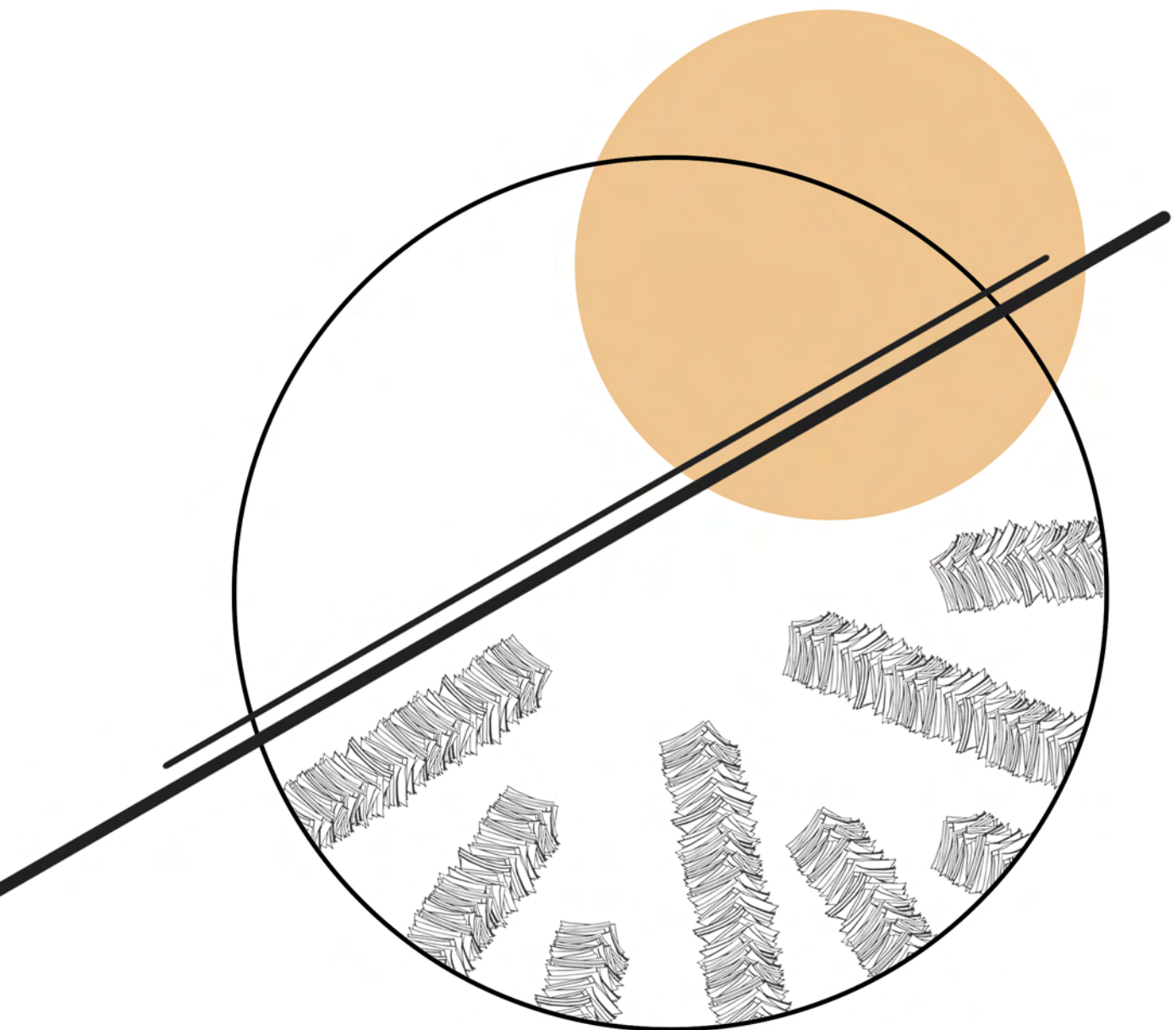


Building Information Modelling

και
Διαχείριση Κτιριακού Αποθέματος



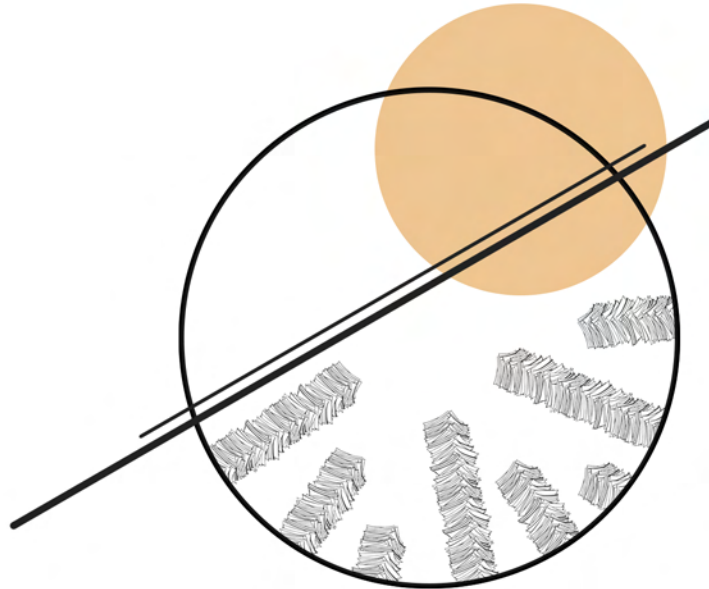
Εκπόνηση : Στέφανος Αδαμάκης
Επίβλεψη : Παντολέων Σκάγιαννης, Καθηγητής ΤΜΧΠΠΑ, ΠΘ

ΔΠΜΣ ΝΕΚΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Βόλος, 2019

Building Information Modelling

και
Διαχείριση Κτιριακού Αποθέματος



Εκπόνηση :
Στέφανος Αδαμάκης

Επίβλεψη :
Παντολέων Σκάγιαννης, Καθηγητής ΤΜΧΠΠΑ, ΠΘ

Εξεταστική Επιτροπή :
Μέλος 1 : Αριστείδης Σαπουνάκης
Μέλος 2 : Γεώργιος Σταμπουλής



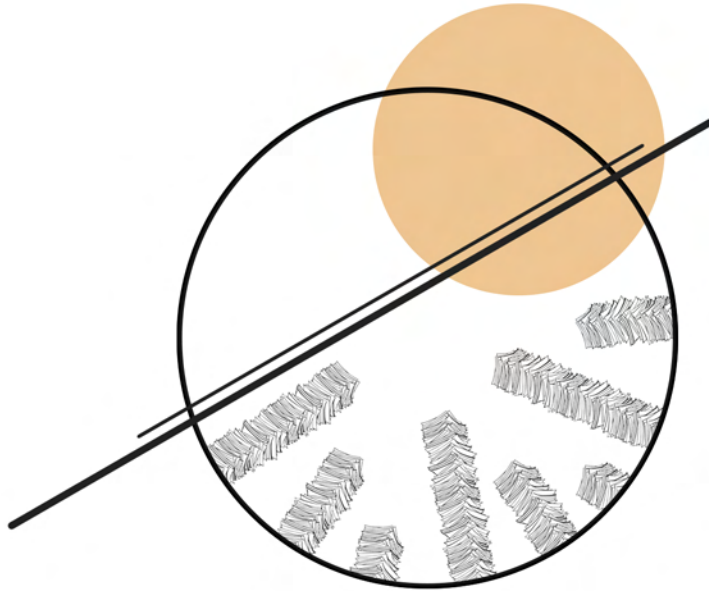
ΔΠΜΣ ΝΕΚΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Βόλος, 2019

Building Information Modelling

και

Διαχείριση Κτιριακού Αποθέματος



Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας, αντιπροσωπεύει τις προσωπικές απόψεις του συγγραφέα. Δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται πλήρως στις βιβλιογραφικές αναφορές.

ΔΠΜΣ ΝΕΚΑ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Βόλος, 2019

“Group Therapy είναι αυτό, δεν είναι διπλωματική”

Απόσπασμα συνέντευξης.

“Τι μας φέρατε φάκελο για αυτό; Πρώτη φορά συμβαίνει! Όλοι έτσι τις κάνουν τις αλλαγές - Υπάλληλος Εφ Ν Μν”

Απόσπασμα συνέντευξης

“Στην Ελλάδα δεν υπάρχει ανάγκη για το επάγγελμα του αρχιτέκτονα. Υπάρχει ανάγκη για μηχανικούς, νομικούς, δημοσιοσχετίστες, πρόθυμους να απογραφουν οτιδήποτε (sic), σχεδιαστές.”

Απόσπασμα συνέντευξης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις περισσότερες χώρες διεθνώς η τεχνολογία BIM (Building Information Modelling) έχει αντικαταστήσει τις προηγούμενες τεχνικές σχεδιασμού, με πολλαπλά οφέλη για τους ιδιώτες, τους επαγγελματίες του χώρου των κατασκευών αλλά και το δημόσιο τομέα.

Η παρούσα διπλωματική έχει τριμερή κατεύθυνση. Πρώτον την αναγνώριση της υπάρχουσας κατάστασης στη Ελλάδα, όπου τόσο ο ιδιωτικός όσο και ο δημόσιος τομέας δεν έχουν ακόμη υιοθετήσει την τεχνολογία BIM και λειτουργούν με όρους CAD. Δεύτερον την ανάλυση των Πληροφοριακών Μοντέλων και τους λόγους για του οποίους έχουν καταστεί υποχρεωτικά διεθνώς. Τρίτον τη θεμελίωση του θεωρητικού υποβάθρου των στοιχείων που είναι αναγκαία και ικανά να στοιχειοθετήσουν μία χρήσιμη μία χρήσιμη και εξελίξιμη βάση δεδομένων των κτιρίων και τη δημιουργία μίας νέας ενιαίας ψηφιακής πλατφόρμας η οποία σκοπό θα έχει να αμβλύνει το χάσμα μεταξύ ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, θα ενοποιεί διοικητικές λειτουργίες που μέχρι σήμερα παραμένουν διάσπαρτες και θα εγγυάται την αντικειμενική και έγκαιρη διεκπεραίωση πολεοδομικών και κατασκευαστικών διαδικασιών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Πληροφοριακό Μοντέλο Κατασκευής, Διαλειτουργικότητα, Κτιριακό Απόθεμα, Βάση Δεδομένων Κατασκευής

ABSTRACT

Building Information Modelling (BIM) is an innovative technology for creating and managing information and data for buildings that has globally replaced CAD as a design tool and process. The subject of this research is tripartite. First is the identification of the current practices of design and building documentation used in Greece. Second follows the exploration of the BIM components, the benefits of its use and the difficulties in their implementation. Third goes the substantiation of the theoretical framework of processes and components that constitute management and control of the building stock in the urban environment and the exploration of the feasibility of creating a single multifunctional digital platform mitigating the gap between private and public sector, consolidating administrative functions and processes.

Key Words

BIM, Interdisciplinarity, Interoperability, Building Stock, Construction Database

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**Περιεχόμενα**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΟΡΩΝ / ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ	8
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	11
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	12
ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	13
1 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	15
1.1 ΧΡΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ CAD.....	15
1.2 ΑΡΧΙΚΕΣ ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ ΦΟΡΕΩΝ	18
1.2.1 ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΟΜΗΣΗΣ - ΑΔΕΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ	18
1.2.2 ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	18
1.2.3 ΣΥΝΤΑΞΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	19
1.2.4 ΣΥΝΤΑΞΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	20
1.2.5 ΣΥΝΤΑΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	20
1.3 ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΦΟΡΕΙΣ	22
1.3.1 ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ (ΠΡΩΗΝ ΕΠΑΕ).....	23
1.3.2 ΣΥΜΒΟΥΛΙΑ ΝΕΩΤΕΡΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ.....	24
1.3.3 ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ (ΥΔΟΜ)	25
1.4 ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΑΔΕΙΩΝ.....	26
1.5 ΑΣΥΝΕΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΡΓΑ.....	28
1.5.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ-ΔΗΜΟΠΡΑΤΗΣΗ –ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	28
1.5.2 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ.....	30
1.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	33
2 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ BIM.....	35
2.1 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ BIM.....	35
2.2 ΟΡΓΑΝΩΣΗ, ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ BIM.....	37
2.3 ΕΠΙΠΕΔΑ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ BIM.....	37
2.3.1 ΕΠΙΠΕΔΟ 1 – 1D (ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ)	38

2.3.2 ΕΠΙΠΕΔΟ 2 – 2D (ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ)	38
2.3.3 ΕΠΙΠΕΔΟ 3 – 3D (ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ).....	38
2.3.4 ΕΠΙΠΕΔΟ 4 – 4D (ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ).....	39
2.3.5 ΕΠΙΠΕΔΟ 5 – 5D (ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ).....	40
2.3.6 ΕΠΙΠΕΔΟ 6 – 6D (ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΈΡΓΟΥ)	40
2.3.7 ΕΠΙΠΕΔΟ 7 – 7D (ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ).....	42
2.4 ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (LEVELS OF DEVELOPMENT).....	42
2.4.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	43
2.5 ΕΠΙΠΕΔΑ ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ (BIM Levels of Maturity).....	45
2.5.1 ΕΠΙΠΕΔΟ 0.....	45
2.5.2 ΕΠΙΠΕΔΟ 1.....	45
2.5.3 ΕΠΙΠΕΔΟ 2.....	46
2.5.4 ΕΠΙΠΕΔΟ 3.....	47
2.7 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ BIM.....	49
2.7.1 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ	49
2.7.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΒΑΣΙΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ	49
2.7.3 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	50
2.7.4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ.....	51
2.7.5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	51
2.7.6 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΩΝ.....	52
2.7.7 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΈΡΓΟΥ	53
2.7.8 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΈΡΓΟΥ.....	53
2.7.9 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ.....	54
3 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΕΦΑΡΜΟΓΗ BIM ΣΤΟ ΔΗΜΟΣΙΟ ΤΟΜΕΑ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ	55
3.1 ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ	55
3.2 ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ BIM.....	57
3.3 ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	58
3.3.1 ΗΠΑ.....	58
3.3.2 ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ.....	58
3.3.3 ΣΚΑΝΔΙΝΑΒΙΑ.....	59
3.3.4 ΣΙΓΚΑΠΟΥΡΗ.....	60
3.4 ΜΕΡΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ.....	60
4 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ BIM	61
4.1 ΟΦΕΛΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ	61

4.2 ΟΦΕΛΗ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	62
4.3 ΟΦΕΛΗ ΕΓΚΑΙΡΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ	63
4.4 ΟΦΕΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ	64
4.5 ΟΦΕΛΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	65
5 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ BIM	66
5.1 ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ BIM	66
5.1.1 ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ BIM ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	66
5.1.2 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΙ ΡΟΛΟΙ, ΕΥΘΥΝΕΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΗ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ	67
5.1.3 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΑΠΟΨΕΙΣ	67
5.1.4 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΤΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΝΟΟΤΡΟΠΙΑΣ	67
5.1.5 ΕΛΛΕΙΨΗ ΖΗΤΗΣΗΣ	68
5.2 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ BIM	69
5.2.1 ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ	69
5.2.2 ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΓΝΩΣΕΙΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ BIM ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	69
5.2.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΙΑΙΟΥ ΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ BIM ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	70
5.2.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ (BUSINESS VALUE) ΤΩΝ BIM	70
5.2.5 ΑΠΑΙΤΗΣΗ BIM ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΜΗΘΕΙΩΝ / ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΙΔΙΩΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ	71
5.2.6 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΙΝΗΤΡΩΝ	71
5.2.7 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΩΝ ΡΟΛΩΝ/ΘΕΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	72
5.2.8 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ	72
6 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ BIM ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	73
6.1 ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΛΛΑΔΑΣ	73
6.2 ΣΤΑΔΙΑ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟΣΙΟ ΤΟΜΕΑ	75
6.3 Η ΧΡΗΣΗ BIM ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ	76
6.4 ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ	79
6.4.1 ΓΙΑ ΤΟ ΔΗΜΟΣΙΟ ΤΟΜΕΑ	79
6.4.2 ΓΙΑ ΤΟΝ ΙΔΙΩΤΗ	79
6.4.3 ΓΙΑ ΤΟΝ ΤΕΧΝΙΚΟ ΚΟΣΜΟ	80
6.5 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ BIM ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	81
7 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	85
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΩΝ	90

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 , Πηγή : www.boredpanda.com Τρόπος σχεδιασμού πριν τον υπολογιστή	15
Εικόνα 2 , Πηγή : www.boredpanda.com Τρόπος σχεδιασμού πριν τον υπολογιστή	16
Εικόνα 3 , Πηγή : www.jsengineering.org Λογισμικό σχεδίασης CAD	17
Εικόνα 4 , Πηγή : www.i.timg.com Σχέδια δημιουργημένα από πρόγραμμα CAD σε υπολογιστή	17
Εικόνα 5 , Πηγή : TEE , e-adeies Κεντρική σελίδα λογισμικού ηλεκτρονικών αδειών	27
Εικόνα 6 , Πηγή : www.cheeverconstruction.com Σχεδιασμός Δημοπράτηση Κατασκευή	29
Εικόνα 7 , Πηγή : Biblus Software Επίπεδα Διαστάσεων BIM	37
Εικόνα 8 , Πηγή : www.data.bim6d.es Επίπεδα Διαστάσεων BIM	41
Εικόνα 9 , Πηγή : www.hitechcaddservices.com Επίπεδα Ανάπτυξης BIM	44
Εικόνα 10 , Πηγή : blog.areo.io Επίπεδα Ωριμότητας BIM	46
Εικόνα 11 , Πηγή : Ίδια επεξεργασία Απλοποιημένο διάγραμμα λειτουργίας κεντρικής βάσης δεδομένων με χρήση BIM.....	78

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΟΡΩΝ / ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ

BIM - Building Informational Modelling

ΑΔ - Άδεια Δόμησης

ΥΔΟΜ - Υπηρεσία Δόμησης

ΤΥπΔ – Τεχνική Υπηρεσία Δήμου

ΣΑ – Συμβούλιο Αρχιτεκτονικής (πρώην ΕΠΑΕ)

Εφ Ν Μν - Εφορεία Νεώτερων Μνημείων

Εφ Αρχ - Εφορεία Αρχαιοτήτων

ΚΑ – Κτιριακό Απόθεμα

CAD - computer Aided Design

GIS - Geographic Information Systems

ΠΜΕ - Πληροφοριακό Μοντέλο Έργου (βλ ΠΟΚ και BIM)

ΔΕ - Διπλωματική Εργασία

ΑΜΚΕ - Αρχιτεκτονική Μηχανική Κατασκευαστική Επιχειρησιακή

ΑΕCO - Architecture Engineering Construction Operations (βλ ΑΜΚΕ)

MEP - Mechanical Electrical Plumbing

Κ τ. Ε – Κύριος του Έργου / Νομικό πρόσωπο για λογαριασμό του οποίου κατασκευάζεται το έργο (αρθ.1 παρ.7 Ν3669/2008)

IAI - International Alliance for Interoperability

LoD(ev) - Levels of Development

LoD(et) - Levels of Detail

LoM - Level of Maturity

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σκάγιανη, για τη βοήθεια και την καθοδήγηση του καθώς και τους υπόλοιπους διδάσκοντες του μεταπτυχιακού προγράμματος για την γνώσεις που μου μεταλαμπάδευσαν και την αμέριστη βοήθεια τους.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την υπομονή τους κατά τη διάρκεια της συγγραφής, καθώς και τους ανθρώπους που συμμετείχαν στις συνεντεύξεις και με εφοδίασαν με πληροφορίες και υλικό για την έρευνά μου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την πρώτη στιγμή της οργάνωσης των νομαδικών φυλών σε κοινωνίες υπήρξε η ανάγκη αναγνώρισης, καταγραφής και γενικότερα διαχείρισης του Κτιριακού αποθέματος τους. Είτε συνέβαινε για λόγους ιδιοκτησιακούς είτε για λόγους νομικούς είτε για λόγους ελέγχου ήταν σημαντικό αφενός η κρατική διοίκηση να γνωρίζει τα κτιριακά δεδομένα που ανήκαν στην δικαιοδοσία της και αφετέρου οι ιδιώτες, επαγγελματίες και μη να γνωρίζουν τα όρια των ιδιοκτησιών τους καθώς και τις δεσμεύσεις που είχαν αυτές. Με αυτό τον τρόπο αποφεύγονται τριβές μεταξύ των ιδιοκτητών, αντιδικίες εις βάρος τους λόγω έλλειψης καταγεγραμμένων ιδιοκτησιών αλλά και τυχόν παραβάσεις εις βάρος του κοινόχρηστου χώρου. Φυσικά έχουν περάσει χιλιετίες από την εποχή που 4 λίθοι στο έδαφος και μια πρόχειρη καταγραφή σε ένα πάπυρο ήταν αρκετά για να οριοθετήσουν ιδιοκτησίες. Αρκετός καιρός έχει περάσει επίσης από την εποχή που οι επαγγελματίες του χώρου σχεδίαζαν με κάρβουνο και αυτοσχεδίαζαν την ώρα της κατασκευής ελπίζοντας το τελικό αποτέλεσμα να τους δικαιώσει. Σήμερα υπάρχουν πολλοί τρόποι σχεδιασμού των κτιρίων αλλά και ελέγχου του τελικού αποτελέσματος πριν την ώρα της έναρξης της κατασκευής. Φυσικά σε κάθε χώρα χρησιμοποιούνται διαφορετικά εργαλεία, με σαφέστατα διαφορετικά αποτελέσματα λόγω της χρήση τους. Δεν πρόκειται για ένα απλό ζήτημα δεδομένου πως εμπλέκονται κοινωνικά, ιστορικά, πολιτικά και οικονομικά ζητήματα όπως και σε κάθε θέμα που αφορά τόσο τον ιδιώτη, τον επαγγελματία και την κρατική μηχανή.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Μέσα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας και τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν από τις συνεντεύξεις η διπλωματική προσπαθεί να συμβάλλει στην κατανόηση της υπάρχουσας κατάστασης διαχείρισης και ελέγχου των κτιριακών αποθεμάτων στην Ελλάδα, να την αντιπαραβάλλει με τις αντίστοιχες πρακτικές στο εξωτερικό - υπό το πρίσμα της αξιοποίησης σύγχρονων τεχνολογιών σχεδιασμού και ελέγχου- καθώς και να κάνει μία αρχική πρόταση για τη βελτίωση των διαδικασιών στην ελληνική πραγματικότητα μέσω της υιοθέτησης συστημάτων BIM στο δημόσιο τομέα.

Στόχος είναι η εξέταση της υιοθέτησης και ανάπτυξης των πληροφοριακών μοντέλων τόσο από τον ιδιωτικό τομέα όσο και από τον δημόσιο κατά τη διάρκεια μελετών και κατασκευής τεχνικών έργων καθώς και τα οφέλη που πηγάζουν από αυτές. Αναζητούνται ακόμη οι επιπτώσεις της χρήσης των μοντέλων αυτών στον συνολικό κύκλο ζωής ενός έργου αλλά και στις δυνατότητες ελέγχου και κωδικοποίησης του κτιριακού αποθέματος από τους δημόσιους φορείς.

Η έρευνα αυτή αποσκοπεί στο να συγκεντρώσει και δυνητικά να δώσει κάποιες απαντήσεις στα παρακάτω ερωτήματα.

- Ποια είναι η υπάρχουσα δομή στην Ελλάδα όσο αφορά στην διαχείριση του κτιριακού αποθέματος;
- Πως έχουν εκμεταλλευτεί οι υπόλοιπες χώρες σε διεθνές επίπεδο την τεχνολογία BIM;
- Πως θα μπορούσε η Ελλάδα να ενσωματώσει στη λειτουργία της τις τεχνικές BIM και πως αυτό θα ωφελούσε τον ιδιωτικό και το δημόσιο τομέα;

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για τη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής χρησιμοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα, συνεντεύξεις καθώς και στοιχεία από την προσωπική επαγγελματική εμπειρία του συγγραφέα. Η βιβλιογραφική έρευνα αφορά σε άρθρα, νομοθεσίες, βιβλία και δημοσιευμένα στοιχεία για τον κατασκευαστικό κλάδο στο κομμάτι του BIM, κυρίως ξενόγλωσσα λόγω έλλειψης υλικού στην ελληνική πραγματικότητα. Τα στοιχεία για τις επιπτώσεις της εφαρμογής των συστημάτων BIM έχουν συλλεχθεί από τις εκάστοτε κρατικές ιστοσελίδες ή από δημοσιευμένα άρθρα και αναλύσεις του κλάδου. Οι συνεντεύξεις είχαν ποιοτικό χαρακτήρα και συμπεριέλαβαν άτομα του κλάδου των κατασκευών (αρχιτέκτονες/ πολιτικούς/ τοπογράφους/ μηχανολόγους μηχανικούς), φοιτητές των αντίστοιχων σχολών, εκπροσώπους των πολυτεχνικών σχολών, δημοσίους υπαλλήλους (υπαλλήλους ΥΔΟΜ/ ΕΥΔΑ / ΤΥπ/ ΣΑ) και εκδότες τεχνικών περιοδικών. Λόγω της διαφορετικότητας των ατόμων που παραχώρησαν συνέντευξη, οι ερωτήσεις που έγιναν στον καθένα είχαν διαφορετικό χαρακτήρα παρόλο που ο τελικός σκοπός παρέμενε κοινός. Ο στόχος ήταν να ληφθούν πληροφορίες για το πως οι διαφορετικές ειδικότητες αντιλαμβάνονται την καθημερινότητα της διαχείρισης του κτιριακού αποθέματος είτε αυτό αφορά δημόσιες λειτουργίες είτε αφορά προσωπικές εμπειρίες καθώς και όποιες σκέψεις τους για βελτίωση του υπάρχοντος συστήματος αδειοδότησης και ελέγχου.

ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Κεφάλαιο 1ο – Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται προσπάθεια για μία καταγραφή και ανάλυση των διαδικασιών που είναι απαιτητές για την έκδοση αδειών και την υλοποίηση έργων στην Ελλάδα σήμερα. Αυτό συμπεριλαμβάνει τόσο τις μελέτες των επαγγελματιών όσο και τις διεργασίες που πραγματοποιούνται στο δημόσιο τομέα. Η καταγραφή γίνεται κυρίως μέσω νομοθετικών άρθρων και συνεντεύξεων.

Κεφάλαιο 2^ο - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ BIM

Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά στη λειτουργία της τεχνολογίας BIM, τα βασικά χαρακτηριστικά της και τα επίπεδα ταξινόμησης της. Αναφέρονται και περιγράφονται τα πιο διαδεδομένα προγράμματα BIM, τα οποία χρησιμοποιούνται στον τομέα της ΑΜΚΕ. Η ανάλυση είναι κυρίως βιβλιογραφική.

Κεφάλαιο 3^ο - ΕΦΑΡΜΟΓΗ BIM ΣΤΟ ΔΗΜΟΣΙΟ ΤΟΜΕΑ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη επισκόπηση στην εφαρμογή της BIM τεχνολογίας στο δημόσιο τομέα χωρών, σε διεθνές επίπεδο. Πρόκειται για βιβλιογραφική έρευνα, κυρίως μέσω άρθρων.

Κεφάλαιο 4^ο - ΟΦΕΛΗ ΧΡΗΣΗΣ BIM

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφονται τα πλεονεκτήματα και οι θετικές επιπτώσεις από εφαρμογή της τεχνολογίας BIM στον ιδιωτικό αλλά και στο δημόσιο τομέα.

Κεφάλαιο 5^ο - ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΧΡΗΣΗ BIM

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφονται τα μειονεκτήματα, καθώς και οι προκλήσεις στην εφαρμογή της τεχνολογίας BIM στον ιδιωτικό και στο δημόσιο τομέα.

Κεφάλαιο 6^ο - ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ BIM ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στο τελευταίο κεφάλαιο επιχειρείται μία πρόταση για την σταδιακή και μελλοντική υιοθέτηση BIM συστημάτων στην Ελλάδα καθώς και κινήσεις που θα πρέπει να προηγηθούν και θα αποφέρουν ένα κέρδος ανεξάρτητα από το τελικό επίπεδο ενσωμάτωσης των συστημάτων στο δημόσιο τομέα.

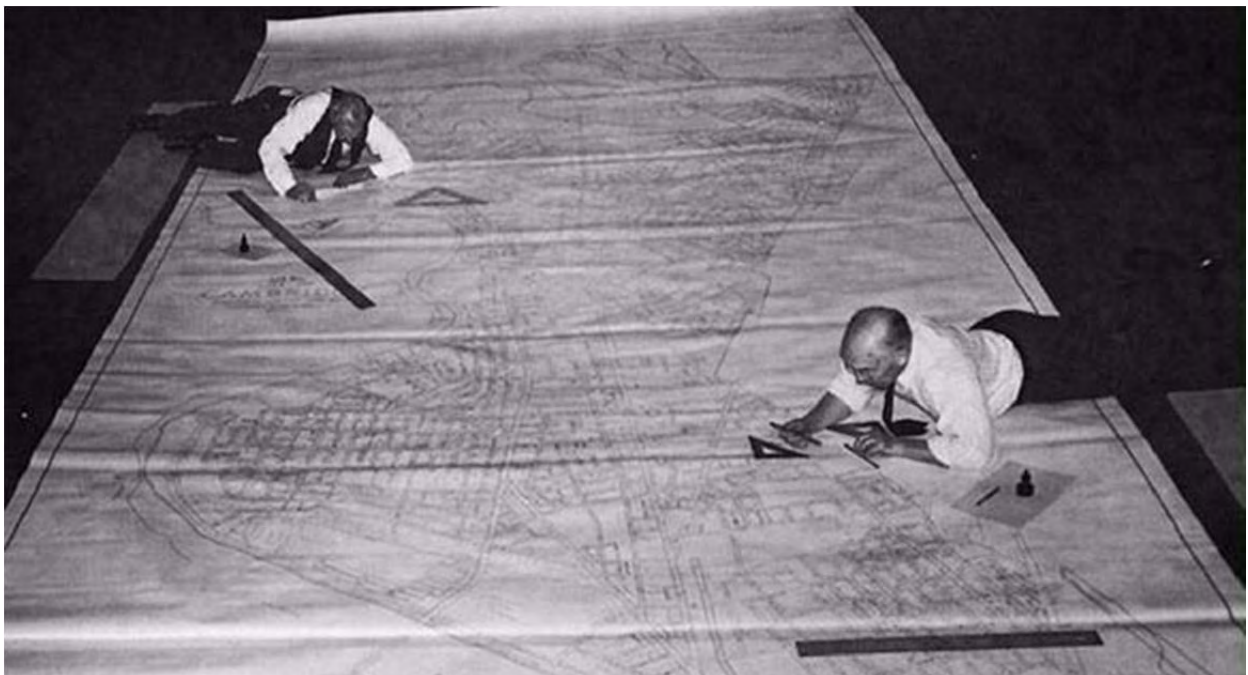
Κεφάλαιο 7^ο - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπεράσματα για την κατάσταση τη Ελλάδος, τις ικανότητες των συστημάτων BIM και της προοπτικής χρήσης τους για βελτίωση των διαδικασιών και των εργαλείων διαχείρισης του οικιστικού αποθέματος στη χώρα μας.

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

1.1 ΧΡΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ CAD.

Μέχρι και τη δεκαετία του 90' πολλοί επαγγελματίες μηχανικοί στην Ελλάδα δεν είχαν ακόμη περάσει από τα χειροποίητα σχέδια στην ηλεκτρονική σχεδίαση. Εκείνη την εποχή άλλωστε έγιναν οικονομικότεροι, ευρύτερα γνωστοί και διαθέσιμοι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές στην Ελλάδα. Ακόμη όμως και μετά τη μετάβαση στα πρώτα ηλεκτρονικά σχεδιαστικά εργαλεία (CAD) δεν υπήρξε ουσιαστική αλλαγή. Αυτό συνέβη διότι τα προγράμματα χρησιμοποιήθηκαν ως αντικαταστάτες των εργατικών χεριών αντί για νέα εργαλεία με δυνατότητες μεγαλύτερες του απλού σχεδιασμού. Στα χειροποίητα σχέδια (εικ 1) η διαδικασία συνήθως ήταν η εξής. Αρχικά γινόταν μία πρόχειρη καταγραφή/επίλυση/σχεδιασμός των κτιριακών αναγκών από τους επικεφαλής του εκάστοτε τμήματος. Μετέπειτα ακολουθούσε μία προσεκτική σχεδίαση με ανακλητά μέσα σε διαφάνειες (συνήθως μολύβι σε ριζόχαρτο) έως ότου τόσο οι μελετητές όσο και ο πελάτης ήταν ικανοποιημένοι με το αποτέλεσμα.



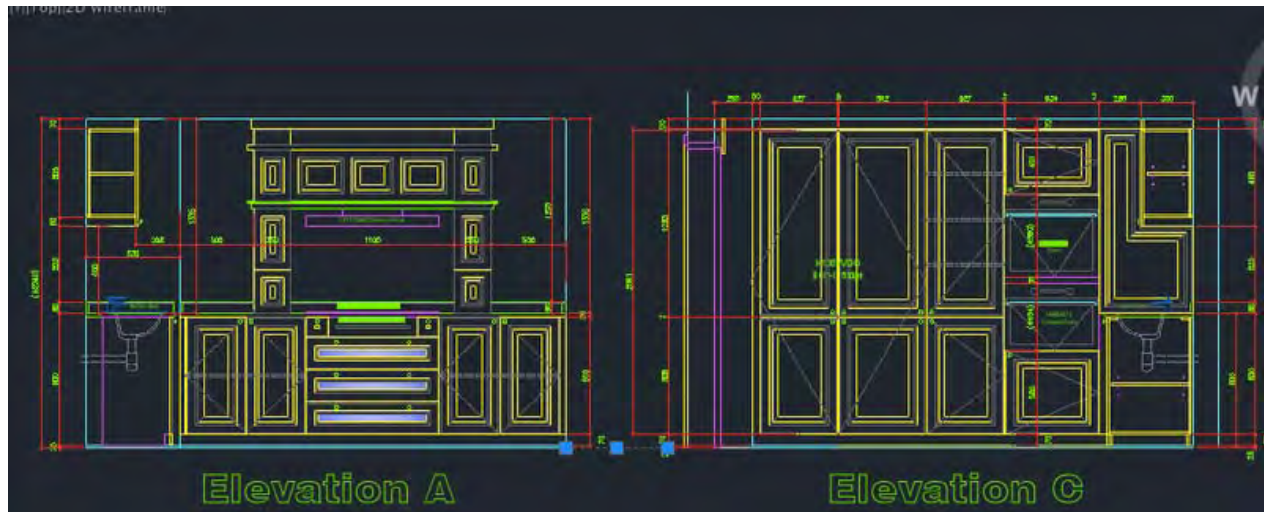
Εικόνα 1, Πηγή : www.boredpanda.com

Το τελικό στάδιο ήταν το "μελάνωμα", δηλαδή το πέραςμα με μελάνι ακολουθώντας τις γραμμές του μολυβιού, ώστε να σταθεροποιηθεί η μελέτη και να μπορέσει να κατατεθεί στις ανάλογες υπηρεσίες. Αυτό γινόταν συνήθως από άτομα που είχαν εξειδικευτεί σε αυτή τη διαδικασία, μιας και τα λάθη σε αυτό το στάδιο ήταν αρκετά χρονοβόρο να διορθωθούν. Όπως είναι φυσικό, οποιαδήποτε αλλαγή λόγω μη συμφωνίας των υπηρεσιών όπως και κάθε αντιγραφή των σχεδίων ήταν μία δύσκολη και κοστοβόρα διαδικασία (εικ 2). (Συνέντευξη 5,6)



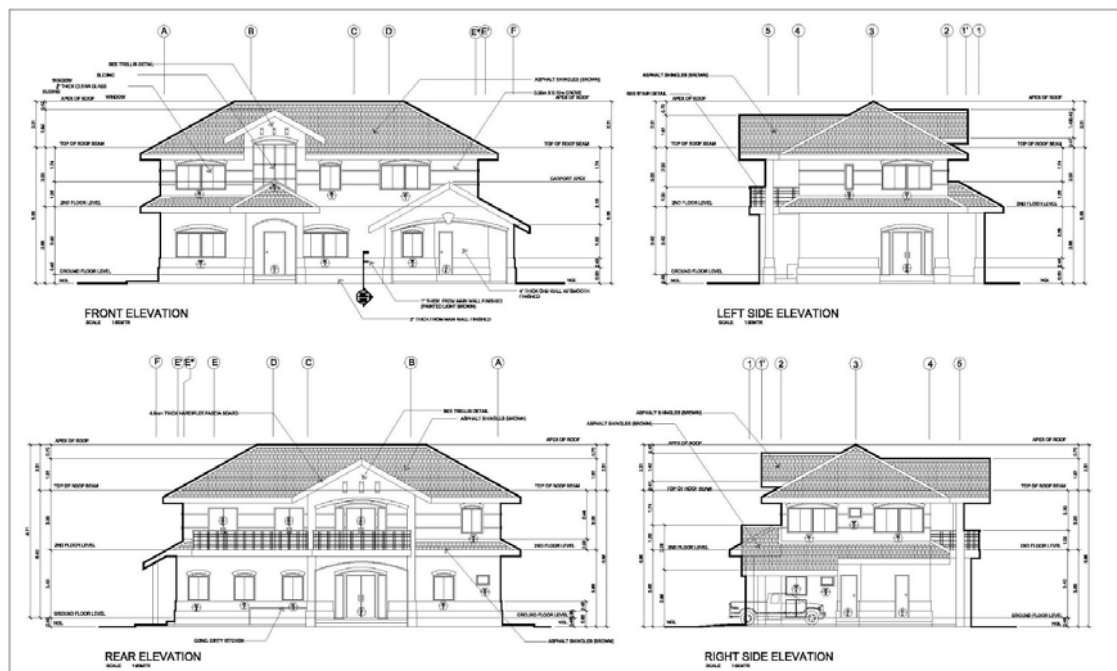
Εικόνα 2, Πηγή : www.boredpanda.com

Με το πέραςμα αρχικά στα ηλεκτρονικά σχέδια (εικ 3), ουσιαστικά τροποποιήθηκε μόνο το τελευταίο στάδιο της προαναφερθείσας διαδικασίας, το μελάνωμα. Τα σχέδια συνέχισαν να γίνονται στο χέρι, απλώς από ένα σημείο ωριμότητας της μελέτης και μετά ξεκινούσε ο σχεδιασμός στον υπολογιστή όπου το ποντίκι αντικατέστησε το πενάκι (εικ 4). Η ευκολία πλέον βρισκόταν στις γρήγορες, αναλογικά, αλλαγές καθώς και στη δυνατότητα πολλαπλών αντιγράφων χωρίς μεγάλο κόστος και κυρίως σε ελάχιστο χρόνο. Χρειάστηκε να περάσει αρκετός καιρός ώστε σήμερα οι χρήστες να είναι αρκετά πιο εξοικειωμένοι με τα προγράμματα ώστε να τα χρησιμοποιούνε σαν εργαλεία σχεδιασμού και όχι απλώς σαν ηλεκτρονικά αντίγραφα. (συνέντευξη 4)



Εικόνα 3, Πηγή : www.jsengineering.org

Αυτό βέβαια δε σημαίνει πως έγινε το ίδιο στο δημόσιο τομέα. Τόσο στο πως διαχειρίζονται τα ίδια τα προγράμματα οι δημόσιοι φορείς, όσο και στο τι απαιτήσεις έχουν από τους ιδιώτες μηχανικούς. Αργότερα θα δούμε τη σημασία της αποδοχής της αλλαγής από το δημόσιο τομέα ως εφαλτήριο για τη βελτίωση των ιδιωτικών πρακτικών.



Εικόνα 4, Πηγή : www.i.tim.com

1.2 ΑΡΧΙΚΕΣ ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ ΦΟΡΕΩΝ

Μία πρώτη απόρροια της ευκολίας των αντιγράφων ήταν πως πλέον κάθε υπηρεσία που εμπλεκόταν στη διαδικασία έκδοσης αδειών ήταν πολύ ευκολότερο να ζητήσει αλλαγές αλλά και σειρές αντιγράφων των σχεδίων για το αρχείο τους. Αυτό συμβαίνει ακόμη και σήμερα.

Οι περισσότεροι μηχανικοί που παραχώρησαν συνέντευξη ανέφεραν χαρακτηριστικά και ανέλυσαν τις δυσκολίες που το σύστημα έκδοσης αδειών λειτουργεί στην Ελλάδα. Μία από τις βασικές αντιδράσεις τους απέναντι στο παρόν σύστημα ήταν η ποσότητα των παραγόμενων σχεδίων τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά. Ποιοτικά διότι πολλές φορές καλούνται να συντάξουν και να συμπληρώσουν φόρμες και κείμενα με αντικείμενο που ακροθιγώς αγγίζει το γνωστικό και επιστημονικό τους πεδίο και ποσοτικά διότι όπως θα παρακολουθήσουμε στη συνέχεια, για να αποκτήσουν το δικαίωμα ανοικοδόμησης θα πρέπει να καταθέσουν πολλαπλά αντίγραφα των σχεδίων σε ξεχωριστούς φορείς και υπηρεσίες με συχνά αντικρουόμενες μεταξύ τους απόψεις για την ορθότητα μίας μελέτης.

1.2.1 ΕΓΚΡΙΣΗ ΔΟΜΗΣΗΣ - ΑΔΕΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ

Ξεκινώντας λοιπόν από τη στιγμή που ένας ιδιώτης θα αποφασίσει να βγάλει μία άδεια υπάρχει μία σειρά διαδικασιών και μελετών που οφείλουν να γίνουν ώστε να κατοχυρωθεί το δικαίωμα του να την υλοποιήσει. Θα αναφερθώ αναλυτικά σε κάθε βήμα διότι έχει μεγάλη σημασία να παρακολουθηθεί η δαιδαλώδης διαδικασία, τόσο για τον ιδιώτη/επενδυτή όσο και για τους μηχανικούς που καλούνται να φέρουν εις πέρας την έκδοση της άδειας. Το παράδειγμα που θα ακολουθήσει αφορά στην ανέγερση μίας νέας οικοδομής σε ιδιόκτητο οικόπεδο.

1.2.2 ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Το πρώτο βήμα είναι να ενημερωθεί για τους όρους δόμησης του οικοπέδου του. Γι αυτό απευθύνεται σε έναν τοπογράφο μηχανικό ο οποίος θα καλεστεί να συντάξει το τοπογραφικό διάγραμμα του οικοπέδου, αφού ενημερωθεί και ελέγξει τους τίτλους ιδιοκτησίας που θα του παράσχει ο ιδιοκτήτης, πάρει έγγραφες βεβαιώσεις χρήσεις από την υπηρεσία δόμησης, καθώς και τα επίσημα όρια του οικοπέδου (ρυμοτομικές και οικοδομικές γραμμές, στοές, πρασιές κλπ) και τελικά κάνει τις απαραίτητες μετρήσεις σύμφωνα με τις κατάλληλες προδιαγραφές (ΕΓΣΑ). Αυτές είναι διαδικασίες που γίνονται κάθε φορά, ακόμη και σε

κάποια ιδιοκτησία για την οποία είχε εκδοθεί στο παρελθόν κάποια άδεια, δεδομένου πως οι όροι δόμησης αλλάζουν με τον καιρό σε κάθε περιοχή, χωρίς όμως να υπάρχει μία συνολική ενημέρωση ή κάποια κεντρική βάση δεδομένων από την οποία να μπορούν να ληφθούν με ακρίβεια. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι επίσης εξαιρετικά δύσκολο να βρεθεί ολόκληρη η σειρά των τίτλων ιδιοκτησίας που κατοχυρώνουν τον ιδιοκτήτη, κάτι που σε συνδυασμό με τα παραπάνω καθυστερεί την σύνταξη του τοπογραφικού. Έχουν υπάρξει αρκετά παραδείγματα όπου ακόμη και για την ίδια ιδιοκτησία, από τη στιγμή της τοπογραφικής μελέτης έως ότου να εκδοθεί η άδεια είχαν αλλάξει οι όροι δόμησης, με αποτέλεσμα να χρειάζεται επανάληψη της μελέτης. (συνέντευξη 8)

1.2.3 ΣΥΝΤΑΞΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Εφόσον ολοκληρωθεί το τοπογραφικό διάγραμμα, έρχεται η σειρά του αρχιτέκτονα μηχανικού. Παρόλο που οι βασικοί όροι δόμησης αναγράφονται από τον τοπογράφο μηχανικό, οι ιδιαιτερότητες του κάθε οικοπέδου θα πρέπει να έρχονται και σε συμφωνία με τις ισχύουσες οικοδομικές νομοθεσίες. Οι βασικότερες είναι ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός (NOK 2012) που αντικατέστησε το Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό (ΓΟΚ 1985), ο Κτιριοδομικός Κανονισμός (ΦΕΚ 59/Δ/1989) καθώς και τα επιμέρους διατάγματα αναλόγως της γεωγραφική περιοχή που μελετάται (όπως το Προεδρικό Διάταγμα Πηλίου (ΦΕΚ374/Δ/1980)). Τα προβλήματα ξεκινούν εδώ, πάλι εξαιτίας ελλιπούς ενημέρωσης, λόγω των συνεχών τροποποιήσεων, ανακλήσεων και συμπληρώσεων των αναφερθέντων (και λοιπών) κανονισμών. Διάφορα άρθρα κατά καιρούς ή κατά περιοχές αναστέλλονται ή καταργούνται χωρίς να υπάρχει μία αντίστοιχη βάση δεδομένων που να ενημερώνεται ταυτόχρονα. Ακόμη και στα γραφεία της υπηρεσίας δόμησης, συχνά οι ενημερώσεις δεν φτάνουν ποτέ και είναι απαιτητό να γίνουν συγκεκριμένες ερωτήσεις ώστε να δοθούν διευκρινίσεις για κάποια δύσκολα θέματα. (συνέντευξη 9) Ο έλεγχος, λοιπόν, της πραγματικής οικοδομησιμότητας ενός οικοπέδου είναι μία διαδικασία η οποία στηρίζεται περισσότερο στην ευχέρεια του αρχιτέκτονα μηχανικού να ερμηνεύσει τη νομοθεσία και στην κατάλληλη χρονική συγκυρία, παρά στην πραγματική και ουσιαστική κρατική ρύθμισή του. Χρονική συγκυρία διότι δεν είναι λίγες οι φορές, όπως αναφέρθηκε συχνά στις συνεντεύξεις, προφορικών ή γραπτών εγκρίσεων για συγκεκριμένα θέματα από την υπηρεσία δόμησης οι οποίες στο χρόνο που απαιτήθηκε για την ολοκλήρωση της μελέτης αναγκάστηκαν να

ανακληθούν, δυσκολεύοντας ή ακόμη και αναιρώντας ολόκληρη την πρόταση/μελέτη. Διαπιστώνεται κι εδώ λοιπόν μια κατάσταση απροσδιοριστίας για θέματα αρκετά σημαντικά, κυρίως λόγω έλλειψης κεντρικής βάσης δεδομένων και γρήγορης πληροφόρησης. Ένας σημαντικός παράγοντας καθυστερήσεων είναι ακόμη οι πολλαπλές εγκρίσεις από φορείς που πρέπει να ληφθούν προτού μπορέσει η μελέτη να κατατεθεί στην υπηρεσία δόμησης. Θα αναφερθούμε αργότερα και σε αυτές. (συνεντεύξεις 6,9,11,14)

1.2.4 ΣΥΝΤΑΞΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Μετά το αρχικό στήσιμο μίας μελέτης από τον αρχιτέκτονα μηχανικό, σε συνεννόηση πάντα και μία αρχική επαφή με τον πολιτικό μηχανικό και τον μηχανολόγο μηχανικό, έρχεται η σειρά του πολιτικού μηχανικού. Η δυσκολία σε αυτό το στάδιο είναι να συγκεραστούν οι μορφολογικές απαιτήσεις του κτιρίου με αυτές για τη στατική του επάρκεια. Ο μηχανικός εδώ καλείται να δουλέψει με σύγχρονα αντισεισμικά πρότυπα καθώς και με ευρωπαϊκούς κανονισμούς ασφάλειας (π.χ. Ευρωκώδικας 8). Οι ευθύνες για αυτές τις μελέτες βαραινούν αποκλειστικά τον πολιτικό μηχανικό οπότε και οι έλεγχοι/προεγκρίσεις που χρειάζονται είναι λιγότερες και αφορούν κυρίως την πληρότητα των υποβαλλόμενων σχεδίων. (συνέντευξη 5,13)

1.2.5 ΣΥΝΤΑΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η κατάσταση για τους μηχανολόγους μηχανικούς είναι εξίσου δύσκολη με αυτή των αρχιτεκτόνων. Και εδώ θα πρέπει να γίνει μία πολύ προσεκτική διαχείριση αλλά και ένας γύρος ενημέρωσης από διάφορες υπηρεσίες που θα επηρεάσουν τη μελέτη. Ο μηχανικός θα πρέπει να βεβαιωθεί πως υπάρχουν οι κατάλληλες δομές στην περιοχή που βρίσκεται η ιδιοκτησία ώστε να προσαρμόσει ανάλογα τις απαιτούμενες μελέτες. Για να πάρει αυτές τις βεβαιώσεις θα πρέπει να περάσει από κάθε υπηρεσία ξεχωριστά (Εταιρείες Φυσικού Αερίου, Εταιρείες Ύδρευσης κλπ), καταθέτοντας τα απαραίτητα δικαιολογητικά, ώστε να λάβει τις προεγκρίσεις και τις διαβεβαιώσεις που χρειάζεται για τις τελικές μελέτες του. Όπως αναφέρεται στη συνέντευξη 6, λόγω έλλειψης σωστά αποτυπωμένης κατάστασης των δικτύων καθώς και ανεπάρκειας στελέχωσης με το κατάλληλο προσωπικό των αρμόδιων

υπηρεσιών, πολλές φορές οι εγκρίσεις αυτές απαιτούν σημαντικό χρόνο για να δοθούν. Πολλές ελλείψεις έχουν διαπιστωθεί επίσης σε περιοχές με αυστηρότερους μορφολογικούς κανονισμούς, δεδομένου πως, για παράδειγμα, θα πρέπει να συγκεραστούν οι απαιτήσεις μίας σύγχρονης οικοδομής (ΚΕνΑΚ) με τις δεσμεύσεις ενός παραδοσιακού οικισμού. (συνέντευξη 4)

Διαπιστώνεται από τα παραπάνω μία γραμμική σειρά διαδικασιών ανάμεσα στους εμπλεκόμενους μηχανικούς, ώστε να επιτευχθεί το τελικό αποτέλεσμα. Αυτή, παρόλο που φαινομενικά θα μπορούσε να χαρακτηριστεί απλή, απέχει παρασάγγας από αυτό. Η γραμμικότητα αυτή σημαίνει πως σε κάθε διόρθωση που θα υπάρξει σε κάποιο από τα κάθε επόμενα βήματα, συμπαρασύρει όλα τα προηγούμενα. Μία διόρθωση από τον μηχανολόγο μηχανικό μπορεί να χρειαστεί να αλλάξει 2-3 επιλογές στη στατική επίλυση του κτιρίου (π.χ. μία εσοχή για έναν λέβητα αερίου να μεγαλώσει ένα υποστύλωμα για να μην χαθεί η στατική επάρκεια του κτιρίου) και αντίστοιχα αυτές με τη σειρά τους να επηρεάσουν τη μορφή του κτιρίου με τρόπο που δεν είχε προβλεφθεί από την αρχή ή ακόμη και με τρόπο μη αποδεκτό από τις δεσμεύσεις του οικοπέδου. Είναι λοιπόν αδήριτη η ανάγκη της σωστής συνεργασίας των 4 μηχανικών καθώς και οι συνεχείς συνεννοήσεις μεταξύ τους ώστε να προβλεφθούν εξ αρχής τέτοια προβλήματα. (συνεντεύξεις 2,6)

Όμως, στην πλειονότητα των Ελλήνων μηχανικών συναντάμε μικρότερα τεχνικά γραφεία, τα οποία συνήθως ειδικεύονται σε ένα μόνο αντικείμενο. Αυτό σημαίνει πως τα αρχεία θα πρέπει να αποστέλλονται από τον ένα μηχανικό στον άλλο με προφανείς τους κινδύνους λαθών, καθυστερήσεων και ασυμφωνία των λειτουργικών τους προγραμμάτων (Negative interoperability). Η λύση που δόθηκε από νωρίς, ειδικά στις μεγαλύτερες πόλεις της χώρας ήταν η δημιουργία τεχνικών εταιρειών, οι οποίες αποτελούνταν από μηχανικούς όλων των ειδικοτήτων, βελτιώνοντας έτσι τη μεταξύ τους συνεννόηση, τη μεταφορά αρχείων καθώς και τους χρόνους ολοκλήρωσης μίας μελέτης. Ακόμη και έτσι βέβαια, ο παρωχημένος τρόπος επεξεργασίας των σχεδίων σήμαινε πως για τα όποια λάθη γίνονταν υπήρχαν λίγες πιθανότητες να γίνουν αντιληπτά. Για παράδειγμα, σύμφωνα με μελέτη της McGraw Hill Construction για την Autodesk η ελλιπής γνώση σημαντικών πληροφοριών για τα κτίρια καθώς και οι δυσκολίες στη συνεννόηση των ομάδων μελέτης οδηγούν το 60% των επενδυτικών προγραμμάτων της κατασκευής στην Αμερική στην αποτυχία του οικονομικού και χρονικού προγραμματισμού, 30% επανάληψη σημείων της κατασκευής λόγω σφαλμάτων και 55% των κτιρίων με ανενεργή διαχείριση μετά το πέρας της κατασκευής. (McGraw-Hill, 2009)

1.3 ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΑΙ ΦΟΡΕΙΣ

Αναφερθήκαμε πρωτύτερα στις διάφορες υπηρεσίες από τις οποίες οι μηχανικοί και ο ιδιώτης θα πρέπει να απευθυνθούν είτε για να πάρουν κάποιου είδους βεβαίωση νομιμότητας είτε για να υποβάλουν τη μελέτη προς έγκριση προτού θεωρηθεί έτοιμη για να κατατεθεί στην υπηρεσία δόμησης.

Οι κυριότερες είναι οι παρακάτω :

- Υποθηκοφυλακείο
- Κτηματολόγιο
- Δασαρχείο
- Αστυνομία
- Συμβούλιο Αρχιτεκτονικής (πρώην ΕΠΑΕ)
- Εφορεία Νεωτέρων Μνημείων (τοπικό και κεντρικό)
- Εφορεία Αρχαιοτήτων (τοπικό και κεντρικό)
- ΕΥΔΑ (Εταιρεία Υδρεύσεως και Αποχετεύσεως)
- Εταιρείες Διανομής Φυσικού Αερίου
- ΔΕΔΔΗΕ (Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας)
- Υπηρεσία Υγιεινής
- ΤΕΕ

Η κάθε μία από αυτές τις υπηρεσίες / φορείς βρίσκεται σε διαφορετικό σημείο της πόλης συνήθως, και απαιτεί τη φυσική παρουσία του ενδιαφερόμενου για να μπορέσει να εκδώσει τα απαιτούμενα δικαιολογητικά. Κάποιες λειτουργούν με προκαθορισμένη συνάντηση με τον ιδιώτη ή τον μηχανικό, ενώ άλλες αυστηρά με προτεραιότητα πρωτοκόλλου.

Στην περίπτωση μίας άδειας δόμησης, αρχικά συγκεντρώνονται οι τίτλοι κυριότητας (συνήθως συνεργασία συμβολαιογράφου και επενδυτή/ιδιώτη) και τα πιστοποιητικά τελευταίας μεταγραφής από το Υποθηκοφυλακείο.

1.3.1 ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ (ΠΡΩΗΝ ΕΠΑΕ).

Το επόμενο βήμα είναι η κατάθεση ενός φακέλου με τα απαραίτητα σχέδια (εκτυπωμένα εις διπλούν) στο Συμβούλιο Αρχιτεκτονικής. Μετά από ένα εύλογο χρονικό διάστημα αναμονής (που μπορεί να κυμανθεί από εβδομάδες έως κάποιους μήνες), δίνεται η έγκριση (συνήθως μετά από μία παρουσίαση της πρότασης στην επιτροπή από τον μηχανικό κάποια προγραμματισμένη ημερομηνία) και το ένα αντίγραφο θα παραμείνει στα αρχεία του Συμβουλίου ενώ το δεύτερο επιστρέφεται στον μηχανικό. Σε γενικές γραμμές το συμβούλιο Αρχιτεκτονικής είναι υπεύθυνο για τη διατήρηση της μορφολογικής ενότητας και της ποιότητας της αρχιτεκτονικής, ιδιαίτερα σε περιοχές που υπάγονται σε ειδικά διατάγματα. Πέρα όμως από τα διατάγματα, που αποτελούν σαφείς οδηγίες κρίσης, υπάρχει σαφέστατα ελλιπής καθοδήγηση για το βαθμό παρέμβασης στην εκάστοτε μελέτη. Αυτό αφήνει εκτεθειμένους τόσο την επιτροπή όσο και τον μηχανικό/μελετητή. Την επιτροπή διότι της αφαιρεί τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει ισχύουσες νομοθεσίες και κανονισμούς ώστε να επιτελέσει το έργο της αποτελεσματικότερα και τους μελετητές διότι – ειδικά σε μικρότερες κοινωνίες- υπάρχει περίπτωση να βρεθούν σε μία δυσμενή θέση κατά την υπεράσπιση της πρότασής τους, χωρίς δυνατότητα αντιλόγου πλην της προσωπικής αισθητικής. Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως εάν το Συμβούλιο αποφασίσει πως η μελέτη χρειάζεται διορθώσεις για να είναι ικανοποιητική, τότε συχνά η διαδικασία επαναλαμβάνεται από την αρχή. (N 4495/2017 άρθρα 7, 29,30, N 4067/2012, N 4030/2011 άρθρα 20-25, N 2831/2000, ΦΕΚ 795/Δ/1993, ΦΕΚ 482/Δ/1987)

1.3.2 ΣΥΜΒΟΥΛΙΑ ΝΕΩΤΕΡΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ

Αμέσως μετά την έγκριση του Συμβουλίου έχουν σειρά οι δύο Εφορείες, αυτές των Νεωτέρων Μνημείων και των Αρχαιοτήτων. Εδώ εκ νέου πρέπει να κατατεθούν δύο ξεχωριστοί φάκελοι με τα απαραίτητα έγγραφα και σχέδια (εις διπλούν) καθώς και αντίγραφο της έγκρισης του Συμβουλίου Αρχιτεκτονικής. Σε περίπτωση μη χαρακτηρισμένου μνημείου η διαδικασία δεν ξεπερνάει τις λίγες εβδομάδες (με μέγιστο τις 50 μέρες για έκδοση μίας απάντησης) μιας και η βεβαίωση δίνεται από τοπικά κλιμάκια των υπηρεσιών, ενώ σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να ξεπεράσει τα 1-2 έτη για την τελική έγκριση (λόγω μεταφοράς της αρμοδιότητας στα Κεντρικά Συμβούλια). Ακόμη όμως και σε περιοχές όπου πλησίον της ιδιοκτησίας βρίσκονται μνημεία, η βεβαίωση μπορεί να καθυστερήσει αντίστοιχα. Από τη μία πλευρά είναι σημαντικό να υπάρχει ο έλεγχος ώστε να προστατεύεται η πολιτιστική κληρονομιά της χώρας από ανεξέλεγκτη δόμηση, ειδικά σε περιοχές όπου αποδεδειγμένα υπάρχει αξιόλογος οικοδομικός πλούτος. Διατηρητέα αρχοντικά, τείχη, κάστρα, προβιομηχανικά και βιομηχανικά κτίρια προηγούμενων αιώνων έως και απλές κατοικίες κατασκευασμένες με παραδοσιακές τεχνικές χαμένες στο χρόνο. Όλα είναι σημαντικά κομμάτια της ιστορίας και της κοινωνίας τα οποία οφείλουμε να προστατεύσουμε. Από την άλλη όμως οι χρόνοι αντίδρασης των υπηρεσιών συχνά αποτελούν τροχοπέδη για την ιδιωτική αλλά και τη δημόσια ανάπτυξη. (ΦΕΚ 1723B/17, Ν 3028/2002, Ν 3242/2004)

1.3.3 ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ (ΥΔΟΜ)

Εφόσον έχουν εκδοθεί οι εγκρίσεις από τους υπόλοιπους φορείς, κατατίθεται φάκελος με Τοπογραφικές και Αρχιτεκτονικές μελέτες, με όλες τις προηγούμενες βεβαιώσεις των υπηρεσιών, με τα στοιχεία νομιμότητας του ακινήτου/οικοπέδου, τις ασφαλιστικές και δημοτικές ενημερότητες του Κυρίου του έργου και των μηχανικών και με τις δηλωμένες αμοιβές της μελέτης. Αυτός ο πρώτος φάκελος έως το Νοέμβριο του 2018 οδηγούσε στην λήψη Έγκρισης Δόμησης ενώ πλέον ουσιαστικά αποτελεί προέγκριση του επόμενου σταδίου που είναι η Άδεια Δόμησης. Σε αυτό το στάδιο ακόμη (της έγκρισης και της Άδειας), που είναι και το πιο χρονοβόρο η διαδικασία μέσα στην υπηρεσία είναι η εξής :

Ο φάκελος με τα εκτυπωμένα εις διπλούν σχέδια κατατίθεται στο Πρωτόκολλο της υπηρεσίας και διαβιβάζεται ενδοϋπηρεσιακά στον εκάστοτε προϊστάμενο της τοπικής υπηρεσίας. Από εκεί ελέγχεται από τις αντίστοιχες ειδικότητες ελεγκτών μηχανικών (Τοπογράφων, Αρχιτεκτόνων και Υπεύθυνου Οικονομικού/ Φορολογικού Ελέγχου). Σε αυτό το στάδιο συχνά ο μελετητής είναι απαραίτητο να κάνει συχνές επισκέψεις στο χώρο της υπηρεσίας ώστε να λύσει τυχόν απορίες και να προσφέρει διευκρινίσεις που μπορεί να χρειαστούν οι υπάλληλοι κατά τον έλεγχο των μελετών. Ενέχει φυσικά πάντα ο κίνδυνος, λόγω φυσικού φακέλου να χαθούν ή να παραβλεφθούν ορισμένα σημαντικά έγγραφα. Σε περίπτωση οποιασδήποτε αλλαγής, τα διορθωμένα σχέδια θα πρέπει να κατατεθούν εκ νέου στην υπηρεσία ενώ σε χειρότερες περιπτώσεις μπορεί να χρειαστεί επαναληφθεί η διαδικασία λήψης των βεβαιώσεων και από τις προαναφερθείσες υπηρεσίες (Συμβούλιο Αρχιτεκτονικής, Υπηρεσία Νεωτέρων και Αρχαιοτήτων) προτού ο φάκελος γίνει δεκτός από την ΥΔΟΜ. Εφόσον εγκριθεί το προηγούμενο στάδιο ο φάκελος επανυποβάλλεται συμπεριλαμβάνοντας αυτή τη φορά όλες τις υπόλοιπες μελέτες (στατική, ηλεκτρομηχανολογική, θερμομόνωσης και πυρασφάλειας ανάμεσα σε άλλες). Πριν το 2018 γινόταν ακόμη ένας γύρος ελέγχων μέσω υπαλλήλων της εκάστοτε ειδικότητας (πολιτικός και μηχανολόγος μηχανικός), ως προς την ορθότητα των μελετών. Πλέον ο έλεγχος γίνεται μόνο ως προς την πληρότητα των μελετών και όχι το περιεχόμενο. Δηλαδή ο αρμόδιος υπάλληλος ελέγχει μόνο εάν υπάρχουν τα απαραίτητα δικαιολογητικά και οι απαραίτητες μελέτες προτού σφραγιστεί ο φάκελος. Αυτό φυσικά σημαίνει πως την πλήρη ευθύνη της ορθότητας των μελετών την έχει ο εκάστοτε μηχανικός. (συνεντεύξεις 4, 5, 6, 9, 11)

1.4 ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΑΔΕΙΩΝ

Μία σημαντική αλλαγή που εισήχθη με τη νομοθεσία το 2018 (Ν 4495/2018) ήταν η πρώτη προσπάθεια μετάβασης στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση του συστήματος των αδειών. Δημιουργήθηκε το πρώτο σύστημα ηλεκτρονικών αδειών (e-adeies) από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ). Το σύστημα αυτό, παρόλη τη θετική διάσταση που έχει, ακολούθησε τη λογική που είχαν τα πρώτα συστήματα CAD όταν αντικατέστησαν τα χειρωνακτικά σχέδια. Στηρίχθηκε στην καινοτομία της ιδέας αλλά ελάχιστα στην σωστή υλοποίηση της εφαρμογής της. (συνεντεύξεις 1,11,14) Ουσιαστικά αντικαταστάθηκε ο φυσικός φάκελος με έναν ηλεκτρονικό, όσο αφορά στη διαδικασία της ΥΔΟΜ. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι υπήρξε ακριβής μετάφραση της υπάρχουσας διαδικασίας σε ηλεκτρονική μορφή και δη με αρχεία pdf (αρχεία τα οποία κατά κύριο λόγο δεν είναι επεξεργάσιμα και αποτελούν ηλεκτρονικό αντίγραφο των χειρόγραφων). Βασικό στοιχείο είναι πως από άποψη τεχνολογικού υλικού (hardware) η ΥΔΟΜ δεν υποστηρίχτηκε επαρκώς, διατηρώντας τους υφιστάμενους υπολογιστές και δίκτυο, με τη προσθήκη απλώς ενός λογισμικού. (συνεντεύξεις 6,9)

Στο νέο σύστημα (εικ.5), το οποίο φυσικά μεταλλάσσεται και ενημερώνεται συνεχώς, όλη η διαδικασία που αναλύθηκε δεν έχει τροποποιηθεί παρά μόνο ελάχιστα. Δεν έχουν δημιουργηθεί καινούριες φόρμες ώστε να μειωθεί το γραφειοκρατικό μέρος της διαδικασίας, αντίθετα έχει προστεθεί το επιπλέον βήμα της ψηφιοποίησης των μελετών για την υπαγωγή τους στο σύστημα. Οι μηχανικοί είναι αναγκασμένοι να εκτυπώσουν το σύνολο των σχεδίων, για να πάρουν τις εγκρίσεις από τους υπόλοιπους φορείς και μετά να ψηφιοποιήσουν τα ίδια σχέδια (λόγω εγκεκριμένων σφραγίδων) και να τα υποβάλλουν πλέον "ηλεκτρονικά" στο σύστημα μαζί με τα υπόλοιπα έγγραφα που απαιτούνται για την έκδοση αδειάς. Σύμφωνα με τις μαρτυρίες ακόμη υπαλλήλων της ΥΔΟΜ (συνέντευξη 4) λόγω ανεπάρκειας του εξοπλισμού στα γραφεία τους, αναγκάζονται αρκετές φορές να ζητήσουν, ανεπίσημα πάντα, εκτυπωμένα αντίγραφα των σχεδίων από τους μελετητές ώστε να μπορέσουν να κάνουν τον έλεγχο και τις απαραίτητες διορθώσεις. Μέχρι τη συγγραφή του παρόντος, το σύστημα ηλεκτρονικών αδειών αν και έχει ψηφιοποιήσει σημαντικά μέρη της διαδικασίας έκδοσης αδειών, δεν έχει καταφέρει να την απλοποιήσει ουσιαστικά τόσο για τους μηχανικούς όσο και για τους πολίτες.

1.5 ΑΣΥΝΕΧΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΡΓΑ

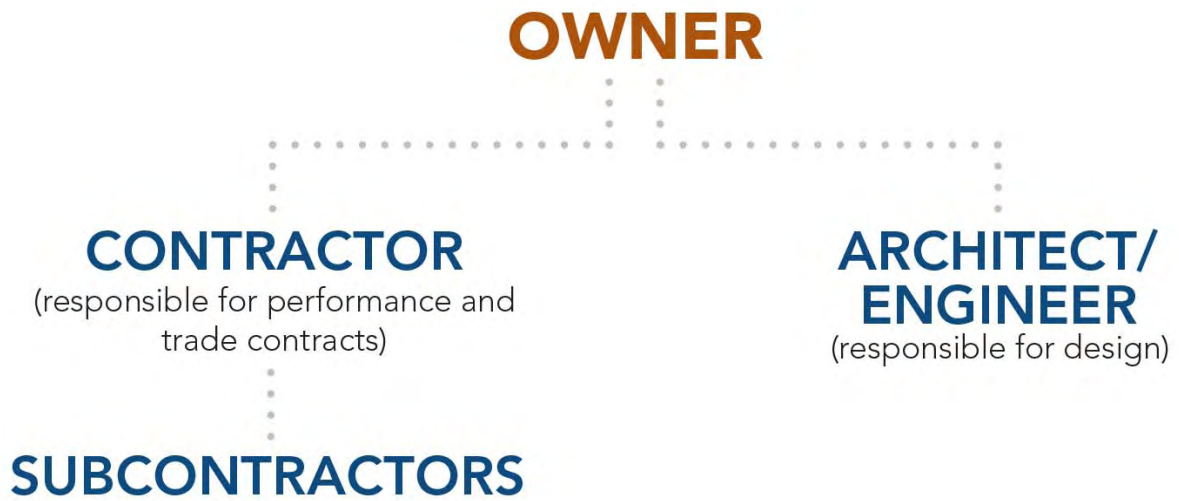
1.5.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ-ΔΗΜΟΠΡΑΤΗΣΗ –ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Τα προβλήματα των τεχνικών έργων αλλά και η ταλαιπωρία του τεχνικού κόσμου δεν σταματάει βέβαια στις αδειοδοτήσεις. Συνεχίζεται αρκετά μετά τη λήψη των αδειών και των εγκρίσεων, μέχρις ότου να αποπερατωθεί το έργο. Για να γίνει πιο κατανοητό μπορούμε να πούμε πως ανεξαρτήτως μεγέθους, τύπου, είδους και κόστους τα περισσότερα, εάν όχι όλα τα τεχνικά έργα ακολουθούν μία συγκεκριμένη λογική φάσεων από τις οποίες περνάνε. Οι διαφορές μεταξύ τους βρίσκονται στο χρόνο, το βάθος, και τις λεπτομέρειες της κάθε φάσης. Οι φάσεις αυτές μπορούν να συνοψιστούν όπως παρακάτω (Παντουβάκης 2012):

- Σύνταξη και σύλληψη του έργου. Σε αυτή την φάση καθορίζονται οι βασικές προβληματικές που ζητούν επίλυση, οι ενδεχόμενες ευκαιρίες από την επίλυσή του, οι στόχοι και οι σκοποί του έργου και συμπεριλαμβάνονται η περιγραφή και ο σχεδιασμός του. Ουσιαστικά πρόκειται για το στάδιο της μελέτης του έργου. Είναι τα στάδια που περιγράφηκαν στο παράδειγμα της ιδιωτικής κατοικίας στις προηγούμενες παραγράφους.
- Σύνταξη του σχεδίου υλοποίησης του έργου. Σε αυτό το ξεχωριστό στάδιο αναλύονται και περιγράφονται με σαφήνεια όλες οι δράσεις που απαιτούνται για την υλοποίηση του έργου, υπολογίζεται ο χρονικός ορίζοντας ολοκλήρωσης του, εκτιμώνται τα μέσα παραγωγής του (υλικά, συνεργεία, αναλώσιμα, οχήματα κλπ) και υπολογίζεται το κόστος κατασκευής του.
- Υλοποίηση του έργου. Στο τελικό αυτό στάδιο ουσιαστικά το έργο κατασκευάζεται και γίνεται μία συνεχής αντιπαραβολή με και αναπροσαρμογή των προηγούμενων σταδίων ώστε να υπάρξει συμφωνία μεγεθών και ποσοτήτων κατασκευής και σχεδιασμού. Μετά την αποπεράτωση του έργου συνήθως πιστοποιείται το έργο από την υπηρεσία ή/και τον Κύριο του Έργου (ΚτΕ) και το έργο αρχειοθετείται ηλεκτρονικά ή χειρόγραφα.

Η λογική αυτή συναντάται συχνά στη διεθνή βιβλιογραφία (Eastman et al.2008) και ταυτόχρονα κυριαρχεί στην ελληνική πραγματικότητα, όπου συνεχίζεται μέχρι σήμερα ο παραδοσιακός τρόπος σχεδιασμού και παρακολούθησης ενός τεχνικού έργου (εικ. 6) . Με τον χαρακτηρισμό «παραδοσιακό» νοείται ο τρόπος κατασκευής που ακολουθεί το τρίπτυχο Σχεδιασμός - Δημοπράτηση (ή Προϋπολογισμός ή Κοστολόγηση εάν πρόκειται για ιδιωτική

κατασκευή) - Κατασκευή (Design - Bid - Build) με αυτή τη σειρά και με σαφή διαχωρισμό των τριών μερών, τουλάχιστον χρονικά.



Εικόνα 6, Πηγή : www.cheeverconstruction.com

Άλλος διαχωρισμός μπορεί να είναι ακόμη και σύναψη ξεχωριστών συμφωνιών μεταξύ των μερών (π.χ. ΚτΕ με μηχανικό / μελετητή και ΚτΕ με εργολάβο / κατασκευαστή). Στα ιδιωτικά έργα, ιδιαίτερα σε αυτά μικρότερης κλίμακας, τα όρια είναι ελαφρώς πιο συγκεχυμένα είτε λόγω αδυναμίας διαχωρισμού τους είτε λόγω ευκολίας των μερών τους στο να ελίσσονται από το ένα στάδιο στο άλλο προσμένοντας καλύτερους όρους ή κάποια ευκαιρία μείωσης κόστους. Στα δημόσια έργα όμως, όπου τόσο η νομοθεσία όσο και το μέγεθος και πολυπλοκότητα των εργασιών είναι καθοριστικά, τα μέρη είναι απόλυτα διαχωρισμένα. Μάλιστα είναι τόσο διαχωρισμένα που απαγορεύεται στους μελετητές του πρώτου σταδίου να συμμετέχουν στο τρίτο, ή ακόμη και στο δεύτερο. Αν και αυτό μπορεί να φαίνεται λογικό για να μειωθεί η πιθανότητα αλλοίωσης της διαφάνειας στην κρίση των αναδόχων, το αποτέλεσμα είναι ο αποκλεισμός του νοητικού πατέρα του έργα από την κατασκευή του. Φυσικά αυτό έχει οδηγήσει στην Ελλάδα σε μοναδικά στον κόσμο ατοπήματα όσο αφορά στα δημόσια τεχνικά έργα και σε τρομερές ασυνέχειες μεταξύ του σχεδιασμού και της κατασκευής του έργου. Συχνά προβλήματα είναι οι καθυστερήσεις, οι συνεχείς αλλαγές στον σχεδιασμό από μη αρμόδια άτομα, υπερβάσεις κόστους, αθέτηση ρητρών και φυσικά αβυσσαλέα ποιότητα κατασκευής. (συνεντεύξεις 2,3,7,12) Ακόμη και στις περιπτώσεις μελετοκατασκευών (υβριδικού συστήματος όπου η υποβληθείσα προσφορά συμπεριλαμβάνει τη μελέτη) όπου υπάρχει στενή συνεργασία των εργολάβων/αναδόχων και των μελετητών, τα

βασικά κριτήρια επιλογής τους είναι οικονομικά και όχι αρχιτεκτονικά. Έτσι λοιπόν η ποιότητα σχεδιασμού και κατασκευής είναι η πρώτη που θα υποστεί εκπτώσεις ώστε να γίνει μία προσφορά θελκτικότερη τόσο στο δημόσιο τομέα όσο και στον ίδιο τον ανάδοχο.

Στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το πανεπιστήμιο του Στάνφορντ, και ειδικότερα του Κέντρου Ενσωματωμένης Μηχανικής (CIFE, 2007), από το 1964 έως το 2004, η αποδοτικότητα της εργασίας σε όλους τους τομείς της βιομηχανίας είχε σταθερή αύξηση πλην του κατασκευαστικού κλάδου που εμφανίζει μείωση της τάξεως του 10%. (Eastman et al . 2008)

Αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι πως μέχρι στιγμής οι παρατηρήσεις αφορούσαν στον Κύκλο Ζωής Κατασκευής του έργου και όχι για τον Κύκλο Ζωής του ίδιου του έργου. Φαίνεται πως, στην Ελλάδα τουλάχιστον, αυτή η λογική σχεδιασμού-κατασκευής τελειώνει τη στιγμή που το έργο θα αρχειοθετηθεί και αδιαφορεί για τη μετέπειτα ζωή του, το κόστος λειτουργίας του και επισκευών του, τις μελλοντικές ενσωματώσεις συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας ακόμη και την πιθανή κατεδάφισή του όταν επέλθει το πλήρωμα του χρόνου για το έργο. Αυτό είναι ένα σημαντικό στοιχείο του κλασσικού τρόπου σχεδιασμού, και η αδυναμία του να προβλέψει την συνολική ζωή του έργου θα φανεί αργότερα, βλέποντας τις διαφορές του με το σχεδιασμό που βασίζεται σε πληροφοριακά μοντέλα. Ειδικά στην Ελλάδα παρατηρείται το φαινόμενο της πλήρους εγκατάλειψης των δημοσίων έργων που είτε κατασκευάστηκαν με χαμηλότερης ποιότητας υλικά είτε ο υπεύθυνος φορέας αδυνατεί να χρηματοδοτήσει τη συντήρησή τους λόγω έλλειψης πόρων (αφού δεν είχαν προβλεφθεί από το αρχικό στάδιο σύλληψης του έργου). (συνεντεύξεις 2,3,5,6)

1.5.2 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Στο δεύτερο και τρίτο στάδιο (Δημοπράτηση / Υλοποίηση) λοιπόν έχουμε δύο κατευθύνσεις στις οποίες θα μπορούσαμε να εστιάσουμε. Η πρώτη είναι αυτή της ουσιαστικής ενασχόλησης των μελετητών/κατασκευαστών με το έργο, την προετοιμασία/διεκπεραίωση της κατασκευής και των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν, ενώ η δεύτερη είναι στην ικανότητα και τους τρόπους ελέγχου των υλοποιημένων εργασιών από τους αρμόδιους φορείς του δημοσίου.

Για τον μελετητή/κατασκευαστή σε ένα ιδιωτικό έργο η διαδικασία μετά την άδεια Δόμησης είναι η εξής :

- Κατάθεση δύο ακόμη φακέλων στην ΥΔΟΜ για να λάβει εγκρίσεις για εργοταξιακή ρευματοδότηση και υδροδότηση.
- Κατάθεση διαφορετικών φακέλων στις εταιρείες ύδρευσης, αερίου (όπου υφίσταται φυσικά δίκτυο) και ρεύματος και αναμονή για προμετρήσεις και εγκρίσεις.
- Ενημέρωση του τοπικού Αστυνομικού τμήματος για έναρξη εργασιών.
- Ενημέρωση και κατάθεση φακέλου στην Επιθεώρηση Εργασίας.
- Άνοιγμα καρτέλας και πληρωμή παραβόλου στο ΙΚΑ για μελλοντικές καταθέσεις εργοδοτικών εισφορών (ξανά με κατάθεση επιπλέον φακέλου με δικαιολογητικά και τεχνικές περιγραφές).
- Ενημέρωση του Συμβουλίου Αρχαιοτήτων και αναμονή για έλεγχο εκσκαφών από ειδικό κλιμάκιο.
- Αναλόγως του μεγέθους του έργου, ανά διαστήματα ο υπεύθυνος για την υλοποίηση (επιβλέπων μηχανικός/ΚτΕ/εργολάβος) οφείλει να καλέσει για έλεγχο τον Ελεγκτή Δόμησης. Πλέον η αίτηση γίνεται ηλεκτρονικά και μετά από κλήρωση (ανεξάρτητης αρχής) επιλέγεται ο ιδιώτης μηχανικός που θα κάνει τον έλεγχο. Μετά το πέρας του ελέγχου η πληρωμή γίνεται από τον ΚτΕ απευθείας στον ιδιώτη Ελεγκτή.
- Κατά τη διάρκεια επίσης του έργου μπορούν να χρειαστούν ειδικές άδειες κατάληψης κοινοχρήστου χώρου για τυχόν σκαλωσιές/κάδους αποβλήτων/τοποθέτηση ειδικών μηχανημάτων) για τις οποίες θα πρέπει να υπάρξει μέριμνα και φυσικά κατάθεση φακέλου στο Δήμο για τη λήψη της άδειας.

Η βασική δυσκολία σε αυτό το στάδιο είναι πως όλα τα εμπλεκόμενα μέρη είναι απολύτως αποκομμένα μεταξύ τους. Αυτό εκτός από πολύ σημαντική χρονοτριβή για τους κατασκευαστές εγκυμονεί κινδύνους για το σωστό έλεγχο της υλοποίησης του έργου. Μέσα σε μία χαώδη διαδικασία είναι πολύ πιο εύκολο να αποσιωπηθούν/κρυφτούν ορισμένες κακές πρακτικές ή να παραβλεφθούν λάθη και αστοχίες. Ειδικά όταν λόγω της παγιωμένης λογικής Σχεδιασμού - Κατασκευής έχει αμεληθεί το στάδιο της σωστής οργάνωσης και πρόβλεψης των αναγκών του έργου.

Ακόμη όμως και στα δημόσια έργα όπου το στάδιο της δημοπράτησης είναι υπαρκτό, λόγω των παρωχημένων εργαλείων που χρησιμοποιούνται, τα τελικά παραδιδόμενα τεύχη υπολογισμών λίγες φορές έχουν ικανοποιητική αντιστοίχιση με την τελική κατασκευή. Αυτό

συμβαίνει αφενός διότι ως στάδιο είναι ξεκομμένο από το στάδιο της μελέτης και αφετέρου διότι γίνεται με χειρωνακτικό τρόπο όπου το περιθώριο σφάλματος είναι σημαντικό. (συνέντευξη 5)

Μία ακόμη σημαντική λεπτομέρεια και διαφορά της ελληνικής πραγματικότητας με τα περισσότερα κράτη διεθνώς είναι η απαγόρευση και παντελής απουσία των μηχανικών/μελετητών που εκπόνησαν το πρώτο στάδιο (σχεδιασμός) των έργων, τόσο από την φάση της δημοπράτησης όσο και από το στάδιο της κατασκευής του έργου. Το γεγονός αυτό συνδυασμένο με τους μειοδοτικούς διαγωνισμούς των δημοσίων έργων εξασφαλίζει σχεδόν αναμφισβήτητα την κακή εκτέλεση του έργου. (συνέντευξη 5,6) Σε αρκετές περιπτώσεις, προκειμένου να διασφαλιστεί η ποιότητα του τελικού παραγόμενου αποτελέσματος σε έργα όπου μέρος των χρημάτων προέρχονται από δωρεές ιδιωτικών εταιρειών, έχουν δημιουργηθεί ενδιάμεσοι φορείς με κύριο σκοπό τον έλεγχο της σωστής εκτέλεσης των εργασιών, κυρίως λόγω καχυποψίας για την ορθή χρήση των χρημάτων της δωρεάς. (συνέντευξη 12)

1.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι σαφές πως τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μηχανικοί στην Ελλάδα είναι πολλαπλά. Αρχικά πρέπει να υπερπηδήσουν όποια εμπόδια επικοινωνίας μεταξύ τους κατά τη διάρκεια της εκπόνησης των μελετών ώστε να καταλήξουν σε ένα αποτέλεσμα που να τους καλύπτει όλους, αισθητικά, στατικά, ενεργειακά και λειτουργικά. Τα ανεξάρτητα γραφεία (σε αντίθεση με τεχνικές εταιρείες που συμπεριλαμβάνουν όλα τα τμήματα μηχανικών κάτω από μία στέγη) καθώς και οι ξεπερασμένοι τρόποι σχεδιασμού κάνουν πιο δύσκολο το εγχείρημα. Ένα δεύτερο πρόβλημα είναι οι παρωχημένοι τρόποι πιστοποίησης και ελέγχου των μελετών από τους δημόσιους φορείς, τόσο όσο αφορά στη συγκεχυμένη νομοθεσία όσο και στη ίδια τη διάρθρωση της δημόσιας διοίκησης και των αρμόδιων υπηρεσιών. Τέλος, οι προηγούμενες δυσκολίες οδηγούν στην ανακολουθία των μελετών και της κατασκευής η οποία με τη σειρά της δημιουργεί προβλήματα τόσο στον έλεγχο του κτιριακού αποθέματος όσο και στην ποιότητα του δομημένου περιβάλλοντος στην Ελλάδα.

Τα παραπάνω αναδεικνύουν μειονεκτήματα της ισχύουσα διαδικασίας που αφορούν κυρίως αλλά δεν εξαντλούνται σε:

1. Σπατάλη χρόνου για ελεγκτές και ελεγχόμενους, τόσο για τις διορθώσεις όσο και τις εκ νέου υποβολές των εγγράφων.
2. Απαίτηση μεγάλου αριθμού προσωπικού.
3. Πλημμελή έλεγχο χωρίς σφαιρική θεώρηση του έργου, από διαφορετικούς φορείς, με διαφορετικά κριτήρια.
4. Σε μικρού πληθυσμού δήμους με ελάχιστο τεχνικό προσωπικό μεγιστοποιείται ο χρόνος έκδοσης αδειών, ενώ οι έλεγχοι υπολείπονται σε ποιότητα και πληρότητα.
5. Νέοι μηχανικοί αντιμετωπίζουν πρόβλημα στη διαχείριση του χρόνου τους εις βάρος του ουσιαστικού και ποιοτικού μέρους της ίδιας της μελέτης, κάτι που τελικά επιβαρύνει κοστολογικά τους τεχνικούς, χρονικά την υπηρεσία ελέγχου και αισθητικά και λειτουργικά το δομημένο περιβάλλον.

Αντίστοιχα παραδείγματα συναντώνται στις περισσότερες χώρες, όπου ο κρατικός μηχανισμός ακολουθεί αναλογικά (έναντι των παραμετρικών) συστήματα διακυβέρνησης και ελέγχου των οικοδομικών αποθεμάτων. Οι διαδικασίες είναι ασαφείς ή στην καλύτερη περίπτωση εξαιρετικά χρονοβόρες και κοστοβόρες και κυρίως ο έλεγχος κατά την κατασκευή

και μετά την αποπεράτωση του έργου είναι από εξαιρετικά δύσκολος έως αδύνατος. Αυτός ο λόγος ήταν και η αφετηρία χρήσης των BIM συστημάτων σε κάποιες χώρες, από τη δεκαετία του '90 και μετά, όταν δηλαδή τα ψηφιακά εργαλεία ήταν και αυτά έτοιμα να επωμιστούν τέτοιες χρήσεις.

2^Ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ BIM

2.1 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ BIM

Ο όρος BIM (Building Information Modelling) αναφέρεται στην παραμετρική μοντελοποίηση κτιρίων, με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολα εξαγόμενες μια σειρά από πληροφορίες, αναγκαίες για την καλύτερη κατανόηση του.

Ο όρος χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Phil Bernstein, αντιπρόεδρο μίας από τις μεγαλύτερες εταιρείες στον χώρο του ψηφιακού σχεδιασμού ενώ διαδόθηκε εκτενέστερα από τον Jerry Laiserin. Το σύστημα αυτό αφορά στην συνολική αναπαράσταση της κατασκευαστικής διαδικασίας, για την διευκόλυνση της ανταλλαγής και διαλειτουργικότητας των πληροφοριών σε ψηφιακή μορφή. Είναι ταυτόχρονα μοντέλο, προσομοίωση αλλά και βάση δεδομένων όλων των χαρακτηριστικών μίας κατασκευής. Με αυτόν τον τρόπο αποτελούν μία μεθοδολογία μέσω της οποίας επιτυγχάνεται βαθύτερη κατανόηση, ενδεδεχέστερη ανάλυση, ορθότερη τεκμηρίωση και ταυτόχρονος έλεγχος και διόρθωση όλων των σημείων ενός έργου. Η ικανότητα των συστημάτων BIM να προσφέρουν πληροφορίες καθ'όλη τη διάρκεια ζωής ενός έργου, από τη σύλληψη και την κατασκευή έως την αποπεράτωση και την κατεδάφισή του, τα διαφοροποιούν από ένα απλό CAD πρόγραμμα και τα καθιστούν ένα ισχυρό εργαλείο διαχείρισης και ελέγχου. Η ολοκληρωμένη εφαρμογή του BIM εμπεριέχει πληροφορίες και στοιχεία για ολόκληρο το κτίριο, από τοιχοποιίες και δομικά στοιχεία μέχρι μηχανολογικά συστήματα και μετρήσεις υλικών, για κάθε συγκεκριμένο έργο.

Ακριβέστερα, το ακρωνύμιο BIM μπορεί να μεταφραστεί σαν Μοντελοποίηση Κατασκευαστικής Πληροφορίας, αν και στην ελληνική έχουν επικρατήσει διάφορες εκδοχές όπως το Πληροφοριακό Ομοίωμα Κτηρίου - ΠΟΚ (Βενιέρης 2011) και Πληροφοριακό Μοντέλο Έργου – ΠΜΕ. Ακόμη και στη διεθνή βιβλιογραφία συναντώνται διαφορετικοί ορισμοί για το BIM. Κατά την Εθνική επιτροπή Προτύπων BIM των Η.Π.Α. (NBIMS) τρία βασικά χαρακτηριστικά του BIM είναι τα εξής :

- Για τη ορθή χρήση και ανάπτυξη BIM μοντέλων είναι τόσο προϋπόθεση αλλά και στόχος η αгаστή συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών του έργου.
- Το BIM αφορά στο σύνολο του κύκλου ζωής (Building Life Cycle) του έργου και όχι μόνο της κατασκευής του έργου (βασική διαφορά με τα μοντέλα σχεδιασμού που αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Το BIM επιτρέπει τον υπολογισμό ακόμη

και του χρόνου χρήσης του έργου και τον διαρκή έλεγχο του έως την αντικατάστασή του με κάποιο νεότερο.

- Η ανάπτυξη μίας πλήρους ψηφιακής απεικόνισης των χαρακτηριστικών του έργου είναι απαραίτητη και αναγκαία για να μπορούν να εξαχθούν οι σωστές πληροφορίες.

Αυτό σημαίνει πως το BIM βασίζεται στη χρήση ψηφιακών μοντέλων τα οποία προσφέρουν τις απαραίτητες πληροφορίες για να γίνεται ο σχεδιασμός και η μελέτη κτιρίων και υποδομών γρηγορότερα, φθηνότερα, με καλύτερη ποιότητα και με λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Το πεδίο εφαρμογής της μεθοδολογίας δεν περιορίζεται στο σχεδιασμό ή/και τη μελέτη όμως. Η χρήση του και τα πλεονεκτήματα επεκτείνονται σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής του έργου, υποστηρίζοντας υπηρεσίες όπως διαχείριση κόστους (*cost management*) και έργου (*project management*), θέματα κατασκευασιμότητας (*constructability*) και διαχείριση λειτουργιών (*operations management*). Το τελικό προϊόν μιας τέτοιας ολιστικής διαδικασίας δεν είναι απλά ένα καλύτερο κτίριο ούτε ένα απλό τρισδιάστατο μοντέλο στον υπολογιστή. Είναι ένα πλήθος πληροφοριών αρμονικά συνυφασμένων με το – εικονικό και πραγματικό – δομημένο αποτέλεσμα οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για όποια μελλοντική χρήση (π.χ. συντήρηση). Πρόκειται για μία εκ βάθρων διαφορετική διαδικασία, που εκτός από τη χρήση κατάλληλου λογισμικού απαιτεί μία στροφή στη λογική σχεδιασμού και αναπροσαρμογή του χρονικού και ποσοτικού προγραμματισμού ώστε τα αρχικά στάδια του σχεδιασμού να είναι ικανά να παραλάβουν μεγαλύτερο φόρτο εργασίας ώστε να μειωθούν τα σφάλματα στα τελικά. Η βασική ιδέα της συγκεκριμένης μεθοδολογίας είναι ο ακριβής, ολοκληρωμένος σχεδιασμός, μελέτη και εικονική κατασκευή του κτιρίου όπως θα κατασκευαστεί, προτού κατασκευαστεί, με σκοπό να επιλυθούν προβλήματα που μπορεί να προκύψουν στην πορεία σε ένα περιβάλλον που παρέχονται οι αναγκαίες πληροφορίες. Είναι ένας τρόπος σχεδίασης με γνώμονα το ίδιο το έργο και όχι τη γραμμική και στατική αναπαράστασή του (CAD). (Μπρεγιάννη, 2013)

Πρακτικά το BIM είναι μια πολυδιάστατη απεικόνιση ενός χώρου με ενσωματωμένα, πλην των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του, στοιχεία και ιδιότητες που θα το χαρακτηρίζουν κατά τη διάρκεια κατασκευής και λειτουργίας του (όπως είναι το κόστος κατασκευής, οι ποσότητες υλικών, ο χρονικός προγραμματισμός, η ενεργειακή κατανάλωση και συμπεριφορά).

2.2 ΟΡΓΑΝΩΣΗ, ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ BIM

Δεδομένου πως το BIM είναι ένα εργαλείο προσομοίωσης της πραγματικότητας του έργου είναι σημαντικό να παρουσιαστούν κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά του. Τα βασικότερα είναι τρία.

1. Τα Επίπεδα Διαστάσεων (BIM Dimension Levels)
2. Τα Επίπεδα Ανάπτυξης και Λεπτομέρειας (με κάποιες σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Levels of Detail / Levels of Development)
3. Τα επίπεδα ωριμότητας (Levels Of Maturity)

2.3 ΕΠΙΠΕΔΑ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ BIM

Τα Επίπεδα Διαστάσεων (εικ.7) αναφέρονται στα διάφορα στάδια στα οποία το BIM μπορεί να προσφέρει σημαντική βοήθεια στη διαχείριση του έργου και ουσιαστικά αποτελούν τις τεχνικές (ονομαστικές) ιδιότητες του. (F.Morales, 2017)



Εικόνα 7, Πηγή : Biblus Software

2.3.1 ΕΠΙΠΕΔΟ 1 – 1D (ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ)

Το πρώτο επίπεδο ουσιαστικά ξεκινά πριν την εισαγωγή στο μοντέλο και αποτελεί το σημείο εκκίνησης για το κάθε έργο. Είναι όλα τα στάδια πριν τη μελέτη. Η ανάγκη για την υλοποίηση του έργου, η έρευνα για το κατά πόσο το έργο θα ικανοποιήσει αυτές τις ανάγκες, η λήψη της απόφασης και η διερεύνηση της δυνατότητας να πραγματοποιηθεί. Επίσης συμπεριλαμβάνει την αποκρυστάλλωση των στόχων τόσο της μελέτης όσο και της υλοποίησης του έργου, αλλά και τη διαβεβαίωση πως η περιοχή και οι συνθήκες θα επιτρέψουν την κατασκευή του. Σε μία ευθεία αντιπαραβολή θα μπορούσε να συγκριθεί με την προετοιμασία ενός τοπογραφικού πάνω στο οποίο θα βασιστεί η μελέτη καθώς και οι προκαταρκτικές ζυμώσεις και αναλύσεις για την αναγκαιότητα και τους στόχους του έργου. Επίσης γίνεται η προετοιμασία και οργάνωση της ίδιας της διαδικασίας του σχεδιασμού. Επιλέγονται μελετητές όλων των ειδικοτήτων αλλά και τα συγκεκριμένα προγράμματα που θα χρησιμοποιηθούν, τα πλαίσια συνεργασίας μεταξύ των μελετητών και τα πρότυπα διαλειτουργικότητας που θα ακολουθηθούν. (DataBim6D, 2018)

2.3.2 ΕΠΙΠΕΔΟ 2 – 2D (ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ)

Το δεύτερο επίπεδο είναι ένα στάδιο προμελέτης και αρχικών σκαριφημάτων σε δύο διαστάσεις που σκοπό έχουν να κάνουν ένα προκαταρκτικό έλεγχο των δομήσιμων στοιχείων και των στοιχείων νομιμότητας, καθώς και η παραγωγή απαραίτητων εγγράφων και τακτοποίηση τυπικών διαδικασιών. (DataBim6D, 2018)

2.3.3 ΕΠΙΠΕΔΟ 3 – 3D (ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ)

Στο τρίτο επίπεδο μπαίνουμε πλέον στον τελικό χωρικό σχεδιασμό με σαφή γεωμετρικά δεδομένα. Κάθε μελετητής (αρχιτέκτονας μηχανικός/ πολιτικός μηχανικός/ μηχανολόγος μηχανικός κλπ) είναι υπεύθυνος για τη δημιουργία ενός αυτόνομου μοντέλου για την κάθε μελέτη ξεχωριστά. Εδώ εισάγεται για πρώτη φορά η σημασία των κοινών προτύπων διότι μετά την παραγωγή των τρισδιάστατων μοντέλων γίνεται εξαγωγή τους σε μία κοινά αποδεκτή μορφή (μορφές διαλειτουργικότητας αντικειμενοστραφούς σχεδιασμού) και μεταφέρονται σε μία κοινή πλατφόρμα όπου πλέον όλα μοντέλα λαμβάνουν τη θέση που θα

είχε το καθένα στην πραγματικότητα. Αυτή είναι από τις πιο σημαντικές λειτουργίες του BIM διότι με όλα τα μοντέλα των μελετών στη θέση τους είναι πολύ εύκολο να γίνει αναζήτηση ασυμβατότητας ή συγκρούσεων (clash detection). Αυτό σημαίνει για παράδειγμα πως εάν κάποια δομικά στοιχεία της στατικής μελέτης εμποδίζουν την σωστή ανάπτυξη οδεύσεων της μηχανολογικής μελέτης, οι μελετητές θα το διαπιστώσουν άμεσα και θα προβούν στις κατάλληλες αλλαγές. Αυτό ελαχιστοποιεί τα λάθη λόγω ασυμφωνίας των μελετών από ένα εξαιρετικά πρώιμο στάδιο όπου είναι πολύ μικρό το κόστος της διόρθωσής τους (σε αντίθεση με ένα λάθος στη διαδικασία της κατασκευής όπου το κόστος σε οικονομικά και χρονικά μεγέθη είναι πολλαπλάσιο). Σε αυτό το στάδιο, ανάλογα με τα προγράμματα που έχουν επιλεγεί μπορούν σχεδόν με αυτοματοποιημένο τρόπο να παραχθούν τα σχέδια τεκμηρίωσης του κτιρίου (για χρήσεις όπου είναι απαραίτητη η δισδιάστατη απεικόνιση του). Λόγω του αντικειμενοστραφούς σχεδιασμού είναι δυνατόν να απομονωθούν και να μελετηθούν όλα τα στοιχεία του μοντέλου ξεχωριστά σε κάθε λεπτομέρειά τους. Είτε πρόκειται για ένα υποσύστημα είτε για έναν αγωγό, είναι πολύ εύκολο να γίνει ο έλεγχός τους. (McPartland, 2017; BIMPanzee, 2018; Μπάνος, 2017)

2.3.4 ΕΠΙΠΕΔΟ 4 – 4D (ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ)

Στην τέταρτη διάσταση προστίθεται η έννοια του χρόνου και αυτή με τη σειρά της βοηθάει στον προγραμματισμό των επόμενων βημάτων της υλοποίησης του έργου. Όλες οι σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του μοντέλου είναι καθορισμένες (παραμετρικός σχεδιασμός) το οποίο σημαίνει πως μπορούν να μεταφραστούν σε δραστηριότητες με σαφή χρονικά όρια. Η σύνδεση των δραστηριοτήτων αυτών με την υλικότητα των δομικών στοιχείων αντιστοιχίζεται σε ένα συνολικό χρονοδιάγραμμα κατασκευής. Ανάλογα με το σχεδιαστικό πρόγραμμα δύναται να δημιουργηθούν και οπτικές προσομοιώσεις της κατασκευής ανά στάδιο, ώστε να ελεγχθούν και να προγραμματιστούν έγκαιρά οι κατάλληλες ενέργειες, αλλά και να αποκτηθεί μία ευρυγωνική αντίληψη της χωρικότητας της κατασκευής. (Boton et al., 2013)

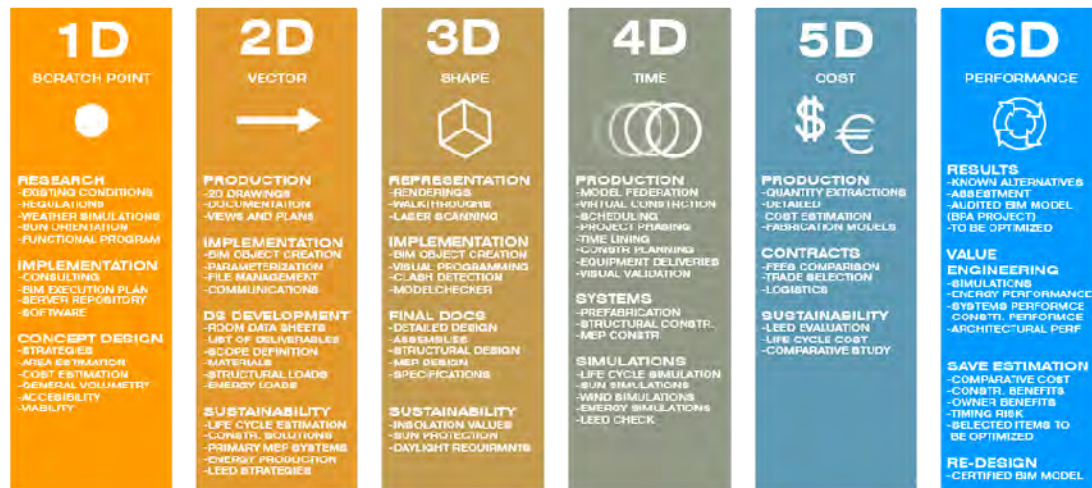
2.3.5 ΕΠΙΠΕΔΟ 5 – 5D (ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ)

Έχοντας τα δύο προηγούμενα στάδια, δηλαδή τα γεωμετρικά δεδομένα του έργου και το χρονικό προγραμματισμό είναι δυνατόν να έχουμε μία πολύ καλή εκτίμηση του κόστους του έργου. Για κάθε αντικείμενο υπάρχει σαφής περιγραφή μεγέθους, υλικότητας και κόστους υλικού αλλά υπάρχει και ανάλυση του κόστους διαδικασιών που χρειάζονται για να κατασκευαστεί το στοιχείο. Με αυτόν τον τρόπο εξάγονται αυτόματα αναλυτικές καταστάσεις κοστολογίων, κάτι που επιτρέπει την εξαιρετική παρακολούθηση του έργου κατά τη διάρκεια της κατασκευής, ταυτόχρονη αντιπαραβολή των πραγματικών με τα προσδοκώμενα έξοδα και την παροχή χρήσιμων δεικτών παραγωγικότητας της εργασίας. Λόγω της παραμετρικής φύσης του μοντέλου οποιαδήποτε αλλαγή σημαίνει και άμεση ενημέρωση χρονοδιαγραμμάτων και προϋπολογισμού. Αυτά τα στοιχεία είναι πολύ σημαντικά τόσο για τον ΚτΕ όσο και τους αναδόχους που πλέον έχουν στα χέρια τους ένα ισχυρό εργαλείο που ανταποκρίνεται πολύ περισσότερο στην πραγματικότητα σε σχέση με τον κλασικό τρόπο κοστολόγησης και δημοπράτησης που είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. (Poron et al., 2010)

2.3.6 ΕΠΙΠΕΔΟ 6 – 6D (ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΈΡΓΟΥ)

Στην έκτη διάσταση δίνεται βάση στην ενεργειακή ανάλυση των έργων με απώτερο σκοπό την ευθυγράμμισή τους με τα διεθνή πρότυπα χαμηλών ή μηδενικών καταναλώσεων. Στο μοντέλο ενσωματώνονται όσες σύγχρονες τεχνολογίες μπορούν να προσφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας, μείωση κατανάλωσης νερού καθώς και τη βέλτιστη θερμική άνεση με τις λιγότερες εκλύσεις. Ταυτόχρονα προσφέρονται εργαλεία υπολογισμών που λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του μοντέλου (παθητικά συστήματα ηλιοπροστασίας, διπλές προσόψεις - second skin facades, προσανατολισμό, χρήση, γεωγραφική θέση) όσο και τα τεχνικά χαρακτηριστικά (αντλίες θερμότητας, Building Management Systems – BMS, ανακυκλωτήρες γκρίζων νερών, φωτοβολταϊκά πάνελ), οπτικοποιούνται σε προσομοιώσεις για τη βελτιστοποίηση της υλοποίησης του έργου. Εκτός από την ενεργειακή ανάλυση σε αυτό το επίπεδο μπορούν να ενσωματωθούν και άλλες σημαντικές λειτουργίες όπως για παράδειγμα η ηχητική απόδοση (για μία λυρική σκηνή π.χ.) και η ακουστική συμπεριφορά του χώρου. Αυτό το στάδιο αυξάνει κατά πολύ τη λειτουργική αξία του κτιρίου, μειώνει το κόστος της τελικής κατασκευής (με την έγκαιρη πρόληψη και

πρόβλεψη των κατασκευαστικών συστημάτων), ενισχύει την εξοικονόμηση ενέργειας μειώνοντας ταυτόχρονα σπατάλες σε σημαντικούς πόρους και τέλος αποτελεί σημαντικό βήμα και βοήθεια προς την πιστοποίηση των έργων κατά διεθνή συστήματα (όπως το LEED). (Φαρμάκης 2016 : Morales 2017)



Εικόνα 8, Πηγή : www.data.bim6d.es

2.3.7 ΕΠΙΠΕΔΟ 7 – 7D (ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ - ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ)

Στη βιβλιογραφία, το έβδομο επίπεδο ενίοτε ταυτίζεται ή τουλάχιστον τοποθετείται μαζί με το 6^ο. Παρόλα αυτά υπάρχει μία ειδοποιός διαφορά που τα ξεχωρίζει σημαντικά. Ενώ το έκτο επίπεδο ασχολείται με την πρόβλεψη των ενεργειακών ζητημάτων του κτιρίου, το έβδομο επίπεδο αποσκοπεί στη χρησιμοποίηση real time τεχνικών για την παρακολούθηση και in situ βελτιστοποίηση της χρήσης του κτιρίου. Ουσιαστικά είναι η πρόβλεψη για χρήση αισθητήρων που θα ανατροφοδοτούν το μοντέλο συνεχώς με πραγματικά δεδομένα μετά την κατασκευή του κτιρίου ώστε να γίνονται αλλαγές στα μηχανικά μέρη του έργου ανάλογα με τις ανάγκες του τη δεδομένη χρονική στιγμή. Αυτό μπορεί να σημαίνει αισθητήρες υγρασίας ώστε να λειτουργούν αυτόματα μηχανήματα αερισμού, μετρητές πίεσης/ροής στους αγωγούς του έργου για εντοπισμό άμεσα μίας βλάβης ή ακόμη και αισθητήρες ενσωματωμένους στον φέροντα οργανισμό του κτιρίου για διαρκή παρακολούθηση της στατικής συμπεριφοράς. Μέσω αυτού το επίπεδο, μπορεί η μελετητική ομάδα να παράσχει ένα πλήρες εγχειρίδιο χρήσης και σωστής συντήρησης στον χρήστη του κτιρίου, ο οποίος θα μπορεί με τη σειρά του να λαμβάνει συνεχώς ανατροφοδότηση για την αποτελεσματικότητα των συστημάτων που ενσωματώθηκαν στο έργο. Με αυτό τον τρόπο το μοντέλο αποκτά πραγματικό χαρακτήρα “As Built” και δίνει τη δυνατότητα στην ορθότερη διαχείριση του έργου σε όλο τον Κύκλο Ζωής του. (Josseaux, 2018)

2.4 ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (LEVELS OF DEVELOPMENT)

Ενώ τα Επίπεδα Διαστάσεων αναφέρονται στις διάφορες ιδιότητες που δύναται να έχει ένα μοντέλο BIM, τα Επίπεδα Ανάπτυξης αναφέρονται στα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που αποτελούν το μοντέλο και κυρίως στους βαθμούς πληροφορίας που μπορούν να αντληθούν από αυτό από τους αποδέκτες του. Ουσιαστικά πρόκειται για πρότυπα ή καλύτερα ένα γενικό πλαίσιο με το οποίο γίνεται κοινά κατανοητό και αποδεκτό το μοντέλο κατά το διαμοιρασμό του μεταξύ των χρηστών (π.χ. συνεργαζόμενων επαγγελματιών). Δεν πρέπει να συγχέεται με τα πρότυπα διαλειτουργικότητας, τα οποία χαρακτηρίζουν αυτό καθεαυτό το πρόγραμμα και την επικοινωνία των συστημάτων μεταξύ τους, δεδομένου πως τα Επίπεδα Ανάπτυξης αναφέρονται στην κατανόηση του μοντέλου από τον ανθρώπινο παράγοντα.

Σε ένα μοντέλο αντικειμενοστραφούς δόμησης, το κάθε αντικείμενο συμβολίζει ένα πραγματικό δομικό στοιχείο. Όπως αναφέρθηκε στα Επίπεδα Διαστάσεων τα χαρακτηριστικά

που μπορούν να πάρουν τα αντικείμενα αυτά είναι πολλαπλά. Δεν χρειάζονται όμως σε κάθε μοντέλο όλα τα στοιχεία ή ακόμη και όταν είναι απαραίτητα δε σημαίνει ότι πρέπει να υπάρχουν σε όλες τις φάσεις του σχεδιασμού. Αυτό όμως είναι αναγκαίο να επικοινωνείται μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών ώστε να μην υπάρχουν παρερμηνείες για το ποια στοιχεία είναι ασφαλές να εξαχθούν από το μοντέλο.

Συχνά τα Επίπεδα Ανάπτυξης (Levels of Development), συγχέονται με τα επίπεδα Λεπτομέρειας (Levels of Detail). Τα Επίπεδα Λεπτομέρειας καταδεικνύουν τον βαθμό σχεδιαστικής (ή μη) λεπτομέρειας του κάθε αντικειμένου, ανεξαρτήτως πληροφορίας ενώ τα Επίπεδο Ανάπτυξης δείχνει το βαθμό εμπιστοσύνης στις εγγενείς και προσθετικές ιδιότητες του στοιχείου. Για παράδειγμα, εάν σε ένα αντικείμενο (π.χ. ξύλινο κάθισμα), προστεθεί κάθε στοιχείο του ξύλου, από γεωμετρικής άποψης (λεπτομέρειες ποδιών, καμάρες, πλάτη, σκαλίσματα) αναφερόμαστε σε βαθμό λεπτομέρειας. Εάν όμως σε αυτό το αντικείμενο προσθέσουμε υφή, υλικότητα, κόστος, αντοχή, στάδια, απαιτούμενο χρόνο κατασκευής και μηχανικές ιδιότητες τότε αναφερόμαστε σε Επίπεδα Ανάπτυξης. Το Επίπεδο Λεπτομέρειας είναι η εισαγωγή πληροφορίας σε κάθε στάδιο των επιπέδων Ανάπτυξης, τα οποία με τη σειρά τους είναι η ποσότητα δυνητικά εξαγόμενων πληροφοριών. (BIM Forum, 2015; Adams, 2018)

2.4.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Επίπεδο LOD 100: Τα αντικείμενα του μοντέλου αναπαριστώνται γραφικά και δεν περιέχουν πληροφορίες εκτός της γεωμετρίας. Ακόμη και σε μοντέλα με μεγάλο βαθμό λεπτομέρειας οι πληροφορίες που προέρχονται από αυτό το επίπεδο είναι στην καλύτερη περίπτωση προσεγγιστικές. Το στάδιο αυτό χρησιμοποιείται είτε σε αρχικό επίπεδο σχεδιασμού και σύνθεσης της βασικής ιδέας του έργου ή σε κάποιο αντίστοιχο αναγνωριστικό στάδιο.

Επίπεδο LOD 200: Ακόμη ένα προσεγγιστικό σε μεγάλο βαθμό στάδιο όπου όμως οι πληροφορίες από το γραφικό μοντέλο συμπεριλαμβάνουν προσανατολισμό, θέση και μέγεθος αλλά μπορούν να εμπεριέχονται και μη γραφικές πληροφορίες για το αντικείμενο, πάντα κατά προσέγγιση.

Επίπεδο LOD 300: Το αντικείμενο αρχίζει να παρουσιάζεται ως ένα πιο πλήρες σύστημα με πολύ πιο συγκεκριμένες πληροφορίες, γραφικές και μη. Σε αυτό το στάδιο οι αποκλίσεις αρχίζουν να αμβλύνονται και τα επιμέρους χαρακτηριστικά του αντικειμένου αποκτούν διακριτά όρια (είναι το στάδιο όπου μπορούν να εξαχθούν οι πρώτες προδιαγραφές για επιλογή προμηθευτή).



Εικόνα 9, Πηγή : www.hitechcaddservices.com

Επίπεδο LOD 350: Εδώ το αντικείμενο που πλέον αναπαριστάται με ακριβείς πληροφορίες αρχίζει να συνδέεται παραμετρικά και με τα υπόλοιπα συστήματα της κατασκευής. Λειτουργεί ως μέρος ενός συνόλου και δύναται να επηρεάσει και να επηρεαστεί από τα υπόλοιπα στοιχεία του μοντέλου.

Επίπεδο LOD 400: Στο ακριβές αντικείμενο προστίθενται κατασκευαστικές πληροφορίες και λεπτομέρειες που αφορούν σε πιθανή συναρμολόγηση ή εγκατάστασή του κατά την υλοποίηση του έργου. Αποτελεί μία μελέτη εφαρμογής ακριβείας, λειτουργικά και χρονικά.

Επίπεδο LOD 500: Στο υψηλότερο επίπεδο Ανάπτυξης, τα αντικείμενα αντιμετωπίζονται ως κατασκευασμένο “as built” σε όλες τις λεπτομέρειές του (μέγεθος, σχήμα, θέση, προσανατολισμό κλπ). Συνήθως είναι μία αναπαράσταση ενός ήδη υλοποιημένου έργου και χρησιμοποιείται στη διαχείριση του έργου και στην πρόβλεψη πιθανών δυσλειτουργιών στο μέλλον. Ουσιαστικά αποτελεί την έκφραση του Κύκλου Ζωής του έργου, αποτυπωμένη σε ένα πολυδιάστατο μοντέλο. (Yoders, 2013; BIM Forum, 2015).

2.5 ΕΠΙΠΕΔΑ ΩΡΙΜΟΤΗΤΑΣ (BIM Levels of Maturity)

Εκτός από τις εγγενείς ιδιότητες που έχουν τα προγράμματα BIM και τις κατηγοριοποιήσεις των μοντέλων ανάλογα με αυτές, υπάρχει μία βασική κατηγοριοποίηση της ίδιας της χρήσης τους. Αυτή γίνεται ανάλογα με την ικανότητα που φέρει μία ομάδα (είτε σε ιδιωτικό επίπεδο είτε σε επίπεδο χώρας) να διαμοιράζεται αρχεία και πληροφορίες με ηλεκτρονικό τρόπο (McPartland, 2017)

2.5.1 ΕΠΙΠΕΔΟ 0

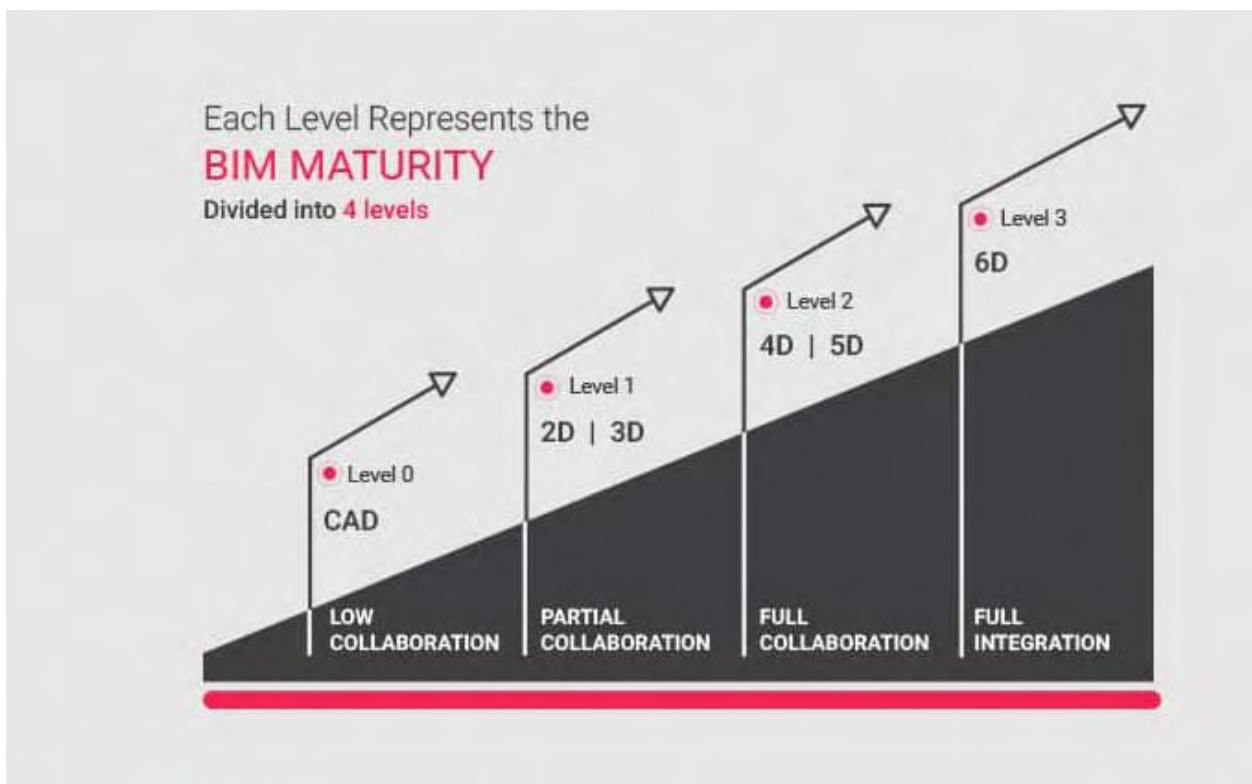
Στο επίπεδο αυτό ο σχεδιασμός γίνεται σε δύο διαστάσεις (2D) είτε με συμβατικό χειροποίητο τρόπο είτε με χρήση CAD εργαλείων. Η μεταφορά δεδομένων (και η παράδοση στον τελική αποδέκτη) γίνεται είτε εκτυπωμένη είτε με κάποια μορφή γενικού τύπου αρχείου διαμοιρασμού (όπως το pdf). Φυσικά, το επίπεδο αυτό, δεν εμπεριέχει κανενός είδους συνδεσιμότητα μεταξύ των χρηστών ή των πληροφοριακών αρχείων. Πολλές χώρες που δεν έχουν εισάγει καθόλου το BIM στις μελέτες και στην κατασκευή γενικότερα (μέσα σε αυτές και η Ελλάδα, όπως αναλύθηκε στο πρώτο μέρος της παρούσας εργασίας), λειτουργούν ακόμη σε αυτό το επίπεδο κάτι που μειώνει εξαιρετικά την ανταγωνιστικότητα σε διεθνές επίπεδο εφόσον οι περισσότερες αναπτυγμένες χώρες έχουν ενσωματώσει, η καθεμία σε διαφορετικό βαθμό, κάποιες τουλάχιστον από τις τεχνικές και τεχνολογίες του BIM.

2.5.2 ΕΠΙΠΕΔΟ 1

Στο πρώτο ουσιαστικά επίπεδο ωριμότητας συναντάμε μία μίξη δισδιάστατου και τρισδιάστατου σχεδιασμού. Τα μοντέλα που δημιουργούνται είναι τρισδιάστατα, με όποια οφέλη έχει αυτό για την καλύτερη οπτικοποίηση της μελέτης του έργου, όμως συνήθως ο διαμοιρασμός ή η τελική παράδοση τους γίνεται σε δισδιάστατη μορφή. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό είναι πως σε αυτό το επίπεδο δεν έχουμε ακόμη ουσιαστικό διαμοιρασμό των αρχείων ή κάποιο κεντρικό μοντέλο πάνω στο οποίο εργάζονται τα διάφορα μέλη. Ο κάθε σχεδιαστής λειτουργεί αυτόνομα, παράγοντας το δικό του κομμάτι σε ξεχωριστές παρουσιάσεις, παρόλο που μπορεί να υπάρχουν κάποιες αυτοματοποιημένες κοινές βάσεις δεδομένων. Αποτελεί το πρώτο ουσιαστικό βήμα προς μία ορθή πρακτική BIM. (Singhal, 2017; McPartland, 2017)

2.5.3 ΕΠΙΠΕΔΟ 2

Σε αυτό το στάδιο ξεκινάει να χρησιμοποιείται και να αξιοποιείται η σημαντικότερη ιδιότητα των Πληροφοριακών Μοντέλων, η οποία είναι η βελτιωμένη και αμεσότερη συνεργατικότητα μεταξύ των σχεδιαστών/μελετητών. Τα μέλη της ομάδας δημιουργούν αυτόνομα πολυδιάστατα μοντέλα τα οποία όμως εξάγονται σε αναγνωρίσιμες μορφές αρχείων από τους συντελεστές και μπορούν να διαμοιραστούν μεταξύ τους από σημαντικές πληροφορίες έως ολόκληρα μοντέλα. Έτσι δημιουργείται ένα αμάλγαμα Πληροφοριακών Μοντέλων του οποίου τα συνθετικά στοιχεία είναι τα επιμέρους μοντέλα. Για να γίνει αυτό εφικτό θα πρέπει το κάθε διαφορετικό λογισμικό που χρησιμοποιεί ο εκάστοτε σχεδιαστής να μπορεί να εξάγει τις πληροφορίες που απαιτούνται με τον κατάλληλο τρόπο ώστε να διαμοιράζονται σε συγκεκριμένη μορφή. Αυτόν τον ρόλο καλύπτουν τα διεθνή πρότυπα διαλειτουργικότητας που έχουν αναπτυχθεί (όπως τα IFC και COBie που θα αναλυθούν σε επόμενη παράγραφο). (Singhal, 2017; McPartland, 2017)



Εικόνα 10, Πηγή: blog.areo.io

2.5.4 ΕΠΙΠΕΔΟ 3

Στο τελικό επίπεδο ωριμότητας όλα τα επιμέρους μοντέλα συγκεντρώνονται σε ένα κεντρικό Πληροφοριακό Μοντέλο Έργου το οποίο λειτουργεί σαν μήτρα και κοινή βάση δεδομένων για όλα (αναλογία με τον κεντρικό server ενός δικτύου). Όλα τα μέρη της ομάδας εργάζονται απευθείας πάνω σε αυτό το μοντέλο εξαλείφοντας τον κίνδυνο λανθασμένων ή ελλιπών μεταφορών αρχείων, με αποτέλεσμα η λειτουργία του εντοπισμού συγκρούσεων (clash detection) να γίνεται απρόσκοπτα και χωρίς ρίσκο. Αυτό είναι και το πιο πλήρες Πληροφοριακό Μοντέλο το οποίο μπορεί να ενσωματώσει συνολικά όλα τα Επίπεδα Διαστάσεων και να προσφέρει τα μέγιστα στην βελτίωση της μελέτης και υλοποίησης του έργου. Για να επιτευχθεί το επίπεδο 3 ωριμότητας ακόμη και σε θεωρητικό επίπεδο χρειάστηκε αρκετός χρόνος ώστε να επιλυθούν νομικά ζητήματα πνευματικών ιδιοκτησιών και φυσικά να προγραμματιστούν τα κατάλληλα εργαλεία που να μπορούν να δεχτούν τον όγκο της πληροφορίας. Για παράδειγμα το Ηνωμένο Βασίλειο ξεκίνησε μία σοβαρή στροφή προς τη χρήση BIM το 2010 με το πρόγραμμα «Digital Built Britain» και προβλέπεται να καταφέρει να πετύχει τον στόχο του Επιπέδου Ωριμότητας 3 το 2020. Το πιο γνωστό πρόγραμμα/πρωτόκολλο που καταφέρνει να το επιτύχει συνολικά θεωρείται το OpenBIM. (Singhal, 2017; McPartland, 2017)

2.6 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ / ΠΡΟΤΥΠΑ ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ

Το 1996 οι σημαντικότερες εταιρείες των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής στον χώρο του ηλεκτρονικού σχεδιασμού και πρωτοπόρες στην τεχνολογία BIM (με έκκληση της Autodesk) μαζί με κατασκευάστριες εταιρείες, δημιούργησαν έναν οργανισμό που ονομάστηκε IAI (Industry Alliance for Interoperability). Σκοπός του ήταν να εντρυφήσει, να αναπτύξει και να προωθήσει τη διαλειτουργικότητα (interoperability) μεταξύ των λογισμικών της βιομηχανίας. Έτσι δημιουργήθηκαν τα πρώτα πρότυπα διαλειτουργικότητας IFC (Industry Foundation Classes). Αυτά ήταν ουσιαστικά πρωτόκολλα σύμφωνα με τα οποία διαφορετικά λογισμικά θα μπορούσαν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους και να διαμοιραστούν αρχεία (ISO PAS 16739:2005). Δεδομένου πως κάθε ειδικότητα (AMKE) είθισται να χρησιμοποιεί διαφορετικά λογισμικά εφόσον οι ανάγκες της είναι διαφορετικές, το να υπάρξουν κοινοί τρόποι συνεργασίας ήταν εξαιρετικά ουσιώδες αλλά και νευραλγικό για την μετέπειτα εξέλιξη των συστημάτων BIM. Παρόλο που επρόκειτο για ιδιωτικές εταιρείες, γρήγορα συμφώνησαν πως τα πρότυπα ήταν σωστό να μην είναι ιδιωτικά αλλά ανοιχτά σε όλους. Έτσι ο οργανισμός έγινε μη κερδοσκοπικός και μετονομάστηκε σε buildingSMART με σκοπό την διάδοση της εφαρμογής των IFC σε διεθνές επίπεδο. (buildingsmart.org)

Ένα ακόμη πολύ σημαντικό πρωτόκολλο επικοινωνίας είναι το COBie (*Construction-Operations Building Information Exchange*) που αναπτύχθηκε από το σώμα Μηχανικών του στρατού των ΗΠΑ. Αναφέρεται κυρίως σε φόρμες ανταλλαγής μη γεωμετρικής πληροφορίας που αφορά στη Διαχείριση Εγκαταστάσεων. Μη γεωμετρική σημαίνει πως δύναται να τραβήξει γραπτά δεδομένα από το αρχείο (σε μορφή φύλλων - *spreadsheet*) μειώνοντας έτσι τον όγκο των αρχείων και κάνοντας τα ευκολότερα στην κατανόηση, ειδικά όταν απευθύνονται σε μη τεχνικό προσωπικό. Το COBie έχει ενσωματωθεί πλέον στα IFC του buildingSMART.

2.7 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ BIM

Το BIM είναι μία τεχνολογία λοιπόν που χρησιμοποιείται από άτομα από διαφορετικούς κλάδους της ΑΜΚΕ. Δεν προκαλεί λοιπόν έκπληξη πως έχουν δημιουργηθεί πολλαπλά προγράμματα για κάθε ειδικότητα όπως επίσης και αρκετά που υποστηρίζουν την καλύτερη διασύνδεση μεταξύ τους. Ακολουθεί ένας κατάλογος με κάποια βασικά λογισμικά που αφορούν στην άσκηση της τεχνολογίας BIM. (Lodplanner, 2019)

2.7.1 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ

LoD Planner: Ένα πρόγραμμα που βοηθάει τους συντελεστές ενός έργου να συμφωνήσουν στις βασικές παραμέτρους και τα επίπεδα ανάπτυξης/λεπτομερειών με τα οποία θα ασχοληθούν.

2.7.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΒΑΣΙΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

Επειδή ο σχεδιασμός για ένα Πληροφοριακό Μοντέλο είναι αντικειμενοστραφής, το οποίο σημαίνει πως το κάθε στοιχείο στο μοντέλο έχει συγκεκριμένες ιδιότητες, είναι συχνό φαινόμενο να χρησιμοποιούνται εκτενείς βιβλιοθήκες υλικών και αντικειμένων ώστε να εξοικονομείται χρόνος αλλά και να μειώνονται τα λάθη σε επίπεδο σχεδιασμού διαφορετικών κλιμάκων. Σε αυτά τα προγράμματα μία ομάδα μπορεί να βρει έτοιμα σχεδιασμένα αντικείμενα που θα εισαγάγει απευθείας στο μοντέλο της ή ακόμη και να δημιουργήσει δικά της για να διαμοιραστούν με άλλους σχεδιαστές. Παραδείγματα είναι τα:

BIMObject

Avail

UniFI

MagiCAD

BIM&Co

2.7.3 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Τα προγράμματα αυτά είναι τα βασικά λογισμικά που χρησιμοποιούνται από τους σχεδιαστές ώστε να δημιουργήσουν τρισδιάστατα μοντέλα. Κάθε ένα έχει διαφορετικές δυνατότητες, βάθος και βαθμό δυσκολίας στην εκμάθησή του. Κάποια επίσης είναι αμιγώς BIM λογισμικά ενώ κάποια είναι λογισμικά τρισδιάστατης σχεδίασης που εμπεριέχουν κάποιες λειτουργίες BIM. Τέτοια είναι τα:

Autodesk Revit Architecture (κυρίως αρχιτεκτονικό)

Autodesk Fabrication (κυρίως στατικό και μηχανολογικό)

Graphisoft Archicad (κυρίως αρχιτεκτονικό)

Nemetschek Vector works

Bentley Aecosim (κυρίως στατικό και μηχανολογικό)

Nemetschek AllPlan (κυρίως στατικό, αρχιτεκτονικό και κατασκευαστικό)

Trimble Tekla (κυρίως στατικό)

Dassault Systemes Catia (κυρίως στατικό, αεροναυπηγικό και κατασκευαστικό)

Dassault Systemes SolidWorks (κυρίως σχεδιασμός μικρότερης κλίμακας – π.χ. εργαλεία)

RhinoBIM (κυρίως αρχιτεκτονικό)

BricsCAD BIM (κυρίως αρχιτεκτονικό και λεπτομερειών εφαρμογής)

2.7.4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ

Τα προγράμματα αυτά είναι εξειδικευμένα στο να ελέγχουν διαφορετικές παραμέτρους των κτιρίων, τόσο σε στατικό και μηχανολογικό όσο και σε ενεργειακό επίπεδο ώστε το τελικό αποτέλεσμα να είναι πάντα σύμφωνο με τις ορισμένες από την αρχή προδιαγραφές και τους επιθυμητούς στόχους. Αυτά τα λογισμικά μπορούν να λειτουργήσουν και ως συνοδευτικά και επικουρικά των βασικών σχεδιαστικών προγραμμάτων. Κάποια είναι τα:

Robot Structural Analysis – Ελέγχει τα φορτία και επιβεβαιώνει την εφαρμογή του ευρωκώδικα στον στατικό σχεδιασμό.

SeFaira – Προσφέρει ανάλυση ενεργειακής απόδοσης κυρίως μέσω παθητικών συστημάτων εξαερισμού και ηλιασμού.

Nemetschek SCIA – Προσφέρει σημαντική βοήθεια στη στατική ανάλυση.

Autodesk Green Building Studio – Ελέγχει και βελτιστοποιεί την ενεργειακή απόδοση του έργου.

LadyBug – Χρησιμεύει στην ανάλυση των περιβαλλοντικών συνθηκών που επηρεάζουν το έργο.

2.7.5 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Βασικό χαρακτηριστικό της BIM τεχνολογίας είναι η δυνατότητα συνεργασίας πολλών μελών σε μία ομάδα, που η καθεμία χειρίζεται και χρειάζεται διαφορετικά στοιχεία. Τα παρακάτω λογισμικά προσφέρουν αυτή την πλατφόρμα στα πλαίσια του OpenBIM για να διαμοιράζονται τα αρχεία μεταξύ των χρηστών. Τα περισσότερα από αυτά χρησιμεύουν και στο να μεταφράσουν γεωμετρικά δεδομένα σε λογιστικά, βοηθώντας τη διαχείριση του έργου τόσο κατά τη κατασκευή όσο και καθ'όλο τον κύκλο ζωής του.

Autodesk BIM 360

Trimble Connect

AllPLan BIMPLus

Drofus

BIMX

2.7.6 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΩΝ

Η ανίχνευση συγκρούσεων μεταξύ διαφόρων μερών ενός συνολικού Πληροφοριακού Μοντέλου αποτελεί μία από τις σημαντικότερες λειτουργίες του BIM. Μειώνει επίσης τα κοστολόγια των αλλαγών και της κατασκευής γενικότερα και ελαχιστοποιεί τους κινδύνους, τόσο οικονομικούς όσο και εργασιακούς κατά την τελική υλοποίησή του. Γι αυτό είναι απαραίτητη να γίνεται όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά από τα πρώτα στάδια του σχεδιασμού. Τα παρακάτω προγράμματα είναι εξειδικευμένα στο να αναδεικνύουν τα προβλήματα αυτά, να τα καταγράφουν και να τα ταξινομούν για εύκολη αντιμετώπισή τους.

BIM Track

RevizTo

BIM Assure

NavisWorks

Nemetschek Solibri Model Checker

BIMCollab

SimpleBIM

2.7.7 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑΣ ΕΡΓΟΥ

Με τον όρο προετοιμασία νοούνται όλες οι απαιτούμενες διεργασίες που είναι απαραίτητο να γίνουν πριν την εκκίνηση της κατασκευής του έργου. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται προϋπολογισμοί, χρονοδιαγράμματα, κοστολογήσεις υλικών και εργασίας, διαχειρίσεις διοίκησης, προσφορές, ωράρια εργασιών, προσδιορισμός δεικτών αποδοτικότητας, Ουσιαστικά πρόκειται για προγράμματα που αφορούν στα επίπεδα 4D και 5D της BIM τεχνολογίας.

Itwo/Mtwo

DProfiler

CostX

Synchro Professional

Vico Office

Assemble Systems

2.7.8 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΟΥ

Μετά την ολοκλήρωση των μελετών και των προπαρασκευαστικών σταδίων, είναι η ώρα της υλοποίησης του έργου. Τα περισσότερα από τα προγράμματα που έχουν προαναφερθεί – ιδιαίτερα τα λογισμικά προετοιμασίας – χρησιμοποιούνται και κατά τη διάρκεια κατασκευής. Υπάρχουν όμως και απολύτως εξειδικευμένα προγράμματα που βοηθούν στην ομαλότερη λειτουργία και οργάνωση του εργοταξίου, της κατασκευής και του ελέγχου. Λειτουργώντας σε μεγάλο βαθμό σύμφωνα με διεθνή πρωτόκολλα συνεργασίας (IFC), δίνουν την δυνατότητα για εξαγωγή σύνθετων και χρήσιμων δεδομένων που βοηθούν στην επίτευξη των στόχων του σχεδιασμού. Έχοντας σαν βάση το Πληροφοριακό μοντέλο, δημιουργούν αυτόματα πίνακες υλικών, χρονοδιαγράμματα, σειρά εργασιών και γενικότερα χρήσιμα στοιχεία που μπορούν να αξιοποιηθούν από τον ανάδοχο του έργου, εξοικονομώντας σημαντικούς πόρους. Τέτοια είναι :

Grit Virtual

Alice Technologies

Verity

2.7.9 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

Τέλος, υπάρχουν προγράμματα τα οποία χρησιμοποιούνται μετά το πέρας της κατασκευής. Είναι αυτά τα προγράμματα που ανταποκρίνονται στο 7D της τεχνολογίας BIM όπως επίσης και στο Στάδιο Ανάπτυξης LOD500. Είναι προγράμματα που επεξεργάζονται και τακτοποιούν τόσο διαχειριστικές διαδικασίες, όσο και δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από αισθητήρες. Μέσω αυτών η παρακολούθηση ενός έργου κατά τη διάρκεια λειτουργίας του γίνεται πολύ ευκολότερη και προσφέρει μία άμεση ενημέρωση για τα τυχόν προβλήματα που μπορεί να προκύψουν. Κάποια από αυτά είναι τα παρακάτω.

Ecodomus

Onuma

Archibus

YouBIM

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΕΦΑΡΜΟΓΗ BIM ΣΤΟ ΔΗΜΟΣΙΟ ΤΟΜΕΑ ΑΝΑ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

3.1 ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΣΙΟΥ

Η εξάπλωση της τεχνολογίας BIM εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το βαθμό ενσωμάτωσής της στο δημόσιο τομέα, πέρα από τα οφέλη που παράγει για τον ιδιωτικό. Στις περισσότερες χώρες στις οποίες είναι διαδεδομένη η χρήση BIM ο δημόσιος τομέας είναι ο κύριος εφαρμοστής και καθοδηγητής, αν και στα πιο επιτυχημένα παραδείγματα η στήριξη από τον ιδιωτικό τομέα έπαιξε σημαντικό ρόλο (Wong et al., 2019). Ο λόγος που η υιοθέτηση αρχικά από το δημόσιο τομέα έχει τόσο μεγάλη αξία είναι διότι λόγω μεγέθους και καθολικότητας δύναται να παίζει αρκετούς επιμέρους ρόλους, οι οποίοι με τη σειρά τους ευνοούν την γενικότερη εφαρμογή της τεχνολογίας και την ευρεία αποδοχή τους. (Cheng & Lu, 2015).

Αυτοί είναι οι εξής :

A. Μνητής και καθοδηγητής

Η εφαρμογή της BIM από τον κάθε ιδιώτη είναι μία προσωπική πρωτοβουλία, η οποία μπορεί να επιφέρει ένα συγκριτικό πλεονέκτημα για τον ίδιο, αλλά δεν είναι υποχρεωτική εάν ο εκάστοτε μελετητής δεν έχει βλέψεις ή δεσμούς με έργα που λειτουργούν με αυτόν τον τρόπο. Εάν λοιπόν η κρατική πρωτοβουλία θέσει στόχους εφαρμογής της BIM, τουλάχιστον για τα δημόσια έργα θα πυροδοτήσει ένα σημαντικό ενδιαφέρον από τις μεγαλύτερες εταιρείες του χώρου που ασχολούνται με αυτά οι οποίες με τη σειρά τους θα τραβήξουν και τους υπόλοιπους επαγγελματίες. Για παράδειγμα η Μεγάλη Βρετανία έθεσε έναν φιλόδοξο στόχο για πλήρη υιοθέτηση της BIM και μάλιστα επιπέδου 2 έως το 2016 και με αυτόν τον τρόπο κατάφερε να θεωρείται ήδη από το 2015 πρωτοπόρος στην Ευρώπη (NBS, 2015)

B. Ρυθμιστής

Για να μπορέσει να λειτουργήσει σε εθνικό και διεθνές επίπεδο στο μέγιστο βαθμό η τεχνολογία BIM θα πρέπει υπακούει κάποιους κοινούς κανόνες και να συνδέεται με κοινά πρωτόκολλα. Κάποια από αυτά μπορεί να είναι τοπικά ενώ κάποια πρέπει να είναι καθολικά. Το κράτος σε εθνικό και οι χώρες σε διεθνικό επίπεδο είναι οι καταλληλότερες για να θεσπίσουν τέτοιους κανονισμούς σύμφωνα με τους οποίους θα κινείται ο ιδιωτικό τομέας. (Cheng & Lu, 2015) Συνήθως κάθε χώρα δημιουργεί τα δικά της εγχειρίδια, όπως για παράδειγμα η Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία με το Australia and New Zealand Revit Standards

(ANZRS). Κάποιες χώρες προσπαθούν ακόμη και να ορίσουν οικουμενικούς κανόνες για το σύνολο της βιομηχανίας όπως οι ΗΠΑ με το NBIMS 2007-2015 (national building information standard) (Bazjanac, 2008)

Γ. Εκπαιδευτής

Στις χώρες με αναπτυγμένη BIM συνείδηση και χρήση υπάρχουν εξειδικευμένες ιδιωτικές εταιρείες εκπαίδευσης προσωπικού σε BIM, όπως επίσης και τμήματα εκπαίδευσης εσωτερικά σε μεγάλες κατασκευαστικές εταιρείες του χώρου. Παρόλα αυτά ο δημόσιος τομέας παίζει σημαντικό ρόλο κι εδώ πριμοδοτώντας την εκπαίδευσή τους, εκδίδοντας εκπαιδευτικά εγχειρίδια, διοργανώνοντας ημερίδες και συνέδρια (όπως το BIM Academic Education Symposium) και ενσωματώνοντας την τεχνολογία στα εκπαιδευτικά ιδρύματα της κάθε χώρας. (NBIMS-USTM Committee)

Δ. Χρηματοδότης

Η υιοθέτηση BIM από μικρότερες εταιρείες και ιδιώτες, ειδικά στα αρχικά στάδιά της, έχει σημαντικό κόστος. Αυτό φυσικά μπορεί να λειτουργήσει ανασταλτικά στην εξάπλωσή της. Η βοήθεια και οικονομική υποστήριξή τους είναι λοιπόν σημαντική για την ενθάρρυνση τους να μεταβούν σε αυτήν. Είτε με άμεσα χρηματοδοτικά προγράμματα είτε με έμμεσους τρόπους όπως οι αυξημένες αμοιβές για έργα που παραδίδονται σε BIM, η αρωγή στον ιδιωτικό τομέα είναι επιβεβλημένη.

Ε. Παρουσιαστής (Demonstrator)

Η διαφορά με τον ρόλο του εκπαιδευτή είναι πως ο δημόσιος τομέας είναι ο πλέον κατάλληλος να επιδείξει τα οφέλη της χρήσης της BIM, με την εφαρμογή της σε δημόσια έργα. Η εκπαίδευση μόνη της δεν αρκεί. Για να πειστούν ολοκληρωτικά οι ιδιωτικές επιχειρήσεις, χρειάζονται και απτά αποτελέσματα και μάλιστα σε υλοποιημένα έργα διαφόρων τομέων. Στην Ολλανδία όπως και στη Σιγκαπούρη λειτούργησαν αρκετά πιλοτικά έργα για να μπορέσουν να διερευνήσουν και να αξιολογήσουν τη χρήση BIM. (RWS, BCA, Cheng & Lu, 2015)

ΣΤ. Ερευνητής.

Όπως συμβαίνει με κάθε τεχνολογία, η BIM δεν παραμένει στατική, παρά μεταμορφώνεται και εξελίσσεται συνεχώς. Η έρευνα και καινοτομία πάνω στα εργαλεία της είναι απαραίτητη για την αναβάθμισή τους. Φορείς όπως οι Statsbygg στη Νορβηγία, MLTM στην Κορέα και

JFCC στην Ιαπωνία έχουν διεξάγει αρκετά προγράμματα Έρευνας και Ανάπτυξης για τις πιθανές μελλοντικές βελτιώσεις των συστημάτων BIM που χρησιμοποιούνται στη χώρα τους.

3.2 ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ BIM

Η μέθοδος BIM ξεκίνησε να εφαρμόζεται στην Ευρώπη στα τέλη της δεκαετίας του '90. Παρόλα αυτά έως και το 2014, μόνο το 11% των εργολάβων στις χώρες της Αγγλίας, της Γαλλίας και της Γερμανίας ασχολούνται πάνω από 6 χρόνια με αυτήν την τεχνολογία. Στα υπόλοιπα κράτη της ηπείρου το ποσοστό μειώνεται δραματικά. Αντίθετα, στις ΗΠΑ, όπου η χρήση BIM έγινε υποχρεωτική στα έργα του δημόσιου τομέα από το 2003, υπήρξε ταχύτατη ενσωμάτωση και η έρευνα του 2014 έδειξε πως το 36% των εργολάβων διέθεταν ήδη εξαετή εμπειρία στις διαδικασίες χρήσης του BIM. (MacGRaw and Hill, 2015) Αν και ένα βήμα πίσω, στην Ευρώπη η χρήση του BIM ανθεί, κυρίως από τους νέους κατασκευαστές που εισέρχονται στην αγορά. Καθοριστικό ρόλο στην αλλαγή πορείας έχουν οι κυβερνήσεις των ευρωπαϊκών κρατών που με γοργούς ρυθμούς αναδεικνύουν το BIM ως την κυρίαρχη μέθοδο πραγματοποίησης κατασκευαστικών έργων.

Σε κάποιες χώρες η εφαρμογή του BIM είναι υποχρεωτική για τα δημόσια κατασκευαστικά έργα, με ξεκάθαρες εθνικές στρατηγικές και κατευθύνσεις. Σε άλλες έχουν απλά οριστεί πρωτόκολλα και πρότυπα για την συνεργασία και την διαδικασία κατασκευής μέσω BIM. Κάθε χώρα έχει δημιουργήσει τις δικές της προϋποθέσεις και οδηγίες για το πως πρέπει να λειτουργεί. Εκτός από τις πρωτοβουλίες των κρατών, υπάρχουν όπως αναφέρθηκε και άλλοι εθνικοί οργανισμοί που θέτουν κανονισμούς. Παρά την συνεχή ανάπτυξη των τελευταίων ετών, δεν έχει καταστεί δυνατόν να συγκροτηθεί ένα απόλυτα κοινά αποδεκτό διεθνές πρότυπο χρήσης της BIM. Στις χώρες που η εφαρμογή του είναι υποχρεωτική, η κατανόηση της διαδικασίας από τους πολίτες αποτελεί σημαντική παράμετρο επιτυχίας της.

3.3 ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

3.3.1 ΗΠΑ

Ο δημόσιος οργανισμός GSA (General Services Administration) υπεύθυνος για την ανάπτυξη πολιτικών ελαχιστοποίησης του κόστους σε κυβερνητικές δαπάνες, μέσω του PBS (Public Buildings Service), εφαρμόζει τη μέθοδο BIM από το 2003 κι έχει εκδώσει αρκετά εγχειρίδια από το 2007 (GSA, 2007c). Έρευνα του NIST (National Institute of Standards and Technology) έδειξε ότι η ετήσια εξοικονόμηση κεφαλαίων από την χρήση του BIM στις ΗΠΑ είναι 15,2 δισεκατομμύρια δολάρια. (Bazjanac, 2008) Από το 2008 η χρήση του BIM έχει περάσει και σε άλλες υπηρεσίες της χώρας όπως ο Στρατός και η NASA. (Smith 2014) Το βασικότερο πλεονέκτημα και ο λόγος της άνθησης της BIM στις ΗΠΑ ήταν η άμεση και ουσιαστική ανταπόκριση και στήριξη του δημόσιου τομέα. (Wong et Al, 2011) Τέθηκαν νωρίς στόχοι, χρηματοδοτήθηκαν προγράμματα, δημιουργήθηκαν επιτροπές, εκδόθηκαν εγχειρίδια και οργανώθηκαν συνέδρια για να γίνει κοινός τόπος η τεχνολογία στις επιχειρήσεις του τομέα των κατασκευών. (Hagan et al.,2009)

3.3.2 ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ

Το Ηνωμένο Βασίλειο έχει καταφέρει να γίνει ταχύτατα ο αδιαμφισβήτητος πρωταθλητής στην εφαρμογή BIM στον κόσμο, αξιοποιώντας την σαφή εθνική στρατηγική και την κυβερνητική υποστήριξη ήδη από το 2010. Από τον Απρίλιο του 2016, στο πλαίσιο της Κυβερνητικής Στρατηγικής Κατασκευής που αποσκοπεί στην επίτευξη εξοικονόμησης 20% στο κόστος προμηθειών, όλα τα κεντρικώς χρηματοδοτούμενα κατασκευαστικά έργα στο Ηνωμένο Βασίλειο απαιτούν για την πραγματοποίησή τους την χρήση BIM. Αυτή η κρατική εντολή επιτάχυνε τη διαδικασία υιοθέτησης του BIM στη χώρα. Η έκτη Εθνική Έκθεση BIM του 2016 ανέφερε ότι η υιοθέτηση του BIM στο Ηνωμένο Βασίλειο είχε φτάσει το 54%, από 48% το 2015. Έως σήμερα, άνω του 80% των ερωτηθέντων εταιρειών αναμένεται να την έχουν υιοθετήσει. Στην έκθεση επισημάνθηκε επίσης ότι το 2014-15, η κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου εξοικονόμησε 855 εκατομμύρια λίρες, τα οποία ουσιαστικά επανεπενδύθηκαν σε νέα έργα. (NBS National BIM Report, 2016)

3.3.3 ΣΚΑΝΔΙΝΑΒΙΑ

Οι σκανδιναβικές χώρες της Νορβηγίας, της Δανίας, της Φινλανδίας και της Σουηδίας συγκαταλέγονται μεταξύ των πρώτων που υιοθέτησαν την τεχνολογία BIM, έχοντας θεσπισμένα δημόσια πρότυπα και απαιτήσεις από τα πρώτα χρόνια.

Η Φινλανδία άρχισε να ασχολείται με την εφαρμογή των τεχνολογιών BIM ήδη από το 2002 και μέχρι το 2007 η Συνομοσπονδία Φινλανδικών Κατασκευαστικών Βιομηχανιών είχε επιβάλει ότι όλα τα πακέτα λογισμικού σχεδιασμού πρέπει να κατέχουν την εθνική πιστοποίηση (Industry Foundation Certificate-IFC). (Henttinen, 2012)

Στη Νορβηγία, η πολιτεία καθώς και ο Νορβηγικός Σύνδεσμος Οικοδόμων, προωθούν ενεργά τη χρήση του BIM. Από το 2010, όλα τα εθνικά έργα χρησιμοποιούν μορφές αρχείων BIM για ολόκληρο τον κύκλο ζωής τους. Ο οργανισμός SINTEF (ο μεγαλύτερος ανεξάρτητος ερευνητικός οργανισμός στη Σκανδιναβία) διενεργεί επίσης έρευνα στο BIM ως μέρος του εθνικού προγράμματος έρευνας και ανάπτυξης που εστιάζει σε βιώσιμα εργαλεία για τη βελτίωση της κατασκευής και της λειτουργίας των κτιρίων. (Fatt, 2012)

Η Δανία έχει δώσει εντολή από το 2013 στους κρατικούς φορείς της, συμπεριλαμβανόμενης της Υπηρεσίας Πανεπιστημίων και της Υπηρεσίας Κατασκευών Άμυνας, να υιοθετήσουν πρακτικές BIM. Ακόμη, αρκετοί ιδιωτικοί οργανισμοί και πανεπιστήμια διεξάγουν εργασίες έρευνας και ανάπτυξης του BIM.

Στη Σουηδία, η υιοθέτηση του BIM είναι τόσο υψηλή ώστε έχουν προκύψει βέλτιστες πρακτικές ακόμη και ελλείψει σαφών κατευθυντήριων γραμμών από την κυβέρνηση. Η χώρα είναι μόνο πίσω από τις ΗΠΑ στη δημοσίευση ακαδημαϊκών εργασιών που επικεντρώνονται στο BIM. Τώρα, η κυβέρνηση αναλαμβάνει πρωτοβουλίες για τη διευκόλυνση της εφαρμογής σε εθνικό επίπεδο και δημόσιοι οργανισμοί όπως η Σουηδική Διοίκηση Μεταφορών έχουν κάνει υποχρεωτική τη χρήση του BIM από το 2015.

Το να πειστούν οι παράγοντες της αγοράς αλλά και οι άνθρωποι να υιοθετήσουν την χρήση BIM, μπορεί να χαρακτηριστεί ένα σαφές πλεονέκτημα για τη Σκανδιναβική περιοχή.

3.3.4 ΣΙΓΚΑΠΟΥΡΗ

Η αφετηρία στη Σιγκαπούρη γίνεται από το 1995 με την προσπάθεια μέσω του προγράμματος CORENET να χρησιμοποιήσει IT και BIM στα τεχνικά έργα. (Khemlani, 2005) Από το 2015, η Αρχή Οικοδομών και Κατασκευών αποφάσισε να εφαρμόσει την πρώτη στον κόσμο πλατφόρμα ηλεκτρονικής υποβολής σχεδίων BIM. Η υποβολή είναι απαραίτητη για όλα τα έργα άνω των 5.000 τετραγωνικών μέτρων- δημόσιων και ιδιωτικών. Ακόμη, από το 2010, η ίδια Αρχή επιχορηγεί, μέσω του Ταμείου BIM, το κόστος της κατάρτισης, της παροχής συμβουλών, καθώς και των απαιτήτων hardware και software στους ενδιαφερόμενους. (Das et al., 2011) Επιπλέον, για τη διευκόλυνση ανταλλαγής πληροφοριών, έχει αναπτυχθεί μια βιβλιοθήκη σχεδίων, καθώς και οδηγιών συνεργασίας για έργα. (Harun A. et al. 2016)

3.4 ΜΕΡΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ένας σημαντικός αριθμός ανεπτυγμένων Χωρών έχει προχωρήσει στον καθορισμό οδηγιών και εφαρμογή στρατηγικών ενσωμάτωσης του BIM στο δημόσιο τομέα χωρίς ακόμη την καθολική του υιοθέτηση. Η Γερμανία και η Κίνα προσπαθούν να κινηθούν προς την ευρύτερη χρήση του αλλά βρίσκουν αντιστάσεις στην αλλαγή από τους εμπλεκόμενα μέρη. Η Γαλλία, η Ισπανία, η Ιταλία, η Μαλαισία, η Αυστραλία, τα Η.Α.Ε και το Χονγκ Κονγκ, η Ιαπωνία, η Ταιβάν και η Κορέα βρίσκονται σε φάση δοκιμαστικής χρήσης και αξιολόγησης της διαδικασίας, στοχεύοντας στην πλήρη εφαρμογή στο βραχυπρόθεσμο μέλλον.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ BIM

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, η υιοθέτηση του BIM προσφέρει ξεκάθαρα οφέλη για τα ενδιαφερόμενα μέλη. Εκτός από τα διαδικαστικά πλεονεκτήματα που απορρέουν από την προηγμένη τεχνολογία και τις αποδοτικότερες λειτουργίες, η ουσία των ωφελειών του BIM, βρίσκεται στην «υπεραξία» που αποδίδει. Η υπεραξία αυτή, σχετίζεται με όλες τις δυνατότητες συνεργασίας και επαφής, τόσο μεταξύ των εμπλεκόμενων επαγγελματιών, όσο και μεταξύ επαγγελματία – πελάτη. Η υπεραξία αυτή, είναι ορατή σε κάθε στάδιο. Στην ουσία, το BIM αποτελεί μία πλατφόρμα διεπιστημονικής συνεργασίας και επικοινωνίας, που δίνει τη δυνατότητα εμπλεκόμενους να έχουν ενεργή συμμετοχή στη μελέτη και το σχεδιασμό του έργου. Από την σκοπιά του δημόσιου τομέα μπορούμε να αναφέρουμε ότι κύριο όφελος είναι η πολύ σημαντική εξοικονόμηση κεφαλαίων. Με μια πιο προσεκτική ματιά, όμως, μπορούν να γίνουν αντιληπτές οι επιμέρους ωφέλειες για τα συμβαλλόμενα μέρη και να κατηγοριοποιηθούν σε 5 βασικές κατηγορίες.

4.1 ΟΦΕΛΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ

Ζούμε σε έναν οπτικό κόσμο, όπου η ορατή πληροφορία γίνεται ευκολότερα αντιληπτή, ειδικά για ένα ανειδίκευτο μάτι. Η φύση των Πληροφοριακών Μοντέλων είναι τέτοια που το μεγαλύτερο σύνολο των ιδιοτήτων του είναι άμεσα αναγνωρίσιμες εξαιτίας της τρισδιάστατης απεικόνισής του, τόσο από τον ενδεχόμενη πελάτη όσο και από τους συνεργάτες του δημιουργού του μοντέλου. Η καθαρότητα και ο βαθμός λεπτομέρειας που αντικατοπτρίζεται στο μοντέλο αφήνουν μικρά περιθώρια παρεξηγήσεων τόσο στο συνθετικό και δημιουργικό κομμάτι του σχεδιασμού όσο και στη μετέπειτα κοινωνία της ενσωματωμένης πληροφορίας, βελτιώνοντας την κατανόηση του έργου. “Ένα μοντέλο αξίζει χίλιες εικόνες.” (McGraw Hill Construction, 2014)

Εν συντομία έχουμε λοιπόν τα εξής οφέλη λόγω καλύτερης απεικόνισης :

- Τρισδιάστατη σχεδιαστική απεικόνιση, η οποία βελτιώνει την κατανόηση του έργου και των χώρων του, δίνοντας τη δυνατότητα να παρουσιαστούν διάφορα εναλλακτικά σχέδια, τόσο στις ομάδες σχεδιασμού και κατασκευής, όσο και σε μη τεχνικούς (όπως ένας πελάτης).
- Βελτιωμένη αποδοτικότητα στη μελέτη και την κατασκευή, εξαιτίας της εύκολης πρόσβασης στις απαιτούμενες πληροφορίες.

- Εύκολη μεταβίβαση πληροφορίας τόσο σε συνεργάτες όσο και αρμόδιους φορείς, με μικρά περιθώρια σφάλματος και ασάφειας.
- Άμεσο έλεγχο των κρίσιμων σημείων της σύνθεσης και γενικότερα του έργου.
- Ολοκληρωμένα, με ελαχιστοποίηση σφαλμάτων συντονισμού και με μεγάλη σαφήνεια και ακρίβεια σχεδιαστικά έγγραφα.

4.2 ΟΦΕΛΗ ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο τεχνικός κόσμος συνεχίζει μέχρι τις μέρες να είναι η σωστή συνεργασία μεταξύ των διαφόρων ειδικοτήτων που εμπλέκονται στον σχεδιασμό και υλοποίηση ενός έργου. Μέσω των Πληροφοριακών Μοντέλων ενισχύεται η έννοια της συνεργασίας σε πραγματικό χρόνο με το μικρότερο δυνατό κόστος, στον πιο σύντομο χρονικό ορίζοντα και με το μέγιστο βαθμό κατανόησης. Το BIM δημιουργεί μία αίσθηση κοινού στόχου και αλληλοβοηθούμενων μερών κάνοντας πιο φυσική και ροϊκή την ανάμειξη των συνεργαζόμενων μερών στο τελικό αποτέλεσμα. Λύνονται με αυτόν τον τρόπο ουσιώδη ζητήματα που σε άλλη περίπτωση μπορεί να μην είχαν καν την ευκαιρία να εμφανιστούν κατά τη διάρκεια της μελετητικής διαδικασίας. Ακόμη και σε ομάδες διασπασμένες σε διαφορετικά γεωγραφικά σημεία, η επικοινωνία είναι γρήγορη και αποτελεσματική (Γκένα, 2016).

Συγκεντρωτικά λοιπόν έχουμε:

- Άμεσο και γρήγορο συντονισμό του προσωπικού, τόσο στα στάδια του σχεδιασμού όσο και στα στάδια της υλοποίησης.
- Γρηγορότερη λήψη αποφάσεων, με ελάχιστο κόστος και πιο αποδοτική επικοινωνία αναζητήσεων, βλέψεων, στόχων και προβλημάτων.
- Μικρότερη απώλεια πληροφορίας από λανθασμένες μεταβιβάσεις εγγράφων και αρχείων.
- Σωστότερη και ουσιαστικότερη συνεργασία των εμπλεκόμενων συνεργατών.

4.3 ΟΦΕΛΗ ΕΓΚΑΙΡΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Με την τεχνολογία BIM έχουμε τη δυνατότητα να έχουμε μοντέλα “as built”. Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να ξέρουμε για όλο το κτίριο το σύνολο των λεπτομερειών των δομικών και κατασκευαστικών στοιχείων του από ένα αρχικό στάδιο, προτού αρχίσει η κατασκευή. Ακόμη και σε αυτόν τον βαθμό όμως να μην φτάσει το μοντέλο, η δυνατότητα αναγνώρισης συγκρούσεων που δίνεται από τα προγράμματα προσφέρει ένα εξαιρετικό πλεονέκτημα στους χρήστες του. Αναγνωρίζει και αναδεικνύει τα προβλήματα μεταξύ δύο ή περισσότερων διαφορετικών μελετών του κτιρίου. (McGraw Hill Construction, 2014)

Αναλυτικότερα έχουμε:

- Αυτόματο έλεγχο συναρμογής των επιμέρους μελετών και σχεδίων, που επιτρέπει να εντοπιστούν άμεσα κατά το σχεδιασμό οι συγκρούσεις (clash detection) ανάμεσα σε αρχιτεκτονικά, δομικά και μηχανολογικά στοιχεία του έργου σε 3D απεικόνιση, και να αποφευχθεί το κόστος αποκατάστασης των σφαλμάτων αυτών όταν αυτά διαπιστωθούν στο εργοτάξιο
- Έλεγχος κατασκευασιμότητας που οδηγεί σε μείωση του ρίσκου και του κόστους.
- Αναγνώριση και μείωση των κινδύνων.
- Αποφυγή ατυχημάτων (π.χ. λόγω λανθασμένης κατασκευής ικριωμάτων στο εργοτάξιο).
- Αποφυγή λανθασμένων παραγγελιών υλικού και εξοπλισμού.
- Καλύτερος χρονικός προγραμματισμός των διαφορετικών εργασιών στο έργο.
- Σωστότερος έλεγχος και προγραμματισμός των κατασκευαστικών διαδικασιών.

4.4 ΟΦΕΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

Το αρχικό κόστος δημιουργίας σωστών μοντέλων είναι αυξημένο σε σχέση με τους παραδοσιακούς τρόπους σχεδιασμού. Πολύ σύντομα όμως το κόστος αυτό αποσβένεται με την ελαχιστοποίηση των λαθών, της ταχύτερης εκτέλεσης διεργασιών και διαμοιρασμού πληροφοριών, το σωστό υπολογισμό υλικών, εργασιών, ανθρωποδύναμης και τον περιορισμό των κινδύνων του έργου.

Σε μελέτη του Στάνφορντ μετρήθηκαν τα παρακάτω :

40% λιγότερες αλλαγές στην κατασκευή

30% ακριβέστερη εκτίμηση του κόστους του έργου

80% μείωση του χρόνου εκτίμησης του κόστους

10% εξοικονόμηση χρόνου κατασκευής του έργου (CIFE-Integrated Facilities Engineering, Stanford)

Ενώ αντίστοιχα σε μία σημαντική μελέτη του 2014 από την Mc Graw Hill Construction διαπιστώθηκε πως οι περισσότερες εταιρείες (ιδιαίτερα οι πιο έμπειρες) χαρακτήρισαν το BIM ως ένα από τα σημαντικότερα συγκριτικά πλεονεκτήματά τους (McGraw Hill Construction, 2014)

Έχουμε έτσι :

- Μείωση κατασκευαστικού κόστους λόγω συντομότερου χρόνου κατασκευής.
- Γρηγορότερη και ακριβέστερη προ-μέτρηση των ποσοτήτων των υλικών, ώστε να επιτρέπεται η καλύτερη οργάνωση των προμηθειών.
- Βελτίωση παραγωγικότητας.
- Υψηλότερο επίπεδο εργασίας και ποιότητας παραγόμενου έργου. Σημαντικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα και τα δύο για μία επιχείρηση που λειτουργεί με BIM.
- Αυτόματη ενημέρωση των ποσοτήτων, του προϋπολογισμού και των χρονοδιαγραμμάτων, με αποτέλεσμα την βελτίωση της προβλεψιμότητας του κόστους και των ποσοτήτων.

4.5 ΟΦΕΛΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Δεν γίνεται να μην αναφερθούν και οι θετικές επιπτώσεις της τεχνολογίας στη διαχείριση των έργων μετά το πέρας της κατασκευής τους. Ειδικά σε μοντέλα “as built” με ενσωματωμένους αισθητήρες είναι εξαιρετικά εύκολη η συνεχής παρακολούθηση της λειτουργίας του έργου, των καταναλώσεών του, της ενεργειακής απόδοσής του, των σφαλμάτων υλικού. Με αυτόν τον τρόπο είναι άμεση η επίλυση ζητημάτων τα οποία δυνητικά θα δημιουργούσαν περαιτέρω προβλήματα. Η συντήρηση των κτιρίων είναι πολύ πιο εύκολη και πολύ αποτελεσματικότερη, κάτι που εν τέλει εξοικονομεί πόρους τόσο οικονομικούς για τον ιδιοκτήτη όσο και για το περιβάλλον.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ BIM

Όπως είδαμε συστήματα BIM έχουν εφαρμοστεί σε αρκετές χώρες, είτε μέσω μίας top-down (από εθνικό επίπεδο προς τους ιδιώτες) είτε μίας bottom-up διαδικασίας (από τον ιδιωτικό τομέα, στο δημόσιο). Παρόλο που οι έρευνες έχουν δείξει πως και σε ιδιωτικό και σε δημόσιο επίπεδο υπάρχουν σαφή οφέλη όταν εφαρμόζονται σωστά οι διαδικασίες, όπως κάθε σημαντική αλλαγή σε οποιοδήποτε τομέα, εμφανίζονται κι εδώ προκλήσεις. Εάν δεν αντιμετωπιστούν εξ αρχής και αποτελεσματικά, μπορούν πολύ εύκολα να ανατρέψουν τα θετικά χαρακτηριστικά των BIM και να μην επαληθευτούν οι προσδοκίες γύρω από αυτά (Fox 2014, Dainty et al. 2015). Η εφαρμογή των BIM συστημάτων αποτελεί λοιπόν ιδιαίτερη πρόκληση (Fox and Hietanen 2007, Hartmann et al. 2012), ειδικά όταν εφαρμόζονται στον αντικειμενικά πιο δυσκίνητο δημόσιο τομέα.

5.1 ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ BIM

Με τον όρο δυσκολίες αναφερόμαστε στα εγγενή χαρακτηριστικά τόσο της τεχνολογίας BIM όσο και των δημοσίων φορέων, τα οποία περιπλέκουν και δυσχεραίνουν την εφαρμογή του σε ένα γενικότερο πλαίσιο. Αυτά είναι μεταξύ άλλων :

5.1.1 ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ BIM ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η εφαρμογή και χρήση των BIM συστημάτων συχνά εξαρτάται από τον βαθμό της δέσμευσης και την τεχνική υποστήριξη που παρέχεται μόνο από τους λίγους γνώστες των BIM συστημάτων (Arayici et al., 2011). Ταυτόχρονα τα συστήματα BIM που είναι ακόμη σε διαδικασία ανάπτυξης δεν έχουν μεταφραστεί και εμπλουτιστεί με όλες τις κατά τόπους ιδιαιτερότητες (όπως είναι ορισμένοι παραδοσιακοί τρόποι κατασκευής, ειδικά διατάγματα κλπ). Ιδιαίτερα στην Ελλάδα, όπου ελάχιστοι επαγγελματίες του χώρου λειτουργούν σε περιβάλλοντα BIM (κυρίως με πελατολόγιο από το εξωτερικό) δεν έχουν τον χρόνο ή τη θέληση να μεταδώσουν τη γνώση τους, δεδομένου πως το όφελος τόσο για τους ίδιους όσο και για τους αποδέκτες δεν θα είναι άμεσα ορατό. (Maki and Kerosuo 2015)

5.1.2 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΙ ΡΟΛΟΙ, ΕΥΘΥΝΕΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΗ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Η εφαρμογή BIM συστημάτων απαιτεί τη δημιουργία νέων ρόλων και θέσεων εργασίας (π.χ. BIM coordinators, BIM designers) γεγονός που αναδιανέμει και αλλάζει τις σχέσεις εξουσίας και λήψης αποφάσεων (Bosch-Sijtsema 2014). Ενώ στην ελεύθερη αγορά είναι κάτι που συναντάται συχνότερα, στον πιο σταθερό, ογκώδη και δύσκολα μεταβαλλόμενο δημόσιο τομέα, οι σχέσεις και οι ρόλοι που αναλαμβάνει ο καθένας τείνουν να είναι πιο συγκεκριμένοι και δύσκολα εναλλάξιμοι. (Gu and London 2010, Maki and Kerosuo 2015)

5.1.3 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΑΠΟΨΕΙΣ

Υπάρχουν διαφορετικές φωνές γύρω από το την εφαρμογή των BIM συστημάτων. Από τη μία, υπάρχει η άποψη πως τα BIM συστήματα πρέπει να ευθυγραμμιστούν με τους σημερινούς τρόπους εργασίας. Από την άλλη υπάρχει η αντίληψη πως τα BIM συστήματα οφείλουν να αλλάξουν τον τρόπο εργασίας (Jacobsson and Linderoth 2012, Davies and Harty 2013). Η αμφισημία αυτή προκαλεί με τη σειρά της τη διστακτικότητα πολλών δημοσίων φορέων στο να κατανοήσουν και να προχωρήσουν στην υιοθέτηση της τεχνολογίας. (Davies and Harty 2013)

5.1.4 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΤΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΝΟΟΤΡΟΠΙΑΣ

Όπως σε κάθε αδρανειακό σύστημα, εάν δεν υπάρξει μία ισχυρή δύναμη για να προκαλέσει μία σημαντική αλλαγή, τα πράγματα τείνουν να παραμένουν σταθερά. Γι αυτό υπάρχει και αντίσταση στην αλλαγή που φέρνουν τα BIM συστήματα δεδομένου ότι αυτή η αλλαγή αφορά μόνο συγκεκριμένους (αν και ευρείς) τομείς και σε κάποιο βαθμό απειλεί τις υπάρχουσες θέσεις εργασίας (Fernandez and Rainey 2006). Ο δημόσιος τομέας τείνει να ενστερνίζεται αλλαγές που έχουν αποδείξει τα οφέλη τους, δεδομένου πως σε κάθε αλλαγή εμπεριέχεται ένα πολιτικό κόστος, το οποίο σε κάθε περίπτωση γίνεται προσπάθεια να παραμένει χαμηλά. Η τεχνολογία BIM παρόλα τα αρχικά αποδεδειγμένα οφέλη της, είναι σχετικά σύγχρονη, με αποτέλεσμα να μην είναι εύκολο να πείσει για την ανάγκη υιοθέτησης των πρακτικών της ή να αποτελέσει σημαντική δύναμη μεταβολής της ισχύουσας κατάστασης. (Smith and Tardiff 2009)

5.1.5 ΕΛΛΕΙΨΗ ΖΗΤΗΣΗΣ

Η έλλειψη οδηγιών και κατευθύνσεων χρήσης BIM συστημάτων σημαίνει πως η χρήση τους εξαρτάται από τα καθήκοντα, τους ρόλους και τις ευθύνες του εκάστοτε επικεφαλής (π.χ. project manager, διευθυντής) (Maki and Kerosuo, 2015). Εάν δεν υπάρξει σε κάθε περίπτωση ένας ιθύνων νους να στρέψει το ενδιαφέρον σε αυτήν την κατεύθυνση, δύσκολα θα υπάρξει ζήτηση, ειδικά σε ένα κλάδο που λειτουργεί πολλά χρόνια με συγκεκριμένο τρόπο και έχει ήδη αναπτύξει κάποιες διόδους επικοινωνίας, φανερές και μη. (Eadie et al. 2013)

5.2 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ BIM

Οι παραπάνω δυσκολίες θα μπορούσαν λοιπόν να αναλυθούν σε 8 προκλήσεις οι οποίες συναντώνται είτε στο εσωτερικό περιβάλλον του εκάστοτε δημόσιου φορέα είτε στις σχέσεις του με το εξωτερικό του περιβάλλον (άλλες δημόσιες υπηρεσίες ή ιδιωτικούς φορείς). Οι προκλήσεις σχετίζονται με τα διάφορα στάδια και πρακτικές από τα οποία είναι αναγκαίο να περάσει μία κοινωνία και μία κρατική μηχανή ώστε να είναι έτοιμη να αποδεχτεί μία νέα τεχνολογία, στην περίπτωση μας το BIM. (Gustavsson & Vass, 2017)

5.2.1 ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΑΚΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ.

Χρειάζεται μετατροπή, ενημέρωση και ενίοτε ολοκληρωτική αλλαγή των εγγράφων και φορμών που διέπουν τις εργασιακές πρακτικές τόσο για τις διατμηματικές συναλλαγές, όσο και για τις επαφές με εξωτερικούς φορείς. Είναι αδύνατο να προχωρήσει η μετάβαση σε ένα νέο τεχνολογικό σύστημα (με σκοπό τη συνεργατικότητα σε διεθνές επίπεδο) εάν ταυτόχρονα δεν αλλάξουν και τα ζητούμενα παραδοτέα από τους κρατικούς φορείς.

Χρειάζεται επίσης χρόνος προσαρμογής. Οι αλλαγές που φέρνουν τα BIM συστήματα είναι πιθανόν να προκαλέσουν σύγχυση εάν δεν υπάρξει η κατάλληλη ενημέρωση και τελικά να έχουν αντίθετα αποτελέσματα ως προς τον επαγγελματισμό της εκάστοτε υπηρεσίας. Η ενημέρωση όμως αφορά και τους συνδιαλεγόμενους με τους φορείς. Η εφαρμογή των BIM συστημάτων θα μπορούσε να δυσκολέψει τη συνεργασία με τους προμηθευτές ή τους πολίτες εάν και αυτοί δεν είναι εξοικειωμένοι με τις νέες φόρμες που απαιτούνται.

5.2.2 ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΓΝΩΣΕΙΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ BIM ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.

Πρόκειται για μία καινοτομική προσέγγιση στον κατασκευαστικό κόσμο, οπότε η εύρεση προσωπικού με γνώσεις και εμπειρία στη υλοποίηση και διαχείριση αυτών των συστημάτων είναι ακόμη δύσκολη. Αντίστοιχη έλλειψη υπάρχει και σε ανώτερα στελέχη που θα πρέπει να παίξουν τον ρόλο ενός συντονιστή (BIM coordinator). Ακόμη και σε χώρες με αναπτυγμένη την τεχνολογία με διαθέσιμα στελέχη/εκπαιδευτές, συναντάται έλλειψη οδηγιών για το πως θα πρέπει να γίνεται η εκπαίδευση των υπαρχόντων υπαλλήλων, ακόμη και από εξωτερικούς συνεργάτες, για την έγκαιρη κατάρτισή τους. Αποτέλεσμα αυτού είναι και η σημαντική έλλειψη αναφορών για σωστή ανατροφοδότηση και κριτική για βελτίωση.

5.2.3 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΙΑΙΟΥ ΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ BIM ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.

Από την πλευρά της τεχνολογίας, η έλλειψη ενός ενιαίου ορισμού των BIM έχει συμβάλλει στη μη χρήση BIM στο σύνολο των δημόσιων έργων. Διαφορετικοί ορισμοί και προσδοκίες από τα BIM μπορούν να οδηγήσουν σε λάθος συνεννοήσεις, επιπλέον κόστος στο εσωτερικό, σύγκυση στους ιδιώτες που καταθέτουν μελέτες (π.χ. από ανοιχτούς διαγωνισμούς) μέχρι και τους προμηθευτές οι οποίοι καταθέτουν οικονομικές προσφορές για κάποιο έργο. Με τον καιρό είναι σημαντικό να αποσαφηνιστούν ή ακόμη και να απλοποιηθούν κάποιες διεργασίες και ικανότητες της τεχνολογίας ώστε να μπορέσει να γίνει πιο εύκολα αποδεκτή από τον μέσο πολίτη, κάτι που στην περίπτωση του δημοσίου τομέα είναι απαραίτητο.

5.2.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ (BUSINESS VALUE) ΤΩΝ BIM.

Υπάρχει μία δυσκολία στην αποτίμηση του οικονομικού οφέλους των BIM. Η οικονομική τους αποτίμηση βασίζεται στην εμπειρία άλλων χωρών που τόλμησαν την αλλαγή ή στις απόψεις μεμονωμένων ατόμων ή άρθρων. (Darius Migilinskas et al, 2013) Όσο διευρύνεται η χρήση των BIM τόσο περισσότερα στοιχεία βγαίνουν στην επιφάνεια και τόσο πιο εύκολη γίνεται η σύγκριση με το εκάστοτε υπάρχον σύστημα.

Η ενσωμάτωσή τους σίγουρα προκαλεί μία διατάραξη της καθημερινότητας των υπηρεσιών, οπότε ο χρόνος ομαλοποίησης της θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον σχεδιασμό της αλλαγής.

Όταν δεν γίνει top-down η μετάβαση, δηλαδή από το δημόσιο προς τον ιδιωτικό τομέα, οπότε να υπάρξει μία σωστά μελετημένη στρατηγική ένταξης των συστημάτων στο δημόσιο τομέα, υπάρχει ο κίνδυνος να επωφεληθούν εις βάρος του οι ιδιώτες προμηθευτές, οι οποίοι θα εντάξουν στις προσφορές τους το έξτρα κόστος της εφαρμογής των BIM.

5.2.5 ΑΠΑΙΤΗΣΗ BIM ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΜΗΘΕΙΩΝ / ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΙΔΙΩΤΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ.

Λόγω απειρίας υπάρχει μεγάλη δυσκολία στη διατύπωση των προδιαγραφών για συμβάσεις προμηθειών που απαιτούν πρακτικές BIM ενώ ακόμη και μετά τη σύνταξη σωστών προδιαγραφών, υπάρχει δυσκολία στην εξακρίβωση του εάν οι προμηθευτές τις ακολούθησαν.

Ανάγκη για επιπλέον συμβάσεις. Οι νέες συμβάσεις θα πρέπει παρέχουν στους προμηθευτές αναλυτικές οδηγίες και προδιαγραφές στον πώς να εργαστούν με BIM συστήματα. Αυτό είναι αντίθετο με μία γενικότερη κατεύθυνση η οποία αποσκοπεί σε μία απλοποίηση και εδραίωση των κατάλληλων οδηγιών και προδιαγραφών στα συμβόλαια.

Σημαντικό είναι το κόστος που καλούνται να καλύψουν σε πρώτη φάση και οι ιδιώτες οι οποίοι θα πρέπει να δεχτούν και να εντάξουν α priori τις νέες τεχνικές στις προσφορές τους, εάν θέλουν να είναι ανταγωνιστικοί. Είναι λογικό γι αυτούς τους λόγους να υπάρξουν έντονες αντιδράσεις από τον ιδιωτικό τομέα που θα κληθεί να προσαρμοστεί και μάλιστα γρήγορα στα νέα δεδομένα ειδικά εάν δεν υπάρξουν μέσα στις προτάσεις και άμεσα οφέλη για τη συμμόρφωση και εναρμόνισή τους με τις πρακτικές BIM.

5.2.6 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΙΝΗΤΡΩΝ.

Η έλλειψη πόρων και το επιπλέον κόστος κάνουν δύσκολο να πειστούν οι επικεφαλής τόσο του δημοσίου όσο και των ιδιωτικών φορέων που είναι πιο σκεπτικοί γύρω από τα BIM συστήματα. Αυτό με τη σειρά του δημιουργεί μία ανασφάλεια στους υφιστάμενούς τους για την αναγκαιότητα και τα οφέλη των BIM, η οποία σε συνδυασμό με την εγγενή αδράνεια των μεγάλων φορέων (όπως είναι ο δημόσιος τομέας) κάνει πολύ αργή την μετάβαση στο νέο σύστημα. Άλλωστε είναι πολύ λογικό να υπάρχει μία εσωτερική άρνηση να δοκιμαστεί κάτι νέο, ειδικά όταν το προηγούμενο σύστημα είχε μία μακρά περίοδο προσαρμογής για όλους και το νέο έχει μία εξαιρετικά άβολη καμπύλη εκμάθησης. Αυτά εντείνονται όταν σε μία χώρα υπάρχει γενικότερη έλλειψη προσωπικών κινήτρων βελτίωσης και συνεχούς μάθησης.

5.2.7 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΩΝ ΡΟΛΩΝ/ΘΕΣΕΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως υπάρχουν ανάγκες για νέους ρόλους οι οποίοι θα πρέπει να καλυφθούν από νέους ανθρώπους ή με σημαντική εκπαίδευση των παλαιών υπαλλήλων. Αυτό είναι δύσκολο τόσο επειδή υπάρχουν λίγοι με την κατάλληλη γνώση αλλά κυρίως λόγω της αντίστασης στην υιοθέτηση των BIM από τους τωρινούς εργαζομένους είτε λόγω φόβου είτε αδιαφορίας. Η άρνηση αυτή μπορεί να προέρχεται από έλλειψη βασικών γνώσεων πληροφορικής και γενικότερη τεχνοφοβία (μεγαλύτερο σε ηλικία προσωπικό) ή σε αδυναμία και εναντίωση στην επένδυση χρόνου εκμάθησης νέων συστημάτων ακόμη και σε άτομα ικανά να το πετύχουν (αδιαφορία αυτοβελτίωσης και εκπαίδευσης).

5.2.8 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑΣ

Υπάρχει ανάγκη για ένα σαφώς ορισμένο και τυποποιημένο πλαίσιο μέσα από στο οποίο θα περιγράφονται τα στοιχεία που θα περιλαμβάνουν τα μοντέλα ανάλογα με τη χρήση τους καθώς και ο βαθμός ακρίβειας αυτών. Αυτό είναι απαραίτητο ώστε να αποφευχθούν περιπτώσεις όπου θα παρερμηνευτούν επιλογές του αρχικού σχεδιαστή με αυτές του επόμενου, ή οι επιλογές που δίνουν τα ίδια τα προγράμματα σε χρήστες διαφορετικών πλατφορμών. Προκειμένου να λυθεί το πρόβλημα της διαλειτουργικότητας έχουν προταθεί διάφορα πρωτόκολλα συνεργασίας, όπως τα πρωτόκολλα E202 και G203, Building Information Modeling Protocol, του AIA – νυν buildingSMART (American Institute of Architects, 2008-2013), και το πρότυπα IFC και CoBIE (BIM Forum, 2011-2013) που καλύπτουν κάθε επιμέρους στάδιο του σχεδιασμού και το επίπεδο των λεπτομερειών τους (LOD 2013).

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ - ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ BIM ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή, στόχος της παρούσης έρευνας είναι η εξέταση, πρόβλεψη και πρόταση μεθόδων μέσω των οποίων η τεχνολογική καινοτομία θα μπορέσει να επιφέρει τα οφέλη της στον τομέα των κατασκευών αλλά και στην συστηματικότερη και απλούστερη επικοινωνία μεταξύ ιδιωτών και κράτους. Διερευνά την δυνατότητα των σύγχρονων εργαλείων να πετύχουν την μετάβαση των κυβερνήσεων, των Δήμων, των πολεοδομικών γραφείων καθώς και των ιδιωτών μηχανικών στην ψηφιακή εποχή και την αμεσότερη διεπιστημονικότητα. Η τεχνολογία των BIM αποτελεί ένα αμάλγαμα τεχνολογίας και κωδικοποίησης πληροφορίας που δύναται να βελτιώσει ριζικά την αντιμετώπιση του δομημένου περιβάλλοντος. Μπορεί να αποτελέσει στρατηγικό παράγοντα για τη βελτίωση λήψης αποφάσεων, την εξάλειψη αποκλίσεων και λαθών, την αύξηση της αντικειμενικότητας και παράγοντα ευθυγράμμισης ευρωπαϊκών κανονισμών μέσα σε ένα πλαίσιο ψηφιακής διακυβέρνησης. Κυρίως όμως θα επιφέρει τεράστια εξοικονόμηση χρόνου εργασίας και πόρων στον ιδιωτικό και στο δημόσιο τομέα.

6.1 ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΛΛΑΔΑΣ

Ένα σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει η Ελλάδα (αν και η αλήθεια είναι πως λίγες χώρες σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν καταφέρει να βρουν ικανοποιητικές λύσεις) είναι η έλλειψη έγκυρων ηλεκτρονικών αρχείων και πληροφοριών τόσο για τις ιδιοκτησίες όσο για τα κτιριακά δεδομένα. Ενίοτε η έλλειψη είναι δεν συναντάται μόνο στα ηλεκτρονικά αρχεία. Οι δεκαετίες των χειρόγραφων σχεδίων, η αποθήκευσή τους σε υγρά υπόγεια, ο αμελής έλεγχος απαραίτητων εγγράφων κατά τη διαδικασία αδειοδότησης (είτε λόγω αβλεψίας είτε λόγω έκτακτων αναγκών - όπως ένας σεισμός με αδήριτη την ανάγκη έκδοσης σωρηδόν αδειών δόμησης) οδήγησαν στην καταστροφή ή απώλειά τους με αποτέλεσμα πολλοί ιδιώτες, μηχανικοί και δημόσιοι φορείς να προσπαθούν καθημερινά να εντοπίσουν όρια οικοπέδων, παρατυπίες σε κτίρια, χρονολογίες κατασκευής τους, τη δομική και στατική επάρκειά τους.

Ένα ακόμη βασικό μειονέκτημα είναι η πληθώρα νομοθετικών διατάξεων που διέπουν τη χώρα, καθώς και ο ίδιος ο τρόπος που επιβάλλονται σε κάθε περιοχή. Η αμφισημία των ορισμών και των κανόνων:

- Δημιουργεί καθυστερήσεις στις διαδικασίες.
- Δημιουργεί ανασφάλεια στους επαγγελματίες.
- Ενισχύει την προσπάθεια αποφυγής ευθυνών από τους δημοσίους φορείς.
- Εντείνει την άγνοια των ιδιωτών για τις υποχρεώσεις και τα δικαιώματά τους.
- Αποτρέπει τον σωστό έλεγχο για την καταλληλότητα επενδύσεων καθώς και την έγκαιρη αδειοδότηση και πραγματοποίηση τους.
- Δημιουργεί ετεροχρονισμένα και αναδρομικά αυθαίρετα κτιριακά δεδομένα (μία μη σταθερή νομοθεσία είναι πολύ εύκολο να παρακαμφθεί ή να αγνοηθεί η ύπαρξη της μετά την εν μέρει αντικατάστασή της από νεότερες).

Σημαντική τροχοπέδη και πρόβλημα που ζητάει άμεσα λύση είναι και η έλλειψη σωστής επικοινωνίας. Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ δημοσίων φορέων, ιδιωτικών φορέων αλλά και μεταξύ υψηλότερων και χαμηλότερων κρατικών δομών είναι εξαιρετικά παρωχημένη με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ασάφειες για τα ζητούμενα και τις απαιτήσεις του καθενός. Οι φόρμες και τα έγγραφα που ζητούνται είναι πολυκαιρισμένα ενώ η διασύνδεση γενικότερα των εμπλεκόμενων μερών είναι εξαιρετικά σπασμωδική και κατακερματισμένη. Η πληροφόρηση τόσο των εργαζομένων στο δημόσιο τομέα από τα ανώτερα κλιμάκια όσο και η ενημέρωση του κοινού και του τεχνικού κόσμου παρουσιάζει έντονα κενά.

Τέλος, οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται σε όλα τα στάδια κυμαίνονται από εξαιρετικά επιεικείς έως ασυγχώρητα ενδελεχείς, απόρροια κι αυτό της έλλειψης σωστής ενημέρωσης και ορίων των νομοθετικών διατάξεων. Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις γίνεται σε τέτοιο βαθμό που θα μπορούσαν να εννοηθούν και υποφώσκουσες προσωπικές προτιμήσεις και αντιπαλότητες ή ακόμη και απόπειρες χρηματισμού. Φυσικά, όσο εκτενέστερες είναι οι διαπροσωπικές επαφές κατά το στάδιο του ελέγχου – κάτι που είναι απαραίτητο όταν τα πλαίσια δεν είναι σαφώς ορισμένα – τόσο πιο συχνά και δύσκολα εντοπίσιμα είναι τα φαινόμενα αυτά.

6.2 ΣΤΑΔΙΑ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟΣΙΟ ΤΟΜΕΑ

Έχοντας αναλύσει προηγουμένως τα πλεονεκτήματα της BIM τεχνολογίας, καθώς και τα οφέλη που διαφαίνεται να προκύπτουν από τη χρήση της σε διεθνές επίπεδο θα γίνει μία πρώτη προσπάθεια ανάπτυξης μερικών προτάσεων για την ενδεχόμενη ενσωμάτωση στοιχείων της στην Ελληνική πραγματικότητα. Στόχος των προτεινόμενων βημάτων είναι να στραφεί η γενικότερη ΔΚΑ (διαχείριση κτιριακού αποθέματος) σε μία λογική ενστερνισμού της ΔΟΣ (Διαδικασία Ολοκληρωμένου Σχεδιασμού) ακόμη και αν δεν καταλήξει σε μία αμιγώς BIM διακυβέρνηση. Φυσικά σε καμία περίπτωση δεν πρόκειται για μία εξάντληση των δυνατοτήτων της τεχνολογίας αλλά ούτε και του δημοσίου τομέα.

Η γενική κατεύθυνση της πρότασης είναι η συνειδητή προσπάθεια για αλλαγή των κακών πρακτικών, ανεξαρτήτως τεχνολογίας. Αυτή συμπεριλαμβάνει, χωρίς να εξαντλείται τα εξής:

- Προσδιορισμό στόχων της αλλαγής σε κρατικό επίπεδο με αντικειμενική ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης και αποτίμηση σε διοικητικούς, χρονικούς, νομικούς και οικονομικούς όρους της ενδεχόμενης αλλαγής.
- Απλοποίηση του νομοθετικού πλαισίου που διέπει την ΔΟΑ. Μέσα από τους στόχους που τέθηκαν θα πρέπει να δοθούν σαφείς οδηγίες που να συμπεριλαμβάνουν όλες τις πτυχές του οικοδομικού κλάδου. Αυτό σημαίνει ενοποίηση διάσπαρτων κανονισμών, διαταγμάτων, νομοθεσιών σε μία ενιαία ενημερωμένη πλατφόρμα.
- Ρύθμιση των διαδικασιών και η άμεση βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών. Αυτό σημαίνει κοινά ηλεκτρονικά αρχεία καθώς και οικουμενικό και άμεσο διαμοιρασμό πληροφοριών και ενημέρωσης.
- Μείωση των απαιτούμενων υποβαλλόμενων αρχείων και εγγράφων, δεδομένου πως μέσω ηλεκτρονικών αρχείων θα υπάρχει αυτόματη ενημέρωση όλων των φορέων.
- Προσδιορισμό ελεγκτικών μηχανισμών.

6.3 Η ΧΡΗΣΗ BIM ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ

Παρόλο που τα προηγούμενα βήματα θα μπορούσαν να γίνουν με πολλούς τρόπους πραγματικότητα, η τεχνολογία BIM φαίνεται να μπορεί να καλύψει τις ανάγκες αυτές. Από τεχνικής άποψης, ο ακρογωνιαίος λίθος μιας τέτοιας πρότασης δε μπορεί παρά να είναι η δημιουργία ενός κεντρικού δημοσίου φορέα ο οποίος θα παίζει το ρόλο μίας ενιαίας βάσης δεδομένων. Ιδανικά θα ήταν οπτικοποιημένος τρισδιάστατος χάρτης της Ελλάδας με κάθε ιδιοκτησία να έχει τη δική της οντότητα. Τα πρώτα βήματα προσπαθούν δειλά να πραγματοποιηθούν με το Κτηματολόγιο, το One Click Lis, την Ηλεκτρονική Ταυτότητα Κτιρίου, τις Τακτοποιήσεις Αυθαιρέτων με τους νόμους 4178/2013 και 4495/2017 καθώς και τον Ψηφιακό Χάρτη (κυρίως με χρήση GIS). Δυστυχώς όμως αποσπασματικά και χωρίς κάποια βλέψη συνένωσής τους στο μέλλον. (ΤΕΕ, 2018)

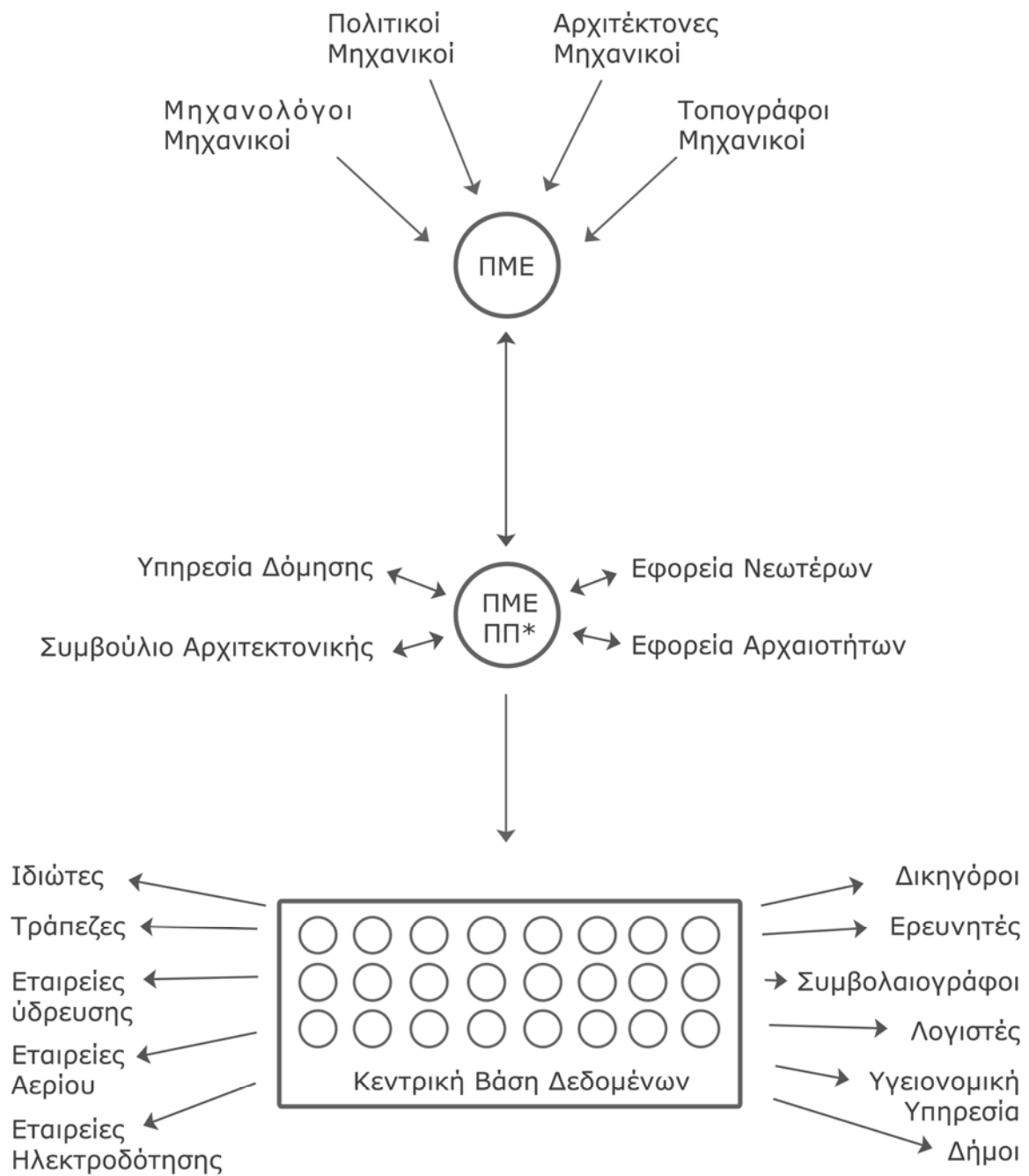
Αυτή η Βάση Δεδομένων θα παρέχει άμεσα πληροφορίες για το καθεστώς που διέπει την κάθε ιδιοκτησία και θα χρησιμεύει επίσης ως βάση πάνω στην οποία θα προστίθεται πληροφορία από τον εκάστοτε μηχανικό. Για να γίνει αυτό θα πρέπει ο χάρτης να αποτελείται ουσιαστικά από ένα πρόγραμμα τύπου Open BIM το οποίο θα λειτουργεί με διαδεδομένα πρωτόκολλα συνεργασίας (όπως τα IFC που αναλύθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο). Αυτό σημαίνει πως πλέον η υποχρέωση του ιδιώτη μηχανικού θα είναι να δημιουργήσει το Πληροφοριακό Μοντέλο του κτιρίου και να το ενσωματώσει στον χάρτη, σηματοδοτώντας έτσι την έναρξη των ελέγχων για την έκδοση της ανάλογης άδειας Δόμησης. Άλλωστε με δεδομένη την αλλαγή της κείμενης νομοθεσίας σε ότι αφορά την τήρηση ηλεκτρονικού φακέλου που θα αφορά την ταυτότητα του κτιρίου και η οποία θα είναι απαιτητή από το 2020 και μετά, καθίσταται απαραίτητο το ηλεκτρονικό αρχείο για τα νέα και για τα υφιστάμενα κτίρια. Για οποιαδήποτε διοικητική πράξη, αγοραπωλησία, μεταβίβαση, αλλαγή χρήσης, νομιμοποίηση, επέκταση και αποκατάσταση θα απαιτείται ο φάκελος της ηλεκτρονικής ταυτότητας του κτιρίου ο οποίος οφείλει να είναι πλήρως ενημερωμένος με όλες τις μεταβολές. Μέχρι την δημιουργία και εφαρμογή οποιουδήποτε BIM συστήματος ο τεχνικός κόσμος, ο δημόσιος τομέας αλλά και οι πολίτες θα είναι ήδη εξοικειωμένος με την ανάγκη για ενδεδειγμένη παρουσίαση των χαρακτηριστικών ενός κτιρίου σε ένα αρχείο.

Αυτό το αρχείο θα πρέπει να μπορεί να διαβαστεί φυσικά τόσο από τους υπάλληλους όσο και από τους υπόλοιπους μηχανικούς χωρίς προφανώς να δύνανται να το επεξεργαστούν. Με ανοιχτή τη διαδικασία ελέγχου, οι υπεύθυνοι κάθε επιτροπής της οποίας είναι απαραίτητη η

έγκριση, μπορούν να σημειώσουν τις παρατηρήσεις τους, τις οποίες οφείλει να διορθώσει ο μηχανικός ώστε να προχωρήσει στο επόμενο στάδιο ελέγχου.

Δεδομένου πως πρόκειται για ένα και μοναδικό, κεντρικό αρχείο/μοντέλο το οποίο έχει τη δυνατότητα να εξαγάγει στοιχεία αυτόματα σε όποια μορφή έχει προγραμματιστεί, κάθε υπηρεσία/φορέας/ενδιαφερόμενος θα μπορεί να δεχτεί και να παρακολουθήσει την πορεία του χωρίς κωλύματα. Με τη δυνατότητα τα αρχεία αυτά και η εκτύπωση τους να αποτελεί έγκυρη διοικητική πράξη, εταιρείες ύδρευσης, ηλεκτροδότησης και αερίου δεν θα χρειάζονται επιπλέον στοιχεία για τη σύνδεση τους με τα έργα. Φορείς που δεν σχετίζονται άμεσα με την οικοδομική δραστηριότητα αλλά συνδέονται με κάποιο παράπλευρο τρόπο, όπως είναι οι κλάδοι των δικηγόρων, των συμβολαιογράφων και των λογιστών, θα μπορούν επίσης να αποκομίσουν τα απαραίτητα για αυτούς ιδιοκτησιακά στοιχεία, απευθείας από τις ανάλογες φόρμες του κεντρικού προγράμματος. (εικ. 11)

Σε όρους BIM θα μπορούσαν οι στόχοι να τεθούν κυρίως στην κατεύθυνση της ωριμότητας με απώτερη επιδίωξη το Επίπεδο Ωριμότητας 3, όπου ένα κεντρικό Πληροφοριακό Μοντέλο θα παίζει το ρόλο της μήτρας πάνω στην οποία θα προσκολλώνται τα επί μέρους Μοντέλα. Τα Επίπεδα Ανάπτυξης και Διαστάσεων δεν παίζουν τόσο σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του κεντρικού αρχείου διότι εξαρτώνται από το είδος του έργου.



*Περιορισμένης Πρόσβασης

Εικόνα 11, Πηγή : Ίδια επεξεργασία

6.4 ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ

Εφαρμόζοντας τη συγκεκριμένη διαδικασία έχουμε τα εξής οφέλη:

6.4.1 ΓΙΑ ΤΟ ΔΗΜΟΣΙΟ ΤΟΜΕΑ

- Διαφανής και αντικειμενική διαδικασία, με ελάχιστη διάδραση των ιδιωτών με τους δημοσίους φορείς.
- Μείωση κόστους (υλικών, εργατοωρών)
- Εξοικονόμηση χρόνου τόσο για τους ιδιώτες όσο και για τους εκπροσώπους του δημόσιου τομέα.
- Βελτιωμένο έλεγχο των έργων και ευκολότερη ανάληψη ευθυνών λόγω καλύτερης παρουσίας και εμπιστοσύνης στις δυνατότητες του λογισμικού (παραβάσεις δόμησης και τεχνικές συγκρούσεις θα είναι άμεσα ορατές).
- Ελαχιστοποίηση των απωλειών πληροφορίας και ασφάλεια (ειδικά με χρήση της Blockchain τεχνολογίας για την κρυπτογράφηση κατά τον διαμοιρασμό των αρχείων).
- Άμεση ταύτιση στοιχείων μεταξύ διαφόρων υπηρεσιών.
- Άμεση ενημέρωση για υπάρχοντα δίκτυα (σε υπηρεσίες όπως οι εταιρείες αερίου, εταιρείες ηλεκτροδότησης και εταιρείες ύδρευσης).
- Ευκολότερη διαδικασία δημοπράτησης και προγραμματισμού των δημοσίων έργων καθώς και ευκαιρία εξάλειψης των μειοδοτικών διαγωνισμών με στόχο την συμφερότερη προσφορά από τους πιθανούς ανάδοχους και όχι την οικονομικότερη. Αυτό γίνεται εφικτό μέσω των πληροφοριών που αντλούνται από τα Πληροφοριακά Μοντέλα, τις αυστηρότερες προδιαγραφές υλικών αλλά και του καλύτερου συντονισμού των επί μέρους μελετών και διεργασιών που είναι απαραίτητες να πραγματοποιηθούν.

6.4.2 ΓΙΑ ΤΟΝ ΙΔΙΩΤΗ

Παρόλο που έχουμε ασχοληθεί με τη σύνδεση τεχνικού και δημόσιου κόσμου, πρέπει να γίνει κατανοητό πως πολλά από τα οφέλη της μετάβασης σε μία ψηφιακή εποχή θα τα λάβει ο πολίτης. Κάποια οφέλη είναι άμεση απόρροια της συνεργασίας με τον τεχνικό κόσμο και της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας BIM στα κτίρια ενώ κάποια άλλα από την ομαλότερη λειτουργία του δημόσιου συστήματος (Baldwin & Bordoli, 2014),. Αναλυτικότερα έχουμε τα εξής πιθανά οφέλη:

- Ταχύτερη παράδοση έργων.
- Μικρότερο ρίσκο κατασκευής.
- Μείωση κόστους έργου.
- Σωστότερη διαχείριση εφ'όρου ζωής για το κτίριο (άρα μείωση των λειτουργικών δαπανών)
- Ελάττωση επαφών με το δημόσιο τομέα και πιο εύκολη διεκπεραίωση υποχρεώσεων.
- Βελτίωση ποιότητας του τελικού κτιρίου.

6.4.3 ΓΙΑ ΤΟΝ ΤΕΧΝΙΚΟ ΚΟΣΜΟ

Αντίστοιχα και ο κατασκευαστικός κόσμος, από τους μελετητές έως τους αναδόχους των έργων, θα έχει σημαντικά οφέλη από τη ορθή χρήση των BIM στις μελέτες και στην επαφή του με το δημόσιο τομέα.

Κάποια από τα κίνητρα και οφέλη εδώ είναι:

- Εύκολη επικοινωνία του κτιρίου σε πελάτες και ελεγκτικούς μηχανισμούς λόγω τρισδιάστατου σχεδιασμού.
- Καλύτερη συνεργασία όλων των επιμέρους ειδικοτήτων που απαιτούνται για την ολοκλήρωση μίας μελέτης.
- Ευκολότερος διαμοιρασμός σχεδίων.
- Γρήγορος έλεγχος ασυμβατότητας και αστοχιών από τα αρχικά στάδια της μελέτης.
- Μείωση απώλειας χρόνου σε υπηρεσίες.
- Ευκολότερη κοστολόγηση, προμετρήσεων.
- Έλεγχος κατασκευασιμότητας του έργου.
- Βελτίωση προετοιμασίας και οργάνωσης του εργοταξίου, χρονικού προγραμματισμού και μέτρων ασφαλείας.

6.5 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ BIM ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Οι δυσκολίες και οι απαιτήσεις γενικότερα της εφαρμογής των BIM συστημάτων, όπως και κάθε νέας συνθήκης ειδικά όταν επέρχεται με τη χρήση μίας επαναστατικής (disruptive) τεχνολογίας, αναλύθηκαν και προηγουμένως.

Ειδικά όμως για την Ελλάδα αξίζει να αναφερθούν οι παρακάτω προκλήσεις :

- Αρχικό κόστος επένδυσης για το κράτος. Για να μπορέσει να λειτουργήσει ένα σύστημα βασισμένο σε νέα τεχνολογία θα χρειαστούν να δαπανηθούν αρκετοί πόροι τόσο για τη δημιουργία ή αγορά του λογισμικού και τη πρόσληψη έμπειρων διαχειριστών όσο και για τον εξοπλισμό όλων των υπηρεσιών με τα κατάλληλα εργαλεία για τη σωστή διεκπεραίωση των διαδικασιών.
- Ανάγκη για θέση μακροπρόθεσμων στόχων και πλήρους αναδιάταξης των θεσμικών και νομικών πλαισίων για την Διαχείριση του Κτιριακού Αποθέματος. Το σημείο αυτό αποτελεί άκανθο στα ελληνικά δεδομένα ιδιαίτερα των τελευταίων ετών της οικονομικής ύφεσης, αλλά είναι απολύτως απαραίτητο λόγω της χρονοβόρας φύσης της προετοιμασίας ενός τέτοιου εγχειρήματος.
- Καθυστέρηση των διαδικασιών καταγραφής της υπάρχουσας κατάστασης στο δομημένο περιβάλλον της χώρας.
- Εκπαίδευση υπάρχοντος προσωπικού και πρόσληψη εξειδικευμένου νέου.
- Εκπαίδευση και ενημέρωση του ιδιωτικού τομέα. Αυτή μπορεί να συμπεριλαμβάνει σεμινάρια, ημερίδες, διαμοιρασμό ηλεκτρονικών εγχειριδίων, δημιουργία πλατφόρμας ενημέρωσης και πλατφόρμα μακέτας εκπαίδευσης. Σημαντικό είναι επίσης η εκπαίδευση των μελλοντικών επαγγελματιών με την εισαγωγή ειδικών μαθημάτων στα προγράμματα σπουδών των σχετικών κλάδων.
- Ανάλυση πολιτικού κόστους. Καμία αλλαγή δεν είναι εύκολη και σπάνια είναι απόλυτα επιτυχημένη στις πρώτες απόπειρές της.
- Υποστήριξη στον ιδιωτικό τομέα και ελαφρύνσεις ώστε να αντισταθμίσουν το σημαντικό κόστος μετάβασης στη νέα τεχνολογία καθώς και ένα σημαντικό χρονικό διάστημα προσαρμογής.
- Παρότρυνση και προσπάθεια εξομάλυνσης της εγγενούς αρνητικότητας και αντίστασης στην αλλαγή που παρουσιάζεται συνήθως σε περιπτώσεις σημαντικών μεταρρυθμίσεων.

Με τα παραπάνω γίνεται αρκετά εμφανές πως τα βασικά προβλήματα δεν είναι πλέον η ανάπτυξη της κατάλληλης τεχνολογίας. Τα συστήματα BIM έχουν φτάσει και σε πολλούς τομείς ήδη ξεπεράσει τις ανάγκες μίας χώρας για διασύνδεση, λειτουργικότητα, έλεγχο και σωστό σχεδιασμό. Τα σημαντικά εμπόδια που πρέπει να υπερπηδηθούν αφορούν περισσότερο στην ατομική και συλλογική βούληση, δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, να προχωρήσουν σε μία νέα εποχή διαφάνειας και λειτουργικότητας.

7^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η έρευνα που έγινε αποσκοπεί στο να εντοπιστούν και να αναλυθούν τα πλεονεκτήματα μίας ολιστικής διαχείρισης ενός κτιρίου με ψηφιακό τρόπο οργάνωσης και παρουσίασης σε ένα ενιαίο τρισδιάστατο μοντέλο. Αυτό σημαίνει παράθεση των πληροφοριών ως συνόλου, το οποίο μπορεί να αξιολογηθεί, ελεγχθεί, αρχειοθετηθεί με απόλυτα ασφαλή τρόπο. Τα επάλληλα επίπεδα παράθεσης των πληροφοριών δίνουν την δυνατότητα στους μελετητές να ελέγξουν το σύνολο των μελετών, εξοικονομώντας χρόνο, καθώς και να διερευνήσουν πιθανά προβλήματα που συνήθως παρουσιάζονται κατά την διαδικασία της κατασκευής. Αυτό βεβαίως είναι σχεδόν ακατόρθωτο με το ισχύον σύστημα ελέγχου από τις ελεγκτικές αρχές οι οποίες περιορίζονται σε ένα επιδερμικό και όχι ουσιαστικό έλεγχο που συνήθως αφορά τα πολεοδομικά χαρακτηριστικά (κάλυψη, δόμηση, μέγιστο ύψος, ελάχιστες αποστάσεις) του κτιρίου και δεν μπορούν να υπεισέλθουν σε ουσιαστικό τεχνικό έλεγχο που διασφαλίζει την ποιότητα του τελικού αποτελέσματος.

Μέσω της σύντομης πρότασης γίνεται μία πρώτη προσπάθεια υιοθέτησης νέων μεθόδων ορθότερης οργάνωσης, μελέτης και ελέγχου των τεχνικών έργων, με πρωτεύοντα στόχο το καλύτερο τεχνικά, οικονομικά και κοινωνικά αποτέλεσμα. Τα αναμενόμενα οφέλη συνοψίζονται ως εξής:

- Βελτίωση της συνεργασίας μεταξύ των διαφορετικών ειδικοτήτων και ανάδειξη των προβληματικών περιοχών του έργου. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για την πληρότητα και ορθότητα του συνόλου των προτάσεων και του τελικού τεχνικού αποτελέσματος.
- Ευκολότερη, γρηγορότερη και σχεδόν ανέξοδη κατάθεση των απαιτούμενων στοιχείων προς έλεγχο στις αρμόδιες υπηρεσίες. Η κατάθεση θα γίνεται ηλεκτρονικά, αποφεύγοντας χάσιμο πολύτιμου χρόνου και κόπου.
- Κατάργηση των ογκωδέστατων φακέλων με την τεράστια σπατάλη χαρτιού και την συνεπακόλουθη καταστροφή του περιβάλλοντος.
- Αντικειμενικοποίηση του ελέγχου των μελετών.
- Μείωση χρόνου που απαιτείται για τον έλεγχο. Οι παρατηρήσεις θα γίνονται παράλληλα και θα αποστέλλονται ηλεκτρονικά στους ιδιώτες για την διόρθωση, συμπλήρωση, και τακτοποίησή τους και την επανυποβολή τους για τον τελικό έλεγχο.
- Μείωση του κόστους και προσωπικού για τη συγκεκριμένη διαδικασία με άμεσο αποτέλεσμα στον δημοτικό η και δημόσιο προϋπολογισμό.

- Σφαιρική γνώση και θεώρηση του αντικειμένου εξαιτίας του τρισδιάστατου μοντέλου που περιλαμβάνει όλα τα επίπεδα επεξεργασίας χωριστά κατά μελέτη και ειδικότητα αλλά και στο σύνολό τους. Σε αυτό ακριβώς το σημείο εντοπίζεται και η μεγάλη συνεισφορά των BIM συστημάτων με την καθιέρωση του τρισδιάστατου μοντέλου που περιλαμβάνει αθροιστικά όλες τις πληροφορίες που αφορούν το συγκεκριμένο τεχνικό έργο. Οι ελεγκτές κατ' αυτόν τον τρόπο μπορούν σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα να προσεγγίσουν το έργο με ασφάλεια για ουσιαστικό και σε βάθος έλεγχο. Οι παρατηρήσεις θα έχουν αντίληψη του συνόλου συνεισφέροντας κατ' ουσία σε μια ολοκληρωμένη και εμπειριστατωμένη θεώρηση.
- Δημιουργία ηλεκτρονικού αρχείου, με όλα τα πλεονεκτήματα σε χώρο, προσωπικό, ασφάλεια, χρόνο και εξυπηρέτηση.

Εν κατακλείδι, η διαχείριση του υπάρχοντος κτιριακού και δομικού αποθέματος όπως και ο έλεγχος πριν και μετά τη δημιουργία νέου, αφορά και επηρεάζει ένα πολύ μεγάλο κομμάτι της κοινωνίας και της πολιτείας, σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Ένας περιορισμένος αριθμός χωρών έχει σε κάποιο βαθμό ξεκινήσει να χρησιμοποιεί ψηφιακά εργαλεία στον συγκεκριμένο τομέα και τα πρώτα στοιχεία δείχνουν ενθαρρυντικά. Παρόλο που βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο τόσο η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στον δημόσιο τομέα, όσο και η αποτελεσματική διάδραση ιδιωτικών και δημόσιων φορέων, είναι μία κατεύθυνση που μπορεί να αποφέρει εξαιρετικούς καρπούς εάν προγραμματιστεί και υλοποιηθεί στο πλαίσιο ενός μακροπρόθεσμου σχεδιασμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βενέρης, Ι. (2011) *Πληροφορική και αρχιτεκτονική- Έννοιες και Τεχνολογίες*, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Τζιόλα.
- Γκένα, Ε. (2016) «Εφαρμογή της τεχνολογίας BIM στον χρονικό προγραμματισμό Τεχνικών Έργων (4D Modelling)», Διπλωματική Εργασία, Αθήνα: Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Μπάνος, Ε. (2017) «Κατασκευή Πληροφοριακού Προσομοιώματος Κατασκευών», Διπλωματική Εργασία, Αθήνα: Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ.
- Μπρεγιάννη, Α. (2013) «BIM Development for Cultural Heritage Management», Διπλωματική Εργασία, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο και Πολυτεχνείο του Μιλάνου.
- Παντουβάκης, Π. (2012) *Διαχείριση Τεχνικών Έργων*, Αθήνα, Ιδιωτική Έκδοση.
- Φαρμάκης, Δ. (2016) Building Information Modelling (BIM): Ορισμός, τα οφέλη και οι εφαρμογές. Διαθέσιμο στο: www.plusenergylab.com [Πρόσβαση 01/09/2019].
- Adams, B. (2018) Levels of Development / Levels of Detail / LOD explained. Διαθέσιμο στο: https://redstack.com.au/support/blog_posts/lo-d--levels-of-developoment--explained [Πρόσβαση 01/09/2019]
- Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C. and O'Reilly, K. (2011) "Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice", *Automation in construction*, 20 (2).
- Baldwin, A. and Bordoli, D. (2014) *A Handbook for Construction Planning and Scheduling*, West Sussex, UK, WILEY.
- Bazjanac, V. (2008) "Impact of the US national building information model standard (NBIMS) on building energy performance simulation." Berkeley, USA: Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California.

- BIMForum (2013) *Level of Development Specification Version 2013*, Arlington, VA 22201, The Association General Contractors.
- BIMForum (2015) *Level of Development Specification Version 2015 Draft for Public Comment*, Arlington, VA 22201, The Association General Contractors.
- Bosch-Sijtsema and Lars Henriksson, (2014) “Managing Projects with distributed and embedded knowledge through interactions”, *International Journal of Project Management*.
- Bosch-Sijtsema, P.M., Isaksson, A., Lennartsson M., Linderoth H. C. J. (2017) “Barriers and facilitators for BIM use among Swedish medium-sized contractors – ‘We wait until someone tells us to use it’”, *Visualization in engineering*, 5 (3): 1–12.
- Boton, C., Kubicki, S. and Halin, G. (2013) “Designing Adapted Visualization for Collaborative 4D Applications”, *Automation in Construction*, 36: 152-167.
- Bryde, D., Broquetas, M., and Volm, J.M. (2013) “The project benefits of building information modelling (BIM)”, *International journal of project management*, 31 (7).
- buildingSMART Australia (2012) *National Building Information Modelling Initiative*, Australia, The Built Environment Industry Innovation Council.
- Cms-lawnow.com (2017) Scottish Government issues guidance on use of BIM in public sector construction projects. Διαθέσιμο στο: <https://goo.gl/tRcHdg> [Πρόσβαση 01/09/2019].
- Construction Industry and Building Information Modeling (BIM) (2014) Διαθέσιμο στο: <http://www.bimcenter.com.my/index.php/en/about-bim> [Πρόσβαση 01/09/2019].
- Cordella, A. and Iannacci, F. (2010) “Information systems in the public sector: The e-Government enactment framework”, *The Journal of Strategic Information Systems*, 19 (1): 52-66.
- Dainty, A. & Leiringer, Roine & Fernie, S. & Harty, Chris (2017) “BIM and the small construction firm: a critical perspective”, *Building Research and Information*, 45.
- Das J., Leng L.E., Lee P. and Kiat T.C. (2011). “Building BIM Capacity”, *Build Smart - The BIM Issue* (09), ed. MND Complex Singapore 069110, Building and Construction Authority.

- Davies, R. and Harty, C. (2013) “Measurement and exploration of individual beliefs about the consequences of building information modelling use”, *Construction Management and Economics*, 31, 1110–1127.
- Eadie, R., Odeyinka, H., Browne, M., McKeown, C. and Yohanis, M. (2013) “An analysis of the drivers for adopting building information modelling”, *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 18: 338-352.
- EU BIM Task Group (2017) *Handbook for the introduction of BIM by the European Public Sector*. Διαθέσιμο στο: <https://www.buildup.eu/en/practices/publications/handbook-introduction-bim-european-public-sector-0> [Πρόσβαση 01/09/2019].
- Fatt C.T. (2012) *Singapore BIM Roadmap*, Singapore, Singapore Building and Construction Authority.
- Fernandez, S. and Rainey, H.G. (2006) “Managing successful organizational change in the public sector”, *Public administration review*, 66 (2), 168–176.
- Fox, S. & Hietanen, J. (2007) “Interorganizational use of building information models: potential for automational, informational and transformational effects”, *Construction Management and Economics*, 25 (3): 289-296.
- Fox, S. and Hietanen, J. (2007) “Interorganizational use of building information models: potential for automational, informational and transformational effects”, *Construction Management and Economics*, 25 (3): 289–296.
- GSA (2007) *GSA’s national 3D-4D BIM program, US general services administration*. Διαθέσιμο στο: <https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling> [Πρόσβαση 01/09/2019].
- Gu, N. and London, K. (2010) “Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry”, *Automation in construction*, 19 (8): 988–999.
- Hagan, S., Ho, P. and Matta, H. (2009) *BIM: the GSA story*, *Journal of Building Information Modeling*, Washington, Matrix Group Publishing Inc.
- Hartmann, T., Meerveld, H., Vosseveld, N. and Adriaanse, A. (2012) “Aligning building information model tools and construction management methods”, *Automation in construction*, 22, 605–613.

- Harun, A., Samad, S., Mohd Nawi, M. and Haron, N. (2016) “Existing Practices of Building Information Modeling (BIM) Implementation in the Public Sector”, *International Journal of Supply Chain Management*, 5 (4): 166-177.
- Henttinen, T. (2012) *COBIM 2012 COMMON BIM Requirements*, Finland, Gravicon Oy.
- Jack C.P. Cheng and Qiqi Lu (2015) “A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide”, *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 20, 442-478.
- <http://www.bimpanzee.com/bim-3d-4d--5d--6d---7d.html>
- <http://biblus.accasoftware.com/en/7-dimensions-of-the-bim-methodology>
- <http://bimtalk.co.uk>. 2013.
- <https://geniebelt.com/blog/bim-maturity-levels>
- <https://www.lodplanner.com/bim-software/>
- Jacobsson, M. and Linderöth, H.C. (2010) “The influence of contextual elements, actors’ frames of reference, and technology on the adoption and use of ICT in construction projects: a Swedish case study”, *Construction Management and Economics*, 28 (1), 13–23.
- Jacobsson, M. and Linderöth, H.C. (2012) “User perceptions of ICT impacts in Swedish construction companies: ‘it’s fine, just as it is’”, *Construction Management and Economics*, 30, 339–357.
- Josseaux, B. (2018) The BIM revolution in building management. Διαθέσιμο στο: <https://blog.drawbotics.com/2018/11/07/the-bim-revolution-in-building-management/> [Πρόσβαση 01/09/2019].
- Mäki, T. & Kerosuo, H. (2015) “Site managers' daily work and the uses of BIM in construction site management”, *Construction Management and Economics*, 33 (3).
- McGraw-Hill (2010) “The Business Value of BIM in Europe”, In: E. Fitch (ed.) *McGraw-Hill Construction*.

- McGraw-Hill (2012) “The Business Value of BIM for Infrastructure: Addressing America's Infrastructure Challenges with Collaboration and Technology SmartMarket Report”, In: E. Fitch (ed.) *McGraw-Hill Construction*.
- McGraw-Hill Construction (2014) “The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets”, *SmartMarket Report*.
- McPartland, R., McPartland, R., Carson, J. and McPartland, R. (2014) BIM Levels explained. Διαθέσιμο στο: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained> [Πρόσβαση 01/09/2019].
- Migilinskas, D., Popov, V., Juocevicius, V., and Ustinovichius, L. (2013) “The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation”, *Procedia Engineering*, 57, 767 – 774.
- Morales, F. (2017) BIM6D - La sexta dimension del BIM: BIM aplicado a la eficiencia energetica s.l. : Revista Obras Urbanas, 63
- NG, Singhal (2017) BIM FOR INFRASTRUCTURE: Facilitation of Information Exchange, Implementation of BIM related projects in AEC Industry and efficient Project Collaboration.
- Popov, V., Juocevicius, V., Migilinskas, D., Ustinovichius, L. and Mikalauskas, S. (2010) “The Use of a Virtual Building Design and Construction Model for Developing an Effective Project Concept in 5D Environment”, *Automation in Construction*, 357-367.
- Tardif, M. and Smith K.D. (2009) *Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide*, Hoboken, John Wiley & Sons, Hoboken.
- Vass, S. and Gustavsson, T.K. (2017) “Challenges when implementing BIM for industry change”, *Construction Management and Economics*, 35 (10): 597-610.
- Wong, A.K., Wong F.K. and Nadeem, A. (2010) “Attributes of building information modelling implementations in various countries”, *Architectural Engineering and Design Management*, 6 (4): 288-302.
- Yoders, J. (2013) Redshift by AUTODESK. The Devil Is in the BIM Details: Levels of Development Provide 3D-Model Clarity.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΩΝ.

Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν προφορικά. Σε ορισμένες πραγματοποιήθηκαν ηχογραφήσεις ενώ σε κάποιες κρατήθηκαν επιτόπου σημειώσεις.

Τα ονόματα των ανθρώπων που παραχώρησαν τις συνεντεύξεις είναι εμπιστευτικά και βρίσκονται κατατεθειμένα στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (πλην των προσώπων που βρίσκονται σε ενεργή θέση σε δημόσιο φορέα ή οργανισμό).

Συνέντευξη 1

Φοιτητής Αρχιτεκτονικής και εργαζόμενος σαν σχεδιαστής σε τεχνικό γραφείο. Επιλέχθηκε διότι η διπλή του ενασχόληση (φοιτητής και εργαζόμενος) επιτρέπει τη σύγκριση εκπαιδευτικού συστήματος και εργασιακού τομέα.

Συνέντευξη 2

Ιδιοκτήτης περιοδικού τεχνικών θεμάτων, πολιτικός μηχανικός και πρόεδρος κατασκευαστικής εταιρείας. Επιλέχθηκε διότι σαν ιδιοκτήτης περιοδικού έχει σημαντική επαφή με τον τεχνικό κόσμο και τα προβλήματα του και σαν πρόεδρος κατασκευαστικής εταιρείας έχει αντιμετωπίσει την ελληνική πραγματικότητα στην υλοποίηση έργων.

Συνέντευξη 3

Εκδότης περιοδικού αρχιτεκτονικών θεμάτων και αρχιτέκτονας. Επιλέχθηκε για λόγους αντίστοιχους με συνέντευξη 2.

Συνέντευξη 4

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και πρώην αντιπρόεδρος τοπικού τμήματος ΤΕΕ. Επιλέχθηκε λόγω της ιδιότητας του ως ηλεκτρολόγος μηχανικός με σημαντική εμπειρία σε μελέτες και υλοποιημένο έργο καθώς και για την ενασχόληση του με το ΤΕΕ όπου ήρθε αντιμέτωπος με πληθώρα θεμάτων που έχουν σχέση με το κτιριακό απόθεμα στην Ελλάδα.

Συνέντευξη 5

Πολιτικός Μηχανικός και Σύμβουλος Δήμου. Επιλέχθηκε λόγω των σημαντικών έργων που έχει υλοποιήσει στην καριέρα του καθώς και της συμβουλευτικής βοήθειας που παρέχει σε Δήμους και Οργανισμούς.

Συνέντευξη 6

Αρχιτέκτων Μηχανικός και Καθηγητής Πανεπιστημίου σε Τμήμα Αρχιτεκτονικής. Επιλέχθηκε λόγω της εμπειρίας του σε μελέτες και έργα καθώς και για τη σχέση του με την Τριτοβάθμια εκπαίδευση των αρχιτεκτόνων μηχανικών.

Συνέντευξη 7

Αρχιτέκτων, Πολιτικός Μηχανικός, πρώην Αντινομάρχης Ανάπτυξης. Επιλέχθηκε λόγω ιδιότητας και ενασχόλησης με τα κοινά, σε θέσεις ευθύνης για τη υλοποίηση έργων.

Συνέντευξη 8

Τοπογράφος Μηχανικός. Επιλέχθηκε λόγω ιδιότητας και εμπειρίας με τις νομικές διαδικασίες των μελετών.

Συνέντευξη 9

Αρχιτέκτων Μηχανικός, πρώην Προϊστάμενος ΥΔΟΜ. Επιλέχθηκε λόγω ιδιότητας και θέσης σε έναν από τους πιο σημαντικούς φορείς αδειοδότησης και ελέγχου για το κτιριακό απόθεμα στην Ελλάδα.

Συνέντευξη 10

Προϊστάμενος σε Εταιρεία Υδρεύσεως και Αποχετεύσεως. Επιλέχθηκε λόγω θέσης σε οργανισμό που επηρεάζει σημαντικά την υλοποίηση έργων στην Ελλάδα.

Συνέντευξη 11

Νέος Αρχιτέκτων Μηχανικός. Επιλέχθηκε λόγω ιδιότητας και ηλικίας. Μέσα από την συνέντευξη γίνεται προσπάθεια να διαπιστωθεί η σχέση των νέων μηχανικών με το υπάρχον σύστημα αδειών και κατασκευών.

Συνέντευξη 12

Μηχανικός Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, υπεύθυνος σχεδιασμού σε ιδιωτική εταιρεία. Επιλέχθηκε λόγω ιδιότητας και σχέσης της ιδιωτικής εταιρείας ως μεσάζοντα μεταξύ Χορηγού, Δήμου και Κατασκευαστή.

Συνέντευξη 13

Νέος Πολιτικός Μηχανικός, πρώην εργαζόμενη τεχνικής υπηρεσίας του Δήμου. Επιλέχθηκε λόγω ιδιότητας και ηλικίας καθώς και για την πρότερη εργασία της στην κύρια υπηρεσία σύνταξης μελετών και παρακολούθησης έργων του Δήμου.

Συνέντευξη 14

Νέος Αρχιτέκτων Μηχανικός. Επιλέχθηκε για λόγους παρόμοιους με τη συνέντευξη 11.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΩΝ

- 1. Για συνεργασία μεταξύ μελετητών :** *Η συνεργασία με τους υπολοίπους συναδέλφους είναι εποικοδομητική τηρουμένων των αναλογιών. Υπάρχουν, παρόλα αυτά, σημεία και θέματα στη νομοθεσία όσον αφορά στις Η/Μ εγκαταστάσεις που δημιουργούν ενίοτε τριβές με τους συναδέλφους αρχιτέκτονες και πολιτικούς μηχανικούς και κυρίως θέματα που άπτονται του νέου ενεργειακού κανονισμού και εν γένει του νέου ρόλου των Η/Μ εγκαταστάσεων στο σχεδιασμό των κτιρίων. Όσον αφορά στις υπηρεσίες, δημιουργούνται αναγκαστικά καθυστερήσεις προκειμένου να υπάρξουν οι εγκρίσεις άλλων υπηρεσιών (ΔΕΥΑΜΒ, ΕΔΑ) οι οποίες ενίοτε δυσχεραίνουν την γρήγορη διακίνηση αδειών.*
- 2. Για χρονικό προγραμματισμό :** *Υπάρχει σπατάλη χρόνου, θα έπρεπε να σχεδιασθεί με καλύτερο τρόπο η όλη διαδικασία, ίσως οι υπόλοιπες υπηρεσίες θα έπρεπε να έχουν μόνο συμβουλευτικό ρόλο και να μην εξαρτάται ο μηχανικός από την εκάστοτε αυθαίρετη ερμηνεία του υπαλλήλου μίας υπηρεσίας η οποία εγκρίνει τη μελέτη.*
- 3. Για σχέση μελέτης και κατασκευής :** *Εκτιμώ ότι η πληρέστερη μελέτη ακόμα και σε επίπεδο εφαρμογής έχει έστω και μικροδιαφορές σε σχέση με την κατασκευή. Οι μικροδιαφορές διορθώνονται μάλλον εύκολα. Μία πρόχειρη μελέτη όμως σίγουρα θα απέχει από την υλοποίηση της και τότε η ευθύνη του μηχανικού είναι δεδομένη. Πέραν των κανονικών συνθηκών υπάρχουν σίγουρα και αστάθμητοι παράγοντες οι οποίοι μπορεί δυνητικά να οδηγήσουν σε απρόβλεπτες καταστάσεις αρκεί να μη τίθενται εν αμφιβόλω θέματα ασφαλείας.*
- 4. Για δημόσια έργα :** *Η μεγαλύτερη δυσκολία είχε προκύψει εξαιτίας της έλλειψης σαφούς θεσμικού πλαισίου. Το περιφερειακό χωροταξικό, το ρυθμιστικό, τα ειδικά χωροταξικά για βιομηχανία και τουρισμό δεν είχαν ολοκληρωθεί με αποτέλεσμα να μην μπορεί κανείς να ξεκινήσει οποιοδήποτε μεγάλο έργο υποδομής στο Νομό. Η*

επισφάλεια αλλαγής των όρων και κανόνων δόμησης εξαιτίας των συχνών αλλαγών στη νομοθεσία αλλά και η πολυνομία σε συνδυασμό με την εμπλοκή πολλών διαφορετικών Υπηρεσιών για τις αδειοδοτήσεις ανέστειλαν τη διάθεση επενδυτών να προχωρήσουν

5. **Για επαφή με το δημόσιο τομέα :** Η αλληλεπίδραση με τις δημόσιες υπηρεσίες χαρακτηρίζεται από μεγάλες καθυστερήσεις, απαίτηση δικαιολογητικών που δεν ορίζονται στους νόμους και δυσκολία στη λήψη αποφάσεων όταν κάτι δε δηλώνεται ρητά σε νόμο ή σχετική εγκύκλιο. Η υποστελέχωση και η απροθυμία των δημόσιων υπηρεσιών πολλές φορές δυσκολεύει πολύ τις διαδικασίες
6. **Για σχέση μελέτης και κατασκευής :** Οι μελέτες είναι προμελέτες δεν είναι μελέτες εφαρμογής. Στην πράξη το κτίριο δεν είναι ποτέ ίδιο με τα σχέδια. Δεν είναι δυνατόν κάτι τέτοιο, γιατί τα σχέδια δεν είναι αρκετά λεπτομερή. Αν τύχει δε και κάτι απρόβλεπτο γίνονται πολύ δύσκολα τα πράγματα. Φυσικά παλαιότερα, πριν δηλαδή από τους ελεγκτές δόμησης, τα κτίρια κατασκευάζονταν συχνά εσκεμμένα διαφορετικά από τη μελέτη.
7. **Για τον έλεγχο μελετών :** Θα έλεγα πως είναι πολύ δύσκολο να γίνει σωστός έλεγχος στα πλαίσια ενός ανοργάνωτου απαρχαιομένου συστήματος, παρά την καλή ή κακή θέληση του εκάστοτε υπαλλήλου ή ιδιώτη μηχανικού. Δεν είναι δυνατόν να συζητάμε για σοβαρό έλεγχο σε αυτό το πλαίσιο.