

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Talonrakennustekniikka

Tutkintotyö

Jussi Aromaa

SCALECAD 2 -MALLINNUSOHJELMAN KEHITYS

Työn ohjaaja

RI Olli Kolkka

Työn teettäjä

Parma Oy, valvojana DI Juhani Toivonen

Tampere 2007

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

Talonrakennustekniikka

Aromaa, Jussi	ScaleCAD 2 -mallinnusohjelman kehitys
Tutkintotyö	44 sivua + 5 liitesivua, CD
Työn ohjaaja	RI Olli Kolkka
Työn teettäjä	Parma Oy, Juhani Toivonen
Huhtikuu 2007	
Hakusanat	ScaleCAD, elementtisuunnittelu, 3D-mallinnus

TIIVISTELMÄ

Aiheena opinnäytetyössä on ScaleCAD 2 -elementtisuunnitteluohjelman kehittäminen. Ohjelman käyttö perustuu rakennuksen elementtien kolmiulotteiseen mallintamiseen. Työn aihe liittyy osaltaan ARK-, RAK- ja ELEM-suunnittelussa jatkuvasti yleistyvään tuotemallintamiseen, jossa eri suunnittelijoiden 3D-mallit kootaan yhdeksi tuotemalliksi.

Opinnäytetyön aihe on saatu Parma Oy:n Juhani Toivoselta. Parma on ollut mukana ScaleCAD ohjelmiston kehittämisessä. Ohjelmiston viimeisimpänä osana on ilmestynyt ScaleCAD versio 2.3 -seinäelementtien suunnitteluohjelma. Työn lähtökohtina olivat Parman jännitettyjen sandwich-elementtien detaljien mallintaminen sekä työn taustalla olevan suunnitteluyhteistyön kehittäminen Parma Oy:n ja Team-Danielsson Oy:n välillä.

Olen kerännyt käyttökokemuksia sekä listannut käyttäjämukavuuteen liittyviä parannusehdotuksia ScaleCAD 2:sta hyödyntäen aiempaa elementtisuunnittelukokemustani. Kokemukset antavat kuvan siitä, minkälainen investointi ohjelman hankkiminen on yritykselle ja millä tavoin sitä voidaan hyödyntää.

ScaleCAD 2:lla mallintamani Parman teollisen tuotannon detaljit ja niiden vaatimat tarvikkeet sekä laatimani esimerkki Semtu Oy:n hallin mallintamisen vaiheista auttavat jatkossa Parman saamien elementtisuunnitelmien yhtenäistämässä. Mallien yhtenäisyys toimii myös hyvänä pohjana tuotemalli-ajattelulle ja sen vaatimalle mallien yhdistämiselle.

TAMPERE POLYTECHNIC

Construction engineering

House building engineering

Aromaa, Jussi

ScaleCAD 2

Engineering Thesis

44 pages + 5 appendices, CD

Thesis Supervisor

Olli Kolkka

Commissioning Company

Parma Ltd, Juhani Toivonen

April 2007

Keywords

ScaleCAD, element designing, 3D-simulation

ABSTRACT

The purpose of this bachelor's thesis was to develop the ScaleCAD 2 prefabricated concrete element designing software. The use of the software is based on three-dimensional simulation. The topic is partly involved with architectural-, structural- and element designing using three-dimensional simulation. This is not only to make separate simulations but to combine these designs as one allembicing 'product simulation'.

The topic for the thesis was given by Juhani Toivonen from Parma Ltd. Parma has taken part of developing the ScaleCAD software. ScaleCAD 2 is the latest release and it is designed as a wall element designing programme. The basis of this thesis were Parma's details of the sandwich elements that are reinforced with prestressing steels. Also there is the developing of the co-operation between Parma Ltd and the place I am working, Team-Danielsson Ltd.

I have used my earlier element designing experience and gathered some operating experiences and listed things to improve the usability of the software. These experiences indicate how much resources it takes from a company to invests in ScaleCAD 2. The most effective use is shown from results as well.

As an example I went through the simulation of the Semtu Ltd's hall. There I have used the details and equipments that I have simulated with ScaleCAD 2 detail- and equipment editor. By using my details, the designs and simulations from the many different designers are going to be much more consistent than earlier for parma. The consistence of the simulations is also an important item while combining the separate simulations for a 'product simulation'.

ALKUSANAT

Työskenteleminen projektin parissa on ollut mielenkiintoista ja opettavaista. Työ on antanut minulle paljon valmiuksia nykypäivän elementtisuunnitteluun sekä uusia hienoja kokemuksia. Tutkintotyön visuaalisuus ja läheinen kosketus työelämään ovat kiehtoneet minua koko työskentelyn ajan.

Kiitokset Juhani Toivoselle, Pentti Jaloselle, Erkki Myllymäelle,
Olli Kolkalle sekä Hans Danielssonille.

Tampereella 20.4.2007

Jussi Aromaa

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	7
2	SCALECAD 2 MALLINNUSPROJEKTI	8
2.1	Projektin kuvaus ja tavoitteet	8
2.2	Yhteistyö eri tahojen välillä	8
2.3	Käytettävät resurssit ja menetelmät	9
2.4	Rajaukset	9
3	ELEMENTTISUUNNITTELU	10
3.1	Elementtien käytön vaikutus rakentamisessa	10
3.2	Suunnittelun yleiskuvaus	12
3.3	Tietokoneavusteinen suunnittelu	13
3.4	3D-mallintaminen	13
3.5	Tulevaisuudennäkymät: Pro IT news, tammikuu 2006 /3/	15
4	SCALECAD 2	18
4.1	Ohjelman esittely	18
4.2	Perustyökalut	18
4.2.1	Tarvike-editori	18
4.2.2	Detaljieditori	20
4.2.3	ScaleCAD	22
4.3	3D-mallin luominen	23
5	SEMTU OY:N HALLIN 3D-MALLI	24
5.1	Lähtöaineisto ja työn kuvaus	24
5.2	Työn laajuus ja vaiheet	24
5.3	Alustavat työt	24
5.4	ScaleCAD	28
5.4.1	Taustakuvat	28
5.4.2	Moduuliverkko ja nollatason seinälinjat	29
5.4.3	Rakennusmallin luominen	32
5.4.4	Saumet ja detaljien kiinnitys	33
5.4.5	Nosto-ovien aukot	34
5.4.6	Ikkuna-aukot	34

5.5 Ohjelman soveltaminen (anturat, pilarit, palkit ja laatat)	37
5.5.1 Anturat	37
5.5.2 Pilarit ja palkit	38
5.5.3 Laatat	40
5.6 Mallin hyödyntäminen	41
6 TYÖN TULOKSET	42
6.1 Tavoitteiden toteutuminen	42
6.2 Käyttäjän näkemykset ScaleCAD 2 -ohjelmasta	43
6.3 Työn jatkaminen	43
7 LÄHDELUETTELO	44

LIITTEET

1. CD, sisältö:
 - Detaljit
 - JS-detaljien selitykset (dwg)
 - JS-detaljien selitykset (pdf)
 - JS-detaljit (xml)
 - Parman kiviseinän detaljit (dwg)
 - ScaleCAD detaljit (dwg)
 - Dokumentit
 - Insinööntyö (pdf)
 - Lista ScaleCAD 2 versio 2.3:n puutteista ja kehitysehdotuksista
 - Semtu halli
 - 3D-malli
 - Parmalta saadut piirustukset (lähtötiedot)
 - Taustakuviksi muokatut piirustukset
 - Tarvikkeet
 - Tarvikeluettelo
 - Tarvikkeet
2. Rakennusteollisuuden suhdanneaineistoa, lähde VTT, RT 200530.5.2005
3. Lista ScaleCAD 2 versio 2.3:n puutteista ja kehitysehdotuksista

1 JOHDANTO

Kolmiulotteinen mallintaminen on vakiinnuttanut paikkansa osana nykypäivän elementtisuunnittelua. Sen tarkoituksena on antaa selkeä ja havainnollinen kuva valmiista tuotteesta. Elementtitehtaalle lähetettävien työpiirustusten ja kaavioiden lisäksi 3D-suunnittelu antaa mahdollisuuden tarjous- ja kustannuslaskennan tehostamiseen samalla, kun suunnitteluvirheiden riski pienenee.

ScaleCAD 2 -mallinnusprojektin tavoitteena on kehittää ohjelmaa ja luoda Parma Oy:n teollisen elementtituotannon detaljit sekä liitososien tarvikkeet. Näin saadaan Parman tyyppiratkaisuilla luotavat ScaleCAD 2 -mallit yhdenmukaistettua eri suunnittelutoimistojen välillä. Yhdenmukaisuus ja yhtenäinen IFC-tiedonsiirtostandardi helpottavat eri 3D-mallinnusohjelmilla tuotettavien mallien yhdistämistä yhtenäiseksi malliksi esimerkiksi LVI-törmäystarkastelujen havainnollistamiseksi.

3D-mallintamisen merkitys ja havainnollisuus ovat korostuneet työtä tehdessä. Työn taustalla on aito kiinnostus kolmiulotteiseen mallintamiseen ja sen visuaalisesti tarjoamiin mahdollisuuksiin.

ScaleCAD 2-ohjelman uutuus ja kehittämistarpeet tuovat omat haasteensa projektiin. Siksi ohjelmalla mallintaminen ei ole pelkkää uuden luomista vaan paljolti myös siihen liittyvien ongelmien ratkaisua, jossa minun on tarkoitus hyödyntää elementtisuunnittelukokemustani.

2 SCALECAD 2 MALLINNUSPROJEKTI

2.1 Projektin kuvaus ja tavoitteet

Projektin ensimmäisenä tavoitteena on peruskurssin kautta tutustua ScaleCAD 2 -elementtisuunnitteluohjelmaan. ScaleCAD 2:n ohjelmisto jakaantuu kolmeen osaan: Tarvike-editoriin, Detaljeditoriin sekä itse ScaleCAD 2 –mallinnus-ohjelmaan. Ohjelmiston avulla luodaan Parma Oy:n teollisen elementtituotannon detaljit sekä tarvittavat tarvikkeet. Mallinnettavien detaljien ja tarvikkeiden lisäksi niistä kootaan luettelo sekä mallinnusohje teollisuushallin mallintamista varten.

2.2 Yhteistyö eri tahojen välillä

Mallinnusprojektin yhtenä osana on työn teettäjän Parma Oy:n edustajien kanssa pidettävät kokoukset, jolloin varmistetaan tehdyn työn laatu ja oikeellisuus, vaihtoehtoisten ratkaisujen mahdollisuus sekä työn tuottavuus sekä Parma Oy:lle että Team-Danielsson Oy:lle.

Yhteistyö Parman kanssa hoidetaan heidän projektikeskuksensa välityksellä. Palvelimella oleva Projektikeskus on muotoutunut yleiseksi ja varsin toimivaksi käytännöksi Team-Danielsson Oy:n ja Parman välillä. Työpiirustusten ym. suunnitelmien toimittaminen on internetin välityksellä sähköisesti huomattavasti nopeampaa ja halvempaa kuin perinteisellä tavalla paperikopioina kopiolaitoksen kautta.

ScaleCAD:iin liittyvissä teknisissä asioissa on luonnollisesti käännyttävä ScaleCAD 2 ohjelman julkaisijan Jidea Oy:n asiakaspalvelun puoleen. Asioiden hoito tapahtuu sähköpostitse, jolloin vastauksen saa varsin nopeasti. ScaleCAD:in lisenssin yhteydessä saa tunnukset extranet-palveluun, jonka kautta voi esimerkiksi ladata ohjelman päivitykset, lukea uutiset ja hyödyntää tarvike- ja detaljipankkia.

2.3 Käytettävät resurssit ja menetelmät

Teen insinöörityötäni Team-Danielsson Oy:ssä normaalien työaikojen puitteissa. Näin ollen ohjelman käytön harjoittelu antaa hyvän kuvan siitä, kuinka kauan ohjelman käytön harjoittelu vaatii ja sitä kautta suoran vastauksen, minkälainen investointi ohjelman hankkiminen on yritykselle.

Koska ohjelma on varsin uusi, sen käyttöön liittyy vielä joitakin hankaluuksia ja ongelmia. Hankittavan käyttökokemuksen kautta teen listauksen ohjelmistoon liittyvistä ongelmista sekä niihin mahdollisista parannusehdotuksista ja ongelman ratkaisuksista. Näissä tehtävissä minun on tarkoitus hyödyntää omaa elementtisuunnittelukokemustani, jotta ohjelmasta saataisiin tehokkaampi ja käyttäjäystävällisempi.

Ohjelmalla mallintaminen perustuu aiemmin tehtyjen valmiiden detaljien käyttöön, joiden sisältämän informaation ScaleCAD 2 osaa hyödyntää eli mallintaa. Detaljien on siten tarkoitus olla mahdollisimman monikäyttöisiä, mikä puolestaan vaatii tietämystä oletusarvoisesti hyvistä ja yleisistä ratkaisuksista sekä mittamaailmasta. Näin ollen työskennellessäni Team-Danielssonilla kaikki tuo tarvittava tieto ARK-, RAK- ja ELEM- suunnitteluun liittyen on ”käden ulottuvilla”.

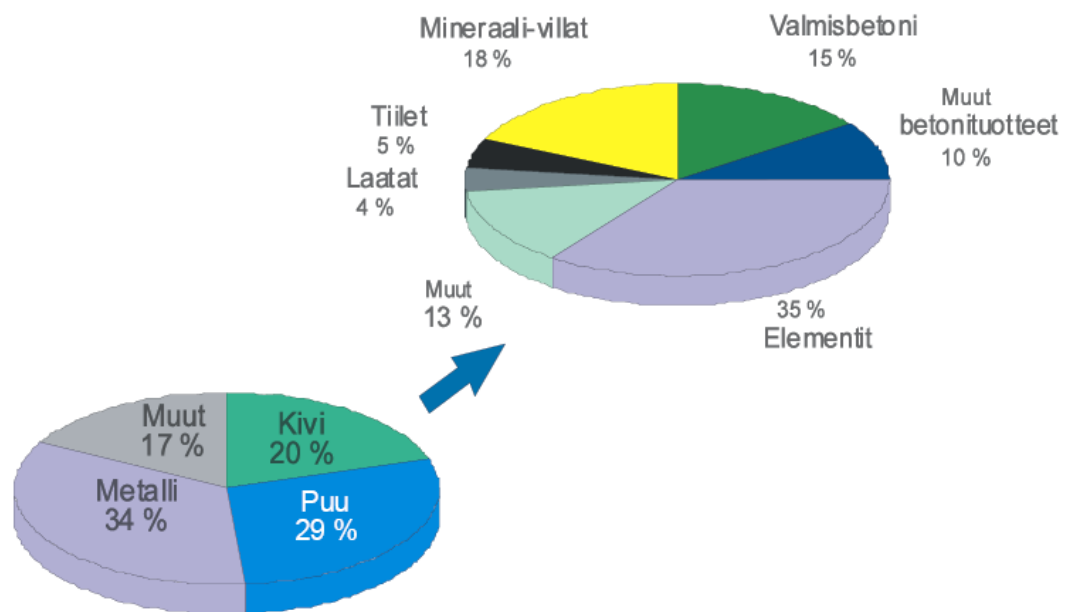
2.4 Rajaukset

Työn aihe on rajattu koskemaan Parma Oy:n teollisen elementtituotannon jännitettyjen sandwich-elementtien tarvikkeita, detaljeja ja kolmiulotteista tuotemallintamista. On hyvä huomioida, että työ tehdään ScaleCAD versio 2.3:lla. Ohjelmiston kehittäminen tuonee tullessaan parannuksia ja uusia ominaisuuksia, mikä saattaa aiheuttaa sen, että työssä laatimani mallinnusohjeen menettelytapoihin saattaa tulla muutoksia, jotka helpottavat mallintamista.

3 ELEMENTTISUUNNITTELU

3.1 Elementtien käytön vaikutus rakentamisessa

Kuvassa 1 on esitetty VTT:n tutkimustuloksia betoniteollisuuden rakennustuotemarkkinoista. Tarkasteltaessa kuvan 1 markkinoita huomataan kivirakentamisen arvon olevan noin viidesosa Suomen rakennustuotemarkkinoista. Samalla on hyvä muistaa, että esimerkiksi metallin rakennustuotemarkkinoihin lukeutuvat muun muassa nostolaitteet, lukot, sähkötuotteet, ilmastointilaitteet ja LV-tuotteet, joista tulee yhteensä noin 63 %.



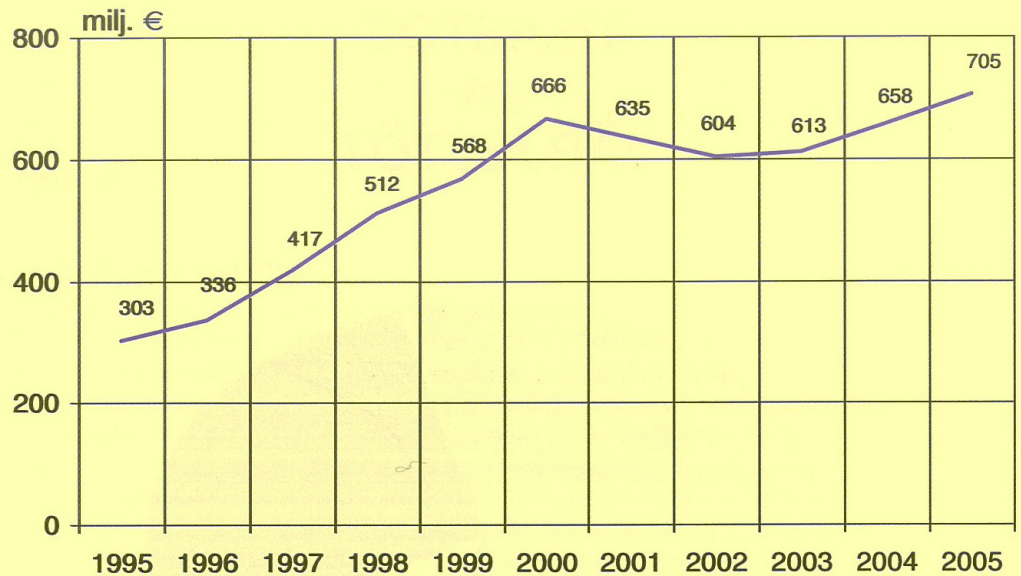
Kuva 1. Rakennustuotemarkkinat 7,7 mrd. € vuonna 2005 /5/

Kuvan 1 esityksen kokonainen versio on liitteenä 2.

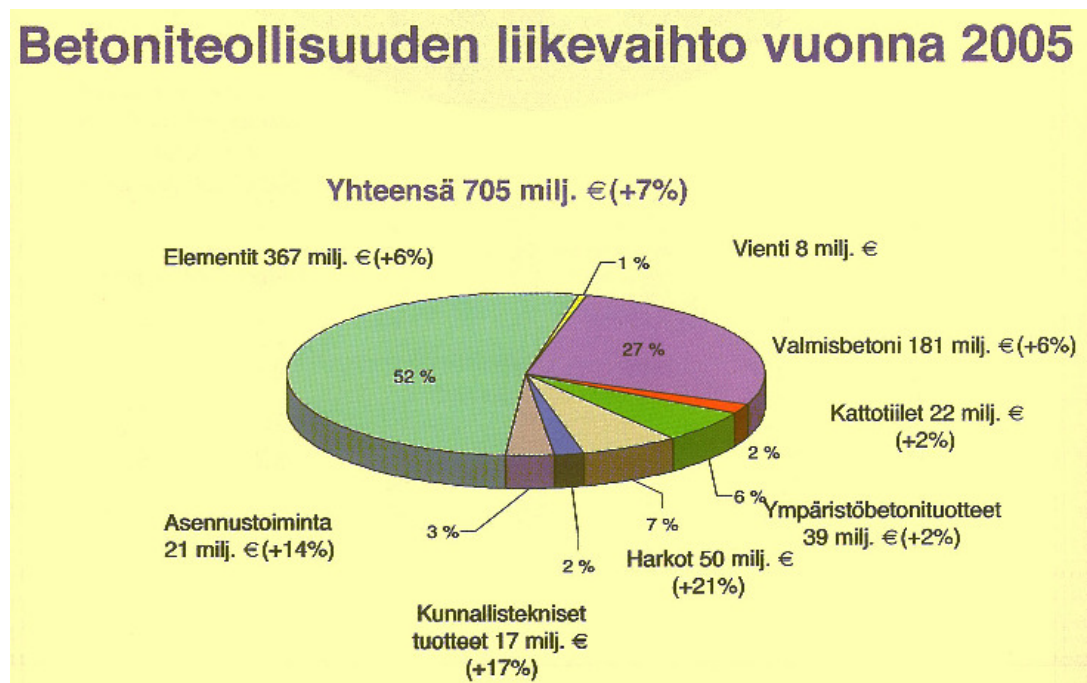
Betoniteollisuus työllistää Suomessa noin 4000 henkilöä vuosittain. Henkilöstö jakautuu siten, että työntekijöitä on vuonna 2005 ollut 3204 henkeä ja toimihenkilöitä noin 850 henkeä. Taulukon 1. Betoniteollisuuden liikevaihto (taulukko 1) on ollut hienoisessa kasvussa vuoden 2002 notkahduksesta ja se oli vuonna 2005 noin 705 miljoonaa euroa. Tästä 52 % eli noin 367 miljoonaa euroa on ollut pelkästään elementtien valmistuksen osuus (kuva 2). /1/

Taulukko 1. Betoniteollisuuden liikevaihto vuosina 1995-2005 /1/

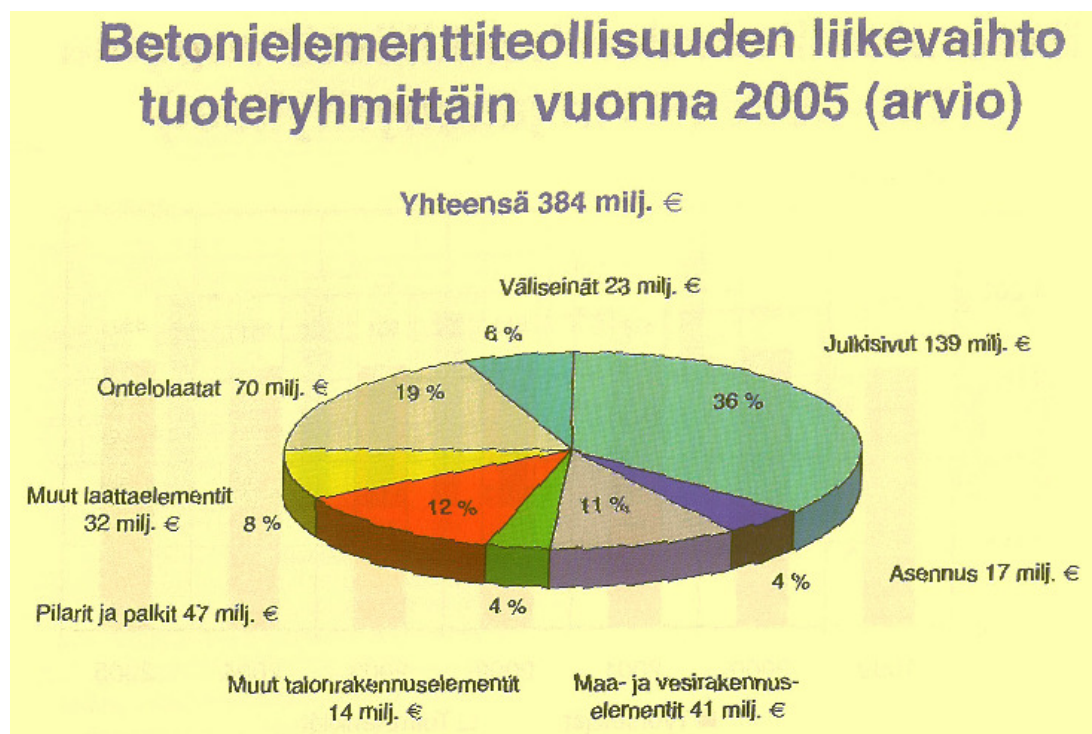
Betoniteollisuuden liikevaihto vuosina 1995-2005



Betoniteollisuuden liikevaihto vuonna 2005

**Kuva 2.** Betoniteollisuuden liikevaihto vuonna 2005 /1/

Kuvan 3 perusteella päästään kiinni ScaleCAD 2:ta koskettavaan elementtien markkinaosuuteen. ScaleCAD 2:lla on mahdollista mallintaa esimerkiksi tarjouslaskentakäyttöön miltei kaikki rakennuksen rakenneosat. Esimerkiksi pilareista, palkeista, seinistä ja laatoista kertyy noin 80 %:n osuus, joista mittapiirustuksiin saakka voidaan suunnitella kaikki seinäelementit, joiden osuus on vuonna 2005 ollut yli 40 %.



Kuva 3. Betonielementtiteollisuuden liikevaihto tuoteryhmittäin vuonna 2005 (arvio) /1/

3.2 Suunnittelun yleiskuvaus

Elementtisuunnittelu on perinteisesti ollut varsin mekaanista työpiirustusten piirtämistä edellistä piirrettyä elementtiä kopioiden seuraavan pohjaksi ja täydentäen kopioon kyseisen elementin vaatimat vähäiset muutokset. Aiemmin pyrittiin siihen, että saadaan tuotettua pitkiä sarjoja, joista hyvänä esimerkkinä ovat 1970-luvun ruutuelementtitalot. Näin saatiin varsin vähäisellä työpiirustusmäärällä ja muottikalustolla tuotettua kokonaisen kerrostalon kaikki elementit.

Nykyään sarjat ovat varsin pieniä jopa suuremmissa teollisuuskohteissa. Arkkitehtuurin vaikutukset näkyvät usein varsin suurena työpiirustusten määränä, mutta ne antavat kuitenkin huomattavasti esteettisemmän lopputuloksen. Oman osansa piirustusten määrään tekevät myös rakennuksissa jatkuvasti lisääntyvän talotekniikan määrä ja vaatimukset. Estetiikan ja talotekniikan vaatimien elementtien muotojen ja pintojen vaihtelevuus ja erikoisempien kiinnitysdetaljien esiintyvyys lisäävät siis huomattavasti toisistaan poikkeavien elementtien määrää. Näin suunnittelun määrä ja vaikeusaste kasvavat, mikä puolestaan lisää huomattavasti virheriskiä.

3.3 Tietokoneavusteinen suunnittelu

Rakennesuunnittelussa tietokoneavusteinen suunnittelu on lähtöisin 1980-luvun puolivälistä. Esimerkiksi Team Danielsson Oy:ssä kyseinen prosessi alkoi 1980-luvun lopussa ja vähitellen 1990-luvun alun aikana siirryttiin käsin piirtämisestä kokonaan tietokoneavusteiseen suunnitteluun tietokoneiden ja ohjelmien kehittymisen tuloksena.

Viimeiset 15 vuotta elementtisuunnittelun yleisimmät työkalut ovat olleet AutoCAD ja Excel. Piirtäminen on tapahtunut AutoCADilla 2D-kuvina, jolloin elementtikaaviot, työpiirustukset ja detaljit on pitänyt piirtää erikseen. Elementtiluettelot on ollut kätevintä toteuttaa taulukkomuodossa Excelillä. On siis pitänyt käsitellä varsin suurta tietomäärä useaan eri osaan jaettuna siten, että suunnitelmat ja niihin tulevat muutokset ovat kaikki ajan tasalla ja ennen kaikkea yhdenmukaisia.

3.4 3D-mallintaminen

Tuotemallintamisen yleistyminen alkaa olla osa arkipäivää suunnittelu-toimistoissa. Asiakkaat tahtovat yhä enemmän havainnollisia kolmiulotteisia kuvia, mikä johtaa pikkuhiljaa 2D-rakennesuunnittelun selvään vähenemiseen.

”3D sekä tuotemallisuus ovat suuntia, mihin CAD-maailmassa mennään. Tuotemallisuus voi aiheuttaa sen, että dwg-formaatin asema tulee tulevaisuudessa pienenemään ja vastaavasti tuotemalli formaatin asema laajenemaan, millä kuvia siirretään eri CADien välillä.”, toteaa ScaleCAD-ohjelman julkaisijan Jidea Oy:n järjestelmäasiantuntija Kimmo Korpela /2/.

Suunnittelutoimistossa tapahtuva elementtisuunnittelu 3D-mallintamalla muuttaa suunnittelua huomattavasti verrattuna aiempaan 2D-suunnitteluun. 3D-mallista saadaan ”nappia painamalla” ulos työpiirustukset, elementtikaaviot (”plaanikuvat” ja julkisivukaaviot), elementtiluettelot jne. Lisäksi mallintamisessa korostuu enemmän ajatus siitä, että mallintaja on osa suurempaa prosessia. Tämä tulee vastaan esimerkiksi ajateltaessa mallin hyödyntämistä jo tarjouslaskentavaiheessa laskennan pohjaksi ja havainnollistamisvälineeksi asiakkaalle.

Aiemmin tehtyä suunnitelmaa on jatkossa mahdollisuus täydentää ja muokata lopulliseksi tuotteeksi. Eri suunnittelijoiden ajatukset voidaan koota yhteen yhdistämällä 3D-mallit yhdeksi malliksi, jolloin voidaan suorittaa tarkasteluja esimerkiksi talotekniikan: törmäysten, tilan tarpeen ja läpivientien paikkojen suhteen. Näin vaikeatkin suunnitteluratkaisut ja tilan tuntu ovat myös rakentamista tuntemattoman asiakkaan ulottuvilla. Vaikeissa rakenneratkaisuissa yhteistyö eri suunnittelijoiden välillä helpottuu ja väärinkäsityksen vaara pienenee huomattavasti.

Kuvasta 4 käy hyvin ilmi elementtisuunnittelijan luoman tuotemallin monikäyttöisyys. Alustava malli toimii elementtitehtaalla hyvänä tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen apuvälineenä. Tarvittaessa elementtitehtaalle lähetetystä mallista tehdas saa itse tuotettua kaikki tarvitsemansa kuvat. Elementtien muottien valmistuksen yhteydessä tehtaalla on mahdollisuus tarkastella tuotemallia hankalien elementtien ja detaljien osalta.



Kuva 4. ScaleCAD 2-tuotemalli osana suurempaa kokonaisuutta /4/

3.5 Tulevaisuudennäkymät: Pro IT news, tammikuu 2006 /3/

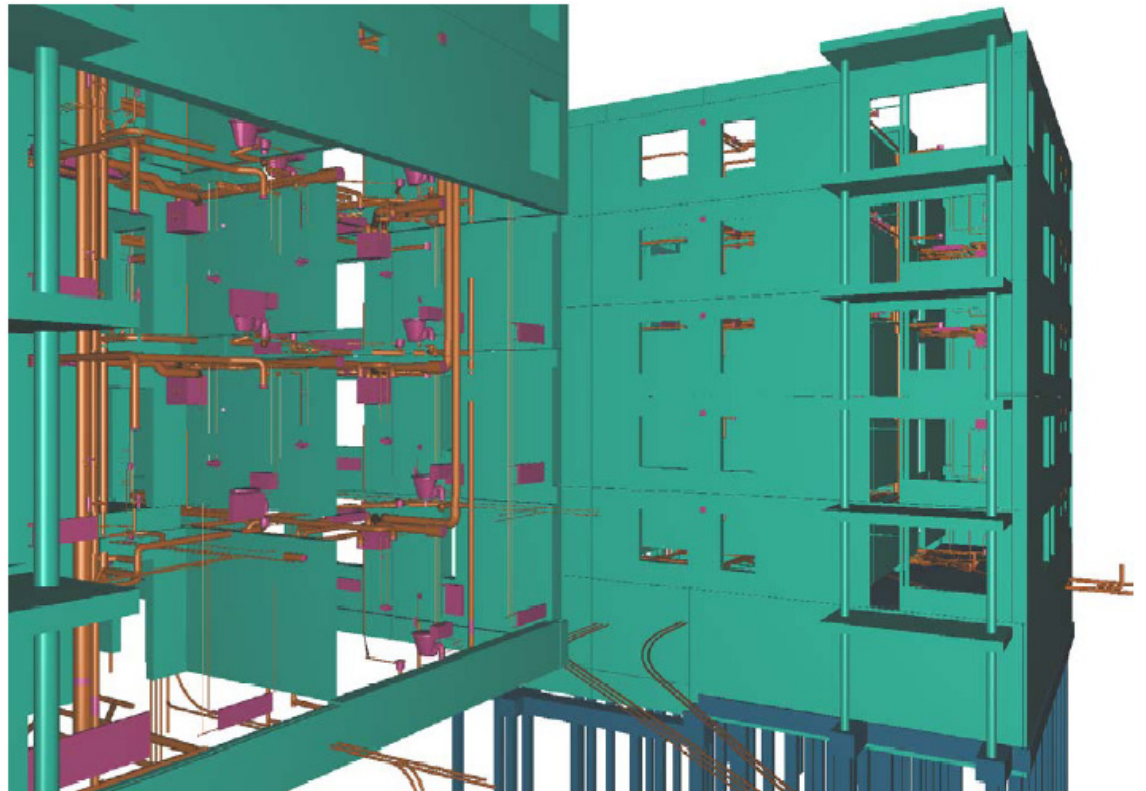
Tuotemallintamisen tulevaisuuden näkymät käyvät todella hyvin ilmi tammikuussa 2006 julkaistusta Pro IT news –julkaisusta. Pro IT on Rakennusteollisuuden koordinoima kolmiulotteisen mallintamisen kehitysprojekti. ”Tuotemallitekniologia on keino tehostaa koko rakennusalan prosesseja, kehittää laatua, parantaa tuottavuutta sekä varmistaa asiakastarpeiden välittyminen suunnitelmiin ja lopputuotteeseen. Tämä oli keskeinen lähtökohta Pro IT –projektin valmistelussa kolme vuotta sitten” ,Rakennusteollisuuden RT Oy:n teknologiajohtaja Jukka Pekkanen kirjoittaa. Pekkanen jatkaa, että alkujaan luodussa visiossa vuoteen 2010 mennessä suunnitelmien muutokset sekä materiaaleja ja rakennusosia koskevat tiedot taltioituvat rakennuksen kolmiulotteiseen tuotemalliin. Tämän tiedon hallinta puolestaan aikaansaa kestävästä kehitystä.

Pro IT:n projektipäällikkö Ilkka Romon kertoo projektia käynnistettäessä vuonna 2002 suunnittelun lähtötietojen olleen kovin hajanaisia eikä riittävää yhteistyötä eri osapuolien välillä ollut. ”Yhtenä ratkaisuna ongelmiin pidettiin tuotemallintamista, joka tiivistäisi yhteistyötä, tehostaisi suunnittelua vähentäisi suunnitteluvirheitä”, Romo kirjoittaa.

Yhtenä keskeisimmistä Pro IT:n tavoitteista on yhtenäistää suunnittelua. Tiedonhallintaa varten valittu IFC-tiedonsiirtostandardi mahdollistaa eri suunnittelijoiden luomien mallien yhteensovittamisen. Näin aikaansaadun rakennuksen 3D-mallin tarkastelu havainnollistaa sekä suunnittelijoita että tilaajaa visuaalisesti. ”Mallintamisen keskeisiksi hyödyiksi todetaan muun muassa kolmiulotteisten suunnitelmien havainnollisuus, markkinointiaineiston ja piirustusten saaminen suoraan mallista, mahdollisuus käyttää rakennemallia elementtisuunnittelussa ja määrätiedon tuottamisessa, eri suunnitelmien yhteensovittaminen ja virheiden väheneminen törmäystarkasteluilla sekä määrä- ja kustannuslaskennan nopeutuminen ja tarkentuminen”, Romo kirjoittaa.

”Suunnittelijat hyötyvät huomattavasti siitä, että saavat toistensa mallit käyttöönsä. Kaikki voivat silloin nähdä asiat uudella tavalla ja ymmärtävät, kuinka omat suunnitelmat vaikuttavat toisten suunnittelijoiden valinnanmahdollisuuksiin ja päinvastoin”, selittää Finnmap Consulting Oy:n kehityspäällikkö Juha Valjus.

Tiedonhallinnan parantamiseksi tietopankkien ja projektikeskusten käyttö yleistyy jatkuvasti. Projektikeskusten kautta jokainen asiaan kuuluva henkilö pääsee esimerkiksi toisten suunnittelijoiden kuviin käsiksi. Kuvien katselua voidaan erikseen rajoittaa salasana käytännöllä. Toisena esimerkkinä tietopankeista on ScaleCADn extranet-palvelu. Palvelun kautta voi ladata ohjelman uusimmat päivitykset ja lisäksi siellä on käytettävissä 30.1.2007 käyttöön otettu detالji- ja tarvikepankki. Detalji- ja tarvikepankin kautta ScaleCADn käyttäjät voivat julkaista luomiaan detaljeja ja tarvikkeita toisten käytettäväksi sekä vastaavasti ladata pankista itselleen käyttökelpoisia mallinnuksia.



Kuva 5. Skanskan Ankkahovi /3/

Yhtenä keskeisenä ongelmana projektipäällikkö Ilkka Romo ottaa esille asian, joka on herättänyt paljon keskustelua: ”On pelätty, annetaanko mallin mukana omaa erityisosaamista ilmaiseksi, tai että joudutaanko vastaamaan jostakin mallin tietosisällöstä, jota ei ole voitu ennalta tietää.” Asiaa tutkineen työryhmän mukaan KSE-ehtoja noudatetaan ja tilaajan saama mallin käyttöoikeus koskee vain suunniteltua rakennuskohdetta. ”Mallin tietosisältöön otetaan kantaa suunnittelusopimuksessa, ja vastuut rajataan sen perusteella”, työryhmä toteaa.

4 SCALECAD 2

4.1 Ohjelman esittely

Ohjelmalla voidaan suunnitella ulko- ja väliseinäelementtejä sekä parveke- ja porrastaselementtejä. Ulkoseinät voidaan suunnitella joko sandwich-rakenteisina tai ns. sisäkuoriratkaisuina. /4/ Ohjelmisto jakaantuu kolmeen osaan: Tarvike-editoriin, Detaljeditoriin ja itse ScaleCAD 2 -mallinnusohjelmaan. Ohjelman käyttö perustuu aiemmin tehtyjen detaljien ja yleisten tyyppiratkaisujen hyödyntämiseen.

4.2 Perustyökalut

4.2.1 Tarvike-editori

Ohjelmiston mukana tulevalla Tarvike-editorilla voi luoda kaikki tarvittavat tarvikkeet ohjelmiston mukana tulevan tarvikekirjaston täydentämiseksi. Tarvikekirjastosta löytyvien valmiiden tarvikkeiden muokkaaminen ja tallentaminen uudella nimellä on varmasti tehokkain tapa laajentaa kirjastoa.

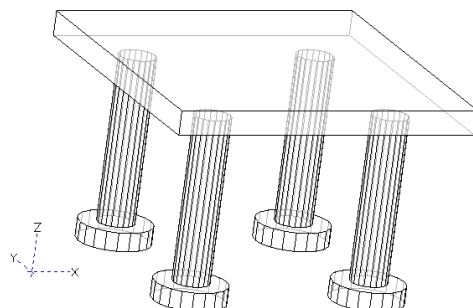
Tarvikkeiden mallintamisen yhteydessä on hyvä kiinnittää huomiota tarvikkeiden geometriaan, ID-koodiin ja käytettyyn hinnoitteluperusteeseen. Tarvikkeen ominaisuustaulukkoon täydennetyt tiedot täydentyvät jatkossa ScaleCAD:llä mallinnettujen elementtien mittapiirustuksien tarvikeluetteloon. Oikein syötetyt tiedot helpottavat huomattavasti elementtitehtaan työskentelyä. Taulukossa 2 on esimerkkinä SBKL 100x100 -kiinnityslevyn tiedot.

Tarvikkeita on mahdollista mallintaa sekä yksittäisiksi osiksi että parametrisiksi pituustarvikkeiksi (ks. taulukko 2 SBKL 100x100 –kiinnityslevyn tiedot: paramet-

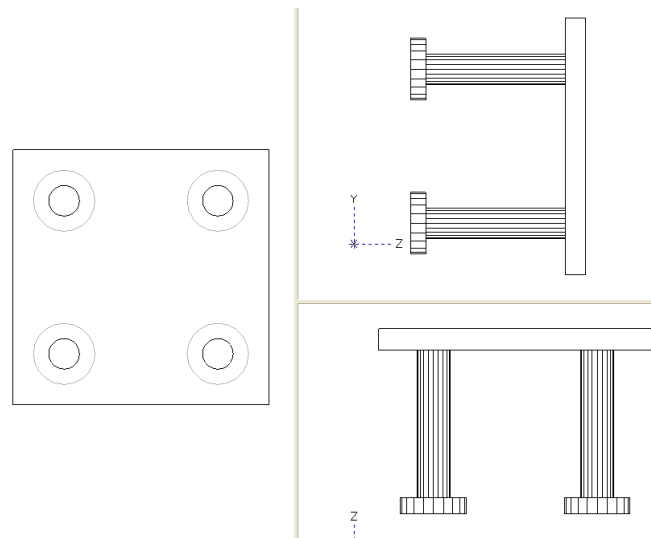
risuus). Yksittäinen osa, kuten esimerkiksi SBKL-kiinnityslevy on tyypiltään tarvike, joita on tietty kappalemäärä elementissä. Kappalemäärä on tarpeellinen tarvikkeen hinnoittelun ollessa €/kpl. Pituustarvikkeiksi on puolestaan hyödyllistä mallintaa esimerkiksi harjateräkset, joilla on elementissä tietty halkaisija ja pituus ja sitä kautta niistä koostuva massa. Parametriselle pituustarvikkeelle määritetään oletuspituudeksi esim. 100 mm. Pituustarvike on ominaisuuden ansiosta detaljia mallinnettaessa voidaan kyseiselle pituustarvikkeelle määrätä haluttu pituus esimerkiksi 2000 mm, jolloin pituustarvike monistaa pituutensa tässä tapauksessa 20-kertaiseksi. Mallintamisen kannalta pituustarvikkeista on etua etenkin silloin, kun halutaan esimerkiksi harjateräksen pituuden olevan elementin pituus – 2 x suojabetoni. Detaljeja on käsitelty tarkemmin kohdissa 4.2.2.

Taulukko 2. SBKL 100x100 -kiinnityslevyn ominaisuustaulukko

Ominaisuudet	
Tarvike	
Geometria	
Tuotemalli	
Tyyppi koko laatu	SBKL 100/100 SUOJAMAALATTU
Koodi	4000002
Nimi	SBKL 100/100
Versio	
Yksikkö	KPL
Tarkenne	
Määrä	1.00
Kategoria	Kiinnityslevy
Sijoituspaikat	0.00,0.00,4.00;-50.00,50.00,4.00
x	0.00
y	0.00
z	4.00
Parametrinen	Ei



Kuva 6. Tarvike-editorilla mallinnettu SBKL 100x100 -kiinnityslevy 1/2



Kuva 7. Tarvike-editorilla mallinnettu
SBKL 100x100 -kiinnityslevy 2/2

4.2.2 Detaljieditori

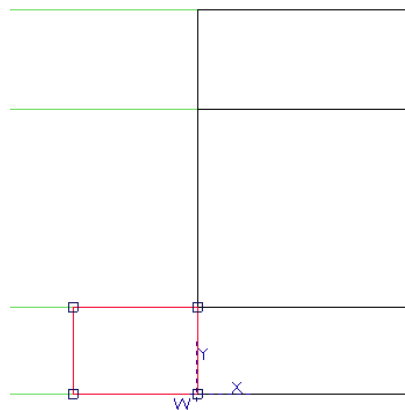
Detaljieditorissa voidaan luoda älykkäitä elementtien liittymisdetaljeja eli nk. olioita. Detaljit perustuvat parametrisuuteen, joista esimerkkeinä sisäkuoren, eristeen ja ulkokuoren parametriset leveydet ovat: \$sys_inner, \$sys_insul ja \$sys_outer. Parametreja voi itse luoda lisää tarpeen mukaan. Parametreille voi asettaa oletusarvoja, jotka ovat jälkikäteen muutettavissa. Parametrina voi olla esimerkiksi elementin ulkokuoren sauman leveys. Oletusarvoilla esimerkiksi 20 mm levyinen sauma on tyypillinen perusratkaisu. Samaan tyyliin voidaan asettaa oletusarvoja sisältäviä parametreja detaljiin liitettäville kiinnitysosille, kuten esimerkiksi SBKL-kiinnityslevyjen sijainnille vaaka- ja pystysuunnassa.

Esimerkki 1. Parametrien ja modifikaatioiden merkitys.

Esimerkin seinätyyppi on tavallinen sandwich-elementti. Kyseessä kahden elementin suoran seinäpinnan pystysauma. Elementin A ulkuoresta halutaan poistaa 100 mm leveä ja ulkokuoren korkuinen pala.



Kuva 8. Detaljieditorilla mallintaminen



Kuva 9. Suurennos kuvasta 8.

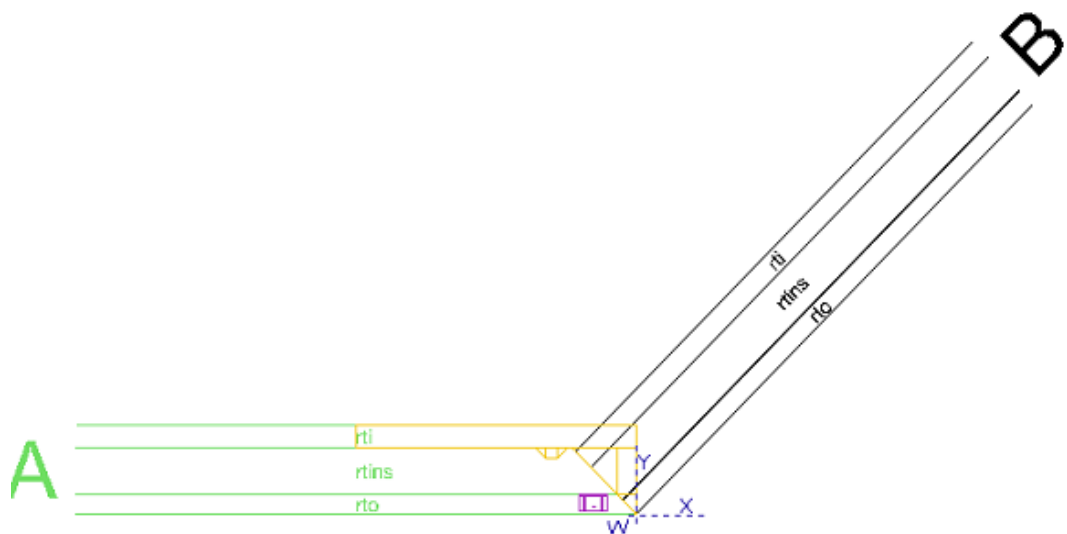
Taulukko 3. Lisätyn neliömuodon ominaisuustaulukko

Ominaisuudet	
Detalji	
Tiedot	
Nelikulmio	rect_1
cx	-100
cy	\$sys_outer
x	0
y	0
Lukittu	Ei

Valitun elementin A ulkokuorelle on lisätty neliömuoto. Muodon ominaisuustaulukosta on mahdollisuus valita modifikaatio, mikä määrittelee, onko muoto kuorta leikkaava vai sitä lisäävä. Lisäksi muodolle kerrotaan, mihin kuoreen muoto kuuluu eli mitä kuorta se leikkaa tai lisää. Esimerkin muoto on leikkaava.

Muodon geometria suhteutetaan kuvassa 9 näkyvään origopisteeseen, josta ominaisuustaulukkoon 3 täydennettyjen tietojen mukaan muodon lähtöpiste on origo (taulukon x ja y) ja päätepiste -100 mm, ulkokuoren vahvuus (taulukon cx ja cy). Koska päätepisteen y-koordinaatti (taulukon cy) määritettiin ulkokuoriparametrin perusteella, tulee detaljin määritetystä muodosta yleispätevä. Eli jatkossa, kun detalji liitetään ScaleCAD:llä mallinnettavaan samaan seinätyyppiin, detalji osaa leikata 100 mm leveän ja ulkokuoren korkuisen palan pois elementtien liitoskohdasta, oli ulkokuoren paksuus määritetty kuinka suureksi hyvänsä.

Päätepisteen x-koordinaatti -100 voisi sekin olla määritelty parametriksi esimerkiksi 's'. Parametria luotaessa sille annetaan tunnus, kuvaus ja oletusarvo esimerkiksi 'ulkokuoren sauman leveys' ja '100' (mm). Oletusarvon olisi siis hyvä olla jokin yleisesti käytettävä perusmitta, joka on kuitenkin muutettavissa elementtien saumaan detaljia liitettäessä. Eli todellisuudessa hyvässä detaljissa keskeisen elementtisauman oletusarvona olisi 20 mm ja päätepisteen x-koordinaatti $-s/2$ eli $-20 \text{ mm} / 2 = 10 \text{ mm}$ (pystysauman toiseen elementtiin vastaavasti).

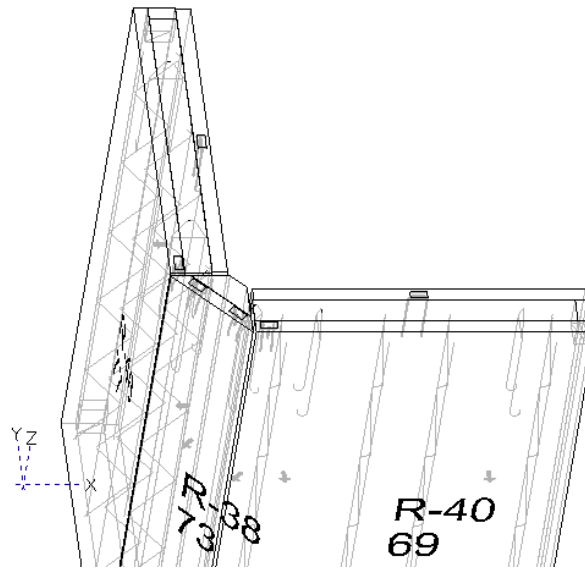


Kuva 10. Detaljieditorilla mallinnettu jännitettyjen sandwich-elementtien ulkokulma

4.2.3 ScaleCAD

Itse ScaleCAD 2 -mallinnusohjelmassa voidaan hyödyntää kaikkia tarvike- ja detaljikirjastoon tallennettuja sekä valmiita että itse luotuja tarvikkeita ja detaljeja. Kohdassa 3.5 Tulevaisuudennäkymät: Pro IT news, tammikuu 2006 on käsitelty ScaleCAD:n extranet-palvelun kautta ladattavissa olevia erisuunnittelijoiden sinne lataamia tarvikkeita ja detaljeja.

Ohjelman käyttö perustuu yhtenä massana mallinnetun seinän liitossaumojen ja ulkoreunojen osoittamiseen ja niihin älykkäiden detaljien eli nk. olioiden kiinnittämiseen. Liitosdetaljien kiinnittämisen jälkeen ohjelma osaa itse mallintaa hankalatkin liitosmuodot halutun näköisiksi sekä detaljeihin liitetyt tarvikkeet omille paikoilleen.



Kuva 11. Kuvan 10 detaji mallintuneena ScaleCAD 2:lla luotujen jännitettyjen sandwich-elementtien ulkokulmaan

4.3 3D-mallin luominen

Kolmiulotteisen mallin luomisessa on pidettävä kiinni siitä, että kyseisen kohteen suunnitelmat ovat riittävän pitkällä, ettei muutoksia enää tule, koska valmiin tuotemallin muuttaminen on todella vaikeaa ja usein jopa mahdotonta. Muutoksien seurauksena mallintaminen täytyy usein aloittaa miltei kokonaan alusta.

Mallintaminen perustuu arkkitehtikuvien hyödyntämiseen. Taustalle viitekuvaksi avattavan dwg-muotoisen pohjakuvan päälle luodaan moduuliverkko ja halutut seinät. Arkkitehtikuvat tosin vaativat yleensä enemmän tai vähemmän muokkaamista. Esimerkiksi AutoCAD (tai joku muu cad-ohjelma) onkin miltei pakollinen ”lisävaruste” ScaleCAD 2:ta käytettäessä.

5 SEMTU OY:N HALLIN 3D-MALLI

5.1 Lähtöaineisto ja työn kuvaus

Tämän työn lähtöaineistona toimivat Parman toimittamat Semtu Oy:n hallin piirustukset (arkkitehtikuvat) sekä Parman jännitettyjen sandwich-elementtien detaljit. Sekä piirustukset että detaljit löytyvät liitteenä olevalta CD-levyltä.

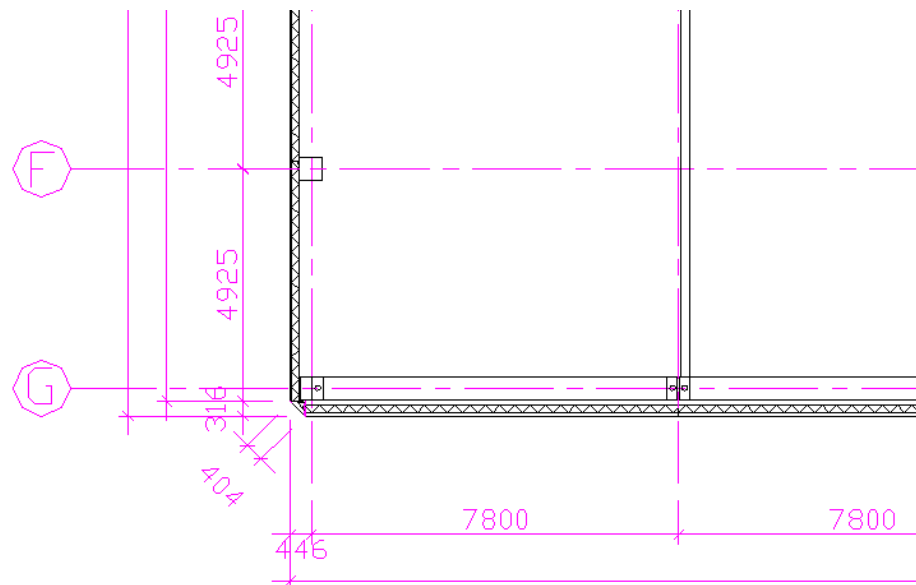
5.2 Työn laajuus ja vaiheet

Seuraavana on kuvaus Semtu Oy:n hallin mallintamisen prosessista. Käyn asiat siinä järjestyksessä, mikä on mallinnusprosessin etenemisen puolesta järkevintä. Työn lähtökohtana on ajatus siitä, että jatkossa suunnittelijalla on käytössään mallintamani jännitettyjen sandwich-elementtien detaljit ja tarvikkeet.

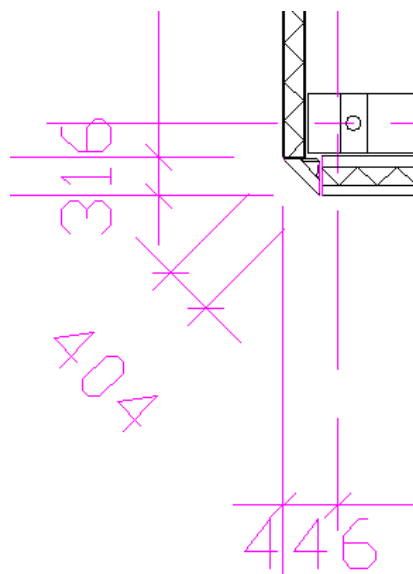
5.3 Alustavat työt

Ensimmäinen vaihe on lähtötietokuvien muokkaaminen, jotta saadaan mallinnuksen taustalle avattavien dwg-muotoisten viitekuvien tiedot oikeiksi ja yhdenmukaisiksi. Pohjakuvan osalta muokkaamista vaativat ulkoseinäpinnat ja nosto-ovien aukot. ScaleCAD:llä mallinnettaessa: moduulilinjoja, nollatason seinälinjojen ja laattojen piirto vaativat kiintopisteitä viistojen nurkkien osalta sekä ulkoseinän ulkopinnan viivan näkyvyyden joka kohdassa. Tässä tapauksessa hallin yhden sivun seinä on tehty Paroc-elementeistä, jolloin sokkelin ulkopintaa eikä liittyviä nurkkia ole esitetty.

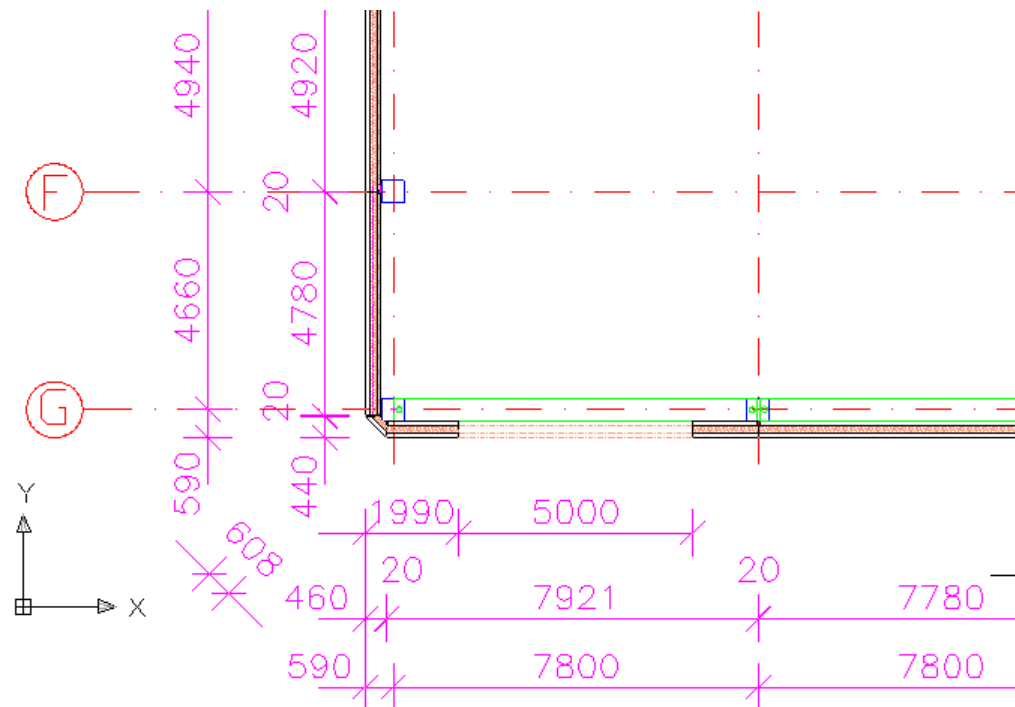
Myös hallin viistojen nurkkien osalta on syytä varmistaa, että nurkkakivet ovat yhteneviä mallintamieni detaljien kanssa. Helpoin tapa on verrata nurkkakiviä liitteenä olevalta CD-levyltä löytyviin 'detaljien selitykset' -kuviin. Kuvat havainnollistavat, että on huomioitavaa kuvien muokkaamisen yhteydessä, että jotkin mitat saattavat hieman muuttua (vrt. kuvat 12—15).



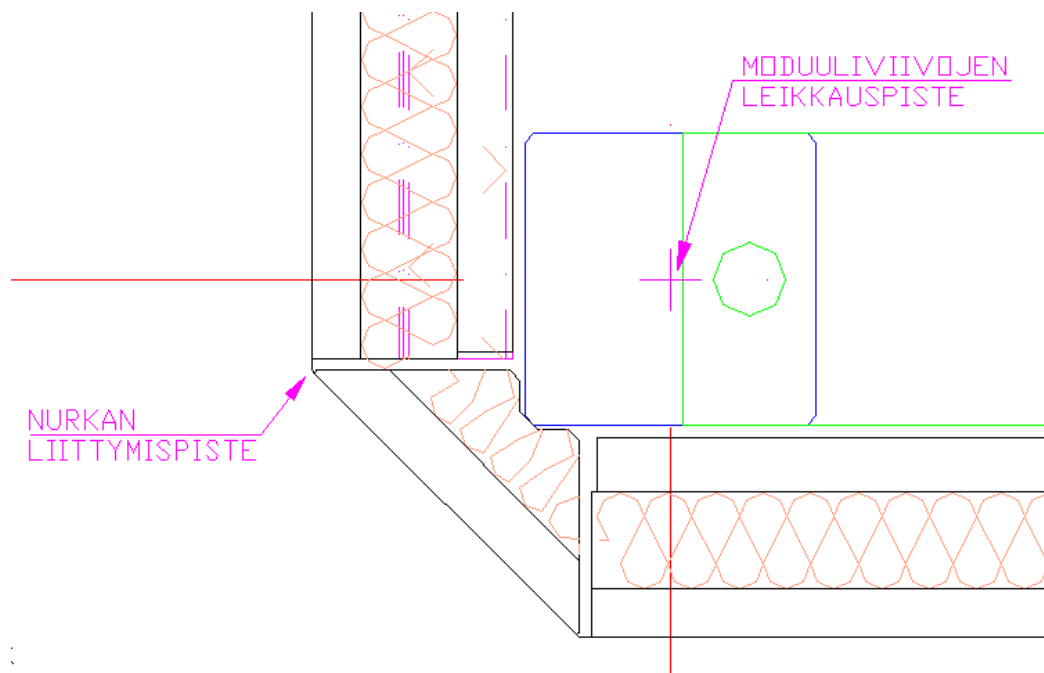
Kuva 12. Parmalta lähtötietona saadun Sementin hallin DWG-muotoisen pohjapiirroksen ulkonurkka



Kuva 13. Kuvan 12 nurkka suurennettuna



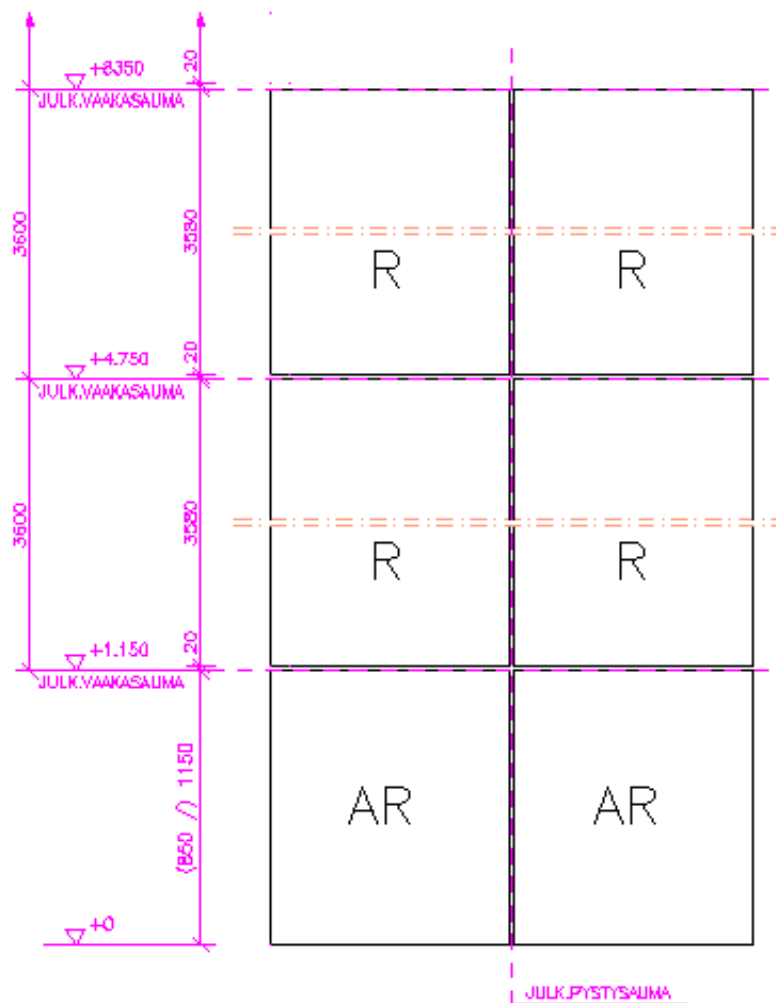
Kuva 14. Muokatun Semtun hallin DWG-muotoisen pohjakuvan pohjapiirroksen ulkonurkka



Kuva 15. Kuvan 14 nurkka suurennettuna. Kuvassa kannattaa kiinnittää huomiota viiston nurkan liittymiskohtaan.

Pohjapiirustuksen muutosten jälkeen on hyvä tehdä joitakin pieniä muokkauksia julkisivukaavioihin. Julkisivukaavioihin on merkitty elementin pystysaumaan molempien liittyvien elementtien reunaviivat. ScaleCAD kuitenkin vaatii seinän pystysauman leikkaussauman paikan näyttämiseksi sauman keskilinjan, jolloin kumpikaan elementin reunaviiva ei kelpaa. Moduuliviivat ovat yleensä suorien seinäpintojen pilarin keskilinjalla ja samoin myös elementin sauman keskilinjalla.

Vaakasaumojä merkittäessä on alemman elementin yläpinnan reunaviiva vaakasaumojen leikkaussauman paikka. Paikka siis poikkeaa pystysaumojen paikasta. Syynä tähän on se, että näin ajatellen elementtien korkomaailma pysyy hallussa. Toisena etuna on se, että rakennuksen ylimmän elementin yläreuna ei aiheuta pään vaivaa. Kuvassa 16 on havainnollistettu leikkaussaumojen paikat.



Kuva 16. Elementtien saumojen paikat julkisivussa

Aukkojen osalta hyödynnettävän arkkitehdin julkisivukuvan aukkojen koon ja paikan oikeellisuus on hyvä tarkistaa leikkauskuvasta sekä ikkuna- ja ovikaavioista. Etenkin teräsoviin on syytä kiinnittää huomiota, koska ne eivät aina ole moduulimittaisia.

Lähtötietopiirustusten muokkaamisen jälkeen nähdään, onko tarvetta mallintaa lisää tarvikkeita ja detaljeja. Eli toisin sanoen, ovatko kaikki elementtien liittymisdetaljit jo olemassa olevia perusdetaljeja. Tarvittaessa luodaan puuttuvat tarvikkeet tarvike-editorilla ja sen jälkeen puuttuvat detaljit detaljieditorilla.

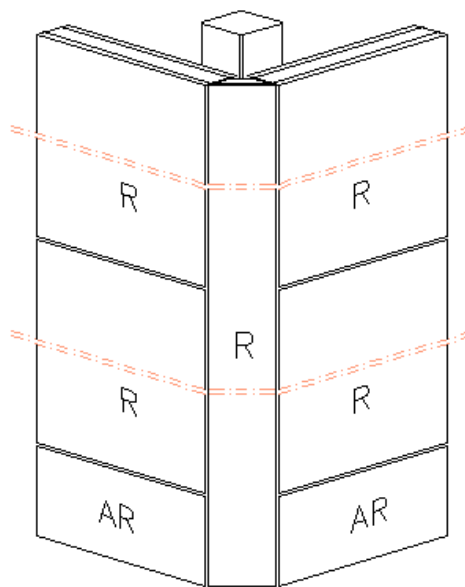
5.4 ScaleCAD

5.4.1 Taustakuvat

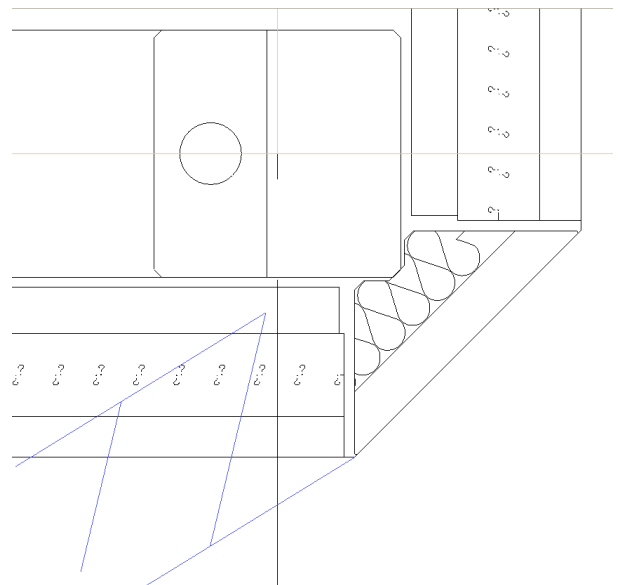
Mallintamisen ensimmäinen vaihe on avata ja tallentaa muokatut lähtötietokuvat, minkä jälkeen ohjelma tunnistaa ja hyväksyy ne taustakuviksi. Taustakuville on hyvä luoda oma kansionsa projektin alle. Viitekuvan käyttöä olisi syytä suosia taustalle vaihtoehtoisesti avattavan taustakuvan sijasta. Suurimpana etuna viitekuvissa olisi niiden päivittyminen aina, kun ScaleCAD:n käynnistetään uudelleen. Näin muokattuun lähtötietokuvaan tehdyt muokkaukset ja muutokset tulevat viitekuvassa näkyviin. Tosin viitekuvia ei vielä tällä hetkellä voida täysin hyödyntää, koska ohjelma ei hyväksy viitekuvaa kuin alussa moduulilinjojen ja nollatason seinälinjojen luomisen ajaksi. Myöhemmin käsiteltäessä luotua 3D-rakennusmallia pohja- ja julkisivunäkymiin taustalle avattaviksi kelpaavat vain taustakuvat.

5.4.2 Moduuliverkko ja nollatason seinälinjat

Pohjakuvan päälle luodaan moduuliverkko, joka on yhtenevä alkuperäisen moduuliverkon kanssa. Nollatason seinälinjaa piirrettäessä valitaan sokkelikiveksi AR- ja seinäkiveksi R-tyyppin elementti. Poikkeuksena ovat hallin viistot nurkat, jotka mallinnetaan sokkelinkin osalta R-elementtinä (ks. kuva 17). Detaljien selitykset –kuvista selviävät käytettävät kuorivahvuudet. Yleisesti käytetään: sisäkuori 90mm, eriste 160mm ja ulkokuori 80mm. Tavallisesta poiketen kuorivahvuudet poikkeavat jälleen nurkkakivien osalta.



Kuva 17. Elementtityypit



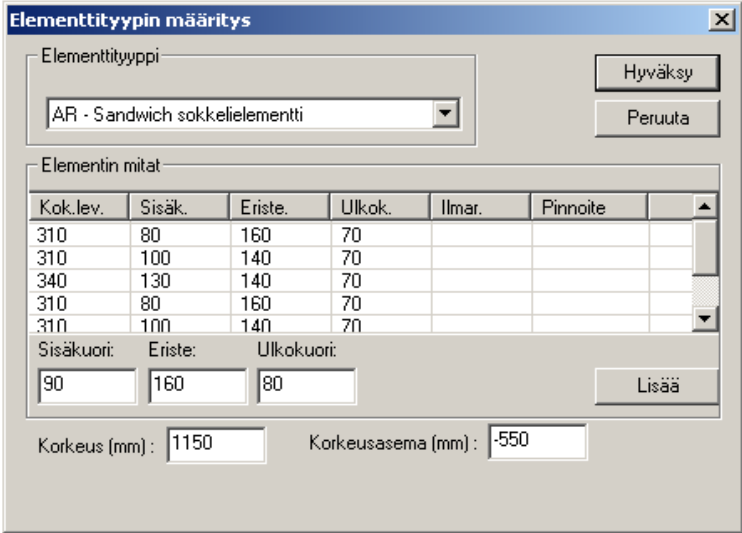
Kuva 18. Nollatason seinälinjan piirtäminen

Nollatason seinälinjojen piirtämisessä muokatun pohjakuvan oikeellisuus korostuu. Hyödynnettäessä mallintamiani JS-detalleja on syytä kiinnittää huomiota siihen, että seinän piirtäminen lähtee oikeasta pisteestä (ks. kuva 18).

Johtuen Sementin hallin aukotuksesta ja erikorkuisista seinistä, kannattaa nollatason seinälinjat mallintaa kolmeen eri kerrokseen valmiiksi oikean korkuisina elementteinä. ScaleCAD:llä on myös taipumus ”löytää” paremmin detaljit myöhemmin luotaviin saumoihin näin menetellen. Seiniä on mahdollista luoda korkeampinakin ja leikata niiden korkeutta myöhemmin 3D-ikkunan etunäkymässä. Tämä kuitenkin ei ole suositeltavaa, koska se aiheuttaa usein virheitä mallissa / ohjelmassa, jonka jälkeen ohjelma ei ”löydä” detaljeja valittuihin saumoihin tai eri kerrosten elementit leikkautuvat väärin.

Esimerkin tapauksessa nopein tapa on mallintaa ensin kaikki sokkelikivet koko hallin ympäri (myötöpäivään!) (ks. taulukko 4) merkiten seinän päätepiste jokaisen nurkan liittymispisteeseen sekä kiven kokonaan katkaisevien nosto-ovien pieliin. Sen jälkeen kun koko halli on kierretty, poistetaan sokkelikivet viistoista nurkista ja nosto-ovien kohdalta. Näin taulukossa 4 esitettyihin seinän arvoihin ei tarvitse tehdä muutoksia moneen kertaan. Muutos tarve johtuu siitä, että valitun seinätyypin kuorivahvuudet eivät pysy muistissa, jos seinän piirron lopettaa ja aloittaa uudestaan esimerkiksi oviaukkojen kohdalla.

Taulukko 4. Nollatason sokkelielementin luominen



Elementtityypin määrittäminen

Elementtityyppi:
AR - Sandwich sokkelielementti

Hyväksy
Peruuta

Elementin mitat:

Kok.lev.	Sisäk.	Eriste.	Ulkok.	Ilmar.	Pinnoite	
310	80	160	70			
310	100	140	70			
340	130	140	70			
310	80	160	70			
310	100	140	70			

Sisäkuori: 90 Eriste: 160 Ulkokuori: 80

Lisää

Korkeus (mm): 1150 Korkeusasema (mm): -550

Jussi Aromaa

Taulukko 5. Nollatason 1.krs:n seinäelementin luominen

Elementtityypin määrittäminen

Elementtityyppi: R - Sandwich-elementti

Hyväksy
Peruuta

Elementin mitat

Kok.lev.	Sisäk.	Eriste.	Ulkok.	Ilmar.	Pinnoite	
310	80	160	70			
310	100	140	70			
310	120	120	70			
325	80	160	85		X	
325	100	140	85		X	

Sisäkuori: 90 Eriste: 160 Ulkokuori: 80

Lisää

Korkeus (mm): 3600 Korkeusasema (mm): 600

Sokkelielementtien luomisen jälkeen voidaan luoda 1.kerroksen seinäelementit (taulukko 5) hallin koillisen, lounaan ja luoteen puoleisille julkisivuille nurkkien liittymispisteitä ja nosto-ovien pielen pisteitä mukaillen, kuten meneteltiin sokkelielementtienkin tapauksessa. Ylimääräiset seinät voidaan taas poistaa viistojen nurkkien ja nosto-ovien kohdalta.

Taulukko 6. Nollatason 2.krs:n seinäelementin luominen
lounaan ja luoteen puoleisille julkisivuille

Elementtityypin määrittäminen

Elementtityyppi: R - Sandwich-elementti

Hyväksy
Peruuta

Elementin mitat

Kok.lev.	Sisäk.	Eriste.	Ulkok.	Ilmar.	Pinnoite	
310	80	160	70			
310	100	140	70			
310	120	120	70			
325	80	160	85		X	
325	100	140	85		X	

Sisäkuori: 90 Eriste: 160 Ulkokuori: 80

Lisää

Korkeus (mm): 3600 Korkeusasema (mm): 4200

Jussi Aromaa

Seuraavaksi luodaan 2. kerroksen elementit kahdessa osassa. Ensin piirretään lounaan ja luoteen puoleiset julkisivut taulukon 6 osoittamilla arvoilla, poistetaan taas viiston nurkan osuus, ja sen jälkeen luodaan vielä koillisen matala julkisivu nyt vain 2480 mm korkeana, muuten samoilla arvoilla, kuin aiemmat.

Sivulla 29 kuvassa 17 **Taulukko 7.** Nollatason viiston nurkan seinäelementin luominen

ajatus viistojen nurk-
kien luomisesta. Eli
nurkat piirretään yk-
simittaisina sokkelin
alapinnasta 2. kerrok-
sen elementin ylä-
pinnan korkeuteen
asti (ks. taulukko 7).
Nurkkakivien osalta
myöhemmin 3D-ik-

Elementtityypin määrittäminen

Elementtityyppi: R - Sandwich-elementti

Elementin mitat

Kok.lev.	Sisäk.	Eriste.	Ulkok.	Ilmar.	Pinnoite
310	80	160	70		
310	100	140	70		
310	120	120	70		
325	80	160	85		X
325	100	140	85		X

Sisäkuori: 80 Eriste: 160 Ulkokuori: 90

Korkeus (mm): 8350 Korkeusasema (mm): -550

Buttons: Hyväksy, Peruuta, Lisää

kunassa tapahtuva leikkaus koillisen julkisivun matalissa nurkissa ei aiheuta samaa detaljien ”löytymättömyyttä” kuin hallin pitkän sivun seinissä.

5.4.3 Rakennusmallin luominen

Rakennusmallin luonti-ikkunan taulukkoon kannattaa täyttää vain sokkelielementin korko ja kerroksen nimi (taulukko 8). Tämän jälkeen ”klikata” kolme kertaa lisää-painiketta, jonka jälkeen kerrosten korkeudet ja -nimet muokataan suoraan taulukossa (Taulukko 9). Tämä menettely sen tähden, että ohjelma muuttaa itsestään taulukkoon lisätessä ilmestyvien kerrosten korkeudet 3000 mm korkeiksi.

Taulukko 8. Rakennusmallin luominen 1/2

Rakennusmalli

Rakennuksen tunnus: SEMTU 3D

Hyväksy
Peruuta

Kerrostiedot

Korkeusasema [m] -0.55 Kerrosten lkm. 1

Kerroskorkeus [mm] 3000 Kerrosen nimi sokkeli

Lisää

Korkeusasema	Kerrosen kork...	Kerrosen nimi

Taulukko 9. Rakennusmallin luominen 2/2

Rakennusmalli

Rakennuksen tunnus: SEMTU 3D

Hyväksy
Peruuta

Kerrostiedot

Korkeusasema [m] 4 Kerrosten lkm. 1

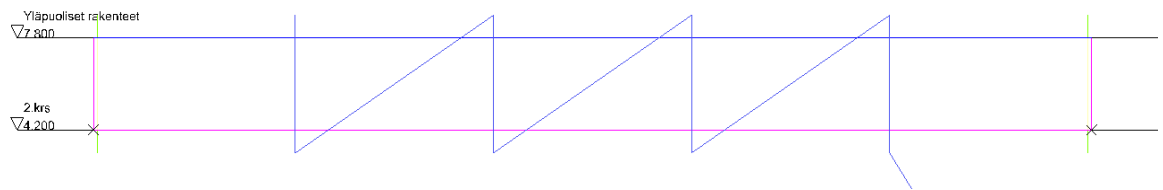
Kerroskorkeus [mm] 3600 Kerrosen nimi 2krs

Lisää

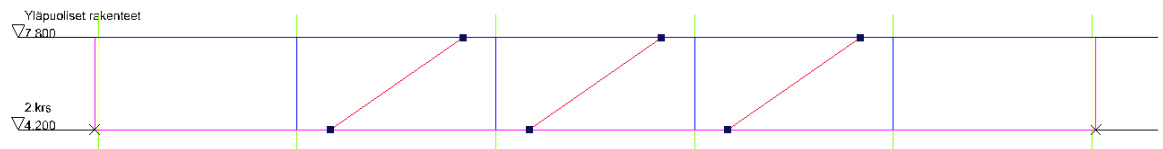
Korkeusasema	Kerrosen kork...	Kerrosen nimi
-0.550	1150	sokkeli
0.600	3600	1krs
4.200	3600	2krs

5.4.4 Saumat ja detaljien kiinnitys

Seinäpintojen jakaminen tapahtuu normaaliin tapaan 3D-ikkunan etunäkymässä leikkaussaumoja ja reunasaumoja hyödyntäen. Nopein tapa esimerkiksi pystysaumoja leikkaussaumoja piirrettäessä on piirtää sauma kuvan 19 tapaan ja sen jälkeen poistaa ylimääräiset leikkaussaumat (kuva 20).



Kuva 19. Leikkaussaumojen piirto, piirtäminen jatkuvana



Kuva 20. Leikkaussaumojen piirto, turhien saumojen poisto

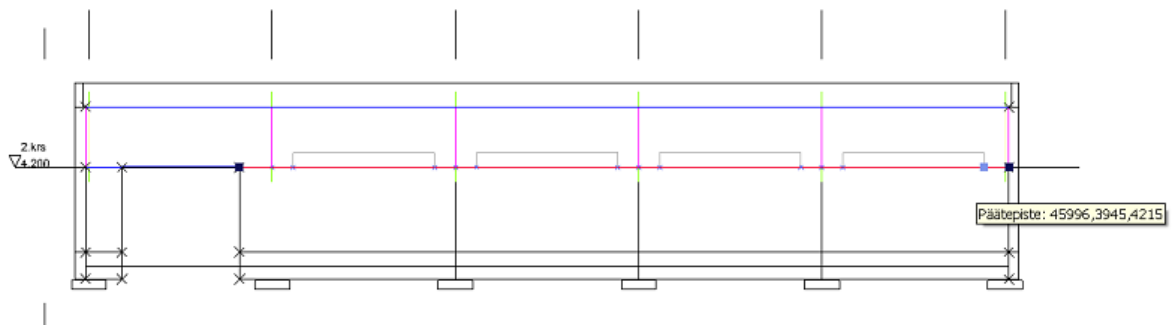
5.4.5 Nosto-ovien aukot

Nosto-ovien kohdalla olevien 2. kerroksen elementtien alareunaan on tehtävä ovien vaatima kolous. Kolouksen tekeminen tapahtuu siten, että valitaan kyseinen seinä 2.kerroksesta ja liitetään siihen taustakuva. Taustakuvan tarjoamien tartuntapisteiden avulla voidaan nyt Lisää / Seinämuoto / Poista suorakulmio –toiminnolla poistaa tarvittava seinän osuus.

5.4.6 Ikkuna-aukot

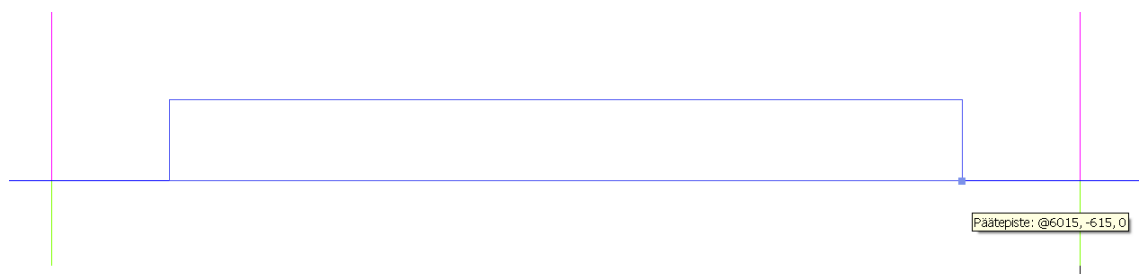
Ikkuna-aukkojen rajoituessa kahden elementin vaakasaumaan, niiden mallintaminen vaatii hieman ohjelman soveltamista detaljien toimivuuden aikaansaamiseksi. Kuva 21 havainnollistaa hallin koillisen julkisivun elementtien vaakasauman muodostamisen. Sauma piirretään leikkaussaumana +4200 korkoviivaa hyödyntäen. Tämän jälkeen sauma valitaan aktiiviseksi ja päätetään pystysaumojen ja ikkunan piilien kohdilta toiminnolla muokkaa / leikkaussauma / osoitusleikkaus. Näin aikaansaamme sen, että aukkoelementissä ikkunoiden kohdalle sekä vaakasaumoihin voidaan liittää erilaiset detaljit.

Toisinaan edellä mainittu tapa toteuttaa leikkaussauma, aiheuttaa virheitä, jonka jälkeen kahden elementin vaakasaumaan ei löydy oikean tyyppistä detaljia. Toinen tapa leikkaussauman piirtämiseen on piirtää se hyödyntäen +4200 korkoviivaa sekä taustakuvan tartuntapisteitä. Nyt kuitenkin sauma piirretään jatkuvana piirtona ”klikaten” samoja edellä mainittuja kiintopisteitä. Tämän jälkeen sauma on ”valmiiksi pätkitty” erilaisten detaljien kiinnittämiseksi.



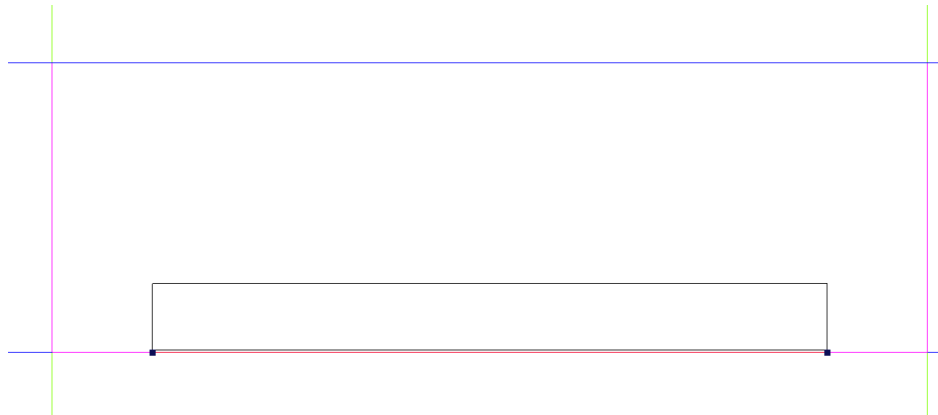
Kuva 21. Leikkaussaumojen piirto aukon rajoittuessa elementtien vaakasaumaan

Aukkojen luominen tapahtuu lisää / aukko / nelikulmio käskyllä. Valitaan ikkuna-aukon vasen yläkulma taustakuvasta. Valitaan käyttöön tartuntapisteet ja edekoordinaatit, jonka jälkeen kun viedään kursori aukon oikeaan alakulmaan, nähdään aukon päätepisteen koordinaatit @6015,615,0 (kuva 22).



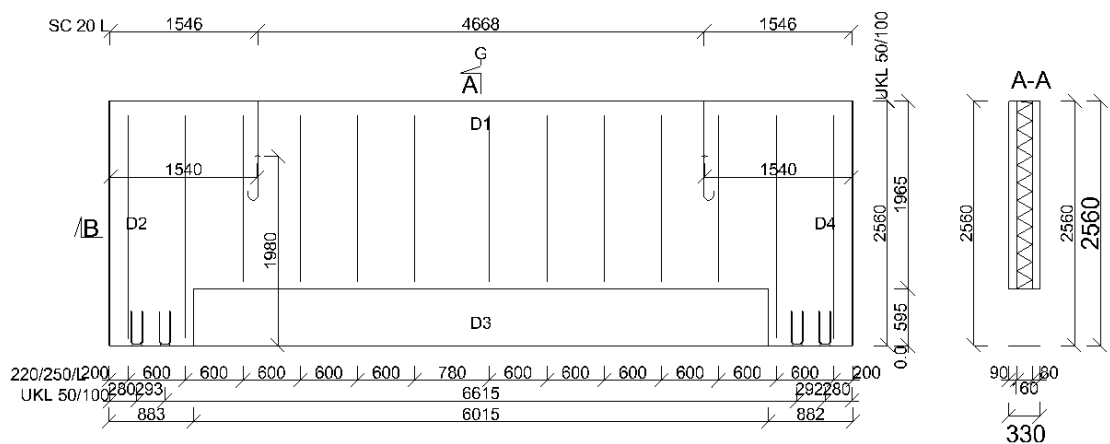
Kuva 22. Ikkuna-aukon koon määrittäminen

Aukkoa ei voi luoda rajoittuvaksi elementin ulkoreunaan, mistä syystä aukko on jätettävä irti vaakasaumasta. Vaakasaumadetaljissa ylemmän elementin alareunasta leikkautuu vaakasauman parametrien verran pois ($s_i = s_o = 20$ mm). Korkeus on siis ajateltava $h = 615 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - x$. x = etäisyys elementin reunasta. Syötetään aukon kooksi @6015,594.999,0.



Kuva 23. Vaakasauman detaljit

Aukon luomisen jälkeen aukon alapuolelle jää siis 0,001 mm:n korkuinen kannas. Tämä kannas on tärkeä siksi, että se mahdollistaa erilaisen detaljin liittäminen vaakasauman leikkaussaumaan aukon kohdalle verrattuna aukon vieressä oleviin saumoihin (kuvat 23 ja 24). Toisaalta kun katsotaan tässä vaiheessa elementin mittapiirustusta (kuva 24), huomataan, että 0,001 mm:n kannas mallintuu mittapiirustuksiin vain 0 mm:n korkuisena ylimääräisenä viivana.



Kuva 24. Ikkuna-aukon koon määrittäminen

Seuraavaksi ensimmäiseen luotuun ikkunaan kannattaa liittää detaljit sekä ylä- että pystypieliin (aukon alareunan detalji on siis huomioitu vaakasauman leikkaussaumassa). Detaljien kiinnittämisen jälkeen valitaan ikkuna-aukko aktiiviseksi ja kopioidaan se muokkaa / monista / rivi –komennolla. Komennossa on se etu, että aukkoihin kiinnitetyt detaljit kulkevat aukon mukana ja tulevat näin myös kopioituihin aukkoihin.

5.5 Ohjelman soveltaminen (anturat, pilarit, palkit ja laatat)

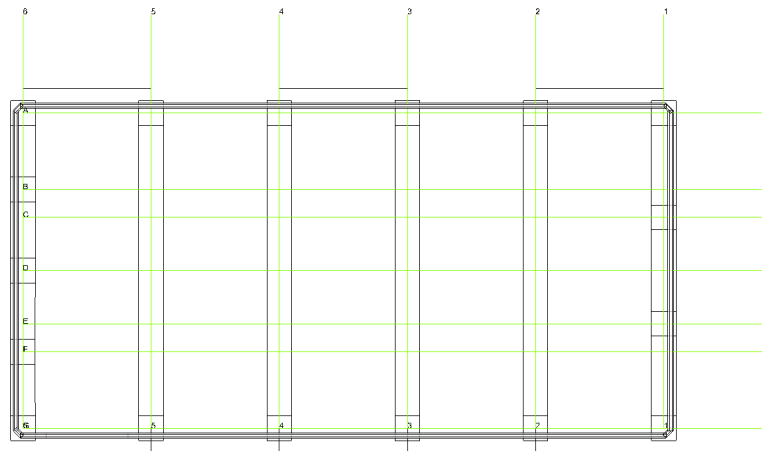
Sen jälkeen, kun kaikki halutut seinät on saatu onnistuneesti mallinnettua (kannattaa siis kokeilla luo elementit -käskyllä, että kaikki elementit ja detaljit mallintuvat niin kuin niiden pitäisikin), voidaan 3D-ikkunan pohjakuvaan lisätä havainnollistavat osat kuten esimerkiksi: anturat, palkit, pilarit ja laatat. Nopein tapa on mallintaa ne väliseinäinä ja taas kerran hyödyntää jatkuvaa piirtoa, jonka jälkeen voidaan poistaa ylimääräiset seinän osat.

5.5.1 Anturat

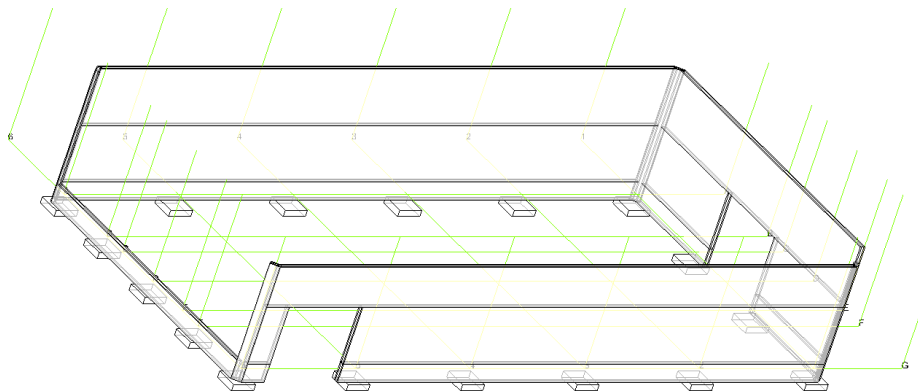
Mallinnetaan hallin anturat (1500x1500x400) taulukossa 10 esite-tyillä arvoilla, jolloin sokkelielementtien ja pilareiden alle jää 50 mm asennusvaraa anturan yläpintaan verrattuna.

Taulukko 10. Anturoiden mallinnus väliseinäinä

Kok.L.	Sisäk.	Eriste.	Ulkok.	Ilmar.	Pinnoite
100	100				
120	120				
150	150				
180	180				
200	200				



Kuva 25. Anturoiden mallinnus jatkuvana väliseinänä



Kuva 26. Anturat mallintuneena

5.5.2 Pilarit ja palkit

Pilarit mallinnetaan kolmena eri korkuisena seinänä. Koillisen julkisivun pilarit mallinnetaan 5730 mm korkeana, kaakon ja luoteen puoleiset 7450 mm korkeana ja lounaan 6500 mm korkeana. Taulukossa 11 on esitetty koillisen julkisivun pilareiden arvot. Pilareissa on olennaista piirtää ne ulkoseinää vastaan kohtisuoraan, jolloin niihin saadaan halutessa liitettyä sama havainnollistava kiinnitysdetalji.

Taulukko 11. Pilareiden mallinnus väliseinäenä

Elementtityypin määrittäminen

Elementtityyppi: V - Väliseinäaelementti

Hyväksy | Peruuta

Elementin mitat

Kok.I...	Sisäk.	Eriste.	Ulkok.	Ilmar.	Pinnoite
100	100				
120	120				
150	150				
180	180				
200	200				

Sisäkuori: 480

Lisää

Korkeus (mm): 5730 Korkeusasema (mm): -550

Taulukko 12. Palkkien mallinnus väliseinäenä

Elementtityypin määrittäminen

Elementtityyppi: V - Väliseinäaelementti

Hyväksy | Peruuta

Elementin mitat

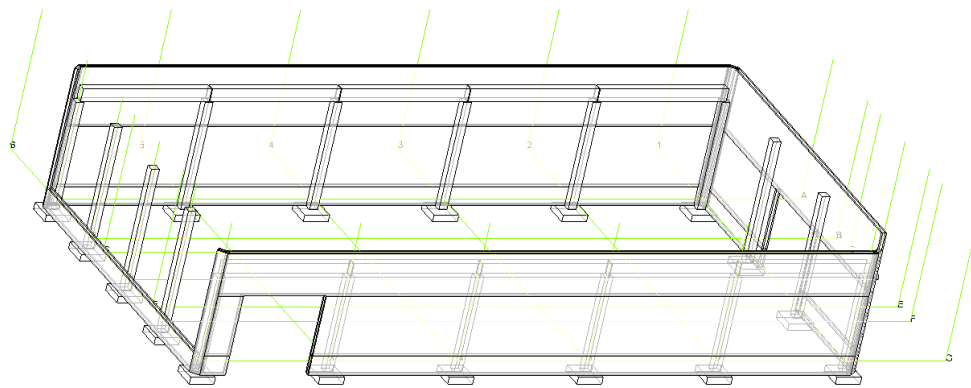
Kok.I...	Sisäk.	Eriste.	Ulkok.	Ilmar.	Pinnoite
100	100				
120	120				
150	150				
180	180				
200	200				

Sisäkuori: 480

Lisää

Korkeus (mm): 780 Korkeusasema (mm): 5200

Palkkien mallinnus tapahtuu pilareita vastaavasti. Koillisen julkisivun palkkien arvot on esitetty taulukossa 12. Lounaan puoleisen julkisivun palkkien alapinnan korko on 5970 mm. Ylimääräisten seinän pätkien poistaminen palkkien välistä käy helpoiten 3D-ikkunassa, kun näytä kaikki -valinta on käytössä.

**Kuva 27.** Pilarit ja palkit mallintuneina

5.5.3 Laatat

Mallinnetaan TT-laatasto yhtenä massana väliseinällä. Hallin sisämitat ovat 39520 x 19720 mm, jolloin TT-laataston mitoiksi valitaan 39500 x 19700 mm. Laatasto piirretään hallin lyhyemmän sisämitan suuntaisesti, jolloin laataston sivunäkymä saadaan näkyviin ja leikattua oikeaan kaltevuuteen. Hallin leikkauskuvasta saadaan mitattua massan korkeudeksi 1500 mm. Massan alapinnan koroksi valitaan koillisen julkisivun palkin yläpinta + 20 mm eli 6000 mm (taulukko 13) . Piirretään seinä koillisesta lounaaseen, jolloin saadaan sivunäkymä kaakosta, jonka julkisivuun on piirretty apuviivat laataston leikkaamiseksi. Avataan laataston muodostaman väliseinän taustalle kaakon julkisivukuva ja leikataan laatasto lisää / seinämuoto / poista vapaa -komennolla (ks. kuva 28).

Taulukko 13. TT-laataston mallinnus väliseinänä

Elementtityypin määrittäminen

Elementtityyppi: V - Väliseinäelementti

Hyväksy / Peruuta

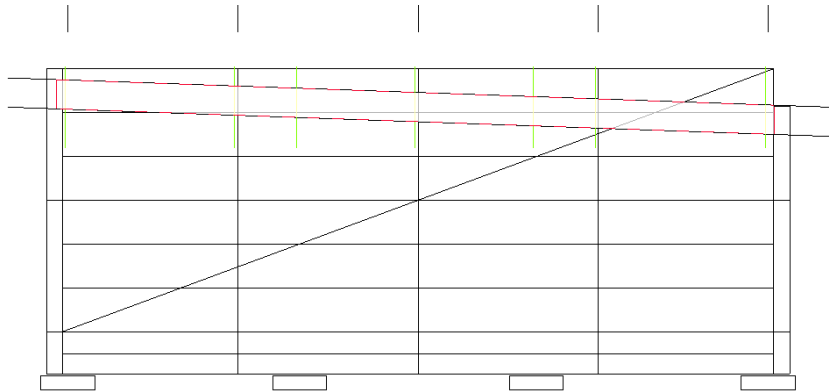
Elementin mitat

Kok.l...	Sisäk.	Eriste.	Ulkok.	Ilmar.	Pinnoite
100	100				
120	120				
150	150				
180	180				
200	200				

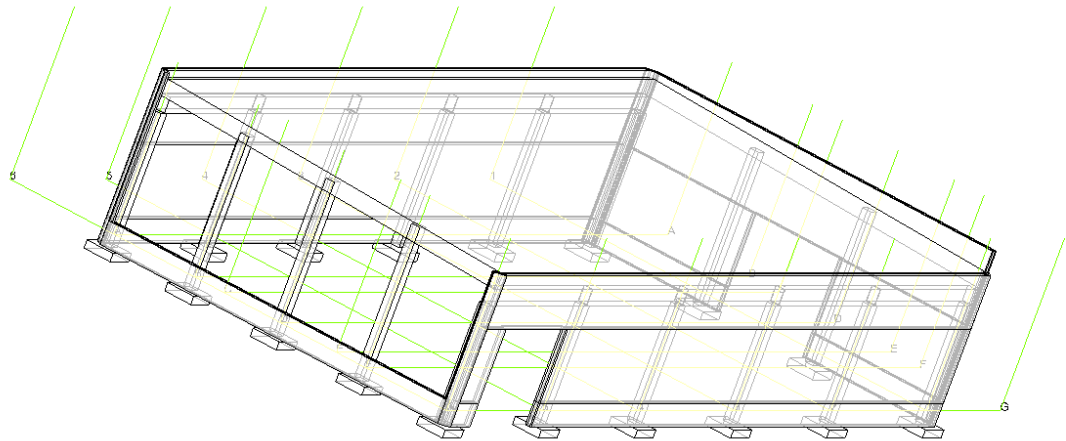
Sisäkuori: 39500

Korkeus (mm): 1500 Korkeusasema (mm): 6000

Lisää



Kuva 28. Väliseinällä luodun TT-laataston leikkaus



Kuva 29. TT-laatasto mallintuneena

5.6 Mallin hyödyntäminen

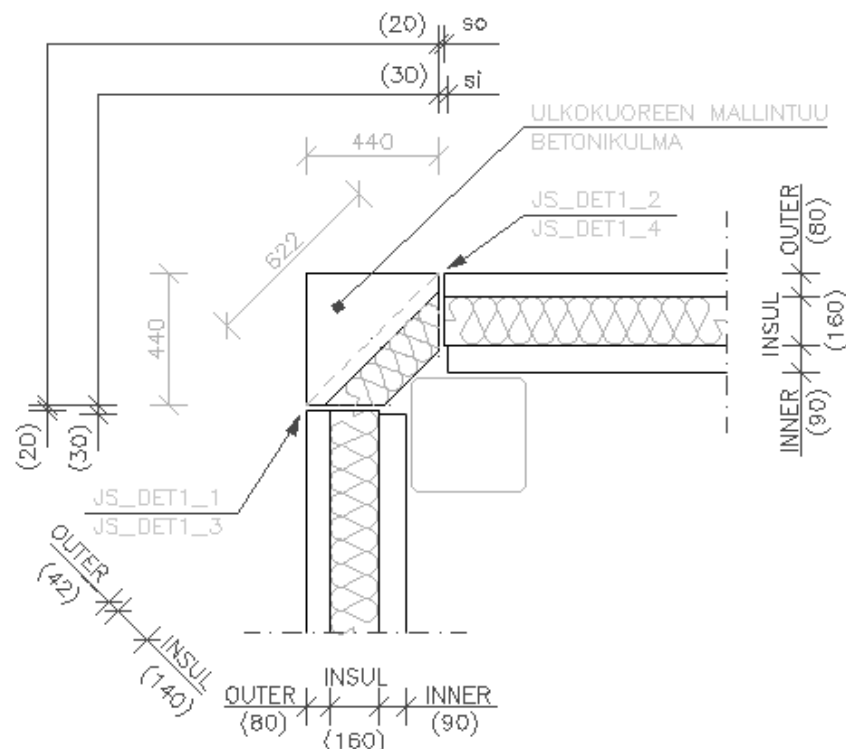
Valmiista mallista saadaan nyt mallinnettujen elementtien työpiirustukset ”nappia painamalla”. Yhtenä mahdollisuutena on myös kokonaisen mallin lähettäminen sähköisesti. Ohjelman puutteista ja kehitystarpeista huolimatta 3D-mallista saadaan tälläkin hetkellä varsin monimuotoinen ja havainnollistava.

Malli tarjoaa myös saatavissa vaihtoehtoisia mallinnustapoja sen käyttäjälle. Suurena hyötynä sen tekemisen taustalla kuitenkin hankittu käyttäjäkokemus ja sitä kautta saatava ohjelman jatkokehitys.

6 TYÖN TULOKSET

6.1 Tavoitteiden toteutuminen

Pääsin mielestäni hyvin asetettuihin tavoitteisiin. Henkilökohtaisesti olen saavuttanut tavoitteeni pääsemällä ohjelmaan sisälle ja oppimalla hyödyntämään sitä niin paljon kuin tällä hetkellä on mahdollista. Hankitun osaamisen ansiosta yhteistyö Team-Danielsson Oy:n ja Parman kanssa tiivistyy.



Kuva 30. ScaleCAD 2 -detaljien selitykset: Jännitetyn SW-elementin ulkokulma

Parman osalta olen saanut luotua halutut teollisen elementtituotannon detaljit ja tarvikkeet, jotka auttavat Parman saamien suunnitelmien yhdenmukaistamisessa. Liitteenä olevalta CD-levyltä löytyvät mallintamani tarvikkeet ja detaljit, detaljiluettelo, selityksenä havainnolliset kuvat käyttämistäni detaljien parametreista (kuva 30).

6.2 Käyttäjän näkemykset ScaleCAD 2 -ohjelmasta

ScaleCAD 2:n uutuus on vielä tällä hetkellä sen heikkous. Ohjelma vaatii vielä kehittelyä monessa suhteessa. Ohjelma sisältää paljon hyviä oivalluksia jo pelkästään toimintaperiaatteensa puolesta. Kertaalleen mallinnettujen detaljien käyttö on rakennuksen mallinnuksessa on varsin nopeaa ja vaivatonta. Vaikka helppous kiehtoo, on koko ajan muistettava ohjelman puutteet. Liitteenä 3 on laatimani lista ohjelman parannusehdotuksista. Mukana on sekä suoranaisia ongelmia että pieniä asioita, jotka mielestäni lisääisivät käyttäjämukavuutta.

Rajaamalla ohjelman esimerkiksi Parman teollisen kiviseinätuotannon detaljien ratkaisuihin, ohjelma toimii varsin moitteettomasti. Rajaamisella tarkoitan pitäytymistä perusdetaljeissa sellaisissa elementtityypeissä, jotka ovat pinnoiltaan ja geometrialtaan yksinkertaisia. Suurempaa kohdetta mallinnettaessa on syytä tarkastaa ohjelmiston laitteistovaatimukset.

Positiivista ohjelmistossa on se, että esitteen lupaama helppokäyttöisyys pitää paikkansa. Kaksi päivää kestävä peruskurssi avulla ohjelmaan pääsee hyvin sisälle, ja noin kolmen kuukauden käytön jälkeen hallitsee jo hyvin ohjelmiston käytön.

6.3 Työn jatkaminen

Työelämässä Team-Danielsson Oy:ssä tulen varmasti törmäämään ScaleCAD 2:lla toteutettaviin mallinnuskohteisiin Parman ollessa yksi suurimmista yhteistyökumppaneistamme. Osaltaan tähän vaikuttaa myös se, että Team-Danielsson Oy:ssä yhtenä lähitulevaisuuden näkymänä on jo tällä hetkellä tehtävien kohteiden arkkitehtisuunnittelun 3D-mallintamisen laajentaminen myös rakenne- ja elementtisuunnitteluun. Eli kyseessä on toimiston sisäisen mallinnusprosessin kehittäminen. ScaleCAD 2 tarjoaa osaltaan sekä näkemystä että mahdollisuuden tämän tyyppiselle uudistumiselle.

7 LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

1. Betoni 06 –käsikirja, Suomen betonitieto Oy

Painamattomat lähteet

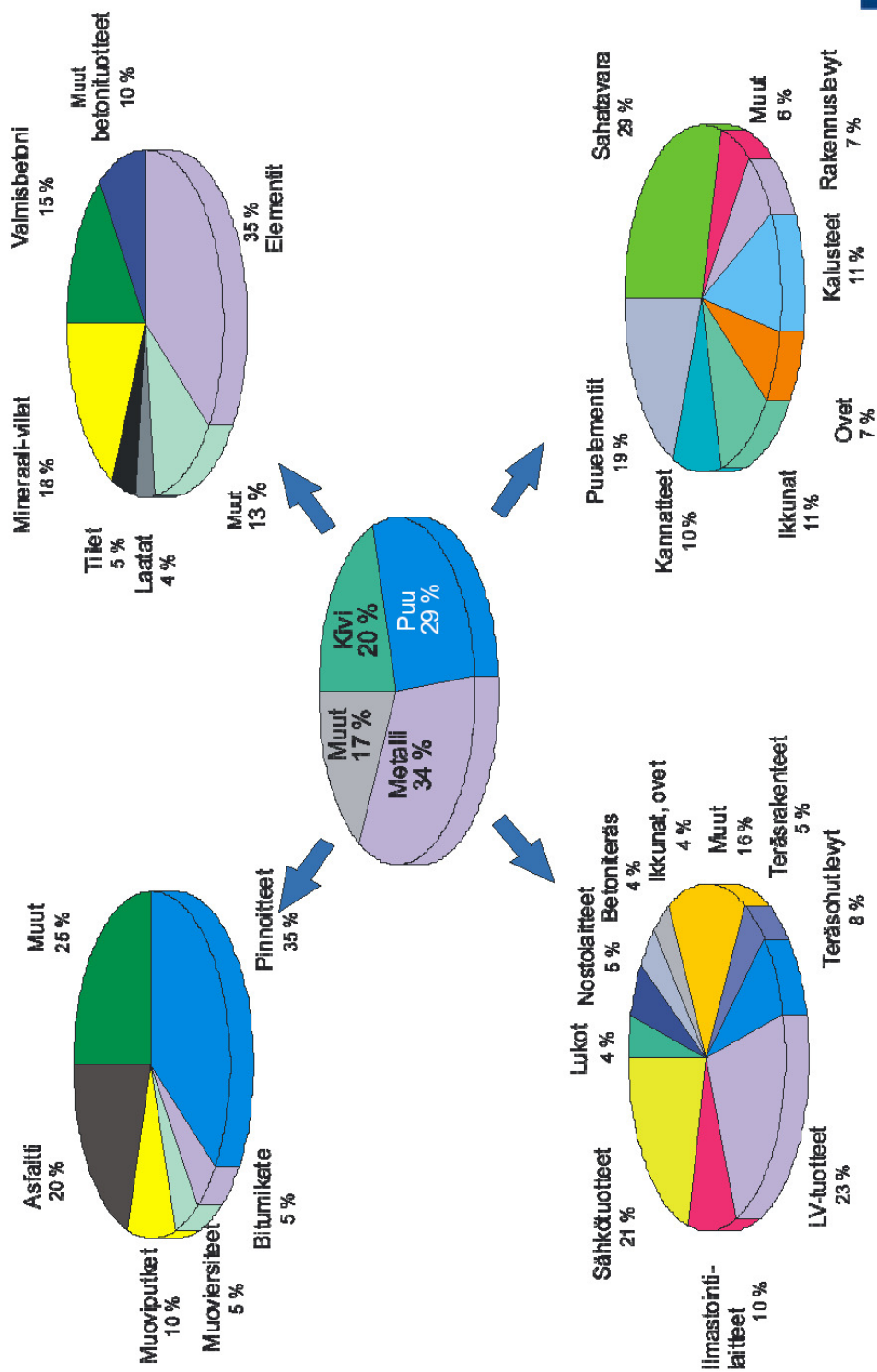
2. Henkilökohtainen tiedonanto [sähköpostikeskustelu 22.3.2007] Jidea Oy:n asiakaspalvelun järjestelmäasiantuntija Kimmo Korpelan kanssa

Sähköiset lähteet

3. Pro IT news 2006 [Rakennusteollisuuden Pro IT -tuotemallinnuksen kehitysprojektin julkaisu], Rakennusteollisuus, [viitattu 22.3.2007], saatavissa:
http://virtual.vtt.fi/proit/tiedotteita/proit_news_tammikuu2006.pdf
4. ScaleCAD 2 [ohjelman esite], Suomen Betonitieto Oy, [viitattu 22.3.2007], saatavissa:
http://scalecad.jidea.fi/sc_sivut/esittely.html
5. Rakennusteollisuuden suhdanneaineistoa, [VTT tekemän tutkimuksen tuloksia], RT 200530.5.2005, [viitattu 28.3.2007], saatavissa:
http://www.rakennusteollisuus.fi/tilastot_julkaisut/tilastot_suhdanteet/kuvio_20.pdf

Rakennustuotemarkkinat 7,7 mrd. € vuonna 2005

LIITE 2. Rakennusteollisuuden suhdanneaineistoa, lähde: VTT, RT 200530.5.2005



Lähde: VTT, RT 2005

30.5.2005

LIITE 3. Listaus ScaleCAD 2 versio 2.3:n puutteista ja kehitysehdotuksista

1 TARVIKE-EDITORI:

- Tarvikkeen nollapiste / sijoituspiste saisi olla jotenkin näkyvissä esim. pieni värillinen neliö.
- Editoriin mitoitusnappula (+ pikavalinta näppäinyhdistelmä esim. Ctrl+d) → näkee nopeasti kappaleen kaikki päämitat → nopeuttaa mallintamista. (mitoitus ei tarvitse näkyä koko ajan)

2 DETALJIEDITORI:

- Detaljin avaus ikkunan viereen pieni esikatselukuva.
- Esimerkiksi JSW, N - elementtityypit puuttuu listalta.
- Detaljin tekoa helpottaisi, jos seinien kuorien paksuuksien oletusarvoa voisi muuttaa. → detalji mallintuu oikean näköiseksi.
- Mallinnettavan detaljin seinien viereen + ja – (sisä- ja ulkopuoli). Esimerkiksi V-elementissä sisä- ja ulkopuolta ei erota millään)
- Pituustarvikkeet eivät toimi / en osaa niitä käyttää. --> käyttöohje
- Tarvikkeen sijoituspiste saisi olla jotenkin näkyvissä esim. pieni värillinen neliö.
- Detalji, jossa elementti liittyy toisen kylkeen (US / VS) puuttuu kokonaan.

3 SCALECAD 2

3.1 Nollatason seinälinjaa piirrettäessä:

- Ainakin JSW, N - elementtityypit puuttuu listalta.
- Elementtityyppi listalla ei pysy vasta määritelty tyyppi muistissa. (Esim. Piirtää pätjän seinää, lopettaa, jatkaa piirtoa.)
→ Listalle pitäisi saada omat suosikit tyyppinen kansio, missä itse määritellyt elementti tyypit pysyvät muistissa.

3.2 Rakennusmallin piirto:

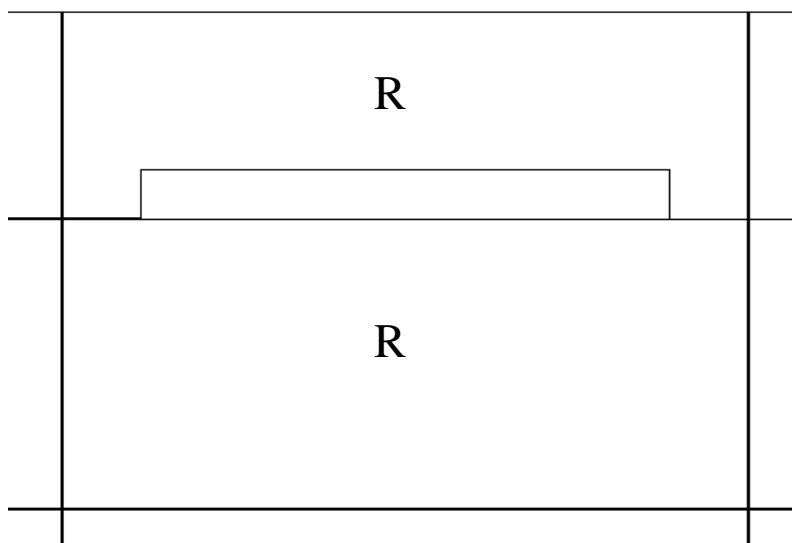
- Kaikki tuodun taustakuvan viivat eivät näy.

3.3 POHJA-3D malli –ikkuna

- Lisättäviä seiniä, laattoja ja pilareita pitää saada kopioitua, ettei tarvitse piirtää jokaista erikseen! Piirretty tyyppi saisi myös jäädä muistiin, ettei taulukkoa tarvitse aina täyttää uudestaan.
- 3D-näkymässä saisi olla esim. näytä valikon alla suodatus, jolla näkisi, mihin kohtiin mallissa on jo liitetty sauma sekä detalji. Tämä voisi näkyä 3d-etukuvien taustaan värillisillä viivoilla. Olisi siis helppoa ja nopeaa tarkistaa, onko jokainen seinä jaettu ja saumat detaljoitu.

3.4 ETU-3D malli -ikkuna

- Julkisivuihin ei voi tuoda viitekuvaa taustakuvaksi... miksiköhän??
- Ainakin leikkaussauma, ulkoreuna, detaljin liittäminen ja leikkaussauman osoitusleikkaus –toiminnot voisivat löytyä hiiren oikean alta. Kaikkia edellä mainittuja voisi myös koskea edellisen komennon toisto enteriä painamalla.
- Mikäli kahden päällekkäisen erikseen nollatason seinälinjana mallinnetun elementin saumaa rajoittuu aukko. Se on ilmeisesti mahdotonta mallintaa? Eli tilanne on oheisen kuvan mukainen. Jos poistaa suorakulmiolla aukon, ei alemman kiven vaakasaumaa voi tehdä sekä leikkaussaumalla että ulkoreunalla aukon kohdalta. Toisin saumaan ei saa liitettyä detaljeja. Aukkoa ei voi myöskään tehdä aukko toiminnolla, koska se ei suostu liittymään elementin reunaan.



3.5 3D-ikkuna

- Detaljin muokkaus ja päivitys 3D-ikkunassa.
- Seinän elem. tunnuksen vaihto 3D-ikkunassa → ohjelma kaatuu.
- Ainakin V-elementtien sisänurkan detalji mallintuu väärin. Toisen kiven detalji pyörrähtää maalintuessaan 90 astetta vastapäivään.
- 3D-ikkunaan on saatava ominaisuus, että haluttujen seinien korkeutta, korkoa ja tyyppiä voi muuttaa, ettei aina luoda rakennusmallia alusta. Jos esimerkiksi elementin korkeudesta poistaa rakennusmallin etu-näkymässä ”liiat” pois poista suorakulmio –käskyllä. Aiheutuu ongelmia leikkaussaumojen detaljien löytyvyyteen. Eli ohjelma ei siis löydä niihin detaljia.
- Näytä-valikon alla saisi olla enemmän ”filttereitä” näkymän suodatukseen, koska kaikkien tarvikkeiden yhtäaikainen näkyminen sotkee 3d-kuvaa. Piilotettavia saisi olla elementtien tunnukset sekä kaikki tarviketyypit. Näin malli pysyisi kevyenä ja havainnollisempana. Lisäksi 3D-ikkunassa voisi olla hyvä ominaisuus, jos saisi valita elementit, joiden tarvikkeita halutaan tarkastella.

3.6 Mittapiirustukset:

- Kaikki tarvikkeet eivät mallinnu.
- Väliseinän pystyleikkauksen mitoitus on väärässä kohdassa. (puolen elementin paksuuden verran sivussa.)
- Leikkausnäkyvien muokkaus puutteellinen (vaaka- ja pystyleikkausten näkymä-alue).

3.7 Elementtikaavio / pohja

- Tarvikkeet pois kaaviokuvasta
- Tunnuksista selkeä ja helposti muokattava attribuutti muotoinen luettelo: muokattavissa oleva elementin tunnus ja nro.

4 EHDOTUKSIA:

1. Symbolieditori: 2D-piirto editori viitetekstien, nuolien, raudoituskatkoviivojen, joidenkin elementtikohtaisten tarvikkeiden, vakiomitoitusten ym. mallintamiseen. Tallennus symboliksi → helppo lisätä mittapiirustukseen.
2. Kunnollinen layout-editori mittapiirustusten yhteyteen leikkauskohtien ja tulosteiden määrittämiseksi
3. Tarvikkeiden tallentuminen omiin kansioihinsa (Esim. kiinnityslevyt kiinnityslevy kansioon) + mahdollisuus luoda kansioita (esim. VSS –kansio, jonne voisi mallintaa kaikki väestönsuojan mallinnuksessa tarvittavat tarvikkeet). Kansiointi helpottanee tulevaisuudessa kirjastojen hallintaa ja päivittämistä ajatellen vaikka extra-net-palvelun tarvikkepankin hyödyntämistä.
4. Detaljieditoriin ominaisuus, jolla tekemäänsä detaljia voisi katsella mallintuneena 3D-ikkunassa haluamansa kokoisten elementtien saumaan. Kuva voisi olla karkea, mutta siitä olisi helppo hahmottaa esimerkiksi tarvikkeiden, etenkin kiinnityslevyjen sijainti mallintuneena. Ominaisuus tarjoaisi apua myös tarvikkeiden asennon oikeellisuuden hahmottamiseen.
5. Onko detaljin toimivuuteen apua ”tarkastusnappulasta”, jolla voisi detaljia luodessa tarkistaa onko detalji toimiva?
6. Lämpökatko-olio, jonka saisi kiinnittää elementin naamakuvaan leikkaussauman tavoin. Sijainti määräytyisi taustakuvassa näkyvän esim. TT-laataston yläpinnan merkkiviivan mukaan eli lämpökatkon saa taustakuvan apuviivan avulla oikeaan kaltevuuteen. Näin ollen kiinnitettävä lämpökatko-olio katkaisee sisäkuoren halutusta kohdasta halutun korkeuden verran ylöspäin eli toisin sanoen katon eristeen kohdalta, mutta jättää nostolenkkien kohdalle 200mm leveät betonikannakset, jotka suojaavat nostolenkkejä sekä kannattelevat lämpökatkon yläpuoleista sisäkuoren osaa.
7. Pituustarvikkeet toimiviksi!