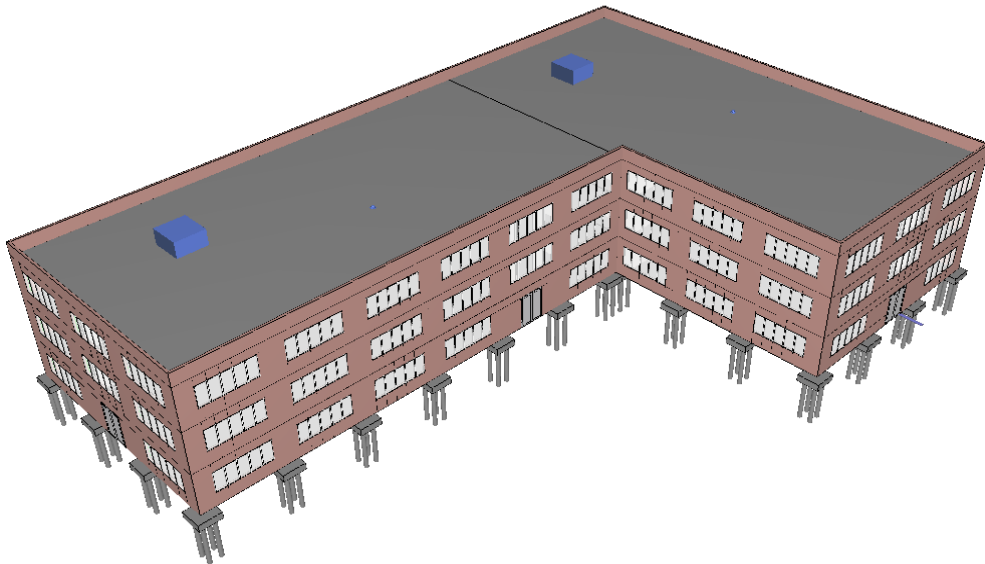




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη
χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)**



Μαντόγιαννης Βασίλειος

Επίβλεψη: Λαγαρός Νικόλαος, Επίκουρος Καθηγητής

Εποπτεία: Τουλιάτος Δημοσθένης, Επιστημονικός Συνεργάτης

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2016

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη
χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)**

Μαντόγιαννης Βασίλειος

Επίβλεψη: Λαγαρός Νικόλαος, Επίκουρος Καθηγητής

Εποπτεία: Τουλιάτος Δημοσθένης, Επιστημονικός Συνεργάτης

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2016

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

Το περιεχόμενο της ανά χείρας διπλωματικής εργασίας αποτελεί προϊόν της δικής μου πνευματικής προσπάθειας. Η ενσωμάτωση σε αυτήν υλικού τρίτων, δημοσιευμένου ή μη, γίνεται με δόκιμη αναφορά στις πηγές, που δεν επιτρέπει ασάφειες ή παρερμηνείες.

Μαντόγιαννης Βασίλειος

© 2016

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

“Evolution of BIM implementation came in parallel with willingness to collaborate and share project information, the move toward integrated practice that is much talked about in the industry.”

Phillip G. Bernstein

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Φτάνοντας στο τέλος της παρούσας διπλωματικής εργασίας, δε θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με βοήθησαν να τελειώσω τις σπουδές μου και να εκπονήσω αυτή την εργασία.

Κατ' αρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Τουλιάτο Δημοσθένη, Επιστημονικό Συνεργάτη της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π., για την άψογη συνεργασία μας, την εμπιστοσύνη του προς το πρόσωπο μου και τις ώρες που αφιέρωσε για την παρούσα εργασία. Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π., Δρ. Λαγαρό Νικόλαο, για την αποδοχή της εργασίας μου και για τις χρήσιμες παρατηρήσεις του επ' αυτής.

Η παρούσα εργασία δε θα μπορούσε να ολοκληρωθεί χωρίς την εξασφάλιση εκπαιδευτικών αδειών των λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν. Γι αυτό το λόγο, θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία Autodesk και ιδιαιτέρως τις εταιρείες Elecosoft και Nomitech για τη φιλοξενία στα γραφεία τους και τη συνεργασία μας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Υποψήφια Διδάκτωρ Γνωσιακής Επιστήμης, Ευαγγελία Μπαλατσού, για τη βοήθεια της με την αγγλική βιβλιογραφία και τις χρήσιμες παρατηρήσεις της στη γλώσσα του κειμένου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κοντινούς μου φίλους και κυρίως την οικογένεια μου για όλη τη στήριξη και τη βοήθεια τους στη διάρκεια της πενταετούς μου φοίτησης.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση της τεχνολογίας του **Building Information Modeling (BIM)** ή **Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (ΠΟΕ)** και η εφαρμογή της για τη μελέτη χρονικού προγραμματισμού και εκτίμησης κόστους σε ένα κτιριακό έργο.

Το BIM είναι μια νέα τεχνολογία που αλλάζει σημαντικά τον τρόπο που προσεγγίζεται ένα τεχνικό έργο τόσο κατά το σχεδιασμό και τη μελέτη του όσο και για τη διαχείριση της κατασκευής και της λειτουργίας του. Κατ' επέκταση το BIM διαμορφώνει και νέους τρόπους συνεργασίας μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών και ομάδων που συμμετέχουν στην υλοποίηση ενός τεχνικού έργου (κύριος του έργου, μελετητές, κατασκευαστές, προμηθευτές, κλπ).

Ένα τεχνικό έργο δεν απεικονίζεται πλέον στα σχέδια μόνο με γραμμές, επιφάνειες και όγκους αλλά «χτίζεται ψηφιακά» από εικονικά οικοδομικά στοιχεία και αντικείμενα, των οποίων η σύνθεση απαρτίζει ολόκληρο το έργο, και τα οποία περιέχουν όλες τις απαιτούμενες γραφικές και μη πληροφορίες. Το BIM είναι ένα εργαλείο που υποστηρίζει και βελτιώνει τις λειτουργίες και τις διαδικασίες υλοποίησης και διαχείρισης τεχνικών έργων σε όλον τον κύκλο της ζωής τους.

Επειδή πρόκειται για μια νέα τεχνολογία στον τομέα των κατασκευών, αρχικά στην παρούσα εργασία γίνεται ευρεία βιβλιογραφική ανασκόπηση και παράθεση των βασικών εννοιών του BIM, αναφέρονται στοιχεία για την έως τώρα χρήση του στον κατασκευαστικό τομέα, αναπτύσσεται η έννοια της διαλειτουργικότητας και αναλύεται όλο το θεωρητικό υπόβαθρο γύρω από την μοντελοκεντρική διαχείριση τεχνικών έργων. Επιπλέον, αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο αξιοποιείται η τεχνολογία BIM για το χρονικό προγραμματισμό και την εκτίμηση κόστους των τεχνικών έργων, παρατίθενται στοιχεία για έργα που έχουν κατασκευαστεί με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας και γίνεται σύγκριση με τις παραδοσιακές πρακτικές που χρησιμοποιούνται ως τώρα χωρίς τη χρήση του BIM.

Η πρακτική εφαρμογή που έγινε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας σε επίπεδο μελέτης εφαρμογής, περιλαμβάνει τη συναρμογή (merging) μοντέλων BIM επιμέρους μελετών του κτιρίου σε ενιαίο μοντέλο, την ανίχνευση ασυμβατοτήτων κατά τη συναρμογή, τη δημιουργία ενιαίου μοντέλου BIM με τα στοιχεία όλων των επιμέρους μελετών, την σύνταξη χρονοδιαγράμματος κατασκευής του έργου, την οπτικοποίηση (εικονική αναπαράσταση) της διαδικασίας κατασκευής και την κατάρτιση του προϋπολογισμού του έργου. Για τις διάρκειες και το κόστος των δραστηριοτήτων δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με στοιχεία από πέντε κτιριακά έργα των οποίων η κατασκευή έχει αποπερατωθεί, που συμπληρώθηκε και με στοιχεία από την διεθνώς χρησιμοποιούμενη βάση δεδομένων RS Means Construction Cost Estimating Data (www.rsmeans.com).

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Η συναρμογή των επιμέρους μελετών, ο έλεγχος για ασυμβατότητες μεταξύ των επιμέρους μελετών του έργου και η επίλυσή τους έγιναν με το λογισμικό **Revit 2016** της εταιρείας **Autodesk**. Η μελέτη και κατάρτιση του χρονικού προγραμματισμού και η εικονική αναπαράσταση της κατασκευής έγιναν με το λογισμικό **Asta PowerProject BIM** της **Elecosoft**, ενώ η προμέτρηση ποσοτήτων εργασιών, η κοστολόγηση και η σύνταξη του προϋπολογισμού του έργου έγιναν με λογισμικό **CostOS** της **Nomitech**. Για τη χρήση όλων των προαναφερόμενων λογισμικών παραχωρήθηκαν από τους αντίστοιχους οίκους δωρεάν εκπαιδευτικές άδειες περιορισμένης χρονικής διάρκειας.

Η χρήση του BIM στο χρονικό προγραμματισμό και την εκτίμηση κόστους αυτοματοποίησε τις λειτουργίες της διαχείρισης του έργου, ενώ το ενιαίο μοντέλο κτιριολογικών πληροφοριών που δημιουργήθηκε αποτελεί το απαραίτητο υπόβαθρο για την υποστήριξη των μετέπειτα διαδικασιών λειτουργίας και συντήρησης του έργου.

Στο τέλος της εργασίας παρουσιάζονται κάποια χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τα οφέλη που θα έχει ο τομέας της διαχείρισης τεχνικών έργων από την ενσωμάτωση της τεχνολογίας BIM στα τεχνικά έργα, καθώς και τα εμπόδια που θα πρέπει να προσπελαστούν για να γίνει ευρέως αποδοτική η χρήση της στην Ελλάδα.

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

ABSTRACT

The object of the present thesis is to highlight the technology of Building Information Modeling (BIM) and the study of project scheduling and cost estimation with the use of BIM in a building project.

BIM is a technology that changes the way computer systems and project teams approach a construction project. The construction drawings do not consist of lines, surfaces and volumes, instead they consist of objects, the composition of which, creates the whole project. BIM is a tool that can improve and broaden the operations and procedures involved in construction management. Moreover, BIM forms new ways of cooperation between the teams and people that get involved in the construction of a project.

Because BIM is a relatively new technology in construction industry, we initially review the aforementioned literature about the basic elements of BIM, the statistical information from its use by construction companies, the need of interoperability in BIM and the theoretical background behind model-based construction management.

In addition, the process of project scheduling and cost estimation in BIM is reported, along with data from construction projects using this technology and a comparison with pre-BIM methods.

The case study includes the merging of particular BIM models, the clash detection, the creation of time schedule, the visualization of construction and the project's budget. For the precision of the results, a databased has been created by collecting data from previously constructed buildings and the global construction database RS Means Construction Cost Estimating Data.

The detection and repair of clashes and the merging among different models is conducted in Revit 2016 software by Autodesk, the project scheduling and the visualization of construction in Asta PowerProject BIM by Elecosoft, while the quantity take-off, the cost estimation and the project budget in CostOS by Nomitech. For the use of the above software, free educational licenses were granted by the above mentioned companies.

The use of BIM in project scheduling and cost estimation led to the automation of the procedures involved in project management and paved the ground for the effective facility management in the building's operation and maintenance. In conclusion, the use of BIM can benefit the sector of construction management, provided that some slight improvements will be made and the necessary technological knowledge and methodology will be broadly used in Greece.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΕΙΚΟΝΩΝ

Κεφάλαιο 2^ο

- Εικ. 2.1: Στοιχεία για τη χρήση του BIM σε κάθε ήπειρο
- Εικ. 2.2: Χρήστες που είναι ενήμεροι για το BIM
- Εικ. 2.3: Χρήστες που είναι ενήμεροι για το BIM και το χρησιμοποιούν στις εταιρείες που εργάζονται
- Εικ. 2.4: Τα συνήθη πεδία εφαρμογής του BIM σε κάθε ήπειρο
- Εικ. 2.5: Ο βαθμός χρήσης του BIM το 2016 σε διάφορες χώρες
- Εικ. 2.6: Προβλεπόμενη χρήση του BIM την επόμενη 5ετία
- Εικ. 2.7: Οι 6 διαστάσεις του BIM (πηγή: Synchro Ltd. Software)
- Εικ. 2.8: Από το αρχιτεκτονικό τρισδιάστατο στο πληροφοριακό μοντέλο λειτουργίας του έργου
- Εικ. 2.9: Το ιδανικό τρίγωνο της διαχείρισης τεχνικών έργων
- Εικ. 2.10: Πρωτεύουσες και δευτερεύουσες χρήσεις του BIM στον κύκλο ζωής του έργου
- Εικ. 2.11: Η σχέση μεταξύ BIM και VDC (πηγή: Synchro Ltd. Software)
- Εικ. 2.12: Σύνοψη των πλεονεκτημάτων από τη χρήση του BIM (πηγή: “The AEC Associates”)

Κεφάλαιο 3^ο

- Εικ. 3.1: Γραφική απεικόνιση των επιπέδων διαλειτουργικότητας του BIM που έχουν καθιερωθεί στη Μ.Βρετανία
- Εικ. 3.2: Τα ανοικτά πρότυπα διαλειτουργικότητας του BIM (Πηγή: Designing Buildings Wiki)
- Εικ. 3.3: Η επικοινωνία μεταξύ των ομάδων του έργου με τη χρήση του προτύπου IFC (Πηγή: www.ifcwiki.org)
- Εικ. 3.4: Παράδειγμα περιγραφής ενός αντικειμένου BIM με το πρότυπο IFC
- Εικ. 3.5: Οφέλη από την εισαγωγή του COBie στη βιομηχανία των κατασκευών
- Εικ. 3.6: Απόσπασμα από το φύλλο “Floor” ενός τυπικού υπολογιστικού φύλλου COBie
- Εικ. 3.7: Απόσπασμα από το φύλλο “Type” ενός τυπικού υπολογιστικού φύλλου COBie
- Εικ. 3.8: Απόσπασμα από το φύλλο “Component” ενός τυπικού υπολογιστικού φύλλου COBie

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

- Εικ. 3.9: Απόσπασμα από το φύλλο “Contact” ενός τυπικού υπολογιστικού φύλλου COBie
- Εικ. 3.10: Απόσπασμα από το φύλλο “Job” ενός τυπικού υπολογιστικού φύλλου COBie
- Εικ.3.11: Συνεργασία σε διαδικτυακή πλατφόρμα ΠΟΕ (cloud-based BIM) μεταξύ των ομάδων του έργου
- Εικ. 3.12: Παράδειγμα παρουσίασης δεδομένων του έργου σε περιβάλλον Autodesk BIM 360

Κεφάλαιο 4^ο

- Πιν. 4.1: Περίπτωση Aquarium Hilton Garden Inn (Azhar, 2011)
- Πιν. 4.2: Περίπτωση Savannah State University (Azhar, 2011)
- Πιν. 4.3: Περίπτωση The Mansion on Peachtree (Azhar, 2011)
- Πιν. 4.4: Περίπτωση New Build Young Offenders Institution (HM Government of the United Kingdom, 2014)
- Εικ 4.1: Οι καμπύλες MacLeamy
- Εικ. 4.2: Καμπύλη παραγωγικότητας – χρόνου στην περίπτωση επένδυσης σε μια νέα τεχνολογία (Autodesk 2012)
- Εικ 4.3: Διαδικασία ανίχνευσης και επίλυσης προβλημάτων αλληλουχίας δραστηριοτήτων κατά την κατάστροψη του χρονοδιαγράμματος σε περιβάλλον 4D Modeling (Kassem et al., 2015)
- Εικ. 4.4: Διαδικασία δυναμικής σύνδεσης δραστηριοτήτων με τα αντικείμενα του 3διάστατου ψηφιακού μοντέλου του έργου (Montaser and Moselhi, 2015)
- Εικ. 4.5: Παράδειγμα διαβάθμισης των επιπέδων ανάπτυξης λεπτομερειών των αντικειμένων του BIM
- Εικ. 4.6: Ερμηνεία του πληροφοριακού μοντέλου από τον υπολογιστή και τον άνθρωπο (Hietanen, KTH University, 2011)
- Εικ. 4.7: Από το site έξυπνων αντικειμένων του NBS
- Εικ. 4.8: Διαφορές και αντιστοιχίες των δραστηριοτήτων στα MasterFormat και UniFormat (NIST, USA, 1999)
- Εικ. 4.9: Προτεινόμενο διάγραμμα ροής ενεργειών για την εικονική αναπαράσταση της κατασκευής του έργου με τη χρήση μοντέλου BIM 4D (Montaser and Moselhi, 2015)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

- Πιν. 4.5: Τα επίπεδα εκτίμησης του κόστους (AACE International, 2011)
- Εικ. 4.10: Ανάλυση τιμής άρθρου τιμολογίου και σύνδεση με τη μελέτη και το χρονοδιάγραμμα του έργου (Τουλιάτος και ACE Hellas, 2012)[43]
- Εικ.4.11: Παράδειγμα φύλλου προμέτρησης υποστυλωμάτων (Παντουβάκης, 2016)
- Εικ. 4.12: Παράδειγμα αναλυτικού άρθρου τιμολογίου εργασιών σκυροδέματος (ΑΤΟΕ και ACE Hellas)
- Εικ. 4.13: Παράδειγμα αναλυτικού άρθρου τιμολογίου γενικών εκσκαφών (ΑΤΟΕ και ACE Hellas)
- Εικ. 4.14: Απόσπασμα του NET για τα έργα Οδοποιίας
- Εικ. 4.15: Απόσπασμα του NET για τα Οικοδομικά έργα
- Πιν. 4.6: Λογισμικά CAD to BIM (ενδεικτικά)
- Πιν. 4.7: Λογισμικά για 4D Modeling (ενδεικτικά)
- Πιν. 4.8: Λογισμικά για 5D Modeling (ενδεικτικά)
- Πιν. 4.9: Λογισμικά για Cloud Collaborative Platforms (ενδεικτικά)
- Πιν. 4.10: Λογισμικά για BIM Mobile Applications (ενδεικτικά)

Κεφάλαιο 5^ο

- Εικ. 5.1: Συναρμογή των στατικών μοντέλων
- Εικ. 5.2: Συναρμογή των αρχιτεκτονικών μοντέλων
- Εικ. 5.3: Έλεγχος για ασυμβατότητες και δημιουργία του ενοποιημένου διαλειτουργικού μοντέλου (iBIM)
- Εικ. 5.4: Απόσπασμα λίστας αντικειμένων στο ενοποιημένο μοντέλο BIM του έργου που μελετήθηκε (BIM Takeoff)
- Εικ. 5.5: Ομαδοποίηση των αντικειμένων του ενοποιημένου μοντέλου με βάση το σύστημα MasterFormat
- Εικ. 5.6: Ανάλυση και υπολογισμός της τιμής μονάδας της εργασίας έμπηξης των τιμεντοπασσάλων
- Εικ. 5.7: Ανάλυση και υπολογισμός της τιμής μονάδας της εργασίας του σοβατίσματος
- Εικ. 5.8: Ανάλυση της δαπάνης του έργου ανά ομάδα εργασιών (CostOS)

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

- Εικ. 5.9: Προϋπολογισμός του έργου – Ανάλυση άρθρων τιμολογίου (Bill of Quantities) (CostOS)
- Εικ. 5.10: Προϋπολογισμός του έργου – Ανάλυση άρθρων τιμολογίου (Bill of Quantities) (συνέχεια) (CostOS)
- Πιν. 5.1: Διάρκειες δραστηριοτήτων και συνολικό κόστος
- Εικ. 5.11: Το τελικό χρονοδιάγραμμα του έργου που μελετήθηκε (Asta PowerProject)
- Εικ. 5.12: Διαγράμματα ταμειακών ροών του έργου, αθροιστικά και ανά εβδομάδα (project cash flow, Asta PowerProject)
- Εικ. 5.13: Στιγμιότυπα από την αναμενόμενη πρόοδο του έργου (visualization of construction) (Asta PowerProject)
- Εικ. 5.14: Πρότυπο και παραδείγματα αναζητήσεων για κτιριακό έργο δυο ορόφων (Asta PowerProject)

Κεφάλαιο 6^ο

- Εικ. 6.1: Διαδικασία εφαρμογής του BIM στη διαχείριση τεχνικών έργων
- Εικ. 6.2: Προβλέψεις της Οδηγία 2014/24/ΕΕ της 26ης Φεβρουαρίου 2014 σχετικά με τις δημόσιες προμήθειες και την κατάργηση της οδηγίας 2004/18/ΕΚ)

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
ABSTRACT	vi
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΕΙΚΟΝΩΝ	vii

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	
1.1 Σκοπός της Διπλωματικής εργασίας.....	1
1.2 Τρόπος εργασίας.....	2
1.3 Δομή της Διπλωματικής εργασίας.....	3
2. Βασικές έννοιες του BIM	
2.1 Ιστορικό – Ορισμός	5
2.2 Τρέχουσα και προβλεπόμενη κατάσταση.....	7
2.3 Οι διαστάσεις του Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου	11
2.4 Η εφαρμογή της τεχνολογίας του BIM στη διαχείριση τεχνικών έργων	14
2.5 Εικονικός σχεδιασμός και κατασκευή του έργου (VDC: Virtual Design and Construction)	16
2.6 Οφέλη από τη χρήση του BIM	18
2.7 Κίνδυνοι κατά τη χρήση του BIM στα τεχνικά έργα.....	20
3. Η έννοια της Διαλειτουργικότητας	
3.1 Εισαγωγή – Ορισμός	22
3.2 Επίπεδα Διαλειτουργικότητας του ΠΟΕ	24
3.3 Το διαλειτουργικό μοντέλο του ΠΟΕ (iBIM)	27
3.4 Ανοιχτά πρότυπα Διαλειτουργικότητας	28
3.4.1 Το πρότυπο ISO 16739: Industry Foundation Classes (IFC) – Data Schema	29
3.4.2 Το πρότυπο COBie (Construction Operations building Information Exchange) ..	31
3.5 Πληροφοριακό Ομοίωμα Έργου σε διαδικτυακή πλατφόρμα (cloud-based BIM)	36

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

4.	Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)	
4.1	Εισαγωγή	38
4.1.1	Οι καμπύλες Patrick MacLeamy	40
4.1.2	Απόδοση επένδυσης στην τεχνολογία του BIM (Return On Investment of BIM)	41
4.2	Χρονικός Προγραμματισμός με τη χρήση ΠΟΕ (4D BIM Modeling)	43
4.2.1	Δυναμική αντιστοίχιση και σύνδεση δραστηριοτήτων του χρονοδιαγράμματος με το μοντέλο του έργου	43
4.2.2	Αντικείμενα του ΠΟΕ (BIM objects)	45
4.2.3	Συστήματα ταξινόμησης πληροφοριών για τα τεχνικά έργα (Classification Systems)	48
4.2.4	Εικονική αναπαράσταση της κατασκευής (Visualization of Construction)	50
4.2.5	Σύγκριση με τρέχουσες πρακτικές (χωρίς τη χρήση του ΠΟΕ)	50
4.3	Εκτίμηση Κόστους με τη χρήση ΠΟΕ (5D BIM Modeling)	52
4.3.1	Επίπεδα εκτίμησης κόστους	53
4.3.2	Προμέτρηση ποσοτήτων (Quantity Take-Off) και δημιουργία άρθρων τιμολογίου (Bill Of Quantities)	54
4.3.3	Σύγκριση με τρέχουσες πρακτικές (χωρίς τη χρήση του ΠΟΕ)	56
4.4	Λογισμικά σχετικά με τη χρήση του ΠΟΕ	60
4.4.1	Λογισμικά CAD to BIM	60
4.4.2	Λογισμικά για 4D Modeling	60
4.4.3	Λογισμικά για 5D Modeling	61
4.4.4	BIM Cloud Collaborative Platforms	62
4.4.5	BIM Mobile Applications	63
5.	Πρακτική εφαρμογή χρονικού προγραμματισμού και εκτίμησης κόστους κτιριακού έργου με τεχνολογία BIM (4D & 5D BIM Modeling)	
5.1	Το σενάριο και τα στοιχεία του τεχνικού έργου που μελετήθηκε	64
5.2	Περιγραφή της διαδικασίας υλοποίησης της πρακτικής εφαρμογής	66
5.3	Αποτελέσματα και αναφορές για την εκτίμηση κόστους	74
5.4	Αποτελέσματα και αναφορές για τον χρονικό προγραμματισμό	77
5.5	Σύνοψη αποτελεσμάτων	84
6.	Κατακλείδα	
6.1	Συμπεράσματα	85
6.2	Προτάσεις	87
6.3	Προβληματισμοί για περαιτέρω έρευνα	89

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

ΑΝΑΦΟΡΕΣ	91
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	96
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	100
Παράρτημα Α Διεθνής ορολογία BIM (Glossary of Terms)	
Παράρτημα Β Σχέδια των μελετών του τεχνικού έργου που μελετήθηκε	
Παράρτημα Γ Πίνακες κοστολογικών στοιχείων έργων που χρησιμοποιήθηκαν	
Παράρτημα Δ Πίνακες συστημάτων ταξινόμησης (Classification Systems)	
Παράρτημα Ε Webinars για τη χρήση του ΠΟΕ στη Διαχείριση Τεχνικών Έργων	
Παράρτημα ΣΤ Αρχεία Διπλωματικής εργασίας σε CD	

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Κεφάλαιο 1^ο – Εισαγωγή

Κεφάλαιο 1ο Εισαγωγή

Σύνοψη:

Στο εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο αναφέρεται ο σκοπός της παρούσας Διπλωματικής εργασίας, ο τρόπος εργασίας για τη συγγραφή και την ολοκλήρωσή της καθώς και η δομή των κεφαλαίων που ακολουθούν με συνοπτική περιγραφή του περιεχομένου του καθενός.

1.1 Σκοπός της Διπλωματικής εργασίας

Αντικείμενο μελέτης της Διαχείρισης Τεχνικών Έργων αποτελεί τα τελευταία χρόνια η αναζήτηση μεθόδων για αύξηση της παραγωγικότητας στις κατασκευές έργων Πολιτικού Μηχανικού. Στόχος είναι, δηλαδή, να μειωθεί το κόστος και ο χρόνος αποπεράτωσης ενός έργου χωρίς να γίνουν εκπτώσεις στην ποιότητα της κατασκευής. Με αφορμή τη δίμηνη ενασχόληση μου σε συνεργείο υπεργολάβου συγγενικού μου προσώπου στην Αυστραλία, είχα την ευκαιρία να παρακολουθήσω μια διαφορετική προσέγγιση της Διαχείρισης Τεχνικών Έργων στην πράξη. Η προσέγγιση αυτή αφορά στη χρήση του Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (ή Building Information Modeling όπως ορίζεται στην αγγλική βιβλιογραφία ή BIM σε συντομογραφία) όχι μόνο στο σχεδιασμό ενός έργου (κτιρίου ή υποδομής) από τους μηχανικούς, αλλά και κατά την εκτέλεση των εργασιών από τα συνεργεία.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει σκοπό να αναδείξει την τεχνολογία του BIM ως ένα εργαλείο που εξοικονομεί χρόνο και πόρους σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου και διευκολύνει τη δουλειά της ομάδας διαχείρισης του έργου όσον αφορά το χρονικό προγραμματισμό και την εκτίμηση του κόστους.

Για την επίτευξη αυτού του σκοπού έγινε βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών γύρω από τη χρήση και την εφαρμογή του BIM σε τεχνικά έργα καθώς και πρακτική εφαρμογή σε επίπεδο μελέτης εφαρμογής Χρονικού Προγραμματισμού (4D Modeling) και Εκτίμησης Κόστους (5D Modeling) ενός έργου με τη χρήση αντίστοιχων εξειδικευμένων λογισμικών.

Γίνεται επίσης σύγκριση των μεθόδων που χρησιμοποιούν το BIM για τη διαχείριση έργων με τις «παραδοσιακές» πρακτικές που εφαρμόζονται μέχρι σήμερα.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 1^ο – Εισαγωγή

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η πρακτική εφαρμογή έγινε με την ανάλυση πραγματικού έργου και με τη δημιουργία βάσης δεδομένων συνεργείων και υλικών από πραγματικά έργα που έχουν ήδη υλοποιηθεί ανά τον κόσμο.

Η παρούσα εργασία ευελπιστούμε ότι θα συμβάλλει στην κατανόηση της σημασίας και των ωφελημάτων που προκύπτουν από την επένδυση στην τεχνολογία του BIM, ώστε η τεχνολογία αυτή να αξιοποιηθεί δεόντως και στη χώρα μας και να αποτελέσει ένα βασικό εργαλείο στην κατασκευή και διαχείριση έργων πολιτικού μηχανικού στο άμεσο μέλλον.

1.2 Τρόπος εργασίας

Ως προς τον τρόπο εργασίας, η παρούσα Διπλωματική χωρίζεται σε τρία στάδια: Το πρώτο είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση, το δεύτερο είναι η εκμάθηση και η παρουσίαση του τρόπου λειτουργίας των λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν για την πρακτική εφαρμογή με την τεχνολογία BIM και το τρίτο είναι η εκπόνηση και παρουσίαση μιας πρακτικής εφαρμογής για την περίπτωση ενός συγκεκριμένου τεχνικού έργου με τη χρήση λογισμικού χρονικού προγραμματισμού και εκτίμησης κόστους εφαρμόζοντας την τεχνολογία BIM.

Στη βιβλιογραφική ανασκόπηση έγινε μελέτη 92 πηγών, εκ των οποίων 31 άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά, 5 βιβλία, 27 άρθρα εταιρειών και οργανώσεων που έχουν συγκροτηθεί για την ανάπτυξη του BIM, 7 πρακτικά συνεδρίων και 22 διδακτορικές διατριβές και άλλες εργασίες πανεπιστημίων. Από αυτές τις πηγές, 43 συμπεριλαμβάνονται στην παρούσα εργασία ως αναφορές.

Στο δεύτερο στάδιο έγινε μελέτη και εκμάθηση των λογισμικών χρονικού προγραμματισμού και εκτίμησης κόστους αναλόγων με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν για την πρακτική εφαρμογή καθώς και του τρόπου που εφαρμόζουν τα ην τεχνολογία BIM. Η ενημέρωση για το σκοπό αυτό έγινε τόσο από τη σχετική αρθρογραφία όσο και με τη συμμετοχή σε 36 συναφή διαδικτυακά σεμινάρια (βλ. Παράρτημα Ε) διαφόρων εταιρειών και λογισμικών και έπειτα έγινε η αναζήτηση για την επιλογή του κατάλληλου λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο αυτής της εργασίας. Τελικά επιλέχθηκαν το λογισμικό χρονικού προγραμματισμού με τη χρήση του BIM «**Asta PowerProject BIM**» της βρετανικής εταιρεία **Elecosoft** (www.elecosoft.com) και το λογισμικό **CostOS** για την κοστολόγηση έργων με τη χρήση του BIM της ελληνικής εταιρεία **Nomitech** (www.nomitech.gr).

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 1^ο – Εισαγωγή

Οι σχετικές εκπαιδευτικές άδειες χρήσης χορηγήθηκαν μέσω του Τομέα Προγραμματισμού και Διαχείρισης Τεχνικών Έργων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (υπεύθυνος Επ. Συνεργάτης κ. Δ. Τουλιάτος).

Μετά τη χορήγηση των αδειών έγιναν από μία συνάντηση, με τη μορφή προσωπικού σεμιναρίου, με την κάθε εταιρεία (στην Αγγλία με την Elecosoft και στα γραφεία της Nomitech στην Ελλάδα) για την παρουσίαση του τρόπου λειτουργίας κάθε λογισμικού.

Στο τελευταίο στάδιο έγινε η πρακτική εφαρμογή με την ανάλυση ενός τεχνικού έργου, κατά την οποία χρησιμοποιήθηκαν τα προαναφερόμενα λογισμικά ως εργαλείο για το χρονικό προγραμματισμό και την κοστολόγηση του συγκεκριμένου έργου, του οποίου το ψηφιακό πληροφοριακό ομοίωμα (BIM model) δημιουργήθηκε με το λογισμικό **Revit 2016** της εταιρείας **Autodesk**, από τη συναρμογή επιμέρους μοντέλων αρχιτεκτονικό, στατικό, μηχανολογικό. Για στοιχεία κόστους των συνεργείων και των υλικών και για τις διάρκειες των δραστηριοτήτων δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων από απολογιστικά στοιχεία που συγκεντρώθηκαν 5 ανάλογα τεχνικά έργα.

1.3 Δομή της Διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από 6 κεφάλαια. Το 1^ο είναι εισαγωγικό και αναφέρει τον σκοπό, τον τρόπο εργασίας και τη δομή της Διπλωματικής εργασίας. Το 2^ο, 3^ο και 4^ο κεφάλαιο απορρέουν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, ενώ στο 5^ο γίνεται η παρουσίαση της πρακτικής εφαρμογής. Το 6^ο κεφάλαιο είναι η κατακλείδα της εργασίας.

Μετά το 6^ο κεφάλαιο ακολουθούν οι αναφορές, η βιβλιογραφία και 6 παραρτήματα της εργασίας που στο σύνολό της παραδίδεται ψηφιακά στο Παράρτημα ΣΤ.

Πιο συγκεκριμένα στο 2^ο κεφάλαιο αναφέρονται κάποια βασικά στοιχεία γύρω από την ανάπτυξη της τεχνολογίας του BIM, στοιχεία ερευνών για τη χρήση της καθώς και την εφαρμογή της στη Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τα οφέλη και τους κινδύνους που την ακολουθούν.

Στο 3^ο κεφάλαιο ανάπτυσσεται η έννοια της Διαλειτουργικότητας που είναι ο βασικός παράγοντας για να επιτευχθεί η συνεργασία των ομάδων σε ένα έργο που χρησιμοποιεί την τεχνολογία του BIM. Επίσης, γίνεται αναφορά στη διαδικτυακές, διαλειτουργικές πλατφόρμες συνεργασίας, που είναι απαραίτητες για να χρησιμοποιηθεί αποδοτικά το BIM στα τεχνικά έργα.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 1^ο – Εισαγωγή

Στο 4^ο κεφάλαιο αναπτύσσεται η προσέγγιση Διαχείρισης Έργων με τη χρήση μοντέλων BIM (Model-based Construction Management). Στο εισαγωγικό υποκεφάλαιο 4.1 τεκμηριώνεται γιατί είναι αναγκαία η υιοθέτηση της τεχνολογίας αυτής στις κατασκευές και ποια είναι η απόδοση της επένδυσης σε αυτή την τεχνολογία. Στα επόμενα, αναφέρονται στοιχεία για το Χρονικό Προγραμματισμό και την Εκτίμηση Κόστους με τη χρήση του BIM (4D & 5D BIM Modeling), ενώ παρουσιάζονται και τα πλέον διαδεδομένα λογισμικά που υποστηρίζουν αυτή την τεχνολογία.

Στο 5^ο κεφάλαιο γίνεται η εφαρμογή της τεχνολογίας με λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους σε συγκεκριμένο έργο. Το τεχνικό έργο που χρησιμοποιείται είναι η ανέγερση ενός κτιρίου γραφείων της εταιρείας buildingSMART. Για την υποστήριξη της πρακτικής εφαρμογής δημιουργείται βάση δεδομένων με στοιχεία κόστους και διάρκειας δραστηριοτήτων από τεχνικά έργα ανά τον κόσμο.

Στο 6^ο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα από τα κεφάλαια που προηγήθηκαν, καθώς και προτάσεις και προβληματισμοί για περαιτέρω έρευνα.

Ακολουθούν οι αναφορές και η βιβλιογραφία και τα ακόλουθα παραρτήματα:

- Παράρτημα Α Διεθνής ορολογία BIM (Glossary of terms)
- Παράρτημα Β Σχέδια των μελετών του τεχνικού έργου που μελετήθηκε
- Παράρτημα Γ Πίνακες κοστολογικών στοιχείων έργων που χρησιμοποιήθηκαν
- Παράρτημα Δ Πίνακες συστημάτων ταξινόμησης (Classification Systems)
- Παράρτημα Ε Webinars για τη χρήση του ΠΟΕ στη Διαχείριση Τεχνικών Έργων
- Παράρτημα ΣΤ Αρχεία Διπλωματικής εργασίας σε CD

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Κεφάλαιο 2ο

Βασικές έννοιες του BIM

Σύνοψη:

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια εισαγωγή στην τεχνολογία του *Building Information Modeling* (ή *Πληροφοριακό Ομοίωμα Έργου*) και παρουσιάζονται οι εφαρμογές της στη διαχείριση τεχνικών έργων. Αναφέρονται στοιχεία για τη χρήση του BIM ανά τον κόσμο καθώς και τα οφέλη και οι κίνδυνοι που συνοδεύουν την εφαρμογή του.

2.1 Ιστορικό – Ορισμός

Ο όρος **Building Information Modeling (BIM)** ή Πληροφοριακό Ομοίωμα Έργου (ΠΟΕ), όπως μπορεί να διατυπωθεί στα ελληνικά, χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1975 από τον καθηγητή Charles M. Eastman^[1], ο οποίος επιχείρησε μια πρώτη προσέγγιση στην ψηφιοποίηση του σχεδιασμού ενός έργου. Η ευρύτερη χρήση του όρου έγινε αργότερα, το 2002 από τον Jerry Laiserin^[2], για να εκφράσει την πλήρη ψηφιοποίηση της διαδικασίας υλοποίησης ενός έργου, με σκοπό την διευκόλυνση της ηλεκτρονικής ανταλλαγής των πάσης φύσεως πληροφοριών ενός έργου μέσω της διαλειτουργικότητας των επιμέρους συστημάτων. Η πρώτη εμπορική εφαρμογή που σχετίζεται με τη χρήση της τεχνολογίας BIM έγινε το 1986, από την εταιρία GMW Computers Ltd.^[3], και από τότε αποτελεί – μαζί με τις Τεχνολογίες Πληροφορικής & Επικοινωνιών (ΤΠΕ) - το σημαντικότερο εργαλείο ενός νέου πλήρως ψηφιοποιημένου τρόπου διαχείρισης, σχεδιασμού και εκτέλεσης των τεχνικών έργων, που υιοθετείται παγκοσμίως με ταχύτατο ρυθμό.

Ο όρος BIM λοιπόν, αποτελεί ένα καινούριο ακρωνύμιο στον χώρο της αρχιτεκτονικής και των κατασκευών, μία νέα τεχνολογία που υποστηρίζει τη διαχείριση των τεχνικών έργων καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, δημιουργώντας για κάθε έργο ένα πληροφοριακό ψηφιακό μοντέλο (ή ομοίωμα). Πρόκειται δηλαδή, για μία ενιαία διαδικτυακή βάση συνεργασίας και ανταλλαγής στοιχείων, κοινή για όλους αυτούς που συμμετέχουν στη διαχείριση, το σχεδιασμό, την εκτέλεση τη λειτουργία και συντήρηση του έργου.

Η τεχνολογία BIM βασίζεται σε μία τυποποιημένη κωδικοποίηση, ψηφιοποίηση και συγκέντρωση των πάσης φύσεως πληροφοριών και στοιχείων για ένα τεχνικό έργο καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του σε μια και μοναδική πληροφοριακή βάση.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Υποχρεώνει και προϋποθέτει το συντονισμό και τη συνεργασία μεταξύ όλων των ομάδων που συμμετέχουν στην υλοποίηση ενός έργου και διευκολύνει τη συνεργασία και την ανταλλαγή των πληροφοριών μεταξύ τους.

Η NBIMS-US (National BIM Standard – United States) ορίζει^[4] το **Building Information Modeling** ως «μια διαδικασία που έχει ως αποτέλεσμα την ολοκληρωμένη ψηφιακή αναπαράσταση των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών ενός κτιρίου ή υποδομής. Ένα μοντέλο BIM αποτελεί μια βάση πληροφοριών για ένα κτίριο ή υποδομή, η οποία χρησιμοποιείται ως μια αξιόπιστη πηγή για τη λήψη βέλτιστων αποφάσεων καθ' όλο τον κύκλο ζωής του έργου (life cycle strategies), και η οποία είναι διαθέσιμη σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη από τα πιο πρώιμα στάδια της σχεδιαστικής σύλληψης του έργου μέχρι την καθαίρεσή του».

Ο ορισμός του BIM κατά την πρωτότυπη διατύπωσή του στο NBIMS-US ^[4]:

“Building Information Modeling (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. A BIM is a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle; defined as existing from earliest conception to demolition”

Αυτή η «ευφυΐα» και η διαθεσιμότητα των πληροφοριών του έργου είναι που κάνει την εφαρμογή του BIM να διαφέρει από ένα απλό 3D CAD πρόγραμμα. Με άλλα λόγια, το Building Information Modeling είναι μια πρακτική, μια μεθοδολογία λειτουργιών (operations methodology) με σκοπό την λήψη καλά τεκμηριωμένων αποφάσεων, και όχι απλά ένα λογισμικό CAD όπως λανθασμένα έχει επικρατήσει στην κοινή γνώμη. Όλοι οι εμπλεκόμενοι ενός έργου ακολουθούν μια κοινή προσέγγιση της κατασκευαστικής διαδικασίας, αλληλεπιδρώντας σε ένα κοινό μοντέλο αναφοράς, με αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση των δραστηριοτήτων και τη δημιουργία υπεραξίας σε όλο τον κύκλο ζωής του έργου.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM**2.2 Τρέχουσα και προβλεπόμενη κατάσταση**

Από τις αρχές της χιλιετίας που διανύουμε το Πληροφοριακό Ομοίωμα Έργου εφαρμόζεται σε πολλές χώρες του κόσμου και γίνεται αντικείμενο έρευνας για τη βελτίωση των δυνατοτήτων του από τις εταιρείες λογισμικού και τα εκπαιδευτικά ιδρύματα.

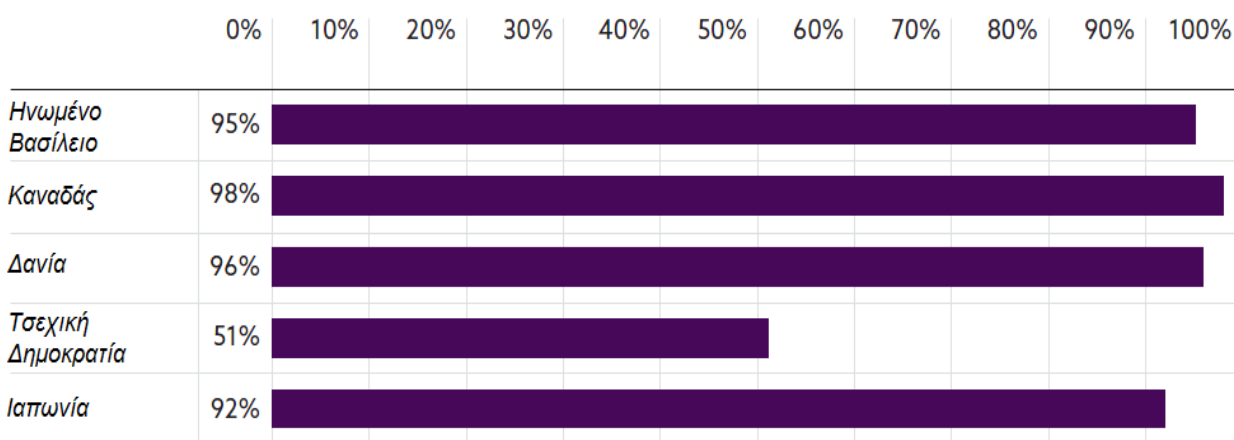
Πόσοι όμως είναι ενήμεροι το 2016 για το BIM, πόσοι μηχανικοί το χρησιμοποιούν και σε ποιες εφαρμογές σε όλον τον κόσμο;

Στα ερωτήματα αυτά απαντούν δυο έρευνες που εκπονήθηκαν πρόσφατα: μια από τον εθνικό οργανισμό τεχνικών προδιαγραφών κτιρίων National Building Specification (NBS)^[5] της Μεγάλης Βρετανίας σε συνεργασία με το ινστιτούτο βρετανών αρχιτεκτόνων Royal Institute of British Architects (RIBA) της χώρας, και η δεύτερη από την World Academy of Science, Engineering and Technology (WASET)^[6].

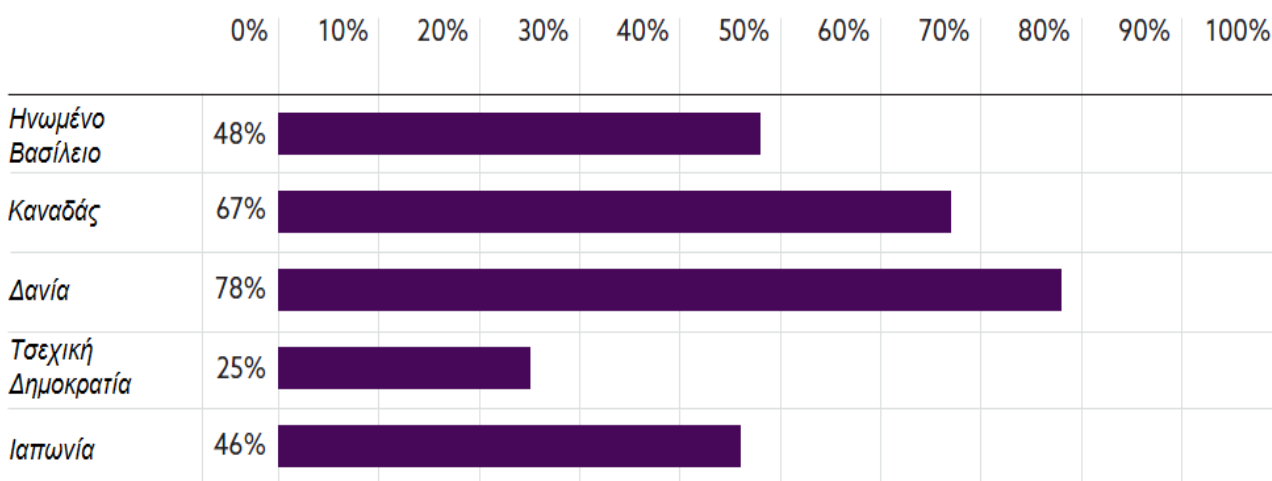
Παρακάτω φαίνονται (βλ. Εικ. 2.1, 2.2 και 2.3) γενικά στοιχεία για την μέχρι σήμερα υιοθέτηση του BIM σε κάθε ήπειρο, αλλά και πιο συγκεκριμένα σε πέντε χώρες που η έρευνα ήταν πιο εκτενής.

	Βόρεια Αμερική	Ευρώπη	Ασία	Ωκεανία	Μέση Ανατολή/ Αφρική	Νότια Αμερική
<i>Έτη χρήσης του BIM στην κάθε ήπειρο</i>	8.5	5.3	4.9	7.7	5.9	3.4
<i>Βάθος εφαρμογής στις δυνατότητες του BIM</i>	73.0%	55.9%	46.4%	65.5%	60.0%	55.7%
<i>Μ.Ο. χρηστών με πολύ καλές ή άριστες γνώσεις της τεχνολογίας του BIM</i>	82.1%	75.0%	46.3%	81.8%	80.0%	71.4%

Εικ. 2.1: Στοιχεία για τη χρήση του BIM σε κάθε ήπειρο

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Εικ. 2.2: Χρήστες που είναι ενήμεροι για το BIM



Εικ. 2.3: Χρήστες που είναι ενήμεροι για το BIM και το χρησιμοποιούν στις εταιρείες που εργάζονται

Είναι πολύ σημαντικό όμως να γνωρίζουμε τα πεδία στα οποία οι χρήστες εφαρμόζουν την τεχνολογία BIM στα έργα τους, ώστε να γνωρίζουμε που απαιτείται επιπλέον προσπάθεια για εκπαίδευση και εξοικείωση.

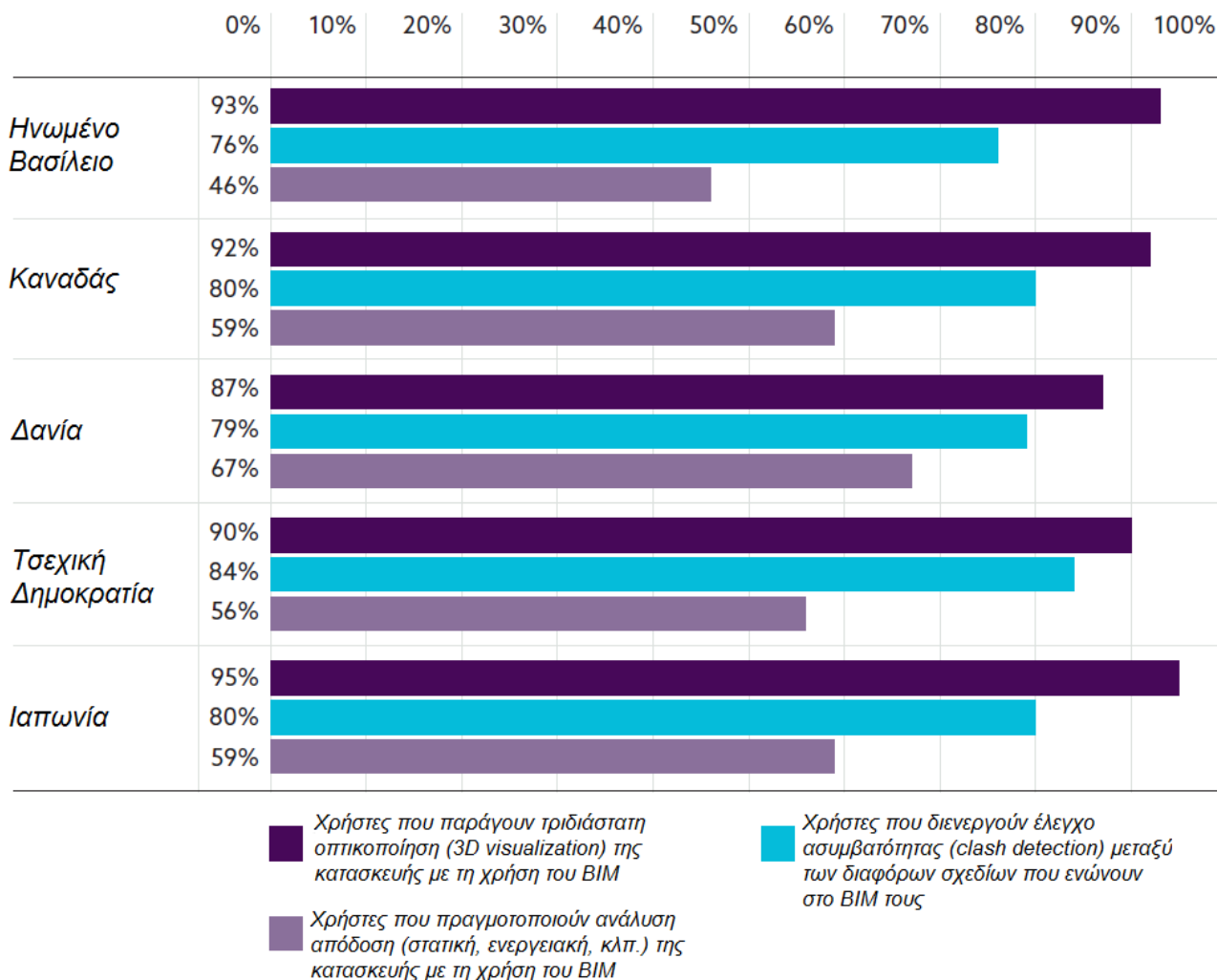
Από ότι φαίνεται από τα στοιχεία των προαναφερομένων ερευνών (βλ. και Εικ. 2.4 και 2.5) μέχρι σήμερα το BIM χρησιμοποιείται κυρίως για το σχεδιασμό, δηλ. την τεχνική μελέτη, ενός έργου, ενώ λιγότεροι είναι αυτοί που εκμεταλλεύονται περισσότερες λειτουργίες του και ακόμα λιγότεροι αυτοί που το χρησιμοποιούν καθολικά στα έργα τους. Στόχος θα πρέπει να είναι λοιπόν η χρήση και των υπόλοιπων λειτουργιών του (π.χ. για χρονικό προγραμματισμό, εκτίμηση του κόστους, ανάλυση ενεργειακής απόδοσης κλπ.), έτσι ώστε να αξιοποιηθούν πλήρως οι δυνατότητες αυτής της τεχνολογίας.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

	Συνολικά	Βόρεια Αμερική	Ευρώπη	Ωκεανία	Ασία	Μέση Ανατολή και Αφρική	Νότια Αμερική
Συντονισμός τριδιάστατων σχεδίων	85.0%	95.5%	92.9%	100.0%	70.3%	91.7%	60.0%
Εκτίμηση κόστους	75.0%	95.5%	92.9%	66.7%	56.8%	58.3%	80.0%
Μοντελοποίηση τοπογραφικού	74.3%	81.8%	60.7%	88.9%	67.6%	66.7%	80.0%
Σχεδιασμός του έργου	63.4%	63.6%	71.4%	88.9%	73.0%	83.3%	0.0%
Στατική ανάλυση	60.0%	90.9%	78.6%	88.9%	51.4%	50.0%	0.0%
Προγραμματισμός συντήρησης	30.1%	54.5%	57.1%	33.3%	18.9%	16.7%	0.0%
Ανάλυση απόδοσης της κατασκευής	33.4%	72.7%	53.6%	11.1%	37.8%	25.0%	0.0%

Εικ. 2.4: Τα συνήθη πεδία εφαρμογής του BIM σε κάθε ήπειρο



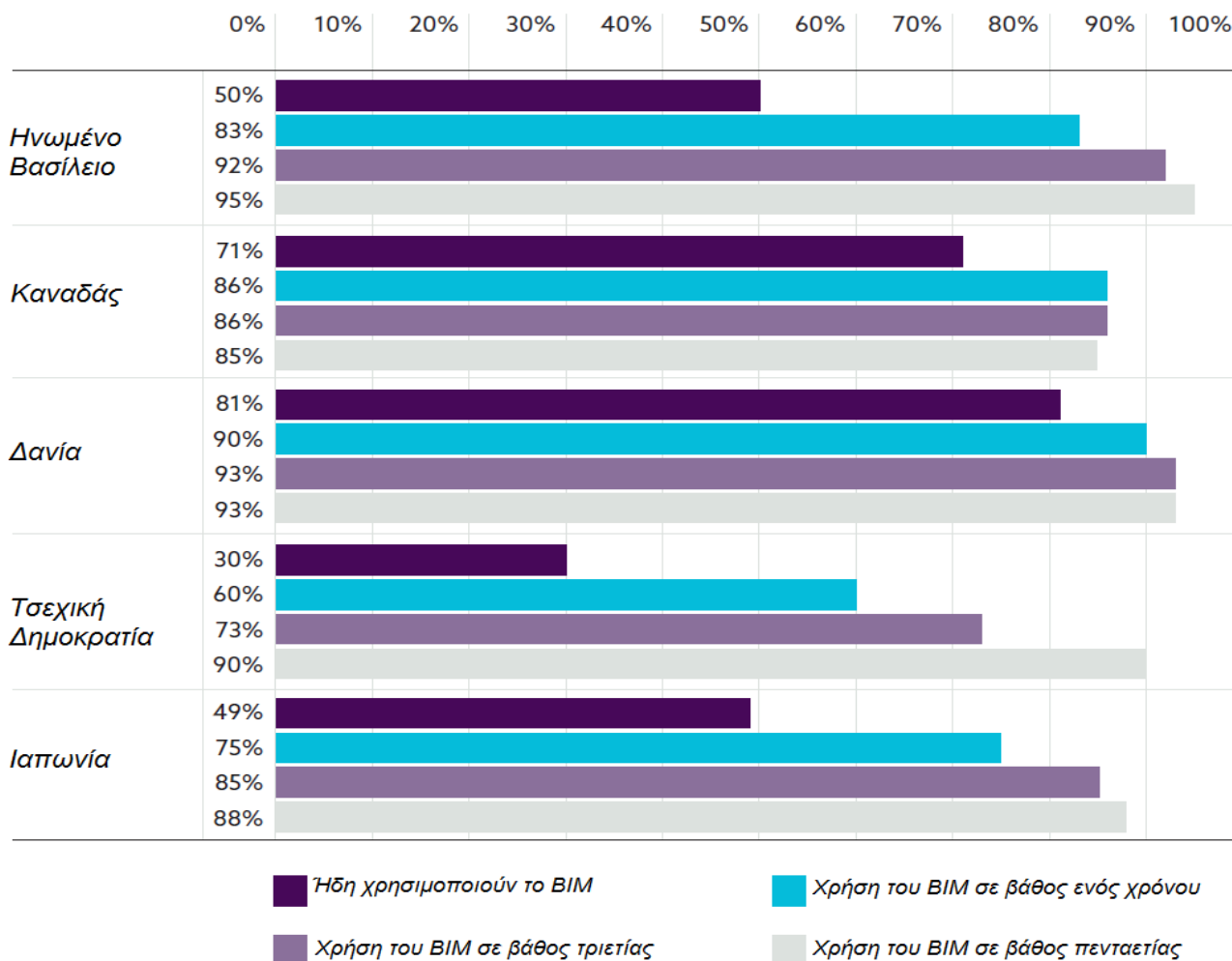
Εικ. 2.5: Ο βαθμός χρήσης του BIM το 2016 σε διάφορες χώρες

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Το *Πληροφοριακό Ομοίωμα Έργου* είναι το μέλλον, και όλο και περισσότερες εταιρείες ανά τον κόσμο προβλέπεται ότι θα υιοθετήσουν τη χρήση του μέσα στα επόμενα χρόνια. Σε βάθος πενταετίας (βλ. Εικ. 2.6) προβλέπεται ότι σχεδόν όλες οι εταιρείες και τα άτομα που ασχολούνται με τη βιομηχανία των κατασκευών και των υποδομών θα χρησιμοποιούν το BIM.

Ήδη η κυβέρνηση της Μεγάλης Βρετανίας^[7] έχει θεσπίσει στρατηγική για τη χρήση του BIM και ήδη από τις 4 Απριλίου του 2016 είναι υποχρεωτική η χρήση αυτής της τεχνολογίας σε κάθε νέο κατασκευαστικό έργο του δημόσιου τομέα, ενώ και στη Γερμανία^[8] θεσπίστηκε παρόμοια στρατηγική με στόχο την υποχρεωτική χρήση του BIM από το 2020. Είναι φανερό ότι αυτή η θεσμοθέτηση θα προχωρήσει σε Ευρωπαϊκό και Παγκόσμιο επίπεδο με τη δημιουργία καθολικών προτύπων χρήσης του BIM.



Εικ. 2.6: Προβλεπόμενη χρήση του BIM την επόμενη 5ετία

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Σκοπός είναι, σύμφωνα με τη στρατηγική της Μεγάλης Βρετανίας, το 2025^[9], μέσω της γενικευμένης χρήσης του BIM, να επιτευχθούν τα εξής:

- 33% μείωση του άμεσου κόστους της κατασκευής και στο κόστος που προκύπτει στον συνολικό κύκλο ζωής του έργου.
- 50% μείωση του χρόνου που απαιτείται από τη σύλληψη της ιδέας μέχρι την αποπεράτωση του έργου.
- 50% μείωση των εκπομπών αέριων του θερμοκηπίου, μέσω της δυνατότητας άμεσης ενεργειακής ανάλυσης του έργου κατά το σχεδιασμό που προσφέρει το BIM.
- 50% μείωση του εμπορικού ελλείμματος μεταξύ των συνολικών εξαγωγών και εισαγωγών που πραγματοποιούνται για προϊόντα και υλικά κατασκευής.

2.3 Οι διαστάσεις του Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου

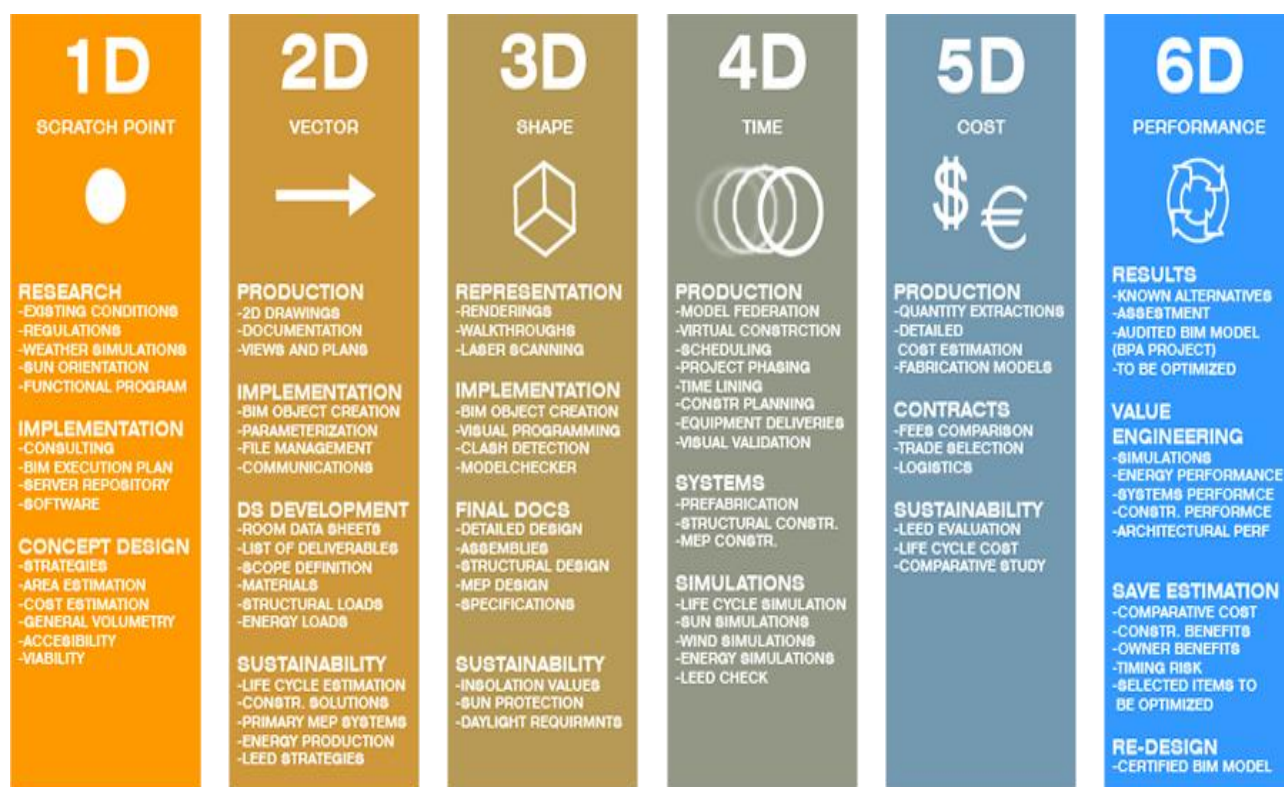
Η εισαγωγή του Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου στον τομέα των κατασκευών και των υποδομών αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τις διαφορετικές πτυχές ενός έργου. Όσο μεγάλο ή μικρό, σύνθετο ή όχι κι αν είναι ένα έργο, ο προγραμματισμός και η διαχείρισή του τείνουν να γίνουν μια τυποποιημένη διαδικασία από τη σύλληψη της ιδέας και τον σχεδιασμό, μέχρι την αποπεράτωση του έργου και τη διαχείριση της λειτουργίας του σε όλο τον κύκλο της ζωής του.

Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά οι έξι διαστάσεις του πληροφοριακού ομοιώματος (βλ. Εικ. 2.7) όπως αυτές έχουν κωδικοποιηθεί διεθνώς.

- **1D:** Η σύλληψη της ιδέας του έργου. Το σημείο μηδέν της κατασκευής, όπου γίνεται η απαραίτητη έρευνα για τις διαδικασίες και τις στρατηγικές που θα χρησιμοποιηθούν στον κύκλο ζωής του έργου.
- **2D:** Σχέδια δυο διαστάσεων (τοπογραφικά, κατόψεις, όψεις, ξυλότυποι, φωτορεαλισμοί) που αποτυπώνουν τα στοιχεία της κατασκευής και καθορίζουν τη γεωμετρία της.
- **3D:** Το τρισδιάστατο μοντέλο της κατασκευής. Προέρχεται συνήθως από τη σύνθεση όλων των σχεδίων (τοπογραφικών, αρχιτεκτονικών, στατικών, ηλεκτρομηχανολογικών, ενεργειακών) σε ένα μοναδικό μοντέλο. Σε αυτό το σημείο γίνεται ο έλεγχος μεταξύ πιθανών διαφορών που μπορούν να έχουν τα επιμέρους σχέδια κατά τη συναρμογή τους ή πιθανών συγκρούσεων (clash detection) και οι οποίες πρέπει να διορθωθούν στη φάση του σχεδιασμού και πριν την έναρξη της κατασκευής.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Το 3D BIM δίνει τη δυνατότητα της οπτικοποίησης της κατασκευής (model walkthroughs) και κατ' επέκταση οι ομάδες του έργου μπορούν να συνεργαστούν, να βρουν προβλήματα του έργου και να τα επιλύσουν, πριν τα «λάθη» αυτά φτάσουν στην κατασκευή. Επιπλέον, έχοντας τη βεβαιότητα ότι όλα τα στοιχεία ταιριάζουν μεταξύ τους, παρέχεται και η δυνατότητα προκατασκευής τους και η μεταφορά τους στο εργοτάξιο μόνο για να «κουμπώσουν» με την υπόλοιπη κατασκευή.



Εικ. 2.7: Οι 6 διαστάσεις του BIM (πηγή: Synchro Ltd. Software)

- **4D:** Χρονικός προγραμματισμός και διαχείριση της κατασκευής. Προσθέτοντας τον παράγοντα του χρόνου στο τρισδιάστο μοντέλο προκύπτει η τέταρτη διάσταση της κατασκευής όπου είναι δυνατός ο έλεγχος και η αξιολόγηση της αλληλουχίας των δραστηριοτήτων για την κατασκευή του έργου. Ειδικά για μεγάλα και σύνθετα έργα είναι πολύ χρήσιμη αυτή η διάσταση καθώς μπορούν να αναγνωριστούν οι κρίσιμες δραστηριότητες και να απεικονιστεί η σχέση και η αλληλουχία των δραστηριοτήτων ώστε να επιτευχθεί ο βέλτιστος χρονικός προγραμματισμός. Σε αυτό το στάδιο μπορούν να προστεθούν στο μοντέλο η κυκλοφορία μέσα στο εργοτάξιο, οι γερανοί, φορητά και άλλες δομικές μηχανές, ώστε να εξετασθεί η ταυτόχρονη παρουσία τους και η διάταξή τους στο εργοτάξιο σε συνδυασμό με τις φάσεις κατασκευής.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Επί πρόσθετα σε οποιοδήποτε χρονικό σημείο της κατασκευής μπορεί να αξιολογηθεί η πραγματική πρόοδος του έργου σε σχέση με τον προγραμματισμό και αν είναι απαραίτητο να γίνει ο επαναπρογραμματισμός των δραστηριοτήτων κατασκευής.

- **5D:** Εκτίμηση του κόστους. Με τον τεχνολογία BIM παρέχεται η δυνατότητα τα αντικείμενα του μοντέλου να περιέχουν πληροφορίες κόστους. Τα στοιχεία κόστους μπορεί να αφορούν είτε ανθρώπινο δυναμικό που απασχολείται σε κάθε δραστηριότητα, είτε κόστος μηχανημάτων είτε υλικών. Η εκτίμηση ενός μερικού ή του τελικού κόστους του έργου μπορεί να γίνεται άμεσα, ταυτόχρονα με το σχεδιασμό του και ανάλογα είτε με το πώς εξελίσσεται ο χρονικός προγραμματισμός του έργου, είτε ανάλογα με την αλλαγή κάποιων τιμών μονάδας ή των συντελεστών κοστολόγησης που έχουν επιλεγεί γεγονός που αυξάνει την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας κοστολόγησης του έργου.
- **6D:** Διαχείριση του έργου και των εγκαταστάσεων του κατά τη φάση λειτουργίας. Πολλές φορές σε αυτή τη διάσταση ενσωματώνεται και η θεώρηση της αειφορίας/βιωσιμότητα του έργου (sustainability) στη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Το μοντέλο σε αυτή τη φάση περιέχει όλες τις προδιαγραφές για τη λειτουργία, τα εγχειρίδια συντήρησης και πιθανές πληροφορίες εγγύησης, που είναι χρήσιμα στοιχεία για τη μελλοντική συντήρηση του έργου και την επίλυση πιθανών προβλημάτων που θα προκύψουν στη διάρκεια ζωής του.

Παρακάτω (Βλ. Εικ. 2.8) φαίνεται πώς αλλάζει η σύνθεση ενός πληροφοριακού ομοιώματος έργου στη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου. Όσο αυξάνεται η διάσταση του ΠΟΕ τόσο αυξάνονται και οι μη-γραφικές πληροφορίες που εισάγονται στο μοντέλο ενώ το αρχικό γεωμετρικό σχέδιο (τρισδιάστατο μοντέλο) ελάχιστα τροποποιείται.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Εικ. 2.8: Από το αρχιτεκτονικό τρισδιάστατο στο πληροφοριακό μοντέλο λειτουργίας του έργου

2.4 Η εφαρμογή της τεχνολογίας του BIM στη διαχείριση τεχνικών έργων

Το Building Information Modeling βασίζεται στη χρήση «έξυπνων» ψηφιακών αντικειμένων – στοιχείων του έργου – στα οποία ενσωματώνονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες για να γίνεται ο σχεδιασμός και η μελέτη του έργου γρηγορότερα, φθηνότερα, με καλύτερη ποιότητα και με λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Σκοπός της όλης προσέγγισης του BIM είναι να καταφέρουμε να πετύχουμε περισσότερα, χρησιμοποιώντας λιγότερα (*doing more, with less*), είτε αναφερόμαστε σε εξοικονόμηση πόρων είτε χρόνου, είτε αύξησης της ποιότητας του έργου (βλ. Εικ. 2.9).

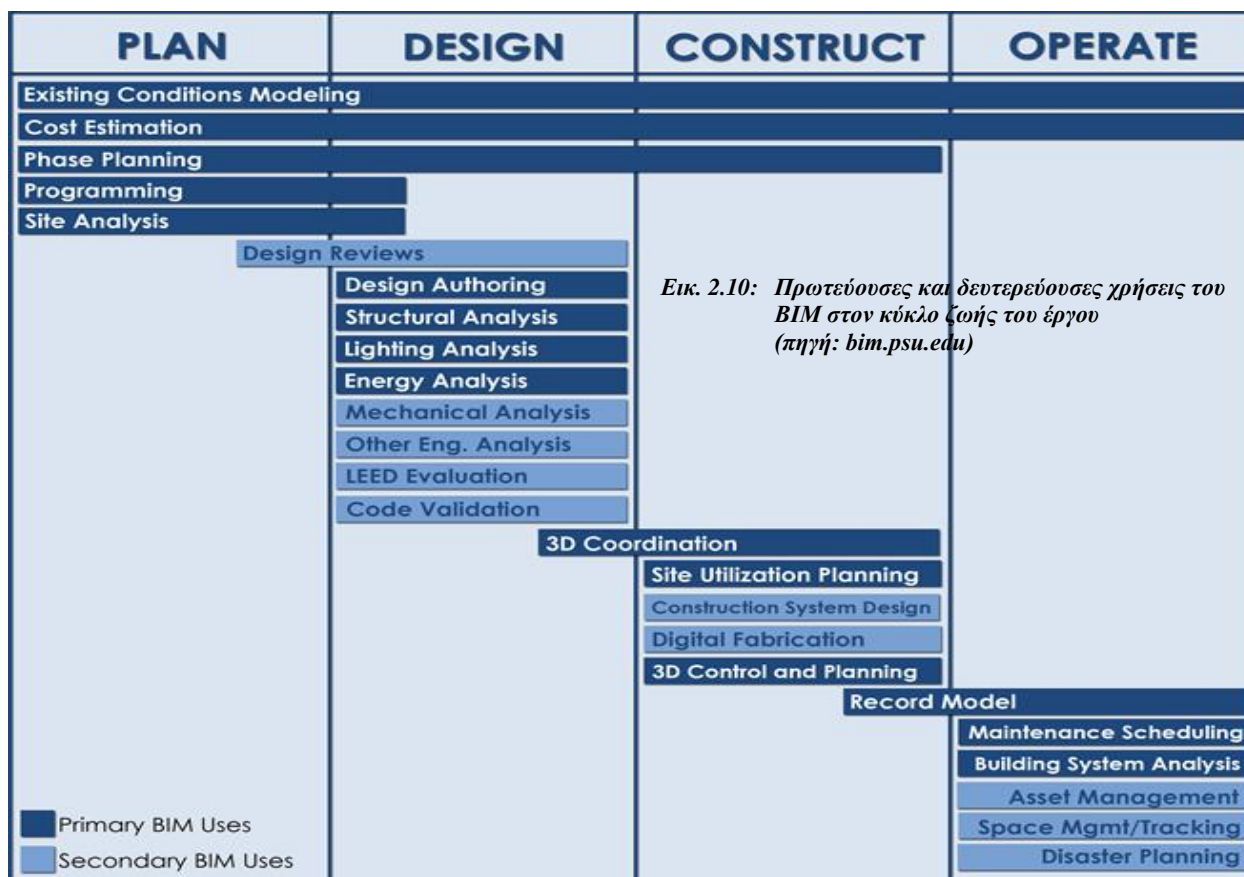


Εικ. 2.9: Το ιδανικό τρίγωνο της διαχείρισης τεχνικών έργων

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Το πεδίο εφαρμογής της μεθοδολογίας του ΠΟΕ δε περιορίζεται μόνο στο σχεδιασμό ή/και τη μελέτη του έργου. Η χρήση και τα πλεονεκτήματά της επεκτείνονται σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής του έργου, υποστηρίζοντας υπηρεσίες όπως διαχείριση και εκτίμηση κόστους (cost management and estimation), διαχείριση έργου (project management), θέματα κατασκευασιμότητας (constructability) και διαχείριση λειτουργιών (operations management), συντήρηση του έργου (maintenance, facility management).

Το τελικό αποτέλεσμα μιας τέτοιας ολιστικής διαδικασίας δεν είναι απλά ένα καλύτερο αποτέλεσμα του σχεδιασμού και της μελέτης του έργου. Είναι ένα πλήθος πληροφοριών αρμονικά συνυφασμένων με το εικονικό και με το πραγματικό – δομημένο αποτέλεσμα οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άμεση (διαχείριση λειτουργίας) και μελλοντική χρήση (συντήρηση του έργου). **Επίσης είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο όρος «building» δεν αναφέρεται απαραίτητα σε κτίριο, άλλα στην κατασκευαστική διαδικασία που ακολουθείται σε ένα έργο.** Ο όρος καλύπτει όλο το φάσμα των έργων πολιτικού μηχανικού (κτιριακά, λιμενικά έργα, έργα οδοποιίας, κλπ.) καθώς και έργα τοπογράφων μηχανικών (πχ. διαχείριση λατομείου), ηλεκτρολόγων και μηχανολόγων μηχανικών. Παρακάτω φαίνονται οι κύριες και δευτερεύουσες χρήσεις της μεθοδολογίας του BIM σε όλες τις φάσεις ενός έργου (Βλ. Εικ. 2.10).



Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Η βασική ιδέα της μεθοδολογίας BIM είναι ο ακριβής και ολοκληρωμένος σχεδιασμός, η μελέτη και η εικονική απεικόνιση του έργου, όπως ακριβώς θα κατασκευαστεί, πριν κατασκευαστεί.

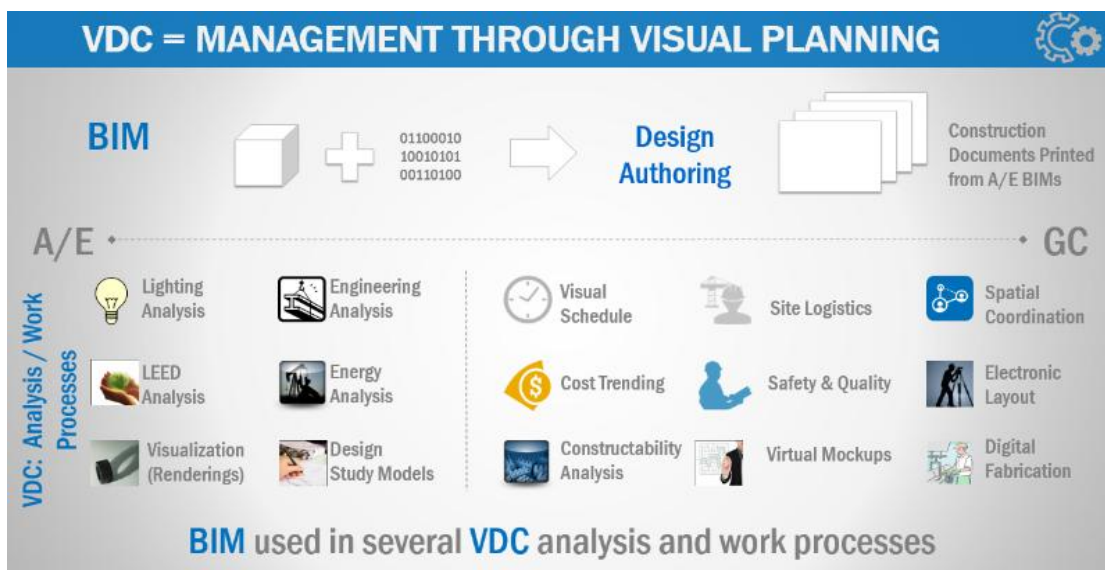
Με αυτή τη διαδικασία είναι δυνατό να επιλυθούν προβλήματα που μπορεί να προκύψουν στην πορεία του έργου και τα οποία θα μας έχουν ήδη εμφανιστεί στο στάδιο της εικονικής απεικόνισης και θα τα έχουμε αντιμετωπίσει πριν εμφανιστούν στο εργοτάξιο. Γι' αυτό το λόγο σε κάποιες χώρες η ίδια ολιστική μεθοδολογία μελέτης και κατασκευής ονομάζεται **Virtual Design & Construction (VDC)** ή **εικονικός σχεδιασμός και κατασκευή του έργου**.

2.5 Εικονικός σχεδιασμός και κατασκευή του έργου (VDC: Virtual Design and Construction)

Ο όρος Virtual Design and Construction εισηγήθηκε πρώτη φορά το 2001 από το **Center for Integrated Facility Engineering (CIFE)**^[10] του Stanford University με σκοπό να περιγράψει το νέο ψηφιακό περιβάλλον μέσα στο οποίο αναπτύσσονται πλέον όλες διαδικασίες υλοποίησης ενός τεχνικού έργου, μέρος του οποίου είναι και το BIM. Το πληροφοριακό ομοίωμα έργου (Building Information Modeling) και ο εικονικός σχεδιασμός-κατασκευή ή VDC (Virtual Design and Construction) του έργου είναι δυο έννοιες που είναι και θα είναι άρρηκτα συνδεδεμένες.

Ο εικονικός σχεδιασμός – κατασκευή (VDC) είναι η μεθοδολογία που αναπτύσσεται για τη διαχείριση τεχνικών έργων μέσω της οπτικοποίησης της κατασκευαστικής διαδικασίας που προσφέρει το πληροφοριακό ομοίωμα κτιρίου. Με απλά λόγια, θα λέγαμε ότι το VDC είναι ο τρόπος και το BIM το μέσο (Βλ. Εικ. 2.11).

Ο στόχος της ανάπτυξης αυτής της μεθοδολογίας είναι ο εξής: να προσομοιωθεί η κατασκευή του έργου (κτιρίου ή υποδομής) στον υπολογιστή ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που θα κατασκευαστεί στην πραγματικότητα. Αν λοιπόν ακολουθηθεί η ίδια διαδικασία, με τα ίδια μέσα σε μια εικονική πραγματικότητα, τότε μπορεί να βελτιστοποιηθεί η διαδικασία του προγραμματισμού, της αλληλουχίας των δραστηριοτήτων και η προ-κοστολόγηση του έργου, με την έννοια ότι θα αποφευχθούν λάθη που θα γίνονταν αν δεν είχε χρησιμοποιηθεί η ψηφιακή προσομοίωση της κατασκευαστικής διαδικασίας.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Εικ. 2.11: Η σχέση μεταξύ BIM και VDC (πηγή: Synchro Ltd. Software)

Αυτά τα λάθη δε συνεπάγονται μόνο χρονική καθυστέρηση και ανατροπή του προγράμματος, αλλά και επιπλέον συνολικό κόστος του έργου ή ακόμα και τροποποίηση της μελέτης του έργου. Ως επακόλουθο της παραπάνω προσέγγισης, αυξάνεται η ασφάλεια, η παραγωγικότητα, η συνεργασία και επικοινωνία των εμπλεκόμενων μερών, αλλά και η δουλειά των μελετητών γίνεται πιο εύκολη με την έννοια ότι προλαμβάνονται σχεδιαστικά λάθη πριν κατασκευαστούν. Το πιο σημαντικό όμως, είναι ότι ο Διαχειριστής του Έργου (Project Manager) μπορεί να εγγυηθεί στον Κύριο του Έργου τήρηση του προϋπολογισμού και του χρονοδιαγράμματος και παράλληλα αυξημένη ποιότητα.

Ο εικονικός σχεδιασμός και κατασκευή είναι κάτι περισσότερο από ένα μοντέλο ή προσομοίωμα που περιέχει τρισδιάστατα αντικείμενα και πληροφορίες για την υλοποίηση του έργου. Είναι η διαδικασία που ξεκινάει με τη χρήση και την οπτικοποίηση του μοντέλου και το εμπλουτίζει με τεχνικά μέσα και κατασκευαστικές μεθοδολογίες, έτσι ώστε να μπορέσει να υλοποιηθεί στο χρόνο που έχει προγραμματιστεί και με το κόστος που έχει προϋπολογιστεί.

Επιπλέον, με βάση τις αναφορές και την εμπειρία από έργα που έχουν ήδη υλοποιηθεί με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας-λογικής, οι μεθοδολογίες που αναπτύσσονται μπορούν να βελτιώνονται και να έχουμε ακόμα καλύτερα αποτελέσματα σε έργα που θα υλοποιούνται όσο περνάει ο χρόνος.

Η λογική που διέπει τη χρήση του VDC είναι απλή: υλοποιώντας το έργο δυο φορές, να αποφεύγονται τη δεύτερη φορά τα λάθη της πρώτης.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

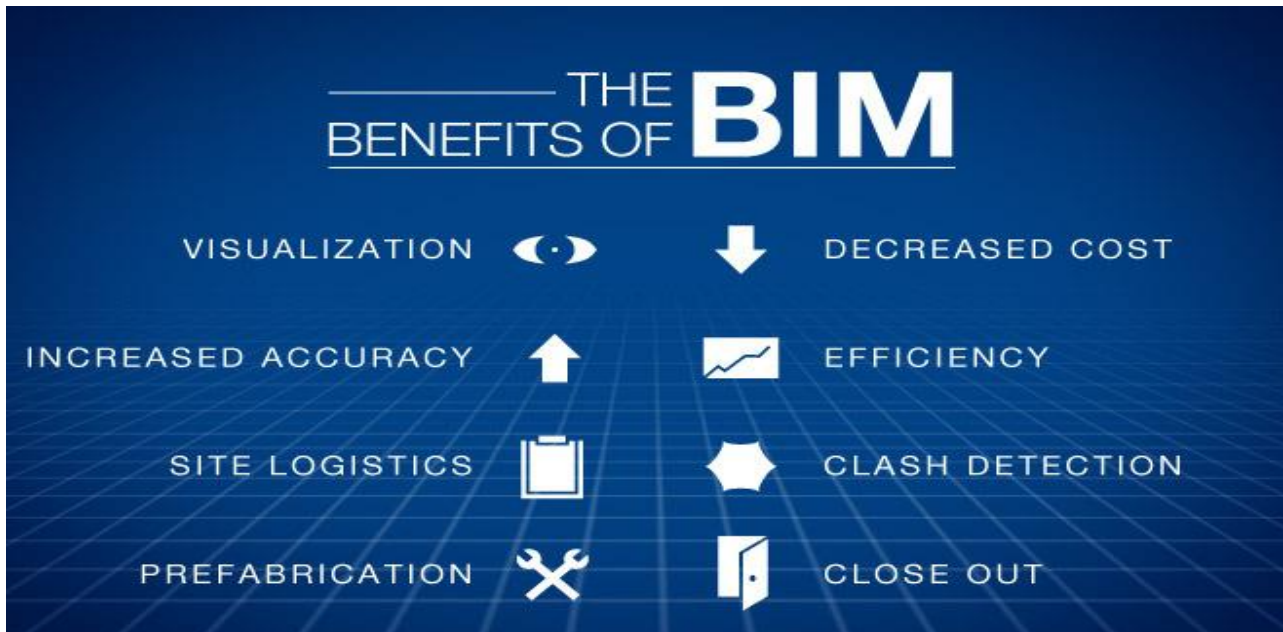
Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM**2.6 Οφέλη από τη χρήση του BIM**

Δεδομένου ότι το BIM είναι μία νέα τεχνολογία, ο ρυθμός υιοθέτησής του από τη βιομηχανία είναι σχετικά αργός. Λόγω όμως των εξαιρετικών ωφελειών που έχουν αποκομιστεί από τις πρώτες εφαρμογές του, κυριαρχεί η βεβαιότητα ότι η χρήση του θα επεκταθεί και θα καταλήξει να είναι αναπόσπαστο μέρος της μελετητικής και κατασκευαστικής διαδικασίας.

Το κύριο όφελος της χρήσης του BIM είναι η άμεση πρόσβαση που έχουν όλες οι ομάδες του έργου σε μία κοινή βάση πληροφοριών για την υλοποίηση του έργου, με αποτέλεσμα η διαδικασία αυτή να εξελίσσεται πιο ομαλά και με λιγότερα προσκόματα. Τα οφέλη του BIM απαντώνται σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του έργου (βλ. Εικ. 2.12).

Πιο αναλυτικά, τα οφέλη του BIM αναφέρονται κυρίως σε:

- Βελτιωμένη αποδοτικότητα στη μελέτη και τη κατασκευή εξαιτίας της εύκολης πρόσβασης στις πληροφορίες και τα στοιχεία του έργου.
- Άμεση ανανέωση και μεγαλύτερη ακρίβεια σχεδίων, αφού κατά το σχεδιασμό συνδυάζονται χωρικές, γεωμετρικές, κατασκευαστικές και λειτουργικές πληροφορίες του έργου.
- Αποφυγή των ασυμβατοτήτων μεταξύ των επιμέρους μελετών (clash detection).
- Έλεγχος της προόδου του έργου και αποφυγή της επικάλυψων των εργασιών μέσω της χρονικής προσομοίωσης και της εικονικής αναπαράστασης των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων.
- Μεγαλύτερη ακρίβεια μετρήσεων, καλύτερη εκτίμηση κόστους και αυξημένη ποιότητα μελέτης.
- Μελέτη ενεργειακής απόδοσης πολύ γρήγορα και πολύ νωρίς ταυτόχρονα με μελετητική διαδικασία.
- Ενωρίτερη παράδοση έργου.
- Έλεγχος κατασκευασιμότητας που οδηγεί σε μείωση του ρίσκου και του κόστους.
- Μείωση του κόστους καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου μέσω της αειφόρου ανάλυσης στη φάση του σχεδιασμού.
- Δυνατότητα συνεργασίας όλων των ομάδων του έργου σε ένα κοινό μοντέλο του έργου μέσω της χρήσης διαδικτυακής πλατφόρμας.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Εικ. 2.12: Σύνοψη των πλεονεκτημάτων από τη χρήση του BIM (πηγή: "The AEC Associates")

Πέρα από τα προφανή πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή της τεχνολογίας BIM και τις αποδοτικότερες λειτουργίες, η πραγματική αξία του BIM βρίσκεται στην παραγόμενη «υπεραξία». Η υπεραξία αυτή αναφέρεται σε όλες εκείνες τις δυνατότητες συνέργειας και σχέσης τόσο μεταξύ των εμπλεκόμενων επαγγελματιών, όσο και μεταξύ επαγγελματιών και πελάτη. Η υπεραξία αυτή φαίνεται σε κάθε στάδιο. Το BIM αποτελεί ουσιαστικά μια πλατφόρμα διεπιστημονικής συνεργασίας και επικοινωνίας που επιτρέπει στον χρήστη-πελάτη και στους εμπλεκόμενους επαγγελματίες να συμμετέχουν ενεργά στη μελέτη και το σχεδιασμό του έργου από πολύ νωρίς.

Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να παρακολουθούν την πορεία του κόστους, να εξετάσουν σχεδιαστικές στρατηγικές και επιλογές και να εκτιμήσουν την απόδοση του έργου, πολύ γρήγορα και από τα πρώτα στάδια της μελέτης. Με την εφαρμογή της μεθοδολογίας του BIM διευκολύνονται γενικά οι διαδικασίες και οι αναλύσεις που έως τώρα ήταν πολύ περίπλοκες, χρονοβόρες και κοστοβόρες κατά την πραγματοποίησή τους.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM**2.7 Κίνδυνοι κατά τη χρήση του BIM στα τεχνικά έργα**

Αν και το BIM φέρνει μία «επανάσταση» στον κλάδο των τεχνικών έργων, με πολλά πλεονεκτήματα και οφέλη για την κατασκευαστική βιομηχανία, δεν παύει η χρήση του να έχει ορισμένους κινδύνους. Οι κίνδυνοι αυτοί, ή μάλλον τα ζητήματα που μπορεί να προκύψουν, θα μπορούσαν να διαχωριστούν σε δυο κατηγορίες: σε νομικά και τεχνικά ζητήματα.

Ένα κύριο ζήτημα είναι ο προσδιορισμός των πνευματικών δικαιωμάτων του μοντέλου που προκύπτει από την ταυτόχρονη συνεργασία των μελετητών. Η κάθε ομάδα των μελετητών εισάγει πληροφορίες στο μοντέλο τις δικές του πληροφορίες και στοιχεία του έργου, ενώ ο ιδιοκτήτης πληρώνει για το συνολικό αποτέλεσμα. Τελικά, όλοι αποκτούν το ίδιο κοινό μοντέλο. Σε ποιον ανήκει τι; Θα μπορούσε οποιοσδήποτε εμπλέκεται στο έργο να πάρει πληροφορίες από το μοντέλο και να τις χρησιμοποιήσει προς όφελος του σε άλλο έργο χωρίς την άδεια του πραγματικού παραγωγού-ιδιοκτήτη των πληροφοριών;

Επιπλέον, ένα άλλο ζήτημα που πρέπει να αποσαφηνιστεί είναι το ποιος ελέγχει και εγκρίνει την εισαγωγή των δεδομένων στο μοντέλο και ποιος είναι υπεύθυνος για τυχόν ανακρίβειες που μπορεί να προκύψουν στις πληροφορίες που εισάγονται. Η ανάληψη της ευθύνης για την ενημέρωση των πληροφοριών του μοντέλου και η διασφάλιση της ακρίβειας αυτών είναι ένας σημαντικός νομικός κίνδυνος. Επίσης, εάν ο κύριος του έργου αντιληφθεί κατά την κατασκευή κάποιο στοιχείο διαφορετικό από το σχεδιασμό, από ποιον πρέπει να ζητήσει ευθύνη γι' αυτό το λάθος; Είναι σχετικά δύσκολο να αποδοθούν ευθύνες και να αποδειχθεί ποιος πραγματικά είναι υπαίτιος. Σε αυτό συμβάλλει σημαντικά το γεγονός ότι δεν υπάρχουν αρκετές σχετικές υποθέσεις που να έχουν φτάσει στη δικαιοσύνη, λόγω του νέου της εν λόγω τεχνολογίας.

Επειδή το πληροφοριακό ομοίωμα κτιρίου είναι τόσο σύνθετο, απαιτεί αρκετό χρόνο για την εισαγωγή και των έλεγχο των πληροφοριών που εισάγονται, με επακόλουθο ένα νέο κόστος στη διαδικασία της διαχείρισης του έργου. Έτσι, πριν αποφασιστεί η χρήση του BIM, πρέπει να ελεγχθεί ο κίνδυνος μήπως το επιπλέον κόστος χρήσης της τεχνολογίας αυτής ξεπερνάει το κέρδος που θα μας εξασφαλίσει στην κατασκευαστική διαδικασία εάν το εφαρμόσουμε αντί του παραδοσιακού τρόπου δουλειάς.

Τελευταίο, αλλά αρκετά σημαντικό είναι το ζήτημα της επιλογής της κατάλληλης πλατφόρμας λογισμικού που θα χρησιμοποιηθεί. Όπως προαναφέρθηκε, ο χρονικός προγραμματισμός (4D) και η εκτίμηση του κόστους (5D) είναι δυο διαστάσεις που ενσωματώθηκαν τελευταία στο τρισδιάστατο μοντέλο πληροφοριών.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 2^ο – Βασικές έννοιες του BIM

Πριν από την εφαρμογή του BIM, με αυτές τις δυο διαστάσεις (4D και 5D) ασχολούνταν εξειδικευμένο προσωπικό με αντίστοιχα ανεξάρτητα λογισμικά χωρίς τη δυνατότητα άμεσης ανταλλαγής στοιχείων.

Είναι δύσκολο λοιπόν να βρεθεί το λογισμικό που θα κάνει τη δουλειά και του σχεδιασμού και της ανάλυσης και του χρονικού προγραμματισμού και της κοστολόγησης στην ίδια πλατφόρμα με την ίδια ακρίβεια και χωρίς λάθη, μιας και αυτά τα λογισμικά αναπτύσσονταν ξεχωριστά μέχρι τώρα. Κάνει ένα λογισμικό που υποστηρίζει όλες τις διαστάσεις της κατασκευής την ίδια δουλειά με εκείνη που κάνει το κάθε ένα εξειδικευμένο λογισμικό για την κάθε διάσταση; Κι αν ναι, είναι διαθέσιμο κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό για τη χρήση του;

Όπως και να έχει μπορούν να βρεθούν αποτελεσματικοί τρόποι να επιλυθούν αυτά τα ζητήματα και κατ' επέκταση να περιοριστούν οι κίνδυνοι που αναφέρθηκαν. Όσον αφορά το λογισμικό, με το πέρασμα του χρόνου, την έρευνα και τις δοκιμές στα καινούρια λογισμικά είναι δυνατό να βελτιωθούν σημαντικά οι πλατφόρμες του BIM και το προσωπικό να εξοικειωθεί με τη χρήση τους. Όσον αφορά τα νομικά ζητήματα και τα θέματα ευθύνης, έχουν ήδη αναπτυχθεί υποδείγματα και πρότυπα ολοκληρωμένων συμβάσεων παράδοσης έργου με την εφαρμογή της τεχνολογίας BIM – κυρίως στην Μ. Βρετανία – και τυποποιημένα πρωτόκολλα για τη συνεργασία μεταξύ των ομάδων του έργου που πρέπει να συμφωνούνται ώστε οι κίνδυνοι και οι ευθύνες να μοιράζονται ανάλογα με τη συμβολή που θα έχει το κάθε μέλος της κάθε ομάδας στην ανάπτυξη του μοντέλου.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

Κεφάλαιο 3ο

Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

Σύνοψη:

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται ανάλυση της έννοιας της Διαλειτουργικότητας (Interoperability) και της συνεργασίας των διαφόρων συστημάτων κατά την εφαρμογή της τεχνολογίας BIM, περιγράφονται τα επίπεδα διαβάθμισης της διαλειτουργικότητας που έχουν καθιερωθεί ανάλογα με το βαθμό συνεργασίας που επιτυγχάνεται κατά τη χρήση του Πληροφοριακού Ομοιώματος του Έργου και παρουσιάζονται τα βασικά ανοικτά διεθνή πρότυπα που έχουν συμφωνηθεί για τη διασφάλιση της διαλειτουργικότητας. Τέλος περιγράφεται η χρήση του ΠΟΕ μέσα από διαδικτυακές πλατφόρμες (cloud-based BIM).

3.1 Εισαγωγή – Ορισμός

Στον χώρο των κατασκευών εμπλέκονται πολλά άτομα και ομάδες: εργολάβοι, αρχιτέκτονες, πολιτικοί μηχανικοί, μηχανολόγοι, δημόσιες αρχές, προμηθευτές, πελάτες κλπ. Αυτό σημαίνει, υψηλές απαιτήσεις για επικοινωνία και συνεχή μεταφορά δεδομένων (κατασκευαστικά σχέδια, πολλών ειδών μελέτες, αλλαγές σχεδιασμού, λεπτομέρειες για την κατασκευή, παραγγελίες υλικών, αναφορές πορείας εργασιών, κλπ).

Συνήθως η κάθε ομάδα του έργου χρησιμοποιεί διαφορετικού είδους λογισμικά και συστήματα από τις υπόλοιπες, και επομένως για την επεξεργασία των δεδομένων απαιτείται η επαν-εισαγωγή των πληροφοριών που λαμβάνονται από τις υπόλοιπες ομάδες του έργου εξ αρχής στο σύστημα κάθε ομάδας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μεγάλη καθυστέρηση και λάθη κατά την ανταλλαγή πληροφοριών. Το ζητούμενο επομένως είναι να αποφευχθούν αυτά τα προβλήματα και να βελτιωθεί η ταχύτητα και η αξιοπιστία αυτής της διαδικασίας.

Σε αυτό το πλαίσιο, ένας νέος όρος κάνει την εμφάνιση του τα τελευταία χρόνια, που λέγεται **Διαλειτουργικότητα (Interoperability)**, και εκφράζει την ικανότητα συνεργασίας μεταξύ λογισμικών και συστημάτων διαφορετικού τύπου όπως, αρχιτεκτονικά, στατικά, λογισμικά χρονικού προγραμματισμού, κοστολόγησης και άλλων εφαρμογών, που επιτρέπουν αυτόματη και αξιόπιστη ανταλλαγή δεδομένων.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

Πιο συγκεκριμένα ως **Διαλειτουργικότητα** ορίζεται^[11] η δυνατότητα ενός προϊόντος ή συστήματος - του οποίου οι διεπαφές είναι πλήρως τεκμηριωμένες - να συνδέεται και να συνεργάζεται λειτουργικά με άλλα προϊόντα ή συστήματα, κατά το παρόν και το μέλλον, χωρίς περιορισμούς στην πρόσβαση ή φραγμούς στην υλοποίηση αυτής της συνεργασίας.

Στην πράξη, διαλειτουργικότητα είναι η ικανότητα μεταφοράς και αξιοποίησης της πληροφορίας με ένα ομοιογενή και αποτελεσματικό τρόπο μεταξύ διαφόρων οργανισμών σε επίπεδο πληροφοριακών συστημάτων, με τη χρήση ανοιχτών, προτυποποιημένων δομών αρχείων, δεδομένων και πρωτόκολλων επικοινωνίας.

Ο ορισμός στην πρωτογενή μορφή του:

Interoperability is a characteristic of a product or system, whose interfaces are completely understood, to work with other products or systems, present or future, in either implementation or access, without any restrictions.

Για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας σε επίπεδο συστημάτων πληροφορικής και οργανισμών έχουν δημιουργηθεί διάφορα πλαίσια και πρότυπα διαλειτουργικότητας σε παγκόσμια κλίμακα. Αυτά τα πρότυπα διαλειτουργικότητας περιέχουν τεχνικές προδιαγραφές και περιγράφουν αναλυτικά τρόπους αποθήκευσης, μεταφοράς και παρουσίασης των δεδομένων.

Το θέμα της διαλειτουργικότητας γίνεται όλο και πιο εμφανές καθώς χρησιμοποιούνται περισσότερα λογισμικά, διαφορετικά μεταξύ τους με στόχο όλες οι πληροφορίες του έργου να ενωθούν σε ένα και μοναδικό μοντέλο. Το BIM βασίζεται στη διαλειτουργικότητα, και τα επίπεδα συνεργασίας των συστημάτων είναι αυτά που εξασφαλίζουν τη δυνατότητα εισαγωγής και συναρμογής διαφορετικών σχεδίων και πληροφοριών σε ένα κοινό, ενιαίο μοντέλο του έργου.

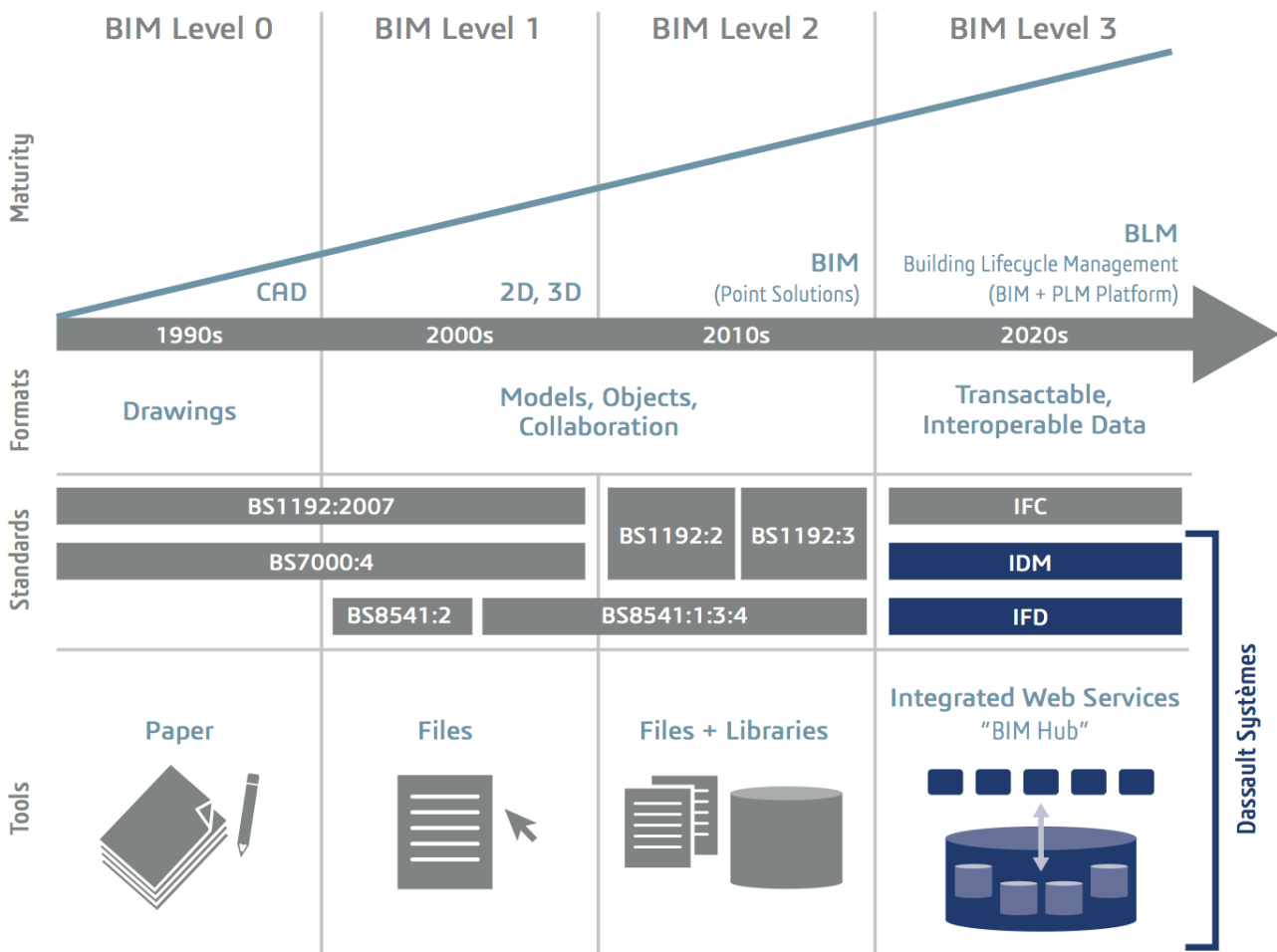
Σήμερα, σε σχέση με την τεχνολογία του πληροφοριακού ομοιώματος έργου, έχουν κωδικοποιηθεί και προτυποποιηθεί διεθνώς τέσσερα επίπεδα διαβάθμισης της διαλειτουργικότητας, όπως περιγράφεται στην επόμενη ενότητα (βλ και Εικ 3.1). Η διαβάθμιση γίνεται με κριτήριο το βαθμό ωρίμανσης της τεχνολογίας BIM που εκφράζεται και από το βαθμό άμεσης συνεργασίας και επικοινωνίας που επιτυγχάνεται μεταξύ των συστημάτων και των εμπλεκόμενων μερών κατά την υλοποίηση του έργου και την ανάπτυξη του πληροφοριακού μοντέλου του έργου.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

3.2 Επίπεδα διαλειτουργικότητας του ΠΟΕ

Η έννοια των επιπέδων διαλειτουργικότητας του BIM (Levels of Collaboration) έχει υιοθετηθεί προκειμένου να καθορίζονται οι προϋποθέσεις για είναι ένα μοντέλο πληροφοριών συμβατό με τα πρότυπα διαλειτουργικότητας, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή του καθολικά σε όλες τις φάσεις υλοποίησης ενός έργου και σε όλες τις διαστάσεις. Η διαλειτουργικότητα εντάσσεται στο πλαίσιο των προσπαθειών που γίνονται διεθνώς για την πλήρη ψηφιοποίηση του κλάδου των κατασκευών. Μετά από εφαρμοσμένη έρευνα σε έργα, έχει πλέον αναγνωριστεί^[12] σε παγκόσμιο επίπεδο ότι η πρόοδος της βιομηχανίας των κατασκευών συνδέεται άμεσα με τη χρήση ενός μοναδικού μοντέλου συλλογικής εργασίας που μπορεί να βελτιώσει σε σημαντικό βαθμό τη διαδικασία υλοποίησης, τον χρονικό προγραμματισμό και την εκτίμηση του κόστους ενός έργου.



Εικ. 3.1: Γραφική απεικόνιση των επιπέδων διαλειτουργικότητας του BIM που έχουν καθιερωθεί στη Μ.Βρετανία

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

Στην Εικ. 3.1 εμφανίζονται σχηματικά τα επίπεδα διαβάθμισης της διαλειτουργικότητας για την εφαρμογή της τεχνολογίας του ΠΟΕ, που έχουν καθιερωθεί στη Μ. Βρετανία^[13], και τα αντίστοιχα εθνικά πρότυπα που περιγράφουν τις απαιτήσεις κάθε επιπέδου.

Η διαβάθμιση αυτή που έχει υιοθετηθεί διεθνώς, προβλέπει 4 επίπεδα ανάπτυξης, από 0 έως 3, που αν και δεν έχουν ακριβή ορισμό, η γενική ιδέα τους είναι η εξής:

- **Επίπεδο 0:** Στην απλούστερη μορφή του πληροφοριακού ομοιώματος, το επίπεδο 0 σημαίνει ουσιαστικά ότι δεν υπάρχει καμία συνεργασία μεταξύ των φάσεων υλοποίησης και των ομάδων του έργου. Χρησιμοποιείται μόνο «παραδοσιακή» σχεδίαση 2D CAD κυρίως για την παραγωγή γραφικών πληροφοριών οι οποίες διανέμονται είτε μέσω εκτυπώσεων σε έντυπη μορφή είτε μέσω ηλεκτρονικών εκτυπώσεων (π.χ. αρχεία pdf), ή ένα μίγμα και των δύο. Στις περισσότερες χώρες ο κατασκευαστικός κλάδος έχει ήδη ξεπεράσει το επίπεδο αυτό. Δυστυχώς η Ελλάδα δεν συγκαταλέγεται σε αυτές.
- **Επίπεδο 1:** Αυτό το επίπεδο συνήθως περιλαμβάνει ένα μίγμα 3D CAD σχεδίων για την εποπτική εικόνα του έργου, και 2D σχέδια για τη σύνταξη των απαραίτητων εγγράφων αδειοδότησης και για την απεικόνιση των τεχνικών μελετών για την κατασκευή του έργου. Η ανταλλαγή δεδομένων πραγματοποιείται με ηλεκτρονικά αρχεία συμφωνημένης δομής (format) από ένα κοινά προσβάσιμο διαδικτυακό τόπο, τον οποίο συνήθως τον διαχειρίζεται ο Κύριος του Έργου ή ο Διαχειριστής του Έργου (Project Manager). Κάθε ομάδα του έργου παράγει και αναρτά τα δικά της στοιχεία σε αυτό το περιβάλλον, χωρίς να υπάρχει άμεση συνεργασία μεταξύ των διαφόρων χρηστών ή ομάδων και των παραδοτέων τους. Αυτό είναι το επίπεδο στο οποίο λειτουργούν σήμερα οι περισσότερες επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα των κατασκευών.
- **Επίπεδο 2:** Το τρίτο επίπεδο διακρίνεται από τη συλλογική εργασία όλων των ομάδων του έργου, οι οποίες χρησιμοποιούν τα δικά του τριδιάστα μοντέλα πληροφοριών, αλλά δεν εργάζονται κατ' ανάγκη σε ένα ενιαίο, κοινό μοντέλο. Η διαλειτουργικότητα επιτυγχάνεται με τη χρήση λογισμικών που παράγουν και διαβάζουν συγκεκριμένες μορφές αρχείων BIM (όπως το πρότυπο IFC) πράγμα που επιτρέπει την αυτόματη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των μοντέλων της κάθε ομάδας για ένα μεγάλο αριθμό εφαρμογών. Με τη χρήση κοινής μορφής αρχείων μπορεί οποιαδήποτε ομάδα του έργου να πάρει τα σχέδια ή τις πληροφορίες σχεδιασμού μιας άλλης ομάδας και συνδιάζοντας τα με τα δικά της να υλοποιήσει ένα ενοποιημένο μοντέλο BIM.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

Κάθε χρήστης έχει τη δυνατότητα να δουλεύει με έξυπνα αντικείμενα όπως τοίχους, υποστυλώματα, ανοίγματα κτλ. τα οποία περιέχουν πληροφορίες οι οποίες μεταφέρονται από το ένα πρόγραμμα στο άλλο και μπορούν να συναρμοστούν σε ένα κοινό μοντέλο όπου όλες οι αλλαγές και έλεγχοι του έργου να διενεργούνται σε αυτό.

Απαραίτητη προϋπόθεση είναι τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται να παράγουν αρχεία σύμφωνα με ένα από τα διεθνή πρότυπα που έχουν αναπτυχθεί, όπως είναι το IFC (Industry Foundation Class) και το COBie (Construction Operations Building Information Exchange) τα οποία θα αναλύονται στη συνέχεια.

Ο στόχος που έχει τεθεί από τις κυβερνήσεις πολλών χωρών είναι αυτό το επίπεδο να είναι το ελάχιστο από άποψη διαλειτουργικότητας, που θα πρέπει να επικρατήσει μέσα στην επόμενη πενταετία σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο. Η Μ.Βρετανία έχει ήδη καθιερώσει από τον Απρίλιο του 2016 την υποχρέωση συμμόρφωσης με το επίπεδο αυτό για τα τις μελέτες δημοσίων έργων.

- **Επίπεδο 3:** Το πλέον προχωρημένο επίπεδο διαλειτουργικότητας, αντιπροσωπεύει την πλήρη συνεργασία μεταξύ όλων των ομάδων του έργου από την έναρξη του σχεδιασμού πάνω σε ένα κοινό, ενιαίο μοντέλο το οποίο αποθηκεύεται σε ένα κοινά υπολογιστικό σύστημα ή στο διαδίκτυο. Κύριο χαρακτηριστικό αυτού του επιπέδου είναι η δυνατότητα απευθείας σύνδεσης των συνεργαζόμενων προγραμμάτων μέσω εντολής, και αυτόματης μεταφοράς στοιχείων από το ένα πρόγραμμα στο άλλο χωρίς καμία άλλη παρέμβαση. Η λειτουργία αυτή επιτρέπει εισαγωγή των απαιτούμενων στοιχείων από μία εφαρμογή στην άλλη και ταυτόχρονα τον εμπλουτισμό και τη συμπλήρωση του κοινού πληροφοριακού μοντέλου του έργου με τα αποτελέσματα κάθε εφαρμογής, έτσι ώστε στο μοντέλο να περιλαμβάνονται ανά πάσα στιγμή όλες οι πληροφορίες και τα στοιχεία που έχουν παραχθεί για το έργο μέχρι αυτή τη στιγμή. Με τη χρήση διαδικτυακής πλατφόρμας (cloud-based BIM) το πληροφοριακό ομοίωμα αναρτάται στο διαδίκτυο και ο κάθε χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση και να δουλεύει πάνω στο κοινό διαλειτουργικό μοντέλο (iBIM) από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου και όλες οι αλλαγές να είναι ορατές στους υπόλοιπους χρήστες σε πραγματικό χρόνο.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)**3.3 Το διαλειτουργικό μοντέλο του ΠΟΕ (iBIM)**

Ένα κατασκευαστικό έργο είναι δύσκολο να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί ολοκληρωτικά με τη χρήση λογισμικού και συστημάτων από μία μοναδική εταιρεία. Ακόμα και αν ο σχεδιασμός του έργου μπορεί να επιτευχθεί με ένα μοναδικό λογισμικό, στο μοντέλο που προκύπτει (τριδιάστατο ή διδιάστατο) πρέπει να προστεθούν πληροφορίες σχετικές τα λοιπά στάδια υλοποίησης του έργου, όπως ο προϋπολογισμός, οι συγγραφές υποχρεώσεων, οι τεχνικές προδιαγραφές, κλπ. Αυτό απαιτεί τη συνεργασία διαφορετικών συστημάτων πληροφορικής. Όταν συστήματα από διαφορετικές εταιρείες και φιλοσοφίες καλούνται να συνεργαστούν στην υλοποίηση ενός έργου, τότε πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν κάτω από τα ίδια πρότυπα και κανόνες επικοινωνίας. Ένα μοντέλο πληροφοριών το οποίο είναι ικανό να λειτουργήσει αποτελεσματικά κάτω από αυτά τα πρότυπα και τους κανόνες μπορεί να θεωρηθεί ανοιχτό και **διαλειτουργικό μοντέλο** της τεχνολογίας του **BIM**.

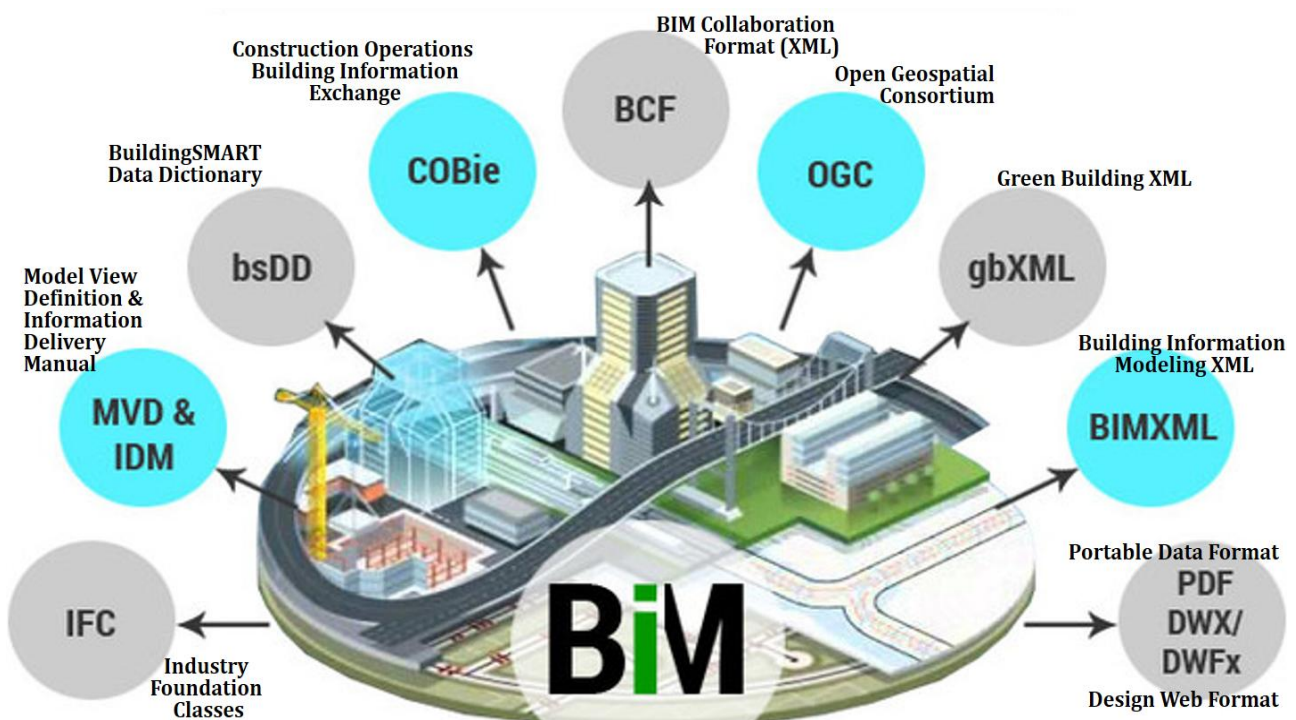
Αυτό το μοντέλο πρέπει να ικανοποιεί συγκεκριμένες απαιτήσεις προκειμένου να θεωρηθεί διαλειτουργικό, όπως π.χ. είναι οι ακόλουθες:

- Να υποστηρίζει ένα περιβάλλον εργασίας ανοιχτό σε όλα τα άτομα που συμμετέχουν στο έργο και τα οποία θα μπορούν να το χρησιμοποιήσουν ανεξάρτητα από τα λογισμικά που χρησιμοποιούν.
- Να υποστηρίζει μια κοινή γλώσσα επικοινωνίας μεταξύ της των επιχειρήσεων του κλάδου των τεχνικών έργων και των φορέων υλοποίησης έργων του δημόσιου τομέα.
- Να παρέχει στοιχεία για το έργο τα οποία να είναι προσβάσιμα οποιαδήποτε στιγμή, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλο τον κύκλο ζωής του έργου, αποφεύγοντας την πολλαπλή εισαγωγή των ίδιων πληροφοριών και τα σφάλματα που προκύπτουν από αυτή τη διαδικασία.
- Να εξασφαλίζει τη σύνδεση με διαδικτυακή βάση δεδομένων, ώστε όλες οι πληροφορίες του μοντέλου BIM να είναι απευθείας διαθέσιμες και επεξεργάσιμες από τους ενδιαφερόμενους.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)**3.4 Ανοιχτά πρότυπα Διαλειτουργικότητας**

Τα συστήματα πληροφορικής επεξεργάζονται και αποθηκεύουν δεδομένα, αλλά επικοινωνούν και μεταξύ τους. Ο τρόπος επεξεργασίας αποθήκευσης και μεταφοράς των δεδομένων δεν είναι ο ίδιος για όλα τα συστήματα, ωστόσο σε κάθε περίπτωση στηρίζεται σε ένα πρότυπο, δηλαδή ένα σύνολο προδιαγραφών που περιγράφει ακριβώς το πώς μεταφέρονται ή αποθηκεύονται τα δεδομένα. Τα πρότυπα αυτά μπορεί να είναι ή ανοιχτά και διαθέσιμα σε όσους ενδιαφέρονται, ή κλειστά δηλαδή να είναι διαθέσιμα μόνο υπό προϋποθέσεις και συγκεκριμένους περιορισμούς.

Τα ανοιχτά πρότυπα δημιουργούνται από τη συνεργασία ενδιαφερομένων φορέων που καταλήγουν να υιοθετήσουν ένα σύνολο προδιαγραφών, οι οποίες καλύπτουν συγκεκριμένες απαιτήσεις, ενώ παράλληλα προσφέρονται με ελεύθερη και χωρίς περιορισμούς πρόσβαση και δικαιώματα χρήσης. Ειδικότερα για την εφαρμογή της τεχνολογίας BIM έχουν δημιουργηθεί διάφορα τέτοια πρότυπα ανάλογα με τη χρήση που απαιτείται και τα οποία φαίνονται παρακάτω στην Εικ. 3.2. Τα δυο πιο σημαντικά για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας των συστημάτων του BIM είναι διεθνές το πρότυπο ISO 16739 IFC (Industry Foundation Classes) και το COBie (Construction Operations building Information Exchange).



Εικ. 3.2: Τα ανοιχτά πρότυπα διαλειτουργικότητας του BIM (Πηγή Designing Buildings Wiki)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

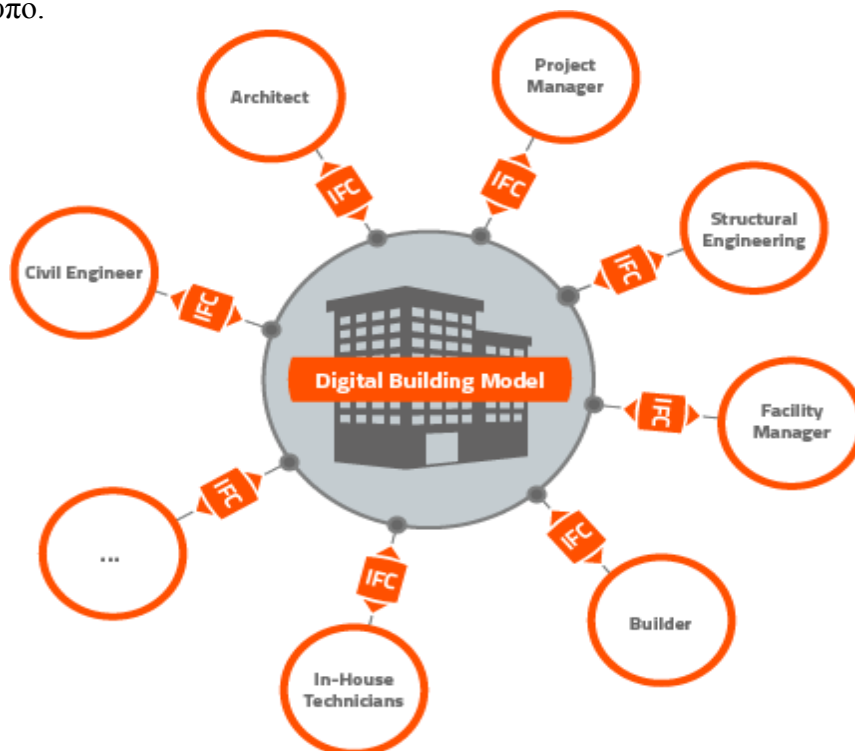
Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

3.4.1 Το πρότυπο ISO 16739: Industry Foundation Classes (IFC) - Data Schema

Αποτελεί το πιο παλιό και το πιο διαδεδομένο πρότυπο σχετικά με την ψηφιοποίηση στον κατασκευών. Πρώτη φορά αναπτύχθηκε το 1994 από μια ένωση βιομηχανιών και εταιρειών που δημιουργήθηκε για την εξασφάλιση της διαλειτουργικότητας, και η οποία αργότερα, το 1997, ονομάστηκε «Διεθνής Συμμαχία Διαλειτουργικότητας» (International Alliance of Interoperability - IAI)^[14]. Σήμερα είναι γνωστή ως buildingSMART και συνεχίζει να έχει ως κύριο αντικείμενο ενασχόλησης τη διασφάλιση της διαλειτουργικότητας μεταξύ των λογισμικών τη βιομηχανία των κατασκευών με τη βελτίωση και τη ανάπτυξη των προηγούμενων εκδόσεων του προτύπου IFC.

Το ανοιχτό αυτό πρότυπο θεωρείται το κύριο πρότυπο για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των λογισμικών που καλύπτουν οποιοδήποτε στάδιο στον κύκλο ζωής ενός κατασκευαστικού έργου (βλ Εικ. 3.3).

Από το 1996 που κυκλοφόρησε η πρώτη έκδοση του προτύπου, έχουν ήδη γίνει έξι εκδόσεις: IFC1.5.1, IFC2.0, IFC2x, IFC2x2, IFC2x3 και IFC4 (γνωστή και ως IFC2x4)^[15]. Παρόλο που η έκδοση IFC2x3 προτείνεται ως η καλύτερη επιλογή από την buildingSMART και αυτή που καλύπτεται από τις περισσότερες εταιρείες λογισμικού, η έκδοση IFC4 έχει υιοθετηθεί και από τον διεθνή οργανισμό τυποποίησης ISO ως πρότυπο ISO 16737:2013^[16] και πλέον αποτελεί επίσημα ένα διεθνώς αναγνωρισμένο πρότυπο.



Εικ. 3.3: Η επικοινωνία μεταξύ των ομάδων του έργου με τη χρήση του προτύπου IFC (Πηγή www.ifcwiki.org)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

Το IFC είναι ένα ηλεκτρονικό αρχείο το οποίο χρησιμοποιώντας μόνο κείμενο περιγράφει και κωδικοποιεί τις ιδιότητες των αντικειμένων ενός πληροφοριακού μοντέλου έργου (βλ Εικ. 3.4). Κατά συνέπεια αποτελεί μια κοινή γλώσσα επικοινωνίας μεταξύ των διαφορετικών λογισμικών που συνεργάζονται γύρω από το Building Information Modelling διατηρώντας όμως τις πληροφορίες για τη φύση του κάθε αντικειμένου που εισάγει στο διαλειτουργικό μοντέλο.

Για παράδειγμα, αν εισάγουμε ως IFC format τη στατική μελέτη στο πληροφοριακό ομοίωμα της αντίστοιχης κατασκευής, αυτή θα ενσωματωθεί στο πληροφοριακό μοντέλο ως τρισδιάστατα αντικείμενα του φέροντα οργανισμού, αλλά παράλληλα θα διατηρεί τα αποτελέσματα της στατικής ανάλυσης σε μορφή κειμένου στο ενσωματωμένο αρχείο IFC. Έτσι, υπάρχει η δυνατότητα της αντίστροφης διαδικασίας και από το πληροφοριακό μοντέλο μπορούμε να εξάγουμε τη στατική μελέτη του έργου και να την τροποποιήσουμε αν απαιτείται.

```

1118 #1145=IFCARBITRARYOPENPROFILEDEF(.CURVE.,$, #1144);
1119 #1146=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#3,$,$);
1120 #1147=IFCSURFACEOFLINEAREXTRUSION(#1145,#1146,#9,2.6);
1121 #1148=IFCCONNECTIONSURFACEGEOMETRY(#1147,$);
1122 #1149=IFCCARTESIANPOINT(4.6939999999999983,-11.042000000000001);
1123 #1150=IFCCARTESIANPOINT(6.356000000000001,-11.042000000000001);
1124 #1151=IFCPOLYLINE((#1149,#1150));
1125 #1152=IFCARBITRARYOPENPROFILEDEF(.CURVE.,$, #1151);
1126 #1153=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#3,$,$);
1127 #1154=IFCSURFACEOFLINEAREXTRUSION(#1152,#1153,#9,2.6);
1128 #1155=IFCCONNECTIONSURFACEGEOMETRY(#1154,$);
1129 #1156=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Reference',$,IFCLABEL('',)$);
1130 #1157=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('CeilingCovering',$,IFCLABEL('CeilingCovering'),$);
1131 #1158=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('WallCovering',$,IFCLABEL('WallCovering'),$);
1132 #1159=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('FloorCovering',$,IFCLABEL('FloorCovering'),$);
1133 #1160=IFCPROPERTYSET('0$aSB1$xf2BP1J5R6z2Gjg',#33,'Pset_SpaceCommon',$, (#1156,#1157,#1158,#1159));
1134 #1161=IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('1Tzk3h411D_RfpPvrJ9tIt',#33,$, (#1059,#1160));
1135 #1162=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Number',$,IFCLABEL('A204'),$);
1136 #1163=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Name',$,IFCLABEL('Bathroom 2'),$);
1137 #1164=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Level',$,IFCLABEL('Level 2'),$);
1138 #1165=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Upper Limit',$,IFCLABEL('Level 2'),$);
1139 #1166=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Limit Offset',$,IFLENGTHMEASURE(2.6),$);
1140 #1167=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Area',$,IFCAREAMEASURE(5.415819401311199),$);
1141 #1168=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Perimeter',$,IFLENGTHMEASURE(9.841231529857001),$);
1142 #1169=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Unbounded Height',$,IFLENGTHMEASURE(2.600000000000001),$);
1143 #1170=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Volume',$,IFCOLUMEASURE(12.24022085941887),$);
1144 #1171=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Phase',$,IFCLABEL('New Construction'),$);
1145 #1172=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('OmniClass Table 13 Category',$,IFCLABEL('13-41 11 14 11: Bathroom'),$);
1146 #1173=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('CeilingCovering',$,IFCLABEL('CeilingCovering'),$);
1147 #1174=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('FloorCovering',$,IFCLABEL('FloorCovering'),$);

```

Γεωμετρία

Ιδιότητες

Ποσότητες

Classification

Εικ. 3.4: Παράδειγμα περιγραφής ενός αντικειμένου BIM με το πρότυπο IFC

Το πρότυπο IFC δημιουργήθηκε κυρίως από την ανάγκη για διαλειτουργικότητα στο σχεδιασμό και την ανάλυση της κατασκευής. Πριν την έκδοση IFC2x3 δεν μπορούσαν να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις για διαλειτουργικότητα πέρα από το τρισδιάστατο

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

πληροφοριακό μοντέλο. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκαν συμπληρωματικά πρότυπα που συμπεριλαμβάνονται στις μεταγενέστερες εκδόσεις του IFC με στόχο να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες που προσφέρει το BIM και στα λοιπά στάδια ανάπτυξης ενός έργου. Η μεγαλύτερη απαίτηση ήταν για ένα πρότυπο το οποίο θα συμπεριλάμβανε τις πληροφορίες για τη διαχείριση της λειτουργίας του έργου και των εγκαταστάσεων του μετά το πέρας της κατασκευής. Η απαίτηση αυτή καλύφθηκε με την ανάπτυξη του προτύπου COBie.

3.4.2 Το πρότυπο COBie (Construction Operations Building Information Exchange)

Το πρότυπο COBie (Construction Operations Building Information Exchange) δημιουργήθηκε τον Ιούνιο του 2007 από τον επικεφαλής του σώματος μηχανικών του Αμερικανικού στρατού, Bill East^[17] για τη βελτίωση και συμπλήρωση του ήδη διαδεδομένου προτύπου IFC. Ο σκοπός ήταν να διευρύνει τις δυνατότητες αξιοποίησης του BIM, ενσωματώνοντας πέρα από τις πληροφορίες του σχεδιασμού και της κατασκευής του έργου, και αυτές της λειτουργίας και της συντήρησής του δεδομένου ότι η λειτουργία και συντήρηση ενός έργου αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό (περίπου το 90%) του συνολικού κόστους κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής του έργου.

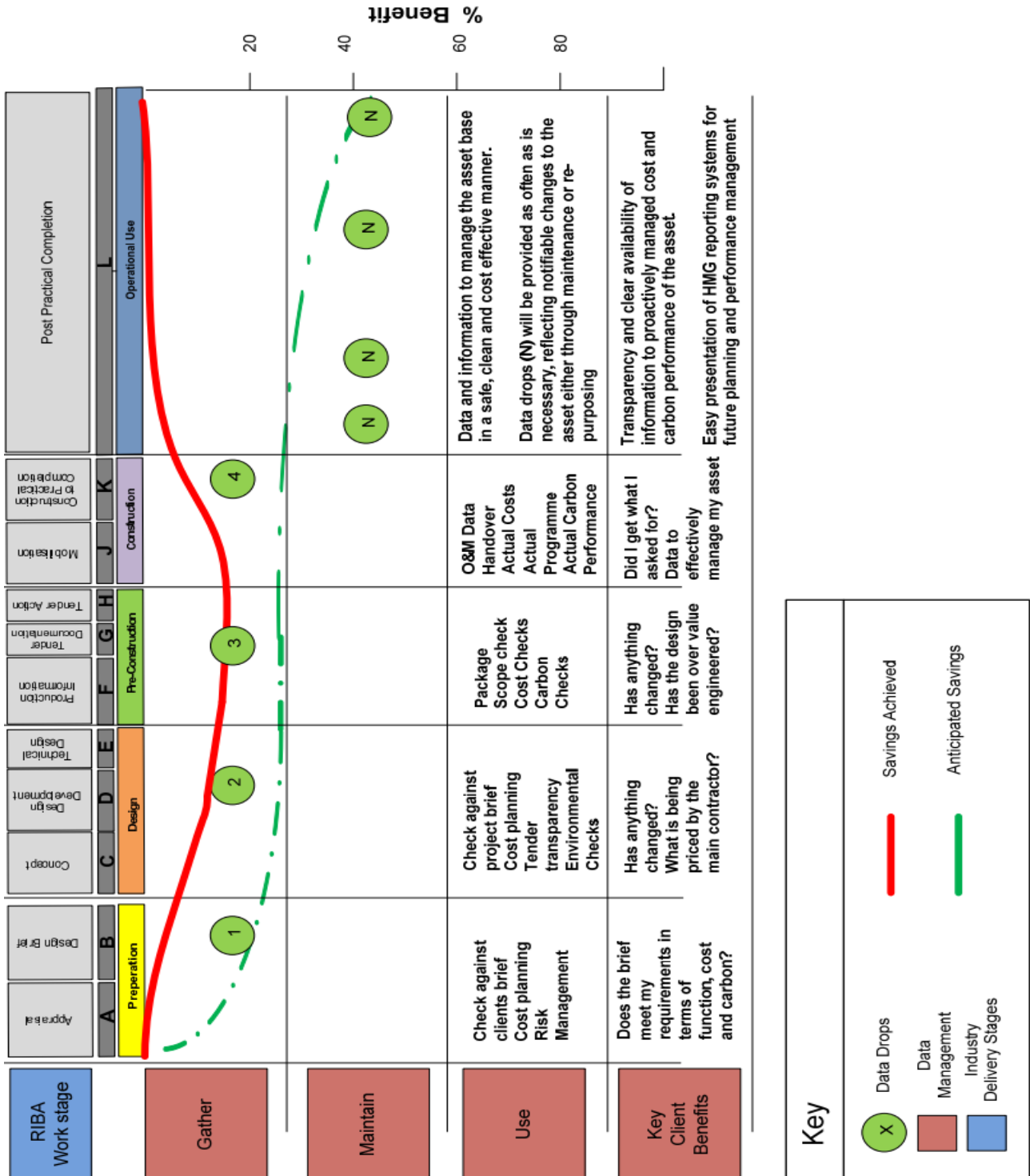
Το 2011 το COBie αναγνωρίστηκε από το Διεθνές Ινστιτούτο Επιστήμης Κτιρίων των ΗΠΑ (NIBS – National Institute of Building Science) ως διεθνές πρότυπο διαλειτουργικότητας.

«Για πρώτη φορά, το μοναδικό λογισμικό στον τομέα των κατασκευών θα είναι ένα φύλλο Excel» αναφέρει ο επικεφαλής τεχνικός σύμβουλος της κυβέρνησης της Μεγάλης Βρετανίας, Paul Morrel (2011)^[18]. Σε αυτή τη φράση συνοψίζεται το πλεονέκτημα αυτού του προτύπου, καθώς πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό ομοίωμα κτιρίου αποτυπωμένο σε ένα φύλλο εργασίας του Microsoft Excel. Σε ένα σύνηθες κατασκευαστικό έργο οι πληροφορίες για την κατασκευή συμπεριλαμβάνονται σε διδιάστατα και τριδιάστατα σχέδια και σε τεύχη δημοπράτησης, τεχνικών προδιαγραφών και υπολογισμών. Η ιδέα πίσω από τη δημιουργία του προτύπου COBie είναι να συμπεριλάβει σε ένα μοναδικό αρχείο όλες αυτές τις πληροφορίες, με μορφή τέτοια που να είναι εύκολο να αναγνωστεί από όλες τις ομάδες του έργου σε όλες τις φάσεις κατασκευής και λειτουργίας του. Επίσης, έχει τη δυνατότητα να οργανώνει τις πληροφορίες της κατασκευής για να μην επαναλαμβάνονται και να εξάγει εγχειρίδια για τη λειτουργία και τη συντήρηση του έργου.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

Στο παρακάτω γράφημα (βλ Εικ. 3.5) από το Government Construction Client Group της Μεγάλης Βρετανίας, αποτυπώνονται τα οφέλη από την εισαγωγή του COBie στη βιομηχανία των κατασκευών.



Εικ. 3.5: Οφέλη από την εισαγωγή του COBie στη βιομηχανία των κατασκευών

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

Το υπολογιστικό φύλλο του COBie αποτελεί χωρίς αμφιβολία ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό ομοίωμα κτιρίου το οποίο έχει δομημένο περιεχόμενο, περιέχει πληροφορίες από όλα τα μέλη που εμπλέκονται στην κατασκευή (από τους μηχανικούς και τον Project Manager μέχρι τους προμηθευτές των υλικών και τον Κύριο του Έργου) και μπορεί να ενσωματώνει πληροφορίες από διαφορετικά μοντέλα πληροφοριών κτιρίου χωρίς αυτές να επαναλαμβάνονται. Στην τυπική μορφή του, περιέχει τα εξής βασικά επιμέρους φύλλα:

Το φύλλο «Floor» (Εικ 3.6) που αποσαφηνίζει τους ορόφους, τους επιμέρους χώρους και τις ζώνες που χωρίζεται η εκάστοτε κατασκευή.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description	Elevation	Height
2	Level 0	jjohnston@brydem	2012-01-19T12:27:24	Floor	Autodesk	IfcBuilding	1TB8MXxl	Level 0	0	2700
3	Level 1	jjohnston@brydem	2012-01-20T12:27:24	Floor	Autodesk	IfcBuilding	1TB8MXxl	Level 1	3	2700
4	Level 2	jjohnston@brydem	2012-01-21T12:27:24	Floor	Autodesk	IfcBuilding	1TB8MXxl	Level 2	6	2700

Εικ. 3.6: Απόσπασμα από το φύλλο “Floor” ενός τυπικού υπολογιστικού φύλλου COBie

Το φύλλο «Type» (Εικ 3.7) που περιέχει πληροφορίες για όλα τα αντικείμενα και προϊόντα του κτιρίου, όπως τεχνικές προδιαγραφές, πληροφορίες για την εγγύησή τους και στοιχεία του κάθε κατασκευαστή.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	Description	AssetType	Manufacturer	ModelNumber	WarrantyGuarantorParts	WarrantyDurationParts	WarrantyGuarantorLabor
2	Cell Bed family	jjohnston@brydem	2012-01-19T12:27:24	L8231 : Beds	Cell Bed family	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
3	Desk Whitewood	jjohnston@brydem	2012-01-19T12:27:24	L8531 : Desks	Desk Whitewood	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
4	Cell Locker	jjohnston@brydem	2012-01-19T12:27:24	L8234 : Bedside units	Cell Locker	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
5	Safer Seat	jjohnston@brydem	2012-01-19T12:27:24	L8222 : Chairs	Safer Seat	Moveable	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
6	1275x1200h	jjohnston@brydem	2012-01-19T12:27:24	L413 : Windows	1275x1200h	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
7	Basic Wall-Generic Ext - 150mm	jjohnston@brydem	2012-01-19T12:27:24	L384 : Partitions non-structural internal walls	Basic Wall-Generic Ext - 150mm	Fixed	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Εικ. 3.7: Απόσπασμα από το φύλλο “Type” ενός τυπικού υπολογιστικού φύλλου COBie

Κάθε αντικείμενο του προηγούμενου φύλλου αναλύεται με λεπτομέρεια στο φύλλο «Component» (Εικ 3.8). Τα αντικείμενα σε αυτό το φύλλο καθώς και οι πληροφορίες για τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους και τη θέση τους στην κατασκευή εξάγονται κατευθείαν από τα CAD λογισμικά.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Name	CreatedBy	CreatedOn	TypeName	Space	Description	ExtSystem	ExtObject
2	Plumbing SVP 1:Plumbing SVP 1:Plumbing SVP 1:211824	jjohnston@brydenwood.co	2012-01-19T12:27:24	Plumbing SVP 1	LO-C01	Plumbing SVP 1:Plumbing SVP 1:Plumbing SVP 1:211824	Autodesk Revit Architecture 2012	ifcFlowTerminal
3	WC Pan:510 x 510mm:510 x 510mm:211788	jjohnston@brydenwood.co	2012-01-19T12:27:24	WC Pan 510 x 510mm	LO-01A	WC Pan:510 x 510mm:510 x 510mm:211788	Autodesk Revit Architecture 2012	ifcFlowTerminal
4	Wallgate ALS180 Basin:470w x 300d:470w x 300d:211813	jjohnston@brydenwood.co	2012-01-19T12:27:24	Wallgate ALS180 Basin 470w x 300d	LO-01A	Wallgate ALS180 Basin:470w x 300d:470w x 300d:211813	Autodesk Revit Architecture 2012	ifcFlowTerminal
5	WC Pan:510 x 510mm 2:510 x 510mm 2:211807	jjohnston@brydenwood.co	2012-01-19T12:27:24	WC Pan 510 x 510mm	LO-02B	WC Pan:510 x 510mm 2:510 x 510mm 2:211807	Autodesk Revit Architecture 2012	ifcFlowTerminal
6	Wallgate ALS180 Basin:470w x 300d:470w x 300d:211808	jjohnston@brydenwood.co	2012-01-19T12:27:24	Wallgate ALS180 Basin 470w x 300d	LO-02B	Wallgate ALS180 Basin:470w x 300d:470w x 300d:211808	Autodesk Revit Architecture 2012	ifcFlowTerminal
7	Cell Bed family:Cell Bed family:Cell Bed family:211786	jjohnston@brydenwood.co	2012-01-19T12:27:24	Cell Bed family	LO-01A	Cell Bed family:Cell Bed family:Cell Bed family:211786	Autodesk Revit Architecture 2012	ifcFurnishingElement
8	Cell Desk:Desk Whitewood:Desk Whitewood:211787	jjohnston@brydenwood.co	2012-01-19T12:27:24	Desk Whitewood	LO-01A	Cell Desk:Desk Whitewood:Desk Whitewood:211787	Autodesk Revit Architecture 2012	ifcFurnishingElement
9	Cell Locker:Cell Locker:Cell Locker:211789	jjohnston@brydenwood.co	2012-01-19T12:27:24	Cell Locker	LO-01A	Cell Locker:Cell Locker:Cell Locker:211789	Autodesk Revit Architecture 2012	ifcFurnishingElement

Εικ. 3.8: Απόσπασμα από το φύλλο «Component» ενός τοπικού υπολογιστικού φύλλου COBie

Το φύλλο «Contact» (Εικ 3.9) περιέχει όλες τις πληροφορίες των επαφών όσων εμπλέκονται στο έργο, πληροφορίες των εταιρειών καθώς και τους ρόλους που έχει ο καθένας από τους σχεδιαστές και τους μηχανικούς μέχρι αυτών που κατασκευάζουν το έργο ή επιμέρους αντικείμενα του και αυτούς που προμηθεύουν υλικά ή εξοπλισμό.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	Email	CreatedBy	CreatedOn	Category	Company	Phone	ExternalSystem	ExternalObject	ExternalIdentifier	Department	OrganizationCode	GivenName	FamilyName	Street	PostalBox	Town
2	jjohnston@brydenwood	jjohnston@brydenwood	2012-01-19T12:27:24	C66 : Production information	Bryden Wood Limited	020 7253 4772	Autodesk	ifcPerson	jjohnston	design	BW	Jaimie	Johnston	99 Charter	n/a	London
3	nn@aec3.com	jjohnston@brydenwood	2012-01-20T09:46:33	C12 : Quality management	AEC3	01494 714933				qa	AEC3	Nick	Nisbet	46 St Marg	n/a	High Wy
4	sales@wallgate.co.uk	nn@aec3.com	2012-02-15T16:03:03	C3891 : Manufacturers	Wallgate Ltd	01722 744 594				sales	Wallgate	sales	team	Crow Lane	n/a	Salisbury
5	nn@buildingSMART.org	nn@aec3.com	2012-02-15T16:03:03	C12 : Quality management	buildingSMART UK	01494 714933				product templates	bsUKI	Nick	Nisbet	46 St Marg	n/a	High Wy
6	James.Brayshaw@ordi	nn@aec3.com	2012-02-15T16:03:03	C12 : Quality management	OS	0 23 8005 6002				sales and marketing	OS	James	Brayshaw	Adanac Dr	n/a	Southam
7	Administrator@unkno	Administrator@unkno	2012-01-18T07:24:41	n/a	n/a	n/a	Autodesk	ifcPerson	Administrator	n/a	n/a	Administrator	n/a	n/a	n/a	n/a

Εικ. 3.9: Απόσπασμα από το φύλλο «Contact» ενός τοπικού υπολογιστικού φύλλου COBie

Ένα άλλο σημαντικό φύλλο είναι το «Job» (Εικ 3.10), το οποίο το επιμελείται συνήθως ο Project Manager του έργου και περιγράφει ειδικά κάθε εργασία που απαιτείται να γίνει για την κατασκευή του έργου ή τη διαχείριση των εγκαταστάσεων με την ολοκλήρωση του έργου. Περιέχει πληροφορίες για το είδος της εργασίας αλλά και σε τι κατάσταση βρίσκεται η ολοκλήρωσή της.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	Status	TypeName	Description	Duration	DurationUnit	Start	TaskStartUnit	Frequency	FrequencyUnit	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	TaskNumber	Priors	ResourceNames
2	Cell Bed fa	jjohnston	2012-01-19T12:27:24	PM	Not Yet St	Cell Bed fa	Cell Bed family	0.1	hour	n/a	n/a	0.02	year		IfcTask		n/a	n/a	n/a
3	Desk Whit	jjohnston	2012-01-19T12:27:24	PM	Not Yet St	Desk Whit	Desk Whitewood	0.1	hour	n/a	n/a	0.02	year		IfcTask		n/a	n/a	n/a
4	Cell Locke	jjohnston	2012-01-19T12:27:24	PM	Not Yet St	Cell Locke	Cell Locker	0.1	hour	n/a	n/a	0.02	year		IfcTask		n/a	n/a	n/a
5	Safer Seat	jjohnston	2012-01-19T12:27:24	PM	Not Yet St	Safer Seat	Safer Seat	0.1	hour	n/a	n/a	0.02	year		IfcTask		n/a	n/a	n/a
6	1275x120	jjohnston	2012-01-19T12:27:24	PM	Not Yet St	1275x120	1275x1200h	0.1	hour	n/a	n/a	0.02	year		IfcTask		n/a	n/a	n/a

Εικ. 3.10: Απόσπασμα από το φύλλο "Job" ενός τυπικού υπολογιστικού φύλλου COBie

Η διαφορά του COBie από ένα κοινό υπολογιστικό φύλλο είναι ότι όλες οι επιμέρους πληροφορίες συνδέονται μεταξύ τους συνθέτοντας έτσι μια ολοκληρωμένη μελέτη έργου, από το σχεδιασμό και την κατασκευή μέχρι τη διαχείριση της λειτουργίας του. Έτσι τα πληροφοριακά μοντέλα κτιρίων που ενσωματώνουν το πρότυπο αυτό είναι σε θέση να εξάγουν δεδομένα για τη διαχείριση και τη συντήρηση του έργου σε πραγματικό χρόνο βελτιώνοντας κυρίως τη διαχείριση μετά την αποπεράτωση της κατασκευής.

Παρόλα αυτά, αυτό το πρότυπο έχει μερικούς περιορισμούς ως προς τη χρήση του. Για παράδειγμα, αν ένα απλό κτίριο χρειάζεται περίπου 600.000 σειρές στο Excel για να περιγραφεί πλήρως, τότε ένα πιο σύνθετο οικοδόμημα όπως ένα νοσοκομείο για παράδειγμα χρειάζεται πάνω από ένα εκατομμύριο το οποίο τεχνικά ξεπερνάει το όριο ενός μοναδικού υπολογιστικού φύλλου.

Ένας άλλος περιορισμός, είναι ότι υπάρχουν ελλείψεις ως προς τις ειδικότερες απαιτήσεις μεγάλων έργων υποδομής, όπως δρόμοι, λιμενικά έργα, έργα θεμελιώσεων, έργα συνδυασμένων μεταφορών κλπ.

Τέλος, ένα σημαντικό ζήτημα προς επίλυση είναι η υιοθέτηση του προτύπου σε παγκόσμιο επίπεδο καθώς μέχρι στιγμής χρησιμοποιείται κυρίως στην Μεγάλη Βρετανία, την Αμερική και την Ιαπωνία (NBS BIM Report 2016) ^[5].

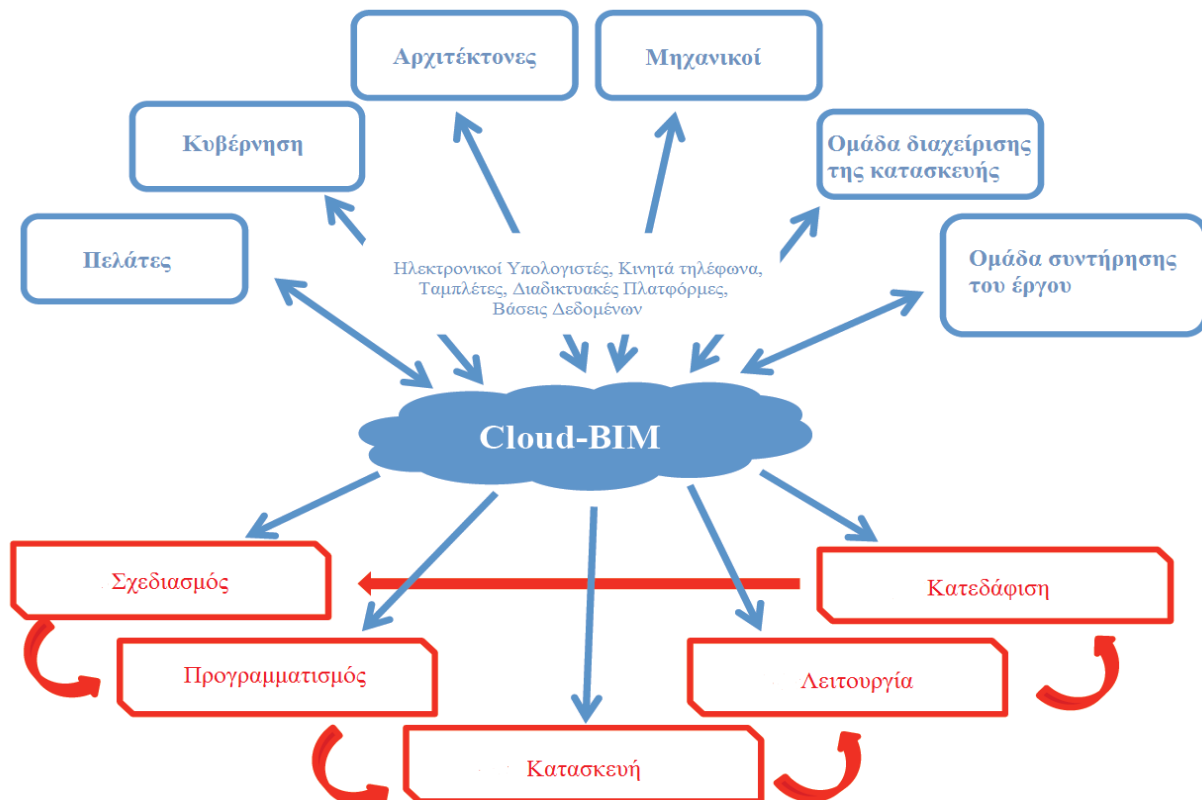
Αν και θεωρείται συμπληρωματικό πρότυπο του IFC, αφού βασίζεται στους ορισμούς και τις κατηγορίες των διαδικασιών που έχουν καθοριστεί από το πρότυπο αυτό, έχει βελτιώσει σημαντικά τη χρήση του και ταυτόχρονα έχει διευρύνει τις δυνατότητες αξιοποίησης της τεχνολογίας BIM.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)**3.5 Πληροφοριακό Ομοίωμα Έργου σε διαδικτυακή πλατφόρμα (cloud-based BIM)**

Το βασικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι χρήστες της τεχνολογίας του BIM έγκειται στη συνεργασία μεταξύ των διαφόρων ομάδων του έργου. Αν δηλαδή ο αρχιτέκτονας πραγματοποιήσει μια αλλαγή στο μοντέλο που έχει συντάξει, πώς οι υπόλοιποι χρήστες θα ενημερωθούν γι αυτό; Και αν δυο αλλαγές πραγματοποιούνται ταυτόχρονα, τότε με τι αλληλουχία θα γίνει η ενημέρωση στο κοινό μοντέλο;

Η ανάπτυξη των προτύπων που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες καθιστά δυνατή τη χρήση του πληροφοριακού μοντέλου σε διαδικτυακή πλατφόρμα (cloud-based BIM) πετυχαίνοντας υψηλότερα επίπεδα διαλειτουργικότητας και συνεργασίας μεταξύ των ομάδων του έργου.

Η φιλοσοφία του διαδικτυακού πληροφοριακού μοντέλου έργου είναι να βρίσκεται το μοντέλο σε ένα κεντρικό υπολογιστικό σύστημα (server) και μέσω διαδικτύου η κάθε ομάδα του έργου να δουλεύει πάνω στο κοινό και μοναδικό μοντέλο. Με την εφαρμογή πληροφοριακών μοντέλων τέτοιου τύπου δημιουργείται μια διαδραστική πλατφόρμα συνεργασίας (Εικ. 3.11) που καθιστά τη διαχείριση τεχνικών έργων μια μοντελοκεντρική διεργασία (Model-based Construction Management).

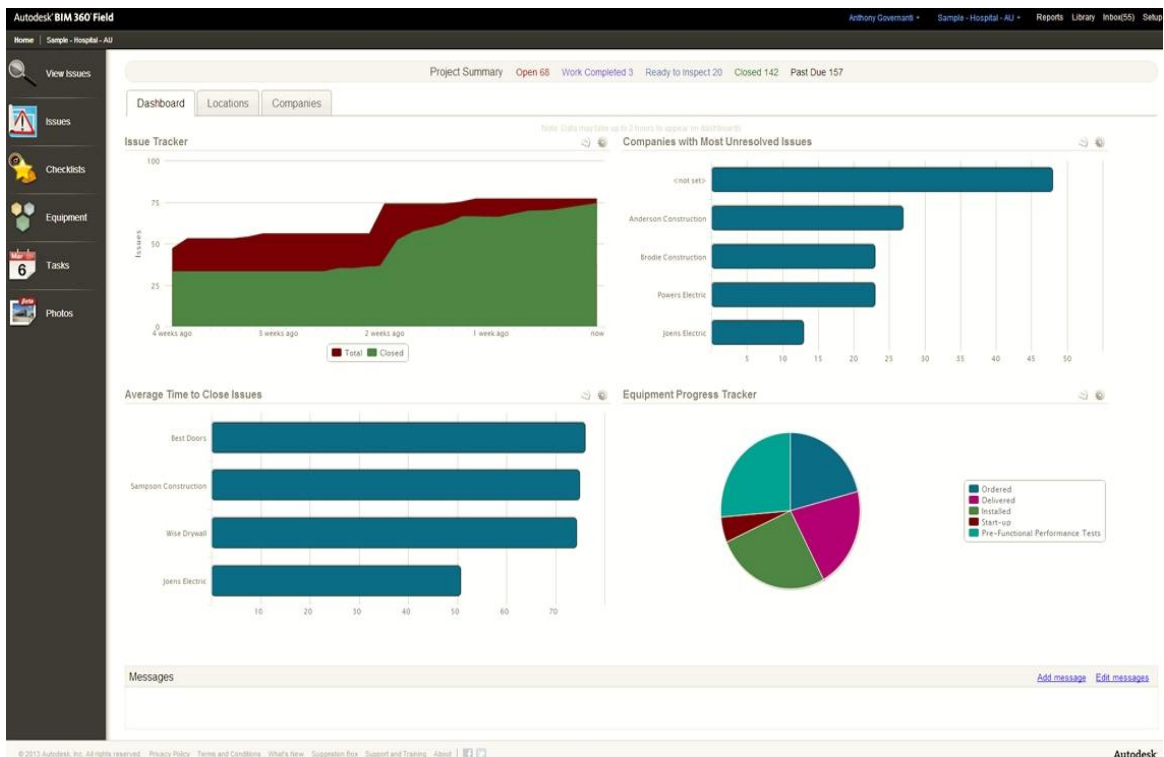


Εικ.3.11: Συνεργασία σε διαδικτυακή πλατφόρμα POE (cloud-based BIM) μεταξύ των ομάδων του έργου

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 3^ο – Η έννοια της Διαλειτουργικότητας (Interoperability of BIM)

Παρόλο που η ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος αποτελεί μια ακριβή επένδυση (Kim 2012)^[19], προσφέρει την υποδομή για την ανταλλαγή πληροφοριών και τη λήψη κρίσιμων αποφάσεων στα πρώτα στάδια του σχεδιασμού με αποτέλεσμα τη σχεδίαση ενός έργου το οποίο θα είναι βιώσιμο σε όλη τη διάρκεια της ζωής του (Porwal and Hewage 2013)^[20].

Τα πλεονεκτήματα όμως του διαδικτυακού μοντέλου δεν περιορίζονται στο πρώιμο στάδιο του σχεδιασμού, αλλά επεκτείνονται στη διάρκεια της κατασκευαστικής διαδικασίας και της συντήρησης του έργου μετά την ολοκλήρωσή του. Το πληροφοριακό μοντέλο του έργου που έχει αναρτηθεί σε μια διαδικτυακή πλατφόρμα, δίνει τη δυνατότητα π.χ. στον Επιβλέποντα να ενημερώνει σε πραγματικό χρόνο για την πρόοδο της κατασκευής, για τυχόν λόγους αργοπορίας, ελλείψεις υλικών κλπ. Με την ίδια λογική η συντήρηση του έργου γίνεται πιο αποτελεσματικά, καθώς υπάρχει η δυνατότητα ενημέρωσης για τυχόν βλάβες του έργου και αποστολή την ίδια στιγμή αναφοράς στον κατασκευαστή με τα ζητήματα προς επίλυση. Τα διαδικτυακά συστήματα πληροφοριακών μοντέλων έργου προσφέρουν δυνατότητα της παρουσίασης των δεδομένων είτε με κείμενο, είτε με γραφήματα και ιστογράμματα ή με οπτικοποίηση πάνω στο τρισδιάστατο μοντέλο για την ευκολότερη επικοινωνία μεταξύ των ομάδων του έργου (Εικ 3.12).



Εικ. 3.12: Παράδειγμα παρουσίασης δεδομένων του έργου σε περιβάλλον Autodesk BIM 360

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου
(Model-based Construction Management)**Κεφάλαιο 4^ο
Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος
Έργου (Model-based Construction Management)****Σύνοψη:**

Στο παρόν κεφάλαιο αναπτύσσεται το θεωρητικό υπόβαθρο για την προσέγγιση της Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management) και παραθέτονται στοιχεία που επιβεβαιώνουν τη χρησιμότητα και τα οφέλη αυτής της τεχνολογίας. Αναφέρονται επίσης, τα επικρατέστερα σήμερα λογισμικά που υποστηρίζουν τη Διαχείριση Τεχνικών Έργων με την τεχνολογία του Building Information Modeling.

4.1 Εισαγωγή

Το βασικό ερώτημα που προκύπτει με την εισαγωγή του Building Information Modeling στον τομέα των κατασκευών είναι αν αξίζει να επενδύσει κανείς στην εκμάθηση και την εφαρμογή αυτής της καινούριας τεχνολογίας. Το γεγονός της χρονικής καθυστέρησης για την εκμάθηση, το κόστος του λογισμικού και του εξοπλισμού που απαιτούνται καθώς και η έλλειψη σχετικής εμπειρίας είναι αποτρεπτικοί παράγοντες ώστε να επενδύσει μια εταιρεία σε ένα νέο τρόπο προσέγγισης της κατασκευής έργων. Από την άλλη πλευρά όμως, το BIM είναι μια τεχνολογία που μπορεί να περιορίσει σημαντικά τις αποκλίσεις μεταξύ του σχεδιαζόμενου και του κατασκευαζόμενου έργου, να προσφέρει άμεσα οποιαδήποτε πληροφορία για το έργο, να συντμήσει το χρόνο των μελετών, να προλάβει την ανίχνευση προβλημάτων συντονισμού κατά τη συναρμογή των μελετών πολύ πριν αυτά εμφανιστούν κατά την κατασκευή και αυτοί είναι ήδη επαρκείς λόγοι για να επενδύσει κανείς σε λογισμικό, ανθρώπινο δυναμικό, εκπαίδευση και χρόνο για την εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας (Giel and Issa, 2011)^[21].

Για το λόγο αυτό παραθέτονται παρακάτω στοιχεία για τρία έργα στη Georgia των ΗΠΑ (Azhar, 2011)^[12] (βλ. Πιν. 4.1, 4.2, 4.3) και ένα έργο στο Rochester του Ηνωμένου Βασιλείου (HM Government of the United Kingdom, 2014)^[22] (βλ. Πιν. 4.4) όπου καταγράφηκαν τα οφέλη (οικονομικά και χρονικά) από τη χρήση του BIM.

Συγκεκριμένα, στην 3η περίπτωση (βλ. Πιν. 4.3), όπου το BIM χρησιμοποιήθηκε στη φάση της προμελέτης ώστε να επιλεγεί η πιο συμφέρουσα οικονομικά λύση μέσω της παράθεσης σεναρίων κόστους, η απόδοση επένδυσης στην εν λόγω τεχνολογία ανήλθε περίπου σε 400%.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου
(Model-based Construction Management)**1^η περίπτωση: Aquarium Hilton Garden Inn, Atlanta, Georgia**

Κατηγορία	Κατασκευή ξενοδοχείου
Εμβαδό	44.965,07 m ²
Προϋπολογισμός	46 εκατομμύρια USD
Σκοπός χρήσης του BIM	Συντονισμός του σχεδιασμού, clash detection, αλληλουχίες εργασιών
Κόστος χρήσης του BIM	90.000 USD ή 0,2% του προϋπολογισμού (40.000 πληρώθηκαν από τον ιδιοκτήτη)
Οικονομικό όφελος	>200.000 USD λόγω ανίχνευσης διαφορών στη φάση του σχεδιασμού
Χρονικό όφελος	1.143 εργατοώρες

Πιν. 4.1: Περίπτωση Aquarium Hilton Garden Inn (Azhar, 2011)

2^η περίπτωση: Savannah State University, Savannah, Georgia

Κατηγορία	Ανάλυση επιλογών σχεδιασμού για κατασκευή νέων πανεπιστημιακών εγκαταστάσεων
Εμβαδό	7.000 m ²
Προϋπολογισμός	12 εκατομμύρια USD
Σκοπός χρήσης του BIM	Ανάλυση επιλογών στη φάση του σχεδιασμού, κατάρτιση εναλλακτικών σεναρίων κόστους
Κόστος χρήσης του BIM	5.000 USD
Οικονομικό όφελος	1.995.000 USD στη φάση της προμελέτης επιλέγοντας την πιο οικονομική αρχιτεκτονική επιλογή
Απόδοση επένδυσης	399%

Πιν. 4.2: Περίπτωση Savannah State University (Azhar, 2011)

3^η περίπτωση: The Mansion on Peachtree. Atlanta, Georgia

Κατηγορία	Κατασκευή ξενοδοχείου
Απαιτούμενος χρόνος παράδοσης	29 μήνες
Προϋπολογισμός	111 εκατομμύρια USD
Σκοπός χρήσης του BIM	Οριστική μελέτη, Συμβάσεις υπεργολάβων, Visualization
Κόστος χρήσης του BIM	1.440 USD
Οικονομικό όφελος	15.000 USD

Πιν. 4.3: Περίπτωση The Mansion on Peachtree (Azhar, 2011)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου
(Model-based Construction Management)**4^η περίπτωση: Cookham Wood Youth Justice Board, New Build Young Offenders Institution, Rochester, United Kingdom**

Κατηγορία	Ανέγερση αναμορφωτήριου
Εμβαδό	6.900 m ²
Απαιτούμενος χρόνος παράδοσης	50 εβδομάδες
Προϋπολογισμός	20 εκατομμύρια GBP
Σκοπός χρήσης του BIM	Μελέτη σχεδιασμού, clash detection, προγραμματισμός του έργου
Κόστος χρήσης του BIM	-
Οικονομικό όφελος	3,95 εκατομμύρια GBP (περίπου 20% του προϋπολογισμού)
Παράδοση	6 εβδομάδες νωρίτερα

Πιν. 4.4: Περίπτωση New Build Young Offenders Institution (HM Government of the United Kingdom, 2014)

Στις δύο ενότητες που ακολουθούν αναπτύσσεται η προσέγγιση του Patrick MacLeamy για το όφελος από την υιοθέτηση της τεχνολογίας του BIM και ο τρόπος υπολογισμού της απόδοσης της επένδυσης στην τεχνολογία του BIM (ROI – Return On Investment of BIM) όπως έχει αναπτυχθεί από την εταιρεία Autodesk.

4.1.1 Οι καμπύλες του Patrick MacLeamy

Σύμφωνα με τον Patrick MacLeamy (2014)^[23], για κάθε 1\$ που επενδύεται στη χρήση του BIM στη φάση του σχεδιασμού, εξοικονομούνται 20\$ στη φάση της κατασκευής (ή BAM – Building Assembly Model) και 60\$ στη φάση λειτουργίας (ή BOOM – Building Operation Optimization Model).

Τα οφέλη της χρήσης του BIM εξηγούνται καλύτερα από το παρακάτω γράφημα (βλ. Εικ 4.1) γνωστό και ως **MacLeamy Curve** (2004)^[24].

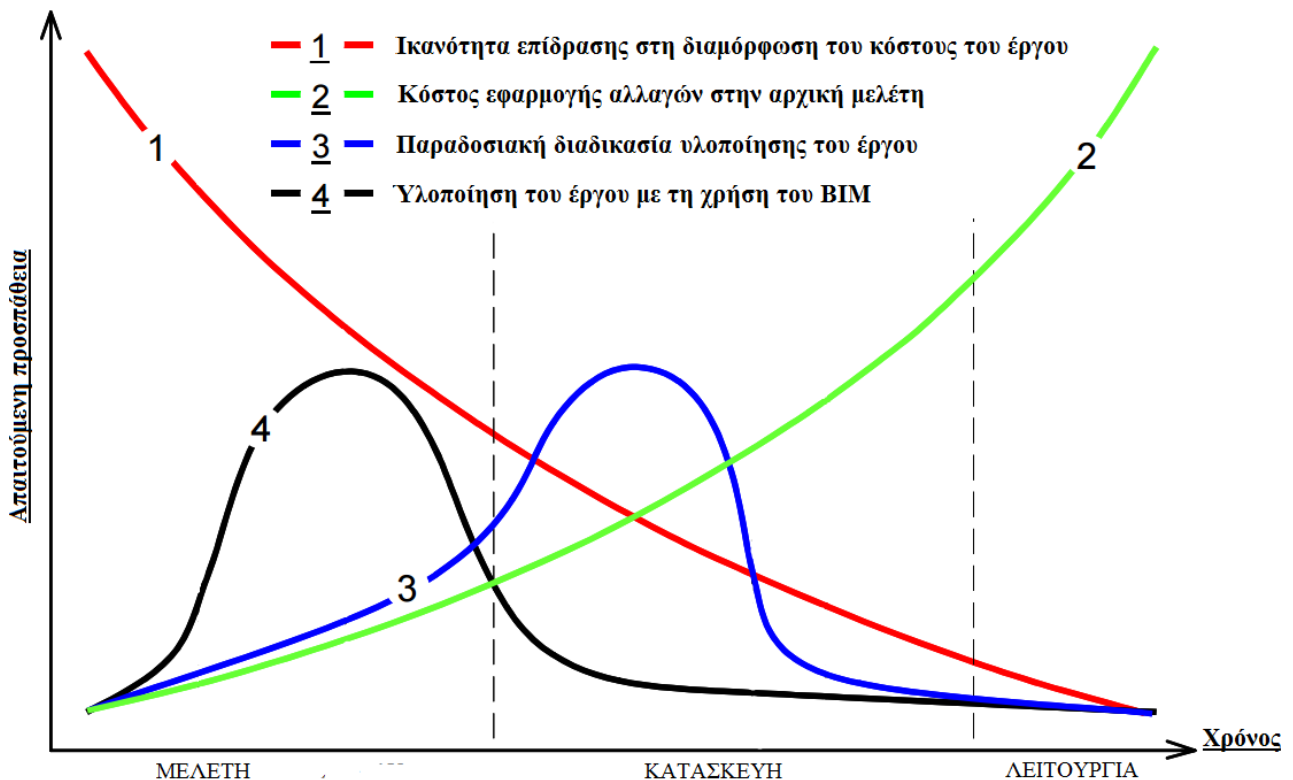
Η καμπύλη 1 αντικατοπτρίζει τη δυνατότητα επίδρασης στη διαμόρφωση του κόστους του έργου και είναι εμφανές ότι υπάρχουν πολύ περισσότερες δυνατότητες να επηρεάσουμε το κόστος στην πρώιμη φάση του σχεδιασμού, παρά μετά την ολοκλήρωση της μελέτης και την κατασκευή του έργου.

Η καμπύλη 2 δείχνει πόσο αυξάνει το κόστος των τροποποιήσεων της αρχικής μελέτης, αν αυτές χρειαστεί να γίνουν στη φάση της κατασκευής.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)

Με τη χρήση του Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου απαιτείται περισσότερη προσπάθεια και μεγαλύτερη επένδυση στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού (καμπύλη 4), νωρίτερα δηλαδή από την παραδοσιακή διαδικασία (καμπύλη 3). Έτσι επενδύεται προσπάθεια και χρόνος σε μια χρονική φάση που είναι πιο εύκολο να ελέγξουμε το κόστος του έργου, ενώ το κόστος των όποιων αλλαγών απαιτηθούν παραμένει χαμηλό.



Εικ 4.1: Οι καμπύλες MacLeamy

4.1.2 Απόδοση επένδυσης στην τεχνολογία του BIM (Return On Investment of BIM)

Η ανάλυση της απόδοσης μιας επένδυσης είναι ένας από πολλούς τρόπους για την αξιολόγησή της. Η απόδοση μιας επένδυσης (ή ROI – Return On Investment) χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των επενδύσεων σε διάφορους τομείς και στη γενική μορφή της υπολογίζεται ως εξής:

$$ROI = \frac{\text{Κέρδη από την Επένδυση}}{\text{Κόστος Επένδυσης}}$$

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)

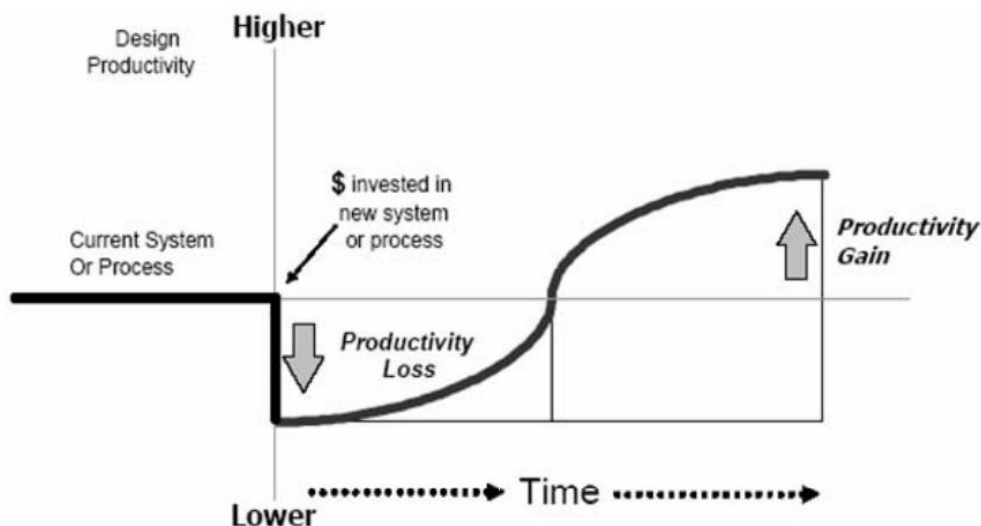
Για την επένδυση στο BIM, η απόδοση αυτή μπορεί να υπολογιστεί αναλυτικότερα. Η Autodesk (2012)^[25] λαμβάνοντας υπόψη την καμπύλη παραγωγικότητας – χρόνου στην περίπτωση επένδυσης σε ένα καινούριο σύστημα ή διαδικασία (βλ. Εικ. 4.2), όρισε μια διαφορετική σχέση για τον υπολογισμό της απόδοσης μιας επένδυσης στο BIM σε ετήσια βάση.

Αυτή η προσέγγιση εισάγει στον υπολογισμό της απόδοσης το κόστος του εξοπλισμού, το κόστος εκπαίδευσης του προσωπικού και τη διακύμανση της παραγωγικότητας σε σχέση με το χρόνο. Υπολογίζεται ως εξής:

$$ROI \text{ of BIM} = \frac{\left(B - \left(\frac{B}{1+E} \right) \right) * (12 - C)}{A + (B * C * D)}$$

Όπου οι εν λόγω μεταβλητές είναι:

- A κόστος λογισμικού και hardware
- B μηνιαίο κόστος προσωπικού
- C χρόνος εκπαίδευσης του προσωπικού σε μήνες
- D ποσοστό παραγωγικότητας που χάνεται λόγω της εκπαίδευσης
- E ποσοστό παραγωγικότητας που κερδίζεται μετά την εκπαίδευση



Εικ. 4.2: Καμπύλη παραγωγικότητας – χρόνου στην περίπτωση επένδυσης σε μια νέα τεχνολογία (Autodesk 2012)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)**4.2 Χρονικός Προγραμματισμός με τη χρήση ΠΟΕ (4D Modeling)**

Ο χρονικός προγραμματισμός με τη χρήση του Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου, ή 4D Modeling, είναι η διαδικασία κατά την οποία τα αντικείμενα ενός ψηφιακού μοντέλου BIM συνδέονται δυναμικά με τις δραστηριότητες του χρονοδιαγράμματος του έργου, με αποτέλεσμα τη δυνατότητα εικονικής αναπαράστασης (visualization), στο 3διαστατο μοντέλο, της χρονικής αλληλουχίας εκτέλεσης των εργασιών.

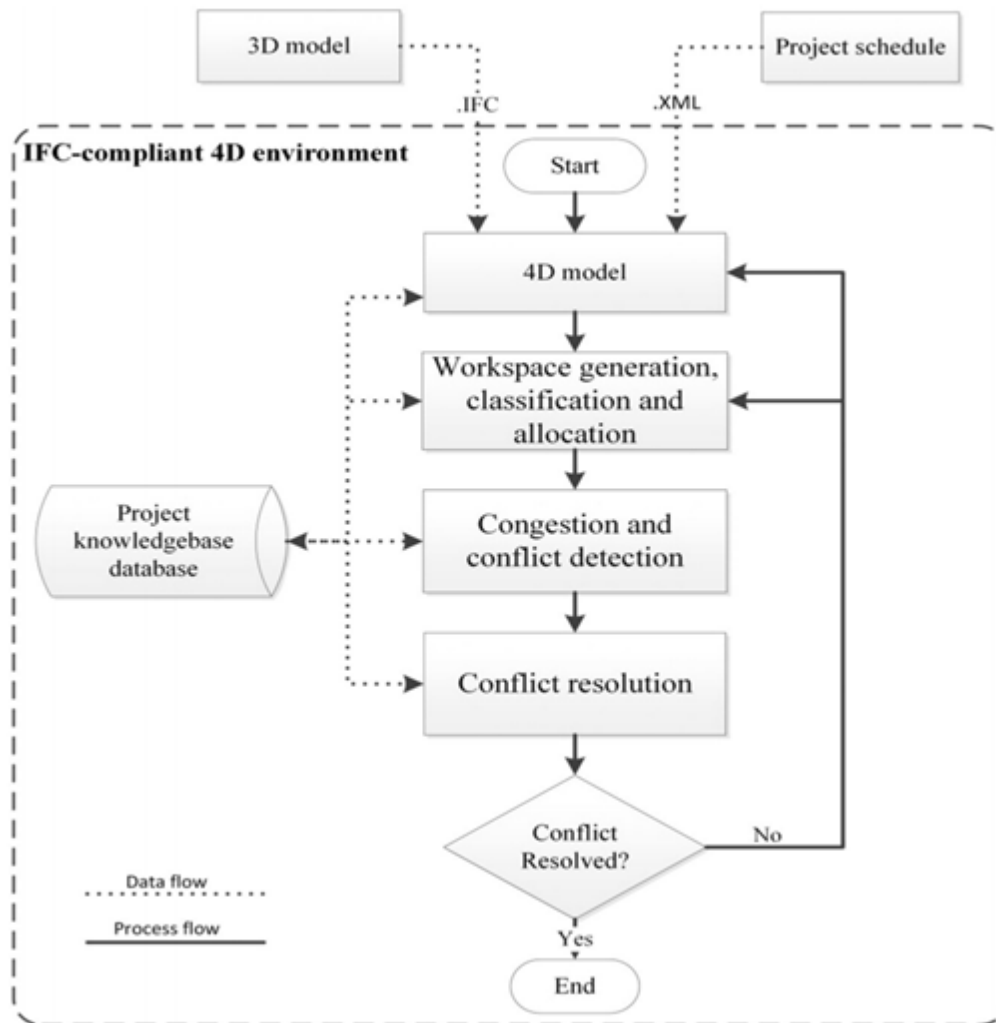
Η κατάρτιση του χρονικού προγραμματισμού σε περιβάλλον BIM, παρέχει τη δυνατότητα βελτιστοποίησης του χρονοδιαγράμματος του έργου και ταυτόχρονα προσφέρει μια σαφή εικόνα του έργου σε οποιαδήποτε φάση εξέλιξης της κατασκευής του^[26]. Επιπλέον, μπορούν να επιλυθούν προβλήματα σχετικά την ομαλή λειτουργία και την ασφάλεια στο εργοτάξιο. Για παράδειγμα, στο εικονικό μοντέλο μπορεί να περιλαμβάνονται οι προσωρινές εργοταξιακές εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός όπως πυργογερανοί, φορτηγά, σκαλωσιές κλπ που κατά την αναπαράσταση της κατασκευής θα φανεί ότι εμποδίζουν την ανάπτυξη των εργασιών. Έτσι μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματικός χρονικός προγραμματισμός και να σχεδιαστεί καλύτερα το σχέδιο ασφάλειας και υγείας^[27]. Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα του 4D Modeling είναι ότι μπορούν να επιλυθούν προβλήματα (ελλείψεις υλικών, καθυστέρηση ή σύγκρουση δραστηριοτήτων κλπ.) πριν αυτά προκύψουν στην πραγματικότητα, με αποτέλεσμα μεγάλο οικονομικό και χρονικό όφελος.

Για την ανίχνευση και την επίλυση των προβλημάτων αυτών μέσω της δυναμικής σύνδεσης των δραστηριοτήτων του χρονοδιαγράμματος με τα αντικείμενα του ψηφιακού μοντέλου BIM, προτείνεται η ακολουθία ενεργειών που εμφανίζεται στο διάγραμμα ροής της Εικ 4.3 (Kassem et al., 2015)^[28].

4.2.1 Δυναμική αντιστοίχιση και σύνδεση δραστηριοτήτων του χρονοδιαγράμματος με το μοντέλο του έργου

Είναι η διαδικασία κατά την οποία τα αντικείμενα του ψηφιακού μοντέλου (BIM objects) συνδέονται με μία ή περισσότερες δραστηριότητες του έργου και προκύπτει το 4D μοντέλο, με τις πρόσθετες πληροφορίες που περιγράφουν τη χρονική εξέλιξη της κατασκευής και τα απαιτούμενα μέσα.

Τα αντικείμενα του μοντέλου ταξινομούνται και ομαδοποιούνται ανάλογα με το όνομα και τον κωδικό τους, σύμφωνα με το σύστημα ταξινόμησης που εφαρμόζεται (βλ. ενότητα 4.2.2) και οι ομάδες που δημιουργούνται ή/και μεμονωμένα αντικείμενα συνδέονται αυτόματα με μία ορισμένη δραστηριότητα του χρονοδιαγράμματος.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου
(Model-based Construction Management)

Εικ 4.3: Διαδικασία ανίχνευσης και επίλυσης προβλημάτων αλληλουχίας δραστηριοτήτων κατά την κατάσταση του χρονοδιαγράμματος σε περιβάλλον 4D Modeling (Kassem et al., 2015)

Αν το λογισμικό που χρησιμοποιείται εμπεριέχει τη δυνατότητα αυτόματης δημιουργίας χρονοδιαγράμματος έργου (όπως είναι τα λογισμικά 4D Modeling τελευταίας γενιάς), τότε δημιουργείται αυτόματα ένας κατάλογος δραστηριοτήτων του έργου, με βάση την ομαδοποίηση των αντικειμένων που περιέχει το μοντέλο, τον οποίο ο χρήστης συμπληρώνει με τις αλληλουχίες, τη διάρκεια και τα λοιπά στοιχεία των δραστηριοτήτων (π.χ. πόρους, παραγωγικότητα κλπ).

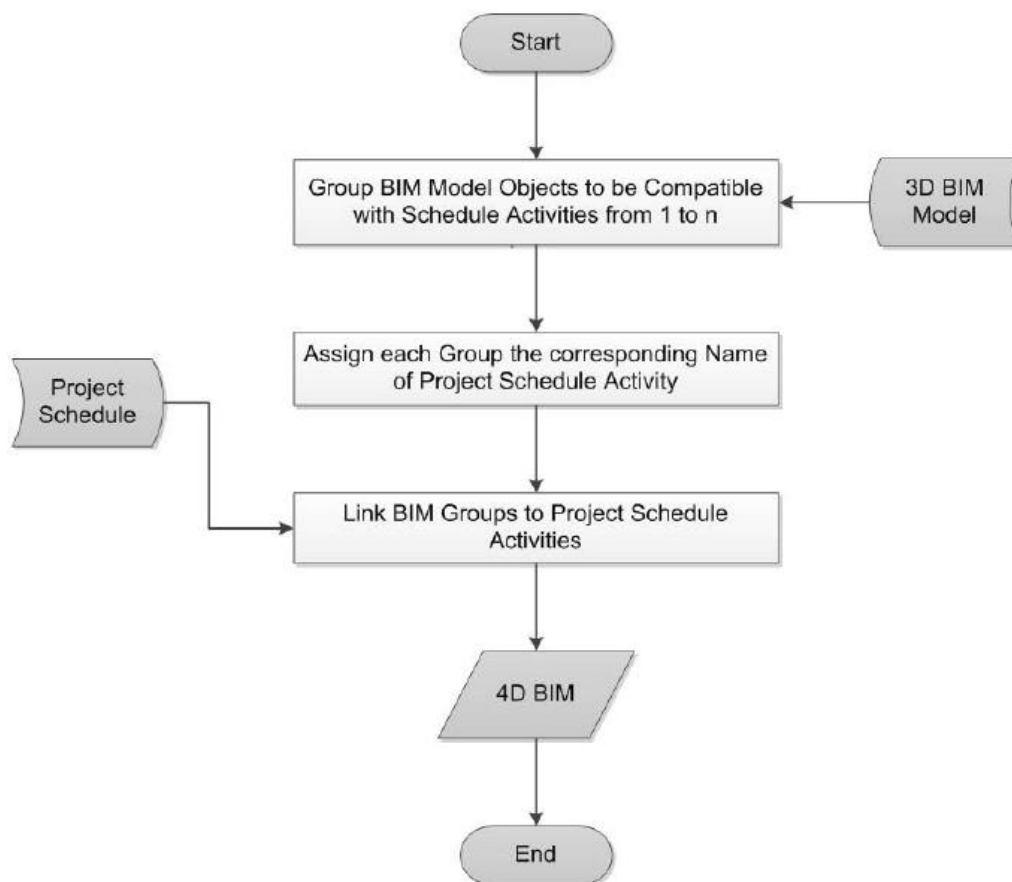
Κατά κανόνα η αλληλουχία των δραστηριοτήτων ορίζεται από τον μηχανικό που συντάσσει το χρονοδιάγραμμα, και τροποποιείται αν π.χ. διαπιστωθούν προβλήματα απαιτηθεί κατά την αναπαράσταση της κατασκευής.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)

Υπάρχει όμως και η δυνατότητα να δημιουργηθούν πρότυπα (templates) αλληλουχίας εργασιών για διάφορους τύπους έργων, όπως π.χ. ανέγερση κτιρίου X ορόφων, κατασκευή οδικού τμήματος, φράγματος κλπ, τα οποία περιέχουν πληροφορίες για τις αλληλουχίες των δραστηριοτήτων, τις διάρκειες αυτών και τα αντικείμενα του μοντέλου που πρέπει να συνδεθούν με την καθεμία.

Η συνήθης διαδικασία που ακολουθείται για τη δυναμική σύνδεση των δραστηριοτήτων του χρονοδιαγράμματος με το ψηφιακό 3διάστατο μοντέλο του έργου, είναι αυτή που φαίνεται στο διάγραμμα ροής της Εικ. 4.4 (Montaser and Moselhi, 2015)^[29].



Εικ. 4.4: Διαδικασία δυναμικής σύνδεσης δραστηριοτήτων με τα αντικείμενα του 3διάστατου ψηφιακού μοντέλου του έργου (Montaser and Moselhi, 2015)

4.2.2 Αντικείμενα του ΠΟΕ (BIM objects)

Ένα Πληροφοριακό (ή ψηφιακό) Ομοίωμα Έργου διαφέρει από ένα συνηθισμένο τρισδιάστατο μοντέλο με την έννοια ότι είναι «χτισμένο» από «έξυπνα αντικείμενα» και όχι γραμμές, επιφάνειες και όγκους (Jongeling, 2008)^[30].

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

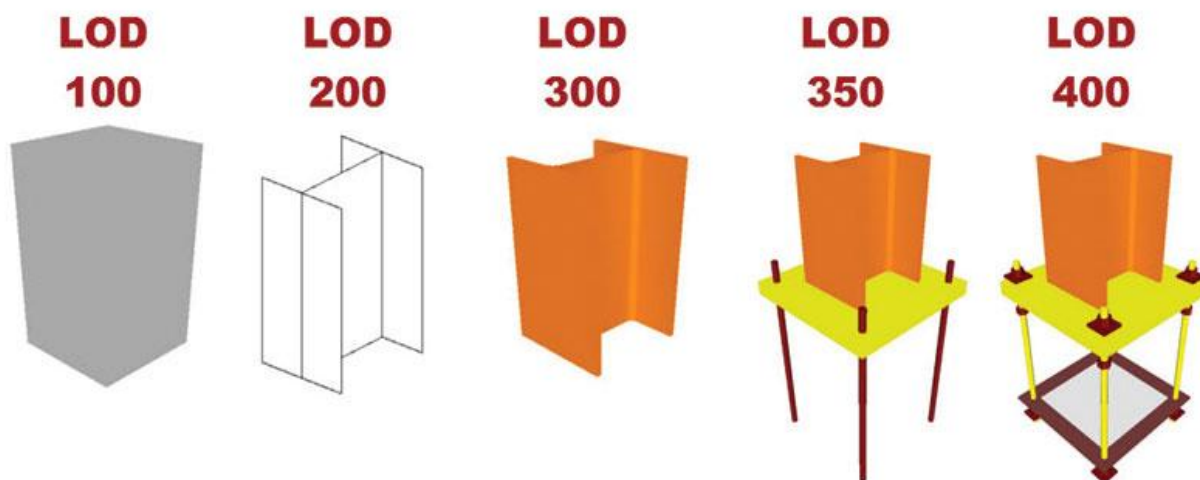
Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)

Τα αντικείμενα αυτά ενώνονται στο μοντέλο και περιέχουν όλες της πληροφορίες που αποδίδουν τα γεωμετρικά, τα φυσικά κλπ χαρακτηριστικά τους, όπως γεωμετρία, αλληλουχία με άλλα αντικείμενα, γεωγραφικές πληροφορίες, ποσότητες, ιδιότητες υλικών (βάρους, χρώμα, πυκνότητα, θερμική αγωγιμότητα) κόστος, χρόνο κατασκευής κλπ (Azhar, 2012)^[31].

Ο ορισμός στην πρωτογενή μορφή του από την BIMobject^[32]:

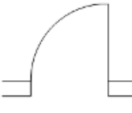
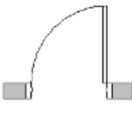

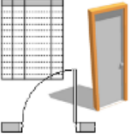
A BIM object is a repository of information that holds data regarding 2D and 3D geometry description of the actual product or component. The information container also holds information such as EAN-codes, U-values, sizes and branding like logo and family names. Links to maintenance documents, assembly manuals etc. are also available in the object.

Ένα σημαντικό στοιχείο των αντικειμένων του ΠΟΕ είναι το επίπεδο λεπτομέρειας (LOD, Level of Detail) των πληροφοριών που περιέχουν, σε σχέση με το στάδιο ανάπτυξης της μελέτης, όπως για παράδειγμα στο σχεδιασμό ενός μεταλλικού υποστυλώματος (βλ. Εικ. 4.5). Όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο λεπτομέρειας των πληροφοριών ενός αντικειμένου, τόσο πιο αποδοτική θα είναι η χρήση της τεχνολογίας του BIM, καθώς υπάρχει ακριβέστερη αντιστοίχιση αντικειμένων με δραστηριότητες και πιο πολλά δεδομένα για ανίχνευση προβλημάτων κατά την κατασκευή. Με την τεχνολογία BIM η διαδικασία κατασκευής και τα αντικείμενα του έργου προσομοιώνονται στον Η/Υ όπως ακριβώς τα αντιλαμβάνεται και ο ανθρώπινος νους (βλ. Εικ. 4.6) προσφέροντας πραγματικά χρήσιμες πληροφορίες για τη διαχείριση του έργου τόσο σε εικονικές όσο και σε πραγματικές συνθήκες.



Εικ. 4.5: Παράδειγμα διαβάθμισης των επιπέδων ανάπτυξης λεπτομερειών των αντικειμένων του BIM

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου
(Model-based Construction Management)

Information model	Output	Interpretation	
		Human	Computer
Picture information model (scanned)		Door	Pixels
Drawing information model		Door	Lines / arcs
Geometry information model		Door	Surfaces / volumes
Building information model		Door	

Εικ. 4.6: Ερμηνεία του πληροφοριακού μοντέλου από τον υπολογιστή και τον άνθρωπο
(Hietanen, KTH University, 2011)

Για τον σχεδιασμό των μοντέλων έργων με αντικείμενα ΠΟΕ, έχουν δημιουργηθεί βάσεις δεδομένων που περιέχουν έτοιμα έξυπνα αντικείμενα για όλα τα είδη έργων πολιτικού μηχανικού, όπως για παράδειγμα η βιβλιοθήκη έξυπνων αντικειμένων του οργανισμού NBS της Μ.Βρετανίας (www.nationalbimlibrary.com, Εικ. 4.7). Αυτές οι βάσεις δεδομένων περιέχουν φυσικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων που συνθέτουν ένα BIM μοντέλο αντί για απλές γραμμές, επιφάνειες, κείμενα κλπ.

Συνήθως τα αντικείμενα είναι συνδεδεμένα με έγγραφα οδηγιών χρήσης, πληροφορίες κόστους ή εγγύησης ώστε να είναι λειτουργικά σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός έργου. Επιπλέον, αν γίνει κάποια αλλαγή στα αντικείμενα ή στο μοντέλο, οι πληροφορίες ενημερώνονται αυτόματα και έτσι μειώνονται σημαντικά τα λάθη και οι παρερμηνείες.

What is NBS National BIM Library?

The fastest growing BIM library in the UK, you will find a comprehensive collection of BIM (Building Information Modelling) objects ranging from building fabric systems to mechanical and electrical objects.

Εικ. 4.7: Από το site έξυπνων αντικειμένων του NBS

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)

4.2.3 Συστήματα ταξινόμηση πληροφοριών για τα τεχνικά έργα (Classification Systems)

Τα συστήματα ταξινόμησης (ή Classification Systems) αφορούν την κωδικοποίηση και ομαδοποίηση των δραστηριοτήτων ενός έργου ή των αντικειμένων του μοντέλου. Τα αντικείμενα μιας συγκεκριμένης κατηγορίας έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά και συγκροτούν μια ομάδα εργασιών ή αντικειμένων.

Υπάρχουν δύο αρχές ταξινόμησης: η άμεση ή ιεραρχική και η σύνθετη ή πολύπλευρη.

Στην άμεση ταξινόμηση οι ομάδες των εργασιών ή αντικειμένων καθορίζονται με βάση ιδιότητες των αντικειμένων ή των δραστηριοτήτων που έχουν άμεση σχέση με το όνομα της κατηγορίας.

Στη σύνθετη ταξινόμηση πολλά διαφορετικά στοιχεία μπορούν να ομαδοποιηθούν σε μια κατηγορία. Ως κριτήριο ταξινόμησης μπορεί να είναι (Nani et al., 2016)^[33] η φύση των αντικειμένων του έργου, οι χώροι ή τμήματα του έργου, τα μέτωπα εργασίας, οι φάσεις κατασκευής ή οι πόροι των δραστηριοτήτων.

Τα σημαντικότερα συστήματα ταξινόμησης που έχουν μέχρι σήμερα αναπτυχθεί διεθνώς περιλαμβάνονται το OmniClass, το MasterFormat και το UniFormat στις ΗΠΑ και τον Καναδά, το Common Arrangement of Work Sections (CAWS) και το UNICLASS στο Ηνωμένο Βασίλειο, το Construction Index/SfB στην Ευρώπη και τη Σουηδία και το NORSOK στη Νορβηγία. Οι πρωτοβάθμιες κατηγορίες των συστημάτων αυτών περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Δ της παρούσας και η πλήρης ανάπτυξη τους στο Παράρτημα ΣΤ.

Τα πιο διαδεδομένα συστήματα άμεσης ή ιεραρχικής ταξινόμησης είναι το MasterFormat και το UniFormat, ενώ το UNICLASS χρησιμοποιείται κυρίως ως σύστημα σύνθετης ταξινόμησης.

Το MasterFormat έχει αναπτυχθεί από τους οργανισμούς (ινστιτούτα) τεχνικών προδιαγραφών των ΗΠΑ (CSI, www.csinet.org) και του Καναδά (CSC, <https://csc-dcc.ca>) (2004)^[34] και χρησιμοποιείται κυρίως για το σχεδιασμό και τη κατασκευή κτιρίων.

Το UniFormat αναπτύχθηκε το 1973 από το Ινστιτούτο Αρχιτεκτόνων Αμερικής (AIA, www.aia.org), ενώ το 1995 μετονομάστηκε σε UniFormat II του οποίου η τελευταία έκδοση δημοσιεύτηκε το 2010 (Afsari and Eastman, 2016)^[35].

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου
(Model-based Construction Management)

Όσον αφορά το UNICLASS, αυτό βασίστηκε στα πρότυπα του Construction Index/SfB, αναπτύχθηκε πρώτη φορά το 1997 και από το 2011 είναι το σύστημα που χρησιμοποιείται στα δημόσια έργα του Ηνωμένου Βασιλείου ^[35].

Στον παρακάτω πίνακα (βλ. Εικ. 4.8) φαίνονται οι διαφορές και οι αντιστοιχίες στις βασικές κατηγορίες των MasterFormat και UniFormat. Χαρακτηριστικό είναι ότι το κάθε σύστημα δίνει έμφαση σε διαφορετικά αντικείμενα και αναλύει περισσότερο ή λιγότερο τις επιμέρους δραστηριότητες. Έτσι, ο μηχανικός μπορεί να κρίνει ποιο σύστημα να επιλέξει ανάλογα με το έργο που έχει να διαχειριστεί.

Design Uniformat Level 2	Level 3	Construction UCI	Construction UCI															
			01 General Requirements	02 Sitework	03 Concrete	04 Masonry	05 Metals	06 Wood • Plastic	07 Thermal and Moisture Protect	08 Doors and Windows	09 Finishes	10 Specialties	11 Equipment	12 Furnishings	13 Special Construction	14 Conveying Systems	15 Mechanical	16 Electrical
01 Foundations	011 Standard Foundations																	
	012 Spec Foundation Cond																	
02 Substructure	021 Slab On Grade																	
	022 Basement Excavation																	
	023 Basement Walls																	
03 Superstructure	031 Floor Construction																	
	032 Roof Construction																	
	033 Stair Construction																	
04 Ext. Closure	041 Exterior Walls																	
	042 Ext. Doors & Windows																	
05 Roofing																		
06 Int. Const.	061 Partitions																	
	062 Interior Finishes																	
	063 Specialties																	
07 Conveying Sys.																		
08 Mechanical	081 Plumbing																	
	082 H.V.A.C.																	
	083 Fire Protection																	
	084 Spec. Mechanical Systems																	
09 Electrical	091 Service & Distribution																	
	092 Lighting And Power																	
	093 Spec. Electrical System																	
10 Gen.Cond. OH&P																		
11 Equipment	111 Fixed & Movable Equip.																	
	112 Furnishings																	
	113 Special Construction																	
12 Sitework	121 Site Preparation																	
	122 Site Improvements																	
	123 Site Utilities																	
	124 Off-Site Work																	

Εικ. 4.8: Διαφορές και αντιστοιχίες των δραστηριοτήτων στα MasterFormat και UniFormat (NIST, USA, 1999)^[36]

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)

4.2.4 Εικονική αναπαράσταση της κατασκευής (Visualization of Construction)

Σε μεγάλης κλίμακας έργα, οι ομάδες του έργου συχνά αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της πολυπλοκότητας της κατασκευής και της λήψης των αποφάσεων σε συνάρτηση με το ρίσκο που περιέχουν. Η εικονική αναπαράσταση της κατασκευής είναι μία τεχνική που υποστηρίζει τη λήψη αποφάσεων και τον έλεγχο της κατασκευαστικής διαδικασίας.

Με τις εικονικές προσομιώσεις της κατασκευής μπορούν να μελετηθούν οι διαφορετικές φάσεις του χρονοδιαγράμματος και οι σχέσεις που τις συνδέουν πιο αποτελεσματικά από τα παραδοσιακά γραφήματα (Kang et al., 2007)^[37]. Για παράδειγμα μπορούν να μελετηθούν προβλήματα έλλειψης χώρου στο εργοτάξιο και συνύπαρξης με μηχανήματα που επηρεάζουν την παραγωγικότητα των συνεργείων.

Στο διάγραμμα ροής της επόμενης σελίδας (βλ. Εικ. 4.9) φαίνεται η τυπική διαδικασία που ακολουθείται για την εικονική αναπαράσταση του έργου με την χρήση της τεχνολογίας BIM και του 4D μοντέλου του έργου, ανάλογα με την τρέχουσα ημερομηνία και τις αναφορές που απαιτούνται, όπως προτείνεται από τους Montaser και Moselhi (2015)^[29].

4.2.5 Σύγκριση με τρέχουσες πρακτικές (χωρίς τη χρήση του ΠΟΕ)

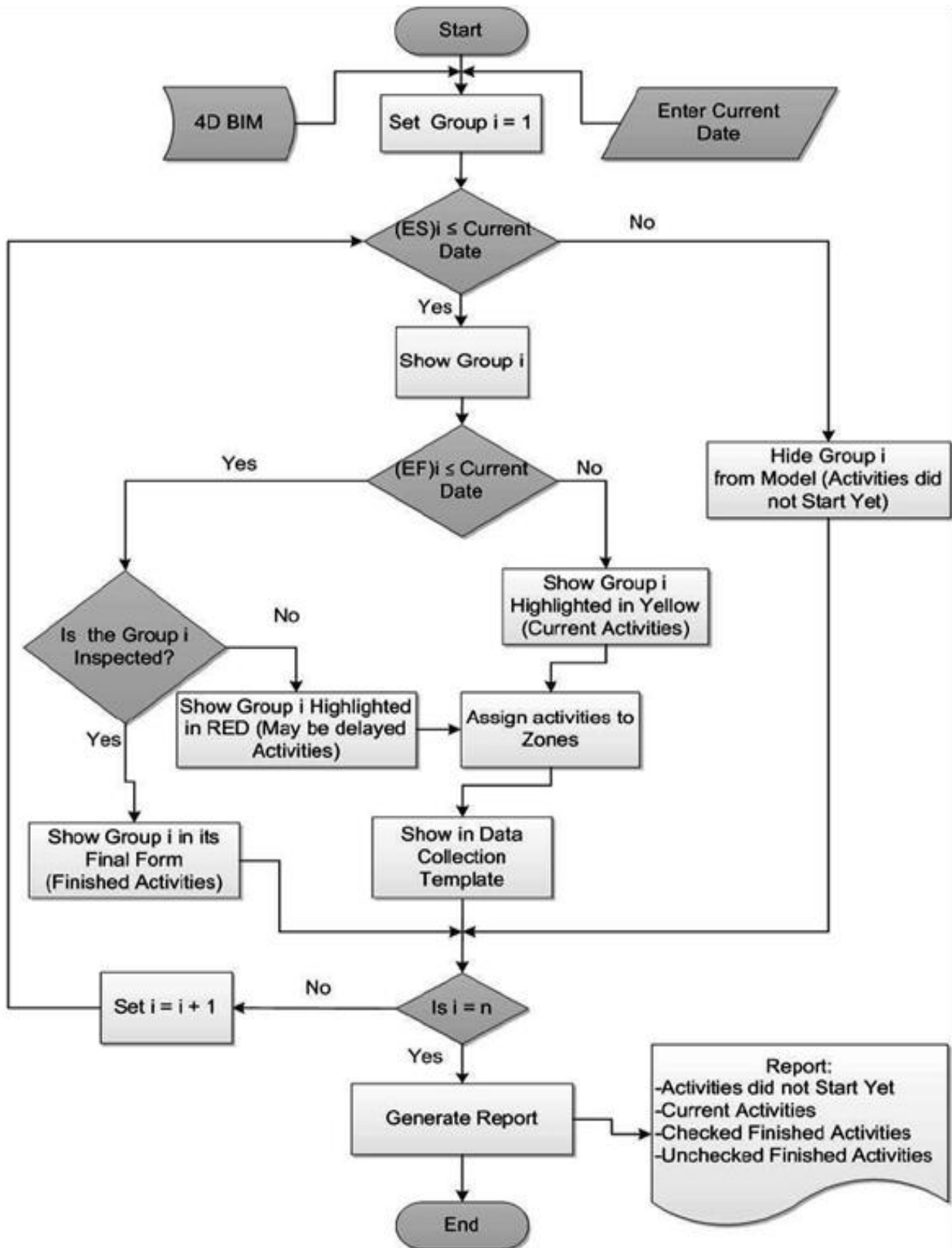
Για τη μελέτη του χρονικού προγραμματισμού σήμερα χρησιμοποιούνται εξειδικευμένα λογισμικά όπως π.χ. το Primavera P6 ή το Microsoft Project. Κατά τη διαδικασία αυτή ο διευθυντής του έργου ή αυτός που είναι υπεύθυνος για το χρονοδιάγραμμα συγκεντρώνει τις απαιτήσεις του προγράμματος από τα τεύχη δημοπράτησης, τα σχέδια των μελετών και τις τεχνικές προδιαγραφές του έργου και εφαρμόζοντας τις γνώσεις και την εμπειρία του αναλύει το έργο σε δραστηριότητες, καθορίζει τις αλληλουχίες τους και τη διάρκειά τους και επιλύει το χρονοδιάγραμμα με το χρησιμοποιούμενο λογισμικό.

Κατά τη διαδικασία αυτή ο μόνος τρόπος με τον οποίο συσχετίζονται τα στοιχεία του έργου με τις δραστηριότητες του χρονοδιαγράμματος είναι η περιγραφές τους και τα σχέδια σε έντυπη μορφή.

Με τη χρήση των έξυπνων αντικειμένων στο 4D BIM μοντέλο του έργου, το κάθε αντικείμενο ή ομάδες ομοειδών αντικειμένων συνδέεται αυτόματα και αντιστοιχίζεται σε μία δραστηριότητα ή ομάδα δραστηριοτήτων του χρονοδιαγράμματος. Στο έξυπνο αντικείμενο περιέχονται και οι πληροφορίες για τον τρόπο κατασκευής, τις απαιτούμενες εργατοώρες, υλικά κλπ.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)



Εικ. 4.9: Προτεινόμενο διάγραμμα ροής ενεργειών για την εικονική αναπαράσταση της κατασκευής του έργου με τη χρήση μοντέλου BIM 4D (Montaser and Moselhi, 2015)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)

Στο χρονικό προγραμματισμό με τη χρήση του BIM, εάν κάτι αλλάξει στα σχέδια της μελέτης, η αντίστοιχη δραστηριότητα ενημερώνεται αυτόματα, και ό,τι συνδέεται με αυτήν, μέσω δυναμικής σύνδεσης (dynamic link). Επιπλέον παρέχεται η δυνατότητα εικονικής αναπαράστασης της κατασκευής αλλά και ο έλεγχος της προόδου του έργου με οπτικά μέσα όσο το έργο εξελίσσεται (monitoring).

Με τις παραδοσιακές πρακτικές, ο εντοπισμός προβλημάτων συναρμογής μεταξύ των διαφόρων μελετών, κατά κανόνα γίνεται πολύ αργά όταν το πρόβλημα εμφανιστεί στην κατασκευή, με ότι αυτό συνεπάγεται σε χρόνο και κόστος. Με την τεχνολογία BIM ο εντοπισμός αυτός γίνεται αυτόματα και αποτελεί είναι μια από τις βασικές λειτουργίες (clash detection) πριν την έναρξη κατάρτισης του προγράμματος του έργου.

Τέλος, με τη χρήση της τεχνολογίας BIM, το μοντέλο του έργου είναι προσβάσιμο σε όλες τις ομάδες του έργου, στον υπολογιστή ή τη φορητή συσκευή τους, σε αντίθεση με τις πρακτικές που χρησιμοποιούνται όπου τα σχέδια είναι διαθέσιμα μόνο στους μελετητές. Επίσης, αποφεύγεται η εκτύπωση και επανεκτύπωση διορθωμένων σχεδίων, καθώς αναφερόμαστε σε ένα και μοναδικό μοντέλο που οποιαδήποτε αλλαγή γίνει ενημερώνει αυτόματα την πλατφόρμα και μπορεί να είναι ορατό σε πραγματικό χρόνο από τον διευθυντή της κατασκευαστικής εταιρείας μέχρι τον εργάτη στο εργοτάξιο.

4.3 Εκτίμηση Κόστους με τη χρήση ΠΟΕ (5D BIM Modeling)

Προσθέτοντας στοιχεία για το κόστος των δραστηριοτήτων στο μοντέλο του χρονικού προγραμματισμού προκύπτει η 5η διάσταση του Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου, η οποία παρέχει τη δυνατότητα ανάλυσης της δαπάνης κατασκευής του έργου συνολικά ή τμηματικά, σύνταξης του προϋπολογισμού και του τιμολογίου εργασιών και απεικόνισης των ταμειακών ροών κατά την κατασκευή σε συνδυασμό με το χρονοδιάγραμμα.

Με τη χρήση ΠΟΕ για την εκτίμηση του κόστους και την κατάρτιση του προϋπολογισμού των έργων μειώνεται δραστικά ο χρόνος για την προμέτρηση των εργασιών και τη διαμόρφωση του τιμολογίου από εβδομάδες σε λεπτά, αυξάνεται η ακρίβεια της διαδικασίας και περιορίζονται οι περιπτώσεις επικαλύψεων μεταξύ των μελετών του έργου. Έτσι παρέχεται μεγαλύτερη ευχέρεια στον κοστολόγο-μηχανικό να διερευνήσει εναλλακτικά σενάρια κόστους και να βελτιώσει τη σχέση ποιότητας – τιμής (Smith, 2014)^[38].

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)

Κατά τη διαδικασία εκτίμησης του κόστους ενός έργου με χρήση 3διάστατου ψηφιακού μοντέλου BIM συνδεδεμένου και με το χρονοδιάγραμμα του έργου, η κοστολόγηση γίνεται κατά κανόνα με βάση τις δραστηριότητες του έργου που έχουν αναπτυχθεί στο χρονοδιάγραμμα (activity-based costing) με τις οποίες συνδέονται τα αντικείμενα του μοντέλου, και όχι με τη χρήση ανεξάρτητων καταλόγων περιγραφικών άρθρων.

Στην κοστολόγηση με βάση τις δραστηριότητες του έργου (ή activity-based costing) υπολογίζεται το άμεσο κόστος κάθε δραστηριότητα με βάση την ανάλυση των μέσων παραγωγής που απαιτούνται για την υλοποίησή της (εργατικά, υλικά, μηχανικός εξοπλισμός) και την παραγωγικότητα των συνεργείων που έχει ληφθεί υπόψη για τη σύνταξη του χρονοδιαγράμματος. (Lewis, 1995)^[39]. Η κοστολόγηση με βάση τις δραστηριότητες του έργου θεωρείται πιο ακριβής μέθοδος και μειώνει τα σφάλματα αντιστοίχισης και συσχετισμού των αντικειμένων του μοντέλου με τις δραστηριότητες του χρονοδιαγράμματος και το τιμολόγιο εργασιών (Qian and Ben-Arieh, 2008)^[40].

4.3.1 Επίπεδα εκτίμησης κόστους

Συμφωνα με την AACE International (Association for the Advancement of Cost Engineering)^[41] υπάρχουν διάφορα κριτήρια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον χαρακτηρισμό του βαθμού προσέγγισης ή επιπέδου της εκτίμησης του κόστους ενός έργου. Τα πιο σημαντικά από τα κριτήρια αυτά είναι ο βαθμός ολοκλήρωσης της έργου, ο σκοπός τον οποίο εξυπηρετεί η εκτίμηση του κόστους, η μεθοδολογία κοστολόγησης, η προσπάθεια που απαιτείται για τη διαδικασία εκτίμησης και η ακρίβεια που επιδιώκεται.

Το βασικότερο από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι ο βαθμός ολοκλήρωσης του έργου, καθώς όσο πιο πρώιμο είναι το στάδιο υλοποίησης τόσο μεγαλύτερο είναι το εύρος της εκτίμησης. Στον πίνακα που εμφανίζεται πιο κάτω (βλ. Πιν. 4.5) διακρίνονται 5 επίπεδο εκτίμησης του κόστους, από 1 μέχρι 5, με το 5^ο επίπεδο να αντιστοιχεί στα πρώτα στάδια σχεδιασμού του έργου και το 1^ο στην κατασκευή τουλάχιστον του 50% του έργου.

Τα επίπεδα εκτίμησης κόστους (βλ. Πιν. 4.5) αντιστοιχούν στο επίπεδο πληροφοριών και λεπτομερειών των αντικειμένων (βλ. Εικ. 4.5, Κεφ. 4.2.2) του μοντέλου που προβλέπονται στο αντίστοιχο στάδιο ανάπτυξης του έργου.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου
(Model-based Construction Management)

Επίπεδο Εκτίμησης Κόστους	Πρωτεύον κριτήριο	Δευτερεύοντα κριτήρια			Απαιτούμενη προσπάθεια (σε % του συνολικού κόστους)
	Βαθμός ολοκλήρωσης του έργου (%)	Σκοπιμότητα της κοστολόγησης	Μεθοδολογία εκτίμησης	Αναμενόμενο εύρος ακρίβειας (± %)	
5 ^ο	0 – 2	Αξιολόγηση σκοπιμότητας	Προσωπική κρίση ή στοχαστική	+40% με +200% -20% με -100%	0,005
4 ^ο	1 – 15	Μελέτη σκοπιμότητας ή προκαταρκτική μελέτη	Κυρίως στοχαστική	+30 με +120% -15% με -60%	0,01 – 0,02
3 ^ο	10 – 40	Προϋπολογισμός, αδειοδότηση, ή έγκριση πίστωσης	Διάφορες, αλλά κύριως στοχαστική	+20% με +60% -10% με -30%	0,015 – 0,05
2 ^ο	30 – 70	Δημοπράτηση ή προσφορά	Κυρίως αναλυτική	+10% με +30% -5% με -15%	0,025 – 0,10
1 ^ο	50 – 100	Έλεγχος προϋπολογισμού ή προσφοράς έργου	Αναλυτική	+10% -5%	0,05 – 5,00

Πιν. 4.5: Τα επίπεδα εκτίμησης του κόστους (AACE International, 2011)

4.3.2 Προμέτρηση ποσοτήτων (Quantity Take-Off) και δημιουργία άρθρων τιμολογίου
(Bill Of Quantities)

Για την κατάρτιση του προϋπολογισμού και τη σύνταξη της προσφοράς ενός έργου, την παραγγελία των υλικών, την εκτίμηση του αριθμού των συνεργείων και της διάρκειας των δραστηριοτήτων, είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε τις επιμέρους εργασίες που πρέπει να γίνουν, την ποσότητα των εργασιών αυτών καθώς και την τιμή μονάδας κάθε μίας. Επομένως, είναι αναγκαία η προμέτρηση των εργασιών που πρέπει να γίνουν. Ως προμέτρηση ορίζεται η ακριβής μέτρηση των εργασιών του έργου που πρόκειται να εκτελεστούν βάσει των τελικών σχεδίων της μελέτης (Παντουβάκης, 2016) ^[42].

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)

Δεδομένου ότι τα Πληροφοριακά Ομοιώματα Έργου βασίζονται στη χρήση αντικειμένων που περιέχουν όλες τις απαιτούμενες γεωμετρικές και μη πληροφορίες για την κατασκευή, είναι πιο εύκολος ο υπολογισμός των ποσοτήτων και με μεγαλύτερη ακρίβεια. Η προμέτρηση των ποσοτήτων (ή Quantity Take-Off - QTO) με την τεχνολογία BIM μπορεί να γίνει με τους ακόλουθους δυο τρόπους:

- α) Είτε με το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη (αρχιτεκτονικό π.χ. Revit, στατικό π.χ. Tekla, κλπ) εφόσον περιλαμβάνει λειτουργία αυτόματης προμέτρησης (QTO), εξαγωγή των ποσοτήτων σε ένα υπολογιστικό φύλλο και σύνδεσής του με το λογισμικό εκτίμησης κόστους,
- β) Είτε με το λογισμικό χρονικού προγραμματισμού (4D BIM software) που έχει τη δυνατότητα άμεσης σύνδεσης των δραστηριοτήτων με το μοντέλο του έργου. Ο μηχανικός μπορεί να υπολογίσει τις απαιτούμενες ποσότητες βασιζόμενος στα αντικείμενα του μοντέλου και να προσθέσει χειροκίνητα συμπληρωματικά στοιχεία που μπορεί να μην έχουν ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό του μοντέλου.

Το επόμενο βήμα είναι η ανάλυση της τιμής των επιμέρους εργασιών. Το κόστος του εκάστοτε αντικειμένου του μοντέλου δεν αντιστοιχεί μόνο στο κόστος των υλικών από τα οποία αποτελείται αλλά και στον απαιτούμενο μηχανικό εξοπλισμό και τα συνεργεία υπεργολάβων που απαιτούνται για την κατασκευή του. Για το λόγο αυτό τα λογισμικά εκτίμησης κόστους είτε περιέχουν είτε συνδέονται με βάσεις δεδομένων υλικών, εργατών, μηχανικού εξοπλισμού, υπεργολάβων κλπ. τον αναλυτικό υπολογισμό της τιμής μονάδας κάθε εργασίας με βάση τα στοιχεία κόστους των επιμέρους συντελεστών παραγωγής (εργατικά, υλικά, μηχανικός εξοπλισμός, υπεργολάβοι) και την παραγωγικότητα των συνεργείων.

Αφού γίνει η ανάλυση τιμής μιας εργασίας, τότε μπορεί να συνταχθεί το άρθρο τιμολογίου. Στο άρθρο τιμολογίου περιγράφονται οι εργασίες που πρέπει να γίνουν για να ολοκληρωθεί μια δραστηριότητα και η τιμή μονάδας που υπολογίστηκε κατά τα ανωτέρω

Στην Εικ. 4.10 φαίνεται σχηματικά η διαδικασία δημιουργίας άρθρου τιμολογίου από ένα έξυπνο αντικείμενο του μοντέλου BIM (π.χ. υποστύλωμα), η ανάλυση της τιμής του και η σύνδεσή του με το χρονοδιάγραμμα του έργου.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)

Εικ. 4.10: Ανάλυση τιμής άρθρου τιμολογίου και σύνδεση με τη μελέτη και το χρονοδιάγραμμα του έργου (Τουλιάτος και ACE Hellas, 2012)^[43]

4.3.3 Σύγκριση με τρέχουσες πρακτικές (χωρίς τη χρήση του ΠΟΕ)

Η παραδοσιακή μέθοδος προμέτρησης εργασιών είναι με το χέρι βάσει των σχεδίων της μελέτης και η συμπλήρωση πινάκων προμέτρησης, στην καλύτερη περίπτωση με τη μορφή υπολογιστικών φύλλων Excel. Στη συνέχεια οι ποσότητες μεταφέρονται στα αντίστοιχα άρθρα εργασιών του τιμολογίου και του προϋπολογισμού μελέτης. Στην Εικ. 4-11 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα φύλλου προμέτρησης εργασιών.

Στα δημόσια έργα, μέχρι το 2004, για τον υπολογισμό – κατά τη μελέτη – της τιμής μονάδος κάθε εργασίας, ήταν υποχρεωτική η εφαρμογή από τον μελετητή των εγκεκριμένων, από το εκάστοτε υπουργείο που είναι αρμόδιο για τα Δημόσια Έργα, αναλυτικών τιμολογίων (ΑΤΟΕ, ΑΤΕΟ, ΑΤΗΕ, ΑΤΥΔΡ, ΑΤΛΕ, κλπ) για κάθε κατηγορία έργων, σε συνδυασμό με αντίστοιχους καταλόγους (τιμαριθμικές) βασικών τιμών για υλικών, εργατικά και μηχανικό εξοπλισμό που εκδίδονταν επίσης από το προαναφερθέν υπουργείο ανά τρίμηνο. Η τιμαριθμική είναι ένας κατάλογος με τις βασικές τιμές των συντελεστών παραγωγής (ημερομίσθια, μισθώματα, υλικά κλπ.) που αναφέρονται στις αναλύσεις τιμών. Οι κατάλογοι αυτοί τροφοδοτούν τις αναλύσεις τιμών ώστε να προκύψει η τιμή μονάδος για κάθε εργασία.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κωστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου
(Model-based Construction Management)

Έργο: Διώροφη οικοδομή σε ΠΙΛΟΤΙΣ Σελ: 2 από 4

Άρθρο Τιμολογίου: 4 Μονάδα Μέτρησης: κυβικό μέτρο (m³)

Είδος Εργασίας: Σκυροδέτηση Υποστολωμάτων (C20 / S400)

Κατασκευαστικά Σχέδια : Σ2 (Ξυλότυπος ισογείου)

Α/Α	Τμήμα Έργου	Στοιχείο	Διαστάσεις Σχεδίου			Ποσότητα
			Μήκος	Πλάτος	Ύψος	
14	ΠΙΛΟΤΙΣ	K1	0,50	0,50	3,00	0,750
15	>>	K2	1,00	0,20	3,00	0,600
16	>>	K3	0,20	1,20	3,00	0,720
17	>>	K4	όπως K1			
Σύνολο Σελίδας						2,820

Εικ.4.11: Παράδειγμα φύλλον προμέτρησης υποστολωμάτων (Παντουβάκης, 2016) ^[42].

Στις Εικ.4.12 και Εικ.4.13 φαίνονται δυο παραδείγματα συμπλήρωσης αναλυτικών άρθρων τιμολογίου οικοδομικών εργασιών με τις βασικές τιμές που είχαν εγκριθεί για το Δ' τρίμηνο του 2009 .

ΑΡΘΡΟ ΟΙΚ 3214 ΤΙΜΑΡΙΘΜΙΚΗ 2009Δ

Σκυρόδεμα κατηγορίας Β225 των 350 kg τσιμέντου, διά σκύρων διαστάσεων 0,7 έως 2,5 ή 3 cm και λιθοσυντρίμματος (γαρμπίλι) διαστάσεων 0,4 έως 1 cm ωπλισμένον, παντός είδους τμημάτων έργου πλην τμημάτων τρούλλων και κελυφών εις οιονδήποτε ύψος ή βάθος από της επιφανείας του εδάφους.
(1 m³)

Υλικά

α) Τσιμέντον	(026)	kg	350x	0,10 =	34,62	
β) Άμμος κονιοδεμάτων	(052)	m ³	0,40x	15,40 =	6,16	
γ) Σκύρα 0,7-3	(062)	m ³	0,60x	13,56 =	8,14	
δ) Σύντριμμα 0,4 έως 1	(065)	m ³	0,27x	13,61 =	3,67	
ε) Υδωρ	(021)	m ³	0,25x	2,67 =	0,67	
Εργασία						
	Αναμ	(1502)	ΗΔ	0,05x	550,95 =	27,55
	Εργ	(001)	h	3,50x	16,83 =	58,90
	Τεχν	(003)	h	2,00x	24,77 =	49,54

					Άθροισμα	189,25

Τιμή ενός m³ ευρώ 189,25
εκατόν ογδόντα εννέα και είκοσι πέντε λεπτά

Εικ. 4.12: Παράδειγμα αναλυτικού άρθρου τιμολογίου εργασιών σκυροδέματος (ΑΤΟΕ και ACE Hellas)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου
(Model-based Construction Management)

ΑΡΘΡΟ ΟΙΚ 2110 ΤΙΜΑΡΙΘΜΙΚΗ 2009Α							
Γενικά εκσκαφαί ημιβραχώδεις διά χρήσεως μηχανικών μέσων προς μόρφωσιν γηπέδων κατά τα λοιπά ως εν 2109. (1 m ³ εις όγκον ορύγματος)							
α) Αεροσυμπιεστής (διά την χαλάρωση του ημιβράχου)							
	(1501)	Η.Δ. Αερ.	<200 =	428,50	/ 200 =	2,14	
β) Προωθητήρ (1506) Η.Δ. Προωθ.<250 = 681,43 / 250 = 2,73							
γ) Διαμορφωτήρ (1503) Η.Δ. Διαμ.<1000 = 517,59 / 1000 = 0,52							
δ) Μόρφωσις Βοηθ (002) h 0,04x 18,71 = 0,75							

Αθροισμα						6,14	
Τιμή ενός m ³ ευρώ 6,14 έξη και δέκα τέσσερα λεπτά							

Εικ. 4.13: Παράδειγμα αναλυτικού άρθρου τιμολογίου γενικών εκσκαφών (ΑΤΟΕ και ACE Hellas)

Με τα σύγχρονα λογισμικά (όπως π.χ. το ExtrAXION της Alconsoft) είναι δυνατή η προμέτρηση ψηφιοποιημένων σχεδίων στην οθόνη του Η/Υ και η αυτόματη ενημέρωση των αντίστοιχων άρθρων τιμολογίου.

Μετά το 2004 καταργήθηκαν τα παλιά αναλυτικά τιμολόγια και ο προϋπολογισμός μελέτης των έργων γίνεται υποχρεωτικά με βάση τα Νέα Ενιαία Τιμολόγια Δημοσίων Έργων (NET, βλ. Εικ. 14. και Εικ. 4.15), στα οποία οι τιμές μονάδος των εργασιών καθορίζονται χωρίς καμία περαιτέρω ανάλυση. Κατά την ανάθεση του έργου οι διαγωνιζόμενοι κατασκευαστές καλούνται να δώσουν υποχρεωτικά έκπτωση επί αυτών των τιμών.

α/α	α/α Τιμολογ.	Είδος εργασίας	Άρθρο Αναθεώρησης	Μο-νάδα	Εργα < 1,50 εκ.	Εργα 1,5 - 5,0 εκ.	Εργα 5,0 - 10,0 εκ.	Εργα > 10,0 εκ.
ΟΜΑΔΑ Α: ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ								
ΕΚΣΚΑΦΕΣ								
2	A-1	Εκσκαφές χαλαρών εδαφών	ΟΔΟ-1110	m ³	0,38*	0,35*	0,33*	0,32*
2	A-2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες -ημιβραχώδες	ΟΔΟ-1123Α	m ³	0,70*	0,65*	0,62*	0,60*
3	A-2.1	Αποξήλωση ασφαλτοταπήτων και στρώσεων οδοστρωσίας σταθεροποιημένων με τσιμέντο εντός του ορίου των γενικών εκσκαφών	ΟΔΟ-1123Α	m ³	1,60*	1,45*	1,40*	1,30*
	A-3	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες						
4	A-3.1	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες με χρήση εκρηκτικών	ΟΔΟ-1133Α	m ³	2,60*	2,35*	2,20*	2,10*
5	A-3.2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες με ελεγχόμενη χρήση εκρηκτικών	ΟΔΟ-1133Α	m ³	4,40*	4,00*	3,80*	3,60*
6	A-3.3	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών	ΟΔΟ-1133Α	m ³	8,20*	7,50*	7,10*	6,80*
ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΤΑΦΡΩΝ								
	A-4	Διάνοιξη τάφρων						
7	A-4.1	Διάνοιξη τάφρου σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες	ΟΔΟ-1212	m ³	1,65*	1,50*	1,45*	1,35*
8	A-4.2	Διάνοιξη τάφρου σε έδαφος βραχώδες	ΟΔΟ-1220	m ³	4,90*	4,50*	4,30*	4,10*

Εικ. 4.14: Απόσπασμα του NET για τα έργα Οδοποιίας

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου
(Model-based Construction Management)

Αριθ. Τιμολ.	Συνοπτική περιγραφή	Αρθρο Αναθεώρ.	Μονάδα	Εργα έως 2.000.000 €		Εργα άνω των 2.000.000 €		Παρατηρήσεις
				Τιμη Μονάδας	Εργασία χωρίς υλικά	Τιμη Μονάδας	Εργασία χωρίς υλικά	
32. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ								
32.01	Προμήθεια, μεταφορά επί τόπου, διάστρωση και συμπίκνωση σκυροδέματος με χρήση ανιλίας ή πυργογερανού							
32.01.01	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C8/10	ΟΙΚ 3211	m3	73,00		65,00		
32.01.02	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C10/12	ΟΙΚ 3212	m3	78,00		70,00		
32.01.03	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15	ΟΙΚ-3213	m3	84,00		75,00		
32.01.04	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20	ΟΙΚ-3214	m3	90,00		80,00		
32.01.05	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25	ΟΙΚ 3215	m3	95,00		85,00		
32.01.06	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30	ΟΙΚ 3215	m3	101,00		90,00		
32.01.07	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37	ΟΙΚ 3216	m3	112,00		100,00		
32.02	Προμήθεια, μεταφορά επί τόπου, διάστρωση και συμπίκνωση σκυροδέματος χωρίς χρήση ανιλίας							
32.02.01	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C8/10	ΟΙΚ 3211	m3	67,00		60,00		
32.02.02	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C10/12	ΟΙΚ 3212	m3	73,00		65,00		
32.02.03	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15	ΟΙΚ-3213	m3	78,00		70,00		
32.02.04	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20	ΟΙΚ-3214	m3	84,00		75,00		
32.02.05	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25	ΟΙΚ 3215	m3	90,00		80,00		
32.05	Σκυροδέματα μικρών έργων							
32.05.01	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C8/10	ΟΙΚ 3211	m3	90,00		80,00		
32.05.02	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C10/12	ΟΙΚ 3212	m3	95,00		85,00		
32.05.03	Για κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C12/15	ΟΙΚ 3213	m3	101,00		90,00		

Εικ. 4.15: Απόσπασμα του NET για τα Οικοδομικά έργα

Με την παραδοσιακή μέθοδο ένα οικοδομικό στοιχείο π.χ. τοίχος, πρέπει να προμετρηθεί περισσότερες φορές ώστε να προκύψουν οι ποσότητες των εργασιών που αντιστοιχούν στις διαδοχικές δραστηριότητες της κατασκευής του (π.χ. τοιχοποιία, επιχρίσματα, χρωματισμοί). Με την τεχνολογία του BIM όταν προμετράται ένα οικοδομικό στοιχείο, υπολογίζονται αυτόματα όλες οι ποσότητες που αντιστοιχούν στις δραστηριότητες με τις οποίες κατασκευάζεται το αντικείμενο αυτό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα πιο γρήγορη προμέτρηση ποσοτήτων, μεγαλύτερη ακρίβεια και λιγότερες πιθανότητες για λάθος ή ασάφειες. Επιπλέον σε κάθε αλλαγή των διαστάσεων του οικοδομικού στοιχείου στο 3διάστατο μοντέλο της μελέτης, ενημερώνονται αυτόματα οι ποσότητες των προμετρήσεων και ο προϋπολογισμός του έργου. Έτσι δίνεται η δυνατότητα στο μηχανικό να δημιουργεί εύκολα και γρήγορα και να συγκρίνει εναλλακτικά σενάρια κατασκευαστικών λύσεων και να επιλέγει τη λύση που θεωρεί καλύτερη χωρίς να μένει προσκολλημένος στον αρχικό σχεδιασμό.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)

4.4 Λογισμικά σχετικά με τη χρήση του ΠΟΕ

4.4.1 Λογισμικά CAD to BIM

Τα λογισμικά CAD to BIM αποτελούν το πρώτο στάδιο της μοντελοκεντρικής διαχείρισης τεχνικών έργων καθώς διαθέτουν ικανές λειτουργίες για να μετατρέψουν σαρωμένα σχέδια ή σχέδια 2D CAD σε έξυπνα αντικείμενα κατά το πρότυπο IFC και κατ' επέκταση σε ψηφιακό μοντέλο BIM. Τα λογισμικά αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για αρχιτεκτονικές και τα πλέον διαδεδομένα εμφανίζονται στον Πιν. 4.6 μαζί με τις κατασκευάστριες εταιρείες.

Λογισμικό	Κατασκευαστής	Χρήση	Web Link
Revit Architecture	Autodesk	Δημιουργία 3D μοντέλων BIM κατά το πρότυπο IFC	www.autodesk.com
MicroStation	Bentley	Δημιουργία 3D μοντέλων BIM κατά το πρότυπο IFC	www.bentley.com
ArchiCAD	Graphisoft	Δημιουργία 3D μοντέλων BIM κατά το πρότυπο IFC	www.graphisoft.com
SketchUp Pro	Trimble	Δημιουργία 3D μοντέλων BIM κατά το πρότυπο IFC	buildings.trimble.com/architecture
Allplan Architecture	Nemetschek	Δημιουργία 3D μοντέλων BIM κατά το πρότυπο IFC	www.allplan.com

Πιν. 4.6: Λογισμικά CAD to BIM (ενδεικτικά)

4.4.2 Λογισμικά για 4D BIM Modeling

Τα λογισμικά 4D Modeling είναι λογισμικά χρονικού προγραμματισμού με τη διαφορά ως προς τα παραδοσιακά λογισμικά όπως π.χ. το Primavera P6 και Microsoft Project, ότι εισάγουν το μοντέλο του έργου και το συνδέουν τα αντικείμενά του με τις αντίστοιχες δραστηριότητες. Προσφέρουν εικονική αναπαράσταση (προσομοίωση) της κατασκευής, έλεγχο συμβατότητα μελετών, χρονική και οικονομική παρακολούθηση της πορείας του έργου και αυτόματη ενημέρωση της διάρκειας των δραστηριοτήτων όταν γίνουν αλλαγές στο σχεδιασμό του μοντέλου. Τα πλέον διαδεδομένα λογισμικά αυτού του τύπου εμφανίζονται στον Πιν. 4.7 μαζί με τις κατασκευάστριες εταιρείες.

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου
(Model-based Construction Management)

Λογισμικό	Κατασκευαστής	Χρήση	Web Link
Navisworks Manage & Simulate	Autodesk	Χρονικός προγραμματισμός, αναπαράσταση της κατασκευής, clash detection	www.autodesk.com
Synchro PRO	Synchro Ltd.	Χρονικός προγραμματισμός, αναπαράσταση της κατασκευής, clash detection	synchroLtd.com
Asta PowerProject BIM	Elecosoft	Χρονικός προγραμματισμός, αναπαράσταση της κατασκευής, clash detection	www.astapowerproject.com
Innovaya Visual 4D Simulation	Innovaya	Χρονικός προγραμματισμός, αναπαράσταση της κατασκευής, clash detection	www.innovaya.com
ConstructSim Planner	Bentley	Χρονικός προγραμματισμός, αναπαράσταση της κατασκευής, clash detection	www.bentley.com
Solibri Model Checker	Solibri	Χρονικός προγραμματισμός, αναπαράσταση της κατασκευής, clash detection	www.solibri.com
Vico Office	VICO Software	Χρονικός προγραμματισμός, αναπαράσταση της κατασκευής, clash detection	www.vicosoftware.com

Πιν. 4.7: Λογισμικά για 4D Modeling (ενδεικτικά)

4.4.3 Λογισμικά για 5D BIM Modeling

Τα λογισμικά 5D Modeling αφορούν την κοστολόγηση του έργου. Με την εισαγωγή του μοντέλου του έργου μπορούν να εκτελέσουν αυτόματα προμέτρηση ποσοτήτων (Quantity Take-Off) και να δημιουργήσουν άρθρα τιμολογίου βασιζόμενα σε όποιο σύστημα ταξινόμησης έχει επιλεγεί. Επιπλέον επιτρέπουν τη δημιουργία βάσεων δεδομένων με βασικές τιμές υλικών, εργατικών, μηχανικού εξοπλισμού και υπερβολάβων και αναλύσεων τιμών διαθέτουν ή συνδέονται με εξωτερικές βάσεις τρίτων κατασκευαστών. Τα πλέον διαδεδομένα λογισμικά αυτού του τύπου εμφανίζονται στον Πιν. 4.8 μαζί με τις κατασκευάστριες εταιρείες.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου
(Model-based Construction Management)

Λογισμικό	Κατασκευαστής	Χρήση	Web Link
Autodesk QTO	Autodesk	Προμέτρηση ποσοτήτων	www.autodesk.com
Bidcon	Elecosoft	Προμέτρηση ποσοτήτων, κοστολόγηση, κατάρτιση προϋπολογισμού	www.astapowerproject.com
Innovaya 5D Estimating	Innovaya	Κοστολόγηση, κατάρτιση προϋπολογισμού	buildings.trimble.com/architecture
CostX	Exactal	Προμέτρηση ποσοτήτων, κοστολόγηση, κατάρτιση προϋπολογισμού	www.exactal.com
CostOS	Nomitech	Προμέτρηση ποσοτήτων, κοστολόγηση, κατάρτιση προϋπολογισμού	www.nomitech.eu
Vico Office	VICO Software	Προμέτρηση ποσοτήτων, κοστολόγηση, κατάρτιση προϋπολογισμού	www.vicosoftware.com

Πιν. 4.8: Λογισμικά για 5D Modeling (ενδεικτικά)

4.4.4 BIM Cloud Collaborative Platforms

Πρόκειται για διαδικτυακές πλατφόρμες συνεργασίας, στις αναρτάται το μοντέλο του έργου και σε αυτό το διαδικτυακό χώρο έχουν πρόσβαση όλες οι ομάδες του έργου. Οι κυριότερες εταιρείες που προσφέρουν αυτή τη δυνατότητα είναι οι ακόλουθες (βλ. Πιν. 4.9).

Πλατφόρμα	Διαχειριστής/Πάροχος	Web Link
BIM 360 Glue	Autodesk	www.autodesk.com
BIM TRACK	BIM Track Co.	bimtrack.co
Bim+	Allplan	www.allplan.com
Tekla BIMsight	Trimble	mep.trimble.com
cBIM	Adoddle	www.asite.com
BIM platform	Aconex	www.aconex.com
Eleco BIM Cloud	Elecosoft	www.elecosoft.se
FLUX	Google	flux.io

Πιν. 4.9: Λογισμικά για Cloud Collaborative Platforms (ενδεικτικά)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 4^ο – Διαχείριση Τεχνικών Έργων με τη χρήση Πληροφοριακού Ομοιώματος Έργου (Model-based Construction Management)

4.4.5 BIM Mobile Applications

Οι εφαρμογές κινητών συσκευών επικοινωνίας δημιουργήθηκαν με πρωταρχικό σκοπό να είναι δυνατή η προβολή τρισδιάστατων σχεδίων οπουδήποτε κι αν βρίσκεται ο μηχανικός ή το έργο, εφόσον υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης με το διαδίκτυο. Με την εισαγωγή του μοντέλου του έργου, ο επιβλέπων μηχανικός έχει τη δυνατότητα να ελέγχει την πρόοδο του έργου και να ενημερώνει σε πραγματικό χρόνο το χρονοδιάγραμμα, να παραγγέλνει υλικά και να είναι σε διαρκή σύνδεση με όλη την ομάδα του έργου. Επειδή αποτελεί πολύ πρόσφατη ανάπτυξη στον τομέα των κατασκευών δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμα πολλές τέτοιες εφαρμογές. Μερικές εξ αυτών εμφανίζονται στον Πιν. 4.10.

Λογισμικό	Κατασκευαστής	Χρήση	Web Link
BIM 360 field	Autodesk	Επίβλεψη, διαχείριση εργοταξίου, ενημέρωση χρονοδιαγράμματος	www.autodesk.com
Projectwise Mobile	Bentley	Ενημέρωση προόδου του έργου	www.bentley.com
BIMx	Graphisoft	Πλοήγηση στο έργο	www.graphisoft.com
Newforma	Newforma	Επίβλεψη, διαχείριση εργοταξίου, ενημέρωση χρονοδιαγράμματος, παραγγελίες υλικών	newforma.co.uk
FINALCAD	FinalCAD	Επίβλεψη, διαχείριση εργοταξίου, ενημέρωση χρονοδιαγράμματος, παραγγελίες υλικών	www.finalcad.com

Πιν. 4.10: Λογισμικά για BIM Mobile Applications (ενδεικτικά)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους (4D & 5D BIM Modeling)**Κεφάλαιο 5ο****Πρακτική εφαρμογή χρονικού προγραμματισμού και εκτίμησης κόστους κτιριακού έργου με τεχνολογία BIM (4D & 5D BIM Modeling)****Σύνοψη:**

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η εκτίμηση του κόστους ενός μεγάλου κτιριακού έργου, η κατάρτιση του προϋπολογισμού του και η σύνταξη του χρονοδιαγράμματος των εργασιών, με εφαρμογή της τεχνολογίας του Πληροφοριακού Ομοιώματος του Έργου και με τη χρήση κατάλληλων λογισμικών. Η διαφορετικές πηγές προέλευσης των ψηφιακών σχεδίων των επιμέρους μελετών του έργου επιβεβαιώνει την αξία της διαλειτουργικότητας των μοντέλων, ενώ η βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε από στοιχεία κόστους πραγματικών έργων εξασφαλίζει την αξιοπιστία των εκτιμήσεων που έγιναν.

5.1 Το σενάριο και τα στοιχεία του τεχνικού έργου που μελετήθηκε

Η πρακτική εφαρμογή του χρονικού προγραμματισμού και της εκτίμησης του κόστους έγιναν σε επίπεδο μελέτης εφαρμογής για την κατασκευή ενός υποθετικού κτιρίου γραφείων, ιδιοκτησίας της εταιρίας «buildingSMART» στο Ελσίνκι.

Στο υποθετικό σενάριο της διπλωματικής εργασίας, θεωρείται ότι ο ιδιοκτήτης του εν λόγω κτιρίου ανέθεσε στο συντάκτη της παρούσας εργασίας (το Σύμβουλο) τη σύνταξη του χρονοδιαγράμματος του έργου και την κατάρτιση του προϋπολογισμού του με την απαίτηση εφαρμογής της τεχνολογίας BIM. Στο Σύμβουλο χορηγήθηκαν τα υφιστάμενα σχέδια των μελετών του έργου σε ψηφιακή μορφή συμβατή με το πρότυπο IFC.

Πρόκειται για κτίριο 2 τυπικών ορόφων, συνολικού εμβαδού 3.350 m², με φέροντα οργανισμό από ωπλισμένο σκυρόδεμα. Διαθέσιμα ήταν τα σχέδια των ακολούθων οριστικών μελετών του έργου (επισυνάπτονται σε ηλεκτρονική μορφή στο Παράρτημα Β της παρούσας):

- 1) Σχέδια της γενικής όψης του κτιρίου, της αρχιτεκτονικής μελέτης.
- 2) Σχέδια για τη διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων, της αρχιτεκτονικής μελέτης.
- 3) Σχέδια της μελέτης θεμελίωσης του κτιρίου.
- 4) Σχέδια της στατικής μελέτη του φέροντος οργανισμού του κτιρίου.
- 5) Σχέδια της μελέτης ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους (4D & 5D BIM Modeling)

Κάθε μία από τις πέντε μελέτες που χορηγήθηκαν στον Σύμβουλο έχει συνταχθεί αυτοτελώς σε μορφή μοντέλου BIM συμβατό με το πρότυπο διαλειτουργικότητας IFC.

Οι μελετών δόθηκαν σε μορφή τρισδιάστατων μοντέλων BIM, τα οποία έχουν δημιουργηθεί από επιμέρους έξυπνα αντικείμενα (υποστυλώματα, πλάκες, τοίχοι κλπ.) με τις αντίστοιχες πληροφορίες του καθενός και όχι από σχέδια CAD που απεικονίζουν μόνο γραμμές, επιφάνειες και όγκους.

Κατά την πρακτική εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα λογισμικά:

- **Το λογισμικό Revit της Autodesk,**
 - α) για τη συναρμογή των πέντε επιμέρους μελετών και τη δημιουργία ενός ενιαίου διαλειτουργικού μοντέλου BIM (iBIM), και
 - β) για την αναζήτηση και επίλυση προβλημάτων ασυμβατότητας.
- **Το λογισμικό Asta PowerProject BIM της εταιρείας Elecosoft,**
για τη μελέτη του χρονικού προγραμματισμού του έργου (4D Modeling) και την οπτικοποίηση της κατασκευής του έργου.
- **Το λογισμικό CostOS της εταιρείας Nomitech,**
 - α) για την προμέτρηση των ποσοτήτων των εργασιών του έργου
 - β) για την κοστολόγηση των εργασιών και
 - γ) για την τη σύνταξη του προϋπολογισμού του έργου (5D Modeling).

Για την αξιολόγηση των λειτουργιών του λογισμικού κοστολόγησης που χρησιμοποιήθηκε και της δυνατότητας προσαρμογής του σε απαιτήσεις έργων του εξωτερικού, χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία παραγωγικότητας και κόστους συνεργείων, μηχανημάτων και υλικών από 5 ανάλογα κτιριακά έργα ανά τον κόσμο.

Τα στοιχεία παραχωρήθηκαν από την εταιρεία Nomitech και συμπληρώθηκαν, όπου απαιτήθηκε, και με στοιχεία από τη βάση δεδομένων **RS Means – Construction Cost Estimating Data**. Οι πίνακες με τα στοιχεία κόστους που συγκεντρώθηκαν περιλαμβάνονται στο **Παράρτημα Γ** της παρούσας.

Το κόστος του έργου εκτιμήθηκε με βάση τις δραστηριότητες της κατασκευής (activity-based cost estimating), ενώ η ταξινόμηση, η κωδικοποίηση και η ομαδοποίηση των δραστηριοτήτων για τη δημιουργία άρθρων τιμολογίου (Bill Of Quantities) έγινε με βάση το σύστημα ταξινόμησης **MasterFormat** του CSI. Οι σχετικοί πίνακες περιλαμβάνονται στο **Παράρτημα Δ** της παρούσας.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

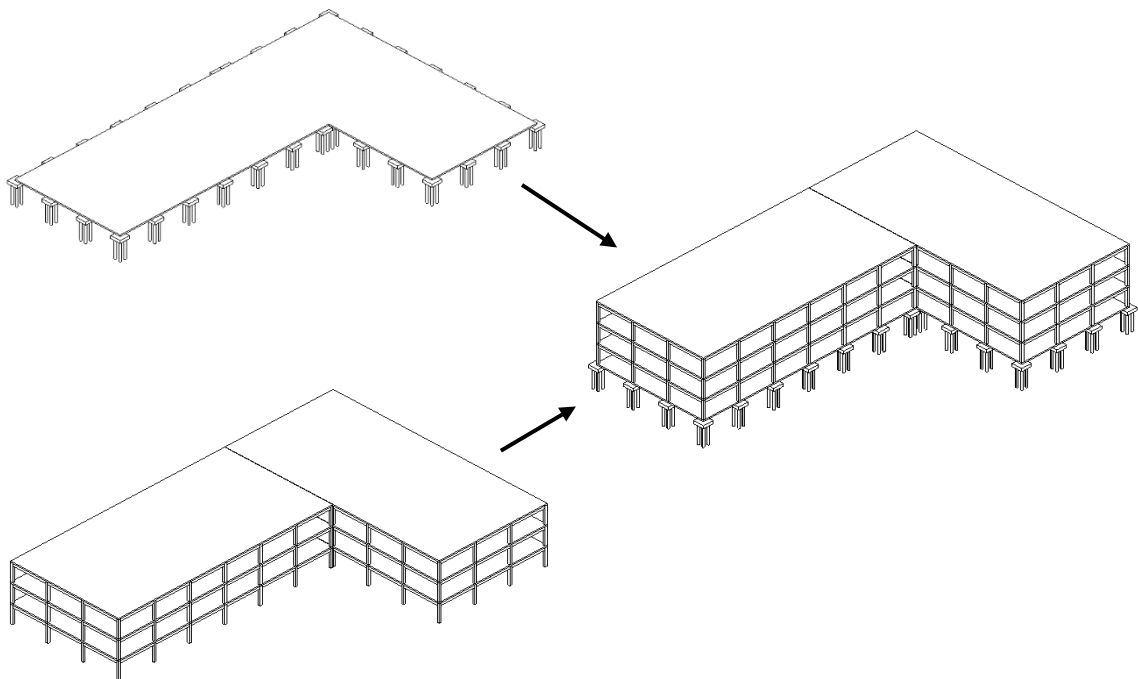
Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους (4D & 5D BIM Modeling)

5.2 Περιγραφή της διαδικασίας υλοποίησης της πρακτικής εφαρμογής

Στη συνέχεια αναπτύσσονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά τη μελέτη της πρακτικής εφαρμογής στο συγκεκριμένο τεχνικό έργο. Η όλη διαδικασία αποτυπώνεται στο τέλος της παρούσας εργασίας (βλ. Κεφάλαιο 6.2) και με τη μορφή τυπικού διαγράμματος, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός για την εκπόνηση ανάλογων μελετών χρονικού προγραμματισμού και κοστολόγησης σε περιβάλλον BIM, σε περίπτωση που για τη δημιουργία του ενιαίου 3D BIM μοντέλου του έργου απαιτείται η συναρμογή των μοντέλων των επιμέρους μελετών που έχουν παραχθεί από ανεξάρτητα λογισμικά αλλά είναι συμβατά με το πρότυπο IFC.

Βήμα 1^ο: Δημιουργία του ενιαίου διαλειτουργικού μοντέλου BIM (iBIM) με τη συναρμογή των IFC μοντέλων των επιμέρους μελετών. Εντοπισμός και διόρθωση πιθανών προβλημάτων ασυμβατότητας μεταξύ των επιμέρους μοντέλων που συναρμολογούνται (βλ. Εικ. 5.1, 5.2, 5.3).

Βασική προϋπόθεση: Τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται για την εκπόνηση των επιμέρους μελετών πρέπει να έχουν τη δυνατότητα εξαγωγής των στοιχείων των μελετών με τη μορφή αρχείων τύπου IFC, έτσι ώστε για να είναι πλήρως διαλειτουργικά μεταξύ τους και να μπορούν να «διαβαστούν» από τα λογισμικά 4D και 5D.

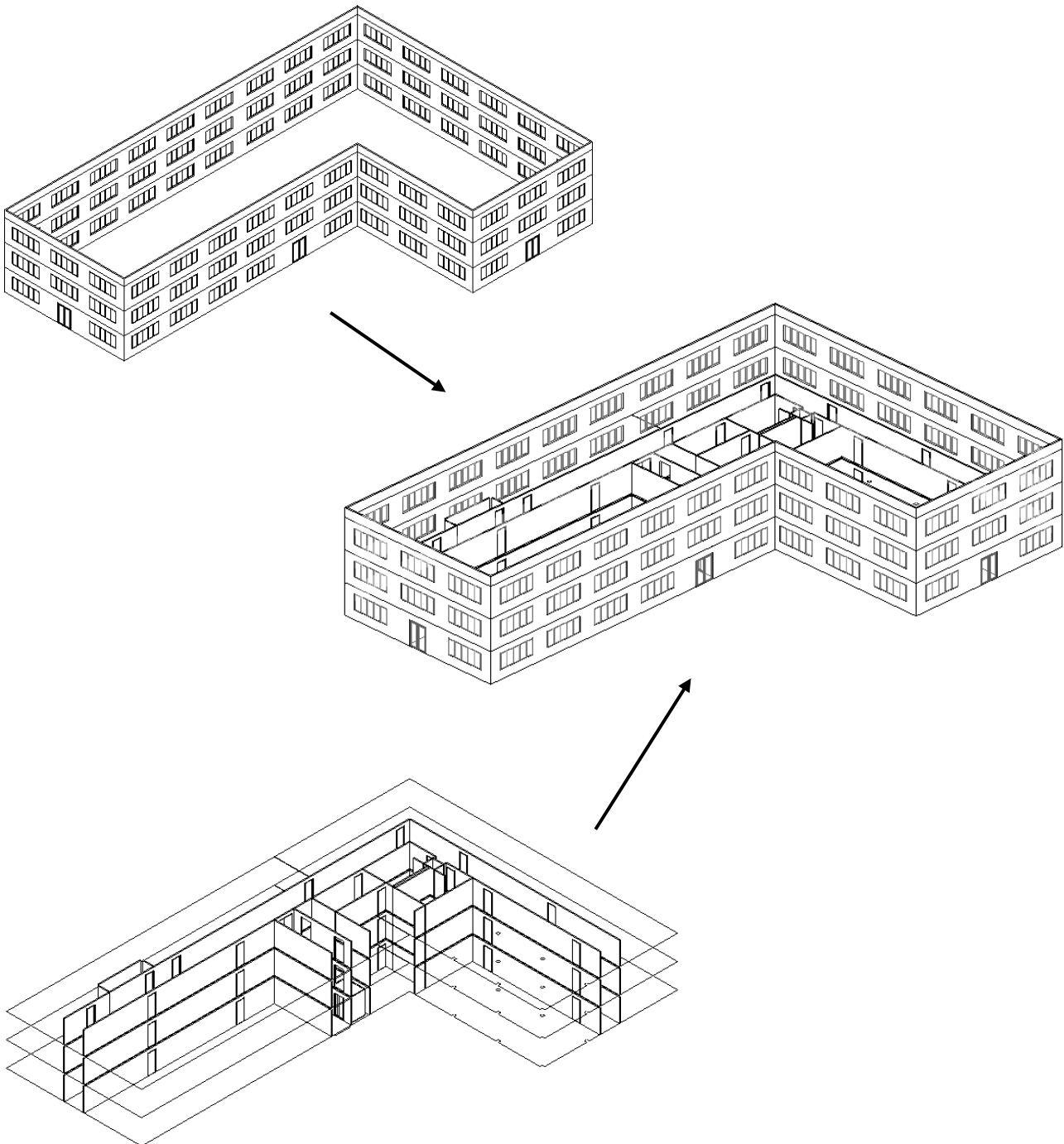


Εικ. 5.1: Συναρμογή των στατικών μοντέλων

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους (4D & 5D BIM Modeling)

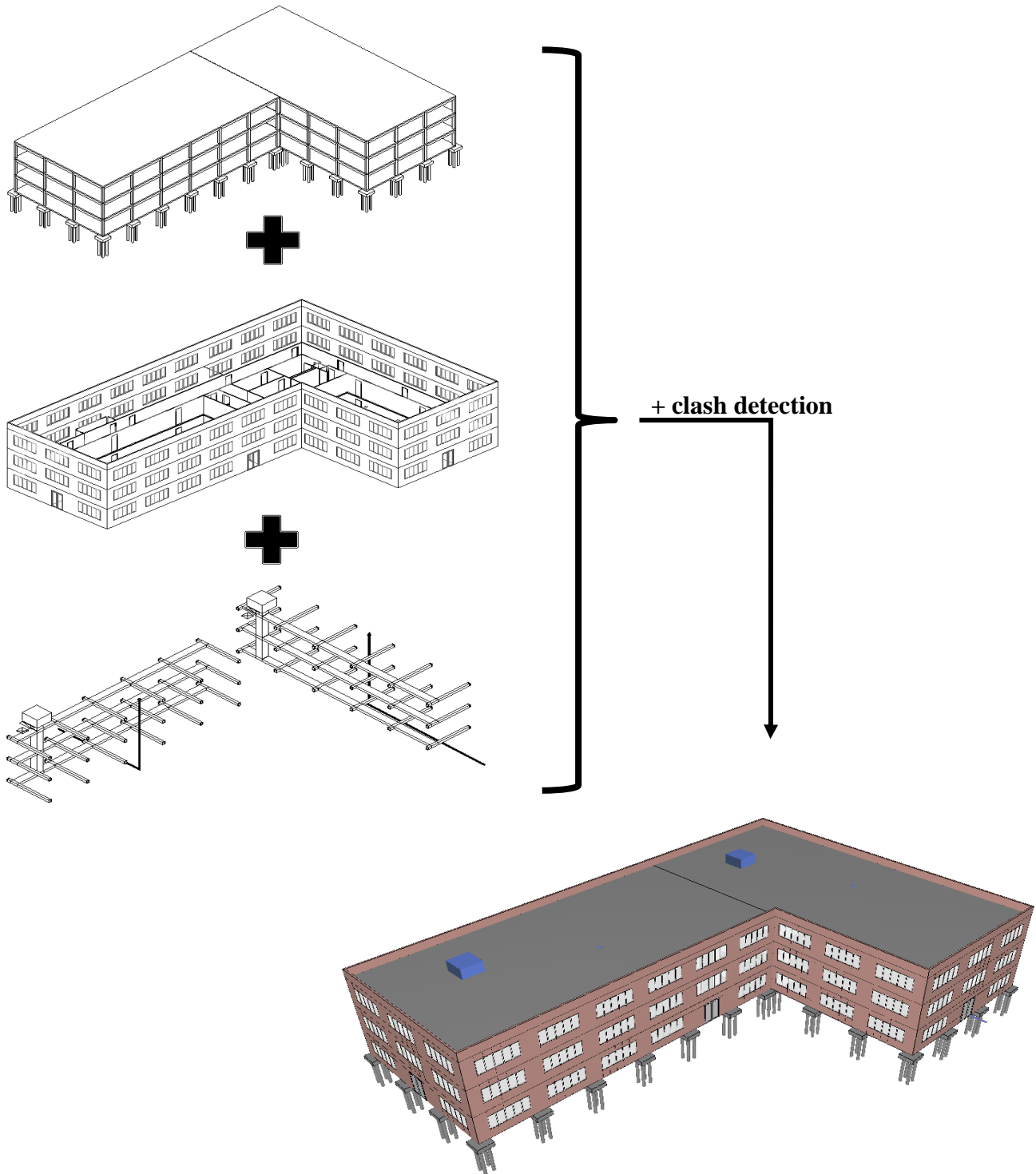
Στο Παράρτημα Β παραθέτονται σε ηλεκτρονική μορφή όλα τα διαθέσιμα σχέδια του έργου που ενσωματώθηκαν στο ενοποιημένο μοντέλο, ενώ στο Παράρτημα ΣΤ περιλαμβάνονται και οι αναφορές από τη διενέργεια του ελέγχου για ασυμβατότητες (class detection) κατά τη συναρμογή των μοντέλων των επιμέρους μελετών.



Εικ. 5.2: Συναρμογή των αρχιτεκτονικών μοντέλων

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους
(4D & 5D BIM Modeling)



Εικ. 5.3: Έλεγχος για ασυμβατότητες και δημιουργία του ενοποιημένου διαλειτουργικού μοντέλου (iBIM)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους (4D & 5D BIM Modeling)

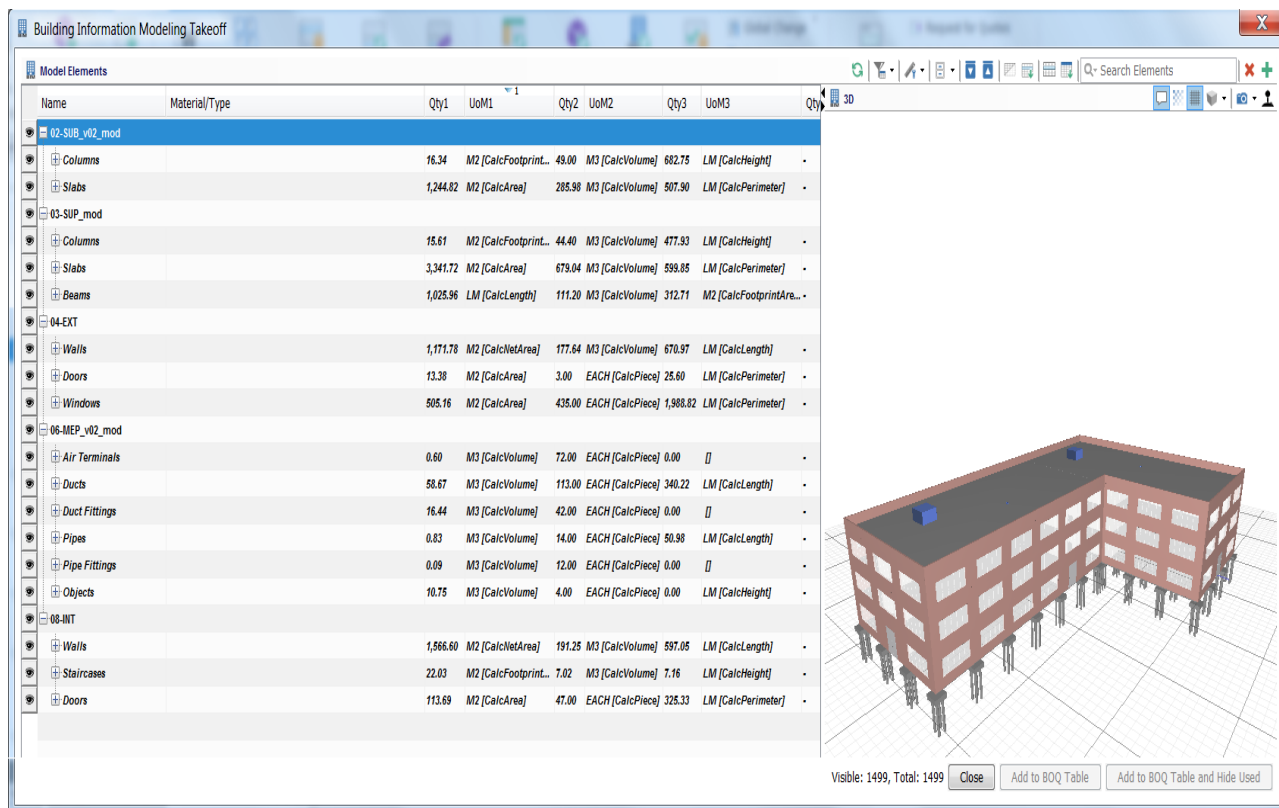
Βήμα 2^ο: Δημιουργία βάσης δεδομένων με στοιχεία κόστους και παραγωγικότητας συνεργείων. Για τη διερεύνηση των δυνατοτήτων προσαρμογής του λογισμικού κοστολόγησης σε διεθνές περιβάλλον με υποχρέωση πληρωμής των εργασιών σε διαφορετικά νομίσματα και ανάγκη εφαρμογής διαφόρων συντελεστών ισοτιμίας νομισμάτων και παραγωγικότητας συνεργείων, δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων από πέντε ανάλογα κτιριακά έργα που κατασκευάστηκαν στη Γαλλία, την Ιταλία, τη Νέα Ζηλανδία, το Ομάν και τη Γερμανία.

Οι δύο μη ευρωπαϊκές χώρες επιλέχτηκαν με σκοπό να υπάρχουν συνεργεία που πληρώνονται σε διαφορετικό νόμισμα ούτως ώστε να εφαρμοστούν τοπικοί παράγοντες και παράγοντες ισοτιμίας. Τα στοιχεία αυτά συμπληρώθηκαν και με στοιχεία από τη βάση δεδομένων RS Means για τις ΗΠΑ και τη Μεγάλη Βρετανία. Η βάση δεδομένων δημιουργήθηκε κατ' αρχήν σε υπολογιστικά φύλλα του Microsoft Excel και στη συνέχεια «ανέβηκε» στο λογισμικό CostOS με τη λειτουργία εισαγωγής στοιχείων από αρχεία (import) που διαθέτει. Περιλαμβάνονται στοιχεία κόστους για μηχανήματα και εξοπλισμό του εργοταξίου, συνεργεία υπεργολάβων, υλικά και εργατοτεχνικό προσωπικό. Τα πλήρη στοιχεία της βάσης δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την πρακτική εφαρμογή περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Γ της παρούσας.

Βήμα 3^ο: Προμέτρηση ποσοτήτων (Quantity Take-Off) από το ενοποιημένο μοντέλο του έργου. Η προμέτρηση γίνεται από ένα και μοναδικό μοντέλο που προέκυψε όπως περιγράφεται πιο πάνω στο 1^ο Βήμα.

Μετά την εισαγωγή του μοντέλου στο λογισμικό κοστολόγησης, ο υπολογισμός των ποσοτήτων γίνεται αυτόματα με βάση τις γεωμετρικές πληροφορίες που περιέχονται στα έξυπνα αντικείμενα που συνθέτουν το μοντέλο. Το ενοποιημένο μοντέλο του έργου που μελετήθηκε συντίθεται από 1.499 αντικείμενα (βλ. Εικ. 5.4).

Σε κάθε αντικείμενο είναι απευθείας διαθέσιμες όλες οι απαιτούμενες ποσότητες, είτε χρειαζόμαστε το μήκος (π.χ. σωλήνες), είτε την επιφάνεια (π.χ. τοίχοι), είτε τον όγκο (π.χ. στοιχεία σκυροδέματος) ή ολόκληρο το αντικείμενο (π.χ. κουφώματα) ως μονάδα αναφοράς.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους
(4D & 5D BIM Modeling)


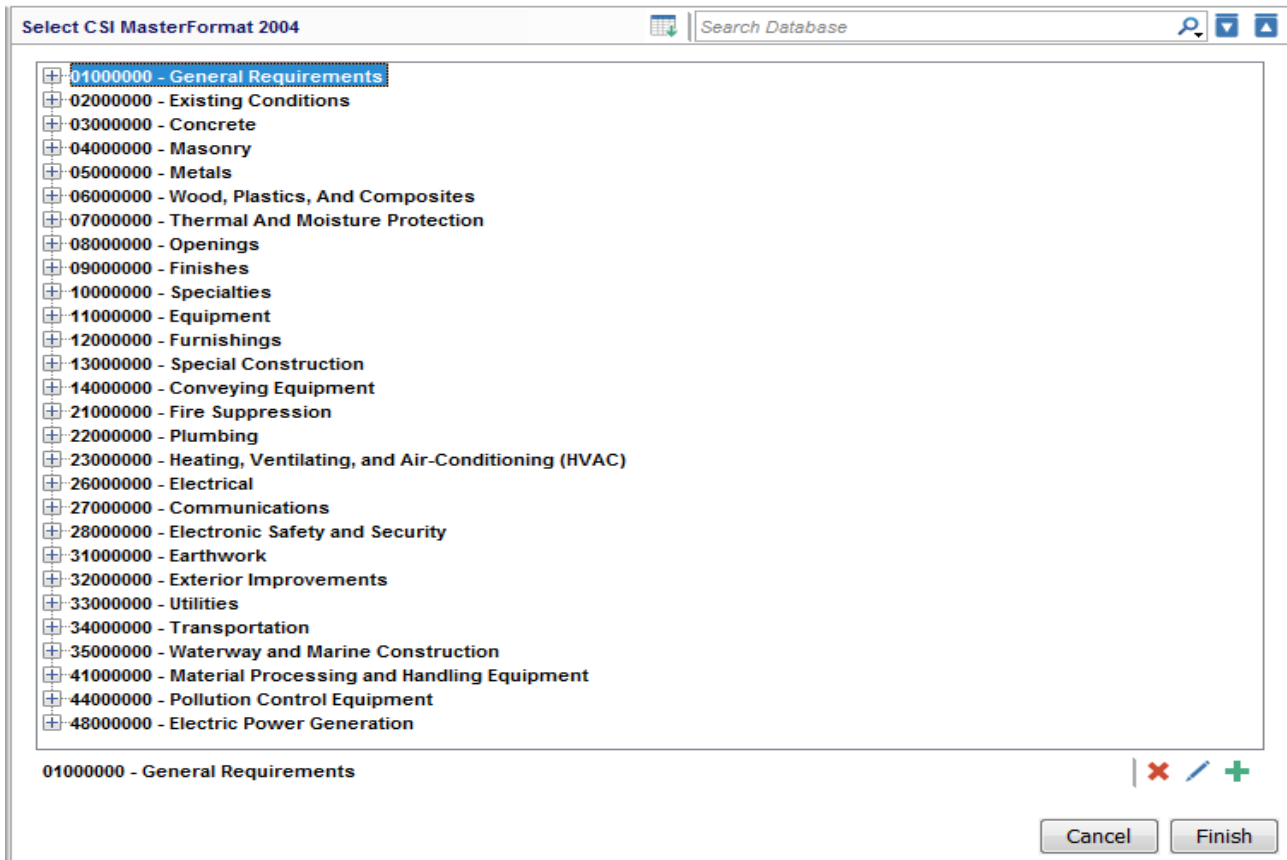
Name	Material/Type	Qty1	UoM1	Qty2	UoM2	Qty3	UoM3	Qty4	UoM4
02-SUB_v02_mod									
Columns		16.34	M2 [CalcFootprint...]	49.00	M3 [CalcVolume]	682.75	LM [CalcHeight]		
Slabs		1,244.82	M2 [CalcArea]	285.98	M3 [CalcVolume]	507.90	LM [CalcPerimeter]		
03-SUP_mod									
Columns		15.61	M2 [CalcFootprint...]	44.40	M3 [CalcVolume]	477.93	LM [CalcHeight]		
Slabs		3,341.72	M2 [CalcArea]	679.04	M3 [CalcVolume]	599.85	LM [CalcPerimeter]		
Beams		1,025.96	LM [CalcLength]	111.20	M3 [CalcVolume]	312.71	M2 [CalcFootprintArea...]		
04-EXT									
Walls		1,171.78	M2 [CalcNetArea]	177.64	M3 [CalcVolume]	670.97	LM [CalcLength]		
Doors		13.38	M2 [CalcArea]	3.00	EACH [CalcPiece]	25.60	LM [CalcPerimeter]		
Windows		505.16	M2 [CalcArea]	435.00	EACH [CalcPiece]	1,988.82	LM [CalcPerimeter]		
06-MEP_v02_mod									
Air Terminals		0.60	M3 [CalcVolume]	72.00	EACH [CalcPiece]	0.00			
Ducts		58.67	M3 [CalcVolume]	113.00	EACH [CalcPiece]	340.22	LM [CalcLength]		
Duct Fittings		16.44	M3 [CalcVolume]	42.00	EACH [CalcPiece]	0.00			
Pipes		0.83	M3 [CalcVolume]	14.00	EACH [CalcPiece]	50.98	LM [CalcLength]		
Pipe Fittings		0.09	M3 [CalcVolume]	12.00	EACH [CalcPiece]	0.00			
Objects		10.75	M3 [CalcVolume]	4.00	EACH [CalcPiece]	0.00	LM [CalcHeight]		
08-INT									
Walls		1,566.60	M2 [CalcNetArea]	191.25	M3 [CalcVolume]	597.05	LM [CalcLength]		
Staircases		22.03	M2 [CalcFootprint...]	7.02	M3 [CalcVolume]	7.16	LM [CalcHeight]		
Doors		113.69	M2 [CalcArea]	47.00	EACH [CalcPiece]	325.33	LM [CalcPerimeter]		

Εικ. 5.4: Απόσπασμα λίστας αντικειμένων στο ενοποιημένο μοντέλο BIM του έργου που μελετήθηκε (BIM Takeoff)

Βήμα 4^ο : Τα αντικείμενα που έχουν προμετρηθεί μπορούν πλέον να μεταφερθούν στα άρθρα του τιμολογίου εργασιών και να δημιουργηθεί ο πίνακας του προϋπολογισμού του έργου κατ'αρχήν με ποσότητες χωρίς τιμές (Bill of Quantities). Η ομαδοποίηση των αντικειμένων για την άθροιση των ποσοτήτων τους σε ένα άρθρο, μπορεί να γίνει αυτόματα, εφόσον κατά το σχεδιασμό έχει ληφθεί πρόνοια, ώστε τα αντικείμενα BIM να κωδικοποιηθούν με βάση ένα προκαθορισμένο σύστημα ταξινόμησης (classification system).

Τα αντικείμενα του ενοποιημένου μοντέλου της συγκεκριμένης εφαρμογής έχουν κωδικοποιηθεί με βάση το σύστημα MasterFormat του CSI (βλ. Παράρτημα Γ) και τα άρθρα τιμολογίου δημιουργήθηκαν κατά αντιστοιχία με αυτό.

Μετά την προμέτρηση των αντικειμένων με βάση το σύστημα MasterFormat (βλ. Εικ. 5.5) γίνεται η επιλογή των κατάλληλων συνεργείων (δηλ. εργατοτεχνικό προσωπικό και μηχανήματα) ή των υπεργολάβων και των υλικών για την εκτέλεση κάθε εργασίας-άρθρου του τιμολογίου από τη βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε κατά τα αναφερόμενα πιο πάνω στο 2^ο Βήμα.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους
(4D & 5D BIM Modeling)

Εικ. 5.5: Ομαδοποίηση των αντικειμένων του ενοποιημένου μοντέλου με βάση το σύστημα MasterFormat

Με βάση το πλήθος και τις βασικές τιμές των συντελεστών παραγωγής (συνεργεία, υπεργολάβοι, υλικά) που έχουν επιλεγεί για την εκτέλεση κάθε εργασίας, υπολογίζεται η τιμή μονάδας κάθε εργασίας, ως άμεσο κόστος, και μεταφέρεται αυτόματα στον πίνακα του προϋπολογισμού του έργου (Bill of Quantities με ποσότητες και τιμές)

Υπενθυμίζεται ότι το κόστος του έργου εκτιμάται με τη μέθοδο **activity-based cost estimating** και κατά συνέπεια κάθε εργασία-άρθρο στον πίνακα του προϋπολογισμού αντιστοιχεί και σε μία ή περισσότερες δραστηριότητες του χρονοδιαγράμματος.

Στην Εικόνα 5.6 εμφανίζεται η ανάλυση και ο υπολογισμός της τιμής μονάδας της εργασίας έμπηξης των τσιμεντοπασσάλων του προϋπολογισμού ως άμεσο κόστος και στην Εικόνα 5.7 η αντίστοιχη ανάλυση και υπολογισμός για την εργασία του σοβατίσματος.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους
(4D & 5D BIM Modeling)

80	Prestressed concrete piles, 12" diameter, 2-3/8" wall, priced using 200 piles, 50' long, unless specified otherwise	682.75 LM	26.30	€ 17,956.34
	Equipment			€ 1,624.59
9	Crawler Crane, 40 Ton	8.34HO	116.45	€ 971.75
10	Hammer, Diesel, 22k Ft-Lb	8.34HO	65.12	€ 543.42
8	Lead, 90' high	8.34HO	13.11	€ 109.42
	Labor			€ 3,333.87
24	Dock Builder Foreman, Pile Drivers	7.59HO	56.95	€ 432.06
22	Dock Builders, Pile Drivers	30.34HO	55.19	€ 1,674.64
25	Equipment Operators, Crane or Shovel	15.17HO	56.47	€ 856.75
23	Equipment Operators, Oilers	7.59HO	48.83	€ 370.43
	Material			€ 12,997.88
12	Prestressed concrete piles, 12" diameter, 2-3/8" wall, priced	751.03LM	17.31	€ 12,997.88

Εικ. 5.6: Ανάλυση και υπολογισμός της τιμής μονάδας της εργασίας έμπηξης των τιμεντοπασσάλων

Code	Title	Quantity	Rate	Total Cost
100	Gypsum Plaster, 3 coats, on walls, lath excluded	1,166.51 M2	33.31	€ 38,856.91
	Equipment			€ 1,970.36
11	Mixing Machine, 6 C.F.	141.05HO	13.97	€ 1,970.36
	Labor			€ 29,569.05
28	Plasterer Helpers	256.46HO	43.05	€ 11,039.56
29	Plasterers	384.69HO	48.17	€ 18,529.48
	Material			€ 7,317.50
14	Gypsum Plaster, 3 coats, on walls, lath excluded	1,283.16M2	5.70	€ 7,317.50

Εικ. 5.7: Ανάλυση και υπολογισμός της τιμής μονάδας της εργασίας του σοβατίσματος

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους
(4D & 5D BIM Modeling)

Βήμα 5^ο: Υπολογισμός της διάρκειας κάθε δραστηριότητας (άρθρο του προϋπολογισμού) με βάση τα στοιχεία παραγωγικότητας των συνεργείων.

Βήμα 6^ο: Καθορισμός της αλληλουχίας των δραστηριοτήτων και έλεγχος τυχόν προβλημάτων με την εικονική αναπαράσταση της κατασκευής στο λογισμικό χρονικού προγραμματισμού. Τροποποίηση της διαδοχής των εργασιών όπου χρειάζεται.

Βήμα 7^ο: Εκτύπωση αναφορών με τα αποτελέσματα από τα λογισμικά χρονικού προγραμματισμού (χρονοδιάγραμμα, ταμειακές ροές, visualization) και εκτίμησης κόστους (αναλυτικός προϋπολογισμός).

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους (4D & 5D BIM Modeling)

5.3 Αποτελέσματα και αναφορές για την εκτίμηση κόστους

Μετά την αντιστοίχιση συνεργείων και μηχανημάτων στο κάθε ενοποιημένο άρθρο του προϋπολογισμού (Bill of Quantity), προέκυψε η συνολική δαπάνη του έργου, η οποία αναλύεται στην Εικ. 5.7 ανά ομάδα εργασιών σε άμεσο κόστος (στήλη Total Cost), σε προσαύξηση για γενικά έξοδα, όφελος κλπ (ΓΕ&ΟΑ, στήλη Markup) και μερική δαπάνη κατά τη μελέτη (στήλη Offered Price).

Λεπτομερείς αναφορές για τα συνεργεία (εργατοτεχνικό προσωπικό και μηχανήματα) και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε εργασία και αλλά η ανάλυση της δαπάνης κάθε συντελεστή παραγωγής στο σύνολο του έργου, περιλαμβάνονται στο Παράρτημα ΣΤ της παρούσας.

Code	Title	Total Cost	Markup	Offered Price
	General Requirements	4,417.78	441.78	4,859.56
	Concrete	1,194,454.59	178,225.68	1,372,680.26
	Masonry	68,130.35	10,165.79	78,296.14
	Thermal And Moisture Protection	19,136.41	2,855.36	21,991.77
	Openings	228,030.44	34,024.63	262,055.07
	Finishes	682,291.92	101,805.41	784,097.33
	Conveying Equipment	101,933.52	15,209.59	117,143.11
	Plumbing	8,167.64	1,218.70	9,386.34
	Heating, Ventilating, and Air-Conditioning (HVAC)	42,116.52	6,284.25	48,400.77
	Earthwork	17,956.34	2,679.28	20,635.62
Totals		2,366,635.50	352,910.47	2,719,545.97

Εικ. 5.8: Ανάλυση της δαπάνης του έργου ανά ομάδα εργασιών (CostOS)

Συνολικά για την αποπεράτωση του έργου υπολογίστηκε ότι απαιτούνται:

- 21.968,90 εργατοώρες, των οποίων το κόστος ανέρχεται σε 1,155,494.62€,
- 788,60 ώρες μηχανημάτων, των οποίων το κόστος ανέρχεται σε 26,627.13€
- και υλικά, των οποίων το κόστος ανέρχεται σε 1,184,513.75€.

Στις Εικ. 5.8 και 5.9 φαίνεται ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου, με τα άρθρα των εργασιών κωδικοποιημένα και ομαδοποιημένα κατά το σύστημα MasterFormat.

Ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου με ΓΕ&ΟΑ ανέρχεται στα 2,719,545.97 €.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους
(4D & 5D BIM Modeling)

Code	Title	Flag	Quantity 1	Subcontractor Rate	Material Rate	Labour Rate	Plant Rate	Rate 1	Total Cost	Markup	Offered Price
	General Requirements								4.417.78	441.78	4.859.56
	Examination And Preparation								4.417.78	441.78	4.859.56
	Field Engineering								4.417.78	441.78	4.859.56
	Construction Layout								4.417.78	441.78	4.859.56
350	Boundary & survey markers, crew for building layout, 4 person		2.00	0.00	0.00	2.132.00		76.89	152.78	152.78	152.78
	Concrete								1.194.454.59	178.225.68	1.372.680.26
	Concrete Forming								404.593.08	60.369.71	464.962.78
	Structural Cast-In-Place Concrete Forming								398.296.66	59.430.21	457.726.87
	Forms In Place, Beams And Girders								97.294.95	14.517.47	111.812.42
200	C.I.P. concrete forms, beams and girders, interior, plywood, 12		1,042.37	0.00	17.98	75.36		0.00	93.34	14.517.47	111.812.42
	Forms In Place, Columns								4.221.22	629.85	4.851.07
50	C.I.P. concrete forms, column, square, plywood, 8' x 8', 3 use,		44.40	0.00	10.04	85.03		0.00	95.07	629.85	4.851.07
	Forms In Place, Elevated Slabs								292.788.18	43.687.19	336.475.37
30	C.I.P. concrete forms, elevated slab, flat plate, plywood, 21' to 3		3,341.72	0.00	26.66	60.96		0.00	87.62	43.687.19	336.475.37
	Forms In Place, Slab On Grade								3,992.31	595.70	4,588.01
210	C.I.P. concrete forms, slab on grade, curb, wood, 6" to 12" high		33.84	0.00	29.59	88.40		0.00	117.99	595.70	4,588.01
	Permanent Stair Forming								6.296.42	939.49	7.235.91
	Forms In Place, Stairs								6.296.42	939.49	7.235.91
290	C.I.P. concrete forms, stairs, (slant length x width), 2 use, includ		30.85	0.00	32.41	171.71		0.00	204.12	939.49	7.235.91
	Cast-In-Place Concrete								789.861.51	117.855.97	907.717.48
	Miscellaneous Cast-In-Place Concrete								789.861.51	117.855.97	907.717.48
	Concrete In Place								789.861.51	117.855.97	907.717.48
10	Structural concrete, in place, slab on grade, 4" thick, includes fr		226.52	0.00	161.34	86.56		0.54	248.44	8.397.21	64.674.62
20	Structural concrete, in place, pile cap, square or rectangular, on		59.47	0.00	212.16	102.61		0.44	315.21	2,796.84	21,541.05
40	Structural concrete, in place, elevated slab, flat plate, 125 psi su		679.04	0.00	381.12	301.55		19.56	702.23	476,842.22	71,150.07
60	Structural concrete, in place, column, square, min reinforcing, 1		44.40	0.00	508.16	1,203.23		80.86	1,792.26	11,873.86	91,451.53
70	Structural concrete, in place, beam, 5 kip per L.F., 25 span, inc		111.20	0.00	546.28	777.95		52.28	1,376.51	22,839.45	175,907.63
300	Structural concrete, in place, stair landing, free standing, includ		30.85	0.00	54.89	117.25		1.36	173.50	798.55	6,150.36
	Masonry								68.130.35	10,165.79	78,296.14
	Concrete Unit Masonry								68.130.35	10,165.79	78,296.14
	Concrete Masonry Units								68.130.35	10,165.79	78,296.14
90	Autoclave aerated concrete block, solid, 6' x 12" x 24", includes		1,166.51	0.00	22.69	35.72		0.00	58.41	10,165.79	78,296.14
	Thermal And Moisture Protection								19.136.41	2,855.36	21,991.77
	Built-Up Bituminous Waterproofing								5.987.50	893.40	6,880.90
	Built-Up Asphalt Waterproofing								5.987.50	893.40	6,880.90
320	Membrane Waterproofing, EPS membrane protection board, 1/;		1,113.91	0.00	2.72	2.66		0.00	5.38	893.40	6,880.90
	Thermal Insulation								13.148.91	1,961.96	15,110.87
	Board Insulation								13.148.91	1,961.96	15,110.87
330	Foam board insulation, polystyrene, expanded, 2" thick, R8		1,113.91	0.00	6.48	5.32		0.00	11.80	1,961.96	15,110.87
	Openings								228.030.44	34,024.63	262,055.07
	Wood Doors								27.396.66	4,087.88	31,484.55
	Flush Wood Doors								19.391.08	2,893.36	22,284.44
260	Doors, wood, fire, particle core, 7 face plies, "B" label, 90 minuf		44.00	0.00	383.66	57.04		0.00	440.71	2,893.36	22,284.44
	Clad Wood Doors								8.005.58	1,194.52	9,200.10
270	Tin Clad Wood Doors		3.00	0.00	1,772.62	895.91		0.00	2,668.53	1,194.52	9,200.10
	Traffic Doors								8.028.16	1,197.89	9,226.05
	Rigid Traffic Doors								8.028.16	1,197.89	9,226.05
120	Double Acting Swing Doors		3.00	0.00	2,428.25	247.80		0.00	2,676.05	1,197.89	9,226.05
	Metal Windows								192.605.61	28,738.86	221,344.47
	Aluminum Windows								192.605.61	28,738.86	221,344.47
110	Windows, aluminum, commercial grade, stock units, awning, wit		435.00	0.00	330.24	112.53		0.00	442.77	28,738.86	221,344.47

Εικ. 5.9: Προϋπολογισμός του έργου – Ανάλυση άρθρων τιμολογίου (Bill of Quantities) (CostOS)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους
(4D & 5D BIM Modeling)

	682.291.92	101.805.41	784.097.33
Finishes	69.544.87	10.376.86	79.921.73
Plaster And Gypsum Board Assemblies	69.544.87	10.376.86	79.921.73
Gypsum Board Assemblies	69.544.87	10.376.86	79.921.73
Partition Wall	69.544.87	10.376.86	79.921.73
220 Partition Wall, interior, standard, taped both sides, installed on &	0.00	15.16	29.44
Gypsum Plastering	38.856.91	5.797.88	44.654.79
Gypsum Plaster	38.856.91	5.797.88	44.654.79
100 Gypsum Plaster On Walls And Ceilings	0.00	6.27	25.35
Gypsum Plaster, 3 coats, on walls, lath excluded	0.00	1.69	33.31
Tiling	449.306.33	67.041.41	516.347.75
Ceramic Tiling	449.306.33	67.041.41	516.347.75
310 Ceramic tile, floors, natural clay, random or uniform, thin set, cc	0.00	48.72	44.28
340 Tile, ceramic, 100% recycled glass, standard colors, 12"x12"	0.00	189.24	25.29
Painting	124.583.80	18.589.26	143.173.07
Exterior Painting	16.130.07	2.406.78	18.536.86
240 Walls, Masonry (CMU), Exterior	0.00	0.52	2.74
250 Paints & Coatings, walls, concrete masonry units (CMU), smooth	0.00	0.42	2.24
Paints & Coatings, walls, concrete masonry units (CMU), smooth	0.00	0.00	0.00
Interior Painting	108.453.73	16.182.48	124.636.21
230 Walls And Ceilings, Interior	0.00	1.88	12.34
Paints & Coatings, finish coats, on drywall or plaster, with roller	0.00	0.00	0.00
Conveying Equipment	101.933.52	15.209.59	117.143.11
Hydraulic Elevators	101.933.52	15.209.59	117.143.11
Hydraulic Passenger Elevators And Options	0.00	0.00	0.00
280 Hydraulic Passenger Elevators, base unit, standard finish, 1500	0.00	38.754.87	12.211.89
Plumbing	8.167.64	1.218.70	9.386.34
Facility Water Distribution	8.167.64	1.218.70	9.386.34
140 Pipe, plastic, PVC, 6" diameter, DWV, schedule 40, includes cc	0.00	33.62	80.78
Pipe Fittings, Plastic	0.00	0.00	0.00
150 Elbow, 90 Deg., plastic, PVC, socket joint, 6", schedule 80	0.00	82.07	92.27
160 Cap, plastic, PVC, white, socket joint, 6", schedule 40	0.00	22.83	46.14
Heating, Ventilating, and Air-Conditioning (HVAC)	42.116.52	6.284.25	48.400.77
HVAC Ducts And Casings	42.116.52	6.284.25	48.400.77
Metal Ducts	2.205.12	329.03	2.534.14
190 Metal Duct Fittings	2.205.12	329.03	2.534.14
Duct accessories, air extractors, 16" x 6"	0.00	0.00	0.00
Nonmetal Ducts	33.322.10	4.972.02	38.294.12
170 Fibrous-Glass Ducts	33.322.10	4.972.02	38.294.12
Ductwork, rigid fiberglass ductboard, foil reinforced kraft facing	0.00	0.00	0.00
HVAC Fans	3.110.79	464.16	3.574.96
HVAC Power Ventilators	3.110.79	464.16	3.574.96
HVAC Power Circulators And Ventilators	0.00	0.00	0.00
130 Fans, propeller exhaust, wall shutter, V belt drive, 1/4" S.P., three	0.00	1.262.69	292.71
Air Outlets And Inlets	3.478.52	519.03	3.997.55
Diffusers, Registers, And Grilles	3.478.52	519.03	3.997.55
180 Diffuser, sidewall, aluminum, 3 way dispersion, 14" x 6", include	0.00	11.66	36.66
Diffusers	0.00	0.00	0.00
Earthwork	17.956.34	2.679.28	20.635.62
Driven Piles	17.956.34	2.679.28	20.635.62
Concrete Piles	0.00	0.00	0.00
80 Prestressed concrete piles, 12" diameter, 2-3/8" wall, priced usi	0.00	19.04	4.88
Totals	2.366.635.50	352.910.47	2.719.545.97

Εικ. 5.10: Προϋπολογισμός του έργου – Ανάλυση άρθρων τιμολογίου (Bill of Quantities) (συνέχεια) (CostOS)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους (4D & 5D BIM Modeling)

5.4 Αποτελέσματα και αναφορές για τον χρονικό προγραμματισμό

Με βάση τις παραγωγικότητες των συνεργείων που καταλογίζονται σε κάθε δραστηριότητα, προέκυψαν οι χρονικές διάρκειες των δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, σύμφωνα με τη βάση δεδομένων μας, για την τοποθέτηση των ανελκυστήρων το συνεργείο χρειάζεται 400 εργατοώρες. Αν χρησιμοποιηθεί συνεργείο 5 ατόμων το οποίο δουλεύει σε 8ωρη βάση τότε απαιτούνται συνολικά $400/8/4=10$ ημέρες για την εν λόγω εργασία. Να σημειωθεί ότι το ημερολόγιο εργασιών είναι 5 μέρες την εβδομάδα, 8 ώρες τη μέρα, ενώ τις μέρες των Χριστουγέννων υπάρχει παύση εργασιών.

Το σύνολο των δραστηριοτήτων με τις διάρκειες και το επιμέρους κόστος κάθε δραστηριότητας φαίνεται στον Πίνακα 5.1.

Με τη δυναμική σύνδεση των αντικειμένων του μοντέλου BIM με τις δραστηριότητες του χρονοδιαγράμματος στο λογισμικό **Asta PowerProject BIM** παρέχεται η δυνατότητα εικονικής αναπαράστασης (ή προσομοίωσης ή οπτικοποίησης) της διαδικασίας κατασκευής του έργου.

Μετά από κάποιες δοκιμές οπτικοποίησης για τον έλεγχο των σχέσεων αλληλουχίας και με την προσωπική κρίση του συντάκτη, διαμορφώθηκε το τελικό χρονοδιάγραμμα του έργου που εμφανίζεται σε μορφή GANTT στην Εικ. 5.10.

Ως ημερομηνία έναρξης των εργασιών ορίστηκε η **Δευτέρα 3 Οκτωβρίου 2016**. Με βάση τις διάρκειες των δραστηριοτήτων που υπολογίστηκαν κατά τα αναφερόμενα πιο πάνω, και τις σχέσεις αλληλουχίας που καθορίστηκαν, το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί **στις 13 Μαρτίου 2017**. Η συνολική διάρκεια έργου ανέρχεται σε δηλαδή 5 μήνες και 10 ημέρες.

Σημαντικό στοιχείο επίσης, είναι η ταμειακή ροή (project cash flow) δηλαδή τα ποσά που απαιτείται να δαπανηθούν κατά τη διάρκεια του έργου, τόσο αθροιστικά από την αρχή του έργου όσο και σε εβδομαδιαία βάση (βλ. Εικ. 5.11).

Επειδή η διασύνδεση μεταξύ αντικειμένων του BIM, της εκτίμησης του κόστους και του χρονικού προγραμματισμού είναι δυναμική, αν μεταβληθούν οι διάρκειες των δραστηριοτήτων, αναπροσαρμόζεται αυτόματα το χρονοδιάγραμμα και ταμειακή ροή του έργου.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους
(4D & 5D BIM Modeling)**Πίνακας 5.1**

A/A	Ομάδα εργασιών (βλ. Εικ. 5.7)		Δραστηριότητα	Διάρκεια (ημέρες)	Κόστος Δρ/τας (€)	Κόστος ομάδας (€)		
1	Εργασίες ερ- γοταξίου	General Re- quirements	Καθαρισμός και δια- μόρφωση στάθμης θεμε- λίωσης	2	4,859.56			
2			Earthwork	Έμψη τσιμεντοπασσά- λων	3	20,635.62	25,495.18	
3	Σκυροδετήσεις	Concrete	Σκυροδέτηση κεφαλό- δεσμων	1	21,541.05			
4			Σκυροδέτηση πλάκας θεμελίωσης-ισογείου	5	69,262.63			
5			Υποστυλώματα ισογείου	10	32,100.87			
6			Δοκοί ισογείου	10	95,906.69			
7			Σκάλα ισογείου - α' ο- ρόφου	10	6,693.14			
8			Πλάκα οροφής ισογείου - α' ορόφου	10	294,822.55			
9			Υποστυλώματα α' ορό- φου	10	32,100.87			
10			Δοκοί α' ορόφου	10	95,906.69			
11			Σκάλα α' ορόφου - β' ορόφου	10	6,693.14			
12			Πλάκα οροφής α' - β' ορόφου	10	294,822.55			
13			Υποστυλώματα β' ορό- φου	8	32,100.87			
14			Δοκοί β' ορόφου	8	95,906.69			
15			Πλάκα οροφής β' ορό- φου - δώματος στέγης	8	294,822.55	1,372,680.29		
16			Τοιχοποιίες	Masonry (& Finishes)	Εξωτερικοί τοίχοι ισο- γείου	3	22,370.32	
17					Εξωτερικοί τοίχοι α' ορόφου	3	22,370.32	
18	Εξωτερικοί τοίχοι β' ορόφου	3			22,370.32			
19	Στηθαίο στέγης	2			11,185.16			
20	Εσωτερικοί τοίχοι	10			79,921.73	158,217.85		
21	Άλλες εργασίες	Thermal & Moisture Conveying Equipment	Θερμο-υγρομόνωση	5	21,991.77			
22			Τοποθέτηση ανελκυστή- ρων	10	117,143.11	139,134.88		

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους
(4D & 5D BIM Modeling)**Πίνακας 5.1 (συνέχεια)**

A/A	Ομάδα εργασιών (βλ. Εικ. 5.7)		Δραστηριότητα	Διάρκεια (ημέρες)	Κόστος Δρ/τας (€)	Κόστος ομάδας (€)
23	Ανοίγματα	Openings	Εξωτερικές πόρτες	2	18,426.15	
24			Εσωτερικές πόρτες	2	22,284.44	
25			Παράθυρα	13	221,344.47	262,055.06
26	Plumbing		Υδραυλικά	3	9,386.34	
27	H/M	HVAC	Εσωτερικές ηλ/μηχ. εγκαταστάσεις και αγωγοί	13	40,828.27	
28			Τοποθέτηση ανεμιστήρων και εξωτερικών κουτιών	1	7,572.51	57,787.12
29	Τελειώματα	Finishes	Σοβάτισμα	8	44,654.79	
30			Πατώματα	16	516,347.75	
31			Βάψιμο	5	143,173.07	704,175.61
ΣΥΝΟΛΟ:						2,719,545.97

Πιν. 5.1: Διάρκειες δραστηριοτήτων και συνολικό κόστος

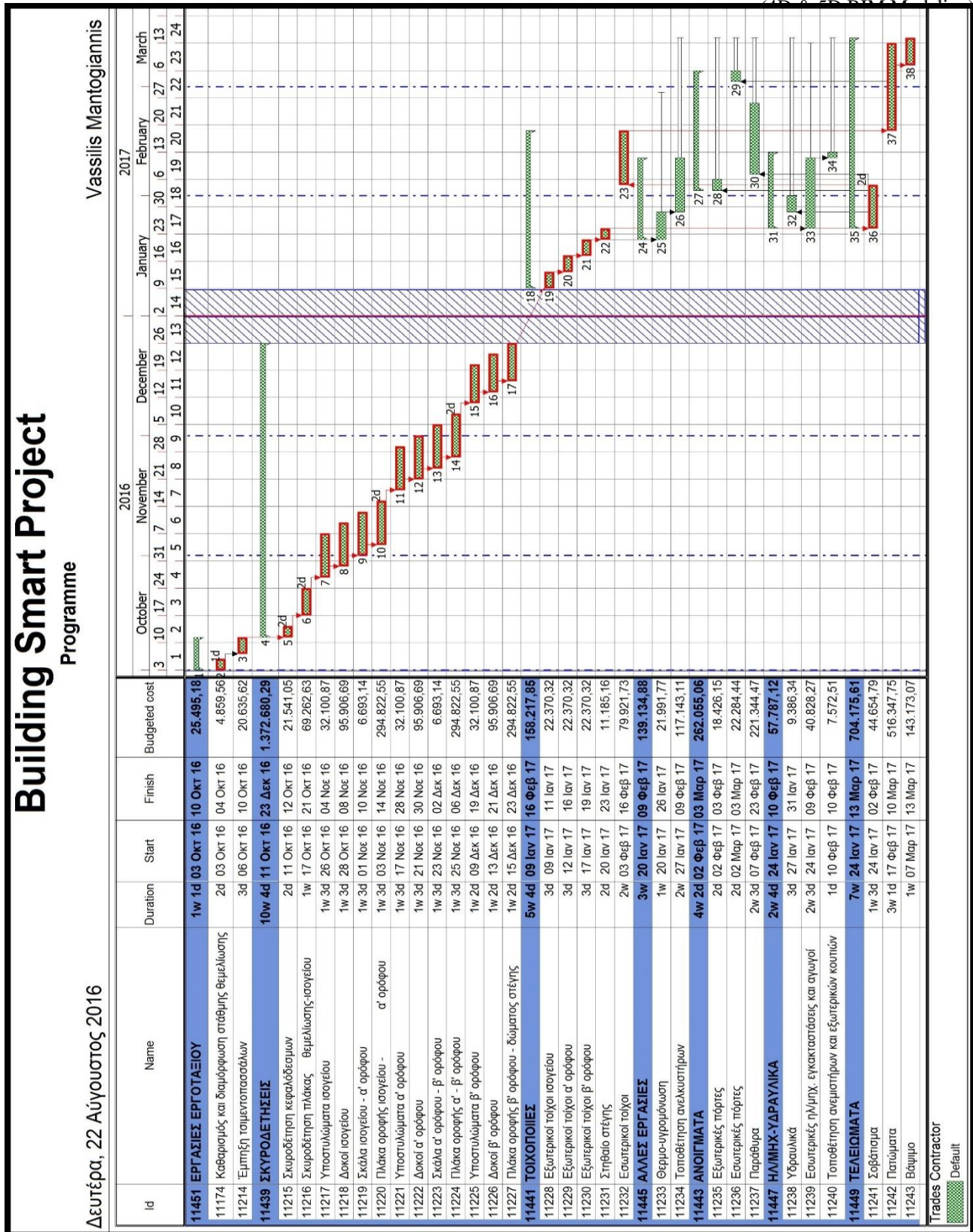
Πολύ σημαντική λειτουργία που παρέχεται από τα λογισμικά χρονικού προγραμματισμού με την τεχνολογία BIM, είναι δυνατότητα οπτικοποίησης (προσομοίωσης ή εικονικής αναπαράστασης, visualization) της διαδικασίας κατασκευής με την πρόοδο του χρόνου.

Στην εικόνα 5.12 παρατίθενται στιγμιότυπα της εξέλιξης που αναμένεται να έχει το έργο ανά τρεις εβδομάδες από την έναρξη μέχρι την αποπεράτωσή του.

Τέλος, για τη σύνδεση των αντικειμένων του μοντέλου με τις αντίστοιχες δραστηριότητες, το λογισμικό Asta PowerProject παρέχει τη δυνατότητα αυτοματοποίησης της αναζήτησης των αντικειμένων που θέλουμε να συνδέσουμε με δραστηριότητες του χρονοδιαγράμματος (βλ. Εικ. 5.13). Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να δημιουργηθεί αυτόματα ο κατάλογος δραστηριοτήτων του χρονοδιαγράμματος. Κάθε αναζήτηση περιέχει πληροφορίες για την περιοχή του κτιρίου, το είδος του αντικειμένου BIM, την ομάδα εργασιών που ανήκει ή οποιοδήποτε άλλο στοιχείο θέλουμε ως παράμετρο για να δημιουργήσει τις αντίστοιχες δραστηριότητες.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

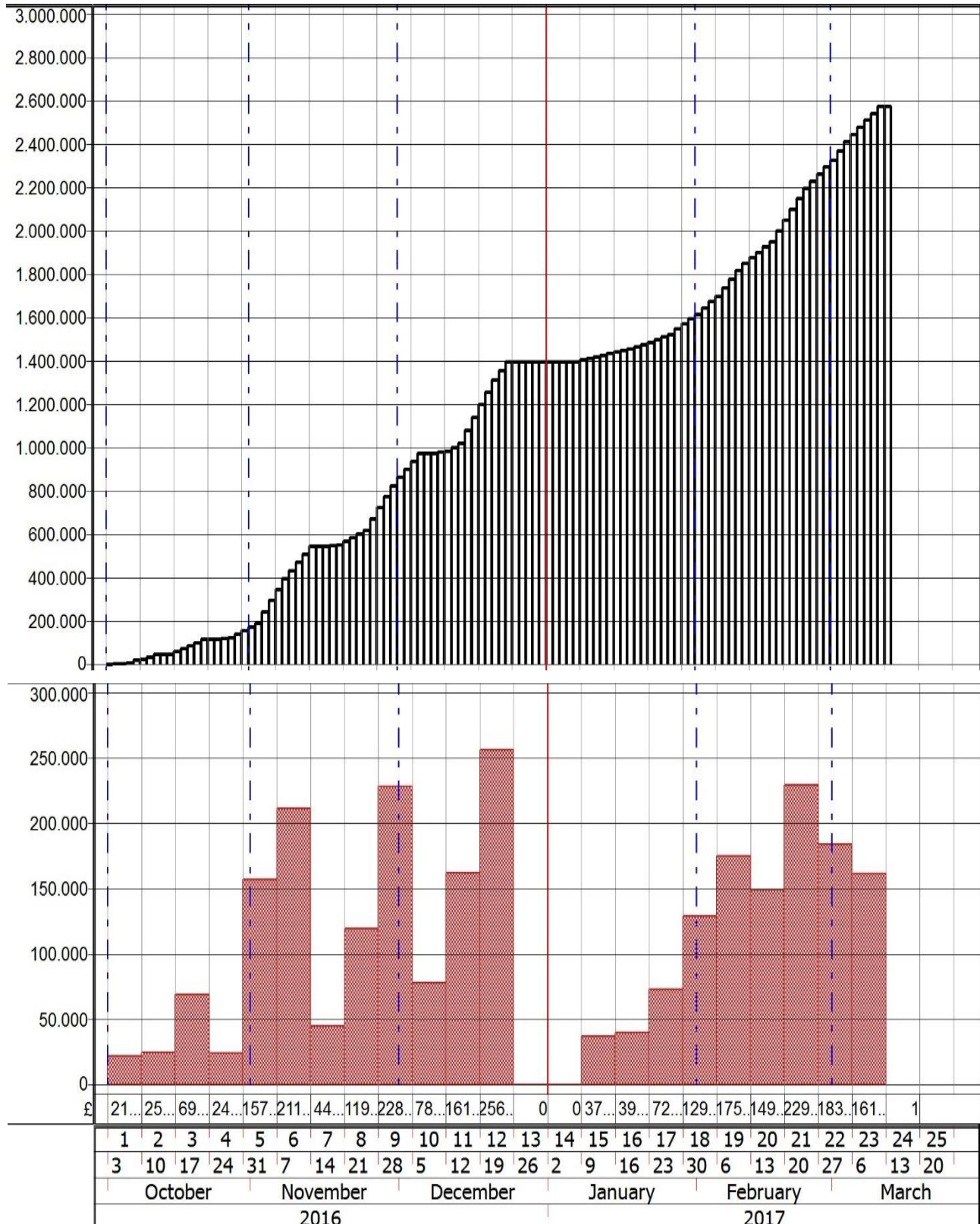
Κεφάλαιο 5° – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους



Εικ. 5.11: Το τελικό χρονοδιάγραμμα του έργου που μελετήθηκε (Asta PowerProject)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

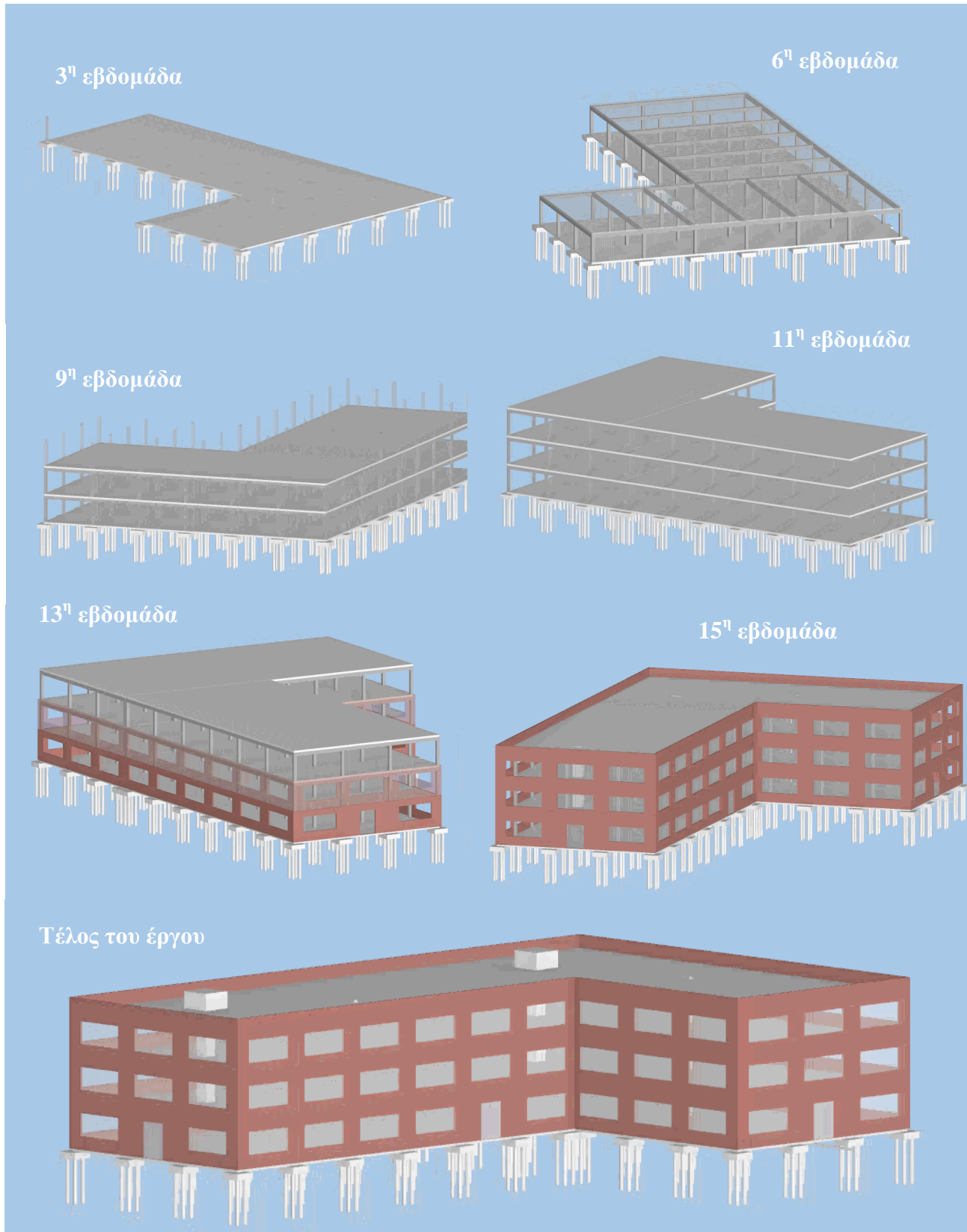
Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους (4D & 5D BIM Modeling)



Εικ. 5.12: Διαγράμματα ταμειακών ροών του έργου, αθροιστικά και ανά εβδομάδα (project cash flow, Asta PowerProject)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους
(4D & 5D BIM Modeling)



Εικ. 5.13: Στιγμιότυπα από την αναμενόμενη πρόοδο του έργου (visualization of construction) (Asta PowerProject)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους (4D & 5D BIM Modeling)

The image shows a hierarchical tree of IFC Products on the left, with search criteria panels on the right. Dashed arrows indicate the mapping between specific product categories in the tree and their corresponding search criteria.

IFC Products Tree:

- IFC Products
 - Searches
 - ΕΣ. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ
 - ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ
 - ΠΑΡΑΘΥΡΑ
 - ΠΟΡΤΕΣ
 - ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ
 - Α' ΤΟΙΧ
 - Β' ΤΟΙΧ
 - Γ' ΤΟΙΧ
 - ΣΤΕΓΗ ΤΟΙΧ
 - ΕΣ. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ
 - ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ
 - ΕΣ. ΠΟΡΤΕΣ
 - ΕΣ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ
 - ΣΚΑΛΕΣ
 - ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ
 - ΠΛΑΚΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ
 - ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ ΚΕΦΑΛΟΔΕΣΜΩΝ
 - ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ ΠΑΣΣΑΛΩΝ
 - ΛΟΙΠΑ
 - ΕΣ. ΗΛ/ΜΗΧ. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ
 - ΕΣ. ΗΛ/ΜΗΧ. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ
 - ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ
 - ΕΥΛΟΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ
 - Α ΟΡΟΦΟΣ
 - ΔΟΚΟΙ Α' ΟΡΟΦΟΥ
 - ΠΛΑΚΑ ΟΡΟΦΗΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ
 - ΥΠ/ΤΑ Α' ΟΡΟΦΟΥ
 - Β ΟΡΟΦΟΣ
 - ΔΟΚΟΙ Β' ΟΡΟΦΟΥ
 - ΠΛΑΚΑ ΟΡΟΦΗΣ Β' ΟΡΟΦΟΥ
 - ΥΠ/ΤΑ Β' ΟΡΟΦΟΥ
 - ΙΣΟΓΕΙΟ
 - ΔΟΚΟΙ ΙΣΟΓΕΙΟΥ
 - ΠΛΑΚΑ ΟΡΟΦΗΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ
 - ΥΠ/ΤΑ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

Search Criteria Panels:

- Panel 1:** Match all of these

Property	Condition	Value
IfcEntity	Equals	IfcWindow
- Panel 2:** Match all of these

Property	Condition	Value
IfcEntity	Equals	IfcTransportElement
- Panel 3:** Match all of these

Property	Condition	Value
IfcEntity	Equals	IfcStair
Location	Equals	1st Floor & Foundation
- Panel 4:** Match all of these

Property	Condition	Value
IfcEntity	Equals	IfcColumn
ObjectType	Equals	A1021_001_CIP RC Pile-ID
- Panel 5:** Match all of these

Property	Condition	Value
Domain	Equals	HVAC
- Panel 6:** Match all of these

Property	Condition	Value
IfcEntity	Equals	IfcSlab
Location	Equals	3rd Floor

Εικ. 5.14: Πρότυπο και παραδείγματα αναζητήσεων για κτιριακό έργο δυο ορόφων(Asta PowerProject)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 5^ο – Μελέτη εφαρμογής σε λογισμικά Χρονικού Προγραμματισμού και Εκτίμησης Κόστους (4D & 5D BIM Modeling)

5.5 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Πρόκειται για ένα σημαντικό κτιριακό έργο 3,350m² που αναμένεται να κοστίσει 2,719,546 € και η συνολική διάρκεια της κατασκευής του εκτιμάται ότι θα είναι περί τους 6.

Αν θεωρήσουμε ότι η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε είναι αξιόπιστη μιας και βασίζεται σε πραγματικά παρόμοια έργα τότε η τάξη μεγέθους του προϋπολογισμού θα είναι αυτή που υπολογίστηκε. Όσον αφορά όμως τα ποσά σε συνάρτηση με τον χρόνο που καλείται να δαπανήσει ο Κύριος του Έργου τότε μπορεί να γίνει μια επέκταση χρονική στο έργο.

Για παράδειγμα, τη 12η εβδομάδα του έργου καλείται να πληρώσει περίπου το 10% του προϋπολογισμού (≈260,000 €), ενώ την 5η, την 9η και την 21η εβδομάδα το κόστος ανά εβδομάδα πλησιάζει τα ίδια επίπεδα. Επομένως, αν υπάρχει απαίτηση για μείωση αυτού του ποσοστού, τότε μπορεί να επεκταθεί η διάρκεια της κατασκευής του έργου.

Τέλος, λόγω της δυναμικής σύνδεσης αντικειμένων, δραστηριοτήτων και κόστους που προαναφέρθηκε, μπορεί να γίνουν αλλαγές στο σχεδιασμό του μοντέλου και να δημιουργηθούν σενάρια κόστους ώστε ο πελάτης μας να επιλέξει την καταλληλότερη ή πιο συμφέρουσα γι' αυτόν τεχνική λύση.

Αλλάζοντας τις ιδιότητες ενός αντικειμένων, αλλάζει το άρθρο τιμολογίου και ανάλογα οι διάρκειες των δραστηριοτήτων, με αποτέλεσμα η διαχείριση του έργου και η λήψη των αποφάσεων να απαιτεί λιγότερη προσπάθεια και χρόνο από το μηχανικό.

Κεφάλαιο 6ο

Κατακλείδα

Σύνοψη:

Στο τελευταίο κεφάλαιο της Διπλωματικής εργασίας αναφέρονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και τη μελέτη της πρακτικής εφαρμογής. Η όλη προσέγγιση συνοψίζεται σε διάγραμμα ροής που προτείνεται ως οδηγός για το χρονικό προγραμματισμό και την κοστολόγηση ενός έργου με τη χρήση της τεχνολογίας BIM. Στο τέλος της εργασίας παραθέτονται κάποιοι προβληματισμοί για περαιτέρω έρευνα.

6.1 Συμπεράσματα

Έπειτα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, τη μελέτη της πρακτικής εφαρμογής και τη γενικότερη ενασχόληση με την τεχνολογία του BIM στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, προέκυψαν κάποια χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για τα οφέλη της χρήσης της όσο και για κάποιες απαιτήσεις και προϋποθέσεις που συνδέονται με τη νέα αυτή τεχνολογία.

Ως προς τις απαιτήσεις, οι βασικότερες είναι δυο:

- Πρώτον, απαιτείται επένδυση για την εγκατάσταση νέων λογισμικών και αποδοτικότερων υπολογιστικών συστημάτων αλλά και για την εκπαίδευση και την απόκτηση εμπειρίας του ανθρώπινου δυναμικού.
- Δεύτερον, για να είναι αποδοτική η χρήση της τεχνολογίας στη διαχείριση τεχνικών έργων απαιτείται αρκετά λεπτομερής σχεδιασμός του μοντέλου και αυστηρή τήρηση ενός ενιαίου συστήματος κωδικοποίησης όλων των αντικειμένων του, κάτι που δεν είναι εύκολο για μελέτες που προέρχονται από διαφορετικούς μελετητές της «παλιάς σχολής». Γι' αυτό η συναρμογή των μοντέλων των επιμέρους μελετών, ο έλεγχος και η συμπλήρωση της κωδικοποίησης των αντικειμένων τους, ο έλεγχος για τυχόν ασυμβατότητες και η εν γένει διασφάλιση της πληρότητας, της ακεραιότητας και της συμβατότητας του ενιαίου διαλειτουργικού μοντέλου με το πρότυπο IFC (integrity check) πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένο μηχανικό που καλύπτει **μία νέα θέση εργασίας** στην γραμμή παραγωγής τεχνικών έργων, αυτήν του **Συντονιστή BIM (BIM Coordinator ή BIM Manager)**.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 6^ο – Κατακλείδα

Εάν αποφασίσει βέβαια κάποιος να επενδύσει σε αυτή την τεχνολογία, τότε τα οφέλη που θα αποκομίσει από τη χρήση της είναι πολύ σημαντικά και πολλά.

Πιο συγκεκριμένα, έπειτα από τη μελέτη της πρακτικής εφαρμογής που έγινε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, διαπιστώθηκε ότι, με την εφαρμογή της τεχνολογίας BIM, για τον χρονικό προγραμματισμό και την κοστολόγηση ενός έργου, επιτυγχάνονται τα ακόλουθα:

- Μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια στο χρονικό προγραμματισμό και την κοστολόγηση ενός έργου.
- Δυνατότητα δημιουργίας εναλλακτικών σεναρίων κόστους του έργου για την επιλογή της πιο συμφέρουσας λύσης ως προς τη σχέση ποιότητας/τιμής, με ελάχιστο κόπο.
- Πρόβλεψη και επίλυση κατασκευαστικών προβλημάτων πριν αυτά εμφανιστούν στο εργοτάξιο.
- Ταχύτερη «ωρίμανση» των μελετών και μεγαλύτερη ευελιξία σε αλλαγές του σχεδιασμού, με μικρότερο κόστος (βλ. ενότητα 4.1.1, Η καμπύλη MacLeamy).
- Καλύτερη εποπτεία της πορείας του έργου, με δυνατότητα ενημέρωσης σε πραγματικό χρόνο για την κατάσταση που βρίσκεται η κάθε δραστηριότητα ή το κάθε αντικείμενο μιας και αυτά τα δύο είναι δυναμικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Επομένως, επαναπρογραμματισμός χωρίς ιδιαίτερη απαίτηση σε χρόνο και προσπάθεια.
- Περισσότερο όφελος στη διαχείριση και τη συντήρηση του έργου μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του (operational and facility management). Δεδομένου ότι το πληροφοριακό μοντέλο του έργου είναι καταχωρημένο με όλες τις πληροφορίες του έργου, αλλά και την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το κάθε του αντικείμενο, είναι πολύ εύκολο να ενημερωθεί με πληροφορίες για το πρόγραμμα συντήρησης και ελέγχων που χρειάζεται να γίνουν μετά από συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ή αν προκύψει μια βλάβη να ενημερωθεί άμεσα ο κατασκευαστής του αντικειμένου.
- Κεφαλαιοποίηση της εμπειρίας, ώστε να επωφεληθούμε και στα μελλοντικά έργα που θα χρησιμοποιήσουμε την τεχνολογία του BIM. Η δημιουργία προτύπου αναζητήσεων αντικείμενων και αντίστοιχης με δραστηριότητες για διάφορους τύπους έργων μπορεί να γλιτώσει πολύτιμο έργο από το μηχανικό, ενώ η δημιουργία βάσης δεδομένων με στοιχεία έργων που έχουν ήδη αποπερατωθεί αυξάνει την ακρίβεια υπολογισμού του κόστους και περιορίζει δραστικά την απαιτούμενη προσπάθεια.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 6^ο – Κατακλείδα**6.2 Προτάσεις**

Παρακολουθώντας τα διαδικτυακά σεμινάρια εκπαίδευσης σε λογισμικά σχετικά με την εφαρμογή του BIM στη διαχείριση έργων (βλ Παράρτημα Ε) και έπειτα από τη μελέτη της πρακτικής εφαρμογής που έγινε στο πλαίσιο της παρούσας σε περιβάλλον 4D και 5D, αποκρυσταλλώθηκε μια λογική αλληλουχία των εργασιών που θα πρέπει να κάνει ένας μηχανικός όταν μελετά το χρονικό προγραμματισμό και την κοστολόγηση ενός τεχνικού έργου με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling.

Αυτή η αλληλουχία θα μπορούσε να κωδικοποιηθεί και να αυτοματοποιηθεί σε γλώσσα προγραμματισμού, ενωποιώντας έτσι όλες τις λειτουργίες της διαχείρισης τεχνικών έργων με τη χρήση του BIM σε ένα λογισμικό.

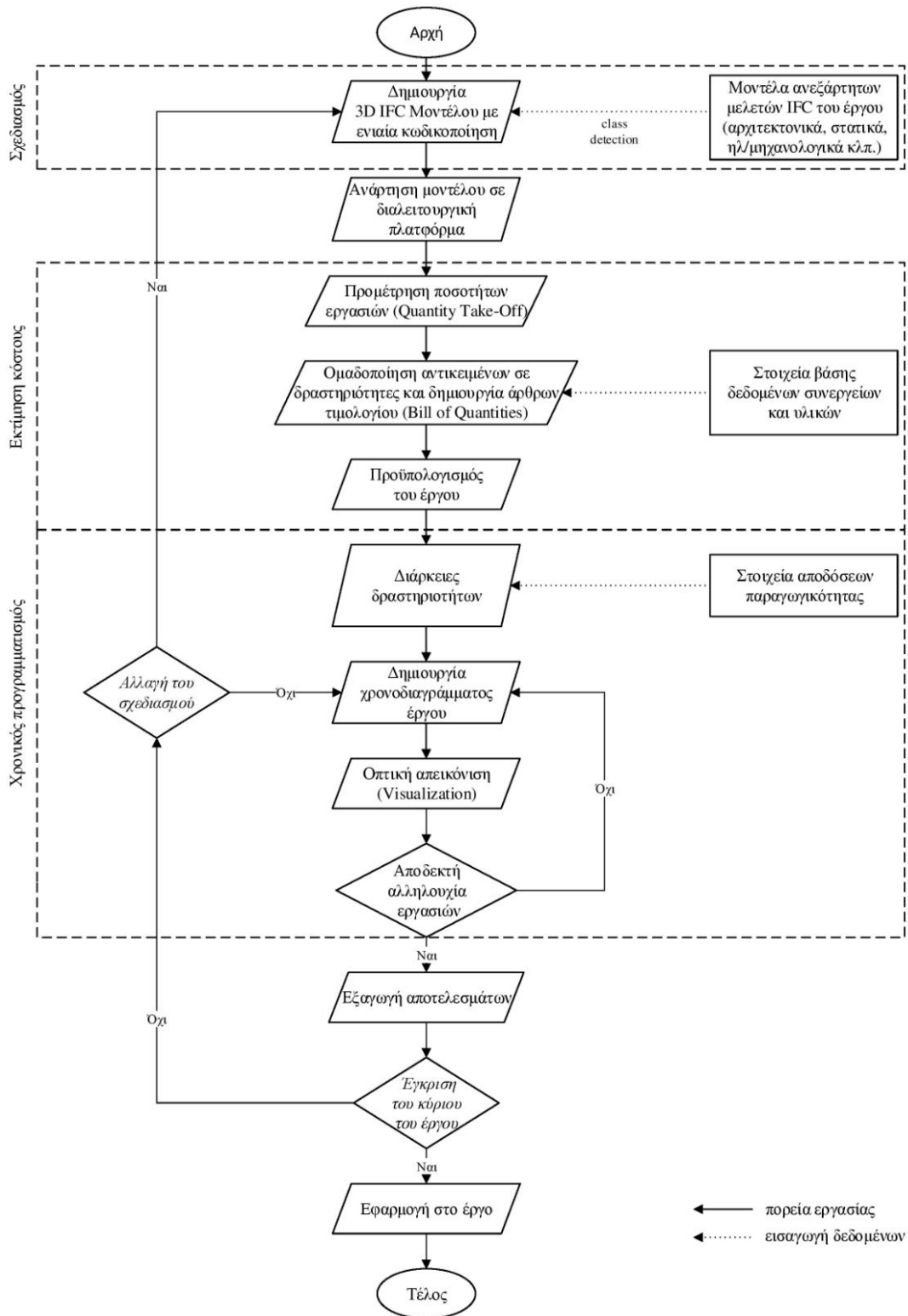
Στην Εικ. 6.1 αποτυπώνεται, με τη μορφή διαγράμματος ροής, ένας αλγόριθμος που προτείνεται να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός, και ο οποίος περιλαμβάνει όλα τα στάδια που ακολουθήθηκαν στη παρούσα εργασία κατά την μελέτη της πρακτικής εφαρμογής.

Συνοπτικά πρόκειται για ένα αρχικό στάδιο στη φάση του σχεδιασμού για τη συγκέντρωση των υφισταμένων μελετών και τη δημιουργία του ενοποιημένου πληροφοριακού μοντέλου του έργου από τα μοντέλα των επιμέρους μελετών, το στάδιο για την ανάρτηση του ενιαίου μοντέλου σε διαδικτυακή πλατφόρμα (στην παρούσα εργασία παραλήφθηκε λόγω έλλειψης άδειας χρήσης), τα στάδια για την εκτίμηση κόστους και το χρονικό προγραμματισμό και τέλος το εγκριτικό στάδιο με την απόφαση του κυρίου του έργου με ή χωρίς τυχόν απαιτούμενες αλλαγές στο χρονικό προγραμματισμό ή ακόμα και στο σχεδιασμό του έργου.

Στο εικονιζόμενο διάγραμμα περιλαμβάνονται και κάποια σημεία που απαιτείται η εισαγωγή δεδομένων του έργου από το χρήστη. Αυτά μπορεί να είναι οι μελέτες του έργου, στοιχεία της βάσης δεδομένων ή στοιχεία του προϋπολογισμού (άρθρα τιμολογίου, ειδικοί όροι, στοιχεία υπεργολάβων & προμηθευτών, κ.α.).

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 6^ο – Κατακλείδα



Εικ. 6.1: Τυπική διαδικασία εφαρμογής του BIM στη διαχείριση τεχνικών έργων

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 6^ο – Κατακλείδα**6.3 Περαιτέρω έρευνα**

Κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας και της τριβής με το Building Information Modeling προέκυψαν κάποιοι προβληματισμοί που χρίζουν περαιτέρω διερεύνησης. Οι κυριότεροι, που θεωρούμε ότι έχουν πρωτεύουσα σημασία για την ευρύτερη διάδοση BIM, είναι οι ακόλουθοι:

- Σε ποια μορφή πρέπει να είναι ψηφιακά μοντέλα, ώστε να είναι δυνατή η αξιοποίησή τους και η χρήση τους από τα συνεργεία σε επίπεδο εργοταξίου. Π.χ. θα μπορούσαν να δουλέψουν με εικονική περιήγηση στο έργο 360^ο μέσω tablet ή μήπως με εκτύπωση προοπτικών σχεδίων της κατασκευής, των συνδεσμολογιών κλπ.; Ήδη στο εξωτερικά εκτελούνται πιλοτικά έργα για τη δοκιμή και τη διερεύνηση της αποδοτικότητας των νέων ψηφιακών μεθόδων κατά την εφαρμογή τους στο εργοτάξιο, τα αποτελέσματα των οποίων θα μπορούσαν να αποτελέσουν το αντικείμενο μιας άλλης διπλωματικής εργασίας.
- Είναι δυνατόν ένα οικοδομικό στοιχείο ή ένα τμήμα του έργου να μοντελοποιηθεί με έξυπνα αντικείμενα BIM και να περιλαμβάνει όλες τις λεπτομέρειες και τις πληροφορίες ώστε να παράγονται αυτόματα οι δραστηριότητες του χρονικού προγραμματισμού με διάρκειες και αλληλουχίες και τα απαιτούμενα άρθρα τιμολογίου με ποσότητες και τιμές; Από την έρευνα που έγινε στο πλαίσιο της παρούσας φαίνεται ότι η τάση είναι αυτή. Όπως σήμερα διατίθενται στο διαδίκτυο βιβλιοθήκες με έτοιμα ψηφιακά αντικείμενα (BIM objects) για κάθε είδους μεμονωμένο οικοδομικό στοιχείο, έχει ήδη αρχίσει και η ανάπτυξη τυποποιημένων σύνθετων αντικειμένων BIM (BIM assemblies) τα οποία αποτελούν ολοκληρωμένα τμήματα έργου (π.χ. φέρων οργανισμός, στέγη, πυλώνας γέφυρας, κλάδος δικτύου αποχέτευσης, κλπ).
- Δεδομένου ότι η απαιτούμενη επένδυση σε χρήμα και χρόνο (ώρες εκπαίδευσης, προμήθεια λογισμικού και αναβάθμιση υπολογιστικών συστημάτων, απόκτηση εμπειρίας) είναι ίδια για την εφαρμογή της τεχνολογίας BIM σε μικρά και μεγάλα έργα, αξίζει να χρησιμοποιηθεί σε έργα μικρής κλίμακας (π.χ. ανέγερση διόροφης οικοδομής);
- Επειδή όλες οι ομάδες του έργου εργάζονται στο ίδιο μοντέλο, μπορούν να μπουν ικανά νομικά όρια στη χρήση του μοντέλου; Για παράδειγμα, αν υπάρχει σχεδιαστική ασάφεια και προκύψει λάθος αποτέλεσμα στην κατασκευή, ποιος είναι υπεύθυνος;

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Κεφάλαιο 6^ο – Κατακλείδα

- Ποιά είναι τα οφέλη της χρήσης της τεχνολογίας BIM στη συντήρηση και τη λειτουργία του έργου;
- Είναι διατεθειμένες οι μελετητικές και κατασκευαστικές εταιρείες να επενδύσουν σε αυτή την τεχνολογία, να δεν γίνει υποχρεωτική η εφαρμογή της π.χ. στα δημόσια έργα όπως έχει ήδη γίνει σε άλλες χώρες-μέλη της ΕΕ (π.χ. Μ. Βρετανία από τον Απρίλιο του 2016)?; Υπάρχει κάποια κυβερνητική πολιτική για την εφαρμογή και στην Ελλάδα των σχετικών προβλέψεων των ευρωπαϊκών οδηγιών για τις δημόσιες συμβάσεις (βλ και Εικ. 6.2). Τα θέματα αυτά και οι πολιτικές διάδοσης και προώθησης του BIM που εφαρμόζονται διεθνώς, αποτελούν αντικείμενο άλλης διπλωματικής εργασίας που εκπονείται παράλληλα με την παρούσα, επίσης στον Τομέα Προγραμματισμού και Διαχείρισης ΤΕ.

EU Parliament Directive

- European Parliament voted to modernize European public procurement rules by recommending the use of Building Information Modelling (BIM) for public works contracts (Jan. 2014)
- Adoption of the directive means that all the 28 European Member States may encourage, specify or mandate use of BIM for publicly funded construction and building projects in the European Union by 2016
- The UK, Netherlands, Denmark, Finland and Norway already require the use of BIM for publicly funded building projects

Εικ. 6.2: Προβλέψεις της Οδηγίας 2014/24/ΕΕ της 26ης Φεβρουαρίου 2014 σχετικά με τις δημόσιες προμήθειες και την κατάργηση της οδηγίας 2004/18/ΕΚ και ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με τον Ν. 4412/2916 «Δημόσιες Συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών (προσαρμογή στις Οδηγίες 2014/24/ ΕΕ και 2014/25/ΕΕ). ΦΕΚ 147 8/8/2016.

Σύμφωνα με την παράγραφο 4 του άρθρου 22, κατά την ανάθεση τις συμβάσεων δημοσίων έργων «τα κράτη μέλη μπορούν να απαιτούν τη χρήση συγκεκριμένων ηλεκτρονικών μέσων, όπως ηλεκτρονικών εργαλείων μοντελοποίησης κτηριοδομικών πληροφοριών - building information modeling - ή παρόμοιων μέσων»

- Μήπως πρέπει, ακόμα και σε προπτυχιακό επίπεδο, οι υποψήφιοι πολιτικοί μηχανικοί να διδάσκονται τα βασικά στοιχεία αυτής της τεχνολογίας, όπως ήδη γίνεται σε επίπεδο Master, σε πολλές σχολές μηχανικών του εξωτερικού;

Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας του BIM είναι πολλά και μπορούν να βελτιώσουν σε σημαντικό βαθμό τον τρόπο παραγωγής των Τεχνικών Έργων. Μείζονος σημασίας όμως, είναι να αποκτηθεί η απαραίτητη εμπειρία από τους μηχανικούς, τους υπεργολάβους, τα συνεργεία, τους προμηθευτές και τον δημόσιο Κύριο του Έργου, καθώς και να βελτιωθούν τα όποια προβλήματα έχει η ως τώρα εφαρμογή της.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [01] Eastman, C. (1975). “The use of computers instead of drawings in building design”, AIA Journal, March, Volume 63, Number 3, p.46-50.
- [02] Laiserin, Jerry (2002, December 16). “Comparing Pommés and Naranjas”, The Laiserin Letter, Issue 15, διαθέσιμο στο <http://www.laiserin.com/features/issue15/feature01.php>.
- [03] Eastman, C (2008). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, John Wiley and Sons Inc.
- [04] National BIM Standard - United States (2016). “What is a BIM?”, διαθέσιμο στο <https://www.nationalbimstandard.org/faqs#faq1>.
- [05] National BIM Standard - United Kingdom (2016). “NBS International BIM Report 2016”, διαθέσιμο στο <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-international-bim-report-2016>.
- [06] Wooyoung Jung, Ghang Lee (2015). World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering Vol:9, No:5, “The Status of BIM Adoption on Six Continents”.
- [07] HM Government of the United Kingdom, Cabinet Office (July 2012). “Government Construction Strategy”, One Year On Report and Action Plan Update, διαθέσιμο στο https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61151/GCS-One-Year-On-Report-and-Action-Plan-Update-FINAL_0.pdf.
- [08] CoBuilder, (May 2016). “BIM in Germany - Standardization and guidelines”, διαθέσιμο στο <http://cobuilder.co.uk/bim-in-germany/>.
- [09] HM Government of the United Kingdom, (July 2012). “Industrial Strategy: government and industry in partnership”, Construction Strategy, διαθέσιμο στο https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/210099/bis-13-955-construction-2025-industrial-strategy.pdf.
- [10] John Kunz, Martin Fischer, (January 2012). Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University. “Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions”, CIFE working paper No.097, version 14.

Εφαρμογές Τεχνολογίας BIM στον Χρονικό Προγραμματισμό και στην Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [11] Groupe de travail sur l'interopérabilité, Association Francophone des Utilisateurs de Logiciels Libres, (2016). "Définition de l'Interopérabilité", διαθέσιμο στο <http://interoperability-definition.info/el/>.
- [12] Azhar, S. (2011). American Society of Civil Engineers (ASCE), "Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry.", Leadership Manage. Eng., 11(3), p.241-252.
- [13] National BIM Standard – United Kingdom, (November 2014). "BIM Levels explained", διαθέσιμο στο <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>.
- [14] Stefan Mordue, (June 2013). National BIM Standard – United Kingdom, "IFC - Is it simply misunderstood?", διαθέσιμο στο <https://www.thenbs.com/knowledge/ifc-is-it-simply-misunderstood>.
- [15] International home of openBIM (buildingSMART), (2016). "Summary of IFC Releases", διαθέσιμο στο <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases/summary>.
- [16] ISO 16739:2013. "Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries", διαθέσιμο στο http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=51622
- [17] E. William East, (June 2007). US Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center, "Construction Operations Building Information Exchange (COBIE) - Requirements Definition and Pilot Implementation Standard".
- [18] Stephen Hamil, (September 2011). National BIM Standard – United Kingdom, "What is COBie?", διαθέσιμο στο <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-cobie>.
- [19] Kim B-K., (2012). "A study on the developing method of the BIM software based on cloud computing environment.", Proceedings of the World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol.6, p.1487-1491.
- [20] Porwal A., and Hewage K.N., (2013). "Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects.", Automation in Construction, Vol.31, p.204-214.
- [21] Giel B. and Issa R., (2013). "Return on Investment Analysis of Using Building Information Modeling in Construction". Journal Computing in Civil Engineering, Volume 27, Issue 5.

Εφαρμογές Τεχνολογίας BIM στον Χρονικό Προγραμματισμό και στην Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [22] HM Government of the United Kingdom, Ministry of Justice, (July 2014). “Procurement trial projects case study report: Cookham Wood Prison”, διαθέσιμο στο https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/325950/Cookham_Wood_case_study__CE_format__130614.pdf.
- [23] Tune N. and Louchart J., 2016. “BIM WITH BOOTS ON”, FINALCAD report, p.11, διαθέσιμο στο <http://www.bimwithbootson.com/>.
- [24] MacLeamy, P. (2004). “Collaboration, integrated information and the project lifecycle in building design, construction and operation”, διαθέσιμο στο <http://codebim.com/wp-content/uploads/2013/06/CurtCollaboration.pdf>.
- [25] Autodesk, 2012. “BIM’s Return On Investment”, Revit Building Information Modeling, διαθέσιμο στο <http://www.cadalyst.com/aec/calculating-bim039s-return-investment-2858>.
- [26] Jiang, X., (2011). “Developments in Cost Estimating and Scheduling in BIM technology”, Master of Science Thesis, Northeastern University, Department of Civil and Environmental Engineering.
- [27] Chowdhury, G.K., (2010). “Building Information Modeling in Site Management”, HTW Berlin University paper.
- [28] Kassem, M., Dawood, N., Chavada, R., (2015). “Construction workspace management within an Industry Foundation Class-Compliant 4D tool”. Automation in Construction, vol. 52, 42-58.
- [29] Montaser, A., Moselhi, O., (2015). “Methodology for automated generation of 4D BIM”, 11th Construction Specialty Conference, Vancouver, British Columbia, conference paper.
- [30] Jongeling, R., (2008). “BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt”, Forskningsrapport, Luleå, Luleå tekniska universitet, ISSN 1402, 1528, διαθέσιμο στο <http://epubl.luth.se/1402-1528/2008/04/LTU-FR-0804-SE.pdf>.
- [31] Azhar, S., (2012). “Building information modeling (BIM): Now and beyond”, Australasian Journal of Construction Economics and Building, vol. 12, 15-28.
- [32] BIMobject, (2016). “Definition of a BIM object”, διαθέσιμο στο <http://info.bimobject.com/definition-of-a-bimobject>.

Εφαρμογές Τεχνολογίας BIM στον Χρονικό Προγραμματισμό και στην Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [33] Nani, G., Adjei-Kumi, T., Badu, E., (2016). “Classifying Construction Works for the purpose of measurement”, PhD Thesis paper, Kwame Nkrumah University of Science and Technology.
- [34] CSI and CSC, (2004). “MasterFormat 2004 edition numbers & titles.”, The Construction Specifications Institute (CSI) and Construction Specifications Canada (CSC), διαθέσιμο στο <http://csinet.org/numbersandtitles>.
- [35] Afsari, K., Eastman, C., (2016). “A Comparison of Construction Classification Systems Used for Classifying Building Product Models”, 52nd ASC Annual International Conference Proceedings.
- [36] Charette, R., Marshall, H., (1999). “UNIFORMAT II Elemental Classification for Building Specifications, Cost Estimating, and Cost Analysis”, U.S. Department of Commerce, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, NISTIR 6389.
- [37] Kang, J.H., Anderson, S.D., and Clayton, M.J. (2007). “Empirical Study on the Merit of Web Based 4D Visualization in Collaborative Construction Planning And Scheduling”, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 133(6): 447–461.
- [38] Smith, P., (2014). “BIM & 5D Project Cost Manager”, 27th IPMA World Congress, Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol. 119, 475-484.
- [39] Lewis, R.J., (1995). “Activity-Based Models for Cost Management Systems.”, Quorum Books Westport, Connecticut.
- [40] Qian, L., Ben-Arieh, D., (2008). “Parametric cost estimation based on activity-based costing: A case study for design and development of rotational parts”, Int. J. Production Economics, vol. 113, 805-818.
- [41] AACE International, (2011). “Cost Estimate Classification System”, AACE International Recommended Practice No. 17R-97, διαθέσιμο στο http://www.aacei.org/toc/toc_17R-97.pdf.
- [42] Παντουβάκης, Ι.Π., (2016). “Προμετρήσεις - Επιμετρήσεις”, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, Δομικές Μηχανές και Κατασκευαστικές Μέθοδοι, διαθέσιμο στο <http://mycourses.ntua.gr/courses/CIVIL1138/document/>.

Εφαρμογές Τεχνολογίας BIM στον Χρονικό Προγραμματισμό και στην Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [43] Τουλιάτος, Δ., ACE Hellas, (2012). “Το νέο Σύστημα Αναλύσεων Τιμών για τον Προϋπολογισμό των Δημοσίων Έργων και την Αναθεώρηση των Τιμών”, ΤΕΕ, ΣΤΕΑΤ, ΣΑΤΕ, ΠΕΔΜΗΕΔΕ, διαθέσιμο στο http://library.tee.gr/digital/m2584/m2584_touliatos.pdf.

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

ΛΟΙΠΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΛΟΙΠΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Atul Khanzode, Martin Fischer, Dean Reed, Glenn Ballard, (December 2006). “A Guide to Applying the Principles of Virtual Design & Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process”, Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), University of Stanford, Paper #093.
- Autodesk, (2012). “Model Based Estimating and Quantity Takeoff”, Autodesk University Workshop, διαθέσιμο στο <http://auworkshop.autodesk.com/printpdf/1696?language=en>.
- Bentley, (2016). ProjectWise – Collaboration and Content Management Software website: www.bentley.com.
- BIMTalk – UK, (2016). “BIM Dimensions”, διαθέσιμο στο http://bimtalk.co.uk/bim_glossary:bim_dimensions.
- Brad Hardin , Dave McCool, (2015). “BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows”, 2nd Edition, Wiley.
- Bregianni, A., (2013). “BIM Development for Cultural Heritage Management”, Diploma Thesis, National and Technical University of Athens, Politecnico di Milano.
- Brito, D., Ferreira, E., (2015). “Strategies for representation and analyses of 4D Modeling applied to construction project management”, Procedia Economics and Finance, vol. 21, 374-382.
- Broquetas, M., (2010). “Using BIM as a Project Management Tool. How can BIM improve the delivery of Complex Construction Projects?”, Master Thesis, HFT Stuttgart.
- Chelson, D., (2010). “The effects of Building Information Modeling on Construction Site Productivity”, PhD Thesis, University of Maryland.
- Chen, Y., Feng, C., Yang, K., (2015). “The development of BIM Model-based Construction Project Performance Evaluation Mechanism”, Civil Engineering and Architecture, 128-135.
- CODEBIM, (2016). “History of Building Information Modelling”, διαθέσιμο στο <http://codebim.com/resources/history-of-building-information-modelling/>.
- Croatian Association for Construction Management, (2015). “Project Management software based on BIM to evaluate Construction Time and Cost”, OTMC Conference paper.
- Davis, D., (2013). “Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture”, PhD Thesis, RMIT University.

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

ΛΟΙΠΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Demirdoven, J.B., (2015). “Multi-Dimensional (nD) Limitations with Building Information Modeling (BIM) and Levels of Development (LOD) in Design”, 9th International Sinan Symposium.
- Eastman, C., P. Teicholz, et al., (2011). “BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors”, 2nd Edition, Hoboken, New Jersey, Wiley.
- Elecosoft, (2016). Asta PowerProject website: astapowerproject.com
- Innovaya, (2016). Innovaya Visual Estimating website: www.innovaya.com.
- Kaplan, R., Anderson, S., (2004). “Time-Driven Activity-Based Costing”, Harvard Business Review, διαθέσιμο στο <https://hbr.org/2004/11/time-driven-activity-based-costing#>.
- Karathodoros, G., Brynjolfsson, O., (2013). “Governing the implementation of BIM. A construction client perspective”. Master Thesis, Chalmers University.
- Kullven, F., Nyberg, K., (2014). “Possibilities with BIM in relation to cost estimation and scheduling. A case study of a Swedish civil engineering project.”, Master of Science Thesis, Chalmers University of Technology.
- Lindblad, H., (2013). “Study of the implementation process of BIM in construction projects”, Master Thesis, KTH University
- Lu, W., Fung, A., Peng, Y., Rowlinson, S., (2015). “MacLeamy Curve with figures”, διαθέσιμο στο https://www.researchgate.net/publication/283427563_MacLeamy_Curve_-_With_figures.
- McGraw Hill, (2011). “The business value of BIM in Europe”, SmartMarket report.
- McGraw Hill, (2012). “The business value of BIM in North America”, SmartMarket report.
- Miller, K., Newitt, J., (2005). “MasterFormat 2004 Impact on Construction Organizations”, ASC proceedings of the 41st Annual Conference, University of Cincinnati.
- National BIM Standard – United Kingdom, (2015). “National BIM Report 2015”, διαθέσιμο στο <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-bim-report-2015>.
- National Institute of Building Sciences, (September 2015). “2015 Strategic Plan”, διαθέσιμο στο http://c.ymcdn.com/sites/www.nibs.org/resource/resmgr/BSA/bSa2015_StrategicPlan.pdf.

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

ΛΟΙΠΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- National Institute of Building Sciences, (September 2015). “BuildingSMART alliance Council Charter”, διαθέσιμο στο http://c.ymcdn.com/sites/www.nibs.org/resource/resmgr/BSA/alliance_charter_2015.pdf.
- National Institute of Building Sciences, (September 2015). “Measuring the Impact of BIM on Complex Buildings”, SmartMarket Report, διαθέσιμο στο <http://c.ymcdn.com/sites/www.nibs.org/resource/resmgr/Docs/BIMSmartMarketReport.pdf>.
- Ningappa, G., (2011). “Use of Lean and Building Information Modeling (BIM) in the Construction Process; Does BIM make it Leaner?”, MSc Thesis, Georgia Institute of Technology.
- Nomitech, CostOS Estimating, (2016). “Help and Glossary”.
- Ricardo Khan, (June 2015). “BIM and VDC Defined, The Mortenson Perspective”, Synchro Ltd. Software, διαθέσιμο στο <http://blog.synchro ltd.com/bim-and-vdc-defined-the-mortenson-perspective>.
- Sabol, L., (2016). “Challenges in Cost Estimating with Building Information Modeling”, The power of process in the built environment, διαθέσιμο στο https://www.academia.edu/3879014/2_sabol_cost_estimating.
- Scheer, S., Mendes Jr., R., Campestrini, T. F., Garrido, M. C., (2014). “On Site BIM Model Use to Integrate 4D/5D Activities and Construction Works: A case study on a Brazilian low income house enterprise”, Computing in Civil and Building Engineering, ASCE.
- Sen, S., (2012). “The Impact of BIM/VDC on ROI. Developing a Financial Model for Savings and ROI Calculation of Construction Projects”, Master Thesis, KTH University.
- Sheer, S., Mendes Jr., R., Campestrini, T.F., Garrido, M.C., (2014). “On site BIM Model Use to Integrate 4D/5D Activities and Construction Works: A case study on a Brazilian low income house enterprise”, Computing in Civil and Building Engineering, ASCE.
- Smith, Deke, (April 2007). "An Introduction to Building Information Modeling (BIM)", Journal of Building Information Modeling.
- Synchro Software Ltd., (2016). Synchro PRO website: www.synchro ltd.com
- Trimble, (2016). Vico Office Software website: <http://www.vicosoftware.com>.

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

ΛΟΙΠΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Tuckwood Barry, (March 2016). “BIM Mandate and BIM in legislation: There is a BIM Mandate, how does it work?”, Institution of Civil Engineers (ICE), διαθέσιμο στο <https://www.ice.org.uk/disciplines-and-resources/briefing-sheet/bim-mandate-and-bim-in-legislation-there-is-a-bim>.
- Van Berlo, L., Natrop, M., (2015). “BIM on the construction site: providing hidden information on task specific drawings”, Journal of Information Technology in Construction, vol. 20, 97-106.
- Vanossi, A., Ciribini, A., (2014). “BIM implementation in large-scale public construction process”, Politecnico di Milano thesis, διαθέσιμο στο https://www.researchgate.net/publication/276410512_BIM_implementation_in_large-scale_public_construction_process.
- VICO Software – Trimble, (2016). “The Difference between BIM and Virtual Construction”, διαθέσιμο στο <http://classic-archived-site-658.web2.hubspot.com/trimble-buildings/vico-office-integrated-3d-4d-5d-bim-for-construction/the-difference-between-bim-and-virtual-construction/tabid/314181/>.
- Wong, J., Wang, X., Li, H., Chan, G., Li, Ha., (2014). “A review of cloud-based BIM Technology in the construction sector”, Journal of Information and Technology, Vol. 19, 281-291.
- Zima, K., (2015). “The Case-Based Reasoning Model of Cost Estimation At The Preliminary Stage Of A Construction Project”, Procedia Engineering, vol. 122, 57-64.
- Βενέρης, Γιάννης (2011). “Πληροφορική και αρχιτεκτονική : Έννοιες και τεχνολογίες”, 1η έκδοση, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Τζιόλα.
- Γεωργίου, Χ., (2013). “Κτιριακά Μοντέλα Πληροφοριών για Εκτίμηση Ζημιών, Κόστους και Χρονικής Διάρκειας Μετασεισμικής Αποκατάστασης Κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα”, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Κύπρου.
- Γωνιανακης, Π.Β., (2014). “Παρουσίαση της μεθόδου ΠΟΚ (BIM) και πρακτική εφαρμογή της για τον προγραμματισμό έργου, με χρήση του προγράμματος Synchro”, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Ζερβας, Π., (2011). “Εφαρμογές της ΨΑΚΠ (BIM) στη Διαχείριση Τεχνικών Έργων”, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Παναγόπουλος, Χ., (2012). “Συστήματα Προκοστολόγησης – Τιμολόγησης Δημοσίων Έργων. Σύγκριση συστημάτων Καμπανίας και Ελλάδος”, Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Παράρτημα Α – BIM Glossary of Terms

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Παράρτημα Α – BIM Glossary of Terms

Παράρτημα Α BIM Glossary of Terms

Σε αυτό το παράρτημα, παραθέτονται οι κυριότεροι όροι και τα ακρωνύμια που είναι σχετικοί με το BIM και τις διαδικασίες εφαρμογής του στα τεχνικά έργα.

3D – three-dimensional geometry

4D – schedule simulation

5D – cost accounting simulation

6D – Project lifecycle information

A & D – Analysis and Design

AEC – Architecture Engineering and Construction collective acronym for professions working in the creation/maintenance of the built environment

AIM – Asset Information Model – A model that compiles the data and information necessary to support asset management

BCF – BIM Collaboration Format – An open file format based on XML that allows the addition of comments to an Industry Foundation Classes BIM model

BEP – BIM Execution Plan – A developing strategy prepared by suppliers that comprises a pre-contract BIM execution and then a post-contract BIM execution plan

BIM – Building Information Management – Used variously in place of Building Information Modelling but also to highlight the requirement to explicitly manage the information

BIM – Building Information Model – A digital representation of the physical and functional characteristics of a facility using a collection of elements or information that serves as a shared knowledge resource for building, operation and re/deconstruction

BIM – Building Information Modeling – used to both describe the process and the philosophy that enables the input, sharing, maintenance and output of (electronic) information used in the construction and operation and deconstruction of the built environment

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Παράρτημα Α – BIM Glossary of Terms

BIM Master or Model Manager – whoever contractually has control of the 3D model, the gatekeeper and possibly manager of the server

BIM maturity level – The levels of complexity and collaboration that building information modelling can take

BPM – Building Product Manufacturer

CAD – Computer Aided Drawing – Drafting Software tools that frequently feed/are fed by the BIM model

CAFM – Computer-Aided Facilities Management – A term frequently linked with the operational aspects of BIM utilization

CD – Construction Drawings or documents

CDE – Common Data Environment – The single source of information for the project, used to collect, manage and disseminate documentation, the graphical model and non-graphical data for the whole project team

Clash Detection – property built into some but not all 3D software

Clashes – instances noted by a 3D drawing where two elements occur in the same space and conflict, i.e. ductwork that collides with joist members

Classification System – standardized system being developed to ensure that data is able to be indexed and structured to make it easily accessible in a common format integrates with the Digital Plan of Work

COBie – Construction Operations Building Information Exchange Information exchange – standard/protocol for BIM projects – generally spreadsheet based progressively developed through construction process passed to building operator

DB – Design-Build

DBB – Design-Bid-Build

DD – Design Drawings or documents

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Παράρτημα Α – BIM Glossary of Terms

DPoW – Digital Plan of Work – document on concepts and detail of the management of built asset data derived from BIM with example model, demand matrices and validation tools to assist practical understanding

DWF – Drawing Web Format

DWG – AutoCAD drawing format

DXF – Drawing Exchange Formats

gbXML – new subset of BIM efforts that focuses on green building design and operation and organizes information for energy simulation purposes

IAI – International Alliance for Interoperability

IDM – Information Delivery Manual – European effort in IFC, see NBIMS

IFC – Industry Foundation Classes – broad term for standard formats used for most BIM electronic data exchange, developed by the IAI

IGES – Initial Graphics Exchange Specification – standard format for exchanging three-dimensional data and information

IPD – Integrated Project Delivery Lean principles – controlling project to minimize cost i.e. steel products delivered to site in accurate liftable bundles, ready for trailer straight to erection

LIM – Landscape Information Modelling BIM for landscape design and construction

LOD – Level of Detail – extent to which components are modeled

LOD – Level of detail – The specific resolution of information (frequently graphical) required for a particular element at a particular stage of the project

LOD – Level of development – LOD Scales applied to provide a common understanding of information requirements at different stages of a project

Lonely BIM – modeling for one's own use as opposed to Social BIM – modeling done by one or a group for general group use

Mass Model – Type of model file that contains only the volumes describing a project or component (and not the detail)

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Παράρτημα Α – BIM Glossary of Terms

MEP – Mechanical, Electrical, and Plumbing – generally encompassing construction elements of various trades to be considered in a BIM approach

MPS – Model Progression Specification Native – description applied to data that is allowed to be changed after it has been transferred

PIM – Project Information Model – Term used to describe the set of information (documentation, graphical model and non-graphical data) accrued in the project construction phase

PMC – Project Management Contract

RVT – a file used by Autodesk software products for storing BIM models

SD – Schematic Drawings or documents

SIM – Site Information Modelling, BIM for site design and construction

Software – BIM is not a software product but there are lots of software applications that support and integrate as part of BIM

Unified Design – Design process by which all designed aspects are considered as a whole and are of equal value. A project developed by a multi-disciplinary team working together with shared responsibilities and shared goals.

VBE – Virtual Building Environment – an alternative or synonym to BIM

VDC – Virtual Design and Construction – an alternative or synonym to BIM

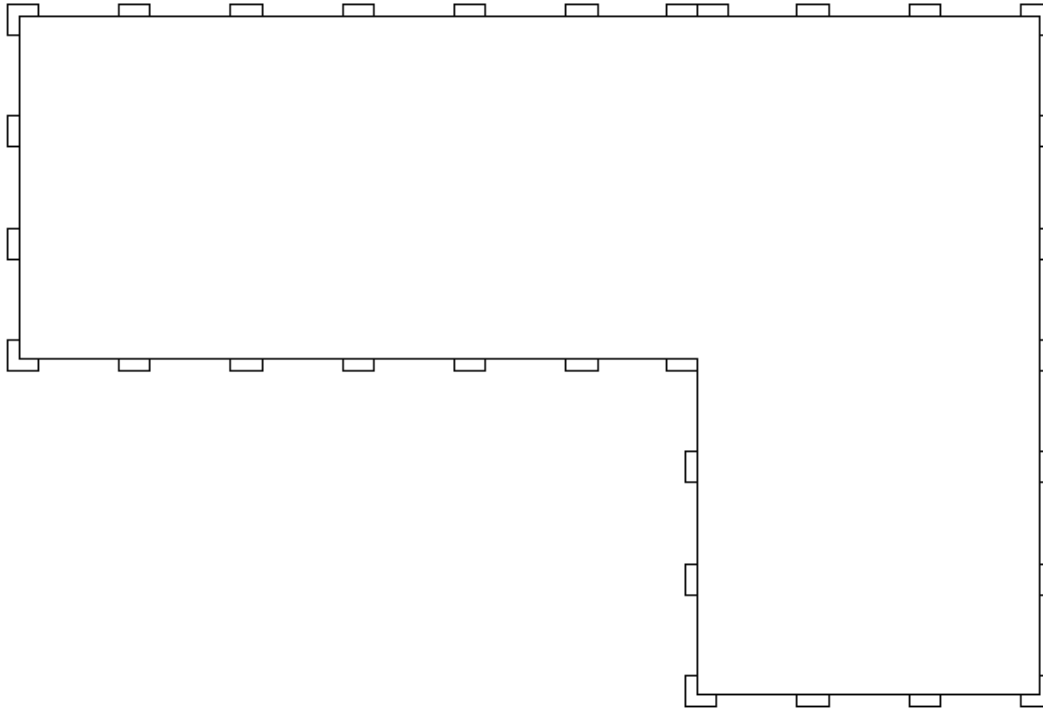
Wire Frame – 3D aspect of Building Information Modeling, whereby a three dimensional virtual design can show construction details including connectivity

XML – Xtensible Markup Language – a protocol for tagging text, creating a structure and semantics that both humans and computers can understand

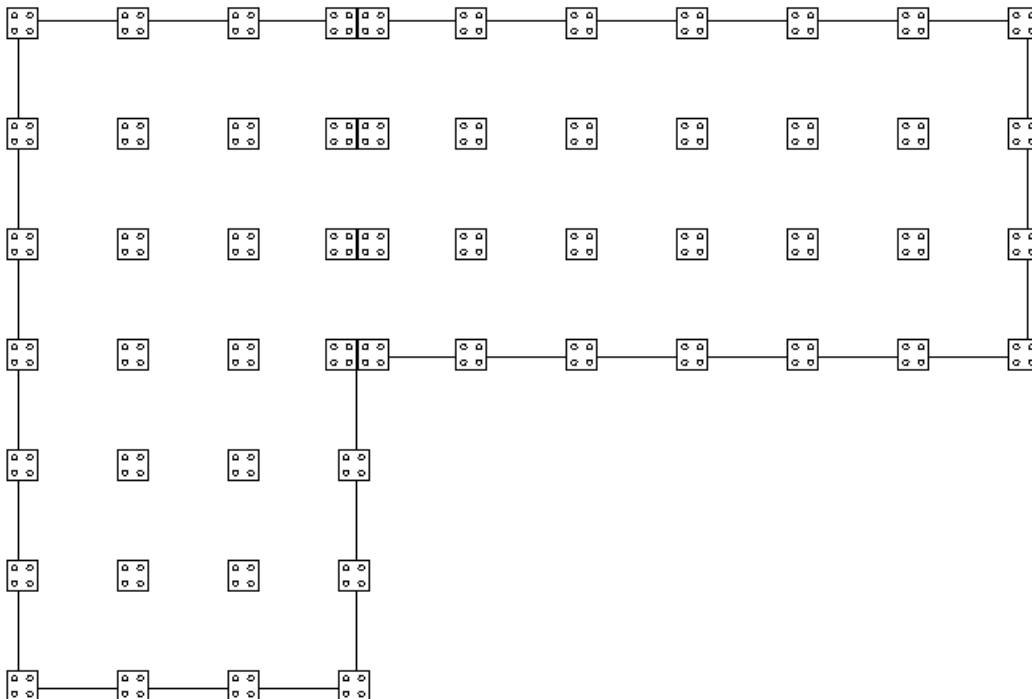
Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Β – Σχέδια μελέτης τεχνικού έργου

Παράρτημα Β Σχέδια μελέτης τεχνικού έργου



Εικ. Β.1: Κάτοψη θεμελίωσης



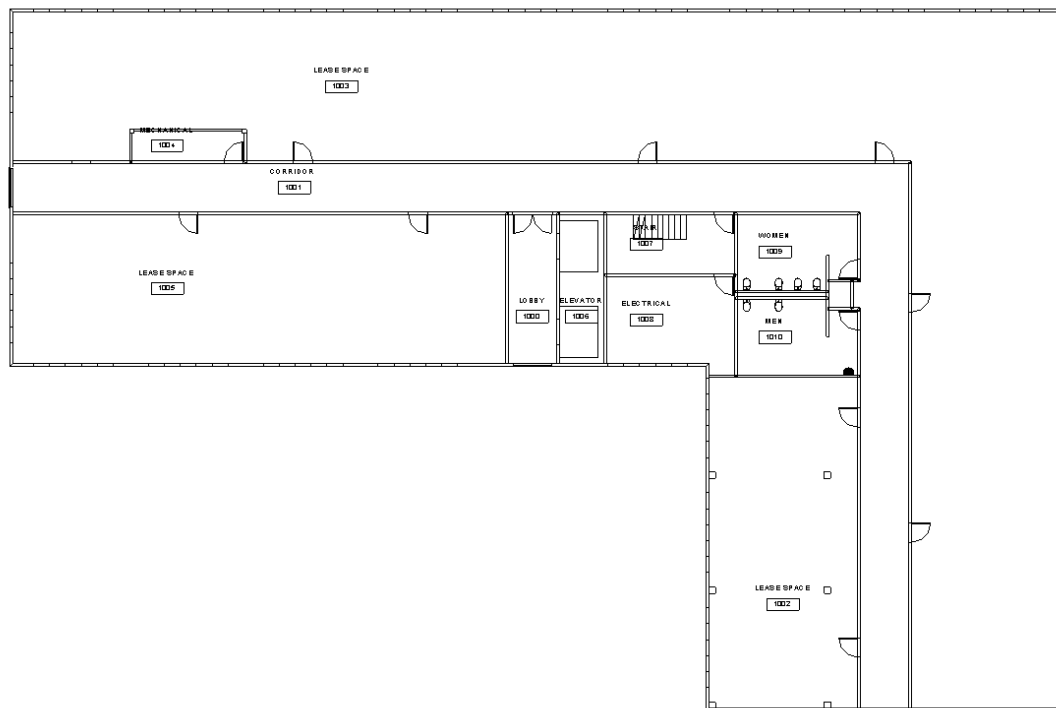
Εικ. Β.2: Άνοψη θεμελίωσης

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Β – Σχέδια μελέτης τεχνικού έργου



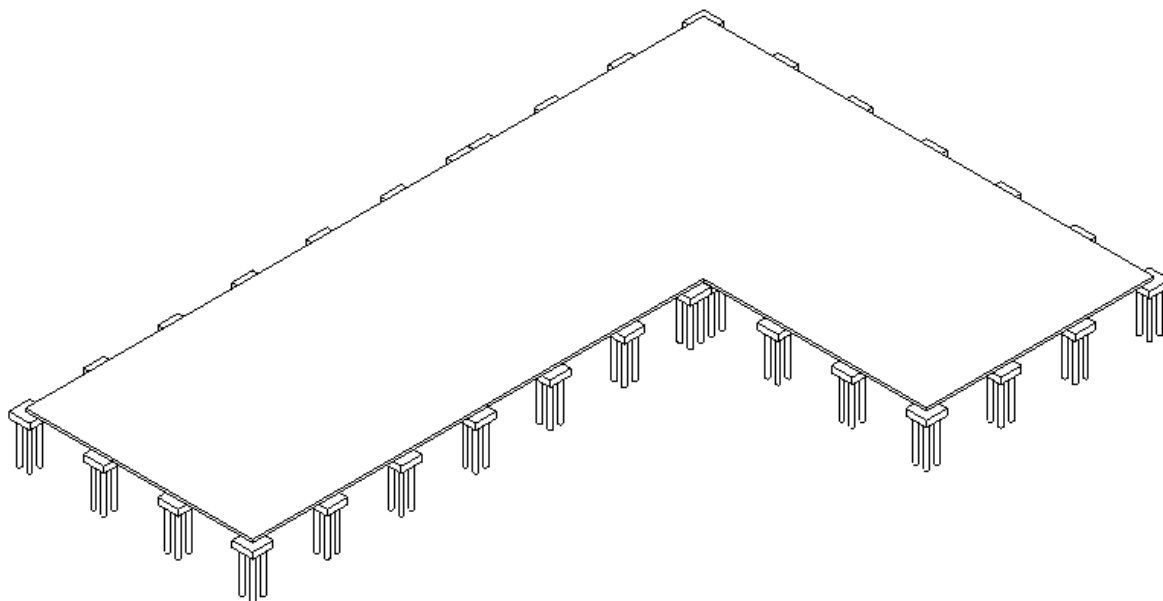
Εικ. Β.3: Ξυλότυπος πρότυπου ορόφου



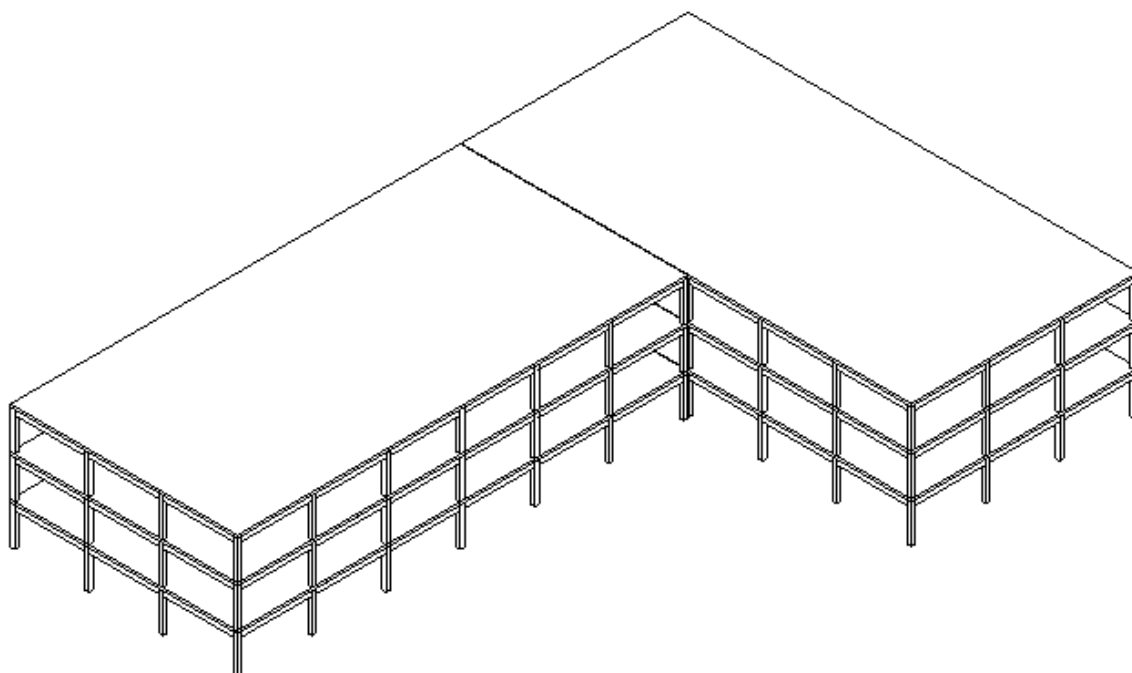
Εικ. Β.4: Διαμόρφωση πρότυπου ορόφου

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Παράρτημα Β – Σχέδια μελέτης τεχνικού έργου



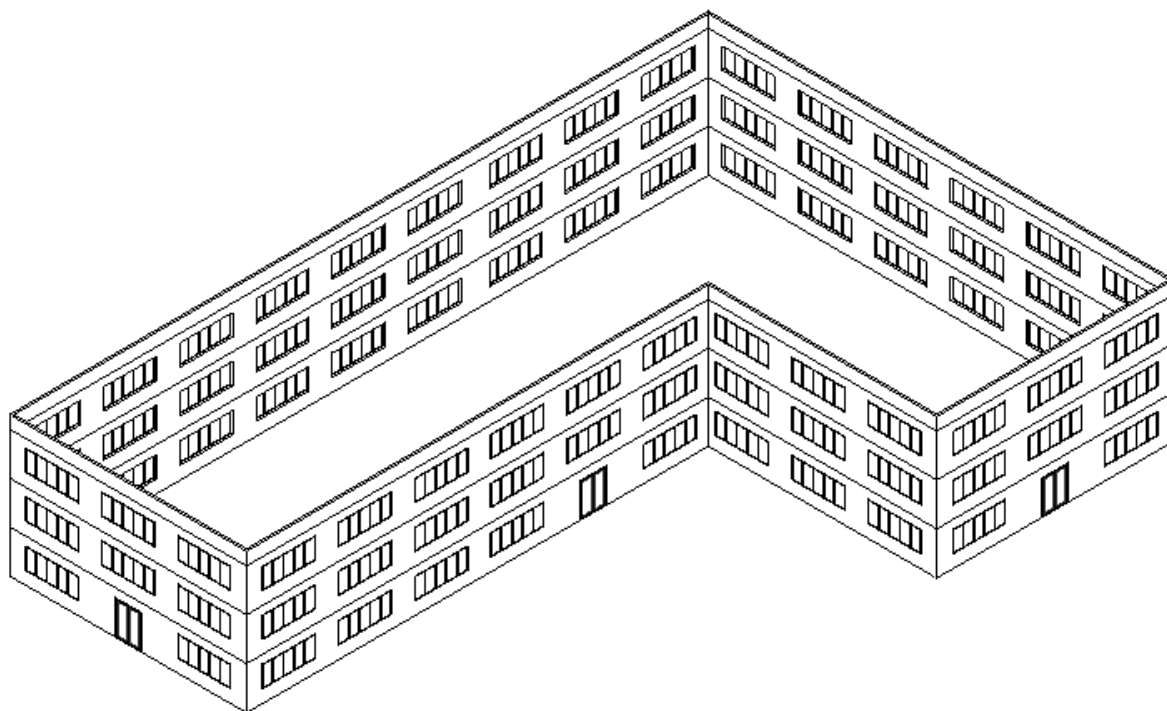
Εικ. Β.5: Διαθέσιμο μοντέλο θεμελίωσης



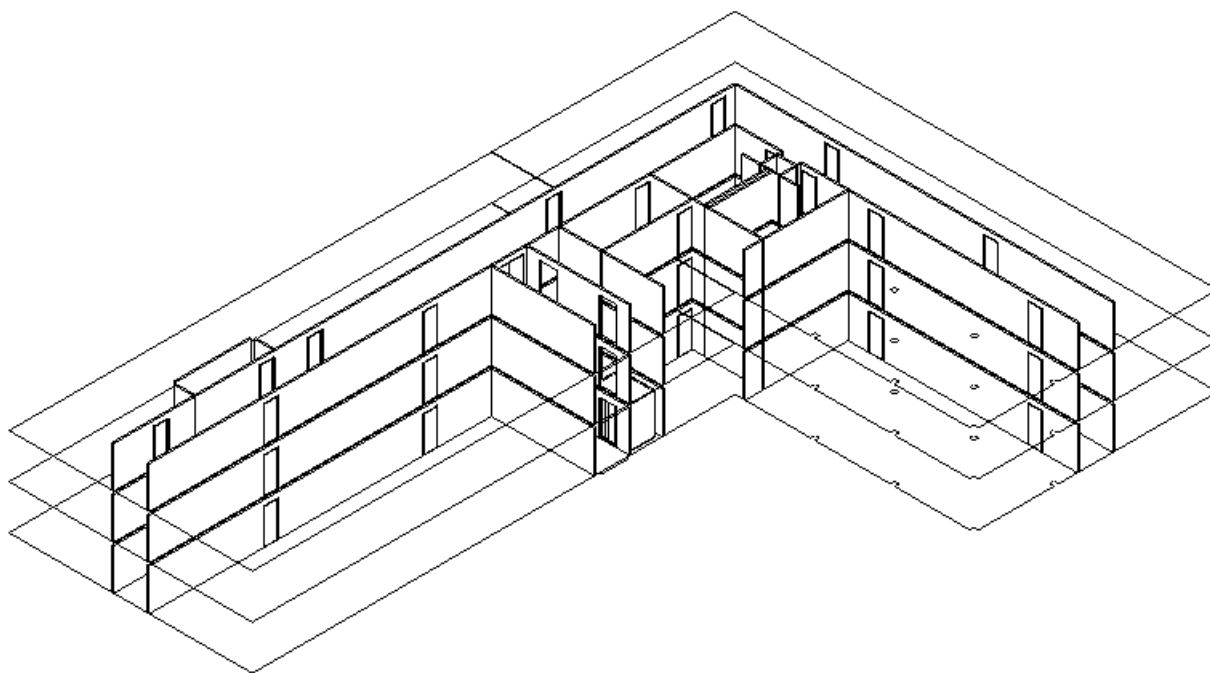
Εικ. Β.6: Διαθέσιμο στατικό μοντέλο φέροντος οργανισμού

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Παράρτημα Β – Σχέδια μελέτης τεχνικού έργου



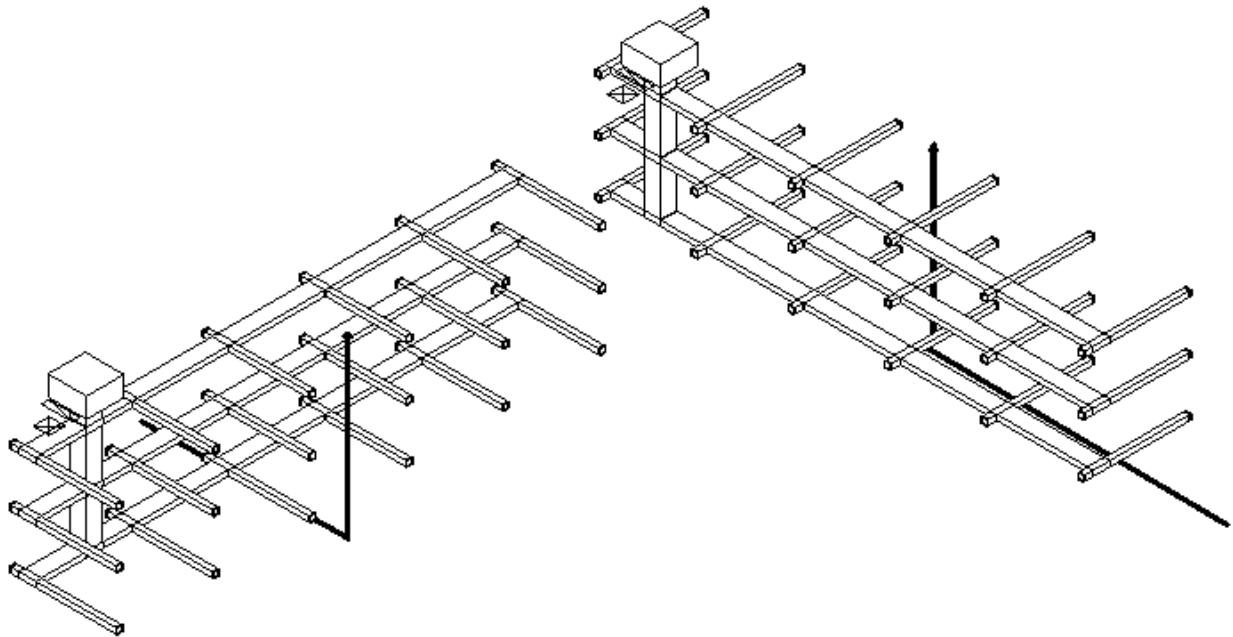
Εικ. Β.7: Διαθέσιμο αρχιτεκτονικό μοντέλο εξωτερικής όψης



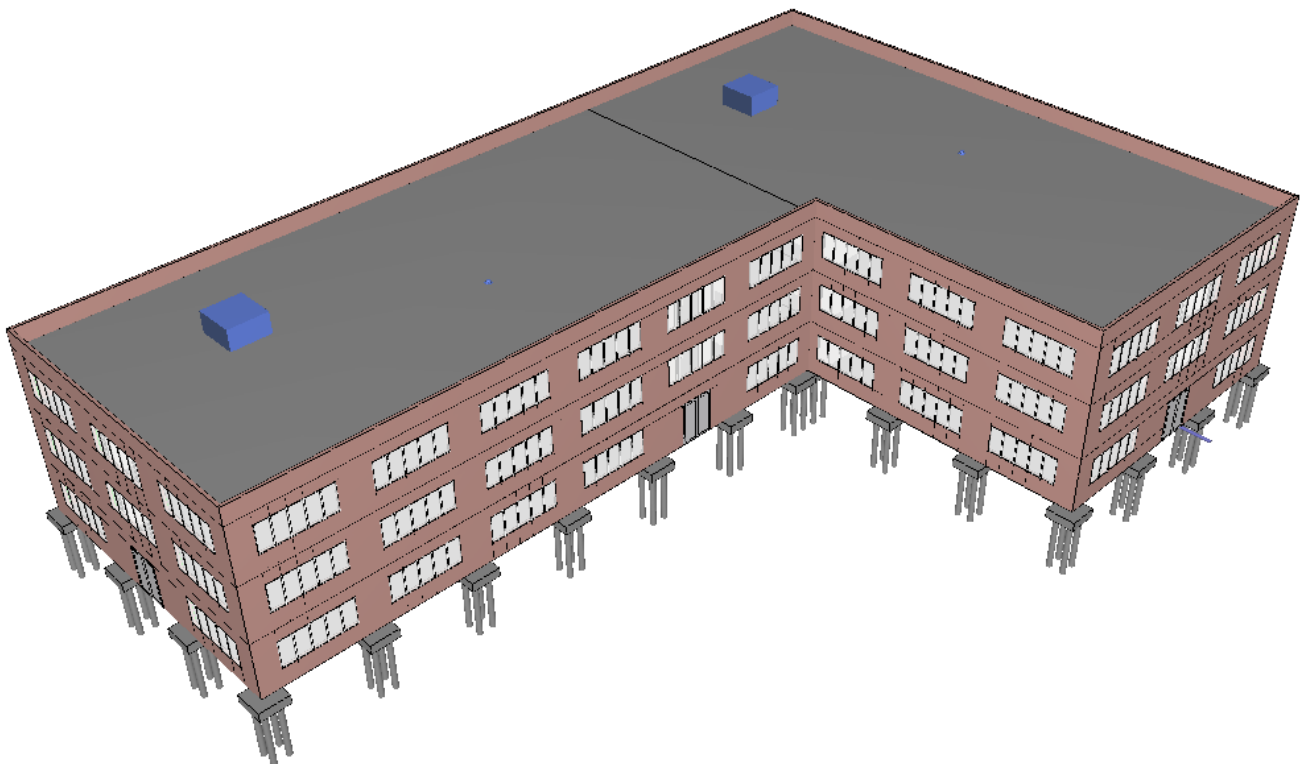
Εικ. Β.8: Διαθέσιμο αρχιτεκτονικό μοντέλο εσωτερικής όψης

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Β – Σχέδια μελέτης τεχνικού έργου



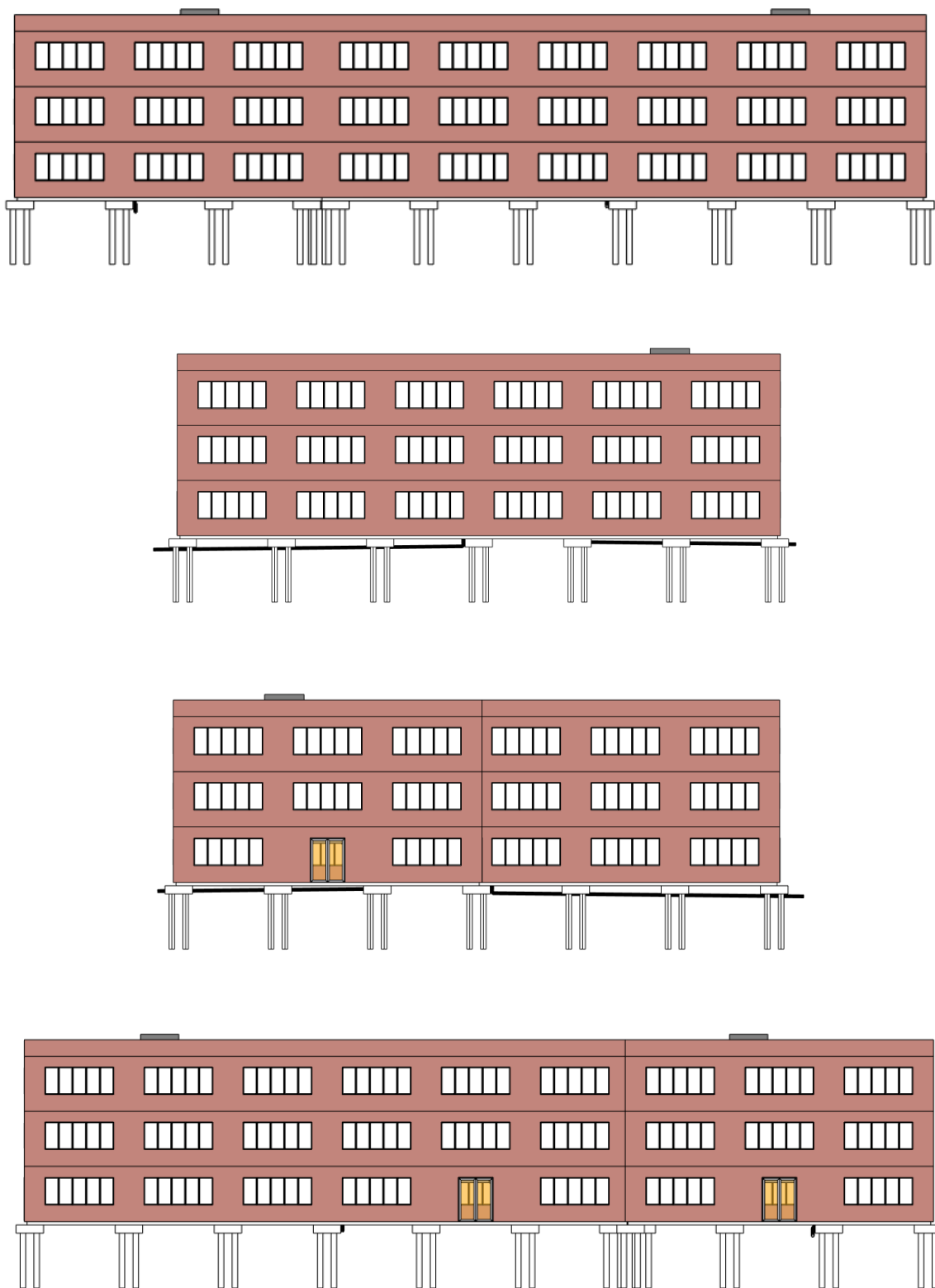
Εικ. Β.7: Διαθέσιμο μοντέλο ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων



Εικ. Β.8: Ενωποιημένο διαλειτουργικό μοντέλο του έργου

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

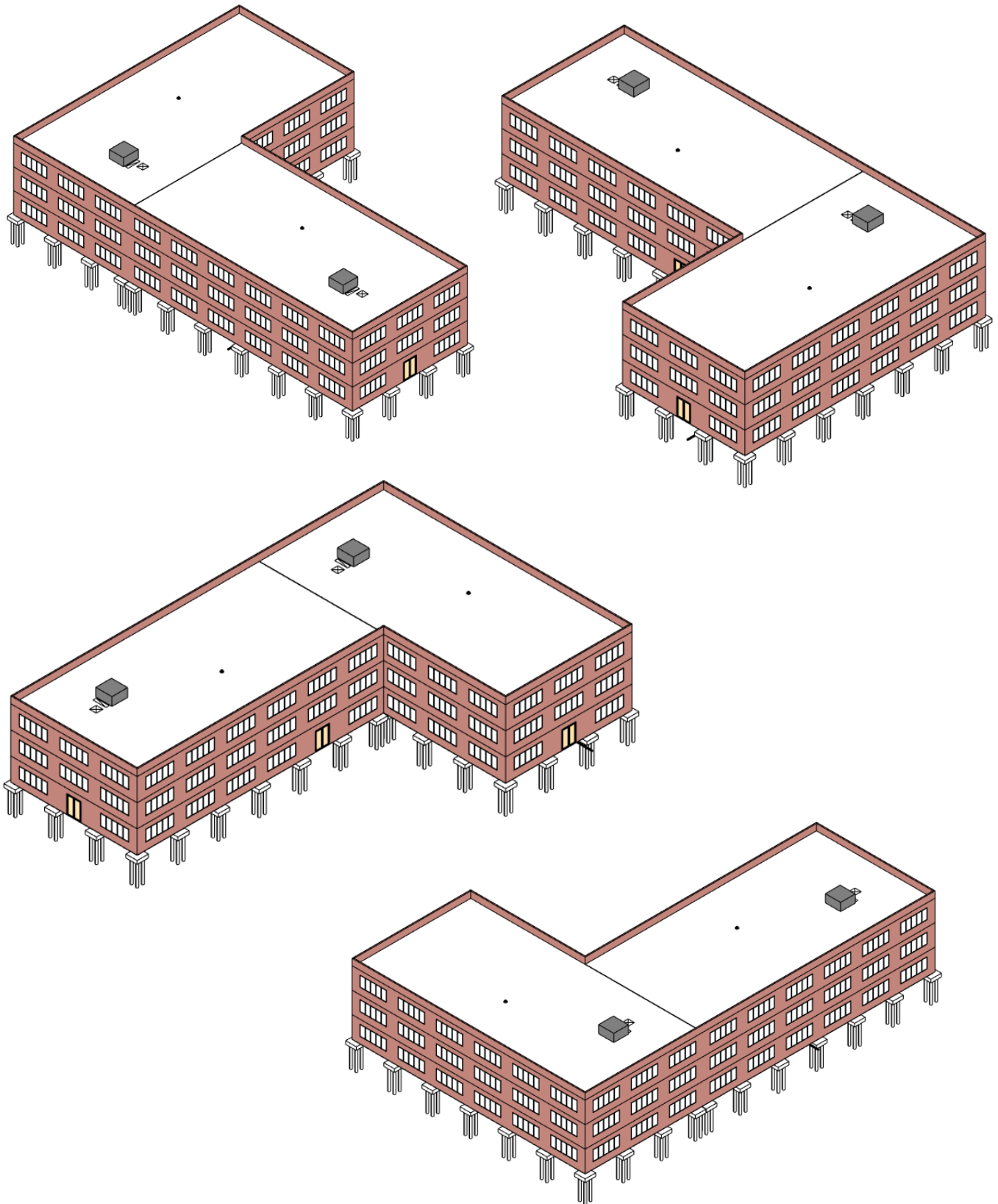
Παράρτημα Β – Σχέδια μελέτης τεχνικού έργου



Εικ. Β.9: Βόρεια, ανατολική, δυτική και νότια όψη

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Παράρτημα Β – Σχέδια μελέτης τεχνικού έργου



Εικ. Β.10: Προοπτικές όψεις του έργου

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Γ – Στοιχεία βάσης δεδομένων κοστολόγησης τεχνικών έργων

Παράρτημα Γ Στοιχεία βάσης δεδομένων κοστολόγησης τεχνικών έργων

Id	Title	Currency	Country	Fuel Type	Consumption		Depreciation		Lubrication		Fuel		Tires		Parts		Reservations			
					Unit	Rate	Rate	Rate	Rate	Rate	Rate	Rate	Rate	Rate	Rate	Rate				
1	Gas Engine Vibrator	USD - United States Dollars	USA	PETROL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.25	01543310 - Concrete equipr	
2	Concrete Pump (small)	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92.22	01543310 - Concrete equipr	
3	Concrete Pump (small)	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92.22	01543310 - Concrete equipr	
4	Gas Engine Vibrator	USD - United States Dollars	USA	PETROL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.25	01543310 - Concrete equipr	
5	Lead, 90' high	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.85	01543320 - Earthwork equipr	
6	Crawler Crane, 40 Ton	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131.88	01543360 - Lifting and hoist	
7	Hammer, Diesel, 22k Ft-Lb	USD - United States Dollars	USA	DIESEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73.75	01543320 - Earthwork equipr	
8	Mixing Machine, 6 C.F.	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.82	01543310 - Concrete equipr	
9	Backhoe	QAR - Qatar Riyals	Oman	DIESEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120		
10	Dump Truck	QAR - Qatar Riyals	Oman	DIESEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40		
11	Loader	QAR - Qatar Riyals	Oman	DIESEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60		
12	Excavator	EUR - Eurozone Euros	France	DIESEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120		
14	Bobcat	QAR - Qatar Riyals	Oman	DIESEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30		
15	Bulldozer	EUR - Eurozone Euros	Germany	DIESEL	10	6.105675	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	OREGON PRODUCTION MACHINE	EUR - Eurozone Euros	Germany	ELECTRIC	12	11.875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	Bulldozer	EUR - Eurozone Euros	Germany	DIESEL	12	53.42466	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0
18	Laser Transit/Level	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.7375	01543340 - General equipm	
19	Dump Truck, 9.2 m3, 298 kW	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83.475	01543320 - Earthwk equip r	
20	Dozer, 149 kW	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	01543320 - Earthwk equip r	
21	Grader, 14 000 kg	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77.775	01543320 - Earthwk equip r	
22	Vibrating plate, gas, 450 mm	USD - United States Dollars	USA	PETROL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.275	01543320 - Earthwk equip r	
23	Tandem Roller, 9 metric ton	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29.4	01543320 - Earthwk equip r	
24	Asphalt Paver, 97 kW	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	249.25	01543350 - Rent highway ec	
25	Roller, Pneum. Wnl, 11 MT	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.15	01543320 - Earthwk equip r	
26	Paint Striper, S.P.	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.075	01543350 - Rent highway ec	
27	Flatbed Truck, Gas, 2.7 MT	USD - United States Dollars	USA	PETROL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	01543320 - Earthwk equip r	
28	Pickup Truck, 0.7 MT	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.5	01543340 - General equipm	
29	S.P. Crane, 4x4, 11 MT	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81.95	01543360 - Lifting and hoist	
30	Bulldozer	EUR - Eurozone Euros	France	DIESEL	10	32.21624	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	bulldozer	EUR - Eurozone Euros	France	DIESEL	10	38.28165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0
32	Lattice Boom Crane, 90 Ton	USD - United States Dollars	USA	OTHER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	217.63	01543360 - Lifting and hoist	

Πιν. Γ.1: Στοιχεία μηχανημάτων και εξοπλισμού

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Γ – Στοιχεία βάσης δεδομένων κοστολόγησης τεχνικών έργων

Title	Resource	Currency	Unit Rate	Unit	Company	Description	Country
Slab on grade	75	EUR - Eurozone Euros	60	M3	Concrete Worx		FRANCE
Formwork for elevated slabs	17	EUR - Eurozone Euros	14	M2	Concrete Worx		FRANCE
Pouring and curing of concrete C20/25 of	80	EUR - Eurozone Euros	65	M3	Concrete Worx		FRANCE
Slab on grade	61	EUR - Eurozone Euros	50	M3	Concrete Subs		FRANCE
Formwork for elevated slabs	14	EUR - Eurozone Euros	12	M2	Concrete Subs		FRANCE
Pouring and curing of concrete C20/25 of	65	EUR - Eurozone Euros	54	M3	Concrete Subs		FRANCE
Plasters	0	EUR - Eurozone Euros	0	M2	Delon Plasters		FRANCE
Exterior walls plastering, exterior	14	EUR - Eurozone Euros	14	M2	Plasters		FRANCE
Exterior walls plastering, interior	10	EUR - Eurozone Euros	10	M2	Plasters		FRANCE
Concrete brick walls construction	12	EUR - Eurozone Euros	9	M3	Zax Bricks		FRANCE
External Masonry walls, bearing	10	EUR - Eurozone Euros	8	M2	Zax Bricks		FRANCE
Gypsum board walls, interior	23	EUR - Eurozone Euros	23	M2	Gypsum de'l art SA		FRANCE
Thermal Insulation pannels installations	5	EUR - Eurozone Euros	4	M2	Gypsum de'l art SA		FRANCE
Water Insulation for Basement	12	EUR - Eurozone Euros	12	M2	Aqua Proof SA		FRANCE
General Site Clearance as per specification	5,750.00	QAR - Qatar Riyals	5,750.00	HA		General Site Clearance as per specifica	QATAR
Take up existing traffic signs and REMOVE	230	QAR - Qatar Riyals	230	EACH		Take up existing traffic signs and REMC	QATAR
Take up and remove to tip off site existing	40	QAR - Qatar Riyals	40	LM		Take up and remove to tip off site exist	QATAR
Take up and set aside for re-use existing p	35	QAR - Qatar Riyals	35	M2		Take up and set aside for re-use existin	QATAR
Take up and remove to tip off site existing	29	QAR - Qatar Riyals	29	M2		Take up and remove to tip off site exist	QATAR
General Site Clearance as per specification	5,000.00	QAR - Qatar Riyals	5,000.00	HA		General Site Clearance as per specifica	QATAR
Take up existing traffic signs and REMOVE	150	QAR - Qatar Riyals	150	EACH		Take up existing traffic signs and REMC	QATAR
General Site Clearance as per specification	4,140.00	QAR - Qatar Riyals	4,140.00	HA		General Site Clearance as per specifica	QATAR
Take up existing traffic signs and REINSTAL	759	QAR - Qatar Riyals	759	EACH		Take up existing traffic signs and REINS	QATAR
General Site Clearance as per specification	5,500.00	QAR - Qatar Riyals	5,500.00	HA		General Site Clearance as per specifica	QATAR
Take up existing traffic signs and REMOVE	132	QAR - Qatar Riyals	132	EACH		Take up existing traffic signs and REMC	QATAR
Take up and remove to tip off site existing	11.4	QAR - Qatar Riyals	11.4	LM		Take up and remove to tip off site exist	QATAR
Take up and remove to tip off site existing	17.7	QAR - Qatar Riyals	17.7	M2		Take up and remove to tip off site exist	QATAR
Take up existing precast concrete bollards	198	QAR - Qatar Riyals	198	EACH		Take up existing precast concrete bolla	QATAR
Take up and deliver to Road Affairs' stores	253	QAR - Qatar Riyals	253	EACH		Take up and deliver to Road Affairs' stc	QATAR
General Site Clearance as per specification	6,175.00	QAR - Qatar Riyals	6,175.00	HA		General Site Clearance as per specifica	QATAR
General Site Clearance as per specification	20,000.00	QAR - Qatar Riyals	20,000.00	HA		General Site Clearance as per specifica	QATAR
Take up existing traffic signs and REINSTAL	5,000.00	QAR - Qatar Riyals	5,000.00	EACH		Take up existing traffic signs and REINS	QATAR
Take up existing traffic signs and REMOVE	5,000.00	QAR - Qatar Riyals	5,000.00	EACH		Take up existing traffic signs and REMC	QATAR
General Site Clearance as per specification	20,000.00	QAR - Qatar Riyals	20,000.00	HA		General Site Clearance as per specifica	QATAR
Take up existing traffic signs and REINSTAL	2,000.00	QAR - Qatar Riyals	2,000.00	EACH		Take up existing traffic signs and REINS	QATAR
Take up existing traffic signs and REMOVE	2,000.00	QAR - Qatar Riyals	2,000.00	EACH		Take up existing traffic signs and REMC	QATAR
Take up and remove to tip off site existing	55	QAR - Qatar Riyals	55	LM		Take up and remove to tip off site exist	QATAR
Take up and remove to tip off site existing	20	QAR - Qatar Riyals	20	M2		Take up and remove to tip off site exist	QATAR
General Site Clearance as per specification	3,500.00	QAR - Qatar Riyals	3,500.00	HA		General Site Clearance as per specifica	QATAR
Take up existing traffic signs and REINSTAL	500	QAR - Qatar Riyals	500	EACH		Take up existing traffic signs and REINS	QATAR
Take up existing traffic signs and REMOVE	500	QAR - Qatar Riyals	500	EACH		Take up existing traffic signs and REMC	QATAR
Take up and remove to tip off site existing	50	QAR - Qatar Riyals	50	LM		Take up and remove to tip off site exist	QATAR
Demolish existing structures, buildings, ho	25,000.00	QAR - Qatar Riyals	25,000.00	EACH		Demolish existing structures, buildings,	QATAR
Removal of existing asphalt and transport	22	QAR - Qatar Riyals	22	M2		Removal of existing asphalt and transp	QATAR

Πιν. Γ.2: Στοιχεία συνεργείων υπεργολάβων

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Γ – Στοιχεία βάσης δεδομένων κοστολόγησης τεχνικών έργων

Title	Resource	Currency	Unit Rate	Unit	Company	Description	Country
General Site Clearance as per specification	3,500.00	QAR - Qatar Riyals	3,500.00	HA		General Site Clearance as per specifica	QATAR
Take up existing traffic signs and REMOVE	500	QAR - Qatar Riyals	500	EACH		Take up existing traffic signs and REMC	QATAR
Take up and remove to tip off site existing	50	QAR - Qatar Riyals	50	LM		Take up and remove to tip off site exis	QATAR
Demolish existing structures, buildings, ho	25,000.00	QAR - Qatar Riyals	25,000.00	EACH		Demolish existing structures, buildings,	QATAR
Removal of existing asphalt and transport	22	QAR - Qatar Riyals	22	M2		Removal of existing asphalt and transp	QATAR
Ductwork SS1001	25	EUR - Eurozone Euros	25	LM			GREECE
Excavation in Soil	38.45	null	38.45	M3			SOUTH AFRICA
Site Clearance	12	null	12	M2			SOUTH AFRICA
Concrete Formwork for Foundations	175	null	175	M2			SOUTH AFRICA
Concrete 20Mpa 30%FA19NORM_75 Pour	985	null	985	M3			SOUTH AFRICA
Structural Cast In Place Concrete 20 MPa	300	null	300	M3			SOUTH AFRICA
Structural Cast in Place Concrete Pouring	300	null	300	M3			SOUTH AFRICA
Concrete Formwork for Superstructure	220	null	220	M2			SOUTH AFRICA
External Masonry walls, NOT bearing	8	EUR - Eurozone Euros	6	M2	Zax Bricks		FRANCE
Thermal Insulation of External Walls	6	EUR - Eurozone Euros	6	M2			FRANCE
Plastering of Exterior Walls	65	null	65	M2			SOUTH AFRICA
Acrylic Painting of Walls	45	null	45	M2			SOUTH AFRICA
Interior Painting	38	null	38	M2			SOUTH AFRICA
Plastering of Interior Walls	65	null	65	M2			SOUTH AFRICA
Internal Masonry walls, NOT bearing	8	EUR - Eurozone Euros	6	M2	Zax Bricks		FRANCE
Plastering of Ceilings	85	null	85	M2			SOUTH AFRICA
Tile Installation	98	null	98	M2			SOUTH AFRICA
Wooden Floor incl incl underlay and 9mm	250	null	250	EACH			SOUTH AFRICA
Aluminum Double Glazed Openings	150	EUR - Eurozone Euros	150	M2			SOUTH AFRICA
Excavation in Soil	40	null	40	M3			SOUTH AFRICA
Excavation in Semirock	70	null	70	M3			SOUTH AFRICA
Complete Roof	120	EUR - Eurozone Euros	120	M2			GREECE
Carpet Floor	12	EUR - Eurozone Euros	12	M2			GREECE
Backbone Excavation	6	EUR - Eurozone Euros	6	M3			UNITED KINGDO
Roof cladding; sloping not exceeding 50 de	6.51	GBP - Great Britain Pc	6.51	M2		Roof cladding; sloping not exceeding 50	UNITED KINGDO
Roof cladding; sloping not exceeding 50 de	13.01	GBP - Great Britain Pc	13.01	M2		Roof cladding; sloping not exceeding 50	UNITED KINGDO
Clay pantiles; William Blyth's Lincoln natur	11.88	GBP - Great Britain Pc	11.88	M2		Clay pantiles; William Blyth's Lincoln n	UNITED KINGDO
Clay plain tiles; Hinton, Perry and Davenhil	27.44	GBP - Great Britain Pc	27.44	M2		Clay plain tiles; Hinton, Perry and Dave	UNITED KINGDO
Concrete interlocking tiles; Marley Eternit	9.05	GBP - Great Britain Pc	9.05	M2		Concrete interlocking tiles; Marley Ete	UNITED KINGDO
Structural Cast in Place Concrete Pouring	300	GBP - Great Britain Pc	300	M3			SOUTH AFRICA
Structural Cast in Place Concrete Pouring	120	GBP - Great Britain Pc	120	M3			GREECE
Stone bearing walls consturection	50	GBP - Great Britain Pc	40	M2			UNITED KINGDO

Πιν. Γ.3: Στοιχεία συνεργείων υπεργολάβων (συνέχεια)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Γ – Στοιχεία βάσης δεδομένων κοστολόγησης τεχνικών έργων

Id	Item Code	Title	Geographic Location	Contact Person	Performance	E-Mail	City/Residence	State / Province	Country
1		Lafarge	49.018057956916444,2.205	La Par Dee	8	lapardee@l		Val-d'Oise, Île-de-France	FRANCE
2		Le Built Matternals Inc	48.83873513761748,2.5628	Zeral de Pardie	6	elbult@leb	Noisy-le-Grand	Seine-Saint-Denis, Île-de-France	FRANCE
3		Italian Fire Equipment Srl	40.85537053192493,14.386	Bambini Paolo	8	bambini@a		Napoli, Campania	ITALY
4		Milano Pipe & Fittings SPA	45.42688928030795,9.1852	Baggio Roberto	8		Milano	Milano, Lombardia	ITALY
5		Hydraulic Pipes Mantini Srl	41.7793128500813,12.2263	Jiacoimo Mantini	8		Fiumicino	Roma, Lazio	ITALY
6		Sidenor SA	37.93614231358373,22.915	Iliopoulos Dimitris	8		Corinth	Argolikos Kolpos	GREECE

Πιν. Γ.4: Στοιχεία εταιρειών – προμηθευτών υλικών

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Γ – Στοιχεία βάσης δεδομένων κοστολόγησης τεχνικών έργων

Title	Currency	Unit Rate	Resource		Country	Description	Notes
			Rate	Unit			
Bulldozer Operator	EUR - Eurc	25.00	30.00	HOUR	5.00 FRANCE		
Truck Driver	EUR - Eurc	15.00	18.00	HOUR	3.00 FRANCE		
Excavator Operator	EUR - Eurc	21.00	25.00	HOUR	4.00 FRANCE		
Reinforcement Worker	EUR - Eurc	8.00	10.00	HOUR	2.00 FRANCE		
Reinforcement Skilled Worker	EUR - Eurc	14.00	18.00	HOUR	4.00 FRANCE		
Carpenters, Carpenters	EUR - Eurc	31.15	52.65	HOUR	21.50 FRANCE	Carpenters, Carpenters, Open Sh	CODE: CARP
Tile Layers	EUR - Eurc	26.65	42.75	HOUR	16.10 FRANCE	Tile Layers, Residential Rate, COI	CODE: TILF
Tile Layers Helpers	EUR - Eurc	21.05	33.75	HOUR	12.70 FRANCE	Tile Layers Helpers, Residential R	CODE: TILH
Laborer, Common Building Laborers	EUR - Eurc	31.60	49.00	HOUR	17.40 FRANCE	Laborer, Common Building Labor	CODE: CLAB
Sheet Metal Worker, Sheet Metal Workers	EUR - Eurc	40.00	61.00	HOUR	21.00 FRANCE	Sheet Metal Worker, Sheet Metal	CODE: SHEE
Struc. Steel Workers, Structural Steel Wor	EUR - Eurc	44.70	82.80	HOUR	38.10 FRANCE	Struc. Steel Workers, Structural	CODE: SSWK
Plumber	EUR - Eurc	32.00	39.00	HOUR	7.00 ITALY		
Plumber Assistant	EUR - Eurc	24.00	27.00	HOUR	3.00 ITALY		
Plumber Apprentice, Plumbers	EUR - Eurc	39.00	60.48	HOUR	21.48 GREECE	Plumber Apprentice, Plumbers, R	CODE: PLUMA
Plumber, Plumbers	EUR - Eurc	48.75	75.60	HOUR	26.85 GREECE	Plumber, Plumbers, Repair & Ren	CODE: PLUM
Plumber/Pipefitter	EUR - Eurc	70.00	70.00	HOUR	0.00 SAUDI ARABIA		CRAFTID: 47-2
Rodmen (reinf.), Rodmen (Reinforcing)	USD - Unit	33.45	59.35	HOUR	25.90 USA	Rodmen (reinf.), Rodmen (Reinfo	CODE: RODM
Laborer, Common Building Laborers	USD - Unit	24.35	41.20	HOUR	16.85 USA	Laborer, Common Building Labor	CODE: CLAB
Cement Finishers	USD - Unit	29.85	47.90	HOUR	18.05 USA	Cement Finishers, Open Shop or	CODE: CEFI
Rodmen (reinf.), Rodmen (Reinforcing)	USD - Unit	44.55	72.85	HOUR	28.30 USA	Rodmen (reinf.), Rodmen (Reinfo	CODE: RODM
Cement Finishers	USD - Unit	38.30	56.05	HOUR	17.75 USA	Cement Finishers, CODE: CEFI,	CODE: CEFI
Carpenters, Carpenters	USD - Unit	39.95	61.95	HOUR	22.00 USA	Carpenters, Carpenters, CODE: (CODE: CARP
Laborer, Common Building Laborers	USD - Unit	31.60	49.00	HOUR	17.40 USA	Laborer, Common Building Labor	CODE: CLAB
Carpenter Foreman (outside), Carpenters	USD - Unit	39.95	63.95	HOUR	24.00 USA	Carpenter Foreman (outside), Ca	CODE: CARPC
Equipment Operators, Medium Equipment	USD - Unit	41.35	62.15	HOUR	20.80 USA	Equipment Operators, Medium Ec	CODE: EQMD
Rodmen (reinf.), Rodmen (Reinforcing)	USD - Unit	44.55	72.85	HOUR	28.30 USA	Rodmen (reinf.), Rodmen (Reinfo	CODE: RODM
Carpenter Foreman (outside), Carpenters	USD - Unit	39.95	63.95	HOUR	24.00 USA	Carpenter Foreman (outside), Ca	CODE: CARPC
Carpenters, Carpenters	USD - Unit	39.95	61.95	HOUR	22.00 USA	Carpenters, Carpenters, CODE: (CODE: CARP
Laborer, Common Building Laborers	USD - Unit	31.60	49.00	HOUR	17.40 USA	Laborer, Common Building Labor	CODE: CLAB
Equipment Operators, Medium Equipment	USD - Unit	41.35	62.15	HOUR	20.80 USA	Equipment Operators, Medium Ec	CODE: EQMD
Cement Finishers	USD - Unit	38.30	56.05	HOUR	17.75 USA	Cement Finishers, CODE: CEFI,	CODE: CEFI
Dock Builders, Pile Drivers	USD - Unit	38.50	62.50	HOUR	24.00 USA	Dock Builders, Pile Drivers, CODI	CODE: PILE
Equipment Operators, Crane or Shovel	USD - Unit	42.55	63.95	HOUR	21.40 USA	Equipment Operators, Crane or S	CODE: EQHV
Dock Builder Foreman, Pile Drivers	USD - Unit	38.50	64.50	HOUR	26.00 USA	Dock Builder Foreman, Pile Drive	CODE: PILEO
Equipment Operators, Oilers	USD - Unit	36.80	55.30	HOUR	18.50 USA	Equipment Operators, Oilers, COI	CODE: EQOL
Bricklayer Helpers	USD - Unit	32.15	48.75	HOUR	16.60 USA	Bricklayer Helpers, CODE: BRHE	CODE: BRHE
Bricklayers, Bricklayers	USD - Unit	40.50	61.45	HOUR	20.95 USA	Bricklayers, Bricklayers, CODE: I	CODE: BRIC
Plasterers	USD - Unit	36.15	54.55	HOUR	18.40 USA	Plasterers, CODE: PLAS, TYPE: C	CODE: PLAS
Plasterer Helpers	USD - Unit	32.30	48.75	HOUR	16.45 USA	Plasterer Helpers, CODE: PLAH,	CODE: PLAH
Struc. Steel Workers, Structural Steel Wor	USD - Unit	44.70	79.65	HOUR	34.95 USA	Struc. Steel Workers, Structural	CODE: SSWK
Carpenters, Carpenters	USD - Unit	39.95	65.95	HOUR	26.00 USA	Carpenters, Carpenters, Repair &	CODE: CARP
Electrician Operators, Electricians	USD - Unit	47.00	69.95	HOUR	22.95 USA	Electrician Operators, Electrician	CODE: ELEC
Sheet Metal Apprentice, Sheet Metal Work	USD - Unit	37.76	58.12	HOUR	20.36 USA	Sheet Metal Apprentice, Sheet M	CODE: SHEEA
Sheet Metal Worker, Sheet Metal Workers	USD - Unit	47.20	72.65	HOUR	25.45 USA	Sheet Metal Worker, Sheet Metal	CODE: SHEE
Plumber, Plumbers	USD - Unit	48.75	75.60	HOUR	26.85 USA	Plumber, Plumbers, Repair & Ren	CODE: PLUM
Plumber Apprentice, Plumbers	USD - Unit	39.00	60.48	HOUR	21.48 USA	Plumber Apprentice, Plumbers, R	CODE: PLUMA
Plumber Apprentice, Plumbers	USD - Unit	39.00	58.52	HOUR	19.52 USA	Plumber Apprentice, Plumbers, C	CODE: PLUMA
Plumber, Plumbers	USD - Unit	48.75	73.15	HOUR	24.40 USA	Plumber, Plumbers, CODE: PLUM	CODE: PLUM
Sheet Metal Worker, Sheet Metal Workers	USD - Unit	47.20	75.00	HOUR	27.80 USA	Sheet Metal Worker, Sheet Metal	CODE: SHEE
Sheet Metal Apprentice, Sheet Metal Work	USD - Unit	37.76	60.00	HOUR	22.24 USA	Sheet Metal Apprentice, Sheet M	CODE: SHEEA
Laborer, Common Building Laborers	USD - Unit	31.60	52.15	HOUR	20.55 USA	Laborer, Common Building Labor	CODE: CLAB
Painters, Ordinary	USD - Unit	35.20	52.75	HOUR	17.55 USA	Painters, Ordinary, CODE: PORC	CODE: PORC
Carpenters, Carpenters	USD - Unit	31.15	52.65	HOUR	21.50 USA	Carpenters, Carpenters, Open Sh	CODE: CARP
Elevator Constructor, Elevator Constructor	USD - Unit	42.45	69.15	HOUR	26.70 USA	Elevator Constructor, Elevator Coi	CODE: ELEV
Carpenter Foreman (outside), Carpenters	USD - Unit	39.95	67.95	HOUR	28.00 USA	Carpenter Foreman (outside), Ca	CODE: CARPC
Carpenter Foreman (outside), Carpenters	USD - Unit	31.15	54.65	HOUR	23.50 USA	Carpenter Foreman (outside), Ca	CODE: CARPC
Laborer, Common Building Laborers	USD - Unit	24.35	41.20	HOUR	16.85 USA	Laborer, Common Building Labor	CODE: CLAB
Rodmen (reinf.), Rodmen (Reinforcing)	USD - Unit	33.45	59.35	HOUR	25.90 USA	Rodmen (reinf.), Rodmen (Reinfo	CODE: RODM
Cement Finishers	USD - Unit	29.85	47.90	HOUR	18.05 USA	Cement Finishers, Open Shop or	CODE: CEFI
Tile Layers Helpers	USD - Unit	30.05	47.00	HOUR	16.95 USA	Tile Layers Helpers, Repair & Ren	CODE: TILH
Tile Layers	USD - Unit	38.10	59.60	HOUR	21.50 USA	Tile Layers, Repair & Remodeling	CODE: TILF
Rofer, Composition, Roofers, Compositio	USD - Unit	34.25	61.15	HOUR	26.90 USA	Rofer, Composition, Roofers, Cc	CODE: ROFC
Carpenters, Carpenters	USD - Unit	27.95	47.25	HOUR	19.30 USA	Carpenters, Carpenters, Resideni	CODE: CARP
Tile Layers	USD - Unit	38.10	55.80	HOUR	17.70 USA	Tile Layers, CODE: TILF, TYPE: :	CODE: TILF
Tile Layers Helpers	USD - Unit	30.05	44.00	HOUR	13.95 USA	Tile Layers Helpers, CODE: TILH,	CODE: TILH

Πιν. Γ.5: Στοιχεία εργατών και ειδικευμένων τεχνιτών

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Γ – Στοιχεία βάσης δεδομένων κοστολόγησης τεχνικών έργων

Title	Currency	Unit Rate	Resource		Insurance Rate	Country	Description	Notes
			Rate	Unit				
Backhoe driver	QAR - Qat	16.00	16.00	HOUR	0.00	QATAR		
Dump Truck driver	QAR - Qat	16.00	16.00	HOUR	0.00	QATAR		
Excevator driver	QAR - Qat	16.00	16.00	HOUR	0.00	QATAR		
Labour	QAR - Qat	8.00	8.00	HOUR	0.00	QATAR		
Loader driver	QAR - Qat	14.00	14.00	HOUR	0.00	QATAR		
Bobcat driver	QAR - Qat	16.00	16.00	HOUR	0.00	QATAR		
Skilled labour	QAR - Qat	14.00	14.00	HOUR	0.00	QATAR		
Carpenter	QAR - Qat	20.00	20.00	HOUR	0.00	QATAR		
Steel Fixer	QAR - Qat	20.00	20.00	HOUR	0.00	QATAR		
Plumber	QAR - Qat	14.00	14.00	HOUR	0.00	QATAR		
Plumber	EUR - Eurc	0.00	0.00	HOUR	0.00	UK		
LABORER PRODUCTION	EUR - Eurc	4.00	5.00	HOUR	1.00	UK		
SUPERVISOR	EUR - Eurc	5.00	6.00	HOUR	1.00	UK		
Plumber	EUR - Eurc	10.00	12.00	HOUR	2.00	GREECE		
Carpenter	EUR - Eurc	16.00	16.00	HOUR	0.00	UK		
Plumber	EUR - Eurc	20.00	20.00	HOUR	0.00	NETHERLANDS		
Glaziers	USD - Unit	40.20	60.55	HOUR	20.35	USA	Glaziers, CODE: GLAZ, TYPE: S CODE: GLAZ	
Boilermakers	USD - Unit	52.25	79.90	HOUR	27.65	USA	Boilermakers, CODE: BOIL, TYPE: BOIL	
Skilled Workers, Skilled Workers Average	USD - Unit	42.60	65.50	HOUR	22.90	USA	Skilled Workers, Skilled Workers CODE: SKWK	
Laborer, Common Building Laborers	USD - Unit	33.10	51.05	HOUR	17.95	USA	Laborer, Common Building Laborer CODE: CLAB	
Equipment Operators, Medium Equipment	USD - Unit	42.95	64.30	HOUR	21.35	USA	Equipment Operators, Medium Eq CODE: EQMD	
Truck Drivers, Heavy	USD - Unit	33.15	50.55	HOUR	17.40	USA	Truck Drivers, Heavy, CODE: TRH CODE: TRHV	
Equipment Operators, Medium Equipment	USD - Unit	42.95	64.30	HOUR	21.35	USA	Equipment Operators, Medium Eq CODE: EQMD	
Laborer, Common Building Laborers	USD - Unit	33.10	51.05	HOUR	17.95	USA	Laborer, Common Building Laborer CODE: CLAB	
Laborer, Common Building Laborers	USD - Unit	33.10	51.05	HOUR	17.95	USA	Laborer, Common Building Laborer CODE: CLAB	
Equipment Operators, Medium Equipment	USD - Unit	42.95	64.30	HOUR	21.35	USA	Equipment Operators, Medium Eq CODE: EQMD	
Laborer, Common Building Laborers	USD - Unit	33.10	51.05	HOUR	17.95	USA	Laborer, Common Building Laborer CODE: CLAB	
Labor Foreman (outside), Common Building	USD - Unit	33.10	53.05	HOUR	19.95	USA	Labor Foreman (outside), Common CODE: CLABO	
Labor Foreman (outside), Common Building	USD - Unit	33.10	53.05	HOUR	19.95	USA	Labor Foreman (outside), Common CODE: CLABO	
Laborer, Common Building Laborers	USD - Unit	33.10	51.05	HOUR	17.95	USA	Laborer, Common Building Laborer CODE: CLAB	
Truck Drivers, Light	USD - Unit	32.25	49.20	HOUR	16.95	USA	Truck Drivers, Light, CODE: TRLT CODE: TRLT	
Equipment Operators, Crane or Shovel	USD - Unit	44.40	66.45	HOUR	22.05	USA	Equipment Operators, Crane or S CODE: EQHV	
Carpenters, Carpenters	USD - Unit	41.55	64.05	HOUR	22.50	USA	Carpenters, Carpenters, CODE: C CODE: CARP	
Bricklayer Foreman, Bricklayers	USD - Unit	41.75	64.95	HOUR	23.20	USA	Bricklayer Foreman, Bricklayers, CODE: BRICO	
Bricklayer Helpers	USD - Unit	33.65	50.75	HOUR	17.10	USA	Bricklayer Helpers, CODE: BRHE CODE: BRHE	
Bricklayers, Bricklayers	USD - Unit	41.75	62.95	HOUR	21.20	USA	Bricklayers, Bricklayers, CODE: I CODE: BRIC	
Plumber	USD - Unit	12.00	14.00	HOUR	2.00	VIET NAM		
Plumber	USD - Unit	50.00	50.00	HOUR	0.00	SOUTH AFRICA		

Πιν. Γ.6: Στοιχεία εργατών και ειδικευμένων τεχνιτών (συνέχεια)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Γ – Στοιχεία βάσης δεδομένων κοστολόγησης τεχνικών έργων

Id.	Title	Company	State / Province	Country	Quantity	Unit	Unit Rate	Currency	Weight	Distance Unit of		Included Rates	BIM Reference	Project Type	BIM Materials	Notes	Description	CSI MasterFormat 2004
										Weight	Unit							
1	External Masonry walls, bearing	Paris, Ile-de-France	France	1392.104 M2	0 KG	0 MILE	Estimated Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
2	Concrete Grade C20/25	Lafarge	Paris, Ile-de-France	France	204.8 M3	0 KG	21.961 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300							
3	Pouring and curing of concrete C20/25 of elevated slabs	Lafarge	Paris, Ile-de-France	France	615.1371 M3	0 KG	21.961 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300							
4	Concrete walls for Basement	Le Buit, Watt Sene-Saint-Denis, Ile-de-France	France	113.301 M3	0 KG	16.304 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
5	External Masonry walls, bearing	Le Buit, Watt Sene-Saint-Denis, Ile-de-France	France	1392.104 M2	0 KG	16.304 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
6	Gypsum board walls, interior	Le Buit, Watt Sene-Saint-Denis, Ile-de-France	France	654.5222 M2	0 KG	16.304 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
7	Thermal Insulation for Basement	Le Buit, Watt Sene-Saint-Denis, Ile-de-France	France	377.6701 M2	0 KG	16.304 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
8	Thermal Insulation with polystyrene panels 5cm thick for	Le Buit, Watt Sene-Saint-Denis, Ile-de-France	France	377.6701 M2	0 KG	16.304 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
9	Thermal Insulation with polystyrene panels 3cm thick for	Le Buit, Watt Sene-Saint-Denis, Ile-de-France	France	1392.104 M2	0 KG	16.304 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
10	Parquetry, custom, incl. finish, min		France	0 M2	0 LB	0 KM	Estimat Material Only	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
11	Aluminum roof panels, V-beam, painted finish, .057" thick		France	0 M2	0 LB	0 KM	Estimat Material Only	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
12	Double Glazed Aluminum Single Windows 1.50x0.90		France	4 EACH	0 KG	0 KM	Estimat Material Only	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
13	Double Glazed Aluminum Single Windows 1.2x0.90		France	202 EACH	0 KG	0 KM	Estimat Material Only	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
14	Special Rotating Exterior Door		France	1 EACH	0 KG	0 KM	Estimat Material Only	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
15	FD1 - 27.5x27.5 mm Fused Link	Italian Fire Et Napoli, Campania	Italy	10 EACH	0 KG	11.132 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
16	FD2 - 45x40x0mm Fused Link	Italian Fire Et Napoli, Campania	Italy	21 EACH	0 KG	11.132 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
17	FD3 - 60x60x0mm Fused Link	Italian Fire Et Napoli, Campania	Italy	3 EACH	0 KG	11.132 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
18	FD4 - 75x60x0 Fused Link	Italian Fire Et Napoli, Campania	Italy	4 EACH	0 KG	11.132 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
19	FD5 - 75x60x0 Fused Link	Italian Fire Et Napoli, Campania	Italy	34 EACH	0 KG	11.132 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
20	FD6 - 60x60x0 Fused Link	Italian Fire Et Napoli, Campania	Italy	43 EACH	0 KG	11.132 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
21	FD7 - 27.5x27.5 Fused Link	Italian Fire Et Napoli, Campania	Italy	5 EACH	0 KG	11.132 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
22	FD8 - 90x60x0 Fused Link	Italian Fire Et Napoli, Campania	Italy	4 EACH	0 KG	11.132 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
23	FD9 - 70x60x0 Fused Link	Italian Fire Et Napoli, Campania	Italy	2 EACH	0 KG	11.132 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
24	FD10 - 90x60x0 Fused Link	Italian Fire Et Napoli, Campania	Italy	5 EACH	0 KG	11.132 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
25	Fittings <= NB 50mm steel	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	144 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
26	Fittings <= NB 50mm galvanised	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	244 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
27	Elbow NB 80 steel	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	23 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
28	Tea NB 80 - 50 - 80 Steel	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	54 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
29	Piping cradles NB 100 steel	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	34 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
30	Piping cradles NB 80 steel	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	87 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
31	Piping cradles NB 65 steel	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	87 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
32	Piping cradles NB 50 steel	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	65 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
33	Piping cradles NB 40 steel	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	87 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
34	Piping cradles NB 32 steel	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	34 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
35	Piping cradles NB 40 Galvanised Steel Condensate Drain	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	65 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
36	Piping cradles NB 32 Galvanised Steel Condensate Drain	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	87 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
37	Piping cradles NB 25 Galvanised Steel Condensate Drain	Milano Pipe (Milano, Lombardia)	Italy	24 EACH	0 KG	65.439 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
38	Fittings <= NB 50mm steel	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	144 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
39	Fittings <= NB 50mm galvanised	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	244 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
40	Elbow NB 80 steel	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	23 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
41	Tea NB 80 - 50 - 80 Steel	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	54 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
42	NB 100 steel	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	87 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
43	NB 80 steel	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	34 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
44	NB 65 steel	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	87 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
45	NB 50 steel	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	65 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
46	NB 40 steel	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	87 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
47	NB 32 steel	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	34 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
48	NB 40 Galvanised Steel Condensate Drain	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	65 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
49	NB 32 Galvanised Steel Condensate Drain	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	87 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
50	NB 25 Galvanised Steel Condensate Drain	Hydraulic Pip Roma, Lazio	Italy	24 EACH	0 KG	198.64 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	HVAC - HVAC	Reinforced Concrete 300								
51	Concrete Grade C20/25	Lafarge	Paris, Ile-de-France	France	194.8 M3	0 KG	21.961 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300							
54	Concrete Grade C20/25	Lafarge	Paris, Ile-de-France	France	184.8 M3	0 KG	21.961 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300							
55	Concrete Grade C20/25	Lafarge	Paris, Ile-de-France	France	174.8 M3	0 KG	21.961 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300							
56	Concrete Grade C20/25	Lafarge	Paris, Ile-de-France	France	194.8 M3	0 KG	21.961 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300							
57	Concrete Grade C20/25	Lafarge	Paris, Ile-de-France	France	160.8 M3	0 KG	21.961 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300							
58	Structural Steel (All main sections)	Silenor SA	Greece	200 TN	0 KG	0 KM	Estimat Material Only	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								
59	[[PREDICTED]] Concrete Grade C20/25		France	154.8 M3	0 KG	21.961 KM	Quoted Shipment Included	Reinforced Concrete 300	INST - INST/TL	Reinforced Concrete 300								

Πιν. Γ.7: Στοιχεία ολικών

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Γ – Στοιχεία βάσης δεδομένων κοστολόγησης τεχνικών έργων

60	Structural concrete, in place, slab on grade, 4" thick, include...	UNITED STATES	0 M3	166,109,737 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ slab Concrete 203 mm, Round MPA4, 030103 Structural concrete, 0305340 - Concrete in Place
61	Structural concrete, in place, pile cap, square or rectangular...	UNITED STATES	0 M3	219,427,735 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ slab Concrete 457 mm, Round MPA4, 030103 Structural concrete, 0305340 - Concrete in Place
62	C.I.P. concrete forms, elevated slab, flat plate, plywood, 21-...	UNITED STATES	0 M2	27,487,970 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ slab Concrete 203 mm, Round MPA4, 031113 C.I.P. concrete form 0311135 - Forms in Place, Elevated Slab
63	Structural concrete, in place, elevated slab, flat plate, 125 f-...	UNITED STATES	0 M3	38,385,386 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ slab Concrete 203 mm, Round MPA4, 030103 Structural concrete, 0305340 - Concrete in Place
64	C.I.P. concrete forms, column, square, plywood, 8" x 8", 3 i...	UNITED STATES	0 M2	10,333,536 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ column Concrete - Cast-in-Place MPA4, 031113 C.I.P. concrete form 0311135 - Forms in Place, Columns
65	Structural concrete, in place, column, square, min reinforcement...	UNITED STATES	0 M3	52,180,248 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ column Concrete - Cast-in-Place MPA4, 030103 Structural concrete, 0305340 - Concrete in Place
66	Structural concrete, in place, beam, 5 kg per L.E., 25 span, -...	UNITED STATES	0 M3	562,418,766 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ beam Concrete - Cast-in-Place MPA4, 030103 Structural concrete, 0305340 - Concrete in Place
67	Prestressed concrete piles, 12" diameter, 2-38" wall, prece-...	UNITED STATES	0 LM	19,6 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ column Concrete, Round Column MPA4, 316233 Prestressed concrete 3162333 - Prestressed Concrete Piles
68	Autoclave aerated concrete block, solid, 6" x 12" x 24", incl...	UNITED STATES	0 M2	23,357,687 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ wall MPA4, 042200 Autoclave aerated 0422011 - Autoclave Aerated Concrete
69	Gypsum plaster, 3 coats, on walls, lath included	UNITED STATES	0 M2	6,458,942 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 092200 Gypsum Plaster, 3 co 0922010 - Gypsum Plaster On Walls An
70	Windows, aluminum, commercial grade, stock units, awini-...	UNITED STATES	0 EACH	340 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 085113 Windows, aluminum 0851130 - Aluminum Windows
71	Doors, industrial, double acting, swing, solid core wood, inc...	UNITED STATES	0 PAIR	2500 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 088309 Doors, industrial, do 0883020 - Double Acting Swing Doors
72	Fans, propeller exhaust, wall shutter, V belt drive, 1/4" S.P.,...	UNITED STATES	0 EACH	1300 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 233423 Fans, propeller exha 2334230 - HVAC Power Circulators Anc
73	Pipe, plastic, PVC, 6" diameter, DWV, schedule 40, includes -	UNITED STATES	0 EACH	34,628,185 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 042200 Pipe, PVC, 6" dia, 0422011 - Pipe, Plastic
74	Elbow, 90 Deg, plastic, PVC, socket joint, 6", schedule 80 -	UNITED STATES	0 EACH	84,5 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 221113 Elbow, 90 Deg, plast 22111376 - Pipe Fittings, Plastic
75	Cap, plastic, PVC, white, socket joint, 6", schedule 80 -	UNITED STATES	0 EACH	23,5 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 221113 Cap, plastic, PVC, w 22111376 - Pipe Fittings, Plastic
76	Ductwork, rigid fiberglass ductwork, for reinforced kraft fe...	UNITED STATES	0 EACH	7,857,543 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 233116 Ductwork, rigid fibe 2331163 - Fibrous-Glass Ducts
77	Ductwork, sidewall, aluminum, 3 way dispersion, 14" x 6", inc...	UNITED STATES	0 EACH	12 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 233113 Duct accessories, ai 23311319 - Metal Duct Fittings
78	Duct accessories, air extractors, 16" x 6"	UNITED STATES	0 EACH	27 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 233113 Duct accessories, ai 23311319 - Metal Duct Fittings
79	C.I.P. concrete forms, beams and girders, interior, plywood -	UNITED STATES	0 M2	18,513,952 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ beam Concrete - Cast-in-Place MPA4, 031113 C.I.P. concrete form 0311130 - Forms in Place, Beams And G
80	C.I.P. concrete forms, slab on grade, curb, wood, 6" to 12" -	UNITED STATES	0 M2	30,463,863 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ slab Concrete 203 mm, Round MPA4, 031113 C.I.P. concrete form 0311135 - Forms in Place, Slab On Gra
81	Partition Wall, interior, standard, taped both sides, install-...	UNITED STATES	0 M2	15,607,685 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ wall G01 5/8 in. Gyp board MPA4, 092116 Partition Wall, interi 09211633 - Partition Wall
82	Paints & Coatings, finish coats, on drywall or plaster, with -	UNITED STATES	0 M2	1,937,938 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ wall G01 5/8 in. Gyp board MPA4, 099123 Paints & Coatings, fi 09912372 - Walls And Ceilings, Interior
83	Paints & Coatings, walls, concrete masonry units (CMU), srf-...	UNITED STATES	0 M2	5,381,955 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ wall G01 5/8 in. Gyp board MPA4, 099123 Paints & Coatings, w 09911900 - Walls, Masonry (CMU), Ext
84	Paints & Coatings, walls, concrete masonry units (CMU), srf-...	UNITED STATES	0 EACH	395 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 081416 Doors, wood, fire, p 08141620 - Wood Fire Doors
85	Doors, wood, fire, particle core, 7 face plies, "B" label, 90 f-...	UNITED STATES	0 EACH	395 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 081416 Doors, wood, fire, p 08141620 - Wood Fire Doors
86	Doors, Inc clad, 3 ply, double sliding, doors only, 6' x 7' -	UNITED STATES	0 EACH	1825 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 081423 Doors, 1m clad, 3 pl 08142320 - Tin Clad Wood Doors
87	Hydraulic Passenger Elevators, base unit, standard finish, 15-...	UNITED STATES	0 EACH	39,800 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 142403 Hydraulic Passenger 14240310 - Hydraulic Passenger Elevat
88	C.I.P. concrete forms, stairs, (slant length width), 2 use, in-...	UNITED STATES	0 M2	33,388,721 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 091123 Stairs, background fill MPA4, 091123 C.I.P. concrete form 0311135 - Forms in Place, Stairs
89	Structural concrete, in place, stair landing, free standing, in-...	UNITED STATES	0 M2	56,510,575 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 030103 Structural concrete, 0305340 - Concrete in Place
90	Ceramic tile, floors, natural clay, random or uniform, thin s-...	UNITED STATES	0 M2	50,159,206 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 093013 Ceramic tile, floors, 0930130 - Ceramic Tile
91	Membrane Waterproofing, EPS membrane protection bea-...	UNITED STATES	0 M2	2,798,616 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ slab Concrete 203 mm, Round MPA4, 071213 Membrane Waterproof 07121310 - Membrane Waterproofing
92	Foam board insulation, polyisocyanurate, expanded, 2" thick, RB -	UNITED STATES	0 M2	6,636,042 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ slab Concrete 203 mm, Round MPA4, 072113 Foam board insula 07211313 - Foam Board Insulation
93	Ceramic Tile, Type Shakra	UNITED KING	0 M2	194,826,711 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	BSMART - BUJ slab Concrete 203 mm, Round MPA4, 093013 Tile, ceramic, 100% 09301310 - Ceramic Tile
94	Ceramic Tile, Type Emilia	UNITED KING	0 M2	25 EUR	Eurozone Euros	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	
95	Ceramic Tile, Type Emilia	UNITED KING	0 M2	15 EUR	Eurozone Euros	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	
96	Ceramic Tile, Type Emilia	UNITED KING	0 M2	15 EUR	Eurozone Euros	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	
97	1500 mm dia. M.H for foundation/cover	QATAR	1 M3	315 QAR	Qatar Riels	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	
98	1500 mm dia. M.H for foundation/cover	QATAR	1 M3	315 QAR	Qatar Riels	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	
99	Concrete SRC 30 + 5% waste	QATAR	1 M3	330 QAR	Qatar Riels	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	
100	Reinf. Steel + 3% waste	QATAR	1 KG	3 QAR	Qatar Riels	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	
101	Concrete SRC 20 + 5% waste	QATAR	1 M3	315 QAR	Qatar Riels	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	
102	DI Cover and Frame 075mm Glass D400	QATAR	1 EACH	1900 QAR	Qatar Riels	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	
103	GRP liner for covers slab + 5% waste	QATAR	1 M3	500 QAR	Qatar Riels	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	
104	FD3 - 600x600mm fused link	Val-d'Oise, Ile-de-Franc	3 EACH	60 QAR	Qatar Riels	0 KG	465.1 KM	Quoted Shipment Included	
105	FD1 - 75x275 mm fused link	Val-d'Oise, Ile-de-Franc	10 EACH	50 EUR	Eurozone Euros	0 KG	591.4 KM	Quoted Shipment Included	
106	Teak Parquet Floors	UNITED KING	0 M2	105 EUR	Eurozone Euros	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	
107	FD1 - 75x275 mm fused link	Val-d'Oise, Ile-de-Franc	10 EACH	50 EUR	Eurozone Euros	0 KG	356.56 KM	Quoted Shipment Included	
108	Concrete Grade C20/25	UNITED KING	0 M3	90 GBP	Great Britain Poun	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	
109	Aggregate for earthwork, bank on gravel, spread with 200 -	UNITED STATES	0 M3	28,749,913 USD	United States DoI	0 LB	0 MILE	Estimate Material Only	MPA4, 310536 Aggregate for earth 31051610 - Borrow
110	Asphalt Paving, plant mixed asphalt base courses for road -	UNITED STATES	0 M2	25,713,785 USD	United States DoI	0 LB	0 MILE	Estimate Material Only	MPA4, 321126 Asphalt Paving, plant 32112613 - Plant Mix Asphaltic Base Co
111	Painted pavement markings, acrylic waterborne, white or v-	UNITED STATES	0 LM	0.63018 USD	United States DoI	0 LB	0 MILE	Estimate Material Only	MPA4, 321273 Painted pavement m 32127313 - Painted Pavement Markings
112	Manufactured stone curbs, granite, split face, straight, 5' x -	UNITED STATES	0 LM	39,541,009 USD	United States DoI	0 LB	0 MILE	Estimate Material Only	MPA4, 321640 Manufactured stone 32164013 - Cur Stone Cuts
113	FD1 - 75x275 mm fused link	Val-d'Oise, Ile-de-Franc	10 EACH	50 EUR	Eurozone Euros	0 KG	1013.5 KM	Quoted Shipment Included	
114	FD1 - 75x275 mm fused link	Val-d'Oise, Ile-de-Franc	5 EACH	80	Eurozone Euros	0 KG	9008.5 KM	Quoted Shipment Included	
122	PLUGGED-IN CONCRETE WALL	IRELAND	0 M3	100 EUR	Eurozone Euros	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	PLUGGED-IN PLUGGED-IN CON
134	Elevator options, passenger, cat finishes (based on 3500 lb -	UNITED STATES	0 EACH	800 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 142810 Elevator options, pa 14281010 - Elevator Controls And Doors
135	Structural Cast in Place Concrete 20MPa	UNITED KING	0 M3	59,055,102 USD	United States DoI	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 0305340 - Concrete in Place
136	Structural steel member, beam, 10' on project, W8x10, A99 -	UNITED STATES	0 KG	1.2 EUR	Eurozone Euros	0 LB	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 051223 Structural steel mem 05122379 - Structural Steel
137	Structural steel members	UNITED STATES	0 KG	30 GBP	Great Britain Poun	0 KG	0 KM	Estimate Material Only	MPA4, 051223 Structural steel mem 05122379 - Structural Steel
138	Stone, limestone for bearing walls	UNITED KING	0 M2	35 EUR	Eurozone Euros	0 KG	0 KM	Quoted Shipment Included	04710000 - Manufactured Brick Mason
139	FD2 - 450x600mm fused link	Sene-Saint-Denis, Ile-de-Franc	21 EACH	35 EUR	Eurozone Euros	0 KG	337.07 KM	Quoted Shipment Included	
140	FD3 - 600x600mm fused link	Sene-Saint-Denis, Ile-de-Franc	3 EACH	35 EUR	Eurozone Euros	0 KG	337.07 KM	Quoted Shipment Included	
141	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 1100 KW	UNITED KING	2 EACH	65010.88592 EUR	Eurozone Euros	0 KM	31.4490003 TON	Estimate Material Only	0711/08
142	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 1150 KW	UNITED KING	2 EACH	1597 EUR	Eurozone Euros	26 TON	0 KM	Estimate Material Only	06/07

Πιν. Γ.8: Στοιχεία ολικών (συνέχεια)

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Γ – Στοιχεία βάσης δεδομένων κοστολόγησης τεχνικών έργων

146	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 220 KW	UNITED KING	2	BACH	2.85, 81.9432	EUR - Eurozone Euros	11.05793097	TON	0	MM	Estimat Material Only	07/11/08	
147	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 2200 KW	UNITED KING	2	BACH	1300	EUR - Eurozone Euros	51	TON	0	MM	Estimat Material Only	6/95	
148	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 2420 KW	UNITED KING	2	BACH	1070	EUR - Eurozone Euros	34	TON	0	MM	Estimat Material Only	4/91	
149	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 3740 KW	UNITED KING	2	BACH	1100	EUR - Eurozone Euros	32	TON	0	MM	Estimat Material Only	4/91	
150	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 3800 KW	UNITED KING	2	BACH	2000	EUR - Eurozone Euros	100	TON	0	MM	Estimat Material Only	3/95	
151	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 4000 KW	UNITED KING	2	BACH	1864	EUR - Eurozone Euros	47	TON	0	MM	Estimat Material Only	9/94	
152	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 4020 KW	UNITED KING	2	BACH	1100	EUR - Eurozone Euros	32	TON	0	MM	Estimat Material Only	4/91	
153	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 4950 KW	UNITED KING	2	BACH	1135	EUR - Eurozone Euros	34, 25	TON	0	MM	Estimat Material Only	4/91	
154	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 5230 KW	UNITED KING	2	BACH	1915	EUR - Eurozone Euros	32	TON	0	MM	Estimat Material Only	4/91	
155	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 847 KW	UNITED KING	2	BACH	37492	EUR - Eurozone Euros	90	TON	0	MM	Estimat Material Only	05/08	
156	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 9500 KW	UNITED KING	2	BACH	37492	EUR - Eurozone Euros	90	TON	0	MM	Estimat Material Only	05/08	
157	Compressor Centrifugal, Electric Drive, 15000 KW	UNITED KING	2	BACH	7699, 886474	EUR - Eurozone Euros	37, 2	TON	0	MM	Estimat Material Only	07/11/08	
158	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 1793 KW	UNITED KING	2	BACH	2500	EUR - Eurozone Euros	135	TON	0	MM	Estimat Material Only	6/92	
159	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 13600 KW	UNITED KING	2	BACH	6800	EUR - Eurozone Euros	141	TON	0	MM	Estimat Material Only	3/95	
160	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 21400 KW	UNITED KING	2	BACH	10000	EUR - Eurozone Euros	158	TON	0	MM	Estimat Material Only	3/95	
161	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 21400 KW	UNITED KING	3	BACH	5500	EUR - Eurozone Euros	175	TON	0	MM	Estimat Material Only	2/89	
162	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 28000 KW	UNITED KING	2	BACH	1200	EUR - Eurozone Euros	32	TON	0	MM	Estimat Material Only	9/94	
163	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 3500 KW	UNITED KING	2	BACH	18358, 51508	EUR - Eurozone Euros	64, 6581	39676	TON	0	MM	Estimat Material Only	07/11/08
164	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 3548 KW	UNITED KING	2	BACH	3350	EUR - Eurozone Euros	33	TON	0	MM	Estimat Material Only	09/2008	
165	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 4400 KW	UNITED KING	3	BACH	5600	EUR - Eurozone Euros	77	TON	0	MM	Estimat Material Only	9/94	
166	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 4600 KW	UNITED KING	2	BACH	2458, 68829	EUR - Eurozone Euros	85, 0861	7577	TON	0	MM	Estimat Material Only	07/11/08
167	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 5200 KW	UNITED KING	2	BACH	2848, 92148	EUR - Eurozone Euros	100, 090	3993	TON	0	MM	Estimat Material Only	07/11/08
168	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 5800 KW	UNITED KING	2	BACH	1500	EUR - Eurozone Euros	28	TON	0	MM	Estimat Material Only	06/06	
169	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 5800 KW	UNITED KING	2	BACH	1478	EUR - Eurozone Euros	65	TON	0	MM	Estimat Material Only	08/89	
170	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 9500 KW	UNITED KING	2	BACH	1500	EUR - Eurozone Euros	60	TON	0	MM	Estimat Material Only	10/98	
171	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 9800 KW	UNITED KING	2	BACH	51015, 5	EUR - Eurozone Euros	115	TON	0	MM	Estimat Material Only	05/08	
172	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, 9800 KW	UNITED KING	2	BACH	5600	EUR - Eurozone Euros	77	TON	0	MM	Estimat Material Only	9/94	
173	Compressor Centrifugal, Gas Turbine Drive, CS, 7286 KW	UNITED KING	2	BACH	980, 189	EUR - Eurozone Euros	50	TON	0	MM	Estimat Material Only	06/02	
174	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 1175 KW	UNITED KING	2	BACH	550	EUR - Eurozone Euros	50	TON	0	MM	Estimat Material Only	12/98	
175	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 2040 KW	UNITED KING	2	BACH	400	EUR - Eurozone Euros	35	TON	0	MM	Estimat Material Only	10/98	
176	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 2064 KW	UNITED KING	2	BACH	1000	EUR - Eurozone Euros	40	TON	0	MM	Estimat Material Only	08/99	
177	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 2240 KW	UNITED KING	2	BACH	1248, 585	EUR - Eurozone Euros	42	TON	0	MM	Estimat Material Only	04/05	
178	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 225 KW	UNITED KING	2	BACH	1408, 96	EUR - Eurozone Euros	46	TON	0	MM	Estimat Material Only	04/05	
179	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 2700 KW	UNITED KING	2	BACH	120	EUR - Eurozone Euros	26, 1	TON	0	MM	Estimat Material Only	6/92	
180	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 345 KW	UNITED KING	2	BACH	140	EUR - Eurozone Euros	26, 6	TON	0	MM	Estimat Material Only	6/92	
181	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 377 KW	UNITED KING	2	BACH	166, 7	EUR - Eurozone Euros	28, 8	TON	0	MM	Estimat Material Only	6/92	
182	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 470 KW	UNITED KING	2	BACH	1070	EUR - Eurozone Euros	54, 4	TON	0	MM	Estimat Material Only	10/2008	
183	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 500 KW	UNITED KING	3	BACH	2402, 895511	EUR - Eurozone Euros	22, 21	760879	TON	0	MM	Estimat Material Only	07/11/08
184	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 500 KW	UNITED KING	2	BACH	2688, 496477	EUR - Eurozone Euros	24, 9	TON	0	MM	Estimat Material Only	07/11/08	
185	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 525 KW	UNITED KING	2	BACH	2829, 395702	EUR - Eurozone Euros	26, 5361	2175	TON	0	MM	Estimat Material Only	07/11/08
186	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 525 KW	UNITED KING	2	BACH	600	EUR - Eurozone Euros	25	TON	0	MM	Estimat Material Only	06/06	
187	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 525 KW	UNITED KING	2	BACH	1250	EUR - Eurozone Euros	25	TON	0	MM	Estimat Material Only	10/2008	
188	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 525 KW	UNITED KING	2	BACH	980		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
189	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 700 KW	UNITED KING	2	BACH	2402, 895511	EUR - Eurozone Euros	22, 21	760879	TON	0	MM	Estimat Material Only	07/11/08
190	Compressor Reciprocating, Electric Drive, 700 KW	UNITED KING	2	BACH	2688, 496477	EUR - Eurozone Euros	24, 9	TON	0	MM	Estimat Material Only	07/11/08	
191	Compressor Reciprocating, Electric Drive, CS, 115 KW	UNITED KING	2	BACH	1080		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
192	Compressor Reciprocating, Electric Drive, CS, 138 KW	UNITED KING	2	BACH	1080		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
193	Compressor Reciprocating, Electric Drive, LTCS, 212 KW	UNITED KING	2	BACH	6, 3		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
194	Compressor Screw, Electric Drive, 225 KW	UNITED KING	2	BACH	6, 3		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
195	Compressor Screw, Electric Drive, 450 KW	UNITED KING	3	BACH	6, 3		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
196	Compressor Screw, Electric Drive, 820 KW	UNITED KING	0	M3	980		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
197	Structural Cast in Place Concrete 20 MPa	SOUTH AFRIC	0	M3	1030		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
198	Structural Cast in Place Concrete 25 MPa	SOUTH AFRIC	0	M3	1080		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
199	Structural Cast in Place Concrete 30 MPa	SOUTH AFRIC	0	M3	1080		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
200	Steel Reinforcement for Foundations	SOUTH AFRIC	0	KG	6, 3		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
201	Steel Reinforcement for Foundations	SOUTH AFRIC	0	KG	6, 3		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
202	Steel Reinforcement	SOUTH AFRIC	0	KG	6, 3		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		
203	Road cladding, sloping not exceeding 50 degrees, Profile 3,	UNITED KING	0	M2	17, 1	GBP - Great Britain-Pour	0	LB	0	MM	Estimat Material Only		
204	Road cladding, sloping not exceeding 50 degrees, Profile 3,	UNITED KING	0	M2	15, 09	GBP - Great Britain-Pour	0	LB	0	MM	Estimat Material Only		
205	Clay interlocking plain tiles, Sandtoft '20/20' natural red fa-	UNITED KING	0	M2	19, 14	GBP - Great Britain-Pour	0	LB	0	MM	Estimat Material Only		
206	Clay pan tiles, Sandtoft Old English, red sand faced or other	UNITED KING	0	M2	20, 87	GBP - Great Britain-Pour	0	LB	0	MM	Estimat Material Only		
207	Clay pan tiles, William Byth's Lincoln natural or other equal	UNITED KING	0	M2	20, 87	GBP - Great Britain-Pour	0	LB	0	MM	Estimat Material Only		
208	Clay plain tiles, Hibton, Perry and Daveshill 'Doradroit'	UNITED KING	0	M2	16, 07	GBP - Great Britain-Pour	0	LB	0	MM	Estimat Material Only		
209	Concrete interlocking tiles, Marley Element 'Anglia' granite	UNITED KING	0	M2	10, 48	GBP - Great Britain-Pour	0	LB	0	MM	Estimat Material Only		
210	Concrete interlocking tiles, Marley Element 'Ludlow Major'	UNITED KING	0	M2	9, 3	GBP - Great Britain-Pour	0	LB	0	MM	Estimat Material Only		
211	Concrete interlocking tiles, Marley Element 'Woodrow' Ludlow	UNITED KING	0	M2	9, 35	GBP - Great Britain-Pour	0	LB	0	MM	Estimat Material Only		
212	Concrete interlocking tiles, Marley Element 'Woodrow' granit	UNITED KING	0	M2	9, 35	GBP - Great Britain-Pour	0	LB	0	MM	Estimat Material Only		
213	Concrete interlocking tiles, Marley Element 'Woodrow' granit	UNITED KING	0	M2	9, 86	GBP - Great Britain-Pour	0	LB	0	MM	Estimat Material Only		
214	Average Tile 300x300	SOUTH AFRIC	0	M2	200		0	KG	0	MM	Estimat Material Only		

Πιν. Γ.9: Στοιχεία ολικών (συνέχεια)

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Παράρτημα Δ – Συστήματα κωδικοποίησης εργασιών (Classification Systems)

Παράρτημα Δ Συστήματα κωδικοποίησης εργασιών (Classification Systems)

MasterFormat

Division 00 - Procurement and Contracting Requirements

Division 01 - General Requirements

Division 02 - Existing Conditions

Division 03 - Concrete

Division 04 - Masonry

Division 05 - Metals

Division 06 - Wood, Plastics, Composites

Division 07 - Thermal and Moisture Protection

Division 08 - Openings

Division 09 - Finishes

Division 10 - Specialties

Division 11 - Equipment

Division 12 - Furnishings

Division 13 - Special Construction

Division 14 - Conveying Equipment

Division 21 - Fire Suppression

Division 22 - Plumbing

Division 23 - Heating, Ventilating, and Air Conditioning (HVAC)

Division 25 - Integrated Automation

Division 26 - Electrical

Division 27 - Communications

Division 28 - Electronic Safety and Security

Division 31 - Earthwork

Division 32 - Exterior Improvements

Division 33 - Utilities

Division 34 - Transportation

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Παράρτημα Δ – Συστήματα κωδικοποίησης εργασιών (Classification Systems)

Division 35 - Waterway and Marine Construction

Division 40 - Process Integration

Division 41 - Material Processing and Handling Equipment

Division 42 - Process Heating, Cooling, and Drying Equipment

Division 43 - Process Gas and Liquid Handling, Purification and Storage Equipment

Division 44 - Pollution and Waste Control Equipment

Division 45 - Industry-Specific Manufacturing Equipment

Division 46 - Water and Wastewater Equipment

Division 48 - Electrical Power Generation

UniFormat

A – Structure

B – Exterior Construction

C – Interior Construction

D – Services

E – Equipment & Furnishings

F – Special Construction, Demolition & Abatement

G – Sitework

Construction Index / SfB

Building systems

Substructure

Structure

Finishes

Services

Fittings

External works

General products

Special activities

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Παράρτημα Δ – Συστήματα κωδικοποίησης εργασιών (Classification Systems)

Engineering

UNICLASS

Co - Complexes

En - Entities

Ac - Activities

SL - Spaces/ locations

EF - Elements/ functions

Ss - Systems

Pr - Products

Zz- CAD

CA - Construction aids

FI - Form of information

PM - Project management

NORSOK standards

C - Architect

D - Drilling

E - Electrical

G - Geotechnology

H - HVAC

I - Instrumentation

I - Metering

I - System Control Diagram (SCD)

J - Marine operation

L - Piping and layout

M - Material

N- Structural

O - Operation

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

Παράρτημα Δ – Συστήματα κωδικοποίησης εργασιών (Classification Systems)

P - Process

R - Lifting equipment

R - Mechanical

S - Safety (SHE)

T - Telecommunication

U - Subsea

UB - Underwater operation

WF - Well fluids

Y - Pipelines

Z - EI Installation

Z - MC and preservation

Z - Reliability engineering and technology

Z - Risk analyses

Z - Standard cost coding

Z - Technical Information

Z - Temporary Equipment

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Ε - Διαδικτυακά σεμινάρια (Webinars) εταιρειών που παρακολούθηθηκαν σχετικά με το BIM

Παράρτημα Ε Διαδικτυακά σεμινάρια (Webinars) εταιρειών που παρακολούθηθηκαν σχετικά με το BIM

Στο παράρτημα αυτό αναφέρονται τα διαδικτυακά σεμινάρια που παρακολούθηθηκαν για την κατανόηση και την εκμάθηση του τρόπου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία του BIM στη διαχείριση τεχνικών έργων. Τα σεμινάρια παρατίθενται με τη χρονολογική σειρά που παρακολούθηθηκαν, με το όνομα της εταιρείας ή του οργανισμού που τα διοργάνωσε, τον τίτλο του σεμιναρίου και το σύνδεσμο που είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο (εφόσον υπάρχει).

- 24/11/2015 Exactal, CostX, “CostX Coffee Break Classroom - CostX & BIM: Exploring the Model”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=tQPwo-VmktI>.
- 30/12/2015 SolidWorks, “SolidWorks Simulation of Flyer Construction | Flyover Bridge Construction Simulation”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=UjlsojmKhyY>.
- 26/01/2016 Exactal, CostX, “CostX Coffee Break Classroom - Object Mode & BIM Templates (Extracting Quantities Part 1)”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=AUYyGAHI9b4>.
- 28/01/2016 Synchro Software Ltd., “Synchro 15 Minute Webinar: Managing Large 3D/4D Models in PRO”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=07gkgmNpFno>.
- 29/01/2016 Elecosoft, “Bidcon BIM to Asta BIM 5D & 4D”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=jiK7rWCE3y4>.
- 30/01/2016 Elecosoft, “Asta Powerproject BIM & ELECO BIMCloud”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=paRxQ4ZeFRg>.
- 01/02/2016 Exactal, CostX, “CostX - The Complete BIM & 2D Estimating Solution”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=gnpIVjFCdg8>.
- 16/02/2016 Trimble, Vico Software, “4D BIM Scheduling for Dummies Vico software”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=5I4F4Ioqk7s>.
- 17/02/2016 Trimble, Vico Software, “5D BIM for Dummies Vico software”, διαθέσιμο στο https://www.youtube.com/watch?v=_zBE-XTkOUM.
- 18/02/2016 Trimble, Vico Software, “Vico Office - Showing 2D and BIM working hand in hand”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=q9r6tmZNhXI>.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Ε - Διαδικτυακά σεμινάρια (Webinars) εταιρειών που παρακολούθηθηκαν σχετικά με το BIM

- 23/02/2016 Exactal, CostX, “CostX Coffee Break Classroom - Model Maps (Extracting Quantities Part 2)”, διαθέσιμο στο https://www.youtube.com/watch?v=PdUOXrH_9V0.
- 05/03/2016 Synchro Software Ltd., “Webinar: Synchronising Schedules in Synchro PRO”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=WRIFAVIv050>.
- 11/03/2016 Synchro Software Ltd., “P6 XML Schedule Synchronization with Synchro PRO”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=vCffoTCvma0>.
- 11/03/2016 Trimble, Vico Software, “How 4D BIM Works in Vico Office”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=zqnriryxHTCk>.
- 12/03/2016 Trimble, Vico Software, “Vico Services for Advanced BIM Projects”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=KDv16UwXcxY>.
- 13/03/2016 Trimble, Vico Software, “Vico Office - Integrated 5D BIM Construction Management from Trimble”, διαθέσιμο στο https://www.youtube.com/watch?v=qcepd_AJANo.
- 24/03/2016 Synchro Software Ltd., “Risk Management In Synchro PRO”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=TIAIAH32nls>.
- 25/03/2016 Elecosoft, “Asta Powerproject BIM - 4D Scheduling and controlling tool”, διαθέσιμο στο https://www.youtube.com/watch?v=F_dkf6Gn5f0&list=PLmMv7J_gpZ6Ii2fpew_tyda66wALgpA2h.
- 26/03/2016 Elecosoft, “Asta Powerproject BIM – exciting developments in 4D planning!”, διαθέσιμο στο https://www.youtube.com/watch?v=f3_KnMvo3H8.
- 29/03/2016 Exactal, CostX, “CostX Coffee Break Classroom - 3D Measure Mode (Extracting Quantities Part 3)”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=xQooHIYj7eI>.
- 31/03/2016 Synchro Software Ltd., “Forecasting daily material demands from your model”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=sgDjqtqoURc&feature=youtu.be>.
- 21/04/2016 Graitex Ltd., “Advanced BIM Webinar”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=mLhrmK1rCs>.
- 22/04/2016 Graitex Ltd., “An Introduction to BIM Webinar”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=CFG89kFf4Kc>.

Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του Building Information Modeling (BIM)

Παράρτημα Ε - Διαδικτυακά σεμινάρια (Webinars) εταιρειών που παρακολούθηθηκαν σχετικά με το BIM

- 23/04/2016 Graitec Ltd., “BIM for Manufacturing Webinar”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=eWlIgvVAT0jU>.
- 24/04/2016 Graitec Ltd., “Navisworks for BIM Webinar”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=UEFPTm-rN4Y>.
- 25/04/2016 NBS, “Webinar: Introduction to BIM and how it works in practice”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=QBKvL5RAWg4>.
- 26/04/2016 The BIM, “NBS BIM Toolkit Explained”, διαθέσιμο στο https://www.youtube.com/watch?v=QvNY_nnMhd8
- 04/05/2016 Trimble, Tekla, “Increase precast construction productivity with Tekla”, διαθέσιμο στο <http://www.tekla.com/uk/about/webinars/video/6061>.
- 05/05/2016 Synchro Software Ltd., “Is 4D The Future of Scheduling?”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=TzIPdwI5ol8>.
- 18/05/2016 Trimble, Tekla, “Reduce Total Costs and Rebar Fixing Time with Constructible Rebar Model Confirmation”
- 20/05/2016 Assemble Systems, “Estimating with BIM: Visualize and Communicate Cost through Assemble”, διαθέσιμο στο <https://www.youtube.com/watch?v=AtaFQBPI5ao>.
- 03/06/2016 Trimble, Tekla, “Sisttemex decreased detailing and manufacturing time in structural steel tower projects with Tekla Structures”, διαθέσιμο στο <https://www.tekla.com/about/webinars/sisttemex-decreased-detailing-and-manufacturing-time-structural-steel-tower-projects>.
- 11/06/2016 Trimble, Tekla, “Enhanced data exchange - Intergraph Smart3D and Tekla Structures”, διαθέσιμο στο <http://www.tekla.com/uk/about/webinars/video/6191>.
- 19/06/2016 Trimble, Tekla, “Tekla BIMsight – Boost your BIM coordination”, διαθέσιμο στο <http://www.tekla.com/uk/about/webinars/video/6185>.
- 26/06/2016 Trimble, Tekla, “Why should my structural BIM software deliver LOD 350/400 out of the box?”, διαθέσιμο στο <http://www.tekla.com/uk/about/webinars/video/why-should-my-structural-bim-software-deliver-lod-350400-out-box>.

**Χρονικός Προγραμματισμός και Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων με τη χρήση της τεχνολογίας του
Building Information Modeling (BIM)**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ

Αρχεία διπλωματικής σε CD