

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talorakennustekniikka

Tutkintotyö

Elina Huusela

PISPALA–SHENYANG-PROJEKTI: 3D-MALLINNUS

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2006

Tekn.lis. Olli Saarinen
TAMK T&K, Perttu Heino

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Talonrakennustekniikka

Tekijä	Elina Huusela	Toukokuu 2006
Toimeksiantaja	TAMK T&K, Perttu Heino	
Työn ohjaaja	Tekn.lis. Olli Saarinen	
Työn nimi	Pispala–Shenyang-projekti: 3D-mallinnus	
Hakusanat	3D-mallintaminen, mallitalo, puutalorakentaminen	
Sivut	31 sivua + 9 liitesivua	

TIIVISTELMÄ

Rakennusalaalla kolmiulotteinen suunnittelu ja mallintaminen on kasvattamassa suosiotaan. Yksi 3D-mallinnuksen eduista on, että rakennuskohteesta voidaan luoda hyvin todenmukainen kuva jo suunnitteluvaiheessa. Tässä työssä toteutettiin 3D-mallinnus Tampereen ammattikorkeakoulun ja kiinalaisen Shenyangin Jianzhu Universityn väliseen Pispala–Shenyang-projektiin. Kyseisen hankkeen tarkoituksena on esitellä suomalaista puutalorakentamista ja suomalaisia rakennustuotteita. Hankkeen ensimmäinen vaihe on mallitalon rakentaminen Shenyangiin. Mallitalo tulee toimimaan valmistuttuaan yliopiston vierastalona ja sitä tullaan hyödyntämään tutkimus- ja opetuskäytössä.

Mallitalon rakennussuunnitelmien havainnollista esittelyä varten siitä luotiin 3D-mallinnus sekä ulkoapäin että käytetyistä rakenneratkaisuista. Kolmiulotteiset mallit toteutettiin Graphisoftin ArchiCAD-ohjelmalla. Saatuja 3D-malleja voidaan hyödyntää kohteen esittelyssä ja markkinoinnissa sekä rahoituksen hankkimisessa.

Construction Engineering
Structural engineering

Author	Elina Huusela	May 2006
Commissioned by	TAMK T&K, Perttu Heino	
Thesis Supervisor	Techn.lis. Olli Saarinen	
Subject of the Thesis	Pispala–Shenyang-project: 3D-modelling	
Keywords	3D-modelling, model house, wood construction	
Pages	31 pages + 9 appendices	

ABSTRACT

In the last few years 3D-modelling has become popular in the field of construction planning. One of the advantages of 3D-modelling is that very realistic models can be done already in the phase of designing. In this study, a 3D-model has been done for the Pispala-Shenyang-project of Tampere Polytechnic and Chinese Shenyang Jianzhu University. The purpose of this project is to make Finnish style of building wood houses known in China. The first step to achieve this target is to build up a model house for research and educational purposes in Shenyang.

The 3D-model presents the architectural look of the model house and structures that are used in the house. 3D-modelling was accomplished with Graphisoft's ArchiCAD computer programme. Models can be exploited for introducing and marketing the house as well as achieving financing for the project.

ALKUSANAT

Tämä tutkintotyö on tehty Tampereen ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitysosastolle liittyen Pispala-Shenyang-hankkeeseen. Haluan kiittää kaikkia projektissa mukana olleita yhteistyöstä. Suureksi avuksi ovat olleet projektin avustaja Cuihong Jin-Muranen sekä tutkintotyön ohjaajani, projektin johtaja Olli Saarinen.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT.....	3
ALKUSANAT	4
SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO.....	6
2 PISPALA-SHENYANG-PROJEKTI	6
2.1 Hankkeen esittely ja vaiheet	7
2.2 Projektin tavoitteet	8
3 MALLITALO JIANZHU-YLIOPISTON ALUEELLE	9
3.1 Suomalainen puutalo tutkimus- ja opetustarkoituksiin	9
3.2 Mallitalon hyödyntäminen.....	10
3.3 Mallitalon rakennusajankohta.....	11
4 MALLITALON SUUNNITTELU	11
4.1 Suunnitteluosapuolet	11
4.2 Suunnittelun vaiheet.....	12
5 3D-MALLINNUS JA RAKENNESUUNNITELMAT	17
5.1 Kolmiulotteinen malli talosta	17
5.2 Rakenteiden suunnittelu ja mallinnus	18
6 PÄÄTELMÄT	28
LÄHTEET	30
LIITTEET	31

1 JOHDANTO

Viime vuosina 3D-mallinnus eli kolmiulotteinen mallintaminen on saavuttanut vankan sijan rakennusalalla. Uusia käyttömahdollisuuksia etsitään ja kehitetään jatkuvasti. Arkkitehtuurisuunnittelussa rakennusten mallintaminen kilpailutöihin sekä kohteiden markkinointia varten on tätä päivää. Arkkitehtuurisuunnittelun lisäksi myös rakennesuunnittelussa hyödynnetään 3D-mallinnusta, joka mahdollistaa havainnollisten runkomallien luomisen. Yhdistämällä taloteknisten järjestelmien kolmiulotteiset suunnitelmat runkomalliin voidaan nähdä mahdolliset törmäyskohdat ja muut suunnitteluvirheet jo ennen kuin kohdetta on alettu edes rakentaa. Kolmiulotteisen mallintamisen etuja on, että kohteesta voidaan luoda hyvin todenmukainen kuva jo suunnitteluvaiheessa.

Tämän tutkintotyön tarkoituksena on ollut 3D-mallinnuksen toteuttaminen liittyen TAMK:n (Tampereen ammattikorkeakoulu) ja kiinalaisen SJZU:n (Shenyang Jianzhu University) yhteistyöhankkeeseen. Kyseessä olevan projektin, ”Pispala–Shenyang: Yhteistyötä paremman asumisen puolesta”, tarkoituksena on rakentaa suomalaisista rakennusmateriaaleista ja suomalaista rakennustapaa noudattaen mallitalo opetus- ja tutkimuskäyttöön Shenyangin Jianzhu-yliopiston alueelle. Toteutettavan kolmiulotteisen mallin tehtävänä on esitellä talon arkkitehtuuria sekä käytettäviä rakenneratkaisuja kiinalaisille yhteistyösapuolille. Tavoitteena on ollut luoda mahdollisimman monipuolinen ja havainnollinen 3D-malli talosta, jossa esitellään uudenlaista rakennustapaa kiinalaisille alan ammattilaisille ja opiskelijoille sekä löytää erilaisia ratkaisutapoja tämän tavoitteen täyttämiseksi.

2 PISPALA-SHENYANG-PROJEKTI

Tampereen ammattikorkeakoulun ja Kiinassa Shenyangin kaupungissa sijaitsevan SJZU:n yhteistyö on käynnistynyt jo muutamia vuosia sitten. Jianzhu, joka suomeksi tarkoittaa arkkitehtuuria, on yksi suurimmista arkkitehtuuriin ja rakentamiseen erikoistuneista yliopistoista Kiinassa. Shenyang sijaitsee noin 500 km:n päässä Pekingistä koilliseen Liaoningin maakunnassa, ja se on kiihtyvään

tahtiin kasvava ja kehittyvä korkean koulutuksen ja laajan teollisuuden kaupunki. Näiden kahden korkeakoulun yhteistyön juuret ovat vuodessa 1995, jolloin Tampereen ammattikorkeakoulun rakennusosasto solmi ensimmäiset kontaktinsa SJZU:n kanssa. Pispala–Shenyang-projekti sai alkunsa vuonna 2003, jolloin SJZU:n varapresidentti oli vierailulla Tampereen ammattikorkeakoululla ja teki ensimmäisen ehdotuksen hankkeesta. /2/

2.1 Hankkeen esittely ja vaiheet

Pispala–Shenyang-projektissa on kyse suomalaisen rakentamistaidon ja -tiedon esittelemisestä. Suomalaisilla on runsaasti kokemusta laadukkaiden rakennusten rakentamisesta vaativiin ympäristöolosuhteisiin. Shenyangin alue Pohjois-Kiinassa on vuodenaikojen vaihteluineen hyvin samankaltainen Suomen kanssa. Kesät ovat alueella kuumia, ja talvella lämpötila voi laskea lähelle -20 °C:ta. Kiinan nopeasti kasvavalla rakentamisen alalla laatu ei kuitenkaan aina täysin vastaa nykypäivän vaatimuksia. Rakennukset tehdään pääasiassa kestäväksi vain muutama vuosikymmen eikä lämmöneristämiseen juurikaan kiinnitetä huomiota, joka on energiataloudellisesti negatiivinen asia. Projektin yhtenä päämääränä onkin osoittaa, miten erilaisilla rakenneratkaisuilla voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä energiankulutuksessa. /4/

Hankkeen ensimmäinen vaihe on puurakenteisen mallitalon rakentaminen SJZU:n alueelle opetus- ja tutkimustarkoituksiin. Kiinassa puurakentaminen on pitkään ollut vähäistä. Rakentamisessa on pääasiassa käytetty betoni-, tiili- ja teräs-rakenteita. Yhtenä syynä tähän on ollut Kiinan omien puuvarantojen vähäisyys. Aivan viime vuosina Kiina on kuitenkin alkanut tuoda puutavaraa pääasiassa Kanadasta, joka on kasvattanut puun kysyntää Kiinassa huomattavasti. Vuonna 2005 kanadalaiset rakensivat Pekingiin puurakenteita esittelevän mallitalon, joka on tähän asti ollut ainoa laatuaan koko maassa. Shenyangiin rakennettava mallitalo tulee esittelemään eurooppalaista tapaa rakentaa. Puurakentamisen lisäksi projektissa tuodaan esille myös muita suomalaisia rakennustuotteita ja -osia. Tarkoituksena on luoda väyliä suomalaisille yrityksille Kiinan kasvaville rakennustuotemarkkinoille. /4/

Vuoden 2004 kuluessa projektin työryhmä aloitti toimintansa ja vuoden 2005 alussa käytiin ensimmäisiä yhteistyöneuvotteluja suomalaisten yritysten kanssa. Saman vuoden keväällä tehtiin sopimus kahden kiinalaisen arkkitehtuurin jatko-opiskelijan kouluttamisesta puurakenteisten talojen suunnitteluun Tampereella. Vaihto-opiskelijat aloittivat opintonsa ja työskentelyn Pispala–Shenyang-projektin parissa TAMK:ssa saman vuoden syyskuussa. /2; 3/

2.2 Projektin tavoitteet

Projektin tavoitteena on tehdä suomalaista rakennustietoutta, ammattitaitoa ja rakennustuotteita tunnetuksi Kiinan markkinoilla. Kiinan rakennustuotannon lähtökohtana on jo jonkin aikaa ollut rakennusmateriaalien, energian ja tilan säästäminen. Vallitsevan rakennusten lyhyen käyttöiän ja laadun vuoksi nämä tavoitteet eivät toteudu. Suomessa sen sijaan ollaan päästy jo hyvin pitkälle energiatehokkuudessa ja kierrätyksessä. Hankkeessa pyritäänkin tuomaan esille ihmisten näkökulmasta parempaa ja laadukkaampaa asumista ja asuinympäristöä sekä keinoja, joilla näihin arvoihin voidaan päästä. Yksi tavoitteista onkin rakennusten pienempi energian tarve sekä sen mukanaan tuoma puhtaampi ympäristö.

Kunnolliset lämmöneristeet alapohjissa, yläpohjissa ja seinissä vähentävät lämmitysenergian hukkaa talviaikaan ja toisaalta tekevät asumisesta miellyttävämpää kesäaikaan, jolloin eristys pitää talon viileämpänä. Monikerrosikkunat vähentävät myös energian kulutusta. Uudentyyppisillä lämmityskeinoilla, kuten keskuslämmityksellä, lisätään asumismukavuutta. Kiinassakin kasvava osuus kansasta osaa jo vaatia asunnoiltaan laatua ja mukavuutta. Osoittamalla, että asumismukavuus voi huomattavasti lisääntyä ottamalla ympäristönäkökohdat huomioon, voidaan rakentamisen laatutaso saada kohoamaan. Tällöin kasvaisivat markkinat myös entistä laadukkaammille rakennusosille, kuten ikkunoille, oville, lämmöneristeille, vedenpuhdistusjärjestelmille ja sähkötuotteille. Tämä puolestaan olisi suomalaisyritysten intressien mukaista. /4/

Yhteistyökeskusteluja on jo käyty muutamien Kiinan Shenyangissa sijaitsevien paikallisten yritysten kanssa. Nämä yritykset ovat toiminnassaan pyrkineet edellä mainittuihin tavoitteisiin ja ovat osoittaneet kiinnostusta yhteistyöhön suomalaisten yritysten kanssa. Eurooppalaisen rakennustiedon ja laatustandardien omaksumisella nämä yritykset voivat saavuttaa kilpailuetua toisiin paikallisiin yrityksiin nähden. Samalla he pystyvät luomaan kontakteja Eurooppaan päin. Tällainen yhteistyö on omiaan avaamaan ovia sekä suomalaisille rakennustuotteiden valmistajille Kiinaan että kiinalaisille rakennusyriyksille länsimaihin. Kansainvälistymisestä voivat hyötyä molemmat osapuolet. /4/

3 MALLITALO JIANZHU-YLIOPISTON ALUEELLE

Yliopiston alueelle rakennettava Pispala–Shenyang-projektin mallitalo tulee olemaan näyte suomalaisesta rakennustavasta ja rakennusmateriaaleista.

3.1 Suomalainen puutalo tutkimus- ja opetustarkoituksiin

Mallitalon rakennussuunnittelusta ovat vastanneet kiinalaiset arkkitehtuurin vaihto-opiskelijat yhdessä suomalaisen ohjaajansa kanssa. Talo edustaa nykypäivän omakotiasumista. Materiaaleiltaan talo on hyvin suomalainen, mutta varsinkin sisätiloissa on otettu huomioon kiinalaisia käytännön elämään liittyviä asioita. Valmistuttuaan talo tulee toimimaan vierastalona, jossa on majoitustilat neljästä kahdeksalle hengelle.

Talon rakennustöitä Shenyangissa tulee valvomaan projektipäällikkö Tampereen ammattikorkeakoulusta. Pääosa rakennustöistä tulee olemaan TAMK:n vastuulla, mutta joistakin töistä vastaa myös SJZU. SJZU:n vastuulla tulee olemaan esimerkiksi rakennuspaikan raivaus mukaan lukien pintamaan poisto, maankaivuutyöt, routaeristyksen ja salaojien asennus, anturoiden valu, vesijohtoverkkoon liittyminen, sähköliitännät tontille sekä muut kunnallistekniset asiat. Talon valmistuttua pihan ja viheralueiden suunnittelu ja toteutus kuuluvat myös SJZU:lle. Varsinaiset

talonrakennustyöt perustuksista alkaen kuuluvat TAMK:n puolesta tehtäviin rakennustöihin. /4/

3.2 Mallitalon hyödyntäminen

Tampereen ammattikorkeakoulun ja SJZU:n välinen opiskelijavaihto on ollut aktiivista jo ennen Pispala–Shenyang-hankkeen alkamista. Mallitalon rakentamisen alettua projekti tarjoaa lisää mahdollisuuksia kansainväliseen yhteistyöhön sekä opettaja- ja opiskelijavaihtoon niin kiinalaisille kuin suomalaisille opiskelijoille. Projektin myötä molemmat korkeakoulut tulevat paremmin tunnetuiksi. Hankkeen myötä myös konkreettisia opiskelijaprojekteja sekä harjoittelumahdollisuuksia tulee tarjolle. TAMK:n rakennusosaston opiskelijoilla on esimerkiksi mahdollisuus lähteä Shenyangiin talon rakennustöihin tai osallistua esivalmistettujen rakennusosien tekemiseen Suomessa. /2; 4/

Opetuskäyttö

Mallitalon hyödyntäminen opetuskäytössä rinnastuu talon rakennustöiden eri vaiheisiin. Tarkoituksena on kehittää tiiviitä opetusjaksoja, joista osa tullaan pitämään Shenyangissa TAMK:n opettajien toimesta ja osa Suomessa Tampereen ammattikorkeakoululla kiinalaisille vaihto-opiskelijoille. Opetusta tullaan antamaan projektin johtamisesta, laatutekniikkaan liittyvistä aiheista, puu- ja betonielementtirakenteista, puusta rakennusmateriaalina, puurunkoisista taloista, ympäristö- ja sähkötekniikasta, 3D-mallintamisesta sekä logistiikasta. Shenyangissa talon rakennustyömaalla voidaan havainnollistaa käytännössä opetettuja aiheita. /4/

Tutkimuskäyttö

Opiskelijat voivat osallistua erilaisiin tutkimusprojekteihin mallitalon rakentamisen aikana ja talon valmistumisen jälkeen. Suunniteltuja tutkimuskohteita ovat esimerkiksi rakennuksen fysikaalisiin ominaisuuksiin liittyvät mittaukset. Mittauksia voidaan tehdä jo rakennusaikana sekä myöhemmin liittyen esimerkiksi puutalon

sisäilmaston tutkimiseen ja puurakenteiden taipumiin. Mallitalon rakennusvaiheiden dokumentointi myöhempään opetuskäyttöön on myös tärkeää, kun käytetään alueella ennestään tuntematonta rakennustapaa. Lisäksi on suunniteltu web-kameroiden asentamista rakennustyömaan ympäristöön, jotta talon rakennustöiden edistymistä voidaan seurata myös Suomesta. /4/

3.3 Mallitalon rakennusajankohta

Rakennustöiden on suunniteltu alkavan kesäkuussa 2006. Tällöin käynnistyvät SJZU:n vastuulla olevat maankaivu- ja perustustyöt. Syyskuussa 2006 alkavat aikataulun mukaan rungon pystytystyöt. Sisävalmistusvaiheeseen pitäisi päästä vuoden 2007 vaihteessa. Koko rakennusvaiheelle pihatöineen on varattu aikaa kaksitoista kuukautta.

4 MALLITALON SUUNNITTELU

Mallitalon suunnittelu on ollut prosessi, jonka aikana talon ulkoasu, muoto ja rakenteet ovat kehittyneet koko ajan. Tässä hankkeessa, kuten rakennusprojektien suunnitteluvaiheeseen kuuluu, ovat eri osapuolet tuoneet esiin näkökohtia, joiden kautta talon suunnitelmat ovat saavuttaneet lopullisen muotonsa.

4.1 Suunnitteluosapuolet

Mallitalon rakennussuunnittelusta vastasivat Kiinasta Suomeen saapuneet jatko-opiskelijat Man Hong ja Yu Wei. He ovat valmistuneet arkkitehdeiksi Jianzhu Universitystä ja he työskentelevät samassa yliopistossa opetustehtävissä. Tampereen ammattikorkeakoulussa he keskittyivät opinnoissaan puurakentamiseen. Oma tehtäväni suunnittelussa oli tuoda rakennesuunnittelun näkökohtia ja vaatimuksia esille. Rakennuksen muoto ja ikkunoiden sijoittelu sekä rakenteiden vaatimat tilat ja muodot asettivat omia vaatimuksiaan, joita suunnittelupalavereissa pohdimme yhdessä. Rakenteellisten yksityiskohtien suunnittelu ja mitoittaminen olivat vastuullani.

4.2 Suunnittelun vaiheet

Aivan ensimmäisen luonnoksen mallitalosta tekivät projektin konsultti Erpo Heikkilä ja projektin johtaja Olli Saarinen Kiinan vierailullaan joulukuussa 2004. Luonnosten pohjalta suunniteltiin ja mallinnettiin talon ensimmäinen versio, joka on esitetty kuvissa 1 ja 2.



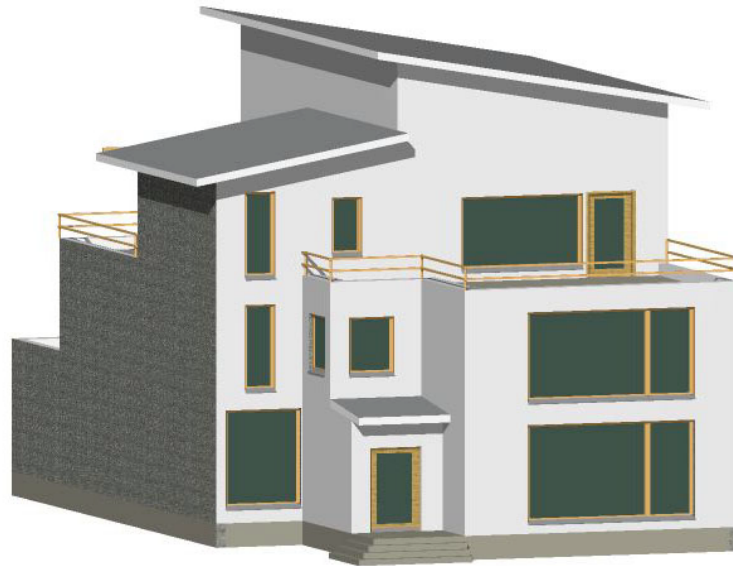
Kuva 1 Talon julkisivu etelään

Tämä versio talosta oli kolmikerroksinen "town house" eli kaupunkitalo, joka suunniteltiin niin, että samanlaisia taloja voitaisiin rakentaa vierekkäin useampia. Kiinalainen maankäytön suunnittelu tähtää tilan säästöön ja tästä syystä pientaloalueilla suositaan talojen rakentamista yhteen. Mallitalon asuntojen väliset seinät olivat paloturvallisuussyistä betonirakenteisia, samoin kuin välipohjat. Ulkoseinät ja vesikattorakenteet sekä talon erikoinen yksityiskohta, kolmikerroksinen uloketorni talon sisäpuolella, olivat puurakenteisia. Puuta käytettiin myös sisä- ja ulkopintojen viimeistelyssä.



Kuva 2 Talon julkisivu pohjoiseen

Mallitalon arkkitehtuurinen suunnittelu käynnistyi uudelta pohjalta vaihtopöytäopiskelijoiden saavuttua Suomeen syksyllä 2005. Kiinalaisen arkkitehtuurin asiantuntijoina he saivat vastuun mallitalon rakennussuunnitelmien laatimisesta. Tavoitteeksi asetettiin kiinalaista modernia arkkitehtuuria edustava ”town house”, joita voitaisiin ensimmäisen talon tapaan rakentaa useita vieretysten. Ajatuksena oli esittää, että suomalainen puurakenteinen talo soveltuu myös kiinalaiselle pientaloalueelle. Suunnitelmien pohjalta laadittiin 3D-mallinnus myös tästä talosta. Kuvista 3 ja 4 nähdään, että talo on osittain kolmikerroksinen, pulpettikattoinen pientalo, jossa isot ikkunat hallitsevat julkisivua. Sivuseinät rakentuvat betonielementeistä ja julkisivut ovat puuelementtirakenteisia. Puuta esiintyy lisäksi rakennuksen kaiteissa ja katoksissa. Yleisväriykseltään talo on valkoinen.



Kuva 3 Mallitalon toisen version eteläjulkisivua



Kuva 4 Pohjoisjulkisivu

Suunnitelmia esiteltiin marraskuussa 2005 Kiinan Shenyangiin suuntautuneella matkalla. Yhteistyökumppanit Shenyangissa olivat kuitenkin sitä mieltä, että

mallitalon tulisi edustaa enemmän myös suomalaista arkkitehtuuria, koska talo tulee olemaan esimerkki suomalaisesta puutalorakentamisesta. Näiden ajatusten pohjalta lähdettiin laatimaan uusia suunnitelmia, jotka valmistuivat tammikuussa 2006.

Kolmas ja lopullinen versio talosta on entisiin malleihin verrattuna enemmän suomalaisen pientalon näköinen. Koska lähtökohtana oli nimenomaan suomalais-tyyppinen talo, ei rakennuspaikan tilan minimoimiseen enää kiinnitetty edellisten talojen tapaan huomiota. Näin ollen rakennuksen kerroskorkeus laskettiin kahteen ja pohjapinta-alaa kasvatettiin. Samasta syystä rakennuksesta tehtiin itsenäinen pientalo, jota ei ole tarkoitettu rakennettavaksi useita vierekkäin. Tämä mahdollistaa ikkunoiden sijoittelun jokaiselle sivulle ja väljentää terassien ja autokatoksen sijoitusmahdollisuuksia. Kuvassa 5 nähdäänkin talon länsipuolelle sijoittuva autokatos ja terassi, joka kiertää talon itäsivulta etelän puoleiselle julkisivulle.



Kuva 5 Shenyangiin rakennettava mallitalo

Mallitalo tulee toimimaan valmistuttuaan yliopiston vierastalona. Tämä näkökohta otettiin huomioon talon suunnittelussa ja tilojen muodostuksessa. Yläkertaan on sijoitettu neljä makuuhuonetta sekä yhden makuuhuoneen yhteyteen työhuone. Kylpyhuoneita on yläkerrassa kaksi kappaletta, joiden lisäksi alakerrassa on kaksi WC:tä sekä suomalaiset perinteet huomioiden saunatilat. Suunnittelussa tuli huomioida myös joitakin kiinalaisia tilasuunnittelun periaatteita. Kiinalaiseen ruuanlaittokulttuuriin kuuluu runsas öljynkäyttö ruuan valmistuksessa, mistä syntyy käryä. Tästä syystä kiinalaiset keittiöt ovat aina suljettuja tiloja. Suomalaista avokeittiömallia, jossa keittiö ja olohuone ovat usein yhteydessä toisiinsa, ei haluttu mallitaloon tuoda. Ikään kuin kompromissina keittiön ja ruokailutilan väliseen seinään sijoitettiin haitariovi, jolla voidaan tarpeen tullen sulkea keittiö omaksi tilakseen. Kiinalaiseen keittiöön liittyy lisäksi olennaisesti kaasuliesi, joten se korvasi suomalaisittain yleisemmän sähkölieden. Suomalaisuutta talossa edustaa saunan lisäksi kodinhoituhuone pyykinpesulaitteineen, joka oli kiinalaisille arkkitehdeille ennestään tuntematon tilaratkaisuna.

Julkisivumateriaalina käytettiin valkoista vaakalautoitusta ja männynkaarnan-punaista pystylautoitusta. Aluksi oli tarkoituksena tehdä pystylautoituksen osuudet punatiilestä muuraamalla, mutta työteknisistä syistä materiaali jouduttiin vaihtamaan. Muuraaminen on aikaa vaativaa työtä. Koska seinät todennäköisesti valmistetaan elementteinä, on laudoitus vaihtoehtona käytännöllisempi. Ikkunan pielet ja koristelautoitukset ikkunoiden välissä ja alapuolella ovat tummanharmaaksi maalattua puuta. Eteläjulkisivua hallitsevat isot oleskelutilojen ikkunat. Katemateriaalina käytettiin tummanharmaata muotopeltikatetta. Kuvasta 6 nähdään autokatos, jossa peltikatteen lisäksi on käytetty lasia tuomaan valoa katoksen sisäpuolelle.



Kuva 6 Autokatos ja sisäänkäynnit talon pohjoissivulla

5 3D-MALLINNUS JA RAKENNESUUNNITELMAT

Kolmiulotteista piirtämistä kutsutaan mallintamiseksi, koska työskentelytapa muistuttaa enemmän osista kokoamista kuin perinteistä piirtämistä. Mallinnus tehdään tietokoneella sopivalla 3D-ohjelmalla. Tällöin 3D-ohjelman valinta on ensimmäinen lähtökohta työn tekemiselle.

5.1 Kolmiulotteinen malli talosta

Talon ulkomuodon mallinnukseen Graphisoftin kehittämä ArchiCAD-ohjelma oli luonteva valinta, koska kyseinen ohjelma on tarkoitettu juuri arkkitehtuuristen mallien luomiseen. Ohjelma toimii ikään kuin kahdessa tasossa samanaikaisesti. Pohjakuvat piirretään 2D-tasossa, johon syötetään rakennusosien korkeusasemat, materiaalit ja pintatekstuurit. Reaaliajassa piirtämisen kanssa ohjelma muodostaa 3D-tasolle mallia rakennuskohteesta. Lopuksi rakennuksen ympäristö voidaan visualisoida ja 3D-mallista ottaa perspektiivisiä kuvia sekä luoda animaatioita.

Pohjapiirustusten lisäksi kohteesta saadaan myös leikkauskuvia ja detaljeja eli yksityiskohtia esittäviä kuvia. Ohjelmalla voidaan siis toteuttaa kaikki rakennussuunnitteluun liittyvät piirustukset ja kolmiulotteiset mallinnukset.

Tässä työssä tehtävänäni oli luoda talosta 3D-mallinnus Man Hongin ja Yu Wein tekemien suunnitelmien pohjalta. Suunnitelmat löytyvät liitteestä 1. Lähdeaineistona käytetyt pohjapiirustukset ja julkisivukuvat olivat sähköisessä muodossa AutoCAD-kuvina. Kyseisiä piirustuksia ei voida sellaisenaan hyödyntää ArchiCAD:ssä, vaan pohjapiirustukset pitää luoda uudelleen käyttäen ohjelman omia seinänpiirtotyökaluja. Koska tarkoituksena oli mallintaa talo vain ulkoapäin, saatettiin jättää sisäseinät ja välipohjat pois 2D-piirustuksista. Ikkunoiden ja ovien mallinnusta varten ohjelmassa on melko kattava valikoima valmiita rakennusosia. Parametreja muuttamalla saadaan rakennusosat muutettua halutun näköisiksi. Pintatekstuureja eli sitä, minkälainen pintakuviointi ja väritys jollakin pinnalla on, on melko rajallinen valikoima ohjelman omissa kirjastoissa. Tekstuureja voidaankin luoda mistä tahansa valokuvasta ja siirtää ArchiCAD-ohjelman käyttöön. Tähän mallinnukseen muokattiin tekstuurit peltikatteelle sekä vaaka- ja pystyauodoituksille. Valmiista mallinnuksesta on otettu näkymiä eri kuvakulmista sekä luotu animaatio, jossa kuljetaan talon ympäri. Kolmiulotteinen mallinnus löytyy kokonaisuudessaan liitteestä 3 (CD-levy). Paperiversiona ovat lisäksi julkisivukuvat sekä perspektiivisiä näkymiä, jotka löytyvät liitteestä 2.

5.2 Rakenteiden suunnittelu ja mallinnus

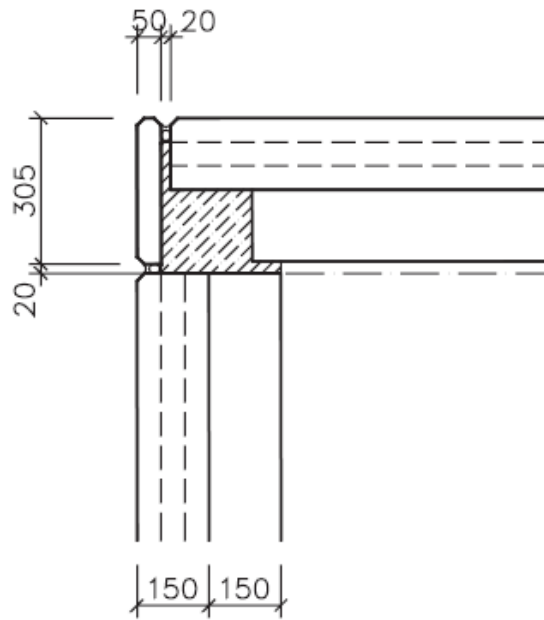
Arkkitehtuurisen 3D-mallin lisäksi työn tavoitteena oli luoda kolmiulotteisia mallinnuksia talon rakenteista. Havainnollisuuden vuoksi haluttiin malli perustuksista, talon kantavasta puurungosta sekä käytetystä seinärakenteesta. Rakennesuunnittelua varten on kehitetty joitakin 3D-ohjelmia. Käytettävän ohjelman valinta ei kuitenkaan aina ole aivan helppoa

Tekla Structures on kehitetty erityisesti teräs- ja betonirakenteiden suunnitteluun ja sillä voidaankin luoda rungosta malli aina perustuksista alkaen. Puurakenteiden suunnittelu on kuitenkin vielä kehitysasteella, joten tämä ohjelma ei soveltunut

omaan työhöni. Wood Focus sen sijaan on kehittänyt puurunkoisen talon rakennesuunnitteluun Ranka3D-ohjelman. Tällä ohjelmalla voidaan luoda kolmiulotteinen malli talon kantavasta puurungosta. Samalla saadaan myös elementtipiirustukset. Ongelmaksi muodostui kuitenkin betonirakenteisten perustusten mallinnus, sillä Ranka3D ei sovellu tällaisten rakenteiden suunnitteluun. Mahdollisuutena oli mallintaa runko ja perustukset eri ohjelmilla, mutta tällöin malleja ei olisi voitu yhdistää. Lopuksi päädyttiin siihen ratkaisuun, että koko työ mallinnetaan samalla ohjelmalla eli ArchiCAD:llä. Puurungon osat eli seinäelementit, välipohjat, kattoristikot ja betonirakenteiset perustukset tehtiin objekteina, jolloin rungon kokoaminen yhtenäiseksi malliksi onnistui helposti. Erilaisilla tekstuureilla mallista saatiin luonnollisen näköinen.

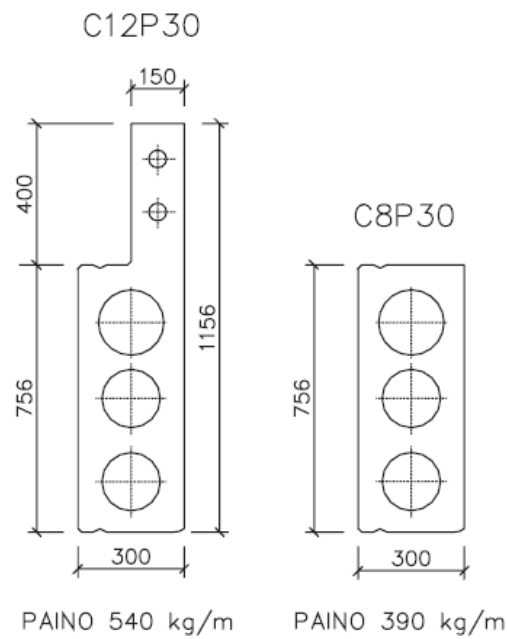
Perustukset

Talon perustukset rakennetaan Parma Oy:n kehittämällä ParmaParel-perustuksilla ja -ontelolaatoilla, jotka soveltuvat omakoti- ja rivitalorakentamiseen. Perustukset koostuvat sokkelielementeistä, nurkkaelementeistä sekä alapohjana olevista ontelolaatoista. Kuvassa 7 on kuvattu sokkelielementtien nurkkaliitos. Anturat valetaan paikan päällä. ParmaParel-perustukset muodostavat tuulettuvan, ryömintätilallisen perustusjärjestelmän. Talotekniikka viedään alapohjan alla ryömintätilassa, jolloin sen huoltaminen ja muunteleminen on helppoa. /5, s. 3/



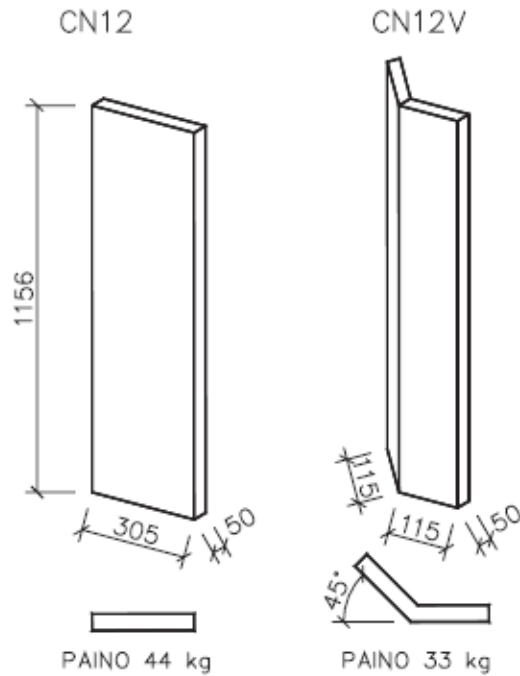
Kuva 7 Sokkelielementtien nurkkaliitos /5/

Sokkelielementit ovat lämpöeristämättömiä ontelolaattatekniikalla liukuvalettuja valmisosia, joiden ulkopintana on teräsmuottipinta ja sisäpintana valupinta. Näitä elementtejä valmistetaan kahta eri tyyppiä. C12P30 käytetään ulkoseinälinjojen sokkelina ja C8P30 keskilinjojen peruspalkkina. Nämä elementtityypit on kuvattu kuvassa 8.



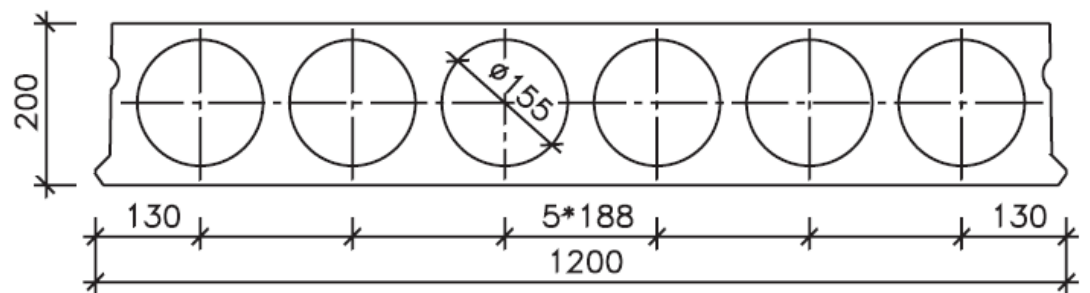
Kuva 8 ParmaParel-sokkelielementtejä /5/

Rakennuksen nurkissa käytetään yleensä nurkkaelementtejä, jotka tekevät sokkelipinnasta yhtenäisen näköisen. Nurkkaelementit ovat teräsbetonisia levyelementtejä. Vaihtoehtoisesti nurkat voidaan muotittaa ja valaa paikalla. Nurkkaelementeistä on saatavissa kahta eri vakiotyyppiä, suoraa CN12:sta ja vinoa CN12V:tä, jotka näkyvät kuvassa 9. /5, s. 4/



Kuva 9 ParmaParel-järjestelmän nurkkaelementtejä /5/

Alapohjassa käytetään ontelolaattaa P20, joka on kuvattu kuvassa 10. Ontelolaatan kantavuus ja muut ominaisuudet soveltuvat pientalojen ala-, väli- ja yläpohjiin. Ontelolaatan leveys on 1200 mm ja korkeus 200 mm. /5, s. 28/

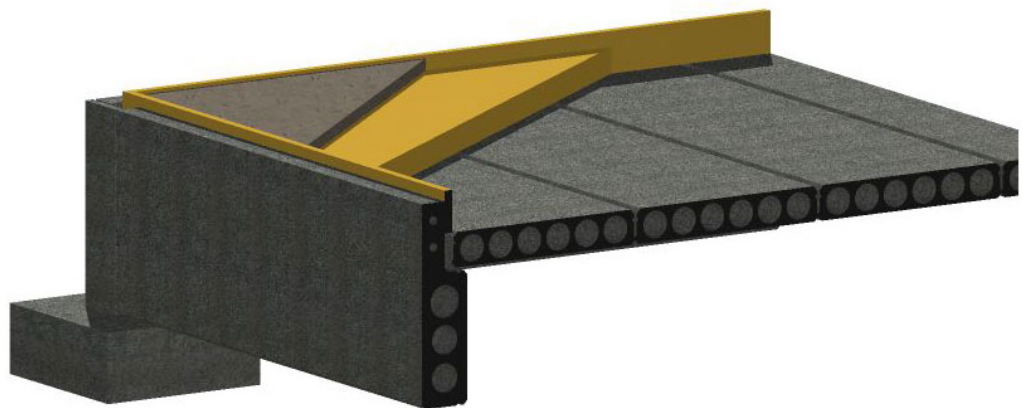


Kuva 10 Ontelolaatta P20 /5/

Elementtirakenteiset perustukset todettiin tähän projektiin hyvin soveltuviksi. Käyttämällä elementtejä selvittää vähemmällä paikalla rakentamisella. Muottilaudoituksia ei tarvitse rakentaa ja purkaa eikä rakennusjätettä synny niin paljoa.

Koska talon rakennustyöt tullaan pääosin hoitamaan suomalaisvoimin on tärkeää, että paikan päällä Kiinan Shenyangissa kulutettu aika on mahdollisimman vähäistä.

Alapohjarakenne mallinnettiin ArchiCAD:llä ja oheisessa kuvassa 11 on esitetty leikkaus kyseisestä rakenteesta.



Kuva 11 Leikkaus alapohjarakenteesta

Anturat sijoittuvat rakennuksen nurkkakohtiin. Sokkelielementtien alapuolelle ja sisäpuolelle asennetaan routaeristys anturoiden väliselle alueelle. Anturoiden kohdalla routaeristys asennetaan sisäpuolelle anturan päälle. Alapohjan lämmöneristys on sijoitettu ontelolaattojen yläpuolelle. Ontelolaattojen päällä on 150 mm:n lämmöneristekerros, jonka lisäksi reunoilla kiertää 50 mm leveä eristekaista. Lämmöneristeen päälle valetaan pintalaatta, jonka paksuus on 70 mm. Pintalaatan sisällä kulkevat lattialämmityskaapelit.

Kantava runko

Talon kantava runko on täysin puurakenteinen. Talon rakenteet suunniteltiin tehtäväksi avointa puurakennusjärjestelmää käyttäen. Avoimessa puurakennus-

järjestelmässä seinät ovat kantavia ja puurankarakenne rakennetaan kerroksittain. Järjestelmä soveltuu käytettäväksi sekä P3-paloluokan 1...2-kerroksisissa pientaloissa että P2-paloluokan 3...4-kerroksisissa asuin- ja työpaikkarakennuksissa. Järjestelmässä on tarkoitettu hyödynnettäväksi määrämittäisiä valmisosia niin paikalla rakentamisessa kuin elementtirakentamisessakin. Paikalla rakennettaessa ala- ja välipohjia käytetään työalustoina. Niiden päällä kerroksen seinät kootaan vaakatasossa ja nostetaan paikalleen. Runko pystytetään kerroksittain ja ylimmän kerroksen seinien päälle asennetaan kattokannattajat. Liitteen 2 sivulla 1 on esitetty kolmiulotteisen mallin avulla kantavan rungon vaiheittaista rakentumista. Kantavan rungon osia ovat ala- ja yläsidepuut, runkotolpat sekä aukkojen pielipuut. Välipohjarunko muodostuu puupalkistosta, johon on kiinnitetty aluslattialevyt ja kehäpalkista, joka kierteää rakennuksen ympäri. /6, s. 10, 13/

Välipohjarunkoon kiinnitettyjen aluslattialevyjen ja alapuolisen verhouksen muodostamaan välitilaan voidaan sijoittaa lämmöneristeenä käytettävää mineraalivillaa ilmastoineristeksi. Aluslattialevyjen päälle voidaan lisäksi valaa noin 50 millimetriä paksu betonilaatta, joka jäykistää välipohjarakennetta ja estää askeläänten kantautumista alapuolisiin kerroksiin. Pintalaatan sisään voidaan lisäksi asentaa ennen valua sähkökaapelit lattialämmitystä varten.

Rakentamista jatketaan runkovaiheen jälkeen ulkoverhouksen ja vesikaton asentamisella sekä ikkunoiden ja ovien kiinnittämisellä runkoon. Rungon valmistuttua päästään talotekniikan asennuksiin, jonka jälkeen se eristetään ja levytetään. Tämän jälkeen voidaan aloittaa sisustus- ja viimeistelytyöt. /6, s. 12/

Avoin puurakennusjärjestelmä soveltuu hyvin mallitalon rakentamiseen, koska tällöin voidaan valita, rakennetaanko seinät elementteinä jo Suomessa vai kuljeteaanko valmiiksi määrämittaiset rakennusosat rakennuspaikalle. Kummassakin tapauksessa rakennustyöt paikan päällä nopeutuvat ja selvittää yksinkertaisilla työvälineillä. Liitokset ovat naulaliitoksia eikä rungon osia tarvitse sahata oikeaan mittaan tai loveta. Seinäelementtien valmistus Suomessa nopeuttaisi rakentamista paikan päällä, mutta elementtien kuljetus asettaa omat vaatimuksensa niiden koolle. Meriteitse tapahtuvan rahdin isoin käytettävissä oleva kuljetuskontti, 40' ISO-

rahtilaivakontti, on sisämitoiltaan 12,03 metriä pitkä, 2,35 metriä leveä ja 2,39 metriä korkea /1/. Seinäelementtien korkeus on kuitenkin noin 2,7 metriä. Jotta elementit mahtuisivat konttiin, ne tulisi valmistaa korkeintaan 2,4 metriä leveistä seinän osista ja sijoittaa kyljelleen konttiin. Tämä on kuitenkin epäkäytännöllistä, joten todennäköisesti rungon osat tullaan kuljettamaan paikan päälle ja kokoamaan rakennuspaikalla. Talon kattoristikot ovat tyypiltään kaksoispulpettiristikoita. Talon muodosta johtuen ristikoita on kolmea eri kokoa. Pisimmän ristikon kokopituus räystään kärjestä toiseen on hieman liian pitkä mahtuakseen kokonaisuena konttiin. Lisäksi harjakorkeus ylittää kontin korkeuden. Tässä tapauksessa voidaan tehdä niin, että kaksoispulpettiristikko jaetaan keskeltä kahtia, jolloin saadaan kaksi erikokoista pulpettiristikkoa. Korkeampi pulpettiristikko voidaan lisäksi jakaa kahteen osaan pystysuunnassa ja koota rakennuspaikalla kokonaiseksi.

Kantava runko on mitoitettu seuraaville kuormille:

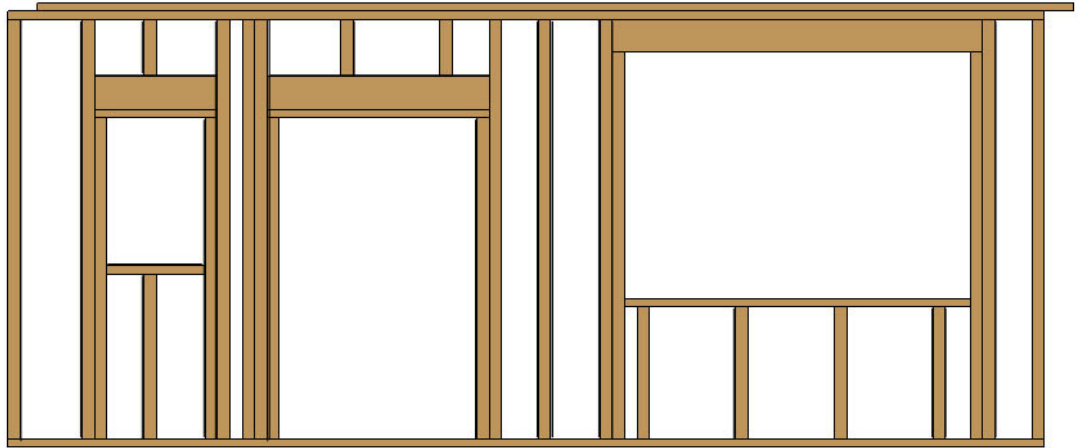
Yläpohja:

- lumikuormalle $1,8 \text{ kN/m}^2$
- rakenteen omapaino $0,9 \text{ kN/m}^2$.

Välipohja:

- rakenteen omapaino $0,5 \text{ kN/m}^2$
- oleskelukuorma $1,5 \text{ kN/m}^2$.

Yläpohjarakenteen muodostavat kattoristikot, joiden mitoitus kuuluu ristikko-toimittajalle. Kun välipohjapalkit mitoitettiin edellä mainituille kuormille, saatiin palkeiksi $45 \times 260 \text{ mm:n}$ kertopuupalkit 600 millimetrin jaolla. Ikkunoiden ja muiden aukkojen yläpuoliset palkit mitoitettiin kestämään välipohjilta tulevat kuormat ja ikkunapalkkeina käytetään $2 \times 57 \times 200 \text{ mm:n}$ kertopuupalkkeja. Isoimmissa eteläjulkisivun aukoissa käytetään ikkunan ylityspalkkeina $2 \times 57 \times 300 \text{ mm:n}$ kertopuupalkkeja. Runkotolpat ovat mitoiltaan $48 \times 172 \text{ mm}$ leveää sahatavaraa, ja tolppajako on kauttaaltaan 600 millimetriä. Kuvan 12 yhteydessä on lista käytetystä puutavarasta.



Kuva 12 Esimerkki seinärakenteesta

Runkopuutavara:

- ulkoseinätolppa 48x172 mm, pituus 2590 mm alakerrassa ja 2450 mm yläkerrassa
- väliseinätolppa kantava 48x172 mm, 2590 mm alakerrassa ja 2450 mm yläkerrassa
- väliseinätolppa ei-kantava, 48x97 mm, 2590 mm alakerrassa ja 2450 mm yläkerrassa
- ulkoseinäsidepuut 48x172 mm
- väliseinäsidepuut 48x172 mm kantavilla seinillä, 48x97 mm ei-kantavilla seinillä
- välipohjapalkki 45x260 mm KRT (kertopuu) k600
- ikkunapalkki 57x200 mm KRT 2 kpl vierekkäin
- ikkunapalkki isoissa ikkunoissa (yli 4 metriä leveät aukot) 57x300 mm KRT 2 kpl vierekkäin.

Rakennuslevyt:

- aluslattialevy 18 mm havuvaneri
- katteen aluslevy 15 mm havuvaneri
- tuulensuojalevy 9 mm havuvaneri
- sisäpuolisen verhouksen aluslevy 9 mm havuvaneri

- sisäverhouslevy 13 mm kipsikartonkilevy.

Seinärakenteen leikkaus

Seinärakenteessa on pyritty kunnolliseen lämmöneristävyyteen ja tuulenpitävyyteen. Runkotolppien välissä on lämmöneristeenä mineraalivillaa. Tolppien ulkopuolelle kiinnitetään tuulensuojalevyksi 9 mm paksu havuvaneri ja tämän päälle 30 mm vahva tuulensuojamineraalivilla. Tuulensuojalevynä käytettävä havuvaneri toimii samalla jäykisteenä.



Kuva 13 Seinärakenteen leikkaus ulkopuolelta

Runkotolppien sisäpuolelle kiinnitetään ilman- ja höyrynsulku ja tämän päälle sisäverhouslevyt. Sisäverhouslevynä voidaan käyttää kaksinkertaista kipsikartonkilevyä tai vaneria. Kuvassa 13 on esitetty seinärakenteen leikkaus ulkopuolelta katsottuna ja kuvassa 14 sisäpuolelta.



Kuva 14 Seinärakenteen leikkaus sisäpuolelta

Rakennekerrokset ulkopuolelta lueteltuna:

- pintakäsittelynä maalaus
- ulkoverhouslauta (paksuus 21-28 mm)
- tuuletusväli ja ulkoverhouksen kiinnityskoolaus
- tuulensuojamineraalivilla 30 mm
- tuulensuojalevy 9 mm
- kantava runko 48x172 k600 väleissä mineraalivillalevyt
- ilman- ja höyrynsulku
- sisäverhouksen aluslevy 9 mm havuvaneri, päällä sisäverhouslevy 13 mm kipsikartonkilevy
- pintakäsittely huoneselityksen mukaan.

6 PÄÄTELMÄT

ArchiCAD-ohjelman käyttäminen arkkitehtuurisen mallintamisen lisäksi rakenteiden mallintamiseen osoittautui toimivaksi ratkaisuksi. Ohjelmalla pystyttiin

luomaan monimuotoisia ja luonnollisen näköisiä 3D-malleja. Tämän lisäksi eri rakenneosien yhdistäminen yhdeksi malliksi oli mahdollista, jolloin kokonaisuuden hahmottaminen helpottui. Joitakin rajoitteita sen sijaan asetti se, ettei ohjelmaa ole tarkoitettu varsinaiseen rakennesuunnitteluun. Näin ollen esimerkiksi luotujen seinäobjektien hyödyntäminen elementtikuvien pohjana tai määräluettelon kokoaminen käytetystä puutavarasta osoittautui työlääksi.

Kolmiulotteisen mallintamisen hyödyntäminen rakennussuunnittelussa on yleistyessä nopeasti. Samanaikaisesti kehitystyö etenee jatkuvasti. Mallintamisen mahdollisuudet puolestaan lisääntyvät, kun monipuolisempia ohjelmistoja tulee käyttöön. Rakennesuunnittelun osa-alueella erilaisten rakennusmateriaalien yhdistäminen samaan 3D-malliin on yksi kehityksen kohteista. Rakennuskohteet sisältävät usein niin puuta, terästä kuin betoniakin, joten ohjelma, jonka avulla voidaan suunnitella näiden materiaalien erilaisia kokoonpanoja, tulee olemaan hyödyllinen.

Yksi jo kehitteillä olevista hankkeista on ohjelmisto, joka mahdollistaisi kaikkien rakennussuunnittelun osa-alueiden toteuttamisen samalla ohjelmalla. Tällä hetkellä arkkitehtisuunnitelmat laaditaan eri ohjelmalla kuin rakenne- tai talotekniikka-suunnitelmat. Suunnitelmien yhdistäminen samaan ohjelmistoon nopeuttaisi suunnittelua ja auttaisi havaitsemaan mahdolliset rakenteiden risteyskohdat ajoissa. Myös suunnitelmien dokumentointi yksinkertaistuisi, kun kaikki suunnitelmat toimitisivat samassa ympäristössä.

Kuten edellä todettiin, suunnitelmien laatiminen 3D-muotoon on nopeasti kasvattamassa suosiotaan. Rakentamisen alalla koettiin edellinen iso muutos, kun käsin piirretyistä suunnitelmista siirryttiin tietokoneavusteiseen suunnitteluun. Näyttää siltä, että seuraava askel eteenpäin on siirtyminen 2D-tasosta kolmiulotteisiin suunnitelmiin.

LÄHTEET

Verkkosivut

- 1 Containex Oy. [www-sivu]. [viitattu 16.4.2006] Saatavissa:
http://www.containex.com/en/iso_shipping_container_40.aspx
- 2 Jin-Muranen, Cuihong, TAMK–Shenyang. [www-sivu]. [viitattu
18.4.2006] Saatavissa:
<http://www.tamk.fi/pispala-shenyang/index.htm>

Sähköpostit

- 3 Jin-Muranen, Cuihong, 22092005 memo in Finnish.doc.
[sähköpostiviesti] 7.10.2005.
- 4 Jin-Muranen, Cuihong, Latest version of EU application.
[sähköpostiviesti] 17.3.2006.

Sarjajulkaisut

- 5 Parma Oy. ParmaParel Pientalojen perustukset ja ontelolaatat.
Suunnitteluohje 1.2.2002. 57 s. + 8 liites.
- 6 Viljakainen, Mikko, Avoin puurakennusjärjestelmä–paikalla
rakentaminen. Suunnitteluohjeet. Wood Focus Oy. 2004. 114 s.

LIITTEET

- | | |
|---|---|
| 1 | Rakennuksen pohjapiirustukset ja julkisivukuvat |
| 2 | Kolmiulotteiset mallinnukset |
| 3 | CD |