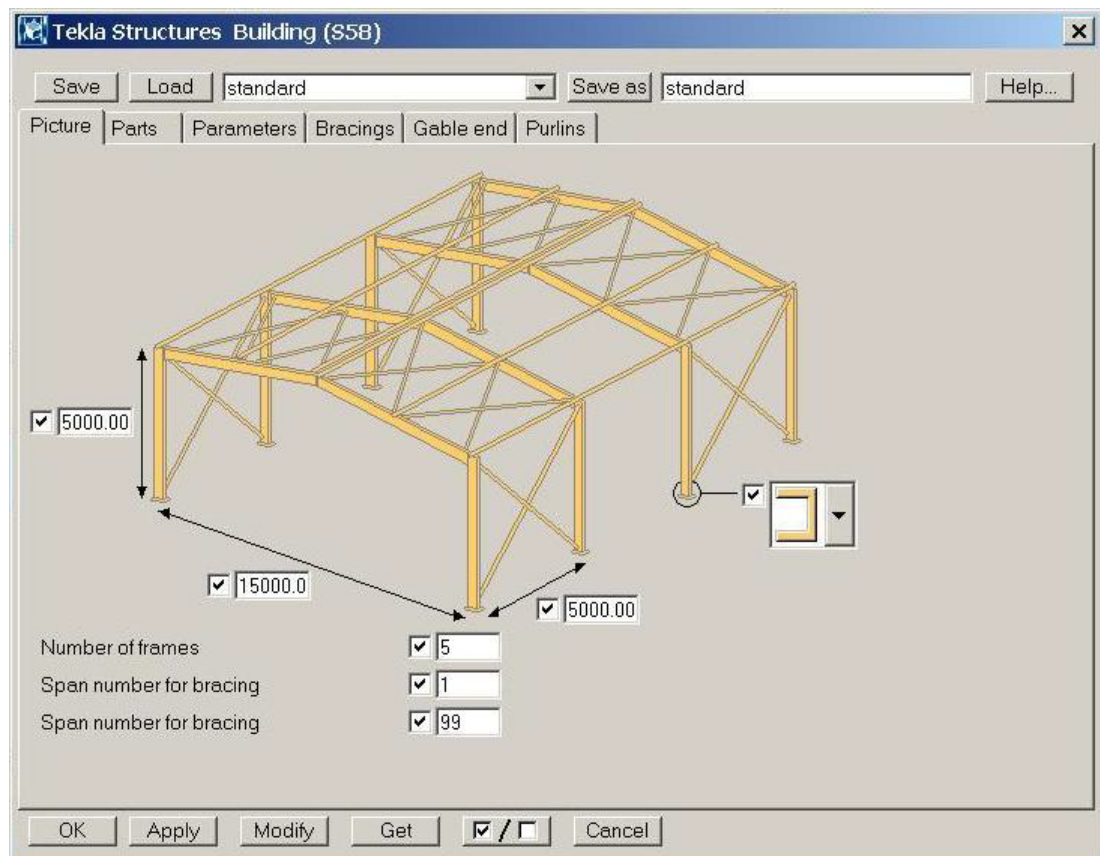


KUVA 14. Komponenttikirjasto (Makrot).

Makrojen asetuksia muokataan valitsemalla haluttu makro ja painamalla sitä hiiren tuplapainalluksella. Standardien mukaan suunnitelluissa konstruktioissa ei pääasiallisesti pystytä käyttämään makroja niiden oletusasetuksilla, vaan ne tulee muokata kohteisiin sopiviksi. Yksinkertaisten makrojen, kuten erilaisten liitosten, muokkaaminen kohteen vaatimiin arvoihin on yksinkertaista, mutta suuremmissa ja vaativammassa makroissa asetuksia on valtavasti ja niiden käytön oppii parhaiten kokeilemalla ja harjoittelemalla niiden käyttöä.

#### 4.4.1 Halli ( Hall S58)

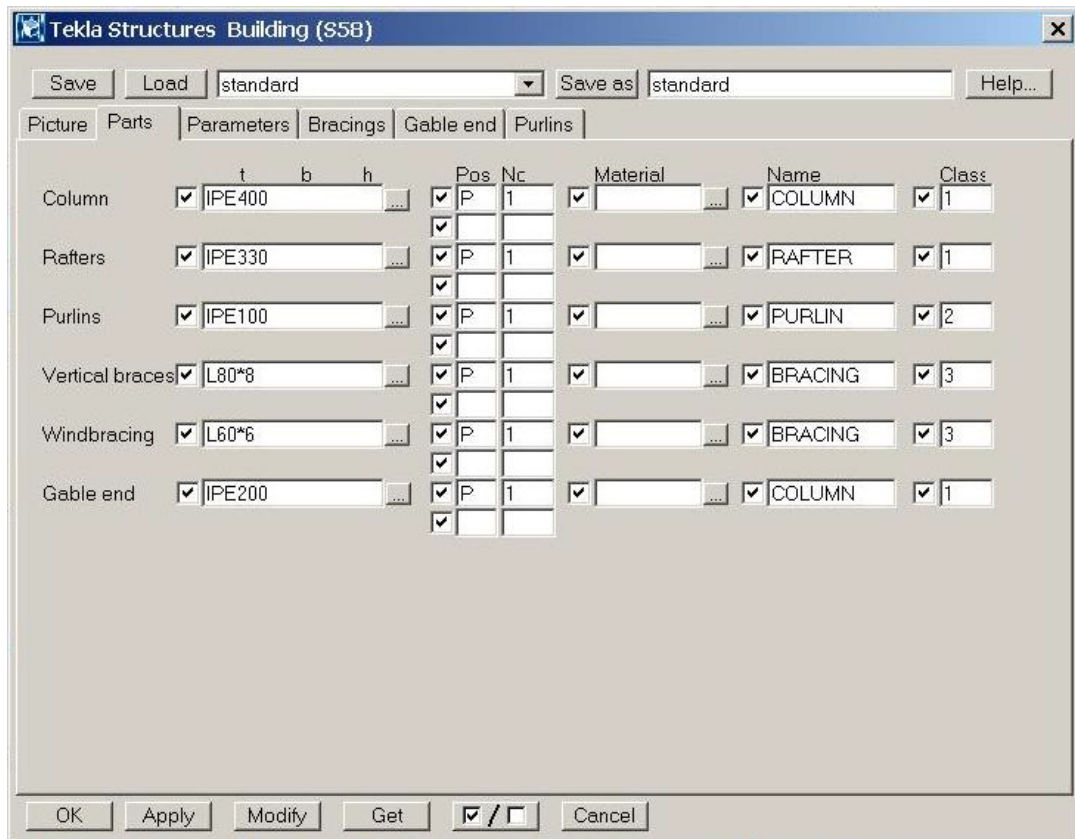
Yksinkertaisten hallirakennelmien tekeminen Teklalla onnistuu lähes vaivatta. Käyttämällä makroa S58, voidaan valmistaa kokonainen hallirakennelma muutamassa minuutissa. Hallin valmistaminen tapahtuu valitsemalla hiiren kaksoispainalluksella komponenttikirjastosta oikea makro, S58. Hiiren kaksoispainallus aukaisee valikon, josta hallin ominaisuuksia muokataan ennen sen valmistamista (kuvat 15-20).



KUVA 15. Hallin yleiset asetukset.

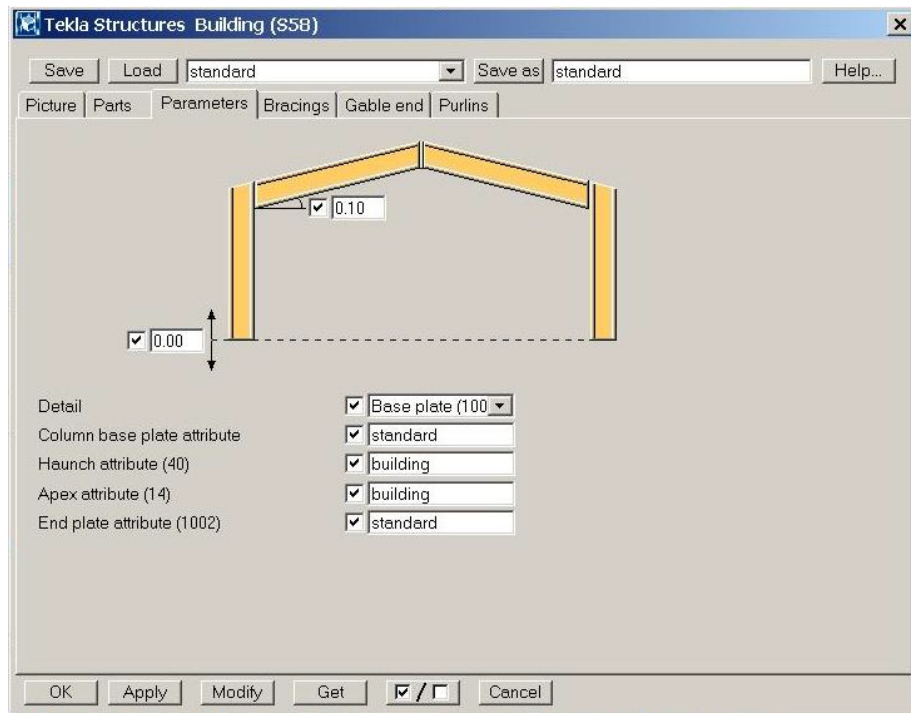


Kuvan 15 valikosta muokataan hallin yleiset asetukset: pituus, leveys, korkeus, sekä raamien (frames) lukumäärä. Seuraavalta välilehdeltä (kuva 16) muokataan hallin rakenteiden ominaisuuksia. Valitaan halutut profiilit, sekä niissä käytettävät materiaalit. Oletusarvoiset profiilit ovat näkyvillä kuvassa 16. Nämä voidaan tarvittaessa muuttaa kirjoittamalla kenttiin halutut profiilit tai valitsemalla ne listasta painamalla solun perässä olevaa painiketta.



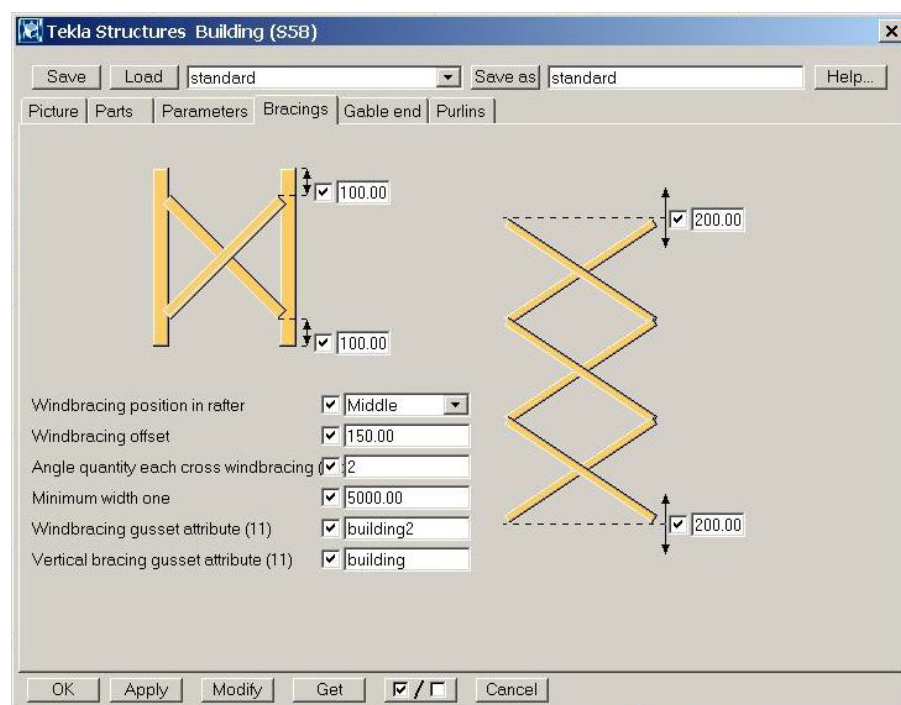
KUVA 16. Hallissa käytetyt profiilit ja materiaalit.

Seuraavalta ”parameters”-välilehdeltä (kuva 17) voidaan määrittää hallille haluttu korkeus, josta hallin pilarit alkavat suhteessa mallin nolatasoon, sekä mitä kiinnitystä käytetään hallin kiinnittämiseen. Korkeutta säädetään tapauksissa, joissa hallin runkorakenteet on tarkoitus upottaa maahan tai maasto on alueella kaltevaa. Oletusarvoisesti halli alkaa mallin korkeudesta 0 ja hallin kiinnityksessä käytetään ”base plate (100)” makroa.



KUVA 17. Hallin pilareiden kiinnitys.

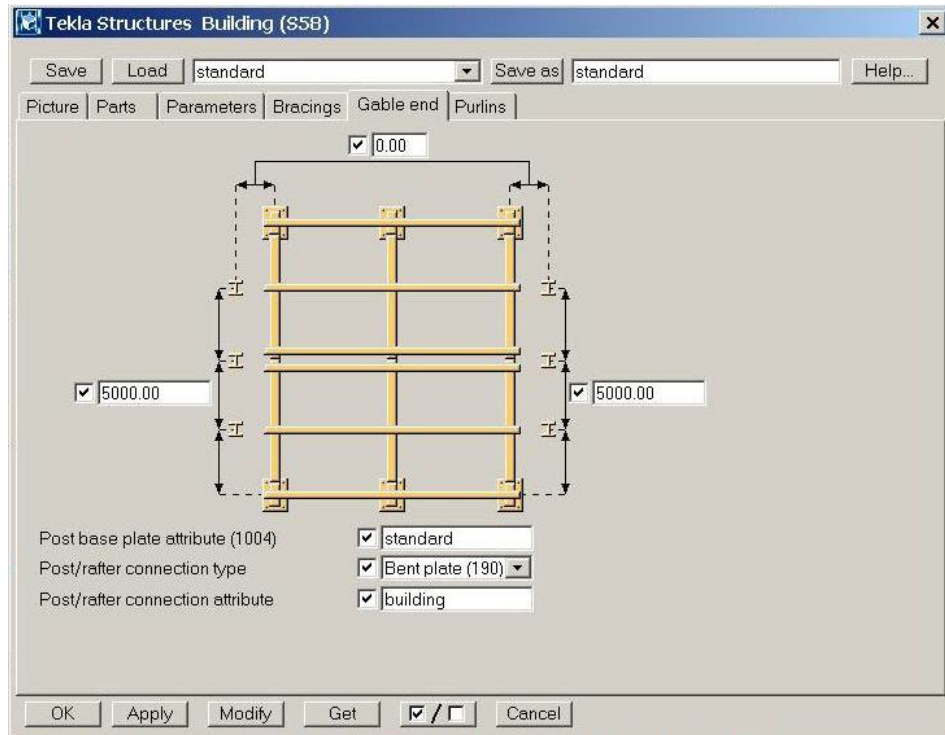
"Bracings"-välilehdeltä (kuva 18) määritetään katto- ja sivuristikoiden asetukset. Tärkeimpiä muokattavia arvoja ovat sivuristikon alku- ja loppukorkeus, kattoristikon alku- ja loppukorkeus, sekä sivuristikoinen sijainti pilareihin nähden. Näitä asetuksia muokataan esimerkiksi tapauksissa, joissa hallin raamit ovat raskaat ja tukiristikoista voidaan tehdä kevyemmät.



KUVA 18. Hallin ristikot.

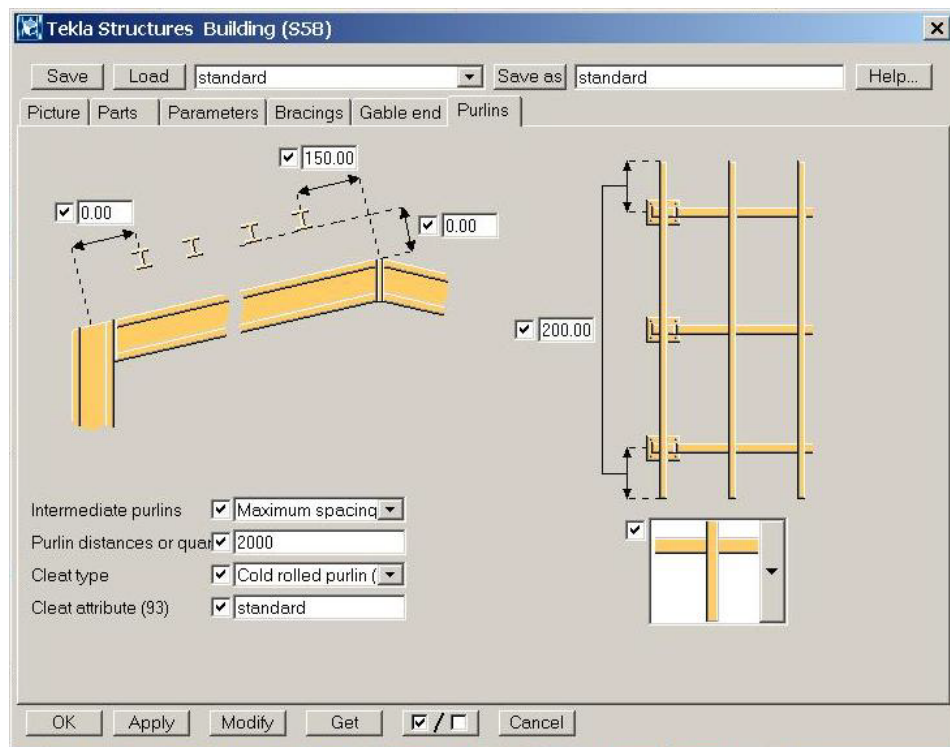


Hallin päätyjä voidaan muokata ”gable end”-välilehdeltä (kuva 19). Välilehdeltä voidaan muokata kuinka tiheään hallin päädyssä on pilareita ja millaista liitosta on käytetty niiden liittämiseksi. Oletusarvoisesti pilareiden jako hallin päissä on 5000mm ja liitostyyppi on ”bent plate (190)”.



KUVA 19. Hallin päädyt.

Viimeiseltä välilehdeltä (kuva 20) muokataan ruoteiden (purlin) asetuksia. Välilehdeltä valitaan ruoteiden jako, sekä alku- ja loppupisteiden etäisyys hallin reunasta. Tarvittaessa voidaan myös muokata ruoteiden korkeutta kattoon nähden, sekä sitä kuinka ne on asetettu hallin katolle. Ruoteita käytetään katon kiinnittämiseen, joten ne tulee mitoittaa oikein, jotta katto on tuettu riittävästi. Suunnittelijan tulee ottaa huomioon tarvittavat varmuuskertoimet, jotta rakennettava halli kestää standardien mukaiset tuuli- ja lumikuormat.



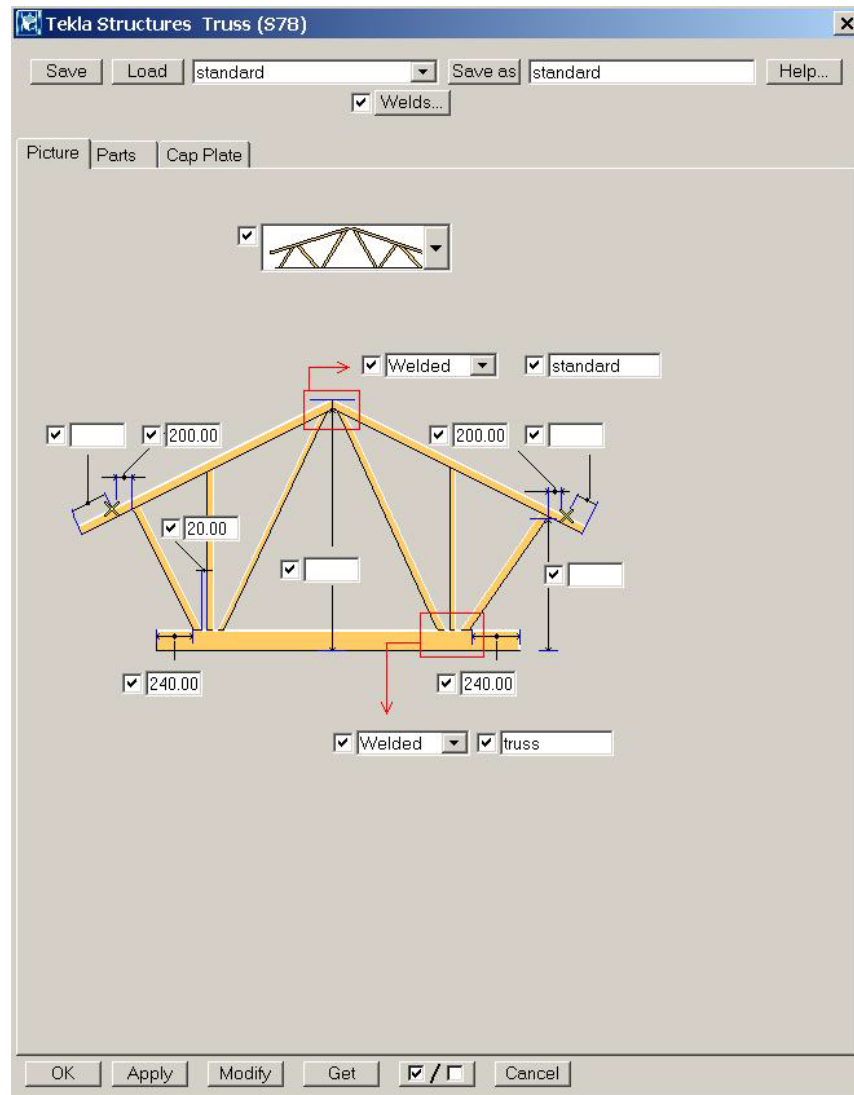
Kuva 20. Ruoteet.

Kun hallin asetukset ovat asetettu halutuiksi, mallinnetaan halli valitsemalla haluttu piste mallista, jolloin halli rakentuu x-akselin suuntaan kyseisestä pisteestä ja hallin ensimmäinen pilari mallintuu valitun pisteen kohdalle. Jos mallintamisen jälkeen ilmenee tarvetta muokata hallin asetuksia, tapahtuu se valitsemalla hallimakro hiiren kaksoispainalluksella mallissa olevasta sinisestä M-merkistä.

#### 4.4.2 Kattoristikko (Truss S78)

Rakennusten, ja etenkin suurien hallien kestävyys kannalta, kattoristikot ovat erittäin tärkeässä osassa ja niiden täytyy olla huolellisesti suunniteltuja. Tekla Structures tarjoaa tehokkaan työkalun yleisimpien kattoristikoiden suunnitteluun. S78 makrolla voidaan mallintaa kattoristikkoita käyttäjän antamalla arvoilla, käyttäjän haluamiin kohteisiin.

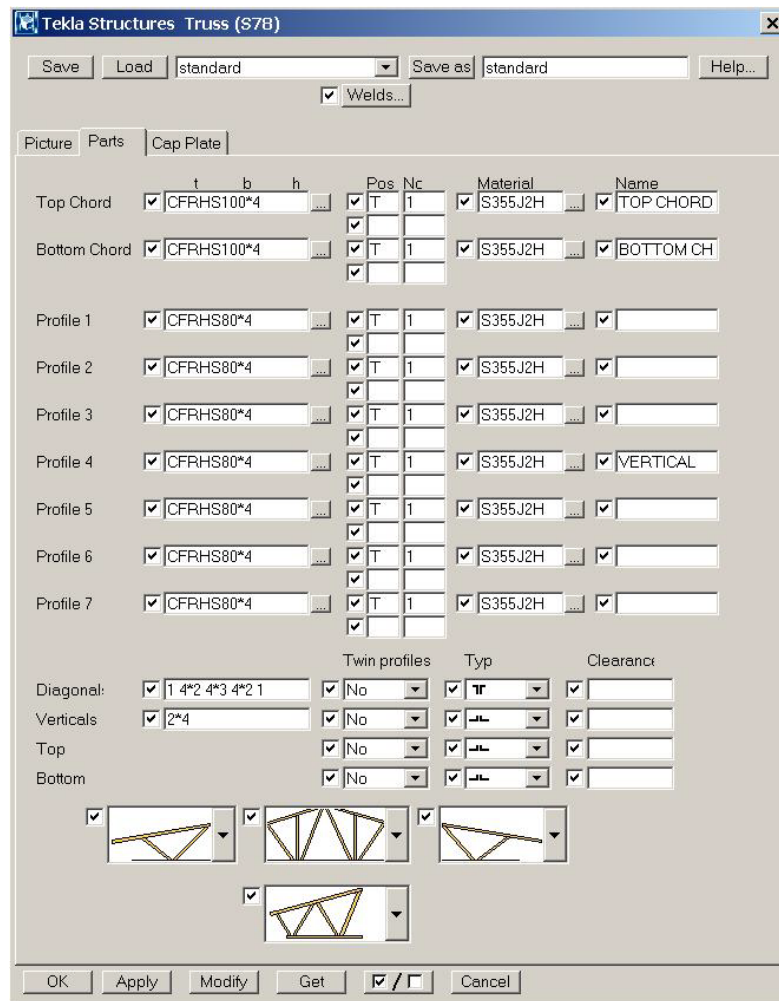
Kattoristikko mallinnetaan valitsemalla kattoristikkomakro S78 komponenttikirjastosta hiiren kaksoispainalluksella ja määrittelemällä ristikolle tarvittavat asetukset. Ristikko valmistetaan valitsemalla ristikon alku- ja loppupisteet, jolloin malli valmistuu automaattisesti annetuin arvoin. Asetukset, joita kattoristikkoon voidaan ennen mallintamista tehdä, on esitetty kuvissa 21-22.



KUVA 21. Kattoristikon mitta-asetukset.

Kattoristikon mittoihin tehtävät mahdolliset muutokset ovat esitetty kuvassa 22. Muutettavissa olevia asetuksia ovat mm. ristikon harjakorkeus, ristikon palkkien etäisyys toisistaan, etäisyys minkä ristikon reunat ylittävät sen alku- ja loppupisteen, sekä ristikon harjan liitostyyppi. Muita tärkeitä muokattavissa olevia arvoja ovat kattoristikon leveys, jonka se ylittää kiinnityspisteistä, sekä harjan leveys.

Kuvassa 21 ylläpäällä esitetystä vetolaatikosta valitaan, onko ristikko symmetrinen vai epäsymmetrinen, sekä symmetrisen ristikon harjan suunta (ylös tai alas). Asetusten seuraavalta välilehdeltä "parts" voidaan muokata kuvassa 22 esitettyjä arvoja.



KUVA 22. Kattoristikon materiaaliasetukset.

Tämä välilehti pitää sisällään kattoristikon materiaaliasetukset. Muokattavia asetuksia ovat käytetyt profiilit ja materiaalit. Toiminta on identtinen makron S68 kanssa. Tältä välilehdeltä voidaan lisäksi valita, valmistetaanko ristikkoon pystypilareita ja, onko ristikko A- vai W-mallinen. "Diagonal"-solun arvoilla voidaan päättää mitä profiileja mallissa käytetään. Kuvan esimerkki 1 4\*2 4\*3 4\*2 1 tarkoittaa että kyseisessä ristikossa on ristikon alkupisteestä lueteltuna käytössä yksi kappale profiilin 1 palkkeja, neljä kappaletta profiilin 2 palkkeja, neljä kappaletta profiilin 3 palkkeja, jonka jälkeen on vielä symmetrisesti neljä kappaletta profiilin 2 palkkeja ja yksi profiilin 1 palkki. Kyseessä on siis symmetrinen kattoristikko.

Kattoristikon viimeinen asetusvälilehti, "cap plate", tarjoaa käyttäjälle mahdollisuuden valita, ovatko ristikon päät hitsattu umpeen vai ovatko ne avoimet. Jo valmistetua kattoristikkoa on mahdollista muokata myös jälkikäteen valitsemalla mallinnettu kattoristikko hiiren kaksoispainalluksella.

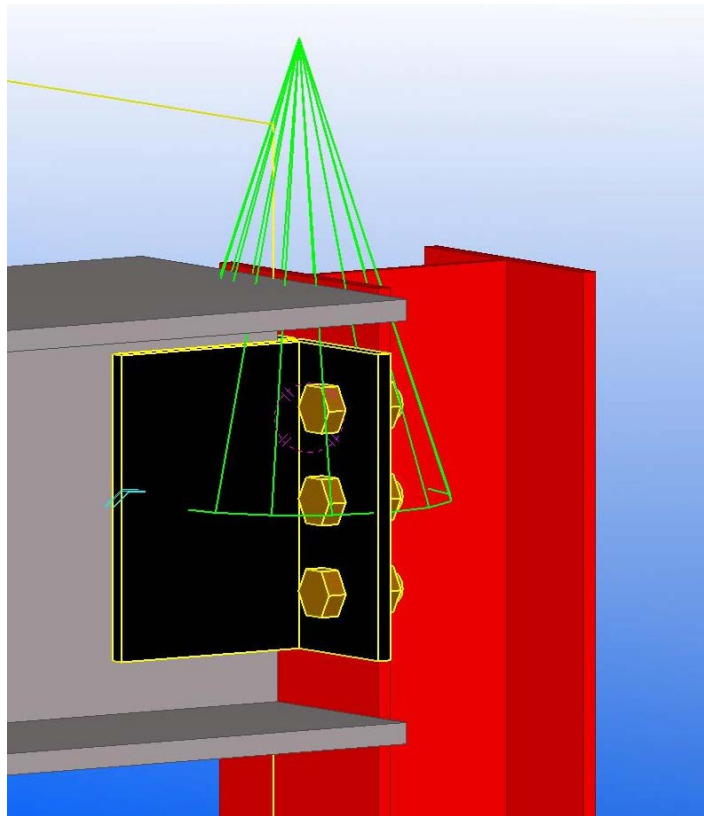
#### 4.4.3 Liitokset (connections)

Teräsrakenteita suunniteltaessa erilaiset liitokset ovat erittäin tärkeässä asemassa, ja niiden tulee olla standardin mukaisia ja riittävän lujia, jotta valmistettava konstruktio on turvallinen ja kestävä.

Tekla Structures hyödyntää liitoksissa valmiiksi ohjelmoituja makroja ja tarjoaakin käyttäjilleen laajan kirjaston erilaisia, eri käyttökohteisiin suunniteltuja liitosmakroja. Näiden avulla suunniteltaja voi mallintaa lähes kaikki standardien mukaiset liitokset, joita teräs- ja betonirakenteissa käytetään, ja muokata ne käyttökohteisiin sopiviksi.


Liitokset luodaan valitsemalla komponenttikirjastosta kohteeseen sopiva liitos ja asettamalla se paikalleen valitsemalla ensin liitoksen perusosa (rakenne mihin liitetään), jonka jälkeen käyttäjä valitsee perusosaan kyseisellä liitoksella liitettävän rakenteen. Joissain makroissa joudutaan valitsemaan useita eri pisteitä ja valintajärjestys on usein esitettynä makron asetusten ensimmäisellä lehdellä. Valintajärjestystä on erittäin tärkeä noudattaa, sillä väärässä järjestyksessä valitut pisteet voivat vaikuttaa liitoksen toimivuuteen, ja joissain tapauksissa estää liitoksen toiminnan, vaikka asetukset ovat oikeat. Tästä syystä onkin tärkeää valita pisteet oikeassa järjestyksessä. Jos makron asetuksissa järjestystä ei ole kerrottu, kannattaa noudattaa edellä annettua ohjetta, tai kokeilla eri vaihtoehtoja, kunnes toimiva ratkaisu löytyy.

Liitoksen asetukset muokataan kohteeseen sopiviksi samalla periaatteella kuin halli- ja kattoristikkomakrot. Myös niitä voidaan jälkikäteen muokata, jos valittuja asetuksia on tarvetta vaihtaa. Kuvassa 23 on esitetty esimerkkiliitos, missä palkki on liitetty pilariin käyttäen perus palkki-pilari-liitosta.



KUVA 23. Palkkiliitos.

Kun liitos on mallinnettu, näkyy sen kohdalla, joko vihreä, keltainen tai punainen kartio. Kartiot ilmaisevat liitoksen toimivuutta; vihreä tarkoittaa että liitos on toimiva, keltainen merkitsee toimivaa liitosta, joka on osittain puutteellinen, ja punainen merkitsee liitosta, joka ei toimi oikein. Kartiot ilmaisevat myös liitoksen suuntaa.

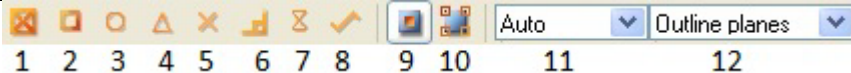
Liitosmakrot osaavat mallintaa myös tarpeen vaatiessa hitsiliitokset malliin. Jos kuitenkin tarvitaan ainoastaan hitsiliitos kahden rakenteen välille, käytetään silloin hitsityökalua. Tämän työkalun toiminta on hyvin samanlainen verrattuna palkkityökaluun; ensin valitaan kappale mihin hitsataan, jonka jälkeen valitaan siihen hitsattava kappale. Jos malliin on mallinnettu hitsisauma, ilmaistaan se mallissa vaaleansinisellä  -merkillä. Käytettävän hitsin asetuksia voidaan muokata, ennen mallintamista, valitsemalla työkalu hiiren kaksoispainalluksella, tai jälkikäteen valitsemalla haluttu hitsi hiiren kaksoispainalluksella.

#### 4.5 Valinta- ja tarttumistyökalut, sekä apumerkinnät

Mallintamista helpottamaan Tekla Structuresissa käytetään erilaisia valinta-, tarttumis- ja apumerkintätyökaluja. Ne ovat suunniteltu helpottamaan mallintamista ja mahdollistavat rakenteiden käsittelyn lisäksi objektien ja kokoonpanojen käsittelyn mallissa.

Sovelluksessa on käytössä useita erilaisia valintatyökaluja ja tehokas mallintaminen edellyttää niiden kaikkien hallitsemista. Etenkin erilaisten liitosten ja leikkausten hallinnassa, sekä viimeistelyssä erilaisten valintatyökalujen käyttö on lähes välttämätöntä. Valinta- ja tarttumistyökaluja voi olla käytössä samanaikaisesti useita, ja ne voidaan valita kulloinkin vallitsevan tarpeen mukaan pikavalikoista. Työkalut, joiden avulla määritetään mihin pisteisiin mallissa ja hilassa voidaan tarttua, on esitetty seuraavassa taulukossa 2. Hiiren kursoria liikuteltaessa rakenteen tai hilan päällä, näkyy kursorissa taulukon 2 kohtien 1-8 kuviot, jotka selventävät toimintaa.


TAULUKKO 2. Tarttumistyökalut.

	
1	Pisteisiin ja hilaviivojen risteysksiin.
2	Päätepisteisiin ja kaariin.
3	Ympyröiden ja kaarien keskipisteisiin.
4	Viivojen ja kaarien puolivälipisteisiin.
5	Viivojen, kaarien ja ympyröiden leikkauspisteisiin.
6	Tarttuminen objektin pisteisiin, jotka muodostavat suorankulman toisen objektin kanssa.
7	Objektin lähimpään pisteeseen. Esimerkiksi objektin reunan mihin tahansa pisteeseen tai viivan mihin tahansa kohtaan.
8	Mihin tahansa pisteeseen.
9	Referenssiviivat ja -pisteet, eli kohteet missä on kahvat (keltainen ja violetti neliö).
10	Geometriapisteet, kuten objektin kulmat ja päädyt.
11	Näkymässä käytävissä oleva tarttumistaso (automaattinen, tasomainen, 3d).
12	Tarttumistasot mallissa.

Valintatyökalut tarjoavat suodattimen, jolla voidaan valita ainoastaan halutut kohteet konstruktioista. Tämä nopeuttaa ja tehostaa työskentelyä, varsinkin kun kyseessä oleva konstruktio on suuri, tai muokattavia osia on paljon. Näiden työkalujen avulla voidaan valita mallista esimerkiksi pelkät liitokset, tai leikkaukset. Niitä voi myös käyttää apuna valitsemaan ainoastaan mallin kaikki palkit ja pilarit, tai vaihtoehtoisesti ainoastaan tiettyä profiilia olevat pilarit tai palkit.

Halutut valintatyökalut valitaan pikavalikosta, jolloin ne aktivoituvat automaattisesti. Taulukossa 3 on esitetty käytettävissä olevat työkalut ja niiden toiminta. Huomioimisen arvoista on kuitenkin se, että taulukossa 3 esitetyistä työkaluista, työkalut 17, 18, 19 ja 20 eivät voi olla samanaikaisesti käytössä, vaan käyttöön valitaan niistä yksi. Työkalulla 21, käyttäjä voi valita tarkemmin, millaisia osia haluaa valita, ja maalaamalla koko mallin, tai halutun alueen, mallista aktivoituvat ainoastaan kriteerit täyttävät objektit.

TAULUKKO 3. Valintatyökalut.


			
1	Kaikki	12	Yksittäinen pultti
2	Liitokset	13	Vahviketangot
3	Osat(pilarit, palkit, yms.)	14	Kuormat
4	Pintakäsittelyt	15	Tasot
5	Pisteet	16	Etäisyydet
6	Hila	17	Komponentti(esim. liitos, palkki)
7	Yksittäinen hilaviiva	18	Objektit komponenteissä
8	Hitsit	19	Kokoonpanot
9	Leikkaukset	20	Objektit kokoonpanoissa
10	Näkymät	21	Tarkennettu valinta
11	Pulttiryhmät	22	Valintatyökalujen asetukset

Apumerkintöjä tarvitaan pääasiallisesti, kun konstruktioon halutaan mallintaa osia, joita ei voida paikoittaa suoraan käyttäen jo mallinnettuja osia tai hilaverkkoa. Myös osa makroista vaatii toimiakseen apupisteitä, tai niiden käyttö on suositeltavaa kyseisen makron käytön yhteydessä (esim. kierreportaat).




Apumerkintöjä on runsaasti erilaisia ja niistä voidaan valita tilanteeseen parhaiten sopiva vaihtoehto. Sovellus opastaa apupisteiden ja apuviivojen määrittämisessä ja ohjeita seuraamalla apupisteet ja viivat ovat erittäin helppo mallintaa. Seuraavassa taulukossa 4 on esiteltyinä kaikki käytettävissä olevat aputoiminnot.


TAULUKKO 4. Apumerkinnät.


			
1	Hila	12	Tason ja viivan leikkauspiste
2	Pisteryhmä	13	Osan ja viivan leikkauspiste
3	Hilaviiva	14	Viivan ja ympyrän leikkauspiste
4	Piste viivan jatkolle	15	Akselin ja osan leikkauspiste
5	Piste viivojen leikkauspisteeseen	16	Piste (itsemääriteltä sijainti)
6	Projektiopiste	17	Etäisyys
7	Rinnakkaiset pisteet	18	Referenssimitta
8	Pisteitä tietyin välimatkoin viivalle	19	Työtaso
9	Kaaripiste	20	Apuviiva
10	Kaari kolmella pisteellä	21	Apuympyrä
11	Tangenttipiste	22	Apuympyrä kolmella pisteellä

#### 4.6 Leikkaus- ja mittaustyökalut

Teklalla rakennettavia konstruktioita ei niiden monimuotoisuudesta johtuen voida valmistaa ainoastaan käyttämällä jo aiemmin esiteltyjä työkaluja. Näiden työkalujen lisäksi käytettävissä on erilaisia leikkaustyökaluja, joilla jo mallinnettuja kappaleita voidaan muotoilla, sekä viimeistellä haluttuihin mittoihin ja muotoihin. Apuna on myös erilaisia mittaustyökaluja, joilla voidaan tarkastaa konstruktioista haluttuja mittoja ja näin ollen tarkastaa sen oikeellisuutta.

Leikkaamiseen Tekla tarjoaa neljä erilaista työkalua. Yksinkertaisin näistä on ”fitting”-työkalu, millä voidaan leikata haluttu kappale käyttäen kahta vapaavalintaista mallin pistettä. Tämä työkalu soveltuu palkkien ja pilareiden lyhentämiseen ja päätyjen viimeistelyyn. Pikavalikossa työkaluun pääsee käsiksi  -painikkeella.

Edellämainitun työkalun lisäksi toiminnaltaan lähes identtinen työkalu on ”line cut”, joka leikkaa valitun kappaleen kahteen osaan määritettyä viivaa pitkin. Lopuksi määritetään kumpi leikkauksen puolisko poistetaan. Kyseinen työkalu soveltuu erinomaisesti viisteiden, eli vinojen leikkausten tekemiseen ja palkkien, sekä pilareiden päiden viimeistelyyn. Tämän työkalun pikavalikon kuvakkeena on .

Myös erittäin hyödyllinen työkalu on ”part cut”, millä leikataan objektia toisella objektilla. Tätä työkalua käytetään etenkin erilaisten reikien ja lovien tekemiseen. Työkalu toimii siten, että ensin valitaan leikattava kappale, jonka jälkeen valitaan leikkaava kappale. Työkalu voidaan aktivoida  -painikkeella.

Viimeinen leikkaustyökalu on ”polygon cut”, jolla voidaan valmistaa halutun mutoinen leikkaus valittuun kappaleeseen. Toiminta on identtinen teräslevy- ja betonilevytyökalujen kanssa (ks. luku 4.3.3); valitaan aluksi leikattava kappale, valitaan seuraavaksi pisteet, jotka rajaavat leikattavan alueen ja painetaan lopuksi hiiren keskipainiketta leikkauksen viimeistelemiseksi.

Huomioisen arvoista on se, että leikkaustyökalut ”fitting”, ”line cut” ja ”polygon cut” toimivat oikein ainoastaan tasomaisissa (planar) näkymissä. Näiden työkalujen toiminta on myös keskenään hyvin samanlainen: ensin valitaan leikattava osa, jonka jälkeen määritetään apupisteet, joiden kautta leikkaus kulkee (ks. tarkemmat ohjeet yllä).

Mittatyökalujen käyttö on erittäin yksinkertaista ja nopeaa. Kaikilla mittaustyökaluilla toiminta on sama; valitaan mitan alkupiste, loppupiste ja kohta, mihin tulos julkaistaan. Ainoastaan kulmamitta eroaa tästä toimintaperiaatteesta hieman. Sitä käyttäessä valitaan ensin kulman kärki, jonka jälkeen suunnat minkä välille kulma muodostuu.

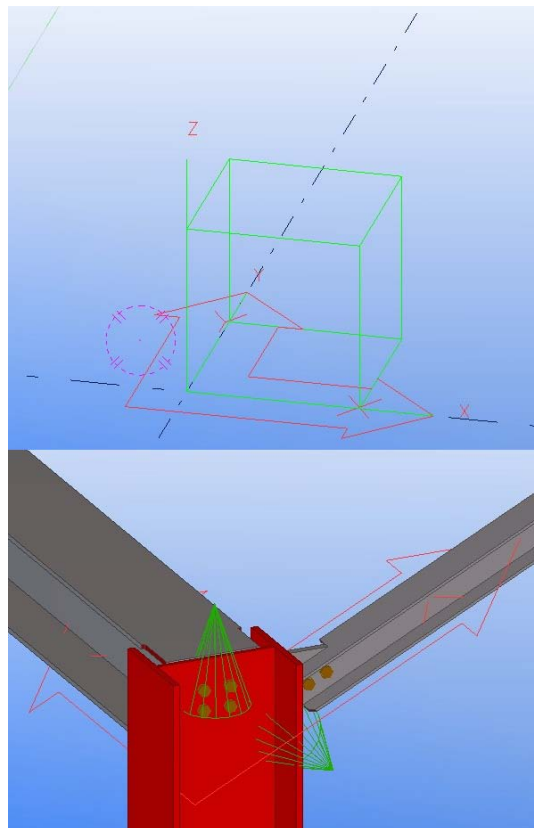
Huomitavaa on kuitenkin se, että mittatyökalut toimivat kunnolla ainoastaan tasonäkymissä (plane view). 3d-näkymässä voidaan kaikkia mittatyökaluja kuitenkin käyttää, mutta ”free measure” -työkalu on näistä ainoa ongelmitta toimiva. Uudemmissa Tekla Structuresin versioissa tätä ominaisuutta on paranneltu huomattavasti ja versiossa 15 mallinnettavan rakenteen mitta näkyy jo mallintamisvaiheessa.

#### 4.7 Työtasot (work plane) ja muut toiminnot

Mallintamisen tehostamiseksi sovelluksessa on käytössä työtasoja, joiden avulla koordinaatistoa voidaan siirtää haluttuun paikkaan ja asentoon. Tämä mahdollistaa tehokkaan mallintamisen niissä tilanteissa, jolloin valmistettava rakenne ei ole kohtisuorassa hilan tai muiden, jo mallinnettujen, rakenteiden kanssa.

Käytössä on muutamia erilaisia työkaluja, joiden avulla työtason paikoittaminen tapahtuu. Ne toimivat kaikki eri tavoilla, mutta lopputulos on jokaisella täysin sama. Työtaso voidaan asettaa esimerkiksi käyttäen kolmea pistettä, tai paikoittaa se halutun kappaleen halutulle pinnalle.

Kun työtaso on asetettu, siirtyy x-, y-, z-koordinaatisto uuden tason mukaiseksi ja näytöllä olevat punaiset nuolet osoittavat uuden xy-tason. Kuvassa 24 on ylempänä havainnollistettu normaali työtaso ja alempana uuteen kohtaan siirretty työtaso. Kun työtaso on tarvetta palauttaa alkuperäiseen asemaan, valitaan "work plane"-työkalu ja valitaan vetolaatikosta arvoksi "xy" ja syvyydeksi (depth) 0, jolloin työtaso siirtyy automaattisesti oikealle paikalleen, mallin alkuperäiseen origoon.



KUVA 24. Työtasot.


Muita tärkeitä toimintoja ovat siirto- (move) ja leikkaamistoiminnot (copy). Näiden työkalujen avulla voidaan mallinnettu osa paikoittaa oikealla paikalle, jos se ei muuten olisi järkevästi mahdollista. Siirtotyökaluja on olemassa kaksi, "move" ja "move special". Siirto- ja kopiointi-työkaluihin pääsee käsiksi valikoimalla ensin siirrettävät tai kopioitavat kohteet, jonka jälkeen työkalut voidaan aktivoida hiiren oikean painikkeen alta löytyvästä ponnahdusikkunasta.

Ensimmäinen näistä toimii siten, että valitaan siirrettävä kohde / kohteet, jonka jälkeen valitaan mallista referenssipiste (esimerkiksi hilojen leikkauspiste), mistä siirron mittaaminen aloitetaan. Lopuksi valitaan piste halutulta etäisyydeltä ja suunnasta, mihin kohteen tulisi siirtyä (esimerkiksi toinen hilojen leikkauspiste). Tällöin kohde siirtyy nykyisestä sijainnista pisteillä osoitetun matkan osoitettuun suuntaan. Siirto voidaan myös toteuttaa siten, että valitaan ensin siirrettävä kohde, jonka jälkeen valitaan kohteesta haluttu piste (esimerkiksi kulma), jonka tuleva sijainti tiedetään. Lopuksi valitaan piste, mihin aiemmin valittu piste halutaan siirtää.

"Move special"-toiminto mahdollistaa kohteiden siirtämisen, pyörittämisen, ja peilaamisen. Siirtäminen tapahtuu, kuten edellä on esitetty, tai vaihtoehtoisesti syöttämällä toiminnon aktivoimisen jälkeen avautuvaan valikkoon arvot, joiden verran kohde siirtyy alkuperäisestä pisteestä. Pyörittäminen tapahtuu valitsemalla pyörityskeskuspiste, minkä ympäri kappaletta pyöritetään, akseli, jonka ympäri pyöritys tapahtuu ja asteet, jonka verran kappale pyörii. Peilaaminen onnistuu valitsemalla peilattava kohde ja valitsemalla kahden pisteen avulla viiva, minkä suhteen kappale peilataan.

Kopiointiin käytettävät "copy-" ja "copy special"-toiminnot toimivat kuten edellä esitetyt siirtotoiminnot, mutta "copy"-toiminnolla voidaan kopioida yhdellä toiminnolla haluttu kohde useaan pisteeseen yhdellä kertaa valitsemalla ensin kopioitava kohde, jonka jälkeen valitaan referenssipiste ja lopuksi pisteet, mihin kappale halutaan kopioida. "Copy special"-toiminto mahdollistaa kappaleen kopioimisen tietyin välimatkoin halutusta pisteestä (translate).

Näkymien päivittäminen on myös erittäin tärkeää, sillä sen avulla saadaan näkymästä pois näkyvistä kaikki turha tieto, mitä käyttäjä ei sillä hetkellä tarvitse. Esimerkiksi kun uusi liitos luodaan, mallissa näkyvät kaikki hitsit, leikkaukset ja muut näkymättömät

objektit. Nämä saadaan pois päivittämällä näkymä, joka tapahtuu painamalla  -painiketta. Jos näkymään valitaan näytettäväksi jotain uutta muokkaamalla näkymän asetuksia, joudutaan se päivittämään, jotta kaikki halutut kohteet tulisivat näkyviin tai häviäisivät näkyvistä.

#### 4.8 Kokoonpanot

Teklan kokoonpano ja osakokoonpano ominaisuuksilla mallin hallinnoimista voidaan helpottaa huomattavasti. Niiden avulla voidaan valmistaa konstruktion osista käytännöllisiä kokoonpanoja, ja osakokoonpanoja. Nämä kokoonpanot ovat osakokonaisuuksia, mitkä ovat toisiinsa liitettyjä tai kuuluvat samaan pakettiin jonkin toisen kokonaisuuden kanssa.

Tekla valmistaa malleihin automaattisesti kokoonpanoja, jos osat liitetään toisiinsa esimerkiksi hitsaten. Tällöin hitsillä toisiinsa liitetyt osat ovat yksi kokoonpano. Osia voidaan myös liittää kokoonpanoihin tai osakokoonpanoihin manuaalisesti. Tämä tapahtuu valitsemalla haluttu osa tai kokoonpano, jonka jälkeen hiiren oikean painikkeen takaa löytyy "assembly"-valikko, mistä voidaan päättää liitetäänkö valittu osa kyseiseen kokoonpanoon, sen osaksi vai alikokoonpanoksi.

Hyvä kokoonpanohierarkia mahdollistaa konstruktion tehokkaan käytön ja piirustusten nopean valmistamisen. Kokoonpanoihin kannattaa tehdä alikokoonpanoja sen mukaan miten tarvetta on. Pienimmän kokoonpanon tulisi olla osakokonaisuus, mikä pystytään valmistamaan työpajoilla. Seuraavalla tasolla tulisi olla pajoilla valmistetuista osista muodostuneiden kokoonpanojen kokoonpano, missä kaikki valmistetut osat ovat oikeilla paikoillaan.

Mallin kokoonpanot ja osakokoonpanot voidaan valita käyttämällä taulukon 3 työkalua 19. Kun kyseinen työkalu on valittuna, viedään kursori rakenteen päälle, jolloin se näyttää koko kokoonpanon mihin rakenne kuuluu. Jos halutaan tarkastella alikokoonpanoja pidetään "shift"-painike pohjassa pyöritetään hiiren rullaa, jolloin kokoonpano hierarkiassa siirrytään porras eteen- tai taaksepäin.

## 5 TYÖPIIRRUSTUKSET

Tärkeässä osassa suunnittelua on mallien pohjalta valmistettavat työpiirrustukset. Ne ovat ohjeita työpajoille ja työmaille, joiden mukaan suunniteltu rakennelma valmistetaan. Valmistettavat 3d-mallit ovat hyödyttömiä, jos niistä ei ole olemassa piirrustuksia, sillä konepajat ja rakennustyömailla työskentelevä henkilöstö ei pysty näitä työssään hyödyntämään.

Työpiirrustukset valmistetaan mallin kaikista kokoonpanoista ja osakokoonpanoista, ne pitävät sisällään tiedon rakennelmassa käytetyistä materiaaleista, niiden profiileista ja pintakäsittelyistä. Piirrustuksista löytyy myös kaikki konstruktion liitokset tarkkoine mittoineen ja tyyppineen. Näiden kuvien pohjalta pajojen ja työmaiden on pystyttävä valmistamaan suunniteltu rakennelma ilman, että heidän tarvitsee miettiä valmistuksen aikana miten jokin osa sijoitetaan tai liitetään. Niiden tulee olla yksityiskohtaisia, selkeitä ja virheettömiä.

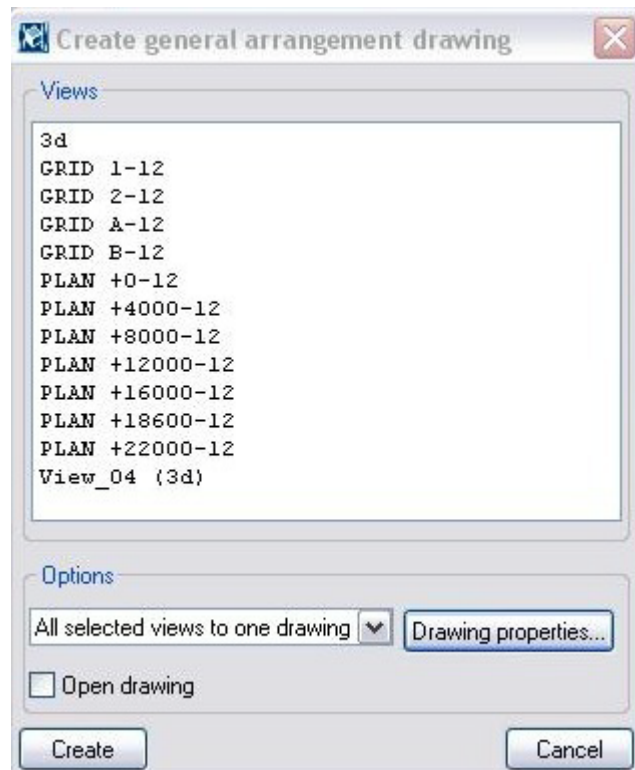
Tekla Structures on tehokas myös tällä osa-alueella. Se valmistaa piirrustukset konstruktiosta helposti ja vaivatta, ja niiden muokkaaminen tarpeiden mukaan on myös todella helppoa ja yksinkertaista. Tässä luvussa on esitelty yleisimmin käytettävät vaihtoehdot ja niiden asetukset, kuinka piirrustuksia valmistetaan Tekla Structures 13:sta.

### 5.1 GA-Piirrustukset

GA, eli "general arrangement"-piirrustukset ovat kokoonpanokuvia, joita voidaan valmistaa käytössä olevista näkymistä. Näiden piirrustusten avulla mallista saadaan hyvä yleiskuva ja mittakaava, millaisesta rakennelmasta on kyse. Niihin myös luodaan mallin päämitat, jolloin mahdolliset alikokoonpanot voidaan valmistaa ja asentaa oikeille paikoilleen.

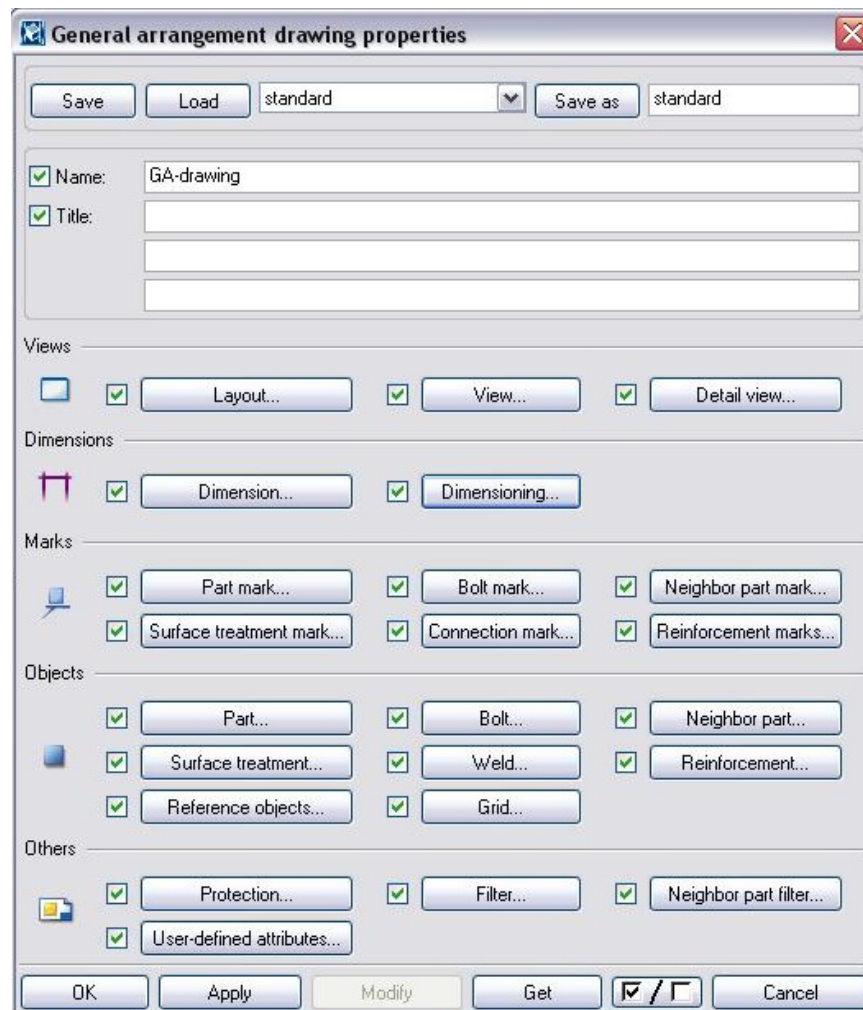
GA-piirrustukset luodaan valitsemalla kyseinen työkalu "drawings"-valikosta, jolloin kuvan 25 mukainen valikko aukeaa. Tästä valikosta valitaan näkymät, joista piirrustukset luodaan ja päätetään, tulevatko kaikki näkymät samaan piirrustukseen, vai

luodaanko jokaisesta oma piirustus. Yhteen piirrustukseen voidaan valita useita näkymiä, ja ne voidaan valita pitämällä "ctrl"-painiketta pohjassa ja valitsemalla halutut näkymät kuvan 25 listasta.



KUVA 25. GA-piirustusten luominen.

Ennen piirustusten valmistamista niiden asetuksia voidaan muokata, ja näihin asetuksiin päästään käsiksi "Drawing properties"-painikkeella. Kuvassa 26 on esitetty asetukset, joita kyseisen valikon kautta voidaan muokata. Näitä asetuksia voidaan myös tarvittaessa muokata piirustusten luomisen jälkeen. Piirrustukset luodaan painamalla "create"-painiketta, ja jos "open drawing"-ruutu on valittuna, aukeaa piirustus välittömästi luomisen jälkeen. Valmistettuihin piirrustuksiin päästään käsiksi valitsemalla "list"-toiminto "drawing"-valikosta. Liitteessä 2 on esitettyä esimerkki GA-piirrustuksesta.



KUVA 26. GA-piirustusten asetukset.

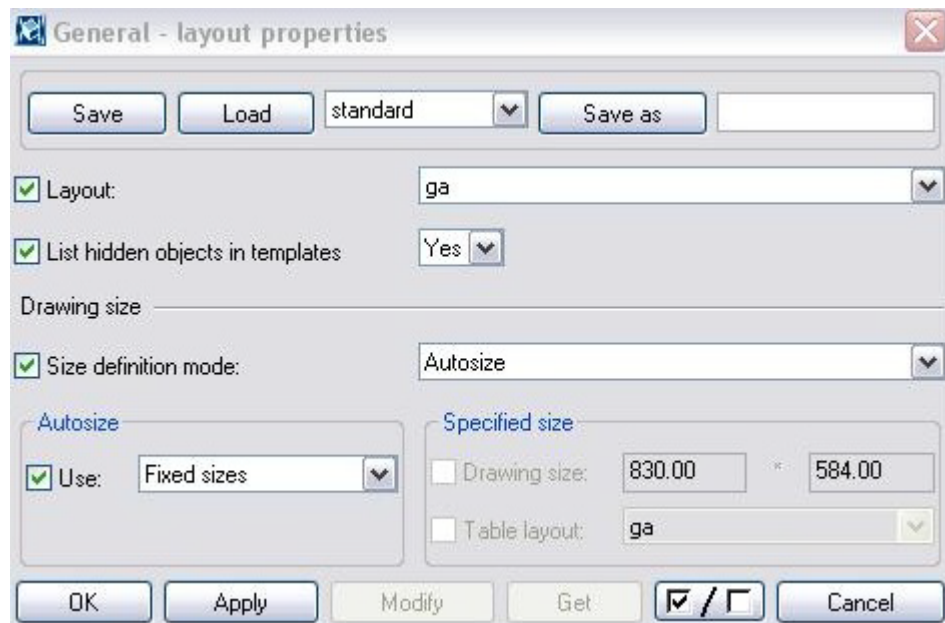
Asetusvalikosta voidaan tarkemmin määrittää, millainen piirrustuksesta todellisuudesta tulee. Ensimmäisenä voidaan määrittää piirrustukselle nimi, joka toimii sen tunnuksena ja siihen viitataan, jos kyseiseen piirrustukseen on tarvetta tehdä muutoksia. KT-Plan Oy:llä piirrustukset nimetään seuraavasti: KTP-123-456, missä ensimmäinen numerosarja on projektin numero ja viimeinen piirrustuksen numero. "Title"-kenttiin voidaan määrittää piirrustuksen tarkempi kuvaus, esimerkiksi "kattoristikko".

Tärkeimpiä asetuksia, joita kuvan 26 valikon kautta voidaan piirrustukselle tehdä, ovat piirrustuksen pohjan eli layoutin asetukset, osien merkintöjen (part marks) asetukset, sekä kaikki objektien asetukset.

Piirrustuksen layoutin asetuksia muokataan painamalla asetussvalikon "layout"-painiketta. Tämä avaa uuden ikkunan, mikä on esitetty kuvassa 27. Tästä valikosta valitaan mitä layouttia käytetään ja määritetään piirrustuksen koko. Erilaisia layoutteja on Teklassa useita jo valmiina, mutta niitä voidaan myös luoda tarpeen mukaan. Layout



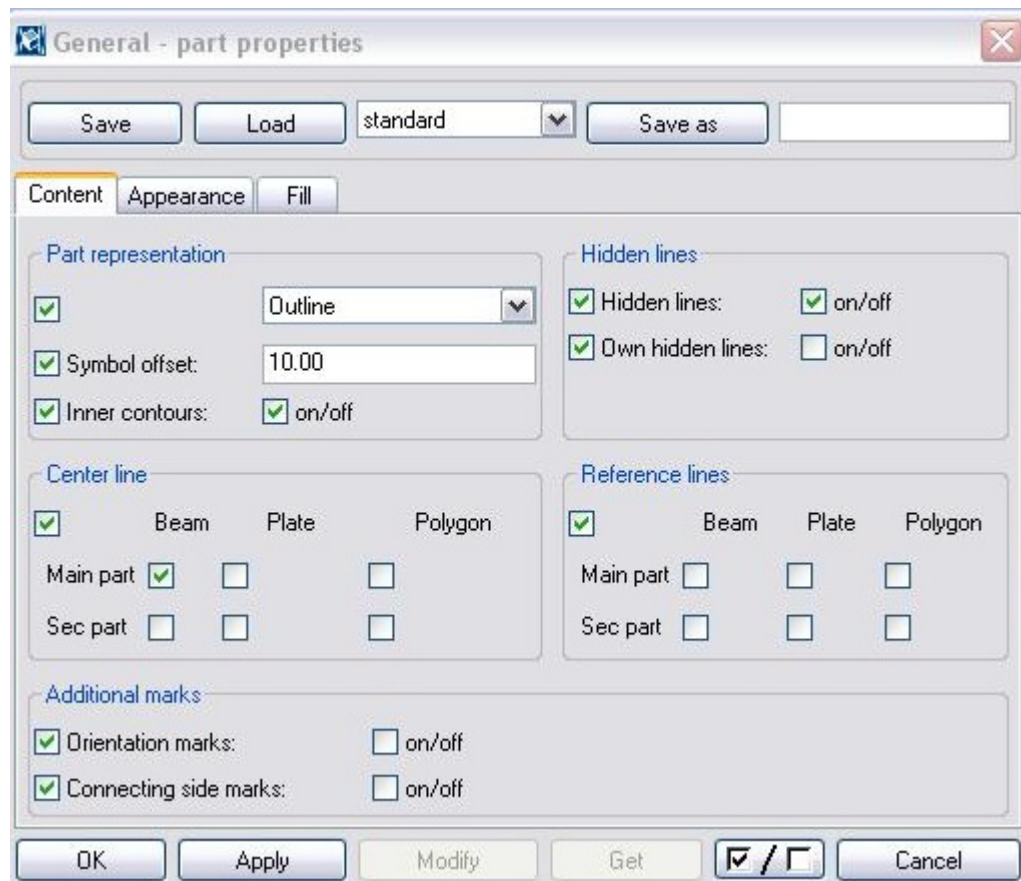
on pitää sisällään otsikkotaulun, josta löytyvät seuraavat tiedot mallista: piirrustuksen nimi, numero, suunnittelija, sekä valmistavan yrityksen tiedot. Se voi myös pitää sisällään muitakin tärkeitä tietoja, kuten osaluettelon ja rakenteen painon. Piirrustuksen koko määritetään, joko automaattisesti tai käyttämällä jotain tiettyä kokoa.



KUVA 27. GA-piirrustusten layoutasetukset.

Osien merkintöihin voidaan tehdä muutoksia valitsemalla kuvan 26 valikosta "part marks". Tästä valikosta voidaan muokata merkintöjä, joita Tekla tekee automaattisesti piirrustuksessa oleviin osiin. Valikon vasemmasta laatikosta voidaan lisätä erilaisia ominaisuuksia, joita halutaan merkinnässä näytettävän. Muokattavissa on myös, miten merkinnät näkyvät piirrustuksessa, mitä väriä ja fonttia on käytetty. Samaisen valikon "general"-välilehdeltä voidaan valita ovatko merkit näkyvissä vai piilotettuna. Jos rakenne on suuri, voi merkintöjä helposti tulla valtavasti, joten suuremmissa konstruktioissa on suositeltavaa piilottaa kaikki merkinnät, ja lisätä niitä jälkikäteen yksitellen.

Objektien astukset muokataan kuvan 26 valikon "objects"-kohdasta. Jokaisen eri objektin asetukset voidaan sovelluksessa määrittää erikseen. Esimerkiksi "welds"-painikkeen kautta voidaan muokata, miten malliin tehdyt hitsisaumat ovat esitetty piirrustuksessa. "Parts"-painikkeen takaa voidaan muokata kaikkien objektien yleisiä asetuksia ja muokattavat asetukset ovat esitettynä kuvassa 28.



KUVA 28. GA-piirustusten osien asetukset.

Tästä valikosta voidaan muokata kuinka osat näkyvät piirustuksessa ja mitä apuviivoja on näkyvissä (keskiviivat, referenssiiviivat). Valikosta voidaan myös päättää ovatko piilotetut viivat, eli näkymän suunnasta näkymättömissä olevat viivat näkyvissä vai ei. "Appearance"-välilehdeltä voidaan päättää, millä väreillä eri viivat ovat esitetty, ja minkälainen viivatyyppeä on käytössä.

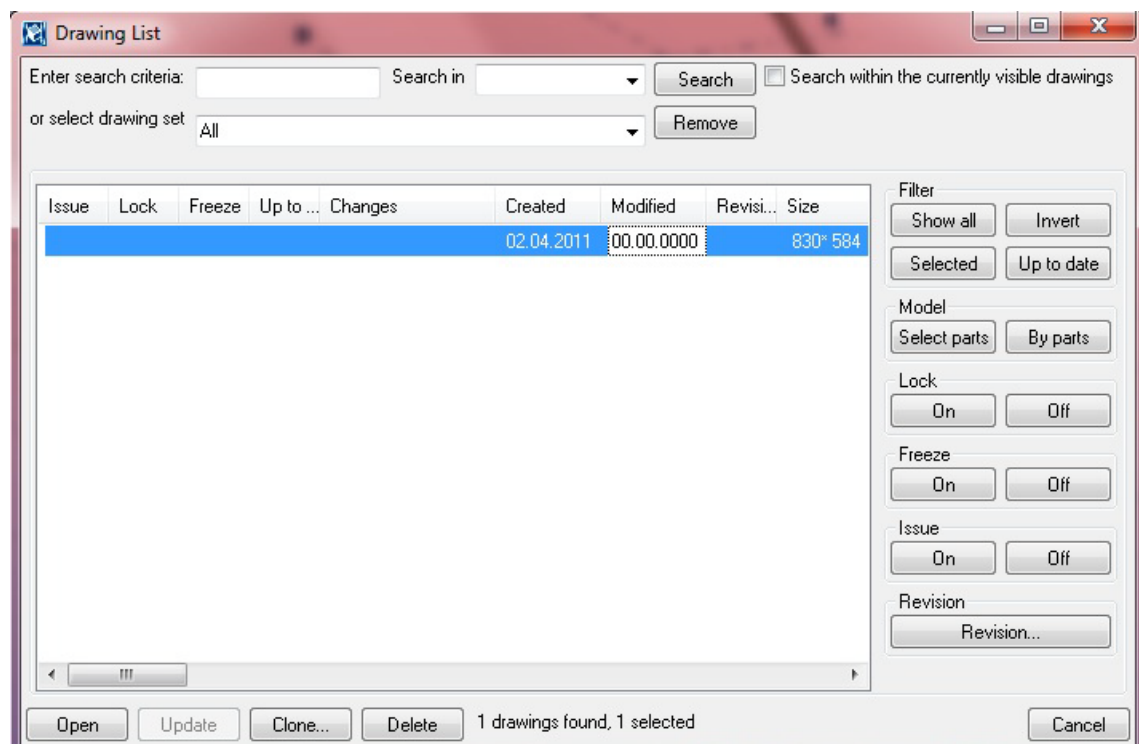
Kun kaikki asetukset ovat asetettu halutuiksi, voidaan piirustus valmistaa. Jos asetukset ovat asetettu oikein ja käyttäjän haluamiksi, ei valmistuvaan piirustukseen tarvitse tehdä välttämättä ollenkaan muutoksia, vaan se on toimiva ja pitää sisällään kaiken oleellisen tiedon mitä sen kuuluukin. Jos muutoksia kuitenkin joudutaan tekemään, on niitä mahdollista tehdä muuttamalla tässä kappaleessa esitettyjen valikoiden avulla, tai kappaleessa 5.3 esitetyin tavoin.

Ennen piirustusten valmistamista kaikki mallin osat tulee olla numeroitu ja niissä ei saa esiintyä päällekkäisyyksiä. Jos numerointi kuitenkin on unohtunut, ilmoittaa Tekla siitä, ja pyytää tekemään numeroinnin ennen piirustusten tekemistä. Myös osia muutettaessa, tai kokoonpanoja vaihdettaessa osat joudutaan numeroimaan uudelleen.

## 5.2 Kokoonpanopiirrustukset (Assembly drawings)

Kun mallista halutaan tehdä tarkempia osakokoonpano piirrustuksia, tehdään ne käyttämällä "assembly drawings"-työkalua. Tämä työkalu on toiminnaltaan lähes identtinen edellisessä kappaleessa esitetyn GA-piirustustyökalun kanssa. Ennen piirrustuksen valmistamista muokataan asetukset halutuiksi, käyttäen työkalun sovellusvalikkoja, joista osa pitää sisällään enemmän muokattavia asetuksia kuin GA-piirrustuksia tehtäessä, mutta on päävalikoltaan täysin samanlainen (kuva 26).

Piirrustukset valmistetaan valitsemalla ensin haluttu kokoonpano mallista, jonka jälkeen valitaan hiiren oikean painikkeen takaa löytyvä "create drawing" ja "assembly drawing". Tekla luo halutun piirrustuksen automaattisesti annetuin asetuksin ja luomisen jälkeen piirrustukseen pääsee käsiksi "drawing list"-valikon kautta, joka on esitetty kuvassa 29. Kuvat aukeavat hiiren tuplapainalluksella ja ne päivittyvät automaattisesti, jos malliin tehdään muutoksia.



KUVA 29. Piirustusluettelo.

### 5.3 Muut piirrustukset

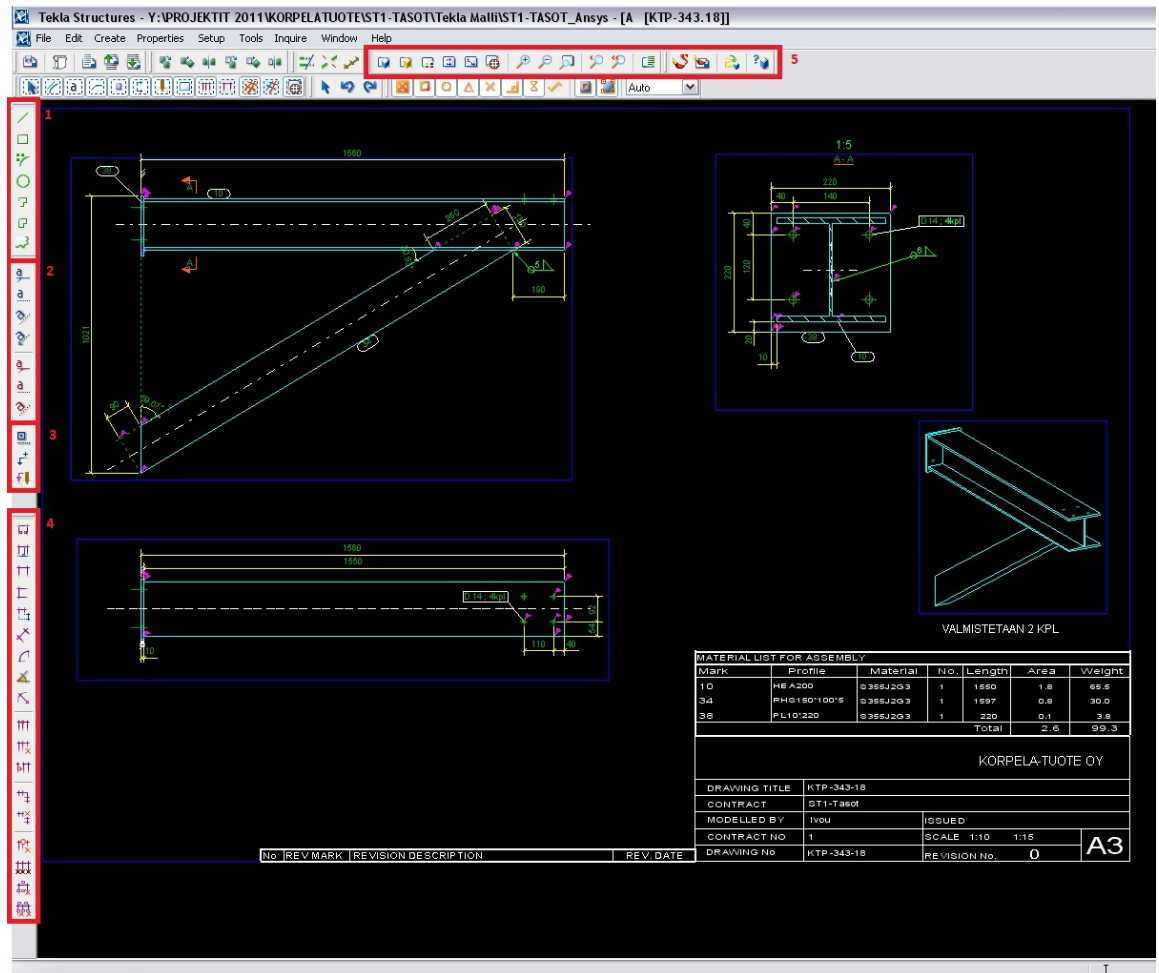
Muita Teklassa käytettäviä piirrustuksia ovat yksittäisistä osista tehtävät piirrustukset (single-part drawings), sekä usean piirrustuksen piirrustukset (multi-drawings). Nämä toimivat lähes samoin kuin aiemmin esiteltyt piirrustustyypit.

Näistä kahdesta pääasiallisesti käytetään kuitenkin ainoastaan osapiirrustuksia. Niiden avulla saadaan aikaiseksi kokoonpanojen ja alikokoonpanojen osista tarkat piirrustukset, joilla työpajat voivat valmistaa kyseisen kappaleen. Toiminta tällä työkalulla on täysin vastaava kokoonpanopiirrustusten kanssa; valitaan haluttu osa, mistä piirustus luodaan ja valitaan hiiren oikean painikkeen takaa löytyvä "create drawing" ja "single-part drawing"-painike, jolloin Tekla luo piirrustukset asetetuilla asetuksilla. Liitteessä 3 on esitetty esimerkki osapiirrustuksesta.

### 5.4 Piirrustusten muokkaaminen

Joissain tapauksissa Tekla ei osaa luoda haluttua piirrustusta automaattisesti, tai siinä on jotain puutteita, joita ei asetuksia muuttamalla voida automaattisesti lisätä. Tällaisissa tapauksissa piirrustuksia voidaan muokata manuaalisesti.

Muokkaaminen tapahtuu avaamalla valmistettu piirustus, jolloin kuvan 30 mukainen työpöytä aukeaa. Tältä työpöydältä löytyvät työkalut, joiden avulla voidaan piirrustusta muokata tarpeen mukaan. Työpöydältä löytyy myös työkalut, joiden avulla piirrustukset tulostetaan ja viimeistellään.



Kuva 30. Piirustustyöpöytä.

#### 5.4.1 Työkalut

Kuvan 30 työpöydän vasemmassa ylälaudassa ovat työkalut, joiden avulla voidaan malliin lisätä erilaisia apumerkintöjä havainnollistamaan mallia. Seuraavana näiden alla ovat työkalut, joilla voidaan tehdä piirustusarkille erilaisia merkintöjä, kuten lisätä tekstiä ja puuttuvia hitsimerkkejä, sekä kirjoittaa tekstiä viitenuolilla tai ilman.

Puuttuvia mittoja voidaan lisätä merkintätyökalujen alla olevilla työkaluilla. Mitat lisätään piirrustukseen valitsemalla ensin haluttu työkalu, esimerkiksi pysty- tai vaakamitta, jonka jälkeen mitta asetetaan paikalleen valitsemalla mitan alku- ja loppupisteet, viemällä hiiri kohdalle mille mitta halutaan laittaa ja viimeistelemällä toiminto painamalla hiiren keskipainiketta. Jos kyseessä on kokoonpanopiirustus, määrittää Tekla automaattisesti mitat kohtisuoraan kokoonpanon pääosaa vastaan. Kun halutaan valmistaa mittoja, jotka ovat kokoonpanon muiden osien suuntaisia, tai niitä

vastaan kohtisuorassa, voidaan pääosa vaihtaa tarpeen mukaan, tai vaihtoehtoisesti voidaan käyttää apuviivoja näiden mittojen luomiseksi.

Kaikkia piirustustyöpöydältä löytyviä työkaluja ja niiden tarkempia asetuksia voidaan muuttaa painamalla työkalun kuvaketta hiiren kaksoispainalluksella. Näistä asetuksista voidaan vaihtaa, miten eri mitat ja merkit näkyvät piirrustuksessa ja, mitä ne pitävät sisällään.

#### 5.4.2 Projektiot, leikkaukset ja niiden asettelu

Tekla valmistaa piirrustuksiin automaattisesti erilaisia projektioita, eli näkymiä. Näitä projektioita voidaan luoda tarvittaessa lisää, sekä poistaa, jos niille ei ole tarvetta. Projektioilla saadaan mallista tarkka kuva jokaisesta suunnasta ja niiden avulla voidaan kokoonpanot ja yksittäiset osat mitoitaa ja havainnollistaa tarkasti. Niihin voidaan luoda merkintöjä ja mittoja, jotta työpajat pystyvät valmistamaan kyseiset konstruktiot niiden avulla.

Automaattisesti luotavat projektiot voidaan luoda kokoonpanopiirrustuksissa (assembly drawings) kuvan 26 valikon "view"-kohdasta. Muissa piirustusmalleissa erilliset projektiot luodaan käyttämällä projektiotyökaluja, jotka oletusarvoisesti löytyvät piirustustyöpöydän yläpalkista. GA-piirrustuksissa, eri projektioita voidaan luoda valitsemalla kuvan 25 valikosta halutut näkymät, tai käyttäen piirustuspöydän työkaluja.

Projektioiden luominen työkalujen avulla on yksinkertaista. Pääasiallisesti projektioiden luomisessa käytetään "section cut"- työkalua. Työkalu toimii seuraavasti: ensin aktivoidaan työkalu, seuraavaksi määritetään projektion suunta halutusta jo olemassa olevasta projektioista kahden pisteen avulla, tämän jälkeen valitaan koko projektiot kahden laatikon avulla ja lopuksi valitaan paikka, mihin projektiot piirretään. Tämän samaisen työkalun avulla voidaan tehdä halutusta projektioista poikkileikkauskuvia, jolloin nähdään rakenteen sisälle. Tällöin laatikoilla valitaan ainoastaan se alue, mikä halutaan projektiossa näytettävän.

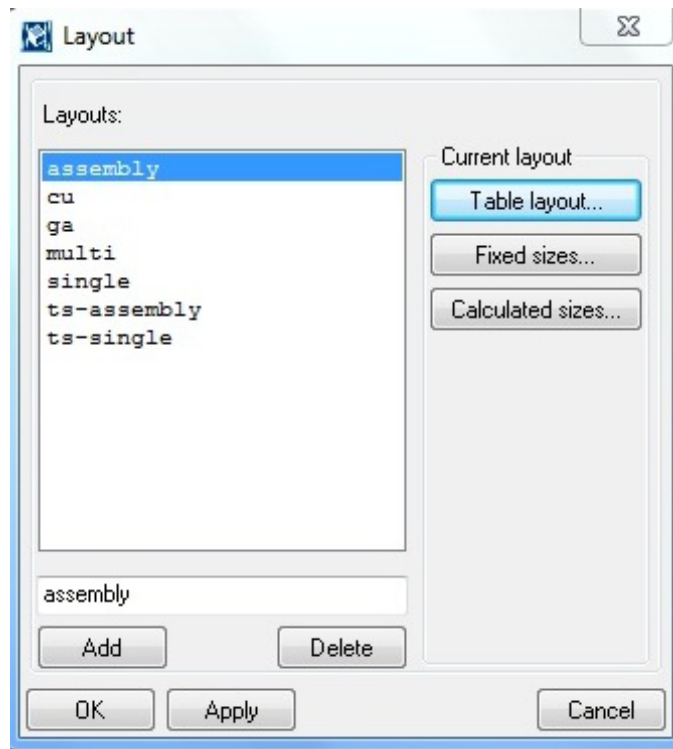
Projektioita voidaan asettaa arkilla haluttuihin paikkoihin tarttumalla niiden laidasta kiinni ja vetämällä ne haluttuihin paikkoihin. Käytössä on myös automaattinen

järjestelijä, joka järjestää projektiot tarvittaessa automaattisesti. Yksittäisten projektioiden asetuksia voidaan muuttaa painamalla hiiren tuplapainalluksella projektion päällä, jolloin kuvan 26 mukainen asetusikkuna aukeaa. Tämän valikon asetuksia muokkaamalla ainoastaan sillä hetkellä valittuna oleva projektiio päivittyy. Asetusten muokkaamisen jälkeen pitämällä asetusvalikko edelleen näkyvissä ja valitsemalla jokin toinen projektiio, jonka jälkeen painamalla "modify"-painiketta päivittyy valittu näkymä.

#### 5.4.3 Layoutin muutokset (Template editor)

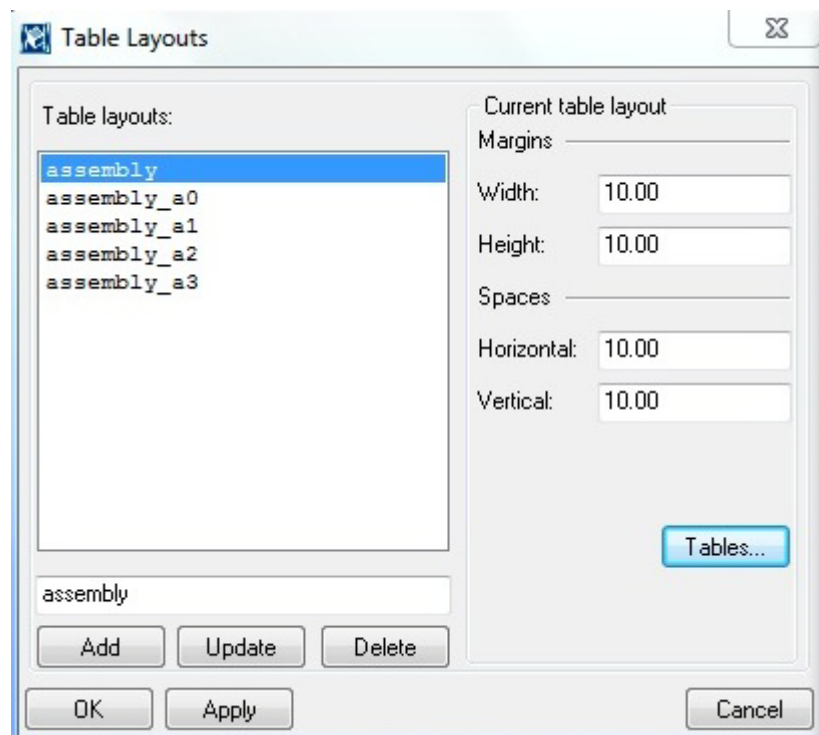
Jos piirrustuksen pohjaan layouttiin on tarvetta tehdä muutoksia, tehdään ne Teklan oman editorin kautta. Tämän erillisen sovelluksen (template editor) avulla voidaan käytetty layout määrittää yrityksen ja kyseisen projektin tarpeisiin vastaaviksi. Sovelluksen käyttö on kuitenkin haastavaa ja sen opettelu vie aikaa, joten tämän oppaan sisältämät ohjeet ovat ainoastaan pieni osa kokonaisuutta.

Layoutin järjestystä voidaan osittain muokata valitsemalla "drawing layout" sovelluksen ylälaidan työkalupalkista. Tämän työkalun kautta voidaan valita mihin eri tekstikentät, kuten materiaaliluettelo ja otsikkotaulu sijoitetaan ja miten ne ovat sijoitettu toisiinsa nähden. Kun työkalu aukaistaan ilmestyy näkyviin kuvan 31 mukainen valikko. Tästä valikosta valitaan mitä layouttia muokataan, ja voidaan tarvittaessa myös tehdä kokonaan uusi layout.



Kuva 31. Layout asetukset.

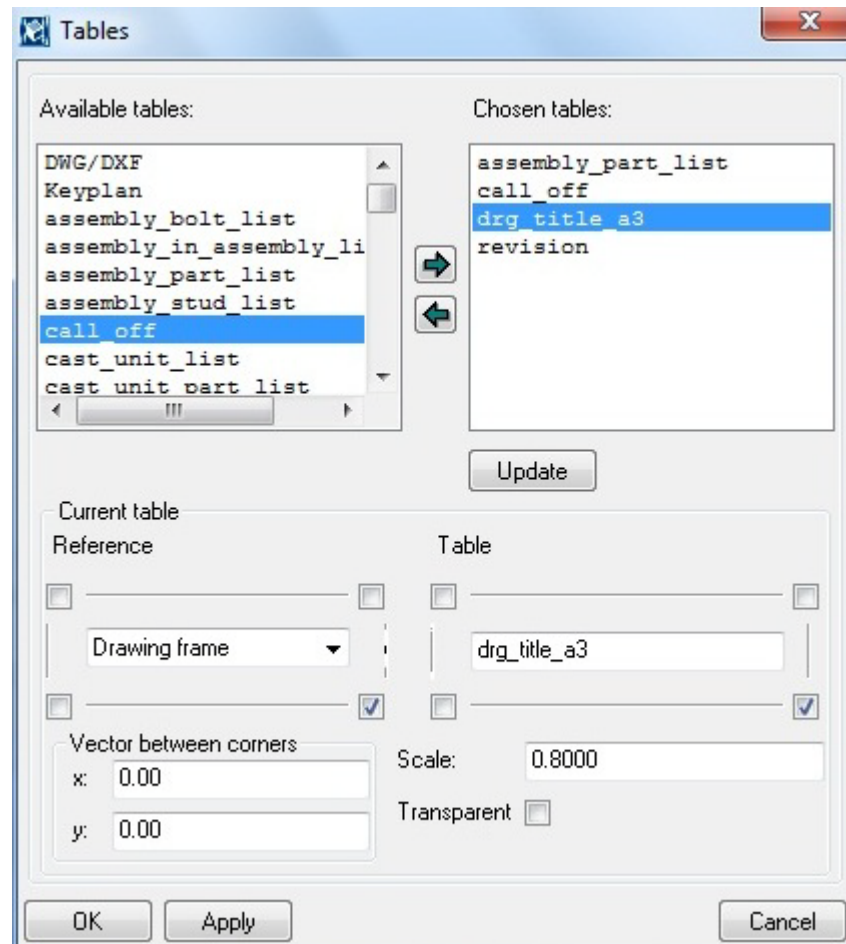
Kun haluttu layout on valittu, voidaan sen järjestystä muokata valitsemalla kuvan 31 valikosta ”table layout”, jolloin kuvan 32 mukainen valikko avautuu. Valitun layoutin kokoa voidaan sensijaan muokata ”fixed sizes”- ja ”calculated sizes”-valikoiden kautta.



Kuva 32. Layout asetukset.



Kuvan 32 valikosta voidaan tehdä aiemmin valitun layoutin alle eri kokoisia ja mallisia layoutteja. Kuvan 32 esimerkissä ”assembly”-layoutin alle on tehty eri kokoisia layoutteja, joiden ulkonäkö ja sisältö voidaan määrittellä erikseen ”tables”-painikkeen valikon kautta. Kun muokattava layout on valittu painetaan ”tables”-painiketta, jolloin kuvan 33 valikko avautuu.



Kuva 33. Layoutin sisältö.

Tästä valikosta voidaan valita ne tiedot mitä ko. layout pitää sisällään. Kuvan 33 valikon vasemmasta laatikosta voidaan valita mitä tietoja layoutissa esitetään. Oikeassa ylälaidan laatikossa on puolestaan esitetty jo näkyvissä olevat tiedot. Kun halutut tiedot on valittu ja ne ovat näkyvissä oikeanpuoleisissa laatikossa, voidaan niiden paikka määrittellä. Paikan määrittämien tapahtuu valitsemalla ylälaidan oikeanpuoleisesta laatikosta ensin se tieto, mikä halutaan asettaa paikoilleen. Tämän jälkeen valitaan ”current table”-kohdan ”reference”-vetolaatikosta referenssipiste tai taulukko minkä mukaan haluttu tieto asetetaan. Seuraavaksi valitaan ”reference”- ja ”table”-taulukkojen ympärillä olevista painikkeista mitkä nurkat ovat kohdakkain. Kuvan esimerkin tapauksessa ”drg\_title\_a3”-n oikea alanurkka on kohdakkain ”drawing frame” eli

piirustusarkin oikean alanurkan kanssa. Valikon muita arvoja muokkaamalla voidaan määrittää näkyviin tulevien tietojen skaala, sekä läpinäkyvyys. ”Vector between corners”-kohdasta voidaan muokata mahdollista väliä, mikä jää tietokenttien nurkkien väliin.

Yllä olevien ohjeiden lisäksi liitteestä 4 löytyy ohje, kuinka piirustuksen materiaaliluettelosta voidaan poistaa projektin kannalta tarpeettomia rakenteita. Normaalisti Tekla valmistaa materiaaliluettelon kaikista piirustukseen tulevista osista, ja jos mallissa on rakenteita jotka eivät itse projektiin kuulu, voidaan ne poistaa materiaaliluettelosta kyseisen ohjeen mukaisesti.

### 5.5 Piirustusten tulostaminen

Piirustukset voidaan tulostaa suoraan paperille, tai niistä voidaan tehdä \*.pdf tiedostoja. Valmistetut piirustukset voidaan myös kääntää \*.dwg piirustuksiksi, jolloin ne voidaan avata useilla eri sovelluksilla, kuten Autocad ja Dwg-viewer.

Muuttaminen \*.dwg muotoon tapahtuu käyttämällä piirustuspöydän ”export”-työkalua. Kun työkalu on aktivoitu, valitaan avautuvasta valikosta kohde, mihin piirustus tallennetaan, sekä sen skaala ja nimi millä se tallennetaan. Työkalun toiminta vaatii aktiivisten piirustuksen, eli toisin sanoen, työkalu valmistaa \*.dwg piirustuksen avoimena olevasta piirustuksesta.

Piirustuksen tallentaminen \*.pdf muotoon tapahtuu tulostusvalikon kautta. Valikosta valitaan tulostimeksi doPDF, ja valitaan ”print to file” aktiiviseksi. Määritetään tulostus osoite, eli polku mihin piirustus tallennetaan. Lisäasetuksista voidaan määrittää miten piirustus tallennetaan \*.pdf muotoon: onko se värillinen vai mustavalkoinen, sekä onko se missä skaalassa alkuperäisen kanssa.

Tulostusvalikon kautta voidaan myös lisätä piirustukseen sisemmät ja ulommat raamit ”frames”-valikon kautta. Raamien väri ja paksuus voidaan myös määrittää erikseen. Kun raamit ovat määritetty, näkyvät ne myös avoimena olevassa piirustuksessa kun se päivitetään.

## YHTEENVETO

Yhteenvetona todettakoon, että tämän työn tekeminen sujui jouhevasti ja siitä tuli toimiva kokonaisuus. Haasteelliseksi työn teki itse sovelluksen opetteleminen. Sen monipuolisuudesta ja eri toimintojen paljoudesta johtuen, opetteleminen oli hidasta ja vei suurimman osan työhön käytetystä ajasta.

Kirjoittaminen sen sijaan sujui nopeasti ja ainoaksi merkittäväksi ongelmaksi muodostui sisällön rajaaminen. Koska käsitettäviä asioita oli paljon, jouduttiin alue rajamaan siten, että työ sisältää vain tärkeimmät ja oleellisimmat asiat, joita aloittelija tarvitsee sovelluksen käytön opettelemiseen, jättämättä kuitenkaan pois mitään sovelluksen osa-alueita.

Työ olisi myös voitu tehdä ainoastaan yhdestä sovelluksen osa-alueesta, kuten esimerkiksi piirustusten tekemisestä. Tällöin työ olisi ollut huomattavasti tarkempi ja yksityiskohtaisempi, mutta olisi vaatinut esimerkki tapauksessa käyttäjältä riittäviä pohjatietoja sovelluksen muista toiminnoista, kuten mallintamisesta, joita ei työssä tällöin olisi käsitelty.

Koska KT-Plan Oy:llä on olemassa työstä myös sähköinen versio, voidaan se tulevaisuudessa päivittää täysin yhteneväksi sovelluksen uusimman version kanssa. Sen sisältämiä ohjeita voidaan myös tarkentaa ja siihen voidaan tehdä lisäyksiä, jolloin työ on nykyistä kattavampi ja käyttäjäystävällisempi.

## LÄHTEET

Eastman, C. 2009. Building Information Modeling. Luettu 8.2.2011.  
<http://bim.arch.gatech.edu/?id=402>

Tekla Oy, 2011. Laittevaatimukset. Luettu 9.2.2011.  
[http://www.tekla.com/SiteCollectionDocuments/Tekla-Structures-documents/TeklaStructures\\_Hardware\\_recommendation.pdf](http://www.tekla.com/SiteCollectionDocuments/Tekla-Structures-documents/TeklaStructures_Hardware_recommendation.pdf)

Tekla Oy, 2011. Peruskäsitteitä. Luettu 8.2.2011.  
<http://www.tekla.com/fi/solutions/building-construction/Pages/basic-concepts.aspx#bim>

Tekla Oy, 2011. Tekla Structures. Luettu 8.2.2011.  
<http://www.tekla.com/fi/products/tekla-structures/Pages/Default.aspx>

Tekla Oy, 2011. Tietoa Teklasta. Luettu 8.2.2011.  
<http://www.tekla.com/fi/about-us/Pages/Default.aspx>

Training material. [DVD-ROM]. Espoo: Tekla Oy

Juusela M. Miten saa suodatettua osia pois kokoonpanon osaluettelosta (Tekla):02000048. Sähköpostiviesti. [matti.juusela@tekla.com](mailto:matti.juusela@tekla.com). Tulostettu 3.4.2011.

## LIITTEET

Liite 1 - Tekla Structures tärkeimmät 13 pikakomennot.

Liite 2 - GA-piirustus.

Liite 3 - Assembly-piirustus.

Liite 4 - Projektiin kuulumattomien osien poistaminen osaluettelosta.

Liite 5 - Mallin vieminen Ansys-lujuuslaskentasovellukseen.

## Osien esitystapa

Rautalankamalli	CTRL + 1
Läpinäkyvä pintamalli	CTRL + 2
Pintamalli (musta)	CTRL + 3
Pintamalli	CTRL + 4
Pintamalli (tummat värit)	CTRL + 5

## Yeiset komennot

Avaa	CTRL + O
Tallenna	CTRL + S
Avaa ominaisuudet	ALT + ENTER
Kumoa	CTRL + Z
Tee uudelleen	CTRL + Y
Keskeytä	ESC
Toista viimeisin komento	ENTER
Kopioi	CTRL + C
Siirrä	CTRL + M
Poista	DEL
Vedä ja pudota	D
Panoroi	P
Pyöritä hiirellä	CTRL + R
Aktivoi suorakulmalukko	O
Seuraava piste	TAB
Edellinen piste	VAIHTO + TAB
Avustettu kohdistus	T
SmartSelect	S
Säädä muuttujia	CTRL + E
Hae kohteen tiedot	VAIHTO + I
Vapaa mitta	F

## Mallinnuskomennot

Luo uusi malli	CTRL + N
Leikkaa näkymää	CTRL + X
Aseta näkymän pyörityskeskipiste	V
3D-näkymä/ tasonäkymä	CTRL + P
Valitse kaikki	CTRL + A
Valitse kokoonpano	ALT + KOHDE
Piilota kohde	VAIHTO + H
Sulje monikulmio	VÄLILYÖNTI
Avaa komponenttikirjasto	CTRL + F
Luo automaattiliitos	CTRL + J
Phase manager	CTRL + H
Tee törmäystarkastelu	VAIHTO + C
Avaa piirustusluettelo	CTRL + L
Luo raportteja	CTRL + B

## Piirustuskomennot

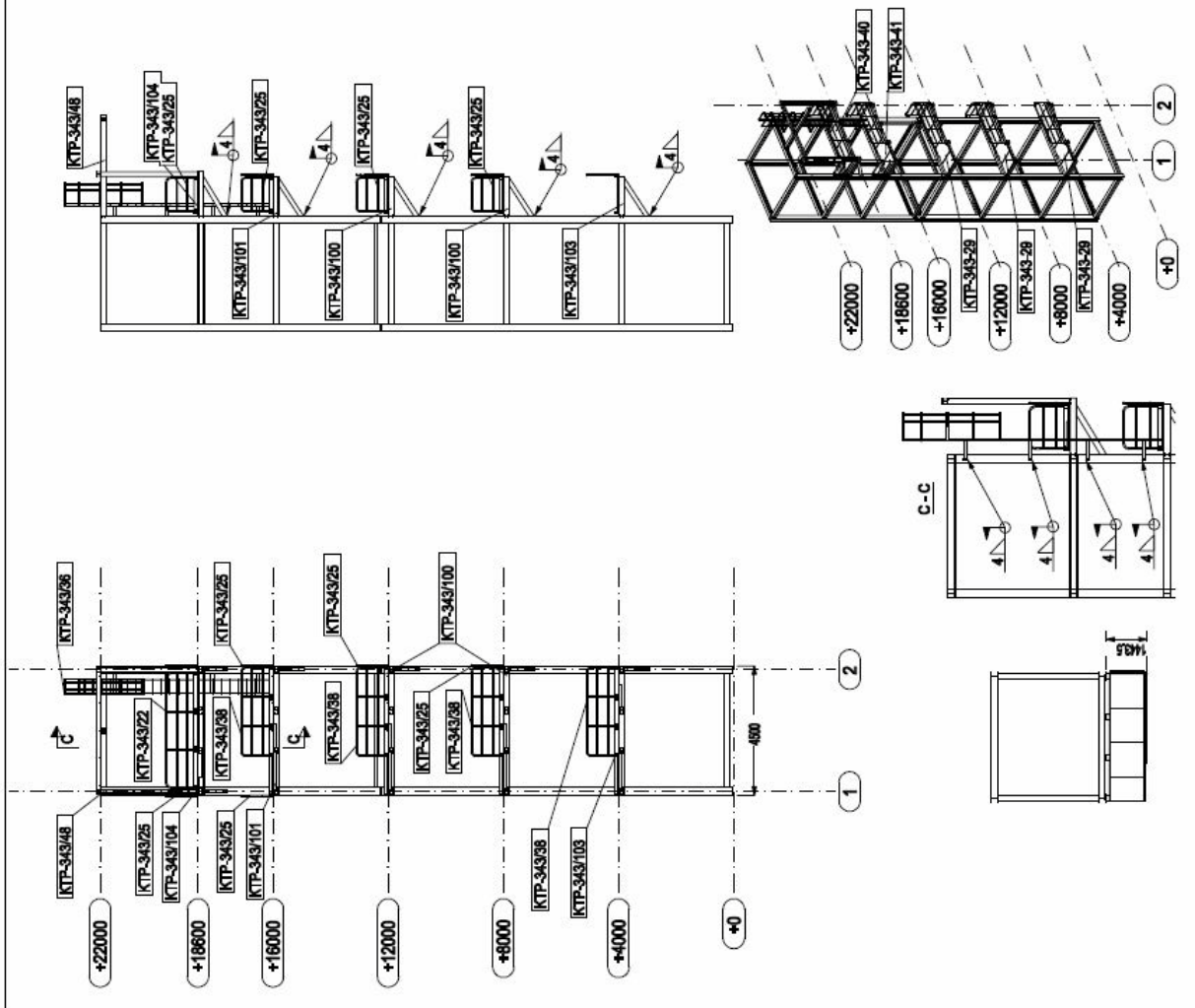
Assosiaatiosymboli	VAIHTO + A
Mustavalkopiirustus	B
Haamuviiva	VAIHTO + G
Luo mitta suorassa kulmassa	G

## Oma koordinaatisto (UCS)

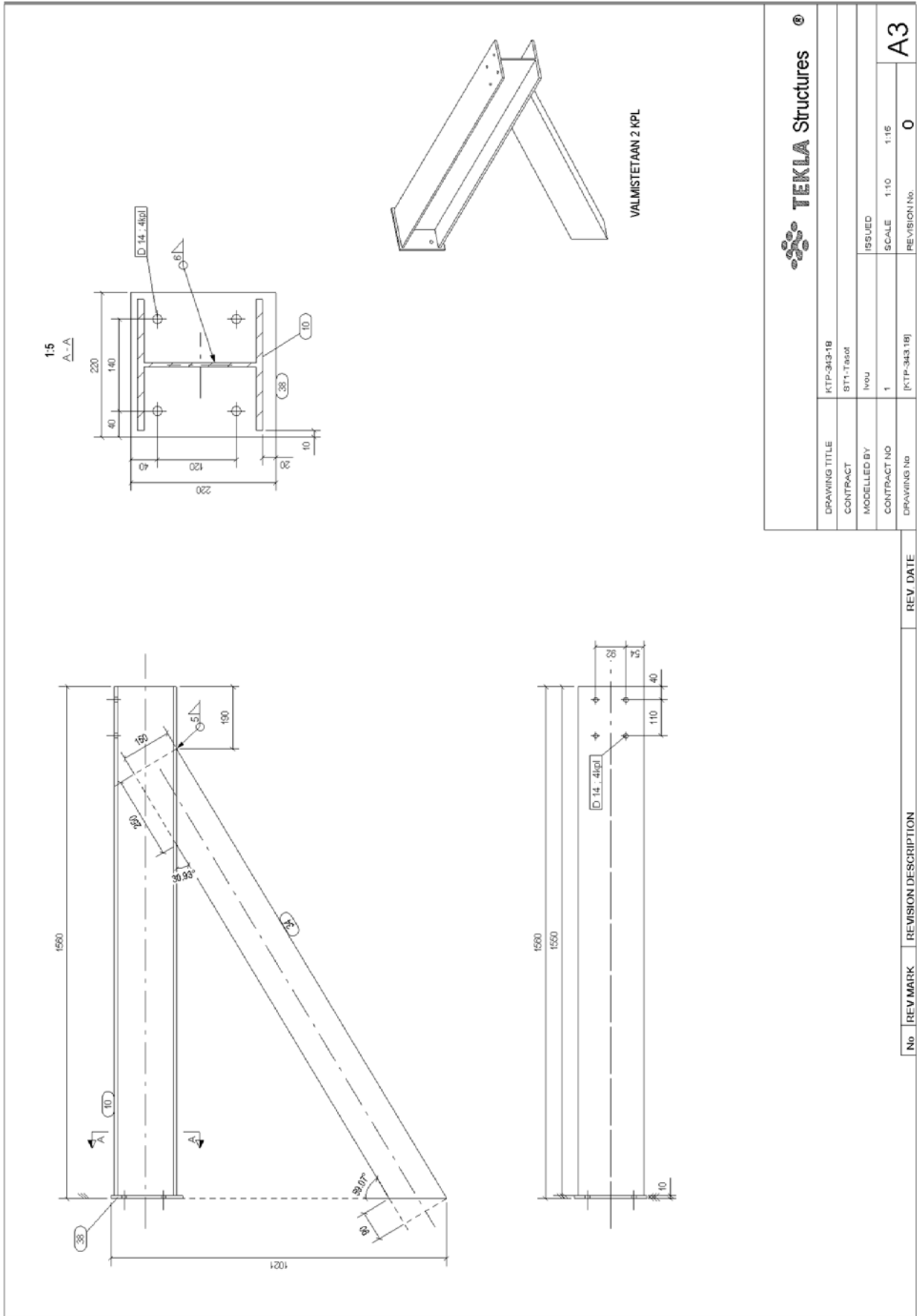
Aseta koordinaatiston origo	U
Aseta koordinaatisto kahdella pisteellä	VAIHTO + U
Vaihda suuntaa	CTRL + T
Nollaa nykyisessä näkymässä	CTRL + 1
Nollaa kaikissa näkymissä	CTRL + O

ASSEMBLY LIST:					
Ylärimmän tason pitkä kalde	KTP-343/22	1 No. Required Weight 69.6			
Lyhyt kalde	KTP-343/25	6 No. Required Weight 22.8			
Tiikaset	KTP-343/36	1 No. Required Weight 224.3			
Pitkä kalde	KTP-343/38	4 No. Required Weight 51.0			
Nootin	KTP-343/48	1 No. Required Weight 608.4			
Toiseen ja kolmannen hoitotason alusta	KTP-343/100	2 No. Required Weight 628.0			
Neljännen hoitotason alusta	KTP-343/101	1 No. Required Weight 650.8			
Ensimmäiseen hoitotason alusta	KTP-343/103	1 No. Required Weight 604.9			
Ylärimmän hoitotason alusta	KTP-343/104	1 No. Required Weight 712.2			
Total		3461.9			
<b>Riiklat: Finnritilä 25*3</b>					
	Tasoo	RIBBA			
	KTP-343/100	KTP-343/29			
	KTP-343/101	KTP-343/41			
	KTP-343/103	KTP-343/29			
	KTP-343/104	KTP-343/40			
Klinteriklueffelo:	Nimike	Koko	Standardi	Lujuus	LKM
KTP-343/100 KTP-343/101 KTP-343/103 KTP-343/104	Puitti	M16*65	ISO 4014	8.8	80
	Mutteri	M16	ISO 4032	8.8	80
	Aluslevy	M16	DIN 7969	8.8	80
KTP-343/22 KTP-343/25 KTP-343/36	Puitti	M12*60	ISO 4014	8.8	64
	Mutteri	M12	ISO 4032	8.8	64
KTP-343/48	Aluslevy	M12	ISO 8738	8.8	64
	Puitti	M16*90	ISO 4014	8.8	24
	Mutteri	M16	ISO 4032	8.8	24
	Aluslevy	M16	DIN 7969	8.8	24
					Kalikkid kuumesäilytyksellä
1	343-48	Korkeimman laatuvaatimusten mukaisesti KTP-343-41, 40, 41, 42 ja 43:n julkisen alustuksen mukaan (30-40). Käsitelty alustuksen mukaisesti. DIN 7969-80 7969.			13.04.2011
No.	REV MARK	REVISION DESCRIPTION			REV. DATE
		DRAWING TITLE	KTP-343-1		
		CONTRACT	STI-Tierost		
		MODELLED BY	Ivona		
		CONTRACT NO	1		
		DRAWING No	[3]		
		ISSUED	SCALE 1:120 1:160		
		REVISION No.	1		

KORPELA-TUOTE OY







A3

SCALE 1:10 1:15  
REVISION No. 0

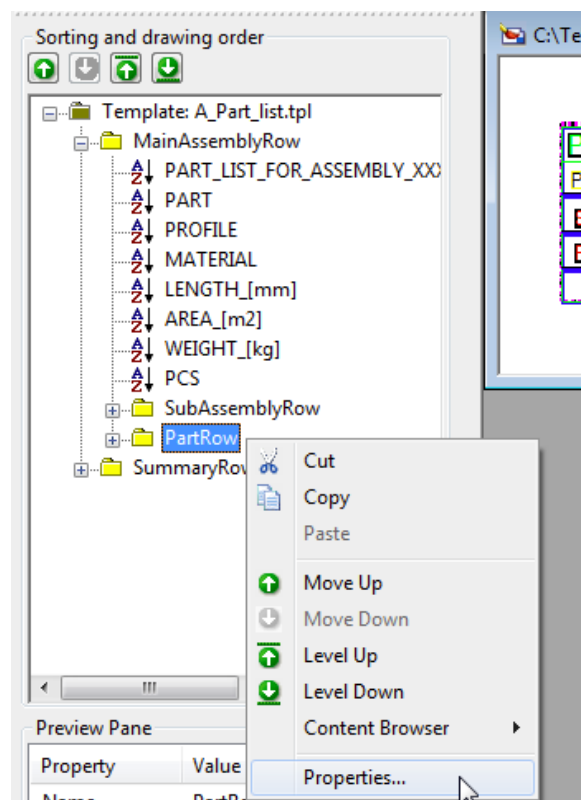
## PROJEKTIIN KUULUMATTOMIEN OSIEN POISTAMINEN OSALUETTELOSTA

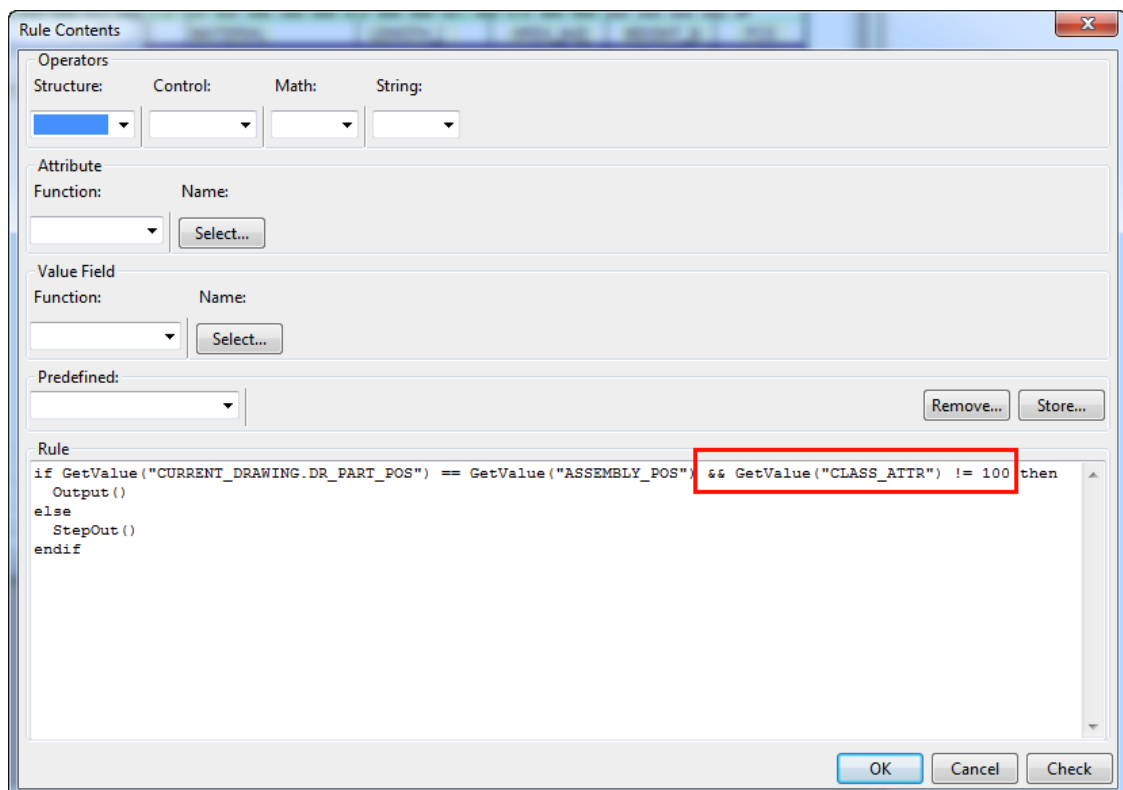
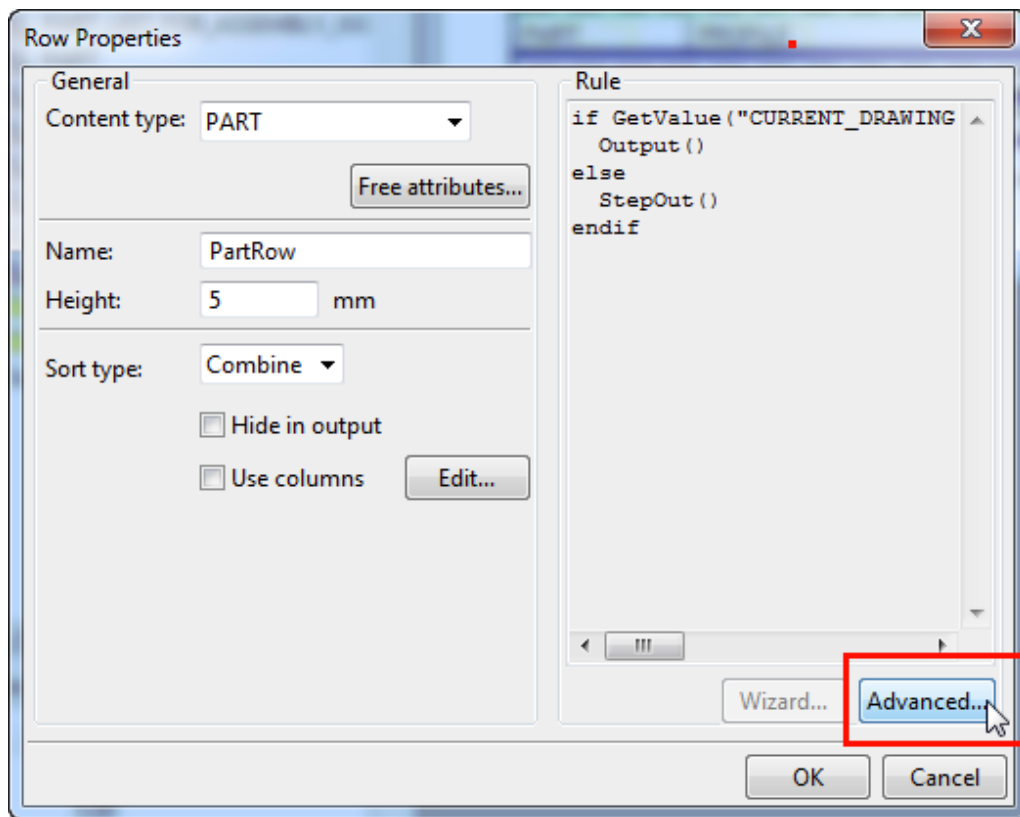
Luettelon määrittelyyn on lisättävä ehto, joka jättää pois tietyt osat:

- 1) Anna toimitukseen kuulumattomille osille oma määrätty Class-numero, esim. 100
- 2) Kopioi tiedosto A\_Part\_list.tpl ympäristöhakemistosta  
(..\<Teklaversio>\environments\finland\template) mallihakemistoon
- 3) Avaa piirustus
- 4) Kaksoisklikkaa osaluetteloa à Template editor aukeaa
- 5) Tarkista, että tiedoston hakemistopolku on oikein, eli mallihakemisto
- 6) Muokkaa rivin PartRow ehtoa alla olevan kuvasarjan mukaisesti
- 7) Tallenna
- 8) Avaa piirustus uudestaan.

Tämän jälkeen muuttunut luettelo on voimassa kyseisessä mallissa.

Suodatusperusteena voi olla jokin muukin tieto kuin Class. Oleellista on, että se määrittelee yksiselitteisesti pois jätettävät osat.





## MALLIN VIEMINEN ANSYS-LUJUUSLASKENTASOVELLUKSEEN

Jos valmistettavalle mallille on tarvetta tehdä lujuusopillisia tarkasteluita, voidaan ne tehdä helposti Ansys-lujuuslaskentasovelluksella. Mallin vieminen sovellukseen tapahtuu seuraavasti:

- 1) Julkaise haluttu malli \*.xml muotoon käyttäen ”file”-valikon ”publish as a web page”-työkälua.
- 2) Avaa Tekla Converter sovellus.
- 3) Valitse muunnettava tiedosto (\*.xml).
- 4) Valitse tiedostomuodoksi \*.STEP.
- 5) Valitse muuntamistyyppiä Asls.
- 6) Jos käytössä on Ansys workbench 13, valitse ”optimize for tube profiles” aktiiviseksi.
- 7) Valitse ”convert”, jolloin tiedosto käännetään \*.STEP muotoon.
- 8) Avaa \*.STEP tiedosto Ansys-sovelluksella.

Jos muunnin kuitenkin ilmoittaa, että mallin muuntaminen ei ole mahdollista, on se liian monimutkainen. Tällaisissa tapauksissa kannattaa valmistaa halutusta rakenteesta mahdollisimman yksinkertainen malli, joka on kuitenkin riittävän tarkka lujuustarkasteluun.

Kohtiin johon kuormat mallissa kohdistuvat, kannattaa valmistaa pieniä levyjä. Tämä mahdollistaa pistemäisten kuormien vaikutusten tarkastelun, sillä Ansys-sovellus ei sisällä pistevoimia, vaan jakaa voiman koko pinnalle tasaisesti.

Hyvänä esimerkkinä tästä on palkki, joka on tuettu kiinteästi toisesta päästä ja sen toista päätä kuormitetaan pistemäisellä kuormalla. Tällaisessa tapauksessa palkin toiseen päähän joudutaan mallintamaan erillinen levy, kohtaan johon pistemäinen voima kohdistuu, muussa tapauksessa Ansys pitää kuormaa tasaisesti jakautuneena koko palkin matkalle.