

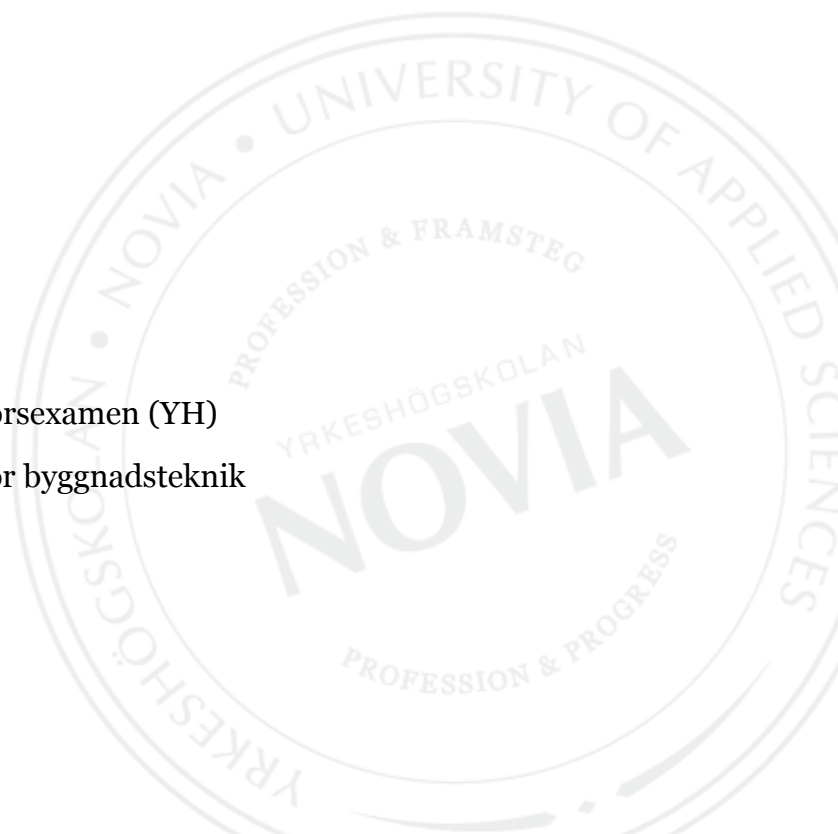
Utformning av egna Custom Componenter i Tekla Structures

Markus Rönn

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik

Vasa 2014



EXAMENSARBETE

Författare: Markus Rönn
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Konstruktion
Handledare: Anders Borg

Titel: *Utformning av egna Custom Componenter i Tekla Structures*

Datum 20.05.2014 Sidantal 39

Abstrakt

Målsättningen för ingenjörskapet var att förkovra sig i de möjligheter som Tekla Structures programvaran erbjuder för att effektivisera modelleringsarbetet och med hjälp av denna kunskap skapa verktyg för detaljering av WQ-balkar, samt parametrisk modellering av ett elementskal. Resultatet presenteras i form av en översikt över skapandet av Custom Componenter, samt presentation av de Custom Componenter som gjorts i samband med ingenjörskapet. I översikten redovisas hur Custom Componenter skapas, vilka olika möjligheter som finns vid uppbyggnad av dessa, samt vad man bör tänka på när man planerar en dylik. I tillämpningspresentationen beskrivs tre olika Custom Componenter för detaljutformning av WQ-balkar och en Custom Component för modellering av elementskal. Ingenjörskapet har gjorts på uppdrag av Contria Oy.

Språk: svenska Nyckelord: Tekla Structures, Custom Component, WQ-balk

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Markus Rönn
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Rakennesuunnittelu
Ohjaajat: Anders Borg

Nimike: Omien Custom Componenttien luonti Tekla Structures -ohjelmaan

Päivämäärä 20.05.2014 Sivumäärä 39

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Tekla Structures -ohjelman tarjoamia mahdollisuuksia mallinnustyön tehostamiseksi ja tämän tiedon avulla luoda työkaluja WQ-palkkien detaljien luomiseksi, sekä elementtikuoren mallintamiseksi parametrien avulla. Tuloksena esitetään yleiskatsaus Custom Componenttien luomisesta ja esitetään opinnäytetyön yhteydessä luotuja Custom Componentteja. Yleiskatsauksessa käydään läpi miten Custom Componentteja luodaan, minkälaisia mahdollisuuksia on olemassa kun niitä rakennetaan ja mitä on tärkeä pitää mielessä kun niitä suunnittelee. Sovellusesitelmässä kuvataan kolmea eri Custom Componenttia WQ-palkin detaljien luomista varten ja yksi Custom Componentti elementtikuoren parametrilla mallintamista varten. Opinnäytetyön tilaajana toimii Contria Oy

Kieli: ruotsi Avainsanat: Tekla Structures , Custom Component, WQ-palkki

BACHELOR'S THESIS

Author: Markus Rönn
Degree Programme: Building Engineering, Vasa
Specialization: Structural Design
Supervisor: Anders Borg

Title: Creating your own Custom Components in Tekla Structures

Date 20.05.2014 Number of pages 39

Summary

The goal of the Bachelor's thesis was to find out what possibilities the Tekla Structures software offers to make modeling more effective and to use this knowledge to create tools for detailing of WQ-beams and parametric modeling of an element shell. The results are presented as an overview of the creation of Custom Components and a presentation of the Custom Components created as a part of this Bachelor's thesis. The overview presents how Custom Components are created, the possibilities available while constructing them and pointers on what is good to keep in mind when working on one. The implementation is presented in the form of three different Custom Components for detailing of WQ-beams and one Custom Component for the parametric modeling of an element shell. The Bachelor's thesis has been written on the behalf of Contria Oy.

Language: Swedish Key words: Tekla Structures, Custom Component, WQ-beam

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND.....	1
1.2	MÅLSÄTTNING.....	1
1.3	AVGRÄNSNING	1
1.4	ANVÄNDA PROGRAM	1
1.5	TERMINOLOGI.....	2
1.6	UPPDRAGSGIVARE	2
2	BIM INOM BYGGNADSKONSTRUKTION.....	2
2.1	FRÅN RITBORD TILL BIM.....	2
2.2	VAD ÄR BIM?	3
2.3	FORTSATT UTVECKLING	3
2.4	TEKLA STRUCTURES	4
2.4.1	<i>Historia</i>	5
2.4.2	<i>Programvaruutbud</i>	5
2.4.3	<i>Samarbete med andra program</i>	5
3	CUSTOM COMPONENTER	7
3.1	OLIKA TYPER AV CUSTOM COMPONENTER.....	7
3.2	DEFINITION AV EN CUSTOM COMPONENT.....	9
3.3	EDITERING AV CUSTOM COMPONENTER.....	12
3.3.1	<i>Handtagen styr</i>	12
3.3.2	<i>Olika sorters plan</i>	12
3.3.3	<i>Bindningar</i>	14
3.3.4	<i>Sub Components</i>	15
3.3.5	<i>Custom Component Editor</i>	15
3.3.6	<i>Custom Component Browser</i>	16
3.3.7	<i>Variables-fönstret</i>	17
3.3.8	<i>Custom Component Dialogbox Editor</i>	18
3.3.9	<i>Bilder</i>	18
3.3.10	<i>Dummparts</i>	19
4	RESULTAT.....	19

4.1	CON_ELEMENTTIKUORI	19
4.1.1	<i>Uppbyggnad</i>	19
4.1.2	<i>Dimensioneringsmässig bakgrund</i>	19
4.1.3	<i>Sub Componenten</i>	20
4.1.4	<i>Sub Componentens uppbyggnad</i>	20
4.1.5	<i>Bindningar till Component planes</i>	21
4.1.6	<i>Main Component - Uppbyggnad</i>	21
4.1.7	<i>Dummparts</i>	21
4.1.8	<i>Array-macro</i>	21
4.1.9	<i>Kopplingar till Sub Componenten</i>	22
4.1.10	<i>Dialogbox</i>	22
4.2	CON_WQ_DETAILING	23
4.2.1	<i>Dimensioneringsmässig bakgrund</i>	23
4.2.2	<i>Uppbyggnad</i>	24
4.2.3	<i>Urtag</i>	24
4.2.4	<i>Kantförhöjning</i>	25
4.2.5	<i>Svetsar och håltagning</i>	26
4.2.6	<i>Kantbalk</i>	27
4.3	CON_BEAMLIFT	28
4.3.1	<i>Finns från tidigare</i>	28
4.3.2	<i>Tyngdunktens framtagning</i>	28
4.3.3	<i>Noggrannhet gällande tyngdpunkt</i>	29
4.3.4	<i>Begränsningar</i>	29
4.3.5	<i>Automatic-funktion</i>	29
4.3.6	<i>Olika lyftöglor</i>	29
4.3.7	<i>Snedexcentricitet ifall I-balk</i>	30
4.3.8	<i>Liftingpoints</i>	30
4.3.9	<i>Excentricity & Liftingssystem</i>	31
4.4	CON_WQ_REINFORCEMENTS	33
4.4.1	<i>Dimensioneringsmässig bakgrund</i>	33
4.4.2	<i>Uppbyggnad</i>	33
4.4.3	<i>Vridarmeringen</i>	34
4.4.4	<i>Main Component</i>	35
4.4.5	<i>Styrkomponenten</i>	36

4.4.6	<i>Användningen av Distance List</i>	36
5	RESULTATTOLKNING	38
6	DISKUSSION	38
6.1	FORTSATT UTVECKLING	38
6.2	KOMMENTAR	38
	KÄLLFÖRTECKNING:	40

1 Inledning

De senaste decennierna har vårt samhälle digitaliserats på alla fronter. Även byggnadsbranschen har påverkats kraftigt av de nya hjälpmedel som den digitala teknikens framsteg möjliggjort. Framför allt inom byggnadsplaneringens område har de digitala hjälpmedlen förändrat både arbetssätt och metoder.

1.1 Bakgrund

För de flesta större byggnadsprojekt idag används tredimensionella, digitala modeller för att lagra och överföra information mellan olika parter i planeringsprocessen. Detta innebär att förutom kunskaper i de traditionella konstruktionsämnena, förväntas av byggnadskonstruktören idag även gedigna kunskaper i användningen av CAD-program. (eng. Computer Aided Design) Grundtanken med CAD är att låta datorn arbeta och således minska tidsåtgången för ifrågavarande uppgifter. CAD-programmen ger oss möjligheten till detta, men en stor del av tidsbesparingen kommer från att användaren kan bygga upp och använda programmet på mest effektiva sätt.

1.2 Målsättning

Målsättningen med detta ingenjörarbete är att fördjupa mina kunskaper i Tekla Structures och framförallt skapandet av modelleringsverktyg inom programmet. Till uppgiften hör även att med hjälp av dessa kunskaper skapa verktyg för parametrisk modellering av ett sandwich-elementskal, samt verktyg för detaljutformningen av WQ-balkar när dessa används tillsammans med håldäckselement. (fin. Ontelolaatta).

1.3 Avgränsning

Vid skapandet av modelleringsverktygen utgås från de utformningskrav som dimensioneringen kommer att ställa, men själva dimensioneringen av detaljerna blir utanför omfattningen av detta arbete.

1.4 Använda program

För utförandet kommer huvudsakligen att användas följande databehandlingsprogram:

- Tekla Structures - 3D-modeleringsprogram
- Paint.NET - enkelt bildhanteringsprogram
- Word - program för textbehandling

1.5 Terminologi

Inkorporeringen av den engelska terminologin från Tekla Structures, vars arbetspråk är engelska, med ett ingenjörarbete på svenska har lösts genom att använda de engelska termerna när ingen naturlig och klar svensk översättning går att finna. De engelska termerna presenteras med kursiverad stil och vid första användningen en svensk översättning.

I och med detta blir svenska språket lidande, men undertecknad anser att för sakfrågans klarhet i detta fall måste få företräde framom ett korrekt språkbruk.

1.6 Uppdragsgivare

Som uppdragsgivare för detta ingenjörarbete fungerar Ab Contria Oy. Contria har kontor i både Vasa och Seinäjoki och är byggbranschens ledande konsultföretag i Österbotten. Inom företagets ramar erbjuds förutom konstruktionsplaneringstjänster även projektlednings- och kostnadsstyrningstjänster, samt tjänster inom byggnadsfysikens område. Contrias varumärke är starkt förknippat med moderna arbetsredskap och metoder. Genom effektivt användande av de tidigare nämnda och en ständigt vidareutbildad arbetsstyrka hittar man de bästa totalekonomiska lösningarna för sina kunder. /2/

2 BIM inom byggnadskonstruktion

Användning av tredimensionella informationsmodeller inom byggnadsplanering effektiviserar informationsflödet mellan parterna i planeringsprocessen och tanken är, att i framtiden skall all information om en byggnad eller konstruktion finnas lagrad i en enda modell.

Denna modell skulle förutom de funktioner modellen fyller under planerande och uppförande av en byggnad dessutom ha ett stort värde som grund för framtida underhåll och reparationer. /23/

2.1 Från ritbord till BIM

Under 1990-talet övergick de flesta byggnadsplanerare och konstruktörer från att tidigare ha uppgjort planer och ritningar för hand till att använda sig av CAD-program (Computer Aided Design) för samma uppgifter. Från den idag klassiska två dimensionella CAD-planeringen har man övergått till visuell 3D-modellering av byggnadskonstruktioner.

Den senaste utvecklingen på modelleringsfronten beskrivs bäst med den engelska termen BIM (eng. Building Information Model). På finska talar man om tuotemallintaminen, vilket skulle

bli produktmodellering rakt översatt. Skillnaden mellan en vanlig 3D-modell och en BIM består i att fastän den visuella framställningen är likadan innehåller en BIM även utvidgad produktinformation gällande de olika delarna.

Utvecklingen på BIM-fronten har de senaste åren varit stark både i Finland och internationellt. På marknaden finns idag många effektiva planeringsprogram för produktmodellering, men alltför ofta används programmen endast för 3D-modellering och den utvidgade funktionen för produktinformation och dess fördelar lämnas oanvända. /23/

2.2 Vad är BIM?

Produktmodellering eller användandet av en BIM kan sägas vara ett övergripande sätt att hantera information i digital form inom ett byggnadsprojekt. Genom att all information gällande planering, förverkligande, användning och underhåll lagras i en och samma produktmodell får man en mycket mera överskådlig och förståelig bild än vad traditionella tvådimensionella ritningar kan förmedla. Tvådimensionella ritningar är uppgjorda för att läsas och tolkas av människor, medan information som sparas i en BIM-modell kan extraheras och tolkas förutom av människor även av andra dataprogram.

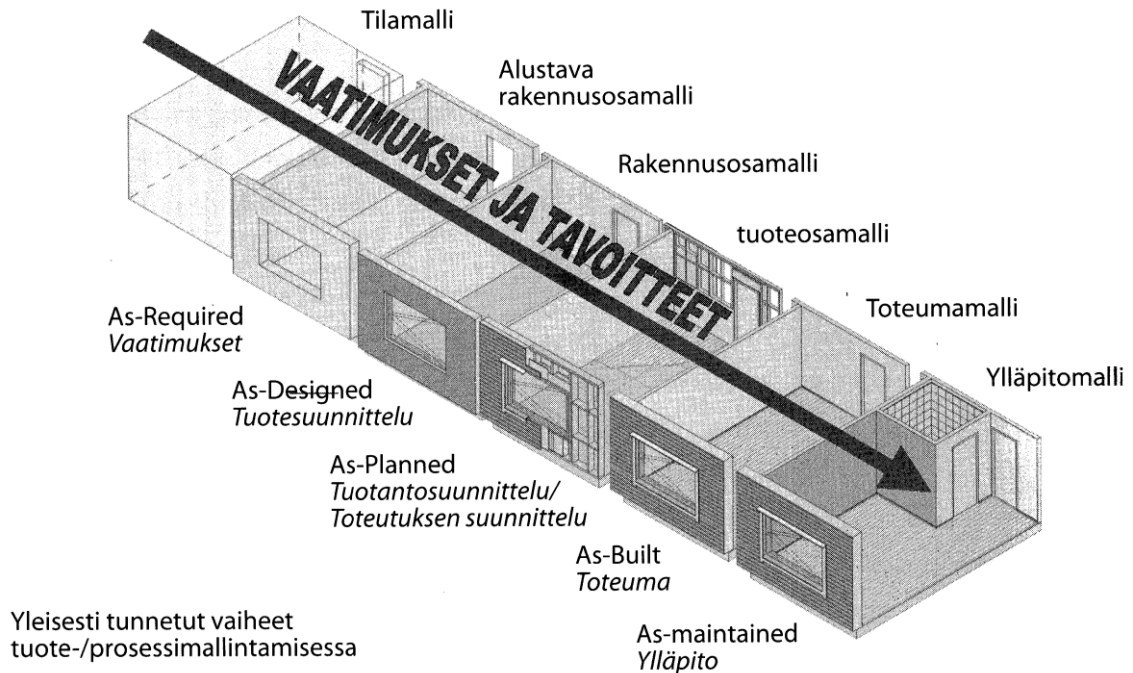
Med hjälp av en produktmodell kan information lagras och med större tillförlitlighet förmedlas till andra samarbetsparter i byggnadsprojektet än vad som kunnat åstadkommas med tidigare system. En central orsak till att produktmodellering har tagits i bruk och att dess användning ständigt ökar, är det extra värde som denna för med sig till hela planerings- och byggnadsprocessen. Detta mervärde kommer främst i form av bättre översikt över och effektivare hantering av helhetsprocessen. /24/

2.3 Fortsatt utveckling

Möjlighet för vidare utveckling finns på alla fronter, men främst för utveckling av planeringsredskap, planeringsdirektiv och bibliotek för konstruktionstyper inom CAD-programmen.

En stor utmaning för branschen ligger i att tänka om de traditionella rollerna för arkitekt, konstruktionsplanerare och planerare av husteknik. Ansvars- och uppgiftsområden samt tidtabeller och vem-gör-vad-när måste justeras på att de följer de krav på informationsflöde och den ordningsföljd som produktmodelleringen ställer. Ju längre hunnet ett projekt är vad gäller planering och uppförande ökar även detaljutformningskraven i enlighet med figur 1.

/25/



Figur 1. Produktmodelleringens olika faser. I inledande planeringsskedet är modellen enbart en volymmodell (fin. Tilamalli), varifrån den utvecklas till en modell innehållande grundläggande information om konstruktionerna (fin. alustava rakennusosamalli). Detaljnoggrannheten ökar senare i en modell var byggnadsdelarna är färdigt utformade (fin. rakennusosamalli) för att i nästa skede fastställas med exakt, tillverkarspecifik information (fin. tuoteosamalli). I modellen över förverkligandet (fin. toteumamalli) finns även information om byggnadens uppförande och i underhållsmodellen tillkommer information över alla reparationer och andra underhållsåtgärder som utförts. /24/

Under de senaste tio åren har utvecklingen inom BIM-världen mest handlat om att inkorporera den fjärde dimensionen; tidsinformation och den femte dimensionen; kostnadsinformation i produktmodellerna. Tack vare att produktmodelleringen är så pass anpassningsbar som den är har detta inte ställt till med några större problem. /18/

2.4 Tekla Structures

BIM-programmet Tekla Structures är en produkt från Tekla Oy, sedan 2011 en del av Trimble koncernen, och är idag det mest framstående programmet för produktmodulering inom byggnadsbranschen när det gäller konstruktionsplanering.

2.4.1 Historia

Teknillinen Laskenta Oy grundades i februari 1966 med mission att erbjuda sina kunder IT-konsultering, beräkningstjänster, skolningskurser och programvaruutveckling. Teknillinen Laskenta förkortades snabbt till affärsnamnet Tekla, vilket används ännu idag.

För programvaruutvecklingen bildades sex planeringskommittéer, var och en representerar varsin av företagets avdelningar. Planeringskommittéernas uppgift var att tillsammans med företagets kunder definiera den gemensamma programvarans egenskaper. Ännu idag arbetar Tekla i nära samarbete med sina kunder vad gäller just programvaruutvecklingen.

Redan 1968 styrdes programutvecklingsavdelningens satsningar mot konstruktionsplanering, jordbyggnadsplanering och vägplanering. Idag har Tekla två huvudsakliga affärsområden, Building & Construction och Infra & Energy. /18/

2.4.2 Programvaruutbud

Tekla erbjuder olika programvarusammansättningar utgående från kundens behov. För konstruktionsplanering erbjuds programhelheter i form av *Full, Steel Detailing, Precast Concrete Detailing, Cast in Place, Engineering, Construction Modeling, Construction Management, Construction Viewer, Primary* och *Viewer*.

En *full license* innebär att alla funktioner finns till användarens förfogande, medan de andra, mera uppgiftsanpassade licenserna kommer med vissa begränsningar. /15/

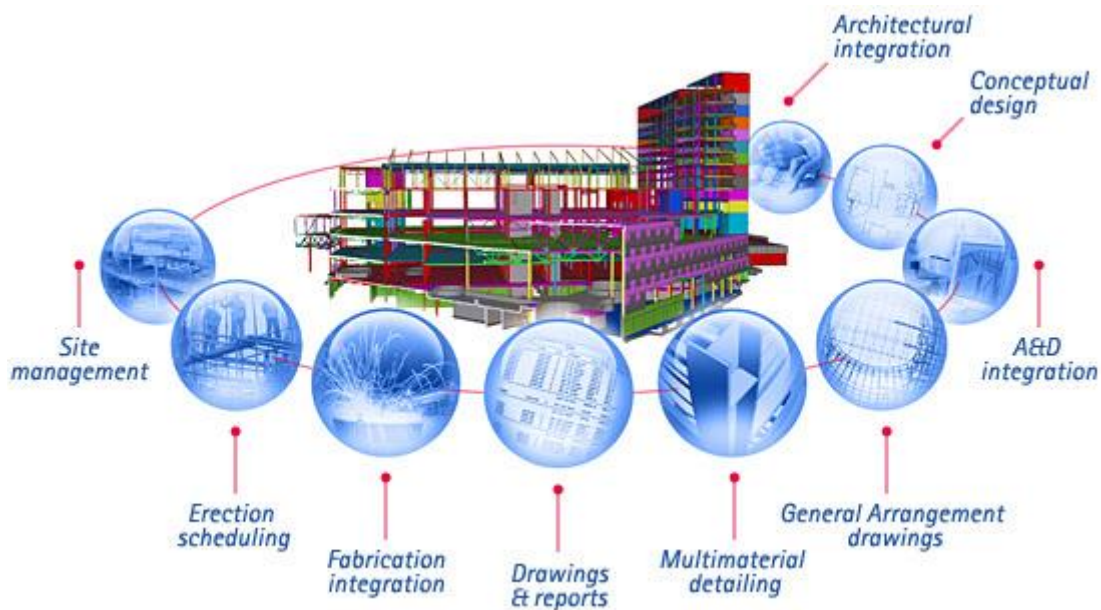
2.4.3 Samarbete med andra program

Tekla är uppbyggt på Microsofts .NET-teknik och dess utvecklingsverktyg. Detta ger de bästa möjligheterna till ett produktivt samarbete mellan Tekla och andra parter. .NET fungerar som allmän standard när två dataapplikationer skall sammanslås.

Tekla samarbetar således med så gott som alla tänkbara program. Att börja beskriva alla varianter tar oss utanför detta ingenjörsarbets omfattning, men för att nämna några, så kan programmet samarbeta med AutoCad, Revit, ArchiCad, StaadPro, Robot, SAAP2000 m.m.

Dataöverföringarna sköts endera genom en IFC-modell, Teklas Open API-gränssnitt eller genom samarbetspartners uppgjorda gränssnitt. Eftersom arbetet kommer att koncentrera sig på detaljutformning inom programmets ramar studeras inte detta desto mera, men mera information om detta fås via Teklas internetsidor. /17/

Tekla Structures är utvecklat för att hantera informationsflödet för ett byggnadsprojekt genom konstruktions- och uppförandefaserna enligt figur 2 nedan. Programmet kan integreras med programvara som används av arkitekter för att hämta grundinformationen. Efter att konstruktionerna modellerats skickas dessa sedan till lämpligt FEM-program (eng. Finite Element Metod) för konstruktionsberäkningar. Med hjälp av Tekla Structures utförs sedan detaljutformning, samt skapas ritningar och rapporter. I programmet finns även förberett för integration med dataprogram som sköter tillverkning av byggnadsprodukter, samt verktyg för tidsplanering och styrning av byggnadsplatsen. /17/



Figur 2. Produktmodellering med Tekla Structures genom hela konstruktions- och uppförandeprocessen. Programmet är möjligt att integrera med programvara som används av arkitekter (eng. architectural integration), möjliggör utveckling av nya helhetskoncept (eng. conceptual design) och samarbetar med en mängd beräkningsprogram för konstruktionsberäkningar (eng. analysis and design integration). Med programmet utförs detaljutformning för de flesta material (eng. multimaterial detailing) och ur modellen fås såväl allmänna ritningar (eng. general arrangement drawings) som detaljritningar och rapporter (eng. drawings and reports). Tekla Structures är anpassat till att samarbeta med program som styr tillverkningsprocesser av byggnadsdelar (eng. fabrication integration) och dessutom kan man uppgöra tidsplaner för de olika byggnadsfaserna (eng. erection scheduling) samt använda programmet för att styrandet av byggplatsen (eng. site management). /16/

3 Custom Componenter

En *Custom Component* är ett verktyg som används inom Tekla Structures för att skapa anslutningar, delar, sömmar och detaljer (eng. *Connections, Parts, Seams and Details*).

Programmet innehåller redan från början ett brett utbud av *System Componenter*, men man kan även definiera egna *Custom Componenter* utgående från egna behov. Genom att göra dessa *Custom Componenter* intelligenta, så att de utgående från ändringar i modellen anpassar till exempel en anslutningsdetalj enligt de nya omständigheterna. De egna *Custom Componenterna* kan sedan användas på motsvarande vis som Teklas *System Componenter*. /7/


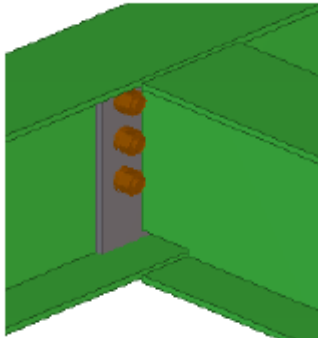

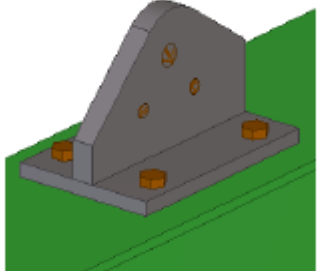
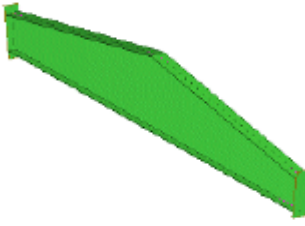

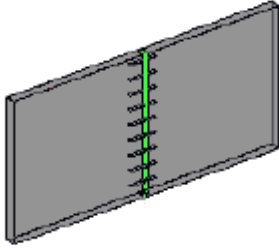
Egna *Custom Componenter* skapas snabbast genom att explodera en befintlig *System Component*, som är nära det man behöver, manuellt göra de ändringar man behöver och sedan åter definiera *Custom Componenten* eller alternativt genom att modellera den första anslutningen från dess beståndsdelar och sedan definiera denna som en ny komponent. /7/

3.1 Olika typer av Custom Componenter

Det finns fyra olika typer av *Custom Componenter* enligt figur 3 nedan. Dessa är definierade beroende på användningsområdet. /8/

- *Connection* (sve. anslutning) används för att skapa och reglera de delar som behövs för att definiera anslutningen mellan två eller flera byggnadsdelar.
- *Detail* (sve. detalj) används för att skapa detaljer. Till exempel lyftöron till en balk eller hål för armering i densamma.
- *Part* (sve. del) används för att skapa en ensamstående helhet. Till exempel en takstol.
- *Seam* (sve. söm) används för att skapa och styra utformningen av fogen mellan två byggnadsdelar. Liknar en *Connection*, men ger möjligheten att manuellt ange en linje som fungerar som utgångspunkt för fogen och således ger annorlunda förutsättningar för *Custom Componentens* uppbyggnad och funktion.

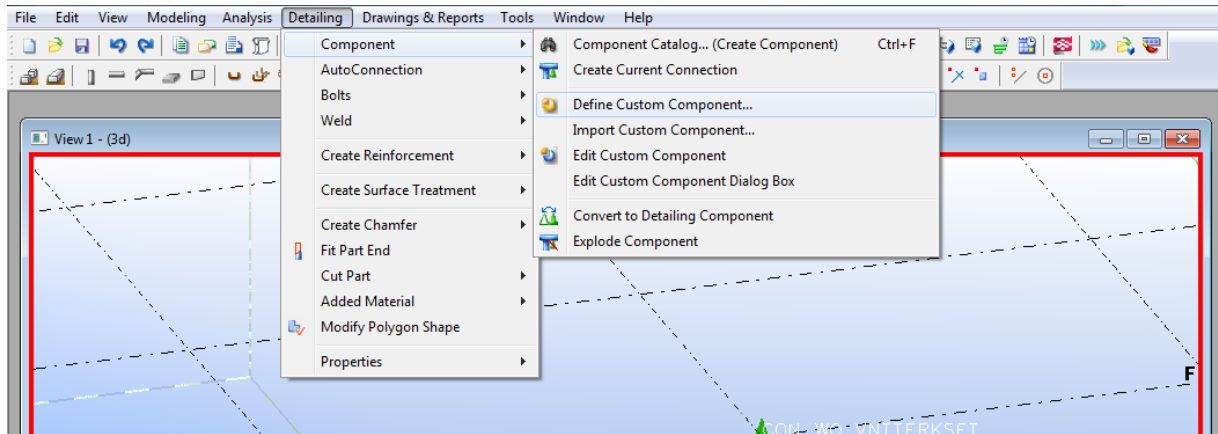
Beroende på vilken slags *Custom Component* som skapas kommer utgångsläget vad gäller antalet delar som skall och kan väljas att variera. Var Tekla Structures placerar *Component Planes* beror också på typen av *Custom Component* som skapas och de val som görs när den skapas.

Type	Description	Examples
Connection	<p>Creates connection objects and connects end(s) of secondary part(s) to a main part. The main part may be continuous at the connection point.</p> <p>Component symbol is green.</p> 	<p>End plate and base connections</p> 
Detail	<p>Creates detail objects and connects them to a single part at a picked location.</p> <p>Component symbol is green.</p> 	<p>Stiffeners, holes, studs, cleats and lifting brackets</p> 
Part	<p>Creates a group of objects that may contain connections and details.</p> <p>Does not get a component symbol.</p>	<p>Built-up beams, frames and sandwich panels</p> 
Seam	<p>Creates seam objects and connects parts along a line picked with two points. The parts are usually parallel.</p> <p>Component symbol is green.</p> 	<p>Panel-to-panel seams</p> 

Figur 3. Tekla Structures innehåller fyra olika slag av Custom Componenter. Connection för anslutningar, Detail för detaljer, Part för fristående helheter och Seam för längsgående fogar. /8/

3.2 Definition av en Custom Component

När de delarna som skall ingå i anslutningen eller detaljen är insatta i på sina rätta ställen modellen kan man påbörja själva definierandet *Custom Componenten*. Detta görs genom att klicka *Detailing>Component>Define Custom Component* enligt figur 4 nedan:

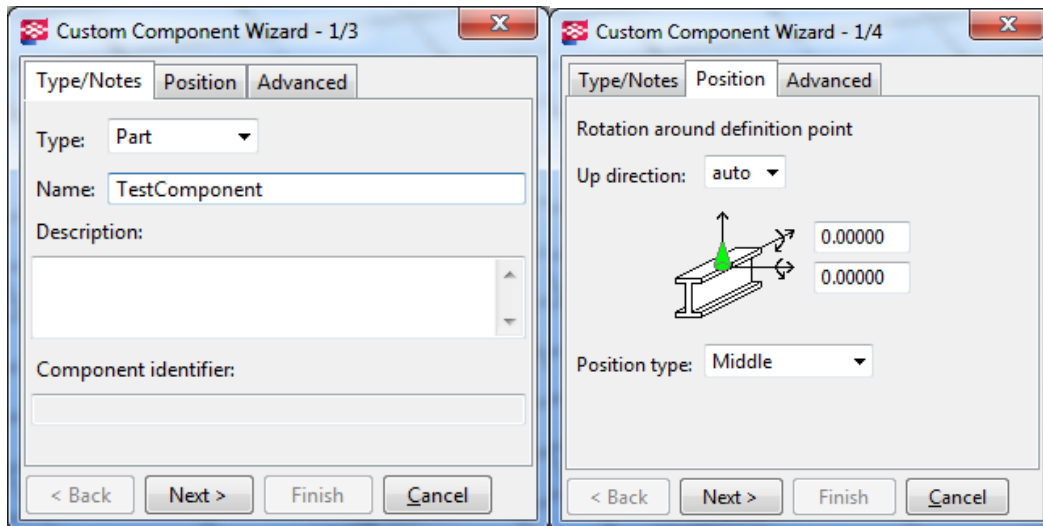


Figur 4. Definiera en Custom Component. /8/

Efter detta dyker *Custom Component Wizard* (sve. Custom Component trollkarlen) dialogboxen upp. Med hjälp av denna definierar man *Custom Componenten* i tre till fem steg beroende på vilken typ det är fråga om.

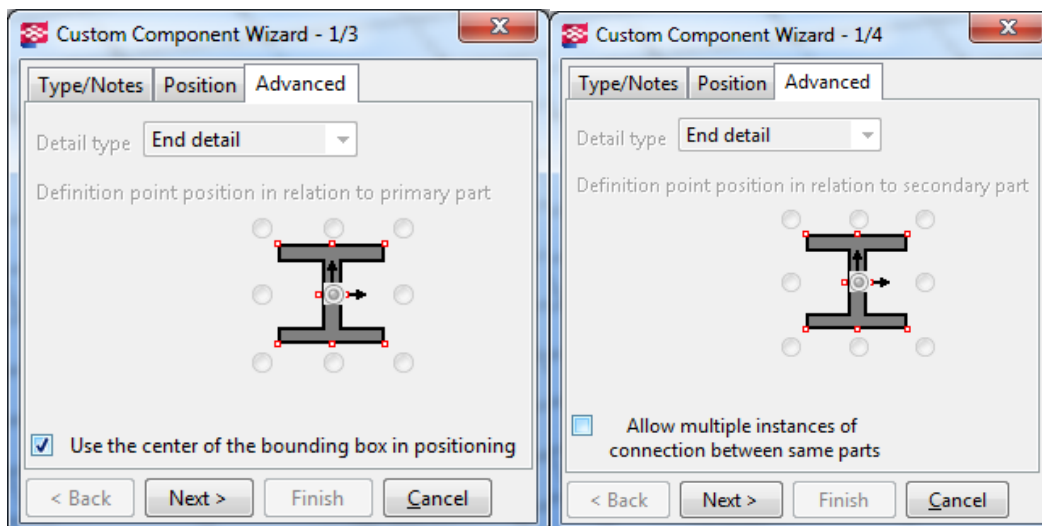
I första steget bestäms vilken typ av *Custom Component* som skall skapas, dess namn och eventuell beskrivning. Detta finns under fliken *Type/Notes* (sve. typ/anteckningar) enligt figur 5. Här finns även möjlighet att påverka positioneringen av *Custom Componenten*, samt mera avancerade valmöjligheter under flikarna *Position* och *Advanced* (sve position och avancerat). Valmöjligheterna vad gäller positionering och de mer avancerade valmöjligheterna varierar beroende på vilken typ av komponent som skapas.

Värt att notera ifall en *Custom Component Part* (hädanefter CC-part) skapas, är att under *Advanced*-fliken finns ruta som säger "Use the center of the bounding box in positioning" vilken är automatiskt ikryssad enligt vänstra rutan i figur 6. Detta innebär att Tekla Structures placerar *Component Planen* för din *Custom Component* i mitten av denna. Ifall denna option används så att den passar det sätt *CC-parten* är tänkt att fungera på underlättar det den framtida editeringen.



Figur 5. Custom Component Wizard. Under fliken Types/Notes till vänster väljs vilken typ av Custom Component som skall skapas, anges ett namn för denna samt en beskrivning. Fliken Position till vänster innehåller positioneringsalternativ. /20/

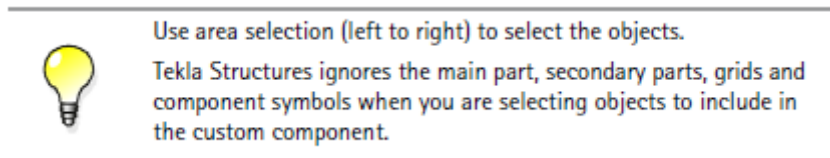
Däremot ifall en Custom Component Connection (hädanefter CC-Connection) skapas bör hållas i tankarna att under Advanced-fliken finns en ruta som säger "Allow multiple instances of connection between same parts", vilken inte är ikryssad automatiskt enligt högra rutan i figur 6. Ifall samma CC-connection kan komma att användas för att skapa flera anslutningar till samma delar måste detta alternativ vara ikryssat.



Figur 6. Custom Component Wizard. Under Advanced-fliken är värt att notera att för CC-Part (till vänster) är alternativet "Use the center of the bounding box in positioning" automatiskt ikryssat medan alternativet "Allow multiple instances of connection between same parts" för CC-Connection (till höger) inte är ikryssat automatiskt. /20/

I andra steget väljs alla de delar som skall höra till komponenten. Värt att observera är att en Custom Component även kan innehålla andra Custom Componenter. Istället för att klicka på

alla delarna var för sig rekommenderas enligt figur 7 att man använder sig av *Area Selection* (sve. områdes val). Tekla Structures redigerar automatiskt valen så att modullinjer och de senare valda *Main Part* (sve. huvuddel) och *Secondary Parts* (sve. sekundära delar) inte hör till de delar som *Custom Componenten* skapar. Detta är speciellt användbart ifall *Custom Componenten* innehåller mycket delar. /9/



Figur 7. Genom att använda *Area Selection* väljer man lättare de delar som skall ingå i *Custom Componenten*. /9/

I steg tre väljs för *CC-connection*, *CC-detail* och *CC-seam* vilken av delarna som är *Main Part* (sve. huvuddel). Vid skapandet av en *CC-part* innebär steg tre att man definierar en eller två insättningspunkter (eng. *Incertion Points*) för *Custom Componenten*.

I steg fyra väljs för *CC-connection* och *CC-seam Secondary Parts*. Det maximala antalet *Secondary Parts* i en *Custom Component* är 30. Viktigt att komma ihåg är att i den ordningsföljd, som *Secondary Parts* väljs när man skapar *Custom Componenten*, måste även *Secondary Parts* väljas när *Custom Componenten* senare används. /10/

I steg fem väljs för *CC-seam* riktningen för fogen genom att välja två punkter.

Custom Component Wizard avslutas genom att klicka på *Finish*. Efter detta borde din nyskapade *Custom Component* hittas i *Component Catalog* under *Custom. Component Catalog* fås fram med snabb kommando *Ctrl + F* eller genom att klicka på ikonen med kikare.

En *Custom Component* som skapats men inte editerats kan användas i identiska situationer på andra ställen i modellen eller en annan modell. Utan editering kan *Custom Componenten* dock inte användas för annat än den specifika situation och de specifika profiler den är utformad för. /7/

3.3 Editering av Custom Componenter

För att kunna utnyttja en *Custom Component* mera flexibelt måste den editeras så att den är anpassningsbar till varierande situationer. Grundtanken är att Custom Componenten utgående från ingångsdata för de olika delarna och manuella parametrar på ett enkelt sätt styr hela anslutningens utformning.

3.3.1 Handtagen styr

Varje del i Tekla Structures definieras via handtag (eng. *handle*) och tilläggsinformation gällande profilens utformning och placering i förhållande till handtagen. Till exempel en *Contour Plate* (sve konturplåt) har ett handtag i varje hörn. Flyttar man handtaget i modellen ändrar man samtidigt formen på plåten. I en *Custom Component* styr man delarnas placering genom att binda varje handtag för varje del i tre riktningar, till tre olika plan. Avstånden mellan ett handtag det plan det är bundet till kan sedan tillskrivas endera manuellt givna värden eller utgående från ingångsvärden beräknade värden.

3.3.2 Olika sorters plan

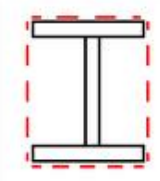
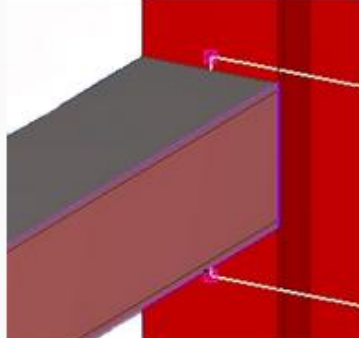
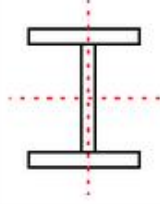
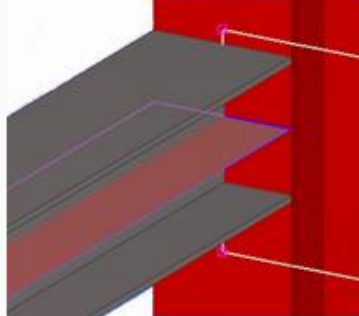
Tekla Structures omfattar användningen av följande plan när man utformar funktionerna i en *Custom Component*: Se även figur 8.1 och 8.2.

- *Boundary Planes* (sve. omslutande plan) är de plan som omsluter till exempel en balk enligt figur 8. *Boundary Plane* finns även i ändan av en balk.
- *Central Planes* (sve. centrumplan) går genom profilens centrumpunkter i tre riktningar.
- *Outline Planes* (sve. utsidans plan) följer byggnadsdelens ytteryta, vilket gör att man till exempel kan binda en del till en I-balks övre/fläns nedre yta.
- *Cut Planes* (sve. klippningsplan) är plan som skapas i samband med *Line-*, *Polygon-* eller *Partcuts* (sve. linje-, polygon- eller delklippningar)
- *Component Planes* (sve. komponentplan) är plan som skapas i samband med att en *Custom Component* definieras. Beroende på vilken sorts *Custom Component* som skapats och på de positioneringsval som görs i *CC-Wizard* kommer dessa plan att återfinnas på olika ställen.


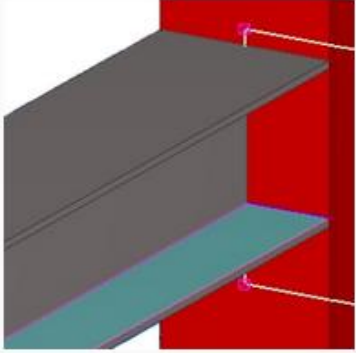
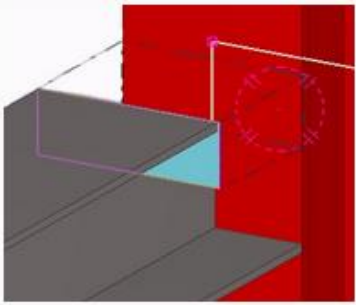
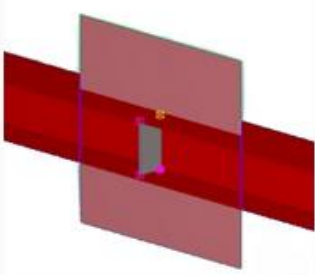
Värt att minnas är, att ifall balkens förkortas i förhållande till insättningspunkterna i samband med detaljering av ändanslutning kommer *Boundary Plane* att förflyttas till balkens verkliga ända, medan till exempel *Component Plane* förblir i enlighet med balkens insättningspunkter.

Beroende på vilka plan man binder *Custom Componentens* delar till kommer dessa att endera reagera på en eventuellt senare insatt förkortning eller så inte.

Dessutom finns möjlighet att definiera egna *Construction Planes* (sve. konstruktions plan). Dessa plan kan användas för att underlätta skapandet av alla nödvändiga bindningar. Istället för att exempelvis binda alla delar till *Boundary Plan*, kan man binda delarna till ett *Construction Plane* och sedan binda detta till *Boundary Plan*. /12/

Plane type	Description	Example
Boundary planes	The edges of a box surrounding a profile 	
Center planes	The center planes of a profile 	

Figur 8.1. Tekla Structures känner till följande plan som man kan binda delarna i en *Custom Component* till: *Boundary Planes* (sve. omslutande plan), *Central Planes* (sve. centrumplan), *Outline Planes* (sve. utsidans plan), *Cut Planes* (sve. klippningsplan), *Component Planes* (sve. komponentplan). Figur 8.1 visar *Boundary Planes* och *Center Planes*. /12/

<p>Outline planes</p>	<p>The outer and inner surfaces of a profile</p> 	
<p>Cut planes</p>	<p>If parts contain line, part, or polygon cuts, this option selects the cut surfaces. Fittings cannot be selected.</p>	
<p>Component planes</p>	<p>Depends on the component type and Position type of the custom component.</p>	

Figur 8.2. Tekla Structures känner till följande plan som man kan binda delarna i en Custom Component till: Boundary Planes (sve. omslutande plan), Central Planes (sve. centrumplan), Outline Planes (sve. utsidans plan), Cut Planes (sve. klippningsplan), Component Planes (sve. komponentplan). Figur 8.2 visar Outline Planes, Cut Planes och Component Planes. /12/

3.3.3 Bindningar

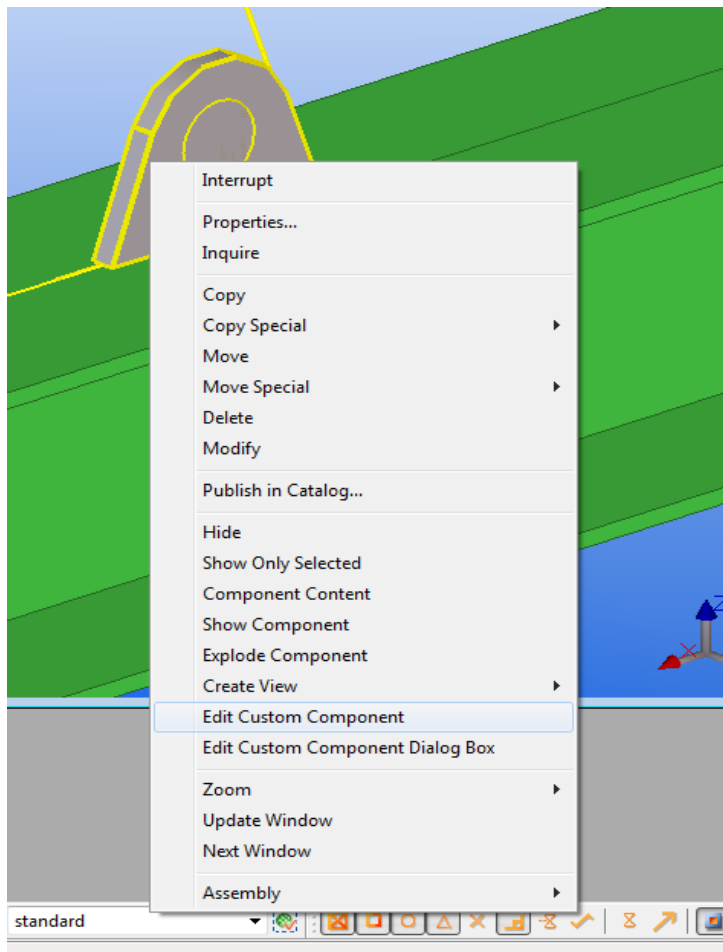
Bindningar kan endast göras inne i *Custom Component Editorn* (se kap. 3.3.5) och görs genom att man klickar på det handtag man vill binda, så att det blir helfärgat. Efter ett högerklick väljs *bind to plan* och de plan man kan binda till blir synliga när musen kommer i närheten av dem. Vilka typ av plan som skall bli synliga och kunna bindas till väljs i kontrollpanelen för *CC-Editorn* (se kap. 3.3.5). När en bindning görs bildas en D-parameter i *Variables-fönstret*, vilken sedan kan ges vilket värde man önskar. /13/

3.3.4 Sub Components

En Custom Component kan förutom vanliga byggnadsdelar även innehålla andra *Custom Componenter*. Dessa *Sub Components* styrs sedan på motsvarande vis som resterande delar med hjälp av handtag, bindningar och parametrar. Genom användningen av *Sub Componenter* får man en enklare uppbyggnad av *Main Component*, med betydligt färre bindningar och smidigare funktion som resultat. Dessutom blir strukturen för *Main Component* mera överskådlig och misstag lättare att undvika.

3.3.5 Custom Component Editor

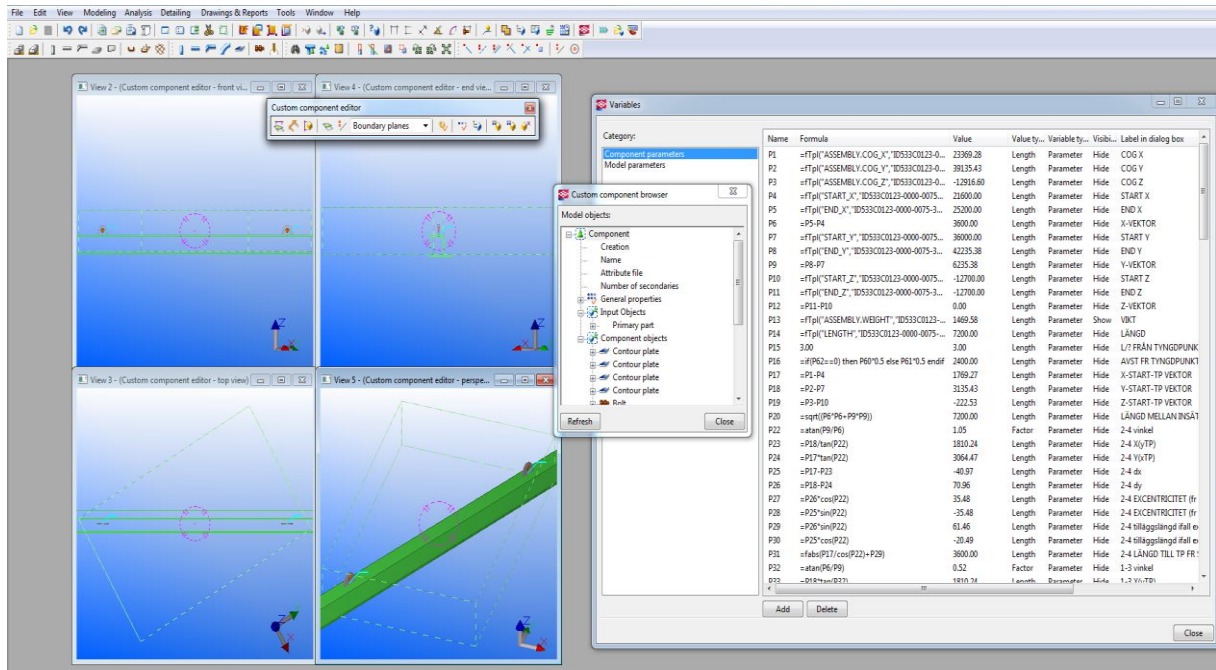
Editeringen sker i *Custom Component Editor* (hädanefter *CC-editor*), vilken öppnas genom att högerklicka på *Custom Componenten*, endera i modellen eller i *Component Catalog*, och välja *Edit Custom Component* enligt figur 9.



Figur 9. Custom Component Editor öppnas genom att markera Custom Componenten som skall editeras, högerklicka och välja Edit Custom Component. /20/

När *CC- Editorn* öppnas ser den ut som den *Screen Shot* som visas i figur 10. *CC-Editorn* består av fyra vyer, ett *Custom Component Browser* fönster, ett *Variables* fönster och en

kontrollpanel för *CC-Editorn*. När man bearbetar delarna i en *Custom Component* inne i *CC-Editor* måste detta ske i en av dessa fyra vyer. Värt att notera är att de vyer som var öppna i modellen när man startade *CC-Editor* kommer att finnas öppna i bakom *CC-Editorns* fönster. För att undvika onödiga bekymmer rekommenderas att de vyer som hör till själva modellen släcks ner innan man börjar jobba med *Custom Componentens* utformning.

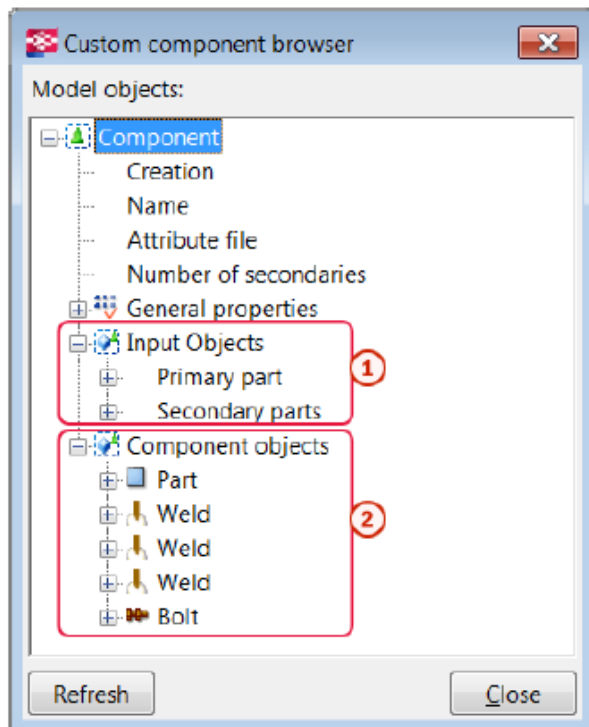


Figur 10. Custom Component Editor, bestående av fyra arbetsvyer till vänster, kontrollpanelen för Custom Component Editor, Custom Component Browser och ett Variables-fönster till höger. /20/

3.3.6 Custom Component Browser

Custom Component Browser (hädanefter *CC-Browser*) visar vad *Custom Componenten* innehåller i samma stil som Windows Utforskaren visar mappar och filer på en dator. Se figur 11. Varje del eller *Sub Component* har en egen mapp som innehåller information om delen ifråga. Denna information kan hämtas till *Variables*-fönstret och användas som grund för beräkningar, placeringar och utformning av andra delar och deras egenskaper. Parametrarna i *Variables*-fönstret kan i sin tur länkas tillbaka till delarnas och *Sub Componenternas* egenskaper i *CC-Browser* och på så vis ändra och styra dessa.

Exempelvis finns under ”+Weld” i ruta 2 i figur 11 bland mycket annan information en rad som definierar storleken på denna svets. Genom att sätta denna svetsstorlek lika med en specifik parameter i *Variables*-fönstret och göra denna synlig i användargränssnittet, kan man sedan genom att ange olika värden styra svetsens storlek. Mer om detta i kap. 3.3.7.



① Objects that the custom component is attached to

② Objects that the custom component creates

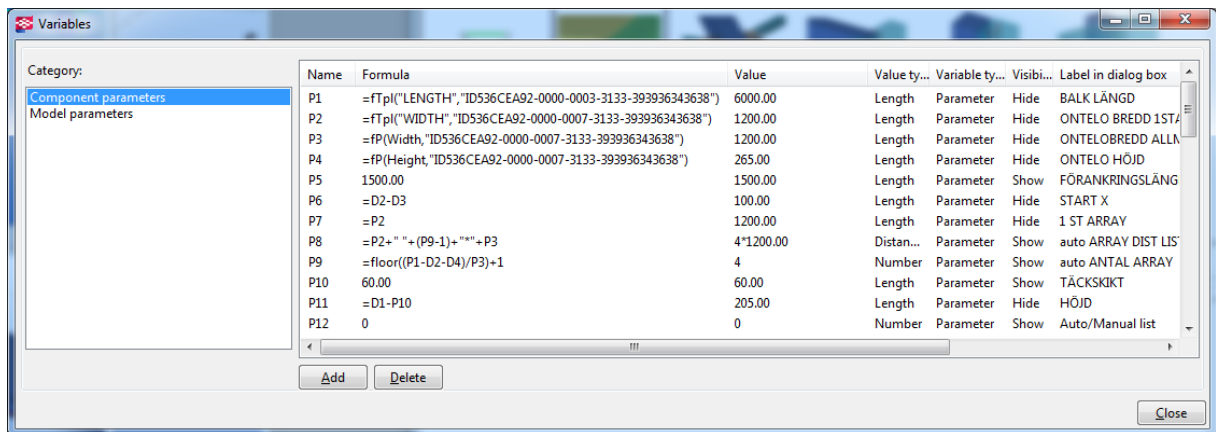
Figur 11. Custom Component Browser är uppbyggd likt utforskaren i Windows. Under varje del finns de egenskaper som är knutna till delen ifråga. Genom att länka parametrar från Variables-fönstret till dessa egenskaper kan dessa ändras och styras. /11/

3.3.7 Variables-fönstret

I Variables-fönstret finns två olika slag av parametrar till förfogande. P-parametrar som kan bestå av en mängd olika data och D-parametrar som är avstånd. P-parametrarna kan användas till att hämta information från modellen eller från *CC-Browser*, utföra beräkningar, ange *Part prefix* och *Material*, hantera *Distance Lists* och *Bolt size* och mycket mera. I figur 12 till exempel hämtar parameter P1 längden på den balk som angetts som *Main Part*, medan parameter P8 i sin tur utgående från övriga parametrar definierar en *Distance List* som är länkad till ett *Array-macro*. Med hjälp av dessa D- och P-parametrar styr man de olika delarnas placering och utformning i *Custom Componenten*.

För varje parameter ställer man under *Visibility* in huruvida denna skall vara synlig i *Custom Component Dialogbox* senare. Genom att ge en förklaring till vad de olika parametrarna gör under "Label in dialog box" är det lättare att hålla ordning och lättare att söka fram problem senare. Förklaringen som anges här är även den som publiceras i *CC-Dialogbox* före

editering, så en god beskrivning här underlättar arbetet längre fram. Värt att notera är att beräkningarna bör hållas möjligast enkla för att *Custom Componentens* funktion skall bli snabb. För mycket delar, bindningar, beräkningar och if-satser gör *Custom Componenten* långsam och i värsta fall oanvändbar.



Figur 12. Variables fönster innehåller -D och P-parametrar med hjälp av vilka man styr delarnas placering och egenskaper. Här anges även om parametern skall vara synlig i användargränssnittet, vilket slag av information parametern innehåller samt ges en kort beskrivning av denna. /20/

3.3.8 Custom Component Dialogbox Editor

De parametrar som i *Variables*-fönstret i *CC-editor* ställs till *Show* kommer att synas i *Custom Componentens* dialogfönster vid användning. För att göra en *Custom Component* mera användarvänlig kan med fördel användas bilder för att beskriva vad de olika parametrarna styr.

Genom att högerklicka på en *Custom Component* och välja *Edit Custom Component Dialogbox* öppnas *Custom Component Dialogboxeditor* (hädanefter *CC-Dialogboxeditor*), som en skild applikation. /14/

3.3.9 Bilder

Bilder som används i *CC-Dialogboxeditor* måste vara i *bmp*-format. I tidigare versioner av programmet var det viktigt var dessa bilder placerades, men när en bild importerats till *CC-Dialogboxeditor* placeras den automatiskt på rätt ställe. På motsvarande vis följer bilderna med när *Custom Componenten* exporteras eller importerats.

Bilderna till dialogrutorna i detta arbete har gjorts genom att i Tekla Structures modellen välja att inte visa de detaljer man inte vill ha med och sedan ta *Screenshot* ur den vinkel man önskar. Bilderna har retuscherats i Paint.NET.

3.3.10 *Dummparts*

För att lättare hantera placeringen av de olika delarna i en avancerad anslutning kan det ibland vara på sin plats att använda sig av så kallade *Dummparts*. En *Dummpart* är en byggnadsdel som man använder enbart för att kunna placera andra byggnadsdelar enligt denna, men som sedan vid användningen av *Custom Componenten* aldrig skapas. En *Dummpart* finns således endast inne i *Custom Componenten* och kommer aldrig med i varken modell, ritningar eller materiallistor.

4 Resultat

Nedan presenteras uppbyggnad och funktion för de *Custom Componenter* som skapats i samband med detta ingenjörarbete. *CON_Elementtikuori* hanterar parametrisk modellering av ett elementskal, *CON_WQ_Detailing* hanterar detaljutformningen av WQ-balk i samband med håldäcksbjälklag, *CON_Beamlift* skapar detaljer för lyft av balk och *CON_Reinforcements* skapar vridarmering och tillhörande detaljer för ensidig WQ-balk i samband med håldäcksbjälklag.

4.1 *CON_Elementtikuori*

Custom Componenten för parametrisk modellering av ett elementskal fick arbetsnamnet *CON-Elementtikuori*. Denna har uppgjorts utgående från beställarens önskemål om en *Custom Component*, som med minsta möjliga arbete för planeraren automatiskt ställer upp ett elementskal av till exempel Ruukkis lätta sandwichelement, utgående från insättning av två diagonalpunkter och höjden.

4.1.1 *Uppbyggnad*

Custom Componenten är uppbyggd som en *CC-Part* med en *Sub Component* som också den är en *CC-Part*. Genom att kombinera elementstaplarna parvis och definiera dessa som en skild *CC-Part* kunde både antalet bindningar och delar i *Main Component* minskas betydligt.

4.1.2 *Dimensioneringsmässig bakgrund*

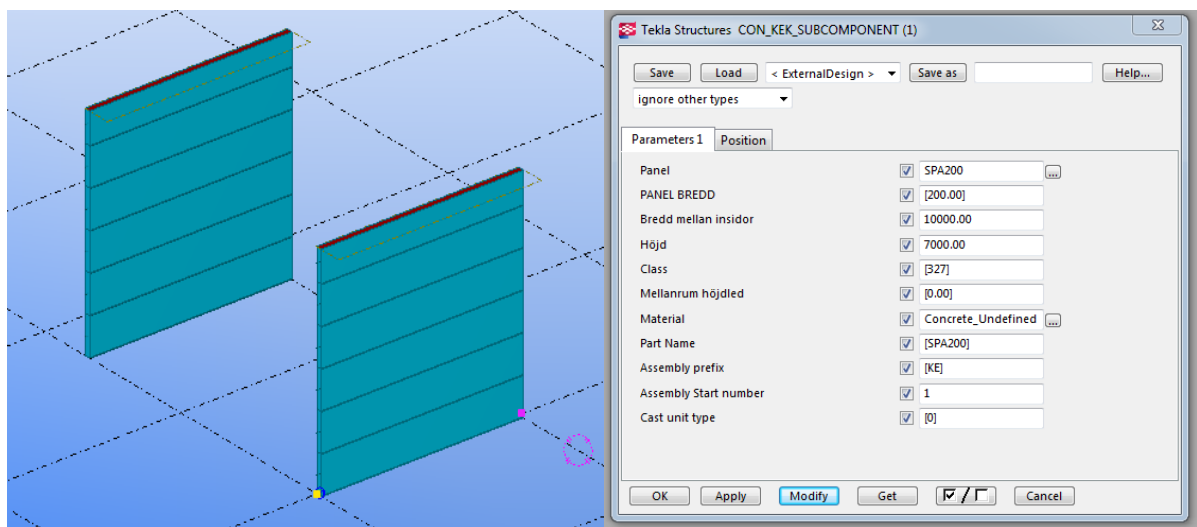
Vid utformningen av en byggnad var klimatskärmen består av lätta sandwichelement kommer den elementens maximala spännvidd för ifrågasvarande klimatzonen bli avgörande. *Custom Componenten* utgår därför ifrån angiven maximal panellängd. Denna tas fram skilt i enligt tillverkarens direktiv och dimensionerande klimatförhållanden.

4.1.3 Sub Componenten

Sub Componenten som CON_Elementtikuori grundar sig på är en *CC-part*, som utgående från två insättningspunkter ställer upp två staplar med element.

Längden för varje element regleras med insättningspunkterna, medan mått för totalhöjd och bredd mellan insidorna på elementen styrs av manuella parametrar. Elementet högst upp har ett *Cut-Plane* (sve. klippningsplan) som klipper elementet till angiven höjd.

Dessutom finns i *CC-Dialogbox* parametrar för *Panelnamn*, *Class*, *Mellanrum i höjddled*, *Material*, *Part Name*, *Assembly Prefix*, *Assembly Partnumber*, *Cast unit type* och *Panel Bredd*. Dessa kan sedan återkallas och ges nya värden i *Main Componenten*.



Figur 13. *Sub Component* för CON_Elementtikuori till vänster och *CC-Dialogbox* för densamma till höger. De parametrar som är gjorts synliga i *CC-Dialogbox* kan senare styras via *Main Componenten*. /20/

4.1.4 Sub Componentens uppbyggnad

Sub Componenten är uppbyggd genom att de nedersta och översta elementet i vardera stapeln är modellerat, medan de mellanliggande görs genom att använda Teklas *Array of objects* (29). *Array-macro* kopierar nedersta elementen uppåt utgående från elementens höjd, angivet mellanrum mellan elementen i höjddled och angiven totalhöjd, på så vis att det blir mindre än en elementhöjd till totalhöjden. Översta två elements insättningspunkter varierar enligt översta element-kopian som *Array-macro* gör och *Cut-Planes* enligt angiven totalhöjd.

4.1.5 Bindningar till Component planes

I *Sub Componenten* ligger *Component Planes* vågrätt genom bägge insättningspunkter, lodrätt genom bägge insättningspunkter samt i bägge ändar. *Component planes* i ändarna går genom insättningspunkten på så vis att de ligger i 90 graders vinkel med övriga plan.

Genom att binda alla delars handtag till dessa plan blir *Sub Componenten* reglerbar genom insättningspunkter och manuella avståndsparametrarna. När *Sub Componenten* används kommer handtagen för denna att vara just de två insättningspunkter man valt vid definieringen. Detta innebär att i den riktiga komponenten kan man placera ut en stor mängd element med mycket få bindningar.

4.1.6 Main Component - Uppbyggnad

Main Component är uppbyggd för insättning med två punkter, så att linjen mellan dessa två punkter utgör diagonalen i skalets nedre kant. Detta innebär att *Component Planen* i *Main Component* kommer att ligga på motsvarande vis som i *Sub Component* men längs denna diagonal.

4.1.7 Dummyparts

Istället för att genomföra den massiva räkneoperation det skulle krävas för att beräkna varje enskild *Sub Components* insättningspunkts koordinater i förhållande till dessa *Component Planes*, användes *dummyparts* (sve. hjälpdelar) i form av två betongpelare och en betongplatta. Genom att placera betongpelarna i insättningspunkternas hörn och låsa dessa till *Component Planes* kan man sedan hämta deras koordinater och få exakt längd och bredd för hallen genom att beräkna skillnaderna i x- och y-led.

Utgående från bredd, längd och diagonal beräknas med hjälp av trigonometri avstånden från betongplattans hörn vinkelrätt mot *Component Planen*. Genom att binda betongplattans hörn till *Component Planes* och sätta dessa avstånd lika med de beräknade avstånden får man tillstånd att plattan alltid ställer i riktning med modullinjerna. Detta begränsar även *Custom Componentens* användningsområde till byggnader som står parallellt med modullinjerna, men detta torde oftast vara fallet inom byggnadsplanering.

4.1.8 Array-macro

Sub Componenterna placeras en i varje ända av långsida respektive kortsida och binds till betongplattan. Längden på dessa hörnelement styrs manuellt från *CC-Dialogbox*, medan *Custom Componenten* själv, utgående ifrån manuellt angiven maximal elementlängd och

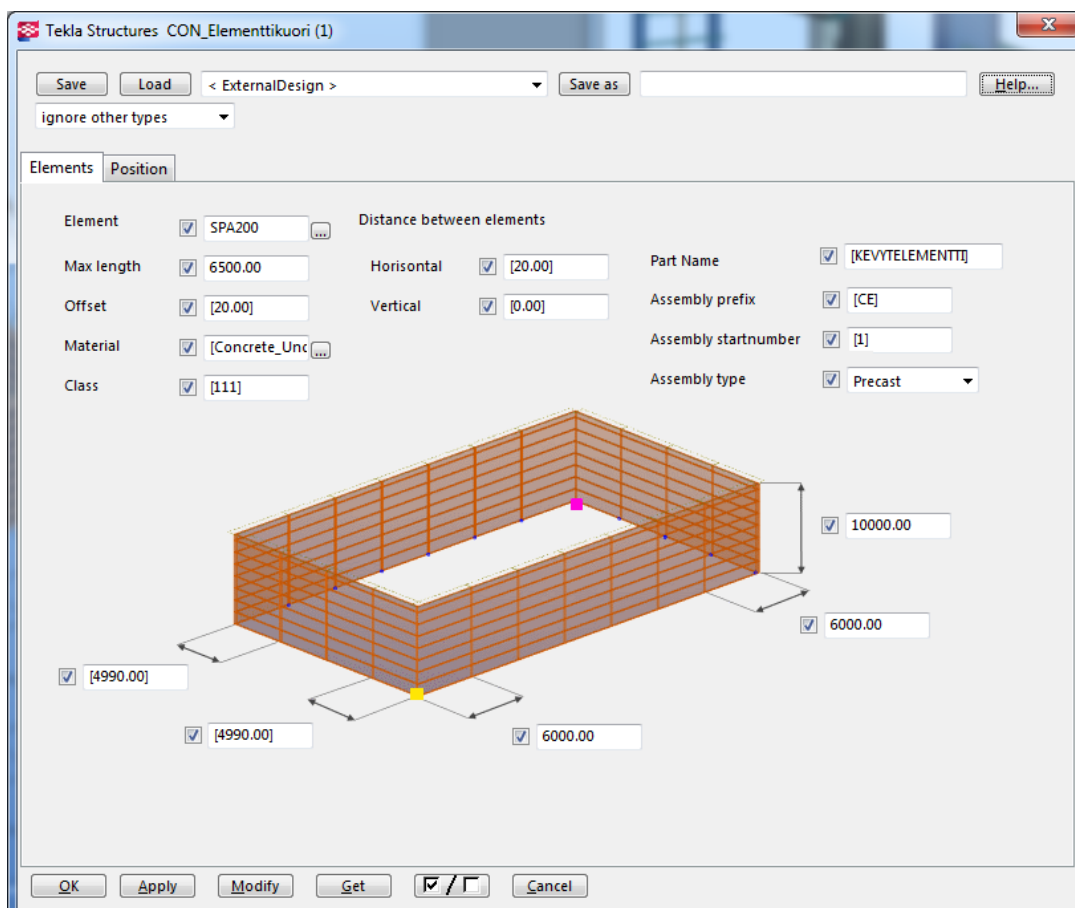
mellanrum mellan elementen, beräknar antal och längd för de övriga elementen. Dessa mellanliggande elementlängder görs med *Array of objects* (29).

4.1.9 Kopplingar till Sub Componenten

I *Main Component* måste all information som skall vidarebefordras till *Sub Componenterna* kopplas i *CC-Browser*. Genom att inne i *CC-Editorn* öppna och modifiera ett värde i en *Sub Component* och sedan trycka *Refresh* på *CC-Browser*, skapas en ny rad för sagda värde, vilken sedan kan kopplas till en parameter i *Main Componentens Variables*-fönster.

4.1.10 Dialogbox

Dialogboxen för *CON_Elementtikuori*, se figur 14, har försetts med bild av ett elementskal med insättningspunkterna markerade för att underlätta användningen. I samband med bilden finns fält var längden för hörnelementen samt höjden anges. Överst finns med text beskrivna parametrar som skall anges.



Figur 14. Användargränssnitt för *CON_Elementtikuori*. Användaren anger maximal panellängd, längden för hörnelementen samt höjden. Dessutom kan ställas mellanrum mellan elementen, avstånd från pelare, material och klass, samt styras namngivnings- och numreringsparametrar. /20/

4.2 CON_WQ_Detailing

CON_WQ_Detailing *Custom Componenten* är uppbyggd för att förenkla detaljeringen av WQ-balkar vid användning som bärande balkar för håldäcksbjälklag. *Custom Componenten* skapar, enligt användarens direktiv:

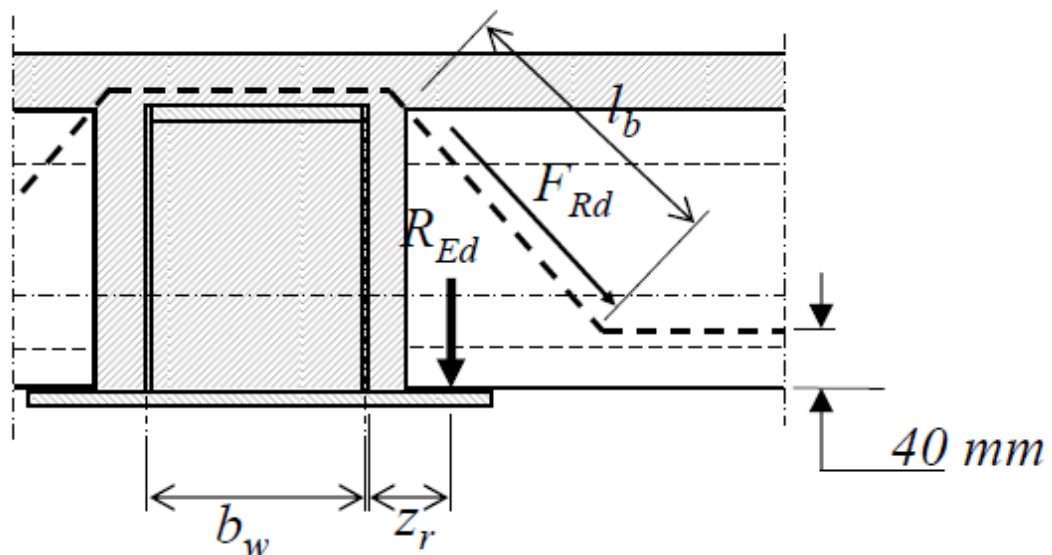
- Förhöjd kant för uppläggning av håldäckselement.
- Hål för eftergjutning ifall balken skall fyllas med betong.
- Hål för pågjutningens genomgående armering.
- Ger möjlighet till urtag ur nedre flänsen i ändan av balken.

Ovan nämnda funktioner finns även för ensidig WQ-balk. *Custom Componenten* känner själv igen huruvida det är fråga om en symmetrisk eller ensidig WQ-balk och anpassar detaljerna enligt detta.

4.2.1 Dimensioneringsmässig bakgrund

Custom Componenten är uppbyggd för att användas vid konstruktioner var håldäcksbjälklagets fogarmering (fin. saumarautoitus) böjs över WQ-balken enligt figur 15.

/22/



Figur 15. Principskiss över placering av fogarmeringen vid WQ-balk. /22/

Betoniteollisuus Ry gav 2013 ut exempellösning för sammanfogning av hålrumsbjälklag med WQ-balk genom att dra fogarmeringen genom WQ-balken, men detta beaktas inte. /1/

4.2.2 Uppbyggnad

CON_WQ_Detailing *Custom Componenten* är skapad som en *Custom Detail*. Detta innebär att den endast styrs av värden och dimensioner för ifrågavarande balk, samt manuellt styrda parametrar.

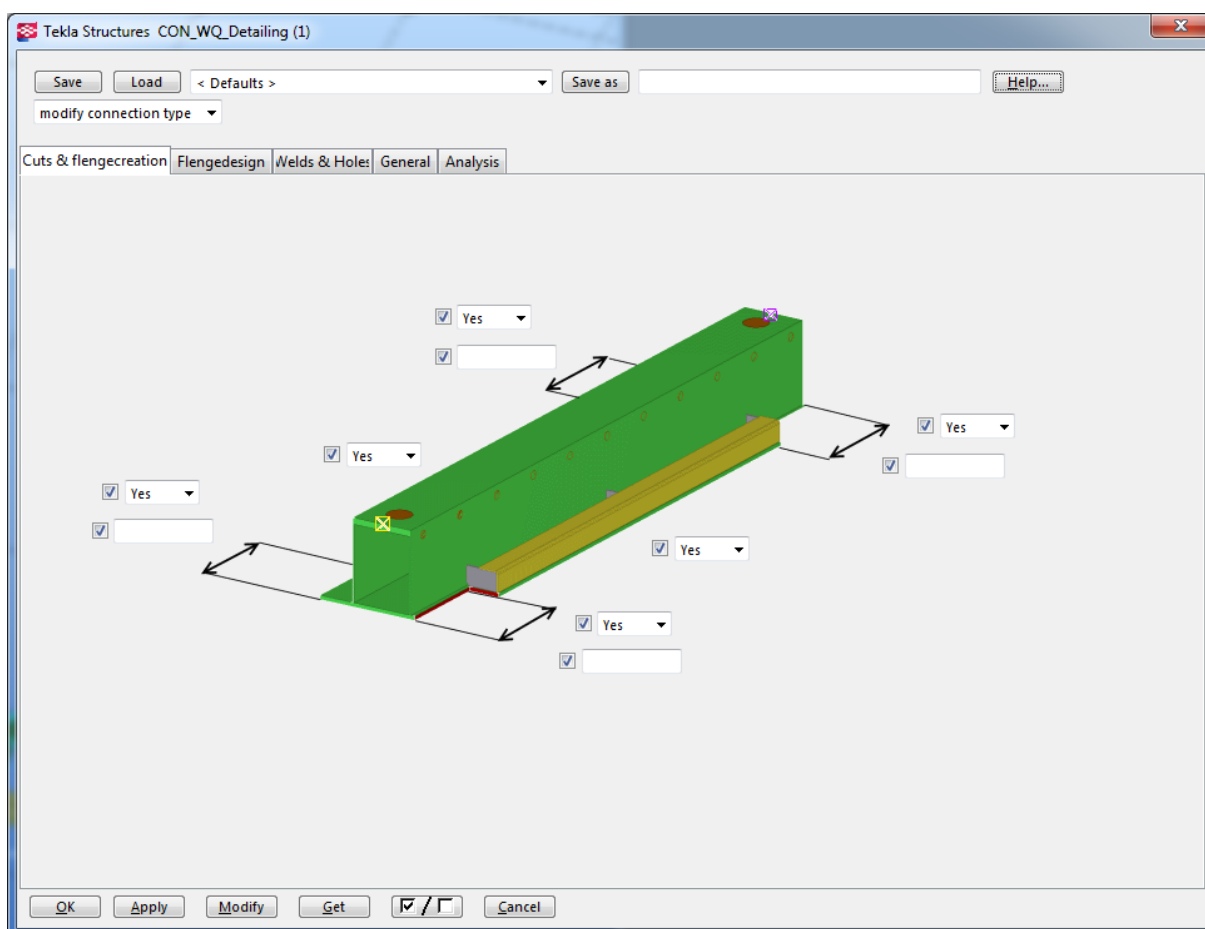
Custom Componenten är uppbyggd att användas på WQ-balkar gjorda med Ruukis WQ PreDesign Component for TS 17.0. För att klara både ensidiga och symmetriska WQ-balkar måste en parameter som gör skillnad på dessa skapas. Detta görs genom ett inbyggt mått på excentricitet för den undre flänsen. /5/

När balken placeras in i modellen är insättningspunkterna inte nödvändigtvis var balkens verkliga ända kommer att vara. Detta i och med att en annan *Custom Component* som styr balkens anslutning med stöden kan komma att klippa denna vid anpassning av anslutningen. För att göra avstånden mera överskådliga i en modelleringsituation har avståndsbindningarna här gjorts till balkens *Boundary Plane*, det vill säga balkens ända efter eventuell dylik klippning.

4.2.3 Urtag

Urtag ur nedre flänsen kan göras på båda sidorna och i båda ändarna ifall situationen så kräver. Alternativt kan denna option lämnas oanvänd och istället användas till att förskjuta kantförhöjningens läge i längdled till önskat avstånd från balkens ända.

Detta styrs från fliken *Cuts & flengecreation* i *CC-Dialogbox* enligt figur 16. I bilden har även insatts en gul och en lila fyrkant för att representera balkens insättningspunkter. Detta underlättar användarens orientering av vilken parameter som styr vilken ända och sida av balken.



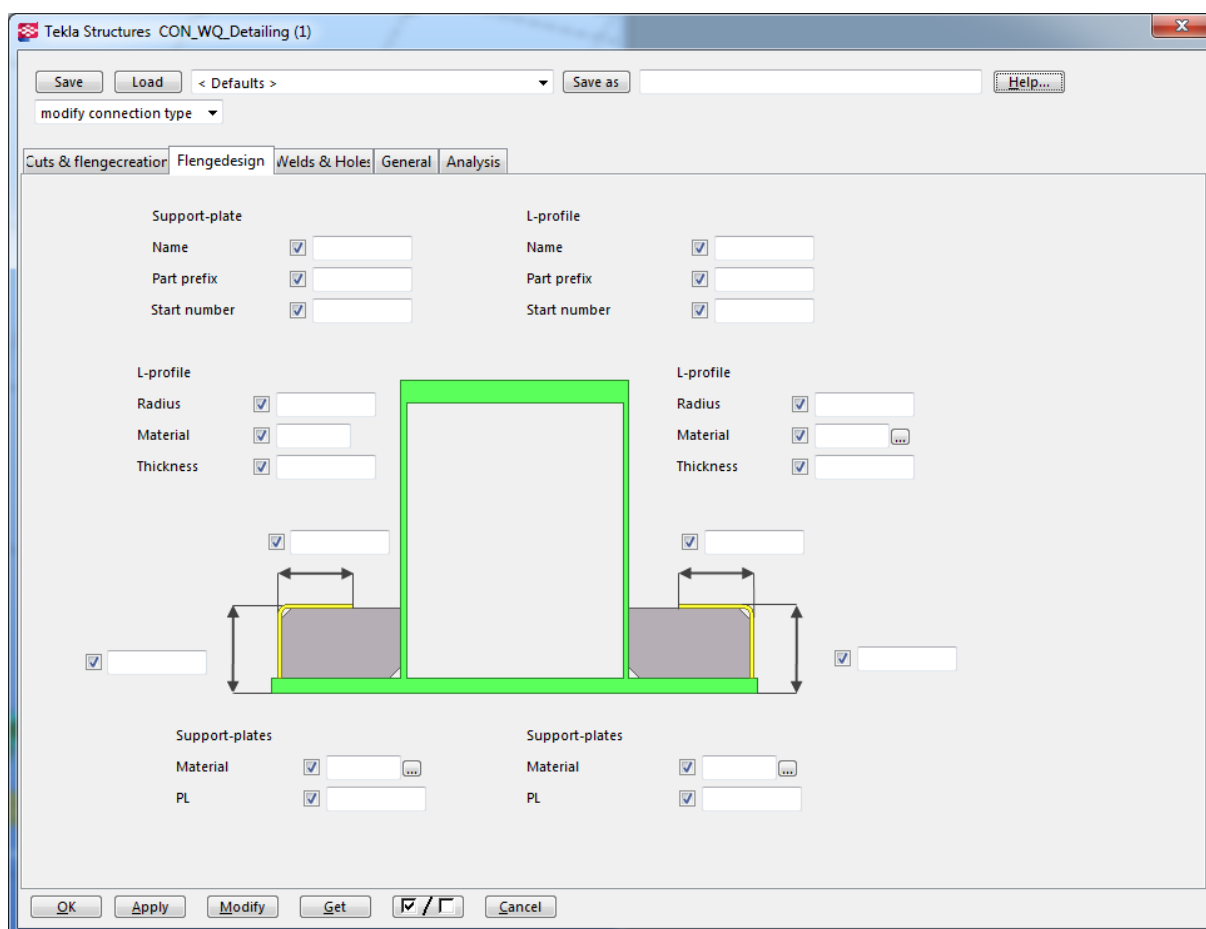
Figur 16. CON_WQ_Detailing CC-Dialogbox. Under Cuts & flengecreation-fliken styrs huruvida flänsförhöjningen skapas samt huruvida urtag ur nedre flänsen görs samt eventuell indragning av flänsförhöjningen. /20/

4.2.4 Kantförhöjning

Kantförhöjningens läge styrs av balkens längd och längden på ovan nämnda urtag eller utrymmesreserveringar. Detta och huruvida kantförhöjning önskas eller ej styrs från fliken *Cuts & flengecreation* i CC-Dialogbox vilken visas i figur 17.

Kantförhöjningen görs med bockad plåt, med tvärliggande plåt som stöd. Plåtarnas dimensioner, materialtjocklekar, svetsar, bockningsradier och materialkvalitet styrs från fliken *Flengedesign*, medan stödplåtarnas avfasning styrs automatiskt utgående från kantförhöjningens inre bockningsradie samt WQ-balkens svetsstorlek mellan nedre fläns och liv. På motsvarande vis styrs kantförhöjningens indrag från nedre flänsens yttre kant enligt den svetsstorlek som tillskrivs denna anslutning.

Under *Flengedesign*-fliken hittas även delarnas *Name*, *Partprefix* och *Startnumber*. Dessa parametrar är viktiga för få fram korrekta materiallistor, ritningar och numreringar i Tekla Structures och kan här styras till att passa användarens numrerings- och beteckningssystem.



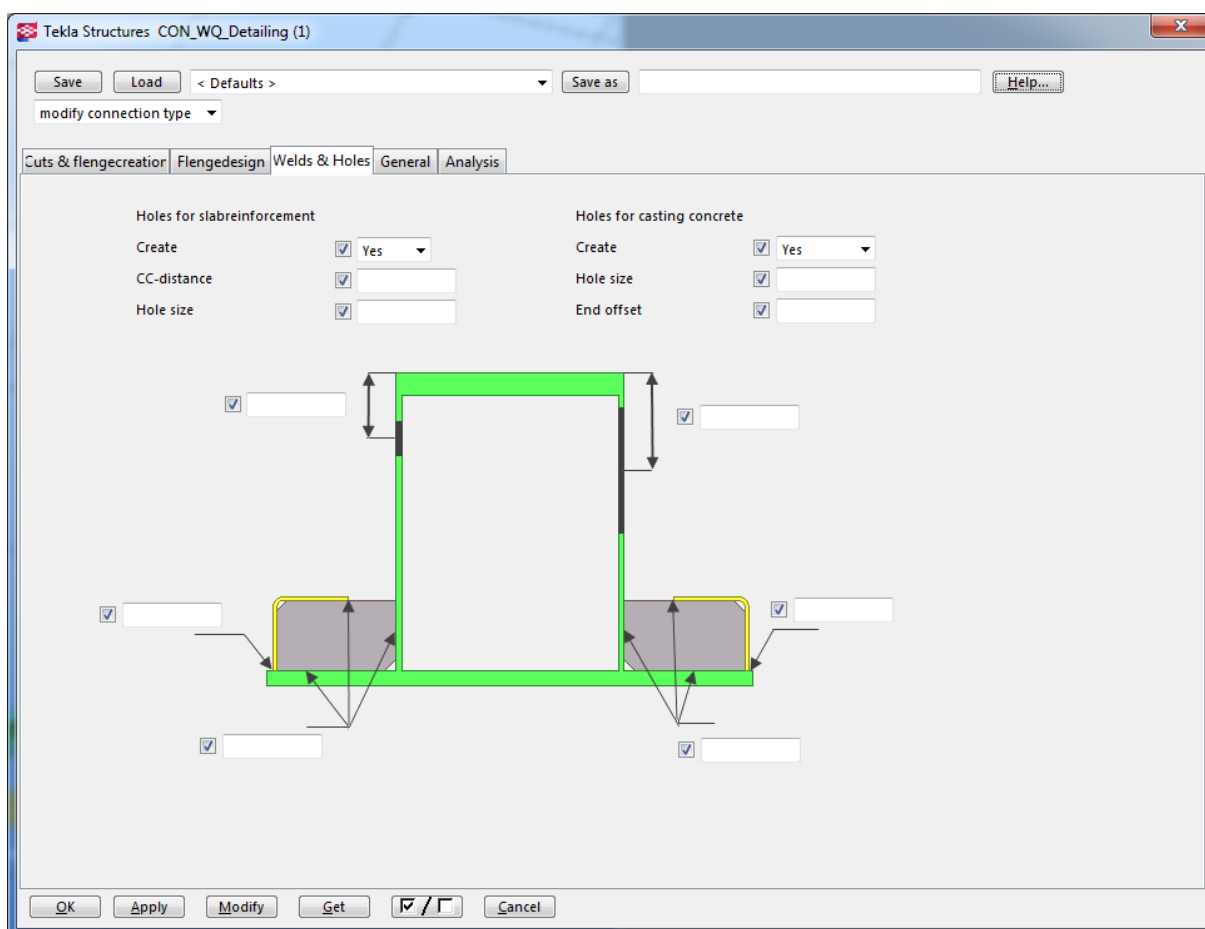
Figur 17. CON_WQ_Detailing CC-Dialogbox. Flangedesign-fliken reglerar fläns-förhöjningens höjd och bred samt tjocklek på L-profilen och dess böjningsradie. Härifrån styrs även delarnas material, namn och numrering. /20/

4.2.5 Svetsar och håltagning

Under fliken *Welds & Holes* ges användaren möjlighet att bestämma svetsarnas storlek, samt hantera håltagningarna i balken enligt figur 18. Möjligheter finns att göra hål för genomgående armering samt en serie större hål ifall balken skall fyllas med betong.

Enligt beställarens direktiv placeras hålen för betonggjutning ett i varje ända i balkens övre fläns och i balken livplåtar med tre meters mellanrum på varannan sida. *Custom Componenten* beräknar automatiskt utgående från balkens längd korrekt antal hål och placerar ut dem. Höjden från övre kant balk till centrum för hål bestäms manuellt för bägge sortens hål.

Bindningarna för hålen är på motsvarande sätt som för kantförhöjningarna gjorda till balkens *Boundary Planes* så att hänsyn tas till en eventuell förkortning gjord med ett annat verktyg.



Figur 18. CON_WQ_Detailing CC-Dialogbox, Welds & Holes-fliken styr storleken på svetsar och hål, samt cc-avstånd för den genomgående armeringen. /20/

4.2.6 Kantbalk

Vid uppgörandet av ett hålbjälklag på WQ-balkar kommer balkarna mot ytterväggen att bli speciella i och med att de belastas med håldäckselement endast på ena sidan.

Custom Componenten tar hänsyn till detta utgående från undre flänsens excentricitet och ifall balken är en kantbalk skapas varken urtag eller kantförhöjning på sidan utan fläns. På motsvarande sätt kommer hålen för gjutning för en kantbalk att skapas alla på den kant som vetter inåt byggnaden för att vara arbetbart.

4.3 CON_Beamlift

CON_Beamlift modellerar lyftanordningar på stålbalkar utgående från balkens tyngdpunkt. Custom Componenten är uppbyggd för att följa Teräselementtien käsittelyohjeet utgivna av SKOL Ry. (2009), medan lyftöronens dimensioner följer rekommendationer ur Ruukkis Rakennusosien varustelua nostoa varten från 2012. /6/ /4/

4.3.1 Finns från tidigare

I Tekla Structures finns från tidigare en *System Component (Lifting alignment pieces (1031))* för att modellera lyftanordningar på stålbalkar i form av lyftöron. Denna tar dock inte automatiskt i beaktande balkens eventuellt förskjutna tyngdpunkt, utan lyftplåtarnas placering ställs in manuellt.

För lyftanordningar till betongelement finns också en liknande *System Component (Lifting Anchor (80))*, men denna beaktar betongelementets tyngdpunkt vid insättningen. Det finns möjlighet att byta ut lyftöglorna anpassade för betongelement i denna *System Component* till en egen designad *Component Part*, men det visade sig uppstå svårigheter med svetsningen av lyftöglorna till stålbalken när försök gjordes att utnyttja denna komponent som grund för CON_Beamlift Custom Componenten.

4.3.2 Tyngdpunktens framtagning

Inbyggt i Tekla Structures finns automatisk beräkning av tyngdpunkter för en stål *Assembly*. Det vill säga en stålbalk eller -pelare och alla de delar som svetsas fast i denna innan leverans till byggplatsen.

Denna tyngdpunkt kan hämtas in i *Variables*-fönstret via tre olika fTpl-kommandon, som ger de globala koordinaterna i X-, Y- och Z-led för tyngdpunkten. Genom jämförelse med de globala koordinaterna för balkens insättningspunkter kan genom ett antal trigonometriska räkneoperationer slutligen fås fram det vinkelräta avståndet från balkens mittlinje till tyngdpunkten och avståndet från balkens ända längs dess mittlinje till tyngdpunktens spegling i mittlinjen.

Eftersom balken kan vara svängd åt vilket håll som helst och de trigonometriska funktionernas benägenhet att byta tecken gjordes sammanlagt åtta indelningar vad gäller rotationsvinkeln i det globala koordinatsystemet för att få excentriciteten att gå åt rätt håll hela varvet runt.

4.3.3 Noggrannhet gällande tyngdpunkt

Tester visade att noggrannheten i tyngdpunkten tyvärr inte är perfekt, men för detta ändamål fyller den sin funktion. Detta har även påtalats på Teklas *Extranets* diskussionsforum av mera avancerade användare.

4.3.4 Begränsningar

Custom Componenten sätter in lyftöglorna enligt balkens beräknade tyngdpunkt. Dessa placeras automatiskt på avståndet balkens längd delat med tre åt respektive håll från tyngdpunkten. Detta innebär tillräcklig funktionalitet såtillvida inte balken är mycket asymmetrisk. I så fall bör noggrannare tyngdpunktsberäkningar utföras.

4.3.5 Automatic-funktion

Den genomgående tanken med komponenten är att planeraren inte desto mera behöver utföra beräkningar för lyftöglorna. Under alla flikar finns ett Automatic-alternativ som förinställning, vilket betyder att *Custom Componenten* följer direktiven sammanställda i Teräselementtien käsittelyohjeet (2009). /6/

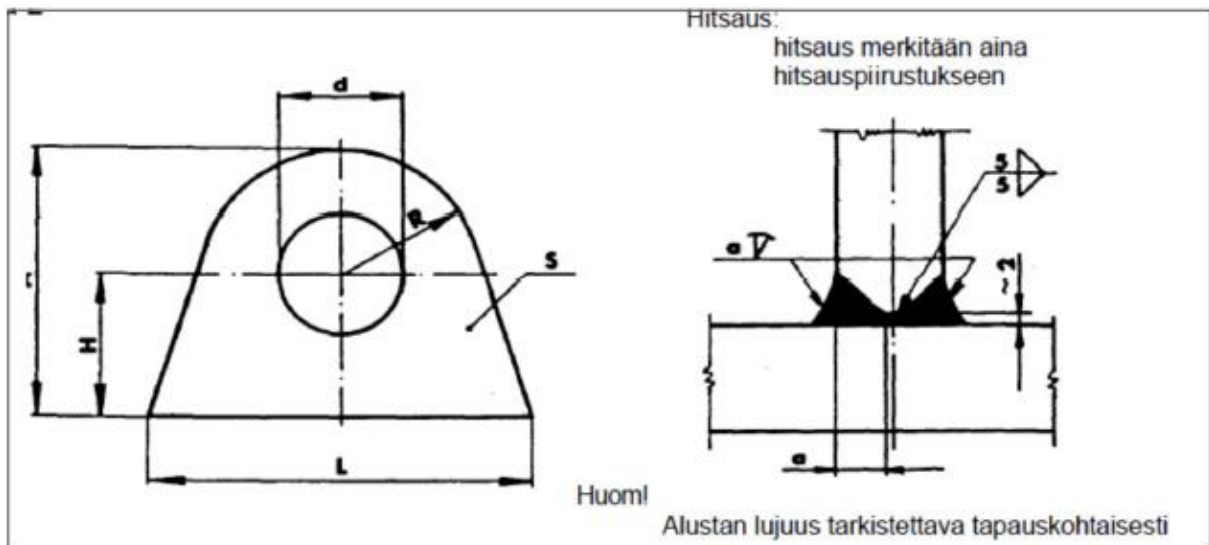
Ifall planeraren önskar utföra lyftöglorna på annat vis finns även manuella alternativ.

4.3.6 Olika lyftöglor

I enlighet med Teräselementtien käsittelyohjeet (2009) används M20 hål med maskingänga och lyftöglor för alla balkar med en totalvikt under 3000 kg. För att klara påfrestningarna av denna vikt krävs att godstjockleken i balkens övre fläns är åtminstone 12 mm. /6/

I annat fall används fastsvetsade lyftöron tillverkade av plåt. De lyftöron i plåt som *Custom Componenten* använder följer rekommendationerna i Ruukkis Rakennusosien varustelua nostoa varten (2012). Den mindre av de två skall klara vikter upp till 5000 kg och den större upp till 10 000 kg enligt figur 19. /4/

Eftersom noggrannare dimensioneringen av dessa lyftöron inte ryms innanför avgränsningarna för detta arbete uppmanas kommande användare i enlighet med Ruukkis instruktioner att verifiera dimensioneringen före användning. *Custom Componenten* ger även möjlighet att använda M24 hål med maskingänga och lyftögla, men för detta alternativ skall separata hållfasthetsberäkningar utföras.



Sallittu kuorma (t)	A	H	L	d	R	s	a	Paino	Materiaali	Piir.n:o
1,5	90	50	115	40	40	12	5	0,6	S355J2	3405163
5,0	150	80	210	70	70	20	8	2,8		
10,0	220	120	290	100	100	30	12	9,0		

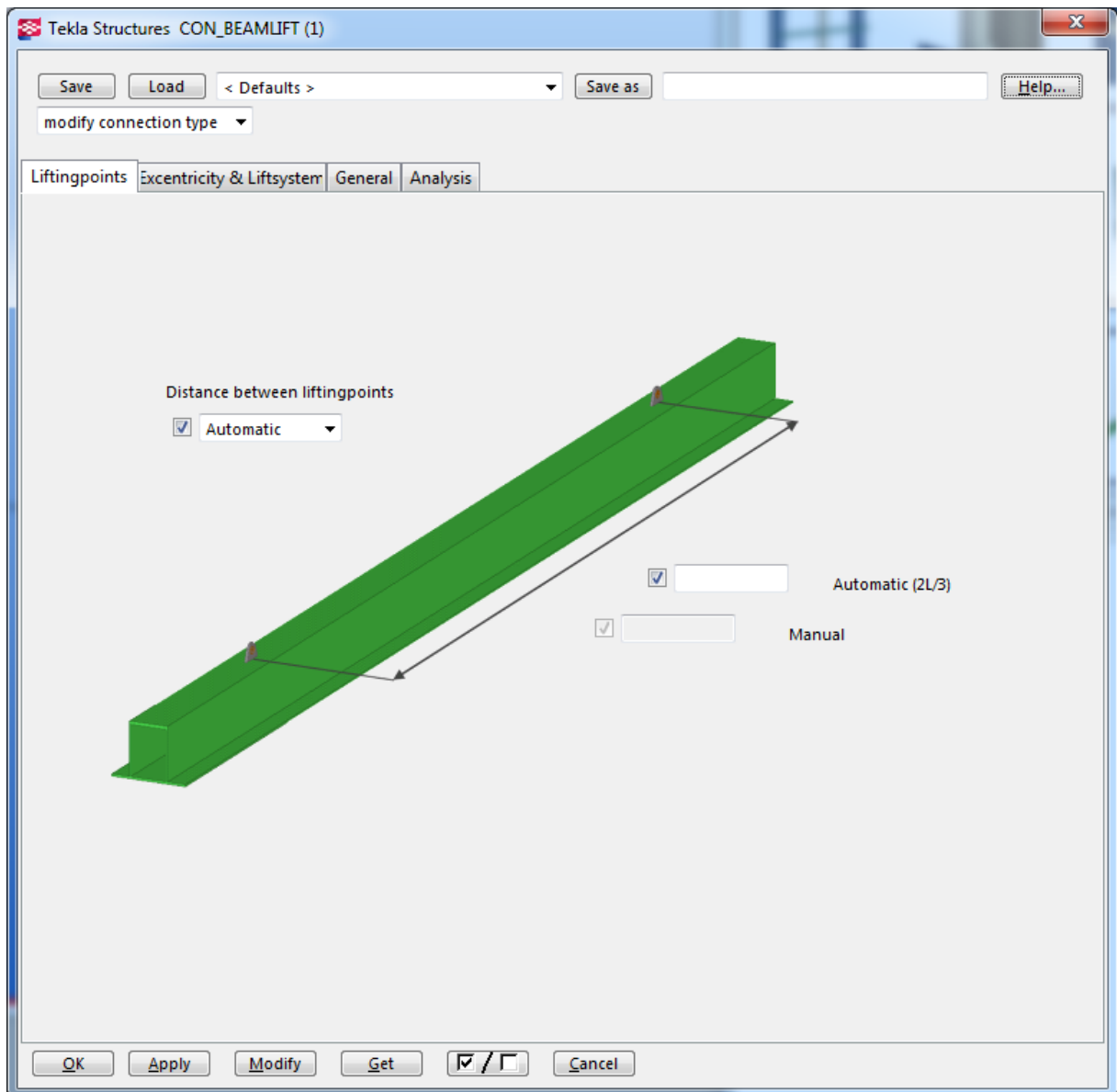
Figur 19. Rekommenderad dimensionering av lyftöron. /4/

4.3.7 Snedexcentricitet ifall I-balk

Om balken är en I-balk kan inte håltagning ske mitt i balken, utan hålen för lyftöglorna gör excentriska åt varsitt håll i varsin ända av balken. På detta vis hålls lyftkrokarnas tyngdpunkt ovanför balkens tyngdpunkt.

4.3.8 Liftingpoints

Under fliken *liftingpoints* styrs avståndet från balkens tyngdpunkt till lyftöglornas infästningspunkt. Med hjälp av *Automatic*-funktionen ställer *Custom Componenten* själv avståndet till balkens längd delat med tre. Teräselementtien käsittelyohjeet (2009) förespråkar längden genom tre till längden genom fyra. Men ifall situationen kräver eller jämna avstånd föredras kan detta även anges manuellt. /6/



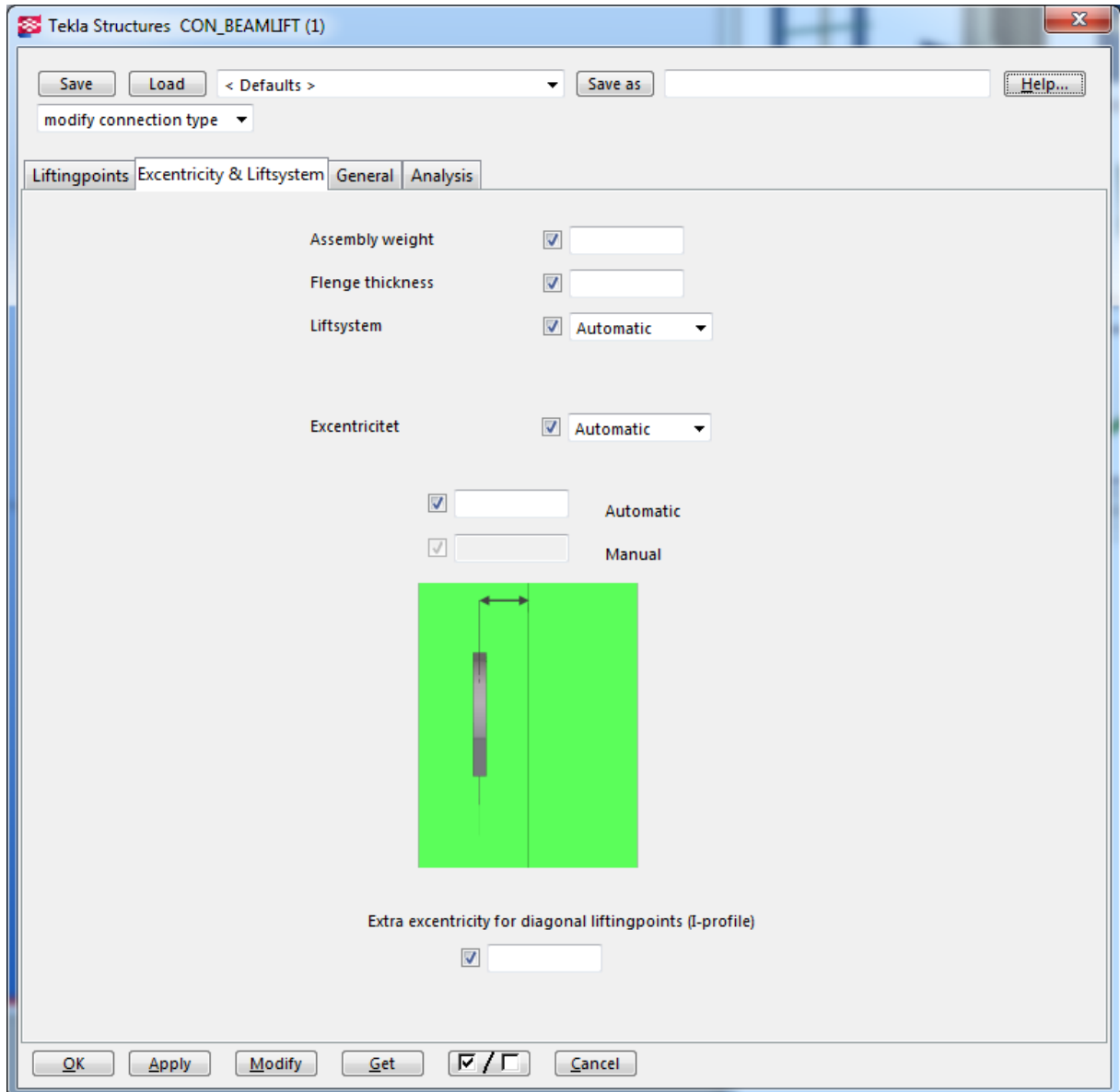
Figur 20. CON_Beamlift CC-Dialogbox. Under fliken *Liftingpoints* väljs om man vill använda automatiskt inställa balkens längd delat med tre åt vardera hållet om tyngdpunkten eller alternativt ange avståndet manuellt. /20/

4.3.9 Excentricity & Liftingssystem

Under fliken *Excentricity & Liftingssystem* finns ett fält var komponenten visar *Assembly Weight*, den sammansatta balkens totala vikt, samt övre flänsens godstjocklek för ifrågavarande balk.

Ifall Automatic-funktionen för *Liftingssystem* används tar *Custom Componenten* själv hänsyn till dessa och använder rekommenderade lyftanordningar enligt Teräselementtien käsittelyohjeet (2009). Ifall ett annat *liftsystem* används och separata dimensioneringsberäkningar utförs finns ur modellen hämtade värden för *Assembly Weight* och övre flänsens godstjocklek lättillgängligt angivet överst i fliken. /6/

Även excentriciteten är förinställd till *Automatic*, vilket innebär att komponenten avrundar den beräknade excentriciteten till närmsta hela millimetertal, men även här finns möjlighet att manuellt ställa in önskat värde. Som sista parameter under fliken hittas inställningar för korsvis excentricitet, om det är frågan om en I-balk.



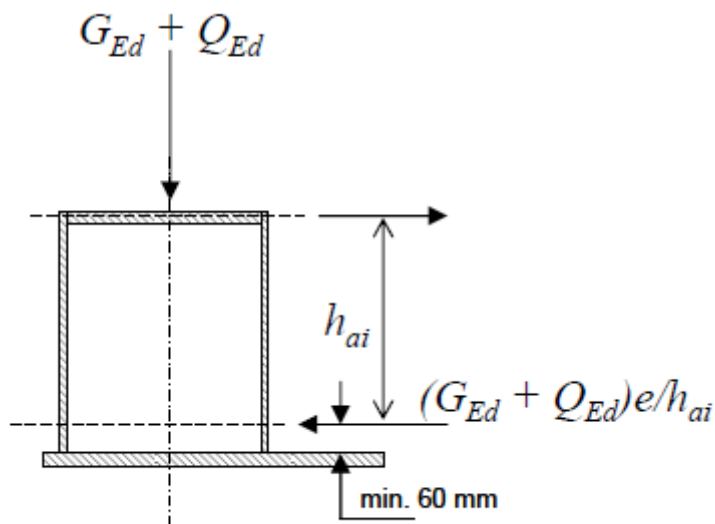
Figur 21. CON_Beamlift CC-Dialogbox. Automatic-inställningarna under fliken Excentricitet & Liftsystem innebär att Custom Componenten använder sitt inbyggda system för att skapa lyftanordningarna och avgöra excentricitet, men manuella val är också möjliga. /20/

4.4 CON_WQ_Reinforcements

För att motverka de vridande krafter som på grund av excentricitet uppstår i en ensidig WQ-balk vid kanten av håldäcksbjälklaget behövs vridarmering (fin. vääntöraudoitus). Custom Componenten skapar denna vridarmering, samt skapar och utformar detaljerna som behövs för WQ-balken i samband med denna vridarmering.

4.4.1 Dimensioneringsmässig bakgrund

Dimensionering av denna vridarmering utförs i enlighet med Teräsnormikortti 21 och kommer att bestå av erforderlig grovleks armeringsstål som förs genom WQ-balken och fästs i dess bakre kant. Armeringen placeras i fogen mellan håldäckselementen på minst 60 mm avstånd från elementens undre kant. /21/



Figur 22. Dimensioneringsmodell för vridarmering, enligt vilken Custom Componentens utformning gjorts. /21/

I praktiken löses detta genom att hål tas i balkens livplåtar och en tillräckligt stor plåt svetsas fast i ändan på armeringsjärnet så att utdragning förhindras. Ifall balken inte skall fyllas med betong svetsas ett rör fast i balken genom vilket armeringen sedan dras. (Uppdragsgivarens direktiv)

4.4.2 Uppbyggnad

Custom Componenten består av en styrkomponent, en *Main Component* och en *Sub Component*. Armeringsjärnet och plåten med tillhörande svets och fasningar är en egen *CC-Part* inne i den *CC-Detail* som fungerar som *Main Component* och hanterar detaljeringen av WQ-balken. De ovanstående två *Custom Componenterna* har sedan byggts in i en *CC-*

Connection för att få automatiska höjdställningar för håldäckselementens höjdläge i förhållande till WQ-balkens.

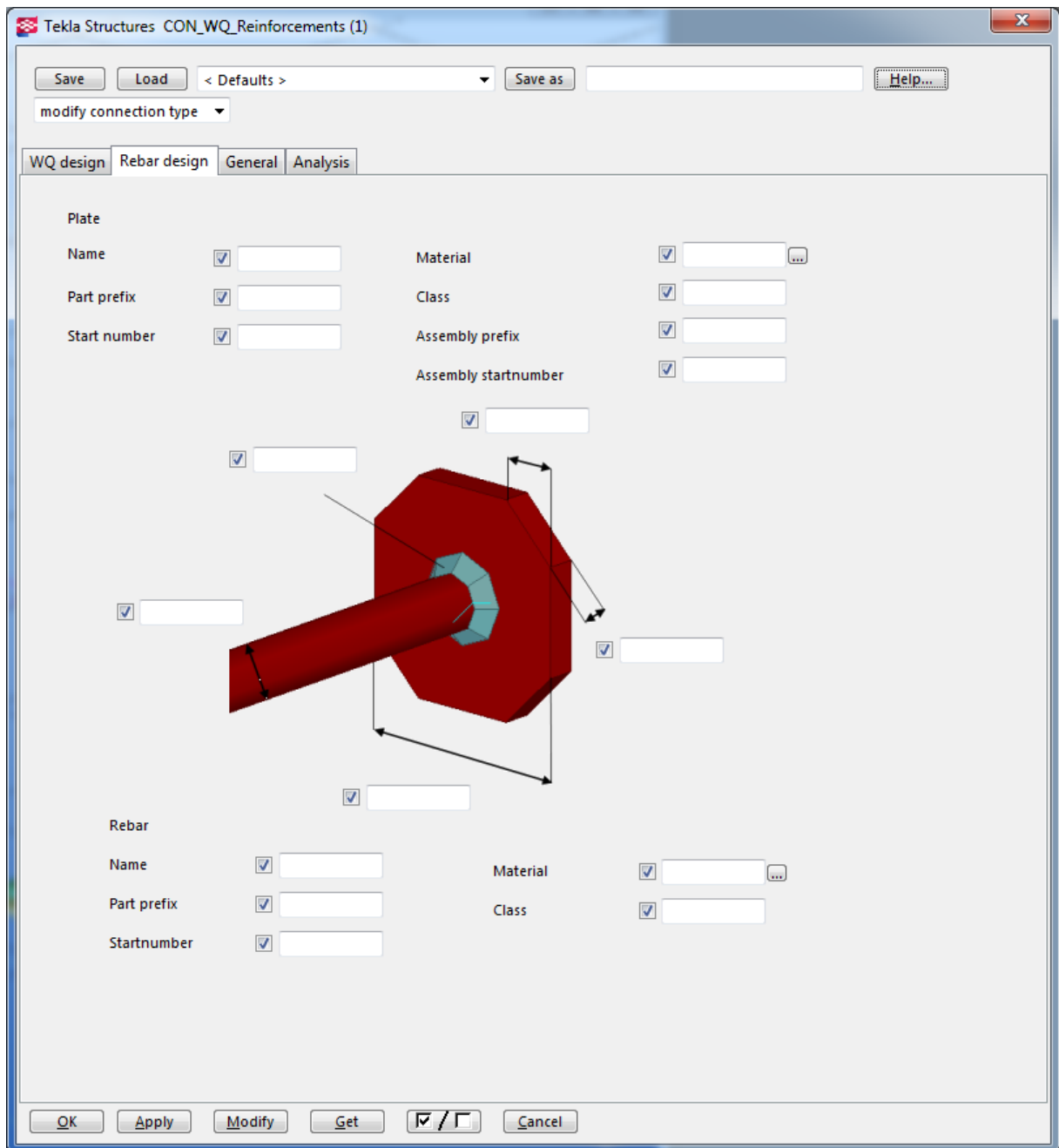
Problematiken med placeringen av vridarmeringen har lösts genom att använda en *Distance List* (sve. avståndslista). Denna *Distance List* har sedan kopplats till såväl *Bolt Properties* (sve. bult egenskaper), som styr hålens placering, samt till *Array-macro* som styr placeringen av vridarmeringen. För *Bolt Properties* räcker avståndslistan, men för *Array-macro* behövs även ett antal för hur många kopior som skall göras.

4.4.3 Vridarmeringen

Den *Custom Part* som styr utformningen av armeringsjärn, svetsar och plåt är uppbyggd så att den styrs med två insättningspunkter och manuella parametrar. Dessa parametrar är länkade via *Main Component* till den *CC-Connection* som fungerar som styrande komponent var de kan ändras via fliken *Rebar design*, som visas i figur 23.

Till de ställbara parametrarna hör svetsens storlek, delarnas dimensioner och material, samt inställning för *Class*. Dessutom finns parametrar för namngivning och numrering. När dessa delar svetsas samman kommer de att utgöra en egen sammansättning eller *Assembly* och kommer därför behöver även *Assembly Prefix* och *Assembly Startnumber* vara möjliga att ange i användargränssnittet.

Istället för att använda Tekla Structures egna *Rebars* (sve. armering), som är anpassade för insättning i betongplatta eller vägg, har använts en järnstav (eng. Rod) för att i modellen symbolisera armeringsstängerna. Detta för att programmet inte godtar att en plåt svetsas fast i ett armeringsjärn. Genom att använda benämningar och stålqualität för armeringsstål kan man få ut tillverkningsritningar för dessa delar, inklusive svetsar och med korrekta benämningar.



Figur 23. CON_WQ_Reinforcements. Från Rebar design-fliken styrs utformningen av vridarmeringens detaljer. Dessutom finns parametrar för styrning av numrering och namngivning av delarna. /8/

4.4.4 Main Component

Main Component placerar ut vridarmeringen längs balken utgående från parametrar för avstånd till balkens övre kant, avstånd till balkens ända och en *Distance List* som beskriver fördelningen. Även placeringen av övriga detaljer är kopplade till ovannämnda avståndsparametrar och avståndslista.

Hålstorleken i sin tur ställs automatiskt till strax större än i WQ-balken insvetsade rörens ytterdiameter, men möjlighet finns för användaren att ställa diametern manuellt, om så önskas. Rörens längd förkortas automatiskt i förhållande till storleken på svetsen mellan rör och WQ-balk.

4.4.5 *Styrkomponenten*

Styrkomponenten utgår från valet av WQ-balken som *Main Part* och det håldäckselement, före vilket den första vridarmeringen skall insättas, som *Secondary Part*. Utgående från referensdistanser och ställbar distansparameter för armeringens täcksikt beräknas automatiskt läget för första vridarmeringen.

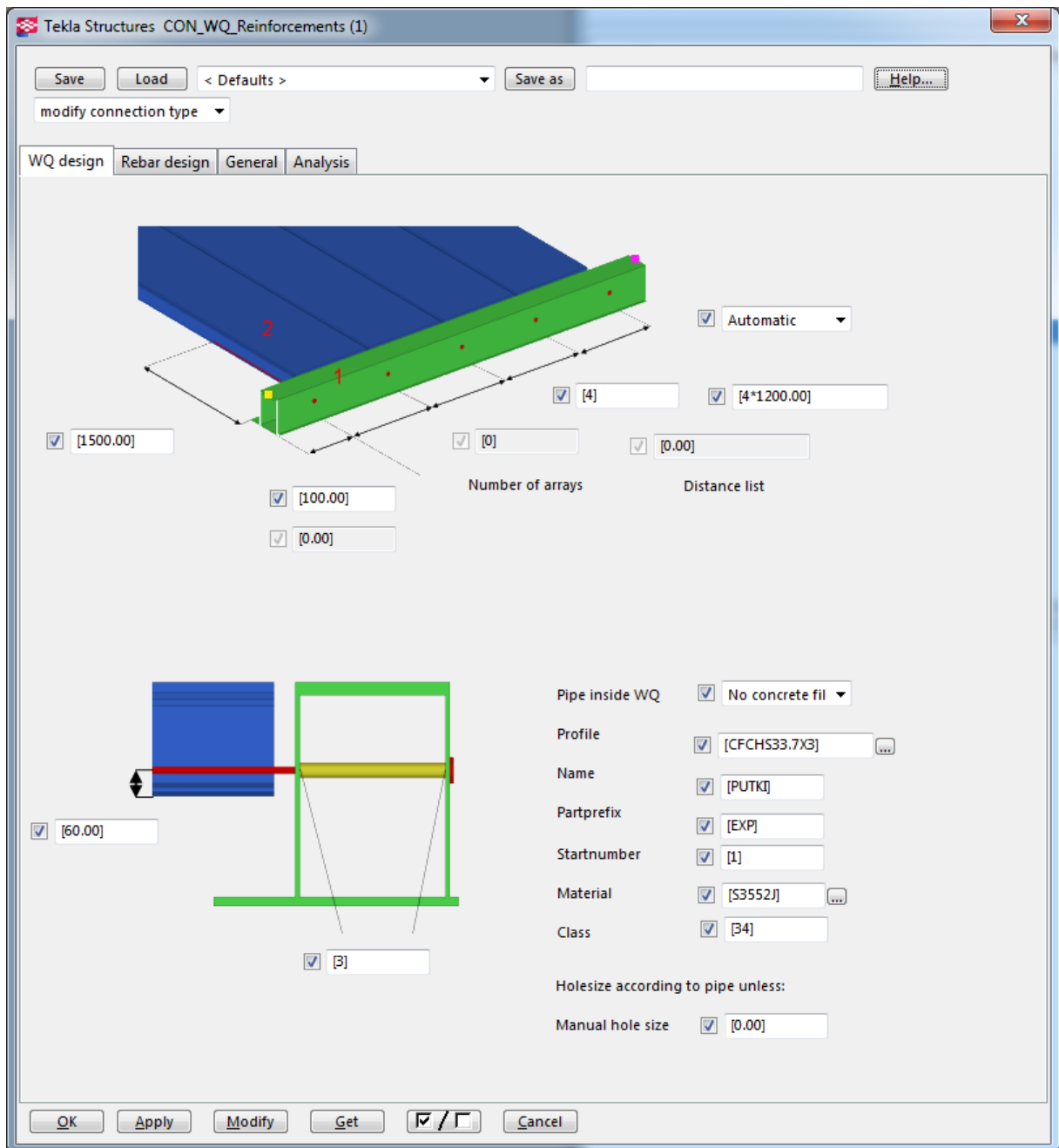
På *Automatic*-läge tar *Custom Componenten* även hänsyn till och korrigerar för eventuell smalare bredd på det som *Secondary Part* valda elementet, när placeringen för det andra armeringsstålet avgörs. Placeringen av resterande stål beräknas utgående från hålrumselementens bredd och kvarvarande längd av balken, ifall det finns smalare element i mitten av bjälklaget eller i slutändan tas hänsyn till dessa genom att ange *Distance List* manuellt. Ovanstående styrs från fliken WQ-design, som visas i figur 24.

4.4.6 *Användningen av Distance List*

Avståndslistorna som används för bultgrupper är lite annorlunda än de som används av *Array-macrot*, vilket ställer krav på användningen. För att en *Distance List* skall fungera för bägge delkomponenter krävs att antalet kopior av första elementet finns som en skild parameter och att själva distanslistan är korrekt ifylld.

Distanslistan skall vara i formen ”avstånd till nästa stål” ”mellanslag” ”avstånd till nästa stål”. Exempelvis: ”1200 1200 1200 1200”. Tekla Structures förkortar detta till formen ”4*1200” vilket kan ses i figur 18 nedan.

Enligt den situation som finns beskriven i figur 18, med fyra element och således fem armeringsjárn skall *Number of Arrays* vara 4 och distanslistan ”4*1200”. Vore till exempel sista elementet endast 600 mm brett skulle *Number of Arrays* vara 4 fortfarande, men distanslistan skulle vara ”3*1200 600”.



Figur 24. CON_WQ_Reinforcements, WQ-designfliken. Övre bilden är försedd med numrerade delar för att visa användaren vilken ordning delarna skall väljas för att Custom Componenten skall fungera enligt plan. Hänsyn till eventuella smalare element tas genom att manuellt ange en distanslista som styr utplaceringen av armeringsjärn och detaljer. Lägre bilden hanterar svetsstorlek och avstånd till armeringens centrum från underkant håldäcksbjälklag. /8/

5 Resultattolkning

Det konkreta slutresultatet blev sammanlagt fyra olika *Custom Componenter*, som överläts till beställaren för användning i den dagliga verksamheten på konstruktionsbyrån. Med hjälp av dessa underlättas modelleringsarbetet, vilket var den andra målsättningen.

Hade jag i början av detta projekt vetat det jag vet idag hade uppställningen sett lite annorlunda ut. Möjligheten finns att man skulle fått en mera funktionell helhet ifall *Custom Componenterna* för detaljering av WQ-balkar hade delats in så att en *Custom Component* hade skött allt för symmetriska balkar och en annan hade skött de ensidiga balkarna. I och med att ingen skillnad för symmetrisk och ensidig behöver tas hänsyn till, hade det varit möjligt att förenkla *Custom Componenterna* så att all detaljering av ensidiga WQ-balkar kunnat användas i en och samma *Custom Component* utan för den skull bli för tung att användas. Det hade fortfarande blivit två olika komponenter, men en mera användarvänlig helhet.

6 Diskussion

Under ingenjörsarbetets gång har undertecknad fått mycket ny kunskap vad gäller skapandet av *Custom Componenter* och möjligheterna till att underlätta modelleringsarbetet med hjälp av dessa. Detta var en av målsättningarna med arbetet och även om det är en lång väg innan man kan titulera sig Teklaexpert har i alla fall de första stegen tagits i rätt riktning.

6.1 Fortsatt utveckling

Nästa steg i utvecklingsprocessen vore att inkorporera dimensioneringen av delarna. Tekla Structures är förberett även för detta och dimensioneringen kan med fördel göras med Microsoft Excel. Möjligheter finns även att länka programmet med Mathcad, men detta ställer högre krav på programmeringskunskap. /3/

6.2 Kommentar

Sammanställandet av detta ingenjörsarbete har lärt mig att som nybörjare blir det trots att Tekla Structures tillhandahåller välskrivna manualer, väldigt mycket *trial and error* innan man börjar få grepp om begreppen.

Datateknikens framsteg ger oss stora möjligheter till effektivisering av planeringsarbetet inom byggnadskonstruktionens område, men samtidigt upptar istället själva hanteringen av

datasystemen sin beskärda del av arbetstiden. För att datatekniken skall fungera som effektiviserande del i planeringsarbetet, ställer det allt högre krav på planerarens kunskaper, som förutom de traditionella konstruktionsämnena i dagens läge även måste omfatta användning och hantering av tillgängliga CAD-program.

Källförteckning:

- /1/ Betoniteollisuus Ry (2013) *DO331: Ontelolaatan liitos WQ-palkkiin*
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/liitokset/runkoliitokset> (Hämtat: 22.02.2014)
- /2/ Contria (u.å.) *Branschledaren som kan sin sak*
<http://www.contria.fi/sv/framsida> (Hämtat: 17.03.2014)
- /3/ Leikas, V. (2011) *Pilarin jatkosliitoksen mitoitus ja mallintaminen*
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/26168/Leikas_Ville.pdf?sequence=1
(Hämtat: 16.01.2014)
- /4/ Ruukki (2013) *QD551 Rakenneosien varustelu nostoa varten*
- /5/ Ruukki (u.å) *WQ PreDesign Component for TS17.0*
<https://software.ruukki.com/PublishedService?file=page&pageID=9&itemcode=1-2-2-10> (Hämtat: 15.01.2014)
- /6/ SKOL Ry (2009) *Teräselementtien käsittelyohjeet*
http://vanha.skolry.fi/easydata/customers/skolry/files/tyoturvallisuus/Teräselementtien_kkasittelyohjee.pdf (Hämtat: 25.02.2014)
- /7/ Tekla (2012) s.9 *Tekla Structures Custom Componets Guide*
https://extranet.tekla.com/BC/tekla-structures-en/self_learning/manuals/Pages/Default.aspx (Hämtat: 10.01.2014)
- /8/ Tekla (2012) s.13, *Tekla Structures Custom Componets Guide*
https://extranet.tekla.com/BC/tekla-structures-en/self_learning/manuals/Pages/Default.aspx (Hämtat: 10.01.2014)
- /9/ Tekla (2012) s.16, *Tekla Structures Custom Componets Guide*
https://extranet.tekla.com/BC/tekla-structures-en/self_learning/manuals/Pages/Default.aspx (Hämtat: 10.01.2014)
- /10/ Tekla (2012) s.17 *Tekla Structures Custom Componets Guide*
https://extranet.tekla.com/BC/tekla-structures-en/self_learning/manuals/Pages/Default.aspx (Hämtat: 10.01.2014)
- /11/ Tekla (2012) s.20 *Tekla Structures Custom Componets Guide*
https://extranet.tekla.com/BC/tekla-structures-en/self_learning/manuals/Pages/Default.aspx (Hämtat: 10.01.2014)
- /12/ Tekla (2012) s.33 *Tekla Structures Custom Componets Guide*
https://extranet.tekla.com/BC/tekla-structures-en/self_learning/manuals/Pages/Default.aspx (Hämtat: 10.01.2014)
- /13/ Tekla (2014) *Binding a custom component object to a plane.*
http://teklastructures.support.tekla.com/video-tutorials/en/binding_a_custom_component_object_to_a_plane (Hämtat: 17.01.2014)
- /14/ Tekla (2014) *Custom Component Dialog Editor – Profile Attributes*
http://teklastructures.support.tekla.com/video-tutorials/en/custom_component_dialog_editor_-_profile_attributes (Hämtat: 18.01.2014)

- /15/ Tekla (2014) *Tekla Structures configurations*
http://teklastructures.support.tekla.com/200/en/ts_configurations (Hämtat:17.03.2014)
- /16/ Tekla (u.å.) *Produkt*
<https://extranet.tekla.com/BC/TEKLA-STRUCTURES-EN/PRODUCT/Pages/Default.aspx> (Hämtat: 20.03.2014)
- /17/ Tekla (u.å.) *Tekla Structures partners*
<http://www.tekla.com/products/tekla-structures/partners> (Hämtat: 20.03.2014)
- /18/ Tekla (u.å.) *Tietoa Teklasta*
<http://www.tekla.com/fi/tietoa-teklasta/lyhyesti> (Hämtat:17.03.2014)
- /19/ Tekla (u.å.) *User assistance*
http://teklastructures.support.tekla.com/200/en/det_cc_plane_types
(Hämtat: 15.02.2014)
- /20/ Tekla Structures Learning Edition 19.1
<https://campus.tekla.com/download> (Hämtat: 05.01.2014)
- /21/ Teräsrakenneyhdistys (2009) s.20 *Teräsnormikortti N:o 21*
http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/ohjeet_ja_patevyydet/normikortit/
(Hämtat: 18.03.2014)
- /22/ Teräsrakenneyhdistys (2009) s.24 *Teräsnormikortti N:o 21*
http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/ohjeet_ja_patevyydet/normikortit/
(Hämtat: 18.03.2014)
- /23/ Valjus, J. , Varis, M. , Penttilä, H. & Nissinen, S. s.3 (2007). *Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa*. Tammerfors: Rakennustieto Oy
- /24/ Valjus, J. , Varis, M. , Penttilä, H. & Nissinen, S. s.8 (2007). *Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa*. Tammerfors: Rakennustieto Oy
- /25/ Valjus, J. , Varis, M. , Penttilä, H. & Nissinen, S. s.9 (2007). *Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa*. Tammerfors: Rakennustieto Oy