



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**Σχολή Αγρονόμων
και Τοπογράφων
Μηχανικών**

Διπλωματική Εργασία:
**Διερεύνηση των δυνατοτήτων
διαχείρισης 3D
κτηματολογικών δεδομένων με
τεχνολογία BIM**

Ανδριανέση Δήμητρα-Ευσταθία

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:
Έφη Δημοπούλου,
Αν. Καθηγήτρια, Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2016



**NATIONAL TECHNICAL
UNIVERSITY OF ATHENS**
School of Rural and
Surveying Engineering

Diploma Thesis:
Investigating the potentials of
managing 3D cadastral data in
BIM models

Andrianesi Dimitra-Efstathia

Supervisor:
Efi Dimopoulou,
Associate Professor, NTUA

Athens, October 2016

Copyright @ Ανδριανέση Δήμητρα- Ευσταθία

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στον Τομέα Τοπογραφίας της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου στο πλαίσιο της εμβάθυνσης στον τομέα του Κτηματολογίου υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας κ. Έφης Δημοπούλου. Με την παρούσα εργασία ολοκληρώνονται οι προπτυχιακές μου σπουδές στη Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου και οφείλω να ευχαριστήσω θερμά του ανθρώπους που συνέβαλλαν σε αυτή την πορεία μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κ. Έφη Δημοπούλου για την εμπιστοσύνη που έδειξε κατά την ανάθεση της εργασίας, αλλά και για την πολύτιμη υποστήριξη και καθοδήγησή της, καθώς η βοήθεια που μου προσέφερε είναι ανεκτίμητη καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Τάσο Λαμπρόπουλο, Δρ.Α.Τ.Μ., για την πολύτιμη βοήθειά του και υποστήριξη στα πλαίσια της εκπόνησης αυτής της εργασίας.

Ευχαριστίες αρμόζουν στην Εταιρεία 'Εθνικό Κτηματολόγιο & Χαρτογράφηση Α.Ε.' (Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε.) για τη βοήθεια που προσέφεραν και την Πολεοδομική Υπηρεσία Αγίας Παρασκευής για το υλικό που διέθεσαν.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω πολύ την οικογένειά μου και τα αγαπημένα μου πρόσωπα, που υπήρξαν πάντα στήριγμα στο πλάι μου, ιδιαίτερα τη μητέρα μου στην οποία οφείλω όλη τη διαδρομή των σπουδών μου και τους φίλους για την υποστήριξή τους στην προσπάθειά μου αυτή.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1. ΠΕΡΙ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ	12
1.1. Ορισμός και γενικά στοιχεία Κτηματολογίου	13
1.2. Σύγχρονο Κτηματολόγιο	16
1.3. Πορεία του Εθνικού Κτηματολογίου	17
1.3.1. Φάσεις Εθνικού Κτηματολογίου	18
1.4. Θεσμικό πλαίσιο.....	22
1.5. Αστικός Κώδικας	26
1.6. Τεχνικές Προδιαγραφές.....	27
1.7. Οφέλη του κτηματολογίου	30
1.8. Προβλήματα του Κτηματολογίου	32
2. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....	35
2.1. Βασικές έννοιες και ορισμοί	35
2.2. Νομική, Θεσμική και Τεχνική Διάσταση 3D Κτηματολογίου.....	37
2.3 Είδη 3D Κτηματολογίου	39
2.4. Νομοθεσία για το 3D Κτηματολόγιο	41
2.4.1. Ελλάδα.....	42
2.4.2. Στο διεθνή χώρο	45
2.4.2.1. Αστικό Δίκαιο	45
2.4.2.2. Χώρες του Κοινού Δικαίου	50
2.4.2.3. Κράτη Μεικτού Δικαίου.....	52
2.5. Ανάγκη για 3D Κτηματολόγιο στην Ελλάδα	54
2.5.1. Το Κτηματολόγιο στην Ελλάδα	54
2.5.2. 3D περιπτώσεις στην Ελλάδα.....	57
2.5.2.1. Τυπικά τρισδιάστατα κτηματολογικά αντικείμενα.....	57
2.5.2.2. Μη τυπικά τρισδιάστατα κτηματολογικά αντικείμενα.....	61
2.6. Ανάγκη για 3D Κτηματολόγιο στο διεθνή χώρο.....	64
2.6.1. Κίνα.....	64
2.6.2. Σιγκαπούρη.....	67
2.6.3. Μαλαισία.....	70
2.6.4. Κόσσοβο.....	72

2.7	Πρωτότυπα συστήματα	75
2.7.1	Βικτώρια, Αυστραλία	76
2.7.2	Ισπανία	80
2.7.3	Ρωσία.....	85
2.7.4	Ισραήλ	92
3	Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ (BIM).....	97
	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	97
3.1.	Ορισμός BIM.....	98
3.2.	Τεχνολογίες BIM και CAD (Computer Aided Design)	99
3.2.1.	CAD (Computer Aided Design).....	100
3.2.2.	BIM	101
3.2.3.	Σύγκριση μεθοδολογίας BIM με το CAD (Computer Aided Design).....	102
3.2.	Διαστάσεις BIM	107
3.4.	Εργαλεία BIM	110
3.5.	Φάσεις της διαδικασίας κατασκευής ενός κτηρίου	112
3.5.1.	Φάση Σχεδιασμού (Design Phase)	113
3.5.2.	Φάση κατασκευής (Construction Phase).....	116
3.5.3.	Φάση λειτουργίας (Operation Phase).....	117
3.6.	BIM και Πολιτισμική Κληρονομιά, HBIM.....	118
3.7.	Επίπεδο λεπτομέρειας-ανάπτυξης σχεδιασμού (L.O.D)	120
3.8	Διαλειτουργικότητα.....	123
3.8.1	Ανοιχτά πρότυπα	125
3.8.2.	Open BIM.....	133
3.8.3.	Διαλειτουργική πλατφόρμα	134
3.9.	Η τεχνολογία BIM σε διεθνές επίπεδο	136
4.	ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ 3D ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ BIM	147
4.1.	Επισκόπηση της μοντελοποίησης 3D Κτηματολογίου με χρήση BIM	149
4.1.1.	Χρήση BIM για τον σχηματισμό 3D ιδιοκτησίας στην Σουηδία	151
4.1.2.	Συμβολή του IFC προτύπου στο 3D Κτηματολόγιο	153
4.1.2.1.	Διεξαγωγή ανάλυσης για τις απαιτήσεις σε στοιχεία για την σωστή διαχείριση 3D RRR χώρων.	155
4.1.2.2.	Απαιτήσεις για διαχείριση 3D RRR δεδομένων.....	157
4.1.2.3.	Ανάπτυξη επέκτασης στο IFC πρότυπο	158
4.2.	Επισκόπηση στις μεθόδους επικύρωσης κτηματολογικών οντοτήτων	160

4.3 Μοντελοποίηση 3D Κτηματολογίου με τη χρήση Revit.....	163
4.3.1. Δεδομένα Εισόδου & Λογισμικό	163
4.3.2 Μεθοδολογική Προσέγγιση.....	164
4.3.3. Επικύρωση BIM μοντέλου με τη χρήση του SMC	187
4.3.3.1. Εφαρμογή	189
4.3.4. Διαλειτουργικός χαρακτήρας	197
4.3.5. Συμπεράσματα.....	202
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	205

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η γη συνιστά από πάντα ένα σημαντικό προνόμιο με ιδιαίτερη αξία για τον άνθρωπο καθώς χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς όπως στη στέγαση, για οικονομικούς και κοινωνικούς σκοπούς. Η τεχνολογική ανάπτυξη και αστικοποίηση έχει οδηγήσει μεταξύ άλλων σε αύξηση του πληθυσμού, έντονη αξιοποίηση της γης και αύξηση των απαραίτητων αγαθών στις μοντέρνες κοινωνίες. Αποτέλεσμα αυτών αποτελεί η ανάγκη για κατασκευές επάνω και κάτω από την επιφάνεια της γης. Τα σύγχρονα συστήματα διαχείρισης γης χρησιμοποιούν κυρίως δισδιάστατα (2D) σχέδια για τον ορισμό και διασφάλιση δικαιωμάτων ιδιοκτησίας σε πολύοροφα κτήρια. Τα σχέδια αυτά όμως δεν μπορούν να διαχειριστούν αποτελεσματικά τη χωρική πολυπλοκότητα των στρωματοποιημένων ιδιοκτησιών που σχετίζονται με τα περίπλοκα πολυεπίπεδα κτήρια. Το Κτηματολόγιο αποτελεί τον πυρήνα κάθε συστήματος διαχείρισης γης παρέχοντας υπόβαθρο και μοναδικό προσδιορισμό κάθε γεωτεμαχίου. Επομένως, προκειμένου να διαχειριστούμε τρισδιάστατους (3D) χώρους, κρίνεται αναγκαία η διερεύνηση της δυνατότητας ανάπτυξης κατάλληλης μεθόδου διαχείρισης 3D κτηματολογικών δεδομένων.

Η τεχνολογία BIM (Building Information Modeling) συνιστά μία συνεχώς αυξανόμενη και υποσχόμενη ανάπτυξη στον τομέα των κατασκευών η οποία επιτρέπει τη δημιουργία n-διαστάσεων (nD) εικονικών μοντέλων κάθε εγκατάστασης εμπλέκοντας πολλούς ειδικούς σε όλη τη διάρκεια ζωής της. Η χρήση BIM δεδομένων παραγόμενων κατά τη διάρκεια σχεδιασμού και κατασκευής του έργου συμβάλλει στη μείωση χρόνου και χρήματος και ταυτόχρονα στην ακριβή και με ασφάλεια διαχείρισή του, εδραιώνοντας τη βιώσιμη λειτουργία του (6D BIM). Παρόλα αυτά, δεν υπάρχει ακόμα η δυνατότητα για εγγραφή και αναπαράσταση πληροφοριών αναφερομένων σε ιδιοκτησίες και όρια, οι οποίες αποτελούν και τον πυρήνα των πληροφοριών για τη διαχείριση γης.

Η διπλωματική αυτή εργασία εξυπηρετεί την ανάπτυξη μιας διαλειτουργικής πλατφόρμας ενσωμάτωσης 3D κτηματολογικών πληροφοριών σε BIM λογισμικό. Για το σκοπό αυτό, γίνεται αναφορά στην πιλοτική εφαρμογή BIM σε ένα κτήριο γραφείων, βασιζόμενη σε διαλειτουργικά εργαλεία και μεθόδους με σκοπό να αναδείξει τη δυνατότητα χρήσης της τεχνολογίας BIM για μοντελοποίηση και διαχείριση 3D ιδιοκτησιών.

ABSTRACT

Land has always been an asset of great value to man, being used for dwelling, economic and social purposes. Technological development and urbanization have, among others, led to overpopulation, intensive exploitation of land and increased number of necessities in modern societies, which result in the need of constructions above and/or below the ground. The current land administration systems mainly use 2D plans to define and secure ownership rights associated with properties in high-rise buildings. Unfortunately, these plans do not effectively manage the spatial complexity associated with these multi-layered properties in such buildings. The cadastre is at the core of any land administration system providing integrity and unique identification of every land parcel. Therefore, facing the development of three dimensional (3D) spaces, developing a 3D cadastral management mode is imperative.

Building Information Modeling (BIM) is a fast-growing technology and a promising development in AECO industry that allows for the development of a n-Dimensional (nD) virtual model of the facility by involving many stakeholders throughout its lifecycle. Using BIM data generated during design and build over the whole project lifecycle enables faster, safer, less wasteful construction and more cost-effective, sustainable operation, maintenance and eventual decommissioning (6D BIM). However, there is currently no capacity in BIM for recording and representing information about ownership and boundaries of properties, which is the core land administration information.

This thesis facilitates an overall understanding of an interoperability platform for integration of BIM with 3D cadastral data. Therefore, it is proposed a prototype BIM model of a complex office building based on collaborative tools and methods to showcase the potential capability of using BIM for modeling and managing 3D ownership rights.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες η αυξανόμενη με γρήγορους ρυθμούς πυκνότητα του πληθυσμού έχει οδηγήσει σε έντονη χρήση της γης. Κατασκευές περίπλοκες επάνω και κάτω από την επιφάνεια της γης αποτελούν συνηθισμένο φαινόμενο πια σε όλα τα αστικά κέντρα λόγω του ολοένα αυξανόμενου πληθυσμού και ταυτόχρονα μειωμένου χώρου στην επιφάνεια αυτής. Οι ιδιοκτησίες πλέον πρέπει να αντιμετωπίζονται σε τρεις διαστάσεις καθώς ο κόσμος είναι τριών διαστάσεων. Επομένως, η τάση αυτή που επικρατεί παγκοσμίως πυροδοτεί νέες ανάγκες για ασφάλιση και προστασία της ιδιοκτησίας της γης, η οποία έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι συνδέονται με αυτή. Το σύστημα που χρησιμοποιείται για την εμπειριστατωμένη καταγραφή των δικαιωμάτων και τη νομική προστασία τους είναι το Κτηματολόγιο.

Τα περισσότερα σύγχρονα όμως συστήματα διαχείρισης της γης χρησιμοποιούν 2D μεθόδους για τη διαχείριση κτηματολογικών οντοτήτων όπως κτηματολογικούς χάρτες και διαγράμματα που έχουν ως βάση τους 2D γεωτεμάχια. Οι μέθοδοι αυτές όμως αποδεικνύονται μη αποτελεσματικές και αποδοτικές σε χρόνο και χρήμα για την αναπαράσταση του τρισδιάστατου χώρου. Συνεπώς, τα σύγχρονα Κτηματολόγια που λειτουργούν σε δύο διαστάσεις δεν έχουν τη δυνατότητα να εγγράψουν και να αναπαραστήσουν με ακριβή και λειτουργικό τρόπο σύνθετα δικαιώματα, περιορισμούς και ευθύνες (Rights, Restrictions & Responsibilities, RRR) που αναπτύσσονται στους τρισδιάστατους αυτούς χώρους. Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες και έρευνες σε διάφορες χώρες για την αντιμετώπιση του θέματος αυτού, δημιουργώντας διάφορα πιλοτικά 3D Κτηματολόγια, καμία χώρα όμως δεν έχει υιοθετήσει ακόμα πλήρες 3D Κτηματολόγιο. Λόγοι που οδηγούν στη μη εφαρμογή τους προσανατολίζονται κυρίως σε νομικές και θεσμικές πτυχές οι οποίες πρέπει να προσαρμόζονται κατάλληλα σε κάθε χώρα.

Η ποικιλία μεθόδων, λογισμικών και μεθοδολογιών για 3D μοντελοποίηση ακολουθεί τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας πληροφοριών (Information Technology, IT), συνεισφέροντας με προηγμένους τρόπους απεικόνισης της τρίτης διάστασης των ιδιοκτησιών. Από τη μία πλευρά BIM, CityGML (City Geography Markup Language) και CAD αποτελούν μεθόδους για λεπτομερή 3D μοντελοποίηση φυσικών αντικειμένων. Από την άλλη πλευρά μοντέλα διαχείρισης γης όπως ePlan (Electronic Plan) και το LADM (Land Administration Domain Model) συμβάλλουν στην οργάνωση της νομικής πληροφορίας χωρίς να αναφέρονται στη φυσική πραγματικότητα. Η σύνταξη ενός 3D Κτηματολογίου απαιτεί την ύπαρξη μιας ενσωματωμένης λύσης η οποία συνιστά και τον βασικό στόχο της διπλωματικής εργασίας, ο οποίος προσανατολίζεται στον συνδυασμό 3D φυσικής πληροφορίας με την αντίστοιχη νομική με μία καινοτόμο τεχνική που μόλις τα τελευταία χρόνια έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης για κτηματολογικούς σκοπούς, BIM.

Αναλυτικότερα, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα γενικά στοιχεία του Κτηματολογίου με έμφαση στην πορεία του μέσα στο χρόνο, στο θεσμικό πλαίσιο, στις τεχνικές προδιαγραφές του και στα θετικά χαρακτηριστικά και προβλήματα που εμφανίζονται στην υπάρχουσα μορφή του.

Στο δεύτερο κεφάλαιο μελετάται το 3D Κτηματολόγιο δίνοντας μια αρχική εικόνα του μέσω της αναφοράς στις βασικές έννοιες και ορισμούς του όπως και τις διαστάσεις και τα είδη του. Επιπροσθέτως, γίνεται εκτενής αναφορά όσο αφορά το νομικό και το διοικητικό πλαίσιο ανάπτυξης 3D Κτηματολογίου στην Ελλάδα και σε διεθνές επίπεδο και στις περιπτώσεις που απαιτούν 3D Κτηματολόγιο. Τέλος, τα πιο γνωστά πρωτότυπα συστήματα που έχουν αναπτυχθεί στο διεθνή χώρο και στοχεύουν στην υιοθέτηση συστημάτων τρισδιάστατης κτηματολογικής εγγραφής αναλύονται διεξοδικά.

Στο τρίτο κεφάλαιο αποσαφηνίζεται η έννοια του BIM μέσα από ορισμούς και τη σύγκριση του με τα συστήματα CAD (Computer Aided Design). Στη συνέχεια αναλύονται οι διαστάσεις και τα εργαλεία BIM καθώς και οι φάσεις που διαπερνά κάθε έργο για να φτάσει από τον αρχικό σχεδιασμό στην ολοκλήρωση και έπειτα στη λειτουργία του. Τέλος, ο τομέας της διαλειτουργικότητας ξετυλίγεται μέσω της υιοθέτησης ανοιχτών προτύπων και γίνεται αναφορά σε δύο έρευνες που πραγματοποιήθηκαν από την NBS (National Building Specification) και τον Shaikh αντίστοιχα το 2016 με τη μορφή ερωτηματολογίου, με σκοπό τον προσδιορισμό του βαθμού υιοθέτησης και ανάπτυξης της τεχνολογίας BIM στο διεθνή χώρο.

Στο τελευταίο κεφάλαιο αναλύεται διεξοδικά η δυνατότητα 3D μοντελοποίησης κτηματολογικής πληροφορίας με τη χρήση BIM. Στην πρώτη ενότητα πραγματοποιείται αναφορά σε μελέτες που έχουν διεξαχθεί και αφορούν τρόπους και προσπάθειες ενσωμάτωσης κτηματολογικής πληροφορίας σε BIM μοντέλα. Στην δεύτερη ενότητα περιγράφεται η πιλοτική εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε σε κτήριο γραφείων στο Χαλάνδρι με χρήση του λογισμικού BIM Revit, στόχος της οποίας αποτέλεσε η απεικόνιση 3D κτηματολογικών οντοτήτων, βασιζόμενη σε διαλειτουργικά και ανοιχτά πρότυπα. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την παράθεση συμπερασμάτων που προέκυψαν από τη συγκεκριμένη μελέτη.

1. ΠΕΡΙ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Ο χώρος συνιστά πολυδυναμικό φαινόμενο καθώς μετασχηματίζεται με υψηλή ταχύτητα σε συνάρτηση με τους αυξανόμενους ρυθμούς που χαρακτηρίζουν την οικονομική πρόοδο και το βιοτικό επίπεδο. Το σύνολο των πληροφοριών του χώρου υπό, επί και υπέρ της Φυσικής Γήινης Επιφάνειας (Φ.Γ.Ε.) αποτελούν τις χωρικές πληροφορίες. Ο όγκος των πληροφοριών αυτών είναι τεράστιος και καθίσταται αναγκαία η καταγραφή τμήματος των πληροφοριών του. Σημαντικό τμήμα χωρικών πληροφοριών αποτελούν οι σχετικές με τα ακίνητα, διαφοροποιούμενες για κάθε κλίμακα προσέγγισης, ενήμερες για κάθε αλλαγή που συντελείται σε αυτά με σκοπό οι στόχοι που έχουν τεθεί να πραγματοποιούνται.

Η ύπαρξη ενός Συστήματος Καταγραφής Χωρικών Πληροφοριών (Σ.Κ.Χ.Π.) για τα ακίνητα συνιστά επιτακτική ανάγκη για την ορθολογική και αξιόπιστη διαχείριση και διοίκησή τους. Προϋπόθεση για τον σωστό σχεδιασμό, ανάπτυξη και λειτουργία του Σ.Κ.Χ.Π. αποτελούν τρεις αρχές:

- Εξασφάλιση αξιοποίησης στοιχείων και πληροφοριών από όλα τα επίπεδα διοίκησης.
- Η σύγχρονη τεχνολογία συστημάτων να συμβάλει αποτελεσματικά σε όλα τα επίπεδα διοίκησης , δίνοντας γρήγορες λύσεις.
- Πολιτική (Policy), Διαχείριση (Management) και Λειτουργία (Operation) να εξυπηρετούνται από το σύστημα με απώτερο στόχο την ορθολογική άσκηση διοίκησης.

Η επιλογή των προαναφερόμενων στοιχείων ως υπόβαθρο μεγιστοποιεί τις δυνατότητες του Σ.Κ.Χ.Π. τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Το πιο εξελιγμένο Σ.Κ.Χ.Π. σχετικά με τα ακίνητα με δυνατότητα ελαστικότητας των πληροφοριών είναι το σύστημα του Κτηματολογίου. Ένα σύγχρονο Κτηματολόγιο χαρακτηρίζεται ως το ιδανικό Σ.Κ.Χ.Π. διότι συγκροτείται από πληροφορίες σχετικές με τα ακίνητα οι οποίες είναι κατάλληλες, σε σωστή κλίμακα και ενήμερες σε κάθε χρόνο με σκοπό τον έλεγχο και τη νομική προστασία τους. Το εργαλείο αυτό είναι απαραίτητο για κάθε χώρα και διαφοροποιείται ανάλογα με το θεσμικό, τεχνικό και νομικό πλαίσιο που ισχύει σε καθεμία από αυτές.

Το Κτηματολόγιο στην Ελλάδα μελετάται, συντάσσεται και λειτουργεί υπό την ευθύνη της εταιρείας 'Εθνικό Κτηματολόγιο & Χαρτογράφηση Α.Ε.', (Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε.). Το παλαιό σύστημα Υποθηκών και Μεταγραφών αναμένεται να αντικατασταθεί από το θεσμό του Κτηματολογίου. Μοναδικός μέτοχος της Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. συνιστά το Ελληνικό Δημόσιο και η εταιρεία εποπτεύεται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.).

Στο Κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στον ορισμό του Κτηματολογίου και στα γενικά στοιχεία που το χαρακτηρίζουν, στην πορεία του μέσα στο χρόνο, στο θεσμικό πλαίσιο, στις τεχνικές προδιαγραφές του και τέλος στα θετικά χαρακτηριστικά και στα προβλήματα που εμφανίζονται στην υπάρχουσα μορφή του.

1.1. Ορισμός και γενικά στοιχεία Κτηματολογίου

Η Διεθνής Ομοσπονδία Τοπογράφων (FIG) έδωσε έναν ορισμό για το Κτηματολόγιο το 1995. Σύμφωνα με την FIG (1995), το Κτηματολόγιο: *‘συνιστά τον πυρήνα του συστήματος διαχείρισης γης και ορίζεται ως ένα διαρκώς ενήμερο σύστημα πληροφοριών γης, με βάση το γεωτεμάχιο που περιέχει καταγραφές δικαιωμάτων, περιορισμών και ευθυνών. Συνήθως περιλαμβάνει γεωμετρική περιγραφή των γεωτεμαχίων η οποία συνδέεται με άλλες καταγραφές που περιγράφουν την φύση των εγγραφών, την κυριότητα ή τον έλεγχο αυτών και συχνά την αξία του γεωτεμαχίου και τις βελτιώσεις του.’*

Σύμφωνα με τον Ζεντέλη (2011), ως Κτηματολόγιο ορίζεται: *‘ένα γενικό, με αποδεικτική ισχύ και δημόσιου χαρακτήρα σύστημα χωρικών πληροφοριών, για την καταγραφή, την προστασία και τη διαχείριση των εμπραγμάτων δικαιωμάτων των εντός και εκτός συναλλαγής ακινήτων, των οποίων καταγράφει τις κτηματολογικές πληροφορίες.’*

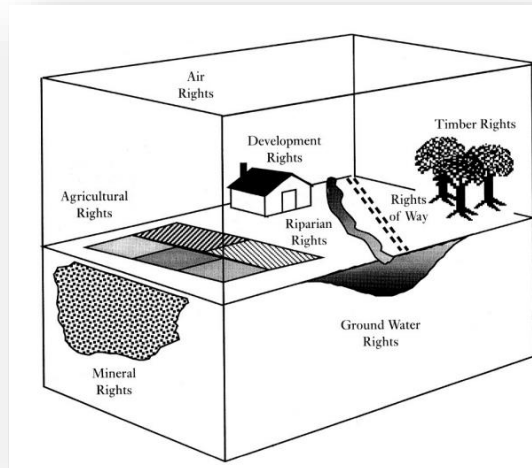
Το Κτηματολόγιο κάθε χώρας πρέπει να είναι ικανό να δώσει απαντήσεις στις ερωτήσεις ποιος διαχειρίζεται ένα ακίνητο, που βρίσκεται το ακίνητο αυτό και ποια δικαιώματα του αντιστοιχούν. Επομένως το Κτηματολόγιο έχει κάποια χαρακτηριστικά που το διακρίνουν Ζεντέλη (2011):

- Το Κτηματολόγιο ως Σ.Κ.Χ.Π. καταγράφει με ενιαίες προδιαγραφές γεωτεμάχια ή γενικότερα ακίνητα:
 - Εντός ή εκτός συναλλαγής
 - Στον αστικό, αγροτικό ή δασικό χώρο
 - Ιδιωτικά ή δημόσια
- Το Κτηματολόγιο έχοντας αναφερθεί ως δημόσιου χαρακτήρα, ενημερώνεται και λειτουργεί με ευθύνη και εγγύηση του δημοσίου.
- Περιβάλλεται από την αποδεικτική ισχύ των περιεχόμενων πληροφοριών.
- Περιέχει ένα σύνολο από πληροφορίες:
 - Κατάλληλες, επαρκείς, ενήμερες, αξιόπιστες και στη σωστή κλίμακα.
 - Αναφερόμενες στα αναγνωρισμένα νομικά δικαιώματα και στα λοιπά εμπράγματα δικαιώματα που δημιουργούνται στα γεωτεμάχια ή στα ακίνητα γενικότερα.
 - Αναφερόμενες στα φυσικά ή νομικά πρόσωπα, στους φορείς της δημόσιας διοίκησης ή του δημοσίου στα οποία αντιστοιχίζονται αμφίμονοσήμαντα τα καταχωριζόμενα εμπράγματα δικαιώματα .
 - Για κάθε γεωτεμάχιο ή ακίνητο γενικότερα:
 - Γραφικές: π.χ. θέση, μορφή, μέγεθος
 - Μη γραφικές – Περιγραφικές: π.χ. εμπράγματα δικαιώματα
- Με την ραγδαία ανάπτυξη της Τεχνολογίας, το Κτηματολόγιο αποκτά σύγχρονο χαρακτήρα, παρέχοντας πληροφορίες ελαστικές και διαθέσιμες σε κάθε χρόνο με αποτέλεσμα οι δυνατότητες του να φτάνουν υψηλά επίπεδα.

Το Κτηματολόγιο με τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά πρέπει να διέπεται από βασικές αρχές ώστε να διατηρείται η αποδεικτική ισχύς του Ζεντέλη (2011). Συγκεκριμένα από:

- Αρχή της αποδεικτικής ισχύος. Κάθε εγγραφή να θεωρείται ακριβής κατά νόμιμο τρόπο έναντι κάθε καλόπιστου τρίτου.
 - Αρχή της εγγραφής. Κανένα εμπράγματο δικαίωμα δεν μπορεί να συσταθεί, να μεταβιβασθεί, να αλλοιωθεί ή να καταργηθεί χωρίς την καταχώρισή του στο Κτηματολογικό Βιβλίο.
 - Αρχή της χρονικής προτεραιότητας. Τα νομικά αποτελέσματα κάθε καταχώρισης επέρχονται με το χρόνο ολοκλήρωσης αυτής. Η σειρά των καταχωρίσεων καθορίζεται μέσω ειδικών αλγορίθμων από τη χρονική σειρά υποβολής των σχετικών αιτήσεων.
 - Αρχή της ακρίβειας. Με βάση την αρχή της αποδεικτικής ισχύος, στα Κτηματολογικά Βιβλία πρέπει να διασφαλίζεται η τυπική ακρίβεια των στοιχείων και η δημόσια πίστη.
 - Αρχή της νομιμότητας. Διασφάλιση και ακρίβεια καταχωρίσεων.
 - Αρχή της δημόσιας πίστης. Κάθε καλόπιστος συναλλασσόμενος που στηρίζεται στις κτηματολογικές καταχωρίσεις πρέπει να προστατεύεται.
 - Αρχή της ειδικότητας. Η κατοχύρωση όσων συμμετέχουν ή πρόκειται να συμμετάσχουν στη σύσταση, μεταβίβαση, αλλοίωση ή κατάργηση ενός εμπράγματος δικαιώματος σε ένα ή περισσότερα ακίνητα ολοκληρώνεται και κατονομάζονται συγκεκριμένα.
 - Αρχή της δημοσιότητας. Η δημοσιότητα χρησιμοποιείται ως αποδεικτικό μέσο των εμπράγματων δικαιωμάτων και ως μέσο προστασίας έναντι οποιουδήποτε μελλοντικού διεκδικητή.
- ✚ Ως γεωτεμάχιο ορίζεται η συνεχόμενη έκταση γης, που ανήκει εξ αδιαιρέτου κατά κυριότητα σε έναν ή περισσότερους δικαιούχους. Το γεωτεμάχιο αποτελεί τη μοναδιαία επιφάνεια αναφοράς όλων των πληροφοριών του Κτηματολογίου. Στα κτηματολογικά διαγράμματα κάθε γεωτεμάχιο χαρακτηρίζεται από έναν μοναδικό Κτηματολογικό Αριθμό Εθνικού Κτηματολογίου (ΚΑΕΚ) ως τμήμα εδάφους, ανεξαρτήτως χαρακτήρα (π.χ. δασικό), χρήσης (π.χ. κοινή) σύμφωνα με το άρθρο 4 του Ν.2664/1998.

Γενικεύοντας, μοναδιαίο στοιχείο του Κτηματολογίου είναι το γεωτεμάχιο. Το γεωτεμάχιο έχει μία συγκεκριμένη γεωγραφική θέση και πολλές φορές μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερα του ενός ακίνητα. Σύμφωνα με τον Dale & McLaughlin (1988), εικονογραφείται η έννοια του γεωτεμαχίου το οποίο γενικευμένα θεωρείται μονάδα αναφοράς του Κτηματολογίου.



Εικόνα 1.1: Εικονογράφηση της έννοιας του γεωτεμαχίου

Πηγή: Dale, 2003

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι πληροφορίες που συγκροτούν το Κτηματολόγιο διακρίνονται σε γραφικές και περιγραφικές-μη γραφικές. Συγκεκριμένα, το Κτηματολόγιο αποτελείται από:

- Τα Κτηματολογικά Βιβλία (Κ.Β.), τα οποία εμπεριέχουν όλες τις περιγραφικές πληροφορίες για κάθε ακίνητο είτε σε αναλογικές μερίδες (π.χ. κυριολεκτικά βιβλία) είτε σε ψηφιακές μερίδες (π.χ. βάσεις δεδομένων). Σε κάθε μερίδα αντιστοιχεί ένας Κτηματολογικός Αριθμός για αμφιμονοσήμαντη αντιστοίχιση με τον Κτηματολογικό Χάρτη.
- Κτηματολογικούς Χάρτες (Κ.Χ.), οι οποίοι συνιστούν διαγράμματα που απεικονίζουν γεωμετρικά τα γεωτεμάχια με πληροφορίες εσωτερικές (π.χ. κτήριο) και εξωτερικές (π.χ. κοινόχρηστοι χώροι) σε ενιαίο σύστημα αναφοράς. Ο Κ.Χ. αποτελεί μέρος της φυσικής πραγματικότητας υπό κλίμακα. Τέλος, ο Κ.Χ. συνιστά την βάση πάνω στην οποία αντιστοιχίζονται τα εμπράγματα δικαιώματα.
- Κτηματολογικό Αριθμό (Κ.Α.), πρόκειται για έναν αριθμό με δώδεκα ψηφία που είναι μοναδικός για κάθε γεωτεμάχιο και αναφερόμενος σε οριζόντια ιδιοκτησία αυξάνεται με επιπλέον τέσσερα ψηφία. Τα δώδεκα ψηφία ανά δύο αναφέρονται σε έναν συγκεκριμένο παράγοντα. Τα δύο πρώτα αναφέρονται στο Νομό, τα δύο επόμενα στον Δήμο ή Κοινότητα, στον τομέα του κάθε Δήμου, στο Οικοδομικό Τετράγωνο και τα τρία τελευταία στον αριθμό του οικοπέδου ή γεωτεμαχίου. Στην περίπτωση οριζόντιας ιδιοκτησίας προστίθενται δύο ακόμα ψηφία για τον αύξοντα αριθμό της πολυκατοικίας-κτηρίου και δύο ακόμα για τον όροφο και τη θέση της συγκεκριμένης ιδιοκτησίας. Συνεπώς ο κάθε Κ.Α. συνδέει αμφιμονοσήμαντα τις πληροφορίες των Κ.Β. και Κ.Χ. Η κωδικοποίηση των γεωτεμαχίων και των ακινήτων γενικότερα αποτελεί τον τρόπο καταχώρισης και ανάκτησης των αντίστοιχων πληροφοριών.

- ❖ Από έναν Κ.Α. οδηγούμαστε στις πληροφορίες ακινήτων που βρίσκονται στο Κ.Β. και στον Κ.Χ.
- ❖ Από τον Κ.Χ. μέσω του Κ.Α. μπορούμε να οδηγηθούμε στις πληροφορίες του Κ.Β
- ❖ Από το Κ.Β. μέσω του Κ.Α. οδηγούμαστε στις αντίστοιχες πληροφορίες του Κ.Χ.

Πηγή: Ζεντέλη ,2011

1.2. Σύγχρονο Κτηματολόγιο

Η πρόοδος της τεχνολογίας συμβάλλει στον εκσυγχρονισμό του Κτηματολογίου μετατρέποντας τις διαδικασίες που το διέπουν σε πιο απλές, γρήγορες και αξιόπιστες. Το σύγχρονο Κτηματολόγιο σύμφωνα με τον Ζεντέλη (2011) καθίσταται το πλέον κατάλληλο Σ.Κ.Χ.Π., συγκροτούμενο από πληροφορίες που είναι:

- Ελαστικές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε
 - κάθε τομέα εξυπηρέτησης (operation, management, policy) και
 - επίπεδο διοίκησης της χώρας
- Διαθέσιμες σε οποιαδήποτε στιγμή απαιτείται.

Για την ανάπτυξη ενός σύγχρονου Κτηματολογίου με τα χαρακτηριστικά και τις αρχές που προαναφέρθηκαν πρέπει να ικανοποιηθούν κάποιες βασικές προϋποθέσεις. Αρχικά, ο σωστός σχεδιασμός κατά τη διάρκεια σύνταξης, λειτουργίας και ενημέρωσης συνιστά βάση για την επίτευξη του. Επίσης, η ύπαρξη κατάλληλου θεσμικού περιβάλλοντος προσαρμοσμένο στις ανάγκες και στους στόχους αποτελεί θεμελιώδη αρχή και προϋπόθεση για την επιτυχία του συστήματος. Παράλληλα με το προσαρμοσμένο θεσμικό περιβάλλον, οι δράσεις των πολλών συναρμόδιων υπουργείων που σχετίζονται με την χρήση ή καταγραφή χωρικών δεδομένων πρέπει επίσης να προσαρμοστούν στα νέα δεδομένα. Επιπροσθέτως, οι πληροφορίες του Κτηματολογίου πρέπει να επιλεγούν με κριτήριο την οικονομία και την αξιοπιστία τους. Με άλλα λόγια, οι ελάχιστες αναγκαίες και ενήμερες πληροφορίες που συμβάλλουν στην επίτευξη του προκαθορισμένου σκοπού αποτελούν τα κατάλληλα δεδομένα του συστήματος. Τέλος, με δεδομένο ότι τα ακίνητα και οι σχετικές πληροφορίες γίνονται πιο σύνθετα, οι προβλέψεις και οι ενέργειες πρέπει να προσανατολίζονται στο μέλλον και στις επερχόμενες εξελίξεις, προκαλώντας το διεθνές ενδιαφέρον για την ανάγκη ανάπτυξης 3D Κτηματολογίου.

Ανακοίνωση της Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. τον Ιούλιο του 2016 χαρακτηρίζει και κατατάσσει το Κτηματολόγιο ως το πλέον σύγχρονο και πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα αρχείων ακίνητης ιδιοκτησίας με αποδεικτικό χαρακτήρα. Το Κτηματολόγιο μέσω των αρχών της δημοσιότητας και της δημόσιας πίστης που το διέπουν διασφαλίζει στο μέγιστο βαθμό την ιδιοκτησία. Η Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. και το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας στοχεύουν στην απλοποίηση, βελτίωση και εκσυγχρονισμό των συναλλαγών με τις υπηρεσίες του Κτηματολογίου με απώτερο στόχο την βέλτιστη αποδοτικότητα της Δημόσιας Διοίκησης. Μέτρα που οδηγούν στο επιθυμητό αποτέλεσμα αποτελούν ο σχεδιασμός και η υλοποίηση

κατάλληλου νομικού και τεχνικού πλαισίου για την εγκατάσταση και λειτουργία ηλεκτρονικών υπηρεσιών στις συναλλαγές. Με άλλα λόγια, η τεχνολογία που συνεχώς προοδεύει και εξελίσσεται επιδρά και στον τομέα του Κτηματολογίου, επιτυγχάνοντας εκσυγχρονισμό, διαφάνεια, απλοποίηση και στο μέγιστο βαθμό εξυπηρέτηση πελατών και επαγγελματιών. Συγκεκριμένα:

- Η ηλεκτρονική υποβολή πράξεων πρόκειται να πραγματοποιηθεί διευκολύνοντας πελάτες και επαγγελματίες καθώς δεν απαιτείται η μετάβασή τους προς τα Κτηματολογικά Γραφεία.
- Θα πραγματοποιείται έρευνα στα Κτηματολογικά Βιβλία εξ αποστάσεως.
- Αιτήσεις για εκδόσεις πιστοποιητικών θα πραγματοποιούνται ηλεκτρονικά.

Η εταιρεία Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. έχει οργανώσει ομάδες εργασίας (π.χ. Συμβολαιογραφικοί Σύλλογοι, Σύλλογοι Δικηγόρων) για την επίτευξη των παραπάνω υπηρεσιών. Στο πλαίσιο του Εταιρικού Συμφώνου για το Πλαίσιο Ανάπτυξης (ΕΣΠΑ) η Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. έχει εντάξει ως έργο και επεξεργάζεται την ηλεκτρονική υποβολή πράξεων ('Ανάπτυξη νέων διαδικτυακών υπηρεσιών για το Κτηματολόγιο', ενταγμένο στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα 'Ψηφιακή Σύγκλιση 2007-2013'). Επίσης, από το Δεκέμβριο του 2015 λειτουργεί ηλεκτρονική εφαρμογή για τη διαβίβαση στη βάση δεδομένων της Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. των συμβολαίων που συντάσσονται και μεταγράφονται σε Υποθηκοφυλακεία της Χώρας για περιοχές που έχουν κηρυχθεί υπό κτηματογράφηση.

Ωστόσο στο νομοσχέδιο του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας 'Πλαίσιο για την ασφάλεια στις υπεράκτιες εργασίες έρευνας και εκμετάλλευσης υδρογονανθράκων, ενσωμάτωσης της οδηγίας 2013/30/ΕΕ, τροποποίηση του π.δ. 148/2009 και άλλες διατάξεις' που κατατέθηκε στη Βουλή την 1.7.2016, συμπεριλήφθηκε το άρθρο 40 για την ηλεκτρονική υποβολή στη βάση της Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. τοπογραφικών διαγραμμάτων. Η ενέργεια αυτή συνιστά πολύ βασικό παράγοντα για τις συναλλαγές με το Κτηματολόγιο, διευκολύνοντας μηχανικούς και συμβολαιογράφους.

1.3. Πορεία του Εθνικού Κτηματολογίου

Το Εθνικό Κτηματολόγιο συνιστά ένα ενιαίο και διαρκώς ενημερωμένο σύστημα πληροφοριών που καταγράφει πληροφορίες για τα ακίνητα και τα εμπράγματα δικαιώματα που αναπτύσσονται πάνω σε αυτά με την ευθύνη και την εγγύηση του Δημοσίου. Η σύνταξή του οδηγεί σε ένα πλήρως αυτοματοποιημένο αρχείο ακίνητης περιουσίας του οποίου όλα τα στοιχεία έχουν αποδεικτικό χαρακτήρα.

Η πρώτη προσπάθεια εισαγωγής του θεσμού του Κτηματολογίου στην Ελλάδα έγινε το 1836 με διάταγμα του Βασιλιά Όθωνα. Ο θεσμός όμως αντιμετωπίστηκε αποσπασματικά, χωρίς οργάνωση από την σύσταση του ελληνικού κράτους και για τα επόμενα 160 χρόνια.

Το 1995 ψηφίστηκε ο πρώτος νόμος για το Κτηματολόγιο και ιδρύθηκε η ‘Κτηματολόγιο Α.Ε.’ με κοινή απόφαση των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας, Οικονομικών και ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ (Απόφαση 81706/6085//6-10-1995/ΦΕΚ 872B/19-10-1995) όντας Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου. Με τον νόμο όμως 4164/2013 μετονομάστηκε σε ‘Εθνικό Κτηματολόγιο και Χαρτογράφηση Α.Ε.’, Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε.

Σκοπός της εταιρείας είναι η μελέτη, σύνταξη και λειτουργία του Εθνικού Κτηματολογίου. Με βάση τον νέο νόμο 4164/2013 η Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. αναλαμβάνει πρόσθετες δράσεις που αφορούν στη γεωδαιτική κάλυψη και χαρτογράφηση της χώρας, την απογραφή και χαρτογράφηση των φυσικών διαθεσίμων της, τη δημιουργία και τήρηση ψηφιακών γεωχωρικών δεδομένων και δεδομένων περιβάλλοντος.

Η εταιρεία λειτουργεί σύμφωνα με τους κανόνες της ιδιωτικής οικονομίας και διέπεται από τις διατάξεις του άρθρου 5 του νόμου 2229/1994, του κωδικοποιημένου νόμου 2190/1920, του νόμου 2308/1995 και του νόμου 2664/1998, όπως ισχύουν σήμερα. Με τον νόμο 3899/17-12-2010 εντάχθηκε στο πεδίο εφαρμογής του Κεφαλαίου Α’ του νόμου 3429/2005 ‘Δημόσιες Επιχειρήσεις και Οργανισμοί ΔΕΚΟ’.

Μοναδικός μέτοχος της Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. είναι το Ελληνικό Δημόσιο και η εταιρεία εποπτεύεται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

1.3.1. Φάσεις Εθνικού Κτηματολογίου

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναδρομική αναφορά του έργου του Κτηματολογίου και η κατάστασή του σήμερα, σύμφωνα με την Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε.

ΧΩΡΑ: ΕΛΛΑΔΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ
ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ	10.815.917 κάτοικοι
ΕΚΤΑΣΗ	132.000 km ²
ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ	37.792.315

Πίνακας 1.1: Κατανομή δικαιωμάτων στην Ελλάδα
Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ (Ελληνική Στατιστική Αρχή) & Ε.Κ.Χ.Α,2011

Με βάση τα δεδομένα αυτά γίνεται εύκολα αντιληπτή η υψηλή συγκέντρωση δικαιωμάτων στην Ελλάδα. Το πλήθος των δικαιωμάτων συνιστά σημαντικό δείκτη για την σύνταξη του Κτηματολογίου. Τα περισσότερα δικαιώματα εντοπίζονται σε μικρές εκτάσεις αστικής δόμησης με υψηλή συγκέντρωση ιδιοκτησιών και ιδιοκτητών.

Σταθμός στην πορεία του Κτηματολογίου συνιστά ο πρώτος νόμος που ψηφίστηκε το 1995, 2308/1995, καθώς ιδρύεται η ‘Κτηματολόγιο Α.Ε.’ Με την ίδρυση της εταιρείας αυτής ξεκινάει το πρώτο πιλοτικό πρόγραμμα κτηματογράφησης. Ύστερα από μόλις δύο χρόνια ξεκινάει το δεύτερο πιλοτικό πρόγραμμα με κάποιες τροποποιήσεις στον αρχικό νόμο, πλέον ισχύει ο νόμος 2508/1997. Επίσης, ένας νόμος εξίσου σταθμός για το Κτηματολόγιο είναι ο ψηφισμένος το 1998, 2664/1998, επειδή τότε ξεκινάει το πρώτο κύριο πρόγραμμα κτηματογράφησης. Ουσιαστικά το χρονικό διάστημα 1995-1999 αποτέλεσε την **1^η γενιά κτηματογράφησης**. Χαρακτηριστικό γνώρισμα των περιοχών αυτών που έγινε η κτηματογράφηση συνιστά η γεωγραφική διασπορά τους, η οποία επιλέχθηκε με στόχο της απόκτηση εμπειρίας στην αντιμετώπιση διαφορετικών περιπτώσεων. Το πρόγραμμα αυτό έχει ολοκληρωθεί και από το 2003 σταδιακά λειτουργεί Κτηματολόγιο για αυτές τις περιοχές.

1 ^η γενιά κτηματογράφησης	Καταγραφή έκτασης	Καταγραφή δικαιωμάτων	Σύνολο περιοχών
1995-1999	8,25 εκατομμύρια στρέμματα	6,74 εκατομμύρια δικαιώματα	340 περιοχές 6,25% της επικράτειας

Πίνακας 1.2: Συνοπτική αναφορά στην 1^η γενιά κτηματογράφησης
Πηγή: Ε.Κ.Χ.Α.ΑΕ

Ο τρίτος νόμος για το Κτηματολόγιο ψηφίζεται το 2006, 3481/2006, θέτοντας σημαντικές αλλαγές. Ύστερα από ένα χρόνο, το 2007 με υπουργική απόφαση (ΥΠΕΧΩΔΕ, νυν ΥΠΕΚΑ), κηρύσσονται υπό κτηματογράφηση 107 νέες αστικές περιοχές στα διοικητικά όρια όλων των Δήμων των Νομών Αττικής και Θεσσαλονίκης, αλλά και οι πρωτεύουσες των νομών (**2^η γενιά κτηματογράφησης**). Το 2009 έγινε προκήρυξη για την κτηματογράφηση 11 περιοχών στο όρος Πάρνηθα η οποία στη συνέχεια αποτέλεσε το πρώτο βήμα για την προστασία των περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών. Η 2^η γενιά κτηματογράφησης αναμενόταν να ολοκληρωθεί το 2010 αλλά μέχρι σήμερα (2016) δεν έχει ολοκληρωθεί. Η 2^η γενιά κτηματογράφησης είχε χωριστεί σε δύο φάσεις με ξεχωριστές διαγωνιστικές διαδικασίες, γεγονός που πρόσθεσε περαιτέρω καθυστερήσεις στο έργο. Η πρώτη φάση που συγχρηματοδοτήθηκε από το Γ'ΚΠΣ (Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης) ολοκληρώθηκε με επιτυχία στο τέλος του 2009. Σήμερα (2016), βρίσκεται σε εκκρεμότητα η δεύτερη φάση για τον Δήμο Αθηναίων, τον Βόλο, τη Λαμία και τη Λιβαδειά. Ο διαγωνισμός επαναλήφθηκε το 2014 λόγω σοβαρών δικαστικών εμπλοκών.

2 ^η γενιά κτηματογράφησης	Καταγραφή έκτασης	Καταγραφή δικαιωμάτων	Σύνολο περιοχών	Ολοκλήρωση
2008 Αστικές περιοχές	3,05 εκατομμύρια στρέμματα	8,04 εκατομμύρια δικαιώματα	107 περιοχές 2,31% της επικράτειας	Αναμένεται
Πάρνηθα	490.834	113.000	11 περιοχές 0,37% της επικράτειας	Διαγωνιστική διαδικασία

Πίνακας 1.3: Συνοπτική αναφορά στην 2^η γενιά κτηματογράφησης
Πηγή: Ε.Κ.Χ.Α.ΑΕ

Η 3^η γενιά κτηματογράφησης ξεκινάει με προκήρυξη το 2011. Προκηρύχθηκαν δύο νέα προγράμματα κτηματογράφησης που αφορούσαν α) 268 περιαστικούς ΟΤΑ για τους οποίους είχε ήδη παραχθεί χαρτογραφικό υπόβαθρο στο πλαίσιο του σχετικού έργου του Γ'ΚΠΣ, 2.575.119 δικαιώματα και β) 10 νομούς της χώρας με εκτεταμένες αγροτικές εκτάσεις με αναδασμούς και διανομές. Σε αυτό το πρόγραμμα πρόκειται να αξιοποιηθούν δεδομένα που ψηφιοποιήθηκαν κατά την υλοποίηση του αντίστοιχου συγχρηματοδοτούμενου έργου του Γ'ΚΠΣ καθώς και στοιχεία του συστήματος αναγνώρισης αγροτεμαχίων και των δηλώσεων για γεωργικές επιδοτήσεις (Logic Programming and Intelligent Systems, LPIS), 4.346.878 δικαιώματα.

Η πρόοδος της 3^{ης} γενιάς κτηματογράφησης από το 2011 μέχρι σήμερα είναι η ακόλουθη:

- 6 από τις 21 μελέτες του πρώτου διαγωνισμού κτηματογράφησης έχουν ανατεθεί.
- 3 μελέτες πρόκειται να ανατεθούν μέχρι το καλοκαίρι.
 - Οι δύο αφορούν χωριά της Κορινθίας
 - Η τρίτη αφορά χωριά της Μαγνησίας
- Σε εκκρεμότητα λόγω δικαστικών εμπλοκών με την ελπίδα απεμπλοκής μέχρι το τέλος του 2016 βρίσκονται 12 μελέτες από τον διαγωνισμό αυτό.
- Όσο αφορά τον δεύτερο διαγωνισμό του 2011, έχουν ανατεθεί οι 12 από τις 14 μελέτες. Εκκρεμούν το υπόλοιπο του Νομού Καρδίτσας και οι Δήμοι Αγιάς, Κιλελέρ, Λαρισαίων και Φαρσάλων στη Λάρισα.

3 ^η γενιά κτηματογράφησης	Καταγραφή έκτασης	Καταγραφή δικαιωμάτων	Σύνολο περιοχών	Ολοκλήρωση
2011 Περιαστικές	4,66 εκατομμύρια	2,58 εκατομμύρια	268 περιοχές 3,53 % της	Αναμένεται

περιοχές	στρέμματα	δικαιώματα	επικράτειας	
Περιοχές αναδασμών	29,57 εκατομμύρια στρέμματα	4,35 εκατομμύρια δικαιώματα	1024 περιοχές 22,4 % της επικράτειας	Αναμένεται

Πίνακας 1.4: Συνοπτική αναφορά στην 3^η γενιά κτηματογράφησης
Πηγή: Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε.

Το 2013 προκηρύχθηκε και η τελευταία γενιά κτηματογραφήσεων (**4^η γενιά κτηματογράφησης**) για το υπόλοιπο της χώρας. Συγκεκριμένα πρόκειται για το υπόλοιπο 65% της επικράτειας με 16 εκατομμύρια περίπου δικαιώματα που αποτελούν το 42% του συνόλου της. Η 4^η γενιά κτηματογραφήσεων βρίσκεται στο αέρα από το 2013 μέχρι σήμερα καθώς δεν έχει ανατεθεί καμία από τις 30 μεγάλες μελέτες. Επομένως, τα περιθώρια εκτέλεσης του έργου έως το 2020 στενεύουν σε μεγάλο βαθμό. Το κύριο πρόβλημα αποτελεί η χρηματοδότηση η οποία δεν είναι διασφαλισμένη. Στις 8 Απριλίου του 2016 προκηρύχθηκε ο διαγωνισμός για την 4^η κτηματογράφηση. Πρόκειται για έναν διαγωνισμό με συνολικό προϋπολογισμό περί τα 460 εκατομμύρια ευρώ. Σύμφωνα με την Ε.Κ.Χ.Α Α.Ε., ο διαγωνισμός διενεργείται μέσω του Εθνικού Συστήματος Ηλεκτρονικών Δημοσίων Συμβάσεων (ΕΣΗΔΗΣ) και αφορά στην ανάθεση 32 συμβάσεων που αντιστοιχούν σε διακριτές Περιφερειακές Ενότητες της χώρας. Με τον διαγωνισμό αυτό προβλέπεται η ολοκλήρωση της κτηματογράφησης της χώρας το 2020 ώστε ο νέος θεσμός του Κτηματολογίου να μπορέσει σταδιακά να αντικαταστήσει το σύστημα των υποθηκοφυλακείων σε κάθε περιοχή της επικράτειας.

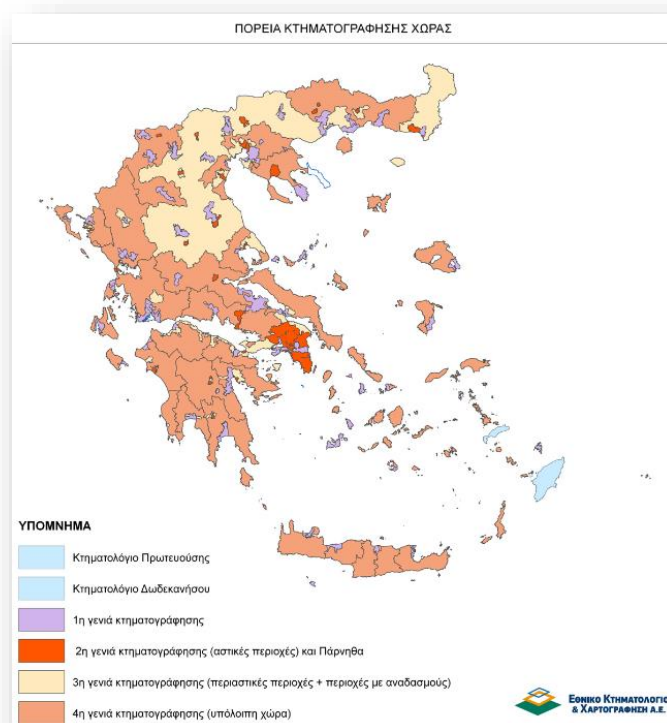
Οι μεγαλύτερες μελέτες κτηματογράφησης από πλευράς εκτιμώμενων ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων αφορούν τα τμήματα που έχουν απομείνει από τους Νομούς:

- Ρέθυμνο-Χανιά→ 1 εκατομμύριο δικαιώματα
- Ηράκλειο→ 1 εκατομμύριο δικαιώματα
- Μεσσηνίας→973.000 δικαιώματα
- Αρκαδίας→817.000 δικαιώματα
- Ηλείας→769.000 δικαιώματα
- Ευβοίας→766.000 δικαιώματα
- Χαλκιδικής→729.000 δικαιώματα
- Ευρυτανίας-Φθιώτιδας→704.000 δικαιώματα

Πηγή: Λιάλιος ,2016

4 ^η γενιά κτηματογράφησης	Καταγραφή έκτασης	Καταγραφή δικαιωμάτων	Σύνολο περιοχών	Ολοκλήρωση
2013 Υπόλοιπη Χώρα	85,98 εκατομμύρια στρέμματα	15,98 εκατομμύρια δικαιώματα	4.025 περιοχές 65,14 % της επικράτειας	Αναμένεται

Πίνακας 1.5: Συνοπτική αναφορά στην 4^η γενιά κτηματογράφησης
Πηγή: Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε.



Εικόνα 1.2: Πορεία κτηματογράφησης στην Ελλάδα
Πηγή: Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε.

1.4. Θεσμικό πλαίσιο

Το θεσμικό πλαίσιο για τη σύνταξη και τήρηση του Εθνικού Κτηματολογίου συγκροτείται από δύο βασικά νομοθετήματα, ένα για την κτηματογράφηση και ένα για την τήρηση και λειτουργία του Κτηματολογίου. Αρχικά, η διαδικασία κτηματογράφησης ρυθμιζόταν από το νόμο 2308/1995 και η λειτουργία του Κτηματολογίου από το νόμο 2664/1998. Μέχρι σήμερα οι νόμοι αυτοί έχουν τροποποιηθεί από τους νόμους 2508/1997, 3208/2003, 3127/2003,

3212/2003, 3481/2006 και 4164/2013. Ο τελευταίος νόμος, 4164/2013, είχε ως στόχο σημαντικές ρυθμίσεις που διασφαλίζουν τη δημόσια περιουσία και διευκολύνουν τις συναλλαγές των πολιτών στο πλαίσιο τόσο των διαδικασιών κτηματογράφησης όσο και της λειτουργίας του Κτηματολογίου.

Οι κυριότερες από τις μεταρρυθμίσεις που επέφερε ο νόμος 4164/2013 συνοψίζονται στις ακόλουθες:

- I. Με το άρθρο 1 καταργείται το Νομικό Πρόσωπο Δημόσιου Δικαίου (ΝΠΔΔ) 'Όργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδας' (Ο.Κ.Χ.Ε.) και οι αρμοδιότητες του μεταφέρονται στην ανώνυμη εταιρεία 'ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΙΑ', η οποία μετονομάζεται σε 'ΕΘΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ Ανώνυμη Εταιρεία'. Δεδομένης της φύσης της 'ΕΚΧΑ ΑΕ' ως Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου (ΝΠΙΔ) οι αρμοδιότητες του Ο.Κ.Χ.Ε. που προσήκουν σε ΝΠΔΔ δεν μεταφέρονται σε αυτή αλλά θα ασκούνται πλέον από τον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.
- II. Όσο αφορά το άρθρο 2 του νόμου 4164/2013 επήλθαν αλλαγές στο νόμο που ρύθμιζε τη λειτουργία του Κτηματολογίου, 2664/1998. Ειδικότερα:
 - a. Η παράγραφος 2 τροποποιεί την παράγραφο 2 του άρθρου 6.
 - i. Παρατείνεται η διαδικασία για τη διόρθωση των αρχικών κτηματολογικών εγγραφών στις περιοχές των προγραμμάτων κτηματογράφησης των ετών 1997-1999 και έτσι η νέα προθεσμία είναι δώδεκα έτη για τους κατοίκους εσωτερικού και δεκατέσσερα έτη για τους κατοίκους εξωτερικού.
 - ii. Για τις κτηματογραφήσεις μετά την έναρξη ισχύος του νόμου 3481/2006 επανέρχεται με τον νόμο 4164/2013 σε ισχύ η αρχική πενταετής και επταετής προθεσμία.
 - b. Η παράγραφος 3 τροποποιεί την παράγραφο 3 του άρθρου 6 του νόμου 2664/1998.

Όταν ζητείται διόρθωση πρώτης εγγραφής δικαιώματος που έχει καταχωρισθεί εν μέρει ως 'αγνώστου ιδιοκτήτη' και εν μέρει υπέρ ορισμένου προσώπου ασκείται αγωγή διόρθωσης (άρθρο 6 παρ.2 Ν 2664/1998) και όχι αίτηση διόρθωσης.
 - c. Με την παράγραφο 7 του νόμου 4164/2013 προστίθεται παράγραφος 2α στο άρθρο 12 του νόμου 2664/1998 η οποία ορίζει ότι:
 - i. Μετά την άσκηση και καταχώριση αγωγής διόρθωσης επιγενόμενης εγγραφής, η μεταβίβαση και η επιβάρυνση του δικαιώματος για το οποίο ζητείται η διόρθωση πραγματοποιείται όπως είχε προβλεφθεί σύμφωνα με το άρθρο 7α του νόμου 2664/1998 και προβλέπει δυνατότητα διάθεσης ή επιβάρυνσης του δικαιώματος στο οποίο αφορά πρώτη εγγραφή από μη εγγεγραμμένο πρόσωπο.
 - d. Με τις παραγράφους 15 και 16 ο θιγόμενος για ανακριβή εγγραφή έχει τη δυνατότητα να προσφύγει σε βοήθημα διοικητικής ή δικαστικής διόρθωσης εφόσον πλέον η υποβολή αίτησης διορθώσεως εμφανών σφαλμάτων ή

γεωμετρικών στοιχείων δεν αποτελεί αναγκαία προδικασία για την άσκηση αγωγής ή την υποβολή αιτήσεως διορθώσεως της εγγραφής.

- III. Με προσθήκες σε ρυθμίσεις του νόμου 2664/1998, ο νομοθέτης του νέου νόμου επεδίωξε την διευκόλυνση της επικοινωνίας μεταξύ των κτηματολογικών γραφείων και των πολιτών με τη δυνατότητα υποβολής αιτήσεων και συνημμένων δικαιολογητικών καθώς και διακίνησης πιστοποιητικών, αντιγράφων και αποσπασμάτων με ηλεκτρονικά μέσα.
- IV. Το άρθρο 3 του νέου νόμου τροποποιεί τον νόμο που ρύθμιζε την διαδικασία της κτηματογράφησης, νόμος 2308/1995. Οι τροποποιήσεις αυτές στοχεύουν στην προσαρμογή ύστερα από την κατάργηση του Ο.Κ.Χ.Ε. και στην απλούστευση και επιτάχυνση των διαδικασιών και στην παροχή συνεχούς ενημέρωσης των κτηματολογικών γραφείων για όποια μεταβολή συμβαίνει.
 - a. Η παράγραφος 4 αντικαθιστά την παράγραφο 2 του άρθρου 2 του νόμου 2308/1995. Κάθε ΝΠΔΔ υποχρεώνεται πλέον να υποβάλλει δηλώσεις εγγραπτέων δικαιωμάτων με τους ιδιώτες.
 - b. Σύμφωνα με την παράγραφο 10 η μη καταβολή του αναλογικού ανταποδοτικού τέλους κτηματογράφησης δεν εμποδίζει πλέον άνευ ετέρου τη μεταβίβαση ή επιβάρυνση του εγγραπτέου δικαιώματος, αλλά μπορεί να αναχθεί σε σχετικό εμπόδιο με κοινή υπουργική απόφαση.
- V. Το άρθρο 5 μεταρρυθμίζει το καθεστώς της σύναψης συμβάσεων μελετών και παροχής υπηρεσιών κυρίως σχετικά με τις διαδικασίες κτηματογράφησης με την εταιρία ΑΕ.
- VI. Το άρθρο 7 εισάγει αλλαγές όσο αφορά την κύρωση δασικών χαρτών.
- VII. Τέλος, το άρθρο 9 καθιστά δυνατή τη μόνιμη διασύνδεση των υπολογιστικών συστημάτων της Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. και της Γραμματείας Πληροφοριακών Συστημάτων. Η μεταρρύθμιση αυτή συμβάλει στην αμοιβαία πρόσβαση στα ηλεκτρονικά αρχεία και στην ανταλλαγή δεδομένων. Από τα προαναφερθέντα είναι φανερό ότι διασφαλίζεται η ακριβής απεικόνιση της ακίνητης περιουσίας των φορολογουμένων καθώς η βάση δεδομένων της φορολογικής αρχής δεν θα απαρτίζεται μόνο από το περιεχόμενο των δηλώσεων (Ε9) των πολιτών αλλά θα είναι εφικτή και η διασταύρωση με το περιεχόμενο των φορολογικών εγγραφών.

- ✚ Πρόδηλα σφάλματα θεωρούνται η λανθασμένη αναγραφή των στοιχείων του δικαιούχου, του είδους του καταχωρισθέντος στην ανάρτηση δικαιώματος και του τίτλου κτήσεως.
- ✚ Η διόρθωση γεωμετρικών στοιχείων σε ένα ακίνητο έγκειται στη διαφορά καταμετρημένου εμβαδού από το αναγραφόμενο στην αίτηση διόρθωσης εμβαδό, στην απόκλιση στο σχήμα, στη θέση ή στα όρια.
- ✚ Εγγραπτέα δικαιώματα είναι τα δικαιώματα για τα οποία επιβάλλεται η υποβολή δήλωσής τους στο στάδιο της κτηματογράφησης:
 - Εμπράγματα δικαιώματα
 - Κυριότητα, δουλείες, υποθήκες

- Εγγραπτά ενοχικά δικαιώματα
 - Χρηματοδοτικές και χρονομεριστικές μισθώσεις
- Βάρη και δεσμεύσεις της κυριότητας ή άλλων δικαιωμάτων
 - Κατασχέσεις
- Έννομες σχέσεις δημιουργούμενες με διαδικαστική ή διοικητική πράξη
 - Αγωγή
 - Μεταφορά συντελεστή δόμησης

Οι μεταρρυθμίσεις για τις οποίες έγινε εκτενώς αναφορά επιδρούν στον πολίτη καθώς θεσπίζονται απλούστερες διαδικασίες όσο αφορά την φάση της κτηματογράφησης , την λειτουργία του Κτηματολογίου και την γενικότερη διασφάλιση της ιδιοκτησίας.

Φάση Κτηματογράφησης

- ◆ Ταυτόχρονη συμμετοχή πολιτών και Ελληνικού Δημοσίου, κάνοντας την καταγραφή των δικαιωμάτων ορθότερη και πιο αξιόπιστη.
- ◆ Μείωση εξόδων καθώς η βεβαίωση υποβολής δήλωσης εκδίδεται χωρίς τέλη από το γραφείο κτηματογράφησης και η υποβολή αίτησης για λάθη είναι δωρεάν.
- ◆ Τα κτηματολογικά στοιχεία αναρτώνται στην Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε., ενισχύοντας τη δημοσιότητα και τη διαφάνεια της κτηματογράφησης.
- ◆ Τα υποθηκοφυλακεία υποχρεώνονται να υποβάλλουν ψηφιακά μέσω της Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. όλες τις εγγραπτέες πράξεις με τα συνυποβαλλόμενα έγγραφά τους.
- ◆ Προστατεύεται η δημόσια περιουσία καθώς απαγορεύεται πλέον η δήλωση κυριότητας σε ακίνητο με αιτία κτήσης την έκτατη χρησικτησία ύστερα από την λήξη της προθεσμίας συλλογής δηλώσεων ιδιοκτησίας.

Φάση Λειτουργίας Κτηματολογίου

Η Τεχνολογία επιδρά στις διαδικασίες συναλλαγών με τα Κτηματολογικά Γραφεία. Όλες οι ενέργειες εκσυγχρονίζονται και οι υπηρεσίες χαρακτηρίζονται από διαφάνεια και αξιοπιστία. Συγκεκριμένα, παρατηρείται:

- ◆ Απλοποίηση της διαδικασίας διόρθωσης αρχικών εγγράφων για ακίνητα με ένδειξη ‘αγνώστου ιδιοκτήτη’.
- ◆ Παράταση προθεσμιών για διόρθωση των αρχικών κτηματολογικών εγγραφών .
- ◆ Δωρεάν διορθώσεις γεωμετρικών στοιχείων από τεχνικές υπηρεσίες της Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε.
- ◆ Ηλεκτρονικές υποβολές αιτήσεων και εγγραπτέων πράξεων.
- ◆ Ηλεκτρονικές υποβολές και διακινήσεις εκδιδόμενων πιστοποιητικών και αιτήσεων έκδοσής τους.
- ◆ Μείωση κόστους εγγραφής των πράξεων που επιφέρουν γεωμετρική μεταβολή με την συνυποβολή κτηματολογικού διαγράμματος για σύνολο ακινήτων.

Προστασία Ιδιοκτησίας

- ◆ Ευοίωνες προβλέψεις για τους δασικούς χάρτες
 - Παραμένει κυρίαρχος ο ρόλος των δασαρχείων.
 - Η Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. γίνεται εργαλείο προς όφελος του πολίτη και του περιβάλλοντος.
 - Η Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. με την τεχνογνωσία αναλαμβάνει
 - Κατάρτιση και διόρθωση δασικού χάρτη
 - Ανάρτηση και τήρηση δασικού χάρτη
 - Επεξεργασία αντιρρήσεων
- ◆ Ευοίωνες προβλέψεις για τις περιοχές Natura
 - Ορισμός αρχής για εύκολη διάκριση ακινήτου εντός ή εκτός περιοχής Natura.
 - Η Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε. μέσω των κτηματολογικών γραφείων ή της ίδιας εταιρείας χορηγεί ακριβή δεδομένα για τα όρια Natura μέσω συνεχών ενημερωμένων βάσεων δεδομένων.

Πηγή: Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε.

1.5. Αστικός Κώδικας

Ο Αστικός Κώδικας (ΑΚ) στοχεύει στην αντιμετώπιση βασικών θεμάτων του ιδιωτικού δικαίου μέσω της συστηματικής κωδικοποίησής του. Συνοδεύεται γενικά από έναν Κώδικα Πολιτικής Δικονομίας ο οποίος προβλέπει την διαδικασία εργασιών μίας αστικής δίκης. Ο ελληνικός Αστικός Κώδικας βασίζεται στο βυζαντινορωμαϊκό δίκαιο με επιρροές από τον γερμανικό Αστικό Κώδικα.

Οι κανόνες που συγκροτούν τον ΑΚ αφορούν δικαιοπραξίες και συμβάσεις, οικογενειακές και κληρονομικές σχέσεις, αρχές που ρυθμίζουν τις έννομες σχέσεις προσώπων μεταξύ τους ή προσώπων με πράγματα καθώς και ευθύνες των προσώπων για ενέργειες που βλάπτουν άλλους. Τέλος, ο ελληνικός ΑΚ εμπεριέχει όλες τις διατάξεις του 'Γενικού Ιδιωτικού Δικαίου' (αστικό δίκαιο) και του 'Ειδικού Ιδιωτικού Δικαίου' (π.χ. εμπορικό δίκαιο).

Στην Ελλάδα η ακίνητη περιουσία προστατεύεται από το Σύνταγμα (άρθρο 17) και ρυθμίζεται από τις διατάξεις του Εμπραγμάτου Δικαίου, το οποίο συνιστά το 3^ο Βιβλίο του Αστικού Κώδικα (άρθρα 947-1345 ΑΚ). Επιπρόσθετα, στη ρύθμιση της ακίνητης περιουσίας συμβάλλουν και άλλοι νόμοι όπως, για παράδειγμα, η δασική, η πολεοδομική και η χωροταξική νομοθεσία.

Το Εμπράγματο Δίκαιο όπως ορίζει και η ονομασία του ρυθμίζει τα απόλυτα δικαιώματα επί πραγμάτων όπως κυριότητα, συγκυριότητα, νομή, υποθήκη και προσωπικές δουλείες. Ερωτήματα για τα δικαιώματα αυτά, για το περιεχόμενο, για τον τρόπο σύστασης, μεταβίβασης και προστασίας απατώνται μέσω του Εμπράγματος Δικαίου. Επίσης,

αγοραπωλησίες και ειδικότερα νομικοί έλεγχοι για την ορθότητα των τίτλων ιδιοκτησίας και συμβολαίου, διενέξεις μεταξύ συνιδιοκτητών, αναγκαστικές απαλλοτριώσεις έχουν την βάση τους στο Εμπράγματο Δίκαιο.

1.6. Τεχνικές Προδιαγραφές

Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς

- Το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς του Εθνικού Κτηματολογίου είναι το 'Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987' (ΕΓΣΑ'87) με ελλειψοειδές αναφοράς το GRS 80.

Στοιχεία του GRS 80

$$a= 6378137.000,$$
$$1/f=298.257222101$$

- Το θεμελιώδες σημείο του συστήματος είναι το κεντρικό βάθρο του Δορυφορικού Σταθμού Διόνυσου.

Συντεταγμένες

$$\varphi=38^{\circ} 04' 33'' .8107 \text{ B}, \lambda=23^{\circ} 55' 51'' .0095 \text{ A}$$

$$N=7.00 \text{ μέτρα}$$

- Το γεωκεντρικό σύστημα αναφοράς του ΕΓΣΑ'87 είναι σχεδόν παράλληλο με το γεωκεντρικό σύστημα αναφοράς του WGS'84 που είναι το σύστημα αναφοράς των δορυφορικών μετρήσεων Global Positioning System, GPS.
- Το προβολικό σύστημα αναφοράς του Εθνικού Κτηματολογίου είναι η Εγκάρσια Μερκατορική προβολή (TM) με κεντρικό μεσημβρινό, $\lambda_0=24^{\circ}00'00'' .00\text{A}$.
- Υλοποιείται με το HEPOS.

Χορηγούμενα στοιχεία

- I. Ψηφιακά δεδομένα ορίων. Η ΕΚΧΑ ΑΕ χορηγεί σε ψηφιακή μορφή:
 - a. Όρια των υπό κτηματογράφηση Ο.Τ.Α. σύμφωνα με στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ.
 - b. Όρια των Ο.Τ.Α. που είναι ήδη ενταγμένοι στο Εθνικό Κτηματολόγιο και είναι όμοροι στους υπό κτηματογράφηση Ο.Τ.Α.
- II. Ορθοφωτογραφίες
 - a. Έγχρωμες ψηφιακές ορθοφωτογραφίες (LSO25). Πρόκειται για ορθοφωτογραφίες που θα καλύπτουν το σύνολο ή μέρος της υπό κτηματογράφησης περιοχή.

Χωρική ανάλυση 25cm

Γεωμετρική ακρίβεια: $RMSE_x \leq 0.25m$, $RMSE_y \leq 0.25$,
 $RMSE_{xy} \leq 0.35$

Απόλυτη ακρίβεια ≤ 0.60 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

- b. Έγχρωμες ψηφιακές ορθοφωτογραφίες (VLSO), για τις οποίες έγινε λήψη την περίοδο 2007-2009 και καλύπτουν τα μεγάλα αστικά συγκροτήματα με πλήρη ορθοαναγωγή των χαρακτηριστικών της πρωτογενούς εικόνας, τα οποία αποτελούν όλες τις τεχνικές κατασκευές εκτός του εδάφους.

Χωρική ανάλυση 20cm

Γεωμετρική ακρίβεια

❖ Για σημεία στο έδαφος:

$RMSE_x \leq 0.20m$, $RMSE_y \leq 0.20$, $RMSE_{xy} \leq 0.28$

Απόλυτη ακρίβεια $\leq 0,48$ για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

❖ Για σημεία στις οροφές κτηρίων:

$RMSE_x \leq 0.40m$, $RMSE_y \leq 0.40$, $RMSE_{xy} \leq 0.56$

Απόλυτη ακρίβεια $\leq 0,97$ για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

- c. Στην θέση των προαναφερθέντων ορθοφωτογραφιών ή προσθετικά είναι δυνατό να χορηγηθούν ψηφιακές ορθοφωτογραφίες (LSO) που καλύπτουν όλη την υπό κτηματογράφηση περιοχή και έχουν τραβηχτεί την περίοδο 2007-2009.

Χωρική ανάλυση 50cm

Γεωμετρική ακρίβεια: $RMSE_x \leq 1.00m$, $RMSE_y \leq 1.00$,
 $RMSE_{xy} \leq 1.41$

Απόλυτη ακρίβεια ≤ 2.44 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Γεωμετρική ακρίβεια κτηματολογικών διαγραμμάτων

Ανάλογα με τον τύπο του Κτηματολογικού Διαγράμματος (Κ.Δ.), τα όρια των γεωτεμαχίων πρέπει να απεικονίζονται με συγκεκριμένη ακρίβεια. Ειδικότερα:

Είδος Ελέγχου	Αστικές Περιοχές	Αγροτικές Περιοχές
1. $RMSE_{xy}$ όπως αυτό προκύπτει από τη σύγκριση σημείων γνωστών συντεταγμένων στο έδαφος με τις συντεταγμένες των ίδιων σημείων στα Κ.Δ.	$RMSE_x \leq 0.50m$ $RMSE_y \leq 0.50m$ $RMSE_{xy} \leq 0.71m$	$RMSE_x \leq 1.00m$ $RMSE_y \leq 1.00m$ $RMSE_{xy} \leq 1.41m$
2. Απόλυτη Ακρίβεια	Απόλυτη ακρίβεια ≤ 0.98 ($RMSE_{xy} * 1.73m$) για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%	Απόλυτη ακρίβεια ≤ 2.45 ($RMSE_{xy} * 1.73m$) για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%

Πίνακας 1.6: Γεωμετρική ακρίβεια κτηματολογικών διαγραμμάτων

Πηγή: Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε.

Γεωμετρική συμβατότητα γεωτεμαχίων

Τα γεωτεμάχια στο Κτηματολογικό Διάγραμμα πρέπει να πληρούν τις αρχές της γεωμετρικής συμβατότητας. Η γεωμετρική συμβατότητα πραγματεύεται το πόσο συμβατά είναι σε σχετική θέση, σχήμα και εμβαδό τα γεωτεμάχια στο Κ.Δ. σε σχέση με την πραγματικότητα, όπως υλοποιείται στο έδαφος (π.χ. τοπογραφικό). Εάν δεν τηρούν μία από τις προϋποθέσεις γεωμετρικής συμβατότητας τότε δεν είναι γεωμετρικά συμβατά.

Για την **συμβατότητα σχετικής θέσης** ελέγχονται στοιχεία όσων τοπογραφικών διαγραμμάτων είναι διαθέσιμα (π.χ. ταχυδρομική διεύθυνση, κτίσματα, σταθερά σημεία) σε σχέση με τα αντίστοιχα του Κ.Δ. για να συναχθεί το συμπέρασμα εάν πρόκειται για το ίδιο γεωτεμάχιο στην ίδια περίπου θέση.

Η **συμβατότητα σχήματος** πιστοποιείται μέσω της 'Ζώνης Συμβατότητας Σχήματος (Ζ.Σ.Σ)'. Η ζώνη αυτή βρίσκεται μεταξύ του περιγράμματος ενός εσωτερικού και ενός εξωτερικού πολυγώνου με πλευρές παράλληλες προς τις πλευρές του γεωτεμαχίου της Κτηματογράφησης, σε απόσταση U_0 εκατέρωθεν ως εξής:

→ Για αστικές περιοχές $U_0=0.50$ μέτρα

→ Για αγροτικές περιοχές $U_0=2,0$ μέτρα

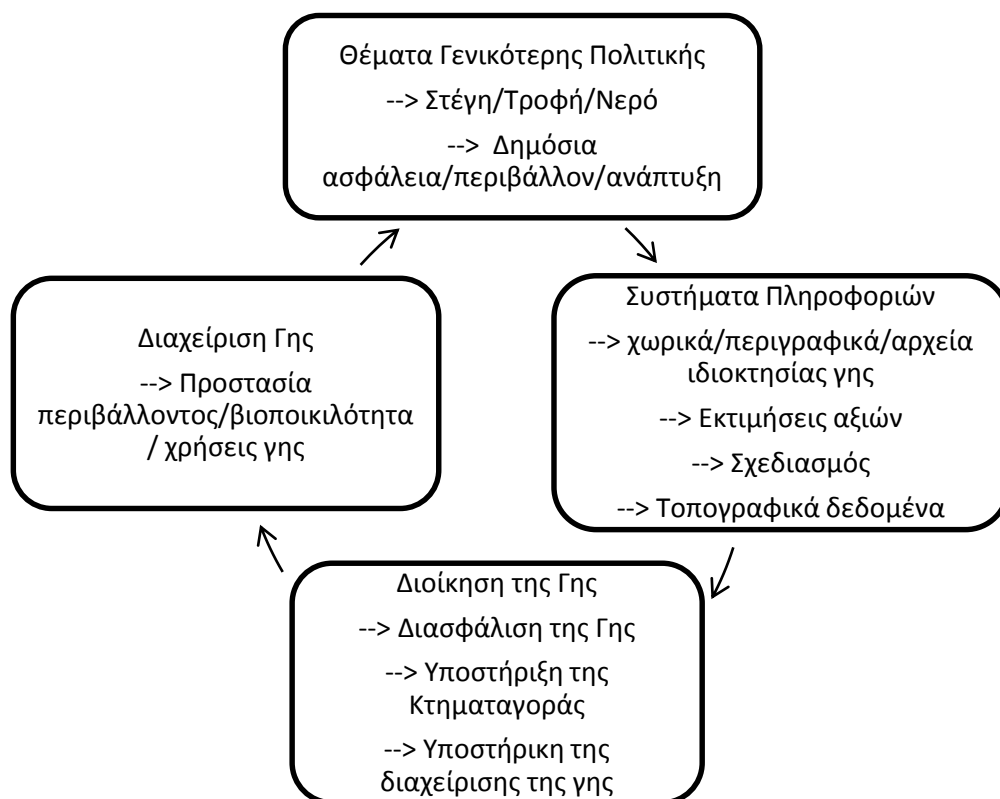
Εάν όλα τα σημεία του περιγράμματος των γεωτεμαχίων βρίσκονται εντός της ζώνης τότε είναι συμβατά ως προς το σχήμα.

Τέλος, η συμβατότητα εμβαδού πραγματοποιείται με τη διαφορά των εμβαδών των γεωτεμαχίων στο τοπογραφικό και στο Κ.Δ. να βρίσκεται εντός ορίων σύμφωνα με το άρθρο 13α του Ν.2664/1998.

Πηγή: Ε.Κ.Χ.Α. Α.Ε.

1.7. Οφέλη του κτηματολογίου

Το Κτηματολόγιο ως το πλέον κατάλληλο Σύστημα Καταγραφής Χωρικών Πληροφοριών (Σ.Κ.Χ.Π.), συνιστά θεμελιώδη βάση για τη λήψη αποφάσεων και τη σωστή διακυβέρνηση. Στην Ελλάδα το Κτηματολόγιο αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά εν εξελίξει αναπτυξιακά έργα με σκοπό την αξιόπιστη καταγραφή της παρουσίας των πολιτών και του κράτους.



Διάγραμμα 1.1: Κτηματολόγιο, αναπτυξιακό έργο

Πηγή: Ε.Δημοπούλου, 2016

Το Κτηματολόγιο στην ολότητα του, ως εκσυγχρονισμένο σύστημα καταγραφής, καταχώρισης και διακίνησης εμπραγμάτων δικαιωμάτων και ως μία ολοκληρωμένη, αυτοματοποιημένη και διαρκώς ενημερωμένη πληροφοριακή υποδομή ανοιχτή στον απλό πολίτη, στον επενδυτή και σε κάθε άνθρωπο που ζει σε μια κοινωνία και παίρνει αποφάσεις και κατά επέκταση για όλη τη χώρα, συνιστά τη μεγαλύτερη Διοικητική Μεταρρύθμιση της χώρας.

Οφέλη για τον πολίτη

Η συμβολή του Κτηματολογίου στον πολίτη γίνεται σαφής μέσω της εξοικονόμησης χρόνου, χρήματος που του εξασφαλίζει και παράλληλα μέσω της προστασίας και εξυπηρέτησής του. Το σύγχρονο Κτηματολόγιο μειώνει την γραφειοκρατία μετατρέποντας τις μεταβιβάσεις ακίνητης περιουσίας σε απλές και γρήγορες διαδικασίες, ωθώντας τους πολίτες να κατανοήσουν και να συνειδητοποιήσουν τη σημασία και την αναγκαιότητα του θεσμού αυτού. Οι μεταβιβάσεις εκτός από γρήγορες είναι και αξιόπιστες καθώς διακρίνονται από διαφάνεια και ακρίβεια, εξαλείφοντας την οποιαδήποτε αμφιβολία των πελατών. Η νέα Διαδικτυακή Πλατφόρμα Ηλεκτρονικών Υπηρεσιών 'DLS PORTAL' που εντάσσεται στο πλαίσιο του 5^{ου} Στρατηγικού Σχεδίου 2014-2016 του Υπουργείου Εσωτερικών, αποτελεί σημαντικό βήμα για την παράκαμψη συνωστισμού στα Κτηματολογικά γραφεία καθώς ανοίγουν οι πόρτες για πρόσβαση από το σπίτι ή το γραφείο του καθενός.

Το θεσμικό πλαίσιο του Κτηματολογίου συγκροτούμενο από κανόνες και αρχές που αναφέρθηκαν παραπάνω, συνάγει στην τεκμηρίωση της αποδεικτικότητας των καταγεγραμμένων εμπράγματων δικαιωμάτων. Επομένως, οι τίτλοι ιδιοκτησίας κατοχυρώνονται οριστικά και η ακίνητη περιουσία του κάθε πολίτη είναι διασφαλισμένη. Επιπλέον, οι διαδικασίες απαλλοτριώσεων και αποζημιώσεων πραγματοποιείται με άμεσο και ασφαλή τρόπο. Αυτή η ανοιχτή και προσβάσιμη για κάθε πολίτη, πλήρη πληροφοριακή βάση για το περιβάλλον και τα ακίνητα αποτελεί το ισχυρότερο όπλο του πολίτη να ελέγχει την εκάστοτε εξουσία. Η άγνοια του πολίτη αντικαθίσταται από την πλήρη ενημέρωσή του και έλεγχο της εξουσίας του, το οποίο συνιστά κατάκτηση της Δημοκρατίας.

Οφέλη για το κράτος

Το κτηματολόγιο χαρακτηρίζεται ως απαραίτητο εργαλείο για να λειτουργήσει, να οργανωθεί και να αναπτυχθεί ορθά κάθε χώρα. Η δημόσια περιουσία είναι διασφαλισμένη και οριοθετημένη. Με τον νέο νόμο, Ν.4164/2013, υποχρεώνεται το δημόσιο να υποβάλει δηλώσεις με αποτέλεσμα να καταγράφεται η δημόσια περιουσία με σκοπό την προστασία και την αξιοποίησή της. Ένας άλλος τομέας που καλύπτει το Κτηματολόγιο είναι το περιβάλλον. Σεβασμός και προστασία στο περιβάλλον συνάγει στην προστασία του κράτους και της κοινωνίας. Ο Ν.4164/2013 προωθεί στο μέγιστο βαθμό την επιτάχυνση της ανάθεσης και της ολοκλήρωσης μελετών και υπηρεσιών, όπως η σύνταξη δασικών χαρτών. Εμποδίζονται οι καταπατήσεις και αυθαιρεσίες σε δάση και αιγιαλούς με την οριοθέτησή τους.

Τέλος, πρόσθετα οφέλη που δημιουργεί ένα ολοκληρωμένο και λειτουργικό Κτηματολόγιο είναι η λειτουργία της αγοράς ακινήτων και η βελτίωση της οικονομίας. Συγκεκριμένα, αναβαθμίζει την αγορά ακινήτων και αυξάνει την αξία της ακίνητης ιδιοκτησίας με συνέπεια να προσελκύονται σημαντικότερες επενδύσεις και να ενισχύεται η οικονομία. Ο αγοραστής ή ο επενδυτής έχει τη δυνατότητα αφού επιλέξει το ακίνητο που τον ενδιαφέρει να μπορεί να αποταθεί στο Κτηματολόγιο για να ελέγξει τα στοιχεία και τις πληροφορίες που το

περιγράφουν (π.χ. υποθήκη , πτώχευση). Αποκτώντας πλήρη εικόνα για τη κατάσταση του ακινήτου οδηγείται σε λήψη απόφασης εάν ικανοποιούνται οι προσδοκίες του μέσω αυτού. Επομένως, οι αγορές ακινήτων γίνονται πιο αξιόπιστες και προσελκύονται πιο εύκολα από το αγοραστικό κοινό.

Συμπερασματικά, το Κτηματολόγιο απαντώντας στις ερωτήσεις ‘ποιος έχει τι και σε ποια θέση’ ασκεί κατάλληλες πολιτικές γης διαχειρίζοντας σωστά την ιδιοκτησία, ατομική ή δημόσια. Γενικεύοντας, το Κτηματολόγιο μπορεί να χαρακτηριστεί ως πνεύμονας για την ανάπτυξη οποιασδήποτε μορφής .

1.8. Προβλήματα του Κτηματολογίου

Το Κτηματολόγιο όπως προαναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα συνιστά βασικό εργαλείο και θεμελιώδης βάση για την ορθή λειτουργία και ανάπτυξη μιας χώρας με άμεσα οφέλη στον πολίτη. Καθίσταται όμως αναγκαία η αναφορά των παραγόντων που αποτελούν τροχοπέδη τόσο στη σύνταξη του Κτηματολογίου όσο και στη μετέπειτα λειτουργία του.

Τα πλεονεκτήματα του Κτηματολογίου πηγάζουν από την λειτουργία του στην ολότητα του. Το Κτηματολόγιο στην Ελλάδα όμως δεν περιέχει χωρικές πληροφορίες για όλη την έκτασή της. Το 65% της χώρας βρίσκεται ακόμα σε αναμονή, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να χρησιμοποιηθεί το Κτηματολόγιο ως αναπτυξιακό εργαλείο, ασκώντας κατάλληλες πολιτικές γης. Επιπρόσθετα, το Κτηματολόγιο με μοναδιαίο στοιχείο αναφοράς το γεωτεμάχιο, αναπαριστά χωρική πληροφορία σε δύο διαστάσεις. Στην Ελλάδα, η οποία διακρίνεται για το έντονο ανάγλυφό της, παρατηρείται με την πάροδο του χρόνου ανάπτυξη και δόμηση του χώρου πάνω και κάτω από την ΦΓΕ, με αποτέλεσμα να προκύπτουν επικαλυπτόμενα δικαιώματα τα οποία δεν μπορούν να περιγραφούν και να διαχειριστούν κατάλληλα σε ένα Κτηματολόγιο δύο διαστάσεων. Συμπερασματικά, η απουσία πληρότητας και διαχείρισης 3D χωρικής πληροφορίας σε ορισμένες περιπτώσεις που κρίνεται αναγκαία αποτελούν τροχοπέδη ανάπτυξης.

Η οικονομική κατάσταση κάθε χώρας συνδέεται άρρηκτα με το θεσμό του Κτηματολογίου της. Η κρίση στην οικονομία προκαλεί κρίση και όσο αφορά τη σύνταξη και τη λειτουργία του Κτηματολογίου, καθώς η χρηματοδότησή του συνιστά έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την περάτωσή του. Στην Ελλάδα τα προβλήματα και η πτωτική τάση στην οικονομία αποτέλεσαν εμπόδιο για την ολοκλήρωση του Κτηματολογίου. Επομένως, κρίνεται αναγκαία η διεξοδική μελέτη όσο αφορά την δημοσιονομική κατάσταση της χώρας όταν πρόκειται να συνταχθεί Κτηματολόγιο.

Η σύνταξη του Κτηματολογίου στην Ελλάδα βασίζεται σε μια σύγχρονη πληροφοριακή βάση (Δημοπούλου, 2016), εντός της οποίας καταχωρούνται πληροφορίες σχετικές με τα ακίνητα. Το Σύστημα Πληροφορικής Εθνικού Κτηματολογίου (Σ.Π.Ε.Κ.) είναι ένα σύγχρονο σύστημα του Ελληνικού Δημοσίου που έχει επιταχύνει και βελτιώσει τις κτηματογραφήσεις. Οι πολίτες όμως δεν είναι καλά ενημερωμένοι για το θεσμό του Κτηματολογίου, με αποτέλεσμα

να προκύπτουν προβλήματα στη ροή των εργασιών. Επίσης, οι πρώτες κτηματογραφήσεις όπως αναφέρθηκε στην 1.2. ενότητα, είχαν χωρική διασπορά με στόχο την απόκτηση εμπειρίας σε διαφορετικές καταστάσεις, γεγονός το οποίο οδήγησε στη δημιουργία πολλών κτηματολογικών γραφείων. Συμπερασματικά, τα πολλά γραφεία σε συνδυασμό με τη περιορισμένη εμπειρία συνετέλεσαν στη σπατάλη χρήματος και χρόνου προκειμένου να επιτευχθεί η διόρθωση των επερχόμενων λαθών.

Η μακρόχρονη έλλειψη Κτηματολογίου οδήγησε στην ανάπτυξη υποκατάστατων μηχανισμών και διαδικασιών για την διαχείριση των ακινήτων, όπως δημόσιοι φορείς, υπηρεσίες και επαγγελματικές ομάδες. Η παρουσία των μηχανισμών αυτών για πολλά χρόνια καθιστά δύσκολη τη μετάβαση προς το θεσμό του Κτηματολογίου και οι πολίτες πολλές φορές είναι αρνητικοί στην αποδοχή του. Τέλος, γίνεται εμφανής η αδράνεια που χαρακτηρίζει τις δυνάμεις αλλαγής των θεσμών και την ανακατανομή υπευθυνοτήτων και αρμοδιοτήτων. Ειδικότερα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τη λειτουργία του είναι (Δημοπούλου, 2016):

- Ακίνητα ‘Αγνώστου Ιδιοκτήτη’ ή ‘Ανευτόπιστα’.
Πρόκειται για ακίνητα που για οποιοδήποτε λόγο δεν δηλώθηκαν κατά τη διαδικασία της κτηματογράφησης και εγγράφονται στην κτηματολογική βάση με την ένδειξη ‘Αγνώστου Ιδιοκτήτη’. Πρόσφατα ανακοινώθηκε (Ιούλιος του 2015) ο κίνδυνος δήμευσης για 200.000 ακίνητα ‘Αγνώστου Ιδιοκτήτη’ σε περιοχές που είχαν ενταχθεί στο παλαιό πρόγραμμα κτηματογράφησης της περιόδου 1997-1999.
- Αποκλίσεις στο Εμβαδόν.
Πρόκειται για διαφορές στο εμβαδόν μεταξύ του καταμετρημένου εμβαδού από το Κτηματολόγιο και αυτού που έχει δηλωθεί. Οι διαφορές πρέπει να βρίσκονται εντός ορίων που προδιαγράφονται από το εκάστοτε νόμο.
- Φυσική συνένωση γεωτεμαχίων.
Τα όμορα γεωτεμάχια που έχουν αγοραστεί από τον ίδιο άτομο έχουν διαφορετικό ΚΑΕΚ. Στην περίπτωση όμως που ανεγερθεί οικοδομή και τα γεωτεμάχια συνενωθούν φυσικά, τότε πρέπει να χαρακτηριστεί από ένα ενιαίο ΚΑΕΚ.
- ΚΑΕΚ κοινής διόδου μεταξύ δύο γεωτεμαχίων.
Είναι συχνό φαινόμενο δίοδοι που δεν αποτελούν δημοτικές εκτάσεις να δηλώνονται από τους δικαιούχους λαμβάνοντας ΚΑΕΚ. Με τον τρόπο αυτό θεωρούνται γεωτεμάχια ενώ κάτι τέτοιο δεν υφίσταται.
- ΚΑΕΚ τμημάτων ‘Κοινόχρηστων Χώρων’ σε γεωτεμάχια με κάθετες ιδιοκτησίες.
Η σύσταση καθέτων ιδιοκτησιών δημιουργεί τμήματα τα οποία αποτελούν κοινόχρηστους χώρους και δεν πρέπει να έχουν ούτε ΚΑΕΚ κάθετης ιδιοκτησίας ούτε χλυστά.
- Ασυμβατότητες και διαφορές στις Διοικητικές Πράξεις στο Εθνικό Κτηματολόγιο.
Αίτια αποτελούν:
 - i. Διαφορετικός χρόνος και μέθοδος καταγραφής.
 - ii. Αλλαγή προδιαγραφών
 - iii. Πρόχειρα και αλλοιωμένα διαγράμματα

- iv. Μεγάλος αριθμός ακινήτων ‘Αγνώστου Ιδιοκτήτη’
- v. Δυσκολία μετασχηματισμών

Συμπερασματικά, τα κτηματολογικά γραφεία πολλές φορές λόγω των προαναφερθέντων παραγόντων είναι δυνατό να δώσουν λανθασμένες πληροφορίες για ακίνητα όσο αφορά την ταυτότητά τους ή τη νομική τους κατάσταση. Το Εθνικό Κτηματολόγιο (ΕΚ) με το ΣΠΕΚ μπορεί να αξιοποιήσει τη νέα τεχνολογία και να αποκτήσει ηλεκτρονικό χαρακτήρα αλλά δεν μπορεί ιεραρχικά να αξιοποιήσει τις πληροφορίες του από κάθε επίπεδο διοίκησης (Δημοπούλου, 2016). Στη παρούσα φάση, το ΕΚ δεν μπορεί να αναδειχθεί ως μοχλός ανάπτυξης εφόσον δεν έχει ακόμα τη δυνατότητα να παρέχει πληροφορίες μιας συγκεκριμένης περιοχής σε συγκεκριμένο χρόνο.

2. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Η αύξηση του πληθυσμού και η μειωμένη διαθέσιμη γη αποτελούν συνήθεις προκλήσεις στις αστικές περιοχές και οδηγούν σε έντονη δραστηριότητα δόμησης. Όμως σε ένα εξελισσόμενο δομούμενο περιβάλλον, που αναπτύσσεται με βάση ένα εξελισσόμενο νομικό πλαίσιο, δημιουργείται μια αυξανόμενη μη συμβατική παραγωγή χώρου (Ζεντέλης, 2011). Η σύνθετη και έντονη αστική δόμηση δραστηριοποιείται πάνω και κάτω από το έδαφος (π.χ. τούνελ, υπόγειοι χώροι στάθμευσης, πολυόροφα κτήρια) φέροντας ως αποτέλεσμα πολυεπίπεδες κατανομές δικαιωμάτων, περιορισμών και ευθυνών (Rights, Restrictions, Responsibilities, RRR).

Τα συστήματα διαχείρισης γης παρέχουν την υποδομή για την εγκατάσταση στρατηγικών και πολιτικών διαχείρισης της γης (Williamson 2008). Το Κτηματολόγιο συνιστά μοχλό των συστημάτων διαχείρισης γης και είναι υπεύθυνο για την εγγραφή RRR (Williamson and Wallace, 2007). Η διαχείριση επικαλυπτόμενων RRR στα σύγχρονα συστήματα διαχείρισης γης συνιστά πρόκληση καθώς είναι εξοπλισμένα με κτηματολόγια τα οποία μπορούν μόνο να υποστηρίξουν δισδιάστατες χωρικές πληροφορίες (Aien, 2013). Ένα δισδιάστατο (2D) Κτηματολόγιο με μοναδιαίο επίπεδο αναφοράς το γεωτεμάχιο, δε μπορεί να αντιμετωπίσει επιτυχώς τις περιπτώσεις πολλαπλής και σύνθετης χρήσης του χώρου. Επομένως, δημιουργείται αυτόματα η αναγκαιότητα ορισμού και σύλληψης μιας νέας φόρμα κτηματολογικής καταγραφής, που να διαχωρίζει τα δικαιώματα ανά επίπεδο, με κλειδί την τρίτη διάσταση του χώρου. (Ζεντέλης, 2011).

Το κεφάλαιο αυτό απαρτίζεται από επτά ενότητες οι οποίες αναφέρονται σε διαφορετικές πτυχές του τρισδιάστατου (3D) Κτηματολογίου. Οι πρώτες τρεις ενότητες διαπραγματεύονται τα γενικά στοιχεία του 3D Κτηματολογίου: βασικές έννοιες και ορισμοί, Νομική\Θεσμική\Τεχνική Διάσταση και τα είδη του. Στις επόμενες ενότητες γίνεται εκτενής αναφορά στο νομικό και διοικητικό πλαίσιο ανάπτυξης 3D Κτηματολογίου στην Ελλάδα και σε διεθνές επίπεδο και στις περιπτώσεις που απαιτούν 3D κτηματολογική καταγραφή. Τέλος, στην τελευταία ενότητα παρουσιάζονται κάποια από τα πρωτότυπα συστήματα τρισδιάστατης κτηματολογικής εγγραφής που έχουν αναπτυχθεί στο διεθνή χώρο.

2.1. Βασικές έννοιες και ορισμοί

Ο αυξανόμενος αριθμός επικαλυπτόμενων πολυεπίπεδων κατασκευών, ιδιαίτερα στις πυκνοκατοικημένες περιοχές, προκαλεί αυξανόμενες ανάγκες για αποτελεσματική και αποδοτική απεικόνιση των RRR που υλοποιούνται σε αυτές. Η αποτελεσματική αναπαράσταση υλοποιείται μέσω ενός Κτηματολογίου το οποίο θα είναι αναλυτικό, τρισδιάστατο, πολυστρωματικό και θα καταγράφει όλα τα χωρικά δικαιώματα και τους δικαιούχους αυτών. Το 3D Κτηματολόγιο έχει όλα τα χαρακτηριστικά που το καθιστούν αναγκαίο για την ορθολογικότερη διαχείριση του δομημένου περιβάλλοντος συμπεριλαμβανομένων και των ελέγχων της νομιμότητας της χρήσης του χώρου ή των δημοσιονομικών εφαρμογών. Το δισδιάστατο Κτηματολόγιο επηρεάζει πολυδιάστατα την

ανάπτυξη και την υλοποίηση της πολιτικής γης. Όμως η περισσότερο ολοκληρωμένη τρισδιάστατη γνώση της νομικής και τεχνικής διάστασης κάθε ακινήτου μπορεί να εξυπηρετήσει περισσότερο ρεαλιστικά και εφικτά σχέδια δράσης. (Ζεντέλης, 2011).

Πριν από κάθε δραστηριότητα έρευνας για την τρισδιάστατη κτηματολογική μοντελοποίηση, ένας σαφής ορισμός όσο αφορά το 3D Κτηματολόγιο και την τρισδιάστατη ιδιοκτησία είναι πολύ σημαντικός. Διάφοροι ορισμοί έχουν αναφερθεί από διάφορους ερευνητές: Stoter 2004, Papaefthymiou 2004, Jarroush and Even-Tzur 2004, Dimopoulou 2006, Van Oosterom 2013. Οι ακόλουθοι ορισμοί περί 3D Κτηματολογίου και τρισδιάστατων ιδιοκτησιών επιλέχθηκαν ως αναφορά.

- ✚ Το 3D Κτηματολόγιο συνιστά εργαλείο κάθε συστήματος διαχείρισης γης, το οποίο διαχειρίζεται και αναπαριστά ψηφιακά στρωματοποιημένα δικαιώματα, περιορισμούς και ευθύνες καθώς και τη σύνδεση αυτών με φυσικά αντικείμενα όπως κτήρια και άλλες υποδομές πάνω και κάτω από τη ΦΓΕ σε τρεις διαστάσεις. Ένα τρισδιάστατο κτηματολόγιο έχει τη δυνατότητα να συλλέξει, αποθηκεύσει, αναζητήσει, αναλύσει και να οπτικοποιήσει περίπλοκες ιδιοκτησίες (Aien 2013).
- ✚ Πρέπει να σημειωθεί ότι ο ορισμός του 3D Κτηματολογίου είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με το νομικό και οργανωτικό πλαίσιο κάθε χώρας. (Fendel 2001, Thompson and van Oosterom 2011, van Oosterom 2013).
- ✚ Η 3D ιδιοκτησία ορίζεται ως η πραγματική ιδιοκτησία που οριοθετείται κάθετα και οριζόντια (Paasch and Paulsson 2011, Paulsson 2011). Ο ορισμός αυτός επιτρέπει την ενσωμάτωση διαφόρων τύπων τρισδιάστατης ιδιοκτησίας σε διαφορετικά νομικά συστήματα (Paasch and Paulsson 2011).
- ✚ 3D Κτηματολόγιο ορίζεται ένα σύστημα το οποίο δίνει πληροφορίες και επεκτείνεται σε χρήσεις που στοχεύουν στην αξιοποίηση του υπόγειου και υπέργειου χώρου ενός γεωτεμαχίου, δηλαδή στη βέλτιστη αξιοποίηση του χώρου. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να λειτουργήσει μόνο εάν εναρμονιστεί πλήρως με το υφιστάμενο νομικό καθεστώς κτηματογράφησης που ισχύει σε κάθε χώρα ή με ένα νέο νομικό πλαίσιο που θα διαμορφωθεί ειδικά για να υποστηρίξει μια τέτοια ανανεωτική προσπάθεια (Ζεντέλης, 2011).

Η αυξανόμενη περιπλοκότητα των κατασκευών και των πυκνοκατοικημένων περιοχών απαιτεί κατάλληλη εγγραφή της νομικής κατάστασης (ιδιωτική και δημόσια). Κτηματολόγια τα οποία υποστηρίζουν μόνο 2D χωρική πληροφορία χαρακτηρίζονται μη λειτουργικά για εγγραφές και απεικονίσεις 3D σύνθετων νομικών περιπτώσεων (RRR).Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν διεξαχθεί πολλές δραστηριότητες στο πλαίσιο προσέγγισης μεθόδων απόδοσης της τρίτης διάστασης στα τρέχοντα 2D Κτηματολόγια. Επίσης, την τελευταία δεκαετία εντοπίζονται πολλοί ερευνητές οι οποίοι έχουν ως αντικείμενο μελέτης τους τη μεταφορά από 2D σε 3D Κτηματολόγιο : *Grinstein, 2001, Stoter and Salzmann,2001, Stoter, 2002, Benhamu and Doytsher, 2003, Aydın et al., 2004, van Oosterom et al.,2005, Dimopoulou et al., 2006, Paulsson, 2007, Kalantari et al., 2008, Peres and Benhamu,2009, van Oosterom et al., 2011, Aien et al., 2012, Jazayeri et al., 2014.*

Παρά τις έρευνες και την πρόοδο, δεν υπάρχει χώρα στον κόσμο που να έχει υιοθετήσει ένα ολοκληρωμένο 3D Κτηματολόγιο, η λειτουργικότητα είναι πάντα περιορισμένη κατά κάποιον τρόπο (van Oosterom 2011):

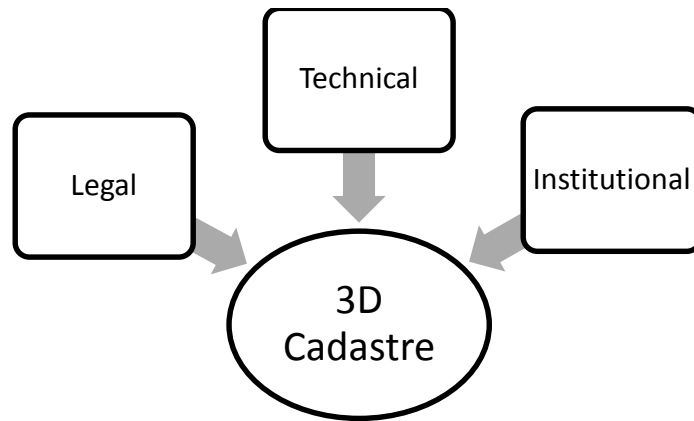
- ✓ Εγγραφή ογκομετρικών γεωτεμαχίων σε μητρώα, χωρίς όμως να αποδίδονται σε τρισδιάστατο κτηματολογικό χάρτη.
- ✓ Εγγραφή συγκεκριμένων αντικειμένων, κτήρια, εισάγοντας λύσεις μόνο για αυτά .
- ✓ Ανάπτυξη πρωτοτύπων συστημάτων 3D Κτηματολογίου, χωρίς όμως να έχει πραγματοποιηθεί έλεγχος της λειτουργικότητάς τους.

2.2. Νομική, Θεσμική και Τεχνική Διάσταση 3D Κτηματολογίου

Η τριών διαστάσεων ιδιοκτησία έχει αποτελέσει κεντρικό θέμα ερευνών κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας. Ο χώρος στον οποίο διαδραματίζονται οι περισσότερες δραστηριότητες είναι τριών διαστάσεων. Η χρήση του χώρου μέσω των διαμερισμάτων (στέγαση) και των γραφείων (εργασιακή απασχόληση) αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα δραστηριότητας, μέσω της οποίας αναπτύσσονται 3D RRR. Η νομοθεσία παραδοσιακά όριζε τις ιδιοκτησίες σε δύο διαστάσεις, δημιουργώντας ασάφειες για ειδικές περιπτώσεις. Καθώς η ανάγκη σε γη στις μοντέρνες κοινωνίες αυξάνεται, περισσότεροι περιορισμοί τίθενται για τη ρύθμιση επικαλυπτόμενων ιδιωτικών και δημόσιων δικαιωμάτων. Τέτοιες περίπλοκες περιπτώσεις δεν μπορούν να εξυπηρετηθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο μέσα από 2D μεθόδους, όπως κατόψεις και τομές συνοδευόμενες από παράλληλες περιγραφές κείμενου. Ο 2D χάρτης κρίνεται μη αποτελεσματικός για μετρήσεις μήκους, εμβαδού ή όγκου σε μία τριών διαστάσεων ιδιοκτησία. Τέλος, χωρικές αναλύσεις και υποβολή ερωτημάτων δεν είναι δυνατό να τεθούν σε εφαρμογή καθώς στην ψηφιακή κτηματολογική τους βάση τα τρισδιάστατα δεδομένα δεν υποστηρίζονται στην πληρότητά τους.

Σύμφωνα με τον Ali Aien, (2011), κάθε 3D μηχανή πρέπει να θεωρηθεί σε τρεις διαστάσεις:

- Νομική (Legal), υποστηρίζει την εγγραφή των τρισδιάστατων ιδιοκτησιών.
- Θεσμική (Institutional), εγκαθιστά σχέσεις μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών.
- Τεχνική (Technical), παρέχει πλατφόρμες για την απεικόνιση του τρισδιάστατου Κτηματολογίου.



Διάγραμμα 2.1: Διαστάσεις 3D Κτηματολογίου
 Πηγή: Ali Aien, 2011

Νομική Διάσταση

Το νομικό πλαίσιο της κάθε χώρας πρέπει να μπορεί να διαχειρίζεται τις ολοένα αυξανόμενες πολύπλοκες τρισδιάστατες καταστάσεις. Τα νομικά συστήματα υποστηρίζουν την εγγραφή και την αναπαράσταση τρισδιάστατων ιδιοκτησιών ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις για τα πολυεπίπεδα δικαιώματα που αναπτύσσονται τόσο στη γη όσο και στα κτήρια/εγκαταστάσεις. Συνεπώς, ανασχηματισμοί νομικών πλαισίων για τη ρύθμιση τέτοιων θεμάτων πρέπει να κάνουν την εμφάνισή τους. Εξαιτίας των διαφορών στο κτηματολογικό και νομικό σύστημα κάθε χώρας, δεν υπάρχει μοναδική λύση. Επομένως, υπάρχει μία ποικιλία προσεγγίσεων οι οποίες κυμαίνονται από α) παρεμβάσεις στο ισχύον πλαίσιο για προσαρμογή των υπάρχοντων κτηματολογικών συστημάτων στις νέες απαιτήσεις π.χ. Ολλανδία, μέχρι β) ίδρυση νέων τρισδιάστατων κτηματολογικών συστημάτων μέσω ραγδαίων αλλαγών στο νομικό και κτηματολογικό πλαίσιο π.χ. Ρωσία και Ισραήλ.

Θεσμική Διάσταση

Το Κτηματολόγιο έχει μεγάλη σημασία εάν λειτουργεί σύμφωνα με ένα θεσμικό πλαίσιο. Το θεσμικό πλαίσιο παρέχει ρυθμίσεις υπεύθυνες για τον ορισμό των τρισδιάστατων δικαιωμάτων ιδιοκτησίας, μηχανισμούς για απόκτηση τρισδιάστατων δεδομένων και ευθύνες και καθήκοντα δημόσιων και ιδιωτικών τομέων. Ίδιες προϋποθέσεις αρμόζουν και στο 3D Κτηματολόγιο. Εάν δεν οριστεί η τρίτη διάσταση στο δικαίωμα ιδιοκτησίας τα 3D Κτηματολόγια δεν επιτυγχάνουν το έργο για το οποίο προορίζονταν (Molen,2003). Είναι αναγκαίο να υπάρχει μία στενή και συνεχής σχέση μεταξύ των δημόσιων και των ιδιωτικών τομέων για να μοιράζονται γνώσεις και να φτάνουν σε μία κοινή άποψη πάνω στις έννοιες και τις αρχές ανάπτυξης 3D Κτηματολογίου. Οι θεσμικές πτυχές μπορούν να χωριστούν σε διαφορετικές κατηγορίες: διοικητικοί και εννοιολογικοί θεσμοί. Αρχικά, οι διοικητικοί θεσμοί εκτελούν και προστατεύουν τις ρυθμίσεις που έχουν καθοριστεί από τη νομοθεσία. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει εργολάβους, μητρώα και τοπικές κυβερνήσεις. Όσο αφορά τη

δεύτερη κατηγορία, οι εννοιολογικοί θεσμοί παρέχουν ένα ενοποιημένο σύνολο από τρισδιάστατες έννοιες όπως, διαμέρισμα (apartment), τρισδιάστατη κυριότητα (3D ownership), πολυόροφα (multi-storey building) και περίπλοκα κτήρια (complex building).

Τεχνική Διάσταση

Η επίδραση της τεχνολογίας στο 3D Κτηματολόγιο γίνεται εμφανής μέσα από τη γνώση και χρήση εργαλείων, μοντέλων και μεθόδων που κρίνονται απαραίτητα για την προετοιμασία του 3D Κτηματολογίου. Η πρόοδος στην τεχνολογία αυξάνει την αποτελεσματικότητα του Κτηματολογίου μέσα από την πρόοδο των υπολογιστών και των μεθόδων συλλογής δεδομένων. Σύμφωνα με τον Shojaei (2014) τα τεχνικά χαρακτηριστικά του 3D Κτηματολογίου διαφέρουν ως προς το περιεχόμενο και μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε διαφορετικές ενότητες ανάλογα με το αντικείμενο της καθεμίας:

- Συλλογή 3D δεδομένων: έρευνα όσο αφορά το είδος των τρισδιάστατων κτηματολογικών οντοτήτων που χρειάζονται να συλλεχθούν (κτήρια, τούνελ) και τις μεθόδους συλλογής δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν (αεροφωτογραφίες, τοπογραφικές μεθόδους).
- Αναπαράσταση 3D δεδομένων: 3D οπτικοποίηση, 3D αναλύσεις και 2.5D επιφάνειες σε μορφότυπο διανυσματικό ή ψηφιδωτό. Τα 3D CAD (Computer-Aided Design) και 3D GIS (Geographic Information System) αποτελούν την κινητήριο δύναμη για την αναπαράσταση 3D πληροφορίας. Στα περισσότερα όμως κτηματολογικά συστήματα η αναπαράσταση 3D δεδομένων πραγματοποιείται μέσω 2D αναλογικών σχεδίων.
- Ενημέρωση Κτηματολογίου: πρόκειται για την ενημέρωση των κτηματολογικών οντοτήτων στα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (DBMS). Η γεωμετρία και η τοπολογία των οντοτήτων αυτών συνιστούν πολύπλοκες έννοιες οι οποίες χρειάζονται να διατηρούνται σε ένα 3D DBMS.
- Μοντελοποίηση 3D δεδομένων: πρόκειται για την ανάπτυξη μοντέλου δεδομένων για τον προσδιορισμό 3D οντοτήτων και των μεταξύ τους σχέσεων. Η μοντελοποίηση θα ενεργοποιήσει τη συλλογή, διαχείριση, ανάλυση και οπτικοποίηση των 3D RRR. Τα περισσότερα κτηματολογικά μοντέλα δεδομένων που υπάρχουν όμως είναι σε δύο διαστάσεις γεγονός το οποίο περιορίζει την κάλυψη 3D οντοτήτων.

2.3 Είδη 3D Κτηματολογίου

Στα προηγούμενα κεφάλαια η ανάγκη για 3D Κτηματολόγιο όπως και η αναφορά στο νομικό, θεσμικό και τεχνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο πρέπει να ενσωματώνεται αποτέλεσαν θέματα προς ανάλυση. Το κεφάλαιο αυτό πραγματεύεται το σχεδιασμό του εννοιολογικού σχήματος για το 3D Κτηματολόγιο, καθώς η ανάπτυξή του μπορεί να γίνει σε διάφορα επίπεδα προσέγγισης της τρίτης διάστασης και σε διάφορα επίπεδα πληρότητας των 3D κτηματολογικών εγγραφών. Τρεις πιθανές έννοιες έχουν διακριθεί για να εγγραφούν 3D καταστάσεις σύμφωνα με την ‘Ολλανδική σχολή’:

- Πλήρες 3D Κτηματολόγιο
- Υβριδική μορφή
- Υπάρχον 2D Κτηματολόγιο με 3D αναφορές.

Πλήρες

Στην περίπτωση πλήρους 3D Κτηματολογίου καταργείται το 2D γεωτεμάχιο ως σημείο αναφοράς και αντικαθίσταται από ένα 3D αντικείμενο. Συνεπώς, γίνεται αναγκαίος ο καθορισμός 3D χωρικού μοντέλου. Σε ένα πλήρες 3D Κτηματολόγιο περιγράφονται μόνο νομικά κατοχυρωμένα 3D εμπράγματα δικαιώματα που αναφέρονται στην 3D φυσική πραγματικότητα. Η κτηματολογική καταγραφή σε ένα 3D κτηματολογικό μοντέλο απαιτεί ειδική διαχείριση καθώς τα δεδομένα που συλλέγονται αφορούν κυρίως στη γεωμετρία και την τοπολογία των 3D αντικειμένων. Απαραίτητη προϋπόθεση συνιστά η τροποποίηση του νομικού καθεστώτος που ισχύει για το 2D Κτηματολόγιο, διότι η καταγραφή των 3D εμπράγματος δικαιωμάτων και η χαρτογράφηση των 3D νομικά προσδιορισμένων αντικειμένων μπορεί να εφαρμοστεί μόνο στην περίπτωση που αυτά τα δικαιώματα είναι νομικά έγκυρα. Η ανάπτυξη πλήρους 3D Κτηματολογίου απαιτεί μία δομή ικανή να υποστηρίζει και να ενσωματώνει 3D δεδομένα (x,y,z) . Επίσης, η βάση δεδομένων πρέπει απαραίτητα να παρέχει 3D υποστήριξη τόσο από γεωμετρική όσο και από τοπολογική άποψη συμβάλλοντας στην:

- Αποφυγή περιττών στοιχείων, π.χ κοινές πλευρές, κορυφές.
- Διατήρηση συνέπειας των δεδομένων ύστερα από διαδικασίες επεξεργασίας και ενημέρωσης.
- Δυνατότητα υποβολής ερωτημάτων.
- Διευκόλυνση σύνθετων λειτουργιών, π.χ. επικάλυψη χαρτών, λειτουργίες τομής και συνένωσης.

Η προσέγγιση αυτή όμως συνιστά μία σύνθετη, δαπανηρή και χρονοβόρα διαδικασία για να εισαχθεί και να εφαρμοστεί ως γενικό πλαίσιο και να επικρατήσει ως αντίληψη για όλες τις περιπτώσεις (Ζεντέλης, 2011).

Υβριδική μορφή

Στην περίπτωση της υβριδικής μορφής διατηρείται το υπάρχον 2D Κτηματολόγιο και πραγματοποιούνται προσθήκες 3D πληροφορίας όταν κρίνεται απαραίτητη. Η βάση δεδομένων τροποποιείται μόνο στο βαθμό που να μπορεί να υποστηρίξει 3D αντικείμενα. Οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ 2D και 3D στοιχείων διατηρούνται με συνέπεια. Η υβριδική μορφή συνιστά την πιο άμεση και αποτελεσματική ταυτόχρονα λύση καθώς γίνεται δυνατή η πρόσβαση σε όλα τα αντικείμενα είτε είναι δύο είτε είναι τριών διαστάσεων με διατήρηση της ισχύουσας βάσης. Με άλλα λόγια, είναι δυνατή η απεικόνιση των 3D γεω-αντικειμένων στην υπάρχουσα 2D βάση όπου τα χαρακτηριστικά αυτών διατηρούνται όπως

επίσης και τα RRR. Όταν απαιτούνται τα 3D αντικείμενα, τότε γίνεται η δημιουργία και επισύναψη αυτών ως συμπληρωματικά σε μία κτηματολογική εγγραφή. Η υβριδική μορφή υποστηρίζει σε περιορισμένο βαθμό την τοπολογία, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί και ένα μειονέκτημα της προσέγγισης αυτής. Υποστηρίζονται οι τοπολογικές σχέσεις μεταξύ των μερών ενός αντικειμένου αλλά δεν υποστηρίζονται οι σχέσεις μεταξύ 2D γεωτεμαχίου και 3D αντικειμένου καθώς και μεταξύ διαφορετικών 3D αντικειμένων.

2D Κτηματολόγιο με 3D αναφορές

Η διαδικασία αυτή εφαρμόζεται σήμερα σε πολλές χώρες και αποτελεί τη λιγότερο ανανεωτική και αποτελεσματική λύση. Διατηρείται το υπάρχον 2D Κτηματολόγιο και η παρουσίαση των 3D αντικειμένων πραγματοποιείται με εξωτερικές αναφορές, όπως για παράδειγμα, με ένα ψηφιακό αρχείο CAD. Μία πιο εξελιγμένη και αποδοτική λύση θα αποτελούσε εάν η εξωτερική αναφορά συνοδευόταν και από την περιγραφή του 3D αντικειμένου.

2.4. Νομοθεσία για το 3D Κτηματολόγιο

Η γη συνιστά προνόμιο μεγάλης αξίας για τον άνθρωπο από την αρχαία εποχή καθώς αποτελούσε και αποτελεί θεμέλιο για πολλούς τομείς όπως στέγαση, οικονομικούς και θρησκευτικούς σκοπούς. Επομένως, έχουν θεσπιστεί νόμοι από τα αρχαία χρόνια οι οποίοι ρύθμιζαν θέματα ιδιοκτησίας και χρήσης γης, κάποιοι από τους οποίους αποτελούν ακόμα τη βάση για το σύγχρονο νομικό πλαίσιο αναφορικά με την ιδιοκτησία γης.

Πλήθος παραγόντων όπως η τεχνολογική ανάπτυξη, αστικοποίηση, οι αυξανόμενες βασικές ανάγκες στις σύγχρονες χώρες και ο υπερπληθυσμός έχουν οδηγήσει σε έντονη εκμετάλλευση της γης και κατ' επέκταση σε μη συμβατική δόμηση του χώρου πάνω και κάτω από τη ΦΓΕ. Το τρέχον νομικό και κτηματολογικό πλαίσιο σχεδόν στις περισσότερες χώρες δεν είναι ικανό για να διαχειριστεί τις ολοένα αυξανόμενες περίπλοκες τρισδιάστατες καταστάσεις. Συνεπώς, κρίνεται αναγκαίος ο ανασχηματισμός των πλαισίων αυτών σύμφωνα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της καθεμίας χώρας. Επομένως, η υιοθέτηση 3D κτηματολογικών οντοτήτων μπορεί να πραγματοποιηθεί εφαρμόζοντας μια ποικιλία προσεγγίσεων, οι οποίες κυμαίνονται από α) παρεμβάσεις για προσαρμογή των υπάρχοντων κτηματολογικών συστημάτων στις νέες απαιτήσεις μέχρι β) ίδρυση τρισδιάστατων κτηματολογικών συστημάτων μέσω ραγδαίων αλλαγών στο νομικό και κτηματολογικό πλαίσιο.



Εικόνα 2.1: Γεωγραφική κατανομή των δικαϊκών συστημάτων ανά τον κόσμο
 Πηγή: www.juriglobe.ca

Στην πρώτη υπό-ενότητα παρατίθενται τα νομικά εργαλεία μέσω των οποίων είναι δυνατή η σύσταση στρωματοποιημένων δικαιωμάτων στην Ελλάδα. Στην δεύτερη υπό-ενότητα γίνεται αναφορά στα χαρακτηριστικά της νομοθεσίας στο διεθνή χώρο ο οποίος κατηγοριοποιείται στα κράτη του Αστικού, Κοινού και Μεικτού Δικαίου.

2.4.1. Ελλάδα

Στην Ελλάδα η ακίνητη περιουσία προστατεύεται από το Σύνταγμα (άρθρο 17) και ρυθμίζεται από τις διατάξεις του Εμπραγμάτου Δικαίου, το οποίο συνιστά το 3^ο Βιβλίο του Αστικού Κώδικα (άρθρα 947-1345 ΑΚ). Επιπρόσθετα, στη ρύθμιση της ακίνητης περιουσίας συμβάλλουν και άλλοι νόμοι όπως, για παράδειγμα, η δασική, η πολεοδομική και η χωροταξική νομοθεσία.

Ο Αστικός Κώδικας δεν οδηγεί στον ακριβή προσδιορισμό σύμφωνα με τεχνικούς όρους του 3D χώρου. Ο χώρος ενδιαφέρει ως ‘πεδίο’ άσκησης των δικαιωμάτων και όχι αυτοτελώς. Επομένως, υπάρχουν κάποια σημεία που δεν προσδιορίζονται με τον ΑΚ και χρειάζονται περαιτέρω ρύθμιση και τεχνική τεκμηρίωση.

Ο ΑΚ ως συνέχεια του ρωμαϊκού δικαίου ρυθμίζει θέματα ιδιοκτησίας και κυριότητας σύμφωνα με την ακόλουθη φράση: *superficies cedit solo*. Ο κανόνας αυτός ορίζει ότι ο κύριος του εδάφους είναι και κύριος σε ότι υπάρχει επάνω ή κάτω από αυτό. Σύμφωνα με το άρθρο 1001ΑΚ που κατοχυρώνει τον κανόνα αυτό: *‘Η κυριότητα πάνω σε ακίνητο εκτείνεται,*

εφόσον ο νόμος δεν ορίζει διαφορετικά, στο χώρο πάνω και κάτω από το έδαφος. Δεν μπορεί όμως ο κύριος να απαγορεύσει ενέργεια που επιχειρείται σε τέτοιο ύψος ή βάθος ώστε να μην εξαρτά κανένα συμφέρον από την απαγόρευση. Επιπλέον, σύμφωνα με τα άρθρα 953 και 954 τα συστατικά μέρη πράγματος, δηλαδή ότι δεν μπορεί να αποχωριστεί το κύριο πράγμα χωρίς βλάβη, δεν είναι δυνατό να είναι χωριστά αντικείμενα κυριότητας. Επομένως τα συστατικά του εδάφους π.χ. κτήριο, νερό κάτω από το έδαφος, φυτά, πηγή ανήκουν όλα στον κύριο του εδάφους.

Στο πεδίο του 3D Κτηματολογίου επικρατούν επιμέρους περιορισμοί και εμπράγματα δικαιώματα τα οποία περιορίζουν το εύρος άσκησης του δικαιώματος της κυριότητας. Συγκεκριμένα, τα ακόλουθα άρθρα παρέχουν ένα πλαίσιο μέσα στο οποίο γίνεται δυνατή η καταγραφή 3D κτηματολογικών οντοτήτων :

- I. Άρθρο 1002 ΑΚ σε συνδυασμό με το Ν.3741/1929 *‘περί ιδιοκτησίας ανά όροφο’ και το Ν.Δ. 1024/1971 ‘περί χωριστής κυριότητας’*.
Το άρθρο αυτό ορίζει την ιδιοκτησία ορόφου ως χωριστή σε όροφο ή διαμέρισμα.
- II. Άρθρο 1010 ΑΚ.
Το άρθρο αυτό ορίζει ότι εάν επεκταθεί μία οικοδομή σε γειτονικό γήπεδο χωρίς να υπάρξει αντίρρηση του κυρίου του γηπέδου πριν την ανέγερση της οικοδομής, τότε το δικαστήριο μπορεί κατά εύλογη κρίση να επιδικάσει τη κυριότητα του γηπέδου που χρησιμοποιήθηκε από τον κύριο της οικοδομής.
- III. Άρθρο 1117 ΑΚ.
Το άρθρο αυτό αναφέρεται στην περίπτωση ιδιοκτησίας ορόφου κατά την οποία ο κύριος του ορόφου ή του διαμερίσματος είναι αυτοδικαίως συγκύριος εξ αδιαίρετου κατά ανάλογη μερίδα πάνω στα μέρη του κτηρίου τα οποία αποτελούν τμήματα κοινής χρήσης από όλους τους υπόλοιπους οροφοκτύτες π.χ. έδαφος, θεμέλια, αυλή.
- IV. Άρθρα 1118-1141 ΑΚ.
Ορίζονται είδη δουλειών που παρέχουν οφέλη σε ιδιοκτήτες ή νομείς άλλου ακινήτου.
- V. Άρθρο 1031 ΑΚ.
Το άρθρο αυτό αναφέρεται στην υποχρέωση που έχει ο κύριος ενός ακινήτου, αφού λάβει υπόψη το δικό του συμφέρον, να επιτρέψει την εναέρια ή την υπόγεια διέλευση σωλήνων νερού ή φωταερίου ή ηλεκτρικών καλωδίων διαμέσου του ακινήτου έναντι ανάλογης αποζημίωσης για την εξυπηρέτηση άλλων ακινήτων. Η διαδικασία αυτή πρέπει να πραγματοποιείται με ιδιαίτερη προσοχή για τη λιγότερο δυνατή επιβάρυνση.
- I. Άρθρα 1281 και 1282 ΑΚ.
Εμπράγματο δικαίωμα υποθήκης. Οι σημαντικότερες διατάξεις σχετικά με την υποθήκη οι οποίες λειτουργούν περιοριστικά ως προς τα ζητήματα του τρισδιάστατου Κτηματολογίου έχουν να κάνουν με το γεγονός ότι η υποθήκη αποτελεί δικαίωμα αδιαίρετο, ισχύει δηλαδή στο ακέραιο μέχρι πλήρους εξόφλησης της οφειλής καθώς και ότι εκτείνεται σε ολόκληρο το ενυπόθηκο κτήμα και τα συστατικά ή παραρτήματά του.

Από τα παραπάνω αξίζει να σημειωθεί ότι δεδομένης της πολυσύνθετης ιδιοκτησιακής πραγματικότητας και του γενικού χαρακτήρα του Αστικού Κώδικα, υπάρχουν περιπτώσεις που τα άρθρα δεν καλύπτονται νομικά. Ο όρος πολυσύνθετη ιδιοκτησιακή πραγματικότητα αιτιολογείται από την πολυδιάσπαση της πολεοδομικής νομοθεσίας. Ειδικότερα, το ύψος σε κάθε κτήριο ή το βάθος και το εμβαδό δεν ακολουθούν έναν γενικό τρόπο προσδιορισμού αλλά είναι εξαρτώμενα από τους πολεοδομικούς κανονισμούς κάθε περιοχής όπου ανήκει το αναφερόμενο ακίνητο. Ένα αναλυτικός τρόπος βασιζόμενος σε τεχνικούς όρους και κανόνες δεν είναι ακόμα διαθέσιμος, φέροντας ως αποτέλεσμα πολλαπλά επικαλυπτόμενα δικαιώματα.

Οι διατάξεις των νόμων που επίσης είναι αρμόδιοι για την ρύθμιση των ακινήτων ακολουθούν:

- Νόμος 3741/1929 (περί της ιδιοκτησίας κατ' ορόφους). Ο νόμος αυτός καθορίζει τα τμήματα στα οποία είναι δυνατό να διαιρεθεί μια οικοδομή, τα κοινόχρηστα και αδιαίρετα τμήματά της και ρυθμίζει τις σχέσεις μεταξύ των ιδιοκτητών ως προς τη διαχείριση των ιδιοκτησιών τους και της κοινής ιδιοκτησίας.
- Νομοθετικό διάταγμα 1024/1971. Με το διάταγμα αυτό παρέχεται η δυνατότητα σύστασης διαιρεμένων ιδιοκτησιών και επί περισσότερων αυτοτελών οικοδομημάτων σε ενιαίο οικοπέδο οι οποίες μπορούν να ανήκουν σε ορόφους ή τμήμα των οικοδομημάτων εφόσον ισχύουν οι κείμενες πολεοδομικές διατάξεις (κάθετη ιδιοκτησία).
- Νόμος 3986/2011. Εισάγεται ξανά στην Ελλάδα ο θεσμός της επιφάνειας (right of superficies). Ο θεσμός αυτός αναφέρεται στα ακίνητα που ανήκουν στην κυριότητα του ελληνικού Δημοσίου. Συγκεκριμένα, ο επιφανειούχος έχει τη δυνατότητα να κατασκευάσει κτίσμα σε έδαφος που ανήκει στο Δημόσιο και να ασκεί εξουσίες σε αυτό όπως καθορίζεται από το δικαίωμα της κυριότητας για ορισμένο χρόνο, σύμφωνα με τα άρθρα 953 και 954 του Αστικού Κώδικα. Η έννοια του κτίσματος εδώ περιλαμβάνει υπόγεια κτίσματα, γέφυρες, σήραγγες, αγωγούς, οδικά, σιδηροδρομικά ή λιμενικά έργα.
- Χωροταξική Νομοθεσία και χωροταξικός νόμος 4269/2014. Εκφράζονται οι αρχές της χωροταξικής πολιτικής και των μέτρων που πρέπει να ληφθούν για την εφαρμογή των χωροταξικών σχεδίων. Τα χωροταξικά σχέδια καθορίζουν τη χρήση ζωνών, τμημάτων θαλάσσιου ή χερσαίου χώρου και τους φυσικούς πόρους, κτίσματα, έργα υποδομής, φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον που συμπεριλαμβάνονται σε αυτά. Επομένως, προκύπτουν περιορισμοί και υποχρεώσεις που σχετίζονται με το τρισδιάστατο Κτηματολόγιο όπως, για παράδειγμα, οι χρήσεις γης.
- Πολεοδομική Νομοθεσία, Νόμος 2508/1997. Λειτουργεί παρόμοια με τη Χωροταξική Νομοθεσία αλλά περιορίζεται σε επίπεδο πόλης. Ειδικότερα, στόχος συνιστά η ανασυγκρότηση του αστικού χώρου, διασφάλιση οικιστικής οργάνωσης, προστασία του περιβάλλοντος, αναβάθμιση των κέντρων πόλεων και των παραδοσιακών οικισμών. Σε κτηριακό επίπεδο, τα χαρακτηριστικά των κτισμάτων καθορίζονται από τον Νέο Οικοδομικό Κανονισμό 2016.

- Νομοθεσία για την αξιοποίηση των υδατικών πόρων, Νόμος 1739/87.
- Μεταλλευτικός Κώδικας. Σύμφωνα με αυτόν οι ορυκτές ύλες διακρίνονται σε μεταλλευτικά ορυκτά (μεταλλεύματα), επί των οποίων δεν επεκτείνεται το δικαίωμα κυριότητας του εδάφους (άρθρο 3) και σε λατομικά ορυκτά, τα οποία ανήκουν στον κύριο του εδάφους στο οποίο βρίσκονται αυτά τα ορυκτά (άρθρο 6).
- Κώδικας Αεροπορικού Δικαίου, Νόμος 1815. Το ελληνικό κράτος έχει την αποκλειστική κυριαρχία του εναέριου χώρου στην Ελλάδα και μπορεί να περιορίσει ή και να απαγορεύσει πτήσεις πάνω από συγκεκριμένες περιοχές όπως επίσης και την κυριότητα σε εδαφοτεμάχια κοντά σε αεροδρόμια και αεροπορικές εγκαταστάσεις (άρθρο 12) και σε συγκεκριμένες περιοχές εντός της ελληνικής επικράτειας.
- Αρχαιολογική Νομοθεσία. Οι διατάξεις της νομοθεσίας αυτής απαγορεύουν έργα ή λατομικές δραστηριότητες περιμετρικά των αρχαιολογικών χώρων και περιορίζουν χρήσεις γης στα γεωτεμάχια που βρίσκονται σε συγκεκριμένη ακτίνα από αρχαιολογικούς χώρους και ανασκαφές.
- Δίκαιο της Θάλασσας.
- Περιβαλλοντική Νομοθεσία. Οι διατάξεις της Νομοθεσίας αυτής επηρεάζουν το τρισδιάστατο Κτηματολόγιο καθώς θέτουν περιορισμούς στις χρήσεις γης και στις εκπομπές στο έδαφος και στον υδάτινο χώρο.
- Εθιμικό Δίκαιο. Ειδικά ιδιοκτησιακά αντικείμενα ρυθμίζονται από διατάξεις του Εθιμικού Δικαίου. Ο ιδιοκτήτης του εδάφους και των κτηρίων δεν έχει απαραίτητα και την κυριότητα του εναέριου χώρου ο οποίος μπορεί νόμιμα να έχει μεταβιβαστεί σε τρίτο δίνοντάς του το ελεύθερο να χτίσει π.χ. επιπλέον ορόφους στο ήδη υπάρχον κτήριο χωρίς όμως να έχει το δικαίωμα συνιδιοκτησίας ή χλιοστά στο έδαφος. Αποτέλεσμα αυτών είναι επικαλυπτόμενα δικαιώματα και περίπλοκες κατασκευές π.χ. ανώγεια, κατώγεια.

2.4.2. Στο διεθνή χώρο

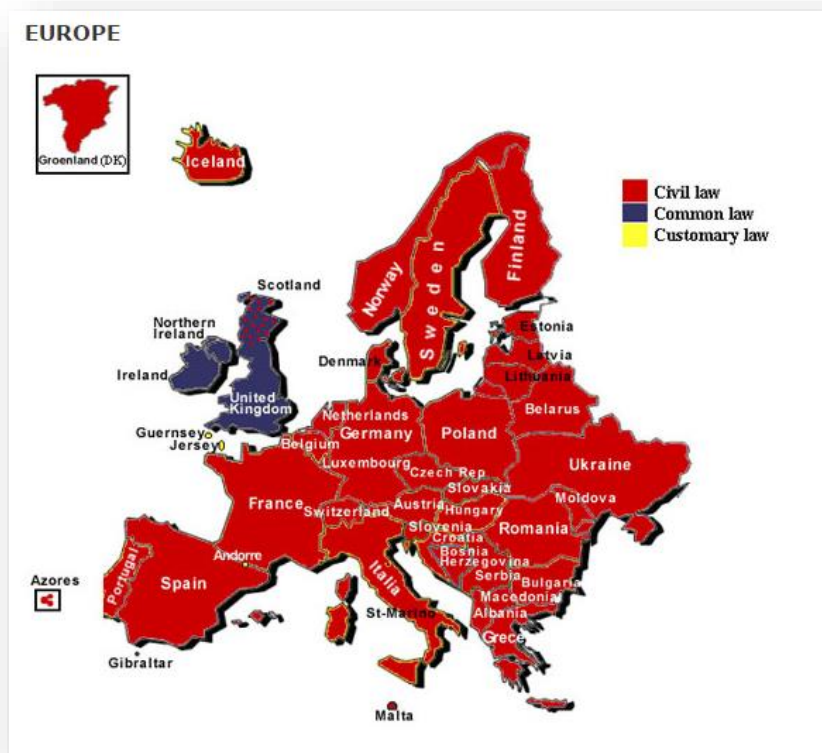
2.4.2.1. Αστικό Δίκαιο

Το Αστικό Δίκαιο συνιστά το νομικό πλαίσιο που κυριαρχεί στην Ευρώπη και βρίσκει εφαρμογές και σε άλλες χώρες του υπόλοιπου κόσμου. Βάση για το Αστικό Δίκαιο αποτελεί το Ρωμαϊκό και Βυζαντινορωμαϊκό Δίκαιο και χαρακτηρίζεται από την κωδικοποίηση των βασικών αρχών του με σκοπό την οριοθέτηση της συμπεριφοράς των πολιτών σύμφωνα με τους νόμους στο πλαίσιο της κοινωνικής συμβίωσης. Οι αρχές στις οποίες στηρίζονται οι διατάξεις του Αστικού Δικαίου ρυθμίζοντας την έγγεια ιδιοκτησία, τα όρια και τους περιορισμούς αυτής είναι:

- *Superficies solo cedit*: τα επικείμενα είκει τοις υποκειμένοις
- *Cujus est solum, ejus est usque ad coelum et ad inferos*: ο ιδιοκτήτης του εδάφους έχει και την κυριότητα σε ότι βρίσκεται πάνω και κάτω από αυτό.

Σε διάφορες χώρες όμως του Αστικού Δικαίου υπάρχουν διατάξεις που είναι αντίθετες σε αυτές. Χαρακτηριστικά παραδείγματα εντοπίζονται στην Ελλάδα για την οποία έγινε εκτενής αναφορά στην προηγούμενη υπό-ενότητα, στην Ουγγαρία που ύστερα από ψήφιση νέου νόμου, εμφανίζεται νέος τύπος ιδιοκτησίας ο οποίος περιλαμβάνει υπόγειες και υπέργειες διαβάσεις και αντικείμενα και κατασκευές τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται ως ανεξάρτητες ιδιοκτησίες και να εγγράφονται στα Βιβλία Εγγραφών (Ivan, 2011). Επιπρόσθετα, στον Αστικό Κώδικα της Αργεντινής και το Εμπράγματο Δίκαιο της Κίνας γίνεται αναφορά σε 'όγκους ιδιοκτησίας'. Στην Κίνα το καθεστώς όσο αφορά την ιδιοκτησία των ακινήτων παρουσιάζει σημαντικές διαφορές με τις άλλες χώρες. Συγκεκριμένα, οι αστικές εκτάσεις ανήκουν στο κράτος και οι αγροτικές είτε σε συνεταιρισμούς είτε στο κράτος. Ωστόσο, επιχειρήσεις και πολίτες μπορούν να αποκτήσουν δικαίωμα χρήσης σε αυτές για κάποιο χρονικό διάστημα ανάλογα με το είδος χρήσης. Σε αντίθεση με τα γεωτεμάχια, τα κτήρια και το ο χώρος του υπεδάφους ανήκουν σε πολίτες ή επιχειρήσεις και καταπατώντας την πρώτη αρχή του Αστικού Δικαίου (*Superficies solo cedit*).

Πέρα όμως από τις αρχές, νόμους και διατάξεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, οι σύγχρονες τάσεις ζωής οδηγούν σε περίπλοκες κατασκευές επιβάλλοντας τον περιορισμό του χώρου σε τρεις διαστάσεις.



Εικόνα 2.2: Γεωγραφική κατανομή των δικαϊκών συστημάτων στην Ευρώπη
Πηγή: www.juriglobe.ca

Περιορισμοί της ιδιοκτησίας

Για την αποφυγή των νομικών περιορισμών στην κυριότητα ακινήτων, έχει προβλεφθεί από τον νόμο η εισαγωγή εμπραγμάτων δικαιωμάτων, Εμπράγματο Δίκαιο Αστικού Δικαίου . Τα εμπράγματα δικαιώματα μπορεί να είναι:

- Κυριότητα, πλήρη εμπράγματο δικαίωμα.
- Δουλείες, περιορισμένα εμπράγματα δικαιώματα
- Χρονομίσθωση γης (ground lease)
- Συνεταιριστικά δικαιώματα επί ακινήτων (Cooperative rights)
- Δικαιώματα επιφανείας (right of superficies)
- Οριζόντια ιδιοκτησία (condominium)
- Πιο ειδικά δικαιώματα ανάλογα με το είδος του Δικαίου που τηρείται σε κάθε χώρα.

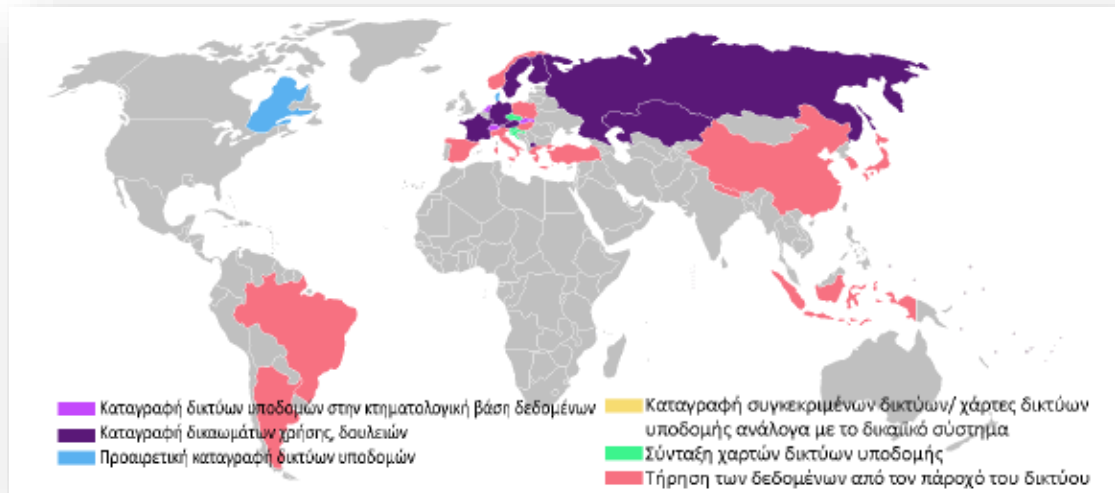
Το εύρος ιδιοκτησίας πάνω και κάτω από το επιφανειακό γεωτεμάχιο περιγράφεται με διάφορους τρόπους στα κεφάλαια του Εμπραγμάτου Δικαίου των εθνικών Αστικών Κωδίκων:

- Μέχρι το σημείο όπου ο ιδιοκτήτης δεν έχει πρακτικό ενδιαφέρον, Αστικό Δίκαιο Νορβηγίας, Σουηδίας, Ελβετίας.
- Η ιδιοκτησία εκτείνεται πάνω και κάτω από το επιφανειακό γεωτεμάχιο και δεν μπορεί ο ιδιοκτήτης να απαγορεύσει ενέργειες εάν δεν έχει κάποιο συμφέρον από αυτό, Αστικό Δίκαιο σε Ελλάδα, Ολλανδία και Γερμανία.
- Νόμοι και διατάξεις σχετικές με μεταλλειοκτησία, υδάτινους πόρους, αεροδιαδρόμους αεροσκαφών περιορίζουν δραστηριότητες σε συγκεκριμένο ύψος και βάθος.

Δίκτυα Υποδομών

Στις πιο πολλές χώρες ισχύει η αρχή ότι ο κύριος του εδάφους δεν είναι απαραίτητα και κύριος σε ότι υπάρχει επάνω ή κάτω από αυτό. Παραδείγματα τέτοιων χωρών αποτελούν οι ακόλουθες:

- Ολλανδία: η κυριότητα των δικτύων υποδομών είτε υπόγεια είτε υπέργεια ανήκουν στον κατασκευαστή τους ή στους διαδόχους τους. Από το 2003 αντιμετωπίζονται ως ενιαία κτηματολογικά αντικείμενα, συνδεδεμένα με τα λεγόμενα μητρικά γεωτεμάχια. Τα δίκτυα αυτά μπορεί να βρίσκονται επάνω ή κάτω από ένα επιφανειακό γεωτεμάχιο ή ακόμα και να διαπερνούν περισσότερα τους ενός, ύστερα από σύσταση δουλείας επί των ακινήτων αυτών.
- Παρόμοια κατάσταση με την Ολλανδία χαρακτηρίζει και η Ελβετία.
- Δανία: η κυριότητα των δικτύων υποδομών είναι δυνατό να ανήκει στον κύριο του εδάφους. Στην περίπτωση διαφορετικής κυριότητας πραγματοποιείται σύσταση δουλείας.



Εικόνα 2.3: Μέθοδοι καταχώρισης δικτύων υποδομών στις χώρες του Αστικού Δικαίου και σε χώρες Μεικτού Δικαίου που βασίζονται στο Αστικό Δίκαιο
 Πηγή: Kitsakis and Dimoroulou 2014a

Μεταλλειοκτησία

Τα ορυκτά διακρίνονται βάση ειδικών νόμων σε α) μεταλλευτικά ορυκτά και β) λατομικά ορυκτά. Η κυριότητα των μεταλλευτικών ορυκτών με αυτή του επιφανειακού γεωτεμαχίου στο οποίο ανήκουν δεν συνδέονται ενώ η κυριότητα των λατομικών συνδέεται με βάση τον μεταλλευτικό κώδικα. Οι διατάξεις από χώρα σε χώρα τείνουν να διαφέρουν όπως, για παράδειγμα, στην Πολιτεία Louisiana στις ΗΠΑ στην οποία παρέχεται στους ιδιοκτήτες των γεωτεμαχίων η δυνατότητα έρευνας για τυχόν ορυκτά καθώς και η δημιουργία εγκαταστάσεων για μεταλλευτική δραστηριότητα.

Ισχύον πλαίσιο για τη Χαρτογραφική Απόδοση των 3D Κτηματολογικών Οντοτήτων στο Αστικό Δίκαιο.

Ύστερα από διεξοδική μελέτη και έρευνα όσο αφορά τις προοπτικές εφαρμογής ενός συστήματος καταγραφής 3D κτηματολογικών οντοτήτων, συνήχθη το συμπέρασμα ότι λίγες χώρες έχουν καταφέρει να προσεγγίσουν την 3D καταγραφή στις κτηματολογικές βάσεις και στους χάρτες λόγω πολλών προβλημάτων που ελλοχεύουν. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα παρακάτω:

- Γαλλία: δυνατότητα απεικόνισης κτηρίων σε τρεις διαστάσεις.
- Ιταλία: καταχώριση αστικών ακινήτων με πολύ λεπτομέρεια σε ξεχωριστή περιγραφική βάση χωρίς όμως να πραγματοποιείται απεικόνιση αυτών.
- Ισπανία: δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων σε πραγματικό χρόνο χωρίς όμως να γίνεται αποθήκευση αυτών στη βάση με ακριβείς συντεταγμένες. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε στηρίζεται στην αξιοποίηση του αριθμού των ορόφων και

συμβάλει στον προσδιορισμό των συσχετίσεων που αναπτύσσονται μεταξύ γειτονικών κτηρίων. Το Ισπανικό Κτηματολόγιο με τα παραπάνω χαρακτηριστικά συνετέλεσε στην προσαρμογή των υπαρχόντων κτηματολογικών συστημάτων με σκοπό την υιοθέτηση πλήρους κτηματολογικού συστήματος από πολλές χώρες (Kitsakis and Dimoroulou, 2014b).

- Κίνα, επαρχία Shenzhen: έχει συσταθεί και χρησιμοποιείται 3D κτηματολογικό σύστημα πειραματικά λόγω του ότι η επαρχία αυτή υπόκειται σε ειδικό νομικό καθεστώς (Ειδική Οικονομική Ζώνη).

Περισσότερες λεπτομέρειες για το Ισπανικό Κτηματολόγιο και το πειραματικό της Κίνας θα δοθούν στο επόμενο κεφάλαιο, στο οποίο θα γίνει πλήρη περιγραφή κάποιων από τα χαρακτηριστικά πρωτότυπα συστήματα καταγραφής 3D κτηματολογικών οντοτήτων.

Μεταρρυθμίσεις στην νομοθεσία της Σουηδίας

Όπως έχει προαναφερθεί, για την προσέγγιση της 3D καταγραφής των κτηματολογικών οντοτήτων απαραίτητη προϋπόθεση συνιστά η συμβατότητά τους με ένα νομικό πλαίσιο. Στις χώρες που επικρατεί ο Αστικός Νόμος, πραγματοποιούνται τις πιο πολλές φορές προσαρμογές του ισχύοντος πλαισίου στις νέες απαιτήσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Σουηδία, η οποία μετά το 2004 ενίσχυσε τον Νόμο περί Έγγειας Ιδιοκτησίας και Κτηματολογίου με την εισαγωγή 3D κτηματολογικών οντοτήτων. Μέχρι το 2002 στη Σουηδία σύμφωνα με τον Κώδικα περί Έγγειου Ιδιοκτησίας, η ιδιοκτησιακή μονάδα περιελάμβανε κτήρια, υποδομές, φράχτες και όσες εγκαταστάσεις είχαν κατασκευαστεί εντός αυτής για μόνιμη χρήση. Από το 2002 εισάγεται νέα ρύθμιση με την οποία προστίθεται στην ιδιοκτησιακή μονάδα κτήρια και εγκαταστάσεις εκτός των ορίων της, τα οποία όμως προορίζονται για μόνιμη χρήση κατά την άσκηση δουλείας υπέρ της ιδιοκτησίας και δεν ανήκουν στην ιδιοκτησιακή μονάδα στην οποία έχουν τοποθετηθεί. Επιπλέον, υποδομές με σύσταση δουλείας για λόγους κοινής ωφέλειας περιλαμβάνονται στην ιδιοκτησιακή μονάδα. Προβλέπονται δύο τύποι κτηματολογικών οντοτήτων:

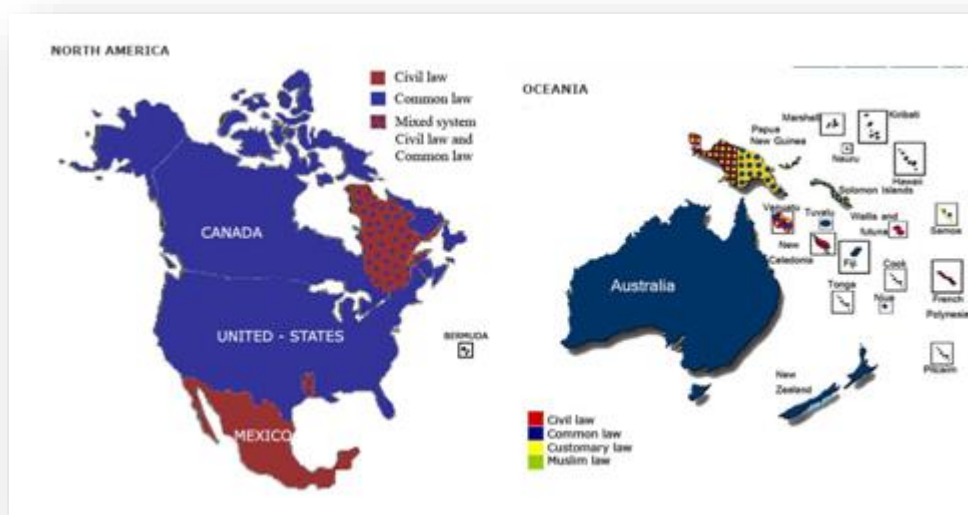
- 3D μονάδα ιδιοκτησίας, αναφέρεται σε 3D χώρο ο οποίος είναι ανεξάρτητος από την υπόλοιπη ιδιοκτησία, δεν εντάσσεται και δεν συνδέεται υποχρεωτικά με το γεωτεμάχιο.
- 3D χώρος, συνιστά αυτόνομη οντότητα εντός της μονάδας ιδιοκτησίας, περιορισμένη οριζοντιογραφικά και υψομετρικά.

Οι οντότητες αυτές εγγράφονται στα δημόσια βιβλία και είναι δυνατή η υποθήκευσή τους. Οι ιδιοκτησίες εκτός ορίων πρέπει να εξυπηρετούν ένα κτήριο, εγκατάσταση ή τμήμα αυτών. Η χωρική απεικόνιση στους κτηματολογικούς χάρτες πραγματοποιείται με την προβολή αυτών στα γεωτεμάχια με ειδικούς συμβολισμούς ενώ η περιγραφική πληροφορία καταχωρείται στα κτηματολογικά βιβλία.

Πηγή: nD Κτηματολόγιο, Δημοπούλου

2.4.2.2. Χώρες του Κοινού Δικαίου

Το Κοινό Δίκαιο στηρίζεται στις αρχές του Αγγλοσαξονικού Δικαίου και βρίσκει εφαρμογή στη Μεγάλη Βρετανία καθώς και στις πρώην αποικίες της, ΗΠΑ, Αυστραλία και Καναδάς. Σε αντίθεση με το Αστικό Δίκαιο, το Κοινό Δίκαιο χαρακτηρίζεται από έλλειψη κωδικοποίησης των διατάξεών του και στηρίζεται κυρίως σε προηγούμενες δικαστικές αποφάσεις επί παρόμοιων ζητημάτων. Το σύστημα διαχείρισης γης στο Κοινό Δίκαιο έχει τις ρίζες του στο φεουδαρχικό σύστημα κατά το οποίο η γη αποτελεί βασιλική κτήση και για να την χρησιμοποιήσει κάποιος παραχωρείται δικαίωμα χρήσης ή όποιο άλλο δικαίωμα είναι αναγκαίο. Επίσης, στο σύστημα διαχείρισης γης για το Κοινό Δίκαιο εφαρμόζεται το σύστημα Torrens σε αντίθεση με τα συστήματα καταχώρισης τίτλων ή τα λεγόμενα Κτηματολόγια που λειτουργούν στις χώρες με το Αστικό Δίκαιο. Το σύστημα αυτό προβλέπει αποσπασματική εγγραφή των δικαιωμάτων αναπτυσσόμενων στη γη. Το εύρος όμως όσο αφορά την κάθετη διεύθυνση των γεωτεμαχίων προσδιορίζεται όπως και στο Αστικό Δίκαιο σύμφωνα με τις ρωμαϊκές αρχές. Τέλος, χαρακτηριστικό γνώρισμα στο Κοινό Δίκαιο συνιστά το γεγονός ότι τα όρια των γεωτεμαχίων στη ΦΓΕ προσδιορίζονται με γνώμονα φυσικά ή τεχνητά χαρακτηριστικά εδάφους π.χ. φράχτες, πρηνή. Το σύστημα αυτό, ονομαζόμενο ως σύστημα των γενικών ορίων, εφαρμόζεται στη Μεγάλη Βρετανία και την Ουαλία και σε μικρότερο βαθμό στις πολιτείες της Αυστραλίας. Τέλος, οι διατάξεις του Κοινού Δικαίου επιτρέπουν τη σύνταξη και υποβολή τρισδιάστατων σχεδίων για τις τρισδιάστατες κτηματολογικές οντότητες με αναφορά στις τρισδιάστατες συντεταγμένες των κορυφών τους. Οι διατάξεις αυτές γίνονται διακριτές στο Καναδά και στις αυστραλιανές πολιτείες ενώ σε άλλα κράτη όπως στις ΗΠΑ υποβάλλονται μόνο δισδιάστατα σχέδια όπως τομές και σχέδια κατόψεων για τους ορόφους.



Εικόνα 2.4: Γεωγραφική κατανομή των κρατών Κοινού Δικαίου

Πηγή: www.juriglobe.ca

Η προσέγγιση της εισαγωγής εξειδικευμένης νομοθεσίας που εφαρμόζεται κυρίως στις χώρες του Κοινού Δικαίου παρέχει στα κτηματολογικά συστήματα την απαιτούμενη ευελιξία στην αντιμετώπιση πολύπλοκων ιδιοκτησιακών καθεστώτων ιδιαίτερα σε περιπτώσεις κατακόρυφα επικαλυπτόμενων κατασκευών στο χώρο. Οι διατάξεις του Κοινού Δικαίου είναι περισσότερο συμβατές ως προς την έννοια των τρισδιάστατων κτηματολογικών οντοτήτων ρυθμίζοντας αποτελεσματικά τη δημιουργία και τη διαχείρισή τους. Η περιγραφή των 3D οντοτήτων πραγματοποιείται με αξονομετρικά διαγράμματα αλλά μερικές φορές και με 2D σχέδια. Ωστόσο, οι οντότητες αυτές συνήθως δεν καταχωρίζονται στις κτηματολογικές βάσεις ή παρουσιάζονται αποκλειστικά ως προβολές επί των γεωτεμαχίων χωρίς δυνατότητες χωρικών αναζητήσεων.

Τα κράτη που θεσπίζουν ειδική νομοθεσία σχετικά με το 3D Κτηματολόγιο, δεν αποκλείουν από την κεντρική ιδέα (Paulson, 2012; Kitsakis & Dimoroulou 2014a), απλά υπάρχουν κάποιες διαφοροποιήσεις ως προς την ορολογία, τη δομή των κτηματολογικών βάσεων δεδομένων και των χαρτών ανάλογα με τις ειδικές ανάγκες κάθε χώρας. Παραδείγματα τέτοιων διαφοροποιήσεων μεταξύ χωρών Κοινού Δικαίου αποτελούν η Αυστραλία και διάφορες πολιτείες της, όπως Καναδάς και Νέα Ζηλανδία. Συγκεκριμένα:

1. Στην Αυστραλία κάθε πολιτεία ακολουθεί τη δική της νομοθεσία, με τις πιο διακριτές στο ζήτημα του 3D Κτηματολογίου να αποτελούν οι πολιτείες Victoria, Queensland και New South Wales. Ωστόσο όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι διαφορές στις νομοθεσίες που χρησιμοποιούνται μπορεί να έγκεινται στην ορολογία ή σε άλλα θέματα :
 - a. New South Wales, χρησιμοποιεί την ορολογία ‘stratum lot’ ως μια διαχωρισμένη οριζόντια ιδιοκτησία που βρίσκεται πάνω ή κάτω από τη ΦΓΕ χωρίς να είναι απαραίτητη η σύνδεση της με κάποιο κτήριο. Ομοίως για τι γειτονικές χώρες π.χ. Μαλαισία, Σιγκαπούρη, Φιλιππίνες.
 - b. Στην πολιτεία Queensland , έχουν θεσπιστεί νομοθετικά 3D μονάδες ιδιοκτησίας οι οποίες απεικονίζονται χωρικά στα κτηματολογικά διαγράμματα και χάρτες ως προβολές των 3D στοιχείων (Stoter, 2004).
 - c. Τα όρια των 3D στοιχείων που έχουν θεσμοθετηθεί στις πολιτείες της Αυστραλίας μπορεί να είναι η επιφάνεια των δαπέδων και των τοίχων π.χ. New South Wales ή το μέσο αυτών π.χ. στην Queensland.
 - d. Οι κτηματολογικοί χάρτες είναι 2D και δεν παρουσιάζουν 3D κτηματολογικές οντότητες στη πολιτεία Victoria.
2. Η Νέα Ζηλανδία χρησιμοποιεί την ορολογία ‘unit’ για να ορίσει ένα τμήμα γης, οριοθετημένο, ανεξαρτήτου σχήματος, πλήρως ή μερικώς υπόγειο ή υπέργειο.
3. Στον Καναδά οι προσεγγίσεις διαφέρουν σε κάθε πολιτεία υιοθετώντας τη νομοθεσία που ακολουθείται στην Αυστραλία (strata units) ή το σύστημα οριζόντιας ιδιοκτησίας (condominium) ή τη θέσπιση τρισδιάστατων ιδιοκτησιακών οντοτήτων.

- a. Η πολιτεία New Brunswick χρησιμοποιεί την ορολογία ‘air space parcels’ τα οποία είναι δυνατό να τοποθετηθούν πλήρως ή μερικώς εντός ενός κτηρίου ή κατασκευής και αντιμετωπίζονται όπως τα επιφανειακά γεωτεμάχια.

Παρατηρώντας τα παραδείγματα που προαναφέρθηκαν γίνεται κατανοητή η εισαγωγή εξειδικευμένης νομοθεσίας σε διάφορες χώρες και πολιτείες που ρυθμίζονται από το Κοινό Δίκαιο, προσαρμοσμένης στις ειδικές ανάγκες τους, χωρίς να αποκλείουν από τον κεντρικό στόχο που είναι η εισαγωγή 3D κτηματολογικών οντοτήτων για την ορθότερη διαχείριση της γης.

Περιορισμοί της κυριότητας στο Κοινό Δίκαιο

Περιορισμοί στο κατακόρυφο εύρος της κυριότητας στα κράτη του Κοινού Δικαίου σχετίζονται, όπως και σε αυτά του Αστικού, με διατάξεις για την μεταλλειοκτησία και τα δίκτυα υποδομών.

Υποδομές

Οι υποδομές είτε υπόγειες είτε υπέργειες συστήνονται μέσω δουλειών ή απαλλοτριώσεων. Τα δίκτυα δεν είναι δυνατό να προσδιοριστούν στην ολότητά τους με τη χρήση κτηματολογικών χαρτών. Επιπρόσθετα, τα 3D δεδομένα είναι διαθέσιμα μόνο σε δύο διαστάσεις, χωρίς όμως να πραγματοποιείται η σύνδεση με κτηματολογικούς χάρτες ώστε να επιτυγχάνεται η 3D οπτικοποίηση τους. Στην Αυστραλία, στις ΗΠΑ και στο Ηνωμένο Βασίλειο έχουν γίνει προσπάθειες για ανάκτηση πληροφοριών σχετικές με τις υποδομές και τα δίκτυα.

Μεταλλειοκτησία

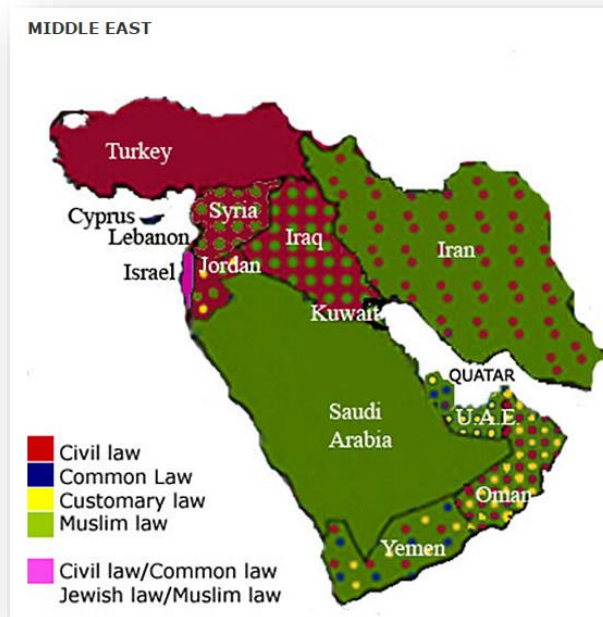
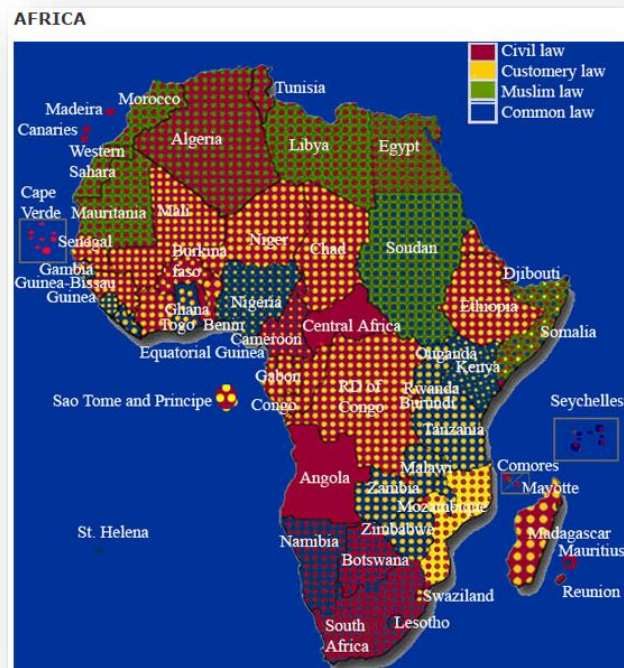
Στις χώρες Κοινού Δικαίου η κυριότητα του επιφανειακού γεωτεμαχίου δεν σχετίζεται με την κυριότητα επί των μεταλλευμάτων που μπορεί να βρίσκονται κάτω από αυτό. Εξαιρέση αποτελεί οι ΗΠΑ όπου η κυριότητα των μεταλλευμάτων ακολουθεί αυτή της επιφάνειας του εδάφους και είναι δυνατό να παραχωρηθούν δικαιώματα έρευνας και εξόρυξης μεταλλευμάτων από τον ιδιοκτήτη του εδαφοτεμαχίου.

Πηγή: nD Κτηματολόγιο, Δημοπούλου

2.4.2.3. Κράτη Μεικτού Δικαίου

Τα κράτη Μεικτού Δικαίου αποτελούν κυρίως αυτά που έχουν δεχτεί αποικιακές κτήσεις ή περιόδους κατοχής από άλλο κράτος. Το Μεικτό Δίκαιο αποτελεί μείξη δύο ή περισσότερων διαφορετικών νομικών συστημάτων. Τα κράτη αυτά δεν είναι ενεργοποιημένα στην ιδέα των τρισδιάστατων κτηματολογικών εγγραφών και τα πιο γνωστά είναι η Κύπρος, η Σκωτία, το Ισραήλ, η Νοτιοανατολική Ασία και τα κράτη της Αφρικής. Για το Ισραήλ θα

πραγματοποιηθεί εκτενής περιγραφή σε επόμενη ενότητα, ενώ παρακάτω αναφέρεται η κατάσταση που επικρατεί στην Αφρική.



Εικόνα 2.5: Γεωγραφική κατανομή των κρατών Κοινού Δικαίου
Πηγή: www.juriglobe.ca

Αφρική, κράτος Μεικτού Δικαίου

Στην Αφρική δεν έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον σχετικά με θέματα 3D Κτηματολογίου. Μόνο στην Κένυα και τη Νότια Αφρική έχουν θεσπιστεί νομοθετικά εργαλεία παρόμοια με αυτό της οριζόντιας ιδιοκτησίας, τα υπόγεια δίκτυα ακολουθούν δικαίωμα παρόμοιο με τη σύσταση δουλείας και τα μεταλλεύματα αποτελούν ιδιοκτησία Δημοσίου το οποίο παρέχει δικαιώματα έρευνας και εξόρυξης. Είναι άξιο να σημειωθεί ότι τα κτηματολογικά συστήματα στην Αφρική ακολουθούν αυτά που είχαν αναπτυχθεί από τα κράτη που την αποίκισαν. Ωστόσο, η έλλειψη εξοπλισμού, τεχνογνωσίας και ειδικευμένου προσωπικού δυσχεραίνει την υιοθέτηση ενός ολοκληρωμένου συστήματος καταγραφής γης. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται προσπάθεια ψηφιοποιήσεων και συνδυασμού χωρικής με περιγραφικής πληροφορίας.

2.5. Ανάγκη για 3D Κτηματολόγιο στην Ελλάδα

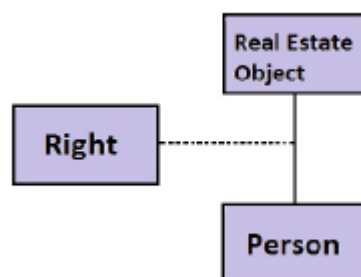
2.5.1. Το Κτηματολόγιο στην Ελλάδα

Για την αποτελεσματική κατανόηση του Ελληνικού Κτηματολογίου, απαιτείται ανάλυση των δύο φάσεων της μοντελοποίησης δεδομένων, συγκεκριμένα του εννοιολογικού και λογικού σχεδιασμού του μοντέλου.

Κτηματολογικό Μοντέλο

A. Εννοιολογικό μοντέλο

Το εννοιολογικό μοντέλο δεδομένων του έργου Ελληνικό Κτηματολόγιο σχεδιάστηκε χρησιμοποιώντας το διάγραμμα Συσχετίσεων-Οντοτήτων (Entity Relationship,ER), όπως φαίνεται στο 2.2 Διάγραμμα. Το μοντέλο αυτό οργανώνεται αναφορικά με το γεωτεμάχιο και περιλαμβάνει οντότητες (entities), συσχετίσεις (relationships) και ιδιότητες (attributes) των οντοτήτων αλλά και των συσχετίσεων. Το διάγραμμα ER απεικονίζεται σε ένα σχεσιακό σχήμα Βάσης Δεδομένων. Οι σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων στην ελληνική κτηματολογική βάση περιγράφονται με κείμενο και εφαρμόζονται στη βάση δεδομένων.



Διάγραμμα 2.2: Μοντέλο κτηματολογικών δεδομένων

Πηγή: Dimoroulou, 2011

B. Λογικό μοντέλο

Κατά τη διάρκεια του λογικού σχεδιασμού, το εννοιολογικό μοντέλο μεταφέρεται στο λογικό μοντέλο και συγκεκριμένα σε ένα μοντέλο δεδομένων συγκεκριμένου τύπου συστήματος διαχείρισης βάσης δεδομένων. Το Ελληνικό Κτηματολόγιο χρησιμοποιεί σχεσιακό σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων Oracle 10g. Επομένως, το λογικό μοντέλο είναι σχεσιακό αναφορικά με τη βάση δεδομένων παρόλο που περιλαμβάνει επιπρόσθετες αντικειμενοστραφείς εφαρμογές.

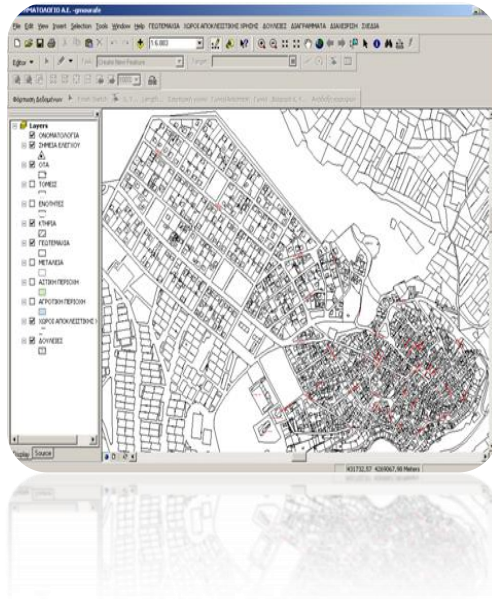
Κτηματολογική Βάση δεδομένων

Στην κτηματολογική βάση τα δεδομένα οργανώνονται σε λογικά τμήματα:

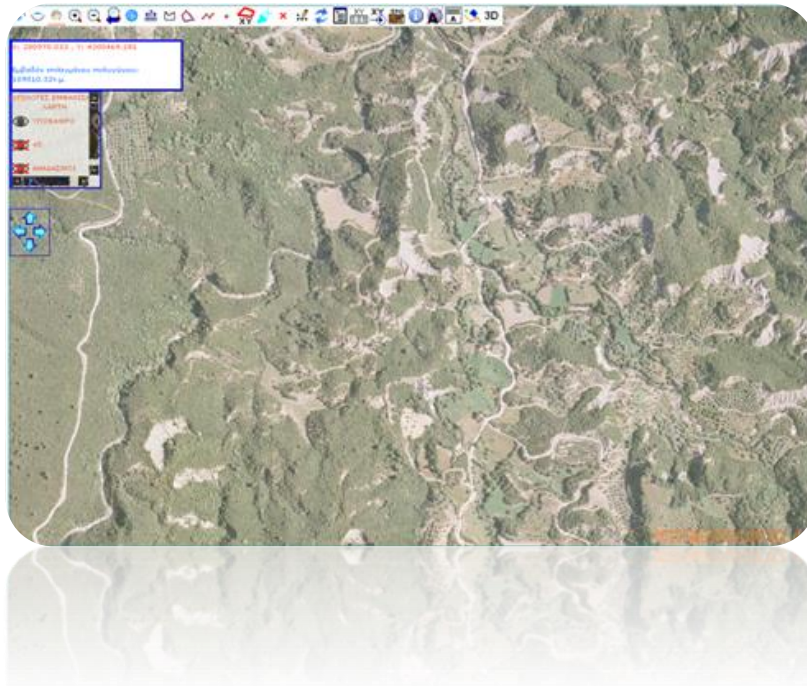
- ✓ Ψηφιακή χωρική βάση: γεωτεμάχια, κτήρια, ορυχεία, δουλείες, όρια διοικητικών διαιρέσεων, πλατφόρμες (true-ορθοφωτογραφίες, ψηφιακά μοντέλα επιφάνειας, τοπογραφικά σχέδια).
- ✓ Ψηφιακή περιγραφική βάση: εγγεγραμμένα δικαιώματα και τίτλοι, δικαιούχοι, δραστηριότητες, αιτήσεις.

Τα χωρικά δεδομένα αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων και απεικονίζονται με τον εξυπηρετητή ArcGIS της ESRI, API (Application Programming Interface) ή WMS (Web Map Service), καθώς επίσης και με περιηγητές javascript. Επιπρόσθετα, εφαρμογές για χρήστες CAD είναι διαθέσιμες. Η περιγραφική πληροφορία διατηρείται στη βάση Oracle 10g και οπτικοποιείται αξιοποιώντας τεχνολογίες Microsoft.

Η Κτηματολόγιο έχει αναπτύξει τη δική της πλατφόρμα (KTGIS) χρησιμοποιώντας τεχνολογία .NET και C++. Η σύνδεση της πλατφόρμας με το κεντρικό σύστημα γινόταν μέσω 'custom made web services' βασισμένη στον ArcGIS Server για την αναζήτηση, γεωκωδικοποίηση, εισαγωγή και επεξεργασία δεδομένων. Για τον πολίτη το Ελληνικό Κτηματολόγιο παρέχει υπηρεσίες θέασης Ορθοφωτογραφιών, αναρτήσεις δασικών χαρτών και Κτηματογραφήσεων. Για τους επαγγελματίες παρέχει διαβαθμισμένη υπηρεσία θέασης, υπηρεσίες WMS και προγραμματιστικές διεπαφές API. Οι υπηρεσίες WMS συνιστούν ανοιχτό πρότυπο για την διαμεταγωγή χωρικών δεδομένων μέσω του διαδικτύου.



Εικόνα 2.6: Πλατφόρμα ArcGIS (αριστερά) και Υπηρεσία WMS (δεξιά)
 Πηγή: ΕΚΧΑ.ΑΕ



Εικόνα 2.7: Υπηρεσία API
 Πηγή: Ε.Κ.Χ.Α..Α.Ε.

Πηγή: Tsiliakou & Dimopoulou, 2011

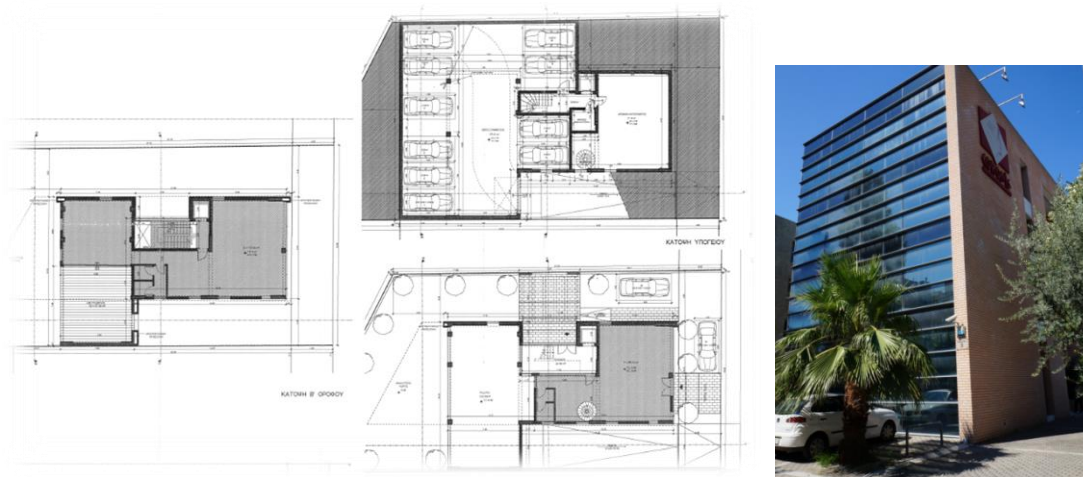
2.5.2. 3D περιπτώσεις στην Ελλάδα

Τα 3D κτηματολογικά αντικείμενα που εντοπίζονται στον ελληνικό χώρο διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τυπικά και μη τυπικά. Τυπικά συνιστούν τα αντικείμενα όπως προκύπτουν από τις ισχύουσες διατάξεις, οριζόντια/κάθετη ιδιοκτησία, υποδομές και μεταλλειοκτησία. Μη τυπικά αποτελούν τα ειδικά ιδιοκτησιακά αντικείμενα και αυτά που εξαιτίας της περιπλοκότητάς τους δεν αποτυπώνονται στο ισχύον κτηματολογικό μοντέλο.

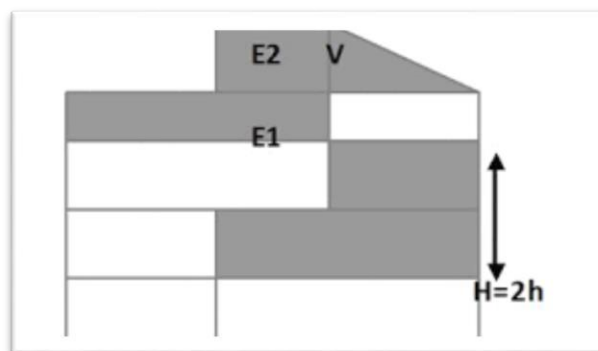
2.5.2.1. Τυπικά τρισδιάστατα κτηματολογικά αντικείμενα

Γεωτεμάχιο. Το γεωτεμάχιο συνιστά το μοναδιαίο στοιχείο του Εθνικού Κτηματολογίου. Τα όρια του γεωτεμαχίου αναπαρίστανται στον Κτηματολογικό Χάρτη ενώ όποια δικαιώματα και περιορισμοί σχετίζονται με αυτό δηλώνονται περιγραφικά στη Βάση Δεδομένων. Αναφορικά με περεταίρω λεπτομέρειες πραγματοποιείται πρόσβαση σε αυτές μέσω των αντίστοιχων συμβολαίων που έχουν πραγματοποιηθεί για μεταβιβάσεις και συστάσεις δικαιωμάτων σε αυτά. Το γεωτεμάχιο όμως, όπως έγινε εκτενής αναφορά στον ΑΚ, έχει τρισδιάστατο χαρακτήρα.

Οριζόντια ιδιοκτησία. Οριζόντια ιδιοκτησία ή οροφοκτησία είναι η χωριστή αποκλειστική και αυθύπαρκτη κυριότητα επί ορόφου οικοδομής ή διαμερίσματος ορόφου με ορισμένο ποσοστό αναγκαστικής συνιδιοκτησίας στο έδαφος και στα κοινά και αδιαίρετα μέρη της οικοδομής. Η οριζόντια ιδιοκτησία συνίσταται με συμβολαιογραφική πράξη ή δήλωση τελευταίας βουλήσεως (διαθήκη). Με τη σύσταση οριζόντιας ιδιοκτησίας δημιουργούνται επί ακινήτου αυτοτελείς και ανεξάρτητες οριζόντιες ιδιοκτησίες, στις οποίες κατανέμονται τα χιλιοστά επί του οικοπέδου (ποσοστό συνιδιοκτησίας). Σε ορισμένες περιπτώσεις οριζόντιων ιδιοκτησιών, η απεικόνισή τους στον Κτηματολογικό Χάρτη γίνεται με ασαφή τρόπο. Ο λόγος της μη αποτελεσματικής παρουσίας των οντοτήτων αυτών έγκειται στο γεγονός ότι η προβολή τους στον δύο διαστάσεων χάρτη θα συμπίπτει, είτε όλοι οι όροφοι έχουν την ίδια κάτοψη είτε υπάρχουν διαφοροποιήσεις στις κατόψεις των ορόφων π.χ. μεζονέτες, προκαλώντας λάθη ή ασαφείς απεικονίσεις . Επιπροσθέτως, η μη συμβατική αξιοποίηση του χώρου με σε ένα κτήριο όπως, για παράδειγμα, η δημιουργία παταριού ή αίθριου τα οποία καταλαμβάνουν περισσότερους από έναν όροφο, χαρακτηρίζεται ως συχνό φαινόμενο μη αποτελεσματικής απόδοσης της οριζόντιας ιδιοκτησίας με 2D μεθόδους. Τα προβλήματα της αναπαράστασης τρισδιάστατων αντικειμένων σε δισδιάστατο Κτηματολόγιο γίνονται περισσότερο κατανοητά στις παρακάτω εικόνες. Σαν περιγραφική πληροφορία καταχωρείται στη περιγραφική βάση ο όροφος όπως γίνεται αντιληπτό και από τη συμμετοχή του στον ΚΑΕΚ.



Εικόνα 2.8: Επίθεση ορόφων διαφορετικού τύπου κάτοψης, μέσω των προβολών τους στην επιφάνεια του εδάφους (αριστερά) και το κτήριο στην πραγματικότητα (δεξιά)
 Πηγή: Πολεοδομική υπηρεσία Αγ.Παρασκευής

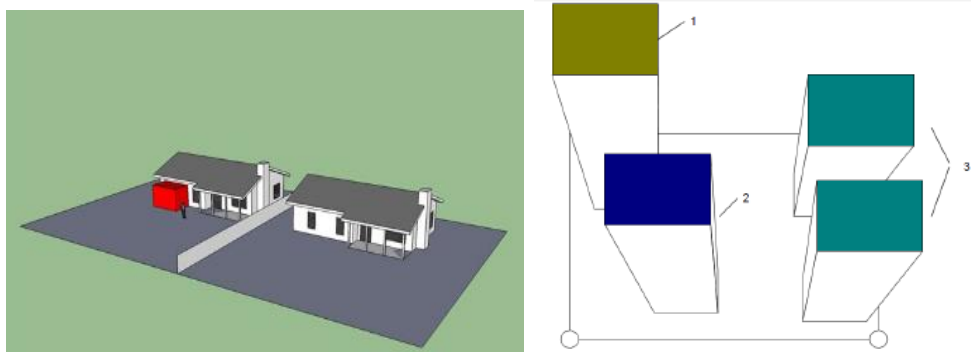


Εικόνα 2.9: Ασύμμετρη χρήση όγκου των κτηρίων
 Πηγή: Dimoroulou, 2011



Εικόνα 2.10: Χαρακτηριστικό παράδειγμα μεζονέτας
 Πηγή: kaliakatsos.gr

Κάθετη ιδιοκτησία. Η κάθετη ιδιοκτησία εμφανίζεται με την απλή και την σύνθετη μορφή της. Η απλή μορφή παρατηρείται σε γεωτεμάχιο στο οποίο έχουν ανεγερθεί οικοδομήματα που το καθένα αποτελεί μία ιδιοκτησία και μπορεί να ανήκει σε έναν ή περισσότερους συγκυρίους του γεωτεμαχίου. Η σύνθετη μορφή λαμβάνει μέρος όταν τα οικοδομήματα που υπάρχουν στο οικόπεδα διαιρούνται και οριζόντια σε ορόφους ή διαμερίσματα ορόφων σύμφωνα με το σύστημα οριζόντιας ιδιοκτησίας. Γίνεται φανερό ότι η κάθετη ιδιοκτησία και στις δύο μορφές της αποδίδεται με το βέλτιστο τρόπο μέσω ενός λειτουργικού τρισδιάστατου Κτηματολογίου, καθώς συνιστά δέσμευση της τρίτης διάστασης του γεωτεμαχίου. Στο Ελληνικό Κτηματολόγιο οι κάθετες ιδιοκτησίες δηλώνονται και καταχωρούνται στη περιγραφική βάση και τα όρια των οικοδομημάτων απεικονίζονται γραμμικά στα κτηματολογικά διαγράμματα.



Εικόνα 2.11: Χαρακτηριστικά παραδείγματα απλής κάθετης ιδιοκτησίας
Πηγή: Ρόκος, 2001



Εικόνα 2.12: Παράδειγμα σύνθετης κάθετης ιδιοκτησίας στο Βιετνάμ
Πηγή: sunjin.co.kr

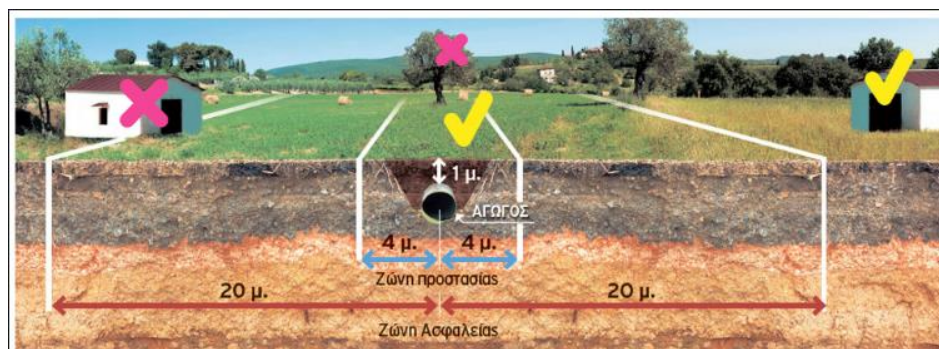
Δουλείες. Από το συνδυασμό των διατάξεων των άρθρων 1118, 1119, 1120 και 1121 του ΑΚ προκύπτει ότι πάνω σε ένα ακίνητο μπορεί να αναπτυχθεί εμπράγματο δικαίωμα από κύριο άλλου ακινήτου, που να παρέχει κάποια ωφέλεια, πραγματική δουλεία, εξ αιτίας της οποίας ο κύριος του δουλεύοντος ακινήτου φέρει το βάρος να ανέχεται κάποια δραστηριότητα και

χρήση αυτού από τον κύριο του δεσπόζοντος ακινήτου. Επομένως, από τις εμπράγματα δουλείες προκύπτουν περιορισμοί στην κυριότητα του ακινήτου. Η δουλεία συνιστά εγγραπτό δικαίωμα που δηλώνεται κατά την κτηματογράφηση από τον κύριο του δεσπόζοντος ακινήτου. Τέλος, πληροφορίες και στοιχεία σχετικά με τις δουλείες καταγράφονται στην περιγραφική βάση ενώ απεικονίζονται στη χωρική βάση μόνο στην περίπτωση που έχουν προσδιοριστεί και τα όριά τους

Δίκτυα Υποδομών. Τα δίκτυα υποδομών αποτελούν αντικείμενα που ενδιαφέρουν το 3D Κτηματολόγιο καθώς η ανάπτυξή τους μπορεί να πραγματοποιηθεί πάνω ή κάτω από τη ΦΓΕ επηρεάζοντας τις δραστηριότητες σε αυτή. Δίκτυα υπόγειων μεταφορών, τηλεπικοινωνιών και ύδρευσης συνιστούν παραδείγματα δικτύων υποδομών. Ο 3D χαρακτήρας τους γίνεται πιο εύκολα αντιληπτός μέσω της αναφοράς στο παράδειγμα διέλευσης γραμμής υψηλής τάσης από ένα γεωτεμάχιο προκαλώντας περιορισμούς χρήσης στο γεωτεμάχιο αυτό ή και σε γειτονικά. Τα δίκτυα υποδομών δεν καταγράφονται από το Ελληνικό Κτηματολόγιο ως αυτοτελή ιδιοκτησιακά αντικείμενα αλλά η νομική τους κατοχύρωση ρυθμίζεται μέσω της σύστασης δουλείας διόδου με το άρθρο 1031 του Εμπραγμάτου Δικαίου ΑΚ, έτσι ώστε να υπάρχει πρόσβαση σε αυτά από κάποια ακίνητα. Τα καλώδια και οι σωλήνες απεικονίζονται χωρικά στα κτηματολογικά διαγράμματα με μία γραμμική ζώνη.



Εικόνα 2.13: Υπόγειος Διαδριατικός Αγωγός Φυσικού Αερίου



Εικόνα 2.14: Ζώνες εργασίας και περιορισμών- Πηγή: serraikanea.gr

Μεταλλειοκτησία. Πληροφορίες αναγκαίες για τη μεταλλειοκτησία απορρέουν από τον Μεταλλευτικό Κώδικα για τον οποίο έγινε αναφορά παραπάνω. Στον Κτηματολογικό Χάρτη απεικονίζονται τα όρια αυτών καθώς και οι συντεταγμένες των υπερκείμενων και όμορων γεωτεμαχίων του.

2.5.2.2. Μη τυπικά τρισδιάστατα κτηματολογικά αντικείμενα

Ειδικά Ιδιοκτησιακά Αντικείμενα

Ειδικά Ιδιοκτησιακά Αντικείμενα αποτελούν οι δημιουργούμενες ιδιότυπες σχέσεις μεταξύ χωριστών ιδιοκτησιών, προερχόμενες βάση του Εθνικού Δικαίου. Στις οντότητες αυτές, ο κύριος ενός γεωτεμαχίου δεν είναι απαραίτητα και κύριος των οικοδομημάτων που έχουν ανεγερθεί επάνω σε αυτό, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αυτοτελή ιδιοκτησιακά αντικείμενα. Επίσης τα κτίσματα δεν ακολουθούν τα όρια των γεωτεμαχίων και οι προβολές τους είναι δυνατό να ανήκουν σε περισσότερα του ενός γεωτεμαχίου. Επομένως, η απεικόνισή τους σε δύο διαστάσεις δεν συμβάλει στον σαφή χωρικό προσδιορισμό τους και τα δικαιώματα που συνδέονται σε αυτά περιγράφονται με μη αποτελεσματικό τρόπο. Στην Ελλάδα Ειδικά Ιδιοκτησιακά Αντικείμενα θεωρούνται τα ακόλουθα:

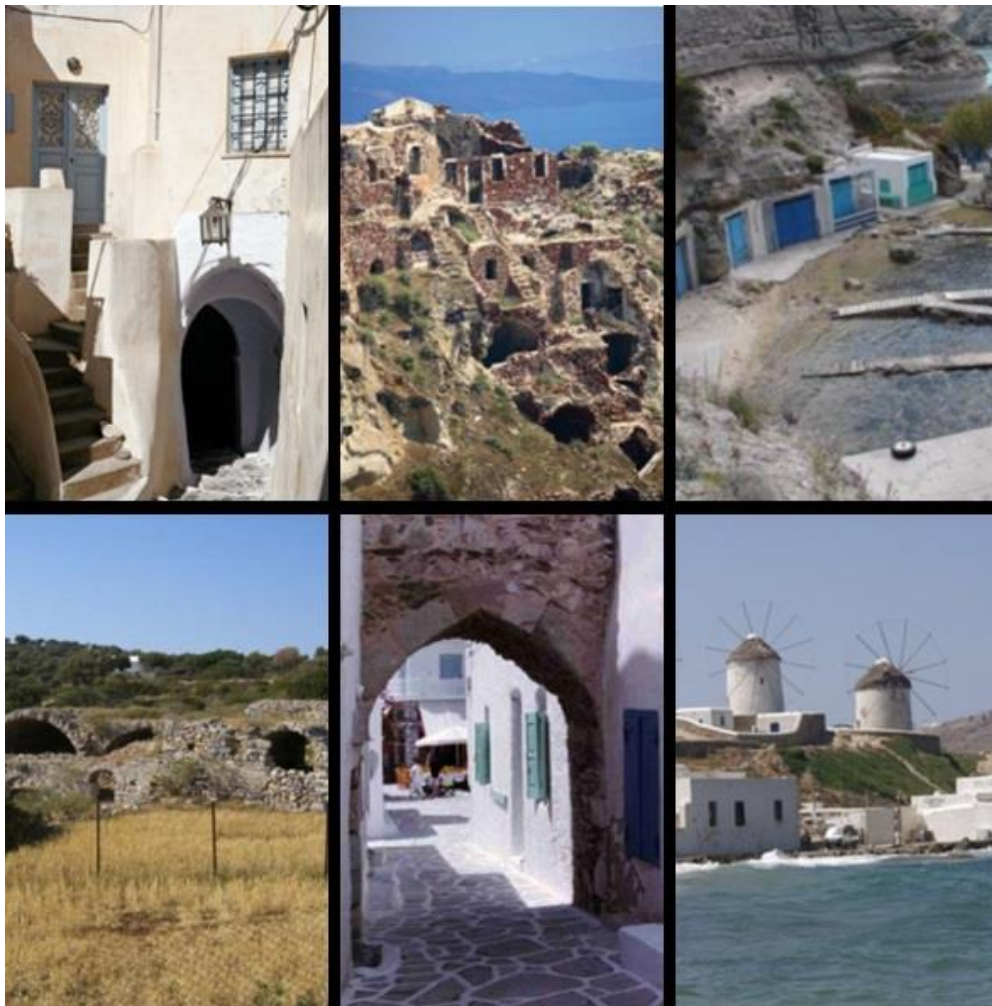
- Υπόσκαφα, παραδοσιακά σπίτια τα οποία ενσωματώνονται μέσα στη γη με μηδενικό ποσοστό κυριότητας επί του εδάφους.
- Ανώγεια, κατασκευές που βρίσκονται πάνω από τη ΦΓΕ με μηδενικό ποσοστό κυριότητας επί του εδάφους.
- Κατώγεια, κατασκευές που βρίσκονται κάτω από τη ΦΓΕ με ποσοστό κυριότητας 100% επί του εδάφους.
- Καμάρες, καμπυλωτά/ τοξωτά περάσματα ανάμεσα σε κτίσματα με μηδενικό ποσοστό κυριότητας επί του εδάφους.
- Σύρματα, κτήρια μικρού μεγέθους που εκτείνονται στον αιγιαλό, συνήθως βρίσκονται σε παραθαλάσσιους οικισμούς στις Κυκλάδες.

Τα παραπάνω ιδιοκτησιακά αντικείμενα αναπαρίστανται με δισδιάστατα πολύγωνα στα κτηματολογικά διαγράμματα ενώ τα αντικείμενα που ακολουθούν ενδέχεται να καταγράφονται στο Ελληνικό Κτηματολόγιο, λαμβάνοντας σημειακό ΚΑΕΚ και σημειακή δισδιάστατη μορφή.

- Πηγαδότοπος
- Αντλιοστάσιο
- Υδραγωγείο
- Μύλος
- Πηγάδι/ Φρεάρ
- Δεξαμενή

- Ερημονησίδα
- Γεώτρηση
- Θόλος

Τα Ειδικά Ιδιοκτησιακά Αντικείμενα δεν καταγράφονται πάντα στο Ελληνικό Κτηματολόγιο. Σε κάθε ένα από αυτά όταν εγγράφεται πραγματοποιείται ταυτόχρονη σήμανση με τη φράση ‘ΕΙΔΙΚΟ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ’. Επίσης, η περιγραφή τους διεξάγεται μέσω του 12ψήφιου ΚΑΕΚ, με ειδική παρατήρηση μέσω της οποίας αναγράφονται τα ΚΑΕΚ των γεωτεμαχίων που εμπλέκονται σε αυτά. Στις περιπτώσεις όπου έχει συνταχθεί τοπογραφικό διάγραμμα γίνονται φανερά και τα όρια αυτών σε διαφορετικά επίπεδα των γεωτεμαχίων ενώ στην αντίθετη περίπτωση γίνεται προσπάθεια συλλογής απαραίτητων στοιχείων για την ενδεικτική απεικόνιση τους.



Εικόνα 2.15: Ειδικά Ιδιοκτησιακά Αντικείμενα
Πηγή: Tsiliakou,2011

Πηγή: nD Κτηματολόγιο, Δημοπούλου

Επικάλυψη Ιδιοκτητών και Κοινόχρηστων Χώρων

Οι επικαλύψεις δημόσιων με κοινόχρηστους χώρους δημιουργεί περίπλοκα ιδιοκτησιακά δικαιώματα και περίπλοκες γεωμετρίες οι οποίες απαιτούν την καταγραφή τους στο τρισδιάστατο Κτηματολόγιο για τον ορθότερο τρόπο διαχείρισής τους. Αναλυτικότερα:

- Ιδιόκτητοι χώροι υπέρ ή υπό ή επί της ΦΓΕ, κοινόχρηστων γεωτεμαχίων.
 - Κοινόχρηστες διαδρομές με υπερκείμενους ιδιόκτητους χώρους σε παλαιούς οικισμούς, π.χ. καμάρες.
 - Αυτοκινητόδρομοι με υπερκείμενους μεταγενέστερους ιδιόκτητους χώρους.
 - Αστικό οδικό δίκτυο με υπερκείμενους ιδιόκτητους χώρους της μορφής Breezeway.
- Κοινόχρηστοι χώροι με υπερκείμενους προϋφιστάμενους ιδιόκτητους χώρους.
 - Ζώνες αιγιαλού-παραλίας με επικείμενους μεταγενέστερους νόμιμους ή μη ιδιόκτητους χώρους.
 - Ιδιόκτητοι χώροι επικείμενοι κοινόχρηστων χώρων π.χ. κατασκευή γέφυρας με συνύπαρξη εμπορικών μαγαζιών.
 - Ιδιόκτητοι χώροι υποκείμενοι γεφυρών ή Φ.Γ.Ε, π.χ. σύρματα
 - Κατασκευές π.χ. υπόσκαφα, χώροι στάθμευσης, δίκτυα υποδομών κάτω από κοινόχρηστους χώρους.
- Επικαλύψεις καθ' ύψος ιδιόκτητων ακινήτων.
 - Ιδιόκτητα γεωτεμάχια ή ακίνητα γενικότερα επικαλυπτόμενα καθ' ύψος, π.χ. υπόσκαφα.
 - Κτίσματα ακινήτου με προβολή σε διαφορετικά γεωτεμάχια, π.χ. τα περισσότερα νησιά με χαρακτηριστικό παράδειγμα τη Σαντορίνη.



Εικόνα 2.16: Επικαλυπτόμενα καθ' ύψος (αριστερά), Ιδιόκτητος χώρος υπερκείμενος κοινόχρηστου χώρου (δεξιά)
Πηγή: Papaefthymiou, 2004

Πηγή: Ζεντέλης, 2011

2.6. Ανάγκη για 3D Κτηματολόγιο στο διεθνή χώρο

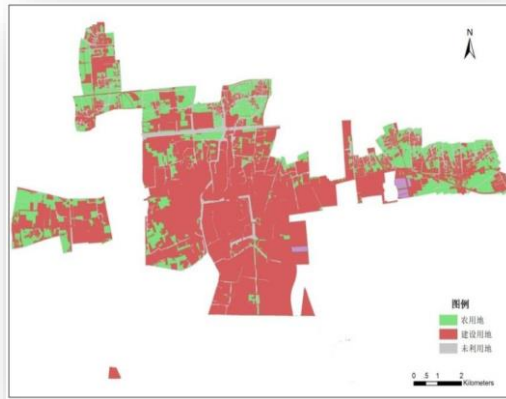
2.6.1. Κίνα

Η Κίνα αποτελεί χώρα της Ανατολικής Ασίας με τον μεγαλύτερο πληθυσμό στον κόσμο. Ο πληθυσμός της είναι 1.374.620.000 κάτοικοι και η έκταση 9.596.961 km². Η οικονομική ανάπτυξη της Κίνας καθώς και οι απαιτήσεις για γη αυξάνονται με ραγδαίο ρυθμό, προκαλώντας έτσι επεκτάσεις στη δόμηση αυτής και στις τρεις διαστάσεις του χώρου. Σύμφωνα με τον Yuan Ding, (2016), στην Κίνα, η αξιοποίηση του χώρου στις τρεις διαστάσεις είναι στενά συνδεδεμένη με την ανάπτυξη και διαχείριση ενός ολοκληρωμένου 3D Κτηματολογίου. Η μοντελοποίηση των 3D κτηματολογικών αντικειμένων αποδίδεται ως πυρήνας στην έρευνα του 3D Κτηματολογίου. Η έντονη χρήση και ανάπτυξη της γης στον οριζόντιο και κάθετο χώρο απορρέει από την έντονη αστικοποίηση. Οι 3D αυτές καταστάσεις δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν με ορθό τρόπο από το παραδοσιακό 2D κτηματολόγιο, καθώς θέτουν κάποιους περιορισμούς στη διαχείριση του κάθετου χώρου. Συνεπώς, το 3D Κτηματολόγιο λειτουργεί ως μία αποδοτική μέθοδο για την αντιμετώπιση των περιορισμών.

Τα τελευταία δέκα χρόνια, το 3D Κτηματολόγιο έχει γίνει αντικείμενο έρευνας για την καλύτερη διαχείριση της γης σε διεθνές επίπεδο. Όσο αφορά την Κίνα, πολλές ανεπτυγμένες πόλεις έχουν ερευνήσει διεξοδικά μεθόδους που αφορούν την ανάπτυξη 3D Κτηματολογίου. Ειδικότερα, η πόλη Shenzhen έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο με τη μετάβαση του 3D κτηματολογικού συστήματός της από την έρευνα και το πρωτότυπο στην εγκατάσταση και χρήση πρακτικών συστημάτων.

Τα τελευταία 15 χρόνια έχουν εγκατασταθεί και εφαρμοστεί 2D συστήματα κτηματολογίου για τις περισσότερες εκτάσεις. Η πλήρης αντικατάσταση του τρέχοντος 2D συστήματος με 3D συνιστά ακριβή επένδυση για την κυβέρνηση. Επίσης, η δημιουργία μιας 3D κτηματολογικής βάσης συντελεί στην εγκατάλειψη των κτηματολογικών δεδομένων που ήδη υπάρχουν. Σύμφωνα με τον Aien (2011) η χρήση των υπαρχόντων κτηματολογικών δεδομένων στις τρισδιάστατες αναπτύξεις αποτελεί πολύ σημαντική προϋπόθεση. Η σύνδεση 2D και 3D ορίων κάθε γεωτεμαχίου έχει επιτευχθεί μέσω της σχεδίασης του προτύπου ISO 19152 (Land Administration Domain Model, LADM), (Lemmen 2010).

Η εικόνα της Κίνα λαμβάνεται μέσω του χαρακτηριστικού παραδείγματος της πόλης Taizhou. Ο πληθυσμός της Taizhou το 2010 ήταν 4.618.937 κάτοικοι από τους οποίους οι 1.607.108 ζουν σε δομημένη έκταση, συγκροτούμενη από τρεις αστικές επαρχίες (Hailing, Jiangyan, Gaogang). Τα τελευταία 20 χρόνια η οικονομική ανάπτυξη έχει παραμείνει σταθερή με μια ετήσια αύξηση 10%. Η Taizhou συνιστά μία από τις κεντρικές πόλεις μέσα στο δέλτα ποταμού Yangtze με αναπτυγμένη βιομηχανία, εξυπηρετικό δίκτυο μεταφορών και εύπορο εμπόριο. Μέχρι το 2008, η έκταση του δομημένου αστικού υπόγειου χώρου είχε φτάσει περισσότερο από 100.000 τετραγωνικά μέτρα η οποία πρόκειται να αυξηθεί κατά 855.000 τετραγωνικά μέτρα μέχρι το 2020 σύμφωνα με τον αστικό σχεδιασμό της πόλης.



Εικόνα 2.17: Η επαρχία της Hailing στην Taizhou, 2015
 Πηγή: Yuan Ding, 2016

Η επαρχία Hailing αποτελεί τον πυρήνα της πόλης Taizhou. Με το κόκκινο χρώμα απεικονίζεται η δομημένη γη, με πράσινο οι αγροτικές εκτάσεις και με γκρι οι μη χρησιμοποιημένες εκτάσεις (Εικόνα 2.17). Γίνεται εμφανές ότι η δομημένη έκταση αποτελεί την πλειονότητα, με αποτέλεσμα η διαθέσιμη προς ανάπτυξη γη σε αυτή τη περιοχή να είναι πολύ περιορισμένη. Η ανάγκη για σύστημα καταγραφής τρισδιάστατων πληροφοριών καθίσταται πιο κατανοητή μέσα από την επιλογή ως σημείου αναφοράς ενός από τους πιο εμπορικούς δρόμους στη Taizhou, ‘Pozi street’ (Εικόνα 2.18, 2.19 & 2.20).



Εικόνα 2.18: Περίπλοκη κατάσταση στο δρόμο Pozi.
 Πηγή: Yuan Ding, 2016



Εικόνα 2.19: Κτήριο με πολλές χρήσεις
Πηγή: Yuan Ding, 2016

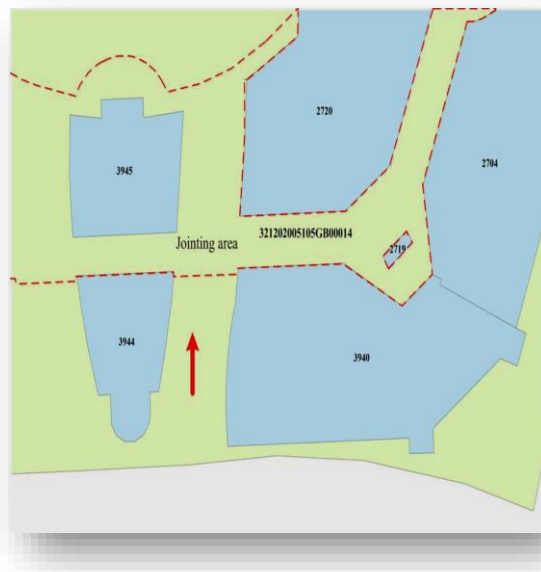
Το κτήριο που αναπαρίσταται στην Εικόνα 2.19 συνιστά τυπική περίπτωση κτηρίου με πολλαπλές χρήσεις στην κάθετη διεύθυνση, συνδυασμός από μαγαζιά και διαμερίσματα που αποτελούν ξεχωριστές ιδιοκτησίες που εγκαθίστανται στο ίδιο γεωτεμάχιο.



Εικόνα 2.20: Τυπική περίπτωση επικάλυψης ιδιόκτητων με κοινόχρηστων χώρων
‘Pozi street’.
Πηγή: Yuan Ding, 2016

Στον Κτηματολογικό Χάρτη (Εικόνα 2.21) απεικονίζεται η προβολή του εμπορικού και τα επίπεδα γεωτεμάχια. Ο κοινόχρηστος χώρος όμως που συνδέεται με τα κτήρια δεν έχει

απεικονιστεί στον 2D Κτηματολογικό Χάρτη. Τα δικαιώματα και οι περιορισμοί που αναπτύσσονται στα κτήρια και στον κοινόχρηστο χώρο εγκαθίστανται στο ίδιο γεωτεμάχιο με τα κτήρια να μπορούν να παρασταθούν στον τρέχοντα Κτηματολογικό Χάρτη μέσω πολυγώνων σε αντίθεση με τον κοινόχρηστο χώρο, αυξάνοντας σε μεγάλο βαθμό τις πιθανότητες για χωρικές συγκρούσεις και λάθη. Με δεδομένη βασική μονάδα στη διαχείριση του Κτηματολογίου της Κίνας το γεωτεμάχιο, οι κάθετες προβολές επικαλυπτόμενων οντοτήτων θα αποδοθούν στα αντίστοιχα γεωτεμάχια, δημιουργώντας επικαλυπτόμενα πολύγωνα, θέτοντας το τρέχον κτηματολόγιο και τις σχετικές βάσεις δεδομένων μη λειτουργικές. Επομένως, το 3D γεωτεμάχιο απαιτείται για την καλύτερη απόδοση τέτοιων ανεπιθύμητων καταστάσεων.



Εικόνα 2.21: Απόσπασμα κτηματολογικού χάρτη του περίπλοκου κτηρίου
Πηγή: Yuan Ding, 2016

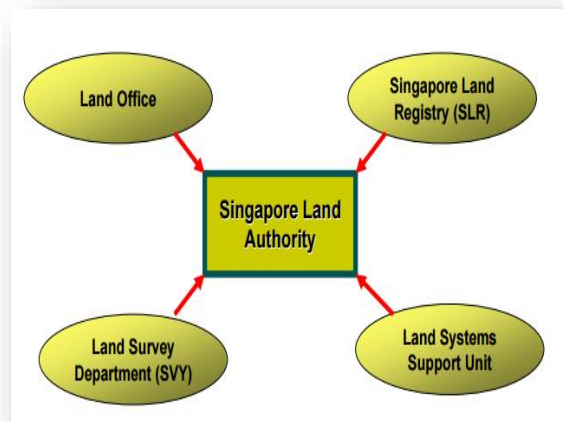
2.6.2. Σιγκαπούρη

Η Σιγκαπούρη αποτελεί τη μικρότερη χώρα της Νοτιοανατολικής Ασίας με τα ακόλουθα στοιχεία:

- 719 τετραγωνικά χιλιόμετρα έκταση
- 5 εκατομμύρια κάτοικοι πληθυσμός (απογραφή 2010)
- 7.697 κάτοικοι ανά km² πυκνότητα
- 64 διοικητικά διαμερίσματα
- 137 χιλιάδες γεωτεμάχια
- 1,2 εκατομμύρια στρωματοποιημένα γεωτεμάχια

Πηγή: wikipedia.org

Σύμφωνα με τον Victor Khoo (2011), υπεύθυνη για τη διαχείριση της γης στη Σιγκαπούρη συνιστά μία θεσμοθετημένη επιτροπή η οποία δημιουργήθηκε από νόμο που ψηφίστηκε το 2001 στο Κοινοβούλιο (Singapore Land Authority SLA). Συγκροτείται από 4 τμήματα, όπως φαίνεται στο 2.3 διάγραμμα.



Διάγραμμα 2.3: Σύστημα διαχείρισης της γης στη Σιγκαπούρη
Πηγή: Victor Khoo, 2011

Το Κτηματολόγιο στη Σιγκαπούρη είναι δύο διαστάσεων και συγκροτείται από ένα μητρώο για την εγγραφή τίτλων και ιδιοκτησιών και τον χάρτη όπου αναπαρίστανται χωρικά τα γεωτεμάχια. Ο νόμος για τους τίτλους γης ανά στρώματα, Chapter 158, τέθηκε σε ισχύ το 1967 για να διευκολύνει τη διαίρεση των κτηρίων και της γης σε ενότητες-στρώματα. Ο νόμος αυτός επιτρέπει τη δημιουργία πέντε τύπων καταγραφής ως ιδιοκτησία: 2D χώρος (Land), εναέριος χώρος (airspace), υπόγειος χώρος (subterranean), στρωματοποιημένος (strata) χώρος και βοηθητικά οικοπέδα (accessory lots). Στο τρέχον Κτηματολόγιο της Σιγκαπούρης ως 2D ισχύει η αρχή ότι το γεωτεμάχιο εκτείνεται από το κέντρο της γης μέχρι τον ουρανό.

Για την καλύτερη κατανόηση της ανάγκης απόδοσης τρίτης διάστασης στο τρέχον 2D Κτηματολόγιο καθίσταται αναγκαίος ο ορισμός του προβλήματος μέσα από το τρέχον σύστημα διαχείρισης γης. Η πυκνότητα '7.697 κάτοικοι ανά km²' δηλώνει την ανάγκη για αξιοποίηση υπόγειου και υπέργειου χώρου ώστε να μπορεί να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες τους των πολιτών. Πολυστρωματικές κατασκευές, επικαλυπτόμενοι χώροι, υπόγεια δόμηση αποτελούν τυπικές περιπτώσεις στη Σιγκαπούρη, ώστε σε κάθε km² οι άνθρωποι να μπορούν να ζουν με βιώσιμο τρόπο.

Το σύγχρονο 2D Κτηματολόγιο παρέχει μηχανισμούς οι οποίοι δεν είναι αποτελεσματικοί στη σύλληψη και διαχείριση του περίπλοκου σχεδιασμού των κτηρίων που γίνεται ολοένα και πιο έντονος. Η έντονη δόμηση των υπόγειων χώρων και ο ανακριβής προσδιορισμός των ορίων τους εντοπίζεται με μεγάλη συχνότητα στη Σιγκαπούρη. Επίσης, η στρωματοποιημένη μορφή του χώρου δεν περιγράφεται με αποτελεσματικό τρόπο στο 2D χωρικό σύστημα GIS

του Κτηματολογίου. Ειδικότερα παραδείγματα που απεικονίζουν την περίπλοκη πραγματικότητα στη Σιγκαπούρη αποτελούν τα παρακάτω.

- Συνήθεις περίπλοκες κατασκευές σε πολλά επίπεδα-στρώματα στη Σιγκαπούρη.



Εικόνα 2.22: Ουρανοξύστες (πάνω αριστερά), διαμερίσματα HDB(Housing and Development Board) όπου στεγάζεται το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού (πάνω δεξιά) και περίπλοκη αρχιτεκτονική (κάτω)

Πηγή: Victor Khoo, 2011

- Επικαλυπτόμενες κατασκευές.



Εικόνα 2.23: Επικαλυπτόμενες κατασκευές- Πηγή: Victor Khoo, 2011

- Περίπλοκοι υπόγειοι χώροι.



Εικόνα 2.24: Υπόγεια κατασκευή συνδεδεμένη με το μετρό, ION Orchard (αριστερά) και υπόγειο σπήλαιο για αποθήκευση πετρελαίου (δεξιά)
Πηγή: Victor Khoo

- Κατασκευές με πολλές χρήσεις.



Εικόνα 2.25: Toa Payoh Bus, κυκλοφοριακός κόμβος.
Πηγή: Victor Khoo

2.6.3. Μαλαισία

Η Μαλαισία συνιστά ομοσπονδιακό κράτος στην Νοτιοανατολική Ασία που εκτείνεται σε δύο ανεξάρτητες γεωγραφικές περιοχές, τη Μαλαισιανή χερσόνησο και το νησί Βόρνεο. Ο πληθυσμός ύστερα από εκτίμηση του 2015 είναι 30.4 εκατομμύρια κάτοικοι και η έκταση 329.750 km². Στη Μαλαισία, το κτηματολογικό σύστημα είναι δύο διαστάσεων και ελέγχεται από δύο κύριες υπηρεσίες, το τμήμα τοπογράφησης και χαρτογράφησης της Μαλαισίας (Department of Surveying and Mapping, DSMM) και τα Μητρώα (Land Offices, L.O). Η υπηρεσία DSMM είναι υπεύθυνη για την κτηματολογική χωρική πληροφορία όπως, για παράδειγμα, τα όρια γεωτεμαχίων με κύρια αποστολή της την ενίσχυση της ποιότητας των τοπογραφικών και χαρτογραφικών υπηρεσιών όσο αφορά τη διαχείριση γεωχωρικών δεδομένων. Το Μητρώο είναι υπεύθυνο για την περιγραφική πληροφορία των

κτηματολογικών αντικειμένων όπως, για παράδειγμα, δικαιώματα που χαρακτηρίζουν ένα κτηματολογικό αντικείμενο.

Σύμφωνα με τον Hassan (2006), ο πληθυσμός στη Μαλαισία αυξάνεται με έντονους ρυθμούς, με αποτέλεσμα να αυξάνονται και οι ιδιοκτησίες που πρέπει να εγγραφούν στο Κτηματολογικό σύστημα. Αντικείμενο μελέτης συνιστούν οι σταθερές ιδιοκτησίες, όπως εγγραφές γης και κτηρίων. Το 2006 είχαν καταγραφεί από το DSMM (Department of Surveying and Mapping Malaysia) 6,4 εκατομμύρια σταθερά κτηματολογικά γεωτεμάχια σε όλη τη χώρα. Το Κτηματολόγιο είναι 2D, με βάση του το γεωτεμάχιο προσφέροντας πολύ σημαντικές πληροφορίες για τη γη και τις ιδιοκτησίες, εξυπηρετώντας πολλές από τις ανάγκες των χρηστών. Παρόλα αυτά, η δισδιάστατη πληροφορία δεν είναι αρκετή σε πολλές περιπτώσεις όπως, για παράδειγμα, στις μεγάλες πόλεις στη Μαλαισία. Ένας αποτελεσματικός τρόπος διαχείρισης των μεγάλων και περίπλοκων πόλεων είναι τα τρισδιάστατα Κτηματολόγια.



Εικόνα 2.26: Εικονογράφηση του 3D χαρακτήρα στην πόλη Kuala Lumpur της Μαλαισίας
Πηγή: M.I.Hassan, 2006

Η Μαλαισία είναι μία αναπτυσσόμενη χώρα με χαρακτηριστικό παράδειγμα την πρωτεύουσά της πόλη, την Kuala Lumpur. Η Kuala Lumpur συγκροτείται από πολύ ψηλά κτήρια για την καλύτερη αξιοποίηση του ολόένα και περισσότερο περιορισμένου χώρου της. Ο περιορισμένος αυτός χώρος σε συνδυασμό με τον μεγάλο αριθμό κατοίκων οδηγεί σε περίπλοκες κατασκευές, με πολλές χρήσεις και στην επικάλυψη ιδιοκτητών με κοινόχρηστων χώρους για τη βέλτιστη εξυπηρέτηση των αναγκών τους (Εικόνα 2.27).



Εικόνα 2.27: Ιδιόκτητες εγκαταστάσεις πάνω από κοινόχρηστους δρόμους (αριστερά) και ιδιόκτητος χώρος τύπου Breezway (δεξιά)

Πηγή: M.I.Hassan, 2006

Συνεπώς, οι παραπάνω καταστάσεις που περιγράφηκαν χρειάζονται μία σαφή και περιεκτική μέθοδο αναπαράστασης των χωρικών και περιγραφικών δεδομένων που τις συγκροτούν. Σε μία από τις προσπάθειες προσέγγισης του τρισδιάστατου Κτηματολογίου αναφέρεται η χρήση της Ενοποιημένης Γλώσσας Μοντελοποίησης (Unified Modeling Language, UML), ως πρότυπη γλώσσα μοντελοποίησης των δεδομένων. Με δεδομένο το καλό πλαίσιο 2D Κτηματολογίου στη Μαλαισία, η υβριδική προσέγγιση είναι ικανοποιητική. Η υβριδική προσέγγιση διατηρεί το διασδιάστατο Κτηματολόγιο και ενσωματώνει τρισδιάστατη πληροφορία όπου κρίνεται αναγκαία. Η προσέγγιση για 3D Κτηματολόγιο που ακολουθήθηκε από τον Hassan (2006) περιελάμβανε την ενσωμάτωση της υπάρχουσας χωρικής βάσης Oracle με το λογισμικό 3D μοντελοποίησης Autodesk Map 3d.



Εικόνα 2.28: Το συγκρότημα διαμερισμάτων της πιλοτικής εφαρμογής στην πραγματικότητα (αριστερά) και η οπτικοποίηση αυτού σε CAD περιβάλλον (δεξιά)

Πηγή: M.I.Hassan, 2006

Πηγή: Hassan, 2006

2.6.4. Κόσσοβο

Το Κόσσοβο συνιστά περιοχή των Βαλκανίων στη Σερβία, με έκταση 10.908 km² και πληθυσμό 1,82 εκατομμύρια κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2013 και

πρωτεύουσα την Πρίστινα. Σύμφωνα με τον Loshi (2015), το Κόσσοβο παρόλο που αποτελεί την πιο νέα χώρα στην Ευρώπη, έχει σημαντική ιστορία στα συστήματα Κτηματολογίου. Το μεγαλύτερο κατόρθωμα στον τομέα του Κτηματολογίου και της εγγραφής των ιδιοκτησιών πραγματοποιήθηκε ύστερα από τον πόλεμο του 1998/99 όταν οι προσπάθειες προσανατολίστηκαν στην επίτευξη ψηφιακής μορφής για το κτηματολογικό σύστημα. Μέχρι πρόσφατα, το Κόσσοβο επιχειρούσε να αναπτύξει και να εγκαταστήσει ένα διδιάστατο Κτηματολογικό σύστημα και τα τελευταία χρόνια επιδιώκει την συγχώνευση δύο από των κύριων συστατικών του ,το κειμενικό και το γραφικό τμήμα. Επιπροσθέτως, βρίσκονται σε εξέλιξη η εγκαθίδρυση ενός Εθνικού SDI (Spatial Data Infrastructure) και μίας εθνικής πύλης δεδομένων. Επομένως, γίνεται εμφανές ότι στο Κόσσοβο πρόκειται να αναπτυχθεί ένα σχετικά οργανωμένο και λειτουργικό Κτηματολόγιο, με επικρατούσα την αρχή ότι η ιδιοκτησία εκτείνεται από τον υπόγειο χώρο έως τον εναέριο.

Στο σύστημα του Κτηματολογίου περιλαμβάνονται κάποια τρισδιάστατα στοιχεία στα μητρώα κτηρίων, όπως ο αριθμός των ορόφων τους, αλλά υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις που χρειάζονται 3D καταγραφή και απεικόνιση για την καλύτερη διαχείρισή τους. Ένα από το πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελεί η πρωτεύουσα του Κόσσοβο, Πρίστινα, της οποίας ο πληθυσμός έχει αυξηθεί κατά πολύ (αύξηση κατά 500.000 ή 300.000 σε σχέση με το 1999) λόγω του μεταναστευτικού κλίματος από άλλες περιοχές του Κόσσοβο.

Year	1953	1981	1991	1998	2002	2012
No of People	24000	210040	205093	225388	545477	198214
Institution	SAK	SAK	SAK	/	OSCE	SAK

Year	1970	2000	2013
Land Use (%)			
Urban Area	24.05	47.81	64.71
Agriculture	67.77	45.7	29.42
Forest area	7.71	6.24	5.67
Water area	0.48	0.25	0.19

Πίνακας 2.1: Κατάταξη πληθυσμού και χρήσεων γης στο Κόσσοβο
Πηγή: Loshi, 2015

Συμπερασματικά, η έντονη αστικοποίηση στη Πρίστινα (Πίνακας 2.1) οδηγεί σε αυξανόμενες ανάγκες για την αξιοποίηση του υπόγειου και υπέργειου χώρου και σε αυξανόμενο αριθμό συγκροτημάτων διαμερισμάτων, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται πολύπλοκα δικαιώματα που δεν μπορούν να καταγραφούν και να αναπαρασταθούν λειτουργικά από 2D Κτηματολόγιο. Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζονται οι πιο περίπλοκες περιπτώσεις στο Κόσσοβο που χρειάζονται τρισδιάστατη καταγραφή.



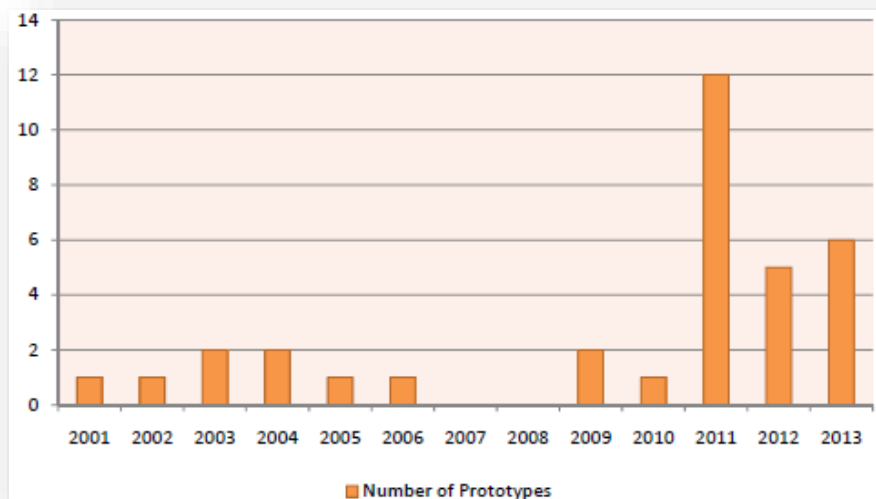
Εικόνα 2.29: Τρέχουσα κατάσταση στο Κόσσοβο μέσα από εικόνες διαμερισμάτων, εμπορικών, υπόγειων κατασκευών και υποδομών σε πολλά επίπεδα επικαλυπτόμενων καθ' ύψος.
Πηγή: Loshi, 2015

Τέλος, σε πρόσφατη έρευνα στο Κόσσοβο σχετικά το τρισδιάστατο Κτηματολόγιο έγινε αναφορά σε ένα σχέδιο δράσης που ανέλυε τα βήματα για την επιτυχή εφαρμογή του: διεξοδική μελέτη των συνθηκών (π.χ. οικονομικές δυνατότητες), του νομικού πλαισίου και της τεχνικής ανάλυσης. Όσο αφορά τον τομέα των τεχνικών δυνατοτήτων αξιολογήθηκε η τεχνολογία του 3D GIS της ESRI αυτή με τα περισσότερα πλεονεκτήματα και ακολούθησε η τεχνική των CADs. Τέλος, έγινε αναφορά στα εργαλεία BIM (Building Information Models) ως αποδοτική μέθοδο ειδικότερα για την εισαγωγή και της τέταρτης διάστασης, του χρόνου. Με τη σωστή εφαρμογή των παραπάνω βημάτων είναι δυνατό να ξεκινήσουν πιλοτικές εφαρμογές για τις πιο αναγκαίες περιπτώσεις με στόχο τη διερεύνηση όσο αφορά τη λειτουργικότητα αυτών. Η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου 3D Κτηματολογίου έπεται των παραπάνω.

Πηγή: Loshi, 2015

2.7 Πρωτότυπα συστήματα

Πολλά πρωτότυπα συστήματα έχουν αναπτυχθεί για την αναπαράσταση τρισδιάστατων δικαιωμάτων ιδιοκτησίας. Παρόλο που κάποια από αυτά θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην εγγραφή και αναπαράσταση των δικαιωμάτων σε τρεις διαστάσεις, υπάρχουν ακόμα κάποια θέματα που αποτελούν εμπόδιο στην εφαρμογή τους. Αρχικά, οι χρήστες των πρωτοτύπων αυτών συστημάτων δεν ήταν σαφώς προσδιορισμένοι και οι απαιτήσεις τους δεν είχαν πλήρως ικανοποιηθεί. Επίσης, δεν έχουν αναπτυχθεί εφαρμογές αποκλειστικά για κτηματολογικούς σκοπούς. Τέλος, τα ανεπτυγμένα πρωτότυπα δεν έχουν πλήρως αξιολογηθεί ως προς τη λειτουργικότητά τους και επικυρωθεί. Επομένως, η έρευνα πάνω στην καταγραφή και απεικόνιση τρισδιάστατων κτηματολογικών οντοτήτων χρειάζεται περισσότερη μελέτη (Pouliot 2011, van Oosterom 2012, 2013) και δεν πρέπει να συγχέεται με έρευνες που αφορούν τρισδιάστατες απεικονίσεις πόλεων (Wang 2012). Ο αριθμός των 3D κτηματολογικών πρωτοτύπων έχει αυξηθεί σημαντικά από το 2011 όπως φαίνεται στο 2.4 διάγραμμα.



Διάγραμμα 2.4: Τα αναπτυγμένα πρωτότυπα από το 2001 σύμφωνα με δημοσιευμένες εργασίες.

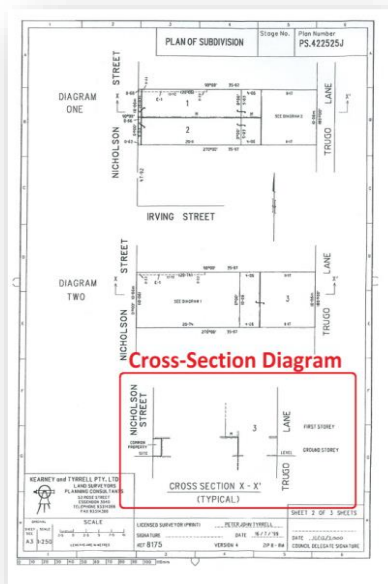
Πηγή: Shojaei, 2014

Σύμφωνα με τον Shojaei (2014) οι τύποι των δεδομένων που χρησιμοποιούνται πλέον στα πρωτότυπα συστήματα έχουν αλλάξει από CAD σε GIS μορφότυπους. Τα προϊόντα GIS έχουν πλέον τη δυνατότητα να υποστηρίζουν τρισδιάστατες απεικονίσεις και να προσαρμόζονται καλύτερα σε εφαρμογές όπως το 3D Κτηματολόγιο. Χαρακτηριστικά αποτελεσματικά πρωτότυπα συστήματα έχουν αναπτυχθεί στην Βικτώρια της Αυστραλίας, στην Ισπανία, στη Ρωσία και στο Ισραήλ.

2.7.1 Βικτόρια, Αυστραλία

Αναφορικά με τον Shojaei (2012), η αύξηση του πληθυσμού σε συνδυασμό με τη μειωμένη έκταση γης προς εκμετάλλευση στις αστικές περιοχές οδηγεί σε αυξανόμενες ανάγκες για διαχείριση στρωματοποιημένων δικαιωμάτων που αναπτύσσονται στον ολόενα και περίπλοκο δομημένο υπόγειο και υπέργειο χώρο. Αποτέλεσμα αυτών των αλλαγών στη διάρκεια του χρόνου συνιστά η άσκηση πιέσεων για τη μετάβαση των κτηματολογικών συστημάτων από 2D σε 3D. Παρόλα αυτά, τα δικαιώματα που συνδέονται με τη γη και τις ιδιοκτησίες στην Αυστραλία εγγράφονται και απεικονίζονται με τα ονομαζόμενα ‘subdivision plans’. Η μέθοδος αυτή είναι αναλογική και περιλαμβάνει δισδιάστατα σχέδια όπως κατόψεις, τομές και ισομετρικά διαγράμματα τα οποία αποτελούν μη αποτελεσματικές μεθόδους για την πλήρη κατανόηση των περίπλοκων δικαιωμάτων που συνεχώς αναπτύσσονται, ειδικά από μη εξειδικευμένο κοινό. Ειδικότεροι περιορισμοί που απορρέουν από τα ‘subdivision plans’ είναι:

- Αδυναμία των χρηστών να πραγματοποιήσουν μετρήσεις όπως για παράδειγμα υπολογισμού όγκου και εμβαδού.
- Η αποθήκευση και η ενημέρωση των κτηματολογικών δεδομένων χαρακτηρίζονται ως δύσκολες και μη αποτελεσματικές διαδικασίες καθώς δεν πραγματοποιούνται με ψηφιακό τρόπο.
- Δεν υποστηρίζονται αναζητήσεις και αναλύσεις καθώς δεν ακολουθείται ψηφιακή εγγραφή των RRR σε μία βάση δεδομένων.
- Η αναπαράσταση δεν χαρακτηρίζεται ως διαδραστική καθώς έγκειται σε δύο διαστάσεις, είτε αναλογικά είτε ψηφιακά.



Εικόνα 2.30: Προσομοίωση τομής σε ένα subdivision plan στη Βικτόρια.

Πηγή: Shojaei, 2012

Το Κτηματολόγιο στη Βικτώρια

Το Κτηματολογικό σύστημα στη Βικτώρια βασίζεται στο δισδιάστατο γεωτεμάχιο. Στον Κτηματολογικό Χάρτη του συστήματος αυτού δεν πραγματοποιούνται εγγραφές για τις κατασκευές που αναπτύσσονται πάνω και κάτω από τη ΦΓΕ. Παρόλα αυτά, τούνελ και άλλες υπόγειες δομές είναι δυνατό να απεικονίζονται στον Κτηματολογικό Χάρτη (Aien, 2012b). Τα εμπράγματα δικαιώματα εγγράφονται με μοναδιαίο σημείο αναφοράς τα 2D γεωτεμάχια χρησιμοποιώντας αναλογικά διαγράμματα, ‘subdivision plans’. Παρόλο που η μέθοδος αυτή εγγραφής μπορεί να περιγράψει απλές δομές όπως, για παράδειγμα, κτήριο με έναν όροφο, η μέθοδος δεν αποδεικνύεται αποτελεσματική για πολυεπίπεδες και περίπλοκες κατασκευές όπως γίνεται αντιληπτό από το κτήριο QV στη Μελβούρνη (Εικόνα 2.31).



Εικόνα 2.31: Θέαση του κτηρίου στο Google Earth, 2012 (πάνω) και το κτήριο στην ψηφιακή κτηματολογική βάση στη Βικτώρια (κάτω)

Πηγή: Πηγή: Shojaei, 2012

Το κτήριο QV στη Μελβούρνη αποτελείται από 962 χώρους (lots) τα οποία περιλαμβάνουν υπόγειο χώρο στάθμευσης, μαγαζιά, εστιατόρια και διαμερίσματα για στέγαση. Στην ψηφιακή κτηματολογική βάση (DCDB) της Βικτώριας, αποθηκεύονται και αναπαρίστανται πληροφορίες για τις ιδιοκτησίες σε ένα διαδικτυακό σύστημα (Εικόνα 2.31), όπου η πολυεπίπεδη ανάπτυξη απεικονίζεται από ένα μόνο γεωτεμάχιο, το οποίο περιέχει πληροφορίες για τους χώρους μέσω ενός χαρακτηριστικού αριθμού. Η μέθοδος αυτή όμως δεν είναι ικανή να αποδώσει την πραγματικότητα μιας τέτοιας πολύπλοκης κατασκευής.

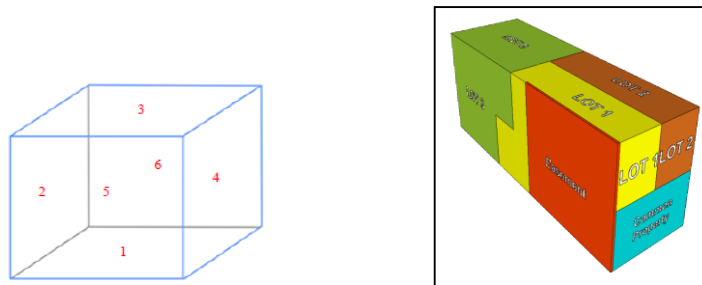
Το 3D Κτηματολόγιο έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται, να διοικεί και να προστατεύει τη γη και τις ιδιοκτησίες όπως επίσης και να εξυπηρετεί πολλούς και διαφορετικούς τομείς: περιβάλλον, αστικός σχεδιασμός, διαχείριση κινδύνων (Erba, 2012).

Πηγή: Shojaei, 2012

Μετάβαση από 2D σε 3D Κτηματολόγιο

Η διακυβερνητική επιτροπή για τοπογράφηση και χαρτογράφηση (Intergovernmental Committee for Surveying and Mapping, ICSM) ανέπτυξε το πρωτόκολλο ePlan για τη μεταφορά δισδιάστατων κτηματολογικών οντοτήτων μεταξύ του κλάδου τοπογράφησης και της κυβέρνησης της Αυστραλίας. Το ePlan αποτελεί την πρώτη προσπάθεια για εγγραφή πληροφοριών ιδιοκτησίας με ψηφιακό τρόπο, διευκολύνοντας τη ροή των δεδομένων και της διαδικασίας εγγραφής της γης και των ιδιοκτησιών. Οι τοπογράφοι μπορούν να εγγράφουν τις πληροφορίες σε 2D LandXML φακέλους βασιζόμενοι στο πρωτόκολλο ePlan για την υποβολή των μετρήσεων και των σχεδίων στις αρμόδιες αρχές (ICSM, 2009). Στη Βικτώρια όμως το πρωτόκολλο ePlan δεν υποστηρίζει την τρίτη διάσταση (Aien 2011a, 2012).

Το αρχείο LandXML είναι μία μορφή αρχείου δεδομένων που βασίζεται στη γλώσσα XML (Extensible Markup Language) που δημιουργείται από αντίστοιχο λογισμικό και περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με μία ιδιοκτησία. Το μοντέλο δεδομένων ePlan δημιουργήθηκε για την ανταλλαγή κτηματολογικών δεδομένων και υιοθετήθηκε ως πρότυπο στην Αυστραλία. Στη Βικτώρια υπάρχει μία αυτόματη ψηφιακή διαδικασία για τον έλεγχο των σχεδίων που ονομάζεται SPEAR (Streamlined Planning through Electronic Applications and Referrals) με στόχο την ελαχιστοποίηση σφαλμάτων και την ενίσχυση της ακρίβειας της ψηφιακής κτηματολογικής βάσης δεδομένων (DCDB). Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για να δοθεί η δυνατότητα στο ePlan μοντέλο δεδομένων και στο LandXML να περιλαμβάνει τρισδιάστατα αντικείμενα είναι αυτή της αναπαράστασης ορίων (Boundary Representation). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται στο ePlan μοντέλο δεδομένων για να ορίσει ογκομετρικά αντικείμενα (VolumeGeom). Κάθε αντικείμενο καθορίζεται από τις επιφάνειες που το περικλείουν. Στο παράδειγμα ενός κύβου ορίζονται 6 επιφάνειες για την αναπαράστασή του.



Εικόνα 2.32: 3D κύβος φτιαγμένος από έξι πρόσωπα (αριστερά) και 3D μοντέλο των ιδιοκτησιών της περίπτωσης μελέτης (δεξιά)
 Πηγή: Shojaei, 2012

Στο subdivision plan που παρουσιάστηκε ως παράδειγμα (Εικόνα 2.31) περιγράφονται τρεις ιδιοκτησίες (lot), ένας κοινόχρηστος χώρος και μία δουλεία (easement), άρα ορίζονται πέντε όγκοι. Για κάθε όγκο δημιουργείται ένα ογκομετρικό αντικείμενο ‘VolumeGeom’ και ονομάζεται βάση των χαρακτηριστικών που υπάρχουν στο ‘subdivision plan’. Στην Εικόνα 2.32 απεικονίζεται το τρισδιάστατο μοντέλο των εμπράγματων δικαιωμάτων του 2D ‘subdivision plan’. Πέρα από τη γεωμετρία που υπάρχει στα αρχεία διαγραμμάτων, εγγράφονται και περιγραφικές πληροφορίες στα αρχεία LandXML. Επομένως, δημιουργήθηκε το αρχείο ePlan/LandXML και ακολούθησε η απεικόνισή του. Η απεικόνισή του πραγματοποιήθηκε μέσω ενός πρωτότυπου συστήματος που μετατρέπει τα αρχεία ePlan/LandXML σε μορφότυπο KML (Keyhole Markup Language) για την απεικόνισή τους στο Google Earth. Η μετατροπή αυτή απαιτεί σχεδιασμό που επιτεύχθηκε μέσω του λογισμικού Altova Mapforce.

Πιο αναλυτικά, σε πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε φόρτωση του αρχείου ePlan/LandXML στον εξυπηρετητή, το οποίο περιελάμβανε όλες τις πληροφορίες σχετικά με τα RRR των ιδιοκτησιών. Στη συνέχεια, το αρχείο αυτό μετατράπηκε στον μορφότυπο KML μέσω του λογισμικού Altova Mapforce, το οποίο περιείχε όλη την πληροφορία του αρχείου ePlan/LandXML. Εξαιτίας της αδυναμίας του αρχείου ePlan/LandXML να υποστηρίζει χαρακτηριστικά οπτικοποίησης (π.χ. χρώμα), τα χαρακτηριστικά αυτά ορίστηκαν και επιλέχθηκαν αυτόματα από το πρωτότυπο σύστημα ανάλογα με το είδος του κτηματολογικού αντικείμενου (π.χ. οι δουλείες με συγκεκριμένο χρώμα). Επίσης κάθε κτηματολογικό αντικείμενο είχε και ετικέτα σχετικά με τα περιγραφικά του χαρακτηριστικά. Κατά τη διάρκεια της μετατροπής επίσης άλλαξε και το σύστημα συντεταγμένων για να είναι συμβατό με τις προδιαγραφές του Google Earth. Τέλος, τα δεδομένα εξόδου, KML, εισήχθησαν στο Google Earth (Εικόνα 2.33).



Εικόνα 2.33: Οπτικοποίηση αρχείων ePlan/LandXML σε ένα πρωτότυπο σύστημα στο διαδίκτυο - Πηγή: Πηγή: Shojaei, 2012

Πηγή: Shojaei, 2012

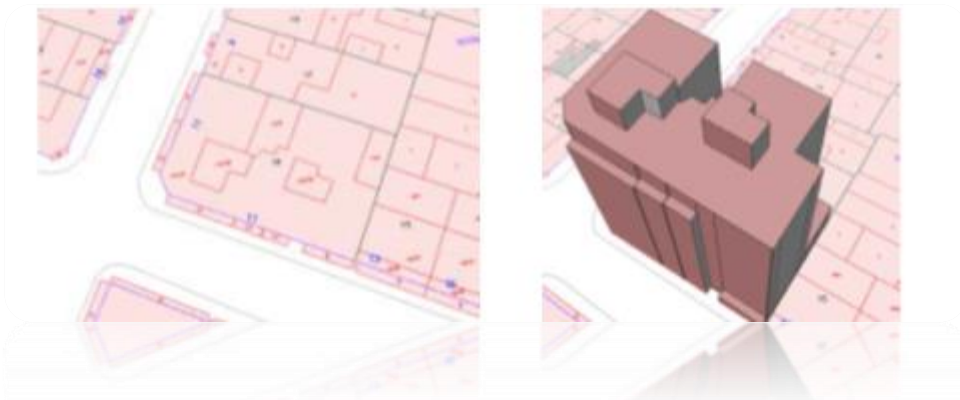
2.7.2. Ισπανία

Σύμφωνα με τον Garcia, (2011), το Ισπανικό Κτηματολόγιο καταγράφει δύο βασικούς τύπους ιδιοκτησιών, την αστική και την αγροτική ακίνητη περιουσία. Μια τρίτη κατηγορία που απομένει είναι αυτή για τα ειδικά ακίνητα των οποίων τα χαρακτηριστικά απαιτούν διαφορετική μεταχείριση όπως για παράδειγμα, αυτοκινητόδρομοι και αεροδρόμια. Το Ισπανικό Κτηματολόγιο διαθέτει πληροφορίες για 12 εκατομμύρια αστικά γεωτεμάχια, 32 εκατομμύρια αστικές οντότητες (unites) και 42 εκατομμύρια αγροτικά γεωτεμάχια. Τα κτήρια χαρακτηρίζονται ως υπό-τεμάχια (sub-parcels) και η πληροφορία σχετικά με τον όγκο τους απεικονίζεται με λατινικούς αριθμούς στους κτηματολογικούς χάρτες.

Το γεωτεμάχιο συνιστά το κύριο επίπεδο στο κτηματολογικό μοντέλο και περιέχει τις εγκαταστάσεις (recintos) με τοπολογία πολυγώνου. Μεταξύ όλων των επιπέδων πληροφορίας που διαθέτει το κτηματολογικό μοντέλο, υπάρχει ένα τοπολογικό επίπεδο που ονομάζεται CONSTRU. Το τοπολογικό αυτό επίπεδο έχει κάποια ειδικά χαρακτηριστικά και η γεωμετρία του ορίζει τους διαφορετικούς όγκους των κτηρίων και τις διάφορες χρήσεις που είναι δυνατό να έχουν τα υπό-τεμάχια (κτήρια) στην αστική περιοχή. Κάθε κτηματολογικό γεωτεμάχιο, στο οποίο συνδέεται κάθε κτήριο, κατανέμεται σε εγκαταστάσεις όπου τα διαφορετικά μέρη του κτηρίου διαχωρίζεται είτε από τη φύση τους (IP pool, JD Garden) είτε

από τους λατινικούς αριθμούς. Οι πληροφορίες αυτές με τη μορφή κειμένου (αριθμοί) αποτελούν περιγραφικά χαρακτηριστικά του επιπέδου CONSTRU στο μοντέλο δεδομένων.

Το επίπεδο CONSTRU πρόκειται να εξυπηρετήσει ως βάση στις τρισδιάστατες αναπαραστάσεις. Δύο νέα επίπεδα έχουν οριστεί στην κτηματολογική υπηρεσία WMS, οι οποίες πρόκειται να επιφέρουν διαφορετικές λύσεις. Το ένα επίπεδο στοχεύει μέσω της χρήσης εφέ σκιάς να τονίσει τα κτήρια (*CONSTRU3D επίπεδο*) ενώ το άλλο επίπεδο πρόκειται να αναπαραστήσει κάθε κατασκευαστικό αντικείμενο με την προοπτική Cavalier (*Επίπεδο κτηρίων (EDIFICIOS)*). Αυτές οι δύο λύσεις αναδεικνύονται καινοτόμες στο κτηματολογικό σύστημα επιτρέποντας την ενίσχυση των τρισδιάστατων αντικειμένων και την ενσωμάτωσή τους με τις υπόλοιπες πληροφορίες που ήδη υποστηρίζονται.



Εικόνα 2.34: Επίπεδο αναπαράστασης της προοπτικής των κτηρίων (αριστερά) και Επίπεδο αναπαράστασης των κατασκευαστικών στοιχείων στην WMS (δεξιά)

Πηγή: Garcia, 2011

CONSTRU3D επίπεδο

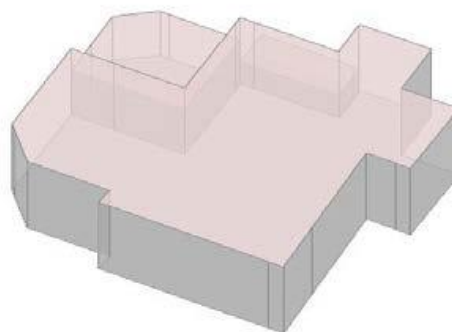
Το CONSTRU3D επίπεδο επιτρέπει την ιδανική ενσωμάτωση της κτηματολογικής υπηρεσίας WMS με τα υπόλοιπα επίπεδα. Η πληροφορία έναρξης είναι η γεωμετρία του επιπέδου CONSTRU. Στην αρχή επιλέγονται μόνο τα υπό-τεμάχια τα οποία έχουν ως ογκομετρικό χαρακτηριστικό ορόφους πάνω από το έδαφος γιατί μόνο αυτά πρόκειται να δώσουν εφέ σκίασης. Το εφέ σκίασης επιτυγχάνεται με την αλλαγή στη γεωμετρία των αντικειμένων που βρίσκονται στην Νότια κατεύθυνση εφαρμόζοντας συμβολισμό ημιδιαφανούς γεμίματος σε γκρι χρώμα χωρίς περίγραμμα ώστε να μην κρύβεται καμία από τις υπόλοιπες πληροφορίες στο χάρτη. Έπειτα ολοκληρώνεται όλο το επίπεδο με δικό του συμβολισμό. Το αποτέλεσμα συνιστά μία εικόνα στην οποία όλες οι εγκαταστάσεις που βρίσκονται πάνω από το έδαφος δίνουν σκίαση σαν να ήταν από το Βορρά.



Εικόνα 2.35: Κτηματολόγιο και Κτηματολόγιο+CONSTRU3D
Πηγή: Garcia, 2011

Επίπεδο κτηρίων (EDIFICIOS)

Το επίπεδο κτηρίων αναπαριστά μόνο το επίπεδο CONSTRU. Τα δεδομένα στο επίπεδο αυτό υπόκεινται στην προοπτική Cavalier, ανά τεμάχιο, λαμβάνοντας υπόψη το ύψος των εγκαταστάσεων. Ο αλγόριθμος της αναπαράστασης της προοπτικής αυτής βασίζεται στα ακόλουθα βήματα. Αρχικά, κάθε υπό-τεμάχιο σχεδιάζεται στην πραγματική του θέση, ορίζοντας τη βάση της κατασκευής με ένα ημιδιαφανές γέμισμα κόκκινου χρώματος ενώ το ύψος της κατασκευής προκύπτει από τον πίνακα ιδιοτήτων του συστήματος, με μία διαδικασία μετατροπής του κειμένου από λατινικούς αριθμούς σε ακεραίους. Τα τρισδιάστατα παραλληλεπίπεδα που προκύπτουν στη διεύθυνση βορρά-νότου είναι ημιδιαφανή σε κόκκινο χρώμα και το γέμισμα στις επιμέρους εγκαταστάσεις σε πιο σκούρο χρώμα, παράγοντας έτσι ένα αισθητικό εφέ με μεγαλύτερη αίσθηση βάθους. Με τον τρόπο αυτό διαμορφώνεται καλύτερα το αστικό μοτίβο αποδίδοντας στα κτήρια και στις εγκαταστάσεις τα ύψη τους.



Εικόνα 2.36: Αναπαράσταση των κατασκευών ενός γεωτεμαχίου με προοπτική Cavalier
Πηγή: Garcia, 2011

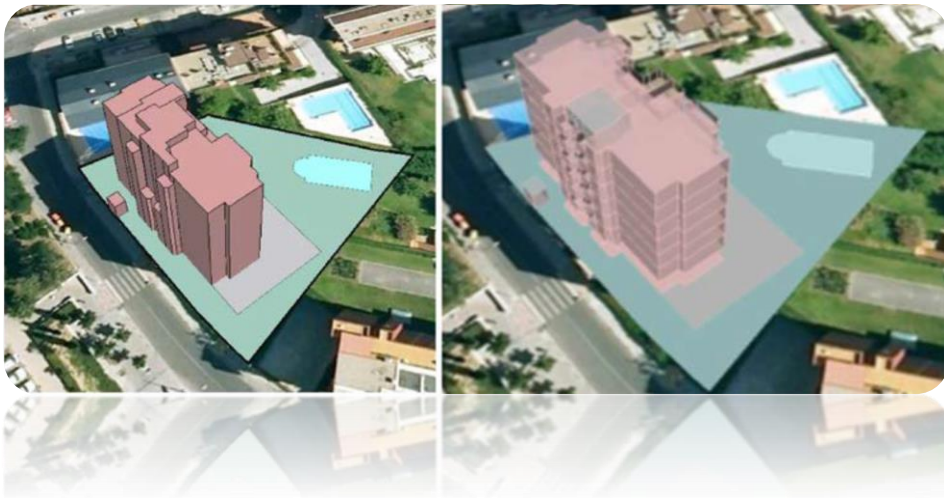
Κτηματολογικός χάρτης

Η γενική διεύθυνση του Ισπανικού Κτηματολογίου έχει αναπτύξει μία περεταίρω λύση για την τρισδιάστατη μοντελοποίηση των κτηματολογικών αντικειμένων, χρησιμοποιώντας ως βάση τη διανυσματική πληροφορία της γεωμετρίας τους μέσω του μορφότυπου KML, το οποίο εισάγεται στο Google Earth και οπτικοποιείται. Υπάρχουν δύο μοντέλα βάση της παραπάνω διαδικασίας:

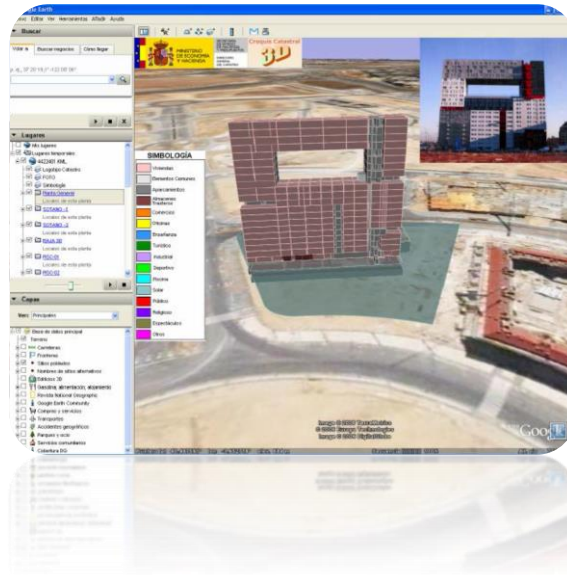
- A. Το πρώτο μοντέλο δημιουργείται με την βοήθεια του κτηματολογικού χάρτη μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται 'εξώθηση', βάσει της 'z' συνιστώσας από τον πίνακα ιδιοτήτων. Όπως αναφέρθηκε στην αρχή, το επίπεδο CONSTRU συνιστά τοπολογικό επίπεδο του οποίου η γεωμετρία ορίζει τους διαφορετικούς όγκους των κτηρίων και τις διάφορες χρήσεις που είναι δυνατό να έχουν τα υπό-τεμάχια στην αστική περιοχή. Κάθε κτηματολογικό γεωτεμάχιο στο οποίο ανεγείρεται κάθε κτήριο κατανέμεται σε εγκαταστάσεις όπου τα διαφορετικά μέρη του κτηρίου διαχωρίζεται είτε από τη φύση τους (IP pool, JD Garden) είτε από τους λατινικούς αριθμούς. Αυτά τα κείμενα (αριθμοί) αποτελούν περιγραφικά χαρακτηριστικά του επιπέδου CONSTRU στο μοντέλο δεδομένων. Ο αριθμός των ορόφων πολλαπλασιασμένος με τον αριθμό 3m (ύψος τυπικού ορόφου) δίνει το ύψος των κτηρίων. Επομένως, στον κτηματολογικό χάρτη πραγματοποιείται εξώθηση με βάση το κάθε ύψος του κτηρίου και δημιουργείται έτσι τρισδιάστατο αντικείμενο σε μορφότυπο KML. Ο μορφότυπος αυτός συνδέεται με τον κτηματολογικό αριθμό που περιέχει όλες τις απαραίτητες για το τεμάχιο πληροφορίες και μπορεί να απεικονιστεί τρισδιάστατα ύστερα από την εισαγωγή του στο Google Earth.
- B. Το δεύτερο μοντέλο βασίζεται στη δημιουργία ανεξάρτητων οντοτήτων από διανυσματικές πληροφορίες που υπάρχουν στα κτηματολογικά διαγράμματα που είναι σε μορφή FXCC (Format eXchange for Constructions). Το αρχείο αυτό συνιστά την υπό κλίμακα γραφική απεικόνιση των επιμέρους ιδιοκτησιών που απαρτίζουν ένα αστικό ακίνητο, συμπεριλαμβανόμενου των ορόφων, των εσωτερικών χώρων και μίας ψηφιακής φωτογραφίας του κτηρίου. Η πληροφορία μέσα στα αρχεία αυτά είναι μορφής DXF (Drawing Exchange Format) και περιέχει και τη διανομή των εγκαταστάσεων με τα όριά τους να απεικονίζονται γεωμετρικά σε τρεις διαστάσεις. Τα μοντέλα που εντάσσονται στη δεύτερη κατηγορία αξιοποιώντας τα κτηματολογικά διαγράμματα FXCC με την DXF πληροφορίας τους απαρτίζονται από το έδαφος (2D γεωμετρία), τους τοίχους (ορθογώνια κάθετα επίπεδα ύψους 3 μέτρα) και την οροφή.



Εικόνα 2.37: Προοπτική του επιπέδου πληροφορίας BUILDINGS
Πηγή: Garcia, 2011



Εικόνα 2.38: Μοντέλο κτηρίου με εξώθηση του όγκου (αριστερά) και Μοντέλο κτηρίου με παραγωγή των ανεξάρτητων μονάδων (δεξιά)
Πηγή: Garcia, 2011



Εικόνα 2.39: Χρήση του συστήματος SDGC, αναπαράσταση του αρχείου KML στο Google Earth.

Πηγή: Garcia, 2011

Πηγή: Garcia, 2011

2.7.3. Ρωσία

Σύμφωνα με τον Vandysheva (2012), το Κτηματολόγιο στην Ρωσία βασίζεται στη δισδιάστατη αναπαράσταση αντικειμένων και τα τελευταία χρόνια έχουν διεξαχθεί έρευνες για την απόδοση της τρίτης διάστασης σε αυτό. Παράγοντες που οδήγησαν στις έρευνες αυτές αποτελούν οι περιπτώσεις πολύπλοκης δόμησης, στις οποίες αναπτύσσονται κατ' επέκταση και πολυεπίπεδα και επικαλυπτόμενα δικαιώματα, τα οποία δεν μπορούν να εγγραφονται και να απεικονίζονται με αποτελεσματικό τρόπο μέσω ενός 2D Κτηματολογίου. Ύστερα από μια αρχική ανάλυση του νομοθετικού πλαισίου της χώρας, ακολούθησε η δημιουργία του πρωτότυπου, βασιζόμενο στην εμπειρία της Ολλανδίας (Stoter 2004, Stoter and Van Oosterom 2005) αλλά και σε άλλες χώρες (Van Oosterom, 2011).

Ο νόμος για το Κτηματολόγιο στη Ρωσική Ομοσπονδία χαρακτηρίζεται ως γενικός όσο αφορά τις τρισδιάστατες καταστάσεις, δηλαδή ούτε αναφέρει ξεκάθαρα την τρίτη διάσταση αλλά ούτε και την απαγορεύει. Στη Ρωσική Ομοσπονδία υπάρχει έντονο ενδιαφέρον και κίνητρο για την καλύτερη εγγραφή περίπλοκων κτηρίων ή άλλων τύπων κατασκευών και υπόγειων δικτύων. Το κτηματολογικό σύστημα ονομάζεται 'Rosreestr' και είναι υπεύθυνο για την εγγραφή και χαρτογράφηση των ιδιοκτησιών. Από το ξεκίνημα της Ρωσικής Ομοσπονδίας περίπου 80 εκατομμύρια γεωτεμάχια έχουν εγγραφεί μαζί με τα RRR.

Πηγή: Vandysheva, 2012

Τρέχον σύστημα

Το τρέχον σύστημα είναι βασισμένο σε δισδιάστατα πολύγωνα στην ορολογία του LADM (ISO DIS 19152, 2011). Η βάση περιλαμβάνει όλη την ιστορία από τη δημιουργία των γεωτεμαχίων. Η κλίμακα των κτηματολογικών χαρτών διαφέρει από 1:2000 στις αστικές περιοχές μέχρι 1:10000 στις αγροτικές. Το Κτηματολόγιο στη Ρωσία σύμφωνα με το άρθρο 1 του νόμου 'On State Cadastre for Real Estate' εγγράφει 5 τύπους αντικειμένων: γεωτεμάχια, κτήρια, διαμερίσματα, άλλες δομές (γέφυρες) και αντικείμενα για τα οποία δεν έχει ακόμα ολοκληρωθεί η κατασκευή τους. Λόγω του μεγέθους της Ρωσικής Ομοσπονδίας χρησιμοποιούνται πολλά συστήματα αναφοράς συντεταγμένων για ακριβείς συντεταγμένες στους κτηματολογικούς χάρτες. Επίσης, υπάρχουν κανόνες για την αποφυγή επικαλύψεων των γεωτεμαχίων. Η εφαρμογή του μοντέλου αυτού καθώς και το χωρικό και το νομικό μέρος πραγματοποιείται μέσω των δύο βάσεων δεδομένων που υπάρχουν στο 'Rosreestr'.

Η διατήρηση των δεδομένων επιτυγχάνεται από τα κτηματολογικά γραφεία και τα δεδομένα διαχειρίζονται στις βάσεις δεδομένων των περιφερειακών γραφείων. Τα λογισμικά Oracle 9, ArcGIS και κάποια τοπικά λογισμικά χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία του 'Rosreestr'. Το τελευταίο διάστημα υλοποιήθηκε η διαδικασία αντιγραφής των δεδομένων σε έναν κεντρικό εξυπηρετητή ανά τρεις μήνες για την πρόσβαση μέσω διαδικτύου στα δεδομένα της χώρας.

Πηγή: Vandysheva, 2012

3D Κτηματολόγιο

Ο σχεδιασμός του 3D Κτηματολογίου βασίζεται στην ανάλυση του γεωμετρικού τμήματος του τρέχοντος κτηματολογίου καθώς δεν έχει γίνει κάποια αναφορά για τη νομοθεσία ενάντια σε αυτό. Ως μοντέλο αναφοράς έχει χρησιμοποιηθεί το ISO 19152 Draft International Standard Land Administration Domain Model. Αυτό ήδη περιλαμβάνει τρισδιάστατα χωρικά χαρακτηριστικά. Η τρισδιάστατη εγγραφή βασίστηκε σε δύο τύπους αντικειμένων: 1) τρισδιάστατα πολύεδρα ή 2) τρισδιάστατη πολυκαμπύλη. Ένα τοπολογικά δομημένο 3D κτηματολόγιο δεν μπορεί να είναι σύμφωνο με το τρέχον, διότι το τρέχον δεν υποστηρίζει την 3D τοπολογία. Η προσέγγιση που επιλέχθηκε ικανοποιεί τις ανάγκες και είναι σύμφωνο με το τρέχον και μπορεί πιο εύκολα να υλοποιηθεί. Τα τρισδιάστατα γεωτεμάχια έχουν τη δική τους γεωμετρία όπως συμβαίνει και με το τρέχον με τα πολύγωνα. Παρόλα αυτά, σε αυτή την προσέγγιση αναπαρίστανται από πολυεδρικά ή πολυκαμπύλες. Επομένως τα πλεονεκτήματα είναι: εύκολα εφαρμόσιμο με την τρέχουσα τεχνολογία (GIS/CAD) και παρόμοια με την προσέγγιση με αυτή του πολυγώνου στο 2D Κτηματολόγιο.

Πηγή: Vandysheva, 2012

Πιλοτική εφαρμογή-Πρωτότυπο σύστημα

Η πιλοτική εφαρμογή αφορούσε δεδομένα από την περιοχή Nizhegorodskaya Oblast. Αναλυτικότερα:

1) ‘Teledom’ κτήριο.

Το κτήριο αυτό επιλέχθηκε λόγω της ιδιαίτερης μορφής του. Συγκεκριμένα, χαρακτηρίζεται από ενδιαφέρουσες προεξοχές πάνω από γειτονικά γεωτεμάχια και χαρακτηριστική παρουσία ιδιόκτητων χώρων (μαγαζιά) επί κοινόχρηστων (δρόμο). Επιπροσθέτως, ο υπόγειος χώρος του αποτελεί χώρο στάθμευσης και οι δύο πρώτοι όροφοι ανήκουν στην τράπεζα. Ο δεύτερος ιδιοκτήτης έχει μία στήλη που περιλαμβάνει πολλούς ορόφους (ίδιο μέρος σε κάθε όροφο) πάνω από τον δεύτερο όροφο και μισθώνει τους διαφορετικούς ορόφους σε διαφορετικά άτομα. Συνολικά υπάρχουν 20 ιδιοκτησίες στο κτήριο με δέκα διαφορετικούς ιδιοκτήτες. Επομένως, εξαιτίας της ιδιαίτερης πολυπλοκότητας σχηματισμού των νομικών χώρων σε αυτό το κτήριο, επιλέχθηκε ως πολύ καλή περίπτωση για την πιλοτική εφαρμογή.



Εικόνα 2.40: Teledom κτήριο
Πηγή: Vandysheva, 2012

2) Περίπλοκο συγκρότημα διαμερισμάτων στο δρόμο Ulitsa Nevzorovykh

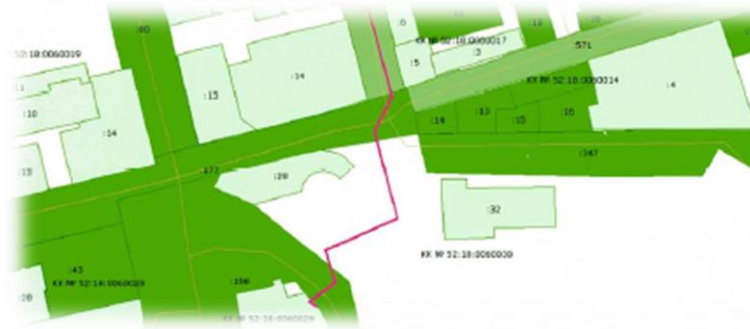
Η περίπτωση αυτή παρέχει μία περισσότερο φυσιολογική διάταξη των δικαιωμάτων για τα 88 τμήματα προορισμένα για σκοπούς στέγαση και τα 7 για διαφορετικούς σκοπούς. Ο υπόγειος χώρος είναι κοινόχρηστος και αξιοποιείται ως χώρος στάθμευσης. Στο συγκρότημα αυτό έχουν αναπτυχθεί έξι εγγεγραμμένες υποθήκες σε χώρους που είναι για στέγαση. Τέλος, αναφορικά με το γεωτεμάχιο αποτελεί μη ολοκληρωμένη κατασκευή υπό εγγραφή.



Εικόνα 2.41 : Περίπλοκο συγκρότημα διαμερισμάτων, 66a, Ulitsa Nevzorovykh Str
Πηγή: Vandyшева, 2012

3) Αγωγός αερίου

Ο αγωγός αυτός είναι υπόγειος, μικρής πίεσης και τοποθετημένος στη διεύθυνση των επαρχιών Nizhniy Novgorod και Nizhegorodskiy, από τον δρόμο Piskunov μέχρι τον Verhnevolzhskaya. Ο αγωγός αυτός διαπερνάει γεωτεμάχιο στο οποίο υπάρχουν περίπλοκα μουσεία και έχει δύο εξόδους στην επιφάνεια.



Εικόνα 2.42: Απόσπασμα κτηματολογικού χάρτη με τον χαμηλής πίεσης αγωγό- Πηγή: Vandysheva, 2012.

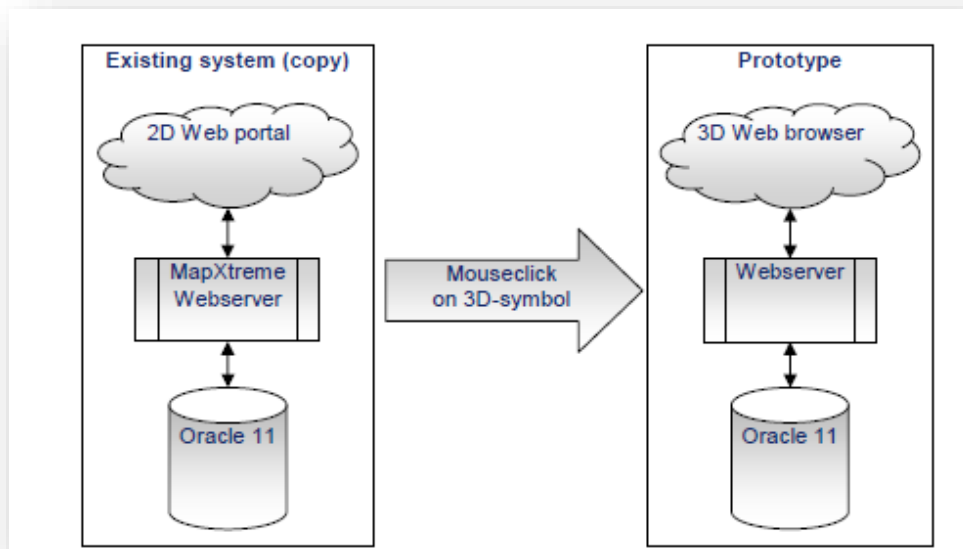
✓ Σύνολο δεδομένων

Οι τρεις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως από την περιοχή Oblast, αποτέλεσαν τα δεδομένα για την πιλοτική εφαρμογή. Εκτός από τρισδιάστατα κτηματολογικά γεωτεμάχια και νομικές πληροφορίες, κάθε περίπτωση περιελάμβανε και το ανάγλυφο, δισδιάστατα γεωτεμάχια, δισδιάστατα τοπογραφικά δεδομένα αναφοράς, τρισδιάστατα μοντέλα αναφοράς και ψηφιακές φωτογραφίες. Για κάθε περίπτωση δημιουργήθηκαν δύο φάκελοι XML, ένας για τα νομικά δεδομένα και ένας με τα τρισδιάστατα γεωμετρικά.

Και τα δύο ειδών δεδομένα προετοιμάστηκαν σε διάφορους μορφότυπους με τη χρήση των εργαλείων: Google SketchUp, Microsoft Excel, X3D-Edit για την επεξεργασία XML αρχείων, ArcGIS/ArcScene της ESRI, FME από το SAFE Software και άλλα προγράμματα για μετατροπές αρχείων XML. Για τον κάθε όροφο κτηρίου υπήρχε ένα στοιχειώδες αντικείμενο, που περιελάμβανε: σχέδια κάθε ορόφου, 3D κτηματολογικά αντικείμενα με την ιδιότητα «apartment_nr», και τοίχους. Τα 3D αντικείμενα δημιουργούνται με τη χρήση του Google SketchUp και γεωαναφέρονται με βάση τον τοπογραφικό χάρτη. Στη συνέχεια, το αρχείο SketchUp μετατρέπεται σε X3D (με Collada και X3D-Edit) και τελικά το αρχείο X3D επεκτείνεται για τη χρήση του στο πρωτότυπο με αισθητήρες αφής, προεπιλεγμένες οπτικές γωνίες, αναφορές σε άλλα σύνολα δεδομένων (ανάγλυφο, τεμάχια, τοπογραφικό χάρτη) και JavaScript.

✓ Ανάπτυξη πρωτοτύπου

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σε αυτό το πρωτότυπο δόθηκε έμφαση στην απεικόνιση και την αλληλεπίδραση του χρήστη μέσω ενός 3D ‘viewer’. Το πρωτότυπο αναπτύχθηκε ως επέκταση της τρέχουσας 2D θύρας με ένα σύνδεσμο στη νέα 3D προβολή και τα κύρια τεχνικά συστατικά είναι: η βάση δεδομένων, ο διακομιστής και ο 3D περιηγητής διαδικτύου. Στο πρωτότυπο, η τρισδιάστατη γεωμετρία προετοιμάστηκε σε στατικά αρχεία X3D, ενώ η αντίστοιχη διοικητική πληροφορία σε πρόσθετα αρχεία XML. Σε κάθε θέση όπου ήταν διαθέσιμη η τρισδιάστατη πληροφορία στο πρωτότυπο, γινόταν προσθήκη ενός εικονιδίου στον 2D κτηματολογικό χάρτη, το οποίο ο χρήστης μπορούσε να «πατήσει» ώστε να φανούν τα αντίστοιχα τρισδιάστατα αντικείμενα.

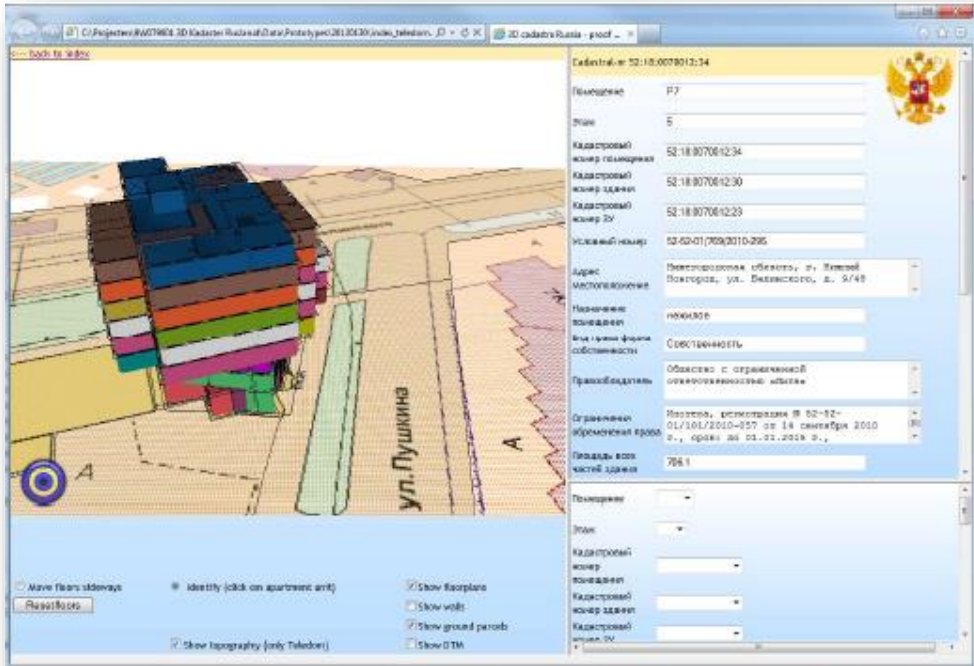


Εικόνα 2.43: 3D προβολέας ως προέκταση της τρέχουσας 2D πύλης
 Πηγή: Vandysheva, 2012

✓ Λειτουργικότητα

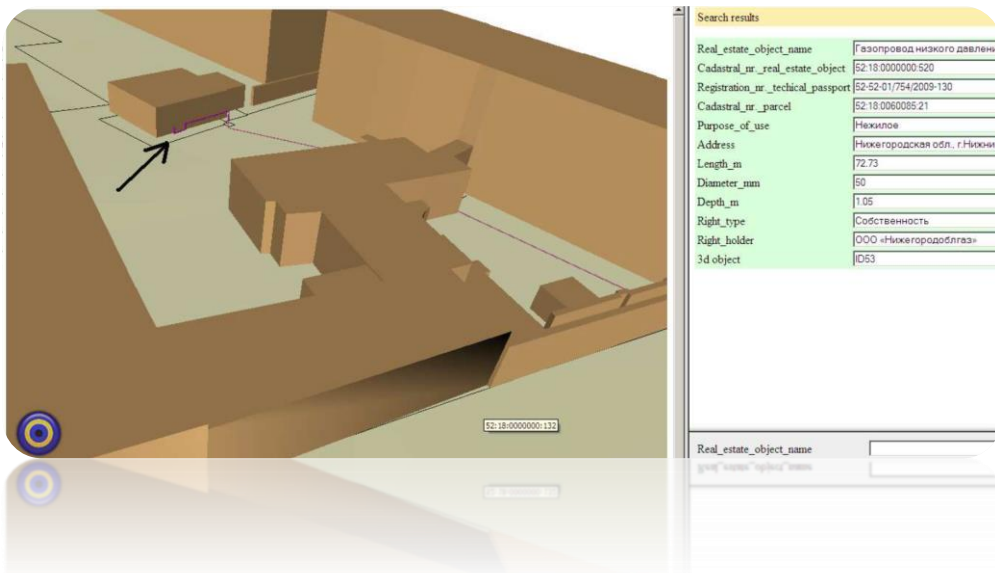
Στην εικόνα 2.44 φαίνεται η διεπαφή του πρωτότυπου που περιλαμβάνει τρία μέρη: 3D προβολή (αριστερά), επιλογή (κάτω δεξιά) και εμφάνιση αποτελεσμάτων (άνω δεξιά). Μέσα από την τρισδιάστατη προβολή, τα 3D αντικείμενα μπορούν να προσανατολιστούν και να ελεγχθούν, ενώ οι επιλογές κάτω από το παράθυρο προβολής αλλάζουν συγκεκριμένα επίπεδα, όπως τοπογραφικό χάρτη, κατόψεις οροφών, τοίχους, επιφανειακά τεμάχια και ΨΜΕ (Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους). Μέσω του γραφικού περιβάλλοντος του χρήστη, σε κάθε 3D γεωτεμάχιο δίνεται η δυνατότητα να ανακτηθούν πληροφορίες σχετικές με το αντικείμενο, ενώ σε περιπτώσεις σωλήνων/ δικτύων υποδομών, αυτή η πληροφορία εμφανίζεται σε διαφορετική θέση (εικόνα 2.45) σε σχέση με τις κτηριακές μονάδες. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα διαδραστικής επιλογής και εμφάνισης συγκεκριμένου ορόφου έξω από τον όγκο του κτηρίου σε περιβάλλον «move-floor mode», όπου και εμφανίζονται τα τρισδιάστατα τεμάχια μέσα στο κτήριο, παρέχοντας μια σαφή εικόνα των δικαιωμάτων μέσα στις διάφορες κατασκευές.

Πηγή: Vandysheva, 2012



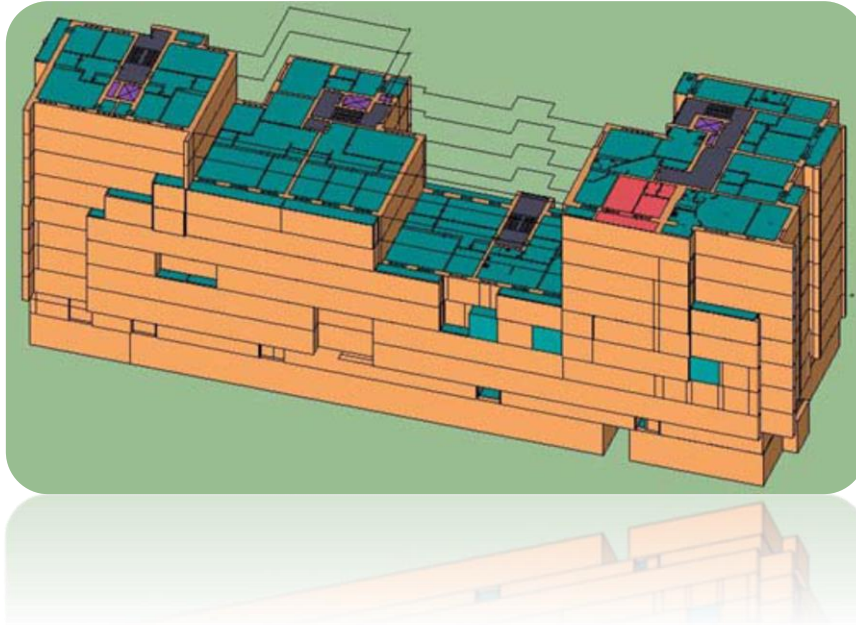
Εικόνα 2.44: Το περιβάλλον του πρωτότυπου για την περίπτωση του κτηρίου Teledom (αριστερά) ο 3D προβολέας (κάτω δεξιά) και η δυνατότητα επιλογής και τα αποτελέσματα (πάνω δεξιά).

Πηγή: Vandysheva, 2012



Εικόνα 2.45: Το περιβάλλον του πρωτότυπου για την περίπτωση του αγωγού, διαφορετικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται ύστερα από την επιλογή του αγωγού

Πηγή: Vandysheva, 2012



Εικόνα 2.46: Το περιβάλλον του πρωτότυπου για την περίπτωση του περίπλοκου συγκροτήματος διαμερισμάτων στην 66a Ulitsa Nevzorovnykh Str.
Πηγή: Vandysheva, 2012

2.7.4 Ισραήλ

Σύμφωνα με τον Benhamu (2006), η γενική αύξηση του πληθυσμού στο κεντρικό και βόρειο τμήμα του Ισραήλ (περίπου 480 κάτοικοι ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο) είναι πιο υψηλή και από τη Γερμανία, Βέλγιο, Ιαπωνία ή Ολλανδία. Σε σχέση με την περασμένη δεκαετία ο πληθυσμός του πρόκειται να αυξηθεί από τα 6 εκατομμύρια στα 9 εκατομμύρια μέχρι το 2020 και στα 13 εκατομμύρια το 2050. Επομένως, για να γίνει δυνατή η χρήση της γης πρέπει να υιοθετηθούν νέες επιλογές για αστική ανάπτυξη μέσω μιας πιο αποτελεσματικής χρήσης του χώρου επάνω και κάτω από την επιφάνεια της γης και ακόμα και κάτω από τη θάλασσα.

Για την προώθηση της χρήσης της γης σε πολλά επίπεδα και την εγγραφή της σε στρώματα, είχε ξεκινήσει και προσδιοριστεί ένα έργο για πολυεπίπεδο τρισδιάστατο κτηματολόγιο από τη κυβέρνηση του Ισραήλ και διεξαχθεί από μία ομάδα από 6 ειδικούς, διαφόρων κλάδων. Το έργο ολοκληρώθηκε με επιτυχία τον Αύγουστο του 2004. Οι κύριοι στόχοι του έργου R&D (Research and Development) ήταν να βρεθούν λύσεις γεωδαιτικές, κτηματολογικές, σχεδιαστικές, τεχνικές και νομικές για τη χρήση του χώρου υπό και υπέρ της επιφάνειας, ορίζοντας έτσι τα χαρακτηριστικά ενός μελλοντικού αναλυτικού, τρισδιάστατου και πολυστρωματικού κτηματολογίου που θα συμπληρώνει το ήδη υπάρχον.

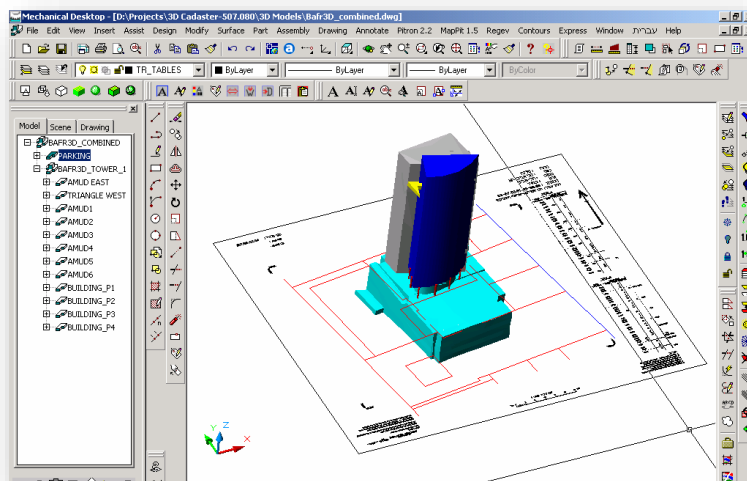
Το υπάρχον κτηματολόγιο και ο νόμος περί Γαιών (1969) δεν παρέχει λύση για πολυστρωματικές δραστηριότητες επί γεωτεμαχίων (Benhamu and Doytsher 2001), είναι δύο διαστάσεων καθώς βασίζεται στην εγγραφή τίτλων αναφερόμενων μόνο στις ιδιοκτησίες που

βρίσκονται στην επιφάνεια της γης. Το νομικό καθεστώς της χώρας ορίζει ότι το δικαίωμα ιδιοκτησίας σε ένα γεωτεμάχιο εκτείνεται από το κέντρο της γης μέχρι τον ουρανό, με εξαίρεση να αποτελούν κάποιες συγκεκριμένες περιπτώσεις όπως ορίζει ο νόμος (π.χ Μεταλλευτικός Νόμος). Ο νομικός ορισμός των δικαιωμάτων είναι ανοιχτός για περεταίρω περιορισμούς. Στη πραγματικότητα, υπάρχουν πολλοί περιορισμοί, κάποιιοι είναι φανεροί και κάποιιοι ασαφείς εξαιτίας κάποιων δυσκολιών που εμφανίζονται στον ορισμό και την περιγραφή της συνδεδεμένης περιοχής. Για τις υπόγειες κατασκευές, ακολουθείται ως μέθοδος καταγραφής η δουλεία, προς όφελος του κράτους. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει νομικές ενέργειες απαλλοτρίωσης. Η δουλεία εγγράφεται πριν από την ολοκλήρωση της κατασκευής και μετά τι νομικές διαδικασίες. Επομένως, οι πληροφορίες δεν είναι προσδιορισμένες και χαρακτηρίζονται ως ελλιπείς σε τεχνικές και ακριβείς λεπτομέρειες.

Πολυστρωματικό Κτηματολόγιο (3D)

Η λειτουργικότητα του τρέχοντος Κτηματολογίου στο μέλλον έχει αποτελέσει βασικό θέμα προς έρευνα τα τελευταία χρόνια. Οι περισσότεροι από αυτούς επιχειρηματολογούν ότι το κτηματολόγιο θα πρέπει να είναι αναλυτικό, τρισδιάστατο, πολυστρωματικό και συμβατό με το τρέχον δισδιάστατο, δηλαδή να είναι σύμφωνο με τη γη, τον νόμο και τους ανθρώπους. Επίσης, το μελλοντικό σύστημα διαχείρισης γης θα είναι σε θέση να σχηματίζει μία πλήρως κατανοητή, μεθοδολογική και διαρκώς ενημερωμένη αρχειοθέτηση δημόσιων και ιδιωτικών δικαιωμάτων ιδιοκτησίας, χρήσης γης και περιορισμών. Τέλος, το Κτηματολόγιο υποστηρίζοντας την τρίτη διάσταση θα αποτελεί αξιόπιστο υπόβαθρο για τη δήλωση της θέσης του ακινήτου στο χώρο και των τρισδιάστατων ορίων του, εξυπηρετώντας νομικούς και φυσικούς σκοπούς και συντελώντας θεμελιώδη βάση για την κτηματογράφηση, τον σχεδιασμό της χρήσης γης και τον χωρικό περιβαλλοντικό σχεδιασμό.

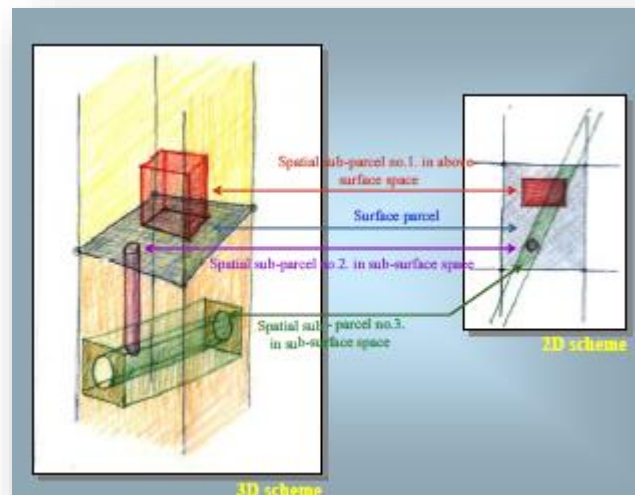
Πηγή: Benhamu, 2006



Εικόνα 2.47: Ένα πολυώροφο κτήριο-γεωτεμάχιο σχετικά με το χώρο στάθμευσης και 3D μοντέλο του κτηρίου και του χώρου στάθμευσης- Πηγή: Benhamu, 2006

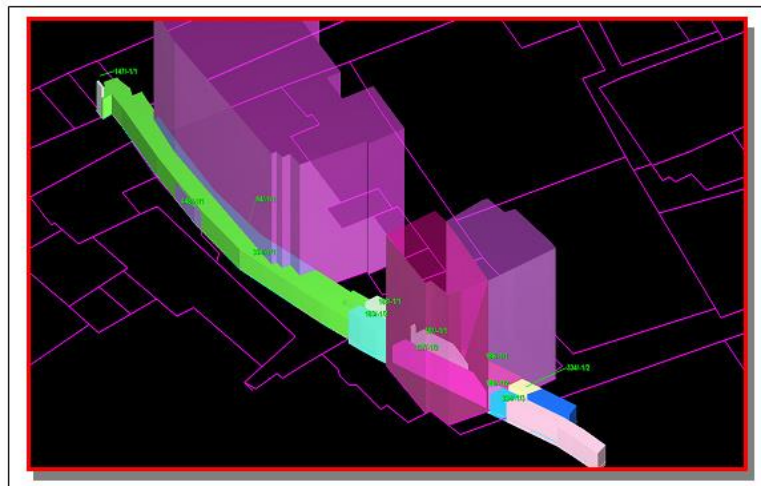
✓ Η χωρική καταγραφή

Με σκοπό την τρισδιάστατη αξιοποίηση από διαφορετικούς ενδιαφερόμενους, είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί μία νομική και κτηματολογική λύση, ικανή να εγγράφει πολυστρωματικά δικαιώματα στο σύστημα του Κτηματολογίου. Επομένως, έγινε επιλογή της εναλλακτικής του χωρικού υπό γεωτεμαχίου (spatial sub-parcel) για την καταγραφή δικαιωμάτων στο χώρο. Οι δραστηριότητες στον υπέργειο και υπόγειο χώρο θα γίνονται δυνατές μέσω της απαλλοτρίωσης ή του καταμερισμού συγκεκριμένου τμήματος χώρου που περιλαμβάνεται εντός των κάθετων ορίων του γεωτεμαχίου της επιφάνειας. Η χωρική εγγραφή κατορθώνεται με τη διαίρεση του χώρου που ορίζεται από το γεωτεμάχιο σε υπό γεωτεμάχια. Ο ορισμός του γεωτεμαχίου στην επιφάνεια δεν αλλάζει. Κάθε έργο που εγκαθίσταται σε ένα από τα υπό γεωτεμάχια θα ορίζεται στερεομετρικά από ένα τελικό τρισδιάστατο περίγραμμα και τον όγκο του. Ένα χωρικό έργο το οποίο εκτείνεται πάνω ή κάτω από έναν αριθμό γεωτεμαχίων θα χωρίζεται σε χωρικά υπό γεωτεμάχια σύμφωνα με τα υπάρχοντα γεωτεμάχια.



Εικόνα 2.48: Χωρική διαίρεση σε υπό-γεωτεμάχια

Πηγή: Benhamu, 2006



Εικόνα 2.49: Το τούνελ του Temples στην παλιά πόλη του Acre- 3D αναπαράσταση του χωρικών υπό-γεωτεμαχίων στο υπόβαθρο των ήδη υπαρχόντων γεωτεμαχίων.

Πηγή: Benhamu, 2006

Εάν απαιτείται, είναι δυνατό τα χωρικά υπό γεωτεμάχια να εδραιωθούν σε ένα. Το κάθε χωρικό υπό γεωτεμάχιο θα συμπεριλαμβάνεται στις υπάρχουσες καταγραφές ως μέρος του γεωτεμαχίου και ο τρισδιάστατος ορισμός τους στα Μητρώα. Στη περίπτωση της συνένωσης, το τελικό χωρικό γεωτεμάχιο θα εγγραφεί ξεχωριστά στα Μητρώα και στους κτηματολογικούς πίνακες.

Πηγή: Benhamu, 2006

✓ Τρισδιάστατη Κτηματολογική Βάση

Η βάση δεδομένων του τρέχοντος συστήματος διαχείρισης πληροφοριών γης αποτελείται από ένα και μόνο 2D κτηματολογικό επίπεδο. Το τρισδιάστατο θα αποφέρει λύσεις για τη διαχείριση και οργάνωση τρισδιάστατων και πολυστρωματικών πληροφοριών. Το μοντέλο που επιλέχθηκε είναι το ενσωματωμένο μοντέλο δεδομένων (Integrated Data Model, IDM). Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε αυτό έναντι των άλλων είναι ότι το μοντέλο αυτό επιτρέπει τη διατήρηση του επιφανειακού κτηματολογικού επιπέδου καθώς είναι απαραίτητο για την πολυστρωματική πραγματικότητα, στην οποία η περισσότερη δραστηριότητα είναι πάνω στην επιφάνεια και στο γεγονός ότι επιτρέπει το σύνδεσμο μεταξύ των πληροφοριών επιφάνειας και των αντίστοιχων πολυστρωματικών.

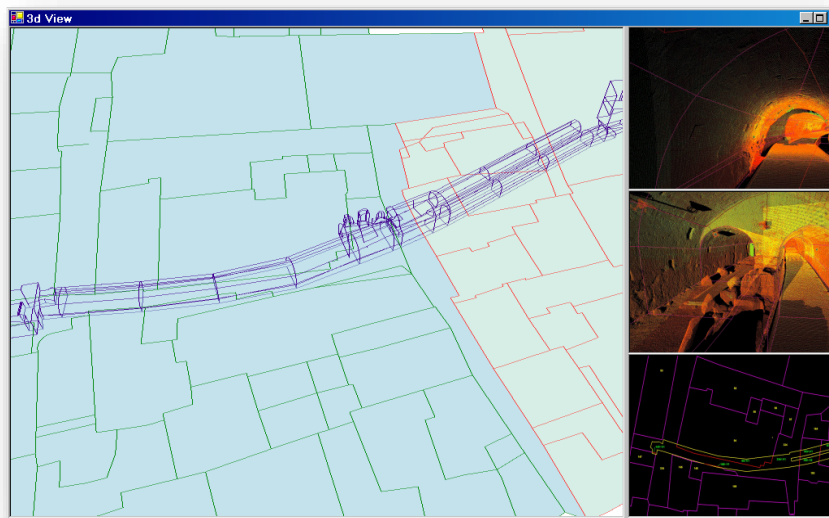
Πηγή: Benhamu, 2006

✓ Ψηφιακό πρωτότυπο για τρισδιάστατο κτηματολόγιο

Μία από τις βασικές προϋποθέσεις του έργου του 3D Κτηματολογίου αποτελεί η ανάπτυξη ενός διαδραστικού, ψηφιακού πρωτότυπου εγγραφής δικαιωμάτων χώρου σε περιβάλλον

GIS. Το πρωτότυπο σύστημα σε περιβάλλον GIS εφαρμόστηκε για τη διαχείριση της χωρικής κτηματολογικής βάσης, διευκολύνοντας διεργασίες όπως αναζητήσεις, οπτικοποιήσεις και χαρτογράφηση.

Η δυνατότητα για παρουσίαση σε τρεις διαστάσεις των χαρακτηριστικών των ιδιοκτησιών θα διευκολύνει έναν καλύτερο ορισμό της νομικής κατάστασης των ιδιοκτησιών στην πολυστρωματική πραγματικότητα. Η τρισδιάστατη αναπαράσταση ταιριάζει καλύτερα στην πραγματικότητα από ότι η δισδιάστατη (Van Driel 1989). Παρέχει καλύτερα εργαλεία για επεξεργασία και ανάλυση πληροφοριών (Smith and Paradis 1989).



Εικόνα 2.50: 3D αναπαράσταση- 3D προβολή του τούνελ του Temppler.

Πηγή: Benhamu, 2006

Πηγή: Benhamu, 2006

3 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ (BIM)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κατασκευαστικός τομέας χαρακτηρίζεται πολύπλευρος με τη συμμετοχή πολλών ενδιαφερομένων μερών στις διαδικασίες του και πολύπλοκος, συμπεριλαμβανομένου των ασαφειών που είναι δυνατόν να προκληθούν κατά τη διάρκεια ζωής της κάθε εγκατάστασης, από τη φάση σχεδιασμού μέχρι την κατεδάφισή της. Εάν ληφθεί υπόψη η φάση σχεδιασμού, γίνεται αντιληπτό ότι για την ολοκλήρωσή της είναι απαραίτητη η συμμετοχή διαφόρων κλάδων, τα μέλη των οποίων συχνά χρησιμοποιούν διαφορετικά εργαλεία για την επίτευξη του στόχου τους. Επομένως, εμφανίζεται έντονα η ανάγκη για ενσωμάτωση των εργασιών στο τέλος του σχεδιασμού (Nour,2007). Δεδομένου όλων των φάσεων στον κύκλο ζωής μιας κατασκευής, η πολυπλοκότητα και η ασάφεια τείνουν να αυξηθούν.

Σύμφωνα με τον Arayıcı (2015), ο κλάδος των κατασκευών εξαρτάται σε υψηλό βαθμό από την συλλογή και παρουσίαση πληροφοριών με έναν λογικό και επωφελητή τρόπο. Η διαδικασία αυτή απαιτεί υψηλό κόστος και κατανάλωση χρόνου, ειδικά εάν οι πληροφορίες πρόκειται να παρουσιαστούν με σταθερό τρόπο. Η επιτυχημένη διαχείριση των πληροφοριών θα συμβάλει στην πρόοδο των υπηρεσιών, που πρόκειται να διατεθούν στους αρμόδιους αποδέκτες. Σε δυναμικά περιβάλλοντα όπως είναι ο κατασκευαστικός τομέας, οι πληροφορίες πρέπει να διαχειρίζονται αυτόματα και ηλεκτρονικά ώστε να καθίσταται εφικτή η όποια αναζήτηση και σύνοψη αυτών σε κάθε επίπεδο πληροφορίας που απαιτείται, με την λιγότερη προσπάθεια.

Τα περισσότερα έργα συνιστούν αποτέλεσμα ενός συνόλου από διαδικασίες που πραγματοποιούνται από διάφορους ειδικούς, οι οποίοι συχνά βρίσκονται σε μακρινή απόσταση, προκαλώντας μεγαλύτερες διαστάσεις στο πρόβλημα της ανταλλαγής πληροφοριών και της διαλειτουργικότητας (Arayıcı, 2015). Κύριο αίτιο της κατάστασης αυτής αποτελεί η έλλειψη προτυποποίησης και η απουσία κοινών χαρακτηριστικών για πιο εύκολη σύνδεση, περιορίζοντας τη δυνατότητα των μερών που συμμετέχουν σε κάθε έργο να συλλέγουν, να μεταφέρουν και να μοιράζονται πληροφορίες σχετικά με αυτό (Arayıcı, 2015).

Ακόλουθα με Arayıcı (2015), δεδομένου των παραπάνω προβλημάτων που αποτελούν τροχοπέδη για την αποτελεσματικότητα του κατασκευαστικού τομέα, η εφαρμογή ενσωματωμένων συστημάτων IT, αρχικά επονομαζόμενα CIC (Computer Integrated Construction) και πλέον με την ονομασία BIM (Building Information Modeling) κρίνεται αναγκαία. Τα συστήματα αυτά παρέχουν δυνατότητες για:

- Δυναμική βάση πληροφοριών
- Διασφάλιση ποιότητας
- Προηγμένες πληροφορίες και επικοινωνία
- Μετάβαση μέσω ενσωματωμένων εφαρμογών

Στο κεφάλαιο αυτό θα αποσαφηνιστεί η έννοια του BIM μέσα από ορισμούς και τη σύγκριση του με τα συστήματα CAD (Computer Aided Design). Στη συνέχεια θα αναλυθούν οι διαστάσεις και τα εργαλεία BIM καθώς οι φάσεις που διαπερνά κάθε έργο για να φτάσει από τον αρχικό σχεδιασμό στην τελική του λειτουργία. Τέλος, ξετυλίγεται ο τομέας της διαλειτουργικότητας και αναφέρονται δύο έρευνες που πραγματοποιήθηκαν από την NBS (National Building Specification) και τον Shaikh αντίστοιχα το 2016 με τη μορφή ερωτηματολογίου, με σκοπό τον προσδιορισμό του βαθμού υιοθέτησης και ανάπτυξης της τεχνολογίας BIM στο διεθνή χώρο.

3.1. Ορισμός BIM

Έχουν αναπτυχθεί διάφορες ερμηνείες για τον όρο ‘BIM’, χωρίς να έχει υιοθετηθεί κάποιος επίσημος ορισμός, παραθέτοντας η καθεμία πηγή παρόμοιες απαντήσεις στην ερώτηση ‘τι είναι BIM’. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στο γεγονός ότι η τεχνολογία BIM συνεχώς εξελίσσεται και οι δυνατότητές της καλύπτουν ένα ευρύτερο πλαίσιο από ότι είχε αρχικά προβλεφθεί. Ακολουθούν υποδειγματικοί ορισμοί για το BIM:

- ✚ BIM συνιστά μία από τις πιο υποσχόμενες εξελίξεις, επιτρέποντας τη δημιουργία ενός ή περισσότερων εικονικών ψηφιακά κατασκευασμένων μοντέλων με υψηλή ακρίβεια που υποστηρίζουν το σχεδιασμό, κατασκευή και δραστηριότητες ανάκτησης δεδομένων, μέσω των οποίων το κτήριο μπορεί να γίνει αντιληπτό (Chuck Eastman, 2011).
- ✚ BIM συνιστά την ψηφιακή αναπαράσταση των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών μίας εγκατάστασης, δημιουργώντας μία κοινή πηγή πληροφοριών σχετικά με αυτή και διαμορφώνοντας μία αξιόπιστη βάση για αποφάσεις που πρόκειται να ληφθούν κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, από την αρχική ιδέα μέχρι την κατεδάφισή του (NBIMS, 2014).
- ✚ BIM αντιλαμβάνεται ως μοντέλο πληροφοριών για ένα κατασκευασμένο κτήριο, το οποίο αποτελεί μία από κοινού ψηφιακή αναπαράσταση των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών οποιουδήποτε κατασκευασμένου αντικειμένου (περιλαμβάνονται κτήρια, γέφυρες, δρόμοι κλπ) και διαμορφώνει μία αξιόπιστη βάση για ορθότερες λήψεις αποφάσεων (BSI, 2010).

Σύμφωνα με τον Maunula (2008), το ακρωνύμιο BIM μπορεί να οριστεί σε τρεις διαφορετικές κλίμακες:

- Ως διαδικασία, Building Information Modeling
- Ως προϊόν, Building Information Model
- Ως διαδικασία διαχείρισης πληροφοριών, Building Information Management

BIM ως διαδικασία και προϊόν

Το BIM (Building Information Modeling) μπορεί να αντιληφθεί ως μία πλατφόρμα, μία συλλογή από διαδικασίες ή μεθόδους μοντελοποίησης η οποία επιτρέπει τον προσανατολισμό και τον συνδυασμό της εργασίας πολλών διαφορετικών ενδιαφερόμενων για την παραγωγή ενός πληροφοριακού ομοιώματος κτηρίου (Building Information Model). Το προϊόν αυτό συνιστά ένα τριών διαστάσεων αντικειμενοστραφές ομοίωμα με ενσωματωμένες πληροφορίες. Με άλλα λόγια, το ομοίωμα αυτό αποτελεί μία τρισδιάστατη αναπαράσταση ενός κτηρίου στο οποίο όλα τα στοιχεία που συνθέτουν το κτήριο θεωρούνται ως αντικείμενα (objects) που συνδέονται το ένα με το άλλο. Κάθε αντικείμενο έχει μία μοναδική ταυτότητα, συνδέοντας πληροφορίες σχετικά με τη γεωμετρία και τα περιγραφικά χαρακτηριστικά του.

BIM ως διαδικασία διαχείρισης πληροφοριών

Με την ερμηνεία του ακρωνυμίου BIM ως Building Information Management, ορίζεται η διαδικασία και η στρατηγική διαχείρισης πληροφοριών η οποία καλύπτει όλο τον κύκλο ζωής του κτηρίου από την σύλληψη της έννοιας/ ιδέας μέχρι την κατεδάφισή του, εστιάζοντας κυρίως στην ενεργοποίηση ενός ενσωματωμένου τρόπου ροής εργασιών μέσω συλλογικής χρήσης των σημασιολογικά πλούσιων 3D ψηφιακών κτηριακών πληροφοριών από όλες τις φάσεις ενός έργου, για όλο τον κύκλο ζωής του. Επίσης, η ενεργοποίηση αδιάκοπων διαδικασιών που υποστηρίζουν όλο το κύκλο ζωής της κάθε εγκατάστασης φέρει ένα είδος επανάστασης στον κατασκευαστικό τομέα, συμβάλλοντας στον πλήρη συντονισμό και διαχείριση των πληροφοριών.

Σύμφωνα με την Sawhney (RICS, 2014), ένας ολιστικός ορισμός για το BIM περιλαμβάνει τρεις συνδεδεμένες όψεις:

- Το ομοίωμα (model): η αναπαράσταση φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών ενός έργου.
- Τη διαδικασία ανάπτυξης του μοντέλου (process): κατάλληλος εξοπλισμός και λογισμικό για την ανάπτυξη του ομοιώματος, την ανταλλαγή δεδομένων και την εγκαθίδρυση της διαλειτουργικότητας.
- Χρήση του μοντέλου (use of the model).

3.2. Τεχνολογίες BIM και CAD (Computer Aided Design)

Μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα είχαν υιοθετηθεί απλά εργαλεία για τη σχεδίαση κτηρίων όπως στυλό, χαρτί και χάρακες. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τα έγγραφα να αποτελούν ένα σύνολο από πολλές σελίδες που οι ειδικοί του έργου έπρεπε να δημιουργήσουν, να αξιολογήσουν και να χρησιμοποιήσουν για την κατασκευή του. Αργότερα, η εφεύρεση του υπολογιστή και των 2D CAD εργαλείων όπως το Autocad οδήγησε στην αντικατάσταση των παλαιών μεθόδων, ξεκινώντας πλέον να εφαρμόζονται ως σημαντικά εργαλεία για το

σχεδιασμό. Το πέρασμα από τον αναλογικό σχεδιασμό σε αυτόν που βασίζεται στα 2D CAD συστήματα αποτέλεσε επανάσταση όσο αφορά την εξοικονόμηση χρόνου εξαιτίας της αυτοματοποίησης κάποιων δραστηριοτήτων. Παρόλα αυτά, δεν υπήρξε μεγάλη βελτίωση στη μεθοδολογία, καθώς τα δισδιάστατα σχέδια δεν επιτρέπουν την δημιουργία νέων αντικειμένων παρά μόνο τον σχεδιασμό ίδιων οντοτήτων π.χ. σχεδιασμός κύκλων, γραμμών, τόξων αλλά με διαφορετικά ψηφιακά εργαλεία. Τα τελευταία 15 χρόνια, εργαλεία σχεδιασμού στο κλάδο των κατασκευών (AECO) έχουν βελτιωθεί από δισδιάστατα σχέδια (2D CAD) σε εργαλεία τρισδιάστατης μοντελοποίησης (BIM), αλλάζοντας τον τρόπο σκέψης σχεδιασμού από καθαρή οπτικοποίηση σε προσομοίωση, παρέχοντας ένα σύνολο από προηγμένες δραστηριότητες (Isikdag, 2015).



Εικόνα 3.1: Η πορεία των εργαλείων σχεδίασης στο κλάδο AECO
Πηγή: cadtobim.com

3.2.1. CAD (Computer Aided Design)

Ο σχεδιασμός με εργαλεία CAD συνιστά τις πρώτες εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκαν στον κλάδο των κατασκευών. Το 1970 έρευνες στόχευαν στη δημιουργία σχεδίων και στις μετρήσεις κτηρίων. Στη συνέχεια η εξοικονόμηση ενέργειας αποτέλεσε ένα σημαντικό θέμα μετά από το 1973, εξαιτίας της αύξησης στις τιμές πετρελαίου. Υπολογισμοί απώλειας θερμότητας συνδέθηκαν με τα συστήματα CAD, καθώς οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις συνδέονται με το σχήμα του κτηρίου. Το 1990 ο μορφότυπος DXF έγινε εκ των πραγμάτων πρότυπο για την ανταλλαγή δισδιάστατων γεωμετρικών πληροφοριών (Umit Isikdag, 2015).

Τα συστήματα CAD συνίσταται σε δύο διαστάσεις και τα προϊόντα του αποτελούν συλλογή γραμμών και κειμένου πάνω σε μία σελίδα. Οι γραμμές αυτές, δεν έχουν καμία εγγενή έννοια από το περιβάλλον του υπολογιστή στο έντυπο που εκτυπώνεται. Οι οντότητες αυτές αναπαριστούν μόνο τη γεωμετρική διάσταση των πραγματικών αντικειμένων αλλά ποτέ δεν προσέφεραν γνώση και πληροφορίες για το πώς συμπεριφέρονται ή τι αναπαριστούν. Τα συστήματα CAD είναι πιο αποτελεσματικά σε σύγκριση με τα παραδοσιακά εργαλεία (χαρτί και μολύβι) αλλά παραμένουν μία ψηφιακή προσομοίωση της χειρονακτικής σχεδίασης. Η μορφή των σχεδίων αυτών μας παρέχουν μία εικόνα για το πώς έχουν δουλέψει τα τελευταία εκατό χρόνια οι ειδικοί του κλάδου των κατασκευών (αρχιτέκτονες, μελετητές). Παλιότερα, οι σχεδιαστές έπρεπε να σχεδιάζουν με το χέρι όσα σχέδια ήταν απαραίτητα για μία κατασκευή, το οποίο ήταν άβολο διότι κάθε αλλαγή που έπρεπε να γίνει απαιτούσε την

αλλαγή με χειρωνακτικό τρόπο όσων οντοτήτων σχετίζονταν. Τα συστήματα CAD δίνουν τη δυνατότητα αλλαγών με ψηφιακό τρόπο, με την χρήση ειδικών εργαλείων, αλλά το κύριο πρόβλημα παραμένει το ίδιο καθώς όλα τα αντικείμενα που σχετίζονται με την αλλαγή πρέπει να μεταβληθούν. Με την εμφάνιση της τεχνολογία BIM, εμφανίζονται τα λεγόμενα ‘έξυπνα’ αντικείμενα στα οποία ενσωματώνονται αυτόματα όλα τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με αυτό, όπως για παράδειγμα, γεωμετρία, υλικά, προδιαγραφές και τιμή.

Πηγή: Gaidyte,2010

3.2.2. BIM

Στη σημερινή εποχή, κάθε ανάπτυξη στον τομέα της τεχνολογίας επιτυγχάνεται με την πρόοδο της επιστήμης των υπολογιστών, μέσω της οποίας παρέχονται περισσότερες πληροφορίες ώστε οι στόχοι να πραγματοποιούνται ευκολότερα. Η μοντελοποίηση κτηριακής πληροφορίας (BIM) δεν είναι καινούργια ως έννοια και είχε προβλεφθεί από παλιά σαν τον πιο ιδανικό τρόπο για την αναπαράσταση ενός κτηρίου ψηφιακά, αλλά δεν είχε επικρατήσει μέχρι πρόσφατα, εξαιτίας κυρίως της απουσίας των αυξημένων δυνατοτήτων των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η γενιά συστημάτων CAD βασισμένα σε BIM, σχεδιασμένα με την τρέχουσα τεχνολογία, απαιτείται για να γίνουν πλήρως αντιληπτά τα πλεονεκτήματα των αντικειμενοστραφών CAD.

Η τεχνολογία BIM παρέχει καινοτομίες σχετικές με το πώς φαίνονται τα κτήρια, τον τρόπο που λειτουργούν και τους τρόπους που κατασκευάζονται. Τα BIMs δεν αποτελούν έναν τύπο ή είδος λογισμικού αλλά μία ανθρώπινη δραστηριότητα η οποία περιλαμβάνει μία πληθώρα αλλαγών στις διαδικασίες κατασκευής. Κάθε BIM οφείλει να είναι ψηφιακό, χωρικό, μετρήσιμο, κατανοητό, προσβάσιμο και ανθεκτικό. Σε αντίθεση με τα συστήματα CAD, κάθε μοντέλο BIM συνιστά μία κεντρική ηλεκτρονική αποθήκη πληροφοριών που σχετίζονται με φυσικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός έργου. Η αποθήκη αυτή περιέχει πληροφορίες όχι μόνο για τη γεωμετρία αλλά και για τα περιγραφικά χαρακτηριστικά όπως το υλικό κατασκευής, το κόστος, την ποσότητα και οποιοδήποτε άλλα μεταδεδομένα μπορεί κάποιος να φανταστεί και εξελίσσεται σε όλη τη διάρκεια ζωής του έργου.

Τα BIMs λειτουργούν μέσω ψηφιακών βάσεων δεδομένων, αποθηκεύοντας και διαχειρίζοντας κτηριακές πληροφορίες μέσω αυτών, καθιστώντας δυνατή μία σειρά από δραστηριότητες, όπως τη συλλογή, τον χειρισμό και την αναπαράσταση δεδομένα κατάλληλων για κάθε έναν που εμπλέκεται στο έργο. Επομένως, όλοι οι ενδιαφερόμενοι μοιράζονται μία βάση δεδομένων. Το BIM αναφέρεται σε όλες τις διαδικασίες που αφορούν σχεδιαστές και εργολάβους από την αρχή της σχεδίασης μέχρι την κατασκευή του έργου αλλά ακόμα συνεισφέρει στη διαχείριση αυτού, ύστερα από την ολοκλήρωσή του. Επίσης, βασικό χαρακτηριστικό της τεχνολογίας BIM αποτελεί η δυνατότητα που προσφέρει στους μελετητές να έρθουν σε επαφή με ένα σχεδιαστικό περιβάλλον, δημιουργώντας ή τροποποιώντας ότι είναι απαραίτητο. Οποιαδήποτε αλλαγή πραγματοποιηθεί σε ένα στοιχείο του έργου, αυτόματα θα πραγματοποιηθεί και σε όποιο άλλο στοιχείο συνδέεται με αυτό σε όλο το μοντέλο: σε τομές, κατόψεις, πίνακες. Τέλος, τα τρισδιάστατα ομοιώματα που

παράγονται χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν τα λεγόμενα ‘παραδοσιακά προϊόντα’ όπως: κατόψεις, τομές και όψεις. Τα σχέδια αυτά όμως δεν αποτελούν συλλογές από γραμμές και συντεταγμένες, αλλά μία διαδραστική θέαση ενός ομοιώματος.

Πηγή: Γωνιανάκης, 2014

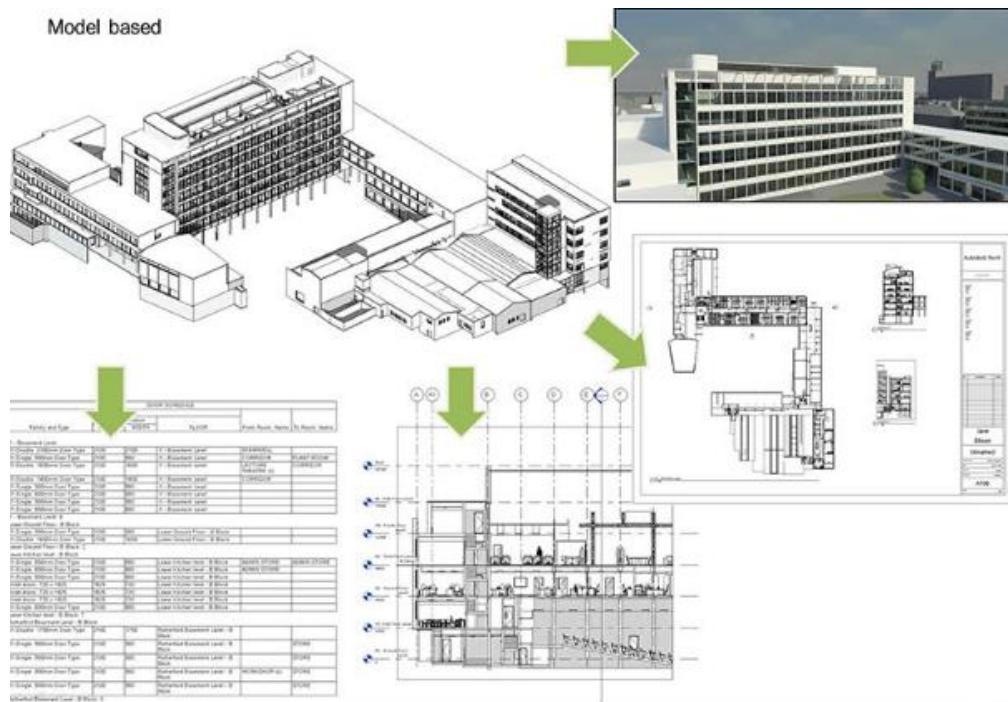
3.2.3. Σύγκριση μεθοδολογίας BIM με το CAD (Computer Aided Design)

1. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ BIM και CAD είναι ότι ένα σύστημα CAD, ειδικά ένα 2D CAD, χρησιμοποιεί πολλά ξεχωριστά έγγραφα για να περιγράψει ένα κτήριο (Εικόνα 3.2). Για παράδειγμα, ένα τοίχος αναπαριστάται με δύο παράλληλες γραμμές σε ένα 2D CAD σχέδιο και δεν μπορεί να γίνει πλήρως κατανοητό εάν αυτές οι γραμμές αναπαριστούν τον ίδιο τοίχο σε ένα άλλο τμήμα σχεδίου. Από την άλλη πλευρά, ένα μοντέλο BIM συγκεντρώνει όλες τις πληροφορίες σε μία τοποθεσία (Εικόνα 3.3). Πρόκειται για ένα συγκεντρωτικό μοντέλο βάσης δεδομένων στο οποίο όλα τα έγγραφα είναι αλληλένδετα και ‘έξυπνα’.



Εικόνα 3.2: 2D σχέδια για την περιγραφή μίας 3D κατασκευής

Πηγή: clearlogicgroup.com



Εικόνα 3.3: BIM μοντέλο

Πηγή: openbim.org

2. Το BIM υιοθετεί εργοκεντρική μεθοδολογία, αντί για αντικειμενοστρεφή. Ένα βασικό στοιχείο της μεθοδολογίας BIM είναι η χρήση των 'έξυπνων' ψηφιακών οικοδομικών στοιχείων (BIM intelligent objects), στα οποία έχουν καταχωρηθεί όλες οι πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τον πιο γρήγορο και ταυτόχρονα με μικρότερο κόστος, υψηλή ποιότητα και με μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σχεδιασμό (Εικόνα 3.5). Όπως έχει αναφερθεί, σε ένα δύο διαστάσεων CAD σχέδιο ένας τοίχος σχεδιάζεται με δύο γραμμές. Στο BIM, ένα τοίχος παρουσιάζεται ως ένα εργαλείο που ονομάζεται 'Wall'. Αυτό το εργαλείο έχει περιγραφικά χαρακτηριστικά όπως: ύψος, πλάτος, το αν είναι κατεδαφιστέος ή προς ανέγερση, εάν είναι εσωτερικός ή εξωτερικός, εάν διαθέτει πυρασφάλεια, καθώς και από τι υλικά συντίθεται (π.χ. από τούβλα) και επενδύεται (π.χ. σοβάς). Εάν προστεθεί μία πόρτα, στο BIM είναι κάτι περισσότερο από τέσσερις γραμμές όπως σε ένα δύο διαστάσεων CAD σχέδιο. Προσθέτοντας μία πόρτα σε ένα τοίχο αυτομάτως δημιουργείται ένα άνοιγμα στον τοίχο και σε όλες τα σχέδια που είναι ορατή η πόρτα. Επομένως, παρατηρούνται αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αντικειμένων, μεταξύ των τοίχων ή μεταξύ πόρτας και τοίχου, οι οποίες δεν είναι μόνο ιδιότητες αλλά επικεντρώνονται σε συγκεκριμένους στόχους που συνδέονται με την αρχιτεκτονική των τοίχων (Εικόνα 3.6).
3. Το BIM μας κρατάει συνεπείς εξαιτίας της παραμετρικής μοντελοποίησης. Παραμετρική μοντελοποίηση συνιστά η μοντελοποίηση αντικειμένων του έργου με την πραγματική τους συμπεριφορά και χαρακτηριστικά (Εικόνα 3.7 & 3.8). Στο μοντέλο, σχεδιασμένο είτε για αρχιτεκτονικούς είτε για μηχανολογικούς σκοπούς, ο παραμετρικός μοντελοποιητής είναι ενήμερος των χαρακτηριστικών των στοιχείων και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους. Διατηρούνται οι σχέσεις μεταξύ των

οντοτήτων καθώς διαχειρίζεται το μοντέλο. Εάν δημιουργηθεί ένα παράθυρο ή μία πόρτα σε ένα σχέδιο τότε αυτό δημιουργείται αυτόματα σε οποιοδήποτε άλλο σχέδιο, κάτοψη, όψη, τομή σχετίζεται με αυτό. Σε ένα όμως δύο διαστάσεων CAD σχέδιο είναι εύκολο να γίνει παράλειψη του σχεδιασμού μίας πόρτας ή της αλλαγής διαστάσεων. Συνεπώς, δεν μπορεί κανένας να ‘κλέψει’ στο σχεδιασμό με τη χρήση της τεχνολογίας BIM.

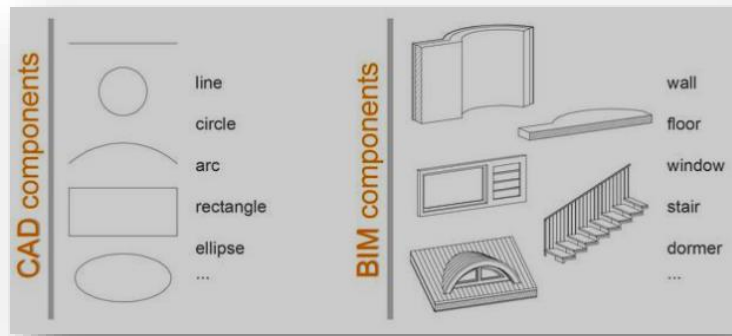
4. Το BIM μπορεί να χαρακτηριστεί κάτι παραπάνω από έναν τρισδιάστατο μοντελοποιητή. Η συνήθης μοντελοποίηση δεν παρέχει τη δυνατότητα τεκμηρίωσης των σχεδίων κατασκευής (αναλύσεις, επικυρώσεις). Ωστόσο υπάρχουν πολλές εφαρμογές με τις οποίες είναι εφικτή η δημιουργία τρισδιάστατου ομοιώματος (BIM) καθώς και αυτές οι οποίες καθίστανται χρήσιμες για την εισαγωγή των παραγόμενων ομοιωμάτων για την εφαρμογή διάφορων διεργασιών, όπως ανάλυσης, επικύρωσης και εκτίμησης.
5. Το BIM αποτελεί εργαλείου σχεδιασμού, καθοδηγούμενο από τα δεδομένα του έργου. Σε κάθε BIM υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας βιβλιοθηκών (Libraries), οι οποίες περιλαμβάνουν μία πληθώρα πληροφοριών, οι οποίες ενημερώνουν ειδικούς πίνακες (schedules) και τη γενικότερη ανάλυση του έργου. Επομένως, το BIM αποτελεί κάτι παραπάνω από δημιουργός 3D ομοιωμάτων, συγκροτείται από ‘έξυπνα’ αντικείμενα και πληροφορίες.
6. Τέλος, η τεχνολογία BIM βασίζεται σε ένα αρχιτεκτονικό σύστημα ταξινόμησης (Wall, Window, Door, Floor) και όχι σε θεματικά επίπεδα. Σε κάθε CAD αρχείο δημιουργούνται διάφορα θεματικά επίπεδα (layers), τα οποία μειονεκτούν λόγω της αυξημένης πιθανότητας για λαθεμένη εισαγωγή στοιχείων (π.χ. γραμμών) σε κάποιο από αυτά. Σε αντίθεση με τα συστήματα CAD, σε ένα μοντέλο BIM δεν είναι δυνατό να συμβούν τέτοια λάθη, όπως για παράδειγμα να τοποθετηθεί μία πόρτα στο επίπεδο ‘Wall’.

Πηγή: Arayici (2015), Γωνιανάκης (2014) και Gaidyte (2010)

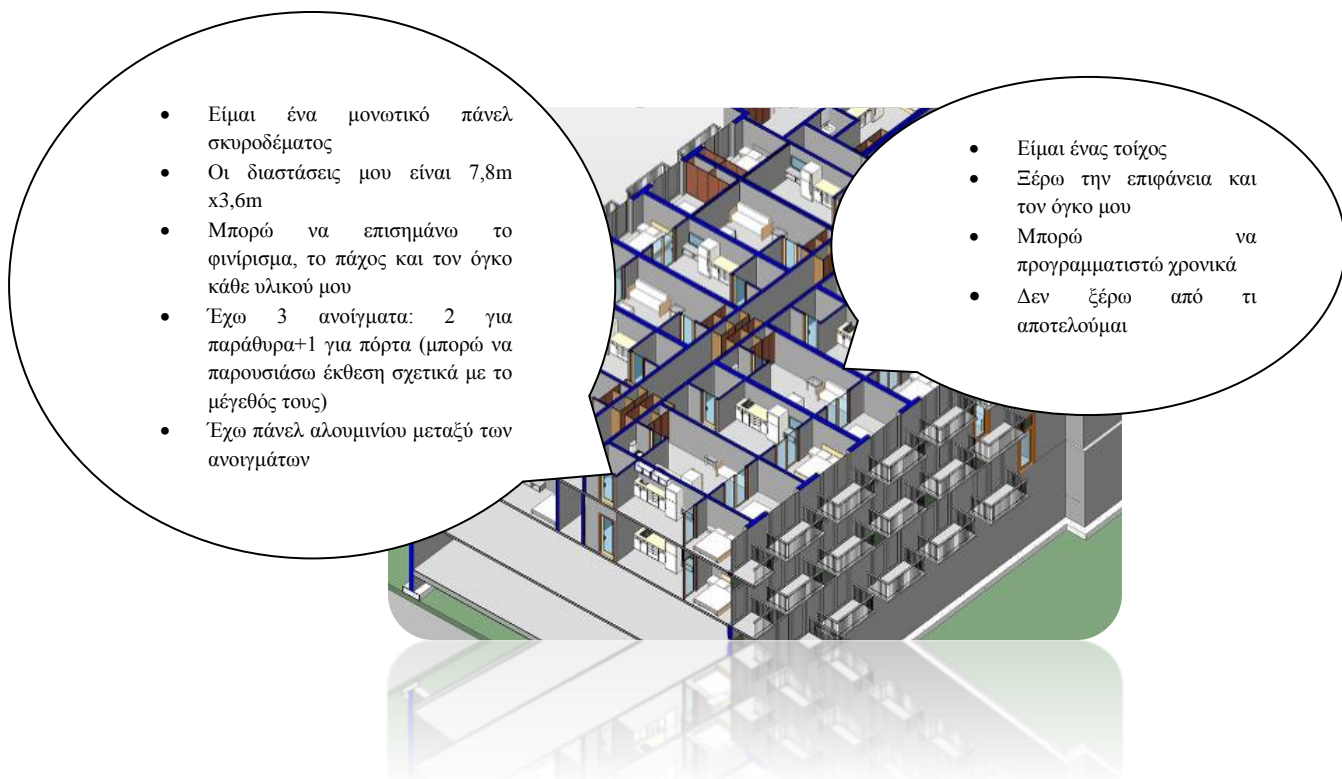
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	CAD	BIM
Επικοινωνία τμημάτων		
Παραμετρικές λύσεις		
Αυτοματοποιημένοι πίνακες		
Σχέδια 2D		
Συμβατότητα με DWG		
Πρόσθετη υποστήριξη σχεδίων		
Διαχείριση ορατότητας		
Αυτόματος έλεγχος για εστίαση		

Πάχος γραμμών, είδος, μοτίβο		
Ύπαρξη βάσης δεδομένων ενός έργου σε έναν φάκελο		

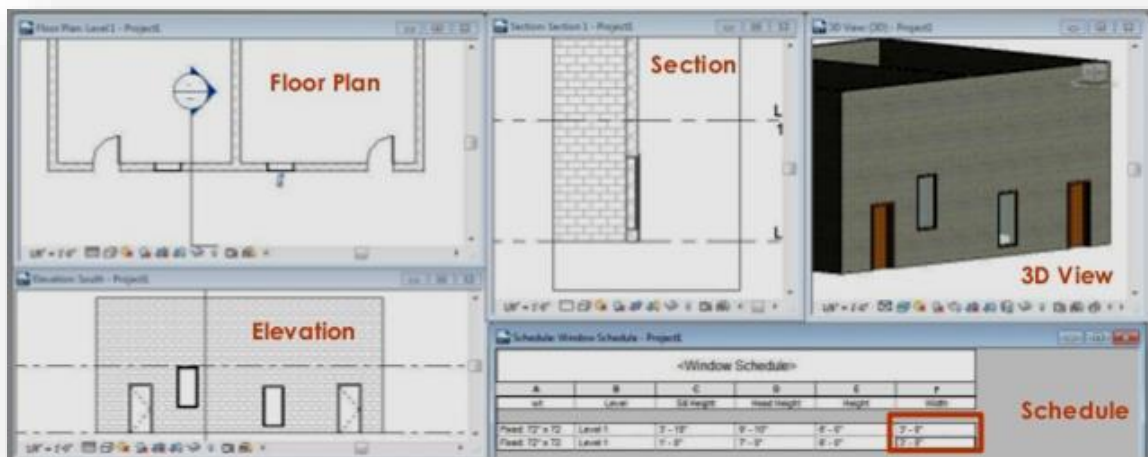
Πίνακας 3.1: Συνοπτικός πίνακα σύγκρισης BIM&CAD
 Πηγή: Gaidyte,2010



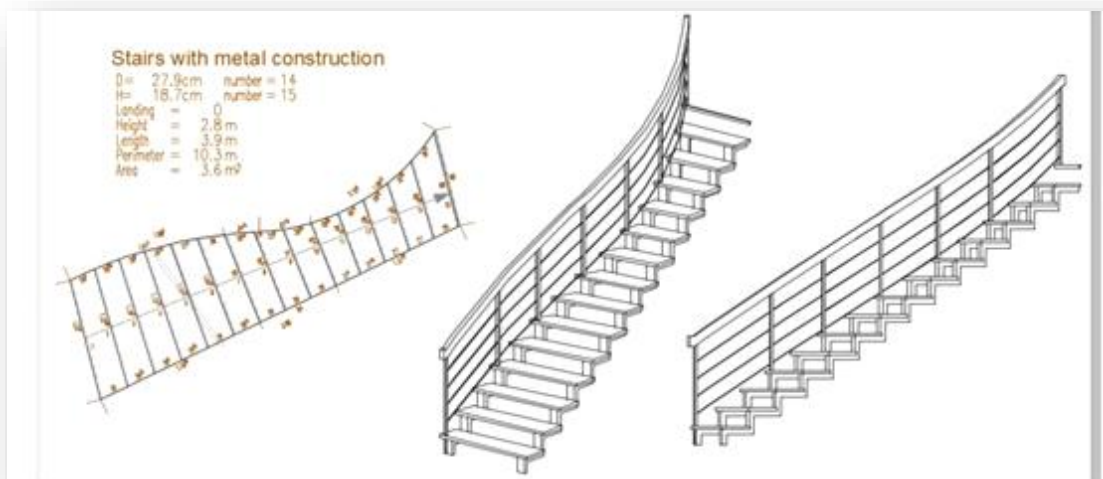
Εικόνα 3.4: Οντότητες σε ένα σύστημα CAD (αριστερά) και οντότητες σε BIM (δεξιά)
 Πηγή: cadtobim.com



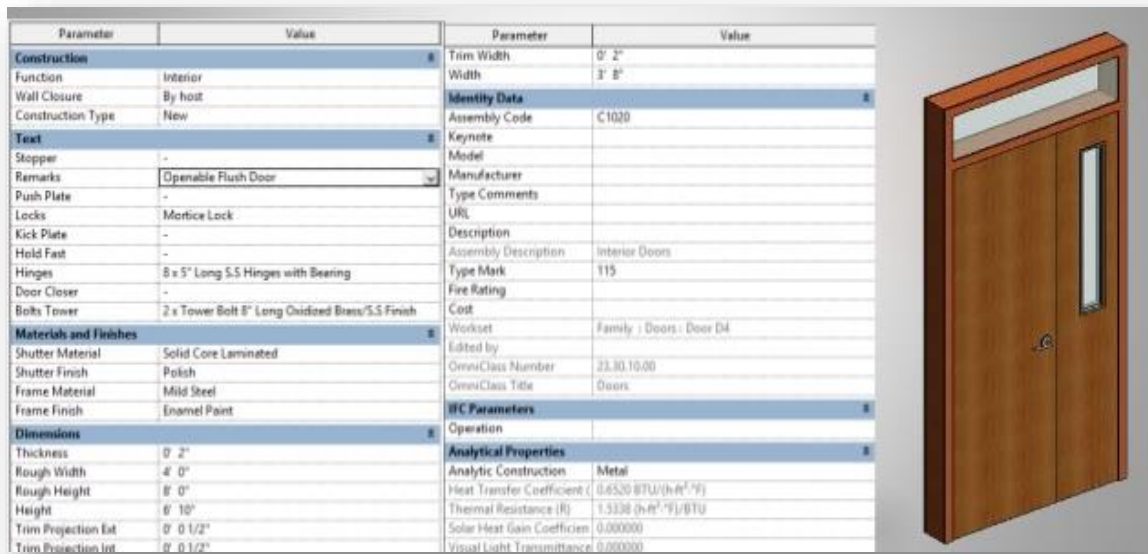
Εικόνα 3.5: Έξυπνα οικοδομικά υλικά (BIM Intelligent Objects)
 Πηγή: Γωνιανάκης, 2014



Εικόνα 3.6: Παραμετρική μοντελοποίηση, BIM Revit
 Πηγή: cadtoBIM.com



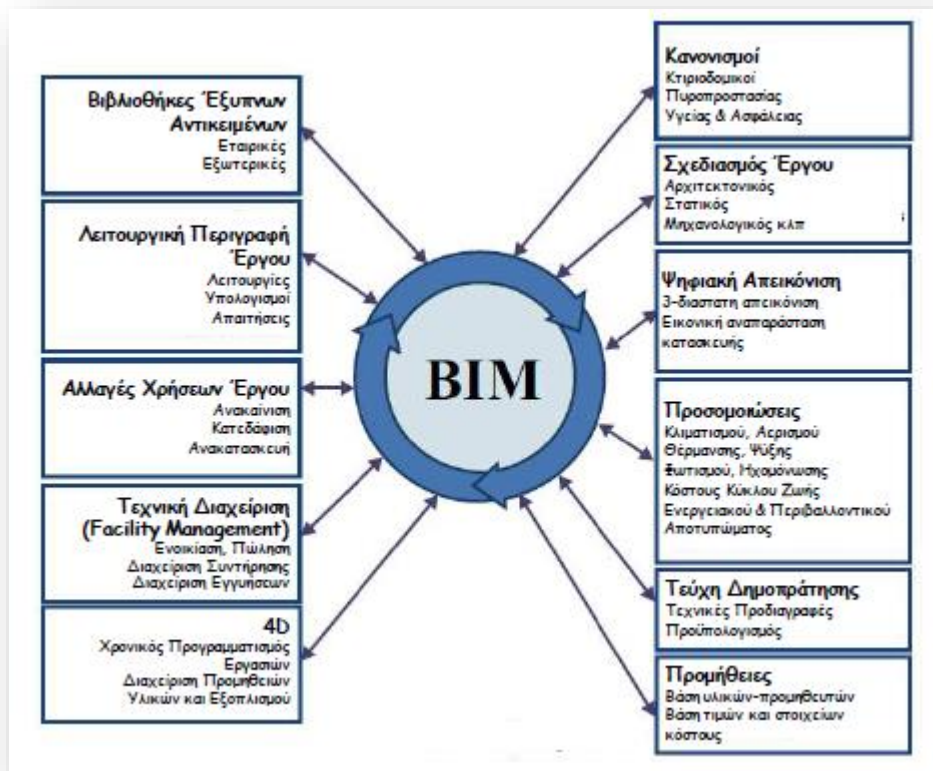
Εικόνα 3.7: Συντονισμός σε όλο το BIM μοντέλο σε περίπτωση μίας αλλαγής
 Πηγή: cadtoBIM.com



Εικόνα 3.8: Παραμετρική μοντελοποίηση, BIM Revit
 Πηγή: Vulcan Smart Services

3.2. Διαστάσεις BIM

Η τεχνολογία BIM δεν συνιστά ούτε προϊόν ούτε κάποιο είδος λογισμικό. Πρόκειται για μία ολοκληρωμένη διαδικασία, βασισμένη σε συντονισμένη και αξιόπιστη πληροφόρηση για ένα έργο, σε όλο τον κύκλο ζωής του, από τα πιο πρώιμα στάδια της σχεδιαστικής σύλληψης έως την καθαίρεσή του. Το BIM εκτείνεται σε όλη την διάρκεια ζωής ενός κτηρίου κατά την οποία ο σχεδιαστής χρησιμοποιεί το BIM για την ανάπτυξη και ανάλυση του έργου, ο πελάτης για να αποκτήσει μία πλήρης εικόνα για τις ανάγκες και τις απαιτήσεις ενός έργου και ο εργολάβος για να διαχειρίζεται το κατασκευαστικό έργο. Τέλος, ο υπεύθυνος του έργου μπορεί να χρησιμοποιεί εργαλεία BIM για όλη τη διάρκεια λειτουργίας και αδρανοποίησής του. Από τα παραπάνω συνάγεται εύκολα το συμπέρασμα ότι το BIM αντιλαμβάνεται διαφορετικά από τον κάθε χρήστη εξαιτίας της διαφορετικής χρήσης που του αποδίδει.



Διάγραμμα 3.1: Τομείς στους οποίους είναι δυνατή η χρήση BIM
 Πηγή: BSI,2010

Σύμφωνα με την Sawhney (RICS, 2014), η μέθοδος BIM μπορεί να διερευνηθεί σε πολλές διαστάσεις που η καθεμία θέτει και μία διαφορετική οπτική του. Αναλύοντας όλες τις διαστάσεις τους είμαστε σε θέση να κατανοήσουμε την πλήρης έννοια αυτού.

- 3D BIM: Παραμετρικά δεδομένα σε ένα συλλογικό μοντέλο.
- 4D BIM: 3D BIM+ Χρόνος
- 5D BIM: 4D BIM +Εκτίμηση κόστους.
- 6D BIM: 5D BIM +Βιωσιμότητα.
- 7D BIM: 6D BIM +Διαχείριση κατασκευής.

3D BIM

Το BIM περιστρέφεται γύρω από ένα ενσωματωμένο μοντέλο δεδομένων στο οποίο έχουν πρόσβαση διάφοροι ειδικοί όπως Αρχιτέκτονες, Πολιτικοί Μηχανικοί και Ηλεκτρολόγοι Μηχανικοί, οι οποίοι μπορούν να δημιουργούν και να εξάγουν πληροφορίες και σχέδια από αυτό σύμφωνα με τις ανάγκες τους. Επομένως, οι δυνατότητες του BIM σε τρεις διαστάσεις δεν δίνει μόνο τη δυνατότητα στους συμμετέχοντες να βλέπουν το κτήριο σε τρεις διαστάσεις αλλά ταυτόχρονα να επιδρούν σε αυτό, ενημερώνοντας τα δεδομένα σε όλη τη διάρκεια ζωής του έργου. Το 3D BIM ενισχύει το ομαδικό και συντονισμένο έργο, αποδίδοντας σε αυτό διαλειτουργικό χαρακτήρα.

4D BIM

Το BIM σε τέσσερις διαστάσεις συνδυάζει τη γεωμετρία με χρόνο. Συγκεκριμένα πραγματοποιούνται οι ακόλουθες δραστηριότητες:

1. Χρονικός προγραμματισμός (scheduling)
2. Ακολουθία δραστηριοτήτων (sequencing)
3. Επί τόπου έλεγχος της προόδου του έργου (on-site production control)
4. Ενσωμάτωση του υπολογισμού των ποσοτήτων (quantity takeoff), των ποσοτήτων στην κάθε θέση του έργου, των μέσων παραγωγής, των αποδόσεων των συνεργείων και της ενασχόλησης των συντελεστών παραγωγής.

Ένα μοντέλο 4D BIM μοιάζει με ένα 3D μοντέλο, αλλά είναι δυναμικό. Δηλαδή, κάθε στοιχείο του κτηρίου έχει επιπρόσθετα στοιχεία και πληροφορίες σε σχέση με τον χρονικό προγραμματισμό όπως για παράδειγμα, χρόνο έναρξης, χρονική διάρκεια και χρόνο ολοκλήρωσης. Τα οφέλη είναι φανερά καθώς η ενσωμάτωση του χρόνου σε ένα 3D μοντέλο δίνει τη δυνατότητα στους συμμετέχοντες να πετύχουν τον βέλτιστο προγραμματισμό, τη βέλτιστη κατασκευή και τον βέλτιστο συντονισμό και οργάνωσή τους.

5D BIM

Το BIM σε πέντε διαστάσεις χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση του προϋπολογισμού και των αναλύσεων κόστους που σχετίζονται με τις διαδικασίες που λαμβάνουν μέρος στο έργο. Η πέμπτη διάσταση επιτρέπει στους εμπλεκόμενους στο έργο να οπτικοποιούν την πρόοδο των δραστηριοτήτων τους και τα σχετιζόμενα κόστη σε σχέση με το χρόνο. Η χρήση της 5D BIM τεχνολογίας έχει ως αποτέλεσμα ακριβείς και προβλεπόμενες εκτιμήσεις όσο αφορά το έργο και κατά συνέπεια προτείνονται αλλαγές σε υλικά, διάφορα είδη εξοπλισμού κλπ. Συμπερασματικά, η χρήση της τεχνολογίας BIM σε πέντε διαστάσεις συμβάλλει σε περισσότερο αποτελεσματικές, οικονομικά αποδοτικές και βιώσιμες κατασκευές.

6D BIM

Η τεχνολογία BIM σε έξι διαστάσεις συμβάλλει στην πραγματοποίηση ενεργειακών αναλύσεων. Πρόκειται για μία τεχνολογία που οδηγεί σε περισσότερο ολοκληρωμένες και ακριβείς ενεργειακές εκτιμήσεις από τα πρώιμα στάδια του σχεδιασμού του έργου. Ο έλεγχος και η βελτίωση στην ενεργειακή κατάσταση των κτηρίων από τα αρχικά στάδια παράγει βιώσιμα αποτελέσματα. Οι βιώσιμες λύσεις είναι πολύ σημαντικές για την πρόοδο και την διατήρηση κάθε κοινωνίας, οικονομίας και περιβάλλοντος. Κατασκευές βιώσιμα σχεδιασμένες δημιουργούν συνθήκες υψηλής ποιότητας ζωής. Επομένως, η ενσωμάτωση των BIM σε έξι διαστάσεις οδηγεί σε μία συνολική μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.

7D BIM

Η έβδομη διάσταση αναφέρεται στην διαχείριση της λειτουργίας και στη διατήρηση του έργου σε όλη τη διάρκειά του από τους υπεύθυνους που έχουν οριστεί. Επίσης, η έβδομη διάσταση επιτρέπει στους συμμετέχοντες να εξάγουν και να παρακολουθούν δεδομένα σχετικά με το έργο όπως για παράδειγμα, την κατάσταση στην οποία βρίσκονται κάποια αντικείμενα, ειδικές προδιαγραφές και εγγυήσεις. Η χρήση της τεχνολογίας αυτής προσφέρει εύκολες και γρήγορες αντικαταστάσεις κάποιων τμημάτων της κατασκευής που θεωρούνται απαραίτητα, συντελώντας στη βέλτιστη προσαρμοστικότητα και ορθολογικότερη διαχείριση του έργου σε όλη τη διάρκεια ζωής του.

Πηγή: Γωνιανάκης (2014) και Sawhney (RICS, 2014)

3.4. Εργαλεία BIM

Η τεχνολογία BIM δεν συνιστά μία διαδικασία που πραγματοποιείται από ένα λογισμικό αλλά ενσωματώνονται σε αυτή πολλές διαδικασίες, οι οποίες απαιτούν λύσεις προερχόμενες από πολλά λογισμικά, που το καθένα έχει διαφορετικές και συγκεκριμένες λειτουργικές δυνατότητες για να ολοκληρώνει κάθε έργο. (Thomassen, 2011). Τα BIM μοντέλα παράγονται από έναν αριθμό πακέτων λογισμικών BIM όπως για παράδειγμα, Bentley BIM εργαλεία, Graphisoft's ArchiCAD και Autodesk's Revit (Brewer, 2012).

Η χρήση του κάθε λογισμικού πραγματοποιείται σε διαφορετικά στάδια του κάθε έργου προκειμένου να παραχθεί ένα συγκεκριμένο και επιθυμητό αποτέλεσμα όπως για παράδειγμα, σχέδια, ενεργειακές αναλύσεις, εντοπισμός συγκρούσεων και ασυμβατοτήτων. Επίσης, δεν υπάρχει κάποιο εργαλείο BIM που να είναι ικανό να καλύψει όλα τα στάδια ενός έργου και να παρέχει λύσεις για όλα τα προβλήματα και θέματα που θα προκύψουν είτε πριν είτε μετά την κατασκευή του. (Eastman, 2011). Κάθε εργαλείο BIM έχει τις δικές του λειτουργίες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση ποικίλων δραστηριοτήτων (Latiffi, 2013).

Η προηγμένη εξέλιξη της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια έχει αποφέρει σημαντική αύξηση στον αριθμό των διαθέσιμων λογισμικών στο κλάδο των κατασκευών (AECO), που το καθένα από αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικούς συμμετέχοντες στο έργο. Βάση της έρευνας 'McGraw-Hill Construction, 2008', τα πιο διαδεδομένα εργαλεία BIM είναι της εταιρείας Autodesk, κατά 67% το Revit και 71% Navisworks. Ακολουθούν τα εργαλεία Bentley με ποσοστό 36% ενώ της ArchiCAD και Tekla χρησιμοποιούνται κατά 34% και 10% αντίστοιχα. Άλλα λογισμικά όπως Vectorworks χρησιμοποιούνται σε μικρά ποσοστά. Έρευνα σύμφωνα με τους Azhar 2008, Arayici 2009, Lucas 2009 και Liu 2011 έδειξε επίσης ότι τα εργαλεία Revit, ArchiCAD και Tekla αποτελούν τα πιο δημοφιλή λογισμικά στον κατασκευαστικό τομέα.

Σύμφωνα με τον Siddiqui (2010), τα εργαλεία BIM μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την κύρια λειτουργία τους:

- Εργαλεία για δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων (Authoring tools)
- Εργαλεία για αναλύσεις (Analysis tools)
- Εργαλεία για επικυρώσεις (Validation tools)

✓ Authoring tools

Λογισμικά όπως το Revit και το ArchiCAD θεωρούνται ‘Authoring tools’ επειδή η κύρια λειτουργία τους είναι η δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων τα οποία στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διαφορετικούς σκοπούς. Κάποια από τα λογισμικά που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία και φαίνονται στον 3.2 Πίνακας έχουν και επιπρόσθετες λειτουργίες, όπως δυνατότητες για εκτιμήσεις και προγραμματισμούς (scheduling), (Hergunsel, 2011).

✓ Analysis tools

Την ολοκλήρωση της δημιουργίας του 3D μοντέλου σε ένα από τα ‘Authoring tools’ που θα επιλεγεί διαδέχεται η μεταφορά του σε λογισμικό, που η κύρια λειτουργία του είναι οι αναλύσεις (Analysis tool), ενεργειακές και θερμικές (Siddiqui,2010). Σύμφωνα με την έρευνα ‘McGraw-Hill Construction 2008’, τα εργαλεία για αναλύσεις έχουν την δυνατότητα να εξάγουν πληροφορίες από ένα BIM μοντέλο και να πραγματοποιούν σημαντικές και αξιόπιστες αναλύσεις. Ο υπολογισμός ποσοτήτων (quantity take-off) συνιστά ένα από τα πιο κορυφαία παραδείγματα της λειτουργίας αυτής. Η κυριότερη δύναμη των εργαλείων αυτών είναι η δυνατότητα δημιουργίας σεναρίων, ‘τι αν’, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε βέλτιστες λύσεις (Foundation of Wall and Ceiling Industry, 2009). Αποτέλεσμα αυτών συνιστά η ενίσχυση της αποτελεσματικότητας και της απόδοσης του έργου, φτάνοντας σε υψηλά επίπεδα, επιδρώντας με τον βέλτιστο τρόπο στο περιβάλλον που κατέχει υψηλό κίνδυνο τα τελευταία χρόνια (Gaudin, 2013).

✓ Validation tools

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν προγράμματα όπως το ‘Solibri Model Checker’ και ‘Navisworks’ τα οποία αποτελούν πολύ σημαντικό τμήμα της τεχνολογίας BIM. Τα προγράμματα αυτά έχουν όλες τις λειτουργίες προκειμένου να παρέχουν αξιοπιστία και ακρίβεια στα 3D μοντέλα. Τα εργαλεία τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο διαφορετικών θεμάτων σε διαφορετικά στάδια ενός έργου, όπως για εντοπισμό συγκρούσεων και ασυμβατοτήτων (Siddiqui, 2010).

Όνομα λογισμικού	Όνομα εταιρίας	Κύρια λειτουργία
Revit Architecture Revit Structure Revit MEP	Autodesk	3D αρχιτεκτονική μοντελοποίηση 3D δομική μοντελοποίηση 3D MEP μοντελοποίηση
ArchiCAD	Graphisoft	3D αρχιτεκτονική μοντελοποίηση
AutoCAD Architecture AutoCAD MEP AutoCAD Civil 3D	Autodesk	3D αρχιτεκτονική μοντελοποίηση 3D MEP μοντελοποίηση ανάπτυξη χώρου
Cadpipe Commercial Pipe Cadpipe HVAC	AEC Design Group	3D μοντελοποίηση αγωγών 3D HVAC μοντελοποίηση
Bentley BIM Suite (Microstation, Bentley Architecture, Structural, Mechanical, Electrical, Generative Design)	Bentley System	3D αρχιτεκτονική, δομική, ηλεκτρολογική/μηχανολογική μοντελοποίηση
Vectorworks Designer	Nemetschek	3D αρχιτεκτονική μοντελοποίηση
Fastrak	CSC(UK)	3D δομική μοντελοποίηση

Πίνακας 3.2: Authoring tools

Πηγή: Arayici, 2015

3.5. Φάσεις της διαδικασίας κατασκευής ενός κτηρίου

Η τεχνολογία BIM χαρακτηρίζεται ως μία Διαδικασία Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού, IPD (Integrated Design Process). Με το όρο 'Integrated' ορίζεται η προσέγγιση του κτηρίου στο οποίο δουλεύουν όλοι οι συμμετέχοντες στο έργο με συλλογικό τρόπο, σε όλη τη διάρκεια ζωής του, με σκοπό να πετύχουν υψηλότερες αποδόσεις σε λιγότερο χρόνο και με χαμηλότερο κόστος (Elvin, AIA). Σε γενικές γραμμές, η Διαδικασία Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού, συνιστά μια σύγχρονη αντίληψη για τον τρόπο μελέτης σχεδιασμού των οικοδομικών έργων, επιδιώκοντας να πετύχει υψηλή απόδοση σε ένα ευρύ φάσμα από καλά

καθορισμένους περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς στόχους, παραμένοντας εντός των αρχικών χρονικών και οικονομικών περιορισμών του έργου. Πρόκειται για μία προσέγγιση που απαιτεί τη συγκρότηση και συμμετοχή ειδικών από πολλούς κλάδους, ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες του έργου από τα αρχικά στάδια σχεδιασμού μέχρι και την κατολίσθησή τους (Γωνιανάκης, 2014).

Σύμφωνα με τον Arayıcı (2015), τα κατασκευαστικά έργα περνούν μέσα από τρεις κύριες φάσεις κατά τη διάρκεια της ζωής τους, οι οποίες αναλύονται στις παρακάτω υποενότητες. Κάθε φάση χωρίζεται σε επιμέρους φάσεις που σχετίζονται με τις επιμέρους δραστηριότητες που λαμβάνουν μέρος σε αυτές.

- Φάση Σχεδιασμού (Design Phase)
- Φάση κατασκευής (Construction Phase)
- Φάση λειτουργίας (Operation Phase)

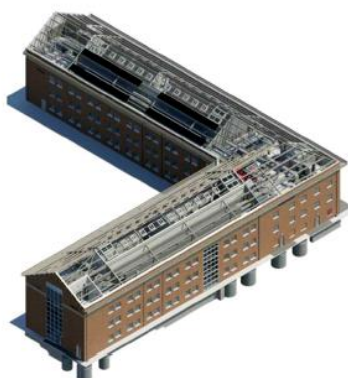
3.5.1. Φάση Σχεδιασμού (Design Phase)

Στην φάση σχεδιασμού ορίζονται οι περισσότερες κτηριακές πληροφορίες, οι οποίες διαφοροποιούνται ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις ανάγκες του έργου. Η τεχνολογία BIM επηρεάζει την φάση αυτή πιο πολύ από κάθε άλλη φάση, διότι σε αυτή την φάση θα ληφθούν οι περισσότερες αποφάσεις και πρέπει να είναι όσο πιο ακριβείς και αξιόπιστες γίνεται, καθώς στα μετέπειτα στάδια του έργου η κάθε αλλαγή θα κοστίζει πιο πολύ σε χρόνο και χρήμα. Η κάθε αλλαγή ανεξάρτητα σε πιο στάδιο θα υλοποιηθεί, ενημερώνεται αυτόματα σε ότι συνδέεται με αυτή, σε όσα στάδια έχουν πραγματοποιηθεί. Επομένως, το έργο που θα παραδοθεί θα χαρακτηρίζεται από αξιοπιστία, έχοντας εξοικονομηθεί σημαντικός χρόνος. Το BIM αντιλαμβάνεται πιο έντονα στη φάση σχεδιασμού από ότι στη φάση κατασκευής και λειτουργίας, διότι οι δραστηριότητες που λαμβάνουν μέρος σε αυτή καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα τομέων:

- 3D Απεικόνιση
- Μοντελοποίηση χώρου
- Σχεδιασμός
- Έλεγχος σχεδιασμού
- Αναλύσεις
- Επικυρώσεις
- Εκτιμήσεις κόστους

a. 3D Απεικόνιση

Ένα 3D μοντέλο μπορεί να σχεδιαστεί και να παραχθεί αυτόματα από μία εφαρμογή BIM, συμβάλλοντας στην καλύτερη κατανόηση και απεικόνιση της κατασκευής από τους χρήστες. Εξαιτίας της εύληπτης φύσης της, η 3D απεικόνιση παρέχει γρήγορη και με ακρίβεια εκτίμηση του έργου από εξειδικευμένο ή μη προσωπικό (Underwood&Isikdag,2010).



Εικόνα 3.9: 3D BIM μοντέλο της Cookham Wood φυλακής
Πηγή: Construction News, 2013

b. Μοντελοποίηση χώρου

Ένα μοντέλο BIM με γεωγραφικές πληροφορίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναδείξει τη βέλτιστη θέση για τη χωροθέτηση ενός έργου. Για παράδειγμα, το λογισμικό Revit παρέχει εργαλεία που δίνουν την δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργήσει την μορφολογία του εδάφους. Γενικότερα, το 3D μοντέλο ενός χώρου μπορεί να αναδείξει την καλύτερη θέση βασιζόμενο σε κριτήρια όπως πρόσβαση, διαθεσιμότητα φωτός, θέση σε σχέση με τον ήλιο και άλλους παράγοντες. Τέλος, η ενσωμάτωση GIS και BIM, η οποία είναι υπό έρευνα, θα ωφελήσει τους χρήστες με τη δυνατότητα επιλογής κατάλληλου χώρου μέσω διεξαγωγής μελετών (Azhar, 2012).

c. Σχεδιασμός

Ο σχεδιασμός μπορεί να θεωρηθεί ως μία διαδικασία που χρησιμοποιεί εργαλεία BIM για την ανάπτυξη ενός μοντέλου BIM, βασισμένη στις απαιτήσεις σχεδιασμού που έχουν ζητηθεί και μεταφέρονται ακόλουθα στο σχεδιασμό του κτηρίου (CICRP, 2010). Το σύνολο των 3D μοντέλων που παράγονται περιλαμβάνουν την αναπαράσταση του αρχιτεκτονικού και δομικού σχεδιασμού καθώς και μηχανολογικά-ηλεκτρολογικά μοντέλα (MEP). Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, έχουν αναπτυχθεί ένα σύνολο από εργαλεία BIM, ειδικά για σχεδιασμό ('authoring tools'), παρέχοντας σημαντικές πληροφορίες, όπως πληροφορίες για ειδικές προδιαγραφές, πίνακες, κόστη και υλικά (Bloomberg,2012).

d. Έλεγχος σχεδιασμού

Ο έλεγχος σχεδιασμού επίσης συνιστά μία διαδικασία στην οποία ένα μοντέλο BIM χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση ενός έργου με βάση ένα σύνολο από κριτήρια όπως για παράδειγμα, τη διάταξη, την ασφάλεια, την ακουστική και την εργονομία (Bloomberg,2012). Αυτοί οι έλεγχοι θα οδηγήσουν στην ελαχιστοποίηση ή ακόμα και στην εξαφάνιση πιθανών προβλημάτων κατά την φάση της κατασκευής καθώς και στη μείωση των απαιτήσεων για

πρόσθετες πληροφορίες, διορθώσεις και συγκρούσεις μέσα στην ομάδα του έργου (NRC,2011).

e. Αναλύσεις

Η μηχανική ανάλυση συνιστά διαδικασία κατά την οποία γίνεται χρήση 'έξυπνων' εργαλείων μοντελοποίησης και επιλέγεται ένα BIM μοντέλο για να ορίσει την πιο αποδοτική μηχανική μέθοδο, βασισμένη σε προδιαγραφές σχεδιασμού (CICRP,2010). Στα BIM υπάρχουν εξειδικευμένα εργαλεία που έχουν την δυνατότητα να κάνουν αναλύσεις μηχανολογικές, ενεργειακές, ακουστικές κλπ. Η ικανότητα για διεξαγωγή αναλύσεων σε ένα ψηφιακό μοντέλο μπορεί να βοηθήσει στη μείωση κόστους και να συμβάλει στο βέλτιστη μορφή του κτηρίου για όλη τη διάρκεια ζωής του (NRC,2011).

f. Επικύρωση

Η επικύρωση συνιστά διαδικασία πολύ σημαντική για κάθε BIM μοντέλο καθώς ελέγχει σύμφωνα με κανόνες εάν έχουν εκπληρωθεί οι απαιτήσεις και αν έχουν εμφανιστεί λάθη στο BIM μοντέλο. Συγκεκριμένα, ο έλεγχος για τις απαιτήσεις επικεντρώνεται στη σύγκριση των απαιτήσεων των πελατών με την τρέχουσα πρόοδο του σχεδιασμού, αφορώντας διάφορα θέματα όπως χωρικές απαιτήσεις, απαιτήσεις για ύψος ή αποστάσεων για συγκεκριμένους όγκους ή μεταξύ αυτών. Τέλος, η επικύρωση των BIM μοντέλων προσανατολίζεται σε παραμετρικούς κανόνες που εφαρμόζονται για ανίχνευση λαθών, ασυνεχειών και ασυμβατοτήτων. Χαρακτηριστικό BIM λογισμικό, ειδικό για επικύρωση συνιστά το 'Solibri Model Checker'.

g. Εκτιμήσεις κόστους

Η διαδικασία του υπολογισμού ποσοτήτων (Quantity take-off) δηλώνει το πλήθος των υλικών και των στοιχείων που χρησιμοποιούνται σε ένα συγκεκριμένο έργο, συνιστώντας σημαντικό εργαλείο στον τομέα των εκτιμήσεων κόστους. Το BIM στη συγκεκριμένη δραστηριότητα χρησιμοποιείται για την εξαγωγή με αυτοματοποιημένο τρόπο δεδομένων από ένα μοντέλο, παραγόμενο με εργαλεία BIM για σχεδιασμό, για σκοπούς εκτίμησης κόστους του έργου. Επιπρόσθετα, η διαδικασία αυτή μέσω της χρήσης BIM, μπορεί να πραγματοποιήσει συγκρίσεις στα κόστη από τους διάφορους σχεδιασμούς που έχουν γίνει, με σκοπό να γίνουν αλλαγές οι οποίες θα κριθούν σκόπιμες, με την εφαρμογή τους στα πρώτα στάδια σχεδιασμού, ώστε να αποφευχθούν υπερβάσεις στον προϋπολογισμό. Παραδείγματα εργαλείων BIM που έχουν την δυνατότητα να εισάγονται σε BIM μοντέλα και να εξάγουν τα απαραίτητα στοιχεία είναι : Autodesk QTO, Vico Takeoff Manager, Innovaya, Exactal CostX.

Πηγή: Arayıcı, 2015

3.5.2. Φάση κατασκευής (Construction Phase)

Η τεχνολογία BIM επηρεάζει τη φάση κατασκευής σε σημαντικό βαθμό καθώς παρέχει μία ομαλή και με κατάλληλο τρόπο σχεδιασμένη διαδικασία, η οποία ελαχιστοποιεί τα λάθη και τις συγκρούσεις, εξοικονομώντας χρόνο και χρήμα (Eastman, 2011). Συγκεκριμένα, η χρήση BIM στην κατασκευαστική φάση έχει αποδειχτεί ωφέλιμη στον συντονισμό των δραστηριοτήτων, του προσωπικού και των υλικών, για την ελαχιστοποίηση των πιθανών συγκρούσεων και τη μείωση των καθυστερήσεων, αποδίδοντας στο μέγιστο βαθμό ένα έργο.

Η ψηφιακή κατασκευή (digital fabrication) αποτελεί δραστηριότητα βασισμένη σε τεχνολογίες μηχανών για προκατασκευή αντικειμένων άμεσα από ένα 3D μοντέλο (Bloomberg, 2012). Οι μηχανές αυτές (π.χ. CNC) χρησιμοποιούνται για δημιουργία διαφορετικών τομών σε αγωγούς και σε άλλα στοιχεία κτηρίων, μέσα σε ένα πλήρως ελεγχόμενο περιβάλλον (Forbes&Ahmed, 2010). Το επίπεδο των πληροφοριών που αφορούν το κατασκευαστικό τμήμα σε ένα μοντέλο BIM σχηματίζει τη βάση για την κατασκευή αντικειμένων (Sistani, 2013). Επομένως, το μοντέλο BIM ολοκληρωμένο από την φάση σχεδιασμού μπορεί να συνδεθεί με κατασκευαστικά εργαλεία συμβατά με BIM για να αποφέρουν το κατάλληλο αποτέλεσμα όπως για παράδειγμα, ένα σύνολο από σχέδια και τομές (Eastman, 2011). Η εργασία αυτή, εκτός των εγκαταστάσεων, συνιστά πολύ σημαντική και αποφέρει μειωμένα κόστη και χρόνο (Forbes&Ahmed, 2010).

Το BIM έχει τη δυνατότητα για προκατασκευαστικές δραστηριότητες. Οι λεπτομέρειες του σχεδιασμού μπορούν να μετατραπούν σε κατάλληλα σχέδια και προκατασκευαστικές οδηγίες για τα υπό-στοιχεία. Η χρήση των BIMs για κατασκευή αποτρέπει προβληματικά και δύσκολα τμήματα στην κατασκευαστική διαδικασία (Khoshnava, 2012). Στον 3.3 Πίνακα παρουσιάζονται κάποια από τα εργαλεία BIM που χρησιμοποιούνται στη φάση κατασκευής ενός έργου.

Πηγή: Arayici, 2015

BIM Software	Building System Compatibility
Tekla Structure	Structural steel, Precast concrete, CIP reinforced concrete, Mechanical, Electrical, Plumbing, Curtain walls
SDS/2 Design Data	Structural steel
StruCAD	Structural steel
Revit Structure	Structural steel, CIP reinforced concrete
Revit MEP	Mechanical, Electrical, Plumbing and piping
3d+	Structural steel
Structureworks	Precast concrete
Revit Architecture	Curtain walls
aSa Rebar Software	CIP reinforced concrete
Allplan Engineering	Structural steel, CIP reinforced concrete, precast concrete
Allplan Architecture	Curtain walls
Catia (Digital Project)	Curtain walls
Graphisoft ArchiGalzing	Curtain walls
SoftTech V6	Curtain walls
CADPipe Commercial Pipe	Piping and plumbing
CADPIPE HVAC and Hanger	HVAC ducts

Πίνακας 3.3:Εργαλεία BIM για την φάση κατασκευής
Πηγή: Arayici, 2015

3.5.3. Φάση λειτουργίας (Operation Phase)

Στα περασμένα χρόνια, οι πληροφορίες που αφορούσαν ένα έργο ήταν με την μορφή αναλογικών εγγράφων, τα οποία φυλάσσονταν σε ειδικούς φακέλους και χώρους. Σε περίπτωση αλλαγών, η διαδικασία που έπρεπε να ακολουθηθεί ήταν χρονοβόρα και μη αποτελεσματική. Παρόλα αυτά, η τεχνολογία BIM παρέχει μία κεντρική αποθήκη, στην οποία διατηρούνται όλα τα δεδομένα που αφορούν ένα κτήριο και τα συστήματά που το απαρτίζουν. Η φάση που έπεται του σχεδιασμού και της κατασκευής ονομάζεται φάση λειτουργίας, στην οποία διατίθενται όλες τις πληροφορίες τις οποίες ο διαχειριστής είναι σε θέση να χρησιμοποιεί και να επεξεργάζεται για την συντήρηση του κτηρίου και την εκτέλεση ειδικών λειτουργιών που θα συμβάλουν στην αποδοτικότητά του. Υπάρχουν διάφορα

εμπορικά συστήματα τα οποία προσφέρουν αυτοματοποιημένη μεταφορά των δεδομένων από ένα BIM σε ένα σύστημα διαχείρισης και συντήρησης π.χ. CMMS (Computerized Maintenance Management) και CAFM (Computer Aided Facility Management (Akcamete, 2010).

Παρομοίως, το διεθνές διαλειτουργικό πρότυπο COBie (Construction Operations Building Information Exchange) παρέχει ένα πλαίσιο για να αποθηκεύονται τα δεδομένα σε όλη τη διάρκεια σχεδιασμού και κατασκευής. Επιτρέπει την εξαγωγή των απαραίτητων πληροφοριών από ένα BIM, αποδίδοντάς τα σε σχέδια συντήρησης και οδηγίες συστήματος μέσω ενός κεντρικού φύλλου και εισάγοντάς τα προς διαχείριση σε ένα σύστημα CMMS (Akcamete, 2010).

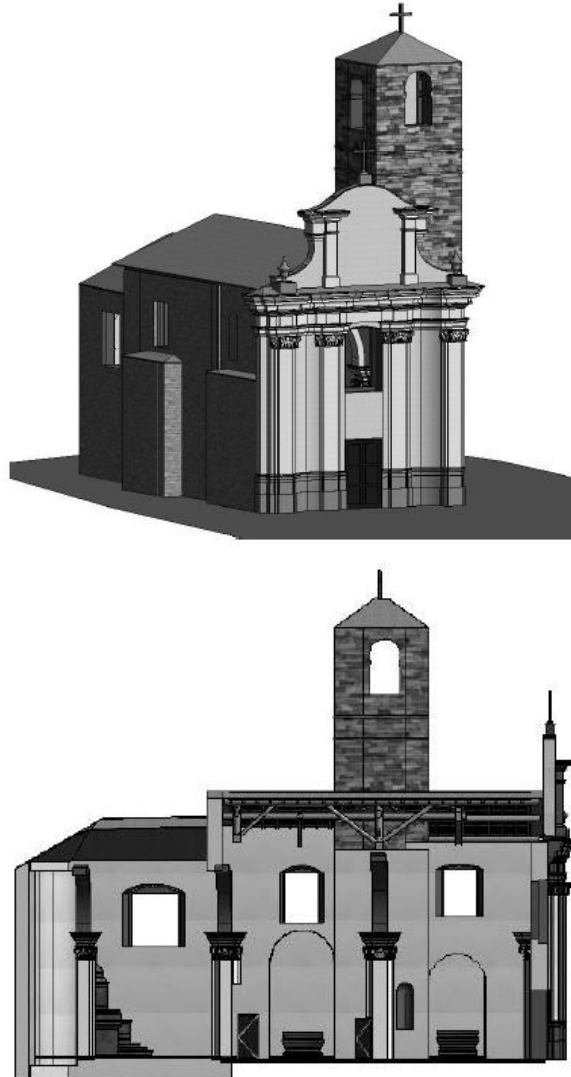
Πηγή: Arayici, 2015

3.6. BIM και Πολιτισμική Κληρονομιά, HBIM

Η τεχνολογία BIM εφαρμόζεται για εκσυγχρονισμένα αρχιτεκτονικά κτήρια, αλλά θέτει κάποιους περιορισμούς όταν αντικείμενό της γίνεται η διαχείριση και η αρχειοθέτηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Η περίπλοκη γεωμετρία που χαρακτηρίζει τέτοια κτήρια μπορεί να αντιμετωπιστεί παραμετρικά, αλλά απαιτεί σημαντική εξειδίκευση στην 3D κατανόηση και μοντελοποίηση, διαφορετικά η διαδικασία σχεδιασμού μπορεί να καταλήξει σε χρονοβόρα διαδικασία. Χαρακτηριστική ενσωμάτωση της τεχνολογίας BIM στον τομέα της Πολιτιστικής Κληρονομιάς αποτελεί το HBIM (Historic Building Information Modeling) το οποίο αναπτύχθηκε από τον Murphy (2009,2011). Το HBIM λειτουργεί ως επέκταση του BIM και συγκεκριμένα πρόκειται για μία βιβλιοθήκη παραμετρικών οντοτήτων φτιαγμένων από ιστορικά δεδομένα και ένα σύστημα για χαρτογράφηση παραμετρικών οντοτήτων βασισμένα σε νέφη σημείων και σημεία φωτογραφιών. Το τελικό προϊόν είναι ένα 3D μοντέλο του πραγματικού αντικειμένου, το οποίο παρέχει πληροφορίες γεωμετρικές και σημασιολογικές όπως ένα κανονικό BIM μοντέλο.

Η πιλοτική εφαρμογή για τις δυνατότητες εφαρμογής του λογισμικού BIM Revit σε ένα μνημείο και συγκεκριμένα στην καθολική εκκλησία της Santa Maria στην Scaria της Ιταλίας, πραγματοποιήθηκε από την Bregianni το 2013. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν βιβλιοθήκες με παραμετρικά αρχιτεκτονικά στοιχεία στην προσπάθεια σχεδιασμού της εκκλησίας. Λόγω όμως της περιπλοκότητας και των έντονων λεπτομερειών της, σημαντική μελέτη έπρεπε να πραγματοποιηθεί όσο αφορά τα δεδομένα από τα οποία αποτελούταν το μνημείο. Το BIM Revit λογισμικό όμως διαχειρίζεται κυρίως απλοποιημένες επιφάνειες, συνεπώς κάποιες γεωμετρικές λεπτομέρειες δεν μπόρεσαν να περιγραφούν πλήρως καθώς επίσης και η απόδοση υψής αυτών ήταν περιορισμένη. Επιπροσθέτως, η εισαγωγή ορθοφωτογραφιών ή μοντέλων με υφή δεν μπόρεσε να γίνει απευθείας στο BIM Revit μοντέλο τα οποία θα ολοκλήρωναν την οπτικοποίηση. Εστιάζοντας με πιο πολύ λεπτομέρεια στην εκκλησία, τα δεδομένα- νέφη σημείων δεν αξιοποιήθηκαν έτσι όπως είχε προγραμματιστεί, όπως για παράδειγμα για τον θόλο της εκκλησίας. Συγκεκριμένα, η δημιουργία επιφάνειας μέσω του νέφους σημείων που θα μπορούσε να διατηρήσει τη γεωμετρία αλλά ταυτόχρονα και

πληροφορίες σχετικά με αυτή, δεν μπόρεσε να επιτευχθεί. Συνεπώς, περισσότερη έρευνα πρέπει να γίνει όσο αφορά την διαχείριση νέφη σημείων για την δημιουργία επιφανειών. Τέλος, η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την δημιουργία των οντοτήτων που συγκροτούν την εκκλησία αποτέλεσε χρονοβόρα καθώς βάση για την κατασκευής τους ήταν αρχεία CAD και όχι σημεία από laser scanning, που αποτελεί την πιο γρήγορη και αποτελεσματική τεχνική στην αντιμετώπιση μνημείων.



Εικόνα 3.10: Τελικό μοντέλο της εκκλησίας, εξωτερικό μέρος (πάνω) και εσωτερικό (κάτω)
Πηγή: Bregianni, 2013

Συμπερασματικά, κρίνεται ωφέλιμη και σημαντική η περισσότερη μελέτη για την ανάπτυξη τέτοιων ζητημάτων. Εστιάζοντας στην τεχνολογία BIM, χρειάζεται να πραγματοποιηθούν εξελίξεις και βελτιώσεις όσο αφορά την καλύτερη και αποτελεσματικότερη ενσωμάτωσή της στον τομέα της Πολιτιστικής Κληρονομιάς.

Πηγή: Bregianni, 2013

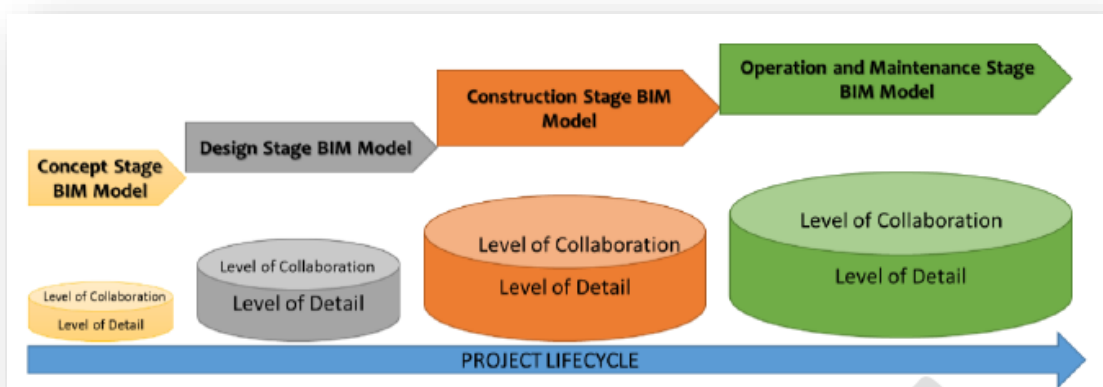
3.7. Επίπεδο λεπτομέρειας-ανάπτυξης σχεδιασμού (L.O.D)

Σε όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής ενός έργου, το σχετιζόμενο με αυτό μοντέλο BIM επίσης μεταβάλλεται και προοδεύει. Σύμφωνα με την Sawhney (RICS, 2014), τα μοντέλα BIM αναφέρονται με διαφορετικούς κανόνες που αφορούν την ονομασία τους. Ένας κανόνας ο οποίος είναι κοινός στον κλάδο των κατασκευών κατατάσσει τις λειτουργίες ενός BIM μοντέλου σε τέσσερα στάδια:

1. Στο εννοιολογικό στάδιο του BIM μοντέλου (concept- stage).
2. Στο στάδιο σχεδιασμού (design-stage), στην περίπτωση που το έργο είναι ένα κτήριο έχουμε αναφορές σε αρχιτεκτονικό μοντέλο, δομικό μοντέλο, MEP μοντέλο κλπ.
3. Το στάδιο κατασκευής (construction-stage).
4. Το στάδιο λειτουργίας και συντήρησης (operation and maintenance-stage).

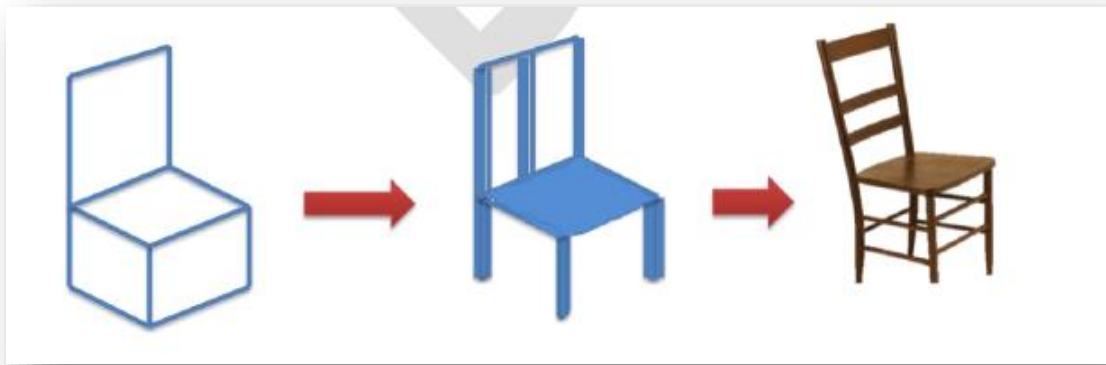
Δύο είναι τα κύρια κριτήρια τα οποία ορίζουν την πρόοδο του μοντέλου κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου, ακόλουθα με την Sawhney (RICS,2014).

- Το επίπεδο λεπτομέρειας ή ανάπτυξης σχεδιασμού (Level Of Detail or Level Of Development).
- Η συμμετοχή των μελών της ομάδας του έργου (Level Of Collaboration).



Εικόνα 3.11: Πρόοδος του μοντέλου
Πηγή: Sawhney (RICS),2014

Στην εικόνα παρουσιάζεται η πρόοδος ενός μοντέλου κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου. Συγκεκριμένα, το επίπεδο λεπτομέρειας αυξάνεται καθώς το έργο μεταβαίνει από το εννοιολογικό στάδιο στο στάδιο σχεδιασμού και ακόλουθα στο στάδιο λειτουργίας και συντήρησης. Η αύξηση αυτή γίνεται αντιληπτή από την αναλογική αύξηση του ύψους του κυλίνδρου. Επίσης, ο βαθμός συμμετοχής των μελών της ομάδας του έργου αυξάνεται από την μετάβαση του έργου από το αρχικό έως το τελικό στάδιο και διακρίνεται με την αύξηση της διαμέτρου του κυλίνδρου.



Εικόνα 3.12: Επίπεδο ανάπτυξης σχεδιασμού
Πηγή: Sawhney (RICS),2014

Το πλήθος των πληροφοριών που είναι διαθέσιμες για ένα έργο και τα στοιχεία του αυξάνονται, καθώς το έργο εξελίσσεται από στάδιο σε στάδιο. Η ποσότητα όμως των διαθέσιμων πληροφοριών σε ένα μοντέλο BIM και το στάδιο στο οποίο εμφανίζονται συνιστά ένα σημαντικό ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί. Με την χρήση της έννοιας του ‘επιπέδου ανάπτυξης του σχεδιασμού ή λεπτομέρειας, LOD’, η πρόοδος ενός μοντέλου BIM μπορεί να ορισθεί.

Στην 3.12 Εικόνα, δίνεται το παράδειγμα της καρέκλας για να γίνει ευκολότερα αντιληπτή η έννοια του επιπέδου λεπτομέρειας. Σε αρχικό στάδιο ένα μοντέλο BIM μπορεί να έχει ένα σύνολο από γραμμές που να αναπαριστούν την οντότητα, καρέκλα. Καθώς όμως οι πληροφορίες σχετικά με το σχεδιασμό και την κατασκευή της γίνονται διαθέσιμες και ενσωματώνονται στο μοντέλο, το επίπεδο λεπτομέρειας αυξάνεται. Με τον τρόπο αυτό οι πληροφορίες που συλλαμβάνονται σε κάθε ένα στοιχείο στο μοντέλο BIM επίσης αυξάνονται.

Πηγή: Sawhney (RICS),2014

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω ερωτήματα και προβληματισμούς, ένα ενιαίο τυποποιημένο πλαίσιο είναι ανάγκη να καθοριστεί μέσα από το οποίο θα διασαφηνιστούν:

- Ανάλογα με την χρήση του κάθε μοντέλου BIM, ποιες πληροφορίες και στοιχεία κρίνονται απαραίτητα και
- Ο βαθμός ακρίβειας και πληρότητας με τον οποίο οι παραπάνω κατάλληλες πληροφορίες για κάθε χρήση μοντέλου BIM θα αναπαρίστανται.

Για την αντιμετώπιση της ανάγκης αυτής, η Vico Software άρχισε πρώτη να επεξεργάζεται το 2004 μια σχετική προδιαγραφή με την επωνυμία ‘Model Progression Specification (MPS)’. Η εταιρία Web Builders συνεργάστηκε με τη Vico για την ανάπτυξη της προδιαγραφής αυτής την οποία παρέδωσε στη συνέχεια στην αρμόδια επιτροπή του Αμερικανικού Ινστιτούτου

Αρχιτεκτόνων (American Institute of Architects AIA). Από την τεχνική επιτροπή της AIA διερευνήθηκε κατά πόσο είναι δυνατό να εφαρμοστούν οι προδιαγραφές MPS, συλλέγοντας απόψεις από αρχιτέκτονες, εργολάβους, μηχανικούς και προγραμματιστές λογισμικού. Τελικά το AIA υιοθέτησε την προδιαγραφή αυτή, με τον κωδικό 'E202' και τον τίτλο 'Building Information Modeling Protocol'.

Η πρώτη έκδοση της προδιαγραφής AIA E202 δημοσιεύθηκε το φθινόπωρο του 2008 (AIA Document E202-2008, Building Information Modeling Protocol Exhibit) και η τελευταία το 2013 με κωδικό AIA G203 (AIA Document G202-2013, Building Information Modeling Protocol Form).

Πηγή: BIMForum, 2015

Το ακρωνύμιο LOD μερικές φορές γίνεται αντιληπτό ως επίπεδο λεπτομέρειας περισσότερο από ότι επίπεδο ανάπτυξης σχεδιασμού. Η προδιαγραφή χρησιμοποιεί την έννοια ως επίπεδο ανάπτυξης σχεδιασμού (Level Of Development). Υπάρχουν σημαντικές διαφορές:

- ✚ Το επίπεδο λεπτομέρειας (Level Of Detail) απαντά στο ερώτημα ' πόση λεπτομέρεια περιλαμβάνεται σε ένα στοιχείο του μοντέλου'.
- ✚ Το επίπεδο ανάπτυξης σχεδιασμού (Level of Development) αναφέρεται στο βαθμό που μπορούν τα μέλη της ομάδας του έργου να αντλούν πληροφορίες ενώ χρησιμοποιούν το μοντέλο.

Ουσιαστικά, το επίπεδο λεπτομέρειας συνιστά μονάδα εισόδου στο στοιχείο ενώ το επίπεδο ανάπτυξης σχεδιασμού αξιόπιστη μονάδα εξόδου. (BIMForum, 2015).

Τα επίπεδα ανάπτυξης σχεδιασμού είναι πέντε όπως φαίνονται στον 3.4 Πίνακα: LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400, LOD 500. Αυτοί οι κωδικοί συμβαδίζουν με τα στάδια κάθε έργου: σχηματική απεικόνιση (Conceptual), γεωμετρική απεικόνιση (Approximate Geometry), τεχνική απεικόνιση (Precise Geometry), κατασκευαστική απεικόνιση (Fabrication) και απεικόνιση κατασκευασμένου έργου (As-built) αντίστοιχα (Jaing, 2011 Velasco, 2013). Αυτά τα επίπεδα απαιτούν συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων μερών στο έργο για να προσδιορίσουν ποιος θα είναι υπεύθυνος για την ανάπτυξη κάθε στοιχείου και σε ποιο βαθμό το μοντέλο BIM θα αναλυθεί (Brewer, 2012).

Τα LODs αποτελούν και ένα μέτρο της προόδου του σχεδιασμού. Με άλλα λόγια στο επίπεδο 100 γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι χρειάζεται αρκετή επεξεργασία για να επιτευχθούν επίπεδα 300 ή 400. Υπό την έννοια αυτή τα επίπεδα ανάπτυξης σχεδιασμού μπορούν να θεωρηθούν ότι αντιστοιχούν στα κλασικά ποσοστά ολοκλήρωσης του σχεδιασμού του έργου. Έτσι, θεωρώντας ότι το LOD 500 είναι το 100%, το LOD 100=20%, LOD 200=40%, LOD 300=60%, LOD 400=80%.

Πηγή: Sawhney (RICS), 2014

Σύμφωνα με το πρωτόκολλο AIA Document G202-2013, Building Information Modeling Protocol Form, τα LODs ερμηνεύονται ως εξής:

Επίπεδα ανάπτυξης σχεδιασμού (LOD)	Στοιχεία που μοντελοποιούνται
100	Γραφική αναπαράσταση στοιχείων μοντέλου με ένα σύμβολο η άλλη γενική αναπαράσταση, χωρίς να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του επιπέδου LOD 200. Πληροφορίες σχετικές με τα στοιχεία του μοντέλου (π.χ. κόστος ανά τετραγωνικό μέτρο) μπορούν να προέρχονται από στοιχεία άλλου μοντέλου.
200	Γραφική αναπαράσταση ως ένα γενικό σύστημα, αντικείμενο ή σύνθεση από προσεγγιστικές ποσότητες όπως μέγεθος, σχήμα, τοποθεσία και προσανατολισμός. Περιλαμβάνονται και μη γραφικές πληροφορίες.
300	Γραφική αναπαράσταση ως ένα συγκεκριμένο σύστημα, αντικείμενο ή σύνθεση από συγκεκριμένες ποσότητες όπως μέγεθος, σχήμα, τοποθεσία και προσανατολισμός. Περιλαμβάνονται και μη γραφικές πληροφορίες.
400	Γραφική αναπαράσταση ως ένα συγκεκριμένο σύστημα, αντικείμενο ή σύνθεση από συγκεκριμένες ποσότητες όπως μέγεθος, σχήμα, τοποθεσία και προσανατολισμός και λεπτομερείς κατασκευαστικές πληροφορίες και πληροφορίες συναρμολόγησης και εγκατάστασης. Περιλαμβάνονται και μη γραφικές πληροφορίες.
500	Τα στοιχεία του μοντέλου απεικονίζονται όπως είναι στην πραγματικότητα όσο αφορά το μέγεθος, το σχήμα, τη θέση, την ποσότητα και τον προσανατολισμό. Περιλαμβάνονται και μη γραφικές πληροφορίες.

Πίνακας 3.4: Επίπεδα ανάπτυξης σχεδιασμού (LOD)

Πηγή: www.aia.org

3.8 Διαλειτουργικότητα

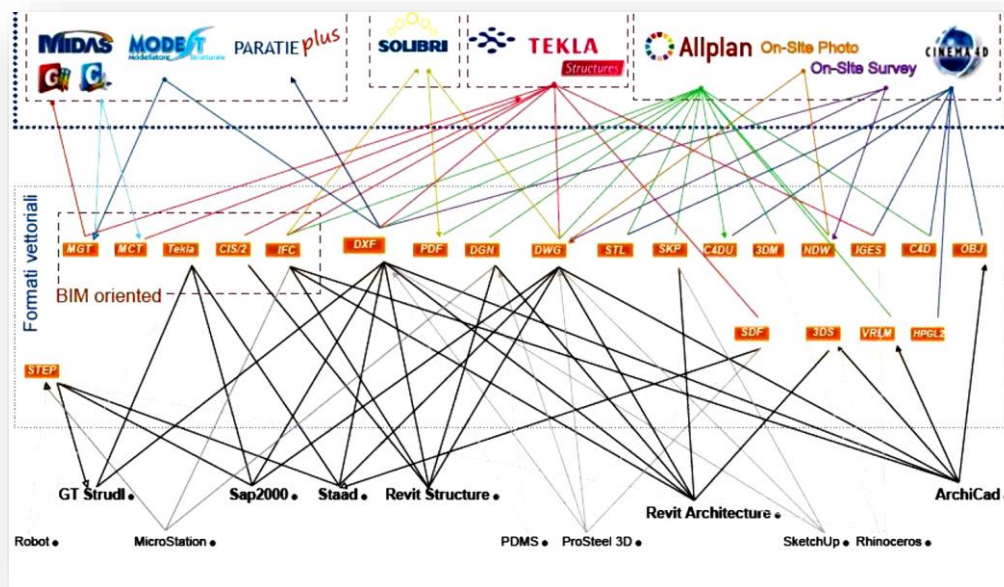
Ο κεντρικός πυρήνας ενός BIM δεν είναι η γεωμετρία αλλά οι πληροφορίες που συνδέονται με αυτό. Επομένως, το κλειδί για ένα επιτυχημένο BIM βρίσκεται στον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες έρχονται σε επαφή με τις πληροφορίες και το κλειδί για την συνεργασία αποτελεί η σωστή διαχείριση των πληροφοριών.

Σήμερα ο βαθμός συνεργασίας μεταξύ των μελών που συμμετέχουν σε ένα έργο δεν θεωρείται ολοκληρωμένος και έχει δυνατότητες αύξησης. Για το λόγο αυτό, κάθε ένα μέλος παράγει τα αρχεία του και στην συνέχεια τα παραδίδει στα υπόλοιπα μέλη που είναι αρμόδια να συνεχίσουν το έργο. Αυτή όμως η διαδικασία αντανακλά περισσότερο σε εκπλήρωση των υποχρεώσεων παρά σε μία υγιή και διαδραστική συνεργασία μεταξύ τους. Επιπρόσθετα, διαδικασία που χαρακτηρίζεται ως μη ανοιχτή και ενσωματωμένη αυξάνει τις πιθανότητες για

λάθη και ασυμβατότητες, τα οποία δεν θα είναι σε θέση να διορθωθούν καθώς θα έχουν ήδη ληφθεί οι αποφάσεις. Η κατάσταση αυτή είναι χαρακτηριστική στον κλάδο των κατασκευών, καθώς υπάρχουν πολλά εργαλεία και λογισμικά τα οποία ικανοποιούν τις τρέχουσες ανάγκες και απαιτήσεις και δεν επιτρέπουν ταυτόχρονα την εγκαθίδρυση ουσιαστικής διαλειτουργικότητας (Venugopal ,2012).

Ο κύριος στόχος της διαλειτουργικότητας συνιστά την παροχή κατάλληλων δεδομένων, στον κατάλληλο μορφότυπο και στην κατάλληλη στιγμή που απαιτούνται, προσπαθώντας να αναιρέσει όλες τις διαδικασίες σπατάλης χρόνου και χρήματος για την αναδημιουργία, διόρθωση και μετατροπή κτηριακών δεδομένων σε όλη την διάρκεια της διαδικασίας, στην οποία δημιουργείται ένας μεγάλος όγκος πληροφοριών (Eastman, 2011). Επομένως, η διαλειτουργικότητα μεταξύ των συστημάτων βελτιώνει την αποδοτικότητα και δημιουργεί υψηλές πιθανότητες για εξοικονομήσεις και οικονομικά οφέλη (Laakso and Kiviniemi, 2012).

Η διαλειτουργικότητα, στις αρχές εφαρμογής της, αφορούσε κυρίως ανταλλαγές μέσω μορφοτύπων που είχαν ως βάση τους την γεωμετρία, π.χ. DXF (Drawing eXchange Format) ή IGES (Initial Graphic Exchange Specification), (Venugopal, 2012). Από το 1980, η ανάπτυξη των μοντέλων δεδομένων συνεχίστηκε για να υποστηρίξει ανταλλαγές προϊόντων και μοντέλων μεταξύ διαφορετικών κλάδων και σε αυτή την προσπάθεια συνέβαλε το διεθνές πρότυπο ISO-STEP. Η ανταλλαγή κτηριακών μοντέλων όμως δεν είναι μία απλή διαδικασία, καθώς οι πληροφορίες που τα συγκροτούν δεν είναι μόνο γεωμετρικές αλλά και περιγραφικές (Bolpagni, 2013).



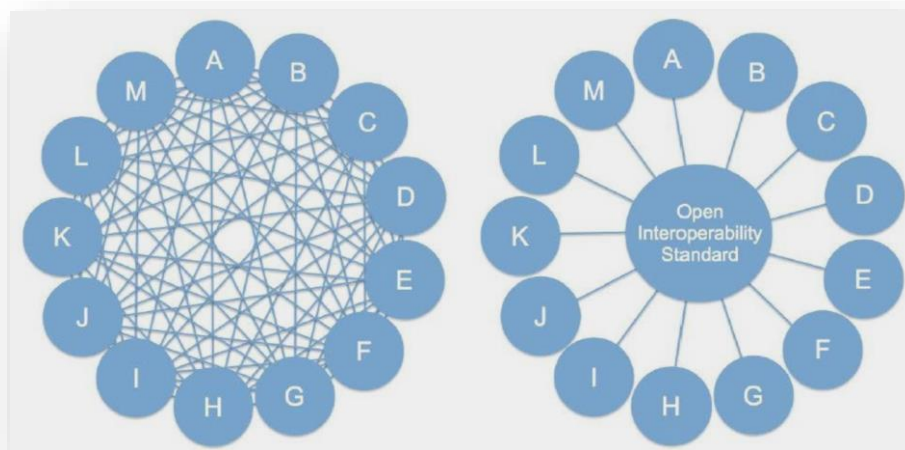
Εικόνα 3.13: Μη διαλειτουργική επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων
Πηγή: Bolpagni, 2013

Η διαλειτουργικότητα μεταξύ των διάφορων πλατφόρμων συνιστά έναν από τους κύριους περιορισμούς για την υιοθέτηση BIM. Ενώ η διαλειτουργικότητα μεταξύ χρηστών που

διαχειρίζονται ίδια ή συμβατά λογισμικά είναι διασφαλισμένη, η ελλιπής λειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα και απώλεια δεδομένων κατά τη διάρκεια των διαδικασιών ανταλλαγής (Bolpagni, 2013). Οι περιορισμοί αυτοί δημιουργούν αυξημένη ανάγκη για υιοθέτηση ανοιχτών προτύπων που θα παρέχουν στρατηγικές συνεργασίας μεταξύ των εμπλεκόμενων σε κάθε έργο, με σκοπό να ξεπεραστούν τα προβλήματα που προαναφέρθηκαν. Η τεχνολογία BIM που βασίζεται σε ανοιχτά πρότυπα ονομάζεται τεχνολογία Open-BIM. Στις ενότητες που ακολουθούν θα γίνει πλήρης αναφορά στα ανοιχτά πρότυπα και στα Open-BIMs (Bolpagni, 2013).

3.8.1 Ανοιχτά πρότυπα

Η υιοθέτηση ανοιχτών προτύπων στο κλάδο των κατασκευών (AECO) είναι πολύ σημαντική, καθώς οι συμμετέχοντες δεν είναι υποχρεωμένοι να χρησιμοποιούν συγκεκριμένες πλατφόρμες. Ειδικότερα, τα ανοιχτά πρότυπα είναι η κινητήριος δύναμη για την εδραίωση της διαλειτουργικότητας, εφόσον κάθε λογισμικό δεν θα πρέπει να αναπτύσσει μεταφραστές για όλα τα διαφορετικά λογισμικά που χρειάζεται να επικοινωνήσει ανάλογα με τις απαιτήσεις κάθε έργου. Αντιθέτως, η ύπαρξη ανοιχτών προτύπων επιτρέπει στην κάθε εταιρεία την ανάπτυξη δύο μόνο μεταφραστών, για εξαγωγή και εισαγωγή στην εφαρμογή της (Aragici, 2015). Η έρευνα 'McGraw-Hill Construction, 2007' έδειξε ότι η έλλειψη διαλειτουργικότητας μπορεί να επιδράσει στην ροή των εργασιών και στον προϋπολογισμό του έργου. Ειδικότερα, περίπου 3,1% του κόστους ενός έργου σχετίζεται με την έλλειψη διαλειτουργικότητας μεταξύ των λογισμικών. Επιπρόσθετα, η έρευνα έδειξε ότι η χειροκίνητη εισαγωγή δεδομένων από το ένα λογισμικό στο άλλο οδηγεί σε υψηλές πιθανότητες σπατάλης χρόνου και χρήματος. Τέλος, η έλλειψη διαλειτουργικότητας μπορεί να οδηγήσει σε καθυστερήσεις έργων, παρανοήσεις και λάθη (Forbes and Ahmed, 2011).



Εικόνα 3.14: Δύο εννοιολογικά σενάρια διαλειτουργικότητας: (αριστερά) άμεσοι μεταφραστές, (δεξιά) ανοιχτό διαλειτουργικό πρότυπο

Πηγή: Bloor and Owen, 1995

Image (Raster) Formats: JPG, GIF, TIF, BMP, PNG, RAW, RLE
2D Vector Formats: DXF, DWG, AI, CGM, EMF, IGS, WMF, DGN, PDF, ODF, SVG, SWF
3D Surface and Shape Formats: 3DS, WRL, STL, IGS, SAT, DXF, DWG, OBJ, DGN, U3D, PDF(3D), PTS, DWF
3D Object Exchange Formats: STP, EXP, CIS/2, IFC
AecXML, Obtx, AEX, bcXML, AGCxml
V3D, X,U, GOF, FACT, COLLADA
SHP, SHX, DBF, TIGER, JSON, GML

Πίνακας 3.5: Ανοιχτά πρότυπα

Πηγή: Eastman, 2011

Οι μορφότυποι για την αναπαράσταση και ανταλλαγή δεδομένων έχουν αναπτυχθεί από την ένωση buildingSMART International (bSI) και την Construction Operations Building Information Exchange (COBie), έχοντας γίνει αποδεκτοί στον κλάδο των κατασκευών στη σημερινή εποχή, καλύπτοντας μεγάλα ποσοστά χρήσης στο διεθνή χώρο (Boragni, 2013).

buildingSMART International (bSI)

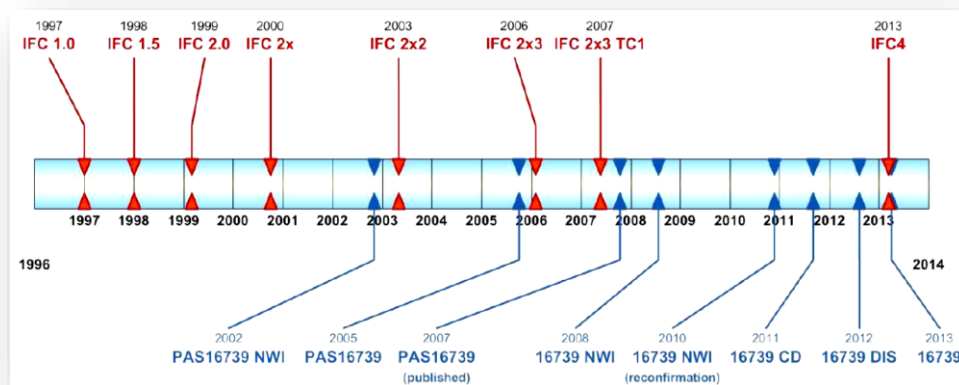
Το 1994 πραγματοποιήθηκε ένωση 12 εταιρειών με έδρα τις Ηνωμένες Πολιτείες, με σκοπό την ανάπτυξη διαλειτουργικότητας στα δεδομένα των BIMs μεταξύ των αντίστοιχων λογισμικών. Στην αρχή, ο συνεταιρισμός ορίστηκε ως ‘Industry Alliance for Interoperability, στη συνέχεια άλλαξε το όνομά του σε ‘International Alliance for Interoperability’ (IAI) και τελικά το 2005 μετονομάστηκε σε buildingSMART International (bSI). Σκοπός της αποτέλεσε η παροχή τεχνικής εξειδίκευσης για να αναπτύσσονται ανοιχτά πρότυπα, τα οποία θα επιτρέπουν ανοιχτή αναπαράσταση (open) δεδομένων στον κατασκευαστικό τομέα.

Για να επιτραπεί η χρήση της τεχνολογίας BIM στον κλάδο των κατασκευών (AECO), η ανάγκη ανάπτυξης μιας κοινής γλώσσας η οποία να ορίζει τα αντικείμενα που αποτελούν ένα έργο κρίνεται ιδιαίτερη σημαντική. Για την παροχή μίας επιστημονικής, ισχυρής και προτυποποιημένης πλατφόρμας, τα επόμενα τέσσερα πρότυπα διατέθηκαν από την bSI:

- Industry Foundation Classes (IFC)
- Model View Definitions (MVDs)
- Information Delivery Manuals (IDMs)
- BuildingSMART Data Dictionary (BsDD)

IFC

Το πρωτόκολλο Industry Foundation Classes (IFC) ορίζεται χρησιμοποιώντας τη μέθοδο περιγραφής STEP (ISO 10303). Τα IFC συνιστούν ένα από τα πιο δημοφιλή ανοιχτά πρότυπα στον κατασκευαστικό τομέα, τα οποία δημιουργήθηκαν ως αποτέλεσμα της προσπάθειας της ένωσης bSI να αναπτύξει μια κοινή γλώσσα, ικανή να βελτιώσει την επικοινωνία, την παραγωγικότητα, τον χρόνο παράδοσης, το κόστος και την ποιότητα κατά τη διάρκεια σχεδιασμού, κατασκευής και διατήρησης του κτηρίου. Το IFC συνιστά ανοιχτό, ουδέτερο και μη-ιδιόκτητο μορφότυπο και ο τρόπος με τον οποίο δομούνται οι πληροφορίες ακολουθούν το σχήμα γλώσσας EXPRESS. Το 2005, το IFC έγινε ISO (ISO Publicly Available Specification, ISO 16739). Η πρώτη γενιά των IFCs, IFC 1.0, δημοσιεύτηκε το 1997 ενώ σήμερα όλες οι μεγάλες εταιρείες λογισμικών περιλαμβάνουν το περιβάλλον 2x3. Πρόσφατα, το 2013, εμφανίστηκε μία καινούργια έκδοση, IFC4.



Εικόνα 3.15: Η πορεία ανάπτυξης του IFC προτύπου από το 1997 έως σήμερα
Πηγή: BuildingSMART, 2013A

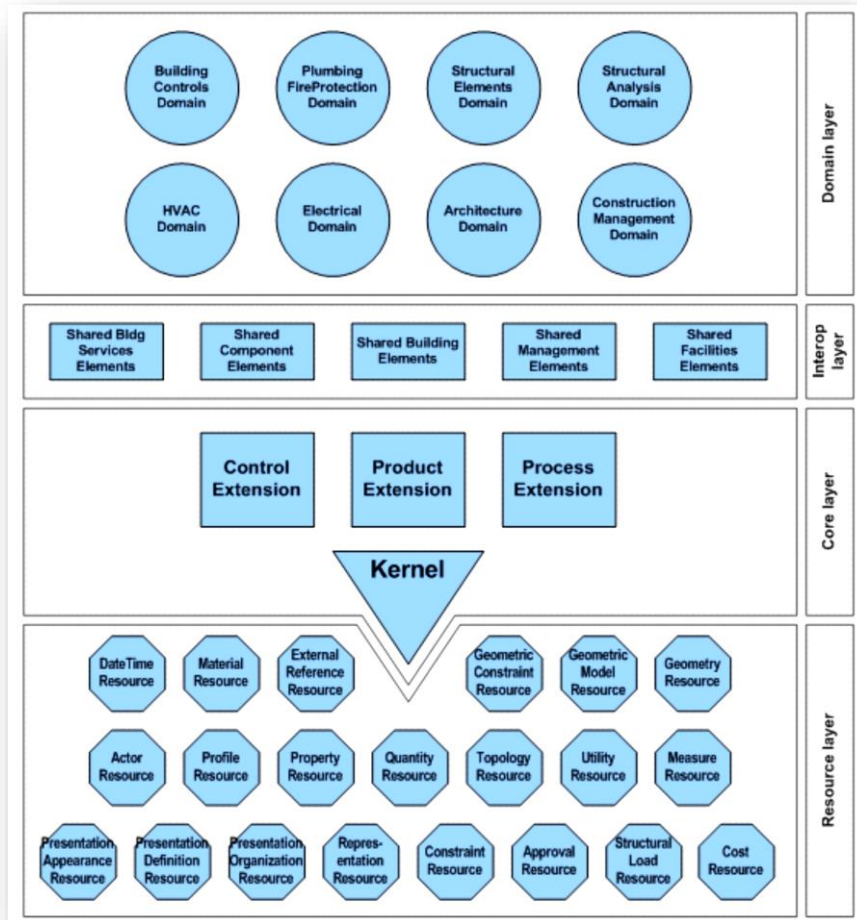
Στο πρωτυποποιημένο IFC μοντέλο, κάθε κλάση χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια σειρά από οντότητες που έχουν κοινά χαρακτηριστικά. Τα μοντέλα που πρωτυποποιούνται σύμφωνα με το IFC έχουν στόχο να επιτρέπουν στους επαγγελματίες AEC/FM να μοιράζονται το μοντέλο αυτό ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν σε κάθε επαγγελματία να ορίσει

την δική του οπτική των αντικειμένων που υπάρχουν στο μοντέλο. Τα περισσότερα λογισμικά σήμερα είναι δυνατά να εισάγουν και να εξάγουν τα μοντέλα τους σε IFC και κάποια από αυτά είναι επίσης δυνατά να αποκτούν πληροφορίες από ένα μοντέλο IFC μέσω της χρήσης μιας κοινής πηγής ,όπως για παράδειγμα από έναν εξυπηρετητή μοντέλων BIM (BIMserver).

Το μοντέλο IFC είναι ένα ανοιχτό BIM μοντέλο δεδομένων, το οποίο περιλαμβάνει μία δομή που συνδυάζει γεωμετρικά και σημασιολογικά χαρακτηριστικά που περιγράφουν την όλη διάρκεια ζωής των κτηρίων. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν, αναλυθούν και να επεξεργαστούν με διαφορετικούς τρόπους σε διαφορετικά λογισμικά. Το πρότυπο IFC συνίσταται από τέσσερα εννοιολογικά θεματικά επίπεδα, καθένα από τα οποία έχει διάφορα υπό-σχήματα (subschemas, ISO 2013).

- ✓ Το πρώτο εννοιολογικό θεματικό επίπεδο (**Resource layer**): Σε αυτό το επίπεδο περιλαμβάνονται βασικές έννοιες και γενικές οντότητες όπως χρόνος, γεωμετρία και κόστος (ISO 2013). Αυτές οι οντότητες χρησιμοποιούνται από υψηλότερα θεματικά επίπεδα για να ορίσουν τα είδη των περιγραφικών χαρακτηριστικών.
- ✓ Το δεύτερο επίπεδο (**Core layer**) παρέχει το υπό-σχήμα Kernel και διάφορες άλλες επεκτάσεις.
- ✓ Το τρίτο επίπεδο (**Interoperability layer**) παρέχει ένα σύνολο από υπό-σχήματα τα οποία συνήθως χρησιμοποιούνται για κοινοποίηση και ανταλλαγή κτηριακών πληροφοριών μεταξύ των διάφορων τομέων (ISO 2013).
- ✓ Το τελευταίο και πιο υψηλό επίπεδο (**Domain layer**) παρέχει σύνολο από δομοστοιχεία κατάλληλα για κάθε συγκεκριμένο τομέα (ISO 2013).

Πηγή: Sawhney (RICS),2014

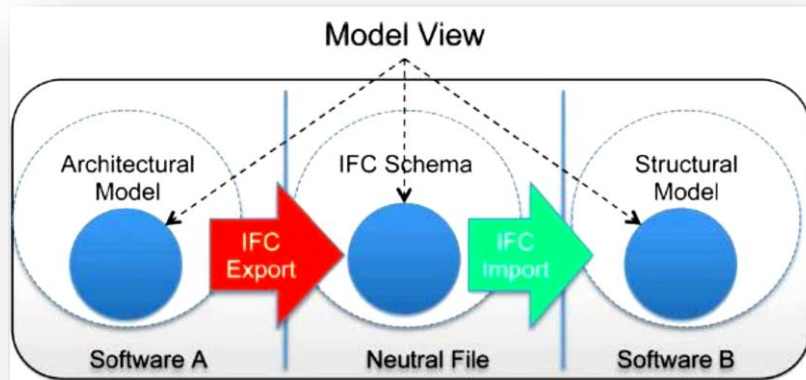


Εικόνα 3.16: Απλοποιημένο εννοιολογικό σχήμα δεδομένων του IFC προτύπου
 Πηγή:ISO 2013

MVD

Το IFC δεν περιέχει μόνο το μοντέλο κτηρίου που σχηματίζεται αλλά και πληροφορίες σχετικά με τη γεωμετρία και τα περιγραφικά του χαρακτηριστικά. Τα περισσότερα BIM λογισμικά δίνουν την δυνατότητα για εισαγωγή, εξαγωγή και αποθήκευση σε μορφότυπο IFC. Παρόλα αυτά, αυτές οι επιλογές δεν είναι αποτελεσματικές για μία αποδοτική ανταλλαγή, επειδή το IFC περιέχει πολλά στοιχεία και προσφέρει διάφορους τρόπους ορισμού των αντικειμένων, των σχέσεων και των ιδιοτήτων. Επομένως, ένας σαφής καθοδηγητής είναι απαραίτητος για συγκεκριμένους σκοπούς και έργα. Αυτές οι προδιαγραφές ονομάζονται Model View Definitions (MVDs) και μπορούν να χαρακτηριστούν ουσιώδεις καθώς προσδιορίζουν τι πρέπει να προσδοκάται από ένα μοντέλο IFC, τεκμηριώνοντας τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζονται οι ανταλλαγές δεδομένων σε διαφορετικές εφαρμογές (Laakso and Kiviniemi,2012). Η ενίσχυση της διαλειτουργικότητας επέρχεται μέσα από την ύπαρξη ενός κοινού κώδικα κατανόησης των διαδικασιών και των δεδομένων που απαιτούνται και έρχονται ως αποτέλεσμα της διεξαγωγής των διαδικασιών

αυτών. Η απουσία μιας σαφής εικόνας του μοντέλου που πρόκειται να υποστεί ανταλλαγή οδηγεί με υψηλή πιθανότητα στην παρουσία λαθών, παραλείψεων και παρεξηγήσεων στο IFC. Οι προδιαγραφές MVDs ορίζονται ως ένα υποσύνολο του σχήματος IFC το οποίο χρειάζεται να ικανοποιήσει μία ή περισσότερες απαιτήσεις κατά την ανταλλαγή στον κλάδο κατασκευών.



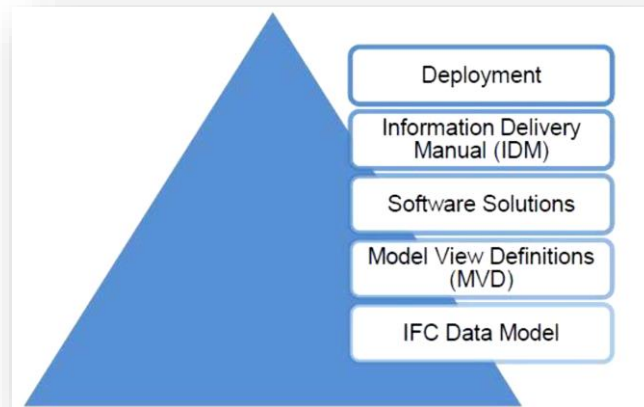
Εικόνα 3.17: Εικονογράφηση των οπτικών πεδίων των μοντέλων ως υποσύνολο του σχήματος IFC
Πηγή: Venugopal, 2012

Σύμφωνα με την εικόνα γίνεται σαφές ότι χάρη στις MVDs, ο ερευνητής γνωρίζεται τι απαιτείται και ο παραλήπτης του μοντέλου θα γνωρίζει το περιεχόμενό του, με αποτέλεσμα το κενό μεταξύ εξαγωγών και εισαγωγών δεδομένων να μειώνεται.

Πηγή: Buildingsmart.org

IDM

Ένα άλλο επίσημο στοιχείο της IFC προτυποποίησης αποτελεί το ανοιχτό πρότυπο 'Information Delivery Manuals', (IDMs) το οποίο είναι χρήσιμο για τον προσδιορισμό διαδικασιών και ροών δεδομένων κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός έργου. Στις μέρες μας, έχουν γίνει αποδεκτά ως ISO πρότυπο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τεκμηρίωση διαδικασιών και τον ορισμό σχετιζόμενων πληροφοριών, οι οποίες πρέπει να ανταλλαχθούν μεταξύ των μερών στα οποία κρίνεται απαραίτητο. Τα IDMs απαιτούν το λογισμικό να είναι λειτουργικό επειδή ο στόχος τους συνιστά την επιβεβαίωση ότι οι πληροφορίες επικοινωνούν μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να μεταφερθούν από το λογισμικό στην πλευρά όπου έχει ζητηθεί.



Εικόνα 3.18: Θεματικά επίπεδα από το πλαίσιο ανταλλαγής πληροφοριών
 Πηγή: Laakso and Kiviniemi, 2012

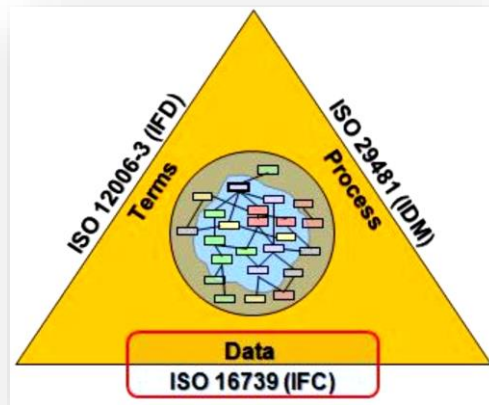
Συνοψίζοντας, το μοντέλο δεδομένων IFC αποτελεί τη βάση για τις προδιαγραφές MVDs, καθώς είναι απαραίτητο για την υποστήριξη της ανταλλαγής και για το λόγο αυτό τα IDMs συμβάλλουν στην ενεργοποίηση των ροών εργασιών λαμβάνοντας υπόψη ως λύσεις τα λογισμικά.

Πηγή: Buildingsmart.org

BuildingSMART Data Dictionary (BsDD)

Τέλος, σημαντικό εργαλείο για την προτυποποίηση αποτελεί το ανοιχτό πρότυπο ‘International Framework for Dictionaries, IFD’, πρόσφατα μετονομαζόμενο σε ‘BuildingSMART Data Dictionary, BsDD’. Πρόκειται για μία βιβλιοθήκη που απαρτίζεται από αντικείμενα και τα περιγραφικά τους χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, πρόκειται για ένα υπό ανάπτυξη και δοκιμασίας ISO πρότυπο για την ορολογία με σκοπό τη σύνδεση δεδομένων από υπάρχουσες βάσεις δεδομένων σε IFC. Συνήθως τα IFC χαρακτηρίζουν τα IFD με Global Unique IDs (GUID) τα οποία μπορούν να αναφερθούν σε μία τοπική ή μακρινή βιβλιοθήκη και να παράγουν αλφαριθμητικό κείμενο σε οποιαδήποτε γλώσσα. Επομένως, χρησιμοποιείται για να προσδιορίζει τα αντικείμενα στο κατασκευασμένο περιβάλλον και τις συγκεκριμένες ιδιότητές τους ανεξάρτητα από τη γλώσσα, ώστε η πόρτα σημαίνει το ίδιο πράγμα στην Ισλανδία και στην Ινδία.

Πηγή: Buildingsmart.org



Εικόνα 3.19: Τα πρότυπα υποστήριξης διαδικασιών BIM
 Πηγή: Buildingsmart-tech.org

Construction Operations Building Information Exchange (COBie)

Construction Operations Building Information Exchange (COBie), συνιστά μία προτυποποιημένη προσέγγιση η οποία επιτρέπει την ενσωμάτωση απαραίτητων πληροφοριών στην διαδικασία BIM για την υποστήριξη διαφόρων λειτουργιών συντήρησης και διαχείρισης των στοιχείων κάθε εγκατάστασης από το ιδιοκτήτη ή τον υπεύθυνο του κάθε έργου. Η προσέγγιση αυτή επικεντρώνεται στην καταχώριση δεδομένων όπως παράγονται στις φάσεις σχεδιασμού, κατασκευής λειτουργίας κάθε έργου. Τα δεδομένα που μπορούν να αποκτηθούν από τη διαδικασία COBie διατηρούνται σε ουδέτερο μορφότυπο και μπορούν να μεταφερθούν μεταξύ των διάφορων συμμετεχόντων στο έργο με τη χρήση του προτύπου IFC.

Διεθνές πρότυπο BIM (NBIMS, National Building Information Standard)

Το NBIMS αποτελεί διεθνές ανοιχτό πρότυπο το οποίο αναπτύσσεται και διατηρείται από την ένωση BuildingSMART (Khemlani, 2012c). Συνιστά πρόσφατο πρότυπο σε σύγκριση με το IFC και για το λόγο αυτό δεν είναι τόσο ευρέως διαδεδομένο όπως το IFC. Επίσης, το IFC χρονολογείται πριν από το BIM ενώ το NBIMS αναπτύχθηκε ειδικά για το BIM. Για το λόγο αυτό, το πρότυπο NBIMS εστιάζει περισσότερο σε πολλές διαδικασίες και συναλλαγές που αφορούν συλλογή, οργάνωση, διανομή και εξόρυξη κτηριακών πληροφοριών από όλους τους εμπλεκόμενους σε όλη τη διάρκεια ζωής του έργου. Το IFC διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στις τρέχουσες προδιαγραφές για την αναπαράσταση δεδομένων που παραχωρούνται από τα NBIMS, άρα πρόκειται για ένα σημαντικό υποσύνολο των NBIMS (Khemlani, 2012c).

Building Collaboration Format (BCF)

Η έννοια του BCF παρουσιάστηκε από την Solibri, Inc. και Tekla επιχείρηση σε μια εκδήλωση του buildingSMART ISG που πραγματοποιήθηκε στο Ελσίνκι το 2009. Οι δύο εταιρείες παρουσίασαν την ιδέα χρήσης ανοιχτών προτύπων για να επιτρέψουν την επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών λογισμικών BIM. Συγκεκριμένα, ανέπτυξαν ένα XML σχήμα, ονομαζόμενο Building Collaboration Format (BCF), για την κωδικοποίηση μηνυμάτων, τα οποία θα ενημερώνουν ένα BIM λογισμικό με τα θέματα που έχουν βρεθεί στο μοντέλο από ένα άλλο πρόγραμμα. Αυτή η δυνατότητα ενεργοποιεί μια δυναμική και ανοιχτή συνεργασία μεταξύ όλων των τμημάτων στην διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής. Το BCF έχει υποβληθεί στο buildingSMART κάτω από το καινούργιο 'Affiliation Scheme' ώστε να γίνει μια επίσημη buildingSMART προδιαγραφή.

Μία αρχική εμπειρία δείχνει ότι η χρήση του ανοιχτού προτύπου BCF βελτιώνει την ροή των εργασιών και περιορίζει στο ελάχιστο την ανάγκη για μεταφορά μεγάλων αρχείων BIM στο διαδίκτυο. Το πρότυπο αυτό εστιάζει στη διαδικασία και στο πώς να συνεργάζεται με διαφορετικά BIM λογισμικά αντί να απευθύνεται στα χαρακτηριστικά ενός συγκεκριμένου εργαλείου. Το πρότυπο αυτό υποστηρίζεται από διάφορα λογισμικά όπως για παράδειγμα, Solibri Model Checker, MagiCAD, Tekla Structures, Tekla BIMsight, DDS και πολλά άλλα εργαλεία BIM.

Πηγή: Buildingsmart.org και bimcollab.com

3.8.2. Open BIM

Open BIM συνιστά μία διεθνή προσέγγιση για τον σχεδιασμό, την τεκμηρίωση και την εξαγωγή κτηρίων βασιζόμενη σε εμπορικά και ελεύθερα λογισμικά τα οποία είναι πιστοποιημένα για ανοιχτά πρότυπα και ροές εργασιών. Το Open BIM αποτελεί μία πρωτοβουλία της ένωσης BuildingSMART που υποστηρίζεται και προωθείται παγκοσμίως από όλα τα μέλη και επωνυμίες λογισμικών στον κλάδο των AEC. Μέσω της πιστοποίησης σε ανοιχτά πρότυπα, οι επωνυμίες λογισμικών έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν τα λογισμικά τους, να εφαρμόσουν δοκιμές και να το επικυρώσουν για την ανταλλαγή δεδομένων. Ευρέως διαδεδομένα Open BIM αποτελούν τα λογισμικά τα οποία είναι συμβατά με το ανοιχτό πρότυπο IFC BCF.

- ✓ Open BIM με IFC: Με το Open BIM γίνεται δυνατή η ανταλλαγή δεδομένων BIM ενώ ταυτόχρονα ο κάθε χρήστης έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί το λογισμικό που επιθυμεί. Η ανταλλαγή των πληροφοριών σχετικών με το μοντέλο γίνεται εφικτή μέσω του μορφότυπου IFC. Το IFC συμπληρώνει το μοντέλο κάθε έργου, εκεί όπου ο μορφότυπος DXF/DWG παρείχε μόνο την ικανότητα μεταφοράς γραφικών οντοτήτων π.χ. γραμμές, τόξα.

- ✓ Open BIM με BCF: Η περίπτωση αυτή αντιμετωπίζει θέματα και συγκρούσεις (clashes) που γίνονται αντιληπτά κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού ενός έργου. Για την αποτροπή των λαθών αυτών, το ανοιχτό πρότυπο BCF σχεδιάζεται για να συνδέσει μοντέλα ελεγκτές όπως αυτά που προέρχονται από το λογισμικό Solibri με λογισμικά μοντελοποίησης π.χ. Archicad, Tekla, Revit.

Πηγή: bimcollab.com

3.8.3. Διαλειτουργική πλατφόρμα

Καθώς η έννοια BIM συνδέεται άρρηκτα με την συνεργασία και την κοινοποίηση εγγράφων, η διαθεσιμότητα και η προσβασιμότητα σε ενημερωμένα έγγραφα αποτελεί σημαντικό θέμα. Η αποστολή ηλεκτρονικών μηνυμάτων (e-mails) δεν αποτελεί λύση στο πλαίσιο μιας υγιούς συνεργασίας καθώς ο όγκος των πληροφοριών είναι μεγάλος και η διαχείρισή τους δεν μπορεί να επιτευχθεί με αποτελεσματικό τρόπο. Δημιουργείται λοιπόν η ανάγκη για μία ηλεκτρονική πλατφόρμα διαθέσιμη μέσω διαδικτύου από όλα τα μέλη της ομάδας του έργου. Υπάρχει μία μεγάλη ποικιλία τέτοιων πλατφόρμων που κυμαίνεται από εξυπηρετητές που διαχειρίζονται από έναν συμμετέχοντα μέχρι και πλατφόρμες που αναπτύσσονται από υπεύθυνους ανάπτυξης ενός λογισμικού ή άλλες συμβουλευτικές εταιρίες για τα BIM. Τα χαρακτηριστικά μιας κοινής πλατφόρμας είναι:

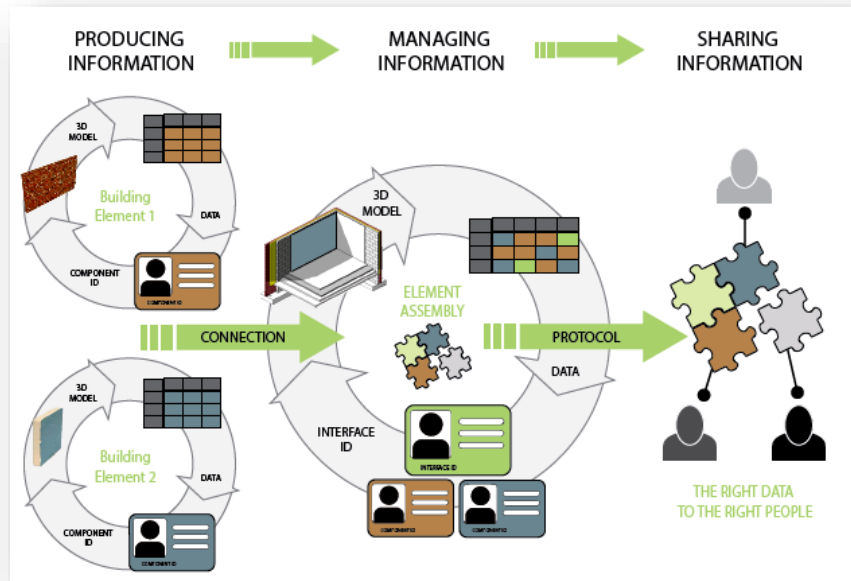
- ✓ Επιτρέπουν την οργανωμένη σε φακέλους αποθήκευση δεδομένων
- ✓ Επιτρέπουν την πρόσβαση στα μοντέλα και στα έγγραφα από πολλούς χρήστες και σε πολλές τοποθεσίες ταυτόχρονα
- ✓ Επιτρέπουν την διαχείριση των αρχείων
- ✓ Επιτρέπουν στον κάθε χρήστη να δουλεύει στο τελευταίο ενημερωμένο αρχείο
- ✓ Επιτρέπουν την αυτόματη δημιουργία και διαχείριση αρχείων

Άλλες πρόσφατες λειτουργίες που πρέπει να μπορούν να ικανοποιούνται μέσω αυτών είναι:

- ✓ Νομικές λειτουργίες, πιθανών από μία τρίτη ομάδα, που θα απαιτεί πρόσβαση και προστασία των αρχείων και των μοντέλων της
- ✓ Προηγμένη διαχείριση από τον κάθε συμμετέχοντα, συμπεριλαμβανομένων των ευθυνών και των δικαιωμάτων τους
- ✓ Συλλογή και ενσωμάτωση υπό-μοντέλων
- ✓ Ελεύθερη προβολή (free viewer)

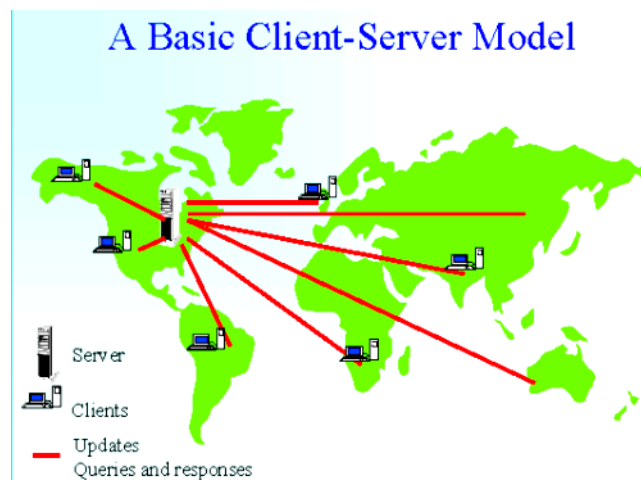
Πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση κοινής πλατφόρμας από μόνη της δεν αποτελεί εγγύηση για μία αποτελεσματική ανταλλαγή πληροφοριών. Συνιστά απλά ένα εργαλείο, το οποίο επιτρέπει την αποθήκευση, τη διαχείριση και την ανταλλαγή δεδομένων.

Πηγή: ADEB-VBA's

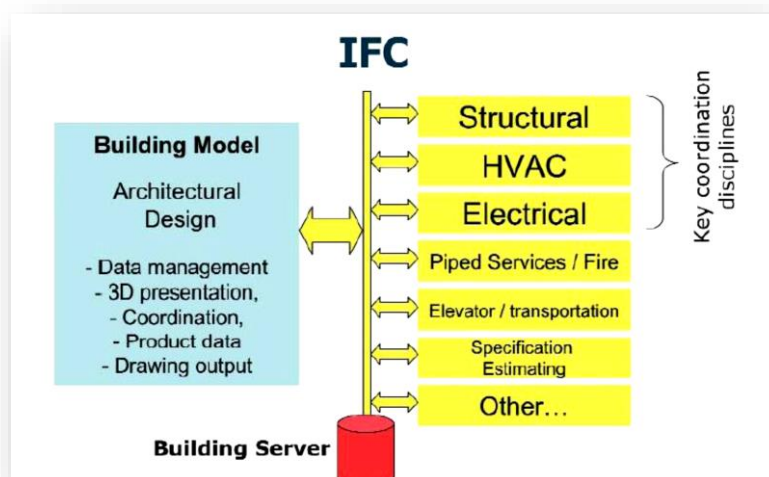


Εικόνα 3.20: Εικονογράφηση κοινής πλατφόρμας
 Πηγή: Denis, 2015

Η διαδικασία πρέπει να πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο. Αυτό μπορεί να συμβεί εάν τα μέλη της ομάδας του έργου αποφασίσουν να ενοποιήσουν τη διαδικασία με την χρήση ενός εξυπηρετητή μοντέλου BIM (BIM model server). Ο model server φιλοξενεί το BIM μοντέλο κεντρικά δίνοντας την δυνατότητα σε όλα τα μέλη να εργάζονται σε ένα ομαδικό κλίμα. Στην 3.22 Εικόνα απεικονίζεται ένας BIM model server ο οποίος είναι συμβατός με το ανοιχτό πρότυπο IFC. Επομένως, σε αυτόν τον εξυπηρετητή οι χρήστες των open BIM θα έχουν την δυνατότητα να φιλοξενήσουν το μοντέλο τους στον κεντρικό BIM model server, να το αποθηκεύσουν και σε πραγματικό χρόνο να επεξεργάζονται όσα μοντέλα κάθε φορά είναι απαραίτητα.



Εικόνα 3.21: Εικονογράφηση της έννοιας του κεντρικού εξυπηρετητή μοντέλων
 Πηγή: cs.jhu.edu



Εικόνα 3.22: Συμβατός με IFC model server
Πηγή: Arayici, 2015

3.9. Η τεχνολογία BIM σε διεθνές επίπεδο

Η υιοθέτηση BIM γίνεται ολοένα και πιο έντονη στον κατασκευαστικό τομέα καθώς συνιστά υπόβαθρο για αυξημένης ποιότητας έργα, υπολογισμούς ποσοτήτων με ακρίβεια, προηγμένους προγραμματισμούς και απεικονίσεις φέροντας ως αποτέλεσμα ελαχιστοποιήσεις στο χρόνο και στο χρήμα των έργων. Η τεχνολογία BIM έχει υιοθετηθεί από πολλές χώρες και πολλοί είναι και οι ερευνητές που κάνουν μεγάλες προσπάθειες να προσδιορίσουν το ποσοστό χρήσης και ενημέρωσης για BIM σε διάφορες χώρες. Η εφαρμογή της τεχνολογίας BIM δεν καταλαμβάνει τα ίδια ποσοστά σε όλες τις χώρες του κόσμου, καθώς υπάρχουν χώρες στις οποίες η έννοια του BIM έχει εμφανιστεί και χρησιμοποιείται για αρκετά χρόνια αλλά υπάρχουν και αυτές οι οποίες βρίσκονται στα πρώιμα στάδια υιοθέτησής του. Επίσης, το επίπεδο της γνώσης, της ενημέρωσης και του ενδιαφέροντος διαφέρει από κλάδο σε κλάδο και από πελάτη σε πελάτη μέσα σε μία χώρα. Στις παρακάτω ενότητες γίνεται αναφορά σε δύο έρευνες που πραγματοποιήθηκαν από τον Shaikh και την NBS (National Building Specification) αντίστοιχα το 2016 με τη μορφή ερωτηματολογίου, με σκοπό τον προσδιορισμό του βαθμού υιοθέτησης και ανάπτυξης της τεχνολογίας BIM στο διεθνή χώρο.

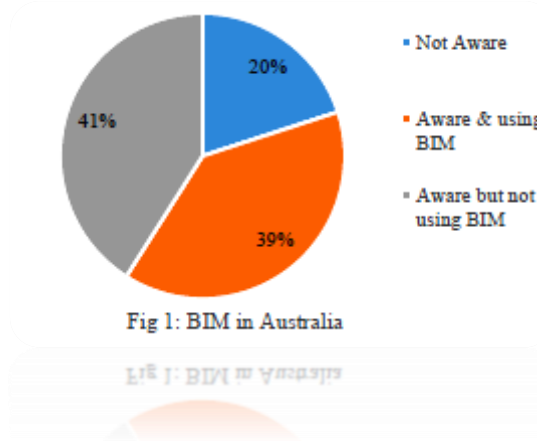
Έρευνα από τον Shaikh, 2016

Σύμφωνα με την έρευνα του Shaikh (2016), έγινε επιλογή συγκεκριμένων χωρών, στοχεύοντας στον προσδιορισμό του βαθμού υιοθέτησης και ανάπτυξης της τεχνολογίας BIM στο διεθνή χώρο. Αναλυτικότερα, η έρευνα αυτή ανέδειξε τη Βόρεια Αμερική ως τη χώρα με το υψηλότερο επίπεδο γνώσης και υιοθέτησης της τεχνολογίας BIM με ποσοστό 71% ενώ την Ινδία ως τη χώρα με το χαμηλότερο επίπεδο στα 22%. Γενικά, χώρες όπως η Βόρεια Αμερική, ο Καναδάς, η Αυστραλία, η Σιγκαπούρη, το Ηνωμένο Βασίλειο και οι

Σκανδιναβικές χώρες (Φιλανδία, Δανία, Νορβηγία και Σουηδία) έχουν δείξει το ενδιαφέρον τους σημειώνοντας αξιοσημείωτα επίπεδα εφαρμογής BIM. Η έρευνα του Shaikh πραγματοποιήθηκε με τη μορφή ερωτηματολογίου το οποίο στάλθηκε στους ειδικούς του κλάδου, αρχιτέκτονες, μηχανικούς και εργολάβους, ειδικότερα στάλθηκε σε 200 επαγγελματίες από τους οποίους απάντησαν οι 41. Παρακάτω φαίνονται αναλυτικότερα μέσα από διαγράμματα η κατάσταση της τεχνολογίας BIM σε κάθε μία από αυτές τις χώρες.

✓ Αυστραλία

Τα αποτελέσματα όσο αφορά την Αυστραλία δεν ήταν τόσο ικανοποιητικά και όπως αναμένονταν. Επομένως, συνήχθη ως συμπέρασμα η ανάγκη για υιοθέτησης BIM το οποίο να είναι εύκολο και φιλικό στο χρήστη.



Διάγραμμα 3.2: Η τεχνολογία BIM στην Αυστραλία

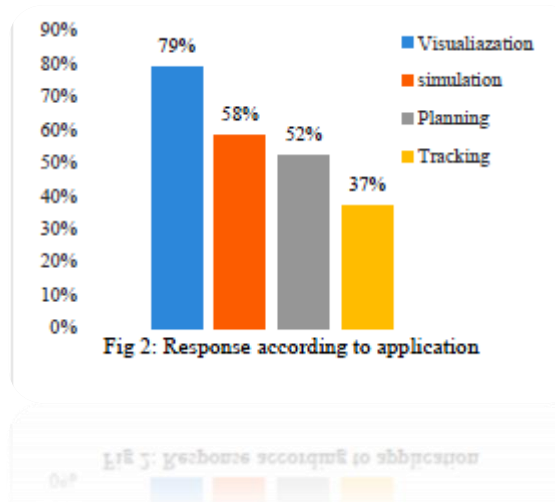
Πηγή: Shaikh,2016

Συγκεκριμένα, η έρευνα έδειξε ότι 41% των επαγγελματιών είναι ενήμεροι αλλά δεν χρησιμοποιούν BIM για τα έργα τους, 39% είναι ενήμεροι και χρησιμοποιούν BIM ενώ το 20% δεν είναι ενήμεροι για τα εργαλεία BIM.

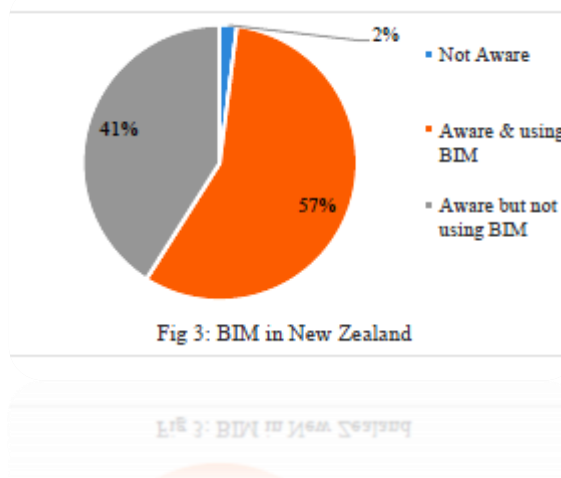
✓ Νέα Ζηλανδία

Η υιοθέτηση BIM στην Νέα Ζηλανδία αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς. Ειδικότερα, παρατηρείται αύξηση από 34% το 2012 σε 57% το 2013 των ειδικών που είναι ενήμεροι και χρησιμοποιούν την τεχνολογία BIM. Ταυτόχρονα, σημειώνεται πτώση στο ποσοστό αυτών που δεν ήταν ενήμεροι το 2012 από 12% σε 2% το 2013. Επιπρόσθετα, το 84% πιστεύουν ότι το BIM χρησιμοποιείται κυρίως για απεικόνιση, το 74% θεωρούν ότι η χρήση BIM ενισχύει τον προσανατολισμό των διαδικασιών σε ένα έργο, το 52% πρεσβεύει ότι με την χρήση BIM εργαλείων εξοικονομείται χρήμα και τέλος το 48% απάντησαν ότι μειώνει το χρόνο δίνοντας τη δυνατότητα να ολοκληρώνονται τα έργα με μεγαλύτερη ταχύτητα. Τέλος,

προβλέπεται ότι στα επόμενα χρόνια η υιοθέτηση BIM στην Νέα Ζηλανδία θα αυξηθεί μέχρι και 95% .



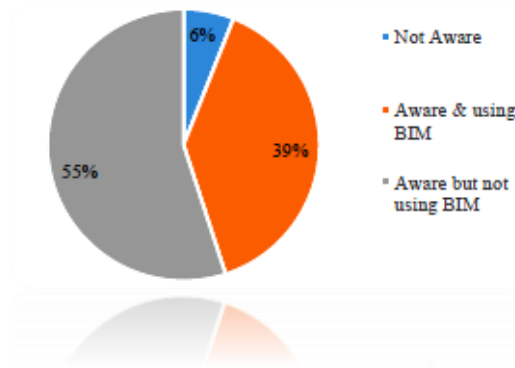
Διάγραμμα 3.3: Ανταπόκριση σύμφωνα με την εφαρμογή BIM
Πηγή: Shaikh,2016



Διάγραμμα 3.4: BIM στην Νέα Ζηλανδία
Πηγή: Shaikh,2016

✓ Ηνωμένο Βασίλειο

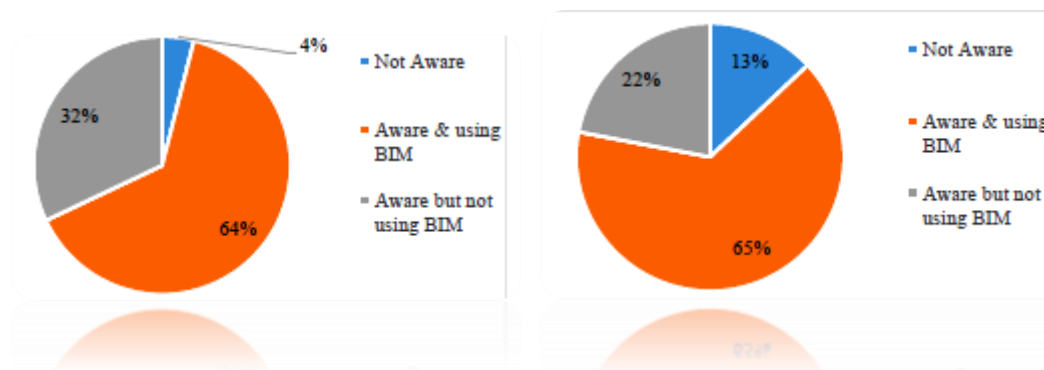
Η έρευνα που διεξήχθη στο Ηνωμένο Βασίλειο κατέγραψε ότι το 39% όσων ανταποκρίθηκαν είναι ενήμεροι του BIM και εφαρμόζουν την τεχνολογία αυτή στα έργα τους, το 55% είναι μεν ενήμεροι αλλά δεν την χρησιμοποιούν σε έργα ενώ το 6% δεν έχουν ενημερωθεί για τα εργαλεία BIM. Η ενημέρωση στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι σχετικά μικρή εάν συγκριθεί με τη Νέα Ζηλανδία, αλλά η αναφορά της έρευνας προβλέπει αύξηση μέχρι και 97% στα επόμενα πέντε χρόνια.



Διάγραμμα 3.5: BIM στο Ηνωμένο Βασίλειο- Πηγή: Shaikh,2016

✓ Φιλανδία και Καναδάς

Χώρες όπως η Φιλανδία και ο Καναδάς αποτελούν το υψηλότερο ποσοστό χρήσης BIM. Δεδομένα που συλλέχθηκαν από την έρευνα δείχνουν ότι το 64% στον Καναδά είναι ενημεροί και εφαρμόζουν BIM ενώ το 32% έχουν ενημερωθεί για το BIM αλλά δεν το έχουν εφαρμόσει ενώ το 4% δεν γνωρίζουν την έννοια BIM. Στην Φιλανδία τα ποσοστά αντίστοιχα είναι 65%, 22% και 13%.

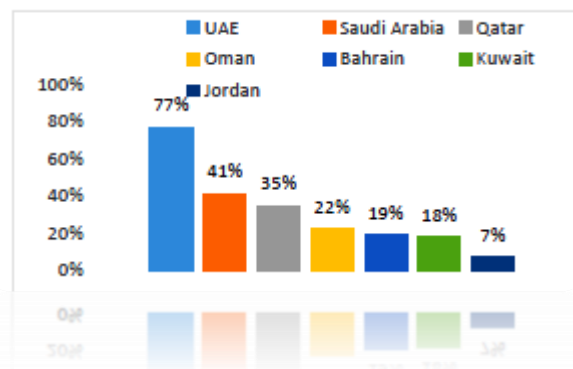


Διάγραμμα 3.6: BIM στον Καναδά (αριστερά) και BIM στην Φιλανδία (δεξιά)
Πηγή: Shaikh,2016

✓ Μέση Ανατολή

Η αγορά στον κατασκευαστικό τομέα καταλαμβάνει μεγάλα ποσοστά, επομένως μία καινούργια τεχνολογία θα παρέχει προσθετικά οφέλη στις εταιρίες. Οι χώρες που επιλέχθηκαν στην έρευνα της Μέσης Ανατολής είναι: UAE, Saudi Arabia, Qatar, Oman, Bahrain, Kuwait και Jordan. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μία συγκέντρωση στην UAE με ποσοστό 77% αυτών που χρησιμοποιούν BIM. Ακολουθούν Saudi Arabia με ποσοστό 41%, Qatar με 35%, Oman με 22%, Bahrain με 19% και Kuwait με 18%. Το Jordan

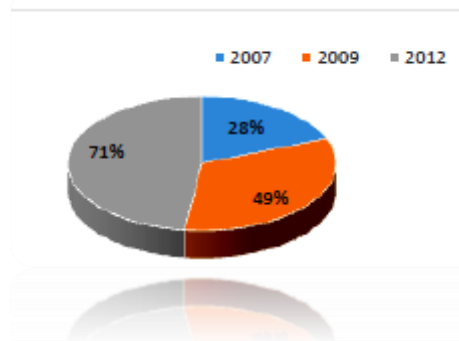
κατέχει το χαμηλότερο ποσοστό 7%. Τα ποσοστά αυτά αντιστοιχούν στις εκτάσεις που προορίζονται για κατασκευαστικές δραστηριότητες.



Διάγραμμα 3.7: BIM στις χώρες της Μέσης Ανατολής
Πηγή: Shaikh, 2016

✓ Βόρεια Αμερική

Στην Βόρεια Αμερική η υιοθέτηση BIM έχει πολύ υψηλά ποσοστά. Έχει παρατηρηθεί αύξηση στη χρήση BIM από 8% το 2007 σε 49% το 2009 και 71% το 2012. Σύμφωνα με την έρευνα οι εργολάβοι έχουν αναθέσει έργα σε αρχιτέκτονες κυρίως, το οποίο αιτιολογεί τα υψηλά ποσοστά στη χρήση BIM.

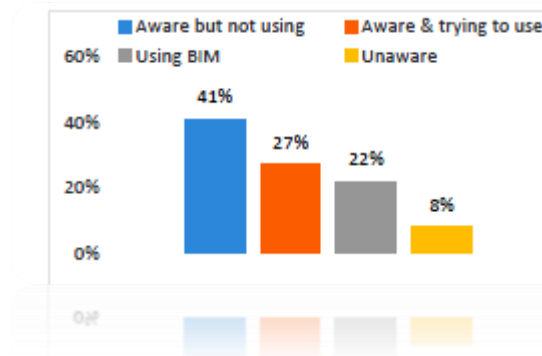


Διάγραμμα 3.8: Η εξέλιξη του BIM στην Βόρεια Αμερική
Πηγή: Shaikh, 2016

✓ Ινδία

Στην Ινδία ο τομέας των κατασκευών κατέχει τη δεύτερη θέση στους ανάμεσα στους κλάδους που συνεισφέρουν στην οικονομία της. Με αυξημένο ρυθμό, μεγάλες κατασκευαστικές εταιρείες όπως ξενοδοχεία και αεροδρόμια ξεκινούν να εφαρμόζουν BIM στην Ινδία με αξιοσημείωτα οφέλη αλλά με υψηλό κόστος. Στην Ινδία παρατηρείται απροθυμία για την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών καθώς τα κόστη είναι πολύ υψηλά. Η έρευνα που έγινε στην Ινδία έδειξε ότι το 22% χρησιμοποιούν BIM, το 27% είναι ενήμεροι και σκέφτονται να το

χρησιμοποιήσουν ενώ το 43% είναι ενήμεροι αλλά δεν είναι ακόμα σίγουροι για την υιοθέτησή της στο μέλλον. Ωστόσο υπήρξε και ένα ποσοστό 8% που δεν ήταν ενήμεροι της τεχνολογίας BIM.



Διάγραμμα 3.9: BIM στην Ινδία
Πηγή: Shaikh, 2016

Έρευνα από την NBS (National Building Specification), 2016

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα από τη διεθνή BIM έρευνα που δημοσιεύθηκε το 2016 από την NBS (National Building Specification), η διεθνής εικόνα διατυπώθηκε ως εξής:

‘Η τεχνολογία BIM αποτελεί την πρώτη παγκοσμίως τεχνολογία στον κατασκευαστικό τομέα και σύντομα θα εφαρμοστεί σε κάθε χώρα στον κόσμο. Πρόκειται για ένα ‘παιχνίδι αλλαγής μηχανισμού’ και όλες οι χώρες χρειάζεται να αναγνωρίσουν ότι η τεχνολογία BIM είναι γεγονός και θα επικρατήσει-αλλά με την καινοτομία που εισάγει είναι δυνατό να εμφανίζονται ταυτόχρονα ευκαιρίες και κίνδυνοι’

Η έρευνα αυτή επικεντρώθηκε σε πέντε χώρες: Ηνωμένο Βασίλειο, Καναδάς, Δανία, Ιαπωνία και Τσεχία. Όλες οι χώρες που έλαβαν μέρος διακρίνονται από σημαντική ιστορία συνεργασίας με σκοπό τη βελτίωση των πληροφοριών που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια κάθε κατασκευής για τους επαγγελματίες μέσω της ICIS (International Construction Information Society). Οι τομείς που ερευνήθηκαν αφορούν:

- ✓ Την εικόνα του BIM στο μέλλον
- ✓ Τη χρήση και ενημέρωση για BIM
- ✓ Τη μελλοντική χρήση BIM
- ✓ Την κατανόηση της έννοιας BIM
- ✓ Τα ανοιχτά πρότυπα IFC & COBie

➤ Η εικόνα του BIM στο μέλλον

Σύμφωνα με την έρευνα, η χρήση και η υιοθέτηση BIM πρόκειται να εδραιωθεί στο μέλλον. Σε όλες τις χώρες, ανεξάρτητα από το βαθμό ανάπτυξης του BIM, προβλέπεται ως τη μελλοντική τεχνολογία για την διαχείριση έργων. Σε κάθε χώρα, πάνω από τα $\frac{3}{4}$ αυτών που ανταποκρίθηκαν στην έρευνα έδειξε να συμφωνούν προς αυτή την κατεύθυνση.

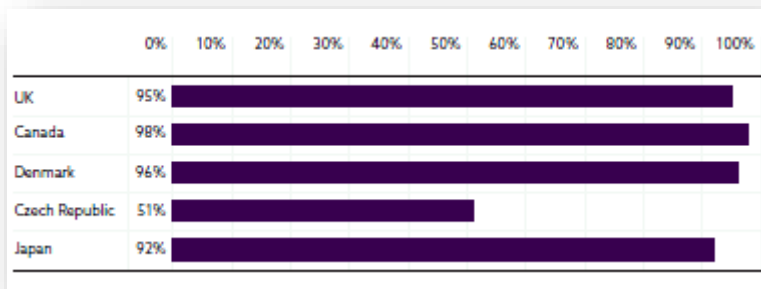


Διάγραμμα 3.10: BIM, το μέλλον κάθε έργου

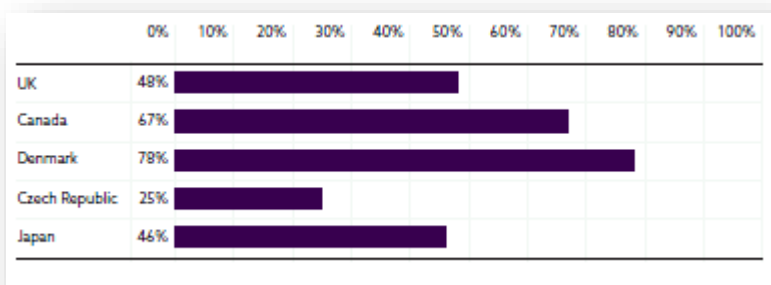
Πηγή: NBS, 2016

➤ Χρήση και ενημέρωση για BIM

Ο επόμενος τομέας αφορούσε την ενημέρωση και χρήση BIM. Σε όλες τις χώρες με εξαίρεση την Τσεχία (50%), η ενημέρωση φτάνει ποσοστό πάνω από 90%. Όσο αφορά τη χρήση, το υψηλότερο ποσοστό κατέχει η Δανία και το χαμηλότερο η Τσεχία. Ο Καναδάς και η Δανία αποτελούν την πλειοψηφία αυτών που χρησιμοποιούν BIM, τουλάχιστον σε έργα που πραγματοποιήθηκαν το 2015. Στην Ιαπωνία και το Ηνωμένο Βασίλειο, το ποσοστό ανέρχεται κάτω από το 50%. Μέσα από τα ποσοστά αυτά συνάγεται το συμπέρασμα ότι το BIM μετατρέπεται με αυξημένο ρυθμό σε έναν είδους κανόνα για τη δημιουργία και άντληση πληροφοριών που αφορούν όλα τα στάδια κάθε έργου, σε μία σειρά από χώρες. Επίσης, σημαντικό προς σημείωση αποτελεί το γεγονός ότι στις δύο χώρες που είχαν λάβει μέρος και στην προηγούμενη διεθνή έρευνα, Καναδάς και Ηνωμένο Βασίλειο, παρατηρείται σημαντική αύξηση στους χρήστες BIM. Συγκεκριμένα, το Ηνωμένο Βασίλειο από 39% το 2013 έφτασε σε ποσοστό 48% το 2016 και ο Καναδάς από 64% το 2013 έφτασε το 67% το 2016.



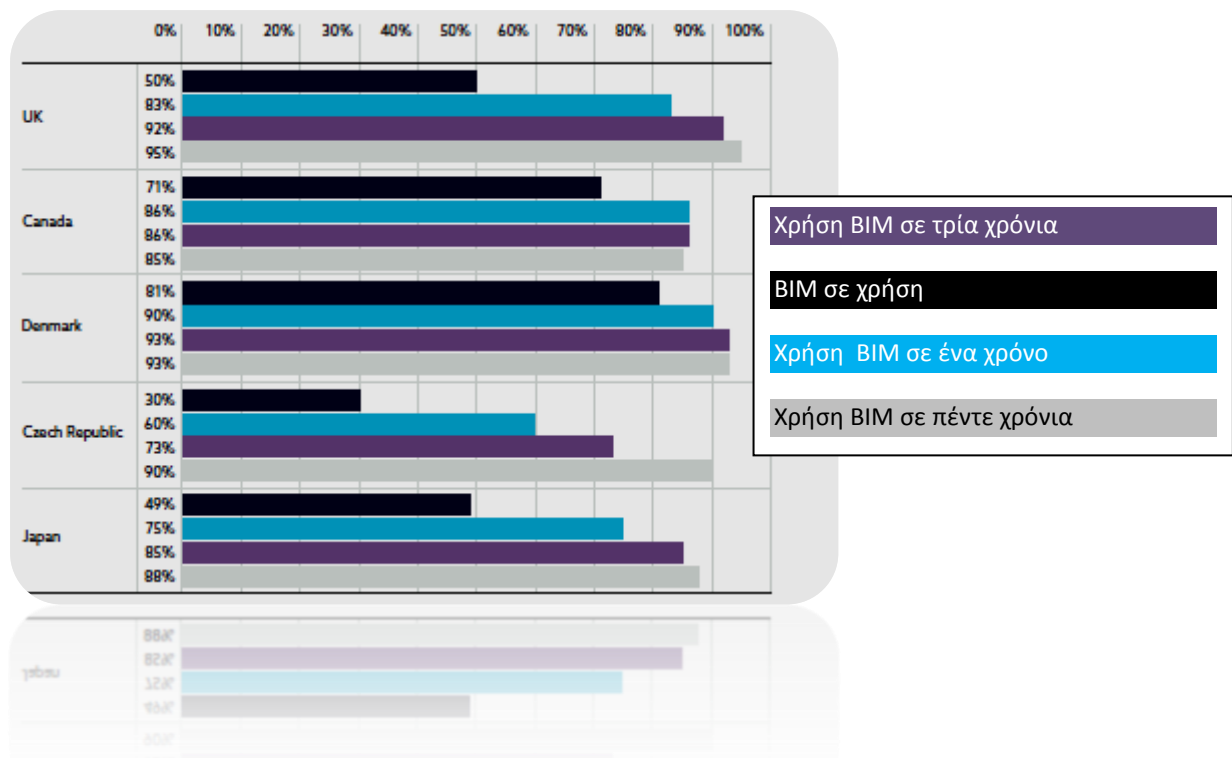
Διάγραμμα 3.11: Ενημερωμένο ποσοστό για BIM
Πηγή: NBS, 2016



Διάγραμμα 3.12: Ποσοστό χρήσης BIM
Πηγή: NBS, 2016

➤ Μελλοντική χρήση BIM

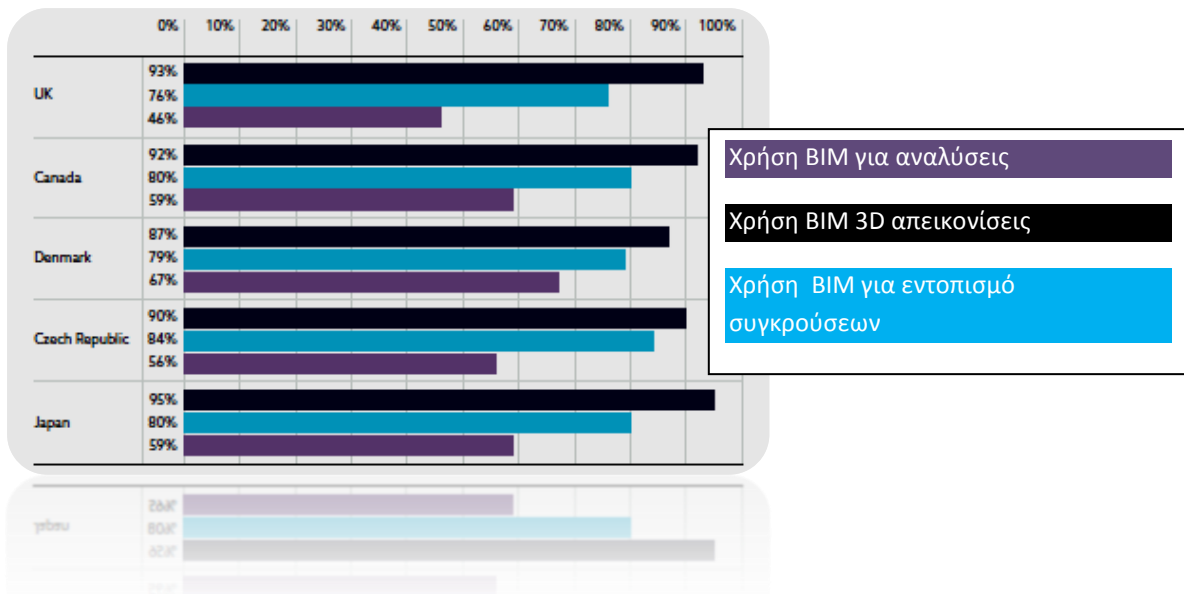
Η αυξητική τάση υιοθέτησης της τεχνολογίας BIM πρόκειται να συνεχιστεί. Ο τομέας που ακολουθεί στην έρευνα αφορά την υποβολή της ερώτησης στις χώρες 'εάν θα χρησιμοποιούσαν BIM στο μέλλον'. Σύμφωνα με τις απαντήσεις, εύκολα συνάγεται το συμπέρασμα ότι εάν οι προθέσεις τους εφαρμοστούν, τότε τα επόμενα πέντε χρόνια θα υπάρξει μία ραγδαία αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο δημιουργούνται, μοιράζονται και χρησιμοποιούνται οι πληροφορίες. Στα επόμενα πέντε χρόνια πάνω από το 80% των επαγγελματιών προβλέπεται να υιοθετούν την τεχνολογία BIM, ενώ τα επόμενα δύο χρόνια θα χαρακτηριστούν από μεγάλα ποσοστά υιοθέτησης της τεχνολογίας αυτής.



Διάγραμμα 3.13: Μελλοντική χρήση BIM
 Πηγή: NBS, 2016

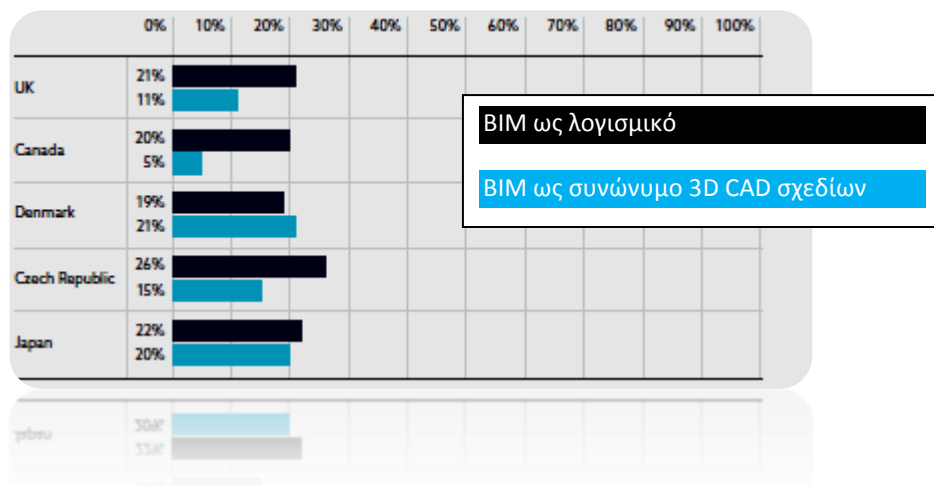
➤ Κατανόηση της έννοιας BIM

Με δεδομένη την αύξηση των BIMs, η αφιέρωση χρόνου για τον τρόπο με τον οποίο καταλαβαίνουν οι πολίτες την έννοια BIM κρίνεται αναγκαία. Παρατηρήθηκε ποσοστό 90% και παραπάνω για τους χρήστες BIM ειδικά για την παραγωγή 3D απεικονίσεων. Ο εντοπισμός συγκρούσεων και ασυμβατοτήτων λαμβάνει τη δεύτερη θέση και ακολουθεί η χρήση BIM για αναλύσεις. Η χώρα που κατέχει το υψηλότερο ποσοστό στη χρήση BIM για αναλύσεις είναι η Δανία. Αιτιολογία για αυτό το ποσοστό αποτελεί το γεγονός ότι η κυβέρνηση στη Δανία στοχεύει στη μείωση της συνολικής εκπομπής αέριων του θερμοκηπίου κατά 40% μέχρι το 2020 σε σύγκριση με το επίπεδο που είχαν το 1990. Εάν ληφθεί υπόψη ότι το 36% των αερίων αυτών προέρχονται από παράγοντες που σχετίζονται με την κατασκευή κτηρίων, εύλογα συνάγεται το συμπέρασμα ότι πρέπει να διαχειριστούν με το βέλτιστο τρόπο τα κτήρια και η τεχνολογία BIM μπορεί να συμβάλει σε πολύ μεγάλο βαθμό σε αυτό.



Διάγραμμα 3.14: Τρέχουσα χρήση BIMs
 Πηγή: NBS, 2016

Επίσης ένας άλλος παράγοντας που εμπλέκεται στη διαμόρφωση της εικόνας του BIM αποτελεί το ποσοστό αντίληψης της τεχνολογίας BIM ως συνώνυμο των 3D CAD αρχείων, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.

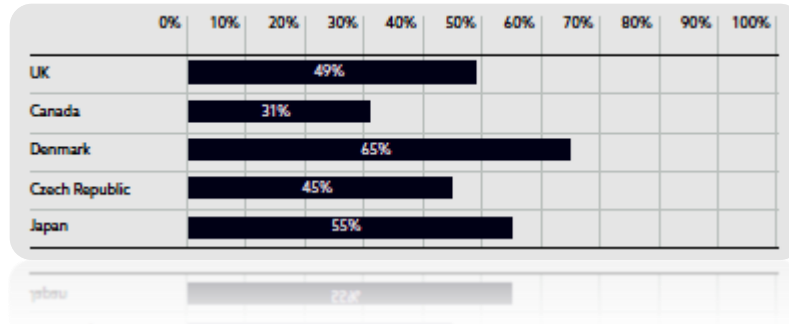


Διάγραμμα 3.15: Ποσοστά αντίληψης σχετικά με την έννοια του BIM
 Πηγή: NBS, 2016

➤ IFC & COBie

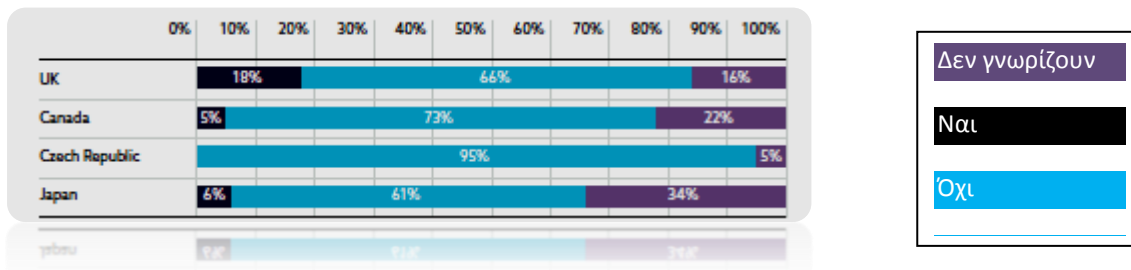
Με δεδομένη την αυξανόμενη υιοθέτηση και χρήση BIM σε πολλές χώρες, αναμένονται υψηλά επίπεδα συνεργασίας. Η συνεργασία όμως μεταξύ των διάφορων κλάδων στον τομέα των κατασκευών και μεταξύ των εμπλεκόμενων μελών σε ένα κλάδο απαιτεί ανοιχτά

πρότυπα ανταλλαγής δεδομένων όπως αναλύθηκε και σε παραπάνω ενότητες. Το ανοιχτό πρότυπο IFC συνιστά το πιο διαδεδομένο στην τεχνολογία BIM. Η Δανία συνιστά τη χώρα με το υψηλότερο ποσοστό χρήσης του προτύπου αυτού, 65%. Αντίστοιχα στις άλλες χώρες παρατηρούνται ποσοστά 55% στην Ιαπωνία, 49% στο Ηνωμένο Βασίλειο, 45% στην Τσεχία και 31% στον Καναδά.



Διάγραμμα 3.16: Χρήση IFCs
Πηγή: NBS, 2016

Το σύνολο των δεδομένων με μορφότυπο COBie (Construction Operations Building Information Exchange) συνιστούν έναν τρόπο διακίνησης μέρους ενός μοντέλου BIM με σκοπό να συμβάλλουν στη διαχείριση και συντήρηση ενός κτηρίου. Όμως δεν είναι ευρύτερα διαδεδομένος ο μορφότυπος αυτός, όπως γίνεται εμφανές στο 3.17 διάγραμμα.



Διάγραμμα 3.17: Ποσοστό που δημιουργούν μορφότυπους COBie στα έργα τους
Πηγή: NBS, 2016

4. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ 3D ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ BIM

Η έλλειψη ενός ολοκληρωμένου τρισδιάστατου Κτηματολογίου δυσχεραίνεται από την έλλειψη ενός τεκμηριωμένου **τρισδιάστατου τεχνικού πλαισίου**. Βασικές προϋποθέσεις για τη σύνταξη ενός τέτοιου πλαισίου συνιστούν η ύπαρξη κατάλληλων και αξιόπιστων πρωτογενών πηγών δεδομένων, διαδικασιών επικύρωσης των 3D μοντέλων και χρήσης διεθνών προτύπων.

Η **διερεύνηση κατάλληλων δεδομένων** και τύπων δεδομένων αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι στη σύνταξη 3D Κτηματολογίου, καθώς τα στοιχεία που είναι αναγκαία ως φυσικές και νομικές οντότητες, εισάγουν διαφορετικές ανάγκες. Οι φυσικές οντότητες περιλαμβάνουν τα συστατικά μέρη μιας εγκατάστασης όπως τοίχοι, παράθυρα, πόρτες, τα οποία είναι ορατά. Όσο αφορά τα νομικά στοιχεία, δηλαδή στοιχεία που αφορούν τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα που αναπτύσσονται και τα οποία υπόκεινται σε περιορισμούς και ευθύνες είναι εννοιολογικές και μη απτές οντότητες. Τα φυσικά αντικείμενα μπορεί να αντιστοιχούν πλήρως στα νομικά ή να αποτελούν βοηθητικά αυτών. Επομένως, τα δεδομένα που θα συλλεχθούν πρέπει να είναι κατάλληλα και ακριβή ώστε τα όρια των φυσικών/νομικών οντοτήτων να προσδιορίζονται με ακρίβεια, σαφήνεια και πληρότητα.

Ο όρος **επικύρωση μοντέλων και δεδομένων** αφορά στις διαδικασίες ελέγχου δεδομένων και μοντέλων πριν την εισαγωγή τους στο σύστημα διαχείρισης του 3D Κτηματολογίου βάσει κάποιων καθορισμένων κανόνων. Ο στόχος της επικύρωσης σε ένα 2D/3D περιβάλλον είναι η τεκμηρίωση του αυστηρού ορισμού του 'έγκυρου' αντικειμένου (Karki, 2010). Η επικύρωση για τις 3D Κτηματολογικές περιπτώσεις κατηγοριοποιείται σε: a) γεωμετρική επικύρωση, η οποία στοχεύει στην εσωτερική εγκυρότητα των 3D γεωτεμαχίων, b) επικύρωση των 3D ιδιοκτησιακών χώρων πάνω και κάτω από την επιφάνεια του γεωτεμαχίου c) επικύρωση των μεταξύ αυτών αναπτυσσόμενων σχέσεων d) επικύρωση πολυστρωματικών αντικειμένων και δικτύων και e) επικύρωση των αποτελεσμάτων της περαιτέρω επεξεργασίας της γεωμετρίας (κατάτμηση, συνένωση, σύσταση δουλειών κλπ).

Η ύπαρξη προτύπων ρυθμίζει πολλές πτυχές στη σωστή λειτουργία ενός κτηματολογικού συστήματος. Ο προσδιορισμός των αντικειμένων, συναλλαγών, σχέσεων αντικειμένων και προσώπων, ταξινομήσεων γης και αξίας γης αποτελούν τμήμα των πτυχών αυτών (ISO-LADM 19152 2012). Η **προτυποποίηση** διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για την αποφυγή προβλημάτων που εμφανίζονται λόγω απουσίας κοινής ορολογίας. Η επίτευξη της κοινής ορολογίας πραγματοποιείται μέσω της ανάπτυξης μιας οντολογίας που στοχεύει στην τυποποίηση των κτηματολογικών εννοιών και κατά επέκταση στην επίλυση επικοινωνιακών προβλημάτων (Kaufmann, 2004). Τέλος, πυλώνας για την πραγματοποίηση της προτυποποίησης στον Κτηματολογικό τομέα συνιστά ο χαρακτηρισμός του νομικού περιεχομένου του Κτηματολογίου με εστίαση στο δικαίωμα της ιδιοκτησίας και των περιορισμών τα οποία συνδέονται με το δικαίωμα της κυριότητας (Paasch, 2004).

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν διεξαχθεί πολλές δραστηριότητες σχετικά με το 3D Κτηματολόγιο, αλλά δεν υπάρχει ακόμα χώρα στον κόσμο που να έχει υιοθετήσει ένα ολοκληρωμένο τρισδιάστατο Κτηματολόγιο. Το αντικείμενο κάθε εφαρμογής, η **ποικιλία μεθόδων, λογισμικών και μεθοδολογιών για 3D μοντελοποίηση** με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας πληροφοριών (Information Technology, IT) περιπλέκει την ενσωμάτωσή τους στον κάθε τομέα που απαιτεί την 3D μοντελοποίηση. BIM, CityGML (City Geography

Markup Language) και CAD αποτελούν μεθόδους για λεπτομερή 3D μοντελοποίηση φυσικών αντικειμένων. Μοντέλα διαχείρισης γης όπως ePlan (Electronic Plan) και το LADM συμβάλλουν στην οργάνωση της νομικής πληροφορίας χωρίς να αναφέρονται στη φυσική πραγματικότητα. Η σύνταξη ενός 3D Κτηματολογίου απαιτεί την ύπαρξη μιας ολοκληρωμένης αντιμετώπισης και όχι διαφορετικών εργαλείων, μοντέλων και μεθόδων. Το αντικείμενο της 3D μοντελοποίησης των κτηματολογικών αντικειμένων έχει απασχολήσει σημαντικά τη διεθνή επιστημονική κοινότητα (Karki, 2010; Ying, 2012, van Oosterom 2012 και Fredericque, 2011).

- ❖ Karki (2010), αναφέρουν ότι η ύπαρξη πολλών μεθόδων για την κατασκευή 3D αντικειμένων εμποδίζει και κάνει πιο πολύπλοκη την επιλογή μιας κοινής στρατηγικής για την 3D μοντελοποίηση της νομικής πληροφορίας. Τετράεδρα (Tetrahedrons), Κατασκευαστική Στερεά Γεωμετρία (Constructive Solid Geometry) και Κανονικά Πολύτοπα (Regular Polytopes) αναφέρονται ως μέθοδοι 3D γεωμετρικής κατασκευής.
- ❖ Ying (2012), αναφέρουν τη δυνατότητα 3D αναπαράστασης κτηματολογικών αντικειμένων από ένα γεωμετρικό 3D θεμελιακό στοιχείο (primitive) με τη προσέγγιση ενός κλειστού χώρου ορισμένου με ακριβή όρια, αναπαριστώμενος με στερεό (solid) ή κλειστό πολύεδρο (closed polyhedron).
- ❖ Oosterom (2012), προσεγγίζει το θέμα με την αναφορά του στους γεωμετρικούς τύπους: πολλαπλοί (non-two-manifold), μερικά ανοιχτοί ή/και αυτοί που αποτελούνται από μη γραμμικά (καμπυλόγραμμα) θεμελιακά στοιχεία σε ορισμένες νομοθεσίες. Επίσης, γίνεται αναφορά και σε θέματα απεικόνισης όπως είναι οι απεικονίσεις τύπου wireframe, δηλαδή 3D ογκομετρικές καταταμήσεις σε ένα σύνθετο κτήριο με τη χρήση σκελετού και ημιδιαφανών αντικειμένων, όπως αναφέρθηκε στο δεύτερο κεφάλαιο στη περίπτωση του Ισπανικού Κτηματολογίου. Τέλος, απεικόνιση ανοιχτών/άνευ ορίων γεωτεμαχίων συμπεριλήφθηκαν στους τρόπους προσέγγισης του Oosterom.
- ❖ Fredericque (2011), εξετάζουν τις τεχνικές στερεάς μοντελοποίησης (solid modeling) με σκοπό την έγκυρη 3D μοντελοποίηση της γεωμετρίας των 3D μονάδων ιδιοκτησίας. Οι τεχνικές αυτές αφορούν στη δημιουργία κλειστών ογκομετρικών αντικειμένων ή στις διαδικασίες εξώθησης και μετέπειτα στην αφαιρετική επεξεργασία για τη προσαρμογή των στερεών μέσω πράξεων Boolean. Τέλος, παράγοντες που προκαλούν προβλήματα στην αποτελεσματικότητα του Κτηματολογίου, όπως για παράδειγμα οι τοπολογικές ασυνέπειες, είναι σημαντικό να αποφεύγονται.

Συμπερασματικά, η ορθότερη διαχείριση ενός 3D γεωτεμαχίου στηρίζεται στην ακρίβεια του γεωμετρικού μοντέλου και των τοπολογικών σχέσεων που είναι υπεύθυνες για την κωδικοποίηση των πληροφοριών που αφορούν για παράδειγμα γειτνιάσεις, συγκλίσεις και τη συνέχεια στη γεωμετρία τους (Ying, 2012).

Η **3D απεικόνιση** συνιστά έναν τελευταίο παράγοντα που αξίζει να σημειωθεί, ο οποίος αποτελεί μέτρο διαφοροποίησης μεταξύ ενός 3D Κτηματολογίου, ενός σχεδίου πόλης και μιας αστικής προσομοίωσης/εικονική πόλη. Η απεικόνιση ενός σχεδίου πόλης εστιάζει στην πραγματική μορφή των αρχιτεκτονικών οντοτήτων και των λειτουργιών της. Στις αστικές προσομοιώσεις και εικονικές πόλεις δίνεται έμφαση στα πρόσωπα των μοντέλων των κτηρίων δίνοντας υφές μέσω εικόνων χωρίς να γίνεται κάποια αναφορά στις εσωτερικές μονάδες πίσω από το εξωτερικό περιβάλλον κάθε εγκατάστασης. Στο Κτηματολόγιο όμως η ακριβής περιγραφή των ορίων των ιδιοκτησιακών μονάδων σε σχέση με τα υποκείμενα ή τα

υπερκείμενα αυτών γεωτεμάχια αποτελεί το κέντρο μελέτης και ενδιαφέροντος για την απεικόνιση. Τα όρια για την καλύτερη κατανόηση των 3D κτηματολογικών αντικειμένων υλοποιούνται μέσω των φυσικών οντοτήτων κάθε κτηρίου. Επομένως, η 3D απεικόνιση των κτηματολογικών αντικειμένων δεν στοχεύει σε λεπτομερείς αναφορές αλλά στην παρουσίαση του καταμερισμού του γεωχώρου και του αστικού χώρου με όρους δικαιωμάτων.

Πηγή: nD Κτηματολόγιο, Δημοπούλου

Πέρα των όσων αναφέρθηκαν, στην ακριβή περιγραφή της έννοιας του 3D γεωτεμαχίου μπορεί να προστεθεί και σημασιολογική πληροφορία η οποία πέραν της γεωμετρίας και της τοπολογίας, θα ορίζει περισσότερο λεπτομερείς χωρικές και μη σχέσεις μεταξύ νομικών και φυσικών προσώπων. Επομένως, δημιουργείται η σκέψη για δυνατότητα ενσωμάτωσης της κτηματολογικής πληροφορίας σε σημασιολογικά 3D μοντέλα, όπως είναι τα BIM μοντέλα. Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται διεξοδικά αυτή η δυνατότητα 3D μοντελοποίησης της κτηματολογικής πληροφορίας με τη χρήση BIM. Στην πρώτη ενότητα πραγματοποιείται αναφορά σε μελέτες που έχουν διεξαχθεί και αφορούν τρόπους και προσπάθειες ενσωμάτωσης κτηματολογικής πληροφορίας σε BIM μοντέλο. Στη δεύτερη ενότητα περιγράφεται ιλοτική εφαρμογή σε κτήριο γραφείων στο Χαλάνδρι, στην προσπάθεια διερεύνησης των δυνατοτήτων διαχείρισης 3D κτηματολογικής πληροφορίας με τη χρήση τεχνολογίας BIM και ειδικότερα μέσω του BIM λογισμικού Revit.

4.1. Επισκόπηση της μοντελοποίησης 3D Κτηματολογίου με χρήση BIM

Η κατάσταση που επικρατεί τις τελευταίες δύο δεκαετίες χαρακτηρίζεται από έντονο ανταγωνισμό σε γη, ιδιαίτερα στις μεγάλες πόλεις εξαιτίας του αυξημένου πληθυσμού και των δραστηριοτήτων, που απαιτούν ολοένα και περισσότερο χώρο ο οποίος πρέπει να μοιραστεί στην υπάρχουσα δύο διαστάσεων ιδιοκτησία (Stoter & Ploeger, 2002). Η χρήση των 3D δικαιωμάτων ιδιοκτησίας έχει υπάρξει για πολλά χρόνια εργαλείο για τη διασφάλιση δικαιωμάτων χρήσης του χώρου και κοινό χαρακτηριστικό παγκοσμίως (Paulsson, 2007). Η αποτελεσματική διαχείριση τέτοιων περίπλοκων καταστάσεων μπορεί να επιτευχθεί με την αντιμετώπιση των διαδικασιών τρισδιάστατης δημιουργίας και εγγραφής ιδιοκτησιών (El-Mekawy, 2014).

Η τεχνολογία BIM και η απεικόνιση και εγγραφή τρισδιάστατων ιδιοκτησιών φαινομενικά μπορούν να χαρακτηριστούν ως διαφορετικοί τομείς που δεν έχουν συνδυαστεί αρκετά σε προηγούμενες μελέτες. Εστιάζοντας στις διαδικασίες σχηματισμού τρισδιάστατων ιδιοκτησιών, η χρήση BIM δεν λαμβάνεται υπόψη ούτε αποτελεί αντικείμενο συζήτησης. Τα BIM μοντέλα έχουν τη δυνατότητα να συνεισφέρουν σε τρισδιάστατες κτηματολογικές πληροφορίες όσο αφορά τμήματα κτηρίων ή και σύνολα αυτών σε σχέση με ιδιοκτησίες που τα περιβάλλουν. Παρόλο που η τεχνολογία BIM συνιστά την πιο λεπτομερή και κατανοητή εργοκεντρική μέθοδο μοντελοποίησης κτηρίων, δεν έχει ακόμα εστιάσει στις ανάγκες για μοντελοποίηση ολοκληρωμένου 3D Κτηματολογίου (El-Mekawy, 2014). Η έννοια του BIM ως διαδικασία μοντελοποίησης περιλαμβάνει τη δημιουργία και τη διαχείριση χωρικών ψηφιακών αναπαραστάσεων των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των κτηριακών χώρων και του γύρω περιβάλλοντος (Isikdag & Zlatanova, 2009a). Μέσω αυτής της προσέγγισης, το BIM χαρακτηρίζεται από μία λογική και σαφή δομή των χωρικών αντικειμένων ενός κτηρίου (El-Mekawy, 2014).

Τα αναλογικά δύο διαστάσεων σχέδια που μέχρι τώρα αναπαριστούσαν τα δικαιώματα, τους περιορισμούς και τις ευθύνες (RRR) ως προς μία ιδιοκτησία, θέτουν μία σειρά από

προκλήσεις για τους ολοένα και αυξανόμενους πολύπλοκους χώρους που αναπτύσσονται σε πολυόροφα και στρωματοποιημένα κτήρια. Απάντηση στις προκλήσεις αυτές αποτελούν τα τρισδιάστατα ψηφιακά περιβάλλοντα δεδομένων τα οποία συνιστούν αντικείμενα έρευνας τα τελευταία χρόνια ως δυνατή προσέγγιση για διαχείριση περίπλοκων, κάθετων και στρωματοποιημένων συνθέσεων ιδιοκτησιών. Τα BIM μοντέλα μπορούν να υιοθετηθούν για την τρισδιάστατη διαχείριση των δεδομένων που σχετίζονται με περίπλοκους χώρους ιδιοκτησίας καθώς συνιστά μία αξιόπιστη βάση 3D πληροφοριών που διευκολύνει τη συνεργασία και τη λήψη αποφάσεων σε όλη τη διάρκεια ζωής των κτηρίων. Παρόλα αυτά, τα χαρακτηριστικά των ιδιοκτησιών και η χωρική δομή της σύνθεσης αυτών μέσα στο κάθε κτήριο χρειάζονται περαιτέρω έρευνα για να εξυπηρετούνται σε περιβάλλοντα BIM. (International Journal of Geographical Information Science ,IJGIS-2015-0604.R2, Atazadeh)

Τα προβλήματα από τη χρήση 2D μεθόδων για εγγραφή και απεικόνιση δικαιωμάτων, που αναπτύσσονται μέσα σε σύνθετα και πολυόροφα κτήρια είναι ήδη γνωστά ύστερα από πολλές μελέτες που έχουν διεξαχθεί από σημαντικούς ερευνητές όπως , Aien-2013, Karabin-2012, Rajabifard-2014, Shojaei-2013 και Stoter-2013-2014. Παράλληλα με την ανάγκη για 3D διαχείριση γης, ο κατασκευαστικός τομέας με τα εμπλεκόμενα μέρη σε αυτόν (Αρχιτέκτονες, Πολιτικοί Μηχανικοί, Μηχανολόγοι) έχει επίσης επισημάνει τους περιορισμούς των 2D μεθόδων όσον αφορά την επικοινωνία σύνθετων αρχιτεκτονικών και δομικών πληροφοριών μέσα σε ένα πολυώροφο κτήριο (Eastman, 2011). Επομένως, η τεχνολογία BIM αναδύεται ως μία νέα ιδεολογική δομή για τη διευκόλυνση της συνεργασίας μεταξύ των εμπλεκόμενων ειδικοτήτων (Isikdag, 2015) και τη παροχή 3D ψηφιακών δεδομένων σχετικά με τα φυσικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός κτηρίου σε όλη τη διάρκεια ζωής του (NBIMS, 2007). Συμπερασματικά, η χρήση BIM μοντέλων για καταγραφή και αναπαράσταση 3D πολύπλοκων και στρωματοποιημένων δικαιωμάτων ιδιοκτησιών συνιστά σημαντικό αντικείμενο μελέτης που δεν έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα και χρήζει ιδιαίτερης μελέτης (IJGIS-2015-0604.R2).

Η αντιμετώπιση των προκλήσεων από την αυξημένη εγκατάσταση σύνθετων κτηρίων έχει γίνει το κέντρο της έρευνας από τις υπηρεσίες διαχείρισης γης, οι οποίες εστιάζουν στην ανάγκη για 3D ψηφιακή προσέγγιση (Rajabifard, 2012). Η διαχείριση αυτή έγκειται σε δύο βασικά συστατικά: α) νομικές και β) φυσικές πληροφορίες (Aien-2013, Jazayeri-2014). Οι νομικές πληροφορίες αποτελούν προϋπόθεση για τη διαχείριση RRRs σε χώρους, οι οποίοι συνιστούν αόρατες (invisible) κτηματολογικές οντότητες (Karabin, 2014; Ying-2014). Γεωμετρικά και σημασιολογικά στοιχεία συνθέτουν τις φυσικές πληροφορίες. Τα γεωμετρικά στοιχεία αναφέρονται στο σχήμα και στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κάθε συστατικού του κτηρίου (ακριβή τοπογραφικά σημεία) και τα σημασιολογικά ορίζονται ως φυσικές περιγραφές αυτών (υλικά κατασκευής) (Jazayeri,2013). Η πιο κατανοητή και έξυπνη 3D ψηφιακή προσέγγιση όσο αφορά τις φυσικές πληροφορίες για ένα κτήριο από το σχεδιασμό μέχρι και την κατεδάφιση αυτού συνιστά η τεχνολογία BIM, αλλά από πλευράς διαχείρισης γης δεν είναι δυνατή να προσδιορίσει νομικές πληροφορίες σχετικές με ιδιοκτησίες (Atazadeh, 2016).

Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί κάποια αρχικά βήματα για την ενσωμάτωση κτηματολογικών πληροφοριών σε BIM μοντέλα, τα πιο σημαντικά αφορούν: Α) Έρευνα που διεξήχθη στην Σουηδία με τη χρήση εικονικών επιφανειών για τη περιγραφή ορίων, για τον σαφή προσδιορισμό δικαιωμάτων (boundary surfaces): Building Elements Surfaces, Digging Surfaces, Real Estate Boundary Surfaces και Protecting Areas Surfaces (El-Mekawy,2014) και Β) Χρήση και επέκταση του ανοιχτού μοντέλου δεδομένων IFC για την ενσωμάτωση κτηματολογικών οντοτήτων, το οποίο ενισχύει και βελτιώνει τη διαλειτουργικότητα στον

κατασκευαστικό τομέα αλλά και ως εργοκεντρικό μοντέλο δεδομένων περιλαμβάνει ένα κατανοητό σύνολο από οντότητες που περιγράφουν τα γεωμετρικά και τα σημασιολογικά χαρακτηριστικά κάθε κτηρίου σε όλη την διάρκεια ζωής του (IJGIS-2015-0604.R2, Atazadeh 2016).

4.1.1. Χρήση BIM για τον σχηματισμό 3D ιδιοκτησίας στην Σουηδία

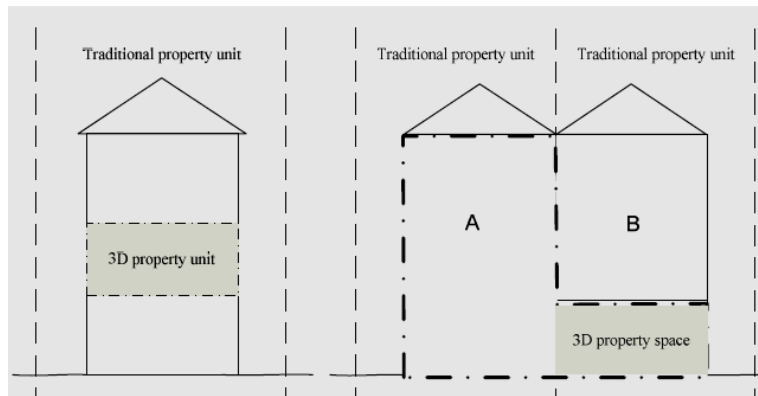
Η έρευνα που διεξήχθη στη Σουηδία (El-Mekawy,2014) αναφερόταν αρχικά στην τρέχουσα κατάσταση του 3D Κτηματολογίου και την πιθανή ανάπτυξη αυτού στο μέλλον και στην συνέχεια εστίασε στη δυνατότητα χρήσης BIM μοντέλων για την επίτευξη αυτού. Ο στόχος της έρευνας αυτής δεν ήταν να δημιουργήσει ή να παρουσιάσει ένα BIM μοντέλο με ενσωματωμένες κτηματολογικές πληροφορίες αλλά να εξετάσει πως αυτοί οι δύο τομείς που αρχικά φαίνονται διαφορετικοί μπορούν να αλληλεπιδράσουν και να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες για αποτελεσματική διαχείριση πληροφοριών και 3D Κτηματολόγιο.

Αρχικά, αναλύθηκε διεξοδικά η υπάρχουσα κατάσταση στην 3D ιδιοκτησία. Στη Σουηδία όλη η γη και οι θαλάσσιες εκτάσεις χωρίζονται σε ιδιοκτησίες οι οποίες εγγράφονται σε Μητρώο, Σουηδικό Κτηματολόγιο. Η εγγραφή κάθε ιδιοκτησίας αποδίδει σε αυτή μοναδικό κωδικό εγγραφής και η κάθε αλλαγή που μπορεί να συμβεί εφαρμόζεται στη συγκεκριμένη ιδιοκτησία μέσω κτηματολογικών διαδικασιών και η απόφαση επέρχεται από τις κτηματολογικές αρχές. Το Μητρώο διαχειρίζεται από τη Σουηδική αρχή χαρτογράφησης και κτηματολογικής εγγραφής γης, Lantmateriet. Η έννοια της 3D ιδιοκτησίας έχει εμφανιστεί την τελευταία περίπου δεκαετία στη Σουηδία ως συμπλήρωμα των παραδοσιακών 2D ιδιοκτησιών. Η έννοια όμως της 3D ιδιοκτησίας δεν έχει ακόμα εγκατασταθεί ως ένα κοινός τρόπος διασφάλισης των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας και όλων των σχετικών με τη γη. Το γεγονός αυτό αιτιολογείται από τον χαμηλό αριθμό των εγγεγραμμένων 3D ιδιοκτησιών σε σχέση με τις 2D στους τρεις μεγαλύτερους δήμους στη Σουηδία (4.1 Πίνακας).

Δήμοι	Αριθμός 2D ιδιοκτησιών	Αριθμός 3D ιδιοκτησιών	Πληθυσμός
Stockholm	59.333	154	897.700
Gothenburg	69.567	55	533.271
Malmö	31.467	91	312.994

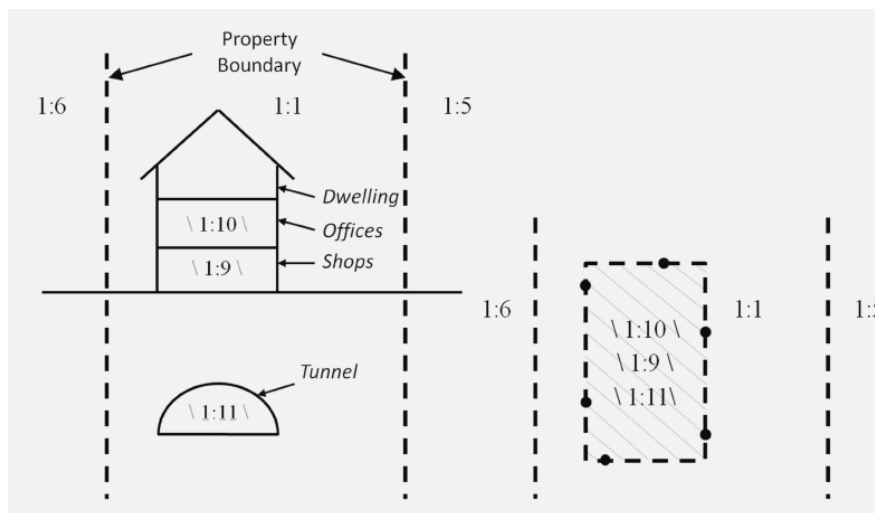
Πίνακας 4.1: Αριθμός 2D και 3D ιδιοκτησιών στους μεγαλύτερους δήμους της Σουηδίας
Πηγή: El-Mekawy,2014

Στη Σουηδία ως 3D ιδιοκτησία ορίζεται η ιδιοκτησία η οποία στην ολότητά της περιορίζεται οριζόντια και κάθετα (Swedish Land Code, chap. 1, section 1a). Προβλέπονται δύο τύποι 3D κτηματολογικών οντοτήτων, η 3D μονάδα ιδιοκτησίας (3D property unit) και ο 3D χώρος (3D space). Η 3D μονάδα ιδιοκτησίας αναφέρεται σε έναν 3D χώρο ανεξάρτητο από την υπόλοιπη ιδιοκτησία και δημιουργείται μέσω τυπικής κτηματολογικής διαδικασίας, χωρίς να περιορίζεται υποχρεωτικά στα όρια του εδαφοτεμαχίου, ούτε να συνδέεται μαζί του, ενώ ο 3D χώρος αποτελεί χώρο εντός της μονάδας ιδιοκτησίας με συγκεκριμένα οριζόντια και κάθετα όρια και αποτελεί αυτόνομη ιδιότητα.



Εικόνα 4.1: Σχηματική παράσταση 3D property, 3D property space
 Πηγή: El-Mekawy,2014

Τα όρια των 3D κτηματολογικών οντοτήτων μπορούν να προσδιοριστούν είτε μέσω των X, Y, Z συντεταγμένων, είτε ως προς την στέγη, δάπεδο, τοίχους που αποτελούν τα όρια αυτών. Η παρουσίαση τους στους κτηματολογικούς χάρτες γίνεται μέσω της προβολής τους στα εδαφοτεμάχια με την χρήση ειδικού συμβολισμού (Εικόνα 4.2).

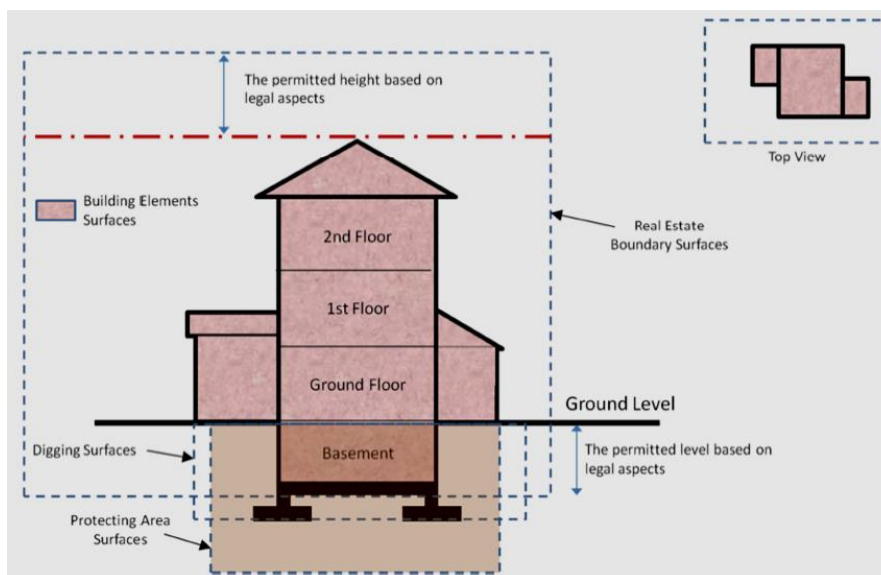


Εικόνα 4.2: Παράδειγμα τομής 3D ιδιοκτησίας (αριστερά) και απεικόνιση αυτής σε κτηματολογικό χάρτη (δεξιά).
 Πηγή: El-Mekawy,2014

Ύστερα από την ανάλυση της 3D ιδιοκτησίας, ακολουθεί η εξέταση για πιθανή ενσωμάτωση αυτής σε BIM μοντέλα. Η χρήση BIM έχει αποκτήσει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη Σουηδία τα τελευταία χρόνια και χρησιμοποιείται σε πολλά έργα για τη δημιουργία 3D λεπτομερών μοντέλων κτηρίων με πληροφορίες σχετικές με αυτά, όπως για παράδειγμα διαστάσεις και υλικά κατασκευής. Θέματα πρόσβασης στα 3D δεδομένα και προβλήματα διαλειτουργικότητας συνιστούν τροχοπέδη για την επικράτηση της τεχνολογίας BIM στον κατασκευαστικό τομέα. Στη Σουηδία επικρατεί η αντίληψη ότι δεν υπάρχει καμία σύνδεση μεταξύ BIM και σχηματισμού 3D ιδιοκτησιών. Στην έρευνα αυτή εξετάστηκε η δυνατότητα σύνδεσης των δύο αυτών τομέων με τη χρήση εικονικών επιφανειών για την περιγραφή ορίων για τον σαφή προσδιορισμό δικαιωμάτων (boundary surfaces): Building Elements Surfaces, Digging Surfaces, Real Estate Boundary Surfaces και Protecting Areas Surfaces.

Για τη διεξαγωγή της έρευνας αυτής επιλέχθηκε ως κτήριο το νοσοκομείο Nya Karolinska στην Στοκχόλμη. Η επέκταση του κτηρίου αυτού οδηγεί στη δημιουργία 3D δικαιώματος δουλείας σε δημόσιο δρόμο. Ανεξάρτητα από τον σκοπό της επέκτασης αυτής, είναι ανάγκη να αναπαρασταθεί και να εγγραφεί στο Κτηματολόγιο. Η εγγραφή αυτή είναι δυνατή μόνο σε 3D Κτηματολόγιο. Στο κτήριο αυτό έχει γίνει χρήση BIM για διάφορους σκοπούς, διαφορετικούς από κτηματολογικούς. Η δυνατότητα διαχείρισης πληροφοριών για κάθε στοιχείο του κτηρίου και στην ολότητά του προσφέρει σημαντικό υπόβαθρο που καθιστά τα εργαλεία BIM να συνεισφέρουν στον προσδιορισμό κτηματολογικών πληροφοριών. Οι τέσσερις διαφορετικές εικονικές επιφάνειες που προαναφέρθηκαν συνιστούν τρόπο για την επίτευξη αυτού του σκοπού:

- **Building Elements Surfaces:** Αυτό το είδος επιφάνειας αναπαριστά το εξωτερικό περίγραμμα των επιφανειών των στοιχείων του κτηρίου.
- **Digging Surfaces:** Οι επιφάνειες αυτές χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση υπόγειων 3D χρήσεων μιας ιδιοκτησίας. Η επιφάνεια αυτή είναι πολύ σημαντική και για υπόγειες κατασκευές (π.χ. τούνελ) και για υπόγειες οντότητες όπως θεμέλια και αναπαράσταση δουλειών για χρήση δικτύων.
- **Protecting Area Surfaces:** Οι επιφάνειες αυτές σχετίζονται με τις Digging Surfaces αλλά εξυπηρετούν άλλο σκοπό. Συγκεκριμένα, ορίζουν την έκταση γύρω από την 3D ιδιοκτησία όπου εφαρμόζονται κάποιοι νομικοί περιορισμοί. Για παράδειγμα, εφαρμόζονται πάντα συγκεκριμένες αποστάσεις γύρω από υπόγειες εγκαταστάσεις (τούνελ) που έρχονται σε επαφή με υδάτινο περιβάλλον.
- **Real Estate Boundary Surfaces:** Οι επιφάνειες αυτές ορίζουν τα πραγματικά νομικά όρια μίας 3D ιδιοκτησίας ύστερα από την εφαρμογή των τριών που προαναφέρθηκαν.



Εικόνα 4.3: Απεικόνιση των τεσσάρων επιφανειών για σχηματισμό 3D ιδιοκτησίας
 Πηγή: El-Mekawy, 2014

4.1.2. Συμβολή του IFC προτύπου στο 3D Κτηματολόγιο

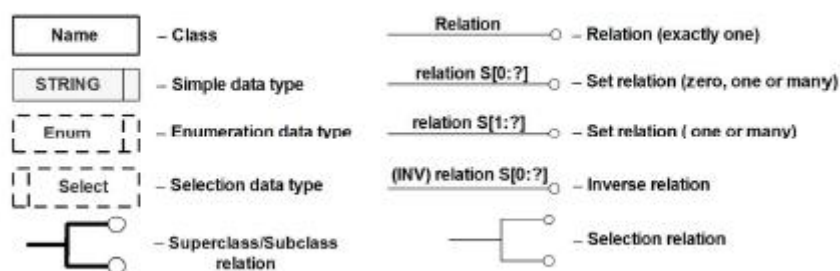
Το πιο διαδεδομένο ανοιχτό πρότυπο στον τομέα των BIMs είναι το IFC το οποίο κυρίως αντιμετωπίζει θέματα που σχετίζονται με την ανταλλαγή δεδομένων BIM και συμβάλλει στην

ενεργοποίηση πολλών πλατφόρμων BIM, ώστε να μπορούν να αλληλεπιδρούν με διαλειτουργικό τρόπο (ISO16739 2013). Εκτός του διαλειτουργικού χαρακτήρα, το προτυποποιημένο μοντέλο IFC είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και σε άλλους τομείς, όπως για παράδειγμα στο σχηματισμό 3D ιδιοκτησιών, 3D Κτηματολόγιο, όπως θα αναλυθεί στην ενότητα αυτή.

Στη Βικτώρια της Αυστραλίας ο ορισμός των ορίων για τους 3D χώρους πραγματοποιείται μέσω της χρήσης των λεγόμενων subdivision plans, όπως αναφέρθηκε στο δεύτερο κεφάλαιο, που βασίζονται κυρίως σε φυσικά στοιχεία του κτηρίου (LandVictoria 2015). Το πρότυπο IFC αποτελείται από ένα κατανοητό σύνολο οντοτήτων για τη διαχείριση χωρικών και σημασιολογικών πληροφοριών σχετικά με τις οντότητες ενός κτηρίου καθώς επίσης και για τη μοντελοποίηση των χωρικών σχέσεων που δημιουργούνται μεταξύ αυτών (Daum and Bormann, 2014). Επομένως, το ανοιχτό αυτό πρότυπο θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ένα σημαντικό και αξιόπιστο μοντέλο δεδομένων για την 3D ψηφιακή διαχείριση δεδομένων σχετικών με περίπλοκους χώρους ιδιοκτησίας (IJGIS-2015-0604.R2,Atazadeh). Παρόλα αυτά, πληροφορίες σχετικές με RRRs συνδεδεμένες με τους αντίστοιχους χώρους δεν έχουν μοντελοποιηθεί ακόμα στο πρότυπο IFC (IJGIS-2015-0604.R2, Atazadeh).

Στο πλαίσιο της έρευνας του Atazadeh με τίτλο ‘Extending a BIM-based data model to support 3D digital management of complex ownership spaces’ που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό ‘ International Journal of Geographical Information Science’, εξετάστηκε η δυνατότητα επέκτασης του προτύπου IFC για 3D ψηφιακή διαχείριση χωρικών και σημασιολογικών πληροφοριών σχετικών με 3D RRRs που αναπτύσσονται σε πολύπλοκους χώρους πολυώροφων κτηρίων. Η επέκταση αυτή πρόκειται να αποτελέσει βάση για τη διαχείριση, αποθήκευση και απεικόνιση των RRRs πληροφοριών μέσα σε ένα διαλειτουργικό περιβάλλον BIM. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιλαμβάνει τρία βασικά στάδια:

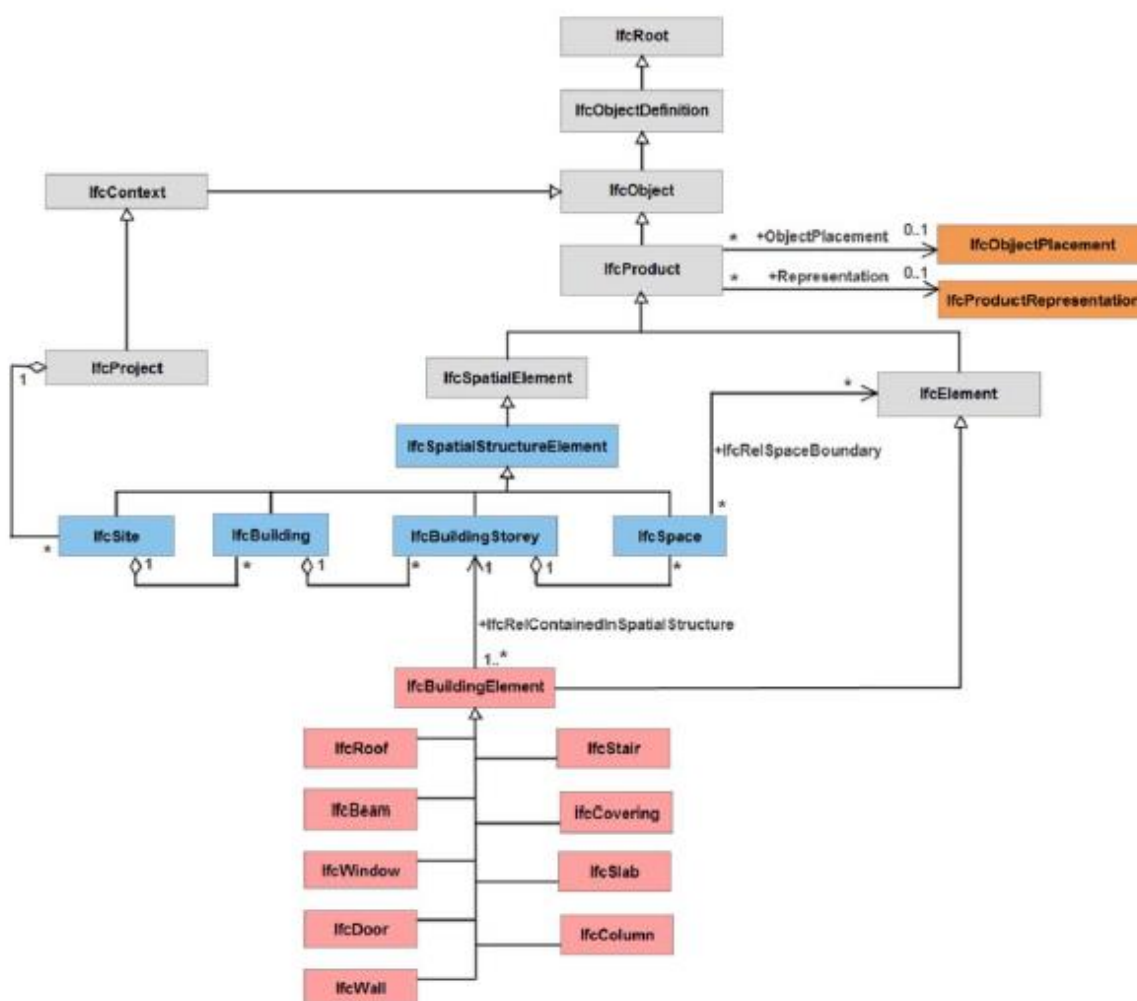
1. Ανάλυση απαιτήσεων σε στοιχεία για τη σωστή διαχείριση 3D RRRs.
2. Διαμόρφωση της επέκτασης του IFC προτύπου: οι οντότητες στο IFC ερευνούνται και στη συνέχεια επεκτείνονται με 3D RRR δεδομένα που επιλέχτηκαν στο προηγούμενο βήμα, σύμφωνα με την τρέχουσα δομή δεδομένων του IFC προτύπου. Χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα μοντελοποίησης δεδομένων EXPRESS για τη μοντελοποίηση των αναφερόμενων οντοτήτων εφόσον το πρότυπο IFC κυρίως αναπτύσσεται βασιζόμενο στην EXPRESS γλώσσα (Schenck and Wilson 1994). Η χρήση EXPRESS-G συμβολισμού έγινε για την καλύτερη κατανόηση των αναφερόμενων οντοτήτων και των μεταξύ τους σχέσεων καθώς παρέχει γραφική αναπαράσταση των λεξικολογικών οντοτήτων EXPRESS (Εικόνα 4.4).
3. Ανάπτυξη πρωτότυπου BIM μοντέλου σε πραγματικό πολυώροφο κτήριο για την εφαρμογή της επέκτασης αυτής, για διαχείριση και οπτικοποίηση σύνθετων χώρων ιδιοκτησίας.



Εικόνα 4.4: Υποσύνολο συμβολισμών EXPRESS-G
 Πηγή: IJGIS-2015-0604.R2

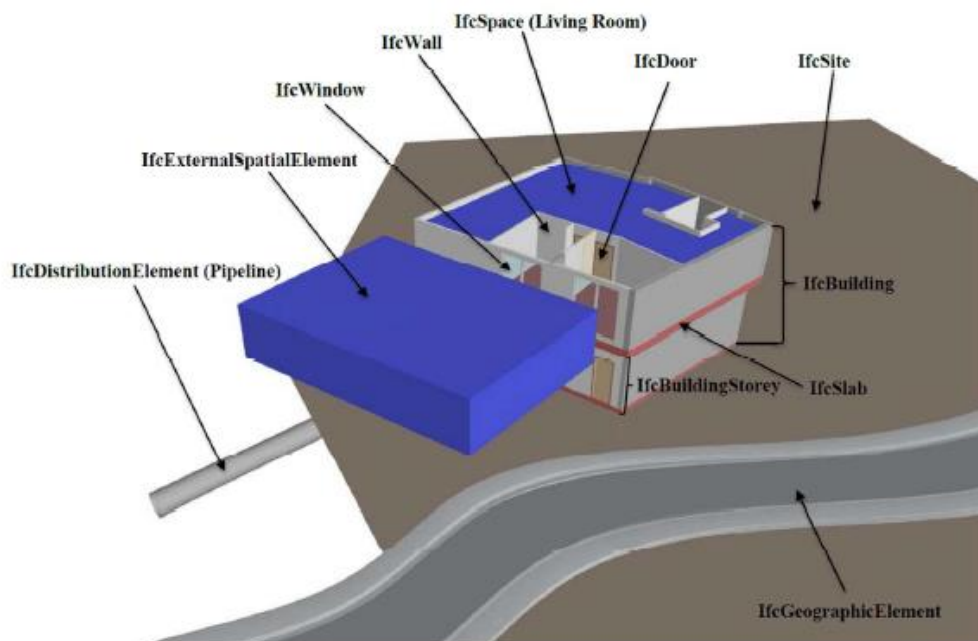
4.1.2.1. Διεξαγωγή ανάλυσης για τις απαιτήσεις σε στοιχεία για την σωστή διαχείριση 3D RRR χώρων.

Τα στοιχεία για τη διαχείριση 3D RRRs μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο κύριες κατηγορίες (Atazadeh 2016, Liebich 2009), χωρικά και φυσικά στοιχεία.



Εικόνα 4.5: Φυσικές και χωρικές οντότητες στο IFC μοντέλο δεδομένων
 Πηγή: Atazadeh 2016

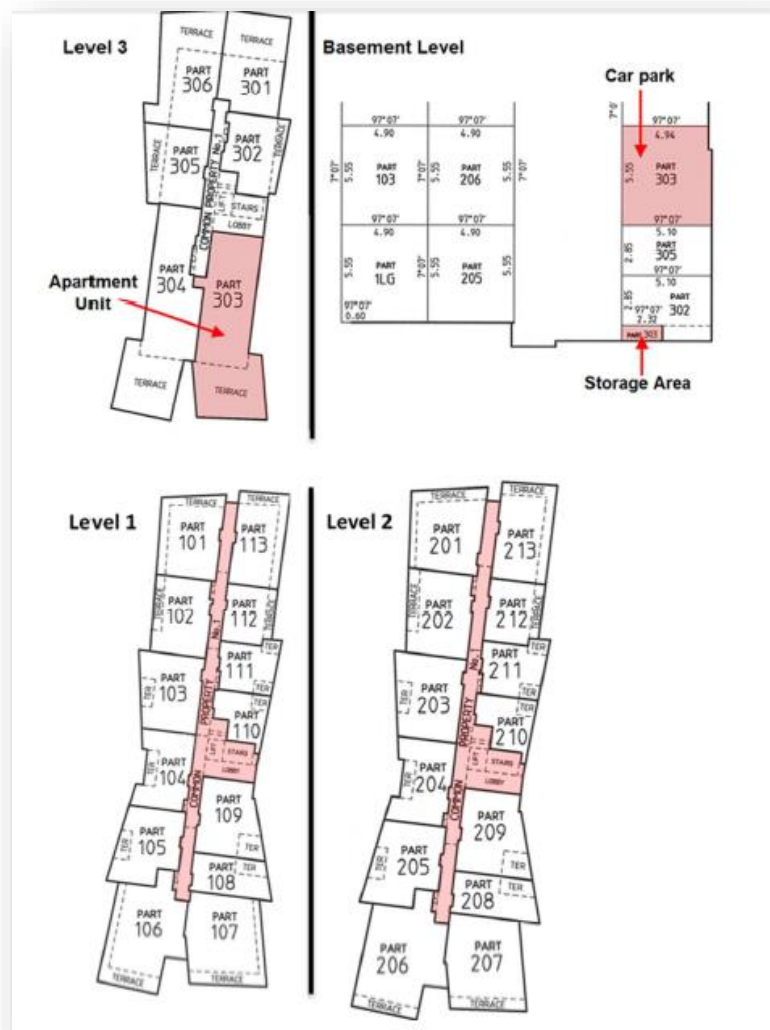
- I. Χωρικά στοιχεία: Η ανώτερη οντότητα στο πρότυπο IFC για τα χωρικά στοιχεία είναι η 'IfcSpatialElement'. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιούνται για τη μοντελοποίηση διαφόρων χωρικών δομών για ένα έργο. Για ιεραρχικές χωρικές δομές υπάρχουν δύο κύριες γενικές οντότητες:
- 'IfcSpatialStructureElement': συνιστά τη γενική ανώτερη κλάση για τις οντότητες ορίζοντας τον εξωτερικό χώρο (IfcSite), το κτήριο (IfcBuilding), τους ορόφους κτηρίων (IfcBuildingStorey) και εσωτερικούς χώρους (IfcSpace).
 - 'IfcExternalSpatialStructureElement': συνιστά τη γενική ανώτερη κλάση για την 'IfcSpatialStructureElement' οντότητα που χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση εξωτερικών περιοχών και εναέριων χώρων γύρω από τον χώρο του κτηρίου.
- II. Φυσικά στοιχεία: 'IfcElement' αποτελεί τη γενική ανώτερη κλάση για τις οντότητες που μοντελοποιούν φυσικά υπάρχοντα αντικείμενα όπως: στοιχεία κτηρίων (IfcBuildingElement), διανομή στοιχείων (IfcDistributionElement) και γεωγραφικά στοιχεία (IfcGeographicalElement). Τα στοιχεία των κτηρίων ορίζουν την αρχιτεκτονική δομή των κτηρίων (τοίχοι, παράθυρα, πόρτες, οροφή, δάπεδο). Τα στοιχεία διανομής αναπαριστούν διαφορετικούς τύπους δικτύων μέσα και γύρω από το κτήριο όπως για παράδειγμα αγωγοί και καλώδια. Τέλος, τα γεωγραφικά στοιχεία αναπαριστούν γεωχωρικά χαρακτηριστικά όπως δρόμοι, δέντρα, γέφυρες και μονοπάτια.



Εικόνα 4.6: Απεικόνιση χωρικών και φυσικών στοιχείων απαραίτητων για τη διαχείριση 3D RRR δεδομένων
 Πηγή: IJGIS-2015-0604.R2, Atazadeh

4.1.2.2. Απαιτήσεις για διαχείριση 3D RRR δεδομένων

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες για την αποτελεσματική διαχείριση 3D RRR δεδομένων: 3D νομικά και 3D φυσικά δεδομένα. Από τη μία πλευρά τα 3D νομικά δεδομένα υποδεικνύουν ζώνες ιδιοκτησίας που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση της χωρικής δομής των διάφορων 3D RRRs. Από την άλλη πλευρά, η χρήση φυσικών δεδομένων λειτουργεί βοηθητικά για την καλύτερη κατανόηση των φυσικών ορίων από μη ειδικά και τεχνικά εξειδικευμένους χρήστες. Για την καλύτερη κατανόηση των φυσικών στοιχείων υπάρχουν συμβολισμοί σε 2D σχέδια, subdivision plans, που δείχνουν τον τρόπο που ορίζονται και ποια από αυτά ανήκουν σε συγκεκριμένη ζώνη ιδιοκτησίας.



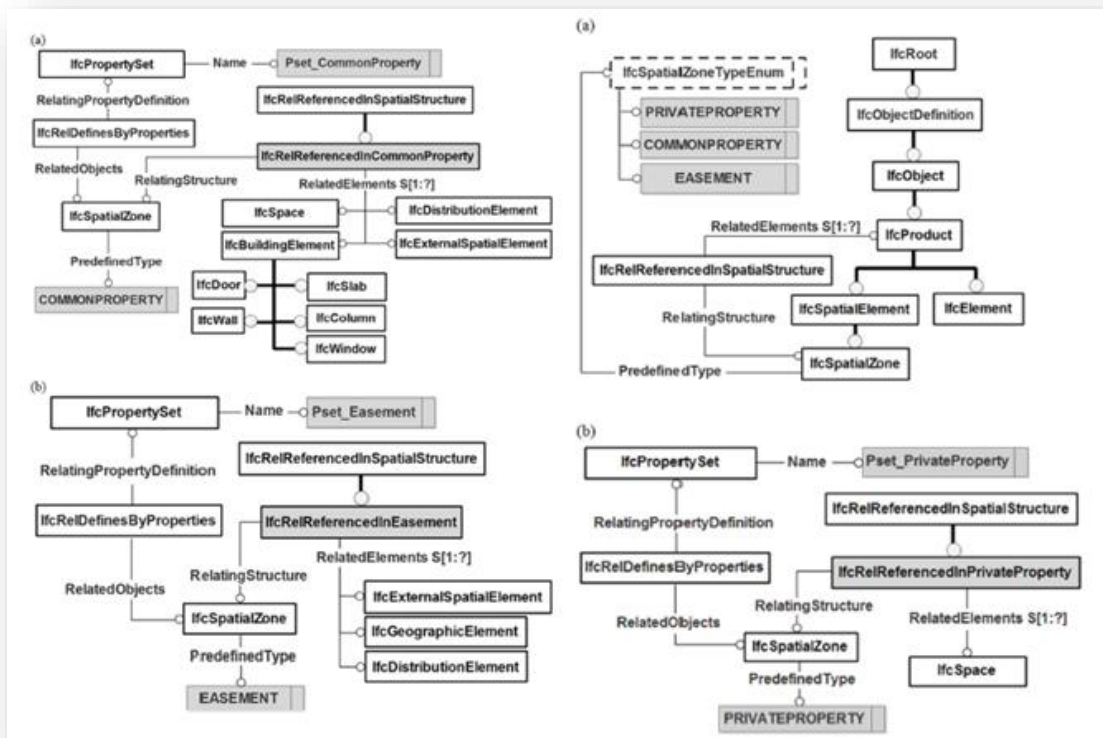
Εικόνα 4.7: Subdivision plans, ιδιωτικοί χώροι (πάνω) και κοινόχρηστοι χώροι με κόκκινο χρώμα (κάτω)

Πηγή: IJGIS-2015-0604.R2, Atazadeh

4.1.2.3. Ανάπτυξη επέκτασης στο IFC πρότυπο

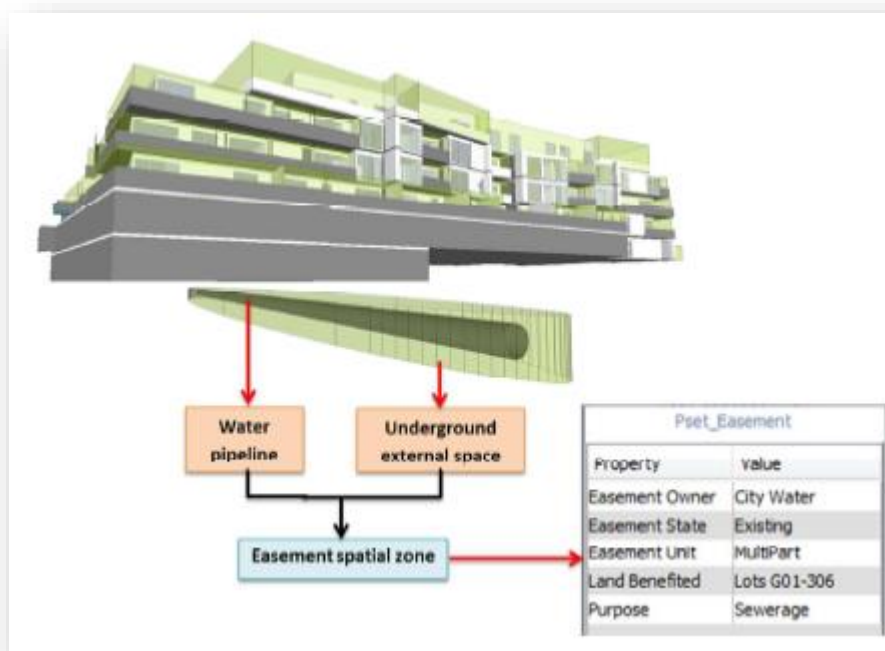
Η επέκταση πραγματοποιήθηκε παράλληλα με τη λογική του προτύπου με τις λιγότερο δυνατές αλλαγές στην δομή του. Οι οντότητες που δημιουργήθηκαν για την εισαγωγή κτηματολογικών στοιχείων στο πρότυπο αυτό απεικονίζονται με γκρι χρώμα. Τα 3D RRR ενσωματώθηκαν στο πρότυπο μέσω των χωρικών ζωνών που χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση μη ορατών χωρικών στοιχείων και ορατών φυσικών σε μη ιεραρχική προσέγγιση για συγκεκριμένους σκοπούς. Πρόσφατα, το πρότυπο IFC άρχισε να υποστηρίζει διαφορετικούς τύπους χωρικών ζωνών σε κτήρια. Το χαρακτηριστικό ‘PredefinedType’ αναφέρεται στον ‘IfcSpatialZoneTypeEnum’ τύπο απαρίθμησης δεδομένων για να προσδιορίζει το όνομα κάθε ζώνης. Επομένως, χρησιμοποιήθηκε το χαρακτηριστικό αυτό για να δημιουργηθούν τρεις τιμές, όσα είναι και τα είδη RRR: ιδιωτικοί χώροι, κοινόχρηστοι και δουλειές. Κάθε ‘IfcSpatialZone’ οντότητα σχετίζεται με τα συστατικά της μέρη μέσω της αντικειμενοποιημένης σχέσης ‘IfcRelReferencedInSpatialStructure’. Η σχέση αυτή χρησιμοποιεί το χαρακτηριστικό ‘RelatedElements’ για να αναφερθεί σε ένα σύνολο στοιχείων (υποσύνολο της οντότητας ‘IfcProduct’) που σχετίζονται με μία χωρική ζώνη. Επομένως, ορίζονται τρεις σχέσεις για τις τρεις χωρικές ζώνες. Τέλος, τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε ζώνης μπορούν να οριστούν ως ένα νέα σύνολα ιδιοτήτων (περιπτώσεις IfcPropertySet). Τα σύνολα αυτά μπορούν να απευθύνονται στις χωρικές RRR ζώνες μέσω της ‘IfcRelDefinesByProperties’ σχέση.

Βασική προϋπόθεση για τη δημιουργία IFC μοντέλου δεδομένων και την μετέπειτα επέκτασή του συνιστά η ύπαρξη BIM μοντέλου. Επομένως, χρησιμοποιήθηκε το BIM λογισμικό Revit για τη δημιουργία BIM μοντέλου. Αρχικά, δημιουργήθηκαν τα φυσικά αντικείμενα (τοιχοί, παράθυρα) και ύστερα δημιουργήθηκαν και οι χώροι όπως για παράδειγμα, διαμερίσματα. Στην συνέχεια ακολούθησε η μετατροπή αυτού σε IFC μορφότυπο και ο εμπλουτισμός αυτού με χωρικές ζώνες και χαρακτηριστικά για την καθεμία όπως προαναφέρθηκε (Εικόνα 4.8). Τέλος, η οπτικοποίηση του IFC με ενσωματωμένες κτηματολογικές πληροφορίες πραγματοποιήθηκε μέσω του ανοιχτού IFC Viewer, Solibri Model Viewer (Εικόνα 4.9).



Εικόνα 4.8: EXPRESS-G διαγράμματα, (αριστερά πάνω) χωρικές ζώνες στο IFC σχήμα και (αριστερά κάτω) παράδειγμα χωρικής ζώνης για τους ιδιωτικούς χώρους, (δεξιά πάνω) παράδειγμα χωρικής ζώνης για κοινόχρηστους χώρους και (δεξιά κάτω) παράδειγμα χωρικής ζώνης για δουλειά.

Πηγή: Πηγή: IJGIS-2015-0604.R2, Atazadeh



Εικόνα 4.9: Απεικόνιση παραδείγματος ιδιωτικής ιδιοκτησίας (πάνω) και κοινόχρηστων χώρων (κάτω).

Πηγή: Πηγή: IJGIS-2015-0604.R2, Atazadeh

4.2. Επισκόπηση στις μεθόδους επικύρωσης κτηματολογικών οντοτήτων

Ψηφιακή επικύρωση συνιστά ένα σύνολο διαδικασιών που προγραμματίζονται για να εξασφαλιστεί ότι τα δεδομένα που εισέρχονται, όπως είναι για παράδειγμα τα κτηματολογικά,

είναι σαφή και περιέχουν επαρκείς λεπτομέρειες για να ορίσουν τις νομικές χωρικές επεκτάσεις μιας ιδιοκτησίας. Η επικύρωση αποδεικνύεται περίπλοκη ειδικά όταν πρέπει να μπορούν να υποστηριχθούν κανόνες και αποφάσεις που βασίζονται σε αυτές τις διαδικασίες, δηλαδή δεν πρέπει το περιεχόμενο τους να συγκροτείται από γενικές και ασαφείς προϋποθέσεις (Sudarshan,2012). Η ανάγκη για μετάβαση από το 2D στο 3D Κτηματολόγιο προϋποθέτει την αναγνώριση, έγκριση και επικύρωση των δικαιωμάτων που αναπτύσσονται στον 3D χώρο (Thompson and van Oosterom, 2011a). Επομένως, ένα σύνολο από διαφορετικούς τύπους και τάξεις κανόνων είναι υπό έρευνα και ένα σύνολο από αποφάσεις πρέπει να ληφθούν για την εγκατάσταση αυτόματης ψηφιακής αποδοχής κτηματολογικών δεδομένων.

Τα 2D σχέδια υφίστανται μία μερικώς αυτοματοποιημένη διαδικασία επικύρωσης, με ελέγχους σχετικά με την ταυτοποίηση των δημιουργημένων οικοπέδων και των γειτονικών τους, την ακρίβεια των επιπρόσθετων πληροφοριών και τη συμβατότητα όσον αφορά για παράδειγμα κανόνες αρίθμησης. Οι κανόνες επικύρωσης που έχουν αναπτυχθεί μπορούν να χωριστούν στα ακόλουθα μέρη (Karki,2012):

- Αυτόματοι έλεγχοι στη δομή του αρχείου και στην πληρότητά του. Οι κανόνες αυτοί αξιολογούν την εσωτερική συνέχεια του σχεδίου, δηλαδή διαστάσεις και ανοχές (tolerances).
- Αυτόματοι έλεγχοι του περιεχομένου σε σχέση με τα υπάρχοντα δεδομένα. Οι κανόνες αυτοί επιβεβαιώνουν ότι τα καινούργια δεδομένα είναι συμβατά με πληροφορίες που ήδη υπάρχουν στις βάσεις δεδομένων, για παράδειγμα δεν πρέπει να υπάρχει καμία επικάλυψη μεταξύ δύο ιδιοκτησιών.
- Χειροκίνητοι έλεγχοι για στοιχεία που απαιτούν αντικειμενική αξιολόγηση και δεν μπορούν αποτελεσματικά να ολοκληρωθούν με κάποιο λογισμικό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ύπαρξη φυσικών εμποδίων, τα οποία συνιστούν μέρος του ορισμού ενός γεωτεμαχίου.

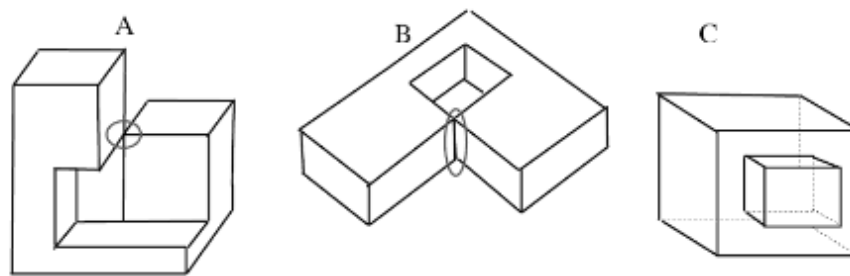
Τα στοιχεία που εγγράφονται ως 3D κτηματολογικές οντότητες διαφέρουν από χώρα σε χώρα (van Oosterom, 2011). Εναέριοι χώροι εγγράφονταν τον Καναδά και στην Αυστραλία, νομικοί χώροι γύρω από τα κτήρια εγγράφονται ως 3D στην Ιταλία και πολλές άλλες χώρες, νομικοί χώροι γύρω από δίκτυα εγγράφονται στην Τουρκία και την Τσεχία. Τούνελ και άλλα υπόγεια δίκτυα εγγράφονται στη Βικτώρια και Αυστραλία (Aien, Rajabifard, Kalantari, Williamson, Shojaei, 2011) και υποδομές υπόγειες και υπέργειες στην Ολλανδία (Stoter & Salzmann, 2003). Επίσης, η γεωμετρική αναπαράσταση των 3D κτηματολογικών δεδομένων ακολουθεί διάφορους τρόπους όπως έχει γίνει αναφορά στην 4.1 ενότητα .

Η αναπαράσταση 3D αντικειμένων με την χρήση CAD δεν είναι νέα και έχει γίνει σημαντική δουλειά προκειμένου να διασφαλιστεί ότι τα CAD μοντέλα είναι επικυρωμένα και συμβατά με την πραγματική τους υπόσταση (Mortenson, 1985). Το πρόβλημα με τα κτηματολογικά γεωτεμάχια είναι διαφορετικό (Zlatanova,2011). Τα γεωτεμάχια δεν είναι πραγματικά αντικείμενα, παρόλο που μπορούν να σχετίζονται με αυτά, αλλά συνιστούν νομικό ορισμό. Ο ορισμός κάθε γεωτεμαχίου περιέχει σημεία, γραμμές ή πρόσωπα τα οποία μπορεί να

επαναλαμβάνονται σε ένα γεωτεμάχιο και το γεγονός αυτό πρέπει να αποσαφηνίζεται. Τέλος, μία κτηματολογική οντότητα μπορεί να μην είναι πλήρως δεσμευμένη και αυτό συμβαίνει γιατί σε πολλές χώρες τα συμβατικά 2D εδαφοτεμάχια δεν ορίζονται με περιορισμό σε ύψος και βάθος. Επομένως, εάν ένα 3D γεωτεμάχιο αποκόβεται από ένα 2D, ο απομένον χώρος δεν έχει ανώτερη και κατώτερη επιφάνεια (Zlatanova, 2011). Ένα κτηματολογικό γεωτεμάχιο συνιστά θεωρητικό ορισμό του χώρου και ως αποτέλεσμα έρχεται ότι οι κανόνες επικύρωσης του έχουν διαφορές από αυτούς που εφαρμόζονται σε CAD φυσικά αντικείμενα (Zlatanova, 2011). Η προσέγγιση ήρθε από την Oracle Spatial 11g η οποία έρχεται πιο κοντά στις ανάγκες για επικυρώσεις κτηματολογικών οντοτήτων και περιγράφεται από τους Kazar, Kothuri και Oosterom & Ravada (2008). Η προσέγγιση αυτή παρέχει μια πιο σαφή περιγραφή των κανόνων για επικύρωση 3D γεωμετριών οι οποίες εισάγονται σε Oracle βάση δεδομένων.

Οι κανόνες για επικύρωση χωρικών δεδομένων βασίζονται σε συγκεκριμένες απαιτήσεις, ώστε να διασφαλίζεται ότι τα δεδομένα μπορούν να εισαχθούν με ασφάλεια σε μία συγκεκριμένη βάση ή μορφότυπο (Karki, 2012). Σύγχρονες μελέτες πάνω στην επικύρωση έχουν προσδιορίσει κανόνες για συστήματα διαχείρισης Oracle βάσης δεδομένων (Kazar, Kothuri, van Oosterom & Ravada, 2008), για 3D μοντέλα πόλεων (Groger & Plumer, 2012a, 2012b) και για αναπαράσταση 3D ορίων (Thompson and van Oosterom, 2011a). Στην συνέχεια παρουσιάζονται κάποιες βασικές αρχές που αποτελούν τη βάση για τις διαδικασίες επικύρωσης και απαιτούνται για την αξιολόγηση της εγκυρότητας της σύνθετης γεωμετρίας που χαρακτηρίζει τα 3D κτηματολογικά γεωτεμάχια (Groger and Plumer, 2005).

- ✓ Οι δύο κόμβοι δεν πρέπει να βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη από μία συγκεκριμένη τιμή-ανοχή (ϵ). Η εφαρμογή της αρχής αυτής στην 3D επικύρωση διασφαλίζει ότι δεν θα υπάρξουν μικρά στοιχεία τα οποία θα είναι αποτέλεσμα λαθών και αστοχιών .
- ✓ Κάθε κόμβος πρέπει να έχει τουλάχιστον τρία προσπίπτοντα πρόσωπα. Με την αρχή αυτή αποφεύγεται η ύπαρξη μη απαραίτητων επιφανειών.
- ✓ Τα πρόσωπα που προσπίπτουν σε έναν κόμβο δεν πρέπει να διαπερνούν το ένα το άλλο, εκτός από την περίπτωση ακμής. Επομένως, δεν θα υφίστανται αντικείμενα τα οποία θα αποτελούνται από επιφάνειες που θα εισχωρούν η μία στην.
- ✓ Ακμές που δεν διασταυρώνονται δεν πρέπει να πλησιάζουν σε απόσταση μικρότερη από μία τιμή-ανοχή (ϵ). Με την αρχή αυτή δεν θα υπάρξουν πολλές ακμές οι οποίες θα μπορούσαν να αποτελέσουν εμπόδιο στην ανίχνευση σοβαρών λαθών.



Εικόνα 4.10: Οι περιπτώσεις A και B είναι μη επιτρεπτές από τις αρχές του Groger and Plumer και η C είναι μη επιτρεπτή από τους κανόνες της Oracle Spatial
 Πηγή: Zlatanova,2011

4.3 Μοντελοποίηση 3D Κτηματολογίου με τη χρήση Revit

Μελετώντας τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της τεχνολογίας BIM, εξετάζεται η αξιοποίηση της 3D μοντελοποίησης για την παραγωγή ενός τρισδιάστατου μοντέλου κτηρίου με αυξημένο επίπεδο λεπτομέρειας και η αποδοτικότητά του σε θέματα κτηματολογικού ενδιαφέροντος. Αξιολογείται η μεθοδολογία αυτή ως προς τις δυνατότητες που προσφέρει για την παραγωγή 3D μοντέλων γρήγορα και λειτουργικά. Πιο συγκεκριμένα, το κτήριο βρίσκεται στο Δήμο Χαλανδρίου και απεικονίζεται σε τρεις διαστάσεις μέσω της εργοκεντρικής μεθόδου μοντελοποίησης που ακολουθεί η τεχνολογία BIM. Η απεικόνιση αφορά τόσο το κέλυφος του κτηρίου όσο και το εσωτερικό αυτού. Κύριος σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της χρήσης εργοκεντρικής μοντελοποίησης μέσω του BIM λογισμικού Revit για την εξυπηρέτηση της 3D απεικόνισης μοντέλων κτηρίων με σημασιολογικό περιεχόμενο και η συμβολή αυτών για τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου, λεπτομερούς 3D Κτηματολογίου. Επιπλέον, εξετάζεται η δυνατότητα διαλειτουργικότητας του παραγόμενου μοντέλου μέσω ανοιχτών προτύπων.

4.3.1. Δεδομένα Εισόδου & Λογισμικό

Για την υλοποίηση της εργασίας χρησιμοποιήθηκε το BIM λογισμικό Revit, της εταιρείας Autodesk για τη μοντελοποίηση του κτηρίου καθώς και το λογισμικό Solibri Model Checker για την επικύρωση αυτού. Τέλος, ο ανοιχτός BIM εξυπηρετητής BIMServer αποτέλεσε τη βάση για τη διαλειτουργικότητα του παραγόμενου μοντέλου. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν διατέθηκαν από την Πολεοδομική Υπηρεσία Δήμου Αγίας Παρασκευής, στην οποία εντάσσεται ο Δήμος Χαλανδρίου και το Κτηματολογικό Γραφείο του Δήμου Χαλανδρίου. Πιο συγκεκριμένα, διατέθηκαν αρχιτεκτονικά σχέδια για όλους του ορόφους του κτηρίου, το διάγραμμα κάλυψης καθώς και τομές και όψεις αυτού από την Πολεοδομία καθώς και κτηματολογικά στοιχεία που αφορούσαν τις ιδιοκτησίες στο κτήριο από το Κτηματολογικό Γραφείο του Δήμου Χαλανδρίου.



Εικόνα 4.11: Επίγεια λήψη εικόνας του κτηρίου γραφείων (αριστερά), το κτήριο γραφείων σε περιβάλλον Revit (δεξιά)

4.3.2 Μεθοδολογική Προσέγγιση

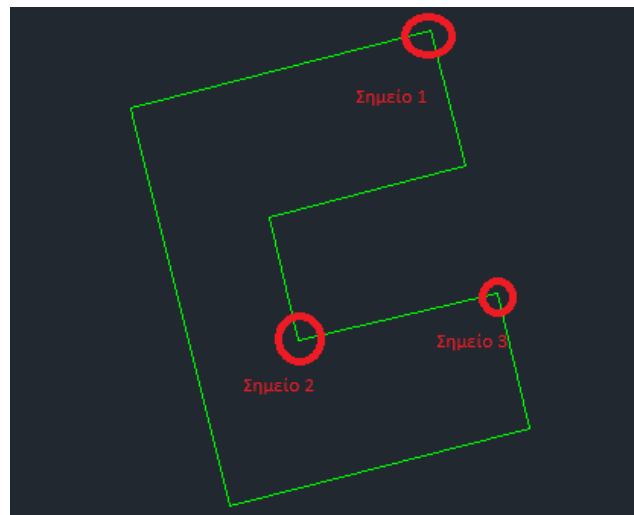
Η αποτελεσματική ψηφιακή διαχείριση 3D ιδιοκτησιών απαιτεί δύο κύριες διαστάσεις, ονομαζόμενες νομικές και φυσικές πληροφορίες (Aien-2013, Jazayeri-2014). Οι νομικές πληροφορίες αναφέρονται σε πληροφορίες όσον αφορά τις ιδιοκτησίες σε ένα κτήριο και αποτελούν βασική προϋπόθεση για την διαχείριση δικαιωμάτων, περιορισμών και ευθυνών (RRR) σε αυτές. Επίσης, οι νομικές πληροφορίες σχετίζονται με νομικούς χώρους οι οποίοι συνιστούν μη ορατά κτηματολογικά αντικείμενα (Karabin-2014, Ying-2014). Οι φυσικές πληροφορίες περιλαμβάνουν γεωμετρικά και σημασιολογικά συστατικά και σχετίζονται με την έννοια των φυσικών χώρων που αποτελούνται από ορατά πραγματικά χωρικά αντικείμενα (Karabin-2014, Ying-2014). Επιπροσθέτως, η χρήση φυσικών δεδομένων λειτουργεί βοηθητικά για την καλύτερη κατανόηση των φυσικών ορίων από μη ειδικά και τεχνικά εξειδικευμένους χρήστες.

Η μεθοδολογική προσέγγιση της εφαρμογής αναπτύσσεται σε τρία κύρια βήματα. Αρχικά, δημιουργείται το κατάλληλο υπόβαθρο με την εισαγωγή CAD σχεδίου του περιγράμματος του κτηρίου για τη σωστή γεωαναφορά του μοντέλου που πρόκειται να δημιουργηθεί. Στη συνέχεια με τη χρήση του Revit μοντελοποιούνται τα φυσικά αντικείμενα τα οποία συνιστούν βασική προϋπόθεση για τη διαχείριση και μοντελοποίηση των 3D κτηματολογικών οντοτήτων. Το Revit όμως δεν έχει τη δυνατότητα να αναπαραστήσει 3D νομικούς χώρους. Επομένως, τελικό βήμα αποτελεί η διερεύνηση των δυνατοτήτων για απεικόνιση των 3D νομικών πληροφοριών χρησιμοποιώντας το ανοιχτό πρότυπο IFC.

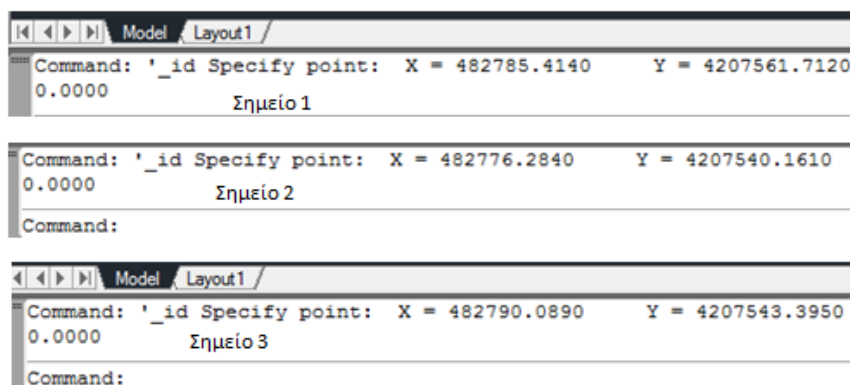
Γεωαναφορά μοντέλου

Αρχικό βήμα αποτέλεσε η εισαγωγή CAD αρχείου του περιγράμματος του κτηρίου εντός του περιβάλλοντος του Revit για τη γεωαναφορά του μοντέλου. Για να γίνει σωστά όμως η

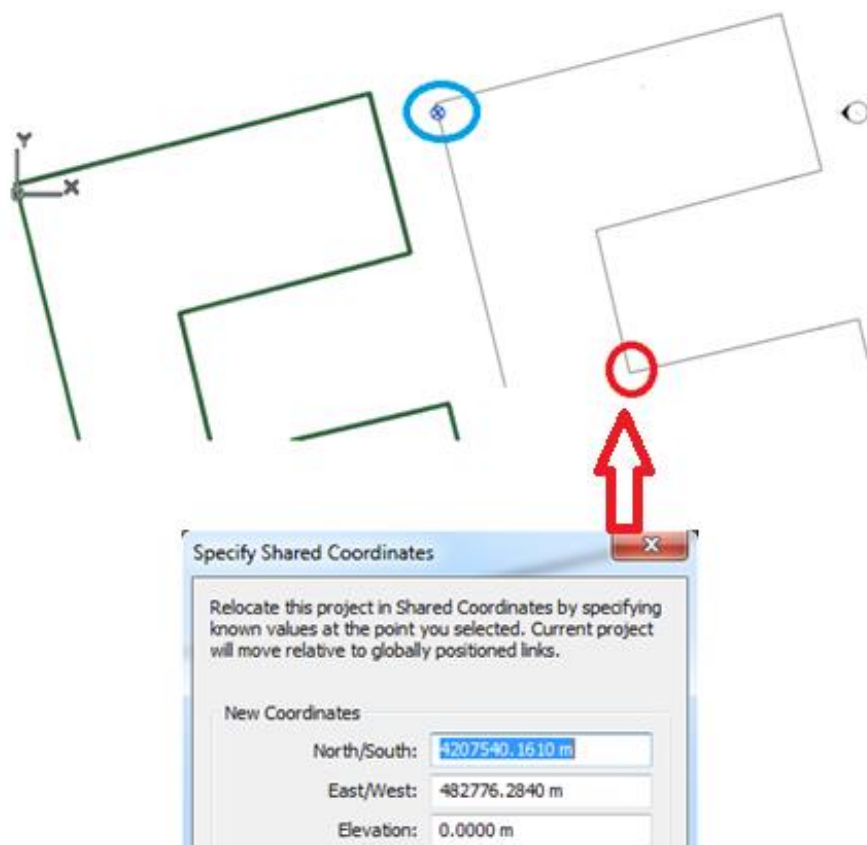
εισαγωγή του αρχείου αυτού χρειάστηκε να αλλάξει η θέση του στο User Coordinate System (UCS) World. Κάθε project στο Revit έχει δύο χαρακτηριστικά σημεία: project base point, survey point. Το πρώτο σημείο (project base point) ορίζει την αρχή (0,0,0) του συστήματος συντεταγμένων στο project και το δεύτερο (survey point) αναπαριστά ένα γνωστό σημείο σε αυτό, όπως είναι για παράδειγμα ένα σημείο που έχει μετρηθεί με τοπογραφικές μεθόδους. Επομένως, το survey point χρησιμοποιείται για να προσανατολίσει σωστά τη γεωμετρία του κτηρίου σύμφωνα με ένα άλλο σύστημα συντεταγμένων. Συμπερασματικά, η σύνδεση των δύο συστημάτων, αυτού που είναι μετρημένο το περίγραμμα του κτηρίου (CAD) και αυτού του Revit όπου θα σχεδιαστεί το μοντέλο πραγματοποιήθηκε μέσω κοινού σημείου, A(0,0,0). Για να γίνει η σύνδεση επιλέχτηκε στο CAD αρχείο μία κορυφή (Εικόνα 4.14) και μετακινήθηκε στην αρχή των αξόνων O (0,0). Με την εισαγωγή του αρχείου αυτού στο Revit, το σημείο O ταυτίστηκε με το project base σημείο. Τέλος, πραγματοποιήθηκε αλλαγή στις συντεταγμένες του survey point στο project λαμβάνοντας τις τιμές που είχε στην πραγματικότητα σύμφωνα με την αναγραφή στο CAD αρχείο. Με την διαδικασία αυτή το μοντέλο που θα σχεδιαστεί θα έχει τις σωστές συντεταγμένες (Εικόνα 4.50).



Εικόνα 4.12 :Περίγραμμα κτηρίων με επιλεγμένα τρία σημεία γνωστών συντεταγμένων
Πηγή: Φλώρος,2015



Εικόνα 4.13: Τιμές συντεταγμένων (x, y) των τριών επιλεγμένων σημείων



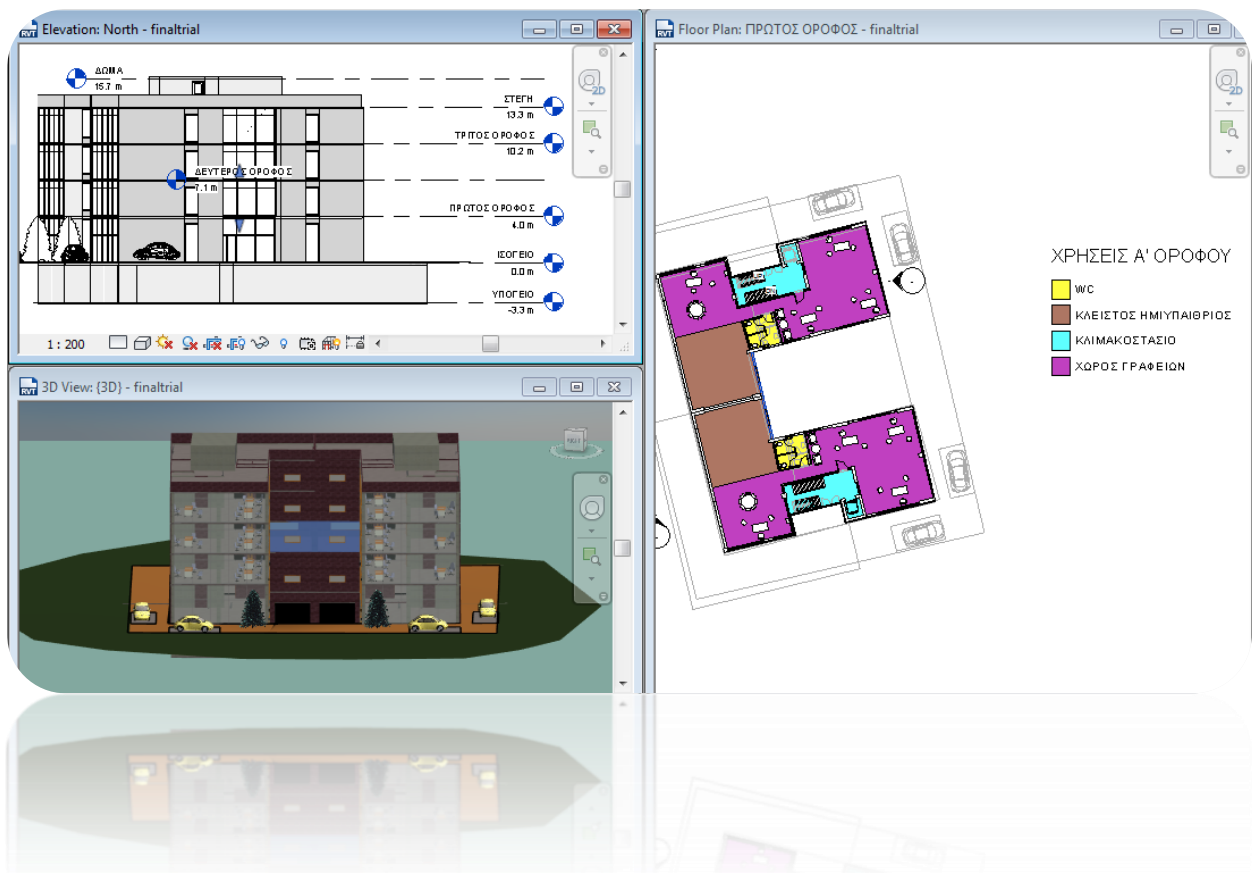
Εικόνα 4.14 Ένδειξη κοινού σημείου αναφοράς (μπλε χρώμα) και τροποποίηση ενός σημείου γνωστών συντεταγμένων (κόκκινο χρώμα)

Πηγή: Επεξεργασία Autocad & Revit

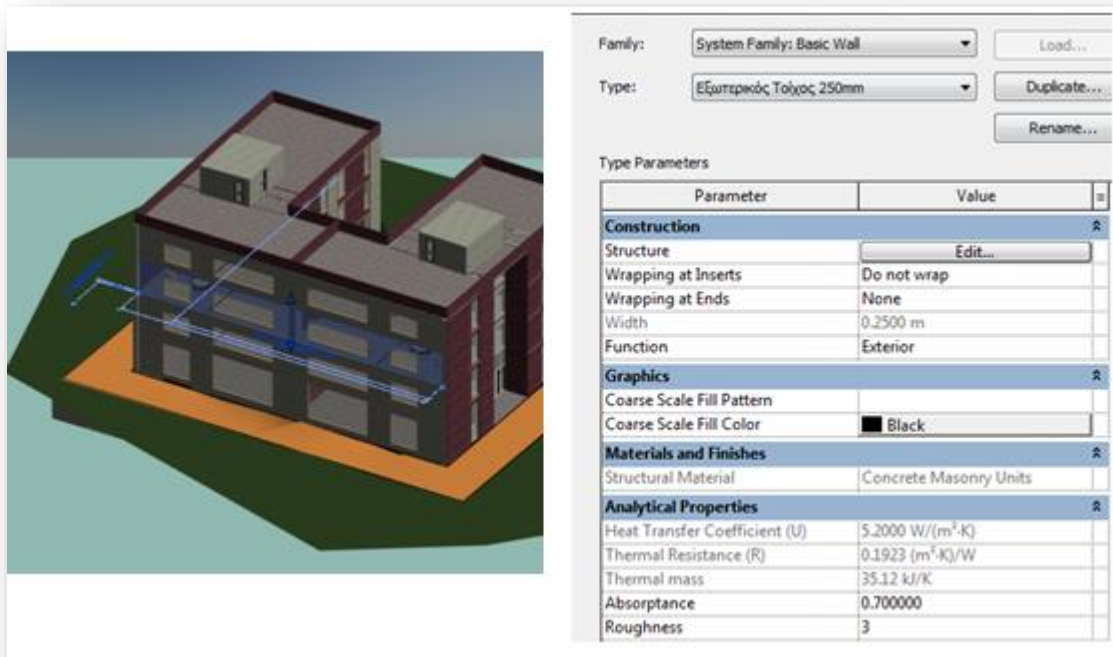
Εργοκεντρική- παραμετρική μοντελοποίηση φυσικών οντοτήτων

Η μοντελοποίηση του κελύφους του κτηρίου καθώς και του εσωτερικού του έγινε με τη χρήση του BIM λογισμικού Revit Architecture, το οποίο διακρίνεται από ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και λειτουργίες. Το λογισμικό αυτό υιοθετείται ευρέως από εταιρείες που χρησιμοποιούν BIM για τα διάφορα project τους (Jiang, 2011). Το Revit Architecture ανήκει στα λεγόμενα ‘authoring tools’ όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 3, καθώς η κύρια λειτουργία του είναι ο σχεδιασμός του μοντέλου ακολουθώντας την μέθοδο της εργοκεντρικής παραμετρικής μοντελοποίησης (Hardin, 2009). Η αναφορά στον όρο ‘εργοκεντρική’ έγκειται από το γεγονός ότι το Revit, όπως όλα τα BIM λογισμικά, σε αντίθεση με τα CAD μοντέλα, δεν βασίζονται στη χρήση γραμμών για να αναπαραστήσουν έναν τοίχο ή μια πόρτα αλλά στη χρήση ‘έξυπνων’ ψηφιακών οικοδομικών στοιχείων (BIM intelligent objects) στα οποία είναι καταχωρημένες όλες οι πληροφορίες που είναι απαραίτητες για κάθε έργο. Ακολουθείται αρχιτεκτονικό σύστημα ταξινόμησης (Wall, Window, Door, Floor) και όχι θεματικά επίπεδα. Επίσης, ο όρος ‘παραμετρική’ αιτιολογείται καθώς το λογισμικό αυτό διαχειρίζεται χαρακτηριστικά τα οποία λειτουργούν ως παράμετροι εφόσον έχουν την δυνατότητα να δείχνουν ιδιότητες όπως για παράδειγμα, υλικά κατασκευής

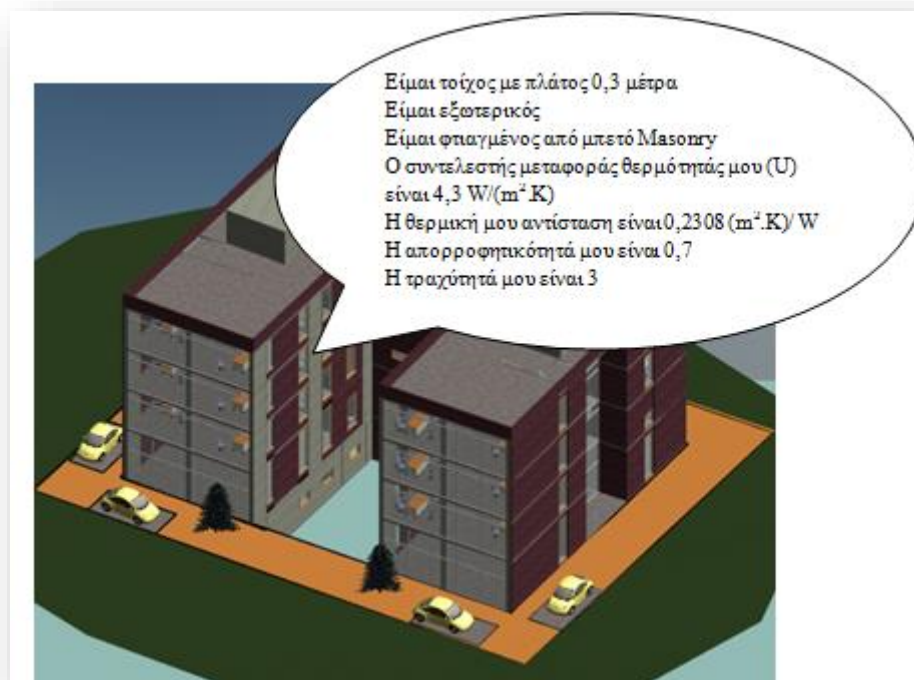
για κάθε αντικείμενο, καθώς και ειδικούς κανόνες που αποσαφηνίζουν τις μεταξύ τους σχέσεις. Τα παραμετρικά χαρακτηριστικά κάθε αντικειμένου προσδίδουν ένα βαθμό αυτοματισμού και συνέπειας στη διαδικασία της μοντελοποίησης. Οποιαδήποτε αλλαγή συμβεί σε ένα αντικείμενο, θα ενημερωθούν και θα αλλάξουν όλα τα στοιχεία που σχετίζονται με την αλλαγή σε οποιοδήποτε σχέδιο, κάτοψη και όψη. Επιπροσθέτως, το λογισμικό αυτό διαθέτει ισχυρό μηχανισμό κληρονομικότητας, ο οποίος επιτρέπει τη δημιουργία οντολογικών ιεραρχιών, οι οποίες ονομάζονται οικογένειες 'families' και στις οποίες εντάσσονται οι παραμετρικές οντότητες. Τέλος, όπως θα γίνει σαφές και παρακάτω, στο Revit δεν υπάρχουν σχέδια αλλά ομοιώματα μερών κτηρίου και στην ολότητά του. Τα σχέδια συνιστούν απεικονίσεις των ομοιωμάτων και υπάρχει μόνο ένα αρχείο για όλο το ομοίωμα, το οποίο είναι οργανωμένο ως βάση δεδομένων (Αδάμου, 2014).



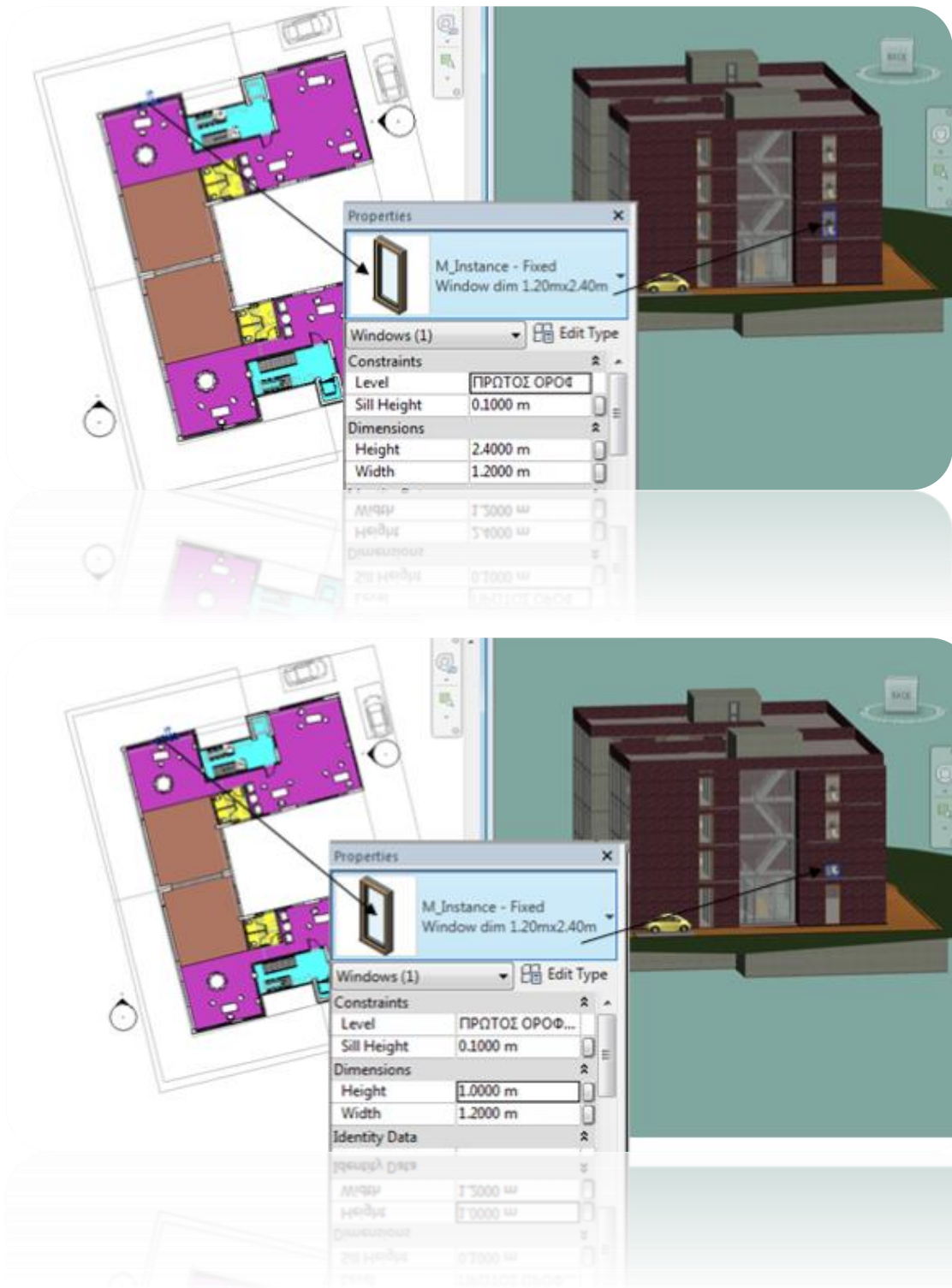
Εικόνα 4.15: Περιβάλλον εργοκεντρικής παραμετρικής μοντελοποίησης Revit
Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit



Εικόνα 4.16: Παράμετροι-Ιδιότητες των οντοτήτων στο Revit
 Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit



Εικόνα 4.17: Απεικόνιση έξυπνων οικοδομικών εργαλείων στο Revit
 (BIM Inteligent Objects)
 Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit



Εικόνα 4.18: Απεικόνιση ταυτόχρονης ενημέρωσης του project στην περίπτωση της αλλαγής των διαστάσεων ενός παραθύρου.

Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit

3D Μοντελοποίηση

Το κτήριο γραφείων στο Χαλάνδρι αποτελείται από δύο όμοια οικοδομήματα με δύο διαφορετικές άδειες (Νικηταρά 4&Ψαρών και Νικηταρά 2). Επομένως, σχεδιάστηκε σύμφωνα με τα παρακάτω βήματα το ένα οικοδόμημα και με το εργαλείο του Revit 'Mirror' πραγματοποιήθηκε πανομοιότυπο στη σωστή διεύθυνση και προσανατολισμό και το δεύτερο οικοδόμημα. Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την 3D μοντελοποίηση του κτηρίου είναι:

1. Καθορισμός αριθμού ορόφων και ύψους για το καθένα από αυτά (Building Elevation). Το βήμα αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς από αυτό θα ληφθεί η πληροφορία του υψομέτρου (3D πληροφορία) και θα απεικονιστεί σωστά και τρισδιάστατα το κτήριο.
2. Ύστερα από την εισαγωγή του CAD σχεδίου, σχεδιάστηκε το κέλυφος του κτηρίου μέσω της χρήσης της παραμετρικής οντότητας Wall. Οι διαστάσεις και οι λεπτομέρειες προσανατολισμού έγιναν με οδηγό το 2D CAD σχέδιο και τις κατόψεις που δόθηκαν από την Πολεοδομική Υπηρεσία του Δήμου Αγ.Παρασκευής. Ο σχεδιασμός αυτός πραγματοποιήθηκε ξεχωριστά σε κάθε επίπεδο (2D) και για όσα στοιχεία από αυτά ήταν σταθερά σε παραπάνω από έναν όροφο όπως για παράδειγμα κολώνες ακολουθήθηκε αντιγραφή αυτών ώστε να υπάρξει ακρίβεια και ορθότητα στον σχεδιασμό. Η τρισδιάστατη απεικόνιση των τοίχων και κατά επέκταση του κτηρίου πραγματοποιήθηκε στον 3D Viewer του λογισμικού, λαμβάνοντας υψομετρική πληροφορία από το Building Elevation (Βήμα 1). Ως παραμετρική οντότητα δέχθηκε διάφορες πληροφορίες και συγκεκριμένα έγινε επεξεργασία του υλικού κατασκευής σύμφωνα με δεδομένα που υπήρχαν στην κάτοψη, των διαστάσεων και της λειτουργίας τους ως όρια χώρων (Room Bounding) και ως μεσοτοιχίες ή εξωτερικοί τοίχοι. Ανάλογα με την επιλογή του υλικού, άλλαζαν κάθε φορά και τα στοιχεία που συνδέονταν με αυτά όπως για παράδειγμα οι αναλυτικές ιδιότητες.
3. Σε επόμενο στάδιο, σχεδιάστηκε με παρόμοιο τρόπο με το σχεδιασμό του κελύφους το εσωτερικό του κτηρίου για κάθε όροφο ξεχωριστά, ακολουθώντας τα στοιχεία των κατόψεων και κρατώντας τα κοινά μέρη αυτών (κολώνες) σταθερά και επαναλαμβανόμενα σε όσους ορόφους ανήκαν. Η ενίσχυση των παραμετρικών οντοτήτων έγινε επίσης με παρόμοιο τρόπο με τη διαφορά ότι στις επιλογές των λειτουργιών των τοίχων υπήρχε μόνο η επιλογή 'εσωτερική' και αν αποτελεί διαχωρισμό των χώρων/δωματίων (Room Bounding).
4. Αφού ολοκληρώθηκαν τα στάδια 1-3, προσδιορίστηκαν τα ανοίγματα στους σχεδιασμένους τοίχους με την εισαγωγή παραθύρων και πορτών. Οι οριζοντιογραφικές και υψομετρικές διαστάσεις αυτών προσδιορίστηκαν από τις κατόψεις και τις όψεις. Όσο αφορά τον τύπο τους πραγματοποιήθηκε εισαγωγή οικογενειών 'families' με ελληνικές προδιαγραφές. Η επιλογή του κατάλληλου τύπου δεν έγινε με βάση εξειδικευμένες πληροφορίες που αφορούν το συγκεκριμένο κτήριο αλλά με επιτόπια παρατήρηση και με τη βοήθεια των επίγειων φωτογραφιών που είχαν ληφθεί. Τέλος, όσο αφορά καθαρά την οπτικοποίηση του εσωτερικού χώρου φτάνοντας στο ανώτερο επίπεδο λεπτομέρειας LOD4, έγινε εισαγωγή και επίπλων

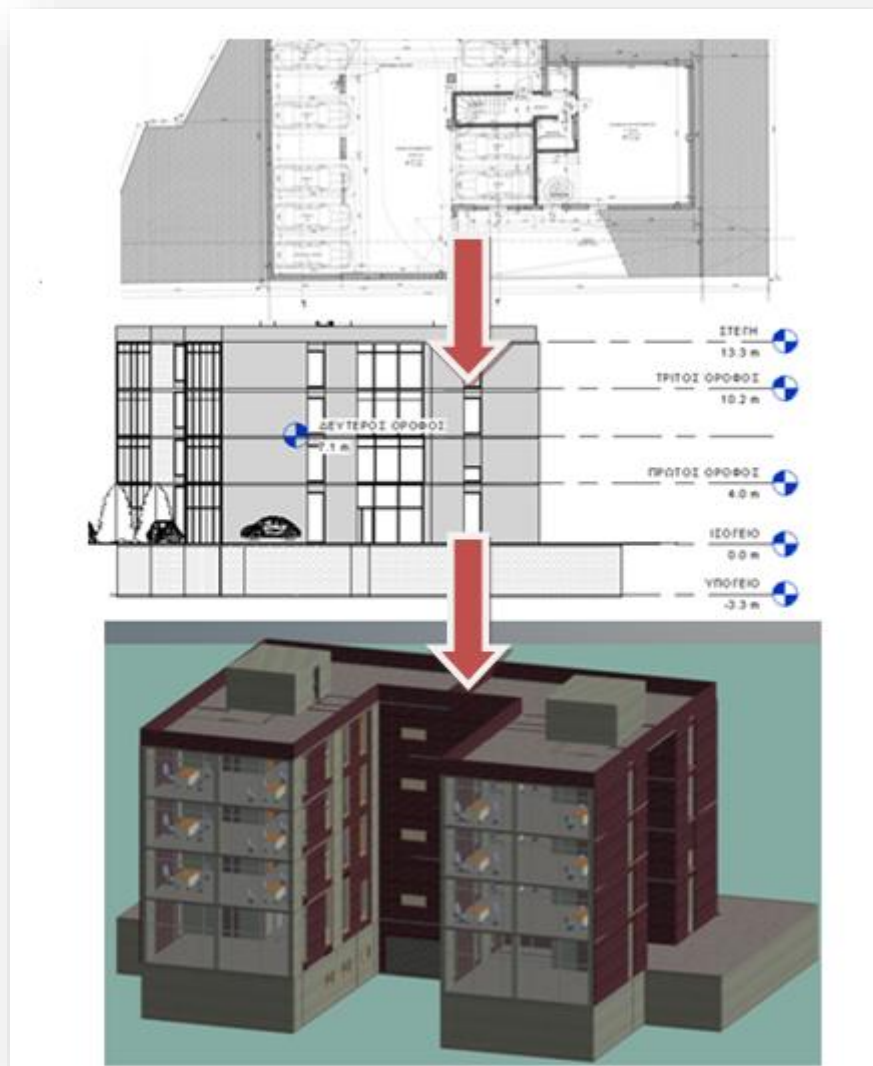
(furniture) αντλούμενα από τις οικογένειες οντοτήτων και σύμφωνα με τη λεπτομέρεια των κατόψεων και του επιτόπιου ελέγχου.

Διαχείριση των δεδομένων

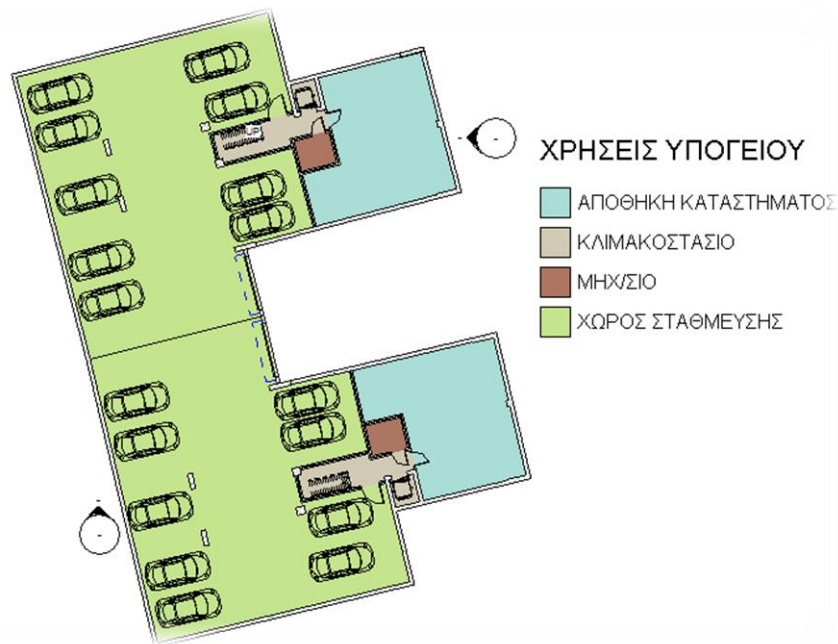
Το Revit παρέχει τη δυνατότητα της επισκόπησης διάφορων πληροφοριών που περιέχονται στο μοντέλο. Αυτές οι επισκοπήσεις έχουν τη μορφή πίνακα, όπου σε στήλες εμφανίζονται οι παράμετροι και σε σειρές οι οντότητες που σχεδιάζονται και ονομάζονται 'Schedules'. Στα 'Schedules' γίνεται εφικτή η εκτέλεση υπολογισμών τιμών βασισμένων σε χαρακτηριστικά του μοντέλου καθώς και ειδικών τύπων που μπορούν να εισαχθούν από τον κάθε χρήστη, όπως για παράδειγμα υπολογισμοί εμβαδού και όγκου. Για κάθε οντότητα είτε είναι τοίχοι, πόρτες, παράθυρα είτε χώροι 'Rooms', 'Areas' δημιουργούνται 'Schedules' με στοιχεία/παραμέτρους που επιλέγει ή δημιουργεί ο χρήστης κάθε φορά.

Ορισμός 2D χώρων χρήσεων κτηρίου

Στο βήμα αυτό οριοθετούνται οι χώροι μέσα στο κτήριο όσο αφορά τις χρήσεις σε αυτό. Με πληροφορίες που αντλήθηκαν από τις κατόψεις κάθε ορόφου οριοθετήθηκαν οι χρήσεις του κτηρίου χρησιμοποιώντας το ειδικό εργαλείο του Revit 'Room'. Ωστόσο, δημιουργήθηκε και ο κατάλληλος 'Schedule', 'Room Schedule', ο οποίος περιείχε παραμέτρους απαραίτητες για τον προσδιορισμό των χώρων χρήσεων.



Εικόνα 4.19: Απεικόνιση βημάτων
Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit



«ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ»						
A	B	C	D	E	F	G
ΕΠΙΛΕΞΟ	ΟΝΟΜΑ	ΕΜΒΑΔΟΝ	ΑΠΟΚΛΕΣΤΙΚΕΣ	ΟΓΚΟΣ	ΔΕΥΘΥΝΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	Limitations
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΧΩΡΟΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	532.9 m ²	(none)	1679 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 2 ΚΑΙ 4	
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΑΠΟΘΗΚΗ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ	70.0 m ²	(none)	220 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 2	
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΜΗΧΥΣΙΟ	4.6 m ²	(none)	14 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 2	
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	15.3 m ²	(none)	49 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 2	
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΑΠΟΘΗΚΗ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ	70.0 m ²	(none)	220 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 4	
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΜΗΧΥΣΙΟ	4.6 m ²	(none)	14 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 4	
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	15.3 m ²	(none)	49 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 4	
ΕΣΟΓΕΙΟ	ΚΛΕΙΣΜΕΝΗ ΠΥΛΩΔΗ	98.2 m ²	(none)	378 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 2	
ΕΣΟΓΕΙΟ	ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ	63.9 m ²	(none)	323 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 2	
ΕΣΟΓΕΙΟ	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	24.1 m ²	(none)	93 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 2	
ΕΣΟΓΕΙΟ	WC	5.4 m ²	(none)	21 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 2	
ΕΣΟΓΕΙΟ	ΚΛΕΙΣΜΕΝΗ ΠΥΛΩΔΗ	98.0 m ²	(none)	377 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 4	
ΕΣΟΓΕΙΟ	ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ	63.9 m ²	(none)	323 m ³	ΝΟΗΤΑΡΑ 4	

«Door Schedule»									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Level	ISUGID	Family and Type	Function	Height	Width	Thickness	Heat Transfer Coefficient	Thermal Resistance	
ΥΠΟΓΕΙΟ	3068A_pH7U8pXhD5ndA	M_Door-Overhead-Rolling Door Parking 3.5m2 20m	Exterior	2.2 m	3.5 m	0.1 m	3.7021 W/(m ² K)	0.2701 (m ² K)/W	
ΥΠΟΓΕΙΟ	0025w4ANVFK03Z5z_αrDQ	M_Door-Single-Panel Door Interior 1.20m2 20m	Interior	2.2 m	1.2 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΥΠΟΓΕΙΟ	22nT144LEQwfpJ8n9B0a	M_Door-Overhead-Rolling Door Parking 3.5m2 20m	Exterior	2.2 m	3.5 m	0.1 m	3.7021 W/(m ² K)	0.2701 (m ² K)/W	
ΥΠΟΓΕΙΟ	22nT144LEQwfpJ8n9B0a	M_Door-Single-Panel Door Interior 1.20m2 20m	Interior	2.2 m	1.2 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΕΣΟΓΕΙΟ	z_96pAZ27TsQ_Kyn2r1uV	M_Door-Curtain-Wall-Double-Storefront M_Door-Curtain-Wall-Double-Storefront	Exterior	2.3 m	1.6 m		4.1167 W/(m ² K)	0.2429 (m ² K)/W	
ΕΣΟΓΕΙΟ	26P7Y1208AAno7D0wK7	M_Door-Single-Panel Door Interior 0.90 m2 20m	Interior	2.2 m	0.9 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΕΣΟΓΕΙΟ	26P7Y1208AAno7D0wK7	M_Door-Single-Panel Door Interior 0.90 m2 20m	Interior	2.2 m	0.9 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΕΣΟΓΕΙΟ	22nT144LEQwfpJ8n9B2z	M_Door-Curtain-Wall-Double-Storefront M_Door-Curtain-Wall-Double-Storefront	Exterior	2.3 m	1.7 m		4.1167 W/(m ² K)	0.2429 (m ² K)/W	
ΕΣΟΓΕΙΟ	22nT144LEQwfpJ8n9B0a	M_Door-Single-Panel Door Interior 0.90 m2 20m	Interior	2.2 m	0.9 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΕΣΟΓΕΙΟ	22nT144LEQwfpJ8n9B0a	M_Door-Single-Panel Door Interior 0.90 m2 20m	Interior	2.2 m	0.9 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	2hK7uSL7n8Eyn7x82D7	M_Door-Single-Panel Door Interior 0.90 m2 20m	Interior	2.2 m	0.9 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	2hK7uSL7n8Eyn7x82D6	M_Door-Single-Panel Door Interior 0.90 m2 20m	Interior	2.2 m	0.9 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	2hK7uSL7n8Eyn7x82D1	M_Door-Single-Panel Door Interior 0.90 m2 20m	Interior	2.2 m	0.9 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	22nT144LEQwfpJ8n9B5d	M_Door-Single-Panel Door Interior 0.90 m2 20m	Interior	2.2 m	0.9 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	22nT144LEQwfpJ8n9B5C	M_Door-Single-Panel Door Interior 0.90 m2 20m	Interior	2.2 m	0.9 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	22nT144LEQwfpJ8n9B5B	M_Door-Single-Panel Door Interior 0.90 m2 20m	Interior	2.2 m	0.9 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	22nT144LEQwfpJ8n9B7P	M_Door-Single-Panel Door Interior 1.00 m2 40m	Interior	2.4 m	1.0 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	
ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ		M_Door-Single-Panel Door Interior 1.00 m2 40m	Interior	2.4 m	1.0 m	0.1 m	2.1946 W/(m ² K)	0.4557 (m ² K)/W	

Εικόνα 4.20: Απεικόνιση 2D χρήσεων γης (πάνω) και προγραμματισμός δεδομένων σε Schedules (κάτω)

Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit



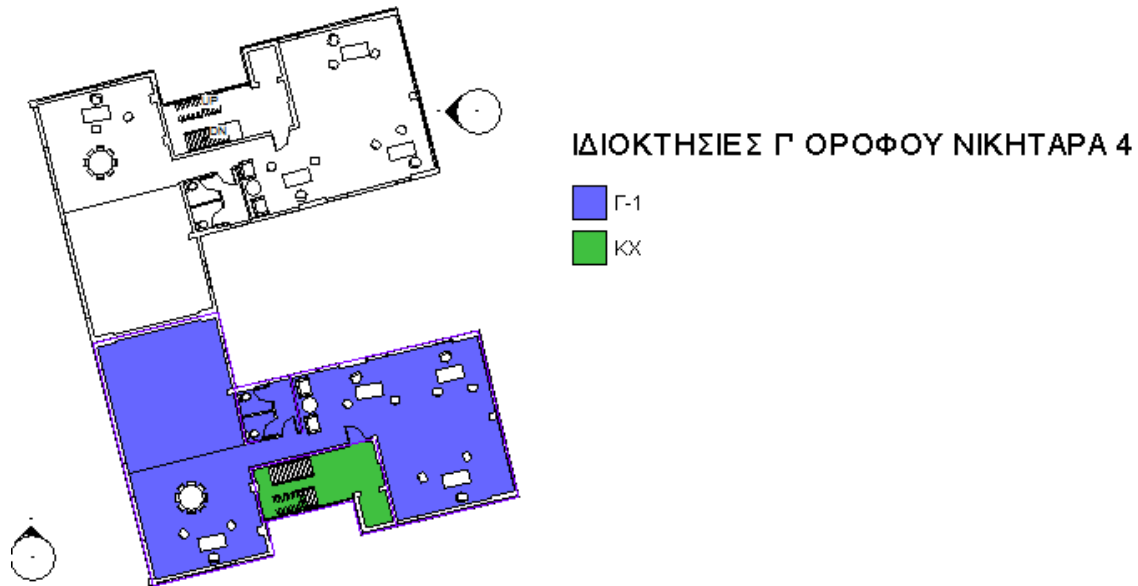
Εικόνα 4.21: Επίπεδο λεπτομέρειας τελικού προϊόντος, LOD 4
Πηγή: Επεξεργασία τελικού προϊόντος στο λογισμικό BIM Vision

3D μοντελοποίηση κτηματολογικών οντοτήτων με τη χρήση του IFC

Το Revit δεν έχει τη δυνατότητα να απεικονίσει 3D νομικούς χώρους, άρα πρέπει να βρεθεί ένα άλλο μέσο για την 3D μοντελοποίηση κτηματολογικών οντοτήτων. Το λογισμικό αυτό συνιστά ανοιχτό BIM συμβατό με IFC , έχει τη δυνατότητα δηλαδή να εισάγει και να εξάγει IFC μοντέλα. Το ανοιχτό πρότυπο IFC αντιμετωπίζει θέματα που σχετίζονται με την ανταλλαγή δεδομένων BIM και συμβάλλει στην ενεργοποίηση πολλών πλατφόρμων BIM να αλληλεπιδρούν με διαλειτουργικό τρόπο (ISO16739 2013). Εκτός του διαλειτουργικού χαρακτήρα, το προτυποποιημένο μοντέλο IFC είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και σε άλλους τομείς, όπως για παράδειγμα στο σχηματισμό 3D ιδιοκτησιών, 3D Κτηματολόγιο. Το IFC μοντέλο συνιστά εργοκεντρικό μοντέλο δεδομένων το οποίο περιλαμβάνει σύνολο από οντότητες που περιγράφουν γεωμετρικές και σημασιολογικές πτυχές ενός κτηρίου σε όλη τη διάρκεια ζωής του. Εξετάζοντας όμως το μοντέλο αυτό από την προοπτική της διαχείρισης της γης, παρέχει μεν λεπτομερείς φυσικές λεπτομέρειες σχετικά με το κτήριο αλλά δεν προσδιορίζει τις νομικές που σχετίζονται με ιδιοκτησίες που αναπτύσσονται στο εσωτερικό των κτηρίων (Atazadeh 2016). Η δυνατότητα όμως να ενσωματώσει νομικά δεδομένα συνιστά πρόκληση και αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

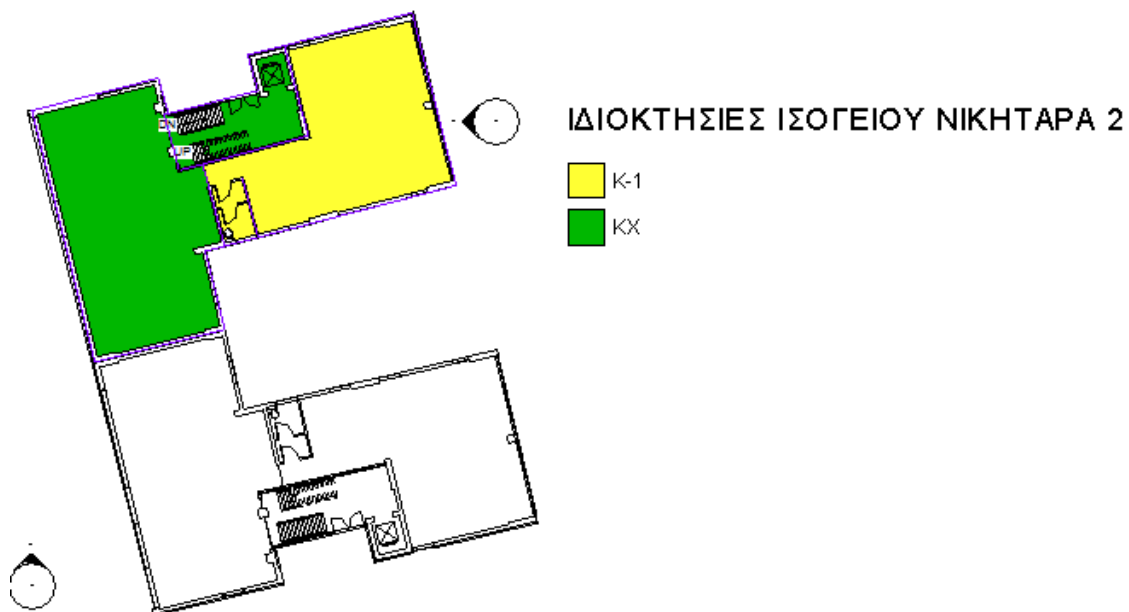
Σε πρώτη φάση γίνεται επεξεργασία μέσα στο λογισμικό. Με βάση τις κτηματολογικές πληροφορίες οριοθετήθηκαν οι ιδιοκτησίες στο κτήριο χρησιμοποιώντας το ειδικό εργαλείο του Revit 'Area'. Το εργαλείο αυτό δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να ορίζει τα 2D όρια κάθε περιοχής με κάθε λεπτομέρεια. Τα όρια της κάθε ιδιοκτησίας ορίστηκαν με γνώμονα τους τοίχους και ειδικότερα το εξωτερικό μέρος αυτών για τους εξωτερικούς τοίχους και το μεσαίο αυτών στην περίπτωση εσωτερικών-κοινών τοίχων. Έχοντας οριοθετηθεί οι χώροι

αυτοί, δημιουργήθηκε 'Area Schedule' ο οποίος εμπλουτίστηκε με παραμέτρους που φτιάχτηκαν σύμφωνα με τα κτηματολογικά στοιχεία: είδος ιδιοκτησίας: α) ιδιωτικοί χώροι β) κοινόχρηστοι χώροι και γ) αποκλειστικές χρήσεις, όνομα, εμβαδόν, όροφο, χλιοστά και ΚΑΕΚ. Ο τύπος 'αποκλειστικές χρήσεις' αναφέρεται στην αποκλειστική χρήση του τρίτου ορόφου στο δώμα. Η παράμετρος 'χλιοστά' συνιστά τον συντελεστή επιβάρυνσης (ποσοστό συμμετοχής) των ιδιοκτησιών, γιατί έχουν υπολογισθεί έτσι ώστε το άθροισμα των συντελεστών όλων των ιδιοκτησιών κάθε κτηρίου να ισούται με 1000. Οι αποκλειστικές χρήσεις και οι κοινόχρηστοι χώροι δεν έχουν χλιοστά στο έδαφος.



<Area Schedule (Κτηματολογικά στοιχεία Νικηταρά 4)>					
A	B	C	D	E	F
Name	Level	Area	ΧΙΛΙΟΣΤΑ	ΚΑΕΚ	ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΙΣ
Υ-1	ΥΠΟΓΕΙΟ	77.5 m ²	40	51470533011	
Θ-2	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533011	
Θ-1	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533011	
Θ-3	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533011	
Θ-4	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533011	
Θ-5	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533011	
Θ-6	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533011	
Θ-7	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533011	
Θ-8	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533011	
ΚΧ	ΥΠΟΓΕΙΟ	205.5 m ²	0	51470533011	
ΚΧ	ΙΣΟΓΕΙΟ	106.7 m ²	0	51470533011	Πυλωτή που έχει κλείσει και έχει προσαρτηθεί στο Κ-1
Κ-1	ΙΣΟΓΕΙΟ	96.8 m ²	180	51470533011	
ΚΧ	ΙΣΟΓΕΙΟ	27.0 m ²	0	51470533011	
Α-1	ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	203.2 m ²	280	51470533011	
ΚΧ	ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	27.0 m ²	0	51470533011	
Β-1	ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	203.0 m ²	280	51470533011	
ΚΧ	ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	27.0 m ²	0	51470533011	
Γ-1	ΤΡΙΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	203.1 m ²	180	51470533011	
ΚΧ	ΤΡΙΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	27.0 m ²	0	51470533011	

Εικόνα 4.22: Κτηματολογικά στοιχεία κτηρίου Νικηταράς 4 και Ψαρών
 Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit



<Area Schedule (Κτηματολογικά στοιχεία Νικητάρ 2)>					
A	B	C	D	E	F
Name	Level	Area	ΧΙΛΙΟΣΤΑ	ΚΑΕΚ	ΔΙΕΥΚΡΙΝΗΣΕΙΣ
Υ-1	ΥΠΟΓΕΙΟ	77.5 m ²	35	51470533006	
KX	ΥΠΟΓΕΙΟ	180.6 m ²	0	51470533006	
Θ-6	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533006	
Θ-5	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533006	
Θ-4	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533006	
Θ-3	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533006	
Θ-2	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533006	
Θ-1	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533006	
Θ-7	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533006	
Θ-8	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533006	
Θ-9	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533006	
Θ-10	ΥΠΟΓΕΙΟ	12.5 m ²	5	51470533006	
K-1	ΙΣΟΓΕΙΟ	96.9 m ²	165	51470533006	
KX	ΙΣΟΓΕΙΟ	106.6 m ²	0	51470533006	Πωλητή που έχει κλείσει και έχει προσαρτηθεί στο K-1
KX	ΙΣΟΓΕΙΟ	26.7 m ²	0	51470533006	
KX	ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	27.0 m ²	0	51470533006	
A-1	ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	203.2 m ²	250	51470533006	
B-1	ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	203.2 m ²	250	51470533006	
KX	ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	27.0 m ²	0	51470533006	
Γ-1	ΤΡΙΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	203.2 m ²	250	51470533006	
KX	ΤΡΙΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ	27.0 m ²	0	51470533006	

Εικόνα 4.23: Κτηματολογικά στοιχεία κτηρίου Νικητάρ 2
 Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit

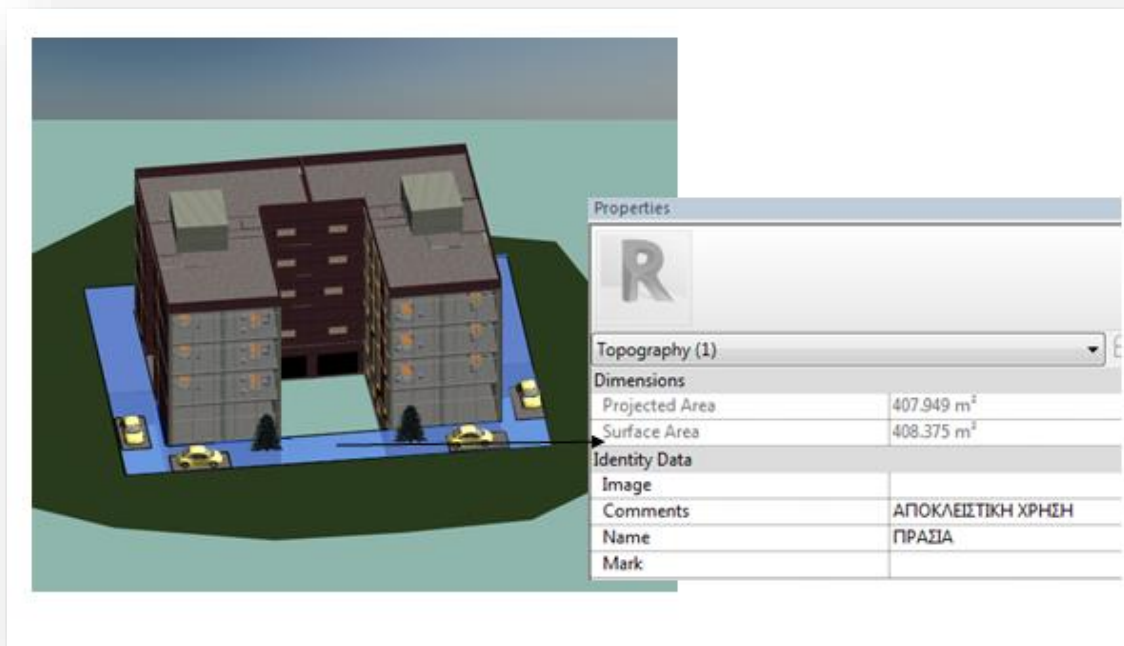
<ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ>									
A			B			C			
Key Name			Comments			Limitations			
ΔΩΜΑ			ΚΤΗΡΙΟ			ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΡΙΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ			

G		H				I		
ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ		Limitations				ΚΑΕΚ		
ΣΤΕΓΗ	ΔΩΜΑ	21 m ²	51 m ²	50 m ²	ΝΗΧΤΑΡΑ 2	ΔΩΜΑ	ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΡΙΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ	51470533006
ΣΤΕΓΗ	ΔΩΜΑ	21 m ²	51 m ²	50 m ²	ΝΗΧΤΑΡΑ 4	ΔΩΜΑ	ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΡΙΤΟΥ ΟΡΟΦΟΥ	51470533011

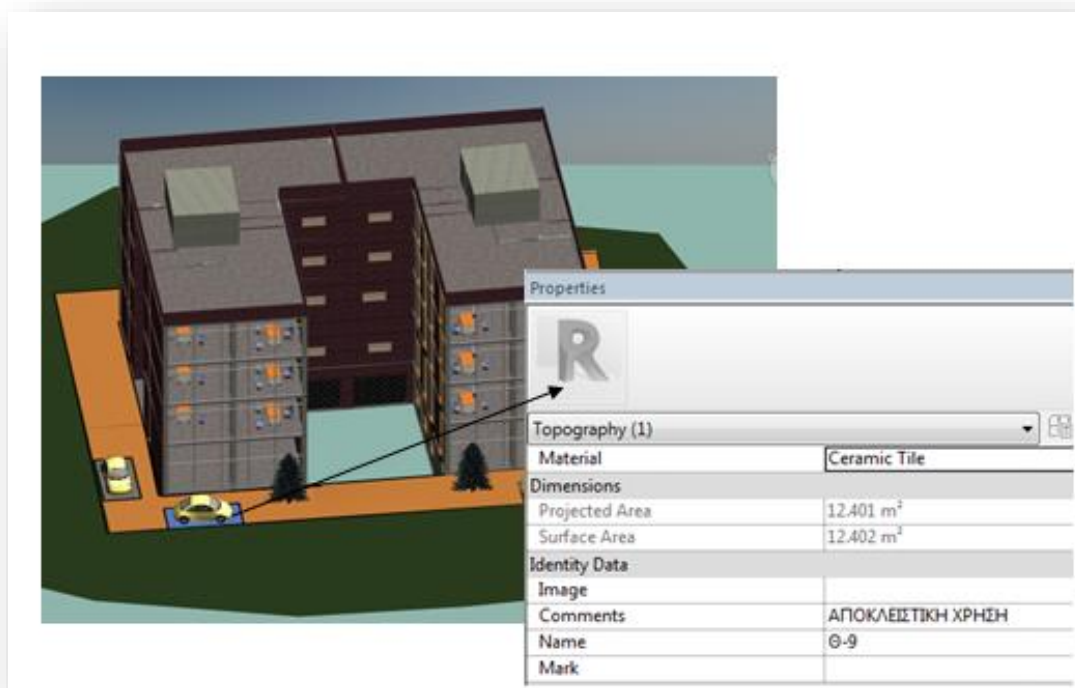
Εικόνα 4.24: Αποκλειστικές χρήσεις στο κτήριο, εμπλουτισμός Schedule ‘ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ’

Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit

Πέρα από τις ιδιοκτησίες που υπάρχουν μέσα στο κτήριο, αναπτύσσονται και δικαιώματα και στην επιφάνεια του εδάφους γύρω από το κτήριο. Συγκεκριμένα, πρόκειται για αποκλειστικές χρήσεις στην πρασιά καθώς και σε τέσσερις χώρους στάθμευσης (δύο θέσεις για κάθε κτήριο). Στο Revit υπάρχει ειδικό εργαλείο ‘Toposurface’ μέσω του οποίου γίνεται εφικτός ο σχεδιασμός της επιφάνειας (Site) πάνω στην οποία βρίσκεται το κτήριο καθώς επίσης και ο περαιτέρω διαχωρισμός αυτής σε υπό-περιοχές. Εφόσον κάθε στοιχείο που ορίζεται στο λογισμικό αυτό έχει τη δυνατότητα να περιγράφεται με παραμέτρους απεικονίζοντας αυτές μέσω των Schedules, έτσι και στην περίπτωση αυτή είναι δυνατή η εισαγωγή των κτηματολογικών στοιχείων που περιγράφουν τις υπό-περιοχές αυτές. Ως υπό-περιοχές ορίστηκαν η πρασιά και οι τέσσερις θέσεις στάθμευσης σύμφωνα με στοιχεία που βρίσκονται στην κάτοψη. Οι παράμετροι είναι οι ίδιοι που δημιουργήθηκαν για την περιγραφή των ιδιοκτησιών μέσα στο κτήριο.



Εικόνα 4.25: Αποκλειστικές χρήσεις εδάφους, ‘Πρασιά’
 Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit

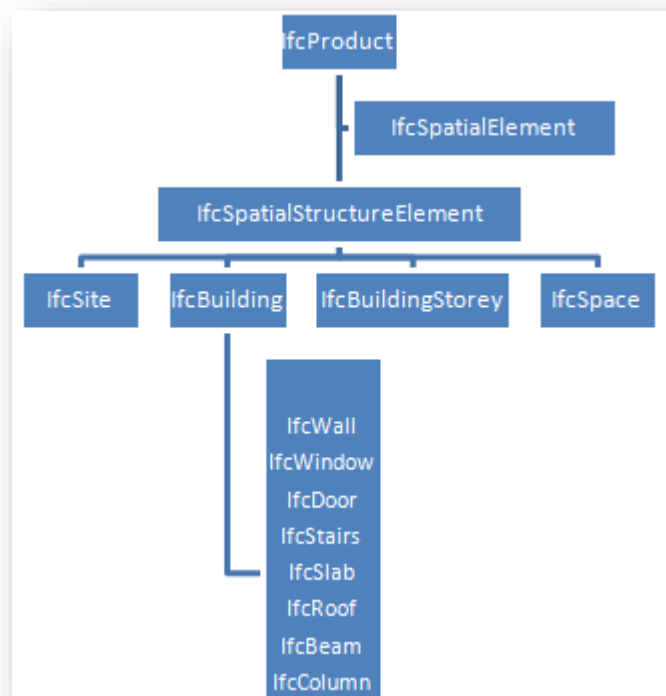


Εικόνα 4.26: Αποκλειστικές χρήσεις εδάφους, ‘Χώρου Στάθμευσης’
 Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit

<Topography Schedule>			
A	B	C	D
Comments	Name	Όνομα	Σχόλια
ΕΔΑΦΟΣ	ΕΔΑΦΟΣ		
ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	Θ-12	Θ-12	ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΘΕ
ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	Θ-11	Θ-11	ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΘΕ
		Θ-9	ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΘΕ
ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	Θ-10	Θ-10	ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΘΕ
ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	ΠΡΑΣΙΑ	ΠΡΑΣΙΑ	ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡ

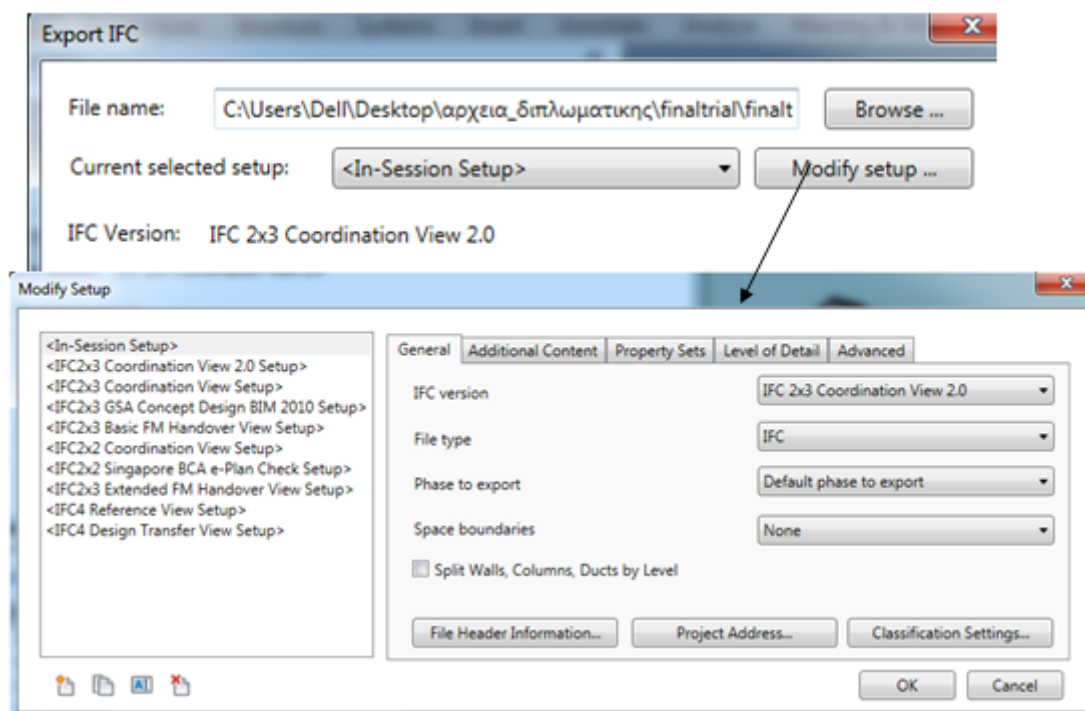
Εικόνα 4.27: Schedule για την επιφάνεια του εδάφους
 Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit

Ο λόγος για τον οποίον χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο 'Area' έγκειται στη δομή του μορφότυπου του IFC. Η εικόνα που ακολουθεί συνιστά απόσπασμα της Εικόνας 4.5 στην οποία βασίζεται η επέκταση του IFC που θα πραγματοποιηθεί.

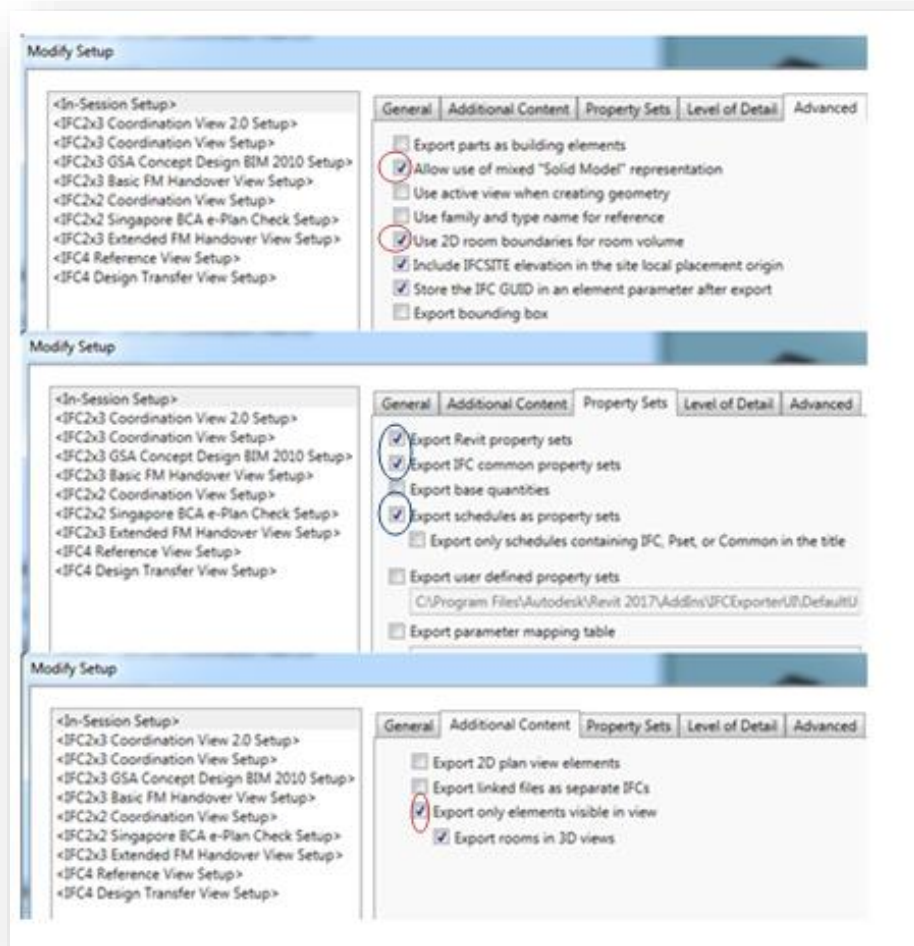


Εικόνα 4.28: Απεικόνιση απλοποιημένης δομής του προτύπου IFC
 Πηγή: Atazadeh 2016

Η ανώτερη οντότητα για τα χωρικά στοιχεία είναι η 'IfcSpatialElement', η οποία ιεραρχικά χωρίζεται στην τάξη 'IfcSpatialStructureElement'. Η τάξη αυτή συνιστά την γενική ανώτερη κλάση για τις οντότητες ορίζοντας τον εξωτερικό χώρο (IfcSite), το κτήριο (IfcBuilding), τους ορόφους των κτηρίων (IfcBuildingStorey) και τους εσωτερικούς χώρους αυτών (IfcSpace). Τα στοιχεία της κλάσης IfcBuilding χωρίζονται επίσης ιεραρχικά σε υποκλάσεις οι οποίες ορίζουν την αρχιτεκτονική δομή των κτηρίων, IfcWall, IfcWindow, IfcDoor, IfcStair, IfcSlab, IfcRoof, IfcBeam, IfcColumn. Με την εξαγωγή του μοντέλου σε πρότυπο IFC όλα τα στοιχεία που έχουν εισαχθεί και δημιουργηθεί στο Revit θα προτυποποιηθούν με βάση τη δομή του IFC. Επειδή όμως το IFC περιέχει πολλά στοιχεία, δημιουργείται η ανάγκη για έναν σαφή προσδιορισμό αυτών που είναι απαραίτητα για κάθε σκοπό. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω των προδιαγραφών Model View Definitions (MVDs) που ορίζονται ως ένα υποσύνολο του σχήματος IFC, το οποίο χρειάζεται να ικανοποιήσει μία ή περισσότερες απαιτήσεις κατά την ανταλλαγή στον κλάδο κατασκευών. Οι προδιαγραφές αυτές προσδιορίζονται μέσα από επιλογές που δίνονται στον χρήστη τη στιγμή της εξαγωγής του μοντέλου (Εικόνα 4.29). Συγκεκριμένα, ότι ορίστηκε στο περιβάλλον του Revit με το εργαλείο 'Room' & 'Area' μέσω των MVDs συνδέθηκε με την οντότητα 'IfcSpace' του προτύπου IFC και ότι ορίστηκε από το εργαλείο 'Toposurface' συνδέθηκε με την οντότητα 'IfcSite'.



Εικόνα 4.29: Προδιαγραφές (MVDs) εξαγωγής μοντέλου σε μορφότυπο IFC
Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit



Εικόνα 4.30: Επιλογή κατάλληλων προδιαγραφών (MVDs) εξαγωγής μοντέλου σε μορφότυπο IFC

Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Revit

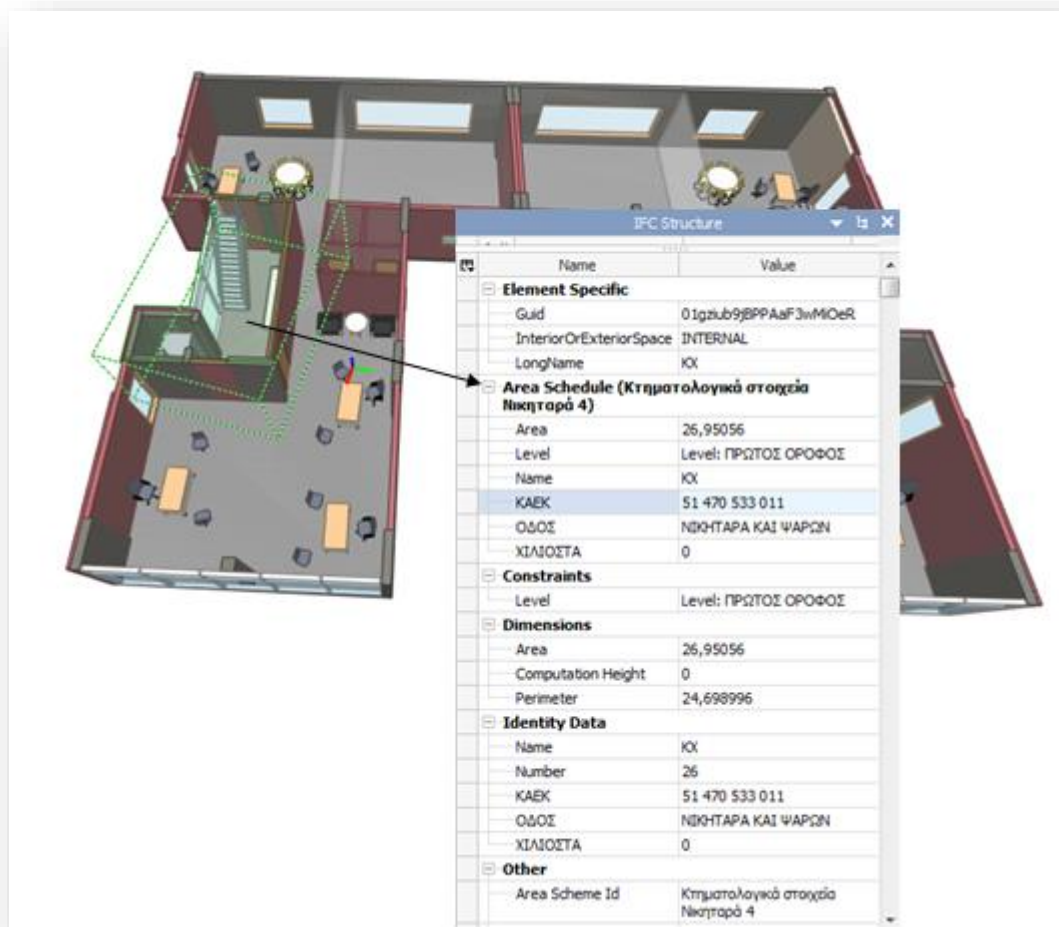
Γίνεται σαφές πλέον ότι οι 2D οριοθετημένοι χώροι με την χρήση των εργαλείων 'Area' και 'Room' παίρνουν τρίτη διάσταση και ενσωματώνονται στην κλάση IfcSpace του προτύπου IFC (κόκκινη επισήμανση, Εικόνα 4.30). Ένα άλλο βασικό ζήτημα που προκύπτει αφορά τις πληροφορίες που έχουν οριστεί μέσω των 'schedules' να μπορούν να εμφανίζονται σαν περιγραφικές πληροφορίες στους χώρους και στα αντικείμενα που αντιστοιχούν. Η λύση σε αυτό δίνεται πάλι από τις προδιαγραφές Model View Definitions (MVDs) (μπλε επισήμανση, Εικόνα 4.30). Τέλος, πρόβλημα συνιστά η απεικόνιση των δικαιωμάτων των αποκλειστικών χρήσεων στην επιφάνεια του εδάφους καθώς στο μοντέλο IFC που προκύπτει δεν διατηρούνται οι πληροφορίες των επιμέρους υπό-επιφανειών (Εικόνα 4.34). Πιο συγκεκριμένα, αυτό συνιστά έναν γενικότερο περιορισμό των IFC2x3 μορφότυπων να

μπορούν να διατηρούν πληροφορίες μόνο για μία επιφάνεια (IfcSite), αυτή που δημιουργήθηκε πρώτη (με το μικρότερο ID), στην περίπτωση αυτή η επιφάνεια 'Έδαφος'. Ωστόσο έγινε δοκιμή και στην νεότερη έκδοση IFC4 αλλά πάλι οι πληροφορίες δεν είχαν διατηρηθεί. Επομένως, οι αποκλειστικές χρήσεις στο έδαφος μπορούν να οπτικοποιηθούν αλλά δεν συνοδεύονται με τις κατάλληλες κτηματολογικές πληροφορίες.

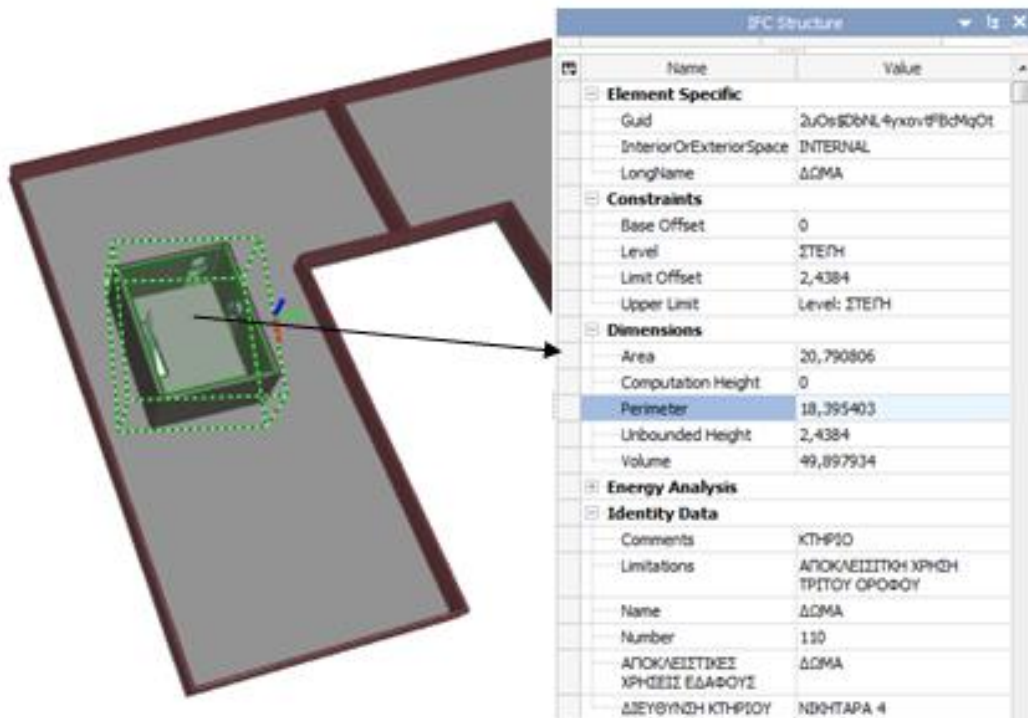
Για την οπτικοποίηση του IFC μοντέλου υπάρχουν πολλοί ανοιχτοί (open) viewers όπως για παράδειγμα Solibri Model Viewer, BIM Server viewer και BIM Vision Viewer.



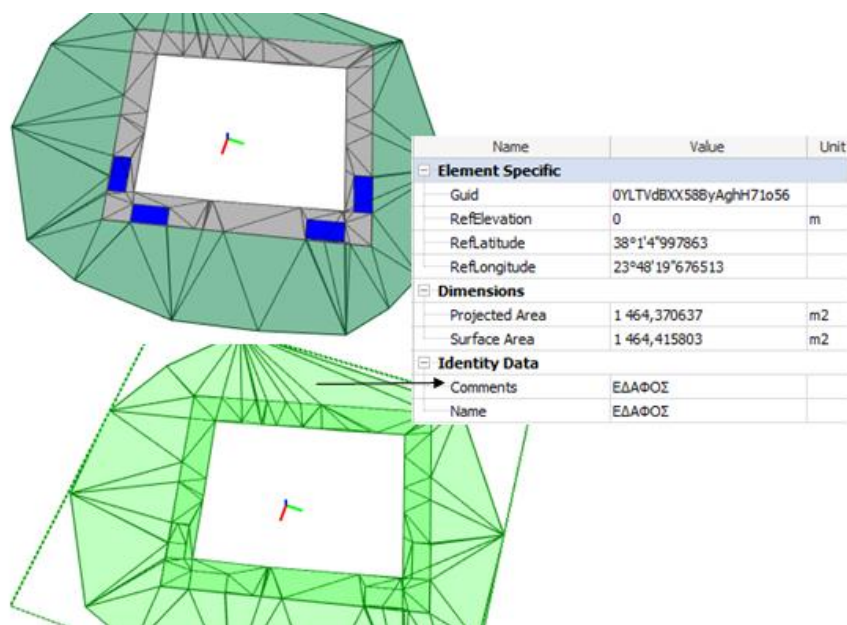
Εικόνα 4.31: Οπτικοποίηση IFC ιδιωτικού χώρου
 Πηγή: Επεξεργασία τελικού προϊόντος στο λογισμικό BIM Vision



Εικόνα 4.32: Οπτικοποίηση IFC κοινόχρηστου χώρου
 Πηγή: Επεξεργασία τελικού προϊόντος στο λογισμικό BIM Vision

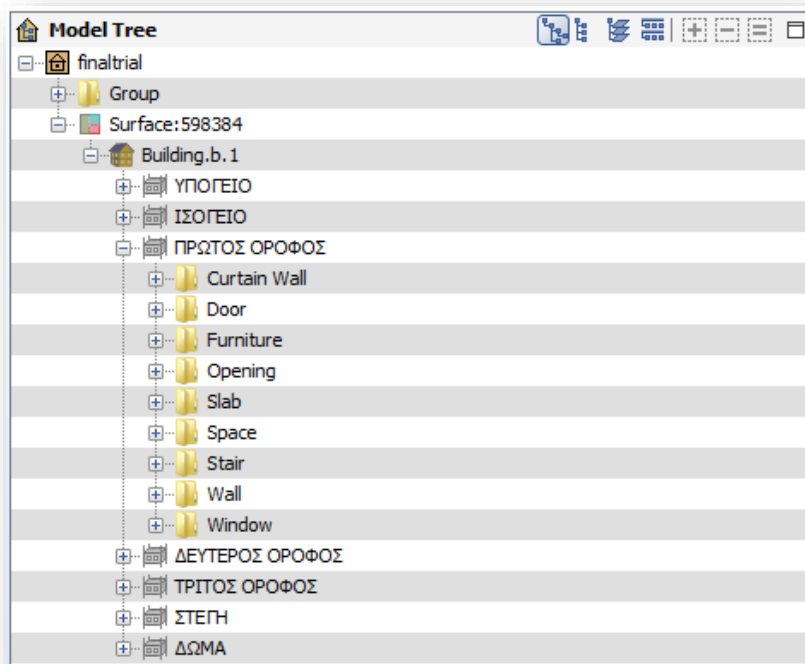


Εικόνα 4.33: Οπτικοποίηση IFC χώρου αποκλειστικής χρήσης
 Πηγή: Επεξεργασία τελικού προϊόντος στο λογισμικό BIM Vision

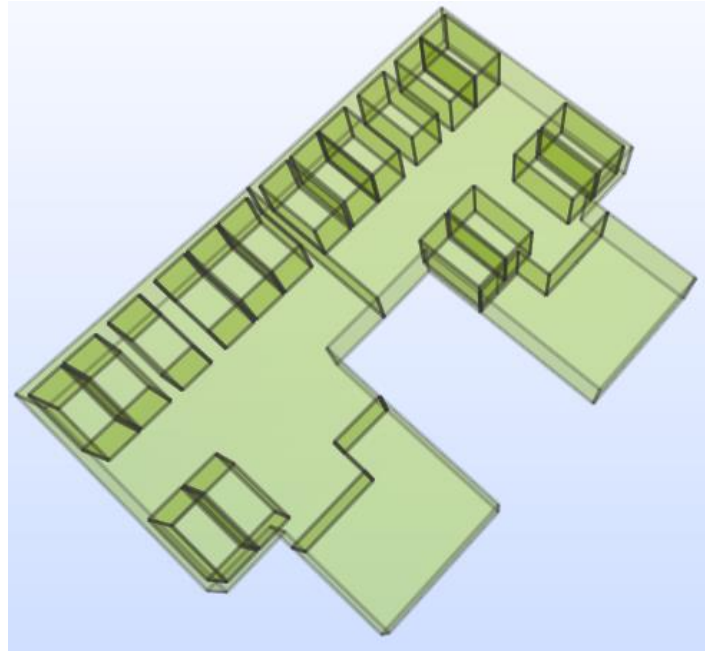


Εικόνα 4.34: Οπτικοποίηση IFC χώρου αποκλειστικής χρήσης στον εξωτερικό χώρο
 Πηγή: Επεξεργασία τελικού προϊόντος στο λογισμικό BIM Vision

Οι πληροφορίες του Κτηματολογίου πρέπει να επιλέγονται με κριτήριο την οικονομία και την αξιοπιστία τους. Με άλλα λόγια, οι ελάχιστες αναγκαίες πληροφορίες που συμβάλλουν στην επίτευξη του προκαθορισμένου σκοπού αποτελούν τις πληροφορίες του συστήματος. Αυτός συνιστά σημαντικό λόγο για τον οποίο πολλοί θεωρούν το BIM ακατάλληλο για κτηματολογικούς σκοπούς, καθώς προσφέρει πολλές πληροφορίες που για ένα Κτηματολόγιο δεν χρειάζονται. Όμως το IFC μοντέλο εξαιτίας της ιεραρχικής του δομής, δίνει την δυνατότητα της επιλογής των οντοτήτων που κάθε φορά χρειάζονται να οπτικοποιηθούν. Με τον τρόπο αυτό, για κτηματολογικούς σκοπούς επιλέγεται μόνο η οντότητα IfcSpace του μοντέλου ή ακόμα και οι τοίχοι IfcWall οι οποίοι θα βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόηση των ορίων των ιδιοκτησιών.



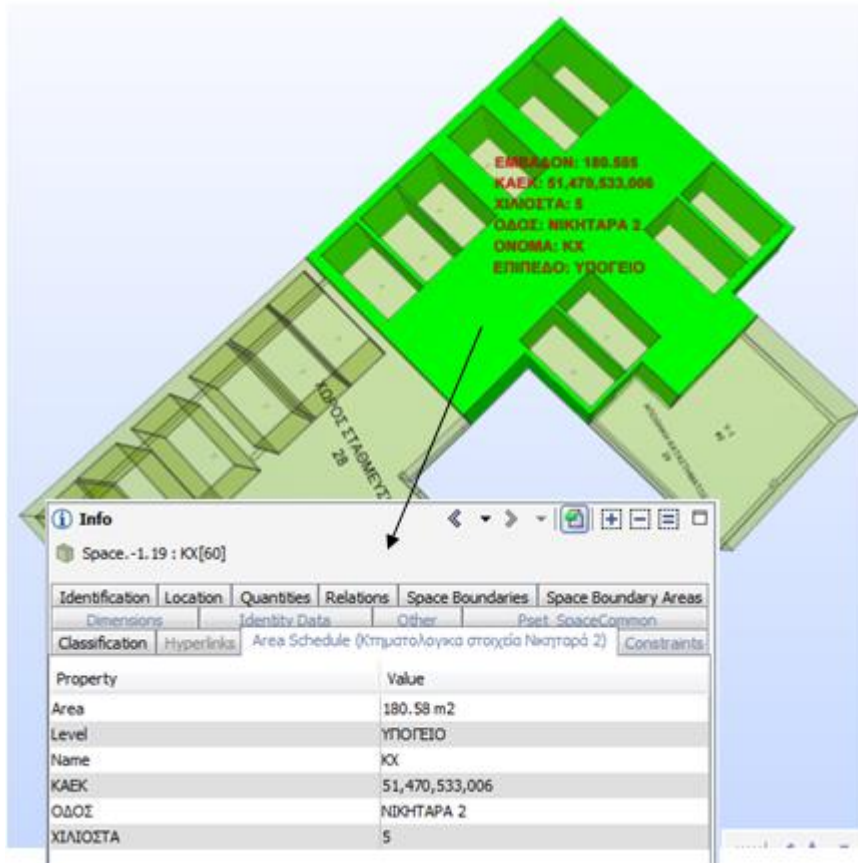
Εικόνα 4.35: Χαρακτηριστική ιεραρχική δομή IFC μοντέλου
Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Solibri Model Viewer



Εικόνα 4.36: Κτηματολογικοί όγκοι υπογείου (IfcSpace)
 Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Solibri Model Viewer



Εικόνα 4.37: Επιλογή ιδιωτικού χώρου υπογείου (IfcSpace)
 Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Solibri Model Viewer



Εικόνα 4.38: Επιλογή κοινόχρηστου χώρου υπογείου (IfcSpace)
 Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων στο Solibri Model Viewer

4.3.3. Επικύρωση BIM μοντέλου με τη χρήση του SMC

Ανακεφαλαιώνοντας, το λογισμικό Revit χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό των φυσικών οντοτήτων του κτηρίου ακολουθώντας την παραμετρική και εργοκεντρική μέθοδο μοντελοποίησης. Συνεπώς, η διαδικασία αυτή είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή ενός μοντέλου ως σύνολο οικοδομικών και έξυπνων αντικειμένων: τοίχοι, παράθυρα και πόρτες. Η ενσωμάτωση κτηματολογικών στοιχείων έγινε περιγραφικά στο λογισμικό και οριοθετήθηκε σε δύο διαστάσεις και η τρίτη διάσταση προέκυψε με την προτυποποίηση του μοντέλου σύμφωνα με το ανοιχτό πρότυπο IFC ακολουθώντας τις απαραίτητες προδιαγραφές MVDs. Επομένως, η μοντελοποίηση και η προτυποποίηση των 3D κτηματολογικών οντοτήτων έχει επιτευχθεί μέσω του IFC μοντέλου. Μία τελευταία βασική προϋπόθεση για την σύνταξη τεκμηριωμένου τρισδιάστατου τεχνικού πλαισίου συνιστά η επικύρωση του μοντέλου. Το μοντέλο για το 3D Κτηματολόγιο έχει πραγματοποιηθεί με την χρήση BIM τεχνολογίας, άρα εμφανίζεται η ανάγκη για επικύρωση BIM μοντέλου με βάση σύνολα

κανόνων. Η επικύρωση αυτή πραγματοποιήθηκε με την χρήση του λογισμικού Solibri Model Checker (SMC) λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών που το διακρίνει και το καθιστά κατάλληλο και άμεσα συνδεδεμένο με το περιβάλλον του Revit.

Κύριο χαρακτηριστικό του SMC αποτελεί η συμβατότητά του με το ανοιχτό πρότυπο IFC. Με τη δυνατότητα αυτή το προτυποποιημένο IFC μοντέλο εισάγεται στο λογισμικό στο οποίο είναι διαχειρίσιμες όλες οι πληροφορίες του. Συνεπώς, εξασφαλίζεται ότι όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη μπορούν να συμμετέχουν στην επικύρωση του μοντέλου, συνεισφέροντας το κάθε ένα με τις εξειδικευμένες γνώσεις του και εμπειρία. Εκτός από το ανοιχτό πρότυπο IFC, το SMC είναι συμβατό και με το ανοιχτό πρότυπο BCF με τη βοήθεια του οποίου αναπτύσσεται εύκολη και άμεση επικοινωνία μεταξύ του περιβάλλοντος του SMC στο οποίο πραγματοποιούνται έλεγχοι και του Revit. Πιο συγκεκριμένα, το ανοιχτό αυτό πρότυπο συμβάλλει στη μεταφορά συγκεκριμένων θεμάτων που έχουν προκύψει κατά τη διαδικασία της επικύρωσης στο λογισμικό που αρχικά δημιουργήθηκε το μοντέλο, Revit με σκοπό να διορθωθούν.

Η συμβατότητα του SMC με τα δύο ανοιχτά πρότυπα αποτέλεσαν σημαντικό κριτήριο για την επιλογή αυτού έναντι άλλων λογισμικών για επικύρωση. Επιπροσθέτως, καθώς η ροή του σχεδιασμού μεταβάλλεται ραγδαία και στα διάφορα έργα χρησιμοποιούνται περισσότερα μοντέλα δεδομένων σε σχέση με αναλογικά σχέδια, προκύπτουν άμεσα κάποιιοι προβληματισμοί οι οποίοι πρέπει να επιλυθούν. Οι προβληματισμοί αυτοί εμφανίζονται και στην παρούσα εφαρμογή καθώς δημιουργείται η ανάγκη για διαχείριση 3D BIM μοντέλου για κτηματολογικούς σκοπούς (Anderson, Solibri Inc, 2013).

- Πως μπορεί να γίνει η ανάγνωση ενός μοντέλου δεδομένων
- Υπάρχει δυνατότητα για επισήμανση σχολίων
- Πως θα συγκριθούν διαφορετικές εκδόσεις μοντέλων
- Πως θα γίνει η αλληλοεπικάλυψη διαφορετικών μοντέλων
- Υπάρχει η δυνατότητα για υποβολή ερωτημάτων (queries)
- Είναι εφικτή η βελτίωση της ποιότητας των μοντέλων διεξάγοντας ελέγχους
- Μπορεί ο χρήστης να εξάγει συγκεκριμένα δεδομένα την χρονική στιγμή που επιθυμεί

Οι προβληματισμοί αυτοί συνιστούν ένα επόμενο σημαντικό κριτήριο για την επιλογή του SMC το οποίο προσδίδει λύσεις σε αυτούς. Συνοψίζοντας, το λογισμικό Solibri Model Checker (SMC) επικυρώνει την ποιότητα των BIMs και καθίσταται μοναδικό στην αγορά για πολλούς λόγους. Αρχικά με αυτόματο τρόπο εξετάζει και ομαδοποιεί τις συγκρούσεις (clashes) που υπάρχουν στο έργο ανάλογα με την σοβαρότητα αυτών (Second generation clash detection). Με το χαρακτηριστικό αυτό ερευνάται και επιτυγχάνεται η ποιότητα των BIM αρχείων. Επίσης, αποτρέπει θέματα με προηγμένο τρόπο καθώς η χρήση του και οι λογικοί κανόνες που διαθέτει εντοπίζουν ελλείψεις από το μοντέλο (Deficiency detection). Σημαντικό χαρακτηριστικό συνιστά η δυνατότητα να εξετάζει και να αναλύει διεξοδικά τα μοντέλα και τους αρχιτεκτονικούς και μηχανολογικούς σχεδιασμούς για ποιότητα, συνοχή και ασφάλεια καθώς και να ενσωματώνει διαφορετικά μοντέλα (αρχιτεκτονικά και μηχανολογικά, αρχιτεκτονικά του ίδιου μοντέλου) οδηγώντας έτσι σε λιγότερο χρονοβόρες

και οικονομικά επιβαρυνόμενες διαδικασίες. Επιπρόσθετα, περιλαμβάνει λειτουργικά εργαλεία για αναλύσεις και εξαγωγή συγκεκριμένων πληροφοριών που είναι διαθέσιμες στα BIM μοντέλα. Ο στόχος του λογισμικού αυτού, όπως και της γενικότερης διαδικασίας της επικύρωσης είναι ο μηδενισμός των σχεδιαστικών λαθών και η εξοικονόμηση χρήματος και χρόνου, συμβάλλοντας σε μία αποτελεσματική μοντελοποίηση και εξασφάλιση ποιότητας. Με απλά εργαλεία το πρόγραμμα πραγματοποιεί αναλύσεις σε πολύ λίγο χρόνο και εμφανίζονται άμεσα στην οθόνη του κάθε χρήστη αδυναμίες, παραλείψεις και λάθη κατά τον σχεδιασμό τα οποία επισημαίνονται στα στοιχεία και αντικείμενα που έχουν προκληθεί και σχετίζονται (Aragici,2015)

4.3.3.1. Εφαρμογή

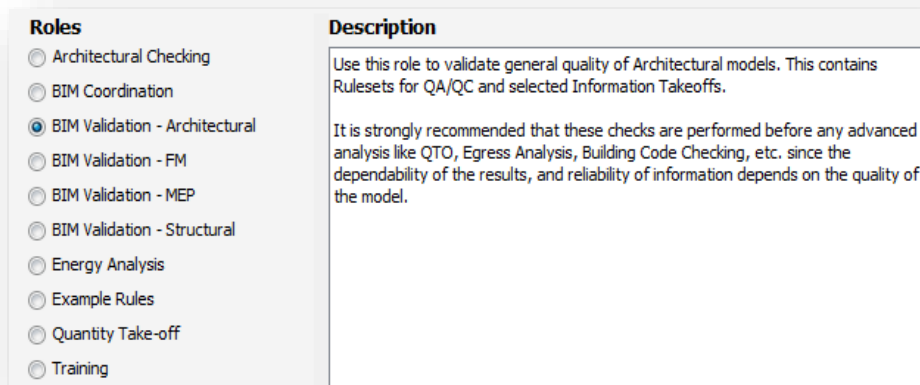
Το IFC μοντέλο του κτηρίου γραφείων με τις ενσωματωμένες κτηματολογικές πληροφορίες εισήχθη στο συμβατό με IFC λογισμικό επικύρωσης Solibri Model Checker (SMC). Τα βήματα που ακολουθήθηκαν είναι τα εξής:

1. Εφαρμογή κανόνων για εντοπισμό λαθών, ασυνεχειών και παραλείψεων.
2. Μεταφορά των λαθών που επισημάνθηκαν μέσω του ανοιχτού προτύπου BCF στο λογισμικό παραγωγής του, Revit, για να διορθωθούν.
3. Εκτέλεση ταξινομήσεων και ερωτημάτων.

Όλα τα αντικείμενα του μοντέλου και τα δεδομένα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού ελέγχθηκαν για χωρικό συντονισμό, ακρίβεια και συμβατότητα. Οι αυτοματοποιημένοι έλεγχοι συμβατότητας επέτρεψαν την παρακολούθηση σε όλη την διάρκεια της εργασίας βασικών αποδόσεων του σχεδιασμού (Anderson, Solibri Inc, 2013).

Εφαρμογή κανόνων

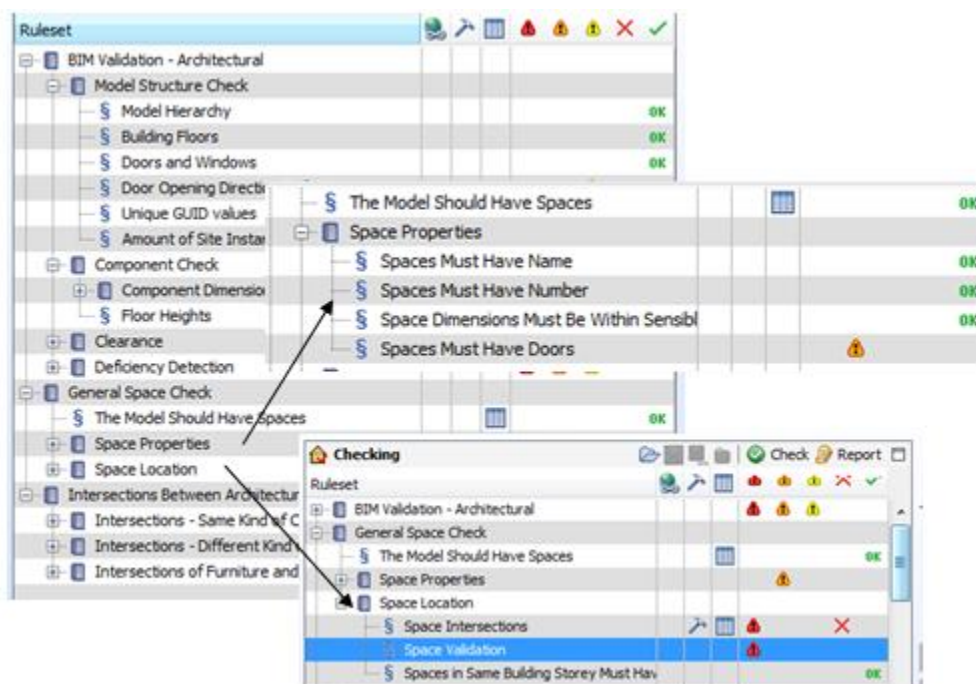
Η επιλογή των κανόνων έγινε με βάση το είδος της επικύρωσης που ήταν επιθυμητή. Επομένως, επιλέχθηκε σύνολο κανόνων (role) για να επικυρώσει τη γενική ποιότητα του αρχιτεκτονικού μοντέλου που είχε κατασκευαστεί στο περιβάλλον Revit Architecture, ' BIM Validation-Architectural'. Οι κανόνες αυτοί εστιάζουν στην διασφάλιση της ποιότητας (Quality Assurance) και στον έλεγχο αυτής (Quality Control). Η διασφάλιση ποιότητας συνιστά διαδικασία προσανατολισμένη που εστιάζει στην αποτροπή λαθών και ατελειών ενώ ο έλεγχος αυτής συνιστά προϊόν προσανατολισμένο στον προσδιορισμό αυτών. Οι κανόνες αυτοί πρέπει να εφαρμοστούν πριν από κάθε προηγμένη ανάλυση (π.χ. ενεργειακή) καθώς η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και των πληροφοριών είναι πλήρως εξαρτώμενα από την ποιότητα του μοντέλου.



Εικόνα 4.39: Περιβάλλον και επιλογή κανόνων

Πηγή: Solibri Model Checker

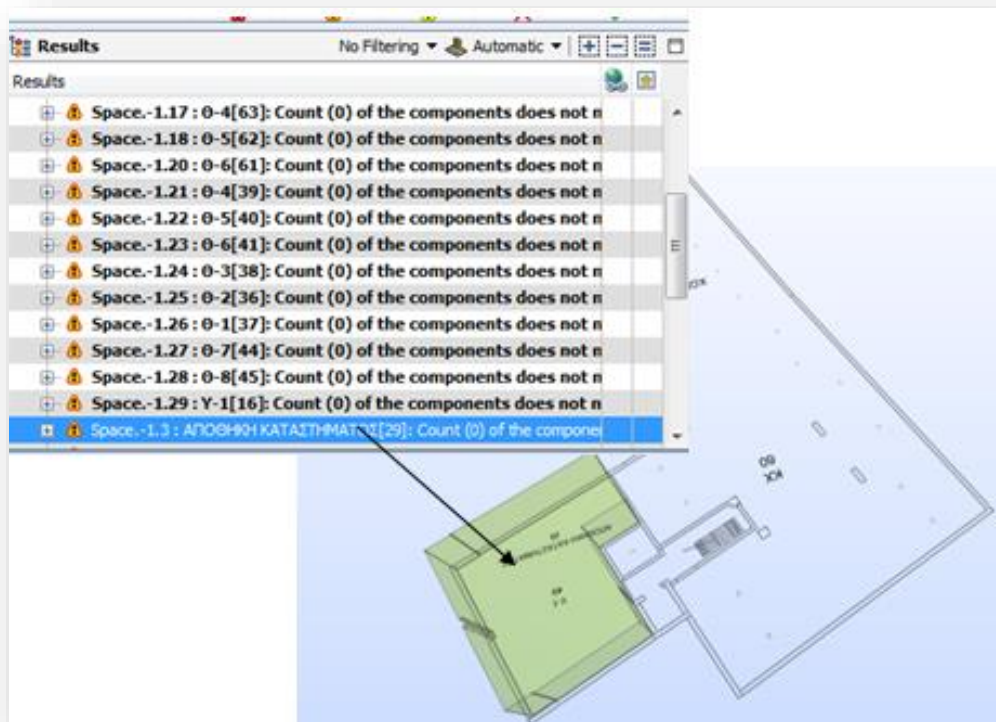
Επιλέγοντας το σύνολο κανόνων εμφανίζονται όλοι οι κανόνες που εμπεριέχονται σε αυτό με βάση τους οποίους θα επικυρωθεί το μοντέλο. Τα αποτελέσματα του ελέγχου αποδίδονται σε κάθε κανόνα με συμβολισμό που απεικονίζει την σοβαρότητα των λαθών (κίτρινο χρώμα → πολύ μικρής ανάγκης για διόρθωση, πορτοκαλί → μέτριας ισχύς και κόκκινο → απαραίτητη η διόρθωση αυτών). Επίσης, οι κανόνες αυτοί μπορούν να τροποποιηθούν, μεταβάλλοντας τιμές ανοχών σε κάποιες παραμέτρους ή ακόμα και δημιουργία νέων κανόνων με βάση τις ανάγκες κάθε επικύρωσης. Στην παρούσα εργασία δεν πραγματοποιήθηκε κάποια αλλαγή σε αυτούς, συνεπώς τα περισσότερα από αυτά δεν ήταν λάθη όσο αφορά τις προϋποθέσεις που έχουν τεθεί σε αυτήν.



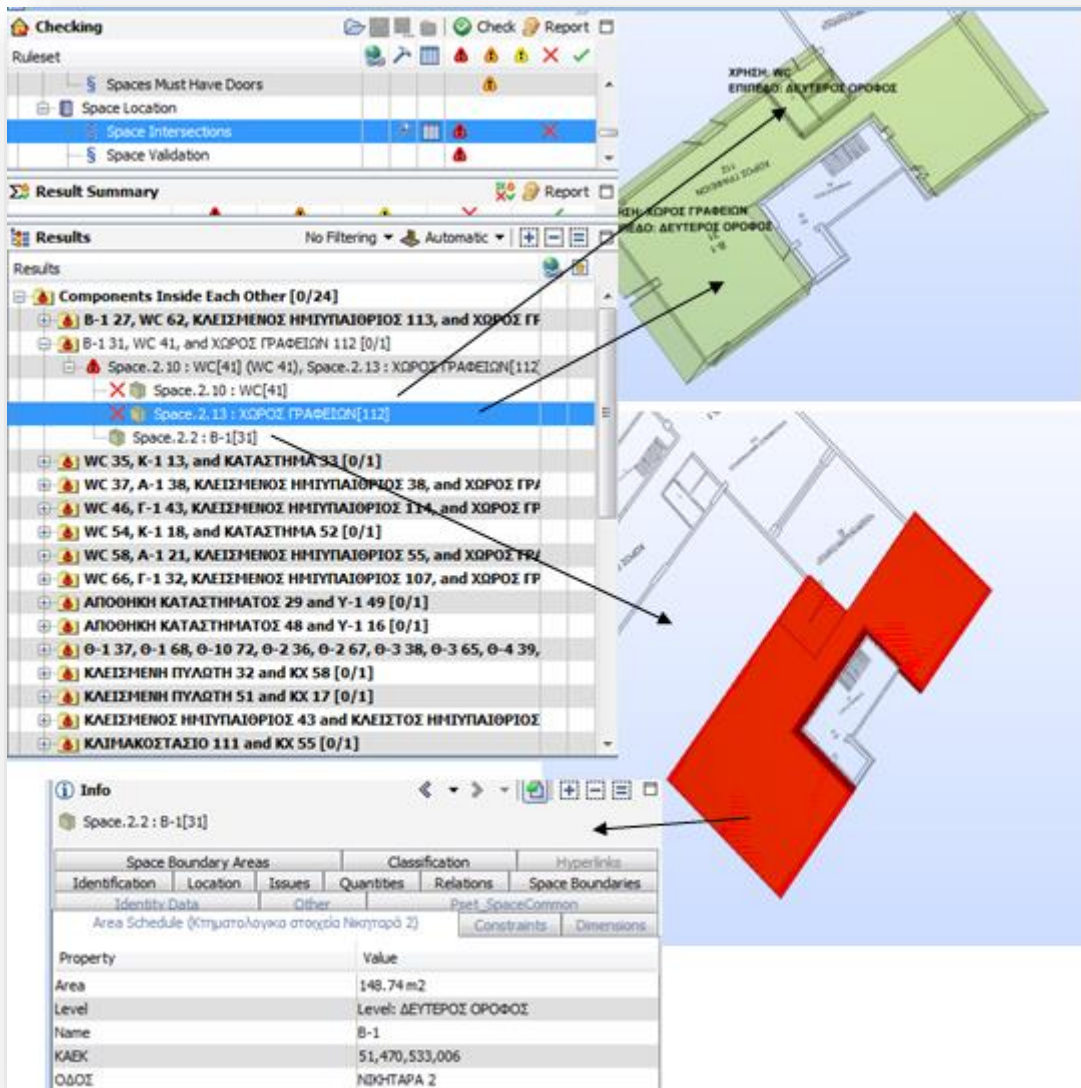
Εικόνα 4.40: Αποτελέσματα ελέγχου από δύο κανόνες

Πηγή: Solibri Model Checker

Οι δύο κανόνες που επιλέχθηκαν για διόρθωση φαίνονται στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 4.40). Ο ένας αφορά στις ιδιότητες των χώρων που έχουν οριστεί και ο άλλος στην επικύρωση των χώρων για πιθανές αλληλοεπικαλύψεις. Στον πρώτο κανόνα εμφανίζεται πρόβλημα απουσίας πορτών σε χώρους. Ύστερα όμως από την ανάλυση των προβλημάτων αυτού του κανόνα διαπιστώθηκε ότι υπήρχε πρόβλημα σε έναν χώρο και όλα τα υπόλοιπα δεν ήταν παραγματικά θέματα καθώς αφορούσαν χώρους ιδιοκτησίας και χρήσεις (Κλεισμένος Ημιπαιθριος), οι οποίοι στην πραγματικότητα έχουν όρια μη υλοποιήσιμα και ορατά. (Εικόνα 4.41 & Εικόνα 4.44). Στον δεύτερο κανόνα εμφανίστηκαν θέματα αλληλοεπικαλύψεων ορισμένων χώρων. Οι χώροι αυτοί όμως δεν ήταν ομοειδείς, καθώς αφορούσαν επικαλύψεις χώρων χρήσεων κτηρίου και χώρων ιδιοκτησίας το οποίο είναι λογικό καθώς μία ιδιοκτησία μπορεί να συγροτείται από διάφορες χρήσεις (Εικόνα 4.42). Επομένως, τα προβλήματα αυτά δεν προσμετρήθηκαν σε αυτά που ήταν προς διόρθωση.



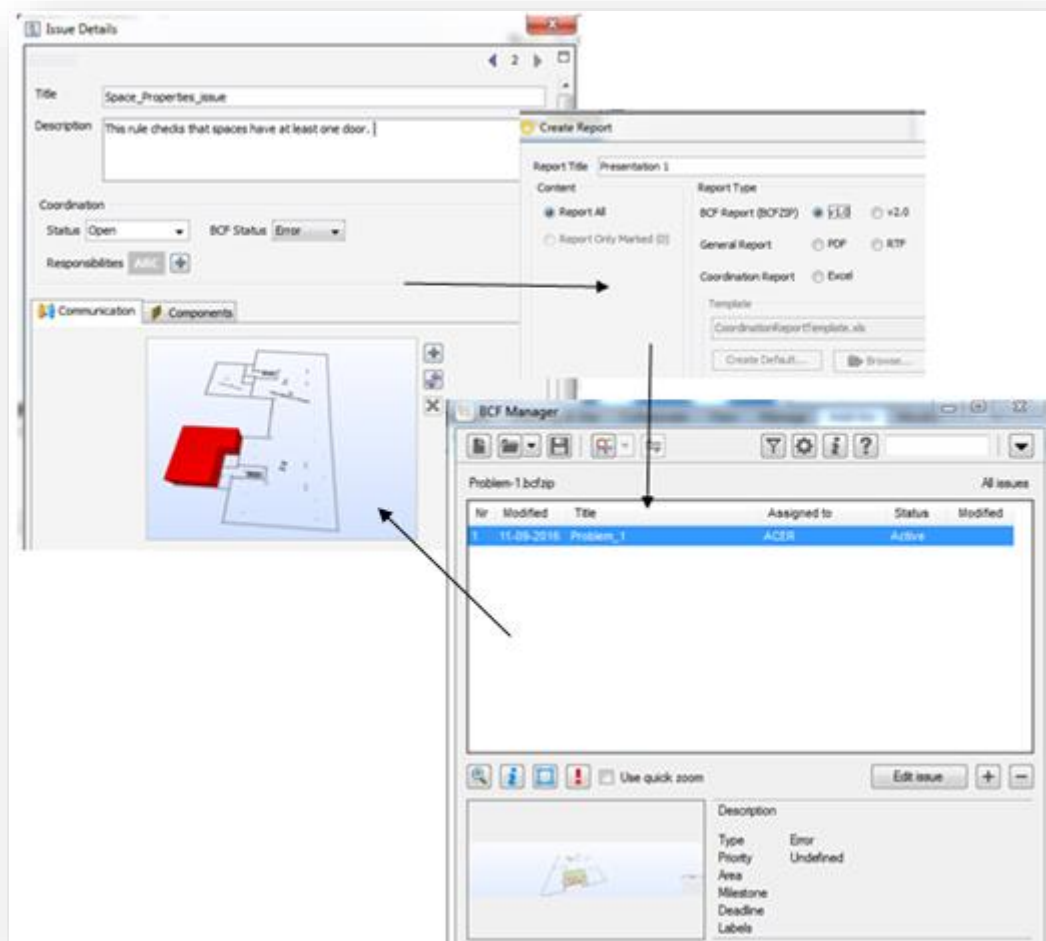
Εικόνα 4.41: Απεικόνιση προβλήματος πρώτου κανόνα
Πηγή: Solibri Model Checker



Εικόνα 4.42: Απεικόνιση προβλήματος δεύτερου κανόνα
 Πηγή: Solibri Model Checker

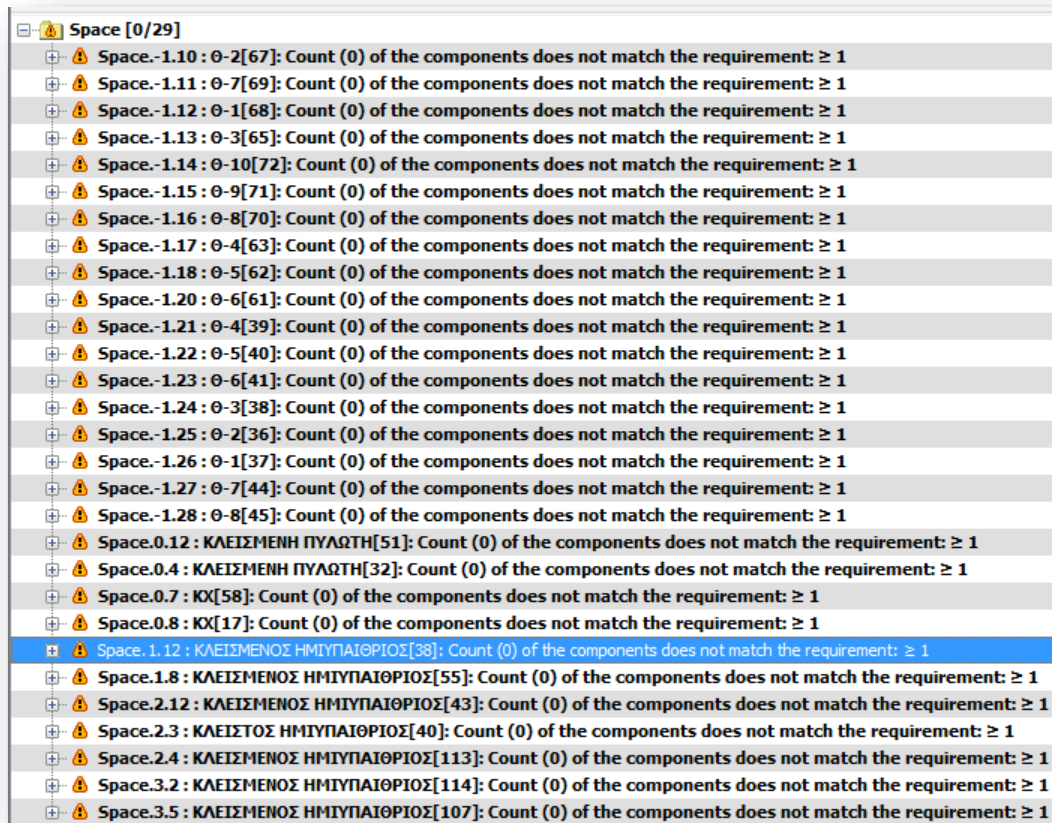
Μεταφορά των λαθών

Συμπερασματικά, χρειάστηκε να διορθωθεί το θέμα που προέκυψε στον πρώτο κανόνα. Επομένως, χρειάζεται ένα μέσο το οποίο θα μεταφέρει το θέμα αυτό και όχι όλο το μοντέλο από το λογισμικό επικύρωσης, Solibri Model Checker, στο λογισμικό δημιουργίας του, Revit Architecture, για να διορθωθεί. Το μέσο αυτό υπάρχει και ονομάζεται Building Collaboration Format (BCF), το οποίο είναι ανοιχτό πρότυπο κατάλληλο για το σκοπό αυτό. Στο λογισμικό επικύρωσης γίνεται εξαγωγή του συγκεκριμένου θέματος (Εικόνα 4.43) σε BCF μορφότυπο, μέσω της δυνατότητάς του να δημιουργεί αναπαραστάσεις (presentations) για κάθε πρόβλημα που υπάρχει. Ο μορφότυπος αυτός θα εισαχθεί στο Revit μέσω ειδικής επέκτασης, BCF Manager, (Εικόνα 4.43).



Εικόνα 4.43: Μεταφορά προβλήματος κανόνα πρώτου από το SMC στο Revit
 Πηγή: Solibri Model Checker & Revit

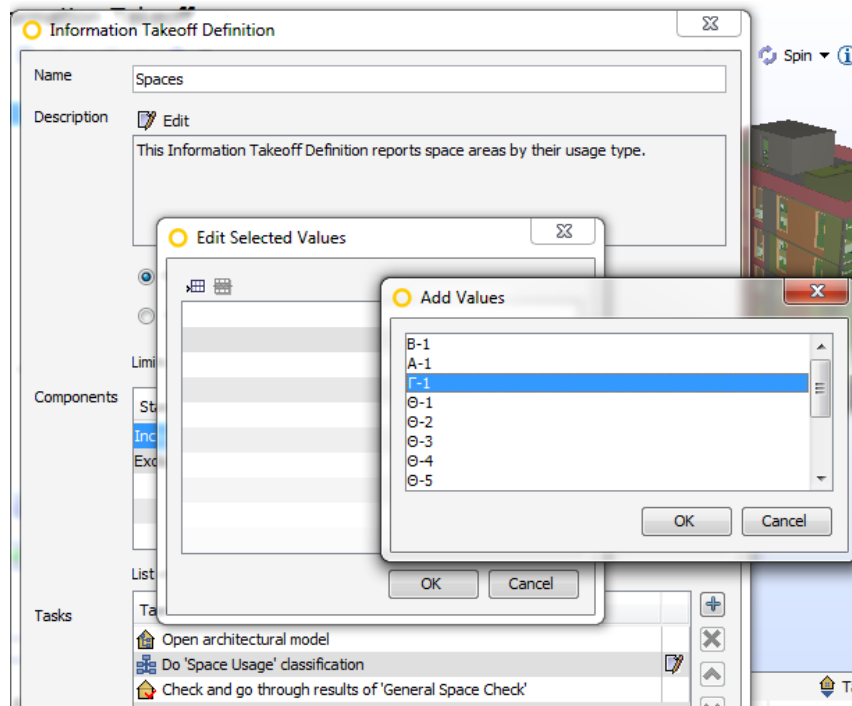
Τέλος, πάλι με την χρήση του ανοιχτού προτύπου BCF μεταφέρεται το θέμα από το Revit στο SMC για επανάληψη του κανόνα αυτού. Είναι εμφανές ότι το πρόβλημα έχει λυθεί καθώς εμφανίζεται το θέμα μόνο στους χώρους ιδιοκτησίας και στη χρήση 'Κλεισμένος Ημυπαίθριος' (Εικόνα 4.44).



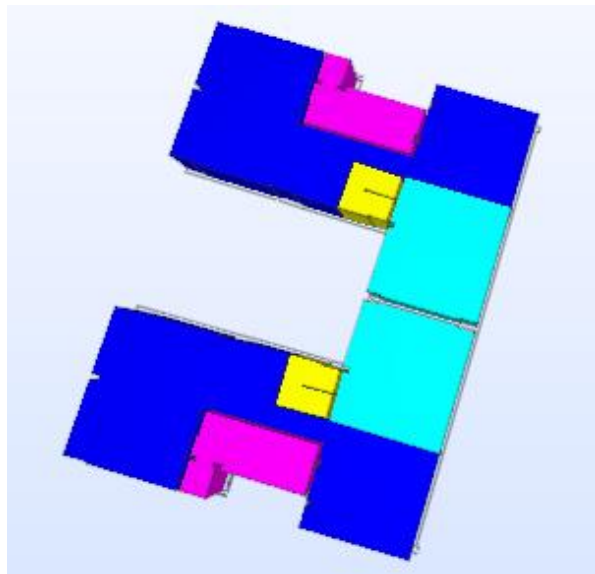
Εικόνα 4.44: Αποτελέσματα ύστερα από την διόρθωση προβλημάτων πρώτου κανόνα
 Πηγή: Solibri Model Checker

Εκτέλεση ταξινομήσεων και ερωτημάτων

Τελικό βήμα αποτέλεσε η εκτέλεση ερωτημάτων ή αλλιώς ταξινομήσεων στο περιβάλλον του Solibri Model Checker. Το εργαλείο αυτό συμβάλει στην οπτικοποίηση επιλεγμένων οντοτήτων του προτύπου IFC με κριτήρια τις παραμέτρους που έχουν οριστεί στο περιβάλλον Revit (Εικόνα 4.45). Επιλέχτηκαν δύο ταξινομήσεις, η μία αφορά την ταξινόμηση των χρήσεων ταξινομημένες με βάση το όνομά τους στο πρώτο όροφο και η δεύτερη αφορά το σύνολο των ιδιοκτησιών ταξινομημένες πάλι με βάση το όνομά τους στο ένα κτήριο.

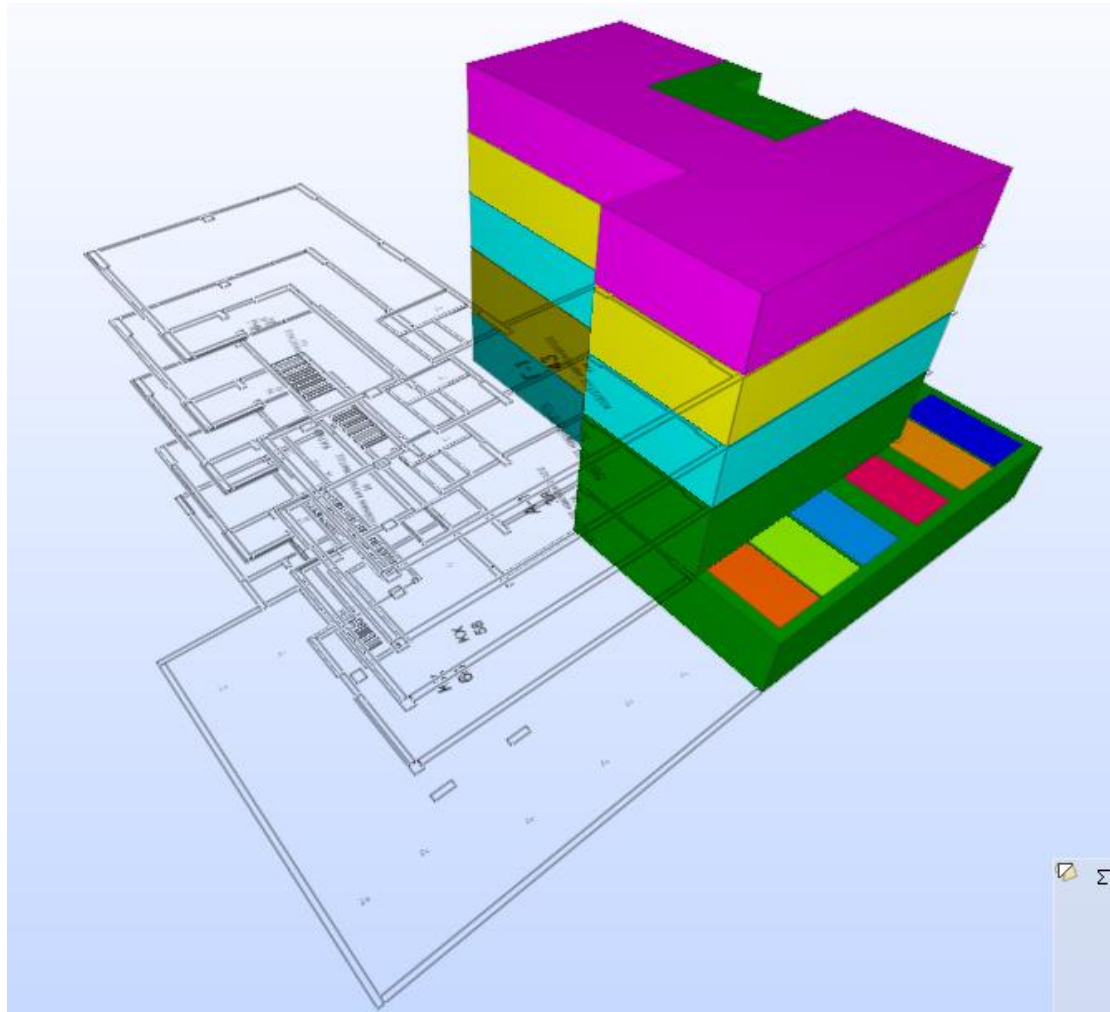


Εικόνα 4.45: Περιβάλλον καθορισμού ερωτημάτων/ταξινομήσεων
 Πηγή: Solibri Model Checker



ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ.Name	Color
WC	Yellow
WC	Yellow
ΚΛΕΙΣΜΕΝΟΣ ΗΜΙΥΠΑΙΘΡΙΟΣ	Cyan
ΚΛΕΙΣΜΕΝΟΣ ΗΜΙΥΠΑΙΘΡΙΟΣ	Cyan
ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	Magenta
ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	Magenta
ΧΩΡΟΣ ΓΡΑΦΕΙΩΝ	Blue
ΧΩΡΟΣ ΓΡΑΦΕΙΩΝ	Blue

Εικόνα: 4.46: Ταξινόμηση χρήσεων πρώτου ορόφου και στα δύο κτήρια
 Πηγή: Solibri Model Checker



Information Takeoff	
Area Schedule (Κτηματολογικά στοιχεία Νικηταράς 4).Name	Color
B-1	Yellow
A-1	Cyan
Γ-1	Magenta
Θ-1	Blue
Θ-2	Orange
Θ-3	Pink
Θ-4	Light Blue
Θ-5	Light Green
Θ-6	Orange
Θ-7	Purple
Θ-8	Dark Red
K-1	Olive Green
KX	Green
KX	Green
KX	Green
KX	Green
KX	Green
KX	Green
Y-1	Cyan

Εικόνα: 4.47: Ταξινόμηση ιδιοκτησιών κτηρίου Νικηταράς 4
 Πηγή: Solibri Model Checker

4.3.4. Διαλειτουργικός χαρακτήρας

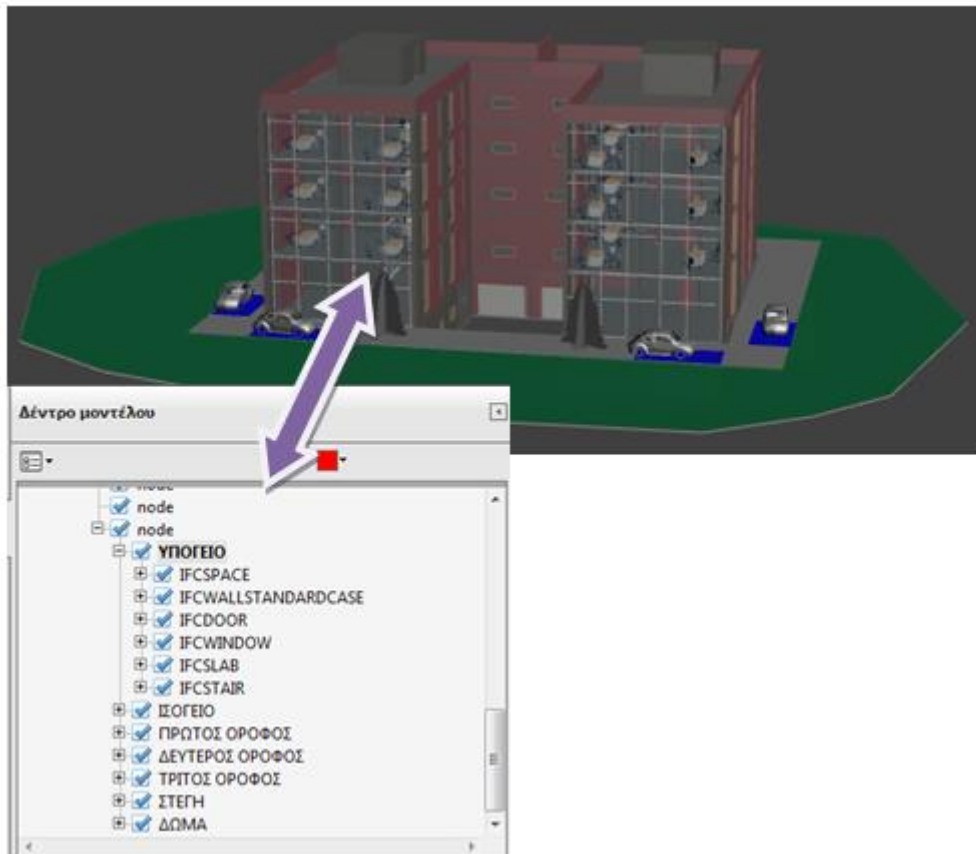
Ο κεντρικός πυρήνας ενός BIM δεν είναι η γεωμετρία αλλά οι πληροφορίες που συνδέονται με αυτό. Το κλειδί για ένα επιτυχημένο BIM βρίσκεται στον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες έρχονται σε επαφή με τις πληροφορίες ώστε να δημιουργηθεί το κατάλληλο υπόβαθρο συνεργασίας και οι πληροφορίες να διαχειρίζονται με τον βέλτιστο τρόπο. Επομένως, στο σημείο αυτό εισέρχεται η έννοια της διαλειτουργικότητας της οποίας κύριο στόχο συνιστά η παροχή κατάλληλων δεδομένων, στον κατάλληλο μορφότυπο και στην κατάλληλη στιγμή που απαιτούνται, προσπαθώντας να αναιρέσει όλες τις διαδικασίες σπατάλης χρόνου και χρήματος για την αναδημιουργία, διόρθωση και μετατροπή κτηριακών δεδομένων σε όλη την διάρκεια της διαδικασίας όπου δημιουργείται ένας μεγάλος όγκος πληροφοριών (Eastman, 2011).

Τα ανοιχτά πρότυπα αποτελούν την κινητήρια δύναμη της διαλειτουργικότητας. Επομένως, η εφαρμογή που υλοποιήθηκε και περιγράφηκε στα προηγούμενα στάδια διακρίνεται από διαλειτουργικό χαρακτήρα. Με άλλα λόγια θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η εφαρμογή στηρίζεται και αποκτά σημαντικά οφέλη εξαιτίας αυτού του χαρακτήρα της. Τα ανοιχτά πρότυπα IFC, MVD, IFD και BCF αποτέλεσαν κύρια βάση στην παρούσα εργασία.

4.3.4.1. Χρήση ανοιχτών προτύπων

Από την μία πλευρά, όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, το πιο διαδεδομένο ανοιχτό πρότυπο στον τομέα των BIMs είναι το IFC το οποίο κυρίως αντιμετωπίζει θέματα που σχετίζονται με την ανταλλαγή δεδομένων BIM και συμβάλλει στην ενεργοποίηση πολλών πλατφόρμων BIM να αλληλεπιδρούν με διαλειτουργικό τρόπο (ISO16739 2013). Το Revit χαρακτηριζόμενο ως ανοιχτό BIM έχει τη δυνατότητα εισαγωγής και εξαγωγής IFC μοντέλων. Ομοίως το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την επικύρωση του παραγόμενου από το Revit μοντέλου, Solibri Model Checker (SMC), είναι συμβατό με το ανοιχτό πρότυπο. Επομένως, η επικοινωνία των δύο αυτών λογισμικών θα ήταν αδύνατη χωρίς την ύπαρξη του IFC. Το SMC όπως προαναφέρθηκε χρησιμοποιείται για τον συντονισμό. Τα διαφορετικά τμήματα που δουλεύουν στην εργασία χρησιμοποιούν διαφορετικά λογισμικά για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη, επομένως ο συντονισμός θα ήταν ένα πρόβλημα χωρίς την χρήση του IFC για την μεταφορά των αρχείων (Anderson, Solibri Inc, 2013). Μέσω του IFC εισάγονται τα μοντέλα κτηρίων από διαφορετικά τμήματα ώστε όλα τα μοντέλα να είναι ελεγμένα με τους ίδιους κανόνες. Αυτό θα αποτρέψει πολλές διορθώσεις που θα κόστιζαν αρκετά είτε σε αρχικά είτε σε πιο μακρινά στάδια (Anderson, Solibri Inc, 2013). Συμπερασματικά, η επικοινωνία με τους άλλους καθίσταται πιο γρήγορη και αξιόπιστη.

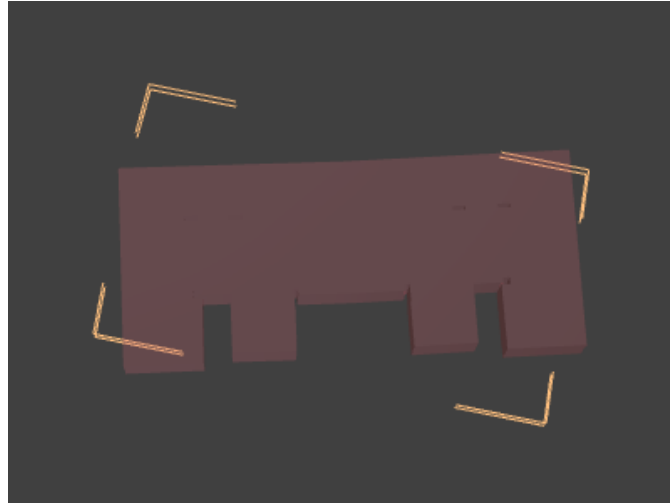
Χαρακτηριστικό παράδειγμα της διαλειτουργικότητας του IFC προτύπου συνιστά η μετατροπή αυτών μέσω ειδικού μετατροπέα, Tetra 4D Converter, σε περιβάλλον Adobe Acrobat XI Pro, σε 3D pdf το οποίο μπορεί να διαβαστεί από το ελεύθερο Adobe Reader. Επομένως, με την μετατροπή αυτή μπορεί να διαβαστεί το IFC μοντέλο από οποιοδήποτε χρήστη, χωρίς να είναι αναγκαία η ύπαρξη ειδικών λογισμικών καθώς ο Adobe Reader υπάρχει σχεδόν σε όλους του υπολογιστές.



Εικόνα 4.48: Οπτικοποίηση IFC μοντέλου σε 3D pdf
 Πηγή: Περιβάλλον Adobe Reader



Εικόνα 4.49: Οπτικοποίηση χώρου χρήσης υπογείου σε 3D pdf
 Πηγή: Περιβάλλον Adobe Reader



Εικόνα 4.50: Οπτικοποίηση όγκου χρήσης υπογείου (IfcSpace) σε 3D pdf

Πηγή: Περιβάλλον Adobe Reader

Εκτός του διαλειτουργικού χαρακτήρα, ο μορφότυπος IFC συνέβαλε στην απεικόνιση 3D ιδιοκτησιών, συνεισφέροντας και στον τομέα του Κτηματολογίου. Χωρίς της χρήση του προτύπου αυτού η οπτικοποίηση νομικών χώρων θα ήταν αδύνατη. Ιδιαίτερη χαρακτηρίζεται και η συμβολή του ανοιχτού προτύπου MVD. Πρόκειται για προδιαγραφές οι οποίες στοχεύουν στην εξαγωγή συγκεκριμένων πληροφοριών από το μοντέλο IFC, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα να υπάρχουν μόνο χρήσιμες και απαραίτητες πληροφορίες στο τελικό IFC μοντέλο. Οι προδιαγραφές αυτές έδωσαν κτηματολογικό χαρακτήρα στο IFC μοντέλο όπως αναλύθηκε παραπάνω. Ολοκληρώνοντας τους παράγοντες που τελειοποιούν το πρότυπο IFC, είναι αναγκαίο να γίνει αναφορά και στο σημαντικό εργαλείο για την προτυποποίηση, το International Framework for Dictionaries (IFD), πρόσφατα μετονομαζόμενο σε BuildingSMART Data Dictionary (BsDD). Πρόκειται για μία βιβλιοθήκη που απαρτίζεται από αντικείμενα και τα περιγραφικά τους χαρακτηριστικά. Σκοπός του είναι η σύνδεση δεδομένων από υπάρχουσες βάσεις δεδομένων σε IFC. Συνήθως τα IFC χαρακτηρίζουν τα IFD με Global Unique IDs (GUID) τα οποία μπορούν να αναφερθούν σε μία τοπική ή μακρινή βιβλιοθήκη και να παράγουν αλφαριθμητικό κείμενο σε οποιαδήποτε γλώσσα. Επομένως, χρησιμοποιείται για να προσδιορίζει τα αντικείμενα στο κατασκευασμένο περιβάλλον και τις συγκεκριμένες ιδιότητές τους ανεξάρτητα από τη γλώσσα, άρα η πόρτα σημαίνει το ίδιο πράγμα στην Ισλανδία και στην Ινδία.

Τέλος, το ανοιχτό πρότυπο Building Collaboration Format (BCF) αποτελεί σταθμό για την διαδικασία της επικύρωσης καθώς παρέχει αποτελεσματική ροή για την διασφάλιση και έλεγχο της ποιότητας του μοντέλου. Κύρια δράση του συνιστά η κωδικοποίηση μηνυμάτων τα οποία θα ενημερώσουν ένα BIM λογισμικό με τα θέματα που έχουν βρεθεί στο μοντέλο από ένα άλλο πρόγραμμα. Αυτή η δυνατότητα ενεργοποιεί μια δυναμική και ανοιχτή συνεργασία μεταξύ όλων των τμημάτων στην διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής. Η χρήση του ανοιχτού προτύπου BCF ωστόσο έχει δείξει ότι βελτιώνει την ροή των εργασιών και περιορίζει στο ελάχιστο την ανάγκη για μεταφορά μεγάλων αρχείων BIM στο διαδίκτυο. Στην παρούσα εφαρμογή το πρότυπο αυτό χρησιμοποιήθηκε για να ενημερώσει και να

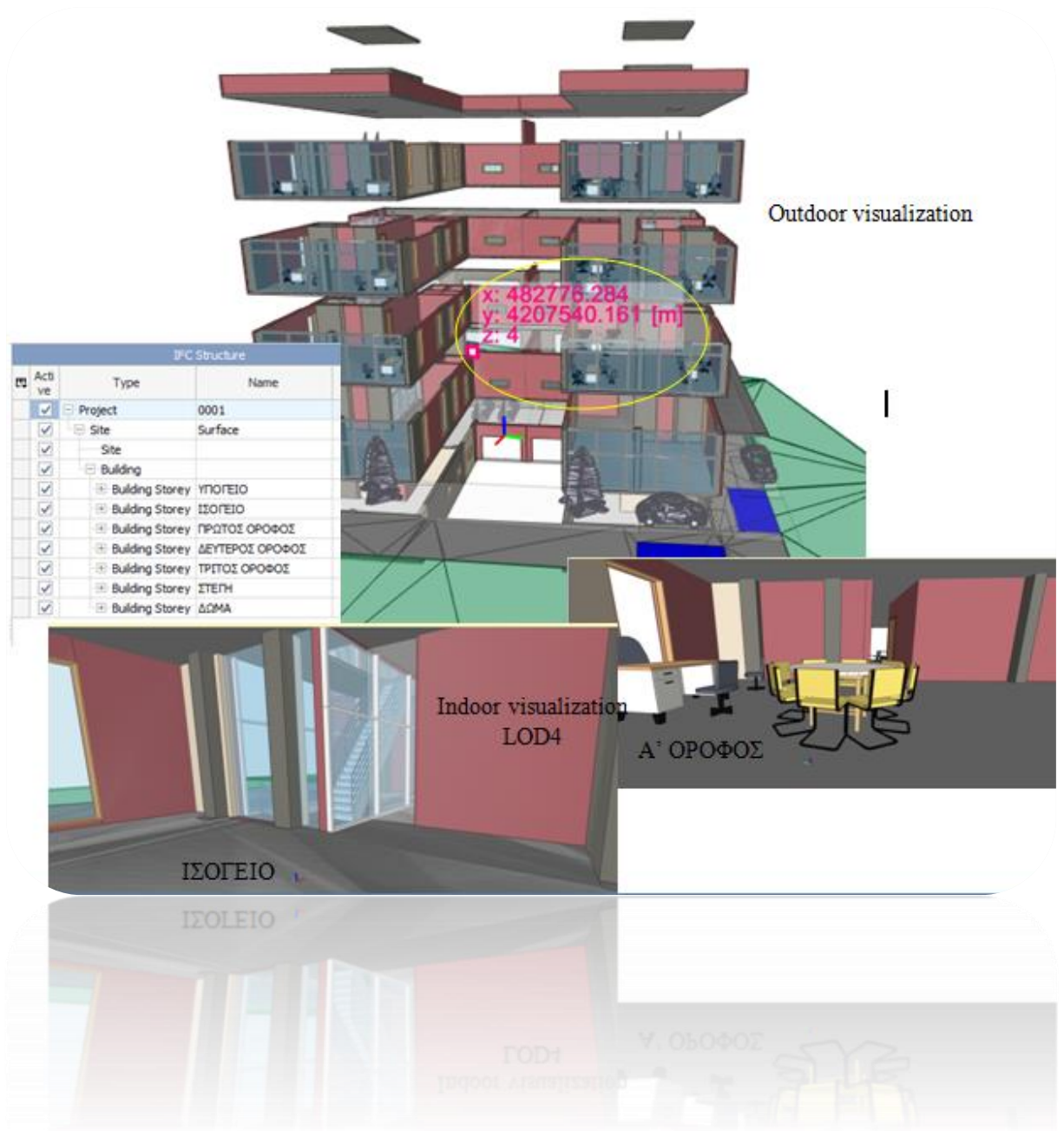
μεταφέρει τα προβλήματα που ανιχνεύθηκαν στο SMC στο λογισμικό σχεδιασμού του μοντέλου, Revit.

4.3.4.2. Χρήση BIM Server

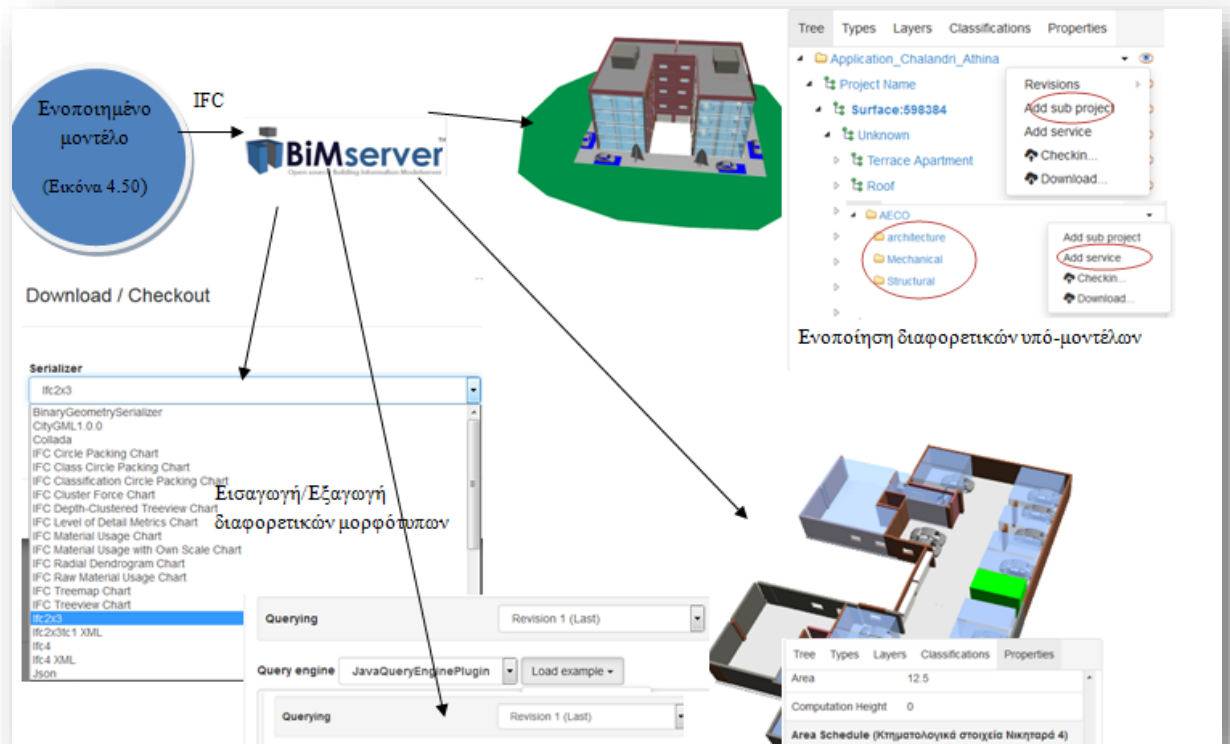
Το λογισμικό Revit αποτελείται από τρεις εφαρμογές: MEP, Revit Structure and Revit Architecture (Azhar, 2008). Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το Revit Architecture για τον σχεδιασμό του μοντέλου του κτηρίου γραφείων καθώς αντικείμενο μελέτης ήταν η ενσωμάτωση κτηματολογικών στοιχείων σε αυτό και όχι η δημιουργία ολοκληρωμένου BIM. Επομένως, το ενοποιημένο μοντέλο συνιστά το αρχιτεκτονικό μοντέλο επιπέδου λεπτομέρειας LOD4 με δυνατότητα απεικόνισης 3D νομικών χώρων. Ωστόσο στο μοντέλο αυτό μπορεί να έχουν πρόσβαση πολλοί χρήστες από διάφορες ειδικότητες στον κλάδο των κατασκευών (Αρχιτέκτονες, Μηχανολόγοι και Πολιτικοί Μηχανικοί) για να αντλήσουν πληροφορίες ή ακόμα για να το εμπλουτίσουν μετατρέποντάς το σε ολοκληρωμένο BIM (6D).

Δημιουργείται λοιπόν η ανάγκη για μία ηλεκτρονική πλατφόρμα διαθέσιμη μέσω διαδικτύου από όλα τα μέλη της ομάδας του έργου. Πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση κοινής πλατφόρμας από μόνη της δεν αποτελεί εγγύηση για μία αποτελεσματική ανταλλαγή πληροφοριών. Συνιστά απλά ένα εργαλείο το οποίο επιτρέπει την αποθήκευση, διαχείριση και ανταλλαγή δεδομένων. Η χρήση ενός εξυπηρετητή μοντέλου BIM ,BIM model server, θα φιλοξενήσει το ενοποιημένο BIM μοντέλο κεντρικά δίνοντας την δυνατότητα σε όλα τα μέλη να εργάζονται σε ένα ενσωματωμένο και ομαδικό κλίμα και σε πραγματικό χρόνο.

Ο εξυπηρετητής μοντέλου BIM ,BIM model server, θα επιτρέψει την πρόσβαση στα μοντέλα και στα έγγραφα από πολλούς χρήστες και σε πολλές τοποθεσίες ταυτόχρονα και ειδικότερα στο πιο τελευταίο ενημερωμένο αρχείο. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται μέσω της συμβατότητάς του με ανοιχτά πρότυπα όπως είναι IFC, COBie, Collada και CityGML. Επομένως, εισάγεται το μοντέλο IFC στον εξυπηρετητή και η θέαση αυτού γίνεται μέσω του open Viewer που διαθέτει. Πυρήνα αυτού συνιστά το IFC, άρα οι IFC οντότητες θα αποθηκευτούν όπως είναι χωρίς να υπάρξει απώλεια δεδομένων (bimserver.org). Επίσης, σημαντική δυνατότητα αυτού αποτελεί η ενσωμάτωση υπό-μοντέλων, αποτέλεσμα διαφορετικών ειδικοτήτων σε ένα ενοποιημένο, ενισχύοντας την συνέχεια και την πληρότητα αυτού (Gandhi, 2013). Επιπροσθέτως, παρέχεται η δυνατότητα υποβολής χωρικών ερωτημάτων με χρήση των γλωσσών BIMQL και Java τα οποία μπορούν να εξαχθούν σε μία ποικιλία μορφώσεων και να εισαχθούν σε συμβατό με αυτά λογισμικά για περαιτέρω ανάλυση και επεξεργασία. Τέλος, η ενσωμάτωση του ανοιχτού προτύπου BIMSie στον BIM model server του δίνει την δυνατότητα να μεταφέρονται τα δεδομένα αυτόματα στο Cloud.



Εικόνα 4.51: Τελικό γεωαναφερμένο IFC μοντέλο LOD4
 Πηγή: Επεξεργασία στο BIM Vision



Εικόνα 4.52: Διαλειτουργική πλατφόρμα διαχείρισης του IFC μοντέλου
 Πηγή: Επεξεργασία στον BIM Server

4.3.5. Συμπεράσματα

Το πρωτότυπο μοντέλο που αναπτύχθηκε επισημαίνει τα σημαντικά οφέλη που θα μπορούσε να προσφέρει η τεχνολογία BIM στην διαχείριση στρωματοποιημένων δικαιωμάτων σε πολυόροφα κτήρια. Σημαντική συμβολή σε αυτή την προσπάθεια είχε το ανοιχτό πρότυπο IFC το οποίο έχει την δυνατότητα να υποστηρίζει γεωμετρικές και σημασιολογικές πληροφορίες. Η κωδικοποίηση των 3D νομικών οντοτήτων μέσα στο πρότυπο αυτό θα προσέδιδε σημαντικές περιγραφικές πληροφορίες για κάθε 3D ιδιοκτησία το οποίο θα διευκόλυνε την διαλειτουργικότητα των συστημάτων διαχείρισης γης με άλλα αστικά συστήματα. Με άλλα λόγια, το πρότυπο IFC συνιστά κινητήριο δύναμη της διαλειτουργικότητας και το μέσο για την ασφαλή και άμεση ανταλλαγή δεδομένων σε συμβατά με αυτό συστήματα. Η οπτικοποίηση των φυσικών οντοτήτων που απαρτίζουν μία νομική οντότητα (3D χώρος) διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο καθώς η αναπαράσταση μόνο των νομικών χώρων δεν θα ήταν κατανοητή για μη ειδικούς χωρίς την παρουσία των φυσικών τους ορίων. Επομένως, το πρωτότυπο αυτό παρουσίασε την δυνατότητα αναπαράστασης και διαχείρισης νομικών πληροφοριών με φυσικές πληροφορίες μέσα σε ένα ενσωματωμένο περιβάλλον. Η ενσωμάτωση των νομικών πληροφοριών και των φυσικών στο ίδιο περιβάλλον αποτρέπει θέματα ενσωμάτωσης δεδομένων και ασυνέχειες.

Η περαιτέρω χρήση των οριζόμενων στο IFC πρότυπο 3D χώρων αποτελούν επιπρόσθετα οφέλη του πρωτότυπου αυτού συστήματος. Υπολογισμός των όγκων των χώρων αυτών στο περιβάλλον του BIM μέσα από πληθώρα εργαλείων συμβάλει σε σκοπούς εκτιμήσεων και φορολογήσεων. Επιπρόσθετα, ο εμπλουτισμός των BIM με κτηματολογικές πληροφορίες μπορεί επίσης να υποστηρίξει την καλύτερη διαχείριση του αστικού περιβάλλοντος και γενικότερα της γης. Ειδικότερα, η διαλειτουργικότητα του παραγόμενου μοντέλου διευκολύνει την συνεργασία μεταξύ των συστημάτων διαχείρισης γης και του κλάδου των κατασκευών (AECO).

Παρόλο που η προσέγγιση που αναπτύχθηκε ήταν μία καλή δοκιμή ερευνώντας τις δυνατότητες της τεχνολογίας BIM στην διαχείριση της γης, υπάρχουν κάποια ζητήματα που προέκυψαν στην διάρκεια της μελέτης αυτής. Αρχικά, τα μοντέλα BIM εμπεριέχουν ένα μεγάλο όγκο πληροφοριών και οντοτήτων που κάποια από αυτά δεν είναι απαραίτητα για την διαχείριση κτηματολογικών όγκων, για σκοπούς δηλαδή του Κτηματολογίου. Επομένως, η γενίκευση των BIM μοντέλων απαιτείται για την αφαίρεση των μη απαραίτητων στοιχείων του κτηρίου. Η γενίκευση αυτή θα έχει και ως αποτέλεσμα την μείωση του όγκου των δεδομένων των μοντέλων και την αύξηση της απόδοσης της οπτικοποίησης. Η εξαγωγή του BIM μοντέλου σε IFC μοντέλο λόγω της ιεραρχικής δομής του μας επιτρέπει την απεικόνιση όποιων οντοτήτων είναι χρήσιμες κάθε φορά χωρίς να εμποδίζεται και να περιπλέκεται η απεικόνιση των επιθυμητών κτηματολογικών όγκων. Αυτό δεν σημαίνει βέβαια ότι οι οντότητες που δεν είναι απαραίτητες δεν συνιστούν τμήμα του συνολικού όγκου του μοντέλου. Αποτελούν τμήμα αυτών, απλά υπάρχει η επιλογή απόκρυψης αυτών. Επιπρόσθετα, οι προδιαγραφές MVDs συνεισφέρουν στην επιλογή κατά ένα μέρος των δεδομένων που θα περαστούν στον μορφότυπο IFC από το BIM μοντέλο, μειώνοντας με τον τρόπο από τις πολλές πληροφορίες.

Ένα άλλο ζήτημα που εμφανίζεται είναι ότι για τα αρχικά δεδομένα που παράγονται με την BIM τεχνολογία είναι υπεύθυνοι αρχιτέκτονες τα οποία μπορεί να διαφέρουν από αυτό που θα δημιουργηθεί ή έχει δημιουργηθεί. Επομένως, τα αρχιτεκτονικά μοντέλα πρέπει να ελέγχονται από ειδικούς πριν ξεκινήσει η διαδικασία κατασκευής κάθε έργου. Η διαλειτουργικότητα του IFC μοντέλου και οι ανοιχτοί εξυπηρετητές BIM που αναλύθηκαν διεξοδικά στις παραπάνω ενότητες οδηγούν στην επίλυση του προβλήματος αυτού καθώς δημιουργούν την κεντρική βάση ώστε όλοι οι συμβαλλόμενοι στο έργο να επικοινωνούν και να χρησιμοποιούν το ίδιο μοντέλο συνεισφέροντας ο καθένας με τις ειδικές του γνώσεις και εμπειρία.

Τέλος, ένα πρόβλημα που εμφανίστηκε και αφορά στην απεικόνιση ειδικής κατηγορίας ιδιοκτησιακού δικαιώματος παραμένει άλυτο και συνιστά αντικείμενο μελλοντικής μελέτης. Ειδικότερα, η απεικόνιση των δικαιωμάτων των αποκλειστικών χρήσεων στην επιφάνεια του εδάφους δεν πραγματοποιήθηκε καθώς στον μορφότυπο IFC 2X3 δεν διατηρούνται οι πληροφορίες των επιμέρους υπό-επιφανειών. Πρόκειται για έναν γενικότερο περιορισμό των IFC2x3 μορφότυπων να μπορούν μόνο να διατηρούν πληροφορίες μόνο για μία επιφάνεια (IfcSite). Ωστόσο έγινε δοκιμή και στην νεότερη έκδοση IFC4 αλλά πάλι οι πληροφορίες δεν

είχαν διατηρηθεί. Επομένως, οι αποκλειστικές χρήσεις στο έδαφος μπορούν να οπτικοποιηθούν αλλά δεν συνοδεύονται με τις κατάλληλες κτηματολογικές πληροφορίες.

Με βάση τη διερεύνηση που έλαβε χώρα στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, η τρισδιάστατη απεικόνιση παρουσιάζει συνεχή εξέλιξη, καθώς υπάρχουν διαθέσιμες τεχνολογίες και τεχνικές τρισδιάστατης μοντελοποίησης για τη δημιουργία 3D μοντέλων. Η εργοκεντρική παραμετρική μοντελοποίηση που αξιοποιήθηκε μέσω της τεχνολογίας BIM, παρουσιάζει αξιοσημείωτη χρησιμότητα στην παραγωγή και απεικόνιση τρισδιάστατων μοντέλων και πλέον μέσω της εξαγωγής αυτού στο αντίστοιχο IFC παραμετρικό μοντέλο στην εγγραφή και οπτικοποίηση 3D νομικών όγκων. Ο χρόνος που απαιτείται για την μοντελοποίηση ενός κτηρίου δεν θεωρείται μεγάλος και εξαρτάται από την περιπλοκότητα του κάθε κτηρίου και για τον σκοπό για τον οποίο δημιουργείται. Όσο περισσότερες πληροφορίες εισάγονται σε αυτό, τόσο σε μεγαλύτερη διάσταση φτάνει το BIM μοντέλο (έως και 7D) και τόσο πιο πολύ προσοχή και χρόνος χρειάζονται. Η εξοικείωση όμως με την μοντελοποίηση σε BIM λογισμικά μειώνει κατά μεγάλο ποσοστό τον χρόνο και τα λάθη που είναι πιθανόν να συμβούν στη διαδικασία σχεδιασμού του.

Συμπερασματικά, η χρήση BIM τεχνολογίας για κτηματολογικούς σκοπούς είναι ευοίωνα. Η τεχνολογία BIM διαθέτει μία πληθώρα εργαλείων που στοχεύουν στον λεπτομερή και μεγάλη ακρίβεια προσδιορισμό φυσικών ορίων που αποτελούν στην ουσία την βάση για τον σωστό ορισμό ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων. Ωστόσο, για την καλύτερη χρήση και αξιοποίηση των δυνατοτήτων της τεχνολογίας BIM κρίνεται σημαντική η επέκταση από το Κτηματολόγιο σε συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης γης (όπως είναι τα Sustainable Land Management Systems, SLMSs) αξιοποιώντας τις δυνατότητές της και της συνεχόμενης εξέλιξής της.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

✓ Ξένη Βιβλιογραφία

Aien A., 2013, 3D Cadastral Data Modeling, pp.474, University of Melbourne, Victoria, Australia.

Aien A., Rajabifard A., Kalantari M. and Shojaei D., Integrating Legal and Physical Dimensions of Urban Environments, pp.38, ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2015,4,1442-1479, University of Melbourne, Australia.

Aien A., Kalantari M., Rajabifard.A., Williamson I.P. and Shojaei D., 2012, Developing and Testing a 3D Cadastral Data Model A case study in Australia, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume I-4, 2012 XXII ISPRS Congress, 25 August-01 September 2012, Melbourne, Australia.

Arayici Y., Egbu C. and Coates P., 2012, Building Information Modeling (BIM)-Implementation and remote construction projects: Issues, challenges and critiques, Journal of Information Technology in Construction-ISSN 1874-4753, Vol.17 (2012), itcon.org.

Atazadeh B., Kalantari M., Rajabifard A., HO S. and Champion T., Extending a BIM-based data model to support 3D digital management of complex ownership spaces, International Journal of Geographical Information Science, pp.44.

Atazadeh B., Kalantari M., Rajabifard A., Ho S. and Tuan Duc Ngo, 2016, Building Information Modelling for High-rise Land Administration, Article in Transactions in GIS March 2016, Melbourne, Australia.

Atazadeh B., Kalantari M., Rajabifard A., Champion T., and HO S., 2016, Harnessing BIM for 3D Digital Management of Stratified Ownership Rights in Buildings, in Proceedings of 'FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster', Christchurch, New Zealand 2-6 May, Australia.

Benhamu M., 2006, A GIS-Related Multi Layers 3D Cadastre in Israel, in Proceedings of XXIII FIG Congress 8-13 October Shaping the Change, Munich, Germany.

BIM Steering Committee, 2009, An Introduction to Building Information Modeling (BIM), pp.27, ashrae.org.

Bolpagni M., 2013, The implementation of BIM within the public procurement- A model-based approach for the construction industry, pp.243, VTT Technology 130, researchgate.net

Bregianni A., 2013, BIM Development for Cultural Heritage Management, pp.129, National Technical University of Athens, School of Rural & Surveying Engineering and Politecnico di Milano, School of Architecture.

CICRP, (2010), BIM Execution Planning Guide: version 2.0 .

Dimopoulou E., Tsiliakou E., Kosti V, Floros G., Labropoulos T., 2014, Investigating integration possibilities between 3D modeling techniques, in Proceedings of Ninth International 3DGeoInfo 2014, At Dubai, UAE, researchgate.net.

Ding Y., Wu C., Jiang N., Ma B., Zhou X., 2016, Construction of Geometric Model and Topology for 3d Cadastre-Case Study in Taizhou, Jiangsu, in Proceedings of FIG Working Week 2016 Recovery from Disaster, Christchurch, New Zealand.

Eastman C., Teicholz, S. R. and Liston K., 2008, BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, pp.506, John Wiley & Sons, Inc.

El-Mekawy M., Paasch J. and Paulsson J., 2014, Integration of 3D cadastre, 3D property formation and BIM in Sweden, in Proceedings of Fourth International Workshop on 3D Cadastre, Dubai, United Arab Emirates.

Enegbuma W.I and Ali K.N, 2011, A Preliminary study on Building Information Modeling (BIM) implementation in Malaysia, in Proceedings of 2011 Third International Post Graduate Conference in Engineering (IPCIE2011), Hong Kong.

Hassan M.I, Ahmad-Nasruddin M.H, Yaakop I.A. and Abdul-Rahman A., 2008, An integrated 3D Cadastre-Malaysia as an example, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Vol XXXVII Part B4, Beijing.

Isikdag U., 2015, Enhanced Building Information Models, Using IoT Services and Integration Patterns, pp.131, SpringerBriefs in Computer Science.

IUG/IDMC ,2010, Information Delivery Manual, buildingSMART IAI, pp.84.

Gaidyte R., 2010, 2D and 3D Modeling Comparison, Bachelor's thesis, pp.38, Gjovik University College, Lithuania.

Guo R., Luo F., Zhao Z., He B., Li L., Luo P. and Ying S., The Applications and Practices of 3D Cadastre in Shenzhen, 2014, in Proceedings of Fourth International Workshop on 3D Cadastre 9-11 November 2014, Dubai, United Arab Emirates.

Karki.S, Thompson.R and McDougall.K, 2012, Development of validation rules to support digital lodgement of 3D cadastral plans, Computers, Environment and Urban Systems (2013), Journal Homepage: elsevier.com, gdmc.nl.

Kitsakis. D. and Dimopoulou.E., 2014, 3D cadastres: legal approaches and necessary reforms, Survey Review Ltd, vol46, NO 338, School of Rural & Surveying Engineering National Technical University of Athens, Athens, Greece.

Kitsakis D. and Dimopoulou. E., 2014, Contribution of Existing Documentation in 3D Cadastre, in Proceedings of Fourth International Workshop on 3D Cadastres 9-11 November 2014, Dubai, United Arab Emirates.

Loshi F., 2015, The need for 3D Cadastre in Kosovo, Geo Information NO.4, Department of Geodesy, University of Prishtina, Prishtina, Kosovo, uni-pr.edu.

Morkunaite A., 2010, BuildingSMART:3D model of Vilnius Gediminas Technical University, pp.26, Glovik University College.

National Research Council of Canada, (NRC) (2011), Environmental Scan of BIM Tools and Standards, Institute of BIM for Canada.

Olivares G.J. M.I, Virgos S.o L. I. and Velasco M.-V. A., 2011, 3D Modeling and Representation of the Spanish Cadastral Cartography, in Proceedings of Second International Workshop on 3D Cadastres 16-18 November 2011, Delft, the Netherlands.

On Liu, S.Z., Javed, A.A., Ni, F.D and Shen, A.W. (Ed). Faculty of Construction and Land Use, The Hong Kong Polytechnic University Vol 1. pp.399-407 11th-12th July, Hong Kong.

Paasch J.M., Paulsson J., Nauratil G., Vucic N., Kitsakis D., Karabin M. and El-Mekawy M., 2016, Building a modern cadastre: Legal issues in describing real property in 3D [256-268], Geodetski vestnik.

Papaefthymiou M., Labropoulos T. and Zentelis P., 2004, 3D Cadastre in Greece-Legal, Physical and Practical Issues- Application on Santorini Island, in Proceedings of FIG Working Week 2004, Athens, Greece.

Rajabifard A.,2014, 3D Cadastres and Beyond, in Proceedings of Fourth International Workshop on 3D Cadastres 9-11 November 2014, Dubai, United Arab Emirates.

Rajabifard A., Williamson I., Marwick B., Kalantari M., Ho S., Shojaei D., Atazadeh B., Amirebrahimi S., Lamshidi A., 2014, 3D-Cadastre-a Multifaceted Challenge, in Proceedings of FIG Congress 2014 Engaging the Challenges-Enhancing the Relevance, Kuala Lumpur, Malaysia.

Shojaei D, Kalantari M, Bishop I D, Rajabifard A, and Aien A, 2013, Visualization requirements for 3D cadastral systems. Computers, Environment and Urban Systems, V41, pp.39-54, Journal Homepage: elsevier.com.

Sawhney A., International BIM implementation guide, Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS) 2014, pp.97, Parliament Square, London.

Shojaei D., 2014, 3D cadastral visualization: understanding user's requirements, pp.373, Minerva Access, Institutional Repository of the University of Melbourne.

Stoter J.E.,2014, 3D Cadastre, pp.344, publications on Geodesy 57, Delft, the Netherlands.

Shojaei D., Rajabifard A., Kalantari M., Bishop I.and Aien A., 2012, Development of a 3D ePlan/LandXML Visualization System in Australia, in Proceedings of Third International Workshop on 3D Cadastres: Developments and Practices 25-26 October 2012, Shenzhen, China.

Shoshani U.i, Benhamu M., Goshen E., Denekamp S. and Bar R., A Multi Layers 3D Cadastre in Israel: A Research and Development Project Recommendations, in Proceedings of FIG Working Week 2005 and GSDI-8, Cairo, Egypt.

Solibri magazine, 2013, pp.32, Solibri,Inc, Helsinki, Finland.

Svetel I., Jaric M.and Budimir N., 2014, BIM: Promises and Reality, SPATIUM International Review No.32, pp.34-38.

The guide to Building Information Modeling, 2015, pp.56, Colophon, ADEB-VBA, Avenue Grandchamp/Grootveldlaan 148-1150 Brussel.

Tsiliakou E. and Dimopoulou E.i, 2011, Adjusting the 2D Hellenic Cadastre to the Complex 3D World-Possibilities and Constraints, in Proceedings of Second International Workshop on 3D Cadastres 16-18 November 2011, Delft, the Netherlands.

Yusuf A., 2015, Building Information Modeling, pp.261 1st edition, bookboon.com.

Van Oosterom P., 2015, 3D Cadastres, pp.107, JIGC 2015, Kuala Lumpur, Malaysia.

Vandysheva N., Sapelnikov S., Russian Feferation, van Oosterom P., De Vries M., Spiering B., Wouters R., Hoogeveen A., The Netherlands and Penkov V., 2012, The 3D Cadastre Prototype and Pilot in the Russian Federation, in Proceedings of FIG Working Week 2012 Knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the cultural heritage, Rome, Italy.

✓ Ελληνική Βιβλιογραφία

Γωνιανάκης Π. Β., 2014, Παρουσίαση της μεθόδου ΠΟΚ (BIM) και πρακτική εφαρμογή της για τον προγραμματισμό έργου, με χρήση του προγράμματος Synchro, pp.129, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, Ελλάδα.

Δημοπούλου Έ., 2015, nD ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ, Σχεδιασμός-Ανάπτυξη-Πρότυπα-Μοντελοποίηση, pp.191, Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, kallipos.gr.

ΕΘΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ & ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ Α.Ε., 2016, Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών Μελετών Κτηματογράφησης για τη δημιουργία Εθνικού Κτηματολογίου στο υπόλοιπο της χώρας, pp.79.

Ζεντέλης Π., 2011, 'Περί Κτημάτων Λόγος και Κτηματολόγιο', Εκδόσεις Παπασωτηρίου.

Ζερβάς Χ. Π., 2011, Εφαρμογές της ΨΑΚΠ (BIM) στη διαχείριση τεχνικών έργων, pp.197, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, Ελλάδα.

Καραγεώργου Α., 2013, Διερεύνηση των αλλαγών και καταγραφή των προβλημάτων της νέας γενιάς κτηματογραφήσεων, pp.128, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα, Ελλάδα.

Κώστη Β., 2014, Κανονιστική Μοντελοποίηση στο Τρισδιάστατο Κτηματολόγιο με εφαρμογή σε λεπτομερές 3D κτηριακό μοντέλο, pp.176, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα, Ελλάδα.

Λαλαγιάννη Α., 2014, Νομικό Πλαίσιο 3D Κτηματολογικών Καταγραφών, pp.140, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα, Ελλάδα.

Σωτηροπούλου Β. Ε. και Χανιωτάκη Μ., 2014, Το Εθνικό Κτηματολόγιο ως Εργαλείο Ανάπτυξης-Το παράδειγμα της κτηματογράφησης του Πύργου Ηλείας, pp.99, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Πολυτεχνική Σχολή- Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.

Τράνακα Π., 2014, 3D Μοντελοποίηση κτιρίων της παλιάς πόλης της Κέρκυρας, pp.197, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο- Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα, Ελλάδα .

✓ Διαδίκτυο

Carl H., 2013, BIM Server in bim+platform, Allgemein, time of access: September of 2016.

David Harrison's musings on collaboration and I.T., 2009, BIMServer and the potential of server-side BIM, StressFree, time of access: September of 2016.

Bimserver.org, Bimcollab.com, BuildingSMART.org, time of access: September of 2016.

capital.gr, ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2016.

fig.net.

geoanalysis.gr, ΓΕΩΑΝΑΛΥΣΗ Α.Ε., ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2016.

gdmc.nl, 3D Cadastres.

kathimerini.gr, ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2016.

ktimatologio.gr, EKXA A.E., ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2016.

nb.org, Νομική Βιβλιοθήκη, ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2016.

sigmalive.com, ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2016.

tonima.gr, ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2016.