

Εφαρμογή του Building Information Modeling (BIM) στον Αρχιτεκτονικό Σχεδιασμό και τη Διαχείριση Κτιριακών Έργων:

Μελέτη Περίπτωσης σε Κατοικία

Ονοματεπώνυμο: Έλενα Ε. Μήτσκα

Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός, Μεταπτυχιακή
Φοιτήτρια ΔΧΤ, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Elena.mitska96@gmail.com

Ονοματεπώνυμο: Αικατερίνη Γενικομοσού

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια, Πρόγραμμα Σπουδών
ΔΧΤ, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

genikomsou.aikaterini@ac.eap.gr

Περίληψη – Το Building Information Modeling (BIM) αποτελεί μία ολοκληρωμένη μεθοδολογία διαχείρισης πληροφοριών, η οποία μετασχηματίζει τον τρόπο σχεδιασμού, κατασκευής και διαχείρισης των τεχνικών έργων, επιτρέποντας τη δημιουργία ενός ενιαίου ψηφιακού μοντέλου που συγκεντρώνει γεωμετρικά, τεχνικά και ποσοτικά δεδομένα καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός έργου. Η παρούσα εργασία διερευνά την εφαρμογή της μεθοδολογίας BIM στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και στη διαχείριση κτιριακών έργων μέσω της ανάπτυξης ενός πληροφοριακού μοντέλου πραγματικής ισότητας κατοικίας.

Η έρευνα βασίστηκε στη μεθοδολογία της μελέτης περίπτωσης. Αρχικά πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τις βασικές αρχές, τα χαρακτηριστικά και τις διαστάσεις του BIM, ενώ στη συνέχεια αναπτύχθηκε ολοκληρωμένο παραμετρικό μοντέλο της κατοικίας στο λογισμικό Autodesk Revit, αξιοποιώντας τα διαθέσιμα αρχιτεκτονικά σχέδια. Το μοντέλο οργανώθηκε με τρόπο που επέτρεπε την αυτόματη παραγωγή σχεδίων, πινάκων ποσοτήτων (Schedules) και τεχνικής τεκμηρίωσης, ενώ παράλληλα εμπλουτίστηκε με παραμέτρους που αφορούν τον χρονικό προγραμματισμό και την προκαταρκτική εκτίμηση του κόστους, διερευνώντας τις δυνατότητες εφαρμογής των 4D και 5D BIM.

Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η εφαρμογή της μεθοδολογίας BIM συμβάλλει ουσιαστικά στη βελτίωση της οργάνωσης και της αξιοπιστίας της τεχνικής πληροφορίας, στην αυτοματοποίηση της ποσομέτρησης, καθώς και στην αποτελεσματικότερη υποστήριξη του σχεδιασμού και της διαχείρισης του έργου. Επιπλέον, αναδεικνύεται ότι η αξιοποίηση παραμετρικών δεδομένων διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων και δημιουργεί τις προϋποθέσεις για αποτελεσματικότερη διαχείριση του χρόνου και του κόστους ακόμη και σε έργα μικρής κλίμακας. Η εργασία επιβεβαιώνει ότι το BIM δεν αποτελεί μόνο εργαλείο τρισδιάστατης μοντελοποίησης, αλλά μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία διαχείρισης πληροφοριών, ικανή να υποστηρίξει τον ψηφιακό μετασχηματισμό του κατασκευαστικού κλάδου και την ευρύτερη υιοθέτησή του στην ελληνική πραγματικότητα.

Λέξεις-κλειδιά: Building Information Modeling (BIM), Autodesk Revit, αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, διαχείριση τεχνικών έργων, πληροφοριακό μοντέλο, 4D BIM, 5D BIM.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κατασκευαστικός κλάδος βρίσκεται τα τελευταία χρόνια σε μια περίοδο έντονου ψηφιακού μετασχηματισμού, καθώς η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών δημιουργεί σημαντικές δυνατότητες για τη βελτίωση του σχεδιασμού, της κατασκευής και της διαχείρισης των τεχνικών έργων. Η ανάγκη για αποτελεσματικότερο συντονισμό των εμπλεκόμενων φορέων, περιορισμό των σφαλμάτων, μείωση του κόστους και των καθυστερήσεων, καθώς και καλύτερη αξιοποίηση των διαθέσιμων πληροφοριών, έχει οδηγήσει στην ευρεία ανάπτυξη της μεθοδολογίας Building Information Modeling (BIM), η οποία αποτελεί πλέον έναν από τους βασικούς πυλώνες της ψηφιακής μετάβασης του κατασκευαστικού τομέα.

Σε αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους σχεδιασμού που βασίζονται κυρίως σε ανεξάρτητα διασπαστά σχέδια, το BIM επιτρέπει τη δημιουργία ενός ενιαίου παραμετρικού πληροφοριακού μοντέλου, στο οποίο ενσωματώνονται γεωμετρικά, τεχνικά και λειτουργικά δεδομένα του έργου. Η πληροφορία ενημερώνεται δυναμικά και είναι διαθέσιμη σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής της κατασκευής, από τη σύλληψη και τον σχεδιασμό έως την κατασκευή, τη λειτουργία και τη συντήρηση. Η προσέγγιση αυτή ενισχύει τη συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων ειδικοτήτων, βελτιώνει την ποιότητα του σχεδιασμού και περιορίζει τις αστοχίες που οφείλονται σε ασυνέπειες μεταξύ των επιμέρους μελετών. (Eastman et al., 2011)

Η διεθνής βιβλιογραφία αναδεικνύει σημαντικά οφέλη από την εφαρμογή της μεθοδολογίας BIM, όπως η βελτίωση της συνεργασίας μεταξύ των μελετητών, η αποτελεσματικότερη διαχείριση της πληροφορίας, η αυτοματοποίηση της παραγωγής τεχνικής τεκμηρίωσης, η ακριβέστερη ποσομέτρηση, καθώς και η δυνατότητα σύνδεσης του πληροφοριακού μοντέλου με τον χρόνο και το κόστος μέσω των διαστάσεων 4D και 5D BIM. (Eastman et al., 2011· Bryde et al., 2013) Παράλληλα, διεθνή πρότυπα, όπως η σειρά ISO 19650, έχουν συμβάλει στη διαμόρφωση ενός ενιαίου πλαισίου διαχείρισης της πληροφορίας στα έργα που

αναπτύσσονται σε περιβάλλον BIM (ISO 19650-1, 2018; ISO 19650-2, 2018).

Παρά την πρόοδο που έχει σημειωθεί διεθνώς, η εφαρμογή της μεθοδολογίας BIM στην Ελλάδα εξακολουθεί να βρίσκεται σε σχετικά πρώιμο στάδιο, ιδιαίτερα σε έργα μικρής κλίμακας, όπως οι ιδιωτικές κατοικίες. Η περιορισμένη εμπειρία εφαρμογής, η ανάγκη εξειδικευμένης εκπαίδευσης, καθώς και η απουσία ευρείας αξιοποίησης της μεθοδολογίας στην καθημερινή επαγγελματική πρακτική καθιστούν αναγκαία τη διερεύνηση των δυνατοτήτων που αυτή μπορεί να προσφέρει σε πραγματικές συνθήκες εφαρμογής.

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία εξετάζει την εφαρμογή του Building Information Modeling στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και στη διαχείριση κτιριακών έργων μέσω της ανάπτυξης ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού μοντέλου πραγματικής ισότητας κατοικίας σε περιβάλλον Autodesk Revit. Στόχος της έρευνας είναι η αξιολόγηση της συμβολής της μεθοδολογίας τόσο στην παραγωγή αξιόπιστης τεχνικής πληροφορίας και στην αυτοματοποίηση της ποσομέτρησης όσο και στην υποστήριξη διαδικασιών χρονικού προγραμματισμού και προκαταρκτικής εκτίμησης κόστους μέσω των διαστάσεων 4D και 5D BIM. Με τον τρόπο αυτό, η εργασία επιδιώκει να αναδείξει τις δυνατότητες εφαρμογής της μεθοδολογίας BIM σε έργα μικρής κλίμακας και να συμβάλει στη συζήτηση για την ευρύτερη αξιοποίησή της στην ελληνική κατασκευαστική πραγματικότητα.



ΕΙΚΟΝΑ 1 - ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα έρευνα ακολουθεί τη μεθοδολογική προσέγγιση της μελέτης περίπτωσης (case study), (Yin, 2018) καθώς αυτή θεωρείται κατάλληλη για τη διερεύνηση της εφαρμογής της μεθοδολογίας Building Information Modeling (BIM) σε πραγματικές συνθήκες έργου. Ως αντικείμενο της μελέτης επιλέχθηκε μία πραγματική ισόγεια κατοικία, η οποία βρισκόταν σε φάση κατασκευής κατά την εκπόνηση της εργασίας. Η επιλογή πραγματικού έργου επέτρεψε την αξιολόγηση των δυνατοτήτων του BIM σε ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα της ελληνικής κατασκευαστικής πρακτικής.

Η ερευνητική διαδικασία αναπτύχθηκε σε τέσσερα διαδοχικά στάδια. Αρχικά πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση της διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας σχετικά με τις βασικές αρχές, τα

χαρακτηριστικά, τις διαστάσεις και τα πρότυπα του BIM, καθώς και τις σύγχρονες εφαρμογές του στον κατασκευαστικό κλάδο. Παράλληλα, εξετάστηκαν τα πλεονεκτήματα, οι περιορισμοί και οι προοπτικές εφαρμογής της μεθοδολογίας, με ιδιαίτερη έμφαση στην ελληνική πραγματικότητα.

Στο δεύτερο στάδιο συγκεντρώθηκαν και οργανώθηκαν τα δεδομένα της μελέτης περίπτωσης, τα οποία περιλάμβαναν τα αρχιτεκτονικά σχέδια της κατοικίας σε περιβάλλον AutoCAD, καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου και πληροφορίες που αφορούσαν τη φάση κατασκευής του. Τα δεδομένα αυτά αποτέλεσαν τη βάση για την ανάπτυξη του πληροφοριακού μοντέλου.

Στη συνέχεια αναπτύχθηκε το τρισδιάστατο παραμετρικό μοντέλο της κατοικίας στο λογισμικό Autodesk Revit. Κατά τη διαδικασία μοντελοποίησης δημιουργήθηκαν τα επίπεδα αναφοράς και τα βασικά δομικά στοιχεία του κτιρίου, ενώ αξιοποιήθηκαν παραμετρικές ιδιότητες για την οργάνωση των πληροφοριών και τη διασύνδεση όλων των στοιχείων του μοντέλου. Μέσω του πληροφοριακού μοντέλου παρήχθησαν αυτόματα κατόψεις, όψεις, τομές, τρισδιάστατες απεικονίσεις και δυναμικοί πίνακες ποσοτήτων (Schedules), οι οποίοι ενημερώνονταν άμεσα μετά από κάθε τροποποίηση του μοντέλου.

Τέλος, το μοντέλο εμπλουτίστηκε με πρόσθετες παραμέτρους που σχετίζονται με τον ρυθμό εκτέλεσης των εργασιών, τον εκτιμώμενο χρόνο ολοκλήρωσης και το ενδεικτικό κόστος επιμέρους δομικών στοιχείων, διερευνώντας τις δυνατότητες αξιοποίησης των διαστάσεων 4D και 5D BIM. Τα παραγόμενα δεδομένα αξιολογήθηκαν ως προς την υποστήριξη της ποσομέτρησης, της παραγωγής τεχνικής τεκμηρίωσης και της διαχείρισης του έργου, ώστε να εξαχθούν τεκμηριωμένα συμπεράσματα σχετικά με τη συμβολή της μεθοδολογίας BIM σε έργα κατοικίας μικρής κλίμακας.

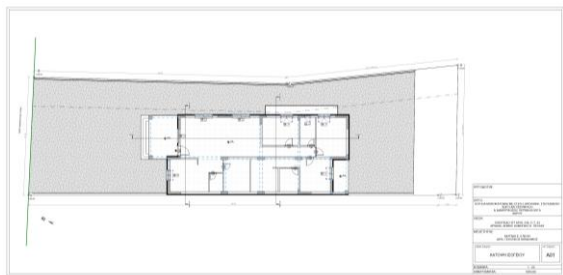


ΕΙΚΟΝΑ 2 - ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΣΤΟ AUTODESK REVIT

III. SELECTED RESULTS

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας BIM στη μελέτη περίπτωσης οδήγησε στην ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου παραμετρικού πληροφοριακού μοντέλου της κατοικίας, το οποίο συγκεντρώσε σε ενιαίο ψηφιακό περιβάλλον όλα τα γεωμετρικά και τεχνικά δεδομένα του έργου. Η μετάβαση από τα υφιστάμενα δισδιάστατα σχέδια AutoCAD σε περιβάλλον Autodesk Revit κατέστησε δυνατή τη δημιουργία ενός μοντέλου στο οποίο κάθε δομικό στοιχείο αποτελεί αυτόνομο παραμετρικό αντικείμενο με συγκεκριμένες ιδιότητες και πληροφορίες (Eastman et al.,

Κατά την ανάπτυξη του μοντέλου δημιουργήθηκαν τα επίπεδα αναφοράς (Levels), τα αρχιτεκτονικά στοιχεία της κατοικίας (τοιχοί, δάπεδα, οροφές, στέγη, κουφώματα και λοιπά δομικά στοιχεία), καθώς και οι απαιτούμενες όψεις, τομές και τρισδιάστατες απεικονίσεις. Η χρήση παραμετρικών αντικειμένων επέτρεψε την αυτόματη ενημέρωση όλων των σχεδίων μετά από κάθε τροποποίηση του μοντέλου, περιορίζοντας σημαντικά την πιθανότητα ασυμφωνιών που συναντώνται στις συμβατικές διαδικασίες σχεδιασμού. Παράλληλα, η τρισδιάστατη απεικόνιση διευκόλυνε την κατανόηση της μορφολογίας του κτιρίου και την αποτελεσματικότερη επικοινωνία των σχεδιαστικών επιλογών.



Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην οργάνωση της πληροφορίας μέσω δυναμικών πινάκων ποσοτήτων (Schedules), οι οποίοι δημιουργήθηκαν για τα βασικά δομικά στοιχεία της κατοικίας (Eastman et al., 2011). Οι πίνακες αυτοί περιλάμβαναν ποσοτικά και τεχνικά χαρακτηριστικά, όπως διαστάσεις, επιφάνειες, όγκους, υλικά και λοιπές παραμέτρους, παρέχοντας τη δυνατότητα άμεσης εξαγωγής αξιόπιστων δεδομένων χωρίς την ανάγκη χειροκίνητων υπολογισμών. Επιπλέον, κάθε τροποποίηση του μοντέλου ενθέρμωνε αυτόματα το σύνολο των πινάκων, διασφαλίζοντας την ακρίβεια και τη συνέπεια της παραγόμενης τεχνικής πληροφορίας.

[illegible]

Στο πλαίσιο της διερεύνησης των δυνατοτήτων των διαστάσεων 4D και 5D BIM, το πληροφοριακό μοντέλο εμπλουτίστηκε με πρόσθετες παραμέτρους που

Η συνολική αξιολόγηση της εφαρμογής ανέδειξε ότι η χρήση της μεθοδολογίας BIM συνέβαλε ουσιαστικά στη βελτίωση της ποιότητας του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και της οργάνωσης της πληροφορίας, διευκολύνοντας την παραγωγή τεχνικής τεκμηρίωσης, την ποσομέτρηση και τη διαχείριση των δεδομένων του έργου. Παράλληλα, η εφαρμογή της σε έργο μικρής κλίμακας επιβεβαίωσε ότι τα οφέλη της μεθοδολογίας δεν περιορίζονται σε σύνθετα ή μεγάλα έργα, αλλά μπορούν να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά και σε ιδιωτικές κατοικίες, ενισχύοντας την αποδοτικότητα του σχεδιασμού και δημιουργώντας προϋποθέσεις για ευρύτερη υιοθέτηση του BIM στην ελληνική κατασκευαστική πρακτική (Bryde et al., 2013).

Η παρούσα εργασία διερεύνησε την εφαρμογή της μεθοδολογίας Building Information Modeling (BIM) στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και στη διαχείριση κτιριακών έργων μέσω της ανάπτυξης ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού μοντέλου πραγματικής ισόγειας κατοικίας. Η εφαρμογή της μελέτης περίπτωσης κατέδειξε ότι το BIM αποτελεί μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία διαχείρισης πληροφοριών, η οποία υπερβαίνει τα όρια της τριδιάστατης μοντελοποίησης και μπορεί να υποστηρίξει αποτελεσματικά τον σχεδιασμό, την τεχνική τεκμηρίωση και τη διαχείριση ενός έργου.

Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε πραγματικό έργο κατοικίας, αποδεικνύοντας ότι τα οφέλη της μεθοδολογίας BIM δεν περιορίζονται σε μεγάλα ή ιδιαίτερα σύνθετα κατασκευαστικά έργα. Αντίθετα, η αξιοποίησή της μπορεί να προσφέρει ουσιαστικά πλεονεκτήματα και στον σχεδιασμό ιδιωτικών κατοικιών, βελτιώνοντας την ποιότητα της πληροφορίας, μειώνοντας την πιθανότητα σφαλμάτων και διευκολύνοντας τη λήψη τεχνικών αποφάσεων σε όλα τα στάδια του έργου.



ΙΚΟΝΑ 4 – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΡΥΗ

Συνολικά, η εργασία αναδεικνύει ότι η ευρύτερη υιοθέτηση της μεθοδολογίας BIM μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στον ψηφιακό μετασχηματισμό του ελληνικού κατασκευαστικού κλάδου. Η ενίσχυση της εκπαίδευσης των επαγγελματιών, η ανάπτυξη κοινών προτύπων διαχείρισης της πληροφορίας και η σταδιακή ενσωμάτωση της μεθοδολογίας στην επαγγελματική πρακτική αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την αποτελεσματικότερη αξιοποίησή της στο μέλλον.

Η περαιτέρω διερεύνηση της εφαρμογής του BIM σε διαφορετικούς τύπους έργων και η ενσωμάτωση προηγμένων διαστάσεων, όπως το 6D και το 7D BIM, μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο μελλοντικής έρευνας.

REFERENCES

- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252.
- Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(7), 971–980.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- European Commission. (2019). *Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector*. Publications Office of the European Union.
- Gu, N., & London, K. (2010). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. *Automation in Construction*, 19(8), 988–999.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 19650-1: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)—Information management using building information modelling—Part 1: Concepts and principles*.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 19650-2: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)—Information management using building information modelling—Part 2: Delivery phase of the assets*.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375.
- Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs. *Automation in Construction*, 38, 109–127.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications.