



ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ &  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΔΠΜΣ Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ :

«BUILDING INFORMATION MODELING (B.I.M) :ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ  
ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ, ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ»



ΕΚΠΟΝΗΣΗ : ΚΟΥΡΕΜΕΝΟΥ Η. ΒΑΣΙΛΙΚΗ  
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ : M0903170

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Δρ. ΠΟΛΥΖΟΣ ΣΕΡΑΦΕΙΜ

## Πίνακας Περιεχομένων

ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	8
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	8
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	9
ABSTRACT.....	10
Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή .....	11
1.1 Εισαγωγικά Στοιχεία .....	11
1.2 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας.....	11
1.3 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας.....	12
1.4 Ορισμοί .....	12
Κεφάλαιο 2: Εισαγωγή στην Διαχείριση Τεχνικών Έργων .....	14
2.1 Εισαγωγή Στα Τεχνικά Έργα .....	14
2.1.1 Βασικά Χαρακτηριστικά Των Έργων .....	15
2.1.2 Κύκλος Ζωής και οι Φάσεις Ενός Έργου .....	15
2.1.3 Η Σημασία των Τεχνικών Έργων και η Ποσοτικοποίηση των Προβλημάτων τους.....	17
2.1.4 Μοντελοποίηση Πληροφοριών και η Εισαγωγή του BIM στα Τεχνικά Έργα .....	18
2.2 Η Διοίκηση και η Διαχείριση Ενός Έργου.....	18
2.2.1 Εισαγωγή.....	18
2.2.2 Βασικές Λειτουργίες Διοίκησης Έργου .....	20
2.2.3 Παράγοντες που Επιδρούν στο Έργο .....	23
2.2.4 Πληροφοριακά Συστήματα στη Διαχείριση Έργων .....	26
Κεφάλαιο 3: Παρουσίαση της Μεθοδολογίας Β.Ι.Μ.....	29
3.1 Ορισμός του BIM.....	29
3.2 Από το CAD (Computer Aided Design) στο Β.Ι.Μ.....	32
3.3 Επίπεδα Ωριμότητας Β.Ι.Μ .....	34
3.3.1 BIM Επίπεδο 0 (Περιορισμένη Συνεργασία).....	34
3.3.2 BIM Επίπεδο 1 (Μερική Συνεργασία) .....	34
3.3.3 BIM Επίπεδο 2 (Πλήρης Συνεργασία) .....	34
3.3.4 BIM Επίπεδο 3 (Πλήρης Ενσωμάτωση) .....	35
3.4 Χρήση BIM στην Διαχείριση των Κατασκευών .....	36

3.4.1 Χρήση του BIM από Αρχιτέκτονες .....	37
3.4.2 Χρήση του BIM από Μηχανικούς Κατασκευαστικών Έργων .....	37
3.4.3 Χρήση του BIM από Μηχανολόγους Μηχανικούς .....	37
3.4.4 Χρήση του BIM από Κατασκευαστές και Οικοδόμους .....	38
3.5 Χρήση BIM στην Λειτουργία μιας Εγκατάστασης.....	38
3.6 Χρήση BIM στη Διαχείριση Γης και το Κτηματολόγιο .....	39
3.7 Αποδοχή και χρήση του BIM σε παγκόσμιο επίπεδο .....	39
3.7.1 Χρήση BIM στην Ασία .....	40
3.7.2 Χρήση BIM στην Ευρώπη .....	42
3.7.3 Χρήση BIM στην Βόρεια Αμερική .....	50
3.7.4 Χρήση BIM στην Αφρική .....	51
3.7.5 Χρήση BIM στην Ωκεανία .....	52
3.8 Διαστάσεις σχεδιασμού στο BIM.....	52
3.9 Σύγκριση BIM με CAD .....	55
3.10 Λογισμικά BIM .....	58
3.11 Οφέλη από τη χρήση του BIM .....	61
3.12 Προβλήματα από τη χρήση του BIM .....	65
3.13 Παγκόσμιες προκλήσεις .....	66
3.13.1 Κατασκευαστικές προκλήσεις .....	67
3.13.2 Τεχνολογικές προκλήσεις .....	68
3.14 Παραδείγματα Εφαρμογής του Μοντέλου B.I.M .....	69
3.14.1 Aquarium Hilton Garden Inn. Atlanta, Georgia .....	69
3.14.2 Savannah State University, Savannah, Georgia .....	70
3.14.3 Budai Mall .....	72
Κεφάλαιο 4: Εισαγωγή του Μοντέλου BIM στα Δημόσια Συγκοινωνιακά Έργα. ....	76
4.1 Εισαγωγή.....	76
4.1.1. Συγκοινωνιακά Έργα στην Ελλάδα .....	76
4.2 Εισαγωγή του BIM στο προσυμβατικό στάδιο Δημοσίων Έργων .....	82
4.2.1 Εισαγωγή του BIM στη Φάση I .....	83
4.2.2 Εισαγωγή του BIM στη Φάση II .....	83
4.2.3 Εισαγωγή του BIM στη Φάση III .....	87

4.2.4 Εισαγωγή του BIM στη Φάση IV .....	91
4.2.5 Εισαγωγή του BIM στη Φάση V .....	92
4.2.6 Αποτελέσματα και Παρατηρήσεις .....	93
4.3 Εισαγωγή του BIM στο συμβατικό στάδιο Δημοσίων Έργων .....	95
4.3.1 Συμβατικά τεύχη .....	95
4.3.2 Χρονοδιάγραμμα κατασκευής .....	96
4.3.3 Ημερολόγιο του έργου .....	97
4.3.4 Προθεσμίες – Ποινικές ρήτρες (Άρθρο 48 του ν.3669/2008) .....	97
4.3.5 Οι συμμετέχοντες στο έργο .....	98
4.3.6 Διευθύνουσα Αρχή, Χρηματοδοτικός οργανισμός- Ανάδοχος εργοληπτική εταιρία .....	99
4.3.7 Ανάδοχος εργοληπτική εταιρία- Επιβλέποντες μηχανικοί της εταιρίας- Προμηθευτές υλικών- Τεχνικό προσωπικό .....	99
4.3.8 Επιμετρήσεις .....	101
4.3.9 Επιβλέποντες μηχανικοί της υπηρεσίας- Επιβλέποντες μηχανικοί της εταιρίας, Ανάδοχος εργοληπτική εταιρία .....	101
4.3.10 Σχόλια και Παρατηρήσεις .....	102
4.4 Εμπόδια στην Εφαρμογή του BIM στα Έργα Υποδομής και Ενδεικτικές Λύσεις .....	103
4.4.1 Γραφειοκρατία .....	104
4.4.2 Αντιμετώπιση γραφειοκρατίας με την εισαγωγή του BIM .....	105
Κεφάλαιο 5: Εφαρμογές του Μοντέλου Β.Ι.Μ σε Συγκοινωνιακά Έργα Υποδομής .....	106
5.1 Έργα Υπό Κατασκευή .....	106
5.1.1 Parallel Line of the Fourth Diversion Expressway (μεγάλου μεγέθους έργο πάνω από 500\$ δις εκ.) .....	106
5.1.2 Wuhan to Xi'an high-speed railway (μεσαίου μεγέθους έργο 100-500\$ δις εκ.) .....	109
5.1.3 Κατασκευή Σιδηρόδρομου στο Tottenham Court Road (μικρού μεγέθους έργο κάτω από 100\$ δις εκ.) .....	113
5.2 Ολοκληρωμένα Έργα .....	115
5.2.1 Ο Αυτοκινητόδρομος Ipswich στο Queensland της Αυστραλίας .....	115
5.2.2 Περιφερειακός Αυτοκινητόδρομος M25 του Λονδίνου .....	117
Κεφάλαιο 6 :Συμπεράσματα .....	122
6.1 Συμπεράσματα από την Χρήση BIM .....	122
6.2 Περαιτέρω έρευνα .....	123

6.3 Προβληματισμοί .....	124
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ .....	126
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β BIM Glossary of Terms .....	150
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	155



Copyright © Κουρεμένου Βασιλική, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν την συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πολυτεχνική Σχολή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε από την Κουρεμένου Βασιλική ,φοιτήτρια του Τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας , μέρος των υποχρεώσεων για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος «ΔΠΜΣ Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός» ,υπό την επίβλεψη του καθηγητή Δρ. Πολύζο Σεραφείμ.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Πολύζο Σεραφείμ για την ανάθεση και την επίβλεψη του στην παρούσα διπλωματική εργασία. Οι γνώσεις του και οι κατευθυντήριες γραμμές που μου έδωσε αποτελούν ένα θεμέλιο λίθο για την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου για την στήριξη και την βοήθεια που μου παρείχε όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε με σκοπό να αναδείξει τα οφέλη μιας σχετικά νέας μεθόδου στον κατασκευαστικό κλάδο. Η νέα αυτή μέθοδος κερδίζει σιγά σιγά όλο και περισσότερο έδαφος καθώς μπορεί να εφαρμοστεί σε όλο τον κύκλο ζωής ενός έργου, από την σύλληψη της ιδέας μέχρι και την συντήρηση του. Η διαφορετική προσέγγιση αφορά την χρήση της Μοντελοποίησης Κτιριακών Πληροφοριών (ή Building Information Modeling όπως ορίζεται στην αγγλική βιβλιογραφία ή BIM σε συντομογραφία). Στα επόμενα γίνεται εκτενής αναφορά τόσο για τα πλεονεκτήματα της προσέγγισης αυτής όσο και για τους προβληματισμούς που προκύπτουν από την χρήση της.

Καθώς αναφερόμαστε σε έργα (δημόσια ή μη) υποδομής και κυρίως συγκοινωνιακά έργα στα αρχικά κεφάλαια, ο αναγνώστης εισάγεται σε βασικούς ορισμούς και έννοιες που αφορούν της Διοίκηση και την Διαχείριση ενός έργου. Με τον τρόπο αυτό, καθώς διαβάζει τις αρχές που διέπουν την νέα αυτή μέθοδο και κατανοώντας τα προβλήματα που προκύπτουν από την δυσκολία επικοινωνίας όλων των συμβαλλόμενων εν ευθέτω χρόνο , γίνεται σαφή η μείζονα σημασία ένταξης του μοντέλου BIM στις κατασκευές.

Μέσω της χρήσης του μοντέλου BIM μπορούν όλοι οι ενδιαφερόμενοι στο έργο να επικοινωνούν μεταξύ τους σε πρώτο χρόνο και έτσι όχι μόνο εξοικονομούνται πόροι και χρόνος για την κατασκευή αλλά μπορούν να προληφθούν και ανεπιθύμητες ενέργειες που θα είχαν αρνητικές επιπτώσεις στην κατασκευή ή και στους χρήστες της.

Ελπίζουμε ότι αυτή η εργασία θα αποτελέσει μια σχετικά πλήρη εισαγωγή του αναγνώστη στην επερχόμενη αυτή μέθοδο.

## ABSTRACT

This paper was designed to highlight the benefits of a relatively new method in the construction industry. This new method is gradually gaining ground as it can be applied throughout the lifecycle of a project, from conception to maintenance. The different approach concerns the use of Building Information Modeling (or Building Information Modeling as defined in English literature or BIM in abbreviation). In the following, an extensive reference is made both to the advantages of this approach and to the concerns arising from its use.

As we refer to projects (public or not) of infrastructure and mainly transport projects in the initial chapters, the reader is introduced into basic definitions and concepts relating to Management and Project Management. In this way, as it reads the principles governing this new method and understanding the problems arising from the difficulty of communicating all the parties in due course, it becomes clear the major importance of integrating the BIM model into constructions.

Through the use of the BIM model, all stakeholders in the project can communicate with each other in the first year and thus not only save resources and time for construction but also prevent unwanted effects that could have a negative impact on the construction or its users.

We hope that this thesis will be a relatively complete introduction of the reader to this upcoming method.

## Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή

### 1.1 Εισαγωγικά Στοιχεία

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. Μια διαφορετική προσέγγιση στην διαχείριση των έργων αφορά στη χρήση της Μοντελοποίησης Κτιριακών Πληροφοριών (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 μεθοδολογία της παρούσης εργασίας βασίστηκε στη συλλογή στοιχείων από έντυπες και ηλεκτρονικές επιστημονικά έγκυρες πηγές (επιστημονικές εργασίες και άρθρα του ΤΕΕ, βιβλία που εντάσσονται στο υπό μελέτη πεδίο, κ.α.). Μετά από προσεκτική μελέτη και επεξεργασία των στοιχείων αυτών επιλέχθηκαν οι επικρατέστερες απόψεις, οι οποίες αποτέλεσαν το βασικό ιστό της παρούσας εργασίας. Τέλος, για την διεξαγωγή των συμπερασμάτων έγινε κριτική αξιολόγηση όλων των δεδομένων, γεγονότων και επιχειρημάτων της ανάλυσης.

### 1.2 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία έχει σκοπό να αναδείξει την τεχνολογία και τα οφέλη 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.

Ένα εργαλείο σαν το BIM μπορεί να επιφέρει παραπάνω θετικά αποτελέσματα και να προλάβει ανεπιθύμητες καταστάσεις σε σχεδόν όλους τους τομείς ενός έργου. Η εφαρμογή του λοιπόν στα δημόσια συγκοινωνιακά έργα θα αποτελέσει ένα καινοτόμο και ριζοσπαστικό σύστημα κατασκευής, λειτουργία και συντήρησης των έργων.

Μέσω της παρούσας εργασίας ο αναγνώστης θα μπορέσει να κατανοήσει τόσο την τεράστια έννοια αλλά και σημασία του BIM ενώ του δίνεται η ευκαιρία να διαβάσει για έργα τα οποία ξεκίνησαν από την αρχή ή ένταξαν στην συνέχεια την μέθοδο αυτή. Μέσω των παραδειγμάτων έργων που παρουσιάζονται γίνεται σαφές η σπουδαιότητα της μεθόδου αλλά και η ανάγκη για άμεση ένταξη σε όλα τα στάδια ενός έργου.

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.

### 1.3 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Η εργασία διαρθρώνεται στα παρακάτω κεφάλαια :

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγικά Στοιχεία

Κεφάλαιο 2 : Παρουσίαση στοιχείων Διοίκησης και Διαχείρισης Τεχνικών Έργων Υποδομής

Κεφάλαιο 3 : Βιβλιογραφική Ανασκόπηση και αναλυτική περιγραφή του BIM

Κεφάλαιο 4 : Τρόποι εισαγωγής του BIM σε συγκοινωνιακά έργα υποδομής

Κεφάλαιο 5 : Συγκοινωνιακά έργα που έχουν κατασκευαστεί με μοντέλο BIM

Κεφάλαιο 6 : Συμπεράσματα, προβληματισμοί και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

### 1.4 Ορισμοί

Για καλύτερη κατανόηση της παρούσας διπλωματικής δίνονται οι παρακάτω ορισμοί:

Για παραπάνω ορισμούς ο αναγνώστης μπορεί να συμβουλευτεί το Παράρτημα Α,Β

**Έργο:** Μία χρονισμένη προσπάθεια δημιουργίας ενός μοναδικού προϊόντος, μιας υπηρεσίας ή γενικά ενός αποτελέσματος (PMI n.d.).

**Τεχνικό έργο:** Κάθε νέα κατασκευή ή επέκταση ή ανακαίνιση ή επισκευή ή συντήρηση και η οικονομικά ή τεχνικά αυτοτελής λειτουργία καθώς και κάθε σχετική ερευνητική εργασία, που απαιτεί τεχνική γνώση και επέμβαση (ΦΕΚ Α 116/18.6.2008 2008).

**Κύκλος ζωής ενός τεχνικού έργου:** Από τη σύλληψή του τεχνικού έργου έως την πλήρη εκμετάλλευση των προϊόντων που παράγονται από την οριστική κατάργησή του (Ξενίδης 2013).

**Διαχείριση έργων:** Η εφαρμογή γνώσεων, δεξιοτήτων, εργαλείων και τεχνικών στην υλοποίηση των διεργασιών για την εκπλήρωση των προδιαγραφών υλοποίησης του έργου (Ξενίδης 2013).

**Σύστημα:** Ένα σύνολο αλληλοεπιδρώντων στοιχείων τα οποία συνεργάζονται μεταξύ τους ή λειτουργούν συλλογικά για την επίτευξη κάποιου σκοπού (Ρουμελιώτης 2001).

**Μοντέλο:** Μία αναπαράσταση ενός φυσικού συστήματος ή οργανισμού ή φυσικού φαινομένου ή ακόμη και μιας ιδέας. Ως δεύτερος ορισμός: Μοντέλο είναι το σύνολο των

πληροφοριών ενός συστήματος που έχουν συγκεντρωθεί με σκοπό τη μελέτη του συστήματος (Ρουμελιώτης 2001).

Προσομοίωση: Μια μέθοδος μελέτης ενός συστήματος και εξοικείωσης με τα χαρακτηριστικά του με τη βοήθεια ενός άλλου συστήματος το οποίο στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ηλεκτρονικός υπολογιστής (Ρουμελιώτης 2001).

Building Information Model – BIM: Η ψηφιακή απεικόνιση των εγγενών χαρακτηριστικών, φυσικών και λειτουργικών, ενός έργου κατασκευής (Azhar 2011).

To Building Information Modeling – BIM: Η διεργασία ανάπτυξης του Building Information Model (Azhar 2011).

## Κεφάλαιο 2: Εισαγωγή στην Διαχείριση Τεχνικών Έργων

### 2.1 Εισαγωγή Στα Τεχνικά Έργα

Το Ινστιτούτο Διαχείρισης Έργου (Project Management Institute, PMI) ορίζει το έργο ως προσωρινό εγχείρημα που στοχεύει στη δημιουργία ενός μοναδικού προϊόντος ή υπηρεσίας. Προσωρινό σημαίνει ότι κάθε έργο έχει καθορισμένο τέλος. Μοναδικό σημαίνει ότι το προϊόν ή υπηρεσία διαφέρει κατά διακριτό τρόπο από όλα τα υπόλοιπα παρόμοια προϊόντα ή υπηρεσίες».

Ο Turner ορίζει ως έργο το «...εγχείρημα κατά το οποίο ανθρωπίνι πόροι (ή μηχανές), οικονομικοί πόροι και πρώτες ύλες οργανώνονται κατά καινοφανή τρόπο, με στόχο την ανάληψη συγκεκριμένου αντικειμένου εργασιών που έχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές και υπόκεινται σε δεδομένους κοστολογικούς και χρονικούς περιορισμούς, ώστε να παραχθεί μία επωφελής μεταβολή, η οποία ορίζεται μέσω ποσοτικών και ποιοτικών στόχων».

Τα έργα ποικίλλουν ως προς το μέγεθος, το αντικείμενο εργασιών, το κόστος και τον απαιτούμενο χρόνο, και μπορεί να είναι από υπερμεγέθη διεθνή έργα που κοστίζουν εκατομμύρια δολάρια και διαρκούν πολλά χρόνια, έως μικρά, τοπικά έργα χαμηλού προϋπολογισμού που απαιτούν λίγες ώρες δουλειάς.

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

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

Εξαιτίας λοιπόν της πολυπλοκότητας των ειδικοτήτων που απαιτούνται για την εκπλήρωση του έργου, η συνεργασία των συμβαλλόμενων δεν είναι πάντα αποδοτική έχοντας αντίκτυπο στο χρόνο, στο κόστος καθώς και στην ποιότητα κατασκευής του έργου υποδομής. Με βάση λοιπόν τις αυξημένες απαιτήσεις των έργων υποδομής, και ειδικά ως προς την ποσότητα των δεδομένων του έργου και τους ενεργούς συμμετέχοντες στο έργο που όλο αυξάνονται, δημιουργούνται πολλά ζητήματα στο κομμάτι της επικοινωνίας. Η βελτίωση της επικοινωνίας αποτελεί ένα δύσκολο έργο εξαιτίας του τεράστιου όγκου και της ανομοιότητας των πληροφοριών που εμπλέκονται στη διαδικασία της κατασκευής. Η μεγάλη ποικιλία των ειδικοτήτων, ο μεγάλος αριθμός των συμμετεχόντων, το εκπαιδευτικό υπόβαθρο τους, ο μεγάλος όγκος εργασιών, η ποικιλομορφία και ο όγκος πληροφοριών αποτελούν παράγοντες οι οποίοι δυσχεραίνουν τη διαχείριση της πληροφορίας και της επικοινωνίας μεταξύ των μελών μίας ομάδας.

### 2.1.1 Βασικά Χαρακτηριστικά Των Έργων

Όλα τα έργα έχουν δύο βασικά κοινά χαρακτηριστικά. Κάθε έργο έχει μια αρχή και ένα τέλος και παράγει ένα μοναδικό προϊόν. Η ημερομηνία έναρξης έχει δυναμικό χαρακτήρα καθώς μια ιδέα αλλάζει και μετεξελίσσεται σε ένα έργο. Το τέλος όμως πρέπει να είναι σαφώς προκαθορισμένο προκειμένου όλοι οι συμμετέχοντες να είναι ενήμεροι για την ημερομηνία αποπεράτωσης.

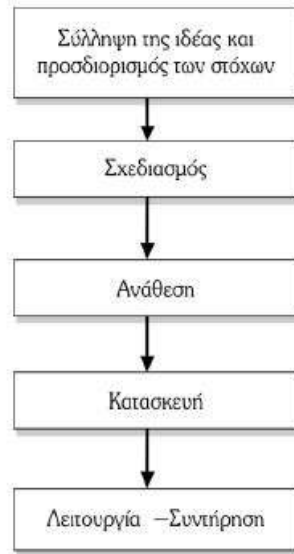
Επιπλέον κάθε έργο έχει έναν καθορισμένο αντικειμενικό σκοπό έτσι ώστε το τελικό προϊόν να ικανοποιεί τις προδιαγραφές που τέθηκαν στον σχεδιασμό και να εξυπηρετεί τις ανάγκες για τις οποίες δημιουργήθηκε. Καθώς κάθε έργο είναι μοναδικό, υπό την έννοια ότι δεν επαναλαμβάνεται ακριβώς το ίδιο, περιέχει στοιχεία επιχειρηματικού κινδύνου αφού άλλωστε η ολοκλήρωση αυτού απαιτεί ανάλωση χρόνου, χρήματος και πόρων (Πολύζος 2018)

### 2.1.2 Κύκλος Ζωής και οι Φάσεις Ενός Έργου

Το εγχειρίδιο PMBOK αναφέρει: «καθώς το κάθε έργο είναι μοναδικό και ενέχει κάποιο βαθμό κινδύνου, οι εταιρίες που αναλαμβάνουν την εκτέλεση έργων συνήθως τα υποδιαιρούν σε

φάσεις για να υπάρχει καλύτερος διοικητικός έλεγχος. Συλλογικά όλες μαζί, οι φάσεις αυτές συνιστούν τον κύκλο ζωής του έργου».

Τα έργα, από τη στιγμή της σύλληψης μέχρι τη στιγμή της ολοκλήρωσής τους, περνούν από πολλές, διακριτές φάσεις αλληλοσυνδεόμενες και αλληλεξαρτώμενες, οπότε είναι λογικό να πούμε ότι το έργο διέρχεται τον κύκλο ζωής του.



Εικόνα 1 :Κύκλος Ζωής έργου (πηγή : Διοίκηση και Διαχείριση Τεχνικών Έργων Σεραφείμ Πολύζος 2018)

Οι βασικές φάσεις (ή στάδια), από τις οποίες διέρχεται κάθε έργο και οι οποίες απαρτίζουν αυτό που ονομάζουμε κύκλο ζωής του έργου , είναι τέσσερις :

#### 1. Φάση αρχικής σύλληψης και εκκίνησης

Στη φάση αυτή γεννάται ουσιαστικά η ανάγκη για το παραδοτέο του έργου. Ο πελάτης καλεί τους ενδιαφερόμενους να υποβάλουν τις προτάσεις τους για την υλοποίησή του. Η κλήση για υποβολή των προτάσεων παρέχει όλα εκείνα τα στοιχεία-απαιτήσεις που αφορούν τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά του στόχου που θα υλοποιηθεί με το έργο.

#### 2. Φάση σχεδιασμού και ανάπτυξης

Οι υποψήφιας ομάδες που ενδιαφέρονται να φέρουν σε πέρας το έργο καταθέτουν τις προτάσεις τους στον πελάτη. Οι προτάσεις αυτές θα πρέπει να περιέχουν τη μεθοδολογία υλοποίησης, τον απαιτούμενο χρόνο, την ανάλυση κόστους και γενικά κάθε στοιχείο που θεωρείται απαραίτητο για την ολοκλήρωση του έργου. Η επιλογή ενός εργολάβου που θα υλοποιήσει το έργο καταλήγει στη σύμβαση μεταξύ πελάτη και ομάδας εκτέλεσης του έργου



### 3. Φάση ανάθεσης και κατασκευής

Είναι η φάση πραγματοποίησης του έργου, η οποία θα καταλήξει στο τελικό παραδοτέο. Στη φάση αυτή δημιουργείται το λεπτομερές στρατηγικό σχέδιο υλοποίησης του έργου, το οποίο εφαρμόζεται με τη βοήθεια των τεχνικών προγραμματισμού και παρακολούθησης. Τα στοιχεία σχεδίασης και προ-γραμματισμού που θα μας απασχολήσουν αφορούν κυρίως τη φάση αυτή

### 4. Φάση παράδοσης (λειτουργία) και συντήρηση

Στη φάση ολοκλήρωσης του έργου διεξάγονται ενέργειες σχετικές με την εκκαθάριση οικονομικών ή άλλων εκκρεμοτήτων και κυρίως αξιολογούνται τα παραδοτέα, ώστε να εντοπιστούν σημεία πιθανής βελτίωσης για το ίδιο ή άλλα συναφή έργα. Φυσικά οι διαδικασίες ελέγχου και αξιολόγησης του έργου δεν αφορούν μόνο στο τελικό παραδοτέο, αλλά διεξάγονται καθόλη τη διάρκειά του και αφορούν τη βέλτιστη χρήση ή πιθανή ανακατανομή των πόρων, την ανάλυση του κόστους, την τήρηση του χρονοδιαγράμματος και τη διασφάλιση της ποιότητας του παραδοτέου ή των ενδιάμεσων παραδοτέων. (Καστρινάκης 2002)

#### 2.1.3 Η Σημασία των Τεχνικών Έργων και η Ποσοτικοποίηση των Προβλημάτων τους.

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

#### 2.1.4 Μοντελοποίηση Πληροφοριών και η Εισαγωγή του BIM στα Τεχνικά Έργα

Παρότι πολλές από τις πληροφορίες παράγονται πλέον ηλεκτρονικά και είναι οπτικές στη φύση τους, οι ομάδες των μηχανικών χρησιμοποιούν κυρίως το χαρτί (2d) ως μέσο παρουσίασης των απόψεων τους καθώς και ως μέσο για να μοιράζονται πληροφορίες μεταξύ τους σε συναντήσεις που αφορούν το έργο. Η κατασκευαστική βιομηχανία επιδιώκει συνεχώς να εφαρμόσει μεθόδους με βάση τις νέες τεχνολογίες των πληροφοριών που θα αντικαταστήσουν τις παραδοσιακές μεθόδους διαχείρισης που βασιζόνταν στο χαρτί και αυτό γιατί υπάρχει η ανάγκη εύκολης πρόσβασης στην πληροφορία, καθώς χρησιμοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου από πολλούς εμπλεκόμενους σε αυτό.

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

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

## 2.2 Η Διοίκηση και η Διαχείριση Ενός Έργου.

### 2.2.1 Εισαγωγή

Το εγχειρίδιο PMBOK ορίζει ως διαχείριση έργου τη διαδικασία κατά την οποία: «...εφαρμόζουμε γνώσεις, δεξιότητες, εργαλεία και τεχνικές κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων του έργου, με στόχο να ικανοποιήσουμε τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες των συμμετόχων». Με άλλα λόγια, ο διευθυντής έργου πρέπει να κάνει οτιδήποτε απαιτείται ώστε να ολοκληρωθεί το έργο και αυτή είναι η ευρύτερη περιγραφή που μπορεί να δώσει κανείς.

Ο Peter Morris περιέγραψε τη διαχείριση έργου ως: «...διαδικασία εν-σωμάτωσης όλων όσα πρέπει να γίνουν (και για τα οποία εφαρμόζονται, συνήθως, ειδικές τεχνικές διαχείρισης έργου), καθώς το έργο διανύει τον κύκλο ζωής του (από τη σύλληψή του μέχρι την παράδοσή του) ώστε να ικανοποιηθούν οι στόχοι του έργου».

Σύμφωνα με τους ορισμούς αυτούς, είναι σαφές ότι ο λόγος ύπαρξης του έργου είναι να ικανοποιηθεί τις ανάγκες και τις προσδοκίες των συμμετεχόντων πληρώντας παράλληλα και τις εκάστοτε προδιαγραφές. Κατά συνέπεια, είναι θεμελιώδες προαπαιτούμενο για το διευθυντή έργου να καθορίσει ποιοι είναι οι συμμετοχοί (εκτός από τον πελάτη), και να αναλύσει τις ανάγκες και τις προσδοκίες τους. Μόνον έτσι θα μπορέσει να προσδιορίσει, από την αρχή, το αντικείμενο εργασιών και τους στόχους του έργου.

Είναι πλέον προφανές ότι η διαχείριση έργων τυπικά περικλείει την ισορροπία ανάμεσα στους παρακάτω ανταγωνιστικούς περιορισμούς ενός έργου:

- Σκοπός
- Ποιότητα
- Χρονοπρογραμματισμός
- Κόστος
- Πόροι
- Επικινδυνότητα
- Ικανοποίηση πελάτη [PMI]

Υπεύθυνος για τη διαχείριση των παραπάνω ανταγωνιστικών περιορισμών είναι ο διαχειριστής (project manager) ενός έργου. Η διαχείριση γίνεται πιο απαιτητική στην περίπτωση μεγάλων ή σύνθετων ή περίπλοκων έργων.

- Ένα έργο χαρακτηρίζεται ως μεγάλο όταν είναι μεγάλο σε χρονική ή χωρική έκταση.
- Ένα έργο χαρακτηρίζεται ως σύνθετο όταν απαρτίζεται από τμήματα που έχουν δημιουργηθεί χωριστά.
- Ένα έργο μπορεί να χαρακτηριστεί ως περίπλοκο όταν διαθέτει τουλάχιστον ένα από τα παρακάτω χαρακτηριστικά:
  1. Τεχνική – κατασκευαστική πολυπλοκότητα
  2. Πολυπλοκότητα που σχετίζεται με τον προϋπολογισμό
  3. Πολυπλοκότητα χρονικού προγραμματισμού
  4. Πολιτική πολυπλοκότητα

(Δημητριάδης ,1999)

### 2.2.2 Βασικές Λειτουργίες Διοίκησης Έργου

Σύμφωνα με τον Δρ. Σεραφείμ Πολύζο ,συγγραφέα του ακαδημαϊκού συγγράμματος Διοίκηση και Διαχείριση Έργων και επιβλέπων καθηγητή της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας οι βασικές λειτουργίες της Διοίκησης είναι :

- ◆ Διατύπωση πρόβλεψης της συμπεριφοράς όλων των μεταβλητών που επιδρούν στην δραστηριότητα της επιχείρησης.
- ◆ Καθιέρωση των στόχων και των προτεραιοτήτων του έργου και των καθορισμό των επιμέρους εργασιών και δραστηριοτήτων του έργου
- ◆ Καθορισμός της αλληλουχίας και της χρονικής διάρκειας των δραστηριοτήτων καθώς και την κατανομή των πόρων.
- ◆ Στελέχωση των τμημάτων με ανάλογο ανθρώπινο δυναμικό και εκχώρηση της αναγκαίας εξουσίας στους υπεύθυνους των ομάδων ώστε να είναι σε θέση να εκτελέσουν την αποστολή τους με αποδοτικότητα.
- ◆ Αποτροπή αποκλίσεων, Παρακολούθηση των πραγματικών δεδομένων της αγοράς και Βελτίωση του υπάρχοντος σχεδιασμού.

Όλα τα παραπάνω θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν σε τέσσερις μεγαλύτερες κατηγορίες

A. Τον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό της πορείας του έργου

B. Την οργάνωση και τον συντονισμό.

Γ. Τον έλεγχο

Δ. Την διεύθυνση και την καθοδήγηση.

Η πορεία ενός έργου, από τη αρχή του μέχρι το τέλος του χαρακτηρίζεται από επικινδυνότητα, αβεβαιότητα και διαρκή εξισορρόπηση αντιμαχόμενων προβλημάτων, απόψεων και απαιτήσεων. Κοινός στόχος όλων των παραγόντων του έργου είναι η ικανοποίηση των απαιτήσεων και των προσδοκιών τους. Η προσέγγιση αυτού του στόχου αποτελεί και το αντικείμενο της Διοίκησης – Διαχείρισης Έργου (Project Management).

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω ,Διοίκηση - Διαχείριση Έργου είναι «η εφαρμογή γνώσεων, δεξιοτήτων, εργαλείων και τεχνικών, έτσι ώστε οι δραστηριότητες του έργου να κατευθύνονται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο προς την ικανοποίηση των αναγκών και των προσδοκιών των παραγόντων του έργου».

Η διοίκηση – διαχείριση έργου αποτελεί μια αποτελεσματική απάντηση στη ραγδαία ανάπτυξη της ανθρώπινης γνώσης και στην ολοένα αυξανόμενη απαίτηση για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών που είναι περισσότερο σύνθετα, επιτηδευμένα και οικονομικά.

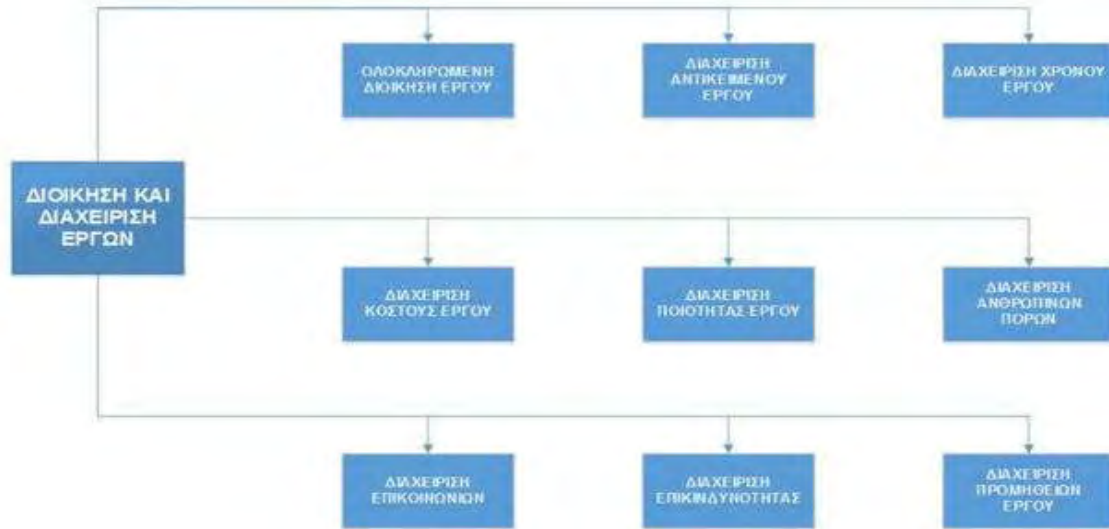
Σύμφωνα με την επικρατούσα αντίληψη, ο κορμός γνώσεων για τη διοίκηση – διαχείριση έργου αποτελείται από

Ένα τμήμα από τις γνώσεις και εμπειρία της κλασικής Διοίκησης – Διαχείρισης (General Management Knowledge and Practice), στο εύρος και πλάτος που απαιτεί το συγκεκριμένο έργο κάθε φορά:

Κάθε έργο, ανεξάρτητα από το είδος και το μέγεθός του, απαιτεί (λιγότερο ή περισσότερο) οικονομική διαχείριση, έρευνα αγοράς, διαχείριση πωλήσεων, έρευνα νέων τεχνικών και προϊόντων, κατασκευές, διανομές, προμήθειες, σχεδιασμό, οργανωτικές δομές, διαχείριση ανθρώπινων πόρων, διοίκηση κ.λπ. Όλα αυτά παρέχονται από την κλασική διοίκηση – διαχείριση στην ποσότητα και ποιότητα που απαιτεί το συγκεκριμένο έργο. Όμως η ουσιαστικότερη συμβολή της κλασικής διοίκησης – διαχείρισης στη διοίκηση – διαχείριση έργου είναι η παροχή ενός συνόλου βασικών γνώσεων που αποτελούν το μοχλό της καθοδηγητικής προσπάθειας του έργου, και που αφορούν βασικές απαιτούμενες δεξιότητες, όπως της:

- Ηγεσίας (Leading)
- Επικοινωνίας (Communicating)
- Διαπραγμάτευσης (Negotiating)
- Επίλυσης Προβλημάτων (Problem Solving)
- Επιρροής στον Εργασιακό Χώρο (Influencing the Organization)
- Τις γενικά αποδεκτές γνώσεις και εμπειρία της Διοίκησης – Διαχείρισης Έργου (Generally Accepted Project Management Knowledge and Practice)

Το σύνολο των Διεργασιών (Processes), που απαιτούνται για τη διοίκηση – διαχείριση έργου ταξινομούνται μεθοδολογικά σε Γνωστικές Περιοχές (Knowledge Areas), που επιτρέπουν τη θεώρηση της διοίκησης – διαχείρισης έργου από μια ιδιαίτερη οπτική γωνία, την οπτική γωνία της ιδιαιτερότητας του έργου σαν μοναδική και μη επαναλαμβανόμενη προσπάθεια. Οι γνωστικές περιοχές της διοίκησης – διαχείρισης έργων παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα:



Εικόνα 2 Περιοχές Διοίκησης Έργου (πηγή : (πηγή : Διοίκηση Επιχειρήσεων Επιχειρηματικότητα για μηχανικούς, Chelson John V., Payne Andrew C., Reavill Lawrence R. P )

Τις γνώσεις και εμπειρία που προέρχονται από την περιοχή εφαρμογής του έργου (Application Area Knowledge and Practice), δηλαδή τις ιδιαίτερες απαιτήσεις σε γνώσεις και εμπειρία που καθορίζονται από το αντικείμενο του συγκεκριμένου έργου:

Κάθε έργο απαιτεί επιπλέον γνώσεις, εκτός από τις γνώσεις που προέρχονται από την κλασική διοίκηση – διαχείριση και τη διοίκηση – διαχείριση έργου, οι οποίες προέρχονται από το αντικείμενο του έργου.

Το αντικείμενο του έργου καθορίζει την ποσότητα και ποιότητα των απαιτούμενων γνώσεων που προέρχονται από την κλασική διοίκηση – διαχείριση και τη διοίκηση – διαχείριση έργου. Για παράδειγμα η παραγωγή ενός λογισμικού είναι πιθανόν να μην απαιτεί καθόλου διαχείριση προμηθειών, διαχείριση εξοπλισμού και διαχείριση μεταφορών, κάτι το οποίο δε συμβαίνει σε ένα κατασκευαστικό έργο ή η διοίκηση – διαχείριση κινδύνων είναι συνήθως μικρότερου εύρους στην περίπτωση της παραγωγής λογισμικού από την περίπτωση ενός κατασκευαστικού έργου.

Συνήθως σε συγκοινωνιακά έργα, που είναι και το θέμα της παρούσας Διπλωματικής, ανακύπτουν αρκετά προβλήματα και ένα εργαλείο που βοηθά στην επίλυση μεγάλου μέρους των προβλημάτων αυτών είναι η 3D σχεδίαση των έργων, ο χρονικός προγραμματισμός τους και τελικά η 4D προσομοίωση τους (4D BIM). Τα τελευταία χρόνια μία από τις δημοφιλέστερες τεχνολογίες στο χώρο των κατασκευών είναι το BIM. Οι επαγγελματίες και οι ερευνητές που ασχολούνται με τη διαχείριση των έργων, μιλούν για μία τεχνολογία πολλά υποσχόμενη.

### 2.2.3 Παράγοντες που επιδρούν στο έργο

Στη σημερινή εποχή η έννοια του έργου είναι συνδεδεμένη, εκτός από ωφελμιστική του διάσταση (παράγων εξέλιξης), και με τη δημιουργία προβλημάτων, μεγάλων ή μικρών. Η ένταση των προβλημάτων σχετίζεται άμεσα με τη σχέση των εμπλεκομένων στο έργο, δηλαδή, με το «ποιος αποφασίζει», «ποιος είναι ο Κύριος του έργου», «ποιος πληρώνει», «ποιος εισπράττει», «ποιος τα υλοποιεί» και το «ποια είναι η ωφέλεια του έργου και ποιος ο αποδέκτης της».

Επίσης σχετίζεται με πιθανές αναδιατάξεις εξουσίας. Τόσο το έργο, όσο και το παραγόμενο προϊόν του, πιθανά δημιουργεί μια νέα κατάσταση όπου η επιρροή ατόμων, ομάδων, «μηχανισμών», είτε αναβαθμίζεται, είτε υποβαθμίζεται σε σχέση με την προγενέστερη κατάσταση.

Τέλος, το κοινωνικό, πολιτικό, θεσμικό και διεθνές περιβάλλον μέσα στο οποίο υλοποιείται το έργο είναι ένας ακόμα παράγοντας επιρροής του έργου.

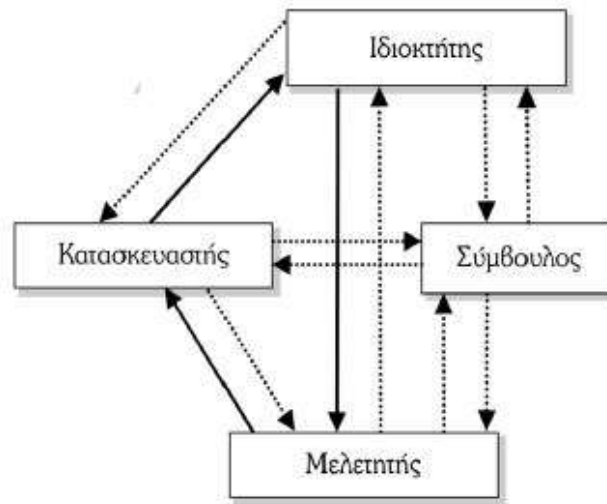
Οι βασικοί ανθρωποκεντρικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην υλοποίηση ενός έργου είναι

**Ο ιδιοκτήτης ή κύριος του έργου** , ο οποίος έχει την αρχική ιδέα ή την ανάγκη για τις υπηρεσίες που θα παρέχει το έργο κατά την λειτουργία του. Μπορεί να είναι δημόσιος φορέας, ιδιώτης, επιχείρηση ή κοινοπραξία

**Ο μελετητής του έργου**, ο οποίος ασχολείται με τον σχεδιασμό του έργου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ιδιοκτήτη

**Ο κατασκευαστής ή ανάδοχος του έργου**, ο οποίος αναλαμβάνει την κατασκευή του έργου

**Ο σύμβουλος** για θέματα μελέτης ή και κατασκευής αναλόγως τις ιδιαιτερότητες του εκάστοτε έργου.



Εικόνα 3 Οι βασικοί παράγοντες σε ένα έργο και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους (πηγή : Πολύζος 2018)

Οι βασικότεροι παράγοντες που σηματοδοτούν το έργο, τόσο ως προσπάθεια, όσο και ως παραγόμενο προϊόν, είναι οι εξής:

- Οικονομικός
- Χρονικός
- Ποιοτικός
- Εργασιακός
- Κοινωνικός
- Θεσμικός και Νομικός
- Παράγων «Παγκοσμιοποίηση και Πολυπολιτισμικότητα»

Όλοι οι προαναφερόμενοι παράγοντες επιδρούν στο έργο και επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα. Για να κριθεί το παραγόμενο αποτέλεσμα από ένα έργο θετικό ή αρνητικό, τρία είναι τα χαρακτηριστικά για μια τέτοια εκτίμηση:

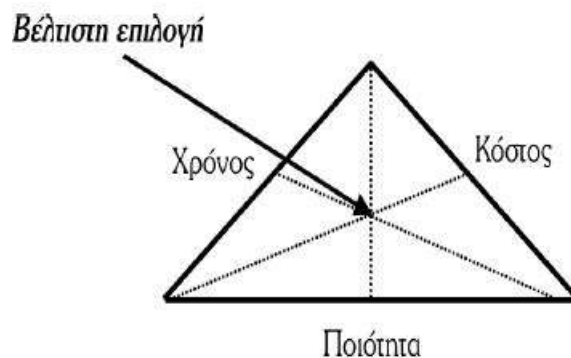
- ✓ Η τήρηση των χρονικών δεσμεύσεων (Χρόνος - Time).
- ✓ Η τήρηση του προϋπολογισμού του έργου (Κόστος - Cost).



- ✓ Η τήρηση των ποιοτικών προδιαγραφών του έργου (Ποιότητα – Απόδοση, Quality – Performance).

Αυτοί οι τρεις δείκτες είναι συχνά ανταγωνιστικοί. Έτσι:

- Η απαρέγκλιτη τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων μπορεί να οδηγήσει σε κοστολογική υπέρβαση ή (και) σε «εκπτώσεις» στην ποιότητα.
- Η απαρέγκλιτη τήρηση του προϋπολογισμού μπορεί να οδηγήσει σε «εκπτώσεις» στην ποιότητα ή (και) χρονικές υπερβάσεις.
- Η απαρέγκλιτη τήρηση των ποιοτικών προδιαγραφών μπορεί να οδηγήσει σε κοστολογική ή (και) χρονική υπέρβαση.



Εικόνα 4 : Σχηματική αναπαράσταση της σχέσης «Κόστος – Χρόνος – Ποιότητα» (πηγή : Πολύζος 2018)

Σύμφωνα με ορισμένους Project Managers, κυρίως μεγάλων τεχνικών έργων, σ' αυτά τα τρία χαρακτηριστικά (χρόνος, κόστος, ποιότητα) θα πρέπει να προστίθεται ως τέταρτο χαρακτηριστικό και το «αντικείμενο» (score) του έργου.

Αυτό υποχρεώνει τους εμπλεκόμενους στο έργο να καθορίζουν από την αρχή του έργου μια γενική «στρατηγική» επιλογή που αφορά αυτούς τους δείκτες. Σε γενικές γραμμές εμφανίζονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

Καθορίζεται από την αρχή του η «ιεραρχική προτεραιότητα» κάθε ενός από τους τρεις παράγοντες, ανάλογα με το αντικείμενο του έργου (π.χ. κυρίαρχος παράγοντας το κόστος, στη συνέχεια η ποιότητα και τελικά ο χρόνος). Έτσι ο δεύτερος και τρίτος σε σημασία παράγοντας θα πρέπει να προσαρμόζονται «ιεραρχικά» στις απαιτήσεις του πρώτου σε σημασία παράγοντα, με τον «καλύτερο» δυνατό τρόπο. Για παράδειγμα, σ' ένα έργο που θα πρέπει

οπωσδήποτε να είναι έτοιμο σε δεδομένη και μη μεταθέσιμη ημερομηνία, η ποιότητα και το κόστος θα πρέπει να υποταχθούν στο χρόνο, διαφορετικά το έργο δεν έχει έννοια.

Επιδιώκεται η εύρεση της «χρυσής τομής» της αλληλεπίδρασης των τριών αυτών παραγόντων. Σε μια τέτοια περίπτωση, οι γενικότερες περιστάσεις καθορίζουν ποια σχέση ισορροπίας μεταξύ αυτών των παραγόντων κρίνεται κάθε φορά ως η «καλύτερη». Με άλλα λόγια επιδιώκεται η εκτέλεση του έργου *κατά το δυνατόν*:

Πλησιέστερα στις προθεσμίες.

Πλησιέστερα στον προϋπολογισμό.

Πλησιέστερα στις ποιοτικές προδιαγραφές.

(Burke 2002)

#### 2.2.4 Πληροφοριακά συστήματα στη διαχείριση έργων

Ένα πληροφοριακό σύστημα (Information System-IT) μπορεί να οριστεί ως ένα σύνολο ανθρώπων, δεδομένων, τεχνολογίας και οργανωτικών μεθόδων που δουλεύουν μαζί για να συλλέξουν, να επεξεργαστούν, να αποθηκεύσουν και να μεταβιβάσουν πληροφορίες προκειμένου να στηρίξουν τη λήψη αποφάσεων και τον έλεγχο.

Ο όρος πληροφοριακά συστήματα δεν αναφέρεται μόνο στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Μπορεί να περιλαμβάνει επίσης την επιχείρηση ή σημαντικά μέρη της, όπως τους εργαζομένους που τροφοδοτούν με δεδομένα το σύστημα και παίρνουν πίσω την εκροή του. Τα στελέχη επιχειρήσεων είναι μέρος του πληροφοριακού συστήματος αφού το πληροφοριακό σύστημα είναι σχεδιασμένο για να υπηρετεί τις ειδικές ανάγκες τους για πληροφορίες.

Τα υψηλής ποιότητας, πλήρως ενημερωμένα και συνεχώς αναπτυσσόμενα πληροφοριακά συστήματα αποτελούν την καρδιά των σημερινών παγκοσμίως επιτυχημένων επιχειρήσεων. Για να μπορέσει μια επιχείρηση να πετύχει σε παγκόσμιο επίπεδο θα πρέπει να είναι ικανή να παρέχει τη σωστή πληροφορία, στον σωστό άνθρωπο, τη σωστή στιγμή, ακόμα και αν αυτός βρίσκεται εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά. Ο ρόλος των πληροφοριακών συστημάτων γίνεται όλο και πιο σημαντικός, καθώς η παγκοσμιοποίηση, η οικονομία της πληροφορίας και η εξάπλωση του διαδικτύου και των τηλεπικοινωνιών αυξάνουν τις απαιτήσεις για αποδοτικότερες και αμεσότερες διαδικασίες.

Ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο ρόλος των πληροφοριακών συστημάτων στη διαχείριση έργων (Project Management Information Systems-P.M.I.S.) όπου υπάρχει η ανάγκη για συνεχή έλεγχο, άμεση ενημέρωση όλων των εμπλεκόμενων και ταχύτατη λήψη των ορθότερων αποφάσεων. Τα πληροφοριακά συστήματα στη διαχείριση έργων αποτελούνται από εργαλεία

και τεχνικές που χρησιμοποιούνται για να συλλεχθούν, ενσωματωθούν, επεξεργαστούν και διανεμηθούν τα αποτελέσματα από τις διεργασίες της διαχείρισης έργου. Εφαρμόζονται σε όλες τις φάσεις της ζωής του έργου, από την σύλληψη μέχρι την ολοκλήρωσή του και περιλαμβάνουν αυτοματοποιημένα και μη συστήματα.

Τα πλεονεκτήματα στη διαχείριση έργων από την εφαρμογή των πληροφοριακών συστημάτων εντοπίζονται στην ταχύτητα συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων καθώς και στη δυνατότητα εισαγωγής σύνθετων δεδομένων που αφορούν μεγάλα έργα, εκατοντάδες δραστηριότητες, δεκάδες οργανισμούς και χιλιάδες εργαζομένους.

Τα πληροφοριακά συστήματα ως μέρος της νέας, εξελιγμένης τεχνολογίας, οφείλει να βρίσκεται σε συνεχή αλληλεπίδραση με το περιβάλλον που το επηρεάζει, ώστε οι χρήστες του να εκμεταλλευτούν το μέγιστο των δυνατοτήτων τους. Στο παρακάτω γράφημα απεικονίζονται οι εξωτερικοί παράγοντες που αλληλοεπιδρούν με τα πληροφοριακά συστήματα στη διαχείριση έργων.



Πληροφορική: Αφορά τη συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων αλλά και τις απαιτήσεις των συστημάτων πληροφορικής μιας επιχείρησης και το πιθανό κόστος για αναβάθμιση αυτών, ώστε να μπορέσει να εφαρμόσει τα πληροφοριακά συστήματα.

Πελάτες: Αναφέρεται στη μορφή και τον τρόπο με τον οποίο οι πληροφορίες θα παρέχονται στους πελάτες μιας επιχείρησης ώστε να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις τους.

Ανθρώπινο Δυναμικό: Αναφέρεται στις απαιτήσεις σε ικανό ανθρώπινο δυναμικό, το οποίο θα μπορέσει να λειτουργήσει το σύστημα, την απαραίτητη εκπαίδευση αυτού και πόσο εύχρηστο είναι το σύστημα ώστε να μπορέσουν οι εργαζόμενοι να το "τρέξουν" αποτελεσματικά.

Λογιστική: Αφορά τη διασύνδεση της λογιστικής μιας επιχείρησης με το σύστημα, δηλαδή αν ικανοποιούνται οι στόχοι της και κατά πόσο το σύστημα είναι ευέλικτο στον προγραμματισμό του.

Πωλήσεις & Marketing: Αναφέρεται στο μέγεθος και τον τύπο των πληροφοριών που χρειάζονται τα τμήματα Πωλήσεων και Marketing από το σύστημα, ώστε να λειτουργήσουν αποδοτικότερα.

Διεργασίες/ Διοίκηση: Αφορά τη διασύνδεση των διεργασιών με τα υφιστάμενα και μελλοντικά έργα μιας επιχείρησης, ώστε αυτά να είναι σύμφωνα με τον προγραμματισμό του συστήματος αλλά και το ρόλο της διοίκησης στην πλήρη υποστήριξη του συστήματος.

Η πρόοδος στην πληροφορική και τις επικοινωνίες έχει αυξήσει θεαματικά την παραγωγικότητα σε όλους τους τομείς της βιομηχανίας και τα πληροφοριακά συστήματα χρησιμοποιούνται πλέον ακόμα και για τη διαμόρφωση της επιχειρησιακής στρατηγικής. Η χρήση των πληροφοριακών συστημάτων στη διαχείριση έργων είναι σημαντικό ζήτημα για την επίτευξη και τη διατήρηση του ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος ενός οργανισμού καθώς και την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των έργων σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους αλλά και μεταξύ των διαφόρων επαγγελματικών δραστηριοτήτων του οργανισμού.

## Κεφάλαιο 3: Περιγραφή της Μεθοδολογίας Β.Ι.Μ.

### 3.1 Ορισμός του BIM

Το BIM είναι αποτέλεσμα συνεργασίας και αμοιβαίας ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ των μελών που συμμετέχουν στο έργο και έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία μιας ολοκληρωμένης ψηφιακής περιγραφής του υπό μελέτη έργου. Από την περιγραφή αυτή δημιουργείται το ψηφιακό μοντέλο που συντίθεται από τυποποιημένα αντικείμενα μιας βιβλιοθήκης. Η εν λόγω βιβλιοθήκη περιλαμβάνει αντικείμενα καλώς ορισμένα τα οποία έχουν συγκεκριμένες ιδιότητες και αποδίδονται με προκαθορισμένο τρόπο ανάλογα με τις συναρτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν κατά την δημιουργία τους. Το Κτιριακό Μοντέλο Πληροφοριών που δομείται χρησιμοποιείται καθ' όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής ενός κατασκευαστικού έργου, από την σύλληψη του ως ιδέα ή την σχεδίαση του μέσω διαχείρισης των τεχνικών έργων που θα το υλοποιήσουν έως και την συντήρηση ή την τελική κατεδάφιση του.

Αξίζει να σημειωθεί πως το BIM έχει ως στόχο όχι μόνο την απλή τρισδιάστατη απεικόνιση μιας δομής, αλλά φέρει και πληροφορία για πολλά άλλα στοιχεία όπως υλικά, ποσότητες, διαστάσεις κόστος, χρόνο και άλλα με αποτέλεσμα η μοντελοποίηση που επιτελείται να επεκτείνεται πέραν των τριών βασικών χωρικών διαστάσεων (X,Y,Z). Συνήθως, η 4<sup>η</sup> διάσταση των μοντέλων αυτών είναι ο χρόνος, ενώ η 5<sup>η</sup> διάσταση είναι το κόστος .

Ο Χρόνος θεωρείται σημαντικός καθώς φέρει πληροφορία για την συνολική χρονική διάρκεια κατασκευής ή επισκευής ενός έργου, ενώ παράλληλα φανερώνει και την εξέλιξη των κατασκευαστικών ή επισκευαστικών δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα. Από την άλλη πλευρά η προαναφερθείσα 5<sup>η</sup> διάσταση συνδέει τα επιμέρους δομικά στοιχεία ενός κτιρίου ή γενικότερα ενός κατασκευαστικού έργου με το κόστος κατασκευής ή επισκευής τους με αποτέλεσμα να συντελεί σε ακριβέστερο προσδιορισμό του προϋπολογισμού ενός έργου ή

στην υιοθέτηση της πιο οικονομικά συμφέρουσας λύσης για την κατασκευή ή επισκευή ενός έργου. Οι πληροφορίες που εντοπίζονται στο μοντέλο φανερώνουν και τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων που απαρτίζουν το κτίριο, με αποτέλεσμα κάθε φορά που γίνεται κάποια αλλαγή να ενημερώνονται άμεσα όλοι οι εμπλεκόμενοι στην δημιουργία του μοντέλου. Το BIM βασίζεται στην διαλειτουργικότητα (interoperability), με την επικοινωνία και ανταλλαγή πληροφοριών να βασίζεται στο ουδέτερο πρωτόκολλο IFC (Industry Foundation Classes- IFC, ISO16739), το οποίο χρησιμοποιείται από πληθώρα λογισμικών για την ανταλλαγή δεδομένων. Το BIM που ορίζεται από το εν λόγω πρότυπο αποτελεί ένα από τα πιο αποδεκτά πρότυπα μοντέλα BIM και δημιουργήθηκε από την IAI/buildingSMART. Με τον όρο IAI είναι γνωστή η Διεθνής Συμμαχία για τη διαλειτουργικότητα που στοχεύει στον ορισμό μιας κοινής τεχνολογικής γλώσσας για τη βελτίωση της επικοινωνίας, της παραγωγικότητας, του χρόνου παράδοσης, του κόστους και της ποιότητας κατά το σχεδιασμό, την κατασκευή και την συντήρηση του κύκλου ζωής των κτιρίων.

Κατά την δημιουργία ενός BIM όλα τα συμβαλλόμενα μέρη συνεισφέρουν στην δόμηση της «εικονικής κατασκευής ενός έργου» χρησιμοποιώντας τα τυποποιημένα αντικείμενα ούτως ώστε να διατηρείται η καλή επικοινωνία μεταξύ τους και να επιτύχει στο τέλος το εγχείρημα του σχεδιασμού. Το BIM ως εργαλείο του κατασκευαστικού τομέα παρέχει στους αρχιτέκτονες, στους μηχανικούς και στους κατασκευαστές την γνώση και τα εφόδια ώστε να επιτύχουν αποτελεσματικότερο σχεδιασμό.



Εικόνα : Αρχιτεκτονική BIM

Πηγή <https://www.youtube.com/watch?v=u8BOa0eiXEU>

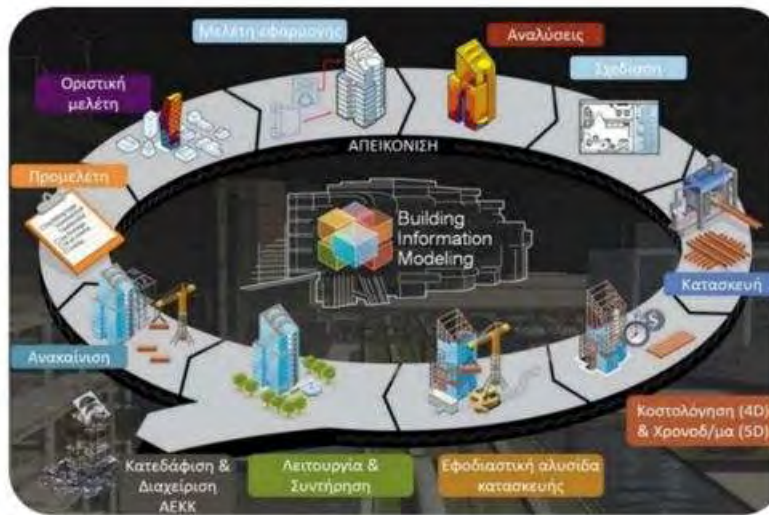
Το BIM που δημιουργείται αποτελεί πηγή πληροφοριών για την κατασκευή, την συντήρηση, την ασφάλεια, αλλά και τα κόστη που εμφανίζονται σε κάθε στάδιο της ζωής του έργου για το οποίο έχει δομηθεί. Ωστόσο, επειδή περιλαμβάνει τεράστιο όγκο πληροφοριών και

λεπτομερειών που δεν ενδιαφέρουν όλα τα συμβαλλόμενα μέλη ταυτόχρονα, κατά την υλοποίηση του ορίζονται οι επιτρεπτές προσβάσεις-παρεμβάσεις κάθε ειδικότητας στο έργο αλλά και ποιος θα βλέπει τι από το μοντέλο.

Υιοθετείται ως μεθοδολογία ολοκληρωμένης προσέγγισης καθώς έχει αποδειχθεί πως βελτιώνει της απόδοση ενός κατασκευαστικού έργου ή την υποδομή ενός δικτύου αφού οι πληροφορίες που περιλαμβάνει είναι τυποποιημένες- καλώς ορισμένες, αλλά και διαθέσιμες καθ' όλη την ζωή του έργου. Για τους επαγγελματίες που εμπλέκονται σε ένα έργο, το BIM αποτελεί ένα εικονικό μοντέλο πληροφόρησης που δομείται από την ομάδα σχεδιαστών (αρχιτέκτονες, αρχιτέκτονες τοπίου, επιθεωρητές, μηχανικούς, πολιτικούς μηχανικούς) και παραδίδεται στον κύριο ανάδοχο και τους υπεργολάβους και στη συνέχεια στον ιδιοκτήτη ή τον φορέα εκμετάλλευσης του έργου. Κάθε επαγγελματίας προσθέτει συγκεκριμένα δεδομένα στο ενιαίο κοινό μοντέλο στο οποίο έχουν πρόσβαση όλοι οι εμπλεκόμενοι. Αυτό μειώνει την απώλεια πληροφοριών που ως τώρα συνέβαινε όταν μια νέα ομάδα αποκτούσε την «κυριότητα» του έργου, ενώ παράλληλα παρέχει εκτενέστερες πληροφορίες στους ιδιοκτήτες πιο περίπλοκων δομών.

Το κτιριακό μοντέλο που δομείται αποτελεί ψηφιακή αναπαράσταση των φυσικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών ενός κτιρίου στον χώρο των 3 διαστάσεων με συνέπεια να αποτελεί μια πιστή και ακριβή απεικόνιση όλων των τεχνικών προδιαγραφών που διέπουν ένα έργο. Ακόμη, βελτιώνει την επικοινωνία και την συνεργασία μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μελών στην κατασκευή, συντήρηση ή την διαχείριση ενός έργου, ενώ παράλληλα κάνει δυνατή και ευκολότερη την εμπειριστατωμένη λήψη αποφάσεων. Σε περιπτώσεις που έχει υιοθετηθεί ως εργαλείο παρατηρείται αύξηση της ποιότητας της μελέτης αλλά και της κατασκευής ολόκληρης, μείωση των σφαλμάτων και των παραλείψεων, μείωση του χρόνου υλοποίησης κάθε σταδίου, καθώς και μείωση του κόστους των εργασιών που είναι απαραίτητες για την ολοκλήρωση αλλά και την λειτουργία του υπό μελέτη έργου.





Εικόνα : Απεικόνιση όλων των φάσεων του κτιρίου που διαχειρίζεται το BIM

Πηγή : <https://www.architecture.org.cy/index.php/architektonika-themata/arthra/item/290-bim>

### 3.2 Από το CAD (Computer Aided Design) στο B.I.M

Ο όρος "Building Information Modeling" (BIM) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Αμερικάνο αρχιτέκτονα Phil Bernstein, μετέπειτα αντιπρόεδρο της εταιρείας λογισμικού Autodesk. Η κοινοποίηση του όρου έγινε αργότερα από τον Jerry Laiserin, αναφερόμενος στην αναπαράσταση της κατασκευαστικής διαδικασίας, για την διευκόλυνση της ανταλλαγής και διαλειτουργικότητας των πληροφοριών σε ψηφιακή μορφή.

Η έννοια του BIM αν και υπήρχε από τη δεκαετία του 1970, με την σημερινή του σημασία χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε έγγραφο στα μέσα της δεκαετίας του 1980 και συγκεκριμένα πρωτοεμφανίστηκε σε έγγραφο του Simon Ruffle που δημοσιεύθηκε το 1986. Στο εν λόγω έγγραφο ο όρος BIM αναφερόταν στο Μοντέλο Κτιρίου-Building Model, ενώ ο όρος BIM ως Building Information Model χρησιμοποιήθηκε το 1992 σε επιστημονικό άρθρο των Nederveen και Tolman. Έως και το 2002 ο όρος BIM δεν ήταν ευρέως χρησιμοποιούμενος αλλά από τότε και έπειτα παρατηρήθηκε πως κέντρισε το ενδιαφέρον αρκετών εταιριών λογισμικού οι οποίες ανέπτυξαν πλήθος εφαρμογών βασισμένων στην αρχική ιδέα που ο όρος αντιπροσώπευε (Wikipedia).

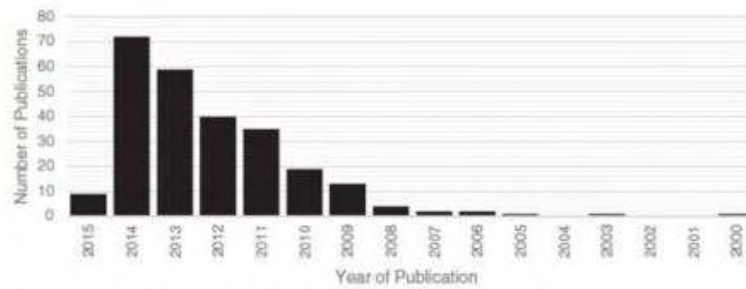


Στην ελληνική βιβλιογραφία ο όρος BIM αποδίδεται με ποικίλους τρόπους όπως «Μοντελοποίηση Κτιριακής Πληροφορίας», «Πληροφοριακό Ομοίωμα Κτιρίου», «Ψηφιακή Απεικόνιση Κτιριακών Πληροφοριών» και άλλα, ωστόσο θεωρείται ότι καμία από τις προσεγγίσεις δεν ικανοποιούν την έννοια του όρου και για το λόγο αυτό στην παρούσα διπλωματική δεν θα υιοθετηθεί καμία από αυτές τις προσεγγίσεις και θα χρησιμοποιηθεί το αγγλικό ακρωνύμιο BIM.

Τα μοντέλα πληροφοριών κτιρίου καλύπτουν ολόκληρο το χρονικό διάστημα εργασιών και έκτασης. Για να διασφαλιστεί η αποτελεσματική διαχείριση των διαδικασιών πληροφόρησης καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της έκτασης, μπορεί να διοριστεί ένας διαχειριστής BIM. Η διαχείριση του BIM συνήθως επιτελείται από μια ομάδα σχεδιασμού για λογαριασμό του πελάτη από την προ-σχεδιαστική ακόμη φάση και μετά για την περαιτέρω ανάπτυξη και παρακολούθηση του BIM σε σχέση με τους προβλεπόμενους και μετρημένους στόχους απόδοσης. Σήμερα παρατηρείται πως εταιρείες εξετάζουν την ανάπτυξη BIM σε διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας αφού ανάλογα με την εφαρμογή του BIM απαιτούνται περισσότερες ή λιγότερες λεπτομέρειες και προσπαθούν να μοντελοποιήσουν την όλη διαδικασία ανάλογα με το επιθυμητό ,για κάθε έργο, επίπεδο λεπτομέρειας που ενδιαφέρει.

Το BIM θεωρείται πλέον το πιο ανερχόμενο σύστημα προσέγγισης του σχεδιασμού, της κατασκευής και της συντήρησης των κτιρίων. Παρά το μικρό διάστημα παρουσίασης του, αρχίζει να κερδίζει έδαφος όχι μόνο σε μεγάλα κατασκευαστικά έργα αλλά και σε μικρότερα. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε μία έρευνα στο Πανεπιστήμιο του Cardiff, μετρήθηκαν οι σχετικές με το BIM δημοσιεύσεις τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια, ώστε να προσδιοριστεί η τάση στο συγκεκριμένο θέμα. Η έρευνα έλαβε χώρα το 2015 και δημοσιεύθηκε το Φεβρουάριο του 2016.

Όπως παρουσιάζεται και στο επόμενο γράφημα, από το 2000 έως το 2015 παρατηρείται μία ραγδαία αύξηση των δημοσιεύσεων σχετικά με το BIM, γεγονός που αντικατοπτρίζει τη γενικότερη στάση της βιομηχανίας, όπου αρχικά το BIM αντιμετωπίστηκε με καχυποψία και σταδιακά η φήμη του άρχισε να εξαπλώνεται. Να σημειωθεί ότι για το έτος 2015 οι μετρήσεις είναι ελλιπείς καθώς η έρευνα βρισκόταν σε εξέλιξη και συνεπώς καταμετρήθηκαν μόνο οι δημοσιεύσεις μέχρι τη στιγμή της έρευνας. (Wikipedia :Building Information modeling)



### 3.3 Επίπεδα Ωριμότητας B.I.M

Μελετώντας το BIM ως μια συνεργατική μέθοδο εργασίας που βασίζεται στην παραγωγή και την ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων φορέων του έργου εντοπίζονται διαφορετικά επίπεδα κοινής συνεργασίας σε ένα κατασκευαστικό έργο. Αυτά είναι γνωστά ως επίπεδα ωριμότητας BIM. Καθώς προχωρούμε στα επίπεδα ωριμότητας, η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων συμβαλλόμενων μερών αυξάνεται. Προς το παρόν, υπάρχουν και έχουν προσδιορισθεί τέσσερα διαφορετικά επίπεδα ωριμότητας BIM.

#### 3.3.1 BIM Επίπεδο 0 (Περιορισμένη Συνεργασία)

Είναι το πιο απλό βήμα της διαδικασίας δημιουργίας πληροφοριών. Δεν περιλαμβάνει πρακτικά κανένα επίπεδο συνεργασίας. Σε αυτή τη φάση, η παραγωγή και η ανταλλαγή πληροφοριών πραγματοποιούνται με τη βοήθεια χαρτιού και μη διαλειτουργικών ηλεκτρονικών εγγράφων. Τα σχέδια CAD χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια του επιπέδου 0, αλλά δεν υπάρχει κοινή χρήση των παραγόμενων μοντέλων πληροφοριών. Ο κλάδος έχει ήδη ξεπεράσει αυτό το βήμα και κατευθύνεται προς έναν πιο συνεργατικό τρόπο παραγωγής και διανομής των απαραίτητων πληροφοριών.

#### 3.3.2 BIM Επίπεδο 1 (Μερική Συνεργασία)

Ένας μεγάλος αριθμός εταιρειών υλοποιούν σήμερα την δουλειά τους σε αυτό το επίπεδο. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται ένα κοινό περιβάλλον δεδομένων (CDE). Ένα κοινό περιβάλλον δεδομένων ή το CDE είναι ένα κοινό κοινόχρηστο αποθετήριο όπου συλλέγονται και διαχειρίζονται όλα τα απαραίτητα δεδομένα έργου. Λογισμικά όπως το Aconex ή το Viewpoint μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως CDE. Ο ανάδοχος είναι συνήθως αυτός που διαχειρίζεται ένα CDE. Με λίγα λόγια, το BIM Level 1 επικεντρώνεται στη μετάβαση από CAD σε 2D και 3D μοντέλα πληροφοριών. Παρά την ύπαρξη κοινού περιβάλλοντος δεδομένων, τα παραγόμενα μοντέλα δεν διανέμονται μεταξύ των διαφόρων παραγόντων.

#### 3.3.3 BIM Επίπεδο 2 (Πλήρης Συνεργασία)

Το κύριο ενδιαφέρον που επικεντρώνεται σε αυτό το επίπεδο είναι ο τρόπος με τον οποίο οι πληροφορίες μοιράζονται στα διάφορα μέλη του έργου. Δύο νέες διαστάσεις, που σχετίζονται με τη διαχείριση έργων, εισάγονται σε αυτό το επίπεδο. Είναι το 4D (GenieBelt) που σχετίζεται με τη διαχείριση του χρόνου και το 5D (Aconex) που συνδέεται με τον υπολογισμό του προϋπολογισμού. Η προδιαγραφή PAS 1192 έχει επίσης επιτακτική σημασία, καθώς ορίζει τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την επίτευξη ενός έργου κατασκευής στο BIM Level 2. Η συνεργατική εργασία βρίσκεται στο επίκεντρο του επιπέδου 2 του BIM. Παρόλα αυτά, δεν απαιτεί από κάθε πλευρά που συμμετέχει στο έργο να λειτουργεί με τα ίδια μοντέλα 3D CAD.

Αντίθετα, όλοι είναι ελεύθεροι να χρησιμοποιήσουν ένα ξεχωριστό μοντέλο CAD. Αυτό που είναι πραγματικά σημαντικό είναι η ύπαρξη ενός κοινού τύπου αρχείου (ένα αρχείο IFC για παράδειγμα) που περιέχει όλες τις πληροφορίες σχεδιασμού. Με άλλα λόγια, μιλάμε για ένα μοντέλο πλήρους συνεργασίας μεταξύ των πολυάριθμων πλευρών του σχεδίου. Με αυτόν τον τρόπο, τα μέρη που συνδέονται με το έργο μπορούν να έχουν μια συνολική εικόνα όλων των διαθέσιμων πληροφοριών και να το τροποποιήσουν αναλόγως. Χάρη σε αυτό, είναι σε θέση να συγκεντρώσουν ένα ενοποιημένο μοντέλο BIM. Τελευταία, αλλά πραγματικά σημαντική λεπτομέρεια είναι ότι το λογισμικό CAD, το οποίο κάθε μέρος χρησιμοποιεί, θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να εξαγεται σε κοινούς τύπους αρχείων (π.χ. αρχεία IFC, αρχεία COBie κ.λπ.).

Χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο ήδη πιέζουν σκληρά προς αυτή την κατεύθυνση. Η εντολή της κυβέρνησης του Ηνωμένου Βασιλείου για την υιοθέτηση του μοντέλου BIM 2 σε κάθε δημόσιο έργο καθιστά σαφές ότι επικεντρώνεται ιδιαίτερα στη βελτιστοποίηση της κατασκευαστικής διαδικασίας.

### 3.3.4 BIM Επίπεδο 3 (Πλήρης Ενσωμάτωση)

Το BIM Level 3 είναι ο απώτερος στόχος για τον κατασκευαστικό κλάδο. Το κύριο σημείο του είναι η επίτευξη της πλήρους ενσωμάτωσης (iBIM) των πληροφοριών σε ένα περιβάλλον που βασίζεται σε cloud. Αυτό θα επιτευχθεί με τη χρήση ενός κοινού μοντέλου. Το μοντέλο θα είναι προσβάσιμο σε οποιονδήποτε σχετιζόμενο με το έργο φορέα. Επιπλέον, οι διάφοροι συμμετέχοντες που εργάζονται στο έργο θα είναι σε θέση να το επεξεργαστούν ή / και να προσθέσουν τις δικές τους πληροφορίες. Μια νέα διάσταση (6D) που επικεντρώνεται στη διαχείριση του κύκλου ζωής του κτιρίου αναμένεται να προστεθεί σε αυτό το σημείο. Διαστάσεις που σχετίζονται με τον χρόνο (4D) και το κόστος (5D) είναι επίσης διαθέσιμες. Προς το παρόν, εξακολουθούν να υπάρχουν ορισμένες αμφιβολίες σχετικά με θέματα πνευματικής ιδιοκτησίας και ευθύνης αλλά αυτά αναμένεται να λυθούν καθώς όλη η διαδικασία προχωρά.

(πηγή : <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained> )

### 3.4 Χρήση BIM στην Διαχείριση των Κατασκευών

Οι συμμετέχοντες στην οικοδομική διαδικασία αντιμετωπίζουν διαρκώς την πρόκληση επιτυχημένων έργων παρά τους περιορισμένους προϋπολογισμούς, το περιορισμένο ανθρώπινο δυναμικό, τα επιταχυνόμενα χρονοδιαγράμματα και τις περιορισμένες ή αντικρουόμενες πληροφορίες. Οι σημαντικοί κλάδοι, όπως τα αρχιτεκτονικά, τα δομικά και τα μηχανολογικά στοιχεία μιας κατασκευής-υποδομής πρέπει να είναι καλά συντονισμένα, καθώς δύο πράγματα δεν μπορούν να γίνουν στον ίδιο τόπο και χρόνο. Το BIM βοηθά στην ανίχνευση αποκλίσεων σε αρχικό στάδιο και προσδιορίζει την ακριβή τους θέση.

Η ιδέα του BIM προβλέπει την εικονική κατασκευή μιας εγκατάστασης πριν από την πραγματική φυσική της κατασκευή προκειμένου να μειωθεί η αβεβαιότητα, να βελτιωθεί η ασφάλεια, να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα και να προσομοιωθούν και να αναλυθούν οι πιθανές επιδράσεις. Οι ποσότητες και οι ιδιότητες των υλικών μπορούν να προσδιορισθούν εύκολα. Τα πεδία της εργασίας μπορούν να απομονωθούν και να καθοριστούν. Τα συστήματα, τα συγκροτήματα και οι ακολουθίες μπορούν να παρουσιαστούν σε σχετική κλίμακα με ολόκληρη τη μονάδα ή ομάδα εγκαταστάσεων. Το BIM αποτρέπει επίσης τα σφάλματα, επιτρέποντας την σύγκρουση ή την «ανίχνευση σύγκρουσης», όπου το υπολογιστικό μοντέλο υπογραμμίζει οπτικά στην ομάδα που δομικά στοιχεία του κτιρίου (π.χ. κατασκευαστικά πλαίσια ή δίκτυα αγωγών του κτιρίου) διασταυρώνονται-τέμνονται λανθασμένα.



Εικόνα: Ενδιαφερόμενοι στο BIM

#### 3.4.1 Χρήση του BIM από Αρχιτέκτονες

Το BIM ως εργαλείο επιτρέπει στον αρχιτέκτονα μηχανικό την εννοιολογική σχεδίαση και την τεκμηρίωση μιας κατασκευής μέσα σε ένα ενιαίο περιβάλλον λογισμικού. Συντελεί στην βελτίωση της απόδοσης ενός κτιρίου και δημιουργεί εντυπωσιακές απεικονίσεις. Στο επίπεδο του σχεδιασμού κατά την δόμηση του BIM τοποθετούνται ευφυή στοιχεία όπως τοίχοι, πόρτες και παράθυρα ενώ παράλληλα εντός του λογισμικού όπου δομείται είναι δυνατόν να κατασκευασθούν όροφοι, άλλα δομικά τμήματα, χρονοδιαγράμματα, προβολές 3D και απεικονίσεις. Κατά το στάδιο της ανάλυσης βελτιστοποιείται η απόδοση του κτιρίου από τις αρχές κιόλας της διαδικασίας σχεδιασμού, πραγματοποιούνται εκτιμήσεις κόστους και παρακολουθούνται οι αλλαγές απόδοσης κατά τη διάρκεια ζωής του έργου και του κτιρίου. Στο περιβάλλον δόμησης του BIM δημιουργούνται φωτορεαλιστικές απεικονίσεις και προβάλλεται το έργο στον χώρο των τριών διαστάσεων 3D επεκτείνοντας έτσι τον σχεδιασμό σε επίπεδο εικονικής πραγματικότητας. Τα αρχιτεκτονικά δεδομένα που εισάγει ο μηχανικός στην πλατφόρμα του BIM είναι δυνατόν να μοιραστούν με άλλους μηχανικούς και εργολάβους που σχετίζονται με το έργο με αποτέλεσμα να μειώνονται τα καθήκοντα συντονισμού και να μειώνονται οι χρόνοι ολοκλήρωσης των ενδιάμεσων σταδίων εξέλιξης ενός έργου.

#### 3.4.2 Χρήση του BIM από Μηχανικούς Κατασκευαστικών Έργων

Κατά την μελέτη και την σχεδίαση ενός κατασκευαστικού έργου είναι απαραίτητος ο έλεγχος πληρότητας και συμμόρφωσης του έργου στους κανονισμούς κατασκευής, αλλά και ασφάλειας που ισχύουν στην εκάστοτε χώρα όπου θα υλοποιηθεί η κατασκευή. Έτσι οι μηχανικοί που συμμετέχουν στην σχεδίαση του έργου φέρουν ευθύνη για την τήρηση των εν λόγω κανονισμών και χρησιμοποιώντας το BIM ως εργαλείο μπορούν να ελέγξουν και να αξιολογήσουν αν η μελέτη συμμορφώνεται και είναι δυνατόν να υλοποιηθεί στην πράξη. Ακόμη, κατά την μελέτη την αντοχής των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι δυνατόν εντός του BIM να δομηθεί το τρισδιάστατο μοντέλο του σκυροδέματος και του χάλυβα που θα χρησιμοποιηθεί για να δομηθεί ο σκελετός της κατασκευής και να ελεγχθούν τα λεπτομερή σχέδια ενισχύσεων ούτως ώστε να τεκμηριωθεί η σχεδίαση και να ελεγχθεί η κάμψη-αντοχή της κατασκευής. Με την παραπάνω διαδικασία οι πολιτικοί μηχανικοί αναλύουν και ελέγχουν από δομικής άποψης εάν είναι δυνατόν να προχωρήσει η κατασκευή από το στάδιο της μελέτης στο στάδιο της κατασκευής με πραγματικά υλικά στο πεδίο.

#### 3.4.3 Χρήση του BIM από Μηχανολόγους Μηχανικούς

Η χρήση του BIM κατά την σχεδίαση της μηχανολογικής εγκατάστασης, αλλά και τον προσδιορισμό των ενεργειακών απαιτήσεων μιας κατασκευής επιτρέπει ακριβέστερο σχεδιασμό των εν λόγω στοιχείων σε σχέση με την ορθή τοποθέτηση των άλλων δομικών και

αρχιτεκτονικών στοιχείων. Η προσθήκη τέτοιου τύπου πληροφορίας στο BIM οδηγεί σε ολοκληρωμένο και βέλτιστο σχεδιασμό της κατασκευής καθώς βελτιώνει γενικότερα την μηχανική σχεδίαση και επιτρέπει τον συντονισμό των επιμέρους εργασιών σχεδίασης. Επιπλέον μέσω προσομοιώσεων ανιχνεύονται πιθανές σχεδιαστικές αστοχίες και με την χρήση ενεργειακών μοντέλων και προτύπων αναλύεται η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

#### 3.4.4 Χρήση του BIM από Κατασκευαστές και Οικοδόμους

Η αξιοποίηση του BIM στο στάδιο αυτό επιτρέπει την αξιολόγηση της ικανότητας κατασκευής σε πρώιμο στάδιο πριν ακόμη ξεκινήσει η κατασκευή. Οι άνθρωποι που συμμετέχουν στην οικοδόμηση της κατασκευής κατανοούν καλύτερα τα μέσα, τις μεθόδους και τα υλικά και πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ούτως ώστε να έχουν από πριν μια εικόνα για το πώς οι μηχανικοί και οι ιδιοκτήτες έχουν οραματιστεί το οικοδόμημα. Χρησιμοποιώντας μοντέλα αποφάσεων προετοιμάζουν και λαμβάνουν ανάλογες αποφάσεις σχεδιασμού ούτως ώστε να μοντελοποιηθεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το εγχείρημα τους. Εντός του περιβάλλοντος που αναπτύσσεται ένα συνηθισμένο BIM περιλαμβάνονται μοντέλα συνδέσεων χάλυβα που επιτρέπουν την απεικόνιση υψηλότερου επιπέδου δομικής λεπτομέρειας συμβάλλοντας έτσι στη μείωση του χρόνου κατασκευής.

Ακόμη, το BIM είναι υπεύθυνο για την βελτίωση της αποτελεσματικότητας γραφείου-πεδίου μέσω των συντονισμένων πληροφοριών που φέρει, καθώς και για την διασφάλιση και έλεγχο ποιότητας της κατασκευής. Σε όλες τις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται παρατηρείται αύξηση παραγωγικότητας της διάταξης του εργοταξίου με αποτέλεσμα να υιοθετείται ολοένα και περισσότερο η χρήση του.

#### 3.5 Χρήση BIM στην Λειτουργία μιας Εγκατάστασης

Το BIM μπορεί να γεφυρώσει την απώλεια πληροφοριών που σχετίζεται με το χειρισμό ενός έργου από την ομάδα σχεδιασμού, την ομάδα κατασκευής και τον ιδιοκτήτη / φορέα κτιρίου επιτρέποντας σε κάθε ομάδα να προσθέσει και να ανατρέξει σε όλες τις πληροφορίες που αποκτά κατά τη διάρκεια της συνεισφοράς της στο μοντέλο BIM. Αυτό μπορεί να αποφέρει οφέλη στον ιδιοκτήτη ή τον διαχειριστή της εγκατάστασης.

Για παράδειγμα, ένας ιδιοκτήτης κτιρίου μπορεί να βρει στοιχεία για μια πιθανή διαρροή στο κτίριό του. Αντί να διερευνήσει το φυσικό κτίριο, μπορεί να στραφεί στο μοντέλο και να δει ότι μια βαλβίδα νερού βρίσκεται στην ύποπτη θέση. Θα μπορούσε επίσης να έχει στο μοντέλο το συγκεκριμένο μέγεθος βαλβίδας, τον κατασκευαστή, τον αριθμό εξαρτήματος και κάθε άλλη πληροφορία που έχει εξεταστεί ποτέ στο παρελθόν. Οι δυναμικές πληροφορίες σχετικά με το κτίριο, όπως οι μετρήσεις των αισθητήρων και τα σήματα ελέγχου από τα συστήματα κτιρίων,



μπορούν επίσης να ενσωματωθούν στο λογισμικό BIM για την υποστήριξη της ανάλυσης της λειτουργίας και της συντήρησης του κτιρίου.

Στο εξωτερικό έχουν γίνει προσπάθειες για τη δημιουργία μοντέλων πληροφόρησης για παλαιότερες, προϋπάρχουσες εγκαταστάσεις. Οι προσεγγίσεις περιλαμβάνουν την αναφορά βασικών μετρήσεων όπως ο δείκτης κατάστασης εγκατάστασης (FCI) ή η χρήση τεχνικών 3D σάρωσης με λέιζερ και τεχνικών φωτογραμμετρίας (χωριστά ή σε συνδυασμό) για τη λήψη ακριβών μετρήσεων του προτερήματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για ένα πρότυπο μοντέλο. Η προσπάθεια μοντελοποίησης ενός κτιρίου που κατασκευάστηκε το 1927, απαιτεί πολυάριθμες υποθέσεις σχετικά με τα πρότυπα σχεδιασμού, τους οικοδομικούς κώδικες, τις μεθόδους κατασκευής, τα υλικά και είναι συνεπώς πιο περίπλοκο από την κατασκευή ενός μοντέλου κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού.

### 3.6 Χρήση BIM στη Διαχείριση Γης και το Κτηματολόγιο

Το BIM μπορεί να προσφέρει οφέλη για τη διαχείριση στρωματοποιημένων κτηματολογικών επιπέδων σε αστικά δομημένα περιβάλλοντα. Το πρώτο πλεονέκτημα είναι η ενίσχυση της οπτικής επικοινωνίας των συσσωρευμένων χωματουργικών, και των σύνθετων κτηματολογικών επιπέδων για μη ειδικούς. Η πληθώρα χωρικών και σημασιολογικών πληροφοριών σχετικά με τις φυσικές δομές μέσα στα μοντέλα μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση των ορίων του κτηματολογίου παρέχοντας μια σαφή οριοθέτηση ιδιοκτησίας, δικαιωμάτων, ευθυνών και περιορισμών. Επιπλέον, η χρήση του BIM για τη διαχείριση των κτηματολογικών πληροφοριών προωθεί τα τρέχοντα συστήματα διαχείρισης γης από ένα περιβάλλον δισδιάστατων και αναλογικών δεδομένων σε ένα ψηφιακό, ευφυές, διαδραστικό και δυναμικό 3D. Το BIM ξεκλειδώνει την αξία των κτηματολογικών πληροφοριών σχηματίζοντας μια γέφυρα μεταξύ αυτών των πληροφοριών και του διαδραστικού κύκλου ζωής και της διαχείρισης των κτιρίων.

(πηγή: [https://www.b2green.gr/el/post/483/building-information-modeling-\(bim\)-orismos-ta-ofeli-kai-oi-efarmoges](https://www.b2green.gr/el/post/483/building-information-modeling-(bim)-orismos-ta-ofeli-kai-oi-efarmoges) )

### 3.7 Αποδοχή και χρήση του BIM σε παγκόσμιο επίπεδο

Το BIM είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία στην βιομηχανία των κατασκευών που συνήθως αργεί να υιοθετήσει αλλαγές. Ωστόσο, υπέρμαχοι αυτής της νέας τεχνολογίας είναι βέβαιοι ότι το BIM θα αποκτήσει ακόμη σημαντικότερο ρόλο στην τεκμηρίωση των οικοδομών στο μέλλον. Σε συνέδριο που πραγματοποιήθηκε το 2013 στην Μαλαισία για την ποιότητα ζωής επισημάνθηκε και αναγνωρίστηκε σε παγκόσμιο επίπεδο πως «Η Γερμανία, η Φινλανδία και οι

Ηνωμένες Πολιτείες θεωρούνται σήμερα οι πρωτοπόρες χώρες για την τεχνολογία αυτή, ενώ το προηγούμενο ρεκόρ είχε καταγραφεί κατά την πρώιμη εξέλιξη του BIM ήδη από το 1982 από τον Gabor Bojar μέσω της Graphisoft στην Ουγγαρία. Τονίσθηκε πως οι ΗΠΑ είναι οι μεγαλύτεροι παραγωγοί και καταναλωτές προϊόντων BIM και η ροή της διάδοσης της γνώσης για το BIM γενικά προέρχεται από τις ΗΠΑ προς άλλες αναπτυσσόμενες χώρες. Σύμφωνα με τους Khosrowshahi και Arayici (2012), η Φινλανδία είναι ο παγκόσμιος ηγέτης στην εφαρμογή BIM και αποτελεί την χώρα όπου γεννήθηκε το λογισμικό BIM (Tekla και Vicosoft). Εντούτοις, αναγνωρίσθηκε πως το Ηνωμένο Βασίλειο, το Χονγκ Κονγκ, η Σιγκαπούρη, η Νότια Κορέα και η Αυστραλία είναι επίσης χώρες που σημειώνουν πρόοδο προς την κατεύθυνση της υιοθέτησης του BIM σε εθνικό επίπεδο αν και οι κατασκευαστικές τους οργανώσεις δεν το αξιοποιούν ακόμα επιθετικά. Συγκεκριμένα για το Ηνωμένο Βασίλειο οι Khosrowshahi και Arayici (2012) διατύπωσαν την άποψη πως ο κατασκευαστικός τομέας του Ηνωμένου Βασιλείου αντιμετωπίζει αργές προοδευτικές αλλαγές στην εφαρμογή του BIM και πως αντιμετωπίζει δυσκολία εφαρμογής του, καθώς η υιοθέτηση του πιστεύεται πως συνεπάγεται με υψηλότερο πρόσθετο κόστος έργου, υπάρχει ελλιπής εκπαίδευση και η πλειοψηφία των σχεδιαστών είναι ακόμα εξοικειωμένοι με τη χρήση cad σχεδίων στις υπηρεσίες σχεδιασμού τους αντί του BIM. Παρακάτω θα παρουσιασθεί συνοπτικά η αποδοχή και η χρήση του BIM σε παγκόσμιο επίπεδο.

### 3.7.1 Χρήση BIM στην Ασία

Το **Hong Kong** αδιαμφισβήτητα αποτελεί ένα κέντρο κατασκευής και στην έκταση του εμφανίζονται πολλοί υποτομείς της κατασκευαστικής βιομηχανίας. Έργα όπως σήραγγες, οδοί, οδογέφυρες, αυτοκινητόδρομοι και σιδηρόδρομοι συναντώνται σε όλη την έκταση της εν λόγω διοικητικής περιφέρειας της Κίνας. Ακόμη, στον τομέα αυτό εντοπίζονται εξειδικευμένες ειδικότητες μηχανικών όπως γεωτεχνικοί μηχανικοί, ναυπηγοί αλλά και νεότερες τεχνολογίες όπως το περιβαλλοντικά σχεδιασμένο κτίριο που απαιτεί μηχανικούς περιβάλλοντος. Η ακμή και η πολυπλοκότητα των έργων που δομούνται στην εν λόγω περιοχή επιβάλλει την χρήση εργαλείων ολοκληρωμένου σχεδιασμού και διαχείρισης με αποτέλεσμα η τεχνολογία BIM να έχει κερδίσει έδαφος και να υιοθετείται ολοένα και περισσότερο από ιδιωτικούς αλλά και Δημόσιους φορείς. Ενδεικτικά αναφέρονται οι παρακάτω φορείς που προώθησαν την τεχνολογία του BIM στην περιοχή μελέτης. Σε πρώιμο στάδιο, η Αρχή Στέγασης του Hong Kong (Hong Kong Housing Authority-HA), που ξεκίνησε να δομεί τα πρώτα κτιριακά μοντέλα πληροφοριών το 2006, έθεσε ως στόχο την πλήρη εφαρμογή του BIM έως το 2014/2015 υιοθετώντας το ως εργαλείο διαχείρισης της κτιριακής υποδομής της Χώρας. Στην συνέχεια, το Ινστιτούτο Μοντελοποίησης Κτιριακών Πληροφοριών (HKIBIM) του Hong Kong ιδρύθηκε το 2009 προκειμένου να προωθήσει την νέα τεχνολογική τάση ενώ παράλληλα αξιοσημείωτη



είναι η δράση προς την κατεύθυνση αυτή του BuildingSmart Hong Kong που αποτελεί ανεξάρτητο, διεθνή, μη κερδοσκοπικό οργανισμό και υποστηρίζει το ανοικτό BIM.

Στην **Ινδία** το BIM είναι επίσης γνωστό αλλά με τον όρο VDC: εικονικός σχεδιασμός και κατασκευή (Virtual Design and Construction). Ωστόσο, αν και η αγορά κατασκευών είναι αρκετά διευρυμένη λόγω του πληθυσμού αλλά και της οικονομικής ανάπτυξης της Χώρας, η χρήση του BIM σε έρευνες του 2014 αποδεικνύουν ότι μόνο το 22% των μηχανικών και των εμπλεκόμενων στον κατασκευαστικό τομέα το έχει χρησιμοποιήσει.

Η Ένωση Μοντελοποίησης Κτιριακών Πληροφοριών του **Ιράν** (IBIMA) ιδρύθηκε το 2012 από επαγγελματίες μηχανικούς που προέρχονται από πέντε πανεπιστήμια του Ιράν, συμπεριλαμβανομένου του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Amirkabir. Λόγω της κατάστασης που επικρατεί στην Χώρα δεν είναι στην πραγματικότητα ενεργή η δράση του Φορέα, αλλά η Ένωση στο μέλλον στοχεύει να μοιράσει τους πόρους της γνώσης για να υποστηρίξει τη λήψη αποφάσεων στη διαχείριση μηχανικών κατασκευών.

Μία από τις κυβερνητικές ατζέντες της **Μαλαισίας** προς εφαρμογή στις 12 Εθνικές Βασικές Οικονομικές Περιοχές της (NKEAs) αφορά την ενίσχυση της επιχειρηματικής ανάπτυξης στην κατασκευαστική βιομηχανία. Για το θέμα αυτό, οι εμπλεκόμενοι στην κατασκευαστική δραστηριότητα και οι οργανώσεις τους υιοθέτησαν επιθετικά νέες τεχνολογίες προκειμένου να παραμείνουν ανταγωνιστικές στην τρέχουσα αγορά. Η Μοντελοποίηση Κτιριακών Πληροφοριών αποτελεί μία από τις νέες αναδυόμενες τεχνολογίες που συντελούν στον σχεδιασμό, στην κατασκευή και την διαχείριση εγκαταστάσεων αλλά παρά τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την χρήση της αναφέρεται πως η τοπική κατασκευαστική βιομηχανία είναι απρόθυμη για την ανάπτυξη της τεχνολογίας αυτής στην παροχή υπηρεσιών. Ωστόσο, σε Κρατικό επίπεδο στοχεύεται η εφαρμογή του BIM να ανέλθει στο επίπεδο 2 έως το έτος 2020 με επικεφαλής το Συμβούλιο Ανάπτυξης της Κατασκευαστικής Βιομηχανίας (CIDB Malaysia). Όπως είναι φανερό έχουν τεθεί εθνικοί στόχοι και σύμφωνα με το Γενικό Σχέδιο της Βιομηχανίας των Κατασκευών 2016-2020 (Construction Industry Master Plan) και ελπίζεται ότι αν δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στην υιοθέτηση της τεχνολογίας του BIM σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του έργου θα επιτευχθεί υψηλότερη παραγωγικότητα στον τομέα.

Η Αρχή Οικοδομών και Κατασκευών της **Σιγκαπούρης** (Building and Construction Authority - BCA) είχε ανακοινώσει πως το BIM έπρεπε να εισαχθεί στο στάδιο εκπόνησης των αρχιτεκτονικών μελετών έως το 2013. Η εξέλιξη της παραπάνω πρωτοβουλίας ήταν η υποχρεωτική υποβολή BIM για όλα τα έργα με μικτό εμβαδόν δαπέδου άνω των 5.000

τετραγωνικών μέτρων από το έτος 2015 και μετά. Παράλληλα επισημαίνεται πως η Ακαδημία BCA εκπαιδεύει φοιτητές στην νέα αυτή τεχνολογία.

Στην **Νότια Κορέα** τα πρώτα μικρά σεμινάρια σχετικά με το BIM ήταν αποτέλεσμα ανεξάρτητης από το κράτος προσπάθειας και πρωτοργανώθηκαν κατά την δεκαετία του 1990. Ωστόσο, μέχρι τις αρχές του 2000 η κορεατική βιομηχανία δεν είχε δώσει ιδιαίτερη προσοχή στο εργαλείο αυτό. Η πρώτη διάσκεψη BIM σε επίπεδο βιομηχανίας πραγματοποιήθηκε τον Απρίλιο του 2008 και έκτοτε παρατηρήθηκε πως το BIM εξαπλώθηκε πολύ γρήγορα. Από το 2010, η κορεατική κυβέρνηση αυξάνει σταδιακά την χρήση των BIM στην εκπόνηση μεγάλων έργων.

Όσον αφορά τα **Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα** αξίζει να αναφερθεί πως ο Δήμος του Ντουμπάι εξέδωσε μια εγκύκλιο το 2014 με την οποία επιβάλλει τη χρήση του BIM για κτίρια συγκεκριμένου μεγέθους, ύψους ή τύπου. Η δράση αυτή προκάλεσε ενδιαφέρον για το BIM και η αγορά ανταποκρίθηκε στο πλαίσιο προετοιμασίας για περισσότερες οδηγίες, κατευθύνσεις και λεπτομέρειες. Το 2015 ο Δήμος εξέδωσε συμπληρωματική εγκύκλιο με τίτλο «Σχετικά με την επέκταση της εφαρμογής του (BIM) σε κτίρια και εγκαταστάσεις στο Εμιράτο του Ντουμπάι», η οποία πλέον καθιστά υποχρεωτική τη λειτουργία του BIM σε περισσότερα έργα μειώνοντας το ελάχιστο μέγεθος-έκτασης εγκαταστάσεων και ελάχιστη απαίτηση ύψους για έργα που απαιτούν BIM. Αυτή η δεύτερη εγκύκλιος οδήγησε σε περαιτέρω υιοθέτηση του BIM σε έργα και σχέδια οργανισμών που όπως παρατηρείται υιοθετούν συγκεκριμένα τα βρετανικά πρότυπα BIM ως βέλτιστη πρακτική. Το 2016 το Εμιράτο προχώρησε την δράση του στον τομέα των Μοντέλων Κτιριακών Πληροφοριών και όρισε διευθύνουσα ομάδα BIM ως επιτροπή ποιότητας και συμμόρφωσης των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων (UAE's Quality and Conformity Commission) για να διερευνήσει την υιοθέτηση του BIM από το κράτος.

### 3.7.2 Χρήση BIM στην Ευρώπη

Οι διάφορες ευρωπαϊκές χώρες έχουν διαφορετικές οικοδομικές κουλτούρες με αποτέλεσμα να δρομολογούνται διαφορετικές εθνικές οδηγίες σχετικά με την νέα τεχνολογία του BIM. Έχει επιλεχθεί να υιοθετούνται κοινές στρατηγικές χρήσης του BIM τουλάχιστον στα δημόσια έργα. Οι αρμόδιοι κρατικοί φορείς που λαμβάνουν θέση προώθησης των νέων τεχνολογιών βάσει εθνικών αυστηρών προτύπων είναι πεπεισμένοι πως οι τυποποιημένες δομές βοηθούν στην επικοινωνία μεταξύ των χωρών που ανήκουν στην Ευρώπη. Θεωρούν πως οι τυποποιημένες δομές που ορίζονται μέσω εθνικών προτύπων βελτιώνουν τις διασυνοριακές στρατηγικές, ενώ παράλληλα εγγυώνται διαφανείς προμήθειες μεταξύ των συνεργαζόμενων φορέων. Οι τυποποιημένες δομές γενικότερα ενθαρρύνουν τη βελτίωση των λογισμικών BIM και βοηθούν

στην εστίαση προς την αρχιτεκτονική. Παρακάτω παρουσιάζονται εθνικές ευρωπαϊκές δράσεις σχετικά με το BIM.

Η **Αυστρία** δεν διαθέτει Υπουργείο κατασκευής και στέγασης. Έτσι, όλα τα συναφή καθήκοντα φροντίζονται από την BIG η οποία και αξιολογεί την εφαρμογή του BIM για μελλοντικά έργα. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί πως το Κράτος της Αυστρίας επιτελεί ολοκληρωμένη πολιτική στην υιοθέτηση των BIM στο εθνικό σχέδιο ανάπτυξης και θεωρεί ως προαπαίτηση για την ανάπτυξη του νέου τεχνολογικού μέσου την δημιουργία εθνικών προτύπων. Υπεύθυνη για τη δημιουργία εθνικών προτύπων είναι η ASI (Αυστριακό Ινστιτούτο Προτύπων) και σε εφαρμογή έχουν χρησιμοποιηθεί τα παρακάτω διαθέσιμα Αυστριακά πρότυπα ψηφιακής μοντελοποίησης σχετικά με το BIM :

- BIM 6240-4: 2012 που επικεντρώνεται σε αρχεία και είναι υποχρεωτικό.
- A 6241-1: 2015: BIM Επίπεδο 2 (βάσει του προτύπου A 6240-4). Επεκτάθηκε σε πιο λεπτομερή περιγραφή των εκτελεστικών σταδίων σχεδιασμού και διόρθωσε την έλλειψη ορισμών που εντοπιζόταν στο προηγούμενο στάδιο του.
- A 6241-2: 2015: BIM Επίπεδο 3 βασισμένο σε ένα διακομιστή ιδιοτήτων IFC / bSdd που παρέχεται από το ASI. Περιλαμβάνει όλες τις απαιτήσεις για το BIM Level 3 (iBIM).

Η **Τσέχικη Δημοκρατία** αποφάσισε την σύσταση του Τσέχικου Συμβουλίου BIM μόλις τον Μάιο του 2011. Ο Φορέας αυτός έθεσε ως στόχο την ευρύτερη εφαρμογή μεθοδολογιών BIM στην τσεχική οικοδόμηση και στην σχεδιαστική διαδικασία. Ακόμη, θεώρησε σημαντική και απαραίτητη την εισαγωγή της νέας τεχνολογίας στην εκπαίδευση, ενώ παράλληλα κινήθηκε προς την προτυποποίηση της ψηφιακής μοντελοποίησης και την προώθηση της μέσω της νομοθεσίας.

Στην **Εσθονία** δημιουργήθηκε το 2015 το Ψηφιακό Σύμπλεγμα Κατασκευών (Digitaalehituse Klaster) για την ανάπτυξη λύσεων BIM για ολόκληρο τον κύκλο ζωής μιας κατασκευής. Ο στρατηγικός στόχος του εν λόγω φορέα είναι η ανάπτυξη καινοτόμου ψηφιακού κατασκευαστικού περιβάλλοντος, καθώς και νέα προϊόντα στον τομέα του VDCM (Virtual Design and Construction Modeling). Θεωρεί ακόμη σημαντική την ίδρυση δικτύου ηλεκτρονικών κατασκευών για να επιτευχθεί αύξηση της διεθνούς ανταγωνιστικότητας, αλλά και αύξηση των πωλήσεων εσθονικών επιχειρήσεων στον τομέα των κατασκευών. Ο προαναφερθέν φορέας συγχρηματοδοτείται από τα Ευρωπαϊκά Διαρθρωτικά Ταμεία και τα Ταμεία Επενδύσεων μέσω της Enterprise Estonia (EAS) και των μελών του ομίλου με συνολικό προϋπολογισμό 600.000 ευρώ για την περίοδο 2016-2018. Αξίζει να αναφερθεί πως η EAS προωθεί την επιχειρηματική και περιφερειακή πολιτική στην Εσθονία και είναι ένας από τους μεγαλύτερους θεσμούς του εθνικού συστήματος στήριξης της επιχειρηματικότητας

παρέχοντας οικονομική βοήθεια, συμβουλευτικές υπηρεσίες, ευκαιρίες συνεργασίας και κατάρτιση για επιχειρηματίες, ερευνητικά ιδρύματα και μη κερδοσκοπικούς τομείς.

Στην **Γαλλία**, έχει δημιουργηθεί ένα Ψηφιακό Σχέδιο για τη μετάβαση στην Οικοδόμηση (PTNB), που έχει επιβληθεί από το 2015 έως το 2017, και δρομολογείται-προωθείται από διάφορα Υπουργεία. Αξιόλογη ωστόσο κρίνεται και η ύπαρξη του τομέα Mediaconstruct που υφίσταται από το 1989 και αποτελεί τον γαλλικό βραχίονα του buildingSMART. Μέσω των παραπάνω φορέων και σχεδίων η Γαλλία έχει δρομολογήσει την εισαγωγή του νέου τεχνολογικού μέσου (BIM) στην κατασκευαστική διαδικασία.

Στην **Γερμανία** η ανάγκη και το ενδιαφέρον για περαιτέρω πληροφορίες σχετικά με την μέθοδο εργασίας με βάση το μοντέλο BIM αυξάνονται ολοένα και περισσότερο. Έως τώρα οι εφαρμογές BIM που έχουν δομηθεί σε ιδιωτικά έργα από θεσμούς, δημόσιους φορείς και αρχές δεν έχουν επαρκές θεωρητικό υπόβαθρο και υλοποιούνται με βάσει διαφορετικά πρότυπα κάθε φορά με αποτέλεσμα να μην υπάρχει συμβατότητα με άλλες περιφερειακές και διεθνείς οδηγίες. Ωστόσο, το Κράτος σταδιακά αναγνώρισε την ανάγκη προτύπων και επέλεξε να προωθήσει την χρήση του BIM στον κατασκευαστικό τομέα. Τον Δεκέμβριο του 2015, ο Γερμανός Υπουργός Μεταφορών Alexander Dobrindt ανακοίνωσε ένα χρονοδιάγραμμα για την εισαγωγή υποχρεωτικών BIM για όλα τα γερμανικά οδικά και σιδηροδρομικά έργα από τα τέλη του 2020. Μιλώντας τον Απρίλιο του 2016, δήλωσε ότι ο ψηφιακός σχεδιασμός και η κατασκευή πρέπει να προτυποποιηθούν για τα κατασκευαστικά έργα στη Γερμανία, ενώ σημειώνεται πως η Γερμανία βρίσκεται περίπου δύο με τρία χρόνια πίσω από τις Κάτω Χώρες και το Ηνωμένο Βασίλειο όσον αφορά την εφαρμογή του BIM.

Μέσα από το νέο D.L. 50, τον Απρίλιο του 2016 η **Ιταλία** ενσωμάτωσε στην δική της νομοθεσία αρκετές ευρωπαϊκές οδηγίες, συμπεριλαμβανομένης της οδηγίας 2014/24 / ΕΕ για τις δημόσιες συμβάσεις. Το διάταγμα αναφέρει μεταξύ των κύριων στόχων των δημόσιων συμβάσεων τον «εξορθολογισμό των δραστηριοτήτων σχεδιασμού και όλων των συνδεδεμένων διαδικασιών επαλήθευσης, μέσω της προοδευτικής υιοθέτησης ψηφιακών μεθόδων και ηλεκτρονικών μέσων όπως η κατασκευή και η προτυποποίηση των πληροφοριών υποδομής (Building and Infrastructure Information Modelling)». Επιπλέον, δρομολογήθηκε η σύνταξη ενός προτύπου που αποτελείται από 8 κεφάλαια ώστε να υποστηριχθεί η μετάβαση. Έως τώρα έχουν δημοσιοποιηθεί τα κεφάλαια UNI 11337-1, UNI 11337-4 και UNI 11337-5 (Ιανουάριος 2017), ενώ τα υπόλοιπα 5 κεφάλαια βρίσκονται υπό σύνταξη ως το τέλος του έτους.

Στην **Δημοκρατία της Λετονίας** η προώθηση και ανάπτυξη της τεχνολογίας του BIM επιτελείται από την Λετονική Ένωση Μοντελοποίησης Κτιριακών Πληροφοριών (Latvian Association of

Building Informational Modeling-LatBIM). Ο εν λόγω φορέας αποτελεί μια μη κυβερνητική οργάνωση που ιδρύθηκε το 2014. Σημαντική πληροφορία σχετικά με την δράση της LatBIM αποτελεί το γεγονός πως είναι μέλος του παγκόσμιου οργανισμού BIM BuildingSMART από το 2015 και προωθεί την χρήση BIM με βάση τα διεθνή πρότυπα.

Η **Λιθουανία** κινείται προς την κατεύθυνση της υιοθέτησης της υποδομής BIM μέσω σύστασης του δημόσιου φορέα "Skaitmeninė Statyba" (Digital Construction), ο οποίος διοικείται από 13 ενώσεις. Συμπληρωματικά, με την δράση του προηγούμενου φορέα σημαντική είναι και η δράση προώθησης των τεχνολογιών BIM από το Σώμα Αρχιτεκτόνων της Λιθουανίας (Lietuvos Architektų Sąjunga). Η εν λόγω πρωτοβουλία στοχεύει να υιοθετήσει η Λιθουανία το BIM, τις κλάσεις του IFC (IFC-Industry Foundation Classes), καθώς και την Εθνική Ταξινόμηση Κατασκευών (National Construction Classification) ως πρότυπα. Στα πλαίσια των παραπάνω κατευθύνσεων από το 2012 και κάθε χρόνο διοργανώνεται στην Χώρα το Διεθνές Συνέδριο «Skaitmeninė statyba Lietuvoje» (Η Ψηφιακή Κατασκευή στην Λιθουανία).

Η **Ολλανδία** έχει μια αρκετά πλούσια ιστορία δεκαετιών στην έρευνα και ανάπτυξη του BIM. Στη δεκαετία του '80, αρκετές Ολλανδικές ομάδες συμμετείχαν στην έρευνα για τα συστήματα CAD για αρχιτεκτονική καθώς και για το ζήτημα της ανταλλαγής δεδομένων μεταξύ συστημάτων CAD. Είχε πραγματοποιηθεί συζήτηση για τη χρήση των επονομαζόμενων μοντέλων αναφοράς για ανταλλαγή αρχείων CAD και ένα βασικό μοντέλο αναφοράς στο πλαίσιο αυτό ήταν το General AEC Reference Model του Wim Gielingh που πραγματοποιήθηκε από το ολλανδικό ερευνητικό ίδρυμα TNO (1988). Το μοντέλο αυτό αναπτύχθηκε για το ISO STEP (ISO 10303) και έδωσε μια σειρά από έννοιες και αρχές που μπορούμε να θεωρήσουμε τώρα ως έννοιες του BIM. Μια άλλη ενδιαφέρουσα δημοσίευση της περιόδου εκείνης για τα Ολλανδικά δρώμενα είναι το λεγόμενο IOP Bouw Informatie Model (VanMerendonk και Van Dissel 1989) το οποίο αποτελεί το κύριο αποτέλεσμα μιας μεγάλης ολλανδικής έρευνας που στόχευε στη μοντελοποίηση κτιριακών πληροφοριών.

Στις αρχές της δεκαετίας του '90, πραγματοποιήθηκαν μερικές πολύ ενδιαφέρουσες εργασίες που σχετίζονται με το BIM σε έργα της Ευρωπαϊκής Ένωσης στα οποία συμμετείχε και το Ολλανδικό Ερευνητικό Ίδρυμα TNO ( ATLAS, PISA και COMBINE). Αξίζει να αναφερθεί πως στο σύνολο των έργων η μοντελοποίηση πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το πρότυπο ISO STEP του οποίου πολλές βασικές έννοιες και αρχές προήλθαν από τις αντίστοιχες της IFC. Από τα τέλη της δεκαετίας του '90 και μέχρι σήμερα πραγματοποιήθηκαν ορισμένες εθνικές δραστηριότητες συσχετισμένες με το BIM, αλλά ήταν έργα μικρότερης κλίμακας σε σχέση με αυτά της προηγούμενης περιόδου. Στους εμπλεκόμενους συμμετέχοντες περιλαμβάνονται

μεταξύ άλλων ο Οργανισμός Προδιαγραφών Κτιρίων (STABU), αλλά και η Οργάνωση Εγκατάστασης Συστημάτων UNETO.

Παρακάτω θα παραταθούν τρία σημαντικά έργα στον τομέα των BIM που έλαβαν χώρα στο πρόσφατο παρελθόν.

1. Η πρώτη εξέλιξη είναι το έργο COINS στο οποίο πολλοί βασικοί συντελεστές την Ολλανδικής Κατασκευαστικής Βιομηχανίας συμμετείχαν. Σημαντικό στοιχείο του εν λόγω έργου αποτελεί η χρήση ανοιχτών προτύπων που βασίζονται στις αρχές των IFC και OWL κατά την υλοποίηση του.
2. Η δεύτερη εξέλιξη είναι η δράση BIM Case Week που αποτελεί μια πρωτοβουλία κατά την οποία συγκεντρώνονται επαγγελματίες της κατασκευαστικής βιομηχανίας για μια εβδομάδα, οι οποίοι καλούνται να συνεργαστούν για το σχεδιασμό ενός κτιριακού έργου.
3. Η τρίτη εξέλιξη είναι η πρωτοβουλία Δυναμικού BIM (Dynamic BIM) που αποτελεί μια ακαδημαϊκή πρωτοβουλία και στοχεύει στην υποστήριξη της δυναμικής των έργων σε ένα περιβάλλον BIM. Αυτή η πρωτοβουλία είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα καθώς προσπαθεί να πάει το BIM ένα στάδιο εξέλιξης παρακάτω προς την κατεύθυνση της νέας έρευνας και καινοτομίας.

Από τα τέλη της δεκαετίας του '90 η Μηχανική Συστημάτων (Systems Engineering) εισήχθη στις μεγάλες υποδομές ProRail και Rijkswaterstaat, όταν οι οργανώσεις αυτές συμμετείχαν σε έργα μεγάλης κλίμακας, όπως το έργο υψηλών ταχυτήτων σιδηροδρομικής σύνδεσης μεταξύ Άμστερνταμ και Παρισιού. Με τη Μηχανική Συστημάτων, τα σχέδια υποδομών έγιναν πιο επίσημα, με ρητές διαδικασίες για τη διαχείριση των απαιτήσεων, την επικύρωση και την διαχείριση κινδύνων. Φυσικά οι εταιρείες που εργάζονται για την Rijkswaterstaat και ProRail έπρεπε να ακολουθήσουν την διαδικασία Μηχανικών Συστημάτων με άμεση συνέπεια όλος ο τομέας των πολιτικών μηχανικών να πρέπει να ασχοληθεί με την τεχνολογία συστημάτων. Την 1η Νοεμβρίου 2011, η Rijksgedebouwendienst, ως ο οργανισμός του ολλανδικού Υπουργείου Στέγασης, Χωροταξίας και Περιβάλλοντος που διαχειρίζεται τα κυβερνητικά κτίρια, εισήγαγε το RGD BIMnorm το οποίο επικαιροποιήθηκε την 1η Ιουλίου 2012.

Στη **Νορβηγία** το BIM χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο από το 2008. Αρκετοί μεγάλοι δημόσιοι πελάτες απαιτούν τη χρήση του BIM σε ανοιχτές μορφές (IFC) στα περισσότερα ή σε όλα τα έργα τους. Η Αρχή Δημοσίων Έργων (Government Building Authority) βασίζει τις διαδικασίες της στο BIM σε ανοιχτές μορφές για να αυξήσει την ταχύτητα και την ποιότητα της διαδικασίας με αποτέλεσμα όλοι οι μεγάλοι και αρκετοί μικρού και μεσαίου μεγέθους

εργολάβοι να χρησιμοποιούν το BIM ούτως ώστε να λειτουργούν σύμφωνα με την προαναφερθείσα Αρχή. Η εθνική ανάπτυξη της τεχνολογίας του BIM επικεντρώνεται γύρω από τον τοπικό οργανισμό buildingSMART Νορβηγίας που αντιπροσωπεύει το 25% της Νορβηγικής κατασκευαστικής βιομηχανίας.

Στην **Φινλανδία**, ήδη από τα τέλη του 2007 ο κυβερνητικός φορέας Senate Properties που είναι υπεύθυνος για όλα τα τρέχοντα πιλοτικά έργα που χρησιμοποιούν BIM και IFC ξεκίνησε να απαιτεί μοντέλα που ανταποκρίνονται στο πρότυπο IFC. Παράλληλα έθεσε λεπτομερείς κατευθυντήριες γραμμές για τις απαιτήσεις που αφορούν τα δεδομένα που περιέχονται στα μοντέλα για τους συμμετέχοντες σε κάθε στάδιο της κατασκευής ενός έργου. Όσον αφορά τον ιδιωτικό τομέα παρατηρούνται κάποιες μεγάλες εταιρείες που χρησιμοποιούν και στηρίζουν την ανάπτυξη των τεχνολογιών BIM, όπως για παράδειγμα η Skanska Oy και η Tekes, ενώ παράλληλα σημαντικό ενδιαφέρον για έρευνα και εκπαίδευση σχετικά με το BIM υλοποιείται από διάφορους οργανισμούς αλλά και από πανεπιστήμια όπως το Helsinki University of Technology.

Η **Δανία** είναι ισχυρός υποστηρικτής του BIM και επενδύει σημαντικά στην έρευνα και στην ανάπτυξη της τεχνολογίας αυτής. Παρατηρείται πως και οι τρεις φορείς που διαχειρίζονται τα δημόσια έργα στην Χώρα (Palaces & Properties Agency, Danish University Property Agency, Defence Construction Service) απαιτούν τη χρήση τεχνολογιών BIM στις κατασκευές. Η υιοθέτηση του BIM στην Χώρα ήταν μια πολιτική πρωτοβουλία που στόχευσε στην μείωση του κόστους με παράλληλη αύξηση της ποιότητας. Όπως αναφέρει ο Jan Karlshøj, αναπληρωτής καθηγητής στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο της Δανίας και πρόεδρος του buildingSMART Σκανδιναβίας και σύμβουλος της Gravicon DK, μόλις το 2007 που τέθηκε σε ισχύ ο κανονισμός 1365 καθορίστηκε για πρώτη φορά η εφαρμογή του BIM που καλύπτει τα δημόσια έργα κατασκευής στη Δανία. Συμπληρωματικά το 2013 δημοσιοποιήθηκαν οι κανονισμοί 118 και 119 για τις τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνίας για έργα που χρηματοδοτούνται πλήρως και εν μέρει από την κυβέρνηση και υπερβαίνουν προϋπολογισμό 5 εκατομμυρίων στην προσπάθεια της δανικής κυβέρνησης να θεσπίσει κανονισμούς που προωθούν την χρήση των τεχνολογιών ΤΠΕ ώστε να αυξηθεί η παραγωγικότητα στον κατασκευαστικό τομέα. Η εφαρμογή του BIM και η ευαισθητοποίηση του κατασκευαστικού τομέα για την νέα τεχνολογία παρουσιάζει ενθαρρυντικά στοιχεία τα τελευταία χρόνια αν και αξίζει να τονισθεί πως χρειάστηκαν σχεδόν 8 χρόνια από την αρχική πολιτική πρωτοβουλία υιοθέτησής του, ώστε ο κατασκευαστικός τομέας και η κοινωνία να δουν τα οφέλη από την αλλαγή του νέου τρόπου εργασίας.

Το BIMKlaster (BIM Cluster) είναι ένας μη κυβερνητικός μη κερδοσκοπικός οργανισμός που ιδρύθηκε το 2012 και έχει ως στόχο την προώθηση της ανάπτυξης του BIM στην **Πολωνία**. Τον Σεπτέμβριο του 2016, το Υπουργείο Υποδομών και Κατασκευών (Ministry of Infrastructure and Construction) ξεκίνησε σειρά συνεδριάσεων με εμπειρογνώμονες ούτως ώστε να οργανώσει και να προωθήσει την εφαρμογή των μεθοδολογιών BIM στον κατασκευαστικό κλάδο.

Η Τεχνική Επιτροπή για την Τυποποίηση BIM (CT197-BIM) δημιουργήθηκε το 2015 στην **Πορτογαλία** για να προωθήσει την υιοθέτηση του BIM στην Χώρα. Αξίζει να σημειωθεί πως η επιτροπή αυτή στόχευσε στην ομαλοποίηση της μετάβασης προς την νέα τεχνολογία και δημιούργησε το πρώτο στρατηγικό έγγραφο για τις κατασκευές 4.0 με στόχο την ευθυγράμμιση της βιομηχανίας της Χώρας στην χρήση πιο φιλόδοξων τεχνολογικών μέσων.

Όσον αφορά την **Ρωσία** αναφέρεται πως η κυβέρνηση ενέκρινε έναν κατάλογο κανονισμών έτσι ώστε να δρομολογηθεί η διαμόρφωση νομικού πλαισίου για τη χρήση της Μοντελοποίησης Κτιριακών Πληροφοριών στις κατασκευές (BIM).

Ο Σύνδεσμος BIM της **Σλοβακίας** (BIMaS) ιδρύθηκε τον Ιανουάριο του 2013 ως ο πρώτος επαγγελματικός οργανισμός της Σλοβακίας που επικεντρώθηκε στο BIM. Παρόλο που δεν υπάρχουν πρότυπα, ούτε νομοθετικές απαιτήσεις για τον σχεδιασμό και την παράδοση BIM έργων, πολλοί αρχιτέκτονες, μηχανικοί κατασκευών, εργολάβοι, καθώς και ορισμένοι επενδυτές εφαρμόζουν ήδη την τεχνολογία BIM. Άξιο λόγου αποτελεί το γεγονός πως ο στρατηγικός σχεδιασμός για την προώθηση της χρήσης BIM δημιουργήθηκε από την BIMaS με την υποστήριξη του Επιμελητηρίου Πολιτικών Μηχανικών και του Επιμελητηρίου Αρχιτεκτόνων που ωστόσο δεν έχει ακόμη εγκριθεί από τις αρχές της Σλοβακίας λόγω του χαμηλού ενδιαφέροντος τους για τέτοιου είδους καινοτομίες.

Μια συνάντηση τον Ιούλιο του 2015 στο Υπουργείο Υποδομών της **Ισπανίας** [Ministerio de Fomento] έθεσε την εθνική στρατηγική της Χώρας για το BIM, καθιστώντας το BIM υποχρεωτική προϋπόθεση για δημόσια έργα με πιθανή ημερομηνία έναρξης το 2018. Μετά τη Σύνοδο για το BIM που πραγματοποιήθηκε τον Φεβρουάριο του 2015 στη Βαρκελώνη, οι επαγγελματίες της αυτόνομης κοινότητας της Ισπανίας της Καταλονίας δημιούργησαν μια επιτροπή BIM (ITeC) για να προωθήσουν και να υλοποιήσουν την υιοθέτηση του BIM στην περιοχή.

Στην **Ελβετία**, το πανεπιστήμιο ETH Zurich διδάσκει CAD και ψηφιακή αρχιτεκτονική από το 1992. Ωστόσο από το 2009 και μετά με πρωτοβουλία του buildingSmart Ελβετίας υπήρξε ευρύτερη ευαισθητοποίηση από την κοινότητα μηχανικών και αρχιτεκτόνων για την τεχνολογία BIM. Το 2013 το ενδιαφέρον για το BIM αυξήθηκε κατακόρυφα λόγω του ανοικτού



διαγωνισμού για το Νοσοκομείο Felix Platter της Βασιλείας για το οποίο και ζητήθηκε συντονιστής BIM. Επιπλέον, το BIM αποτέλεσε αντικείμενο εκδηλώσεων της Ελβετικής Κοινότητας Μηχανικών και Αρχιτεκτόνων (Swiss Society for Engineers and Architects- SIA) και προωθείται όλο και περισσότερο.

Στο **Ηνωμένο Βασίλειο**, η Επιτροπή Πληροφόρησης για τα Κατασκευαστικά Έργα (Construction Project Information Committee-CPIC), υπεύθυνη για την παροχή συμβουλών βέλτιστης πρακτικής σχετικά με τις πληροφορίες για την κατασκευαστική παραγωγή και αποτελούμενη από εκπροσώπους μεγάλων βιομηχανικών φορέων του Ηνωμένου Βασιλείου, παρήγαγε περίπου το 2008 πανομοιότυπο ορισμό με αυτόν της Αμερικανικής Εθνικής Επιτροπής Πρότυπου του Προγράμματος BIM (US National BIM Standard Project Committee) σχετικά με το BIM. Αυτό προτάθηκε για να εξασφαλιστεί ένα συμφωνημένο σημείο εκκίνησης, καθώς διαφορετικές ερμηνείες του ίδιου όρου εμπόδιζαν την υιοθεσία του.

Τον Μάιο του 2011, ο Γενικός Σύμβουλος Οικοδόμησης της Κυβέρνησης του Ηνωμένου Βασιλείου, Paul Morrell, πρότεινε την υιοθέτηση του BIM για τα κατασκευαστικά έργα του Ηνωμένου Βασιλείου και κάλεσε όλους τους κατασκευαστές να υιοθετήσουν το BIM. Τον Ιούνιο του ίδιου έτους, η κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου δημοσίευσε τη στρατηγική BIM ανακοινώνοντας την πρόθεσή της και απαίτηση για συνεργατικά 3D BIM. Στα πλαίσια του σχεδιασμού αυτού τέθηκε χρονικό περιθώριο ως τις αρχές του 2016 για όλα τα έργα όλες οι πληροφορίες τους, η τεκμηρίωση τους αλλά και τα δεδομένα τους να είναι σε ψηφιακή μορφή. Συγκεκριμένα, ορίστηκε στο αρχικό στάδιο όλα τα δεδομένα κτιρίου να παραδίνονται σε μορφή "COBie"(ανεξάρτητα προμηθευτή) έτσι ώστε να ξεπεραστεί η περιορισμένη διαλειτουργικότητα των προγραμμάτων λογισμικού BIM που διατίθενται στην αγορά. Η κυβερνητική ομάδα του Ηνωμένου Βασιλείου BIM Task Group καθοδηγεί το πρόγραμμα BIM και τις απαιτήσεις της κυβέρνησης, συμπεριλαμβανομένου ενός ελεύθερου προς χρήση συνόλου προτύπων και εργαλείων του Ηνωμένου Βασιλείου που ορίζουν το «BIM επιπέδου 2». Τον Απρίλιο του 2016, η κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου δημοσίευσε μια νέα κεντρική δικτυακή πύλη ως σημείο αναφοράς για τη βιομηχανία του επιπέδου BIM 2.

Η Εθνική Προδιαγραφή Κτιρίων (NBS), που ανήκει στο Royal Institute of British Architects (RIBA), δημοσιεύει έρευνα σχετικά με την υιοθέτηση BIM στο Ηνωμένο Βασίλειο. Με βάση έξι ετήσιες έρευνες του Ινστιτούτου και με την τελευταία έρευνα (Απρίλιος 2016), όπου συμμετείχαν 1.000 επαγγελματίες του κατασκευαστικού τομέα της Χώρας, προσδιορίστηκε ότι η υιοθέτηση του BIM είχε αυξηθεί από 13% το 2010 σε 54% το 2015.

### 3.7.2.1 Χρήση BIM στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η χρήση της τεχνολογία BIM στο πλαίσιο του σχεδιασμού και την κατασκευής των τεχνικών έργων είναι σχεδόν ανύπαρκτη. Σύμφωνα με τα επίπεδα ωριμότητας του BIM ο ελληνικός κατασκευαστικός κλάδος τοποθετείται στο Επίπεδο 0, καθώς ο σχεδιασμός υλοποιείται στον χώρο των 2 Διαστάσεων με την χρήση λογισμικών CAD. Η ελληνική πραγματικότητα περιλαμβάνει την παράδοση όλων σχεδίων αλλά και μελετών ενός τεχνικού έργου σε έντυπη μορφή χωρίς ίχνος διασυνδεσιμότητας μεταξύ των σχετικών αρχείων με τον σχεδιασμό, τον έλεγχο, την κατασκευή και την διαχείριση του έργου. Σε γενικό επίπεδο ο ευρύτερος κατασκευαστικός κλάδος γνωρίζει ελάχιστα για την νέα τεχνολογία και ελάχιστες, μεμονωμένες περιπτώσεις έργων εντοπίζονται που να έχουν υλοποιηθεί με χρήση τεχνολογιών BIM. Ο δημόσιος τομέας έως σήμερα δεν έχει λάβει δράση προς την προώθηση και την καθιέρωση της τεχνολογίας BIM, ενώ οι εφαρμογές του BIM σε περιορισμένα έργα στην Χώρα σημειώνεται πως έχουν υλοποιηθεί με ιδιωτική πρωτοβουλία.

### 3.7.3 Χρήση BIM στην Βόρεια Αμερική

Αρκετοί Οργανισμοί υποστηρίζουν την υιοθέτηση και την εφαρμογή του BIM στον **Καναδά**. Αρχικά το Συμβούλιο BIM του Καναδά (Canada BIM Council-CANBIM), που ιδρύθηκε το 2008, αποτελεί την επιχειρηματική φωνή της κοινότητας BIM του Καναδά καθώς εκπροσωπεί, υποστηρίζει και προωθεί εξ ονόματος ολόκληρης της κοινότητας Αρχιτεκτόνων, Μηχανικών, Κατασκευαστών, Ιδιοκτητών και Εκπαιδευτικών την δημιουργία θετικού επιχειρηματικού περιβάλλοντος για αποτελεσματική ανάπτυξη του BIM [CANBIM]. Στην συνέχεια, το Ινστιτούτο για τον BIM του Καναδά (Institute for BIM in Canada) προσπαθεί και λαμβάνει δράσεις για να οδηγήσει και να διευκολύνει την συντονισμένη χρήση της Μοντελοποίησης Κτιριακών Πληροφοριών (BIM) στο σχεδιασμό, την κατασκευή και την διαχείριση του καναδικού δομημένου περιβάλλοντος. Θεωρεί πως είναι σημαντικό οι ιδρυτικές οργανώσεις-εταίροι του που προέρχονται από συγκεκριμένους βιομηχανικούς κλάδους και έχουν έντονο ενδιαφέρον για την υλοποίηση του BIM να κατανοούν τους ρόλους και τις ευθύνες τους και να αξιολογούν την ικανότητά τους να συμμετέχουν στη διαδικασία αυτή (IBC). Τελικά, ο τομέας buildingSMART Canada συμβάλει και αυτός με την σειρά του και προωθεί την ανάπτυξη των Καναδικών Προτύπων BIM τα οποία συμφωνούν με τα διεθνή πρότυπα BIM της buildingSMART International (bSI) ούτως ώστε να διευρυνθεί η καναδική κατασκευαστική αγορά.

Οι Συσχετιζόμενοι Γενικοί Κατασκευαστές της **Αμερικής** (Associated General Contractors of America) και οι συμβαλλόμενες επιχειρήσεις των Η.Π.Α. έχουν αναπτύξει διάφορους ορισμούς σχετικά με το BIM και γενικά το περιγράφουν ως ένα αντικειμενοστραφές εργαλείο ανάπτυξης κτιρίων που χρησιμοποιεί έννοιες 5-D μοντελοποίησης, τεχνολογία πληροφοριών και

διαλειτουργικότητα λογισμικού για το σχεδιασμό, την κατασκευή και την λειτουργία ενός κτιριακού έργου, καθώς και την επικοινωνία των λεπτομερειών του.

Αν και η έννοια του BIM και των σχετικών με αυτό διεργασιών διερευνώνται από εργολάβους, αρχιτέκτονες και κατασκευαστές, ο ίδιος ο όρος αμφισβητήθηκε και συζητήθηκε με εναλλακτικές λύσεις το Εικονικό Περιβάλλον Κτιρίου (Virtual Building Environment-VBE) και την Εικονική Σχεδίαση και Κατασκευή (Virtual Design and Construction-VDC). Το BIM ωστόσο φαίνεται να συνδέεται στενά με την Ολοκληρωμένη Παράδοση Έργων (Integrated Project Delivery-IPD), όπου το πρωταρχικό κίνητρο της είναι να φέρει σε επικοινωνία από τις αρχές κιάλας του έργου όλες τις ομάδες ανθρώπων που θα συμμετάσχουν στην υλοποίηση αυτού. Η πλήρης εφαρμογή του BIM απαιτεί επίσης από τις ομάδες έργων να συνεργαστούν από το στάδιο έναρξης των εργασιών και να διαμορφώσουν τα πρότυπα ανταλλαγής και κατοχύρωσης πληροφοριών στο κοινό μοντέλο τους.

Το Αμερικανικό Ινστιτούτο Αρχιτεκτόνων (American Institute of Architects) έχει ορίσει το BIM ως μία τεχνολογία βασισμένη σε μοντέλα που συνδέεται με μια βάση δεδομένων πληροφοριών έργου και αυτό αντικατοπτρίζει τη γενική εξάρτηση του από την τεχνολογία βάσεων δεδομένων ως θεμέλιο. Στο μέλλον, δομημένα έγγραφα κειμένου όπως οι προδιαγραφές μπορούν να αναζητηθούν και να συνδεθούν με περιφερειακά, εθνικά και διεθνή πρότυπα.

#### 3.7.4 Χρήση BIM στην Αφρική

Το BIM έχει τη δυνατότητα να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στον τομέα των Κατασκευών της **Νιγηρίας**. Εκτός από τη δυνητική σαφήνεια και διαφάνεια, μπορεί να συμβάλει στην προώθηση της τυποποίησης σε ολόκληρο τον κατασκευαστικό κλάδο. Για παράδειγμα, ο Ezeji Utioime υποστηρίζει πως η βασισμένη σε BIM γνώση μπορεί να αναπτύξει ένα πλαίσιο μεταφοράς από βιομηχανικές οικονομίες σε αστικά κατασκευαστικά έργα αναπτυσσόμενων χωρών. Ακόμη, υποδεικνύει πως τα γενικευμένα αντικείμενα των BIM μπορούν να επωφεληθούν από τις πλούσιες κτιριακές πληροφορίες μέσα από τις παραμέτρους των προδιαγραφών που περιλαμβάνουν οι βιβλιοθήκες προϊόντων και να χρησιμοποιηθούν για αποδοτικότερο σχεδιασμό των κατασκευών. Ομοίως, μια εκτίμηση της τρέχουσας "τεχνολογίας" από τον Κορί διαπίστωσε ότι μεσαίες και μεγάλες επιχειρήσεις πρωτοστάτησαν στην υιοθέτηση του BIM στη βιομηχανία, ενώ οι μικρότερες επιχειρήσεις ήταν λιγότερο προχωρημένες όσον αφορά τη διαδικασία και την τήρηση των πολιτικών. Γενικότερα, παρατηρείται ελάχιστη πρόθεση υιοθέτησης του BIM στο δομημένο περιβάλλον λόγω της αντίστασης του κατασκευαστικού κλάδου σε αλλαγές ή νέους τρόπους υλοποίησης των πραγμάτων. Μέχρι τώρα, η κατασκευαστική βιομηχανία της Νιγηρίας εξακολουθεί να

εργάζεται στο συμβατικό σύστημα CAD των δύο διαστάσεων σε υπηρεσίες και κατασκευαστικά σχέδια, αν και η παραγωγή θα μπορούσε να είναι σε τρισδιάστατο σύστημα. Συμπερασματικά, τονίζεται πως ανύπαρκτη είναι και θα παραμείνει τα επόμενα χρόνια η χρησιμοποίηση 4D και 5D Μοντέλων όπως φαίνεται από τους ρυθμούς εξέλιξης της Χώρας.

Το Ινστιτούτο BIM της **Νότιας Αφρικής**, το οποίο ιδρύθηκε τον Μάιο του 2015, έχει ως στόχο να επιτρέψει σε τεχνικούς εμπειρογνώμονες να συζητήσουν ψηφιακές λύσεις κατασκευής που μπορούν να υιοθετηθούν από επαγγελματίες που εργάζονται στον κατασκευαστικό τομέα. Η αρχική της αποστολή ήταν να προωθήσει το πρωτόκολλο SA BIM. Αν και πρακτικά δεν υπάρχουν καθιερωμένα εθνικά πρότυπα ή πρωτόκολλα BIM στη Νότια Αφρική οι διάφοροι οργανισμοί εφαρμόζουν συγκεκριμένα πρότυπα και πρωτόκολλα BIM για κάθε επιχείρηση. Παρά το κλίμα που επικρατεί εντοπίζονται μεμονωμένα παραδείγματα διατομεακών συμμαχιών και αποτελούν ενθαρρυντικό στοιχείο της υιοθέτησης του νέου τεχνολογικού μέσου.

### 3.7.5 Χρήση BIM στην Ωκεανία

Τον Φεβρουάριο του 2016, ο Τομέας Υποδομών της **Αυστραλίας** επισήμανε ως χρέος των κυβερνήσεων να κάνουν υποχρεωτική την χρήση του Building Information Modeling (BIM) για τον σχεδιασμό μεγάλων, σύνθετων έργων υποδομής. Για να υποστηρίξει την υποχρεωτική υλοποίηση, η αυστραλιανή κυβέρνηση θα πρέπει να επιτρέψει στο Συμβούλιο Δημοσίων Συμβάσεων και Κατασκευών της Αυστραλίας (Australasian Procurement and Construction Council) να συνεργαστεί με την βιομηχανία, ώστε να αναπτύξει κατάλληλη καθοδήγηση σχετικά με την υιοθέτηση και χρήση του BIM και να προωθήσει κοινά πρότυπα και πρωτόκολλα που θα εφαρμόζονται κατά τη χρήση του BIM.

Το 2015, πολλά έργα για την ανακατασκευή του Christchurch αποτυπώθηκαν λεπτομερώς σε υπολογιστικό όπυ δομήθηκε BIM αρκετό καιρό προτού οι εργαζόμενοι βγουν στο πεδίο. Η κυβέρνηση της **Νέας Ζηλανδίας** ξεκίνησε μια επιτροπή επιτάχυνσης της ανάπτυξης του BIM ως μέρος μιας εταιρικής σχέσης παραγωγικότητας με στόχο να επιτευχθεί 20% μεγαλύτερη αποδοτικότητα στον κατασκευαστικό τομέα μέχρι το 2020.

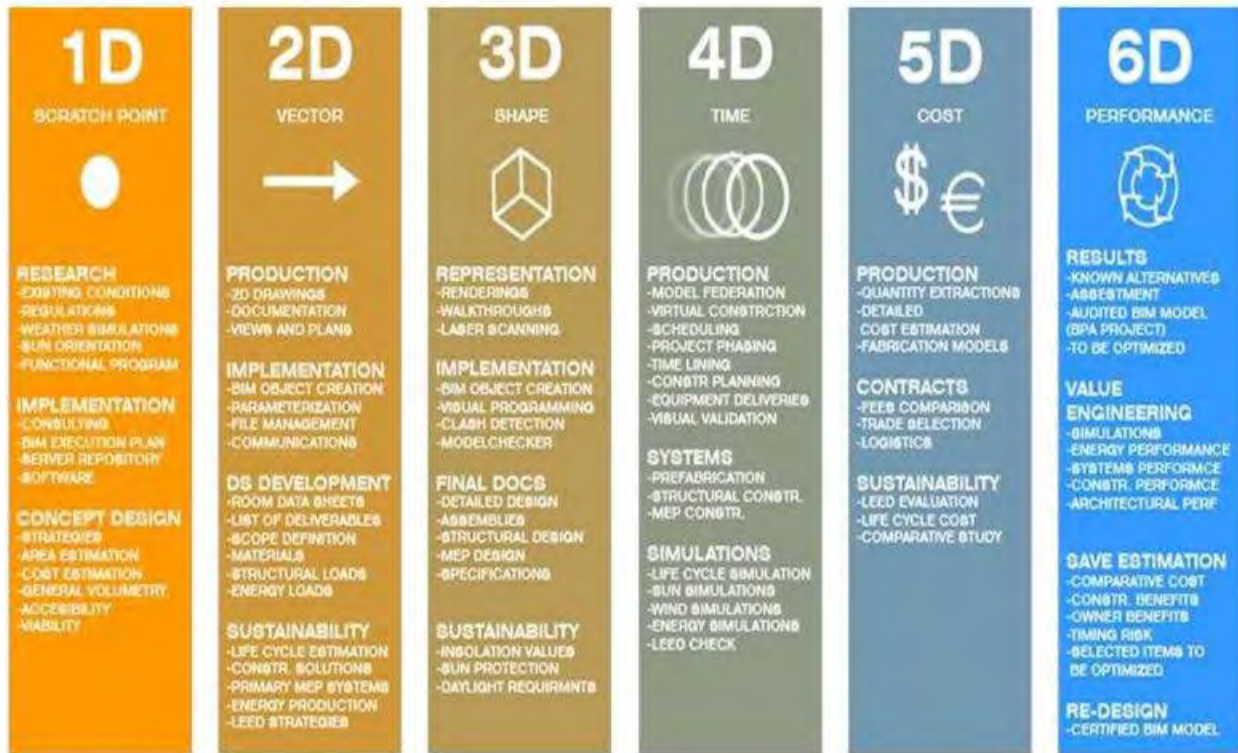
### 3.8 Διαστάσεις σχεδιασμού στο BIM

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 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.

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.



Εικόνα : 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. 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 την 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.

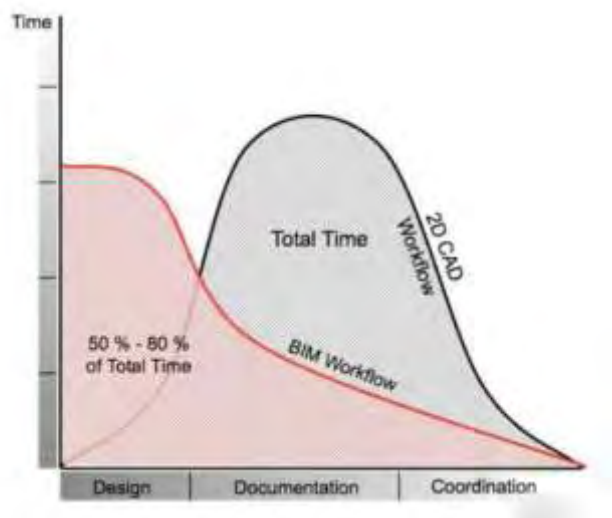
### 3.9 Σύγκριση BIM με CAD

Η βασική διαφορά μεταξύ του BIM και του Λογισμικού σχεδίασης στον Υπολογιστή (CAD) είναι ότι τα παραδοσιακά συστήματα CAD χρησιμοποιούν πολλά διαφορετικά (συνήθως δισδιάστατα) αρχεία για να περιγράψουν ένα κτίριο. Επειδή αυτά τα αρχεία δημιουργούνται ξεχωριστά, υπάρχει ελάχιστη έως καμία συσχέτιση ή έξυπνη σύνδεση μεταξύ αυτών. Ένας τοίχος, για παράδειγμα, σε μία κάτοψη αποτελείται από δύο παράλληλες γραμμές, χωρίς καμία ένδειξη ότι αυτές οι γραμμές αντιπροσωπεύουν τον ίδιο τοίχο σε μία τομή. Συνεπώς η πιθανότητα ασυντόνιστων δεδομένων είναι πολύ υψηλή. Το BIM χρησιμοποιεί την ακριβώς αντίθετη προσέγγιση: συγκεντρώνει όλες τις πληροφορίες σε μία τοποθεσία και διασταυρώνει τα δεδομένα μεταξύ των συσχετιζόμενων αντικειμένων.

Σε γενικές γραμμές, το CAD είναι μία δισδιάστατη τεχνολογία που εξάγει ένα σύνολο γραμμών και κειμένων στο χαρτί. Αυτές οι γραμμές δεν έχουν καμία εγγενή έννοια, είτε στον υπολογιστή είτε στο χαρτί. Είναι συγκριτικά αποδοτικότερα και πλεονεκτούν έναντι του σχεδίου με το χέρι, αλλά στην πραγματικότητα αποτελούν απλά μία ψηφιακή απεικόνιση των χειρόγραφων σχεδίων. Αυτός ο τρόπος σχεδίασης είναι που ακολουθήθηκε τους τελευταίους δύο αιώνες. Ο σχεδιαστής σχεδιάζει ένα σύνολο σχεδίων και στη συνέχεια αυτά χρησιμοποιούνταν για να δημιουργηθούν χειρωνακτικά οι τομές, τα υψόμετρα και οι λεπτομέρειες. Κατά τη διάρκεια της κατασκευής, εάν κάποια από αυτά τα στοιχεία άλλαζαν, ο

σχεδιαστής έπρεπε να τροποποιήσει καθ' ένα από τα σχέδια που επηρεάζονται από αυτές τις αλλαγές. Είτε χειρωνακτικά είτε στα CAD η διαδικασία είναι το ίδιο χρονοβόρα και με πιθανότητες σφαλμάτων. Αυτό είναι που κάνει το BIM σημαντικά διαφορετικό από τις άλλες CAD πλατφόρμες.

Η γοητεία του BIM είναι ότι υλοποιεί αυτόματα όλες τις αλλαγές για τον χρήστη. Σε αντίθεση με το CAD, το BIM αφήνει τον υπολογιστή να αναλάβει τις αλληλεπιδράσεις και τους υπολογισμούς (κάτι στο οποίο οι υπολογιστές είναι καλοί), παρέχοντας στο χρήστη περισσότερο χρόνο για τη σχεδίαση και την αξιολόγηση των αποφάσεών του. Ένα βασικό χαρακτηριστικό της τεχνολογίας BIM είναι ότι επιτρέπει στους μελετητές να δημιουργήσουν και να τροποποιήσουν τα πάντα σε ένα σχεδιαστικό περιβάλλον. Όταν πραγματοποιείται μία αλλαγή σε ένα στοιχείο του έργου, το σύστημα θα διαδώσει την αλλαγή σε όλα τα άλλα επηρεαζόμενα τμήματα και στοιχεία του έργου. Από το τροποποιημένο μοντέλο του έργου παράγονται αυτόματα οι τροποποιημένες όψεις, οι τομές και οι διάφορες λεπτομέρειες. Όταν πραγματοποιείται μία αλλαγή, είναι στην ευχέρεια του μελετητή να αποφασίσει αν θα την οριστικοποιήσει. Στη περίπτωση αυτή το σύστημα θα φροντίσει για τα υπόλοιπα. Με τη χρήση ενός λογισμικού BIM, αν τροποποιηθεί για παράδειγμα το μέγεθος του ανοίγματος ενός παραθύρου, η αλλαγή αυτή πραγματοποιείται σε όλο το μοντέλο: τομές, κατόψεις, πίνακες χρονοδιαγραμμάτων, πίνακες προμέτρησης και προκοστολόγησης.



Εικόνα: Ροή εργασιών με CAD και BIM (πηγή :Graphisoft, 2013)





*Εικόνα : Ένα σχέδιο CAD αποτελείται από πολλά ασυντόνιστα και ανεξάρτητα αρχεία ενώ Ένα μοντέλο BIM είναι μία συγκεντρωτική βάση δεδομένων την οποία όλα τα αρχεία είναι αλληλεξαρτώμενα*

Μερικές εξίσου σημαντικές διαφορές μεταξύ του BIM και CAD παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Το BIM υιοθετεί εργοκεντρική μεθοδολογία, αντί για αντικειμενοστρεφή: Στο δισδιάστατο σχέδιο CAD, οι χρήστες σχεδιάζουν δύο γραμμές για να αναπαραστήσουν ένα τοίχο. Στο BIM, διαδικασία της αναπαράστασης ενός τοίχου, πραγματοποιείται με τη μορφή ενός διαδραστικού εργαλείου που ονομάζεται Wall. Ο τοίχος αυτός έχει ιδιότητες, όπως πλάτος, ύψος, αν είναι κατεδαφιστέος ή προς ανέγερση, εσωτερικός ή εξωτερικός, αν διαθέτει πυρασφάλεια καθώς και τα υλικά από τα οποία συντίθεται και επενδύεται.

Το BIM επιβάλλει στους χρήστες του να είναι συνεπείς: Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό της μεθόδου BIM σε σύγκριση με το CAD, είναι ότι δεν μπορούν τα σχέδια να παραπλανήσουν τους χρήστες. Λόγω του ότι τα δεδομένα των στοιχείων του μοντέλου βασίζονται στα πραγματικά τους χαρακτηριστικά, είναι δύσκολο να παραπλανηθούν οι χρήστες από λανθασμένα στοιχεία στο πλαίσιο του σχεδιασμού. Επειδή το BIM βασίζεται στην αλληλένδετη πραγματική σχέση των στοιχείων του, είναι δύσκολο να γίνουν λάθη σε περίπτωση τροποποιήσεων π.χ. των διαστάσεων κάποιων στοιχείων του μοντέλου.

Το BIM είναι περισσότερο από τρισδιάστατο μοντέλο: Υπάρχουν διάφορα λογισμικά, τα Ωστόσο, τα λογισμικά αυτά δεν έχουν την δυνατότητα τεκμηρίωσης των σχεδίων της κατασκευής, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν έχουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία BIM. Πολλοί μελετητές και σχεδιαστές μηχανικοί χρησιμοποιούν αυτά τα εργαλεία για τη δημιουργία τέτοιων μοντέλων, τα οποία μπορούν να εισαχθούν σε ένα λογισμικό BIM και να προχωρήσουν στο σχεδιασμό, την ανάλυση και την τεκμηρίωση.

Το BIM είναι ένα εργαλείο σχεδιασμού καθοδηγούμενο από τα δεδομένα της κατασκευής: Το BIM επιτρέπει την δημιουργία βιβλιοθηκών σε όλα τα στάδια του σχεδιασμού και καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου. Οι βιβλιοθήκες αυτές περιλαμβάνουν σημαντικά μεγάλη ποσότητα πληροφοριών, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενημέρωση των χρονοδιαγραμμάτων, τις ποσότητες των υλικών και γενικότερα για την ανάλυση και διαχείριση της κατασκευής και της λειτουργίας του κτιρίου. Συνεπώς το BIM δεν είναι μόνο ένα τρισδιάστατο μοντέλο, αλλά ένα τρισδιάστατο μοντέλο με «έξυπνες» πληροφορίες και «έξυπνα» αντικείμενα.

Το BIM βασίζεται σε ένα σύστημα αρχιτεκτονικής ταξινόμησης και κωδικοποίησης και όχι σε σχεδιαστικά επίπεδα: Επειδή ένα κτιριακό μοντέλο περιλαμβάνει μεγάλο πλήθος από αντικείμενα που πρέπει να κατασκευαστούν, δίνεται η δυνατότητα να ελεγχθεί η οπτική και η γραφική απεικόνιση αυτών, χρησιμοποιώντας μία ορθολογική λίστα κατηγοριών, αρκετά κατανοητή στους χρήστες. Αυτό αποτελεί μία σημαντική διαφορά από το CAD, στο οποίο η κάθε γραμμή ανήκει σε ένα σχεδιαστικό επίπεδο (layer) και εναπόκειται στο χρήστη να διαχειριστεί όλα αυτά τα επίπεδα. Αντίθετα, στα λογισμικά με BIM δεν υπάρχει η πιθανότητα να τοποθετηθεί λάθος ένα παράθυρο στο σχεδιαστικό επίπεδο ενός τοίχου

### 3.10 Λογισμικά BIM

Έως σήμερα έχει αναπτυχθεί ένας σημαντικός αριθμός λογισμικών BIM, που προσφέρονται ως εμπορικά προϊόντα, ενδεικτικά παρακάτω παρουσιάζονται κάποια αντιπροσωπευτικά λογισμικά BIM:

- Σχεδιασμός / Μελέτη:
  - ◆ Autodesk Architectural Desktop
  - ◆ Autodesk Revit
  - ◆ Bentley Triforma
  - ◆ Digital Project
  - ◆ Graphisoft ArchiCAD
  - ◆ Nemetchek All Plan
  - ◆ Rhinoceros
- Μελέτη:
  - ◆ Tekla Engineer
  - ◆ FEA (SAP, Staad, etc.)
- Ολοκλήρωση:
  - ◆ Digital Project
  - ◆ Innovaya
  - ◆ Navisworks
  - ◆ Rhinoceros

- 4D μοντελοποίηση / Διαχείριση κατασκευής:
  - ◆ Navisworks
  - ◆ Vicon Constructor

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

Πιο αναλυτικά:

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

χρησιμοποιεί στρώματα (layers) για να οργανώσει τα στοιχεία του μοντέλου. Αυτό το στοιχείο είναι πλεονέκτημα για ένα έργο που γίνεται αρκετά περίπλοκο. Επίσης, το Revit έχει τη δυνατότητα να διασυνδέεται με το MS Project και να ανταλλάζει αμφίδρομα πληροφορίες για το χρονικό προγραμματισμό. Το Autodesk Revit αυξάνει το εργαλείο ανάπτυξης μοντέλων και εκτός από το Autodesk Revit Architecture συνδυάζει τις δυνατότητές του με το Autodesk Revit Structures (για δομοστατικούς μηχανικούς) και το Autodesk Revit MEP (για τους Η/Μ και τους υδραυλικούς μηχανικούς).

Και τα δύο αυτά εργαλεία λογισμικού έχουν ως σκοπό τη δημιουργία ειδικών στοιχείων για την παρουσίαση των αντικειμένων που χρησιμοποιούνται στα σχέδιά τους. Όλα αυτά στοχεύουν στην ευκολότερη εξαγωγή των σχεδιαστικών μοντέλων και τη συνεργασία πολλαπλών χρηστών. Η ιστοσελίδα του λογισμικού είναι <http://www.autodesk.com/products/autodesk-revit-family/overview>.

3. MicroStation Triforma: Αποτελεί το κύριο προϊόν της Bentley. Είναι μια εξαιρετικά δημιουργική και σταθερή τρισδιάστατη πλατφόρμα και καλύπτει τις ανάγκες όλων των επιστημονικών τομέων στο σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την ολοκλήρωση των τεχνικών έργων. Το λογισμικό αυτό βέβαια απευθύνεται κυρίως σε μεγάλες εταιρίες όπου κατασκευάζουν πολύπλοκά έργα καθ' ότι σε μικρότερες το λογισμικό αυτό μπορεί να είναι ιδιαίτερα απαιτητικό. Το 2004 η Bentley εισήγαγε ένα νέο λογισμικό το Bentley Building Architecture το οποίο αποτελεί την εξέλιξη του MicroStation Triforma και ταυτόχρονα ανέπτυξε μια σειρά από βοηθητικά εργαλεία που ενσωματώνονται με το Bentley Building Architecture Bentley Structure Bentley Building Mechanical Systems, Bentley Building Electrical Systems, Bentley Facilities, Bentley Power Civil, Bentley Generative Components. Με αυτό το ευρύ φάσμα εργαλείων η Bentley μελετά όλες τις φάσεις του σχεδιασμού ενός έργου. Η ιστοσελίδα του λογισμικού είναι <http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation/>.
4. Tekla Structures: Το λογισμικό αυτό της Tekla δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργήσει ένα μοντέλο για την ανάλυση του σχεδιασμού και του στατικού φορέα και έπειτα να χρησιμοποιήσει το μοντέλο στην πραγματοποίηση της κατασκευής του έργου. Καθώς δημιουργεί λεπτομερή κατασκευαστικά μοντέλα, πλούσια σε πληροφορίες, ου είναι έτοιμα προς ανέγερση και μπορεί να διαμορφώσει τα στοιχεία

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

Εκτός από τα παραπάνω λογισμικά που περιγράφηκαν αναλυτικά υπάρχουν και πολλά άλλα όπως το Allplan BIM 2013, Google- SketchUp, EnergyPlus, NavisWorks, DAYSIM και πολλά άλλα λογισμικά. Φυσικά, η απόκτηση ενός τέτοιου λογισμικού δεν είναι εύκολη, διότι απαιτεί μία χρηματική επένδυση. Επιπλέον χρειάζεται και επένδυση από άποψη χρόνου, ώστε η εταιρία να εκπαιδεύσει το προσωπικό της έως ότου αυτό αποκτήσει την απαραίτητη εξοικείωση που χρειάζεται για τη σωστή εφαρμογή του. Μολονότι στις χώρες του εξωτερικού η χρήση BIM αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς, είναι άγνωστο πότε αυτή η διαδικασία θα κάνει την εμφάνισή της στην Ελλάδα λόγω των επενδυτικών απαιτήσεων που προαναφέρθηκαν και της υπάρχουσας στασιμότητας του ελληνικού κατασκευαστικού τομέα. Εντούτοις τα οφέλη που επιφέρει μια τέτοια επένδυση είναι αρκετά όπως αναφέρονται και παρακάτω. Επομένως, όχι μόνο αντισταθμίζεται με τη χρηματική επένδυση και το χρόνο που δαπανάται με την εκπαίδευση του προσωπικού αλλά οι κατασκευαστικές εταιρίες μπορούν να έχουν όφελος διαχρονικά. Τέλος, εάν γίνει το πρώτο βήμα προς την υιοθέτηση του BIM από τις μεγάλες ελληνικές κατασκευαστικές εταιρίες, ίσως μέσα στο πλαίσιο του ανταγωνισμού να ακολουθήσουν και άλλες, ώστε σταδιακά ο ελληνικός κατασκευαστικός τομέας να φτάσει σε ένα επίπεδο εφάμιλλο των σύγχρονων παγκόσμιων κατασκευαστικών προτύπων.

### 3.11 Οφέλη από τη χρήση του BIM

Τα οφέλη που μπορεί να αποκομίσει μία εταιρεία με την εφαρμογή του BIM είναι πολλά, καθώς μπορεί να υποστηρίξει και να βελτιώσει πολλές επιχειρησιακές πρακτικές. Σημαντική παράμετρος που κάνει τις επιχειρήσεις διστακτικές προς την εφαρμογή του BIM είναι η

λανθασμένη εντύπωση που υπάρχει από μη γνώστες του αντικειμένου, όπου το BIM θεωρείται ως απλά ένα εργαλείο τρισδιάστατης απεικόνισης και συνεπώς κρίνεται άσκοπη η εφαρμογή του. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως ωστόσο, το BIM είναι πολύ περισσότερο από αυτό. Παρά το γεγονός ότι η χρήση του BIM δεν είναι ακόμα ευρέως διαδεδομένη, αναγνωρίζονται πολλές από τις σημαντικές αλλαγές που έφερε στον τομέα των κατασκευών. Τα οφέλη συνοψίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

#### **A) Προκατασκευαστικά οφέλη για τον ιδιοκτήτη**

Εφικτότητα: Πριν ο ιδιοκτήτης εμπλακεί με έναν μηχανικό, είναι απαραίτητο να καθορίσει εάν ένα κτίριο με δεδομένο μέγεθος, επίπεδο ποιότητας και επιθυμητές απαιτήσεις προγράμματος μπορεί να κατασκευαστεί μέσα στον διαθέσιμο χρόνο και με τους διατιθέμενους οικονομικούς πόρους. Εάν αυτές οι ερωτήσεις μπορούν να απαντηθούν με σχετική βεβαιότητα, ο ιδιοκτήτης μπορεί να προχωρήσει γνωρίζοντας ότι οι στόχοι του μπορούν να επιτευχθούν.

Αύξηση απόδοσης κτιρίου και ποιότητας: Αναπτύσσοντας ένα σχηματικό μοντέλο πριν τη δημιουργία ενός λεπτομερούς κτιριακού μοντέλου υπάρχει η δυνατότητα για μία πιο προσεκτική εκτίμηση του προτεινόμενου σχεδίου ώστε να καθοριστεί εάν το κτίριο μπορεί να επιτύχει τις λειτουργικές και βιώσιμες ανάγκες του. Η πρώιμη αξιολόγηση των εναλλακτικών χρησιμοποιώντας αναλύσεις και προσομοιώσεις αυξάνει τη συνολική ποιότητα του κτιρίου.

#### **B) Σχεδιαστικά οφέλη**

Νωρίτερη και ακριβέστερη οπτικοποίηση του σχεδίου: Τα τρισδιάστατα μοντέλα που δημιουργούνται με λογισμικό BIM σχεδιάζονται απευθείας και όχι από πολλαπλά δισδιάστατα μοντέλα. Μπορούν να σχεδιαστούν σε οποιοδήποτε στάδιο της διαδικασίας και να εμφανιστούν την ίδια στιγμή σε όλες τις απόψεις των σχεδίων, με τις ίδιες διαστάσεις, την ίδια θέση και τις ίδιες πληροφορίες.

Αυτόματες χαμηλού επιπέδου διορθώσεις μετά από αλλαγές στο σχεδιασμό: Όταν τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται στο σχεδιασμό ακολουθούν παραμετρικούς κανόνες διασφαλίζοντας την ορθή ευθυγράμμιση τους, τότε τα τρισδιάστατα μοντέλα είναι κατασκευάσιμα. Αυτό μειώνει την ανάγκη από το χρήστη να διαχειριστεί τις αλλαγές των σχεδίων.

Δημιουργία ακριβών δισδιάστατων σχεδίων σε οποιαδήποτε φάση σχεδιασμού: Σε όλη τη διάρκεια του σχεδιασμού μπορούν να εξαχθούν τα σχέδια για κάθε αντικείμενο ή άποψη του έργου. Αυτό μειώνει σημαντικά το χρόνο αλλά και τον αριθμό των σφαλμάτων που σχετίζονται με τη δημιουργία των κατασκευαστικών σχεδίων για κάθε όψη του έργου.

Νωρίτερη συνεργασία μεταξύ των διαφόρων τομέων: Η τεχνολογία BIM επιτρέπει την ταυτόχρονη εργασία από πολλούς τομείς. Αν και η συνεργασία μπορεί να γίνει και με τα σχέδια, είναι πολύ πιο δύσκολο και χρονοβόρο απ' ό,τι να δουλεύουν όλοι μαζί στο ίδιο

τρισεπίσταςτο σχέδιο. Αυτό μειώνει θεαματικά το χρόνο σχεδιασμού αλλά και τα σφάλματα και τις αποκλίσεις κατά τον σχεδιασμό. Επιπρόσθετα, δίνει καλύτερα εικόνα των σχεδιαστικών προβλημάτων καθώς και τη δυνατότητα τα σχέδια να βελτιώνονται συνεχώς.

Ευκολότερος έλεγχος με τα αρχικά σχέδια: Τα BIM παρέχουν νωρίτερη τρισεπίσταςτη απεικόνιση και ποσοτικοποίηση των επιφανειών και των αντικειμένων, δίνοντας τη δυνατότητα για νωρίτερες και ακριβέστερες εκτιμήσεις. Στα τεχνικά κτίρια ( όπως νοσοκομεία ή εργαστήρια), ο αρχικός σχεδιασμός καθορίζεται ποσοτικά και συνεπώς είναι δυνατός ο έλεγχος των απαιτήσεων του κτιρίου εξ αρχής.

Εκτίμηση του κόστους στο στάδιο του σχεδιασμού: Σε κάθε στάδιο του σχεδιασμού, η τεχνολογία BIM μπορεί να εξάγει μία ακριβής αναφορά των ποσοτήτων και των επιφανειών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση του κόστους. Στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού, η εκτίμηση του κόστους στηρίζεται κυρίως στο κόστος ανά τετραγωνικό. Όσο ο σχεδιασμός προχωρά, είναι διαθέσιμες πιο λεπτομερείς ποσότητες και συνεπώς πιο ακριβής και λεπτομερής εκτίμηση του κόστους. Ως αποτέλεσμα, είναι δυνατή η δημιουργία ενός καλύτερα πληροφορημένου σχεδίου αποφάσεων σχετικά με το κόστος χρησιμοποιώντας το BIM απ' ότι ένα σύστημα στο χαρτί.

Βελτίωση ενεργειακής αποδοτικότητας και βιωσιμότητας: Συνδέοντας το κτιριακό μοντέλο με ένα εργαλείο ενεργειακής ανάλυσης, δίνεται η δυνατότητα εκτίμησης της χρησιμοποιούμενης ενέργειας από τα πρώτα ακόμη στάδια σχεδιασμού. Κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό μέσω των παραδοσιακών δισεπίσταςτων εργαλείων τα οποία απαιτούν μία ξεχωριστή ενεργειακή ανάλυση μετά το τέλος του σχεδιασμού όπου η δυνατότητα για βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου είναι περιορισμένες. Η δυνατότητα να συνδεθεί το κτιριακό μοντέλο με διαφορετικά εργαλεία ανάλυσης παρέχει πολλές ευκαιρίες για βελτίωση της ποιότητας του κτιρίου.

### **Γ) Κατασκευαστικά οφέλη**

Συγχρονισμός σχεδιασμού και κατασκευαστικού προγραμματισμού: Η απεικόνιση του κτιρίου σε συνάρτηση με το χρόνο (4D) απαιτεί τη σύνδεση ενός κατασκευαστικού προγράμματος με τρισεπίσταςτα αντικείμενα σε ένα σχέδιο, έτσι ώστε να είναι δυνατή η προσομοίωση της κατασκευαστικής διαδικασίας για το κτίριο και το εργοτάξιο ανά πάσα στιγμή. Αυτή η γραφική προσομοίωση παρέχει απίστευτη εικόνα για το πώς θα κατασκευαστεί ένα κτίριο μέρα με τη μέρα και αποκαλύπτει πιθανές πηγές κινδύνων και ευκαιρίες για πιθανές βελτιώσεις στο εργοτάξιο, το προσωπικό, τον εξοπλισμό, τον χώρο και την ασφάλεια.

Εντοπισμός σχεδιαστικών σφαλμάτων και αποκλίσεων πριν την κατασκευή: Εφόσον το τρισεπίσταςτο εικονικό μοντέλο προκύπτει από όλα τα δισεπίσταςτα και τρισεπίσταςτα σχέδια, τα σχεδιαστικά σφάλματα από αντιφατικά δισεπίσταςτα σχέδια εξαλείφονται. Επιπλέον, λόγω

της σύνδεσης και της σύγκρισης των σχεδίων από όλους τους τομείς του σχεδιασμού, οι διεπαφές των συστημάτων είναι εύκολο να ελεγχθούν. Οι συγκρούσεις εντοπίζονται πριν εμφανιστούν στο πεδίο. Η συνεργασία μεταξύ των μηχανικών και των εξωτερικών συνεργατών ενισχύεται, ενώ τα σφάλματα λόγω αποκλίσεων μειώνονται σημαντικά. Αυτό επιταχύνει τη κατασκευαστική διαδικασία, μειώνει το κόστος, ελαχιστοποιεί την πιθανότητα εμπλοκής με το νόμο και παρέχει ομαλότερη διαδικασία για όλη την ομάδα έργου.

Γρήγορη αντίδραση στο σχεδιασμό ή σε προβλήματα εργοταξίου: Η επίδραση από πιθανές αλλαγές σε ένα σχέδιο μπορούν να εισαχθούν στο μοντέλο άμεσα και να ενημερωθούν αυτόματα όλα τα αντικείμενα του σχεδίου. Οι συνέπειες από μία αλλαγή μπορεί να αντικατοπτριστεί στο μοντέλο και σε όλες τις μετέπειτα όψεις του. Επιπλέον οι αλλαγές στο σχέδιο μπορούν να επιλυθούν γρηγορότερα στα BIM συστήματα καθώς οι τροποποιήσεις μπορούν να μοιραστούν, οπτικοποιηθούν, εκτιμηθούν και επιλυθούν χωρίς τη χρήση χρονοβόρων συναλλαγών με χαρτιά. Οι ενημερώσεις σε αυτό το επίπεδο είναι ιδιαίτερα επιρρεπής προς σφάλματα σε "χάρτινα" συστήματα.

Βελτιωμένη εφαρμογή κατασκευαστικών τεχνικών: Οι κατασκευαστικές τεχνικές απαιτούν προσεκτική συνεργασία μεταξύ του εργολήπτη και των προμηθευτών ώστε να εξασφαλιστεί ότι κάθε υλικό θα βρίσκεται στο εργοτάξιο ακριβώς όταν χρειάζεται. Αυτό μειώνει την ανάγκη για αποθέματα υλικών στο εργοτάξιο. Καθώς το BIM παρέχει ένα ακριβές μοντέλο του σχεδίου και τα απαιτούμενα υλικά ανά πάσα στιγμή, παρέχει τη βάση για ένα βελτιωμένο προγραμματισμό των προμηθειών, όπου κάθε στιγμή θα υπάρχουν στο εργοτάξιο μόνο τα υλικά, ο εξοπλισμός και το προσωπικό που είναι απαραίτητα, μειώνοντας έτσι το κόστος και δημιουργώντας τη βάση για την καλύτερη δυνατή συνεργασία στο εργοτάξιο.

#### **Δ) Μετακατασκευαστικά οφέλη**

Καλύτερη διοίκηση και διαχείριση των εγκαταστάσεων: Το κτιριακό μοντέλο παρέχεται ως πηγή πληροφοριών για όλα τα συστήματα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή. Οι προηγούμενες αναλύσεις συνήθιζαν να διαπραγματεύονται τον μηχανολογικό εξοπλισμό, τα συστήματα ελέγχου και άλλες αγορές με τους ιδιοκτήτες ως μέσο για την επαλήθευση των αποφάσεων σχεδιασμού μετά την παράδοση του έργου. Αυτή η πληροφορία μπορεί χρησιμοποιηθεί για να γίνει ο έλεγχος ότι όλα τα συστήματα δουλεύουν σωστά μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής.

Ενσωμάτωση με λειτουργίες εγκαταστάσεων και διαχείριση συστημάτων: Ένα κτιριακό μοντέλο που έχει ενημερωθεί με όλες τις αλλαγές που έγιναν κατά τη διάρκεια κατασκευής, αποτελεί μια σημαντική πηγή πληροφοριών σχετικά με το πώς κατασκευάστηκαν οι χώροι και τα συστήματα και είναι ένα χρήσιμο σημείο αρχής για τη διαχείριση και τη λειτουργία του κτιρίου. Οι κτιριακές πληροφορίες του μοντέλου υποστηρίζουν τον έλεγχο σε πραγματικό



χρόνο των συστημάτων, παρέχουν μία φυσική διεπαφή μεταξύ των αισθητήρων και της απομακρυσμένης διαχείρισης των λειτουργιών του κτιρίου.



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

### 3.12 Προβλήματα από τη χρήση του BIM

Η χρήση του BIM στις υποδομές αντιμετωπίζει πολλές δυσκολίες και οι λόγοι για τους οποίους πολλοί είναι διστακτικοί ως προς αυτό είναι:

- Οι πελάτες δεν ενδιαφέρονται, ούτε απαιτούν τη χρήση του BIM.
- Τα εργαλεία του CAD σε αυτόν τον κλάδο είναι επιτυχημένα, συνεπώς δεν υπάρχει ανάγκη για αλλαγή.
- Η χρήση νέων λογισμικών απαιτεί χρόνο από το προσωπικό των επιχειρήσεων αλλά και υψηλό κόστος, τόσο για την εκπαίδευση του προσωπικού όσο και για την αντικατάσταση των παλαιών συστημάτων της επιχείρησης.

Λαμβάνοντας υπόψιν ερευνητές και επαγγελματίες που έχουν εφαρμόσει το BIM, παρέχονται κάποιες χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με εμπόδια και προβλήματα που παρουσιάζονται κατά την εφαρμογή του BIM.

Αρχικά οι περισσότεροι συμμετέχοντες στα έργα είναι εξοικειωμένοι σε συγκεκριμένα εργαλεία (λογισμικό και εξοπλισμό) και συχνά η μεταφορά δεδομένων είναι περιορισμένη λόγω προβλημάτων συμβατότητας και μεταφοράς των δεδομένων στους άλλους συμμετέχοντες. Τα

δεδομένα που δεν μεταφέρονται πρέπει να διορθωθούν και αυτό απαιτεί επιπλέον προσπάθεια να γίνει ή να προστεθούν από άλλο κατάλληλο εργαλείο.

Η εφαρμογή μερικών έξυπνων προσεγγίσεων στην ψηφιακή ανάπτυξη του έργου για πρώτη φορά και τα λάθη που παρατηρούνται, δείχνουν την έλλειψη εμπειρίας και οδηγούν σε χρονοβόρες διαδικασίες ή ακριβές συμβουλευτικές από την αγορά των βέλτιστων πρακτικών. Συνήθως τα έτοιμα εικονικά μοντέλα θεωρούνται επιφανειακά και αναξιόπιστα.

Υπάρχουν πολλά εμπόδια που κάνουν τους συμμετέχοντες επιφυλακτικούς ως προς τη χρήση της τεχνολογίας και του BIM. Τα εμπόδια αφορούν κυρίως το φόβο για πολύ χαμηλά ποσοστά επιτυχίας ή μεγάλη αποτυχία, υψηλό αρχικό κόστος, απαιτήσεις χρόνου για κατανόηση και εξοικείωση με το λογισμικό και ίσως το μεγαλύτερο εμπόδιο είναι η έλλειψη υποστήριξης από την ανώτερη ηγεσία της εταιρείας, λόγω συντηρητικής προσέγγισης.

Για την εκτέλεση του 4D μοντέλου με αποτελεσματικό τρόπο πρέπει να επιλυθούν σημαντικά θέματα σχετικά με τη γνώση και χρήση λογισμικών μοντελοποίησης, των εργαλείων που χρησιμοποιούνται σε αυτά, την ανταλλαγή δεδομένων, την σωστή χρήση του εξοπλισμού και την τυποποίηση των οργανωτικών και επαγγελματικών προσόντων που απαιτούνται.

Ένα τελευταίο εμπόδιο στην εφαρμογή του BIM είναι η έλλειψη πληροφόρησης σχετικά με τα αυστηρά πρότυπα και κανόνες εφαρμογής του BIM για συγκεκριμένους συμμετέχοντες, τις υποχρεώσεις της σύμβασης σε ορισμένες χώρες και η ενοποιημένη αρχειοθέτηση για ορισμένες περιοχές ( όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση, η Αμερική, η Ασία και άλλες).

Οι αλλαγές στην κουλτούρα και οι τεχνολογικές καινοτομίες είναι αυταπόδεικτες. Στον τομέα των κατασκευών, το BIM και το πλήθος των δεδομένων υπόσχονται πολλά, ωστόσο πρέπει να ξεπεραστούν οι προκλήσεις από την παγκόσμια βιομηχανία. Οι προκλήσεις αυτές σχετίζονται με τις παγκόσμιες αλλαγές γενικότερα αλλά και τις προκλήσεις στον κατασκευαστικό κλάδο και τον κλάδο των τεχνολογιών.

(πηγή : <http://www.cadlab.gr/el/> )

### 3.13 Παγκόσμιες προκλήσεις

Οι επιχειρηματικές πρακτικές απαιτούν παγκόσμιους κανόνες. Αυτό γίνεται αντιληπτό κυρίως στη λογιστική αρένα, με τα διεθνή χρηματοοικονομικά πρότυπα και με το 70% του παγκόσμιου πλούτου σε γη και ακίνητα, αξιολόγηση, μέτρηση της ιδιοκτησίας και της δεοντολογίας να είναι οι κύριοι υποψήφιοι για τα διεθνή πρότυπα.

Η αβεβαιότητα και το ρίσκο αποτελούν τροχοπέδη για τις επενδύσεις στον τομέα των κατασκευών και των υποδομών. Η αβεβαιότητα συχνά προκαλείται από την έλλειψη συγκρίσιμων, σταθερών και συλλογικά πρότυπα.

Επί του παρόντος, παρατηρείται έλλειψη συστημάτων μέτρησης που σχετίζονται με την κατασκευαστική βιομηχανία σε παγκόσμιο επίπεδο, ιδιαίτερα στις αναδυόμενες και αναπτυσσόμενες αγορές, στις οποίες αναμένετε να αυξηθεί το μερίδιο των κατασκευών.

Αυτή η έλλειψη προτύπων μέτρησης συνεπάγεται ότι η κατασκευή έργων, τα εγγενή στοιχεία τους και τα προκύπτοντα αποτελέσματα δεν μπορούν να συγκριθούν από τη μία γεωγραφική αγορά στην άλλη.

### 3.13.1 Κατασκευαστικές προκλήσεις

Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι κατασκευαστικές εταιρείες και οργανισμοί είναι εξαιρετικά διαφοροποιημένες, καθώς αποτελούνται από ανθρώπους από διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους, με διαφορετικά “πιστεύω” και προτεραιότητες, από διαφορετικά περιβάλλοντα και πολιτισμούς, σε διαφορετικούς τόπους, οι οποίοι έχουν ενταχθεί στη ομάδα σε διαφορετικές φάσεις. Είναι πολύ πιθανό να υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη συμπεριφορά όπως και στις εξειδικευμένες γνώσεις, μεταξύ μηχανικών της ίδιας ειδικότητας. Διακριτές επιμέρους νοοτροπίες έχουν τις δικές τους πεποιθήσεις, αξίες, γλώσσα, κώδικες αναφοράς, προσδοκίες, κανόνες συμπεριφοράς και πρακτικές.

Η ομαδική εργασία μεταξύ ατόμων με διαφορετικούς στόχους και συμφέροντα δυσκολεύει την επίτευξη της παραγωγικότητας, καθώς το κέρδος για μία ομάδα αποτελεί απώλεια για μια άλλη. Όταν κάθε συμμετέχων αντιπροσωπεύει έναν οργανισμό με δική του ατζέντα, είναι πιο σημαντικό για αυτούς να αποκτήσουν πλεονέκτημα έναντι ενός άλλου οργανισμού, παρά να ενδιαφερθούν για την επίλυση των προβλημάτων προς το συμφέρον του έργου. Ο οικονομικός ανταγωνισμός προδιαθέτει τους ανθρώπους και τους οργανισμούς να ενεργούν εγωιστικά, παρά με πνεύμα αλληλεγγύης. Από τη σκοπιά της ριζικής αλλαγής μπορεί να υποστηριχτεί ότι, όταν υπάρχουν θεμελιώδεις διαφορές συμφερόντων μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών του έργου η έννοια της συνεργασίας είναι απλά ένας τρόπος καταστολής των συγκρούσεων. Οι συγκρούσεις μπορεί να έχουν αποθαρρυνθεί, αλλά μόνο εντός ορισμένων ορίων, δίνοντας την ψευδαίσθηση της συμφωνίας μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων.

Το πρόβλημα είναι ότι η μεροληψία παρεισφρεί πάντα στη λογική της ομάδας, συχνά διαστρεβλώνοντας επικίνδυνα τη σκέψη τους. Μία ομάδα που έχει συλλάβει, δημιουργήσει και υποστηρίξει μία πρόταση, μπορεί υποσυνείδητα να απορρίψει στοιχεία που έρχονται σε αντίθεση με την πρόταση αυτή. Γι’ αυτό, σχετικά με σημαντικές αποφάσεις, ανώτερα διοικητικά στελέχη και διαχειριστές έργου πρέπει να εξετάσουν προσεκτικά όχι μόνο το περιεχόμενο των προτάσεων αλλά και τη διαδικασία σύστασης αυτών.

Η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει τους ηγέτες να ελέγξουν αν μια ομάδα έχει εξετάσει όλες τις εναλλακτικές, συγκέντρωσε όλες τις σωστές πληροφορίες και χρησιμοποίησε αξιόπιστα νούμερα για να υποστηρίξει την πρότασή της. Μπορούν να τονίσουν επίσης ζητήματα σχετικά με το αν μια ομάδα πιθανόν επηρεάζεται από θέματα ιδιοτέλειας, υπέρμετρης αυτοπεποίθησης ή προσκόλλησης σε προηγούμενες αποφάσεις.

Οι πελάτες μπορούν σταδιακά να καθορίσουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, μειώνοντας τις επιπτώσεις των προκαταλήψεων και αναβαθμίζοντας την ποιότητα των αποφάσεων που λαμβάνονται από τους οργανισμούς. Τα αποτελέσματα μπορεί να είναι σημαντικά. Μία μελέτη της εταιρείας McKinsey σε πάνω από 1000 επενδυτές, έδειξε ότι όταν οι εταιρείες ασχολήθηκαν με το να μειώσουν τις επιπτώσεις των προκαταλήψεων, αύξησαν την απόδοση των επενδύσεων κατά επτά ποσοστιαίες μονάδες.

### 3.13.2 Τεχνολογικές προκλήσεις

Το BIM ανησυχεί αρκετά τους επαγγελματίες του κλάδου λόγω της δυνητικής απειλής της τεχνολογίας. Είναι προφανές ότι οι περισσότεροι επαγγελματικοί φορείς βοηθούν τα μέλη τους να κατανοήσουν καλύτερα το BIM, με βελτιώσεις και εξωραϊσμούς των περιοχών όπου βρίσκονται τα μέλη τους. Το μήνυμα είναι ηχηρό και σαφές: Το BIM ήρθε για να μείνει. Αυτό που μένει να αποσαφηνιστεί είναι το πότε. τομέας των κατασκευών προσπαθεί να είναι εξαιρετικά αποτελεσματικός, με έμφαση στην ποιότητα, κοινωνική υπεύθυνος και μια βιομηχανία ικανή να ανταποκριθεί με επιτυχία στις απαιτήσεις της σημερινής και μελλοντικής γενιάς. Το BIM μπορεί να διαδραματίσει στρατηγικό ρόλο σε αυτόν τον μετασχηματισμό, αλλά είναι αφελές να θεωρηθεί ότι το BIM μόνο του μπορεί να κάνει τέτοιες σαρωτικές αλλαγές. Μαζί με μία συμπληρωματική δομή όπως κάποιες βασικές αρχές, κατασκευές εκτός χώρου, ολοκληρωμένη παράδοση του έργου, βιωσιμότητα και έξυπνες πόλεις, μπορεί να δώσει την απαραίτητη ώθηση.

Οι έξυπνες πόλεις βασισμένες στο BIM δεν περιορίζονται μόνο σε ένα στοιχείο. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη ενός πλούσιου πληροφοριακού μοντέλου στην περιοχή. Αυτά τα μοντέλα μπορούν να γίνουν η βάση για το ψηφιακό DNA των έξυπνων πόλεων. Οι έξυπνες πόλεις έχουν χωρική, φυσική, ψηφιακή, εμπορική και κοινωνική διάσταση.

Η συνεργασία στον κατασκευαστικό κλάδο μπορεί να δώσει κίνητρα στους πελάτες και τους προμηθευτές. Αλλά ακόμη και με την καλύτερη διάθεση, η επικοινωνία και συνεργασία θα είναι δύσκολο να επιτευχθούν, ιδιαίτερα σε σύνθετα έργα.

Η εφαρμογή του BIM απαιτεί ραγδαία ανάπτυξη αξιόπιστων εργαλείων για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ διαφόρων λογισμικών και παράλληλα αποτελεσματική και άμεση συνεργασία και συντονισμό μεταξύ των συμμετεχόντων. Για πιο αποδεκτή εφαρμογή του BIM, τα αποδεκτά επίπεδα διαλειτουργικότητας και τυποποίησης της μεθόδου πρέπει να καθοριστούν από τους συμμετέχοντες στο έργο και τις ομάδες έργου. Η τεχνολογία και τα

εργαλεία του BIM αναπτύσσονται με ταχείς ρυθμούς, αλλά η αποδοτική και γρήγορη χρήση τους στην πράξη περιορίζεται από τις υφιστάμενες συμβατικές ρυθμίσεις και την παραδοσιακή οργανωτική δομή στα έργα, υποβοηθούμενα από ομάδες που μάχονται κυρίως για τα ατομικά τους συμφέροντα αντί για αναζήτηση μεθόδων για καλύτερη παράδοση έργων και εναλλακτικών λύσεων, που μπορούν να κάνουν τη συμμετοχή στην παράδοση του έργου επωφελής για όλους τους εμπλεκόμενους.

Εάν σχεδιαστεί σωστά, ένα “συλλογικό” BIM μπορεί να δώσει τη λύση.

### 3.14 Παραδείγματα Εφαρμογής του Μοντέλου B.I.M

#### 3.14.1 Aquarium Hilton Garden Inn. Atlanta, Georgia

Πρόκειται για ένα μικτής χρήσης κτήριο 14 ορόφων με ξενοδοχείο, καταστήματα λιανικής πώλησης καθώς και έναν χώρο στάθμευσης 700 θέσεων. Συνοπτικά τα στοιχεία του έργου είναι τα εξής:

- ◆ Μέγεθος έργου : 46.000.000\$, ξενοδοχείο και χώρος στάθμευσης συνολικής έκτασης 45.000τμ
- ◆ Τύπος σύμβασης : Εγγυημένη μέγιστη τιμή
- ◆ Πεδία εφαρμογής του BIM :Συντονισμός μελετών, ανίχνευση συμβατοτήτων, έλεγχος αλληλουχίας δραστηριοτήτων ,χρονικός προγραμματισμός.
- ◆ Κόστος εφαρμογής του BIM : 90.000\$ ή 0.2% του προϋπολογισμού του έργου (40.000\$ καταβάλλονται από τον ιδιοκτήτη)
- ◆ Όφελος ως προς το κόστος : 200.000\$ που αποδίδεται κυρίως στην έγκαιρη ανίχνευση και επίλυση προβλημάτων συμβατότητας των μελετών και των συμβατικών τευχών.
- ◆ Όφελος ως προς τον χρόνο απασχόλησης : 1.143 ανθρωποώρες λιγότερες



Εικόνα : Aquarium Hilton Garden Inn

Παρότι αυτό το έργο δεν μελετήθηκε εξ αρχής χρησιμοποιώντας την τεχνολογία BIM, ο γενικός εργολάβος ζήτησε από τους μελετητές να δημιουργήσουν το στατικό μοντέλο, το αρχιτεκτονικό μοντέλο και τα μοντέλα μηχανολογικών, υδραυλικών και το ηλεκτρικών εγκαταστάσεων του κτιρίου κατά το πρότυπο IFC. Στη συνέχεια με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού BIM για την ανίχνευση ασυμβατοτήτων έκανε τη συναρμογή των μοντέλων των επιμέρους μελετών και εντόπισε 55 ασυμβατότητες οι οποίες θα κόστιζαν 124.000\$.

Με αυτήν και μόνο τη διερεύνηση πριν από την έναρξη της κατασκευής απόσβεσε το κόστος εφαρμογής του BIM των 90.000\$ και είχε και καθαρό κέρδος 34.000\$. Κατά τη ανασκόπηση των συμβατικών τευχών του έργου εντοπίστηκαν άλλες 590 ασυμβατότητας πριν ακόμα αρχίσει η φάση της κατασκευής με αποτέλεσμα να αποφευχθεί δαπάνη της τάξεως των 800.000\$.

Με λίγα λόγια, το Aquarium Hilton Garden Inn ανέδειξε μερικά από τα οφέλη της χρήσης της τεχνολογίας BIM. Τα οικονομικά οφέλη για τον ιδιοκτήτη ήταν σημαντικά, και το άγνωστο κόστος που αποφεύχθηκε μέσω της συνεργασίας, της οπτικοποίησης, της κατανόησης, και της ανίχνευσης των ασυμβατοτήτων ήταν πέρα από τις μετρούμενες εξοικονομήσεις. Μετά από αυτό το έργο, ο αρχιτέκτονας και ο εργολάβος άρχισαν να χρησιμοποιούν την τεχνολογία BIM σε όλα τα μεγάλα έργα, και ο ιδιοκτήτης χρησιμοποίησε το BIM μοντέλο του κτιρίου για τις πωλήσεις και τις παρουσιάσεις του έργου.

### 3.14.2 Savannah State University, Savannah, Georgia

Στη συγκεκριμένη περίπτωση παρουσιάζεται η χρήση της τεχνολογίας BIM στη φάση της προμελέτης του έργου για την ανάλυση και αξιολόγηση εναλλακτικών επιλογών και τεχνικών









λύσεων με τη μέθοδο ανάλυσης αξίας (value analysis), προκειμένου να αναζητηθεί η πλέον λειτουργική και οικονομική διάταξη του κτιρίου.

Συνοπτικά τα στοιχεία του έργου είναι τα εξής:

- ◆ Έργο: Κτιριακό συγκρότημα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης
- ◆ Αξία του έργου: 12.000.000\$
- ◆ Πεδία εφαρμογής του BIM: Προμελέτες, ανάλυση αξίας
- ◆ Κόστος εφαρμογής του BIM: 5.000\$
- ◆ Συνολικό καθαρό όφελος: 1.995.000\$

Ο εργολάβος της κατασκευής συντόνισε στην φάση της προμελέτης τον αρχιτέκτονα και τον ιδιοκτήτη για να παρουσιάσουν τρεις διαφορετικές λύσεις με μοντέλα BIM, συνοδευόμενες από τρία αντίστοιχα οικονομικά σενάρια. Ο ιδιοκτήτης ήταν σε θέση να «περπατήσει» εικονικά μέσα σε όλα τα εικονικά μοντέλα για να επιλέξει τη διάταξη που ικανοποιούσε καλύτερα τις απαιτήσεις του.

Οι κοινές συνεδριάσεις για την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων με τη βοήθεια του 3D ψηφιακού μοντέλου BIM οδήγησαν γρήγορα και εποικοδομητικά στη λήψη αποφάσεων για την καλύτερη λύση. Η όλη διαδικασία κράτησε δύο εβδομάδες και απέφερε κέρδος 1.995.000\$ κατά τη φάση της προμελέτης.

Aspect	Owner's Requirements	Option A	Option B	Option C	
Front Elevation					
Plan					
Stories	Not specified	2	2	3	
Cost Scenarios					
Budget:	\$147.74/sf	\$11,000,000	\$12,897,111	\$12,270,919	\$10,910,894
Mid-Range:	\$175.00/sf	\$13,030,325	\$15,276,800	\$14,535,140	\$12,924,100
High-Range:	\$200.00/sf	\$14,891,800	\$17,459,200	\$16,611,600	\$14,770,400

Εικόνα: Οι τρεις εναλλακτικές λύσεις για το Savannah State University που αξιολογήθηκαν με τη χρήση της τεχνολογίας BIM σε επίπεδο προμελέτης και αυτή που τελικά εφαρμόστηκε

### 3.14.3 Budai Mall

Το μεγαλύτερο εμπορικό στον κόσμο.



Η συνολική κατασκευή κόστισε 1,3 δισεκατομμύρια δολάρια και περιλαμβάνει συνολική έκταση πάνω από 12 εκατομμύρια τετραγωνικά πόδια, από τα οποία τα 9 εκατομμύρια ενοικιάζονται σαν εμπορικός χώρος. Το εμπορικό κέντρο προσφέρει μεγάλο πλήθος επιλογών ψυχαγωγίας, συμπεριλαμβανομένου μιας αίθουσας παγοδρομίας ολυμπιακών διαστάσεων και ενός εσωτερικού ενυδρείου 10 εκατομμυρίων λίτρων. Στις ώρες αιχμής πάνω από 50.000 πελάτες επισκέπτονται το MALL και συνολικά όλο το χρόνο πάνω από 30 εκατομμύρια επισκέπτες.

Το DUBAI MALL είναι ένα μέρος του τεράστιου έργου των 20 δισεκατομμυρίων δολαρίων "Downtown Burj Dubai Development", στο οποίο περιλαμβάνεται το πιο ψηλό κτίριο στον κόσμο. Το κύριο δομικό υλικό του εμπορικού κέντρου είναι το σκυρόδεμα, που υπολογίζεται περίπου σε 600.000 κυβικά μέτρα.



Η υπεύθυνος ανάδοχος για τη μελέτη και την κατασκευή του ήταν η Consolidated Contractors Company (CCC) με έδρα την Αθήνα. Η CCC είναι μία από τις πρώτες σύγχρονες αραβικές κατασκευαστικές εταιρίες.

Το πρόβλημα όμως που αντιμετώπισαν ήταν ότι λόγω του τεράστιου όγκου εργασιών και της πολυπλοκότητας της κατασκευής, τα πρακτικά προβλήματα των συνηθισμένων διαδικασιών για την προμέτρηση των ποσοτήτων, θα είχαν τεράστιες επιπτώσεις στο κόστος και στο χρόνο παράδοσης του έργου. Χρησιμοποιώντας τις παραδοσιακές μεθόδους ο πραγματικός όγκος υπολογισμών θα ήταν υπερβολικά μεγάλος και δύσκολα διαχειρίσιμος:

- Το εμπορικό κτίριο περιλάμβανε 32 κτίρια, όπου καθένα από αυτά απαιτούσε κατά μέσο όρο 360 υπολογιστικά φύλλα στο Microsoft Excel.
- Κάθε ομάδα υπολογιστικών φύλλων απαιτούσε κατά μέσο όρο, ένα τεύχος χιλίων σελίδων με τους υπολογισμούς των ποσοτήτων.
- Κάθε έγγραφο πρέπει να είναι ακριβές και να είναι διαμορφωμένο αυστηρά σε συγκεκριμένη μορφή.
- Καινούριες αναθεωρήσεις στο σχεδιασμό ή στο πεδίο αλλαγών θα έπρεπε να παρουσιάζονται σε αναθεωρημένο πακέτο υπολογισμών.
- Για τις πληρωμές της εργολαβικής εταιρείας, απαιτούσε την σύνταξη μηνιαίου τεύχους με υπολογισμούς καθ' όλη τη διάρκεια της τριχρονής κατασκευής.
- Υπήρχαν 32.000 σελίδες υπολογισμών σε λογιστικά φύλλα (spreadsheet) κάθε μήνα δηλαδή 1.152.000 κατά τη διάρκεια συνολική κατασκευής του έργου.

Έτσι λοιπόν, με μια παραδοσιακή μη αυτοματοποιημένη διαδικασία, ο κίνδυνος των λαθών θα ήταν τεράστια και θα απαιτούνταν πολλά χρόνια για την υλοποίηση του έργου. Προκειμένου η CCC να πετύχει τους στόχους της χρειαζόταν μια καινοτόμα μεθοδολογία για τον τρόπο υπολογισμού των ποσοτήτων και την καλύτερη εποπτεία του σχεδιασμού και της κατασκευής του έργου.

Η CCC αποφάσισε να αυτοματοποιήσει την διαδικασία με μια καινοτόμα λύση, εισάγοντας τη μεθοδολογία BIM στο έργο κατασκευής. Το πρώτο μέρος της διαδικασίας ήταν να αναπτυχθεί μια ροή εργασιών για να εφαρμοστεί το σύστημα για τον υπολογισμό των ποσοτήτων στους πολλαπλούς κύκλους έγκρισης και αναθεώρησης των σχεδίων. Μια ομάδα οχτώ ατόμων δημιούργησαν 3D BIM μοντέλα από τα σχέδια της κατασκευής δυο διαστάσεων που ήδη υπήρχαν.

Δεδομένου ότι τα προγράμματα του MS Office χρησιμοποιούνται για να δημιουργηθεί η τεχνική έκθεση της τεκμηρίωσης της κατασκευής, προσελήφθη ένας προγραμματιστής ειδικευμένος σε εικονικές εφαρμογές για να αναπτύξει τα απαραίτητα εργαλεία και

λειτουργίες για να επικοινωνούν τα προγράμματα αυτά με το σύστημα, ενσωματώνοντας όλους τους επιχειρησιακούς κανόνες και τις μεθόδους για το διαχωρισμό των προμετρήσεων.

Στη συνέχεια, μετά την ολοκλήρωση της γεωμετρικής προσωμοίωσης του υπό σχεδιασμό έργου, μια ομάδα δύο ατόμων εξειδικευμένη σε προγράμματα BIM εξήγαγε από το δυναμικό μοντέλο που είχε ήδη δημιουργηθεί αναφορές και προμετρήσεις σε κάθε φάση του έργου. Η εξαγωγή των αναφορών και προμετρήσεων γινόταν τόσο κατά το σχεδιασμό όσο και στην κατασκευή του έργου και ήταν συνεχώς και αυτομάτως ενημερωμένες. Δηλαδή, οποιαδήποτε αλλαγή γινόταν στο έργο ενημερώνονταν αυτόματα όλα τα σχέδια του μοντέλου σχεδιασμού αλλά και οι αναφορές και οι προμετρήσεις. Υπολογίζεται ότι με την αυτοματοποιημένη διαδικασία που προσέφεραν τα προγράμματα BIM παράγονταν 32.000 τεύχη σελίδων υπολογισμών ποσοτήτων και εργασιών κάθε μήνα ή όσο συχνά το απαιτούσε το έργο. Επιπλέον, με τη 4D σχεδίαση που παρείχαν τα προγράμματα BIM ήταν πιο εύκολος ο εντοπισμός ασυμβατοτήτων στις εργασίες του έργου.

Τα οφέλη από την ενσωμάτωση του BIM στη διαδικασία του έργου ήταν πάρα πολλά.

1. Μέσα από την αυτοματοποιημένη διαδικασία αυξήθηκε η ποιότητα της συνολικής κατασκευής του έργου καθώς μειώνονται τα λάθη από τον ανθρώπινο παράγοντα.
2. Το ενημερωμένο μοντέλο BIM βοήθησε στην οπτικοποίηση πολύπλοκων κομματιών του έργου, συνδυάζοντας εργασίες μεταξύ τους μείωνε τις πιθανότητες λάθους.
3. Μείωσε τις απαιτήσεις σε ανθρώπινο δυναμικό, οι άνθρωποι που θα απαιτούνταν για την υλοποίηση του έργου χωρίς το BIM θα ήταν πολύ περισσότεροι
4. Ο χρόνος που εξοικονομήθηκε από την αυτοματοποιημένη αυτή διαδικασία ήταν 504.000 εργατο- ώρες (700 μήνες εργασίας), το οποίο μεταφράζεται σε μια βελτίωση της απόδοσης κατά 86% και μια γενική εξοικονόμηση 7 εκατομμυρίων δολαρίων.
5. Η προμέτρηση των υλικών ολοκληρώθηκε με απόλυτη ακρίβεια επιτρέποντας στην κατασκευαστική ομάδα να αγοράσει τις απαιτούμενες ποσότητες υλικών. Αυτό περιορίσε τις απώλειες υλικού λόγω απρόβλεπτων της κατασκευής κατά 5% και εξοικονομήθηκαν 3 εκατομμύρια δολάρια από τη σωστή διαχείριση της ποσότητας του σκυροδέματος.
6. Συνολικά η CCC εξοικονόμησε 10 εκατομμύρια δολάρια, υιοθετώντας την ενοποιημένη και αυτοματοποιημένη διαδικασία του BIM για τον υπολογισμό των ποσοτήτων. Και από περιβαλλοντικής σκοπιάς, εξοικονομήθηκαν 5% σε 600.000 κυβικά

μέτρα σκυροδέματος ισοδυναμούν με 30.000 κυβικά μέτρα. Τα οποία σε κάθε περίπτωση απαιτείται μεγάλη ποσότητα CO<sub>2</sub> για να παραχθεί ένα κυβικό μέτρο σκυροδέματος και ακόμα περισσότερο να μεταφερθεί. Εξοικονομήθηκαν λοιπόν περίπου 500.000 γαλόνια βενζίνης, που ισοδυναμούν περίπου με 1000 λιγότερα αυτοκίνητα στους δρόμους του Ντουμπάι για ένα έτος.

## Κεφάλαιο 4: Εισαγωγή του Μοντέλου BIM στα Δημόσια Συγκοινωνιακά Έργα.

### 4.1 Εισαγωγή

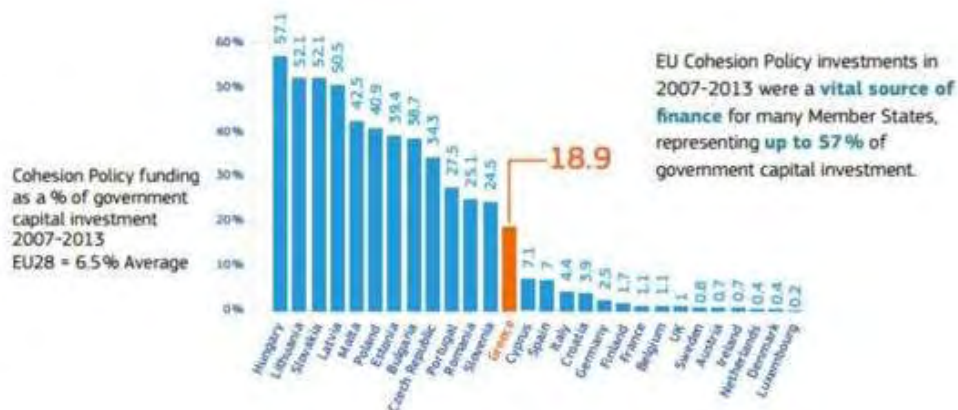
Τα δημόσια συγκοινωνιακά έργα είναι μεγάλα εγχειρήματα καθώς απαιτούν πολυάριθμους συμμετέχοντες, μεγάλη χρονική διάρκεια αποπεράτωσης τους και υψηλά κόστη κατασκευής και συντήρησης. Επιπλέον, κατά τη μελέτη και την εκτέλεσή τους είναι απαραίτητο να ακολουθούνται πολυδαίδαλες διαδικασίες καθώς ρυθμίζονται από ένα αυστηρό νομικό πλαίσιο. Η εισαγωγή της μεθοδολογίας BIM στα δημόσια έργα πρέπει να είναι απόλυτα συνυφασμένη με τις διαδικασίες που περιγράφονται στο παρών κεφάλαιο για να είναι εφαρμόσιμη σε αυτά. Οι βασικοί ορισμοί που αφορούν τα δημόσια έργα, καθώς και οι διαδικασίες που πρέπει να ακολουθούνται τόσο κατά το σχεδιασμό τους, όσο και κατά την κατασκευή τους παρουσιάζονται εκτενώς στο παράρτημα Α. Η κατανόησή τους θεωρείται απαραίτητη, καθώς οι παρακάτω έννοιες χρησιμοποιούνται στα επόμενα κεφάλαια που περιγράφεται πως ακριβώς γίνεται η εισαγωγή του BIM στις διαδικασίες των δημοσίων έργων.

#### 4.1.1. Συγκοινωνιακά Έργα στην Ελλάδα

Μέσα στο ευρωπαϊκό γενικευμένο κλίμα ενδιαφέροντος για τις συγκοινωνιακές υποδομές, η Ελλάδα ως μέλος της Ε.Ε., η οποία, ούτως ή άλλως, εμφάνιζε στερήσεις στον τομέα των μεταφορικών υποδομών και συγκοινωνιακών δικτύων, απέσπασε σημαντικά ευρωπαϊκά κεφάλαια τα οποία έπαιξαν καταλυτικό ρόλο στην έναρξη κατασκευής και λειτουργίας τέτοιου είδους έργων και, γενικά, στη μέχρι τώρα διαμόρφωση των ελληνικών οδικών δικτύων, των λιμένων και των αεροδρομίων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά τη δεκαετία 1991 - 2001, το συνολικό μήκος των Ελληνικών αυτοκινητοδρόμων αυξήθηκε με συντελεστή 4,3. Μια αύξηση που οφείλεται, κυρίως, στην χρηματοδοτική συνεισφορά της Ε.Ε., τόσο με την κατασκευή νέων υποδομών όσο και με την αναβάθμιση του τμήματος του υφιστάμενου δικτύου ( Country Report Greece, 2006).

Το διάστημα 2000-2013 το ΕΤΠΑ (Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης) και το Ταμείο Συνοχής στήριξαν την Ελλάδα με χρηματοδότηση ύψους 15,8 δις ευρώ, ενώ την περίοδο 2007-2013 μόνο το ταμείο συνοχής με 18.9 δις ευρώ όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα. Η εθνική συνεισφορά στα προγράμματα ανάπτυξης μειώθηκε σημαντικά αφού το ποσοστό συγχρηματοδότησης της Ε.Ε. αυξήθηκε από 75% σε 99,8% κατά την περίοδο αυτή. Αποτέλεσμα αυτής της αύξησης ήταν η ταχύτερη απορρόφηση κονδυλίων παρά την δεινή οικονομική κατάσταση της χώρας και τα ισχύοντα μέτρα λιτότητας.



Εικόνα 5 : πηγή : European Commission

Όσον αναφορά τα έργα υποδομών που ήταν ενταγμένα στο ΕΣΠΑ (Εταιρικό Σύμφωνο για το Πλαίσιο Ανάπτυξης) η συνεισφορά του στην υλοποίησή τους ήταν πολύ σημαντική όπως προκύπτει και από τον παρακάτω πίνακα. Ειδικότερα, την περίοδο 2007-2013, διατέθηκαν 9,8 δις ευρώ από τους πόρους του αγγίζοντας έτσι το 48,30% της συνολικής χρηματοδότησης του προγράμματος. Συγκεκριμένα, το 50% περίπου του προγράμματος διατέθηκε για τις υποδομές μεταφορών, αφού το διάστημα αυτό αναβαθμίστηκαν 2.646 χλμ του ήδη υφιστάμενου οδικού δικτύου και επιπλέον κατασκευάστηκαν 144 χλμ νέων δρόμων (European Commission). Από τα αναβαθμισμένα τμήματα, τα 740 χλμ δρόμων αφορούν την κατασκευή μέρους των ελλειπόντων κρίκων της ΠΑΘΕ (αυτοκινητόδρομος Πατρών-Αθηνών-Θεσσαλονίκης-Ευζώνων) και της Εγνατία οδού, καθώς και την αναβάθμιση μεγάλου τμήματος του αυτοκινητόδρομου της Ιονίας οδού και των αυτοκινητοδρόμων της Κεντρικής Ελλάδας (Παναγιά-Λαμία / Λάρισα-Βόλος).

Διαθέσιμοι πόροι για υποδομές ΕΣΠΑ 2007-2013		
Κατηγορίες	Κοινοτική Χρηματοδότηση (€ δισ.)	% του συνολικού ΕΣΠΑ
Μεταφορές	5,5	27,5%
Ενέργεια	0,9	4,5%
Προστασία του περιβάλλοντος και πρόληψη κινδύνων	2,7	13,3%
Τουρισμός	0,2	0,8%
Αστική και αγροτική αναγέννηση	0,5	2,3%
<b>Σύνολο</b>	<b>9,8</b>	<b>48,3%</b>

Εικόνα 6: Διαθέσιμοι Πόροι για υποδομές ΕΣΠΑ 2007-2013 (Πηγή : Υπουργείο Ανάπτυξης)

Στο νέο ΕΣΠΑ 2014-2020, η κατεύθυνση των πόρων σε έργα υποδομής είναι περιορισμένη, ενώ προτεραιότητα αποτελεί η ένταξη των υπό κατασκευή οδικών αξόνων και άλλων μεγάλων έργων που έμειναν ανολοκλήρωτα ή διακόπηκε η κατασκευή τους. Συγκεκριμένα από τους πόρους που συνολικά αγγίζουν τα 20,4 δις ευρώ και που πρόκειται να διατεθούν, μόνο τα 6,8 δις ευρώ αφορούν τομείς έργων υποδομών ενώ η εθνική συμμετοχή στα εν λόγω έργα υπολογίζεται περίπου στα 1,4 δις ευρώ. Όσον αναφορά στα οδικά δίκτυα δίνεται έμφαση στην ολοκλήρωση των Διευρωπαϊκών Δικτύων Μεταφορών, ύψους περίπου 513,3 εκατ. ευρώ, και στους κάθετους άξονες καθώς επίσης και στην κατασκευή σιδηροδρομικών και οδικών συνδέσεων με λιμάνια, ύψους περίπου 41 εκατ. ευρώ ([www.espa.gr](http://www.espa.gr)).

Υπό αυτές τις συνθήκες και έχοντας ως δεδομένο την στενότητα του κρατικού προϋπολογισμού, γίνεται εμφανές ότι παράγοντα-κλειδί, σε ότι αφορά στην αύξηση των επενδύσεων σε έργα υποδομών, αποτελεί η ιδιωτική χρηματοδότηση.

Παραδοσιακά τα ιδιωτικά κεφάλαια συμμετέχουν με λιγότερο από 15% στον συνολικό προϋπολογισμό των έργων υποδομών έναντι του 40% της κρατικής και της ευρωπαϊκής συγχρηματοδότησης και του 45-50% της ΕΤΕπ και των τραπεζών. Για να αυξηθεί το ποσοστό των επενδύσεων του ιδιωτικού τομέα σε μεγάλα έργα υποδομών απαιτείται η ουσιαστική βελτίωση του επιχειρηματικού κλίματος και της πολιτικής αβεβαιότητας που επισκιάζουν τον ελληνικό οικονομικό χώρο ώστε να αξιοποιηθούν στο μέγιστο εργαλεία όπως οι Συμπράξεις Δημοσίου – Ιδιωτικού Τομέα (ΣΔΙΤ) και τα Ομόλογα Έργου (PwC, 2016).

Οι παραχωρήσεις ΣΔΙΤ μπορούν να αποβούν ευεργετικές αν αξιοποιηθούν κατάλληλα τα κονδύλια του νέου ΕΣΠΑ, έτσι ώστε η θέση της κρατικής επιχορήγησης να υποκατασταθεί αντλώντας μέρος της χρηματοδότησης εκτός Ελλάδας. Από τη άλλη πλευρά τα ομόλογα έργου έρχονται να υποκαταστήσουν κατά κάποιο τρόπο τις τράπεζες στη χρηματοδότηση υποδομών σε μια περίοδο δύσκολη για το τραπεζικό σύστημα όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά και στην Ευρώπη ενώ ταυτόχρονα προσφέρουν διέξοδο σε μακροπρόθεσμους επενδυτές, όπως τα ασφαλιστικά ταμεία, τα οποία αναζητούν αποδόσεις μεγαλύτερες από το λιγότερο του 1% που

προσφέρουν π.χ. τα γερμανικά ομόλογα. Δηλαδή, η χρήση των Ομολόγων Έργου μπορεί να καλύψει μέρος του χρηματοδοτικού κενού που δημιουργούν οι περιορισμοί ρευστότητας των τραπεζών και η αδυναμία κρατικής χρηματοδότησης αρκεί βέβαια να δομηθεί το κατάλληλο κλίμα εμπιστοσύνης που απαιτείται για την προσέλκυση τέτοιου είδους επενδύσεων. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο όγκος των ευρωπαϊκών Ομολόγων Έργου το 2014 ανερχόταν σε 15,1 δις ευρώ, δηλαδή κατά επτά φορές μεγαλύτερος από αυτόν του 2012, είναι εύκολο να διαπιστώσουμε τη δυναμική αυτού του χρηματοοικονομικού εργαλείου.

Εξετάζοντας το ενδιαφέρον και τις ανάγκες για επενδύσεις σε έργα υποδομών σε παγκόσμιο επίπεδο διαπιστώνουμε ότι είναι εξαιρετικά υψηλό. Συγκεκριμένα στα επόμενα 15 χρόνια εκτιμάται ότι θα απαιτηθούν 2,8 τρισ. δολάρια ετησίως, ποσό που αντιστοιχεί με το 3,7% του παγκόσμιου ΑΕΠ για έργα υποδομών.

Στην χώρα μας, αν και παρατηρείται μια σταδιακή βελτίωση σε έργα υποδομών, οι ελλείψεις εξακολουθούν να είναι σημαντικές. Δεδομένου ότι οι επενδύσεις στον τομέα αυτό υστερούν εμφανώς σε σχέση με αυτές της υπόλοιπης Ευρώπης εμφανίζοντας ένα επενδυτικό κενό ύψους 0,8 ποσοστιαίων μονάδων του ΑΕΠ έναντι του ευρωπαϊκού μέσου όρου. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται χρόνος ώστε να προχωρήσει η χώρα στην πλήρη ενσωμάτωσή της στα Διευρωπαϊκά Δίκτυα Μεταφορών. Η ενσωμάτωση αυτή, αναμφισβήτητα, έχει επηρεαστεί σημαντικά από τη βαθιά ύφεση στην οποία έχει περιέλθει η ελληνική οικονομία.

Τα ποσοστά επενδύσεων σε έργα υποδομών στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια είναι ιδιαίτερα χαμηλά. Η μακροχρόνια περίοδος της οικονομικής κρίσης στην Ελλάδα σε συνδυασμό με τη πολιτική αστάθεια, τον εξαιρετικά συρρικνωμένο κρατικό προϋπολογισμό και τους κεφαλαιακούς περιορισμούς των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων έχει ως αποτέλεσμα οι διαθέσιμοι δημόσιοι και ιδιωτικοί πόροι για έργα υποδομών να είναι εξαιρετικά περιορισμένοι, σε τέτοιο βαθμό που τα μεγέθη αυτά το 2016 να είναι συγκρίσιμα, σε ονομαστικά μεγέθη, με αυτά του 2002. Χαρακτηριστικά σημειώνεται ότι οι επενδύσεις ως ποσοστό του ΑΕΠ από το 3,7% που ήταν το 2006, το 2015 αγγίζει μόλις το 1,1%, χάνοντας 5,7 δις ευρώ σε ετήσια βάση και έχοντας ως συνολική απώλεια 50 δις ευρώ. Η συνολική αξία των νέων έργων υποδομών μειώθηκε κατά 75%, την περίοδο 2006 - 2015 (PwC, 2016).

Πέραν της ποσότητας αξίζει να σημειωθεί ότι τα ελληνικά ολοκληρωμένα ή υπό εξέλιξη έργα υποδομών υστερούν και ποιοτικά σε σχέση με αυτά της Δυτικής και Βόρειας Ευρώπης, με αποτέλεσμα η Ελλάδα να κατατάσσεται στην 24η θέση στην Ε.Ε. όσον αναφορά στην ποιότητα των υποδομών της.

Η ποιότητα των έργων κατασκευής των μεγάλων αυτοκινητοδρόμων ανά χλμ που πρόκειται να ολοκληρωθεί ανέρχεται σε €5,2 εκατ./χλμ, ενώ ο αντίστοιχος ευρωπαϊκός μέσος όρος είναι €11,6 εκατ./χλμ (Infrastructure Journal, 2010).





Εικόνα 7 : Ποιότητα Έργων Υποδομών στην Ελλάδα

Απόδειξη της κακής ποιότητας των οδικών δικτύων στην Ελλάδα ίσως αποτελεί και το υψηλό ποσοστό των θανατηφόρων οδικών ατυχημάτων (73 θανατηφόρα ατυχήματα ανά εκατομμύριο κατοίκων), το οποίο βρίσκεται πάνω από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο οδικών ατυχημάτων (European Commission 2015).

Η ανάγκη για επενδύσεις σε έργα υποδομών για αύξηση τόσο της δυναμικότητας όσο και της ποιότητάς τους είναι δεδομένη. Οι επενδύσεις αυτές είναι ζωτικής σημασίας για την ελληνική οικονομία καθώς αναμένεται να έχουν σημαντικά πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα τόσο άμεσα όσο και έμμεσα. Μέσω των επενδύσεων αυτών μπορεί να ενισχυθεί η κατανάλωση όπως και οι επενδύσεις σε άλλους κλάδους και να μειωθεί η ανεργία καθώς ο αριθμός των ατόμων που μπορεί να απασχοληθεί σε έργα υποδομών θα συμβάλει στη συρρίκνωση του υψηλού ποσοστού ανεργίας που παρατηρείται στην Ελλάδα.

Δεδομένης της συμβολής των έργων υποδομών στην απασχόληση, βλέπουμε ότι η υστέρηση των επενδύσεων σ'αυτά, τα τελευταία χρόνια, είχε ως αποτέλεσμα ένας πολύ μεγάλος αριθμός θέσεων εργασίας να χαθεί. Σύμφωνα με την ΕΛ.ΣΤΑΤ. ο συνολικός αριθμός των άμεσα και έμμεσα απασχολούμενων σε έργα υποδομών που ανερχόταν σε περίπου 522 χιλ. εργαζόμενους (περίπου 14% του συνολικού αριθμού εργαζομένων) το 2015 μειώθηκε κατά 37% σε σύγκριση με το 2009, ενώ αντίστοιχα σημαντική μείωση της τάξης του 6% υπέστη και σε σύγκριση με το 2013. Το 2015, οι άμεσα απασχολούμενοι στον κλάδο μειώθηκαν κατά 53,3% και 8,5% σε σχέση με το 2009 και 2013 αντίστοιχα, ενώ η έμμεση απασχόληση υπέστη μείωση της τάξης του 17% σε σχέση με το 2009 και αύξηση της τάξης του 4,6% σε σχέση με το 2013 (ΕΛ.ΣΤΑΤ. , 2016).



Η πολιτική και οικονομική αβεβαιότητα των ετών της κρίσης στη χώρα φαίνεται να επηρέασε σημαντικά την υλοποίηση και τον χρόνο ολοκλήρωσης των περισσότερων έργων υποδομών. Έτσι παρατηρείται, τα περισσότερα από τα έργα υποδομής που βρίσκονται σε εξέλιξη να πραγματοποιούνται με σημαντικές καθυστερήσεις, ενώ επιπλέον καθυστερεί και η ολοκλήρωση των σχεδίων, η χρηματοδότηση και η ανάθεση των έργων στη φάση του σχεδιασμού τους.

Εντός του 2016, 16 έργα υποδομών (20% των έργων, πίνακας 1.7) παρατάθηκαν από 1 έως 2 χρόνια μέχρι την υλοποίησή τους, ενώ σε 11 έργα οι εργασίες σταμάτησαν (14%), καθιστώντας άγνωστη την ημερομηνία παράδοσής τους. Έτσι, για το περίπου 36% του συνόλου των έργων δεν είναι γνωστό το έτος ολοκλήρωσής τους. Το συνολικό ανεκτέλεστο υπόλοιπο των έργων αυτών ανέρχεται στα 20,7 δις ευρώ από το οποίο το 25% περίπου αφορά οδικές συγκοινωνίες, πίνακας 1.8, (PwC, 2016).

Συμπερασματικά: Τα τελευταία χρόνια που η Ελλάδα αντιμετωπίζει προβλήματα στην οικονομία της, η Ευρωπαϊκή Ένωση τη χρηματοδοτεί όπως άλλωστε και άλλες χώρες-μέλη της με κονδύλια τα οποία χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς. Τα χρήματα αυτά χρησιμοποιούνται και στην αποκατάσταση και την ανάπτυξη των συγκοινωνιακών έργων. Η παγκόσμια εμπειρία δείχνει ότι η αποτελεσματική χρήση αυτών των χρημάτων στις υποδομές, απαιτούν και δίνουν και την ευκαιρία για νέες βελτιωμένες μεθόδους διαχείρισης του κατασκευαστικού τομέα και την εισαγωγή νέων τεχνολογιών που διευκολύνουν και δίνουν πιο ομαλή ροή δραστηριοτήτων. Στο παρών κεφάλαιο θα γίνει μια προσπάθεια εισαγωγής του αναγνώστη στις πολυδαίδαλες διαδικασίες των δημοσίων έργων και της ένταξης του μοντέλου BIM σε αυτά.

Στόχος του κεφαλαίου είναι αρχικά η ενσωμάτωση και η εισαγωγή της μεθοδολογίας BIM στις διαδικασίες ενός συγκοινωνιακού έργου οδοποιίας, η ποιοτική σύγκριση των έως τώρα πρακτικών και μεθοδολογιών που ακολουθούνται με την εισαγωγή ενός προγράμματος BIM ως προς το χρόνο και την αποτελεσματικότητα σε κάθε βήμα και η ποιοτική σύγκριση στο σύνολο των διαδικασιών σε κόστος. Επίσης, είναι αρκετά σημαντικές οι παρατηρήσεις που γίνονται στο τέλος κάθε σταδίου, καθώς θέτονται τα δεδομένα και οι προϋποθέσεις που πρέπει να τηρούνται για την ενσωμάτωση του BIM στις διαδικασίες που διέπουν τα δημόσια έργα και γίνεται απολογισμός της όλης διαδικασίας. Στο τέλος του κεφαλαίου περιγράφονται τα εμπόδια που ενδέχεται να αντιμετωπίσει η εισαγωγή των προγραμμάτων BIM στο σύστημα των δημοσίων έργων και περιγράφεται πως μπορούν να αντιμετωπιστούν.

#### 4.2 Εισαγωγή του BIM στο προσυμβατικό στάδιο Δημοσίων Έργων

Η βελτίωση της ποιότητας και της πληρότητας των μελετών Δημοσίων Έργων είναι απαραίτητη προϋπόθεση, προκειμένου να αποδώσουν οι προσπάθειες και να επιτευχθεί ο συνολικός στόχος για τον εκσυγχρονισμό και την εξυγίανση του συστήματος παραγωγής των Δημοσίων έργων. Ο στόχος αυτός προωθείται συστηματικά με θεσμικά και οργανωτικά μέτρα για όλα τα στάδια εκτέλεσης των έργων (σχεδιασμός - μελέτη - δημοπράτηση - κατασκευή - επίβλεψη - έλεγχος - παραλαβή).

Έχει διαπιστωθεί ότι οι σοβαρές ελλείψεις και ατέλειες των μελετών των προς κατασκευή έργων οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στο γεγονός, ότι κατά την εκπόνηση των μελετών δεν διερευνάται επαρκώς η τεchnικοοικονομική βέλτιστη λύση στα πλαίσια ενός γενικότερου σχεδιασμού. Τα προβλήματα επιτείνονται από την ανεπαρκή χρήση υποστηρικτικών μελετών κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού, καθώς και από την συχνή ανατροπή της σωστής αλληλουχίας μεταξύ των σταδίων της μελέτης και των υποστηρικτικών μελετών. Αποτέλεσμα των παραπάνω προβλημάτων είναι να καθίστανται πολλές από τις μελέτες ανεπίκαιρες, ή και ακατάλληλες προς εφαρμογή, γεγονός το οποίο είτε οδηγεί σε επανεκπόνηση των μελετών, είτε σε προώθηση τους, προς υλοποίηση, με σοβαρές συνέπειες κατά την κατασκευή των έργων (ανατροπή προϋπολογισμού, χρονοδιαγράμματος, τροποποίηση και υποβάθμιση των προδιαγραφών του έργου). Οι σοβαρές ελλείψεις και ατέλειες των μελετών οδηγούν, όχι μόνο σε ποιοτικά υποβαθμισμένα έργα, αλλά, και μέσα από τις αναγκαίες τροποποιήσεις τους, στην ανατροπή κατά την κατασκευή του συμβατικού τεχνικού και οικονομικού αντικειμένου, καθώς και των προθεσμιών του έργου, με αποτέλεσμα την αλλοίωση της ταυτότητας του έργου. Είναι επίσης κύρια αιτία εκδήλωσης αθέμιτου ανταγωνισμού κατά την δημοπρασία, με την εμφάνιση μεγάλων εκπτώσεων, αφού υπάρχει στους μελλοντικούς αναδόχους η βέβαιη προσδοκία αποκόμισης αφανούς κέρδους, μέσα από την τροποποίηση των δεδομένων του έργου κατά τη διάρκεια της κατασκευής του.

Με την εισαγωγή του BIM στην εκπόνηση της μελέτης δημιουργείται ένα πιο ολοκληρωμένο μοντέλο σχεδιασμού χωρίς ατέλειες και ελλείψεις στο σχεδιασμό του έργου και στον καθορισμό των απαιτούμενων εργασιών. Εντούτοις, το BIM δεν μπορεί να αλλάξει την καθολική διαδικασία αλλά μπορεί να εισαχθεί σε μεμονωμένα βήματα των Φάσεων του προσυμβατικού σταδίου, αφού η διαδικασία διέπεται από τον Κώδικα Δημοσίων Έργων ο οποίος δεν μπορεί να αλλαχθεί ή να τροποποιηθεί χωρίς την ψήφιση από τη Βουλή. Γενικά, μπορεί να εισαχθεί σε βήματα που αφορούν στο σχεδιασμό του έργου, στην τεchnικοοικονομική ανάλυση του έργου, στη μελέτη των τεχνικών έργων που απαιτεί το έργο και διάφορα άλλα και όχι σε αυτά τα βήματα που αφορούν στις εκδόσεις εγκριτικών αποφάσεων και ότι έχει σχέση με αποφάσεις αρμόδιων φορέων.

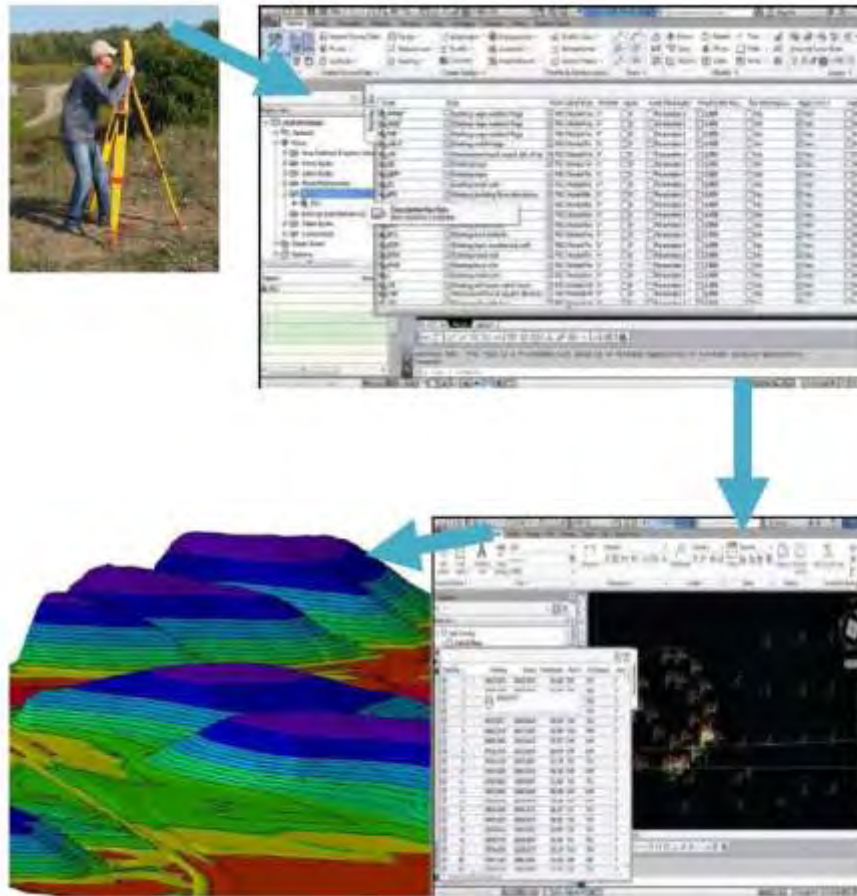
#### 4.2.1 Εισαγωγή του BIM στη Φάση I

Κατά τη Φάση I στα δημόσια έργα θέτονται οι ανάγκες που θα εξυπηρετήσει το έργο που πρόκειται να κατασκευαστεί και δημιουργείται ένα αρχικό προσχέδιο που δεν περιλαμβάνει τη γεωμετρία του έργου και άλλες λεπτομέρειές του. Είναι δηλαδή οι βασικές αρχές που θέτονται για το μετέπειτα σχεδιασμό του έργου που αναπροσαρμόζονται καθώς περνάει από το ένα στάδιο στο άλλο. Σε αυτή τη φάση καθίσταται σαφές το αν και κατά πόσο συμφέρει η κατασκευή του εν λόγω έργου. Όλα τα παραπάνω γίνονται με βάση κάποια εμπειρικά στοιχεία και με τη χρήση διάφορων συντελεστών για τον υπολογισμό των γενικών ποσοτικών στοιχείων. Ωστόσο, η αρχική αυτή εκτίμηση μπορεί να διαφέρει κατά πολύ σε σχέση με την οριστική μελέτη κατασκευής και τα τελικά τεχνικά χαρακτηριστικά του τελικού έργου οδοποιίας.

Στη φάση αυτή δεν μπορεί να εισαχθεί το BIM καθώς πρόκειται για τη φάση έναρξης ενός έργου. Δηλαδή, ακόμη και σε έργα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν προγράμματα BIM, πρέπει να γίνει στην αρχική φάση ο καθορισμός των αναγκών που θα ικανοποιεί το έργο και με βάση αυτές καθορίζονται οι βασικές αρχές του υπό μελέτη έργου.

#### 4.2.2 Εισαγωγή του BIM στη Φάση II

Στη Φάση II πλέον έχουν καθοριστεί οι ανάγκες του έργου και ο μελετητής αρχίζει να συγκεντρώνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία που χρειάζονται για το σχεδιασμό του έργου.



**Εικ.** (πάνω αριστερά) Μέτρηση με τοπογραφικό όργανο (<http://www.equalparenting-bc.ca>), (πάνω δεξιά) Εισαγωγή σημείων στο AutoCAD Civil 3D (<http://www.profsurv.com>), (κάτω δεξιά) Εμφάνιση των τοπογραφικών σημείων από το πρόγραμμα σε ένα σύστημα συντεταγμένων (<http://www.profsurv.com>), (κάτω αριστερά), Μοντελοποίηση επιφάνειας με χρήση των σημείων που εισήχθησαν (<http://www.autodesk.com/>)

### Φάση II. 1. Ενημέρωση και Συμπλήρωση των τοπογραφικών υποβάθρων

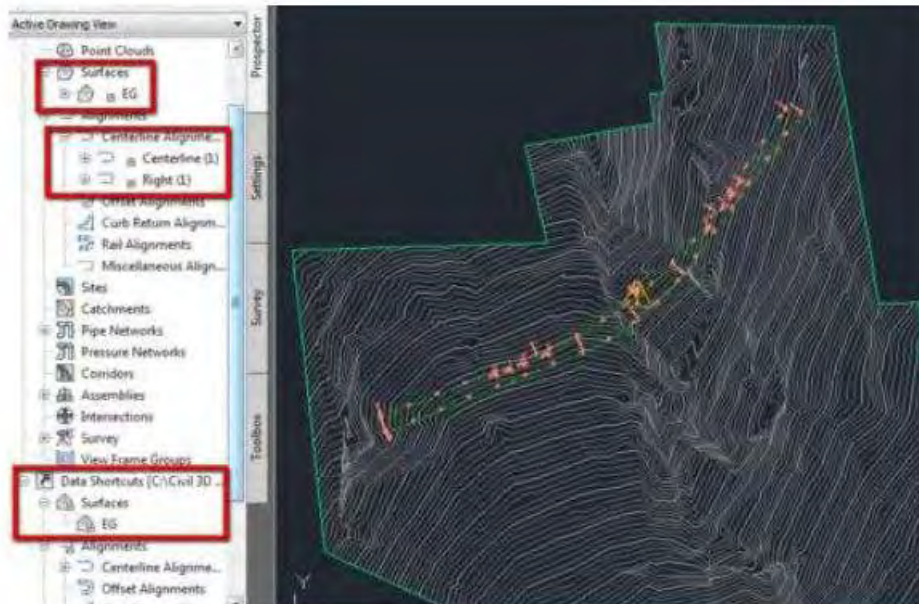
Με την χρήση ενός προγράμματος BIM σε αυτό το στάδιο ο μελετητής είναι σε θέση να εισάγει τα τοπογραφικά δεδομένα που του δίνονται, συνήθως σε εξαρτημένο σύστημα συντεταγμένων. Έχει επίσης τη δυνατότητα να εισάγει στο πρόγραμμα σημεία από το Microsoft Excell, να εισάγει απευθείας ένα αρχείο DWG, να εισάγει τοπογραφικά δεδομένα και επιφάνειες απευθείας από το Google Earth, να εισάγει αρχείο LandXML για να δημιουργήσει επιφάνεια ή επίσης να δημιουργήσει επιφάνεια από GIS δεδομένα που παρέχει το πρόγραμμα.

Με τον τρόπο αυτό ο μελετητής δημιουργεί την επιφάνεια πάνω στην οποία θα εδρασθεί το έργο οδοποιίας. Η επιφάνεια αυτή περιέχει και τις ισοϋψείς καμπύλες του εδάφους και παρουσιάζεται στο μελετητή σε 3D διάσταση. Η διαδικασία αυτή με τη χρήση ενός προγράμματος BIM είναι εύκολη, άμεση και γρήγορη όπως παρατηρούμε και στην παραπάνω εικόνα. Ο μηχανικός συλλέγει τα τοπογραφικά δεδομένα από το πεδίο με τοπογραφικό όργανο, στη συνέχεια εισάγει στο πρόγραμμα λίστα των σημείων που πάρθηκαν από το πεδίο, είτε από αρχείο Excel ή από άλλα αρχεία που υποστηρίζουν τα προγράμματα BIM. Στη συνέχεια, απεικονίζονται αυτά τα σημεία στο περιβάλλον του προγράμματος δίνοντας στο χρήστη οποιαδήποτε στιγμή όλες τους τις πληροφορίες, όπως για παράδειγμα το υψόμετρο, το αν είναι σημείο από το φρύδι ή από το πρανές κ.α. Τέλος, ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει την επιφάνεια σε τρεις διαστάσεις, δίνοντας μια πολύ ολοκληρωμένη εικόνα της μορφολογίας της περιοχής όπου πρόκειται να γίνει το έργο και διευκολύνοντάς τον επόμενα βήματα σχεδιασμού του εν λόγω έργου οδοποιίας.

*Η διάρκεια της παραπάνω εργασίας κατά τον παραδοσιακό τρόπο, που ο μελετητής μπορεί να χρησιμοποιούσε προγράμματα CAD ή άλλα προγράμματα που απεικονίζουν την επιφάνεια σε δύο διαστάσεις και τα αρχεία αυτά δεν είχαν καμία επιπλέον χρησιμότητα, εκτιμάται από 0,5 μήνες έως 1,5 μήνες. Με τη χρήση του BIM η εισαγωγή των τοπογραφικών δεδομένων στο πρόγραμμα και η δημιουργία της επιφάνειας μπορεί να διαρκέσει λίγες ώρες και το αρχείο αυτό που δημιουργείται αναμένεται να χρησιμοποιηθεί και σε πολλά επόμενα στάδια σχεδιασμού και κατασκευής του έργου.*

## Φάση II. 2. Σύνταξη αναγνωριστικής – προκαταρκτικής μελέτης του συστήματος των οδικών έργων

Σε αυτό το στάδιο ο μελετητής κάνει τη γενική χάραξη πορείας του δρόμου όπου γίνεται πολύ εύκολα με τα προγράμματα BIM παρέχοντας στο μελετητή πληθώρα σχεδιαστικών εντολών. Σε αυτό το στάδιο ο μελετητής πρέπει κάνει τη χάραξη του δρόμου επιλέγοντας την οικονομικά βέλτιστη λύση. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι πρέπει να φροντίσει να υπάρχουν όσο το δυνατόν λιγότερες εκσκαφές, λιγότερα τεχνικά έργα, αλλά γενικά να υπάρχει η σχετική ισορροπία μεταξύ ορυγμάτων και επιχωμάτων.



Εικ. Χάραξη διαδρόμου στο AutoCAD Civil 3D (<http://beingcivil.typepad.com>)

Τα προγράμματα BIM του δίνουν τη δυνατότητα να χαράσσει τον άξονα του δρόμου Εικ. 5.2 με ευκολία και ταυτόχρονα να εμφανίζεται σε παράθυρο το προφίλ του δρόμου με την επιφάνεια βλέποντας έτσι τα ορύγματα και τα επιχώματα που θα δημιουργήσει η συγκεκριμένη χάραξη της πορείας του δρόμου. Επίσης μπορεί εύκολα να δημιουργήσει διάφορες εναλλακτικές λύσεις χάραξης του δρόμου.

*Η διάρκεια της παραπάνω εργασίας κατά τον παραδοσιακό τρόπο είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα, καθώς ο μελετητής χρησιμοποιεί προγράμματα CAD ή ακόμα και το χέρι για να χαράξει τον άξονα του δρόμου και στη συνέχεια πρέπει να κάνει περεταίρω υπολογισμούς και ξανά την ίδια διαδικασία αν θέλει να αλλάξει τη χάραξη που έχει κάνει, εκτιμάται από 1 μήνες έως 3 μήνες. Με τη χρήση του BIM αυτή η διαδικασία γίνεται πολύ πιο εύκολα καθώς οι αλλαγές στη χάραξη γίνονται πολύ πιο γρήγορα.*

Η λειτουργία αυτή των προγραμμάτων βοηθάει και στο επόμενο καθοριστικό για τη μελέτη βήμα 3. Γεωλογική Αναγνώριση όπου μπορεί να αποκλείσει πλήρως ορισμένες από τις εναλλακτικές λύσεις.



#### Φάση II. 4. Επιλογή Αναδόχου

Σε αυτό το βήμα οι μελετητές καταθέτουν την τεχνική προσφορά του έργου που περιλαμβάνει και τεκμηριωμένο προϋπολογισμό της τεχνικής λύσης που προτείνουν καθώς και της εναλλακτικής λύσης. Μέσω του BIM δίνεται η δυνατότητα στους μελετητές να εξάγουν αυτόματα από το πρόγραμμα τις ποσότητες των υλικών που χρειάζονται, τους χωμάτινους όγκους που πρέπει να διαχειριστούν και διάφορα άλλα δεδομένα που τους επιτρέπουν να υπολογίσουν τον προϋπολογισμό του έργου κατά τη μελέτη. Με τον τρόπο αυτό ο μελετητής έχει μια πιο εποπτική εικόνα του κόστους καθώς ο προϋπολογισμός συντάσσεται με πιο ακριβή στοιχεία και λιγότερους υπολογισμούς.

#### 4.2.3 Εισαγωγή του BIM στη Φάση III

#### Φάση III. 1. Εκπόνηση τοπογραφικής και κτηματογραφικής αποτύπωσης των ζωνών του Έργου

Σε αυτό το βήμα ο μελετητής εκτελεί τις απαραίτητες τοπογραφικές και κτηματογραφικές αποτυπώσεις. Το BIM παρέχει την εισαγωγή των δεδομένων με μεγάλη ευκολία όπως ειπώθηκε και προηγουμένως, δίνοντας ακόμη τη δυνατότητα μέσω διάφορων λειτουργιών να αποτυπώνει τα γεωτεμάχια και τις ιδιοκτησίες και γίνεται μια δυναμική απογραφή του αριθμού γεωτεμαχίων, του εμβαδού, των μηκών, κ.α. που υπάρχουν στην περιοχή όπου θα γίνει το έργο.

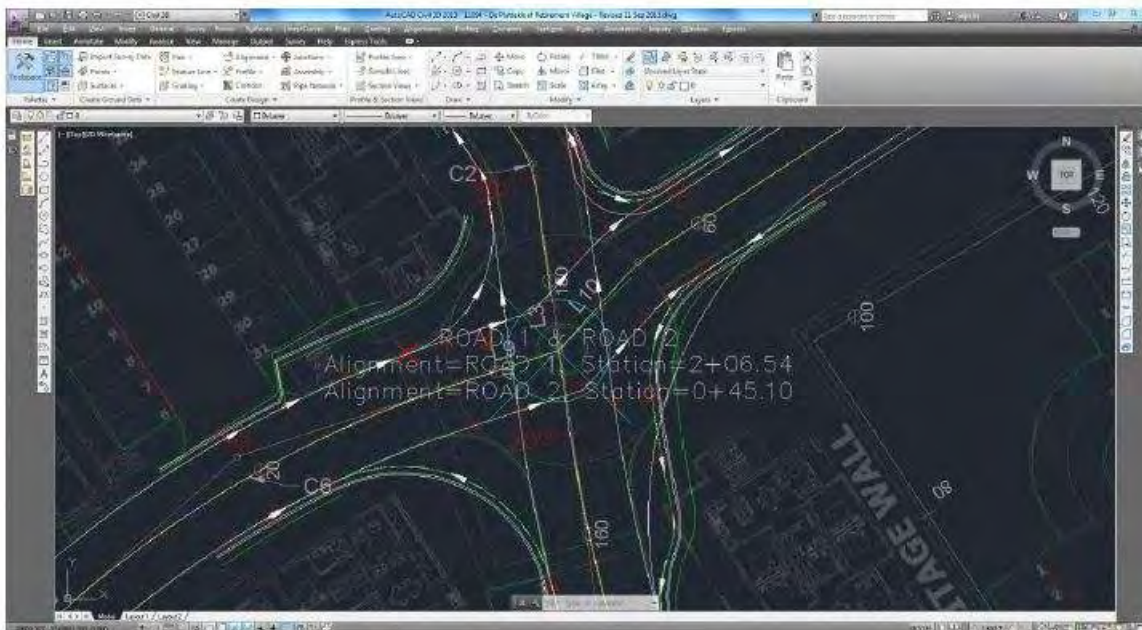


**Εικ.** Σχεδίαση γεωτεμαχίων στο AutoCAD Civil 3D (<http://www.autodesk.com>)

Το βήμα αυτό μπορεί να βοηθήσει και στα μετέπειτα πολύπλοκα και χρονοβόρα στάδια απαλλοτρίωσης δίνοντας μια αρχική εικόνα για τις απαλλοτριώσεις που θα χρειαστούν. Η εκτιμώμενη διάρκεια της παραπάνω εργασίας με τον παραδοσιακό τρόπο υπολογίζεται στους 1 έως 3 μήνες καθώς είναι ιδιαίτερα επίπονη η αποτύπωση των αγροτεμαχίων και ο υπολογισμός των διάφορων μεγεθών τους, ενώ με το BIM οι υπολογισμοί αυτοί γίνονται αυτόματα.

### Φάση III. 2. Εκπόνηση προμελέτης του συστήματος οδικών έργων

Η δραστηριότητα αφορά στη σύνδεση της υπό μελέτη οδού με τον υπάρχον οδικό δίκτυο και την αποκατάσταση της επικοινωνίας εκατέρωθεν της οδού, πρακτικά δηλαδή ο μελετητής θα πρέπει να απεικονίσει τους κόμβους που δημιουργούνται και να καθορίσει τα οδικά έργα που θα χρειαστούν. Σε αυτό το στάδιο δεν απαιτείται ιδιαίτερη λεπτομέρεια ως προς τη γεωμετρία της οδού αλλά ούτως ή αλλιώς εισάγοντας κάποια δεδομένα στο πρόγραμμα και αφού σε προηγούμενο στάδιο έχει γίνει η ελεύθερη εισαγωγή της πολυγωνικής από το μελετητή, το πρόγραμμα αυτόματα εξάγει τη γεωμετρία της οδού που είναι φυσικά απόλυτα ελεγχόμενη από το μελετητή και μπορεί να υποβληθεί σε οποιοσδήποτε αλλαγές. Όσον αφορά στους κόμβους που δημιουργούνται με το υπάρχον δίκτυο αποτελεί για το πρόγραμμα μια εντελώς αυτοματοποιημένη διαδικασία, καθώς αρκεί μόνο να καθοριστεί από το μελετητή, ποια είναι η κύρια και η δευτερεύουσα οδός και να καθοριστεί ο τύπος του κόμβου που επιθυμεί.





**Εικ.** Γεωμετρία κυκλικού κόμβου (<http://forums.autodesk.com>)

Να σημειωθεί επίσης ότι το πρόγραμμα φτιάχνει την ακριβή γεωμετρία του κόμβου και την προσαρμόζει απόλυτα στις οδούς που συνδέει με βάση τους κανονισμούς που επικρατούν. Δίνοντας πάλι τον απόλυτο έλεγχο στο μελετητή για οποιεσδήποτε αλλαγές θελήσει να κάνει, καθώς οποιαδήποτε αλλαγή γίνει επηρεάζει αυτόματα η γεωμετρία της οδού και του κόμβου, όπως απαιτείται από τους κανονισμούς.

*Η παραπάνω διαδικασία είναι ιδιαίτερα επίπονη με τον παραδοσιακό τρόπο καθώς ο μελετητής πρέπει να κατασκευάσει τους κόμβους και να τους σχεδιάσει σε προγράμματα CAD με βάση τους κανονισμούς, να προσαρμόσει τα τόξα και τις ευθυγραμμίες που δημιουργούνται και αν θελήσει να κάνει αλλαγές πρέπει να αλλάξει πάλι τη γεωμετρία μόνος του με δικούς του υπολογισμούς. Με το BIM η διαδικασία αυτή γίνεται πολύ εύκολα αφού όλα σχεδόν γίνονται αυτόματα, έτσι οι οποιεσδήποτε αλλαγές που μπορεί να προκύψουν δεν επιβαρύνουν σε χρόνο το μελετητή.*

#### Φάση III. 4. Εκπόνηση προμελέτης των αποχετευτικών έργων

Η προμελέτη αυτή γίνεται σε ξεχωριστό αρχείο CAD όπου σχεδιάζονται τα δίκτυα σύμφωνα με το μελετητή με διάφορα layers για να ξεχωρίζουν οι διαφορετικοί τύποι αγωγών και συνοδεύεται με υπόμνημα όπου καθορίζει τους τύπους των αγωγών, το μέγεθός τους, το μήκος τους, τις συνδέσεις με άλλους αγωγούς, τις κλίσεις που πρέπει να πάρουν. Όλα αυτά μετά από έρευνα που κάνει ο μελετητής και πολύπλοκους υπολογισμούς του για να ικανοποιούν τους κανονισμούς και να προσαρμόζονται όμως και στο οδικό δίκτυο που μελετάει.

Τα προγράμματα BIM δίνουν τη δυνατότητα σχεδιασμού του δικτύου σωληνώσεων από το μελετητή πολύ πιο εύκολα, καθώς έχει διάφορα εργαλεία και καταλόγους σωληνώσεων στη διάθεσή του σύμφωνα με πρότυπους κανονισμούς, που μπορεί να τοποθετήσει κάτω από το οδικό δίκτυο. Επίσης μπορεί να εισάγει σημειακά δεδομένα και να δημιουργήσει 3D δίκτυα σωληνώσεων από δεδομένα που βρίσκονται σε αρχεία μορφής GIS. Επιπλέον μπορούν αυτόματα να εμφανιστούν οι αγωγοί στη μηκοτομή και στις διατομές του δρόμου και οποιαδήποτε αλλαγή στο δίκτυο των αγωγών θα έχει σαν αποτέλεσμα την αυτόματη και δυναμική ενημέρωση των υπόλοιπων σχεδίων.

*Η παραπάνω διαδικασία που με τον παραδοσιακό τρόπο εκτιμάται ότι διαρκεί από δύο έως τέσσερις μήνες, με την εισαγωγή του BIM ο χρόνος αυτός ελαχιστοποιείται καθώς παρέχει πολύ μεγάλη ευκολία και αποτελεσματικότητα στο μελετητή.*

Φάση III. 5. Εκπόνηση προκαταρκτικής μελέτης τεχνικών έργων και σύνταξη προγράμματος των απαραίτητων γεωτεχνικών ερευνών

Σε αυτό το στάδιο ο μελετητής πρέπει να κάνει μια ολοκληρωμένη μελέτη των τεχνικών έργων που απαιτούνται για το οδικό έργο. Δηλαδή εκτός από την προκαταρκτική εκτίμηση των χαρακτηριστικών των έργων απαιτείται και η οικονομοτεχνική μελέτη τους. Με τον παραδοσιακό τρόπο πρέπει να σχεδιαστούν σε πρόγραμμα CAD όλες οι σχεδιαστικές λεπτομέρειες των τεχνικών έργων ή να χρησιμοποιηθούν άλλα προγράμματα για την τεχνική τους μελέτη και να συνταχθεί ξεχωριστό τεύχος με την οικονομοτεχνική μελέτη που θα περιγράφει όλες τις εργασίες που απαιτούνται και το κόστος τους, συνήθως σε λογιστικά φύλλα.

Με το BIM δίνεται η δυνατότητα στο μελετητή να αναπτύξει τα απαραίτητα τεχνικά έργα που απαιτούνται για το οδικό δίκτυο σε ένα ενιαίο μοντέλο τρισδιάστατο και δυναμικό και να συνδέσει την κατασκευή τους με την κατασκευή του δρόμου, τόσο τεχνικά (με τυχόν αλλαγές στις καμπυλότητες του δρόμου, διαπλατύνσεις κ.α.) όσο και οικονομοτεχνικά (να λαμβάνει υπόψη διάφορα κόστη που μπορεί να επιφέρουν τυχόν αλλαγές). Η παραπάνω εργασία είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς καθορίζονται οι γεωτεχνικές έρευνες που απαιτούνται και σε αυτό συντελούν και οι εργασίες των τεχνικών έργων που καθορίζονται από αυτό το στάδιο. Επομένως όσο πιο ολοκληρωμένες και σωστά δομημένες είναι οι εργασίες των τεχνικών έργων τόσο πιο ακριβείς θα είναι οι απαιτήσεις για τις γεωτεχνικές έρευνες.

*Η παραπάνω εργασία εκτιμάται ότι διαρκεί από δύο έως τέσσερις μήνες, ενώ με την εισαγωγή του BIM ο χρόνος περιορίζεται κατά πολύ αφού σχεδόν όλα γίνονται σε ένα πρόγραμμα που δίνει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης μεταξύ τους.*

Φάση III. 9. Εκτέλεση προγράμματος γεωτεχνικών ερευνών για την οδό και τα τεχνικά έργα

Κατά το βήμα αυτό εκπονούνται οι γεωτεχνικές μελέτες του έργου. Οι εργασίες που γίνονται περιλαμβάνουν εργασίες υπαίθρου, εργαστηριακές αναλύσεις, τεχνική έκθεση και αξιολόγηση αποτελεσμάτων. Σημειώνεται επίσης ότι οι εργασίες αυτές θα πρέπει να ξεκινήσουν έγκαιρα, ώστε τα αποτελέσματα να γίνονται σταδιακά διαθέσιμα στους μελετητές.

Σε αυτό το βήμα το BIM δεν μπορεί να εισαχθεί σε κάποια από τις παραπάνω εργασίες. Εντούτοις θα ήταν πολύ χρήσιμο για τη μελέτη να εισαχθούν τα γεωτεχνικά δεδομένα στο

μοντέλο που έχουν ήδη δημιουργήσει οι μελετητές χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των γεωτρήσεων, για να δημιουργήσει το πρόγραμμα τελικά τις γεωλογικές επιφάνειες από τα στρώματα των γεωτρήσεων. Αποφεύγοντας με αυτόν τον τρόπο να ανατρέχει ο μελετητής στη γεωτεχνική μελέτη που βρίσκεται σε ξεχωριστό τεύχος και να κάνει τους υπολογισμούς του πιο σύνθετους. Η εισαγωγή των γεωτεχνικών δεδομένων στο μοντέλο σχεδιασμού μπορεί να διαρκέσει λίγο χρόνο και η χρησιμότητα που μπορεί να έχει σε επόμενα στάδια είναι πολύ μεγάλη.

#### 4.2.4 Εισαγωγή του BIM στη Φάση IV

##### Φάση IV. 1. Εκπόνηση οριστικής μελέτης οδοποιίας του συστήματος των οδικών έργων

Σε αυτό το βήμα κατατίθεται η οριστική μελέτη του οδικού έργου που περιλαμβάνει όλες τις οδούς, κύριες και δευτερεύουσες, και τους κόμβους. Ο μελετητής έχει ήδη το μοντέλο της οδού ολοκληρωμένο και μπορεί να ενσωματώσει τυχόν αλλαγές που μπορεί να ζητηθούν σε αυτό χωρίς ιδιαίτερο κόπο. Αφού οποιαδήποτε αλλαγή γίνεται, επηρεάζεται αυτόματα τόσο η οριζοντιογραφία όσο και η μηκοτομή και οι διατομές που εξάγει το πρόγραμμα αλλά επίσης και η γεωμετρία του υπόλοιπου δρόμου που μπορεί να επηρεάζεται λόγω της αλλαγής σύμφωνα με τους κανονισμούς για τους δρόμους.

Χωρίς το BIM ο μελετητής είναι αναγκασμένος να φτιάξει εκ νέου την οριζοντιογραφία, μηκοτομή και τις διατομές και να κάνει ο ίδιος τους απαραίτητους υπολογισμούς για την οδό. Αυτή η εργασία μπορεί να διαρκέσει από δύο έως και τέσσερις μήνες και είναι απαραίτητη καθώς μετά από αυτό θα μπορέσει να συνταχθεί το κτηματολόγιο και να συντελεσθούν οι απαλλοτριώσεις.

Είναι φανερό επομένως ότι η οριστική μελέτη οδοποιίας πρέπει να συνταχθεί ολοκληρωμένα και σε σύντομο χρόνο. Η εισαγωγή του BIM δίνει αυτό το πλεονέκτημα και ελαχιστοποιεί το χρόνο που απαιτείται για την εκπόνησή της.

##### Φάση IV. 2. Εκπόνηση της οριστικής μελέτης έργων αποχέτευσης – αποστράγγισης ομβρίων

Παράλληλα με την οριστική μελέτη οδοποιίας εκπονείται και η οριστική μελέτη αποχέτευσης- αποστράγγισης ομβρίων η οποία όμως εμπεριέχεται στο μοντέλο που έχει ο μελετητής στη διάθεσή του. Επομένως, είναι σε θέση να ενσωματώσει τις απαραίτητες αλλαγές που έχουν προκύψει χωρίς να υποβάλλεται σε μεγάλη διαδικασία.

Με τον παραδοσιακό τρόπο ο μελετητής πρέπει να κάνει τα σχέδια με τα δίκτυα των σωλήνων εκ νέου και να υπολογίσει τα στοιχεία και τις ιδιότητές τους από την αρχή. Η διάρκεια αυτής της εργασίας ήταν από δύο έως τέσσερις μήνες, ενώ με το BIM η διάρκεια αυτή ελαχιστοποιείται.

#### Φάση IV. 6. Εκπόνηση οριστικής μελέτης τεχνικών έργων

Όπως και με τις παραπάνω οριστικές μελέτες το μόνο που έχει να κάνει ο μελετητής είναι να ενσωματώσει στο ήδη υπάρχον, ενιαίο και ολοκληρωμένο μοντέλο τυχόν αλλαγές που έχουν προκύψει. Το μοντέλο όντας δυναμικό ενημερώνει αυτόματα όλα τα μέρη του για τις αλλαγές που διενεργούνται. Αυτή η δραστηριότητα διαρκεί πολύ λίγο χρόνο εν αντιθέσει με την παραδοσιακή πρακτική που αν γίνει μια αλλαγή σε ένα σημείο θα πρέπει να δημιουργηθούν εκ νέου τα υπόλοιπα μέρη που απαιτούνται για τη μελέτη, όπου εκτιμώμενη διάρκεια εκτέλεσης της παραπάνω είναι από ένας έως τρεις μήνες.

#### 4.2.5 Εισαγωγή του BIM στη Φάση V

#### Φάση V. 5. Εκπόνηση μελέτης των φάσεων κατασκευής και αποκατάστασης των υφιστάμενων λειτουργιών

Σε αυτό το βήμα ο μελετητής πρέπει να εξετάσει και να καθορίσει τις διάφορες φάσεις κατασκευής του έργου λαμβάνοντας υπόψη τις υφιστάμενες λειτουργίες της περιοχής όπου θα κατασκευαστεί το υπό μελέτη έργο. Πρακτικά σημαίνει ότι πρέπει να κάνει έναν πολύ λεπτομερή προγραμματισμό των εργασιών που πρέπει να γίνουν για την κατασκευή του έργου και να εξετάσει τις προσβάσεις των παρόδιων χώρων στον υπό μελέτη δρόμο.

Είναι ένα βήμα πολύ σημαντικό για το έργο οδοποιίας καθώς καθορίζοντας τις φάσεις κατασκευής δίνεται ένα οργανόγραμμα που είναι απαραίτητο για το επόμενο στάδιο, αυτό της κατασκευής όπου ο ανάδοχος με βάσει το οργανόγραμμα αυτό των εργασιών θα καθορίσει το χρονοδιάγραμμα του έργου, τόσο στο σύνολό του όσο και κατά τμήματα. Σε αυτή τη διαδικασία ο μελετητής πρέπει να είναι πολύ προσεκτικός καθώς έχει να διαχειριστεί ένα πολύ μεγάλο όγκο εργασιών και ένα πολύπλοκο έργο που συνδυάζει την κατασκευή οδών αλλά και διάφορων τεχνικών έργων.

Χωρίς το BIM η παραπάνω διαδικασία γίνεται πολύ επίπονη καθώς ο μελετητής έχει να διαχειριστεί όλον αυτόν τον όγκο εργασιών και να κάνει σε χαρτί υπολογισμούς που απαιτεί ο προγραμματισμός έργων. Η διάρκεια της διαδικασίας αυτής υπολογίζεται από δύο έως τέσσερις μήνες, ενώ με το BIM η διάρκεια αυτή μπορεί να είναι πολύ μικρότερη και πολύ πιο αποτελεσματική.

Με τα προγράμματα BIM ο προγραμματισμός αυτός είναι πιο εύκολος καθώς μπορεί να παρακολουθεί τη ροή εργασιών και οπτικά μέσω της αναπαράστασης της κατασκευής του έργου σε 3D διάσταση, να εξετάζει αν υπάρχουν συγκρούσεις μεταξύ εργασιών, να επιλέγει συγκεκριμένα κομμάτια δρόμου και να βλέπει τις εργασίες που απαιτούν, να εντοπίζει τα λάθη που πιθανόν υπάρχουν κ.α. Τα προγράμματα BIM δίνουν πληθώρα εργαλείων για τη διαχείριση του έργου που είναι στη διάθεση του μελετητή.

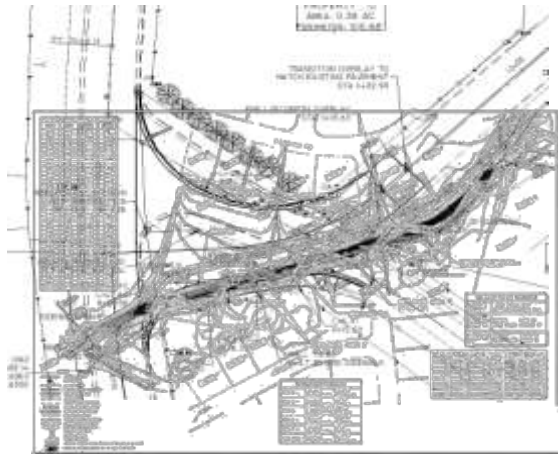
#### 4.2.6 Αποτελέσματα και Παρατηρήσεις

Το αποτέλεσμα όλης της παραπάνω διαδικασίας με την εισαγωγή του BIM είναι ένα ολοκληρωμένο, δυναμικό και τρισδιάστατο μοντέλο όπου εντάσσονται σε αυτό όλα τα απαραίτητα μέρη που χρειάζονται για την κατασκευή του έργου οδοποιίας, με όλα τους τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες σε ένα μόνο αρχείο. Με τις δυνατότητες φωτορεαλισμού που διαθέτουν τα προγράμματα BIM μπορούν όλοι οι συμμετέχοντες στο έργο να έχουν μπροστά τους μια αναπαράσταση του έργου τόσο στη φυσική του υπόσταση όσο και στον προγραμματισμό του, χρονικό και οικονομικό. Αυτό ακριβώς δίνει τη δυνατότητα στους μελετητές να είναι πιο ακριβείς και να εκπονούν κατ' επέκταση πιο ακριβείς και χωρίς λάθη μελέτες, κάτι το οποίο είναι πολύ σύνηθες στα δημόσια έργα.

Στα δημόσια έργα η φάση του σχεδιασμού διαχωρίζεται από τη φάση κατασκευής, κάτι που αφαιρεί τη δυνατότητα επικοινωνίας της ομάδας σχεδιασμού με την ομάδα κατασκευής. Κάτω από αυτή τη συνθήκη, η μελέτη σχεδιασμού πρέπει να ολοκληρωθεί και να δημοσιευθεί πριν τη δημοπρασία, έτσι ώστε να υπολογιστεί ο προϋπολογισμός του έργου και οι εργασίες που πρέπει να εκτελεστούν. Δεν πρέπει να ξεχνάμε όμως ότι στο παραπάνω στάδιο εμπλέκονται δημόσιοι φορείς όπως διάφορες τεχνικές υπηρεσίες, Υπουργεία, Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης οι οποίοι πρέπει να εγκρίνουν σε διάφορες φάσεις του προσυμβατικού σταδίου τις μελέτες που εκπονούνται και πολλά άλλα ζητήματα. Οι εγκρίσεις και οι αξιολογήσεις που γίνονται εμπίπτουν σε νόμους και κώδικες του κράτους που καθορίζουν σαφή κριτήρια με βάση τα οποία δρουν οι αρμόδιοι σε κάθε περίπτωση. Οι νόμοι επίσης καθορίζουν τη μορφή και τα πρότυπα που πρέπει να ακολουθούν οι μελέτες που υποβάλλονται και είναι προς υπογραφή και έγκριση από τη δημόσια Αρχή. Για παράδειγμα, υπάρχει καθορισμένη μορφή για τη σύνταξη της οριζοντιογραφίας, της μηκοτομής, των διατομών που καθορίζει τις κλίμακες, τα στοιχεία που πρέπει να περιέχουν και φυσικά να είναι σε έντυπη μορφή.

Ένα στοιχείο λοιπόν που πρέπει να καταγραφεί στα θετικά των προγραμμάτων BIM, είναι η δυνατότητα που έχει ο κάθε χρήστης να εξαγει αρχεία δύο διαστάσεων προσαρμοσμένα στα πρότυπα που υπαγορεύουν οι νόμοι, τα οποία μπορούν κατ' επέκταση να εκτυπωθούν και να

σταλούν σε δημόσιους φορείς για την υπογραφή και την έγκρισή τους. Τα έγγραφα αυτά μπορούν να απεικονίζουν τόσο τα σχέδια όσο και πίνακες εργασιών, χρονοδιαγράμματα και προϋπολογισμούς. Επομένως, είναι δυνατό για οποιαδήποτε Αρχή να εκδώσει εγκριτική απόφαση, έχοντας στη διάθεσή της ένα έγγραφο το οποίο έχει δημιουργηθεί από το ψηφιακό αρχείο του προγράμματος BIM. Το αν είναι δυνατό να εκδίδονται εγκριτικές αποφάσεις άμεσα χωρίς τη μεσολάβηση της αποστολής εγγράφων απαντάται σε επόμενο εδάφιο.



**Εικ.** Σχέδιο δύο διαστάσεων οριζοντιογραφίας δρόμου σε AutoCAD Civil 3D  
(<http://bimontherocks.typepad.com>)

### 4.3 Εισαγωγή του BIM στο συμβατικό στάδιο Δημοσίων Έργων

#### 4.3.1 Συμβατικά τεύχη

Το συμβατικό στάδιο αφορά στην κατασκευή του έργου, και ξεκινάει από τη δημοπρασία του έργου και τελειώνει με την οριστική παραλαβή του. Όμως, για να συμμετέχουν οι υποψήφιος ανάδοχοι εργοληπτικές εταιρίες στη δημοπρασία και να καταθέσουν την προσφορά τους, πρέπει να προμηθευτούν, συνήθως από κάποιο κατάστημα αναπαραγωγής αντιγράφων που ορίζεται από τη διακήρυξη, τα συμβατικά τεύχη. Αυτή η ενέργεια είναι απαραίτητη καθώς μόνον με αυτόν τον τρόπο οι εργοληπτικές εταιρίες μπορούν να έχουν πληροφορίες για το έργο και να υπολογίσουν την έκπτωση που δύνανται να κάνουν.

(πηγή: [http://www.nomoskopio.gr/pd\\_283\\_89\\_21.php?toc=0&printWindow&](http://www.nomoskopio.gr/pd_283_89_21.php?toc=0&printWindow&) )

Τα συμβατικά τεύχη είναι έγγραφα και σχέδια του έργου όπως

1. Η Διακήρυξη
2. Η Οικονομική Προσφορά.
3. Το Τιμολόγιο Μελέτης.
4. Η Ειδική Συγγραφή Υποχρεώσεων (Ε.Σ.Υ.).
5. Οι Τεχνικές Προδιαγραφές και τα Παραρτήματα τους, Τ.Σ.Υ.
6. Η Τεχνική Περιγραφή (Τ.Π.).
7. Ο Προϋπολογισμός Μελέτης.
8. Οι εγκεκριμένες μελέτες, που θα χορηγηθούν στον ανάδοχο από την υπηρεσία και οι εγκεκριμένες τεχνικές μελέτες, που θα συνταχθούν από τον Ανάδοχο, αν προβλέπεται η περίπτωση αυτή από τα συμβατικά τεύχη ή προκύψει κατά τις ισχύουσες διατάξεις περί τροποποίησης των μελετών του έργου.
9. Το Χρονοδιάγραμμα/Πρόγραμμα κατασκευής των έργων, όπως αυτό τελικά θα εγκριθεί από την Υπηρεσία.



Εικόνα 8 : Διάγραμμα Συμβατικών Τευχών.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι το μοντέλο BIM είναι ήδη ολοκληρωμένο από το προσυμβατικό στάδιο και θα μπορούσε να διατεθεί σε όσες εργοληπτικές εταιρίες επιθυμούν να συμμετάσχουν στο διαγωνισμό, αποφεύγοντας τα έξοδα των φωτοαντιγράφων των συμβατικών τευχών που σε μεγάλα και πολύπλοκα έργα μπορεί να είναι σημαντικά. Επίσης, με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα στις εργοληπτικές εταιρίες να αποκτήσουν μια πιο εποπτική εικόνα του υπό κατασκευή έργου και να συμπεριλάβουν στην υπολογισμούς που θα κάνουν για να καταθέσουν την προσφορά τους πρόσθετες πληροφορίες για τα στοιχεία του έργου που με τα έγγραφα δύο διαστάσεων δε θα ήταν εύκολα αντιληπτά.

#### 4.3.2 Χρονοδιάγραμμα κατασκευής

Μέσα σε δεκαπέντε μέρες από την υπογραφή της σύμβασης ο ανάδοχος συντάσσει το χρονοδιάγραμμα κατασκευής του έργου με βάση την ολική και τις τμηματικές προθεσμίες. Αυτό το χρονοδιάγραμμα το εγκρίνει η διευθύνουσα Αρχή μέσα σε δέκα μέρες και μετά την έγκρισή του θεωρείται συμβατικό. Ωστόσο, το χρονοδιάγραμμα αυτό μπορεί να τροποποιηθεί όπως θα δούμε και στη συνέχεια για διάφορους λόγους. Το χρονοδιάγραμμα είναι συνήθως κάποιο έγγραφο Excel που περιγράφει τις εργασίες του έργου και τη διάρκειά τους.

Το χρονοδιάγραμμα είναι άμεσα δυνατό να γίνει με τη βοήθεια ενός προγράμματος BIM που άλλωστε αν έχει γίνει ήδη η εισαγωγή ενός τέτοιου προγράμματος στο προσυμβατικό στάδιο, υπάρχει το μοντέλο του έργου ολοκληρωμένο και μπορεί η ανάδοχη εργοληπτική εταιρία να συντάξει χρονοδιάγραμμα με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια και να το καταθέσει στη διευθύνουσα Αρχή. Στο χρονοδιάγραμμα αυτό ο ανάδοχος λαμβάνει υπόψη όλες τις εργασίες



του έργου οδοποιίας, τα τεχνικά έργα που πρέπει να υλοποιηθούν και πολλές άλλες παραμέτρους και ιδιαιτερότητες του έργου που έχουν ήδη εισαχθεί στο μοντέλο. Επίσης, τα προγράμματα BIM δίνουν τη δυνατότητα στον ανάδοχο να παρακολουθήσει σε 3D φωτορεαλιστική αναπαράσταση όλες τις φάσεις κατασκευής του έργου. Φυσικά υπάρχουν πολλές απρόβλεπτες καταστάσεις που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια της κατασκευής του έργου αλλά τουλάχιστον το αρχικό χρονοδιάγραμμα που θα κατατεθεί με την εισαγωγή του BIM θα είναι πιο ακριβές και ολοκληρωμένο και σε καμία περίπτωση ενδεικτικό, όπως συνήθως γίνεται.

#### 4.3.3 Ημερολόγιο του έργου

Κάθε εργοληπτική εταιρία έχει υποχρέωση να συμπληρώνει στο ημερολόγιο του έργου όλα τα πληροφοριακά στοιχεία του έργου. Το ημερολόγιο του έργου τηρείται σε βιβλιοδετημένα διπλότυπα αριθμημένα φύλλα, υπογράφεται σε τακτά διαστήματα από τον επιβλέποντα μηχανικό της υπηρεσίας και κατατίθεται στη διευθύνουσα Αρχή μετά το πέρας των εργασιών. Σε αυτό το σημείο θα μπορούσαμε να κάνουμε μια παρατήρηση, η συνεισφορά του ημερολογίου στο έργο είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς μέσα από το ημερολόγιο εξάγονται στοιχεία για εργασίες που δεν έχουν προβλεφτεί, για ιδιαίτερες συνθήκες του έργου, για τα μηχανήματα και το ανθρώπινο δυναμικό που απασχολείται κ.α.. Εντούτοις, ο μόνος τρόπος για να αποκτήσει κάποιος πρόσβαση σε αυτά τα στοιχεία είναι να προμηθευτεί το βιβλιοδετημένο ημερολόγιο.

Από την έναρξη κιόλας των εργασιών κατασκευής του έργου, μπορεί η ανάδοχος εργοληπτική εταιρία να εισάγει το BIM μοντέλο καταγράφοντας τις εργασίες που γίνονται καθημερινά, τα υλικά που παραλαμβάνει, το προσωπικό, τα μηχανήματα που απασχολεί και άλλα πληροφοριακά στοιχεία. Εισάγοντας αυτά τα στοιχεία στο πρόγραμμα BIM δημιουργείται ένα δυναμικό μοντέλο που δίνει σε όλους τους συντελεστές του έργου καθώς και στη διευθύνουσα Αρχή την εξέλιξη της κατασκευής του σε πραγματικό χρόνο και έχει πρόσβαση σε κάθε πληροφορία που αφορά το έργο μέσω της ενιαίας βάσης δεδομένων.

#### 4.3.4 Προθεσμίες – Ποινικές ρήτρες (Άρθρο 48 του ν.3669/2008)

Εκτός από την προθεσμία για την περάτωση του συνολικού έργου που ορίζεται από τη σύμβαση που έχει υπογραφεί, υπάρχουν και οι τμηματικές προθεσμίες, όπου μέσα σε αυτές θα πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί κάποια τμήματα του έργου. Τηρώντας αυστηρά το χρονοδιάγραμμα του έργου οι προθεσμίες αυτές είναι απίθανο να ξεπεραστούν, όμως υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να προκύψουν εργασίες που δε είχαν προβλεφτεί από τη μελέτη. Σε αυτήν την περίπτωση δίνονται παρατάσεις της συνολικής και των τμηματικών προθεσμιών από τη

διευθύνουσα Αρχή είτε λόγω υπαιτιότητας του ανάδοχου ή λόγω απρόβλεπτων εξωτερικών παραγόντων. Οι παρατάσεις αυτές δίνονται μέσα από μια διαδικασία όπου η ανάδοχος εργοληπτική εταιρία συντάσσει καινούργιο χρονοδιάγραμμα (συνήθως έγγραφο Excel) και το αποστέλλει είτε ταχυδρομικώς ή το προσκομίζει απευθείας στη διευθύνουσα Αρχή ένας υπάλληλος, αναλύοντας και τους λόγους που συντρέχουν για το αίτημα παράτασης της προθεσμίας. Στη συνέχεια η υπηρεσία αξιολογώντας τους λόγους που αναφέρει ο ανάδοχος για την παράταση της προθεσμίας, αναθεωρεί το καινούργιο χρονοδιάγραμμα που έχει αποστείλει ο ανάδοχος. Η διαδικασία αυτή διαρκεί αρκετές ημέρες μέχρι να εγκριθεί τελικά το αναθεωρημένο χρονοδιάγραμμα.

Με την εισαγωγή του BIM είναι δυνατή κάθε αναπροσαρμογή στο χρονοδιάγραμμα των εργασιών. Πιο συγκεκριμένα, σε περίπτωση που προκύψουν απρόβλεπτες από τη μελέτη εργασίες ή άλλες ιδιαίτερες συνθήκες κατά τη διάρκεια της κατασκευής του έργου, οι συντελεστές που έχουν πρόσβαση στο μοντέλο BIM έχουν τη δυνατότητα μέσα από ένα πιο φιλικό 3D περιβάλλον και πιο πολλά στοιχεία συγκεντρωμένα και ομαδοποιημένα, να λάβουν αποφάσεις που θα επηρεάζουν το χρόνο κατασκευής είτε τμήματος ή συνόλου του έργου. Φυσικά σε κάθε περίπτωση είναι δυνατό να μην μπορεί να τηρηθεί κάποια προθεσμία. Σε αυτήν την περίπτωση η διευθύνουσα Αρχή έχοντας πρόσβαση στο μοντέλο BIM μπορεί να εξετάσει λεπτομερώς τους λόγους για τους οποίους δεν μπορεί να τηρηθεί η προθεσμία και να εγκρίνει άμεσα το αναθεωρημένο χρονοδιάγραμμα.

#### 4.3.5 Οι συμμετέχοντες στο έργο

Η ομαλή και σωστή διαδικασία κατασκευής απαιτεί τη συνεργασία των συμμετεχόντων στο έργο. Στην κατασκευή ενός έργου συμμετέχουν:

- Η διευθύνουσα Αρχή
- Ο χρηματοδοτικός οργανισμός (π.χ. ΕΣΠΑ)
- Η ανάδοχος εργοληπτική εταιρία
- Οι επιβλέποντες μηχανικοί της υπηρεσίας
- Οι επιβλέποντες μηχανικοί της εταιρίας
- Το τεχνικό προσωπικό

- Προμηθευτές υλικών

Κατά τη φάση κατασκευής οι παραπάνω αναπτύσσουν σχέσεις μεταξύ τους, όπως για παράδειγμα:

#### 4.3.6 Διευθύνουσα Αρχή, Χρηματοδοτικός οργανισμός- Ανάδοχος εργοληπτική εταιρία

Η διευθύνουσα αρχή ελέγχει τη διαδικασία κατασκευής ώστε να πληροί τις προδιαγραφές που έχουν υπογραφεί στη σύμβαση. Για το λόγο αυτόν, η ανάδοχος εργοληπτική εταιρία αποστέλλει ανά τακτά χρονικά διαστήματα ανακεφαλαιωτικούς πίνακες εργασιών που έχουν εκτελεστεί και τις ποσότητες που έχουν χρησιμοποιηθεί. Επίσης, η ανάδοχος εργοληπτική εταιρία αποστέλλει οποιοδήποτε αίτημα που προκύπτει στη διευθύνουσα αρχή είτε για τροποποίηση του χρονοδιαγράμματος ή για επιπλέον εργασίες που έχουν προκύψει. Στη συνέχεια, η διευθύνουσα Αρχή ελέγχει τα αιτήματα του ανάδοχου και δίνει απάντηση θετική ή αρνητική. Η διαδικασία αυτή γίνεται με αποστολή εγγράφων ή απευθείας μεταφορά τους από έναν υπάλληλο της εταιρίας στην υπηρεσία, από και προς τη διευθύνουσα Αρχή και μπορεί να διαρκεί κάθε φορά από δέκα ημέρες έως και πολύ παραπάνω αναλόγως με τα ζητήματα που προκύπτουν.

Με την εισαγωγή του BIM στην παραπάνω διαδικασία η ανάδοχος εργοληπτική εταιρία λειτουργεί το μοντέλο BIM και έτσι η κατασκευή του έργου υπάρχει και μέσα στο μοντέλο σε πραγματικό χρόνο. Επομένως, όποιες αλλαγές και παρεκκλίσεις από το συμφωνηθέν χρονοδιάγραμμα και τις συμφωνηθέντες εργασίες και ποσότητες είναι αιτιολογημένες μέσα από ένα ολοκληρωμένο χρονοδιάγραμμα εκτελεσθέντων εργασιών και τη φωτορεαλιστική αναπαράσταση της κατασκευής του έργου. Με τον τρόπο αυτό η διευθύνουσα Αρχή έχοντας πρόσβαση στο μοντέλο BIM μπορεί να ελέγξει οποιαδήποτε αλλαγή συμβεί και να εγκρίνει την όποια αναπροσαρμογή ζητάει ο ανάδοχος.

Μια πιθανή καθυστέρηση έγκρισης της διευθύνουσας Αρχής σε αίτημα του ανάδοχου μπορεί να προκαλέσει μέχρι και στάση εργασιών. Καθώς από τις εγκρίσεις αυτές κρίνονται συνήθως και οι λογαριασμοί, δηλαδή οι πληρωμές του ανάδοχου, όπου σε περίπτωση μακρόχρονης καθυστέρησης της πληρωμής του ο ανάδοχος μπορεί να αντιμετωπίσει αδυναμία μίσθωσης των μηχανημάτων και πληρωμής του προσωπικού και να τελικά σταματήσει της εργασίες. Η εισαγωγή του BIM μπορεί να περιορίσει αυτά τα προβλήματα δίνοντας τη δυνατότητα στην διευθύνουσα Αρχή να διαχειρίζεται τέτοια ζητήματα σε λιγότερο χρόνο.

#### 4.3.7 Ανάδοχος εργοληπτική εταιρία- Επιβλέποντες μηχανικοί της εταιρίας- Προμηθευτές υλικών-Τεχνικό προσωπικό

Όλοι τους είναι οι βασικοί συντελεστές της ομαλής και σωστής κατασκευής του έργου. Η

συνεργασία μεταξύ τους είναι πρωταρχικός παράγοντας που επηρεάζει την ομαλή ροή εργασιών στο εργοτάξιο και στις τυπικές διαδικασίες που απαιτούνται για τη διεξαγωγή της κατασκευής του έργου. Η επικοινωνία έως και τώρα μεταξύ αυτών των συντελεστών γίνεται με κινητά τηλέφωνα, email και fax. Είναι ένας τρόπος ο οποίος απαιτεί και χρήματα και αποκλείει το συγχρονισμό πάνω από δύο συντελεστών τη φορά. Παραδείγματος χάριν, αν ο εργάτης εντοπίσει κατά την εργασία του μια βλάβη που μπορεί να προκλήθηκε από διάφορους παράγοντες, τηλεφωνεί στον προϊστάμενό του, στην προκειμένη στον επιβλέποντα μηχανικό της εταιρίας, και τον ενημερώνει για τη βλάβη που έχει προκληθεί. Αυτός με τη σειρά του αναλόγως τη βλάβη κρίνει τα εξαρτήματα, τις εργασίες, τα μηχανήματα και το τεχνικό προσωπικό που χρειάζεται για την αποκατάσταση της βλάβης και τηλεφωνεί στην εταιρία για τη δήλωση της βλάβης και τη διάθεση των παραπάνω. Η εταιρία πρέπει να λάβει γνώση της διαθεσιμότητας των παραπάνω και επικοινωνεί με τις αποθήκες, τους υπεύθυνους προμηθειών, τους υπεύθυνους προσωπικού κ.α. Αν ωστόσο δεν είναι διαθέσιμο κάποιο εξάρτημα, ο υπεύθυνος προμηθειών είναι υποχρεωμένος να το παραγγείλει επί τόπου από κάποιον προμηθευτή. Επίσης, αν δεν υπάρχει άλλο διαθέσιμο προσωπικό μετακινείται προσωπικό στην τοποθεσία της βλάβης από κάποια άλλη δραστηριότητα που συμμετείχε το εν λόγω προσωπικό.

Με την εισαγωγή του BIM η επικοινωνία των συντελεστών γίνεται πολύ πιο απλή, αφού σε παρόμοια περίπτωση βλάβης, ο επιβλέπων μηχανικός της εταιρίας, αν όχι ο εργάτης, έχοντας πρόσβαση στο μοντέλο BIM λαμβάνει γνώση της διαθεσιμότητας των αποθηκευμένων εξαρτημάτων, των μηχανημάτων που είναι διαθέσιμων εκείνη τη συγκεκριμένη στιγμή, του ανθρώπινου δυναμικού που είναι διαθέσιμο εκείνη την ώρα ή που μπορεί να μεταφερθεί από ένα άλλο μέτωπο εργασίας που ο ίδιος θεωρεί ότι δεν είναι άμεσης προτεραιότητας εκείνη τη στιγμή. Επίσης, δηλώνει αμέσως τη βλάβη που προέκυψε στο μοντέλο και επομένως λαμβάνει γνώση και η εταιρία έχοντας πρόσβαση στο μοντέλο. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιείται ο χρόνος της επέμβασης και αποκατάστασης της βλάβης που είναι πολύ σημαντικός, καθώς η καθυστερημένη αποκατάσταση μιας βλάβης μπορεί να επιφέρει τελικά μεγαλύτερη ζημιά.

Από τα παραπάνω, είναι φανερό ότι ένα ολοκληρωμένο και ακριβές μοντέλο BIM μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τους συντελεστές του έργου, συμβάλλοντας στην ομαλή και οργανωμένη διαδικασία κατασκευής. Επίσης, απλοποιεί διαδικασίες, εξοικονομεί χρόνο και πολλές φορές χρήμα και δίνει τη δυνατότητα της εποπτείας σε έργα πολύπλοκα και μεγάλα.

#### 4.3.8 Επιμετρήσεις

Οι επιμετρήσεις είναι ένα πολύ σημαντικό μέρος της κατασκευής του έργου καθώς από αυτές κρίνονται οι πληρωμές του ανάδοχου και αποτελούν το βασικό στοιχείο ελέγχου από τη διευθύνουσα Αρχή. Ιδιαίτερα σε έργα πολύπλοκα και μεγάλου όγκου εργασιών και ποσοτήτων, η επιμέτρηση αυτών των στοιχείων είναι δύσκολη. Τα επιμετρητικά στοιχεία λαμβάνονται από το έργο σε πρόχειρο συνήθως και στη συνέχεια εισάγονται σε λογιστικά φύλλα Excel από τον επιβλέποντα μηχανικό της εταιρίας αλλά και από τον επιβλέποντα μηχανικό της υπηρεσίας. Στη συνέχεια, ο ανάδοχος αποστέλλει ή προσκομίζει τα επιμετρητικά στοιχεία σε μορφή εγγράφων μαζί με τα απαραίτητα σχέδια στη διευθύνουσα Αρχή και τα ελέγχει ο επιβλέπων μηχανικός της υπηρεσίας. Ο έλεγχος που κάνει ο επιβλέπων βασίζεται σε σύγκριση με τα επιμετρητικά στοιχεία που έχει συλλέξει ο ίδιος από το έργο. Η δυσκολία που έχει να αντιμετωπίσει σε αυτή τη διαδικασία τόσο ο συντάξας για λογαριασμό της ανάδοχου εργοληπτικής εταιρίας όσο και ο επιβλέπων μηχανικός της υπηρεσίας είναι ο μεγάλος αριθμός χαρτιών λόγω του όγκου των επιμετρητικών στοιχείων που έχει να διαχειριστεί και να ελέγξει. Ο επιβλέπων μηχανικός πρέπει να προβεί σε έλεγχο των στοιχείων μέσα σε τρεις μήνες και αν υπάρχουν ελλείψεις επιστρέφει τα στοιχεία στην ανάδοχο εργοληπτική εταιρία για τις απαραίτητες διορθώσεις.

Με την εισαγωγή του BIM η παραπάνω διαδικασία απλοποιείται αρκετά καθώς το πρόγραμμα μπορεί να εξάγει αυτόματα συγκεντρωτικές ποσότητες υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά την κατασκευή του έργου σε συγκεντρωτικούς πίνακες ποσοτήτων.

Στις αναφορές που εξάγει αυτόματα το πρόγραμμα BIM εκτός από συγκεντρωτικές ποσότητες δίνονται πληροφορίες και λεπτομέρειες για την ακριβή τοποθεσία του έργου και τις αντίστοιχες ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν σε εκείνο το σημείο. Με τον τρόπο αυτό γίνεται πιο εύκολος ο έλεγχός τους από τον επιβλέποντα μηχανικό της υπηρεσίας καθώς και από τους μηχανικούς του έργου.

#### 4.3.9 Επιβλέποντες μηχανικοί της υπηρεσίας- Επιβλέποντες μηχανικοί της εταιρίας, Ανάδοχος εργοληπτική εταιρία

Οι επιβλέποντες μηχανικοί της υπηρεσίας αναπτύσσουν σχέσεις συνεργασίας αλλά και ελέγχου τόσο με τους μηχανικούς της εταιρίας όσο και με την ανάδοχο εργοληπτική εταιρία. Ο τρόπος για να ελέγξουν οι μηχανικοί της υπηρεσίας τις εκτελεσθέντες εργασίες και την τήρηση των προδιαγραφών είναι η επί το έργο επίβλεψη. Εντούτοις, σε πολύπλοκα και μεγάλα έργα ενέχεται ο κίνδυνος παραλήψεων λόγω αδυναμίας επίβλεψης όλου του όγκου εργασιών που έχουν εκτελεστεί, των ποσοτήτων που έχουν χρησιμοποιηθεί και της τήρησης των

προδιαγραφών που υπαγορεύει η σύμβαση. Προσθέτοντας λοιπόν οι επιβλέποντες τις εταιρίας καθημερινά τα απαραίτητα στοιχεία για την εξέλιξη της κατασκευής στο μοντέλο BIM, οι επιβλέποντες μηχανικοί έχουν τη δυνατότητα να έχουν πλήρη εποπτεία του έργου έχοντας πρόσβαση στην ενιαία βάση δεδομένων που έχει δημιουργηθεί σε πρόγραμμα BIM. Επιπλέον, έχουν τη δυνατότητα να κάνουν όποιες παρεμβάσεις κρίνουν στο μοντέλο κατασκευής σε πραγματικό χρόνο και αυτές να έχουν άμεσο αντίκτυπο στην κατασκευή του έργου.

#### 4.3.10 Σχόλια και Παρατηρήσεις.

- ✓ Όπως και στο προσυμβατικό στάδιο έτσι και στο συμβατικό δεν είναι δυνατή η αλλαγή της διαδικασίας που εκτελούνται και κατασκευάζονται τα δημόσια έργα, καθώς οι διαδικασίες αυτές υπαγορεύονται από νόμους.
- ✓ Η ακολουθία των βημάτων που ακολουθήθηκε στο προσυμβατικό στάδιο δεν είναι δυνατό να τηρηθεί και στο συμβατικό καθώς κατά την εκτέλεση του έργου πρέπει να συμπεριληφθούν πολλοί παράγοντες υπόψη και κάτι τέτοιο ξεφεύγει από τα όρια της παρούσας εργασίας.
- ✓ Στο δημόσιο τομέα ένα μεγάλο ζήτημα είναι ότι οι δημοπρασίες των τεχνικών έργων διεξάγονται έχοντας ένα και μόνο κριτήριο, την τιμή. Η πιο χαμηλή προσφορά «χτυπάει» όλες τις άλλες, μη λαμβάνοντας υπόψη οποιουδήποτε άλλους παράγοντες της διαχείρισης του έργου. Με αυτόν τον τρόπο επιλογής των εργοληπτικών εταιριών που βασίζεται μόνο στην τιμή δεν αξιολογούνται άλλα σημαντικά κριτήρια, όπως ο χρόνος αποπεράτωσης του έργου και η ποιότητα του έργου. Ο καλύτερος τρόπος για τη σύναψη σύμβασης ενός δημόσιου έργου είναι η επιλογή μιας ευέλικτης και συμβατής προσφοράς, που η εργοληπτική επιχείρηση που την έκανε είναι πρόθυμη να εκπληρώσει τους όρους της σύμβασης για την χαμηλότερη τιμή με καινοτόμες ιδέες.
- ✓ Αποτέλεσμα της εισαγωγής του BIM τόσο στο προσυμβατικό όσο και στο συμβατικό στάδιο είναι η μείωση του κόστους, του χρόνου και η καλύτερη οργάνωση των διαδικασιών. Όλα αυτά συντελούν στην αναβάθμιση της ποιότητας του έργου. Όπου και εξετάζεται από το Π.Π.Ε το οποίο εισάγει πρότυπα κατά ΕΛΟΤ στα δημόσια έργα. Ωστόσο, το Π.Π.Ε εισήχθη πρόσφατα στα δημόσια έργα. Και όπως έχει διαπιστωθεί δεν έχουν όλοι οι συμμετέχοντες σαφή εικόνα της ποιότητας.

#### 4.4 Εμπόδια στην Εφαρμογή του BIM στα Έργα Υποδομής και Ενδεικτικές Λύσεις.

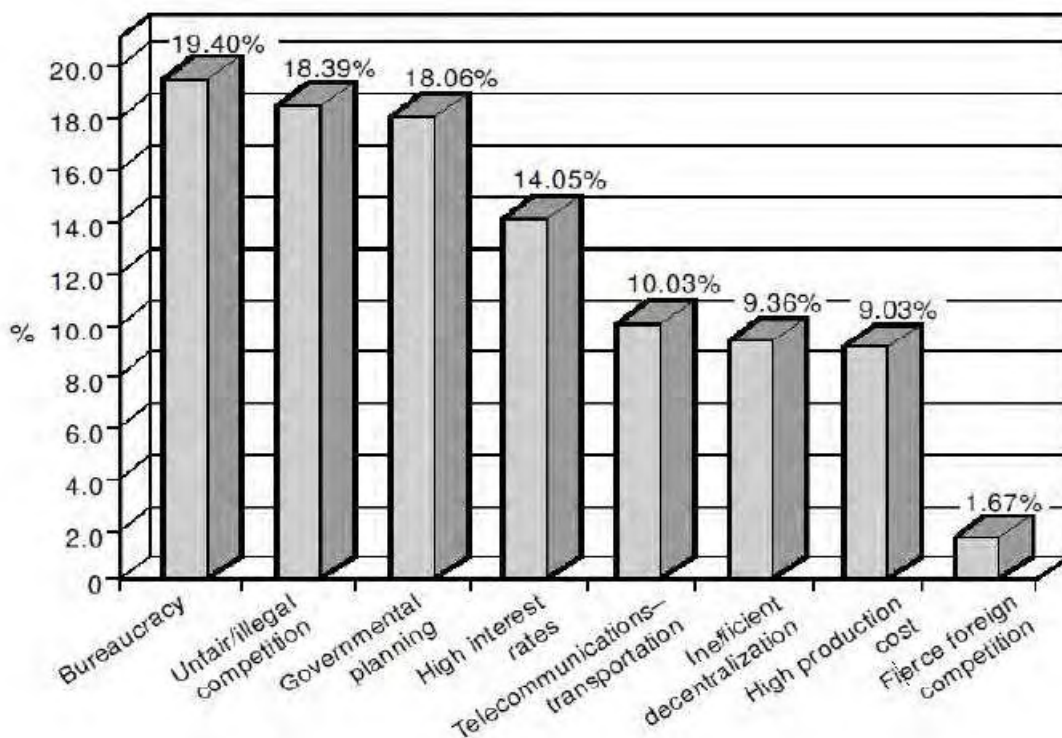
Η εισαγωγή του BIM στις διαδικασίες των δημοσίων έργων μπορεί να αντιμετωπίσει διάφορα εμπόδια και παθογένειες του συστήματος με το οποίο λειτουργούν τα δημόσια έργα. Τα εμπόδια αυτά είναι κυρίως και οι λόγοι που παρουσιάζονται και οι διάφορες δυσκολίες στα δημόσια έργα τόσο στο προσυμβατικό όσο και στο συμβατικό στάδιο.

Στο βιβλίο *Quality management: A new challenge for Greek construction industry* (Stylianous Zanananidis & George Tsiotras, 1998) περιγράφεται η έννοια της ποιότητας στα τεχνικά έργα και παρουσιάζεται μέσα από έρευνες η αντίληψη της έννοιας της ποιότητας από τους συμμετέχοντες στα τεχνικά έργα και τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν για τη βελτίωση των δραστηριοτήτων τους. Τα πιο σημαντικά εμπόδια στην παραγωγή των δραστηριοτήτων των κατασκευαστικών εταιριών στο σύστημα με το οποίο λειτουργούν τα τεχνικά έργα είναι:

- ✓ Προβλήματα στις τηλεπικοινωνίες και στη μεταφορά
- ✓ Υψηλά επιτόκια δανεισμού
- ✓ Αθέμιτος και παράνομος ανταγωνισμός
- ✓ Υψηλό κόστος παραγωγής
- ✓ Γραφειοκρατία
- ✓ Αναποτελεσματική αποκέντρωση
- ✓ Αόριστος και ασαφής κυβερνητικός σχεδιασμός
- ✓ Έντονος ανταγωνισμός από το εξωτερικό

Στο παρακάτω σχήμα δίνονται τα ποσοστά των στοιχείων που εμποδίζουν την ομαλή διεξαγωγή των τεχνικών έργων όπως αυτά έχουν καταγραφεί από την έρευνα που διεξήχθη στο παραπάνω βιβλίο. Όπως παρατηρούμε η γραφειοκρατία κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό από όλα τα στοιχεία, καθώς είναι αυτή που εμποδίζει τη βελτίωση των δραστηριοτήτων των τεχνικών έργων. Επιπλέον, η γραφειοκρατία είναι βασικό εμπόδιο της εφαρμογής και εισαγωγής της μεθοδολογίας BIM στα δημόσια έργα για τους ίδιους λόγους που αναφέρονται και αναλυτικά σε επόμενα εδάφια. Στην παρούσα εργασία αναλύεται μόνον το βασικό εμπόδιο, η γραφειοκρατία, και δίνονται λύσεις αντιμετώπισής της καθώς τα υπόλοιπα αφορούν μεν τα τεχνικά έργα αλλά ξεφεύγουν από τα όρια της εργασίας.





**Σχήμα .** Τα βασικά εμπόδια που επηρεάζουν τις δραστηριότητες των τεχνικών έργων (Quality management: A new challenge for the Greek construction industry, Stylianos Zantanidis, 1998)

#### 4.4.1 Γραφειοκρατία

Η γραφειοκρατία είναι ένα εμπόδιο που αντιμετωπίζεται ευρέως στα περισσότερα κράτη, ωστόσο στην Ελλάδα το πρόβλημα αυτό είναι αρκετά μεγάλο και το συναντάει κανείς σε πολλούς τομείς όπου έχουν να κάνουν με το δημόσιο τομέα. Αυτό διότι σε κάθε ενέργεια και βήμα, στα δημόσια έργα εν προκειμένου, χρειάζεται η έγκριση κάποιας δημόσιας Αρχής. Η έγκριση έρχεται με την υπογραφή ενός εγγράφου από τον αρμόδιο της υπηρεσίας. Η έγκριση από την εκάστοτε δημόσια υπηρεσία είναι πολύ σημαντική ενέργεια και δεν μπορεί να παρακαμφθεί, καθώς από αυτήν εξαρτάται το αν θα προχωρήσει η διαδικασία σε επόμενο βήμα ή αν θα συνεχίσουν οι εργασίες του έργου και πολλά άλλα.

Αξίζει να αναφερθεί σε αυτό σημείο ότι προκειμένου να περιοριστεί η γραφειοκρατία γίνονται κάποια βήματα με το Προεδρικό Διάταγμα “Ψηφιοποίηση εγγράφων και Ηλεκτρονικό Αρχείο” όπου εντάσσεται στο πλαίσιο της προσπάθειας για την αποκλειστική ηλεκτρονική διακίνηση εγγράφων στο δημόσιο, ορίζοντας μια σειρά θεσμικών ρυθμίσεων που απαιτούνται για την μετάβαση στην Ηλεκτρονική Δημόσια Διοίκηση. Τα βασικά σημεία αφορούν θέματα σχετικά με την αρχειοθέτηση ηλεκτρονικών εγγράφων και δεδομένων, τη διαδικασία ψηφιοποίησης των



έντυπων αρχείων της δημόσιας διοίκησης. Το Προεδρικό διάταγμα βρίσκεται ακόμα στο στάδιο του σχεδίου.

#### 4.4.2 Αντιμετώπιση γραφειοκρατίας με την εισαγωγή του BIM

Μια καινοτόμα ιδέα στα πλαίσια και του παραπάνω διατάγματος θα ήταν να εισαχθεί το BIM και σε βήματα που αφορούν εγκριτικές αποφάσεις από δημόσιους φορείς με την πληθώρα εργαλείων που διαθέτουν τα προγράμματα BIM. Με την εισαγωγή των προγραμμάτων BIM σε αυτά τα βήματα θα περιοριζόταν κατά πολύ ο χρόνος ολοκλήρωσής. Κατά συνέπεια θα επιταχυνόντουσαν και οι υπόλοιπες διαδικασίες που αφορούν το έργο τόσο κατά το προσυμβατικό όσο και στο συμβατικό στάδιο, καθώς για ένα σημαντικό μέρος του κολλήματος των δημοσίων έργων ευθύνονται και οι καθυστερήσεις έκδοσης εγκριτικών αποφάσεων. Ωστόσο, για να γίνει κάτι τέτοιο είναι απαραίτητη η εκπαίδευση του προσωπικού των δημοσίων υπηρεσιών σε προγράμματα BIM και η απόκτηση και εγκατάσταση των προγραμμάτων στον ηλεκτρονικό εξοπλισμό των υπηρεσιών.

## Κεφάλαιο 5: Εφαρμογές του Μοντέλου Β.Ι.Μ σε Συγκοινωνιακά Έργα Υποδομής.

### 5.1 Έργα Υπό Κατασκευή

Πριν από μια δεκαετία, οι περισσότεροι υπεύθυνοι κατασκευής δεν ανησυχούσαν πολύ με το Building Information Modeling (BIM). Όμως, από τότε, το BIM έχει γίνει σημαντικό μέρος της κατασκευαστικής βιομηχανίας.

Η ωρίμανση της απαραίτητης τεχνολογίας, η οποία έχει αυξήσει την εμπιστοσύνη των διαχειριστών κατασκευών ώστε να βλέπουν με ακρίβεια όχι μόνο ένα 3D μοντέλο του έργου τους, αλλά μια πλήρη αναπαράσταση του κτιρίου τους, συμπεριλαμβανομένων όλων των μετρήσεων και στοιχείων είναι στοιχεία της αύξησης της δημοτικότητας του BIM.

Στα επόμενα θα παρουσιάσουμε έργα τα οποία βρίσκονται ακόμη και σήμερα υπό κατασκευή και εφαρμόζεται σε αυτά το μοντέλο BIM.

#### 5.1.1 Parallel Line of the Fourth Diversion Expressway (μεγάλου μεγέθους έργο πάνω από 500\$ δις εκ.)

Βρίσκεται στο Chongqing της Κίνας, ο Parallel Line of Fourth Diversion Expressway θα προσθέσει την απαραίτητη μεταφορική ικανότητα σε έναν αναπτυσσόμενο δήμο. Το Τσονγκκίνγκ είναι μια ορεινή πόλη που διασπάται από τον ποταμό Yangtze, και οι διαβάσεις στα ποτάμια και τα βουνά αποτελούν ένα μεγάλο μέρος του έργου των 28 χιλιομέτρων. Το έργο περιλαμβάνει επίσης 7 κόμβους - ένα από τα οποία διασχίζει 8 δρόμους και περιέχει 35 ράμπες. Από την αρχή μέχρι το τέλος, η ομάδα του έργου στηρίχθηκε στα εργαλεία BIM (Building Information Modeling) της Αρχιτεκτονικής, της Μηχανικής και της Κατασκευής Autodesk®, συμπεριλαμβανομένου του λογισμικού σχεδιασμού Autodesk Civil 3D®, του

λογισμικού αξιολόγησης έργου Autodesk Navisworks®, του λογισμικού σχεδιασμού υποδομών της Autodesk InfraWorks®, και το λογισμικό σχεδιασμού κτιρίων Autodesk Revit® - για να τους βοηθήσουν να ενσωματώσουν τις ροές εργασίας τους καθώς σχεδίασαν και σχεδίασαν το σύνθετο έργο.



Εικόνα 9 Άποψη τμήματος το έργου πηγή : <https://www.autodesk.com/solutions/bim/hub/aec-excellence-2018/infrastructure/large>

Το συνολικό κόστος αναμένεται να υπερβεί τα 4 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ, οπότε η ομάδα αποφάσισε να βελτιστοποιήσει κάθε πτυχή του έργου υψηλού προφίλ. Συγκεκριμένα, δεσμεύτηκαν να καταστήσουν φιλική προς το χρήστη την οδό ταχείας κυκλοφορίας, εναρμονίζοντας παράλληλα με το περιβάλλον αστικής περιοχής και την υπάρχουσα υποδομή.

Η ομάδα αποφάσισε ότι χρειάζονται έναν τρόπο να καταγράψουν και να μοιραστούν τις υπάρχουσες συνθήκες καθώς σχεδίαζαν τις πολλές πτυχές του έργου. Αυτό απαιτούσε τη συγκέντρωση υφιστάμενων χαρτών υποδομής και αεροφωτογραφιών της πόλης. Εξίσου σημαντικό, ήθελαν έναν τρόπο να δουν τις υψηλού επιπέδου σχεδιαστικές και μηχανικές επιπτώσεις των επιλογών σχεδιασμού τους.

Η ομάδα αποφάσισε να χρησιμοποιήσει ένα συνδυασμό εργαλείων BIM για να τους βοηθήσει να προγραμματίσουν το συνολικό έργο. Έστειλαν αεροσκάφη για να συλλέξουν

αεροφωτογραφίες της περιοχής και για δεδομένα GIS (γεωγραφικό πληροφοριακό σύστημα) για χάρτες υπάρχουσας υποδομής. Το γεγονός αυτό στο InfraWorks τους έδωσε μια τρισδιάστατη εικόνα των υπαρχουσών συνθηκών. Με το συνδυασμό Civil 3D και Revit, σχεδίασαν και επεξεργάστηκαν τις έννοιες της νέας ταχείας κυκλοφορίας. Θα μπορούσαν στη συνέχεια να φέρουν αυτές τις πληροφορίες σχεδιασμού στο InfraWorks και να το συνδυάσουν με το υπάρχον μοντέλο συνθηκών.

Το Dynamo, ένα υπολογιστικό εργαλείο σχεδιασμού που ενσωματώνει εφαρμογές σχεδιασμού BIM όπως το Revit, τους επιτρέπει να χρησιμοποιούν προγραμματικούς κανόνες για να βελτιώσουν την ταχύτητα. Αυτή η προσέγγιση βοήθησε την ομάδα να διερευνήσει πολλαπλές επιλογές σχεδιασμού σε λίγες μόνο μέρες - κάτι που θα μπορούσε να πάρει εύκολα μήνες, λαμβάνοντας υπόψη το μήκος και την πολυπλοκότητα της οδού ταχείας κυκλοφορίας.

Ο Xiaoyang Zhang, καθηγητής ανώτερος μηχανικός στο έργο, εξηγεί: "Ο συνδυασμός των αεροσκαφών για αεροφωτογραφίες και εργαλεία BIM - συμπεριλαμβανομένων των Revit, InfraWorks, Dynamo και Civil 3D - μας βοήθησε να ολοκληρώσουμε την απόκτηση δεδομένων χάρτη και τον αρχικό προγραμματισμό πιο γρήγορα. Χρειάστηκαν μόνο 5-7 ημέρες, και το σύστημα είναι καλύτερο και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι μικρότερες. "

Το τμήμα Huayan Interchange του έργου αποδείχθηκε ένα από τα πιο σύνθετα για το σχεδιασμό. Διασχίζοντας 8 δρόμους και με 35 ράμπες, η διασταύρωση είχε τη δυνατότητα να συγχύσει τους οδηγούς. Η σχεδίαση του σύνθετου ιστού των ράμπων - ακόμα και σε 3D με τα Revit, Civil 3D και InfraWorks - θα μπορούσε να προσφέρει περιορισμένη εικόνα του τρόπου με τον οποίο ο οδηγός θα κατευθυνόταν στις ράμπες. Η ομάδα στράφηκε προς την τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας (VR) συμβατή με το BIM για να προσομοιώσει την εμπειρία οδήγησης. Έφεραν μοντέλα σχεδιασμού που δημιουργήθηκαν με εργαλεία Civil 3D και Revit σε εργαλεία VR για να εξερευνήσουν τον καλύτερο τρόπο ρύθμισης των ράμπων.





Εικόνα 10 Άποψη του τμήματος Huayan Interchange (πηγή : <https://www.autodesk.com/solutions/bim/hub/aec-excellence-2018/infrastructure/large>)

Ο Χίαογανg Zhang αναφέρει "Θα μπορούσαμε να βιώσουμε την οπτική επαφή στη διαδικασία οδήγησης. Τα αποτελέσματα προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκαν για την καθοδήγηση της βελτιστοποίησης του σχεδιασμού. Θα χρειαζόταν 6 μήνες για να σχεδιάσετε με την παραδοσιακή μέθοδο σχεδιασμού. Αλλά με το BIM, μας χρειάστηκαν περίπου 3 μήνες. "

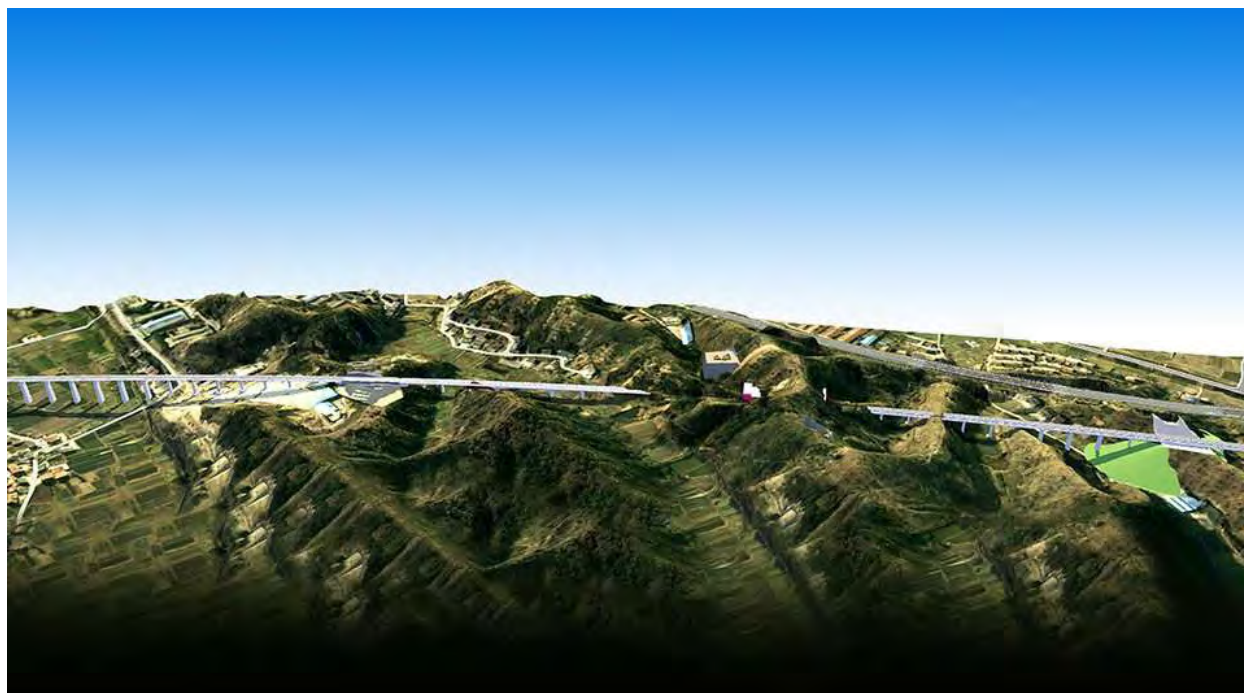
Η ομάδα του έργου επισημαίνει την πολυεπιστημονική της προσέγγιση και τα εργαλεία BIM στη Συλλογή AEC ως κλειδιά για την ταχύτητα και την επιτυχία του σχεδιασμού. Εκτιμούν ότι η στενή συνεργασία που επέτρεψε η χρήση συμβατών εργαλείων-όπως το InfraWorks, το Revit και το Civil 3D-συνέβαλαν στη μείωση του χρόνου σχεδίασης του έργου κατά 15%. Με την ομάδα να είναι εύκολα σε θέση να ενσωματώσει τις πληροφορίες από περισσότερους από 20 κλάδους -συμπεριλαμβανομένων ειδικών σε δρόμους, γέφυρες, σήραγγες, αρχιτεκτονική, μεταφορές και πολλά άλλα - εξουσιοδοτήθηκε να λάβει καλύτερες αποφάσεις και να αποκτήσει μια ολόκληρη άποψη έργου περισσότερα από 5.300 αρχεία.

#### 5.1.2 Wuhan to Xi'an high-speed railway (μεσαίου μεγέθους έργο 100-500\$ δις εκ.)

Το σιδηροδρομικό έργο Wuhan to Xi'an περιλαμβάνει τον σιδηροδρομικό σταθμό Wudangshan σε τμήμα σήραγγας Wangjiazhuang - γραμμή μεταφοράς επιβατών μήκους 8,3 χιλιομέτρων. Με αναμενόμενο κόστος 160 εκατομμυρίων δολαρίων, η γραμμή απαιτούσε τη συνεργασία

εμπειρογνομώνων σε σχεδιασμό σήραγγας, γεφυρών, σταθμών και σιδηροδρομικών γραμμών. Περισσότεροι από 50 επαγγελματίες σχεδιασμού και μηχανικής από την China Railway Siyuan Survey και Design Group συμμετείχαν στην ομάδα του έργου και μαζί ολοκλήρωσαν το σχεδιασμό πιο γρήγορα. Πώς το έκαναν; Συνεργάστηκαν για να αυτοματοποιήσουν και να βελτιώσουν τις διαδικασίες σχεδιασμού BIM (Building Information Modeling) χρησιμοποιώντας εργαλεία λογισμικού στη Συλλογή Αρχιτεκτονικής, Μηχανικών & Κατασκευών της Autodesk®.

Το πρώτο εμπόδιο του έργου ήταν η επιλογή της καλύτερης διαδρομής για τον σιδηρόδρομο που θα διασχίσει βουνά και θα περάσει πάνω από ποτάμια και λίμνες. Η ομάδα του έργου ήθελε να αποφύγει περιττές κατασκευαστικές προκλήσεις επιλέγοντας μια βέλτιστη διαδρομή που θα ελαχιστοποιούσε τον αριθμό των γεφυρών και των σηράγγων που θα χρειαζόταν να κατασκευαστούν. Εάν η ομάδα εργαζόταν σε κάθε σήραγγα και γέφυρα σαν να ήταν ξεχωριστό έργο, η ολοκλήρωση του σχεδιασμού ολόκληρου του έργου θα απαιτούσε πολύ χρόνο.



Εικόνα 11 Άποψη του σιδηρόδρομου (πηγή : <https://www.autodesk.com/solutions/bim/hub/aec-excellence-2018/infrastructure/medium>)

Η ομάδα γνώριζε ότι το μοντέλο BIM θα έπαιζε ρόλο στην υπερπήδηση των προκλήσεων στο σχεδιασμό του έργου, αλλά γνώριζαν επίσης ότι χρειάζονται έναν τρόπο να συνεργάζονται στενά και εύκολα με όλα τα μοντέλα σχεδιασμού τους. Ως πρώιμο βήμα στο έργο, η ομάδα στράφηκε στο λογισμικό διαχείρισης δεδομένων της Autodesk Vault®. Χρησιμοποιώντας



πολλούς διακομιστές για να χρησιμοποιήσει το Vault σε ένα ιδιωτικό cloud, η ομάδα οργάνωσε και μοιράστηκε μοντέλα σχεδιασμού, διαχειριζόμενη τεκμηρίωση και αναθεωρημένες αναθεωρήσεις.



Εικόνα 12 Άποψη του σιδηρόδρομου (πηγή : <https://www.autodesk.com/solutions/bim/hub/aec-excellence-2018/infrastructure/medium>)

Για να επιλέξει την ακριβή διαδρομή για τη γραμμή, η ομάδα έφερε μαζί δεδομένα χαρτογράφησης, εικόνες της περιοχής και γεωλογικά δεδομένα στο λογισμικό σχεδιασμού υποδομής της Autodesk InfraWorks® και στο λογισμικό Autodesk Civil 3D®. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας (VR), χαρτογράφησαν τη βέλτιστη διαδρομή.

Με ένα μεγάλο μοντέλο της ολοκληρωμένης διαδρομής που ολοκληρώθηκε, η ομάδα ανέπτυξε ένα καινοτόμο τρόπο για να επιταχύνει το σχεδιασμό των σιδηρόδρομων και των γεφυρών. Δημιούργησαν μια βάση δεδομένων που περιελάμβανε παραμέτρους για σχέδια σιδηρόδρομου. Χρησιμοποιώντας αυτή τη βάση δεδομένων και μια βιβλιοθήκη επιλογών μοντέλου σιδηρόδρομου στο Civil 3D, δημιούργησαν ένα βασικό πλαίσιο σιδηρόδρομου για τις απαιτούμενες σιδηρόδρομους. Με το Dynamo, ένα υπολογιστικό εργαλείο σχεδιασμού και το λογισμικό Autodesk Inventor®, παραδοσιακά μια εφαρμογή κατασκευής, ανέλαβαν μια παρόμοια διαδικασία για να αυτοματοποιήσουν τμήματα της διαδικασίας σχεδιασμού για τις γέφυρες του έργου. Συνδυασμένες, αυτές οι τεχνικές επιτρέπουν στην ομάδα να σχεδιάζει τις σιδηρόδρομους και τις

γέφυρες σε ένα κλάσμα του χρόνου που θα είχε πάρει χρησιμοποιώντας τις παραδοσιακές διαδικασίες.

Για να αποκτήσουν μια άλλη προοπτική στο σχεδιασμό, η ομάδα κατασκεύασε 3D τυπωμένα τμήματα του σταθμού και άλλα χαρακτηριστικά σχεδιασμού. Ήταν σε θέση να χρησιμοποιούν αυτές τις 3D εκτυπώσεις εν κινήσει για να επικοινωνούν με τους ενδιαφερόμενους, ξεπερνώντας τις ελλείψεις των περιορισμένων οπτικών γωνιών που παρουσιάζονται από τις 3D εικόνες που εκτυπώνονται σε χαρτί και 3D βίντεο. Η τεχνολογία VR διαδραμάτισε επίσης ρόλο στον σχεδιασμό του σταθμού Wudangshan, με την ομάδα να εξερευνά τις λεπτομέρειες του σχεδιασμού σε μια εντυπωσιακή απεικόνιση. Η ομάδα εκτιμά ότι η χρήση εκτύπωσης VR και 3D βοήθησε να μειωθεί το ποσοστό επανατίμησης κατά 10%.

Με στόχο την περαιτέρω μείωση του κινδύνου επανεπεξεργασίας, η ομάδα στράφηκε στο λογισμικό της Autodesk BIM 360® για να συντονίσει το σχεδιασμό του σταθμού. Μια λύση βασισμένη σε σύννεφο, το BIM 360 βοήθησε την ομάδα να συνεργαστεί για να βρει και να αντιμετωπίσει παρεμβολές στο σχεδιασμό. Η ανάλυση σύγκρισης αποκάλυψε 116 σημεία παρεμβολής μεταξύ σωλήνων και στηλών - εξοικονομώντας σχεδόν 500.000 δολάρια σε αυτό το τμήμα του έργου και μόνο.

Με τους πολυάριθμους κλάδους του έργου που χρησιμοποιούν διαδικασίες και εργαλεία που βασίζονται σε μοντέλα στο πλαίσιο της Συλλογής AEC, ο Σταθμός Wudangshan στο τμήμα Wangjiazhuang Tunnel του έργου Wuhan to Xi'an είναι ένα από τα πρώτα σιδηροδρομικά έργα στην Κίνα που βασίζονται εξ ολοκλήρου σε μια διαδικασία BIM.

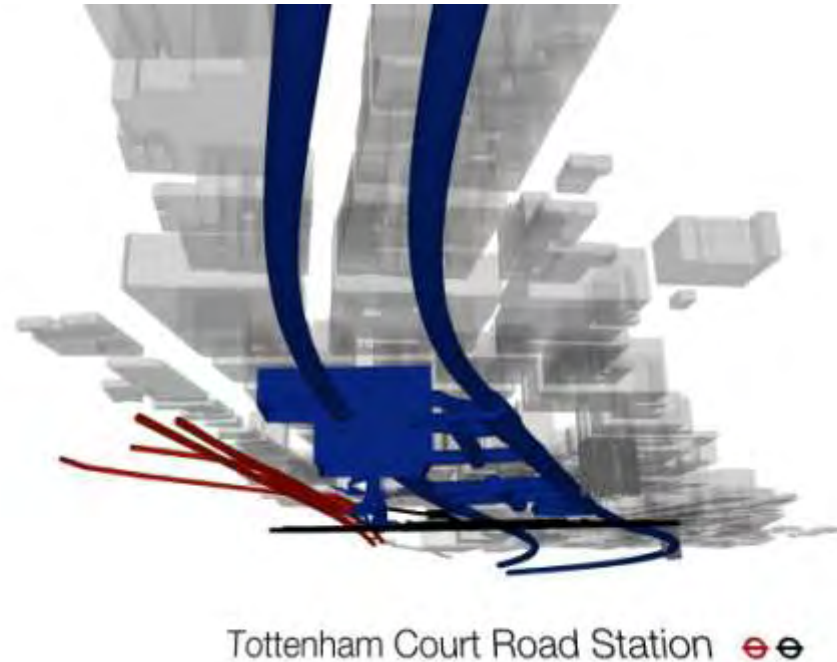
Η ομάδα πιστεύει ότι η επιτυχία του έργου θα χρησιμεύσει ως αναφορά για άλλα παρόμοια έργα στη χώρα και έχουν εντυπωσιακά αποτελέσματα για να στηρίξουν αυτή την πίστη. Για παράδειγμα, μετά την επιλογή της καλύτερης διαδρομής για τη σιδηροδρομική γραμμή και τη δημιουργία μιας πιο αυτοματοποιημένης διαδικασίας σχεδιασμού, η ομάδα κατάφερε να σχεδιάσει 6 σήραγγες και 10 γέφυρες σε μόλις 6 εβδομάδες. Η ακρίβεια του σχεδιασμού επέτρεψε την εκτεταμένη χρήση της προκατασκευής για την κατασκευή του σιδηροδρομικού σταθμού, επιταχύνοντας την εγκατάσταση βασικών μερών του εξοπλισμού κατά 60%.

"Μέσω της προσεγγιστικής μας σχεδιαστικής προσέγγισης και του προορατικού σχεδιασμού, ολοκληρώσαμε το σχεδιασμό για 6 σήραγγες και 10 γέφυρες σε μόλις 1,5 μήνες", λέει ο Hua Xie, υπεύθυνος πληροφορικής για το έργο. «Ήμασταν σε θέση να χρησιμοποιήσουμε τα εργαλεία μέσα στην Συλλογή AEC για να μας βοηθήσουν να επιταχύνουμε την ολοκλήρωση των επαναλαμβανόμενων εργασιών σχεδιασμού, πράγμα που μας βοήθησε να βελτιώσουμε την απόδοση του σχεδιασμού για τις σήραγγες και τις γέφυρες».



### 5.1.3 Κατασκευή Σιδηρόδρομου στο Tottenham Court Road (μικρού μεγέθους έργο κάτω από 100\$ δις εκ.)

Το μεγαλύτερο οικοδομικό έργο στην Ευρώπη συμβαίνει αυτή τη στιγμή χάρη στο BIM. Το Crossrail είναι μια σιδηροδρομική γραμμή 73 μιλίων υπό ανάπτυξη στην Αγγλία, η οποία θα διατρέχει τμήματα του Λονδίνου καθώς και των περιοχών Berkshire, Buckinghamshire και Essex.



Εικόνα (πηγή <http://www.crossrail.co.uk/construction/building-information-modelling/>)

Ο σιδηρόδρομος, που θα κοστίσει περίπου 14,8 δισεκατομμύρια λίρες (περίπου 20 δισεκατομμύρια δολάρια), πρόκειται να ανοίξει τον Δεκέμβριο του 2018. Είναι μια επιχείρηση μαμούθ που ξεκίνησε το 2009, απασχολώντας περισσότερους από 10.000 ανθρώπους σε 40 εργοτάξια.

Το Crossrail δεν ξεκίνησε ως έργο BIM. Το 2009, το BIM δεν ήταν εξίσου ώριμο με την έννοια όπως είναι τώρα. Αλλά ο Malcolm Taylor, επικεφαλής της στρατηγικής και εφαρμογής της BIM, λέει ότι έχει γίνει αναπόσπαστο μέρος του έργου.

"Απαιτήσαμε σχεδιαστές για το κύριο έργο του σχεδιασμού που ήταν ειδικευμένοι στην τέχνη της 3D μοντελοποίησης. Αυτό που παίρνει το βασικό σχέδιο 3D σε επίπεδο BIM είναι αρκετά απλό. Το επίπεδο 2 αφορά περισσότερο τον συντονισμό αυτού του σχεδιασμού και τη

συγχώνευση των διαφόρων τύπων μοντέλων που μπορεί κανείς να έχει για τους πολιτικούς, για την αρχιτεκτονική, για τα μηχανικά και τα ηλεκτρικά, και για την προσέγγιση αυτών. Ήμασταν βέβαιοι ότι αυτό που απαιτούσαμε από τους σχεδιαστές μας ήταν να δουλέψουμε μέσα στο κοινό περιβάλλον δεδομένων μας (CDE) και αυτό ήταν κάτι που δημιουργήσαμε πολύ νωρίς το 2008/9 μέσα στον CAD μας κόσμο». - Malcolm Taylor, μέσω της PBC Today



Εικόνα 13: Άποψη του σιδηροδρόμου το 2010 (πηγή : google.com)

## 5.2 Ολοκληρωμένα Έργα

### 5.2.1 Ο Αυτοκινητόδρομος Ipswich στο Queensland της Αυστραλίας

(πηγή : Queensland Government , Department of Transport and Main Roads)

#### 5.2.1.1 Περιγραφή έργου

Ο αυτοκινητόδρομος Ipswich βρίσκεται δυτικά του Brisbane στην Queensland και είναι η κύρια οδική αρτηρία που συνδέει το Brisbane και το Ipswich.



Εικόνα 14 Αεροφωτογραφία αυτοκινητόδρομου Ipswich (<http://aerialadvantage.com.au>)

Το έργο που αφορούσε την αναβάθμιση του δρόμου από το Dinmore έως την Goodna περιελάμβανε:

- αύξηση της χωρητικότητας δρόμου με διάνοιξη του υπάρχοντος δρόμου, από δύο σε τρεις λωρίδες και στις δύο κατευθύνσεις
- επτά χιλιόμετρα καινούργιου δρόμου έκτακτης ανάγκης παράλληλα στον αυτοκινητόδρομο
- βελτίωση της γεωμετρίας του και τη σύνδεσή του με τους τοπικούς δρόμους
- είκοσι έξι καινούργιες γέφυρες
- δύο ανισόπεδους κόμβους για την ασφαλέστερη πρόσβαση των αυτοκινήτων σε τοπικούς δρόμους



- εικοσιτέσσερα χιλιόμετρα πεζοδρομίων και ποδηλατοδρόμου
- εγκατάσταση ενός εξελιγμένου συστήματος μεταφοράς για τη βελτίωση της διαχείρισης του δρόμου

Το συνολικό κόστος για την κατασκευή του έργου ήταν 1,95 δισεκατομμύρια δολάρια, καθώς ήταν ένα από τα πιο πολύπλοκα έργα που είχαν γίνει στο νότιο-δυτικό Queensland. Το έργο άρχισε τον Ιούνιο του 2008 και παραδόθηκε το Μάιο του 2012.

#### 5.2.1.2 Ιδιαιτερότητες του έργου

Στον αυτοκινητόδρομο υπήρχαν ήδη δέκα πέντε γέφυρες που έπρεπε να κατεδαφιστούν και έπρεπε να κατασκευαστούν άλλες είκοσι έξι. Κάτι το οποίο απαιτούσε περισσότερους από 40 διακόπτες κυκλοφορίας και πολλές τροποποιήσεις στις διαδρομές της κυκλοφορίας των οχημάτων αλλά και των πεζών και των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Η κυκλοφορία του δρόμου έπρεπε να διατηρηθεί σε κανονικές συνθήκες, περίπου 90.000 οχήματα την ημέρα παράλληλα με την κατασκευή του δρόμου.

Κάτω από την επιφάνεια του δρόμου υπήρχαν τρία ορυχεία από το 1860 τα οποία έπρεπε να αποκατασταθούν.

Ανακαλύφθηκαν κάτω από την επιφάνεια του δρόμου περισσότερα από 200 πυρομαχικά όπλα και κανόνια.



Εικόνα 15 Καταστροφές που προκλήθηκαν στον αυτοκινητόδρομο Ipswich (<http://www.flickr.com>)

Οι μεγάλες καταστροφές που προκάλεσαν οι πλημμύρες τον Ιανουάριο του 2011, το 40 % του αυτοκινητοδρόμου ήταν κάτω από το νερό για τέσσερις μέρες και τα γραφεία των ομάδων εργασιών είχαν πλημμυρίσει και ήταν ακατάλληλα για χρήση για τέσσερις εβδομάδες.

#### 5.2.1.3 Χρήση λογισμικού BIM

Κατά το σχεδιασμό του έργου χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα Asta και Primavera 3, τα οποία έδωσαν τη δυνατότητα στις ομάδες του έργου να υπολογίζουν με ακρίβεια τις ποσότητες των υλικών που απαιτούνται, να ενημερώνονται για τις τυχόν αλλαγές που γίνονται στο έργο κ.α. Η χρήση των λογισμικών επέτρεψαν σε όλες τις ομάδες του έργου την πρόσβαση σε αυτά, καθώς επίσης και την επικοινωνία μεταξύ της ομάδας σχεδιασμού με την ομάδα της κατασκευής του έργου. Στα προγράμματα απαριθμήθηκαν πάνω από 13.000 εργασίες και ταυτόχρονα με αυτές ρυθμιζόταν και η κυκλοφορία στον αυτοκινητόδρομο.

#### 5.2.1.4 Οφέλη χρήσης του μοντέλου BIM

1. Εξοικονομήθηκαν 200 εκατομμύρια δολάρια
2. Το έργο ολοκληρώθηκε και παραδόθηκε 6 μήνες νωρίτερα από την προγραμματισμένη ημερομηνία παράδοσης
3. Παρείχε ένα 3D μοντέλο βοηθώντας στην επίλυση συγκρούσεων μεταξύ εργασιών και παρέχοντας καλύτερη διαχείριση των πληροφοριών
4. Παρείχε στο σύνολο του προσωπικού ένα δυναμικό, ευέλικτο, online εργαλείο χαρτογράφησης του έργου με δεδομένα από όλες τις ομάδες του έργου
5. Όλα τα δεδομένα διατηρούνταν στο σύστημα ακριβή και ανά πάσα στιγμή διαθέσιμα
6. Το έργο κόστισε συνολικά 1,95 δισεκατομμύρια δολάρια και η κατασκευή του διήρκησε 51 μήνες. Το έργο τελικά παραδόθηκε έξι μήνες νωρίτερα και με τελικό προϋπολογισμό 10 % πιο μικρό από τον αρχικό προϋπολογισμό, παρά τις προκλήσεις που αντιμετώπισαν οι ομάδες που εργάστηκαν στο έργο.

### 5.2.2 Περιφερειακός Αυτοκινητόδρομος M25 του Λονδίνου

(πηγή : Wikipedia & autodesk.com)

#### 5.2.2.1 Περιγραφή έργου

Ο αυτοκινητόδρομος M25 είναι ένας από τους πιο πολυσύχναστους δρόμους στην Ευρώπη.



Εικόνα 16 M25 highway (πηγή : <http://aerialadvantage.com.au/>)

Μερικοί τομείς του δρόμου χρησιμοποιούνται από πάνω 200.000 οχήματα την ημέρα. Όταν το Λονδίνο φιλοξένησε τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2012, οι διοργανωτές είχαν προβλέψει ότι ο αριθμός των οχημάτων που θα χρησιμοποιήσουν τον αυτοκινητόδρομο για να ταξιδέψουν στους αγώνες, θα αυξηθεί κατά ένα εκατομμύριο.

Για να μειώσουν τα επίπεδα της κυκλοφοριακής συμφόρησης του δρόμου, να βελτιώσουν τους χρόνους ταξιδιού και την ασφάλεια του δρόμου, ο οργανισμός αυτοκινητοδρόμων της Αγγλίας δημοπράτησε ένα έργο 6,2 δισεκατομμυρίων λιρών Αγγλίας για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία του M-25, το οποίο ανέλαβε κοινοπραξία εταιριών το 2009. Μέρος αυτού του έργου είναι η διάνοιξη του δρόμου από τρεις λωρίδες σε τέσσερις, σε τμήμα δρόμου 23 μιλίων του αυτοκινητόδρομου βορειοδυτικά και 17 μιλίων βορειοανατολικά.

Η κοινοπραξία των εταιριών που ανέλαβε το έργο αποτελείται από την Atkins, Skanska, Balfour Beatty, και την Egis Road Operation UK. Η Atkins είναι η μεγαλύτερη κατασκευαστική εταιρία στην Αγγλία και η ενδέκατη μεγαλύτερη στον κόσμο. Η Skanska είναι μια από τους μεγαλύτερους κατασκευαστικούς ομίλους στον κόσμο, με εμπειρία στην κατασκευή, την ανάπτυξη εμπορικών και οικιστικών έργων, στον δημόσιο και ιδιωτικό τομέα. Η Balfour Beatty παρέχει παγκόσμιας κλάσης υποδομές και επιχειρηματικές υπηρεσίες που λειτουργούν καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου.

#### 5.2.2.2 Ιδιαιτερότητες του έργου

Η πρωταρχική απαίτηση ήταν η ολοκλήρωση του έργου πριν τους Ολυμπιακούς Αγώνες 2012 του Λονδίνου. Για την τήρηση αυτής της διορίας, ο σχεδιασμός και η κατασκευή έπρεπε να γίνει δυο φορές πιο γρήγορα σε σύγκριση με άλλα παρόμοια έργα.

Η προσπάθεια αυτή περιοριζόταν από τα όρια του ήδη υπάρχοντος δρόμου. Η μελέτη εκτός από τη διάνοιξη μιας επιπλέον λωρίδας, περιελάμβανε νέα κεντρική νησίδα, επιπλέον φωτισμό κατά μήκος του δρόμου και ασφάλινους σκελετούς για τοποθέτηση πινακίδων. Η κατασκευή τους μέσα στα υπάρχοντα όρια του δρόμου απαιτούσε ακρίβεια στο σχεδιασμό και το συντονισμό της κατασκευής.

Ταυτόχρονα με την κατασκευή, τρεις λωρίδες σε κάθε κατεύθυνση έπρεπε να είναι ελεύθερες για την κυκλοφορία των οχημάτων. Ήταν κάτι που απαιτούσε προσεκτικούς χειρισμούς τόσο κατά τον σχεδιασμό όσο και κατά την κατασκευή.

Συνολικά από τα 188 χιλιόμετρα του δρόμου, στα 101 χιλιόμετρα έγινε διάνοιξη μιας ακόμα λωρίδας. Το κόστος του έργου συνολικά ήταν 6,2 δισεκατομμύρια λύρες (ή 7,6 δισεκατομμύρια ευρώ) και η κατασκευή στοίχιζε κατά μέσο όρο περίπου 1 εκατομμύριο λύρες την ημέρα (ή 1,2 εκατομμύρια ευρώ / ημέρα) και διευρύνοντας τον αυτοκινητόδρομο σε ποσοστό 1,6 χμ/ μήνα.

Λόγω των φυσικών ορίων του δρόμου και της διορίας εκτέλεσης του έργου μέχρι τους Ολυμπιακούς Αγώνες, οι μέθοδοι σχεδιασμού και κατασκευής έπρεπε να είναι γρήγορες και σωστές. Το επίκεντρο του προβλήματος ήταν στα όρια του δρόμου τα οποία ήταν περιορισμένα όχι μόνο από την καινούργια λωρίδα κυκλοφορίας, αλλά και από τη διάταξη που έπρεπε να γίνει για την τοποθέτηση των ασφάλινων σκελετών, του εξοπλισμού επικοινωνίας, της σήμανσης, των φρεατίων αποχέτευσης και άλλων εγκαταστάσεων.

Οι εταιρίες της κοινοπραξίας που ανέλαβαν το έργο αναγνώρισαν ότι ο μεγαλύτερος κίνδυνος του σχεδιασμού ήταν η ποικιλία των επιστημονικών τομέων που έπρεπε να διαχειριστούν, μέσα στα περιορισμένα φυσικά όρια του δρόμου. Οι διάφορες ομάδες που θα αναλάμβαναν την κατασκευή των υποδομών αυτών δε θα μπορούσαν να δουλέψουν μεμονωμένα, καθώς θα υπήρχαν συγκρούσεις ανάμεσά στις εργασίες που θα πραγματοποιούσαν. Έπρεπε λοιπόν να συνεργαστούν και να αναπτύξουν ένα διαδραστικό 3D μοντέλο του δρόμου, που θα περιέκλειε όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες του έργου σε υψηλό επίπεδο ανάλυσης.

Βέβαια, μέχρι τότε δεν υπήρχαν παγκόσμια ή διεθνή standards για το BIM όσον αφορά τη γεωμετρία και τα επαρκή στοιχεία που χρειάζονται για τέτοιες υποδομές. Επομένως οι εταιρίες χρησιμοποιώντας διάφορα λογισμικά, όρισαν τα δικά τους standards για κάθε



δραστηριότητα. Η εταιρία Atkins χρησιμοποίησε το λογισμικό Navisworks Manage της Autodesk για να συναθροίσει τις πολυπληθείς πληροφορίες σχεδιασμού και η εταιρία Skanska και Balfour Beatty χρησιμοποίησαν το λογισμικό Autocad Civil 3D για τον σχεδιασμό του έργου.



Εικόνα 17 Μοντελοποίηση του Μ 25 ( <https://www.autodesk.com/solutions/bim/hub/bim-paves-way-m25> )

Το μοντέλο BIM ήταν προσβάσιμο από όλη την ομάδα του έργου και περίπου το 90 % της ομάδας σχεδίασης που απαρτιζόταν από 120 άτομα, ήταν συχνοί χρήστες του λογισμικού.

Η αλλαγή του παραδοσιακού τρόπου συλλογής τοπογραφικών δεδομένων με νέες τεχνικές όπως η εξάρτηση σε παγκόσμιο σύστημα συντεταγμένων και η μοντελοποίηση της επιφάνειας με σάρωση με λέιζερ, έκανε ακόμα πιο εύκολη την εισαγωγή τοπογραφικών στοιχείων στο Civil3D. Επομένως, η ομάδα του έργου είχε στη διάθεσή της ένα μοντέλο με τα ακριβή τοπογραφικά δεδομένα του έργου, κάτι το οποίο βοήθησε πολύ στην αποφυγή των αποκλίσεων.

Η χρήση των προγραμμάτων BIM στον αυτοκινητόδρομο M25 παρείχε αποτελεσματικότητα στο σχεδιασμό και στην κατασκευή, καθώς ήταν απαραίτητη η τήρηση του αυστηρού προγράμματος και η μείωση των κινδύνων στο έργο. Οι ομάδες του έργου, του σχεδιασμού και της κατασκευής, δημιούργησαν ένα συγχρονισμένο, ακριβές και ολοκληρωμένο 3D μοντέλο για να απεικονίσουν ολόκληρο το έργο στην επιφάνεια του εδάφους καθώς και κάτω από αυτή. Εκτός από τα φυσικά στοιχεία του έργου οι ομάδες εισήγαγαν και άλλες παραμέτρους και σημαντικά ζητήματα του έργου όπως τα μέτρα ασφαλείας και οι ζώνες πρόσβασης. Η μοντελοποίηση του αυτοκινητοδρόμου έδωσε τη δυνατότητα στις ομάδες του έργου να αναγνωρίσουν και να επιλύσουν τυχόν σφάλματα ή συγκρούσεις κατά τη διαδικασία κατασκευής του έργου.

#### *5.2.2.3 Οφέλη από τη χρήση του BIM στον M25:*

Η χρησιμοποίηση του BIM λογισμικού σε πρώιμο στάδιο σχεδιασμού επέτρεψε στις ομάδες του έργου να ολοκληρώσουν τις εργασίες τους με αυτοπεποίθηση, ελαχιστοποίησε τις περιττές εργασίες.

Το Navisworks βοήθησε στην αναγνώριση και επίλυση των συγκρούσεων μεταξύ ταυτόχρονων εργασιών, κάτι που θα ήταν πολύ δύσκολο να εξεταστεί με τη χρήση εγγράφων και σχεδίων 2D.

Επίσης, επέτρεψε την αναπαράσταση της παραγωγικής διαδικασίας και βοήθησε τόσο στην εντατικοποίηση του προγράμματος της κατασκευής του έργου, όσο και στη διατήρηση της κυκλοφορίας των οχημάτων στις υπόλοιπες λωρίδες του δρόμου, χωρίς προβλήματα και καθυστερήσεις.

#### *5.2.2.4 Αποτέλεσμα*

Το έργο ολοκληρώθηκε πριν από το καλοκαίρι του 2012 και πριν τους Ολυμπιακούς Αγώνες φυσικά που ήταν και το ζητούμενο. Παράλληλα, όχι μόνο το συνολικό κόστος του έργου ήταν μέσα στον προϋπολογισμό αλλά και η πρώιμη προσέγγιση του σχεδιασμού του έργου με το BIM εξοικονόμησε εκατομμύρια ευρώ στην αποτελεσματικότητα του προγράμματος εκτέλεσης του έργου. Οι εταιρίες Atkins, Skanska, Balfour Beatty, και Egis Road Operation UK υιοθέτησαν τη μεθοδολογία του BIM και στη μετέπειτα αναβάθμιση τομέων του δρόμου.

## Κεφάλαιο 6 :Συμπεράσματα

### 6.1 Συμπεράσματα από την Χρήση BIM

Έπειτα από το υλικό και τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν καθώς και από την εκπόνηση της εργασίας, προέκυψαν αρκετά συμπεράσματα για τη διαχείριση των έργων με την εφαρμογή της μεθόδου BIM.

Αρχικά, η εφαρμογή του BIM, στον σχεδιασμό, τον προγραμματισμό και τον έλεγχο ενός έργου προσφέρει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε μια επιχείρηση, καθώς επιτρέπει σε μία επιχείρηση να οπτικοποιήσει ψηφιακά ένα κτίριο ακριβώς όπως προβλέπεται να κτιστεί, πριν αρχίσει η κατασκευή του. Αυτό συμβάλλει στην εξάλειψη πολλών ανεπαρκειών στην κατασκευαστική διαδικασία.

Στο BIM οι πληροφορίες ανανεώνονται σε κάθε φάση από τα μέλη του έργου και μπορούν να μεταφερθούν στην επόμενη φάση χωρίς τον κίνδυνο απωλειών ή διπλότυπων πληροφοριών. Συμβάλλει επίσης στη λήψη αποφάσεων έγκαιρα, εξοικονομώντας χρόνο και χρήμα από την κατασκευαστική διαδικασία.

Η αυτοματοποίηση που προσφέρει το BIM είναι ιδιαίτερα σημαντική για την σωστή και γρήγορη προμέτρηση υλικών, τον χρονικό προγραμματισμό του έργου με μειωμένες πιθανότητες λαθών και καθυστερήσεων, τον υπολογισμό του κόστους συνολικά αλλά και σταδιακά κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου.

Το BIM συμβάλλει στην επίτευξη καλής και εύρυθμης επικοινωνίας μεταξύ των εμπλεκομένων στο έργο, μειώνει τις διεπιφάνειες στην παραγωγική διαδικασία και κάνει σαφές στον καθένα τις αρμοδιότητες και το απαιτούμενο από αυτόν αποτέλεσμα.

Ωστόσο, η δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου αλλά και η ακριβής κοστολόγηση του έργου είναι διαδικασίες ιδιαίτερα απαιτητικές. Ο χρήστης πρέπει να γνωρίζει πολύ καλά το λογισμικό τρισδιάστατης απεικόνισης, ώστε να μπορέσει να ανταπεξέλθει γρήγορα και αποτελεσματικά στις ανάγκες της δουλειάς, ενώ πρέπει να διαθέτει και μεγάλη εμπειρία σε

θέματα προγραμματισμού και κόστους των δραστηριοτήτων, ούτως ώστε να δημιουργηθεί ένας λεπτομερής και ακριβής προγραμματισμός.

Επίσης, για να μπορέσει ο κατασκευαστικός κλάδος να εκμεταλλευτεί πλήρως τα οφέλη του BIM, θα πρέπει να γίνει ευρέως αποδεκτό και να χρησιμοποιείται από όλα τα μέλη και τους εμπλεκόμενους. Ειδικά, μόνο ένα τμήμα του BIM θα μπορεί να αξιοποιηθεί.

Ήδη σε αρκετές χώρες, το BIM βρίσκει πρόσφορο έδαφος και υιοθετείται μαζικά. Στην Ελλάδα το BIM κάνει δειλά την εμφάνισή του, κυρίως σε πολυεθνικές εταιρείες ή σε θεωρητικό επίπεδο. Ωστόσο, ακόμη και δημόσιοι φορείς, εφαρμόζουν σταδιακά το BIM κυρίως στα νέα δημόσια έργα που κατασκευάζονται.

## 6.2 Περαιτέρω έρευνα

Αναμφισβήτητα ο τομέας της διαχείρισης κτιριακού έργου χρήζει ιδιαίτερης προσοχής και υπάρχουν περιθώρια περαιτέρω ενασχόλησης με το αντικείμενο ιδίως στην χώρα μας.

Αρχικά όμως θεωρούμε καλό και πρόπον να αναφέρουμε και κάποιες απαιτήσεις που συνδέονται με τη νέα αυτή τεχνολογία.

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).

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.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια απόπειρα εφαρμογής της μεθόδου BIM για την διαχείριση ενός δημόσιου έργου. Ωστόσο υπάρχουν τμήματα αυτής θα οποία θα μπορούσαν να διερευνηθούν περαιτέρω όπως :

- Τρισδιάστατη απεικόνιση, προγραμματισμό και προσομοίωση ενός ακόμη μεγαλύτερου έργου όπου σαφέστατα οι δυσκολίες και οι απαιτήσεις θα είναι μεγαλύτερες.
- Προσομοίωση του εργοταξίου, με το σύνολο των εγκαταστάσεων και των μηχανημάτων σε αυτό.
- Μελέτη ενός έργου που έχει υπερβεί τον προγραμματισμό του, ώστε να γίνει παράλληλη παράθεση της υφιστάμενης και της προγραμματισμένης πορείας του και να προταθούν τρόποι για τη συμπίεση του χρονοδιαγράμματός του.
- Προσομοίωση της κατασκευής με ενεργειακές και περιβαλλοντικές αναλύσεις.
- Προγραμματισμό της κατασκευή με αντίστοιχο προγραμματισμό των προμηθειών των υλικών.

### 6.3 Προβληματισμοί

Υπάρχουν βέβαια και αρκετοί προβληματισμοί ως προς την χρήση του BIM. 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° 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 μπου κανά νομικά όρια στη χρήση του μοντέλου; Για παράδειγμα, αν υπάρχει σχεδιαστική ασάφεια και προκύψει λάθος αποτέλεσμα στην κατασκευή, ποιος είναι υπεύθυνος

Ποιά είναι το 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. Τα θέματα αυτά και οι πολιτικές διάδοσης και προώθησης του BIM που εφαρμόζονται διεθνώς, αποτελούν αντικείμενο άλλης διπλωματικής εργασίας και ξεφεύγουν από τα πλαίσια της παρούσας.

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;

## 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

*Εικόνα 18 Προβλέψεις της Οδηγία 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»*

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.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

### ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

#### Έργο

Έργο είναι μία ακολουθία δραστηριοτήτων που με την χρήση των απαραίτητων πόρων ολοκληρώνουν κάποιο συγκεκριμένο σκοπό. Οι δραστηριότητες ενός έργου πρέπει να ολοκληρώνονται μέσα σε περιορισμένο χρόνο, με συγκεκριμένο κόστος και με καθορισμένες προδιαγραφές ποιότητας.

#### Τεχνικό έργο

Ως τεχνικό έργο νοείται το αποτέλεσμα ενός συνόλου οικοδομικών εργασιών ή εργασιών πολιτικού μηχανικού που προορίζεται να πληροί αυτό καθαυτό μια οικονομική ή τεχνική λειτουργία. Πιο συγκεκριμένα, ως τεχνικό έργο νοείται κάθε κατασκευή δομική και ηλεκτρομηχανολογική ή άλλης φύσεως κατασκευή που συνδέεται με οποιονδήποτε τρόπο με το έδαφος ήτοι κάθε ανέγερση και συναρμολόγηση νέου έργου και κάθε επέκταση, ανακαίνιση, επισκευή, διαρρύθμιση, συντήρηση και λειτουργία υφισταμένου ή νέου έργου καθώς και κάθε άλλη εργασία τεχνικής ή ερευνητικής φύσεως και κάθε συναφής δραστηριότητα που απαιτεί τεχνική γνώση, μελέτη και επέμβαση. *(Άρθρο 2 παρ. 1 της Υ.Α. 50516/1040 (ΦΕΚ. Β'-1171/ 07-09-2001)*

#### Δημόσιο έργο

Δημόσιο έργο είναι κάθε έργο υποδομής της χώρας που καλύπτει βασικές ανάγκες του κοινωνικού συνόλου, συμβάλλει στην ανάπτυξη των παραγωγικών δυνατοτήτων, στην αύξηση του εθνικού προϊόντος, στην ασφάλεια της χώρας και γενικά αποσκοπεί στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του λαού. Από τεχνική άποψη, δημόσιο έργο είναι κάθε έργο που εκτελείται από φορέα του δημοσίου τομέα και συνδέεται με οποιοδήποτε τρόπο με το έδαφος, το υπέδαφος ή τον υποθαλάσσιο χώρο, όπως και τα πλωτά τμήματα των τεχνικών έργων. *(Νόμος 1418/1984, άρθρο 1, ΦΕΚ ' 23/28 - 29.2.84)*



### Εργοδότης - Κύριος του έργου

Είναι το Δημόσιο ή άλλο Νομικό Πρόσωπο του δημοσίου τομέα για λογαριασμό του οποίου καταρτίζεται η σύμβαση ή κατασκευάζεται το έργο. *(Νόμος 1418/1984, άρθρο 3, ΦΕΚ ' 23/28 - 29.2.84)*

### Φορέας κατασκευής του έργου

Είναι η αρμόδια Αρχή ή Υπηρεσία που έχει την ευθύνη παραγωγής του έργου. *(Νόμος 1418/1984, άρθρο 3, ΦΕΚ ' 23/28 - 29.2.84)*

### Ανάδοχος εργολήπτης

Είναι η εργοληπτική επιχείρηση στην οποία έχει ανατεθεί με σύμβαση η κατασκευή του έργου. *(Νόμος 1418/1984, άρθρο 3, ΦΕΚ ' 23/28 - 29.2.84)*

### Σύμβαση

Είναι η γραπτή συμφωνία μεταξύ του εργοδότη ή του φορέα κατασκευής του έργου και του ανάδοχου για την κατασκευή του έργου, καθώς και όλα τα σχετικά τεύχη, σχέδια και προδιαγραφές. *(Νόμος 1418/1984, άρθρο 3, ΦΕΚ ' 23/28 - 29.2.84)*

### Διευθύνουσα Υπηρεσία – Επιβλέπουσα Υπηρεσία

Είναι τεχνική υπηρεσία του φορέα κατασκευής του έργου που είναι αρμόδια για την παρακολούθηση, έλεγχο και διοίκηση της κατασκευής του έργου. *(Νόμος 1418/1984, άρθρο 3, ΦΕΚ ' 23/28 - 29.2.84)*

### Προϊσταμένη Αρχή – Εποπτεύουσα Αρχή

Είναι η Αρχή ή Υπηρεσία ή Όργανο του φορέα κατασκευής του έργου που εποπτεύει την κατασκευή του και ιδίως αποφασίζει για κάθε μεταβολή των όρων της σύμβασης ή άλλων στοιχείων αυτής όπου αυτό ορίζεται από το νόμο αυτόν και τα Π.Δ/τα που εκδίδονται με εξουσιοδότηση του. *(Νόμος 1418/1984, άρθρο 3, ΦΕΚ ' 23/28 - 29.2.84)*

### Τεχνικό συμβούλιο

Είναι το συλλογικό όργανο του φορέα κατασκευής του έργου το οποίο γνωμοδοτεί στα θέματα που ορίζει ο νόμος αυτός και τα Π.Δ/τα που εκδίδονται με εξουσιοδότηση του. *(Νόμος 1418/1984, άρθρο 3, ΦΕΚ ' 23/28 - 29.2.84)*

### Κόστος κατασκευής του έργου

Το κόστος κατασκευής ενός έργου περιλαμβάνει τις δαπάνες μελέτης, επίβλεψης και ελέγχου του έργου, τις δαπάνες εξοπλισμού του έργου, τις δαπάνες πληρωμής των κατασκευαστών, τις δαπάνες διοίκησης κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου, τις δαπάνες αποζημιώσεων για την εξασφάλιση της δυνατότητας εκτέλεσης του έργου και για την όχληση που προκαλεί και οποιαδήποτε άλλη δαπάνη απαιτείται για την εκτέλεση του έργου.*(Μάρκος Μπωναζούντας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Οικονομικά στοιχεία ανάλυσης έργων)*

Το κόστος κατασκευής του έργου διακρίνεται στις παρακάτω κατηγορίες:

#### Άμεσο κόστος

Είναι το κόστος που συνδέεται άμεσα με τις δραστηριότητες του έργου και περιλαμβάνει το κόστος εργασίας, το κόστος χρησιμοποιούμενων υλικών, το κόστος χρήσης εξοπλισμού και το κόστος υπερβολών. Οι παράγοντες που διαμορφώνουν το άμεσο κόστος είναι οι τιμές προμήθειας των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν, η δαπάνη απασχόλησης του απαιτούμενου μηχανικού εξοπλισμού για την υλοποίηση του έργου εντός του προβλεπόμενου χρονοδιαγράμματος, καθώς και η δαπάνη του απαιτούμενου εργατοτεχνικού προσωπικού.

#### Έμμεσο κόστος

Το έμμεσο κόστος δεν συνδέεται άμεσα με κάποια δραστηριότητα του έργου, ωστόσο είναι απαραίτητο για την υποστήριξη της κατασκευής του έργου. Το έμμεσο κόστος περιλαμβάνει τα:

i. Γενικά Έξοδα Εργοταξίου

Στα γενικά έξοδα εργοταξίου συμπεριλαμβάνονται οι δαπάνες εγκατάστασης του εργοταξίου, οι δαπάνες διάνοιξης οδών προσπέλασης προς το έργο και προς διάφορα σημεία του σε περίπτωση που δεν υπάρχουν, οι αμοιβές του εργοταξιάρχη, του τεχνικού, του οικονομικού και διοικητικού προσωπικού, οι δαπάνες ασφάλισης του έργου, του προσωπικού και των μηχανημάτων, οι δαπάνες απόθεσης, διακίνησης εντός εργοταξίου και στοίβαξης υλικών, οι δαπάνες εγκατάστασης μηχανικού εξοπλισμού, τυχόν έξοδα για ποινικές ρήτρες, κλπ.

ii. Γενικά έξοδα εργολαβικής επιχείρησης

Πρόκειται για τα έξοδα της εργολαβικής επιχείρησης που δημιουργούνται από την λειτουργία της και τα οποία είναι απαραίτητα για την υποστήριξη όλων των έργων που πραγματοποιούνται κατά την διάρκεια της διαχειριστικής περιόδου σε διαφορετικά εργοτάξια. Τα γενικά έξοδα εργολαβικής επιχείρησης περιλαμβάνουν τα έξοδα που σχετίζονται με τις δημοπρασίες, τις δαπάνες για την λειτουργία των

κεντρικών γραφείων της επιχείρησης, τα έξοδα χρηματοδοτήσεων, τις δαπάνες για την λειτουργία της κεντρικής αποθήκης υλικών και ανταλλακτικών, του χώρου φύλαξης των μηχανημάτων και του κεντρικού συνεργείου επισκευών και συντήρησης του μηχανικού εξοπλισμού, έξοδα οχημάτων που δεν αφορούν συγκεκριμένο έργο, κλπ.

#### Προϋπολογισμός του έργου κατά την μελέτη

Είναι ο υπολογισμός, κατά το στάδιο της μελέτης, των συνολικών δαπανών για την υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου και αυτοτελούς τεχνικού έργου, το οποίο μπορεί και να αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου επενδυτικού προγράμματος ή μιας ευρύτερης μελέτης. Τα οικονομικά τεύχη μίας οριστικής μελέτης, στα οποία παρουσιάζεται λεπτομερώς ο προϋπολογισμός του έργου, θα πρέπει να περιλαμβάνουν τα εξής:

#### Αναλυτικό τιμολόγιο μελέτης

Στο αναλυτικό τιμολόγιο μελέτης αναφέρονται όλες οι αναλύσεις των τιμών μονάδος των εργασιών-άρθρων που περιλαμβάνονται στον προϋπολογισμό του έργου. Στις αναλύσεις των τιμών μονάδος αποτυπώνονται, σε ποσότητα και αξία, τα στοιχεία άμεσου κόστους (εργατικά, υλικά, μηχανικός εξοπλισμός, υπηρεσίες τρίτων) που αναλώνονται άμεσα ανά μονάδα κατά την εκτέλεση της αντίστοιχης εργασίας. Το αναλυτικό τιμολόγιο συνοδεύεται από τις βασικές τιμές υλικών, προσωπικού και μισθωμάτων μηχανημάτων που λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό των τιμών μονάδος, με αναφορά της χρονικής περιόδου (τριμήνου) για την οποία αυτές οι τιμές ισχύουν.

#### Περιγραφικό τιμολόγιο μελέτης

Στο περιγραφικό τιμολόγιο μελέτης αναφέρονται αναλυτικά οι εργασίες-άρθρα, που περιλαμβάνονται στον προϋπολογισμό του έργου, καθώς και οι τιμές μονάδος που προκύπτουν από το αναλυτικό τιμολόγιο μελέτης, με αναφορά του τριμήνου για το οποίο αυτές οι τιμές προσδιορίστηκαν.

#### Προϋπολογισμός συνολικής δαπάνης κατασκευής

Στον προϋπολογισμό της συνολικής δαπάνης κατασκευής παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα μια συνοπτική περιγραφή των εργασιών, η ποσότητα, η τιμή μονάδος και η μερική δαπάνη κάθε εργασίας, καθώς και τα ποσά των υπολοίπων δαπανών που περιλαμβάνονται στη συνολική δαπάνη κατασκευής.

#### Συνολική δαπάνη κατασκευής

Πρόκειται για την οικονομική εκτίμηση της κατασκευής ενός τεχνικά και λειτουργικά ολοκληρωμένου και αυτοτελούς τεχνικού έργου. Η συνολική δαπάνη κατασκευής περιλαμβάνει το άμεσο κόστος των εργασιών για την κατασκευή του έργου και την εγκατάσταση και λειτουργία του εργοταξίου (ΑΚΕ), τα γενικά έξοδα, το όφελος και το ποσοστό ασφαλείας του αναδόχου (ΓΕ&ΟΕ) ως ποσοστό επί του ΑΚΕ, την δαπάνη απρόβλεπτων εργασιών, την δαπάνη απολογιστικών εργασιών, την δαπάνη συμπληρωματικών μελετών, των οποίων η εκπόνηση περιλαμβάνεται στις υποχρεώσεις του αναδόχου κατασκευής, την δαπάνη ερευνών και δοκιμών, των οποίων η εκτέλεση περιλαμβάνεται στις υποχρεώσεις του αναδόχου κατασκευής, την δαπάνη λόγω αναθεώρησης των συμβατικών τιμών μονάδος και την δαπάνη λόγω ΦΠΑ.

#### Προϋπολογισμός του έργου κατά την προσφορά

Πρόκειται για το ποσό που προτείνεται από τη διαγωνιζόμενη εργοληπτική εταιρία, ως αντάλλαγμα, για την κατασκευή του δημοπρατούμενου έργου. Με το ποσό αυτό καλύπτεται το σύνολο των υποχρεώσεων του υποψήφιου αναδόχου, όπως αυτές έχουν προκύψει από τον προϋπολογισμό του έργου κατά τη μελέτη. Ο προϋπολογισμός του έργου κατά την προσφορά μπορεί να διαμορφώνεται με τιμές μονάδος κατ' άρθρο εργασιών ή με κατ' αποκοπή τιμή ή τιμές για το συνολικό έργο ή τμήματά του, ή να είναι συνδυασμός τιμών μονάδος κατ' άρθρο εργασιών και κατ' αποκοπή τιμής ή τιμών, ανάλογα με το σύστημα υποβολής προσφοράς που προβλέπεται στη διακήρυξη.

#### Προϋπολογισμός του έργου κατά την σύμβαση ή Αρχική συμβατική αξία του έργου ή Αρχικός συμβατικός προϋπολογισμός

Είναι η χρηματική αξία του έργου, την κατασκευή του οποίου διαπραγματεύεται η σύμβαση, όπως αυτή προέκυψε με βάση την οικονομική προσφορά του αναδόχου, τα ποσοτικά στοιχεία της μελέτης και τα αποτελέσματα ενδεχομένων διαπραγματεύσεων που έγιναν κατά την υπογραφή της σύμβασης. Δεν περιλαμβάνονται αναθεωρήσεις, νέες τιμές, νέες ποσότητες και απολογιστικές εργασίες. Κατά την διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών η αρχική συμβατική αξία του έργου τροποποιείται και διαμορφώνεται η **Τρέχουσα συμβατική αξία του έργου**, η οποία περιλαμβάνει αναθεωρήσεις, νέες τιμές, νέες ποσότητες και κάθε οικονομική μεταβολή που προέρχεται από τροποποίηση της μελέτης

#### Εργολαβικό αντάλλαγμα

Είναι το σύνολο των πληρωμών που εισέπραξε ο ανάδοχος σαν αποζημίωση για τις εργασίες που εκτέλεσε στα πλαίσια της σύμβασης. Πιο συγκεκριμένα, είναι το άθροισμα συμβατικού

προϋπολογισμού, αναθεωρήσεων, νέων τιμών, νέων ποσοτήτων και οικονομικών κινήτρων (κρατήσεις ,εργασίες που δεν εκτελέστηκαν, ποινικές ρήτρες)

### Όφελος εργολάβου

Είναι το οικονομικό όφελος της εργοληπτικής εταιρίας. Υπάρχει βέβαια και το ενδεχόμενο η εργοληπτική εταιρία να μην έχει κέρδος, αλλά ζημία. Ωστόσο, μία υγιής επιχείρηση είναι εύλογο να εμφανίζει κερδοφορία, αν όχι για μία εκάστη, αλλά για το σύνολο των δραστηριοτήτων της σε ετήσια βάση.

### ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

Τα δημόσια έργα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, οι οποίες με την σειρά τους χωρίζονται σε επιμέρους υποκατηγορίες, όπως αυτές παρουσιάζονται παρακάτω:

#### ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΡΓΑ

---

##### ΒΑΣΙΚΑ

Οδοποιίας  
Οικοδομικά  
Υδραυλικά  
Ηλεκτρομηχανολογικά  
Λιμενικά  
Βιομηχανικά  
Ενεργειακά

##### ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΑ

Γεωτρήσεων  
Πρασίνου  
Ειδικών μονώσεων  
Ανελκυστήρων  
Ηλεκτρονικού εξοπλισμού  
Πλωτών έργων & εγκαταστάσεων  
ναυπηγείων  
Αποκαλύψεων μεταλλείων  
Καθαρισμού & επεξεργασίας  
νερού και υγρών, στερεών και  
αερίων αποβλήτων

ΣΤΑΔΙΑ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ (Ν. 3669/08 (ΦΕΚ 116 Α/18-6-2008))

Τα δημόσια έργα εκτελούνται σε δύο στάδια: το πρώτο στάδιο ονομάζεται προσυμβατικό και το δεύτερο στάδιο συμβατικό. Το προσυμβατικό στάδιο ενός έργου θεωρείται όλη η περίοδος προπαρασκευής, η οποία καλύπτει χρονικά όλο το φάσμα σχεδιασμού, μελετών, ερευνών και αδειοδοτήσεων. Το προσυμβατικό στάδιο ξεκινάει από το γενικό προγραμματισμό και τελικά καταλήγει στη διακήρυξη της δημοπρασίας, ενώ το συμβατικό στάδιο αφορά την διοίκηση και εκτέλεση των συμβάσεων.

### **Προσυμβατικό στάδιο**

Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά το πρώτο στάδιο κατασκευής, το προσυμβατικό στάδιο για ένα έργο οδοποιίας με ανάθεση προκαταρκτικής μελέτης και προμελέτης με την ίδια προκήρυξη που αποτελείται από πέντε Φάσεις:

#### Φάση Ι: Προγραμματισμός και Προετοιμασία του Έργου

Κατά την πρώτη Φάση εκπόνησης μελετών έργων οδοποιίας, δημιουργείται ο Φάκελος του Έργου, ο οποίος είναι απαραίτητος για τη διαδικασία σύναψης σύμβασης της μελέτης. Ο Φάκελος του Έργου δημιουργείται με μέριμνα της Υπηρεσίας που έχει την ευθύνη της διεξαγωγής του διαγωνισμού και έγκριση του οργάνου που έχει την αρμοδιότητα για την ανάθεση της σύμβασης και το οποίο εντάσσει τις προς ανάθεση συμβάσεις σε πρόγραμμα χρηματοδότησης. Πιο συγκεκριμένα, η Φάση Ι αποτελείται από τις εξής δραστηριότητες:

1. Σύνταξη Τεύχους Τεχνικών Δεδομένων- Το Τεύχος Τεχνικών Δεδομένων αποτελείται κυρίως από την τεχνική περιγραφή του προς μελέτη έργου με τα κύρια λειτουργικά του χαρακτηριστικά και περιλαμβάνει επίσης στοιχεία που αφορούν στις τοπικές συνθήκες και ιδιαιτερότητες του έργου , καθώς και της ευρύτερης περιοχής. Στο Τεύχος αυτό περιλαμβάνονται κάποια πολύ γενικά στοιχεία του έργου οδοποιίας που περιγράφουν τεχνικά το έργο. Όπως η κατηγορία της οδού και ο (κατ' αρχήν) προτεινόμενος αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας, το μήκος της οδού και το μήκος της επιλεγείσας ζώνης διέλευσης, τις θέσεις και τον τύπο των κόμβων και των μεγάλων τεχνικών έργων, τις λοιπές απαιτήσεις από το έργο κατά το στάδιο κατασκευής και λειτουργίας του, τις διαθέσιμες υποστηρικτικές μελέτες και τα ποσοτικά στοιχεία του φυσικού αντικείμενου που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των προεκτιμώμενων αμοιβών. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

2. Τεκμηρίωση της σκοπιμότητας του έργου- Βασίζεται σε χρηματοοικονομικές και τεχνικοοικονομικές αναλύσεις και αποτελεί στην ουσία την ανάλυση των λειτουργικών, οικονομικών και τεχνικών πτυχών του έργου, ώστε να διαπιστωθεί το κατά πόσο είναι εφικτή και αποτελεσματική η υλοποίησή του. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

3. Σύνταξη του καταλόγου των απαιτούμενων μελετών- Ο κύριος του έργου θα πρέπει να συντάσσει έναν αναλυτικό κατάλογο των απαιτούμενων μελετών για την υλοποίηση του έργου και ιδιαίτερη αναφορά δίνεται σε επιμέρους στάδια του έργου, στις κλίμακες και στις προδιαγραφές. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 2 μήνες*

#### 4. Εκτίμηση δαπάνης:

- για αμοιβές μελετών και τυχόν ερευνών ή υπηρεσιών- Υπολογίζεται με βάση τις τιμές αμοιβών ανά κατηγορία έργου και μονάδα φυσικού αντικειμένου, που ορίζονται με σχετική υπουργική απόφαση και τα ποσοτικά στοιχεία του προς ανάθεση έργου, όπως αυτά περιλαμβάνονται στο Τεύχος Τεχνικών Δεδομένων του έργου. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 2 μήνες*
- για την κατασκευή του έργου

5. Έγκριση των Τευχών – Προκήρυξη μελέτης- Με την ολοκλήρωση των παραπάνω δραστηριοτήτων, ο Κύριος του έργου εκδίδει σχετική εγκριτική απόφαση για τα Τεύχη Δημοπράτησης και δίνει εντολή για την προκήρυξη της μελέτης. Όπου στην προκήρυξη ορίζονται ο Κύριος του έργου, η αναθέτουσα Αρχή, το αντικείμενο της μελέτης, η κατηγορία του πτυχίου, η προεκτιμώμενη από την υπηρεσία αμοιβή της προμελέτης, ο αριθμός των υποψηφίων στους οποίους θα ανατεθούν οι προκαταρκτικές μελέτες, η κατ' αποκοπή αμοιβή της προκαταρκτικής μελέτης, ο πίνακας περιεχομένων του φακέλου του έργου, η προθεσμία και ο τρόπος υποβολής αιτήσεων εκδήλωσης ενδιαφέροντος, τα απαιτούμενα δικαιολογητικά συμμετοχής στη διαδικασία ανάθεσης της μελέτης, η προθεσμία παράδοσης της μελέτης κ.α. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 0,5 έως 1,5 μήνες*



6. Επιλογή αναδόχων - Αφού προκηρυχθεί η μελέτη, ξεκινάει η διαδικασία επιλογής των αναδόχων (3 έως 5 αναδόχων ανάλογα με την πολυπλοκότητα του έργου) *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

7. Υπογραφή σύμβασης με 3 έως 5 αναδόχους- Μετά την έκδοση της απόφασης ανάθεσης, η Προϊστάμενη αρχή εξετάζει την καταλληλότητα των υποψηφίων και γίνεται ο έλεγχος της ποιοτικής επιλογής τους και συνάπτεται η σχετική σύμβαση ανάθεσης της προκαταρκτικής μελέτης του έργου. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 0,5 έως 1 μήνες*

### Φάση II: Λειτουργικός Σχεδιασμός του Έργου

Η δεύτερη Φάση εκπόνησης μελετών έργων οδοποιίας, περιλαμβάνει τις εξής κύριες και υποστηρικτικές δραστηριότητες / μελέτες με αντίστοιχα στάδιά τους και διαδικασίες:

1. Ενημέρωση και συμπλήρωση των τοπογραφικών υποβάθρων- Ο μελετητής συγκεντρώνει όλα τα σχετικά στοιχεία που αφορούν στα τοπογραφικά χαρακτηριστικά του έργου. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 0,5 έως 1,5 μήνες*

2. Σύνταξη αναγνωριστικής – προκαταρκτικής μελέτης του συστήματος των οδικών έργων.- Περιλαμβάνει την κυκλοφοριακή μελέτη/ θέση κόμβων, αναγνώριση οδών, αναγνώριση κύριων αξόνων, επισήμανση των και των κατά προσέγγιση ανοιγμάτων των μεγάλων τεχνικών έργων και στοιχεία περιβαλλοντικών επιπτώσεων. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

3. Γεωλογική αναγνώριση (ή «στοιχεία» αυτής σύμφωνα με τους όρους της προκήρυξης)-Αφού επιλεγεί η γενική πορεία της χάραξης γίνεται η γεωλογική αναγνώριση της περιοχής από τον ειδικό γεωλόγο συνεργάτη. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

4. Επιλογή αναδόχου για την εκπόνηση της προμελέτης- Αφού κατατεθεί η τεχνική προσφορά για τη διεξαγωγή της διαδικασίας ανάθεσης της προμελέτης από τους Μελετητές που επιλέχθηκαν από την προηγούμενη φάση, ξεκινάει η διαδικασία επιλογής αναδόχου. Η τεχνική προσφορά θα πρέπει να περιλαμβάνει την προκαταρκτική μελέτη, καθώς και τεκμηριωμένο προϋπολογισμό της τεχνικής λύσης που τελικά προτείνει ο

μελετητής, καθώς και της εναλλακτικής λύσης. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

5. Γνωμοδότηση και έγκριση των δραστηριοτήτων / μελετών 1 -3- Ταυτόχρονα με τη διαδικασία ανάθεσης το Τεχνικό Συμβούλιο γνωμοδοτεί και εγκρίνει τις μελέτες που προηγήθηκαν στη φάση II. Εκδίδεται λοιπόν εγκριτική απόφαση και δίνεται εντολή για τη συνέχιση της φάσης II. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 0,5 έως 1,5 μήνες*

6. Υπογραφή της σύμβασης εκπόνησης της προμελέτης- Υπογράφεται η σύμβαση ανάθεσης της προμελέτης του έργου μεταξύ του Κύριου του έργου και του Ανάδοχου μελετητή. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 0,5 έως 1,5 μήνες*

7. Εκπόνηση Προμελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΠΠΕ)- Η ΠΠΕ περιλαμβάνει τη θέση και το μέγεθος του έργου, τις συνθήκες της περιοχής που θα πραγματοποιηθεί το έργο, την προκαλούμενη ρύπανση και τις οχλήσεις, τη χρήση φυσικών πόρων κ.α. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 2 μήνες*

8. Έγκριση της ΠΠΕ- Η Διευθύνουσα Αρχή προχωράει στην διαδικασία έγκρισης της ΠΠΕ. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 3 μήνες*

9. Σύνταξη μελέτης οικονομικής σκοπιμότητας- Η οικονομική σκοπιμότητα του υπό εξέταση έργου θα εκτιμηθεί μέσω μιας ανάλυσης Κόστους- Οφέλους και τα βασικότερα βήματα για την εκπόνηση της μελέτης οικονομικής σκοπιμότητας είναι: ο καθορισμός της διάρκειας ζωής του έργου, ο προσδιορισμός όλων των σχετικών οικονομικών μεγεθών του έργου, η εκτίμηση όλων των σχετικών οικονομικών μεγεθών του έργου, η σύνταξη των ταμειακών ροών για την προεπιλεγμένη περίοδο ανάλυσης, η αναγωγή των ταμειακών ροών σε παρούσες αξίες, υπολογισμός της καθαρής παρούσας αξίας και αξιολόγηση της προτεινόμενης λύσης για το έργο. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

10. Έγκριση μελέτης οικονομικής σκοπιμότητας- Η Διευθύνουσα Αρχή εκδίδει εγκριτική απόφαση και στη συνέχεια δίνεται εντολή για τη συνέχιση της μελέτης του έργου. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 0,5 έως 1,5 μήνες*

Φάση III: Γεωμετρικός Σχεδιασμός του Έργου

Η τρίτη Φάση εκπόνησης μελετών έργων οδοποιίας, περιλαμβάνει τις εξής κύριες και υποστηρικτικές δραστηριότητες / μελέτες με αντίστοιχα στάδιά τους και διαδικασίες:

1. Εκπόνηση τοπογραφικής και κτηματογραφικής αποτύπωσης των ζωνών του Έργου- Μετά την έγκριση της Φάσης II, ο αρμόδιος μελετητής- τοπογράφος εκτελεί τις απαραίτητες τοπογραφικές και κτηματογραφικές αποτυπώσεις, σύμφωνα με τις προδιαγραφές εκτελέσεως μελετών που αναφέρονται στο Π. . 696/1974. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

2. Εκπόνηση προμελέτης του συστήματος οδικών έργων- Η δραστηριότητα αυτή αφορά στη σύνδεση της υπό μελέτης οδού με το υπάρχον δίκτυο (κόμβοι), καθώς και την αποκατάσταση της επικοινωνίας εκατέρωθεν της οδού (παράπλευροι οδοί, κάθετοι οδοί, αποκατάσταση επηρεαζόμενων οδών). Η εκπόνηση προμελέτης του συστήματος των οδικών έργων αποτελεί μία από τις σημαντικότερες δραστηριότητες της παρούσας Φάσης, αφού δεν είναι ασύνηθες το φαινόμενο η αποκατάσταση των συνθηκών της περιοχής να αποτελεί έργο ίσης ή και μεγαλύτερης δαπάνης από το βασικό έργο. Γι' αυτό και πρέπει να εκπονεείται σε αυτό το στάδιο μελέτης, έτσι ώστε να προσδιορίζεται το μέγεθος των επεμβάσεων. Να σημειωθεί ότι ο ακριβής καθορισμός των πρόσφορων κλιμάκων θα πρέπει να αναφέρεται στην προκύρηξη, ενδεικτικά για υπεραστικές οδούς 1:5.000 και για κόμβους/ αστικές οδούς 1:1.000 ή 1:2.000. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

3. Εκπόνηση οριστικής γεωλογικής μελέτης- Η οριστική γεωλογική μελέτη συντάσσεται για τη ζώνη διέλευσης της οδού, στην έκταση που επηρεάζεται από τα έργα που πρόκειται να κατασκευασθούν και αποτελεί τη βάση για τη σύνταξη του προγράμματος των απαιτούμενων γεωτεχνικών ερευνών. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

4. Εκπόνηση προμελέτης των αποχετευτικών έργων- Αφορά στην αποχέτευση εγκάρσια της οδού και στην αποχέτευση / αποστράγγιση παράλληλα της οδού( τάφροι, φρεάτια, υπόνομοι). *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

5. Εκπόνηση προκαταρκτικής μελέτης τεχνικών έργων και σύνταξη προγράμματος των απαραίτητων γεωτεχνικών ερευνών- Αφορά στην προκαταρκτική εκτίμηση του τύπου, μεγέθους και κόστους των μεγάλων τεχνικών έργων και την οικονομοτεχνική ανάλυσή τους.

Η προκαταρκτική μελέτη τεχνικών έργων είναι ιδιαίτερα σημαντική για να διαπιστωθεί κατά πόσο μικρές μεταβολές του γεωμετρικού σχεδιασμού επηρεάζουν το κόστος των τεχνικών έργων κ.α. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1,5 έως 3 μήνες*

6. Εκπόνηση Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων- Αφορά στην περιγραφή του έργου με πληροφορίες για το χώρο εγκατάστασης, το σχεδιασμό και το μέγεθός του, περιγραφή των στοιχείων του περιβάλλοντος που ενδέχεται να θιγούν σημαντικά από το προτεινόμενο έργο. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

7. Έγκριση Περιβαλλοντικών Όρων- Η ΜΠΕ υποβάλλεται από τον μελετητή στη Διευθύνουσα Υπηρεσία, όπου ελέγχεται και στη συνέχεια υποβάλλεται στην αρμόδια Υπηρεσία για να εκδώσει τους περιβαλλοντικούς όρους. Πριν από αυτό η αρμόδια Υπηρεσία διαβιβάζει τη ΜΠΕ στο οικείο Νομαρχιακό Συμβούλιο το οποίο τη δημοσιεύει στον τοπικό τύπο για να λάβουν οι πολίτες γνώση ης ΜΠΕ και να διατυπώσουν τις απόψεις τους. Η διαδικασία και ο τρόπος ενημέρωσης και συμμετοχής του κοινού καθορίζεται απόφαση των Υπουργών ΠΕΧΩΔΕ και Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης. Μετά τη γνωμοδότηση των συναρμόδιων Υπηρεσιών και του οικείου Νομαρχιακού Συμβουλίου, ξεκινάει η διαδικασία έκδοσης απόφασης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων με κοινή απόφαση των παραπάνω. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 3 έως 6 μήνες*

8. Έγκριση του μελετών 1-6- Μετά το πέρας των προαναφερθέντων μελετών της Φάσης III ο Κύριος του έργου εγκρίνει την τοπογραφική και κτηματολογική αποτύπωση των ζωνών του έργου, την προμελέτη του συστήματος οδικών έργων, την οριστική γεωλογική μελέτη, την προμελέτη των αποχετευτικών έργων, την προκαταρκτική μελέτη τεχνικών έργων και το πρόγραμμα των απαραίτητων γεωτεχνικών ερευνών. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

9. Εκτέλεση προγράμματος γεωτεχνικών ερευνών για την οδό και τα τεχνικά έργα- Μετά την έγκριση των προαναφερθέντων μελετών, ακολουθεί η εκπόνηση σχετικών εργασιών που περιλαμβάνει: εργασίες υπαίθρου( γεωτρήσεις, φρεάτια), εργαστηριακές αναλύσεις,

τεχνική έκθεση, αξιολόγηση αποτελεσμάτων. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

10. Αξιολόγηση γεωτεχνικών ερευνών για την οδό και τα τεχνικά έργα- Μετά το πέρας των γεωτεχνικών ερευνών για την οδό και για τα τεχνικά έργα της οδού, γίνεται η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων από τη Διευθύνουσα Αρχή. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 2 μήνες*

11. Εκπόνηση προμελέτης τεχνικών έργων και προκαταρκτικής μελέτης υπόγειων έργων- Αφορά στις προμελέτες μεγάλων τεχνικών έργων καθώς και προκαταρκτική μελέτη υπόγειων έργων για την κατασκευή της οδού. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 6 μήνες*

12. Εκπόνηση προμελέτης Η/Μ εγκαταστάσεων- Αφορά στην προμελέτη των Η/Μ εγκαταστάσεων αναγκαίων για την κατασκευή της οδού. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

13. Έγκριση μελετών 10 – 12- Μετά το πέρας των προαναφερθέντων μελετών ο Κύριος του έργου τις εγκρίνει. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

14. Διαδικασίες ένταξης σε χρηματοδοτικό πρόγραμμα κατασκευής – συγχρηματοδότησης για το Έργο- Βάσει του Ν. 3316/2005, άρθρο 4, παρ. 3, βασική προϋπόθεση για την έναρξη της διαδικασίας ανάθεσης οριστικής μελέτης έργου, είτε μεμονωμένα είτε με άλλα στάδια μελετών, είναι η ένταξη του Έργου στον προγραμματικό σχεδιασμό του φορέα. Επομένως, μετά το πέρας έγκρισης των μελετών της Φάσης III, ξεκινάει η διαδικασία ένταξης του Έργου σε χρηματοδοτικό πρόγραμμα κατασκευής – συγχρηματοδότησης. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 0,5 έως 2 μήνες*

15. Διαδικασίες επικαιροποίησης του Φακέλου Τεχνικών Δεδομένων- Με βάση τα νέα στοιχεία που έχουν προκύψει από τις μελέτες, προμελέτες και προκαταρκτικές μελέτες που έχουν προκύψει από τις μελέτες, προμελέτες και προκαταρκτικές μελέτες που έχουν εκπονηθεί κατά τη διάρκεια των Φάσεων II και II του Έργου, επικαιροποιείται ο Φάκελος

Τεχνικών Δεδομένων, ο οποίος συντάχθηκε στην αρχή της Φάσης Ι. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 0,5 έως 2 μήνες*

16. Διαδικασίες προκήρυξης και ανάθεσης των μελετών του σταδίου οριστικής μελέτης-Με την ολοκλήρωση των παραπάνω δραστηριοτήτων της τρίτης Φάσης, ο Κύριος του έργου συντάσσει την προκήρυξη της οριστικής μελέτης και ξεκινάει τη διαδικασία ανάθεσης. Η ανάθεση της σύμβασης γίνεται στον υποψήφιο που υποβάλλει την πλέον συμφέρουσα από οικονομική άποψη προσφορά. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

17. Υπογραφή της σύμβασης εκπόνησης οριστικής μελέτης- Μετά την έκδοση της απόφασης ανάθεσης της οριστικής μελέτης του έργου, συνάπτεται η σχετική σύμβαση ανάθεσής της, η οποία υπογράφεται μεταξύ του Κύριου του έργου και του Αναδόχου Μελετητή. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 0,5 έως 1 μήνες*

#### Φάση IV: Κατασκευαστικός Σχεδιασμός του Έργου

Η τέταρτη Φάση εκπόνησης μελετών έργων οδοποιίας, που εμπίπτουν στην πρώτη περίπτωση έργων περιλαμβάνει τις εξής κύριες και υποστηρικτικές δραστηριότητες / μελέτες με αντίστοιχα στάδιά τους και διαδικασίες:

1. Εκπόνηση οριστικής μελέτης οδοποιίας του συστήματος των οδικών έργων- Η δραστηριότητα αυτή αφορά στο συνολικό σύστημα των οδικών έργων, δηλαδή, τόσο στους κύριους άξονες και δευτερεύουσες οδούς, όσο και στους κόμβους της οδού. Είναι μία δραστηριότητα ιδιαίτερα σημαντική, αφού είναι απαραίτητη για να ολοκληρωθεί ο γεωμετρικός σχεδιασμός του Έργου και να μπορέσει να συνταχθεί το κτηματολόγιο και να συντελεσθούν οι απαλλοτριώσεις. Σημειώνεται ότι στην οριστική μελέτη οδοποιίας ενσωματώνονται οι τροποποιήσεις που πιθανά προκύψουν από τις ήδη εκπονημένες λοιπές υποστηρικτικές μελέτες. Σε ότι αφορά στις χρησιμοποιούμενες κλίμακες, αυτές κατά κανόνα είναι 1: 5.000. Ωστόσο, σε εξαιρετικές περιπτώσεις είναι δυνατό να ορίζονται διαφορετικές κλίμακες στην προκήρυξη του έργου. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

2. Εκπόνηση της οριστικής μελέτης έργων αποχέτευσης – αποστράγγισης ομβρίων- Εκπονείται παράλληλα με τη οριστική μελέτη οδοποιίας του συστήματος των οδικών έργων και αφορά στην αποχέτευση εγκάρσια της οδού και την αποχέτευση- αποστράγγιση

παράλληλα της οδού (τάφροι, φρεάτια, υπόνομοι). *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

3. Εκπόνηση μελετών ΣΑΥ και ΦΑΥ- Η παρούσα δραστηριότητα αφορά στην εκπόνηση Σχεδίου Ασφάλειας και Υγείας (ΣΑΥ), το οποίο αποσκοπεί στο να προσδιορίσει, προλάβει και περιορίσει τους κινδύνους για όλους τους εργαζομένους που θα απασχοληθούν κατά την κατασκευή του υπό μελέτη Έργου. Μία τυπική μελέτη ΣΑΥ περιλαμβάνει όλα τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν στο υπό μελέτη Έργο, καθώς και όλα όσα πρέπει να εφαρμόζονται στο εργοτάξιο, ώστε να εξασφαλισθούν οι καλές συνθήκες εργασίας και να αποφευχθούν τα εργατικά ατυχήματα και οι επαγγελματικές ασθένειες. Παράλληλα με την εκπόνηση της μελέτης ΣΑΥ, καταρτίζεται και ο Φάκελος Ασφάλειας και Υγείας (ΦΑΥ), ο οποίος αποσκοπεί στην πρόληψη των κινδύνων κατά τις ενδεχόμενες μεταγενέστερες εργασίες καθ' όλη τη διάρκεια του Έργου. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

4. Σύνταξη κτηματολογίου και πράξεων αναλογισμού- Η παρούσα δραστηριότητα αφορά στη σύνταξη κτηματολογίου και πράξεων αναλογισμού αποτελεί μία από τις σημαντικότερες δραστηριότητες για την προώθηση των απαλλοτριώσεων και γενικότερα την κατασκευή του Έργου. Στην μόνη περίπτωση που η συγκεκριμένη δραστηριότητα δεν αποτελεί κρίσιμο στάδιο της μελέτης είναι όταν η οδός διέρχεται αποκλειστικά από δημόσιες εκτάσεις. Η σύνταξη του κτηματολογίου και πράξεων αναλογισμού στην ουσία ξεκινάει από το στάδιο συλλογής των στοιχείων υπαίθρου, που μπορεί να γίνει παράλληλα με την εκπόνηση των τοπογραφικών υποβάθρων. Θεωρητικά, ολοκληρώνεται μετά την έγκριση των οριστικών μελετών του γεωμετρικού σχεδιασμού, αλλά μπορεί να γίνει και νωρίτερα, εάν στο υπό μελέτη έργο μπορεί να γίνει δέσμευση της ζώνης διέλευσης (εύρος κατάληψης οδού) από το στάδιο προμελέτης. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

5. Έγκριση των μελετών 1-4- Μετά το πέρας των προαναφερθέντων μελετών ο Κύριος του έργου τις εγκρίνει εκδίδοντας σχετική εγκριτική απόφαση και δίνεται εντολή για τη συνέχιση της Φάσης IV. Σημειώνεται ότι για τις οριστικές μελέτες οδοποιίας του συστήματος των οδικών έργων μπορεί να ζητηθεί η επιστημονική βοήθεια της αρμόδιας Κεντρικής Υπηρεσίας (Διεύθυνση ΔΜΕΟ του ΥΠΕΧΩΔΕ). *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 0,5 έως 1,5 μήνες*



6. Εκπόνηση οριστικής μελέτης τεχνικών έργων- Η δραστηριότητα αυτή αφορά στην οριστική μελέτη μεγάλων τεχνικών έργων (γέφυρες ανοίγματος μεγαλύτερου των 6 μέτρων, σήραγγες και υψηλοί τοίχοι αντιστήριξης). *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 3 μήνες*

7. Έγκριση μελέτης 6- Έγκριση της οριστικής μελέτης τεχνικών έργων από τον Κύριο του έργου που γνωμοδοτεί και εκδίδει τη σχετική εγκριτική απόφαση. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 0,5 έως 1,5 μήνες*

8. Διαδικασίες απόκτησης ζώνης κατάληψης έργων (απαλλοτριώσεις)- Οι διαδικασίες απόκτησης ζώνης κατάληψης του Έργου (απαλλοτριώσεις) ακολουθούν την έγκριση του κτηματολογίου και είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα δραστηριότητα.

9. Διαδικασίες σύνταξης τευχών δημοπράτησης για την υλοποίηση των έργων- Η σύνταξη των Τευχών Δημοπράτησης του Έργου μπορεί να ακολουθεί την εκπόνηση των οριστικών μελετών, ώστε να είναι εφικτή η συνεχής επίβλεψη του Μελετητή από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, να εγκριθούν μαζί με την μελέτη και το Έργο να μπορεί να δημοπρατηθεί άμεσα. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 1 έως 2 μήνες*

#### *Φάση V: Κατασκευαστικός Σχεδιασμός Εφαρμογής του Έργου*

Η πέμπτη Φάση εκπόνησης μελετών έργων οδοποιίας, περιλαμβάνει τις εξής κύριες και υποστηρικτικές δραστηριότητες / μελέτες με αντίστοιχα στάδιά τους και διαδικασίες:

1. Εκπόνηση οριστικής μελέτης Η/Μ εγκαταστάσεων- Η παρούσα δραστηριότητα αφορά στην οριστική μελέτη των Η/Μ εγκαταστάσεων αναγκαίων για την κατασκευή της οδού. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

2. Εκπόνηση μελετών εγκαταστάσεων- Η παρούσα δραστηριότητα αφορά στις μελέτες εγκαταστάσεων της οδού, όπως οι σταθμοί διοδίων και οι ΣΕΑ. Επιπλέον, σε αυτή την κατηγορία έργων εντάσσονται και όλα τα ειδικά έργα που αφορούν κυρίως στην καλύτερη εξυπηρέτηση των χρηστών της οδού. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

3. Εκπόνηση μελέτης σήμανσης – ασφάλισης – φωτεινής σηματοδότησης- Η δραστηριότητα αυτή αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό στάδιο της οριστικής μελέτης της οδού και αφορά στην μελέτη της σήμανσης, ασφάλισης και φωτεινής σηματοδότησης, όπου αυτή κρίνεται απαραίτητη. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

4. Εκπόνηση μελέτης περιβαλλοντικής αποκατάστασης- Η συγκεκριμένη δραστηριότητα αφορά στην περιβαλλοντική αποκατάσταση της περιοχής του Έργου (στο ευρύτερο και στο μικροτοπίο της περιοχής), η οποία περιλαμβάνει εργασίες, όπως η φύτευση της περιοχής, η άρδευση και η προστασία από επικίνδυνα απόβλητα. Σημειώνεται ότι η μελέτη περιβαλλοντικής αποκατάστασης εκπονείται εφόσον αυτή απαιτείται από τη σημαντικότητα του Έργου και σύμφωνα με την προκήρυξη. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

5. Εκπόνηση μελέτης των φάσεων κατασκευής και αποκατάστασης των υφιστάμενων λειτουργιών- Η δραστηριότητα αυτή αποτελεί τη μελέτη των διαφόρων φάσεων που θα υλοποιηθεί το υπό μελέτη έργο, καθώς και των υφιστάμενων λειτουργιών. Η συγκεκριμένη μελέτη περιλαμβάνει και την εξέταση των προσβάσεων των παρόδιων. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

6. Εκπόνηση μελετών εφαρμογής- Η δραστηριότητα αυτή αφορά στις πάσης φύσεως μελέτες εφαρμογής, όπως προβλέπονται από την ισχύουσα Νομοθεσία. Κατά κανόνα συντάσσονται από τον Ανάδοχο του έργου, καθότι δεν επηρεάζουν το οικονομικό αντικείμενο της Εργολαβίας (εκτός εάν διαφοροποιηθούν οι συνθήκες του Έργου), ωστόσο είναι δυνατό να συνταχθούν και από τον Μελετητή. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 2 έως 4 μήνες*

7. Έγκριση μελετών Φάσης V- Μετά το πέρας των προαναφερθέντων μελετών της Φάσης V, ο Κύριος του Έργου (Εργοδότης) εγκρίνει τα εξής: οριστική μελέτη Η/Μ εγκαταστάσεων μελέτες εγκαταστάσεων, μελέτη σήμανσης – ασφάλισης – φωτεινής σηματοδότησης, μελέτη περιβαλλοντικής αποκατάστασης, μελέτη των φάσεων κατασκευής και αποκατάστασης των υφιστάμενων λειτουργιών, μελέτες εφαρμογής. *Εκτιμώμενη διάρκεια δραστηριότητας: 0,5 έως 2 μήνες*

## **Συμβατικό στάδιο**

Στο συμβατικό στάδιο εκτέλεσης ενός τεχνικού έργου που αφορά στην κατασκευή κυρίως του έργου σημαντικό ρόλο παίζουν:

### Συμβατικά τεύχη

Τα τεχνικά συμβατικά τεύχη είναι σχέδια και κείμενα που δίνουν εικόνα του έργου που πρόκειται να κατασκευαστεί και των υποχρεώσεων που αναλαμβάνει ο ανάδοχος με τη σύμβαση (τεχνική περιγραφή, συγγραφές υποχρεώσεων κ.λπ.). Είναι εκείνα που μαζί με τη διακήρυξη της δημοπρασίας αποτελούν τη βάση της εργολαβικής σύμβασης. Ο προϋπολογισμός της υπηρεσίας αποτελεί ένδειξη του κόστους του έργου και ανώτατο όριο προσφοράς. Στις τιμές του προϋπολογισμού και του τιμολογίου τόσο της υπηρεσίας όσο και της προσφοράς περιλαμβάνεται κάθε σχετική δαπάνη, καθώς και τα γενικά έξοδα και όφελος της εργοληπτικής επιχείρησης. Ο προϋπολογισμός της υπηρεσίας όταν είναι αναλυτικός ομαδοποιεί τις ομοειδείς εργασίες με ένδειξη του αθροίσματος της δαπάνης κάθε ομάδας. Αν δεν υπάρχει τέτοια ομαδοποίηση νοείται ότι το σύνολο των εργασιών είναι μία ομάδα. Σε έργα που η προμέτρηση των εργασιών είναι δύσκολη ή αδύνατη, όπως σε περιπτώσεις έργων συντήρησης, μπορεί ο προϋπολογισμός να μην περιλαμβάνει ποσότητες των επιμέρους εργασιών αλλά μόνο την κατ' εκτίμηση δαπάνη του συνόλου κάθε ομάδας ομοειδών εργασιών και το γενικό σύνολο. Οι προσφορές των διαγωνιζομένων ανάλογα με το σύστημα υποβολής προσφοράς συντάσσονται είτε σε έντυπα της υπηρεσίας είτε βάσει υποδειγμάτων της υπηρεσίας, όπως ορίζεται στη διακήρυξη.

### Χρονοδιάγραμμα κατασκευής

Σε κάθε σύμβαση κατασκευής έργου ορίζεται προθεσμία για την περάτωση στο σύνολό του και κατά τμήματα. Μέσα σε προθεσμία δεκαπέντε (15) ημερών από την υπογραφή της σύμβασης ο ανάδοχος με βάση την ολική και τις τμηματικές προθεσμίες συντάσσει και υποβάλλει στην διευθύνουσα υπηρεσία χρονοδιάγραμμα κατασκευής έργου. Η διευθύνουσα υπηρεσία εγκρίνει μέσα σε δέκα (10) ημέρες το χρονοδιάγραμμα και μπορεί να τροποποιήσει τις προτάσεις του αναδόχου σχετικά με σειρά και τη διάρκεια κατασκευής των έργων, ανάλογα με τις δυνατότητες χρονικής κλιμάκωσης των πιστώσεων, μέσα στα όρια των συμβατικών προθεσμιών. Το εγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα αποτελεί συμβατικό στοιχείο του έργου. Αν η έγκριση δεν γίνει μέσα στην πιο πάνω προθεσμία, ή αν μέσα στην προθεσμία αυτή δεν ζητήσει γραπτά η διευθύνουσα υπηρεσία διευκρινήσεις ή αναμορφώσεις ή συμπληρώσεις, το χρονοδιάγραμμα θεωρείται ότι έχει εγκριθεί. Αναπροσαρμογές του χρονοδιαγράμματος εγκρίνονται όταν μεταβληθούν οι προθεσμίες, το αντικείμενο ή οι ποσότητες των εργασιών. Η

έναρξη των εργασιών του έργου από μέρους του αναδόχου δεν μπορεί να καθυστερήσει πέρα των τριάντα (30) ημερών από την υπογραφή της σύμβασης. Η μη τήρηση των ανωτέρω προθεσμιών με υπαιτιότητα του αναδόχου συνεπάγεται την επιβολή των διοικητικών και παρεπόμενων χρηματικών κυρώσεων, αποτελεί λόγω έκπτωσης του αναδόχου και για τα αρμόδια όργανα του φορέα κατασκευής αποτελεί πειθαρχικό αδίκημα.

#### Ημερολόγιο του έργου

Για κάθε εργολαβία, με μέριμνα του αναδόχου τηρείται ημερολόγιο σε βιβλιοδετημένα διπλότυπα αριθμημένα φύλλα. Το ημερολόγιο συμπληρώνεται καθημερινά και αναγράφονται σε αυτό με συνοπτικό τρόπο, στοιχεία για τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν, αριθμητικά στοιχεία για το απασχολούμενο προσωπικό κατά κατηγορίες, τα χρησιμοποιούμενα μηχανήματα, τα προσκομιζόμενα υλικά, τις εκτελούμενες εργασίες, τις εργαστηριακές εξετάσεις, τις εντολές και παρατηρήσεις των οργάνων επίβλεψης, τυχόν έκτακτα περιστατικά και κάθε άλλο σημαντικό για το έργο πληροφοριακό στοιχείο.

#### Προθεσμίες

Κάθε σύμβαση εκτός από την προθεσμία για την περάτωση του συνολικού έργου (συνολική προθεσμία), περιλαμβάνει και προθεσμίες για την ολοκλήρωση συγκεκριμένων τμημάτων αυτού (τμηματικές προθεσμίες). Σε περιπτώσεις μικρών έργων ή έργων που δεν επιδέχονται από την φύση τους προσδιορισμό τμημάτων ή χαρακτηριστικών επιμέρους δραστηριοτήτων μπορεί η σύμβαση να μην προβλέπει τμηματικές προθεσμίες. Η παράταση της συνολικής ή των τμηματικών προθεσμιών εγκρίνεται είτε: Με αναθεώρηση, όταν η καθυστέρηση του συνόλου των εργασιών του έργου ή του αντίστοιχου τμήματος δεν οφείλεται σε αποκλειστική υπαιτιότητα του αναδόχου, είτε χωρίς αναθεώρηση, όταν η παράταση κρίνεται σκόπιμη για το συμφέρον του έργου, έστω και αν η καθυστέρηση του συνόλου ή μέρους των υπολειπόμενων εργασιών οφείλεται σε αποκλειστική υπαιτιότητα του αναδόχου. Η έγκριση των παρατάσεων προθεσμιών γίνεται από την προϊσταμένη αρχή, ύστερα από αίτηση του αναδόχου. Παράταση μπορεί να εγκριθεί και χωρίς αίτηση του αναδόχου, αν αυτή δεν υπερβαίνει την οριακή προθεσμία.

#### Ποινικές ρήτρες

Με τη σύμβαση ορίζονται οι ποινικές ρήτρες, οι οποίες καταπίπτουν υπέρ του κυρίου του έργου σε περίπτωση που ο ανάδοχος υπερβεί, με υπαιτιότητα του την συνολική και τις τυχόν τεθείσες τμηματικές προθεσμίες κατασκευής του έργου. Οι ποινικές ρήτρες καταπίπτουν με αιτιολογημένη απόφαση της διευθύνουσας υπηρεσίας και παρακρατούνται από τον αμέσως επόμενο λογαριασμό του έργου. Η κατάπτωση των ποινικών ρητρών για υπέρβαση της

συνολικής και των αποκλειστικών τμηματικών προθεσμιών δεν ανακαλείται. Οι ποινικές ρήτρες για υπέρβαση των ενδεικτικών τμηματικών προθεσμιών ανακαλούνται υποχρεωτικά, αν το έργο περατωθεί μέσα στην συνολική προθεσμία και τις εγκεκριμένες παρατάσεις της.

Η ποινική ρήτρα που επιβάλλεται στον ανάδοχο για κάθε μέρα υπέρβασης της συνολικής προθεσμίας ορίζεται 15% της μέσης ημερήσιας αξίας του έργου και επιβάλλεται για αριθμό ίσο με το 20% της προβλεπόμενης από την σύμβαση αρχικής συνολικής προθεσμίας. Για τις επόμενες ημέρες μέχρι ακόμα 15% της αρχικής συνολικής προθεσμίας, η ποινική ρήτρα για κάθε ημέρα ορίζεται σε 20% της μέσης ημερήσιας αξίας του έργου. Ως μέση ημερήσια αξία νοείται το πηλίκο του συνολικού χρηματικού ποσού της σύμβασης, μαζί με το ποσό των τυχόν συμπληρωματικών συμβάσεων και χωρίς την αναθεώρηση και τον φόρο προστιθέμενης αξίας (Φ.Π.Α.), προς την συνολική προθεσμία του έργου.

### Επιμετρήσεις

Κατά την διάρκεια κατασκευής του έργου λαμβάνονται όλα τα αναγκαία στοιχεία για την επιμέτρηση των ποσοτήτων των εκτελούμενων εργασιών. Τα επιμετρητικά στοιχεία λαμβάνονται από κοινού από τον επιβλέποντα και τον εκπρόσωπο του αναδόχου, καταχωρούνται σε επιμετρητικά φύλλα εις διπλούν, που υπογράφονται από τα δύο μέρη και το καθένα παίρνει ένα αντίγραφο. Στο τέλος κάθε μήνα ο ανάδοχος συντάσσει επιμετρήσεις κατά διακριτά μέρη του έργου για τις εργασίες που εκτελέστηκαν τον προηγούμενο μήνα. Η επιμέτρηση περιλαμβάνει για κάθε εργασία συνοπτική περιγραφή της με ένδειξη του αντίστοιχου άρθρου του τιμολογίου ή των πρωτοκόλλων κανονισμού τιμών μονάδας νέων εργασιών, που εκτελέστηκαν και τα αναγκαία γ' αυτό επιμετρητικά σχέδια και διαγράμματα, με βάση τα στοιχεία απευθείας καταμέτρησης των εργασιών ή των πρωτοκόλλων της επόμενης παραγράφου. Οι επιμετρήσεις, συνοδευόμενες από τα αναγκαία επιμετρητικά σχέδια, υποβάλλονται από τον ανάδοχο στη διευθύνουσα υπηρεσία για έλεγχο, αφού υπογραφούν από αυτόν με την ένδειξη «όπως συντάχθηκαν από τον ανάδοχο» και το αργότερο είκοσι (20) ημέρες μετά το τέλος κάθε ημερολογιακού τριμήνου. Συντάσσονται με μέριμνα και δαπάνη του αναδόχου και υπόκεινται στον έλεγχο της διευθύνουσας υπηρεσίας. Μέσα σε τρεις (3) μήνες οφείλει η διευθύνουσα υπηρεσία να προβεί στον έλεγχο και στην τυχόν διόρθωση των υπολογισμών, αν χρειάζεται. Αν υπάρχουν ελλείψεις, η διευθύνουσα υπηρεσία επιστρέφει τις επιμετρήσεις στον ανάδοχο εντός τρίμηνης προθεσμίας και τον καλεί για την διόρθωση των ελλείψεων. Σε περίπτωση που η υπηρεσία δεν λειτουργήσει εντός του ως άνω χρονικού πλαισίου, ήτοι του τριμήνου, οι επιμετρήσεις εγκρίνονται αυτοδικαίως και

δεν είναι δυνατή η εκ των υστέρων τροποποίηση του περιεχομένου αυτών, ούτε κατά τον έλεγχο της τελικής επιμέτρησης, ούτε κατά την προσωρινή ή οριστική παραλαβή του έργου.

#### Λογαριασμοί – Πιστοποιήσεις

Η πληρωμή στον ανάδοχο του εργολαβικού ανταλλάγματος γίνεται τμηματικά, με βάση τις πιστοποιήσεις των εργασιών που έχουν εκτελεσθεί μέσα στα όρια του χρονοδιαγράμματος εργασιών. Αν από τον ανάδοχο κατασκευασθούν εργασίες πέρα από τις προβλεπόμενες στο χρονοδιάγραμμα, ο κύριος του έργου έχει το δικαίωμα να αναβάλει την πληρωμή των επιπλέον εργασιών, ώστε να συμπίσει με τα προβλεπόμενα στο χρονοδιάγραμμα. Αν δεν προβλέπεται διαφορετικά στη σύμβαση, ημιτελείς εργασίες μπορούν να περιληφθούν στον λογαριασμό με έγκριση της υπηρεσίας, αν η φύση τους είναι τέτοια που τυχόν διακοπή του έργου δεν θα κατέστρεφε την ημιτελή εργασία. Στο λογαριασμό, μπορεί να περιληφθούν και τα υλικά που εισκομίσθηκαν με έγκριση της υπηρεσίας στα εργοτάξια ή σε αποθήκες που δηλώθηκαν και εγκρίθηκαν. Οι ποσότητες δεν μπορούν να υπερβαίνουν αυτές που απαιτούνται για την εκτέλεση των προσεχώς εργασιών του εγκεκριμένου προγράμματος, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στη σύμβαση. Στους λογαριασμούς περιλαμβάνονται επίσης η αναθεώρηση τιμών, οι αποζημιώσεις κάθε είδους που έχουν εγκριθεί, αντίτιμο απολογιστικών διαδικασιών που εκτελέσθηκαν μέσω της εργολαβίας και κάθε άλλη εγκεκριμένη δαπάνη που καταβάλλεται στον ανάδοχο. Οι λογαριασμοί συντάσσονται πάντοτε ανακεφαλαιωτικοί και υποβάλλονται στη διευθύνουσα υπηρεσία που τους ελέγχει και τους διορθώνει, αν είναι ανάγκη, μέσα σε ένα (1) μήνα και η όποια μετά την έγκρισή τους οφείλει να τους πληρώσει εντός ενός ετέρου μηνός. Σε περίπτωση που η πρώτη μηνιαία προθεσμία παρέρθει άπρακτη, τεκμαίρεται η σχετική έγκριση και ο λογαριασμός θεωρείται αυτοδικαίως εγκεκριμένος. Εφόσον η υπηρεσία δεν προβεί στην καταβολή του εργολαβικού ανταλλάγματος που πιστοποιείται με τον συγκεκριμένο λογαριασμό, αυτή καθίσταται υπερήμερη και οφείλει και τόκους υπερημερίας.

#### Αναθεώρηση τιμών

Οι συμβατικές τιμές κάθε σύμβασης δημοσίου έργου αναθεωρούνται ενιαία για όλη την χώρα κατά ημερολογιακό τρίμηνο (αναθεωρητική περίοδος) και με βάση τα στοιχεία και δεδομένα της εικοστής ημέρας του πρώτου μήνα της περιόδου αυτής. Σε όλη τη διάρκεια της κάθε αναθεωρητικής περιόδου οι αναθεωρημένες συμβατικές τιμές παραμένουν σταθερές. Η αναθεώρηση υπολογίζεται για τις εργασίες που πραγματικά εκτελέστηκαν μέσα στο προβλεπόμενο χρονοδιάγραμμα. Εργασίες που, για οποιονδήποτε λόγο, εκτελέστηκαν σε αναθεωρητική περίοδο μεταγενέστερη της προβλεπόμενης από το χρονοδιάγραμμα,

θεωρούνται για τον υπολογισμό της αναθεώρησης ότι εκτελέστηκαν στην αναθεωρητική περίοδο κατά την οποία έπρεπε να εκτελεστούν. Για τις εργασίες που εκτελέστηκαν πριν από την προβλεπόμενη από το χρονοδιάγραμμα αναθεωρητική περίοδο, η αναθεώρηση υπολογίζεται με βάση το χρόνο της πραγματικής εκτέλεσής τους. Για τις εργασίες που εκτελέστηκαν μετά την πάροδο της αρχικής συμβατικής προθεσμίας, η αναθεώρηση υπολογίζεται με βάση τους συντελεστές που ίσχυαν κατά την τελευταία αναθεωρητική περίοδο του αρχικού χρονοδιαγράμματος κατασκευής του έργου, εφόσον η καθυστέρηση οφείλεται σε υπαιτιότητα του αναδόχου.

#### Πρόγραμμα ποιότητας έργου

Το πρόγραμμα ποιότητας έργου (Π.Π.Ε.) ενσωματώνει και κωδικοποιεί όλες τις απαιτήσεις των συμβατικών τευχών, περιγράφει τις φάσεις ανάπτυξης του έργου και τις αντίστοιχες δραστηριότητες, περιλαμβάνει το χρονοδιάγραμμα του έργου, καθορίζει τον τρόπο οργάνωσης και διοίκησης του έργου και τον τρόπο και τις λεπτομέρειες συγκέντρωσης και αρχειοθέτησης των στοιχείων κατά την κατασκευή, ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις ιχνηλασιμότητας. Το Π.Π.Ε. αποτελεί το εσωτερικό κανονιστικό έγγραφο του έργου και παρέχει όλα τα εργαλεία παρακολούθησης του έργου, συγκέντρωσης των στοιχείων, τεκμηρίωσης των εργασιών που έχουν εκτελεστεί και αρχειοθέτησης τους.

#### Έκπτωση αναδόχου

Αν ο ανάδοχος δεν εκπληρώνει τις συμβατικές του υποχρεώσεις ή δεν συμμορφώνεται με τις γραπτές εντολές της υπηρεσίας, που είναι σύμφωνες με τη σύμβαση ή το νόμο, κηρύσσεται έκπτωτος από την εργολαβία. Η διαδικασία έκπτωσης κινείται υποχρεωτικά κατά του αναδόχου, αν συντρέχει μία από τις παρακάτω περιπτώσεις:

- ◆ Καθυστερήσει υπαίτια, πέραν του μηνός από της υπογραφής της συμβάσεως την έναρξη των εργασιών ή την υποβολή του αναλυτικού χρονοδιαγράμματος, σύμφωνα και με τα προβλεπόμενα στη σύμβαση.
- ◆ Υπερβεί με υπαιτιότητα του, για χρόνο περισσότερο του μηνός, τον προβλεπόμενο στη σύμβαση χρόνο για την ολοκλήρωση της εργοταξιακής του ανάπτυξης.
- ◆ Υπερβεί με υπαιτιότητα του, κατά δύο (2) τουλάχιστον μήνες, έστω και μία αποκλειστική προθεσμία του εγκεκριμένου χρονοδιαγράμματος.
- ◆ Οι εργασίες του είναι κατά σύστημα κακότεχνες ή τα υλικά που χρησιμοποιεί δεν ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές.



- ♦ Παρεκκλίνει επανειλημμένα από τα εγκεκριμένα σχέδια ή παραλείπει συστηματικά την τήρηση των κανόνων ασφαλείας των εργαζομένων ή προστασίας του περιβάλλοντος.

Αν υφίσταται λόγος έκπτωσης κοινοποιείται στον ανάδοχο ειδική πρόσκληση της διευθύνουσας υπηρεσίας που περιλαμβάνει συγκεκριμένη περιγραφή ενεργειών ή εργασιών που πρέπει να εκτελέσει ο ανάδοχος μέσα στην τασσόμενη προθεσμία. Η τασσόμενη προθεσμία πρέπει να είναι εύλογη, δηλαδή ανάλογη του χρόνου που απαιτείται κατά την κοινή αντίληψη για την εκτέλεση των εργασιών ή των ενεργειών. Δεν μπορεί να είναι μικρότερη από δέκα (10) ημέρες ούτε μεγαλύτερη από τριάντα (30). Αν κατά της απόφασης έκπτωσης δεν ασκηθεί εμπρόθεσμα ένσταση ή αν απορριφθεί η ένσταση από την αρμόδια προς τούτο προϊσταμένη αρχή, η έκπτωση καθίσταται οριστική.

#### Βεβαίωση περάτωσης εργασιών

Όταν λήξει η προθεσμία περάτωσης του συνόλου ή τμημάτων του έργου, ο επιβλέπων αναφέρει στη διευθύνουσα υπηρεσία, εντός δέκα (10) ημερών από την λήξη του εγκεκριμένου χρόνου περαίωσης, αν τα έργα έχουν περατωθεί και έχουν υποστεί ικανοποιητικά τις διαδικασίες που προβλέπονται στη σύμβαση ή αν τα έργα δεν έχουν περατωθεί, οπότε αναφέρει συγκεκριμένα τις εργασίες που απομένουν για εκτέλεση. Αν οι εργασίες έχουν περατωθεί, ο προϊστάμενος της διευθύνουσας υπηρεσίας, εντός δέκα (10) ημερών από την παραλαβή της ως άνω αναφοράς, εκδίδει βεβαίωση για τον χρόνο περάτωσης των εργασιών (βεβαίωση περάτωσης εργασιών). Εάν η βεβαίωση δεν εκδοθεί μέσα στην πιο πάνω προθεσμία, τότε θεωρείται ότι έχει εκδοθεί αυτοδίκαια τριάντα (30) ημέρες μετά την υποβολή από τον ανάδοχο σχετικής έγγραφης όχλησης και επιβάλλονται στα υπαίτια όργανα του φορέα κατασκευής του έργου πειθαρχικές ποινές. Την έκδοση της βεβαίωσης μπορεί να ζητήσει ο ανάδοχος και πριν από την λήξη των προθεσμιών αν έχει περατώσει τα έργα.

#### Παραλαβή του έργου

##### Διοικητική παραλαβή για χρήση

Οποτεδήποτε και πριν από την προσωρινή παραλαβή, το έργο ή αυτοτελή του τμήματα που έχουν περατωθεί μπορεί να δοθούν σε χρήση, ύστερα από την διενέργεια σχετικής διοικητικής παραλαβής. Η διοικητική παραλαβή γίνεται με πρωτόκολλο μεταξύ του προϊσταμένου της διευθύνουσας υπηρεσίας, του επιβλέποντος και του αναδόχου. Η διοικητική παραλαβή για χρήση γίνεται αμέσως μετά την περάτωση των εργασιών του έργου ή αυτοτελών τμημάτων του, αν αυτό προβλέπεται από τα συμβατικά τεύχη. Αν δεν υπάρχει τέτοια πρόβλεψη, μπορεί η διοικητική παραλαβή να γίνει ύστερα από απόφαση της διευθύνουσας υπηρεσίας. Αν από

την σύμβαση προβλέπεται η εκτέλεση των εργασιών παράλληλα προς τη χρήση του έργου, δεν απαιτείται η διενέργεια διοικητικής παραλαβής. Το ίδιο ισχύει αν η παράλληλη χρήση προκύπτει από την φύση των εργασιών. Η διοικητική παραλαβή για χρήση δεν αναπληρώνει τη διενέργεια της προσωρινής και οριστικής παραλαβής του έργου.

#### Προσωρινή παραλαβή

Μετά τη βεβαίωση περάτωσης των εργασιών το έργο παραλαμβάνεται προσωρινά. Με την προσωρινή παραλαβή ελέγχονται οι εργασίες ποσοτικά και ποιοτικά. Οι εργασίες συμπληρωματικών συμβάσεων παραλαμβάνονται μαζί με τις εργασίες της αρχικής σύμβασης.

Η προσωρινή παραλαβή διενεργείται μέσα σε έξη (6) μήνες από την βεβαιωμένη περάτωση του έργου, εφόσον υποβληθεί από τον ανάδοχο η τελική επιμέτρηση του έργου μέσα σε δύο (2) μήνες από την πιο πάνω περάτωση. Για την διενέργεια της προσωρινής παραλαβής η προϊσταμένη αρχή ορίζει την επιτροπή παραλαβής, αφού προηγουμένως η διευθύνουσα υπηρεσία της ανακοινώσει την περάτωση των εργασιών και την σύνταξη της τελικής επιμέτρησης. Στην παραλαβή καλείται να παραστεί ο ανάδοχος.

#### Οριστική παραλαβή

Η οριστική παραλαβή γίνεται μετά την προσωρινή και την πάροδο του χρόνου υποχρεωτικής από τον ανάδοχο συντήρησης. Πρέπει να διενεργηθεί μέσα σε δύο (2) μήνες από τότε που λήγει ο χρόνος εγγύησης. Αν η οριστική παραλαβή δεν διενεργηθεί μέσα σε αυτήν την προθεσμία, θεωρείται ότι έχει συντελεστεί αυτοδίκαια εξήντα ημέρες μετά την υποβολή από τον ανάδοχο σχετικής όχλησης για τη διενέργεια της και επιβάλλονται στα υπαίτια όργανα του φορέα κατασκευής του έργου πειθαρχικές ποινές. Αν η προσωρινή παραλαβή δεν έχει διενεργηθεί μέχρι την οριστική παραλαβή, διενεργείται ταυτόχρονα προσωρινή και οριστική παραλαβή.

Κατά την οριστική παραλαβή ελέγχεται πάλι η καλή κατάσταση των εργασιών. Μετά την οριστική παραλαβή του έργου ο ανάδοχος ευθύνεται κατά τις διατάξεις του Αστικού Κώδικα. Σε περιπτώσεις ειδικών έργων, με τα συμβατικά τεύχη μπορεί να ορίζονται πρόσθετες ευθύνες

Η υποχρεώσεις του αναδόχου και μετά την οριστική παραλαβή. Η συντέλεση της οριστικής παραλαβής αποτελεί την αφετηρία της παραγραφής των απαιτήσεων του αναδόχου από την εργολαβική σύμβαση. Αν η παραλαβή συντελεστεί αυτοδίκαια και διαπιστωθούν εκ των υστέρων διαφορές στις ποσότητες των εργασιών που εκτελέστηκαν, ο ανάδοχος έχει υποχρέωση να επιστρέψει το εργολαβικό αντάλλαγμα που τυχόν έχει καταβληθεί για τις εργασίες αυτές.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β 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

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

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)

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

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Πολύζος Σ. (2018), Διοίκηση και Διαχείριση των Έργων, Εκδόσεις Κριτική
- Mayor Harvey (2005) Διαχείριση Έργων , , Κλειδάριθμος
- Δημητριάδης Α. (1999) Διοίκηση – Διαχείριση Έργου, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα
- Διαχείριση έργου, τεχνικές σχεδιασμού και ελέγχου, , Εκδόσεις Κριτική, 2002

- Rory Burke(2002) Διεύθυνση Κατασκευών Τεχνικών Έργων, Καστρινάκης Α, Παπασωτηρίου 2002.
- Verzuh E.(2002) Εισαγωγή στη Διαχείριση έργων, Εκδόσεις Κλειδάριθμος
- Saeed Rokooei (2015) "Building Information Modeling in Project Management"
- Rim Lahdou , David Zetterman (2011 Master Thesis) "BIM for project management"
- Kreider, Ralph G. and Messner, John I. (2013). "The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses". Version 0.9, September, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. <http://bim.psu.edu>.
- Shekar Jadhav (2016) ,"Application of BIM in Construction Projects- A critical review"
- Atul Porwal, Kasun N. Hewage. (2013) "Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects", University Way, Kelowna, BC, Canada, Automation in Construction, pp.204-214
- J.P. Zhang, Z.Z. Hu. (2011) "BIM- and 4D-based integrated solution of analysis and management for conflicts and structural safety problems during construction: 1. Principles and methodologies", Tsinghua University, China, Automation in Construction, pp. 155-166
- Mohamed Marzouk, Mohamed Hisham, Sabri Ismail, Mohamed Youssef, Omar Seif.
- "On the use of Building Information Modelling in infrastructure bridges"
- Stylianos Zantanidis, George Tsiotras. (2010) "Total quality management" Thessaloniki, Greece
- Ning Gu, Kerry London. (2010) "Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry", Australia, Automation in Construction, pp.988-999
- Kristen Barlish, Kenneth Sullivan. (2012) "How to measure the benefits of BIM — A case study approach", Arizona State University, United States, Automation in Construction, pp.149-159
- U.S. General Services Administration, Public Buildings Service. (2007) "GSA BIM Guide overview", U.S.A
- Adam Strafaci. (2008) "What does BIM mean for civil engineers?", CE News
- Martí Broquetas. (2010) "Using BIM as a project management tool", Master Thesis, HFT Stuttgart

Ηλεκτρονική:

- <https://www.autodesk.com/solutions/bim>
- <https://blog.capterra.com/the-top-6-free-bim-software-tools/>
- [http://www.nomoskopio.gr/pd\\_283\\_89\\_21.php?toc=0&printWindow&](http://www.nomoskopio.gr/pd_283_89_21.php?toc=0&printWindow&)
- <http://www.opengov.gr/ypoiar/?p=5621>
- <https://blog.capterra.com/3-amazing-structures-that-show-what-bim-can-do/>
- <https://www.autodesk.com/solutions/bim/hub/aec-excellence-2018/infrastructure/medium>
- <https://www.tmr.qld.gov.au/Projects/Name/I/lpswich-Motorway-Upgrade-Rocklea-to-Darra-Stage-1-Granard-Road-to-Oxley-Road>
- <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>
- [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/BIM\\_level\\_2](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/BIM_level_2)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_information\\_modeling](https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling)
- <http://www.cadlab.gr/el/component/k2/item/74-bim001.html>
- [http://civilmsc.teipir.gr/wp-content/uploads/2017/05/BIM\\_vs\\_CAD.pdf](http://civilmsc.teipir.gr/wp-content/uploads/2017/05/BIM_vs_CAD.pdf)
- <http://www.highwaymaps.eu/great-britain/m25-highway>
- <https://www.autodesk.com/solutions/bim/hub/bim-paves-way-m25>
- [https://www.b2green.gr/el/post/483/building-information-modeling-\(bim\)-orismos-ta-ofeli-kai-oi-efarmoges](https://www.b2green.gr/el/post/483/building-information-modeling-(bim)-orismos-ta-ofeli-kai-oi-efarmoges)
- <https://www.linkedin.com/pulse/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-bim-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B3%CE%B9%CE%B1%CF%84%CE%AF-%CF%84%CE%BF-%CF%87%CF%81%CE%B5%CE%B9%CE%AC%CE%B6%CE%B5%CF%83%CF%84%CE%B5-kostas-katsaras>
- <https://financesonline.com/building-information-modeling/#autodesk>
- <https://financesonline.com/building-information-modeling/#navisworks>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/M25\\_motorway](https://en.wikipedia.org/wiki/M25_motorway)