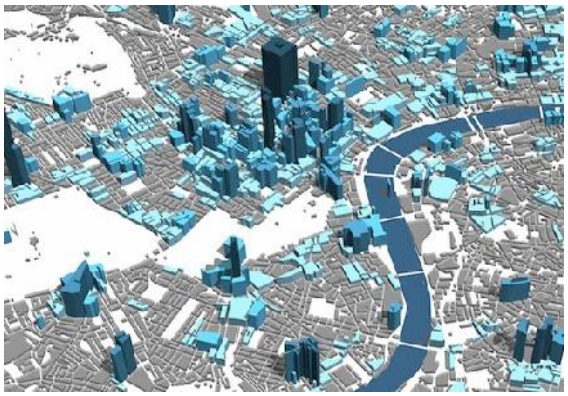
**Εθνικο Μετσοβιο Πολυτεχνειο**
Σχολη Αγρονομων και Τοπογραφων Μηχανικων
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

# ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΛΙΚΟΥ ΚΤΗΜΑΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΓΙΑ 3D ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΙΚΕΡΜΙΟΥ



**ΜΑΡΙΑ ΣΚΛΑΒΟΥΝΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: Ε. ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΥ**
Καθηγήτρια ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2017

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Πριν ξεκινήσει κάποιος την ανάγνωση του τεύχους της εργασίας μου θα ήθελα να κάνω μία ειδική αναφορά στα πρόσωπα που με βοήθησαν, με ενέπνευσαν και στάθηκαν στο πλευρό μου για να πραγματοποιηθεί.

Πρώτα απ' όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Δημοπούλου Έφη, Καθηγήτρια της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ, που μου εμπιστεύτηκε και μου ανέθεσε αυτή τη διπλωματική εργασία. Χώρια θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Κιτσάκη Δημήτριο για την βοήθειά και καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μας από την Τεχνική Εταιρεία Όριο-Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε. στην οποία εγώ εργάζομαι από το 2009, για το υπόβαθρο που μου έδωσε και τις συμβουλές του σε όποιο πρόβλημα αντιμετώπισα.

Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της ζωής μου είναι η οικογένειά μου, όπου χωρίς την βοήθειά της δεν θα είχα φτάσει στο σημείο που βρίσκομαι σήμερα. Ευχαριστώ γι' αυτό τους γονείς μου και την αδερφή μου που με στήριζαν όλα τα χρόνια των σπουδών μου. Επίσης ευχαριστώ τον σύζυγο μου Χρήστο που υπήρχε πάντα δίπλα μου ως στήριγμα με τις συμβουλές και τις παροτρύνσεις του.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η καταγραφή πληροφοριών που αφορούν ακίνητα (οικόπεδα, αγροτεμάχια, οριζόντιες ιδιοκτησίες κλπ) σε ένα οργανωμένο σύστημα δεδομένων, αποτέλεσε και αποτελεί για πολλές χώρες βασικό εργαλείο που διασφαλίζει την ασφάλεια των σχετικών συναλλαγών.

Ο ρόλος του Κτηματολογίου ήταν καθοριστικός σε αυτό. Η λειτουργία του προσδιορίζεται νομοθετικά και ειδικότερα η εξέλιξη του στην Ελλάδα έχει ως ορόσημο τα μέσα της δεκαετίας του 1990. Πρόκειται για έναν μηχανισμό τεκμηρίωσης πληροφοριών, με την τεκμηρίωση αυτή να διαμορφώνεται από τις δύο ή και τις τρεις διαστάσεις των πραγματικών αντικειμένων.

Ειδικότερα η εξέλιξη αυτή που σχετίζεται με την τρίτη διάσταση, βοηθά στον ακριβέστερο προσδιορισμό των αντικειμένων και υποστηρίζει την επίλυση περίπλοκων ιδιοκτησιακών προβλημάτων, δίνοντας παράλληλα τη δυνατότητα εισαγωγής των περιουσιακών δικαιωμάτων στο τρισδιάστατο περιβάλλον.

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης υλικού κτηματογράφησης για 3D Κτηματολόγιο στην περιοχή του Πικερμίου.

Ουσιαστικά στην παρούσα μελέτη πραγματοποιείται τόσο βιβλιογραφική επισκόπηση του εν λόγω ζητήματος, όσο και μελέτη περίπτωσης που αφορά την περιοχή του Πικερμίου.

Από την βιβλιογραφική μελέτη που πραγματοποιήθηκε για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, προέκυψε πως το Κτηματολόγιο υποστήριξε την καταγραφή δικαιωμάτων επί ακινήτων, την εγγύηση νομικών πληροφοριών, την συστηματική καταγραφή της Δημόσιας ακίνητης περιουσίας κ.α., δημιουργώντας ένα σύνολο σημαντικών προϊόντων όπως: πιστοποιητικά, πίνακες, χάρτες, στατιστικά δεδομένα κ.α.

Τα οφέλη από τη λειτουργία του Κτηματολογίου είναι πολλά, όπως και τα προβλήματα που έχουν εντοπισθεί κατά καιρούς. Την επίλυση των προβλημάτων αυτών υποστήριξε η εξέλιξη του 3D Κτηματολογίου και κυρίως προβλημάτων που σχετίζονταν με τεμνόμενες κατασκευές, κατασκευές κάτω από το έδαφος κ.α.

Η Ολλανδία, η Ρωσία, το Ισραήλ, η Κίνα και η Αυστραλία είναι περιοχές που υποστήριξαν την χρήση και εξέλιξη του 3D Κτηματολογίου. Η Ελλάδα αποδεδειγμένα με χαμηλότερης έντασης ρυθμούς υποστήριξε την ανάπτυξη του και αντιλήφθηκε τα οφέλη του.

Η περιοχή του Πικερμίου Αττικής είναι μια περιοχή με ιδιαίτερα πολεοδομικά χαρακτηριστικά. Επί αυτής επιλέχθηκε προς μελέτη συγκεκριμένο τμήμα. Αυτό που επετεύχθη ήταν δημιουργία απεικόνισης του εδάφους στο City Engine, δημιουργία αρχείου δρόμων από το Open Street Map και δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων των ιδιοκτησιών, με τη βοήθεια δεδομένων που συλλέχθηκαν.

**ABSTRACT**

The subject of this diploma thesis is the exploration of the possibility of using cadastral material for 3D Cadastre in the Pikermi area. Essentially, in this study there is a bibliographic overview of this issue as well as a case study of the Pikermi area.

The bibliographic study carried out for the purposes of this work revealed that the Land Registry supported the registration of real estate rights, the guarantee of legal information, the systematic registration of public real estate, etc., creating a set of important products such as certificates, tables, maps, statistics etc.

The benefits from the operation of the Land Registry are many as well as the problems that have been identified from time to time. The solution of these problems was supported by the evolution of the 3D Cadastre and mainly problems related to intersecting structures, underground constructions etc.

The Netherlands, Russia, Israel, China and Australia are areas that supported the use and evolution of the 3D Landscape. Greece proved to be at a slower pace supporting its growth and realizing its benefits.

The area of Pikermi Attica is an area with particular urban features. A specific section was selected for study. What has been achieved was the creation of land imagery at City Engine, the creation of a road map from the Open Street Map and the creation of three-dimensional models of properties with the help of data collected.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα σύγχρονα αστικά κυρίως κέντρα και στις μεγαλουπόλεις με την πληθώρα των ιδιοκτησιακών δεδομένων και των πολεοδομικών εφαρμογών, τα προβλήματα που ανακύπτουν καθημερινά είναι πολλά και περίπλοκα σε ότι σχετίζεται με την καταγραφή πληροφοριών και δικαιωμάτων επί ακινήτων.

Η ανάπτυξη και εξέλιξη του Κτηματολογίου βοήθησε πολύ στην αποσαφήνιση νομικών και πολεοδομικών δεδομένων, μέσω της δημιουργίας ψηφιακών γεωχωρικών στοιχείων. Ειδικότερα στην Ελλάδα τα προβλήματα που σχετίζονταν με ιδιοκτησιακά καθεστώτα ήταν πολλά και δυσεπίλυτα. Το Κτηματολόγιο αποτέλεσε σημαντικό εργαλείο για την εύρεση ιδιοκτησιακών λύσεων. Η λειτουργία του θεσμού υποστηρίχθηκε νομοθετικά, αλλά και αναβαθμίστηκε με την πάροδο του χρόνου.

### Σκοπός της Εργασίας

Βασικός σκοπός της εργασίας ήταν η ανάδειξη της σημαντικότητας όχι απλά του Κτηματολογίου, αλλά συγκεκριμένα του 3D Κτηματολογίου. Επιπλέον, εξετάζεται η επάρκεια των συλλεχθέντων δεδομένων που θεωρεί ως απαραίτητα προσκομισθέντα έγγραφα το Κτηματολόγιο αυτή τη στιγμή στη Ελλάδα και ειδικά στην περιοχή του Πικερμίου, έτσι ώστε να κριθεί αν είναι αρκετά για την υλοποίηση του 3D Κτηματολογίου. Μέριμνα του γράφοντος την παρούσα εργασία ήταν να παρουσιάσει τον τρόπο που χρησιμοποιείται το 3D Κτηματολόγιο και τον τρόπο που καταχωρούνται επί αυτού στοιχεία και ακολούθως αυτά αποτυπώνονται σε χάρτες και πίνακες. Κατ' επέκταση στόχος ήταν να αναδειχθεί πως η 3D πληροφόρηση βοηθάει στο να επιλυθούν ζητήματα που με το 2D Κτηματολόγιο δεν θα μπορούσαν να επιλυθούν.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ……1**

**ΠΡΟΛΟΓΟΣ…….2**

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ……...……...3**

**ABSTRACT……...……...4**

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ……...……5**

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ…….……6**

**ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ-ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ……...10**

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ…….……..……....11**

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ……12**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1$^{Ο}$ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ..... 17**

**1.1 Ο ρόλος του Εθνικού Κτηματολογίου ..... 17**

**1.2 ΕΚΧΑ Α.Ε. ..... 18**

**1.3 Το θεσμικό πλαίσιο ..... 18**

**1.4 Η εξέλιξη του Εθνικού Κτηματολογίου στο χρόνο ..... 19**

**1.5 Οφέλη - καινοτομίες του Κτηματολογίου ..... 22**

**1.6 Προβλήματα του Εθνικού Κτηματολογίου ..... 23**

**1.7 Βασικοί ορισμοί ..... 24**

***1.7.1 Κατηγοριοποίηση ακινήτων..... 26***

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2$^{Ο}$ ΠΕΡΙ 3D ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ..... 27**

**2.1 Η σημαντικότητα του 3D Κτηματολογίου ..... 27**

**2.2 Απεικονιζόμενα δεδομένα σε 3D σύστημα ..... 28**

***2.2.1 Παράμετροι της 3D απεικόνισης..... 30***

**2.3 Δεδομένα από τη διεθνή εμπειρία ..... 32**

**2.4 Είδη 3D Κτηματολογίου ..... 33**

**2.5 Σύγχρονη ανάγκη οι 3d καταγραφές ..... 34**

***2.5.1 Η αξία των ακινήτων ..... 36***

***2.5.2 Παραδείγματα περιπτώσεων με απαίτηση 3D κτηματολογίου ..... 37***

**2.6 Τα σύγχρονα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών ..... 41**

**2.7 Χρόνος ολοκλήρωσης 3D Κτηματολογίου ..... 42**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3$^{ο}$ ΧΩΡΕΣ ΠΟΥ ΠΡΟΣΠΑΘΗΣΑΝ ΝΑ ΑΝΑΠΤΥΞΟΥΝ ΤΟ 3D ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ..... 43**

**3.1 Η περίπτωση της Ολλανδίας ..... 43**

**3.2 Η περίπτωση του Ισραήλ ..... 45**

**3.3 Η περίπτωση της Αυστραλίας ..... 47**

**3.4 Η περίπτωση της Ρωσίας ..... 49**

**3.5 Η περίπτωση της πόλης Shenzhen της Κίνας ..... 51**

**3.6 Η περίπτωση της Κροατίας ..... 53**

**3.7 Χώρες που εισήγαγαν εξειδικευμένες διατάξεις 3D Κτηματολογίου ..... 54**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4$^{ο}$ Η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΤΡΙΤΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ - 3D ΜΟΝΤΕΛΑ 58**

**4.1 3D Μοντελοποίηση ..... 58**

***4.1.1 Διεθνή Πρότυπα ..... 59***

**4.2 Σύγχρονες Τεχνικές 3D Μοντελοποίησης ..... 62**

***4.2.1 Χρήση της φωτογραμμετρίας ..... 62***

***4.2.2 Μοντελοποίηση βάσει εικόνων (Image- based modeling, IBM) ..... 63***

***4.2.3 Αυτόματη μοντελοποίηση ..... 64***

***4.2.4 Κανονιστική μοντελοποίηση ..... 64***

***4.2.4.1 L- System ..... 65***

***4.2.4.2 Shape Grammars (Γραμματικές Σχήματος) ..... 65***

***4.2.4.3 CGA Grammar ..... 66***

**4.3 Συλλογή 3D δεδομένων ..... 67**

*4.3.1 3D Αναδόμηση αντικειμένων ..... 68*

**4.4 CityGML ..... 69**

**4.5 CityEngine ..... 70**

**4.6 3D Τύποι αρχείων ..... 73**

**4.7 3D Cities Project ..... 75**

*4.7.1 Χαρακτηριστικά του μοντέλου - Περιεχόμενα ..... 76*

**4.8 Επικύρωση δεδομένων ..... 79**

**4.9 Προτυποποίηση δεδομένων ..... 79**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5$^{ο}$ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΟ 3D ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ . 81**

**5.1 Απαιτούμενα δεδομένα- έγγραφα ..... 81**

**5.2 Εύρεση απαιτούμενων δεδομένων ..... 85**

**5.3 Μελλοντικές τάσεις ..... 85**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6$^{ο}$ Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΠΙΚΕΡΜΙΟΥ ..... 87**

**6.1 Στοιχεία βάσει της απογραφής κτιρίων του 2011 και της κτηματογράφησης ..... 87**

**ΚΕΦΆΛΑΙΟ 7$^{ο}$ ΔΗΜΙΟΥΡΓΊΑ ΤΡΙΣΔΙΆΣΤΑΤΗΣ ΑΠΕΙΚΌΝΙΣΗΣ ΚΤΙΡΊΩΝ ΣΤΟ ΠΙΚΈΡΜΙ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΉΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΆΜΜΑΤΟΣ CITY ENGINE ..... 90**

**7.1 Η περιοχή του Πικερμίου – Τα υπό σχεδίαση κτίρια ..... 90**

**7.2 Διαδικασία δημιουργίας απεικόνισης του εδάφους στο City Engine ..... 100**

*7.2.1 Δημιουργία αρχείου δρόμων από το Open Street Map ..... 103*

**7.3 Εισαγωγή χαρτών και δεδομένων στο City Engine – Δημιουργία δρόμων ..... 105**

**7.4 Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων ιδιοκτησιών ..... 111**

*7.4.1 Δημιουργία πρώτης ιδιοκτησίας ..... 117*

*7.4.2 Δημιουργία δεύτερης ιδιοκτησίας ..... 120*

*7.4.3 Εισαγωγή υφής – φωτορεαλιστική απεικόνιση ..... 121*

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8$^{Ο}$ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ..... 128**

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ..... 131**

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ..... 131**

**ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ..... 131**

**ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ..... 133**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ..... 134**

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΊΕΣ- ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΌΙ

ΓΣΠ.....Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Δ.Ε.....Δημοτική Ενότητα

ΕΚΧΑ.....Εθνικό Κτηματολόγιο και Χαρτογράφηση

ΚΠΣ.....Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης

Ν.....Νόμος

ΟΤΑ.....Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης

ΣΓΠ.....Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών

ΣΔΒΔ.....Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων

ΦΕΚ.....Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως

GIS.....Geographic Information Systems

# ΚΑΤΆΛΟΓΟΣ ΠΙΝΆΚΩΝ

Πίνακας 1 Πορεία κτηματογράφησης στην Ελλάδα ..... 21

Πίνακας 2 Απογραφή οικοδομών-κτιρίων της 1ης Δεκεμβρίου 2000. ..... 26

Πίνακας 3 Μεταβλητές αξίας ακινήτων ..... 37

Πίνακας 4 Απογραφή κτιρίων του έτους 2011 ..... 87

Πίνακας 5 Κτίρια κατά αριθμό ορόφων πάνω από το ισόγειο ..... 87

Πίνακας 6 Πλήθος κτιρίων ανά χρονική περίοδο κατασκευής τους ..... 88

Πίνακας 7 Φορέας διαχείρισης κτιρίων ..... 88

Πίνακας 8 Δικαιώματα με κτίσματα και τοπογραφικά διαγράμματα……..89

# ΚΑΤΆΛΟΓΟΣ ΕΙΚΌΝΩΝ

Εικόνα 1 Πορεία κτηματογράφησης για κάθε γενιά κτηματογράφησης. (Πηγή: Έκθεση πεπραγμένων 2013, ΕΚΧΑ - 2014) ..... 22

Εικόνα 2 Κτίριο της εταιρείας "Nationale Nederlanden" στην Ολλανδία. (Stoter και Salzmann, 2001) ..... 29

Εικόνα 3 Εμπλεκόμενα γεωτεμάχια για την εγγραφή του ιδιοκτησιακού δικαιώματος του κτιρίου της εταιρείας "Nationale Nederlanden". (Stoter και Salzmann, 2001) ..... 30

Εικόνα 4 Κτίριο στην Πάτμο. (Ντόκου, 2004) ..... 30

Εικόνα 5 Tooltip για την απεικόνιση των ιδιοτήτων αντικειμένου. (Shojaei et al., 2013) . 32

Εικόνα 6 Διαίρεση ανεξάρτητων ιδιοκτησιών. (Πηγή: Stoter, 2004) ..... 36

Εικόνα 7 Επικάλυψη ιδιόκτητων και κοινόχρηστων χώρων. (Ζεντέλης, 2011) ..... 38

Εικόνα 8 Ιδιόκτητοι χώροι επικείμενοι κοινόχρηστων χώρων (Δημοπούλου, 2015) ..... 38

Εικόνα 9 Ιδιόκτητοι χώροι υποκείμενοι κοινόχρηστων γεωτεμαχίων (Δημοπούλου, 2015) ..... 39

Εικόνα 10 Δημόσια ιδιοκτησία άνωθεν ιδιωτικών χώρων. (Dimopoulou, Gavanas, Zentelis, 2006) ..... 40

Εικόνα 11 Υπόσκαφες κατασκευές στη Σαντορίνη (Δημοπούλου, 2015) ..... 41

Εικόνα 12 Πρωτότυπο καταχώρισης της 3D απεικόνισης μιας πολυεπίπεδης ιδιοκτησίας μέσω 3D PDF (λογισμικό Bentley) (Stoter et al, 2011) ..... 44

Εικόνα 13 Καταγραφή 3D απεικόνισης των 3D ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων με διαφορετικές περιγραφές των ίδιων 3D σχεδίων (Stoter et al, 2012) ..... 45

Εικόνα 14 3D και 2D απεικόνιση του χωρικού γεωτεμαχίου και των αντίστοιχων υποτεμαχίων επί γεωτεμαχίων στο κέντρο της πόλης Modi'in (Πηγή: Mr. Ronen Grinstein) ..... 46

Εικόνα 15 Υπόγειος χώρος στάθμευσης στη Μελβούρνη. (Shojaei et al., 2013) ..... 48

Εικόνα 16 (α) Στιγμιότυπο του πρωτότυπου συστήματος, (β) 3D PDF του χώρου. (Shojaei et al., 2013) ..... 49

Εικόνα 17 Η επιφάνεια του πρωτοτύπου και η σχετική πληροφόρηση. (Vandysheva et al., 2012) ..... 50

Εικόνα 18 Αποτύπωση σωλήνων. (Vandysheva et al., 2012) ..... 51

Εικόνα 19 Απεικόνιση μιας 3D χωρικής έκτασης ορισμένων κατασκευών. (Guo et al, 2011) ..... 52

Εικόνα 20 Ακίνητα στον κτηματολογικό χάρτη (της Κροατίας) και παρουσίαση των τμημάτων-ιδιοκτησιών (χωριστών και κοινών) ανά όροφο. (Dimopoulou et al, 2016) ..... 54

Εικόνα 21 Απεικόνιση 3D κτηματολογικών οντοτήτων στους κτηματολογικούς χάρτες της Σουηδίας (El Mekawy et al., 2014) ..... 56

Εικόνα 22 Τρισδιάστατες οντότητες κτηματολογικό χάρτη της Νορβηγίας. (Valstad, 2005) ..... 57

Εικόνα 23 Βασικές οντότητες του LADM. (Christiaan Lemmen, Peter van Oosterom, Rohan Bennet, 2015) ..... 60

Εικόνα 24 Το 3D μοντέλο (σκελετός) του κτιρίου. (Sashi, Jain, 2007) ..... 63

Εικόνα 25 Παράδειγμα γραμματικής σχήματος δύο κανόνων. (http://www.engineering.leeds.ac.uk/dssg/objectives.htm) ..... 66

Εικόνα 26 Δημιουργία 3D μοντέλου με χρήση CGA Grammar ..... 67

Εικόνα 27 Επίπεδα λεπτομέρειας (LOD) στο περιβάλλον του CityGML. (Filip Biljecki, 2015) ..... 69

Εικόνα 28 Περιβάλλον του CityEngine. (cehelp.esri.com, 2015) ..... 71

Εικόνα 29 Διαχωριζόμενα στοιχεία ενός αντικειμένου (Multipatch γεωμετρία). (The Multipatch geometry type, 2008) ..... 75

Εικόνα 30 Στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος. (esri.com, 2015) ..... 76

Εικόνα 31 Παράδειγμα στοιχείων εντασσόμενων στην τάξη Installations. (Πηγή: esri.com, 2015) ..... 78

Εικόνα 32 Δορυφορική απεικόνιση τμήματος περιοχής Πικερμίου από το Google Earth . 90

Εικόνα 33 Τμήμα περιοχής Πικερμίου από το Google Earth ..... 91

Εικόνα 34 Θέση οικοπέδου από το Google Earth ..... 92

Εικόνα 35 Θέση ιδιοκτησιών που θα απεικονισθούν τρισδιάστατα από το Google Earth . 92

Εικόνα 36 Δεδομένα για τις υπό εξέταση ιδιοκτησίες από το κτηματολόγιο ..... 93

Εικόνα 37 Δεδομένα συμβολαίων εξεταζόμενων ιδιοκτησιών ..... 93

Εικόνα 38 Δεδομένα συμβολαίων εξεταζόμενων ιδιοκτησιών ..... 94

Εικόνα 39 Δεδομένα συμβολαίων εξεταζόμενων ιδιοκτησιών ..... 95

Εικόνα 40 Δεδομένα συμβολαίων εξεταζόμενων ιδιοκτησιών ..... 96

Εικόνα 41 Απεικόνιση οικοπέδου από το πρόγραμμα GeoMap ..... 97

Εικόνα 42 Φωτογραφία μιας εκ των εξεταζόμενων ιδιοκτησιών από το Google Earth ..... 97

Εικόνα 43 Φωτογραφία μιας εκ των εξεταζόμενων ιδιοκτησιών από το Google Earth ..... 98

Εικόνα 44 Άποψη των υπο εξέταση ιδιοκτησιών από τον ένα παράλληλο σε αυτές δρόμο από το Google Earth ..... 98

Εικόνα 45 Φωτογραφία μιας εκ των υπό εξέταση ιδιοκτησιών από το Google Earth..... 99

Εικόνα 46 Δορυφορική φωτογραφία των υπό εξέταση ιδιοκτησιών από το Google Earth 99

Εικόνα 47 Χάρτης βάσης ..... 101

Εικόνα 48 Εισαγωγή των δύο εικόνων ..... 102

Εικόνα 49 Η τελική θέση της εικόνας υφής σε σχέση με το χάρτη βάσης ..... 103

Εικόνα 50 Η επιλεγμένη περιοχή στο παράθυρο του OpenStreetMap ..... 104

Εικόνα 51 Η δημιουργία του νέου project και οι αντίστοιχοι φάκελοι..... 105

Εικόνα 52 Η εισαγωγή του αρχείου υφής ..... 106

Εικόνα 53 Εισαγωγή δεδομένων OpenStreetMap..... 107

Εικόνα 54 Περιεχόμενα στο μενού κτιρίων ..... 107

Εικόνα 55 Επιλογή αναφοράς ..... 108

Εικόνα 56 Μοντέλο μετά την εισαγωγή δρόμων, τοποθετημένο στον χάρτη υφής ..... 109

Εικόνα 57 Αρχικό μοντέλο δρόμων ..... 110

Εικόνα 58 Δημιουργία δρόμων – τετραγώνων στην περιοχή όπου δεν έχουν δημιουργηθεί δρόμοι. ..... 110

Εικόνα 59 Τελικό μοντέλο εδάφους..... 111

Εικόνα 60 Περιοχή εργασίας από το Google Earth ..... 112

Εικόνα 61 Περιοχή εργασίας από το πρόγραμμα GeoMap..... 113

Εικόνα 62 Οικόπεδα μετά την κατάτμηση από το πρόγραμμα GeoMap ..... 114

Εικόνα 63 Τοπογραφικό διάγραμμα ..... 115

Εικόνα 64 Οριοθετημένη περιοχή εργασίας ..... 116

Εικόνα 65 Όρια ιδιοκτησιών ..... 116

Εικόνα 66 Πρώτη ιδιοκτησία ..... 117

Εικόνα 67 Οριοθέτηση φράκτη ..... 118

Εικόνα 68 Φράκτης πρώτης ιδιοκτησίας..... 118

Εικόνα 69 Τρισδιάστατος σκελετός κτιρίου ..... 119

Εικόνα 70 Δημιουργία κλίσης κεραμοσκεπής ..... 119

Εικόνα 71 Δημιουργία κεντρικής εισόδου, βεράντας, παραθύρων..... 120

Εικόνα 72 Δεύτερη Ιδιοκτησία ..... 120

Εικόνα 73 Δημιουργία δεύτερης ιδιοκτησίας ..... 121

Εικόνα 74 Απεικόνιση της διαδικασίας τοποθέτησης της υφής της κεραμοσκεπής Τοποθέτηση υφής κεραμοσκεπής σε μια από τις ιδιοκτησίες..... 122

Εικόνα 75 Τοποθέτηση υφής κεραμοσκεπής σε μια από τις ιδιοκτησίες ..... 123

Εικόνα 76 Αποτέλεσμα τοποθέτησης της υφής πρασίνου στους φράχτες..... 124

Εικόνα 77 Αποτέλεσμα τοποθέτησης υφής τοιχοποιίας ..... 125

Εικόνα 78 Άποψη των κατοικιών που δείχνει το αποτέλεσμα τοποθέτησης υφής σε παράθυρα και πόρτες..... 126

Εικόνα 79 Λεπτομέρεια φωτορεαλιστικής απεικόνισης στην πρώτη ιδιοκτησία ..... 127

Εικόνα 80 Άποψη ολοκληρωμένης φωτορεαλιστικής απεικόνισης ιδιοκτησιών ..... 127

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

## 1.1 Ο ρόλος του Εθνικού Κτηματολογίου

Το Εθνικό Κτηματολόγιο αποτελεί ένα σύστημα πληροφοριών που καταγράφει τις νομικές, τεχνικές και άλλες πρόσθετες πληροφορίες για τα ακίνητα και τα δικαιώματα επί αυτών, με την ευθύνη και την εγγύηση του Δημοσίου. Η ενημέρωση του είναι διαρκής. Ο σκοπός για τον οποίο συντάχθηκε είναι η δημιουργία ενός σύγχρονου, πλήρως αυτοματοποιημένου αρχείου ακίνητης ιδιοκτησίας, με στοιχεία που χαρακτηρίζονται από απόλυτα αποδεικτικό χαρακτήρα. Πολύ σημαντικό στοιχείο είναι πως το σύστημα αυτό εξασφαλίζει τη μεγαλύτερη δυνατή δημοσιότητα και ασφάλεια των συναλλαγών. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα πιο σύγχρονο, εξελιγμένο και ολοκληρωμένο σύστημα, συγκριτικά με το σύστημα των Υποθηκών και Μεταγραφών που υποστηρίζουν τα Υποθηκοφυλακεία .

Ο ρόλος του Εθνικού Κτηματολογίου προσδιορίζεται από τα ακόλουθα:

1) Καταγράφει βάσει του ακινήτου, το σύνολο των πράξεων που δημιουργούν, μεταβιβάζουν, μεταβάλουν ή καταργούν δικαιώματα σε ακίνητα. Προσφέρει συνεπώς άμεση και αξιόπιστη πληροφόρηση για το σύνολο των δικαιωμάτων που υπάρχουν επί αυτών.

2) Προσφέρει εγγύηση των καταγεγραμμένων νομικών πληροφοριών του συστήματος του, καθώς για την καταχώριση κάθε πράξης πραγματοποιείται έλεγχος νομιμότητας. Συνεπώς δεν γίνεται καταχώρηση οποιασδήποτε πράξης χωρίς την ενημέρωση και συγκατάβαση του δικαιούχου.

3) Καταγράφει το σύνολο των στοιχείων που προσδιορίζουν τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά (θέση, μορφή και επιφάνεια) του ακινήτου.

4) Υποστηρίζει την συστηματική καταγραφή της Δημόσιας ακίνητης περιουσίας, για πρώτη φορά στη σύγχρονη Ελλάδα.

5) Καταγράφει τα δικαιώματα από χρησικτησία. Ένα φαινόμενο αρκετά σύνηθες κυρίως στις επαρχιακές περιοχές της χώρας, που αποτελεί τον βασικότερο τρόπο κτήσης κυριότητας λόγω του άτυπου των μεταβιβάσεων.

Τα <u>προϊόντα του Κτηματολογίου</u> είναι τα εξής:

α) τίτλοι

β) πιστοποιητικά

γ) κτηματολογικοί πίνακες

δ) κτηματολογικοί χάρτες και αποσπάσματα

ε) ειδικοί χάρτες, στατιστικές επεξεργασίες κ.α.

## 1.2 ΕΚΧΑ Α.Ε.

Η ίδρυση της ΕΚΧΑ Α.Ε. στηρίζεται στην κοινή απόφαση των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας, Οικονομικών και ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ (Απόφαση 81706/6085/6-10-1995/ΦΕΚ 872Β/19-10-1995) και αποτελεί Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου.

Σκοπός της είναι η μελέτη, σύνταξη και λειτουργία του Εθνικού Κτηματολογίου. Βάσει του προαναφερόμενου νόμου, στις αρμοδιότητες της συμπεριελήφθησαν και η γεωδαιτική κάλυψη και χαρτογράφηση της χώρας, η απογραφή και χαρτογράφηση των φυσικών διαθεσίμων της, καθώς και η διαμόρφωση και τήρηση ψηφιακών γεωχωρικών δεδομένων και δεδομένων περιβάλλοντος.

Η λειτουργία της στηρίζεται στους κανόνες της ιδιωτικής οικονομίας και διέπεται από τις διατάξεις του άρθρου 5 του Ν. 2229/1994, του κωδικοποιημένου Ν. 2190/1920, του Ν. 2308/1995 και του Ν.2664/1998, όπως ισχύουν σήμερα. Με τον νόμο 3899/17-12-2010 εντάχθηκε στο πεδίο εφαρμογής του Κεφαλαίου Α΄ του Ν. 3429/2005 "Δημόσιες Επιχειρήσεις και Οργανισμοί ΔΕΚΟ". Μοναδικός μέτοχος της ΕΚΧΑ Α.Ε. είναι το Ελληνικό Δημόσιο και εποπτεία πραγματοποιείται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Οι περιοχές όπου λειτουργούν Κτηματολογικά Γραφεία στη χώρα παρουσιάζεται στην εικόνα Π1 του Παραρτήματος.

## 1.3 Το θεσμικό πλαίσιο

Η σύνταξη και τήρηση του Εθνικού Κτηματολογίου υποστηρίζεται από δύο βασικά νομοθετήματα για: α) την κτηματογράφηση και β) την τήρηση και λειτουργία αυτού. Συγκεκριμένα η κτηματογράφηση καθορίζεται από το Ν. 2308/1995 και η λειτουργία από το Ν. 2664/1998. Τροποποίηση των προαναφερόμενων νόμων έγινε από τους ακόλουθους: 2508/1997, 3208/2003, 3127/2003, 3212/2003, 3481/2006 και 4164/2013. Οι τροποποιήσεις στόχο είχαν τη σταδιακή προσαρμογή της νομοθεσίας για

το Εθνικό Κτηματολόγιο βάσει των δεδομένων της πράξης που προέκυψαν από την εμπειρία της εφαρμογής του θεσμού.

## 1.4 Η εξέλιξη του Εθνικού Κτηματολογίου στο χρόνο

Η συνολική πορεία κτηματογράφησης περιγράφεται στην έκθεση πεπραγμένων του έτους 2013 που έχει δημοσιεύσει η ΕΚΧΑ ΑΕ και στην οποία διακρίνονται 4 περίοδοι ή διαφορετικά 4 γενιές κτηματογράφησης. Οι περίοδοι αυτοί παρουσιάζονται ακολούθως και τα βασικά χαρακτηριστικά τους σκιαγραφούνται στον πίνακα 1.1 και την εικόνα 1.1 που ακολουθούν.

**<u>Ι. Περίοδος 1995-2003</u>**

Πρόκειται για το αρχικό στάδιο της κτηματογράφησης, όπου λειτούργησε πιλοτικά στα πλαίσια πραγματοποίησης μικρών μελετών σε διάφορες περιοχές της χώρας. Το διάστημα 1995-1999 έγινε η ανάθεση 3 πιλοτικών προγραμμάτων κτηματογράφησης με ιδιαίτερη βαρύτητα στη γεωγραφική διασπορά των επιλεχθέντων ΟΤΑ και τη διαφορετικότητα τους, με απώτερο σκοπό την απόκτηση εμπειρίας σε διάφορες περιπτώσεις (αστικές, αγροτικές, νησιωτικές, ορεινές περιοχές κ.λπ.). Η ολοκλήρωση των προγραμμάτων αυτών έγινε το 2003.

**<u>ΙΙ. Περίοδος 2004-2009</u>**

Σε αυτό το στάδιο υλοποιήθηκαν έργα της Κτηματολόγιο Α.Ε. στο πλαίσιο του Γ' ΚΠΣ με συγχρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και αξιοποίηση σε μεγάλο βαθμό των οικονομιών κλίμακας και της σύγχρονης τεχνολογίας. Αυτό το χρονικό διάστημα και συγκεκριμένα το 2007 προκηρύχθηκε ένα νέο πρόγραμμα που είναι ακόμη σε εξέλιξη και αφορά 106 ελληνικούς αστικούς ΟΤΑ. Σε αυτό το πρόγραμμα υπήρξε διαχωρισμός της κτηματογράφησης σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση συγχρηματοδοτήθηκε από το Γ' ΚΠΣ και η ολοκλήρωση της έγινε στο τέλος του 2009. Η ανάθεση των σχετικών συμβάσεων της δεύτερης φάσης και η υλοποίηση τους έχει σταδιακή εξέλιξη.

**III. 2009**

Πρόκειται για πρόγραμμα που αφορά την Κτηματογράφηση 11 ΟΤΑ στο όρος της Πάρνηθας. Γενικά η περιοχή χαρακτηρίζεται περιβαλλοντολογικά ευαίσθητη με υψηλές απαιτήσεις προστασίας από καταπατήσεις, μετά από πυρκαγιές που είχαν δυσμενείς συνέπειες σε αυτήν.

**IV. 2011**

Το έτος 2011 και στο πλαίσιο των απαιτήσεων του μνημονίου σχετικά με την προκήρυξη κτηματολογικών έργων για 4.000.000 δικαιώματα, η εταιρεία προέβη στην προκήρυξη δύο νέων προγραμμάτων κτηματογράφησης που σχετίζονταν με τα εξής:

α) 268 περιαστικούς κυρίως ΟΤΑ με διαμορφωμένο το απαραίτητο χαρτογραφικό υπόβαθρο στο πλαίσιο του σχετικού έργου του Γ' ΚΠΣ. (2.575.119 δικαιώματα)

β) 10 νομούς της χώρας με εκτεταμένες αγροτικές εκτάσεις με αναδασμούς και διανομές, με στόχο την αξιοποίηση των απαραίτητων δεδομένων που ψηφιοποιήθηκαν κατά την υλοποίηση του αντίστοιχου συγχρηματοδοτούμενου έργου του Γ' ΚΠΣ και των στοιχείων του συστήματος αναγνώρισης αγροτεμαχίων και των δηλώσεων για γεωργικές επιδοτήσεις (LPIS). (4.346.878 δικαιώματα)

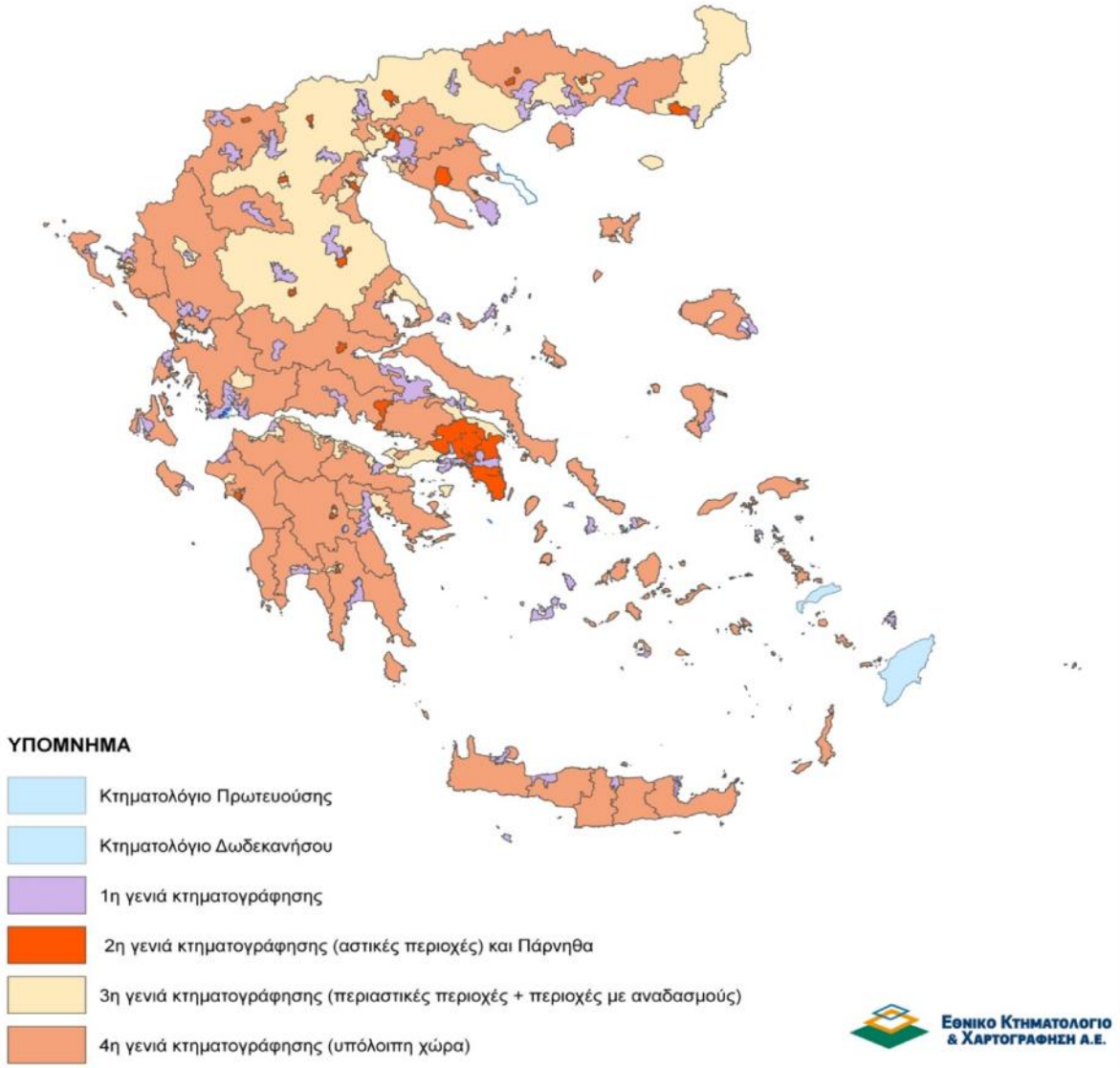
Η ολοκλήρωση του έργου ορίστηκε για το έτος 2013 και την επίτευξη των ακόλουθων στόχων:

- ολοκλήρωση της κτηματογράφησης και λειτουργία του κτηματολογίου για ποσοστό περί του 20,1% των δικαιωμάτων της χώρας (δηλαδή περίπου 7.600.000 δικαιώματα).
- επέκταση κτηματογράφησης για το 20,3% των δικαιωμάτων της χώρας (δηλαδή περίπου 7.700.000 δικαιώματα)
- εξέλιξη τη διαγωνιστικής διαδικασίας για την ανάθεση έργων κτηματογράφησης για το 59,6% των δικαιωμάτων της χώρας (22.500.000 δικαιώματα).

**Πίνακας 1 Πορεία κτηματογράφησης στην Ελλάδα**

| | Χαρακτηριστικά περιοχών | Έκταση (στρεμ.) |
|---|---|---|
| **1η γενιά κτηματογράφησης (1995-1999)** | Πιλοτικά προγράμματα - διάσπαρτες περιοχές | 8.255.252 |
| **2η γενιά κτηματογράφησης (2008)** | Υπόλοιπες Πρωτεύουσες Νομών - Δήμοι Αττικής & Θεσσαλονίκης (αστικές περιοχές), Πάρνηθα | 3.537.442 |
| **3η γενιά κτηματογράφησης (2011)** | Περιαστικές περιοχές, περιοχές αναδασμών (10 νομοί) | 34.228.881 |
| **4η γενιά κτηματογράφησης (2013)** | Υπόλοιπη χώρα | 85.978.425 |

(Πηγή: Έκθεση πεπραγμένων 2013, ΕΚΧΑ - 2014)




**Εικόνα 1 Πορεία κτηματογράφησης για κάθε γενιά κτηματογράφησης. (Πηγή: Έκθεση πεπραγμένων 2013, ΕΚΧΑ - 2014)**

## 1.5 Οφέλη - καινοτομίες του Κτηματολογίου

Η σταδιακή αναβάθμιση του Εθνικού Κτηματολογίου που υποστηρίχθηκε και νομικά από τις τροποποιήσεις των νόμων, διαμόρφωσε καινοτομίες που πρόσφεραν πολύ σημαντικά οφέλη για τον πολίτη, την εθνική οικονομία και την προστασία του περιβάλλοντος. Ορισμένα εξ' αυτών είναι:

- η καταγραφή και κατοχύρωση της ιδιοκτησίας των πολιτών δίχως αμφισβητήσεις
- ο περιορισμός της γραφειοκρατίας και η απλούστευση των διαδικασιών μεταβίβασης της ακίνητης περιουσίας

- η ενίσχυση της διαφάνειας και της ασφάλειας των διαδικασιών μεταβίβασης
- η αναβάθμιση της αγοράς ακινήτων και η αύξηση της αξίας της ακίνητης ιδιοκτησίας με αποτέλεσμα την προσέλκυση περισσότερων επενδύσεων
- η πλήρης οριοθέτηση και διασφάλιση της δημόσιας και δημοτικής περιουσίας
- η αποτελεσματικότερη προστασία του περιβάλλοντος
- η οριοθέτηση των δασών και του αιγιαλού και η επακόλουθη διαμόρφωση εμποδίων στις καταπατήσεις και αυθαιρεσίες
- η ορθολογική οργάνωση και ανάπτυξη της χώρας

## 1.6 Προβλήματα του Εθνικού Κτηματολογίου

Τα οφέλη που διαμορφώθηκαν από την σύνταξη του Εθνικού Κτηματολογίου ήδη προαναφέρθηκαν. Υπάρχουν όμως και ορισμένα προβλήματα που εντοπίσθηκαν και εξακολουθούν να εντοπίζονται κατά την σύνταξη των κτηματογραφήσεων.

Αναμφίβολα η μεγάλη χρονική περίοδος που καθυστέρησε το Κτηματολόγιο να συνταχθεί, καθώς και η έλλειψη της συνολικής εικόνας της Ελλάδας διαμόρφωσαν ένα σημαντικό πρόβλημα. Αυτό ακολούθως είχε αρνητικές συνέπειες στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας και στον καθορισμό συγκεκριμένων και ολοκληρωμένων πολιτικών γης. Γενικότερα η μακρόχρονη έλλειψη Κτηματολογίου υποστήριξε την δημιουργία υποκατάστατων μηχανισμών. Αυτοί οι ισχύοντες μηχανισμοί οι οποίοι λειτούργησαν παράλληλα με το Κτηματολόγιο δημιούργησαν εμπόδια, τόσο λόγω της προβληματικής επικοινωνίας που υπήρξε, όσο και λόγω της μη ορθής αξιοποίησης των δεδομένων και πληροφοριών (Δημοπούλου, 2012).

Ορισμένα κύρια προβλήματα που εντοπίσθηκαν κατά τη λειτουργία του Κτηματολογίου είναι τα ακόλουθα (Δημοπούλου, 2012):

- ακίνητα με άγνωστο ιδιοκτήτη
- ακίνητα με αδύνατο εντοπισμό
- γεωτεμάχια που προέκυψαν με φυσική συνένωση τους
- ΚΑΕΚ που αφορά την κοινή δίοδο όμορων γεωτεμαχίων
- ΚΑΕΚ κοινόχρηστων χώρων σε γεωτεμάχια με κάθετες ιδιοκτησίες
- μη νόμιμες κατατμήσεις
- οριοθέτηση γραμμών αιγιαλού και παραλίας
- ενημέρωση Κτηματολογίου βάσει Πράξεων Εφαρμογής, αναδασμών, διανομών

Θα πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο πως για την επίλυση ποικίλων προβλημάτων, είναι δυνατή η ενημέρωση του Κτηματολογίου για τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- ✓ διόρθωση στοιχείων
- ✓ μεταβίβαση κυριότητας
- ✓ μεταβολή εμπράγματου δικαιώματος
- ✓ κληρονομιά ή δωρεά ακινήτων
- ✓ ενοποίηση ακινήτων
- ✓ κατάτμηση ακινήτων
- ✓ δόμηση ακινήτων
- ✓ κατεδάφιση ακινήτων
- ✓ προσθήκη ορόφων
- ✓ αλλαγή χρήσης ακινήτων
- ✓ μεταβολή ορίων
- ✓ μετονομασία οδών
- ✓ ένταξη περιοχών σε σχέδιο πόλης
- ✓ αναθεώρηση υφιστάμενων σχεδίων πόλης ή Πράξεων Εφαρμογής
- ✓ αναδασμός
- ✓ κατασκευή τεχνικών έργων
- ✓ συνένωση δήμων - κοινοτήτων

## 1.7 Βασικοί ορισμοί

Είναι σημαντικό να δοθούν εξ' αρχής ορισμένοι βασικοί ορισμοί αναφορικά με τα ακίνητα, καθώς θα χρησιμοποιηθούν σε όλο το εύρος της παρούσας εργασίας.

Βάσει του άρθρ.948 του Αστικού Κώδικα ''Ακίνητα πράγματα είναι το έδαφος και τα συστατικά του μέρη''. Αντίστοιχα βάσει του άρθρ.953 του Α.Κ., τα συστατικά μέρη του πράγματος δε μπορούν να αποχωριστούν από το κύριο πράγμα, χωρίς βλάβη ή αλλοίωση (ενός εξ' αυτών ή και των δυο) και δε μπορούν να αποτελέσουν χωριστά αντικείμενα κυριότητας ή άλλου εμπράγματου δικαιώματος. Συνεπώς ακίνητο δεν είναι μόνο το έδαφος ή γενικότερα η γη, αλλά και οτιδήποτε υπάρχει μέσα ή υπεράνω αυτής και η ένωση έχει επιτευχθεί με οργανικά ή τεχνητά μέσα. Τα συστατικά του ακινήτου είναι τα διάφορα οικοδομήματα, ο περιβάλλων χώρος (έδαφος, σπόροι, φυτά) και το νερό κάτω

από το έδαφος. Άρα το ακίνητο είναι ένα περιουσιακό στοιχείο αποτελούμενο από έδαφος με απεριόριστο χρόνο ζωής και κατασκευές με περιορισμένο χρόνο ζωής.

Οι εκτάσεις γης κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες: α) εκτός σχεδίου εκτάσεις, πού ονομάζονται αγροκτήματα ή δασοτεμάχια και β) εντός σχεδίου εκτάσεις πού ονομάζονται οικόπεδα.

Οικόπεδο είναι κάθε γήπεδο που βρίσκεται μέσα στο εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο ή μέσα στα όρια οικισμού χωρίς εγκεκριμένο σχέδιο (ΓΟΚ/85).

Γεωτεμάχιο ή γήπεδο είναι η συνεχόμενη έκταση γης που αποτελεί αυτοτελές και ενιαίο ακίνητο και ανήκει κατά κυριότητα σε έναν ή περισσότερους δικαιούχους εξ αδιαιρέτου. Σε ένα γεωτεμάχιο μπορεί να έχει αποδοθεί ένας Κωδικός Αριθμός Εθνικού Κτηματολογίου (ΚΑΕΚ).

Κτήριο είναι η κατασκευή που αποτελείται από τεχνικά έργα και εγκαταστάσεις και προορίζεται για την παραμονή ανθρώπων ή ζώων, την εκτέλεση εργασίας ή την άσκηση επαγγέλματος, την αποθήκευση πραγμάτων και την τοποθέτηση ή λειτουργία μηχανημάτων (ΓΟΚ/85).

Οριζόντια ιδιοκτησία είναι η χωριστή αποκλειστική και αυθύπαρκτη κυριότητα επί ορόφου οικοδομής ή διαμερίσματος ορόφου, με ορισμένο ποσοστό αναγκαστικής συνιδιοκτησίας στο έδαφος και τα κοινά και αδιαίρετα μέρη της οικοδομής (Ν. 3741/1929).

Κάθετη ιδιοκτησία είναι η κυριότητα οικοδομής που είναι κτισμένη με άλλη ή άλλες στο ίδιο οικόπεδο, συνδυασμένη με συγκυριότητα στο οικόπεδο αυτό και με κοινωνία των δικαιούχων των επί μέρους καθέτων ιδιοκτησιών, όπου κάθε συνιδιοκτήτης δικαιούται να κάνει απόλυτη χρήση στο διαιρετό του χώρο.

Αγοραπωλησία ορίζεται η σύμβαση μεταβίβασης της κυριότητας ενός ακινήτου από τον πωλητή στον αγοραστή, βάσει συμφωνηθέντος τιμήματος.

Ο όρος ιδιοκτησία (άρθρο 17 παρ.1 Συντάγματος) έχει την έννοια ότι δια τούτου νοούνται τα επί των ακινήτων και κινητών εμπράγματα δικαιώματα.

Αστικά ακίνητα πού βρίσκονται μέσα στο σχέδιο πόλης ή μέσα σε οικισμό κάτω των 2.000 κατοίκων ή σε οικισμό προ του 1923.

Περιαστικά ακίνητα πού βρίσκονται μέσα σε ζώνη πλάτους 500μ από τα όρια του σχεδίου πόλεως ή του οικισμού.

Αγροτικά ακίνητα πού προορίζονται για αγροτική, κτηνοτροφική ή γεωργική ή άλλη εν γένει εκμετάλλευση και δεν ανήκουν σε καμιά από τις παραπάνω κατηγορίες.

### *1.7.1 Κατηγοριοποίηση ακινήτων*

Τα ακίνητα μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τη χρήση γης στην οποία βρίσκονται. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- Αστικά ακίνητα, αν προορίζονται για διαμονή ανθρώπων και βρίσκονται μέσα σε εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο πόλης ή οικισμού ή μέσα σε οικιστική ζώνη εκτός του ρυμοτομικού σχεδίου (στην οποία ισχύουν οικιστικοί όροι) ή μέσα σε ακτίνα μέχρι 500 μέτρα από το χειμέριο κύμα.
- Αγροτικά ακίνητα, αν προορίζονται για την παραγωγή καρπών και χρησιμοποιούνται ή προορίζονται κυρίως για γεωργική εκμετάλλευση.
- Δασικά ακίνητα, εφόσον βρίσκονται μέσα σε δασική έκταση.

Με βάση τη χρήση των κτιρίων που βρίσκονται επί γης εντός ή εκτός σχεδίου, διακρίνονται οι ακόλουθες κατηγορίες ακινήτων (Κιόχος, 2006):

α) Ακίνητα για οικιστική χρήση

β) Ακίνητα για επαγγελματική χρήση (γραφεία, καταστήματα)

γ) Ακίνητα μικτής χρήσης (επαγγελματική και οικιστική χρήση)

δ) Ακίνητα ειδικής δραστηριότητας (νοσοκομεία, σχολεία, ξενοδοχεία, κτλ)

ε) Ακίνητα που έχουν χαρακτηριστεί διατηρητέα.

Βάσει στοιχείων που προέκυψαν από την απογραφή κτιρίων του 2011 στην Ελλάδα, ο συνολικός αριθμός οικοδομών-κτιρίων της χώρας παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα 2.

**Πίνακας 2 Απογραφή οικοδομών-κτιρίων της 1ης Δεκεμβρίου 2000.**

| | Οικοδομές | Κτίρια | Κατοικίες |
|---|---|---|---|
| Σύνολο Ελλάδας | 3.441.881 | 3.990.970 | 5.627.549 |
| Βόρεια Ελλάδα | 1.044.837 | 1.339.784 | 1.717.046 |
| Αττική | 699.289 | 754.728 | 1.848.366 |
| Στερεά Ελλάδα | 267.612 | 310.013 | 332.490 |

(http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/BUCKET/A1601/Other/A1601_SKT01_TB_DC_00_2000_11_F_GR.pdf)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2$^{ο}$ ΠΕΡΙ 3D ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

## 2.1 Η σημαντικότητα του 3D Κτηματολογίου

Το Εθνικό Κτηματολόγιο ουσιαστικά αποτελεί ένα μηχανισμό τεκμηρίωσης πληροφοριών που σχετίζονται με ιδιοκτησιακά ζητήματα ακινήτων. Αυτή η τεκμηρίωση προσδιορίζεται από τις δύο διαστάσεις των πραγματικών αντικειμένων. Παρόλα αυτά, η ανάγκη για καταγραφή δεδομένων στον τρισδιάστατο χώρο γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική, λόγω της ύπαρξης κτιρίων και γενικά κατασκευών ευρισκόμενων ακόμη και κάτω από την επιφάνεια της γης (Ντόκου 2004).

Το Τρισδιάστατο Κτηματολόγιο σχετίζεται με τις περιπτώσεις αυτές για τις οποίες απαιτείται η χρήση της τρίτης διάστασης ως βασικό στοιχείο. Το υψόμετρο παίζει καθοριστικό ρόλο στο Τρισδιάστατο Κτηματολόγιο. Οι 3D περιπτώσεις αποτελούν αναμφίβολα σύνθετες καταγραφές του υφιστάμενου νομικού καθεστώτος και των εμπράγματων δικαιωμάτων επί τεμαχίων στα οποία έχουν δικαιώματα πολλοί χρήστες. Πρόκειται για ένα σημαντικό εργαλείο με καθοριστική χρήση στις εξής περιπτώσεις: επικαλυπτόμενους δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους, επικαλυπτόμενα ακίνητα, ασύμβατη ανάπτυξη ακινήτων επί γεωτεμαχίων, καθώς και ειδικά αντικείμενα ιδιοκτησίας (Ζεντέλης, 2011).

Κύριος στόχος του τρισδιάστατου (3D) Κτηματολογικού Συστήματος είναι φυσικά και η διατήρηση της υφιστάμενης νομικής ισχύς του Κτηματολογίου. Το 3D Κτηματολόγιο δεν προσδιορίζεται μόνο ως ένα 3D χωρικό μοντέλο. Αντιθέτως αποτελεί ένα πολυδιάστατο και πολύπλοκο μοντέλο, που προχωρά πέρα από τα υφιστάμενα πραγματικά αντικείμενα ενδιαφέροντος (Billen και Zlatanova, 2001). Αυτό συνεπάγεται πως τελικά στόχος είναι ο καθορισμός ενός πλήρους τρισδιάστατου πραγματικού μοντέλου για τα τοπογραφικά και πλασματικά αντικείμενα. Ουσιαστικά επιδιώκεται εξέλιξη της έννοιας του δισδιάστατου κτηματολογικού γεωτεμαχίου με μια ευρύτερη έννοια μιας τρισδιάστατης κτηματολογικής μονάδας (Ντόκου, 2004).

## 2.2 Απεικονιζόμενα δεδομένα σε 3D σύστημα

Με το Τρισδιάστατο (3D) Κτηματολόγιο προσδιορίζεται η θέση και τα όρια κάθε γεωτεμαχίου στις τρεις διαστάσεις, ενώ παράλληλα υπάρχει ορθότερη διαχείριση και οργάνωση της 3D πληροφορίας (Benhamu and Doysher, 2001). Με την τρισδιάστατη κτηματολογική εγγραφή εισάγονται τα περιουσιακά δικαιώματα στο τρισδιάστατο περιβάλλον (Stoter and Salzmann, 2001). Η 3D απεικόνιση στηρίζεται στο 2D κτηματολογικό μοντέλο με την προσθήκη ορισμένων τρισδιάστατων επεκτάσεων (Billen and Zlatanova, 2001).

Τα κτηματολογικά δεδομένα που απεικονίζονται σε ένα 3D σύστημα, περιλαμβάνουν νομικά και φυσικά στοιχεία αυτών, καθώς και την απεικόνιση τους. Στα φυσικά στοιχεία συγκαταλέγονται τοίχοι, οροφές, πόρτες, παράθυρα κ.α., ενώ τα νομικά στοιχεία δεν είναι ορατά. Αξίζει να σημειωθεί πως σε κάποιες περιπτώσεις ένα φυσικό αντικείμενο είναι δυνατό να αντιπροσωπεύει ένα νομικό αντικείμενο. Για παράδειγμα, ένας τοίχος θα μπορούσε ακόμη και να ορίζει το όριο μιας ιδιοκτησίας. Σε πολλές περιπτώσεις τα δεδομένα μπορεί να είναι μη ευκρινή (π.χ. λόγω της θέσης των φυσικών στοιχείων, του ιδιοκτησιακού καθεστώτος τους κλπ) ή να δημιουργούν προβληματισμούς και ασάφειες (π.χ. λόγω αλληλεπικαλυπτόμενων στοιχείων). Η επίλυση ζητημάτων που προκύπτουν από αυτές τις ασάφειες στηρίζεται σε ορισμένες περιγραφικές πληροφορίες που μπορούν να καθορισθούν (επιπρόσθετα πολεοδομικά στοιχεία ή ιδιοκτησιακά δεδομένα κ.α.). Γενικά επί των κτηματολογικών συστημάτων προσδιορίζονται τόσο φυσικά όσο και νομικά δεδομένα. Αναμφίβολα μια λύση στα ποικίλα προβλήματα που εντοπίζονται στα ιδιοκτησιακά δικαιώματα μπορεί να δοθεί μέσω του 3D Διαμερίσματος του χώρου (partition of space).

Ορισμένες περιπτώσεις (ενδεικτικές) χρήσης τρισδιάστατου Κτηματολογίου παρουσιάζονται ακολούθως (Stoter and Salzmann, 2001, Aien et al, 2011):

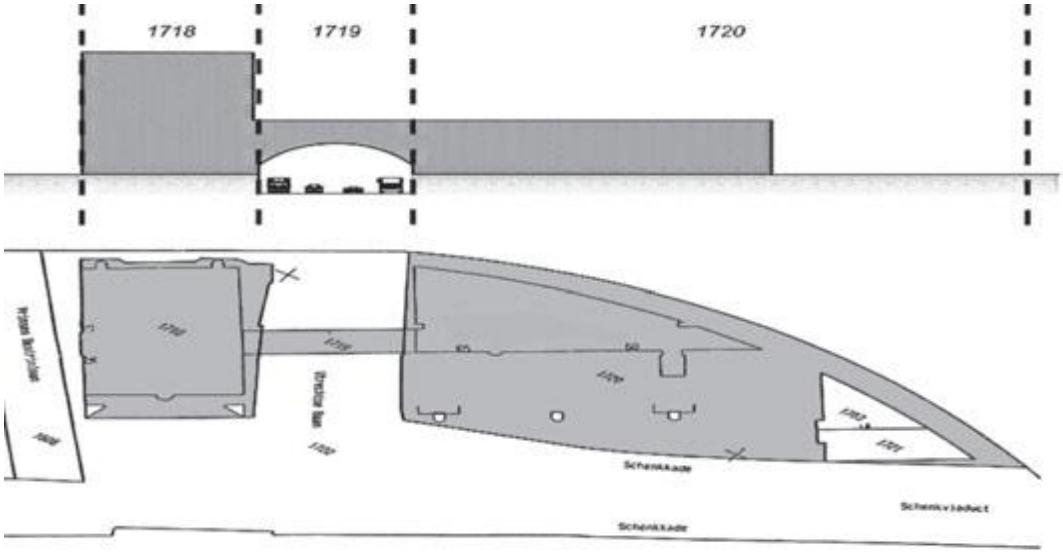
- Τεμνόμενες Κατασκευές (π.χ. τομή σιδηροδρομικού και οδικού δικτύου).
- Κατασκευές πάνω και κάτω από το έδαφος (π.χ. υπόγειοι σταθμοί σιδηρόδρομου, υπόγειες θέσεις στάθμευσης).
- Ο αυξανόμενος αριθμός καλωδίων και σωλήνων (π.χ. ηλεκτρισμός, φυσικό αέριο, τηλεπικοινωνίες)
- Διαμερίσματα

- Φορολογία, 3D διανυσματική οπτικοποίηση μέσω επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας
- Τρισδιάστατη απεικόνιση των δικαιωμάτων-περιορισμών- υποχρεώσεων (Right, Restrictions, Rensposibilities -RRRs)

Στην ακόλουθη εικόνα 2 παρουσιάζεται η περίπτωση του κτιρίου της εταιρείας "Nationale Nederlanden" στην Ολλανδία, όπου ένα τμήμα αυτού έχει κατασκευασθεί πάνω από την κεντρική οδό.

**Εικόνα 2 Κτίριο της εταιρείας "Nationale Nederlanden" στην Ολλανδία. (Stoter και Salzmann, 2001)**

Στην εικόνα 3 περιγράφεται η κτηματολογική κατάσταση του κτιρίου της εταιρείας "Nationale Nederlanden" που προαναφέρθηκε. Όπως προκύπτει το εν λόγω κτίριο χωρίζεται σε τρία τμήματα, για να μπορέσει να γίνει εφικτή η νομική καταχώρηση του. Κατά συνέπεια το ιδιοκτησιακό του δικαίωμα περιγράφεται από τα γεωτεμάχια υπ' αριθμ. 1718, 1719, 1720, ενώ στον κτηματολογικό χάρτη σκιαγραφείται μόνο το περίγραμμα των κτιρίων και των γεωτεμαχίων. Ανάλογα παραδείγματα κτιρίων υπάρχουν φυσικά και στον ελλαδικό χώρο.




**Εικόνα 3 Εμπλεκόμενα γεωτεμάχια για την εγγραφή του ιδιοκτησιακού δικαιώματος του κτιρίου της εταιρείας "Nationale Nederlanden". (Stoter και Salzmann, 2001)**

Το παράδειγμα της εικόνας 4 αναφέρεται σε κτίριο που βρίσκεται στην Πάτμο και αναπτύσσεται πάνω από οδό του νησιού, χωρίς όμως να ανήκει στο αντίστοιχο γεωτεμάχιο (κοινόχρηστου χώρου).

**Εικόνα 4 Κτίριο στην Πάτμο. (Ντόκου, 2004)**

### *2.2.1 Παράμετροι της 3D απεικόνισης*

Στο πλαίσιο της απεικόνισης ενός αντικειμένου σε ένα 3D σύστημα, ορισμένες βασικές παράμετροι που πρέπει να ορισθούν είναι το χρώμα, το πάχος και η διαφάνεια,

ενώ είναι σημαντικό να τυποποιηθούν ώστε να αναγνωρίζονται άμεσα. Οι εν λόγω παράμετροι αναλύονται ακολούθως (Shojaei et al., 2013).

Επίπεδα λεπτομερειών (Levels of detail)

Στηρίζει τη διαδικασία της οπτικής απόδοσης. Στόχος είναι η παρουσίαση διαφόρων λεπτομερειών των κτιρίων. Αξίζει να σημειωθεί πως οι Kolbe, Gröger και Plümer (2005) υποστήριξαν και ακολούθησαν 5 επίπεδα λεπτομερειών με στόχο την βελτίωση της απόδοσης των αρχείων City Geography Markup Language (CityGML), που μπορούσαν να μοντελοποιούν με λεπτομέρεια 3D φυσικά αντικείμενα χωρίς όμως την υποστήριξη νομικών δεδομένων. Γενικά είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός έγκυρου επιπέδου αφαίρεσης, με στόχο τη μείωση των περιττών δαπανών και των προσδοκιών των χρηστών. Ειδικότερα σε κτηματολογικές εφαρμογές που σχετίζονται αποκλειστικά με νομικά αντικείμενα είναι δύσκολη οποιαδήποτε απλοποίηση. Συγκεκριμένα (για παράδειγμα) δεν είναι ορθό τα νομικά αντικείμενα να συγχωνεύονται και να εκπροσωπούνται από έναν κύβο για κάθε κτήριο. Τα νομικά αντικείμενα απαιτούν μοναδιαία απεικόνιση. Οποιαδήποτε απεικόνιση του συνόλου των νομικών αντικειμένων σε μια προβολή θα δημιουργούσε ποικίλα προβλήματα ερμηνείας.

Τα σύμβολα (Symbols)

Πρόκειται για χαρτογραφικά στοιχεία που συνθέτουν πληροφοριακούς χάρτες. Η χρήση τους έγκειται στην απόδοση ορθότερων ερμηνειών. Ορισμένα ενδεικτικά σύμβολα αποτελούν: τα σημεία ελέγχου, τα ονόματα των οδών, τα όρια ιδιοκτησιών κ.α.

Χρώμα, πάχος και στυλ γραμμής

Πρόκειται για ιδιότητες σχετικές με την απεικόνιση των δεδομένων, που βελτιώνουν τα οπτικά εφέ της απεικόνισης των κτηματολογικών και φυσικών αντικειμένων.

Σήμανση (Labeling)

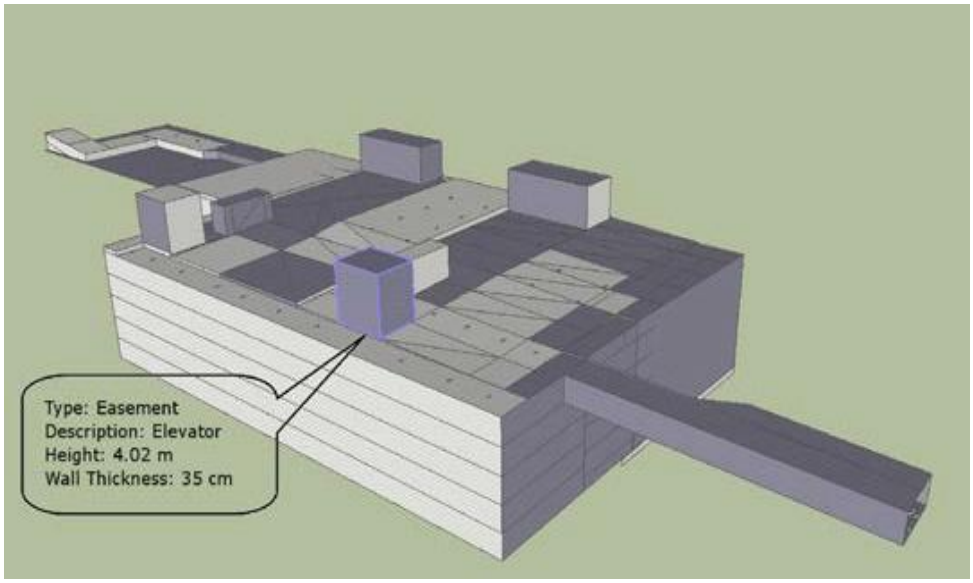
Διακρίνεται σε στατική ή δυναμική. Η στατική ενδείκνυται για στατικούς χάρτες, ενώ η δυναμική κυρίως για δυναμικούς χάρτες με επίπεδα zoom, pan και περιστροφές. Στη 2D απεικόνιση η σήμανση προβάλλεται επί των στοιχείων του χάρτη, ενώ στην 3D απεικόνιση η σήμανση προβάλλεται επί της προοπτικής σκοπιάς του χρήστη.

Διαφάνεια του αντικειμένου (Object transparency)

Χρησιμοποιείται για την απεικόνιση πολύπλοκων νομικών αντικειμένων και το επίπεδο της διαφάνειας καθορίζεται από τον χρήστη.

Tooltip

Πρόκειται ουσιαστικά για έναν μηχανισμό αναγνώρισης που παρουσιάζει τις ιδιότητες δεδομένων που σχετίζονται με ένα αντικείμενο. Αποτελεί έναν πολύ σημαντικό μηχανισμό χρήσιμο σε κτηματολογικές εφαρμογές, που στηρίζει την παροχή πληροφοριών για τα φυσικά και τα νομικά αντικείμενα (εικόνα 5).




**Εικόνα 5 Tooltip για την απεικόνιση των ιδιοτήτων αντικειμένου. (Shojaei et al., 2013)**

## 2.3 Δεδομένα από τη διεθνή εμπειρία

Ο τρόπος τεκμηρίωσης των ιδιοκτησιακών αντικειμένων στον τρισδιάστατο χώρο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι είναι και διαφορετικοί για κάθε χώρα. Καθοριστικός παράγοντας είναι αναμφίβολα το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο που καλύπτει τις διάφορες ιδιοκτησίες. Αυτό τυγχάνει να είναι ίδιο για κάποιες χώρες ή να παρουσιάζει σημαντικές διαφορές για κάποιες άλλες. Το σίγουρο είναι πως δυσχεραίνει τον προσδιορισμό ενός κοινού τρόπου τεκμηρίωσης των ιδιοκτησιακών αντικειμένων στον τρισδιάστατο χώρο σε παγκόσμιο επιστημονικό επίπεδο (Ντόκου, 2004).

Η εξέλιξη της τεχνολογίας παίζει επίσης σημαντικό ρόλο προσδίδοντας νέες δυνατότητες και στηρίζοντας σύγχρονες τεχνικές λύσεις. Αυτό που θα πρέπει να επισημανθεί στο σημείο αυτό, είναι πως η ανεπάρκεια των τεχνικών λύσεων μπορεί να

προέρχεται ή να επηρεάζεται ακόμη και από τις πιθανές ελλείψεις που μπορεί να χαρακτηρίζουν το ισχύον νομικό πλαίσιο. Ο οικονομικός παράγοντας είναι ένας ακόμη σημαντικός συντελεστής που καθορίζει την ανάπτυξη του κλάδου και την εύρεση λύσεων (Ντόκου, 2004).

Η διεθνής έρευνα και εμπειρία έχει δείξει πως η εφαρμογή μιας λύσης είναι σημαντικό να ξεκινά πρώτα από την αντιπροσώπευση των φυσικών αντικειμένων στον τρισδιάστατο χώρο και ακολούθως να βελτιώνεται και η δυνατότητα πρόσβασης των πληροφοριών σε πιο σύνθετες περιπτώσεις. Ορισμένα ενδεικτικά γενικά συμπεράσματα αναφορικά με τις διάφορες προτεινόμενες λύσεις σε παγκόσμιο επίπεδο σχετικά με το Κτηματολόγιο είναι οι ακόλουθες (Van Oosterom κ.ά., 2001):

- ✓ Πολλές χώρες έχουν ασχοληθεί εκτενώς με την πολυπλοκότητα των τρισδιάστατων καταστάσεων, χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Ισραήλ (Doytsher κ.ά., 2001).
- ✓ Το υφιστάμενο θεσμικό και νομικό πλαίσιο επηρεάζει τις μεθόδους που ακολουθεί κάθε χώρα.
- ✓ Ο προσδιορισμός των δικαιωμάτων στον τρισδιάστατο χώρο αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία. Απλούστερη είναι η περίπτωση των οριζοντίων ιδιοκτησιών και διαμερισμάτων.
- ✓ Από τη νομική πλευρά, τα νομικά αντικείμενα στον τρισδιάστατο χώρο είναι δυνατά εάν αντίστοιχα ο χωρισμός της ιδιοκτησίας είναι δυνατός. Μια κατάλληλη τρισδιάστατη περιγραφή του δικαιώματος -για παράδειγμα μέσω ενός σχεδίου- είναι ικανή προς διαχείριση του δικαιώματος αυτού. Πρόκειται για μια κατάσταση που συναντάται σε πολλές χώρες για το δικαίωμα του διαμερίσματος και το δικαίωμα της οικοδόμησης.
- ✓ Χωρίς αμφιβολία η δημιουργία μιας ολοκληρωμένης τρισδιάστατης δομής απαιτεί ακόμη πολύ χρόνο.

## 2.4 Είδη 3D Κτηματολογίου

Ο προσδιορισμός του 3D Κτηματολογίου στηρίζεται στην προσέγγιση της τρίτης διάστασης των καταγραφών. Τα κύρια επίπεδα ανάπτυξης του 3D Κτηματολογίου κατά την Ολλανδική σχολή είναι τα ακόλουθα (Ζεντέλης, 2011):

**Πλήρες 3D Κτηματολόγιο**

Πρόκειται για τον καθορισμό ενός τρισδιάστατου χωρικού μοντέλου, που στηρίζεται στην προσέγγιση της έννοιας ενός 3D αντικειμένου ως βάση αναφοράς και καταγραφής. Απαιτούμενα δεδομένα είναι αυτά που σχετίζονται με τη γεωμετρία και την τοπολογία των 3D γεωτεμαχίων. Πραγματοποιείται ουσιαστικά μετατροπή των γεωτεμαχίων σε 3D αντικείμενα, προσδιορίζονται αντίστοιχα τα εμπράγματα δικαιώματα τους και ακολουθεί υποδιαίρεση σε ογκομετρικά τεμάχια. Η καταγραφή των 3D εμπράγματων δικαιωμάτων και η αντίστοιχη χαρτογράφηση των 3D αντικειμένων υλοποιείται εφόσον τα δικαιώματα είναι νομικά έγκυρα.

**Υβριδική μορφή 3D Κτηματολόγιο**

Στο ήδη υφιστάμενο 2D Κτηματολόγιο προστίθεται και η 3D διάσταση. Πρόκειται ουσιαστικά για μια ομαλή μετάβαση στο 3D Κτηματολόγιο, καθώς διατηρούνται τα υφιστάμενα 2d και 3d στοιχεία και είναι εύκολη η αξιοποίηση των δεδομένων αυτών και ο συνδυασμός τους. Είναι μια μορφή που στηρίζεται σε συγκεκριμένη τοπολογία, αυτή των αντικειμένων.

**2D Κτηματολόγιο με 3D εξωτερικές αναφορές**

Σε αυτή την περίπτωση διατηρείται η παραδοσιακή μορφή του Κτηματολογίου, η οποία χαρακτηρίζεται από 3D χωρικές καταστάσεις με εξωτερικές αναφορές. Οι εξωτερικές αναφορές είναι δυνατό να αντιστοιχούν σε κάποιο επισυναπτόμενο ψηφιακό σχέδιο CAD.

**2,5D Κτηματολόγιο**

Βασικό στοιχείο αυτής της μορφής είναι το ύψος που προσδιορίζει και την τρίτη διάσταση, καθορίζεται περιγραφικά και είναι δυνατό να αναπαρίσταται χωρικά μέσω ενός ψηφιακού μοντέλου εδάφους.

## 2.5 Σύγχρονη ανάγκη οι 3d καταγραφές

Η ανάπτυξη του τρισδιάστατου Κτηματολογίου πρέπει απαραίτητα να συνοδεύεται και με αναπροσαρμογή του νομικού και τεχνικού πλαισίου. Αναμφίβολα πρόκειται για μια διαδικασία δαπανηρή και χρονοβόρα, που υποστηρίζει την αλλαγή των μεθόδων συλλογής πληροφοριών και την αναθεώρηση του ισχύοντος θεσμικού καθεστώτος. Η ανάγκη της

δημιουργίας ενός 3D κτηματολογικού συστήματος είναι επιτακτική στο σύγχρονο περιβάλλον, τόσο λόγω της αύξησης της πυκνότητας δόμησης, όσο και λόγω της πολυπλοκότητας των ιδιοκτησιών (π.χ. Κυκλάδες). Συνεπώς την αναγκαιότητα των 3D καταγραφών προσδιορίζουν τα ακόλουθα στοιχεία (Τσιλιάκου, 2013):

- ✓ τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το ανάγλυφο της ελληνικής γης και επηρεάζουν τον τρόπο κατασκευής των κτιρίων.
- ✓ οι τεράστιες κατασκευές που υλοποιούνται στο πλαίσιο της αύξησης της αστικοποίησης.
- ✓ οι υπόγειες και υπέργειες κατασκευές (π.χ. μετρό, υπόγειοι χώροι στάθμευσης, κ.ά.)
- ✓ οι πολύπλοκες υπόγειες και υπέργειες κατασκευές, η αλληλοεπικάλυψη των ιδιοκτησιών κ.α.
- ✓ η κατασκευή αστικών περιοχών πάνω σε αρχαία ερείπια
- ✓ η καταγραφή των εθιμικών ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων
- ✓ οι θεσμικές και νομοθετικές παραλείψεις αναφορικά με τα 3D αντικείμενα
- ✓ τα δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης, ηλεκτρισμού κ.α. των ιδιοκτησιών
- ✓ τα ορυχεία στο εσωτερικό της γης
- ✓ οι απαιτήσεις του αστικού σχεδιασμού για την εφαρμογή το Γενικού Πολεοδομικού Κώδικα (ΓΟΚ) στο εσωτερικό των κτηρίων.
- ✓ η εξέλιξη των αξιών γης κυρίως εντός των αστικών περιοχών

Η ανάγκη για 3D καταγραφή δεδομένων γίνεται επιτακτικότερη στην περίπτωση της επικάλυψης πολλών ιδιοκτησιών. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτυπώνεται και στην ακόλουθη εικόνα 6, όπου επί ενός κτιρίου υπάρχουν αρκετές οριζόντιες ιδιοκτησίες και ένας εκ των χρηστών έχει δικαίωμα που περιορίζεται κατά τη τρίτη διάσταση (Εικόνα 6). Πρόκειται για επικείμενα χωρικά δικαιώματα (above each other).

Οι πιο χαρακτηριστικές σύνθετες χωρικές ενότητες μη συμβατικής ανάπτυξης και χρήσης χώρων με πολυεπίπεδη κατανομή των δικαιωμάτων είναι οι ακόλουθες (Ζεντέλης, 2011):

α) Μη συμβατική καθ' ύψος επικάλυψη των ιδιόκτητων και των κοινόχρηστων χώρων.

β) Μη συμβατική καθ' ύψος επικάλυψη διαφορετικών ιδιόκτητων γεωτεμαχίων ή γενικά ακινήτων.

γ) Μη συμβατική ανάπτυξη ακινήτων εντός γεωτεμαχίου.

**Εικόνα 6 Διαίρεση ανεξάρτητων ιδιοκτησιών. (Πηγή: Stoter, 2004)**

### *2.5.1 Η αξία των ακινήτων*

Έγινε ήδη αναφορά στο ότι η αξία της γης κυρίως σε αστικές και εμπορικές περιοχές συνηγορεί στην αναγκαιότητα των 3D καταγραφών. Σε αυτή την υπό-ενότητα θα γίνει μια μικρή αναφορά στον ορισμό της αξίας ενός ακινήτου και στους παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται.

Ο όρος αξία ακινήτου αναφέρεται στην αξία του οικοπέδου, του εδάφους και του συνόλου των κτισμάτων που περιέχει. Συνήθως όταν γίνεται λόγος για την αξία ενός ακινήτου νοείται η οικονομική του αξία. Όμως η έννοια της αξίας φέρει πολλές ερμηνείες (Ζεντέλης, 2001).

Πολύ συχνά αναφέρεται ο όρος της αγοραίας αξίας ενός ακινήτου στον τομέα της κτηματαγοράς. Βάσει ορισμού των Ευρωπαϊκών Εκτιμητικών Προτύπων: «*Η αγοραία αξία ορίζεται ως το αποτιμηθέν ποσό στο οποίο πρέπει να ανταλλάσσεται ένα πάγιο στοιχείο, κατά την ημερομηνία της εκτίμησης μεταξύ ενός πρόθυμου αγοραστή και ενός πρόθυμου πωλητή, μετά από ένα λογικό χρόνο διαδικασίας αγοραπωλησίας σε μια συναλλαγή σε συνήθη συναλλακτική κίνηση, όπου κάθε πλευρά ενεργεί με γνώση, σύνεση και χωρίς πίεση*» (ΕΥΡΩΠΑΙΚΑ ΕΚΤΙΜΗΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ 2009 - TEGoVA 2009 -).

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την αξία των ακινήτων παρουσιάζονται συνολικά στον ακόλουθο πίνακα 3.

**Πίνακας 3 Μεταβλητές αξίας ακινήτων**

| Μεταβλητές αξίας ακινήτων | | | |
|---|---|---|---|
| Γήπεδα | Διαμερίσματα | Γραφεία | Καταστήματα |
| Τοποθεσία-θέση<br>Χρήσεις γης<br>Θέα<br>Σ.Δ.<br>Μέγεθος-σχήμα<br>Γωνιακό/ Μεσαίο /Διαμπερές<br>Σχέση προσώπου /βάθους<br>Πλάτος οδού<br>Ιδεατό στερεό<br>Σύσταση υπεδάφους<br>Κλίσεις<br>Πολεοδομ. δεσμεύσεις<br>Νομικές δεσμεύσεις | Τοποθεσία-θέση<br>Όροφος<br>Ανελκυστήρας<br>Θέα-προσανατολισμός<br>Ποιότητα κατασκευής<br>Βαθμός συντήρησης<br>Γωνιακό/ Μεσαίο /Διαμπερές<br>Διαρρύθμιση<br>Εξώστες<br>Θέρμανση<br>Θέσεις στάθμευσης<br>Η/Χ | Τοποθεσία-θέση<br>Όροφος,<br>Ανελκυστήρας<br>Προσβάσεις,<br>Θέσεις στάθμευσης<br>Προσανατολισμός<br>Μέγεθος<br>Διαρρύθμιση<br>Δίκτυα παροχών<br>Κλιματισμός | Εμπορικότητα δρόμου, θέση<br>Προβολή<br>Μήκος βιτρίνας<br>Σχέση μήκους/ βάθους<br>Γωνιακό/ μεσαίο<br>Ελεύθερο ύψος<br>Ύπαρξη υπογείου/ μεσοπατώματος |

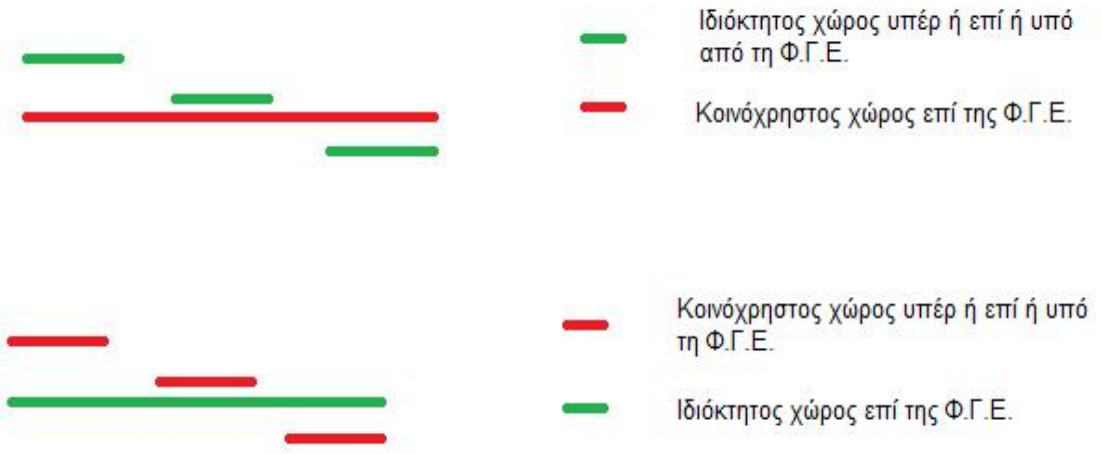
(Μπακιρτζόγλου, 2012)

### *2.5.2 Παραδείγματα περιπτώσεων με απαίτηση 3D κτηματολογίου*

<u>Αλληλοεπικάλυψη ιδιόκτητων και κοινόχρηστων χώρων</u>

Πρόκειται για ένα φαινόμενο που έχει τις ρίζες του αρκετές δεκαετίες πριν. Πολύ συχνά παρατηρείται το φαινόμενο να υπάρχουν υπερκείμενες ιδιόκτητες κατασκευές άνωθεν δημοσίων οδών. Ακόμη και σήμερα αυτό εξακολουθεί να υφίσταται και κοινόχρηστοι χώροι επικαλύπτονται με τους ιδιόκτητους σε ένα σύνθετο αστικό περιβάλλον. Ουσιαστικά βέβαια αυτή η σύνθεση κατοπτρίζει το σύγχρονο σκεπτικό που υφίσταται κατά την δημιουργία αστικών δομών και κατασκευών.

Στην ακόλουθη εικόνα 7 παρουσιάζεται σχηματικά η επικάλυψη ιδιόκτητων και κοινόχρηστων χώρων ως προς την φυσική γήινη επιφάνεια




**Εικόνα 7 Επικάλυψη ιδιόκτητων και κοινόχρηστων χώρων. (Ζεντέλης, 2011)**

Ιδιόκτητοι χώροι επί κοινόχρηστων γεωτεμαχίων

Πρόκειται για την περίπτωση αυτή όπου οι επικείμενοι ιδιόκτητοι χώροι είναι κατασκευασμένοι μεταγενέστερα από τη διαμόρφωση των κοινόχρηστων γεωτεμαχίων. Τέτοιες περιπτώσεις είναι για παράδειγμα οι επικείμενες κατασκευές στη ζώνη αιγιαλού-παραλίας ή οι επικείμενοι ιδιόκτητοι χώροι που κατασκευάσθηκαν ταυτόχρονα με τον καθορισμό των κοινόχρηστων γεωτεμαχίων. Στην ακόλουθη εικόνα 8 εμφαίνεται η πόλη της Φλωρεντίας στην Ιταλία όπου επάνω σε παλιές γέφυρες βρίσκονται εγκατεστημένα καταστήματα λιανικής πώλησης.

**Εικόνα 8 Ιδιόκτητοι χώροι επικείμενοι κοινόχρηστων χώρων (Δημοπούλου, 2015)**

Ιδιόκτητοι χώροι υποκείμενοι κοινόχρηστων γεωτεμαχίων

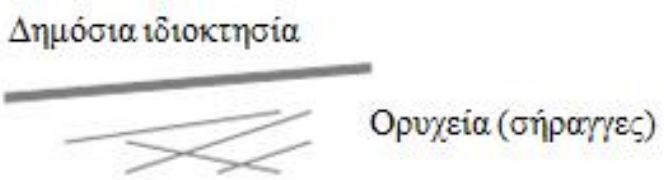
Πρόκειται για περιπτώσεις όπου κτίσματα-κατασκευές βρίσκονται υποκείμενα κοινόχρηστων έργων υποδομής. Στην ακόλουθη εικόνα 9 παρουσιάζεται ένα τέτοιο χαρακτηριστικό παράδειγμα, όπου κάτω από τη φυσική γήινη επιφάνεια βρίσκονται κατοικήσιμοι χώροι.

**Εικόνα 9 Ιδιόκτητοι χώροι υποκείμενοι κοινόχρηστων γεωτεμαχίων (Δημοπούλου, 2015)**

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται και γενικά υπόγειες κατασκευές, που λειτουργούν ως αυτόνομα ακίνητα, είναι υποκείμενες κοινόχρηστων χώρων και εκτός από κύριοι χώροι, μπορεί να είναι και βοηθητικοί (αποθήκες), επαγγελματικοί (ξενοδοχεία, ενοικιαζόμενα δωμάτια) κ.α. Ακόμη και η περίπτωση των υπόγειων χώρων στάθμευσης που βρίσκονται κάτω από κοινόχρηστους χώρους εντάσσονται σε αυτή την κατηγορία, όπως επίσης και ποικίλων ειδών δίκτυα υποδομών (τούνελ, υπόγειοι σταθμοί μετρό κ.α.).

Κοινόχρηστοι χώροι επί ιδιόκτητων γεωτεμαχίων

Πρόκειται για ελάχιστες περιπτώσεις στις οποίες εντάσσονται επικείμενοι κοινόχρηστοι χώροι που έχουν ταυτόχρονα κατασκευασθεί με τις κατασκευές ανωδομής σε ιδιόκτητα γεωτεμάχια. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι στοές που βρίσκονται εντός αστικού περιβάλλοντος και οι οποίες αυξάνουν τους κοινόχρηστους χώρους στην ισόγεια στάθμη.




**Εικόνα 10 Δημόσια ιδιοκτησία άνωθεν ιδιωτικών χώρων. (Dimopoulou, Gavanas, Zentelis, 2006)**

Επικάλυψη καθ' ύψος ιδιόκτητων ακινήτων

Πρόκειται για περιπτώσεις που συναντώνται περισσότερο σε παλαιούς οικισμούς, παραδοσιακούς ή επί νησιωτικών τμημάτων. Σε αυτές τις περιπτώσεις παρατηρείται συστηματική επικάλυψη καθ' ύψος γεωτεμαχίων ή ακινήτων. Έτσι αυτοτελή ιδιόκτητα γεωτεμάχια ή ακίνητα επικαλύπτονται καθ' ύψος, είτε λόγω της ύπαρξης κτισμάτων η προβολή των οποίων διαφοροποιείται.

Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση υπόσκαφων κατασκευών, κάτι που συναντάται πολύ σε νησιά όπως την Σαντορίνη (εικόνα 11). Αυτά τα κτίσματα είναι συνήθως παραδοσιακού τύπου και πλησίον θάλασσας, δεν διαθέτουν θεμέλια και είναι λαξευτού τύπου-θολωτά.

Τα υπόσκαφα εντοπίζονται συνήθως σε περιοχές με έντονο ανάγλυφο, βραχώδη εδάφη και μεγάλες κλίσεις εδάφους. Είναι δυνατόν η επέκταση του χώρου να γίνεται στο υπέδαφος. Συνεπώς Αποτέλεσμα διαμορφώνονται έτσι ιδιόκτητα γεωτεμάχια ή ακίνητα που επικαλύπτονται καθ' ύψος και επί αυτών υπάρχουν διαφορετικοί ιδιοκτήτες. Πρόκειται δηλαδή -θα μπορούσε να υποστηρίξει κανείς- για διαμόρφωση ενός τύπου οριζοντίων ιδιοκτησιών.

Μια διαφορετική περίπτωση που εντάσσεται σε αυτή την κατηγορία είναι η ύπαρξη κτισμάτων σε αυτοτελές ακίνητο που όμως η προβολή του γίνεται σε διαφορετικά γεωτεμάχια. Και πάλι πρόκειται για φαινόμενο που εντοπίζεται σε παραδοσιακούς οικισμούς με έντονο ανάγλυφο και κλίσεις εδάφους. Ουσιαστικά ο οικισμός έτσι αναπτύσσεται καθ' ύψος και έχει τρισδιάστατα χαρακτηριστικά.

Από το σύνολο των προαναφερόμενων δεδομένων προκύπτει το συμπέρασμα πως η αλληλεπικάλυψη ιδιωτικής και δημόσιας περιουσίας δεν είναι δυνατό να περιγραφεί επαρκώς δισδιάστατα. Μια τρισδιάστατη προσέγγιση είναι σίγουρο πως είναι δυνατό να παρέχει ορθότερα δεδομένα. Η εισαγωγή μιας τρίτης διάστασης, μπορεί να καθορίσει σαφέστατα στοιχεία σχετικά με τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα και τους πιθανούς περιορισμούς τους μέσα στο οικιστικό περιβάλλον, που περιλαμβάνει πολυστρωματικές

υποδομές και φυσικά σύνθετες ιδιοκτησιακές καταστάσεις. Η οποιαδήποτε δυσκολία αφορά στη διαδικασία της κτηματολογικής καταχώρησης, έγκειται στην απαίτηση ορισμένων μεταβολών αναφορικά με την καταχώρηση των εμπράγματων δικαιωμάτων.

**Εικόνα 11 Υπόσκαφες κατασκευές στη Σαντορίνη (Δημοπούλου, 2015)**

## 2.6 Τα σύγχρονα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (ΓΣΠ) είναι ένα πολυδιάστατο εργαλείο που υποστηρίζει την διαχείριση της χωρικής και περιγραφικής πληροφορίας, καθώς και τη συλλογή, αποθήκευση, επεξεργασία, ανάλυση και διαχείριση γεωχωρικών δεδομένων. Πρόκειται για ένα εργαλείο που αξιοποιήθηκε κατάλληλα και στήριξε την ανάπτυξη της χαρτογραφίας και του κτηματολογίου.

Τα ΓΣΠ για μεγάλο χρονικό διάστημα χρησιμοποιήθηκαν για την αναπαράσταση των δεδομένων σε 2 διαστάσεις (2D). Με την εισαγωγή και της 3ης διάστασης σε αυτά υποστηρίχθηκε η ανάπτυξη της 3D μοντελοποίησης. Γενικά η ανάπτυξη της τεχνολογίας επηρέασε τη λειτουργία των ΓΣΠ. Η μετάβαση στο 3D ΓΣΠ θέτει ως προϋποθέσεις τα ακόλουθα (Κωστή, 2014):

1) χρήση συστημάτων CAD versus λογισμικών GIS
2) συλλογή και κατάλληλη οργάνωση των 3D δεδομένων
3) απεικόνιση και πλοήγηση σε 3D περιβάλλον
4) τρισδιάστατη ανάλυση και επεξεργασία

Τα υφιστάμενα λογισμικά που σήμερα έχουν αναπτυχθεί και κυκλοφορούν στην αγορά, περιλαμβάνουν ορισμένα εκ των παραπάνω στοιχείων. Αναμφίβολα το βασικότερο όμως χαρακτηριστικό είναι η αναπαράσταση και απεικόνιση των τρισδιάστατων

δεδομένων. Η συγχώνευση της τοπολογίας σε αυτά θα ολοκληρωθεί επιτυχώς στο άμεσο μέλλον (Κωστή, 2014).

## 2.7 Χρόνος ολοκλήρωσης 3D Κτηματολογίου

Σε κάθε χώρα που υποστηρίχθηκε, σχεδιάστηκε και ολοκληρώθηκε το 2D Κτηματολόγιο αρχικά, απαιτήθηκε διαφορετικό χρονικό διάστημα (έτη) για την πλήρη ολοκλήρωση και εφαρμογή του. Κατά μέσο όρο το χρονικό αυτό διάστημα κυμάνθηκε μεταξύ των 4 έως 5 ετών, ανάλογα με τα ιδιαίτερα αστικά και οικιστικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής, τις χρήσεις γης, το καθεστώς νομιμότητας των ακινήτων, το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο κλπ.

Για το 3D Κτηματολόγιο σίγουρα ο μέσος χρόνος σχεδιασμού, υλοποίησης και εφαρμογής του είναι μεγαλύτερος, κυρίως λόγω των υψηλότερων απαιτήσεων που απαιτούνται για την καταγραφή των ιδιοκτησιών, παρά το γεγονός πως μεγάλο μέρος των δεδομένων προέρχεται από τις 2D καταγραφές.

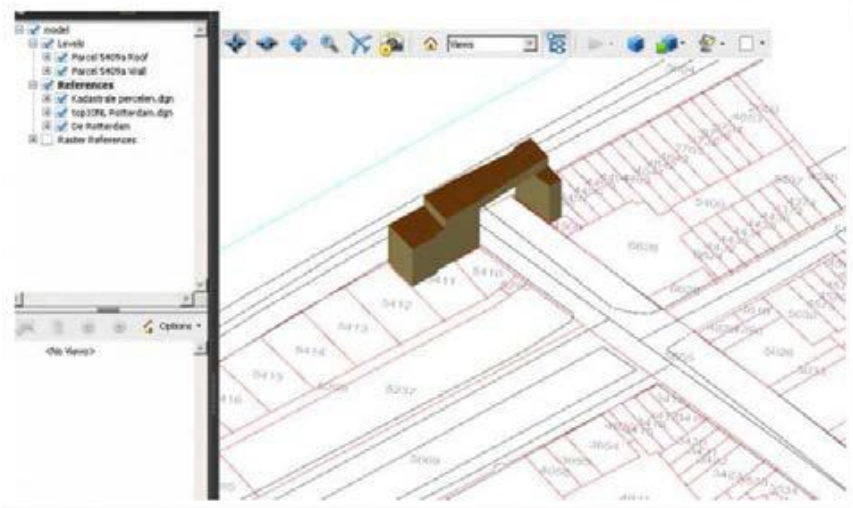
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3$^{ο}$ ΧΩΡΕΣ ΠΟΥ ΠΡΟΣΠΑΘΗΣΑΝ ΝΑ ΑΝΑΠΤΥΞΟΥΝ ΤΟ 3D ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

## 3.1 Η περίπτωση της Ολλανδίας

Το κτηματολογικό σύστημα της Ολλανδίας στηρίζεται στην καταγραφή δισδιάστατων γεωτεμαχίων. Στον κτηματολογικό χάρτη αποτυπώνονται τα γεωτεμάχια με τους κτηματολογικούς αριθμούς τους, τα κτίρια και οι ονομασίες των οδών. Η απεικόνιση των τρισδιάστατων χαρακτηριστικών ορισμένων φυσικών αντικειμένων (γέφυρες, σιδηρόδρομοι κ.α.) πραγματοποιείται σε ξεχωριστά τοπογραφικά διαγράμματα. Ειδικότερα στην Ολλανδία, λόγω της ιδιαιτερότητας ορισμένων ακινήτων και συγκεκριμένα για όσα βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια ή το έδαφος, χρησιμοποιείται ένας ειδικός κωδικός εγγραφής ο οριζόμενος ως OB (Ondergronds Bouwwerk).

Την τελευταία δεκαετία η χώρα προσπαθώντας να αναπτύξει το 3d Κτηματολόγιο προσέγγισε μια υβριδική λύση ακολουθώντας ορισμένους πειραματισμούς. Στην περίπτωση 3D ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων, απαγορεύεται η κατάτμηση ενός 2D τεμαχίου βάσει της προβολής των τρισδιάστατων αντικειμένων στον κτηματολογικό χάρτη, λόγω του ότι προκύπτει με αυτό τον τρόπο μια ασαφής καταγραφή. Το αρχικό τεμάχιο παραμένει ως κτηματολογικό αντικείμενο και για τον προσδιορισμό επιπλέον 3D κτηματολογικών αντικειμένων, απαιτείται ουσιαστικά μια λεπτομερέστερη 3D απεικόνιση προς επίλυση ποικίλων ιδιοκτησιακών ασαφειών. Η καταχώρηση μίας τέτοιας απεικόνισης 3D υλοποιείται μέσω ενός 3D σχεδίου (σε pdf) στο σύστημα ELAN, όπου υποστηρίζει και τις αντίστοιχες καταχωρήσεις δικαιωμάτων οριζοντίων ιδιοκτησιών (Kadaster, 2007)

Αξίζει βέβαια να σημειωθεί πως ήδη από το 2016 η χώρα έχει προσαρμόσει το υφιστάμενο πλαίσιο της και υποστηρίζει την καταγραφή του τρισδιάστατου χώρου.



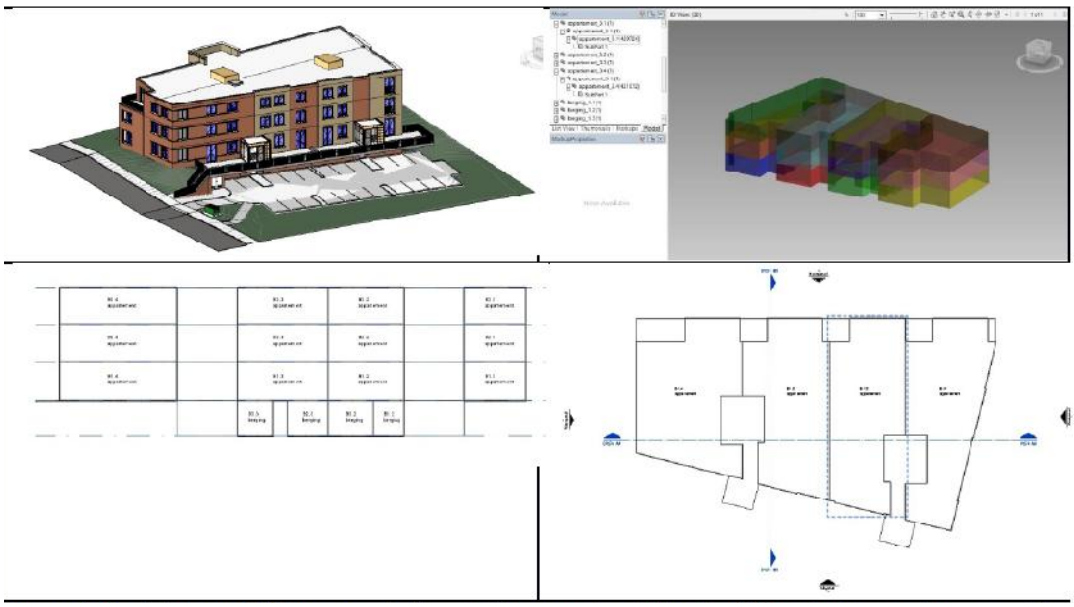
**Εικόνα 12 Πρωτότυπο καταχώρισης της 3D απεικόνισης μιας πολυεπίπεδης ιδιοκτησίας μέσω 3D PDF (λογισμικό Bentley) (Stoter et al, 2011)**

Η απαίτηση για υποβολή αυτού του σχεδίου στο πλαίσιο εγγραφής ενός δικαιώματος καθορίζεται από τα αρμόδια συμβολαιογραφεία και ενθαρρύνεται η υποστήριξη της διαδικασίας ως νομικά δεσμευτικής. Ορισμένες βασικές και απαιτούμενες πληροφορίες στην 3D απεικόνιση, στο πλαίσιο της ορθότερης περιγραφής της ιδιοκτησιακής κατάστασης είναι οι ακόλουθες:

α) η επικάλυψη που ορίζεται από τα "προβαλλόμενα" 2D επιφανειακά τεμάχια με τους 3D νομικούς όγκους, κατά την εφαρμογή επί ενός ψηφιακού μοντέλου εδάφους προς τοποθέτηση στο χώρο αντί του επιπέδου.

β) η 3D γραφική περιγραφή του νομικού χώρου.

γ) οι νομικά απαιτούμενες 2D τομές με σχετικούς σχολιασμούς (π.χ. βορράς κ.α.). Μια χαρακτηριστική περιγραφή αυτών των τομών-διατομών παρουσιάζεται στην εικόνα 13.



**Εικόνα 13 Καταγραφή 3D απεικόνισης των 3D ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων με διαφορετικές περιγραφές των ίδιων 3D σχεδίων (Stoter et al, 2012)**

δ) Απαιτούμενα αντικείμενα προς αναφορά στο 3D χώρο.

ε) τοποθέτηση του 3D νομικού όγκου στο 3D σχέδιο σε τοπικό σύστημα συντεταγμένων και στο εθνικό υψομετρικό σύστημα αναφοράς.

## 3.2 Η περίπτωση του Ισραήλ

Το Ισραήλ είναι αναμφίβολα μια χώρα που υποστήριξε την ανάπτυξη του 3D Κτηματολογίου, καθώς ξεκίνησε ένα έργο για την εφαρμογή ενός πολυστρωματικού συστήματος, την υλοποίηση του οποίου ανέλαβε μια ομάδα από 6 εμπειρογνώμονες ποικίλων ειδικοτήτων. Βασικοί στόχοι του έργου που με επιτυχία ολοκληρώθηκε το 2004, ήταν ο προσδιορισμός κτηματολογικών, μηχανικών, νομικών κ.α. λύσεων για χώρους ευρισκόμενους πάνω και κάτω από την επιφάνεια της γης, τα στοιχεία των οποίων ήταν απαραίτητα για την υλοποίηση του τρισδιάστατου Κτηματολογίου.

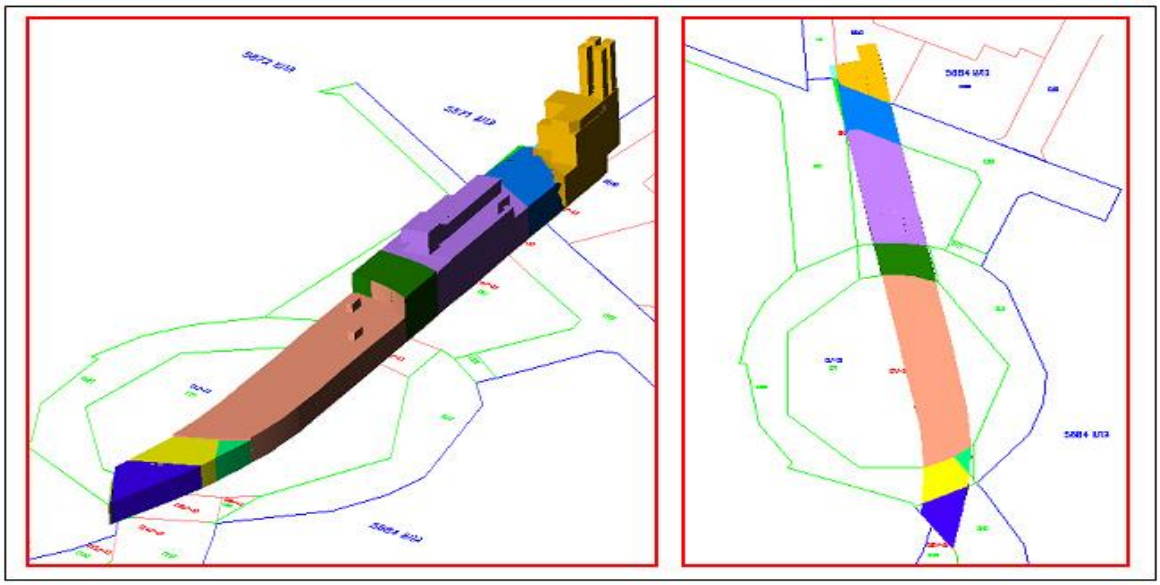
Το μεγαλύτερο πρόβλημα διαμορφωνόταν για τις υπόγειες κατασκευές, οι οποίες και συχνά καταγράφονταν με τη χρήση δουλείας προς όφελος φυσικά του κράτους. Η καταχώρηση της δουλείας γινόταν μετά από τις απαραίτητες νομικές διαδικασίες, ενώ γενικά οι ελλείψεις που παρατηρούνταν σχετικά με την 3D πληροφορία ήταν σημαντικές. Στη διαδικασία της μελέτης του 3D κτηματολογίου καθοριστικές παράμετροι ήταν οι ακόλουθες: ανάπτυξη τρισδιάστατων μοντέλων επιφάνειας και υπεδάφους, καθορισμός των χωρικών τεμαχίων επί του υπόγειου χώρου, κατάλληλη συγχώνευση των χωρικών

υπογείων τεμαχίων προς δημιουργία ενός χωρικού τεμαχίου και διαμόρφωση ενός χωροταξικού σχεδίου καταγραφής (Δημοπούλου, 2015).

Τα κάθετα όρια των γεωτεμαχίων όρισαν επιφάνειες (Shoshani et al., 2004) και η υποδιαίρεση του χώρου του επιφανειακού γεωτεμάχιου σε υπό-τεμάχια όρισε την χωρική καταγραφή. Η οριοθέτηση των γεωτεμαχίων προσδιορίστηκε στερεομετρικά και από ένα 3D περίγραμμα και τον αντίστοιχο δημιουργούμενο όγκο. Τα χαρακτηριστικά των 3D καταγραφών των γεωτεμαχίων σημειώνονται και στο Μητρώο Τίτλων.

Για την διαχείριση της χωρικής πληροφορίας μελετήθηκαν ουσιαστικά τέσσερα μοντέλα: α) το Μοντέλο δεδομένων θεματικών επιπέδων (Layer Data Model), β) το Μοντέλο πολυεπίπεδων δεδομένων(Multilayer Data Model), γ) την Αντικειμενοστραφή Βάση δεδομένων (Object Oriented Database) και δ) το Ενιαίο μοντέλο δεδομένων (Integrated Data Model). Εξ΄ αυτών ιδανικό θεωρήθηκε το Ενιαίο μοντέλο δεδομένων ως το πλέον κατάλληλο για την πολυεπίπεδη πραγματικότητα.

Στη βάση δεδομένων αυτού του μοντέλου περιέχονται γεωχωρικά αντικείμενα με χαρακτηριστικά που συνδέονται με το επίπεδο επιφάνειας. Η πληροφορία της επιφάνειας οργανώνεται σε επίπεδα και η πολυεπίπεδη πληροφορία οργανώνεται σε επίπεδο αντικειμένου. Σημαντικό στοιχείο είναι η ύπαρξη καθορισμένων δεικτών για κάθε επιφανειακό γεωτεμάχιο, που προσδιορίζουν τα πολυεπίπεδα αντικείμενα.



**Εικόνα 14 3D και 2D απεικόνιση του χωρικού γεωτεμαχίου και των αντίστοιχων υποτεμαχίων επί γεωτεμαχίων στο κέντρο της πόλης Modi'in (Πηγή: Mr. Ronen Grinstein)**

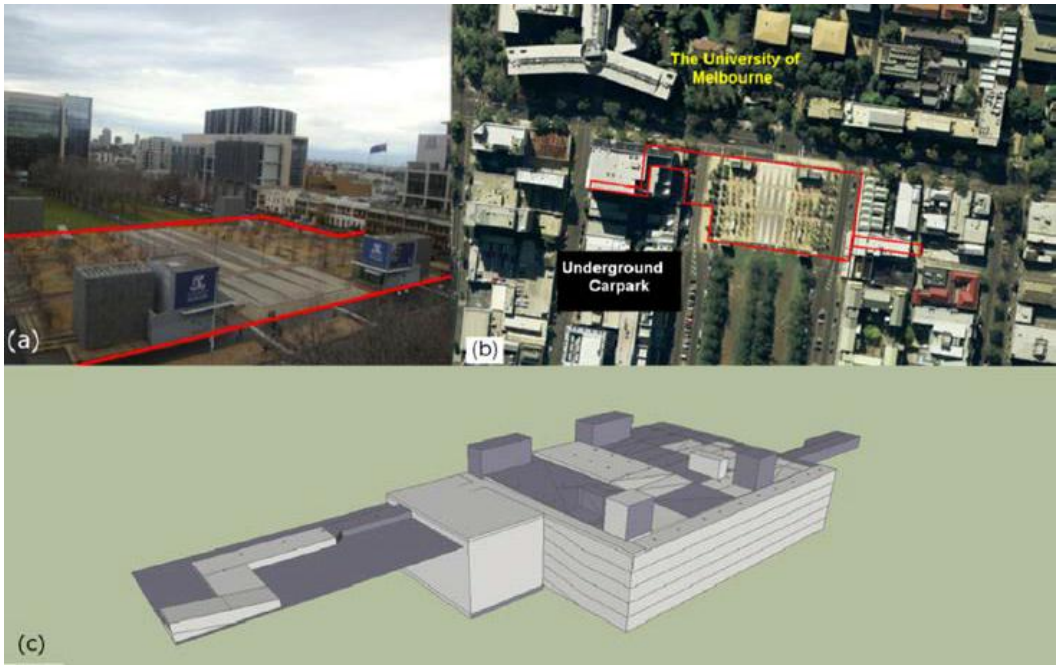
### 3.3 Η περίπτωση της Αυστραλίας

Η Αυστραλία ανήκει στις χώρες αυτές που έχουν υποστηρίξει νομικά τη θέσπιση των τρισδιάστατων ιδιοκτησιών από το 1997. Παρόλα αυτά ο κτηματολογικός της χάρτης έχει ακόμη μόνο τις δισδιάστατες απεικονίσεις των τρισδιάστατων ιδιοκτησιών.

Θεσμικά υποστηρίζεται η υλοποίηση του 3D κτηματολογίου καθώς και η πλήρης σύσταση ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων. Στην υφιστάμενη βάση δεδομένων υπάρχει πληροφόρηση για τρισδιάστατα στοιχεία των ιδιοκτησιών, αλλά δεν υπάρχει τρισδιάστατη απεικόνιση. Τα όρια των τρισδιάστατων ιδιοκτησιών ορίζονται με 2D προβολές τους πάνω στον κτηματολογικό χάρτη. Το σύνολο των συντεταγμένων που απαιτούνται για την οριοθέτηση των 3D ιδιοκτησιών εντοπίζεται στους τίτλους και προσδιορίζεται εφόσον η πληροφορία καταχωρηθεί στην κτηματολογική βάση δεδομένων.

Οι ιδιοκτησίες περιγράφονται με τα 3D διαγράμματα (ή ισομετρικά διαγράμματα) στα οποία παρουσιάζονται οι τρισδιάστατες συντεταγμένες των σημείων που οριοθετούν πλήρως μια ιδιοκτησία. Λόγω της ανεπάρκειας των διαγραμμάτων ως απλών μεθόδων απεικόνισης, υποστηρίχθηκε ο σχεδιασμός ενός νέου πρωτότυπου συστήματος για την Queensland μέσω του οποίου ήταν δυνατή η διαδραστική (τρισδιάστατη) εξερεύνηση των ιδιοκτησιών. Δημιουργήθηκαν έτσι Shapefile που περιελάμβαναν πληροφορίες σχετικές με τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα αλλά και γενικά τα κτηματολογικά δεδομένα. Εν συνεχεία δημιουργήθηκαν τρισδιάστατα αντικείμενα από 2D πολύγωνα. Συγκεκριμένα το 3D μοντέλο του χώρου στάθμευσης καθορίσθηκε μέσω του Google SketchUp (Δημοπούλου, 2015).

Στην ακόλουθη εικόνα 15 παρουσιάζεται η όψη: α) του υπογείου χώρου στάθμευσης στη Μελβούρνη, β) της γενικότερης τοποθεσίας αυτού και γ) του 3D μοντέλου.

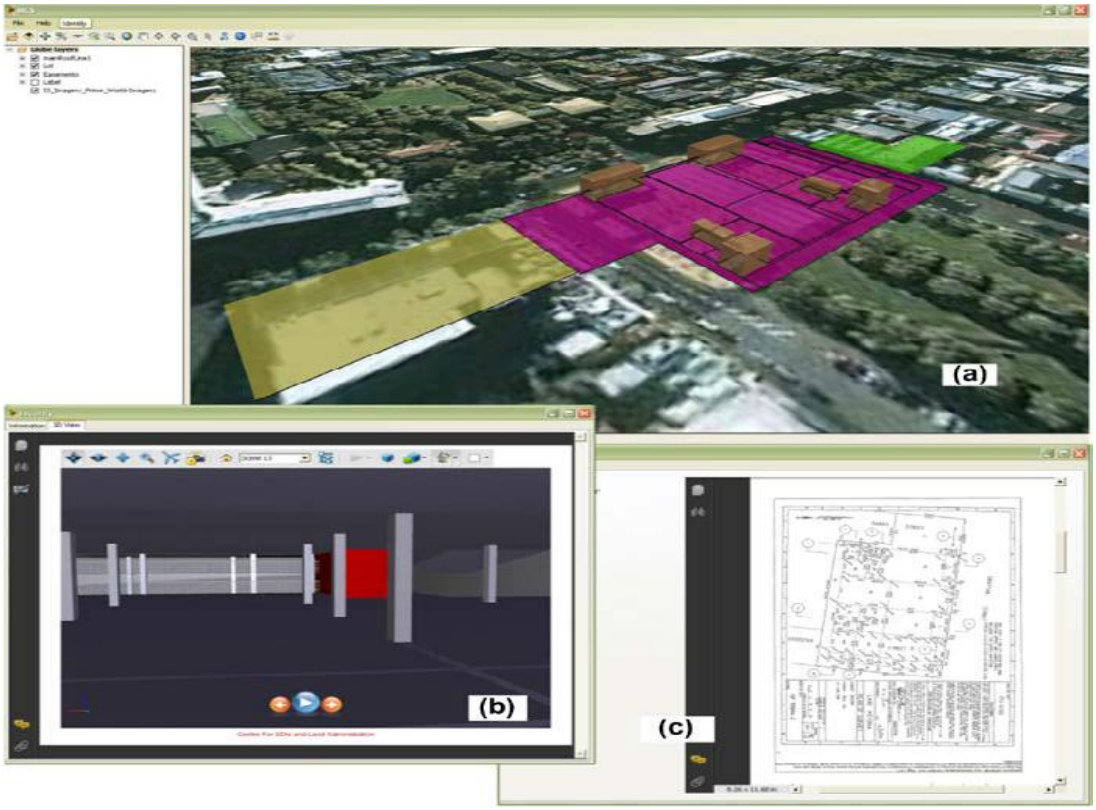



**Εικόνα 15 Υπόγειος χώρος στάθμευσης στη Μελβούρνη. (Shojaei et al., 2013)**

Μετά από αρκετές δοκιμές ως προς την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος απεικόνισης επιλέχθηκε το περιβάλλον ArcGlobe, με βάση κριτήρια διαθεσιμότητας, καθώς και εύκολης χρήσης. Το προαναφερόμενο περιβάλλον εφαρμόστηκε στα πλαίσια των εξής εννοιολογικών επιπέδων: με χρήση ArcGlobe, Adobe συστατικών καιVB.Net. Πολύ σημαντικό είναι το γεγονός πως το εν λόγω σύστημα έχει πρόσβαση σε διαδικτυακές υπηρεσίες OGC (Web Map Service (WMS) και Web Coverage Service (WCS)).

Οι διαδικασίες επεξεργασίας υποστηρίχθηκαν από το VB.Net. Οι δυνατότητες του ArcGlobe είναι υψηλές στο πλαίσιο απεικόνισης των 3D κτηματολογικών δεδομένων. Δημιουργούν τοπογραφικούς χάρτες εδάφους, διαμορφώνουν έναν διαφορετικό 3D συμβολισμό και παράλληλα υποστηρίζουν τη γεωμετρία MultiPatch. Το πρωτότυπο σύστημα δίνει επίσης τη δυνατότητα απεικόνισης ποικίλων εξελίξεων που ορίζονται στον υπόγειο χώρο, ενώ απεικονίζει και τα δεδομένα σε 3D PDF. Τα 3D PDF αρχεία κατασκευάστηκαν με τη βοήθεια των Google SketchUp και Simlab Soft plugin (Δημοπούλου, 2015).

Στην ακόλουθη εικόνα 16 φαίνεται ένα τμήμα μιας περιοχής στην οποία για τα τεμάχια, τις δουλείες και τις κοινές ιδιοκτησίες χρησιμοποιούνται διαφορετικά χρώματα απεικόνισης και διαφάνειες. Επιλέγοντας μία από τις ακμές κάθε αντικειμένου, εμφανίζεται ένα σύνολο πληροφοριών για το αντικείμενο αυτό (απόσταση, μήκος, κλπ), ενώ υπάρχει επισυναπτόμενο και το αρχείο 3D PDF, που δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες για εξερεύνηση της περιοχής.




**Εικόνα 16 (α) Στιγμιότυπο του πρωτότυπου συστήματος, (β) 3D PDF του χώρου. (Shojaei et al., 2013)**

## 3.4 Η περίπτωση της Ρωσίας

Το υφιστάμενο κτηματολογικό σύστημα της Ρωσίας στηρίζεται στα διαμορφωμένα δισδιάστατα πολύγωνα κατά την ορολογία του πρότυπου μοντέλου διαχείρισης γης LADM (Land Administration Domain Model). Θα πρέπει να σημειωθεί πως το LADM (διεθνές περιγραφικό πρότυπο) αποτελεί ένα εννοιολογικό σχήμα, που παρέχει ένα πρότυπο αναφοράς για: τη βελτίωση των συστημάτων διαχείρισης γης και την επίτευξη επικοινωνίας των εμπλεκομένων προσώπων που είναι βασισμένη στο πρότυπο. Εκτός από την αναλυτική καταγραφή των γεωτεμαχίων, υπάρχει και καταγραφή στοιχείων που σχετίζονται με τα κτήρια, τις οριζόντιες ιδιοκτησίες, αλλά και ποικίλες άλλες κατασκευές και έργα υποδομής εντός των αστικών ιστών. Απώτερος στόχος των τελευταίων ετών του Ρωσικού Κτηματολογίου είναι η ορθότερη καταγραφή των σύνθετων κατασκευών και των υπογείων υποδομών.

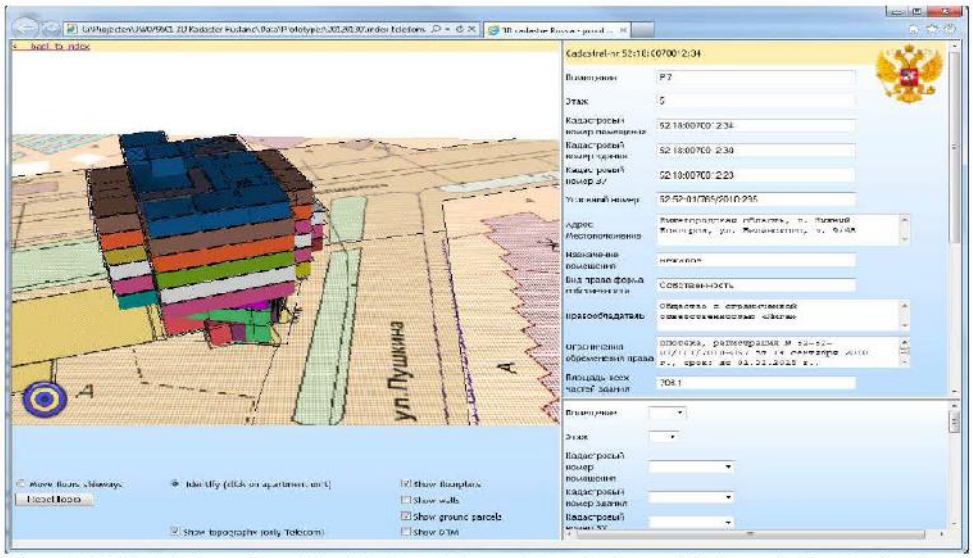
Η ολοκλήρωση του τρισδιάστατου κτηματολογικού μοντέλου πραγματοποιήθηκε το 2011 και σημαντικό είναι πως δόθηκε βαρύτητα στην εύρεση μιας λύσης βασισμένης σε περιήγηση στο διαδίκτυο. Η σχεδίαση του 3D κτηματολογικού μοντέλου βασίζεται στο

LADM, ενώ η 3D καταγραφή στους εξής τύπους αντικειμένων: α) 3D πολύεδρο (επίπεδες επιφάνειες), β) 3D πολυκαμπύλη (multicurve) (καμπύλες επιφάνειες γύρω από σωλήνες).

Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο περιλαμβάνουν τρεις περιπτώσεις μελέτης από την Nizhegorodskaya Oblast, που αποτελεί την περιοχή πιλότο. Σημαντικά δεδομένα είναι το ανάγλυφο, τα 2D κτηματολογικά γεωτεμάχια, τα 2D τοπογραφικά δεδομένα αναφοράς, τα 3D μοντέλα αναφοράς και οι ψηφιακές φωτογραφίες. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί πως στο πρωτότυπο ορίζονται δύο αρχεία XML που περιλαμβάνουν τόσο νομικά δεδομένα, όσο και τρισδιάστατα γεωμετρικά δεδομένα.

Η χρήση των δεδομένων γίνεται με τα ακόλουθα εργαλεία: Google SketchUp, Microsoft Excel, X3D-Edit, XML, ArcGIS/ArcScene από ESRI, FME από SAFESoftware και άλλα προγράμματα προς επεξεργασία των αρχείων XML. Τα 3D αντικείμενα δημιουργούνται με τη χρήση Google SketchUp και στη συνέχεια γίνεται μετατροπή των αρχείων σε X3D και επέκταση προς χρήση στο πρωτότυπο.

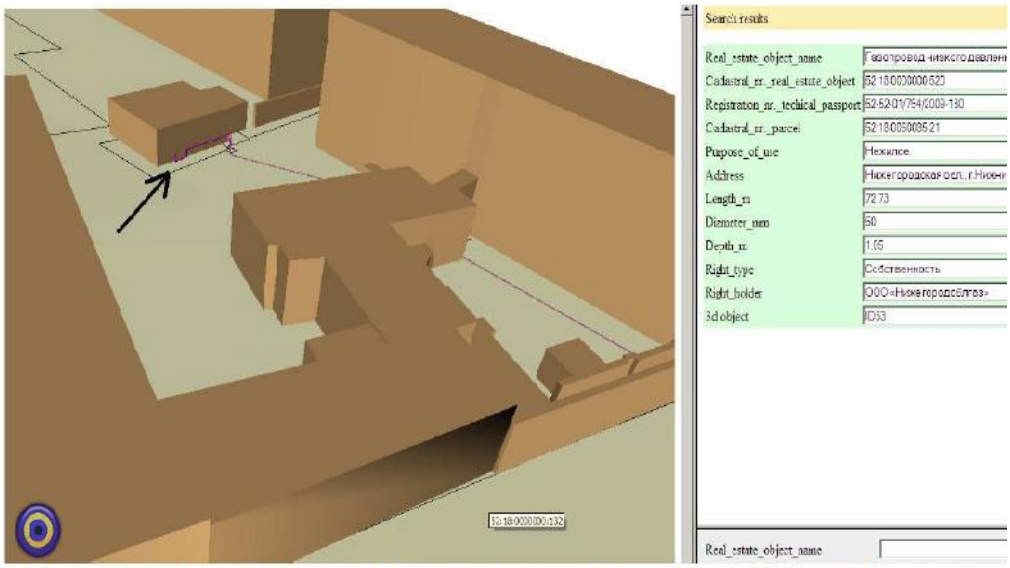
Στην ακόλουθη εικόνα 17 απεικονίζεται η διεπιφάνεια του πρωτοτύπου στην οποία και διακρίνονται τα ακόλουθα μέρη: 3D προβολή, επιλογή και αποτελέσματα. Η 3D προβολή βοηθάει τον προσανατολισμό των 3D αντικειμένων και γενικότερα τον έλεγχο τους και παράλληλα οι επιλογές που βρίσκονται κάτω από την προβολή δίνουν τη δυνατότητα αλλαγής επιπέδων και σχετικών πληροφοριών.




**Εικόνα 17 Η επιφάνεια του πρωτοτύπου και η σχετική πληροφόρηση. (Vandysheva et al., 2012)**

Στην εικόνα 18 φαίνεται η αποτύπωση των σωλήνων και οι σχετικές πληροφορίες που προσφέρουν ως προς τα πλησιέστερα κτίρια. Στη στήλη δεξιά δίνονται πληροφορίες κυρίως επεξηγηματικές ως προς τον ιδιοκτήτη, τον τύπο των δικαιωμάτων κλπ. Αριστερά ορίζεται ένα 3D πλαίσιο που διαμορφώνει ως εικόνα τόσο τη θέση των σωλήνων, όσο και

τις σχετικές πληροφορίες ως προς τα κτίρια. Πολύ σημαντική είναι η δυνατότητα που δίνεται για μετακίνηση των ορόφων ορίζοντας έτσι τα τρισδιάστατα τεμάχια εντός του κτιρίου.




**Εικόνα 18 Αποτύπωση σωλήνων. (Vandysheva et al., 2012)**

## 3.5 Η περίπτωση της πόλης Shenzhen της Κίνας

Στην Κίνα, για πολλά χρόνια υποστηριζόταν το δισδιάστατο σύστημα απεικόνισης των νομικών αντικειμένων και των σχετικών δικαιωμάτων τους. Έτος σταθμός θεωρείται το 2007, όπου τέθηκε σε ισχύ ο νόμος περί εμπραγμάτων δικαιωμάτων, καθορίζοντας πως το δικαίωμα χρήσης μιας κατασκευής επί της γης είναι δυνατό να είναι και διαφορετικό από το επιφανειακό γεωτεμάχιο. Βάσει του νόμου αυτού προσδιορίζεται πως το δικαίωμα χρήσης χώρου κάτω ή πάνω από το έδαφος είναι δυνατό να μην εξαρτάται από την κατασκευή πάνω στην επιφάνεια. Ουσιαστικά δημιουργήθηκε ένα πρωτότυπο σύστημα τρισδιάστατης καταγραφής, προς περιγραφή της χωρικής έκτασης της 3D ιδιοκτησίας και γενικά των κατασκευών. Η εφαρμογή του συστήματος μελετήθηκε στην πόλη Shenzhen. Άλλα συστήματα - προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα: ArcGIS Server, Skyline TerraGate και Sketchup.. Στην ακόλουθη εικόνα 19 παρουσιάζεται η απεικόνιση μιας 3D χωρικής έκτασης ορισμένων κατασκευών.

**Εικόνα 19 Απεικόνιση μιας 3D χωρικής έκτασης ορισμένων κατασκευών. (Guo et al, 2011)**

Στόχος ήταν ουσιαστικά η δημιουργία ενός συστήματος 3D καταγραφών, μέσω της δόμησης 3D μοντέλων όπου θα στηρίζουν την απεικόνιση των καθέτων συνιστωσών των γεωτεμαχίων, προς καθορισμό χωρικής σύνδεσης κατασκευής και γεωτεμαχίου. Σημαντικό στοιχείο είναι πως πλέον με την έκδοση πιστοποιητικού εγγεγραμμένης ιδιοκτησίας, η τρισδιάστατη απεικόνιση θα συμπεριλαμβάνεται ως ένα ακόμη δεδομένο στο φάκελο εγγραφής του ακινήτου.

Η περίπτωση του λιμανιού Shenzhen αποτέλεσε την μελέτη ενός ιδιαίτερου χωρικού όγκου. Για την επίτευξη της τρισδιάστατης απεικόνισης σχεδιάστηκαν δύο τύποι κτηματολογικού γεωχώρου στα πλαίσια του υφιστάμενου 2D κτηματολογίου: α) τρισδιάστατος χώρος γης και β) 3D χώρος κατασκευών/ κατοικίας. Ο 3D χώρος γης αποτελεί μία κάθετη έκταση του 2D γεωτεμαχίου, ενώ ο 3D χώρος κατασκευών/κατοικιών είναι ο φυσικός χώρος της κατασκευής. Προφανώς ο πρώτος τύπος περιλαμβάνει τον δεύτερο.

Με στόχο την απεικόνιση και των δύο παραπάνω κτηματολογικών χώρων, ακολουθήθηκαν τεχνικές για την ορθότερη καταγραφή της γεωγραφικής σχέσης τους. Με την επιλογή των ορίων του γεωτεμαχίου στο 2D χάρτη και οι δύο προαναφερόμενοι τύποι περιγράφονται και εμφανίζονται ταυτόχρονα με ένα αναδυόμενο παράθυρο. Τόσο ο 3D γεωχώρος όσο και τα 3D κτίρια εμφανίζονται μέσα από 52 φωτογραφικές υφές. Για τις διαφορές που διαμορφώνονται μεταξύ των δύο τύπων χρησιμοποιείται διαφάνεια. Αυτές οι μέθοδοι απεικόνισης στοχεύουν στο να βοηθήσουν τους χρήστες να ερμηνεύσουν κατάλληλα τα δεδομένα που προσφέρει η 3D καταγραφή.

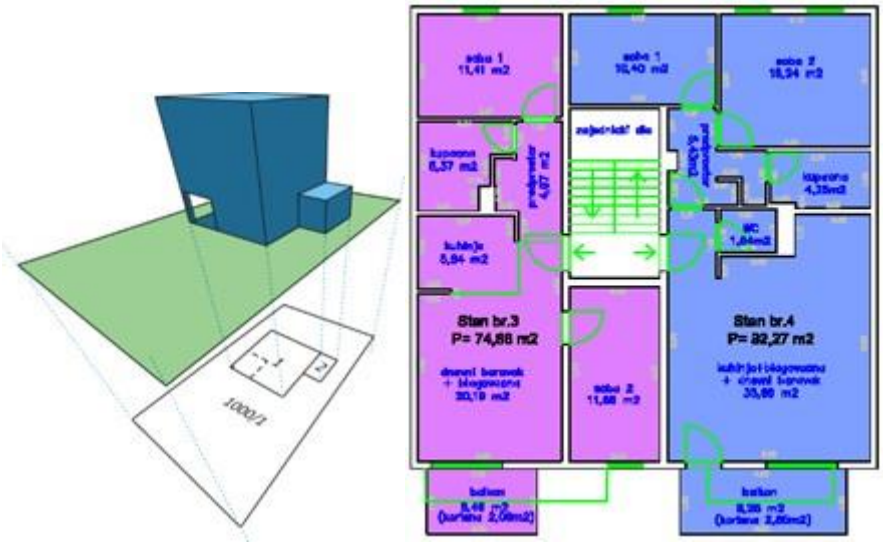
### 3.6 Η περίπτωση της Κροατίας

Από το 2010 όλα τα κτηματολογικά δεδομένα της χώρας είναι σε ηλεκτρονική μορφή, αλλά βρίσκονται καταχωρημένα σε διαφορετικά μοντέλα και βάσεις δεδομένων που τηρούνται από διάφορα λογισμικά. Η σύσταση του κοινού Πληροφοριακού Συστήματος το οποίο παρέχει ολοκληρωμένη διαχείριση του Κτηματολογίου είναι σε εξέλιξη. Το σύστημα έχει καθιερωθεί πλέον και τα δεδομένα των μεταβολών θα έπρεπε να είχαν ολοκληρωθεί έως το τέλος του 2015. Απώτερος στόχος είναι η συντονισμένη λειτουργία των δημιουργούμενων μητρώων και ο ορθός χειρισμός τους που δεν συνέβαινε στο παρελθόν. Ουσιαστικά λοιπόν έχει σχεδιαστεί μια κεντρική βάση δεδομένων. Πρόσβαση στη συντήρηση και την προβολή των δεδομένων παρέχεται μόνο σε συγκεκριμένα άτομα του συστήματος. Οι εξωτερικοί χρήστες έχουν πρόσβαση μόνο στις γενικές πληροφορίες (Dimopoulou et al, 2016).

Η περιγραφή του ακινήτου στα μητρώα βασίζεται σε μια δισδιάστατη απεικόνιση στον κτηματολογικό χάρτη, που επιτρέπει την εγγραφή συγκεκριμένων δεδομένων. Εμμέσως, η νομική ενότητα του ακινήτου δείχνει τα νομικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων που ανήκουν σε ένα άτομο-(συν) ιδιοκτήτη. Η εγγραφή των χωριστών τμημάτων του ακινήτου (διαμέρισμα, γραφείο) ρυθμίστηκε το 1997. Η παραγωγή της τεκμηρίωσης με χωρική αναπαράσταση (2.5D) ξεχωριστών τμημάτων του συνόλου της περιουσίας έχει καθορισθεί για τα κτίρια. Η τεκμηρίωση προσδιορίζει το μερίδιο συγκυριότητας του κάθε ιδιοκτήτη σε ολόκληρο το ακίνητο με την παρουσίαση των κοινών στοιχείων. Τα σχέδια των τμημάτων της ιδιοκτησίας είναι στο τοπικό σύστημα χωρίς όμως απόλυτες συντεταγμένες Z. Είναι επίσης χρήσιμα για την κατανομή του κόστους στη διαχείριση και τη συντήρηση του ακινήτου. Η τεκμηρίωση για την εγγραφή και την καταγραφή γίνονται τακτικά για τα νέα κτίρια και είναι σπάνιο για όσα κατασκευάστηκαν πριν το 1997 (Vučić at al. 2013).

Εκτός από το κύριο Κτηματολόγιο για τα Ακίνητα στην Κροατία, υπάρχει επίσης και το βοηθητικό Κτηματολόγιο. Το βοηθητικό Κτηματολόγιο είναι ένα μητρώο των τεχνικών χαρακτηριστικών των υποδομών κοινής ωφέλειας που δεν έχουν καμία νομική επίπτωση. Οι έννομες σχέσεις που αφορούν τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας είναι (στην πράξη) πολύ σπάνια καθορισμένες ως δουλεία πάνω στην γη όπου τοποθετούνται αυτές οι υποδομές (Dimopoulou et al, 2016).

Εκτός από τη δυνατότητα εγγραφής των ιδιωτικών δικαιωμάτων σε "στρώματα", η καταγραφή των νομικών καθεστώτων (θαλάσσιων, προστατευόμενων περιοχών κ.α.) προβλέπεται στο Κτηματολόγιο Ακίνητης Περιουσίας της χώρας από το 1999. Αυτό και η καταγραφή των δημόσιων υποδομών κοινής ωφελείας θα πρέπει να δώσουν στους χρήστες μια πιο ολοκληρωμένη περιγραφή των συμφερόντων που υπάρχουν σε ένα συγκεκριμένο ακίνητο. Προς το παρόν, η εγγραφή των δημοσίων δικαιωμάτων είναι ακόμη στην αρχή. Η Νομοθεσία και το μοντέλο δεδομένων του Κοινού Συστήματος Πληροφοριών δεν προβλέπει ακόμη την χωρική αναπαράσταση σε 3D και δεν είναι δυνατή η αποθήκευση της γεωμετρίας 3D των 3D νομικών αντικειμένων (Dimopoulou et al, 2016).




**Εικόνα 20 Ακίνητα στον κτηματολογικό χάρτη (της Κροατίας) και παρουσίαση των τμημάτων-ιδιοκτησιών (χωριστών και κοινών) ανά όροφο. (Dimopoulou et al, 2016)**

## 3.7 Χώρες που εισήγαγαν εξειδικευμένες διατάξεις 3D Κτηματολογίου

Όπως αναφέρει η Δημοπούλου (2015), η Σουηδία από το 2004 και η Νορβηγία από το 2010 αποτελούν δύο χώρες που ενίσχυσαν τους Νόμους περί Έγγειας Ιδιοκτησίας και Κτηματολογίου με την εισαγωγή τρισδιάστατων κτηματολογικών οντοτήτων. Αντίστοιχα βήματα των δύο αυτών χωρών ακολουθούν και η Φινλανδία, η Πολωνία, η Ουγγαρία και άλλες χώρες.

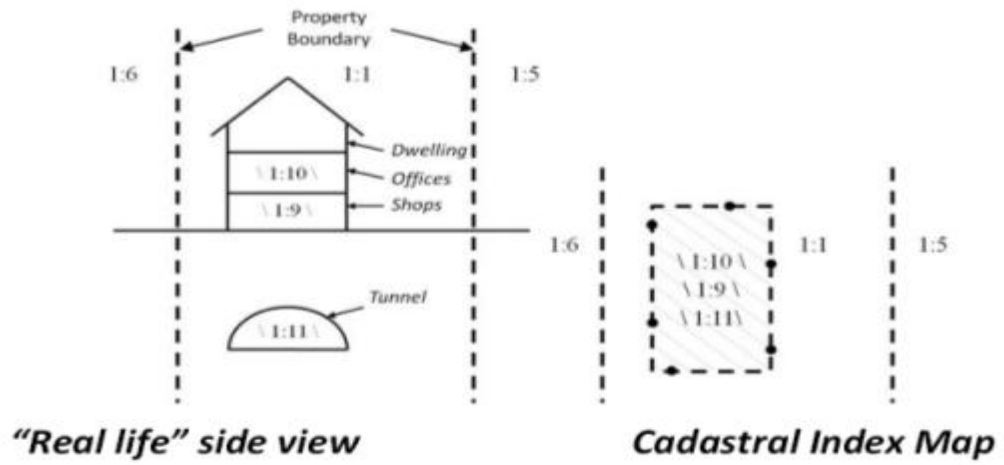
Στη Σουηδία βάσει του Κώδικα περί Εγγείου Ιδιοκτησίας, μια ιδιοκτησιακή μονάδα «*...περιλαμβάνει κτήρια, υποδομές, φράχτες και λοιπές εγκαταστάσεις που έχουν κατασκευαστεί εντός της για μόνιμη χρήση, δέντρα και λοιπή βλάστηση...*». Σύμφωνα με τη νέα ρύθμιση που ισχύει από το 2002, οι ιδιοκτησιακές μονάδες μπορούν να

περιλαμβάνουν «*…κτήρια ή εγκαταστάσεις που έχουν κατασκευαστεί εκτός των ορίων της, εφόσον αυτά προορίζονται για μόνιμη χρήση κατά την άσκηση δουλείας υπέρ της ιδιοκτησίας και δεν ανήκουν στην ιδιοκτησιακή μονάδα στην οποία είναι τοποθετημένα. Το ίδιο ισχύει και για υποδομές ή μηχανήματα για τα οποία έχει συσταθεί δουλεία για λόγους κοινής ωφέλειας (utility easement)».*

Βασικές 3D κτηματολογικές οντότητες είναι η τρισδιάστατη μονάδα ιδιοκτησίας (three-dimensional property unit/3D-fastighet) και ο τρισδιάστατος χώρος (three-dimensional space/ 3D fastighetrymme). Η τρισδιάστατη μονάδα ιδιοκτησίας αναφέρεται σε έναν τρισδιάστατο χώρο ανεξάρτητο από την υπόλοιπη ιδιοκτησία, που δεν οριοθετείται οπωσδήποτε στα όρια του γεωτεμαχίου και δεν συνδέεται με αυτά. Ο τρισδιάστατος χώρος αποτελεί συγκεκριμένο χώρο της μονάδας ιδιοκτησίας με καθορισμένα όρια. Αυτές οι κτηματολογικές οντότητες αφορούν ένα κτήριο ή μια εγκατάσταση, εγγράφονται στα δημόσια βιβλία και μπορούν να υποθηκευτούν. Σημαντικό είναι πως η χρήση τους είναι απαραίτητη όταν όλες οι υπόλοιπες προβλεπόμενες μορφές ιδιοκτησίας κρίνονται μη κατάλληλες για τον συγκεκριμένο σκοπό.

Οι οντότητες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για υπόγειες εγκαταστάσεις και δίκτυα τηλεπικοινωνιών, γέφυρες, εξυπηρέτηση πυκνοδομημένων περιοχών και πολύπλοκες κατασκευές επί μεγάλων εκτάσεων (Paulsson, 2011). Νομικοί περιορισμοί κάνουν δύσκολη την χρήση τους για την κατασκευή κατοικιών (Eriksson & Jansson, 2010).

Τα όρια των 3D κτηματολογικών οντοτήτων καθορίζονται από τις συντεταγμένες X,Y, Z αναφορικά με τη στέγη, τα δάπεδα και τους τοίχους. Απαιτούμενα δεδομένα για την καταχώρηση τους στα δημόσια βιβλία είναι το είδος του κτιρίου που περιλαμβάνουν, καθώς και η θέση τους (Eriksson, 2005). Στους κτηματολογικούς χάρτες αποτυπώνονται μέσω της προβολής τους στα γεωτεμάχια (εικόνα 22).




**Εικόνα 21 Απεικόνιση 3D κτηματολογικών οντοτήτων στους κτηματολογικούς χάρτες της Σουηδίας (El Mekawy et al., 2014)**

Σε αντίστοιχα βήματα κινήθηκε και η Νορβηγία από το 2010, όπου και τροποποίησε τον Κτηματολογικό της Νόμο. Τα κτηματολογικά γεωτεμάχια περιλαμβάνουν: γεωτεμάχια, 3D γεωτεμάχια, οριζόντιες ιδιοκτησίες, βοσκοτόπους και μισθωμένες εκτάσεις. Τα γεωτεμάχια «*…οριοθετούνται από τα όρια των γεωτεμαχίων στη γήινη επιφάνεια*» και εκτείνονται «*…στο έδαφος τόσο κάτω και στον αέρα τόσο πάνω, όσο εκτείνονται τα ατομικά δικαιώματα επί της γης σύμφωνα με τους γενικούς κανόνες*». Τρισδιάστατο γεωτεμάχιο καλείται «*ένα κτήριο ή μια κατασκευή ή ένας οριοθετημένος φυσικός όγκος για τον οποίο έχει εκδοθεί πολεοδομική ή οικοδομική άδεια και έχει διαχωριστεί σαν ξεχωριστή ιδιοκτησία. Μόνιμες εγκαταστάσεις επί αδέσποτου τμήματος του θαλασσίου βυθού ή επί αδέσποτου υπεδάφους μπορούν επίσης να αναγνωριστούν ως τρισδιάστατα γεωτεμάχια*» (Δημοπούλου, 2015).

Σε αντιστοιχία με τη Σουηδία, οι τρισδιάστατες κτηματολογικές οντότητες της Νορβηγίας σχετίζονται με κάποιο κτήριο ή εγκατάσταση, ενώ πραγματοποιείται καταχώρηση τους στα δημόσια βιβλία ως ξεχωριστές ιδιοκτησιακές οντότητες. Βασική διαφορά που υπάρχει σε σχέση με τη σουηδική προσέγγιση είναι πως η νορβηγική νομοθεσία επιτρέπει στα συμβαλλόμενα μέρη την επιλογή της μορφής της ιδιοκτησίας που προτιμάται (Δημοπούλου, 2015).

Η καταχώριση των ιδιοκτησιών είναι αρμοδιότητα των καλούμενων συστημάτων ως Land Registries, των οποίων η λειτουργία είναι αυτόνομη εντός της Αρχής Χαρτογράφησης της Νορβηγίας. Έργο της Αρχής αυτής είναι να ενημερώνει κατάλληλα τους κτηματολογικούς χάρτες και τα γεωγραφικά δεδομένα και να βρίσκεται σε άμεση συνεργασία με τα περιφερειακά γραφεία σε όλη τη χώρα. Αξίζει να επισημανθεί πως οι 3D

κτηματολογικές οντότητες παρουσιάζονται στους κτηματολογικούς χάρτες ως προβολές επί των γεωτεμαχίων και συγκεκριμένο συμβολισμό (Δημοπούλου, 2015).

Τυπικό παράδειγμα όσων προαναφέρθηκαν και αφορά την παρουσίαση τρισδιάστατων κτηματολογικών οντοτήτων στους κτηματολογικούς χάρτες της Νορβηγίας παραθέτεται στην ακόλουθη εικόνα (Δημοπούλου, 2015).

**Εικόνα 22 Τρισδιάστατες οντότητες κτηματολογικό χάρτη της Νορβηγίας. (Valstad, 2005)**

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο Η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΤΡΙΤΗΣ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ - 3D ΜΟΝΤΕΛΑ

## 4.1 3D Μοντελοποίηση

Πρόκειται για την διαδικασία αυτή που με τη χρήση κατάλληλων προγραμμάτων λογισμικού πραγματοποιείται η αναπαράσταση μιας τρισδιάστατης επιφάνειας με τη βοήθεια των μαθηματικών. Αποτέλεσμα είναι η δημιουργία ενός 3D μοντέλου, καθώς και η κίνηση του 3D αντικειμένου που τα μοντέλα αντιπροσωπεύουν. Η χρήση των μαθηματικών είναι καθοριστική και κυρίως των γεωμετρικών και παραστατικών εργαλείων (τρίγωνα, καμπύλες κλπ).

Τα 3D GIS μοντέλα κατηγοριοποιούνται ως ακολούθως με βάση τα στοιχεία που προσδιορίζουν (Zlatanova, 2013):

α) Στερεά- Συμπαγή (Solid)

Αυτά προσδιορίζουν τον όγκο των αντικειμένων και υπάρχει αναμφίβολα μια δυσκολία στην δημιουργία τους. Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται σε προσομοιώσεις και για CAD περιβάλλοντα.

β) Οριοθετημένα (Shell/ boundary)

Πρόκειται για μοντέλα που ορίζουν την επιφάνεια, καθαρά ως προς τα όρια των αντικειμένων και όχι ως προς τον όγκο τους. Είναι φανερά πιο εύχρηστα από τα στερεά.

Η κύρια χρήση των 3D μοντέλων είναι για γεωμετρική μοντελοποίηση, με απώτερο στόχο την ορθή επεξεργασία και απεικόνιση αυτών. Σημαντικό πλεονέκτημα των μοντέλων είναι ο ορθός ορισμός τους (οριοθέτηση, περιγραφή, προσανατολισμός κλπ). Υπάρχουν βέβαια και άλλα μοντέλα που διαχειρίζονται άλλες ιδιότητες και στοχεύουν σε μια ρεαλιστική απεικόνιση. Ο ρόλος τους σχετίζεται με την διαμόρφωση νέων εργαλείων για τη δημιουργία γραφικής σκηνής.

3D γεωμετρικά μοντέλα

Πρόκειται για τα μοντέλα αυτά που χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό, λόγω της ευκολίας τους και της συμβατότητας τους με τα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ). Από τα μοντέλα αυτά προκύπτει ένας μεγάλος όγκος δεδομένων, λόγω της επανάληψης των ζευγών συντεταγμένων στην περιγραφή των χαρακτηριστικών των αντικειμένων.

3D τοπολογικά μοντέλα

Μέχρι σήμερα δεν έχει ορισθεί εφαρμογή που υποστηρίζει τα 3D τοπολογικά μοντέλα. Πρόκειται για χρήσιμα μοντέλα που στηρίζουν την ορθή αποθήκευση των δεδομένων χωρίς να ευνοούν τον πλεονασμό. Είναι αναμφίβολα πιο πολύπλοκα μοντέλα από τα γεωμετρικά.

3D σημασιολογικά μοντέλα

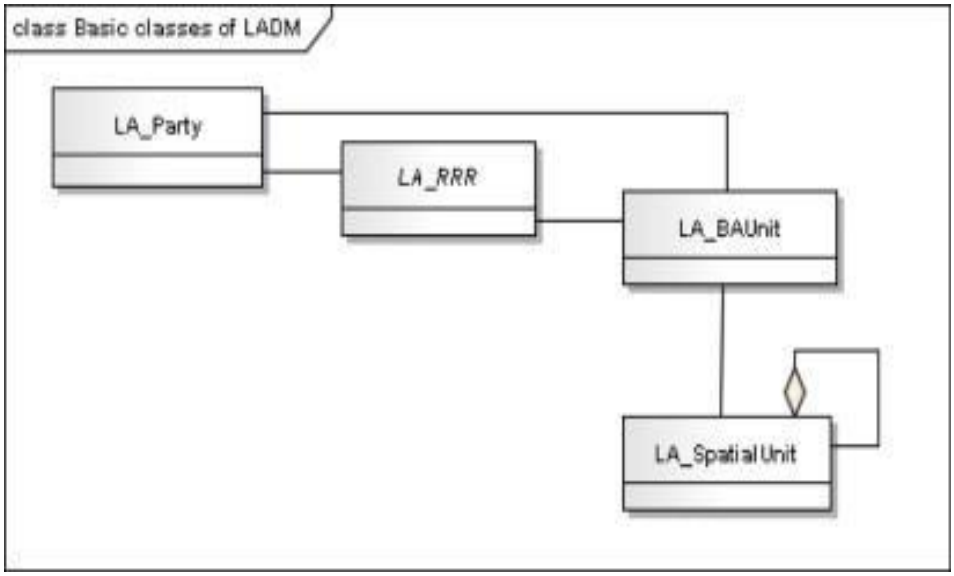
Η σημασιολογία είναι επίσης ένα σημαντικό δεδομένο εκτός από την τοπολογία και την γεωμετρία. Το CityGML αποτελεί το μοναδικό 3D πρότυπο που συνδυάζει γεωμετρία, τοπολογία και σημασιολογία στα εικονικά 3D αστικά μοντέλα. Υπάρχουν βέβαια και ορισμένα άλλα 3D σημασιολογικά μοντέλα που έχουν γίνει πρότυπα, όπως το North American Data Model (μοντέλο δεδομένων της βορείου Αμερικής) και η GeoSciML-Geology Science Markup Language (απεικόνιση γεωλογικών φαινομένων).

### *4.1.1 Διεθνή Πρότυπα*

Όπως ήδη προαναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο κάθε χώρα έχει τις δικές της ιδιαιτερότητες και αντιμετωπίζει με διαφορετικό τρόπο την πολυπλοκότητα των τρισδιάστατων καταστάσεων της. Ο διαφορετικός αυτός τρόπος έγκειται στην υιοθέτηση διαφορετικών μεθόδων, που ορίζονται σε διεθνή πρότυπα. Τα σημαντικότερα είναι το Land Administration Domain Model (LADM) και η Ευρωπαϊκή Οδηγία INSPIRE.

Land Administration Domain Model (LADM)

Το LADM ουσιαστικά δημιουργήθηκε προς διαμόρφωση μιας επίσημης γλώσσας με σκοπό την περιγραφή των συστημάτων διαχείρισης της γης. Είναι ένα περιγραφικό μοντέλο και πιστοποιημένο ως πρότυπο ISO το 2012 από το Διεθνή Οργανισμό Πιστοποίησης. Πρόκειται για ένα μοντέλο που παρέχει μια βάση για την ανάπτυξη ορθών συστημάτων διαχείρισης γης και στηρίζεται σε Αρχιτεκτονική Model Driven (Model Driven Architecture). Παράλληλα δίνει τη δυνατότητα στο σύνολο των εμπλεκομένων φορέων να επικοινωνούν μέσω μιας κοινής γλώσσας, απόλυτα αντιληπτής σε όλους. Οι κύριες οντότητες του είναι 4 και παρουσιάζονται στην ακόλουθη εικόνα 24.




**Εικόνα 23 Βασικές οντότητες του LADM. (Christiaan Lemmen, Peter van Oosterom, Rohan Bennet, 2015)**

Πρόκειται για τις εξής ομάδες:

1. Πρόσωπα (LA_Party)
2. Δικαιώματα, υποχρεώσεις και περιορισμούς (LA_RRR)
3. Βασικές Διοικητικές Μονάδες (LA_BAUnit)
4. Χωρικές πηγές (LA_SpatialUnit)

Στην πρώτη ομάδα (LA_Party), περιλαμβάνονται φυσικά πρόσωπα ή οργανισμοί. Η δεύτερη ομάδα αποτελεί βασική οντότητα της διοικητικής ομάδας. Η οντότητα LA_RRR περιλαμβάνει τις υπό-οντότητες: LA_Right, LA_Restriction, LA_Responsibility. Η Βασική Διοικητική Μονάδα περιλαμβάνει από μηδέν έως και περισσότερες χωρικές μονάδες (γεωτεμάχια) με τα αντίστοιχα δικαιώματα και τους περιορισμούς. Μια χωρική μονάδα (spatial unit) αποτελεί έναν ξεχωριστό όγκο του χώρου.

Η αναπαράσταση των 3D τεμαχίων επιτυγχάνεται με όγκους χωρίς κάθετα όρια και την χρησιμοποίηση σειρών διαχωριστικής επιφάνειας για τον καθορισμό των ορίων.

Επί του μοντέλου αυτού υπάρχουν και ρυθμίσεις μεικτών χωρικών προφίλ (mixed spatial profile configuration), καθώς επίσης και ένα προφίλ καθοριζόμενο από 3D τοπολογία.

INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community)

Πρόκειται για μοντέλο που υποστηρίχθηκε το 2001 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και κύριο στόχο είχε να διευκολύνει τους χρηστές του δημοσίου τομέα στην εύκολη και λειτουργική ανταλλαγή δεδομένων σε ζητήματα που αφορούν την εκτέλεση δημοσίων έργων. Η πλήρης εφαρμογή της Οδηγίας αναμένεται να επιτευχθεί το 2020.

Βασικές αρχές της είναι:

- συλλογή δεδομένων μια φορά και ορθή αποθήκευση τους
- συνδυασμός χωρικών πληροφοριών από διαφορετικές πηγές σε ευρωπαϊκό επίπεδο και ανταλλαγή αυτών μεταξύ των χρηστών
- ανταλλαγή των πληροφοριών σε όλα τα επίπεδα
- διαθεσιμότητα πληροφοριών
- εύκολη εύρεση των πληροφοριών και σαφής καθορισμός των στόχων τους

Κάθε χώρα που δεσμεύεται να προσαρμοστεί στην οδηγία INSPIRE, υιοθετεί τους σχετικούς κανόνες και στο πεδίο του Κτηματολογίου. Αναλυτικά στοιχεία αναφορικά με τα γεωτεμάχια του Κτηματολογίου περιλαμβάνονται στο πρώτο παράρτημα της Οδηγίας.

Οντότητες της οδηγίας για τα Κτηματολογικά τεμάχια είναι οι εξής: Cadastral Parcel, Cadastral Zoning, Cadastral Boundary, Basic Property Unit.

- Cadastral Parcel: σχετίζεται με τα κτηματολογικά τεμάχια και τις ιδιότητες τους
- Cadastral Zoning: προς την υποδιαίρεση της εθνικής Επικράτειας
- Cadastral Boundary: προς καταγραφή θέσης και ορίων των κτηματολογικών τεμαχίων
- Basic Property Unit: καταγραφή μονάδων ιδιοκτησίας σε μητρώα ή άλλα συστήματα

Οι οντότητες Building και BuildingParts περιλαμβάνουν δεδομένα για τα κτίρια σχετικά με την ημερομηνία κατασκευής-αποπεράτωσης, ανακαίνισης ή κατεδάφισης τους, το ύψος, τον αριθμό των ορόφων, τη χρήση κ.α.. Ένα κτίριο ορίζεται από ένα σύνολο κτιριακών μονάδων (Building Parts). Κάθε άλλη κατασκευή (οδοί, γέφυρες, σήραγγες κ.α.) εντάσσεται στην κατηγορία Other Construction.

LADM - INSPIRE

Η ανάπτυξη των δύο μοντέλων στηρίχθηκε σε κοινές θεμελιακές έννοιες. Παρόλα αυτά σημαντική διαφορά των δύο μοντέλων είναι τα πεδία εφαρμογής τους. Η οδηγία INSPIRE δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα σε περιβαλλοντικά θέματα, ενώ το σύστημα LADM κυρίως σε ποικίλους τομείς εφαρμογών. Κάθε χώρα μπορεί να ακολουθεί μία από τις δύο Οδηγίες ή και τις δύο.

Η απόδειξη της συμβατότητας των δυο προτύπων αποδεικνύεται στο έγγραφο ISO 19152 (παράρτημα G), που περιέχει μια εκδοχή του INSPIRE βασισμένη στο LADM. Οι κατηγορίες του συστήματος LADM που σχετίζονται απόλυτα με την οδηγία INSPIRE είναι:

- ✓ LA_Parcel σαν βάση για το CadastralParcel
- ✓ LA_BAUnit σαν βάση για το BasicPropertUnit
- ✓ LA_FaceString σαν βάση για το CadastralBoundary
- ✓ LA_SpatialUnitSet σαν βάση για το CadastralZoning

## 4.2 Σύγχρονες Τεχνικές 3D Μοντελοποίησης

### *4.2.1 Χρήση της φωτογραμμετρίας*

Τα 3D μοντέλα είναι καθοριστικής σημασίας για τη μελέτη και ανάλυση των αστικών δομών. Μέσω αυτών, ο χρήστης αποκτά μια φωτορεαλιστική αίσθηση των δομών. Η φωτογραμμετρία αποτελεί μια μετρητική τεχνολογία, που είναι δυνατό να αξιοποιηθεί κατάλληλα για την εξαγωγή 3D σημείων από εικόνες.

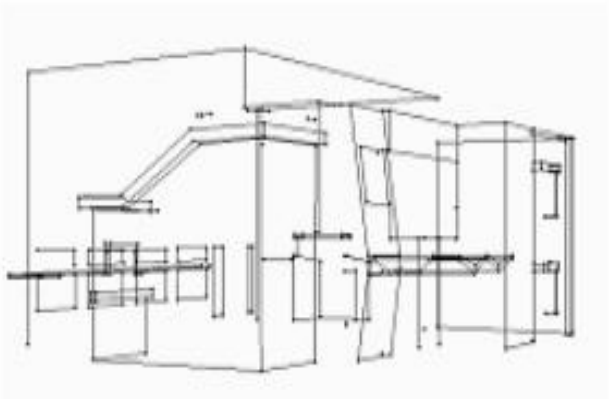
Πρόκειται ουσιαστικά για την διαδικασία μέτρησης στοιχείων σε μια φωτογραφία. Με τη χρήση του κατάλληλου λογισμικού είναι δυνατή η παραγωγή φωτογραμμετρικών προϊόντων από ψηφιακές εικόνες (Koeva, 2004).

Με τη χρήση της φωτογραμμετρίας μπορούν να ορισθούν 3D σημεία από εικόνες και ακολούθως να χρησιμοποιηθούν με μεγάλη ακρίβεια στην 3D μοντελοποίηση. Ουσιαστικά όλες οι μετρήσεις προέρχονται από τις εικόνες και όχι από τα αντικείμενα. Πρόκειται αναμφίβολα για μια σύγχρονη εναλλακτική λύση για μετρήσεις σε κτίρια.

Τα χρησιμοποιούμενα δεδομένα είναι είτε φωτογραφίες (από αναλογικές φωτογραφικές μηχανές), είτε ψηφιακές. Εφόσον έχουν προέλθει από αναλογικές μηχανές απαιτείται η σάρωση τους σε μηχανήματα υψηλής ανάλυσης. Στην περίπτωση που προέρχονται όμως από ψηφιακές κάμερες δεν απαιτείται η διαδικασία της σάρωσης. Οι ερασιτεχνικές μηχανές λόγω του χαμηλού κόστους απόκτησης τους είναι περισσότερο διαδεδομένες για τις φωτογραμμετρικές μεθόδους. Στο στάδιο της επεξεργασίας των δεδομένων, πραγματοποιείται εισαγωγή των φωτογραφιών στο χρησιμοποιούμενο λογισμικό φωτογραμμετρικής μοντελοποίησης (π.χ. Photomodeler). Ακολουθεί ο καθορισμός των σημείων αναφοράς (ακμές κτιρίου κλπ), που πρέπει να αναγνωρίζονται

και να διαχωρίζονται εύκολα. Τα σημεία αυτά διακρίνονται στο σύνολο των φωτογραφιών.

Η δημιουργία του 3D μοντέλου ακολουθεί διαδραστικές διαδικασίες. Ειδικότερα για μεγάλης επιφάνειας και έκτασης τοπία απαιτούνται πολλές εικόνες (El-Hakim et.al., 2003). Όταν στο 3D μοντέλο απουσιάζουν επιφάνειες και υφές τότε πρόκειται για το μοντέλο- σκελετό, όπως παρουσιάζεται και στην ακόλουθη εικόνα 25. Το κτίριο εμφανίζεται έτσι σε μια γενική απεικόνιση του με κορυφές και ακμές.



**Εικόνα 24 Το 3D μοντέλο (σκελετός) του κτιρίου. (Sashi, Jain, 2007)**

Στο 3D μοντέλο- σκελετό δεν εμφανίζονται υφές, εκτός και αν αυτές προστεθούν έπειτα στις όψεις. Οι υφές προσδίδουν στο κτίριο μια πιο πραγματική διάσταση. Γενικά με την φωτογραμμετρία επιτυγχάνεται μεγάλη ακρίβεια στη 3D μοντελοποίηση.

### *4.2.2 Μοντελοποίηση βάσει εικόνων (Image- based modeling, IBM)*

Πρόκειται για μια ερευνητική μέθοδο που συμβάλει στην ορθότερη κατανόηση της φυσικής συμπεριφοράς των υλικών, των δομών και των συστημάτων. Στηρίζεται κατά βάση σε πραγματικές γεωμετρίες.

Η μοντελοποίηση μέσω εικόνων (image- based modeling and rendering, IBMR) στηρίζεται στη χρησιμοποίηση ενός συνόλου 2D εικόνων, με απώτερο σκοπό την δημιουργία ενός 3D μοντέλου.

Τα χρησιμοποιούμενα λογισμικά IBM απαιτούν συνήθως μεγάλο αριθμό εικόνων για τον προσδιορισμό της 3D γεωμετρίας, καθώς και την απόδοση υφών. Αναμφίβολα διαμορφώνονται προοπτικές μελλοντικές τους ανάπτυξης, καθώς μπορούν να στηρίξουν σημαντικά την αστική ανοικοδόμηση. Βέβαια αξίζει να σημειωθεί πως αποτελούν μόνο

ένα εκ των χαρακτηριστικών άλλων ευρέως χρησιμοποιούμενων πακέτων όπως τα SketchUp, 3DS max και Zbrush.

Πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ο προσδιορισμός πολύ μικρών λεπτομερειών, καθώς και η απλούστευση των διαδικασιών μοντελοποίησης. Γενικά η επιτάχυνση της απόδοσης απαιτεί τη λήψη νέων δειγμάτων (προ-σκιασμένων εικόνων). Πρόσφατη εξέλιξη στα λογισμικά αυτά υποστηρίζει την παραγωγή νεφών σημείων από εικόνες και επακόλουθο αποτέλεσμα είναι η δημιουργία 3D αντικειμένων μεγάλης ακρίβειας.

### *4.2.3 Αυτόματη μοντελοποίηση*

Οι τεχνικές αυτόματης μοντελοποίησης των κτιρίων γίνονται μετά τη συλλογή των δεδομένων, η ποιότητα και η ποσότητα των οποίων καθορίζει και το τελικό αποτέλεσμα διαμορφώνοντας ένα σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου. Σε αυτές τις τεχνικές εντάσσεται και η πολυακτινική φωτογραμμετρία, που απαιτεί πλήθος ζευγών επικαλυπτόμενων φωτογραφιών των 3D ή 3D κτιρίων και του ανάγλυφου.

Πλεονέκτημα των τεχνικών αυτών είναι ο χρόνος ολοκλήρωσης των μοντέλων και μειονέκτημά τους είναι η διαθεσιμότητα ορισμένων δεδομένων.

### *4.2.4 Κανονιστική μοντελοποίηση*

Η Κανονιστική Μοντελοποίηση (Procedural Modeling) υποστηρίζει τη δημιουργία 3D μοντέλων και υφών μέσω κανόνων. Οι κανόνες αυτοί μπορούν είτε να ενσωματωθούν σε έναν αλγόριθμο, είτε να είναι ξεχωριστοί. Αυτό που ορίζεται έτσι είναι ένα κανονιστικό περιεχόμενο (procedural content). Τα κανονιστικά μοντέλα ενισχύουν σημαντικά τη βάση δεδομένων.

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό είναι πως η κανονιστική μοντελοποίηση διαμορφώνει ένα μοντέλο από ένα σύνολο κανόνων και δεν ασχολείται με την επεξεργασία του μοντέλου χειρωνακτικά από το χρήστη. Πλεονέκτημα της είναι ο ελάχιστος απαιτούμενος χρόνος δημιουργίας ενός 3D μοντέλου.

Η κανονιστική μοντελοποίηση ενδείκνυνται για την περιγραφή σύνθετων γεωμετριών. Τα κτίρια χαρακτηρίζονται από σύνθετες γεωμετρίες. Η κανονιστική μοντελοποίηση λοιπόν συνθέτει απλούς κανόνες που κωδικοποιούν τις σημασιολογικές-

γεωμετρικές σχέσεις. Με τη χρήση CGA Shape Grammar (γραμματική σχήματος) απαιτείται ελάχιστη γνώση προγραμματισμού.

#### *4.2.4.1 L- System*

Ένα L- Σύστημα ή σύστημα Lindenmayer ορίζεται από ένα αλφάβητο συμβόλων. Κάθε σύμβολο είναι μια ακολουθία από χαρακτήρες, που διαμορφώνει ένα σύνολο κανόνων και ουσιαστικά επεκτείνουν κάθε σύμβολο σε μια μεγαλύτερη σειρά συμβόλων. Πρόκειται για συστήματα η ανάπτυξη των οποίων έγινε το 1968 από τον Aristid Lindenmayer, έναν Ούγγρο θεωρητικό βιολόγο στο Πανεπιστήμιο της Ουτρέχτης.

Αν και τα συστήματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για την περιγραφή της συμπεριφοράς φυτικών κυττάρων, αξιοποιήθηκαν μέσω κατάλληλης μοντελοποίησης και για την απεικόνιση γεωμετριών κτιρίων.

#### *4.2.4.2 Shape Grammars (Γραμματικές Σχήματος)*

Η πρώτη επίσημη αναφορά τους χρονολογείται το 1972 σε σχετικό άρθρο των Stiny, G. and Gips, J. Στηρίζονται ουσιαστικά στην αναγνώριση ενός σχήματος/ αντικειμένου και την πιθανή αντικατάστασή αυτού, η οποία ακολουθεί συγκεκριμένους κανόνες. Οι κανόνες διέπονται από μετασχηματισμούς.

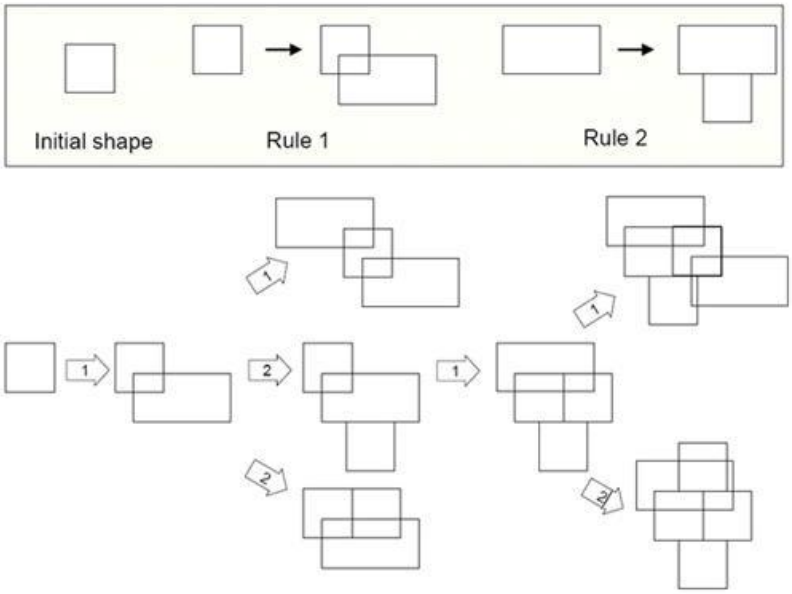
Οι Pascal Muller και Yoav I.H. Parish θεωρούνται πρωτεργάτες της εφαρμογής των γραμματικών σχήματος για δημιουργία 2D πολυγώνων σε τρισδιάστατο χώρο, καθώς και τον καθορισμό των υφών τους. Έτσι θα μπορούσε να υποστηριχθεί η μοντελοποίηση μιας ολόκληρης πόλης σε ελάχιστο χρόνο χωρίς να είναι απαραίτητη η μοντελοποίηση κάθε κτιρίου χωριστά (Parish et.al., 2001).

Μια γραμματική σχήματος ορίζεται συνεπώς από τους κανόνες σχήματος (shape rules) και μια μηχανή παραγωγής (generation engine) που ασχολείται με την επεξεργασία των κανόνων. Ένας κανόνας σχήματος αποτελείται από δύο μέρη, που προσδιορίζονται από ένα βέλος. Το αριστερό τμήμα του βέλους ονομάζεται αριστερή πλευρά (LHS- Left Hand Side) και απεικονίζει ένα σχήμα και ένα δείκτη. Αντίστοιχα το δεξί τμήμα του βέλους ονομάζεται δεξιά πλευρά (RHS) και απεικονίζει τον μετασχηματισμό του σχήματος LHS.

Μια γραμματική σχήματος περιλαμβάνει τους ακόλουθους τρεις κανόνες σχήματος: τον αρχικό κανόνα (start rule), έναν κανόνα μετασχηματισμού (transformation rule) και

έναν κανόνα τερματισμού (termination rule). Με τον αρχικό κανόνα πραγματοποιείται έναρξη της διαδικασίας δημιουργίας σχήματος. Ενώ με τον κανόνα τερματισμού τερματίζει αντίστοιχα η διαδικασία παραγωγής του σχήματος.

Ένα σύστημα γραμματικής σχήματος έχει ένα σημαντικό πλεονέκτημα και αυτό είναι ο επιπλέον χώρος εργασίας, στον οποίο παρουσιάζεται η δημιουργούμενη γεωμετρία. Μέσω της μηχανής παραγωγής γίνεται έλεγχος της γεωμετρίας και κυρίως των συνθηκών που ταιριάζουν στο LHS του κανόνα σχήματος. Στην περίπτωση που ταιριάζουν αρκετοί κανόνες, η μηχανή παραγωγής πραγματοποιεί την επιλογή του ιδανικότερου κανόνα. Στην ακόλουθη εικόνα 26 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα γραμματικής σχήματος δύο κανόνων.




**Εικόνα 25 Παράδειγμα γραμματικής σχήματος δύο κανόνων. (http://www.engineering.leeds.ac.uk/dssg/objectives.htm)**

### *4.2.4.3 CGA Grammar*

Η CGA (Computer Generated Architecture) γραμματική χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα CityEngine και αποτελεί μια γλώσσα προγραμματισμού πολύ σημαντική για την αρχιτεκτονικών 3D δεδομένων. Απώτερος στόχος είναι ο καθορισμός κανόνων για την βελτίωση ενός σχεδίου μέσα από τον προσδιορισμό λεπτομερειών του. Η λειτουργία των κανόνων γίνεται σε σχήματα οριζόμενα από το καλούμενο ως πεδίο εφαρμογής. Στην ακόλουθη εικόνα 27 παρουσιάζεται η διαδικασία παραγωγής μέχρι τη δημιουργία ενός 3D μοντέλου.

**Εικόνα 26 Δημιουργία 3D μοντέλου με χρήση CGA Grammar**

Βασικά πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η ελαχιστοποίηση του χρόνου εργασίας και διαμόρφωσης των σχεδίων και η δυνατότητα απεικόνισης των αστικών σχεδίων με μεγάλη λεπτομέρεια (κτιρίων, οδών, τοποθεσιών, βλάστησης κλπ). Πρόκειται για μέθοδο επίσης ιδανική για τη χρήση των φυσικών ενεργειακών πόρων, λόγω του ότι δίνει τη δυνατότητα προσδιορισμού των επιπτώσεων στην εικονική αναπαράσταση της πόλης. Αυτό θα μπορούσε να συμβάλει σε έναν ορθότερο σχεδιασμό των σύγχρονων και μελλοντικών πόλεων και αντίστοιχα ορθότερη αξιοποίηση της κατανάλωση ενέργειας.

## 4.3 Συλλογή 3D δεδομένων

Για να πραγματοποιηθεί φυσικά η μοντελοποίηση απαιτείται ένα σύνολο δεδομένων και πληροφοριών. Η συλλογή των δεδομένων αυτών δεν είναι εύκολη διαδικασία, καθώς απαιτεί συνήθως χρόνο και παράλληλα ορθή αποθήκευση των στοιχείων που συλλέχθηκαν σε ψηφιακή μορφή. Μέθοδοι συλλογής πληροφοριών είναι η φωτογραμμετρία, η κλασική τοπογραφία, η σάρωση με laser και οι δορυφορικές μέθοδοι. Μετά τη συλλογή των δεδομένων ακολουθεί η επεξεργασία τους.

Η δυσκολία της διαδικασίας έγκειται στο γεγονός πως για πολλά χρόνια τα δεδομένα συλλέγονταν σε αναλογική μορφή. Κατά συνέπεια είναι απαραίτητη πλέον η ψηφιοποίηση των στοιχείων. Η μετατροπή απλών αρχείων jpeg, tif, pdf ή xps σε ψηφιοποιημένη μορφή επιτυγχάνεται μέσω ενός σαρωτή ή μιας ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής. Ακολούθως πραγματοποιείται γεωαναφορά στην πραγματική τους θέση.

Μια σημαντική προσέγγιση στην τρισδιάστατη χαρτογράφηση αντικειμένων γίνεται και μέσω της χρήσης ορθοφωτογραφιών. Η ανάλυση των φωτογραφιών αυτών με την κατάλληλη φωτοερμηνεία βοηθά στην εξαγωγή ποικίλων πληροφοριών.

Δεδομένα σχετικά με τα κτίσματα μπορούν να ληφθούν και από LIDAR δέκτες και εικόνες υψηλής ανάλυσης. Μέσω αυτών μπορούν να διαμορφωθούν ψηφιακά μοντέλα επιφανείας και να οριστούν αυτόματα αντικείμενα στο έδαφος.

Καθοριστικό ρόλο στην οργάνωση δεδομένων διαδραματίζει πλέον και η χρήση του παγκόσμιου δορυφορικού συστήματος G.P.S. που παρέχει πληροφόρηση σχετικά με τη θέση και το υψόμετρο σημείων. Τέλος, άλλη μια σημαντική πηγή δεδομένων είναι και τα επίγεια τοπογραφικά δεδομένα (survey data). Τα εν λόγω δεδομένα συλλέγονται με τοπογραφικά όργανα και είναι δυνατό να υπάρξει επεξεργασία τους στο πεδίο.

### *4.3.1 3D Αναδόμηση αντικειμένων*

Η αναδόμηση των αντικειμένων σε τρείς διαστάσεις έχει αποτελέσει θέμα ποικίλων σύγχρονων ερευνών. Πλέον έχουν καθορισθεί τέσσερις διαφορετικές προσεγγίσεις στην κατεύθυνση αυτή.

Bottom-up:

Πρόκειται για μέθοδο που δημιουργεί τρισδιάστατα αντικείμενα μέσω της εξώθησης του ίχνους τους από δισδιάστατο σχέδιο. Απαιτούμενη πληροφορία είναι το ύψος του προς κατασκευή αντικειμένου. Ως αρνητικό στοιχείο της μεθόδου ορίζεται το γεγονός της εμφάνισης του κελύφους κάθε κτιρίου. Κύριο πλεονέκτημα όμως είναι ο ελάχιστος απαιτούμενος χρόνος και οι ελάχιστες απαιτούμενες πληροφορίες λεπτομερειών.

Top-down:

Πρόκειται για μέθοδο που στηρίζεται σε δεδομένα αναφορικά με τις ανώτερες στάθμες- οροφές των κτιρίων και γενικά υψομετρικές πληροφορίες. Πλήθος δεδομένων προέρχεται από ψηφιακές σαρώσεις και αεροφωτογραφίες.

Λεπτομερής ανακατασκευή:

Η μέθοδος αυτή στηρίζεται σε πολύπλοκους αλγορίθμους. Τα σημεία που χρησιμοποιούνται προέρχονται από σαρώσεις με λέιζερ ή αεροφωτογραφίες. Ο απαιτούμενος χρόνος είναι ελάχιστος.

Συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων:

Πρόκειται για μια σημαντική προσέγγιση που όμως βασικό μειονέκτημα της είναι η διαμόρφωση σφαλμάτων στα οποία μπορεί να καταλήξει, λόγω των δεδομένων που ελήφθησαν από διαφορετικές πηγές και αντίστοιχα έχουν διαφορετική ακρίβεια.

## 4.4 CityGML

Το CityGML αποτελεί ένα μοντέλο πληροφοριών μέσω του οποίου πραγματοποιείται 3D αναπαράσταση των αστικών αντικειμένων. Ουσιαστικά στηρίζει την γεωμετρική, τοπολογική και σημασιολογική περιγραφή των αντικειμένων και περιγράφει τις σχέσεις μεταξύ τους εντός μιας δεδομένης τοπογραφίας. Τα μοντέλα που παράγονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλά πεδία, προς εξαγωγή ποικίλων αστικών πληροφοριών.

Κύριος στόχος του CityGML είναι η ορθή διαχείριση των περιγραφικών πληροφοριών ενός αντικειμένου βάσει των ιδιοτήτων του. Το περιβάλλον του εν λόγω μοντέλου βασίζεται σε αρχεία με XML μορφή. Η υλοποίηση του στηρίζεται στο Geography Markup Language 3.1.1 (GML 3), που αποτελεί το διεθνές πρότυπο ανταλλαγής χωρικών δεδομένων και το Open Geospatial Consortium (OGC). Η ανάπτυξη του ξεκίνησε το 2008 με την έκδοση 1.0.0 και ανανεώθηκε το 2012 με την έκδοση 2.0.0.

Αναφορικά με τα επίπεδα πληροφορίας και λεπτομέρειας, η απεικόνιση των αντικειμένων παρουσιάζεται παραστατικότητα στην ακόλουθη εικόνα 28 και αναλύεται ως εξής:

LOD0: επίπεδο δισδιάστατο περίγραμμα του αντικειμένου

LOD1: εξώθηση όγκου του αντικειμένου

LOD2: διαμόρφωση βασικών χαρακτηριστικών του αντικειμένου (π.χ. στέγη)

LOD3: απόκτηση επιπλέον χαρακτηριστικών του αντικειμένου (στοιχεία της πρόσοψης του, ακμές, υφές κ.α.)

LOD4: απόδοση περισσότερων πληροφοριών και λεπτομερειών του εσωτερικού του κτηρίου.

**Εικόνα 27 Επίπεδα λεπτομέρειας (LOD) στο περιβάλλον του CityGML. (Filip Biljecki, 2015)**

## 4.5 CityEngine

Πρόκειται για ένα λογισμικό 3D μοντελοποίησης που υποστηρίχθηκε από την ESRI R&D στη Ζυρίχη το 2008 από τον Pascal Müller. Βάσει αυτού μπορούν να δημιουργηθούν μεγάλης κλίμακας τρισδιάστατα αστικά τοπία και να αποτυπωθούν ποικίλα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά. Ταυτόχρονα υποστηρίζει την απεικόνιση του εδάφους, του οικοσυστήματος και γενικά της ατμόσφαιρας.

Το εν λόγω πρόγραμμα δημιουργήθηκε ώστε να μπορεί να συνδέεται και με άλλα προγράμματα με συμβατά δεδομένα. Υποστηρίζεται κατά βάση από το περιβάλλον προγραμμάτων όπως το GIS και το CAD.

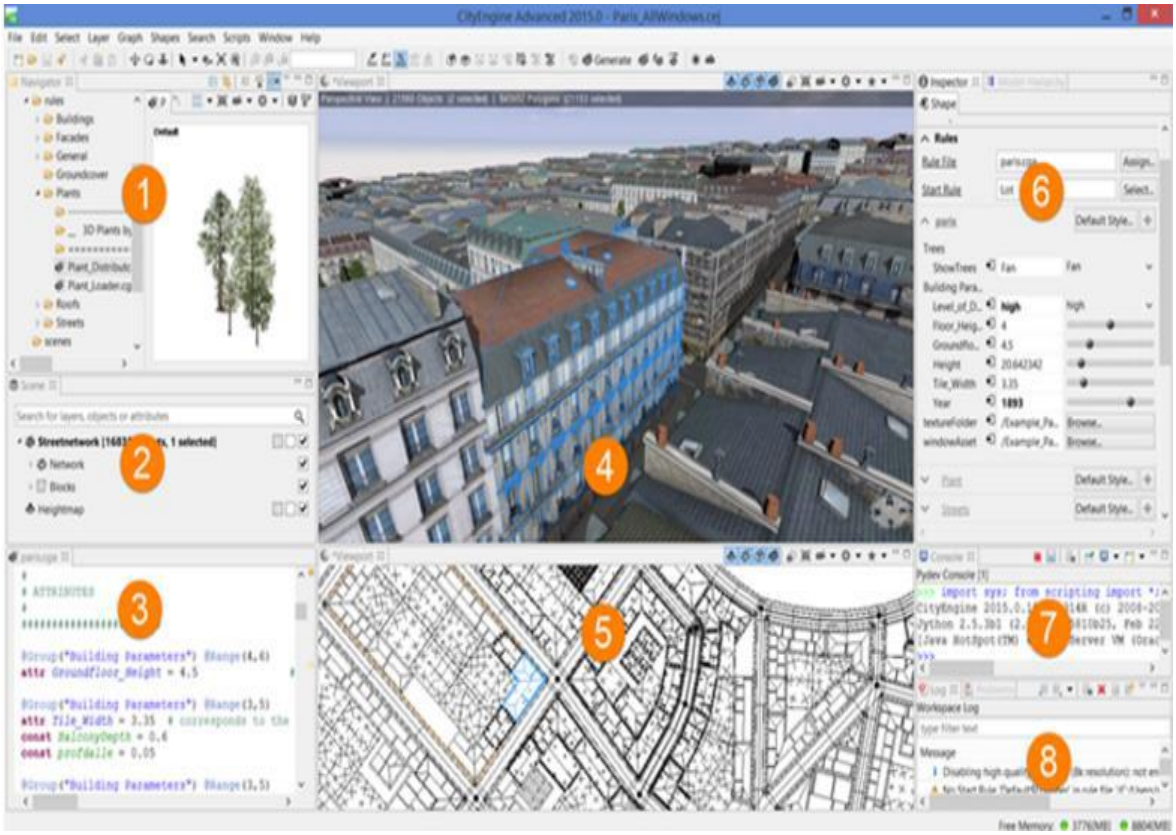
Στηρίζεται σε ένα σύνολο προκαθορισμένων κανόνων, οι οποίοι ορίζονται μέσα από ένα σύστημα CGA γραμματικής σχήματος (shape grammar) και δίνουν τη δυνατότητα καθορισμού πολύπλοκων παραμετρικών μοντέλων. Δίνεται στους χρήστες η δυνατότητα να μεταβάλλουν τη γραμματική σχήματος με την προσθήκη θέσης για νέα σχέδια.

Στο πλαίσιο αποτύπωσης του αστικού χώρου είναι δυνατό αρχικά να δημιουργηθεί το οδικό δίκτυο με το εργαλείο «grow streets» ή μέσω συγκεκριμένης βάσης δεδομένων. Ακολούθως ορίζονται τα οικοδομικά τετράγωνα, που υποδιαιρούνται σε τεμάχια και τέλος διαμορφώνονται τα περιγράμματα των κτηρίων, τα οποία και περιλαμβάνουν και στοιχεία όπως για παράδειγμα τα ύψη των κτηρίων.

Για την εισαγωγή της τρίτης διάστασης στο δισδιάστατο μοντέλο πραγματοποιείται εξώθηση (extrude) και μέσω της γραμματικής σχήματος αποδίδονται και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κτηρίων.

Πολύ σημαντικό είναι πως στο χρήστη δίνεται η δυνατότητα να επιλέγει το επίπεδο της 3D λεπτομέρειας που έχει σκοπό να παράγει. Βάσει αυτού γίνεται η επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου του LOD και επιλέγονται επίσης τα κτίρια αυτά στα οποία θα εμφανιστούν οι επιλεγείσες λεπτομέρειες.

Το περιβάλλον του CityEngine θεωρείται ορθά σχεδιασμένο, αποτελούμενο από διαφορετικά παράθυρα που βοηθούν τον χρήστη να καθοδηγηθεί κατάλληλα.




**Εικόνα 28 Περιβάλλον του CityEngine. (cehelp.esri.com, 2015)**

Στην εικόνα 29 παρουσιάζεται συγκεκριμένη αρίθμηση στα παράθυρα του περιβάλλοντος του CityEngine. Καθένα από αυτά προσδιορίζεται ακολούθως.

<u>Παράθυρο 1</u>

Πρόκειται για τον πλοηγό του προγράμματος που βρίσκεται στο άνω αριστερό τμήμα της επιφάνειας και επί αυτού παρουσιάζεται η διαχείριση των υφιστάμενων φακέλων του προγράμματος. Για κάθε νέα εργασία δημιουργείται και ένας νέος αντίστοιχος φάκελος που μπορεί να περιλαμβάνει υποφακέλους με assets, images, maps, rules κ.α. Βασικότεροι φάκελοι εξ' αυτών είναι οι assets, rules και scenes. Επί του assets περιλαμβάνονται τα απαιτούμενα στοιχεία που ακολούθως θα χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία του μοντέλου. Επί του φακέλου rules βρίσκονται οι απαιτούμενοι CGA κανόνες για την κατασκευή του αστικού περιβάλλοντος και επί του φακέλου scenes οι σκηνές του τρισδιάστατου προϊόντος.

<u>Παράθυρο 2</u>

Πρόκειται για το παράθυρο προεπισκόπησης (preview window) στο οποίο εμφανίζονται τα δεδομένα που υποστηρίζουν το πρόγραμμα.

Παράθυρο 3

Πρόκειται για τον επεξεργαστή της σκηνής (scene editor) όπου εμφανίζονται τα 3D επίπεδα. Με το άνοιγμα κάθε επιπέδου ταυτόχρονα ανοίγει και το σύνολο των δικτύων, σχημάτων και μοντέλων που περιλαμβάνει. Από αυτό το παράθυρο ανοίγει και ο επεξεργαστής κανόνων (rule editor), μέσω του οποίου επιτυγχάνεται η επεξεργασία του κειμένων των CGA κανόνων, καθώς και κειμένων txt.

Παράθυρο 4

Αποτελεί το παράθυρο προβολής (viewport) στο οποίο και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των επιλογών του χρήστη. Ο κάθε χρήστης μπορεί όχι μόνο να επεξεργάζεται τους κανόνες, αλλά και να παρακολουθεί τα αποτελέσματα της εργασίας του (π.χ. δημιουργία σχημάτων). Παράλληλα δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να καθορίζουν τα οπτικά εφέ της σκηνής και των σχημάτων.

Παράθυρο 5

Είναι το παράθυρο προβολής (vieport), μέσω του οποίου παρακολουθείται η δισδιάστατη επιφάνεια εργασίας.

Παράθυρο 6

Πρόκειται για το παράθυρο θεώρησης (Inspector) που δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να παρακολουθήσει τα βασικά στοιχεία των επιλεγόμενων αντικειμένων του. Από εδώ μπορεί να μεταβληθεί ακόμη και το ύψος των κτηρίων.

Παράθυρο 7

Έλεγχος του παραγόμενου κειμένου.

Παράθυρο 8

Πρόκειται για το παράθυρο Log View στο οποίο παρουσιάζονται τα αρχεία καταγραφής του προγράμματος. Από εδώ είναι δυνατός ο εντοπισμός πιθανών σφαλμάτων που προκαλούνται στο πρόγραμμα.

Εκ του συνόλου των προαναφερόμενων παραθύρων βασικότερα είναι τα 1 έως και 6. Αναμφίβολα πρόκειται για ένα δυναμικό διαδραστικό πρόγραμμα 3D απεικόνισης μοντέλων. Στηρίζει αξιόλογα την παραγωγή τρισδιάστατων αστικών πόλεων από ένα σύνολο κανόνων και γι' αυτό απαιτείται ελάχιστος χρόνος. Ταυτόχρονα δίνει στο χρήστη

τη δυνατότητα να επεξεργαστεί τα στοιχεία αυτά που ο ίδιος θεωρεί σημαντικά να αλλάξουν.

Πέρα όμως από το γεγονός πως πρόκειται για ένα αρκετά δυναμικό πρόγραμμα, σημαντική αδυναμία του είναι και η πολυπλοκότητα του, λόγω των πολυάριθμων εφαρμογών του. Η δυσκολία εντοπίζεται περισσότερο σε περιοχές με ποικίλα χαρακτηριστικά κτιρίων. Για την δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων σε μια τέτοια περίπτωση, στην οποία και να αποτυπώνεται το σύνολο των υφών των κτηρίων απαιτείται μια πολύπλοκη και χρονοβόρα διαδικασία. Ιδανικότερη συνεπώς είναι η χρήση του CityEngine για περιοχές αστικών πόλεων, όπου περιλαμβάνουν κτήρια που παρουσιάζουν ομοιομορφία.

Επίσης σημαντικά προβλήματα του προγράμματος εντοπίζονται στην αδυναμία που παρουσιάζεται κατά τον χαρακτηρισμό της πρόσοψης ενός πολυγώνου, όπως επίσης και στη διαχείριση των τόξων και των κύκλων, λόγω της μη συμβατότητας της διαχείρισης τους από τις γεωβάσεις. Το πρόβλημα επιλύεται μέσω μιας χρονοβόρας διαδικασίας που στηρίζεται στην εισαγωγή πολλών σημείων σε καμπυλοειδές μορφή.

Στην περίπτωση επίσης που πραγματοποιείται εισαγωγή πολυγώνων εντός των οποίων όμως υπάρχουν κενά, πάλι είναι πιθανό να δημιουργηθούν σφάλματα. Το πρόγραμμα επιλύει το πρόβλημα αυτό με το γέμισμα των κενών. Αυτό μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγήσει και σε απώλεια ορισμένων δεδομένων.

## 4.6 3D Τύποι αρχείων

<u>COLLADA (COLLAborate Design Activity)</u>

Ο τύπος COLLADA (COLLAborate Design Activity) αποτελεί πρότυπο που καθορίζει ένα XML σχήμα για τη μεταφορά τρισδιάστατων στοιχείων μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών και λογισμικών πακέτων, που σε διαφορετική περίπτωση δε θα ήταν συμβατά. Μέσω αυτού του τύπου κωδικοποιούνται εικονικές σκηνές και παράλληλα περιγράφονται στοιχεία γεωμετρίας, τοπολογίας και υφής.

Geography Markup Language (GML)

Πρόκειται για μια XML δομή με την οποία απεικονίζονται γεωγραφικές πληροφορίες. Αποτελεί ουσιαστικά μια γλώσσα μοντελοποίησης στα γεωγραφικά συστήματα και ταυτόχρονα πρότυπο για την μεταφορά- ανταλλαγή δεδομένων. Η περιγραφή ενός τέτοιου αρχείου γίνεται από ένα GML σχήμα. Βάση αυτού του μοντέλου είναι το πρότυπο ISO 19107. Η τελευταία έκδοση της GML είναι η GML3, που υποστηρίζει χωρικά και χρονικά συστήματα αναφοράς, τοπολογία, μονάδες μέτρησης κ.α.

Keyhole Markup Language (KML)

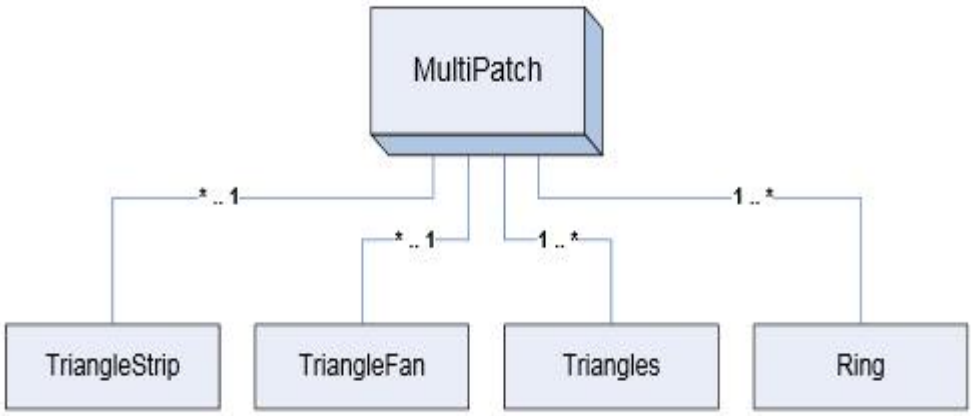
Το αρχείο αυτό υποστηρίζει την απεικόνιση γεωγραφικών δεδομένων σε διαδικτυακούς δισδιάστατους και τρισδιάστατους χάρτες (π.χ. Google). Η αναγνώριση του ως πρότυπο της OCG έγινε το 2008. Πολύ σημαντικό είναι και το γεγονός πως είναι δυνατή η ομαδοποίηση των KML αρχείων σε ένα συμπιεσμένο KMZ αρχείο, στο οποίο μπορεί να περιλαμβάνονται 3D μοντέλα COLLADA. Τα πρότυπα KML και COLLADA, χρησιμοποιούνται συχνά συγχωνευμένα (Google Earth, Google SketchUp).

Multipatch

Πρόκειται για μια γεωμετρία που χρησιμοποιείται ως απεικόνιση των ορίων τρισδιάστατων αντικειμένων και αρχικά χρησιμοποιήθηκε το 1997 για τα ΓΣΠ. Ουσιαστικά επιτυγχάνεται ανάλυση των τρισδιάστατων αντικειμένων σε μικρότερα μέρη, προς σύνθεση της Multipatch γεωμετρίας και επακόλουθη αποθήκευση τους. Η αρχική σκέψη για δημιουργία του μοντέλου αυτού στηρίχθηκε στην υστέρηση πολλών 3D ΣΓΠ σε λειτουργίες αναφορικά με την τοπολογία.

Αναμφίβολα πρόκειται για ένα ειδικό shapefile, στο οποίο και αποθηκεύονται τα βασικά στοιχεία που ορίζουν ένα 3D αντικείμενο.

Στην ακόλουθη εικόνα 30 παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία που συντελούν ένα αντικείμενο και ακολούθως αποθηκεύεται ως Multipatch γεωμετρία.




**Εικόνα 29 Διαχωριζόμενα στοιχεία ενός αντικειμένου (Multipatch γεωμετρία). (The Multipatch geometry type, 2008)**

Η γεωμετρία Multipatch παρουσιάζει το πλεονέκτημα πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απλά αντικείμενά ή για πιο σύνθετα (κτήρια, δέντρα κλπ), ενώ σε αυτή είναι δυνατή η αποθήκευση δεδομένων σχετικών με την υφή, τη διαφάνεια, τη φωτεινότητα και το χρώμα των τρισδιάστατων αντικειμένων.

## 4.7 3D Cities Project

Με το 3D Cities πραγματοποιείται συλλογή εργαλείων και εργασιών (Workflows) με στόχο την λήψη, δημιουργία και διαχείριση χαρακτηριστικών στοιχείων του αστικού περιβάλλοντος. Καθοριστικός είναι ο ρόλος των ροών εργασιών που υποστηρίζονται στο project του 3D Cities με απώτερο στόχο την ανάλυση τρισδιάστατων δεδομένων που διαμορφώθηκαν από δισδιάστατα δεδομένα.

Στο πρότυπο 3D Cities περιέχονται τα εξής δεδομένα:

- Εργαλεία για την εισαγωγή υφιστάμενων δεδομένων
- Χάρτη και μοντέλα που θα χρησιμοποιηθούν για τον ορισμό του ύψους των στοιχείων και την ανύψωση των επιφανειακών μοντέλων
- Project για όγκους κτιρίων

Σημαντικό στοιχείο είναι πως η δομή των δεδομένων διαμορφώνεται από μια πρότυπη γεωβάση. Επί αυτής αποθηκεύονται ποικίλα δεδομένα με απώτερο στόχο τη μοντελοποίηση αυτών σε 3 θεματικές ενότητες:

Δομημένο περιβάλλον (Built environment): αποτυπώματα, κελύφη, εσωτερικά στοιχεία και κατασκευές (πχ. αστικός εξοπλισμός).

Περιλαμβάνει στοιχεία και δίκτυα που προσδιορίσθηκαν από ανθρώπους. Εντός των χαρακτηριστικών αυτών βρίσκονται κατασκευές (κτίρια, γέφυρες, σήραγγες κ.α.), δίκτυα κοινής ωφέλειας, μεταφορικά δίκτυα, εγκαταστάσεις και αστικό πράσινο.

Νομικό περιβάλλον (Legal environment): ιδιοκτησία, χρήσεις γης και περιορισμοί.

Εδώ περιλαμβάνονται χρήσεις γης και περιορισμοί που έχουν τα ακίνητα, καθώς και ιδιοκτησιακά όρια. Το σύνολο των δεδομένων αυτών οργανώνεται σε ζώνες που περιλαμβάνουν δισδιάστατα και τρισδιάστατα χαρακτηριστικά.

Φυσικό περιβάλλον (Natural environment): χαρακτηριστικά καλύψεων γης

Πρόκειται για το σύνολο των στοιχείων που εντάσσονται πάνω ή κάτω από την επιφάνεια της γης. Εδώ περιέχονται οι καλύψεις γης, υπέργεια και υπόγεια γεωλογικά στοιχεία, η ατμόσφαιρα, το κλίμα και ο καιρός.

**Εικόνα 30 Στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος. (esri.com, 2015)**

### *4.7.1 Χαρακτηριστικά του μοντέλου - Περιεχόμενα*

Ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά (Generic attributes) είναι τα ακόλουθα:

- begin Life span: έναρξη δημιουργίας των στοιχείων
- end Life span: χρόνος παύσης ύπαρξης ενός στοιχείου
- attribution: προέλευση χαρακτηριστικών
- name: όνομα στοιχείου
- description: περιγραφή του στοιχείου
- status: κατάσταση του στοιχείου
- [classname] FID: κωδικός συγκεκριμένου στοιχείου

Το δομημένο περιβάλλον (Built Environment) διαμορφώνεται από το σύνολο των κατασκευών και δικτύων που αποτελούν το ανθρωπογενές περιβάλλον.

- Buildings

Τα κτήρια είναι το βασικό-αναμφίβολα- χαρακτηριστικό ενός αστικού περιβάλλοντος. Βάσει του 3DCIM το στοιχείο Building περιγράφεται από χαρακτηριστικά που ορίζουν την εξωτερική του μορφή και το εδαφικό του αποτύπωμα (ύψος, στέγη, αριθμός ορόφων, αριθμός υπογείων, τύπος κτιρίου, χρήση του). Οι σχετιζόμενες πληροφορίες με την τρισδιάστατη απεικόνιση αποθηκεύονται στα: Building Shell και Building Shell Part.

Ένα κτίριο βέβαια είναι δυνατό να διαθέτει περισσότερα από ένα Building Shells, τα οποία και ουσιαστικά διαμορφώνουν την αναπαράσταση του κτιρίου. Πολύ συχνά όμως αποδεικνύεται μη κατάλληλο για ορισμένες εφαρμογές. Ο ρόλος των Building Shell Part προσδιορίζεται από τα εξής: complete, wall, roof, ground κ.α. Το Building Shell και το Building Shell Part έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό το protection Level, με στόχο την προστασία των δεδομένων από αντιγραφή.

- Interiors

Η αναπαράσταση του εσωτερικού χώρου είναι εξίσου σημαντική με του εξωτερικού. Το μοντέλο Interior του 3DCIM προσεγγίζει τους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων και τις λειτουργίες τους. Συνδέεται με το Local Goverment Information Model. Πυρήνας του μοντέλου είναι το Building Interior Space, που προσδιορίζεται από ένα χώρο-δωμάτιο ή και έναν αγωγό ή άξονα που εισέρχεται μεταξύ πολλών επιπέδων. Θα μπορούσε επίσης να είναι και ένας όγκος οριζόμενος σε πολλά επίπεδα.

Η τάξη Building Floor είναι δυνατό να αποτελείται από πολλά μέρη (συνδεδεμένα και μη). Στοιχεία που βρίσκονται επί του πατώματος (πόρτες, τοίχοι κλπ) συμπεριλαμβάνονται στην τάξη Building Interior Structure και συνδέονται με το στοιχείο Floor.

- Installations

Εδώ περιλαμβάνονται ποικίλοι τύποι αντικειμένων που βρίσκονται σε δημόσιους ή ιδιωτικούς χώρους ή και στο εσωτερικό κτιρίων. Ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία είναι για παράδειγμα οι πινακίδες, γενικά ο αστικός εξοπλισμός κ.α.

Αξίζει να σημειωθεί πως η τάξη Street Furniture περιλαμβάνει αντικείμενα ευρισκόμενα σε οδούς που εξυπηρετούν διάφορους σκοπούς. Ορισμένα εκ των

αντικειμένων αυτών είναι: παγκάκια, ταχυδρομικά κουτιά, λάμπες φωτισμού, σιντριβάνια, κάδους απορριμμάτων, δημόσια γλυπτά κ.α. Οι πινακίδες κυκλοφορίας και οι σηματοδότες δεν εντάσσονται στην προαναφερόμενη τάξη, αλλά σε ξεχωριστή την Sign, που συνδέεται με κάποιο στοιχείο της τάξης Transport Network Element.

**Εικόνα 31 Παράδειγμα στοιχείων εντασσόμενων στην τάξη Installations. (Πηγή: esri.com, 2015)**

Η τάξη Sensor περιλαμβάνει αισθητήρες, μετεωρολογικούς σταθμούς, ανιχνευτές κίνησης κ.α. Από τα στοιχεία αυτά παρέχονται πληροφορίες για παρατηρήσιμα φαινόμενα και καταχωρούνται στην τοποθεσία απ την οποία ελήφθησαν.

- Transport Networks

Τα δίκτυα μετακίνησης και μεταφοράς (δρόμοι, σιδηρόδρομοι κ.α.) περιλαμβάνονται στο αστικό περιβάλλον και προσφέρουν στους κατοίκους ευκολίες στη μετακίνηση τους. Η πληροφορία του ύψους είναι σημαντική για όλα τα δίκτυα.

Τα δίκτυα μεταφορών βάσει του 3DCIM μοντελοποιούνται διαμορφώνοντας ένα σύνολο δεδομένων που περιλαμβάνει ακμές, διασταυρώσεις, στροφές κ.α.. Τα στοιχεία Transport Network Element ορίζουν τις ακμές του δικτύου και κάθε ένα εξ' αυτών των στοιχείων αντιπροσωπεύει ένα μέρος ενός τύπου.

Για την τάξη Transport Network Elements, ορισμένα βασικά στοιχεία είναι η επιτρεπόμενη κατεύθυνση, το όνομα, η ιεραρχία των δικτύων κ.α. Οι προτιμώμενες πληροφορίες αποθηκεύονται στο καλούμενο object (Transport Element Preference).

- Trees and other individual vegetation objects

Το σύνολο των στοιχείων της φυτικής γης (δέντρα και λοιπά φυτά) που υπάρχει σε ένα αστικό περιβάλλον επηρεάζει έντονα την γενική εικόνα του. Ορισμένα

χαρακτηριστικά των φυτών που παίζουν καθοριστικό ρόλο είναι το ύψος τους, ο τύπος τους, το είδος, η ηλικία τους κ.α.

## 4.8 Επικύρωση δεδομένων

Πρόκειται για τη διαδικασία αυτή που υποστηρίζει τον έλεγχο για πιθανά σφάλματα δεδομένων. Ο έλεγχος αυτός στηρίζεται σε προκαθορισμένους κανόνες οι οποίοι προσδιορίζονται πριν την έναρξη της επεξεργασίας των δεδομένων. Όπως υποστηρίζει ο Karki (2010), η επικύρωση αποσκοπεί στην τεκμηρίωση και διασφάλιση του «έγκυρου» αντικείμενου.

Η αναγκαιότητα της τεκμηρίωσης προσδιορίζεται από τα εξής ερωτήματα:

1) ποιός είναι ο ιδιοκτήτης του συγκεκριμένου τμήματος γης ή χώρου;

2) ποιά είναι η έκταση του δικαιώματος;

Οι χρησιμοποιούμενοι κανόνες επικύρωσης καθορίζονται από τη μέθοδο της 3D γεωμετρικής αναπαράστασης. Αυτό μπορεί να γίνει καλύτερα αντιληπτό από το ακόλουθο παράδειγμα. Οι κανόνες επικύρωσης για την κωδικοποίηση γραμμών δεν μπορεί να είναι οι ίδιοι με τους αντίστοιχους κανόνες κωδικοποίησης πολυγώνων. Απώτερος ουσιαστικά στόχος είναι η εξασφάλιση της γεωμετρικής εγκυρότητας και η εγγύηση της ορθότητας του αποτελέσματος. Η επικύρωση σε 3D κτηματολογικές περιπτώσεις είναι απαραίτητη για τα ακόλουθα:

• γεωμετρική επικύρωση
• επικύρωση αντικειμένων πάνω ή κάτω από την επιφάνεια του γεωτεμαχίου
• επικύρωση των μεταξύ σχέσεων των γεωτεμαχίων
• δίκτυα και αντικείμενα πολλαπλών στρωμάτων (multi-strata).
• επιπλέον επεξεργασία της γεωμετρίας

## 4.9 Προτυποποίηση δεδομένων

Σύμφωνα με την Δημοπούλου (2015), ‹‹*η ύπαρξη προτύπων βοηθά σημαντικά στον προσδιορισμό αντικειμένων, συναλλαγών, σχέσεων μεταξύ αντικειμένων και προσώπων, την ταξινόμηση της χρήσης γης, τον προσδιορισμό της αξίας γης και τις χαρτογραφικές αναπαραστάσεις των αντικειμένων (ISO-LADM 19152 2012)*››. Η μη ύπαρξη κανόνων

δεοντολογίας συνιστά σημαντικό πρόβλημα, η επίλυση του οποίου απαιτεί υποστήριξη κατάλληλης οντολογίας, με σκοπό την τυποποίηση των κτηματολογικών εννοιών και φυσικά ακολούθως την αντιμετώπιση των όποιων επικοινωνιακών προβλημάτων (Kaufmann, 2004).

Κατά τον Paasch (2004), η επίτευξη της προτυποποίησης στον κλάδο του Κτηματολογίου, απαιτεί: την κατάλληλη διαμόρφωση του νομικού περιεχομένου του Κτηματολογίου και κυρίως ιδιαίτερη βαρύτητα στα ιδιοκτησιακά δικαιώματα και τους σχετιζόμενους περιορισμούς με αυτά.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΟ 3D ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

## 5.1 Απαιτούμενα δεδομένα- έγγραφα

Το στάδιο συλλογής των δεδομένων είναι πολύ σημαντικό για την επιτυχή πραγματοποίηση του 3D Κτηματολογίου. Τα δεδομένα αυτά παίζουν καθοριστικό ρόλο στην τρισδιάστατη κτηματογράφηση των αντικειμένων. Ακολούθως ομαδοποιούνται τα απαραίτητα στοιχεία που απαιτούνται για κάθε περίπτωση ιδιοκτησιακού αντικειμένου (Γρίβα, 2016).

Κτίσματα /Διηρημένες ιδιοκτησίες

Για κάθε γεωτεμάχιο που περιλαμβάνει κτίσματα ή διηρημένες ιδιοκτησίες, καταγράφεται στην κτηματολογική βάση ένα σύνολο περιγραφικών πληροφοριών, αλλά στους κτηματολογικούς χάρτες υπάρχει τελικά συγκεκριμένη κωδικοποίηση για εξασφάλιση αντιστοιχίας με την βάση δεδομένων.

Αναμφίβολα τα κτίρια αποτελούν το βασικότερο 3D ιδιοκτησιακό αντικείμενο. Καθίσταται συνεπώς απαραίτητη η αναπαράσταση των όγκων τους σε τρισδιάστατο επίπεδο, καθώς και ο σαφής προσδιορισμός των ορόφων που περιλαμβάνουν, συμπεριλαμβανομένων και των υπογείων.

Προς επίτευξη του τρισδιάστατου σχεδιασμού των κτισμάτων/διηρημένων ιδιοκτησιών απαραίτητα δεδομένα είναι τα ακόλουθα, που πρέπει να δοθούν από τον ιδιοκτήτη κάθε ακινήτου.

α) VLSO/LSO: καθορισμός περιγραμμάτων κτιρίων μέσω των ορθοφωτοχαρτών. Σημαντική είναι η βοήθεια κάποιου μηχανικού στον ιδιοκτήτη για την λήψη αυτού του δεδομένου.

β) Συμβολαιογραφικά έγγραφα- τίτλοι κτήσης, προς λήψη στοιχείων όπως: εμβαδόν κτιρίου, αριθμός ορόφων κτιρίου, η ταυτότητα ιδιοκτησίας, ποσοστό συγκυριότητας χρήση ιδιοκτησίας, ποσοστό και είδος δικαιώματος.

γ) Στέλεχος οικοδομικής άδειας

δ) Σχέδιο τομής: βασικό σχέδιο για την τρισδιάστατη απεικόνιση ενός κτιρίου, καθώς λαμβάνονται στοιχεία που αφορούν το ύψος.

ε) Σχέδιο κάτοψης, προς λήψη δεδομένων σχετικά με τις επιφάνειες των ορόφων.

ζ) Εξαρτημένο τοπογραφικό διάγραμμα, που βοηθά στον καθορισμό των περιγραμμάτων των κτιρίων και διηρημένων ιδιοκτησιών και του ύψους αυτών.

η) Έγγραφα νομιμοποίησης αυθαιρέτων κτισμάτων- κατασκευών ανάλογα με το είδος των παραβάσεων.

Αξίζει να επισημανθεί πως ειδικότερα στην περίπτωση που οι ιδιοκτήτες δεν προσκομίζουν εξαρτημένα τοπογραφικά διαγράμματα, είναι δυνατό ο ανάδοχος να πραγματοποιήσει υπαίθριες μετρήσεις κυρίως σε αστικά τμήματα και πυκνοδομημένα. Οι αυθαίρετες κατασκευές αποτελούν ένα επιπλέον δεδομένο και καταχωρούνται σε ξεχωριστή στήλη επί της κτηματολογικής βάσης.

Ειδικά Ιδιοκτησιακά Αντικείμενα

Συναντώνται με μεγάλη συχνότητα στην Ελλάδα και είναι πολύ σημαντική η τρισδιάστατη απεικόνιση τους. Απαιτούμενα προς συλλογή στοιχεία είναι τα ακόλουθα:

α) VLSO/LSO: καθορισμός περιγραμμάτων κτιρίων μέσω των ορθοφωτοχαρτών. Σημαντική είναι η βοήθεια κάποιου μηχανικού στον ιδιοκτήτη για την λήψη αυτού του δεδομένου.

β) Συμβολαιογραφικά έγγραφα- τίτλοι κτήσης, προς λήψη στοιχείων όπως: εμβαδόν κτιρίου, αριθμός ορόφων κτιρίου, η ταυτότητα ιδιοκτησίας, ποσοστό συγκυριότητας χρήση ιδιοκτησίας, ποσοστό και είδος δικαιώματος.

γ) Στέλεχος οικοδομικής άδειας

δ) Σχέδιο τομής: βασικό σχέδιο για την τρισδιάστατη απεικόνιση ενός κτιρίου, καθώς λαμβάνονται στοιχεία που αφορούν το ύψος.

ε) Σχέδιο κάτοψης επί του οποίου ορίζονται με ακρίβεια τα όρια του ειδικού ιδιοκτησιακού αντικειμένου.

ζ) Εξαρτημένο τοπογραφικό διάγραμμα, που βοηθά στον καθορισμό των περιγραμμάτων των κτιρίων και του ύψους.

η) Υπαίθριες μετρήσεις αποτύπωσης των τοπογραφικών ορίων (x,y,z) των γεωτεμαχίων και των κτιρίων.

Ορυχεία

Τα απαιτούμενα στοιχεία για την τρισδιάστατη απεικόνιση των ορυχείων εξαρτώνται από τη θέση τους ως προς την επιφάνεια του εδάφους (άνω ή κάτω αυτής). Είναι πολύ σημαντική η συνεργασία του αναδόχου με τις υπηρεσίες ή τους ιδιώτες- ιδιοκτήτες αυτών για την συλλογή του απαραίτητου πληροφοριακού υλικού.

Η ιδιαιτερότητα αυτού του αντικειμένου έγκειται στο γεγονός πως πρόκειται για ένα αντικείμενο που μεταβάλλεται διαρκώς, εξαιτίας των εργασιών που επιτελούνται επί αυτού. Σημαντικά στοιχεία που απαιτούνται ως δεδομένα για ορυχεία που βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια της γης είναι τα τοπογραφικά διαγράμματα που ορίζονται με τις εξωτερικές τοπογραφικές αποτυπώσεις. Από τα διαγράμματα αυτά καθορίζονται τα όρια και η επιφάνεια του ορυχείου. Σημαντικό επίσης εργαλείο αποτελεί και το Ψηφιακό Μοντέλο Επιφάνειας, με το οποίο ορίζονται τα υψόμετρα του αντικειμένου. Στοιχεία που απαιτούνται ως δεδομένα για ορυχεία που βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια της γης είναι επίσης τα τοπογραφικά διαγράμματα που ορίζονται με τις εξωτερικές τοπογραφικές αποτυπώσεις, που επιπλέον προσδιορίζουν και το δεδομένο του βάθους του ορυχείου.

Υπόγεια Δίκτυα υποδομών (μετρό, τούνελ)

Και σε αυτή την περίπτωση είναι απαραίτητη η συνεργασία του αναδόχου μελετητή με τις αρμόδιες υπηρεσίες προς συλλογή του απαιτούμενου ψηφιακού υλικού που απεικονίζει τα εν λόγω δίκτυα.

Χαρακτηριστικά στην περίπτωση του υπόγειου δικτύου μετρό, ο ανάδοχος μπορεί να λάβει τα απαιτούμενα δεδομένα που χρειάζεται (συντεταγμένες, σχέδια κ.α.) από την εταιρεία ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. για την ολοκλήρωση της εγγραφής στο Κτηματολόγιο. Έτσι είναι δυνατή η εγγραφή του υπόγειου δικτύου των σιδηροδρομικών γραμμών αλλά και των υπόγειων σταθμών στην κτηματολογική βάση και ακολούθως η απεικόνιση τους στους κτηματολογικούς χάρτες. Βασικά δεδομένα είναι τα σχεδιαγράμματα από τις αρμόδιες υπηρεσίες, που ορίζουν το μήκος των υπόγειων δικτύων, το βάθος τους, τη διάμετρος του μετρό ή του τούνελ κ.α. Επίσης για τα υπόγεια δίκτυα υποδομών απαραίτητη πληροφόρηση προκύπτει και από τα ΦΕΚ σύστασης τους, απ' όπου και προσδιορίζονται συγκεκριμένοι περιορισμοί.

Αρχαιότητες

Πρόκειται για χώρους που δεν καταγράφονται από το Εθνικό Κτηματολόγιο, όμως είναι τμήμα της τρισδιάστατης πραγματικότητας. Ο ρόλος του “Αρχαιολογικού

Κτηματολογίου" είναι σημαντικός, καθώς συμβάλει στην συστηματική καταγραφή της ακίνητης περιουσίας των περιοχών Προστασίας Πολιτιστικού Ενδιαφέροντος και των αρχαίων μνημείων. Επί του "Αρχαιολογικού Κτηματολογίου" ορίζονται δεδομένα που αφορούν στα δημόσια ακίνητα (yppo.gr, 2016).

Οι αρχαιολογικοί χώροι ως αντικείμενα παρουσιάζουν ομοιότητες με τα ορυχεία. Πρόκειται για τρισδιάστατα αντικείμενα που υπάρχει σημαντική πιθανότητα μεταβολής τους, λόγω εργασιών που πραγματοποιούνται εντός αυτών (π.χ. ανασκαφές κ.α.). Κατά συνέπεια ενδείκνυται ιδανικότερο οι αρχαιολογικοί χώροι να αντιμετωπίζονται συνολικά στην έκταση τους και να ορίζονται έτσι ως ζώνες ή επίπεδα.

Απαιτούμενα δεδομένα που θα μπορούσαν να προσκομιστούν στο Ε.Κ. είναι:

α) το ψηφιακό αρχείο από το Α.Κ. προς προσδιορισμό των ορίων των αρχαιολογικών χώρων.

β) τα ΦΕΚ των κηρυγμένων αρχαιολογικών χώρων και μνημείων, μέσω των οποίων μπορούν να προσδιορισθούν πιθανοί περιορισμοί και συγκεκριμένες λειτουργίες.

Καλώδια ηλεκτροδότησης/τηλεπικοινωνιών

Σημαντική είναι και η εγγραφή των καλωδίων ηλεκτροδότησης ή τηλεπικοινωνιών, καθώς και η απεικόνιση τους στους κτηματολογικούς χάρτες. Λόγω του μεγέθους των αντικειμένων αυτών είναι πιθανό τελικά η αναπαράστασή τους στους κτηματολογικούς χάρτες να μην είναι απόλυτα εφικτή. Κατά συνέπεια ενδείκνυται η τρισδιάστατη σχεδίαση του χώρου, εντός του οποίου ασκείται το δικαίωμα της δουλείας από την εταιρεία ηλεκτροδότησης ή άλλη εταιρεία τηλεπικοινωνιών.

Προς εγγραφή των αντικειμένων αυτών απαραίτητα στοιχεία είναι κάποια σχεδιαγράμματα που ορίζουν το ύψος ή το βάθος δουλείας και τα ΦΕΚ στα οποία προσδιορίζεται η σύσταση της δουλείας και οι λοιποί περιορισμοί. Και εδώ απαραίτητη είναι η συνεργασία του αναδόχου με τις αρμόδιες υπηρεσίες.

Σωλήνες ύδρευσης/αποχέτευσης

Οι σωλήνες ύδρευσης ή αποχέτευσης είναι ιδιοκτησιακά αντικείμενα που επίσης δεν εντάσσονται στις αρχικές εγγραφές του Ε.Κ. Καθοριστικό ρόλο όμως παίζει η καταγραφή της περιγραφικής και χωρικής τους πληροφορίας. Ο ανάδοχος σε συνεργασία με τους αρμόδιους φορείς συλλέγει τα απαιτούμενα δεδομένα για την εγγραφή των σωλήνων ύδρευσης ή αποχέτευσης στο Κτηματολόγιο. Βασικές πληροφορίες (μήκος, βάθος, θέση

κ.α.) προκύπτουν από τα σχεδιαγράμματα κατασκευής. Πιθανοί περιορισμοί προκύπτουν από τα σχετικά ΦΕΚ.

Αγωγός παροχής φυσικού αερίου

Ο αγωγός παροχής φυσικού αερίου αποτελεί αντικείμενο που καταγράφεται από το Ε.Κ. και απεικονίζεται στους κτηματολογικούς χάρτες σε δισδιάστατο επίπεδο (τάφρος εντοπισμού του). Η πληροφόρηση όμως αυτή δεν δίνει ακριβή στοιχεία ως προς τη θέση του σωλήνα. Στο πλαίσιο της τρισδιάστατης απεικόνισής απαραίτητα δεδομένα είναι: α) τα σχεδιαγράμματα κατασκευής (πληροφόρηση για μεταβλητές όπως η διάμετρος, το βάθος, το μήκος και η θέση του αγωγού) και β) τα σχετικά ΦΕΚ σύστασης της δουλείας του αγωγού.

## 5.2 Εύρεση απαιτούμενων δεδομένων

Τα απαιτούμενα δεδομένα για την υλοποίηση του τρισδιάστατου Κτηματολογίου καταθέτονται από τον ανάδοχο ή τον πολίτη/ ιδιοκτήτη.

Ο ανάδοχος εκτός από τους ορθοφωτοχάρτες, μπορεί να συλλέξει και τις αποτυπώσεις, τα Ψηφιακά Μοντέλα Επιφανειών (DSMs), καθώς και τα σχεδιαγράμματα από τις αρμόδιες υπηρεσίες.

Ο πολίτης/ ιδιοκτήτης μπορεί να συλλέξει και να καταθέσει στοιχεία όπως:

- συμβολαιογραφικά έγγραφα, τίτλους
- στελέχη οικοδομικών αδειών
- σχέδια κατόψεων
- σχέδια τομών
- εξαρτημένα τοπογραφικά διαγράμματα
- ΦΕΚ

## 5.3 Μελλοντικές τάσεις

Από μια παγκόσμια έρευνα (2010 και 2014), διαπιστώθηκε ότι καμία χώρα δεν έχει εφαρμόσει πλήρως τη λειτουργία του 3D κτηματολογίου. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα που αποδεικνύουν την μερική εφαρμογή, αλλά οι λειτουργίες περιορίζονται πάντα με

κάποιο τρόπο. Σημαντική πρόοδος έχει επιτευχθεί όσον αφορά την παροχή νομικών διατάξεων για την καταγραφή των 3D δεδομένων σε πολλές χώρες και ορισμένες εξ' αυτών έχουν αρχίσει να δίνουν 3D πληροφορίες σχετικά με τα κτηματολογικά σχέδια (π.χ. ισομετρικές προβολές, στοιχεία κάθετων ιδιοκτησιών, στοιχεία που διευκολύνουν τη συλλογή δεδομένων κλπ) (Dimopoulou et al, 2016)

Σε όλες τις περιπτώσεις, το κτηματολογικό σχέδιο ξεκινά από την λήψη στοιχείων της έρευνας, προχωρά στην επεξεργασία των δεδομένων για τη δημιουργία σχεδίων, στη συνέχεια, την αποθήκευση δεδομένων με την εγγραφή τους και τέλος την οπτικοποίηση των δεδομένων και τη διάδοση τους. Παρά το γεγονός ότι γενικά η έρευνα έχει προχωρήσει σε όλες τις πτυχές του κύκλου ζωής του προγράμματος, η τρέχουσα έρευνα φαίνεται να έχει επικεντρωθεί στην πτυχή της δημιουργίας δεδομένων. Γενικά έχουν γίνει βήματα προς μια μερική εφαρμογή του 3D κτηματολογίου, πολλά 3D δεδομένα έχουν συλλεχθεί και σε άλλους τομείς. Ένας από αυτούς τους τομείς είναι η κατασκευή μοντέλων πληροφοριών (BIM), "Building Information Modeling", «μια ολοκληρωμένη ψηφιακή αναπαράσταση των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών μιας υποδομής. Ένα μοντέλο BIM αποτελεί μια πηγή πληροφοριών για ένα κτίριο – υποδομή, δημιουργώντας έτσι μια αξιόπιστη βάση για λήψη βελτιωμένων αποφάσεων σε όλο τον κύκλο ζωής, που είναι διαθέσιμη από τα πιο πρώιμα στάδια της σχεδιαστικής σύλληψης έως την κατεδάφιση» και το οποίο έχει ανοίξει τη δυνατότητα δημιουργίας μιας βάσης δεδομένων 3D από το υφιστάμενο σύνολο δεδομένων. Το επίκεντρο αυτής της έρευνας είναι η ευχρηστία, η συμβατότητα και η δυνατότητα μεταφοράς των εν λόγω δεδομένων που θα μπορούσε να είναι μια λύση χαμηλού κόστους για μια από τις πιο δαπανηρές φάσεις της υλοποίησης του 3D κτηματολογίου που είναι η συλλογή δεδομένων (Dimopoulou et al, 2016).

Άλλες πηγές των 3D δεδομένων που διερευνώνται σήμερα είναι τα 3D τοπογραφικά δεδομένα, τα δεδομένα Lidar, 2D ή 3D κατόψεις, καθώς και ποικίλα δεδομένα που προέρχονται από εθελοντές γεωγραφικών πληροφοριών (VGI), "Volunteered geographic information". Το πραγματικό κόστος της απόκτησης δεδομένων σε σύντομο χρονικό διάστημα προκύπτει από την προσπάθεια να συνδεθεί με το υπάρχον πλαίσιο κτηματολογίου και την επικύρωση των δεδομένων αυτών (Dimopoulou et al, 2016).

.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΠΙΚΕΡΜΙΟΥ

### 6.1 Στοιχεία βάσει της απογραφής κτιρίων του 2011 και της κτηματογράφησης

Βάσει στοιχείων που προέκυψαν από την απογραφή κτιρίων του 2011 για το Δήμο Ραφήνας- Πικερμίου, ο συνολικός αριθμός κτιρίων της Δ.Ε. Πικερμίου παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα 4, ενώ ο αριθμός των ορόφων των κτιρίων αναλύεται στον πίνακα 5.

**Πίνακας 4 Απογραφή κτιρίων του έτους 2011**

| | **Κτίρια** | **Κατοικίες (αποκλειστική χρήση)** |
|---|---|---|
| Δήμος Ραφήνας-Πικερμίου | 8.816 | 8.194 |
| Δ.Ε. Πικερμίου | 2.410 | 2.324 |
| Σύνολο χώρας | 4.105.637 | 2.990.324 |

(Πηγή: http://www.statistics.gr/el/census-buildings-2011)

**Πίνακας 5 Κτίρια κατά αριθμό ορόφων πάνω από το ισόγειο**

| | **Σύνολο κτιρίων** | **Κτίρια κατά αριθμό ορόφων πάνω από το ισόγειο** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Δεν υπάρχουν όροφοι πάνω από το ισόγειο** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6 και άνω** |
| Σύνολο χώρας | 4.105.637 | 2.115.632 | 1.365.523 | 352.264 | 119.460 | 71.097 | 48.919 | 32.742 |
| Δήμος Ραφήνας-Πικερμίου | 8.816 | 3.804 | 3.339 | 1.249 | 329 | 76 | 15 | 4 |
| Δ.Ε. Πικερμίου | 2.410 | 321 | 1.555 | 511 | 23 | 0 | 0 | 0 |

(Πηγή: http://www.statistics.gr/el/census-buildings-2011)

Στον πίνακα 6 που ακολουθεί παραθέτονται αριθμητικά δεδομένα που αφορούν το πλήθος των κτιρίων ανά δεκαετία κατασκευής τους στην μελετώμενη περιοχή του

Πικερμίου. Όπως προκύπτει, πρόκειται για μια περιοχή που μεγάλο μέρος των κτιριακών κατασκευών της πραγματοποιήθηκε από τις αρχές του 2000 μέχρι και σήμερα.

**Πίνακας 6 Πλήθος κτιρίων ανά χρονική περίοδο κατασκευής τους**

| Περιγραφή διοικητικής διαίρεσης | Χρονική περίοδος κατασκευής κτιρίου | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Προ του 1919 | 1919 - 1945 | 1946 -1960 | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 1995 | 1996 -2000 | 2001 - 2011 |
| ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ | 154.006 | 324.701 | 573.250 | 639.475 | 704.340 | 719.167 | 259.394 | 254.797 | 424.321 |
| Δήμος Ραφήνας-Πικερμίου | 2 | 41 | 357 | 838 | 1.667 | 1.740 | 848 | 962 | 2.154 |
| Δ.Ε. Πικερμίου | 1 | 1 | 7 | 27 | 77 | 267 | 233 | 438 | 1.246 |

(Πηγή: http://www.statistics.gr/el/census-buildings-2011)

Όπως προκύπτει η Δ.Ε. Πικερμίου αποτελεί περιοχή που έχει κτίρια έως και τριώροφα και βάσει των στοιχείων του ακόλουθου πίνακα 7, το 98,7% των κτιρίων είναι ιδιωτικά.

**Πίνακας 7 Φορέας διαχείρισης κτιρίων**

| Περιγραφή Διοικητικής Διαίρεσης / Φορέας που χρησιμοποιεί το κτίριο | Σύνολο κτιρίων | Φορέας ιδιοκτησίας | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Δημόσιο | Ιδιώτης | Και οι δύο |
| Σύνολο χώρας | 4.105.637 | 117.901 | 3.980.600 | 7.136 |
| Δήμος Ραφήνας-Πικερμίου | 8.816 | 110 | 8.700 | 6 |

(Πηγή: http://www.statistics.gr/el/census-buildings-2011)

Βάσει στοιχείων που προέκυψαν από την κτηματογράφηση της περιοχής Πικερμίου, ο συνολικός αριθμός δικαιωμάτων με κτίσματα και τοπογραφικά διαγράμματα παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 8 Δικαιώματα με κτίσματα και τοπογραφικά διαγράμματα**

| Δικαιώματα | Δικαιώματα με τοπογραφικά διαγράμματα | Δικαιώματα με κτίσματα | Δικαιώματα με κτίσματα και τοπογραφικά διαγράμματα |
|---|---|---|---|
| 29100 | 9505 | 11164 | 6526 |

(Πηγή: Πρόγραμμα κτηματογράφησης GeoMap)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7$^{ο}$ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΠΙΚΕΡΜΙ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ CITY ENGINE

Ο βασικός στόχος της παρούσης διπλωματικής είναι η διερεύνηση για τη δημιουργία τρισδιάστατης απεικόνισης κτιρίων στην περιοχή προς εξέταση με βάση τα στοιχεία που έχουμε συλλέξει κατά την κτηματογράφηση. Για την εφαρμογή του τρισδιάστατου κτηματολογίου στην περιοχή μελέτης χρησιμοποιήθηκε τα λογισμικό City Engine 16.1 και το ArcMap/ArcGIS 10.4.1 της ESRI.

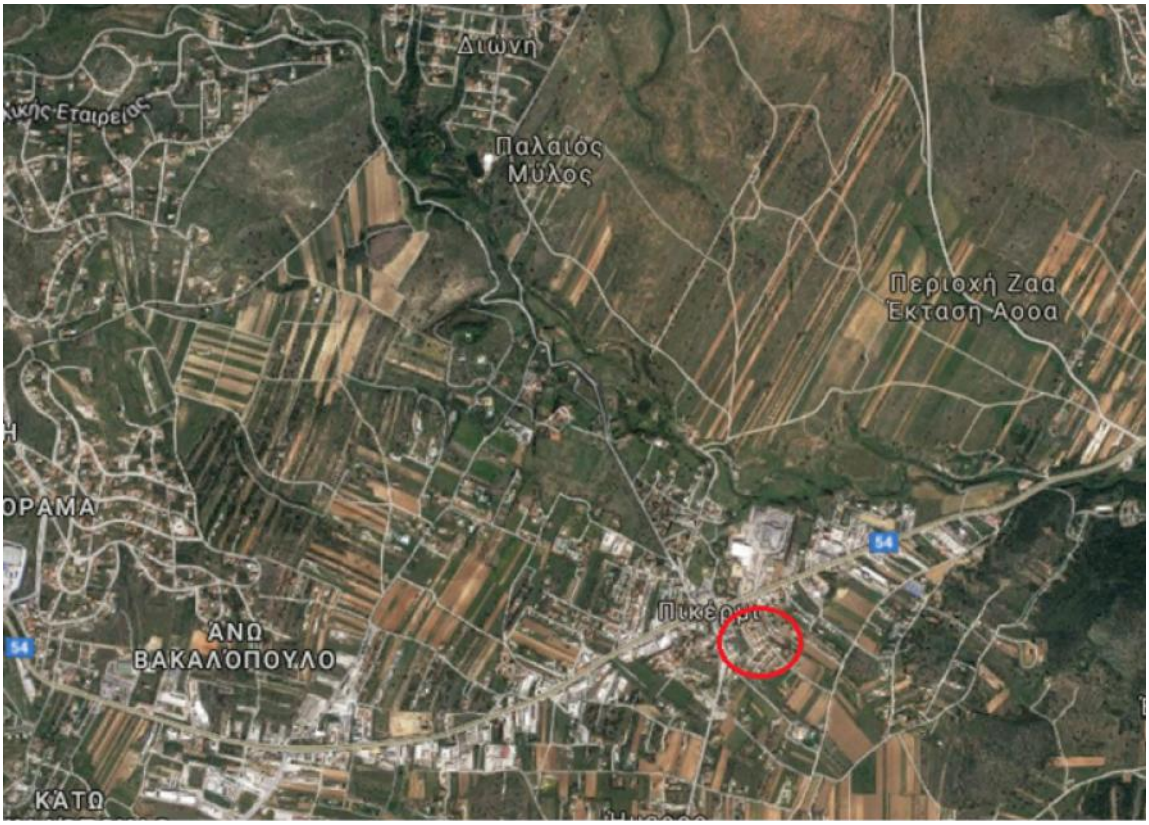
### 7.1 Η περιοχή του Πικερμίου – Τα υπό σχεδίαση κτίρια

Η περιοχή που επιλέχθηκε είναι αυτή του Πικερμίου στο νομό Αττικής. Τμήμα του Πικερμίου, παρουσιάζεται στο χάρτη και την αντίστοιχη δορυφορική απεικόνιση στις εικόνες 32 και 33.

**Εικόνα 32 Δορυφορική απεικόνιση τμήματος περιοχής Πικερμίου από το Google Earth**

**Εικόνα 33 Τμήμα περιοχής Πικερμίου από το Google Earth**

Για τις ανάγκες της εργασίας παρουσιάζονται σε τρισδιάστατη μορφή, πάνω στον αντίστοιχο χάρτη τα κτίσματα που αφορούν σε ένα οικόπεδο. Το οικόπεδο βρίσκεται εντός των ορίων της περιοχής Πικερμίου, περιλαμβάνει έξι κτίσματα και αποτυπώνεται στους χάρτες που ακολουθούν (εικόνα 34 και 35).

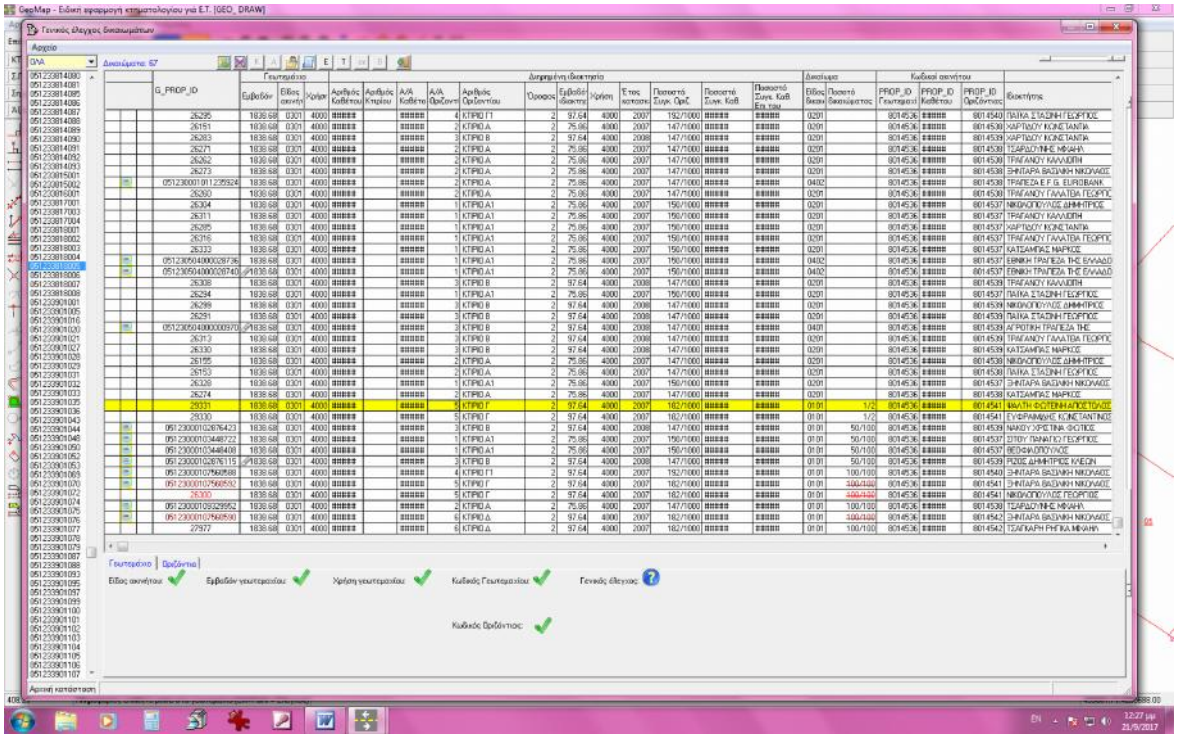



**Εικόνα 34 Θέση οικοπέδου από το Google Earth**

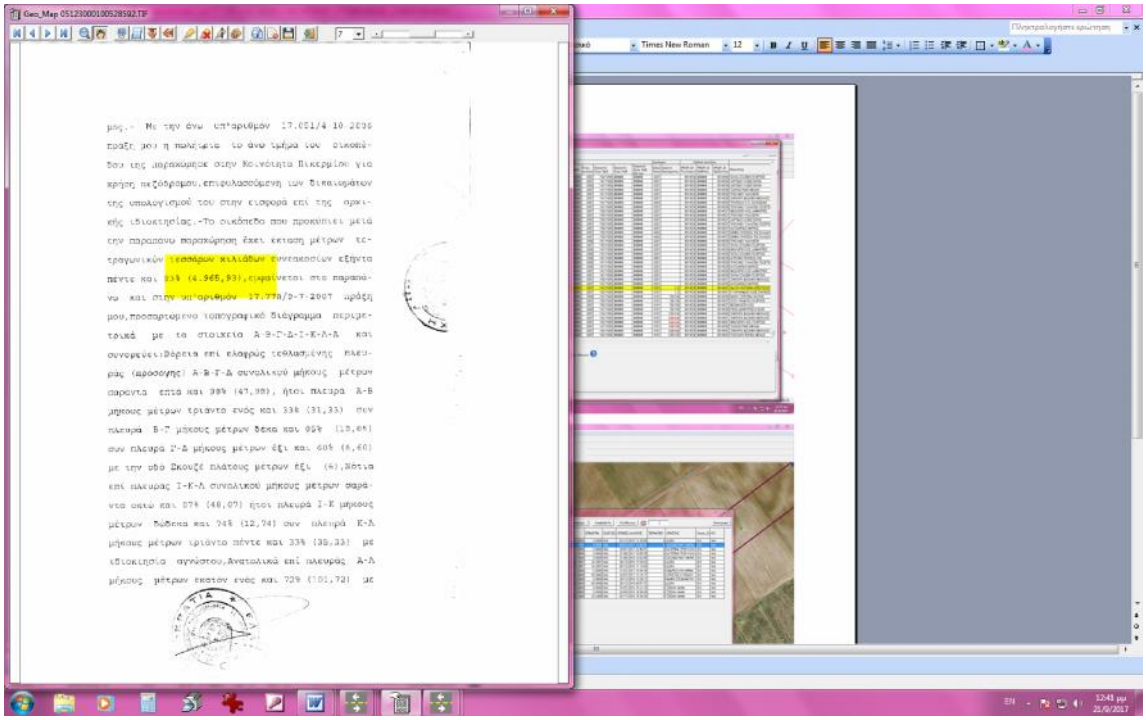
**Εικόνα 35 Θέση ιδιοκτησιών που θα απεικονισθούν τρισδιάστατα από το Google Earth**

Για τις υπό εξέταση ιδιοκτησίες τα δεδομένα που υπήρχαν ήταν:

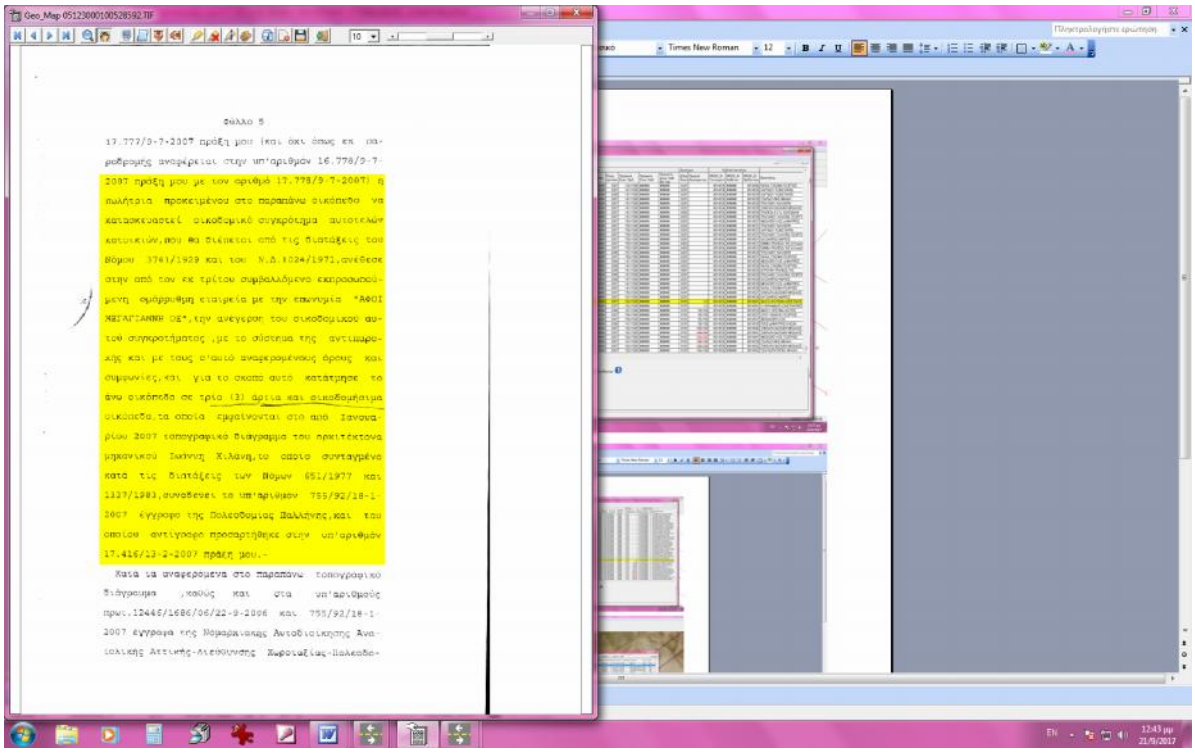
1. Τα δεδομένα στο Κτηματολόγιο (εικόνα 36)
2. Τα συμβόλαια για τις ιδιοκτησίες (εικόνες 37-40) όπως είναι κατατεθειμένα στο κτηματολόγιο
3. Απεικόνιση οικοπέδου από το πρόγραμμα GeoMap (εικόνα 41)
4. Φωτογραφίες των κατοικιών από το Google Earth (εικόνες 42-46)

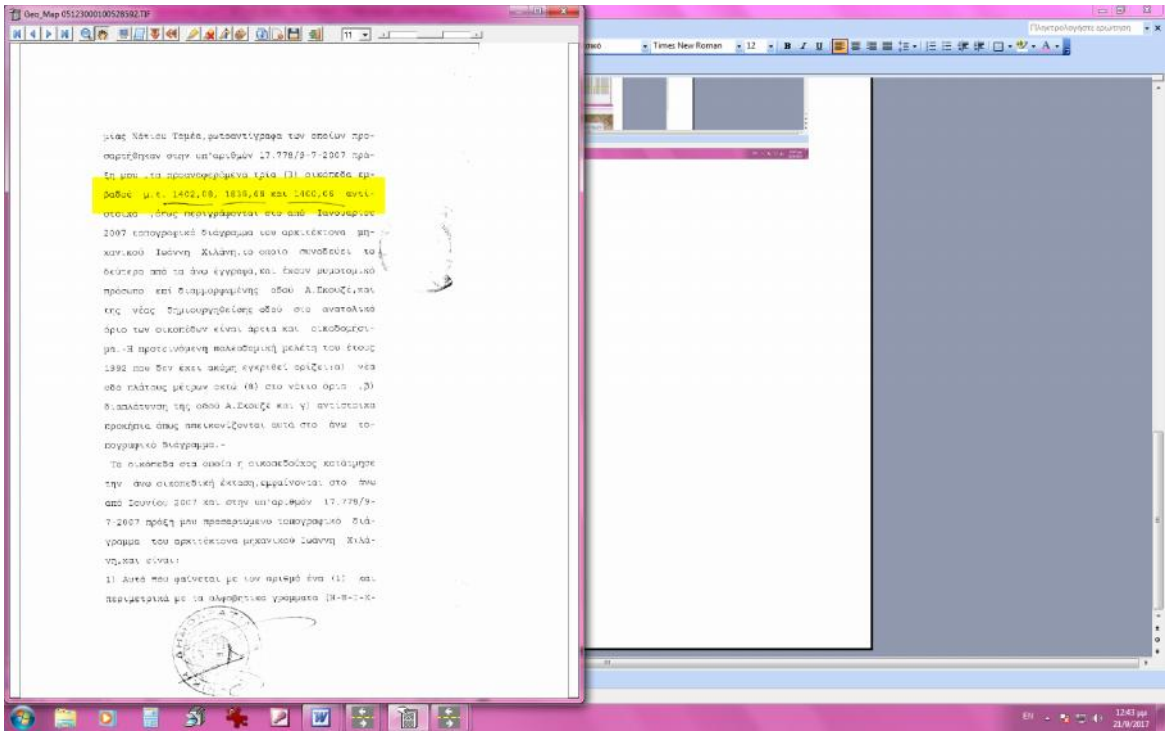


**Εικόνα 36 Δεδομένα για τις υπό εξέταση ιδιοκτησίες από το κτηματολόγιο**

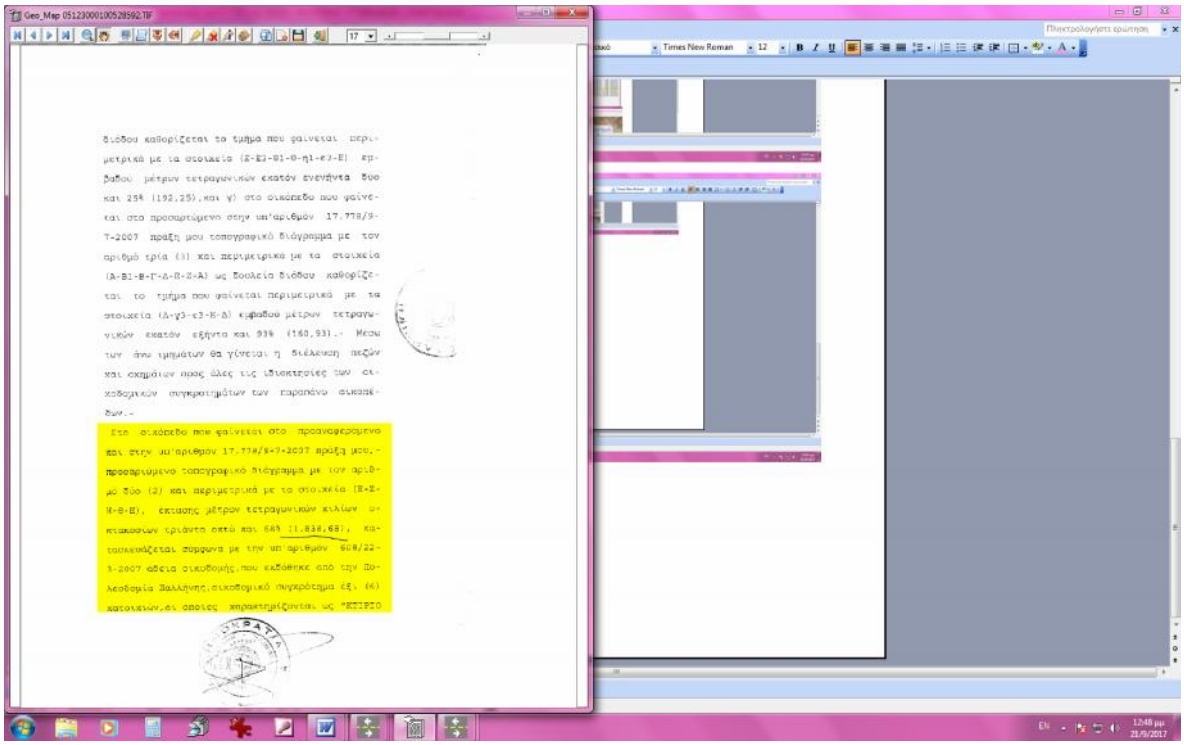


**Εικόνα 37 Δεδομένα συμβολαίων εξεταζόμενων ιδιοκτησιών**

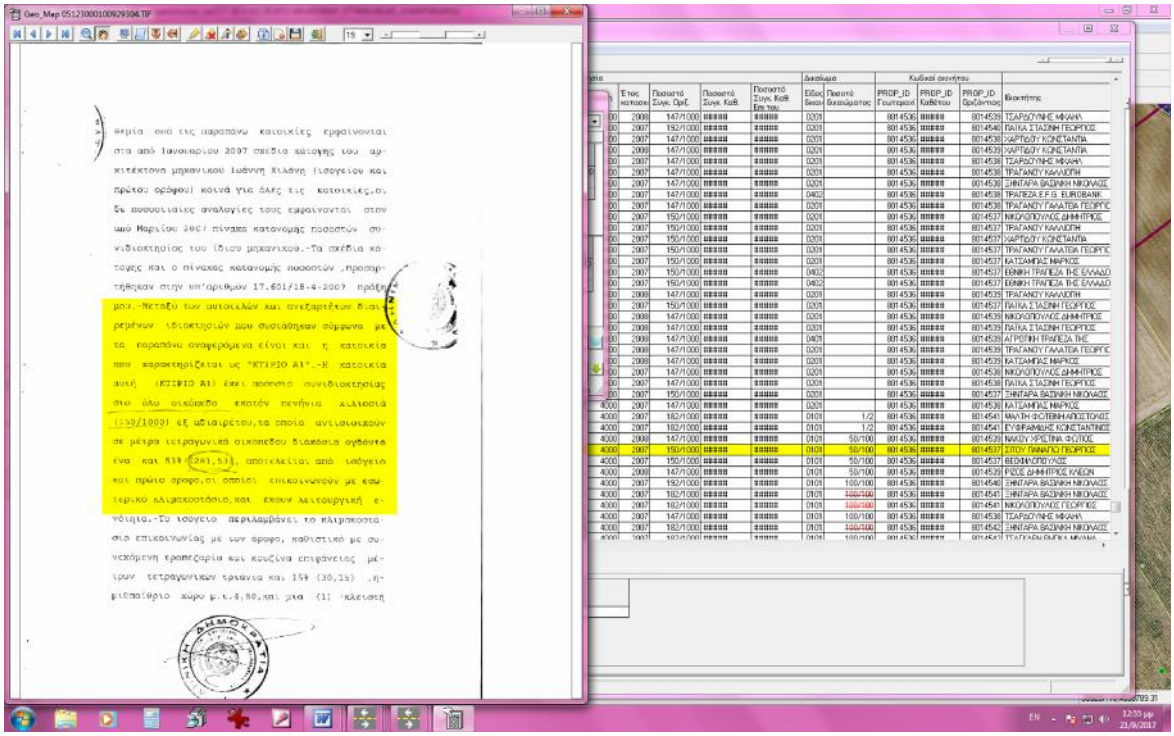


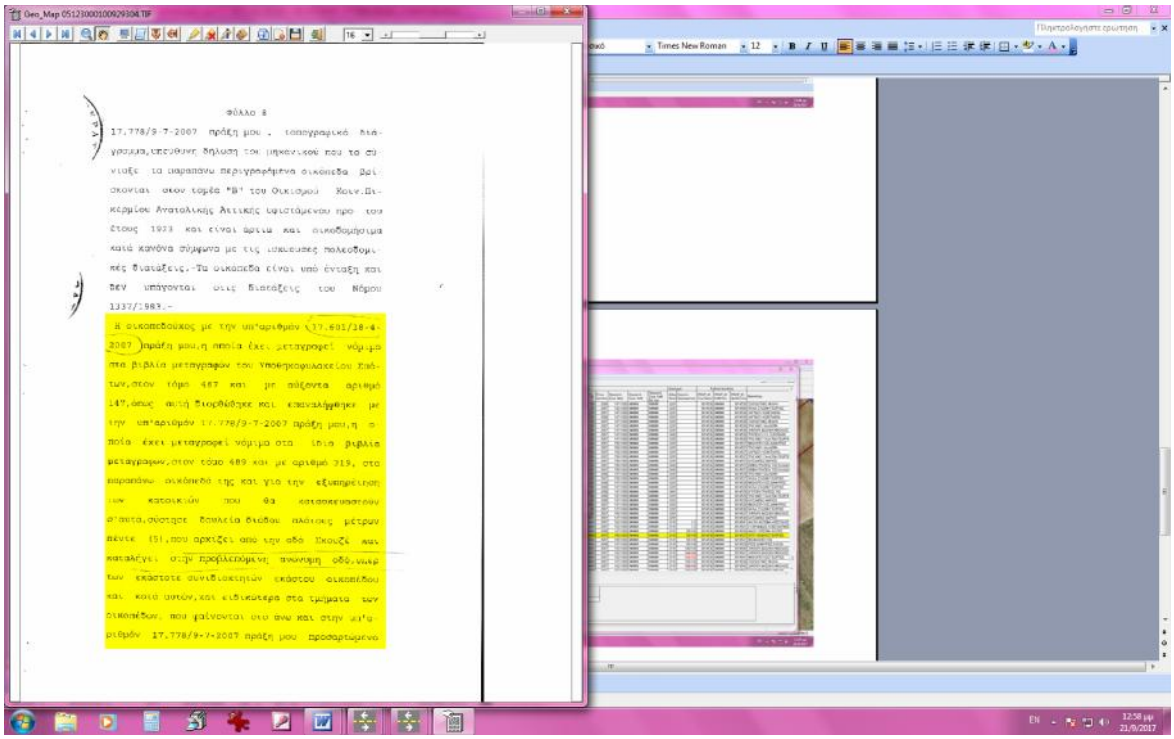


**Εικόνα 38 Δεδομένα συμβολαίων εξεταζόμενων ιδιοκτησιών**

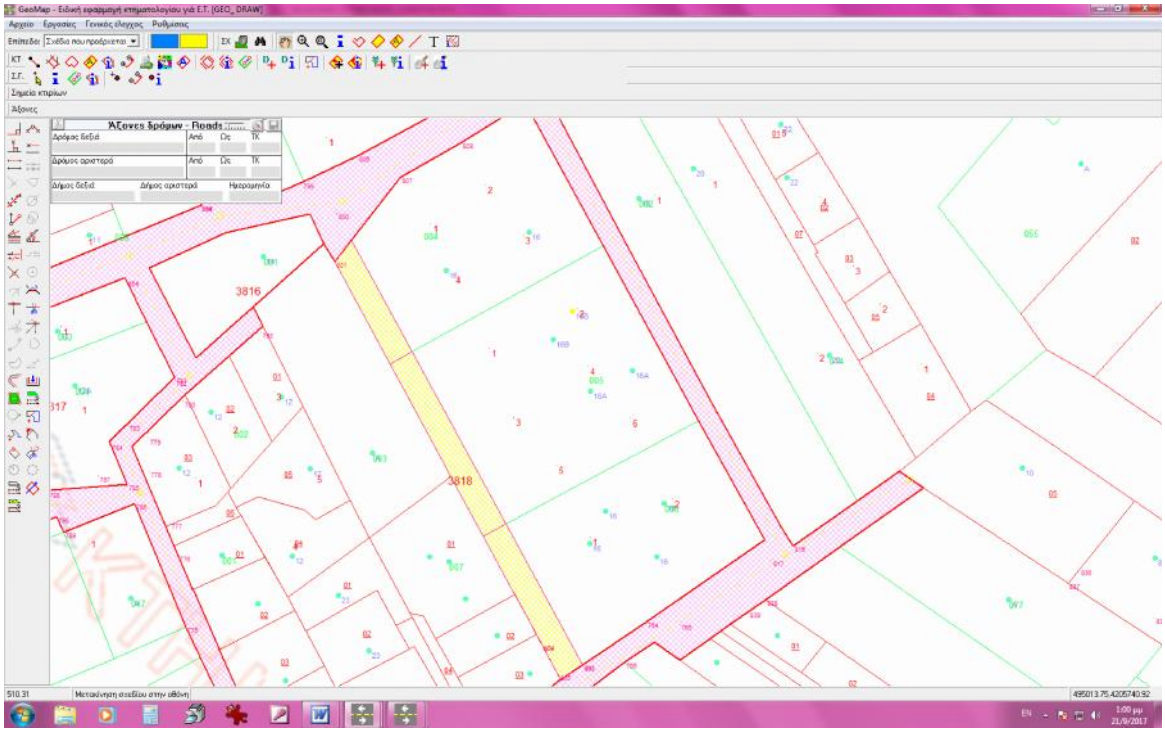


**Εικόνα 39 Δεδομένα συμβολαίων εξεταζόμενων ιδιοκτησιών**

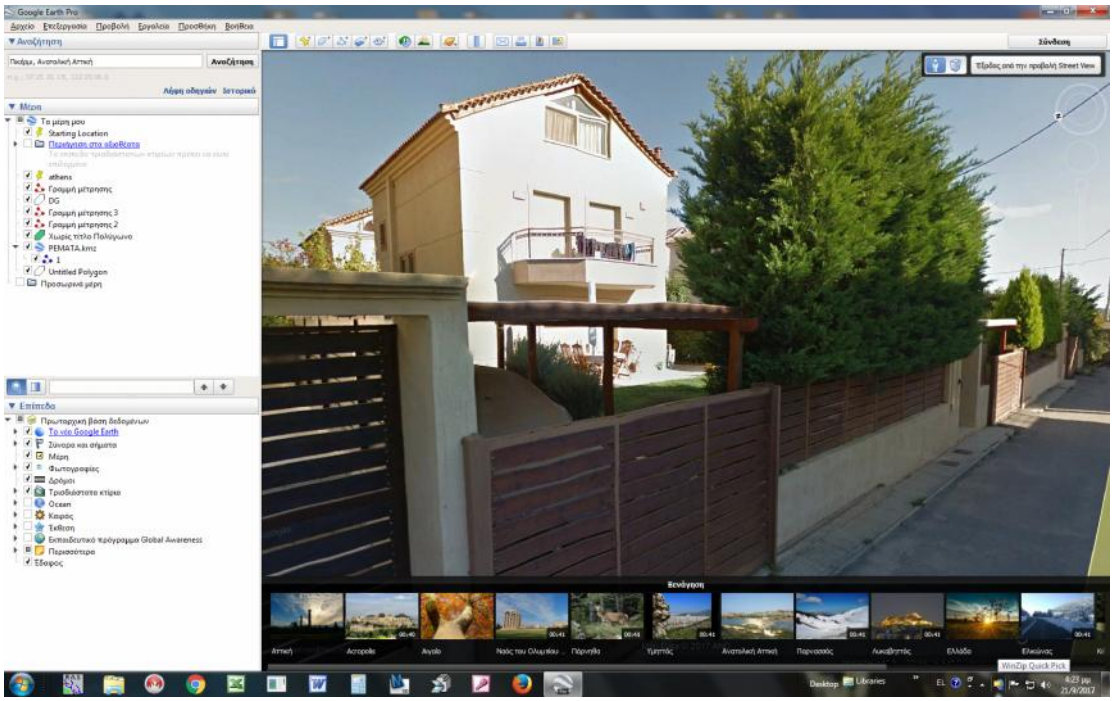




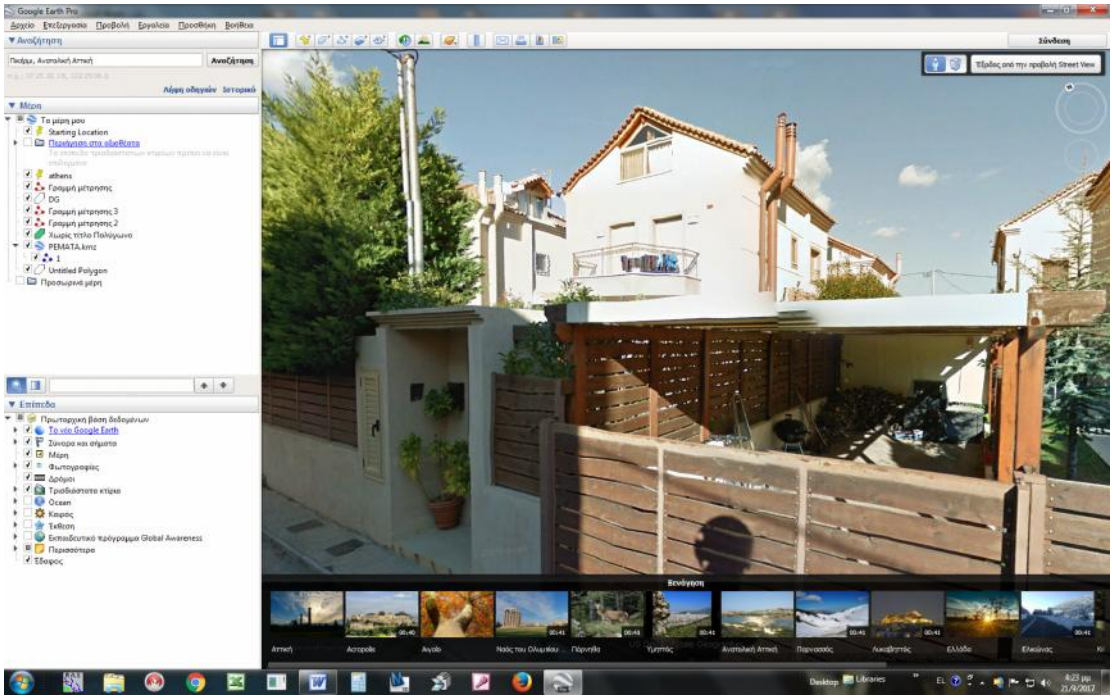
**Εικόνα 40 Δεδομένα συμβολαίων εξεταζόμενων ιδιοκτησιών**



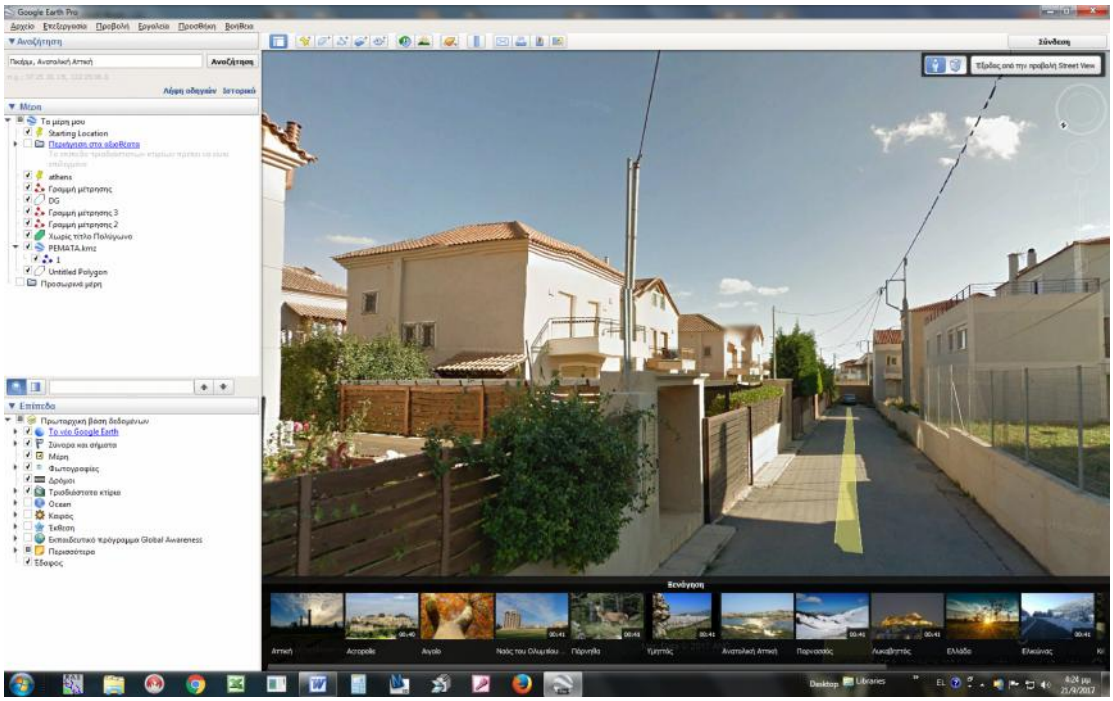

**Εικόνα 41 Απεικόνιση οικοπέδου από το πρόγραμμα GeoMap**



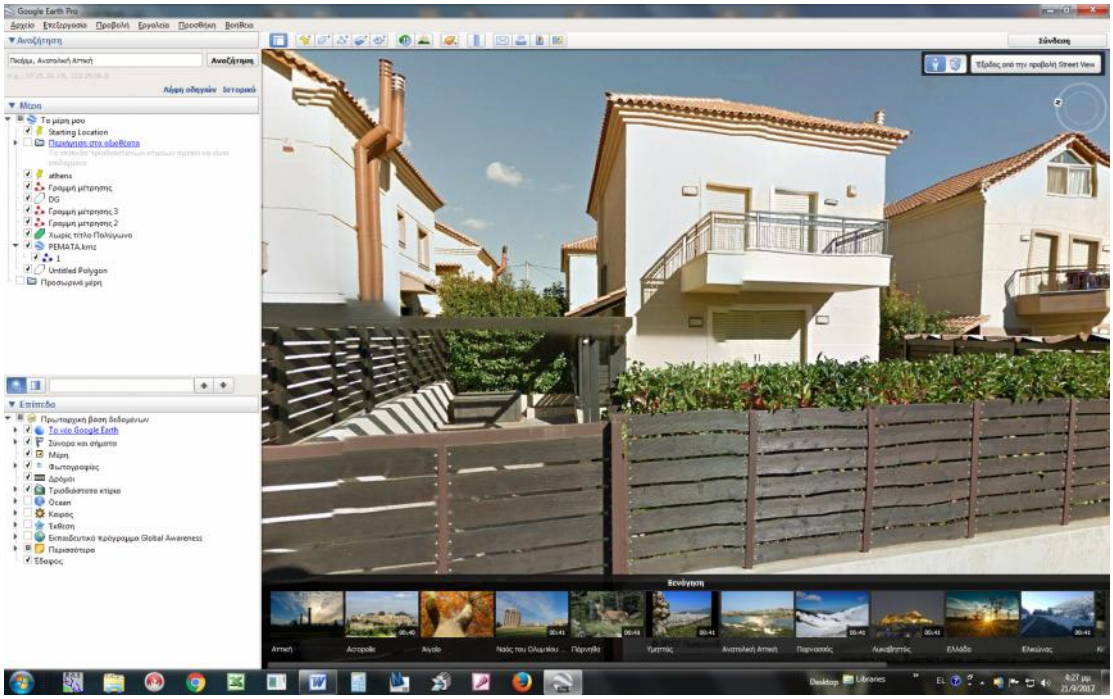

**Εικόνα 42 Φωτογραφία μιας εκ των εξεταζόμενων ιδιοκτησιών από το Google Earth**



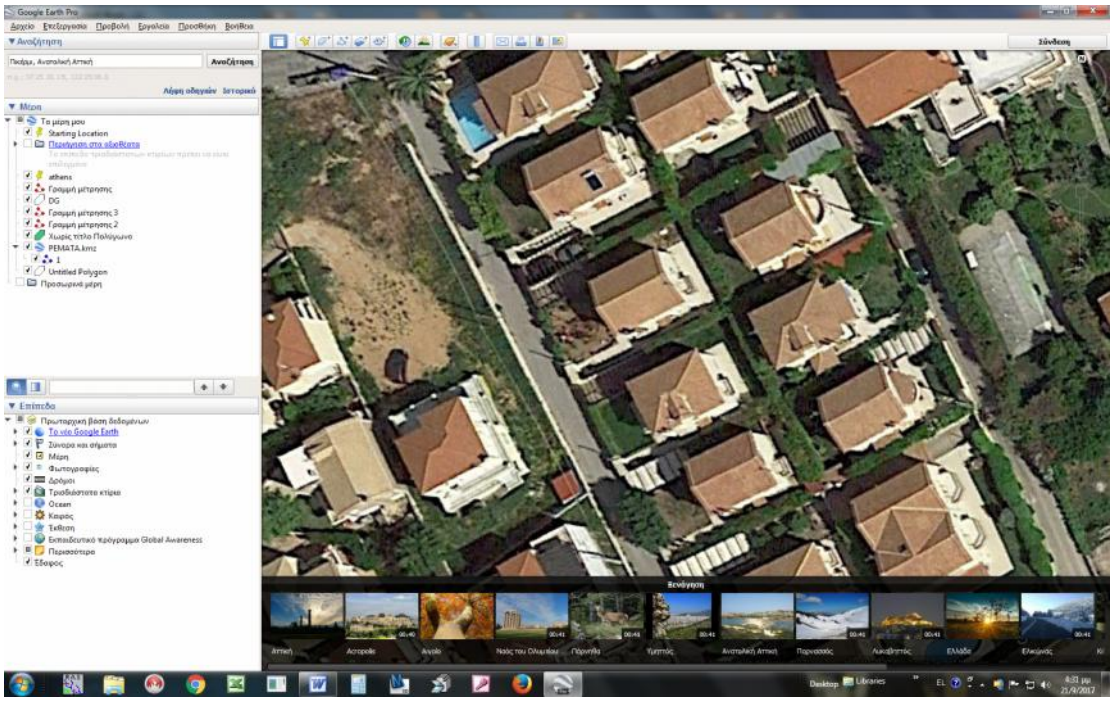
**Εικόνα 43 Φωτογραφία μιας εκ των εξεταζόμενων ιδιοκτησιών από το Google Earth**



**Εικόνα 44 Άποψη των υπο εξέταση ιδιοκτησιών από τον ένα παράλληλο σε αυτές δρόμο από το Google Earth**



**Εικόνα 45 Φωτογραφία μιας εκ των υπό εξέταση ιδιοκτησιών από το Google Earth**



**Εικόνα 46 Δορυφορική φωτογραφία των υπό εξέταση ιδιοκτησιών από το Google Earth**

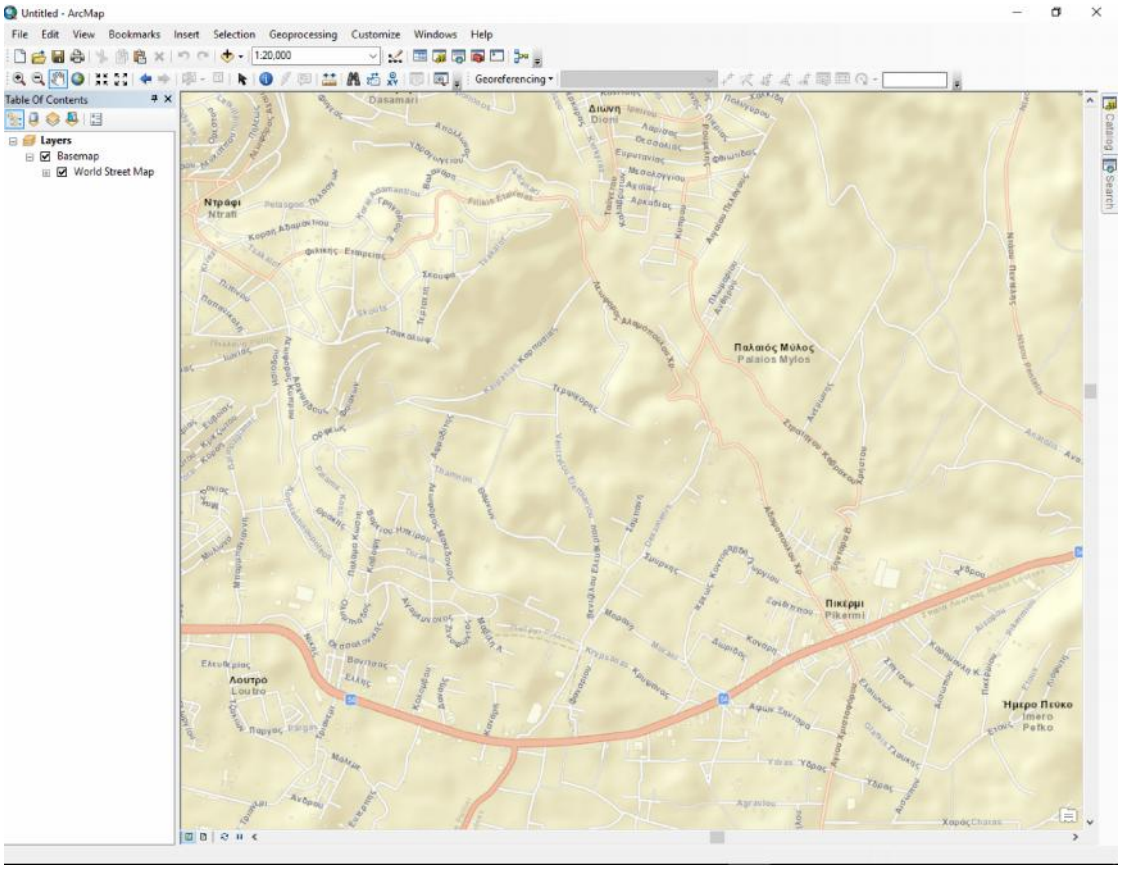
## 7.2 Διαδικασία δημιουργίας απεικόνισης του εδάφους στο City Engine

Οι εργασίες ξεκίνησαν με τη δημιουργία του εδάφους στο City Engine. Το λογισμικό επιτρέπει την αυτόματη δημιουργία του εδάφους μέσω ενσωματωμένου εργαλείου, με την προϋπόθεση της ύπαρξης Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους και μίας ψηφιακής εικόνας «υφής» που εφαρμόζει στη σωστή θέση, εφόσον έχει γίνει γεωαναφορά και στα δύο. Μέσω της λειτουργίας αυτής, εισάγονται τα δεδομένα στο λογισμικό και προκύπτει το έδαφος.

Εντούτοις, στην παρούσα περίπτωση το πρώτο δεν ήταν διαθέσιμο, και συνεπώς δεν υπήρχε η κατάλληλη υψομετρική πληροφορία για κτήρια, δέντρα, και γενικώς ό,τι βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια της γης. Κατά συνέπεια στην παρούσα περίπτωση, το έδαφος δεν εμπεριέχει πληροφορία σχετικά με την υψομετρία του, και αποτελεί ένα «χαλί» φωτοαναφοράς του σχεδίου. Εντούτοις και αυτό απαιτεί συγκεκριμένα βήματα για να είναι αποδεκτό από το πρόγραμμα και να οδηγήσει στην σωστή απεικόνιση της περιοχής. Η βασική εργασία, αφορά στην γεωαναφορά της εικόνας υφής. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcMap.

Η γεωαναφορά της εικόνας υφής διεξήχθη με τα ακόλουθα στάδια:

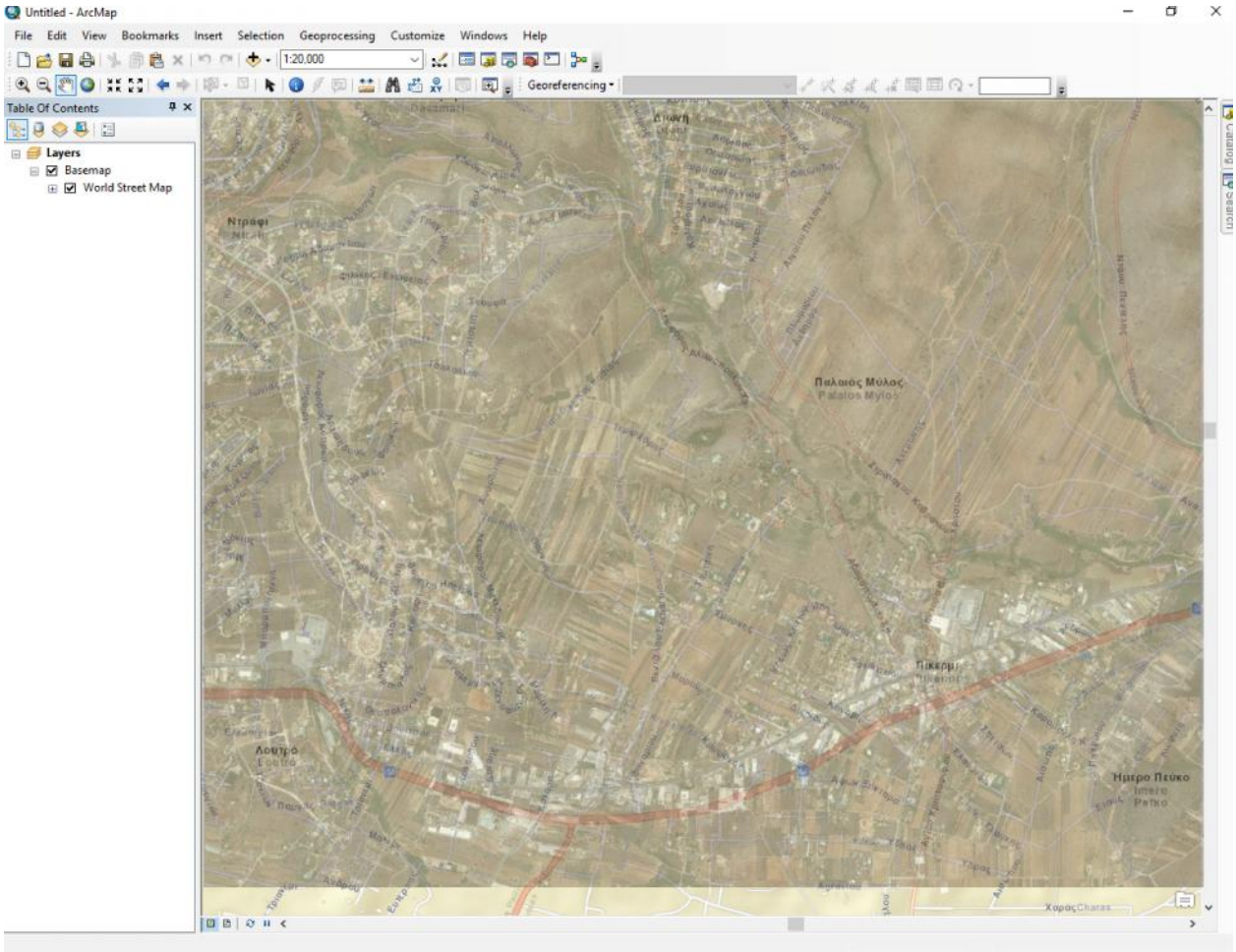
1. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε ως υπόβαθρο ένας χάρτης βάσης (basemap) του ArcMap, που απεικονίζει πληροφορίες αναφοράς φόντου όπως μορφές γης, δρόμους, ορόσημα και πολιτικά όρια πάνω στα οποία τοποθετούνται άλλες θεματικές πληροφορίες. Σαν basemap τέθηκε ο αντίστοιχος χάρτης δρόμων της εξεταζόμενης περιοχής, με όρια τέτοια ώστε να την περικλείει (εικόνα 47).




**Εικόνα 47 Χάρτης βάσης**

Το υπόβαθρο (basemap) χρησιμοποιήθηκε για την γεωαναφορά της εικόνας απεικόνισης. Μετά την εισαγωγή του χάρτη βάσης, ορίσθηκε από την επιλογή properties στα επίπεδα του χάρτη ότι η αναφορά θα είναι η WGS 1984 Web Mercator (auxiliary sphere). Αυτό γιατί, οι δρόμοι της περιοχής εισήχθησαν από το Open Street Map (βλ. επόμενη παράγραφο), όπου η γεωαναφορά τους ήταν ακριβώς αυτή.

2. Εισήχθη σαν δεδομένο (add data) η εικόνα υφής (κατ' ουσία η αντίστοιχη δορυφορική απεικόνιση της περιοχής από το google Earth) (εικόνα 48). Η εικόνα έχει πιο αχνό φωτισμό ώστε να διακρίνεται από κάτω ο χάρτης βάση.




**Εικόνα 48 Εισαγωγή των δύο εικόνων**

3. Χρησιμοποιώντας το μενού της γεωαναφοράς, και παρατηρώντας τις εικόνες τέθηκαν πέντε σημεία ελέγχου. Το κάθε σημείο ελέγχου έχει δύο εκδοχές, η πρώτη στην εικόνα προς γεωαναφορά και το δεύτερο στο χάρτη βάσης. Το λογισμικό μετακινεί την εικόνα υφής πάνω στο χάρτη βάσης προσπαθώντας τα σημεία να βρίσκονται σε μηδενική απόσταση μεταξύ τους. Το τελικό αποτέλεσμα φαίνεται στην εικόνα 49.

**Εικόνα 49 Η τελική θέση της εικόνας υφής σε σχέση με το χάρτη βάσης**

4. Η εικόνα στην τελική της θέση αποθηκεύεται σε φόρμα είτε .jpg είτε .tiff με ταυτόχρονη δημιουργία του world file που περιέχει και όλα τα αντίστοιχα δεδομένα της γεωαναφοράς.

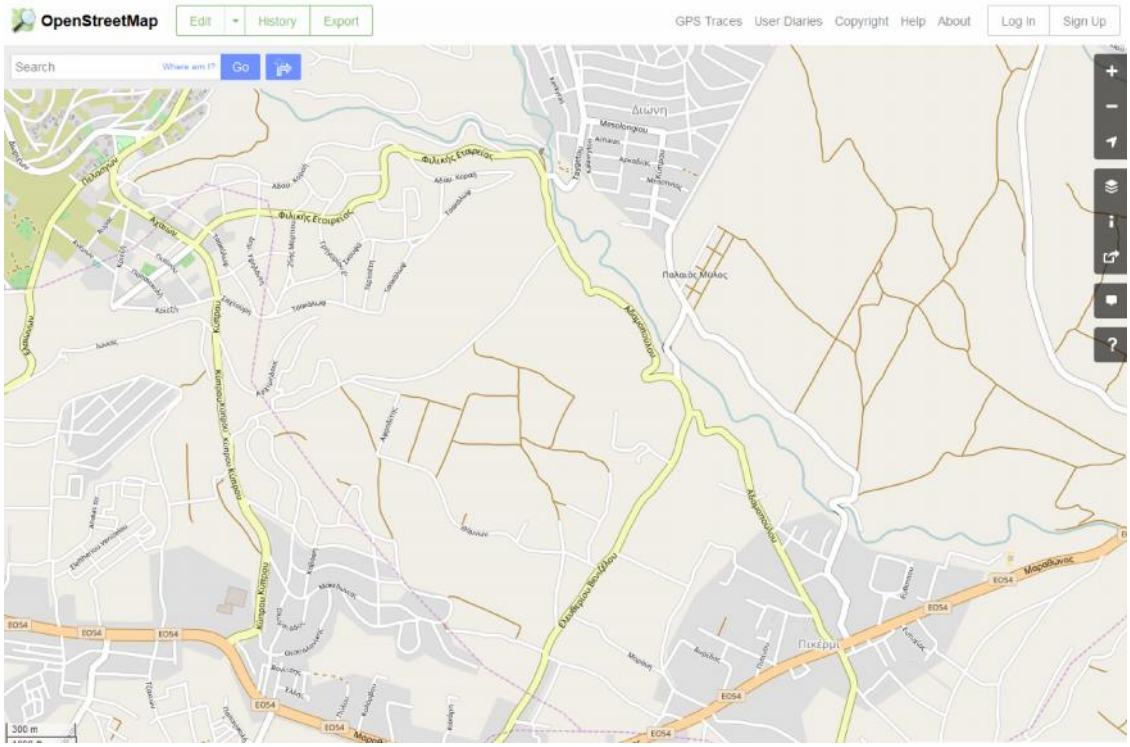
### *7.2.1 Δημιουργία αρχείου δρόμων από το Open Street Map*

Το OpenStreetMap είναι χτισμένο από μια κοινότητα χαρτογράφων που συνεισφέρουν και διατηρούν τα δεδομένα για δρόμους, μονοπάτια, κτίρια, χρήσεις γης, μεταφορές κ.α. σε όλο τον κόσμο. Οι συντελεστές του κάνουν χρήση αεροφωτογραφιών, συσκευών GPS και χαρτών πεδίου χαμηλής τεχνολογίας για να βεβαιωθούν ότι τα προκύπτοντα αρχεία OSM είναι ακριβή και ενημερωμένα.

Τα αρχεία του OpenStreetMap είναι ανοιχτά δεδομένα: ο χρήστης είναι ελεύθερος να τα χρησιμοποιήσει για οποιοδήποτε σκοπό, αρκεί να αναφέρει το OpenStreetMap και τους συνεργάτες του. Τα αρχεία του περιλαμβάνουν όλη τη διαθέσιμη πληροφορία για μια επιλεγμένη περιοχή, ήτοι δρόμους, κτίρια, χρήσεις, ονόματα δρόμων κ.α. Στην παρούσα

εργασία, η χρησιμότητα των στοιχείων του θα γίνει εμφανής, καθώς το λογισμικό City Engine επιτρέπει την απευθείας εισαγωγή αυτών και δημιουργία κτιρίων και δρόμων αυτόματα. Τα δεδομένα του OpenStreetMap είναι αναφερόμενα στο σύστημα WGS 1984 Web Mercator (auxiliary sphere), που χρησιμοποιήθηκε για την γεωαναφορά του εδάφους στην προηγούμενη παράγραφο. Η διαδικασία εξαγωγής των δεδομένων είναι η ακόλουθη:

1. Άνοιγμα της ιστοσελίδας του OpenStreetMap και επιλογή περιοχής ενδιαφέροντος (εικόνα 50).




**Εικόνα 50 Η επιλεγμένη περιοχή στο παράθυρο του OpenStreetMap**

Η ρύθμιση της περιοχής γίνεται είτε με τον ορισμό συντεταγμένων, είτε με την χειροκίνητη μέθοδο (manual) όπου ο χρήστης ορίζει την περιοχή σαν τετράγωνο. Στην περίπτωση αυτή επιλέχθηκε η δεύτερη μέθοδος.

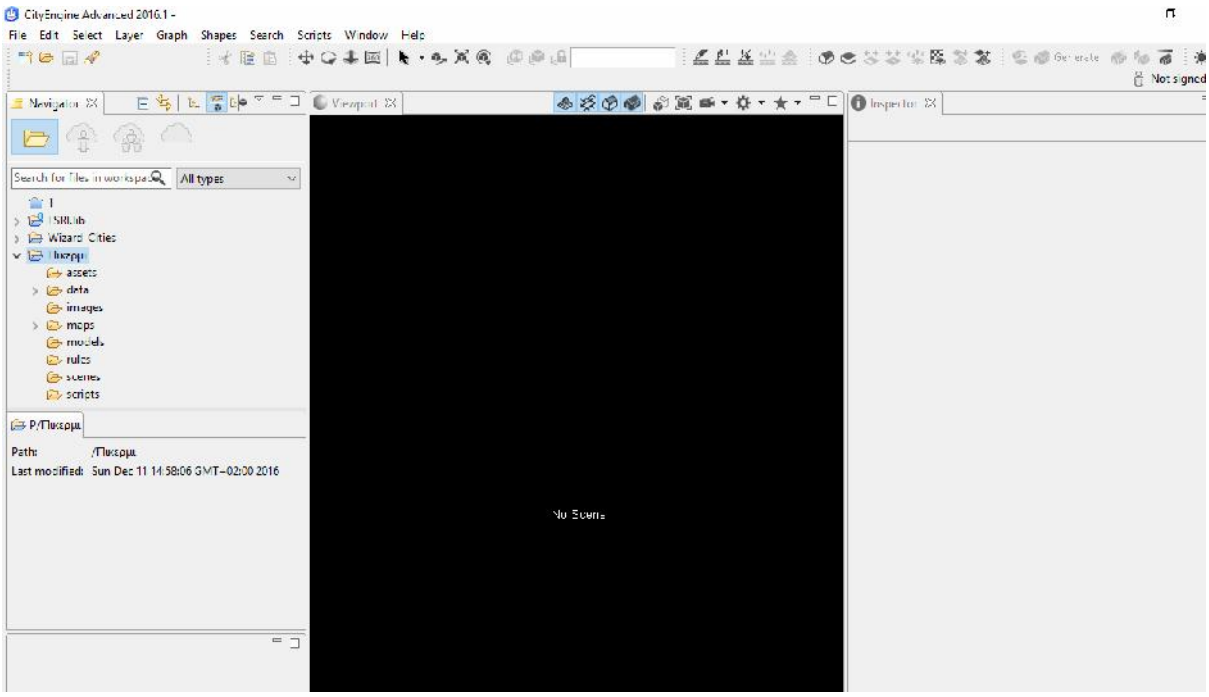
2. Εξαγωγή δεδομένων περιοχής σε αρχείο *.osm με χρήση της εντολής export.

Ακολουθώντας την διαδικασία αυτή, εξήχθη και το αρχείο με τα απαραίτητα δεδομένα.

## 7.3 Εισαγωγή χαρτών και δεδομένων στο City Engine – Δημιουργία δρόμων

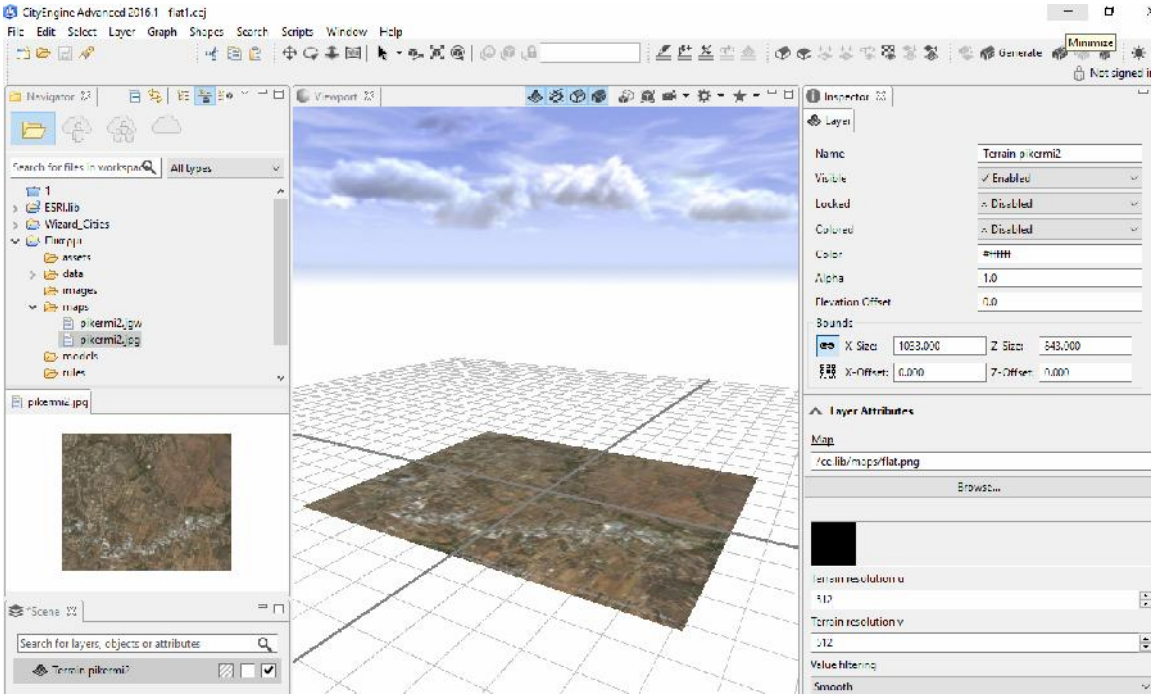
Τα εξαγόμενα δεδομένα από τις προηγούμενες παραγράφους εισήχθησαν στο λογισμικό City Engine για την δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου της περιοχής, όσον αφορά στους δρόμους αλλά και την εικόνα αυτής. Η διαδικασία είναι η ακόλουθη:

1. Δημιουργία νέου project. Το λογισμικό δημιουργεί το νέο project (στην περίπτωση αυτή ονομαζόμενο Πικέρμι) και τους αντίστοιχους φακέλους δεδομένων που απαιτούνται (εικόνα 51). Στους φακέλους data μεταφέρεται το αρχείο map.osm που περιέχει τα δεδομένα από το OpenStreetMap και στο φάκελο maps, η εικόνα υφής μαζί με το world file της όπως προήλθε από την γεωαναφορά της.



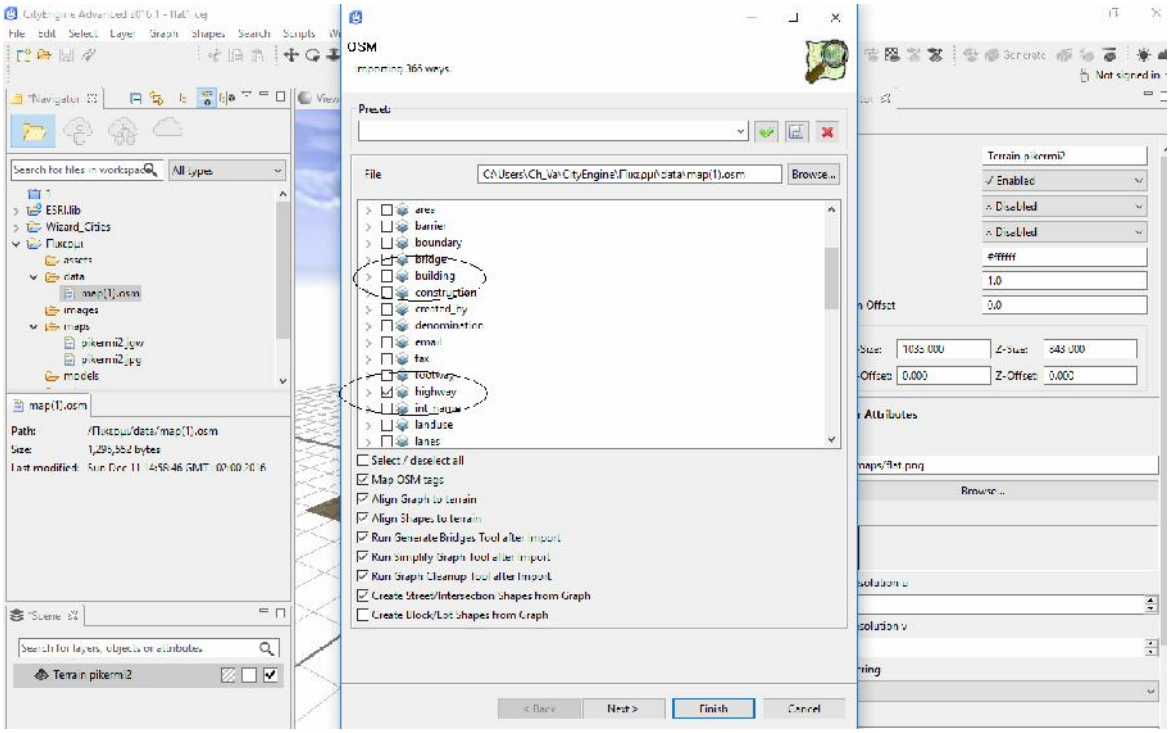

**Εικόνα 51 Η δημιουργία του νέου project και οι αντίστοιχοι φάκελοι**

2. Εισήχθη ο χάρτης υφής. Αυτό γίνεται με άνοιγμα του φακέλου maps που περιέχει το αρχείο της εικόνας και import αυτής. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην εικόνα 52.



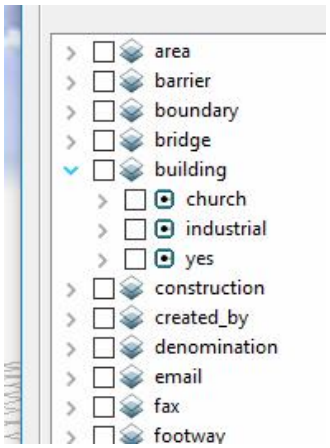

**Εικόνα 52 Η εισαγωγή του αρχείου υφής**

3. Εισαγωγή του αρχείου δεδομένων map.osm και αυτόματη δημιουργία δρόμων. Η δράση αυτή γίνεται με το άνοιγμα του φακέλου data, επιλογή του αρχείου map.osm και επιλογή import αυτού. Η εν λόγω δράση αποδίδει ένα παράθυρο όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τα δεδομένα που θα εισαχθούν, καθώς και μια σειρά από παραμέτρους. Τα βασικά δεδομένα που πρέπει να εισαχθούν είναι οι δρόμοι και πιθανώς τα κτίρια που μπορεί να υπάρχουν ήδη οριοθετημένα στην περιοχή στο OpenStreetMap. Οι δρόμοι μιας περιοχής βρίσκονται κάτω από το γενικό στοιχείο μενού highway και τα κτίρια από το αντίστοιχο στοιχείο building.




**Εικόνα 53 Εισαγωγή δεδομένων OpenStreetMap**

Τα αντίστοιχα σημεία είναι εμφανή στην εικόνα 53. Εντούτοις σε αυτή την περίπτωση, το μενού building δεν είναι επιλεγμένο. Ο λόγος είναι ότι για την περιοχή ενδιαφέροντος, υπάρχουν οριοθετημένα μόνο δυο κτίρια, η εκκλησία του Πικερμίου και ένας βιομηχανικός χώρος στην περιοχή. Το παρακάτω είναι εμφανές αν επεκταθεί το μενού των κτιρίων (εικόνα 54).

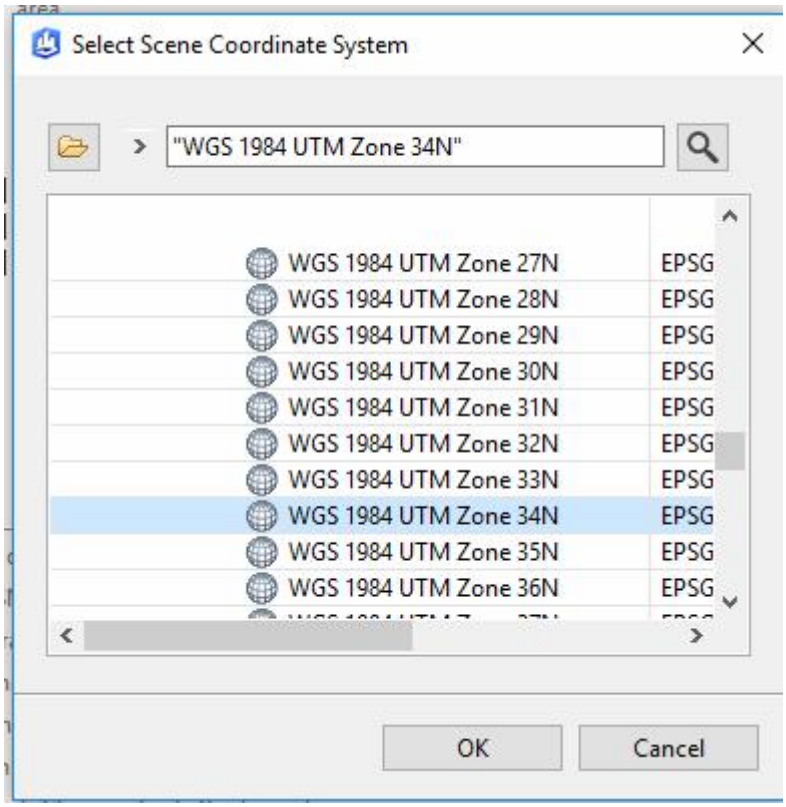



**Εικόνα 54 Περιεχόμενα στο μενού κτιρίων**

Ως εκ τούτου κρίθηκε άσκοπο να φορτωθεί το μοντέλο της εργασίας με κτίρια που δεν αφορούν σε αυτή, και συνεπώς το συγκεκριμένο μενού δεν επιλέχθηκε. Οι επιλογές εισαγωγής δεδομένων είναι αυτές που παρουσιάζονται στην εικόνα 54.

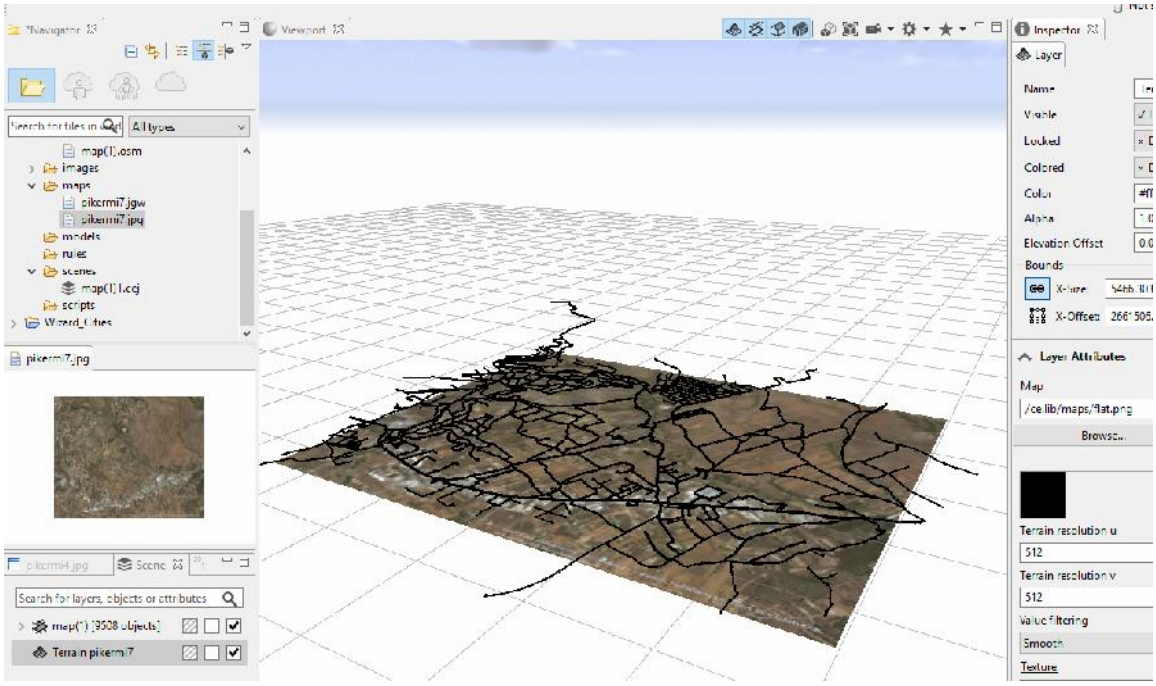
4. Επιλογή αναφοράς δεδομένων.

Σε επόμενο παράθυρο ζητείται η επιλογή αναφοράς των δεδομένων που εισάγονται. Το μενού αλλά και η επιλογή είναι εμφανή στην εικόνα 55. Το Πικέρμι ανήκει (όπως όλη η Αττική) στην ζώνη WGS 1984 UTM Zone 34N [2].




**Εικόνα 55 Επιλογή αναφοράς**

Το τελικό μοντέλο παρουσιάζεται στην εικόνα 56.

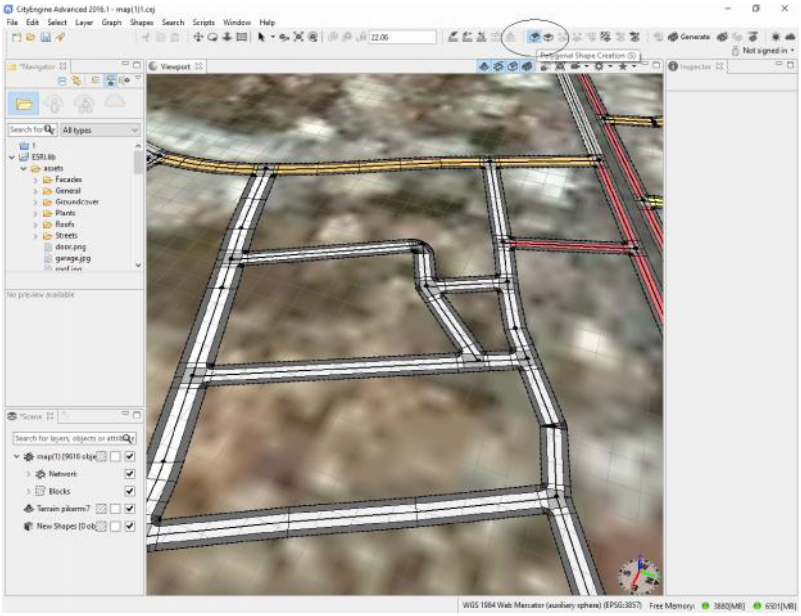



**Εικόνα 56 Μοντέλο μετά την εισαγωγή δρόμων, τοποθετημένο στον χάρτη υφής**

Ακολούθησε μια διαδικασία ρύθμισης των δεδομένων των δρόμων που έχουν δημιουργηθεί ώστε να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Αυτό έγινε αρχικά με την εστίαση σε κάθε οδό, την παρατήρηση του δρόμου που δημιουργήθηκε αυτόματα και την ρύθμιση του δρόμου στα αντίστοιχα μεγέθη, ήτοι πλάτος δρόμου, λωρίδες (όπου απαιτείται) καθώς και πλάτος πεζοδρομίου. Επίσης δημιουργούνται δρόμοι όπου υπάρχουν αλλά δεν έχουν δημιουργηθεί. Για παράδειγμα, στην περιοχή όπου βρίσκεται το εν λόγω γεωτεμάχιο, το μοντέλο των δρόμων δεν ήταν πλήρες. Συνεπώς έπρεπε να δημιουργηθεί από το χρήστη. Η δημιουργία διαφαίνεται στις εικόνες που ακολουθούν.

**Εικόνα 57 Αρχικό μοντέλο δρόμων**

**Εικόνα 58 Δημιουργία δρόμων – τετραγώνων στην περιοχή όπου δεν έχουν δημιουργηθεί δρόμοι.**



**Εικόνα 59 Τελικό μοντέλο εδάφους**

Με το μοντέλο εδάφους – δρόμων ολοκληρωμένο, ακολουθεί η διαδικασία δημιουργίας της 3D απεικόνισης στις εξεταζόμενες ιδιοκτησίες.

## 7.4 Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων ιδιοκτησιών

Το λογισμικό City Engine επιτρέπει την δημιουργία τρισδιάστατων απεικονίσεων κτιρίων με τρεις τρόπους.

- Στον πρώτο, δέχεται ως δεδομένα εισόδου αυτά που δέχεται και το ArcScene, δηλαδή τα περιγράμματα των κατασκευών στις δύο διαστάσεις. Διαφέρουν ωστόσο πολύ στην κατασκευή των τελικών τρισδιάστατων μοντέλων, καθώς το ArcScene χρησιμοποιεί μία εντολή εξώθησης (extrusion) του κτιρίου και προκύπτει το τρισδιάστατο μοντέλο ανάλογα με την τιμή του προκαθορισμένου ύψους στον πίνακα ιδιοτήτων, ενώ στο CityEngine πέρα από αυτήν τη λειτουργία είναι πρόσθετα δυνατή η εξώθηση της λεπτομερούς γεωμετρίας ενός κτιρίου. Όταν αναφερόμαστε στην λεπτομερή γεωμετρία του τρισδιάστατου μοντέλου, εννοούμε ότι θα δημιουργηθεί μέσα σε δευτερόλεπτα το κτηριακό μοντέλο περιλαμβάνοντας τις πόρτες, τα παράθυρα, μπαλκόνια, υφές τοίχου κ.ά., δηλαδή όλα τα απαραίτητα στοιχεία που το καθορίζουν αρχιτεκτονικά. Το πιο εντυπωσιακό είναι ότι όλα τα

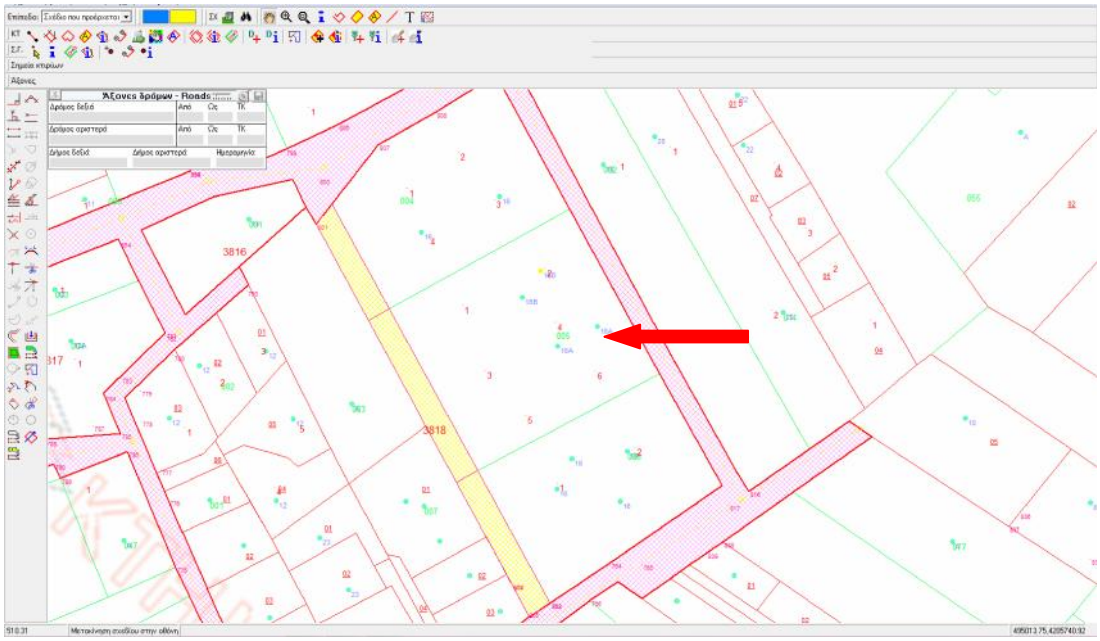
παραπάνω πραγματοποιούνται μέσω CGA κανόνων, δηλαδή ο χρήστης δομεί τον κανόνα, ο οποίος στη συνέχεια θα «χτίσει» το λεπτομερές τρισδιάστατο μοντέλο.

- Στον δεύτερο, εάν υπάρχουν δεδομένα κτιρίων στο αρχείο δεδομένων του OpenStreetMap, δύναται, όπως και με τους δρόμους αυτά να επιλεγούν και να ανορθωθούν σε 3D απεικόνιση αυτόματα, σε ένα βασικό ίδιο αρχικό ύψος (default επιλογή). Ο χρήστης έπειτα μπορεί μέσω κατάλληλων χειρισμών τόσο στο 3D πολυγωνικό μοντέλο, όσο και με την δημιουργία cga κανόνων, να ρυθμίσει ανάλογα την μορφή τους.

- Ο τρίτος τρόπος είναι η απευθείας σχεδίαση των τρισδιάστατων απεικονίσεων από το χρήστη. Σε αυτή την περίπτωση, διατίθενται εργαλεία σχεδιασμού, όπου ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει την μορφή του κτιρίου, καθώς και να θέσει και την ύφη των επιφανειών του, επιτρέποντας μια τελικά φωτορεαλιστική εικόνα.

Στην περίπτωση της παρούσας εργασίας, επιλέχθηκε ο τρίτος τρόπος, δεδομένης της απουσίας δεδομένων εισόδου για τα κτίρια σε οποιαδήποτε μορφή. Συνεπώς, χρησιμοποιήθηκε το ενσωματωμένο εργαλείο σχεδιασμού για την παραγωγή των κτισμάτων. Οι ιδιοκτησίες που θα απεικονισθούν τρισδιάστατα, φαίνονται στις παρακάτω εικόνες

**Εικόνα 60 Περιοχή εργασίας από το Google Earth**

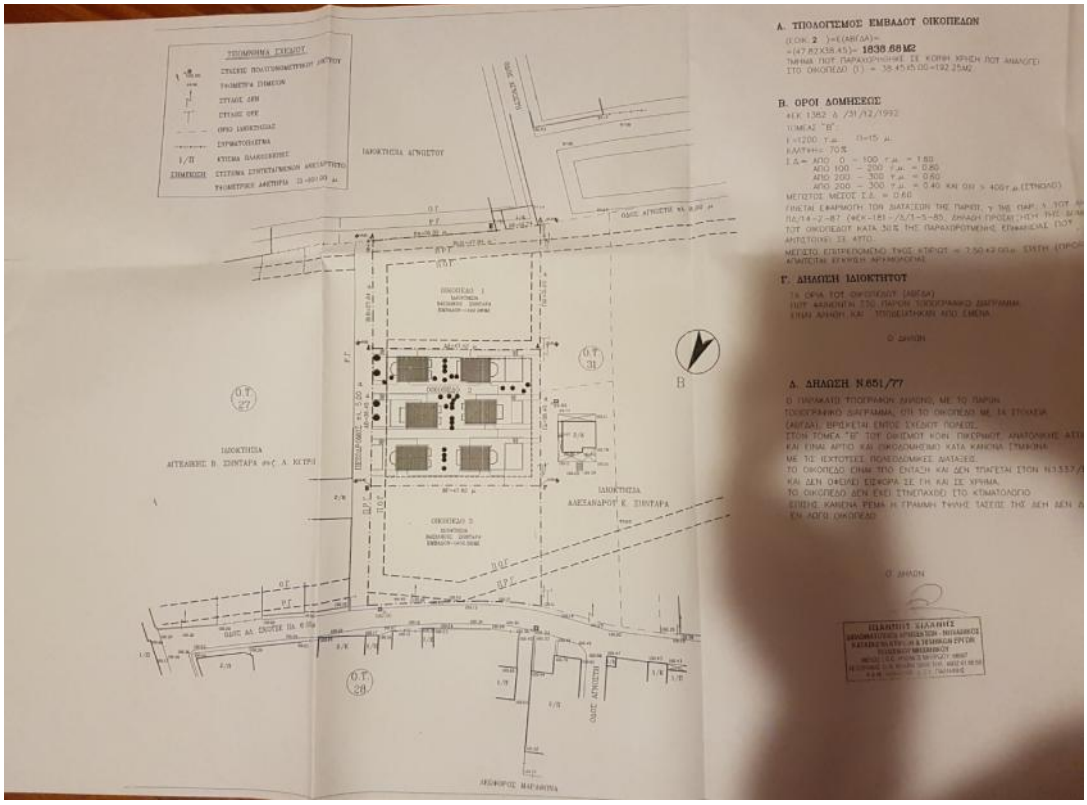



**Εικόνα 61 Περιοχή εργασίας από το πρόγραμμα GeoMap**

Πρόκειται για ένα οικόπεδο το οποίο προέρχεται από κατάτμηση ενός αρχικού οικοπέδου εμβαδού 4965,93 τ.μ. Στο ιστορικό ενός τίτλου κτήσεως ενός από τους δικαιούχους του εν λόγω οικοπέδου αναγράφεται πως το αρχικό οικόπεδο επιφάνειας 4965,93 τ.μ. κάλυπτε ολόκληρο το οικοδομικό τετράγωνο και κατατμήθηκε σε τρία άρτια και οικοδομήσιμα οικόπεδα εμβαδού 1402,08 τ.μ., 1838,68 τ.μ. και 1400,06 τ.μ., όπως φαίνονται στην εικόνα 63.

**Εικόνα 62 Οικόπεδα μετά την κατάτμηση από το πρόγραμμα GeoMap**

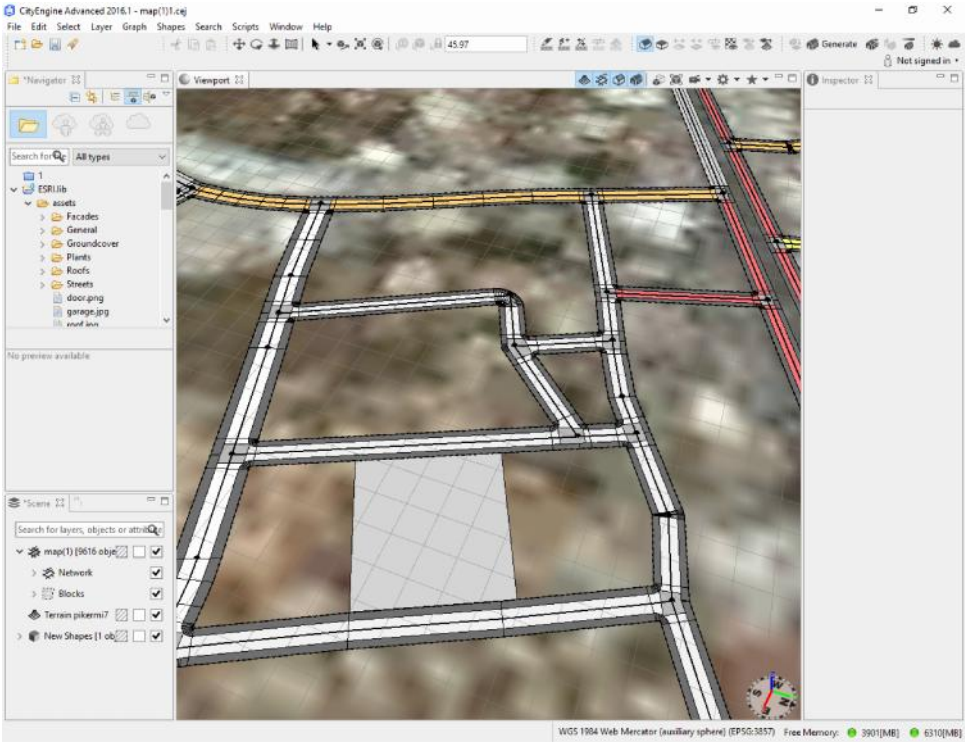
Το οικόπεδο στο οποίο δημιουργήθηκαν τα τρισδιάστατα κτίρια είναι αυτό εμβαδού 1838,68 τ.μ., όπως φαίνεται και στο παρακάτω τοπογραφικό διάγραμμα.




**Εικόνα 63 Τοπογραφικό διάγραμμα**

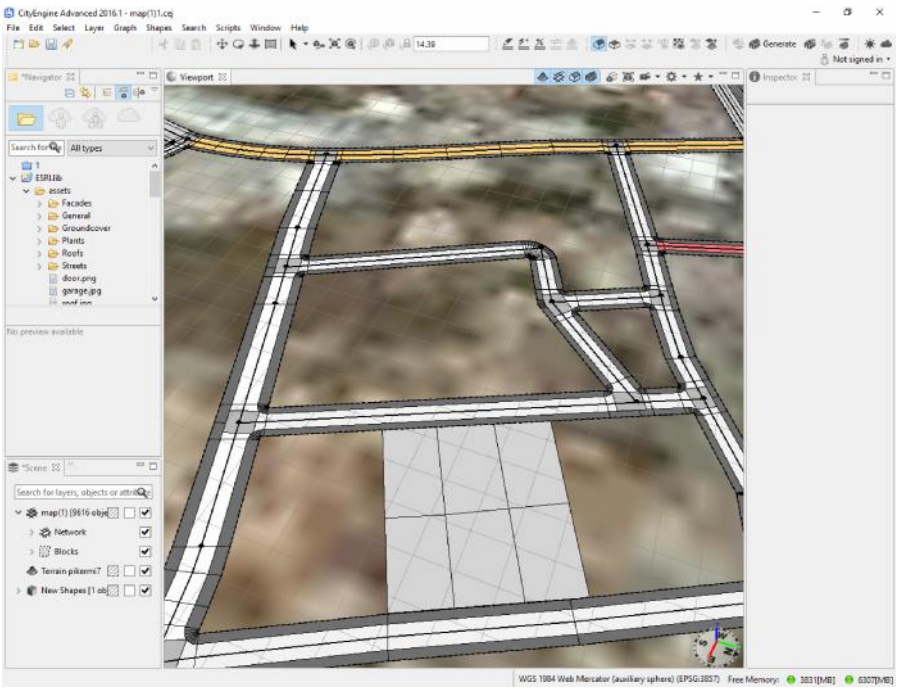
Στο εν λόγω οικόπεδο έχουν συσταθεί έξι απλές οριζόντιες ιδιοκτησίες και μια δουλεία διόδου πλάτους 5 μέτρα για την εξυπηρέτηση των κατοίκων που αρχίζει από οδό Σκουζέ και καταλήγει στην προβλεπόμενη ανώνυμο οδό. Η δουλεία διόδου είναι το διαγραμμισμένο κίτρινο πολύγωνο, όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα 63. Οι οριζόντιες ιδιοκτησίες χαρακτηρίζονται ως ‘ΚΤΙΡΙΟ Α’, ‘ΚΤΙΡΙΟ Α1’, ‘ΚΤΙΡΙΟ Β’, ‘ΚΤΙΡΙΟ Γ’, ‘ΚΤΙΡΙΟ Γ1’ και ΄ΚΤΙΡΙΟ Δ’ κάθε μια από τις οποίες αποτελείται από ισόγειο και πρώτο όροφο με ποσοστό επί του οικοπέδου 147/1000, 150/1000, 147/1000, 182/1000, 192/1000 και 182/1000 αντίστοιχα.

Έχοντας δημιουργήσει το μοντέλο εδάφους στο πρόγραμμα City Engine, ακολουθεί η οριοθέτηση του χώρου εργασίας. Με δεδομένες τις διαστάσεις του χώρου, καθώς και τις αποστάσεις των ακμών του από τα υπόλοιπα τους περικλείοντες δρόμους, όπως αναφέρονται στο τοπογραφικό διάγραμμα, δημιουργήθηκε ένα πολύγωνο το οποίο οριοθετεί τον χώρο που βρίσκονται οι κατοικίες, όπως φαίνεται στην εικόνα 64.




**Εικόνα 64 Οριοθετημένη περιοχή εργασίας**

Ακολουθώντας την ίδια τακτική, ήτοι βάση των διαστάσεων που αναφέρονται στο τοπογραφικό διάγραμμα, το οικόπεδο χωρίστηκε σε έξι τμήματα τα οποία οριοθετούν τον χώρο των έξι ιδιοκτησιών (εικόνα 65).



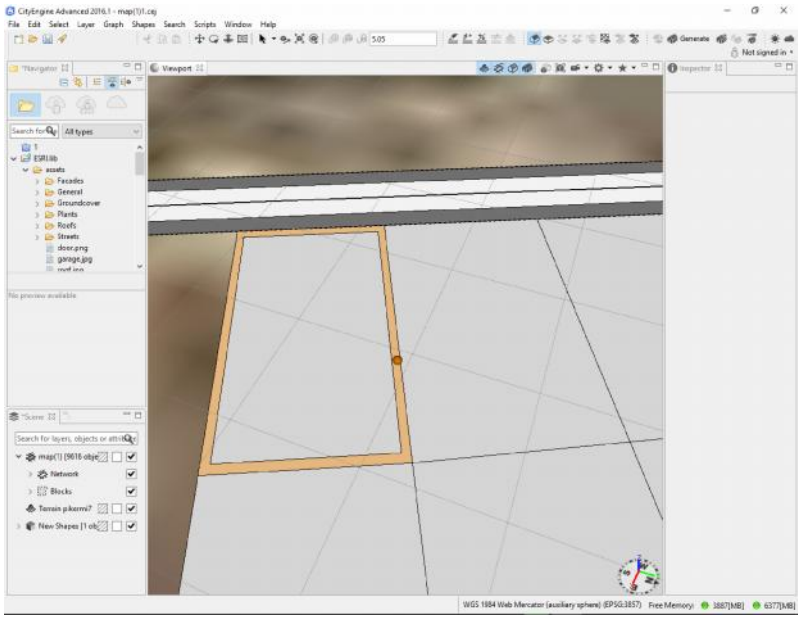

**Εικόνα 65 Όρια ιδιοκτησιών**

### *7.4.1 Δημιουργία πρώτης ιδιοκτησίας*

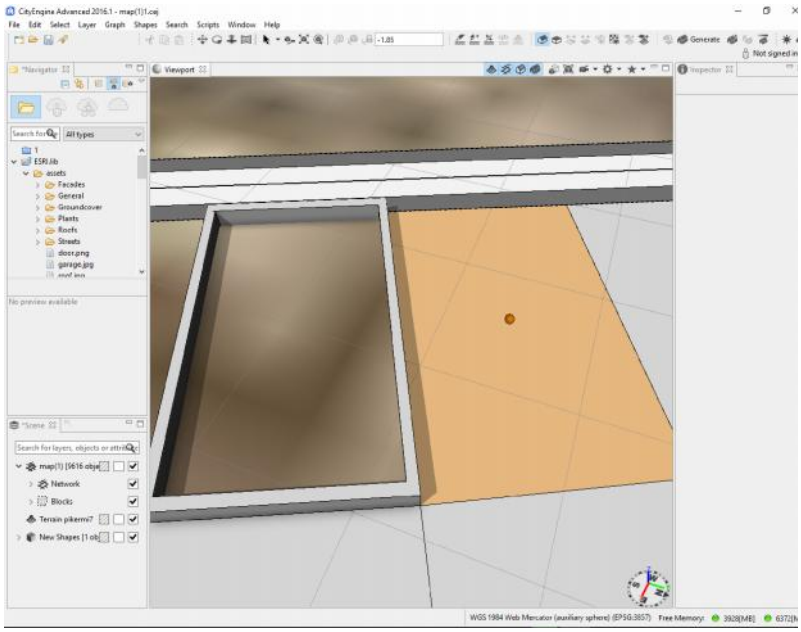
Η πρώτη ιδιοκτησία σημειώνεται με κόκκινο βέλος στην εικόνα 67.

**Εικόνα 66 Πρώτη ιδιοκτησία**

Τα κτίσματα, όπως είναι εμφανές και στις φωτογραφίες τους, διαχωρίζονται με αντίστοιχη περίφραξη. Οι διαστάσεις της περίφραξης δεν υπάρχουν, και συνεπώς η περίφραξη δημιουργήθηκε κατά προσέγγιση. Αρχικά δημιουργήθηκε εσωτερικά ένα πολύγωνο το οποίο χώρισε την ιδιοκτησία σε δυο τμήματα όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (εικόνα 67). Πάνω στο πορτοκαλί πλαίσιο εμφανίστηκε μια κόκκινη κουκίδα την οποία σύροντας την προς τα πάνω δημιουργήθηκε ένα τρισδιάστατο αντικείμενο που αντιστοιχεί στον φράκτη της πρώτης ιδιοκτησίας (εικόνα 68).

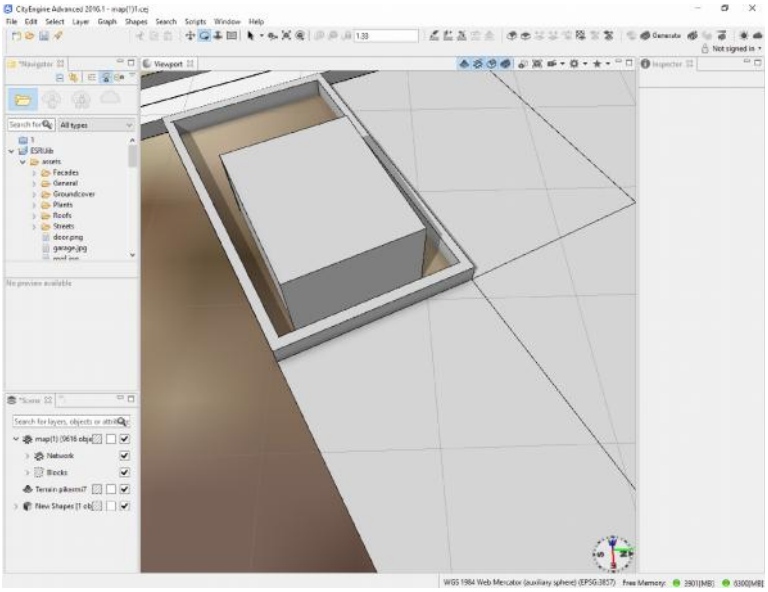


**Εικόνα 67 Οριοθέτηση φράκτη**



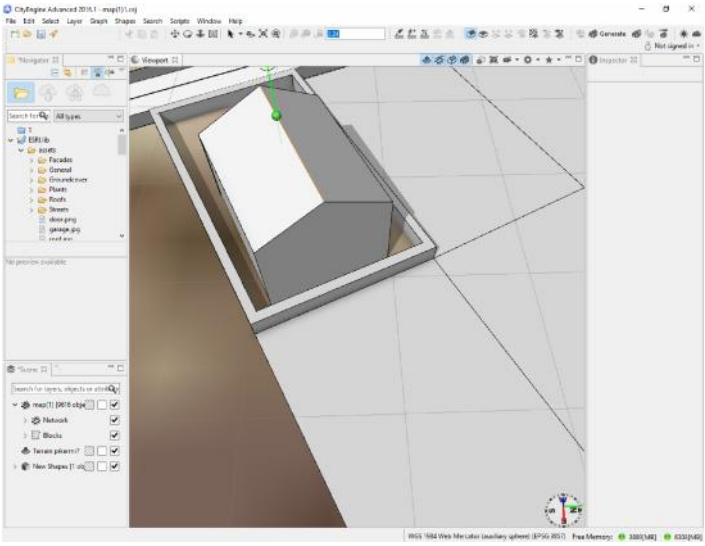
**Εικόνα 68 Φράκτης πρώτης ιδιοκτησίας**

Οι διαστάσεις του κτιρίου σε μήκος και πλάτος, προέκυψαν από τα έγγραφα που προσκομίστηκαν για την εν λόγω ιδιοκτησία κατά τη συλλογή δηλώσεων. Να σημειωθεί ότι το ύψος του κτιρίου δεν προέκυψε από τα εν λόγω έγγραφα, επομένως, ανατρέξαμε στο ΦΕΚ 1382Δ/31-12-1992 "Καθορισμός ορίων, όρων και περιορισμό δόμησης και κατηγοριοποίηση του οικισμού Πικερμίου Νομού Αττικής", με βάση το οποίο το ελάχιστο ύψος ορόφου ορίζεται σε 2,40μ. Με βάση αυτά, δημιουργήθηκε η βάση του κτιρίου, όπως φαίνεται από το τοπογραφικό διάγραμμα και μετέπειτα το ύψος του.



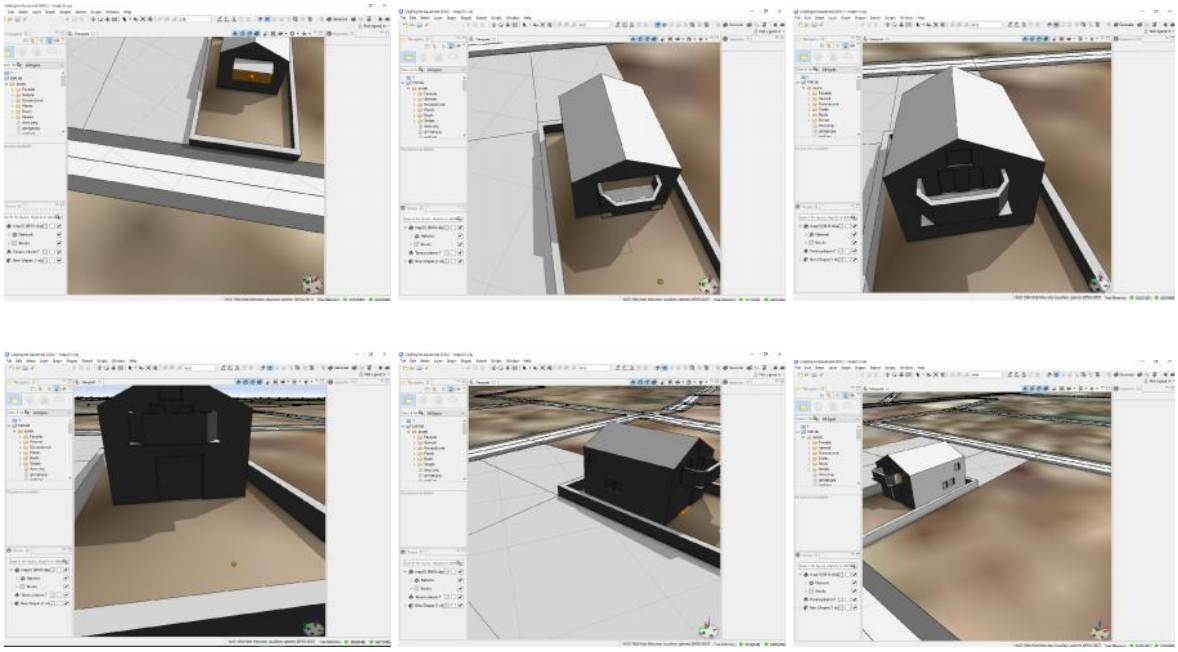
**Εικόνα 69 Τρισδιάστατος σκελετός κτιρίου**

Το κτίριο έχει κεκλιμένη κεραμοσκεπή (όπως προκύπτει από τη σχετική δορυφορική εικόνα). Συνεπώς δημιουργήθηκε αυτή.



**Εικόνα 70 Δημιουργία κλίσης κεραμοσκεπής**

Έπειτα δημιουργήθηκε η βασική είσοδος, μια βεράντα και μια σειρά παράθυρα στο κτίσμα, για την σωστή απεικόνιση του.



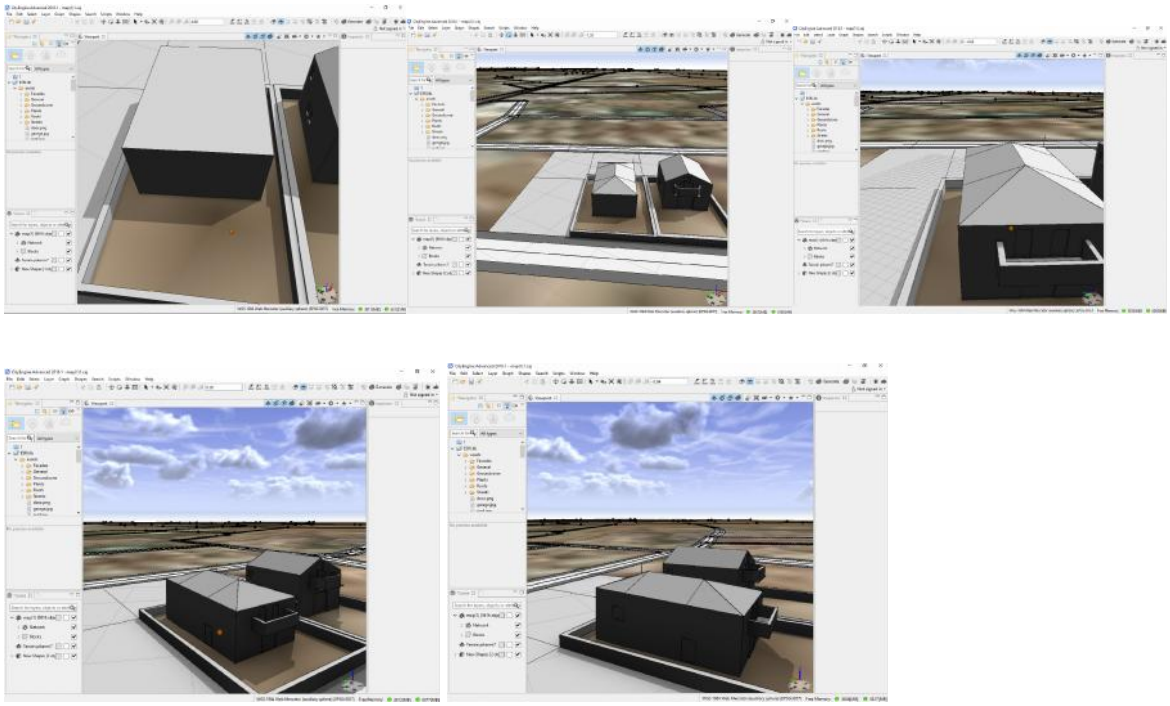
**Εικόνα 71 Δημιουργία κεντρικής εισόδου, βεράντας, παραθύρων**

### *7.4.2 Δημιουργία δεύτερης ιδιοκτησίας*

Η δευτερη ιδιοκτησία σημειώνεται με κόκκινο βέλος στην εικόνα 72.

**Εικόνα 72 Δεύτερη Ιδιοκτησία**

Με όμοιο τρόπο δημιουργήθηκε η δεύτερη ιδιοκτησία. Τα στάδια κατασκευής και η τελική μορφή αυτής παρουσιάζονται στην εικόνα 73.



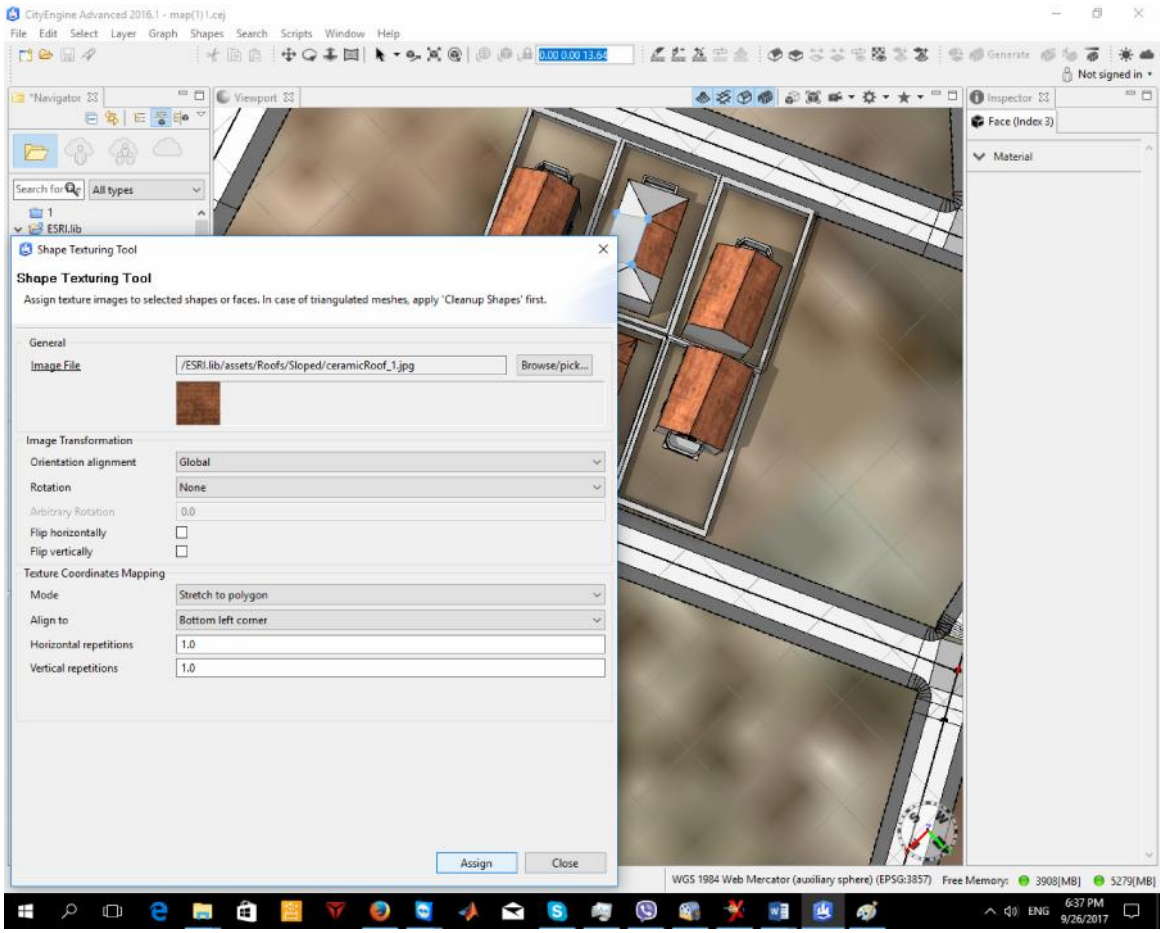
**Εικόνα 73** Δημιουργία δεύτερης ιδιοκτησίας

Να σημειωθεί πως οι ιδιοκτησίες που βρίσκονται στις τέσσερις γωνίες του οικοπέδου είναι όμοιες όπως και οι δυο ενδιάμεσες μεταξύ τους. Συνεπώς ακολουθώντας τα αντίστοιχα βήματα σχεδιάζονται και οι υπόλοιπες ιδιοκτησίες.

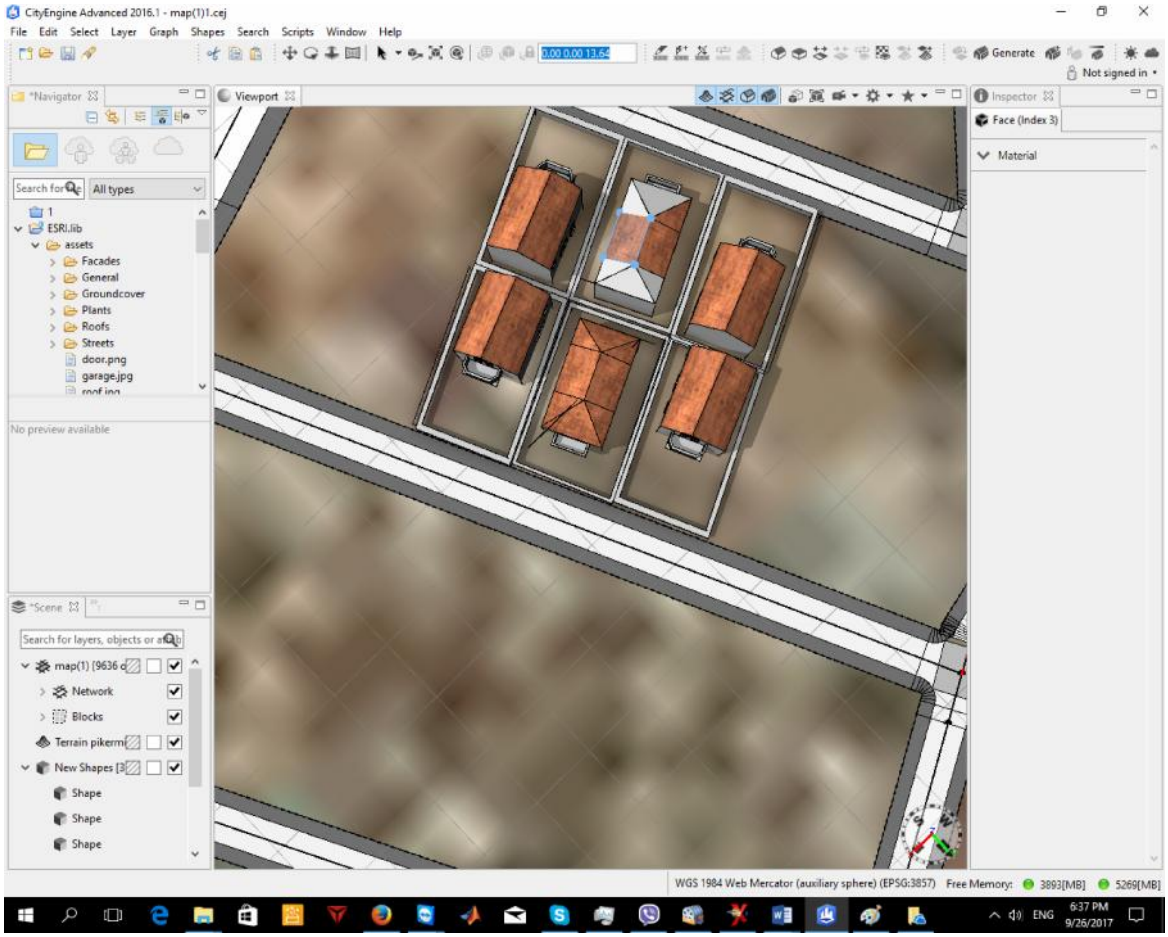
### *7.4.3 Εισαγωγή υφής – φωτορεαλιστική απεικόνιση*

Με στόχο η απεικόνιση των σχεδιασμένων ιδιοκτησιών να είναι όσο το δυνατό πιο φωτορεαλιστική το πρόγραμμα City Engine επιτρέπει στον χρήστη να καλύψει τις επιφάνειες των κτιρίων που έχει κατασκευάσει με αντίστοιχες υφές που να προσομοιώνουν παράθυρα, πόρτες, τοιχοποιίες και σκεπές. Η διαδικασία παρουσιάζεται στις εικόνες που ακολουθούν.

- Σκεπές

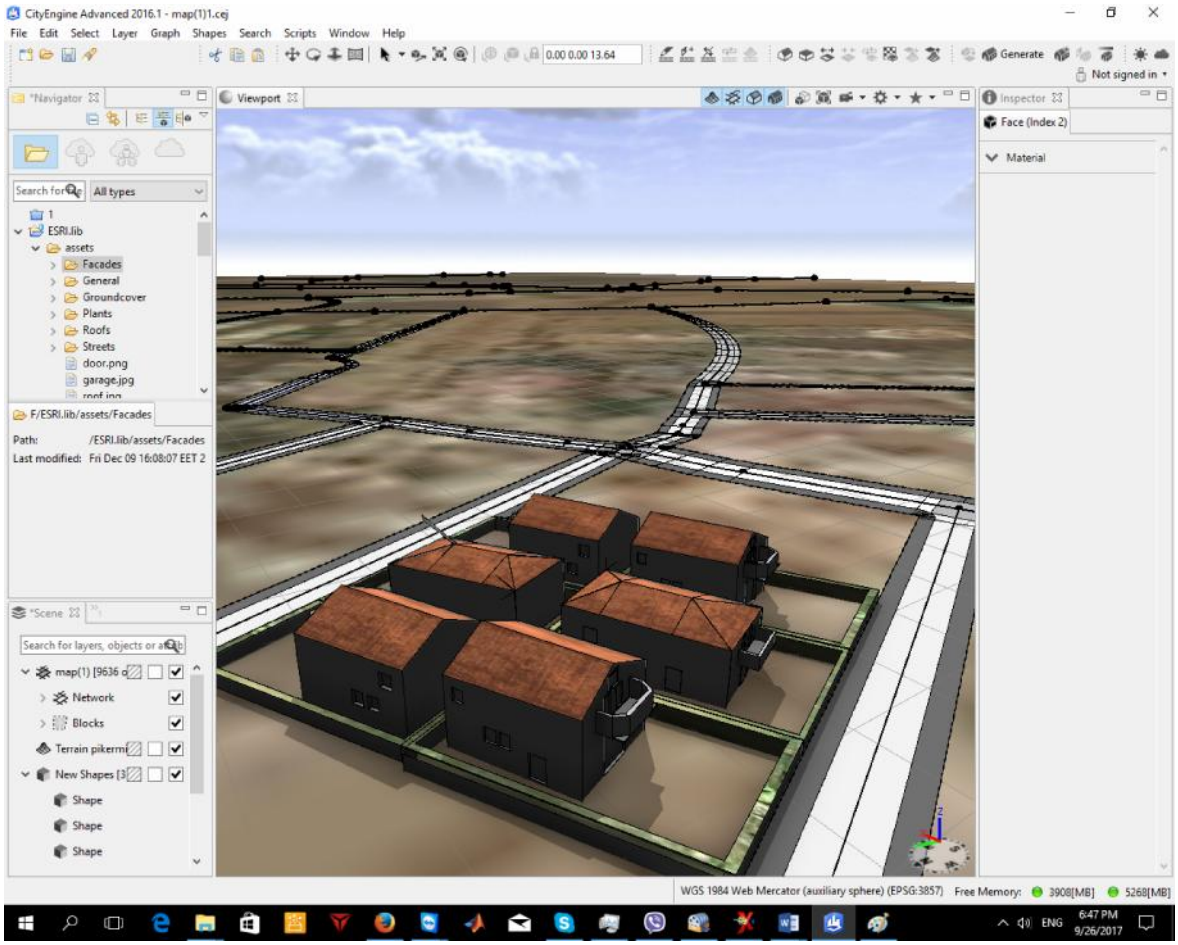



**Εικόνα 74 Απεικόνιση της διαδικασίας τοποθέτησης της υφής της κεραμοσκεπής Τοποθέτηση υφής κεραμοσκεπής σε μια από τις ιδιοκτησίες**



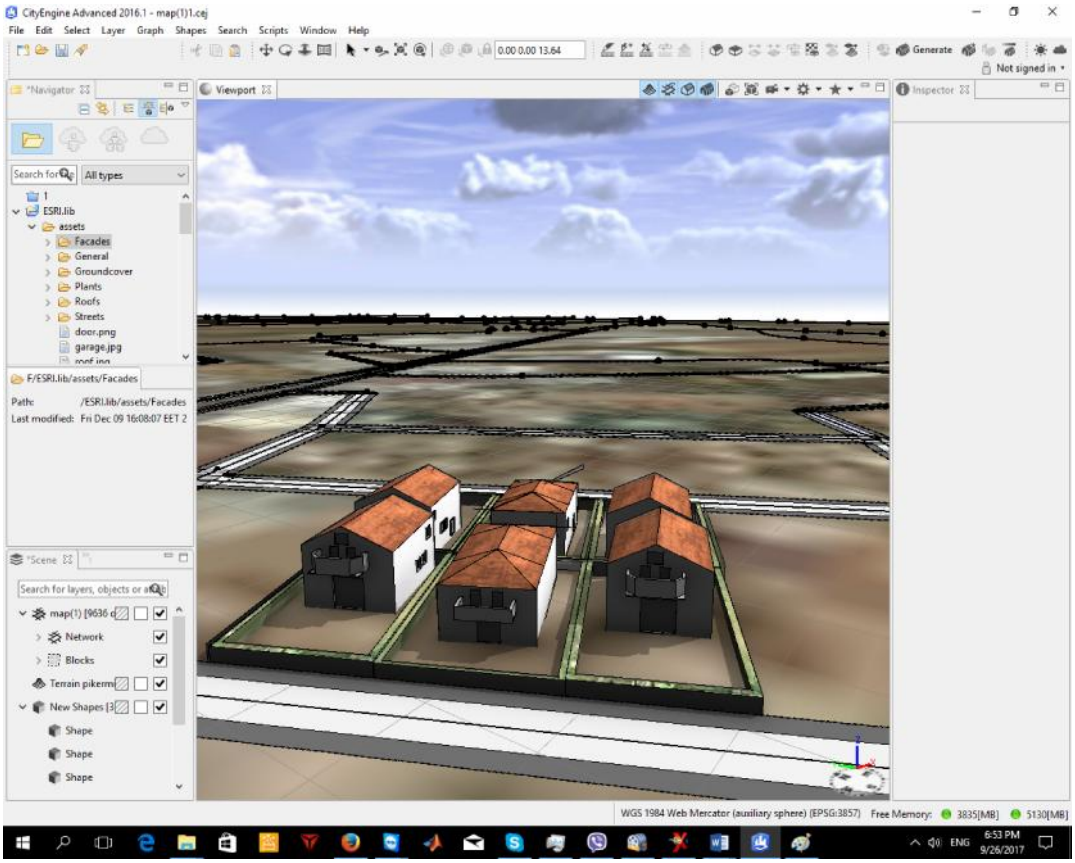

**Εικόνα 75 Τοποθέτηση υφής κεραμοσκεπής σε μια από τις ιδιοκτησίες**

- Φράχτες



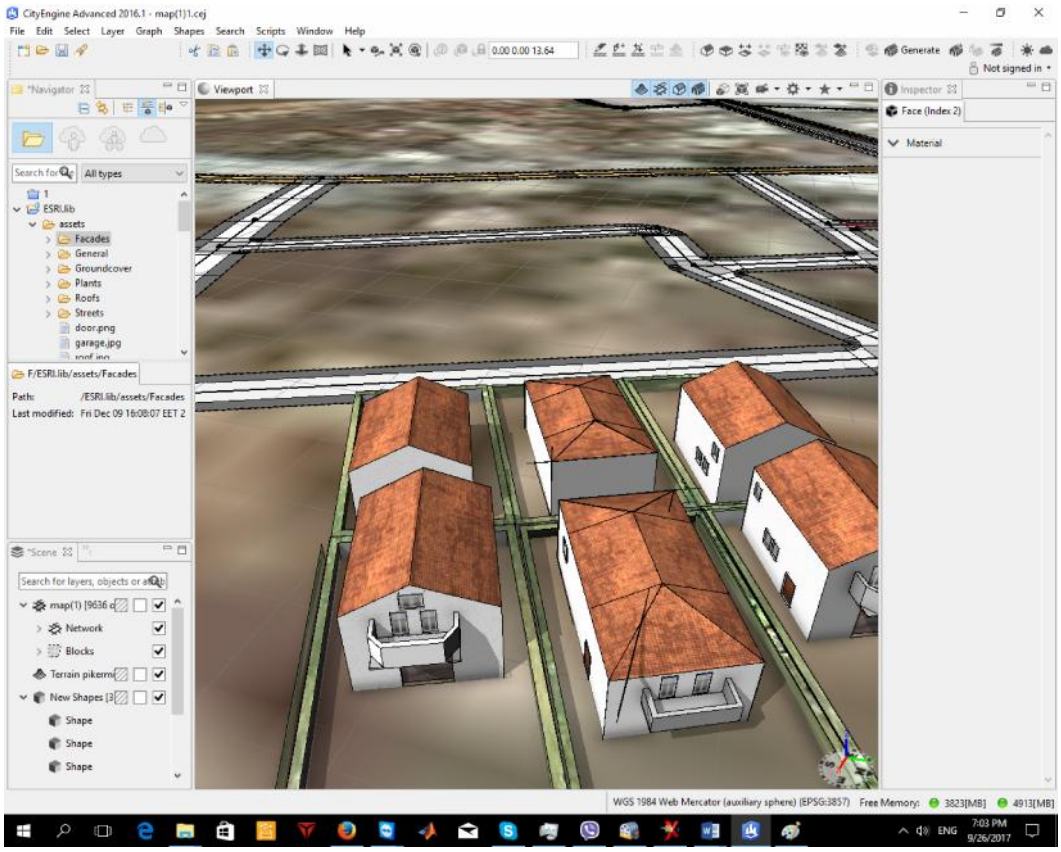

**Εικόνα 76 Αποτέλεσμα τοποθέτησης της υφής πρασίνου στους φράχτες**

- Τοποθέτηση υφής σε τοίχους

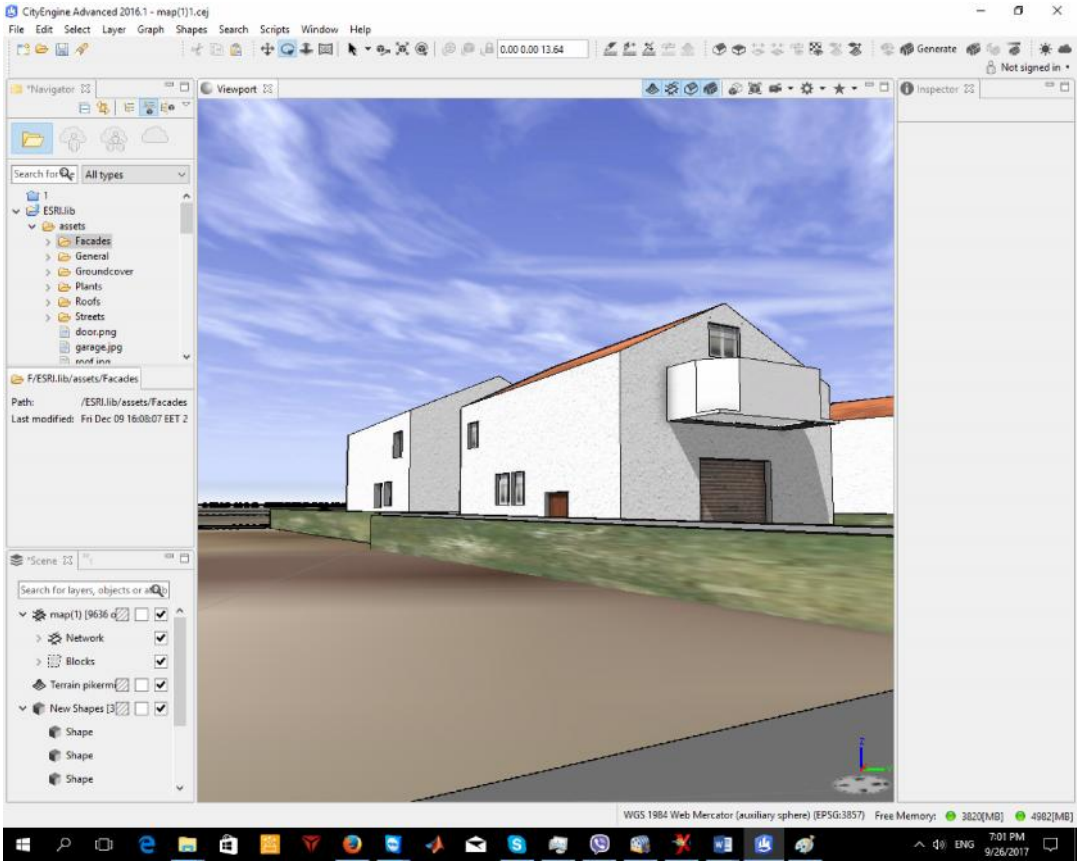



**Εικόνα 77 Αποτέλεσμα τοποθέτησης υφής τοιχοποιίας**

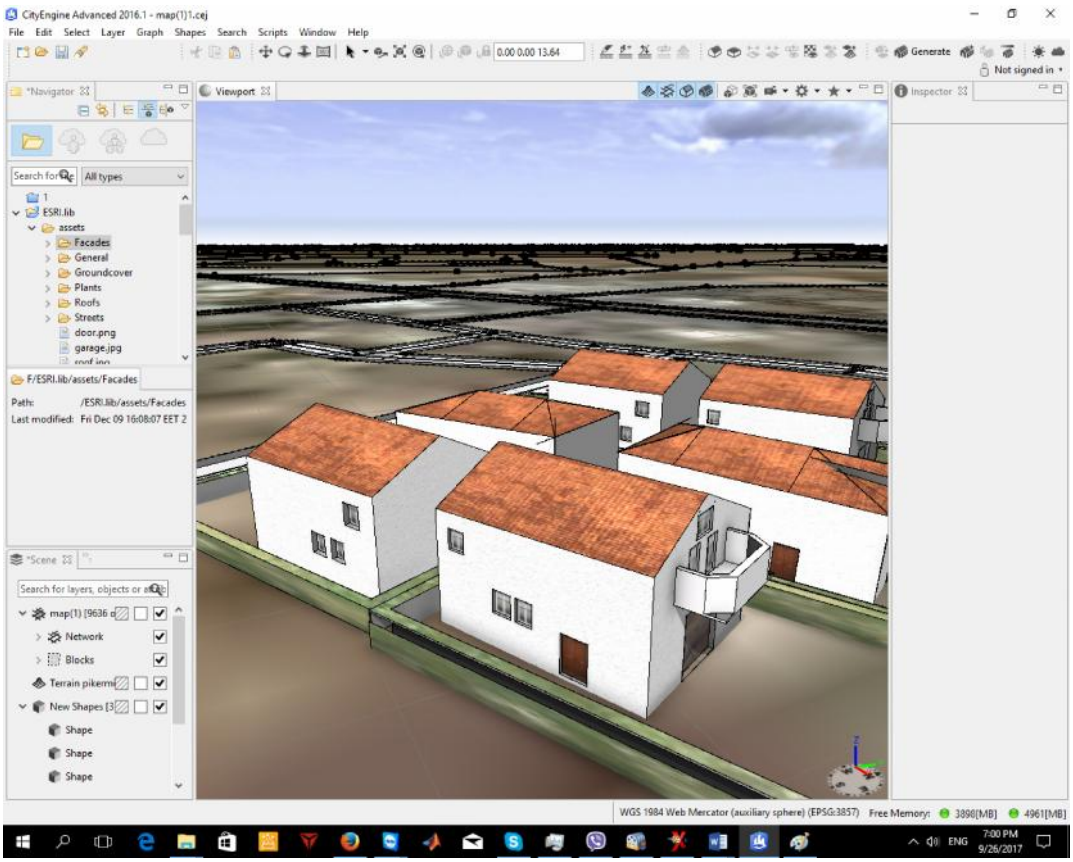
- Τοποθέτηση υφής σε παράθυρα και πόρτες – ολοκλήρωση απεικόνισης




**Εικόνα 78 Άποψη των κατοικιών που δείχνει το αποτέλεσμα τοποθέτησης υφής σε παράθυρα και πόρτες**




**Εικόνα 79 Λεπτομέρεια φωτορεαλιστικής απεικόνισης στην πρώτη ιδιοκτησία**




**Εικόνα 80 Άποψη ολοκληρωμένης φωτορεαλιστικής απεικόνισης ιδιοκτησιών**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8$^{ο}$ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάπτυξη ενός τρισδιάστατου κτηματολογικού συστήματος στην Ελλάδα αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για την καταγραφή και ταξινόμηση των ιδιοκτησιών και θεωρείται σημαντική λόγω του περίπλοκου ιδιοκτησιακού καθεστώτος σε πολλές περιοχές της χώρας και των προβλημάτων που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια των κτηματολογικών καταγραφών. Η τρισδιάστατη πληροφόρηση μπορεί να βοηθήσει στην επίλυση νομικών, πολεοδομικών ή ιδιοκτησιακών προβλημάτων, που με τα δισδιάστατα και μόνο δεδομένα θα ήταν δύσκολη έως αδύνατη. Παραδείγματα με πολύπλοκο/ πολυεπίπεδο ιδιοκτησιακό καθεστώς συναντάμε σε νησιά του Αιγαίου, όπως η Σαντορίνη ή η περιοχή της χώρας της Μυκόνου, όπου υφίστανται περιπτώσεις όπου αυτοτελείς ιδιοκτησίες βρίσκονται σε όροφο άνωθεν του ισογείου χωρίς να είναι κατανοητή η ακριβής θέση τους. Επίσης, ιδιοκτησίες που βρίσκονται πάνω από οδό του νησιού (κοινόχρηστος χώρος), χωρίς όμως αυτός να ανήκει στο αντίστοιχο γεωτεμάχιο.

Επιπλέον, με το τρισδιάστατο κτηματολόγιο μπορεί να γίνουν αντιληπτές αλλαγές χρήσης αλλά και μεταβολές που επιφέρονται σε κτήρια και υποδομές με τρόπο άμεσο και οπτικά συνεπή. Μπορεί να αποτελέσει πηγή δεδομένων σε πολεοδομικές μελέτες (ανάπλαση αστικού ιστού-βιωσιμότητα-ποιότητα ζωής), υδραυλικές μελέτες (πλημμύρες σε δομημένες περιοχές όμορες σε ρέματα), μελέτες κατασκευής έργου (υπόγειες κατασκευές) και μελέτες οδοποιίας (κατασκευή γεφυρών, οδών). Επιπρόσθετα, μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό εργαλείο στην ανάπτυξη του κλάδου της Αγοράς Ακινήτων καθώς το τρισδιάστατο κτηματολόγιο περιέχει όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες σχετικά με το κτίσμα.

Από την άλλη πλευρά, η εφαρμογή ενός πλήρους τρισδιάστατου κτηματολογικού συστήματος, την δεδομένη στιγμή, φαίνεται να είναι δύσκολη, ιδιαίτερα εφόσον δεν έχει ολοκληρωθεί η κτηματολογική καταγραφή των ιδιοκτησιών στο σύνολο του Ελλαδικού χώρου. Για την εφαρμογή αυτή, απαιτείται η αναμόρφωση του ισχύοντος νομικού πλαισίου και η κατάλληλη τεχνογνωσία προκειμένου να αναπαρασταθεί με λεπτομέρεια η πραγματική κατάσταση των σύνθετων και αλληλοεπικαλυπτόμενων ιδιοκτησιών.

Προσπάθειες προς την κατεύθυνση ενός πλήρους τρισδιάστατου κτηματολογικού συστήματος προσεγγίζονται επιτυχώς από χώρες όπως η Ολλανδία, η Αυστραλία, το Ισραήλ κ.ά., οι οποίες έχουν ένα διαμορφωμένο και ολοκληρωμένο δισδιάστατο κτηματολογικό σύστημα καταγραφής και κάποιες από αυτές έχουν ήδη θεσπίσει ειδικό

νομικό πλαίσιο για την κατοχύρωση ιδιοκτησιών και δικαιωμάτων στον τρισδιάστατο χώρο.

Τα δεδομένα που συλλέγει το δισδιάστατο κτηματολόγιο, τη δεδομένη στιγμή, αφορούν κυρίως τη νομική και χωρική πληροφορία και τα όρια των γεωτεμαχίων, καθώς και ελάχιστες πληροφορίες για κτίσματα (ύψη ορόφων, ακρίβεια εμβαδών κάλυψης κτηρίων, διαρρύθμιση ορόφων κλπ.).

Η εργασία αυτή είχε ως στόχο τη διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης υλικού κτηματογράφησης για τη σύνταξη 3D κτηματολόγιο στην περιοχή του Πικερμίου. Η προσπάθεια σχεδιασμού των τρισδιάστατων ιδιοκτησιών στην εν λόγω περιοχή έγινε με τη χρήση του προγράμματος City Engine, και με δεδομένα που συλλεχθήκαν από τους πολίτες κατά την κτηματογράφηση της περιοχής Πικερμίου, με τα ακόλουθα συμπεράσματα.

Στην περίπτωση της περιοχής μελέτης του Πικερμίου, ένα πολύ μικρό ποσοστό ιδιοκτητών, σε γεωτεμάχια με κτίσμα, προσκόμισε σχέδια για τα κτίσματα αυτά (όπως κατόψεις, τομές και όψεις). Στον παρακάτω πίνακα, αναφέρονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία που προέκυψαν κατά την συλλογή των δηλώσεων ιδιοκτησίας.

| ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ | ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ ΜΕ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ | ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ ΜΕ ΚΤΙΣΜΑΤΑ | ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ ΜΕ ΚΤΙΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ |
|---|---|---|---|
| 29.100 | 9.505 | 11.164 | 6.526 |

Από τα παραπάνω, προκύπτει ότι τοπογραφικό διάγραμμα προσκομίστηκε στο 22,5% των δικαιωμάτων με κτίσμα. Να σημειωθεί ότι, μετά από δειγματοληπτικό έλεγχο σαρωμένων τοπογραφικών διαγραμμάτων προέκυψε ότι από τα 300 τοπογραφικά διαγράμματα μόνο τα 6 είχαν πληροφορίες σχετικά με τα κτίσματα (αριθμό ορόφων, στάθμη ορόφων, τετραγωνικά ορόφων κ.α.).

Για την υλοποίηση του δισδιάστατου κτηματολογικού συστήματος, τα στοιχεία των κτισμάτων δεν αποτελούν απαραίτητα συνημμένα γι' αυτό το λόγο δεν ήταν απαραίτητη και η προσκόμισή τους. Για την κατοχύρωση των ιδιοκτησιών και δικαιωμάτων και την ορθή θέση των γεωτεμαχίων απαραίτητα συνημμένα είναι οι τίτλοι ιδιοκτησιών και όχι τα τοπογραφικά διαγράμματα τα οποία μέχρι σήμερα δεν είναι υποχρεωτικά.

Όσον αφορά στις ιδιοκτησίες που παρουσιάστηκαν τρισδιάστατα στην εν λόγω εργασία αποτελούν μια περίπτωση όπου ένας εκ των ιδιοκτητών είχε προσκομίσει στοιχεία για τα κτίσματα (συμβόλαιο, τοπογραφικό διάγραμμα με απεικονιζόμενα τα όρια των κτισμάτων) τα οποία δεν ήταν αρκετά για την πλήρη και ορθή απεικόνιση τους.

Επομένως, το σύνολο των στοιχείων που συλλέχθηκαν από την μελέτη της περιοχής του Πικερμίου για την εφαρμογή του δισδιάστατου κτηματολογικού συστήματος, δεν θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για την υλοποίηση του πλήρους τρισδιάστατου κτηματολογίου της ευρύτερης περιοχής.

Όσον αφορά στο πρόγραμμα City Engine, και την χρηστικότητά του, αυτή κρίνεται ως σχετικά δύσκολη για τον χρήστη. Υπάρχουν μια σειρά από γνώσεις που είναι απαραίτητες (γεωαναφορά, συστήματα GIS), ενώ είναι απαραίτητη και η γνώση χρήσης αντίστοιχων πλατφορμών για την εξαγωγή και επεξεργασία των απαραίτητων δεδομένων (google maps, google earth, ArcGIS, ArcScene, OpenStreetMap). Η ίδια η πλατφόρμα του City Engine έχει μια αρκετά περίπλοκη δομή (αν και στις τελευταίες εκδόσεις έχει απλοποιηθεί σε κάποιο βαθμό), που απαιτεί ένα σεβαστό χρόνο εξοικείωσης με το χρήστη.

Ως εκ τούτου, με την αναμόρφωση του ισχύοντος νομικού πλαισίου, την κατάλληλη τεχνογνωσία και την συλλογή συμβολαιογραφικών εγγράφων, στελεχών οικοδομικών αδειών, σχεδίων κατόψεων, σχεδίων τομών, εξαρτημένων τοπογραφικών διαγραμμάτων, ΦΕΚ από τις αρμόδιες υπηρεσίες μελετών (Πολεοδομία, Νομαρχίες, Εφορείες Αρχαιοτήτων) και τους ίδιους τους πολίτες/ ιδιοκτήτες όπως επίσης και μετρήσεων από τον ανάδοχο του έργου, η λειτουργία του τρισδιάστατου κτηματολογίου θα μπορεί να προσεγγιστεί επιτυχώς.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ


Δημοπούλου, Ε., (2012), *3D Καταγραφές στο Εθνικό Κτηματολόγιο*. Σημειώσεις του Μαθήματος Θέματος "Ανάπτυξη και Διαχείριση Συστημάτων Κτηματολογίου, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα.

Δημοπούλου, Ε., (2012)*, Διερεύνηση και Καταγραφή Προβλημάτων κατά τη Σύνταξη του Εθνικού Κτηματολογίου*. Σημειώσεις του Μαθήματος Θέματος "Ανάπτυξη και Διαχείριση Συστημάτων Κτηματολογίου, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα.

Δημοπούλου, Ε., (2015)*, nD Κτηματολόγιο. Σχεδιασμός-Ανάπτυξη-Πρότυπα-Μοντελοποίηση*. Αθήνα: Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα.

Ζεντέλης Π. (2011). *Περί Κτημάτων Λόγος και Κτηματολόγιο*. Τόμος Β', Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Κωστή Β., (2014). *Κανονιστική Μοντελοποίηση στο τρισδιάστατο Κτηματολόγιο με εφαρμογή σε λεπτομέρειες 3D κτηριακό μοντέλο*. ΕΜΠ, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα, Ιούλιος.

Μπακιρτζόγλου Χ. (2012), *Εισαγωγή στις εκτιμήσεις* ακινήτων, ΤΕΕ – ΤΚΜ, Θεσσαλονίκη.http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA_SEMINARIA/

Ντόκου, Α. (2004), *Χωρικές διαδικασίες τεκμηρίωσης τρισδιάστατης πληροφορίας ιδιοκτησιακών αντικειμένων*. Κείμενα Πολεοδομίας, Χωροταξίας και Ανάπτυξης. ΑΕΙΧΩΡΟΣ. Τόμος 3. Τεύχος 2.

Τσιλιάκου Ε., (2013). *Κανονιστική μοντελοποίηση στο 3D Κτηματολόγιο – Εφαρμογή στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου*. Διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα, Οκτώβριος.


### ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ


Aien, A., Kalantari, M., Rajabifard, A., Williamson, I. & Wallace, J. (2013). Towards Integration of 3D Legal and Physical Objects in Cadastral Data Models. Land Use Policy, Vol 35, 140-154.

Benhamu M. and Doysher. (2001), *"Research toward a multilayer 3D cadastre: interim results*", Proceedings, International Workshop, Delft.

Billen R. and Zlatanova, S. (2001), *"3d spatial relationships model: a useful concept for 3d cadastre*", Proceedings, International Workshop, Delft.

Dimopoulou, E., Karki, S. et al. (2016). *Initial Registration of 3D Parcels*. 5th International FIG 3D Cadastre Workshop.

El-Mekawy, M., Paasch, J. & Paulsson, J. (2014). Integration of 3D Cadastre, 3D Property Formation and BIM in Sweden. *4th International Workshop on 3D Cadastres , 9-11 November 2014* (pp.17-34). Dubai.

Eriksson, G. & Jansson L. (2010). *Strata Titles are introduced in Sweden*. *Paper to FIG Congress, 11-16 April 2010* (13 p). Sydney.

Eriksson, G. (2005). A New Multi-Dimensional Information System Introduced in Sweden. *FIG Working Week 2005: From Pharaohs to Geoinformatics and GSDI-8, 16-21 April 2005* (pp.). Cairo.

Karki, S., Thompson, R., & McDougall, K. (2010). *Data validation in 3D cadastre. Developments in 3D geoinformation sciences* (pp. 92-122). Springer Berlin Heidelberg.

Kaufmann, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M. (2004). *Governance matters III: Governance Indicators for 1996, 1998, 2000, and 2002*. *The World Bank Economic Review, Vol 18*(No 2), 253-287.

Oosterom P.J.M. van and Lemmen C.H.J. (2001), *"Spatial data management on a very large cadastral database*", *Computers, Environments and Urban Systems (CEUS)*, volume 25, No4-5: 509-528.

Paasch, J. M. (2012). *Standardization of real property rights and public regulations: The legal cadastral domain model* (University dissertation). Stockholm.

Paulsson, J. (2011). 3D Property in Sweden. In Moniulotteinen maanmittaus/ Kirsikka Niukkanen (Ed.), *Conference of Surveying Sciences, 1-2 December 2011* (pp. 9-21). Helsinki: The Finnish Society of Surveying Sciences & Finnish Association of Geodetic and Land Surveyors, Special Series n:o 48. Multiprint Oy, Vantaa (Finland), ISBN 978-952-67316-1-2.

Silva M J, Bessa M I, Machado V and Clode L (2005): Breves notas sobre os procedimentos legais conducentes à primeira inscrição no registo predial português e à

regularização fundiária no âmbito das operações urbanísticas". CINDER 2005 – XV Conferência International de Direito Registral. Fortaleza (Brasil), 7-10 November.

Stoter J. and Salzmann, M. (2001), *"Towards a 3d Cadastre: where do cadastral needs and technical possibilities meet"*, Proceedings, International Workshop, Delft.

Stoter J. E. (2004). 3D Cadastre. PhD theasis, Delft, Netherlands. September.

Stoter, J., Hendrik, P., Louwman, W., van Oosterom, P., & Wünsch, B., (2011). *Registration of 3D situations in land administration in the Netherlands.* Proceedings 2nd International Workshop on 3D Cadastres, Delft, The Netherlands (pp. 27-290).

Vučić N, Tomić H, Roić M (2013): Registration of 3D Situations in Croatian Land Administration System. International Symposium & Exhibition on Geoinformation ISG 2013. Johor Bahru (Malaysia), 24-25 September.

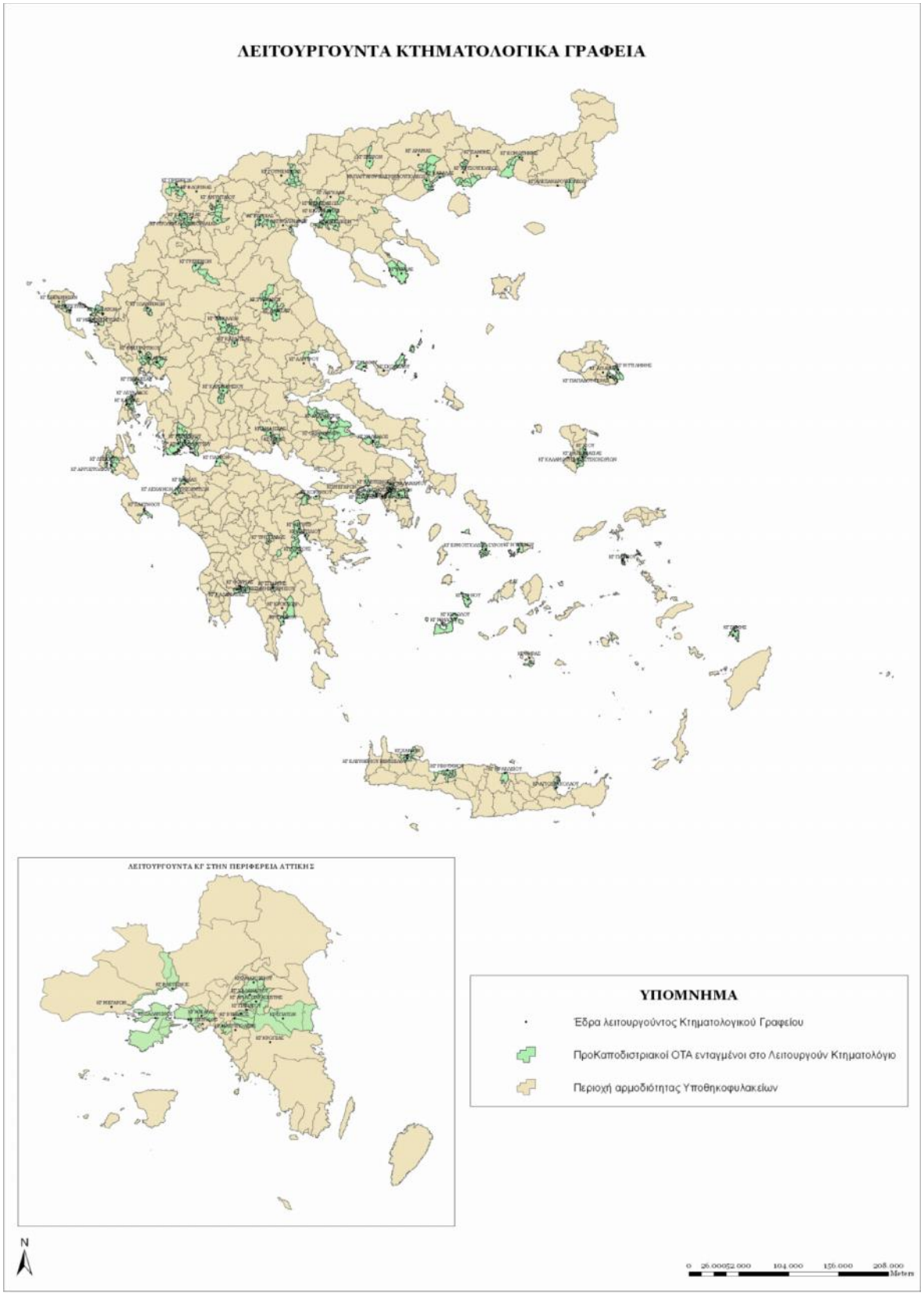
**ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ**

http://www.ktimatologio.gr/Pages/Default.aspx

http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/BUCKET/A1601/Other/A1601_SKT01_TB_DC_00_2000_11_F_GR.pdf

http://www.statistics.gr/el/census-buildings-2011

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ




**Εικόνα Π1 Λειτουργούντα Κτηματολογικά Γραφεία στη χώρα**