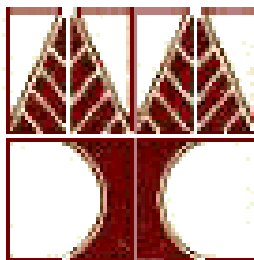


Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ
ΤΗΣ ΠΑΛΙΑΣ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ ΤΟΥ 19^{ου} ΑΙΩΝΑ
ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΥΣ ΧΑΡΤΕΣ ΤΟΥ KITCHENER**

Χαράλαμπος Αποστόλου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Αύγουστος 2012

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Διαδικαστική Μοντελοποίηση της παλιάς Λευκωσίας του 19^{ου} αιώνα

Χαράλαμπος Αποστόλου

Επιβλέπων Καθηγητής

Γιώργος Χρυσάνθου

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορική του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου

Αύγουστος 2012

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω των υπεύθυνο καθηγητή μου κ. Γιώργο Χρυσάνθου ο οποίος υπήρξε μεγάλη βοήθεια καθόλη την διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας με το ενδιαφέρον του πάντα αμείωτο και συνεχές.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Εσπερία Ηλιαδού για την βοήθεια που μας παρείχε σχετικά με την αρχιτεκτονική της παλιάς Λευκωσίας, τους χάρτες και τις εικόνες της τότε εποχής, όπως επίσης και το διδακτορικό φοιτητή Παναγιώτη Χαραλάμπους ο οποίος συνέβαλε σε ένα κομμάτι της διπλωματικής εργασίας και υπήρξε πολύτιμη βοήθεια.

Περίληψη

Το θέμα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η μοντελοποίηση της Παλιάς Λευκωσίας με αυτοματοποιημένο τρόπο. Η δημιουργία πόλεων με κανόνες, αυτοματοποιημένα είναι πολύ σημαντική εργασία και χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές όπως παιχνίδια, αναπαλαίωση πόλεων, αρχαιολογικές ανακατασκευές, ταινίες κτλ. Βάσει κάποιων αρχείων που περιέχουν πληροφορίες για τις ιδιοκτησίες της τότε εποχής σκοπός μας ήταν με την βοήθεια λογισμικών να μοντελοποιήσουμε την Παλιά Λευκωσία. Η διπλωματική μου χωρίζεται σε δύο φάσεις.

Κατά την πρώτη φάση αναλύθηκαν οι εικόνες και η αρχιτεκτονική της εποχής του 19^{ου} αιώνα και δημιουργήθηκαν διάφορα τρισδιάστατα μοντέλα όπως παράθυρα, πόρτες, δέντρα, πηγάδι, κτλ. Μετέπειτα γράφτηκαν κανόνες στο λογισμικό CityEngine, όπου μοντελοποιούσαν τα κτίρια και τοποθετούσαν textures και 3dmodels για να είναι πιο αληθοφανή τα αποτελέσματα. Ο χάρτης που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την φάση έγινε χειρονακτικά στο λογισμικό 3dsMaxStudio αφού δεν τον είχαμε σε ηλεκτρονική μορφή.

Στην δεύτερη φάση της διπλωματικής εργασίας, ασχολήθηκα με τον αυτοματοποιημένο τρόπο παραγωγής των κτιρίων. Σκοπός μας ήταν να αναγνωρίζονται τα κτήρια κάθε ιδιοκτησίας και να συγκρίνονται με τα δεδομένα που είχαμε από το κτηματολόγιο. Τα δεδομένα του κτηματολογίου τα είχαμε σε ηλεκτρονική μορφή όμως αντιμετώπισα προβλήματα με τον ηλεκτρονικό χάρτη που είχαμε και έτσι κατάφερα να ολοκληρώσω μόνο ένα κομμάτι αυτής της φάσης. Τα αποτελέσματα της διπλωματικής μου εργασίας που παράχθηκαν στο λογισμικό CityEngine φαίνονται στις πιο κάτω εικόνες:



Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....	7
1.1 Περιγραφή Εργασίας.....	7
1.2 Στόχοι και Καινοτομία.....	8
1.3 Περιγραφή Κεφαλαίων	9
 Κεφάλαιο 2 Προηγούμενη εργασία.....	18
2.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου.....	18
2.2 Προηγούμενη Εργασία – Πανεπιστήμιο Κύπρου.....	18
2.2.1 Προηγούμενη εργασία 1 – Μαριάννα Δικαιάκου (2002).....	18
2.2.2 Προηγούμενη εργασία 2 – Ανδρέας Ευθυμίου (2003).....	19
2.2.3 Προηγούμενη εργασία 3 – Σάββας Μιχαήλ (2009).....	20
2.2.4 Προηγούμενη εργασία 4 – Πάνος Τανελιάν (2011).....	21
2.3 Προηγούμενη εργασία εκτός πανεπιστημίου.....	22
 Κεφάλαιο 3 Περιγραφή.....	24
3.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου.....	24
3.2 Αρχιτεκτονική Παλιάς Λευκωσίας 19 ^{ου} αιώνα.....	24
3.2.1 Τύποι σπιτιών.....	24
3.2.2 Μορφή σπιτιών.....	26
3.3 CGA Γραμματική.....	30
3.3.1 Ορισμός σχήματος.....	30
3.3.2 Παραγωγική διαδικασία.....	31
3.3.3 Κανόνες.....	31
3.3.4 2D εργασίες σχήματος.....	31
3.3.5 3D λειτουργίες σχήματος.....	32

3.3.6 Ιεραρχία.....	32
3.3.7 Τα πρότυπα σχεδίασης.....	32
3.3.8 Αποθετήριο Στοιχείο	33
3.4 CityEngineReview.....	10
Κεφάλαιο 4 Υλοποίηση.....	34
4.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου.....	34
4.2 Διαδικασία Διπλωματικής Εργασίας.....	34
4.3 Επεξεργασία χάρτη.....	39
4.3.1 Προβλήματα με τους χάρτες της Εσπερίας.....	44
4.3.2 Εξαγωγή χάρτη στην κατάλληλη μορφή.....	45
4.4 Ανάλυση στοιχείων γης/κτηματολογίου.....	45
4.5 Ανάλυση εικόνων / στοιχείων τότε εποχής.....	46
4.6 Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων.....	49
4.7 Γράψιμο κανόνων αρχιτεκτονικής.....	49
4.8 Γράψιμο κώδικα Python.....	50
Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα.....	54
5.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου.....	54
5.2 Αποτελέσματα.....	54
5.3 Συμπεράσματα.....	61
5.4 Μελλοντική Εργασία.....	63
Βιβλιογραφία.....	64

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Περιγραφή Εργασίας.....	7
1.2 Στόχοι και Καινοτομία.....	8
1.3 Περιγραφή Κεφαλαίων.....	9

1.1 Περιγραφή Εργασίας

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η διαδικαστική μοντελοποίηση της Παλιάς Λευκωσίας του 19^{ου} αιώνα.

Η ανάπτυξη τρισδιάστατων μοντέλων αποτελεί προϋπόθεση για την ανάπτυξη συναρπαστικότερων παιχνιδιών, ταινιών, και για εικονικούς κόσμους. Δυστυχώς, η δημιουργία υψηλής ποιότητας 3D μοντέλων είναι ένα εξαιρετικά δύσκολο έργο, και συχνά απαιτούνται δεκάδες ώρες ειδικευμένου εργατικού δυναμικού. Αυτό το πρόβλημα επιδεινώνεται σε μοντέλα που παρουσιάζουν εξαιρετική λεπτομέρεια σε πολλαπλές κλίμακες, όπως αυτές που συνήθως συναντώνται στη βιολογία και την αρχιτεκτονική.

Η διαδικαστική μοντελοποίηση περιλαμβάνει μια ομάδα ισχυρών τεχνικών για τη δημιουργία πολύπλοκων δομών με ένα μικρό σύνολο κανόνων. Περίπλοκα φαινόμενα μπορούν να προσομοιωθούν με την επαναληπτική εφαρμογή κανόνων σε κάθε δομή που δημιουργείται. Ως αποτέλεσμα, οι διαδικαστικές αναπαραστάσεις έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μοντελοποίηση φυτών και τα δέντρων, τοπίων, οικοσυστημάτων, πόλεων, κτιρίων, και διακοσμητικών μοτίβων [Prusinkiewicz and Lindenmayer 1990; Wonget al. 1998; Deussen et al. 1998; Parish and Muller 2001; Ebert et al. 2002; Muller et al. 2006].

Μερικές από τις πιο κοινές διαδικαστικές αναπαραστάσεις βασίζονται στις τυπικές γραμματικές, όπως τα L-systems [Lindenmayer 1968] και shape grammars [Stiny και GIPS 1971]. Οι γλώσσες αυτές αποτελούνται από ένα αλφάβητο συμβόλων, ένα αρχικό σύμβολο, και ένα σύνολο κανόνων. Κάθε σύμβολο που παράγεται κωδικοποιεί ένα σύνολο γεωμετρικών εντολών, οι οποίες εκτελούνται για παράγωγή



πολύπλοκων σχημάτων [Prusinkiewicz 1986].

Εικόνα 1.1: Παραγωγή δέντρου χρησιμοποιώντας L-Systems

Η δύναμη των διαδικαστικών αναπαραστάσεων βρίσκεται στην φειδωλή έκφραση των πολύπλοκων φαινομένων. Δυστυχώς, ο έλεγχος αυτών των αναπαραστάσεων είναι συχνά δύσκολος.

Μια γραμμική σχέση μπορεί να είναι σημαντική για α) την ταχεία και λεπτομερή απεικόνιση των αστικών σχεδίων, που περιλαμβάνει κτίρια, δρόμους, χώρους και συναφείς βλάστηση, β) την οπτικοποίηση των πολεοδομικών κανόνων, γ) τη χρήση των φυσικών πηγών ενέργειας (ηλιακή και αιολική ενέργεια) και τις επιπτώσεις της στην εμφάνιση των πόλεων. Τα τριδιάστατα μοντέλα βασισμένα σε γραμματικές, που εφαρμόζονται σε αστική κλίμακα, θα μπορούσε να είναι μεγάλη βοήθεια για τον προγραμματισμό των μελλοντικών πόλεων με εξαιρετικά μειωμένη κατανάλωση ενέργειας λόγω της μαθησιακής λογικής του συστήματος. Ένα βασικό πλεονέκτημα των πρόσφατων συστημάτων βασισμένα σε γραμμική σχέση είναι η αύξηση των πιθανών διακυμάνσεων του σχεδιασμού, η οποία θα οδηγήσει σε χρονοβόρες εργασίες, αν γίνει με κοινές μεθόδους σχεδιασμού. Οι χειρονακτικές εργασίες είναι δύσκολο να χειριστούν μεγάλη κλίμακα τοπίου και αστικού σχεδιασμού έργων, ιδίως όταν συμμετέχει ένα μεγάλο μέρος της διεπιστημονικής γνώσης εμπειρογνομόνων. Για να εξασφαλιστεί

η αξιοπιστία και η ποιότητα των σχεδίων χρειάζονται πολλοί άνθρωποι πόροι για τη χειροκίνητη μοντελοποίηση λεπτομερή 3D γεωγραφικών τοπίων.

Σε άλλους κλάδους, πέραν του τομέα της αρχιτεκτονικής, επόμενης γενιάς εφαρμογές ήδη χρησιμοποιούνται με αυτόν τον τρόπο. Ανενταχθούν στις διαδικασίες των αρχιτεκτόνων θα μπορούσαν επίσης να αυξήσουν δραματικά την ποιότητα του σχεδιασμού, διότι (1) προστίθεται η προβλεψιμότητα του στοχευόμενου αστικού σχεδιασμού, (2) δίνεται η ευκαιρία να επανασχεδιαστούν μεγάλα αστικά μοντέλα μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα ενώ θα μπορούσε να απαιτήσει μήνες εργασίας.

1.2 Στόχοι και Καινοτομία

Οι στόχοι της διπλωματικής χωρίζονται σε δύο ενότητες. Στην πρώτη ενότητα ανήκει η μοντελοποίηση της παλιάς Λευκωσίας. Με αυτό τον όρο εννοώ τις διαδικασίες οι οποίες χρειάζονται για να γίνει η αναπαράσταση της παλιάς Λευκωσίας όπως ήταν το 19^ο αιώνα. Οι διαδικασίες αυτές περιλαμβάνουν την ανάλυση της αρχιτεκτονικής εκείνης της εποχής, την ανάλυση των εικόνων και την δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων και το γράψιμο κανόνων οι οποίοι μοντελοποιούν το σχήμα των κτηρίων και κτίζουν διαδικαστικά την πόλη. Όσον αφορά την δεύτερη ενότητα της διπλωματικής, στόχος ήταν να γίνουν τα πιο πάνω σε συνδυασμό με πληροφορίες που θα ανακτούσαμε για κάθε ιδιοκτησία από τους τίτλους ιδιοκτησίας. Πιο συγκεκριμένα, σαν κύριοι στόχοι αυτού του κομματιού ήταν η ανάλυση των τίτλων ιδιοκτησίας, η ανάλυση των χαρτών, η σύγκριση αυτών των δύο και η εξαγωγή ενός χάρτη ο οποίος θα ήταν αντιπροσωπευτικός και θα φωτογράφιζε την περιοχή όπως ακριβώς ήταν τότε. Στην παρούσα διπλωματική έγινε εμβάθυνση στο πρώτο κομμάτι έτσι ώστε να έχουμε σαν αποτέλεσμα μοντέλα τα οποία θα ήταν ρεαλιστικά και θα είχαν στοιχεία από την πραγματικότητα. Λιγότερος χρόνος σπαταλήθηκε για το δεύτερο κομμάτι, από το οποίο υλοποιήθηκε μόνο ένα μέρος των στόχων που τέθηκαν για να είναι ολοκληρωμένη η όλη ιδέα.

Σε σχέση με προηγούμενες εργασίες, η καινοτομία σε αυτή την διπλωματική είναι η διαδικαστική μοντελοποίηση της πόλης με βάση στοιχεία του κτηματολογίου. Δηλαδή σε αντίθεση με παλιές εργασίες, τώρα λαμβάνονται υπόψη πόσα κτήρια περιέχονται σε κάθε ιδιοκτησία, τι είδους κτήρια είναι και τι άλλα αντικείμενα περιέχονται σε αυτήν. Πιο συγκεκριμένα, αντί να παράγονται μοντέλα με συγκεκριμένο τύπο/αρχιτεκτονική, στην παρούσα διπλωματική έγινε προσπάθεια να κτίζονται τα κτήρια όπως ήταν εκείνη την

εποχή και στην θέση που ήταν. Δόθηκε περισσότερη σημασία στην εμφάνιση των κτηρίων και των τρισδιάστατων μοντέλα για να υπάρξει ένα πιο ρεαλιστικό αποτέλεσμα.

1.3 Περιγραφή Κεφαλαίων

Για την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας χρειάστηκαν πολλά βήματα. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη περιγραφή των στόχων και των διαδικασιών που ακολουθήθηκαν σε αυτήν την διπλωματική εργασία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια μικρή ανάλυση παλαιότερων εργασιών που έχουν σχέση με αυτό το θέμα. Αρχικά περιγράφονται οι εργασίες που έγιναν από φοιτητές του Πανεπιστημίου Κύπρου παλαιότερα έτη και στην συνέχεια γίνεται αναφορά σε εργασίες εκτός Πανεπιστημίου. Σε αυτό το κομμάτι αναλύονται οι τακτικές που ακολουθήθηκαν, τα αποτελέσματα και τα προβλήματα που συναντήθηκαν.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια αναλυτική περιγραφή της αρχιτεκτονικής της παλιάς Λευκωσίας του 19^{ου} αιώνα. Συγκεκριμένα αναλύεται η περιοχή ThatelKaleMahalla (Ταχτακαλάς). Δίνεται περισσότερη έμφαση στις εικόνες και τα σκίτσα που πήραμε την κατοχή μας από την έρευνα της Εσπερίας Ηλιάδου η οποία κάνει το διδακτορικό της πάνω στην αρχιτεκτονική των περιοχών της παλιάς Λευκωσίας. Παρακάτω γίνεται μια επισκόπηση του λογισμικού CityEngine 2010.3. Σε αυτό το κομμάτι γίνεται αναφορά των δυνατοτήτων του λογισμικού, όπως επίσης και των μειονεκτημάτων που παρατηρήθηκαν.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται όλη η υλοποίηση της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα αναλύονται όλα τα βήματα που έγιναν με παράθεση αντιπροσωπευτικών εικόνων για την καλύτερη κατανόηση των διαδικασιών που ακολουθήθηκαν. Περιγράφονται οι ενέργειες που έγιναν για την ανάλυση και ψηφιοποίηση του χάρτη της παλιάς Λευκωσίας, την ανάλυση των εικόνων και των σκίτσων και την δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, το γράψιμο κανόνων αρχιτεκτονικής για την διαδικαστική μοντελοποίηση της πόλης και το γράψιμο κώδικα Python για την εν μέρει υλοποίηση της αυτόματης παραγωγής της πόλης.

Στο τελευταίο κεφάλαιο φαίνονται τα αποτελέσματα των διαδικασιών που ακολουθήθηκαν και εξάγονται κάποια συμπεράσματα σε σχέση με τις τακτικές που ακολουθήθηκαν για την ολοκλήρωση της εργασίας. Επίσης γίνεται μια ανάλυση των προβλημάτων που

συναντήθηκα σε κάθε στάδιο και τις μελλοντικές εργασίες και διορθώσεις που μπορούν να γίνουν.

Κεφάλαιο 2

Προηγούμενη εργασία

2.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου.....	18
2.2 Προηγούμενη Εργασία – Πανεπιστήμιο Κύπρου.....	18
2.3 Προηγούμενη Εργασία εκτός Πανεπιστημίου.....	22

2.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου

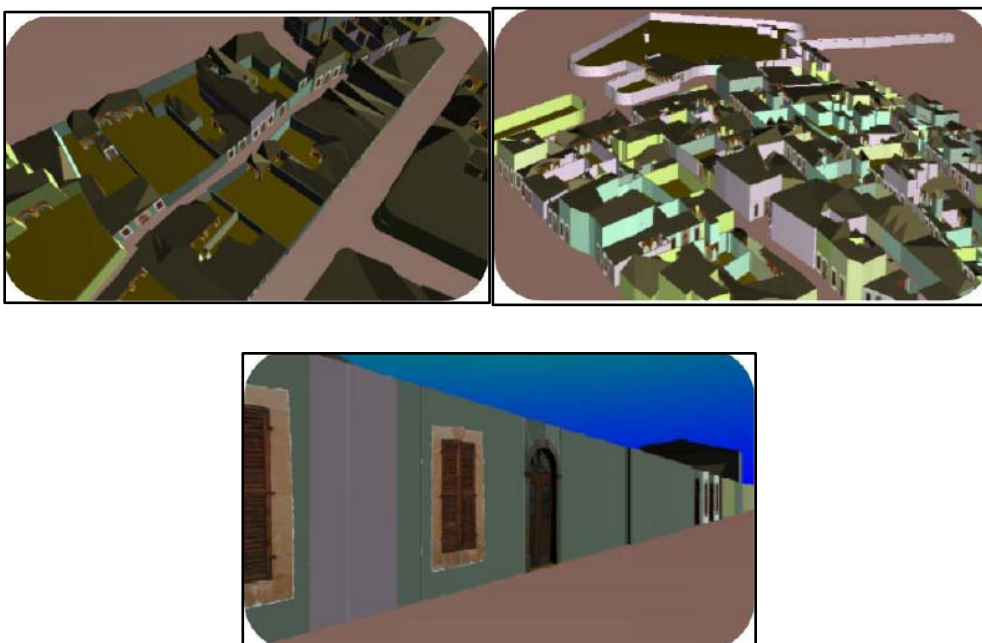
Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά σε παλαιότερες δουλειές που είχαν γίνει στο Πανεπιστήμιο και εκτός του Πανεπιστημίου και ιδιαίτερα στο έργο της Πομπηίας.

2.2 Προηγούμενη Εργασία – Πανεπιστήμιο Κύπρου

Την τελευταία δεκαετία έχει ξεκινήσει ένα ρεύμα προς την μελέτη και εξερεύνηση της διαδικαστικής μοντελοποίησης πόλεων και πολύπλοκων τοπίων. Ο τομέας αυτός έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον αφού χρησιμοποιείται ευρέως σε παιχνίδια, διαφημίσεις, ταινίες, αρχαιολογικούς σκοπούς, κτλ.

2.2.1 Προηγούμενη εργασία 1 – Μαριάννα Δικαιάκου (2002)

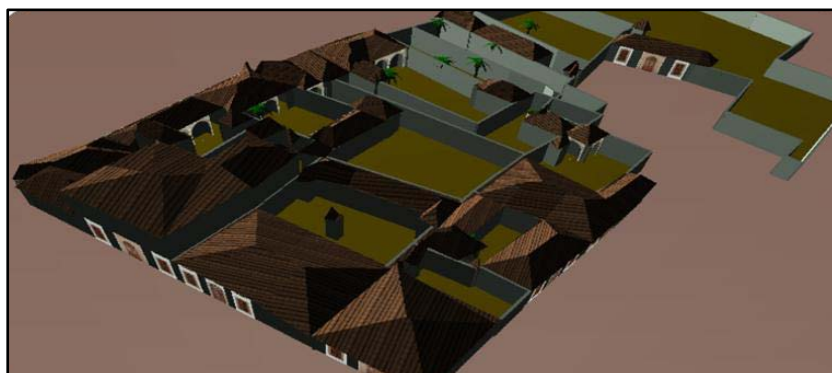
Η πρώτη που ασχολήθηκε παρόμοιο θέμα ήταν η Μαριάννα Δικαιάκου το 2002. Βασίστηκε στη μελέτη του Danilloπου αναφέρεται στην αρχιτεκτονική των παραδοσιακών γειτονιών της Λευκωσίας. Αρχικά μελέτησε την αρχιτεκτονική τους και στη συνέχεια έγραψε κανόνες για την μοντελοποίηση της Χρυσολιωτίτσας. Ο χάρτης που χρησιμοποίησε η Μαριάννα αγοράστηκε από το Υπουργείο Εσωτερικών και το πρόγραμμα γράφτηκε σε γλώσσα Java, το οποίο έκτιζε τα σπίτια χωρίς στέγη και στην συνέχεια πρόσθεταν την στέγη. Μερικά από τα αποτελέσματα της Μαριάννας Δικαιάκου φαίνονται στις εικόνες.



Εικόνα 2.1: Εργασία Μαριάννας Δικαιάκου

2.2.2 Προηγούμενη εργασία 2 – Ανδρέας Ευθυμίου (2003)

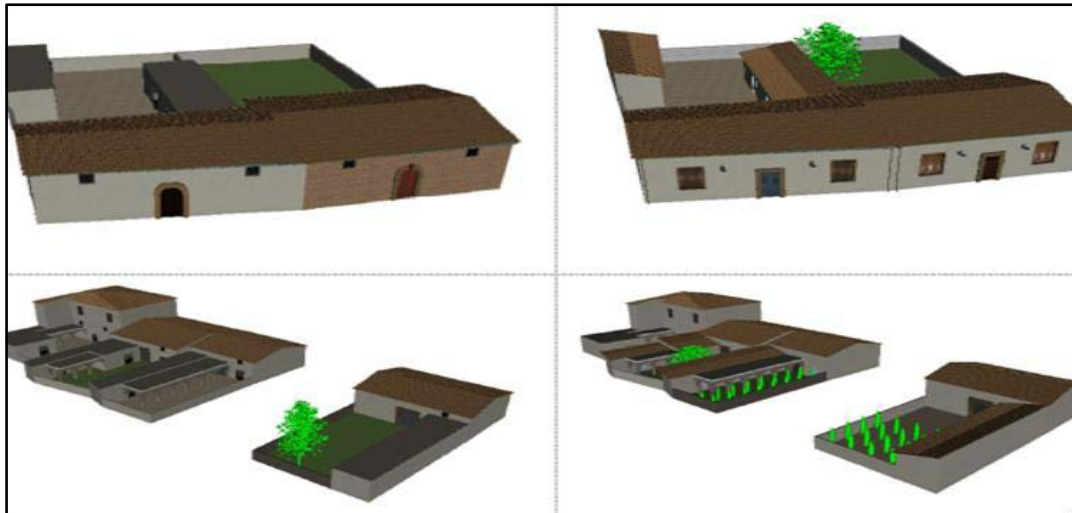
Μετάπειτα ασχολήθηκε ο Ανδρέας Ευθυμίου με το ίδιο θέμα έχοντας ως background την υφιστάμενη εργασία της Μαριάννας Δικαιάκου. Αυτό που κατάφερε να κάνει ο Ανδρέας ήταν να επεκτείνει τον κώδικα και να γράψει έναν αλγόριθμο ο οποίος πρόσθετε στέγες στα μοντέλα των σπιτιών. Ο αλγόριθμος αυτός βάσει των αρχιτεκτονικών σχεδίων δημιουργεί ένα νέο σκελετό πολυγώνων όπου χρησιμοποιείται στην συνέχεια για την κατασκευή στεγών. Μερικά από τα αποτελέσματα του Ανδρέα Ευθυμίου φαίνονται στις εικόνες.



Εικόνα 2.2: Εργασία Ανδρέα Ευθυμίου

2.2.3 Προηγούμενη εργασία 3 – Σάββας Μιχαήλ (2009)

Το 2009 ο Σάββας Μιχαήλ είχε σαν θέμα για την διπλωματική του εργασία την συνέχιση των πιο πάνω. Με θέμα «Διαδικαστική Μοντελοποίηση της Παλιάς Λευκωσίας του 19^{ου} αιώνα» προσπάθησε να τελειοποιήσει της προηγούμενες εργασίες και να χρησιμοποιήσει πιο σύγχρονες μεθόδους για την αποπεράτωση της εργασίας. Στόχος του ήταν η παραγωγή αξιόπιστων μοντέλων με κανόνες, γρήγορα και σε χαμηλό κόστος όπως τα L-systems. Με τους χάρτες της Παλιάς Λευκωσίας σε ηλεκτρονική μορφή, γράφτηκαν κανόνες στο λογισμικό CityEngine, και έγινε η γραφική αναπαράσταση της παλιάς Λευκωσίας με τα αποτελέσματα να φαίνονται στις εικόνες.



Εικόνα 2.3: Εργασία Σάββα Μιχαήλ

Ο Σάββας Μιχαήλ για την ολοκλήρωση της διπλωματικής βασίστηκε μόνο σε πρόσφατους χάρτες του κτηματολογίου, για αυτό το λόγο δεν αντιπροσωπεύουν επακριβώς την παλιά Λευκωσία του 19^{ου} αιώνα.

2.2.4 Προηγούμενη εργασία 4 –Πάνος Τανελιάν (2011)

Ο Πάνος Τανελιάν το 2011 συνέχισε με την ίδια λογική που άρχισε ο Σάββας Μιχαήλ όμως αυτή την φορά επικεντρώθηκε σε ένα άλλο πρόβλημα αυτής της διαδικασίας. Προσπάθησε με τα στοιχεία από τους τίτλους ιδιοκτησίας να δημιουργήσει του χάρτες. Για να γίνει η αναπαράσταση έπρεπε να μελετηθούν πρώτα κάποια στοιχεία και πληροφορίες σχετικά με τις ιδιοκτησίες. Στόχος του Πάνου ήταν να συσχετίσει τα στοιχεία του ηλεκτρονικού χάρτη με τα στοιχεία των

ιδιοκτησιών, να βρει που βρίσκεται κάθε ιδιοκτησία πάνω στο χάρτη και τι βρίσκεται γύρω της και στην συνέχεια να κτιστούν τα κατάλληλα μοντέλα. Για να το κάνει αυτό μετέτρεψε τα αρχεία σε μια επιθυμητή μορφή (excel files), με διάφορους αλγόριθμους βρήκε τις διάφορες γειτονιές και τα όρια της κάθε ιδιοκτησίας (floodfill algorithm, imagethinning algorithm, corner detection algorithm).

2.3 Προηγούμενη εργασία εκτός πανεπιστημίου

Η ψηφιακή μοντελοποίηση των παλαιών πόλεων απασχολεί για μεγάλο χρονικό διάστημα ένα τμήμα της επιστήμης των υπολογιστών. Υπάρχουν πολλές προσεγγίσεις για τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη αυτού του στόχου. Μία προσέγγιση είναι η χρησιμοποίηση φωτογραμμομετρικών μεθόδων, όπου χρησιμοποιούνται φωτογραφίες από την περιοχή που θα διαμορφωθεί. Οι δορυφόροι χρησιμοποιούνται επίσης για να ζωγραφίσουν χάρτες της περιοχής και να αναλυθεί η αρχιτεκτονική της πόλης.

Τέλος, υπάρχει προσέγγιση ότι μέσω αρχιτεκτονικών κανόνων, που εξάγονται μετά από έρευνα, θα γίνει μοντελοποίηση της πόλης με πολύ ακριβή αποτελέσματα. Η προσέγγιση αυτή ακολουθήθηκε από ορισμένους ερευνητές για την ψηφιακή μοντελοποίηση της Πομπηίας (αρχαία ρωμαϊκή πόλη), όπου η διαδικασία βασίζεται σε αρχαιολογικά δεδομένα, για την προσομοίωση της ζωής στην αρχαία Πομπηία σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 2.4: Παράδειγμα διαδικαστικής μοντελοποίησης Πομπηίας

Σε αυτήν την προσέγγιση βασίζεται η δική μας έρευνα, όπου, μέσα από τις αρχαιολογικές μαρτυρίες για την περιοχή, οι κανόνες γίνονται με τη βοήθεια κάποιου λογισμικού, και παράγονται από την πόλη. Στη συνέχεια, η πόλη που διαμορφώθηκε χρησιμοποιείται για την προσομοίωση της ζωής σε αυτόν τον τομέα με τη βοήθεια των 3D γραφικών.

Μια άλλη εργασία που έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι η ανάλυση των εγγράφων Geniza για

το

Fustat/Cairo, Τα θραύσματα Geniza Κάιρο είναι μια συσσωρευση των σχεδόν 280.000 μεσαιωνικών εβραϊκών χειρόγραφων, η πλειοψηφία των οποίων είναι στη βιβλιοθήκη Bodleian στην Οξφόρδη της Αγγλίας. Οι επιστήμονες υπολογιστών στο Πανεπιστήμιο του Τελ Αβίβ χρησιμοποιούν τεχνητή νοημοσύνη για να συγκεντρώσουν τα κομμάτια της μεγαλύτερης συλλογής στον κόσμο μεσαιωνικών εγγράφων, του θρυλικού Geniza Cairo, για να πουνη την ιστορία των 1.000 χρόνων εβραϊκής ιστορίας και πολιτισμού. Έχουν ανακατασκευαστεί πάνω από 1.000 έγγραφα από 350.000 μεμονωμένα αντικείμενα που βρέθηκαν στην αποθήκη Cairo.



Εικόνα 2.5: Εβραϊκά χειρόγραφα από συλλογή Cairo Geniza

Κεφάλαιο 3

Περιγραφή

3.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου.....	24
3.2 Αρχιτεκτονική Παλιάς Λευκωσίας 19 ^{ου} αιώνα.....	24
3.3 CGAΓραμματική.....	30
3.4 Επισκόπηση CityEngine.....	

3.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η αρχιτεκτονική των κτηρίων της εποχής του 19^{ου} αιώνα και γίνεται ανάλυση των εικόνων και των σκίτσων έτσι ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για τις όψεις των κτηρίων εκείνης της εποχής.

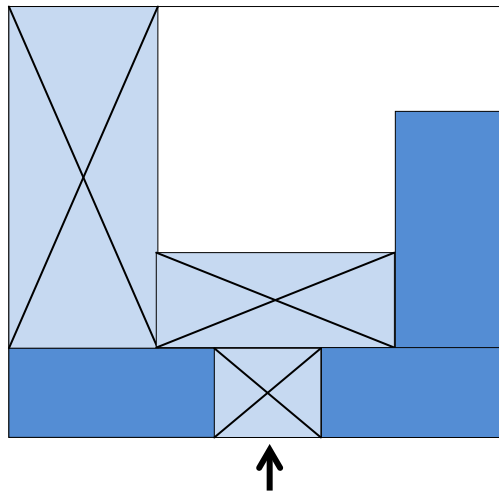
3.2 Αρχιτεκτονική Παλιάς Λευκωσίας 19^{ου} αιώνα

Η αρχιτεκτονική των σπιτιών της περιοχής τη παλιάς Λευκωσίας που μοντελοποιούμε (Ταχτακαλές - TahtelKaleMahalla) εν μέρει είναι παρόμοια με τα τότε χρόνια. Μπορούν να αναγνωρισθούν και να χωριστούν σε διάφορους τύπους, παρόλα αυτά λόγω των διάφορων σχημάτων που είχαν τα οικόπεδα, τα κτίρια παρουσιάζουν ανομοιομορφίες και δύσκολα μπορεί να προσδιοριστεί ο τύπος τους.

3.2.1 Τύποι σπιτιών

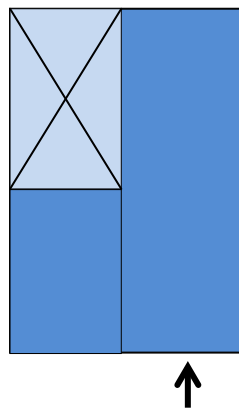
- Αρχικό σπίτι με αυλή: χαρακτηρίζεται από μια μεγάλη εσωτερική αυλή και κτίρια γύρω της, όπου η κεντρική πόρτα οδηγούσε σε ένα προθάλαμο

καλυμμένος με καμάρες και στη συνέχεια στην εσωτερική αυλή όπου και αυτή αποτελείτο από καμάρες.



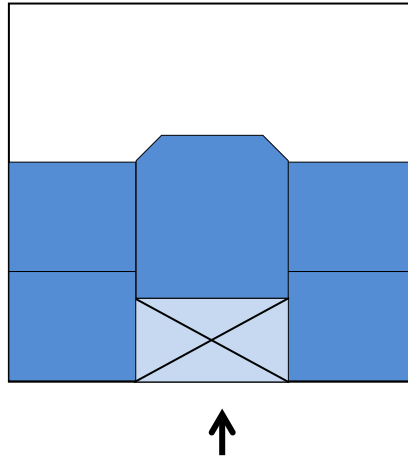
Εικόνα 3.1: Αρχικό σπίτι με αυλή

- Σπίτι με μικρή αυλή: χαρακτηρίζεται από πόρτα που οδηγεί σε προθάλαμο ή στην αυλή, πιο μικρό μέγεθος από το ν προηγούμενο τύπο και ως συνήθως είχαν ένα όροφο ή ένα μικρό δεύτερο όροφο.



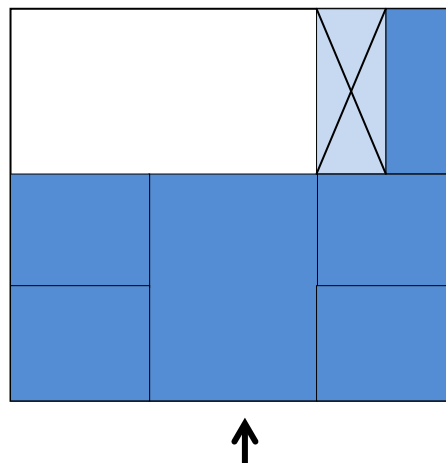
Εικόνα 3.2: Σπίτι με μικρή αυλή

- Σπίτι σε σειρά: χαρακτηρίζεται από σπίτια με ίδιο αρχιτεκτονικό στυλ, παραταγμένα στην ίδια σειρά / μπλοκ, όπου η αυλή είναι μικρότερη και βρίσκεται πιο πίσω από ότι πριν και τα δωμάτια δεν βρίσκονται μέσα στην αυλή.



Εικόνα 2.3: Σπίτι σε σειρά

- Καινούργιο σπίτι: χαρακτηρίζεται από μια πόρτα που οδηγεί στην αυλή, μεγάλο μέγεθος κτιρίου, και κάτι που δεν συναντιέται στους προηγούμενους τύπους είναι μια πτέρυγα που συνεχίζει κατά μήκος της αυλής.



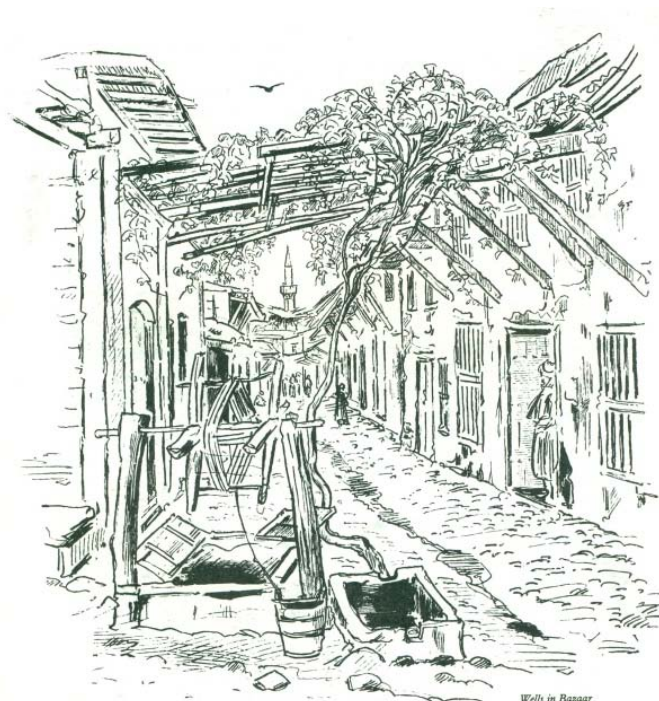
Εικόνα 3.4: Καινούργιο σπίτι

Οι δύο πρώτοι τύποι ήταν αντιπροσωπευτικοί εκείνης της εποχής ενώ οι δύο τελευταίοι είναι αρχιτεκτονική της αγγλοκρατίας. Εμείς σε αυτήν την εργασία θα επικεντρωθούμε στους πρώτους δύο τύπους οι οποίοι όμως δεν ήταν καθολικοί στην περιοχή που εξετάσαμε.

3.2.2 Μορφή σπιτιών

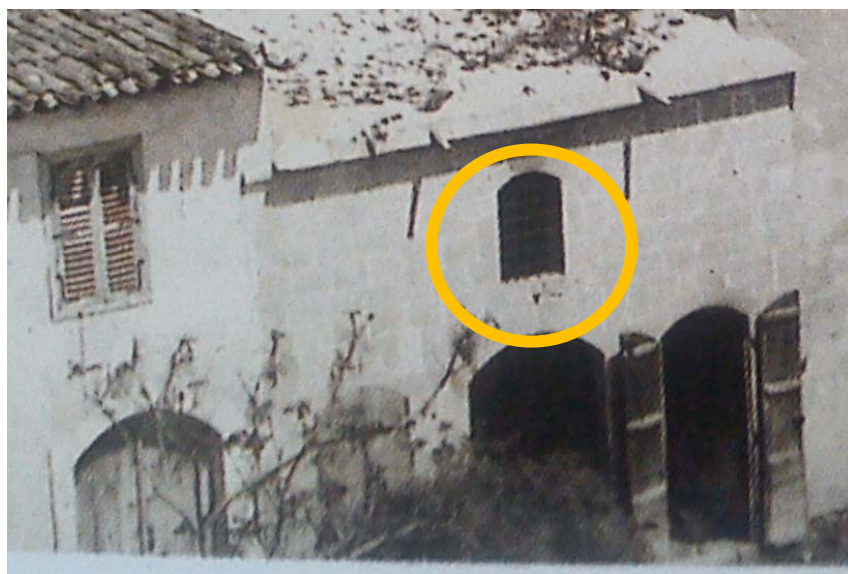
Κάθε ιδιοκτησία/οικόπεδο περιβαλλόταν από τοίχο περίπου δύο (2) μέτρα ύψος, συνήθως από λιθάρι και πέτρα και μια πόρτα που οδηγούσε στο σπίτι ή στην αυλή.

Οι δρόμοι ήταν χωμάτινοι παντού. Συνήθως είχαν ανοικτό οχετό και έτρεχαν τα νερά στη μέση του δρόμου. Η κατάσταση τους δεν ήταν καθόλου καλή και υπήρχαν παντού λακκούβες. Συχνά υπήρχαν πηγάδια μέσα στο δρόμο που είχαν και ποτίστρες για τα ζώα (πέτρινες κούπες). Επίσης όπου υπήρχε πηγάδι υπήρχε και ένα δέντρο ή αναρριχητικό φυτό από πάνω. Δυστυχώς όμως δεν ξέρουμε που βρίσκονταν συνήθως αυτά τα πηγάδια και σε ποια συχνότητα. Οι πιο κάτω φωτογραφίες δείχνουν τέτοιους δρόμους σε παζάρι. Οι δρόμοι στο παζάρι ήταν καλυμμένοι με ψάθες, με χαλιά, με υφάσματα ή ξύλινα στέγαστρα. Τέλος σε κάποια σημεία υπήρχαν και βρύσες για τις οποίες έχουμε κάποια στοιχεία για το που βρίσκονταν.



Εικόνα 3.5: Σκίτσο του δρόμου της τότε εποχής

Τα μικρά παράθυρα συνήθως δεν είχαν σιδερένια κάγκελα διότι ήταν ακριβά, αντίθετα είχαν κάτι που έμοιαζε με κάγκελο. Είχαν ξύλινο πλαίσιο πάνω στο οποίο υπήρχαν ξύλινα κάθετα στοιχεία (μακρόστενα ξύλα ορθογώνιας διατομής / ένα κάθετο, ένα κενό, ένα κάθετο, ένα κενό κ.ο.κ). Τα μεγάλα παράθυρα κάποιες φορές είχαν δεύτερο εσωτερικό τζάμι απλό.



Εικόνα 3.6: Μικρά παράθυρα σπιτιών

Οι καμάρες ήταν δύο ειδών. Εσωτερικά των κτιρίων και στον ηλιακό οι καμάρες ήταν μυτερές ενώ πάνω στο δρόμο / εξωτερικές, στα καταστήματα και στα κτίρια εργασίας οι καμάρες ήταν στρογγυλές..

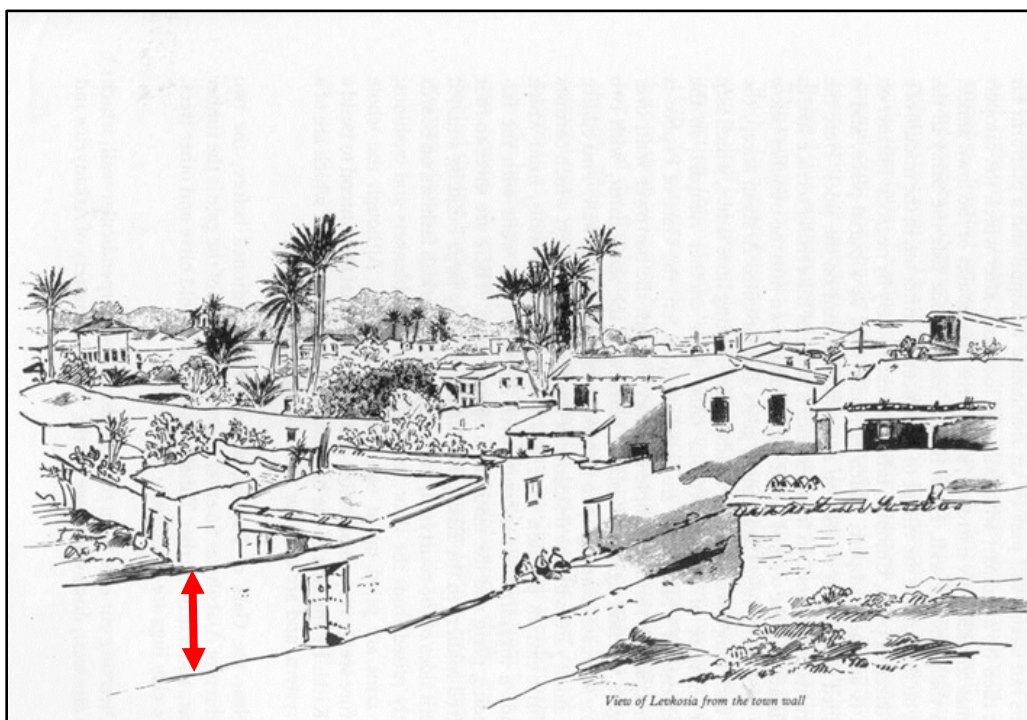


Εικόνα 3.7: Στρογγυλές καμάρες εξωτερικά των σπιτιών



Εικόνα 3.8: Μυτερές καμάρες εσωτερικά των σπιτιών

Τα τοιχάκια γύρω από της ιδιοκτησίες ήταν ψηλά – 2,10 μέτρα έως 2,40 μέτρα.



Εικόνα 3.9: Σκίτσο που δείχνει την περίφραξη των ιδιοκτησιών

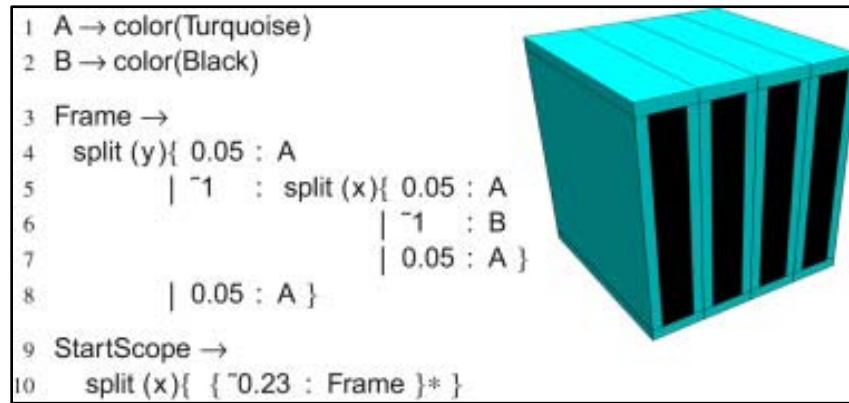
Το χώμα ήταν σκούρο με λίγο χόρτο. Σπάνια υπήρχε πλακόστρωτο εκτός κάτω από τον ηλιακό / καμάρες.



Εικόνα 3.10: Πλακόστρωτο πάτωμα και χωματένιοι δρόμοι

3.3 CGA Γραμματική

CGA σχήμα αντιπροσωπεύει μια νέα γραμματική σχήμα για το διαδικαστικό μοντέλο των γραφικών υπολογιστών στην αρχιτεκτονική. Η CGA shape αποτελεί επέκταση του συνόλου γραμματικών, που εισήχθη από τον Wonkaetal. [6]. Ο συμβολισμός της γραμματικής και οι γενικοί κανόνες για πρόσθεση, την κλιμάκωση, μετάφραση και περιστροφή σχημάτων είναι εμπνευσμένα από τα L-συστήματα [7], αλλά αναπροσαρμόστηκαν για την μοντελοποίηση της αρχιτεκτονικής. Παράλληλες γραμματικές όπως τα συστήματα L είναι κατάλληλες για να συλλάβουν την ανάπτυξη με την πάροδο του χρόνου όπου η διαδοχική εφαρμογή των κανόνων επιτρέπει τον χαρακτηρισμό της δομής, δηλαδή της χωρικής κατανομής των χαρακτηριστικών και των συστατικών του [7]. Ως εκ τούτου, η CGA shape είναι σειριακή γραμματική (παρόμοια με τις γραμματικές Chomsky). Η CGA shape αποτελείται από τον ορισμό του σχήματος, τη διαδικασία παραγωγής, τη σημειογραφία κανόνα με πράξεις σχήματος, και ένα αποθετήριο στοιχείο.



Εικόνα 3.11: Παράδειγμα CGA shapeγραμματικής

3.3.1 Ορισμός σχήματος

Ένα σχήμα A αποτελείται από γεωμετρία, ένα σύμβολο, και χαρακτηριστικά. Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά είναι η θέση P, τρία ορθογώνια διανύσματα X, Y, και Z, που περιγράφουν ένα τοπικό σύστημα συντεταγμένων, και sizevector Σ.

3.3.2 Παραγωγική διαδικασία

Η παραγωγική διαδικασία μπορεί να ξεκινήσει με μια αυθαίρετη διαμόρφωση των σχημάτων, που ονομάζονται τα αρχικά σχήματα, και προχωρεί ως εξής:

1. Επιλέξτε ένα ενεργό σχήμα με σύμβολο A από το σύνολο,
2. Επιλέξτε έναν κανόνα με A στην αριστερή πλευρά του για να υπολογιστεί ένα διάδοχος για το A και ως αποτέλεσμα ένα νέο σύνολο σχημάτων B,
3. Σημειώστε το σχήμα A ως ανενεργό και προσθέστε τα B σχήματα συνεχίστε με το βήμα (1).

3.3.3 Κανόνες

Οι κανόνες παραγωγής CGA σχήματος που ορίζεται στην παρακάτω φόρμα:

id: predecessor: condition
 successor: prob

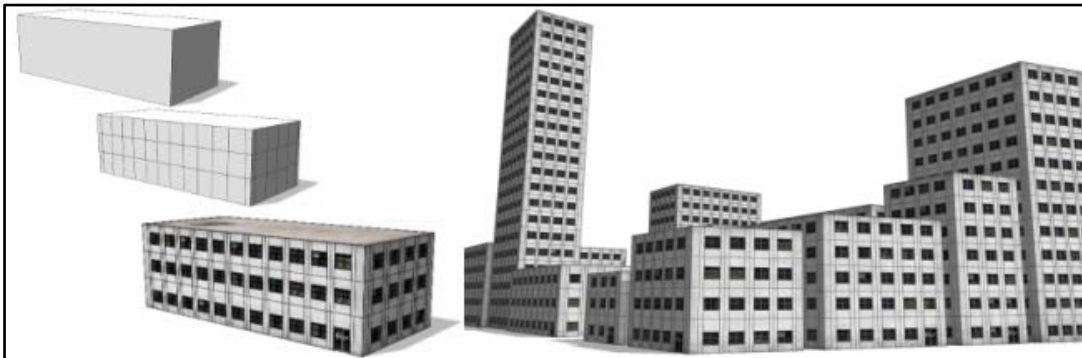
όπου id είναι ένα μοναδικό αναγνωριστικό για τον κανόνα, ο προκάτοχός είναι ένα σύμβολο που προσδιορίζει ένα σχήμα που πρόκειται να αντικατασταθεί με το διάδοχο του, και η κατάσταση είναι ένας προαιρετικός προφυλακτήρας (λογική έκφραση) που πρέπει να αξιολογήσει την αλήθεια, προκειμένου να εφαρμοστεί ο κανόνας.

3.3.4 2D εργασίες σχήματος

Η διάσπαση μπορεί να υποδιαιρεθεί σε αντικείμενα κατά μήκος ενός άξονα. Για παράδειγμα $Subdiv(y, 7, 2, 5) \{A \mid B \mid A\}$ χωρίζει το σημερινό πεδίο εφαρμογής κατά μήκος του άξονα Y σε τρία μέρη με τα μεγέθη 7, 2 και 5, και προσθέτει τρία σχήματα A , B , A . Επίσης, έχουμε θέσει μια επαναληπτική διάσπαση, π.χ. $Επανάληψη(x, 2) \{A\}$ θέσεις όλες A σχήματα κατά προσέγγιση μέγεθος 2 όσο το δυνατόν κατά μήκος του άξονα X του σημερινού σχήματος. Η διάσπαση συστατικό μπορεί να διαιρέσει ένα σχήμα σε γεωμετρικές συνιστώσες της, όπως 2D πρόσωπα ή 1D άκρα, π.χ. $Comp(\epsilon) \{B\}$ χωρίζει το σχήμα του προκατόχου σχήματα σε άκρη με το σύμβολο B .

3.3.5 3D λειτουργίες σχήματος

Πολλά διαφορετικά είδη πράξεων σχήματος μπορεί να εφαρμοστούν για να τροποποιήσετε το σχήμα διάδοχο, π.χ. μετασχηματισμούς όπως η μετάφραση ή κλιμάκωση.



Εικόνα 3.12: Παραγωγή πόλης με απλούς μετασχηματισμούς

3.3.6 Ιεραρχία

Υπό όρους η συμπεριφορά, οι πράξεις σχήμα και η τοποθέτηση αντικειμένων είναι ένθετες ιεραρχικά λόγω της επεξεργασίας των κανόνων. Αυτό δίνει τη δυνατότητα παραγγελίας διαφόρων καθεστώτων, όπως τα ακόλουθα: πόλη, οδός-δίκτυο, μπλοκ, και πολλά αποτύπωμα.

3.3.7 Τα πρότυπα σχεδίασης

Ένα χαρακτηριστικό μοτίβο που περιγράφεται από τον Alexander [13] μπορεί να ερμηνευθεί ως σχεσιακή λειτουργία των επιβεβαιωμένων γεωμετρικών και χωρικών διαμορφώσεων. Στην περίπτωση των ουσιών CGA μοτίβα σχήμα μπορεί να αποτελέσει ένα σχέδιο πρόσοψη μιας εποχής ή ένα συγκεκριμένο στυλ, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε εναλλάξιμα τερματικά σύμβολα. Διαφορετικά μοντέλα μπορούν να περιγράψουν σχεσιακή αναλογίες ενός αντικειμένου σε ένα καθορισμένο πεδίο. Ο συνδυασμός της ιεραρχικής οργάνωσης και των σχετικών τιμών για τις γεωμετρικές συνθέσεις επιτρέπει την εισαγωγή των προτύπων σχεδιασμού. Για παράδειγμα, οι τύποι του δρόμου, όπως λεωφόρους που αποτελείται από δρόμο και μπορντούρα βλάστηση μπορεί εύκολα να δημιουργηθεί καθώς και πάρκα ή σε άλλες γεωμετρικές συνθέσεις που αποτελούνται από ένθετα κανόνες ή αντικείμενα γεωμετρία [25].

3.3.8 Αποθετήριο Στοιχείο

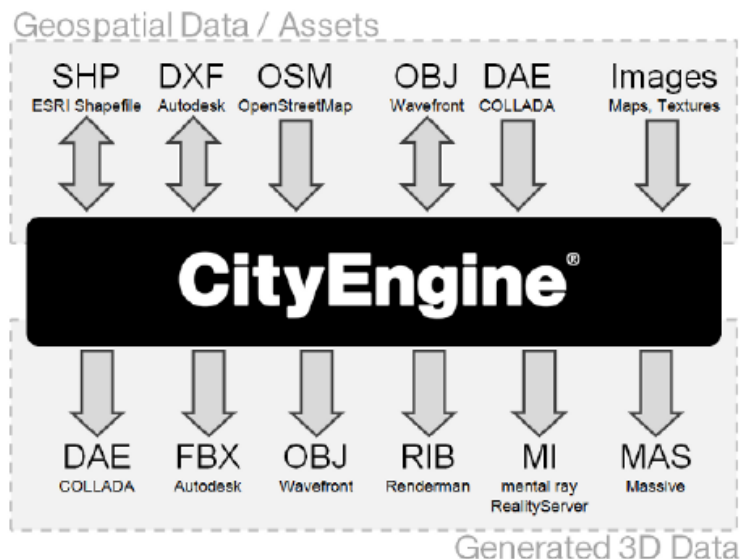
Η βιβλιοθήκη του 3D μοντέλων αποτελείται κυρίως από και τα πιο βασικά, στοιχειώδη αρχιτεκτονικά αντικείμενα (π.χ. ιωνικά κιονόκρανα) και τα μοντέλα των φυτών. Τα στοιχεία ιεραρχικά σε κατηγορίες και τους τύπους και κάθε στοιχείο έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό, του shader και χαρακτηριστικά μετά-δεδομένων. Ενώ η CGA shape παρουσιάστηκε από τον Milleretal. 1. [2], η τοποθέτηση των αστικών βλαστήσεων με τους κανόνες του σχήματος υποβλήθηκε από τον Ulmeretal. [12].

Η CityEngine είχε προηγουμένως αναπτυχθεί για την παραγωγή της δομών όπως πόλεις [3]. Με τον Milleretal. [2], η CityEngine έχει εξελιχθεί σε ένα πλ αίσιο, το

οποίο επιτρέπει στους χρήστες να ανακατασκευάσουν αρχιτεκτονικά σχέδια και αρχαιολογικά σενάρια με τους κανόνες γραμματικής σχήματος.

3.4 CityEngine Review

Το CityEngine είναι ένα διαδικαστικό πρόγραμμα μοντελοποίησης για την αυτόματη παραγωγή πόλεων. Χρησιμοποιώντας ένα από τα υφιστάμενα project που παρέχονται με τον οδηγό του CityEngine (CityEngine Wizard) μπορεί να δημιουργηθεί ένα textured μοντέλο πόλης, με λίγα κλικ. Στη συνέχεια υπάρχουν πολλές επιλογές export, για να μπορεί να φορτωθεί σε άλλα προγράμματα για περαιτέρω μετατροπή. Είναι συμβατό με:

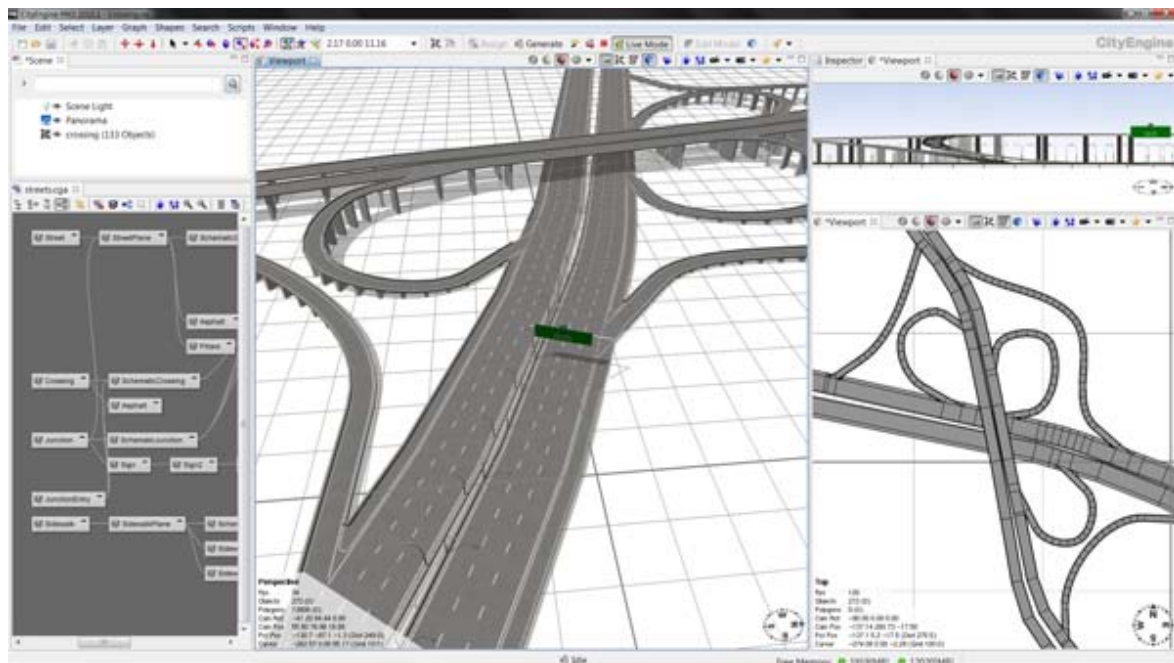


Εικόνα 3.13: Υποστηριζόμενα αρχεία για εισαγωγή/εξαγωγή

Προχωρώντας πέρα από τα παραδείγματα του οδηγού, το πρώτο πράγμα που οι περισσότεροι χρήστες θα θέλουν να κάνουν είναι να δημιουργήσουν μια πόλη από μόνοι τους. Το μοντέλο χτίζεται με βάση στοιχεία που μπορεί να ελέγξει ο χρήστης. Το οδικό δίκτυο και τα συναφή οικοπέδα ελέγχουν και καθορίζουν το σχεδιάγραμμα επίσης της πόλης. Τα εμπόδια (obstacles), τα χαρακτηριστικά και το ύψος του χάρτη (heightmap) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαμορφωθεί το μοντέλο. Οι κανόνες που

βρίσκονται στο φάκελο του project λένε στο CityEngine πώς θα δημιουργηθούν τακτρία και η υφή, οι δρόμοι και άλλα στοιχεία του μοντέλου.

Το πρώτο προφανές βήμα για την δημιουργία επίσης πόλης είναι η δημιουργία των δρόμων. Υπάρχουν διάφορες επιλογές για να σχεδιαστεί το οδικό δίκτυο. Μπορεί να σχεδιαστεί με το χέρι, με την βοήθεια των εργαλείων που προσφέρονται στο CityEngine. Οδικά δίκτυα μπορούν επίσης να εισαχθούν από AutoCAD DXF (DXF), ή Esri shapefile (shp) ή OpenStreetMaps (OSM) αρχεία. Ανάλογα με την πηγή θα πρέπει πιθανώς να χρειαστεί να γίνουν κάποιες αλλαγές με το χέρι έτσι ώστε να φαίνεται πιο αληθές το αποτέλεσμα. Ευτυχώς, ενώ αυτό μπορεί να πάρει κάποιο χρόνο, τα εργαλεία για να γίνει αυτή η διαδικασία είναι εύκολα στην χρήση και γρήγορα.



Εικόνα 3.14: Παράδειγμα παραγωγής οδικού δικτύου

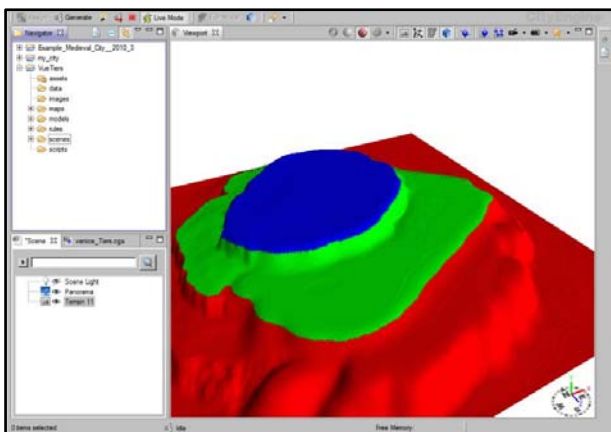
Το CityEngine έχει επίσης ένα εργαλείο παραγωγής δρόμων για την επέκταση του οδικού δικτύου του χρήστη. Αυτή η δυνατότητα είναι φανταστική για εξοικονόμηση χρόνου, για την δημιουργία φανταστικών τοπίων και πόλεων που μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε ταινίες, παιχνίδια, και άλλα πολλά. Το μόνο που χρειάζεται είναι να δημιουργηθούν από το χρήστη οι



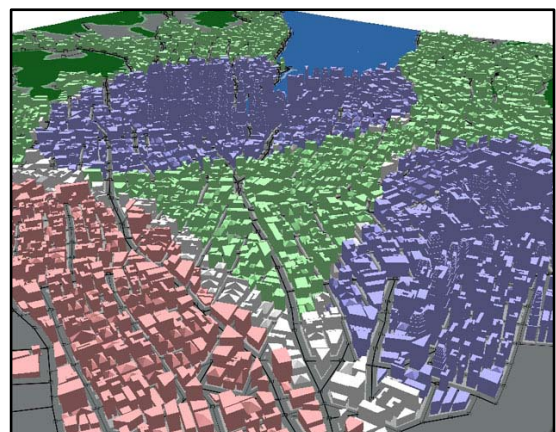
κεντρικοί δρόμοι και από εκεί και πέρα το λογισμικό δημιουργεί την λεπτομέρεια της πόλης, τα δρομάκια και τις πίσωοδούς. Επίσης μπορεί να ρυθμιστεί το είδος του δικτύου πάνω στο οποίο θα στηριχτεί η δημιουργία της πόλης. Μόλις το οδικό δίκτυο δημιουργηθεί, θα δημιουργηθούν τα οικοπέδα στο εσωτερικό. Ακόμα, ο χρήστης έχει την δυνατότητα να γράψει ένα αρχείο CGA για ολόκληρο ή μέρος του δικτύου και στη συνέχεια το CityEngine να παράγει μοντέλα από αυτό.

Μετά από την παραγωγή της πόλης όμως, τίποτα δεν έχει τελειώσει. Ο χρήστης μπορεί να επεξεργαστεί τη διάταξη των δρόμων χρησιμοποιώντας τα ίδια εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του. Ο επανασχεδιασμός των δρόμων και η επεξεργασία τους, προκαλεί αναδιοργάνωση των οικοπέδων και των κτιρίων για να ταιριάζουν με τα νέα δεδομένα. Αυτό γίνεται ζωντανά στην οθόνη και ο χρήστης μπορεί να παρακολουθεί τις αλλαγές. Αν στον χρήστη δε αρέσει ένα συγκεκριμένο κτίριο έχει την επιλογή να παράγει διαφορετικό κτίριο στο συγκεκριμένο οικόπεδο με τυχαίο τρόπο (αν υποστηρίζεται φυσικά από τους κανόνες που έχουν γραφτεί), ή ακόμα να δημιουργήσει ένα διαφορετικό κτίριο εισάγοντας τιμές για τα χαρακτηριστικά του κτιρίου.

Οι obstacle χάρτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόληψη της παραγωγής δρόμων ή κτιρίων σε ακατάλληλες περιοχές. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τη διακοπή παραγωγής κτιρίων ή δρόμων που εμφανίζονται τυχαία στο κέντρο πάρκων, ποταμών, ή όπου θέλει ο χρήστης να προσθέσει μοντέλα που κατασκευάστηκαν σε άλλα 3D λογισμικά.



Εικόνα 3.15: Obstacle Map



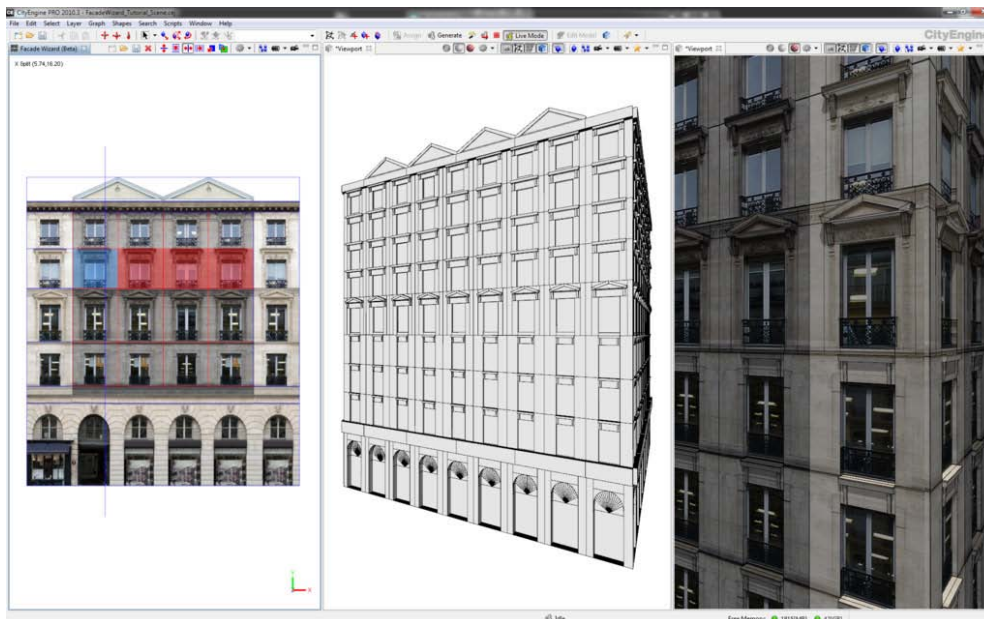
Εικόνα 3.16: Attribute Map

Οι attributeχάρτες, που χρωματίζουν απλά κανάλια σε αρχεία εικόνας, ελέγχονται είδη των κτιρίων σε συγκεκριμένες περιοχές ή τα χαρακτηριστικά του κάθε κτιρίου. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργηθούν ζώνες στην πόλη όπως βιομηχανικές περιοχές, οικιστικές, εμπορικές ή πάρκα. Με τον έλεγχο των χαρακτηριστικών ο χρήστης μπορεί να θέσει όρια για τα ύψη των κτιρίων, να προσδιορίσει το επίπεδο λεπτομέρειας ή την πυκνότητα που χρησιμοποιούνται, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται από το αρχείο CGA το οποίο περιγράφει τα κτίρια του μοντέλου - πόλη.

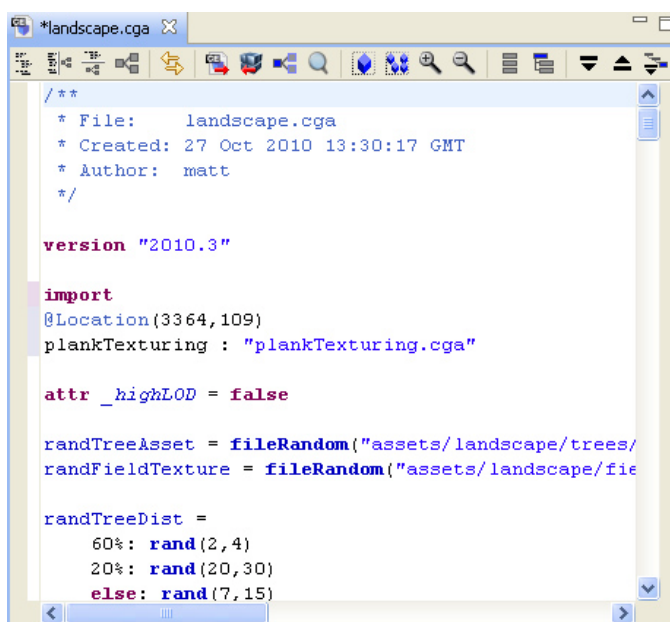
Οι υφές (textures) που δημιουργούνται είναι απλά UV bitχάρτες. Δεν υπάρχει υποστήριξη για ξεχωριστές στρώσεις (layers) για την πρόσκρουση, φωτεινότητα, reflection ή άλλα effects. Αν και τα προκύπτοντα μοντέλα θα φαίνονται μια χαρά για καλύτερα αποτελέσματα θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν άλλα πακέτα rendering για αντικατάσταση των υφών και του φωτισμού.

Ένα μειονέκτημα του CityEngine έχει να κάνει με την εξαγωγή του μοντέλου, όπου υπάρχει η έλλειψη επιλογών για την εξαγωγή του heightmap με βάση το μοντέλο εδάφους με τρόπο που καθιστά εύκολη την ευθυγράμμιση με το μοντέλο της πόλης. Αν και δεν είναι αδύνατο να το κάνουμε αυτό με δοκιμή και σφάλμα ή με την προσθήκη χηνηθετών (markers) στις γωνίες του εδάφους, η διαδικασία αυτή θα μπορούσε να επιτευχθεί ευκολότερα.

Η μηχανή πρόσοψης (facade engine) χαρακτηρίζεται ως ένα beta χαρακτηριστικό. Είναι πολύ βοηθητική για κτίρια με καθαρές προσόψεις αλλά χρειάζεται μεγάλο χρονικό διάστημα εκμάθησης για να επιτευχθούν τα αναμενόμενα αποτελέσματα, πράγμα που κάνει πιο εύκολη την παραγωγή μοντέλων με τον παραδοσιακό τρόπο του CityEngine.



Εικόνα 3.17: Παράδειγμα κτηρίου με FacadeWizard



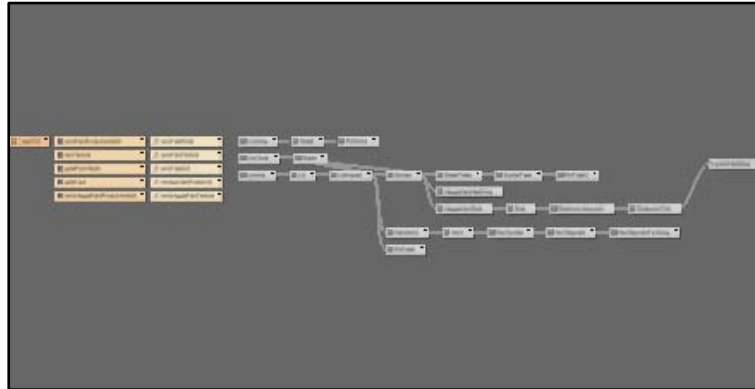
Εικόνα 3.18: Παράδειγμα κανόνα αρχιτεκτονικής

Η CGA είναι πραγματικά καρδιά του CityEngine. Αυτό είναι το αρχείο που λέει πώς θα κατασκευαστεί ο οικισμός για τον χρήστη. Το CityEngine παρέχει δύο τρόπους για να συνεργαστεί ο χρήστης με αυτούς, είτε ως κείμενο είτε ως δίκτυο κόμβων. Το δίκτυο κόμβων θα είναι οικείο στους

χρήστες άλλων λογισμικών που χρησιμοποιούνται παρόμοια εργαλεία για τη δημιουργία διαδικαστικών υφών. Με την προσθήκη και τη σύνδεση των κόμβων, κανόνες για την παραγωγή απλών ή σύνθετων μοντέλων μπορούν να καθοριστούν.

Η προσέγγιση με τους κόμβους θα προσελκύσει πολλούς χρήστες, οι οποίοι φοβούνται τον προγραμματισμό. Προσωπικά πιστεύω ότι για ένα προγραμματιστή ή για κάποιον που έχει ξανασχοληθεί με τον προγραμματισμό θα είναι πιο οικείο, εύκολο και γρήγορο να

χρησιμοποιήσει τον δεύτερο τρόπο. Υπάρχουν εργαλεία για να βοηθούν το χρήστη που εργαζόμαστε αυτόν τον τρόπο πολύ πιο εύκολα, συμπεριλαμβανομένου γραμματικού ελέγχου καθώς και highlight του κώδικα.

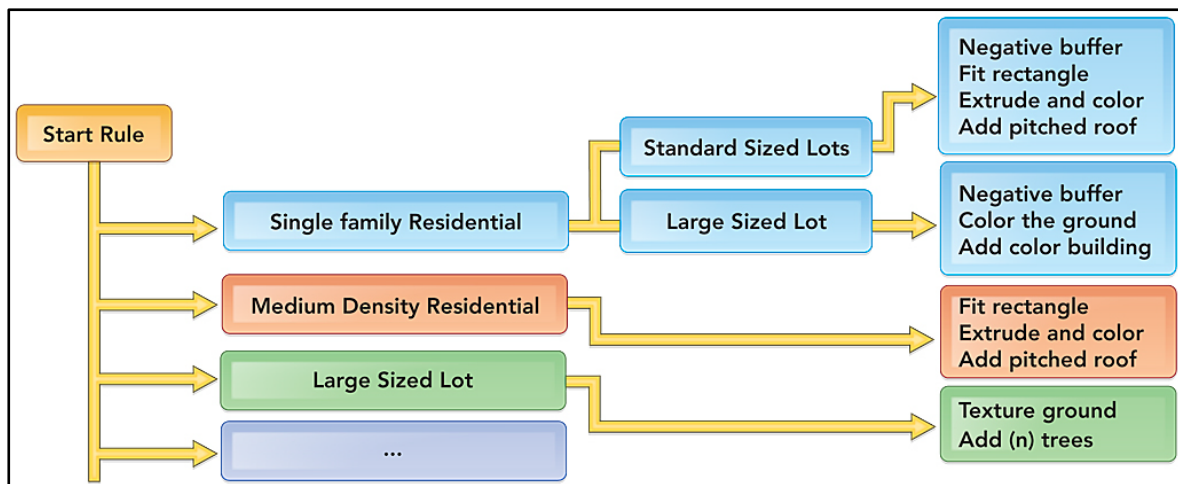


Εικόνα 3.19: Επεξεργασία κανόνων με δίκτυο κόμβων

Με όποια επιλογή και να εργαστεί ο χρήστης οι βασικές διατάξεις - κανόνες κάνουν παρόμοια πράγματα. Οι CGA κανόνες κάνουν:

- split up,
- align,
- move,
- scale
- rotate
- extrude
- coloring
- apply textures

Υπάρχουν επίσης κανόνες που μπορούν να προσθέσουν διάφορες στέγες: αέτωμα, ισχίο, πυραμίδα ή οροφές shelf σε ένα κτίριο. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής μοντέλων από άλλα λογισμικά, για παράδειγμα μπορούν να σχεδιαστούν έπιπλα σε κάποιο λογισμικό και στην συνέχεια να εισαχθούν στο CityEngine και να προστεθούν στην πόλη.



Εικόνα 3.20: Διαδικασία γραφής κανόνων αρχιτεκτονικής

Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά μοντέλα όπου ο χρήστης εργάζεται με καμπύλες, πλευρές ή άλλες αναπαραστάσεις του ίδιου μοντέλου, στο CityEngine όταν εργάζεται με το αρχείο CGA διδάσκει στο λογισμικό πώς να χτίσει μια ολόκληρη ποικιλία μοντέλων για τον χρήστη. Με τη συμπίληψη τυχαίων στοιχείων τα μοντέλα μπορούν να έχουν ποικιλία, ώστε να μην καταλήξει σε μια πόλη όμοιων έργων, αλλά κάτι πολύ περισσότερο όμοιο με τον πραγματικό κόσμο.

Υπάρχει μια ποικιλία δειγμάτων CGA αρχείων που είναι διαθέσιμα για να κατεβαστούν, και καλύπτουν σύγχρονα, ιστορικά και φανταστικά τοπία. Ακόμα παρέχεται μια ποικιλία οπτικοακουστικού διδακτικού υλικού και έγγραφα, για να υποστηρίξουν το λογισμικό και να βοηθήσουν το χρήστη να καταλάβει καλύτερα πώς λειτουργεί η CGA γραμματική.



Εικόνα 3.21: Παράδειγμα πόλης που έγινε στο CityEngine

Η μόνη μου ανησυχία αφορά τη σταθερότητα του CityEngine. Τρέχω το λογισμικό σε 64-bit σύστημα και, όταν εργάζομαι με μεγάλα μοντέλα ή μοντέλα με πολλές λεπτομέρειες, μερικές φορές κολλάει και η απόδοση του CityEngine γίνεται υποτονική. Όπως συμβαίνει με όλα τα 3D λογισμικά που έχω χρησιμοποιήσει οι χρήστες πρέπει να κατανοήσουν ότι υπάρχουν περιορισμοί συστήματος και να εργαστούν για το πώς αυτό επηρεάζεται το μέγεθος και τις λεπτομέρειες του μοντέλου που παράγουν. Ας ελπίσουμε ότι στις μελλοντικές εκδόσεις θα δούμε ένα πιο χρησιμοποιήσιμο facade engine, πιο προηγμένες επιλογές υψώσεων και εύκολη εξαγωγή για ταίριασμα εκτάσεων και σε άλλα πακέτα, όπως και εξαγωγή με global illumination για πιο αληθοφανή αποτελέσματα.

Κεφάλαιο 4

Υλοποίηση

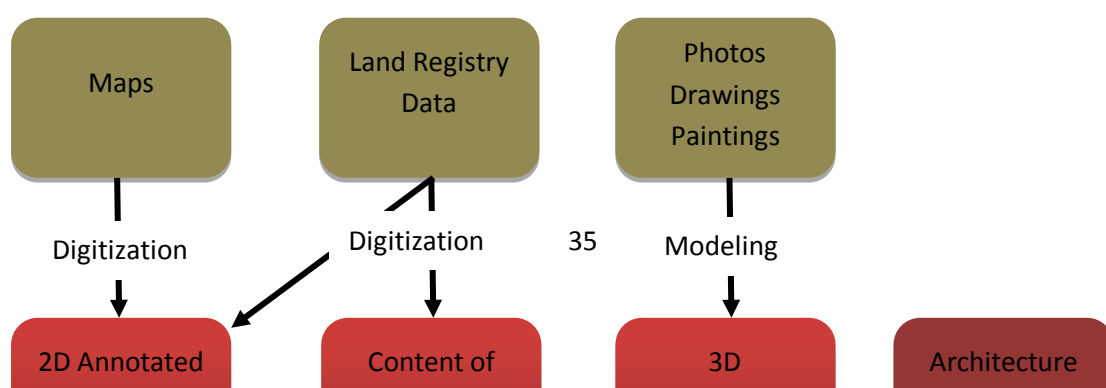
4.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου.....	34
4.2 Διαδικασία Διπλωματικής Εργασίας.....	34
4.3 Επεξεργασία χάρτη.....	39
4.4 Ανάλυση στοιχείων γης/κτηματολογίου.....	45
4.5 Ανάλυση εικόνων / στοιχείων τότε εποχής.....	46
4.6 Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων.....	49
4.7 Γράψιμο κανόνων αρχιτεκτονικής.....	49
4.8 Γράψιμο κώδικα Python.....	50

4.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται ανάλυση της υλοποίησης της διπλωματική εργασίας. Περιγράφεται κάθε βήμα από την αρχή μέχρι το τέλος της εργασίας που έχει γίνει, των προβλημάτων που συναντήθηκαν και των κομματιών που δεν έγιναν. Γίνεται ανάλυση της επεξεργασίας του χάρτη, των τίτλων ιδιοκτησίας, των εικόνων και των σκίτσων, των τρισδιάστατων μοντέλων, των κανόνων αρχιτεκτονική και του κώδικα python.

4.2 Διαδικασία Διπλωματικής Εργασίας

Για την ολοκλήρωση της διπλωματικής έπρεπε να ακολουθηθούν κάποια βήματα.



Εικόνα 4.1: Βήματα για την ολοκλήρωση της εργασίας

- Ψηφιακή επεξεργασία χάρτη
- Ανάλυση και ψηφιοποίηση στοιχείων γης / κτηματολογίου
- Ανάλυση εικόνων τότε εποχής
- Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων
- Γράψιμο κανόνων αρχιτεκτονικής
- Γράψιμο κωδικού Python
- Μοντελοποίηση πόλης

Για την υλοποίηση της πόλης σε 3 D χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό CityEngine. Το CityEngine είναι το λογισμικό για τη μοντελοποίηση αστικού περιβάλλοντος σε 3D. Το CityEngine επιτρέπει στους χρήστες:

- Γρήγορη δημιουργία 3D πόλεων από υπάρχοντα 2D GIS δεδομένα σχετικά με διαδικαστικούς κανόνες.

Έχοντας χάρτες της παλιάς Λευκωσίας σε ηλεκτρονική μορφή, θα μπορούσαμε να τους εισάγουμε στο CityEngine. Με αυτό το λογισμικό μπορούμε να γράψουμε τους δικούς μας

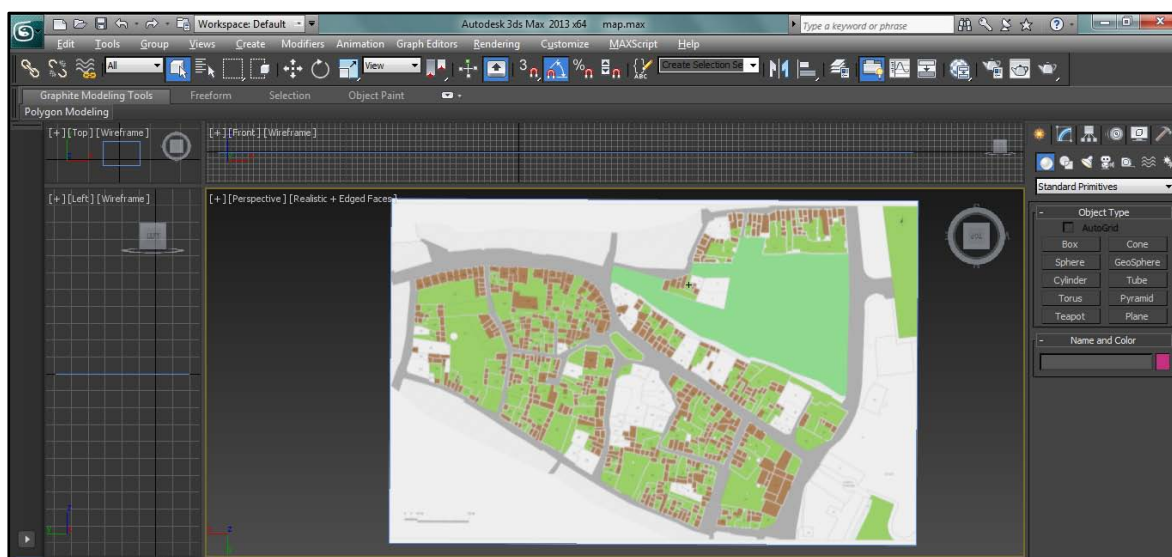
[illegible]

Πρώτον, έπρεπε να βρούμε τον τρόπο να επεξεργαστούμε το χάρτη. Το CityEngine δέχεται χάρτες σε διάφορες μορφές, όμως, οι χάρτες που είχαμε σε ηλεκτρονική μορφή ήταν από μια πιο πρόσφατη περίοδο και δεν εξυπηρετούσαν το σκοπό μας. Εξαιτίας αυτού, οι χάρτες έπρεπε να σαρωθούν από τα βιβλία, τα οποία τεκμηριώνουν αυτή την περίοδο.



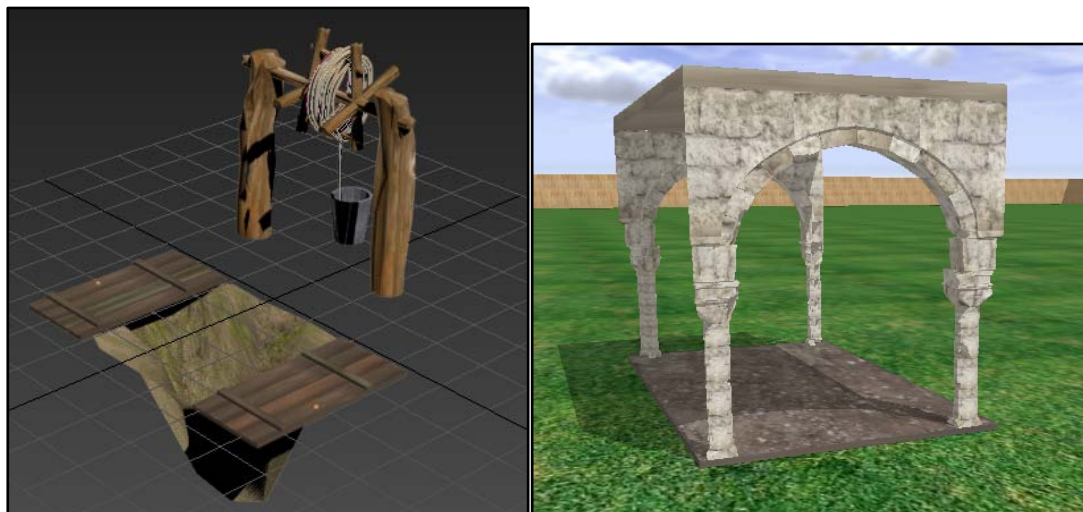
Εικόνα 4.3: Ψηφιακή εικόνα χάρτη της περιοχής του Ταχτακαλά

Αποφασίσαμε να κάνουμε vectorize το χάρτη που φαίνεται στην Εικόνα 4.3. Το χάρτη αυτό το πήραμε από την Εσπερία Ηλιάδου [9] σε μορφή εικόνας. Η περιοχή που επιλέξαμε (ThatelKale), θα έπρεπε να γίνει vectorize με το λογισμικό MagicVector έτσι ώστε να μπορούμε να το επεξεργαστούμε. Στη συνέχεια, ο χάρτης καταχωρήθηκε στο 3DS Max και εξάχθηκε σε μορφή OBJ για να είναι σε θέση να εισήχθη στο CityEngine.



Εικόνα 4.4: Επεξεργασία χάρτη στο 3dsMaxStudio

Μετά πήραμε το χάρτη με τη μορφή που μπορεί να επεξεργαστεί, και συνεχίσαμε με την ανάλυση των κανόνων της αρχιτεκτονικής. Θα εφαρμοστεί ένας κανόνας για κάθε τύπο κτιρίου που υπήρχε εκείνη τη στιγμή (μονώροφη κατοικία, διώροφη οικία, καμάρες, κατάστημα, αυλή, κλπ.), επειδή δεν παρουσίαζαν ομοιογένεια στον τύπο του κτιρίου, εκτός από την εμφάνιση. Για την εμφάνιση των παραθύρων, πόρτες, καμάρες, κ.λπ., τα μοντέλα έχουν σχεδιαστεί με το λογισμικό 3DS Max και εισάγονται στο CityEngine για να έχουμε πιο ρεαλιστικό αποτέλεσμα, όπως, επίσης, χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές υφές και dirt-maps.



Εικόνα 4.5: Τρισδιάστατα μοντέλα που σχεδιάστηκαν στο Autodesk 3dsMax

Σαν τελικό βήμα της ψηφιακής προσομοίωσης της Λευκωσίας του 19ου αιώνα, έπρεπε να βρούμε έναν τρόπο για την αναγνώριση κάθε ακινήτου στο χάρτη και τους κανόνες αναλόγως. Για την εφαρμογή αυτού του κομματιού, και πάλι το CityEngine ήταν πολύ χρήσιμο, το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να χρησιμοποιεί τη γλώσσα προγραμματισμού, Python (Κεφάλαιο 4.8).

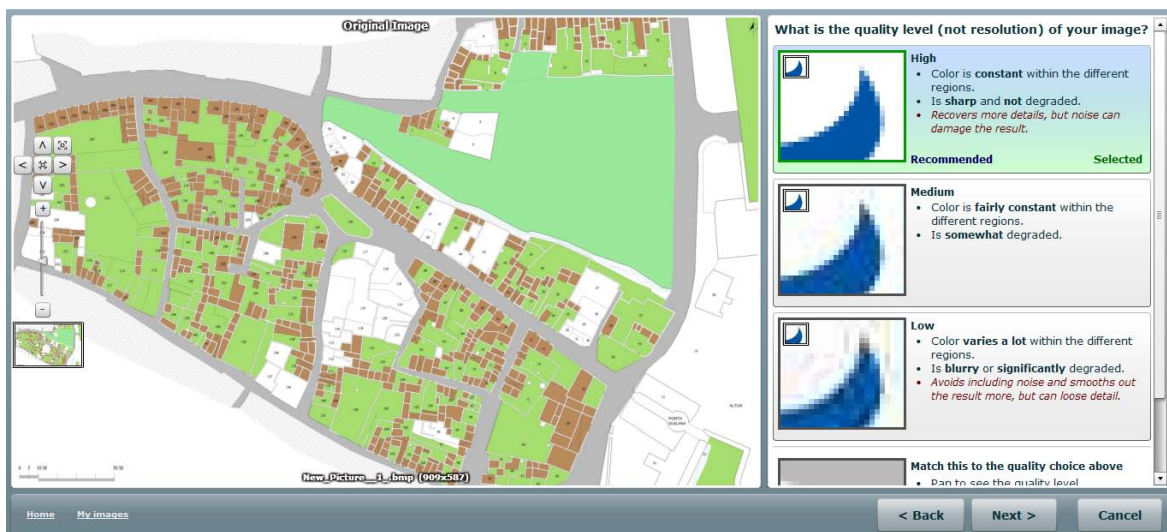
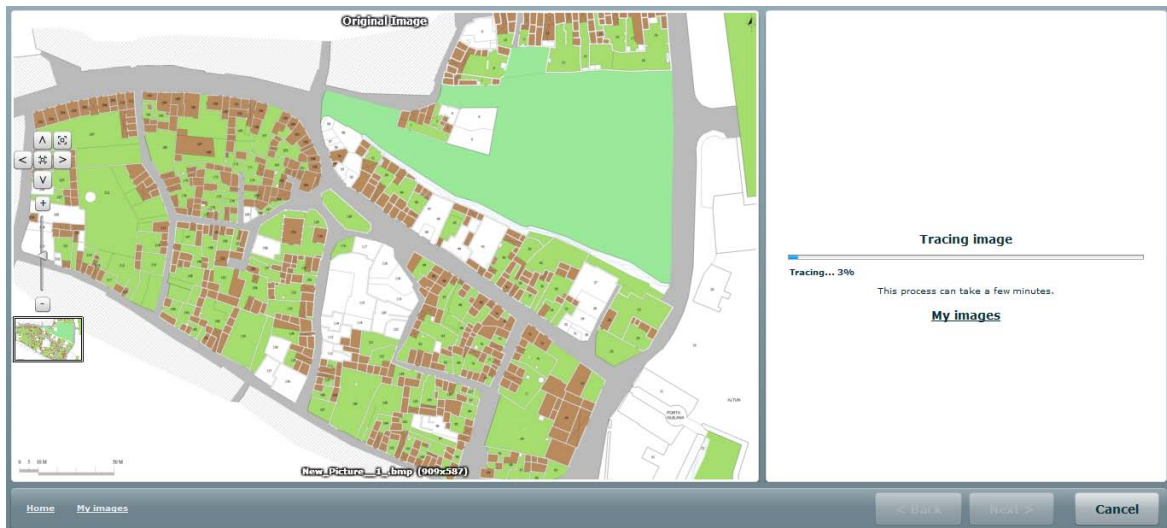
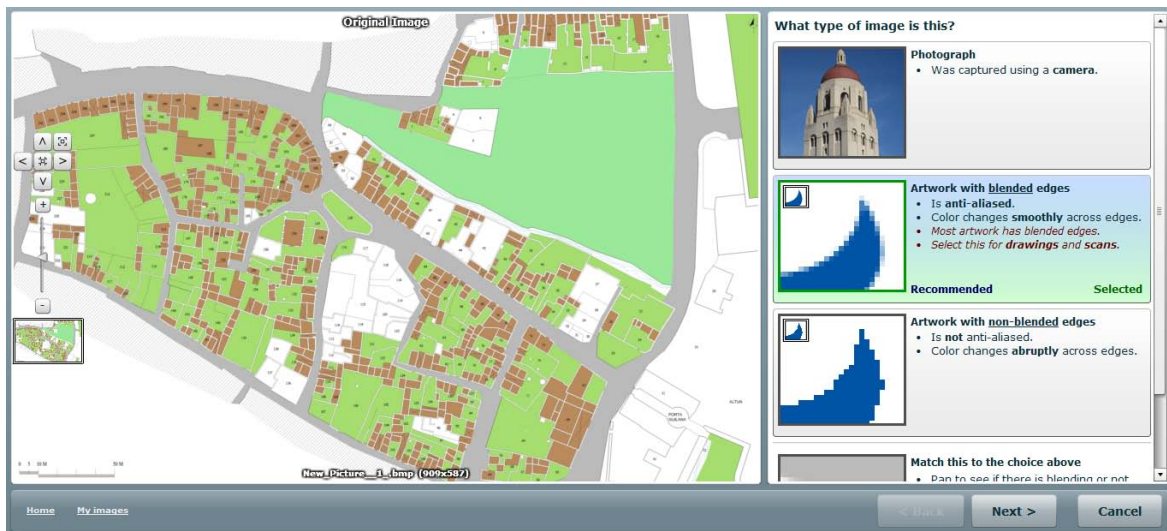
Μετά τη μετατροπή των πληροφοριών σε πίνακες και κείμενο, χρησιμοποιώντας τη γλώσσα Python καταφέραμε να λύσουμε αυτό το στόχο (που είναι ακόμη υπό επεξεργασία). Γράφτηκε κώδικας, όπου από το χάρτη μέσα στη σκηνή του CityEngine, διαβάσει την ταυτότητα της κάθε ιδιοκτησίας και ψάχνει στο αρχείο κειμένου να την βρει. Όταν διαπιστώσει την ταυτότητα του εν λόγω ακινήτου, η αναζήτηση σταματά και αρχίζει να διαβάσει τη γραμμή που περιέχει πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο του ακινήτου, τις οποίες βρήκαμε στους τίτλους ιδιοκτησίας. Στη συνέχεια, έχοντας διαβάσει τις πληροφορίες που έχουν ανατεθεί τα κατάλληλα πρότυπα και την αρχιτεκτονική, τα κτίρια παράγονται / μοντελοποιούνται.

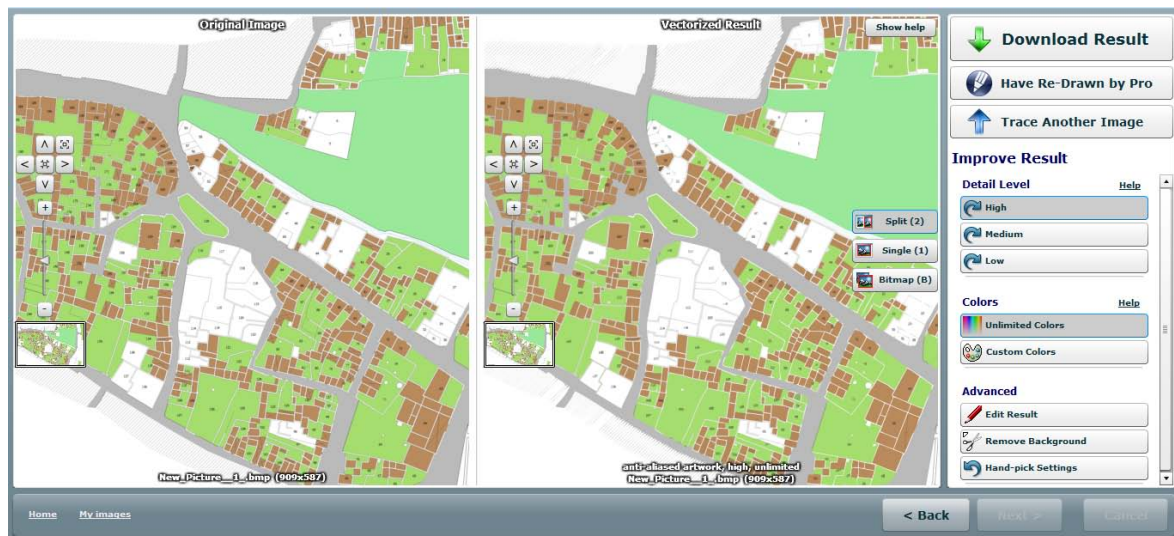
4.3 Επεξεργασία χάρτη

Αυτό το κομμάτι αποτέλεσε και το πιο δύσκολο έργο μας αφού δεν είχαμε τους χάρτες που θέλαμε σε ψηφιακή μορφή και ήταν το πρώτο κομμάτι που έπρεπε να επιλύσουμε για αυτό επιλέξαμε να το αφήσουμε τελευταίο και να συνεχίσουμε με τα υπόλοιπα κομμάτια. Για να μπορέσουμε να δουλεύουμε όμως πάνω στα υπόλοιπα κομμάτια χρειάστηκε να κάνουμε vectorize ένα κομμάτι του χάρτη και στη συνέχεια να τον επεξεργαστούμε και να τον εξάγουμε στην κατάλληλη μορφή. Για αυτό το σκοπό επιλέξαμε ένα κομμάτι όπου υπήρχαν όλοι οι τύποι των κτηρίων και θα ήταν εύκολο να δούμε όλα τα αποτελέσματα.

Για να κάνουμε vectorize τον χάρτη χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό MagicVector το οποίο παρέχεται σε δωρεάν μορφή (trial) όπως επίσης και σε ιστοσελίδα όπου μπορείς να φορτώσεις εικόνες on-line. Το λογισμικό αυτό δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να έχει πολλές επιλογές όσο αφορά την μετατροπή της εικόνας κι αυτό μας επέτρεψε να έχουμε όσο το δυνατό καλύτερο αποτέλεσμα.







Εικόνα 4.5: Snapshots από λογισμικό VectorMagic

Παρόλα αυτά λόγω του ότι πρόκειται για εικόνα και όχι πραγματικό χάρτη υπήρχαν σοβαρά προβλήματα που μας εμποδίζαν να συνεχίσουμε με αυτά τα δεδομένα παρακάτω. Κατά την διαδικασία του vectorization του χάρτη οι γωνίες των πολυγώνων στρογγυλοποιήθηκαν και έτσι αλλοιώθηκε το σχήμα των κτηρίων και των ιδιοκτησιών. Επίσης υπήρχαν πολλά πολύγωνα τα οποία δεν έγιναν vectorized λόγω του ότι ήταν πολύ μικρά ή ήταν θολά.

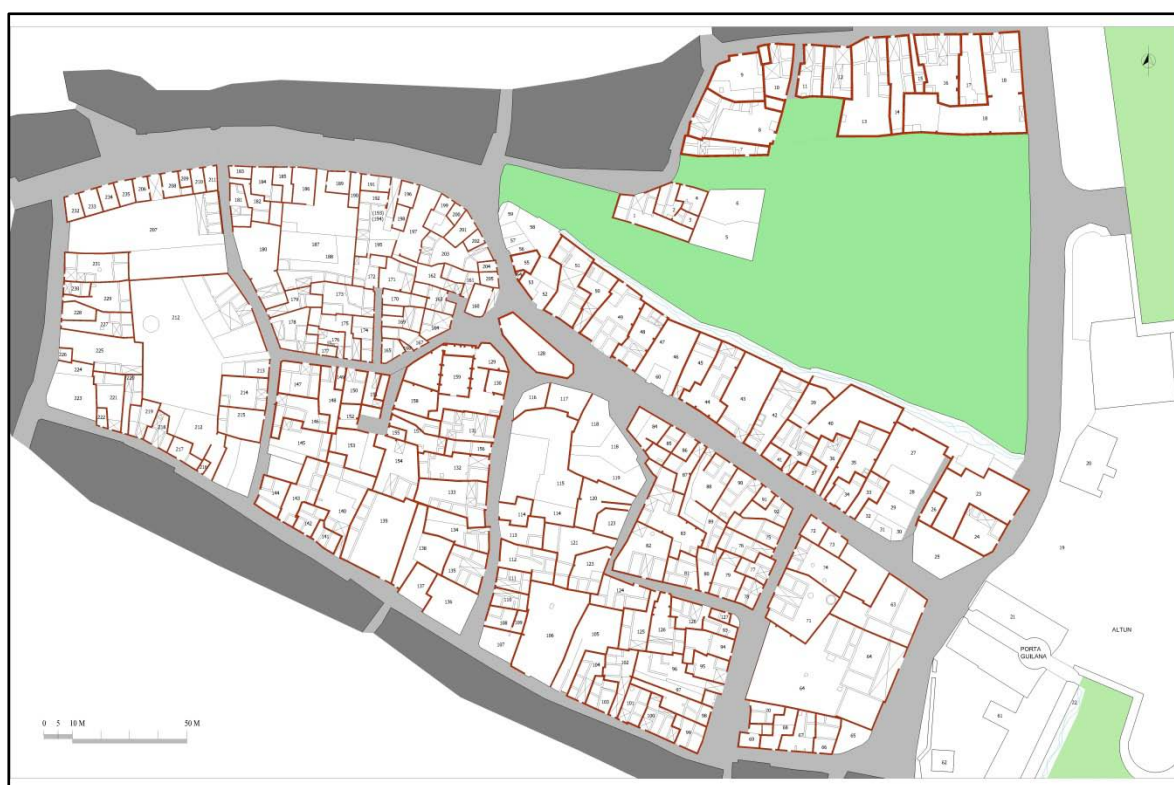
Για τους πιο πάνω λόγους χρειάστηκε να εισαχθεί ο χάρτης στο 3dsMax και να διορθωθεί όσο καλύτερα γίνεται έτσι ώστε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα, πράγμα που έγινε. Με αυτό το χάρτη μπορέσαμε να προχωρήσουμε στα επόμενα βήματα και να αφήσουμε στην άκρη προς το παρόν αυτό το βήμα.

Όταν τελείωσαν σχεδόν τα υπόλοιπα βήματα ήρθε ξανά στην επιφάνεια το θέμα αναζήτησης αντιπροσωπευτικού χάρτη της περιοχής της παλιάς Λευκωσίας του 19^{ου} αιώνα. Αρχικά κοιτάξαμε να βρούμε αν υπήρχαν χάρτες στο κτηματολόγιο Λευκωσίας που να εξυπηρετούσαν το σκοπό μας όμως αυτοί που βρήκαμε ήταν νεότερης εποχής. Εξαιτίας αυτού απευθυνθήκαμε στην Εσπερία Ηλιάδου [9] για να μας δώσει τους ηλεκτρονικούς χάρτες που είχε, οι οποίοι ήταν της τότε εποχής και έγιναν από επαγγελματία modeler πριν μερικά χρόνια. Οι συγκεκριμένοι χάρτες ήταν ακριβώς οι ίδιοι με αυτούς που είχαμε αρχικά σε μορφή εικόνας, όμως αυτήν την φορά ήταν σε Autocad, άρα στην μορφή που μπορούσε να επεξεργαστεί.

Οι χάρτες που πήραμε ήταν οι ακόλουθοι:



Εικόνα 4.6: Κτήρια περιοχής



Εικόνα 4.7: Όρια ιδιοκτησίας



Εικόνα 4.8: Είδη κτηρίων



Εικόνα 4.9: Ψηφιακός χάρτης δωματίων σε AutoCAD

4.3.1 Προβλήματα με τους χάρτες της Εσπερίας

Οι χάρτες της Εσπερίας [9] παρουσίαζαν μεγάλα προβλήματα, όσον αφορά τα δεδομένα που εμείς θέλαμε. Οι χάρτες που αφορούσαν τα κτίρια της περιοχής του Ταχτακαλά είχαν μοντελοποιημένα τα δωμάτια και όχι τα κτίρια. Δηλαδή κάθε δωμάτιο ενός κτιρίου ήταν μια ξεχωριστή οντότητα, ένα ξεχωριστό object πράγμα που παρουσίαζε πρόβλημα διότι όταν έμπαινε ο χάρτης στο λογισμικό CityEngine αυτό όπου βρίσκει object παράγει κτίσμα και όχι δωμάτια (κτίζονται σπίτια και όχι δωμάτια). Επίσης όσον αφορά τους χάρτες με τα όρια ιδιοκτησιών το πρόβλημα είναι ότι ο επαγγελματίας που τους έκανε δεν σχεδίασε τα όρια ιδιοκτησιών, απλώς έκανε group τα κτίσματα που άνηκαν σε κάθε ιδιοκτησία, πράγμα που δεν μας εξυπηρετούσε αφού εμείς θέλαμε τα όρια ιδιοκτησιών σαν ένα εντελώς ξεχωριστό χάρτη για να προσδιορίσουμε την κάθε ιδιοκτησία ξεχωριστά (επίσης κάθε ιδιοκτησία είχε τείχος περίπου 2 μέτρων και για αυτό θέλαμε ξεχωριστά αυτά τα δεδομένα).



Εικόνα 4.10: Προβλήματα χάρτη

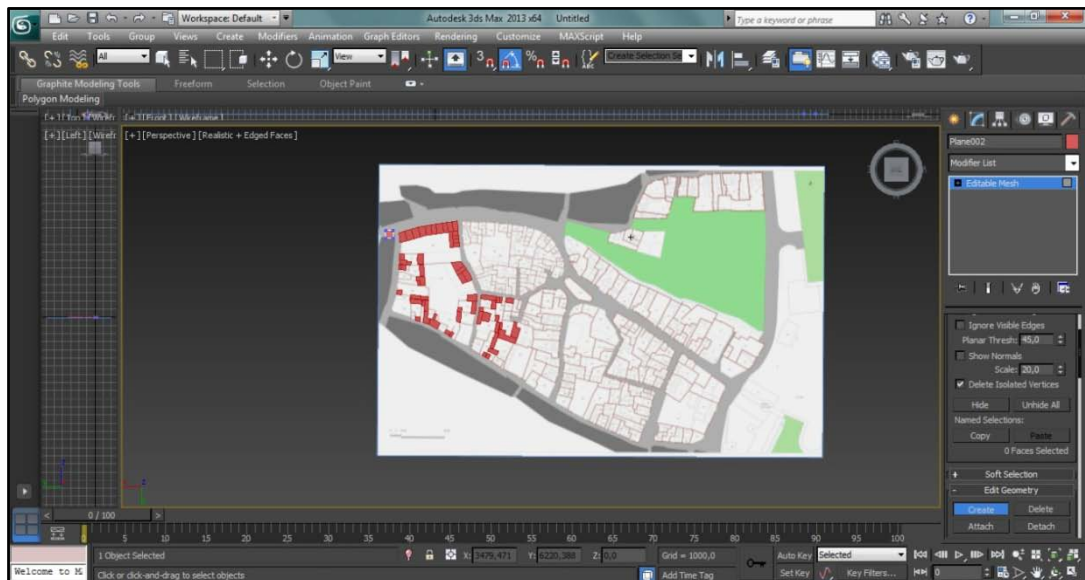
Ο μόνος τρόπος να αντιμετωπισθούν αυτά τα προβλήματα άμεσα και χωρίς χρονοτριβές ήταν να ξανακάνω τους χάρτες όπως τους θέλαμε με την βοήθεια κάποιου λογισμικού και τους χάρτες που είχαμε σε εικόνα που αντιπροσώπευαν την τότε εποχή. Αυτό έγινε με την βοήθεια του λογισμικού 3dsMax με το οποίο είμαι εξοικειωμένος.

4.3.2 Εξαγωγή χάρτη στην κατάλληλη μορφή

Το λογισμικό CityEngine δίνει στο χρήστη πολλές επιλογές για να δημιουργήσει μια πόλη. Εκτός από την επιλογή να δημιουργήσει μια εντελώς φανταστική πόλη, δίνεται η επιλογή να εισαχθούν layers έτσι ώστε βάσει αυτών να παραχθεί μια πόλη πραγματικών δεδομένων ή συγκεκριμένου σχήματος.

Εμείς είχαμε χάρτες σε μορφή DXF(AutoCADFile) όμως δεν γίνονταν σωστά import και παρουσίαζαν προβλήματα τα οποία δεν μπόρεσαν να επιλυθούν.

Για αυτό τον λόγο προτιμήθηκε να γίνουν export σε μορφή OBJ με την βοήθεια του Autodesk 3dsMax.



Εικόνα 4.11: Σχεδιασμός χάρτη στο 3dsMaxStudio

4.4 Ανάλυση στοιχείων γης/κτηματολογίου

Η ανάλυση των στοιχείων γης / κτηματολογίου αποτελεί ένα σημαντικό θέμα σε αυτήν εργασία διότι είναι αυτό που θα προσδώσει στην μοντελοποίηση μια αληθοφάνεια και την πραγματική μορφή της περιοχής. Δηλαδή με αυτά τα δεδομένα μπορούμε να αντιληφθούμε τι κτίρια περιέχονται σε κάθε ιδιοκτησία και έτσι να παραχθούν σε κάθε σημείο τα κατάλληλα κτίσματα (αυλή, σπίτι, διώροφο, μονώροφο, κοτέτσι, καμάρες, πηγάδι, δέντρα, κτλ.).

Τα στοιχεία αυτά τα είχε συλλέξει προηγουμένως η Εσπερία [9] και έτσι δεν χρειαζόταν να τα αναζητήσουμε εμείς. Επίσης αυτά τα στοιχεία τα είχε μετατρέψει σε προηγούμενη διπλωματική εργασία ο Πάνος Τανελιαν, σε μορφή πινάκα έτσι να είναι πιο εύκολη η ανάλυση τους. Η μορφή τους φαίνεται στην εικόνα.

Registry Number	Properties													Valued at (thousand piastre)			
	Shop	Ground Floor Room	Room On Upper Floor	Kitchen	Yard	Toilet	Bath	Well	Stable	Store Room	Verandah	Other		5-10	10-15	15+	
29		1	2	X	X	X					2			X			
30	Space for Shop													X			
31	Shop													X			
32	Shop											X					
33		1	2		X						3			X			
34	House & Shop	1	1								2						
35		2		X	X	X					2			X			

Εικόνα 4.12: Μορφή δεδομένων σε πίνακα

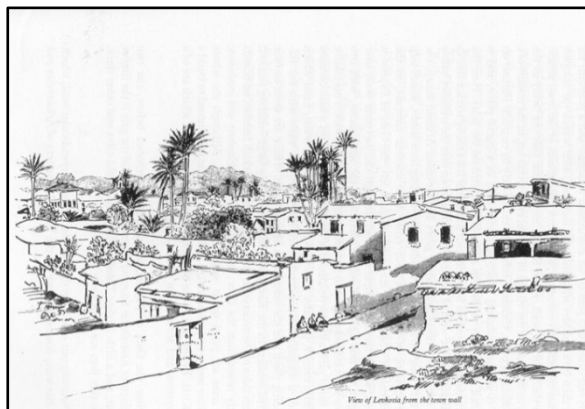
Σε αυτήν την μορφή είναι πλέον εύκολο να γίνουν οι εργασίες που χρειάζονται. Από τα δεδομένα αυτά (τα οποία είναι σε ηλεκτρονική μορφή) θέλαμε βασικά να δούμε τι έχει κάθε ιδιοκτησία μέσα, πράγμα που θα κάναμε σε μεταγενέστερο στάδιο σε συνδυασμό με την ανάλυση του χάρτη.

Παρόλα αυτά, παρατήρησα ότι κάποιες ιδιοκτησίες δεν είχαν αναλυθεί και αυτό έγινε επειδή δεν υπήρχαν πληροφορίες για αυτά. Συνεπώς κάποιες περιοχές / οικόπεδα είτε θα παράγονταν τυχαία είτε καθόλου.

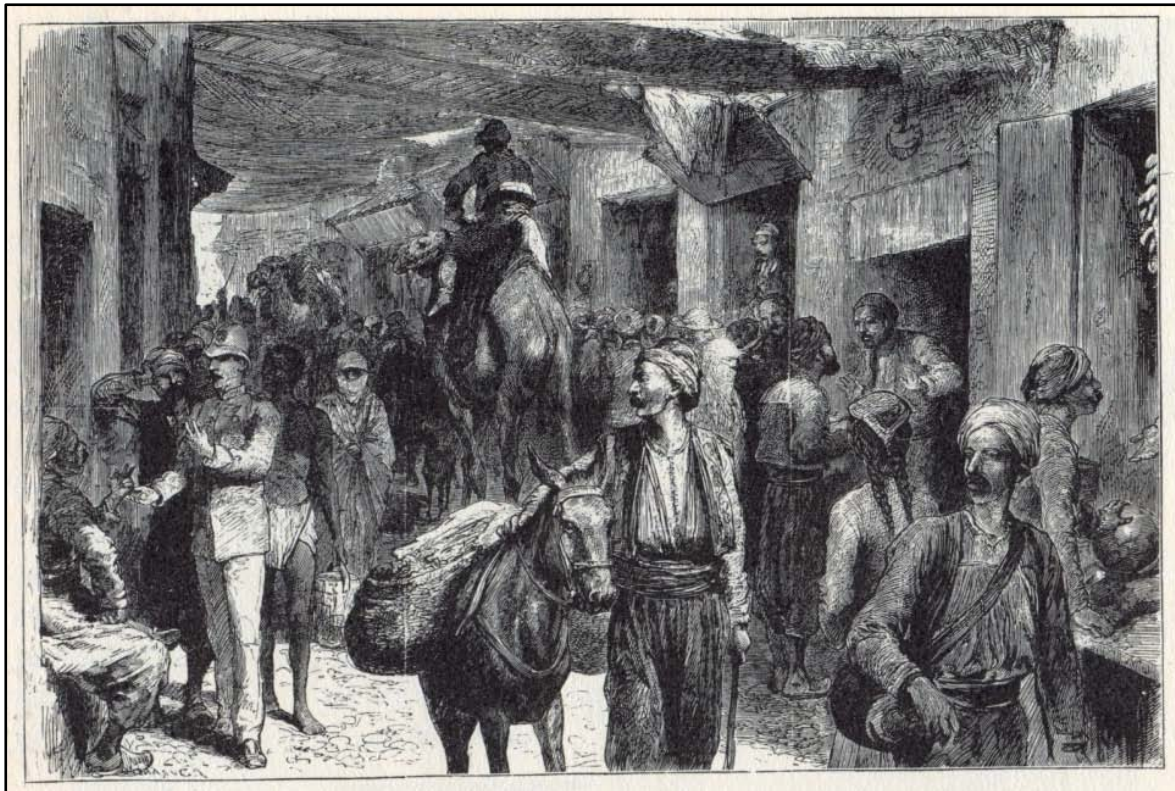
4.5 Ανάλυση εικόνων / στοιχείων τότε εποχής

Η ανάλυση των εικόνων της τότε εποχής δεν ήταν κάτι εύκολο για εμάς. Δεν υπάρχουν πολλές φωτογραφίες από τα κτίσματα της τότε εποχής ανταυτού υπάρχουν πολλά σκίτσα που σκιαγραφούσαν τα χαρακτηριστικά της παλιάς Λευκωσίας του 19^{ου} αιώνα.

Περισσότερο βασιστήκαμε στις πληροφορίες που είχε συλλέξει η Εσπερία και βοηθηθήκαμε πολύ από την δική της έρευνα. Παρατηρήθηκε ότι η αρχιτεκτονική παρέμεινε σχεδόν ίδια μέχρι και σήμερα με μικρές αλλαγές κυρίως σε παράθυρα και πόρτες. Από φωτογραφίες της σημερινής εποχής και τα σκίτσα φαίνεται η ομοιότητα της αρχιτεκτονικής.







Εικόνες 4.13 – 4.23: Φωτογραφίες κτηρίων και σκίτσα από παλιά και νέα εποχή

4.6 Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων

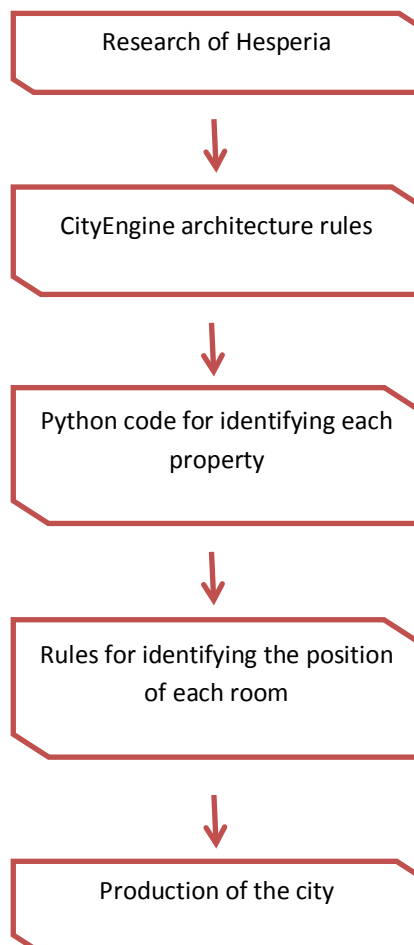
Ένα από τα κομμάτια που έπρεπε να δώσουμε ιδιαίτερο ενδιαφέρον ήταν αυτό της δημιουργίας τρισδιάστατων μοντέλων. Το λογισμικό CityEngine δίνει στην δυνατότητα στο χρήστη να προσθέσει εικόνες σε σημεία όπως πόρτες, παράθυρα, στέγη κτλ. Όμως αυτό θα έδινε την εντύπωση ενός τελειώς ψεύτικου τοπίου. Επίσης το λογισμικό αυτό έχει σαν επιλογή την εισαγωγή τρισδιάστατων μοντέλων. Για αυτό το λόγο αποφασίσαμε πως πρέπει να δοθεί μεγάλη σημασία όπως και έγινε. Η μοντελοποίηση αυτών των τρισδιάστατων μοντέλων έγινε με την βοήθεια του λογισμικού Autodesk 3dsMax και τα αποτελέσματα φαίνονται στην Εικόνα 4.5.

4.7 Γράψιμο κανόνων αρχιτεκτονικής

Το γράψιμο κανόνων αρχιτεκτονικής αποτελεί το σημαντικότερο κομμάτι της διπλωματικής και το κομμάτι με το μεγαλύτερο χρόνο αφιέρωσης. Η διαδικαστική μοντελοποίηση βασίζεται στο γράψιμο κανόνων και αυτός είναι ο κύριος σκοπός της διπλωματικής αυτής.

Με τα στοιχεία που είχαμε για την αρχιτεκτονική της τότε εποχής γράφτηκαν κανόνες οι όποιοι θα παρήγαγαν κτίσματα βάσει αυτών. Χρησιμοποιήθηκαν textures και μοντέλα χαρακτηριστικά της εποχής εκείνης και γενικά η ιδέα που περιγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Οι παρακάτω εικόνες δείχνουν κάποιους κανόνες και τα αποτελέσματά τους:

4.8 Γράψιμο κώδικα Python



Εικόνα 4.24: Βήματα υλοποίησης κομματιού Python

Κάθε ακίνητο στο χάρτη οριοθετείται από τα όρια της «παρτίδας» (Lot). Εντός των ορίων του ακινήτου, συχνά υπάρχουν μια σειρά από στοιχεία που συνδέονται κατασκευαστικά ή όχι. Προκειμένου να αναπαραχθεί η πόλη όσο το δυνατόν πιστότερα, πέρα από τα όρια της πρόσοψης, χρειάζεται να προσδιορίσουμε κάθε ενσωματωμένο μέρος ως προς τη λειτουργία του και το μοντέλο αναλόγως. Για την αναγνώριση πρέπει να φέρουμε σε επαφή δύο διαφορετικές πηγές των δεδομένων μας - οι πράξεις του μητρώου ιδιοκτησίας

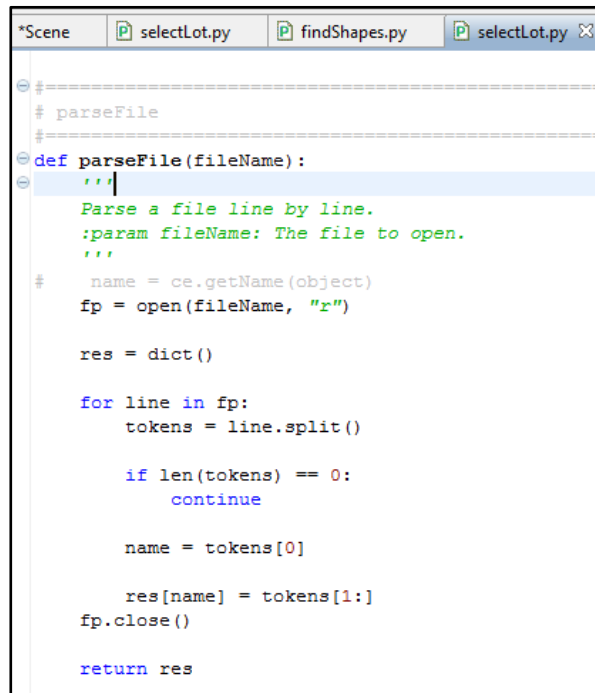
της γης, που έχουν μετατραπεί σε μορφή πίνακα, και οι χάρτες που έχουν ήδη διαβαστεί μέσα στην πόλη.

Πιο συγκεκριμένα, από τους τίτλους ιδιοκτησίας κάθε χωραφιού έχουμε ορισμένα χαρακτηριστικά και πληροφορίες. Από αυτές τις πληροφορίες παίρνουμε το όνομα του Lot και το αποθηκεύουμε σε μια μεταβλητή. Στη συνέχεια διαβάζουμε το αρχείο και αποθηκεύουμε τις λεπτομέρειες του κάθε ακινήτου σε έναν πίνακα κατακερματισμού. Στον πίνακα κατακερματισμού υπάρχουν πληροφορίες για τον τύπο του κτιρίου (αριθμός ορόφων, τύπου των παραρτημάτων όπως κοτέτσι ή αποθήκη, αυλή, αψίδες, κ.λπ.). Έτσι, τώρα για κάθε lot, όπως γνωρίζουμε το όνομα, κοιτάμε το hash πίνακα για να το βρούμε. Όταν το βρει, θα εξετάσει το υπόλοιπο της γραμμής, όπου περιέχονται πληροφορίες για το ακίνητο, τα κτίρια και παράγονται σύμφωνα με τον κανόνα που αντιστοιχεί σε κάθε περίπτωση.

Πιο συγκεκριμένα, ελέγχουμε αν το σπίτι έχει έναν όροφο ή δύο ορόφους και σε κάθε περίπτωση παράγεται το πρότυπο για την κατασκευή κατοικιών. Σε περιπτώσεις καμάρας, κήπου, κοτέτσι, κλπ. καλείται ο αντίστοιχος κανόνας. Για την περίπτωση των δρόμων, ο κανόνας είναι ο ίδιος σε όλο το χάρτη, ενώ για την περίπτωση των άλλων αντικειμένων, όπως πηγάδια, δέντρα, ζώα, κλπ. οι κανόνες καλούνται τυχαία.

Τέλος, για να αποφασιστεί τι είδους είναι το κάθε δωμάτιο, έπρεπε να μελετηθεί περαιτέρω η έρευνα της Εσπερίας [9] για την αρχιτεκτονική των σπιτιών αυτών. Επειδή οι χάρτες που είχαμε δεν έχουν καμία πληροφορία σχετικά με τα κτίρια, αλλά μόνο για κάθε ακίνητο και τι περιέχει κάθε ακίνητο, θα έπρεπε να αποφασιστεί διαφορετικά, που κάθε δωμάτιο θα πρέπει να οικοδομηθεί. Έτσι, επιλέξαμε να μελετήσουμε το έργο της Εσπερίας για να βρούμε ένα σχέδιο, και να εφαρμοστεί αυτό το σχέδιο σε όλα τα ακίνητα των οποίων τα κτίρια βρίσκονται σε κάθε ιδιοκτησία. Από αυτή τη μελέτη, αρχικά παρατηρήσαμε ότι το κεντρικό κτίριο (κατοικία) είναι μπροστά από το δρόμο, πίσω από το σπίτι ως συνήθως υπήρχαν αψίδες και ένα δωμάτιο που χρησίμευε ως αποθήκη ή βοηθητικά. Τότε υπήρχε μια αυλή με τα δέντρα (λεμονιές, φοίνικες, κ.λπ.) και προς το τέλος υπήρχαν και άλλα, όπως το κοτέτσι. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούσαν να γραφτούν κανόνες για την παραγωγή κάθε κτιρίου σύμφωνα με την τοποθεσία του κάθε κτιρίου σε

σχέση με την ιδιοκτησία, και να αποφασίσει τι πρέπει να οικοδομήσουμε. Έτσι έχουμε ελέγξει τις κορυφές του κάθε δωματίου και τη σύγκρισή τους σε σχέση με την ιδιοκτησία. Όσο πιο κοντά προς την πλευρά του ακινήτου που βρίσκεται στο δρόμο, τόσο πιο μπροστά στην ιδιοκτησία βρίσκεται το κτίριο.



```
*Scene selectLot.py findShapes.py selectLot.py X
# parseFile
#
def parseFile(fileName):
    """
    Parse a file line by line.
    :param fileName: The file to open.
    """
    # name = ce.getName(object)
    fp = open(fileName, "r")

    res = dict()

    for line in fp:
        tokens = line.split()

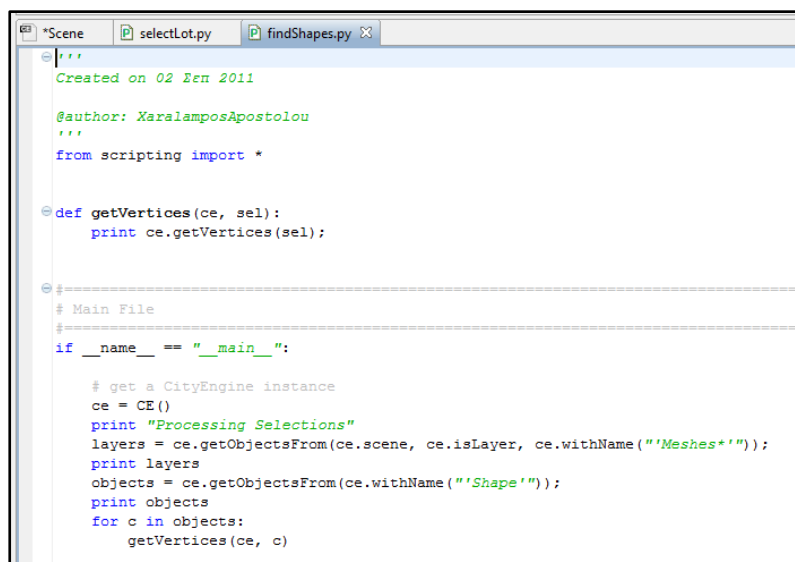
        if len(tokens) == 0:
            continue

        name = tokens[0]

        res[name] = tokens[1:]
    fp.close()

    return res
```

Εικόνα 4.25: Κώδικας επιλογής ιδιοκτησίας



```
*Scene selectLot.py findShapes.py X
'''
Created on 02 Jan 2011

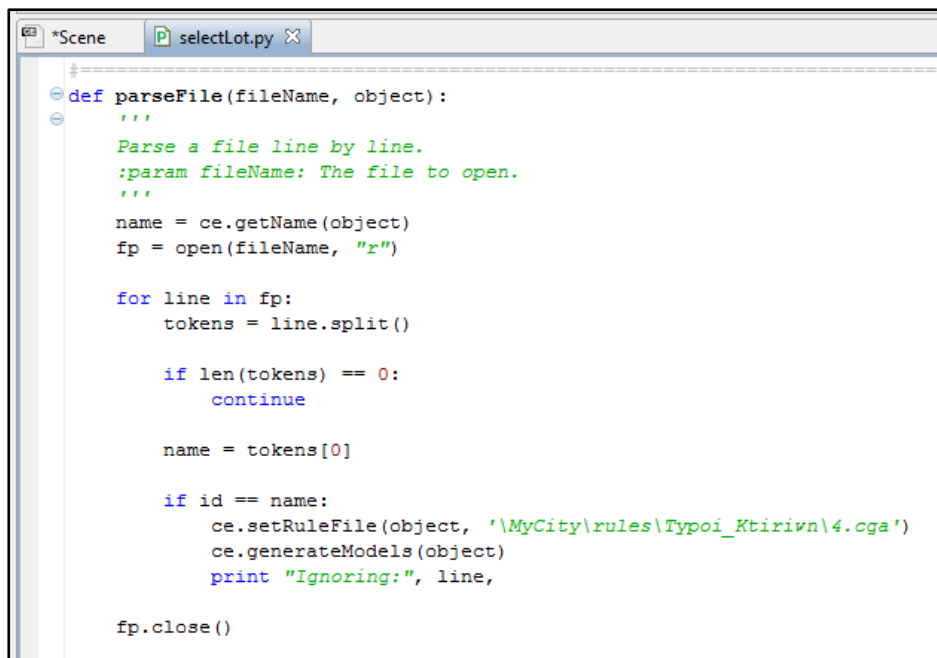
@author: Xaralampos Apostolou
'''
from scripting import *

def getVertices(ce, sel):
    print ce.getVertices(sel);

# Main File
#
if __name__ == "__main__":

    # get a CityEngine instance
    ce = CE()
    print "Processing Selections"
    layers = ce.getObjectsFrom(ce.scene, ce.isLayer, ce.withName("Meshes"));
    print layers
    objects = ce.getObjectsFrom(ce.withName("Shape"));
    print objects
    for c in objects:
        getVertices(ce, c)
```

Εικόνα 4.26: Κώδικας ελέγχου που βρίσκεται κάθε σπίτι με την συλλογή και εξέταση των κορυφών κάθε Lot



```
#
def parseFile(fileName, object):
    """
    Parse a file line by line.
    :param fileName: The file to open.
    """
    name = ce.getName(object)
    fp = open(fileName, "r")

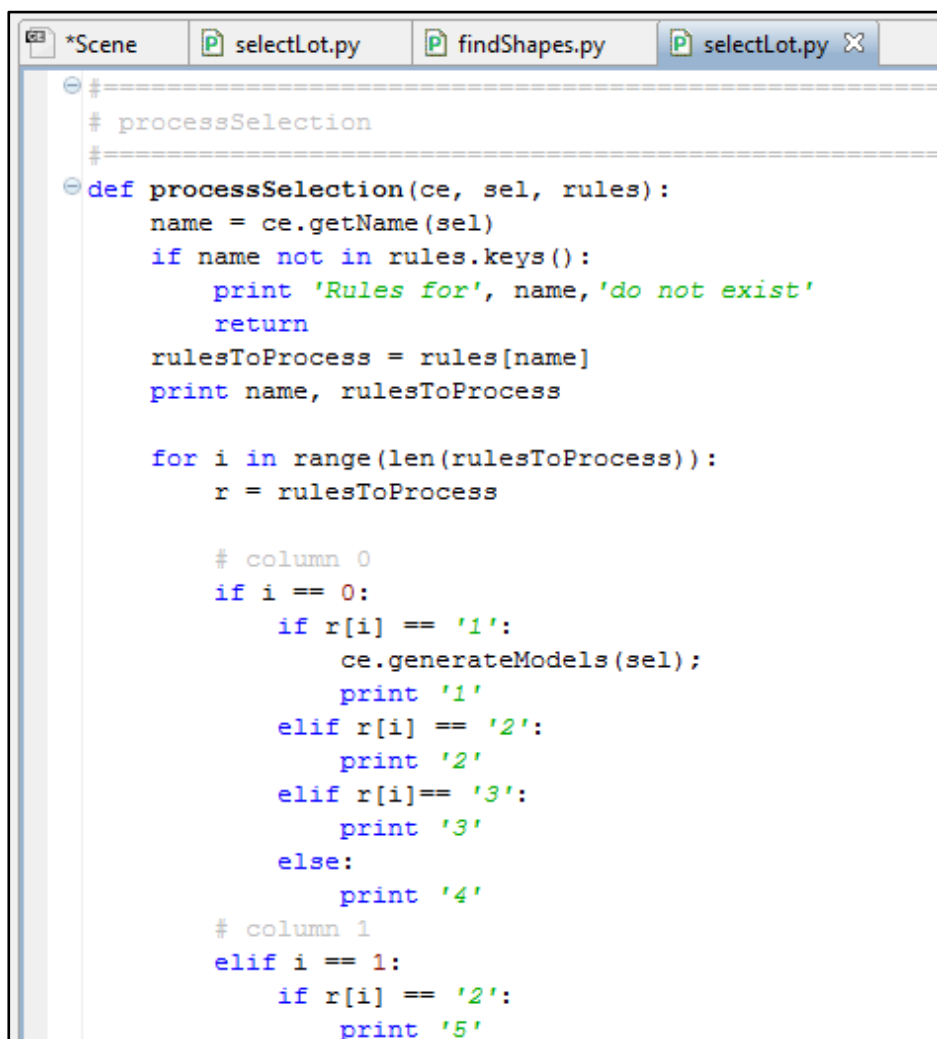
    for line in fp:
        tokens = line.split()

        if len(tokens) == 0:
            continue

        name = tokens[0]

        if id == name:
            ce.setRuleFile(object, '\\MyCity\\rules\\Typoi_Ktiriwn\\4.cga')
            ce.generateModels(object)
            print "Ignoring:", line,

    fp.close()
```



```
#
# processSelection
#
def processSelection(ce, sel, rules):
    name = ce.getName(sel)
    if name not in rules.keys():
        print 'Rules for', name, 'do not exist'
        return
    rulesToProcess = rules[name]
    print name, rulesToProcess

    for i in range(len(rulesToProcess)):
        r = rulesToProcess

        # column 0
        if i == 0:
            if r[i] == '1':
                ce.generateModels(sel);
                print '1'
            elif r[i] == '2':
                print '2'
            elif r[i] == '3':
                print '3'
            else:
                print '4'

        # column 1
        elif i == 1:
            if r[i] == '2':
                print '5'
```

Εικόνα 4.27: Αναζήτηση ιδιοκτησίας στους πίνακες

Κεφάλαιο 5

Συμπεράσματα

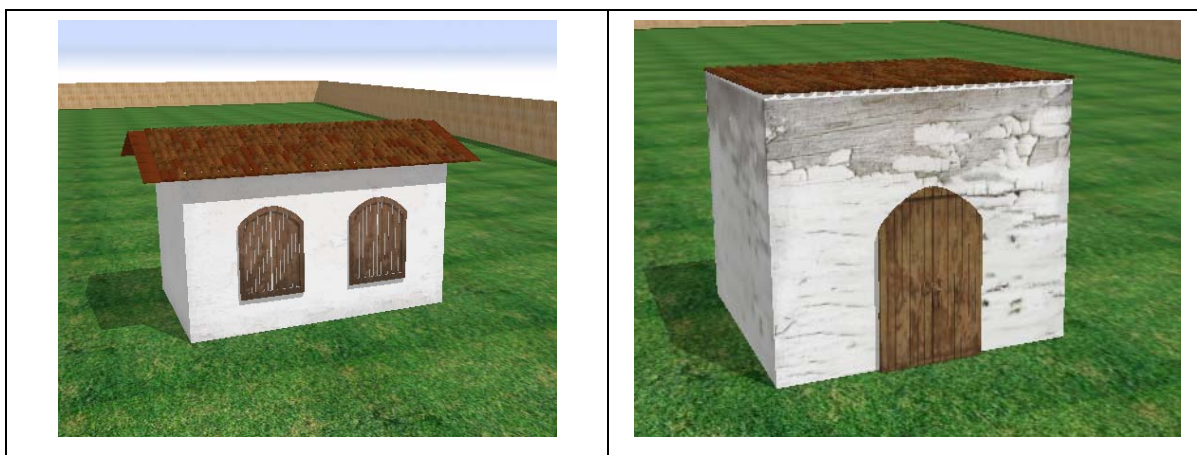
5.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου.....	54
5.2 Αποτελέσματα.....	54
5.3 Συμπεράσματα.....	61
5.4 Μελλοντική Εργασία.....	63

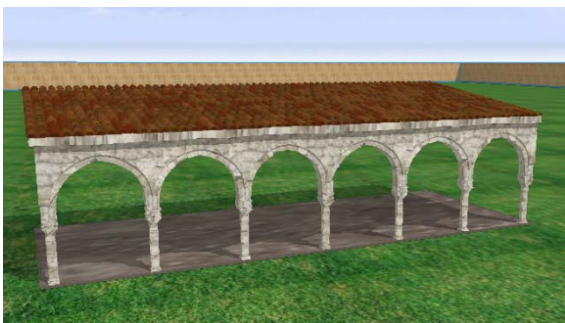
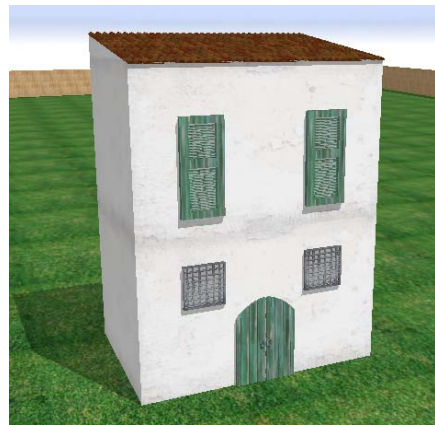
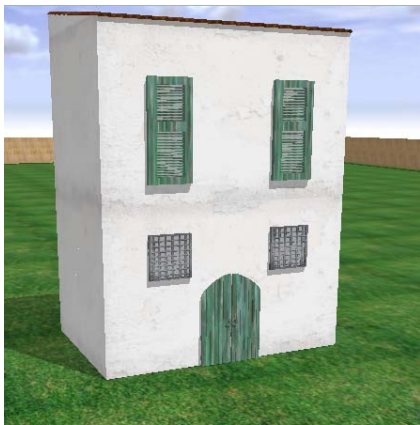
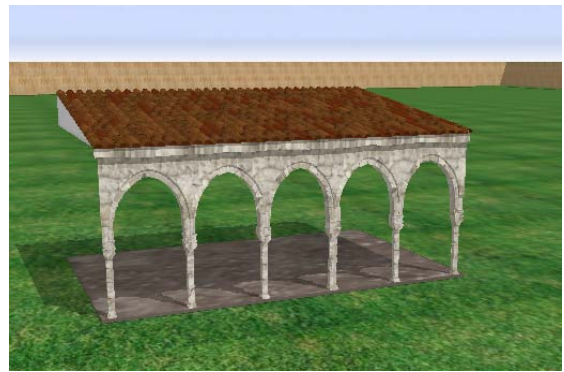
5.1 Εισαγωγή Κεφαλαίου

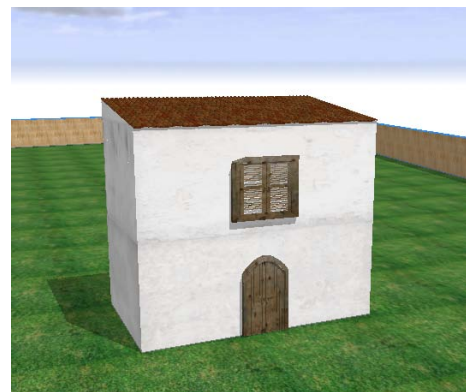
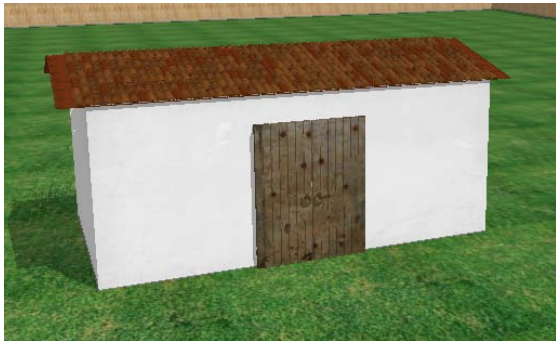
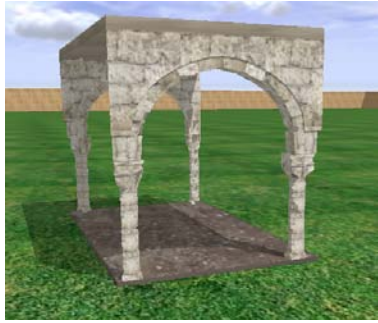
Στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα διπλωματικής εργασίας και τα συμπεράσματα. Αναλύονται τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν και πως μπορούν να ξεπεραστούν σε μελλοντική εργασία.

5.2 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της εργασίας που έχει γίνει φαίνονται στις πιο κάτω εικόνες:









Πίνακας 5.1: Μοντέλα κτηρίων που έγινε με κανόνες αρχιτεκτονικής στο CityEngine











Πίνακας 5.2: Παραγωγή πολλών κτηρίων μιας περιοχής

5.3 Συμπεράσματα

Στόχος τα διπλωματικής μου εργασίας ήταν η διαδικαστική μοντελοποίηση της παλιάς Λευκωσίας με αυτοματοποιημένο τρόπο. Για να το κάνουμε αυτό έπρεπε να γίνουν πολλά βήματα. Χρειάστηκε να αναλυθούν χάρτες, τίτλοι ιδιοκτησίας, εικόνες της τότε εποχής και να γραφτεί κώδικας για την παραγωγή της πόλης.

Όσον αφορά τους χάρτες αντιμετώπισα πολλά προβλήματα αφού δεν του είχαμε σε ηλεκτρονική μορφή αρχικά, και έτσι χρειάστηκε να δουλεύω σε ένα κομμάτι που κατάφερα να δημιουργήσω στο λογισμικό 3dsMaxStudio. Επίσης μετέπειτα όταν επανήλθαμε στο θέμα των χαρτών και κατάφερε η Εσπερία να μας βρεί ηλεκτρονικούς χάρτες τις τότε εποχής, της περιοχής του Ταχτακαλα, οι συγκεκριμένοι χάρτες δεν μπορούσαν να εισαχθούν στο CityEngine και να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή της

πόλης αφού ήταν μοντελοποιημένα τα δωμάτια και όχι τα κτήρια. Έτσι όταν προσπαθούσα να χρησιμοποιήσω τους χάρτες αυτούς, όπου υπήρχε δωμάτιο κτιζόταν κατοικία και το αποτέλεσμα σαφώς δεν ήταν το επιθυμητό. Ακόμα και όταν προσπάθησα να ομαδοποιήσω τα δωμάτια κάθε κτηρίου και πάλι το λογισμικό τα αντιλαμβανόταν σαν ξεχωριστά κομμάτια.

Για το θέμα των κανόνων παραγωγής και των τρισδιάστατων μοντέλων που έγιναν στο 3dsMaxstudio, τα αποτελέσματα ήταν κατά την γνώμη μου αρκετά καλά. Όπως φαίνονται και στις εικόνες, με τους κανόνες που γράφτηκαν και τα textures και μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν είχαμε σαν αποτέλεσμα μι αρκετά αληθοφανή πόλη με πραγματικά στοιχεία της εποχής εκείνης. Αυτό που αποτέλεσε πρόβλημα ήταν τα πολλά πολύγωνα της πόλης μας με αποτέλεσμα να σταματάει το σύστημα και να λειτουργεί υποτονικά το πρόγραμμα.



Εικόνα 5.1: Μοντελοποιημένη περιοχή

Τέλος όσον αφορά το κομμάτι με την ρυθιοποίηση έπρεπε να γραφτεί κώδικας για να αναγνωρίζονται αυτόματα τα κτήρια, εδώ είχαμε κάποια προβλήματα. Βασικά δεν είχαμε τον χάρτη σε ηλεκτρονική επιθυμητή μορφή και όταν καταλάβαμε ότι δεν μπορούσαμε να βρούμε τέτοιο χάρτη ήταν πια αργά για να φτιαχτεί ένας, έτσι αυτό το κομμάτι έμεινε ημιτελές. Στόχος ήταν να συγκρίνονται οι χάρτες των ορίων ιδιοκτησίας και των κτηρίων, να βρίσκουμε ποια κτήρια υπάρχουν σε κάθε ιδιοκτησία, να ταξινομούνται με βάση την απόστασή τους από το δρόμο και στο τέλος να αναζητείται η ιδιοκτησία στους πίνακες

των δεδομένων (τίτλοι ιδιοκτησίας) και ανάλογα να κτίζονται τα είδη κτηρίων που περιέχει κάθε οικόπεδο (διώροφο, μονώροφο, κοτέτσι, καμάρες).

Συνολικά γράφτηκαν 22 αρχεία κανόνων αρχιτεκτονικής, από τα οποία τα 14 είναι διαφορετικά είδη σπιτιών και τα υπόλοιπα αφορούν άλλα κτίσματα και μοντέλα όπως καμάρες, δέντρα, πηγάδια, τέντες, ζώα, δρόμοι, οροφές, κτλ.

Κατά την επαφή μου με το λογισμικό CityEngine διαπίστωσα πόσο σημαντική είναι η διαδικαστική μοντελοποίηση τέτοιων πόλεων και πόσο βοηθητικό είναι ένα τέτοιο λογισμικό, όσον αφορά το κόστος, τον χρόνο και την ευκολία δημιουργίας πόλεων.

5.4 Μελλοντική Εργασία

Σαν μελλοντική εργασία υπάρχουν μερικά πράγματα που θα μπορούσαν να βελτιωθούν:

- Καταρχήν πρέπει να φτιαχτεί ένας χάρτης ο οποίος να συνάδει με το λογισμικό αυτό και με την ιδέα των κανόνων ή να βρεθεί ένας τρόπος οι συγκεκριμένοι χάρτες που έχουμε να μετατραπούν έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν.
- Έπειτα πρέπει να ολοκληρωθεί το κομμάτι με την αναγνώριση των κτηρίων δηλαδή με την αναζήτηση τους στο χάρτη, την ταξινόμηση τους σε σχέση με το δρόμο και την παραγωγή τους ανάλογα με τα δεδομένα των τίτλων ιδιοκτησίας.
- Τέλος πρέπει να τελειοποιηθεί το θέμα της στέγης και να μετατραπούν οι κανόνες έτσι ώστε να υπάρχουν όσο πιο λίγα πολύγωνα για να εξοικονομείται μνήμη. Μια λύση είναι να χρησιμοποιηθούν normalmaps αντί για objμοντέλα κεραμιδιών.

Βιβλιογραφία

- [1] C. Xu and Jerry L. Prince, Snakes, Shapes, and Gradient Vector Flow, *IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING*. volume 7. number 3 pages 359-369. 1998.
- [2] P.Muller, P.Wonka, S.Haegler, A.Ulmer and Luc Van Gool, Procedural Modeling of Buildings, *ACM Transactions on Graphics*. volume 25. number 3 pages 614-623. 2006. Proceedings of SIGGRAPH 2006
- [3] Procedural Website,
<http://www.procedural.com:9099/help/index.jsp?topic=/com.procedural.cityengine.help/html/toc.html>
- [4] The C++ Resources Network,
<http://www.cplusplus.com/>
- [5] Computer Vision Lab,
<http://www.vision.ee.ethz.ch/>
- [6] Peter Wonka, Michael Wimmer, Francois Sillion, and William Ribarsky, “Instant Architecture”. *ACM transactions on graphics* 22, 3, 669-667
- [7] Α. Ευθυμίου, «Δημιουργία Τρισδιάστατων Εικονικών Μοντέλων Ξεκινώντας από Χάρτες και Φωτογραφίες: Μοντελοποίηση των Εντός των Τειχών Λευκωσίας», Ατομική Διπλωματική Εργασία, 2002
- [8] Σ. Μιχαήλ, «Διαδικαστική Μοντελοποίηση της Παλιάς Λευκωσίας του 19^{ου} αιώνα», Ατομική Διπλωματική Εργασία, 2009
- [9] IliadouEsperia: Researching the Cyprus Ottoman Mahalla, (publication of full text pending under the auspices of the Makarios III Research Foundation,Cyprus, (2010)