



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Θέμα: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕΖΟΝΕΤΑΣ ΜΕ  
ΠΙΣΙΝΑ**

**ΣΟΛΑΧΙΔΟΥ ΝΤΙΑΝΑ**



**Υπό την επιτήρηση του κ.Λιόλιου**

Θεσσαλονίκη 2018

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία εκπονήθηκε στον Τομέα Δομοστατικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης υπό την επίβλεψη του καθηγητή κ.Λιόλιου.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ.Λιόλιο για την πολύτιμη καθοδήγησή του στην εκπόνηση αυτής της εργασίας καθώς και για τις γνώσεις που μου μετέδωσε καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας.

Ευχαριστώ επίσης τον κ.Βασίλη Κορδώνια για την εκμάθηση του προγράμματος Revit και τη βοήθεια που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια της εργασίας μου, την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την ανεκτίμητη συμπαράσταση και την ανοχή τους.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τεχνικά έργα αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της κοινωνίας μας, καθώς εξυπηρετούν τις ανάγκες του συνόλου. Συχνά λόγω του μεγάλου όγκου πληροφοριών που προκύπτει και του μεγάλου αριθμού των συμμετεχόντων υπάρχει αδυναμία διαχείρισης τους. Υπάρχει λοιπόν επιτακτική ανάγκη εισαγωγής νέων μεθοδολογιών διαχείρισης και μοντελοποίησης της πληροφορίας, καθώς τα έργα στη σύγχρονη εποχή γίνονται όλο και πιο πολύπλοκα. Η μεθοδολογία BIM (Building Information Modeling) έχει εφαρμογή σε πολλές κατηγορίες τεχνικών έργων όπως τα κτιριακά και τα έργα υποδομής. Από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του BIM είναι η δυνατότητα δημιουργίας του μοντέλου του έργου που απεικονίζεται σε τρεις διαστάσεις, η διαχείριση των πληροφοριών των αντικειμένων, η συνεργασία μεταξύ των συμμετεχόντων στο έργο και ο χρονικός και οικονομικός προγραμματισμός.

Στα πλαίσια της αναβάθμισης των τεχνικών έργων και λόγω των υψηλών απαιτήσεων στη κατασκευή κατοικιών, είναι απαραίτητη η γνώση και η χρήση της μεθοδολογίας BIM από τους Πολιτικούς Μηχανικούς για την ευκολότερη ,πληρέστερη και ποιοτικότερη απεικόνιση κατασκευής έργου .

Ύστερα από βιβλιογραφική έρευνα σε μελέτες και άρθρα παλαιότερων ετών παρουσιάζεται η μεθοδολογία BIM και τα οφέλη εφαρμογής της στα τεχνικά έργα . Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η εισαγωγή της μεθοδολογίας BIM στα κτιριακά έργα .Για την επίτευξη αυτού του σκοπού σχεδιάστηκε , αποτυπώνεται και απεικονίζεται τρισδιάστατα η κατασκευή μεζονέτας με υπόγειο και πισίνα με τη χρήση των προγράμματα AutoCAD και Revit.

## SUMMARY

Technical projects constitute inseparable part of our society as they serve our needs. Frequently, because of the wide body of information that arises and the great number of participants, there is a weakness in their management. So there is an urgent need to introduce new methodologies of information management and modeling, as the modern constructions are becoming more and more complicated. The BIM methodology has application in many categories of technical projects such as buildings and infrastructure. BIM's most important characteristics are the capability to create a 3D model, the objects' information management, the collaboration among participants through /during /in the construction and also the time and financial planning.

In the context of the upgrading of technical projects and because of the high demands in housing construction, it is essential the knowledge and the use of BIM methodology by the Civil Engineers for the simpler, more complete and high quality representation of construction work.

After a bibliographical research in past surveys and articles, BIM methodology and the benefits of its application in technical projects are presented. The object of this presentation is to introduce the BIM methodology in building projects. For this purpose, a maisonette with basement and pool has been designed and it is stamped and 3D depicted with the use of AutoCad and Revit programs.

# Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	6
1.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ .....	6
1.2 ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ .....	7
1.3 Η ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ.....	8
1.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ BIM ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΩΣ ΤΩΡΑ.....	8
1.5 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	9
1.6 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	9
2. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	10
2.1 ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ .....	10
2.2 ΕΝΝΟΙΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ BIM .....	11
2.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ CAD- BIM.....	13
2.4 4D ΚΑΙ 5D ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ.....	15
2.5 ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ (Interoperability) .....	18
2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (BIM).....	20
2.7 ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ BIM .....	24
2.8 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ BIM.....	28
3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕΖΟΝΕΤΑΣ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ ΚΑΙ ΠΙΣΙΝΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ AutoCAD ΚΑΙ Revit.....	31
3.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	31
3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ.....	33
3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	34
3.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ .....	34
3.4.1 ΟΡΟΙ ΔΟΜΗΣΗΣ.....	34
3.4.2 ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ.....	35
3.4.3 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ.....	36
I. Τοπογραφικό Διάγραμμα.....	37
II. Διάγραμμα Κάλυψης.....	39
III. Κάτοψη Υπογείου .....	41
IV. Κάτοψη Ισογείου .....	43
V. Κάτοψη Ορόφου .....	45
VI. Κάτοψη Στέγης .....	47

VII.	Όροι Δόμησης.....	49
I.	ΟΨΗ Α.....	50
II.	ΟΨΗ Β.....	50
III.	ΟΨΗ Γ.....	51
VIII.	ΟΨΗ Δ.....	51
I.	ΤΟΜΗ Α.....	52
II.	ΤΟΜΗ Β.....	52

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

---

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

Τα κτιριακά έργα αποτελούν εδώ και πάρα πολλά χρόνια έναν από τους πιο σημαντικούς πυλώνες της κοινωνίας μας καθώς ωφελούν τεράστιο αριθμό ανθρώπων καθημερινά. Εντούτοις, λόγω του μεγάλου όγκου εργασιών καθώς και της πολυπλοκότητάς τους, οι άνθρωποι έχουν αναπτύξει τρόπους ώστε να συνεργάζονται μεταξύ τους. Σε αυτά τα έργα συμμετέχουν διάφοροι δημόσιοι φορείς καθώς και ιδιώτες. Οι τρόποι συνεργασίας βασίζονται σε νόμους και πρωτόκολλα τα οποία πρέπει να ακολουθούνται πιστά για την επιτυχή έκβαση του έργου.

Αυτά τα μεγάλης κλίμακας εγχειρήματα επειδή είναι μεγάλα και σύνθετα, για να προγραμματιστούν, να σχεδιαστούν, να κατασκευαστούν και να συντηρηθούν, απαιτούνται πολλά ειδικευμένα άτομα. Όσο πιο αποδοτικά και προσοδοφόρα γίνονται τα κτιριακά έργα για τον κύριο του έργου, τους μελετητές, και τους αναδόχους, τόσο οι διαδικασίες γίνονται όλο και περισσότερο σύνθετες. Ωστόσο, λόγω του κοινωνικού χαρακτήρα των έργων αυτών ο χρόνος αποπεράτωσης τους είναι πολύ σημαντικό να μην ξεπερνάει το αρχικό χρονοδιάγραμμα της αρχικής μελέτης.

Η συνεργασία των συμβαλλόμενων δεν είναι πάντα αποδοτική έχοντας αντίκτυπο στο χρόνο, στο κόστος καθώς και στην ποιότητα κατασκευής του έργου . Με βάση λοιπόν τις αυξημένες απαιτήσεις των κτιριακών έργων, και ειδικά ως προς την ποσότητα των δεδομένων του έργου και τους ενεργούς συμμετέχοντες στο έργο που όλο αυξάνονται, δημιουργούνται πολλά ζητήματα που αφορούν τον κατασκευαστικό κλάδο. Η βελτίωση της επικοινωνίας αποτελεί ένα δύσκολο έργο εξαιτίας του όγκου και της ανομοιότητας των πληροφοριών που εμπλέκονται στη διαδικασία της κατασκευής. Η μεγάλη ποικιλία των ειδικοτήτων, ο μεγάλος αριθμός των συμμετεχόντων, το εκπαιδευτικό υπόβαθρο τους, ο μεγάλος όγκος

εργασιών, η ποικιλομορφία και ο όγκος πληροφοριών αποτελούν παράγοντες οι οποίοι δυσχεραίνουν τη διαχείριση της πληροφορίας και της επικοινωνίας μεταξύ των μελών μίας ομάδας.

## **1.2 ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**

Ο κατασκευαστικός τομέας παίζει κυρίαρχο ρόλο στην εθνική οικονομία μιας χώρας καθώς τα τελευταία 10 χρόνια περίπου, η συνεισφορά του κατασκευαστικού κλάδου στο εθνικό ακαθάριστο εθνικό προϊόν κυμαίνεται στα 5,2 % - 5,8 %. Ειδικά, τα χρόνια μεταξύ του 1960 και 1970, οι κατασκευαστικές εταιρίες έπαιξαν καταλυτικό ρόλο στην ανάπτυξη της οικονομίας της Ελλάδας. Το 2010 σχεδόν 250.000 άτομα απασχολούνταν στον κατασκευαστικό κλάδο δηλαδή το 6,5 % του συνολικού εργατικού δυναμικού της χώρας. Αυτός ο κλάδος αποτελείται από περίπου 2250 εταιρίες στην Ελλάδα. Εντούτοις, τα προβλήματα που δημιουργούνται στα τεχνικά έργα δεν αφορούν μόνο τον κατασκευαστικό κλάδο της Ελλάδας, καθώς πολλές ευρωπαϊκές χώρες με πιο μεγάλες και αναπτυγμένες οικονομίες, που δεν αντιμετωπίζουν την κρίση που αντιμετωπίζει η Ελλάδα, έχουν τέτοια προβλήματα στον κατασκευαστικό τους κλάδο. Είναι ενδεικτικό ότι σύμφωνα με το Bygghovkommittén (Σουηδική Επιτροπή Κατασκευών), περίπου το 30 τοις εκατό του συνολικού κόστους παραγωγής στον κατασκευαστικό κλάδο οφείλεται σε λάθη στην κατασκευή και άλλα ελαττώματα (Bygghovkommittén, 2004). Ο αριθμός αυτός σημαίνει ότι περίπου 50 δισεκατομμύρια SEK (5,7 περίπου δισεκατομμύρια ευρώ) σπαταλούνται ετησίως στην σουηδική κατασκευαστική βιομηχανία. Ένας κύριος λόγος για τη χαμηλή παραγωγικότητα είναι η ποικιλομορφία μεταξύ των ενδιαφερομένων και ότι η διαδικασία κατασκευής είναι κατακερματισμένη με πολλούς φορείς που δραστηριοποιούνται σε διαφορετικές φάσεις.



### **1.3 Η ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ**

Παρότι πολλές από τις πληροφορίες παράγονται πλέον ηλεκτρονικά και είναι οπτικές στη φύση τους, οι ομάδες των μηχανικών χρησιμοποιούν κυρίως το χαρτί ως μέσο παρουσίασης των απόψεων τους καθώς και ως μέσο για να μοιράζονται πληροφορίες μεταξύ τους σε meetings που αφορούν το έργο. Εντούτοις, η κατασκευαστική βιομηχανία επιδιώκει συνεχώς να εφαρμόσει μεθόδους με βάση τις νέες τεχνολογίες των πληροφοριών που θα αντικαταστήσουν τις παραδοσιακές μεθόδους διαχείρισης που βασίζονταν στο χαρτί. Και αυτό γιατί υπάρχει η ανάγκη εύκολης πρόσβασης στην πληροφορία, καθώς χρησιμοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου από πολλούς εμπλεκόμενους στο έργο.

Η μοντελοποίηση πληροφοριών εφαρμόζεται σε όλα τα θέματα που αφορούν τη διαχείριση των τεχνικών έργων, από τη φάση σχεδιασμού μέχρι και τη συντήρηση του έργου. Πιο συγκεκριμένα αφορά στο χρονικό προγραμματισμό του έργου, στην κοστολόγησή του, και γενικότερα στη διαχείριση και τη λειτουργία του. Με την εφαρμογή της μοντελοποίησης πληροφοριών (Building Information Modelling) σε ένα έργο δημιουργείται το μοντέλο αυτού, στο οποίο έχουν πρόσβαση όλοι οι συμμετέχοντες στο έργο. Τέλος, αποτελεί ένα περιβάλλον εύχρηστο, φιλικό για το χρήστη και με πολλές δυνατότητες ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των συμμετεχόντων στο έργο, που βοηθάει στη λήψη αποφάσεων σε όλες τις φάσεις ενός έργου.

### **1.4 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ BIM ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΩΣ ΤΩΡΑ**

Η μεθοδολογία της μοντελοποίησης πληροφοριών στα κτιριακά έργα εφαρμόζεται εδώ και αρκετά χρόνια και έχει αναλυθεί από πολλούς ερευνητές έως τώρα και υπάρχει εκτεταμένη βιβλιογραφία για αυτά και διάφορες αναλύσεις. Όμως, η εισαγωγή της μεθόδου σε έργα υποδομής καθυστέρησε λίγο σε σχέση με την εισαγωγή της στα κτιριακά έργα και για το λόγο αυτό δεν υπάρχει τόσο εκτενής βιβλιογραφία σε σχέση με αυτήν

στα κτιριακά. Με την εργασία αυτή γίνεται μια προσπάθεια εισαγωγής της μεθοδολογίας αυτής σε έργα υποδομής και ειδικότερα σε δημόσιο έργο οδοποιίας, περιγράφοντας βήμα-βήμα τη διαδικασία που ακολουθείται τηρουμένου του νομοθετικού πλαισίου που ισχύει για τα δημόσια έργα.

### **1.5 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Στόχος της εργασίας είναι η κατανόηση της μεθοδολογίας Building Information Modeling, όπου χάριν συντομίας αναφέρεται συνήθως ως “BIM”. Επιπλέον, στόχος της παρούσας εργασίας είναι η εισαγωγή της νέας μεθοδολογίας BIM στα κτηριακά έργα, ώστε να γίνεται η κατασκευή τους πιο ποιοτική, με μικρότερο κόστος και σε συντομότερο χρόνο. Η πρόκληση που έχει να αντιμετωπίσει ο τεχνικός κόσμος είναι η εισαγωγή και ενσωμάτωση της νέας μεθοδολογίας BIM στην πολύπλοκη και καθορισμένη από νομικό πλαίσιο διαδικασία που ακολουθείται για τη μελέτη και κατασκευή των τεχνικών έργων.

### **1.6 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται αρχικά μια περιγραφή της μεθοδολογίας Building Information Modeling, αναλύονται τα χαρακτηριστικά της και εντοπίζονται τα προτερήματά της εφαρμογής της. Στη συνέχεια παρατίθενται μερικά από τα προγράμματα που χρησιμοποιούνται για τη μεθοδολογία BIM και περιγράφονται οι δυνατότητες και τα εργαλεία μερικών βασικών προγραμμάτων BIM. Στο τελευταίο κεφάλαιο, εξετάζεται λεπτομερώς ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας BIM στην υλοποίηση ενός συγκροτήματος μεζονέτας με εισαγωγή των προγραμμάτων στη διαδικασία μελέτης και κατασκευής.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

---

## 2. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

### 2.1 ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Στην κατασκευαστική βιομηχανία, το ευρύ φάσμα των συμμετεχόντων του έργου εξακολουθούν να επιθυμούν να διατηρούν τα δικά τους δεδομένα, δομημένα έτσι ώστε να εξυπηρετούν καλύτερα τις εξειδικευμένες ανάγκες τους. Όμως, οι διαφορές που υπάρχουν στη σημασία, στη δομή καθώς και στην αποθήκευση των δεδομένων καθιστά πιο δύσκολη την εισαγωγή δεδομένων από διάφορες πηγές στα έργα του μηχανικού. Οι τρέχουσες μέθοδοι διαχείρισης των πληροφοριών βασίζονται στη συλλογή αρχείων, οι οποίες δεν έχουν μεγάλη σχέση μεταξύ τους. Ως εκ τούτου, οι διαχειριστές του έργου δεν μπορούν να λάβουν υπόψη τις διάφορες πληροφορίες και παραμέτρους που αφορούν σύνθετα θέματα του μηχανικού κατά την επίδοση του ελέγχου του έργου. Επομένως, για αυξημένη ακρίβεια και απόλυτο έλεγχο του έργου, οι διαχειριστές του έργου πρέπει να δαπανήσουν χρόνο για τη συλλογή και την κατηγοριοποίηση δεδομένων τα οποία παράγονται από διάφορα συστήματα. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες στο πρόγραμμα θα πρέπει να επικοινωνούν και να μεταφέρουν πληροφορίες μεταξύ τους, είτε εντός μιας φάσης ή μεταξύ δύο φάσεων του έργου. Ωστόσο, η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των μερών του έργου είναι περιορισμένη για τα ψηφιακά αρχεία που χρησιμοποιούνται δεν είναι συμβατά από όλα τα προγράμματα που διαθέτουν οι συμμετέχοντες στο έργο. Επομένως, η ανάκτηση και η ανταλλαγή αρχείων και πληροφοριών του έργου είναι άβολη και αναποτελεσματική. Οι συμμετέχοντες στο έργο δεν θα είναι σε θέση να κατανοήσουν την κατάσταση του έργου διεξοδικά και αυτό οφείλεται στην έλλειψη ενός διαισθητικού και φιλικού προς το χρήστη

εργαλείο οπτικοποίησης για να εμφανίζει τις σχετικές με το έργο πληροφορίες.

Η εισαγωγή του BIM στο σχεδιασμό και την κατασκευή των κτηριακών έργων και γενικότερα των τεχνικών έργων, επιτρέπει την εύκολη ανταλλαγή πληροφοριών και αρχείων μεταξύ των συμμετεχόντων , οπτικοποιεί τις πληροφορίες του έργου παρέχοντας στους συμμετέχοντες στο έργο ένα πιο φιλικό και εύχρηστο περιβάλλον για λήψη αποφάσεων και δίνει τη δυνατότητα 4D και 5D προγραμματισμού του έργου . Μέσα από το BIM το κατασκευαστικό έργο μετατρέπεται σε μοντέλο σχεδιασμού δίνοντας σε όλα του τα αντικείμενα- στοιχεία “χαρακτήρα” όλες τις χρήσιμες πληροφορίες για την κατασκευή, το σχεδιασμό και γενικά τη διαχείριση του έργου.

## 2.2 ΕΝΝΟΙΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ BIM

Οι θεωρητικές απαρχές του BIM τοποθετούνται γύρω στο 1962 όπου πρώτος ο Engelbart μίλησε για την εισαγωγή επιπλέον πληροφοριών στα αντικείμενα που σχεδιάζονται. Όμως ο όρος BIM πρωτοεμφανίστηκε σε δημοσίευση των G.A. van Nederveen και F.P. Tolman. Όμως, ο όρος αυτός δεν χρησιμοποιούταν ευρέως μέχρι που η Autodesk έδωσε σαν τίτλο ενός έγγραφου “Building Information Modeling”. Εντούτοις, ο Γερμανός Jerry Laiserin διέδωσε και εδραίωσε τον όρο BIM ως μια κοινή ονομασία για την ψηφιακή απεικόνιση ενός κτιριακού σχεδιασμού που διευκολύνει την ανταλλαγή και τη διαλειτουργικότητα των πληροφοριών σε ψηφιακές μορφές αρχείων. Υπήρχαν επίσης διάφορες διαφοροποιημένες ορολογίες όπως “Εικονικό κτίριο” από την Graphisoft, “Ολοκληρωμένο Μοντέλο Έργου” από την Bentley Systems. Σύμφωνα όμως με τον Laiserin και με άλλους, η πρώτη εφαρμογή της κτιριακής απεικόνισης κτιριακού σχεδιασμού ήταν κάτω από τη μεθοδολογία Εικονικό Κτίριο (Virtual Building) του ArchiCAD της Graphisoft, στο ντεμπούτο του το 1987.

Ο όρος **Building Information Model** (BIM) αναφέρεται στην εξομοίωση ενός έργου, η οποία χρησιμοποιεί τρισδιάστατα μοντέλα των διαφόρων

πτυχών του έργου, όπως της στατικής μελέτης, των αρχιτεκτονικών, των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών σχεδίων. Μέσω αυτής της εξομοίωσης δημιουργεί μια σχέση μεταξύ των μοντέλων, η οποία εμπεριέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη διαχείριση του έργου που γίνονται διαθέσιμες στο χρήστη μέσω μιας εκτενούς βάσης δεδομένων. Στην ουσία πρόκειται για τη διαχείριση των πληροφοριών και αφορά όλες τις φάσεις της διάρκειας ζωής ενός έργου, από την προμελέτη έως τη χρήση, τη συντήρηση και λειτουργία του έργου. (Με τη λέξη πληροφορίες εννοούνται όλες οι εισαγωγές δεδομένων που περιέχονται στο σχεδιασμό ενός έργου. Για παράδειγμα σε κτίριο τα παράθυρα, οι τοίχοι, προκατασκευασμένα κομμάτια αν υπάρχουν, τα διάφορα υλικά.)

Αυτό επιτυγχάνεται, αποτυπώνοντας σε ψηφιακή μορφή όλα τα φυσικά, τεχνικά, χρονικά, οικονομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά μιας κατασκευής σε ένα ενιαίο μοντέλο. Τα χαρακτηριστικά αυτά αφορούν τις κάθε φύσεως μελέτες της κατασκευής (στατικές, αρχιτεκτονικές, γεωτεχνικές, οικονομικές κ.τ.λ.) και καταγράφονται σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο μια λογική και συνεχή πρόσβαση σε όλα τα αντικείμενα σχεδιασμού που απαρτίζουν το έργο, δίνοντας όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για το κάθε στοιχείο από αυτά (ιδιότητες, ποσότητες και ονομασίες) και αναπτύσσοντας σχέσεις μεταξύ τους.

Αν και το BIM βασίζεται σε ένα μεγάλο ποσοστό στη χρήση λογισμικών, τα οποία είναι σχεδιασμένα ειδικά για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, το κύριο χαρακτηριστικό του δεν είναι αυτό. Το BIM δεν είναι ένα σύνολο προγραμμάτων για υπολογιστές αλλά μια **διαδικασία**, η οποία προσφέρει στα μέλη μιας κατασκευαστικής εταιρείας μια ενιαία βάση δεδομένων αποτελούμενη από ένα σύνολο αλληλένδετων αρχείων, η οποία έχει τη μορφή οργανωμένων εγγράφων. Έτσι, έχοντας πρόσβαση σε αυτή όλοι οι συμμετέχοντες του έργου, τους δίνεται η δυνατότητα πιο εύκολης εισαγωγής και εξαγωγής στοιχείων και τελικά αποτελεσματικής συνεργασίας ώστε να επιτύχουν υψηλά επίπεδα δημιουργικότητας και

παραγωγικότητας, μέσω του συνδυασμού ανάλυσης και δοκιμής πρωτότυπων ιδεών και χρήσιμων πληροφοριών πριν από την έναρξη κατασκευής ενός έργου καθώς και κατά τη διάρκεια. Με τον τρόπο αυτό, εντοπίζονται τυχόν λάθη εγκαίρως, διευκολύνονται οι υπολογισμοί, γίνονται οι απαραίτητες τροποποιήσεις, αυξάνεται η ακρίβεια της κατασκευής και μειώνεται ο χρόνος κατασκευής. Αυτές οι τροποποιήσεις γίνονται εφικτές μέσω της χρήσης μιας **εκτεταμένης βάσης δεδομένων**, που ενσωματώνεται στο εκάστοτε BIM λογισμικό που χρησιμοποιείται, τα στοιχεία της οποίας προκαθορίζονται από τον ίδιο το χρήστη πριν από την έναρξη σχεδιασμού του μοντέλου. Το μέγεθος των στοιχείων, τα οποία καταχωρούνται στη βάση δεδομένων, συνήθως εξαρτάται από τις απαιτήσεις και την πολυπλοκότητα του έργου.

### 2.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ CAD- BIM

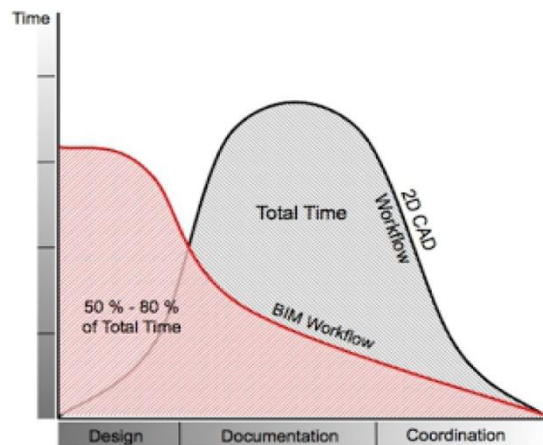
Αρχικά οι εφαρμογές CAD βασίζονταν στην απεικόνιση της γεωμετρίας 2D (2 διαστάσεων), χρησιμοποιώντας απλές γραφικές οντότητες όπως τόξα, γραμμές, κύκλους και λοιπά, για τη δημιουργία ψηφιακών 2D σχεδίων. Μονάχα τα layers (σχεδιαστικά στρώματα) δίνουν τη δυνατότητα της πολυστρωματικής σχεδίασης στο CAD, δηλαδή μιας ομαδοποίησης ομοειδών στοιχείων. Παραδείγματος χάριν, οι γραμμές που χρησιμοποιούνται για να απεικονίσουν τους τοίχους ή τα κουφώματα, αποδίδονται ως δυο διαφορετικά layers. Στη συνέχεια, εμφανίστηκαν τα νέα προγράμματα CAD που υποστηρίζουν την τρισδιάστατη σχεδίαση, τα οποία μπορούν να αποδώσουν πιο ολοκληρωμένα τη γεωμετρία του αντικειμένου σχεδιασμού σε ένα εικονικό περιβάλλον και στις τρεις του διαστάσεις. Η εξέλιξη στα προγράμματα CAD έγινε με τη δημιουργία ρεαλιστικής απόδοσης και του φωτορεαλισμού. Εντούτοις, οι εφαρμογές CAD στο σύνολό τους δεν μπορούν να απεικονίσουν τις πιο σύνθετες πληροφορίες των στοιχείων ούτε και τις σχέσεις μεταξύ τους. Επίσης, τα αρχεία που δημιουργούνται είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους και χωρίς καμία αλληλεπίδραση. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι μια αλλαγή μια διάστασης

στην κάτοψη θα πρέπει να συνοδεύεται με αντίστοιχη αλλαγή στην τομή, στις όψεις κ.α.

Το BIM είναι μια νέα τεχνολογία που αποτελεί την εξέλιξη των εφαρμογών CAD καθώς απεικονίζει μια τρισδιάστατη οπτική του μοντέλου του έργου, περικλείοντας όμως και τις πληροφορίες των αντικειμένων σχεδιασμού της κατασκευής. Το BIM αποτελεί μια ενιαία βάση δεδομένων που περικλείει την τρισδιάστατη αναπαράσταση της κατασκευής σε ένα εικονικό περιβάλλον, που εκτός από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και τις χωρικές σχέσεις των στοιχείων που το απαρτίζουν, περιλαμβάνει όλες τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά καθενός από αυτά καθώς και τις σχέσεις μεταξύ τους. Για παράδειγμα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στις εφαρμογές CAD οι τοίχοι και τα κουφώματα δεν απεικονίζονται μόνο με διαφορετικά layers αλλά μπορεί ο χρήστης να αντλήσει πληροφορίες για το ύψος του τοίχου, τα υλικά, το κόστος ή ακόμα και την ημερομηνία τοποθέτησης των κουφωμάτων φυσικά ύστερα από την ημερομηνία κατασκευής των τοίχων. Το BIM είναι αντικειμενο-στρεφές (object-oriented) σύστημα όπου σχετίζεται με το λεγόμενο αντικειμενοστραφή προγραμματισμό (object oriented programming OOP) ο οποίος είναι μια προσέγγιση στον προγραμματισμό που εστιάζει στην περιγραφή αντικειμένων. Δημιουργεί επομένως έξυπνα αντικείμενα σχεδιασμού δίνοντάς τους μη-γραφικές ιδιότητες, όπως για παράδειγμα ο δείκτης μόνωσης ή ημερομηνία κατασκευής ή τοποθέτησής του. Επιπλέον, οποιοσδήποτε αλλαγές στη γεωμετρία ή σε οποιοδήποτε άλλο στοιχείο επηρεάζει αυτόματα όλα τα σχέδια της κατασκευής τα οποία ανήκουν στην ενιαία βάση. Με άλλα λόγια, χρησιμοποιώντας το BIM είναι ένας τρόπος ώστε να σχεδιάζονται κατασκευές, υπάρχουσες ή μη, με δομική μονάδα το ίδιο το στοιχείο (object-oriented) και όχι τις γραμμές που το ορίζουν, όπως με τα συμβατικά σχέδια CAD, με ταυτόχρονη παραμετρική προσέγγιση.

Συμπερασματικά, οι ομοιότητες που έχουν τα προγράμματα CAD με τα προγράμματα BIM είναι η σχεδίαση του έργου σε δύο και τρεις διαστάσεις και οι σχεδιαστικές πληροφορίες που δίνουν και οι δυο κατηγορίες προγραμμάτων. Οι διαφορές όμως μεταξύ των προγραμμάτων CAD και

BIM είναι αρκετές καθώς μπορεί το BIM να αποτελεί μετεξέλιξη των προγραμμάτων CAD αλλά κινείται σε διαφορετική λογική. Η κύρια διαφορά τους είναι ότι στο BIM δημιουργείται το μοντέλο του έργου που περιέχει όλες τις πληροφορίες των σχεδιασμένων αντικειμένων, όχι μόνο σχεδιαστικές για παράδειγμα ο δείκτης πυρκαγιάς ενός τοίχου ή ο συντελεστής μόνωσής του. Επιπλέον, από αυτό το δυναμικό μοντέλο εξάγονται όλα τα σχέδια που χρειάζονται οι συμμετέχοντες στο έργο και κάθε αλλαγή που γίνεται σε κάποιο στοιχείο ενός σχεδίου επηρεάζει όλα τα σχέδια που αφορούν αυτό το στοιχείο. Για παράδειγμα μια αλλαγή στην τομή επιφέρει αυτόματα την ίδια αλλαγή σε κατόψεις και όψεις. Ενώ στα προγράμματα CAD τα σχέδια είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους καθώς δεν αλληλεπιδρούν στις αλλαγές που γίνονται και χρειάζεται η σχεδίαση της ίδιας πληροφορίας και στοιχείου πολλές φορές.



Σύγκριση μεταξύ του 2D CAD και της ροής εργασιών του BIM: [www.Graphisoft.com](http://www.Graphisoft.com)

## 2.4 4D ΚΑΙ 5D ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

Κατά τη διάρκεια σχεδιασμού του τρισδιάστατου μοντέλου ο χρήστης έχει την δυνατότητα να αναβαθμίσει το μοντέλο σχεδιασμού σε **4D** και **5D**, στο οποίο η τέταρτη και πέμπτη διάσταση αντιπροσωπεύουν τη χρονική διάρκεια και το κόστος του έργου αντίστοιχα.



Η 4D μοντελοποίηση είναι ο συνδυασμός του χρόνου και της γεωμετρίας, που δημιουργούν τις τέσσερις διαστάσεις (4D) της κατασκευής. Ένα μοντέλο 4D μοιάζει ακριβώς με ένα 3D μοντέλο, άλλα είναι δυναμικό. Πιο αναλυτικά, στη λεγόμενη τέταρτη διάσταση περιλαμβάνεται ο χρονικός προγραμματισμός, η ακολουθία των δραστηριοτήτων καθώς και κάθε εργασία του έργου που έχει ολοκληρωθεί, καθιστώντας δυνατό τον επιτόπου έλεγχο της προόδου του έργου . Πρακτικά αυτό γίνεται όταν επιλέγεται ένα στοιχείο του μοντέλου και φανερώνονται οι ιδιότητές του σε σχέση με το χρονικό προγραμματισμό δηλαδή το χρόνο έναρξής του, τη χρονική του διάρκεια, το χρόνο ολοκλήρωσής του, τη θέση του καθώς και το ρυθμό παραγωγής του. Η χρονική ακολουθία και ο σχεδιασμός της κατασκευής μπορούν να αναπαραχθούν σε μία 4D προσομοίωση/αναπαράσταση ανέγερσης. Δηλαδή τα στοιχεία του μοντέλου καθορίζονται σε μία λογική ακολουθία κατασκευής και δημιουργούν μία ηλεκτρονική προσομοίωση που παρουσιάζει στον κύριο του έργου τα χρονικά στάδια κατασκευής του κτιρίου .

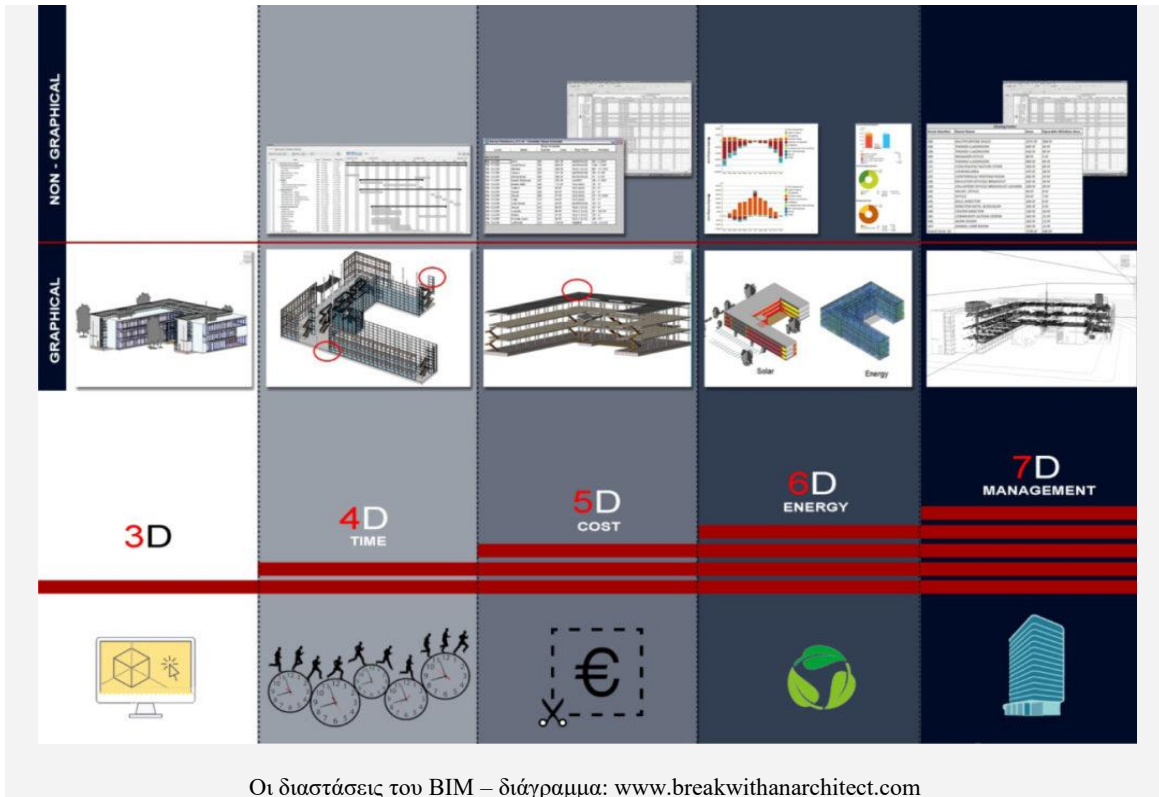
Με την εκτίμηση του χρόνου όλα τα αντικείμενα σχεδιασμού είναι συνδεδεμένα τόσο μεταξύ τους όσο και με το χρονικό προγραμματισμό του έργου. Αυτού του τύπου η μοντελοποίηση δίνει τη δυνατότητα στους κύριους του έργου της πιο ολοκληρωμένης εποπτείας και επιτρέπει τον έγκαιρο εντοπισμό λαθών. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να περιοριστούν κατά πολύ τα λάθη στη φάση σχεδιασμού, από το να εντοπίζονται αργότερα στην φάση της κατασκευής και να πρέπει να λυθούν επί τόπου. Επιπλέον, με την αργοπορημένη επίλυση λαθών υπάρχει περίπτωση να υπάρξουν επιπλέον κόστη λόγω καθυστερημένης αντιμετώπισης τους.

Σε ένα κτιριακό έργο είναι δυνατό να συμβούν πολλά λάθη καθώς το πλήθος των εργασιών, των υλικών και των συμμετεχόντων στο έργο είναι μεγάλος. Λάθη και ασυμβατότητες μπορούν να συμβούν ως προς το χώρο, όταν για παράδειγμα δύο αντικείμενα καταλαμβάνουν τον ίδιο χώρο, όπως οι υδραυλικοί αγωγοί και ηλεκτρολογικά καλώδια ή και στοιχεία του φέροντα οργανισμού , και ως προς το χρόνο και τον προγραμματισμό του έργου, όταν για παράδειγμα κάποιες εργασίες γίνονται στην ίδια περιοχή

τον ίδιο χρόνο ή όταν δεν έχει τελειώσει κάποια εργασία και έτσι δε μπορεί να αρχίσει η επόμενη. Ένα σύνηθες λάθος που γίνεται κατά την κατασκευή ενός έργου είναι και η περίσσεια των υλικών ή ακόμα και η έλλειψη μερικές φορές σε σημεία όπου για κάποιο λόγο τεχνικό ή μη δεν έχει γίνει τοποθέτηση ή πρέπει να γίνει επανατοποθέτηση ενός στοιχείου. Η 4D μοντελοποίηση ενσωματώνει τον υπολογισμό των ποσοτήτων, τις ποσότητες στην κάθε θέση του έργου, τα μέσα παραγωγής, τις αποδόσεις των συνεργείων και την απασχόληση των συντελεστών παραγωγής. Με τα παραπάνω στοιχεία λοιπόν που έχει ο χρήστης στη διάθεσή του μπορεί να αντιληφθεί και να διορθώσει τις παραπάνω ασυμβατότητες εγκαίρως και αποφεύγοντας έτσι καθυστερήσεις και πιθανά κόστη.

Η 5D μοντελοποίηση σε σχέση με την 4D έχει μια επιπλέον διάσταση, το κόστος του έργου. Στη λεγόμενη πέμπτη διάσταση περιλαμβάνεται εκτός από τον χρονικό προγραμματισμό και ο οικονομικός προγραμματισμός. Πιο αναλυτικά, όταν ο χρήστης επιλέξει ένα οποιοδήποτε στοιχείο της κατασκευής έχει πρόσβαση σε όλα τα στοιχεία κοστολόγησής του, στις ποσότητες, στις προδιαγραφές κ.α.. Επίσης, είναι δυνατή η οργάνωση της εσωτερικής βάσης δεδομένων με πληροφορίες για το κόστος και την τιμολόγηση, για τα ποσοστά προόδου των εργασιών και για τον αριθμό των ατόμων που συμμετέχουν στα συνεργεία. Τέλος, μπορεί να γίνει σύγκριση του προγραμματισμού για το κόστος με τον αρχικό προϋπολογισμό του έργου οποιαδήποτε χρονική στιγμή και έτσι ο κύριος του έργου μπορεί να κατανοήσει ποιες αλλαγές έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στον προϋπολογισμό. Με αυτόν τον τρόπο όχι μόνο γίνεται δυνατή μια πιο συστηματική παρακολούθηση της διαμόρφωσης του κόστους του έργου κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού καθώς και της κατασκευής, αλλά μπορεί να δημιουργηθεί και μία λεπτομερής απεικόνιση της εξέλιξής του μέσα στο πλαίσιο του χρονοδιαγράμματός του, βοηθώντας σημαντικά στη λήψη αποφάσεων και μειώνοντας τις καθυστερήσεις του έργου.

Στην διαδικασία BIM το 3D μοντέλο αποκτάει νέες διαστάσεις και από ένα απλό εργαλείο οπτικής αναπαράστασης εξελίσσεται στο 4D, (χρόνος), στο 5D, (κόστος), στο 6D, (ενέργεια) και στο 7D, (διαχείριση).



## 2.5 ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ (Interoperability)

Σύμφωνα με το παλαιό μοντέλο σχεδιασμού και μελέτης ενός κτιρίου, τα αρχιτεκτονικά γραφεία, αφού ολοκλήρωναν τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό ανέθιταν κατόπιν στα μελετητικά γραφεία την ανάλυση και κατ'επέκταση τη σχεδίαση των διαφόρων γεωμετριών στα διάφορα στατικά προγράμματα. Ανάλογα με τα ερωτήματα και τις δυσκολίες που προέκυπταν κατά την μελέτη της κατασκευής, οι πολιτικοί μηχανικοί συγκέντρωναν όλες τις κατασκευαστικές αστοχίες και υποδείκνυαν στους αρχιτέκτονες τις αλλαγές που θα έπρεπε να κάνουν. Αυτή η διαδικασία απαιτούσε αρκετό χρόνο, διότι οι αλλαγές εκατέρωθεν γίνονταν σε ανεξάρτητα σχεδιαστικά προγράμματα και κάθε φορά μία αλλαγή σε ένα στατικό πρόγραμμα απαιτούσε ξεχωριστή αλλαγή στο αντίστοιχο αρχιτεκτονικό σχεδιαστικό πρόγραμμα. Τα τελευταία χρόνια τα

αρχιτεκτονικά σχέδια αποτελούνται από ολοένα και πιο πολύπλοκες γεωμετρίες με αποτέλεσμα να καθίσταται χρονοβόρα η διαδικασία σχεδιασμού και μελέτης της κατασκευής. Και φυσικά μιλάμε μόνο για δυο κατηγορίες που συμβάλλουν στο έργο, αφού στην πραγματικότητα υπάρχουν πάρα πολλοί (μηχανολόγοι, ηλεκτρολόγοι, κατασκευαστές, υπεργολάβοι, προμηθευτές κ.α.).

Έτσι λοιπόν ένας νέος όρος κάνει την εμφάνισή του τα τελευταία χρόνια, που λέγεται διαλειτουργικότητα. Είναι η διαδικασία της επίτευξης ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ των λογισμικών εργαλείων σε μια κοινή γλώσσα. Ένα μοντέλο για να είναι συμβατό με άλλα μοντέλα από διαφορετικά λογισμικά, είναι απαραίτητο να μεταφράζεται σε μια ενιαία μορφή αρχείου, έτσι ώστε όλες οι πληροφορίες ενός αντικειμένου να μεταφέρονται αυτούσιες. Δεδομένου ότι το BIM είναι βασισμένο σε ένα μεγάλο μέρος του σε οπτικά και πραγματικά στοιχεία ενός έργου, η διαλειτουργικότητα είναι το αρχικό σημείο για την επιτυχία της εφαρμογής του BIM σε μια διαδικασία κτιριακού σχεδιασμού.

Μέσω του τρισδιάστατου μοντέλου που δημιουργείται με τη βοήθεια του BIM λογισμικού γίνεται δυνατή η επιτυχημένη διαλειτουργικότητα μεταξύ των διαφόρων ομάδων που συνεργάζονται για τη σωστή διεξαγωγή του κύκλου εργασιών του έργου. Με άλλα λόγια, προωθείται ένα είδος συνεργασίας και ένα διάγραμμα εργασιών, το οποίο δημιουργεί βελτιωμένο εσωτερικό συντονισμό ως προς τη διαχείριση του έργου και συμβάλλει στη μείωση του κόστους του, στη βελτίωση της ποιότητας της τελικής κατασκευής και στην πιθανή ολοκλήρωσή του σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Μια έρευνα στις Η.Π.Α. έδειξε ότι το έτος 2009 ο κατασκευαστικός τομέας της χώρας είχε απώλειες της τάξης των 15,8 δις. δολαρίων λόγω ανεπαρκούς διαλειτουργικότητας κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής των κατασκευών. (The Business value of BIM: Getting Building Information Modeling to the bottom line, McGraw- Hill Construction 2009, Smart Market Report 2009)



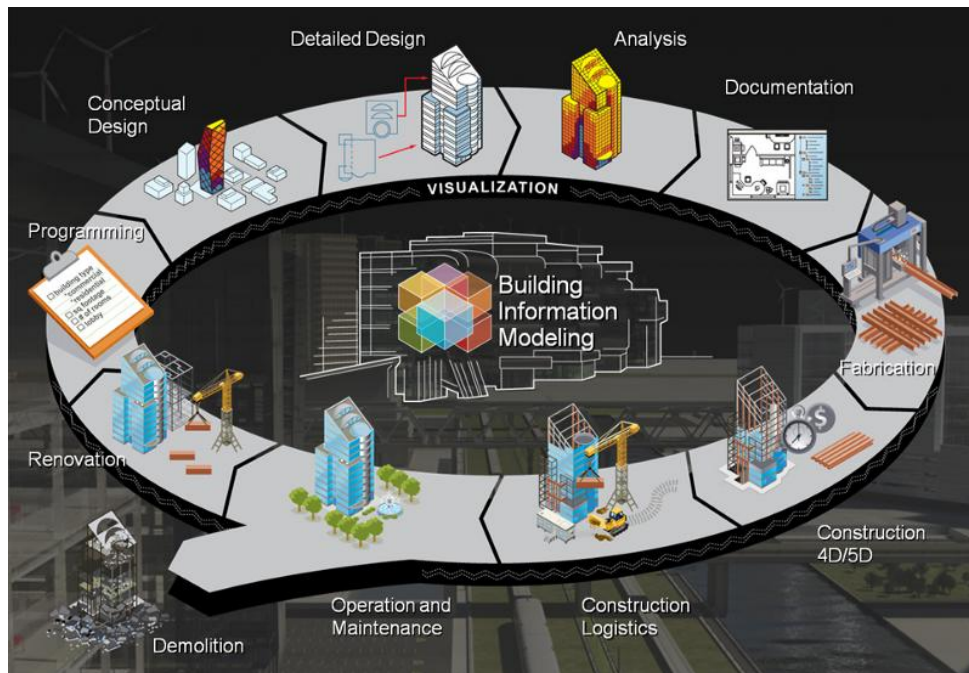
Διάγραμμα εργασιών σε έργο με BIM (Structure magazine, 2009)

## 2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (BIM)

Η μοντελοποίηση πληροφοριών έχει εφαρμογή σε διάφορους τομείς στον κατασκευαστικό κλάδο. Η πρώτη και ίσως η βασική εφαρμογή του BIM έγκειται στην απεικόνιση τρισδιάστατων μοντέλων του έργου και την εύκολη δυνατότητα πρόσβασής τους, η οποία διευκολύνει τη διερεύνηση και αντιμετώπιση οποιουδήποτε σκοτεινού σημείου τόσο κατά την κατασκευή όσο και κατά τη διάρκεια ζωής του έργου. Επίσης, γίνεται ανάλυση του έργου, η παρουσίαση των λεπτομερειών του, η επιλογή και η προμέτρηση των υλικών, όπου χρησιμοποιείται αποτελεσματικά στις παραγγελίες υλικών καθώς και στην τήρηση των προθεσμιών παράδοσης

και επομένως μπορεί να γίνει η κοστολόγηση και ο χρονικός προγραμματισμός του έργου. Αυτά τα τρισδιάστατα μοντέλα μπορούν να σχεδιαστούν και να χρησιμοποιηθούν πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την αποπεράτωση ενός έργου, ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές του. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εφαρμόσει τροποποιήσεις στο μοντέλο του καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής της κατασκευής και ειδικότερα να προσομοιώσουν το αποτέλεσμα σε σχετικά πρώιμο στάδιο αποφεύγοντας τυχόν λάθη που θα προκύψουν τα οποία μπορούν να έχουν επίπτωση και στον χρόνο και στο κόστος.

Τα BIM έχει εφαρμογή και μάλιστα σημαντική και στην ενεργειακή σκοπιά του έργου, καθώς μπορούν να γίνουν διάφοροι υπολογισμοί ενέργειας και της ενεργειακής συμπεριφοράς, τόσο του κτιρίου όσο και των δομικών στοιχείων του, που βοηθούν στη διαχείριση των εγκαταστάσεων γενικά και στην ανάλυση λειτουργίας σύνθετων κτιρίων. Μπορεί να γίνει επομένως σε σχετικά πρώιμο στάδιο μια ενεργειακή αξιολόγηση του κτιρίου για να εξασφαλιστούν οι μετέπειτα ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου.



*Η εφαρμογή των BIM τεχνολογιών σε όλο τον κύκλο ζωής του έργου (Dispenza K., 2010)*

Επιπλέον, μεγάλη εφαρμογή έχει το BIM στη συντήρηση του έργου και τη λειτουργία του, καθώς και στη διαχείριση οικοδομικών απορριμμάτων και την ανακύκλωση. Τέλος, διευκολύνει την καθολική κατασκευαστική διαδικασία καθώς δίνει τη δυνατότητα σε όλους τους συμμετέχοντες στο έργο να δημιουργήσουν μοντέλα και να αναπτύξουν συνεργασία μεταξύ τους.

Πιο αναλυτικά, ο χρήστης με το BIM έχει τη δυνατότητα να:

- Συγκεντρώνει πληροφορίες: σχετικά με το έργο σε διάφορες φάσεις κατά τη διάρκεια ζωής ενός έργου.
- Αναπαριστά: τη γεωμετρία ενός έργου και παρουσιάζει τα δεδομένα που έχουν σχέση με αυτό. Παρουσιάζει επίσης με λεπτομέρεια όλα τα στοιχεία που αποτελούν το έργο, δείχνοντας και για αυτά πληροφορίες.
- Ποσοτικοποιεί με: τις συνήθεις πρακτικές προγραμματισμού τις ποσότητες των υλικών και γενικά όλων των στοιχείων που απαρτίζουν το έργο είναι δύσκολο να οριστούν με ακρίβεια από τη φάση σχεδιασμού. Εντούτοις, το BIM έχει τη δυνατότητα να συγκεντρώνει τις ποσότητες στοιχείων του έργου σε αρκετά πρώιμο στάδιο.
- Επιβλέπει: όλου του έργου καθώς και των στοιχείων που το αποτελούν, σε όλες τις φάσεις και σε πραγματικό χρόνο.
- Ως ανωτέρω διακρίνει: Δίνονται διάφορες ιδιότητες των στοιχείων που αποτελούν το έργο, και με αυτόν τον τρόπο μπορεί ο χρήστης να διακρίνει αν κάποιο στοιχείο έχει παραγγελθεί, έχει τοποθετηθεί, έχει υποστεί ζημιά κ.α.
- Δημιουργεί: Μέσα στη διάρκεια ζωής ενός έργου κάθε δραστηριότητα που επιδρά στο έργο, δημιουργεί πληροφορίες σχετικά με αυτό. Κατά τη φάση σχεδιασμού, η ομάδα σχεδιασμού είναι οι πρώτοι που παράγουν πληροφορίες και τις χρησιμοποιούν μετέπειτα στη φάση της κατασκευής και στη συνέχεια τις πληροφορίες από την κατασκευή τις χρησιμοποιούν για να παράγουν πληροφορίες για τη συντήρηση του έργου.
- Ορίζει: Έχει τη δυνατότητα να ορίσει τις ανάγκες που προκύπτουν στο έργο για τα στοιχεία του έργου και εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, όπως η φάση, η δραστηριότητα, το επίπεδο της

εξέλιξης του έργου και οι αλληλεπιδράσεις με άλλα αντικείμενα.

- Διευθετεί: Οι χώροι και οι ακριβείς τοποθεσίες που τοποθετούνται τα στοιχεία του έργου διευθετούνται από το χρήστη. Καθώς επίσης και η σύνθεσή τους μέσα στο έργο κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού της κατασκευής.
- Μετράει: Όλες οι διαστάσεις των στοιχείων που απαρτίζουν το έργο είναι διαθέσιμες και άμεσα χρησιμοποιήσιμες για τυχόν αντικατάσταση κάποιου στοιχείου ή για την αποθήκευσή του.
- Αναλύει: Μπορεί να εξετάσει όλες αυτές τις λεπτομέρειες που του δίνονται και να εξάγει κάποια συμπεράσματα για τη μορφή του έργου και τη διεξαγωγή του.
- Συντονίζει: Εξασφαλίζει την αποτελεσματικότητα και την αρμονία των σχέσεων μεταξύ και των στοιχείων αλλά και των ατόμων που εργάζονται στο έργο. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγει τα λάθη και τις συγκρούσεις ανάμεσα στις διάφορες διεργασίες του έργου. Και αποφεύγει τη σύγκρουση μεταξύ των συμβαλλόμενων στο έργο και ακόμα περισσότερο επιτρέπει τη συνεργασία τους για τη καλύτερη δυνατή διεξαγωγή του έργου.
- Προβλέπει: Με την λεπτομερή ανάλυση που διεξάγεται με το BIM, είναι σε θέση να μπορεί να προβλέψει μια μελλοντική λειτουργία του έργου ή κάποιου στοιχείου του έργου. Σε αυτές τις λειτουργίες περιλαμβάνονται τα οικονομικά, η ενέργεια, η ροή του έργου και διάφορα σενάρια που μπορεί να προκύψουν. Οι οικονομικές προβλέψεις περιλαμβάνουν το κόστος που εκτιμάται για την κατασκευή του έργου και καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του. Επιπλέον, προβλέπει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου σε βάθος χρόνου και μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του. Και πολλά άλλα σενάρια που αφορούν και καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης, όπως πυρκαγιά, πλημύρες, εκκενώσεις κ.α.
- Επικυρώνει: Μπορεί με τα στοιχεία που του δίνει το BIM να επικυρώσει τα απαραίτητα έγγραφα που χρειάζονται για την αποπεράτωση του έργου, καθώς έχει την πλήρη εποπτεία για τη λειτουργία του εργοταξίου, και για το αν τηρούνται οι κανονισμοί για την κατασκευή του έργου.
- Επικοινωνεί: Μοιράζεται και ανταλλάσσει πληροφορίες με όλους τους συμβαλλόμενους του έργου μέσα από το BIM. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για την επικοινωνία των



διάφορων μερών του έργου.

- Οπτικοποιεί: Έχει μπροστά του μια ρεαλιστική αναπαράσταση του έργου και των στοιχείων που το αποτελούν. Η εικόνα του έργου που δίνεται στο χρήστη είναι πολύ δυνατή γιατί του δίνεται η ικανότητα να είναι πιο κριτικός και να παίρνει εμπειριστατωμένες αποφάσεις.
- Μετασχηματίζει: Μερικές φορές υπάρχει η ανάγκη συλλογής πληροφοριών από ένα μέρος (λογισμικό) και μετασχηματισμού σε ένα άλλο. Αυτή είναι και η αρχή της διαλειτουργικότητας και δεν είναι εφικτή μόνο από τους χρήστες αλλά και από τους υπολογιστές.
- Σχεδιάζει: Εκτός από τις κλασσικές μεθόδους που χρησιμοποιούνταν για το σχεδιασμό μιας κατασκευής, το BIM δίνει τη δυνατότητα του παραμετρικού σχεδιασμού και όχι την κλασσική στατική μέθοδο. Δηλαδή, κάθε σύμβολο που σχεδιάζεται αναπτύσσεται από ένα έξυπνο μοντέλο που δίνει τη δυνατότητα παρουσίασης περεταίρω πληροφοριών του, εκτός από την ψηφιακή αναπαράσταση του συμβόλου. Επίσης, για κάθε αλλαγή που γίνεται σε κάποιο σχέδιο ενημερώνεται όλο το μοντέλο και γίνονται αυτόματα οι αλλαγές σε επιμέρους σχέδια.
- Τεκμηριώνει: Μερικές φορές επειδή είναι απαραίτητο να υπάρχουν κάποια έγγραφα δεδομένα της κατασκευής σε πιο επίσημη μορφή, μπορεί ο χρήστης να αντλήσει τα δεδομένα που χρειάζεται από το BIM με ακρίβεια. Συνήθως αυτά χρησιμοποιούνται για τα χρονοδιαγράμματα της κατασκευής, εκθέσεις του έργου κ.α.
- Ελέγχει: Έχει τη πλήρη έλεγχο της κατασκευαστικής διαδικασίας του έργου και μπορεί να κάνει τις καίριες παρεμβάσεις για να αυξήσει την παραγωγικότητα του έργου.

## 2.7 ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ BIM

Η υπάρχουσα ποικιλία λογισμικών, τα οποία έχουν σχεδιαστεί για την υλοποίηση BIM διαδικασιών μικρού ή μεγάλου βεληνεκούς είναι εκτενείς. Εταιρίες όπως η Autodesk, Bentley Systems, Graphisoft και πολλές άλλες έχουν δημιουργήσει λογισμικά, τα οποία προσφέρουν πολυάριθμες δυνατότητες σχεδιασμού και επεξεργασίας και τα οποία μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις οποιουδήποτε έργου. Πιο αναλυτικά:

ArchiCAD: Η Graphisoft ξεκίνησε την επανάσταση BIM με το ArchiCAD, το πρώτο στη βιομηχανία BIM λογισμικό για αρχιτέκτονες. Το ArchiCAD δημιουργεί μια κεντρική βάση δεδομένων των τρισδιάστατων στοιχείων του μοντέλου από όπου μπορούν να εξαχθούν όλες οι πληροφορίες για την πλήρη τεκμηρίωση του σχεδίου. Περιλαμβάνει τα πλήρη σχέδια, όψεις, τομές, κατόψεις, αρχιτεκτονικές και κατασκευαστικές λεπτομέρειες, προμετρήσεις υλικών, διάφορους πίνακες υλικών και εξαρτημάτων, πλαισιώνοντας όλα τα παραπάνω με φωτορεαλισμούς και με περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας. Προσφέρει δηλαδή μια διαφορετική προσέγγιση στη διαδικασία εξέλιξης των εργασιών ενός έργου, σε σχέση με την παραδοσιακή διαδικασία, η οποία δίνει τη δυνατότητα ελέγχου του όλου σχεδιασμού, διατηρώντας όμως την ακρίβεια και την αποτελεσματική τεκμηρίωση. Τον Ιούνιο του 2013 κυκλοφόρησε η νέα έκδοση του λογισμικού ArchiCAD 17 το οποίο περιλαμβάνει διάφορες βελτιώσεις των ήδη υπαρχόντων λογισμικών. Οι συνδέσεις βάσει προτεραιότητας, συνδυαζόμενες με τα Ευφυή Δομικά Υλικά, παρέχουν αυτομάτως δομικά ορθές τομές και λεπτομέρειες. Περαιτέρω βελτιώσεις χρηστικότητας, όπως ο Ευφυής Συσχετισμός Στοιχείου με ύψη ορόφων και ο Ευφυής Χειρισμός της Γραμμής Αναφοράς Στοιχείων. Το νέο αυτό λογισμικό διαθέτει την αυξημένη απόδοση κεντρικής μονάδας γραφικών για να κάνει την 3D πλοήγηση ακόμα ομαλότερη και την ταχύτερη παραγωγή λεπτομερειών μεγάλων και πολύπλοκων μοντέλων. Επίσης περιλαμβάνει διάφορες βελτιώσεις στην ενεργειακή αξιολόγηση υποστηρίζοντας πολλαπλές θερμικές ζώνες, στον ολοκληρωμένο σχεδιασμό, την οπτικοποίηση και την ανάλυση. Η ιστοσελίδα του λογισμικού είναι <http://www.graphisoft.com/archicad/>.

Autodesk Revit: Αποτελεί το κύριο προϊόν της Autodesk και παρόλο που είναι από τα νεώτερα λογισμικά είναι αυτό που χρησιμοποιείται περισσότερο. Το Revit είναι ένα εργαλείο ανάπτυξης μοντέλων με μια συγκεντρωτική βάση δεδομένων. Το Revit δε χρησιμοποιεί στρώματα (layers) για να οργανώσει τα στοιχεία του μοντέλου. Αυτό το στοιχείο είναι πλεονέκτημα για ένα έργο που γίνεται αρκετά περίπλοκο. Επίσης, το Revit

έχει τη δυνατότητα να διασυνδέεται με το MS Project και να ανταλλάζει αμφίδρομα πληροφορίες για το χρονικό προγραμματισμό. Το Autodesk Revit αυξάνει το εργαλείο ανάπτυξης μοντέλων και εκτός από το Autodesk Revit Architecture συνδυάζει τις δυνατότητές του με το Autodesk Revit Structures (για δομοστατικούς μηχανικούς) και το Autodesk Revit MEP (για τους Η/Μ και τους υδραυλικούς μηχανικούς).

Και τα δύο αυτά εργαλεία λογισμικού έχουν ως σκοπό τη δημιουργία ειδικών στοιχείων για την παρουσίαση των αντικειμένων που χρησιμοποιούνται στα σχέδιά τους. Όλα αυτά στοχεύουν στην ευκολότερη εξαγωγή των σχεδιαστικών μοντέλων και τη συνεργασία πολλαπλών χρηστών. Η ιστοσελίδα του λογισμικού είναι

<http://www.autodesk.com/products/autodesk-revit-family/overview>.

MicroStation Triforma: Αποτελεί το κύριο προϊόν της Bentley. Είναι μια εξαιρετικά δημιουργική και σταθερή τρισδιάστατη πλατφόρμα και καλύπτει τις ανάγκες όλων των επιστημονικών τομέων στο σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την ολοκλήρωση των τεχνικών έργων. Το λογισμικό αυτό βέβαια απευθύνεται κυρίως σε μεγάλες εταιρίες όπου κατασκευάζουν πολύπλοκα έργα καθ' ότι σε μικρότερες το λογισμικό αυτό μπορεί να είναι ιδιαίτερα απαιτητικό. Το 2004 η Bentley εισήγαγε ένα νέο λογισμικό το Bentley Building Architecture το οποίο αποτελεί την εξέλιξη του MicroStation Triforma και ταυτόχρονα ανέπτυξε μια σειρά από βοηθητικά εργαλεία που ενσωματώνονται με το Bentley Building Architecture Bentley Structure Bentley Building Mechanical Systems, Bentley Building Electrical Systems, Bentley Facilities, Bentley Power Civil, Bentley Generative Components. Με αυτό το ευρύ φάσμα εργαλείων η Bentley μελετά όλες τις φάσεις του σχεδιασμού ενός έργου. Η ιστοσελίδα του λογισμικού είναι <http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation/>.

Tekla Structures: Το λογισμικό αυτό της Tekla δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργήσει ένα μοντέλο για την ανάλυση του σχεδιασμού και του στατικού φορέα και έπειτα να χρησιμοποιήσει το μοντέλο στην πραγματοποίηση της κατασκευής του έργου. Καθώς δημιουργεί

λεπτομερή κατασκευαστικά μοντέλα, πλούσια σε πληροφορίες, ου είναι έτοιμα προς ανέγερση και μπορεί να διαμορφώσει τα στοιχεία του οπλισμού του σκυροδέματος. Τα μοντέλα της Tekla μπορούν να συνδυαστούν και με άλλα μοντέλα που δημιουργούνται από λογισμικά οπτικοποίησης όπως το NavisWorks έτσι ώστε να παρέχει πληροφορίες για το συντονισμό της κατασκευής και τον χρονικό προγραμματισμό της. Στο λογισμικό αυτό μπορούν να ενσωματωθούν και άλλα εργαλεία όπως οι λεπτομέρειες των μεταλλικών στοιχείων, οι λεπτομέρειες των προκατασκευασμένων στοιχείων και οι λεπτομέρειες του οπλισμού του σκυροδέματος και να σημειωθεί ότι όλα τα σχέδια που παράγονται ενημερώνονται αυτόματα. Η μορφή αρχείου του μοντέλου της Tekla περιλαμβάνει διεπιφάνειες που δίνουν τη δυνατότητα της οπτικής προσομοίωσης της θέσης και του χρόνου κατασκευής των στοιχείων του μοντέλου καθώς και της διασύνδεσης με μερικά από τα εργαλεία ανάπτυξης μοντέλων άλλων εταιριών για τη μεταφορά και την ενσωμάτωση των πληροφοριών. Η ιστοσελίδα του λογισμικού είναι <http://www.tekla.com/products/tekla-structures>.

Εκτός από τα παραπάνω λογισμικά που περιγράφηκαν αναλυτικά υπάρχουν και πολλά άλλα όπως το Allplan BIM 2013, Google- SketchUp, EnergyPlus, NavisWorks, DAYSIM και πολλά άλλα λογισμικά. Φυσικά, η απόκτηση ενός τέτοιου λογισμικού δεν είναι εύκολη, διότι απαιτεί μία χρηματική επένδυση. Επιπλέον χρειάζεται και επένδυση από άποψη χρόνου, ώστε η εταιρία να εκπαιδεύσει το προσωπικό της έως ότου αυτό αποκτήσει την απαραίτητη εξοικείωση που χρειάζεται για τη σωστή εφαρμογή του. Μολονότι στις χώρες του εξωτερικού η χρήση BIM αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς, είναι άγνωστο πότε αυτή η διαδικασία θα κάνει την εμφάνισή της στην Ελλάδα λόγω των επενδυτικών απαιτήσεων που προαναφέρθηκαν και της υπάρχουσας στασιμότητας του ελληνικού κατασκευαστικού τομέα. Εντούτοις τα οφέλη που επιφέρει μια τέτοια επένδυση είναι αρκετά όπως αναφέρονται και παρακάτω. Επομένως, όχι μόνο αντισταθμίζεται με τη χρηματική επένδυση και το χρόνο που δαπανάται με την εκπαίδευση του προσωπικού αλλά οι

κατασκευαστικές εταιρίες μπορούν να έχουν όφελος διαχρονικά. Τέλος, εάν γίνει το πρώτο βήμα προς την υιοθέτηση του BIM από τις μεγάλες ελληνικές κατασκευαστικές εταιρίες, ίσως μέσα στο πλαίσιο του ανταγωνισμού να ακολουθήσουν και άλλες, ώστε σταδιακά ο ελληνικός κατασκευαστικός τομέας να φτάσει σε ένα επίπεδο εφάμιλλο των σύγχρονων παγκόσμιων κατασκευαστικών προτύπων.

## **2.8 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ BIM**

Στα πρώτα στάδια μιας μελλοντικής κατασκευής είναι γνωστό ότι συγκεντρώνεται ένας αριθμός αρχιτεκτονικών σχεδίων και γίνεται μια σειρά τεχνικών μελετών και υπολογισμός συνολικού κόστους, οι οποίες, ανάλογα με το μέγεθος του έργου, μπορεί να αποδειχθούν πολύ χρονοβόρες. Το BIM προσφέρει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης όλων των στοιχείων που σχετίζονται με αυτές τις διαδικασίες μέσα στη βάση δεδομένων του λογισμικού του, στην οποία ο χρήστης μπορεί να διεξάγει οποιαδήποτε τεχνικοοικονομική μελέτη και οποιονδήποτε αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Κατά συνέπεια ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει ένα τρισδιάστατο μοντέλο, το οποίο θα αποτελεί πιστό αντίγραφο του κτιρίου που επιθυμεί να κατασκευάσει, πριν από την έναρξη της πραγματικής κατασκευής και ουσιαστικά να εισαγάγει έναν αυξημένο αριθμό ακρίβειας στα τελικά του αποτελέσματα, τα οποία θα χρησιμοποιήσει για την υλοποίηση του έργου.

Η διαμόρφωση του τρισδιάστατου μοντέλου γίνεται συνήθως μέσω του συνδυασμού επί μέρους μοντέλων κατασκευής όπως της στατικής της μελέτης, της αρχιτεκτονικής, της ηλεκτρολογικής και του υδραυλικού της δικτύου. Έτσι, δημιουργείται ένα σύνθετο μοντέλο το οποίο προσφέρει μια εμπειριστατωμένη εικόνα του τελικού κτιρίου, που συμβάλλει στην επιτυχημένη και ομαλή συνεργασία μεταξύ μελετητών, μηχανικών, αρχιτεκτόνων και συνεργειών του έργου.

Μόλις ολοκληρωθεί το σύνθετο μοντέλο, το λογισμικό βάσει όλων των παραμέτρων που έχουν εισαχθεί στη διαθέσιμη βάση δεδομένων διεξάγει

ένα λεπτομερειακό έλεγχο, ώστε να γίνει εντοπισμός λαθών όπως για παράδειγμα ασυμβατότητες στο χώρο και στο χρόνο, τα οποία πιθανώς να έγιναν κατά τη διάρκεια διαμόρφωσής του. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ανίχνευση σύγκρουσης (clash detection) και αποτελεί ένα από τα κύρια προτερήματα του BIM, καθώς επισημαίνει τα σημεία στα οποία υπάρχει ασυμφωνία μεταξύ των διαφόρων στοιχείων του μοντέλου, όπως για παράδειγμα η ύπαρξη στατικών και μηχανολογικών στοιχείων στις ίδιες συντεταγμένες μέσα στο χώρο. Δίνοντας τη δυνατότητα στο χρήστη της έγκυρης και έγκαιρης παρέμβασης στο σχεδιασμό αποφεύγοντας τον μετέπειτα εντοπισμό του λάθους που θα οδηγούσε σε αύξηση του κόστους και του χρόνου της κατασκευής.

Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μια πρωτόγνωρη πρόληψη ενός συνόλου προβλημάτων, τα οποία συνήθως προκύπτουν κατά τη διάρκεια της κατασκευής και οδηγούν σε καθυστερήσεις στο χρονοδιάγραμμα του έργου και το επιβαρύνουν με επιπρόσθετα και αναπόφευκτα κόστη.

Σε αντίθεση με τα προβλήματα δισδιάστατου σχεδιασμού, τα οποία περιέχουν πολυάριθμες ατελείς πληροφορίες, που δυσκολεύουν τη σωστή εκτέλεση μιας συγκεκριμένης ακολουθίας εργασιών, στατιστικές έρευνες έχουν δείξει ότι μια ώρα σχολαστικής ανίχνευσης και κατ' επέκταση διόρθωσης συγκρούσεων μέσα στο σύνθετο μοντέλο μπορεί να εξοικονομήσει δέκα ώρες επιδιορθωτικών εργασιών κατά τη διάρκεια της κανονικής κατασκευής. Μέσα στο πλαίσιο ελαχιστοποίησης του κόστους του έργου συμβάλλει επίσης και η ποικιλότητα των διαθέσιμων στοιχείων της βάσης δεδομένων. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δοκιμάσει διάφορους συνδυασμούς υλικών, ώστε το μοντέλο να πληροί τα ποιοτικά κριτήρια της επιθυμητής κατασκευής χωρίς να υπερβαίνει την υπάρχουσα οικονομική διαθεσιμότητα.

Επίσης, βάσει του είδους και των απαιτήσεων της τελικής κατασκευής, το λογισμικό μπορεί να προσφέρει επιπρόσθετες μελέτες μέσω μιας ομάδας εργαλείων ενεργειακής ανάλυσης. Αυτά τα εργαλεία προσφέρουν τη δυνατότητα διεξαγωγής μιας σειράς αναλύσεων σχετικά με τη συνολική

μόνωση, την εσωτερική ακουστική και τη διαμόρφωση της θερμοκρασίας της κατασκευής κατά τη διάρκεια της ημέρας ως συνάρτησης των προεπιλεγμένων υλικών για την ολοκλήρωσή της. Αυτό αποτελεί ένα μεγάλο πλεονέκτημα ως προς τη βελτιστοποίηση της ποιότητας ενός έργου λόγω της δυνατότητας συνεχούς διαφοροποίησης του εικονικού περιβάλλοντος του τρισδιάστατου μοντέλου. Έτσι, ο χρήστης μπορεί όχι μόνο να μειώσει τις ενεργειακές απαιτήσεις του έργου, συνδυάζοντας τα εργαλεία ενεργειακής ανάλυσης με το εικονικό περιβάλλον του λογισμικού, αλλά και να ακολουθεί τις αλλαγές που γίνονται στο παγκόσμιο κατασκευαστικό δίκαιο, οι οποίες επιδιώκουν κάθε νέα κατασκευή να είναι όσο το δυνατόν πιο φιλική προς το περιβάλλον.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

---

## 3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕΖΟΝΕΤΑΣ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ ΚΑΙ ΠΙΣΙΝΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ AutoCAD ΚΑΙ Revit

### 3.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η σχεδίαση μια άνετης μεζονέτας με υπόγειο που προορίζεται για μια τετραμελή οικογένεια. Η σχεδίαση θα πραγματοποιηθεί σε ένα οικόπεδο στη περιοχή της Πρέβεζας που λόγω του μεγέθους του μας επιτρέπει τη σχεδίαση πισίνας. Οι κύριοι άξονες στους οποίους βασίζεται ο σχεδιασμός του κτιρίου αναφέρονται παρακάτω :

- Φέρων Οργανισμός  
Ο οικοδομικός σκελετός όλων των κτιρίων θα γίνει από οπλισμένο σκυρόδεμα C20/25 και χάλυβα S500s. Η οροφή θα κατασκευαστεί από πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.
- Τοιχοποιίες  
Οι εξωτερικές τοιχοποιίες θα είναι μπατικές πάχους 25 cm με θερμομόνωση. Οι εσωτερικές τοιχοποιίες θα είναι δρομικές πάχους 10 cm.
- Μονώσεις  
Θα γίνει υγραμόνωση και θερμομόνωση στα δώματα όλων των κτιρίων. Θα γίνει θερμομόνωση στους εξωτερικούς χώρους του κτιρίου αλλά και σε όλα τα δάπεδα των κυρίων χώρων. Ακόμα, θα γίνει στεγανοποίηση στο υπόγειο.
- Επιχρίσματα  
Τα επιχρίσματα θα είναι κοινά, τριπτά τριών στρώσεων.
- Εγκατάσταση θέρμανσης



- Κουφώματα

Τα κουφώματα θα είναι συρόμενα και θα κατασκευαστούν από αλουμίνιο.

- Κιγκλιδώματα

Τα κιγκλιδώματα θα είναι κατασκευασμένα από υαλοπίνακα.

- Σκίαση

Για να αποφευχθεί η υπερβολική ζέστη μέσα στο κτίριο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες φροντίζουμε τον κατάλληλο σκιασμό του με πέργκολες, σκίαστρα ή τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων στην κατάλληλη θέση.

- Αερισμός

Απαραίτητο είναι για το κτίριο να υπάρχει ένα σύστημα εναλλαγής αέρα κατά την διάρκεια της νύχτας τους θερινούς μήνες ώστε να πέφτει η θερμοκρασία μέσα στο σπίτι και να φροντίζουμε να διατηρήσουμε μια σταθερή χαμηλή θερμοκρασία την υπόλοιπη μέρα.

### 3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ

Το οικόπεδο βρίσκεται στο Νομό Πρέβεζας και συγκεκριμένα βορειοανατολικά του ορίου του οικισμού. Η Πρέβεζα είναι πόλη και λιμάνι της Ηπείρου. Βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο της Ηπείρου, παρά την είσοδο του Αμβρακικού κόλπου. Είναι έδρα του Δήμου Πρέβεζας και πρωτεύουσα του Νομού Πρέβεζας. Στην απογραφή του 2011 ο πληθυσμός της πόλης ήταν 19.042 κάτοικοι, ενώ ο πληθυσμός της Δημοτικής Κοινότητας Πρέβεζας ήταν 20.795 κάτοικοι.



### 3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η μεζονέτα περιλαμβάνει:

- Ισόγειο εμβαδού  $75.60 \mu^2$ , που αποτελείται από σαλόνι, τραπεζαρία, κουζίνα, κλιμακοστάσιο, λουτρό, ένα υπνοδωμάτιο( ξενώνας ) και γραφείο.
- 1<sup>ο</sup> Όροφο εμβαδού  $75.60 \mu^2$ , που αποτελείται από καθιστικό, κλιμακοστάσιο, λουτρό και τρία υπνοδωμάτια.
- Υπόγειο εμβαδού  $72.25 \mu^2$  μεμονωμένο από την υπόλοιπη κατοικία, που αποτελείται από ενιαίο χώρο γυμναστηρίου και αίθουσας ψυχαγωγίας, αποθήκη- πλυσταριό.
- Πισίνα εμβαδού  $65.30 \mu^2$
- Χώρος στάθμευσης  $30.00 \mu^2$

### 3.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

#### 3.4.1 ΟΡΟΙ ΔΟΜΗΣΗΣ

Διάγραμμα Όρων Δόμησης:

Εμβαδόν: 750.00 τ.μ.

Κάλυψη: 70%

Συντελεστής Δόμησης:

E= 0 - 100.....σ.δ.= 1.60

E= 100 - 200.....σ.δ.= 0.80

E>200.....σ.δ.= 0.60

Μέγιστη Συνολική Επιφάνεια= 400.00 τ.μ.

Σύστημα Δόμησης:

Ελεύθερη τοποθέτηση από τα όρια 2.50 μ. όταν δεν εφάπτεται το κτήριο.

Μεταξύ κτισμάτων 2.50 μ. απόσταση

Ύψος : 7.50 μ.+ 1.50 μ. στέγη

Όροφοι :2

### **3.4.2 ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ**

#### **ΕΜΒΑΔΟΝ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ**

##### **α. ΑΡΤΙΟ ΚΑΙ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣΙΜΟ**

Είναι με τα πάγια όρια αρτιότητας

##### **β. ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΜΗΣΗΣ**

αποστάσεις από όρια > 2.50 μ.

αποστάσεις από κτίρια > 2.50 μ.

##### **γ. ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΛΥΨΗΣ**

Εκαλ= 70% x 750.00= 525.00 τ.μ. > 400.00 τ.μ.

Μέγιστη Κάλυψη: 400.00 τ.μ.

δ. ΜΕΓΙΣΤΟ ΥΨΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ : 7.50 μ.+ 1.50 μ. στέγη

ε. ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΥΨΟΣ ΟΡΟΦΩΝ : 2.40 μ.

##### **στ. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ**

Εδομ.= $(100.00 \times 1.60) + (100.00 \times 0.80) + [(750.00 - 200.00) \times 0.60]$

Εδομ.= $160.00 + 80.00 + 330.00 = 570.00 > 400.00$  τ.μ

Μέγιστη Δόμηση : 400.00 τ.μ.

ζ. ΕΞΩΣΤΕΣ-Η/Χ

Εεξ= 20% x 400.00= 80.00 τ.μ.

Εη/χ= 20% x 400.00= 80.00 τ.μ.

η. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΟΓΚΟΥ

(σ.ο.) = 5.00 x σ.δ.                      (σ.δ.) = 400.00/750.00= 0.53

(σ.ο.) = 5.00 x 0.53= 2.65

### **3.4.3 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ**

α. ΑΡΤΙΟΤΗΤΑ

Εντός Σχεδίου

1.εμβαδό = 750.00 τ.μ.

2.πρόσωπο = 25.00 μ.

β. ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΜΗΣΗΣ

αποστάσεις από όρια: 2.50 μ.= 2.50 μ.

αποστάσεις από κτίρια : 3.95 μ. < 2.50 μ.

γ. ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΛΥΨΗΣ

Εκαλ= 75.60 τ.μ.

δ. ΜΕΓΙΣΤΟ ΥΨΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ : 7.50 μ. + 1.50 μ. στέγη

ε. ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΥΨΟΣ ΟΡΟΦΩΝ : 2.85 μ. > 2





ERGOsynthesi  
Εταιρία μελετών & διαχείρισης έργων

Ελ.Βενιζέλου 25 Αμπελόκηποι,Θεσ/Μκη -Τηλ:2310 729.257-8 -Fax:2310 577.052  
em ai: vtsogkas@ergstorage.eu

Εργοδότης	ΒΑΛΕΡΙΑ ΚΙΟΥΡΤΖΙΔΟΥ
Έργο	ΚΑΤΟΙΚΙΑ
Διεύθυνση	ΠΡΕΒΕΖΑ

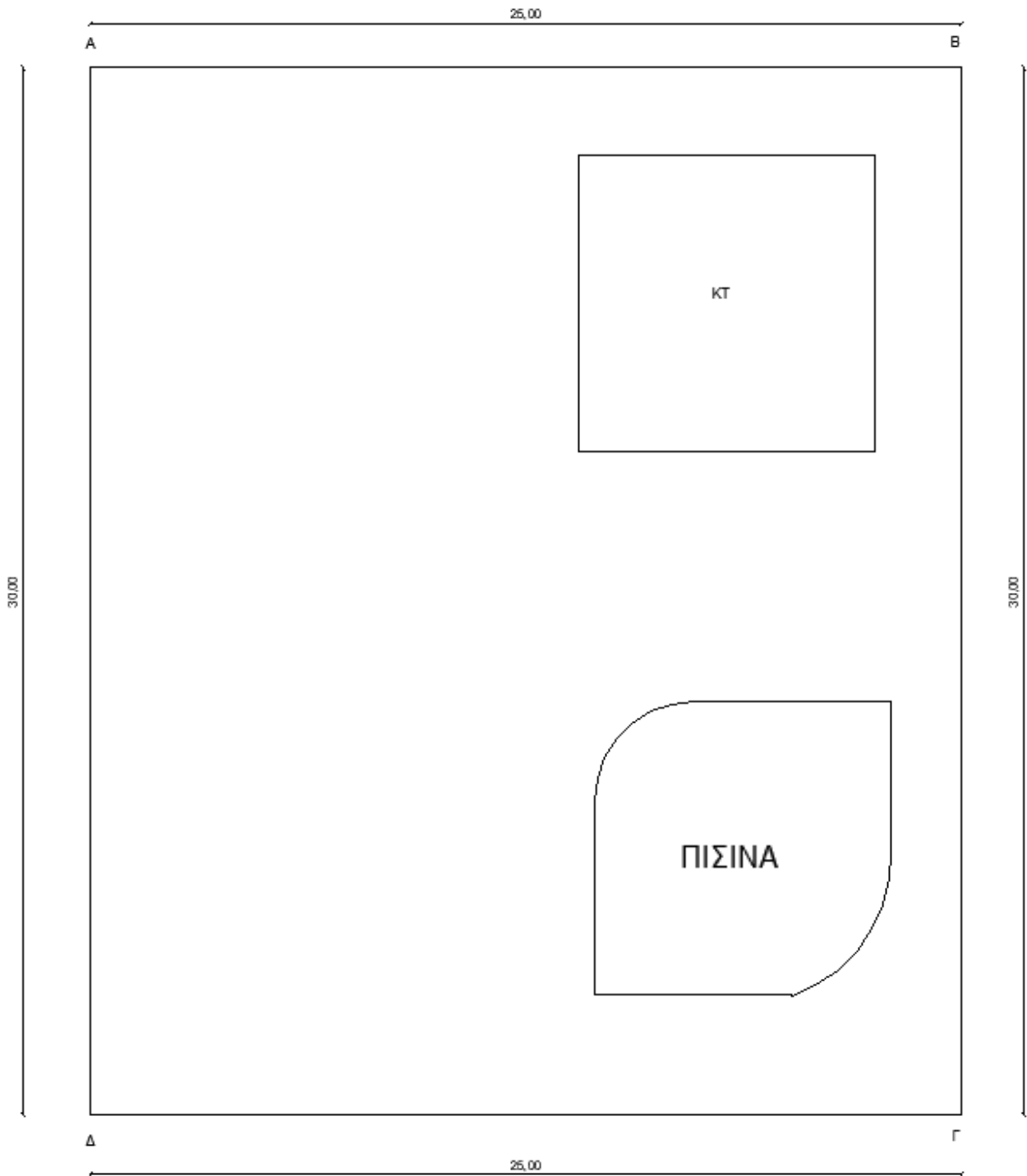
Μελετητές

Ν. ΣΟΛΑΧΙΔΟΥ  
ΠΟΛ.ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Αριθ. Μελέτης	I:	II:	III:
	A: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ	Σ:	H-M:

Θέμα	ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ		ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:50
			Αριθ. Σχέδ T1
Σημειώσεις	Μελετητής	Θεώρηση Υπηρεσίας	Ημερομηνία
			Μάρτιος 2018

## II. Διάγραμμα Κάλυψης



ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ





ERGOsynthesi  
Εταιρία μελετών & διαχείρισης έργων

Ελ.Βενιζέλου 25 Αμπελόκηποι,Θεσσαλονίκη -Τηλ:2310 729.257-8 -Fax:2310 577.052  
e.mail:vtsoqkas@ergstorage.eu

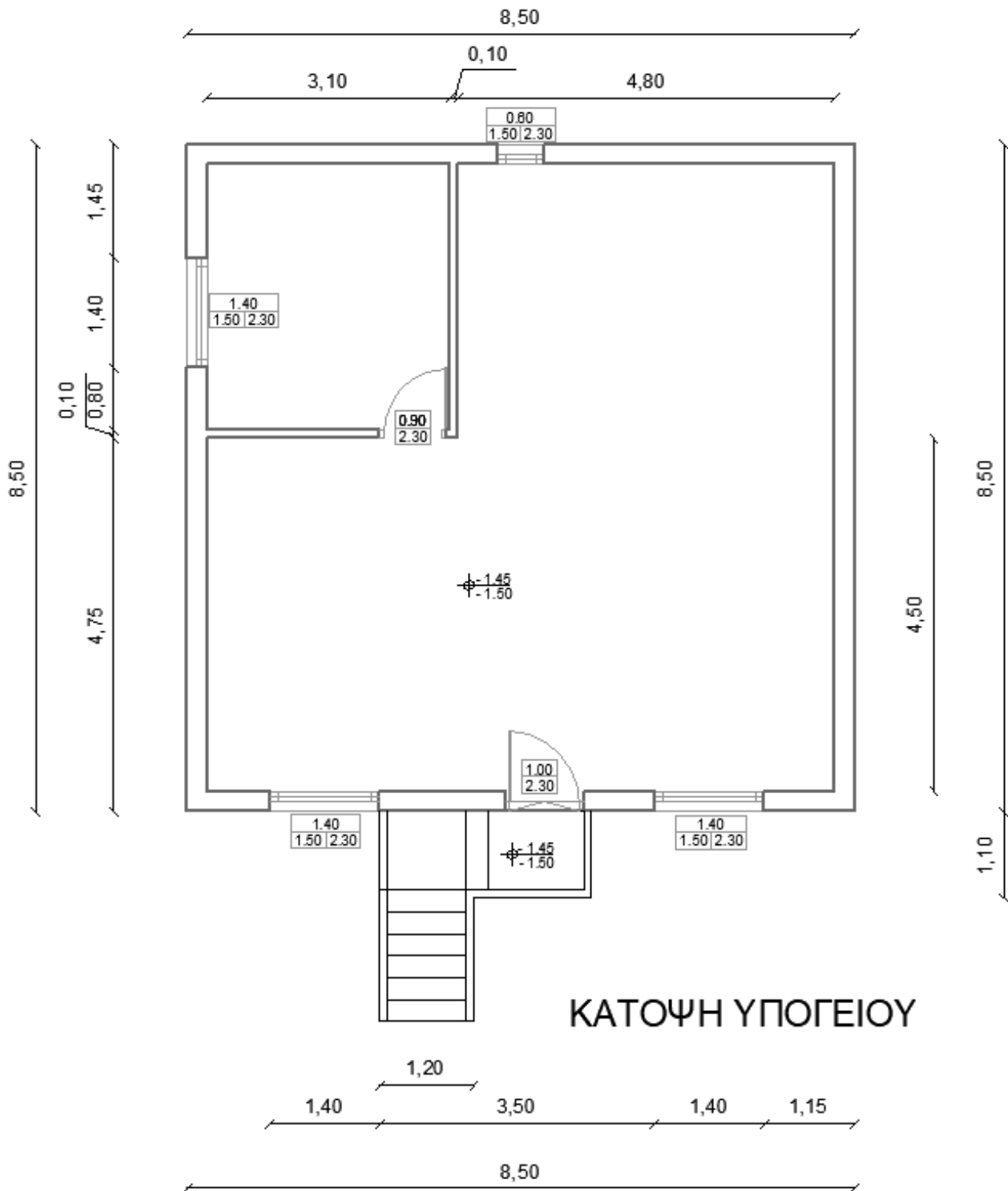
Εργοδότης	ΒΑΛΕΡΙΑ ΚΙΟΥΡΤΖΙΔΟΥ
Έργο	ΚΑΤΟΙΚΙΑ
Διαεύθυνση	ΠΡΕΒΕΖΑ

Μελετητής	Ν.ΣΟΛΑΧΙΔΟΥ ΠΟΛ.ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
-----------	------------------------------

Αριθ. Μελέτης	I:	II:	III:
	A: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ	Σ:	H-M:

Θάλα	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΛΥΨΗΣ		ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:100
			Αριθ. Σχεδίου A0
Σφραγίδα	Μελετητής	Θεώρηση Υπεύθυνος	Ημερομηνία
			Μάρτιος 2018

### III. Κάτοψη Υπογείου





ERGOsynthesi  
Εταιρία μελετών & διαχείρισης έργων

Ελ Βενιζέλου 25 Αμπελόκηποι, Θεσσαλονίκη - Τηλ: 2310 729.257-8 - Fax: 2310 577.062  
email: vtsogkias@ergosynthesi.eu

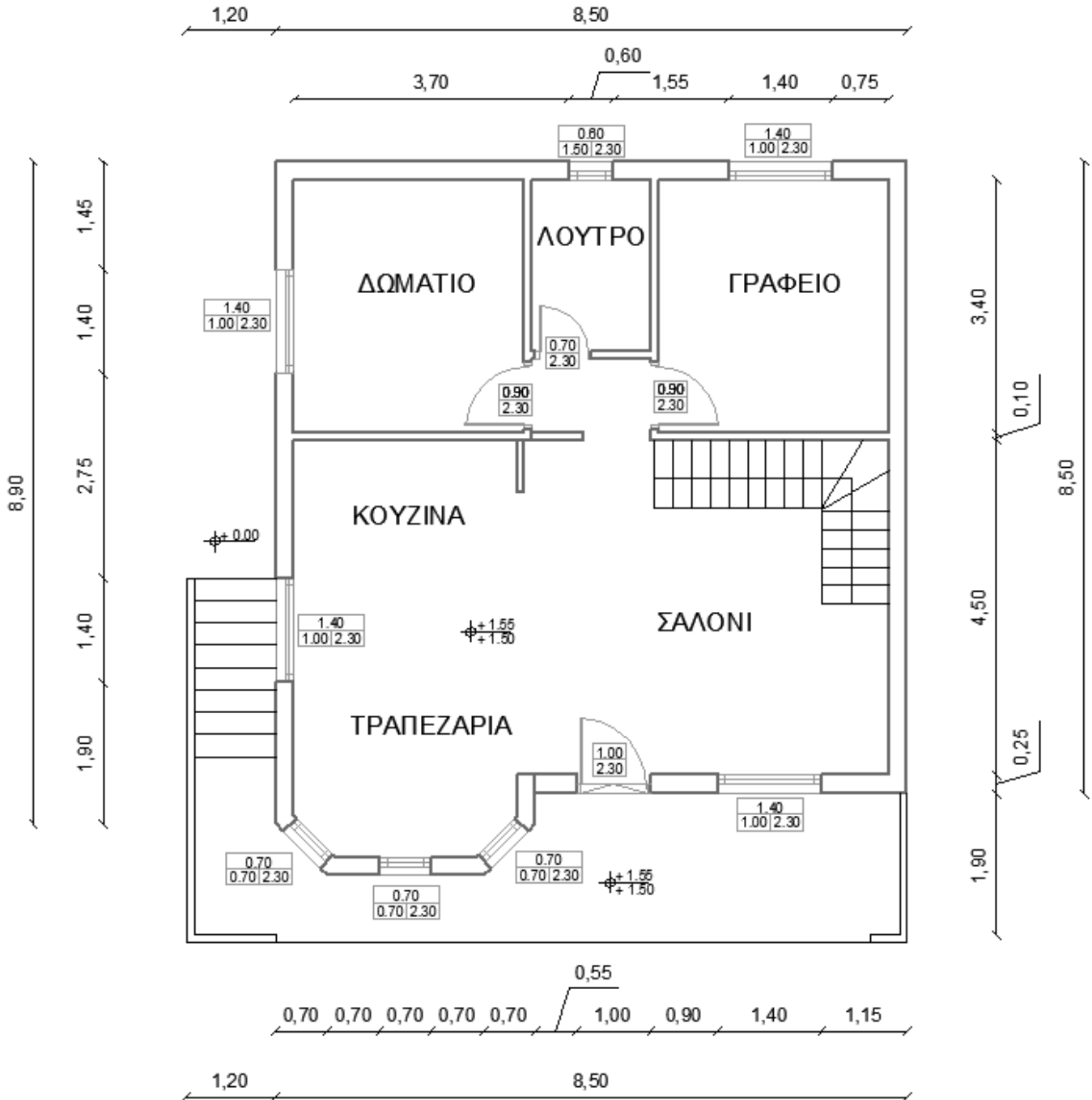
Εργοδότης	ΒΑΛΕΡΙΑ ΚΙΟΥΡΤΖΙΔΟΥ
Έργο	ΚΑΤΟΙΚΙΑ
Διεύθυνση	ΠΡΕΒΕΖΑ

Μελετητές	Ν. ΣΟΛΑΧΙΔΟΥ ΠΟΛ.ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
-----------	-------------------------------

Αριθ. Μελέτης	I:	II:	III:
	A: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ	Σ:	H-M:

Θύλο	ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ		ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:50
			Αριθ. Σχέδ. A3
Σφραγίδα	Μελετητής	Θαύρηση Υπευθ. οίας	Ημερομηνία
			Μάρτιος 2018

## IV. Κάτοψη Ισογείου



**ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ**



ERGOsynthesi  
Εταιρία μελετών & διαχείρισης έργων

Ελ.Βενιζέλου 25 Αμπελόκηποι,Θεσ/νίκη ·Τηλ:2310 729.257-8 ·Fax:2310 577.062  
email: vtsogkias@ergostorage.eu

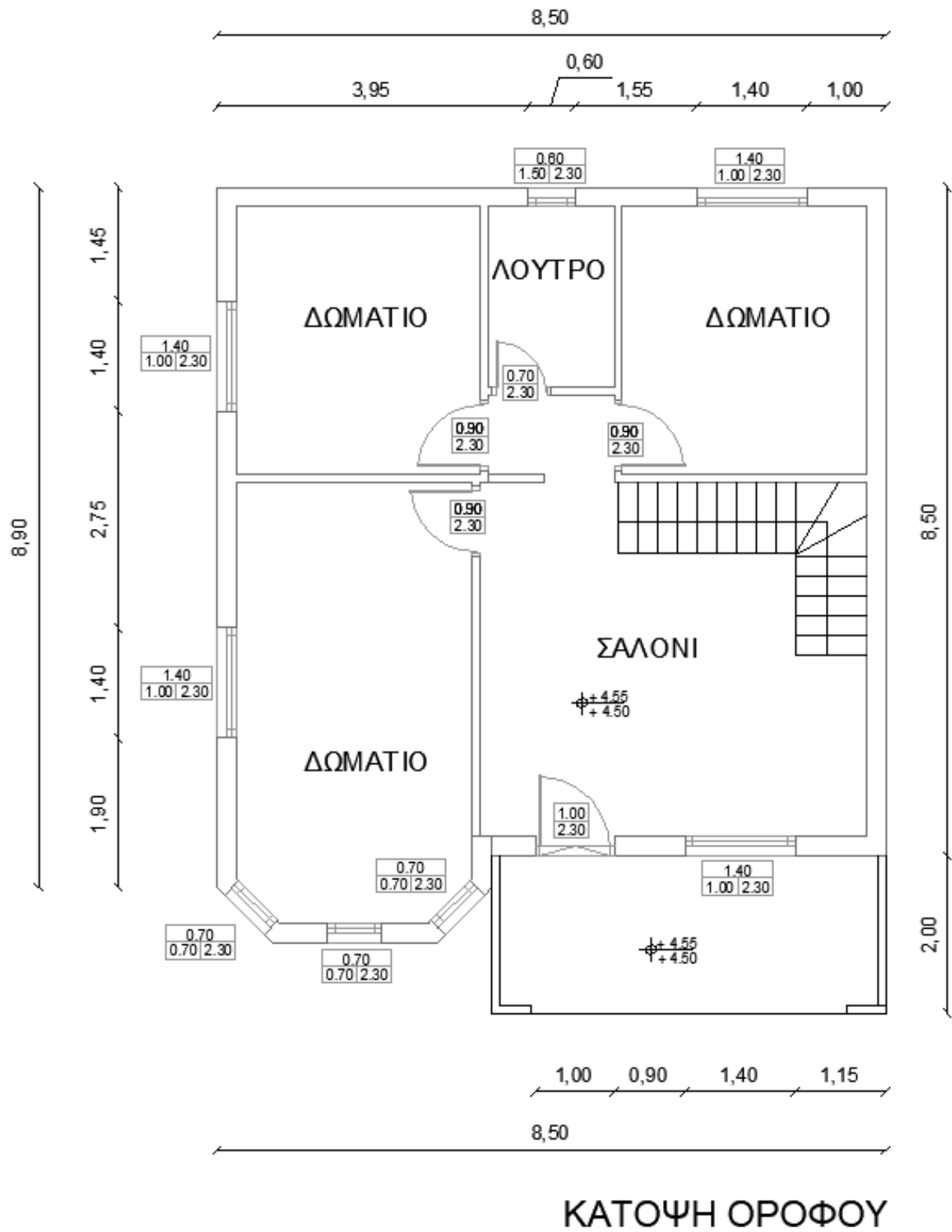
Εργοδότης	ΒΑΛΕΡΙΑ ΚΙΟΥΡΤΖΙΔΟΥ
Έργο	ΚΑΤΟΙΚΙΑ
Διεύθυνση	ΠΡΕΒΕΖΑ

Μελετητές	Ν.ΣΟΛΑΧΙΔΟΥ ΠΟΛ.ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
-----------	------------------------------

Αριθ.Μελέτης	I:	II:	III:
	A: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ	Σ:	H-M:

Θέμα	ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ		ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:50
			Αριθ.Σχεδ <b>A3</b>
Σφραγίδα	Μελετητής	Θεώρηση Υπηρεσίας	Ημερομηνία
			Μάρτιος 2018

## V. Κάτοψη Ορόφου





**ERGOsynthesi**  
Εταιρία μελετών & διαχείρισης έργων

Ελ.Βονιζόλου 25 Αμπελόκηποι,Θεσσαλονίκη -Τηλ:2310 729.257-8 -Fax:2310 577.052  
e mail:vtsozoglou@ergostorage.eu

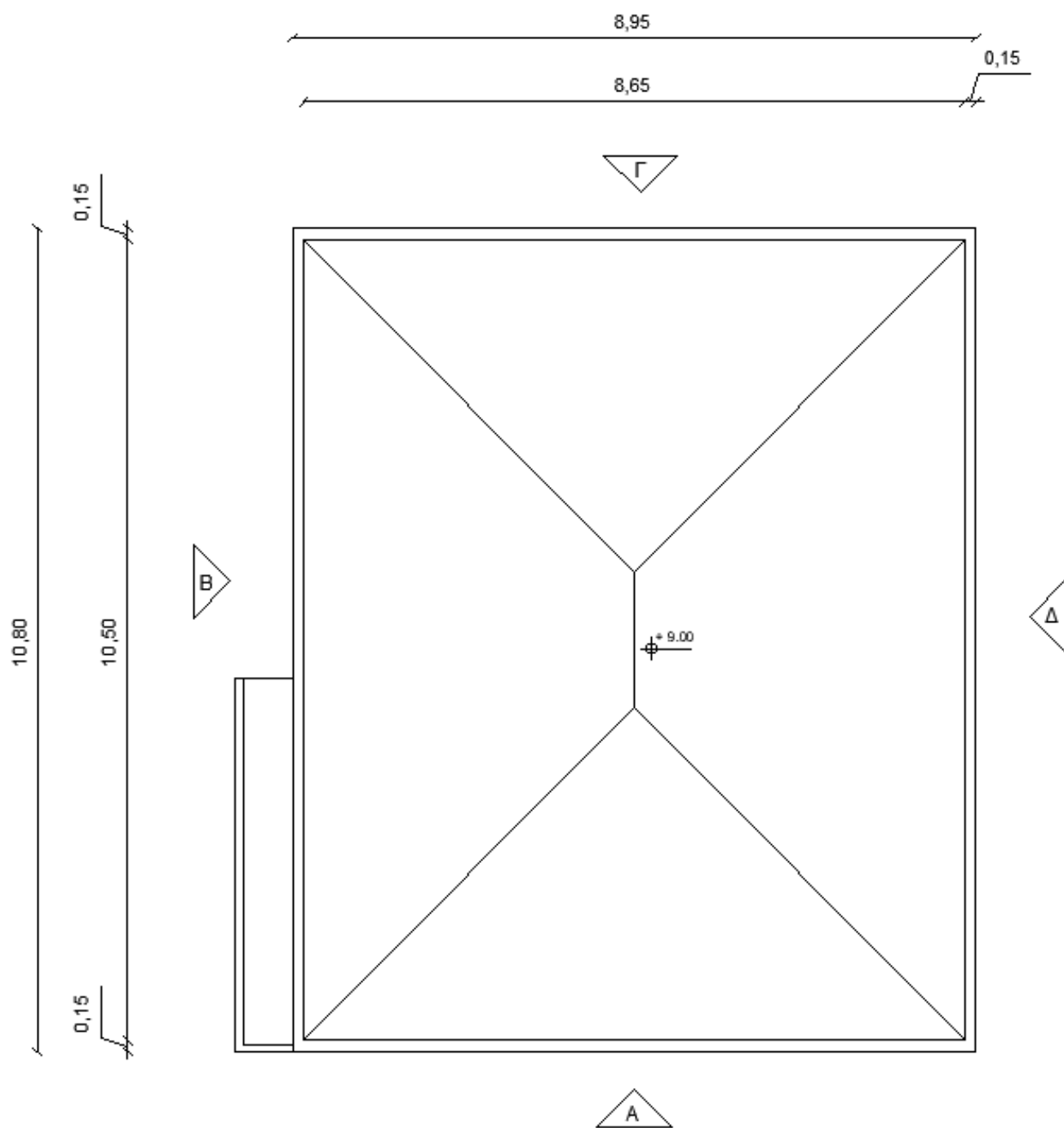
Εργοδότης	<b>ΒΑΛΕΡΙΑ ΚΙΟΥΡΤΖΙΔΟΥ</b>
Έργο	<b>ΚΑΤΟΙΚΙΑ</b>
Διεύθυνση	<b>ΠΡΕΒΕΖΑ</b>

Μελετητές	<b>Ν.ΣΟΛΑΧΙΔΟΥ ΠΟΛ.ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ</b>
-----------	--------------------------------------

Αριθ.Μελέτης	I:	II:	III:
	A: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ	Σ:	H-M:

Θέμα	<b>ΚΑΤΟΨΗ ΟΡΟΦΟΥ</b>		ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:50
			Αριθ.Σχεδ. <b>A3</b>
Σφραγίδα	Μελετητής	Θεώρηση Υπηρεσίας	Ημερομηνία
			<b>Μάρτος 2018</b>

## VI. Κάτοψη Στέγης



ΚΑΤΟΨΗ ΣΤΕΓΗΣ





ERGOsynthesi  
Εταιρία μελετών & διαχείρισης έργων

Ελ.Βενιζέλου 25 Αμπελόκηποι Θεσσαλονίκη -Τηλ:2310 7 29.257-8 -Fax:23 10 577.052  
email:vtsoqias@ergosynthesi.gr

Εργοδότης	ΒΑΛΕΡΙΑ ΚΙΟΥΡΤΖΙΔΟΥ
Έργο	ΚΑΤΟΙΚΙΑ
Διεύθυνση	ΠΡΕΒΕΖΑ

Μελετητές

Ν.ΣΟΛΑΧΙΔΟΥ  
ΠΟΛ.ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Αριθ.Μελέτης	I:	II:	III:
	A: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ	Σ:	H-M:

Θάλα	ΚΑΤΟΨΗ ΣΤΕΓΗΣ		ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:50
			Αριθ.Σ.σχέδ. A2
Σφραγίδα	Μελετητής	Εξώθηση Υπερβολής	Ημερομηνία
			Μάρτιος 2018

## VII. Όροι Δόμησης

### ΟΡΟΙ ΔΟΜΗΣΗΣ

Διάγραμμα Όρων Δόμησης:

Εμβαδόν: 500.00 τ.μ.

Κάλυψη: 70%

Συντελεστής Δόμησης:

$E = 0 - 100 \dots \dots \dots \sigma.δ. = 1.60$

$E = 100 - 200 \dots \dots \dots \sigma.δ. = 0.80$

$E > 200 \dots \dots \dots \sigma.δ. = 0.60$

Μέγιστη Συνολική Επιφάνεια= 400.00 τ.μ.

Σύστημα Δόμησης:

Ελεύθερη τοποθέτηση από τα όρια 2.50 μ.  
οταν δεν εφάπτεται το κτήριο.

Μεταξύ κτισμάτων 2.50 μ. απόσταση

Ύψος : 7.50 μ.+ 1.50 μ. στέγη

Όροφοι :2

### 1.ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ

#### ΕΜΒΑΔΟΝ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ

##### α. ΑΡΤΙΟ ΚΑΙ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣΙΜΟ

Είναι με τα πάγια όρια αρτιότητας

##### β. ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΜΗΣΗΣ

αποστάσεις από όρια > 2.50 μ.

αποστάσεις από κτίρια > 2.50 μ.

##### γ. ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΛΥΨΗΣ

$E_{καλ} = 70\% \times 750.00 = 525.00 \text{ τ.μ.} > 400.00 \text{ τ.μ.}$

Μέγιστη Κάλυψη: 400.00 τ.μ.

δ. ΜΕΠΣΤΟ ΥΨΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ : 7.50 μ.+ 1.50 μ. στέγη

ε. ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΥΨΟΣ ΟΡΟΦΩΝ : 2.40 μ.

##### στ. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ

$E_{δομ.} = (100.00 \times 1.60) + (100.00 \times 0.80) + [(750.00 - 200.00) \times 0.60]$

$E_{δομ.} = 160.00 + 80.00 + 330.00 = 570.00 > 400.00 \text{ τ.μ}$

Μέγιστη Δόμηση : 400.00 τ.μ.

##### ζ. ΕΞΩΣΤΕΣ Η/Χ

$E_{εξ} = 20\% \times 400.00 = 80.00 \text{ τ.μ.}$

$E_{η/χ} = 20\% \times 400.00 = 80.00 \text{ τ.μ.}$

##### η. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΟΓΚΟΥ

(σ.ο.) =  $5.00 \times \sigma.δ.$

(σ.δ.) =  $400.00/750.00 = 0.53$

(σ.ο.) =  $5.00 \times 0.53 = 2.65$

### 2.ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ

#### α. ΑΡΤΙΟΤΗΤΑ

Εντός Σχεδίου

1.εμβαδό = 750.00 τ.μ.

2.πρόσωπο = 25.00 μ.

#### β. ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΟΜΗΣΗΣ

αποστάσεις από όρια: 2.50 μ.= 2.50 μ.

αποστάσεις από όρια : 0.00 μ. < 2.50 μ.

αποστάσεις από κτίρια : 3.95 μ. < 2.50 μ.

#### γ. ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΛΥΨΗΣ

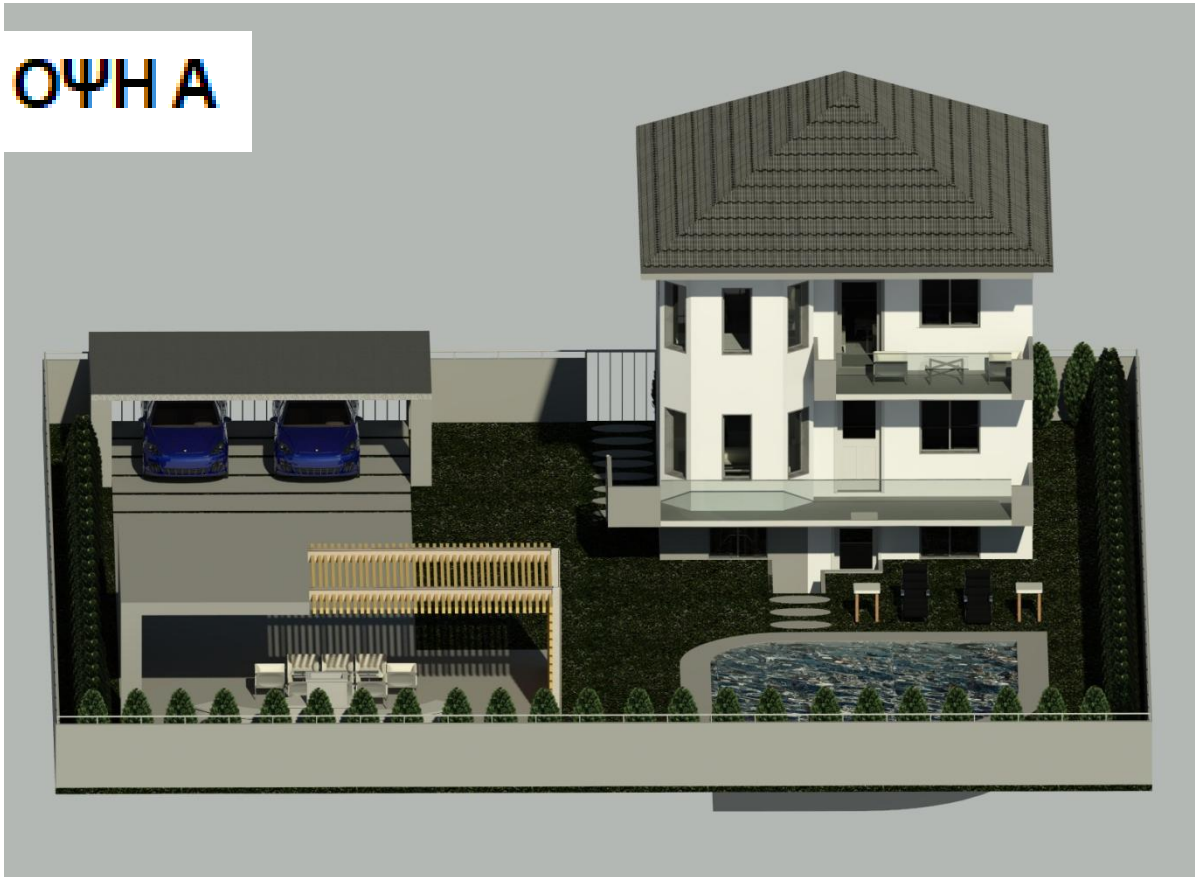
$E_{καλ} = 62.48 + 76.03 =$

δ. ΜΕΠΣΤΟ ΥΨΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ : 7.50 μ. + 1.50 μ. στέγη

ε. ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΥΨΟΣ ΟΡΟΦΩΝ : 2.85 μ. > 2.40 μ.

I. ΟΨΗ Α

ΟΨΗ Α



II. ΟΨΗ Β

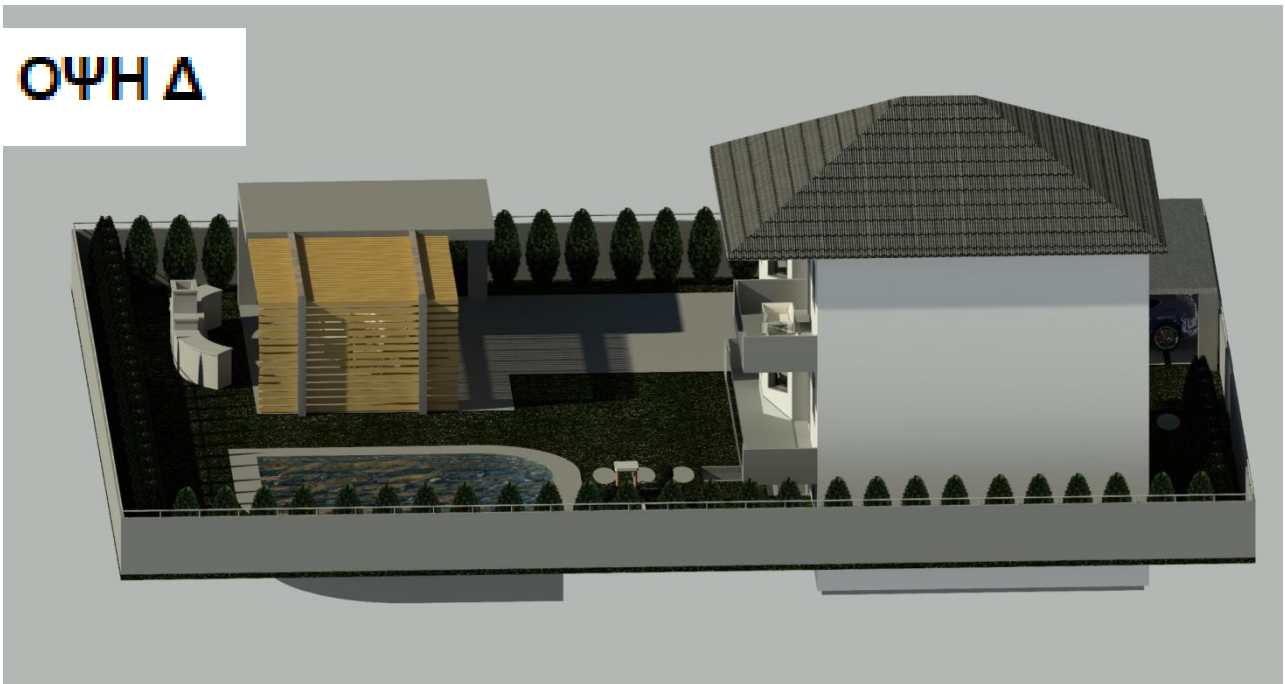
ΟΨΗ Β



III. ΟΨΗ Γ



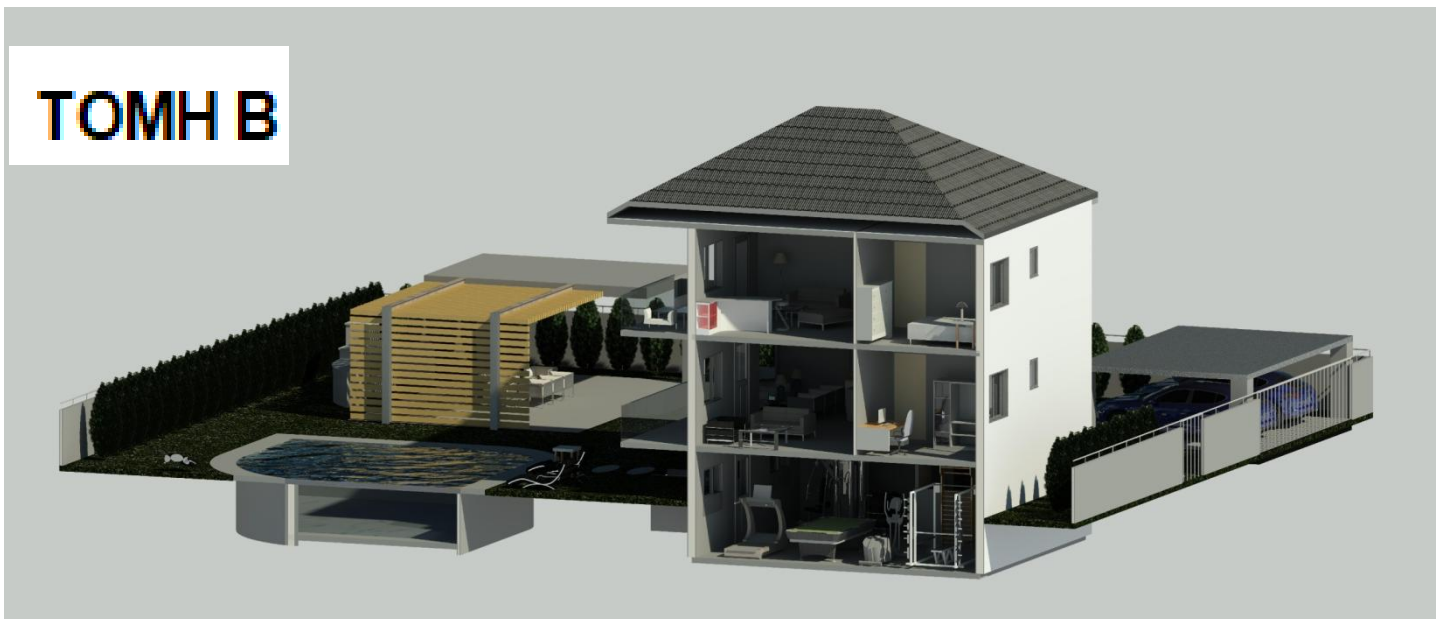
VIII. ΟΨΗ Δ



## I. TOMH A



## II. TOMH B



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Neufert E., «Οικοδομική», εκδ. Γκιούρδα. Αθήνα, 1984.
- Αθανασόπουλος Χ., «Κατασκευή Κτιρίων – Σύνθεση και Τεχνολογία», εκδ. Παπασωτηρίου. Αθήνα, 2000.
- Καλογεράς Ν., «Θέματα Οικοδομικής», εκδ. Συμμετρία. Αθήνα, 1999.
- Kristen Barlish, Kenneth Sullivan. (2012) “How to measure the benefits of BIM- A case study approach”, Arizona State University, United States, Automation in Construction, pp.140-159
- Joe Harris. “Integration of BIM and Business Strategy”, Northwestern University, Evanston, IL
- Emad Elbeltagi, Mahmoud Dawood. (2011) “Integrated visualized time control system for repetitive construction projects”, Mansoura University, Egypt, Automation in Construction, pp.940-953
- Paola Sanguinetti, Sherif Abdelmohsen, JaeMin Lee, JinKook Lee, Hugo Sheward, Chuck Eastman. (2012) “General system architecture for BIM: An integrated approach for design and analysis”, School of Architecture, Atlanta, United States, Hanyang University, Seoul, Korea, Automation in Construction, pp.317-333
- Μπιλάλης Νικόλαος Α., Μαραβελάκης Εμμανουήλ, «Συστήματα Cad/Cam και τρισδιάστατη μοντελοποίηση», **εκδ.** Κριτική. Αθήνα, 2014
- Δημήτρης Φαρμάκης, Design Consultant at Plus Energy LAB & Solvia Studio
- [https://www.b2green.gr/el/post/483/building-information-modeling-\(bim\)-orismos-ta-ofeli-kai-oi-efarmoges](https://www.b2green.gr/el/post/483/building-information-modeling-(bim)-orismos-ta-ofeli-kai-oi-efarmoges)
- Manelli Luca, Sorgato Mirco «Ο οδηγός του ArchiCAD», εκδ. Κλειδάριθμος. Αθήνα ,2008
- Βασίλης Κορδώνιας «Revit Expert»
- <http://www.michanikos.gr/>
- <http://www.wikimapia.com>
- <http://gis.epoleodomia.gov.gr/v11/index.html#/>
- <https://www.autodesk.eu/?referrer=%2F>
- <http://buildinggreen.gr/ta-pleonektimata-tou-building-information-modeling-gia-tous-arxitektones/>

