

## **3D Μοντελοποίηση Παραδοσιακών Οικισμών Κεντρικού Ζαγορίου**

**Δ. Κιτσάκης**, Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, Υποψήφιος Διδάκτωρ ΕΜΠ

**Ε. Τσιλιάκου**, Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός ΕΜΠ

**Α. Λαμπρόπουλος**, Δρ. Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, ΕΔΙΠ ΕΜΠ

**Ε. Δημοπούλου**, Δρ. Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΕΜΠ  
Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, Τομέας  
Τοπογραφίας, Γνωστική Περιοχή Κτηματολογίου

### **Περίληψη**

Το Ζαγόρι είναι ένα σύμπλεγμα 46 οικισμών της Ηπείρου, γνωστών και ως Ζαγοροχώρια, το οποίο βρίσκεται στους πρόποδες της Πίνδου και καταλαμβάνει μία έκταση περίπου 1000 τ.χλμ. Το φυσικό περιβάλλον στα Ζαγόρια είναι μοναδικό, όπως και η παραδοσιακή αρχιτεκτονική των οικισμών του, η οποία με κυρίαρχο υλικό την πέτρα, διακρίνεται για την απλότητα, την ομοιογένεια και την απόλυτη ένταξη στο περιβάλλον. Επιπλέον κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά που είναι αποτυπωμένα στην αρχιτεκτονική και είναι ορατά και σήμερα, είναι η αμυντική διάταξη των οικισμών έναντι εισβολέων και καιρικών συνθηκών, η αίγλη και ο πλούτος του παρελθόντος αποτυπωμένος στα αρχοντικά, αλλά και η σημερινή εικόνα εγκατάλειψης σε μεγάλο βαθμό, υποστηρίζοντας τόσο την ιδιαιτερότητα του Ζαγορίου, όσο και την ανάγκη για την αποτελεσματικότερη διαχείριση, προστασία και ανάδειξη των οικισμών του.

Η σύγχρονη τάση σχετικά με την ακίνητη περιουσία περιλαμβάνει την τρισδιάστατη καταγραφή και διαχείρισή της μέσω συστημάτων 3D Κτηματολογίου, καθώς και τη μοντελοποίηση και απεικόνισή της μέσω κατάλληλου λογισμικού. Ιδιαίτερα για περιοχές με αρχιτεκτονικό και ιστορικό ενδιαφέρον, όπως οι συνεκτικοί και ομοιόμορφοι παραδοσιακοί οικισμοί του Ζαγορίου, η εφαρμογή τρισδιάστατης μοντελοποίησης και πιο συγκεκριμένα κανονιστικής μοντελοποίησης που αποτελεί δυναμικό τρόπο περιγραφής σύνθετων δομημένων γεωμετριών μέσω αλγορίθμων, κανόνων και λειτουργιών, μπορεί να συμβάλει στη σωστή τεκμηρίωση και την καλύτερη διαχείριση του πολιτιστικού αυτού πλούτου.

Στην εργασία αυτή εφαρμόστηκαν τεχνικές κανονιστικής μοντελοποίησης με τη χρήση του λογισμικού CityEngine της ESRI σε τμήμα του Οικισμού «Κήποι» στο Κεντρικό Ζαγόρι, με σκοπό τη δημιουργία μοντέλων βασισμένων σε αντιπροσωπευτικούς τύπους κατοικιών της περιοχής, από το επίπεδο λεπτομέρειας LoD1 (κτηριακοί όγκοι) έως το επίπεδο LoD3 (με στοιχεία υψής και τρισδιάστατα στοιχεία όπως καμάρες, περβάζια κλπ). Αποτέλεσμα είναι η δυνατότητα συστηματικής και αυτοματοποιημένης αναπαράστασης παραδοσιακών οικισμών, που μπορεί να επεκταθεί και σε αντίστοιχες περιπτώσεις οικισμών, ώστε να εξασφαλιστεί η καλύτερη καταγραφή, αναπαράσταση, προστασία και προβολή τους.

### **Εισαγωγή**

Στις ορεινές κι απομονωμένες περιοχές, η παράδοση και η αρχιτεκτονική κληρονομιά (με την έννοια των παραδοσιακών κτηρίων, των οικιστικών συνόλων, των παραδοσιακών οικισμών, αλλά και γενικότερα των στοιχείων του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος με ιδιαίτερη ιστορική, πολεοδομική, αρχιτεκτονική, λαογραφική, κοινωνική και αισθητική φυσιογνωμία και αξία), συνιστούν τα συγκριτικά τους πλεονεκτήματα και δημιουργούν όρους ανάπτυξης. Η προστασία και ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς αποτελεί συνταγματική υποχρέωση

της πολιτείας (άρθρο 24, παρ. 6 του Συντάγματος) και εντάσσεται σε πλαίσιο διεθνών συμβάσεων και εθνικών νομοθετικών ρυθμίσεων (με αρχή το Π.Δ. 19.10.1978/ΦΕΚ594Δ). Ειδικότερα για τους «παραδοσιακούς οικισμούς», που αναγνωρίζονται ως σημαντικό κομμάτι της πολιτιστικής μας κληρονομιάς, 830 περίπου έχουν χαρακτηριστεί από το ΥΠΕΚΑ, με χωροταξική κατανομή που παρουσιάζει ιδιαίτερη πύκνωση στις ορεινές και νησιωτικές περιοχές. Για τους οικισμούς αυτούς, το ισχύον θεσμικό πλαίσιο προστασίας τους παρουσιάζει επικαλύψεις αρμοδιοτήτων, αδυναμίες στη συστηματοποίηση των κριτηρίων προστασίας τους, αλλά και προβλήματα εφαρμογής. Τα προβλήματα αυτά επιδρούν και αλλοιώνουν την αισθητική, ιστορική και πολιτιστική ταυτότητα του Ελληνικού τοπίου και διαμορφώνουν την ανάγκη αποτελεσματικότερης διαχείρισης και προστασίας του αρχιτεκτονικού μας πλούτου, σε ένα πλαίσιο δράσεων, που παράλληλα θα συμβάλει στην ανάδειξη και αναζωογόνηση των παραδοσιακών εκείνων οικισμών που βρίσκονται σε ορεινές ή απομονωμένες περιοχές και παρουσιάζουν σήμερα στοιχεία ερήμωσης.

Η σημερινή εποχή, όπου αναπτύσσονται νέες τεχνολογίες πληροφορικής, δεν μπορεί παρά να επηρεάσει καθοριστικά τις δράσεις για την καταγραφή και ανάδειξη της αρχιτεκτονικής μας κληρονομιάς. Στο πλαίσιο αυτό εντάσσεται και το έργο δημιουργίας «Ενιαίου Εθνικού Ψηφιακού Αρχείου Μνημείων» για την ηλεκτρονική καταγραφή, αρχειοθέτηση και ταξινόμηση των στοιχείων των διατηρητέων και παραδοσιακών οικισμών ευθύνης του ΥΠΕΚΑ, ενώ είναι σε εξέλιξη αντίστοιχο πρόγραμμα του Υπουργείου Πολιτισμού. Στον τομέα της τεκμηρίωσης και προστασίας των διατηρητέων κτηρίων και των παραδοσιακών οικισμών, θα μπορούσαν να συμβάλλουν αποτελεσματικά και άλλοι φορείς όπως είναι τα Πανεπιστήμια, που σε συνεργασία με τις τοπικές αρχές μπορούν να αξιοποιήσουν επιστημονικά μέσα και τεχνογνωσία σε αυτήν την κατεύθυνση.

Στο πλαίσιο αυτό εντάσσεται και η παρούσα εργασία, που επιχειρεί να διαχειριστεί κτήρια/ κτιριακά σύνολα παραδοσιακού οικισμού σε ψηφιακό περιβάλλον τρισδιάστατης μοντελοποίησης και απεικόνισης, δημιουργώντας υπολογιστικούς κανόνες που αξιοποιούν την επαναληψιμότητα και συστηματικότητα των παραδοσιακών στοιχείων που συνθέτουν την κτιριακή αρχιτεκτονική μας κληρονομιά. Μέσω της «κανονιστικής» αυτής μοντελοποίησης, περιγράφονται γεωμετρικές σχέσεις των δομικών και αρχιτεκτονικών προτύπων που συνθέτουν αντιπροσωπευτικά κτιριακά σύνολα και τεκμηριώνονται έτσι τμηματικά οι παραδοσιακοί οικισμοί. Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση βάσει κανόνων εφαρμόζεται σε αντιπροσωπευτικούς τύπους κτηρίων/ κτιριακών συνόλων του παραδοσιακού οικισμού «Κήποι», του Δήμου Ζαγορίου (χαρακτηρισμός ως διατηρητέος οικισμός σύμφωνα με τα ΦΕΚ Δ 594/13.11.1978 & ΦΕΚ Δ 615/01.11.1979), που διατηρεί στοιχεία της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής της ευρύτερης περιοχής με λιθόστρωτα καλντερίμια, χαγιάτια και λίθινα σπίτια. Η εργασία διαρθρώνεται σε πέντε κεφάλαια. Στο δεύτερο δίνονται γενικά στοιχεία που αφορούν στους παραδοσιακούς οικισμούς και ειδικότερα στο σύμπλεγμα των οικισμών του Ζαγορίου Ηπείρου με τη μοναδική αρχιτεκτονική τους, όπως αποτυπώνεται σε αντιπροσωπευτικούς τύπους κτηρίων της περιοχής. Το τρίτο κεφάλαιο περιγράφει τη διαδικασία της κανονιστικής τρισδιάστατης μοντελοποίησης που γίνεται πιο εμφανής στο τέταρτο κεφάλαιο της υλοποίησής της στους Κήπους του Κεντρικού Ζαγορίου. Παρουσιάζονται αναλυτικά τα στάδια της δημιουργίας των μοντέλων και τα αποτελέσματα της απεικόνισής τους. Στο τελευταίο κεφάλαιο δίνονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη θεωρητική προσέγγιση και την εφαρμογή του προβλήματος καταγραφής, απεικόνισης και διαχείρισης της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς των παραδοσιακών οικισμών και διατυπώνονται σκέψεις και προτάσεις περαιτέρω επέκτασης και ανάπτυξης της

προτεινόμενης διαδικασίας, που συνιστά μια σύγχρονη πρόκληση στο χώρο της τεκμηρίωσης και ανάδειξης των παραδοσιακών οικισμών.

### **Παραδοσιακοί Οικισμοί & Πολιτιστική Κληρονομιά**

Όπως αναγράφεται στην ιστοσελίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος κι Ενέργειας (<http://www.ypeka.gr>) «Η αρχιτεκτονική κληρονομιά αποτελεί μια αναντικατάστατη έκφραση πλούτου της πολιτιστικής κληρονομιάς και ανεκτίμητη μαρτυρία του παρελθόντος μας. Στην έννοια της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς περιλαμβάνονται παραδοσιακά κτίρια, οικιστικά σύνολα, παραδοσιακοί οικισμοί, ιστορικά κέντρα πόλεων και γενικότερα τα στοιχεία του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος με ιδιαίτερη ιστορική, πολεοδομική, αρχιτεκτονική, λαογραφική, κοινωνική και αισθητική φυσιογνωμία και αξία.»

Στο άρθρο 24 του Συντάγματος της Ελλάδας, όπως αυτό αναθεωρήθηκε το 2008, αναφέρεται ότι: «Η προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του Κράτους και δικαίωμα του καθενός. Για τη διαφύλαξή του το Κράτος έχει υποχρέωση να παίρνει ιδιαίτερα προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα στο πλαίσιο της αρχής της αειφορίας». Επίσης: «Τα μνημεία, οι παραδοσιακές περιοχές και τα παραδοσιακά στοιχεία προστατεύονται από το Κράτος. Νόμος θα ορίσει τα αναγκαία για την πραγματοποίηση της προστασίας αυτής περιοριστικά μέτρα της ιδιοκτησίας, καθώς και τον τρόπο και το είδος της αποζημίωσης των ιδιοκτητών». Πράγματι ένα σημαντικό πλήθος (πλέον των 40, σύμφωνα με τον Πανουτσόπουλο, 2007) εθνικών Νόμων, Προεδρικών Διαταγμάτων, Νομοθετικών Διαταγμάτων και Υπουργικών Αποφάσεων ρυθμίζουν λιγότερο ή περισσότερο τα σχετικά θέματα. Επιπρόσθετα, Διεθνείς Συμβάσεις, Συνθήκες, Αποφάσεις και Οδηγίες, συμπληρώνουν το σχετικό θεσμικό και νομοθετικό πλαίσιο.

### Παραδοσιακοί Οικισμοί

Αναζητώντας τον ορισμό της έννοιας του παραδοσιακού οικισμού, ο Πανουτσόπουλος (2007) διαπιστώνει πως δεν απαντάται σε κανένα νομοθετικό κείμενο και υιοθετεί τον ορισμό του Παπαπετρόπουλου (2004), θεωρώντας ως παραδοσιακό «κάθε ομοιογενές σύνολο αστικών ή αγροτικών κατασκευών, το οποίο λόγω του ιδιαίτερου αρχιτεκτονικού, κοινωνικού, καλλιτεχνικού ή ιστορικού ενδιαφέροντός του είναι άξιο κρατικής προστασίας». Ένας πιο απλός ορισμός προκύπτει από αναζήτηση στην Βικιπαίδεια (<https://el.wikipedia.org>) «Παραδοσιακοί οικισμοί θεωρούνται οι οικισμοί που έχουν διατηρήσει αναλλοίωτη την εικόνα που είχαν στο παρελθόν καθώς και τον τοπικό τους χαρακτήρα.»

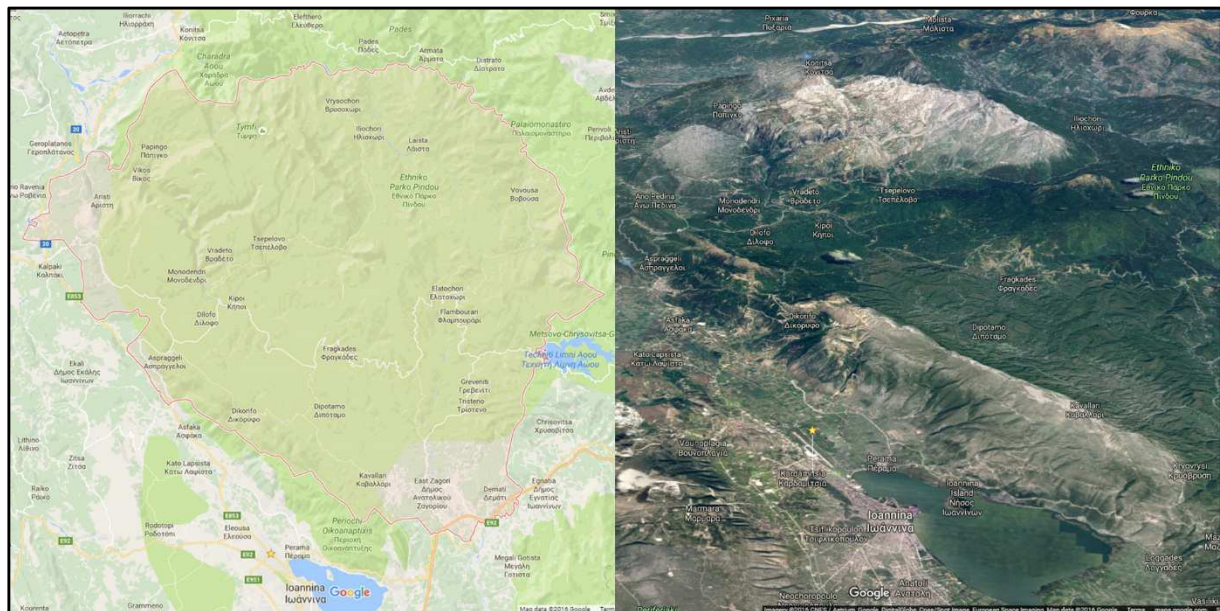
Φορείς χαρακτηρισμού είναι το Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας (πρώην ΥΠΕΚΑ, ΥΠΕΧΩΔΕ κλπ), το Υπουργείου Εσωτερικών & Διοικητικής Ανασυγκρότησης (για θέματα Μακεδονίας - Θράκης / πρώην Υπουργείο Μακεδονίας & Θράκης) και η Γενική Γραμματεία Αιγαίου & Νησιωτικής Πολιτικής (πρώην Υπουργείο Αιγαίου). Σύμφωνα με την Κουδούνη (2014), οι πρώτοι 400 περίπου οικισμοί χαρακτηρίστηκαν με το ΠΔ 19/10-13/11/1978 (ΦΕΚ 594/Δ/1978) και πλέον έχουν χαρακτηριστεί ως παραδοσιακοί περί τους 1000 οικισμούς (οι 830 από το ΥΠΕΚΑ), κατανεμημένοι σε όλο τον Ελληνικό χώρο με ιδιαίτερη πύκνωση στο νησιωτικό και ορεινό χώρο.

Από το Σεπτέμβριο του 2011, έχει προκηρυχθεί το Πρόγραμμα Μελετών Μορφολογικών κανόνων δόμησης και Αρχιτεκτονικής στις περιοχές εντός και εκτός των οικισμών για τις Περιφερειακές Ενότητες όλης της επικράτειας (πλην αυτών της Αττικής και της Θεσσαλονίκης), όπου από τις 48 μελέτες έχουν ανατεθεί και εξελίσσονται οι 28 (των Ιωαννίνων δεν έχει ανατεθεί ακόμα). Αντικείμενο του προγράμματος είναι η αναγνώριση και

συστηματική καταγραφή των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών των οικισμών, η διαμόρφωση εξειδικευμένων κανόνων δόμησης για κάθε περιοχή της χώρας, τα οποία θα αναδεικνύουν την ποικιλία της τοπικής αρχιτεκτονικής και πολεοδομικής φυσιογνωμίας, η ένταξη της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής με τρόπο συμβατό με την τοπική παράδοση και η ένταξη της νέας σύγχρονης αρχιτεκτονικής που συγκροτεί εμπειριστατωμένη εναλλακτική πρόταση.

### Ζαγόρι

Το Ζαγόρι είναι ένα σύμπλεγμα-δίκτυο 46 ορεινών οικισμών στους πρόποδες της Πίνδου, βόρεια της πόλης των Ιωαννίνων, το οποίο περιβάλλεται βόρεια από τον ποταμό Αώο και νότια από το βουνό Μιτσικέλι, καταλαμβάνοντας μία έκταση περίπου 1000 τ.χλμ. (εικόνα 1) Χωρίζεται σε τρία μεγάλα τμήματα, το Ανατολικό, το Κεντρικό και το Δυτικό Ζαγόρι, τα οποία διαφοροποιούνται μεταξύ τους βάσει διάφορων γεωκοινωνικοοικονομικών κριτηρίων, χωρίς να ταυτίζονται όμως με την τρέχουσα διοικητική διαίρεση του δήμου Ζαγορίου που αποτελείται από τις Δημοτικές Ενότητες Ανατολικού Ζαγορίου, Βοβούσης, Κεντρικού Ζαγορίου, Πάπιγκου και Τύμφης.

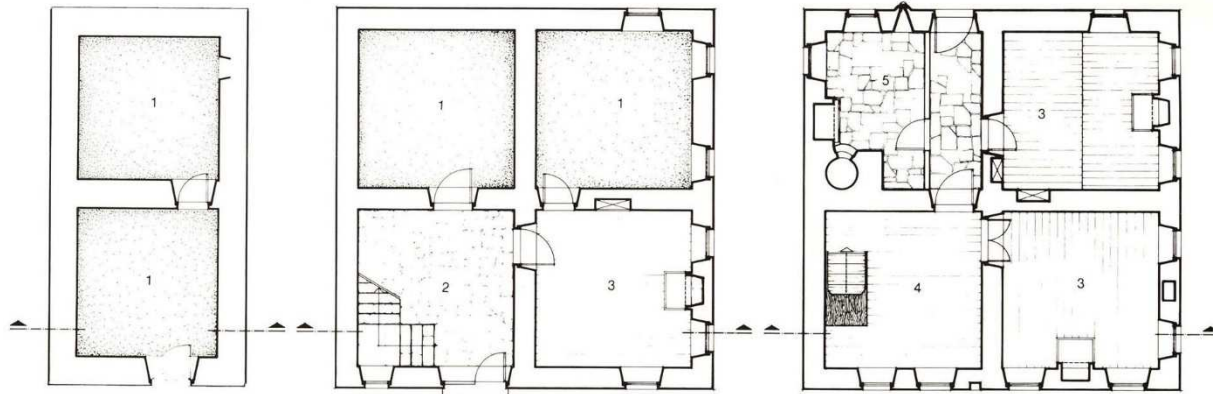


**Εικόνα 1.** Οριοθέτηση και πλάγια εικόνα του Ζαγορίου (Google Maps)  
**Figure 1.** Boundaries and oblique view of Zagori area

Σύμφωνα με τη Σταματοπούλου (1991), οι πρώτοι συγκροτημένοι οικισμοί του Ζαγορίου αναφέρονται σε Χρυσόβουλο του 1352 μ.Χ. στη δυτική πλευρά γύρω από το Πάπιγκο, ενώ ο αριθμός τους έφτασε και τους 60 περί το 1678. Το Ζαγόρι έγινε διαχρονικά αντικείμενο συνεχών επιδρομών με αποτέλεσμα την καταστροφή πολλών οικισμών του, λόγω όμως της φυσικής του οχύρωσης οι εισβολείς δεν εγκαταστάθηκαν ποτέ εκεί. Αυτός ακριβώς είναι και ο λόγος που οι οικισμοί έχουν μορφή οχυρωματική, αμυντική, με πυκνή ομοίμορφη δόμηση σε μαχαλάδες γύρω από το κέντρο του οικισμού. Αντίστοιχα, το τυπικό σπίτι στο Ζαγόρι χτίζεται ώστε να παρέχει προστασία τόσο από τις επιδρομές, όσο και από τα καιρικά φαινόμενα, με επιπλέον κριτήρια τη θέα, τον ηλιασμό και την κλίση του εδάφους. Αποτελείται από δύο ή τρία επίπεδα αναλόγως της κλίσης του εδάφους (εικόνα 2), έχει

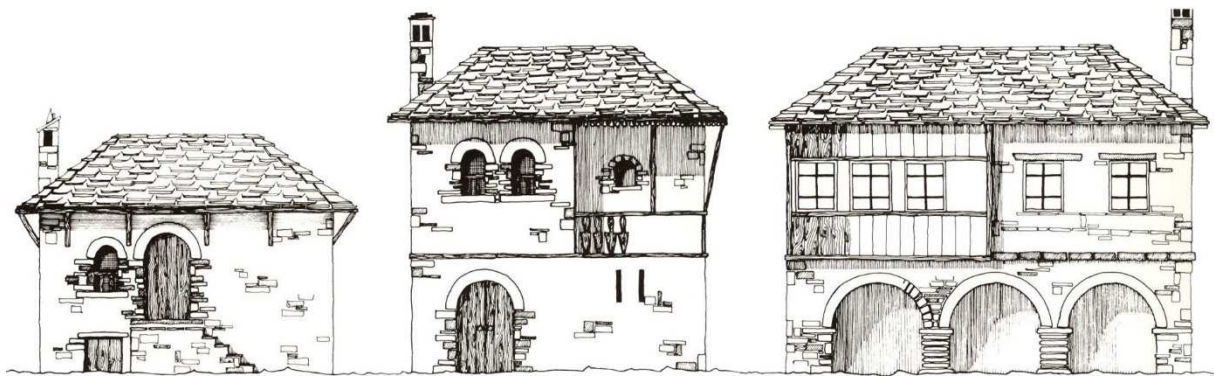


τοιχοποιία από εμφανή πέτρα (λευκό ασβεστόλιθο ή γρανιτοειδή) χωρίς επίχρισμα και τετράριχτη στέγη από πλάκες με την ίδια υφή και χρώμα με την τοιχοποιία.



**Εικόνα 2.** Τυπική κάτοψη υπογείου (αριστερά), ισόγειου (μέση), ορόφου (δεξιά) (πηγή: Σταματοπούλου, 1991)

**Figure 2.** Typical floor plan of the basement (left), ground floor (middle), 1<sup>st</sup> floor (right)



**Εικόνα 3.** Τυπολογία Ζαγορίτικων σπιτιών: «γιαγιά» (αριστερά), «μάνα» (μέση), «θυγατέρα» (δεξιά) (πηγή: Σταματοπούλου, 1991)

**Figure 3.** Typical house typology: “grandmother” (left), “mother” (middle), “daughter” (right)

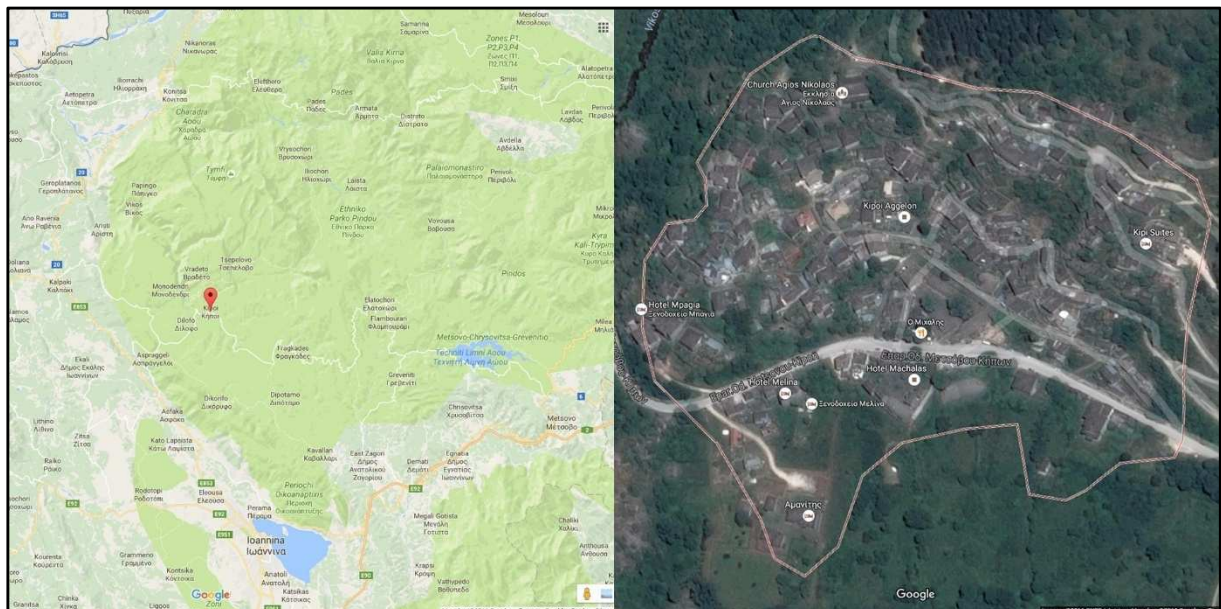
Η τυπολογία των «αρχοντικών» σπιτιών στο Ζαγόρι διαμορφώθηκε διαχρονικά και διακρίνεται στους εξής τύπους (Σταματοπούλου, 1991):

- Τύπος Α ή «γιαγιά», περί το 1650 μΧ (εικόνα 3α): μικρό υπερυψωμένο ισόγειο, τετράγωνο ή ορθογώνιο, με 1-2 δωμάτια «ανώγεια» κι αντίστοιχα «κατώγεια» (κελάρια), εξωτερική πέτρινη σκάλα με 6-10 σκαλοπάτια, χωρίς τζάκι, τοιχοποιία από ξερολιθιά, με εμφανείς ξυλοδεσιές, λίγα και μικρά παράθυρα χωρίς τζάμια, ξυλεία αποκλειστικά δρύινη, πάτωμα στρωμένο με χόμα («λούτο»), απουσία ταβανιών, διαμόρφωση στέγης με «γρεντέδες», εσωτερικό επίχρισμα από «λούτο».
- Τύπος Β ή «μάνα», 1700-1750 μΧ (εικόνα 3β): τετράγωνο, αποτελείται από 4 χώρους, πιο ψηλούς και πιο ευρύχωρους με συγκεκριμένη χρήση όπως το μαγειρείο με το φούρνο, ένα χώρος για τη χειμερινή διαμονή της οικογένειας, το παλιό δωμάτιο διαμονής και ύπνου (μαντζάτο) κι ένα για τους επισκέπτες ο «όντας». Σκάλα με περισσότερα

σκαλοπάτια ενταγμένη σε δωμάτιο ημιυπαίθριο του ισογείου («χαγιάτι») και πλατύσκαλο-δωμάτιο ανοιχτό από μια ή δυο πλευρές με δρύινα κάγκελα, με ξύλινο πάτωμα χωρίς ταβάνι («κρεβάτα»), με μεγαλύτερα παράθυρα, τζάμια και κιγκλιδώματα.

- Τύπος Γ ή «θυγατέρα», 1800-1850 μΧ (εικόνα 3β): Κλεισμένη «κρεβάτα» από μία ή δύο πλευρές με ξυλοκατασκευή με παράθυρα περιμετρικά, συχνά προεξέχοντας λίγο από το περίγραμμα του ισογείου, ξύλινη σκάλα με πέτρινα τα 4-5 πρώτα σκαλοπάτια. Στο εσωτερικό, μια σειρά ντουλάπια («μεσάντρα») καλύπτει όλο τον τοίχο, ενώ προς το τζάκι στο «μαντζάτο», δημιουργήθηκε ο χώρος ύπνου, τα «μπάσια». Τοιχοποιία με ισόδομο σύστημα, καμάρες στο χαγιάτι, κλειστή κρεβάτα, ξυλεία από ρυτινοφόρα, χρήση ασβέστη, ξύλινη επένδυση σε ταβάνια, πατώματα, κλπ., ζωγραφική στους τοίχους.
- Τελευταίος τύπος, 1870-1880 μΧ: κλειστό «χαγιάτι» και κλειστή «κρεβάτα», με χτισμένες καμάρες, αντικατάσταση του ξύλινου «κιπεγκιού» με πέτρα, όπως και στην κατασκευή της «αστρέχας», των παραθύρων και της καμινάδας. Τα περισσότερα σπίτια που σώζονται σήμερα είναι αυτής της περιόδου.

### Οικισμός Κήποι Ζαγορίου



**Εικόνα 4.** Εντοπισμός και δορυφορική εικόνα (δεξιά) των Κήπων Ζαγορίου (Google Maps)  
**Figure 4.** Location and satellite view of the Kipoi settlement

Περιοχή μελέτης της συγκεκριμένης εργασίας αποτελεί τμήμα του οικισμού «Κήποι», ο οποίος, βάσει του προγράμματος Καλλικράτης ανήκει διοικητικά στην Τοπική Κοινότητα Κήπων, της Δημοτικής Ενότητας Τύμφης, του Δήμου Ζαγορίου, της Περιφερειακής Ενότητας Ιωαννίνων, της Περιφέρειας Ηπείρου, της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Ηπείρου - Δυτικής Μακεδονίας (εικόνα 4). Βρίσκεται σε απόσταση περίπου 37χλμ βόρεια της πόλης των Ιωαννίνων, στο νότιο άκρο του φαραγγιού του Βίκου, σε υψόμετρο περί τα 800μ και σύμφωνα με την τελευταία απογραφή του 2011, έχει πληθυσμό 86 κατοίκους (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2016). Η παλαιά του ονομασία είναι Μπάγια (<http://en.wikipedia.org>) και αποτελεί έναν από τους παλιότερους οικισμούς της περιοχής, γνωστό από το 1431, καθώς αποτέλεσε και την παλαιά πρωτεύουσα του Ζαγορίου ([www.zagoroxoria.gr](http://www.zagoroxoria.gr)). Σύμφωνα με την Περιφέρεια



Ηπείρου ([www.epirus.gov.gr](http://www.epirus.gov.gr)) ο οικισμός των Κήπων εντάσσεται στο Θεσμικό Πλαίσιο Προστασίας της Α' Ομάδας Ζαγορίου (Π.Δ. 1-11-79, ΦΕΚ 615 Δ/1979, τροπ. Π.Δ. 20-6-95, ΦΕΚ 423 Δ/1995). Χαρακτηριστικά του οικισμού, πέραν της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής των πέτρινων σπιτιών, είναι τα τοξωτά γεφύρια και τα λιθόστρωτα καλντερίμια, ενώ σύμφωνα με τη Δ/ση Εθνικού Αρχείου Μνημείων του Υπουργείου Πολιτισμού & Τουρισμού (<http://listedmonuments.culture.gr/>) έχουν ενταχθεί στο Διαρκή Κατάλογο Κηρυγμένων Αρχαιολογικών Χώρων και Μνημείων της Ελλάδας τα ακόλουθα τοπία του οικισμού:

- Γέφυρα Λαζαρίδη (ή Κοντοδήμου), Γέφυρα Μύλου, Γέφυρα Πιτσόνη ή (Πετσιώνη) & Τρίτοξη Γέφυρα Καλογήρου (Καλογερίκο) ή Πελεκίδη (Πλακίδη) (ΥΑ 4499/12-6-1964, ΦΕΚ 239/Β/30-6-1964)
- Νερόμυλος (ΥΑ ΥΠΠΟ/ΔΙΛΑΠ/Γ/1642/34908/23-6-1992, ΦΕΚ 493/Β/30-7-1992)
- Αρχοντικό ιδ. Ευαγγελίας Δέρβα (ΥΑ ΥΠΠΟ/ΔΙΛΑΠ/Γ/2458/60872/18-11-1993, ΦΕΚ 900/Β/13-12-1993)
- Αρχοντικό "Σπίτι του Αρτέμη", ιδ. Μίνας Βλαχοπούλου (ΥΑ ΥΠΠΟ/ΔΙΛΑΠ/Γ/3026/59157/1-12-1998, ΦΕΚ 1281/Β/23-12-1998)



**Εικόνες 5-8.** Φωτογραφική τεκμηρίωση τυπικών κατοικιών στους Κήπους (ιδία λήψη)  
**Figures 5-8.** Photo documentation of typical residencies in Kipoi settlement

### Διαχείριση και 3D Κτηματολόγιο

Η αποτελεσματική διαχείριση των πολύπλοκων ιδιοκτησιακών σχέσεων οι οποίες αναπτύσσονται στις σύνθετες δομές του ανθρωπογενούς κυρίως περιβάλλοντος, προϋποθέτει την ανάπτυξη σύγχρονων συστημάτων καταγραφής, διαχείρισης και απεικόνισης της χωρικής πληροφορίας. Ένα τέτοιο σύστημα αξιοποιεί τις δυνατότητες που παρέχει η σύγχρονη τεχνολογία για τη συλλογή, μοντελοποίηση και διαχείριση τρισδιάστατων δεδομένων,

συνιστώντας έτσι ένα εργαλείο ανάπτυξης για τη βέλτιστη αξιοποίηση του χώρου, σε εναρμόνιση με τους τεχνικούς, θεσμικούς και νομικούς κανόνες και τις διατάξεις που ισχύουν σε κάθε περιοχή εφαρμογής του (Δημοπούλου, 2016).

Σύμφωνα με τους Stoter και v. Oosterom (2006), ένα 3D Κτηματολόγιο εγγράφει και παρέχει γνώση για τα δικαιώματα και τους περιορισμούς όχι μόνο στην επιφάνεια ενός γεωτεμαχίου, αλλά στον τρισδιάστατο χώρο, στον οποίο εφαρμόζονται τα εμπράγματα δικαιώματα. Η σημασία ανάπτυξης τρισδιάστατου Κτηματολογίου στις ορεινές περιοχές συνδέεται με δικαιώματα, υποχρεώσεις και περιορισμούς τόσο του Ιδιωτικού όσο και του Δημοσίου Δικαίου, οι οποίοι επιβάλλονται στα ακίνητα π.χ. για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, τη διαχείριση και προστασία των υπογείων υδάτων, την προστασία της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής κλπ. Επιπλέον, η διαχείριση της χωρικής πληροφορίας επηρεάζεται πλέον και από πλήθος άλλων παραγόντων όπως ο χρόνος, η ακρίβεια και το κόστος. Η ενσωμάτωση των δεδομένων αυτών στα σύγχρονα κτηματολογικά συστήματα, οδηγεί στην επέκταση του Κτηματολογίου, πέραν από τις τρεις διαστάσεις, συνιστώντας πολυδιάστατα (nD) κτηματολογικά συστήματα.

Η καταγραφή των μνημείων αλλά και εν γένει της πολιτιστικής μας κληρονομιάς παρουσιάζει ιδιαίτερη σημασία, τόσο για λόγους ιστορικής ταυτότητας, όσο και για την ανάγκη προστασίας και συντήρησης των στοιχείων αυτών. Αυτή είναι και η βάση στην προσπάθεια συστηματικής καταγραφής περιγραφικών και γεωχωρικών δεδομένων που αφορούν στους αρχαιολογικούς χώρους, τις περιοχές προστασίας και τα ακίνητα μνημεία, μέσω του Αρχαιολογικού Κτηματολογίου αλλά και της διαδικτυακής πύλης «Οδυσσέας» υπό την αιγίδα του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού, που είναι σε φάση εξέλιξης. Στο πρόγραμμα αυτό, δεν παρέχεται η δυνατότητα καταγραφής των παραδοσιακών οικισμών, ούτε η αποτύπωση των στοιχείων της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής, με αποτέλεσμα η πλούσια αυτή αρχιτεκτονική και πολιτιστική κληρονομιά να μην τεκμηριώνεται και να μην γίνεται γνωστή στο ευρύ κοινό, ενώ παράλληλα οι οικισμοί αυτοί βρίσκονται σε κίνδυνο λόγω της σταδιακής εγκατάλειψης των περιοχών αυτών, αλλά και της άναρχης συχνά δόμησης.

### 3D Μοντελοποίηση

Με τον όρο 3D μοντελοποίηση ενός αντικειμένου εννοείται η συνολική διαδικασία η οποία περιλαμβάνει, τη συλλογή δεδομένων για τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου, με δυνατότητα οπτικής διάδρασης με αυτό μέσω του υπολογιστή (Remondino and El-Hakim, 2006). Η τεχνολογική ανάπτυξη των μεθόδων συλλογής τρισδιάστατης πληροφορίας, έχει συμβάλει καθοριστικά στην εκτεταμένη χρήση τρισδιάστατων μοντέλων σε πλήθος εφαρμογών όπως, η τεκμηρίωση των αντικειμένων, η πλοήγηση, η αναγνώριση αντικειμένων, η οπτικοποίηση και η δημιουργία κινούμενων εικόνων.

Η βιβλιογραφία διακρίνει τις ακόλουθες βασικές κατηγορίες μεθόδων τρισδιάστατης μοντελοποίησης (Remondino and El-Hakim, 2006; Τσιλιάκου, 2014):

- *Απόδοση μέσω εικόνων (Image based rendering)*

Η μέθοδος αυτή αναφέρεται σε ένα σύνολο τεχνικών και αναπαράστασης οι οποίες επιτρέπουν την οπτικοποίηση τρισδιάστατων σκηνών και αντικειμένων με ρεαλιστικό τρόπο, χωρίς όμως να απαιτείται πλήρης αναπαράσταση του τρισδιάστατου μοντέλου του αντικειμένου (Shum et al., 2007).

- *Μοντελοποίηση βάσει εικόνων (image based modeling)*



Η μεθοδολογία αυτή περιλαμβάνει την παραγωγή νεφών σημείων (point clouds) και μέσω αυτών τρισδιάστατων μοντέλων, χρησιμοποιώντας επικαλυπτόμενες εικόνες και αξιοποιώντας τις δυνατότητες της Φωτογραμμετρίας στον προσδιορισμό τρισδιάστατων συντεταγμένων από δισδιάστατα δεδομένα εικόνας (Κιτσάκης, 2011)

- *Μοντελοποίηση μέσω σαρωτών (Range based modeling)*

Η χρήση των σαρωτών οδηγεί στην απόκτηση ενός πυκνού νέφους σημείων της επιφάνειας ενός αντικειμένου, από την επεξεργασία του οποίου προκύπτει το τρισδιάστατο μοντέλο του. Οι σαρωτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πλήθος δραστηριοτήτων από αποτυπώσεις μνημείων μέχρι ακόμα και σε ιατρικές εφαρμογές, ενώ μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με πλήθος κριτηρίων, π.χ. οι μέθοδοι για την πραγματοποίηση των μετρήσεών τους, η ταχύτητα λειτουργίας τους κλπ (Κιτσάκης, 2011).

- *Συνδυασμός μοντελοποίησης μέσω σαρωτών και βάσει εικόνων*

Στην περίπτωση πολύπλοκων αντικειμένων με ιδιαίτερες απαιτήσεις στην απεικόνισή τους και πολλά σημεία λεπτομερειών, είναι πιθανό να απαιτηθεί συνδυασμός των δυνατοτήτων που παρέχονται από διαφορετικές μεθόδους τρισδιάστατης μοντελοποίησης. Έτσι, αξιοποιούνται οι δυνατότητες της απόδοσης με χρήση εικόνων για την απόδοση των επιπέδων και των επιφανειών, ενώ σημεία λεπτομερειών μπορούν να αποδοθούν μέσω σάρωσης (Remondino and El-Hakim, 2006).

- *Παραμετρική/κανονιστική μοντελοποίηση (procedural modeling)*

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, τα αντικείμενα συντίθενται από ένα σύνολο κανόνων που επιτρέπουν στο χρήστη να προγραμματίσει το αντίστοιχο 3D κτηριακό μοντέλο. Τα λογισμικά παραμετρικής ή αλλιώς κανονιστικής μοντελοποίησης χρησιμοποιούν γραμματικές αντικειμένων (object grammars) για την κατασκευή των τρισδιάστατων μοντέλων για πολεοδομικούς σκοπούς, προσομοιώσεις, στον κινηματογράφο και τα ηλεκτρονικά παιχνίδια. Βασικά τους πλεονεκτήματα αποτελούν το χαμηλό τους κόστος και η ταχύτητα δημιουργίας ρεαλιστικών και πολύπλοκων αστικών περιβαλλόντων μιμούμενα ένα συγκεκριμένο αρχιτεκτονικό στυλ ή περίοδο (Τσιλιάκου, 2014).

### Κανονιστική μοντελοποίηση

Ο όρος κανονιστική μοντελοποίηση αναφέρεται στη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων και την προσθήκη σε αυτών υφής, σε περιβάλλον ηλεκτρονικών υπολογιστών με ανάπτυξη και χρήση συνόλων κανόνων (Κωστή, 2014). Η κανονιστική μοντελοποίηση περιλαμβάνει ένα πλήθος τεχνικών οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα αυτόματης ή ημιαυτόματης δημιουργίας τρισδιάστατων μοντέλων αντικειμένων με βάση ένα σύνολο δεδομένων εισόδου (Smelik et al., 2014). Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η δυνατότητα τρισδιάστατης μοντελοποίησης πόλεων, οικισμών και λοιπών δομημένων περιοχών με ρεαλιστικό τρόπο, σε μεγάλες κλίμακες ακόμα και αποκλειστικά μέσω εικόνων από προσωπικό που διαθέτει σχετική εξοικείωση με τις τεχνικές αυτές.

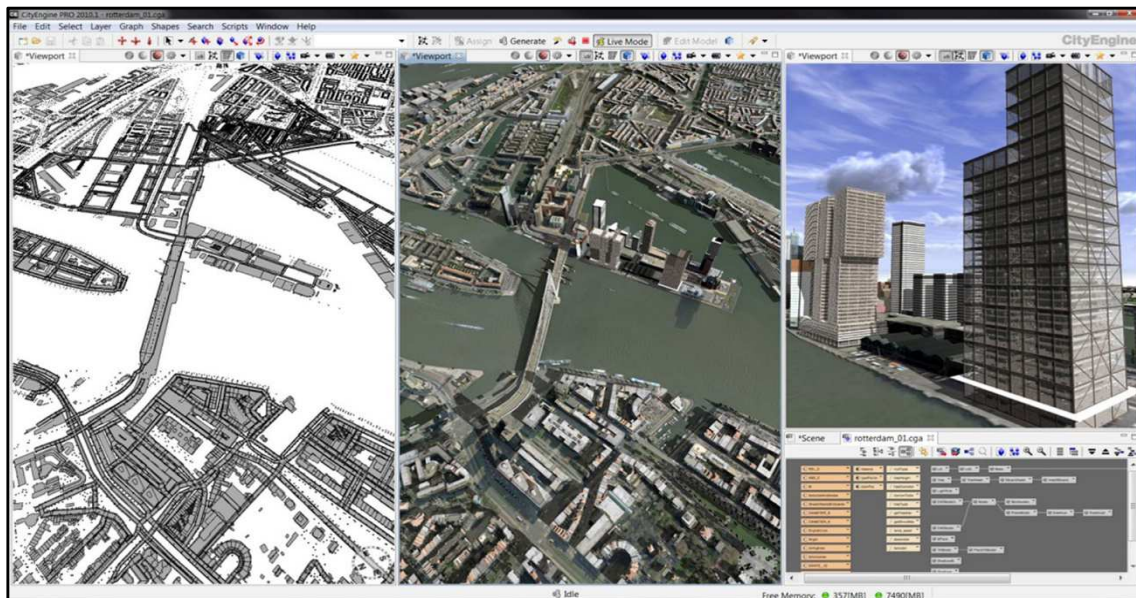
Με την ανάπτυξη κανόνων, δίνεται η δυνατότητα, μέσω των τεχνικών της κανονιστικής μοντελοποίησης, δημιουργίας εκτεταμένων τρισδιάστατων μοντέλων, σε περιορισμένο χρόνο. Επιπρόσθετα, η διατύπωση κανόνων ως προς τις δημιουργούμενες γεωμετρίες των παραγόμενων μοντέλων, καθιστούν τις τεχνικές αυτές ιδιαίτερα χρήσιμες, κυρίως όταν απαιτείται η δημιουργία επαναλαμβανόμενων μοντέλων αντικειμένων, περιορίζοντας τον απαιτούμενο χρόνο και το κόστος, σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους τρισδιάστατης μοντελοποίησης. Σε αυτά, θα πρέπει να συνυπολογιστεί και η δυνατότητα παρέμβασης από

το χρήστη στις δημιουργούμενες γεωμετρίες μέσω της διατύπωσης των κανόνων, που επιτρέπει τη σύνθεση τρισδιάστατων μοντέλων με χαρακτηριστικά διαφορετικά από αυτά του πραγματικού αντικειμένου. Η δυνατότητα αυτή μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμη, ειδικά σε περιπτώσεις «ανασύνθεσης» του τρισδιάστατου μοντέλου ενός αντικειμένου με διαφορετικά χαρακτηριστικά από αυτά της πραγματικής του κατάστασης (π.χ. στην περίπτωση ενός κτηρίου με κατεστραμμένη στέγη, δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου της αρχικής του κατάστασης με χρήση εικόνων της στέγης και δεδομένων σχετικών με τις διαστάσεις της ή ακόμα και δημιουργία του ίδιου κτηρίου με διαφορετικό τύπο στέγης).

#### Λογισμικό CityEngine

Το λογισμικό CityEngine (ESRI) αποτελεί ένα από τα πλέον διαδεδομένα λογισμικά κανονιστικής μοντελοποίησης που χρησιμοποιούνται σήμερα, δομημένο σε φιλικό για το χρήστη περιβάλλον το οποίο χρησιμοποιείται σε πλήθος εφαρμογών στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση πόλεων, αστικού και γενικότερα δομημένου περιβάλλοντος. Οι Piccoli (2013) και Dylla et al. (2008) αξιοποιούν τις δυνατότητες του λογισμικού για την απόδοση των τρισδιάστατων μοντέλων αρχαίων πόλεων, ενώ οι Kim and Wilson (2014) το χρησιμοποιούν για την τρισδιάστατη πλοήγηση σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους.

Η δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου ξεκινά με τη δημιουργία του υποβάθρου/οδικού δικτύου της υπό μοντελοποίηση περιοχής, είτε με τη χρήση δεδομένων που εισάγονται από το χρήστη, είτε μέσω έτοιμων προτύπων που παρέχει το ίδιο το λογισμικό. Στη συνέχεια, δημιουργούνται τα οικοδομικά τετράγωνα καθώς και τα γεωτεμάχια και οι προβολές των κτισμάτων εντός αυτών, συνοδευόμενα από δεδομένα που αφορούν στο ύψος κάθε κτηρίου.

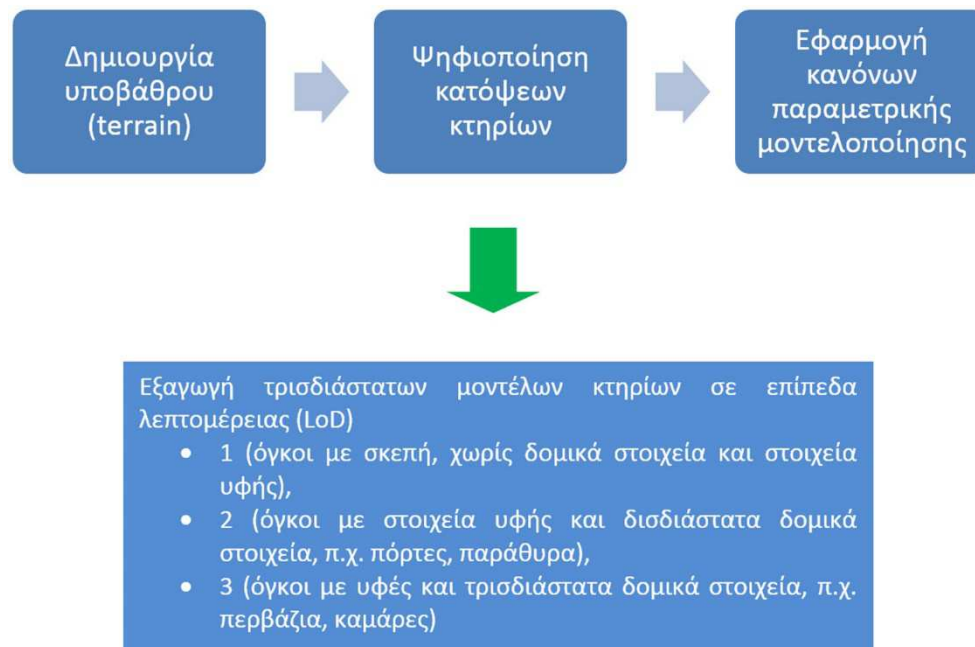


**Εικόνα 9.** Στάδια εξαγωγής τρισδιάστατου μοντέλου πόλης στο λογισμικό CityEngine  
**Figure 9.** Generation of 3D city model in CityEngine (Source: <http://dragons8mycat.com>)

Στη συνέχεια, καθορίζονται μέσω κανόνων, τα χαρακτηριστικά των κτηρίων και εξάγεται το τρισδιάστατο αστικό μοντέλο (παράδειγμα στην εικόνα 9). Η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται στη μελέτη περίπτωσης της εργασίας αυτής και το εξαγόμενο τρισδιάστατο μοντέλο παρουσιάζεται στο κεφάλαιο της εφαρμογής.

## Εφαρμογή σε περιοχή του οικισμού Κήποι Ζαγορίου

Στο κεφάλαιο αυτό, υλοποιείται η τρισδιάστατη μοντελοποίηση τμήματος του οικισμού Κήποι Ζαγορίου, χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες που παρέχει το λογισμικό CityEngine. Σχηματικά, η πορεία υλοποίησης μέχρι την παραγωγή του τελικού τρισδιάστατου μοντέλου παρουσιάζεται στην εικόνα 10.



**Εικόνα 10.** Στάδια επεξεργασίας στο CityEngine για την τρισδιάστατη μοντελοποίηση τμήματος του οικισμού Κήποι Ζαγορίου.

**Figure 10.** Data processing stages on CityEngine software for 3D modeling of case study area

Η διαδικασία ξεκινά με τη δημιουργία του υποβάθρου (terrain) στο οποίο θα δομηθούν στη συνέχεια τα τρισδιάστατα μοντέλα των κτηρίων. Αυτό προκύπτει από τη χρήση ορθοφωτοχαρτών (LSO), του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DTM), επίγειες λήψεις ή δεδομένα από το Google Street View. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, αξιοποιήθηκε το DTM της περιοχής καθώς και ο αντίστοιχος ορθοφωτοχάρτης από την Κτηματολόγιο Α.Ε, φωτοληψίας 2007-2009, κλίμακας 1:5000 (LSO).

Στη συνέχεια, ψηφιοποιήθηκαν στον ορθοφωτοχάρτη οι κατόψεις των κτηρίων χρησιμοποιώντας το λογισμικό ArcGIS. Καθώς η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο επίπεδο του ορθοφωτοχάρτη, δεν ήταν δυνατή η ακριβής διάκριση δομικών στοιχείων, π.χ. μπαλκόνια, λόγω της περιορισμένης ακρίβειας των LSO (0,5m).

Ακολούθησε η εφαρμογή των κανόνων της κανονιστικής μοντελοποίησης για τη δημιουργία των τρισδιάστατων γεωμετριών, ξεκινώντας από το επίπεδο λεπτομέρειας LoD 1 έως το επίπεδο LoD 3.

Πιο συγκεκριμένα:

### Κτήρια σε LoD 1:

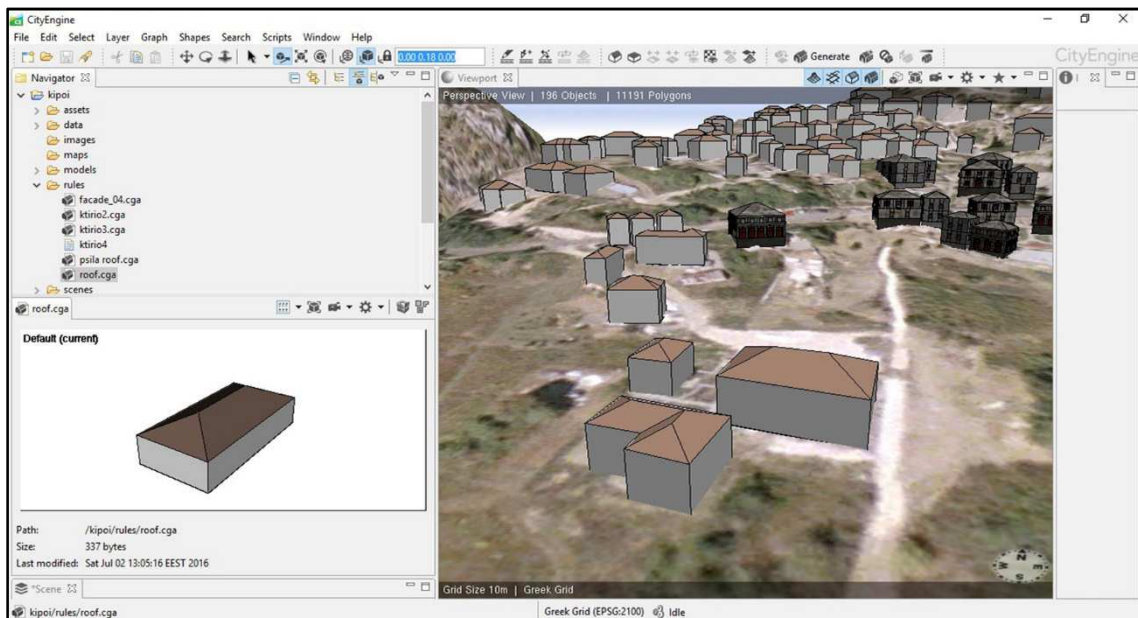
Εφαρμόζεται επί των ψηφιοποιημένων κατόψεων ο κανόνας εξώθησης του όγκου του κτηρίου με σκεπή (extrude). Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν δύο ακόμα κανόνες που



επιτρέπουν την απόδοση διαφορετικού ύψους σε κάθε ψηφιοποιημένη κάτοψη (καθώς υψομετρικά δεδομένα των κτηρίων δεν ήταν διαθέσιμα), καθώς και τη «διάσπαση» του κτηριακού όγκου σε επιμέρους πλευρές και στέγη, σύμφωνα με τα πρότυπα της κανονιστικής μοντελοποίησης. Μέρος του κανόνα που επιβλήθηκε όπως και οι τρισδιάστατοι όγκοι των κτηρίων της περιοχής μελέτης παρουσιάζονται στις εικόνες 11 και 12.

```
ResidentialSub -->
    ResidHouse
ResidHouse -->
    extrude(height) Mass. comp(f){top : color("#967767") roofHip(25)
Roof.| }
```

**Εικόνα 11.** Κανόνας εξώθησης για τη δημιουργία των κτηριακών όγκων  
**Figure 11.** “Extrude” CGA rule



**Εικόνα 12.** Τρισδιάστατο μοντέλο σε LoD 1 της περιοχής μελέτης σε περιβάλλον CityEngine  
**Figure 12.** LoD 1 model of the case study area, CityEngine Interface

### Κτήρια σε LoD 2 με στοιχεία υφής:

Στο στάδιο αυτό, εισάγονται στο υπάρχον μοντέλο στοιχεία υφής αλλά και δισδιάστατα δομικά στοιχεία, π.χ. πόρτες, παράθυρα. Για την απόδοση των υφών στα μοντέλα, χρησιμοποιείται ο αντίστοιχος κανόνας (textures) ο οποίος εισάγει τα δεδομένα υφής που ορίζει ο χρήστης. Στην περίπτωση της εργασίας αυτής, τα δεδομένα υφής προέκυψαν από ψηφιακές εικόνες που ελήφθησαν από επίσκεψη στην περιοχή.

Η εισαγωγή των δισδιάστατων δομικών στοιχείων προϋποθέτει το διαχωρισμό του κτηρίου σε επιμέρους πλευρές, διαδικασία η οποία υλοποιείται μέσω του αντίστοιχου κανόνα κανονιστικής μοντελοποίησης. Οι κανόνες που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή

παρουσιάζονται στην εικόνα 13, ενώ η εικόνα 14 παρουσιάζει το μοντέλο που προκύπτει με την εισαγωγή των προαναφερθέντων στοιχείων.

```
# Textures
const wall_tex= "facades/textures/toixos5.jpg"

@StartRule
Lot --> extrude(height) Building
Building --> comp(f) { front : FrontfacadeTex| back : backfacade
|side: Frontfacade
|side:Frontfacade
|top : roofHip(25) Roof. }
```

**Εικόνα 13.** Κανόνες απόδοσης υφής (πάνω), κανόνες διάσπασης κτηρίου σε πλευρές (κάτω)  
**Figure 13.** Insert texture GCA rule (up), CGA rule to separate building sides (down)



**Εικόνα 14.** Τρισδιάστατο μοντέλο με στοιχεία υφής και δισδιάστατα δομικά στοιχεία  
**Figure 14.** Textured 3D model including doors and windows

#### Κτήριο σε LoD 3 με τρισδιάστατα στοιχεία (καμάρες, περβάζια κλπ)

Τα κτήρια της περιοχής, λόγω της ιδιαίτερης παραδοσιακής αρχιτεκτονικής διαθέτουν επιπλέον τρισδιάστατα δομικά στοιχεία όπως καμάρες, περβάζια κλπ. Στο στάδιο αυτό, εισάγονται στα κτήρια της περιοχής μελέτης τα στοιχεία αυτά μέσω των αντίστοιχων κανόνων κανονιστικής μοντελοποίησης. Τα τρισδιάστατα αυτά στοιχεία ανήκουν σε βιβλιοθήκες του λογισμικού από τις οποίες καλούνται, προσαρμόζονται στη γεωμετρία των υπαρχόντων κτηρίων και τους αποδίδονται στοιχεία υφής.

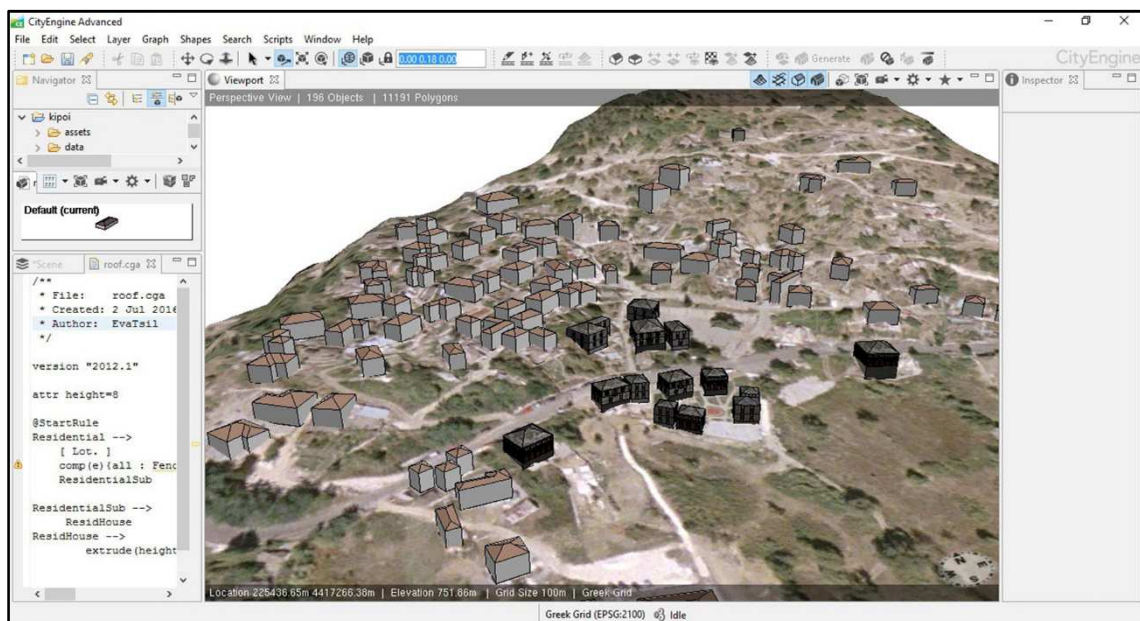
Χαρακτηριστικά παραδείγματα της διαδικασίας αυτής παρουσιάζονται στις εικόνες 15-18.



**Εικόνες 15 / 16.** 3D μοντέλο κτηρίου με 3D δομικά στοιχεία / Λεπτομέρεια καμάρας  
**Figures 15 / 16.** 3D building model with 3D structural elements / Detail of generated arc



**Εικόνες 17 / 18.** Περβάζι λεπτομέρεια / Λεπτομέρεια μπαλκονιού  
**Figures 17 / 18.** Detail of generated window ledge / Detail of generated balcony



**Εικόνα 19.** Τελικό μοντέλο της περιοχής μελέτης στο περιβάλλον του CityEngine  
**Figure 19.** 3D model of the case study area, CityEngine Interface



Μετά την εφαρμογή των διαδικασιών αυτών, προκύπτει το μοντέλο της περιοχής μελέτης σε τρεις διαστάσεις όπως φαίνεται στην Εικόνα 19.

### **Συμπεράσματα**

Η προστασία της πολιτιστικής μας κληρονομιάς, εκτός από συνταγματική υποχρέωση, αποτελεί και διαχρονική αναγκαιότητα, η οποία σήμερα ρυθμίζεται από πλήθος εθνικών, ευρωπαϊκών και διεθνών διαταγμάτων, νόμων, αποφάσεων, συμβάσεων, συνθηκών και οδηγιών. Στο πλαίσιο αυτό εντάσσεται και σημαντικό τμήμα της βασικής έρευνας, που διεξάγεται μέσω αντίστοιχων ευρωπαϊκών κυρίως προγραμμάτων, με αντικείμενο την καταγραφή και τεκμηρίωση, τόσο της υλικής όσο και της άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς, με στόχο την ορθότερη διαχείριση, προστασία, ανάδειξη και προβολή της.

Όσον αφορά στους παραδοσιακούς οικισμούς, η ανάγκη προστασίας από τη φθορά του χρόνου και την εγκατάλειψη, αλλά και από άλλα αίτια όπως οι φυσικές καταστροφές (σεισμοί, πλημμύρες κλπ) και οι ανθρώπινες ενέργειες (βανδαλισμοί, εχθροπραξίες κλπ), προβάλλει επιτακτικότερη. Ειδικότερα στους οικισμούς που βρίσκονται σε γεωγραφικά απομονωμένες περιοχές, όπου οι φυσικές και τεχνικές δυσκολίες πολλαπλασιάζονται και οι διαθέσιμοι πόροι είναι εξαιρετικά περιορισμένοι, η συμβολή της σύγχρονης τεχνολογίας κρίνεται επιβεβλημένη.

Οι νέες ολοένα και βελτιούμενες τεχνολογίες σε θέματα εξειδικευμένου εξοπλισμού και λογισμικού, υπολογιστικής ισχύος, μεθόδων συλλογής και διαχείρισης δεδομένων, δικτύωσης ερευνητών και διάχυσης / πρόσβασης στην πληροφορία, έχουν επιδράσει καταλυτικά προς την επίτευξη του στόχου αυτού. Στο πλαίσιο αυτό εντάσσεται η τρισδιάστατη μοντελοποίηση και πιο συγκεκριμένα η κανονιστική μοντελοποίηση που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία, η οποία βασίζεται στη δημιουργία μοντέλων 3 διαστάσεων με τη χρήση κανόνων και τη δυνατότητα προσθήκης υφών για τη ρεαλιστικότερη απόδοση του υπό μελέτη αντικειμένου. Ένα από τα πλεονεκτήματα της κανονιστικής μοντελοποίησης είναι η δυνατότητα συστηματικής μοντελοποίησης κτηρίων και υποδομών οικιστικών συνόλων, σε διάφορα επίπεδα πληροφορίας (LoD), αυτόματα ή ημιαυτόματα, με χαμηλό κόστος και σε μικρό χρονικό διάστημα, ενώ οι απαιτήσεις της σε πρωτογενή δεδομένα είναι σχετικά περιορισμένες. Η προσομοίωση με την πραγματικότητα αυξάνει όσο αυξάνει και το επίπεδο λεπτομέρειας (LoD0 - LoD4), ενώ υπάρχει και η δυνατότητα παράλληλης τήρησης και απεικόνισης πολλαπλών LoD.

Η επιλογή του CityEngine ως λογισμικού σύνθεσης και απεικόνισης του τρισδιάστατου μοντέλου έγινε κυρίως λόγω της υποστήριξης κανονιστικής μοντελοποίησης, η οποία αποδεικνύεται ως η βέλτιστη μέθοδος αναπαράστασης ομοιογενών οικιστικών συνόλων, λόγω της δυνατότητας μαζικής αναπαραγωγής της γεωμετρίας αντικειμένων και υφών μέσω κανόνων, αλλά και του απόλυτου ελέγχου στη διαμόρφωση αυτών. Η χρήση του CityEngine ενδείκνυται ακόμα, λόγω της δυνατότητας εξαγωγής του μοντέλου σε άλλους μορφότυπους, με στόχο τη διαλειτουργικότητα και τη δυνατότητα διαχείρισης του μοντέλου από άλλες σχεδιαστικές πλατφόρμες, συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων και ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης κτηρίων. Εκ του αποτελέσματος η επιλογή κρίνεται επιτυχής, τόσο βάσει του ιδιαίτερα μειωμένου χρόνου και κόστους που απαιτήθηκε σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους τρισδιάστατης μοντελοποίησης, αλλά και της πιστότητας απόδοσης της πραγματικότητας στο μοντέλο.

## Βιβλιογραφία

- Dylla, K., Frischer, B., Mueller, P. Ulmer, A. and Haegler, S., “Rome Reborn 2.0: A Case Study of Virtual City Reconstruction Using Procedural Modeling Techniques”, Proceedings of the 37th Annual Conference, Envisioning the Past: Virtual Reconstructions of Archaeological Sites (CAA '09), 2008
- Kim, K. and Wilson, J., “Planning and visualising 3D routes for indoor and outdoor spaces using CityEngine”, Journal of Spatial Science, Vol. 60. Issue 1, 2015, pp. 179-193, 2014
- Piccoli, C., “CityEngine for Archaeology”, Mini conference: 3D GIS for mapping the Via Appia. VU University Amsterdam, 2014
- Remondino, F. and El-Hakim, S., “Image-based 3D Modelling: A Review”, The Photogrammetric record, Vol. 21, No 115, pp. 269-291, 2006
- Shum, H. Y., Chan, Sh. C. and Kang, S. B., “Image-Based Rendering”, Springer, pp. 408, doi: 10.1007/978-0-387-32668-9, 2007
- Smelik, R., Tuteneel, T, Bidarra, R. and Benes, B., “A Survey on Procedural Modelling for Virtual Worlds”, Computer Graphics forum, Vol. 33, Issue 6, September 2014, pp. 31-50, doi: 10.1111/cgf.12276, 2014
- Stoter, J. and v. Oosterom. P., “3D Cadastre in an International Context”, CRC Press Taylor and Francis, ISBN 0-8493-3932-4, pp. 323, 2006
- Βουλή των Ελλήνων, «Σύνταγμα της Ελλάδας, Όπως αναθεωρήθηκε με το Ψήφισμα της 27ης Μαΐου 2008 της Η' Αναθεωρητικής Βουλής των Ελλήνων», 2008
- Δημοπούλου, Ε., «nD Κτηματολόγιο» Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, [www.kallipos.gr](http://www.kallipos.gr), ISBN: 978-960-603-147-2, 2016
- Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ), Ελλάς με αριθμούς, Απρίλιος-Ιούνιος 2016
- Κιτσάκης, Δ., “Συγκριτική Αξιολόγηση Φωτογραμμετρικών Μεθόδων Συλλογής Τρισδιάστατης Πληροφορίας”, Διπλωματική εργασία, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, ΕΜΠ, 2011
- Κουδούνη, Α., «Το θεσμικό πλαίσιο προστασίας των παραδοσιακών οικισμών. Επικαλύψεις αρμοδιοτήτων, αδυναμίες στη συστηματοποίηση κριτηρίων προστασίας και προβλήματα εφαρμογής.», εισήγηση για την ημερίδα «Προστασία Παραδοσιακών Οικισμών & Σύγχρονος Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός», Δημοτικό Πνευματικό Κέντρο Καλαμάτας, 2014
- Κωστή, Β., “Διερεύνηση Αξιοποίησης της Τεχνικής Κανονιστικής Μοντελοποίησης στο τρισδιάστατο Κτηματολόγιο με Εφαρμογή Παραγωγής Λεπτομερούς 3D Κτηριακού Μοντέλου”, Διπλωματική εργασία, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, ΕΜΠ, 2014
- Πανουτσόπουλος, Ν., «Διυπουργικές σχέσεις κατά την άσκηση δημόσιων πολιτικών. Το παράδειγμα της προστασίας της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς», Τελική Εργασία, Εθνική Σχολή Δημόσιας Διοίκησης, Αθήνα, 2007
- Παπαπετρόπουλος, Α., «Παραδοσιακοί οικισμοί και πολιτιστικό περιβάλλον. Διοικητική πρακτική και νομολογία», Συνέδριο Ευρωπαϊκού Κέντρου Δημοσίου Δικαίου Η Πολιτιστική Κληρονομιά και το Δίκαιο, (επιμ. Ε. Σροβά), εκδ. Σάκκουλα, Αθήνα – Θεσσαλονίκη, 2004
- Σταματοπούλου, Χ., Ελληνική Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική, Τόμος 6ος, Ζαγόρι, σελ. 247, εκδ. Μέλισσα, Αθήνα, 1999

Τράνακα, Π., 3D κανονιστική μοντελοποίηση κτιρίων της παλιάς πόλης της Κέρκυρας, Διπλωματική εργασία, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, ΕΜΠ, 2014

Τσιλιάκου, Ε., “Κανονιστική μοντελοποίηση στο 3D Κτηματολόγιο - Εφαρμογή στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου”, Διπλωματική εργασία, Σχολή Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, ΕΜΠ, 2013

Σχετικές Ιστοσελίδες

<http://dragons8mycat.com/2015/02/qgis-v-arcgis/>

<http://goo.gl/iPgrCM> (Βικιπαίδεια - Κατάλογος παραδοσιακών οικισμών της Ελλάδας)

<http://goo.gl/WCIMDa> (Μαχαλάς - Κήποι Ζαγορίου)

[http://listedmonuments.culture.gr/search\\_declarations.php](http://listedmonuments.culture.gr/search_declarations.php) (Διεύθυνση Εθνικού Αρχείου Μνημείων του Υπουργείου Πολιτισμού & Τουρισμού - Διαρκής Κατάλογο Κηρυγμένων Αρχαιολογικών Χώρων και Μνημείων της Ελλάδας)

<http://www.epirus.gov.gr/portal/index.php/component/content/article/77-epikaira/296-paradosiakoi-oikismoι.html> (Περιφέρεια Ηπείρου - Παραδοσιακοί οικισμοί)

[http://www.ntua.gr/MIRC/db/epirus\\_db/20\\_Iwannina/20\\_28\\_Timfis/20\\_28\\_5\\_DD\\_Kipon/20\\_28\\_5\\_DD\\_Kipon.htm](http://www.ntua.gr/MIRC/db/epirus_db/20_Iwannina/20_28_Timfis/20_28_5_DD_Kipon/20_28_5_DD_Kipon.htm) (Βάση δεδομένων σχετικά με τους τοπικούς πολιτισμούς των ορεινών περιοχών της Ελλάδας και την αλληλεπίδραση και αλληλεξάρτηση τους με το φυσικό ορεινό περιβάλλον - Δήμος Τύμφης - Δ.Δ. Κήπων)

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=328&language=el-GR> (ΥΠΕΚΑ - Παραδοσιακά Κτίρια & Σύνολα)

<http://www.zagoroxoria.gr/horia/kentriko-zagori/kepoi.html>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Kipoi,\\_Ioannina](https://en.wikipedia.org/wiki/Kipoi,_Ioannina)



# 3D Modeling of Traditional Settlements in the area of Central Zagori

**D. Kitsakis**, Surveyor Engineer, PhD Student

**E. Tsiliakos**, Surveyor Engineer

**T. Labropoulos**, Dr. Surveyor Engineer, Laboratory Teaching Staff

**E. Dimopoulou**, Dr. Surveyor Engineer, Associate Professor

School of Rural and Surveying Engineering NTUA, Department of Surveying Engineering,  
Knowledge Area of Cadastre

## Abstract

Zagori constitutes a complex of 46 settlements in the Region of Epirus, also known as Zagorochochia, located at the base of Mount Pindos and covering approximately 1000 sq.km. The physical environment and the local traditional architecture are unique, based on stone as key structural element, also characterized by simplicity, homogeneity and absolute integration with the surrounding environment. Additional socioeconomic characteristics embedded in the local architectural style still visible until today, are the defensive layout of the settlements against invaders and bad weather, the glory and wealth of local mansions and the prevailing view of dilapidated buildings. These aspects emphasize not only the unique character of Zagori, but the need for more efficient administration, protection and promotion of the settlements as well.

Contemporary trends in terms of real estate properties involve their registration and administration supported by 3D cadastral systems, as well as their modeling and visualization by means of appropriate software. Specifically for areas of unique architectural and historical interest, as the homogeneous settlements of Zagori, the application of 3D procedural modeling as a dynamic tool to describe complex structured geometries through algorithms, rules and operations, can effectively contribute to an upgraded documentation and management of this cultural richness.

In this paper, ESRI's CityEngine software was used for the procedural modeling of a part of "Kipoi" settlement in Central Zagori, in order to generate 3D models based on typical local residence types, from level of detail LoD1 (building volumes) to LoD3 (including textures and 3D elements). That results in a systematic and automated representation of traditional settlements, which could be applied to other settlements that share similar architectural patterns, providing multiple benefits such as the enhancement of their visualization, registration, protection and promotion.