
Tekla Structures –ohjelmiston soveltuvuus tietomallipohjaiseen rakenne- ja elementtisuunnitteluun Venäjällä

Lauri Rantala

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Lauri Rantala	
Työn nimi Tekla Structures –ohjelmiston soveltuvuus tietomallipohjaiseen rakenne- ja elementtisuunnitteluun Venäjällä	
Päiväys	2.5.2011
Sivumäärä/Liitteet	50/47
Ohjaaja(t) Lehtori Viljo Kuusela	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli tutkia suomalaisen ja venäläisen normiston mukaista tietomallipohjaista rakenne- ja elementtisuunnitteluprosessia sekä <i>Tekla Structures</i> –ohjelmiston soveltuvuutta venäläiseen elementtisuunnitteluun. Insinööriyössä tutkittiin, miten mallinnustyö onnistuu ja onko mallintaminen taloudellisesti kannattavaa. Lisäksi <i>Tekla Structures</i> –ohjelmistoa kehitettiin <i>Rakennesuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy:n</i> tarpeiden mukaiseksi.</p> <p>Aluksi työssä perehdyttiin <i>Tekla Structures</i> -ohjelmiston toimintaan ja <i>custom componenttien</i> laadintaan. Tämän jälkeen määriteltiin venäläisen normiston mukaisten <i>custom componenttien</i> tarve ja niihin tarvittavat ominaisuudet vertaamalla <i>Tekla Structures</i> –ohjelman <i>custom componentteja</i> venäläisen normiston mukaisiin elementtipiirustuksiin. Työtä varten laadittiin kolme custom componenttia, joiden toimivuutta testattiin esimerkkimallin avulla. Lisäksi tutkittiin piirustusten tuottamista.</p> <p>Työn tuloksista voidaan todeta, että <i>Tekla Structures</i> -ohjelma soveltuu hyvin elementtisuunnitteluun, mutta ohjelman Venäjä-käyttöympäristöä tulee kehittää suomalaisten suunnittelutoimistojen tarpeita vastaaviksi. <i>Custom componenttien</i> laadinta onnistui hyvin.</p>	
Avainsanat Tekla Structures, tietomalli, elementti, Venäjä	
Luottamuksellisuus julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Lauri Rantala			
Title of Thesis Suitability of Tekla Structures software for information model based structural and element designing in Russia			
Date	2.5.2011	Pages/Appendices	50/47
Supervisor(s) Mr. Viljo Kuusela, Lecturer			
Project/Partners Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to examine the information model based structural and element designing in accordance with the Finnish and Russian norms and the suitability of Tekla Structures software in element designing in Russia. This thesis examined how the modelling work is successful and whether the modelling is feasible. In addition, Tekla Structures software was developed for the needs of the Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen& Timonen Oy.</p> <p>The work began by learning the operation of Tekla Structures software and manufacturing of custom component. After this the need of custom components in accordance with the Russian norms and the required properties were defined by comparing the custom components of the Tekla Structures software to the Russian element drawings. Three custom components were made for the work and their functionality was tested on an example model. The work also examined the production of drawings.</p> <p>As a results of the work it could be seen that the Tekla Structures software was well suited for the designing elements, but the Russian operating environment should be developed to meet the needs of Finnish design offices. The preparation of the custom components was successful.</p>			
Keywords Tekla Structures, BIM, element, Russia			
Confidentiality public			

ALKUSANAT

Tämä insinööri työ on laadittu *Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy*:lle. Aihe osottautui haastavaksi ja työn aikana vahvistin mallinnustaitoani ja syvensin tietämystäni *Tekla Structures* –ohjelmasta. Ohjelman oppiminen vaatii paljon aikaa, jotta ohjelmalla pystyy tekemään suunnitelmia. Työn aikana olen oppinut elementtisuunnitteluprosessin eri vaiheet. Aiheen rajasin sellaiseksi, että siitä olisi hyötyä *Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy*:lle ja minulle.

Työssä oleviin kuviin on saatu lupa *Tekla Oy*:ltä ja *VTT*:ltä (ProIT) 16.3.2011. *ProIT*:n lähteissä puhutaan tuotemallintamisesta. Nykyään termi on muutettu tietomallintamiseksi ja käytän työssäni nykyistä termiä.

Työn valvojina ovat toimineet *Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy*:ltä rakenneyksikön johtaja Antti Honkanen ja Savonia-ammattikorkeakoulun lehtori Ville Kuusela. Haluan osoittaa kiitokset heille saamistani neuvoista ja ohjeista.

Haluan osoittaa kiitokset myös *Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy*:n henkilökunnalle ja muille apua antaneille henkilöille.

Suurin kiitos läheisilleni ja etenkin vaimolleni Hennalle opintojeni aikana saamasta tuesta.

Kuopiossa 9.4.2011

Lauri Rantala

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	TIETOMALLINTAMINEN	9
2.1	Tietomalli	9
2.2	Tietomallintamisen ja aikaisemman suunnittelukäytännön erot	11
2.3	<i>Tekla Structures</i> -tietomallinnusohjelma	12
2.4	<i>Tekla Structures</i> -ohjelmistokokoonpanot	13
3	TIETOMALLINTAMINEN RAKENNUSHANKKEESSA	15
3.1	Tietomallintaminen suunnitteluprosessin eri vaiheissa Suomessa	15
3.2	Tietomallintaminen Venäjän rakennushankkeessa	18
4	TIETOMALLIPOHJAINEN RAKENNESUUNNITTELU	21
4.1	Perinteinen rakennesuunnittelu	21
4.2	Tietomallintaminen rakennesuunnittelussa	22
4.2.1	Lähtötiedot	22
4.2.2	Mallintamisvaiheet rakennesuunnittelussa	23
4.2.3	Tietomallien mallintamisen tarkkuus ja tietosisältö	26
4.2.4	Liitosten ja yksityiskohtien mallintaminen	27
5	TIETOMALLIPOHJAINEN ELEMENTTISUUNNITTELU	29
5.1	Elementtisuunnitteluprosessi	29
5.2	Tietomallipohjainen elementtisuunnitteluprosessi	30
5.2.1	Luonnosmallista alustava tuoteosamalli	31
5.2.2	Tuoteosamalli laskentavaiheessa	31
5.2.3	Tuoteosamalli toteutussuunnitteluvaiheessa	32
5.3	Tietomallipohjainen elementtisuunnittelu erillisenä urakkana	33
5.4	Venäläisen elementtipiirustuksen sisältö	33
5.4.1	Nimiö	35
5.4.2	Elementtitunnus	37
5.5	Elementtipiirustusten tuottaminen tietomallista	38
6	ELEMENTTIEN MALLINTAMISEEN KEHITETYT CUSTOM COMPONENTIT	39
6.1	Custom componenttien kehitys	39
6.2	Custom componentteihin lisätyt ominaisuudet	41
7	TULOKSET JA POHDINTA	45
7.1	Mallintamisen haasteet ja ongelmat	45
7.1.1	Mallinnuksen tarkkuus	45
7.1.2	Tiedon siirtäminen 2D-suunnitelmista tietomalliin	45
7.1.3	Ongelmat mallintamisessa	46
7.1.4	Piirustuksen luominen	46

7.2 Pohdinta	46
7.2.1 Custom componenttien arviointi.....	47
7.2.2 Mahdolliset jatkotutkimukset.....	47
LÄHTEET	49

LIITTEET

- Liite 1 EW suunnittelun aloituksen lähtötietojen tarkastuslista
- Liite 2 PW suunnittelun aloituksen lähtötietojen tarkastuslista
- Liite 3 Elementtipiirustusten liitteenä oleva materiaaliluettelo
- Liite 4 Elementtimallin mallinnusohje
- Liite 5 SORTIM_EW_seinä_1 -komponentin laadintaohje

1 JOHDANTO

Tekla Structures -ohjelmalla (jäljempänä myös TS) on tehty elementtien suunnittelua vuosia ja ohjelma soveltuu hyvin elementtisuunnitteluun Suomessa. Tässä työssä tutkitaan suomalaisen ja venäläisen normiston mukaista tietomallipohjaista rakenne- ja elementtisuunnitteluprosessia sekä *Tekla Structures* -ohjelmiston soveltuvuutta venäläisen normiston mukaiseen elementtisuunnitteluun. Työhön sisältyy esimerkki *custom componenttien* valmistus ja suunnitteluohjeen laatiminen. Komponentit ovat TS-ohjelman työkaluja eri rakennusosien, liitosten ja detaljien mallintamiseen (esim. seinien välille tulevia liitoksia). Suunnittelutoimistot pystyvät tekemään komponentteja omien tarpeiden mukaan *custom component* -toiminnolla. *Custom componentit* on selitetty tarkemmin luvussa 6.

TS-ohjelmalla tuotetun tietomallipohjaisen elementtisuunnittelun ongelmana on, että TS:n komponentit eivät täytä kaikilta osin venäläisen rakennustekniikan vaatimuksia ja TS ei täytä ulkoasultaan venäläisen normiston vaatimuksia. Oman haasteen mallintamiseen tuo suunnitteluprosessin erilainen työnjako Venäjällä ja Suomessa.

Insinööriyön ensisijaisena tavoitteena on löytää keinoja tietomallintamiseen venäläisessä rakennushankkeessa tutkimalla suomalaisen ja venäläisen normiston mukaista tietomallipohjaista rakenne- ja elementtisuunnitteluprosessia. Tutkimuksen perusteella laaditaan *custom componentteja* ja tehdään mallinnusohje laadittujen *custom componenttien* osalta. Työssä laaditaan kolme erilaista *custom componenttia*. Mallinnusohjeeseen tulee ohjeita elementin raudoitusten mallintamiseen TS:n omilla komponenteilla. Toissijaisena tavoitteena on tuottaa venäläisen normiston täyttävä elementtipiirustus.

Tutkimus- ja kehitysmenetelmänä käytetään komponenttien ja piirustusten vertaamista. TS:n omia komponentteja verrataan venäläisen normiston mukaisiin elementtipiirustuksiin, minkä avulla komponenteista etsitään kehitettäviä kohteita. Samalla mietitään millaisia eri *custom componentteja* tarvitaan, jotta elementtien mallintaminen olisi mahdollista. Lopuksi laadittujen *custom componenttien* toimivuutta testataan samaan esimerkkimalliin. Esimerkkimalli on pieni keksitty kohde. Mallissa on yhteensä yhdeksän eri elementtiä kolmessa kerroksessa. Mallissa on kaksi kulmaa. Mallista on kuva liitteessä 4.

Työ tehdään Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy:lle (jäljempänä myös Sortim Oy) ja työ on osa ohjelman käyttöönottoa. Sortim Oy on perustettu vuonna 1979. Yhtiö on yksityisessä omistuksessa. Päätoimipaikka on Kuopiossa, jossa työskentelee tällä hetkellä noin 20 rakennesuunnittelijaa ja 10 arkkitehti- ja rakennussuunnittelijaa. Liiketoiminta-alue on Suomen lisäksi Venäjä. Toimistolla on kokonaan emoyhtiön omistuksessa oleva tytäryhtiö Pietarissa nimeltään *OOO Sormunen & Timonen*, jolla on arkkitehti-, rakenne- ja LVIS-suunnitelmat kattava suunnittelulisenssi. Tämä mahdollistaa venäläisten hankkeiden kokonaissuunnittelun. Pietarin toimistossa työskentelee 10 henkilöä rakennesuunnittelutehtävissä.

Sortim Oy on tehnyt suunnitelmia venäläisiin rakennuskohteisiin usean vuoden ajan. Suunnitelmat on tehty pääsääntöisesti 2D-suunnitteluna *AutoCad*-ohjelmalla. 2D-suunnittelun on riskialttiimpi virheille tietomallintamiseen verrattuna ja se on herättänyt suunnittelutoimiston kiinnostuksen tietomallintamista kohtaan. Myös tilaajan vaatimukset ja tieto mallintamisen eduista on lisännyt tarvetta mallintamisen aloittamiseen yrityksessä.

2 TIETOMALLINTAMINEN

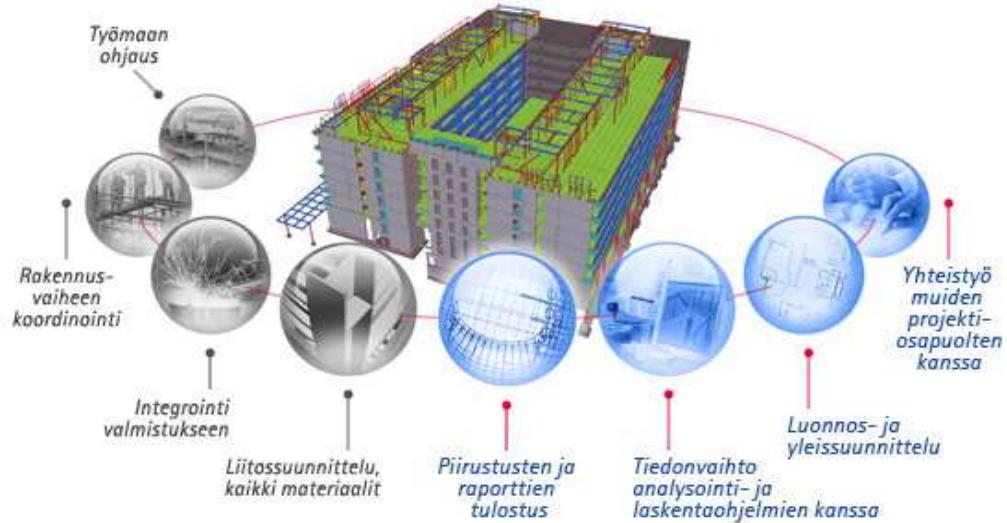
2.1 Tietomalli

BIM eli rakennuksen tietomalli (building information model) sisältää kolmiulotteisen mallin lisäksi kaiken tiedon rakennuksesta sen koko elinkaaren ajalta. Tietomallissa olevien rakennuksen osien muoto, määrä ja niiden sisältämä tieto on rajaton. Tietomallit voivat sisältää mitä tahansa tietoa rakennuksen suunnittelusta käytöstä ja jopa rakennuksen purkujätteen kierrätyksestä. Jokaisessa hankkeessa on erikseen määriteltävä mitä tietomalliin mallinnetaan. Rakennuksen suunnittelussa, toteutuksessa, käytössä ja ylläpidossa tarvittava tieto on paremmin hallittavissa ja saatavissa tietomallin avulla. Tietomallintaminen on tehnyt läpimurron rakennusalalla, mutta suurin osa suunnittelijoista ei tiedä sen luomia mahdollisuuksia. Yleensä tietomalli sekoitetaan tuotemalliin, joka on kolmiulotteinen malli ilman tietoa. [1.]

2D-suunnittelussa kaikki dokumentointi ja tiedon siirto tapahtuu käyttämällä tulostettuja piirustuksia ja erilaisia dokumentteja, mikä lisää virheiden syntyminen mahdollisuutta, koska tietoa käsitellään useasti. 2D-suunnittelussa on ollut suuria vaikeuksia eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovittamisessa. Vaikka suunnitelmat tarkistetaan ja myös yhteen sovitaan, niin pieniä muutoksia tehtäessä niiden vaikutusta toisiin suunnitelmiin ei tarkisteta ja tapahtuvat virheet havaitaan yleensä vasta rakentamisen aikana. Tietomallipohjainen tiedonhallinta tapahtuu paperin lisäksi digitaalisesti. Varsinkin työmaalla käsitellään kaikki tieto vielä suurimmaksi osaksi paperilla, mutta siihen on tulossa muutos; On meneillään projekteja, joissa kehitetään työmaan tiedonkäsittelyä. Tavoitteena on saada esimerkiksi putkimiehelle näyttölaite, joka tunnistaa työntekijän sijainnin työmaalla ja näyttää vain tarpeellisen tiedon työskentelyalueelta. Piirustukset ja erilaiset dokumentit ovat tarkoitettu ihmisten luettaviksi. Tietomalli on tarkoitettu ihmisten lisäksi erilaisten analysointiohjelmien luettaviksi. [1; 2.]

Tietomallintaminen on hyödyllinen työkalu rakennussuunnittelussa monin eri tavoin. Tietomallia eivät hyödynnä pelkästään suunnittelijat, vaan myös hankkeen eri osapuolet käyttävät tietomallia. Tietomalliin lisätään tietoa rakennuksen tiloista, rakenteista, materiaaliominaisuuksista ja mitoista. Nykyään tehdään erilaisia tietomalleja, jotka auttavat suunnittelijoita mm. massalaskennassa ja määräluetteloiden laatimisessa. Tietomalliin voidaan syöttää myös hankkeen eri vaiheiden tietoja rakennuksen sijainnista suunnittelijoihin. Voidaan tehdä malleja, joissa on esitetty tietoa siitä, miten katumelu pyrkii rakennukseen. Tietomallin avulla saadaan laajempi kuva rakennus-

hankkeesta ja päästään siten parempaan ja taloudellisempaan lopputulokseen. Tietomallia käytetään työmaalla rakennuksen valmistumisen seuraamiseen ja aikataulutukseen. Tietomallia käytetään myös työmaajärjestyksen suunnitteluun. (kuva 1) [1.]



Kuva 1. Tietomalli on hyödyllinen apuväline koko rakennushanketta ajatellen [3].

Ennen suunnittelutyön aloittamista tulee päättää seuraavat asiat, jotta suunnittelutyö saadaan jouhevaksi eikä ristiriitoja ilmeneisi:

- Miten tietomalli tehdään.
- Kuka tekee tietomallin.
- Mitä tietoja tietomalliin sisällytetään.
- Mihin tarkoitukseen tietomallia käytetään.



Kuva 2. Mallinnukseen osallistuvat osapuolet [4]

Syy tietomallien käyttöönotolle on suunnittelu- ja rakennusprosessin kasvava arvo. Lisäarvoa kasvattaa erityisesti hankkeen parempi hallinta koko hankkeen ajan.

2.2 Tietomallintamisen ja aikaisemman suunnittelukäytännön erot

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa rakennushankkeen kaikki tehtävät ja tavoitteet sovitaan eri osapuolten välillä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Lähtötiedot hankitaan ja suunnittelu ehdot päätetään yksityiskohtaisesti, jotta tietomalli saadaan tehtyä mahdollisimman tehokkaasti ja sitä voidaan myöhemmin hyödyntää. Suunnittelun painopiste siirtyy mallinnusprosessin alkuvaiheeseen. Isojen muutosten tekeminen malliin hankkeen loppuvaiheessa ei ole suotavaa. Mallissa on paljon tietoa, joihin muutosten tekeminen vaikuttaa. Muutoksista johtuvien mallinnusvirheiden etsiminen ja korjaaminen on hidasta ja hankalaa. [1.]

Mallintamisen tarkkuus sovitaan eri osapuolten välillä ennen suunnittelun aloittamista. Suunnittelija ja suunnittelun tilaaja sopivat yhdessä lisätehtävistä, kustannuksista sekä tietomallin hyödyntämisestä ja käytöstä. Hanke ja luonnossuunnitteluvaiheessa pyritään tietomallista tekemään mahdollisimman kevyeksi, jotta eri vaihtoehdot ja näkökulmat saadaan tutkittua, ottaen huomioon tietomallin vaatima tietotarve. [1.]

Toteutus- ja tuotantosuunnitteluvaiheessa tulee varata enemmän aikaa suunnittelun alkuvaiheeseen, koska kaikki tieto syötetään tietomalliin. Piirustusten ja dokumenttien tuottaminen varsinaisen mallintamisen jälkeen on nopeaa, jos suunnittelijat ovat kokeneita 3D-mallinnuksessa ja suunnittelijoilla on selvä kuva toimintatavoista ja suunnittelukäytännöistä. Aikasäästöä tulosteiden lisäksi tulee mm. tiedonsiirrosta osapuolten välillä, koska vaiheita on vähemmän. [1.]

Rakennesuunnittelija tulee hankkeeseen mukaan aikaisemmassa vaiheessa, jotta mallista saadaan enemmän hyötyä irti ja rakenteiden kestävyydestä johtuvat muutokset saadaan estettyä. Rakennesuunnittelijan tehtävät ovat tässä vaiheessa rakenteiden mitoituksen ohjeistuksessa. Arkkitehdin tekemän alustavan rakennusosamallin pohjalta rakennesuunnittelija tekee rakennusosamallin, josta saatava staattinen malli saadaan nopeammin rakennesuunnittelijan käyttöön. Kyseistä mallia voidaan käyttää myös lähtötietoina, jos rakennesuunnittelu on jaettu. Esimerkkinä elementtisuunnittelu on erotettu rakennesuunnittelusta. [1.]

Jotta tietomalliprozessista saadaan paras hyöty irti, vaatii se suunnittelijoilta saumatonta yhteistyötä ja ammattitaitoa. Keskeisessä osassa on myös lähtötietojen hankkiminen ja niistä sopiminen. Tietomallintamisen etuja on monia, joista keskeisimmät ovat seuraavat:

- Suunnittelun lopputulos ja suunnitelmien tietosisältö on kattavampi ja parempi.
- Suunnitteluvirheet havaitaan aikaisemmin, minkä vuoksi virheistä johtuva turhatyö ei kuluta suunnitteluresursseja.
- Suunnitelmien parempi törmäystarkastelu tulee mahdolliseksi ja se vie vähemmän aikaa.
- Vaihtoehtojen tarkastelu helpottuu.
- Mallissa olevan tiedon jatkohyödyntäminen paranee.
- Päätöksen teko ja projektin hallinta helpottuu.

2.3 *Tekla Structures* -tietomallinnusohjelma

Tekla Oyj on vuonna 1966 perustettu suomalainen ohjelmistoyritys, joka tarjoaa rakennusalan eri osapuolille ohjelmistopalveluja. *Tekla Oyj*:n mallipohjaisen ohjelmiston käyttö on kasvanut huomattavasti rakennusalalla viime vuosina. Yrityksellä on toimintaa 15 maassa ympäri maailmaa ja asiakkaita on jo 100 maassa. Konsernissa on työntekijöitä 500, joista noin 200 työskentelee ulkomailla. [5.]

Tekla on kehittänyt tietomallinnusohjelman *Tekla Structures*, jolla valmistetaan kolmi- tai neliulotteisia tietomalleja, joita hyödynnetään koko hakkeen elinkaaren ajan. *TS*-ohjelmistolla voidaan tehdä rakennus- ja rakennesuunnittelun lisäksi myös rakentamisen hallintaan tapahtuvia asioita. Ohjelmaan on tehty erilaisia lisäsovelluksia, joilla voidaan täydentää ohjelmistoa ja saada käyttöön laajemmat ominaisuudet. *Project Managerin* avulla voidaan hallita ja seurata projektin etenemistä. Kyseisellä ohjelmalla voi esimerkiksi lähettää tietoja eri osapuolten välillä. *Viewer*-sovelluksen avulla voidaan työmaalla katsella mallia ilman, että hankittaisiin varsinaisen *TS*:n lisenssin. *Viewer*-ohjelmalla ei voi tehdä minkäänlaisia muutoksia tietomalliin. *Drafter*-sovelluksella voidaan tehdä kevyitä luonnosteluja mallista. [6.]

TS-ohjelmistolla voidaan tehdä luonnos- ja yleissuunnittelun lisäksi erilaisia malleja eri analysointi- ja laskentaohjelmille. Ohjelman avulla päästään nopeasti tarkempaan kustannuslaskentaan, mistä johtuen suunnittelutoimistolla on paremmat mahdollisuudet tarjouskilpailussa. [6.]

2.4 Tekla Structures -ohjelmistokokoonpanot

Tekla Structures –ohjelmassa on erilaisia kokoonpanovaihtoehtoja eri suunnittelijoiden tarpeisiin. Versioita ovat *full*, *engineering*, *steel detailing*, *precast concrete detailing* ja *construction management* (kuva 3).



Kuva 3. TS:n ohjelmistokokoonpanot [6]

Full-kokoonpano on kaiken kattava ohjelmisto, jolla voi tehdä kaikki rakennesuunnitteluun ja rakentamisen hallintaan liittyvät tehtävät. Sillä voi mallintaa yksityiskohtaisia malleja teräs ja betonirakenteista. Lisäksi sillä pystyy tuottamaan ja seuraamaan tietoja koko hankkeen ajalta. Mallinnustyökalun avulla voi muuttaa ja hallita kaikkia tietomallissa olevia osia ja tietoja. Kyseisessä kokoonpanossa pystyy luomaan kaikkia tarvittavia piirustuksia. Lisäksi *Full*-kokoonpanossa on ominaisuuksia, jotka mahdollistavat saman mallin käyttämisen muiden käyttäjien kanssa. Parhaiten versiolla 17.0 onnistuu edelleen teräsosien mallintaminen yksityiskohtaisine liitoksineen. Ohjelmalla pystyy mallintamaan kaikki yksityiskohdat hitsiliitoksista pultteihin. Betoniosien mallintaminen on kehittynyt valtavasti sekä paikallavalurakenteiden että elementtirakenteiden osalta. Elementtirakenteiden osalta mm. *sandwich*-elementtien mallintaminen vaatii kehitystä. Käytännössä mallinnustyökalut täytyy tehdä itse, koska elementtien liitos tyypit ovat hyvin toimistokohtaisia. Ohjelmassa on toiminto joka numeroi mallinnetut osat automaattisesti ja luo eri kokoonpanoja ja liitoksia. Numeroinnin perusteella mallinnetuista osista pystyy tekemään erilaisia luetteloita ja raportteja. Piirustusten tuottaminen TS-ohjelmalla on helppoa, kun piirustus pohjat on muokattu vaatimusten mukaisiksi. Piirustusten päivytystä ja revisiointia helpottaa piirustusluettelossa näkyvä merkintä, jos jonkun piirustuksen objektia on muokattu. [6.]

Teklalla on Full-version lisäksi erilaisia pienempiä kokoonpanoja eri suunnittelualojen käyttöön; mm. rakennesuunnittelijalle on tehty *engineering*-ohjelmistokokoonpano, joka antaa mahdollisuuden synkronoituun suunnitteluun projektiosapuolten välillä. Rakennesuunnittelun osapuolet pystyvät jakamaan saman mallin käyttöoikeudet, jotta jokainen voi mallintaa tarvittavat osat ja syöttää tietoja malliin omalta osaltaan.

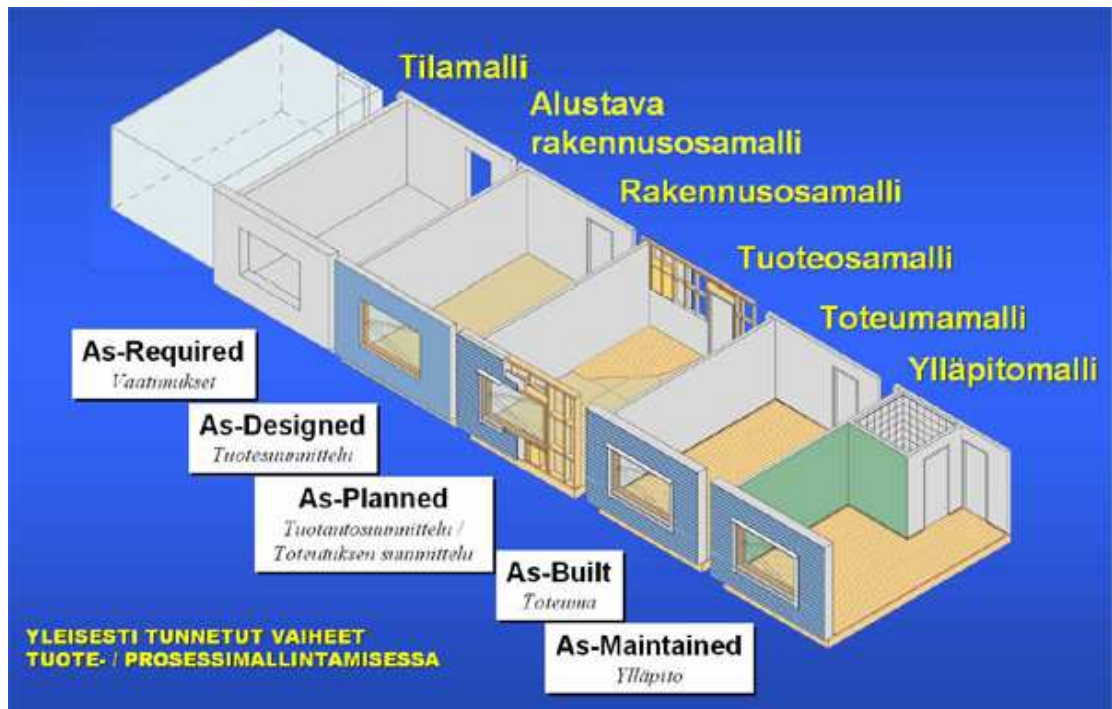
Tämä takaa mahdollisimman tehokkaan työskentelyn ja kaikki suunnittelijat pysyvät samalla tasolla suunnittelun edistymisestä. Muita ohjelmistokokoonpanoja TS-ohjelmalla on työmaan ohjaukseen, konepaja- ja betonielementtiensuunnitteluun sekä rakentamisen hallintaa. [6.]

Rakennesuunnittelija on keskeisessä asemassa tietomallipohjaisessa suunnitteluprojektissa. Tietomallipohjaisessa suunnittelussa rakennesuunnittelija tulee projektiin mukaan aikaisemmin ja pystyy tällä tavoin huomioimaan koko prosessin tarpeet aikaisempaa paremmin. *Teklalla* pystyy mallintamaan kaikenlaisia rakenteita. Yksi TS:n vahvuuksista on se, että suunnittelija pystyy itse tekemään erilaisia rakennusosia (*custom part*) ja liitoskomponenttia (*custom connection*). Tämä lisää opeteltavien asioiden määrää ohjelman käytössä. Komponentin tehdään *custom component* -toiminnolla. Suunnittelijoilla on erilaisia tapoja tehdä *custom componenttiin* toimintoja ja erilaisia tarpeita *custom componentin* toimintaan liittyen. Jollakin tietyllä tavalla tehty toiminto ei välttämättä toimi oikein ohjelmassa, koska suunnittelijan ajatusmaailma ei ole yhtenevä TS:n ohjelmoijien kanssa. Aikaa käyttämällä *custom componentin* saa kuitenkin tehtyä sellaiseksi, kun haluaa.

3 TIETOMALLINTAMINEN RAKENNUSHANKKEESSA

3.1 Tietomallintaminen suunnitteluprosessin eri vaiheissa Suomessa

Suunnitteluprojekteissa ollaan siirtymässä perinteisestä 2D-suunnittelusta tietomallipohjaiseen suunnitteluun. Tietomallipohjaisessa suunnittelussa panostetaan enemmän luonnossuunnitteluun. Tietomallinnuksen vaiheet eivät ole lineaarisia, vaan tietoa kerätään malliin hankkeen tarpeiden mukaan. Tieto pitää pystyä säilyttämään vaiheesta toiseen siirryttäessä. (kuva 4) Usein kaikkia vaiheita ei tarvita urakan laadusta johtuen ja mallintaminen voidaan aloittaa jostakin välivaiheesta. Esimerkiksi elementtisuunnittelu-urakkaan ei tarvitse tehdä tilamallia. [1.]



Kuva 4. Tietomallintamisen vaiheet [1]

Tarve- ja hankesuunnitteluvaiheessa kartoitetaan omistajan ja käyttäjän tarpeet ja tavoitteet sekä tehdään päätös hankkeen toteuttamisesta. Tässä vaiheessa tehdään omistajan ja käyttäjän tarpeiden pohjalta tilamalli, jonka avulla muodostetaan mm. tavoitebudjetti ja katsotaan rakennukselle sopiva rakennuspaikka. Minimivaatimus mallintamiseen liittyvästä sisällöstä on standardoidussa taulukkomuodossa oleva tilaohjelma. Tilaohjelmassa tulee esittää tilakohtaiset pinta-alat ja erityisvaatimukset. [7.]

Ehdotussuunnittelussa haetaan sopivaa perusratkaisua erilaisilla vaihtoehtosuunnitelmissa, jotka ovat karkeaa tasoa. Kolmiulotteinen mallinnus nopeuttaa vaihtoehtojen

vertailuja ja antaa vertaajalle kokonaisvaltaisemman kuvan eroista. Elinkaarikustannukset ja ympäristövaikutukset tulisi lisätä malliin investointi kustannusten lisäksi. Malleja käytetään tässä vaiheessa havainnollistamiseen, jotta hankeen osapuolille tulee tarpeeksi selvä kuva erivaihtoehdoista. Yksi keskeisimmistä integroitujen mallien hyödyistä on vertailla näitä malleja simulointeja hyödyntäen. Radikaalien muutosten vuoksi, näitä vertailuja on syytä tehdä kattavasti. Tässä vaiheessa isojenkin muutosten teko on vielä helppoa. Myöhemmissä vaiheissa isojen muutosten teko lisää kustannuksia ja huonontaa työn laatua merkittävästi. Päätökset tehdään mallien tarjoaman informaation perusteella osapuolten harkinnan mukaan. Ratkaisuista syntyvät vaatimusmuutokset täytyy kirjata ylös niin, että seuraavaan vaiheeseen siirryttäessä käytössä on ajan tasalla olevat vaatimukset. [7.]

Ehdotussuunnitteluvaiheesta saatua ratkaisua lähdetään kehittämään luonnossuunnitteluvaiheessa, jolloin viimeistään kaikki suunnittelun osapuolet tulevat mukaan suunnitteluun ja aloittavat mallintamisen omalta osaltaan. Suunnittelijoiden on tärkeää tehdä mallia samaa tahtia, jotta suunnitelmista tulee yhteensopivat. Suunnittelijoiden on varauduttava kuitenkin siihen, että suunnitelmiin tulee suuriakin muutoksia. Suunnittelua ohjaa tilaaja ja se hyväksyy myös suunnitelmat toteutussuunnittelua varten. Arkkitehti mallintaa valitun suunnitelma vaihtoehdon alustavaksi rakennusosamalliksi. Minimivaatimuksena mallin tulee sisältää tilojen lisäksi kantavat rakenteet, seinät luokituksen päätyyppeihin sekä ikkunat ja ovet. Rakennesuunnittelijalla ei tässä vaiheessa ole välttämättä mallinnustyötä, mutta sen tulee varmistaa rakennejärjestelmän mitoitus, vaatimukset ja vaikutukset muihin suunnitelmiin. Kaikkien osapuolten mallit tulee yhdistää ja tarkastaa, että suunnitelmat sopivat yhteen. Tehdyistä malleista saatavien määrien perusteella täydennetään jo tehtyä kustannusarviota. Tässä vaiheessa tehdään myös energiankulutussimulointi ja elinkaarikustannusten laskenta, mutta ne eivät ole tässä toistaiseksi mallipohjaisen prosessin pakollisia tehtäviä. [7.]

Menettely toteutussuunnitteluvaiheessa on sama kuin luonnosvaiheessa, mutta tietojen tarkkuus paranee huomattavasti. Kaikki mallit tarkentuvat yksityiskohtaisilla tyyppitiedoilla. Tässä vaiheessa tietojen avulla pitää pystyä laatimaan tarjous rakennusurakasta. Muutokset tässä vaiheessa on yksityiskohtaisempia ja suurien kokonaisuuksien muuttamista on vältettävä kaikin tavoin. Malleja päivitetään koko rakennushankkeen ajan muutoksien mukaan. Tässä vaiheessa rakennesuunnittelijan tekemän mallin tai jos rakennesuunnittelijalla ei ole mallia, hänen dokumenttien tulee vastata arkkitehdin omaa mallia. Kaikki suunnitelmat tulee tässäkin vaiheessa tarkastaa ja

yhteen sovittaa. Mallien sisältämän tiedon pohjalta voidaan tehdä lopulliset energia-simuloinnit. [7.]

Urakkatarjousvaiheessa kaikki se tieto, mitä tarjouslaskijat tarvitsevat annetaan heidän käyttöön määräluetteloista visualisointiin. 3D-mallien avulla urakoitsijat voivat tutustua suunnitelmiin ja rakennuspaikkaan ja tehdä työmaasuunnitelman työmaajärjestyksen ylläpitämiseksi. [7.]

Rakentamisen jälkeen tietomalli tulee päivittää rakennusvaiheessa tehtyjen muutosten mukaiseksi ja tämän tekevät kaikki hankkeen osapuolet omalta osaltaan. Tietosisältö on samat kuin toteutussuunnittelussa. [7.]

Taulukko 1. Hankkeen vaiheet perinteisessä ja tietomallihankkeessa sekä eri vaiheissa tehtävät päätökset [8]

Perinteiset hankevaiheet	Päätökset	Tietomallihankkeen vaiheet	Päätökset
Tarveselvitysvaihe	Hankepäätös	Hankeohjelmointi, visualisointi, massamallit	Hankepäätös, Investointi päätös
Hankesuunnitteluvaihe	Investointipäätös	Vaatimusmallit, Tilamalli	
Luonnossuunnitteluvaihe		Alustava rakennusosamalli	Rakentamispäätös
Toteutussuunnitteluvaihe	Rakentamispäätös	Rakennusosamalli	
Rakennuksen toteutuksen suunnitelmat		Toteutusmalli	
Rakentamisen suunnitelmien lopullinen toteutuma	Vastaanottopäätös	Toteutumamalli	Vastaanottopäätös
Käyttöönotto vaihe	Takuiden vapauttaminen	Ylläpitomalli	Takuiden vapauttaminen

Taulukossa 2 kuvataan osapuolten osallistuminen hankkeeseen. Keltaisella värillä kuvataan hankkeeseen osallistumisen ajanjaksoa ja tummankeltaiset alueet kuvaavat osallistumisen painopistettä.

Taulukko 2. Hankeen osapuolten osallistuminen hankkeen eri vaiheisiin [8]

	Hankkeen osapuolet	K	R	S	U
Hankkeen vaiheet		Käyttäjä	Rakennuttaja	Suunnittelija	Rakentaja
TS	Tarveselvitys				
HS	Hankeselvitys				
RS	Rakennussuunnittelu				
RA	Rakentaminen				
KO	Käyttöönotto				

3.2 Tietomallintaminen Venäjän rakennushankkeessa

TS-ohjelmiston käyttö on jo vakiintunut Suomessa, mutta Venäjällä ohjelmaa on käytetty vähän. Ohjelman käytössä ja suunnitteluprosessissa on paljon kehitettävää, jotta ohjelman käyttö vakiintuisi myös Venäjällä. Venäjällä rakennushanke on paljon monivaiheisempi kuin Suomessa, mistä johtuen on vaikea suoraan soveltaa Suomeen tehtyä mallintamishjeistusta. Suomessa rakennushankkeen vaiheet ovat selvästi jaettu viiteen eri vaiheeseen. Vaiheet ovat tarveselvitys (TS), hankesuunnittelu (HS), rakennussuunnittelu (RS), rakentaminen (RA) ja käyttöönotto. Venäjällä taas vaiheet jaetaan karkeasti kolmeen osaan joita ovat esisuunnittelu (*Pre project*), suunnittelu (*Project*) ja työsuunnittelu (*Working Documents*). Nämä kolme päävaihetta ovat hyvin monivaiheisia ja mutkikkaita. Voidaan kuitenkin nimetä Suomen ja Venäjän rakennushankkeesta samankaltaisia vaihteita ja sitä kautta määritellä, missä vaiheessa tehdään mitään mallia venäläisessä suunnittelu projektissa. (Taulukko 3) [8.]

Taulukko 3. Suunnitteluprosessin vaiheet Suomessa ja Venäjällä [8]

	Venäjä	Suomi
Suunnitteluvaiheet	Esisuunnittelu	Luonnossuunnitelmat L1/L2
	Projektisuunnittelu	Laskenta-asiakirjat
	Työprojektisuunnittelu	Toteutus- ja tuotanto-piirustukset
	"As built" -piirustusten teko	Loppupiirustukset

Esisuunnitteluvaiheessa kootaan projektin lähtötiedot, tehdään luonnossuunnittelu, budjetointi ja pieni osa perussuunnittelusta. Konseptisuunnittelussa hahmotellaan millainen on projekti. Samaan aikaan tämän vaiheen kanssa tehdään suomalaista asemakaavaa muistuttava kaavio ja kuvia rakennuksen tulevasta ulkonäöstä, jotka esitetään Venäjän viranomaisille. Esisuunnittelu vastaa suurin piirtein arkkitehdin luonnossuunnittelua. Tässä vaiheessa tehdään tilamalli ja alustava rakennusosamalli. Viranomaiset arvioivat esisuunnittelun aikana myös rakennuksen veden-, sähkön-, kaasun- ja lämmönkulutuksen eli tutkitaan koko konseptin energiankulutus ja vesi-, ilmastointi- ja sähköliittymä mahdollisuudet. Kunta tai kaupunki antaa rakennusprojektin toteutukselle tekniset ehdot. Kaupunki on kiinnostunut rakennuksen kuluttamasta energiasta koko elinkaaren ajalta. Koska urakoitsijaa ei tässä vaiheessa ole päätetty, arvioi rakennesuunnittelija paljonko rakentamiseen menee rahaa. Muut suunnittelijat tekevät samoin omista suunnitelmistaan. Energiankulutuksen lisäksi kaupunki on kiinnostunut siitä kuinka paljon rakennusprojekti tulee työllistämään ja kuinka paljon verotuloja kaupunki saa projektista. Kun kaupungin viranomaiset ovat hyväksyneet suunnitelmat ja ovat leimanneet dokumentit, on lupa aloittaa varsinainen suunnittelu. Jos näitä suunnitelmia ei hyväksytä, kaikki tehty työ on ollut turhaa. [8.]

Seuraava vaihe on projektisuunnittelu, joka sisältää perussuunnittelun lisäksi varsinaisen luvanvaraisen suunnittelun (*approval part of design*). Tähän vaiheeseen kuuluu tehdä piirustukset tarjoustä varten, joita jatketaan sen jälkeen kuin luvanvarainen suunnittelutyö on tehty. Tässä vaiheessa tehdyt suunnitelmat hyväksyy rakentamista valvova *Expertize*, joka on rakentamista valvova viranomaistaho. *Expertizen* kanssa asioi yleensä pääsuunnittelijat, joita ovat pääarkkitehti (GAP) ja pääinsinööri (GIP). Suomalaisilla suunnittelutoimistoilla ei aina ole omia pääsuunnittelijoita venäläisiin rakennusprojekteihin vaan he ostavat pääsuunnittelija palvelut venäläisestä suunnittelutoimistosta asioidessaan *Expertizen* kanssa. GAP ja GIP vastaa kaikesta kommunikoinnista *Expertizen* lisäksi muidenkin viranomaisten kanssa. *Expertize* käsittelee aineiston ja kommentoi sitä kuukauden kuluttua kertoen puutteet ja mitä pitää muuttaa, jotta suunnitelmat menevät läpi. Suunnittelutoimistolla on kolme kuukautta aikaa korjata viat. Jos vikoja ei korjaa, suunnitelmat hylätään. Jos *Expertize* hyväksyy projektin, saadaan sieltä virallinen rakennuslupa. Sen saatua siirrytään rakennesuunnittelun kannalta tärkeimpään vaiheeseen eli varsinaiseen työsuunnitteluun. Tietomalli päivitetään rakennusosamallin tasolle. [8.]

Työsuunnitteluvaiheessa voidaan *Expertizessä* hyväksytyjä suunnitelmia parantaa, mutta ei heikentää tai huonontaa. Mahdollisia kohtia on mm. energiakulutuksen pienentäminen, ympäristönsuojelun tiukentaminen, rakennejärjestelmien parantaminen

tai vaikkapa rakennuksen koon pienentäminen. Pienentämistä ei saa tehdä kuitenkaan liikaa. Jos pienentämistä tapahtuu liikaa, voi *Expertize* katsoa, että esisuunnittelu on tehty huonosta ja kyseessä on kokonaan toinen projekti. Tässä vaiheessa tehdään myös suunnitelmat joiden perusteella rakennetaan. Työsuunnitteluvaiheessa tietomalli on tuoteosamallin tasolla, josta tehdään toteutusmalli. Toteutusmallin perusteella rakennetaan. [8.]

Rakentamisen jälkeen alkaa vaihe (*commission*), jossa hyväksytään rakennettu rakennus. Tässä vaiheessa myös tietomalli päivitetään toteutuneen mallin veroiseksi. Venäjällä rakennuksen hyväksyy kaksi eri komissiota. Aluksi hyväksynnän tekee *työkomissio*. *Työkomissiolla* menee tarkistuksiin vähintään kuukausi ja enintään puolivuotta. *Työkomission* tehtävä on tarkastaa urakoitsijan ja teknisen asiakkaan kanssa, että rakennus on rakennettu piirustusten mukaan. Kun *työkomissio* on leimannut kaikki piirustukset ja osapuolet ovat vahvistaneet ne allekirjoituksellaan, niin *valtionkomissio* tarkistaa, että kaikissa dokumenteissa ja piirustuksissa on leimat, minkä jälkeen *valtionkomissio* leimaa ja allekirjoittaa asiakirjat omalta osaltaan. Tämän jälkeen kohde on valmis ja sen voi luovuttaa käyttöön. Tietomallin voi päivittää ylläpitomallin tasolle, jos mallia on tarkoitus käyttää apuna rakennuksen ylläpidossa. Taulukko 4 kuvaa hankkeen osapuolten osallistumista hankkeeseen Venäjällä. [8.]

Taulukko 4. Hankkeen vaiheet Venäjällä [8]

	Hankkeen osapuolet	K	R	S	U
Hankkeen vaiheet		Käyttäjä	Rakennuttaja	Suunnittelija	Rakentaja
OPR Pre project	Esisuunnittelu, konseptisuunnittelu (vrt. tarveselvitys)				
П Project	Projektisuunnittelu (vtr. Hankesuunnittelu)				
РД Construction working project	Työsuunnittelu (vrt. rak. Suunnittelu)				
As built	Rakentaminen				
Comission Komissiointi	Hyväksyttäminen ja käyttöönotto				

4 TIETOMALLIPOHJAINEN RAKENNESUUNNITTELU

Tässä tutkimuksessa pyritään löytämään keinoja venäläisten elementtipiirustusten tuottamiseen TS-ohjelmalla. *Sortim Oy* on siirtymässä 2D-suunnittelusta 3D-suunnitteluun ja *Sortim Oy* tarvitsee venäläisen normiston mukaisia komponentteja ja mallinnusohjeen kyseisille komponenteille. Työssä on tarkoitus käydä läpi eri mallinnusvaiheen liittymistä suunnitteluprosessiin ja elementtisuunnittelun liittymistä mallinnusvaiheisiin. Seuraavissa kappaleissa kerrotaan perinteisestä ja tietomallipohjaisesta rakennesuunnittelusta ja niiden eri vaiheista.

4.1 Perinteinen rakennesuunnittelu

Rakennesuunnittelu on osa rakennussuunnittelua ja siinä suunnitellaan rakennuksen rakenteet. Rakennetekniikkaan kuuluu rakenteiden kestävyys ja fysikaalisten ominaisuuksien suunnittelu. Pienissä rakennuskohteissa suunnittelun tekee yksi henkilö, mutta isommissa kohteissa suunnittelu voidaan jakaa useampaan osaan. Jos suunnittelua jaetaan useammalle suunnittelijalle, nimetään yksi suunnittelija päävastuuseen suunnittelusta. Aikaisemmin rakennesuunnittelua on tehty pääsääntöisesti 2D-suunnitteluna, mutta nykyään rinnalle on tullut tietomallipohjainen suunnittelukäytäntö. Perinteisessä menetelmässä suunnittelu tehdään 2D-suunnitteluohjelmistolla. [9.]

Hankesuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelijan tehtävät ovat lähinnä asiantuntija tehtäviä ja itse suunnittelutyötä ei ole. Eri selvitystyöt ovat tässä vaiheessa harkinnanvaraisia ja niitä tehdään sopimuksen mukaan. Hankesuunnitteluvaiheessa kerätään lähtötietoja sitä mukaan, kun sitä on saatavilla. [9.]

Luonnossuunnitteluvaiheen alussa tarkastetaan lähtötiedot ja asetetaan suunnittelulle tavoitteet. Lisäksi sovitaan hankekohtaiset tehtävät. Rakennesuunnittelija tekee arkkitehdin luonnossuunnitelmien pohjalta ehdotussuunnitelmia eri rakenneratkaisuisista. [9.]

Kun rakenneratkaisut on päätetty, aloitetaan itse suunnitelmien piirtäminen. Tätä vaihetta kutsutaan toteutussuunnitteluvaiheeksi. Rakennesuunnittelija piirtää rakennuksesta tarvittavat kuvat, kuten pohjakaaviot, leikkaukset ja rakennedetailit. Jos rakenne ja elementtisuunnittelu ovat samassa urakassa, piirretään kuvat myös elementeistä. [9.]

4.2 Tietomallintaminen rakennesuunnittelussa

Tietomallipohjaisen rakennesuunnittelun tavoitteena on lisätä arvoa rakennusprosessiin, tehostaa suunnitteluprosessia, parantaa rakentamisen laatua ja tuottavuutta. Lisäksi sen avulla saadaan työkaluja rakennuksen elinkaaren hallintaan. Tietomallipohjainen suunnittelu on poistanut miltei kokonaan suunnittelun mittavirheet teräsrakentamisesta saatujen kokemusten perusteella. Tietomallintamisen antamat tarkastusvälineet ja havainnollisuus antavat paremmat mahdollisuudet virheiden havaitsemiseen. Inhimillisyydestä tai ohjelmien toimimattomuudesta johtuvia virheitä tulee edelleenkin, mutta edellytykset virheettömään suunnitteluun on paremmat. [10.]

4.2.1 Lähtötiedot

Suunnittelutyön onnistuminen vaatii tietojen oikeellisuutta ja niiden varmistettua siirtymistä hankkeen eri osapuolille. Tiedonsiirtotavasta on sovittava erikseen hankekohteisesti. Liitteessä 1 ja 2 on esimerkkinä elementtisuunnitteluun tarvittavien tietojen lista. Päärakennesuunnittelijan velvollisuus on valvoa, että eri suunnittelijat ovat siirtäneet omat tiedot malliin oikeaan aikaan. Jos mallia ei ole tiedot tulee toimittaa erikseen sovitulla tavalla. Lisäksi päärakennesuunnittelija valvoo, että tietomallin tiedot eivät ole ristiriidassa toisten kanssa. [10.]

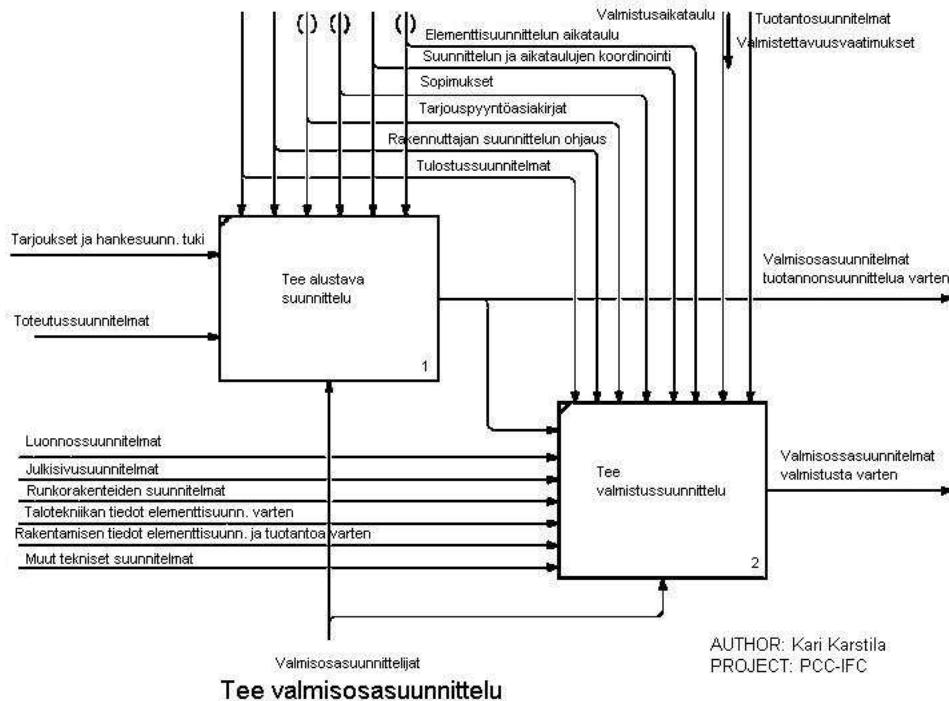
Lähtötietojen vaatimuksia tietomallintamisessa ovat

- oikea-aikaisuus
- riittävä tarkkuus
- oikeellisuus
- projektin tietomallinnusohjeiden mukaan toimiminen
- koordinaatiston yhdenmukaisuus suunnittelijoiden välillä ja
- yhdenmukainen tiedonsiirtoformaatti [10].

Lähtötietojen toimittaminen rakennesuunnittelijalle 3D-muodossa on suotavaa, koska silloin rakennesuunnittelija voi paremmin varmistua, ettei suunnitelmissa ole päällekkäisyyksiä. Aikaisemmin ohjelmistojen erilaisuus on vähentänyt joissakin tapauksissa tietomallintamisen tuomaa tehokkuutta. Nykyään tehdään todellisia yhteensovitusarcasteluja visuaalisesti tai automaattisesti ohjelmistojen kehityksestä johtuen.

Tilaajan tehtävänä on varmistaa projektikohtaisen tietomalliohjeen laadinta. Ohjeen laadinnasta tulee olla merkintä suunnittelusopimuksessa. Lisäksi tilaaja varmistaa tiedon oikea-aikaisen siirtymisen ja tiedonsiirtoformaatin oikeellisuuden eri osapuol-

ten välillä. Pääsuunnittelija ja tilaaja varmistavat käyttäjän lähtötietojen ja mahdollisten muutosten siirtymisen hankkeen osapuolten välillä. Lisäksi heidän on varmistuttava, että muutokset siirtyvät suunnitelmiin saakka. Esimerkkikuvassa esitetään elementtisuunnitteluprosessin tiedonsiirtyminen. (kuva 5) [10.]

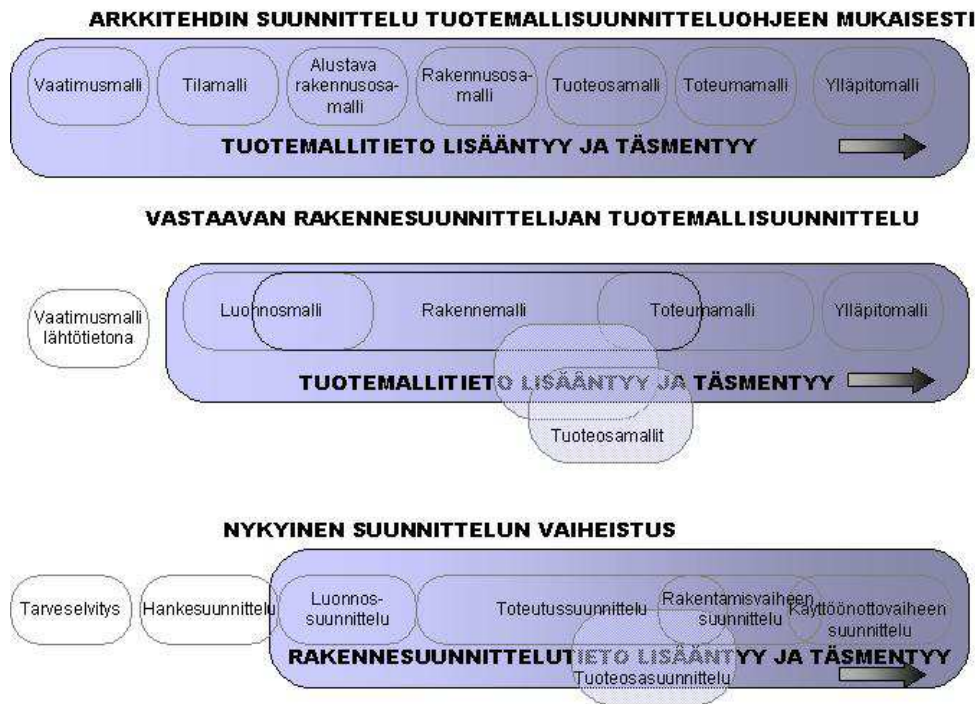


Kuva 5. Elementtisuunnittelun prosessikuvaus [10]

Toisten suunnittelijoiden suunnitelmat ovat toisten suunnitelmien lähtötietoja. Suunnittelijat varmistavat että, suunnitelmat esitetään tietomalliohjeen mukaisesti. Pääsuunnittelija varmistaa suunnitelmien yhteensopivuuden. [10.]

4.2.2 Mallintamivaiheet rakennesuunnittelussa

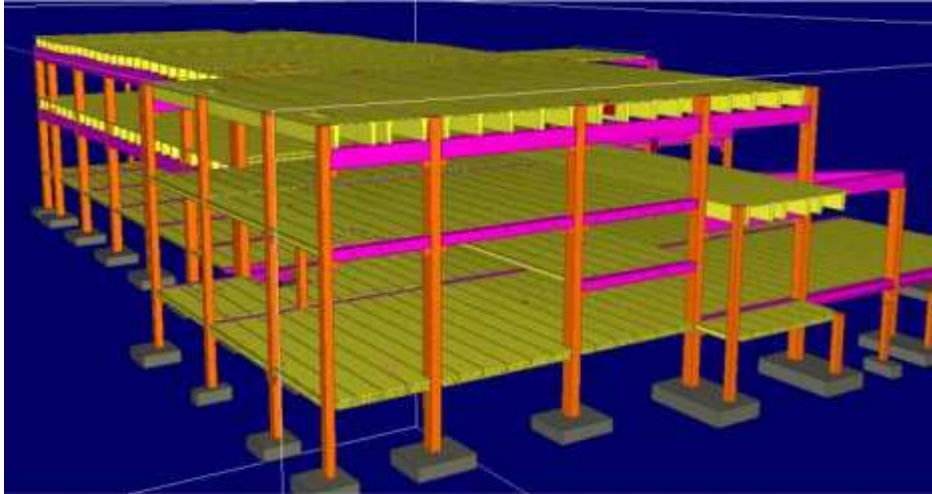
Rakennushankkeen läpiviennissä sovelletaan vielä tänä päivänä perinteistä hankevaiheistusta. Tietomallintamisen myötä rakennus- ja rakennesuunnitteluprosessin vaiheet muuttuvat. Tietomallipohjaiseen suunnitteluun ei pystytä täysin soveltamaan nykyistä hankevaiheistusta. Kuvassa 6 verrataan entistä hankevaiheistusta nykyiseen suunnitteluprosessiin. [10.]



Kuva 6. Hankevaiheistus perinteisessä ja tietomallipohjaisessa suunnittelussa [10]

Rakennesuunnittelija saa arkkitehdiltä vaatimusmallin, jota hän käyttää lähtötietoina suunnittelulle. Vaatimusmalli voi olla vaikka sanallinen selvitys hankeselvityksistä. Lisäksi vaatimusmalli toimii lähtötietoina seuraaville tarkemmille malleille ja malleja tulisi verrata vaatimusmallin vaatimuksiin. Tarve- ja hankesuunnitteluvaiheen tehtävät ei perinteisessä vaiheistuksessa kuulu rakennesuunnittelijalle, mutta sopimuksista riippuen hänen on tehtävä alustavia rakennusosamalleja eri runkovaihtoehdoista. Myöhemmässä vaiheessa näiden mallien merkitystä tulee korostaa. [10.]

Arkkitehti toimittaa rakennesuunnittelijalle alustavan rakennusosamallin, jota rakennesuunnittelija käyttää lähtötietona rakenteiden alustavalle suunnittelulle. Eri ratkaisuvaihtoehtoja varten malleja voidaan tehdä useampia. Tässä vaiheessa malleja kutsutaan luonnosmalleiksi. Edullisinta on tehdä eri vaihtoehdoista omat mallit suunnitteluohjeita noudattaen, jotta valitut ratkaisut voidaan koota yhdeksi malliksi. Mallin avulla pystytään tuottamaan vaiheen suunnitteludokumentit. Ko. suunnitteluvaiheen dokumentit ovat esimerkiksi luetteloita, joissa on tietoa menekeistä (raudoitus 40kg/m^3). Suunnitteludokumenttien tieto tarkentuu suunnittelun edetessä. (kuva 7) [10.]



Kuva 7. Alustava rakennemalli [10]

Rakennesuunnittelija laatii rakennusosamallin pohjalta oman rakennemallin. Rakennemallilla tarkoitetaan pääsuunnittelijan kokonaisuuden hallintamallia, joka sisältää mm. staattisen mallin, kuormitukset, tuoteosamallin ja muut oleelliset vaatimukset. Tuoteosa- ja tuotantos suunnittelua varten rakennemallissa on määritelty tuote- ja rakennusosat tarkasti. Tuoteosamallista saadaan suunnitelmat rakennusosille ja toteutukseen, mikäli sopimuksessa niin on määritelty. Tuoteosamalliksi kutsutaan täydennettyä rakennusosamallia. Rakennesuunnittelija tekee arkkitehdin tuoteosamallin pohjalta täydennyksiä omaan rakennemalliin. Tuoteosatietao merkitään rakennusosille erillisenä ominaisuutena. Esimerkiksi sandwich-elementin kuorille merkitään niiden materiaalit. [10.]

Toteutussuunnittelu pitää sisällään toteutus- ja tuotantos suunnitelmien laadinnan. Toteutussuunnitelmilla tarkoitetaan hankintavaiheen suunnitelmia ja tuotantos suunnitelmilla tarkoitetaan tuotantoa ja rakentamista varten tehtyjä suunnitelmia. Rakennesuunnittelija saa toteutussuunnittelun pohjaksi eri suunnittelijoiden alustavat rakennusosamallit, kuormitukset, toteutustavat ja aikataulut. Toteutussuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelija päivittää oman alustavan rakennusosamallin rakennusosamalliksi. Suunnittelijat varmistavat suunnitelmien siirron onnistumisen käyttämällä yhteistä tiedonsiirtoformaattia (IFC). Toteutussuunnitteluvaiheessa vastaava rakennesuunnittelija saa kokonaisuuden kannalta kaiken tiedon rakennemalliinsa muilta tuoteosasuunnittelijoilta (LVIS). [10.]

Tuotantos suunnitelmien laadinta koostuu suunnitelmien tarkastamisesta, rakenteiden täydentämisestä, täydentävien suunnitelmien laatimisesta ja valmisosien (sandwich-elementit) suunnittelusta. Tuotantos suunnitelmien alkuvaiheessa rakennemalli päivitetään tuoteosamalliksi (sandwich-elementtimalli). Tässä vaiheessa rakenteiden osalta

käytetään todellisia rakenne- ja tuoteosia. Tuoteosamallin tarkkuuden määrää tuoteosasuunnittelijan tehtävän laajuus, mikä on määritelty tietomallinnusohjeessa tuotteiden osalta. Tuoteosasuunnittelijan tulee saada rakennemalli tuoteosamallin lähtötiedoksi. Tietomallipohjainen suunnittelu antaa suunnittelijoille käyttöön erilaisia tarkastus työkaluja esimerkiksi liitosten ja raudoitusten törmäystarkastelun. Tarkastuksia tulee tehdä myös visuaalisesti. Tietomallin avulla laaditaan myös raudoite- ja määräluettelot. Luetteloiden tarkkuuden määrää malliin syötetyn tiedon tarkkuus. [10.]

Rakennemalli päivitetään toteutumamalliksi rakentamisen jälkeen. Toteutumamallissa on muutettu alkuperäisten suunnitelmien vastaisesti rakennetut rakenteet ja rakenneosat rakennetun mukaiseksi. Toteutumamallia päivitetään jo rakentamisen aikana. Toteutumamallin luomisesta on oltava sopimuksessa merkintä. [10.]

4.2.3 Tietomallien mallintamisen tarkkuus ja tietosisältö

Lähtötietona suunnittelijoilla oman mallin valmistusta varten on eri tarkkuustason tietoa. Esimerkiksi arkkitehti ei tarvitse tietoa raudoituksista, mutta liitosten geometriaa hän voi tarvita. Tietomallin geometrian täytyy olla ehdottoman tarkkaa alustavasta rakenneosamallista lähtien, koska suunnittelijoiden omat tuoteosamallit toimivat yleensä muiden suunnittelijoiden lähtötietona. Tietomalleilla ei ole selvää rajapintaa koska, niiden tietosisältö on kumuloituvaa. Esimerkiksi alustava rakennusosamalli täydentyy rakennusosamalliksi suunnittelun edetessä. Taulukossa 5 esitetään rakennemallin ja palvelimella olevan tietomallin tietosisällön eron hankkeen eri vaiheissa. [10.]

Taulukko 5. Rakennemallin tietosisältö hankkeen eri vaiheissa [10]

Mallinnusvaihe (ARK/RAK)	Rakennesuunnittelijan mallin tietosisältö	Tuotemallipalvelimen tietosisältö rakennemallista
Luonnosmalli(RAK) / Alustava rakennusosamalli(ARK)	Kantavat rakenneosat ilman liitoksia ja tuotetietoa. Mahdollisesti integroitu mitoitusmalli.	Rakennusosien geometriatieto
Rakennemalli (RAK) / Rakennusosamalli (ARK)	Kantavat rakenneosat liitoksineen ja tuotetieto täydentyy. Paikallavalurakenteiden raudoitteet. Osien attribuuttitiedot Mahdollisesti integroitu laskentamalli.	Rakennusosien geometriatieto ja linkit detaljirakenteisiin. Atribuuttitietona liittyvät rakenteet (esim. pellitykset).
Tuoteosamalli (RAK)	Kaikki osien valmistamiseen tarvittavat tiedot.	Tuoteosien geometriatieto ja attribuuttitietoa.
Toteutumamalli (RAK)	Yhdistetty tuoteosa- ja rakennemallit sekä As Built-toteumatieto	Tuoteosilla ja geometriatiedolla täydennetty rakennusosamalli.

Mallinnustarkkuudesta sovitaan projektikohtaisesti. Mallintamisessa noudatetaan yleisiä suunnitteluohjeita. Malli jaetaan eri osakokonaisuuksiin tavoitteiden ja jatkokäsitteilytarpeiden perusteella. Eri rakenneosat mallinnetaan niille kuuluvilla työkaluilla (esim. pilari pilarityökalulla). Niille rakenneosille, joita voidaan mallintaa usealla eri työkalulla, on sovittava yhdenmukainen tapa mallintaa tai ohjelmistojen tulee tunnis-

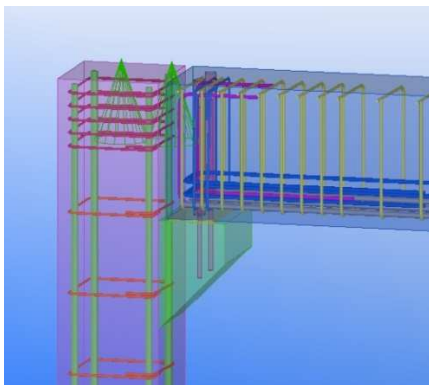
taa rakenneosat jollakin tyypittävällä tunnisteella. Rakenneosien geometria mallinetaan todenmukaisesti, jotta liittyvät rakenteet voitaisiin suunnitella. Tässä pitää ottaa huomioon myös eri ohjelmistojen yhteensopivuudet. Rakenneosat mallinnetaan kerroksellisina rakenteina, johon lisätään eri objekteja kuten liitokset ja raudoitukset. Kerroksellinen rakenne on esimerkiksi sandwich-elementti, jonka kuoria voidaan käsitellä yhtenäisenä objektina tai erillisinä kerroksina. Esimerkiksi kuvien tuottamisen takia on tärkeää, että rakenneosia voidaan käsitellä yhtenäisinä kappaleina. [10.]

4.2.4 Liitosten ja yksityiskohtien mallintaminen

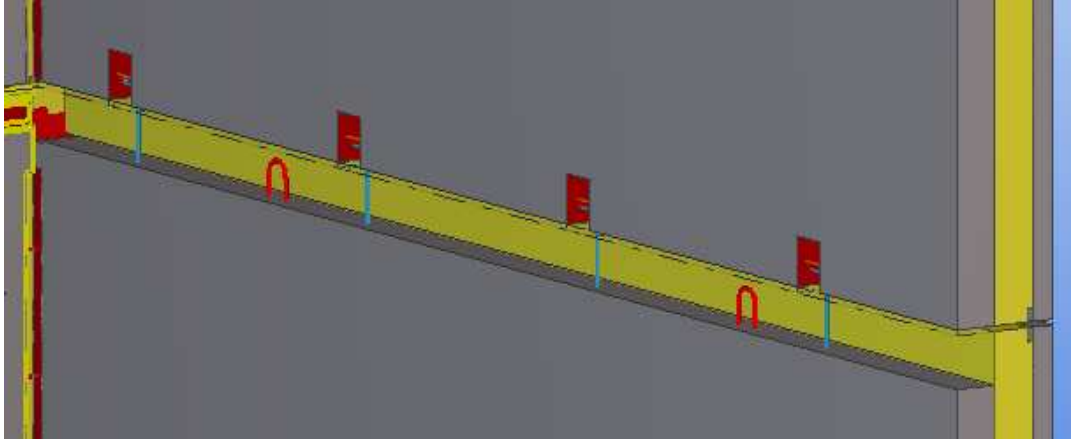
Liitosten ja yksityiskohtien mallintamisessa on mietittävä, miten tarkasti ne tehdään. Liitos tai detalji mallinnetaan kokonaisuena objektina. Liitosobjektin voi yhteisessä tietomallissa esittää pelkkänä viitetietoja, jotta se ei kasvata mallin kokoa turhaan. Liitoksista ja detaljeista kannattaa tehdä detaljikirjasto esimerkiksi tuotevalmistajia varten. Siten voidaan näiltä osin mallinnustarkkuutta laskea. Liitosten ja detaljien mallintaminen ohjelmistosta riippuen liitoksiin, saumaliitoksiin, detaljeihin ja parametrisiin valuosiin. [10.]

Detaljit ovat elementteihin kiinnittyviä mukautuvia raudoituksia (esim. pilarin pään raudoitus). Jos detaljien valmistus vaatii enemmän suunnittelua, tehdään ne ohjelmointirajapinnan avulla (nostolenkit paikoilleen laskeva toiminto). [10.]

Liitoksia on kahdentyyppisiä, joita ovat yksittäinen liitos ja saumamainen liitos. Liitostyökalusta tehdään sellainen, että niitä voidaan luoda uusia ja samalla muokata tarpeen vaativista kohdista. Saumaliitostyökalulla tehdään esimerkiksi ontelolaatatasaumat raudoituksineen. Liitoksista on kannattavaa tehdä sellaisia, että liitos muokautuu oikein liittyvien osien muuttuessa. Myös liitokseen kuuluvien osien parametreja on pystyttävä muokkaamaan. (kuvat 8 ja 9) [10.]



Kuva 8. Pilarin ja palkin välinen liitos sekä niiden raudoitukset



Kuva 9. Elementtien välinen vaakasauma

5 TIETOMALLIPOHJAINEN ELEMENTTISUUNNITTELU

Elementtisuunnittelijan tehtävänä on piirtää elementeistä tarvittavat piirustukset ja materiaaliluettelot tyyppiin perusteella. Jokaiselle elementille on annettu elementtitunnus. Elementillä ei voi olla samaa tunnusta kuin toisella. Tunnuksen avulla voidaan esittää elementin paikat rakennuksessa. Samanlaisista elementeistä ei tarvitse piirtää eri elementtipiirustuksia, mutta elementtien on oltava täysin samanlaisia. Nimiössä kerrotaan, mitä elementtejä piirustus koskee. Yleensä elementtejä on paljon samanlaisia tai ne ovat lähes samankaltaisia. On myös yksittäisiä elementtejä, joissa on eroja, kuten mm. eri paksuiset kuoret. Alemmissa kerroksissa on yleensä paksumpi sisäkuori suuremmista kuormista johtuen. Aukot ja seinien pituudet tekevät myös eroja elementteihin. Teräksien suunnitteluun käytetään apuna rakennesuunnittelijalta saatavaa suunnitteluohjetta, josta selviää elementteihin tulevat teräkset kerroskohtaisesti. Seuraavissa kappaleissa tutkitaan elementtisuunnitteluprosessia. [12.]

5.1 Elementtisuunnitteluprosessi

Elementtisuunnittelun lähtötilanteita on kaksi. Suunnittelutoimistolla voi olla urakkana sekä rakennesuunnittelu että elementtisuunnittelu tai pelkästään elementtisuunnittelu. Jos suunnittelutoimisto saa projektin, joka koostuu ainoastaan elementtisuunnittelusta, niin lähtötietojen saaminen on hankalampaa ja kommunikoinnin merkitys etenkin suunnittelijoiden välillä kasvaa. [12.]

Kaikki elementtisuunnitteluprojektit alkavat elementtisuunnittelusopimuksella. Sopimuksessa kerrotaan mm. osapuolet, hinta ja urakan laajuus. Aikataulua harvoin tässä vaiheessa tiedetään ja se selviää vasta lähtötietojen perusteella. Sopimuksessa voidaan kertoa, että urakan valmistuspäivä on myöhemmin yhteisesti sovittuna päivänä. [12.]

Lähtötiedot ovat yleensä projektikohtaisia ja ne muuttuvat projekteissa. Jos suunnittelutoimisto tekee yhteistyötä saman urakoitsijan kanssa useammassa projektissa, niin joitakin tietoja voidaan vakioida (esim. liitostyytit). *Lähtötiedoilla* on keskeinen merkitys ja niiden saaminen vaikuttaa suunnittelun etenemiseen merkittävästi. Lähtötietojen merkitys kasvaa entisestään, kun elementtisuunnittelu tehdään mallintamalla. Mitä pitemmälle mallia on tehty, sen vaikeampaa on mallin muokkaus. Malliin pystyy tekemään muutoksia, mutta esimerkiksi rakennuksen ulkomuodon tai sijainnin muokkaus saattaa olla ongelmallista. Tietomalli sisältää jo niin paljon tietoa, että ohjelma ei

pysty muuttamaan niitä kaikkia rakennuksen koon muututtua. Lähtötietoja tarvitaan arkkitehdilta, rakennesuunnittelijalta ja tilaajalta. (liite 1). Lähtötietojen saanti vaikuttaa oman urakan valmistumiseen ja siitä syystä kannattaa kirjata ylös tietojen saantipäivä. Päiväkirjan avulla voit seurata, mitä tietoja on saamatta ja mitä on saatu sekä tarvittaessa voi osoittaa milloin tieto on saatu. EW-elementeillä ja PW-elementeillä on erilaiset lähtötieto luettelot. (liite 2). EW tarkoittaa ulkoseiniä ja PW väliseiniä. Elementtisuunnittelija saa päärakennesuunnittelijalta elementtien tyyppi- ja piirustukset. Yleensä suunnittelutoimistot tekevät rakennesuunnittelijan tyyppi- ja piirustuksista omat tyyppi- ja piirustukset, koska kaikki suunnittelutoimistot eivät halua antaa piirustuksia sähköisesti dwg-muodossa ja suunnittelutoimistoilla on 2D-piirtämisen aikana erilaiset ohjelmistoasetukset ja piirustustyyli. Jos toimistot käyttäisivät rakennesuunnittelijalta saamia tyyppi- ja piirustuksia elementtien suunnittelussa, tyyppi- ja piirustukset jouduttaisiin muokkaamaan omaa piirustuskäytäntöä vastaaviksi. Esimerkiksi *Autocad*-ohjelmassa piirretään rakennusosat eri tasoille (layer) ja eri paksuisina viivoina. Tasojen ja viivatyyppien asetukset ovat toimistokohtaisia. Omat tyyppi- ja piirustukset pitää lähettää rakennesuunnittelijalle ja arkkitehdille. Mallintamalla tehtyyn elementtisuunnitteluun ei tyyppi- ja piirustuksia tarvitse muokata. TS:n piirustus pohja eli *layout* muokataan tyyppi- ja piirustuksen mukaiseksi ja sitä käytetään elementtipiirustusten tekoon. [12.]

Ennen kuin elementtipiirustuksien tuottaminen aloitetaan, saadaan päärakennesuunnittelijalta ja arkkitehdiltä pohjapiirustukset, jossa on määrätty elementtisaumat, nurkkasauman suunta, uritukset upotukset ja rappaus. Rakennesuunnittelija on tarkastanut pystyykö kyseistä saumajakoa noudattamaan rakennuksen kestävyys kannalta. Elementtien korkeus, pituus ja painorajat vaikuttavat elementtien maksimi kokoon. Tehtaan muottijärjestelmä määrää yleensä maksimi pituuden ja kuljetus maksimi korkeuden. Maksimi painon määrää nosturin nostokapasiteetti. Painorajat saadaan nosturikaaviosta. [12.]

5.2 Tietomallipohjainen elementtisuunnitteluprosessi

Tietomalliprojektissa on tarkoituksena, että suunnittelijat tekevät oman mallin, jota eri vaiheissa päivitetään. Rakennesuunnittelijan mallia käytetään mallien yhteensovittamisessa. Rakennesuunnittelija saa tarvittavat tuoteosamallit eri suunnittelijoilta tarpeeksi tarkasti mallinnettuna. [10; 13.]

Rakennesuunnittelu jaetaan eri suunnittelijoille valmisosa- ja tuoteosasuunnitteluun (esim. elementtisuunnittelu). *Sandwich*-elementtisuunnittelu toteutetaan omana tuo-

teosamallina. Tuoteosamallit ovat malleja, jotka sisältävät eri valmisosien suunnittelua. Elementtimallin lisäksi tuoteosamalleja ovat esimerkiksi sähkö- ja LVI-suunnittelijoiden tekemät mallit. Elementtisuunnittelija tarvitsee toisten suunnittelijoiden oman mallin reikien mallintamiseen. Seuraavissa kappaleissa tutkitaan tietomallipohjaista elementtisuunnitteluprosessia. [10; 13.]

5.2.1 Luonnosmallista alustava tuoteosamalli

Arkkitehdin toimittamasta mallista selviää mm. kantavien rakenteiden paikat ja lattioiden korot. Lähtötietoja ovat myös pohjatutkimustiedot (GEO-malli) ja mahdollisten TATE-suunnittelijoiden tekemät tilanvarausmallit. Rakennesuunnittelija tekee arkkitehdin toimittaman mallin perusteella alustavan rakennemallin eli luonnosmallin. Jo tässä vaiheessa rakennesuunnittelija voi antaa mallin elementtisuunnittelijan käyttöön, vaikka luonnosmalleja olisi useita. Elementtisuunnittelija mallintaa eri runkoratkaisuista alustavat tuoteosamallit ja pystyy paremmin antamaan oman mielipiteen rakenneratkaisuista ja mahdollisista ongelmakohtista. Alustavassa tuoteosamallissa mallinnetaan elementtien osalta vain seinät. Tiedetään kantavien seinien paikat ja kuorten alustavat paksuudet. [10; 13.]

5.2.2 Tuoteosamalli laskentavaiheessa

Kun runkoratkaisu on päätetty, arkkitehti päivittää oman alustavan rakennusosamallin rakennusosamalliksi, jonka hän lähettää rakennesuunnittelijalle. Ohjelmistorajoituksesta johtuen arkkitehtimallia käytetään vain referenssimallina. [13.]

Arkkitehdin mallin pohjalta voidaan suunnitella elementtijako rakennemalliin. Elementtijako on voitu suunnitella alustavasti jo alustavan rakennusosamallin aikana, mutta jako pitää tarkastaa ja korjata tarvittaessa. Rakennesuunnittelijan mallin pohjalta elementtisuunnittelija päivittää alustavan tuoteosamallin tuoteosamalliksi. Mallielementit ja niiden liitokset mallinnetaan rakennemalliin sovitulta rakennuksen osalta. Mallielementeistä tulee selvitä detajiiikka ja materiaalitiedot laskentaa varten. Jokainen liitos mallinnetaan yhtenä objektina. Rakennemallista on pystyttävä tulostamaan elementtiluettelot ja mittatiedot. Muiden kuin mallielementtien osalta tulee selvitä geometria ja saumojen leveydet. Arkkitehti toimittaa rakennesuunnittelijalle ehdotuksen ulkokuoren saumojen sijainnista. Saumajako on harvoin mallinnettu arkkitehdin malliin, vaan saumat ovat näkyvissä piirustuksissa. [13.]

Ikkuna-aukot mallinnetaan seiniin arkkitehtimallin aukkokokoja käyttäen. Pääosa raudoituksista mallinnetaan vasta seuraavassa vaiheessa. [13.]

5.2.3 Tuoteosamalli toteutussuunnitteluvaiheessa

Toteutussuunnitteluvaiheessa mallinnetaan raudoitukset ja puuttuvat liitokset. Jos seiniä ja liitoksia ei mallinneta detaljitasolla, tulee detaljeihin viitata jokaisen seinän ja liitoksen osalta esimerkiksi linkittämällä asianomaiseen kohtaan sitä kuvaavat dokumentit. [10.]

Toteutussuunnitteluvaiheessa liitetään elementteihin myös LVIS-osat ja liitännät. Tietomallipohjaisessa elementtisuunnittelussa perinteinen reikäpiirustuskierto korvataan reikävarausmalleilla. Tällöinkin reikä- ja varaussuunnittelun koordinoitivastuu säilyy päärakennesuunnittelijalla. Seuraavaksi on esitetty reikä- ja varaussuunnitteluprosessin eteneminen: [14.]

1. Talotekniset suunnittelijat (LVIS) varmistavat ohjelmiensa yhteensopivuuden.
2. Rakennesuunnittelija lähettää rakennemallinsa IFC-muodossa mallipalvelimelle. Käytettävä formaatti sovitaan aina projektikohtaisesti.
3. LVI- ja sähkösuunnittelijat hakevat rakennesuunnittelijan mallin referenssimallina omaan tuoteosamalliin. Tällöin mallissa ovat sekä taloteknisen suunnittelijan tuotteet ja rakennuksen rakenteet.
4. Talotekninen suunnittelija tekee malliin reikävarauskappaleet ottaen huomioon kaikki taloteknisten verkostojen vaatimat asiat, kuten esimerkiksi asennusvarat ja palokatkot.. Reikävarauskappale mallinnetaan hiukan yli rakenteen pinnasta, jotta se havaitaan mallista helpommin.. Reikävarauskappaleen lisäksi malliin mallinnetaan reiän tiedot ja käyttötarkoitus.
5. Malli tallennetaan palvelimelle, kun reikävarauskappaleet on saatu paikoilleen. Reikävarausmallissa ei ole muuta kuin reikävarauskappaleet. Valmis reikävarausmalli sisältää vain reikävarauskappaleet ja niiden attribuuttitiedot. Eri taloteknisten suunnittelijoiden tekemiä malleja kutsutaan reikävarausosamalliksi ja näistä koottua mallia reikävarausmalliksi.
6. Elementtisuunnittelija hakee reikävarausmallin palvelimelta ja tuo sen omaan elementtimalliin. Reikävarausmallin avulla elementtisuunnittelija mallintaa elementteihin varsinaiset reiät. [14.]

Joskus reikävarausmallin saaminen on mahdotonta, koska vielä nykyään suuri osa suunnitelmista tehdään 2D-suunnitteluna. Suunnitelmat on kuitenkin mahdollista liit-

tää *Teklan* piirustuksiin. Elementtisuunnittelija lähettää elementtipiirustukset esimerkiksi sähkösuunnittelijalle, joka tekee omat merkinnät piirustuksiin ja lähettää ne takaisin. Elementtisuunnittelija pystyy ottamaan LVIS-merkinnät 2D-piirustuksista ja liittämään ne *Teklan* piirustuksiin.

5.3 Tietomallipohjainen elementtisuunnittelu erillisenä urakkana

Erillinen elementtisuunnittelu poikkeaa rakennesuunnitteluun yhdistyvistä elementtisuunnittelusta hiukan. Mallista tehdään edelleen oma tuoteosamalli, mutta tietojen saanti vaatii enemmän aikaa ja on hankalampaa. Varsinkin, jos rakennesuunnitelmat ovat 2D-suunnitteluna toteutettu. Tällaisessa projektissa elementtisuunnittelija saa tiedot rakennesuunnittelijalta isommissa osissa. Eli elementtisuunnittelun alussa on enemmän lähtötietoja saatavana kuin yhdistetyssä urakassa. Tästä johtuen mallinussjärjestystä voidaan omassa tuoteosamallissa muuttaa siten, että mahdollisimman paljon asioita kopioituu eikä jokaista kohtaa tarvitsisi erikseen mallintaa. Kun mallia aletaan mallintaa, tiedetään elementtien liitokset ja detajiiikka. Tällaisessa urakassa rakennesuunnittelija on lähettänyt tyyppipiirustukset, joten erillisiä mallielementtejä ei tarvitse mallintaa vaan jokainen elementti voidaan mallintaa valmiiksi asti. Liitoksena olevasta suunnitteluohjeesta selviää järjestys, jossa mallinnus tapahtuu. Liitteenä oleva mallintamisohje on laadittu erillistä elementtisuunnittelua varten (liite 4).

5.4 Venäläisen elementtipiirustuksen sisältö

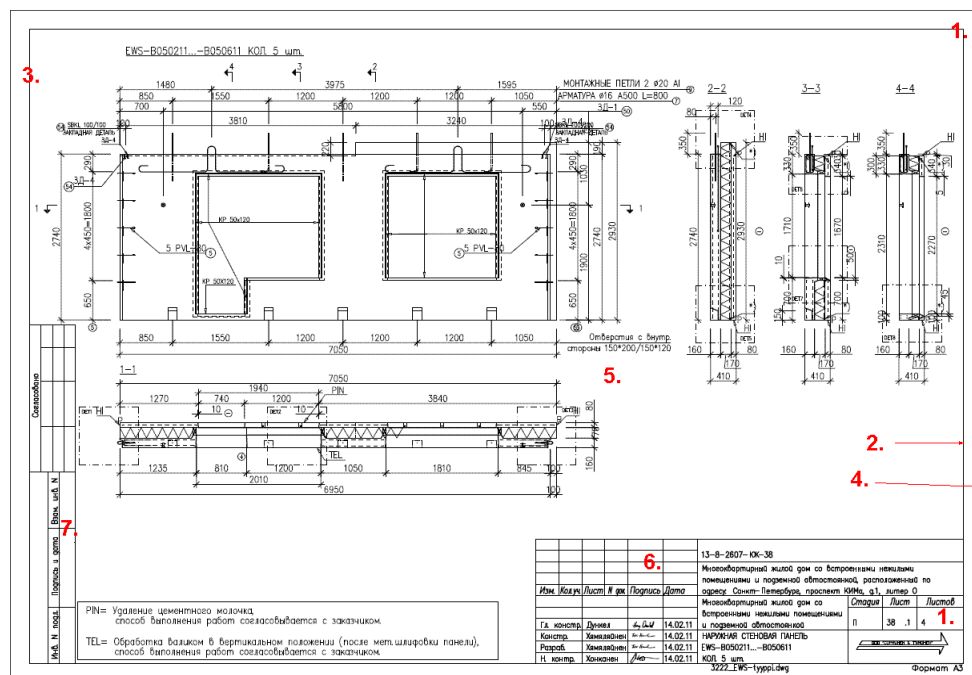
Elementtipiirustukset tehdään elementin valmistusta varten. Asentamiseen niitä ei käytetä, koska elementtipiirustuksissa ei esitetä tietoa, josta olisi asennuksessa hyötyä. Elementtien asentamista varten tuotetaan erilliset asennuskaaviot. Elementtipiirustuksessa täytyy esittää tarvittavat mitat ja määrät, jotta tarpeellinen määrä tarvikkeita saadaan hankittua ja elementit valmistettua. Piirustusten tulee olla havainnollisia ja helppolukuisia. Erilaisia versioita piirustusten ulkoasusta ei tuoteta, koska *Snip*-normisto määrittelee piirustusten sisällön tarkkaan. Poiketen joistakin rakennepiirustuksista, elementtipiirustusten liitteeksi ei tarvitse liittää erillistä tekstimuotoista työselitystä vaan kaikki tarpeellinen tieto kerrotaan, joko piirustuksissa tai taulukoissa. Jokaisesta elementistä on piirrettävä oma piirustus jotka sisältävät naamapiirustuksia ja leikkauksia tietoineen. Samasta elementistä tulee tehdä piirustus muotin tekoa ja raudoitusta varten. Lisäksi piirustukseen liitetään myös eri detaljit ja materiaaliluettelo (liite 3). Materiaaliluettelosta selviää mm, jokaisen elementissä olevan teräksen numero, viittaus pääasiakirjaan, halkaisija, teräs luokka, leikkauspituus, kappalemäärä, teräksen paino ja samanlaisten terästen yhteispaino. Lisäksi siinä on tietoa elemen-

tistä sekä siihen tulevista sähkö- ja LVI-asennuksista. Raudituspiirustuksessa on luettelo, josta pitää ilmetä terästen muoto sekä suorien osien pituudet. [8.]

Piirustuksen ulkoasu on hyvin tarkkaan määritelty Gost-standardissa, mutta elementtisuunnittelijan ei tarvitse välttämättä tuntea normistoa hyvin, koska elementti piirustusten piirtäminen tapahtuu hyvin pitkälle tyyppiirrustusten avulla. Elementtipiirustus pitäisi tehdä siten, että sitä katsotaan rakennuksen sisältä päin, koska elementtitehtaat tekevät elementin siten, että ulkokuori tulee muotin pohjaa vasten. Jos elementtipiirustus on piirretty siten, että elementtiä katsotaan ulkoa päin, joutuu tehtaalla työntekijä ajattelemaan piirustuksen peilikuvaksi. Suomessa elementtipiirustuksessa elementtiä on katsottu ulkoa ja Venäjällä piirustuksen elementtiä katsotaan rakennuksen sisältä päin. Nykyään myös Suomessa on alettu piirtämään piirustuksia siten, että elementtiä katsotaan sisältä päin. [8.]

Elementtipiirustuksen (kuva 10) layout koostuu

1. asiakirjan sivunumerosta (elementtipiirustuksessa nimiössä)
2. sivun ulkokehyksestä
3. nidonta alueesta
4. paperin reunasta
5. sivun työalueesta
6. nimiöstä
7. lisäsarakeesta arkistointimerkintöjä varten. [15.]



Kuva 10. Elementtipiirustuksen layout

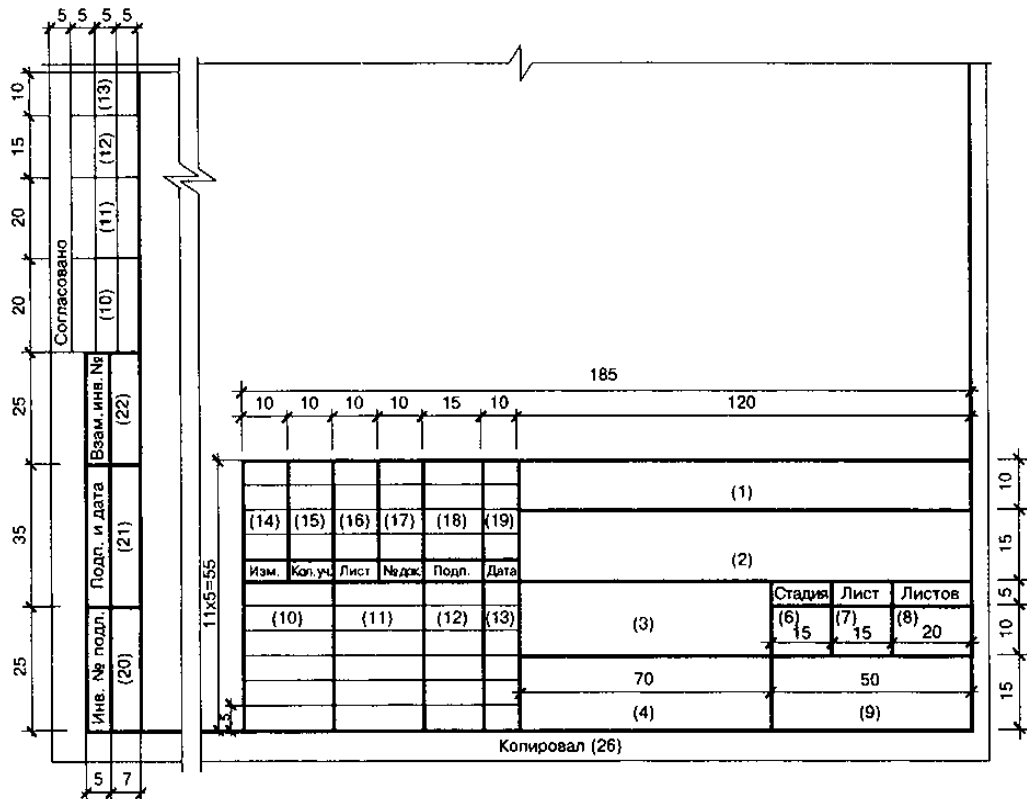
Asiakirjan sivunumero sijoitetaan teksti- ja piirustusasiakirjoissa oikealle yläkulmaan. Numero kertoo sivulehden paikan asiakirjanipussa. Elementtipiirustuksiin ei liitetä sivunumeroa, vaan elementtipiirustuksen sivujen numerointi tapahtuu nimiössä. [8.]

5.4.1 Nimiö

Projektin jokaisella dokumentilla tulee olla nimiö. Nimiö on piirustuksen yksi tärkeimmistä kohdista ja siksi sen ulkoasu ja sen sisältämä tiedon ulkoasu on hyvin tarkkaan määriteltä. Elementtipiirustuksesta nimiö löytyy sivun oikeasta alareunasta. Nimiön tärkein tehtävä on yksilöidä piirustus ja yhdistää se piirustuksessa olevaan elementtiin. Nimiössä esitetään piirustuksen numero, josta kyseinen elementti tunnistetaan. Ohjeistus nimiön mitoista ja muista asioista löytyy GOST 21.101-97 normista (kuva 5). Vaikka kyseisessä normissa määritelläänkin nimiön ulkoasu hyvin tarkkaan, voivat suomalaiset suunnittelutoimistot lisätä oman nimiön tilaajan nimiön ulkopuolelle, jotta dokumentointi olisi helpompaa. Tämä on tietenkin neuvoteltava asia eikä nimiötä saa lisätä piirustuksiin ilman lupaa. Venäläisessä nimiössä käytetään vain venäjää täyttökielenä. Venäläisen nimiön yläpuolelle tulevassa suomalaisen suunnittelutoimiston nimiössä käytetään suunnittelutoimiston valinnasta riippuen joko suomea tai englantia. TS-ohjelmassa nimiö tehdään *template editorilla*. [8.]

Форма 3 - Для листов:

основных комплектов рабочих чертежей;
основных чертежей разделов проектной документации;
графических документов по инженерным изысканиям



Kuva 11. Nimiön ja sarakkeiden sisältö [15]

Nimiöön ja lisäsarakkeisiin tulee seuraavat tiedot (kuva 11):

1. asiakirjan nimi, projektinumero, työnnumero, piirustusnumero, viittaus tekstiasiakirjaan
2. rakennuskohteen kuvaus, nimi ja osoite
3. rakennustyyppi
4. piirustuksen nimi
5. tuotteen nimitys tai asiakirjan nimitys
6. suunnitteluvaihe
 - a. П-projektiaineisto
 - b. P-työaineisto
7. asiakirjan sivun järjestysnumero
8. asiakirjaniteen kokonaissivumäärä (sarake täytetään vain ensimmäisellä sivulla)
9. suunnitteluorganisaation logo
10. suunnitelman osapuolet: pääsuunnittelija, tarkistaja, piirtäjä
11. edellisessä kohdassa olevien henkilöiden nimenselvennökset
12. kohdassa 10 olevien henkilöiden allekirjoitukset

13. allekirjoitusten päivämäärä
14. muutoksen numero
15. muutosten lukumäärä
16. Jos asiakirjanipusta joku sivuista korvataan toisella, tähän sarakkeeseen kirjoitetaan "3am". Asiakirjanippuun lisätyille sivuille kirjoitetaan tähän sarakkeeseen "Hob". Jos asiakirjanipun sivut ovat kaikki korvattuja, kirjoitetaan nipun ensimmäiselle sivulle tähän sarakkeeseen "Bce". Muissa tapauksissa sarakkeeseen laitetaan viiva.
17. luvan merkintä
18. muutoksesta vastaavan henkilön allekirjoitus
19. muutoksen tekemisen päivämäärä
20. – 22. viranomaisten arkistointiin liittyvät merkinnät [15.]

5.4.2 Elementtitunnus

Numerointijärjestelmä on venäläisissä suunnittelu- ja rakennushankkeissa hyvin projektikohtaista. Piirustuksille annetaan numero, joka yksilöi piirustuksen. Tämän lisäksi rakennusten osille annetaan tunnus. Esimerkiksi elementeille annetaan elementtitunnus. Elementtitunnus muodostuu kirjaimista ja numeroista. Kirjain yhdistelmä voi olla EWS, EWR tai PW. Tämä kirjainyhdistelmä kertoo elementintyyppin eli onko elementti kantava, ei kantava ulkoseinä vai kantava väliseinä. Kirjainyhdistelmän perään kirjoitetaan numerotunnus, joka kertoo elementin sijainnin. Esimerkiksi tunnus EWS-B050201 kertoo että kyseessä on kantava ulkoseinäelementti, se sijaitsee rakennuskohteessa B (KIMA), talossa numero viisi ja kerroksessa kaksi. Viimeinen numero 01 on kerroskohtainen juokseva numero, jolla erotetaan kerroksen eri elementtipiirustukset toisistaan. [15.]

TS-ohjelma jakaa rakennusosien numeroinnin kolmeen erilaiseen tasoon, jotka ovat *Prefix*, *Start Number* ja *Family Number* [16].

Prefixin tarkoituksena on jakaa erilaiset osat omiksi sarjoiksi. Esimerkiksi palkeilla, pilareilla ja seinillä on omat *prefixit*. Kantavan sandwich-elementin *prefix* on EWS. [16.]

Start Numberin avulla annetaan aloitusnumero halutulle osalle tai kokoonpanolle. *Start Number* voidaankin jakaa vielä *Part* ja *Assembly* tasolle. TS antaa jokaiselle osalle oman numeron, mutta mikäli osat ovat samanlaisia, numero on tällöin myös sama. Tämä pätee valu- ja asennuskokonaisuuksissa. [16.]

Family Numbering:in avulla voidaan yhdistää sellaiset valukokonaisuudet, joilla on sama numerointisarja erilaisiksi ”perheiksi”. Tätä käytetään esimerkiksi löytämään kaikki sellaiset valukokonaisuudet, jotka tehdään samalla pöydällä. TS -ohjelman numerointia käytetään mm. piirustusten yhdistämiseksi oikeaan osaan tai valu- ja asennuskokonaisuuteen, raportoidaan samanlaisten osien valu- ja asennuskokonaisuuksien ominaisuuksia ja yksilöimään osatietoa, kun siirretään osia toisiin ohjelmiin. [16.]

5.5 Elementtipiirustusten tuottaminen tietomallista

Insinööriyössä oli alkuperäinen tarkoitus luoda venäläinen elementtipiirustus TS-ohjelmalla. Suuren ongelmamäärän ja siitä seuraavan kohtuuttoman selvitystyömäärän vuoksi siitä päätettiin luopua tässä tutkimuksessa. Piirustuksen luonnin yhteydessä ilmenneet ongelmat ratkaistaan tulevaisuudessa.

Suurimman ongelman tuotti venäjän kieli. TS:n Venäjä-käyttöympäristössä olevat venäjänkieliset kirjaimet eivät näkyneet oikein, vaikka käyttöjärjestelmässä oli venäjänkieli asennettuna. Työskentely näin ollen oli mahdotonta, vaikka tulkki olikin käytössä. Tämä ongelma johti lopulta piirustuksen luonnin pois jäämiseen opinnäytetyöstä. Venäjä-käyttöympäristö on mahdollisesti tehty toimimaan venäjänkielisen käyttöjärjestelmän kanssa.

Teklan oman Venäjä-käyttöympäristön käyttö on harvinaista Suomessa ja ne suunnittelutoimistot, jotka tekevät suunnittelutyötä Venäjälle *Teklalla*, ovat luoneet oman Venäjä-käyttöympäristön. Piirustuksen luontiin liittyviä ongelmia on selvitetty opinnäytetyön teon yhteydessä ja ollaan siinä vaiheessa, että on päätetty jatkaa Suomikäyttöympäristöllä ja pyrkiä sillä tekemään oma Venäjä-käyttöympäristö.

6 ELEMENTTIEN MALLINTAMISEEN KEHITETYT CUSTOM COMPONENTIT

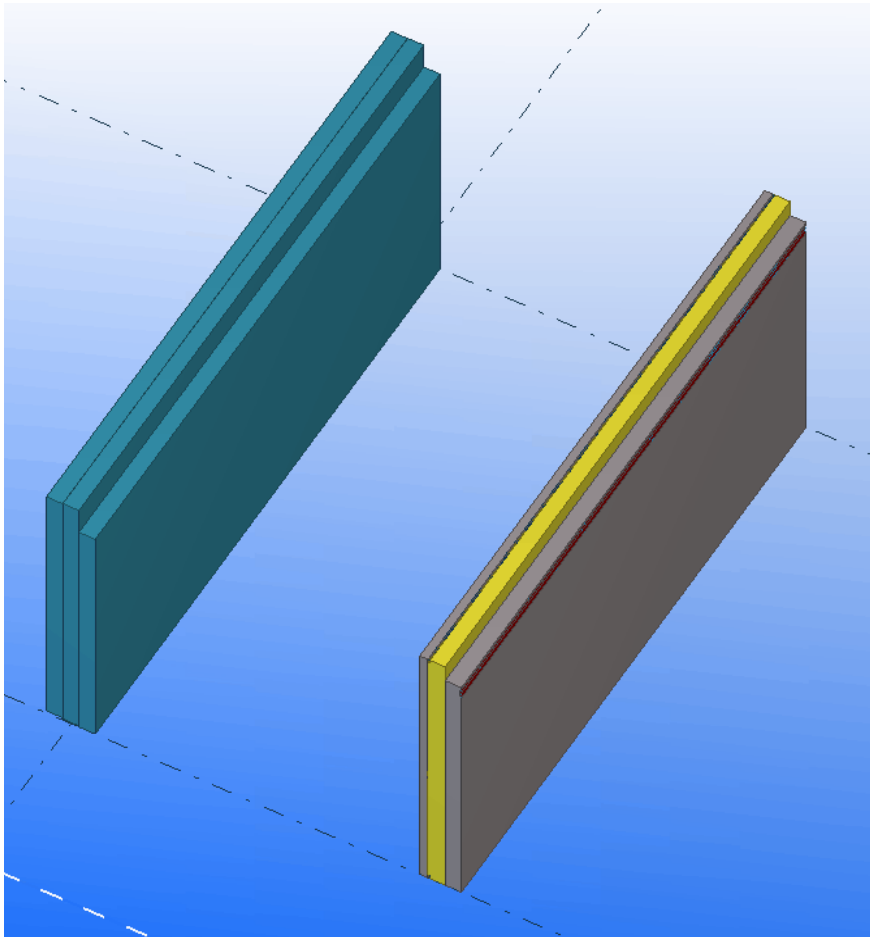
Custom componenttien laadinta aloitettiin TS:n 16.1 versiolla ja loppuosassa käytettiin versiota 17.0. Ennen version vaihdosta testattiin että, *custom componenttien* toimivuus ei muutu version vaihdoksesta. *Custom componentit* toimivat ainakin näillä versioilla.

TS -ohjelmassa on elementtisuunnitteluun soveltuvia komponentteja. Teklan komponenttien käytön venäjän normit täyttävässä elementtisuunnittelussa estää komponenttien väärä geometria ja puutteet ominaisuuksissa. Esimerkiksi elementtien liitostyökaluissa oli väärän malliset pontit kuorissa.

Custom componentteja voi tehdä neljää eri mallia, jotka ovat *connection* (liitos), *part* (osa), *seam* (sauma), ja *detail* (yksityiskohta). Työssä esitetyt *custom componentteissa* on käytetty vaihtoehtoja *part*, *connection* ja *seam*. *Part-vaihtoehdolla* tehty komponentti (*custom part*) on rakennusosa ja se on samassa asemassa mallissa kuin esim. pilari tai palkki. *Custom componenttien* on tarkoitus olla mahdollisimman monitoimisia, mutta ei liian raskaita. *Custom componenttien* toimintoja suunniteltaessa on mietitty, mitä eri ominaisuuksia liitetään seinätyökaluun ja mitä liitetään liitostyökaluihin. Liitostyökaluista tulee raskaita, jos haluaa *custom componenttien* lukumäärän alhaiseksi. Eri liitosvaihtoehtoja on useita, joten yhteen liitostyökaluun pyritään liittämään asiat, jotka ovat välttämättömiä. Liitostyökaluihin liitettiin myös joitakin teräksiä, koska jotkin elementin teräksien paikat siirtyvät liitoksessa olevan osan mukaan. Itse raudoitukseen käytetään tässä vaiheessa *Teklan* omia raudoitustyökaluja, mutta niitäkin on tarkoitus tulevaisuudessa kehittää.

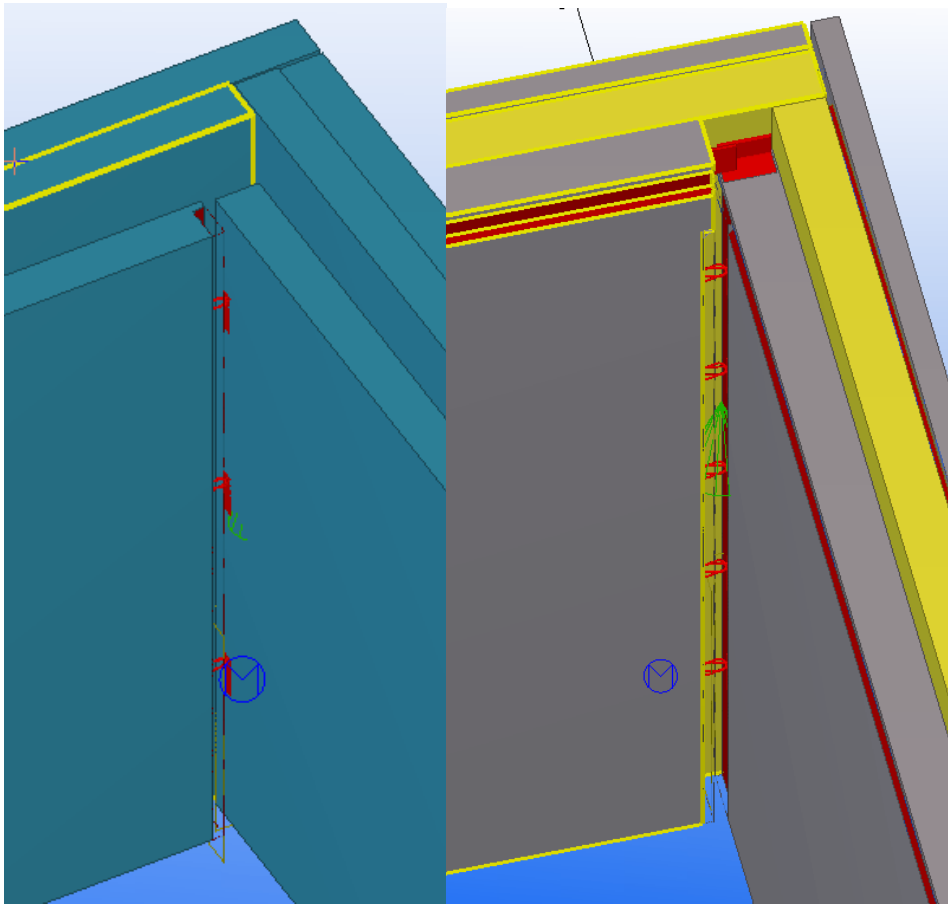
6.1 Custom componenttien kehitys

TS:n oma sandwich-elementtikomponentti toimii oikein ja sopisi käytettäväksi. Uusi *custom componentti* tehtiin lähinnä harjoituksen vuoksi. Sitäkin kehitettiin enemmän Sortim Oy:n tarpeiden mukaiseksi. Seinäkomponenttiin liitettiin ominaisuus nurkkaliitostyökalusta. Komponentin ja sen dialogin visuaalista puolta muokattiin selkeämmäksi. Seinäkomponentin valmistukseen laadittiin ohje, joka sijaitsee liitteestä 5. (kuva 12)



Kuva 12. Teklan oma ja kehitetty custom componentti

Uusi ulkonurkkaliitoskomponentti laadittiin, koska TS –ohjelmassa olevat ulkonurkkaliitostyökalut eivät yksikään täyttäneet venäläisen normiston vaatimuksia ja käytettävien liitostyökalujen määrää haluttiin vähentää. Tehdyllä ulkonurkkaliitoskomponentilla pystytään mallintamaan kaikki ulkonurkkaliitostyypit. Liitostyökalulle annettiin tarpeellisia lisäominaisuuksia. Liitosten muokattavuutta rajattiin siten, että vain muuttuvia kohtia pystyy helposti muokkaamaan. Esimerkiksi lenkkien määrää ja korkoa pystyy muuttamaan, mutta sijaintia sivusuunnassa ei pysty muokkaamaan, koska sitä ei tarvitse muokata. Lenkkien sivusuuntaista siirtämistä ja muitakin ominaisuuksia pystytään helpottamaan muokkaamalla liitoskomponenttia, jos tarve vaatii. Uutena ominaisuutena liitoksen profiilin muokkausta parannettiin. Liitosprofiililla tarkoitetaan kuorten ja eristeen limittymistä. (kuva 13)



Kuva 13. Teklan ja Sortim Oy:n sandwich-elementtiliitos

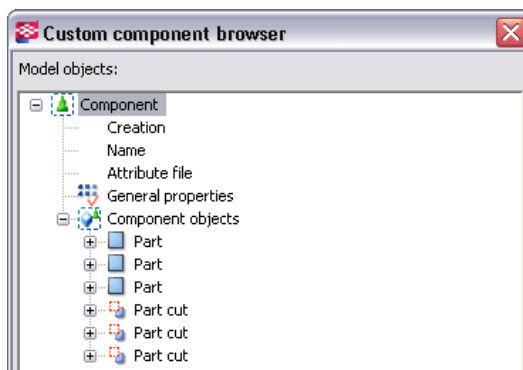
Välipohjaliitoksen mallintamiseen tarvitsi tehdä myös uusi *custom componentti*, koska TS-ohjelmassa olevat välipohjaliitoskomponentit ovat joko eri rakenteille tai niitä ei saatu toimimaan oikein. Välipohjaliitostyyppejä on kolmea erilaista (kantava/kantava, ei kantava/kantava, ei kantava/ei kantava). Tehdyllä välipohjaliitoskomponentilla pystyy mallintamaan kaikki mahdolliset liitostyypit. Liitostyökaluun lisättiin vain tarvittavat ominaisuudet. Tämän liitostyökalun mukana mallintuu hakateräkset elementin ala- ja yläreunaan tulevien lovien viereen. Lovet tulevat liitostappia varten. Liitostappin kokoa ja sijaintia eristeen suhteen pystyy muokkaamaan.

6.2 Custom componentteihin lisätyt ominaisuudet

Seinäkomponentti on tehty *part* vaihtoehdolla. Seinäkomponentin toiminto on hyvin yksinkertainen. Annetaan seinälle vain alku- ja loppupiste. Sen jälkeen seinää pystyy muokkaamaan tarvittavilta osilta. Kuorten paksuudet on asia mitä pitää seinän dialogissa pystyä muuttamaan. Seinä työkalulla on tarkoitus mallintaa sekä kantavat että ei kantavat seinät. Seinä työkaluun liitettiin vaakauratoiminto, joka oikeasti liittyy ei kantavan seinän välipohjaliitokseen. Vaakaura on elementin pituuden mukaan muut-

tuva kohta, joten se on helppo liittää seinään. Näin välipohjaliitoksesta tulee hiukan keveämpi.

Seinässä käytetään eristeenä ISOVER-merkkistä uritettua villaa. Villaan tehtiin ylä- ja alaosaan tuuletus urat. Aluksi oli tarkoitus tehdä *custom componenttiin* myös pystysuuntaiset urat, joiden määrä määräytyi automaattisesti pituuden mukaan. Siinä havaittiin kuitenkin ongelma, johon ei löytynyt järkevää ratkaisua ja urat päätettiin poistaa. Urat oli kopioitu *array of objects* työkalulla ja sitä ei pystynyt liittämään seinään *sub-assembly* ominaisuudella, mikä johti siihen, että urat eivät siirtyneet seinää kopioitaessa ylöspäin. Urat ilmenevät piirustuksissa elementin leikkauspiirustuksessa yhtenä katkoviivana ja sen käsin piirtäminen ei ole ongelma. Kun nurkka- ja välipohjaliitokset on tehty, seinää pitää päivittää seinän dialogin ”modify” painikkeella, jotta kaikki urat muokkautuisivat oikeaan pituuteen. Tämän joutuu tekemään myös, jos kuorien paksuuksia muutetaan. Ei ole tiedossa, mistä tämä johtuu ja seiniä päivittämällä tästä ei ole haittaa. (kuva 14)

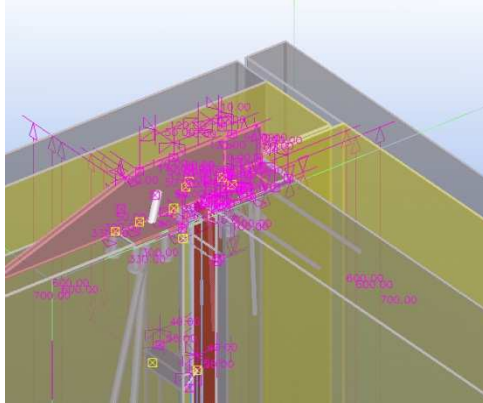


Kuva 14. Seinäkomponentin ”puu”

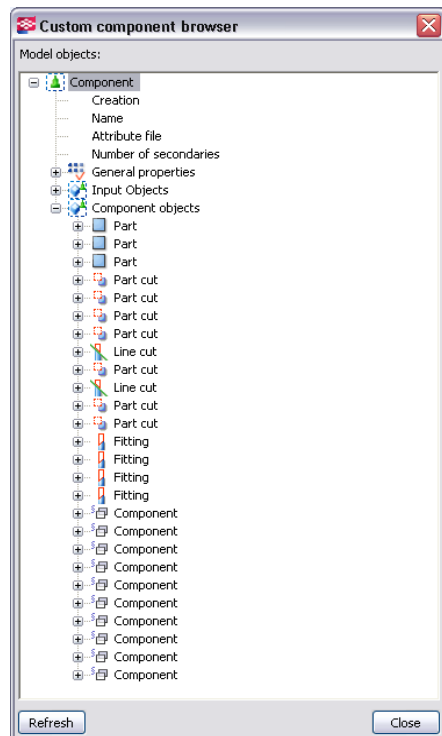
Ulkonurkkaliitoskomponentti on laadittu vaihtoehdolla *custom connection*. Ulkonurkkaliitoskomponentilla tehdään kaikki ulkoseinien ulkonurkkaliitokset eli sekä kantavien seinien että kantavan ja ei kantavan seinän väliset liitokset. Liitoskomponentti toimii siten, että valitaan jokainen kuori aktiiviseksi oikeassa järjestyksessä. Kuorten valinta järjestyksiä on kaksi, jotka ovat peilatus ja ei peilatus liitoksen järjestykset. Liitosten teossa on noudatettava tarkasti sitä mallinnustapaa, joka on ollut komponentin tekijällä, jotta liitos näkyisi oikein.

Ulkonurkkakomponentti on raskas komponentti johtuen liitoksen peilaus ominaisuudesta. Liitoksessa olevat osat jouduttiin mallintamaan kahdesti, jotta osat tulisivat myös peilattuun liitokseen oikeinpäin. Liitoksen kaksi eri liitostyyppiä eroavat toisistaan myös liitosprofiilien osalta. Oikeastaan kaikki kohdat jouduttiin mallintamaan kahteen kertaan johtuen joko peilauksesta tai liitostyypistä. Liitos on editorissa katsot-

tuna erittäin sekava, koska osien pisteiden kiinnityksiä on paljon. Kiinnityksien etäisyyksien oli muututtava peilauksen vuoksi. Kiinnitysten etäisyyksiä ohjattiin kaavoilla editorin *variables* dialogissa. Liitoskomponenttiin saatiin kaikki halutut toiminnot eikä ohjelma rajoittanut toimintojen määrää. (kuvat 15 ja 16)



Kuva 15. Ulkonurkkaliitoksen kiinnityksiä



Kuva 16. Ulkonurkkaliitoksen "puu"

Välipohjaliitos on laadittu vaihtoehdolla *custom seam* ja sen on tarkoitus yhdistää kaksi päällekkäistä laattaa toisiinsa. Itse välipohja ei ole tässä työkalussa mukana, mutta sille on tila liitoksessa. Tämä johtuu siitä, että *custom componentti* on suunniteltu tiettyä projektia varten ja siinä projektissa ei ole tarvetta välipohjan mallintamiselle. Myöhemmässä vaiheessa välipohja voidaan liittää *custom componenttiin*, jos sille tulee tarvetta.

Välipohjaliitos työkalussa toimintoja on myös useita, koska liitostyyppjä on kolmea erilaista (kantava/ei kantava, kantava/kantava ja ei kantava/ei kantava). Tässäkin liitoksessa saatiin kaikki toiminnot mitä haluttiin. *Custom componentissa* määrätään sauman leveys, mikä johtaa siihen, että laskentavaiheessa olevan rakennusosamalliin pitää mallintaa kaikki liitokset, jotta elementtien geometria tulee oikeaksi. Kun välipohjaliitokset ovat mallissa, talon sijainnin muuttaminen tuottaa ongelmia. Saumassa oleva liitosta merkkeava vihreä kartio ei siirry sauman mukana. Tähän ongelmaan ei ole löytynyt ratkaisua. Tässä vaiheessa pyritään siihen, että mallia ei tarvitsisi siirtää enää sitten, kun liitokset on mallinnettu.

7 TULOKSET JA POHDINTA

TS-ohjelmaa on käytetty pitkään elementtisuunnittelussa varsinkin pilari-palkki rakenteissa. SW-elementtien suunnittelussa haasteen tuo eri kohteiden eroavaisuus seinärakenteen ja etenkin liitosten osalta. Esimerkiksi venäläisiin kohteisiin ei voi kovin montaa TS:n omaa työkalua käyttää. Ennen kuin päästään mallintamaan, joudutaan laatimaan kokonainen komponenttikirjasto, jotta kaikki piirustukset olisivat oikean näköisiä. Tietomallinnuksen periaate on, että mahdollisimman vähän tehtäisiin muutoksia piirustuksen tuottamisvaiheessa. Pyritään mallintamaan oikean näköisiä elementtejä järkevällä tarkkuustasolla.

Tekla Structures -ohjelmalla voidaan tehdä *custom componentteja*, joiden avulla tuotetaan venäläisen normiston mukaisia elementtisuunnitelmia ja piirustuksia. Ongelmatonta Tekla Structures ohjelmalla mallintaminen ei ole ja monipuolisuudesta johtuen ohjelman käyttö on osattava hyvin ennen kuin mallintamalla suunnittelu onnistuu.

7.1 Mallintamisen haasteet ja ongelmat

7.1.1 Mallinnuksen tarkkuus

Tietomallia ei yleensä tehdä täysin tarkaksi. Pienimmät yksityiskohdat, kuten saumanauhat ja elementtien väliin tulevat eriste villat, jätetään pois mallista. Mallinnuksen tarkkuus on tässä työssä rajattu siten, että detajiiikkaa ei mallinneta. Tästä aiheutuu ongelma, miten esitetään detajitiedot piirustuksissa. Mallinnussuunnittelua tekevilla suunnittelutoimistoilla on eri keinoja esittää detajit. Jotkut tekevät detajit *Teklalla* 2D-piirtämällä ja osa tekee piirustukset esimerkiksi *Autocad*-ohjelmalla. Tulin siihen lopputulokseen, että tehdään *AutoCadilla* detajikirjasto, joka annetaan yhteistyökumppaneina toimiville elementtitehtaille. *TS:n* elementtipiirustuksiin tulee ainoastaan viittaus, jolla viitataan kirjastossa olevaan detajipiirustukseen. Tämä täytyy sopia erikseen jokaisen tehtaan kanssa.

7.1.2 Tiedon siirtäminen 2D-suunnitelmista tietomalliin

Suunnittelutoimistojen erot ohjelmistojen ja suunnittelukäytäntöjen välillä luovat ongelmia eri suunnitelmien yhteensovittamiseen. On olemassa IFC-formaatti, jonka avulla pystytään eri ohjelmilla tehtyjä suunnitelmia yhdistämään. Esimerkiksi arkkitehdin *ArchiCadilla* tekemä malli voidaan ottaa rakennemallin pohjaksi ja tarkastamaan pysyväkö rakennemalli arkkitehtimallin ”sisällä”.

Isompi ongelma tulee siinä vaiheessa, kun rakennemalli tehdään mallintamalla ja muut suunnitelmat tehdään 2D-suunnitteluna. Näidenkin suunnitelmien yhdistämiseen on keinoja, mutta virheiden määrä kasvaa ja tarvitaan enemmän huolellisuutta. Elementtipiirustus siirretään *TS:sta AutoCadiin* ja lähetetään LVIS-suunnittelijoille. Suunnittelijat merkkavat suunnitelmiin omat merkinnät ja lähettävät piirustukset takaisin. Saaduista piirustuksista rakennesuunnittelija siirtää LVIS-merkinnät *TS:n* elementtipiirustukseen. Jos esimerkiksi sähkö suunnitelmiin tulee muutoksia, siirretään piirustus uudestaan *Teklasta AutoCadiin*, joka lähetetään taas eteenpäin sähkösuunnittelijalle. Elementtitehtaalle lähtevä piirustus otetaan *TS:sta*, jotta piirustus olisi aina uusin versio.

7.1.3 Ongelmat mallintamisessa

TS:lla mallintamisen työkalut eivät toimi kaikilta osin. Mallinnusohjeista huolimatta jotkin komponentit eivät toimi niin kuin pitäisi. Myös dialogien piirustuksissa oli ristiriitaisuuksia. Työkalu, millä tehdään pieliteräkset ulko- ja sisäkuoreen, ei toiminut hakojen osalta oikein. Kyseinen työkalu on ohjelmoitutyökalu ja sitä ei pysty muokkaamaan itse.

Jos mallinnuksessa tekee jonkun virheen, ohjelma ei kerro välttämättä, mikä virhe on kyseessä ja sen etsiminen on aikaa vievää. Virheisiin kyllä aina löytyy syy ja monesti siihen tarvitsee *TS:n* teknisen tuen apua.

7.1.4 Piirustuksen luominen

Piirustuksen luonnissa suurimmaksi ongelmaksi tuli odotetusti venäjänkielisen tekstin näkyvyys. Venäjä-käyttöympäristöä käyttäessä ei saatu kirjaimia oikean näköiseksi ja työskentely Venäjä-käyttöympäristön kanssa osoittautui mahdottomaksi. Venäjätöiden kehitystyö on pahasti kesken ja sen toimiminen englanninkielisen *TS:n* kanssa on ongelmallista. Suomiympäristöllä piirustuksen luomisessa ei kovin isoja ongelmia ole, mutta niitä ongelmia ratkotaan tämän työn ulkopuolella.

7.2 Pohdinta

Ohjelma soveltuu hyvin elementtisuunnitteluun. Vaikka kyseessä on pelkkä elementtisuunnittelu urakka, on kannattavaa tehdä suunnitelmat *TS*-ohjelmalla, koska esi-

merkiksi siitä syntyvää elementtimallia voidaan käyttää myös työmaan suunnitteluun ja aikataulutukseen.

7.2.1 Custom componenttien arviointi

Kappaleessa 6 esitettyjen *custom componenttien* valmistus onnistui hyvin. *Custom componentit* toimivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta halutulla tavalla ja alkuperäiset tavoitteet *custom componenttien* toimivuudesta täyttyivät.

Custom componenttien mallinnusominaisuudet pyrittiin määrittelemään siten, että komponenttien määrä olisi mahdollisimman pieni eli mahdollisimman vähän eri mallinnusvaiheita tulisi. *Custom componenttien* muokkausominaisuuksia rajattiin siten, että mahdollisten mallinnusvirheiden määrä pienenesi.

Joidenkin mallinnusvaiheiden osat ovat yksinkertaisia ja niiden mallintaminen on helppoa ilman erillistä *custom componenttia*. Jos näitä osia pyrkii yhdistelemään yhdeksi *custom componentiksi* ja lisäämään *custom componenttiin* ominaisuuksia, joita ei itse osalla ole, pitkällä aikavälillä säästetään mallinnukseen käytettävää aikaa huomattava määrä. Tämä edellyttää, että *custom componentin* tarpeita ja ominaisuuksia mietitään tarkkaan ja sen toiminnasta tehdään yksinkertainen.

Vaatimukset tehtyjen *custom componenttien* toimivuudesta ovat alustavia ja tarpeet tarkentuvat, kun *custom componenttia* on käytetty oikeassa mallinnuksessa. Tarvittaessa *custom componenttien* toimivuutta voidaan muuttaa.

7.2.2 Mahdolliset jatkotutkimukset

Lisäinformaation saamiseksi on mallinnettava erilaisia elementtikohteista ja tutkittava niiden tuottamia tarpeita *custom componenteista*. Esimerkiksi aikaisemmin kuvattu ulkonurkkaliitos ei sovi kuin vaijerilenkkiliitoksiin ja muihin kohteisiin joudutaan laatimaan omat *custom componentit*.

Jotta tietomallia voidaan käyttää paremmin hyödyksi työmaalla, pitää tehdä tutkimuksia työmaasuunnittelun tarpeista ja saada tietoa tarvittavista komponenteista. Esimerkiksi rakennustelineistä ja muista työmaarakenteista tehdyille *custom componentille* olisi varmasti käyttöä työmaan ohjauksessa.

Kun suunnittelutoimiston ns. komponenttikirjasto on valmis, on syytä tehdä selvä ja yhdenmukainen mallinnusohje komponenteille. Työtä jouduttiin rajaamaan piirustusten tuottamisen osalta ja siinä on ilmeinen tarve lisätutkimuksille.

LÄHTEET

1. Penttilä H., Nissinen S. & Niemioja S. 2006 *Tuotemallintaminen rakennussuunnittelussa*. Helsinki: Rakennustieto Oy
2. YIT [verkkodokumentti]. Julkaisuaika tuntematon [viitattu 20.2.2011]. Etusivu>Media>Uutta>Julkaisut ja juttuja>-ing Engineering for Living>-ing 2/2007>Tietomalleissa reaaliaikaista tiedonhallintaa.
Saatavissa: www.yit.fi/palvelut/Ajankohtaista/julkaisut/47032/47039
3. Tekla [verkkodokumentti] Julkaisuaika tuntematon [viitattu 27.2.2011]. Etusivu>Ratkaisut> Rakennesuunnitteluun
Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/solutions/building-construction/structural-engineers/Pages/Default.aspx>
4. Tekla [verkkodokumentti] Julkaisuaika tuntematon [viitattu 27.2.2011]. Etusivu>Ratkaisut>Rakentaminen>Rakennesuunnittelijat>Yhteistoiminta
Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/solutions/building-construction/structural-engineers/collaboration/Pages/Default.aspx>
5. Tekla [verkkodokumentti] Julkaisuaika tuntematon [viitattu 1.3.2011]. Etusivu>Tietoa Teklasta>Lyhyesti
Saatavissa: <http://www.tekla.com/FI/ABOUT-US/FACTS-AND-FIGURES/Pages/Default.aspx>
6. Tekla [verkkodokumentti] Julkaisuaika tuntematon [viitattu 4.3.2011]. Etusivu>Tuotteet>Tekla Structures
Saatavissa: <http://www.tekla.com/FI/PRODUCTS/TEKLA-STRUCTURES/Pages/Default.aspx>
7. Senaatti-kiinteistöt [verkkodokumentti] 31.12.2007 [viitattu 6.3.2011]. Etusivu>Kumppaneille>Rakennuksen tietomallionnus (BIM)>Osa 5: Rakennesuunnitteluun
Saatavissa:
http://www.senaatti.com/tiedostot/Tietomalli_2007_Osa1_Yleinen_osuus.pdf

8. Myllylä, M.-T. 2009. *Tekla Structures –ohjelman soveltaminen venäläisessä käyttöympäristössä*. Helsinki: Metropolia-ammattikorkeakoulu, Rakennustekniikan osasto, Rakennetekniikka. Insinööritoimisto.
9. Rakennesuunnittelijan tehtäväluettelo [verkkodokumentti] 12.8.2008 [viitattu 30.4.2011]
Saatavissa: <http://www.rakli.fi/attachements/2008-12-16T08-49-0566.pdf>
10. Valjus J., Varis M., Penttilä H. & Nissinen S. 2006 *Tuotemallintaminen rakennesuunnittelussa*. Helsinki: Rakennustieto Oy
11. VTT [verkkodokumentti] Julkaisuaika tuntematon [viitattu 14.4.2011].
Saatavissa:
http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_rakennesuunnittelu_hje_syyskuu2004.pdf
12. Honkanen, Antti. 2011. Sortim Oy. Kuopio 14.3.2011. Haastattelu.
13. Senaatti-kiinteistöt [verkkodokumentti] 31.12.2007 [viitattu 6.3.2011]. Etusivu>Kumppaneille>Rakennuksen tietomallionnus (BIM)>Osa 5: Rakennesuunnitteluun
Saatavissa:
http://www.senaatti.com/tiedostot/Tietomalli_2007_Osa5_Rakennesuunnittelu.pdf
14. Elementtisuunnittelu [verkkodokumentti] Julkaisuaika tuntematon [viitattu 14.4.2011]. Etusivu>Suunnitteluprosessi>Mallintava suunnittelu
Saatavissa:
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu#>
15. Rakentamisen projektidokumentaatiojärjestelmä. *Laite-, tuote- ja materiaalispesifikaatioiden laadintaohjeet*. GOST 21.101–95. Valtioiden välinen standardi. Käännös. Moskova.1995
16. Soikkeli, A. Tekla Oyj. Erilaisia numerointitapoja ja ohjeita numerointiin [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Terhi Honkanen. Lähetetty 7.3.2011 [viitattu 15.3.2011]

EW-elementtien suunnitteluun tarvittavat lähtötiedot:

Arkkitehdiltä:

- pvm _____ Voimassa oleva piirustusluettelo
- pvm _____ Pohjapiirustukset, jotka piirretty oikein ja mitoitettu. Elementtien mitat ja aukot voidaan mitata kuvasta. Jokaisesta kerroksesta, jossa on eripaksuisia seiniä, on oltava oma piirustus.
- pvm _____ Julkisivupiirustukset, joiden oltava yhdenmukaiset pohjapiirustuksien kanssa. Piirustuksista selvittävät uritukset, upotukset, rappaus- ja elementtipintojen sauma ja elementtien nurkkasaumat.
- pvm _____ Leikkauspiirustukset, joista ilmenee ulko-ovien, parvekkeenovien, ja ikkunoiden liitokset. Lisäksi oltava piirustukset räystäistä, rappaus- ja elementtipintojen liitoksesta ja muista mahdollisista julkisivuihin tulevista kiinnityksistä.

Rakennesuunnittelijalta:

- pvm _____ Voimassa oleva piirustusluettelo
- pvm _____ Pohjapiirustukset, runko, yhden mukainen arkkitehdin piirustuksen kanssa. Jokaisesta kerroksesta, jossa on eripaksuisia seiniä, on oltava oma piirustus. Piirustuksista selvittävät parvekkeiden putkien sijainnit.
- pvm _____ Pohjapiirustukset, elementtikaaviot, jossa alustava elementtijako
- pvm _____ Tyypielementti EWR
- pvm _____ Tyypielementti EWS
- pvm _____ Tyypielementti SP
- pvm _____ Tyypielementti PP
- pvm _____ Rauditusohjeet EWS. Yksiselitteiset rauditusohjeet kantavien ulkoseinien osalta. Rauditusohjeet oltava kyseenomaisesta kohteesta. Ohjeet oltava pystyteräksistä, vaakateräksistä, pieliteräksistä, aukko-palkeista, aukkojen pielistä, saumat (lenkit + vaarnat). Jos käytetään vaijerilenkkejä, niin niiden tarvitsema lisäraudoitus.
- pvm _____ Leikkauspiirustukset. Alustavat elementtiliitokset, paikallavalujen ja elementtien liitokset, parvekeliitokset ja muut mahdolliset julkisivuihin tulevat kiinnitykset.

Tilaaajalta:

pvm _____

Kohteen nimiö

pvm _____

Nosturikaavio

Elementtisuunnittelijan tehtävistä ennen elementtikuvien sarjatuotantoa:

pvm _____

Tarkasta että arkkitehdiltä, rakennesuunnittelijalta ja tilaaajalta on tarvittavat lähtötiedot. Jos joitakin tietoja puuttuu, laita sähköpostilla kysely, joka menee aina myös tilaaajalle.

pvm _____

Tee lopulliset liitosdetaljit

pvm _____

Päivitä elementtijako, tarkasta painot

pvm _____

Tee mallielementit huolella

pvm _____

Tarkastuta ikkuna- ja oviliitokset arkkitehdillä ja hyväksytä piirustus tilaaajalla.

pvm _____

Tarkasta että sähkösuunnittelijalla on sähkösuunnitelmat

pvm _____

Toimita sähkösuunnittelijalle elementtikaaviot ja pyydä lista sähköistettävistä elementeistä.

pvm _____

Tarkasta ja päivitä piirustusluettelo

PW-elementtien suunnitteluun tarvittavat lähtötiedot:

Arkkitehdiltä:

pvm _____ Pohjapiirustukset, jotka piirretty oikein ja mitoitettu. Elementtien mitat ja aukot voidaan mitata kuvasta. Jokaisesta kerroksesta, jossa on eripaksuisia seiniä, on oltava oma piirustus.

Rakennesuunnittelijalta:

pvm _____ Pohjapiirustukset, runko, yhden mukainen arkkitehdin piirustuksen kanssa. Jokaisesta kerroksesta, jossa on eripaksuisia seiniä, on oltava oma piirustus.

pvm _____ Pohjapiirustukset, elementtikaaviot, jossa alustava elementtijako

pvm _____ Tyypielementti PW

pvm _____ Rauditusohjeet PW. Yksiselitteiset rauditusohjeet väliseinien osalta. Rauditusohjeet oltava kyseenomaisesta kohteesta. Ohjeet oltava pystyteräksistä, vaakateräksistä, aukkopalkeista, aukkojen pielistä, saumat (lenkit + vaarnat). Jos käytetään vaijerilenkkejä, niin niiden tarvitsema lisäraudoitus.

Tilaaajalta:

pvm _____ Kohteen nimiö

pvm _____ Nosturikaavio

Elementtisuunnittelijan tehtävälista ennen elementtikuvien sarjatuotantoa:

pvm _____ Tarkasta että arkkitehdiltä, rakennesuunnittelijalta ja tilaaajalta on tarvittavat lähtötiedot. Jos joitakin tietoja puuttuu, laita sähköpostilla kysely, joka menee aina myös tilaajalle.

pvm _____ Tee lopulliset liitosdetaljit

pvm _____ Päivitä elementtijako, tarkasta painot


pvm _____ Tee mallielementti huolella

pvm _____ Tarkasta että sähkösuunnittelijalla on sähkösuunnitelmat

pvm _____ Toimita sähkösuunnittelijalle elementtikaaviot ja pyydä lista sähköistettävistä elementeistä.

pvm _____ Tarkasta ja päivitä piirustusluettelo

Elementtipiirustusten liiteenä oleva materiaaliluettelo:

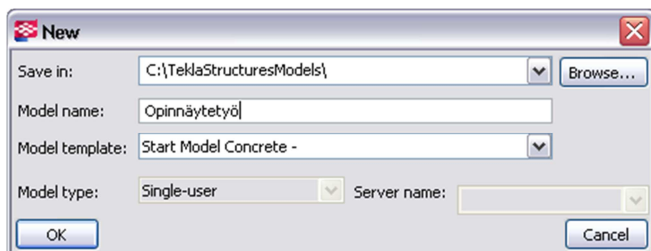
СПЕЦИФИКАЦИЯ							
№	Обозначение	Название	Кол.	Масса	Всего		
<u>Сборочные единицы</u>							
1	ГОСТ 5781-82	Ø8 А-I, L=1190	12	0,5	5,6		
6	ГОСТ 5781-82	Ø6 А-I, L=655	8	0,1	1,2		
7	ГОСТ 5781-82	Ø12 А-III, L=600	2	0,5	1,1		
9	ГОСТ 5781-82	Ø16 А-I, L=2500	2	3,9	7,9		
10	ГОСТ 5781-82	Ø6 А-III, L=3040	2	0,7	1,3		
11	ГОСТ 5781-82	Ø10 А-III, L=3040	4	1,9	7,5		
12	ГОСТ 5781-82	Ø10 А-III, L=2940	4	1,8	7,3		
13	ГОСТ 5781-82	Ø8 А-III, L=3090	4	1,2	4,9		
14	ГОСТ 5781-82	Ø8 А-III, L=2940	4	1,2	4,6		
19	ГОСТ 5781-82	Ø10 А-III, L=800	4	0,5	2,0		
20	ГОСТ 5781-82 (# Ø 6 / 6 - 150 / 150)	А-III, 2940 * 3040	8,9 м2		26,4		
21	ГОСТ 5781-82 (# Ø 4 / 4 - 150 / 150)	А-III, 2940 * 3090	9,1 м2		11,9		
22	ГОСТ 5781-82	Ø10 А-III, L=1000	4	0,6	2,5		
23	ГОСТ 5781-82	Ø8 А-III, L=1000	4	0,4	1,6		
<u>Материалы</u>							
	внутренний слой	бетон класса В25			0,64 м3		
	внешний слой	бетон класса В25			0,5 м3		
	теплоизоляция	h= 150 мм			1, м3		
	деревянный брус	50мм x 120мм			7,24м		
	Изолирующая муфта	AJ 10.20 / AJ10.25			0 / 0		
	Соединители труб	AJ20 / AJ25			0 / 0		
	Ввод	AN20 / AN25			0 / 0		
	Соединительная коробка	ENSTO AU8 + PM107			0 + 0		
	Монтажная коробка	ENSTO AU 3.2 + PMR1441			0 + 0		
	гибкий удлинитель	TJ20S / TJ25S			0 / 0		
	электрическая труба	JM20 / JM25			,м / ,м		
*- готовый закладной элемент компании Semtu Oy							
**- готовый закладной элемент компании Reikko Oy							
			xxxx		КЖ		
Изм.	Кол.	Лист	Док	Подпись	Дата		
ГИП					--..09	Стадия	Лист
Гл.констр.					--..09	P	1006.3
Нач.группы					--..09	Листов	
Проверил					--..09		
Разработал.					--..09		
						Стеновая панель EWR- 1 (xx шт.)	

Elementtimallin mallinnusohje

Tämä ohje laaditaan Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy:n käyttöön. Mallinnusohje sisältää opinnäytetyöhön tehtyjen komponenttien toimintaohjeen ja ohjeen muutamien raudoitustyökalujen käyttöä varten. Tehdyt komponentit ovat seinä-, kulmaliitos- ja vaakaliitostyökalu. Näiden lisäksi ohjeessa selvitetään teräsverkkojen, reunaterästen, kulmaterästen ja nostolenkkien mallintaminen. Jotkin työkalut ovat hyvin yksinkertaisia ja niitä kehitetään tuonnempana elementtisuunnittelun tarpeita ajatellen. Eri vaiheiden mallinnusjärjestyksellä on suuri merkitys komponenttien oikein toimimisen kannalta. Ohjeessa esitettyä järjestystä käyttämällä varmistetaan komponenttien oikein toimiminen ja vältetään myöhemmiltä ongelmilta. Tässä ohjeessa keskitytään pelkästään sandwich-elementtien mallintamiseen. Ohjeessa käsitellään projektia siten, että mitään alustavia malleja ei saada. Markkinat ovat nykyään hyvin ohjelmistorikkaat eli eri suunnittelutoimistot käyttävät eri ohjelmia suunnitteluun ja nämä ohjelmat eivät välttämättä toimi yhdessä kovin hyvin, mikä luo rajoituksia tietomallin käytölle.

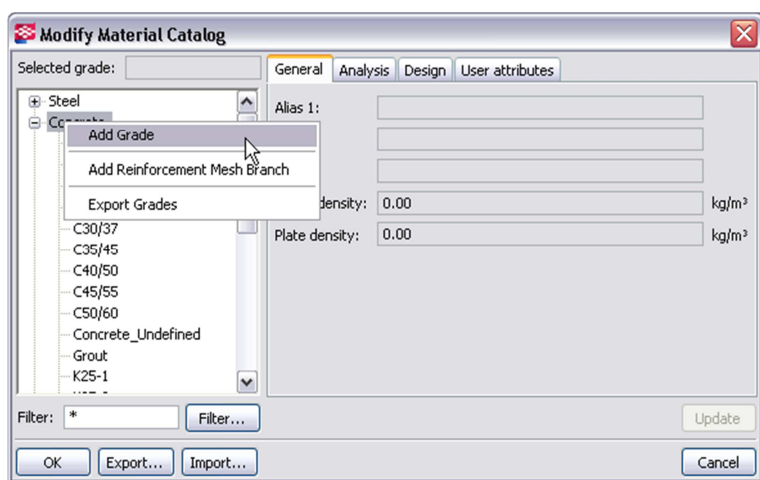
TS -ohjelmalla mallinnus alkaa yleensä mallintamiseen liittyvien asetusten säätämällä. Jos käytössä ei ole vielä aloituspohjaa, johon on asetukset säädetty valmiiksi, joudutaan asetukset säätämään itse ja tarvittavat komponentit hakemaan hakemistosta tai toisesta mallista.

1. Avataan Tekla Structures 17.0.
2. Avautuvasta dialogista valitaan ympäristö, suunnittelussa oleva rooli ja lisenssi. Valitaan tätä ohjetta varten käyttöympäristöksi Suomi, rooliksi *FIN All* ja lisenssiksi *Full*, joka antaa laajimmat mahdolliset oikeudet ohjelman käyttöön. Lopuksi painetaan "OK".
3. Aloitetaan uusi projekti kohdasta *file>new*. Avautuvasta dialogissa valitaan tallennuspaikka mallin nimi ja aloituspohja. Lisäksi valitaan mallin tyyppi (*Single-user/Multi-user*). *Multi-user* tyyppi mahdollistaa sen, että useampi suunnittelija voi tehdä samaa mallia. Tässä ohjeessa ei puututa mallin tyyppiin ja ohje tehdään tyypillä *Single-user*. Valitaan tallennuspaikaksi *C:\TeklaStructuresModels*, Mallin nimeksi Opinnäytetyö ja aloituspohjaksi Start model Concrete. Tulevaisuudessa käytetään yrityskohtaista SORTIM-aloituspohjaa. Valinnat hyväksytään painamalla "OK". (kuva 1)



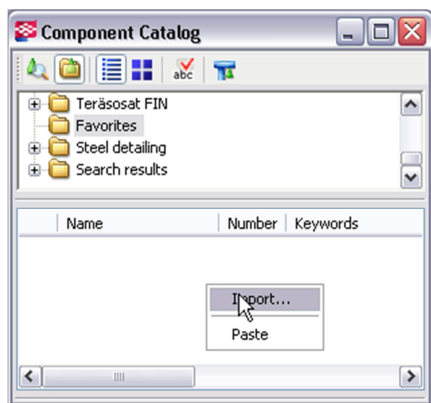
Kuva 1. New Model

4. Avautuu dialogi, josta valitaan näkymät. Oletuksena siinä on 3d, joka valitaan aktiiviseksi painamalla nuolta oikealle. Samalla teksti *3d* siirtyy kohdasta *Named views* kohtaan *Visible views*. Lopuksi painetaan hiirellä "OK".
5. Projektin aloituspohja on avautunut ja seuraavaksi tarkistetaan tarvittavat materiaalit ja komponentit löytyvät ja asetukset ovat oikeat. Materiaalit löytyvät kohdasta *modeling>material catalog*. Ohjeessa tarvittavat materiaalit löytyvät, joten niitä ei lisätä. Materiaaleja voi lisätä painamalla hiiren oikeaa näppäintä esimerkiksi kohdan "concrete" päällä ja valitsemalla *Add grade*, jonka jälkeen määrätään materiaalille nimi ja materiaaliominaisuudet. (kuva 2)



Kuva 2. Material catalog

6. Seuraavaksi tarkistetaan onko tarvittavat komponentit aloituspohjassa. Avataan komponenttikatalogi komennolla "Ctrl+F". Katalogista etsitään tarvittavat komponentit ja lisätään puuttuvat. Komponentit lisätään painamalla hiiren oikeaa näppäintä katalogin pohjan päällä ja valitsemalla "Import...". (kuva 3)

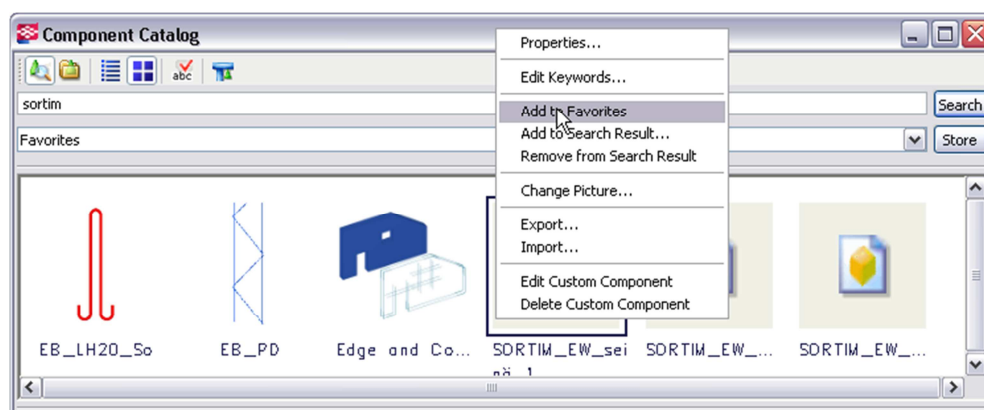


Kuva 3. Component catalog

7. Haetaan hakemistosta yksi elementtikomponentti ja kaksi liitoskomponenttia. Komponentit löytyvät kohdasta *custom*.

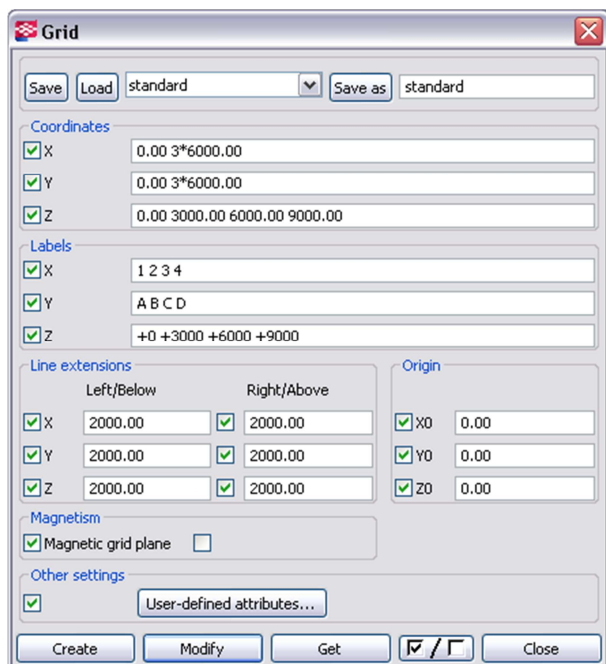
- SORTIM_EW_seinä_1.uel
- SORTIM_EW_ulkonurkkaliitos_1.uel
- SORTIM_EW_välipohjaliitos_1.uel

8. Komponentit kannattaa liittää suosikit kansioon, josta ne löytyvät helpommin. Tarvittavat komponentit liitetään suosikit kansioon painamalla hiiren oikeaa näppäintä komponentin kuvakkeen päällä ja valitsemalla valikosta *add to favorites*. (kuva 4)



Kuva 4. Add to favorites.

9. Kun tarvittavat asetukset on tehty, aloitetaan itse mallintaminen. Mallinnus alkaa muokkaamalla moduuliverkko projektia vastaavaksi. Tuplaklikkaamalla moduuliverkkoa avautuu dialogi, josta pystyy muuttamaan verkon ominaisuuksia.

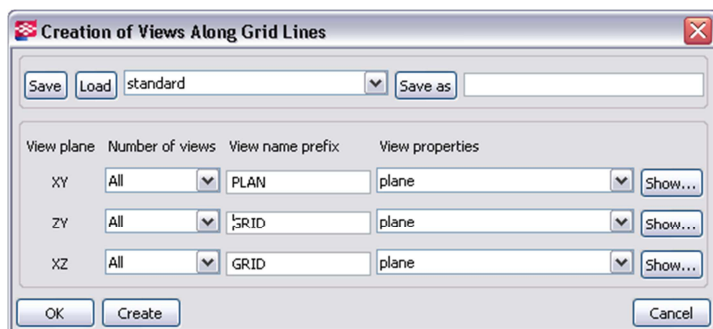


Kuva 5. Grid verkon muokkaaminen

10. *Cordinates* -kohdassa muutetaan verkon mittoja. Kohdat X, Y ja Z ovat *distance list* tyyppiä. Esimerkiksi kohdassa X ensimmäinen viiva on nollassa ja seuraavat kolme viivaa ovat 6000mm välein. Jos halutaan erilaisia mittoja, erotetaan mitat välilyönneillä. Jos halutaan, että ensimmäinen viiva on nollassa ja kaksi seuraavaa on 2000mm välein ja kolme sitä seuraavaa 5000mm välein, on numero sarja "0.00 2*2000.00 3*5000.00". (kuva 5)

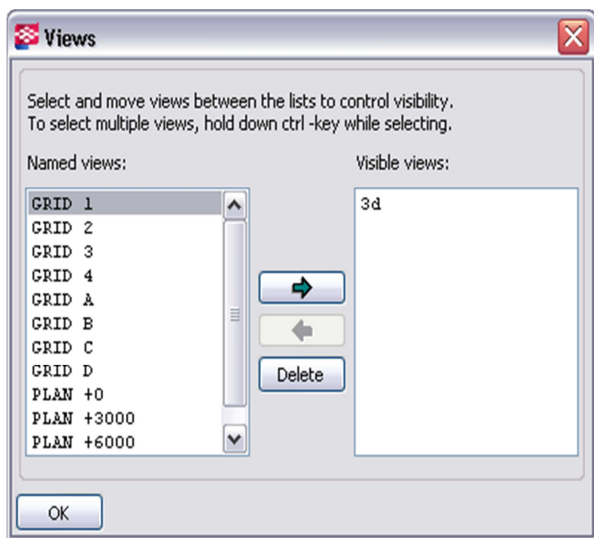
11. Moduuliviivojen numerot ja kirjaimet syötetään kohdassa *label*. Nimet erotetaan välilyönneillä. Kohdassa *line extensions* määrätään viivojen alku- ja loppupisteiden pituudet. Kohdassa *origin* määrätään moduuliverkon origo. Tehdyt muutokset hyväksytään painamalla "modify". TS -ohjelma kysyy vielä varmistuksen muokkauksiin. Painamalla kohtaa "yes" muutokset tapahtuvat.

12. Tehdään näkymät moduuliviivojen kohdalle kohdasta *view>create view of model>along grid lines*. Avautuu dialogi, josta määrätään näkymien valmistus. (kuva 6)



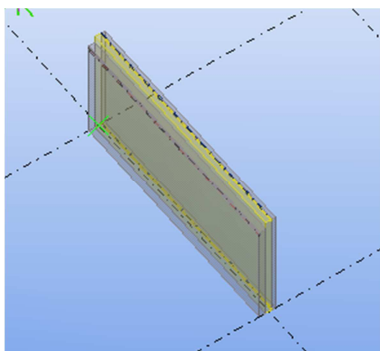
Kuva 6. Näkymien luonti

13. Varmistetaan, että kaikki kohdat ovat yllä olevan kuvan mukaisia ja painetaan "create".
Avautuu näkymä lista. (kuva 7)



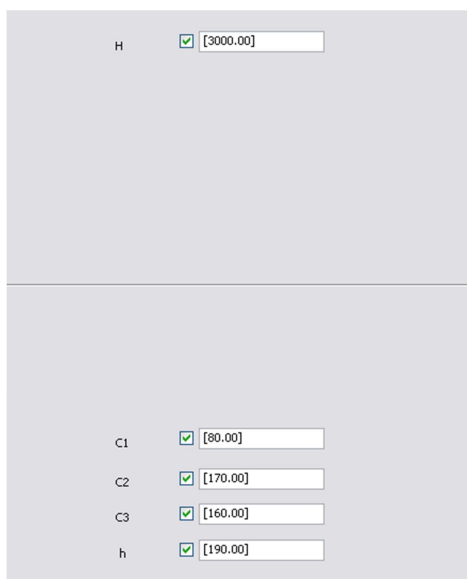
Kuva 7. View list

14. Tästä listasta voi valita mitkä näkymät on aktiivisia ja mitkä eivät. Tässä kuvassa ei ole kuin 3d-näkymä aktiivinen. Näkymiä voi lisätä valitsemalla ne vasemmasta laatikosta ja "siirtämällä" ne nuolella oikeaan laatikkoon. (kuva 7) Kun on valittu tarvitut näkymät, painetaan hiirellä "OK". Näkymiä voi nyt vaihdella painamalla "Ctrl+Tab".
15. Seuraavaksi mallinnetaan seinät ja sijoitetaan ne oikein moduuliviivan nähden. Avataan komponenttikatalogi ja valitaan komponentti *SORTIM_EW_seinä*. Annetaan seinälle aloituspiste ja lopetuspiste. Seinän pitäisi näyttää kuvan 8 mukaiselta. Seinä voi näkyä kuvasta poiketen pelkästään ääriviivoina, läpinäkymättömänä tai mustana. Klikkaamalla kerran seinää nähdään seinän aloitus- ja lopetuspiste. Aloituspiste on keltainen ja lopetuspiste on punainen. Huom! Seinän sisäkuori tulee viivan vasemmalle puolelle ja ulkokuori oikealle puolelle aloituspisteestä lopetuspisteeseen katsottuna. (kuva 8)



Kuva 8. SORTIM_EW_seinä_1

16. Mallinnetaan kolme seinää ja asetetaan ne oikeille paikoille moduuliviivoihin nähden. Oletetaan että viivojen pitäisi kulkea kantavan seinän sisäkuoren puolella välissä. Seinä piiryy siten, että moduuliviiva on eristeen puolella välin. Seinät pitää siirtää siten, että viiva kulkee sisäkuoren puolella välissä ja nurkissa olevat pisteet ovat päällekkäin. Tässä vaiheessa valitaan seinän kuorten paksuudet. Ulkokuori on 80mm, eriste on 170mm ja sisäkuori on 160mm paksu. Seinän korkeus on tässä vaiheessa 3000mm. Asetetaan ne klikkaamalla seinää kahdesti ja syöttämällä ne avautuvassa dialogissa kuorten paksuuksille varattuun kohtaan. (kuva 9)

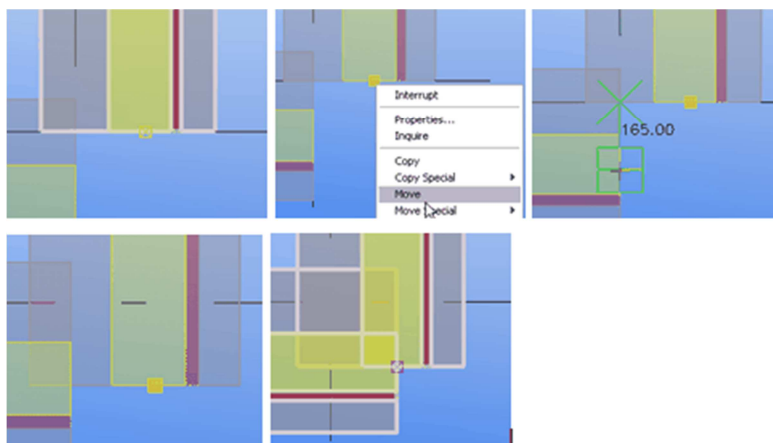


H	<input checked="" type="checkbox"/>	[3000.00]
c1	<input checked="" type="checkbox"/>	[80.00]
c2	<input checked="" type="checkbox"/>	[170.00]
c3	<input checked="" type="checkbox"/>	[160.00]
h	<input checked="" type="checkbox"/>	[190.00]

Kuva 9. Seinän mitat

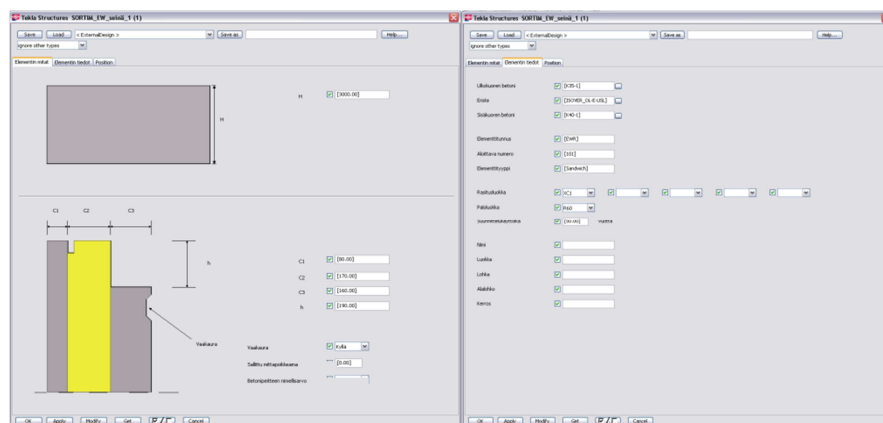
17. Siirretään seiniä ulospäin 165mm *move* komennolla. Moduuliviiva kulkee tällöin 160mm paksun seinän puolella välin. Siirron yhteydessä seinien päätepisteiden sijainti muuttuu ja ne pitää siirtää takaisin päällekkäin. Päätepisteiden sijainti on tärkeää liitoskomponentin toimimisen kannalta.

18. Klikataan hiirellä kerran seinää siten, että se tulee aktiiviseksi ja pisteet tulevat näkyviin. Valitaan siirrettävä päätepiste klikkaamalla sitä kerran hiirellä. Siirretään pistettä *move* komennolla siten, että se on toisen seinän puolella välin. Seinä pitenee pisteen mukana. Siirretään myös toinen seinä siten, että pisteet ovat päällekkäin. (kuva 10)



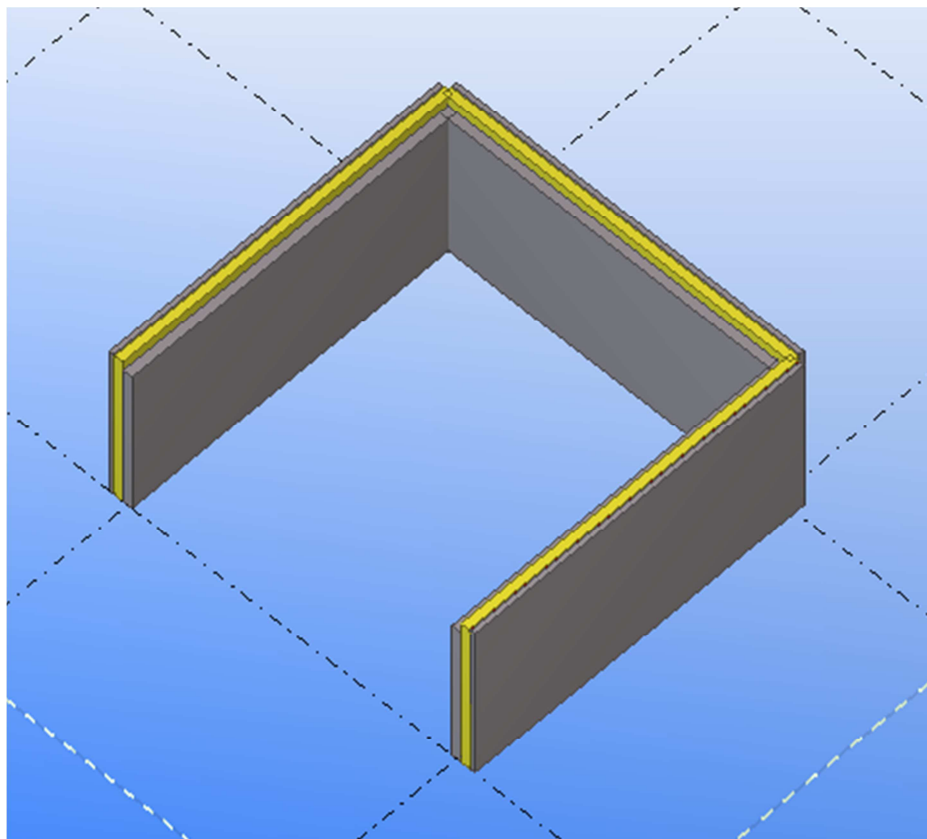
Kuva 10. Pisteiden siirto

19. Kun seinät ovat paikoillaan, tehdään seiniin loput tarvittavat muutokset. Valitaan seinän korkeus ja onko kyseessä kantava vai ei kantava seinä. Ensimmäisellä välilehdellä syötetään elementin ulkomuotoon vaikuttavat asiat ja toisella välilehdellä syötetään kaikki elementin tiedot. Täytetään kaikki kentät tiedossa olevilla arvoilla. Jos jotakin tietoa ei tiedetä, kenttä jätetään tyhjäksi. Kun kyseiset tiedot on syötetty, hyväksytään ne painamalla "modify" ja sulkemalla dialogi oikean yläkulman rastista.



Kuva 11. Elementin mitat ja tiedot

20. Kaikkiin seiniin tehdään tarvittavat muutokset. Kaikki on tässä kerroksessa vielä kantavia seiniä, joten kaikkiin tulee samat muutokset. Vaakaura tulee vain kantamattomiin seiniin, joten se otetaan pois. Sallittu mittapoikkeama on 0mm ja betonipeitteen nimellisarvo on 30mm. Laattavaruuksen korkeus on 190mm. (kuva 11)

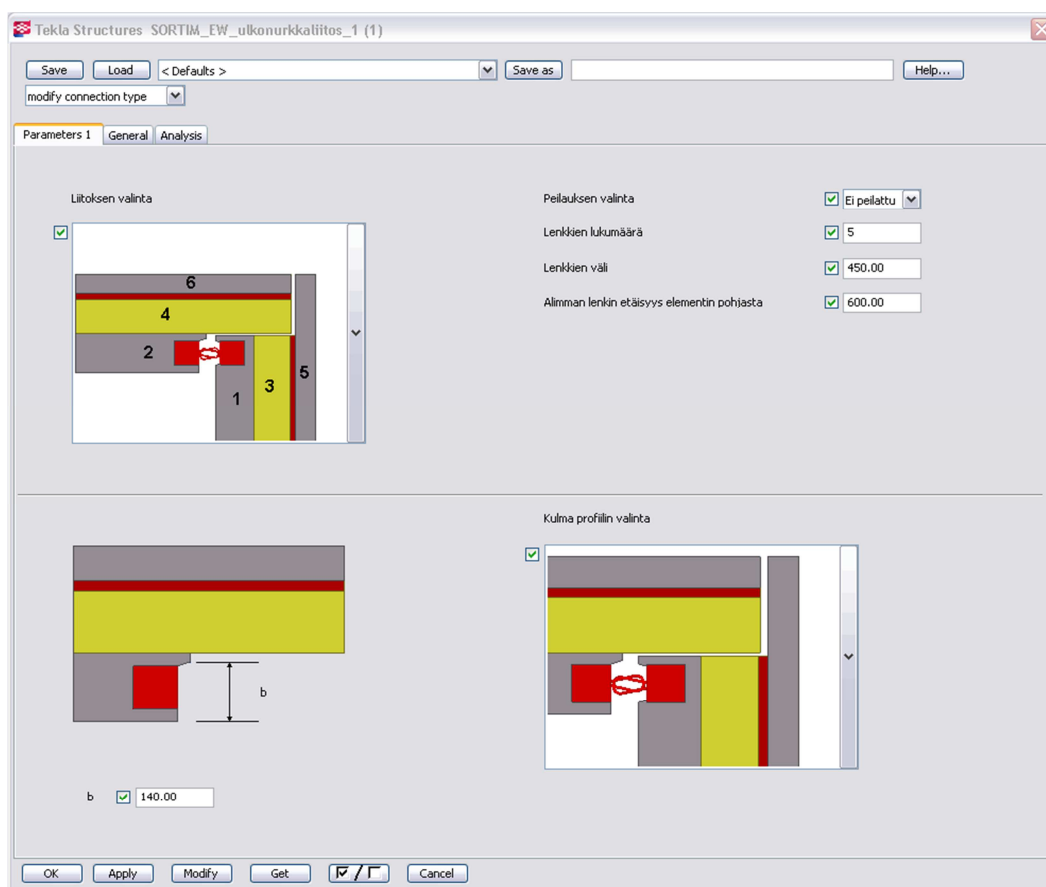


Kuva 12. Malli näyttää tältä.

Ulkonurkkaliitoksen mallintaminen

Nurkkaliitostyyppjä on useita erilaisia. Liitostyyppin määrää yleensä arkkitehdin saumojen suunnat ja normit liitoksen kestävyuden osalta. Liitoksen toiminta on tehty siten, että yhdellä komponentilla tehdään useita eri liitosvaihtoehtoja ja liitostyökalun käyttäminen on helppoa.

1. Kun seinät ovat oikeilla paikoilla, päätepisteet ovat päällekkäin ja seinän tiedot on syötetty, mallinnetaan kulmiin liitokset. Liitokset tehdään komponentilla SORTIM_EW_ulkonurkkaliitos_1.
2. Avataan *component catalog* painamalla "Ctrl+F". Valitaan kyseinen komponentti lehdeltä *favorites*. Tuplaklikataan liitoksen kuvaketta, josta avautuu komponentin dialogi.
3. *Liitoksen muoto ja tiedot* -välilehdeltä valitaan kantavien seinien välinen liitos. Syötetään muutkin tarvittavat tiedot. Varmistetaan, että liitos on "ei peilattu" ja *General* -välilehdellä kohdassa *up direction* lukee *auto*. Muutokset hyväksytään painamalla "Apply" ja "OK". (kuva 13)



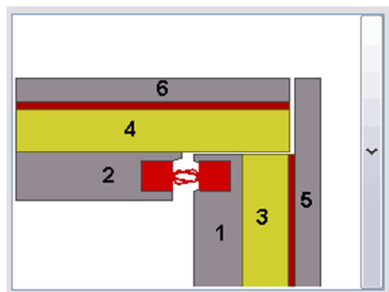
Kuva 13. SORTIM_EW_ulkonurkkaliitos_1:n dialogi.

4. Kun tarvittavat muutokset on tehty, asetetaan liitos paikoilleen. Varmistetaan, että alapalkissa on päällä toiminto *select objects in components* (kuva 14) ja liitos on edelleen valittuna komponenttikatalogissa.



Kuva 14. Select objects in components.

5. Liitos asetetaan paikoilleen klikkaamalla jokaista kuorta. Kuorien klikkausjärjestys näkyy dialogissa olevasta kuvasta (kuva 15). Kun kaikki kuoret on valittu, hyväksytään liitoksen valmistus painamalla hiiren rullaa. Liitos valmistuu. Tuplaklikkaamalla liitosta (vihreä kartio) avautuu liitoksen dialogi, josta varmistetaan, että tiedot eivät ole muuttuneet.



Kuva 15. Kuorten valinta järjestys

6. Kun liitos on tehty, tehdään toinen liitos edellisen peilikuvana. Liitos tehdään muuten samoin kuin edellinen, mutta kohtaan *peilauksen valinta* laitetaan *peilattu* ja *generalvälilehdellä* laitetaan *up direction* kohtaan *-z*. Kuorten valinta järjestys muuttuu osittain peilikuvaksi. Järjestys on 2,1,4,3,6 ja 5. Seinien villaurat eivät seuraa liitosta, mutta ne saa korjattua klikkaamalla seinää kahdesti ja valitsemalla *modify*. Jokaista seinää on klikattava erikseen kahdesti, jotta jokaisen seinän omat tiedot ja muodot säilyvät. Seinää klikatessa on oltava alapalkin *select components* päällä.

Raudoitusten mallintaminen

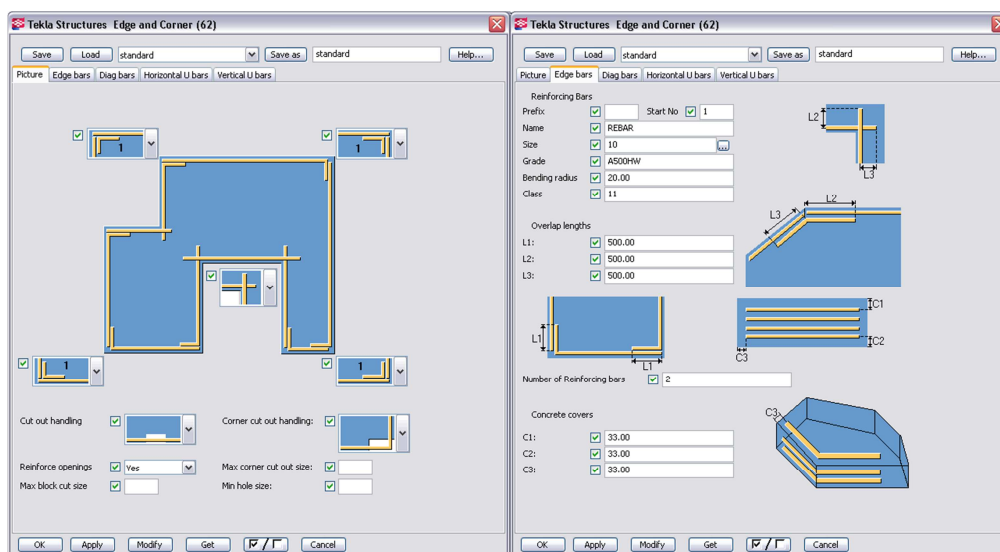
Raudoitustyökalut ovat tällä hetkellä vielä TS:n omia työkaluja ja jotkut niistä ovat monimutkaisia käyttää. Raudoitustyökaluja kehitetään siten, että raudoitusten tekeminen on helppoa ja nopeaa. Kaikki työkalut eivät toimineet halutulla tavalla. Niiden dialogien kuvissa ja toiminnoissa oli ristiriitoja, joita selvitetään.

1. Kun liitokset on mallinnettu, laitetaan seiniin *teräkset* ja muut elementin osat. Verkot tehdään *create reinforcement mesh* työkalulla ja pieliteräkset tehdään *edge and corner reinforcement (62)* –komponentilla (kuva 16). Nostolenkit ja ansaat asennetaan yksittäin paikoilleen. Tässä mallissa käytetään Peikko Finland Oy:n osia.



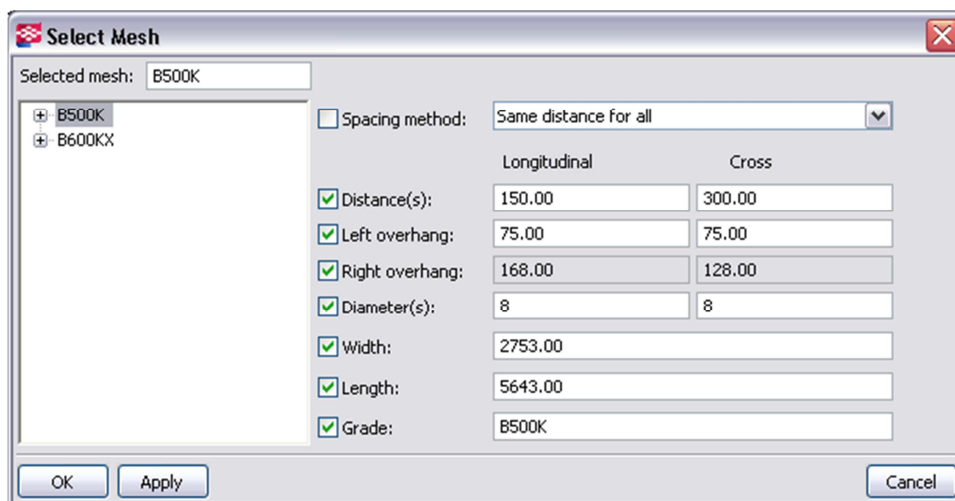
Kuva 16. Edge and corner reinforcement

2. Ensiksi mallinnetaan pieliteräkset. Painetaan hiirellä kahdesti *edge and corner reinforcement (62)* komponentin kuvaketta. Tehdään tarvittavat muutokset. Tällä työkalulla ei tehdä hakoja vaan ne tehdään toisilla työkaluilla, joten niihin välilehtiin kohtaan *create U bar* laiteetaan *no*. Välilehtiin *picture* ja *edge bars* syötetään tarvittavat asetukset ja sen jälkeen painetaan *select objects in components* päällä sitä kuorta mihin pieliteräkset halutaan. Tehdään sama ulkokuorelle. Jos seinässä on aukkoja, muokataan myös välilehden *diag bars* tiedot oikeiksi. (kuva 17)



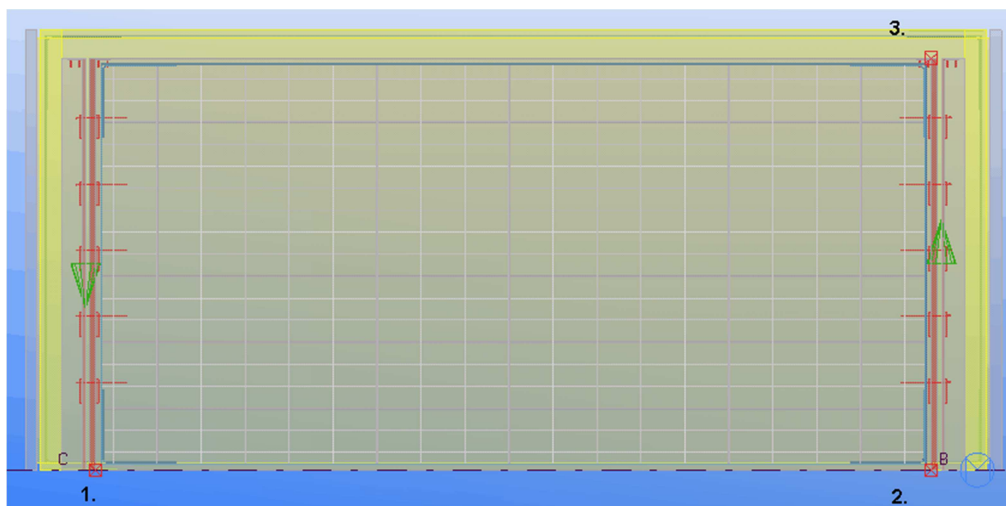
Kuva 17. Edge and corner reinforcement dialogi

- Pieliterästen jälkeen mallinnetaan teräsverkot ulko- ja sisäkuoriin. Valitaan *create reinforcement mesh* – työkalu. Klikataan yläpalkissa olevaa kuvaketta kahdesti. Verkkotyökalun dialogi, jonne tehdään tarvittavat muutokset. Mitataan sisä- ja ulkokuoren pituus ja korkeus, jotta tiedetään verkon koko.
- Painetaan *create reinforcement mesh* dialogissa *mesh* kohdasta ”select”. Avautuu teräsverkko luettelo. (kuva 18)



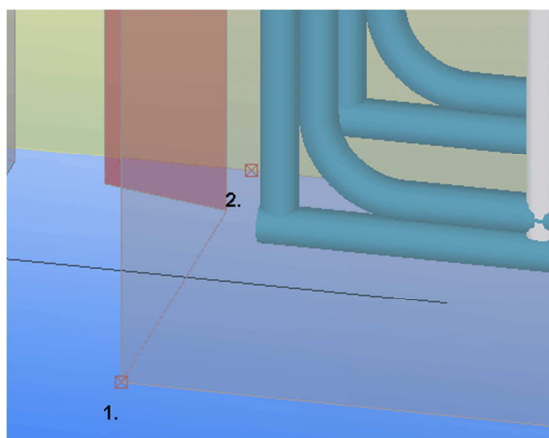
Kuva 18. Custom mesh

- Luettelosta valitaan oikea teräsverkon koko. Jos sitä ei löydy luettelosta, valitaan mahdollisimman lähellä oleva koko ja muokataan sitä.
- Kun koot ja suojaetäisyydet on syötetty oikein, klikataan kerran sitä kuorta, johon verkko halutaan. Sen jälkeen annetaan kolme pistettä. Pisteet klikataan oikeassa järjestyksessä ja ne pitää olla samassa pinnassa jotta verkko tulee suoraan. Suoja etäisyydet mitataan siitä pinnasta johon pisteet on mitattu. Kuvasta 19 selviää sisäkuoren uloimman verkon klikkausjärjestys. Kun pisteet on annettu, hyväksytään verkon mallinnus painamalla hiiren rullaa. Lopuksi tarkistetaan verkon sijainti ja suojaetäisyydet.



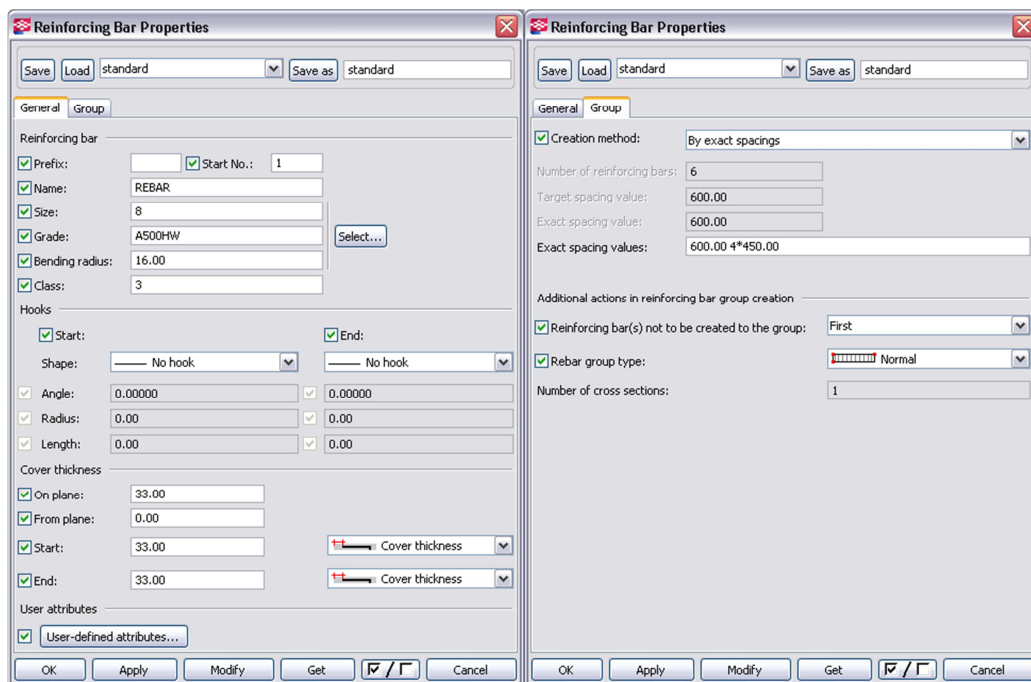
Kuva 19. Verkon pisteiden valinta järjestys

7. Sisäkuoren sisemmän verkon pisteet valitaan samaan kohtaan kuin uloimman verkon pisteet, mutta kuoren toiseen pintaan. Kuvassa 20 piste 1. on uloimman verkon aloituspiste ja piste 2. on sisemmän verkon aloituspiste. Lisäksi uloimman ja sisemmän verkon ero on suojaetäisyydessä. Sisemmällä verkolla *from plane* kohdassa on 33 mm ja uloimmalla verkolla kyseisessä kohdassa on -33 mm.



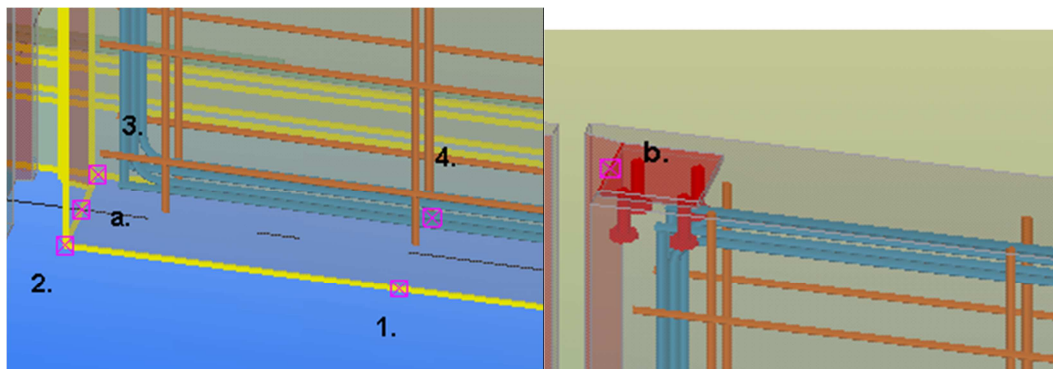
Kuva 20. Sisä- ja ulkoverkon aloituspisteiden sijainti

8. Mallinnetaan yksi verkko ulkokuoreen samalla tavalla kuin mallinnettiin sisäkuoreen.
9. Jokaisen vaijerilenkin kohdalle tulee haka, jotka mallinnetaan *create reinforcing bar group* – työkalulla. Klikataan kaksi kertaa yläpalkissa olevaa kuvaketta, jolloin avautuu työkalun dialogi. Sinne syötetään teräsryhmän tiedot. (kuva 21)



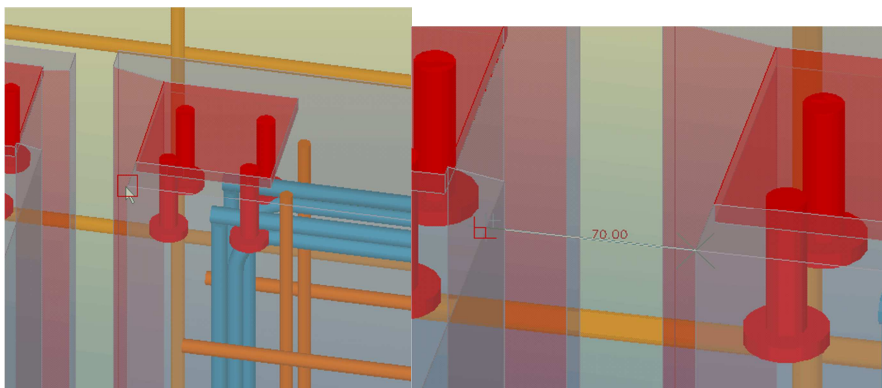
Kuva 21. Teräksen ja teräs ryhmän tiedot.

10. Kun tiedot on syötetty, mallinnetaan raudoitusryhmä paikoilleen. Klikataan sitä kuorta, johon ryhmä halutaan mallintaa. Sen jälkeen annetaan pisteet, joiden mukaan teräksen muoto määräytyy. Lopuksi annetaan pisteet joiden välille teräsryhmä muodostuu. Valmistus hyväksytään painamalla hiiren rullaa. Teräsryhmä voidaan peilata kuoren sisällä toiseen reunaan. Lopuksi tarkistetaan näkykö teräkset oikein ja onko teräksillä päällekkäisyyksiä. Pisteet 1.-4. ovat pisteitä, joilla määrätään muoto. Pisteet a. ja b. ovat pisteitä, joilla määrätään mallinnusväli. (kuva 22)

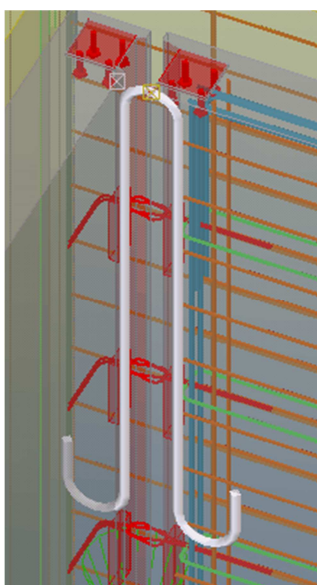


Kuva 22. Haan pisteet.

11. Nostolenkkien paikka määräytyy elementin painopisteen mukaan. Mallinnetaan haat yhteen kulmapisteistä ja siirretään ne oikeille paikoille. Valitaan nostolenkki komponenttikatalogista ja klikataan kohtaa johon lenkki halutaan. Toisella pisteellä määrätään lenkin suunta. (kuvat 23 ja 24)

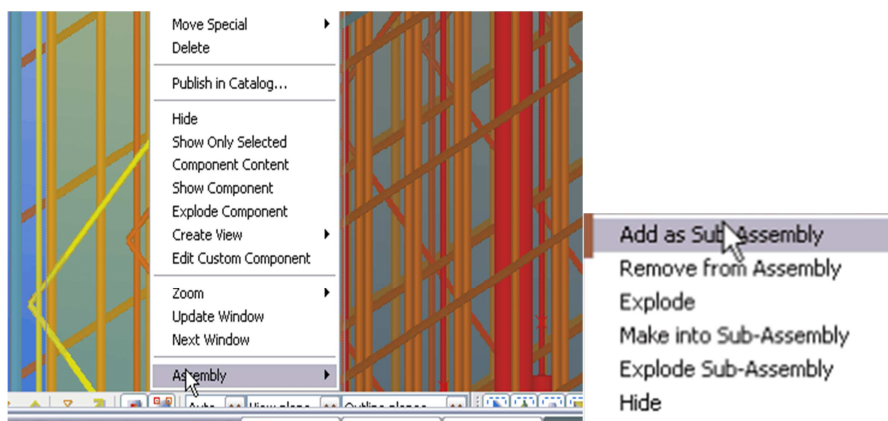


Kuva 23. Nostolenkin aloitus- ja suuntapiste



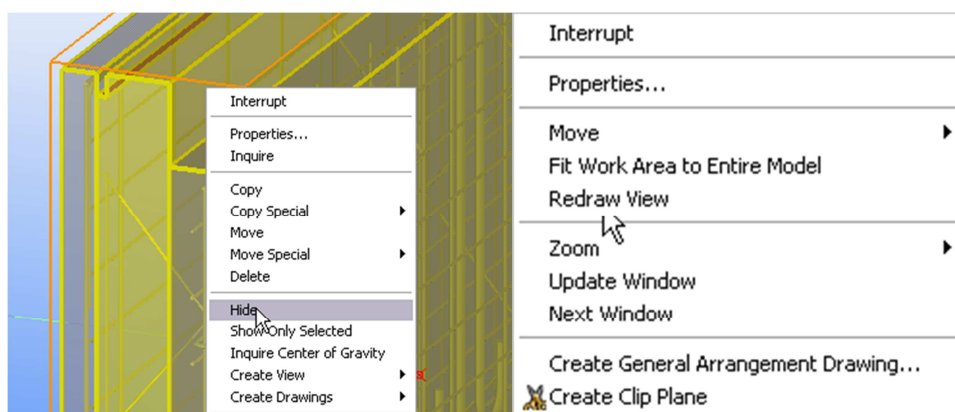
Kuva 24. Nostolenkki

12. Siirretään nostolenkki oikeaan kohtaan *move special* komennolla ja kopioidaan toinen lenkki peilaamalla.
13. Mallinnetaan elementtiin ansaat. Ansa mallinnetaan samalla tavalla kuin nostolenkki. Valitaan kyseinen ansa komponenttikatalogista annetaan sijainti ja suunta. Ensimmäinen ansa siirretään oikealle paikalle *move special* komennolla. Kun ansa on mallinnettu, kopioidaan tarvittava määrä ansaita. Ansaat liitetään itse elementtiin *sub-assembly* toiminnolla.
14. Painetaan hiiren vasemmalla näppäimellä yksi ansa aktiiviseksi. Sen jälkeen painetaan hiiren oikeaa näppäintä ja valitaan kohdasta *assembly* kohta *add as sub-assembly*. (kuva 25)



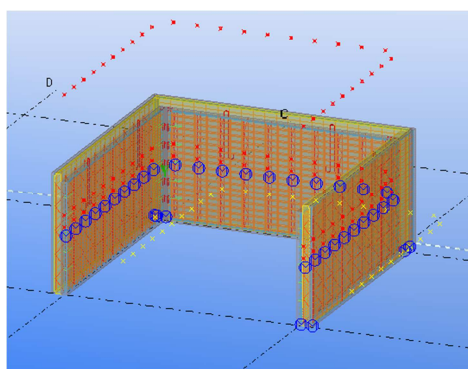
Kuva 25. Ansaan liittäminen elementtiin.

15. Liittymisen onnistumisen voi tarkistaa valitsemalla elementin aktiiviseksi siten, että alapalkin *select assemblies* on päällä. Hiiren oikealla näppäimellä avautuu valikko, josta valitaan *hide*. Kaikki ne elementin osat, jotka eivät hävinneet, ovat liittämättä elementtiin. Elementin saa näkyviin klikkaamalla taustaa kerran vasemmalla hiiren näppäimellä siten, että näkymän reuna muuttuvat punaiseksi. Hiiren oikealla näppäimellä avautuu valikko, josta valitaan *redraw view*. (kuva 26)



Kuva 26. Elementin piilotus ja näkymän uudelleen piirto

16. Mallinnetaan teräkset kahteen muuhun seinään samalla tavalla kun ensimmäiseen.

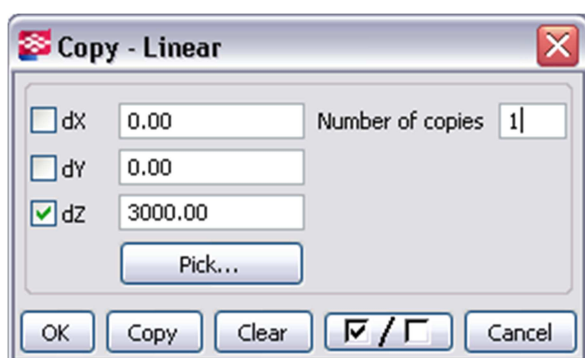


Kuva 27. Mallin ensimmäinen kerros teräksineen

Kerroksen kopiointi ja elementtien numerointi

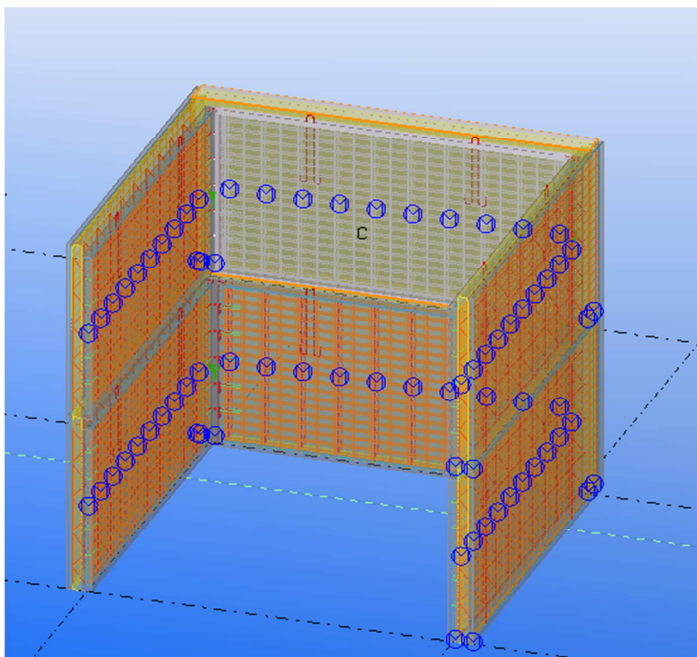
Kerrosten kopiointi tapahtuu tässä vaiheessa vain, jos kyseessä on ainoastaan elementtisuunnitteluprojekti. Elementtien siirtämisessä ja osittain kopioimisessa on ongelmia, kun kaikki liitokset ja teräkset ovat paikoillaan. Esimerkiksi sisäkuoressa oleva vaakaura ei siirry tietyissä tapauksissa seinien mukana. Näitä ongelmia ratkotaan tulevaisuudessa.

1. Avataan ensimmäisen elementin dialogi ja syötetään elementin tunnus kohtaan EWS ja aloittavaksi numeroksi esimerkiksi 50101. Tämä muutos tehdään kaikkiin kerroksessa oleviin kantaviin seiniin. Jos kerroksessa olisi myös kantamattomia seiniä, laitettaisiin elementtunnuksen kohtaan EWR. Aloittava numero pysyy samana.
2. Kun tiedot on syötetty, valitaan koko kerros siten, että alapalkin *select assemblies* on päällä. Numeroidaan elementit kohdasta *drawings & reports > numbering > number series of selected objects*. Numerot eivät muutu dialogissa, koska sinne merkitään vain sarjan aloittavat numerot. Numerot saat näkyviin tekemällä pohjapiirustuksen (GA), johon voit muokata tunnuksen oikeaan muotoon.
3. Malliin tulee kolme kerrosta, joista kaksi ylintä on samanlaisia. Kun mallin ensimmäinen kerros on valmis, kopioidaan yksi kerros ylöspäin. Toiseen kerrokseen tehdään tarvittavat muutokset ja sen jälkeen kopioidaan se ylöspäin.
4. Valitaan koko kerros alapalkin *select components* toiminto päällä. Hiiren vasemmalla näppäimellä avautuu valikko, josta valitaan *copy special* kohdasta *linear* toiminto. Syötetään siihen kuvassa 28 näkyvät arvot ja painetaan kohtaa "copy".



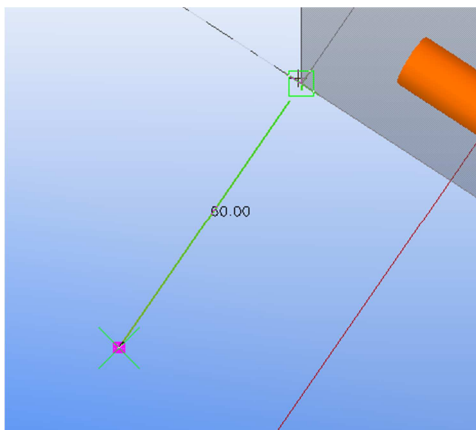
Kuva 28. Kerroksen kopiointi

5. Tehdään kerrokseen tarvittavat muutokset.
6. Kerroksessa kaksi on yksi seinä ei kantava ja se näkyy kuvassa 29 aktiivisena.



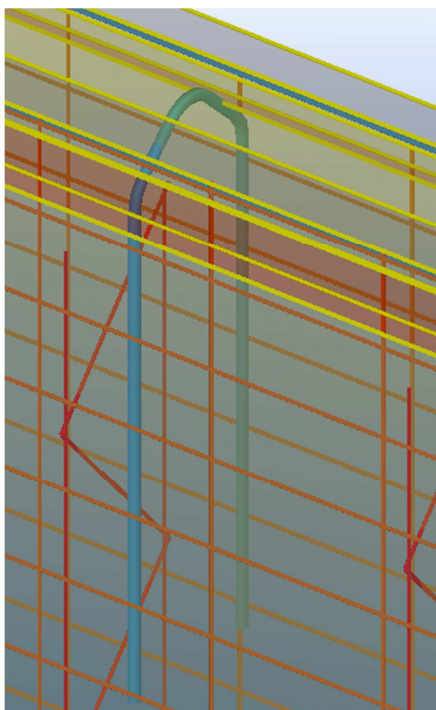
Kuva 29. Kerroksen kaksi ei kantava seinä

7. Klikataan elementtiä kaksi kertaa ja muokataan sisäkuoren paksuutta 100 mm:in. Alapalkin *select components* täytyy olla päällä. Lisäksi laattavaraus kohtaan laitetaan 0 mm. Lisätään sisäkuoreen vaakaura.
8. Muutetaan liitoksen kantavan ja kantamattoman elementin liitokseksi. Klikataan elementtiä kaksi kertaa ja muokataan dialogista liitostyyppioikeaksi. Muuta ei liitoksesta tarvitse muokata.
9. Tehdään raudoitukseen tarvittavat muutokset. Muutokset tulevat vain sisäkuoreen.
10. Pieliteräksiä tulee sisäkuoreen tässä seinässä yksi. Jotta teräs piirtyy oikein, on kohtaan *max corner cut out size* laitettava tässä tapauksessa mitta 2750 mm ja ”kohtaan *max block cut size* mitta 1000 mm.
11. Toinen teräsverkoista poistetaan ja toinen siirretään oikeaan kohtaan. Siirretään verkon pisteet oikeaan kohtaan sisäkuoren ulkopintaan. Pisteet eivät siirry sisäkuoren ulkopinnan mukana seinän paksuutta muutettaessa. (kuva 30)



Kuva 30. Verkon pisteiden siirtäminen

12. Kun pisteet ovat oikeassa kohdassa, muokataan verkon koko oikeaksi ja säädetään teräsosien suojaetäisyydet siten, että ne ovat riittävät ja päällekkäisyyksiä ei ilmene.
13. Poistetaan haat kantamattomasta elementistä valitsemalla ne aktiiviseksi ja painamalla delete-näppäintä.
14. Nostolenkit poistetaan elementistä ja tilalle mallinnetaan *create reinforcing bar* -työkalulla kantamattoman seinän nostolenkit. (kuva 31)



Kuva 31. Kantamattoman elementin nostolenkki

15. Tehdään toiseen kerrokseen numerointi. Avataan yhden kantavan seinän dialogi, jossa muutetaan aloittavaksi numeroksi 50201. Sen jälkeen valitaan kaikki kantavat seinät pai-

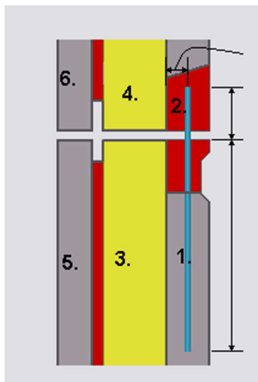
namalla jokaista kantavaa seinää kerran "Ctrl" näppäin pohjassa. Kun kaikki seinät ovat aktiivisia ja dialogi on edelleen auki, painetaan dialogista kohtaa "modify". Toistetaan sama numeron vaihdos kantamattoman seinän kohdalla.

16. Valitaan koko toinen kerros siten, että alapalkin *select assemblies* on päällä. Numeroidaan toinen kerros kohdasta *drawing & reports> numbering> number series of selected objects*.
17. Kun muutokset on tehty, kopioidaan toinen kerros yhden kerroksen verran ylöspäin. Varmistetaan, että kaikki osat ovat kopioituneet oikein. Kopioitaessa alapalkin *select objects* on oltava päällä.
18. Valitaan koko toinen kerros siten, että alapalkin *select assemblies* on päällä. Numeroidaan toinen kerros kohdasta *drawing & reports> numbering> number series of selected objects*.
19. Tehdään kolmannen kerrokseen numerointi. Avataan yhden kantavan seinän dialogi, jossa muutetaan aloittavaksi numeroksi 50301.
20. Valitaan kaikki kantavat seinät painamalla jokaista kantavaa seinää kerran "Ctrl" näppäin pohjassa. Kun kaikki seinät ovat aktiivisia ja dialogi on edelleen auki, painetaan dialogista kohtaa "modify".
21. Toistetaan sama numeron vaihdos kantamattoman seinän kohdalla.

Välipohjaliitosten mallintaminen

Välipohjaliitoksessa pätee samat asiat kuin nurkkaliitoksessa. Välipohjaliitoksessa ei ole mukana itse välipohjaa vaan sille on varattu tila saumassa. Välipohjaa ei otettu mukaan liitokseen, koska haluttiin työkalusta tehdä hiukan kevyempi. Välipohjaliitos on tehty keväällä 2011 alkavaa suunnitteluprojektia silmällä pitäen ja siinä projektissa ei ole tarkoitus mallintaa välipohjia. Välipohjat tosin voidaan mallintaa paikoilleen, jos esimerkiksi urakoitsija tarvitsee niitä aikataulutukseen.

1. Mallinnetaan välipohjaliitokset kantavien seinien väliin. Sen jälkeen mallinnetaan liitokset kantavan ja kantamattoman seinän väliin sekä lopuksi kantamattomien seinien väliin.
2. Tuplaklikataan komponenttikatalogissa olevaa SORTIM_EW_välipohjaliitos_1 komponenttia, jolloin avautuu komponentin dialogi. Dialogiin syötetään liitosta koskevat tiedot.
3. Sauma mallinnetaan paikoilleen klikkaamalla jokaista kuorta erikseen (kuva 32) ja antamalla saumalle pituus (kuva 33). Sauma valmistuu kun sauman pituuden loppupiste on annettu. Sauman pituus määrätään sauman yläpuolisen elementin sisäkuoren ulkopinnassa olevien alanurkkapisteiden mukaan. Pisteiden valinta järjestys on vasemmalta oikealle elementtiä sisältäpäin katsottuna.

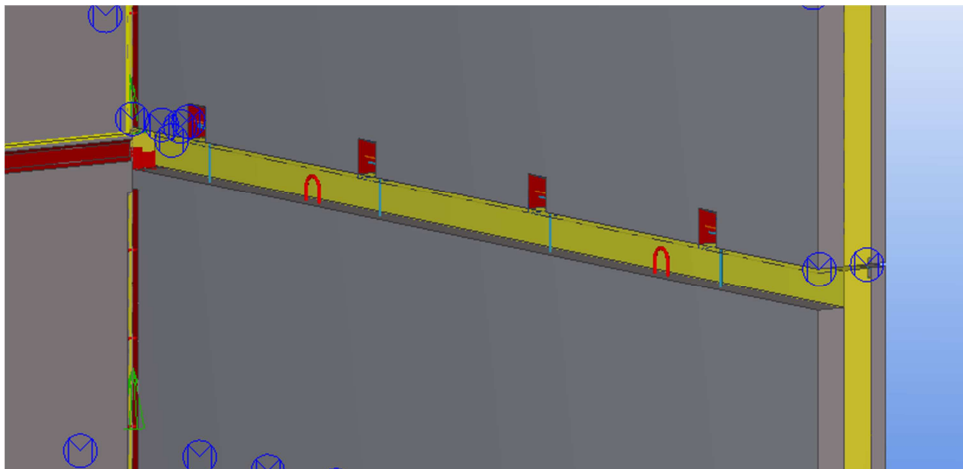


Kuva 32. Kuorten valinta järjestys



Kuva 33. Sauman pituuden valinta

4. Kun sauma on valmis, tarkastetaan sauman teräkset ja terästen päällekkäisyydet silmä-
määräisesti.



Kuva 34. Valmis välipohjaliitos

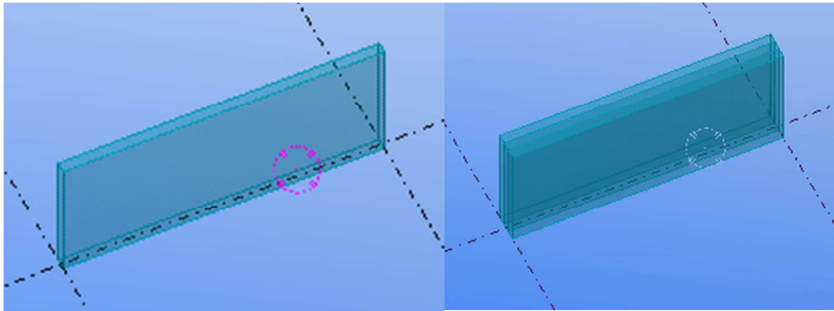
5. Ulkoseinien välipohjaliitoksiin käytetään samaa komponenttia seinätyypistä riippumatta. Asetukset on muutettava kyseiselle seinäparille sopiviksi. Asetukset muutetaan komponentin dialogista.
6. Muut elementit kannattaa piilottaa välipohjaliitosta tehtäessä kuorten valinnan helpottamiseksi.

Kun seinät ja niiden liitokset on mallinnettu, varmistetaan urien ja ponttien oikein näkyminen. Varmistus tapahtuu siten että klikataan seinää tai liitosta kaksi kertaa ja painetaan dialogista "modify", jonka jälkeen suljetaan dialogi. **HUOMIO!** Jokaisen seinän muokkauksen jälkeen dialogi on suljettava, jotta ei vahingossa siirrä edellisen seinän tietoja seuraavaan.

SORTIM_EW_seinä_1-komponentin valmistusohje

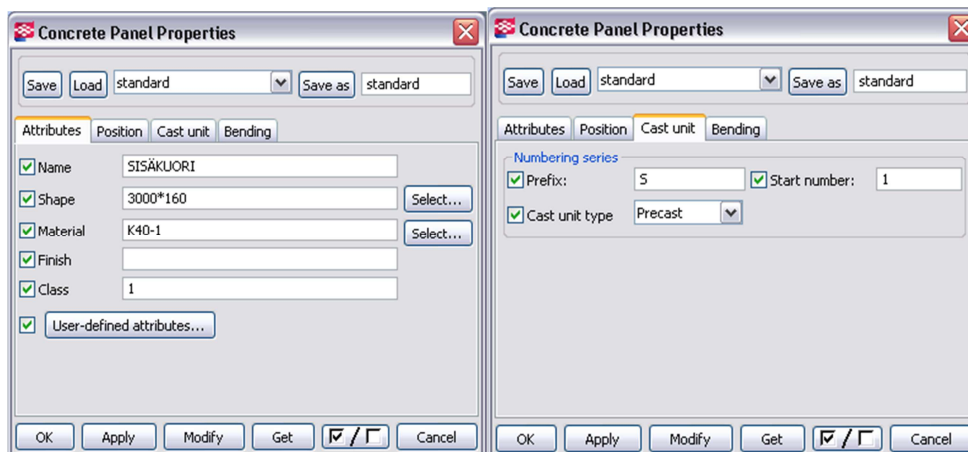
Komponentti on laadittu vastaamaan Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy:n tarpeita ja vaatimuksia. Komponenttien tekeminen aloitetaan mallintamalla kuoret ja tekemällä niistä custom component, jonka jälkeen ne kiinnitetään yhtenäiseksi osaksi. Sen jälkeen seinälle voidaan ohjelmoida toimintoja ja ominaisuuksia.

1. Aluksi varmistetaan, että kyseisessä komponentissa tarvittavat materiaalit löytyvät kohdasta *modeling>material catalog*. Tarvittaessa luodaan lisämateriaaleja.
2. Mallinnetaan elementin eriste *create concrete panel* työkalulla, minkä jälkeen kopioidaan sisä- ja ulkokuori *copy* komennolla siten, että kuoret ovat kiinni toisissaan. (kuva 1)

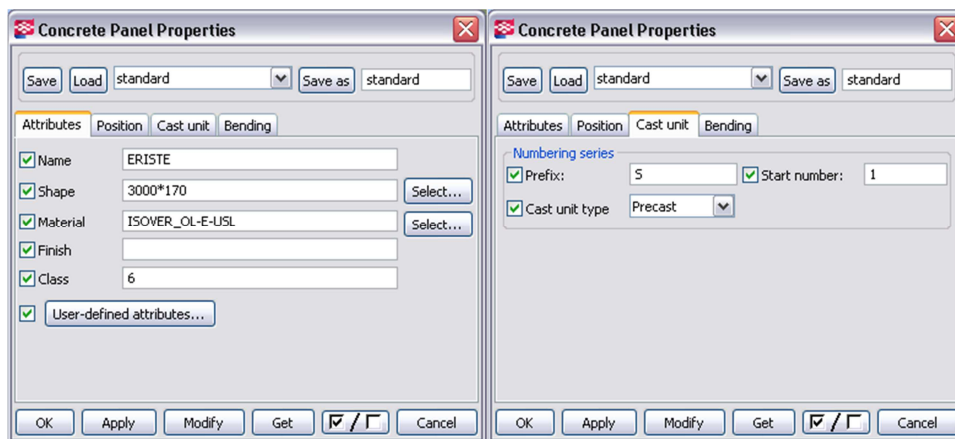


Kuva 1. Kuorien kopiointi

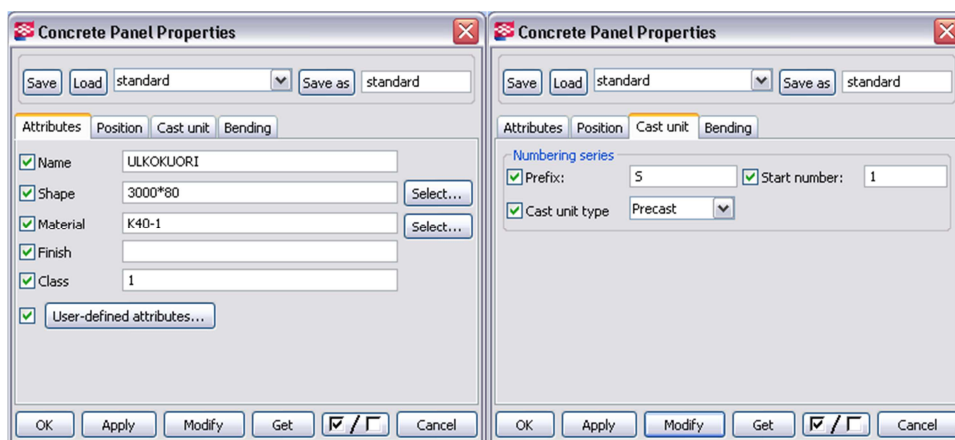
3. Muokataan kuorten ominaisuudet oikeiksi. (kuvat 2, 3 ja 4)



Kuva 2. Sisäkuoren muutokset



Kuva 3. Eristeen muutokset



Kuva 4. Ulkokuoren muutokset

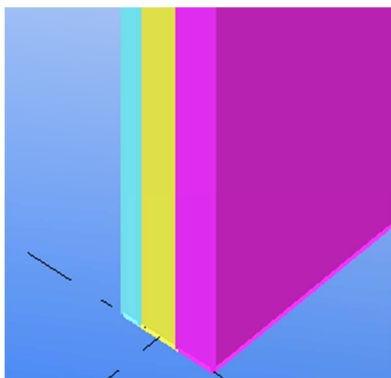
4. Koska kuorten paksuudet muutettiin, kuoret eivät ole enää toisissaan kiinni. Siirretään kuoren takaisin kiinni toisiin ”**move**” komennolla. (kuva 5)



Kuva 5. Kuorten siirtäminen

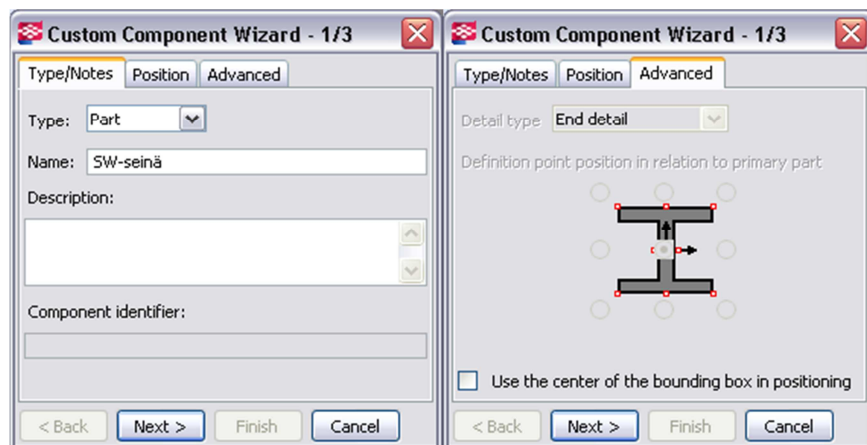
5. Valitaan kuorien näkyvyys läpinäkymättömäksi painamalla ”Ctrl+4”. Tehdään kaikista osista yhtenäinen osa. Valitaan sisäkuori aktiiviseksi painamalla hiiren vasenta näppäintä sen päällä. Painetaan hiiren oikeaa näppäintä ja valitaan kohta *cast unit*>*add to*. Sen jälkeen klikataan ulkokuorta. Eriste liitetään painamalla hiiren oikeaa näppäintä eriste aktiivisena,

valitsemalla valikosta *assembly>add to assembly* ja painamalla sisäkuorta. Varmistetaan onnistuminen valitsemalla valikosta *tools>inquire>assembly objects* ja painamalla jostakin kohtaa seinää. Seinän pitää näyttää, kuten kuvassa 6 näkyy.



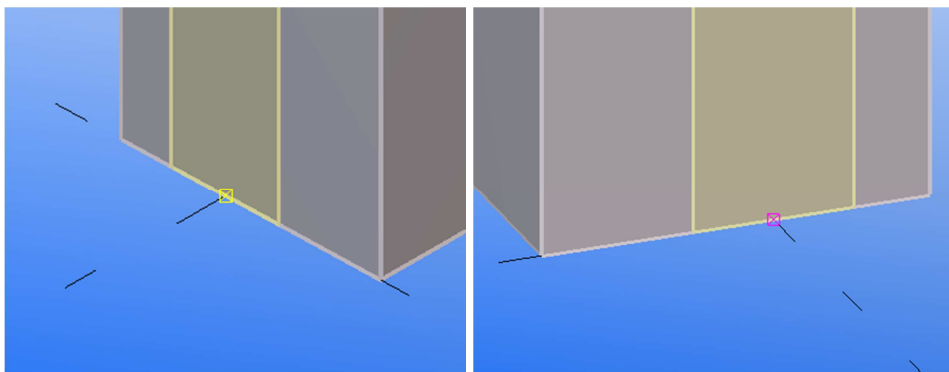
Kuva 6. Cast unit. Punainen väri kertoo, mikä kuori on "main part".

6. Luodaan kuorista *custom component*.
7. Valitaan kohta *detailing>component>define custom component*.
8. Valitaan tyypiksi *connection*. Annetaan seinälle nimi. (kuva 7)
9. Tehdään *advanced* välilehteen kuvassa 7 näkyvät muutokset ja painetaan "next".



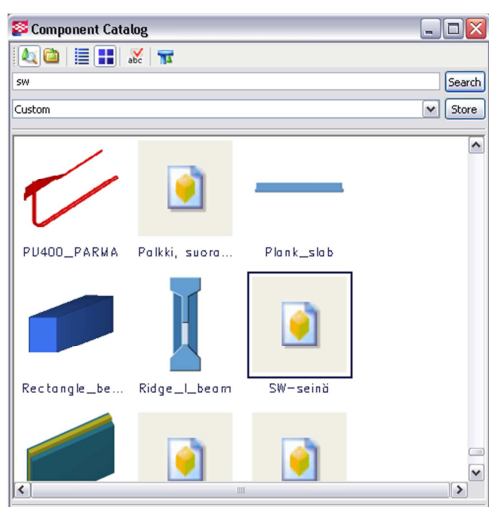
Kuva 7. Vaiheen 1/3 asetukset

10. Valitaan kuoret aktiivisiksi ja painetaan "next".
11. Valitaan kuorelle alku- ja loppupiste. Pisteet valitaan eristeen puoleen väliin. Lopuksi painetaan "finish". (kuva 8)



Kuva 8. Elementin aloitus ja lopetuspiste

12. Komponentti on luotu ja se näkyy komponenttikatalogissa. (kuva 9)

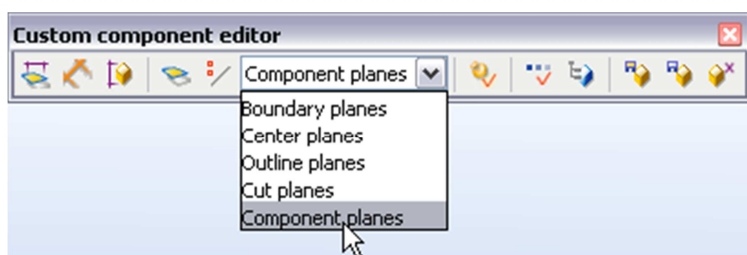


Kuva 9. Komponenttikatalogi

Komponentin pisteiden kiinnittäminen

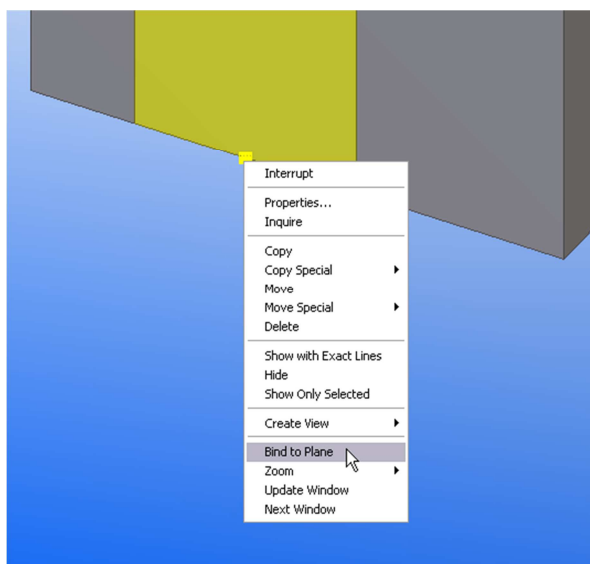
Seuraavaksi seinälle tehdään ominaisuuksia, joita pystyy muuttamaan. Muokattavia ominaisuuksia voi olla esimerkiksi kuorten paksuudet ja seinän korkeus. Ominaisuudet asetetaan komponenttieditorissa.

1. Valitaan komponentti aktiiviseksi ja painetaan hiiren oikeaa näppäintä.
2. Valitaan valikosta *edit custom component*, jolloin avautuu komponenttieditori.
3. Editoripalkista valitaan kohta *component planes*. (kuva 10)



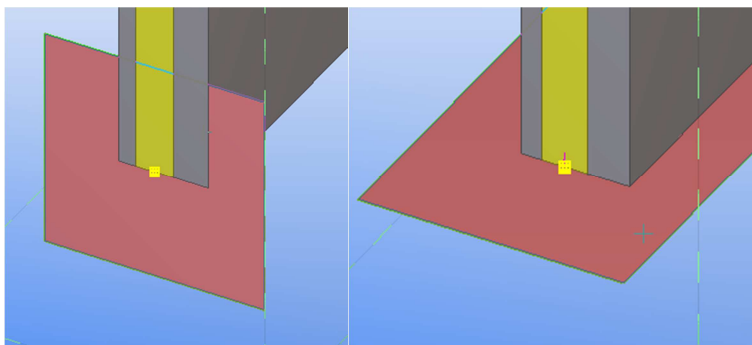
Kuva 10. Component planes

4. Klikataan eristeen aloituspiste aktiiviseksi ja valitaan hiiren oikealla painikkeella *bind to plane*. (kuva 11)



Kuva 11. Bind to plane

5. Eristeen alku- ja loppupiste sidotaan kiinni itse komponenttiin, jotta eristeen päät seuraavat aloitus- ja lopetuspisteitä. (kuva 12)



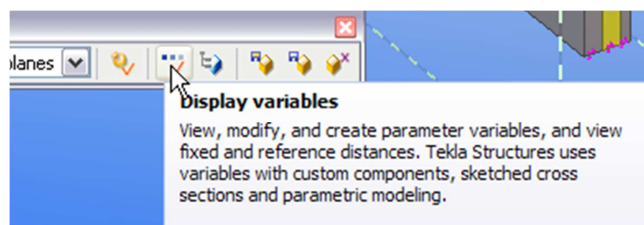
Kuva 12. Pisteiden sidonta

6. Toistetaan kiinnitys myös ulko- ja sisäkuoren osalta. Kiinnityksiä on yhteensä 12 kpl. (kuva 13)

Name	Formula	Value	Value type	Variable ...	Visi...	Label in dialog box
D1	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D1.Ulkokuori.SW-seinä
D2	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D2.Ulkokuori.SW-seinä
D3	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D3.Ulkokuori.SW-seinä
D4	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D4.Ulkokuori.SW-seinä
D5	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D5.Sisäkuori.SW-seinä
D6	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D6.Sisäkuori.SW-seinä
D7	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D7.Sisäkuori.SW-seinä
D8	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D8.Sisäkuori.SW-seinä
D9	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D9.Ulkokuori.SW-seinä
D10	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D10.Ulkokuori.SW-seinä
D11	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D11.Ulkokuori.SW-seinä
D12	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D12.Ulkokuori.SW-seinä

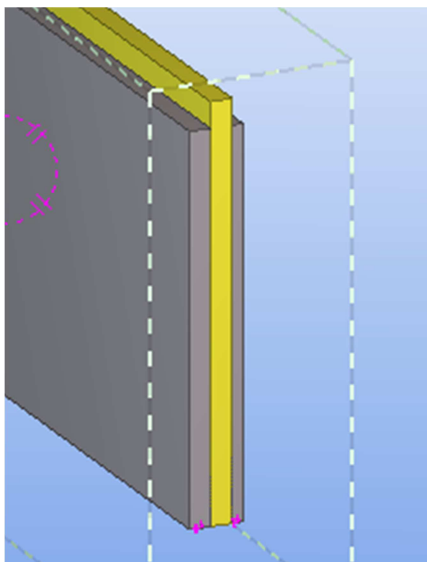
Kuva 13. Kiinnitykset

7. Kiinnitykset näkyvät *variables* dialogista. Kyseinen dialogi avautuu editoripalkista. (kuva 14)



Kuva 14. Variables dialogi

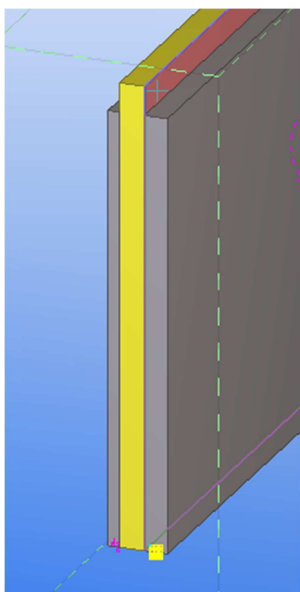
8. Muokataan eristeen korkeutta siten, että ulko- ja sisäkuori voidaan kiinnittää siihen. (kuva 15)



Kuva 15. Eristeen korotus

9. Valitaan editoripalkista *component planesin* tilalle *boundary planes*.

10. Valitaan sisäkuoren aloituspiste ja kiinnitetään se *bind to plane* komennolla eristeen pintaan. (kuva 16)



Kuva 16. Sisäkuoren kiinnitys

11. Toistetaan edellinen lopetuspisteen ja ulkokuoren kohdalla.

12. Kiinnityksen jälkeen muutetaan kiinnitetyt parametrit "piilotetuiksi". (kuva 17)

D13	80.00	80.00	Length	Distance	Hide	D13.Sisäkuori.Ulkokuori
D14	80.00	80.00	Length	Distance	Hide	D14.Sisäkuori.Ulkokuori
D15	40.00	40.00	Length	Distance	Hide	D15.Ulkokuori.Ulkokuori
D16	40.00	40.00	Length	Distance	Hide	D16.Ulkokuori.Ulkokuori

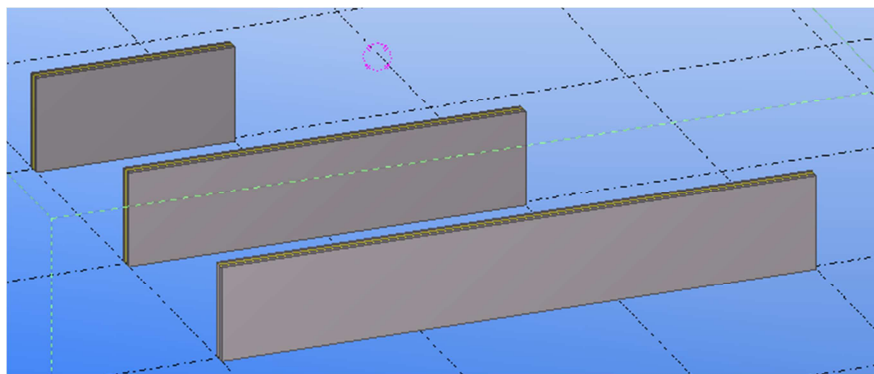
Kuva 17. Parametrien piilotus

13. Muutetaan eristeen yläpään korko takaisin alkuperäiseen.

14. Tallennetaan komponentti ja suljetaan editori.

15. Testataan komponenttia mallitilassa. Valitaan komponentti katalogista ja annetaan mielivaltaiset alku- ja loppupisteet. (kuva 18)

16. Komponentin toimivuutta kannattaa testata siirtämällä ja kopioimalla elementtiä eri tavoin. Eri tapoja on *linear*, *rotate* ja *mirror*.



Kuva 18. Seinän päät seuraavat päätepisteitä

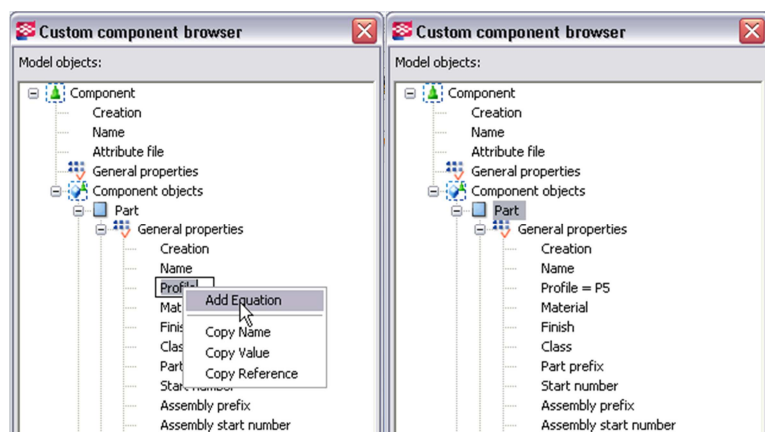
Komponentin korkeuden määrittäminen

1. Avataan komponentti uudelleen editorissa.
2. Lisätään *variables* dialogissa "add" painikkeella *length* tyyppinen parametri ja muutetaan nimeksi "Elementin korkeus". *Formula* kohtaan laitetaan elementin korkeus 3000. *Visibility* kohtaan muutetaan vaihtoehto *show*. (kuva 19)
3. Lisätään "add" painikkeella *length* tyyppiset parametrit P2-P4, jotka määrittävät elementin paksuuden. Laitetaan *visibility* kohtaan vaihtoehto *show*.(kuva 19)
4. Lisätään "add" painikkeella *profile* tyyppiset parametrit P5-P7, jotka määrittävät elementin paksuuden, jotka yhdistävät optiot ja kokovaihtoehdot. (kuva 19)

P1	3000.00	3000.00	Length	Parame...	Show	Elementin korkeus
P2	160.00	160.00	Length	Parame...	Show	Sisäkuoren paksuus
P3	170.00	170.00	Length	Parame...	Show	Eristeen paksuus
P4	80.00	80.00	Length	Parame...	Show	Ulkokuoren paksuus
P5	=P1+"*" +P2	3000*160	Profile	Parame...	Hide	Sisäkuoren profiili
P6	=P1+"*" +P3	3000*170	Profile	Parame...	Hide	Eristeen profiili
P7	=P1+"*" +P4	3000*80	Profile	Parame...	Hide	Ulkokuoren profiili

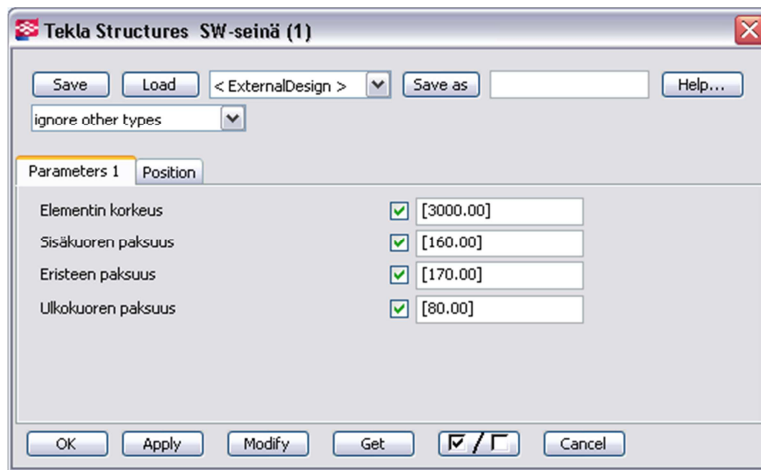
Kuva 19. Variables dialogi

5. Liitetään *add equation* komennolla komponentin puuhun sisäkuorelle P5, eristeelle P6 ja ulkokuorelle P7. (kuva 20)



Kuva 20. Puuhun liittäminen

6. Tallennetaan komponentti ja poistetaan editorista.
7. Tuplaklikkaamalla elementtiä avautuu elementin dialogi josta voi muokata elementin korkeutta ja kuorten paksuutta. (kuva 21)



Kuva 21. SW-seinän dialogi

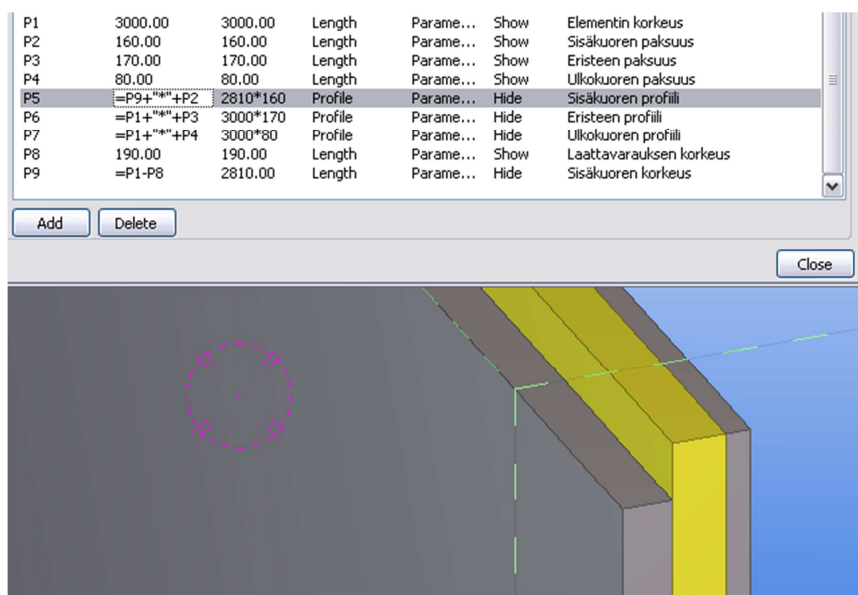
Laattavarauksen, villaurien ja välipohjaloven teko

Kantavassa sandwich-elementissä on sisäkuoressa laattavaraus eli se on hiukan matalampi kuin muut kuoret. Laattavarauksia on kohteesta riippuen erikorkuisia. Tehdään sisäkuoreen laattavaraus, jonka korkeutta voi muokata.

Eristeenä käytetään ISOVER_OL-E-USL eristettä. Pääte USL viittaa uritettuun eristeeseen. Uritusta ei mallinneta. Eristeeseen tehdään kuitenkin tehtaalla sekä elementin ylä- että alaosaan lovi, joka esitetään mallissa.

Kantamattomassa seinässä välipohjaliitoksen kohdalla on ura mikä esitetään mallissa. Koska kyseisellä seinätyökälulla mallinnetaan sekä kantavat että ei kantavat seinät, on ura saatava myös pois tarvittaessa.

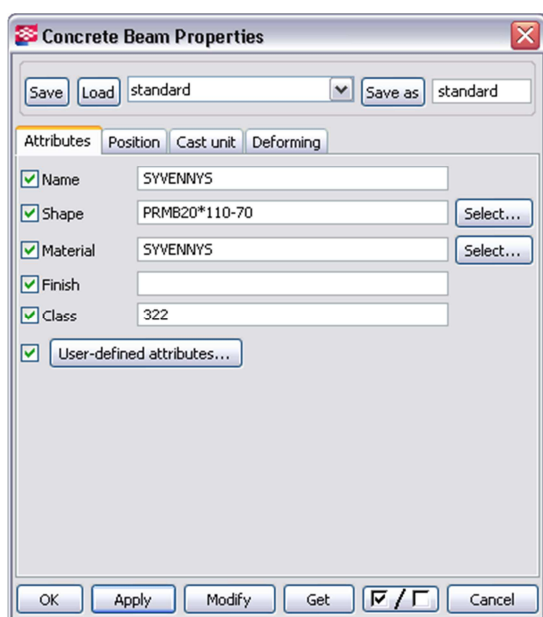
1. Avataan komponentti editorissa.
2. Lisätään "add" painikkeella *length* tyyppiset parametrit P8 ja P9. P8:lle annetaan nimeksi "laattavarauksen korkeus" ja P9:lle annetaan nimeksi "sisäkuoren korkeus". Ainoastaan laattavarauksen korkeus laitetaan näkyväksi uusista parametreista. (kuva 22)
3. Muutetaan P5 kaavaan P1:en tilalle P9. (kuva 22)



Kuva 22. Laattavarauksen parametrit

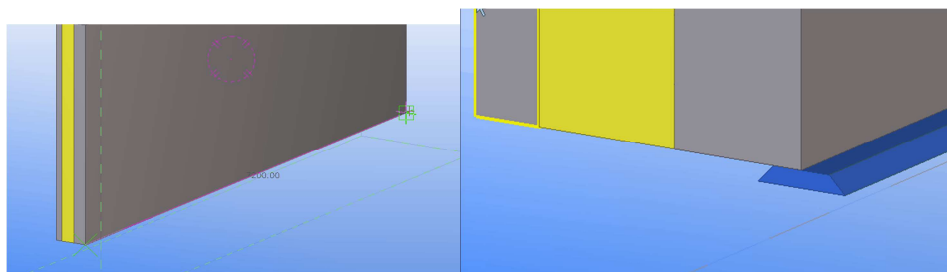
4. Laattavarausta pystyy nyt muuttamaan dialogissa. Tehdään ennen laattavarauksen testausta kuitenkin tuuletusurat eristeeseen ylä- ja alaosaan sekä lovi sisäkuoreen.

5. Tuplaklikataan *create concrete beam* kohtaa yläpalkista, jolloin avautuu betonipalkin dialogi. Annetaan nimeksi "syvennys". *Shape* kohdasta painetaan painiketta "select", jolloin avautuu ikkuna, mistä valitaan uralle profiili.
6. Valitaan kohdasta *other* profiili PRMB. Muutetaan mitat oikeiksi ja hyväksytään valinta painamalla painikkeita "apply" ja "OK".
7. Painetaan painiketta "select" kohdasta *material*. Materiaaliksi valitaan kohdasta *miscellaneous* materiaali "syvennys". (kuva 23)



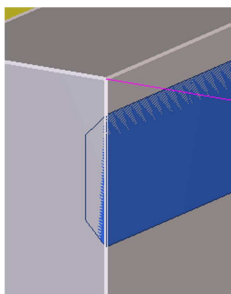
Kuva 23. Loven asetukset

8. Kun asetukset on syötetty, painetaan painikkeita "apply" ja "OK". Annetaan lovelle alku ja loppupiste. (kuva 24)



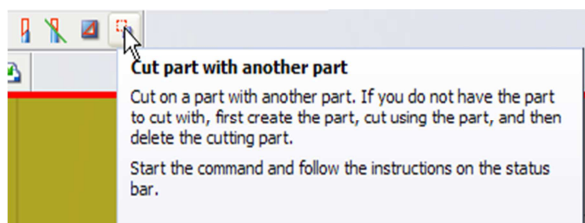
Kuva 24. Loven alku- ja loppupiste sekä valmis "palkki"

9. Profiili mallinnetaan johonkin nurkkapisteistä ja se siirretään paikoilleen *move* ja *rotate* komennoilla. (kuva 25)



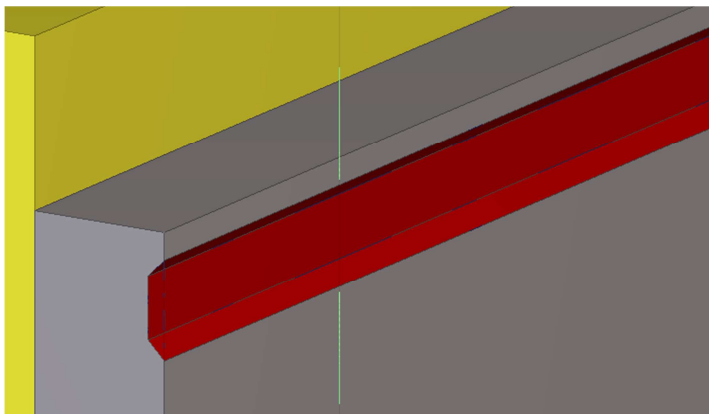
Kuva 25. Profiili siirrettynä paikoilleen.

10. Kun profiili on paikoillaan, painetaan yläpalkista painiketta *cut part with another part*. (kuva 26)



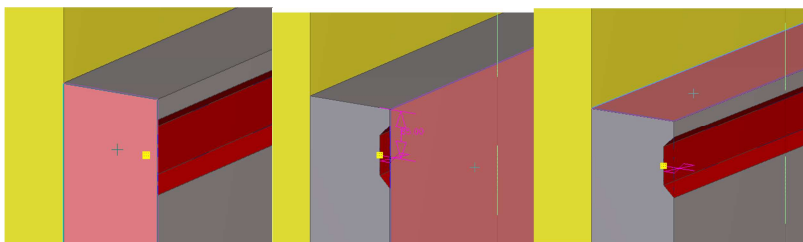
Kuva 26. Cut part with another part

11. Klikataan sitä osaa, jota halutaan leikata (sisäkuori) ja sen jälkeen sitä osaa jolla leikataan (profiili). Tämän jälkeen klikataan palkki aktiiviseksi ja poistetaan se painamalla "delete" näppäintä. Profiilin leikkaus jää sisäkuoreen. (kuva 27)



Kuva 27. Profiilin leikkaus

12. Kiinnitetään leikkauksen alku- ja loppupiste sisäkuoren pintoihin *bind to plane* komennolla. Editoripalkissa täytyy olla kohta *boundary planes* valittuna. (kuva 28)



Kuva 28. Pisteiden kiinnitykset

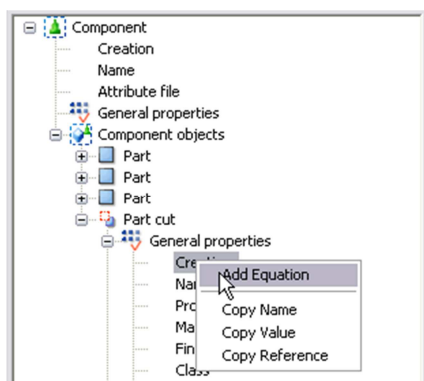
13. Profiilille tehdään ehto *variables* dialogiin, jolla säädellään profiilin näkyvyyttä.

14. Lisätään "add" painikkeella kaksi uutta *yes/no* parametria, joista toiselle annetaan nimeksi "vaakauran kaava" ja toiselle "vaakauran valinta". Parametri "vaakauran valinta" asetetaan näkyväksi. Annetaan ehto, jolla luodaan profiileikkaus. (kuva 29)

Name	Formula	Value	Value type	Variable type	Visibility	Label in dialog box
P11	1	1	Yes/No	Parameter	Show	Vaakauran valinta
P10	=if(P11==1) then 1 else 0 endif	1	Yes/No	Parameter	Hide	Vaakauran kaava

Kuva 29. Vaakauran valinnan parametrit

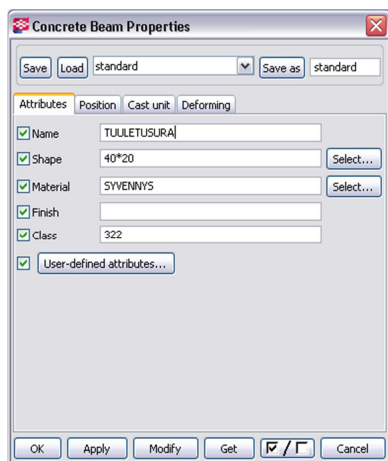
15. Liitetään ehto P10 *add equation* toiminnolla puuhun profiileikkauksen kohtaan *creation*. (kuva 30)



Kuva 30. Ehdon liittäminen puuhun

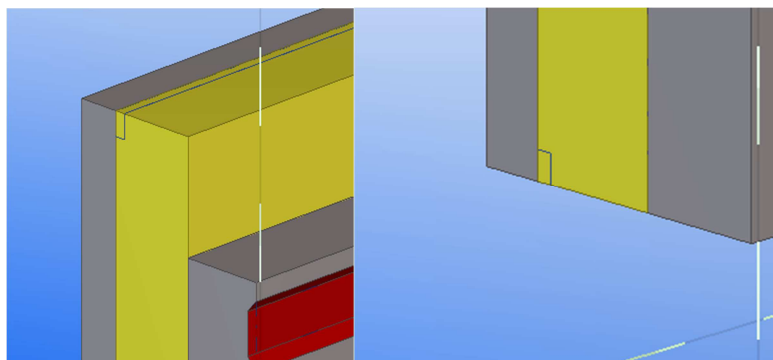
16. Tehdään eristeeseen urat samalla tavalla kuin vaakaura sisäkuoreen.

17. Valitaan betonipalkkiin kuvassa 31 näkyvät asetukset. Profiili on suorakulmainen palkki



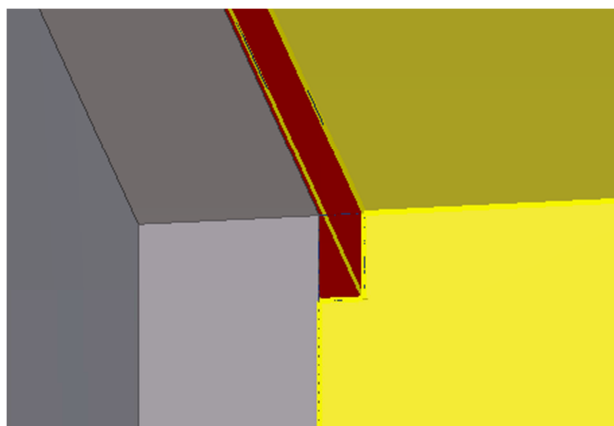
Kuva 31. Tuuletusuran asetukset

18. Annetaan profiilille alku- ja loppupiste. Siirretään palkki oikeaan kohtaan elementin yläosaan ja kopioidaan elementin alaosaan. (kuva 32)



Kuva 32. Tuuletusuran profiili

19. Leikataan eristettä *cut part with another part* toiminnolla profiilien verran ja poistetaan profiili siten, että leikkaukset jäävät paikoilleen. (kuva 33)



Kuva 33. Tuuletusura

20. Kiinnitetään uran alku- ja loppupiste eristeeseen *bind to plane* toiminnolla.

21. Muutetaan kaikki ne parametrit näkymättömiksi, joiden ei tarvitse näkyä. (kuva 34)

Name	Formula	Value	Value type	Variable type	Visibility	Label in dialog box
P1	3000.00	3000.00	Length	Parameter	Show	Elementin korkeus
P2	160.00	160.00	Length	Parameter	Show	Sisäkuoren paksuus
P3	170.00	170.00	Length	Parameter	Show	Eristeen paksuus
P4	80.00	80.00	Length	Parameter	Show	Ulkokuoren paksuus
P5	=P9+""*P2	2810*160	Profile	Parameter	Hide	Sisäkuoren profiili
P6	=P1+""*P3	3000*170	Profile	Parameter	Hide	Eristeen profiili
P7	=P1+""*P4	3000*80	Profile	Parameter	Hide	Ulkokuoren profiili
P8	190.00	190.00	Length	Parameter	Show	Laattavaruksen korkeus
P9	=P1-P8	2810.00	Length	Parameter	Hide	Sisäkuoren korkeus
P10	=if(P11==1) then 1 else 0 endif	1	Yes/No	Parameter	Hide	Vaakauran kaava
P11	1	1	Yes/No	Parameter	Show	Vaakauran valinta
D1	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D1.Ulkokuori.SW-seinä
D2	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D2.Ulkokuori.SW-seinä
D3	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D3.Ulkokuori.SW-seinä
D4	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D4.Ulkokuori.SW-seinä
D5	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D5.Sisäkuori.SW-seinä
D6	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D6.Sisäkuori.SW-seinä
D7	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D7.Sisäkuori.SW-seinä
D8	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D8.Sisäkuori.SW-seinä
D9	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D9.Ulkokuori.SW-seinä
D10	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D10.Ulkokuori.SW-seinä
D11	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D11.Ulkokuori.SW-seinä
D12	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D12.Ulkokuori.SW-seinä
D13	80.00	80.00	Length	Distance	Hide	D13.Sisäkuori.Ulkokuori
D14	80.00	80.00	Length	Distance	Hide	D14.Sisäkuori.Ulkokuori
D15	40.00	40.00	Length	Distance	Hide	D15.Ulkokuori.Ulkokuori
D16	40.00	40.00	Length	Distance	Hide	D16.Ulkokuori.Ulkokuori
D17	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D17.SYVENNYS.Sisäkuori
D18	85.00	85.00	Length	Distance	Hide	D18.SYVENNYS.Sisäkuori
D19	20.00	20.00	Length	Distance	Hide	D19.SYVENNYS.Sisäkuori
D20	85.00	85.00	Length	Distance	Hide	D20.SYVENNYS.Sisäkuori
D21	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D21.SYVENNYS.Sisäkuori
D22	20.00	20.00	Length	Distance	Hide	D22.SYVENNYS.Sisäkuori
D23	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D23.TUULETUSURA.Ul...
D24	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D24.TUULETUSURA.Ul...
D25	10.00	10.00	Length	Distance	Hide	D25.TUULETUSURA.Ul...
D26	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D26.TUULETUSURA.Ul...
D27	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D27.TUULETUSURA.Ul...
D28	10.00	10.00	Length	Distance	Hide	D28.TUULETUSURA.Ul...
D29	40.00	40.00	Length	Distance	Hide	D29.TUULETUSURA.Ul...
D30	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D30.TUULETUSURA.Ul...
D31	10.00	10.00	Length	Distance	Hide	D31.TUULETUSURA.Ul...
D32	0.00	0.00	Length	Distance	Hide	D32.TUULETUSURA.Ul...
D33	40.00	40.00	Length	Distance	Hide	D33.TUULETUSURA.Ul...
D34	10.00	10.00	Length	Distance	Hide	D34.TUULETUSURA.Ul...

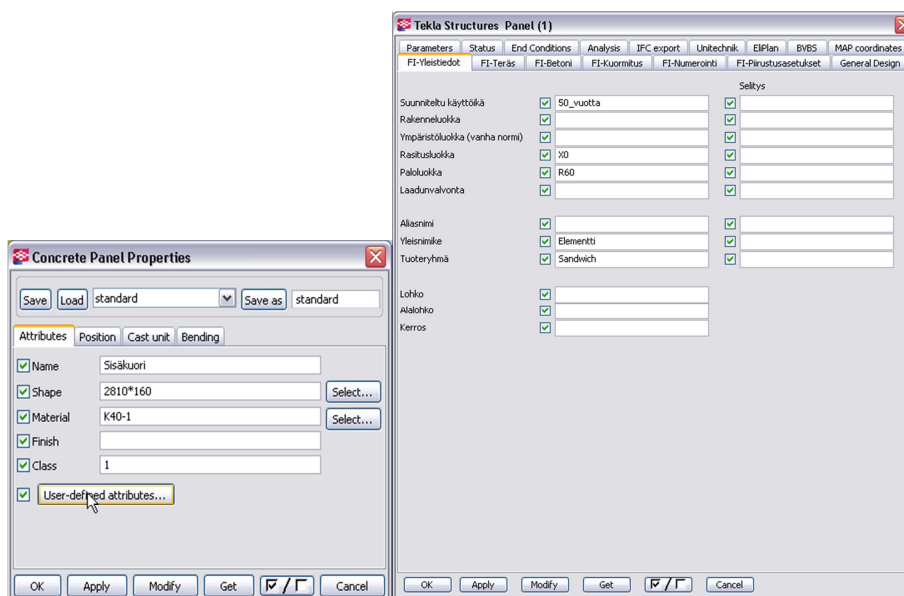
Kuva 34. Variables dialogi

22. Lisätään dialogiin kolme *material* parametria, neljä *number* parametria ja 15 *text* parametria. Nimetään ne kuvassa 35 näkyvällä tavalla. Kaikki parametrit asetetaan näkyviksi.

Name	Formula	Value	Value type	Variable type	Visibility	Label in dialog box
P12	K40-1	K40-1	Material	Parameter	Show	Sisäkuoren betoni
P13	ISOVER_OL-E-USL	ISOVER_OL-E-USL	Material	Parameter	Show	Eriste
P14	K40-1	K40-1	Material	Parameter	Show	Ulkokuoren betoni
P15	1	1	Number	Parameter	Show	Aloittava numero
P16	0	0	Number	Parameter	Show	Käyttöikä
P17	30	30	Number	Parameter	Show	Suojabetoni
P18	0	0	Text	Parameter	Show	Toleranssi
P19	0	0	Text	Parameter	Show	Ulkokuoren rasitusluokka
P20	0	0	Text	Parameter	Show	Sisäkuoren rasitusluokka
P24	0	0	Text	Parameter	Show	Paloluokka
P25	Sandwich	Sandwich	Text	Parameter	Show	Elementtityyppi
P26	Elementti	Elementti	Text	Parameter	Show	Nimi
P28			Text	Parameter	Show	Lohko
P29			Text	Parameter	Show	Alalohko
P30			Text	Parameter	Show	Kerros
P31	EW	EW	Text	Parameter	Show	Elementtittunnus
P21	=FVF("FI_LUDA.dat",P24,3)	R60	Text	Parameter	Hide	Paloluokan viittaus
P22	=FVF("FI_LUDA.dat",P20,2)	X0	Text	Parameter	Hide	Sisäkuoren rasitusluokan viitt
P23	=FVF("FI_LUDA.dat",P19,2)	X0	Text	Parameter	Hide	Ulkokuoren rasitusluokan viitt
P27	=FVF("FI_LUDA.dat",P18,6)	Normaalliluokka	Text	Parameter	Hide	Toleranssiluokan viittaus
P32	=FVF("FI_LUDA.dat",P16,4)	50_vuotta	Text	Parameter	Hide	Käyttöiän viittaus

Kuva 35. Lisätyt parametrit

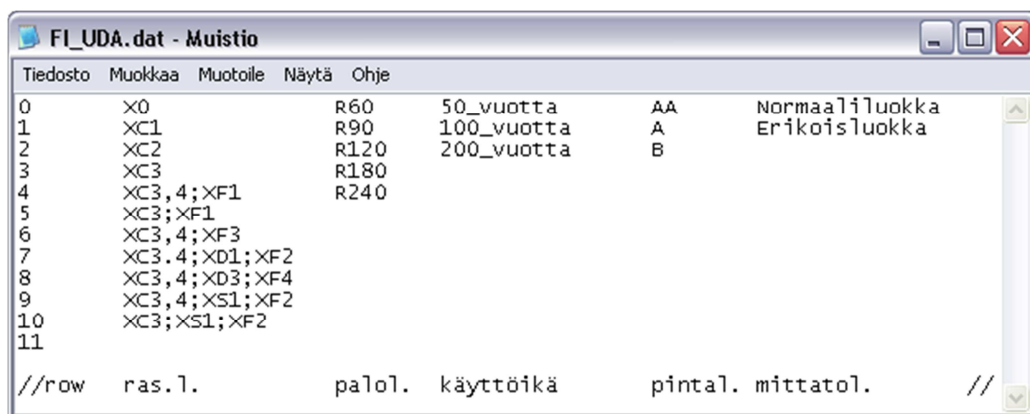
23. Tuplaklikataan sisäkuorta ja käydään syöttämässä *user-defined attributes* kohtaan kuvassa 36 näkyviä kohtia vastaaviin kohtiin oletusarvot. Tehdään sama ulkokuorelle. Tallennetaan komponentti ja suljetaan editori.



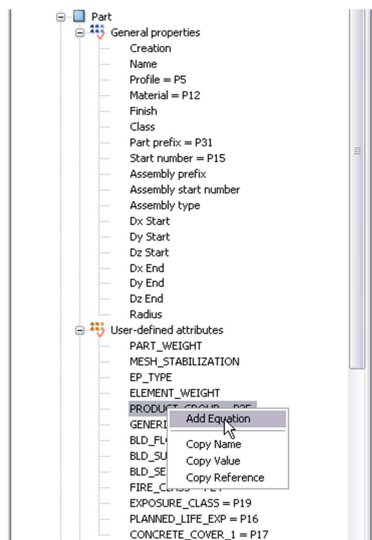
Kuva 36. User-define attributes

24. Käynnistetään komponentti uudelleen editorissa. Avataan komponentin puu, josta löytyy *user-defined attributes* kohdasta uusia kohtia (kuva 36)

25. Liitetään kuvassa 35 esitetyt parametrit puuhun *add equation* toiminnolla. Paloluokasta, rasisluokista, toleranssiluokasta ja käyttöiästä liitetään se parametri, jossa on viittaus FI_UDA.dat tiedostoon (Kuva 37). Kyseisessä tiedostossa on vetovalikkoihin tulevia tekstejä. (kuva 38)



Kuva 37. FI_UDA.dat



Kuva 38. User-defined attributes

26. Tallennetaan komponentti ja suljetaan editori.

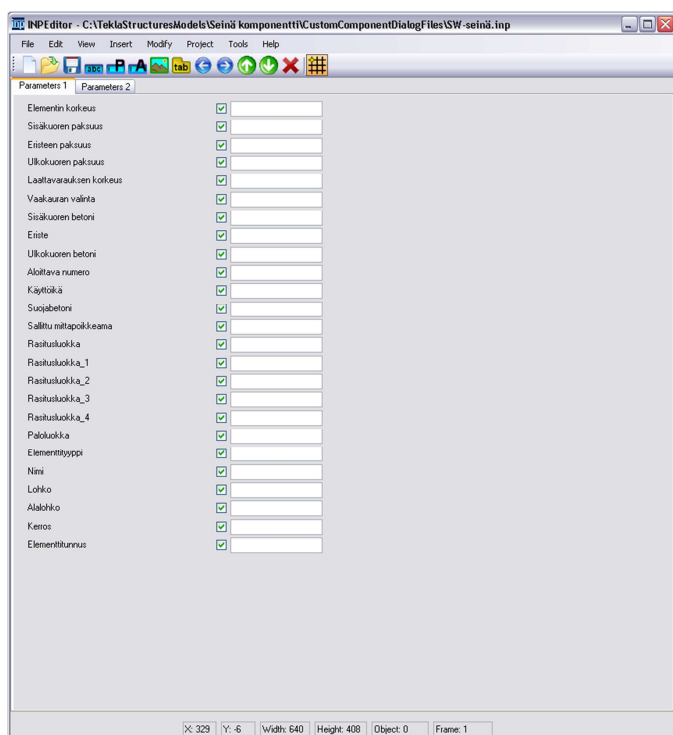
27. Testataan komponentin muodostumista, kopioitumista ja siirtymistä sekä tietojen syöttämistä. Kun komponentin dialogiin syöttää esimerkiksi jonkun arvon rasiusluokista, pitäisi arvon näkyä myös komponentin *user-defined attributes* valikossa.

Dialogin muokkaaminen INP-editorilla.

Komponentti on nyt valmis, mutta komponentin dialogi on vaikealukuinen. Dialogia muokataan lisäämällä sinne välilehtiä ja kuvia. Kuvien avulla pyritään selkeyttämään se, että mitä asiaa mikäkin parametri tarkoittaa. **HUOM!** Kun dialogi on muokattu valmiiksi, komponenttia ei saa enää muokata ilman, että komponentin inp-tiedosto olisi auki INP-editorilla. Jos muokkaat komponenttia ja tallennat sen ilman, että inp-tiedosto on auki, niin dialogi palautuu taas oletusdialogiksi ja kaikki dialogiin tekemäsi muutokset häviää.

Kuvat dialogiin on otettu *print screen* toiminnolla ja siinä on käytetty Screen Hunter 5.1 -ohjelmaa. Kuvat on muokattu windows:in Paint-ohjelmalla. Kuvat tallennetaan siihen kansioon missä editori sijaitsee sekä käytössä olevan Teklan bitmaps kansioon (esim. *C:\Program Files\Tekla Structures\17.0\nt\bitmaps*).

1. Avataan komponentin inp-tiedosto editorilla. Dialogi avautuu oletusmuodossa. Tiedosto löytyy mallin kansioista. (Kuva 39)



Kuva 39. Oletus dialogi

2. Muutetaan Välilehtien nimet oikeiksi ja tarvittaessa lisätään uusia.
3. Siirretään parametrit ja tekstit oikeisiin välilehtiin "Ctrl+X" ja "Ctrl+V" painikkeilla.

4. Lisätään dialogiin tulevat kuvat välilehtiin yläpalkin painikkeella (Kuva 40) ja siirretään kuvat ja tekstit paikoilleen.



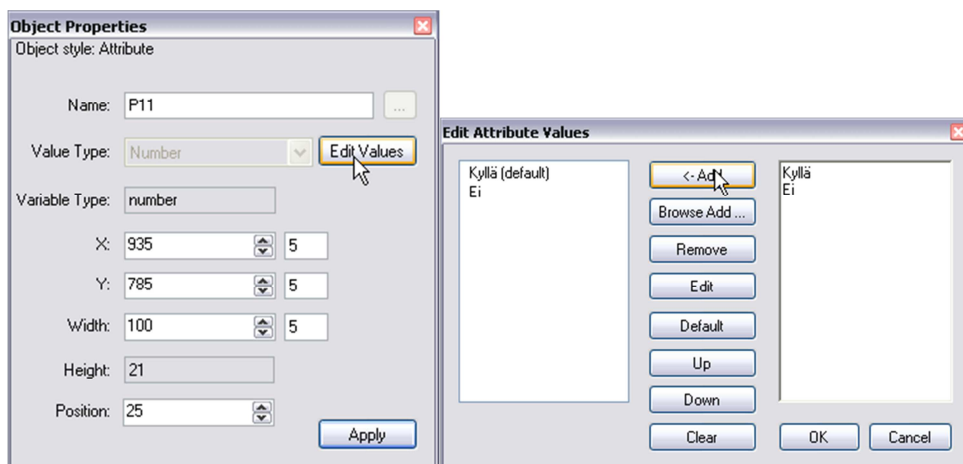
Kuva 40. Add picture

5. Vaakauran valinta on *yes/no* valikko ja se muutetaan siten, että se on suomenkielinen.
6. Valitaan kohta aktiiviseksi ja poistetaan "delete" näppäimellä. Painetaan kuitenkin mieleen parametrin nimi. Tässä tapauksessa se on P11. Nimellä linkitetään toiminto komponenttieditorin *variables* dialogin parametriin.
7. Lisätään uusi *attribute* toiminto yläpalkin kuvakkeesta. (Kuva 41)



Kuva 41. Attribute

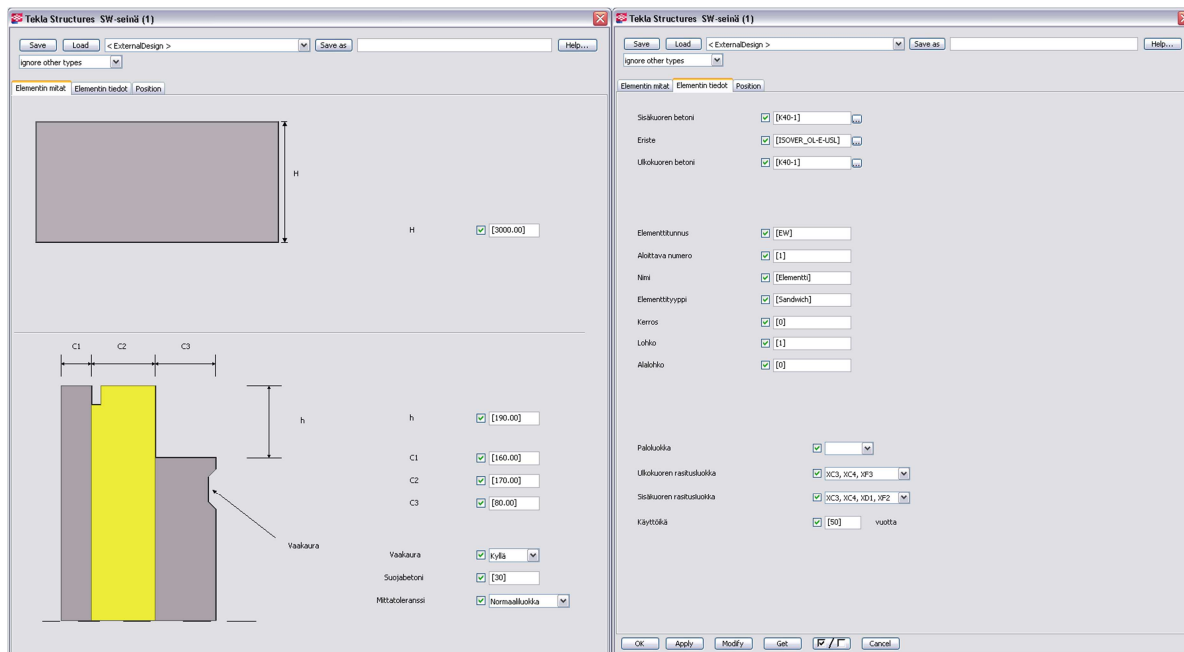
8. Lisätään valikko paikoilleen ja muutetaan nimi komponenttieditorin *variables* dialogissa olevaksi nimeksi. (Kuva 41)
9. Painetaan kohdasta "edit values", jolloin avautuu dialogi, jossa määritetään mitä vaihtoehtoja valikosta löytyy. *Variables* dialogissa oli oletuksena, että vaakaura näkyy joten ensimmäiseksi (*default*) arvoksi syötetään "Kyllä" ja toiseksi "Ei". (Kuva 42) Paloluokan rasisluokkien, toleranssiluokan ja käyttöiän tekstit syötetään samassa järjestyksessä, kuin ne on FI_UDA.dat tiedostossa. (Kuva 37)



Kuva 42. Edit values

10. Kun muutokset on tehty, tallennetaan dialogi.

11. Tallennetaan malli ja käynnistetään se uudestaan, jolloin dialogi on muuttunut muokatun mukaiseksi. (Kuva 43) Testataan toimiiko dialogi oikein ja muokataan tarvittaessa.



Kuva 43. Muokatun dialogin ensimmäinen ja toinen välilehti

12. Nyt komponentti on valmis. Komponentin käytössä esiintyvät virheet ja ongelmat korjataan tämän työn ulkopuolella.

www.savonia.fi

