

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Talonrakennustekniikka

Tutkintotyö

Jussi Palomäki

**PIENTALOMALLISTON 3D-MALLINTAMINEN**

Työn valvoja  
Työn tilaaja  
Tampere 2007

DI/RA Tero Markkanen  
Suomen Kodikas-Talot Oy

# TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka, talonrakennustekniikka

Palomäki, Jussi	Pientalomalliston 3D-mallintaminen
Insinöörityö	41 sivua + painettu mallisto-esitys
Työn valvoja	DI/RA Tero Markkanen
Työn teettäjä	Suomen Kodikas-Talot Oy
Toukokuu 2007	
Hakusanat	ArchiCAD, 3D-mallinnus, pientalosuunnittelu

## Tiivistelmä

Tämä tutkintotyö on tehty Suomen Kodikas-Talot Oy:n tilauksesta. Työ käsittelee pientalomalliston mallintamista ArchiCAD 10 -rakennussimulaattorihjelmalla esitekäyttöön. Työssä on pyritty löytämään optimaalinen kompromissi työn tehokkuuden sekä lopputuloksen visuaalisen laadun väliltä. Lisäksi työ sisälsi rakennussuunnittelua. Alustavaksi työn laajuudeksi arvioitiin 15 talomallia, joka työn edistyessä rajattiin 12 malliin. Esivalmistelut tehtiin marras-joulukuussa 2006, varsinaisen työn sijoituessa keväälle 2007.

Työssä tuotettujen kuvien pohjalta on tehty painettu mallisto-esitys sekä malliston Internet-esitys. Tämä raportti käsittelee käytettyjä työmenetelmiä, niiden tehostamista ja esiin nousseita ongelmatapauksia. Lopuksi se sisältää arvion työmenetelmän sekä käytettyjen ATK-ohjelmien käyttökelpoisuudesta.

Painettu mallisto-esitys on sisällytetty raporttiin liitteenä. Malliston Internet-esitys on nähtävissä osoitteessa <http://www.kodikas.fi/mallisto2007.htm>

## TAMPERE POLYTECHNIC

Construction Engineering, House Building

Palomäki, Jussi                      3D Modelling of the Detached House Catalogue

Engineering Thesis                41 pages + completed brochure

Thesis Supervisor                Mr Tero Markkanen, MSc/Beng

Client                                Suomen Kodikas-Talot Oy Ltd

May 2007

Keywords                          ArchiCAD, 3D-modelling, house planning

### **Abstract**

This engineering thesis has been made by order of Suomen Kodikas-Talot Oy Ltd. The subject of this work is the 3D modelling of a detached house range using the ArchiCAD Virtual Building Solution. The objective was to find the optimal compromise between the working efficiency and the visual quality of the final product. The work also contained some house planning. An initial estimate of the number of the houses to be modelled was fifteen houses, which was marked off to twelve houses as the work progressed. The preliminary arrangements were done during November and December 2006, as the main part of the work was done in spring 2007.

A printed brochure and the Internet presentation of the model range were made based on the pictures produced in the engineering thesis. This report deals with the working methods used during the work, increasing the effectiveness of them and the problems which came up. Finally it contains an estimate about the usability of the working methods and the software which were used in the work.

The printed brochure is included to this report as an enclosure. The Internet presentation is located in the URL <http://www.kodikas.fi/mallisto2007.htm>.

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka, talonrakennustekniikka

Jussi Palomäki

## **Alkusanat**

Tämä insinöörityö on tehty Suomen Kodikas-Talot Oy:n tilauksesta. Työn ohjaajina toimivat Suomen Kodikas-Talojen Timo Vätkki ja Jouni Setälä sekä valvovana opettajana Tero Markkanen. Työ suoritettiin pääosin keväällä 2007.

Haluan osoittaa kiitokseni Suomen Kodikas-Talot Oy:lle mahdollisuudesta suorittaa insinöörityö tällaisessa formaatissa, sekä RA Merja Vaitille avusta rakennussuunnittelussa ja lopputuloksien arvioinnissa. Kiitokset myös Tero Markkaselle joustavasta työn valvonnasta.

Tampereella 2007

---

Jussi Palomäki

## Sisällysluettelo

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

### ALKUSANAT

### SISÄLLYSLUETTELO

<b>1</b>	<b>JOHDANTO .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>LÄHTÖTIEDOT JA LOPPUTULOKSEN FORMAATTI.....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>TYÖN SUORITTAMINEN .....</b>	<b>8</b>
3.1	Työskentelyn kulku .....	8
3.2	Rakennussuunnittelu.....	9
3.3	Mallinnuksen esivalmistelut .....	11
3.4	Renderöintiasetusten valinta.....	12
<b>4</b>	<b>TYÖSKENTELYN TEHOSTUSMENETELMÄT .....</b>	<b>15</b>
4.1	Tekstissä käytetyistä käsitteistä .....	15
4.2	Yhteisten asetusten siirtäminen uuteen malliin .....	15
4.3	Valmiiden rakenteiden kopiointi .....	17
4.4	Kerroksien hyödyntäminen .....	18
4.5	Ryhmittäminen .....	19
4.6	Leikkaus- ja 3D-tilojen hyödyntäminen .....	19
4.7	Mittojen hakeminen piirretyistä elementeistä.....	20
4.8	Maastoalueiden erilaiset materiaalit .....	21
<b>5</b>	<b>VISUAALISEN ILMEEN PARANTAMISEEN KÄYTETYT MENETELMÄT</b>	<b>24</b>
5.1	Yksityiskohtien mallintaminen.....	24
5.1.1	Katon yksityiskohdat .....	24
5.1.2	Julkisivun yksityiskohdat .....	27

5.2	Pintamateriaalit.....	31
5.3	Renderöinti ja valaistus .....	34
5.3.1	Ulkotilojen valaiseminen.....	35
5.3.2	Renderointiasetukset-valikko ja kuvan tarkkuus.....	37
5.3.3	Renderöinnin ongelmat .....	39
<b>6</b>	<b>TYÖMENETELMIEN KÄYTTÖKELPOISUUS JA OHJELMIEN SOVELTUVUUS PIENTALOMALLINNUKSEEN .....</b>	<b>40</b>
<b>7</b>	<b>LÄHTEET .....</b>	<b>41</b>

## 1 Johdanto

Insinööriopintojeni alusta lähtien minua on kiinnostanut yksittäisistä opintojen alueista erityisesti rakennussuunnittelu sekä siihen liittyvä visualisointi. Siten tämä insinööri työ toimikin opintojen huippenuksena, mikä on olennaista sekä työn itsensä että opiskelujen mielekkyyden kannalta. Työn lopputuotteen graafisuus koettelee ehkä myös jossain määrin perinteisen insinööriopiskelijan tutkintotyön rajoja, mutta liittyy silti vahvasti opiskeltuihin aiheisiin ja toimii siltana tuleviin työtehtäviini. Kolmiulotteinen suunnittelu on tullut rakennusalallekin jäädäkseen. Se selkeyttää perinteistä suunnittelemista sekä avaa uusia mahdollisuuksia, mikä on ollut havaittavissa erityisesti suunnitteluohjelmistojen huikeassa kehityksessä viime vuosina. Kaupallisessa käytössä talomallista tuotettu kohtalaisen hyvin todellisuutta vastaavan näköinen 3D-kuva antaa taloa hankkimassa olevalle asiakkaalle selkeämmän käsityksen hänen tilaamastaan tuotteesta kuin pelkät perinteiset tekniset piirustukset.

Suunnittelu ja mallintaminen yhdessä osoittautuivat jossain määrin alkupeleistä arviota työläämmäksi, ja insinööri työn tavoitekesto, 400 työtuntia, ylittyi. En kokenut työläyttä kuitenkaan juurikaan haittana, ja työ perehdytti mielenkiintoisella tavalla sekä ArchiCAD-rakennussimulaattoriohjelman nikseihin että rakennussuunnittelua elementtitekniikan takia ohjaileviin ehtoihin ja asuinrakennussuunnittelun viranomais määräyksiin. Täten, huolimatta intensiivisestä ArchiCADin opiskelemisesta VirtuaaliViipuri-projektin parissa kesällä 2006, insinööri työ toi mukanaan aivan uudenlaisia haasteita myös sovel-lusohjelmiin liittyen.

## 2 Lähtötiedot ja lopputuloksen formaatti

Mallinnuksen lähtötietoina toimivat nykyisistä talomalleista olemassa olevat piirustukset tai esitekuvat sekä uusien mallien luonnoskuvat. Valmiiden talomallien ilmettä on nykyaikaistettu ja mallistolle pyritty luomaan yhtenäinen ilme. Koska kyseessä on suurelementteihin perustuva talopakettimallisto, joi-tain rakennuksien osia, kuten katokset ja kuistit, on pyritty tekemään vakio-mitoilla, mikäli talon arkkitehtuuri sallii.

Talojen 3D-malleissa on kiinnitetty huomiota näkyvimpiin yksityiskohtiin sekä realistisiin pintamateriaaleihin. Pohjapiirustuksissa olennaista on selkeys ja siisti ulkonäkö. 3D-mallit on renderöity A5-kokoisina tarkkuudella 300 dpi (kuvapistettä tuumalle). Tämä on käytännössä suurin tarkkuus, jolla Archi-CADilla voidaan renderöida ilman, että työ kestää tarkoituksettoman kauan. Toisaalta kuvien käyttö painetussa esitteessä vaatii niiltä mahdollisimman suurta tarkkuutta, joten pienempi kuvakoko, jonka renderöinti tapahtuu nopeasti, ei riitä. Pohjapiirustukset on esitetty mittakaavoissa 1:100 tai 1:125 riip-puen talomallin koosta. Pohjien tulostustarkkuus on 600 dpi. Kaikki kuvat on tallennettu TIFF-formaattiin. Kuvista tehtiin myös pienennetyt versiot Inter-net-käyttöä varten, ja ne tallennettiin JPEG-formaattiin. Työtiedostot nimesin muotoon K + talomallin pyöristetty huoneistoala, esim. K161. Mallistoesit-teessä talot esiintyvät likimain samoilla nimillä.

## 3 Työn suorittaminen

### 3.1 Työskentelyn kulku

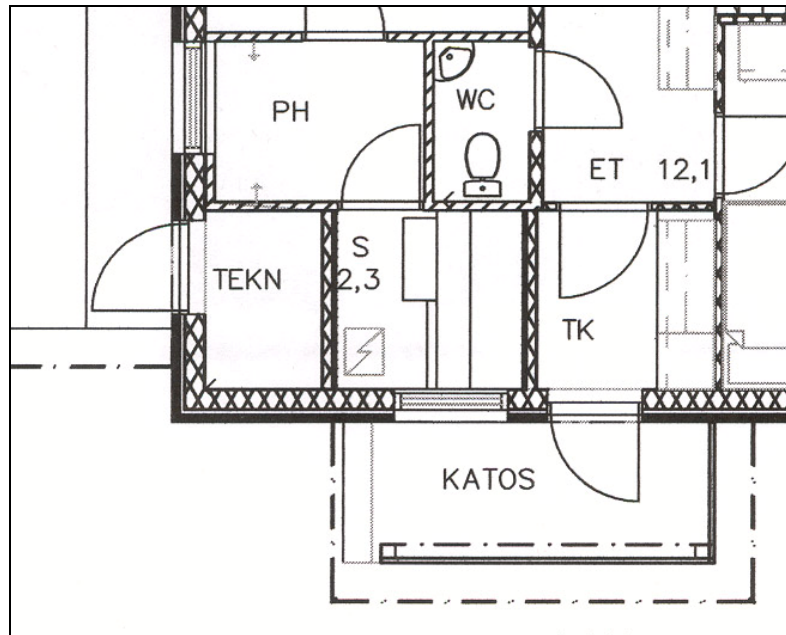
Sain Kodikas-Taloilta jokaista talomallia varten pohjapiirroksset sekä vaihte-levan määrän julkisivukuvia tulosteina tai sähköisessä muodossa. Jokaiseen malliin tehtiin muutoksia sekä pohjaratkaisuihin että julkisivuihin. Muutoksi-



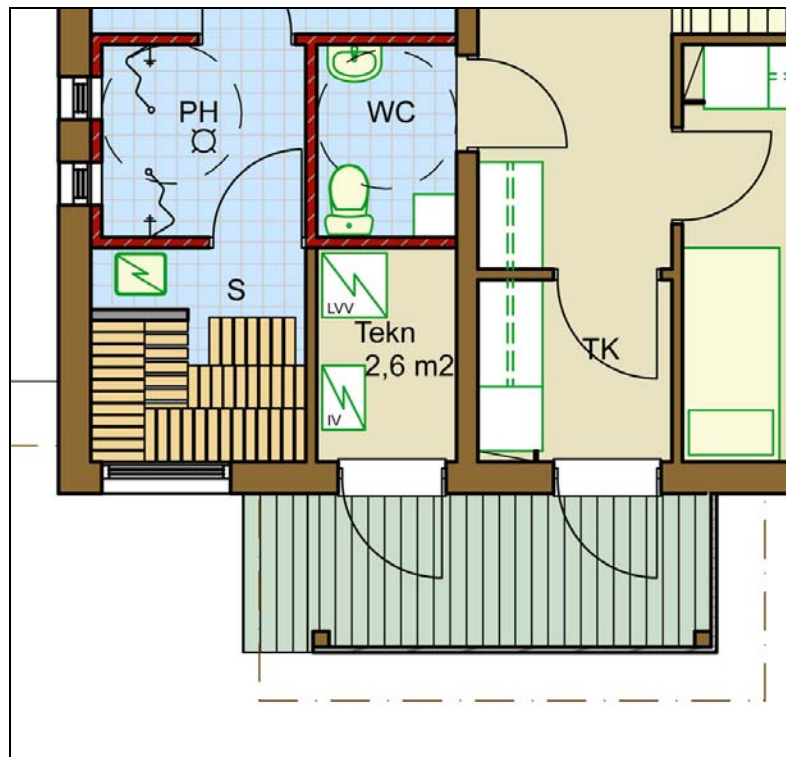
en päälinjat sovittiin mallikohtaisesti etukäteen, minkä jälkeen sain melko vapaat kädet toteuttaa tarpeelliseksi katsomiani muutoksia. Mallinnettua talon alustavasti valmiiksi lähetin sen kuvat web-tarkkuustasoisina arvioitavaksi. Arvioinnin suorittivat RA Merja Vaitti ja Kodikas-Talojen Jouni Setälä, jotka antoivat muutos- ja parannusehdotuksia. Tein muutokset ehdotusten ja oman arvioni mukaan, ja talomallin katsottiin olevan valmis, kun kaikki osapuolet olivat siihen tyytyväisiä. Itse mallinnustyön tein tavallisesti kahdessa - kolmessa päivässä, ja kommentteineen sekä muutoksineen yksittäinen talomalli oli työn alla keskimäärin viikon.

### **3.2 Rakennussuunnittelu**

Talomallit vaativat vaihtelevan määrän rakennussuunnittelua. Osa luonnoksista oli niin valmiita, että ne vaativat vain joidenkin yksityiskohtien muuttamista, kuten ikkunoiden siirtelyä, kalustuksen muuttamista ja julkisivun ilmeen miettimistä loppuun. Toiset vaativat suurempaa työstämistä aina huonejärjestyksen muuttamisesta julkisivun ilmeen täydelliseen uudistamiseen. Suunnittelussa piti ottaa huomioon sekä liikuntarajoitteiset että optimaalinen elementtitekniikan hyödyntäminen. Yleisimmin tarvittu muutos oli WC:n suurentaminen liikuntarajoitteisille sopivaksi, mikä pakotti useasti miettimään uudelleen viereisten huoneiden toimintojen sijoittelua. Kuvat 1 ja 2 esittävät K140-työnimeä käyttäneen talon alakertaan tehdyn muutoksen.



Kuva 1. K140-talon huonejaon muutos, alkuperäinen luonnos.



Kuva 2. K140-talon huonejaon muutos, lopullinen esitekuva.

Julkisivuissa käytettiin tyylikeinoina suuria ikkunoita, moderneja värivalintoja sekä puurimoituksella toteutettuja kaiteita ja seinän koristeita. Kokeilin

kahteen taloon myös erikoisempia julkisivuverhousvaihtoehtoja, mutta niiden käytöstä luovuttiin, koska esitekäytössä on paras esittää mahdollisimman tavanomainen ratkaisu. Yksi talomalleista oli perinnemalli, joka haluttiin säilyttää sellaisena. Samasta talosta tehtiin puolitoista- ja kaksikerroksiset muunnelmat, mutta niiden käyttö painetussa esitteessä jätettiin tätä kirjoitettaessa avoimeksi.

### 3.3 Mallinnuksen esivalmistelut

Hain mallinnustyön kannalta olennaisia säätöjä sekä ongelmakohtia käyttäen pohjana ensimmäistä mallinnettavaa taloa, joka pienen kokonsa ja yksinkertaisen perusrakenteensa ansiosta sopi hyvin tähän käyttöön. Kesällä 2006 suorittamani harjoittelujakson aikana sisäistin ArchiCADin käytön perusteellisesti hyvin, mutta silloin tehtävässä työssä paneuduttiin pelkän 3D-mallin tuottamiseen, jolloin pohjakuvien sisällöllä ei ollut merkitystä. Tässä työssä oli tuotettava samasta mallista esitekelpoisena sekä 3D-malli että pohjakuvat. Tutkintotyössä käyttämäni ohjelmaversio oli myös aiempaa uudempi, ja tutustuin ohjelman uusiin ominaisuuksiin heti sen tultua markkinoille. Työtä aloittaessani ei siis ollut enää tarpeen käyttää aikaa varsinaisen ohjelman käytön opettelemiseen, mutta pohjakuvien esitystavat, 3D-mallien renderöintiasetukset sekä yksityiskohtien määrä piti hakea lopulliseen muotoonsa jo alkuvaiheessa. Niitä tultiin käyttämään muuttumattomina työn jokaisessa talomallissa, ja niiden muuttaminen olisi vaatinut kaikkien valmiiksi saatujen mallien korjaamista samanlaisiksi.

### 3.4 Renderöintiasetusten valinta

Työn alkuvaiheessa ArchiCADin renderöinti piti optimoida siten, ettei sitä tarvinnut jälkeempään muuttaa. Renderöinti luo ohjelmalla tehdystä 3D-mallista tarkan, yksittäisen kuvan, jonka laatuun käytetty renderöintimoottori ja sen asetukset vaikuttavat merkittävästi. Apuna asetusten haarukoinnissa käytin ArchiCADin sähköistä ohjetta sekä ArchiMAD-kerhon jäsenlehtiä, joissa asiaa käsiteltiin. Käytin vaihtoehtoisten työmenetelmien sekä värimaailma- ja renderöintiasetusten tutkimiseen ja kokeilemiseen ensimmäisenä mallinnettavaksi valitsemani taloa. Kyseessä oli 120-neliöinen perustalo rapatulla julkisivuverhouksella. Se soveltui tarkoitukseen hyvin yksinkertaisuutensa ja pienen kokonsa vuoksi.

Päädyin käyttämään monien tahojen suosittelemaa LightWorks-renderöintimoottoria, jonka lukuisten säätöjen sekä kehittyneen valojen mallinnuksen ansiosta voidaan mallista renderöidä huomattavasti realistisempia kuvia kuin ArchiCADin vanhalla, yksinkertaisemmalla sisäisellä renderöintimoottorilla. Lähdeaineistossa oli annettu suuntaa antavia vinkkejä siitä, miten säädöt kannattaa missäkin tilanteessa valita, mutta käyttökelpoiset asetukset löytyivät vasta monien kokeilujen jälkeen. Tämä vaihe vei runsaasti aikaa, sillä jokaiset renderöintiasetukset piti testata luomalla niillä testikuva tarkkuustasoltaan lopullista vastaavasta talon mallista. Pienehkönkin kuvan renderöinti vaati aikaa noin puoli tuntia ja tietokoneelta niin paljon tehoa, ettei koneella voi tehdä samalla juuri lainkaan muita töitä. Huolimatta perusteellisesta erilaisten asetusten testailusta, työn edistyessä pidemmälle kävi ilmi, että valitsemillani asetuksilla osa talojen seinillä näkyvistä heittovarjoista piirtyi kuviin epätäydellisinä ja vaati joidenkin kuvien kohdalla runsastakin jälkikäsitteilyä.

Kuvat 3 ja 4 havainnollistavat renderöintimoottorien eroja. Kuva 3 on renderöity käyttäen ArchiCADin sisäistä renderöintimoottoria sen parhailla mah-

dollisilla asetuksilla. Kuva 4 on renderöity LightWorksilla, jolle jäi vielä runsaasti säätövaraa kohti parempaa laatua. Paremmilla asetuksilla renderöinti kannattaa suorittaa mahdollisimman tehokkaalla tietokoneella, jolla ei samaan aikaan tehdä muuta työtä.



Kuva 3. Talo K130 renderöitynä sisäisellä renderöintimoottorilla.



Kuva 4. Sama talo kuvattuna LightWorks-renderöintimoottorilla.

Valitsemillani asetuksilla mallien valaisemiseen käytetään taivasobjekti-valonlähdettä, jonka tyyppi on valittu realistinen. Toinen vaihtoehto, nopea tyyppi, teki kuvasta tarkoillakin asetuksilla epäsiistin näköisen. Realistisen taivasobjektin asetukset jätettiin oletusarvoisiksi. LightWorks-renderoijan laatuasetuksista valittiin käyttöön tarkimmat, ja LightWorks-ympäristön auringon säädöistä perusaurinko, jonka varjojen kuvaustarkkuutta kohennettiin. Valituilla asetuksilla A5-kokoisen kuvan renderöinti 300 dpi:n tarkkuudella vei aikaa keskimäärin noin yhdeksän tuntia. Työskentelyn aikana on tarpeen seurata, miltä mallin lopullinen renderöintikuva tulee näyttämään, koska varsinkin pintamateriaalit eivät renderöitynä näytä aina läheskään samanlaisilta kuin ArchiCADin 3D-ikkunassa käytettäessä OpenGL-tilaa. Seuranta tehdään renderöimällä pienikokoinen kuva, jonka tarkkuus vastaa likimain Internet-käyttöön tulevia kuvia (kuvan pikselimitat esimerkiksi 1024 x 768), tai esimerkiksi pelkästään se rakenne-elementti, jossa käytetään uutta, itse tehtyä

pintamateriaalia. Muut asetukset pidetään samoina kuin lopullisessa kuvassa. Valittaessa yksittäistä elementtiä renderöitäväksi on mukaan muistettava valita myös valonlähteenä käytetty taivasobjekti, joka toimii valaisimena.

## **4 Työskentelyn tehostusmenetelmät**

### **4.1 Tekstissä käytetyistä käsitteistä**

Käytän seuraavissa selostuksissa ArchiCADin perustyökaluilla mallinnetuista rakenneosista yleistä nimitystä elementti. Mikäli tekstissä esiintyy käsite objekti, sillä tarkoitetaan nimenomaan ArchiCADin Objekti-työkalulla tehtyä elementtiä. Rakenne-sanalla viitataan elementeistä koostuvaan kokonaisuuteen, tai johonkin todelliseen rakenteeseen.

### **4.2 Yhteisten asetusten siirtäminen uuteen malliin**

Yksi tutkintotyön tavoitteista oli työskentelytapojen optimointi. Talomalleja oli monta ja yhden työstämiseen pyrittiin luonnollisesti käyttämään mahdollisimman vähän aikaa. Sekä projektin että mallinnuselementtien asetukset ovat malleissa usein hyvin samankaltaisia, ja eniten työskentelyä nopeuttaa ja helpottaa, jos samanlaisina toistuvien asetusten säätämistä ei tarvitse tehdä uudestaan jokaiseen malliin. Koska mallisto perustuu vakioituun elementtijärjestelmään, esimerkiksi talojen kerroskorkeudet ja rakenteet ovat samat koko mallistossa. ArchiCAD-työskentelyyn tämä vaikuttaa siten, että jokaisen mallin seinien, laattojen ja kalusteiden korkeudet sekä korkeusasemat ovat samat ja siirrettävissä suoraan projektista toiseen. Seinissä mallikohtaisia ovat vain ulkoseinien paksuus verhouksmateriaalista riippuen sekä ulkoseinien ulkopuoliset pintamateriaalit. 2D-esitys sekä sisäpuolen pintamateriaali ovat joka

mallissa yhtenevät. Laatoissa muuttuvia arvoja ovat ainoastaan väli- ja yläpohjan pintamateriaalit, jotka näkyvät huoneisiin. Työn edetessä ilmeni jatkuvasti uusia kohteita, jotka pystyy kopioimaan jostain valmiista mallista suoraan tai muokattavaksi vähällä vaivalla.

Yhteisien asetusten siirtämiseen mallista toiseen mahdollisimman helposti kannattaa tehdä erillisiä tiedostoja, joista yksi sisältää esimerkiksi yleisimmät kalusteet, toinen katon yksityiskohdat jne. Kaikki säädöt, joita ei ole tarkoitus muuttaa, tehdään valmiiksi. Kun talon mallinnus on edistynyt siihen vaiheeseen, että kyseisiä elementtejä tarvitaan, aputiedosto liitetään varsinaiseen mallinnusprojektiin, ja sen sisältämät elementit siirretään paikalleen. Tarpeettomat elementit poistetaan, ja uusia tarvittaessa hyödynnetään olemassa olevia mahdollisimman paljon. Aputiedoston elementtejä ei tarvitse välttämättä myöskään käyttää suoraan, vaan niitä voi käyttää vain säilyttämään ominaisuudet, jotka niistä saa yksinkertaisesti käyttöön pipetti-työkalua käyttämällä.

Käytin mallinnustyössäni kolmea aputiedostoa:

- perusrakenne-elementit:
  - pätkä jokaista käytettävää seinätyyppiä, joissa oli yleisimmät ikkuna- ja ovityypit
  - ala-, väli- ja yläpohjalaatta sekä terassilaudoituksen mallinnukseen käytettävä laatta
  - katto, jonka rakennetyyppi ja materiaalit olivat käytössä useimmissa mallissa
- katon yksityiskohtien työstämisessä käytettävät elementit:
  - tiilikatteen esittämisessä käytetty aaltopeltiobjekti
  - räystäspellityksinä käytetyt kattoelementit
  - harjatiiliobjekti
  - räystäskourut ja syöksytorvet
- kalusteet.



Vaikka varsin tavanomainen menetelmä on käyttää aloituspohjana tiedostoa, joka sisältää mahdollisimman paljon valmiita asetuksia ja esimerkiksi perusrakenne-elementit, päädyin tässä työssä käyttämään uuden tiedoston pohjana aina edellisen mallin asetuksia. Tällä tavoin edelliseen malliin lisäämäni uudet pintamateriaalit ja jotkut myöhemmin lisäämäni rakennetyypit siirtyivät aina mukana seuraavaan. Myös kaikki tiedostoon tehtävät asetukset siirtyvät tällä menetelmällä muuttumattomina seuraavaan tiedostoon, joten mikäli niille ei työn edistyessä tehdä muutoksia, ne pysyvät samanlaisina, millaisiksi ne alun perin on säädetty. Ainoastaan kerroskorkeudet joudutaan muuttamaan joka tiedostossa erikseen.

### 4.3 Valmiiden rakenteiden kopiointi

Talomallistossa jotkut rakenteet, kuten esimerkiksi parvekkeet ja terassit, saattavat olla keskenään hyvin samankaltaisia. Mikäli vain mitoissa ja pintamateriaaleissa on eroja, on koko rakenteen siirtäminen yhdestä mallista toiseen helppoa ja nopeaa ja säästää turhalta saman rakenteen mallintamiselta useaan kertaan. Yksinkertaisimmin tämän voi tehdä avaamalla vanhan tiedoston, jossa on kyseinen rakenne ja kopioimalla sen leikepöydän kautta työn alla olevaan tiedostoon. Vanha tiedosto kannattaa avata uudessa ArchiCADissa (valittavissa 'Avaa tiedosto' -valintaikkunasta), ettei työstettävää tiedostoa tarvitse välillä avata ja sulkea turhaan.

Rakenteen kopioitavat osat valitaan, minkä jälkeen ne kopioidaan leikepöydälle joko hakemalla Muokkaus-valikosta toiminto Kopioi tai näppäinyhdistelmällä Ctrl-C. Mikäli kopioidussa rakenteessa on käytetty Boolean toimenpiteitä, joissa käytetään piilotetulla tasolla sijaitsevia elementtejä, on taso muistettava avata, jotta kaikki toimenpiteissä mukana olevat osat voidaan valita ja kopioida. Tämän jälkeen otetaan esiin työstettävä tiedosto, johon leikepöydän sisältö liitetään Muokkaus-valikon toiminnolla Liitä tai näppäinyhdistelmällä

Ctrl-V. Riippuen näkymän zoomaustasosta ohjelma saattaa kysyä, miten elementit sijoitetaan. Vaihtoehdot ovat 'Sijoita keskelle tätä näkymää' ja 'Sijoita alkuperäisille paikoille'. Ensimmäinen vaihtoehto sijoittaa leikepöydän sisällön keskelle ruutua riippumatta siitä, mitä näkymä sisältää, jälkimmäisen asettaessa elementit samoihin koordinaatteihin, joissa ne olivat lähdetiedostossaan. Ruudusta voidaan myös valita, siirretäänkö näkymä elementtien sijoituspaikkaan, mikäli se on ruudulla näkyvän alueen ulkopuolella vai säilytetäänkö se nykyisellään. Sijoituksen jälkeen Boolean toimenpiteet saattaa joutua toistamaan.

Mikäli ei halua yrittää muistaa, mihin aiemmista malleista on mitään rakenteita mallintanut, voi sellaiset rakenteet, joita tietää tarvitsevänsä myöhemmin uudelleen, kopioida erilliseen tiedostoon. Tällöin kopioitava rakenne kannattaa selkeyden vuoksi liittää nurkkapisteestään origoon.

#### 4.4 Kerroksien hyödyntäminen

ArchiCADia käyttäessä ei kannata ajatella käsitettä kerroksista liian sananmukaisesti. Kerroksia voi tehokkaasti käyttää tasojen jatkeina. Niille jaetaan elementit, jotka halutaan näkymään tietyissä tasopiirustuksissa, muttei välttämättä kaikkea, mikä todellisuudessa sijaitsee kyseisessä kerroksessa. Lisäksi voi tehdä apukerroksia, joiden korkeus voi olla nolla ja joille sijoitetaan mallinnuselementtejä, jotka eivät saa näkyä missään tasokuvissa, mutta joita tarvitaan leikkauksissa, julkisivuissa ja 3D-mallissa. Elementin korkeusasema ei myöskään ole millään tavalla sidottu kerrokseensa. Esimerkiksi mallinnustyössäni käytin vesikaton yksityiskohdille omaa kerrosta, jolle sijoitin myös sadevesikourujen syöksytorvet, jotka usein sijaitsivat kokonaisuudessaan kerroksen alapuolella. Sijoitin kerrokseen myös kaikki katot, joista joidenkin ääriviivat piirsin viivanpiirrolla siihen kerrokseen, jonka tasokuvassa niiden oli tarkoitus näkyä. Tällöin katot eivät ole häiritsemässä elementtien valintaa

kerroksissa, vaikka niiden kuvatasoa ei ole kätkeyty. Myös esimerkiksi ympäristöä mallintaville elementeille on toisinaan hyödyllistä tehdä oma kerroksensa.

#### 4.5 Ryhmittäminen

Sellaiset elementit, jotka tiedettävästi joutuu aina valitsemaan kaikki kerralla, kannattaa aina ryhmittää. Joskus ryhmitys on yksinkertaisinta tehdä jo piirtovaiheessa valitsemalla valikosta Muokkaus - Ryhmitys komento Autoryhmitys. Ryhmitettyjen elementtien muokkaaminen on rajoitettua verrattuna ryhmittämättömiin, mutta tämä voidaan ohittaa ryhmän valitsemisen jälkeen komennolla 'Unohda ryhmät'. Komento löytyy Muokkaus → Ryhmitys -valikosta tai näppäimistöä yhdistelmällä Alt-G. Tämän jälkeen valitut, ryhmitetyt elementit käyttäytyvät kuin ryhmittämättöminä, mutta muokkauksen jälkeen ryhmitystieto säilyy. Jos ryhmään kuuluu piilotetulla tasolla sijaitsevia elementtejä, ne toimivat kuten tason ollessa näkyvissä, mutta ikäviiden yllätyksien välttämiseksi on kuitenkin useimmiten järkevää avata piilotettu taso ryhmän työstämisen ajaksi.

#### 4.6 Leikkaus- ja 3D-tilojen hyödyntäminen

Vaikka ArchiCADin peruspiirtotila onkin sen tasotila, voidaan sekä 3D- että leikkaustilaa käyttää monipuolisesti muokkaamisen apuna, ja ohjelman tehokas käyttäminen vaatii niiden omaksumista siinä missä tasotilapiirtämisenkin. 3D-tilassa voidaan käyttää suurinta osaa tasotilan mallinnustoiminnoista, mutta niiden lisäksi mukaan tulevat pystysuuntaan liittyvät muokkaustoiminnot. Niiden käyttö on huomattavasti havainnollisempaa ja usein helppokäyt-

töisempää kuin tasotilassa korkeusasemien muokkaaminen vain numeroihin tukeutuen.

Leikkaustilassa malliin ei voi lisätä uusia kolmiulotteisia elementtejä, mutta se on ohjelman käyttökelpoisin väline elementtien pikkutarkkaan sijoittamiseen tai venyttelemiseen, sillä se tuntee enemmän tartuntapisteitä kuin tasotai 3D-tila. Käytännössä jokaista mallista löytyvää nurkka- ja keskipistettä voi käyttää hyödyksi, aivan kuten kuva koostuisi kokonaan 2D-viivoista. Myös objekteilla, joista ohjelma tunnistaa taso- ja 3D-tilassa vain ympäröivän särmiön nurkat ja keskipisteen, on leikkaustilassa tartuntapisteitä kuten muilla elementeillä. Ikkunat käyttäytyvät leikkaustilassa muista elementeistä poikkeavasti siten, että niitä pystyy kopioimaan samaa mallinnuselementtiä olevan seinän sisällä. Muiden elementtien muokkausmahdollisuudet rajoittuvat siirtämiseen ja mittojen muuttamiseen. Esimerkiksi palkin asettaminen tuntemattomaan kaltevuuteen tunnettujen tukipisteiden mukaan onnistuu näppärästi leikkaustilassa.

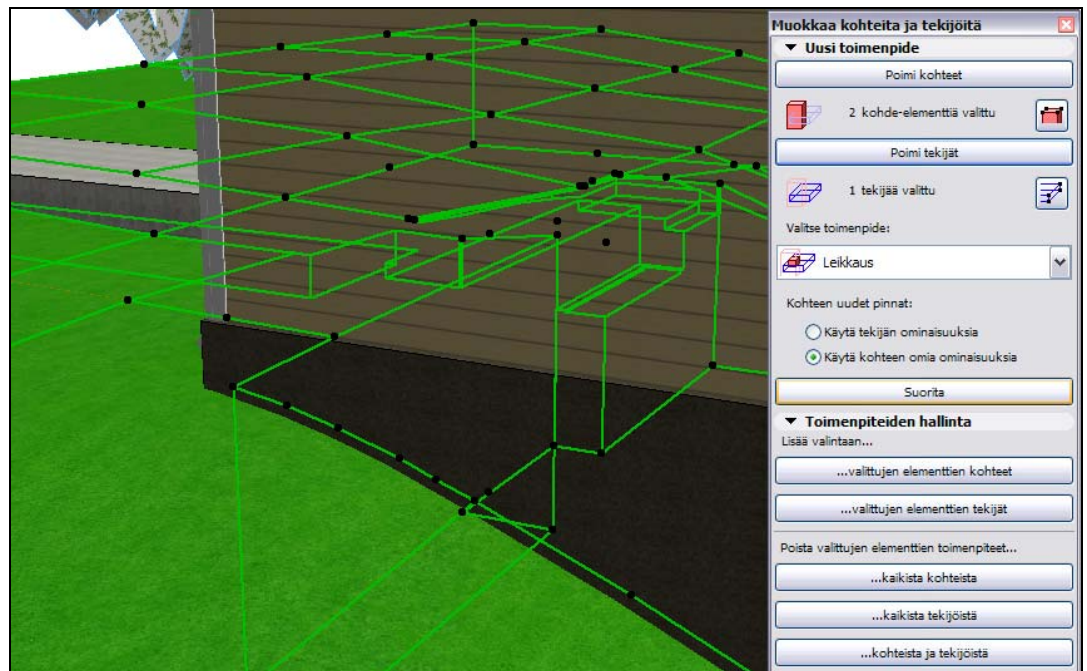
#### **4.7 Mittojen hakeminen piirretyistä elementeistä**

Läheskään kaikkien elementtien lopullisia mitta- ja korkeustietoja ei tarvitse määrittellä elementin asetusvalikon kautta, tai edes tietää ennen kuin ne voi lisätä malliin. Varsinkin elementtien korkeusasemien miettimiseen tuhraantuu usein ylimääräistä aikaa, mikäli ne haluaa syöttää asetusvalikon kautta numeroin. Vähänkin pidemmälle edenneessä mallissa on varsin todennäköisesti sopivia referenssipisteitä, joiden avulla korkeusasemia on helppo hakea. Usein nopea tapa mallintaa esimerkiksi mitoiltaan uusi ikkuna on piirtää malliin satunnainen samaa tyyppiä oleva ikkuna, jonka mitat vain venytellään oikeiksi. Korkeusasemien määrittämiseen käytetään ohjelman 3D- tai leikkaustilaa ja hyödynnetään referenssipisteinä muiden elementtien tartuntapisteitä. Venyttelymetodille löytyy loputtomasti erilaisia käyttömahdollisuuksia, var-

sinkin mallinnuksen edetessä ja valmiiden, kopioitavaksi kelpaavien rakenteiden lisääntyessä. Tapaa käyttäessä täytyy kuitenkin olla sikäli tarkkana, että referenssipistettä osoitettaessa ohjelma varmasti tunnistaa pisteen. Joskus kursori näyttää osoittavan tarkalleen pistettä, mutta todellisuudessa näin ei ole. Tästä seuraa, että venytettävän kappaleen mitasta tulee epätarkka. Virheellä on usein myös paha tapa kertautua ja aiheuttaa lopulta laajamittaista korjailutarvetta, pahimmassa tapauksessa mallin kaikkien mittojen tarkistamisen. Sama pätee kappaleiden siirtoihin referenssipisteiden avulla.

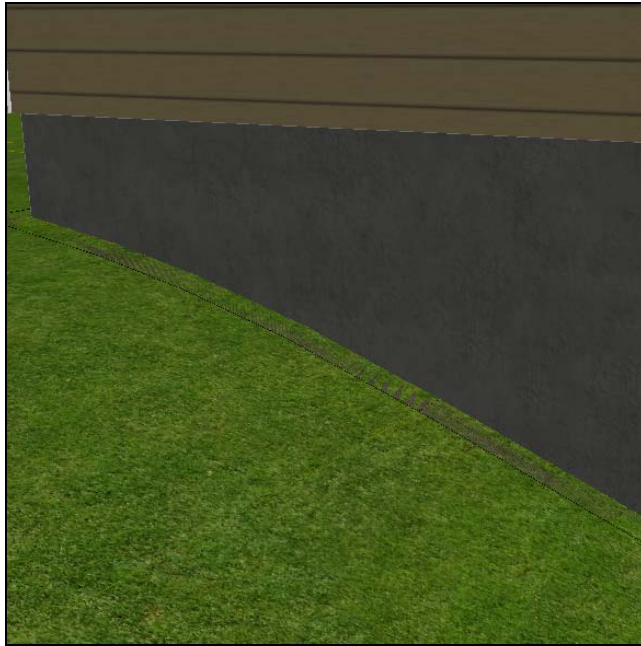
#### **4.8 Maastoalueiden erilaiset materiaalit**

Mikäli malliin tehdään todellista mukaileva maastopinta, jossa on korkeuseroja, voi seuraavalla menetelmällä helposti lisäillä pinnan muotoa tarkasti myötäileviä eri pintamateriaaleja mihin hyvänsä maastopinnan alueelle, esimerkiksi nurmikkopintaiselle tontille sorapintaisen pihan. Kun varsinaisen maastopinnan korkeusasemat on saatu kohdalleen niin, että alueen korkein kohta on tiedossa, tehdään Maasto- tai Laatta-työkalulla halutun alueen muotoinen elementti, jonka yläpinta on maastopinnan yläpuolella ja joka on niin korkea, että se uppoaa reilusti maastoon. Tämän jälkeen avataan Boolean-toimenpiteet -työkaluvalikko, valitaan vasta tehty elementti toimenpiteen kohteeksi ja muotoiltu maastopinta tekijäksi. Suoritettavaksi toimenpiteeksi valitaan pudotusvalikosta 'Leikkaus' (ks. kuva 5), jonka jälkeen toimenpide voidaan suorittaa. Uuden elementin maastopinnan yläpuolinen osa leikkautuu pois.



Kuva 5. Boolean toimenpiteiden ensimmäinen vaihe. Tekijä on edelleen valittuna.

3D-tilassa katsottaessa sekä varsinainen maastopinta että lisätyn alueen elementti yrittävät näkyä toistensa läpi (kuva 6). Ongelma poistuu, kun valitaan jälleen samat elementit uutta Boolean toimenpidettä varten, mutta vastakkain, eli varsinainen maastopinta on kohde ja eri materiaalinen elementti tekijä. Toimenpiteeksi valitetaan 'Vähennys'. Tämä leikkaa maastopinnasta pois toisen elementin siihen uppoavan osan mukaisen palan (kuva 7). Boolean toimenpiteet on suoritettava nimenomaan tässä järjestyksessä, muutoin maastopintaan jää pelkkä aukko samalla tavoin, kuin suoritettaessa pelkkä vähennystoimenpide käyttäen tekijänä samaa elementtiä kätkettynä piilotetulle tasolle. Menetelmässä on se lisäetuna, että mikäli maaston korkeusasemia joutuu muuttamaan, vain varsinaista maastopintaelementtiä tarvitsee muokata. Boolean toimenpiteiden avulla luotu eri materiaalinen pinta-alue muovautuu maastopinnan mukana, kunhan elementti, jonka avulla alue on tehty, pysyy alapinnastaan maaston sisällä ja yläpinnastaan sen yläpuolella.



Kuva 6. Maaston yksityiskohta toimenpiteen jälkeen.



Kuva 7. Maaston yksityiskohta Vähennys-toimenpiteen jälkeen.

## 5 Visuaalisen ilmeen parantamiseen käytetyt menetelmät

Mallista saatavien kuvien näyttävyys muodostuu kolmesta tekijästä: mallinnettujen yksityiskohtien määrästä ja laadusta, pintamateriaaleista sekä renderöinnistä ja mallin valaistuksesta. Näistä yksityiskohtien teko vaatii eniten työtä, pintamateriaalit taitoa sekä silmää ja renderöinti valaistuksineen perehtymistä aiheeseen. Materiaaleissa on se etu, että niitä voi käyttää joko lähes tai täysin suoraan muissakin malleissa, kun ne on kerran tehnyt. Renderöintiasetukset voi myös kopioida kohtuullisen suoraan, mutta yksityiskohdat on aina tehtävä mallikohtaisesti, sillä vain harvoja niistä voi käyttää joka mallissa muuttumattomana. Seuraavassa käydään lyhyesti läpi yksityiskohtien mallinnuksessa käytettyjä menetelmiä ja realististen pintamateriaalien luominen.

### 5.1 Yksityiskohtien mallintaminen

#### 5.1.1 Katon yksityiskohdat

Vaikka ArchiCAD on etenemässä jo yhdenteentoista versioonsa, sen työkaluissa on edelleen yksi merkittävä puute. Ohjelmassa ei ole valmiina käytännössä minkäänlaisia toimintoja kattojen yksityiskohtien mallintamista varten. Kattotyökalu on käytännössä vain kallistettu laatta. Kolmiulotteisten katemateriaalien ja räystäslautojen mallintamiseen ohjelma ei anna mitään valmiita ratkaisuja, vaikka varsinkin pientalojen kohdalla on selvää, että pelkästään teksturoimalla yksinkertainen särmiö on mahdotonta saavuttaa sama tarkkuustaso, joka useimpien muiden työkalujen täysin tavanomaisella käytöllä saavutetaan. Koska tässä työssä tavoiteltiin näyttävyyttä kohtalaisen yksityiskohtien tason avulla, oli löydettävä keinot ohjelman puutteiden kiertämiseen.

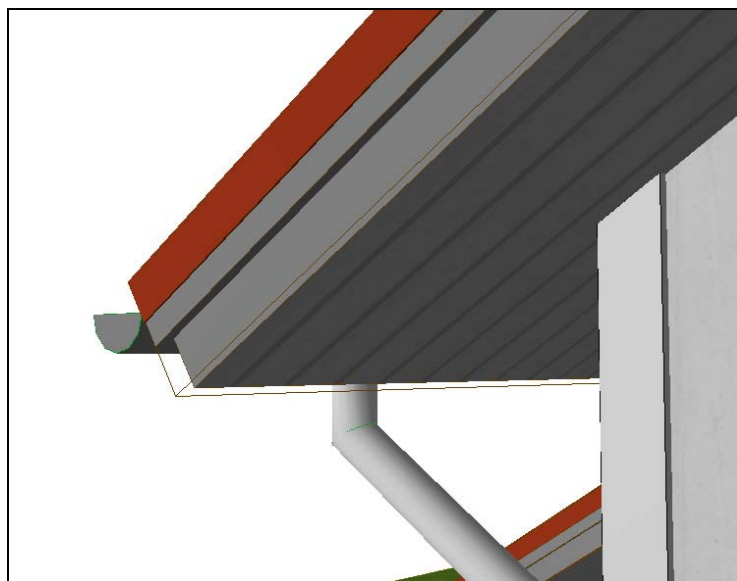


### 5.1.1.1 Tiilikatteet

Yhtä mallia (Kodikas 174) lukuun ottamatta taloihin mallinnettiin tiilikate. Pelkkä kattotyökalulla luotu elementti, jonka pintamateriaalina käytettiin kattotiiltä, näytti liian kaksiulotteiselta, mutta jokaisen tiilen mallintaminen yksittellen olisi vaatinut liikaa työskentelyaikaa, ja varsinkin renderöintiäikää. ArchiCADin objektikirjastosta löytyvä vinoon asetettava aaltopeltiobjekti osoitautui ongelman ratkaisuksi. Asetin pellin poimun koon vastaamaan kattotiilen poimun kokoa, ja pintamateriaaliksi kattotiilen. Tällä tavoin voitiin saavuttaa kohtalaisen todenmukaisen näköinen tiilikate. Objektin pellin paksuutta ei kuitenkaan pysty säätämään, joten joissain kuvissa - varsinkin sellaisissa, joissa talon kattokulma on loivimmillaan ja profiilipellin ohuus näkyy selvästi - kate muistuttaa enemmän lähinnä tiilikuvioista muotopeltikatetta. Kohtalaisen onnistunut kattotiilitekstuuri kuitenkin edesauttaa esittämään tarkoitettua katetyyppiä useimmissa kuvissa. ArchiCADin objektikirjastosta löytyy myös varsin kelvoinen harjatiiliobjekti, jota kannattaa käyttää tiilikatteisia taloja tarkemmin mallintaessa. Päätyräystäillä päädyin käyttämään pellityksiä tiilien sijaan, koska ne on mahdollista toteuttaa helposti kattotyökalun perustoimintoja käyttäen. Pellit onkin mallinnettu kahdesta katosta, joista toinen on 5 mm leveä ja toinen yhtä paksu. Työskentelyn kannalta ei ole järkevää käyttää todenmukaisempaa paksuutta. Osat kannattaa ryhmittää, sillä varsinkin pystysuoran osan valitseminen on hankalaa. Tiilikatetta imitoiva aaltopeltiobjekti, harjatiili ja räystäspellitykset kannattaa tallentaa myös omaan tiedostoonsa, jotta ne voi myöhemmin liittää toiseen malliin, ja jos suora käyttäminen ei onnistu, niissä säilyvät tallella asetukset, joista suurin osa pysyy samana mallista toiseen.

### 5.1.1.2 Räystäslaudat

Toinen katon näyttävyyttä kohentava tekijä ovat räystäiden otsalaudat. Ne tein luomalla jokaisesta kattoelementistä kopion leikkauselementiksi, jolla muokkasin Boolean toimenpiteellä varsinaisen katon räystäisiin otsalautoja muistuttavat pykälät. Kuva 8 havainnollistaa menetelmää, siinä leikkauselementin taso on määritetty rautalankamalli-tyyppiseksi. Käytin seuraavanlaista menettelytapaa: Mallinnettuani varsinaisen kattolapteen kopioin sen sivuun, vaihdoin sen kattokulmaksi  $0^\circ$ , leikkaustäytteenä 'Tyhjän' ja korkeudeksi 100 mm. Tämän jälkeen piirsin räystäiden ääri viivoja pitkin apuviivan, jonka siirsin 22 mm räystäään reunalta sisälle päin. Seuraavaksi muotoilin katon seuraamaan apuviivaa, jonka jälkeen muutin kattokulman takaisin samaksi kuin alkuperäisessä kattolapessa. Jos leikkauselementtinä käytettävää kattoa ei muokkauksen ajaksi laske vaakatasoon, sen viistossa olevan reunan leveydestä tulee vääriä, koska ohjelma mallintaa katon sen vaakaprojektion mukaisena. Nyt leikkauselementti on valmis ja se voidaan siirtää paikalleen. Useimmiten se onnistuu siirtämällä se samaan kohtaan, jossa se oli alunperin, mutta jossain tapauksissa paikan joutuu korjaamaan - myös pystysuunnassa. Leikkaus-tila on tähän paras väline.



Kuva 8. Räystäslautojen mallintaminen.

Kun leikkauselementti on asetettu paikoilleen, se valitaan Boolean toimenpiteen tekijäksi ja varsinainen katto kohteeksi ja suoritetaan Vähennys-toimenpide. Toimenpiteet on parasta tehdä yhdelle kattolapelle kerrallaan, sillä silloin leikkauselementti saa olla harjan puolelta pidempi kuin varsinainen kattolape, ilman että päätyräystäiden harjalle ilmaantuu lovia, joita siellä ei kuuluisi olla. Lopuksi leikkauselementti vaihdetaan piilotettavalle tasolle. Lopputulos näyttää renderöidyssä kuvassa kohtuullisen hyvältä. Toinen vaihtoehto räystäslautojen tekemiseen on asettaa päällekkäin kaksi kattoa, joista alempi on räystäslautojen leveyden verran pienempi. Mikäli kattoja joutuu muokkaamaan, on kuitenkin helpompaa toimia yhden varsinaisen kattoelementin ja leikkauselementin kanssa, kuin alkaa muokkaamaan kahta erillistä kattoa, joiden on tarkoitus muodostaa yhtenäinen rakenne.

### 5.1.2 Julkisivun yksityiskohdat

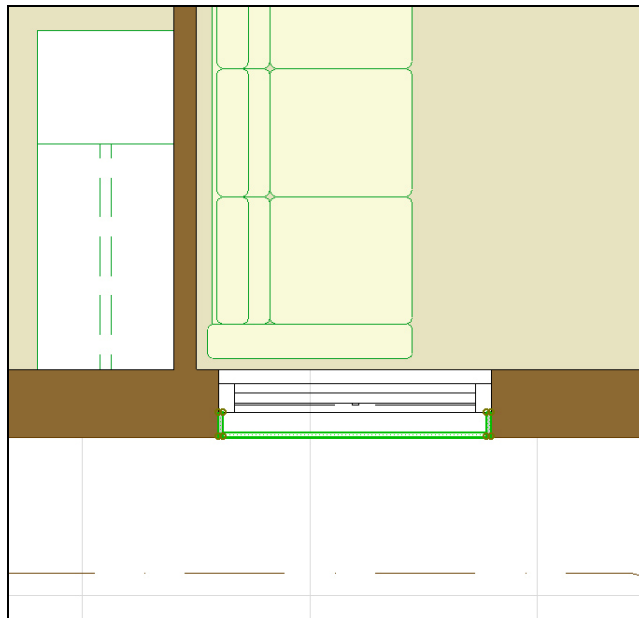
Varsinaiset seinäpinnat saa yleensä näyttämään realistisilta käyttämällä niissä hyvin tehtyä pintamateriaalia (katso kohta 5.2, pintamateriaalit), mutta oikeasti mallinnetut vuorilaudat, listat ja koristeet, jotka luovat renderöintikuvaan varjoja, kohentavat mallin ilmettä ja helpottavat teknisiä piirustuksia tehtäessä 2D-kuvien muokkaustyötä. Tällaiset elementit kannattaa piirtää omalle tasolleen, joka kätketään tasokuvanäkymistä. Totesin mallinnustyötä tehdessäni, että nurkkalaudat ja joissain tapauksissa myös ikkunoiden vuorilautojen lisät, joita ei saa tehtyä suoraan ikkunatyökalun asetuksilla, kannattaa tehdä laattatyökalua käyttämällä. Seinä ja pilari tuntuvat loogisemmilta vaihtoehdoilta ja ovatkin tarkoitukseen muokkausmahdollisuuksiensa puolesta parempi vaihtoehto, mutta niiden asettaminen seinien päihin tuottaa aina ongelmia liittymien kanssa. Ulkoseinät pyrkivät löytämään logiikan, jonka mukaan ne yhdistyvät niissä kiinni oleviin pilareihin tai toisiin seiniin, eikä elementtien prioriteettien muuttaminenkaan välttämättä vaikuta asiaan halutulla

tavalla. Toiminnon kiertämiseen on joitain keinoja, kuten rakenteiden sijoittaminen esimerkiksi kattokerrokseen, josta ne siirretään oikeaan korkeusasemaan, tai lauttaa esittävän seinän tai pilarin jättäminen esimerkiksi yhden millimetrin irti varsinaisesta seinästä. Usein on kuitenkin käytännöllisempää pitää elementit omissa kerroksissaan, ja rakojen jättäminen malliin saattaa tuottaa ikäviä yllätyksiä jos elementtejä täytyy siirtää tai kopioida. Kapeat raot johtavat helposti väärin tartuntapisteiden käyttöön vahingossa, joka useimmiten hävittää mittatarkkuuden. Laattaelementti toimii muista elementtityypeistä riippumatta aina itsenäisesti, joten sen voi asettaa seinien nurkkaankin ilman ongelmia. Lisäksi sillä voi tehdä pystysuuntaisia, muokattavia profiileja.

Vaakarimat kannattaa tehdä palkeilla tai seinillä luomalla niitä varten profiilikirjastoon poikkileikkaukset. Myös palkki yrittää liittyä seinään, mutta mikäli talossa ei ole monella eri korkeudella rimoja, ne voi sijoittaa sellaiseen kerrokseen, josta mikään ulkoseinäelementti ei tunnista niitä. Rimat kannattaa ryhmittää, sillä useimmiten niistä jokaisen joutuu valitsemaan samalla kertaa.

ArchiCADissa on useampia keinoja tehdä seinään pinta-alue, jolla on eri pintamateriaali kuin muussa seinässä. Siihen voi käyttää joko Peruskirjasto 8:n ikkunoista löytyvää pinta-aluetta, tai seinän voi mallintaa useammasta palasta. Ensimmäistä vaihtoehtoa ei saa kuitenkaan 2D-piirustuksesta piiloon ja jälkimmäinen yleensä vaikeuttaa mallin käsittelyä. Kolmas tapa, jota itse käytin tässä projektissa, ei tuota kumpaakaan ongelmaa. Pinta-alue toteutetaan tekemällä eriävän verhoilun kokoinen elementti vaikkapa paneelin paksuisella seinällä. Seinä asetetaan paikalleen varsinaisen ulkoseinäelementin sisälle, todelliselle paikalleen. Tämän jälkeen käytetään jälleen Boolean toimenpidettä, ja vähennetään verhoiluelementti varsinaisesta ulkoseinästä. Mikäli nurkkien tai seinäelementtien päiden kanssa tulee samanlaisia ongelmia, kuin aiemmin kuvailtiin nurkkalautojen yhteydessä, sen voi kiertää käyttä-

mällä samoja menetelmiä kuin lautojenkin kanssa. Seinä-työkalun käyttäminen pinnan tekemiseen ja sen sijoittaminen eri kerrokseen on tässä tapauksessa siksi toimiva vaihtoehto, että sillä saa seinäpintaelementin pois pohjatasonäkymältä, ilman että se täytyy sijoittaa tasolle, joka kätetään tasokuvi- en tulostusta varten. Kuvan 9 esimerkissä seinän yksityiskohtien luomiseen käytetyt elementit on kuitenkin sijoitettu samaan kerrokseen varsinaisen pohjatasokuvan kanssa, ja ne sijaitsevat 3D-visualisointielementtejä varten luodulla tasolla. Elementit näkyvät kuvassa valittuina ja ryhmitettyinä. Kuva 10 esittää saman seinäkohdan 3D-tilassa muokkaustoimenpiteiden jälkeen.



Kuva 9. Seinäpintaelementin käyttö, 2D-tila.



Kuva 10. Seinäpintaelementin käyttö, 3D.

Menetelmällä voidaan tehdä myös seinäpintaa syvemmillä olevia erimateriaalisia pintoja. Tällöin tehdään elementti joka on mitoiltaan halutun syvennyksen kokoinen. Paksuutena käytetään syvennyksen syvyyttä seinäpinnasta. Syvennyksen sivujen materiaalit määräävät, millä työkalulla elementti voidaan tehdä, koska elementin tahkojen materiaali on oltava sama kuin niitä vastaavien syvennyksen sivujen materiaali. Elementin seinänpuoleisen pinnan materiaaliksi asetetaan syvennykseen haluttu pintamateriaali. Elementti asetetaan paikalleen seinään, ja se valitaan Boolean toimenpiteen tekijäksi. Varsinainen seinä valitaan kohteeksi. Tekijäksi valitaan vähennys ja pudotusvalikon alta valitaan kohta ”Käytä tekijän ominaisuuksia”. Tällöin vähennetyt alueen leikkautuvissa pinnoissa näkyy leikkaavan elementin vastaaville pinnoille määrätty materiaali. Kuva 11 havainnollistaa menetelmää. Leikkaava elementti näkyy harmaana rautalankakehikkona.



Kuva 11. Seinäpinnan syvennyksen tekeminen Boolean toimenpitein.

## 5.2 Pintamateriaalit

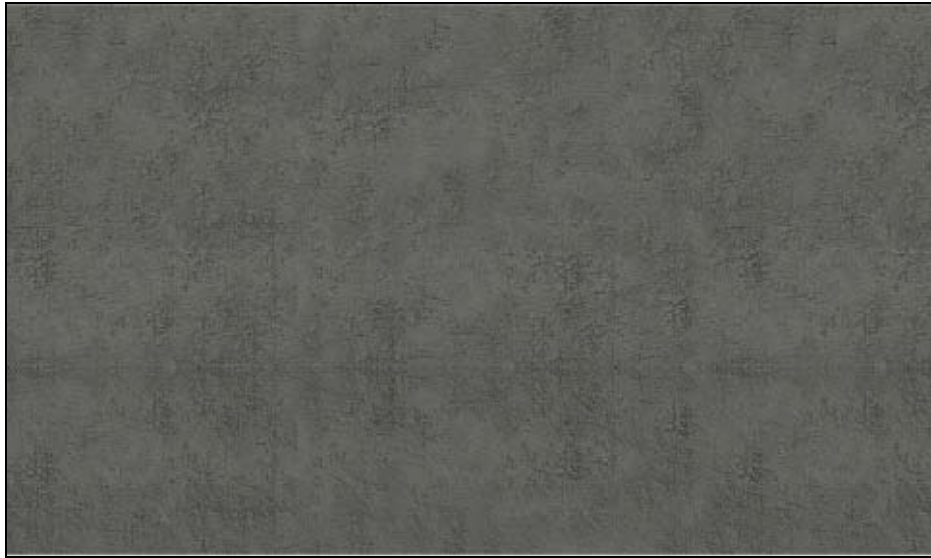
Yksittäisistä tekijöistä eniten mallin visuaaliseen ilmeeseen vaikuttavat elementtien pintamateriaalit. Puhtaasti graafisteknisessä mielessä tämä tarkoittaa tekstuureja ja niiden käsittelyä renderöinnissä. Osa ArchiCADin valmiista materiaaleista ja ohjelman tekstuurikirjaston tekstuureista on sellaisenaan käyttökelpoisia, ja ainakin valmiiksi melko hyvin LightWorks-renderöintiin optimoituja, mutta monet tekstuuribittikartat ovat yksinkertaisesti liian pienikokoisia ja tarkkuudeltaan heikkoja. Lisäksi tekstuurikuvion säännöllisyys ja siitä aiheutuva kertautuminen heikentävät 3D-mallin realistisuutta. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että mitä epäyhtenäisempi pinta todellisuudessa on, sitä laajemmalla bittikartalla sen teksturi on 3D-mallia varten toteutettava. Oikeastikin säännölliset tai väreiltään tasaiset alueet voi onnistuneesti teksturoida pienelläkin bittikartalla.

Seuraavassa on esimerkki alkuperäisen ja itse tehdyn pintamateriaalin eroista. Kuva 12 esittää ArchiCADin alkuperäistä betonipintaa (materiaalinimi valikossa ”Pinta-betoni tumma”) renderöitynä LightWorksilla. Kuvassa 13 on samankokoinen seinäalue, jonka pintamateriaali on muokattu käyttämään itse tehtyä betonipintatekstuuria, jonka bittikartta on mitoiltaan moninkertainen ArchiCADin alkuperäiseen tekstuuriin nähden. Lisäksi sen kuviota muokattu siten, että kuvio asettuu reunoilla saumattomasti. ArchiCADin oman tekstuurin kertautuminen ja heikko laatu näkyvät esimerkikuvassa selvästi, kun itse tehdyn tekstuurin kertautumisen huomaa ainoastaan tarkkaan katsomalla, ja pinta muistuttaa huomattavasti enemmän todellista betonipintaa.



Kuva 12. ArchiCADin alkuperäinen betonipinta renderöitynä.





Kuva 13. Itse tehty betonipintamateriaali renderöitynä.

Tekstuurina käytettävää kuvatiedostoa muokattaessa kannattaa kuvaa monistaa vierekkäin kuten se tulee tekstuurikäytössä asettumaan, jotta liian selkeä kertautuminen voidaan havaita. Kertautumista voi lieventää häivyttämällä kuvasta voimakkaasti muusta pinnasta erottuvat yksityiskohdat. Kuvan kokoon nähden suurikokoiset ja voimakaskontrastiset muodot tuovat myös kertautumisen pahasti esiin, joten sellaisia on syytä välttää. Selkeän kuvion sisältävästä tekstuurista saa käytännössä sitä realistisemmän näköisen, mitä laajemmalla alueella tekstuurina käytetty kuva sisältää kuviota. Esimerkiksi tiilipinta näyttää luonnollisemmalta, jos se on tehty vaikkapa 10 \* 10 tiiltä sisältävästä kuvasta, kuin jos kuva sisältäisi vain yhden tiilen pituus- ja kaksi pystysuunnassa. Tasavärinen, peittomaalattu lautaseinä taas ei välttämättä vaadi kuin yhden laudan levyisen tekstuurin, joskin siitäkin saa elävämmän näköisen, mikäli tekstuurina käyttää laajemman alueen sisältävää kuvaa.

Tekstuuri ei käytännössä milloinkaan voi olla liian tarkka. Tarkalla tekstuurilla tarkoitetaan kuvaa, joka on suurikokoinen sen luonnollisiin, mallissa esiintyviin mittoihin nähden. Mitä tarkempaa kuvaa käytetään, sitä lähempää voi mallista ottaa korkealaatuisen renderöintikuvan. Mikäli kyseessä on suurikokoinen talo, jota ei ole tarkoitus kuvata lainkaan läheltä, kannattaa kui-

tenkin säästää konetehoa ja käyttää epätarkempaa tekstuuria, joka kaukaa kuvattuna näyttää riittävän tarkalta. Pientaloissa ja rakennuksien niissä osissa, joista otetaan lähikuvia, tekstuurien on syytä olla varsin tarkkoja. Turhan tietokoneen kuormittamisen välttämiseksi tekstuurit kannattaa tallentaa JPEG-formaattiin, joka pienentää niiden tiedostokokoa pakkaamalla. Suuret tekstuuritiedostot kuluttavat turhaan keskusmuistia ja hidastavat 3D-mallin käsittelyä muokkausvaiheessa, ja koska renderöinti hävittää käytännössä aina pakkaushäviön aiheuttamat lievät epätarkkuudet tekstuureista, ei pakkaamattomien kuvatiedostoformaattien käytöllä tekstuurien tallennuksessa saavuteta käytännössä mitään etua.

Näyttävien ja realististen tekstuurien työstäminen vaatii käytännössä hyvät lähdekuvat sekä grafiikkaohjelmien käytön taitamista, joten tässä tekstissä ei käsitellä siihen liittyviä menetelmiä.

### 5.3 Renderöinti ja valaistus

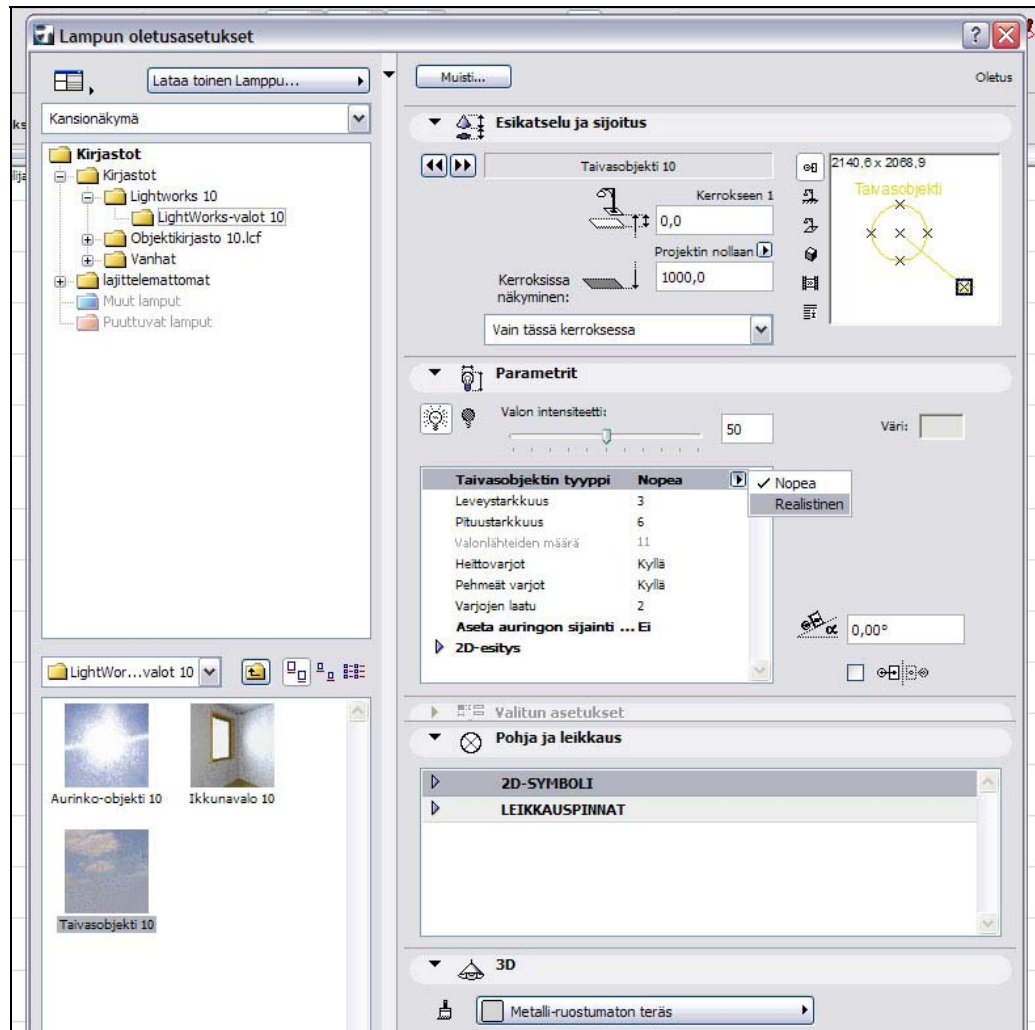
Renderöintiasetukset ovat siinä määrin merkittävä osa näyttävän kuvan luomista, että vaikka malli olisi tehty miten tarkasti, vääränlaisilla renderöintiasetuksilla tehty kuva ei tuo esiin mallin tarkkuutta, eikä välttämättä näytäkään lainkaan edustavalta. Oikeanlaisilla asetuksilla, joka luo varjot ja heijastukset tarkasti, voi yksinkertaisestakin mallista saada näyttäviä kuvia. Luvussa 3.4 käsiteltiin ArchiCADin renderöintimoottoreiden eroja, joten tässä keskitytään työssä esiin tulleisiin LightWorks-renderoijan asetuksiin. Kyseisessä renderöintimoottorissa siihen liittyvine valoineen on niin laajalti erilaisia vaihtoehtoisia asetuksia ja säätöjä, jotka vaikuttavat renderöidyn kuvan laatuun ja renderöintiprosessin nopeuteen, että siitäkin huolimatta, että tämän insinööriyön alkumetreillä kävin läpi monia erilaisia mahdollisuuksia käyttäen lopullisten asetusten löytämiseksi runsaasti aikaa, onnistuin vain raapai-

semaan aiheen pintaa. Esim. sisäkuvien renderöinti eroaa jossain määrin ulkotiloista, ja niitä ei tässä työssä tehty lainkaan.

### 5.3.1 Ulkotilojen valaiseminen

Kun mallista otetaan päiväkuvia esittäviä renderöintikuvia, se valaistaan auringonvaloa tuottavalla valaisimella. Tätä varten LightWorksin kirjastossa on kaksi valaisinta, jotka löytyvät lamppu-työkalun asetusvalikon kautta. Valaisimet ovat 'Aurinko-objekti' ja 'Taivasobjekti', ja niitä voi käyttää yhtä aikaa luomaan malliin erilaista valaistusta. Päädyin itse käyttämään pelkkää taivasobjektia, koska yhdessä LightWorks-renderoijan auringon asetusten kanssa sillä sai paremman lopputuloksen kuin käyttämällä sitä yhdessä Aurinko-objektin kanssa. Taivasobjektille (kuva 14) on kaksi eri tyyppiä, 'Nopea' ja 'Realistinen'. Nopean asetuksen käyttäminen vaatii lyhyemmän renderöintiajan, mutta kokeilujen perusteella edes lisäämällä tarkkuussäädöistä valaisimen laatua ei kuvista saatu riittävän laadukkaita, vaan seiniin piirtyi varjomaista epäpuhtautta, joka johtui ilmeisesti heijastuksien yksinkertaisemmasta laskennasta renderöintiprosessissa. Asettamalla nopean Taivasobjektin säädöt parhaimpiin asetuksiinsa, kuvan laatu ei ratkaisevasti parantunut, mutta renderöintiäika kohosi huomattavasti. Kun Taivasobjektin tyyppiä valitsee 'Realistinen', säädöiksi jää enää valonlähteiden määrä. Varjoista tulee vähäiselläkin valonlähteiden määrällä kelvollisen näköisiä, mutta kuvan viistoista linjoista tulee sahalaitaisempia kuin suuremmalla valonlähteiden määrällä. Valonlähteitä kannattaakin käyttää niin runsaasti, kuin renderöintiin varattava aika antaa myöden. Kun renderöinnin kohteena on suuri rakennus, jota kuvataan kaukaa, kuvan laadun kannalta olennaiseksi saattavat muodostua erilaiset seikat kuin pientaloa lähietäisyydeltä kuvattaessa. Tällöin on kokeiltava, saadaanko toisenlaisilla asetuksilla ja mahdollisesti käyttämällä useampaa valaisinta tehostettua renderöintiä ja kuvan laatua muutettua tarkoitukseenmukaisemmaksi. Valon intensiteetti-liukusäädin kannattaa säätöjä hakies-

sa pitää alkuvaiheessa 50%:n tuntumassa. Sadan prosentin intensiteetti tuottaa ylivalotetun kuvan, joskin valaisimen kirkkauteen voi vaikuttaa vielä LightWorks-renderoijan asetuksien kautta.



Kuva 14. Taivasobjekti-valaisimen asetusvalikko.

### 5.3.2 Renderointiasetukset-valikko ja kuvan tarkkuus

Lopulliset asetukset ennen renderöintiä tehdään Dokumentti-valikon Visualisointi → Renderointiasetukset -asetusvalikosta. Valikosta valitaan renderöintimoottorin tyyppi ja määritellään luotavan kuvan koko. Koon voi määrittellä joko pikselimitoin tai antamalla ohjelman laskea ne kuvan tulostusmitoista (mittayksikkönä esim. senttimetri), kun tiedetään kuvan haluttu painotarkkuus eli resoluutio, esim. tässä tapauksessa 300 dpi. Yleisesti Internet-käytössä käytetään 72 dpi:n resoluutiota, ja kuvan koko määritellään suoraan pikselimitoilla. Koska web-käytössä kuvan koko määritellään joka tapauksessa pikselimitoilla, kuvan resoluutiolla ei ole varsinaisesti edes merkitystä. Painettaessa kuvia resoluutio on tärkeä. Esimerkiksi pikselimitoiltaan 2480 x 1772 oleva kuva on paperilla painettuna 21 x 15 cm kokoinen kuvan resoluution ollessa 300 dpi, ja jos resoluutioksi asetetaan 600 dpi pikselimittojen pysyessä samana, painetusta kuvasta tulee 10 x 7,5 cm kokoinen. Resoluution kasvattaminen kuvan fyysisten sivumittojen pysyessä samassa siis kasvattaa myös kuvan pikselimittoja. Tällöin samankokoiselle alueelle paperilla tulostetaan enemmän kuvapisteitä ja kuva piirtyy tarkempana. Kuva 15 havainnollistaa resoluution vaikutusta painettaessa. Kuvan esimerkit eivät vastaa todellista tarkkuutta, vaan niitä on suurennettu eron tuomiseksi esiin.



Kuva 15. Samankokoisena painettu kuva resoluutioilla 600, 300 ja 72 dpi

Tietokoneen ruudulla kuvat näkyvät erikokoisina. Tässä työssä käytin 300 dpi:n renderöintiresoluutiota, mikä on painettavan kuvan minimi. Tarkempien kuvien renderöinti olisi todennäköisesti vaatinut aikaa vuorokausia.

Taulukko 1. Pikselimittojen, fyysisten mittojen ja resoluutioiden keskinäisiä suhteita.

<b>Resoluutio</b>	<b>Käyttökohde</b>	<b>A4-kokoisen kuvan pikselimitat</b>
600 dpi	Painettu kuva	7016 x 4961
300 dpi	Painettu kuva, alarajatarkkuus	3508 x 2480
72 dpi	Internet, muu ATK-käyttö	842 x 595

<b>Kuvan pikselimitat</b>	<b>Käyttö</b>	<b>Resoluutiolla</b>
800 x 600	Koerenderöinti, pienehkön yksityiskohdan kuvaaminen	72 dpi
1600 x 1200	Esitys tietokoneen näytöltä	72 dpi
1600 x 1200	Painokuva, mitat 13,5 x 10 cm	300 dpi
2480 x 1772	Painokuva, mitat 21 x 15 cm	300 dpi
2480 x 1772	Painokuva, mitat 10,5 x 7,5 cm	600 dpi
4961 x 3543	Painokuva, mitat 21 x 15 cm	600 dpi

Seuraavana Renderointiasetukset-valikossa on välilehti 'Lightworks-tehosteet'. Lopullisia kuvia tehtäessä kaikki laatua koskevat asetukset säädetään maksimiinsa. Käytännössä myös koerenderöintejä tehtäessä kannattaa pitää maksimiasetukset, koska niiden heikentäminen tuottaa heti niin paljon heikompilaatuisen kuvan, ettei siitä todennäköisesti pysty päättämään, miltä lopullinen tulee näyttämään. Valonlähteet-kohdan säädöt riippuvat käytetyistä valonlähteistä, mutta käytännössä jokaisen kohdan arvon on oltava alle 100 %, jottei kuva ylivalotu. Mitä korkeampi intensiteetti valaisimille on asetettu, sitä matalammilla arvoilla kannattaa lähteä hakemaan lopullista asetusta. Käytin kaikissa renderöinneissä 90 % aurinkoa, 70 % hajavaloväriä ja 0 % kameran valoa, joka pyrkii imitoimaan valokuvaamisen salamavaloa.

Kuvan lopullisen laadun määrittelee LightWorks-ympäristön auringon asetukset. 'Realistinen aurinko' suurella näytteiden määrällä tuottaa parhaimman kuvan ja vaatii eniten renderöintiäikää. Pienentämällä näytteiden määrää renderöintiäika lyhenee, mutta varjojen tarkkuus niiden reuna-alueilla heikkenee, ja niistä tulee rakeisen näköisiä. Tavallisen auringon käyttäminen korkeilla asetuksilla lähentelee pienemmällä malleilla realistisen auringon renderöintiäaikoja, jolloin on käyttökohteesta kiinni kumpaa auringon asetusta käyttää. Tavallinen aurinko luo varjoihin terävämmät reunat kuin realistinen aurinko. Käytin kahta mallia lukuun ottamatta kaikkien mallien renderöinnissä tavallista aurinkoa, jonka varjojen tarkkuusarvo oli 256 sekä laadun arvo 4. 'Varjojen nopeuttaminen' -kohdassa kokeilin erilaisia asetuksia eri malleissa, mutta mallien sisällön ja koon vaihteluiden sekä renderöintiajan venymisen takia, pahimmillaan lähes kahdeksaantoista tuntiin, on mahdotonta sanoa miten asetukset vaikuttivat renderöintiin. Kuvissa asetusten muuttamisella ei näkynyt eroa.

### 5.3.3 Renderöinnin ongelmat

Valitsemieni renderöintiasetusten käyttö ei ollut täysin ongelmatonta. Yksi työni hankalimmista, tai lähinnä turhauttavimmista, osista liittyikin valmiiden renderöintikuvien korjaamiseen. Perusauringon ja realistisen taivasobjektin käyttäminen loi näyttäviä kuvia, mutta niistä monissa räystäiden alle varsinkin nurkkiin tulevat varjot hajosivat ja puuttuivat osittain kokonaan (kuva 16). Ilmiö ei esiintynyt kertaakaan työnaikaisissa testikuvissa, joissa maastoja ei oltu muotoiltu, eikä sellaisissa kuvissa, jotka renderöitiin käyttäen 'Realistinen aurinko' -asetusta. Ongelman syy jäi hämärän peittoon ja vaikutti olevan vieras myös ArchiCADia maahan tuovan M.A.D. Oy:n asiantuntijoille. Koska ilmiön laajuus vaihteli kuvakohtaisesti olemattomasta lähes täysin puuttuviin räystäänalusvarjoihin, päädyin muokkaamaan Adobe Photoshop

-ohjelmalla kuviin puuttuvat varjot. Työ onnistui hyvin, mutta vaati pahimmillaan monen tunnin työn sekä luovaa mielikuvitusta soveltuvimpien työskentelytapojen löytämiseksi.



Kuva 16. Virheellisesti piirryneitä varjoja valmiissa renderöintikuvassa.

## 6 Työmenetelmien käyttökelpoisuus ja ohjelmien soveltuvuus pientalomallinnukseen

Esitemallit tehtiin pelkästään esitekäyttöön, eikä niistä voi tehdä teknisiä piirustuksia ilman muokkaamista, siitäkin huolimatta että talot sisältävät esimerkiksi todellista vastaavat yläpohjat. Tavallisesti ArchiCADilla tehdään nimenomaan piirustuksia, ja niistä onkin helpompi muokata kohtalaisella työllä esitekuvat, koska työskentely näin päin on jo piirrettyjen elementtien 2D-ilmeen yksinkertaistamista ja 3D-tilassa näkyvien yksityiskohtien lisäämistä. Kun esitekuvia tehdessä on selvää, että ArchiCAD-mallia voidaan jatkokaikyttää suoraan, malli kannattaakin ensin muokata piirustusmuotoon, minkä jälkeen siitä muokataan esitekuvat.



Tapauksessa, jossa työskentely sisältää suunnittelua puhtaan piirtämisen lisäksi, ArchiCADin tehokkuus tulee selvimmän ilmi. Silloin, kun tietää täsmälleen mitä piirtää, esimerkiksi rakennuslupakuvat syntyvät varsin nopeasti AutoCADillakin. Mikäli rakennus vaatii suunnittelua tai vaikkapa tutkimista alustavaa rakennesuunnittelua varten, ArchiCADin hyödyt nousevat esiin, suurempienkin muutosten onnistuessa kohtalaisen pienellä vaivalla. Kun huomioi ArchiCADin ominaisuudet esimerkiksi määrien laskennassa ja mallintaa rakennuksen kaikkien käytettävien toimintojen ehdoilla, ohjelmasta voi saada paljon hyötyä irti ja se saattaa olla kannattava investointi pienillekin suunnittelutoimistoille. Vaikka ArchiCADilla pystyy luomaan huomattavan suuriakin rakennuksia ja työskentelemään verkossa useamman työntekijän voimin, se on aivan yhtä toimiva ohjelma myös pientalojen käsittelyssä.

ArchiCADin kanssa on käytännössä aina oltava käytettävissä myös kuvankäsittelyohjelma. Adobe Photoshopin kokonainen versio on hintava, ja ArchiCAD-mallintajan peruskäytössä pärjää yksinkertaisemminkin työkaluilla. Kokeilin työskentelyä Photoshopin perusominaisuudet sisältävällä Photoshop Elementsillä, joka osoittautui riittävän monipuoliseksi ohjelmaksi tekstuuriin työstämiseen ja valmiiden renderointikuvien korjailemiseen. Mikäli ei siis ole tarvetta järeälle grafiikkaohjelmalle, täydellinen Photoshop ei välttämättä ole suunnittelutoimistolle kannattava hankinta.

## 7 Lähteet

- 1 Parempia visualisointeja. ArchiMAD 1/2006. S. 16 - 18.
- 2 ArchiCAD 10 -ohjelman ohjetiedostot.