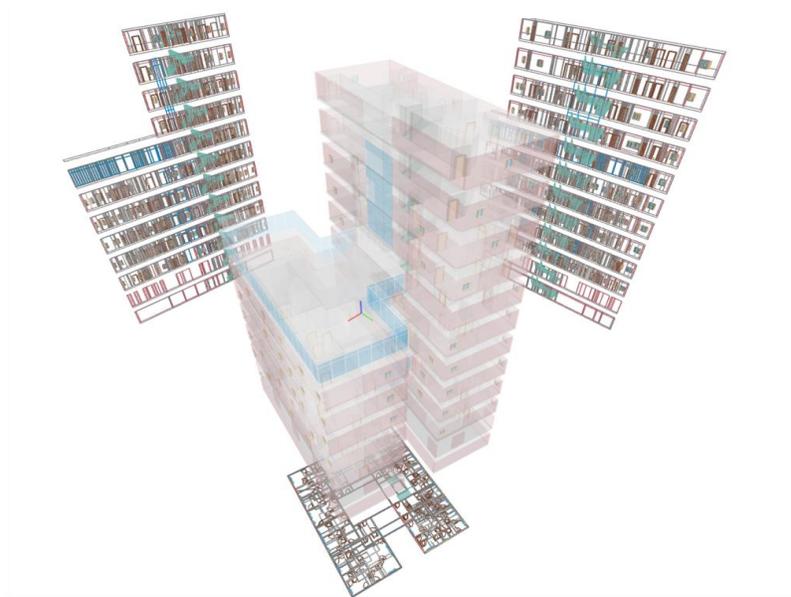




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

« Διαχείριση χωρικής πληροφορίας κτηρίου σε BIM και ένταξη αυτής σε
κτηματολογική βάση δεδομένων »



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ : ΚΡΑΒΒΑΡΙΤΗ ΜΑΡΙΑ – ΕΛΕΝΗ
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΧΡΥΣΗ ΠΟΤΣΙΟΥ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2020



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

« Διαχείριση χωρικής πληροφορίας κτηρίου σε BIM και ένταξη αυτής σε κτηματολογική βάση δεδομένων»

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή :

Χ. Πότσιου

.....

Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

(Επιβλέπουσα)

Χ. Ιωαννίδης

.....

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Ε. Μπακογιάννης

.....

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2020

“ Μετά πόνου η μάθεις ”

Αριστοτέλης

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την διπλωματική μου εργασία, θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου Χρυσή Πότσιου για την άψογη συνεργασία, την εμπιστοσύνη, τις συμβουλές και την καθοδήγηση της. Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συνεργάτες της, που βοήθησαν με τις διευκρινίσεις τους στις απορίες μου στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, ενώ επίσης θα ήθελα να αναφέρω πως η παρούσα διπλωματική δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί χωρίς την εξασφάλιση εκπαιδευτικών αδειών των λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν για την πρακτική εφαρμογή. Ευχαριστώ για τον λόγο αυτό τον υπεύθυνο του κέντρου γεωπληροφορικής της σχολής μου, κ. Βολουτάκη, όπως επίσης και τον αντιπρόσωπο του οργανισμού ESRI, κ. Κοντό. Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια και τους φίλους μου για την βοήθεια και την υπομονή τους.

Περίληψη

Καθώς ο υπερπληθυσμός δημιουργεί νέες προκλήσεις σε όλα τα κοινωνικά-οικονομικά-πολιτικά επίπεδα, νέες προοπτικές στην τεχνολογία εξυπηρετούν στην γρήγορη και αποτελεσματική διαχείριση της γης και των δικαιωμάτων επί αυτής. Για κάθε οργανωμένη κοινωνική δομή, αναδεικνύεται ως ύψιστης σημασίας η προστασία της ατομικής ιδιοκτησίας και η χρήση της γης για κατάλληλους σκοπούς, κάτι που απαιτεί την έγκαιρη και έγκυρη διασφάλιση των περίπλοκων δικαιωμάτων, των ευθυνών και των υποχρεώσεων (RRR) των πολιτών, που προκύπτουν σε κάθε αστικό περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό, απαιτείται η οργάνωση των ιδιοκτησιών μέσα από ένα σύγχρονο κτηματολογικό σύστημα που είναι σε θέση να διαχειρίζεται με επιτυχία κάθε περίπλοκη κοινωνική κατασκευή, χρησιμοποιώντας νέες τεχνολογίες και γνώσεις. Σημαντικός αρωγός σε αυτήν την προσπάθεια, αναδεικνύεται και ο συγκερασμός των τεχνολογιών BIM και GIS για την δημιουργία τρισδιάστατων κτηριακών μοντέλων καθώς τόσο η τεχνολογία του BIM που παρέχει την δυνατότητα αναλυτικού σχεδιασμού αλλά και παρακολούθησης του έργου σε μετέπειτα φάση, σε όλο τον κύκλο ζωής του όσο και το GIS όπου διαχειρίζεται και παρέχει πληροφορίες για το περιβάλλον έτσι όπως έχει διαμορφωθεί, μπορούν να αντιμετωπίσουν κάθε σύγχρονη πρόκληση στο αστικό στερέωμα. Η παρούσα διπλωματική εργασία λοιπόν, διαχειρίζεται τις δυο προαναφερθείσες τεχνολογίες μέσα από μια μελέτη περίπτωση που αφορά έναν επικείμενο σχεδιασμό πολυκατοικίας στην περιοχή της Καισαριανής, Το μοντέλο αναπτύσσεται σε περιβάλλον BIM και δημοσιεύεται σε μια βάση δεδομένων όπου μπορεί να γίνει κατόπιν χρήση του για κτηματολογικούς σκοπούς, προσθέτοντας μέσα από την βάση αυτή, τις απαραίτητες ιδιοκτησιακές σχέσεις. Προτείνεται έτσι ένας σύγχρονος τρόπος διαχείρισης των περιουσιακών στοιχείων, όπου κατασκευές με πλήρης περιγραφική αναφορά στην κτηριακή τους δομή, δύνανται μέσω μια μαζικής βάσης δεδομένων να εγγράφονται στο κτηματολόγιο με έναν γρήγορο, αποτελεσματικό και ψηφιακό τρόπο δίνοντας παράλληλα την δυνατότητα επικαιροποίηση των δεδομένων.

Abstract

As the rapid urbanization creates new challenges in every aspect of social, economic, and political level, new prospects in technology are leading to better and faster land exploitation along with the land tenure. For every organized social structure, it is of great importance, to protect the right of ownership and land-use in an appropriate way, something which demands prompt and authoritative administration of RRR in a complicated urban structure. Therefore, arises the need for continuous and valid update of the complex ownership within an up to date land administration system which handling successfully the RRRs. An important assistant in this effort, is the integration of BIM and GIS technologies for the creation of 3D building models as both the technology of BIM which provides the possibility of analytical planning and monitoring of the project, throughout its life cycle and the GIS where it manages and provides information about the environment as it is configured, can face any modern challenge in the urban environment. This diploma thesis therefore manages the two technologies mentioned above through a case study concerning an upcoming design of an apartment building in Kaisariani. The model is developed in a BIM environment and published in a database where it can then be used for cadastral purposes, adding through this basis, the necessary ownership relationships. It is thus proposed that a modern way of managing assets, where constructions with full descriptive reference to their building structure, can be entered in the land register in a fast, efficient and digital way while allowing the data to be updated.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	7
Abstract	8
1. Εισαγωγή.....	12
1.1 Σκοπός διπλωματικής εργασίας.....	12
1.2 Διάρθρωση εργασίας.....	13
2. Περί Κτηματολογίου.....	14
2.1 Γενικά στοιχεία και ορισμοί.....	14
2.2 Πορεία του ελληνικού κτηματολογίου.....	17
2.3 Κτηματογράφηση.....	18
2.4 Σύγχρονο κτηματολόγιο: προκλήσεις και προοπτικές.....	20
2.5 Τρισδιάστατο Κτηματολόγιο.....	25
4. BIM.....	29
4.1 Από την διαδικασία στο προϊόν και την διαχείριση.....	29
4.2 Διαστάσεις BIM.....	35
4.3 Επίπεδα ανάπτυξης πληροφορίας.....	36
4.4 Επίπεδα Ωριμότητας.....	38
4.5 Διαλειτουργικότητα.....	39
5. Τρισδιάστατη διαχείριση αστικής γης και BIM.....	43
5.1 Πρότυπα.....	44
5.1.1 Πρότυπο Industry Foundation Classes (IFC).....	45
5.1.2 Πρότυπο CityGML.....	47



5.2 Πλεονεκτήματα και προκλήσεις του BIM στην διαχείριση γης	52
5.3 Πενταδιαστασιακό σύστημα πληροφοριών πολλαπλών χρήσεων γης 5DMuPLIS.....	54
5.4 BIM & GIS	55
6. Διαχείριση Πληροφορίας Κτηρίου σε BIM και ένταξη αυτής σε κτηματολογική βάση δεδομένων	57
6.1 Περιοχή Μελέτης	57
6.2 Συντάσσοντας ένα κτηματολογικό μοντέλο BIM στο Autodesk Revit	58
6.2.1 Αρχικά βήματα και σχεδιασμός κατόψεων	60
6.2.2 Ανάπτυξη μοντέλου κτιρίου	63
6.2.3 Εισαγωγή κτηματολογικής πληροφορίας	76
6.2.4 Εξαγωγή αναφοράς υλικών που χρησιμοποιήθηκαν και υπολογισμός κόστους	78
6.2.5 Ορισμός συντεταγμένων και συστήματος αναφοράς	82
6.2.6 Παρουσίαση τελικού μοντέλου στο Autodesk® Revit™	86
6.2.7. Εξαγωγή μοντέλου σε IFC αρχείο.....	88
6.3 Εισαγωγή του μοντέλου στο λογισμικό ArcGISPro 2.6. και κοινή χρήση του μέσα από την πλατφόρμα ArcGIS Online	96
6.3.1. Εισαγωγή του μοντέλου στο λογισμικό	96
6.3.2 Προετοιμασία για κοινή χρήση μοντέλου στην ONLINE βάση δεδομένων	100
6.3.2 Δημοσίευση του μοντέλου στο ArcGIS Online	101
6.3.3 Δυνατότητες από τη χρήση του μοντέλου ONLINE	107
7. Συμπεράσματα – Προοπτικές	112
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	115





1. Εισαγωγή

1.1 Σκοπός διπλωματικής εργασίας

Στόχος της εργασίας είναι ο συνδυασμός δεδομένων από το GIS και το BIM, διερευνώντας νέες μεθόδους για τη διαχείριση του 3D κτηματολογίου και τη δημιουργία δεδομένων με μεγαλύτερη λεπτομέρεια και σαφήνεια, σε μια κοινή πλατφόρμα. Αφορμή του εγχειρήματος αυτού, είναι οι γρήγοροι ρυθμοί αστικοποίησης και η αδυναμία του σύγχρονου κτηματολογικού συστήματος να διαχειριστεί πολλές φορές το ιδιοκτησιακό καθεστώς. Με άλλα λόγια, σκοπός είναι η πρόταση ενσωμάτωσης τρισδιάστατων κτηριακών υποδομών σε κτηματολογικές βάσεις δεδομένων για την καλύτερη και αποτελεσματικότερη διαχείριση των σύγχρονων ιδιοκτησιακών προκλήσεων μέσα στις περίπλοκες αστικές δομές. Το κτηματολόγιο στην σύγχρονη εποχή, καλείται να επεξεργαστεί πλήθος ιδιοκτησιακών σχέσεων μέσα σε ένα δομημένο περιβάλλον που εξελίσσεται συνεχώς τόσο οριζοντίως όσο και καθέτως. Έχοντας λοιπόν επικαιρωμένα ιδιοκτησιακά δεδομένα που συνδυάζονται με την άμεση οπτική απεικόνιση του τρισδιάστατου δομικού κελύφους για το οποίο αναφέρονται, δημιουργείται ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος διαχείρισης και ελέγχου των δικαιωμάτων, υποχρεώσεων και ευθυνών των πολιτών σχετικά με τα περιουσιακά τους στοιχεία, για κάθε εθνικό σύστημα κτηματογράφησης.

Υπάρχουν πολλά εργαλεία και μεθοδολογίες για 3D μοντελοποίηση, συνεισφέροντας με πολλούς τρόπους στην απεικόνιση της τρίτης διάστασης των ιδιοκτησιών. Τα BIM, CityGML (City Geography Markup Language) και CAD αποτελούν μεθόδους για λεπτομερή 3D μοντελοποίηση φυσικών αντικειμένων ενώ τα 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 μέσα από την χρήση του BIM.

Ειδικότερα χρησιμοποιήθηκαν, το Revit ως λογισμικό BIM, το ArcGIS Pro ως GIS και η επάρκεια του IFC ως ανοιχτό πρότυπο δεδομένων για την ανταλλαγή και τη σύνδεση της 3D χωρικής πληροφορίας. Η μελέτη αυτή αξιοποιεί τα δεδομένα από την περιοχή της Καισαριανής στην Αθήνα ενώ το κτίριο που χρησιμοποιείται για την εφαρμογή είναι μια πολυκατοικία στην οδό Σμύρνης 24 και Η. Πολυτεχνείου. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ανεπτυγμένη πλατφόρμα παρέχει βασικές λειτουργίες και επιτρέπει την κατάλληλη ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων μονάδων λόγω του διαλειτουργικού χαρακτήρα της IFC αν και παρουσιάστηκαν ορισμένοι περιορισμοί κατά



τη διαδικασία σύνδεσης των δύο συστημάτων GIS και BIM, με αποτέλεσμα την απώλεια σημασιολογικών δεδομένων.

1.2 Διάρθρωση εργασίας

Η εργασία χωρίζεται σε 7 κεφάλαια. Το 1^ο περιλαμβάνει μια μικρή εισαγωγή σχετικά με τον σκοπό, την μέθοδο και την διάρθρωση της εργασίας. Το 2^ο, 3^ο, 4^ο και 5^ο ασχολούνται με την βιβλιογραφική μελέτη, ενώ το 6^ο και το 7^ο αναλύουν την μελέτη περίπτωσης και την υλοποίηση της εφαρμογής σχολιάζοντας τελευταία τα αποτελέσματα και τις προοπτικές που προκύπτουν από αυτήν.



2. Περί Κτηματολογίου

2.1 Γενικά στοιχεία και ορισμοί

Η διεθνής Ομοσπονδία τοπογράφων , FIG ορίζει ως κτηματολόγιο « ένα δημόσιο, συστηματικό και διαρκώς ενήμερο σύστημα πληροφοριών γης ,με βάση τα γεωτεμάχια της εκάστοτε χώρας, που καταγράφει δικαιώματα, περιορισμούς και ευθύνες. Επίσης, περιλαμβάνει τη γεωμετρική περιγραφή των γεωτεμαχίων, η οποία συνδέεται με άλλες περιγραφικές πληροφορίες που σχετίζονται με τη φύση των εγγραφών, την κυριότητα ή τον έλεγχο αυτών και συχνά την αξία και τις βελτιώσεις τους. Χρησιμοποιείται για νομικούς, διοικητικούς, οικονομικούς και τεχνικούς σκοπούς και επιτρέπει τη βιώσιμη ανάπτυξη και προστασία του περιβάλλοντος».

Ο ορισμός συμπυκνώνεται επίσης στην διατύπωση ότι: Κτηματολόγιο είναι μία δημόσια καταγραφή της ποσότητας, της αξίας και της ιδιοκτησίας της γης σε μία χώρα, συγκεντρωμένα και καταρτισμένα για να χρησιμεύει ως βάση στη φορολογία.¹

Ακόμα το Κτηματολόγιο ορίζεται ως 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.²



Εικόνα 1 Αρχικά της ομοσπονδίας(πηγή Wikipedia)

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.³

¹ (Simpson,1976).

² Ζεντέλης (2011)

³ (Π. Ζεντέλης, 2010)



- 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 καταχωρημένα 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 Εθνικό Κτηματολόγιο είναι ένα Σύστημα Πληροφοριών που διέπεται από ορισμένες αρχές, οι οποίες αποτελούν προϋπόθεση της ύπαρξής του ενώ η διαχείριση, η ανάπτυξη και η εκσυγχρόνιση του, έγκειται στην αρμοδιότητα του κάθε κράτους. Οι γενικές αυτές αρχές είναι:

- Η αρχή της κτηματοκεντρικής οργάνωσης των κτηματολογικών πληροφοριών
- Η αρχή του ελέγχου της νομιμότητας των τίτλων
- Η αρχή της διασφάλισης της τάξης των κτηματολογικών εγγραφών
- Η αρχή της δημοσιότητας των κτηματολογικών βιβλίων
- Η αρχή της διασφάλισης της δημόσιας πίστης
- Η αρχή της καταλληλότητας του Κτηματολογίου (αρχή του ανοικτού Κτηματολογίου).

Βασικό είναι να έχουμε κατά νου πως ένα σύστημα Κτηματολογίου μιας χώρας πρέπει να μπορεί να απαντά σε κάθε χρόνο με μεγάλη ακρίβεια και αξιοπιστία στο ερώτημα ποιος έχει ή διαχειρίζεται τι, που είναι αυτό και ποια δικαιώματα του αντιστοιχούν, σχετικά με όλα τα γεωτεμάχια ή γενικότερα τα ακίνητα της επικράτειας της χώρας⁴.

⁴ (Π. Ζεντέλης, 2010)



Αξίζει να τονιστεί πως, μοναδιαίο στοιχείο του Κτηματολογίου είναι το γεωτεμάχιο το οποίο έχει μία συγκεκριμένη γεωγραφική θέση και πολλές φορές μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερα του ενός ακίνητα.

Τέλος, πιο συγκεκριμένα σε τοπικό επίπεδο, η σύνταξη του Εθνικού Κτηματολογίου, αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα και πραγματικά θεμελιώδη έργα της Ελλάδας και χαρακτηρίζεται από καινοτομίες οι οποίες δημιουργούν οφέλη τόσο για τους πολίτες, όσο και για την ίδια τη κοινωνική, δημοσιονομική και οικονομική οργάνωση της χώρας αλλά και για την προστασία του περιβάλλοντος.

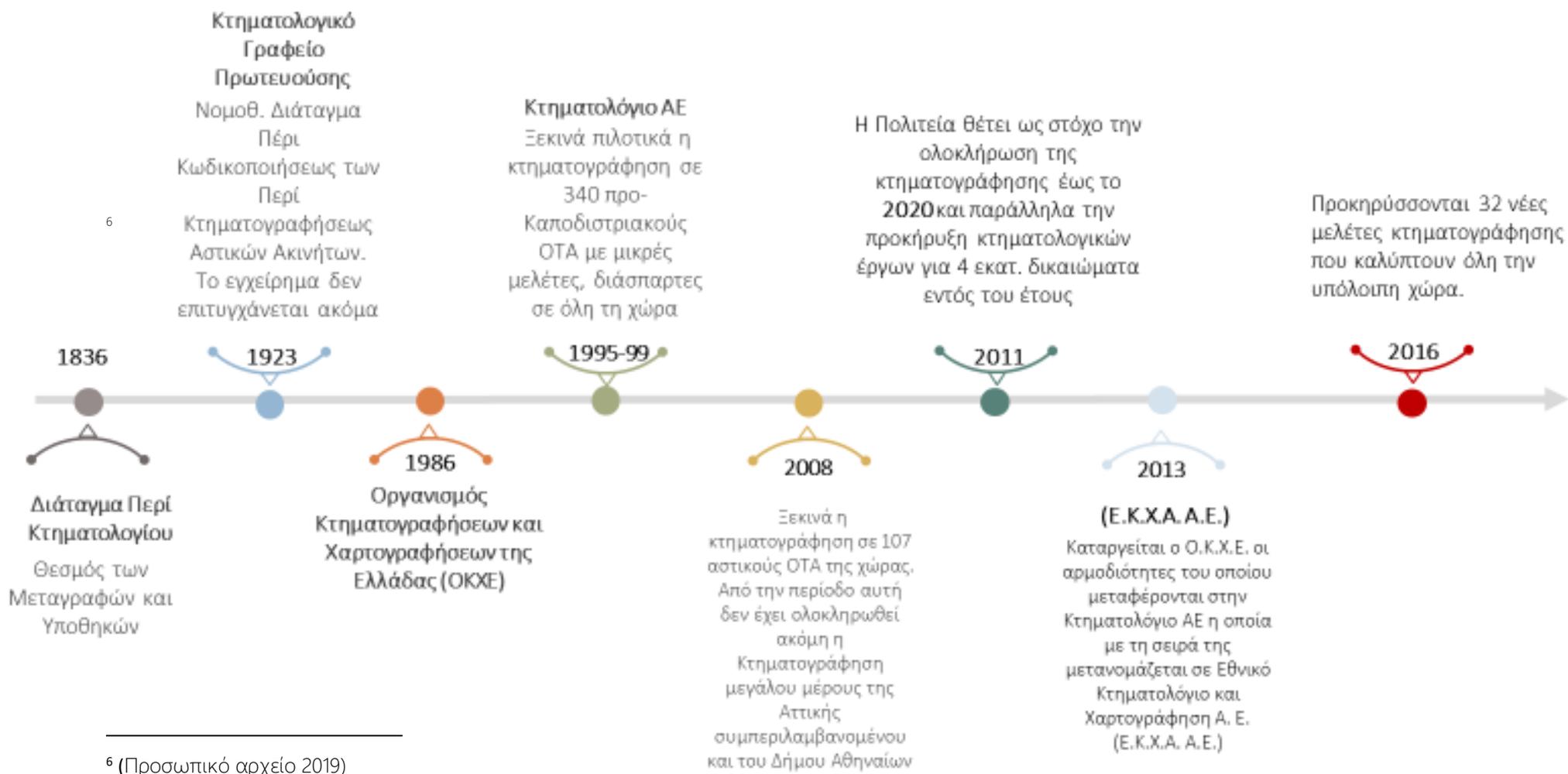
Τα οφέλη του κτηματολογίου θα μπορούσαν να οριστούν ως εξής: ⁵

- ✓ Καταγράφεται και κατοχυρώνεται η ιδιοκτησία των πολιτών οριστικά χωρίς να αμφισβητείται αυτή η κατοχύρωση.
- ✓ Προχωρά στην απλοποίηση και επιτάχυνση των διαδικασιών μεταβίβασης της ακίνητης περιουσίας περιορίζοντας συγχρόνως τις συνθήκες γραφειοκρατίας.
- ✓ Οι μεταβιβάσεις ακινήτων είναι πλέον πιο ασφαλείς και με μεγαλύτερες συνθήκες διαφάνειας. - Συμβάλλει στην αναβάθμιση της αγοράς ακινήτων και στην αύξηση της αξίας τους γεγονός που οδηγεί σταδιακά σε σημαντικότερες επενδύσεις.
- ✓ Διασφαλίζεται και οριοθετείται οριστικά τόσο η δημόσια όσο και η δημοτική περιουσία.
- ✓ Οι ενέργειες προστασίας του περιβάλλοντος είναι πλέον αποτελεσματικότερες λόγω της αμετάκλητης οριοθέτησης των δασών και του αιγιαλού, η οποία θα αποτελέσει τροχοπέδη στις καταπατήσεις και στην αυθαιρεσία.
- ✓ Η δημιουργία εθνικού κτηματολογίου αποτελεί βασικό εργαλείο ορθολογικής οργάνωσης και ανάπτυξης της χώρας

⁵ (www.ktimatologio.gr 2020)



2.2 Πορεία του ελληνικού κτηματολογίου





2.3 Κτηματογράφηση

Ο νόμος 2308/1995, ο οποίος είναι ο ειδικός νόμος που θέτει τις βασικές αρχές και το γενικό πλαίσιο υλοποίησης της κτηματογράφησης, δεν μεταβάλλει τους ισχύοντες κανόνες του ουσιαστικού δικαίου που διέπουν τα εγγραπτά δικαιώματα. Σκοπός της κτηματογράφησης είναι η καταγραφή των υφιστάμενων εγγραπτών δικαιωμάτων και των δικαιούχων τους σύμφωνα με την εκάστοτε κείμενη νομοθεσία και όχι η δημιουργία νέων δικαιωμάτων ή η διάπλωση νέων νομικών σχέσεων, πέραν των υφιστάμενων.⁷

Η κτηματογράφηση μίας περιοχής, δηλαδή η σύνταξη του κτηματολογίου είναι η διαδικασία συλλογής, επεξεργασίας και καταγραφής των εμπράγματων και άλλων εγγραπτών δικαιωμάτων που έχουν τα φυσικά ή νομικά πρόσωπα και η σύνδεση των δικαιωμάτων αυτών με συγκεκριμένα ακίνητα. Ταυτόχρονα, καταγράφονται και νομικές πληροφορίες (ληξιαρχικά στοιχεία και στοιχεία ταυτότητας του δικαιούχου, τρόπος απόκτησης του δικαιώματος, στοιχεία της πράξης με την οποία έχει αποκτηθεί το δικαίωμα κ.λπ.) και τα γεωτεμάχια απεικονίζονται στα κτηματολογικά διαγράμματα με συγκεκριμένες συντεταγμένες κορυφών στο Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ 87), οριογραμμές και εμβαδά. Η κτηματογράφηση ξεκινά με την κήρυξη μιας περιοχής υπό κτηματογράφηση και ολοκληρώνεται με την έναρξη λειτουργίας του Κτηματολογικού Γραφείου στη συγκεκριμένη περιοχή.⁸

Τα βασικά στάδια της διαδικασίας κτηματογράφησης είναι:

- **Πρόχειρη κτηματογράφηση με δημιουργία προκαταρκτικού υποβάθρου και συλλογή στοιχείων που αποτελεί προετοιμασία για τη συλλογή δηλώσεων.** Η συλλογή εγγραπτών δικαιωμάτων και στοιχείων από τους δικαιούχους με στόχο τη δημιουργία μιας βάσης Περιγραφικών Κτηματολογικών Δεδομένων, όπου περιγραφικά δεδομένα τα στοιχεία των δικαιούχων, των ακινήτων, των δικαιωμάτων και των εγγράφων. Για όλα τα περιγραφικά στοιχεία υφίσταται μοναδικός προσδιορισμός με χρήση μοναδικού κωδικού αριθμού.
- **Συλλογή δηλώσεων ιδιοκτησίας.** Ο εντοπισμός των ακινήτων με χρήση ψηφιακών χαρτογραφικών υποβάθρων, με στόχο τον προσδιορισμό της θέσης, των ορίων και του εμβαδού των ακινήτων και την δημιουργία μιας Βάσης Χωρικών Δεδομένων. Όπως και για τα περιγραφικά δεδομένα έτσι και στα χωρικά αποδίδονται μοναδικοί κωδικοί αριθμοί (ΚΑΕΚ)

⁷ (Αρβανίτης 2014)

⁸ www.ktimatologio.gr



- Επεξεργασία των χωρικών και περιγραφικών στοιχείων για το στάδιο της προανάρτησης και μετέπειτα της ανάρτησης. Η σύνδεση της περιγραφικής με την χωρική βάση δεδομένων, όπου στόχος είναι η δημιουργία μονοσήμαντης σύνδεσης προσώπου-ακινήτου-δικαιώματος μέσω των μοναδικών κωδικών αναγνώρισης.
- Προκαταρκτικά διαγράμματα. Μετά τη σύνδεση αυτή τα αποτελέσματα της κτηματογράφησης μιας περιοχής καταγράφονται ψηφιακά σε κτηματολογικούς πίνακες και διαγράμματα, δημοσιοποιούνται κατά τις διαδικασίες της προανάρτησης
- Ανάρτηση κτηματολογικών στοιχείων και υποβολή αιτήσεων διόρθωσης και ενστάσεων επί των προσωρινών κτηματολογικών εγγραφών.
- Αναμόρφωση των κτηματολογικών πινάκων και των κτηματολογικών διαγραμμάτων
- Ολοκλήρωση της κτηματογράφησης και Λειτουργία Κτηματολογικού Γραφείου με τις Αρχικές Εγγραφές. Η παροχή υποστηρικτικών υπηρεσιών η οποία περιλαμβάνει την υποστήριξη κάθε μελέτης από γραφειοκρατική και οικονομική άποψη, την ενημέρωση των πολιτών και των φορέων στις περιοχές που κτηματογραφούνται καθώς και την μετέπειτα υποστήριξη των δικαιούχων στα Κτηματολογικά Γραφεία για ένα έτος.⁹

⁹ (Αρβανίτης, 2014)



2.4 Σύγχρονο κτηματολόγιο: προκλήσεις και προοπτικές

Σε έναν κόσμο που οι δημογραφικές εξελίξεις και η αστικοποίηση κινούνται ταχύτατα στο χρόνο, η τεχνολογία φέρνει στο φως περισσότερο αυτοματισμό σε κυβερνητικό, επιχειρηματικό και ιδιωτικό επίπεδο. Οι οικονομικοί, περιβαλλοντικοί και κοινωνικοί παράγοντες του σύγχρονου κόσμου είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι με την ταχύτητα εισόδου σε δεδομένα και πληροφορίες. Η τεράστια συλλογή γεωχωρικών δεδομένων που συλλέγεται και αποθηκεύεται από το κοινό, υποστηριζόμενη από την εξέλιξη των νέων τεχνολογιών, μπαίνει στην διαδικασία αξιολόγησης με σκοπό να καταστεί αξιοποιήσιμη.

Ένα από τα πλέον άρρηκτα ανθρώπινα δικαιώματα, η κατοχύρωση της ανθρώπινης ατομικής ιδιοκτησίας, καθώς και η επίλυση ιδιοκτησιακών προβλημάτων, θεμάτων και γραφειοκρατικών διαδικασιών, εμπλέκουν το επάγγελμα του τοπογράφου ο οποίος συμμετέχει στην διαδικασία διαχείρισης της γης μέσω της υλοποίησης του κτηματολογίου, αναγνωρίζοντας τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα, την καλλιεργήσιμη και οικοδομήσιμη γη και συμβάλλοντας στην εξάλειψη της φτώχειας και της πείνας.

Το ζήτημα της ασφάλειας της κατοχής και της καταχώρισης των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας αναγνωρίζεται ως ένα ολοένα και σημαντικότερο στοιχείο για την εξάλειψη της φτώχειας και την επίτευξη αειφόρου ανάπτυξης των αγορών γης και ακινήτων σε όλα τα κράτη μέλη του ΟΗΕ, ιδίως στις αστικές περιοχές. Ενόψει του θεματολογίου για την αειφόρο ανάπτυξη 2030 όλα τα κράτη μέλη του ΟΗΕ αναπτύσσουν και εκσυγχρονίζουν τα συστήματα νηολόγησης και ταξινόμησης των γαιών τους και παράλληλα επισημοποιούν τις αγορές ακινήτων τους.

Τα σημερινά συστήματα διαχείρισης γης και οι κτηματομηχανικοί χρειάζονται βελτίωση των πρακτικών τους. Πρέπει να εξελίσσονται συνεχώς για να αντιμετωπίσουν τις συνεχιζόμενες προκλήσεις, όπως η αστικοποίηση, η δημογραφική αλλαγή, οι κοινωνικές ανισότητες, ο ψηφιακός μετασχηματισμός, η πτητική παγκόσμια οικονομία, οι ανθρωπογενείς περιβαλλοντικές ζημιές και ούτω καθεξής. Η έννοια του Κτηματολογίου βασίζεται στις συνθήκες που υπάρχουν σε κάθε εποχή και σε κάθε κοινωνία σύμφωνα με το οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο που επικρατεί, και παρουσιάζεται πάντοτε στη γενική της μορφή ως ένα Σύστημα Καταγραφής Γης, δικαιωμάτων και περιορισμών, που μπορούν να ασκηθούν πάνω στη γη. Μια κοινώς αποδεκτή αλήθεια είναι ότι η κατάσταση της γης αλλάζει σταθερά και με επιταχυνόμενο ρυθμό εξαιτίας του διαρκώς αυξανόμενου πληθυσμού της αλλά και της παγκοσμιοποίησης των οικονομιών. Έτσι η ασφάλεια των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας γης πλέον δεν μπορεί να καθίσταται κατοχυρωμένη από τα παραδοσιακά Κτηματολογικά Συστήματα καθώς αυτά κρίνονται ανεπαρκή διότι δεν παρέχουν αξιόπιστες πληροφορίες για τη νομική κατάσταση ενός κομματιού γης.



Σε όλο τον κόσμο οι κυβερνήσεις επιδιώκουν κοινωνική σταθερότητα και βιώσιμη οικονομική των χωρών τους, αναγνωρίζουν δε πως η γη είναι πηγή όλου του πλουτισμού κ ότι ένα σύγχρονο κτηματολογικό σύστημα είναι το εργαλείο που επιτρέπει την καλή διαχείριση της. Έτσι ένα πλαίσιο νόμων περί γης και ακινήτων που αναγνωρίζουν τα δικαιώματα, τις υποχρεώσεις αλλά και τις κοινές ανησυχίες της ευρύτερης κοινότητας, είναι καθοριστικής σημασίας.

Η κάθε χώρα μπορεί να διατηρήσει την σταθερότητα και την οικονομική της ανάπτυξη μόνο εάν διαθέτει πολιτική για τα δικαιώματα του εδάφους που προωθεί την ασφάλεια, την εσωτερική εμπιστοσύνη, και την εμπορική κινητικότητα. Σημασία επομένως δεν δίνεται μόνο στα "δικαιώματα κυριότητας" αλλά και στην "αξία των δικαιωμάτων". Η αξία αυτή έχει μεγάλη σημασία καθώς προσελκύει τις επενδύσεις στα ακίνητα.

Για την επίτευξη λοιπόν των πολυάριθμων οικονομικών και κοινωνικών οφελών ενός σύγχρονου κτηματολογίου, η δημιουργία του πρέπει να συνοδεύεται από σημαντική νομική μεταρρύθμιση για να διασφαλιστεί ότι όλες οι χερσαίες πολιτικές είναι εναρμονισμένες και βελτιώνουν την ασφάλεια των αξιών.

Οι σύγχρονες οικονομίες της αγοράς παράγουν επίσημα δικαιώματα ιδιοκτησίας, νηολογημένα σε κτηματολόγιο που διέπεται από νομικούς κανόνες ενώ παρέχουν αδιαμφισβήτητη απόδειξη ιδιοκτησίας και προστασία από την αβεβαιότητα και την απάτη. Οι αποτελεσματικές και αποδοτικές αγορές γης και ακινήτων θεωρούνται σημαντική συνιστώσα μιας επιτυχημένης αγοράς, Όσο πιο ασφαλές είναι το ακίνητο και η αξία του, τόσο πιο εύρωστη είναι η αγορά ακινήτων και γενικά η οικονομία.¹⁰ Το σύγχρονο κτηματολόγιο, λοιπόν, παρέχει στους ιδιοκτήτες ακινήτων, επιλογές για ασφαλή και εγγυημένη πώληση και αγορά αλλά και επιλογές δανεισμού με χαμηλότερα επιτόκια αφού οι τράπεζες και τα δανειοδοτικά ιδρύματα μπορούν να διασφαλίσουν τα κεφάλαια τους.

Τα συστήματα διαχείρισης γης παρέχουν ένα γενικό πλαίσιο για το σχεδιασμό και την εφαρμογή αποτελεσματικών πολιτικών και στρατηγικών που συνδέονται με το σχεδιασμό και την ανάπτυξη της γης σύμφωνα με τους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης.¹¹ Τα παραπάνω υιοθετούν μια σφαιρική προσέγγιση για την αντιμετώπιση προβλημάτων σχετικά με τη γη και τα περιουσιακά στοιχεία, εξετάζοντας την κοινωνική δικαιοσύνη, την οικονομική ευημερία και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Έτσι, τα συστήματα διαχείρισης γης είναι καίριας σημασίας για την ανάπτυξη μιας εθνικής υποδομής για κάθε χώρα.

Η πλειονότητα των σημερινών εγκεκριμένων Land Administration Systems (LAS) στις αναπτυσσόμενες και αναπτυσσόμενες χώρες βασίζονται στην καταχώριση 2D. Αυτές οι διδιάστατες μέθοδοι προβολής είναι αρκετά αποδοτικές στα πολυώροφα κτήρια με τις απλές δομικές μορφές. Ωστόσο, η

¹⁰ (Hernando De Soto, 2000)

¹¹ (Williamson et al., 2010)



αποτελεσματικότητα των 2D σχεδίων είναι αμφισβητήσιμη σε κτίρια με μεγαλύτερη χωρική και λειτουργική περιπλοκότητα η οποία αναφέρεται σε αρχιτεκτονικά και δομικά στοιχεία που καθορίζουν το εσωτερικό και εξωτερικό σχήμα ενός κτιρίου στα διάφορα μέρη του. (Εικόνα 2) Πιο συγκεκριμένα εμφανίζονται προκλήσεις που περιλαμβάνουν :

- Δυσκολίες στην αναπαράσταση των ορίων των χώρων ιδιοκτησίας καθώς ενδέχεται να υπάρχουν ακανόνιστα σχήματα που δεν μπορούν να καταγράφουν επιτυχώς μέσω 2D σχεδίων.
- Έναν μεγάλο αριθμό 2D διαγραμμάτων έχει ως αποτέλεσμα η ερμηνεία των ορίων ιδιοκτησίας για κάθε μονάδα διαμερισμάτων στις πολυώροφες εξελίξεις να είναι ένας χρονοβόρος στόχος.
- Προβλήματα στην κατανόηση των πληροφοριών καθώς τα σχέδια 2D περιλαμβάνουν συνήθως δηλώσεις κειμένου που είναι δύσκολο να ερμηνευθούν από τους μη εξειδικευμένους.

Ωστόσο, αντιμετωπίζοντας την ταχεία αστικοποίηση και τον ψηφιακό μετασχηματισμό, τα συστήματα αυτά χρειάζονται ανασχεδιασμό για να επεκταθούν σε 3D.¹² Αξίζει επίσης να σημειωθεί πως ο όρος 3D LAS περιλαμβάνει τόσο την νομική όσο και την χωρική διάσταση σε αντίθεση με το 3D Cadastre.¹³

Σε μια σύγχρονη κοινωνία, η γη είναι ένας χώρος που συμπεριλαμβάνει, φυσικά αντικείμενα και χώρους μέσα σε υπόγειες και υπέργειες περιοχές καθώς και άλλα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά. Αυτό συνεπάγεται πως τα σύγχρονα συστήματα διαχείρισης γης θα πρέπει να ανταποκριθούν στις ανερχόμενες προκλήσεις χαρτογράφησης της γης λαμβάνοντας υπόψιν την πολυπλοκότητα και την λεπτομέρεια των κατασκευαστικών καταβολών. Καλούνται να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν δηλαδή λύσεις για τη χωρική διαχείριση και υποδιαίρεση μιας ολόκληρης δικαιοδοσίας σε τρεις πλέον διαστάσεις, αφού ο δισδιάστατος χώρος κρίνεται ανεπαρκής να περιγράψει την σύγχρονη αστική πολυπλοκότητα. Οι τρισδιάστατες (3D) χωρικές εκτάσεις δικαιωμάτων, περιορισμών και ευθυνών (spatial extents of rights, restrictions, and responsibilities) (RRR)* που σχετίζονται με τη γη καταγράφονται και αποθηκεύονται με τη χρήση κατάλληλων κτηματολογικών χαρτών.

Έτσι καλώς εχόντων των πραγμάτων, εισερχόμαστε σε μια εποχή όπου οι περισσότεροι άνθρωποι θα ζουν ή θα εργάζονται σε κτήρια με πολλούς νομικούς ιδιοκτήτες. Οι αγοραστές ή οι ενοικιαστές των χώρων των εν λόγω κτηρίων, λαμβάνουν έγγραφα σχετικά με το τι αγοράζουν ή ενοικιάζουν, καταστρώνοντας έτσι τις πολυώροφες ιδιοκτησίες στις αστικές περιοχές όχι μόνο ως ένα σημαντικό

¹² (Oosterom et al., 2018)

¹³ (Kalogianni et al., 2020)



συστατικό της αγοράς, αλλά συνοδεύουν και μια παλίρροια κοινωνικών, οικονομικών, και περιβαλλοντικών ζητημάτων. Παρακάτω ακολουθεί ένα πιο απτό παράδειγμα αστικής πολυπλοκότητας.

Όπως αναφέραμε, η αύξηση του πληθυσμού και η μειωμένη διαθέσιμη γη είναι βασικά προβλήματα τα οποία οδηγούν σε έντονη κατακόρυφη οικοδομική δραστηριότητα. Όμως σε ένα εξελισσόμενο δομούμενο περιβάλλον, που αναπτύσσεται με βάση ένα εξελισσόμενο νομικό πλαίσιο, δημιουργείται μια αυξανόμενη μη συμβατική παραγωγή χώρου.¹⁴ 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). Το Κτηματολόγιο συνιστά μοχλό των συστημάτων διαχείρισης γης και είναι υπεύθυνο για την εγγραφή RRR.¹⁵ Η διαχείριση επικαλυπτόμενων RRR στα σύγχρονα συστήματα διαχείρισης γης συνιστά πρόκληση καθώς είναι εξοπλισμένα με κτηματολογία τα οποία μπορούν μόνο να υποστηρίξουν δισδιάστατες χωρικές πληροφορίες.¹⁶ Ένα δισδιάστατο (2D) Κτηματολόγιο με μοναδιαίο επίπεδο αναφοράς το γεωτεμάχιο, δε μπορεί να αντιμετωπίσει επιτυχώς τις περιπτώσεις πολλαπλής και σύνθετης χρήσης του χώρου και 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.

¹⁷

¹⁴ (Ζεντέλης, 2011).

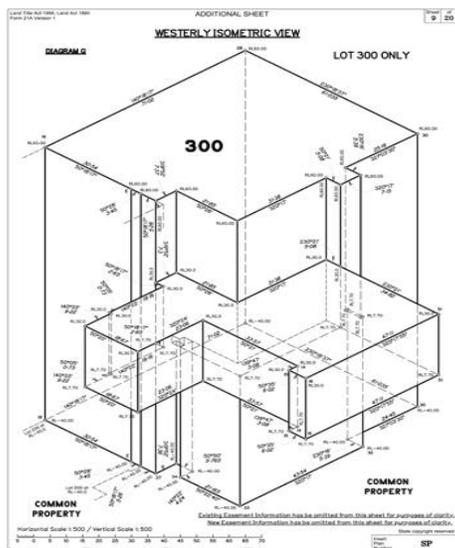
¹⁵ (Williamson and Wallace, 2007)

¹⁶ (Aien, 2013)

¹⁷ (Ζεντέλης, 2011).



Εικόνα 2: Μελλοντικές πολύπλοκες αστικές δομές (Πηγή BIM and Land Administration Abbas Rajabifard, Behnam Atazadeh, and Mohsen Kalantari 2019)



Εικόνα 4 :Παράδειγμα ογκομετρικής αναπαράστασης του χώρου ιδιοκτησίας σε ένα σχέδιο 2D. (Από τον νόμο τίτλου εδάφους του 1994(Πηγή BIM and Land Administration Abbas Rajabifard, Behnam Atazadeh, and Mohsen Kalantari 2019)



Εικόνα 3 :Μια μελλοντική κτιριακή δομή με σύνθετο αρχιτεκτονικό σχήμα (πύργος Arbre Blanc). Πηγή BIM and Land Administration Abbas Rajabifard, Behnam Atazadeh, and Mohsen Kalantari 2019)



2.5 Τρισδιάστατο Κτηματολόγιο

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.¹⁸ Το 3D Κτηματολόγιο αποτελεί ένα σύστημα καταγραφής πληροφοριών και επεκτείνεται υπέργεια και υπόγεια του γεωτεμαχίου. καθορίζει δηλαδή τα δικαιώματα και τους περιορισμούς των τρισδιάστατων ιδιοκτησιακών ενοτήτων που υπάρχουν πάνω ή και κάτω από την επιφάνεια της γης. Προφανώς, για την καταγραφή και τη διαχείριση των τρισδιάστατων δικαιωμάτων και τη συνολική ανάπτυξη ενός τρισδιάστατου μοντέλου, η συλλογή τρισδιάστατων πληροφοριών είναι απαραίτητη. Είναι γεγονός πως η πραγματικότητα και ο χώρος όπου αναπτύσσονται τα ιδιοκτησιακά δικαιώματα και οι απαιτήσεις είναι τριών διαστάσεων, γι' αυτό και υπάρχει η ανάγκη ενός τρισδιάστατου Κτηματολογίου το οποίο πρέπει να εναρμονίζεται βέβαια και με το αντίστοιχο νομικό καθεστώς κτηματογράφησης. λαμβάνοντας την 3η διάσταση, πχ. Το ύψος, όχι ως ένα περιγραφικό στοιχείο, αλλά ως μια οντότητα, η οποία μπορεί να αναπαρασταθεί γεωμετρικά. Έτσι σε ένα συνεχώς εξελισσόμενο και πολύπλοκα δομούμενο περιβάλλον δημιουργείται η ανάγκη εξέλιξης και του ίδιου του Κτηματολογίου από 2D σε 3D ώστε να ανταποκρίνεται καλύτερα στις προκλήσεις και της ανάγκης της σύγχρονης κοινωνίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο ορισμός του 3D Κτηματολογίου είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με το νομικό και οργανωτικό πλαίσιο κάθε χώρας.¹⁹ Η 3D ιδιοκτησία ορίζεται ως η πραγματική ιδιοκτησία που οριοθετείται κάθετα και οριζόντια.²⁰ Ο ορισμός αυτός επιτρέπει την ενσωμάτωση διαφόρων τύπων τρισδιάστατης ιδιοκτησίας σε διαφορετικά νομικά συστήματα.²¹ 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).

¹⁸ (Aien 2013).

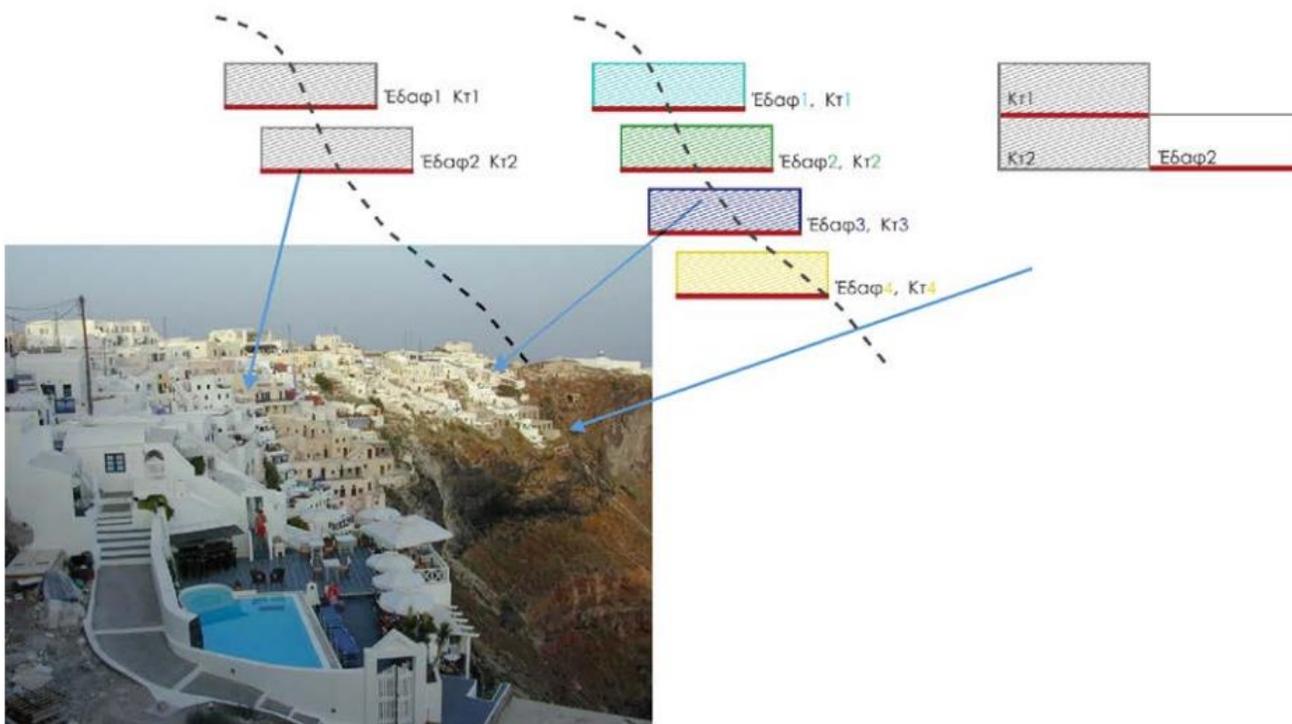
¹⁹ (Fendel 2001, Thompson and van Oosterom 2011, van Oosterom 2013)

²⁰ (Paasch and Paulsson 2011, Paulsson 2011)

²¹ (Paasch and Paulsson 2011)

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 τρόπο²²

- 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.



Εικόνα 5 :Πολυπλοκότητα ιδιοκτησιών στη Σαντορίνη (Πηγή Nd Cadastre 2015)

Στην Ελλάδα, το υπό σύνταξη Εθνικό Κτηματολόγιο βασίζεται σε δισδιάστατη καταγραφή των ιδιοκτησιών και συνεπώς δεν απεικονίζει τις σύνθετες περιπτώσεις της πολυστρωματικής πραγματικότητας με το πλέγμα των εμπραγμάτων δικαιωμάτων που ασκούνται σε αυτές. Προκειμένου να αντιμετωπισθεί το θέμα της κτηματολογικής απεικόνισης της σύνθετης πραγματικότητας των ιδιοκτησιακών δικαιωμάτων και των περιορισμών πάνω στην ακίνητη ιδιοκτησία, πρέπει καταρχάς να μελετηθούν:

²² (van Oosterom 2011):

- Το ισχύον θεσμικό πλαίσιο, που διέπει τις κτηματολογικές καταγραφές μέσα από το πρόγραμμα σύνταξης του Εθνικού Κτηματολογίου.
- Το μοντέλο του υπό σύνταξη κτηματολογικού συστήματος.
- Οι πραγματικές περιπτώσεις που χρήζουν τρισδιάστατης κτηματολογικής καταγραφής και απεικόνισης.²³

Για το Ελληνικό Κτηματολόγιο που καλύπτει δισδιάστατες περιπτώσεις ιδιοκτησιών, η μόνη λύση είναι η τροποποίηση του υφισταμένου νομικού καθεστώτος ή η θέσπιση ενός νέου νομικού πλαισίου που θα διαμορφωθεί αποκλειστικά για να υποστηρίξει μια νέα πραγματικότητα, μέσα από μια διαδικασία δύσκολη, δαπανηρή και χρονοβόρα.²⁴

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

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



Εικόνα 6: Αστική πολυπλοκότητα αστικών κατασκευών(Πηγή <http://qgim.un.org/unwgic/presentations/3.5-Victor-Khoo-Hock-Soon.pdf>)

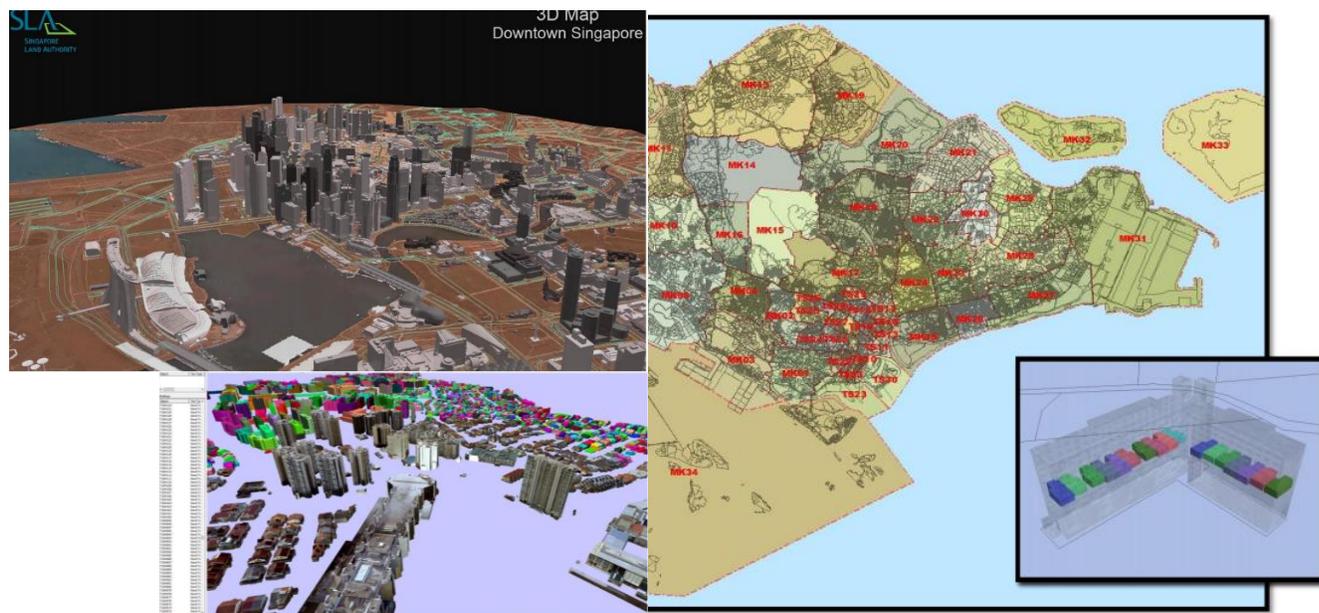
«Οι δυνατότητες της σημερινής τεχνολογίας σε θέματα μοντελοποίησης, ανάλυσης και απεικόνισης του τρισδιάστατου χώρου, συνιστά πρόκληση για την επέκταση ή και μετατροπή των Κτηματολογίων διαφόρων χωρών σε 3D Κτηματολογία. Με τον όρο τρισδιάστατη μοντελοποίηση εννοείται η μαθηματική περιγραφή της επιφάνειας των αντικειμένων με χρήση κατάλληλου λογισμικού

²³ (Nd Cadastre 2015)

²⁴ (Αρβανίτης, 2014)

μοντελοποίησης. Βέβαια, τα διάφορα 3D μοντέλα δημιουργήθηκαν και εξελίχθηκαν εξυπηρετώντας συγκεκριμένους σκοπούς, δίνοντας αντίστοιχα έμφαση στη γεωμετρία, την τοπολογία ή την καλύτερη ρεαλιστική απεικόνιση του χώρου. Ιδιαίτερη κατηγορία 3D μοντέλων είναι τα μοντέλα πόλεων, που διαχειρίζονται τα διαρκώς αυξανόμενα αστικά δεδομένα, και πέραν της γεωμετρίας και τοπολογίας τους, έχουν εισαγάγει τη σημασιολογία (semantics) των τρισδιάστατων αντικειμένων στο σύστημα, που αποτελεί μια καινούρια αντίληψη στον χώρο της (έξυπνης) διαχείρισης δεδομένων πόλης». ²⁵ Ένα τέτοιο πρότυπο σύστημα είναι και το BIM που επιτρέπει την αποθήκευση σημασιολογικών και γεωμετρικών χαρακτηριστικών απεικόνισης σε κάθε αντικείμενο και με το οποίο θα ασχοληθούμε διεξοδικά στην πρακτική εφαρμογή της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Επίσης, ένας σημαντικός στόχος που έχει τεθεί από τη διεθνή κοινότητα σχετικά με τα Κτηματολογία και γενικότερα τα συστήματα διαχείρισης πληροφοριών γης, κτισμάτων και υποδομών (αλλά και του θαλάσσιου χώρου), είναι η τυποποίηση αυτών μέσω κατάλληλων προτύπων μοντέλων και συστημάτων. ²⁶ Ένα τέτοιο είναι και το IFC όπως θα δούμε παρακάτω.

Σκοπός πλέον είναι, να διερευνηθεί η ικανότητα της μοντελοποίησης πληροφοριών κτιρίου (BIM) να αντιμετωπίσει τις απαιτούμενες πληροφορίες για τη βελτίωση της αντίληψης των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας που επηρεάζουν τις συμπεριφορές των κατοίκων στη διαχείριση των περίπλοκων αστικών δομών



Εικόνα 7 :Τρισδιάστατη απεικόνιση πόλεων (Πηγή Victor Khoo)

²⁵ Nd Cadastre 2015

²⁶ Nd Cadastre 2015



4. BIM

4.1 Από την διαδικασία στο προϊόν και την διαχείριση

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

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

Παρακάτω αναφέρονται μερικοί πιο αναλυτικοί ορισμοί του:

- ※ Το Building Information Modeling (BIM) αναφέρεται σε έναν τρόπο εργασίας, μια μέθοδο ή μια διαδικασία, που περιλαμβάνει την παραγωγή και διαχείριση των ψηφιακών αναπαραστάσεων των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των χώρων μιας κατασκευής. Τα μοντέλα BIM είναι αρχεία τα οποία μπορούν να εξαχθούν, ανταλλαχθούν ή να δικτυωθούν κατάλληλα ώστε να υποστηρίξουν την λήψη αποφάσεων σε σχέση με το κτήριο ή οποιοδήποτε άλλο δομικό στοιχείο ενεργητικού.²⁷
- ※ 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.²⁸
- ※ 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.²⁹
- ※ Το BIM αποτελεί ένα παραμετρικό εργαλείο μοντελοποίησης που βασίζεται στα αντικείμενα. Αυτό σημαίνει ότι τα αντικείμενα ορίζονται ως παράμετροι και σχέσεις με άλλα αντικείμενα σε ένα έργο, έτσι ώστε αν υπάρχουν αλλαγές σε ένα σχετικό αντικείμενο,

²⁷ (BIM and Land Administration 2019)

²⁸ (Chuck Eastman, 2011)

²⁹ (NBIMS, 2014)



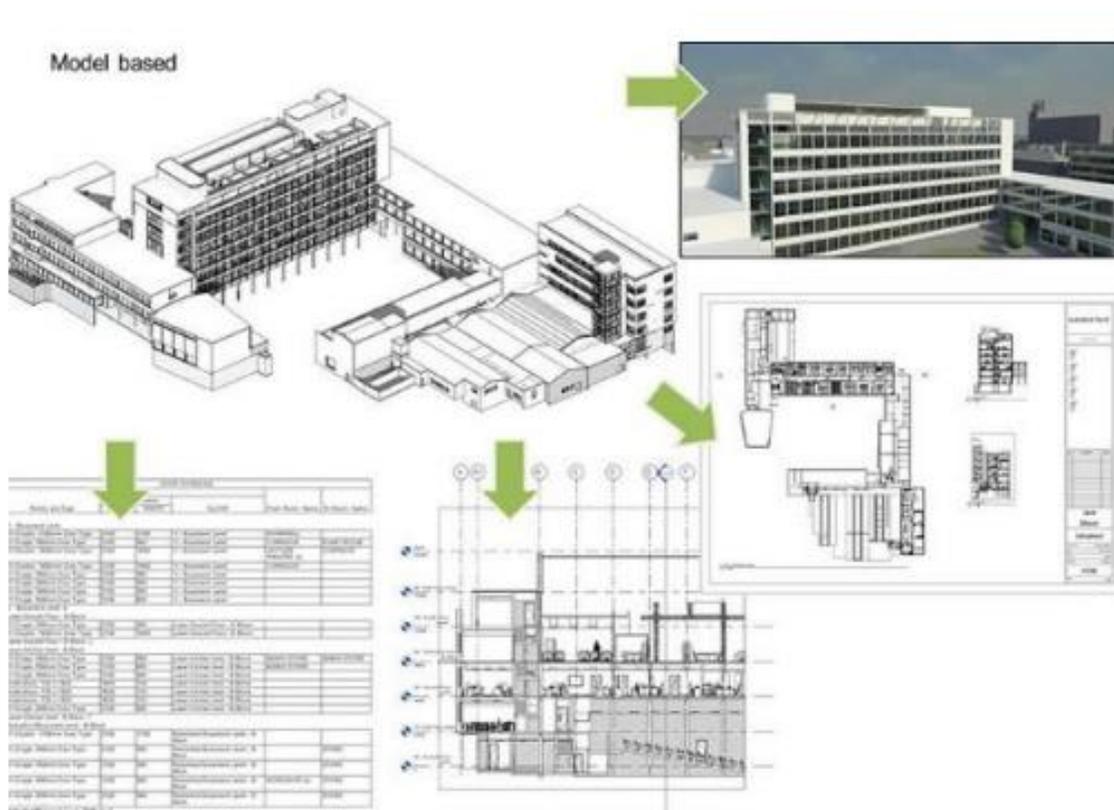
- τα εξαρτώμενα ή γειτονικά από αυτά να αλλάξουν ή να προσαρμοστούν αυτόματα.³⁰ Ανάλογα με τον τύπο των παραμέτρων, το BIM εξελίσσεται από την τρίτη (3D) στην έβδομη (7D) διάσταση. Κάθε διάσταση έχει το δικό της σκοπό και σχετίζεται με τη διάρκεια, το χρονοδιάγραμμα και τον προγραμματισμό ενός έργου (4D), καθώς και το κόστος (5D) και τη μελλοντική βιωσιμότητα (6D), φθάνοντας στην έβδομη διάσταση, όταν όλα όσα συνδέονται με τη διαδικασία διαχείρισης εγκαταστάσεων συγκεντρώνονται σε ένα ενιαίο μέρος εντός του BIM για να χρησιμοποιηθούν σε μελλοντικό στάδιο.³¹
- ✂ Το Συμβούλιο Πληροφοριών Κτιρίων των Κάτω Χωρών (BIR) και η ολλανδική πύλη BIM (BIMLocket) αντίστοιχα, ορίζουν το BIM ως μια ψηφιακή αναπαράσταση του τρόπου με τον οποίο το φυσικό κτίριο (συμπεριλαμβανομένων των εγκαταστάσεών του) έχει σχεδιαστεί, έχει κατασκευαστεί και καταλήγει με την πάροδο των χρόνων ενώ πρόκειται για μια μέθοδο και φιλοσοφία εργασίας που δίνει έμφαση τόσο στη διαδικασία, όσο και στη συνεργασία. Πρόκειται για την μελέτη πάνω σε κατασκευαστικά έργα με ανεξάρτητο και συνεργατικό τρόπο με τη βοήθεια της ανταλλαγής και της διαμοίρασης μοντέλων ψηφιακών πληροφοριών. Και αυτές οι δύο πτυχές της BIM αναπτύχθηκαν από τη βιομηχανία με στόχο να φέρουν τα πολυάριθμα νήματα και τις πηγές των διαφορετικών πληροφοριών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή σε ένα ενιαίο περιβάλλον.³²
 - ✂ Το BIM αποτελεί έναν ολιστικό τρόπο πραγματοποίησης μιας μελέτης κατά τον οποίο δημιουργείται ένα ψηφιακό μοντέλο του αντικειμένου που μελετούμε, το οποίο περιλαμβάνει και όλες εκείνες τις πληροφορίες και τις ιδιότητες που είναι αναγκαίες για να ολοκληρωθεί η μελέτη, να κατασκευαστεί, να λειτουργήσει και να συντηρηθεί. Το 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.³³

³⁰ (Eastman, 2009)

³¹ (Arunkumar et al., 2018).

³² (BuildingSMART, Νορβηγία 2007)

³³ (BSI, 2010)



Εικόνα 8 : Ένα μοντέλο BIM (Πηγή διπλωμ. Εργασία Ε. Ανδιανέση 2016)

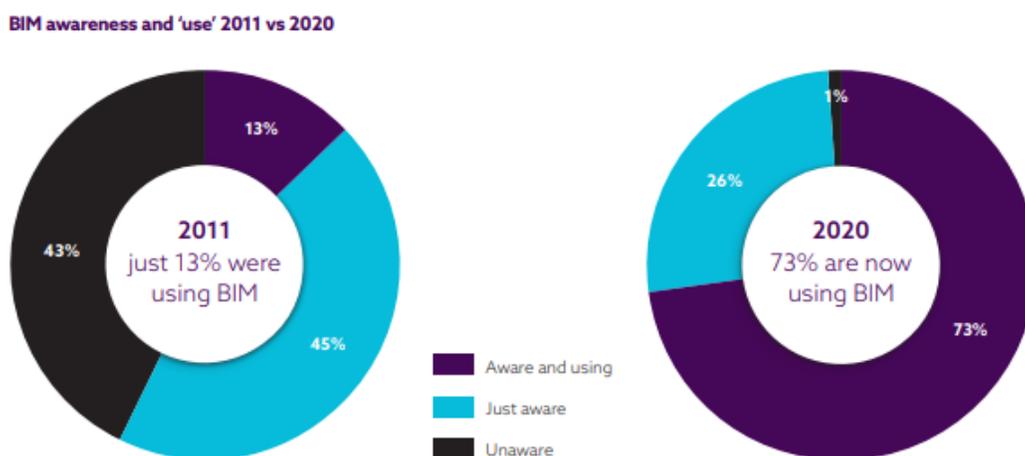
Το λογισμικό BIM χρησιμοποιείται από άτομα, επιχειρήσεις και κυβερνητικούς οργανισμούς οι οποίοι σχεδιάζουν, κατασκευάζουν, λειτουργούν και συντηρούν διάφορες υποδομές σε τομείς όπως επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, δρόμοι, λιμάνια, σήραγγες κλπ. Αξίζει να σημειωθεί πως το BIM θεσπίστηκε ως η πιο ολοκληρωμένη και έξυπνη τρισδιάστατη ψηφιακή προσέγγιση για τη διαχείριση σύνθετων κτιρίων, επιτρέποντας στους ενδιαφερόμενους φορείς με διαφορετικό υπόβαθρο να επικοινωνούν σε ένα κοινό περιβάλλον δεδομένων³⁴ ενώ το ακρωνύμιο BIM αναφέρεται σε τρία διαφορετικά πλαίσια: προϊόν (μοντέλο), διαδικασία (μοντελοποίηση) και πληροφορίες (διαχείριση) τα οποία αναλύονται ως εξής: Ως διαδικασία, είναι η προσέγγιση για τη δημιουργία, τη διαχείριση, την άντληση και την ανταλλαγή πληροφοριών για τη δημιουργία κτιρίων μεταξύ των ενδιαφερομένων, το αποτέλεσμα της διαδικασίας BIM είναι ένα προϊόν BIM που περιλαμβάνει τρισδιάστατες ψηφιακές χωρικές πληροφορίες καθώς και σημασιολογικές

³⁴ (Adazadeh et al., 2019)



πληροφορίες σχετικά με μια κατασκευή³⁵ ενώ τέλος το BIM ως διαχείριση δίνει έμφαση στις πληροφορίες, στη χρήση και επαναχρησιμοποίηση των ψηφιακών πληροφοριών κατασκευής καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου.³⁶

Αναφορικά, ο όρος εμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 70 στα μέσα της δεκαετίας του 80 αλλά επανήλθε περίπου το 2002 από την Autodesk (εταιρία παραγωγής software για μηχανικούς) για να χαρακτηρίσει την λύση που προωθούσε στην κτιριολογική σχεδίαση με την εξαγορά του Revit την ίδια χρονιά. Η χρήση του όρου ήταν τόσο πετυχημένη που και οι υπόλοιποι κατασκευαστές λογισμικού για κτιριολογική σχεδίαση έσπευσαν να τον υιοθετήσουν και για τις δικές τους λύσεις οπότε σύντομα έγινε ορολογία της συγκεκριμένης αγοράς. Σήμερα ο όρος έχει υπερβεί ακόμη και τα όρια αυτά και χρησιμοποιείται να περιγράψει την μέθοδο σχεδίασης και διαχείρισης όχι μόνο για κτιριολογικά αλλά και για έργα οδοποιίας, υδραυλικά, έργα δικτύων κοινής ωφελείας, μεγάλες κατασκευές και γενικότερες υποδομές.



Εικόνα 9: Γνώση BIM (Πηγή 2020 BIM Report' by NBS)

Η ανάπτυξη του BIM ως ευέλικτου εργαλείου έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζουμε, σχεδιάζουμε, κατασκευάζουμε, διαχειριζόμαστε ,ανακυκλώνουμε ένα κτίριο και αξιολογούμε τη συμπεριφορά του κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Ένα σύστημα BIM αποτελείται από διαφορετικά υποσυστήματα που έχουν ως στόχο να επιτρέψουν στους χρήστες να

³⁵ (Adazadeh et al., 2016)

³⁶ (Oldfield et al., 2017).



ενσωματώσουν και να επαναχρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες κτιρίου σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής του κτιρίου από την κατασκευή έως την κατεδάφιση. Το BIM επιτρέπει μια τρισδιάστατη απεικόνιση του κτιρίου, η οποία περιέχει σημαντικές πληροφορίες για τα στοιχεία όπως η γεωμετρία, οι ιδιότητες του υλικού κ.λπ. την ίδια στιγμή που οι παραδοσιακές μέθοδοι στη βιομηχανία αρχιτεκτονικής, εφαρμοσμένης μηχανικής, και κατασκευής (AEC) για την επικοινωνία των συνεργαζόμενων κλάδων και μηχανικών για την ολοκλήρωση της κατασκευής, ήταν δαπανηρές και χρονοβόρες ενώ, υπήρχαν περιπτώσεις όπου τα αποτελέσματα είχαν σφάλματα και υπήρχαν ασυνέπειες στα σχέδια λόγω έλλειψης ζητημάτων διαλειτουργικότητας. Τη ζήτηση επομένως για 3D ψηφιακά δεδομένα στην αστική διοίκηση γης ακολουθούν κλάδοι όπως η Αρχιτεκτονική, η Μηχανική, και Κατασκευές (AEC) που συμμετέχουν στη διαδικασία ανάπτυξης κτιρίων και έχουν επίσης βρεθεί αντιμέτωποι με τους περιορισμούς των 2D σχεδίων όσον αφορά την επικοινωνία πολύπλοκων αρχιτεκτονικών και δομικών πληροφοριών που σχετίζονται με πολυώροφα κτίρια.³⁷ Ως αποτέλεσμα, η Μοντελοποίηση Πληροφοριών Κτιρίων (BIM) έχει αναδειχθεί ως ένα νέο παράδειγμα για τη διευκόλυνση της συνεργασίας μεταξύ των διαφόρων παραγόντων της AEC.³⁸

Η έκθεση BIM για το 2020 περιλαμβάνει:

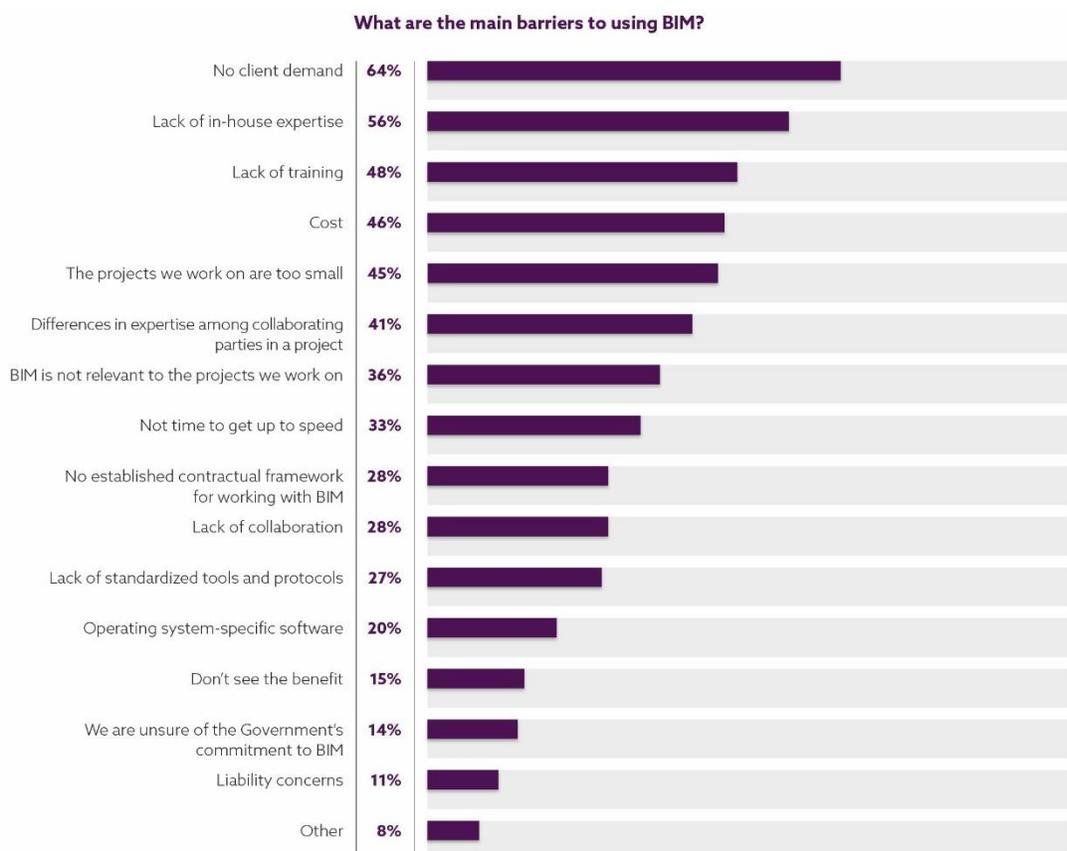
1. Η υιοθέτηση της BIM αυξήθηκε σημαντικά. Το 2011, το 43% των ερωτηθέντων δεν είχε ακούσει για την BIM. Σήμερα, η ευαισθητοποίηση είναι σχεδόν καθολική, με το 73% να χρησιμοποιεί BIM.
2. Τα ίδια οφέλη αναγνωρίζονται με συνέπεια: Βελτιωμένος συντονισμός των πληροφοριών
 - Καλύτερη παραγωγικότητα
 - Μειωμένος κίνδυνος
 - Αυξημένη κερδοφορία
3. Τα πρότυπα BIM ενσωματώνονται
 - Λιγότεροι άνθρωποι βλέπουν BIM ως απλά «3D μοντελοποίηση»
 - Η πλειοψηφία προσεγγίζει την BIM ακολουθώντας είτε τη σειρά προτύπων PAS/BS 1192 είτε BS EN ISO 19650

³⁷ (Eastman et al. 2011)

³⁸ (Isikdag 2015).



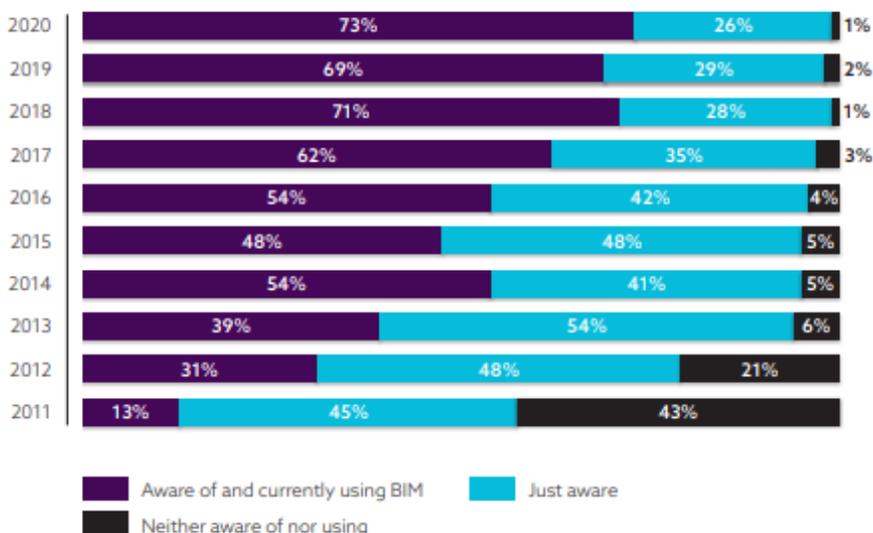
- Πολλοί είναι εξοικειωμένοι και χρησιμοποιούν τα τυποποιημένα έγγραφα και τα καθήκοντα που περιγράφονται σε αυτά τα πρότυπα
4. Τα σημαντικότερα εμπόδια:
 - Η έλλειψη ζήτησης από τους πελάτες είναι το μεγαλύτερο εμπόδιο
 - Οι μικρότερες πρακτικές είναι πιθανότερο να θεωρούν ότι η BIM δεν έχει σημασία για τα έργα τους
 5. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός αλλάζει τον κλάδο
 6. Το υπολογιστικό νέφος, η εικονική πραγματικότητα και άλλες τεχνολογίες υιοθετούνται από επαγγελματίες του κατασκευαστικού τομέα
 7. Οι ερωτηθέντες στην έρευνα αναμένουν ότι αυτά θα μεταμορφώσουν τον κλάδο και τον τρόπο εργασίας τους ³⁹



Εικόνα 12 : Εμπόδια στη χρήση του BIM 2020 BIM Report' by NBS (Πηγή www.viewpoint.com 2020)

³⁹ (www.thenbs.com 2020)

BIM adoption over time



Εικόνα 13: Χρονοδιάγραμμα χρήσης BIM (Πηγή 2020 BIM Report by NBS)

4.2 Διαστάσεις BIM

Η μέθοδος BIM μπορεί να διερευνηθεί σε πολλές διαστάσεις που η καθεμία θέτει και μία διαφορετική οπτική του.⁴⁰ Οι διαστάσεις αυτές αναλύονται παρακάτω :

- 3D BIM: Παραμετρικά δεδομένα σε ένα συλλογικό μοντέλο.
- 4D BIM: 3D BIM+ Χρόνος
- 5D BIM: 4D BIM +Εκτίμηση κόστους.
- 6D BIM: 5D BIM +Ενέργεια
- 7D BIM: 6D BIM +Διαχείριση κατασκευής.⁴¹

⁴⁰ (RICS, 2014)

⁴¹ (Πηγή διπλωμ. εργασία Ανδριανέση 2016)



Όπου:

- ※ **BIM 3D:** Ο κάθε μελετητής συντάσσει ξεχωριστό 3D μοντέλο (αρχιτεκτονικό, στατικό, ηλεκτρολογικό κλπ) στη λογική του αντικειμενοστραφούς σχεδιασμού. Τα μοντέλα αυτά εξάγονται σε διαλειτουργική μορφή (πχ IFC) και ενσωματώνονται σε πλατφόρμα κοινής διαχείρισης. 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.
- ※ **BIM 4D:** Το BIM σε τέσσερις διαστάσεις συνδυάζει τη γεωμετρία με το χρόνο. 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
- ※ **BIM 5D:** Η πέμπτη διάσταση της μεθοδολογίας BIM είναι το κόστος. Κάθε στοιχείο του μοντέλου συνδέεται με το κόστος του και έτσι, έχοντας κατασκευάσει και το χρονοδιάγραμμα της κατασκευής, μπορούν να εντοπιστούν χρονικά τα σημεία της κατασκευής όπου προκύπτουν μεγάλα κόστη.
- ※ **BIM 6D:** 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.
- ※ **BIM 7D:** Η έβδομη διάσταση του BIM θεωρείται η παράδοση στον ιδιοκτήτη ή διαχειριστή, κατά το πέρας του έργου, του μοντέλου εμπλουτισμένου με στοιχεία για το πως υλοποιήθηκε η κατασκευή (as built), εγχειρίδια χρήσης και άλλα λειτουργικά στοιχεία απαραίτητα για τη διαχείριση του έργου μετά την κατασκευή. Έτσι γίνεται η διαχείριση του «κύκλου ζωής» του έργου.

4.3 Επίπεδα ανάπτυξης πληροφορίας

Δύο είναι τα κύρια κριτήρια τα οποία ορίζουν την πρόοδο του μοντέλου κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου.⁴² Το επίπεδο λεπτομέρειας ή ανάπτυξης σχεδιασμού (Level Of Detail or Level Of Development) και η συμμετοχή των μελών της ομάδας του έργου (Level Of Collaboration).

⁴² (RICS,2014).

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. Τα επίπεδα ανάπτυξης σχεδιασμού είναι πέντε όπως φαίνονται στον παρακάτω 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) αντίστοιχα⁴³.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.⁴⁴

Επίπεδα ανάπτυξης σχεδιασμού (LOD)	Στοιχεία που μοντελοποιούνται
100	Γραφική αναπαράσταση στοιχείων μοντέλου με ένα σύμβολο ή 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.

Εικόνα 14: Επίπεδα ανάπτυξης σχεδιασμού (LOD) (Πηγή www.aia.org 2016)

⁴³ (Jaing, 2011 Velasco, 2013)

⁴⁴ (Brewer, 2012).

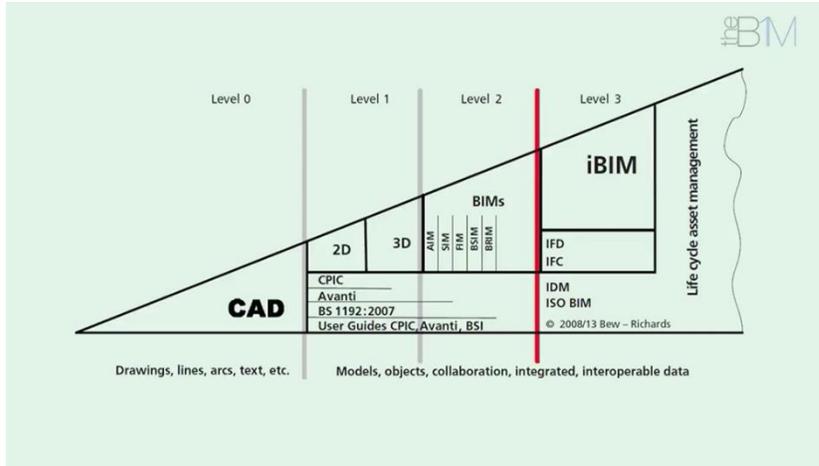


4.4 Επίπεδα Ωριμότητας

Η ωριμότητα των μοντέλων BIM διαρθρώνεται στα 4 παρακάτω επίπεδα:

- **Επίπεδο 0** : Ο σχεδιασμός γίνεται σε 2 διαστάσεις με τις συμβατικές μεθόδους CAD. Τα παραδοτέα και η διανομή γίνεται συνήθως σε χαρτί και δεν υπάρχει διασυνδεσιμότητα μεταξύ αρχείων. Η Ελλάδα ωστόσο θεωρείται ότι βρίσκεται στο επίπεδο 0, διότι κατά κανόνα εφαρμόζεται σχεδιασμός 2 διαστάσεων στις μελέτες, ενώ στην κατασκευή δεν έχουν εισαχθεί τεχνολογίες BIM, τόσο από την πλευρά των κατασκευαστών, όσο και από την πλευρά των επιβλεπόντων ή μηχανισμών ελέγχου (δημοσίων και ιδιωτικών). Αυτό μειώνει δραστικά την αποδοτικότητα και την ανταγωνιστικότητα σε διεθνές επίπεδο.
- **Επίπεδο 1**: Αποτελεί έναν συνδυασμό 2-d και 3-d σχεδιασμού. Τα σχέδια αρχικά παράγονται σε 3-d μορφή αλλά τελικά εξάγονται τα παραδοτέα και η έγκριση σε μορφή 2-d.
- **Επίπεδο 2**: Στο επίπεδο αυτό μπορεί να επιτευχθεί πλέον συνεργασία, δηλαδή όλοι οι συντελεστές αναπτύσσουν υποχρεωτικά αυτόνομα 3d CAD μοντέλα, χωρίς όμως να δουλεύουν σε ένα κοινό μοντέλο. Οι πληροφορίες που αφορούν το κάθε κομμάτι του σχεδιασμού του έργου εξάγονται και διαμοιράζονται σε ένα κοινό τύπο αρχείου, διευκολύνοντας έτσι τον κάθε οργανισμό να συνδυάσει τις πληροφορίες του δικού του μοντέλου με των υπολοίπων. Έτσι δημιουργείται ουσιαστικά ένα "ομοσπονδιακό" συνολικό μοντέλο BIM αλλά το κάθε υπό-μοντέλο ποτέ δεν χάνει την αυτονομία και την ταυτότητά του διευκολύνοντας περισσότερο το διαμοιρασμό της πληροφορίας παρά την ενοποίησή της.
- **Επίπεδο 3**: Στο επίπεδο αυτό όλα τα επιμέρους μοντέλα ενοποιούνται σε ένα ενιαίο μοντέλο το Πληροφοριακό Μοντέλο Έργου το οποίο αποθηκεύεται σε διαδικτυακή κεντρική πλατφόρμα (centralized repository), και είναι προσβάσιμο από κάθε συντελεστή του έργου. Επιτυγχάνεται έτσι τέλεια συνεργασία μεταξύ των κλάδων που αφορούν το έργο. Αποτελεί μια φιλόδοξη προσπάθεια καθώς το επίπεδο αυτό δεν έχει ως τώρα υλοποιηθεί. Συνδυάζει τις διαστάσεις κατασκευής (4D), κόστος (5D) και πληροφορίες κύκλου ζωής έργου (6D). Αναφέρεται ως «iBIM» (ολοκληρωμένο BIM) και αποσκοπεί στην επίτευξη καλύτερων επιχειρηματικών αποτελεσμάτων.⁴⁵

⁴⁵(Πηγή διπλωμ. εργασία Α. Νασίκα 2016 + www.campus.tekla.com 2020)

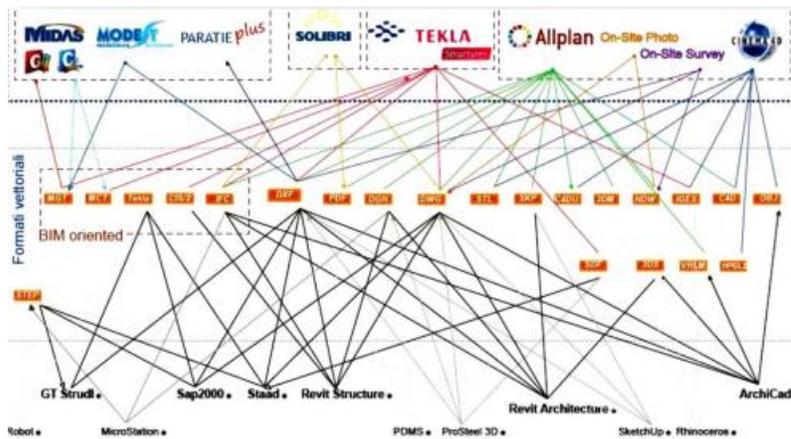


Εικόνα 15 : BIM level of maturity (Πηγή <https://www.theb1m.com/video/bim-maturity-easy-as-1-2-3-2020>)

4.5 Διαλειτουργικότητα

Διαλειτουργικότητα γενικά ορίζεται ως η δυνατότητα ενός προϊόντος ή συστήματος του οποίου οι διεπαφές είναι πλήρως δημόσια τεκμηριωμένες να συνδέεται και να λειτουργεί με άλλα προϊόντα ή συστήματα, χωρίς περιορισμούς στην πρόσβασή τους ή φραγμούς στην υλοποίηση.⁴⁶

Η ανταλλαγή κτηριακών μοντέλων όμως δεν είναι μία απλή διαδικασία, καθώς οι πληροφορίες που τα συγκροτούν δεν είναι μόνο γεωμετρικές αλλά και περιγραφικές.^{47]}



Εικόνα 16 : Μη λειτουργική επικοινωνία μοντέλων (Πηγή διπλ. εργασία Ανδριανέση 2016 , Βολραγνι 2013)

⁴⁶ (Wikipedia)

⁴⁷ (Βολραγνι, 2013)



Σε σχέση με το BIM, η Διαλειτουργικότητα αφορά την ανταλλαγή πληροφοριών ώστε να είναι αναγνώσιμες από μηχανές και να διευκολύνουν την επικοινωνία και τη συνεργασία. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να επιτρέπεται και να διευκολύνεται η συνεργασία μεταξύ επαγγελματιών από διαφορετικούς τομείς στον κατασκευαστικό κλάδο καθώς γίνεται οικονομία χρόνου, κόστους και κόπου. Χωρίς πλήρη διαλειτουργικότητα δεν μπορεί να αναμένεται κανένα όφελος για την αποδοτικότητα της συνεργασίας κανενός είδους έργου. Εκτός από την ικανότητα ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ δύο ή περισσότερων συστημάτων πληροφορικής, ο όρος περιλαμβάνει και τη «σημασιολογική» πλευρά του, που αφορά στην δυνατότητα αυτόματης μετάφρασης των πληροφοριών που ανταλλάσσονται, ώστε να παράγονται χρήσιμα αποτελέσματα ενώ για να επιτευχθεί αυτή η σημασιολογική διαλειτουργικότητα, και οι δύο πλευρές πρέπει να αναφέρονται σε ένα κοινό μοντέλο αναφοράς ανταλλαγής πληροφοριών. Σύμφωνα με μελέτη που πραγματοποιήθηκε από το National Institute of Standards and Technology (NIST) το επιπλέον κόστος που οφείλεται στην έλλειψη επικοινωνίας και συνεργασίας όσον αφορά τα τεχνικά έργα είναι πολύ σημαντικό. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η ανεπαρκής διαλειτουργικότητα ευθύνεται για μία αύξηση του κόστους κατασκευής κατά 6,12\$ για κάθε τετραγωνικό μέτρο καινούριας κατασκευής και 0,32 \$ για κάθε τετραγωνικό μέτρο σε εργασίες λειτουργίας και συντήρησης⁴⁸

Για να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα διαλειτουργικότητας δεδομένων κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου, έχουν αναπτυχθεί ανοικτά περιβάλλοντα BIM (OPEN BIM) για να καταστεί δυνατή μια καθολική προσέγγιση ανταλλαγής δεδομένων για το συνεργατικό σχεδιασμό, την κατασκευή και τη διαχείριση με βάση ανοικτές διαδικασίες ροής εργασίας. Ένα ανοικτό περιβάλλον BIM επιτρέπει σε διάφορους παράγοντες της AEC να μοιράζονται και να ανταλλάσσουν τα δεδομένα τους ανεξάρτητα της πλατφόρμας που χρησιμοποιούν οι μηχανικοί μιας εταιρίας που έχει αναλάβει πχ την κατασκευή του έργου. Το περιβάλλον αυτό παρέχει μια κοινή γλώσσα για ένα ευρύ φάσμα διαδικασιών, παρέχοντας μια διαφανή προσέγγιση.

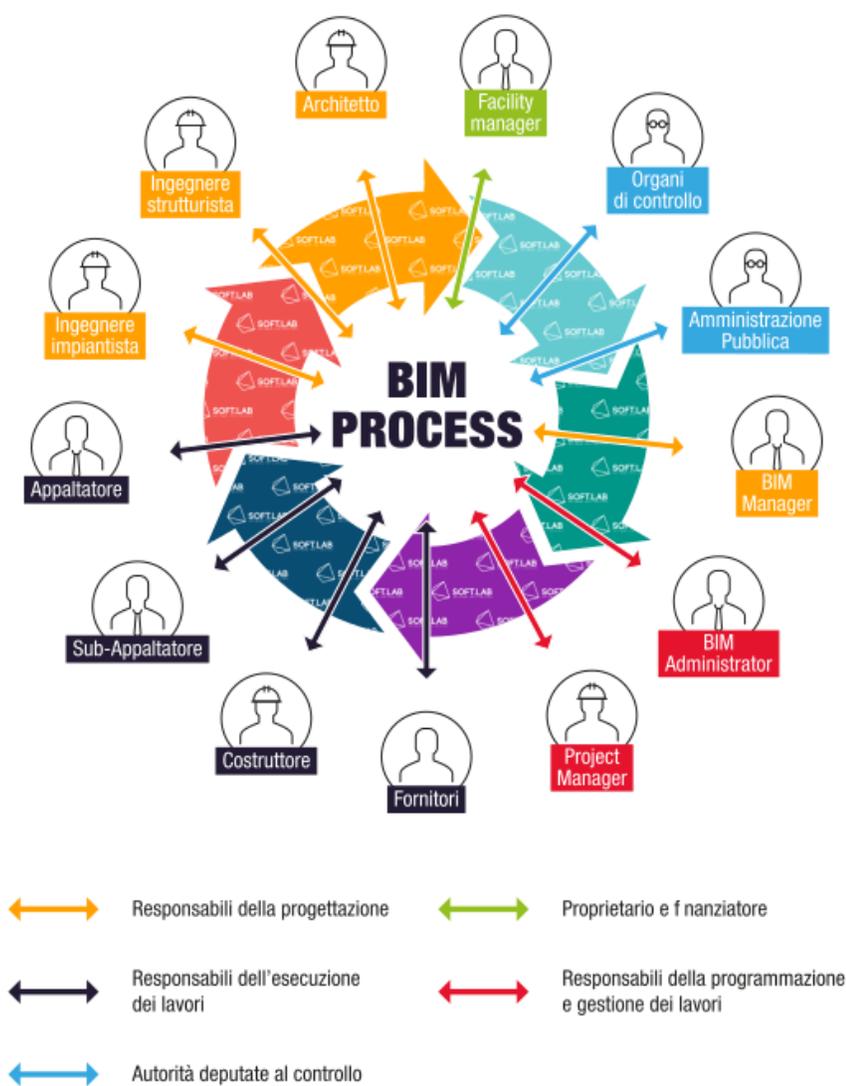
Το BuildingSMART είναι ένας διεθνής οργανισμός ο οποίος έχει σκοπό να προάγει την διαλειτουργικότητα μέσω της ανάπτυξης συγκεκριμένων προτύπων. Ο οργανισμός BuildingSMART έχει αναπτύξει πέντε βασικά πρότυπα για τη δημιουργία ανοικτών περιβαλλόντων BIM στον κλάδο AEC.⁴⁹ Αυτά τα πρότυπα είναι: Delivery Manual (IDM), Model View Definition (MVD), International Framework for Dictionaries (IFD), BIM Collaboration Format (BCF), and Industry Foundation Classes (IFC). Μεταξύ αυτών των προτύπων, το πρότυπο IFC στηρίζει την ανταλλαγή δεδομένων σε **ολόκληρο** τον κύκλο ζωής του έργου. Για να είναι εφικτή η ανταλλαγή πληροφορίας που δημιουργείται από διαφορετικά γραφεία, με λογισμικά διαφορετικών κατασκευαστών, υιοθετήθηκε αυτό το διεθνές πρότυπο γνωστό ως IFC (ISO PAS 16739:2005, Industry Foundation

⁴⁸ (Διπλωμ. Εργασία Α. Νασικά 2016)

⁴⁹ (BuildingSMART 2017)



Classes), το οποίο καθορίζει τον τρόπο κωδικοποίησης όλων των πληροφοριών που αποθηκεύονται σε ένα αντικείμενο BIM. Αυτό το πρότυπο είναι ένα ανοικτό μοντέλο δεδομένων BIM που περιλαμβάνει φυσικές, χωρικές και σημασιολογικές οντότητες που περιγράφουν ολόκληρο τον κύκλο ζωής των κτιρίων. Παρακάτω παρουσιάζεται πιο αναλυτικά. Με αυτό τον τρόπο, οι διάφοροι συντελεστές ενός έργου, εφόσον χρησιμοποιούν ένα λογισμικό συμβατό με το πρότυπο IFC (όπως τα λογισμικά Revit και Navisworks που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία), έχουν πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες του



Εικόνα 17 Διαλειτουργικότητα (Πηγή www.subpng.com)



Open Standards for BIM



Εικόνα 18 : Ανοιχτά πρότυπα BIM (Πηγή www.theengineeringcommunity.org 2020)



5. Τρισδιάστατη διαχείριση αστικής γης και BIM

Η παραγωγική αύξηση των τρισδιάστατων μοντέλων που περιγράφουν τη φυσική πραγματικότητα του κόσμου μας παρέχει μια καλή ευκαιρία για τα κτηματολογικά συστήματα να στραφούν από 2D σε 3D περιβάλλοντα πληροφοριών.⁵⁰ Τα συστήματα κτηματογράφησης με δυνατότητα 3D θα παρείχαν έναν αποτελεσματικό μηχανισμό για τη διάδοση κτηματολογικών πληροφοριών που σχετίζονται με πολύπλοκες καταστάσεις, αντιμετωπίζοντας τις νομικές και φυσικές επιπλοκές σε αστικά δομημένα περιβάλλοντα.⁵¹

Ένα πρόγραμμα και ευρύτερα ένα περιβάλλον BIM έχει τη δυνατότητα να προωθήσει τα συστήματα διαχείρισης γης στις αστικές περιοχές, δεδομένου ότι συλλαμβάνει τα τρισδιάστατα ψηφιακά στοιχεία που συνδέονται με το προγραμματισμένο και πραγματικά χτισμένο περιβάλλον. 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.⁵² Ως ένα πλούσιο 3D ψηφιακό περιβάλλον των κτιρίων, τα BIM μοντέλα μπορούν να παρέχουν μια σημαντική συμβολή δεδομένων στις πρακτικές αστικής διαχείρισης γης. Ωστόσο, τα μοντέλα αυτά επί του παρόντος δεν εμπλέκουν άμεσα νομικές πληροφορίες που σχετίζονται με την ιδιοκτησία των δομημένων περιουσιακών στοιχείων.⁵³ Αυτό σημαίνει πως δεν υπάρχει αλληλοσύνδεση μεταξύ του περιβάλλοντος BIM και των συστημάτων διαχείρισης γης της κάθε δικαιοδοσίας σε όλο τον κόσμο. Ενώ το BIM θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παροχή της γεωμετρίας για ένα τρισδιάστατο κτηματολόγιο, οι ίδιοι οι χώροι αυτοί καθ' αυτοί μπορεί να είναι διαφορετικοί από εκείνους που ορίζονται από το BIM. Ενώ τα BIMs λειτουργούν με πολύπλοκους φυσικούς χώρους, για παράδειγμα τα δωμάτια, οι τοίχοι και τα δάπεδα ενός κτιρίου, ο νομικός χώρος αφορά ένα μόνο χώρο για μία ιδιοκτησία. Αυτός ο νέος νομικός χώρος μπορεί να αναπαριστάτε σε όλα τα ανοικτά μοντέλα ανταλλαγής BIM.

Η ενσωμάτωση των νομικών στοιχείων στο περιβάλλον της BIM αποτελεί ένα τόσο σημαντικό κομμάτι στον τομέα του τρισδιάστατου κτηματολογίου, αφού παρέχει μια εφικτή λύση για την αντιμετώπιση των υφιστάμενων χωρικών και επικοινωνιακών προβλημάτων στη διοίκηση αστικών γαιών.⁵⁴ Τα μοντέλα BIM μπορούν δυναμικά να προσθέσουν αξία στις τρέχουσες

⁵⁰ (Li, L.; Wu, J.; Zhu, H.; Duan, X.; Luo, F. et al., 2016)

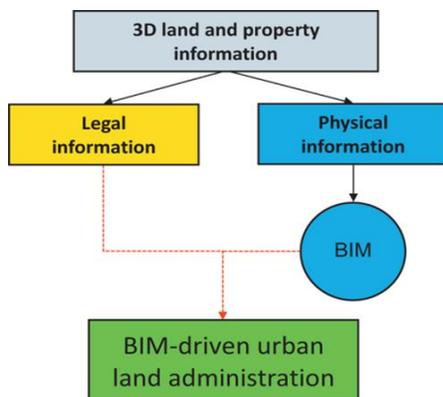
⁵¹ (Biljecki, F.; Ledoux, H.; Stoter, J. et al., 2016)

⁵² (Isikdag & Zlatanova, 2009)

⁵³ (Atazadeh et al. 2017)

⁵⁴ (Atazadeh et al. 2016· Kalantari et. al. 2017)

Διαδικασίες εγγραφής και απεικόνισης νομικών πληροφοριών μέσα σε σύνθετες πολυώροφες κατασκευές.



Εικόνα 19 : Ρόλος BIM στην διαχείριση γης (Πηγή BIM and Land Administration Abbas Rajabifard, Behnam Atazadeh, and Mohsen Kalantari 2019)

5.1 Πρότυπα

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 (ISOLADM 19152 2012). 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.⁵⁵ 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.⁵⁶

⁵⁵ (Διπλωμ. εργασία Ανδιανέση 2016)

⁵⁶ (Ying,2012).



5.1.1 Πρότυπο Industry Foundation Classes (IFC)

Το πρότυπο IFC είναι ένα διεθνές και ανοικτό μοντέλο ανταλλαγής πληροφοριών για φυσικά αντικείμενα που ορίζονται στα μοντέλα 3D BIM στους τομείς της αρχιτεκτονικής, της Μηχανικής και Κατασκευών (AEC). Το πρότυπο IFC αποτελείται από αρκετές εκατοντάδες οντότητες που παρέχουν μια πλούσια άποψη για τις φυσικές πτυχές των κτιρίων. Ειδικότερα, η υποκατηγορία που αναφέρεται στα διαμοιρασμένα συστατικά κτιρίων, περιλαμβάνει τα σημαντικότερα φυσικά στοιχεία για το δομικό σχεδιασμό των κτιρίων.

Σε γενικές γραμμές, το IFC (Industry Foundation Classes) είναι μια τυποποιημένη, ψηφιακή περιγραφή του περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύσσεται μια δομική κατασκευή, συμπεριλαμβανομένων των κτιρίων και όλων των άλλων υποδομών. Το πρότυπο Industry Foundation Classes (IFC) είναι το ανοικτό μοντέλο δεδομένων για την ανταλλαγή μοντέλων BIM σε πολλαπλές πλατφόρμες BIM και έχει αναπτυχθεί για την προώθηση της **διαλειτουργικότητας** σε όλη τη διαδικασία ανάπτυξης περιουσιακών στοιχείων (ISO16739 2013). Αναπτύχθηκε από την BuildingSMART και επιτρέπει σε διαφορετικά BIM εργαλεία να επικοινωνούν μεταξύ τους, με σκοπό να ανταλλάσσουν δεδομένα χρησιμοποιώντας μια κοινή βάση. Το πρότυπο Industry Foundation Classes (IFC) είναι ένα αντικειμενοστραφή μοντέλο δεδομένων που περιλαμβάνει ένα πλήρες σύνολο οντοτήτων που περιγράφουν γεωμετρικές και σημασιολογικές πτυχές ενός ενσωματωμένου στοιχείου καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Αυτό το πρότυπο χρησιμοποιεί συνήθως μια ιεραρχική χωρική δομή για την αποθήκευση πληροφοριών κτηρίου. Ως αποτέλεσμα, τα μοντέλα BIM σε μορφή IFC μπορούν να αποσυντεθούν σε διαχειρίσιμα υποσύνολα, όπως κτίρια, τοποθεσίες, ιστορίες, χώρους και στοιχεία κτηρίου μέσα σε ιστορίες⁵⁷ ενώ μια εκτεταμένη έκδοση του προτύπου IFC μπορεί να παράσχει μια αξιόπιστη βάση για την ανάπτυξη και την εφαρμογή μιας ψηφιακής αστικής διαχείρισης γης με γνώμονα το BIM.

Συγκεκριμένα, το IFC είναι ένα τυποποιημένο μοντέλο δεδομένων που κωδικοποιεί, με λογικό και αναγνωρίσιμο τρόπο:

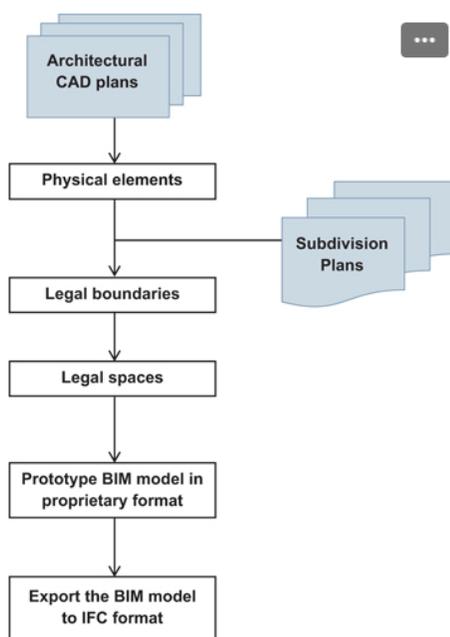
- Την ταυτότητα και τη σημασιολογία των αντικειμένων (όνομα, αναγνώσιμο μοναδικό αναγνωριστικό, τύπο αντικειμένου ή λειτουργία, κ.α.)
- Τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες των αντικειμένων (όπως υλικό, χρώμα και θερμικές ιδιότητες, κ.α.)
- Τις σχέσεις των αντικειμένων (συμπεριλαμβανομένων τοποθεσιών, συνδέσεων και ιδιοκτησίας, κ.α.)

⁵⁷ (Liebich 2009)



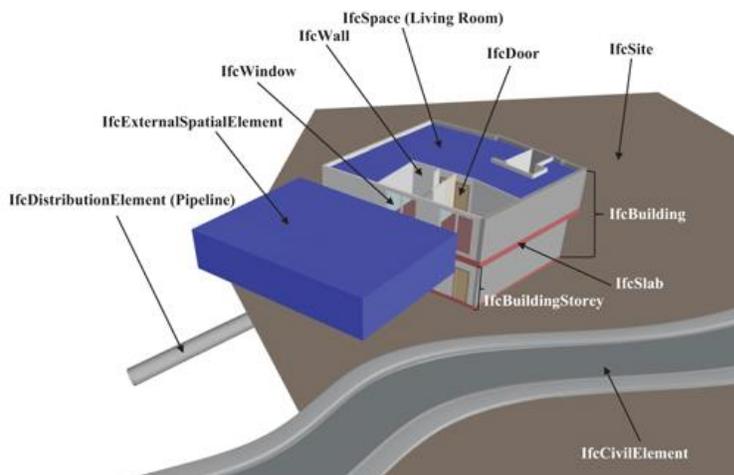
- Τον τύπο των αντικειμένων (στήλες, πλάκες, κ.α.)
- Αφηρημένες έννοιες (απόδοση, κοστολόγηση)
- Διαδικασίες (εγκατάσταση, λειτουργίες, κ.α.)
- Ανθρώπους (ιδιοκτήτες, σχεδιαστές, εργολάβοι, προμηθευτές, κ.α.)

Τα δεδομένα του IFC μπορούν να κωδικοποιηθούν σε διάφορες μορφές, όπως XML, JSON και STEP και να μεταφερθούν εύκολα μέσω υπηρεσιών διαδικτύου, να εισαχθούν και να εξαχθούν σε άλλες συμβατές μορφές αρχείων και να διαχειρίζονται από κεντρικές ή διασυνδεδεμένες βάσεις δεδομένων. Η δυναμική αξία του BIM και ιδίως του μοντέλου δεδομένων IFC αποτέλεσε επίκεντρο διαφόρων ερευνών στον τομέα της διαχείρισης γης από το 2010 ⁵⁸ παρουσιάζοντας τα διάφορα επίπεδα χρήσης BIM για την ενίσχυση των λειτουργιών διοίκησης γης, το φλέγον ζήτημα που απασχόλησε την επιστημονική κοινότητα και ευρήματα του οποίου παρουσιάζονται παρακάτω, ήταν με **ποιόν ακριβώς τρόπο** το πρότυπο IFC μπορεί να επεκταθεί για να φιλοξενήσει νομικές πληροφορίες, οι οποίες διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην υιοθέτηση BIM για σκοπούς αστικής διαχείρισης γης.



Εικόνα 20 : Πορεία εξαγωγής πληροφοριών BIM ((Πηγή BIM and Land Administration Abbas Rajabifard, Behnam Atazadeh, and Mohsen Kalantari 2019)

⁵⁸ (Clemen και Gründig 2006· El-Mekawy και Östman 2012· Isikdag et al. 2015)



Εικόνα 21: Περιγραφή φυσικών αντικειμένων μέσα από τις οντότητες του IFC (Πηγή BIM and Land Administration Abbas Rajabifard, Behnam Atazadeh, and Mohsen Kalantari 2019)

5.1.2 Πρότυπο CityGML

Εκτός από την IFC, υπάρχουν και άλλα μοντέλα δεδομένων 3D που αναπτύχθηκαν για την ανταλλαγή τρισδιάστατων χωρικών πληροφοριών. Παραδείγματα πρότυπων που περιλαμβάνουν τη δομημένη γεωμετρία καθώς επίσης και την περιεκτική σημασιολογία είναι το **CityGML** μαζί με το IFC (Kolbe 2012). Τα πρότυπα IFC και CityGML δεν είναι μόνο πρότυπα για την ανταλλαγή δεδομένων 3D, αλλά καθορίζουν επίσης τα μοντέλα χωρικών δεδομένων για τομείς BIM και 3D GIS, αντίστοιχα.

Στον τομέα των συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), το πρότυπο CityGML είναι ευρέως γνωστό για τη διαλειτουργική ανταλλαγή τρισδιάστατων γεωχωρικών δεδομένων που περιγράφουν το αστικό δομημένο περιβάλλον.⁵⁹ Το CityGML ορίζεται ως ένα κοινό μοντέλο σημασιολογικής πληροφορίας που αντιπροσωπεύει τα τρισδιάστατα αντικείμενα στο γεωχωρικό περιβάλλον και μπορεί να μοιραστεί από διαφορετικές εφαρμογές. Αποσκοπεί στη διάρθρωση των πληροφοριών σχετικά με τις πόλεις και τα συμφραζόμενα χαρακτηριστικά στο σύνολό τους.⁶⁰

Επίσης, τα τελευταία χρόνια, η ανάγκη εισαγωγής σημασιολογικών χαρακτηριστικών στα 3D μοντέλα πόλης έχει γίνει κοινά αποδεκτή.⁶¹ Ο σημασιολογικός εμπλουτισμός θεωρείται ιδιαίτερα

⁵⁹ (Gröger και Plümer 2012)

⁶⁰ (Lapierre, A.; Cote, P et. el. 2008)

⁶¹ (Zhu et al., 2011)



σημαντικός, λόγω της σύνθετης και πολλαπλής χρήσης του χώρου μέσα στο πολυδιάστατο αστικό περιβάλλον, ενώ η σημασιολογική μοντελοποίηση των πόλεων προϋποθέτει κατάλληλα δεδομένα.⁶² Η σημασιολογική μοντελοποίηση, μαζί με τη 3D γεωμετρία και τοπολογία των αντικειμένων της πραγματικότητας, δύναται να υλοποιηθεί μέσω του ανοικτού προτύπου CityGML, το οποίο συνιστά το πρώτο 3D σημασιολογικό μοντέλο, που όχι μόνο οπτικοποιεί τη μορφή και τη εμφάνιση των μοντέλων πόλης, αλλά αντιμετωπίζει ιδιαίτερα τη σημασιολογία των αντικειμένων και την απεικόνιση των θεματικών ιδιοτήτων, των ταξινομήσεων και των συγκεντρώσεών τους.⁶³ Αυτό το τρισδιάστατο γεωχωρικό πρότυπο λοιπόν, στοχεύει στον καθορισμό μιας οντολογίας αναφοράς για τη μοντελοποίηση των βασικών οντοτήτων, χαρακτηριστικών και χωρικών σχέσεων που απαιτούνται σε ένα τρισδιάστατο μοντέλο αστικών πληροφοριών. Με άλλα λόγια, αυτό το πρότυπο ορίζει τοπολογικές, γεωμετρικές και σημασιολογικές ιδιότητες οι οποίες έχουν σχέση με τα τρισδιάστατα αστικά αντικείμενα.

Δύο βασικά μοντέλα στηρίζουν το μοντέλο χωρικών δεδομένων CityGML: ένα γεωμετρικό μοντέλο και ένα θεματικό μοντέλο.⁶⁴ Το γεωμετρικό μοντέλο παρέχει γεωμετρικές και τοπολογικές πτυχές των τρισδιάστατων αστικών αντικειμένων σε ένα συνεπές και ομοιογενές πλαίσιο. Το θεματικό μοντέλο αναθέτει το γεωμετρικό μοντέλο σε διάφορα θεματικά αστικά αντικείμενα όπως κτίρια, γέφυρες, βλάστηση, χρήση γης, υδάτινα σώματα, εγκαταστάσεις μεταφοράς, και ούτω καθεξής.

Παρόλα αυτά, δυο είναι οι βασικές ανησυχίες που συνδέονται με τη 3D μοντελοποίηση και τη σημασιολογική ενσωμάτωση, ειδικά για εφαρμογές 3D μοντέλων πόλης: α) ποιες είναι οι βέλτιστες σημασιολογικές απεικονίσεις μέσα σε ένα συνολικό μοντέλο πόλης ή σε μοντέλα ξεχωριστών κτηρίων και σε τί επίπεδο, και β) τί είδους σημασιολογική πληροφορία απαιτείται για την ικανοποιητική απεικόνιση των διαφόρων εννοιών των 3D μοντέλων πόλης⁶⁵. Στα 3D μοντέλα πόλεων χρησιμοποιούνται διάφοροι όροι όπως: «Κυβερνόπολη» (Cybertown), «Εικονική Πόλη» (Virtual City), ή «Ψηφιακή Πόλη» (Digital City). Τα 3D μοντέλα πόλεων είναι, ουσιαστικά, ψηφιακά μοντέλα που περιλαμβάνουν τη γραφική απεικόνιση των κτηρίων και άλλων αντικειμένων σε 2D ή 3D.⁶⁶ Τρεις είναι οι βασικές γεωχωρικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία εικονικών 3D μοντέλων πόλεων. Στην πρώτη χρησιμοποιούνται συμβατικές τεχνικές όπως δεδομένα από Διανυσματικούς Χάρτες (Vector Map data), Ψηφιακά Μοντέλα Υψομέτρων (DEM), Αεροφωτογραφίες, η δεύτερη βασίζεται σε υψηλής ανάλυσης δορυφορικές εικόνες με LASER

⁶² (Gröger & Plümer, 2012)

⁶³ (Kolbe, 2009)

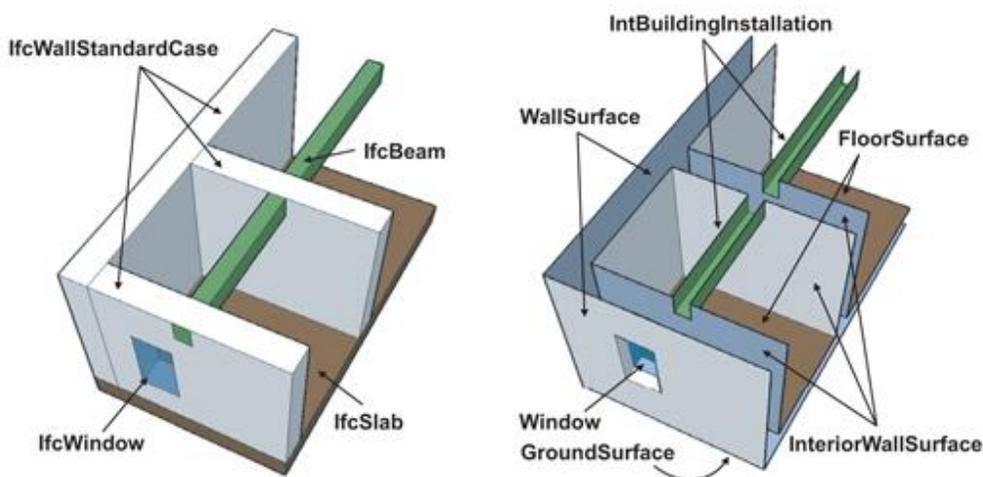
⁶⁴ (Kolbe, Gröger και Plümer 2005)

⁶⁵ (Dimopoulou et al, 2015)

⁶⁶ (Singh et al, 2013)

scanning, ενώ στην τρίτη χρησιμοποιούνται επίγειες εικόνες με χρήση Φωτογραμμετρίας (Close Range φωτογραμμετρίας) με Ψηφιακά Μοντέλα Επιφανείας (DSM) και χαρτογράφηση υφής.

Αν και τόσο η IFC όσο και η CityGML μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μοντελοποίηση των χωρικών και σημασιολογικών στοιχείων των κτιρίων, διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνουν σημασιολογικά το δομημένο περιβάλλον.⁶⁷. Το επίκεντρο της IFC είναι στο σχεδιασμό και την κατασκευή των πτυχών των κτιρίων, όπως τοίχους, οροφές, δοκάρια, και πλάκες. Τα μοντέλα IFC χρησιμοποιούν συνήθως μια παραμετρική προσέγγιση μοντελοποίησης για την κατασκευή τρισδιάστατων χωρικών αντικειμένων. Επομένως, ολόκληρο το στοιχείο δόμησης εκχωρείται σημασιολογικά σε μία οντότητα (όπως το IfcWall για ένα στοιχείο τοίχου). Αντίθετα, το CityGML ορίζει μια παρατήρηση των δομικών στοιχείων και τα χαρακτηριστικά του κτιρίου διαμορφώνονται με βάση τις παρατηρήσιμες επιφάνειες τους.⁶⁸ Επομένως, αντιστοιχίζονται διαφορετικές σημασιολογικές οντότητες για παρατηρήσιμες επιφάνειες ενός στοιχείου κτιρίου. Για παράδειγμα, οι "WallSurface" και "InteriorWallSurface" χρησιμοποιούνται αντίστοιχα για τη σημασιολογική μοντελοποίηση εξωτερικών και εσωτερικών επιφανειών ενός στοιχείου τοίχου.



Εικόνα 22: Σημασιολογική πληροφορία στοιχείου κτηρίου μέσω IFC(δεξιά) CityGML (αριστερά) (Πηγή BIM and Land Administration Abbas Rajabifard, Behnam Atazadeh, and Mohsen Kalantari 2019)

⁶⁷ (Gröger και Plümer 2012)

⁶⁸ (Nagel, Stadler και Kolbe 2009)



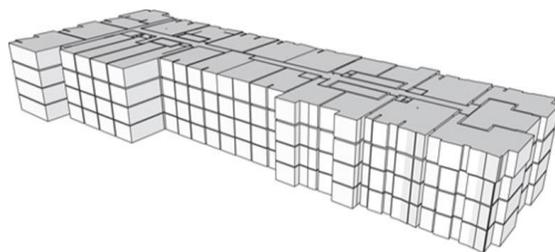
5.1.3 Πρότυπο LADM

Αναφέραμε πιο πάνω δύο τύπους τρισδιάστατων χωρικών δεδομένων, δηλαδή τρισδιάστατα νομικά αντικείμενα και τρισδιάστατα φυσικά αντικείμενα. Σχετικά με τα νομικά μοντέλα, που μας αφορούν περισσότερο στην διαδικασία της διαχείρισης γης, το LADM και το ePlan, θεωρούνται ως τα πιο εξέχοντα πρότυπα. Το LADM είναι ένα ευρέως αποδεκτό διεθνές πρότυπο για την ανταλλαγή πληροφοριών και την επικοινωνία στον τομέα της διοίκησης γης (ISO19152 2012). Το πρότυπο αυτό παρέχει τη γενική έννοια της «Χωρικής Μονάδας» για τη μοντελοποίηση 2D αγροτεμαχίων και 3D νομικών χώρων. Επί του παρόντος, το Μοντέλο Τομέα Διαχείρισης Γης (LADM) παρέχει μια διεθνώς αποδεκτή και πρότυπη προσέγγιση για τη διάρθρωση των νομικών σχέσεων μεταξύ των ενδιαφερόμενων και της γης ή της περιουσία τους. Το LADM παρέχει μια επίσημη δομή δεδομένων για τη διαχείριση νομικών πληροφοριών στα τρέχοντα συστήματα διαχείρισης γης. Το πρότυπο αυτό θα μπορούσε να επιτρέψει σε διάφορες δικαιοδοσίες να μεταχειρίζονται νομικές πληροφορίες μεταξύ τους σε μια κοινή γλώσσα αποτελώντας ένα εννοιολογικό μοντέλο που μπορεί να εφαρμοστεί με διάφορους τρόπους ανάλογα με τις ανάγκες της εκάστοτε δικαιοδοσίας. Ενώ BIM διαμορφώνει τη φυσική υποδομή, το μοντέλο τομέα διαχείρισης εδάφους (LADM) δουλεύει από την άποψη των νομικών χώρων. Επικεντρώνεται στα «δικαιώματα, τις ευθύνες και τους περιορισμούς που επηρεάζουν τη γη ή το νερό και τα γεωμετρικά συστατικά της γης αυτή» (Lemme 2015). Το LADM ISO 19152 είναι ένα ανοικτό πρότυπο που έχει υιοθετηθεί από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO). Το LADM είναι ένα εννοιολογικό ή πληροφοριακό μοντέλο, αλλά δεν προσδιορίζει τα προϊόντα δεδομένων. Δηλαδή πρόκειται για «περιγραφικό πρότυπο» και όχι για «κανονιστικό πρότυπο».⁶⁹ Μέρος της έρευνας για εξαγωγή δεδομένων από το BIM για χρήση στο 3D κτηματολόγιο είναι η αντιστοίχιση των πληροφοριών από το μοντέλο IFC στο LADM.

Οι κλάσεις IFC μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν εικονικούς χώρους (εκτός από τους φυσικούς χώρους). Ενώ ο φυσικός χώρος μπορεί να είναι ένα δωμάτιο, ένας εικονικός χώρος μπορεί να είναι μια συλλογή από δωμάτια ομαδοποιημένα για συγκεκριμένο σκοπό, όπως η ενεργειακή ανάλυση.⁷⁰ Ο νομικός χώρος είναι αρκετά παρόμοιος με ένα εικονικό χώρο. Έτσι χρησιμοποιώντας τους εικονικούς χώρους και τις ζώνες από το IFC, είναι ένας τρόπος για να επεξηγήσουμε τους εικονικούς νομικούς χώρους για το κτηματολόγιο μέσα στο περιβάλλον BIM.

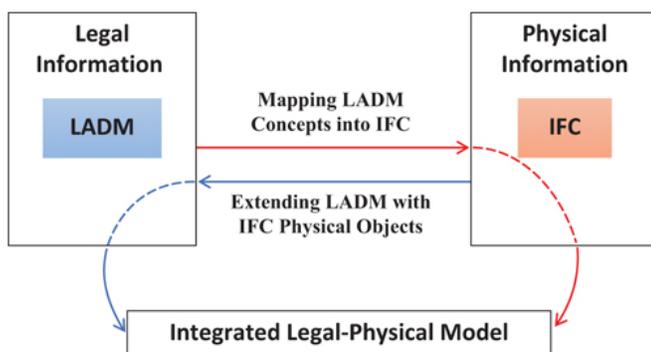
⁶⁹ (Lemlen κ.λπ., 2015).

⁷⁰ (Weise 2009)



Εικόνα 23: 3D νόμιμοι χώροι των μονάδων ιδιοκτησίας μέσα σε ένα πολυώροφο κτίριο. (Πηγή BIM and Land Administration Abbas Rajabifard, Behnam Atazadeh, and Mohsen Kalantari 2019)

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, έχει διερευνηθεί με πολλούς τρόπους πως τα τρισδιάστατα μοντέλα δεδομένων μπορούν να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις και τους περιορισμούς των παραδοσιακών 2D κτηματολογικών σχεδίων, για την κατανόηση των πολύπλοκων γεωμετρικών RRR ιδιοκτησίας.⁷¹ Μεταξύ των μοντέλων 3D, η μοντελοποίηση πληροφοριών κτιρίων σε περιβάλλον BIM έχει θεωρηθεί ως μια εφικτή προσέγγιση. Το BIM προσφέρει μια κοινή πηγή γνώσης για το κτίριο, συμπεριλαμβανομένης κάθε γεωμετρικής, λειτουργικής και σημασιολογικής πληροφορίας.⁷² Εφαρμόζεται ευρέως στη διαχείριση εγκαταστάσεων ως αποθετήριο πληροφοριών για την υποστήριξη πρακτικών διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του κτιρίου.⁷³ Καθώς διερευνάτε η ικανότητα του BIM να αντιμετωπίσει τις πληροφορίες ιδιοκτησίας RRR, μια λύση, ανατρέχοντας τις πρόσφατες δημοσιεύσεις, είναι η επέκταση της δομής δεδομένων ifc, η οποία αποτελεί ανοικτό πρότυπο του μοντέλου ανταλλαγής δεδομένων BIM, ώστε να εξυπηρετεί τις πληροφορίες που έχουν προσδιοριστεί στο περιβάλλον BIM (ISO16739, 2013).



Εικόνα 24: Πρόταση επέκτασης για δημιουργία μοντέλου που στηρίζεται σε ladm & ifc (Πηγή BIM and Land Administration Abbas Rajabifard, Behnam Atazadeh, and Mohsen Kalantari 2019)

⁷¹ (Janecka & Karki, 2016)

⁷² (NBIMS, 2015)

⁷³ (BecerikGerber, Jazizadeh, Li, & Calis, 2011)



5.2 Πλεονεκτήματα και προκλήσεις του BIM στην διαχείριση γης

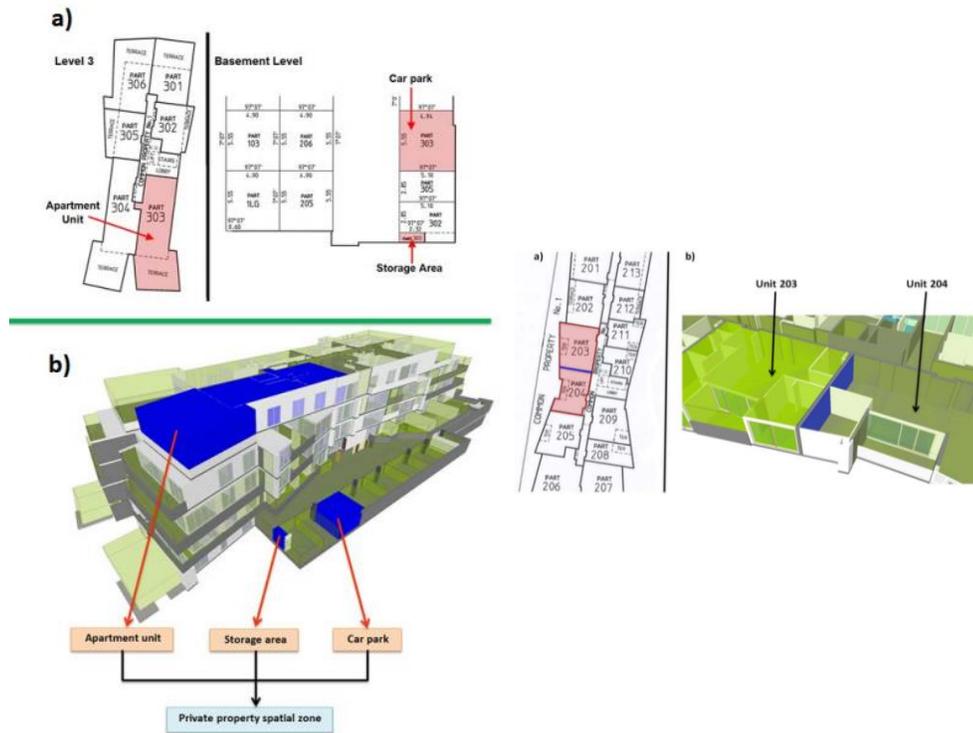
Οι αστικές περιοχές χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη πολυώροφων κτιριακών υποδομών, σύνθετων εμπορικών κέντρων, σύνθετων υπέργειων και υπόγειων δικτύων μεταφορών, χώρων στάθμευσης, δικτύων κοινής ωφέλειας και πολλά άλλα. οδηγώντας σε ένα ευρύ φάσμα δικαιωμάτων, περιορισμών και ευθυνών (RRR) που συνδέονται με τη νόμιμη ιδιοκτησία και χρήση ακινήτων σε αστικές περιοχές. Τα νομικά όρια των αστικών ακινήτων συνήθως διασταυρώνονται με σύνθετα δομικά και αρχιτεκτονικά στοιχεία. Αυτό καθιστά πολύ δύσκολο τον προσδιορισμό της ακριβούς χωρικής θέσης των νομικών ορίων εντός σύνθετων αστικών εξελίξεων. Η διοίκηση αστικής γης αναφέρεται στις πληροφορίες και τις διαδικασίες που απαιτούνται για την υποστήριξη της υποδιαίρεσης, της καταχώρισης και της συνεχιζόμενης διαχείρισης ιδιωτικών, κοινοτικών και δημόσιων νομικών συμφερόντων κάθετα σε σύνθετες αστικές περιοχές.⁷⁴ Η εικόνα αποτελεί ένα καλό παράδειγμα πολύπλοκων αστικών εξελίξεων που περιλαμβάνουν ευρύ φάσμα ιδιωτικών, κοινοτικών και δημόσιων νομικών συμφερόντων.

Η κλασική μέθοδος για την αστική διοίκηση γης, βασίστηκε στην επινόηση 2D εννοιών για την καταγραφή, τη διαχείριση και την εκπροσώπηση των 3D χώρων RRR σε κάθετες αστικές εξελίξεις. Ωστόσο οι συγκεκριμένη μέθοδος εκπροσώπησης 2D αντιμετωπίζει ένα ευρύ φάσμα προκλήσεων που συνδέονται με την επικοινωνία και τη διαχείριση. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν αυτές οι προκλήσεις, τα τρισδιάστατα ψηφιακά περιβάλλοντα στοιχείων υιοθετούνται όλο και περισσότερο ως νέο πρότυπο στη αστική διοίκηση εδάφους.

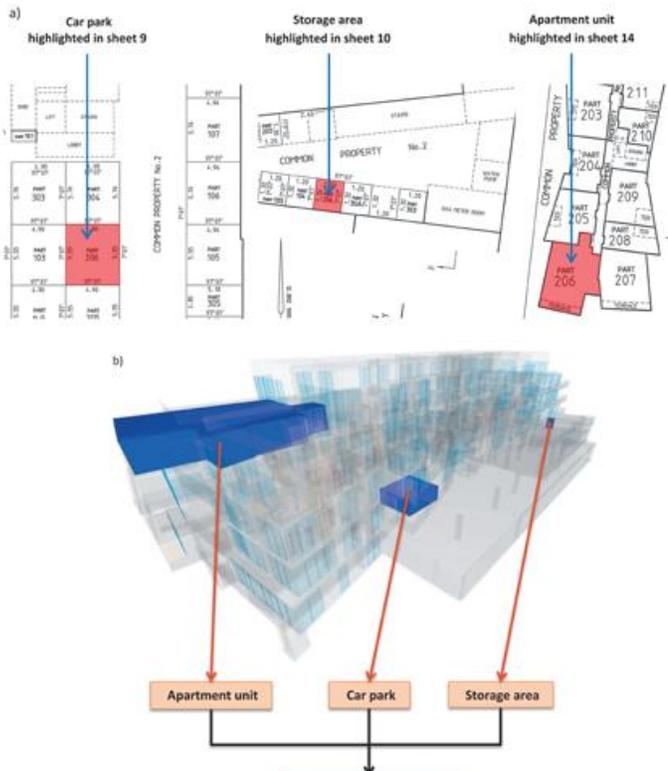
Επιλογικά, συνοψίζουμε στα :

- ✓ Το BIM θεωρείται μια από τις καλύτερες προσεγγίσεις για την διαχείριση πολύπλοκων κτιριακών υποδομών
- ✓ Μέσω της τρισδιάστατης πληροφορίας προσφέρει, την δυνατότητα επικοινωνίας διαφορετικών ιδιοκτησιών μέσω ενός κοινού περιβάλλοντος
- ✓ Βελτίωση της κατανόησης των νομικών ορίων και της διάκριση τους, ακόμα και από τους μη ειδικευμένους.
- ✓ Δυνατότητα επικαιροποίησης των δεδομένων
- ✓ Δυνατότητα διαχείρισης της νομικής πληροφορίας σε όλο τον κύκλο ζωής του έργου
- ✓ Δυνατή η 3D καταχώριση των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας σε ένα ψηφιακό Περιβάλλον

⁷⁴ (Ho 2014)



Εικόνα 23: Σύνθετη νομική δομή με απεικόνιση 2d και 3d αντίστοιχα (Πηγή (Πηγή BIM and Land Administration Abbas Rajabifard, Behnam Atazadeh, and Mohsen Kalantari 2019)



Εικόνα 24 : Σύνθετη νομική δομή με απεικόνιση 2d και 3d αντίστοιχα (Πηγή (Πηγή BIM and Land Administration Abbas Rajabifard, Behnam Atazadeh, and Mohsen Kalantari 2019)



Τέλος, οι προκλήσεις που παρουσιάζονται από την χρήση των BIM μοντέλων στην διαχείριση της αστικής γης μπορούν επιγραμματικά να συνοψιστούν στις σημαντικότερες παρακάτω:

- Ασυμφωνία μεταξύ σχεδιαστικής και κατασκευαστικής φάσης, όπου το κτηρίου μπορεί να μην αναπαριστά ακριβώς τα νομικά όρια στον πραγματικό κόσμο. Χρειάζεται εξακρίβωση από μηχανικό.
- Πλήθος περιττών δεδομένων των μοντέλων που δεν χρειάζονται στην απεικόνιση των νομικών ορίων των ιδιοκτησιών, περιπλέκοντας την απεικόνιση του
- Επέκταση μοντέλου και προτύπου IFC για την απεικόνιση πάσης φύσης νομικών σχέσεων από τα σχετικά νομικά διαγράμματα (Κύρια νομικά συμφέροντα: Οικόπεδα, κοινές ιδιοκτησίες και αγροτεμάχια, Δευτερεύοντα νομικά συμφέροντα: δουλείες, περιορισμοί, εναέριος χώρος, Νομικά χαρακτηριστικά: κάθε έννομο συμφέρον έχει τα ειδικά και διακριτά χαρακτηριστικά του, Νομικά όρια: Εσωτερικά, ενδιάμεσα, εξωτερικά και άλλα δομικά όρια, προβλεπόμενα όρια, περιπατητικά όρια και σταθερά όρια, Νομικά έγγραφα: Τίτλοι, υποθήκες κτλ)

5.3 Πενταδιαστασιακό σύστημα πληροφοριών πολλαπλών χρήσεων γης

5DMuPLIS

Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα της σύγχρονης ζώνης χρήσης γης έχει δημιουργήσει την ανάγκη για πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με την ανύψωση με αποτέλεσμα να είναι αναγκαία η οπτικοποίηση της 3^{ης} διάστασης. Ακόμη όμως και η τρίτη διάσταση δεν είναι αρκετή για σκοπούς αστικής διαχείρισης και ανάπτυξης, λόγω της δυναμικής φύσης της γης, η οποία έχει ως αποτέλεσμα χωρικές-χρονικές μεταβολές τόσο των χερσαίων πόρων όσο και των δικαιωμάτων ιδιοκτησίας. Έτσι, τα κτηματολογικά συστήματα μπορούν να επεκταθούν προς μια τρισδιάστατη αντιπροσώπευση, που χειρίζεται το χρόνο ως τέταρτη διάσταση. Κατά την τελευταία δεκαετία έχει διεξαχθεί πολλή έρευνα σχετικά με το κτηματολογικό 4D και τη διαχείριση της γης, εστιάζοντας στις χωρικές (3D) και χρονικές πτυχές της ακίνητης περιουσίας. Ο χρόνος αναφέρεται σε διαφορετικές φάσεις σχεδιασμού, διαφορετικούς χρόνους καταχώρησης δικαιωμάτων στο κτηματολογικό σύστημα που αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου και γενικότερα σε αλλαγές που συμβαίνουν με την πάροδο του χρόνου. Δίπλα στη χωρική και χρονική πτυχή των αστικών δομών,





η διάσταση που ονομάζεται «πέμπτη διάσταση», είναι αυτή της κλίμακας που πρέπει να αντιμετωπιστεί και σε ένα πολλαπλών χρήσεων κτηματολογικό σύστημα. Ένα προηγμένο 5D εργαλείο έχει στόχο την ενσωμάτωση και διαχείριση διαφόρων τύπων πληροφοριών από κυβερνητικές, περιφερειακές και τοπικές βάσεις δεδομένων σε τρισδιάστατες χωρικές διαστάσεις συν χρόνο και κλίμακα. Η κλίμακα αναφέρεται στα διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας που περιλαμβάνει το σύστημα (LoD). Υπάρχουν πέντε διαφορετικά επίπεδα λεπτομέρειας. Τα αντικείμενα λαμβάνουν περισσότερη λεπτομέρεια όσο αυξάνεται το επίπεδο. Έτσι λοιπόν, το LoD 0 είναι ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DTM) 2,5 διαστάσεων. Το LoD 1 αποτελεί ένα μοντέλο από όγκους κτηρίων χωρίς στέγες, ενώ το LoD 2 περιλαμβάνει στέγες με υφή και επιπλέον κτηριακές εγκαταστάσεις. Στο LoD 3 το μοντέλο γίνεται αρχιτεκτονικό με αντίστοιχες λεπτομέρειες, ενώ τέλος το LoD 4 είναι ένα ολοκληρωμένο μοντέλο με εσωτερικές δομές.

Το 5D MuPLIS είναι ένα προϊόν που θα λαμβάνει υπόψη χωρο-χρονικά δεδομένα και τη διάσταση της κλίμακας (3D + + σε χρονική κλίμακα χωρίς κενά - χωρίς επικαλύψεις) και τη δημιουργία ενός διαλειτουργικού συστήματος που :

- Επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων από ετερογενείς πηγές που πρέπει να ενσωματωθούν σε ένα κοινό πλαίσιο, προκειμένου να επιτευχθεί μια προηγμένη μεθοδολογία για 3D (τρειςδιάστατο) Κτηματολόγιο
- κινείται προς την κατεύθυνση υλοποίησης του σχεδιασμού των "έξυπνων πόλεων" και
- συμβάλλει στην βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών.⁷⁵

5.4 BIM & GIS

Το (GIS) αναπτύχθηκε για τη διαχείριση και την ανάλυση χωρικών δεδομένων και συσχετισμένων πληροφοριών ενώ ως τεχνολογία/σύστημα επιτρέπει την αποθήκευση χωρικών πληροφοριών σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων. Τα μοντέλα γεωγραφικών πληροφοριών συσχετίζουν ουσιαστικά το χώρο με τα δεδομένα.

Τα μοντέλα πληροφοριών για την ψηφιακή αναπαράσταση των πραγματικών χαρακτηριστικών σε ένα γεωχωρικό πλαίσιο είναι θεμελιώδη για την κατανόηση, τη χρήση, τη διατήρηση και την ανάπτυξη του φυσικού καθώς και του δομημένου περιβάλλοντος. Οι τομείς εφαρμογής της Μο-ντελοποίησης Πληροφοριών Κτιρίων (BIM) και των Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων (GIS) υπάρχουν και αναδύονται παράλληλα εδώ και δεκαετίες, με διαφορετικά πεδία και ξεχωριστά μοντέλα γεωχωρικών πληροφοριών. Ενώ οι εφαρμογές και τα μοντέλα πληροφοριών BIM

⁷⁵ (www.mfa.gr)



διαχειρίζονται κυρίως το δομημένο περιβάλλον, το GIS έχει χειριστεί το φυσικό και χτισμένο υπαίθριο περιβάλλον.⁷⁶ Τα τελευταία χρόνια BIM και GIS συνυπάρχουν σε πολλές μελέτες. Οι εφαρμογές GIS χρειάζονται πληροφορίες από έργα BIM προκειμένου να ενημερώσουν και να συνδυάσουν το υπάρχον περιβάλλον με τις νέες κατασκευές. Ως εκ τούτου, η ενσωμάτωση του BIM και του GIS θεωρείται πολλά υποσχόμενο θέμα για την ανταλλαγή γνώσεων μεταξύ τομέων.⁷⁷

Το GIS είναι σε θέση να εφαρμόσει χωρική ανάλυση με βάση τη λειτουργική και φυσική χωρική σχέση του εξωτερικού περιβάλλοντος σε μεγάλη χωρική κλίμακα. Ωστόσο, στερείται λεπτομερούς και ολοκληρωμένου ψηφιακού αποθετηρίου πληροφοριών για τα κτίρια. Το BIM αντίστοιχα, μπορεί να παρέχει λεπτομερή σχεδιασμό για κάθε στοιχείο σε ένα κτίριο, με αποτέλεσμα οι πληροφορίες αυτές να προωθούν σημαντικά την παραδοσιακή διαχείριση και την ανάλυση των ΣΓΠ.

Η ενοποίηση BIM και GIS επιτρέπει την αποτελεσματική διαχείριση των πληροφοριών σε διάφορα στάδια του κύκλου ζωής ενός έργου, δηλαδή το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία και τη συντήρηση. Οι πληροφορίες σε οποιαδήποτε χωρική και χρονική κλίμακα μπορούν να είναι διαθέσιμες σε ένα τέτοιο σύστημα για διαφορετικές εφαρμογές. Η αποτελεσματική διαχείριση ετερογενών πληροφοριών από διαφορετικές πηγές μπορεί επίσης να παράσχει ουσιαστική υποστήριξη για τη λήψη αποφάσεων.

Γενικά, BIM και GIS αντιλαμβάνονται την 3D μοντελοποίηση από δύο διαφορετικές οπτικές γωνίες: το GIS επικεντρώνεται περισσότερο στην πραγματική μοντελοποίηση του κόσμου, ενώ το BIM επικεντρώνεται περισσότερο στη διαδικασία σχεδιασμού. Ως εκ τούτου, στο CityGML, για παράδειγμα, ένας τοίχος αντιπροσωπεύεται ως επιφάνεια για κάθε δωμάτιο ξεχωριστά, ενώ, στην IFC, ένας τοίχος είναι ένα αντικείμενο όγκου, το οποίο μοιράζεται μεταξύ των δωματίων και του εξωτερικού κελύφους.⁷⁸ Η μοντελοποίηση του πραγματικού κόσμου του GIS καθοδηγείται από τις απαιτήσεις των εργασιών χαρτογράφησης, ενώ η μοντελοποίηση του σχεδιασμού της BIM βασίζεται στην αναπαράσταση των γεωμετρικών λεπτομερειών σχεδιασμού και κατασκευής. Επίσης, το GIS επικεντρώνεται συχνά στις γεωγραφικές πληροφορίες και το σχήμα των κτιρίων και των δομικών στοιχείων από γεωγραφική άποψη. Αντίθετα, η BIM επικεντρώνεται συχνά στις λεπτομερείς κατασκευαστικές συνιστώσες και στις πληροφορίες του έργου, όπως το κόστος και το χρονοδιάγραμμα από την άποψη της αρχιτεκτονικής και της κατασκευής.⁷⁹

⁷⁶ (Knut Jetlund, Erling Onstein Lizhen Huang et. al. 2020).

⁷⁷ (Liu, X.; Wang, X.; Wright, G.; Cheng, J.C.; Li, X.; Liu, R et. El. 2017).

⁷⁸ (Nagel, C.; Stadler, A.; Kolbe et. el. 2009).

⁷⁹ (Cheng, J.C.P.; Deng, Y.C.; Anumba, C et. el. 2015)

6. Διαχείριση Πληροφορίας Κτηρίου σε BIM και ένταξη αυτής σε κτηματολογική βάση δεδομένων

6.1 Περιοχή Μελέτης

Η περιοχή στην οποία εφαρμόζεται η πρόταση του οικοδομήματος, βρίσκεται στην Καισαριανή του Νομού Αττικής. Συγκεκριμένα το κτίριο βρίσκεται στην οδό Ηρώων Πολυτεχνείου και Σμύρνης, στο 13 Ο.Τ. ... Το σχήμα του Ο.Τ. θεωρείται κανονικό ενώ δεν έχει εξαντληθεί η επιτρεπόμενη δόμηση. Οι όροι δόμησης που ισχύουν στην περιοχή προβλέπουν συντελεστή δόμησης 3, συντελεστή κάλυψης και ύψος κατά το Νέο Οικοδομικό Κανονισμό, ελάχιστο εμβαδόν 200 τ.μ. (κατά παρέκκλιση 112,5 τ.μ.) πρόσωπο 10μ. (κατά παρέκκλιση 6μ.), ενώ το σύστημα δόμησης είναι πρώην συνεχές και οι χρήση γης είναι « περιοχή γενικής κατοικίας». Η Καισαριανή ανήκει στον κεντρικό τομέα Αθηνών και χωροθετείται τρία χιλιόμετρα ανατολικά του δήμου της Αθήνας, στις βορειο-



Εικόνα 25 : Περιοχή Μελέτης (Πηγή google earth)

δυτικές πλαγιές του Υμηττού, όπως φαίνεται στις εικόνες 4.1 και 4.2. Συνορεύει ανατολικά με τον Υμηττό, δυτικά με τον δήμο Αθηναίων, βόρεια με τους δήμους Ζωγράφου και Αθηναίων και νότια με τον δήμο Βύρωνα, την περιοχή Παγκρατίου και τον δήμο Αθηναίων. Η συνολική έκταση του Δήμου Καισαριανής ανέρχεται στα 8.500 στρέμματα. Αξιοσημείωτο είναι ότι μόνο τα 1000

στρέμματα είναι κατοικημένα και κοι-

νόηστοι χώροι, ενώ η υπόλοιπη έκταση είναι ορεινή περιοχή και περιοχές πρασίνου. Η περιοχή θεωρείται καλή από άποψη ρυμοτομίας. Διατρέχεται από μια κεντρική λεωφόρο και άλλες οριζόντιες και κάθετες οδούς σε αυτή. Σύμφωνα με την τελευταία απογραφή, ο πληθυσμός του δήμου Καισαριανής ανέρχεται στους 26419 κατοίκους, κάτι που δεν ισχύει στην πραγματικότητα καθώς οι κάτοικοι της περιοχής είναι πολλοί περισσότεροι.



6.2 Συντάσσοντας ένα κτηματολογικό μοντέλο BIM στο Autodesk Revit

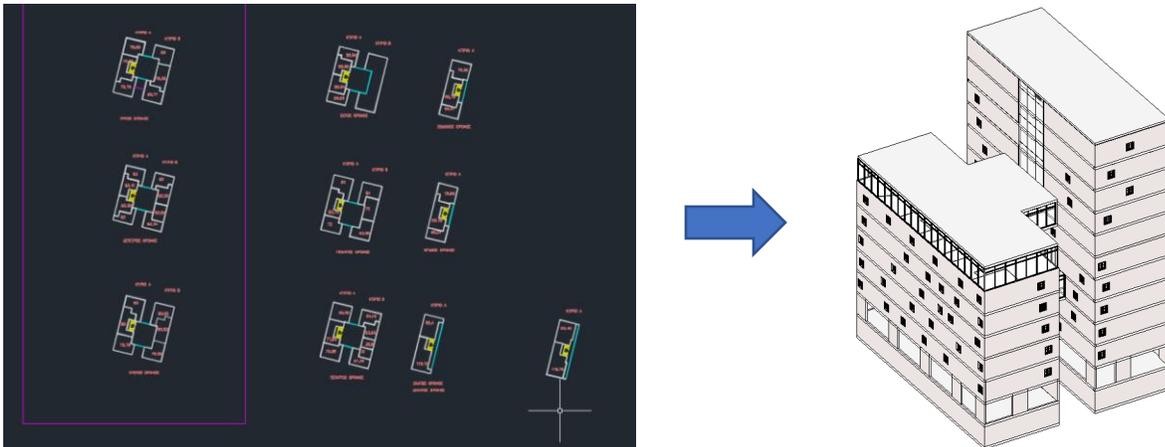
Η υλοποίηση του μοντέλου BIM πραγματοποιείται σε περιβάλλον Autodesk® Revit™. Αρχικά σχεδιάζονται οι κατόψεις των ορόφων στο ίδιο περιβάλλον. Κατόπιν, παράγεται το μοντέλο στις τρεις διαστάσεις και σε αυτό εισάγεται η κτηματολογική πληροφορία. Παράλληλα πραγματοποιείται διαμόρφωση και διαχωρισμός των διαμερισμάτων, καθώς και των δωματίων τους. Κατά τη διάρκεια της σχεδίασης έγινε εισαγωγή στο λογισμικό το σχέδιο του νεόδμητου κτιρίου από το περιβάλλον του AutoCAD, έτσι ώστε να είναι ακριβέστερη η οπτικοποίηση της πρότασης.

Για τη δημιουργία ενός κτηματολογικού BIM μοντέλου, τα 5 κύρια βήματα θα μπορούσαν να είναι:

1. Κατασκευή αρχιτεκτονικών στοιχείων: Πρώτον, χρησιμοποιήσαμε 2D αρχιτεκτονικά σχέδια του επιλεγμένου πολυώροφου κτιρίου ως βάση για τη δημιουργία κύριων αρχιτεκτονικών στοιχείων, όπως τοίχους, παράθυρα, πόρτες, οροφές και πλάκες, τα οποία είναι σημαντικά για τον καθορισμό των νομικών ορίων στα κτίρια. Αυτά τα κτίρια σχεδιάζονται στο Revit χρησιμοποιώντας διάφορα εργαλεία στην καρτέλα «Architecture».
2. Οριοθέτηση νομικών ορίων: Ορίσαμε διαφορετικούς τύπους νομικών ορίων που αναφέρονται σε αρχιτεκτονικά στοιχεία. Στο Revit, ένας τοίχος, μια στήλη ή μια πλάκα περιλαμβάνει το χαρακτηριστικό 'Room Bounding' και αν αυτό το χαρακτηριστικό είναι επιλεγμένο, η εσωτερική όψη χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των νομικών ορίων. Εάν το όριο διέρχεται από άλλες θέσεις, το εργαλείο «space separator» κάτω από την καρτέλα «Analyze» μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την οριοθέτηση του νομικού ορίου. Επομένως, για να καθοριστούν τα νομικά όρια μιας μονάδας διαμερίσματος, το χαρακτηριστικό «Room Bounding» πρέπει να είναι unticked για όλα τα εσωτερικά αρχιτεκτονικά στοιχεία, και πρέπει να σημειωθεί μόνο για τα στοιχεία που καθορίζουν τα όρια.
3. Καθορισμός νομικών χώρων: Μόλις καθοριστούν τα νομικά όρια, οι νόμιμοι χώροι μπορούν να οριστούν χρησιμοποιώντας το εργαλείο «Space» κάτω από την καρτέλα «Analyze». Δημιουργήσαμε νομικούς χώρους τόσο για ιδιωτικά ακίνητα (που περιλαμβάνουν μονάδες διαμερισμάτων, χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων και χώρους αποθήκευσης) όσο και για κοινά ακίνητα (που περιλαμβάνουν διαδρόμους, ανελκυστήρες, χώρους σκαλοπατιών και άλλους κοινόχρηστους χώρους).
4. Τακτοποίηση νομικών χώρων σε νόμιμες ζώνες: Σε αυτό το βήμα, έχουμε ζώνη των νόμιμων χώρων που ανήκουν σε μια ιδιωτική ή κοινή ιδιοκτησία. Για παράδειγμα, ομαδοποιήσαμε

5. Εκχώρηση κτηματολογικών χαρακτηριστικών: Μετά τον ορισμό των νόμιμων ζωνών, τα χαρακτηριστικά κτηματολογίου, όπως οι πληροφορίες RRR και ιδιοκτήτη, προστέθηκαν στο μοντέλο BIM χρησιμοποιώντας το εργαλείο «Project parameters» κάτω από την καρτέλα «Manage» στο Revit. Αναθέσαμε αυτά τα χαρακτηριστικά στις ζώνες και μπορέσαμε να εκχωρήσουμε και να επεξεργαστούμε τιμές για αυτά τα χαρακτηριστικά. Είναι επίσης δυνατό να συμπληρώσετε αυτόματα την τιμή αυτών των χαρακτηριστικών από αρχεία excel χρησιμοποιώντας την οπτική γλώσσα προγραμματισμού Dynamo BIM.

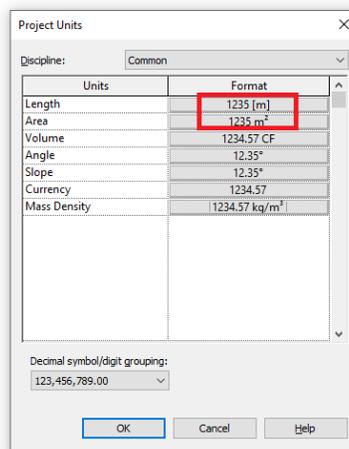
6. Εξαγωγή στη μορφή IFC: Το παρασκευασμένο μοντέλο BIM ήταν σε ιδιόκτητη μορφή revit. Επομένως, το εξαγάγαμε στη μορφή IFC για να ελέγξουμε τις αναπτυγμένες εγγραφές σε ένα ανοικτό περιβάλλον BIM. Τα χαρακτηριστικά κτηματολογίου που ορίζονται στο προηγούμενο βήμα θα εξαχθούν ως σύνολα ιδιοτήτων στο αρχείο IFC.



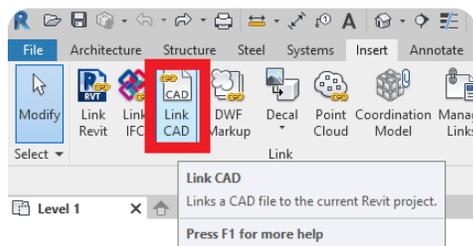
Εικόνα 26: Δεξιά, σχέδια πολυκατοικίας σε cad (Πηγή διπλ. εργασίες Σιάννα και Δημητρίου) αριστερά, υλοποίηση πολυκατοικίας στο Revit BIM

6.2.1 Αρχικά βήματα και σχεδιασμός κατόψεων

Ανοίγοντας το πρόγραμμα του Autodesk® Revit™ προβαίνουμε στις απαραίτητες ρυθμίσεις σχετικά με την κλίμακα των μεγεθών, πατώντας το “UN”, όπως φαίνεται παρακάτω.



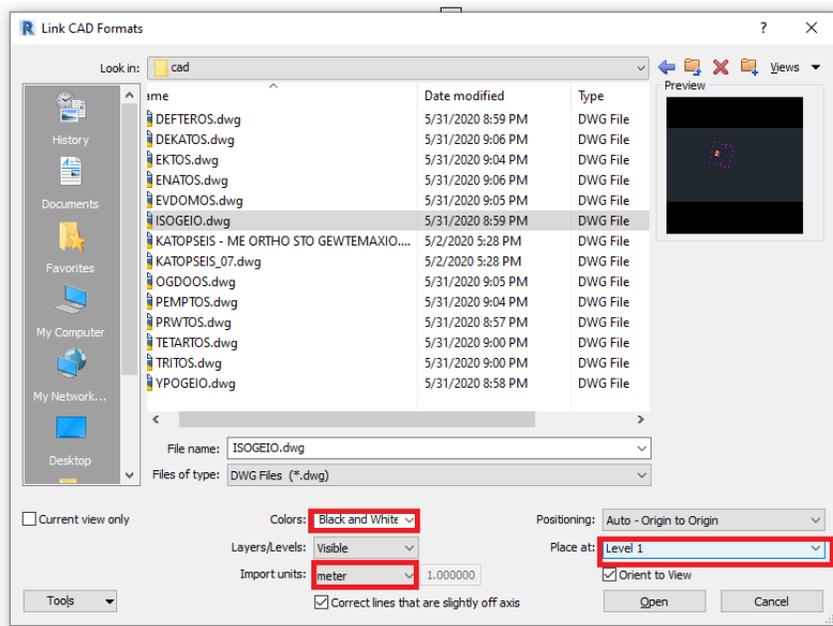
Εικόνα 27: Ρυθμίσεις κλίμακας στο Autodesk® Revit™



Εικόνα 28 :Εντολές στο Autodesk® Revit™

Έπειτα εισάγουμε τις κατόψεις, επιλέγοντας την εντολή Link CAD. Το προτιμούμε από την αντίστοιχη εντολή Import CAD, καθώς ότι αλλαγές προκύψουν και πρέπει να γίνουν στα σχέδια του AutoCAD θα ενημερωθεί αυτόματα και το αντίστοιχο διασυνδεδεμένο αρχείο στο Revit.

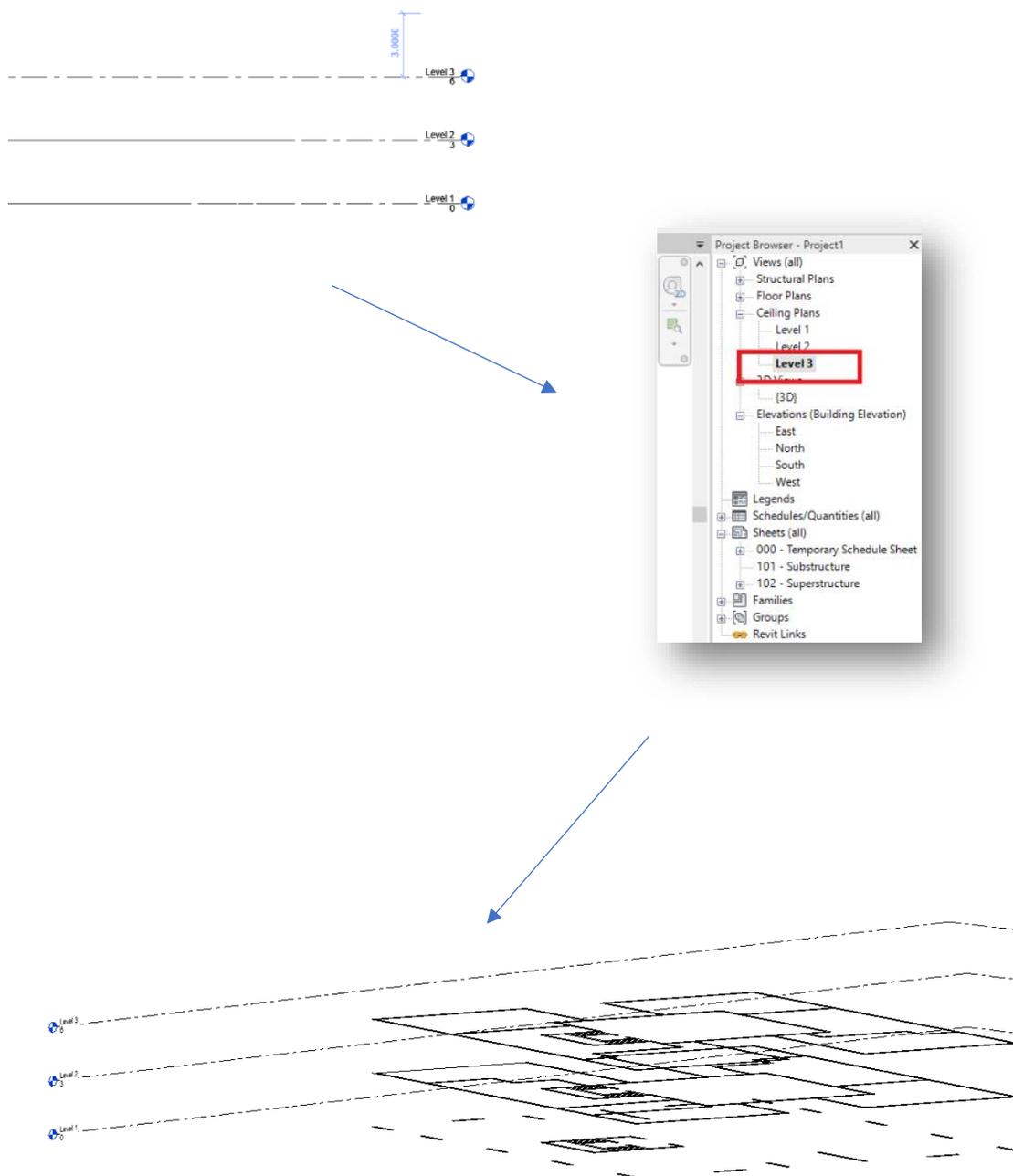
Κάνουμε κλικ στις αντίστοιχες επιλογές και τοποθετούμε την πρώτη κάτοψη στο σωστό επίπεδο.



Εικόνα 29 :Εισαγωγή κάτοψης στο Autodesk® Revit™

Συνεχίζουμε, σχεδιάζοντας όλα τα επίπεδα στο Revit™ στα οποία θα χρειαστεί να εισάγουμε κατόψεις. Συγκεκριμένα πρόκειται για μια πολυκατοικία 10 ορόφων άρα υλοποιούμε 12 επίπεδα. Για κάθε μία κάτοψη δημιουργήθηκε ένα level με υψομετρική διαφορά 3 μέτρων από τον επόμενο στον προηγούμενο όροφο. Με αυτόν τον τρόπο ενσωματώνεται η υψομετρική πληροφορία στο μοντέλο του κτιρίου.

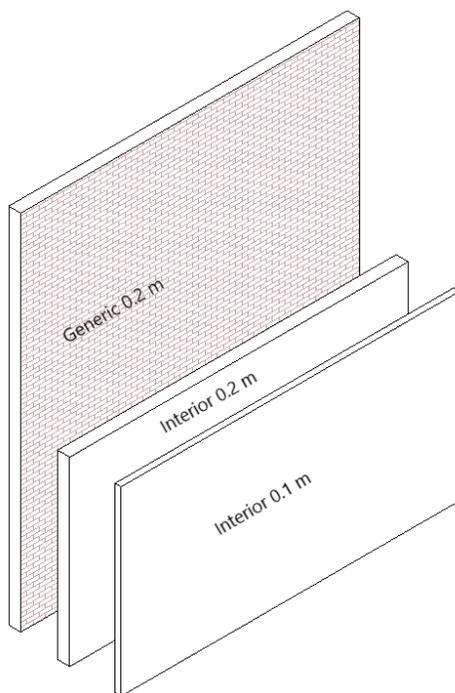
Κάθε φορά κάνουμε κλικ στο δημιουργημένο level και εισάγουμε την κάτοψη.



Εικόνα 30 : Δημιουργία επιπέδων στο Autodesk®Revit™

6.2.2 Ανάπτυξη μοντέλου κτιρίου

Στην συνέχεια έχοντας εισάγει τις κατόψεις στο πρόγραμμα, δημιουργούμε με την εντολή wall από το Architecture Tab, τους τοίχους πάνω από τις κατόψεις. Οι κατόψεις, σχηματίζονται από τους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου, συνεπώς σχηματίζοντας τις κατόψεις παράγεται ταυτόχρονα και το μοντέλο σε τρεις διαστάσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι δημιουργήθηκε ειδική κατηγορία τοίχου με πάχος 0.2m ενώ το υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν *Basic Wall* καθώς από τις διαφορετικές κατηγορίες που διαθέτει το Revit επιλέχθηκε η χρήση των πιο απλών υλικών, μιας και ο σκοπός της εργασίας δεν είναι η ακριβής κατασκευαστική μελέτη του κτιρίου, αλλά η οπτικοποίηση του. Κάθε κάτοψη ορόφου πραγματοποιείται εντός του περιγράμματος του οικοπέδου. Κατόπιν, σε κάθε όροφο δημιουργήθηκαν τα χωρίσματα μεταξύ των διαμερισμάτων, όπως και των δωματίων τους. Να αναφερθεί ότι οι εσωτερικοί τοίχοι έχουν πάχος 0.1m και δημιουργήθηκε ειδική κατηγορία τοίχου και για αυτή την διάσταση, τύπου *Interior*.

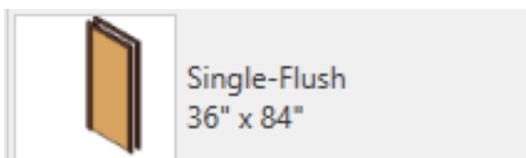


Εικόνα 31: Κατηγορίες τοιχοποιίας στο Autodesk®Revit™

Στη συνέχεια προστέθηκαν με την εντολή *Floor* τα δάπεδα ορίζοντας την επιφάνεια που οριοθετεί καθένα από αυτά και μετά οι ψευδοροφές με την αντίστοιχη εντολή *Ceiling*, ενώ δημιουργήθηκαν και οι εξωτερικοί κοινόχρηστοι και οι αίθριοι χώροι μεταξύ των δύο κτιρίων όπως επίσης και το κλιμακοστάσιο με την σχετική εντολή *Stair*. Παράλληλα προστέθηκαν στο μοντέλο κάποιες πόρτες και παράθυρα. Η τοποθέτηση έγινε εύκολα σε οποιοδήποτε σημείο, αρκεί να μην παραβιάζονταν βασικές αρχές όπως είναι η τοποθέτηση παραθύρου σε χώρισμα διαμερίσματος ή δωματίου. Το πρόγραμμα προειδοποιούσε σε τέτοιες περιπτώσεις, οπότε ήταν απόλυτα ελέγξιμα τα λάθη σε αυτό το σημείο. Όλα τα παράθυρα αλλά και κάποιες πόρτες και δέντρα που προστέθηκαν στο μοντέλο αποτελούν αντικείμενα Autodesk Revit Family τα οποία εισάχθηκαν και τοποθετήθηκαν στη συνέχεια.

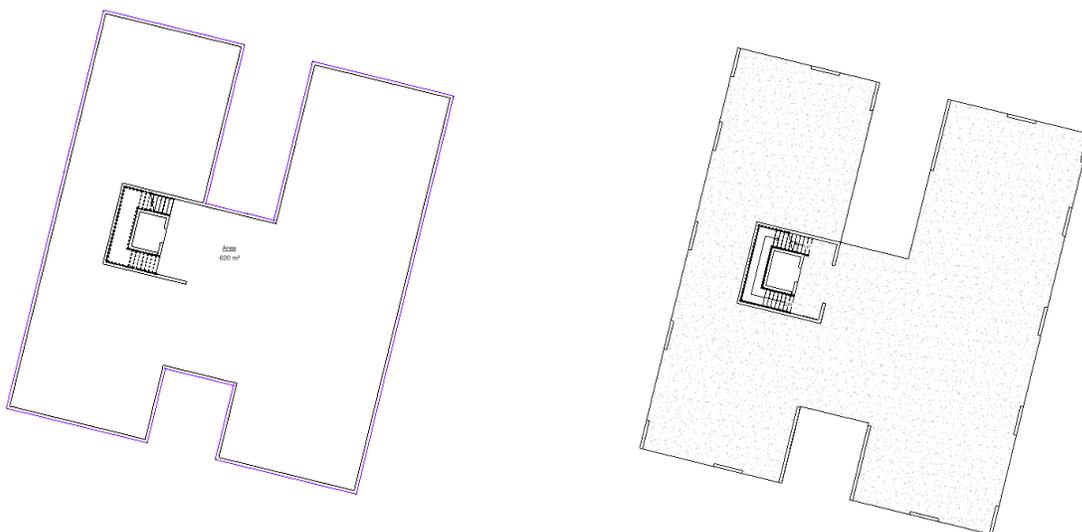


Εικόνα 32: Παράθυρα που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο



Εικόνα 33: Πόρτες που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο

Αμέσως μετά δημιουργήσαμε τα areas (τις εσωτερικές περιοχές) με το εργαλείο Area του Revit. Έτσι δημιουργήθηκαν τα διαμερίσματα – ιδιοκτησίες. Στη συνέχεια, με το εργαλείο Tag Room του Revit δημιουργήθηκαν τα rooms, δηλαδή τα δωμάτια του κάθε διαμερίσματος. Σε κάθε room δόθηκε και το όνομα του αντίστοιχου δωματίου, δηλαδή υπνοδωμάτιο, κουζίνα και μπάνιο. Και με τις δύο λειτουργίες πραγματοποιείται παράλληλα και υπολογισμός του εμβαδού του κάθε δωματίου και διαμερίσματος. Παρακάτω φαίνονται οι κατόψεις των ορόφων.



Εικόνα 34: Κάτοψη υπογείου



Εικόνα 35: Κάτοψη πρώτου ορόφου μόνο τα διαμερίσματα (Area plans (Gross Building)), Κάτοψη πρώτου ορόφου με τους εξωτερικούς χώρους (Floor Plan)



Εικόνα 36: Κάτοψη δεύτερου ορόφου μόνο τα διαμερίσματα (Area plans (Gross Building) , Κάτοψη δεύτερου ορόφου με τους εσωτερικούς χώρους (Floor Plan)



Εικόνα 37: Κάτοψη τρίτου ορόφου μόνο τα διαμερίσματα (Area plans (Gross Building) , Κάτοψη τρίτου ορόφου με τους εσωτερικούς χώρους (Floor Plan)



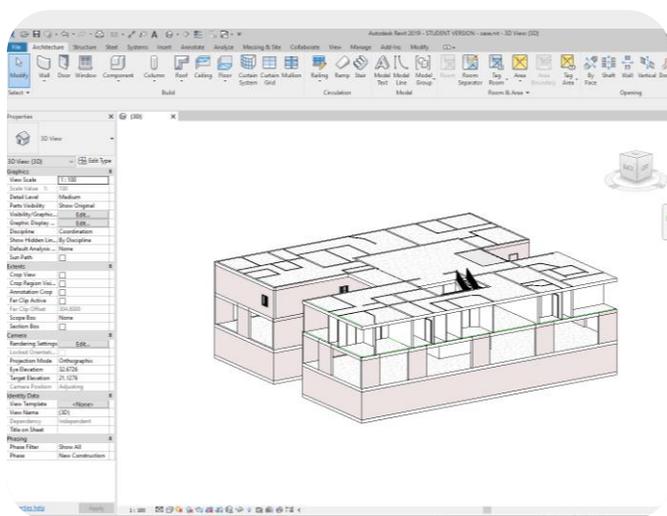
Εικόνα 38 Κάτοψη τέταρτου ορόφου μόνο τα διαμερίσματα (Area plans (Gross Building) , Κάτοψη τέταρτου ορόφου με τους εσωτερικούς χώρους (Floor Plan)



Εικόνα 39 Κάτοψη πέμπτου ορόφου μόνο τα διαμερίσματα (Area plans (Gross Building) , Κάτοψη πέμπτου ορόφου με τους εσωτερικούς χώρους (Floor Plan)



Εικόνα 44 Κάτοψη δέκατου ορόφου μόνο τα διαμερίσματα (Area plans (Gross Building), Κάτοψη δέκατου ορόφου με τους εσωτερικούς χώρους (Floor Plan)



Εικόνα 45: Στιγμιότυπο από την ανάπτυξη του μοντέλου



Παρακάτω παρουσιάζεται επίσης, το Room Schedule, όπου φαίνονται αναλυτικά για κάθε διαμέρισμα, τα δωμάτια με το εμβαδόν, τον όροφο που ανήκουν, την περίμετρο, και τον αύξοντα αριθμό του κατά την δημιουργία τους.

<Room Schedule>

A	B	C	D	E
Area	Level	Name	Number	Perimeter
33 m ²	PROTOS	A101-kathistiko	1	37
9 m ²	PROTOS	A102-kouzina	2	12
3 m ²	PROTOS	A103-mpanio	3	7
25 m ²	PROTOS	A104-kathistiko	4	38
8 m ²	PROTOS	B105-kouzina	5	11
44 m ²	PROTOS	B106-kathistiko/kou	6	41
4 m ²	PROTOS	B107-mpanio	7	8
3 m ²	DEUTEROS	A201-mpanio	8	7
10 m ²	DEUTEROS	A202-kouzina	9	13
39 m ²	DEUTEROS	A203-kathistiko/ko	10	40
32 m ²	DEUTEROS	A204-kathistiko/ko	11	32
33 m ²	DEUTEROS	B205-kathistiko/kou	12	35
28 m ²	DEUTEROS	B206-kathistiko/kou	13	29
9 m ²	DEUTEROS	A207	14	12
31 m ²	DEUTEROS	B208-kathistiko	15	37
39 m ²	TRITOS	A301-kathistiko/ko	16	37
41 m ²	TRITOS	A302-kathistiko/ko	17	44
42 m ²	TRITOS	A303-kathistiko/ko	18	40
27 m ²	TRITOS	B304-kathistiko	19	39
37 m ²	TRITOS	B305-kathistiko	20	40
28 m ²	TRITOS	B306-kathistiko	21	30
11 m ²	TETARTOS	A401-kouzina	23	14
55 m ²	TETARTOS	A402-kathistiko/ko	24	58
5 m ²	TETARTOS	A403-ypnodomatio	25	9
43 m ²	TETARTOS	B404-kathistiko	26	45
5 m ²	TETARTOS	B405-ypnodomatio	27	10
21 m ²	TETARTOS	B406-kathistiko/lou	28	28
5 m ²	TETARTOS	B407-ypnodomatio	29	9
38 m ²	PEMPTOS	A501-kathistiko	30	35
25 m ²	PEMPTOS	A502-kathistiko	31	30
31 m ²	PEMPTOS	A503-kathistiko	32	32
63 m ²	PEMPTOS	B504-kathistiko	33	48
15 m ²	PEMPTOS	B505-kouzina	34	17
7 m ²	EKTOS	A601-ypnodomatio	35	11
31 m ²	EKTOS	A602-kathistiko	36	28
18 m ²	EKTOS	A603-kathistiko	37	23
32 m ²	EKTOS	A604-kathistiko	38	31
33 m ²	EVDOMOS	A701-kathistiko	39	31
41 m ²	EVDOMOS	A702-kathistiko	40	40
33 m ²	EVDOMOS	A703-kathistiko	41	31
33 m ²	OGDOOS	A801-kathistiko	42	31
41 m ²	OGDOOS	A802-kathistiko	43	40
7 m ²	OGDOOS	A803-kouzina	44	12
47 m ²	ENATOS	A901-kathistiko	45	35
61 m ²	ENATOS	A902-kathistiko	46	47
48 m ²	DFKATOS	A111-kathistiko	47	36

Πίνακας 1 :Πίνακας εσωτερικών χώρων



47 m ²	ENATOS	A901-kathistiko	45	35
61 m ²	ENATOS	A902-kathistiko	46	47
48 m ²	DEKATOS	A111-kathistiko	47	36
67 m ²	DEKATOS	A112-kouzina	48	54
9 m ²	PROTOS	A101-ypnodomatio	53	12
9 m ²	PROTOS	A102-ypnodomatio	54	12
4 m ²	PROTOS	A102-mpanio	55	8
40 m ²	PROTOS	A102-kathistiko	56	43
18 m ²	PROTOS	A103-kouzina/kathi	57	22
4 m ²	PROTOS	A103-ypnodomatio	58	9
4 m ²	PROTOS	A104-mpanio	59	8
5 m ²	PROTOS	A104-kouzina	60	9
9 m ²	PROTOS	A104-ypnodomatio	61	13
30 m ²	PROTOS	B105-kathistiko	62	31
13 m ²	PROTOS	B105-ypnodomatio	63	14
14 m ²	PROTOS	B105-ypnodomatio	64	15
6 m ²	PROTOS	B105-mpanio	65	10
10 m ²	PROTOS	B106-ypnodomatio	66	14
13 m ²	PROTOS	B106-ypnodomatio	67	15
5 m ²	PROTOS	B106-mpanio	68	10
5 m ²	PROTOS	B107-ypnodomatio	69	9
41 m ²	PROTOS	B107-kathistiko/kou	70	45
8 m ²	PROTOS	B107-ypnodomatio	71	11
9 m ²	PROTOS	B107-ypnodomatio	72	12
3 m ²	PROTOS	B107-WC	73	8
137 m ²	PROTOS	koinoxristo	74	61
5 m ²	DEUTEROS	A201-ypnodomatio	75	10
7 m ²	DEUTEROS	A201-ypnodomatio	76	12
6 m ²	DEUTEROS	A201-ypnodomati	77	11
33 m ²	DEUTEROS	A201-kathistiko/ko	78	40
8 m ²	DEUTEROS	A202-mpanio	79	14
27 m ²	DEUTEROS	A202-kathistiko	80	31
10 m ²	DEUTEROS	A202-ypnodomatio	81	13
12 m ²	DEUTEROS	A203-ypnodomatio	82	16
4 m ²	DEUTEROS	A203-mpanio	83	8
9 m ²	DEUTEROS	A204-ypnodomatio	84	12
4 m ²	DEUTEROS	A204-mpanio	85	8
13 m ²	DEUTEROS	B205-ypnodomatio	86	15
3 m ²	DEUTEROS	B205-mpanio	87	7
6 m ²	DEUTEROS	B205-ypnodomatio	88	10
5 m ²	DEUTEROS	B206-mpanio	89	10
7 m ²	DEUTEROS	B206-ypnodomatio	90	12
7 m ²	DEUTEROS	B206-ypnodomatio	91	11
20 m ²	DEUTEROS	B207-kathistiko	92	22
7 m ²	DEUTEROS	B207-mpanio	93	11
9 m ²	DEUTEROS	B207-ypnodomatio	94	13
10 m ²	DEUTEROS	B207-ypnodomatio	95	15
137 m ²	DEUTEROS	koinoxristo	96	51
8 m ²	DEUTEROS	B208-ypnodomatio	98	12
5 m ²	DEUTEROS	B208-ypnodomatio	99	9
8 m ²	DEUTEROS	B208-kouzina	100	13

Πίνακας 2 : Πίνακας εσωτερικών χώρων διαμερισμάτων με μετρικές πληροφορίες



8 m ²	DEUTEROS	B208-ypnodomatio	98	12
5 m ²	DEUTEROS	B208-ypnodomatio	99	9
8 m ²	DEUTEROS	B208-kouzina	100	13
2 m ²	DEUTEROS	B208-mpanio	101	6
14 m ²	TRITOS	A301-ypnodomatio	112	16
13 m ²	TRITOS	A301-ypnodomatio	113	15
5 m ²	TRITOS	A301-mpanio	114	10
13 m ²	TRITOS	A302-ypnodomatio	115	16
10 m ²	TRITOS	A302-ypnodomatio	116	13
6 m ²	TRITOS	A302-ypnodomatio	117	10
7 m ²	TRITOS	A303-mpanio	118	11
14 m ²	TRITOS	A303-ypnodomatio	119	17
8 m ²	TRITOS	A303-ypnodomatio	120	11
11 m ²	TRITOS	B304-kouzina	121	15
6 m ²	TRITOS	B304-ypnodomatio	122	10
12 m ²	TRITOS	B304-ypnodomatio	123	16
9 m ²	TRITOS	B304-ypnodomatio	124	12
6 m ²	TRITOS	B304-mpanio	125	10
11 m ²	TRITOS	B305-ypnodomatio	126	14
7 m ²	TRITOS	B305-ypnodomatio	127	11
5 m ²	TRITOS	B305-mpanio	128	10
11 m ²	TRITOS	B305-kouzina	129	15
11 m ²	TRITOS	B306-ypnodomatio	130	16
9 m ²	TRITOS	B306-ypnodomatio	131	12
18 m ²	TRITOS	B306-kouzina	132	19
5 m ²	TRITOS	B306-mpanio	133	9
138 m ²	TRITOS	koinoxristo	134	51
8 m ²	TETARTOS	A401-ypnodomatio	135	12
5 m ²	TETARTOS	A401-mpanio	136	9
11 m ²	TETARTOS	A401-ypnodomatio	137	15
11 m ²	TETARTOS	A401-ypnodomatio	138	14
49 m ²	TETARTOS	A401-kathistiko	139	47
7 m ²	TETARTOS	A402-mpanio	140	13
12 m ²	TETARTOS	A402-ypnodomatio	141	14
8 m ²	TETARTOS	A402-ypnodomatio	142	11
10 m ²	TETARTOS	A402-ypnodomatio	143	15
5 m ²	TETARTOS	A403-kouzina	144	11
13 m ²	TETARTOS	A403-kathistiko	145	24
2 m ²	TETARTOS	A403-mpanio	146	6
8 m ²	TETARTOS	B404-ypnodomatio	147	13
10 m ²	TETARTOS	B404-ypnodomatio	148	13
5 m ²	TETARTOS	B404-mpanio	149	9
4 m ²	TETARTOS	B405-ypnodomatio	150	9
24 m ²	TETARTOS	B405-kathistiko/kou	151	25
3 m ²	TETARTOS	B405-mpanio	152	7
6 m ²	TETARTOS	B406-ypnodomatio	153	9
7 m ²	TETARTOS	B406-ypnodomatio	154	12
3 m ²	TETARTOS	B406-mpanio	155	7
11 m ²	TETARTOS	B407-kouzina	156	14
4 m ²	TETARTOS	B407-mpanio	157	8
9 m ²	TETARTOS	B407-ypnodomatio	158	12

Πίνακας 3: Πίνακας εσωτερικών χώρων διαμερισμάτων με μετρικές πληροφορίες



11 m ²	TETARTOS	B407-kouzina	156	14
4 m ²	TETARTOS	B407-mpanio	157	8
9 m ²	TETARTOS	B407-ypnodomatio	158	12
7 m ²	TETARTOS	B407-ypnodomatio	159	11
38 m ²	TETARTOS	B407-kathistiko	160	34
137 m ²	TETARTOS	koinoxristo	161	51
15 m ²	PEMPTOS	A501-ypnodomatio	162	16
14 m ²	PEMPTOS	A501-ypnodomatio	163	16
14 m ²	PEMPTOS	A501-kouzina	164	15
7 m ²	PEMPTOS	A501-ypnodomatio	165	12
5 m ²	PEMPTOS	A501-WC	166	9
10 m ²	PEMPTOS	A502-kouzina	167	13
7 m ²	PEMPTOS	A502-ypnodomatio	168	11
4 m ²	PEMPTOS	A502-mpanio	169	8
9 m ²	PEMPTOS	A502-ypnodomatio	170	12
7 m ²	PEMPTOS	A503-ypnodomatio	171	11
5 m ²	PEMPTOS	A503-ypnodomatio	172	9
4 m ²	PEMPTOS	A503-mpanio	173	8
8 m ²	PEMPTOS	A503-kouzina	174	13
15 m ²	PEMPTOS	B504-kouzina	175	16
8 m ²	PEMPTOS	B504-ypnodomatio	176	13
5 m ²	PEMPTOS	B504-mpanio	177	10
11 m ²	PEMPTOS	B503-ypnodomatio	178	13
6 m ²	PEMPTOS	B504-ypnodomatio	179	10
11 m ²	PEMPTOS	B505-ypnodomatio	180	14
10 m ²	PEMPTOS	B505-ypnodomatio	181	13
4 m ²	PEMPTOS	B505-mpanio	182	8
56 m ²	PEMPTOS	B505-kathistiko	183	45
12 m ²	PEMPTOS	B505-ypnodomatio	184	14
138 m ²	PEMPTOS	koinoxristo	185	51
10 m ²	PEMPTOS	A501-mpanio	186	14
7 m ²	EKTOS	A601-ypnodomatio	187	12
3 m ²	EKTOS	A601-mpanio	188	7
5 m ²	EKTOS	A601-ypnodomatio	189	9
29 m ²	EKTOS	A601-kathistiko/ko	190	34
7 m ²	EKTOS	A602-kouzina	191	12
7 m ²	EKTOS	A602-ypnodomatio	192	10
5 m ²	EKTOS	A602-ypnodomatio	193	9
3 m ²	EKTOS	A602-mpanio	194	7
10 m ²	EKTOS	A603-kouzina	195	13
7 m ²	EKTOS	A603-ypnodomatio	196	11
5 m ²	EKTOS	A603-mpanio	197	9
7 m ²	EKTOS	A603-ypnodomatio	198	12
6 m ²	EKTOS	A603-ypnodomatio	199	10
9 m ²	EKTOS	A604-ypnodomatio	200	12
6 m ²	EKTOS	A604-kouzina	201	11
6 m ²	EKTOS	A604-mpanio	202	10
41 m ²	EKTOS	Koinoxristo	203	34
10 m ²	EVDOMOS	A701-kouzina	204	12
7 m ²	EVDOMOS	A701-ypnodomatio	205	11
5 m ²	EVDOMOS	A701-mpanio	206	9

Πίνακας 4: Πίνακας εσωτερικών χώρων διαμερισμάτων με μετρικές πληροφορίες



5 m ²	EVDOMOS	A701-mpanio	206	9
9 m ²	EVDOMOS	A701-ypnodomatio	207	12
12 m ²	EVDOMOS	A702-ypnodomatio	208	17
8 m ²	EVDOMOS	A701-ypnodomatio	209	12
6 m ²	EVDOMOS	A702-mpanio	210	9
10 m ²	EVDOMOS	A702-ypnodomatio	211	14
9 m ²	EVDOMOS	A702-ypnodomatio	212	12
10 m ²	EVDOMOS	A702-kouzina	213	13
39 m ²	EVDOMOS	koinoxristo	214	34
8 m ²	EVDOMOS	A703-ypnodomatio	215	11
7 m ²	EVDOMOS	A703-kouzina	216	12
5 m ²	EVDOMOS	A703-mpanio	217	9
10 m ²	OGDOOS	A801-kouzina	218	12
7 m ²	OGDOOS	A801-ypnodomatio	219	11
5 m ²	OGDOOS	A801-mpanio	220	9
9 m ²	OGDOOS	A801-ypnodomatio	221	12
8 m ²	OGDOOS	A801-ypnodomatio	222	12
12 m ²	OGDOOS	A802-ypnodomatio	223	17
6 m ²	OGDOOS	A802-mpanio	224	9
10 m ²	OGDOOS	A802-kouzina	225	13
9 m ²	OGDOOS	A802-ypnodomatio	226	12
10 m ²	OGDOOS	A802-ypnodomatio	227	14
39 m ²	OGDOOS	koinoxristo	228	34
8 m ²	OGDOOS	A803-ypnodomatio	229	11
5 m ²	OGDOOS	A803-mpanio	230	9
33 m ²	OGDOOS	A803-kathistiko	231	31
8 m ²	ENATOS	A901-kouzina	232	12
9 m ²	ENATOS	A901-ypnodomatio	233	12
9 m ²	ENATOS	A901-ypnodomatio	234	14
7 m ²	ENATOS	A901-ypnodomatio	235	12
5 m ²	ENATOS	A901-mpanio	236	11
62 m ²	ENATOS	koinoxristo	237	59
9 m ²	ENATOS	A902-ypnodomatio	238	12
10 m ²	ENATOS	A902-ypnodomatio	239	13
11 m ²	ENATOS	A902-kouzina	240	15
8 m ²	ENATOS	A902-ypnodomatio	241	12
8 m ²	ENATOS	A902-mpanio	242	11
8 m ²	DEKATOS	A111-kouzina	243	13
11 m ²	DEKATOS	A111-ypnodomatio	244	15
13 m ²	DEKATOS	A111-ypnodomatio	245	14
5 m ²	DEKATOS	A111-mpanio	246	9
10 m ²	DEKATOS	A112-ypnodomatio	247	13
6 m ²	DEKATOS	A112-ypnodomatio	248	10
4 m ²	DEKATOS	A112-mpanio	249	8
13 m ²	DEKATOS	A112-kouzina	250	14
7 m ²	DEKATOS	A112-ypnodomatio	251	11
62 m ²	DEKATOS	koinoxristo	252	59
9 m ²	PROTOS	A101-ypnodomatio	253	12
12 m ²	PROTOS	A101-ypnodomatio	254	15
6 m ²	PROTOS	A101-mpanio	255	10
11 m ²	PROTOS	A101-ypnodomatio	256	14

Πίνακας 5: Πίνακας εσωτερικών χώρων διαμερισμάτων με μετρικές πληροφορίες



6.2.3 Εισαγωγή κτηματολογικής πληροφορίας

Η εισαγωγή της κτηματολογικής πληροφορίας στο μοντέλο του κτηρίου, έγινε αρχικά με τη χρήση του εργαλείου Area του Revit. Τα areas που δημιουργήθηκαν στο προηγούμενο στάδιο, τα οποία αποτελούν και τα διαμερίσματα-ιδιοκτησίες, κωδικοποιήθηκαν και υπολογίστηκε ταυτόχρονα και το εμβαδόν τους. Μετά τη δημιουργία των areas εξάγεται το area schedule, το οποίο περιλαμβάνει τις ιδιοκτησίες ανά όροφο και τα τετραγωνικά της κάθε ιδιοκτησίας. Σε αυτόν τον πίνακα εισάγονται οι ιδιοκτήτες της κάθε ιδιοκτησίας. Υπάρχει δυνατότητα εισαγωγής και άλλων χαρακτηριστικών. Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέχθηκε να εισαχθούν η περίμετρος, ο όροφος, το εμβαδόν, η κωδικοποίηση του διαμερίσματος ανάλογα τον ιδιοκτήτη και ο ιδιοκτήτης.

Αξίζει να αναφερθεί ότι η εισαγωγή της κτηματολογικής πληροφορίας είναι προαιρετική και γίνεται για να καταδειχθεί η δυνατότητα του μοντέλου να την φιλοξενήσει. Παρακάτω εισάγεται το μοντέλο σε μια βάση δεδομένων όπου και προτείνεται να γίνεται από εκεί η εισαγωγή των πληροφοριών ιδιοκτησίας, κατόπιν υποδείξεων των ιδιοκτητών.



<Area Schedule (Gross Building)>					
A	B	C	D	E	F
Number	Name	Area	Level	Perimeter	owner
1	koinoxristoB	144 m ²	DEUTEROS	51	koinoxristo
2	TAPATEA	332 m ²	EKTOS	85	koinoxristo
3	koinoxristrol	70 m ²	ENATOS	59	koinoxristo
4	koinoxristoΘ	44 m ²	OGDOOS	34	koinoxristo
5	koinoxristoE	144 m ²	PEMPTOS	51	koinoxristo
6	koinoxristoΔ	143 m ²	TETARTOS	51	koinoxristo
7	koinoxristof	144 m ²	TRITOS	51	koinoxristo
8	Area	620 m ²	ΥΠΟΓΕΙΟ	137	koinoxristo
9	A101	80 m ²	PROTOS	41	kataskeyastis
10	A102	79 m ²	PROTOS	48	koinoniki katokia
11	A103	29 m ²	PROTOS	22	koinoniki katokia
12	A104	50 m ²	PROTOS	29	koinoniki katokia
13	B105	79 m ²	PROTOS	38	kataskeyastis
14	B106	79 m ²	PROTOS	39	koinoniki katokia
15	B107	80 m ²	PROTOS	41	koinoniki katokia
16	A301	80 m ²	TRITOS	35	kataskeyastis
17	A302	78 m ²	TRITOS	50	kataskeyastis
18	A303	80 m ²	TRITOS	39	kataskeyastis
19	B304	81 m ²	TRITOS	39	kataskeyastis
20	B305	78 m ²	TRITOS	41	kataskeyastis
21	B306	79 m ²	TRITOS	36	kataskeyastis
22	B208	63 m ²	DEUTEROS	35	kataskeyastis
23	B207	62 m ²	DEUTEROS	36	kataskeyastis
24	B206	52 m ²	DEUTEROS	28	kataskeyastis
25	B205	62 m ²	DEUTEROS	35	kataskeyastis
26	A204	52 m ²	DEUTEROS	35	kataskeyastis
27	A203	62 m ²	DEUTEROS	36	kataskeyastis
28	A202	61 m ²	DEUTEROS	37	kataskeyastis
29	A201	63 m ²	DEUTEROS	35	kataskeyastis
30	koinoxristoA	144 m ²	PROTOS	58	koinoxristo
31	A401	105 m ²	TETARTOS	41	P100
32	A402	102 m ²	TETARTOS	49	P110
33	A403	30 m ²	TETARTOS	23	kataskeyastis
34	B404	74 m ²	TETARTOS	35	P93
35	B405	41 m ²	TETARTOS	25	P96
36	B406	40 m ²	TETARTOS	24	P95
37	B407	83 m ²	TETARTOS	35	P70
38	A501	114 m ²	PEMPTOS	41	P81
39	A502	61 m ²	PEMPTOS	35	kataskeyastis
40	A503	63 m ²	PEMPTOS	32	kataskeyastis
41	B504	119 m ²	PEMPTOS	50	P86
42	B505	119 m ²	PEMPTOS	43	P83
43	A601	60 m ²	EKTOS	35	kataskeyastis
44	A602	59 m ²	EKTOS	35	kataskeyastis
45	A603	59 m ²	EKTOS	32	kataskeyastis
46	A604	60 m ²	EKTOS	35	kataskeyastis
47	koinoxristoZ	45 m ²	EKTOS	34	koinoxristo
48	A701	80 m ²	EVDOMOS	36	kataskeyastis
49	A702	98 m ²	EVDOMOS	57	kataskeyastis
50	A703	60 m ²	EVDOMOS	35	kataskeyastis
51	koinoxristoH	45 m ²	EVDOMOS	34	kataskeyastis
52	A801	80 m ²	OGDOOS	36	kataskeyastis
53	A802	98 m ²	OGDOOS	57	kataskeyastis
54	A803	60 m ²	OGDOOS	35	kataskeyastis
55	A901	94 m ²	ENATOS	41	kataskeyastis
56	A902	118 m ²	ENATOS	53	kataskeyastis
57	A111	94 m ²	DEKATOS	41	kataskeyastis
58	A112	118 m ²	DEKATOS	52	kataskeyastis
59	koinoxristoK	70 m ²	DEKATOS	59	kataskeyastis

Πίνακας 6: Πίνακας κτηματολογικής πληροφορίας



6.2.4 Εξαγωγή αναφοράς υλικών που χρησιμοποιήθηκαν και υπολογισμός κόστους

Στο Autodesk® Revit™ δίνεται η δυνατότητα εξαγωγής reports των ομάδων αντικειμένων που υπάρχουν στο μοντέλο, με σκοπό την καλύτερη εποπτεία, αλλά και τον υπολογισμό του κόστους κάθε κατηγορίας. Αυτές οι ομάδες μπορεί να είναι τα παράθυρα, οι πόρτες, τα δοκάρια κτλ. Στην εικόνα παρουσιάζεται ένα τέτοιο report ξεχωριστά για την περίπτωση των παραθύρων, των τοίχων, των πορτών, της στέγης και των πατωμάτων βάση των υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί στο μοντέλο. Παράλληλα γίνεται εξαγωγή του κόστους κάθε συστατικού που εξετάζεται ώστε να γίνει υπολογισμός για το σύνολο τους.

<Floor Material Takeoff>				
A	B	C	D	E
Family	Family and Type	Material: Area	Material: Cost	Total Cost
Floor				
Floor	Floor: Generic - 12"	599 m ²	30.00€	17976.50€
Floor	Floor: Generic - 12"	332 m ²	30.00€	9958.72€
Floor	Floor: πλακακα	600 m ²	30.00€	17991.25€
Floor	Floor: πλακακα	598 m ²	30.00€	17927.63€
Floor	Floor: πλακακα	599 m ²	30.00€	17980.10€
Floor	Floor: πλακακα	599 m ²	30.00€	17980.07€
Floor	Floor: πλακακα	599 m ²	30.00€	17980.07€
Floor	Floor: πλακακα	602 m ²	30.00€	18056.27€
Floor	Floor: πλακακα	263 m ²	30.00€	7904.63€
Floor	Floor: πλακακα	261 m ²	30.00€	7830.16€
Floor	Floor: πλακακα	261 m ²	30.00€	7831.57€
Floor	Floor: πλακακα	261 m ²	30.00€	7834.28€
Floor	Floor: πλακακα	263 m ²	30.00€	7891.34€
Grand total: 13				175142.56€

<Roof Material Takeoff>				
A	B	C	D	E
Family	Family and Type	Material: Cost	Material: Area	Total Cost
Basic Roof	Basic Roof: Generi	30.00€	332 m ²	9958.72€
Basic Roof	Basic Roof: Generi	30.00€	282 m ²	8460.00€
Grand total: 2				18418.72€

Πίνακας 7: Πίνακας κόστους υλικών

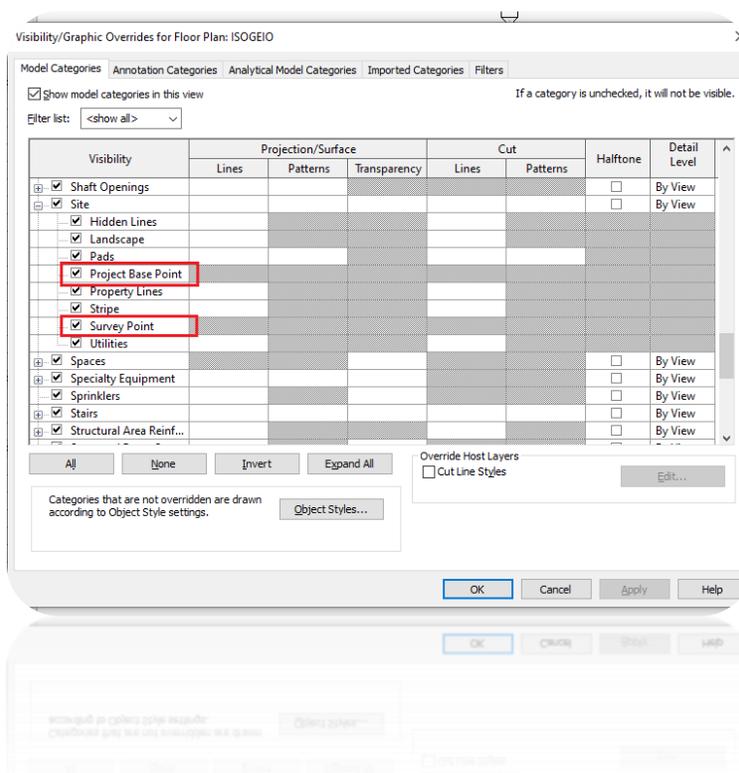


<Wall Material Takeoff>				
A	B	C	D	E
Family	Family and Type	Material: Cost	Material: Volume	Total Cost
Basic Wall				
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.39 m ²	296.47€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	15.09 m ²	830.12€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.28 m ²	290.54€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	3.15 m ²	173.25€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	3.01 m ²	165.64€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	3.15 m ²	173.25€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.88 m ²	323.40€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	16.80 m ²	924.00€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.88 m ²	323.40€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	6.75 m ²	371.25€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	3.01 m ²	165.64€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	6.63 m ²	364.65€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	3.11 m ²	171.16€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	7.58 m ²	417.01€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	0.13 m ²	7.26€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	2.98 m ²	163.95€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.72 m ²	314.70€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	15.88 m ²	873.20€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.72 m ²	314.73€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	6.47 m ²	355.96€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	0.06 m ²	3.30€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	4.67 m ²	256.97€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	0.92 m ²	50.48€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	4.79 m ²	263.57€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.72 m ²	314.71€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	15.85 m ²	871.88€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.72 m ²	314.71€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	4.67 m ²	256.96€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	4.67 m ²	256.96€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	3.65 m ²	200.86€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	0.39 m ²	21.61€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.69 m ²	313.06€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	3.77 m ²	207.46€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.72 m ²	314.71€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	15.85 m ²	871.88€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.72 m ²	314.71€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.69 m ²	313.07€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	4.67 m ²	256.97€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	4.67 m ²	256.96€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	4.79 m ²	263.56€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.72 m ²	314.71€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	15.85 m ²	871.88€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	5.72 m ²	314.71€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	4.67 m ²	256.96€
Basic Wall	Basic Wall: Generic0.2	55.00€	6.47 m ²	355.96€
Grand total: 627				67583.45€

Πίνακας 10: Πίνακας κόστους υλικών

6.2.5 Ορισμός συντεταγμένων και συστήματος αναφοράς

Επιλέγουμε από το Floor Plans το layer «*ISOGEIO*» και πατώντας στο πληκτρολόγιο VG (Visibility/Graphics) εμφανίζεται ο αντίστοιχος πίνακας. Εκεί αναζητούμε στην στήλη Visibility το Site. Ακολούθως, κάνουμε κλικ στο Project Base Point και το Survey Point. Βλέπουμε μετά στην κάτοψη του ισογείου να εμφανίζονται τα 2 αυτά σημεία. Αυτά τα σημεία αν θέλουμε να τα εμφανίσουμε και σε κάποιον άλλο όροφο πρέπει να κάνουμε την ίδια διαδικασία , να τα κάνουμε τσεκ στον πίνακα ανοίγοντάς τον εκ νέου δηλαδή. Στην οθόνη μας, στον αντίστοιχο όροφο που έχουμε ανοιχτό, εμφανίζονται τα παρακάτω σύμβολα.



Πίνακας 11: Πίνακας Visibility/Graphics

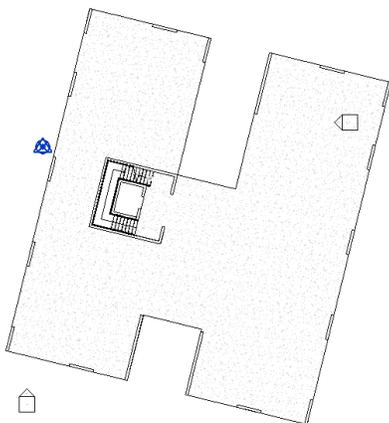
Αρχικά αξίζει να διευκρινίσουμε λίγο τον ρόλο καθενός από τα 2 αυτά σημεία.

Το Survey Point παρέχει ένα πραγματικό πλαίσιο για το μοντέλο Revit. Αντιπροσωπεύει ένα γνωστό σημείο στον φυσικό κόσμο, όπως ένας δείκτης γεωδαιτικής έρευνας ή η διασταύρωση 2 γραμμών ιδιοκτησίας. Το σημείο έρευνας χρησιμοποιείται για να προσανατολίσει σωστά τη γεωμετρία του κτιρίου σε ένα άλλο σύστημα συντεταγμένων. Σε ένα μοντέλο Revit, το σημείο έρευνας ορίζει ένα σημείο αναφοράς για το σύστημα συντεταγμένων έρευνας.

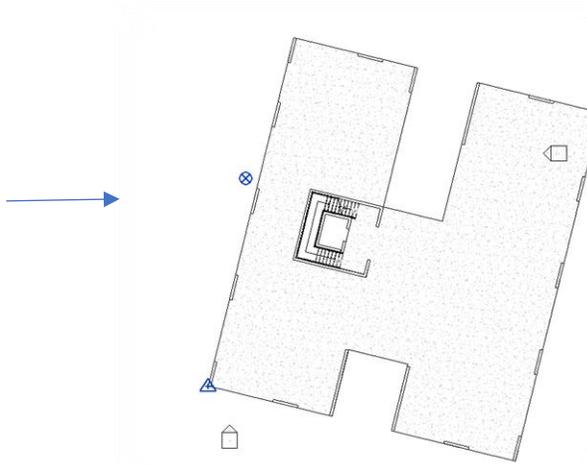
Σε μια προβολή, μοιάζει με αυτό το σύμβολο : 

Το Project Base Point από την άλλη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό μιας αναφοράς για τη μέτρηση των αποστάσεων και την τοποθέτηση αντικειμένων σε σχέση με το μοντέλο. Προσδιορίζει την προέλευση (0,0,0) του συστήματος συντεταγμένων του έργου. Όταν δημιουργείται για πρώτη φορά ένα μοντέλο Revit, το σημείο βάσης του έργου βρίσκεται στην εσωτερική προέλευση από μόνο του. Σε μια προβολή, το σημείο βάσης του έργου έχει την εξής εμφάνιση: 

Εμείς, αφήσαμε το Project Base Point στην προέλευση (0,0,0) που μπήκε αυτόματα και τοποθετήσαμε το Survey Point κατόπιν, στην κάτω αριστερά γωνία του πατώματος, αφού πρώτα το κάναμε un-pinned. Για να διαλέξουμε κάθε φορά ποιο σημείο θέλουμε να επιλέξουμε, τα επιλέγουμε και τα 2 και στο Modify|Multi – Select , πατώντας στο Filter κάνουμε κλικ εκείνο που μας ενδιαφέρει.



Εικόνα 45: Αρχικά σημεία



Εικόνα 46: Τοποθέτηση σημείων

Στην συνέχεια καθορίζουμε το Orientation στα Properties να δείχνει True North. Το Project North βασίζεται συνήθως στον κυρίαρχο άξονα της γεωμετρίας του κτιρίου. Επηρεάζει τον τρόπο με τον

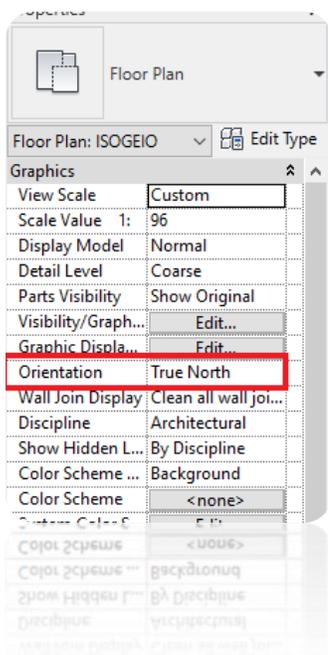


οποίο σχεδιάζουμε σε προβολές και τον τρόπο τοποθέτησης των προβολών σε φύλλα εργασίας. Το True North είναι η πραγματική βόρεια κατεύθυνση με βάση τις συνθήκες της τοποθεσίας.

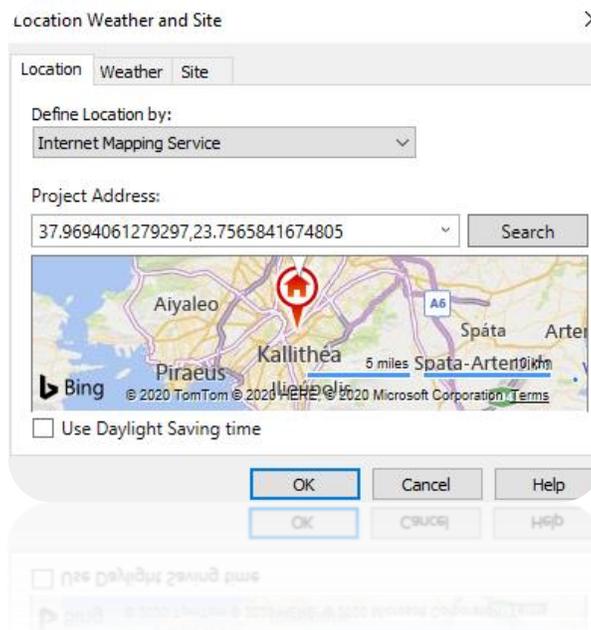
Έπειτα καθορίζουμε τον πραγματικό Βορρά από το **Manage**->  **Position** -> 

Rotate True North. Κάνουμε διπλό κλικ στην θέση που είμαστε, καθώς ο αληθινός βορράς σωστά δείχνει προς τα πάνω, μη δημιουργώντας γωνία στην περίπτωση μας.

Προ-τελευταίο βήμα, αποτελεί ο καθορισμός της τοποθεσίας του κτηρίου με επιλογή του  **Location** από το **Manage Tab**. Βγαίνει ο αντίστοιχος πίνακας και τοποθετούμε το βέλος ακριβώς στο σημείο που θα βρίσκεται το κτήριο μας στην πραγματικότητα, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.40.



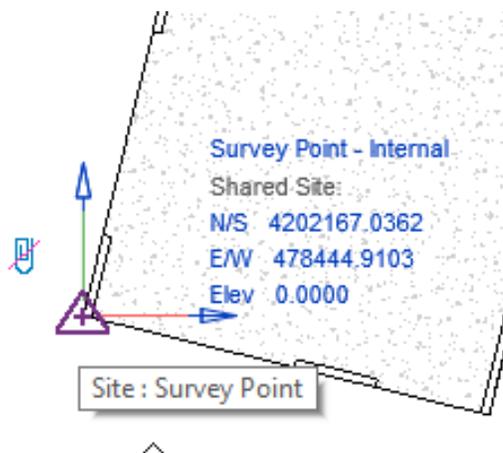
Εικόνα 47: Αλλαγή Κατεύθυνσης



Εικόνα 48: Τοποθεσία κτηρίου

Τέλος, προσθέτουμε τις γνωστές συντεταγμένες στις 4 γωνίες της κάτοψης του ισογείου ορόφου. Οι συντεταγμένες έχουν δοθεί από το αντίστοιχο αρχείο CAD. Σε περίπτωση που δεν υπήρχαν, ανατρέχουμε στο <http://gis.ktimanet.gr/> αναζητάμε το γεωτεμάχιο μας και προσδιορίζουμε με μια μικρή οπτική απόκλιση τις συντεταγμένες. Για την τοποθέτηση των συντεταγμένων στο Revit, επιλέγουμε από το **Manage** ->  **Coordinates** ->  **Specify Coordinates at Point**

Όπως βλέπουμε παρακάτω, το survey point έχει αποκτήσει της συντεταγμένες της γωνίας που βρίσκεται.

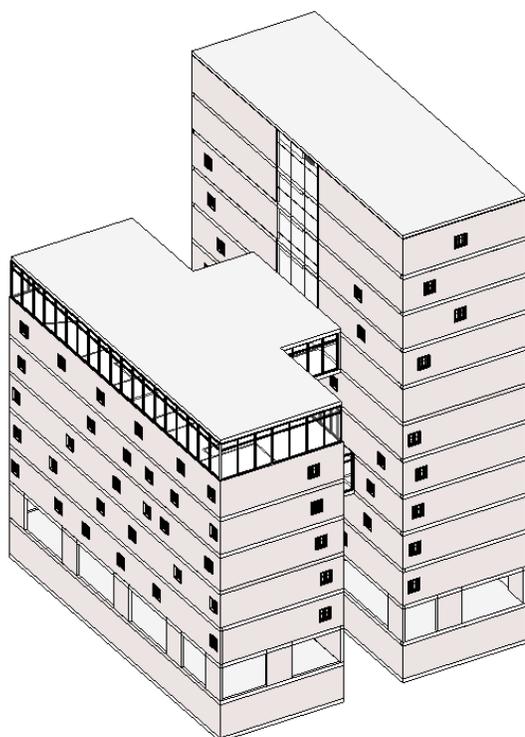


Εικόνα 49 : Συντεταγμένες του Survey Point

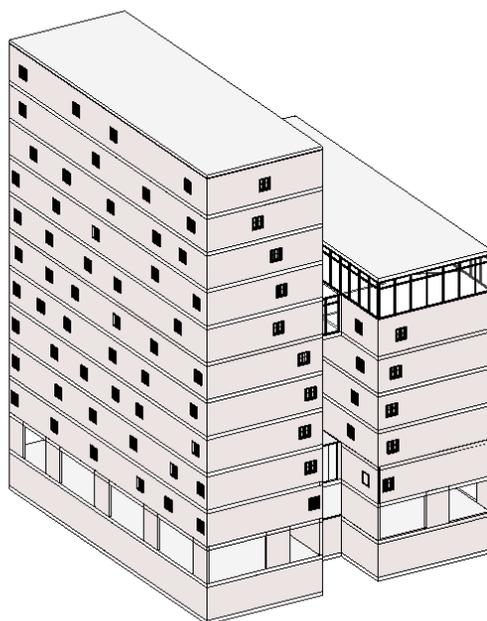


6.2.6 Παρουσίαση τελικού μοντέλου στο Autodesk® Revit™.

Στις επόμενες εικόνες παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της σχεδίασης δηλαδή οι τρισδιάστατες όψεις του μοντέλου στο Autodesk® Revit™.



Εικόνα 50 : Ανατολική όψη του κτηρίου



Εικόνα 51: Νοτιοανατολική όψη του κτηρίου



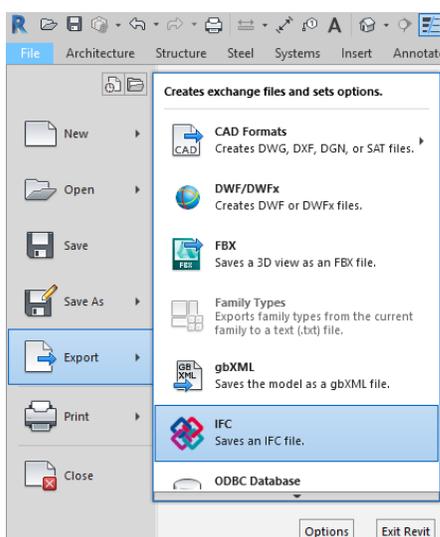
Εικόνα 52: Τομή του κτηρίου



6.2.7. Εξαγωγή μοντέλου σε IFC αρχείο

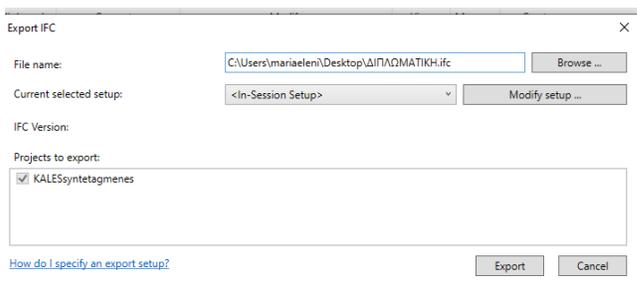
Για να μπορέσουμε να μοιράσουμε και διαβάσουμε το μοντέλο από διαφορετικά λογισμικά, το μετατρέπουμε σε μια διαλειτουργική μορφή που λέγεται IFC. Για την εξαγωγή του σε αυτόν τον τύπο ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα.

Κάνοντας κλικ στο File, επιλέγουμε Export και IFC .



Εικόνα 53: Επιλογή δημοσίευσης

Κάνοντας κλικ στην επιθυμητή επιλογή, διαλέγουμε στην συνέχεια που θα αποθηκευτεί το αρχείο και ορίζουμε τις ρυθμίσεις έτσι όπως χρειαζόμαστε από το Modify setup.

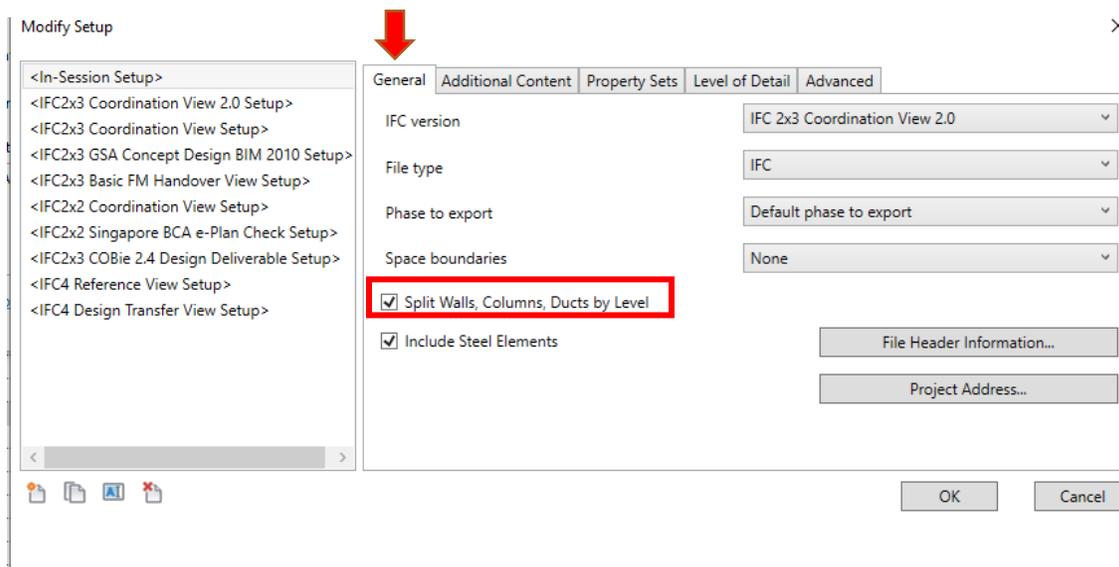


Εικόνα 54 : Αποθήκευση και ρυθμίσεις

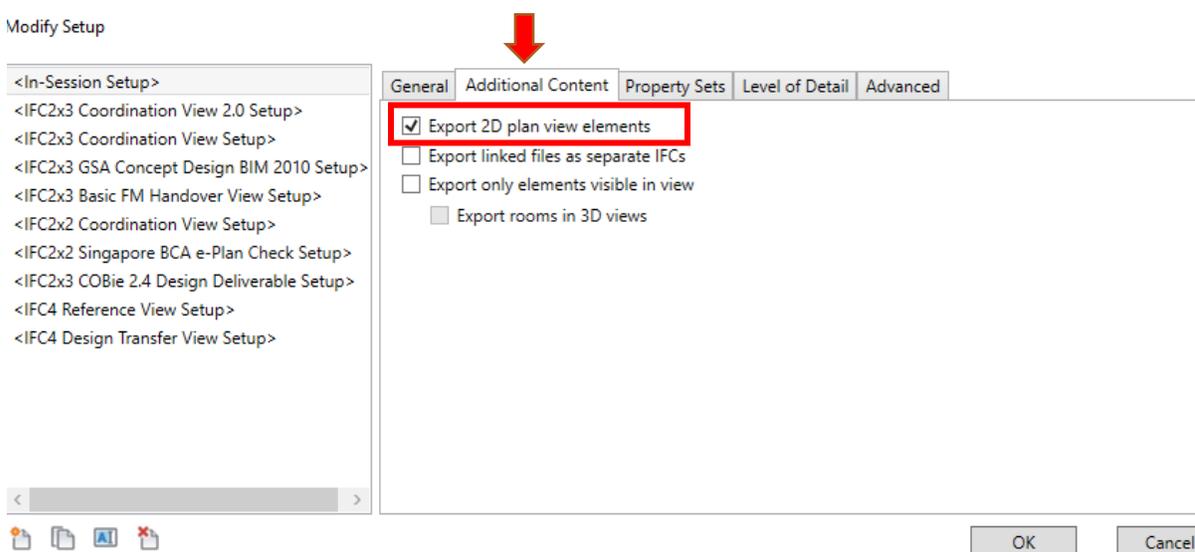


Μετά κάνουμε κλικ προσεκτικά σε αυτές τις επιλογές που φαίνονται στις παρακάτω εικόνες, χωρίς να ξεχάσουμε καμία που θα δημιουργήσει εμπόδιο στην σωστή απεικόνιση του μοντέλου μας.

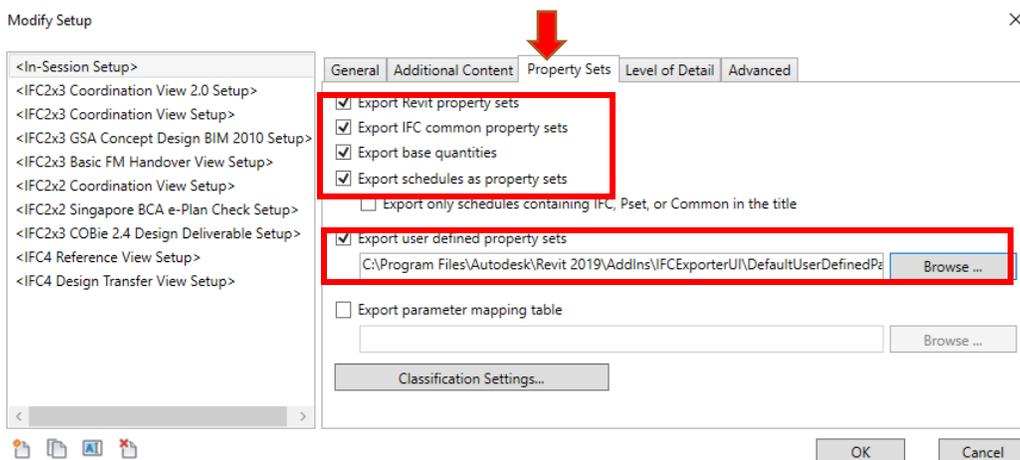
Τέλος πατάμε OK.



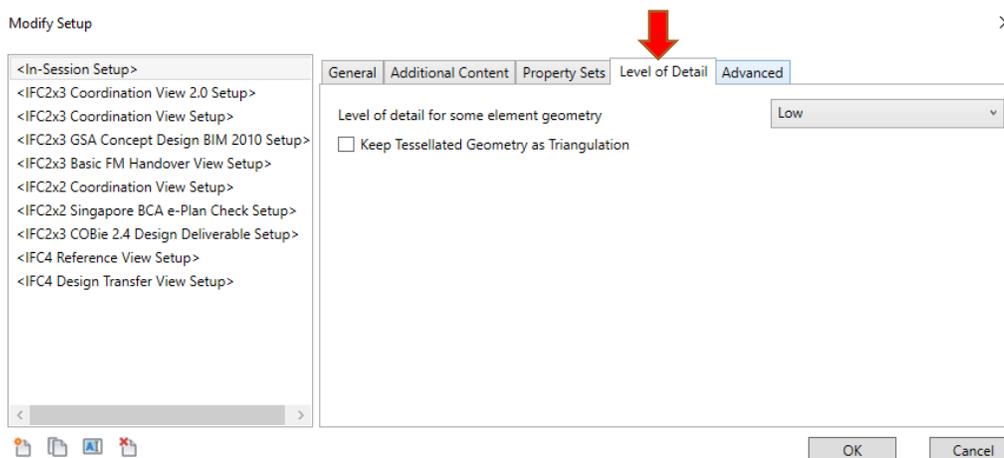
Εικόνα 55: Επιλογές



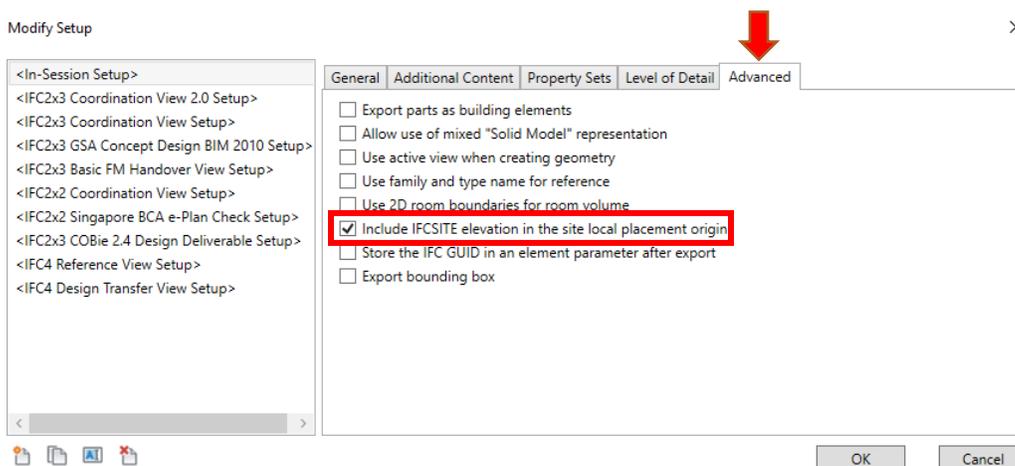
Εικόνα 56 : Επιλογές



Εικόνα 57 : Επιλογές



Εικόνα 58 : Επιλογές



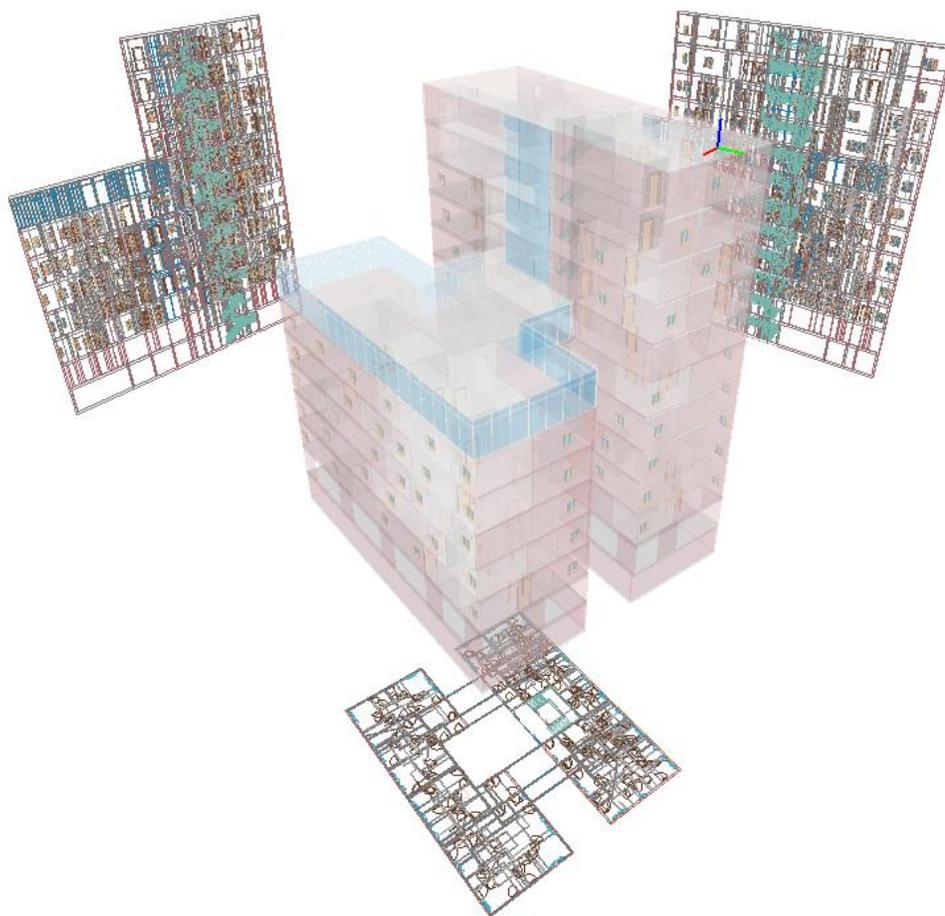
Εικόνα 59 : Επιλογές



Το αρχείο IFC έχει δημιουργηθεί. Μπορούμε να το δούμε κατεβάζοντας το πρόγραμμα BIMVision που είναι ένα δωρεάν πρόγραμμα προβολής μοντέλων IFC ενώ επιτρέπει να δούμε τα εικονικά μοντέλα που προέρχονται από συστήματα CAD όπως Revit, Archicad, BricsCAD BIM, Advance, DDS CAD, Tekla, Nemetschek VectorWorks, Bentley, Allplan κ.α. χωρίς ανάγκη να έχουμε εμπορικές άδειες αυτών των συστημάτων.



Παρακάτω, παρατίθενται μερικές εικόνες του κτηρίου, μέσα από το περιβάλλον του BIMVision.



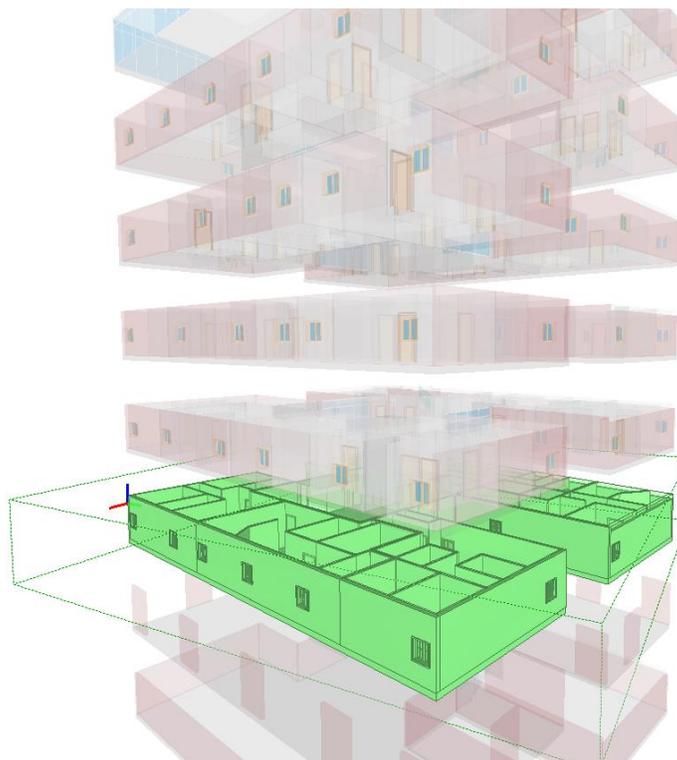
Εικόνα 60: Άποψη του κτηρίου στο IFC και προβολή των κατόψεων και τομών του



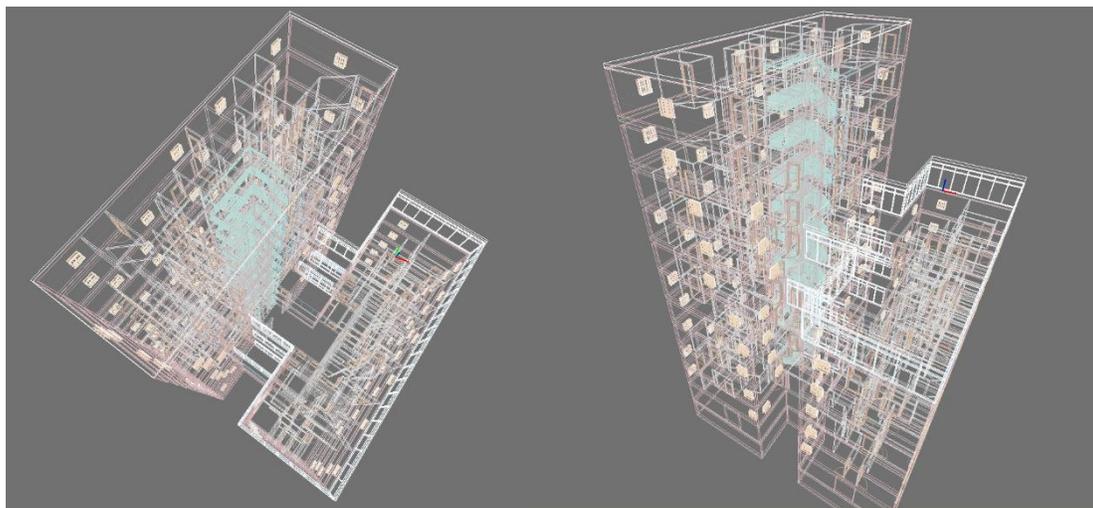
Active	Type	Name	Description
<input checked="" type="checkbox"/>	Project	Project Number	
<input checked="" type="checkbox"/>	Site	Default	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building		
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	YPOGEIO	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	ISOGEIO	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	PROTOS	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	DEUTEROS	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	TRITOS	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	TETARTOS	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	PEMPTOS	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	EKTOS	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	EVDOMOS	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	OGDOOS	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	ENATOS	
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	DEKATOS	

Properties	Location	Classification	Relations	Value	Unit
Element Specific					
FileName				KALES_symtagmenes.ifc	
Guid				2fTxSiBM5BV8MEIdV9rDq6	
IfcEntity				IfcProject	
LongName				Project Name	
Name				Project Number	
Phase				Project Status	
File Header					
Description				ViewDefinition [CoordinationView_V2.0, QuantityTakeOffAddOnView]	
Implementation Level				2;1	
Originating System				20180328_1600(x64) - Exporter 19.0.1.1 - Alternate UI 19.0.1.1	
Preprocessor Version				The EXPRESS Data Manager Version 5.02.0100.07 : 28 Aug 2013	
Schema Identifiers				IFC2X3	
Time Stamp				2020-10-01T22:26:54	

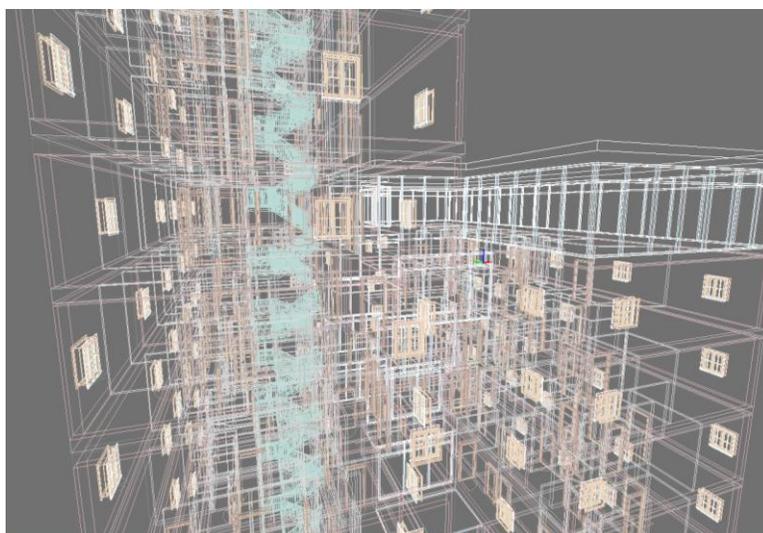
Εικόνα 61: Πίνακας δεδομένων



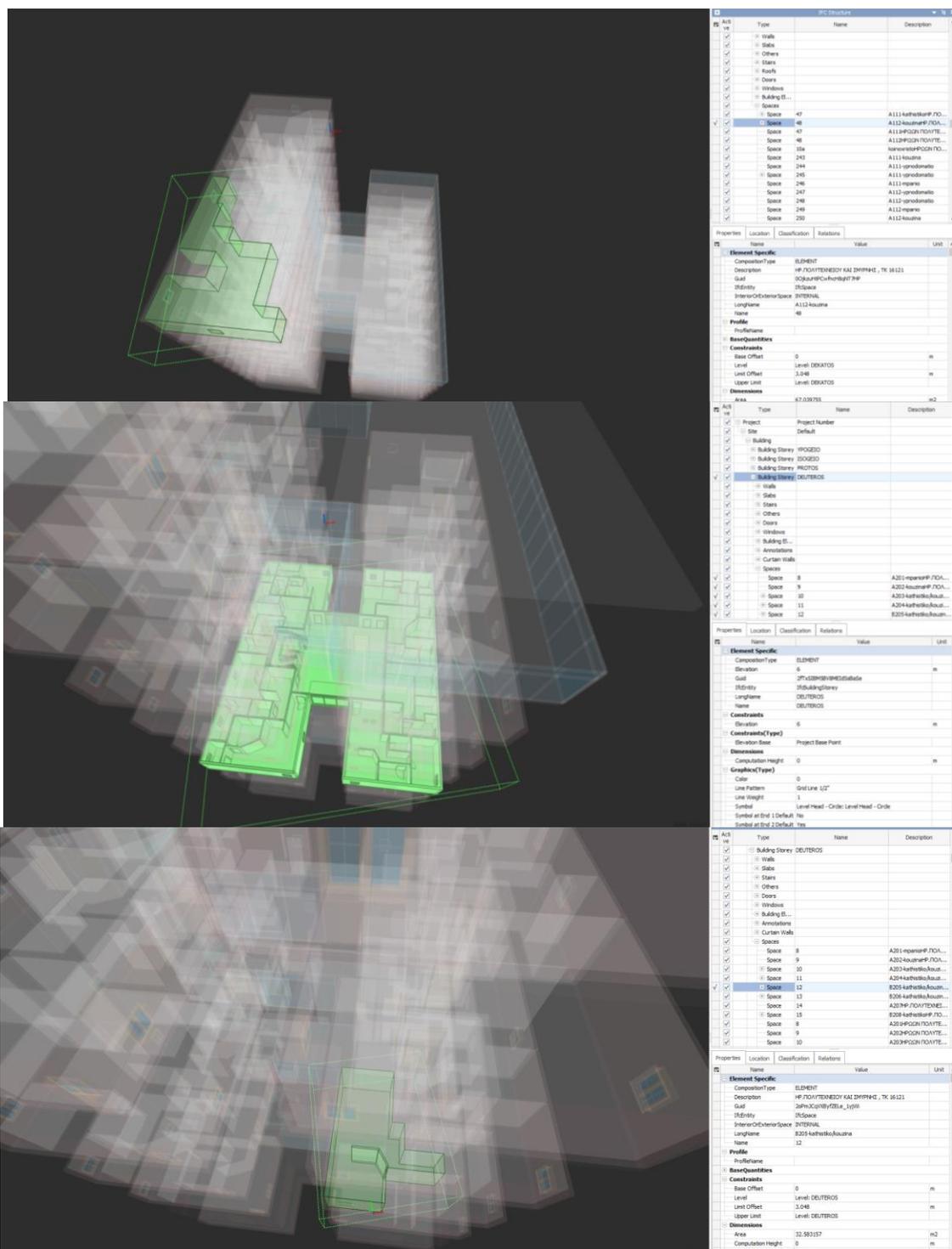
Εικόνα 62: Επιλογή προβολής του πρώτου ορόφου



Εικόνα 63: Όψεις κτηρίου μέσω διαφορετικής προβολής και απεικόνισης



Εικόνα 64: Εσωτερική άποψη

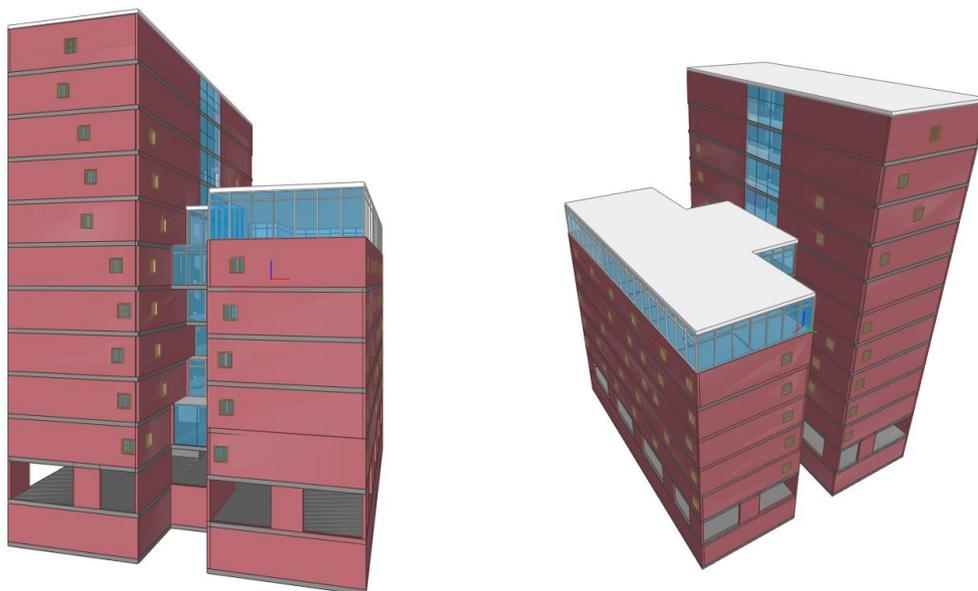


Εικόνα 65: Δυνατότητα επιλογής χώρων και ορόφων και προβολής πληροφοριών



Properties	Location	Classification	Relations	
	Name		Value	Unit
[-]	Location			
	Project	Project Number		
	Storey	DEUTEROS		
	Top Elevation	3.048		m
	Bottom Elevation	-0		m
	Global Top Elevation	9.048		m
	Global Bottom Elevation	6		m
[-]	Geometry			
	Has Own Geometry	Yes		
	Children Have Geometry	Yes		
	Global X	478 459.545623		m
	Global Y	4 202 162.862416		m
	Global Z	6		m
	Bounding Box Length	7.143466		m
	Bounding Box Width	8.611634		m
	Bounding Box Height	3.048		m
[-]	Membership			
	Group	Model Group:B205:550242		
	Layer	A-AREA		

Εικόνα 66: Τοποθεσία με συντεταγμένες



Εικόνα 67: Όψεις κτηρίου με αληθοφανή προβολή



6.3 Εισαγωγή του μοντέλου στο λογισμικό ArcGISPro 2.6. και κοινή χρήση του μέσα από την πλατφόρμα ArcGIS Online

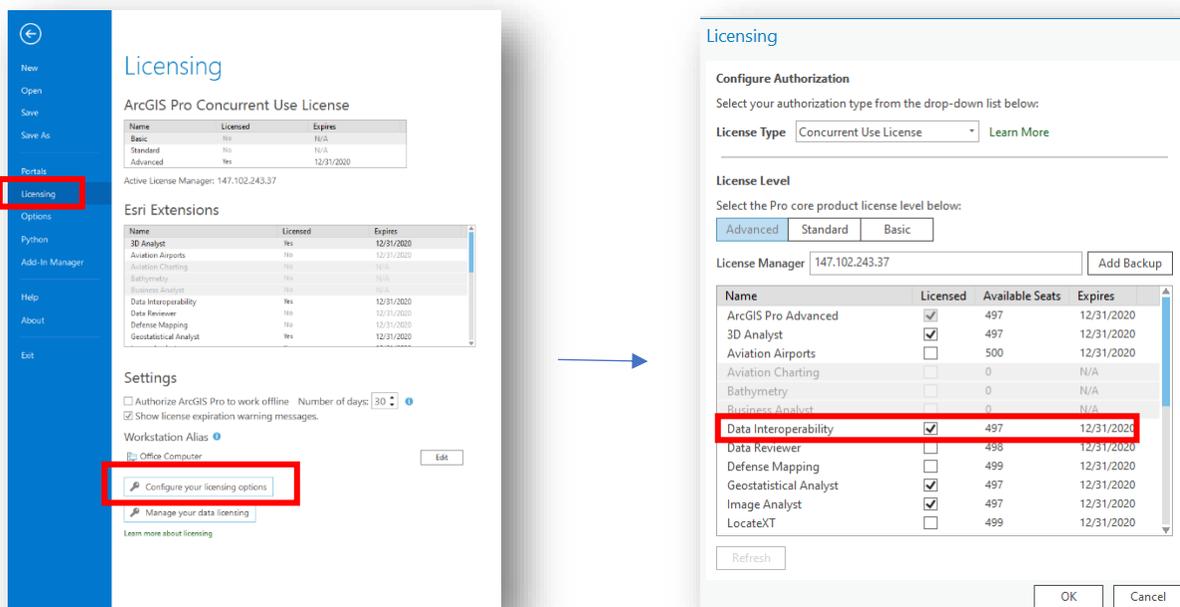
Στην συγκεκριμένη ενότητα, γίνεται η ενσωμάτωση των δεδομένων από το περιβάλλον BIM στο GIS για τη διαχείριση και την αναπαράσταση τρισδιάστατων δεδομένων διαχείρισης γης και στο τέλος επιλέγεται το ArcGIS ONLINE ως η ηλεκτρονική πηγή που φιλοξενεί το προαναφερθέντα δεδομένα ως τρισδιάστατες σκηνές, με βάση τις επιλογές που προσφέρει ο λογαριασμός χρήστη που δημιουργήθηκε με το email rsxxxx.ntua.gr. Ένας από τους κύριους λόγους για την επιλογή του ArcGISPro v.2.6.0. ως GIS λογισμικό, ήταν η ικανότητά του να διαβάζει απευθείας αρχεία Revit.

6.3.1. Εισαγωγή του μοντέλου στο λογισμικό

Το ArcGISPro δεν διαβάζει κατευθείαν τα διαλειτουργικά αρχεία IFC, έτσι για την είσοδο του μοντέλου στο πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκε από την εργαλειοθήκη Tools στο Analyze Tab το εργαλείο *Data Interoperability Tools* μέσω του *Quick Import* όπως φαίνεται παρακάτω. Αξίζει να σημειωθεί πως η πρόσβαση στο *Data Interoperability* εργαλείο ήταν ένα ιδιαίτερο κομμάτι, καθώς χρειάζεται άδεια από την ESRI και επιπρόσθετα η εργαλειοθήκη πρέπει να εγκατασταθεί από κάποια εξωτερική πηγή. Για την εισαγωγή του μοντέλου στο λογισμικό, ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:



Βήμα 1° : Ενεργοποίηση της άδειας



Εικόνα 68: Ενεργοποίηση αδειών

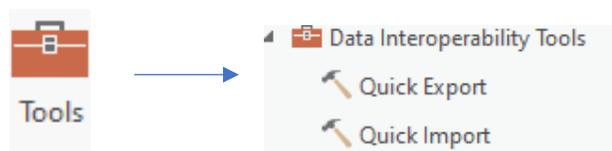
Βήμα 2° : Εγκατάσταση εργαλειοθήκης από το διαδίκτυο

Στην συνέχεια ακολούθησε η διαδικασία της εγκατάστασης της εργαλειοθήκης η οποία αποθηκεύτηκε στον ίδιο φάκελο με το πρόγραμμα ArcGIS Pro.

Βήμα 3° : Άνοιγμα προγράμματος

Επιλέγεται να δημιουργηθεί ένα Global Scene  ή Local Scene  αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι αν επιλεγθεί το πρώτο, το σύστημα αναφοράς του, δεν μπορεί να αλλάξει καθώς οι παγκόσμιες σκηνές χρησιμοποιούν μόνο το WGS 84.

Βήμα 4^ο : Επιλογή του Data Interoperability



Εικόνα 69: Επιλογή εντολών

Ως input χρησιμοποιείται το IFC αρχείο ενώ το σύστημα αναφοράς που χρησιμοποιήθηκε κατά το Quick Import ήταν το σύστημα όπου έχουμε τις συντεταγμένες μας , δηλαδή Projected Coordinates->Greek Grid

Έτσι το αρχείο μετατράπηκε σε μια βάση δεδομένων που έχει ως feature classes όλα τα χαρακτηριστικά του αρχείου, όπως ifcBuildingElementProxy_surface , ifcDoor_surface κτλ.

Αξίζει να προσθέσουμε και την λειτουργία του εργαλείου *BIMFile to Geodatabase* το οποίο αντιγράφει στην βάση δεδομένων που δημιουργεί όλα τα χαρακτηριστικά που υπάρχουν στο αρχείο Revit , δηλαδή δέχεται ως input αρχεία .rvt και όχι IFC. Παρατηρήθηκε λοιπόν ότι χρησιμοποιώντας αυτήν το εργαλείο περνάει στην βάση GIS πιο λεπτομερείς η εξωτερική πληροφορία, σε αντίθεση με την εισαγωγή του IFC. Το εργαλείο αυτό χρησιμοποιείται για να συνδυάσει ένα ή περισσότερα μοντέλα BIM (αρχεία Revit) σε μια βάση δεδομένων, το οποίο θα διατηρήσει τα ονόματα των κλάσεων του κτηρίου όπως είναι στο Revit. Οι κλάσεις εξόδου θα δημιουργηθούν μόνο όταν υπάρχουν γεωμετρικά αντικείμενα στο σύνολο δεδομένων του κτιρίου εισόδου. Η μόνη εξαίρεση είναι ότι η εξωτερική κατηγορία χαρακτηριστικών γνωρισμάτων κελύφους θα δημιουργηθεί πάντα, ακόμα και όταν δεν υπάρχουν χαρακτηριστικά γνωρίσματα.

Όποτε ένα από τα μειονεκτήματα ως προς απώλεια χαρακτηριστικών κατά την εξαγωγή του μοντέλου σε IFC για είσοδο στο ArcGIS PRO είναι η εξωτερική λεπτομέρεια (εικόνα 6.62) λοιπόν. Για τις ανάγκες αυτής της διπλωματικής, καθώς τονίζεται ο διαλειτουργικός ρόλος του προτύπου IFC, η βάση δεδομένων που προκύπτει από την μετατροπή του με το Data Interoperability είναι και αυτή που αποτελεί την δομή του project.

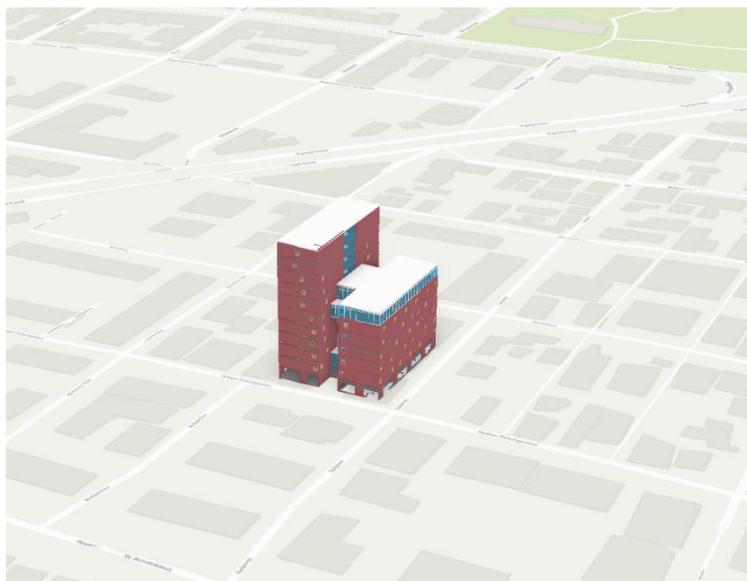
Βήμα 5^ο : Επιλογή κατάλληλων ρυθμίσεων

Η γεωβάση δημιουργήθηκε και επιλέγουμε να εισάγουμε τα multipatch features μέσα στο Contents με την εντολή *Add Data*.  Τα δεδομένα εισάγονται κάτω από το 3D Layers ωστόσο στην οθόνη δεν υπάρχει οπτικό αποτέλεσμα. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν υπάρχει σωστή συσχέτιση με τα



πραγματικά υψόμετρα. Για το λόγο αυτό, σε κάθε layer κάνοντας δεξί κλικ επιλέγουμε Properties->Elevation->Features are-> *Relative to the ground*(2nd option).

Το κτίριο έτσι εμφανίζεται και βρίσκεται στην σωστή τοποθεσία σύμφωνα με τις συντεταγμένες που έχει από το Revit. Πρέπει να τονιστεί, ότι η 3D γεωμετρία του IFC μοντέλου ήταν σωστή αλλά η σημασιολογική δηλαδή αυτή που ορίζεται ως 'Property sets' στα Schedules είχε χαθεί . Ωστόσο η 3D γεωμετρία της οντότητας 'IfcSpace'που αναπαριστά και τα νομικά αντικείμενα στο GIS , είχε διατηρηθεί !



Εικόνα 70: Εισαγωγή μοντέλου IFC στο software ArcGIS Pro



Εικόνα 71: Εισαγωγή μοντέλου στο software ArcGIS Pro από αρχείο .rvt , με περισσότερη εξωτερική λεπτομέρεια μέσω του εργαλείου BIMFile to Geodatabase και σύγκριση με το είδος τοιχοποιίας που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα Revit



Από εδώ και πέρα ξεκινά η διαδικασία της προετοιμασίας του μοντέλου για την δημοσίευση του στην διαδικτυακή πλατφόρμα, μέσω σωστών επιλογών και μετατροπών στο πρόγραμμα του ArcGIS pro.

6.3.2 Προετοιμασία για κοινή χρήση μοντέλου στην ONLINE βάση δεδομένων

Μια πρώτη σημαντική παράμετρος για την δημοσίευση του μοντέλου, αποτελεί το σύστημα αναφοράς. Το ArcGIS Online χρησιμοποιεί ως σύστημα αναφοράς το WGS 84 και πρέπει σε αυτό το σύστημα να μεταφερθούν και τα αντίστοιχα layers.

Η local scene που δημιουργήσαμε στο project έχει σύστημα αναφοράς WGS 84 (World Geodetic System - WGS 1984, EPSG:4326) το οποίο μπορούμε να αλλάξουμε σε WGS WEB 84 με δεξί κλικ στο Properties.

Βήμα 1^ο : Μετατροπή συστήματος αναφοράς

Αντίθετα τα layers στο Contents Pane βρίσκονται στο ελληνικό σύστημα αναφοράς Greek Grid (ESPG: 2100) και πρέπει να μετατραπούν. Καθώς μέσω του Properties δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα, χρησιμοποιείται για τον σκοπό αυτό το εργαλείο *Batch Project*, το οποίο γράφουμε στην αναζήτηση πατώντας το εικονίδιο tools. Το εργαλείο εμφανίζεται και σαν input βάζουμε τα feature classes που δημιουργήσαμε με το quick import και ορίζουμε ως σύστημα αναφοράς εξόδου το WGS 84. Πατάμε run και πραγματοποιείται η μετατροπή. Τα layers που έχουν δημιουργηθεί τώρα έχουν WGS 84 και μπορούμε να το τσεκάρουμε κάνοντας για κάθε ένα δεξί κλικ στα Properties.

Βήμα 2^ο : Αλλαγή των υψομέτρων των layers

Επίσης για να απεικονιστούν σωστά στην online πλατφόρμα τα features θα πρέπει να έχουν ως Elevation το Absolute height. Όπως είδαμε παραπάνω όμως όταν μεταφέρονται σε αυτή την επιλογή δεν εμφανίζονται στον χάρτη του ArcGIS Pro. Για το λόγο αυτό, για να μεταφερθούν στο σωστό υψόμετρο χωρίς παράλληλα να εξαφανιστούν από το οπτικό πεδίο του χάρτη, χρησιμοποιούμε το εργαλείο *Layer 3d To Feature Class*, όπου προσθέτουμε ένα κάθε φορά τα αρχεία. Το αποτέλεσμα είναι τα layers να έχουν Absolute height, να βρίσκονται σε WGS 84 και παράλληλα να βρίσκονται στο οπτικό πεδίο του χρήστη μέσα στον χάρτη.

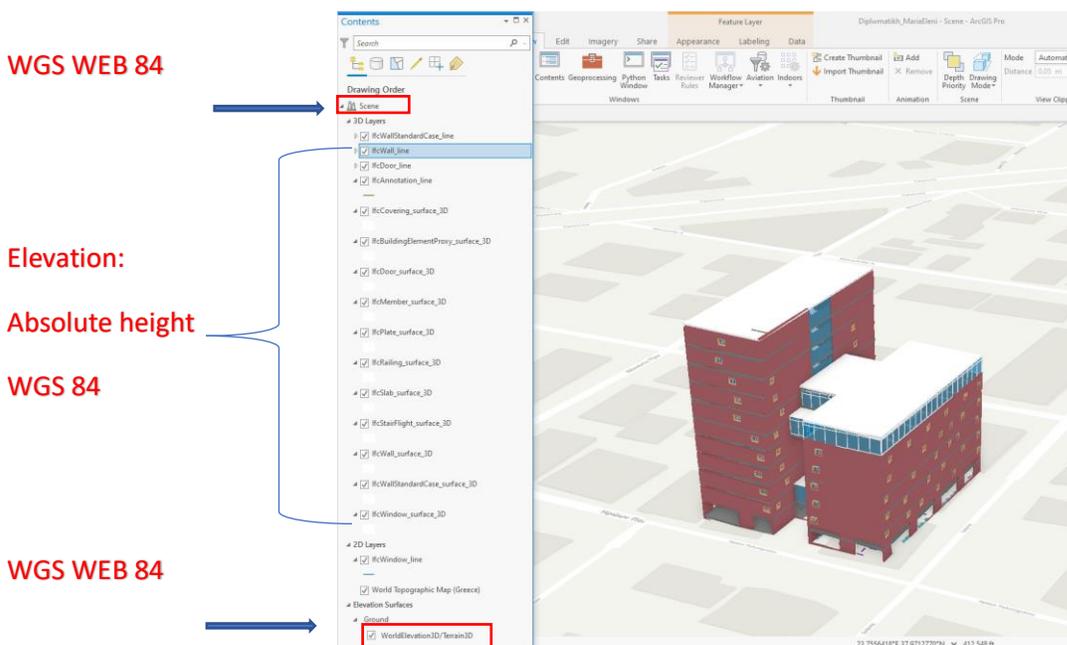


(Βήμα 3^ο : Δημιουργία της τρισδιάστατης σκηνής για κάθε layer)

Ακολουθως, για την δημοσίευση των αρχείων στο ArcGIS Online, μετατρέπουμε τα layers σε 3D object scene layers και όλη η εσωτερική νομική λεπτομέρεια μπορεί να μεταφερθεί με επιτυχία στην πλατφόρμα. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε το εργαλείο *Create 3d Object Scene Layer Package* όπου βάζουμε ως input καθένα από τα νέα του βήματος 2 και ορίζουμε ως σύστημα αναφοράς μόνο για το XY άξονα το WGS 84 όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία αρχείων .slpk στον φάκελο αποθήκευσης τα οποία αποτελούν και τα αρχεία εισόδου για το ArcGIS ONLINE τα οποία περιέχουν όλη την αναγκαία νομική πληροφορία του κτιρίου.

6.3.2 Δημοσίευση του μοντέλου στο ArcGIS Online

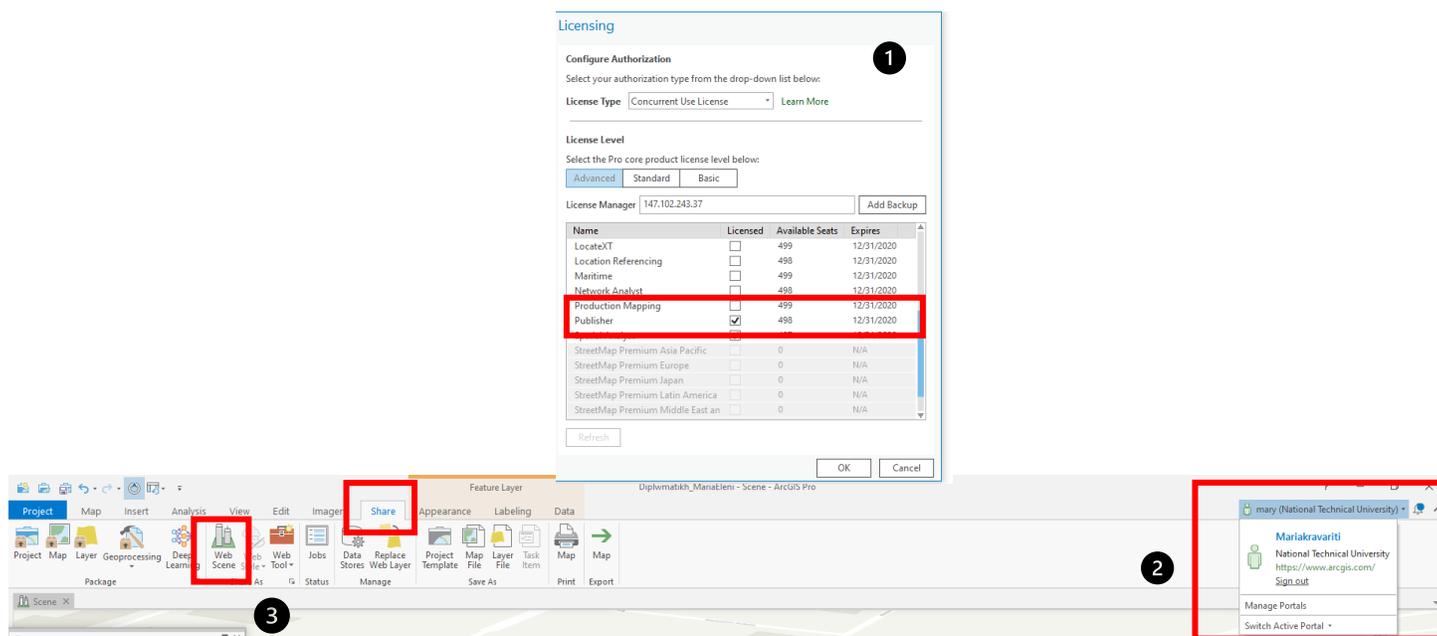
Αξίζει να αναφερθεί, πως μεταξύ βήματος 2 και 3 μπορεί να γίνει η δημοσίευση της σκηνής που έχουμε δημιουργήσει κατευθείαν από το ArcGISPro. Η εικόνα που βλέπει ο χρήστης στην φάση αυτή είναι η ακόλουθη:



Εικόνα 72: Ανασκόπηση

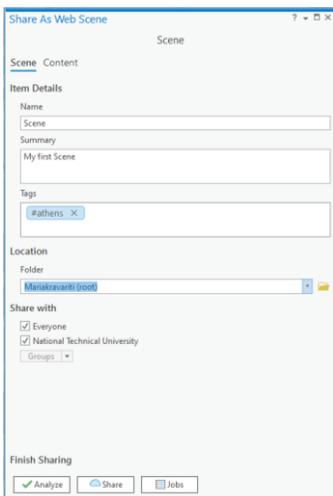


Μπορούμε στην προκειμένη φάση να πατήσουμε στο **Share** Tab και κατόπιν **Web Scene** ώστε να δημοσιευθεί η σκηνή απευθείας στην διαδικτυακή πλατφόρμα μέσα από τον λογαριασμό μας στην ESRI (για την δημιουργία του λογαριασμού ανατρέψαμε εδώ: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/trial>). Για να αποκτηθεί το δικαίωμα της δημοσίευσης, ανατρέχουμε πάλι στο Licensing όπως κάναμε στο πρώτο βήμα της 4.3.1 υποενότητας και κάνουμε κλικ στο εικονίδιο που λέει Publisher. Έπειτα, συνδεόμαστε στον ESRI account μας, μέσα από το εικονίδιο που βρίσκεται πάνω δεξιά του προγράμματος, προσθέτοντας όνομα και τον κωδικό.



Εικόνα 73: Δημοσίευση σκηνής

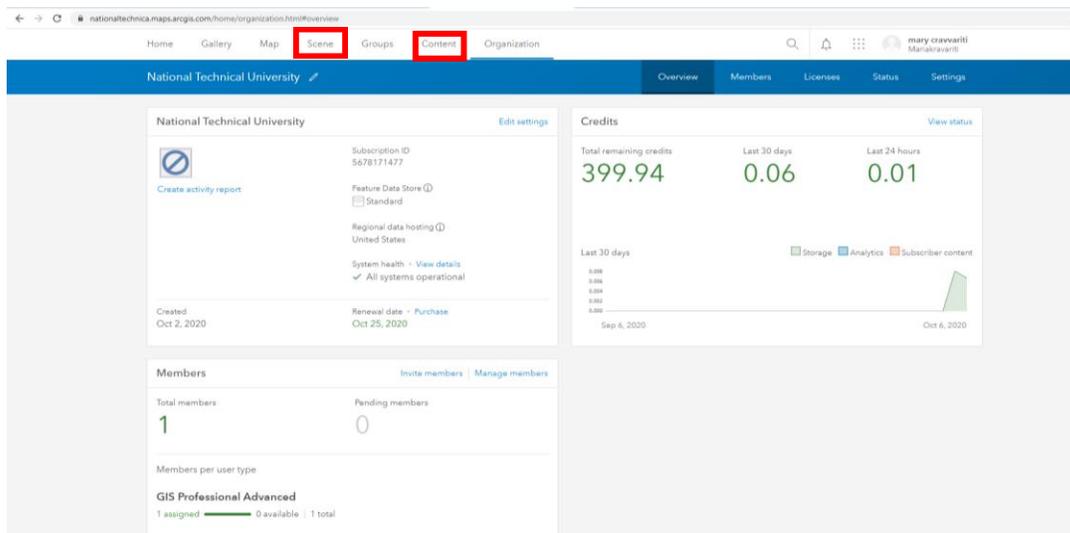
Κατόπιν, στο παράθυρο διαλόγου που ανοίγει από το Web Scene, συμπληρώνουμε κατάλληλα τα πεδία, πατάμε Analyze και εφόσον δεν βγουν errors (με την εμφάνιση των warnings η δημοσίευση γίνεται αλλά ανάλογα το είδος της ειδοποίησης υπάρχει περίπτωση να επηρεαστεί ο τρόπος απεικόνισης της σκηνής στο ArcGIS Online) πατάμε το Share και η σκηνή δημοσιεύεται επιτυχώς στο ArcGIS Online μέσω του προσωπικού μας λογαριασμού.



Εικόνα 74: Δημιουργία σκηνής

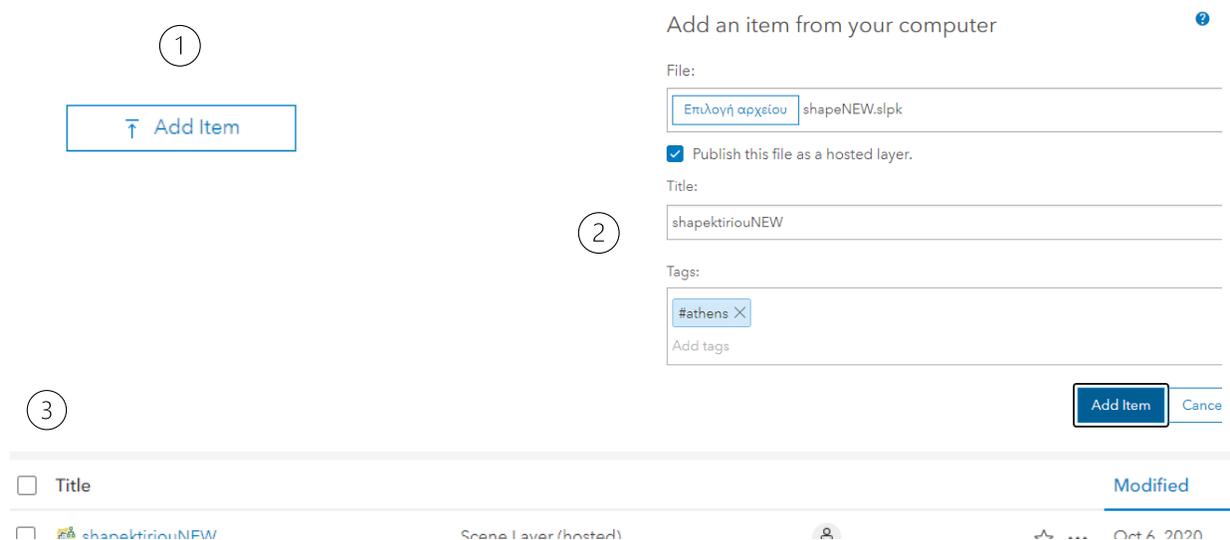


Εικόνα 75: Είσοδος στην πλατφόρμα



Εικόνα 76: Πλατφόρμα του ArcGIS Online

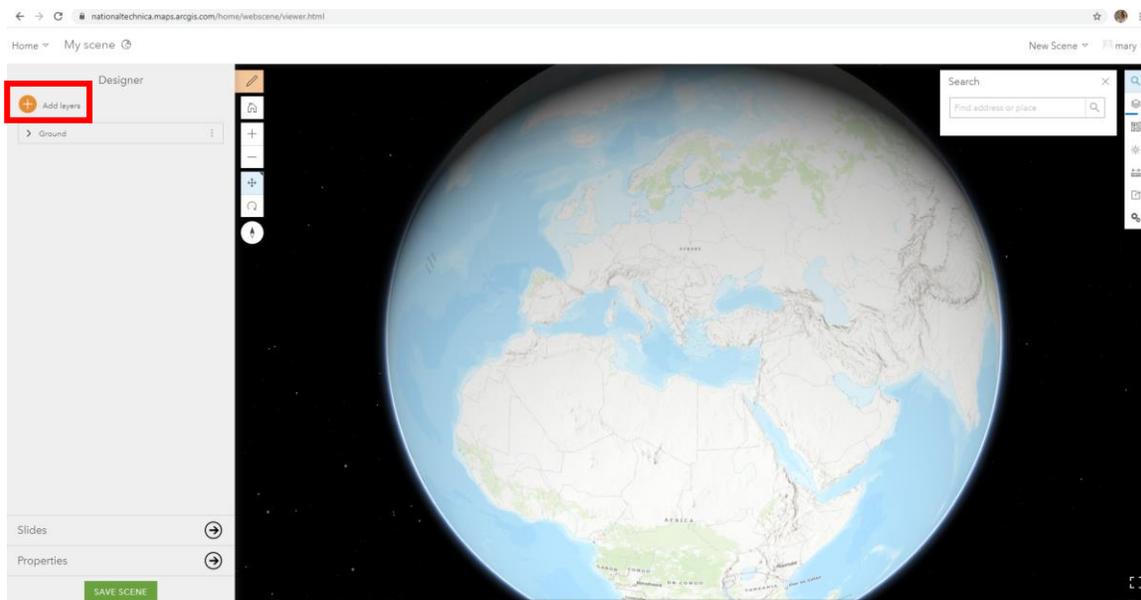
Στην περίπτωση που ακολουθήσαμε την παραπάνω διαδικασία μέχρι το βήμα 2 και μετά κάναμε δημοσίευση την σκηνής σύμφωνα με όσα γράφτηκαν στο 4.3.2, βλέπουμε πατώντας το Content, ότι στον πίνακα My content έχουν δημιουργηθεί καθένα από τα scene layer(hosted) του project μας όπως επίσης και μια web scene με το όνομα που της δώσαμε στην οποία ανοίγοντας την αντικρίζουμε το κτίριο. Ωστόσο αν δεν έγινε η δημοσίευση μέσα από το πρόγραμμα ArcGIS Pro μπορεί να γίνει από το ArcGIS Online. Έγκειται στο πως το θεωρεί πιο εύκολο, βολικό και δυνατό ο χρήστης. Από την πλατφόρμα λοιπόν, επιλέγοντας Add Item από το Content Pane, επιλέγουμε τα αρχεία που δημιουργήσαμε στο βήμα 3 της υποενότητας 4.3.1 και που έχουν τύπο .slpk ώστε να φέρουν την ένδειξη (hosted). Τα φορτώνουμε ένα - ένα όπως φαίνεται παρακάτω και δημιουργούνται τα scene layer(hosted) στο Contents.



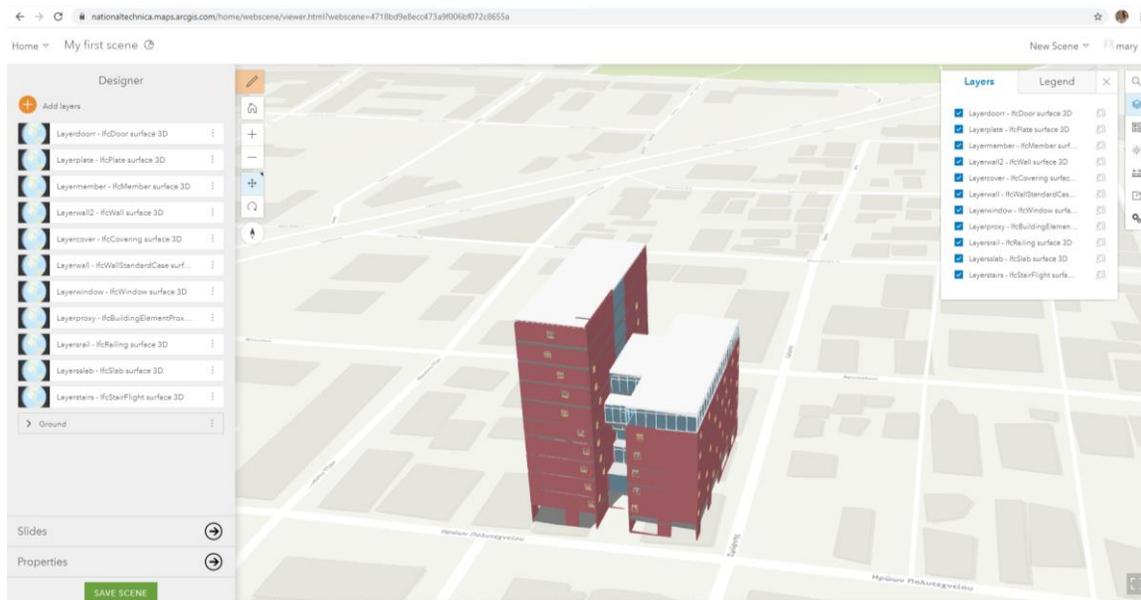
Εικόνα 77: Διαδικασία δημιουργίας των (hosted) scene layers



Αφού φορτώσουμε όλα τα αρχεία μπορεί να γίνει η θέαση του κτηρίου, δημιουργώντας μια νέα σκηνή (πατώντας στο Scene όπως φαίνεται στην εικόνα 4.68) και προσθέτοντας ένα-ένα τα scene layers με την εντολή που βρίσκεται πάνω αριστερά – Add layers.



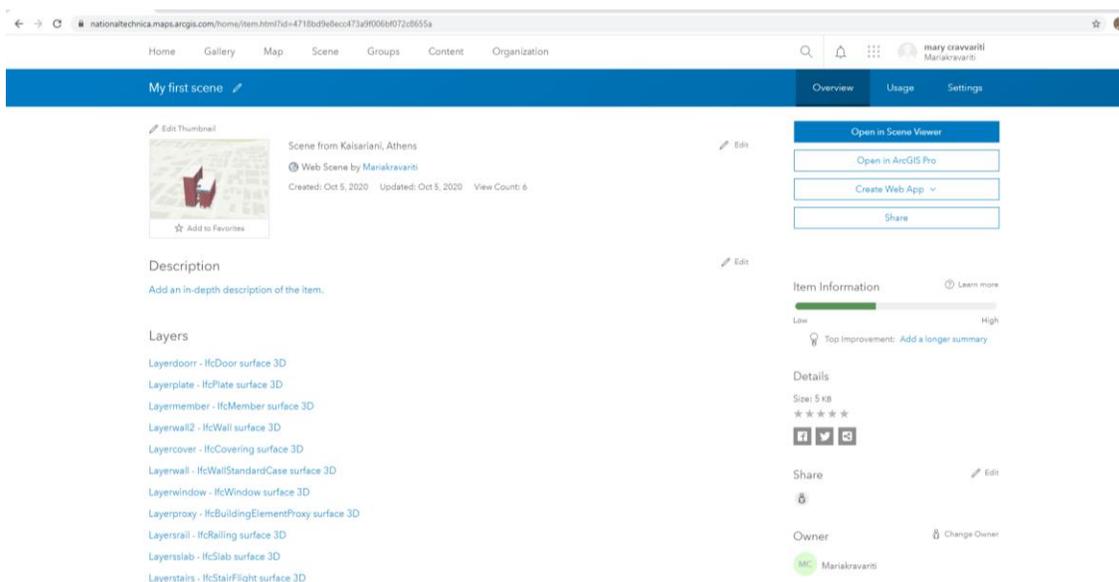
Εικόνα 78: Δημιουργία σκηνής



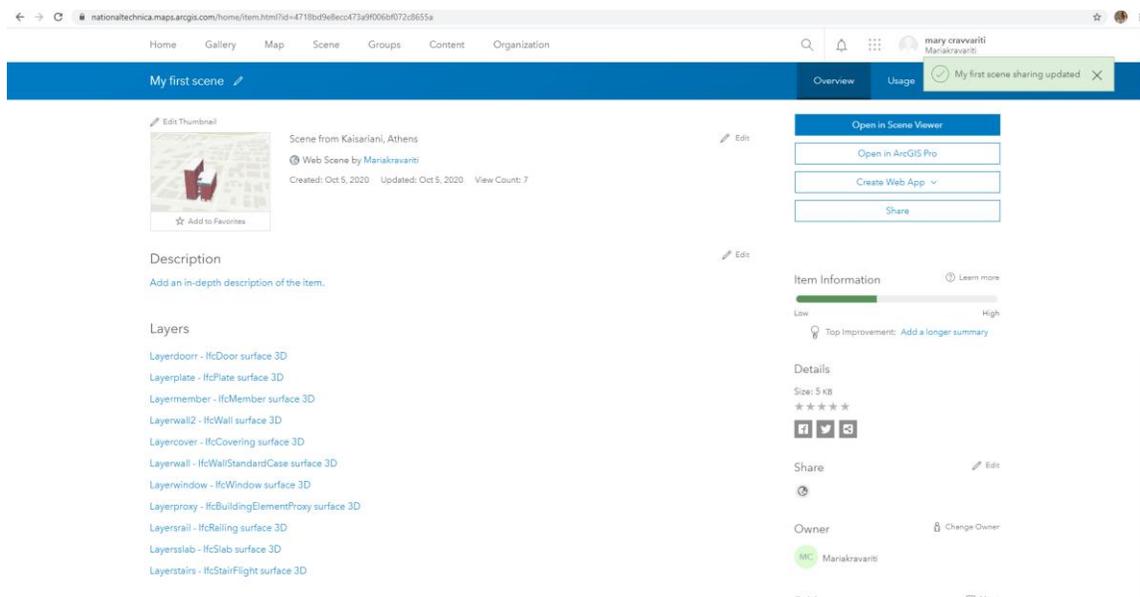
Εικόνα 79 : Αναπαράσταση κτηρίου



Μετά την αναπαράσταση του κτηρίου, η σκηνή αποθηκεύεται δημιουργώντας ένα νέο Web Scene στα Contents όπου μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε αυτήν δημοσίως.



Εικόνα 80: Δημοσίευση σκηνής



Εικόνα 81: Επιλογή του Share για να γίνει η σκηνή ορατή προς το κοινό

6.3.3 Δυνατότητες από τη χρήση του μοντέλου ONLINE

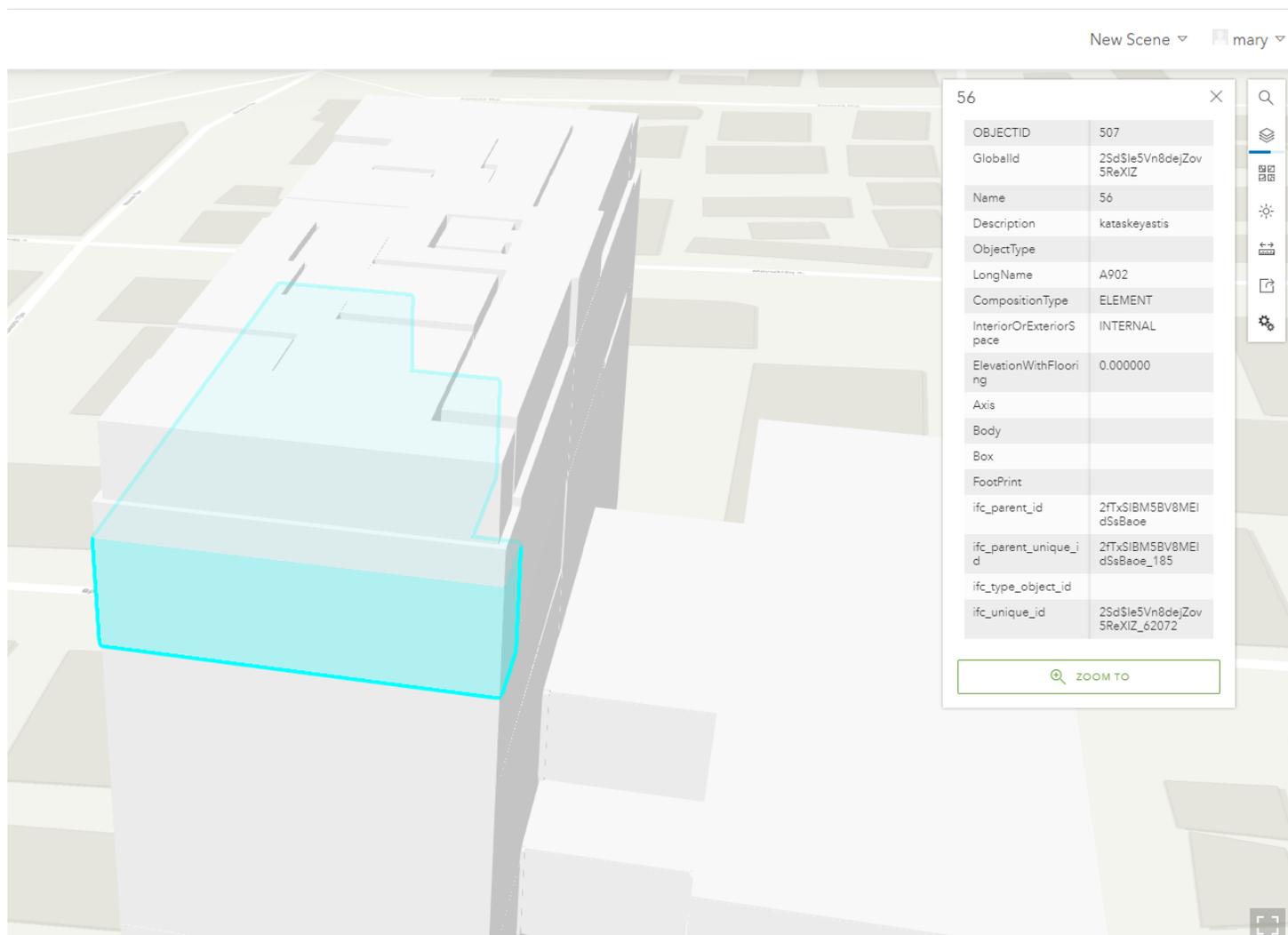
Ανοίγοντας το μοντέλο στην διαδικτυακή πλατφόρμα μπορούμε να το επεξεργαστούμε οπτικά αλλά και να αντλήσουμε περιγραφική πληροφορία από αυτό. Επιλέγοντας κάθε συστατικό του, έχοντας ενεργοποιημένο το αντίστοιχο layer μπορούμε να δούμε ένα πλήθος στοιχείων. Αν πρόκειται για κάποιο είδος τοιχοποιίας, μπορούμε να δούμε το είδος του υλικού έτσι όπως περιγράφεται από το BIM λογισμικό, στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι τούβλο 0.2μ. Επίσης σε ποιον όροφο ανήκει, τι ύψος έχει το κτήριο στον όροφο αυτό, η φάση κατασκευής πχ νέα κατασκευή, το είδος της τοιχοποιίας πχ εξωτερική ή εσωτερική αλλά και άλλες πληροφορίες που μπορεί να έχουν συμπληρωθεί κατά βούληση στην φάση της επεξεργασίας του μοντέλου στο πρόγραμμα BIM. Αυτό που μας ενδιαφέρει περισσότερο στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής όμως είναι το ονομαστικός χώρος που μπορεί να περιέχει πληροφορίες ιδιοκτησίας. Σχετικά με αυτό το αντίστοιχο layer που αναφέρεται στους χώρους είναι το ifc_spaces και επιλέγοντας κομμάτια στο μοντέλο που αντιστοιχούν σε ξεχωριστά δωμάτια ή ξεχωριστά διαμερίσματα ανάλογα πως έχουμε χωρίσει τους χώρους στο μοντέλο στο REVIT (στην περίπτωση μας κάθε χώρος μπορεί να επιλέγεται και ως ξεχωριστό δωμάτιο καθώς στην σύγχρονη εποχή μπορεί ακόμα και ένα δωμάτιο να μισθώνεται ή να ανήκει σε παραπάνω από 1 ιδιοκτήτες ή σε διαφορετικό ιδιοκτήτη από αυτόν του υπόλοιπου σπιτιού), μπορούμε να αντλήσουμε και να συλλέξουμε ανάλογες πληροφορίες. Τέτοιες πληροφορίες είναι: το όνομα του ιδιοκτήτη, το είδος του χώρου (εξωτερικός ή εσωτερικός), τον χαρακτηριστικό αριθμό του διαμερίσματος πχ και το ύψος του κτηρίου σε αυτό το επίπεδο. Δεν έχουν περάσει οι πληροφορίες τις Στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι μπορεί να μην προσφέρεται



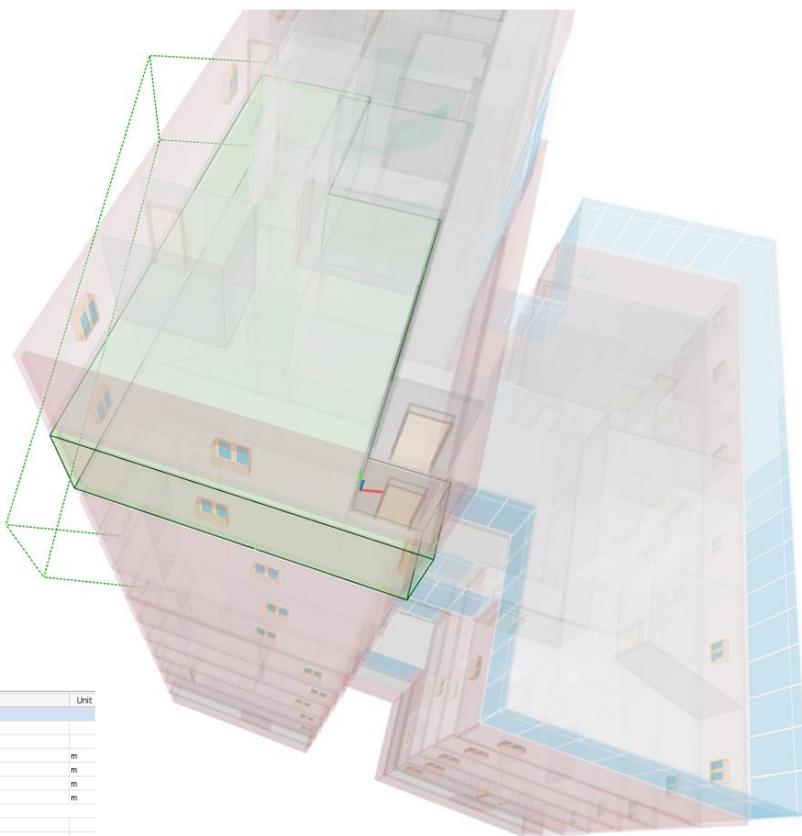
σε αυτήν την φάση κάποια επεξεργασία στις εγγραφές του μοντέλου, πάρα μόνο μέσω του BIM, ωστόσο αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί κατόπιν περαιτέρω έρευνας και εργασίας όπως διατυπώνεται παρακάτω. Τέλος, έτσι όπως παρουσιάζεται η νομική πληροφορία στις εικόνες 6.76 και 6.77 καταλαβαίνουμε πως ένα μέρος πληροφοριών χάνεται ανεβάζοντας το μοντέλο στη βάση, όπως διάφορα αριθμητικά στοιχεία ορόφου, εμβαδού, περιμέτρου, τοποθεσίας κτλ



Εικόνα 82: Εξωτερικές πληροφορίες που συλλέγονται στην διαδικτυακή πλατφόρμα αν στο ArcGIS pro εχει εισέλθει (1) αρχείο IFC (2) revit αρχείο



Εικόνα 83: Νομική πληροφορία έτσι όπως παρουσιάζεται και συλλέγεται στην διαδικτυακή πλατφόρμα



Properties	Location	Classification	Relations
Name			Value
Location			
Project		Project Number	
Storey		ENATOS	
Top Elevation		3	m
Bottom Elevation		-0	m
Global Top Elevation		30	m
Global Bottom Elevation		27	m
Geometry			
Has Own Geometry		Yes	
Children Have Geometry		No	
Global X		478.444.908691	m
Global Y		4.202.164.655065	m
Global Z		27	m
Bounding Box Length		10.375135	m
Bounding Box Width		18.836094	m
Bounding Box Height		3	m
Membership			
Group		Gross Building	
Layer		A-AREA	

Active	Type	Name	Description
<input checked="" type="checkbox"/>	Space	10mmmmmm	A902#ΠΩΔΩΝ ΠΟΛΥΤΕ...
<input checked="" type="checkbox"/>	Space	10nnnnnnn	A902#ΠΩΔΩΝ ΠΟΛΥΤΕ...
<input checked="" type="checkbox"/>	Space	10ooooooo	A902#ΠΩΔΩΝ ΠΟΛΥΤΕ...
<input checked="" type="checkbox"/>	Space	3	koinoxistroikoinoxisto
<input checked="" type="checkbox"/>	Space	55	A901kataskeyastis
<input checked="" type="checkbox"/>	Space	56	A902kataskeyastis
<input checked="" type="checkbox"/>	Building Storey	DEKATOS	
<input checked="" type="checkbox"/>	Walls		
<input checked="" type="checkbox"/>	Standar...	Basic Wall:Generic0.2...	
<input checked="" type="checkbox"/>	Standar...	Basic Wall:Generic0.2...	
<input checked="" type="checkbox"/>	Standar...	Basic Wall:Generic0.2...	
<input checked="" type="checkbox"/>	Standar...	Basic Wall:Interior0.2...	
<input checked="" type="checkbox"/>	Standar...	Basic Wall:Interior0.2...	
<input checked="" type="checkbox"/>	Standar...	Basic Wall:Interior0.2...	
<input checked="" type="checkbox"/>	Standar...	Basic Wall:Interior0.2...	
<input checked="" type="checkbox"/>	Standar...	Basic Wall:Interior0.2...	
<input checked="" type="checkbox"/>	Standar...	Basic Wall:Interior0.2...	
<input checked="" type="checkbox"/>	Standar...	Basic Wall:Interior0.2...	

Properties	Location	Classification	Relations
Name			Value
Element Specific			
CompositionType		ELEMENT	
Description		kataskeyastis	
Guid		25d9e5vn8dejZov5ReXIZ	
IfcEntity		IfcSpace	
InteriorOrExteriorSpace		INTERNAL	
LongName		A902	
Name		56	
Profile			
ProfileName			
Area Schedule (Gross Building)			
Area		117.657536	m2
Level		ENATOS	
Name		A902	
Number		56	
owner		kataskeyastis	
Perimeter		52.691287	m
BaseQuantities			
Constraints			
Level		ENATOS	
Dimensions			
Area		117.657536	m2
Computation Height		0	m
Perimeter		52.691287	m

Identity Data	
Comments	kataskeyastis
Name	A902
Number	56
Other	
Area Scheme Id	Gross Building
Area Type	32252
Category	Areas
Pset_SpaceCommon	
Category	Areas
Reference	A902 56

Εικόνα 84: Νομική πληροφορία έτσι όπως παρουσιάζεται στο IFC



7. Συμπεράσματα – Προοπτικές

Η ταχέως εξελισσόμενη αστικοποίηση των τελευταίων χρόνων είχε σαν αποτέλεσμα να δημιουργηθεί σημαντική πίεση στην ανάπτυξη και τη χρήση γης στο αστικό περιβάλλον. Η τάση αυτή έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη σύνθετων κτιρίων υπέργεια και υπόγεια, δημιουργώντας πολύπλοκα και κάθετα στρωματοποιημένη ιδιοκτησία RRR. Οι τρέχουσες δυσδιάστατες κτηματολογικές δικαιοδοσίες δεν μπορούν να διαχειριστούν αυτήν την περίπλοκη ιδιοκτησιακή κατανομή μιας και η πραγματική 3D ιδιοκτησία έχει καταχωρηθεί με βάση τα 2D έγγραφα και τα 2D νομικά όρια των ακινήτων έτσι όπως εμφανίζονται στους κτηματολογικούς χάρτες. Καθώς το ελληνικό Κτηματολόγιο συλλέγει πληροφορίες σχετικά με αντικείμενα ιδιοκτησίας σε σχέση με τα δισδιάστατα αγροτεμάχια, παρουσιάζονται περιορισμοί σχετικά με τις πληροφορίες εισόδου για για τα 3D μελλοντικά κτηματολογικά συστήματα. Μια σημαντική πηγή πληροφοριών όμως θα μπορούσε να είναι μια web-based πόλη αποτελούμενη από κτήρια-μοντέλα, με γεωμετρικές και λειτουργικές ιδιότητες. Η σύνδεση των πληροφοριών κτηματολογίου με την τρισδιάστατη ψηφιακή αναπαράσταση του αστικού περιβάλλοντος λοιπόν θα μπορούσε να είναι μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση με σκοπό τον καθορισμό και την απεικόνιση 3D νομικών χώρων. Στις επιταγές αυτού του εγχειρήματος BIM και GIS θεωρούνται ως τα 3D ψηφιακά μοντέλα που έχουν δυνατότητες αναγνώρισης περιουσιακών χαρακτηριστικών, κτηματολογικών ορίων και οπτικοποίησης περίπλοκων κτηριακών δομών με λεπτομέρεια και ακρίβεια με το BIM να επικεντρώνεται στην εκπροσώπηση των κτιρίων, ενώ το ΣΓΠ στην εκπροσώπηση του εξωτερικού τους περιβάλλοντος (Wang et al., 2019). Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η δημιουργία εργαλείου διαχείρισης ακινήτων σε περιβάλλον BIM και ένταξη τους σε βάση δεδομένων για την αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας των παλιών κτηματολογικών τεχνικών και αποθετηρίων που στηρίχθηκαν στην προβολή 2D. Σε αυτή την κατεύθυνση γίνεται πρώτα αναφορά στις διάφορες πτυχές της τεχνολογίας BIM, στον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζεται η κτηματολογική πληροφορία και στην λεπτομερή απεικόνιση της, με έμφαση στο 3D κτηματολόγιο, τα 3D πρότυπα και την διαλειτουργικότητα ενώ τέλος τονίζεται η συνεργασία του GIS με το BIM, μιας και η πρακτική εφαρμογή χρησιμοποιεί και τις δυο αυτές μεθόδους. Θα μπορούσαμε έτσι να κλείσουμε επιλογικά, με τον προσδιορισμό του σκοπού της εργασίας, ως η ίδια η σύνδεση των δεδομένων από το GIS και το BIM, διερευνώντας νέες μεθόδους για τη διαχείριση του 3D κτηματολογίου και τη δημιουργία δεδομένων με ακριβή λεπτομέρεια σε μια κοινή πλατφόρμα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ανεπτυγμένη πλατφόρμα παρέχει βασικές λειτουργίες και επιτρέπει την κατάλληλη ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων μονάδων λόγω του διαλειτουργικού χαρακτήρα της IFC αν και παρουσιαστικαν ορισμένοι



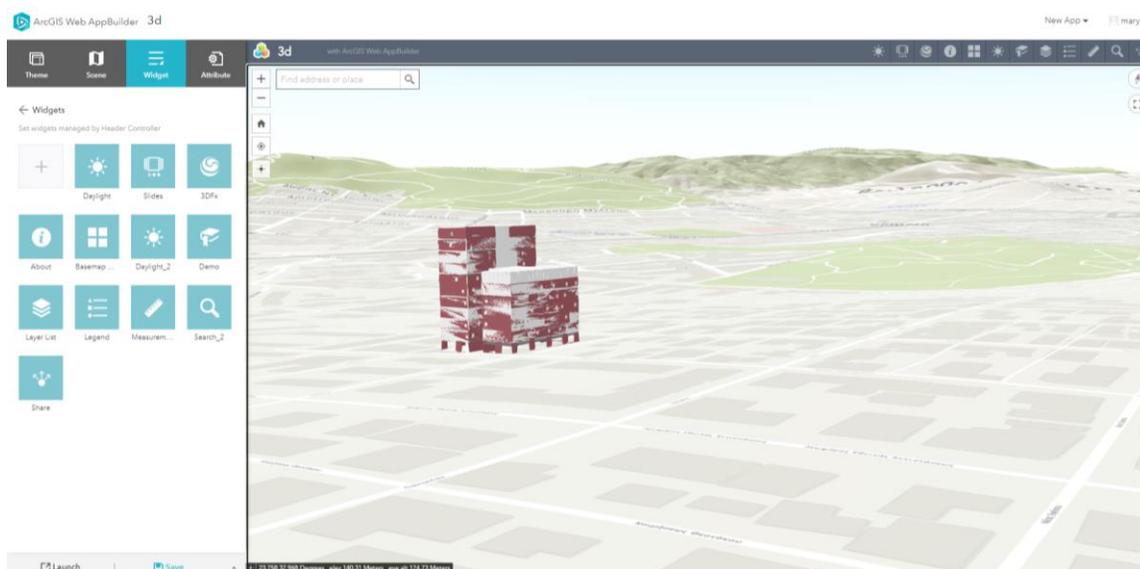
περιορισμοί κατά τη διαδικασία σύνδεσης των δύο συστημάτων GIS και BIM, με αποτέλεσμα την απώλεια σημασιολογικών δεδομένων.

Περισσότερη έρευνα προτείνεται τέλος, για την συμμετοχική δραστηριότητα των πολιτών στην κτηματογράφηση διαδικασία. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα αποτελεί μια καλή εναρκτήρια οδό για την συμμετοχή των πολιτών στην δήλωση της ιδιοκτησίας τους μέσα από τα 3D μοντέλα, κάτι που μπορεί να γίνεται στα πλαίσια ακόμα και μιας εφαρμογής για κινητά. Αυτό προϋποθέτει βέβαια ότι τα επίπεδα του κτηρίου μπορούν να επεξεργαστούν ως προς τον πίνακα των περιγραφικών πληροφοριών που διαθέτουν. Κάτι τέτοιο υπάρχει δυνατότητα να γίνει χάρη στην επιλογή του WEB APP BUILDER που προσθέσει το ArcGIS. Χωρίς να χρειαστεί να γραφτεί κώδικας για την εφαρμογή, η εφαρμογή δημιουργεί έτοιμα 2d ή 3d apps στα οποία προσθέτοντας τον επιθυμητό 2d ή 3d χάρτη και με κατάλληλα εργαλεία, υπάρχει η δυνατότητα ο τελευταίος να χρησιμοποιηθεί εκτενέστερα και επεξεργαστεί. Τα εργαλεία αυτά, παίζουν κομβικό ρόλο καθώς πέρα από τα έτοιμα που προσφέρονται και μπορούν να μετρήσουν μήκη, να δημιουργήσουν σκιάσεις και να δώσουν πληροφορίες, δύνανται να δημιουργηθούν με προγραμματιστικές διαδικασίες και νέα από ανοιχτούς κώδικες τα οποία θα κάνουν τις επιθυμητες επεμβάσεις στο μοντέλο, όπως θα ήταν στην περίπτωση μας, ένα εργαλείο που θα επεμβαίνει στις ιδιότητες των layers που έχουμε φορτώσει για να δημιουργηθεί το μοντέλο, ώστε ο κόσμος να συμπληρώνει τα απαραίτητα στοιχεία.

Τα συμπεράσματα μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- ❖ Ανάπτυξη τεχνικών αυτόματης απλούστευσης μοντέλων BIM. Τα μοντέλα BIM προσφέρουν πολλές γεωμετρικές και σημασιολογικές πληροφορίες για κάθε συστατικό του κτηρίου, προσθέτοντας «πολυπλοκότητα» στο μοντέλο. Η πληροφορία αυτή στην περίπτωση της διαχείρισης της νομικής ιδιοκτησίας είναι περιττή και θα ήταν σκόπιμο να αποσυρθεί για την απλούστευση του μοντέλου
- ❖ Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ανεπτυγμένη πλατφόρμα παρέχει βασικές λειτουργίες και προοπτικές και επιτρέπει την κατάλληλη διαχείριση πληροφοριών.
- ❖ Οι περιορισμοί που παρουσιάστηκαν αφορούν την απώλεια σημασιολογικών δεδομένων κατά τη διαδικασία σύνδεσης των δύο συστημάτων GIS και BIM. Μπορούμε να τις ξεπεράσουμε εμπλουτίζοντας κατά ένα τρόπο τα attribute tables των layers στο ArcGIS Pro.
- ❖ Πατώντας καθεμία από τις οντότητες στο ArcGIS Online, δεν υπάρχει δυνατότητα αλλαγής, προσθήκης ή διαγραφής στοιχείων από τον πίνακα που εμφανίζεται. Η πληθώρα σημασιολογικών στοιχείων έχει χαθεί.

- ❖ Υπάρχει η δυνατότητα προγραμματισμού με τις γλώσσες JavaScript και HTML , ώστε η πλατφόρμα και η οπτικοποίηση των δεδομένων να διαμορφωθούν κατά βούληση
- ❖ Το ArcGIS Online παρέχει την δυνατότητα δημιουργίας εφαρμογής με εργαλεία που μπορούν να επιτελούν διάφορες λειτουργίες. Αυτά τα widgets πέρα από τα έτοιμα που υπάρχουν, μπορούν να δομηθούν με κομμάτια έτοιμου κώδικα και να επεμβαίνουν για παράδειγμα στις εγγραφές των αρχείων που φορτώνονται σε μια σκηνή ή ένα χάρτη. Έτσι το παραπάνω εγχείρημα έχει την προοπτική να βελτιωθεί και τα μοντέλα να εμπλουτιστούν.
- ❖ Περισσότερη έρευνα προτείνεται τέλος, για την συμμετοχική δραστηριότητα των πολιτών στην κτηματογράφηση διαδικασία. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα αποτελεί μια καλή εναρκτήριο οδό για την συμμετοχή των πολιτών στην δήλωση της ιδιοκτησίας τους μέσα από τα 3D μοντέλα, κάτι που μπορεί να γίνεται στα πλαίσια ακόμα και μιας εφαρμογής για κινητά. Αυτό προϋποθέτει βέβαια ότι τα επίπεδα του κτηρίου μπορούν να επεξεργαστούν ως προς τον πίνακα των περιγραφικών πληροφοριών που διαθέτουν...



Εικόνα 86: Άνοιγμα μοντέλου στο web app builder και χρήση των βασικών εργαλείων. Η δυνατότητα δημιουργίας εργαλείων προσφέρει πολλές προοπτική στην διαχείριση και βελτίωση του



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❖ **Abbas Rajabifard; Behnam Atazadeh; Mohsen Kalantari (2019)** BIM and Urban Land Administration, CRC Press (Edition: 1st)
- ❖ **Abdullah Alattas, Peter Van Oosterom, The Netherlands, and Sisi Zlatanova,(2018)** Deriving the technical model for the indoor navigation prototype based on the integration of IndoorGML and LADM Conceptual Model, Zagreb, Croatia
- ❖ **Alexiadi C. and Potsiyo C. (2012).** How the integration of n- dimensional models (BIM) and GIS technology may offer the potential to adopt green building strategies and to achieve low cost constructions. FIG Working Week 2012. Knowing to manage the territory, protect the environment, evaluate the cultural heritage, Rome, Italy.
- ❖ **Amirebrahimi, S.; Rajabifard, A.; Mendis, P.; Ngo, T. A (2015)** data model for integrating GIS and BIM for assessment and 3D visualisation of flood damage to building, Melbourne [[Google Scholar](#)]
- ❖ **Associated General Contractors of America (2005).** The Contractor's Guide to BIM, 1st ed. AGC Research Foundation, Las Vegas, NV.
- ❖ **Atazadeh B., Kalantari M., Rajabifard A., Champion T., and Ho S., Australia (2016).** Harnessing BIM for 3D DigitalManagement of Stratified Ownership Rights in Buildings. Conference: FIG working week, At Christchurch, New Zealand.
- ❖ **Behnam ATAZADEH, Abbas RAJABIFARD and Mohsen KALANTARI (2018)** Connecting LADM and IFC Standards – Pathways towards an Integrated Legal-Physical Model, 7 th International FIG Workshop on the Land Administration Domain Model, Zagreb, Croatia
- ❖ **Behnam Atazadeh, Abbas Rajabifard, Yibo Zhang and Maryam Barzegar (2019)** Querying 3D Cadastral Information from BIM Models, Australia



- ❖ **D.E. Andrianesi* and E. Dimopoulou (2020)** An integrated bim-gis platform for representing and visualizing 3d cadastral data, 3rd BIM/GIS Integration Workshop and 15th 3D Geo Info Conference, London, UK
- ❖ **Dimopoulou, E., Ktitsakis, D., (2014).** Contribution of Existing Documentation on 3D Cadastre. 4th International Workshop on 3D Cadastres, Dubai, United Arab Emirates
- ❖ **El-Mekawy, M., Paasch, J M., Paulsson, J. (2014)** Integration of 3D Cadastre, 3D Property Formation and BIM in Sweden., Dubai ,United Arab Emirates
- ❖ **Jennifer Oldfield, Peter van Oosterom , Jakob Beetz 3 and Thomas F. Krijnen 4, (2017) ,** Working with Open BIM Standards to Source Legal Spaces for a 3D Cadastre, *SPRS International Journal of Geo-Information* (ISSN 2220-9964)
- ❖ **Knut Jetlund , Erling Onstein and Lizhen Huang , (2020)** IFC Schemas in ISO/TC 211 Compliant UML for Improved Interoperability between BIM and GIS, *ISPRS International Journal of Geo-Information* (ISSN 2220-9964)
- ❖ **Knut Jetlund ,Erling Onstein ,Lizhen Huang (2020)** IFC Schemas in ISO/TC 211 Compliant UML for Improved Interoperability between BIM and GIS, 1, Norway, Special Issue Integration of BIM and GIS for Built Environment Applications
- ❖ **Lapierre, A.; Cote, P. (2007)** Using Open Web Services for Urban Data Management: A Testbed Resulting from an OGC Initiative Offering Standard CAD/GIS/BIM Services. In *Urban and Regional Data Management*; Rumor, M., Coors, V., Fendel, E.M., Zlatanova, S., Eds.; Taylor and Francis Group, UK, Cambridge [[Google Scholar](#)]
- ❖ **Liu, X.; Wang, X.; Wright, G.; Cheng, J.C.; Li, X.; Liu, R. (2017)** A State-of-the-Art Review on the Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS), *ISPRS Int. J. Geo-Inf* [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- ❖ **Oldfield, Jennifer; van Oosterom, P.J.M.; Quak, Wilko; Veen, Jeroen van der; Beetz, Jakob (2016)** Can Data from BIMs be Used as Input for a 3D Cadastre? Proceedings of the 5th International FIG Workshop on 3D Cadastres Copenhagen: International Federation of Surveyors



(FIG)

- ❖ Song, Y.; Wang, X.; Tan, Y.; Wu, P.; Sutrisna, M.; Cheng, J.; Hampson, K (2017) Trends and Opportunities of BIM-GIS Integration in the Architecture, Engineering and Construction Industry: A Review from a Spatio-Temporal Statistical Perspective, *ISPRS Int. J. Geo-Inf* [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- ❖ Stadler, A.; Kolbe, T.H. (2007) Spatio-semantic coherence in the integration of 3d city models. In Proceedings of the 5th International Symposium on Spatial Data Quality, Enschede, The Netherlands
- ❖ Stanton-Chapman, T.L.; Chapman, D.A. (2017) Using GIS to investigate the role of recreation and leisure activities in the prevention of emotional and behavioral disorders. *Int. Rev. Res. Ment. Retard.: Dev. Epidemiol. Ment. Retard. Dev. Disabil*, *ISPRS Int. J. Geo-Inf*.
- ❖ Virmani, S.; Prasad, K.; Pande, S. (1997) Overview of GIS, GIS application in cropping system analysis-case studies in Asia. In Proceedings of the International Workshop on Harmonization of Databases for GIS Analysis of Cropping Systems in the Asia Region, Patancheru, India
- ❖ Xin Liu , Xiangyu Wang ,Graeme Wright, Jack C. P. Cheng ,Xiao Li Rui Liu (2007) A State-of-the-Art Review on the Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS) , *SPRS Int. J. Geo-Inf*
- ❖ Zhu, J.; Wright, G.; Wang, J.; Wang, X. (2018) A Critical Review of the Integration of Geographic Information System and Building Information Modelling at the Data Level, *SPRS Int. J. Geo-Inf* [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- ❖ Α. Λαλαγιάννη (2014) Νομικό πλαίσιο 3dκτηματολογικων καταγράφων, Διπλωματική εργασία ΕΜΠ, Αθήνα
- ❖ Α. Νασικά (2016) Εφαρμογή τεχνολογιών Πληροφοριακού Μοντέλου Έργου (BIM) για την κατασκευή φράγματος από σκληρό επίχωμα, Διπλωματική εργασία ΕΜΠ, Αθήνα
- ❖ Ε. Αδριανέση (2016) Διερεύνηση των δυνατοτήτων διαχείρισης 3D κτηματολογικών δεδομένων με τεχνολογία BIM, Διπλωματική εργασία ΕΜΠ, Αθήνα
- ❖ Ε. Δημητρίου (2016) Τρισδιάστατη διαχείριση ακινήτων για εφαρμογή στεγαστικής πολιτικής, Μεταπτυχιακή Εργασία ΕΜΠ



- ❖ **Κ. Ακριτίδη (2014)** Δημιουργία 5D εργαλείου αειφόρου διαχείρισης αστικής γης με αξιοποίηση της τεχνολογίας BIM, Διπλωματική εργασία ΕΜΠ, Αθήνα
- ❖ **Κ. Σιάννα (2017)** Διερεύνηση της χρήσης της τεχνολογίας BIM στη διαχείριση κτηματολογικής πληροφορίας, Μεταπτυχιακή Εργασία ΕΜΠ
- ❖ <https://github.com/Esri/solutions-webappbuilder-widgets#features> ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2020
- ❖ <https://www.autodesk.com/solutions/bim> ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2020
- ❖ <https://www.esri.com/en-us/home> ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2020
- ❖ <https://developers.arcgis.com/> ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2020
- ❖ <https://www.arcgis.com> ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2020
- ❖ www.thenbs.com ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2020
- ❖ www.campus.tekla.com ημερομηνία πρόσβασης Ιούλιος του 2020

