

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ**

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ: 2017-2018

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Μελέτη λαθών στην πρόβλεψη κόστους και χρόνου, στο σχεδιασμό και την εκτέλεση ιδιωτικών κατασκευαστικών έργων. (Study of errors in cost and time forecasting in the design and the execution of private construction projects).»



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΟΥΣΤΑΚΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΜΑΝΩΛΕΣΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α.Μ.: 2009010088

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: σελ. 5

ABSTRACT: σελ. 6

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: σελ. 7 – 8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:

Μέθοδοι Εκτίμησης Κόστους σελ. 9 - 36

1.1. Γενικά για τις μεθόδους εκτίμησης κόστους σελ. 9 - 10

1.2. Γενικά για τις μεθόδους εκτίμησης κόστους σελ. 11 – 12

1.3. Άμεσο κόστος κατασκευής σελ. 13 – 19

1.4. Έμμεσο κόστος κατασκευής σελ. 20 – 22

1.5. Μέθοδοι Συλλογιστικής Βασισμένης
σε Περιπτώσεις (Case Based Reasoning) σελ. 23 – 27

1.6. Συνοπτική ανασκόπηση Μοντέλων σελ. 28 – 29

1.7. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα
κάθε μεθόδου σελ. 30 – 33

1.8. Άλλες μέθοδοι προϋπολογισμού και
προγραμματισμού τεχνικών έργων (projects) σελ. 34 – 36

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:

Ανάλυση Δημοσίων & Ιδιωτικών Έργων σελ. 37 - 44

2.1 Βασικοί Ορισμοί σελ. 37 - 38

2.2 Ο Ρόλος και η Δομή του Ελέγχου σελ. 39 - 44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:

Ανάλυση Ιδιωτικών Τεχνικών Έργων σελ. 45 - 67

3.1. Η επιλογή τεχνικού γραφείου από τον πελάτη μετά από έρευνα αγοράς σελ. 45 – 48

1^ο Έργο προς μελέτη σελ. 49 – 53

2^ο Έργο προς μελέτη σελ. 54 – 59

3^ο Έργο προς μελέτη σελ. 60 – 63

4^ο Έργο προς μελέτη σελ. 64 – 67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:

Γενικά Συμπεράσματα της Κοστολογικής και Χρονικής Μελέτης των 4^{ων} έργων σελ. 68 – 71

ΕΠΙΛΟΓΟΣ: σελ. 72

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ & ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗΣ σελ. 73 – 74

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ σελ. 75 – 76

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μηχανικοί που αναλαμβάνουν την διεκπεραίωση τεχνικών έργων, είναι ο υπολογισμός του χρόνου και του κόστους από την στιγμή που γίνεται η ανάληψη ως και την ολοκλήρωση του. Είτε το τεχνικό έργο αντιστοιχεί σε κατοικία είτε δημιουργείτε για επαγγελματική χρήση (π.χ. εμπορικό κέντρο ή εργοστάσιο), το σίγουρο είναι πως για τους μηχανικούς που έχουν αναλάβει την εργολαβία, η πρόβλεψη της διαδικασίας τόσο ως προς την διάρκεια όσο και ως προς το κόστος γίνεται προσεγγιστικά αφού υπάρχουν πολλοί αστάθμητοι παράγοντες που τα καθορίζουν. Ιδιαίτερα αν για την κατασκευή πρέπει να συνεργαστούν με το τεχνικό γραφείο που έχει αναλάβει το έργο και πολλοί άλλοι φορείς. Γίνεται αντιληπτό λοιπόν ότι εμπλέκονται πολλές διαφορετικές παράμετροι που δυσκολεύουν την πρόβλεψη στα οικονομικά και χρονικά μεγέθη της κατασκευής στην διάρκεια της μελέτης.

Σκοπός της πτυχιακής μου ήταν η έρευνα και η συλλογή κάποιων προσμετρήσεων πάνω σε ιδιωτικά έργα, τις οποίες σύγκρινα με τα τελικά αποτελέσματα χρονικά και οικονομικά, που προέκυψαν μετά την περάτωση της εκάστου κατασκευής. Για να εντοπίσω σφάλματα και αποκλίσεις πιο εύκολα, αντιμετώπισα κάθε έργο ανά στάδιο. Αποτέλεσμα της έρευνας μου ήταν η κατανόηση των σταδίων της κατασκευής, αλλά και των επαφών του πελάτη με το τεχνικό γραφείο.

Τελικά, το πόσο επηρεάζει ο πελάτης ενδιάμεσα την κατασκευή είναι ίσως ο παράγοντας που επιφέρει τις μεγαλύτερες αλλαγές στο έργο.

ABSTRACT

A main problem which is faced by engineers that have to build private projects, is the calculation of time and cost from the moment that project starts till the moment it completes. Either the technical work corresponds to residence or it is created for professional use, it is certain that for the civil engineers who have take on the contracting, the prediction of the procedure such as the duration and the cost is done by approaching them. Because there are many unstable factors that determines them. Especially if for the construction should work together the technical office and many other factors. So it perceived that get involved many different parameters which add difficulties to make correct predictions financial and about the duration of the construction.

Main purpose of my project was the research and collection of some pre-counts for private constructions, which I had already compared with the final results about time and economics, that came after the completion of each construction. In order to locate errors and deviations more easily, I researched every construction per stage. A main result of my research was the understanding of the stages of the construction, but also the contact between the customer and the technical office.

Ultimately, how much the customer influences construction is perhaps the factor that brings about the greatest changes in the project.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορική εξέλιξη του πολιτισμού και της ανθρώπινης κοινωνίας είναι συνυφασμένη με την υλοποίηση έργων, δηλαδή εγχειρημάτων κατά τα οποία άνθρωποι και οικονομική πόροι οργανώνονται ώστε να παραχθεί συγκεκριμένο μετρήσιμο επωφελές αποτέλεσμα, τέτοιο ώστε η κατάσταση (της κοινωνικής πραγματικότητας) μετά το πέρας του έργου να έχει σαφή διαφορά από την κατάσταση κατά την έναρξη του έργου. Ανεξάρτητα από το είδος του έργου (έργο υποδομής, ερευνητικό έργο, στρατιωτική επιχείρηση, τραπεζικές διαδικασίες ή οτιδήποτε άλλη επιχειρηματική δραστηριότητα), η μεθοδική οργάνωση της υλοποίησής του, ο συντονισμός της διαχείρισης του έργου, είναι αναγκαία προϋπόθεση για την επιτυχία του εγχειρήματος. Αν και δεν διαθέτουμε επαρκή ιστορική τεκμηρίωση, είναι βέβαιο ότι τα μεγάλα επιτεύγματα του παρελθόντος προϋπόθεταν υψηλό, για την εποχή τους, επίπεδο διαχείρισης. Είναι ολοφάνερο ότι οι ογκώδεις και πολύπλοκες κατασκευές, όπως το Σινικό τείχος, η Ακρόπολη ή οι πυραμίδες της Αιγύπτου, είναι χτισμένες σύμφωνα με υψηλές προδιαγραφές. Τόσο για την υλοποίηση των παραπάνω κατασκευών όσο και για την υλοποίηση άλλων επιτευγμάτων, όπως οι στρατιωτικές εκστρατείες του Μεγάλου Αλεξάνδρου, απαιτήθηκε τεράστιο ανθρώπινο δυναμικό για να ολοκληρωθούν. Γνωρίζουμε, όμως, σχετικά λίγα για τις διοικητικές τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν κατά την πραγματοποίησή τους. Παράλληλα, η ιστορία βρίθει από «αποτυχημένα» εγχειρήματα, όπως η κατασκευή της διώρυγας σύνδεσης του Νείλου με την ερυθρά θάλασσα, που άρχισε από τον Φαραώ Σέτι Α' και δεν ολοκληρώθηκε ούτε επί του διαδόχου του Νεχώ, αλλά πολύ αργότερα από του κατακτητές Πέρσες, επί Δαρείου. Δεν γνωρίζουμε πόσοι υπεύθυνοι του έργου έχασαν το κεφάλι τους τότε, αλλά σήμερα η κατάσταση δεν είναι πολύ ευκολότερη για τους ομολόγους τους. Στις μέρες μας, η ραγδαίως μεταβαλλόμενη τεχνολογία, ο σκληρός ανταγωνισμός στην διεθνή αγορά για διασφάλιση μεριδίου, η στενότητα των διαθέσιμων πόρων, η 12 επιρροή που ασκούν ισχυρές ομάδες πίεσης, η αστάθεια των οικονομικών συνθηκών- παραμέτρων, έχουν υποχρεώσει τις επιχειρήσεις να αλλάξουν τα συστήματα διοίκησης που χρησιμοποιούσαν. Στον αγώνα για

επιβίωση που χαρακτηρίζει τη σύγχρονη αγορά, η επιστημονική διαχείριση έργων φαίνεται να προσφέρει πραγματικές λύσεις στα προβλήματα που δημιουργούνται. Αν και οι πρώτες σύγχρονες τεχνικές εμφανίστηκαν στις αρχές του 20ου αιώνα, η επιστήμη της διαχείρισης των έργων αναπτύχθηκε ουσιαστικά κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου πολέμου και μετά. Η επιστημονική διαχείριση των έργων αντλεί γνώσεις και τεχνικές από πολλά επιστημονικά πεδία. Προϋποθέτει χρονικό προγραμματισμό με βάση την θεωρία δικτύων, μαθηματικό (γραμμικό ή μη) προγραμματισμό, επεξεργασία δεδομένων, θεωρία προτύπων και συστημάτων, ανάλυση κόστους-οφέλους, μεθόδους επιλογής εναλλακτικών λύσεων, θεωρία αποφάσεων και παιγνίων, τεχνικές ελέγχου, διαχείριση κινδύνου (risk) και επιπλέον εξειδικευμένες γνώσεις, ανάλογα με τη φύση του κάθε έργου. Ωστόσο, δεν είναι το απλό άθροισμα όλων αυτών. Η επιστημονική διαχείριση απαιτεί επιπλέον την διαδικασία σύνθεσης/ολοκλήρωσης όλων όσων πρέπει να γίνουν ώστε να υλοποιηθούν οι στόχοι του έργου. Παραδοσιακά, η διαχείριση έργου λειτούργησε στα πλαίσια της «σκληρής» γραφείο- κρατικής ιεραρχικής οργανωτικής δομής. Στην ταχέως μεταβαλλόμενη εποχή μας, όμως, αυξάνονται ολοένα και περισσότερο τα έργα που απαιτούν όχι μόνο λειτουργική ευελιξία αλλά και εμπλοκή πολλαπλών ειδικοτήτων και τμημάτων και στα οποία εμπλέκονται σύνθετες και πολυεθνικές εταιρείες. Για τον λόγο αυτό παρατηρείται η τάση να υιοθετούνται συχνότερα ομάδες έργου, δομές οργάνωσης τύπου μητρώου και γενικά εργοκεντρική διοίκηση. Ο διευθυντής του έργου, ως υπεύθυνος του έργου, έχει καθήκον να δημιουργήσει μια ευέλικτη δομή που να ικανοποιεί εξίσου τις ανάγκες του έργου, τις ανάγκες της οργάνωσης, τις ανάγκες των εμπλεκόμενων και τις ανάγκες των ατόμων που απασχολούνται στο έργο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Μέθοδοι Εκτίμησης Κόστους

1.1 Γενικά για τις μεθόδους εκτίμησης κόστους

Η ακρίβεια της εκτίμησης του κόστους κατασκευής ενός έργου κατασκευής αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία του έργου. Τα μοντέλα εκτίμησης του κόστους, το οποία στα αρχικά στάδια ενός έργου εκτιμούν το κόστος κατασκευής με ελάχιστες πληροφορίες, είναι πολύ χρήσιμα για το στάδιο της προμελέτης του έργου κατασκευής.

Η χρήση βελτιωμένων τεχνικών εκτίμησης του κόστους, οι οποίες είναι διαθέσιμες στους διαχειριστές έργων, βοηθάει στον υπολογισμό του χρόνου και του κόστους στα κατασκευαστικά έργα. Παρά τη σπουδαιότητα που έχει για το έργο η εκτίμηση του κόστους, δεν είναι ούτε απλό ούτε εύκολο, λόγω της έλλειψης πληροφοριών στα πρώτα στάδια του έργου. Ως εκ τούτου, πολλά μοντέλα εκτίμησης του κόστους που χρησιμοποιούν παραμετρικές μεθόδους έχουν αναπτυχθεί.

Μοντέλα εκτίμησης του κόστους μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κύριες κατηγορίες:

A. Παραδοσιακά μοντέλα (traditional models)

B. Μη παραδοσιακά μοντέλα (non-traditional models)

Γ. Σύγχρονα μοντέλα (new wave models)

Κυρίαρχο ρόλο στην εκτίμηση του κόστους τεχνικών έργων έχουν οι παραδοσιακές προσεγγίσεις οι οποίες βασίζονται σε μεθόδους προ-μετρητικές. Προσεγγίσεις δηλαδή για την εκτίμηση του κόστους με βάση στατιστικά στοιχεία, για παράδειγμα από τους [Wilson1982] και [Singh 1990], και γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης, για παράδειγμα από τους [Kouskoulas and Koehn

1974], [McCaffer 1975], [Bowen and Edwards 1985], [Khosrowshahi and Kaka 1996] και [Trost and Oberlender 2003] έχουν αναπτυχθεί από το 1970.

Παρ' όλα αυτά, η ανάπτυξη των μεθόδων εκτίμησης κόστους βασισμένων στην εμπειρία των χρηστών ήταν απαραίτητη γιατί η εκτίμηση του κόστους είναι η πρόβλεψη του κόστους ενός έργου χρησιμοποιώντας την εμπειρία ή / και την κατάλληλη μεθοδολογία όπως παρατηρήθηκε από τους [Perera and Watson 1998]. Έτσι τα συστήματα συλλογιστικής βασισμένης (Case Based Reasoning υποκεφ. 1.5.) σε περιπτώσεις προτάθηκαν ως εναλλακτική λύση των έμπειρων συστημάτων στην εκτίμηση κόστους για παράδειγμα από τους [Perera and Watson 1998].

Η επιλογή των μοντέλων εκτίμησης θα πρέπει να επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως:

- Τον διαθέσιμο χρόνο και τις διαθέσιμες πληροφορίες
- Η εμπειρία του εκτιμητή
- Το ύψος και η μορφή των στοιχείων κόστους
- Σκοπός των εκτιμήσεων
- Γνώσεις εκτιμητή και τεχνολογικές γνώσεις που πρέπει να χρησιμοποιηθούν

1.2. Παραδοσιακή μέθοδος εκτίμησης κόστους

Για να καταλάβουμε τώρα πολλές βασικές έννοιες σχετικά με την εκτίμηση του κόστους στα τεχνικά έργα, όπως είναι λογικό, πρώτα πρέπει να εξετάσουμε τις παραδοσιακές μεθόδους εκτίμησης κόστους, έτσι θα μπορούμε στη συνέχεια εκτός του να

κατανοήσουμε τις διαδικασίες των πιο σύγχρονων μεθόδων, να τις συγκρίνουμε με τις παραδοσιακές.

Ο [Καστρινάκης 2002] αναλύει πολύ βασικές έννοιες σχετικά με την εκτίμηση του κόστους των κατασκευών και παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο εκτιμάται το κόστος ενός τεχνικού έργου όπως βλέπουμε αναλυτικά στη συνέχεια.

Ο κοστολόγος, ο οποίος καταρτίζει τον προϋπολογισμό κατασκευής χρησιμοποιεί κυρίως στοιχεία.:

- ❖ Από τη μελέτη, όπως είναι η προ-μέτρηση των ποσοτήτων και το περιγραφικό τιμολόγιο των εργασιών, ο χρονικός προγραμματισμός, οι τεχνικές προδιαγραφές των εργασιών κλπ.
- ❖ Από το αρχείο της εργολαβικής επιχείρησης σχετικά με αποδόσεις προσωπικού, υπεργολάβων, μηχανημάτων, τις τιμές μονάδας παρόμοιων εργασιών κλπ. Ο κοστολόγος πρέπει να βασίζεται στις πραγματικές δυνατότητες της επιχείρησης και όχι σε θεωρητικές εκτιμήσεις.

Παράγοντες που επιδρούν στη διαμόρφωση του κόστους και αφορούν τον κατασκευαστή είναι:

- 1) Η Διεύθυνση του εργοταξίου, η οργάνωση, ο προγραμματισμός και η εποπτεία των εργασιών.
- 2) Οι ικανότητες του χρησιμοποιούμενου προσωπικού (συνεπεία, εξειδίκευση, αποδοτικότητα κλπ.)
- 3) Τα είδη και οι ποιότητες χρησιμοποιούμενων υλικών.
- 4) Η κατάλληλη επιλογή: τύπου, αριθμού, μεγέθους μηχανικού εξοπλισμού.

- 5) Οι τοπικές συνθήκες εργασίας, η περιοχή του έργου, η πρόσβαση σε αυτό, η διάταξη του εργοταξίου.
- 6) Οι δυνατότητες χρηματοδότησης.

Υπάρχουν και άλλοι σοβαροί παράγοντες που επιδρούν στη διαμόρφωση του κόστους. Η εκτίμηση της επιρροής αυτών των παραγόντων γίνεται με πιθανότητες.

- Καιρικές συνθήκες. Επηρεάζουν το βαθμό απασχόλησης όπως και τον προγραμματισμό των εργασιών.
- Η διαθεσιμότητα προσωπικού και υπεργολάβων. Επηρεάζουν σημαντικά τον προγραμματισμό.
- Ο πληθωρισμός, που επηρεάζει σοβαρότατα τις τιμές προσωπικού, υλικών και μηχανημάτων.

Τις ουσιαστικές δυσχέρειες που συναντούμε όταν θέλουμε να υπολογίσουμε το κόστος κατασκευής σε συνθήκες πληθωρισμού αντιμετωπίζουμε:

- Με τον καθορισμό του προβλεπόμενου κόστους κάθε εργασίας όχι ως σταθερού αλλά ως μεταβαλλόμενου χρονικά, σε συνάρτηση με την προβλεπόμενη αύξηση του κόστους μονάδας όλων των μέσων (εργατικών, υλικών, μηχανημάτων) που θα χρησιμοποιήσουμε σε όλη τη διάρκεια της κατασκευής.
- Με ανάλογο καθορισμό των προβλεπόμενων συντελεστών αναθεώρησης των τιμών των κονδυλίων της μελέτης. Στα δημόσια έργα υπάρχει νομοθετημένη διαδικασία ενώ στα ιδιωτικά αποτελεί αντικείμενο διαπραγμάτευσης με τον κύριο του έργου.

Τέλος το κόστος κατασκευής ενός τεχνικού έργου, προκειμένου να δοθεί οικονομική προσφορά, αναλύεται από τον κοστολόγο της εργολαβικής επιχείρησης, οπότε έχουμε:

1.3. Άμεσο κόστος (προσωπικού, υλικών, μηχανικού εξοπλισμού, υπεργολαβιών).

1.4. Έμμεσο κόστος (έργου και εργοταξίου, εργολαβικής επιχείρησης).

1.3. Άμεσο κόστος κατασκευής

1.3.1. Κόστος προσωπικού

Σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό του κατέχει η ύπαρξη οργανωμένου αρχείου με στοιχεία από προηγούμενα τεχνικά έργα σχετικά με τις αποδόσεις του προσωπικού, του μηχανικού εξοπλισμού, των συνεργείων και των υπεργολάβων

Κατά την επεξεργασία των στοιχείων αυτών θα πρέπει να μην παραγνωρίζεται το γεγονός ότι ακόμη και με την πιο τέλεια οργάνωση και προγραμματισμό των εργασιών, θα υπάρχουν πάντοτε χρονικές περίοδοι όπου δεν θα παράγεται έργο ενώ θα πληρώνεται το προσωπικό.

Ο κοστολόγος που υπολογίζει το κόστος προσωπικού πρέπει να έχει υπόψη του:

- Την παραβολική μορφή της μεταβολής του άμεσου κόστους των εργασιών της κατασκευής σε συνάρτηση με τον χρόνο.
- Η μείωση του χρόνου μπορεί να φτάσει μέχρι ένα σημείο, το οποίο επιτρέπει η ανάπτυξη της τεχνολογίας, πέρα από αυτό όμως όσο και να αυξήσουμε το κόστος, ο χρόνος κατασκευής δεν μπορεί να μειωθεί. Επίσης με κακή διεύθυνση του εργοταξίου αυξάνεται ο χρόνος εργασιών αλλά αυξάνεται και το κόστος λόγω πλέον της κακής οργάνωσης, προγραμματισμού, εποπτείας κλπ. των εργασιών.
- η περιορισμένη δυνατότητα να μειωθεί το κόστος προσωπικού όταν η εργολαβική επιχείρηση πρέπει να διατηρεί το καλά εκπαιδευμένο και ειδικευμένο προσωπικό της και σε περιόδους με μικρότερο κύκλο εργασιών. Δεν συμφέρουν οι απολύσεις καλά εκπαιδευμένου προσωπικού το οποίο είναι δύσκολο να ξαναβρούμε όταν το χρειαστούμε.
-
- Το κόστος προσωπικού είναι τελικά μικρότερο αν χρησιμοποιείται προσωπικό μεγαλύτερης ειδίκευσης και αποδοτικότητας και συνεπώς περισσότερο “ακριβό”, παρά αν συμβαίνει το αντίθετο.
- Το κόστος προσωπικού είναι συνήθως αντιστρόφως ανάλογο με την τυποποίηση των εργασιών κατασκευής.

- Το κόστος προσωπικού ανά μονάδα κατασκευαζόμενου έργου, είναι επίσης αντιστρόφως ανάλογο με το μέγεθος του έργου. Εξάλλου το είδος του έργου σε συνδυασμό με το μέγεθος, μας προσδιορίζουν και το βαθμό χρήσης του μηχανικού εξοπλισμού, πράγμα που έχει σημαντικότερη σχέση με το συνολικό κόστος προσωπικού.

Παράγοντες που επιβαρύνουν το κόστος προσωπικού ανάλογα με τις συμφωνίες μεταξύ επιχείρησης και εργαζομένων είναι:

- i. Τα ημερομίσθια
- ii. Κρατήσεις εργοδότη (ΙΚΑ, επικουρικό, κλπ όπως φαίνονται στα δελτία ΕΤΔΕ
- iii. σύμφωνα με την ισχύουσα κάθε εποχή νομοθεσία).
- iv. Αποζημιώσεις διακοπής σύμβασης.
- v. Ημεραργίες λόγω ασθενειών.
- vi. Δώρα Χριστουγέννων, Πάσχα, επίδομα αδείας.
- vii. Αμοιβές εκτός έδρας.
- viii. Πριμ (συνήθως αποδοτικότητας).
- ix. Παροχές πλέον αποδοχών, (στέγη, αυτοκίνητο, καύσιμα.).
- x. Προσωπικός εξοπλισμός
- xi. Ατομικά εργαλεία.
- xii. Ασφάλιστρα ζωής και ατυχημάτων προσωπικού.
- xiii. Μεταφορά στη θέση εργασίας.

1.3.2. Κόστος υλικών.

Το κόστος υλικών στο εργοτάξιο περιλαμβάνει τα παρακάτω στοιχεία:

- a. Τιμές αγοράς (μείον τυχόν εκπτώσεις, ιδίως σε προμήθειες σοβαρών ποσοτήτων).
- b. Μεταφορικά.
- c. Φόρτωση-εκφόρτωση-απόθεση-εσωτερικές μετακινήσεις.
- d. Απώλειες κατά την μεταφορά. Απώλειες κατά την κατεργασία. (Ανάλογα με το είδος
- e. των υλικών οι απώλειες κατά την κατεργασία υπολογίζονται ως ποσοστό των ποσοτήτων που χρησιμοποιούμε.
- f. Τυχόν ασφάλιστρα, αμοιβές τρίτων, δασμοί κλπ.

Επίσης υπάρχει το κόστος των βοηθητικών υλικών όπως είναι οι ξυλότυποι, τα ικριώματα, οι επενδύσεις ορυγμάτων, τάφρων, κλπ.

Επειδή τα υλικά αυτά επαναχρησιμοποιούνται πρέπει να εκτιμηθεί ο αριθμούς χρήσεων και κατόπιν να γίνει μείωση της αξίας τους μετά από κάθε χρήση. Οι διάφορες απώλειες που προκαλούνται κατά την χρήση τους εκτιμούνται σαν ένα ποσοστό της χρησιμοποιούμενης ποσότητας και υπολογίζονται κατά την κατάρτιση του προϋπολογισμού. Η ξυλεία αντιμετωπίζεται ως αναλώσιμο υλικό, ενώ τα μεταλλικά ικριώματα και οι ειδικές επενδύσεις τάφρων, ορυγμάτων, αντιμετωπίζονται όπως ο μηχανικός εξοπλισμός.

Ο κοστολόγος πρέπει να πληροφορείται τα στοιχεία κόστους των υλικών από το τμήμα προμηθειών τη εργολαβικής επιχείρησης.

1.3.3. Κόστος Μηχανικού Εξοπλισμού

Στόχος μας είναι ο προσδιορισμός του ωριαίου κόστους κάθε μηχανήματος που εργάζεται στο εργοτάξιο. Εφόσον γνωρίζουμε και την ωριαία παραγωγή του (απόδοση), μπορούμε να υπολογίσουμε το κόστος μηχανικού εξοπλισμού για την παραγόμενη μονάδα κάθε εργασίας κατασκευής.

Κόστος παραγόμενης μονάδας = Ωριαίο κόστος μηχανήματος / Ωριαία παραγωγή Μηχανήματος

Η ωριαία παραγωγή (απόδοση) του μηχανήματος μπορεί να υπολογιστεί από πραγματικά στοιχεία τα οποία πρέπει να υπάρχουν στα αρχεία της εργολαβικής επιχείρησης ή από πληροφορίες που παρέχουν οι εταιρείες που τα κατασκευάζουν.

Για παράδειγμα για τον προσδιορισμό της ωριαίας απόδοσης χωματουργικών μηχανημάτων ισχύει η σχέση:

$Q = [60 * V\phi * \phi / ts\phi] * \eta_e * \eta_x * \eta_{ts}$ (m³/h) όπου:

- $V\phi$ = Η χωρητικότητα του κάδου του μηχανήματος (m³)
- ϕ = Ο συντελεστής πλήρωσης του κάδου
- $ts\phi$ = Ο χρόνος κύκλου (min)
- η_e = Ο συντελεστής εκμετάλλευσης του μέσου παραγωγής (που εξαρτάται από την ηλικία και δευτερευόντως από τον βαθμό συντήρησης του)
- η_x = Ο συντελεστής ικανότητας του χειριστή του μέσου παραγωγής
- η_{ts} = Ο συντελεστής τοπικών συνθηκών

Το ωριαίο κόστος μηχανικού εξοπλισμού διακρίνεται σε ωριαίο κόστος κεφαλαίου (ανεξάρτητα από το μέγεθος παραγωγής) και ωριαίο κόστος λειτουργίας (που εξαρτάται από το μέγεθος παραγωγής του μηχανήματος).

1.3.4. Ωριαίο κόστος κεφαλαίου (ΚΚΩ).

Το ετήσιο κόστος κεφαλαίου αποτελείται από τους τόκους των κεφαλαίων που δαπανήθηκαν για την αγορά του μηχανήματος και από την απόσβεση.

Έστω K_a η αρχική αξία ενός μηχανήματος (τιμή αγοράς πλέον έξοδα συναρμολόγησης, μεταφοράς στο εργοτάξιο, κλπ), του οποίου προβλέπεται ότι μετά n χρόνια εκμετάλλευση θα είναι ασύμφορη.

Έστω ακόμη ότι το μηχάνημα θα έχει τότε μια τελική αξία K_t , (περίπου το 10-20% της αρχικής αξίας του μηχανήματος, γιατί μπορεί να πωληθεί ως μεταχειρισμένα ανταλλακτικά, παλιοσίδερα, κλπ).

Η διαφορά μεταξύ $K_a - K_t$ είναι το κεφάλαιο που πρέπει να αποσβεστεί, δηλαδή από την εκμετάλλευση του μηχανήματος σε n χρόνια πρέπει να αποταμιευτεί ένα ποσό τέτοιο, ώστε προστιθέμενο στην τελική του αξία K_t να συγκεντρώνεται κεφάλαιο ικανό για την

αγορά καινούριου παρόμοιου μηχανήματος. Το n ονομάζεται περίοδος απόσβεσης

$K_{κω} = (K_a - K_t) * (1 + i * n / 2) * 100 / (12 * n * η_a * 175) \%$, όπου:

i = Το επιτόκιο υπολογισμού

n = Τα έτη απόσβεσης

$η_a$ = Ο συντελεστής απασχόλησης

175 = Η ωριαία συμβατική απασχόληση του εξοπλισμού ανά μήνα

1.3.5. Ωριαίο κόστος λειτουργίας

Ωριαίο κόστος συντήρησης (ΚΣΩ)

Λαμβάνεται από στοιχεία προηγούμενων έργων της εργολαβικής επιχείρησης ή με τη βοήθεια διαφόρων συντελεστών πχ από του Γερμανικούς κανονισμούς BAUGERATELISTE (BGL).

Ωριαίο κόστος ανταλλακτικών $K1 = 0,36 \text{ ΚΚΩ}$

Ωριαίο κόστος εργατικών συντήρησης $K2 = 0,30 \text{ ΚΚΩ}$

Ωριαίο κόστος γενικών εξόδων συντήρησης $K3 = 0,22 \text{ ΚΚΩ}$

Ωριαίο κόστος συντήρησης $\text{ΚΣΩ} = 0,88 \text{ ΚΚΩ}$ Ωριαίο κόστος ενέργειας (καύσιμα και λιπαντικά). (ΚΕΩ)

Το ωριαίο κόστος καυσίμων (για πετρελαιοκίνητα) είναι $Ne \cdot be \cdot f \cdot \delta$

Ne η ισχύς του μηχανήματος be η ειδική κατανάλωση καυσίμου (KG/PS,H) f ο συντελεστής φόρτισης (0,4 – 0,7) δ η τιμή του καυσίμου (€/KGR)

Το κόστος των λιπαντικών προσδιορίζεται είτε από στοιχεία προηγούμενων έργων είτε εκτιμάται σε λ% του κόστους καυσίμων.

Συνεπώς το ωριαίο κόστος ενέργειας είναι $\text{ΚΕΩ} = (1 + \lambda\%) \cdot Ne \cdot be \cdot f \cdot \delta$

Ωριαίο κόστος προσωπικού ΚΠΩ

Υπολογίζεται με βάση τα παρακάτω:

$Ph = (1 / T_{\eta\mu}) \cdot P_{\eta\mu} \cdot (1 + a)$ όπου:

Ph = Το ωριαίο κόστος του εργαζομένου

$P_{\eta\mu}$ = Η Ημερήσια αποζημίωση του εργαζομένου

$T_{\eta\mu}$ = Οι ώρες εργασίας ανά ημέρα

a = Διάφορες προσαυξήσεις (π.χ. ΙΚΑ)

Συνολικό ωριαίο κόστος μηχανήματος:

$\text{ΚΩ} = \text{ΚΚΩ} + \text{ΚΛΩ} + \text{ΚΣΩ} + \text{ΚΕΩ} + \text{ΚΠΩ}$

Τελικά πρέπει να τονίσουμε ότι η προ-κοστολόγηση της χρήσης ενός μηχανήματος είναι περίπλοκη, απαιτεί μεγάλη προσοχή και το αποτέλεσμα της αφού συγκριθεί και με άλλες δυνατότητες (πχ ενοίκια αντίστοιχων μηχανημάτων προσφορές υπεργολάβων κλπ), μπορεί να μας οδηγήσει σε διαφορετικές κατασκευαστικές λύσεις από τις αρχικές, διαφορετική μεθοδολογία εργασιών κλπ.

1.3.6. Κόστος υπεργολαβιών

Αναφερόμαστε σε εργασίες που εκτελούνται εξ ολοκλήρου από υπεργολάβους με δικά τους υλικά και μηχανικό εξοπλισμό, όπως πχ χωματουργικά, μπετόν, τοιχοποιίες, επιχρίσματα κλπ και για τις οποίες ο ανάδοχος έχει μονό τη διεύθυνση και συντονισμό των

εργασιών καθώς και τον έλεγχο της ποιότητας κατασκευής.

Κατά τη σύνταξη του προϋπολογισμού κατασκευής της υπ' εργολαβικής επιχείρησης και οπωσδήποτε πριν υποβληθεί η προσφορά της, οι τιμές των εργασιών που θα εκτελεστούν

με υπεργολάβους πρέπει να καθορίσουν με τους αντίστοιχους υπεργολάβους.

Το κόστος εργασιών όπως είναι η κατασκευή ξυλότυπων, η κοπή, η κατεργασία και τοποθέτηση σιδηρού οπλισμού, κλπ, τα οποία μπορεί να εκτελεστούν από συνεργεία που δεν ανήκουν στην εργολαβική επιχείρηση αλλά εργάζονται χωρίς δικά τους υλικά και μηχανικό εξοπλισμό, πρέπει να συμπεριληφθούν στο άμεσο κόστος προσωπικού των αντίστοιχων κονδυλίων και όχι στο άμεσο κόστος υπεργολαβιών.

1.4. Έμμεσο κόστος κατασκευής

Περιλαμβάνει το έμμεσο κόστος του έργου και του εργοταξίου και το έμμεσο κόστος της εργολαβικής επιχείρησης.

1.4.1. Έμμεσο κόστος έργου και εργοταξίου.

Περιλαμβάνει γενικά έξοδα που έχουν σχέση με το έργο και το εργοτάξιο, όπως είναι:

- Εγκατάσταση εργοταξίου (κατασκευή γραφείων, εργαστηρίων, αποδυτηρίων, W.C, περιφράξεων, αποθηκών, συνεργείων επισκευής και συντήρησης μηχανημάτων, καντίνας, εστιατορίου κλπ).
- Διάνοιξη οδών προσπέλασης προς το έργο και προς διάφορα σημεία του, εφόσον δεν υπάρχουν.
- Αμοιβές εργοταξίαρχη, τεχνικών (μηχανικών, τοπογράφων, εργοδηγών, κλπ)οικονομικού και διοικητικού προσωπικού (λογιστή, ταμία, διαχειριστή υλικού, γραμματέα, φυλάκων, νυχτοφυλάκων, κλπ). Καθώς και τις ασφαλιστικές εισφορές τους.
- Έξοδα δημοσιεύσεων δημοπρασίας (κηρύκια) ταξιδιών, ενοίκια κατοικιών προσωπικού (τυχόν δικαστικά έξοδα, αναλώσιμα είδη γραφείου, είδη Η/Υ, μισθώματα για χρήση γης, κτηρίων, κλπ.
- Ασφαλίσεις: έργου, προσωπικού, μηχανημάτων, από πυρκαγιές, θεομηνίες, σεισμούς, ατυχήματα, κλπ.
- Προμήθειες εγγυητικών επιστολών καλής εκτέλεσης έργου και επιστροφής κρατήσεων λογαριασμών.
- Ηλεκτρικό ρεύμα, νερό, τηλέφωνο, φαξ κλπ.
- Έξοδα απόθεσης, διακίνησης εντός εργοταξίου και στοίβαξης υλικών.
- Εγκατάσταση μηχανικού εξοπλισμού (φόρτωση, εκφόρτωση, μεταφορά, συναρμολόγηση, αποσυναρμολόγηση).
- Εξοπλισμός εργοταξίου (εργαλεία, εργαλειομηχανές, βοηθητικά υλικά, εξοπλισμός γραφείων, αποδυτηρίων, W.C, εργαστηριακό υλικό, τοπογραφικά όργανα, προσωπικοί

υπολογιστές, αριθμομηχανές, τηλέφωνο, κλπ).

- Έξοδα για τυχόν ποινικές ρήτρες (σε περίπτωση πχ καθυστερήσεων).
- Έξοδα καθαρισμού του εργοταξίου και διευθέτηση του περιβάλλοντος χώρου μετά τη λήξη των εργασιών κατασκευής.
- Έξοδα συντήρησης και λειτουργίας του έργου (από την προσωρινή παραλαβή μέχρι την οριστική παραλαβή).

1.4.2. Έμμεσο κόστος εργολαβικής επιχείρησης. (Κυρίως για δημόσια έργα)

Το έμμεσο κόστος εργολαβικής επιχείρησης δημιουργείται από την λειτουργία της και από την ανάγκη να υποστηρίξει όλα τα έργα που εκτελούνται κατά τη διάρκεια μιας διαχειριστικής περιόδου σε διαφορετικά εργοτάξια.

Περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Έξοδα σχετικά με τις δημοπρασίες όπως είναι προμήθεια τευχών δημοπρασίας, σύνταξη τεχνικών και οικονομικών προσφορών, προμήθειες για την έκδοση εγγυητικών επιστολών συμμετοχής σε δημοπρασίες. (Μια εργολαβική επιχείρηση είναι υποχρεωμένη να μετέχει σε πολλές δημοπρασίες τις οποίες φυσικά δεν κερδίζει όλες).
- Δαπάνες για την λειτουργία των κεντρικών γραφείων της επιχείρησης, πχ αμοιβές υπαλλήλων. Αμοιβές τεχνικών, νομικών, οικονομικών συμβούλων, ενοίκια, κοινόχρηστα, φως, νερό, τηλέφωνο, εξοπλισμός και αναλώσιμα υλικά γραφείων, δαπάνες ταξιδίων, κλπ.
- Έξοδα χρηματοδοτήσεων (τόκοι, προμήθειες κλπ έξοδα). Συνήθως χρηματοδοτείται η επιχείρηση αλλά υπάρχουν περιπτώσεις όπου χρηματοδοτείται το συγκεκριμένο έργο.
- Δαπάνες για την λειτουργία της κεντρικής αποθήκης υλικών και ανταλλακτικών, του χώρου φύλαξης των μηχανημάτων και του κεντρικού συνεργείου επισκευών και συντήρησης του6 μηχανικού εξοπλισμού.
- Φόροι, τέλη, δασμοί, κλπ.

- Ασφάλιστρα που δεν αφορούν συγκεκριμένο έργο.
- Έξοδα οχημάτων που δεν αφορούν συγκεκριμένο έργο.
- Συνδρομή σε επαγγελματικά σωματεία και ενώσεις.
- Δαπάνες διαφήμισης και δημοσίων σχέσεων.
- Εισφορές σε ασφαλιστικούς οργανισμούς προσωπικού που δεν εργάζεται σε συγκεκριμένο έργο.

1.5. Μέθοδοι Συλλογιστικής Βασισμένης σε Περιπτώσεις. (Case Based Reasoning)

Η συλλογιστική βασισμένη σε περιπτώσεις (CBR) είναι η διαδικασία επίλυσης των νέων προβλημάτων που εμπνέεται από τις λύσεις παρόμοιων προβλημάτων του παρελθόντος. Ξεκινά με μια σειρά περιπτώσεων ή παραδειγμάτων, εξάγει γενικεύσεις από τα παραδείγματα αυτά, ακόμα και έμμεσες, εντοπίζοντας ομοιότητες μεταξύ των περιπτώσεων / παραδειγμάτων και το συγκεκριμένο πρόβλημα.

Η μέθοδος συλλογιστικής βασισμένης (CBR) σε περιπτώσεις έχει χρησιμοποιηθεί στον τομέα των κατασκευών όπως για συστήματα εκτίμησης διάρκειας, κόστους, υποβολής προσφορών επιλογής μεθόδων και μεθόδων διαχείρισης. Το σημαντικότερο και δυσκολότερο στοιχείο της μεθόδου αυτής είναι η καταχώρηση και επιλογή παρόμοιων περιπτώσεων που θα βοηθήσουν στην λύση του νέου προβλήματος ή την εκτίμηση του κόστους της συγκεκριμένης κατασκευής.

Ένα σύστημα/μοντέλο συλλογιστικής βασισμένη σε περιπτώσεις, εμπνευσμένο από την ανάμνηση των ομοιοτήτων στη συλλογιστική των εμπειρογνομόνων, αποτελείται από τέσσερις επιμέρους διεργασίες:

- 1) Παλαιές υποθέσεις, οι οποίες αντιπροσωπεύουν εμπειρίες τις οποίες το σύστημα έχει αποκτήσει και αποθηκεύονται σε μια βάση περιπτώσεων.
- 2) Όταν μια νέα περίπτωση παρουσιάζεται στο σύστημα, το σύστημα CBR ανακτά μια ή περισσότερες αποθηκευμένες περιπτώσεις παρόμοιες με την νέα υπόθεση. Αυτό γίνεται σύμφωνα με κάποιο ποσοστό ομοιότητας (βαθμό ομοιότητας) που υπολογίζεται με βάση κάποια εξίσωση ομοιότητας καθορισμένη από το χρήστη.
- 3) Οι χρήστες προσπαθούν να επιλύσουν τη νέα περίπτωση με την προσαρμογή των ανακτηθέντων περιπτώσεων, και η προσαρμογή βασίζεται στις διαφορές μεταξύ των αποθηκευμένων υποθέσεων και τη νέα υπόθεση.
- 4) Η νέα λύση διατηρείται ως μέρος των αποθηκευμένων υποθέσεων καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. [Kim et al, 2004]

Για την ανάπτυξη μοντέλων Συλλογιστικής Βασισμένης σε Περιπτώσεις χρησιμοποιείται συνήθως κατάλληλο λογισμικό (πχ ESTEEM - λογισμικό ανάπτυξης CBR από την ESTEEM Software Inc)[*Kim et al, 2004*].

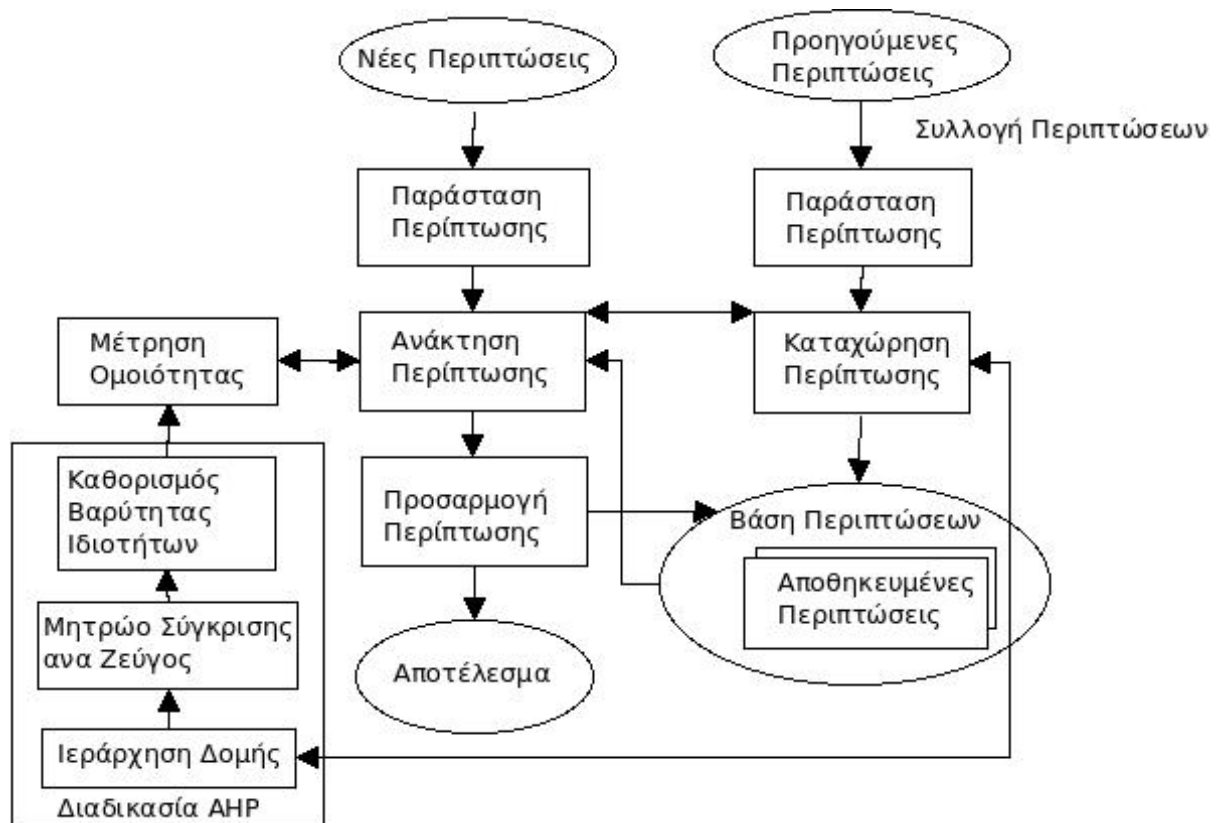
1.5.2. Μοντέλο Συλλογιστικής Βασισμένης σε Περιπτώσεις χρησιμοποιώντας την εμπειρία με τη Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης (Analytic Hierarchy Process).

Η Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης (AHP) αναπτύχθηκε από τον [*Saaty 1980*] για να βοηθήσει άτομα ή ομάδες ατόμων να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα λήψεων αποφάσεων. Η Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης χρησιμοποιεί ιεραρχικές δομές ώστε να παρουσιάσει ένα πρόβλημα λήψης αποφάσεων. Στη συνέχεια αναπτύσσει τις προτεραιότητες για τις εναλλακτικές λύσεις που βασίζονται σε κρίσεις του λήπτη αποφάσεων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας λήψης απόφασης. Ως μια συστηματική προσέγγιση για επίλυση προβλημάτων λήψης αποφάσεων, η AHP έχει εφαρμοστεί σε διάφορους κλάδους των κατασκευών: (1) μοντέλα προσφορών όπως [*Seydel and Olson 1990*], [*Chua 2000*], (2) επιλογές του τελικού ανάδοχου/κατασκευαστή [*Fong and Choi 2000*], μεθόδων προμηθειών [*Cheung et al 2001*], καθώς και τα αρχιτεκτονικών συμβούλων [*Cheung et al 2001*] και (3) αξιολογήσεις της προηγμένης τεχνολογίας κατασκευών [*Skibniewski and Chao 1992*], της διαχείριση συντήρησης [*Shen et al 1998*], και των κρίσιμων παραγόντων επιτυχίας στη διαχείριση των κατασκευών [*Chua et al 1999*].

Η Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης υιοθετείται συστηματικά για τον καθορισμό της σχετικής σπουδαιότητας των στοιχείων μέσω της ανά ζεύγος σύγκρισης των στοιχείων. Επιπλέον, η συνοχή των αποφάσεων μπορεί να αξιολογηθεί από το μητρώο σύγκρισης που προκύπτει από την έρευνα, για τις αξιολογήσεις σε ένα αποδεκτό επίπεδο. Σε γενικές γραμμές, μοντελοποίηση AHP περνάει μέσα από τρία στάδια:

- (1) δόμηση ενός σύνθετου προβλήματος με τη μορφή μιας απλής ιεράρχησης,
- (2) τη σύγκριση των στοιχείων της απόφασης ανά ζεύγος και
- (3) τον υπολογισμό του συντελεστή στάθμισης των στοιχείων της απόφασης.

Το μοντέλο, το οποίο αναπτύχθηκε στην Κορέα και έχει συλλέξει στοιχεία από 580 κατοικίες 1997-2002. Αυτό εφαρμόζει την AHP για να συγκεντρώσει συστηματικά τις γνώσεις του τομέα από έμπειρους εκτιμητές κατασκευών σε ένα CBR μοντέλο.



ΕΙΚΟΝΑ 2

(ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ CBR) (Το μοντέλο αυτό αναπτύχθηκε στην Κορέα και έχει συλλέξει στοιχεία από 580 κατοικίες 1997-2002)

Για την ανάκτηση της πιο παρόμοιας περίπτωσης από την βάση περιπτώσεων, χρησιμοποιείται η Εξίσωση (1) για τον υπολογισμό του ποσοστού ομοιότητας, το οποίο δείχνει το βαθμό ομοιότητας μεταξύ ενός ή περισσότερων αποθηκευμένων περιπτώσεων και τις νέας υπόθεσης.
$$= (\sum_n f(N_i, S_i) \times w_i / \sum_n w_i) \times 100\% \quad (1)$$

Όπου N είναι η νέα περίπτωση, S είναι η αποθηκευμένη περίπτωση, n είναι ο αριθμός των ιδιοτήτων κάθε περίπτωσης (1-n) f είναι μια εξίσωση ομοιότητας, που καθορίζεται από τις τιμές των μεταβλητών και w_i είναι ο σχετικός συντελεστής βαρύτητας της ιδιότητας i που επηρεάζει το ποσοστό ομοιότητας. Αυτός ο συντελεστής είναι το κλειδί για την επιλογή – ανάκτηση παλαιότερων περιπτώσεων.

Κατά την ανάπτυξη του συγκεκριμένου μοντέλου AHP – CBR επιλέχθηκαν μετά από έρευνα 9 διαφορετικές μεταβλητές (μικτή επιφάνεια δαπέδου, αριθμός ορόφων, σύνολο μονάδων, επιφάνεια μονάδας, τοποθεσία, τύπος οροφής, τύπος θεμελίωσης, χρήση υπογείου, και τελικό επίχρισμα) επιλέχθηκαν ως ιδιότητες που θα εισάγονται στο μοντέλο CBR.

Το πρόβλημα λήψης απόφασης μπορεί να αναλυθεί σε μια ιεραρχία από συσχετιζόμενους παράγοντες λήψης απόφασης. Στο μοντέλο αυτό χρησιμοποιούνται 4 επίπεδα όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα και παρουσιάζονται και οι συντελεστές βαρύτητας συσχετισμού σε κάθε επίπεδο ξεχωριστά.

1.6. Συνοπτική ανασκόπηση Μοντέλων

Όπως έχουμε ήδη παρουσιάσει, οι τρεις βασικότερες κατηγορίες μοντέλων εκτίμησης κόστους είναι οι εξής:

A) Παραδοσιακά Μοντέλα

Τα παραδοσιακά μοντέλα εκτίμησης κόστους έχουν ως τον βασικότερο εκπρόσωπο τους την εκτίμηση του κόστους των τεχνικών έργων με μεθόδους προ-μετρήσεων. Είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος στην ελληνική πραγματικότητα με διάφορες εκφάνσεις. Επίσης είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι πάνω σε μεθόδους προ-μετρητικές βασίζεται και η επίσημα νομοθετημένη προ-κοστολόγηση των δημοσίων τεχνικών έργων σε διάφορες μορφές (όπως παλαιότερα τα αναλυτικά τιμολόγια, αλλά και τώρα οι Νέα Ενιαία Τιμολόγια). Επιπλέον πρέπει να αναφερθεί ότι συνήθως τα προγράμματα λογισμικού που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα (όπως για παράδειγμα το πακέτο ERGA της εταιρείας 4M, MyMANAGER της Qualisis Software, Costos της Nomitech). ακόμη και για ιδιωτικά έργα, χρησιμοποιούν ως βάση τους μεθόδους προ-μετρήσεων. Φυσικά αναλόγως με τον τρόπο, την διαφορετική μεθοδολογία, τα διαφορετικά στοιχεία που θα επιλεγούν αλλά και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων των προ-μετρήσεων η ακρίβεια και η αποτελεσματικότητα των διαφορετικών μεθόδων ποικίλει.

B) Μη παραδοσιακά Μοντέλα

Τα μη παραδοσιακά μοντέλα εκτίμησης κόστους συναντώνται στην κυρίως με δυο βασικές μορφές.

1) Μοντέλα ανάλυσης παλινδρόμησης (regression analysis):

Τα μοντέλα αυτά, όπως το μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης των [Ng et al 2002], χρησιμοποιούν κάθε είδους στατιστικές τεχνικές για την μοντελοποίηση και ανάλυση πολλών μεταβλητών. Χρησιμοποιούν μεθόδους παλινδρόμησης ώστε με τη βοήθεια κάποιων μεταβλητών (συνήθως στην περίπτωση της

εκτίμησης κόστους οικονομικών δεικτών) να προσδιορίσουν την τιμή μίας εξαρτημένης από αυτές μεταβλητής, το κόστος των τεχνικών έργων.

2) Μοντέλα συλλογιστικής βασισμένης σε περιπτώσεις (case based reasoning): Τα μοντέλα αυτά, όπως το μοντέλο των [An et al 2005] που έχουμε παρουσιάσει στο 3ο κεφάλαιο, χρησιμοποιούν μεθόδους επίλυσης προβλημάτων βασιζόμενα σε λύσεις του παρελθόντος. Στις μεθόδους αυτές είναι πολύ σημαντική η σωστή εκτίμηση της ομοιότητας μιας νέας περίπτωσης με μια παλαιότερη και σαν αποτέλεσμα η σωστή επιλογή συντελεστών βαρύτητας για κάθε εξεταζόμενο στοιχείο ομοιότητας.

Γ) Σύγχρονα Μοντέλα

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται τα μοντέλα εκτιμήσεως κόστους που χρησιμοποιούν μεθόδους συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης. Κυριότερος εκπρόσωπος της κατηγορίας αυτής είναι τα μοντέλα νευρωνικών δικτύων (neural networks). Τα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούν ένα μαθηματικό μοντέλο για την επεξεργασία πληροφοριών που προσεγγίζει την υπολογιστική και αναπαραστατική δυνατότητα μέσω συνάψεων.

1.7. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε μεθόδου

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τα βασικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των τεσσάρων βασικότερων μεθόδων εκτίμησης κόστους που παρουσιάζονται στην βιβλιογραφία.

• Μέθοδοι προ-μετρήσεων

Όπως αναφέρουν οι [Fortune and Lees 1996] οι παραδοσιακές μέθοδοι εκτίμησης κόστους είναι πιο δημοφιλείς στους μηχανικούς. Παρόλα αυτά εκτιμούν πως, όσο η οργάνωση στοιχείων σχετικών με κατασκευές και το κόστος τους βελτιώνεται, θα είναι πιθανότερο να χρησιμοποιούνται πιο σύγχρονες μέθοδοι [Fortune and Lees 1994]. Το βασικότερο πλεονέκτημα των μεθόδων που βασίζονται στις προ-μετρήσεις είναι η απλότητα τους σε διάφορους τομείς. Η κατανόηση των ίδιων των μεθόδων αλλά και το πως πρέπει να αυτές τελικά να εφαρμοστούν τις καθιστά πολύ καλή λύση για τους μηχανικούς. Επίσης η σαφήνεια τους, αλλά και το πόσο αναλυτικά μπορούν να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα τους (για διάφορες εργασίες και υλικά), έχει κάνει τα απαιτούμενα από την νομοθεσία έγγραφα για προ-κοστολόγηση των δημοσίων έργων να βασίζονται σε μεθόδους προ-μετρητικές. Η απλή εφαρμογή τους δεν απαιτεί πολύ σημαντική εμπειρία του μηχανικού μιας και είναι μέθοδοι απλά μαθηματικές και δεν έχουν κάποια σημεία στα οποία να απαιτείται αναλυτικότερη εμπειρία για την εφαρμογή τους, σε σχέση πάντα με άλλες μεθόδους. Αυτό φυσικά δε σημαίνει ότι κάποιος μηχανικός με μεγαλύτερη εμπειρία δεν θα μπορέσει να βγάλει πιο ακριβή αποτελέσματα, με σωστότερη εμπειρική εκτίμηση των εκπτώσεων που θα μπορέσει πετύχει στην αγορά υλικών, στα ημερομίσθια ή στον απαιτούμενο χρόνο για κάθε εργασία σε σύγκριση με τον αναφερόμενο στις αναλύσεις τιμών. κλπ.

Επίσης ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των μεθόδων προ-μετρήσεων είναι το πόσο εύκολα σε κατανόηση και χρήση είναι τα προγράμματα λογισμικού εκτίμησης κόστους που βασίζονται σε τέτοιες μεθόδους, όπως διαπιστώσαμε με η ανάγνωση βασικών επεξηγήσεων και μια σύντομη παρουσίαση των προγράμματος ΤΕΥΧΗ, από τον υπεύθυνο μηχανικό της εταιρείας 4M, ήταν αρκετή για την κατανόηση ενός προγράμματος σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό.

- **Μέθοδοι πολλαπλής ανάλυσης παλινδρόμησης**

Οι μέθοδοι πολλαπλής ανάλυσης παλινδρόμησης είναι σύνθετες μέθοδοι που προσδιορίζουν το κόστος κάποιων τεχνικών έργων με σύνθετες μεθόδους στατιστικής.

Η κατανόηση τους εξ' αρχής είναι αρκετά πιο δύσκολη από την κατανόηση των πιο παραδοσιακών μεθόδων. Επίσης η επιλογή των κατάλληλων μεταβλητών – δεικτών κόστους αλλά και η αξιολόγηση τους, για την επίτευξη του ακριβέστερου από τα μοντέλα παλινδρόμησης για κάθε περίπτωση, είναι δύσκολη, σύνθετη αλλά και χρονοβόρα διαδικασία. Επιπλέον, εκτός της βαθιάς κατανόησης και γνώσης των μεθόδων παλινδρόμησης, απαιτείται η ύπαρξη ιστορικών στοιχείων για τις διάφορες χρησιμοποιούμενες μεταβλητές ώστε να μπορεί να διαπιστωθεί και να αξιολογηθεί η επιρροή που έχει η καθεμία μεταβλητή - δείκτης στο κόστος. Οι συγγραφείς, [Kim et al, 2004] και [Lowe et al 2006], όμως συμφωνούν ότι τα αποτελέσματα των μεθόδων εκτίμησης κόστους με τη χρήση μοντέλων πολλαπλής ανάλυσης παλινδρόμησης είναι σε σημαντικό βαθμό ακριβέστερα από αυτά των παραδοσιακών μεθόδων εκτίμησης κόστους. Μάλιστα οι [Lowe et al 2006] συγκρίνουν τις επιδόσεις των μοντέλων παλινδρόμησης με παραδοσιακά μοντέλα [Skitmore et al 1990] και διαπιστώνουν την μεγαλύτερη τους ακρίβεια. Ενώ οι [Kim et al, 2004] διαπιστώνουν πως τα μοντέλα παλινδρόμησης είναι λιγότερο ακριβή από τα πιο σύγχρονα, συλλογιστικής βασισμένης σε περιπτώσεις και νευρωνικών δικτύων. Από την άλλη οι [Lowe et al 2006] εκτιμούν ότι η ακρίβεια των μοντέλων παλινδρόμησης αν και είναι μικρότερη ακρίβεια δεν υστερεί σημαντικά από αυτά των νευρωνικών δικτύων.

- **Μέθοδοι συλλογιστικής βασισμένης σε περιπτώσεις (Case Based Reasoning).**

Οι μέθοδοι συλλογιστικής βασισμένης σε περιπτώσεις είναι μέθοδοι εκτίμησης του κόστους με βάση προηγούμενες περιπτώσεις. Η διαδικασία και ο τρόπος προσέγγισης του προβλήματος τους είναι πιο εύκολα κατανοητή, μιας και είναι παρόμοια με τη συλλογιστική κάποιου εμπειρογνώμονα που βασίζεται στην εμπειρία του για να βρει ομοιότητες ανάμεσα σε ένα παλιό και καινούριο πρόβλημα ώστε να λύσει το δεύτερο.

Προφανώς πολύ μεγάλη σπουδαιότητα στις μεθόδους αυτές έχει η σωστή καταχώρηση και ανάκτηση παρόμοιων περιπτώσεων του παρελθόντος. Μεγάλης σπουδαιότητας αλλά και δυσκολίας είναι ο προσδιορισμός των συντελεστών βαρύτητας για τα διάφορα στοιχεία (πχ τοποθεσία, είδος θεμελίωσης, μ_2 κλπ). Είναι κοινή άποψη ότι τα αποτελέσματα των μεθόδων εκτίμησης κόστους με τη χρήση μοντέλων συλλογιστικής βασισμένης σε περιπτώσεις είναι κατά πολύ ακριβέστερα από αυτά των παραδοσιακών μεθόδων αλλά ακόμα και των μεθόδων με χρήση μοντέλων πολλαπλής παλινδρόμησης, όπως διαπιστώνεται από τους [Kim et al, 2004]. Επίσης ένα σημαντικό πλεονέκτημα των μοντέλων αυτών είναι η παρουσίαση μιας κατανοητής εξήγησης των αποτελεσμάτων της στους μηχανικούς αλλά και το ότι βοηθούν σημαντικά στην διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετικά με το κόστος παρέχοντας παραδείγματα κόστους από περιπτώσεις του παρελθόντος. Κάτι που αποτελεί και βασικό πλεονέκτημα των μοντέλων αυτών έναντι των μοντέλων νευρωνικών δικτύων που κρίνονται να έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια στις εκτιμήσεις των [Kim et al, 2004]

• Μέθοδοι νευρωνικών δικτύων

Τα μοντέλα νευρωνικών δικτύων για την εκτίμηση κόστους κατασκευών αποτελούν την πιο σύγχρονη δημοφιλή μέθοδο εκτίμησης κόστους. Σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου αποτελείτο γεγονός ότι ένα εκπαιδευμένο μοντέλο νευρωνικού δικτύου μπορεί να έχει αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα χρησιμοποιώντας μόνο πολύ βασικά στοιχεία της κατασκευής και χωρίς την χρήση πιο λεπτομερών στοιχείων, όπως αναφέρουν οι [Arafa and Alqedra 2011]. Ένα σημαντικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι ο υψηλός βαθμός πολυπλοκότητας που την κάνει πολύ δύσκολη για κατανόηση αλλά και χρήση από τους μηχανικούς. Η διαδικασία δημιουργίας ενός μοντέλου νευρωνικού δικτύου είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα μιας και απαιτούνται διαδικασίες δοκιμής και λάθους (trial and error). Τα αποτελέσματα των μεθόδων νευρωνικών δικτύων παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ακρίβεια, ακόμη μεγαλύτερη από αυτή των μεθόδων συλλογιστικής βασισμένης σε περιπτώσεις σύμφωνα με συγκριτικές έρευνες [Kim et al, 2004]. Όμως αν και ακριβή τα αποτελέσματα τους δεν παρουσιάζουν αρκετή σαφήνεια και αρκετές εξηγήσεις στους μηχανικούς αφού είναι μια “τεχνική μαύρου κουτιού” (black box technique). Έτσι ο χρήστης δεν μπορεί να κατανοήσει και να εξηγήσει τα αποτελέσματα των εκτιμήσεων που παρέχονται από τα μοντέλα νευρωνικών δικτύων.

1.8. Άλλες μέθοδοι προϋπολογισμού και προγραμματισμού τεχνικών έργων (projects)

Δύο μεθοδολογίες οι οποίες στηρίζονται στην ίδια φιλοσοφία και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να θεωρούνται σαν μία ενιαία μέθοδος πλέον **προγραμματισμού και ελέγχου έργων** είναι η μεθοδολογία αξιολόγησης και παρακολούθησης έργου (Project Evaluation & Review Technique, PERT) και η μέθοδος κρίσιμης διαδρομής (Critical Path Method, CPM).

Αφού λοιπόν χωριστεί το έργο στις απαιτούμενες δραστηριότητες του, στη συνέχεια τίθεται χρονοδιάγραμμα έναρξης και περάτωσης της κάθε φάσης και των διασυνδέσεων τους. Το έργο απεικονίζεται σε μορφή δικτύου όπου η κάθε δραστηριότητα απεικονίζεται από έναν κλάδο. Ο κάθε κόμβος αποτελεί και ένα γεγονός και συμβολίζει επίσης το σημείο εκκίνησης και ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων που αρχίζουν και τελειώνουν εκεί.

Για να γίνει όμως σωστά η παραπάνω διαδικασία πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν κάποιοι κανόνες. Για να συμβεί ένα γεγονός πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί οι δραστηριότητες που οδηγούν σε αυτό. Ακόμη, για να ξεκινήσει μία δραστηριότητα πρέπει να συμβεί το γεγονός που προηγείται αυτής. Ένα γεγονός μπορεί να συμβεί μόνο μία φορά, γιατί αλλιώς σχηματίζεται βρόχος. Όλα τα γεγονότα πλην της έναρξης και της λήξης του έργου πρέπει να έχουν μία δραστηριότητα πριν από αυτά και μία μετά από αυτά.

Τα στάδια για να σχεδιαστεί σωστά το δίκτυο είναι τα εξής:

1. Αναλύεται το έργο σε δραστηριότητες και φτιάχνεται ο αναλυτικός πίνακας δραστηριοτήτων οι οποίες ομαδοποιούνται σε κατηγορίες.
2. Σχεδιάζεται ένα πρόχειρο δίκτυο με τη φυσιολογική σειρά των δραστηριοτήτων με βάση τον πίνακα των αλληλεξαρτήσεων. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου υπάρχει και το ενδεχόμενο να προκύψουν τυχόν βελτιώσεις του δικτύου με μεγαλύτερη ανάλυση πιο σύνθετων δραστηριοτήτων. Για να αποφευχθεί το ενδεχόμενο λάθος σχεδίασης πρέπει να έχουν λυθεί τα ερωτήματα για το ποιες δραστηριότητες πρέπει

να έχουν ολοκληρωθεί πριν αρχίσει η τρέχουσα, ποιες δραστηριότητες μπορούν να αρχίσουν με το που τελειώσει η τρέχουσα και ποιες δραστηριότητες είναι ανεξάρτητες και έχουν τη δυνατότητα να αρχίσουν παράλληλα με την τρέχουσα.

3. Κατά το τελικό στάδιο ανασυντάσσεται το δίκτυο, βελτιώνεται η σχεδίαση, αριθμούνται τα γεγονότα, συντάσσεται ο τελικός πίνακας δραστηριοτήτων και ο χρονικός πίνακας που προκύπτει μέσα από αυτόν.

Αφού σχεδιαστεί το διάγραμμα PERT μπορούν να εξαχθούν πολύ χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την χρονική διάρκεια του έργου:

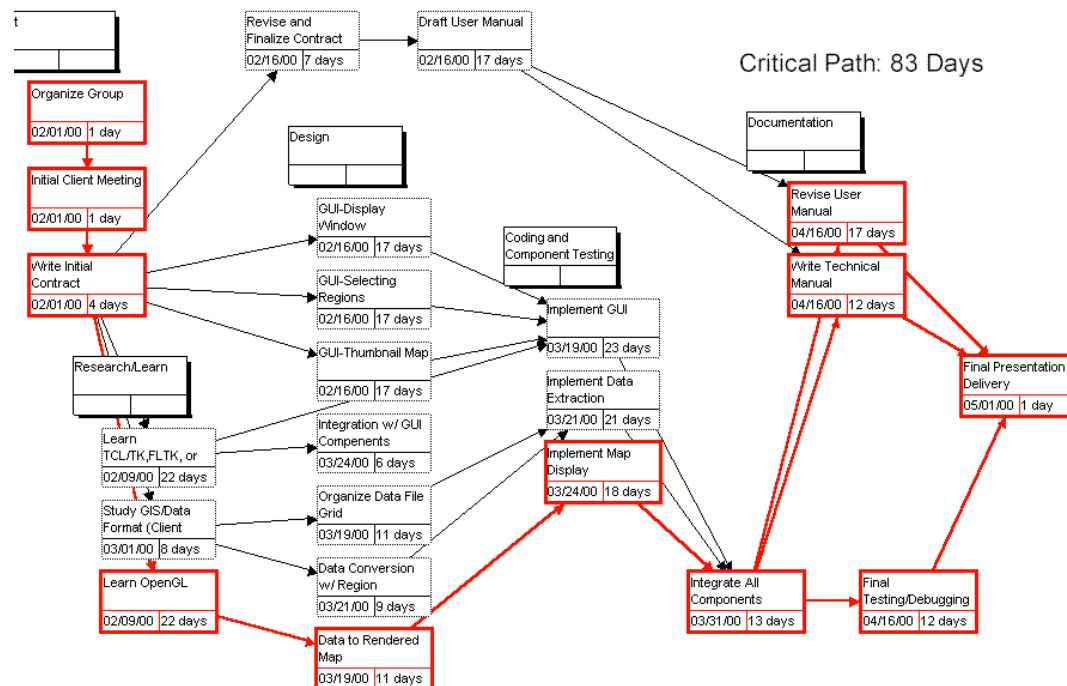
Αρχικά μπορεί να υπολογιστεί ο νωρίτερος και ο αργότερος χρόνος για να λάβει χώρα το κάθε γεγονός. Ο νωρίτερος χρόνος είναι ο πιο σύντομος δρόμος για να συμβεί ένα γεγονός και υπολογίζεται σαν το άθροισμα των χρόνων των δραστηριοτήτων που καταλήγουν στο γεγονός αυτό αρχίζοντας από την έναρξη. Η νωρίτερη έναρξη μίας δραστηριότητας ισούται με τη νωρίτερη λήξη της δραστηριότητας που προαπαιτείται. Αν δεν υπάρχει τέτοια, τότε η νωρίτερη έναρξη είναι 0. Αν οι δραστηριότητες αυτές είναι παραπάνω από μία τότε η νωρίτερη έναρξη είναι η μεγαλύτερη από τις νωρίτερες λήξεις. Ο νωρίτερος χρόνος ενός γεγονότος ισούται με τον μέγιστο των νωρίτερων λήξεων των δραστηριοτήτων που τελειώνουν στο γεγονός.

Σε ένα έργο η χρονική του διάρκεια εξάγεται από το νωρίτερο χρόνο του τελευταίου γεγονότος. Για να υπολογιστεί ο αργότερος χρόνος ενός γεγονότος πρέπει να αφαιρεθούν από τη διάρκεια του έργου οι χρόνοι των δραστηριοτήτων που μεσολαβούν από το συγκεκριμένο γεγονός μέχρι το τέλος του έργου. Η αργότερη έναρξη μίας δραστηριότητας ισοδυναμεί με την αργότερη λήξη της μείον τη διάρκεια της. Η αργότερη λήξη ισοδυναμεί με τη μικρότερη αργότερη έναρξη των φάσεων που ακολουθούν.

Μπορεί επίσης να βρεθεί η κρίσιμη διαδρομή του έργου, δηλαδή ο αυστηρότερος χρονικά δρόμος. Οι δραστηριότητες που έχουν τον ίδιο νωρίτερο και αργότερο χρόνο ονομάζονται κρίσιμες δραστηριότητες. Στις δραστηριότητες αυτές δεν μπορεί να υπάρξει καθυστέρηση αφού έτσι, θα επηρεαστεί όλη η διάρκεια του έργου. Οι υπόλοιπες δραστηριότητες ονομάζονται μη κρίσιμες. Εάν

ενωθούν όλες οι κρίσιμες δραστηριότητες τότε δημιουργείται η κρίσιμη διαδρομή.

Τέλος μπορούν να υπολογιστούν τα χρονικά περιθώρια της κάθε φάσης, δηλαδή η διαφορά του νωρίτερου και του αργότερου χρόνου μίας μη κρίσιμης διαδρομής.



ΕΙΚΟΝΑ 3

(ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PERT)

https://en.wikipedia.org/wiki/Program_evaluation_and_review_technique

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ανάλυση Δημοσίων & Ιδιωτικών Έργων

2.1. Βασικοί Ορισμοί

- **Έργο** – “Οποιαδήποτε εργασία ή σειρά εργασιών που απαιτούνται να γίνουν από μηχανικό ή άλλο τεχνικό και προβλέπεται από την παρούσα νομοθεσία ο υπολογισμός της ελάχιστης αμοιβής από το ΤΕΕ”
- **Ομάδα Έργου** – “Το σύνολο φυσικών ή νομικών προσώπων που έχουν τη δικαίωμα να ασκούν τεχνικό έργο του οποίου η ελάχιστη αμοιβή ορίζεται από τη νομοθεσία. Κάθε συντελεστής της ομάδας ενός έργου πρέπει να συμμετέχει σε μία τουλάχιστον εργασία του έργου”.
- **Ιδιοκτήτες** – “Είναι ο κύριος του έργου ή ο αναθέτων το Έργο στην Ομάδα Έργου και μπορεί να είναι ένα ή περισσότερα φυσικά ή νομικά πρόσωπα”.
- **Προϋπολογισμός** – “Η σύνταξη του προϋπολογισμού του έργου και η κατανομή του σε κάθε επιμέρους εργασία γίνεται με ευθύνη ενός ή περισσότερων συντελεστών της Ομάδας Έργου και αποτελεί αντικείμενο έγκρισης από τους Ιδιοκτήτες”.
- **Ελάχιστος Προϋπολογισμός** – “Με βάση τα μεγέθη του έργου (επιφάνεια και είδος χώρων) μπορεί να προκύψει ο Ελάχιστος Προϋπολογισμός. Θεωρείται ότι κάτω από αυτό το όριο δεν μπορεί να υφίσταται ασφαλής κατασκευή στον Ελληνικό χώρο και η υπέρβασή του προς τα κάτω θα απαιτεί ιδιαίτερη αιτιολόγηση για να προχωρήσει το ΤΕΕ σε υπολογισμό της αμοιβής”.
- **Χώροι** – “Ποιοτική και ποσοτική περιγραφή των χώρων του έργου για τον προσδιορισμό του ελάχιστου ασφαλούς αποδεκτού προϋπολογισμού”.
- **Είδος Εργασίας** – “Οι εργασίες που εκπονούν ή διενεργούν οι μηχανικοί είναι οργανωμένες σε ομάδες για διευκόλυνση της ταξινόμησής τους και

σε αντιστοιχία με την κατηγοριοποίηση που ακολουθεί η δομή της νομοθεσίας”.

- **Εργασίες** – Είναι όλες οι εργασίες που εκπονούν ή διενεργούν οι μηχανικοί για την ολοκλήρωση του έργου και η ελάχιστη αμοιβή τους καθορίζεται από την κείμενη νομοθεσία.
- **Προσαυξήσεις** – “Σε περιπτώσεις που η άσκηση του έργου του μηχανικού επιβαρύνεται από ιδιαίτερες συνθήκες (εκτός έδρας, μερική ανάθεση μελέτης κλπ) η νομοθεσίας επιβάλλει επαύξηση της ελάχιστης αμοιβής”.
- **Στάδια Εργασίας** – “Τα Στάδια Εργασίας είναι ο προσδιορισμός του ποσοστού της εκπονούμενης εργασίας όπως προβλέπεται από τις αντίστοιχες προδιαγραφές μελετών”.

2.2 Ο Ρόλος και η Δομή του Ελέγχου

Ο προγραμματισμός ενός έργου ολοκληρώνεται με την κατάρτιση ενός τελικού πλάνου εργασίας ή προγράμματος έργου (baseline plan) που περιλαμβάνει το εκτιμώμενο χρονοδιάγραμμα, την κατανομή πόρων και τη χρονική κατανομή των δαπανών του έργου και των πληρωμών από τον κύριο του έργου. Το πλάνο εργασίας προκύπτει ως ο συγκερασμός των βέλτιστων λύσεων που προέκυψαν από τις τρεις επιμέρους αναλύσεις του προγραμματισμού. Οι αναλύσεις αυτές έχουν γενικά αντικρουόμενους στόχους και, κατά συνέπεια, οδηγούν σε διαφορετικές λύσεις. Συγκεκριμένα:

- Ο χρονικός προγραμματισμός καταλήγει σε εκτέλεση των εργασιών στον νωρίτερο δυνατό χρόνο ώστε να προκύψει η ελάχιστη διάρκεια του έργου και να είναι διαθέσιμα όλα τα υπάρχοντα περιθώρια.
- Η ανάλυση της κατανομής πόρων οδηγεί σε εκτέλεση των εργασιών με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η διαθεσιμότητα των απαιτούμενων πόρων και να είναι η απασχόληση τους κατά το δυνατό ομοιόμορφη στον χρόνο.

- Ο οικονομικός προγραμματισμός καταλήγει σε εκτέλεση των εργασιών στο βραδύτερο δυνατό χρόνο τους ώστε οι διάφορες δαπάνες να εμφανίζονται όσο το δυνατόν αργότερα ιδίως δε στην περίπτωση αναμενόμενης καθυστέρησης της διάθεσης πιστώσεων για το έργο. Ο υπεύθυνος του προγραμματισμού πρέπει να "συνθέσει" μια βέλτιστη λύση και να αποφασίσει το αντίστοιχο πρόγραμμα του έργου ανάλογα με τη βαρύτητα των επιμέρους παραμέτρων (χρόνος, κόστος, πόροι) στο συγκεκριμένο έργο και τους περιορισμούς που υφίστανται για τις παραμέτρους αυτές. Ο προγραμματισμός του έργου αποτελεί μέρος της μελέτης του έργου και βασίζεται στις καλύτερες δυνατές προβλέψεις ροής των εργασιών και εκτιμήσεις των αντίστοιχων διαρκειών, απαιτήσεων πόρων και κόστους κατά τη φάση αυτή. Κατά την εκτέλεση του έργου δεν είναι ασύνηθες να εμφανιστούν απρόβλεπτες καταστάσεις που επιφέρουν αποκλίσεις από τον αρχικό προγραμματισμό. Οι καταστάσεις αυτές οφείλονται σε εξωγενείς παράγοντες (π.χ., καιρικές συνθήκες), αποφάσεις της κατασκευάστριας 2 εταιρίας (π.χ. μεταφορά ενός μηχανήματος σε άλλο εργοτάξιο όπου θεωρήθηκε ότι είναι περισσότερο αναγκαίο), απρόσμενη απώλεια μέσων παραγωγής (π.χ., βλάβη μηχανήματος ή μη προσέλευση συνεργείου) ή ακόμα στην ανάγκη για εκτέλεση πρόσθετων εργασιών που δεν είχαν προβλεφθεί στην αρχική μελέτη (π.χ., ανάγκη άντλησης νερού που προήλθε από παροδική άνοδο του υδροφόρου ορίζοντα σε εκσκαφή θεμελίωσης). Επειδή δε ακόμα ο προγραμματισμός περιέχει το στοιχείο της οικονομικής βελτιστοποίησης, απόκλιση από τον αρχικό προγραμματισμό μπορεί να υπάρξει κι όταν μεταβληθεί το κόστος κάποιας ή κάποιων εργασιών από την αρχική του εκτίμηση ή όταν καθυστερήσουν οι πληρωμές για εργασία, υλικά κλπ. Οι παραπάνω παράγοντες επιδρούν δυσμενώς στην εκτέλεση του έργου. Το ζητούμενο από την άποψη της διαχείρισης του έργου είναι να αντιμετωπιστούν κατάλληλα τα εμφανιζόμενα προβλήματα ώστε, με την αναθεώρηση του προγράμματος εργασιών, να περιοριστούν οι δυσμενείς επιπτώσεις στην υλοποίηση και στην ολοκλήρωση του έργου.

Κατά τη φάση υλοποίησης του έργου, επομένως, απαιτείται συστηματικός έλεγχος της προόδου του ώστε να διασφαλιστεί η εφαρμογή της (βέλτιστης)

ροής εκτέλεσης η οποία καθορίστηκε από τον προγραμματισμό του έργου¹. Ο έλεγχος αφορά κάθε επιμέρους συνιστώσα της διαχείρισης του έργου. Περιορίζοντας την ανάλυση στις συνιστώσες που εξετάζονται στο παρόν σύγγραμμα, ο έλεγχος αφορά:

Τη δομή του έργου

- ανάλυση δομής του έργου,
- κατάλογος εργασιών,
- δικτυωτό γράφημα έργου.

Το χρόνο

- έκθεση προόδου,
- διάγραμμα Gantt,
- παραγόμενη αξία

Τους πόρους

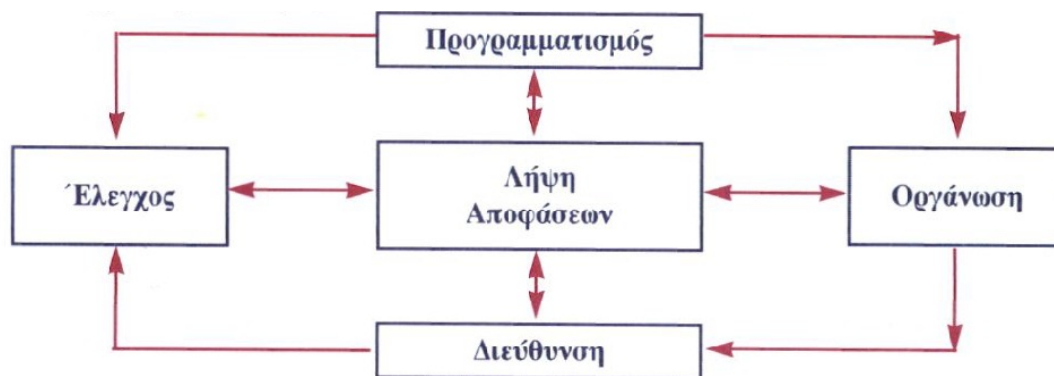
- φύλλα απασχόλησης πόρων,
- διαγράμματα κατανομής πόρων.

Το κόστος

- έκθεση δαπανών,
- κατανομή δαπανών,
- παραγόμενη αξία

¹ Η διαχείριση ενός έργου περιλαμβάνει συνιστώσες που αφορούν το σκοπό και τη δομή του έργου (scope management), την εκτίμηση των παραμέτρων του έργου (estimating), το χρόνο (time management), τους πόρους (resource management), το κόστος (cost management), τις προμήθειες (procurement management), την επικοινωνία των συμμετεχόντων στο έργο (communication management), την ποιότητα (quality management), την τεχνική υποστήριξη (technical support), τους ανθρώπινους πόρους (human resource management) και το περιβάλλον (environmental management). Για όλες αυτές τις συνιστώσες, ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει σε βιβλία γενικότερου περιεχομένου στη διαχείριση έργων όπως, για παράδειγμα, το: "Burke, *Project Management: Planning and Control*, 1997"

Ο έλεγχος της προόδου του έργου περιλαμβάνει μια σειρά βημάτων τα οποία καθορίζουν μια κυκλική διαδικασία γνωστή ως ο κύκλος ελέγχου (control cycle) του έργου που φαίνεται στην ΕΙΚΟΝΑ 4.



ΕΙΚΟΝΑ 4

(ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΕΝΟΣ ΕΡΓΟΥ)

<http://ebooks.edu.gr/modules/ebook>

Η παρακολούθηση του έργου συνίσταται στη μέτρηση και καταγραφή περιοδικά των στοιχείων προόδου της υλοποίησης του έργου. Τα κυριότερα στοιχεία που πρέπει να καταγράφονται είναι:

- οι χρόνοι έναρξης εργασιών,
- οι χρόνοι πέραςτος εργασιών,
- η απομένουσα διάρκεια εργασιών,
- το ποσοστό ολοκλήρωσης εργασιών,
- τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί ανά εργασία,
- οι ώρες απασχόλησης πόρων (ανά είδος) και εργασία,
- το κόστος μονάδας για υλικά και πόρους.

Σημειώνεται ότι η επιτυχία του ελέγχου βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην αντικειμενική καταγραφή των παραμέτρων της εκτέλεσης. Η σκόπιμη υποκειμενική αναβάθμιση της πραγματικής εργασίας που εκτελέστηκε (για λόγους αποφυγής ευθυνών για καθυστέρηση ή για κακή εκτέλεση εργασιών)

θα αποκρύψει την πραγματική κατάσταση δημιουργώντας μεγαλύτερα προβλήματα αργότερα.

Ο έλεγχος έχει ως στόχο σε πρώτη φάση την αποκάλυψη αποκλίσεων μεταξύ βασικού προγράμματος και του προγράμματος υλοποίησης αλλά και τους λόγους που οδήγησαν στις αποκλίσεις αυτές. Οι αποκλίσεις προκύπτουν με σύγκριση των μεγεθών του προγραμματισμού με τα αντίστοιχα μεγέθη που καταγράφονται κατά την υλοποίηση του έργου αλλά και με πρόσθετες αναλύσεις (όπως η παραγόμενη αξία που εξετάζεται στο επόμενο εδάφιο) που παρέχουν μια πρόβλεψη της εξέλιξης των αποκλίσεων αυτών μέχρι την ολοκλήρωση του έργου. Με τον τρόπο αυτό, δίνεται η δυνατότητα στον υπεύθυνο του έργου να αποφασίσει έγκαιρα τις κατάλληλες παρεμβάσεις που θα επαναφέρουν κατά το δυνατό τα μεγέθη του έργου κοντά σε αυτά του προγραμματισμού. Έτσι, το ουσιαστικό αποτέλεσμα είναι η βελτίωση της αποτελεσματικότητας στη χρησιμοποίηση των διαθέσιμων πόρων, του ανθρώπινου δυναμικού, του εξοπλισμού και του κεφαλαίου (θυμηθείτε ότι ο προγραμματισμός του έργου έχει ως στόχο τη βέλτιστη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων).

Αν ο έλεγχος αποκαλύψει σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ προγραμματισμού και υλοποίησης, απαιτείται αναπρογραμματισμός του έργου. Η διαδικασία περιλαμβάνει την ανάλυση διάφορων σεναρίων μεταβολών και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους. Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης λαμβάνονται οι αποφάσεις για το βέλτιστο τρόπο αναθεώρησης του προγράμματος. Το αναθεωρημένο πρόγραμμα αντικαθιστά το βασικό (αρχικό) πρόγραμμα του έργου που αφορά τμήμα του έργου που δεν έχει εκτελεστεί κατά το χρόνο που γίνεται ο έλεγχος.

Πριν προχωρήσουμε στη δομή του ελέγχου, ας καταγράψουμε μερικούς από τους λόγους που καθιστούν απαραίτητο τον έλεγχο (με άλλα λόγια, πιθανές αιτίες που δημιουργούν αποκλίσεις μεταξύ του προγραμματισμού και της υλοποίησης ενός έργου). Η καταγραφή γίνεται σε αναφορά με τις τρεις

παραμέτρους - στόχους του σχεδιασμού υλοποίησης του έργου, την ποιότητα εκτέλεσης (απόδοση), το χρόνο και το κόστος.

Ποιότητα εκτέλεσης (απόδοση)

- Εμφάνιση απροσδόκητων τεχνικών προβλημάτων.
- Ανεπάρκεια πόρων όταν χρειάζονται.
- Εμφάνιση προβλημάτων ποιότητας και αξιοπιστίας.
- Αλλαγές στις προδιαγραφές ή στο αντικείμενο του έργου.
- Προβλήματα συντονισμού ομάδων εργασίας.
- Τεχνολογική απαξίωση εξοπλισμού.

Χρόνος

- Καθυστέρηση εργασιών λόγω τεχνικών δυσκολιών.
- Πολύ αισιόδοξες αρχικές εκτιμήσεις διαρκειών.
- Λανθασμένη διαδοχή εργασιών.
- Ανεπάρκεια πόρων όταν χρειάζονται.
- Επανάληψη εργασιών λόγω επανασχεδιασμού.
- Καθυστέρηση λόγω γραφειοκρατικών διαδικασιών.
- Καθυστέρηση εργασιών λόγω μη ολοκλήρωσης προηγούμενων εργασιών.

Κόστος

- Ανάγκες χρήσης περισσότερων πόρων λόγω τεχνικών δυσκολιών.
- Αύξηση του αντικειμένου του έργου, ανάγκη εκτέλεσης πρόσθετων εργασιών.
- Πολύ συντηρητικές αρχικές εκτιμήσεις κόστους.
- Ανεπαρκής ανάλυση προϋπολογισμού (π.χ. μη καταγραφή γενικών εξόδων).
- Μεταβολή στις τιμές μονάδας (π.χ. για υλικά, εργασία).
- Ανεπαρκής έλεγχος, αναποτελεσματικές ή καθυστερημένες διορθωτικές κινήσεις.

Από την προηγούμενη ανάλυση γίνεται κατανοητό ότι για να υπάρχει η δυνατότητα αποτελεσματικών διορθωτικών παρεμβάσεων, οι αποκλίσεις μεταξύ

του προγραμματισμού και της υλοποίησης πρέπει να γίνουν γνωστές έγκαιρα και πριν πάρουν διαστάσεις. Η έγκαιρη διαπίστωση αποκλίσεων (στα πρώτα στάδια υλοποίησης του έργου) επιφέρει διπλή ωφέλεια:

- υπάρχουν μεγαλύτερα περιθώρια δράσεων,
- το κόστος των διορθωτικών παρεμβάσεων είναι χαμηλό.

Για το λόγο αυτό, ο έλεγχος της προόδου του έργου πρέπει να είναι συνεχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ανάλυση Ιδιωτικών Τεχνικών Έργων

3.1. Η επιλογή τεχνικού γραφείου από τον πελάτη μετά από έρευνα αγοράς.

«Πριν ο πελάτης επισκεφθεί κάποιο τεχνικό γραφείο για την μελέτη και κατασκευή του έργου του, μπορεί ο ίδιος να έχει μία γενική εικόνα ως προς την κοστολόγηση του έργου αυτού. Μπορεί ο πελάτης να μην γνωρίζει για παράδειγμα από μονοκατοικίες, γνωρίζει όμως από τιμές διαμερισμάτων ή σπιτιών γενικότερα. Μπορεί δηλαδή να κάνει ένα δύο τηλεφωνήματα και να μάθει ότι ένα διαμέρισμα αξιοπρεπούς κατασκευής πωλείται 3000 ευρώ το τ.μ. Ξέρει για παράδειγμα ότι στην περιοχή που υπάρχει η τιμή αυτή, το κόστος της γης κυμαίνεται στις 500.000 ευρώ το στρέμμα. Επίσης εκτιμάται ότι ένα στρέμμα κτίζει περίπου 500 τ.μ. και ότι ο εργολάβος πρέπει να έχει κέρδος της τάξης του 25%. Συνεχίζοντας την σκέψη του με ανάλογο τρόπο καταλήγει στο ότι μία αξιοπρεπή κατοικία κοστίζει χονδρικά 225.000 ευρώ. Αυτό του αρκεί για να λάβει την απόφαση που χρειάζεται εκείνη τη στιγμή. Αν θεωρήσει το κόστος εφικτό για τα δεδομένα του, τότε θα συνεχίσει ώστε να επισκεφθεί ένα κατάλληλο τεχνικό γραφείο.»²

Αφού ο πελάτης επισκεφθεί τελικά το κάποιο τεχνικό γραφείο, περιγράφει στους υπεύθυνους που θα συναντήσει εκεί, τι ζητάει ο ίδιος ως προς την χρήση και την ιδιότητα που θέλει να έχει το κτίριο που θα κατασκευαστεί. Έπειτα τους ενημερώνει για το εμβαδόν που ζητάει να έχει το κτίσμα σε τετραγωνικά μέτρα και καταθέτει στο γραφείο το τοπογραφικό διάγραμμα του οικοπέδου που θα χτιστεί. Το κυριότερο μέτρο σύγκρισης για τον πελάτη ώστε να επιλέξει ανάμεσα σε διάφορα τεχνικά γραφεία ποιο θα είναι αυτό με το οποίο τελικά θα συνεργαστεί είναι το μέγεθος της οικονομικής προσφοράς άδειας (που περιλαμβάνει Ι.Κ.Α., τοπογραφικά διαγράμματα, μηχανολογικά ,κατόψεις, αρχιτεκτονική μελέτη και άλλα). Εν τέλει ο πελάτης θα επιλέξει κατά πάσα

² Μουστάκης Βασίλης, *Πρακτικός Οδηγός Οικονομικής Ανάλυσης*, Εκδ. Τζιόλα, 2013, Σελ. 147-148

πιθανότητα την χαμηλότερη οικονομική προσφορά και λέω κατά πάσα πιθανότητα γιατί καθοριστικό ρόλο στην επιλογή του διαδραματίζει ο ανθρώπινος παράγοντας δηλαδή οι προσωπικές (φιλικές ή συγγενικές) σχέσεις του πελάτη με τους ανθρώπους που στελεχώνουν τα τεχνικά γραφεία . Αφού ο πελάτης τελικά επιλέξει το γραφείο με το οποίο θέλει να συνεργαστεί και κλείσει η συμφωνία ζητά μια τελική τιμή η οποία θα αποκλίνει ελάχιστα (ίσως και καθόλου) από το προτεινόμενο κόστος του έργου μέχρι την περάτωση του (το μέγεθος της απόκλισης καθορίζει και την αξιοπιστία του γραφείου). Για να κάνει τώρα μια εκτίμηση του κόστους του έργου το γραφείο συντάσσει τα σχέδια του κτιρίου (οικιακό, βιομηχανικό , επαγγελματικό ,κ.α.) και ετοιμάζει την προ-μέτρηση που είναι η διαδικασία με την οποία το γραφείο στηρίζεται πάνω στα σχέδια του έργου που έχει φτιάξει ώστε να χωρίσει ανά στάδιο εργασίας της κατασκευής (ως προς το κόστος σε υλικά και σε ανθρώπινο δυναμικό που θα χρειαστεί για να ολοκληρωθεί) έτσι ώστε να δώσει στον πελάτη μια γενική εικόνα του έργου ,ως προς το χρονικό διάγραμμα (πλάνο) της όλης διαδικασίας και του κόστους που θα έχει το κτήριο. Όμως και πάλι επεμβάσεις του πελάτη αλλά και του κράτους (αλλαγές στην φορολογία ,στο Φ.Π.Α. κ.α.) μπορεί να φέρουν αλλαγές μικρές ή μεγάλες στο αρχικό πλάνο του γραφείου .Αλλάζοντας τον χρόνο και το κόστος ολοκλήρωσης . Μπορεί για παράδειγμα ο πελάτης να έχει αντίρρηση σε ένα υλικό που έχει επιλεγεί από το γραφείο (κάτι το οποίο θα αλλάξει το τελικό κόστος και προϋπολογισμό) ακόμα μπορεί για προσωπικούς λόγους να διακόψει την κατασκευή για κάποιο χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα να επηρεάσει τον χρόνο ολοκλήρωσης αλλά και το κόστος. Αξίζει όμως να σταθούμε και σε μια αλλαγή που συνέβη κατά την διαδικασία της προ-μέτρησης και της κοστολόγησης στον χώρο των κατασκευαστικών . Η οποία έχει να κάνει με την διπλή φύση που έχει η εργασία στα στάδια των εργασιών κατασκευής κτηρίων .Συγκεκριμένα σχεδόν σε κάθε στάδιο υπάρχει συγκεκριμένο προσωπικό ή γραφείο υπεύθυνο για το συγκεκριμένο κομμάτι όπου κοστολογείται η εργασία (άυλη) των ατόμων αλλά και των υλικών που χρησιμοποιούνται. Για λόγους ευκολίας αλλά και για λόγους μεγαλύτερης ακρίβειας άρχισε να χρησιμοποιείτε η κοστολόγηση με βάση το κυβικό στο οποίο περιλαμβάνεται ταυτόχρονα το κόστος του υλικού αλλά και το κόστος

εργασίας σε αντίθεση με την κοστολόγηση της εργατοώρας που χρησιμοποιούνταν παλιότερα. Όταν κοστολογούσαν την εργατοώρα ο τρόπος κοστολόγησης ήταν πιο περίπλοκος και λιγότερο αντικειμενικός για αυτό και αυτός ο τρόπος κοστολόγησης άλλαξε.

Ακόμα πρέπει να αναφέρουμε ότι ένα τεχνικό γραφείο ανάλογα με το τι συμφωνία θα κάνει με τον πελάτη μπορεί να ακολουθήσει δύο διαφορετικά πλάνα το ένα είναι να αναλάβει εξολοκλήρου την κατασκευή του έργου ώστε να διαχειρίζεται εξ ολοκλήρου το κεφάλαιο του πελάτη είτε απλά να αναλάβει την παρακολούθηση της κατασκευής ώστε να γίνεται σωστά η διαδικασία υπό την αιγίδα μηχανικών αλλά στην δεύτερη περίπτωση ο πελάτης καλύπτει οικονομικά τους υπεύθυνους για κάθε στάδιο επεμβαίνοντας σε συνεργασία φυσικά με το τεχνικό γραφείο κατά την διάρκεια κατασκευής του έργου έχοντας άποψη πάνω στο έργο και σε τυχόν αλλαγές που θα προκύψουν.

Όμως καθώς η παρούσα εργασία, είχε ερευνητικό χαρακτήρα επισκέφθηκα τεχνικά γραφεία αλλά και πελάτες αυτών συλλέγοντας στοιχεία συγκεκριμένων τεχνικών έργων πάνω στο κόστος και στον χρόνο. Είτε από καταγεγραμμένα αρχεία των κτηρίων αυτών είτε μέσω ερωτήσεων σε μορφή συνέντευξης που έκανα στους μηχανικούς των τεχνικών γραφείων αλλά και σε μια περίπτωση και στον ίδιο τον ιδιοκτήτη ενός έργου βρήκα τα παρακάτω στοιχεία ώστε να μελετήσω ρεαλιστικά το οικονομοτεχνικό κομμάτι των ιδιωτικών κατασκευαστικών έργων.

Η δική μου ανάλυση βασισμένη στις κοστολογικές και χρονολογικές αναλύσεις των τεχνικών γραφείων από τα οποία πήρα πληροφορίες για το στάδιο της προμελέτης, στηρίζεται σε έναν συνδυασμό μεθόδων που αναλύθηκαν στο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε η λογική των Μοντέλων Συλλογιστικής Βασισμένη σε Περιπτώσεις (υποκεφ. 1.5.). Απλούστερα τα τεχνικά γραφεία χρησιμοποιούν σε προϋπολογιστικό στάδιο, την εμπειρία που έχουν συλλέξει από προηγούμενες δουλειές τους είτε από άλλες παρόμοιες δραστηριότητες άλλων τεχνικών γραφείων (όχι μόνο σε ιδιωτικά αλλά και σε δημόσια έργα). Επίσης χρησιμοποιούνται οι Μέθοδοι των Παραδοσιάκων

Μοντέλων (υποκεφ. 1.2.), η Μέθοδος Pert και η Μέθοδος CPM (υποκεφ. 1.8.), όπου το έργο χωρίζεται σε στάδια που κοστολογούνται με βάση μία διαδικασία που προαναφέρω δηλαδή αυτή της προσμέτρησης. Τα τεχνικά γραφεία ακολουθούν, έστω και εν αγνοία τους, τις Μεθόδους Pert και CPM, ώστε να προϋπολογίσουν τον χρόνο περάτωσης ενός τεχνικού έργου.

1^ο Έργο προς μελέτη: Φούρνος, Ζαχαροπλαστείο & Αποθήκες

(800m²) – Πλατανιάς Ρέθυμνο

Κατασκευαστής: Τεχνικό Γραφείο (Α)

Καταγραφή κόστους έργου (ανά στάδιο και συνολικό)

1. ΚΤΗΡΙΑΚΑ (προϋπολογιστικό κόστος) - (τελικό κόστος)

A) Χωματουργικά : 6000 €	10.089 €
B) Σκυροδέματα : 276.700 €	470.467 €
Γ) Τοιχοποιίες : 15.000 €	29623 €
Δ) Επιχρίσματα : 28.000 €	51.153 €
Ε) Επενδύσεις Τοίχων : 13800 €	43.225 €
ΣΤ) Στρώσεις Δαπέδων : 28.000 €	42.426 €
Ζ) Κουφώματα : 56.000 €	66.663 €
Η) Ντουλάπες : 3.200 €	-
Θ) Μονώσεις – Στεγανώσεις : 32.000 €	16.340 €
Ι) Μαρμαρικά : 2.600 €	4.162 €
Κ) Ψευδοροφές : 13.500 €	15.870 €
Λ) Χρώματα : 16.000 €	32.973 €
Μ) Είδη Υγιεινής : 2.000 €	4.391 €
Ν) Υδραυλικές Εγκαταστάσεις : 5.000 €	16.177 €
Ξ) Ηλεκτρολογικές Εγκαταστάσεις : 40.000 €	36.896 €

Ο) Ανελκυστήρες : 18.000 €	27.650 €
Π) Διάφορες Οικοδομικές Εργασίες : 74.200 €	41.631 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΤΗΡΙΑΚΩΝ : 630.000 €	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΕΑΛΙΣΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΤΗΡΙΑΚΩΝ : 909.739 €

2. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Συνολικό Κόστος : 726.000 € (πριν) - 738.162 € (μετά)

3. ΛΟΙΠΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Συνολικό Κόστος : 100.000 € (πριν) - 1.719.653 € (μετά)

4. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ

Συνολικό Κόστος : 22.000 € (πριν) - 35.043 € (μετά)

5. ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕΣΑ

Συνολικό Κόστος : 90.000 € (πριν) - 49.855 € (μετά)

6. ΕΠΙΠΛΑ ΚΑΙ ΛΟΙΠΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Συνολικό Κόστος : 100.500 € (πριν) - 101.553 € (μετά)

7. ΔΑΠΑΝΕΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΩΝ

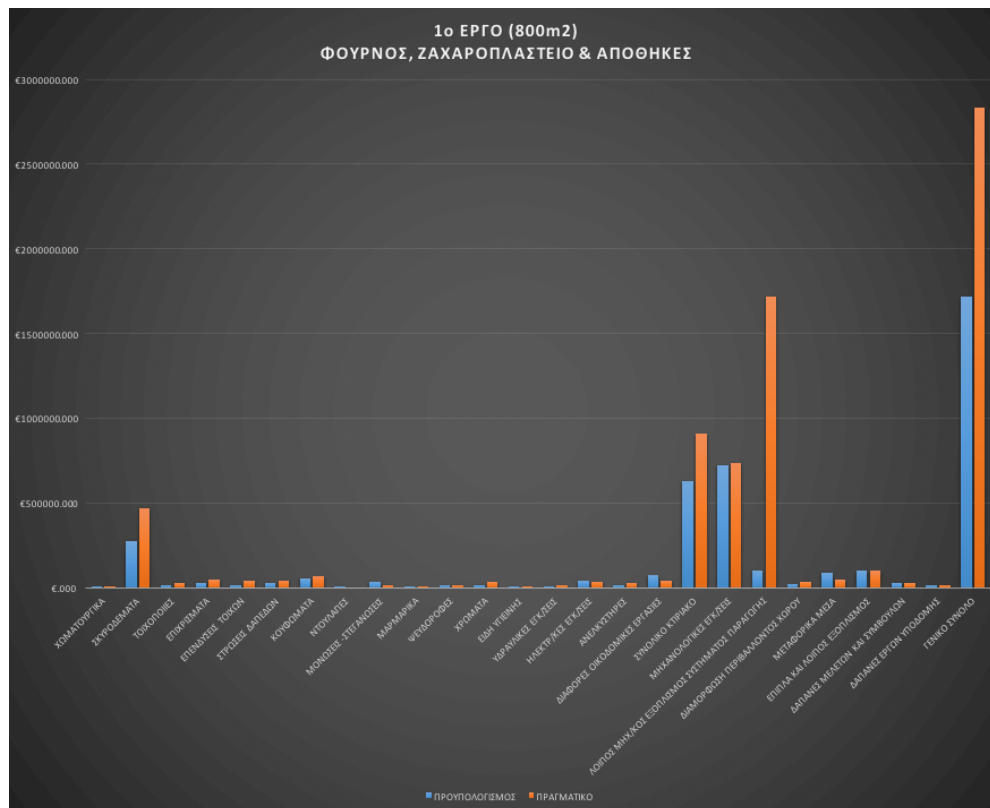
Συνολικό Κόστος : 30.000 € (πριν) - 25.000 € (μετά)

8. ΔΑΠΑΝΕΣ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Συνολικό Κόστος : 18.000 € (πριν) - 12.808 € (μετά)

ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ: 1.716.500 €

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΟΥ : 2.833.932 €



EIKONA 5

(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ – ΤΕΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΟ 1^ο ΕΡΓΟ) (ΑΠΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ EXCEL)

Οι μεγαλύτερες διαφορές του πραγματικού κόστους, σε σχέση με τον προϋπολογισμό για το συγκεκριμένο έργο έγιναν στα παρακάτω στάδια:

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ (6,837%)

Η διαφορά κόστους στο στάδιο αυτό ήταν τόσο μεγάλη σε σχέση με τον προϋπολογισμό για τους εξής λόγους:

1. Τοποθέτηση περισσότερων στοιχείων στατικής ενίσχυσης (ιδιαίτερα στον φέροντα οργανισμό του υπογείου), λόγω της αλλαγής κάποιων λειτουργιών στο ισόγειο.
2. Καθυστέρηση των οικοδομικών εργασιών όσο αναφορά τα σκυροδέματα, με αποτέλεσμα την αύξηση των εργατικών δαπανών και μεροκάματων για αυτό το στάδιο της κατασκευής.
3. Αλλαγή της επιλογής του υλικού οπλισμού λόγω διαφορετικών αναγκών της τελικής κατασκευής.

4. Δυσκολίες στον υπολογισμό της γεωμετρίας της κατασκευής γωνίες ασυνέχειες στο πάτωμα κ.α. καθιστούν πολύ δύσκολο τον υπολογισμό της ποσότητας του σκυροδέματος συνεπώς και του κόστους του κατά την προϋπολογιστική διαδικασία της προσμέτρησης.

ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΤΟΙΧΩΝ (1,038%)

Η διαφορά κόστους στο στάδιο αυτό ήταν μικρή, αλλά όχι ασήμαντη, σε σχέση με τον προϋπολογισμό για τον εξής λόγο:

1. Για αισθητικούς λόγους και αλλαγή στη διακόσμηση του χώρου έγιναν παραπάνω επενδύσεις σε πολλά σημεία της κατασκευής.

ΛΟΙΠΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ (57,152%)

Οι τεράστιες διαφορές κόστους που παρατηρούνται σε αυτό το συγκεκριμένο στάδιο της κατασκευής, σχετίζονται κυρίως με επιλογές του πελάτη. Σε διαφορετική περίπτωση, εάν η διαφορά είχε προκύψει μετά από την μελέτη του ίδιου του τεχνικού γραφείου, θα είχε επηρεάσει αρνητικά την αξιοπιστία του κατασκευαστή. Ο πελάτης εν τέλει αποφάσισε να προσθέσει τα εξής:

1. Περισσότερους λέβητες θέρμανσης.
2. Πιο εξειδικευμένο σύστημα εξαερισμού.
3. Περισσότερο σύγχρονης τεχνολογίας φούρνους και ψυκτικά συστήματα για τα προϊόντα παραγωγής του.

ΕΙΚΟΝΑ 6

(ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΑΡΤΟΚΛΙΒΑΝΟΣ) (ΑΠΟ ΕΡΕΥΝΑ ΑΓΟΡΑΣ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ Α')



Ο ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ

Εξίσου σημαντικό παράγοντα κατά την διαδικασία του προϋπολογισμού ενός έργου εκτός από το χρηματικό κόστος είναι το χρονικό πλαίσιο που ξεκινάει με την εκκίνηση του έργου ως και την ημερομηνία περάτωσης του.

Με τις εργασίες στο συγκεκριμένο έργο να ξεκινάνε 22/11/2006 και να ολοκληρώνονται στις 29/05/2009. Ενώ στον πελάτη το γραφείο είχε πει ότι το έργο θα τελείωνε τον Ιανουάριο του 2009 αυτή η απόκλιση των 4 μηνών είναι αποτέλεσμα πολλών παραγόντων και είναι συνηθισμένο φαινόμενο καθώς αστάθμητοι παράγοντες όπως καιρικές συνθήκες , καθυστερήσεις σε άδειες από το δήμο , νέες εργασίες που μπορεί να προκύψουν στην πορεία και άλλα.

Άρα ο χρόνος διάρκειας του έργου χωρίζεται σε ρεαλιστικό και σε προσδόκιμο. Ο ρεαλιστικός χρόνος είναι ο πραγματικός χρόνος που διήρκεσε το έργο και προσμετράτε από την ημερομηνία που έγινε το κλείσιμο της συμφωνίας με τον πελάτη ως και την μέρα που έγινε η τελευταία εργασία από το τεχνικό γραφείο.

Ενώ προσδόκιμος είναι ο μέσος χρόνος που υπολογίζεται από το τεχνικό γραφείο ότι θα χρειαστεί για την ολοκλήρωση του έργου και προκύπτει στο στάδιο που γίνονται τα πρώτα σχέδια από το γραφείο (προσμέτρηση) ώστε να έχει και ο πελάτης αλλά και το τεχνικό γραφείο ένα γενικό πλάνο για την διάρκεια των εργασιών ξέροντας βέβαια ότι είναι πολύ δύσκολο υπολογιστεί με ακρίβεια, καθώς κάθε πολύμηνη δραστηριότητα καθορίζεται από πολλές μεταβλητές που κάνουν την προβλέψει με απόλυτη ακρίβεια σχεδόν αδύνατη.

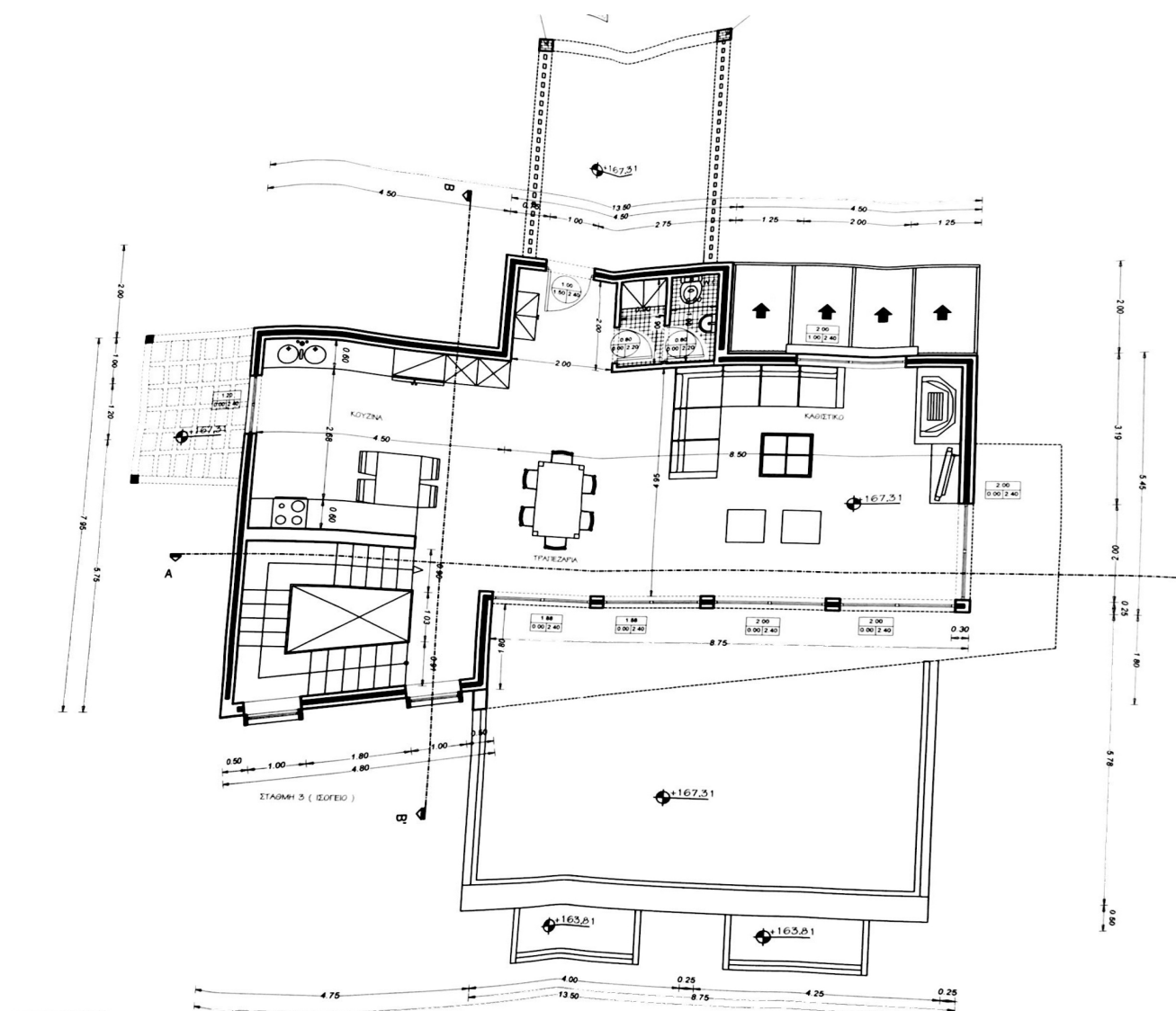
Για να είναι αποτελεσματικό το χρονοδιάγραμμα ενός έργου θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του όχι μόνο τη διάρκεια της κάθε δραστηριότητάς του, αλλά και τις λογικές σχέσεις που συνδέουν τις δραστηριότητες μεταξύ τους. Είναι πολύ σημαντικό να προσδιορίσουμε αυτές τις λογικές σχέσεις για να μπορέσουμε να προβλέψουμε την επίδραση που θα έχει στην εξέλιξη του έργου οποιαδήποτε ενδεχόμενη αλλαγή χρονοδιαγράμματος.

2° Έργο προς μελέτη: Διώροφη Κατοικία με υπόγειο

(100m²) Ρέθυμνο

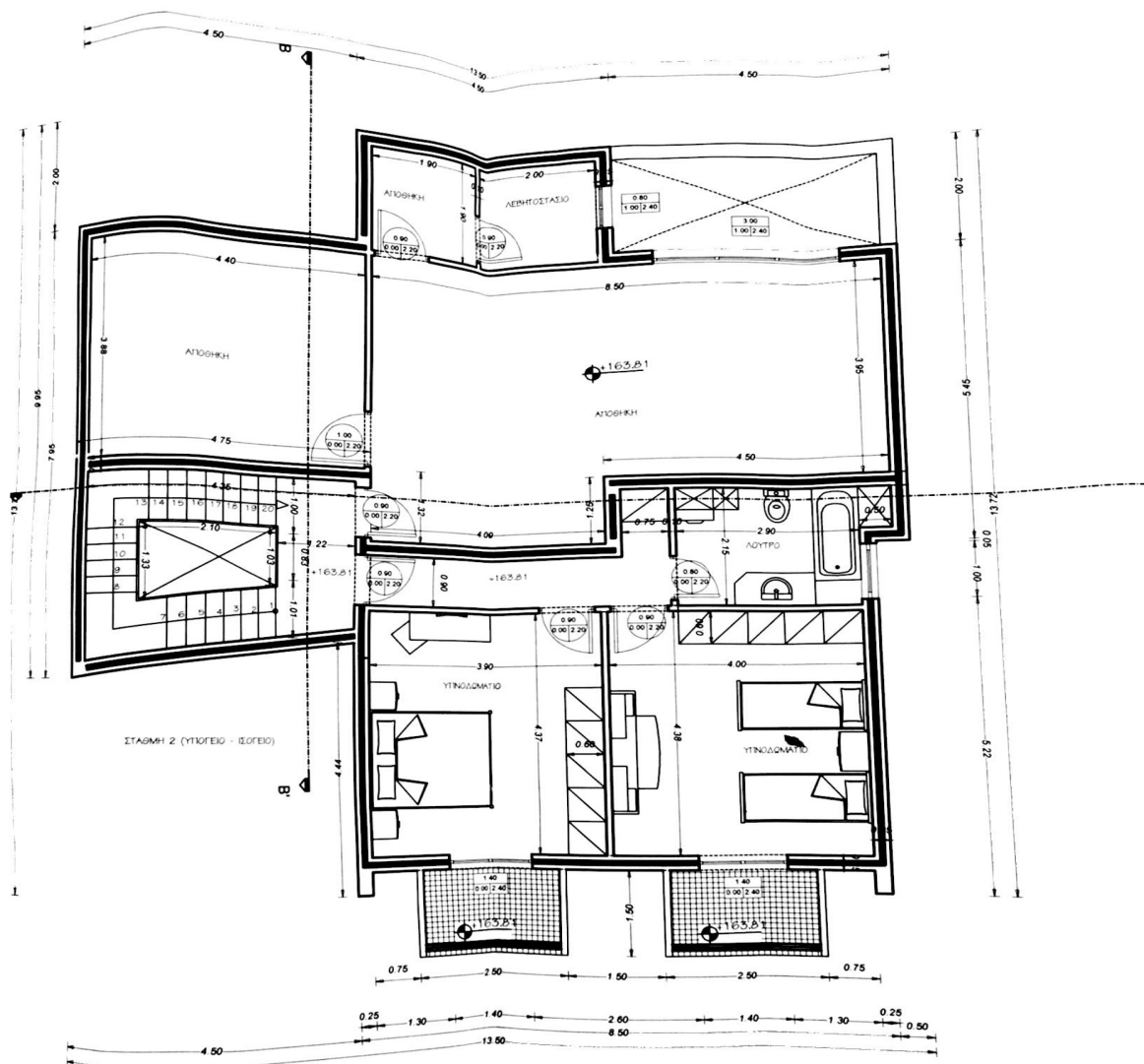
Κατασκευαστής: Τεχνικό Γραφείο (B)

Το δεύτερο έργο που μελετήθηκε είναι ένα σπίτι-κατοικία. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα κόστη ανά στάδιο κατασκευής όπως τα είχε προϋπολογίσει το τεχνικό γραφείο στην αρχή και τα τελικά τους αποτελέσματα αντίστοιχα.



ΕΙΚΟΝΑ 7

(ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ – ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ - 2^ο ΕΡΓΟ) (ΑΠΟ ΑΡΧΕΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ Β')



ΕΙΚΟΝΑ 8

(ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ – ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ - 2^ο ΕΡΓΟ) (ΑΠΟ ΑΡΧΕΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ Β')

<u>ΔΙΩΡΟΦΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ</u>		
<u>ΣΤΑΔΙΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ</u>	<u>ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ</u>	<u>ΤΕΛΙΚΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ</u>
Επιχωματώσεις	7.350 €	6.400 €
Σκυροδέματα	95.200 €	79.350 €
Τοιχοποιίες	8.324 €	9.900 €
Γύψινες Κατασκευές	976 €	1.200 €
Δάπεδα-Επενδύσεις Τοίχων	18.764 €	22.500 €
Μονώσεις	9.485 €	11.350 €
Ξυλουργικά	13.980 €	16.750 €
Αλουμίνια	8.595 €	10.350 €
Υαλουργικά	2.344 €	2.800 €
Σιδηροκατασκευές	1.540 €	1.850 €
Κεραμοσκεπή	2.025 €	2.500 €
Χρωματισμοί	10.775 €	12.900 €
Εξοπλισμός-Εξωτερικές Επενδύσεις	7.800 €	9.360 €
Καθαριότητες-Βοήθειες	0 €	0 €
<u>ΛΟΙΠΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ -ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ</u>		
Ηλεκτρικά	8.000 €	9.650 €
Υδραυλικά-Αποχετεύσεις	6.500 €	7.800 €
Θέρμανση	8.000 €	9.200 €
ΣΥΝΟΛΟ	209.660 €	213.860 €

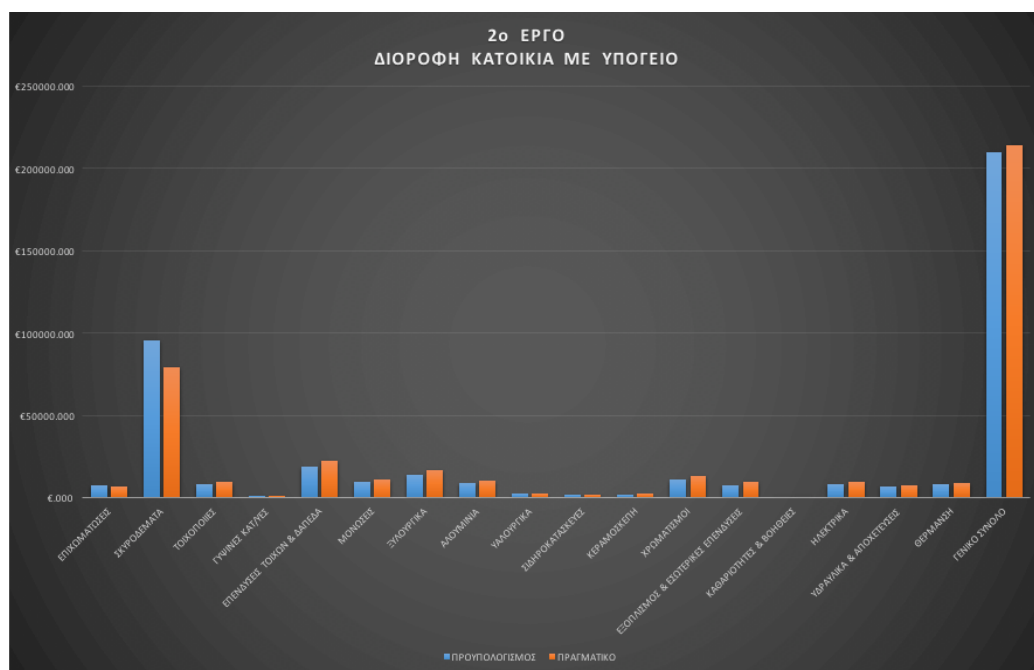
Για το συγκεκριμένο έργο που μελετήθηκε λαμβάνω υπόψη μου 2 βασικές διαφορές με το προηγούμενο η πρώτη είναι το μέγεθος (Συγκεκριμένα τα τετραγωνικά του δεύτερου έργου είναι περίπου 100 δηλαδή το 1/8 του πρώτου σε μέγεθος) και η δεύτερη βασική διαφορά είναι η φύση του έργου δηλαδή ο λόγος χρήσης του και ο σκοπός του για τον πελάτη.(Το πρώτο δημιουργήθηκε για επαγγελματική χρήση φούρνος ενώ το δεύτερο κατασκευάστηκε για διαμονή του ίδιου του πελάτη κατοικία)

Πολύ γρήγορα διακρίνω τις αλλαγές που προκαλούν αυτές οι διαφορές στην πρόβλεψη του κόστους και του χρόνου ολοκλήρωσης του έργου όπως και γενικότερα στον τρόπο αντιμετώπισης του από το τεχνικό γραφείο.

Όπως ήταν λογικό στην κατοικία που το μέγεθος είναι μικρότερο ανάλογα είναι και τα κόστη ανά στάδιο δηλαδή όσο μικρότερα κόστη έχουμε τόσο μικρότερες είναι και οι οικονομικές αποκλίσεις στην προμελέτη που γίνεται.

Αν τώρα το έργο προς μελέτη έχει συγκεκριμένη επαγγελματική χρήση αρκετά στάδια και ενέργειες που γίνονται κατά τη διάρκεια της κατασκευής του είναι προκαθορισμένα από άλλους φορείς έτσι ώστε ο πελάτης να μην μπορεί να επέμβει τόσο σε αλλαγές στο ενδιάμεσο χρονικό διάστημα της προμελέτης και του τελικού αποτελέσματος. Το οποίο έχει ως αποτέλεσμα κάποια στάδια να μην μπορούν να υποστούν μεγάλες κοστολογικές και χρονικές αλλαγές σε σχέση με τις ήδη προβλεπόμενες.

Η χρονική απόκλιση περάτωσης του συγκεκριμένου έργου είχε διαφορά μόνο 1 μήνα, οπότε δεν είναι τόσο αξιοσημείωτη.



ΕΙΚΟΝΑ 9

(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ – ΤΕΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΟ 2^ο ΕΡΓΟ) (ΑΠΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ EXCEL)

Οι μεγαλύτερες διαφορές του πραγματικού κόστους, σε σχέση με τον προϋπολογισμό για το συγκεκριμένο έργο έγιναν στα παρακάτω στάδια:

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ (-7,411%)

Η διαφορά κόστους σε αυτό το στάδιο ήταν θετική, γιατί υπήρξαν σαφώς λιγότερες δαπάνες.

Οι λόγοι που αυτό έγινε ήταν οι εξής παρακάτω:

1. Καλύτερη διαχείριση των χρονοδιαγραμμάτων της κατασκευής, με αποτέλεσμα να αποπερατωθεί γρηγορότερα από το προβλεπόμενο και έτσι να μειωθούν οι εργατικές δαπάνες και τα μεροκάματα.
2. Η στατική επάρκεια του κτιρίου, στην επι τόπου μελέτη και περάτωση, χρειάστηκε ορισμένα φέροντα στοιχεία με μικρότερη ενίσχυση και οπλισμό, οπότε μειώθηκαν τα υλικά κατασκευής.
3. Μελλοντικά έγινε ευνοϊκότερη συμφωνία με τον προμηθευτή του σκυροδέματος, με αποτέλεσμα την μείωση του κόστους του.

4. Δυσκολίες και σε αυτό το έργο, στον υπολογισμό της γεωμετρίας της κατασκευής τις γωνίες και τις ασυνέχειες στο δάπεδο κ.α. καθιστούν δύσκολο τον υπολογισμό του όγκου του σκυροδέματος και εν τέλει του κόστους του κατά την προϋπολογιστική διαδικασία της προσμέτρησης.

ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΤΟΙΧΩΝ ΚΑΙ ΔΑΠΕΔΑ (1,747%)

Τα κόστη αυτό το στάδιο κατασκευής ήταν περισσότερα διότι:

1. Και εδώ παρατηρήθηκαν κάποιες τελικές αλλαγές στην διακόσμηση του εσωτερικού χώρου. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα μία μικρή αύξηση στα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στα δάπεδα και στους τοίχους.

ΞΥΛΟΥΡΓΙΚΑ (1,295%)

Στο στάδιο αυτό παρατηρήθηκε μία μικρή αύξηση του κόστους επειδή:

1. Χρησιμοποιήθηκαν, μετά από επιλογή του πελάτη, περισσότερα ξύλινα στοιχεία κατασκευής για την διακόσμηση και την επένδυση χώρων.

3^ο Έργο προς μελέτη: Τουριστικές Κατοικίες

Ρέθυμνο, 2007

Κατασκευαστής: Τεχνικό Γραφείο (B)

Το επόμενο τεχνικό έργο που με απασχόλησε ήταν η κατασκευή δύο νέων τουριστικών (επιπλωμένων) κατοικιών . Σε αυτή την περίπτωση τα σπίτια είναι δύο σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους και πανομοιότυπα οπότε όπως έκανε και το τεχνικό γραφείο στην αντίστοιχη μελέτη του έτσι θα κάνω και εγώ και θα τα αντιμετωπίσω σαν ένα ενιαίο έργο. Επίσης τώρα η κατοικία θα παραδοθεί επιπλωμένη καθώς προορίζεται να λειτουργήσει ως τουριστική κατοικία δηλαδή να νοικιάζεται για συγκεκριμένα διαστήματα ως έχει.



ΕΙΚΟΝΑ 10

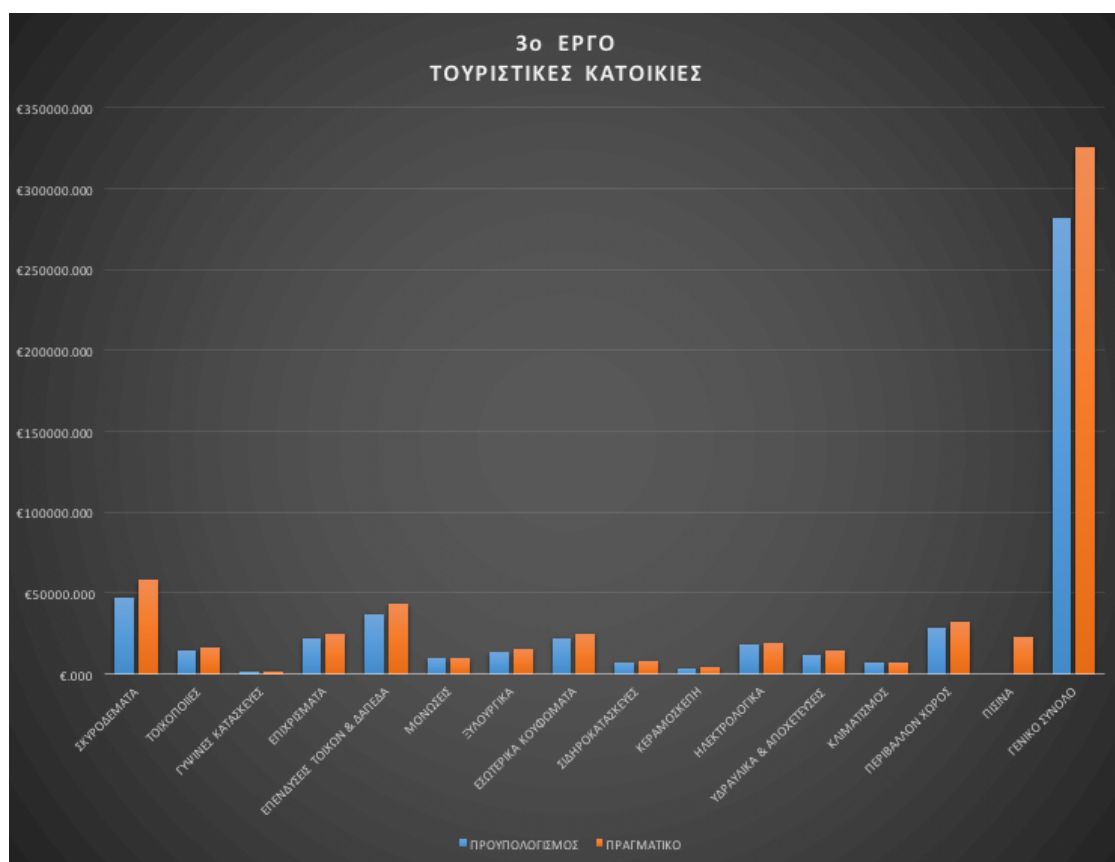
(ΟΨΗ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ 3^ο ΕΡΓΟ)

(ΑΠΟ ΑΡΧΕΙΟ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ Β')

<u>Τουριστικές Κατοικίες</u>		
<u>Κόστη</u>		
<u>Στάδια</u>	<u>Προμελέτη</u>	<u>Τελικό Αποτέλεσμα</u>
(1 ^ο) ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ :	47.407 €	58.500 €
(2 ^ο) ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ :	14.509 €	16.500 €
(3 ^ο) ΓΥΨΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ :	1.320 €	1.500 €
(5 ^ο) ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ :	21.795 €	24.300 €
(6 ^ο) ΔΑΠΕΔΑ –ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΤΟΙΧΩΝ :	36.379 €	43.500 €
(7 ^ο) ΜΟΝΩΣΕΙΣ :	9.728 €	9.500 €
(8 ^ο) ΞΥΛΟΥΡΓΙΚΑ :	13.415 €	15.500 €
(9 ^ο) ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ :	21.500 €	25.000 €
(10 ^ο) ΣΙΔΗΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ :	6.820 €	7.500 €
(11 ^ο) ΚΕΡΑΜΟΣΚΕΠΗ :	3.450 €	3.800 €
<u>ΞΕΧΩΡΙΣΤΑ ΕΞΟΔΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ</u>		
Ηλεκτρολογικές – Μηχανολογικές Εργασίες (εργασία, τοποθετήσεις, συνδέσεις)		
(12 ^ο) ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΑ :	18.000 €	19.500 €
(13 ^ο) ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ –ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΙΣ :	12.000 €	14.500 €
(14 ^ο) ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ :	6.700 €	7.200 €
(15 ^ο) ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑΣ ΧΩΡΟΣ :	28.140 €	32.500 €
(16 ^ο) ΠΙΣΙΝΑ :	–	22.750 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ :	281.508 €	325.350 €

Βασική διαφορά στο κόστος κατασκευής κατά την προμελέτη (πρόβλεψη) ήταν η απόφαση του πελάτη να κατασκευάσει πισίνα στον εξωτερικό χώρο των κατοικιών. Με αποτέλεσμα να αυξηθεί αισθητά το τελικό κόστος κατασκευής .

Εκτός όμως του κόστους προμελέτη έγινε και στον χρόνο διάρκειας του έργου που ήταν υπολογισμένο να γίνει μέσα σε 15 μήνες αλλά λόγω της προσθήκης πισίνας ή μικρό καθυστερήσεων σε άλλα στάδια της κατασκευής ο χρόνος ολοκλήρωσης του έργου ήταν τελικά 17 μήνες.



ΕΙΚΟΝΑ 11

(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ – ΤΕΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΟ 3^ο ΕΡΓΟ) (ΑΠΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ EXCEL)

Μεγάλες διαφορές στο 3ο έργο παρατηρήθηκαν στα εξής στάδια:

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ (3,409%)

Και στο συγκεκριμένο έργο παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις κατασκευές σκυροδέματος διότι:

1. Υπήρξαν μεταβολές στο κόστος των υλικών (σκυρόδεμα και οπλισμό) την συγκεκριμένη χρονιά (2007).
2. Δυσκολίες στο συγκεκριμένο έργο πάλι στον υπολογισμό της γεωμετρίας της κατασκευής και τις ασυνέχειες στο δάπεδο κ.α. καθιστούν δύσκολο τον υπολογισμό του όγκου του σκυροδέματος και τελικά του κόστους του κατά τον προϋπολογισμό.

ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΤΟΙΧΩΝ ΚΑΙ ΔΑΠΕΔΑ (2,189%)

Το κόστος αυτό το στάδιο κατασκευής ήταν αυξημένο επειδή:

1. Το τεχνικό γραφείο τελικά άλλαξε την επιλογή κάποιων υλικών επένδυσης, το οποίο έγινε δεκτό από τον πελάτη.

ΠΙΣΙΝΑ (6,992%)

Το στάδιο αυτό δεν εμφανίζεται καθόλου στον προϋπολογισμό και έτσι υπάρχει σαφής διαφορά για τους εξής λόγους:

1. Ο πελάτης επέλεξε, για τουριστικούς λόγους, την δημιουργία πισίνας στον εξωτερικό χώρο, κατά την διάρκεια της κατασκευής.

4ο Έργο προς μελέτη: Διώροφη Κατοικία με Υπόγειο

Ρέθυμνο

Κατασκευαστής: Τεχνικό Γραφείο (B)

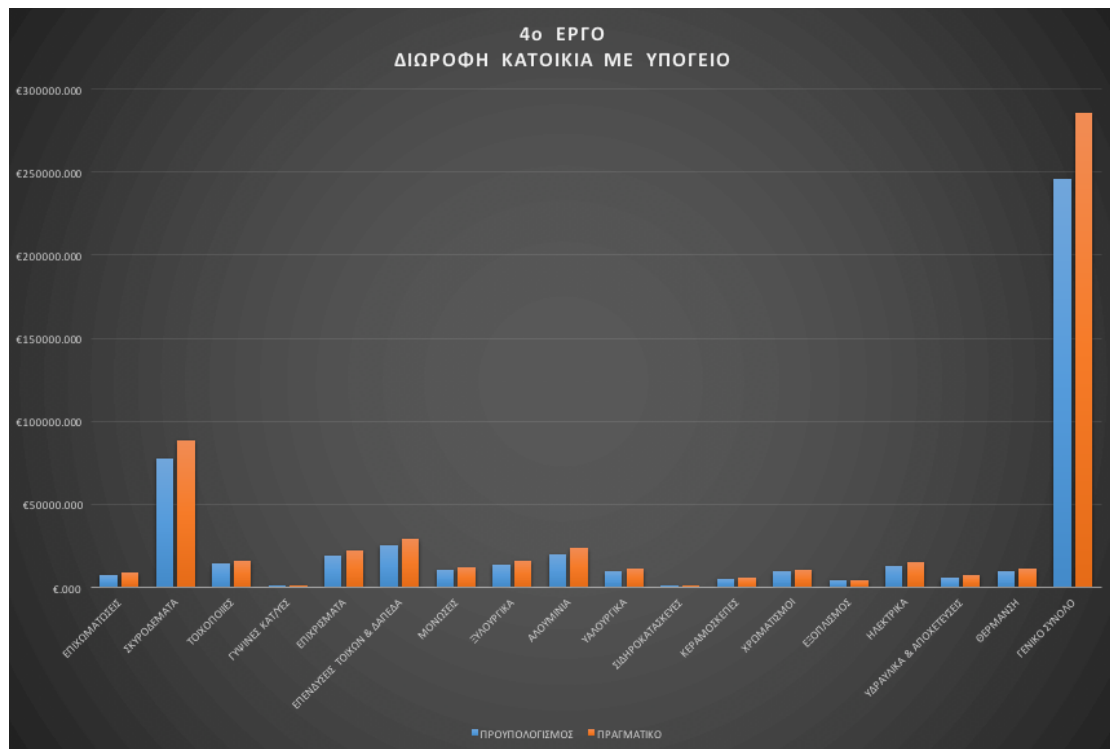
Τέλος μελετήθηκε μια ακόμα διώροφη κατοικία με υπόγειο

Αρχικά αναλύθηκε το κόστος των οικοδομικών εργασιών και ο διαχωρισμός τους σε στάδια.

<u>ΣΤΑΔΙΑ - ΚΟΣΤΗ : ΠΡΟΜΕΛΕΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ</u>		
1 ^ο ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΣΕΙΣ – ΕΚΣΚΑΦΕΣ	7.500 €	8.700 €
2 ^ο ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ	77.275 €	88.850 €
3 ^ο ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΕΣ	14.037 €	15.700 €
4 ^ο ΓΥΨΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	1.125 €	1.350 €
5 ^ο ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ	19 €	21.900 €
6 ^ο ΔΑΠΕΔΑ-ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΤΟΙΧΩΝ	25.536 €	29.500 €
7 ^ο ΜΟΝΩΣΕΙΣ	10.275 €	11.850 €
8 ^ο ΞΥΛΟΥΡΓΙΚΑ	13.658 €	16.300 €
9 ^ο ΑΛΟΥΜΙΝΙΑ	19.500 €	23.400 €
10 ^ο ΥΑΛΛΟΥΡΓΙΚΑ	10.005 €	11.650 €
11 ^ο ΣΙΔΗΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	660 €	720 €
12 ^ο ΚΕΡΑΜΟΣΚΕΠΕΣ	5.250 €	6.200 €
13 ^ο ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΙ	9.360 €	10.750 €
14 ^ο ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	4.650 €	4.650 €

<u>ΞΕΧΩΡΙΣΤΑ ΕΞΟΔΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ :</u>		
Ηλεκτρολογικές – Μηχανολογικές Εργασίες (εργασία ,τοποθετήσεις ,συνδέσεις)		
15 ^ο ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ	12.500 €	15.500 €
16 ^ο ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΙΣ	6.000 €	7.200 €
17 ^ο ΘΕΡΜΑΝΣΗ	9.500 €	11.400 €
<u>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ :</u>	245.863 €	285.620 €

Το έργο χρονικά είχε υπολογιστεί από το τεχνικό γραφείο ότι θα διαρκέσει 10 μήνες και 3 εβδομάδες και τελικά διήρκεσε 12 μήνες από όταν το ανέλαβε το τεχνικό γραφείο μέχρι που το παρέδωσε στον πελάτη. Στο συγκεκριμένο έργο μετά από συνέντευξη από τον ίδιο τον πελάτη ξέρω και πόσο διήρκεσε χρονικά το κάθε στάδιο συγκεκριμένα : το (1^ο) στάδιο διήρκεσε 1 μήνα, το(2^ο) 3 μήνες το (3^ο) 1 μήνα , το (4^ο) διήρκεσε ½ μήνα ,το (5^ο) ½ μήνα ,το (6^ο) πάλι ½ μήνα ,το (7^ο) διήρκεσε ¾ του μήνα ,το (8^ο) ½ μήνα ,το (9^ο) ¾ μήνα , το (10^ο) ¼ του μήνα ,το (11^ο) ½ μήνα ,το (12^ο) ¾ μήνα , το (13^ο) ½ μήνα. Το (14^ο) 1/2 μήνα , το (15^ο) ¼ του μήνα ,το (16^ο) ¼ του μήνα και το (17^ο) διήρκεσε ½ μήνα.



ΕΙΚΟΝΑ 12

(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ – ΤΕΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΟ 4^ο ΕΡΓΟ) (ΑΠΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ EXCEL)

Στα στάδια που παρουσιάζεται η μεγαλύτερη απόκλιση είναι:

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ (4,053%)

Και σε αυτό το έργο όπως και στα υπόλοιπα μεγάλη διαφορά παρατηρείτε στα σκυροδέματα διότι:

1. Αυξήθηκαν οι τιμές κόστους των υλικών (σκυρόδεμα και οπλισμός)
2. Έγιναν σημαντικές καθυστερήσεις σε κάποια στάδια κατασκευής και αυξήθηκαν τα μεροκάματα.
3. Εμφανείς αστοχίες στον υπολογισμό της γεωμετρίας της κατασκευής και των γωνιών του δαπέδου κ.α. καθιστούν δύσκολο τον υπολογισμό του όγκου του σκυροδέματος και τελικά του κόστους του κατά τον προϋπολογισμό.

ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΤΟΙΧΩΝ ΚΑΙ ΔΑΠΕΔΑ (1,388%)

Οι δαπάνες πάλι σε αυτό το στάδιο κατασκευής ήταν διαφοροποιημένες επειδή:

1. Οι μελετητές τελικά άλλαξαν κάποια υλικά δαπέδων.

ΑΛΟΥΜΙΝΙΑ (1,365%)

Οι κατασκευές αλουμινίων αυξήθηκαν σε κόστος διότι:

1. Έγινε ξανά, την συγκεκριμένη χρονική περίοδο, αύξηση της τιμής του αλουμινίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Γενικά Συμπεράσματα της Κοστολογικής και Χρονικής Μελέτης των 4^{ων} έργων

Μετά από την ανάλυση των 4^{ων} προηγούμενων έργων, συγκρίνοντας τα κόστη και τους χρόνους ανά στάδιο κατασκευής συμπεραίνουμε ότι:

1. Συναντάμε ορατές διαφορές μεταξύ των προϋπολογισμών του κάθε τεχνικού γραφείου και των τελικών ποσών και χρόνων περάτωσης του κάθε έργου. Αυτές οι διαφορές, ιδιαίτερα στο κόστος, μπορούν να φτάσουν σε ορισμένα στάδια ποσοστό μέχρι και 57% της τελικής τιμής της κατασκευής (1^ο Έργο).
2. Συχνότερα, αστοχίες παρατηρούνται στα στάδια του Σκυροδέματος, των Επενδύσεων Τοίχων και Δαπέδων και στον Μηχανολογικό Εξοπλισμό.
3. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρέασαν αυτές τις διαφορές που αναφέρθηκαν (σε κόστος και χρόνο) έχουν να κάνουν με:
 - α) Καιρικά Φαινόμενα
 - β) Καθυστερήση στην προμήθεια των υλικών
 - γ) Αλλαγές στις τιμές του κάθε υλικού ανά εποχή
 - δ) Αλλαγές στην επιλογή των υλικών από τους μηχανικούς για στατικούς, αισθητικούς και άλλους λόγους.
 - ε) Λάθος υπολογισμούς στην γεωμετρία και τις γωνίες της κατασκευής, που κατά τη διάρκεια της προμελέτης είναι αδύνατον να υπολογισθούν με ακρίβεια και τελικά επηρεάζουν τις ποσότητες του κάθε υλικού και τους χρόνους των εργασιών.
 - στ) Επιλογές του ίδιου του πελάτη που επηρεάζουν την κατασκευή κατά την διάρκεια αυτής.

Με βάση επίσης τις συνεντεύξεις που έγιναν στους ίδιους μηχανικούς των τεχνικών γραφείων που ήταν υπεύθυνοι για τα έργα που μελετήθηκαν, υπήρξαν και κάποια ακόμη γενικά συμπεράσματα. Οι μηχανικοί υποστήριξαν ότι υπάρχει πάντα ένα ποσοστό σφάλματος στην πρόβλεψη του κόστους και του χρόνου περάτωσης μίας κατασκευής, κυρίως, για τους εξής παρακάτω λόγους:

1. Σημαντικός αστάθμητος παράγοντας είναι ο ανθρώπινος. Τα τεχνικά γραφεία συνεργάζονται με διάφορα συνεργεία εργολαβιών και κατασκευών, που απαρτίζονται από εργάτες των οποίων η απόδοση, η ταχύτητα και η ποιότητα εργασίας μπορεί να είναι ασταθής.
2. Αρκετές φορές η επιλογή κάποιων από τα συνεργεία κατασκευών μπορεί να μην γίνει από τα τεχνικά γραφεία, αλλά από τον ίδιο τον πελάτη. Αυτό σαφώς και μπορεί να επηρεάσει την όλη διαδικασία ολοκλήρωσης ενός έργου, με θετικό αλλά και αρνητικό τρόπο.
3. Μπορούν να εμφανιστούν σφάλματα στην μελέτη έργων και από τους ίδιους τους μηχανικούς των τεχνικών γραφείων, τα οποία στην πορεία μιας κατασκευής θα πρέπει να διορθωθούν, πάντα όμως με την σύμφωνη γνώμη του πελάτη.

Πιο συγκεκριμένα στο 1^ο έργο που μελετήθηκε ένα σημαντικό σχόλιο του υπεύθυνου μηχανικού ήταν ότι:

«Αρχικά ο ιδιοκτήτης του αρτοποιείου μου ζήτησε την τοποθέτηση κάποιων απλών ξυλόφουρνων, που θα έψηναν αρτοσκευάσματα, μόνο για την προμήθεια των σούπερ-μάρκετ που ο ίδιος διαχειριζόταν. Στην πορεία όμως ο ιδιοκτήτης αποφάσισε να κατασκευάσει ένα νέο δικό του κατάστημα, το οποίο ως στόχο θα είχε την άμεση πώληση προϊόντων. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την σημαντική αλλαγή του τελικού κόστους, λόγω αγοράς νέων φούρνων, ψυγείων, μίξερ και άλλων μηχανημάτων, που ήταν ακριβότερα.» (Στην ΕΙΚΟΝΑ 6 παρουσιάζεται ένας σύγχρονος αρτοκλίβανος που ζητήθηκε από τον πελάτη για να καλύψει τις ανάγκες του σε ποσότητα και ποιότητα παραγωγής).

Στην συνέντευξη που πήρα από το 2^ο γραφείο επιβεβαίωσα αυτά που αναφέρω ήδη και στις αιτίες αστοχίας των σταδίων των έργων (σκυροδέματα, επενδύσεις τοίχων κ.α.). Εκτός αυτών όμως έμαθα κάτι πολύ βασικό για την τεράστια σημασία της προμελέτης και των προσμετρήσεων που είναι καθοριστικά για την ολοκλήρωση ενός ιδιωτικού έργου. Ακόμα ο υπεύθυνος μηχανικός μου ανάλυσε άλλο ένα στάδιο που συνήθως αστοχεί σε μεγάλα έργα και αυτό δεν είναι άλλο από τα χωματουργικά και τις εκσκαφές (σε πιο μικρά έργα δεν έχει τόση σημασία καθώς το εμβαδό που θα μπουν τα θεμέλια είναι πολύ μικρότερο άρα μελετιέται πολύ πιο εύκολα). Πιο συγκεκριμένα ο πολιτικός μηχανικός που ρώτησα μου είπε τα εξής:

« Όσο μεγαλύτερο είναι το έργο τόσο ευκολότερο είναι να αστοχήσουμε στην μελέτη του. Όμως ο κίνδυνος μιας απόκλισης του 15% και πάνω, σε ένα μεγάλο τεχνικό έργο μπορεί να αποτελεί τροχοπέδη στην ολοκλήρωση του. Άρα σε έργο της τάξης των 10.000.000€ το 1.500.000€ απόκλιση είναι καταστρεπτικό για το γραφείο καθώς δύσκολα ο πελάτης έχει την οικονομική δυνατότητα να συμπληρώσει τόσο μεγάλο ποσό για να ολοκληρώσει το έργο. Χωρίς καλές προς-μετρήσεις, στο πρώτο στάδιο των εκσκαφών-χωματουργικών (που θα μπουν τα θεμέλια) μπορεί με την εκκίνηση του έργου να έχουμε πέσει ήδη καταστροφικά εκτός πλάνου. Αυτό γίνεται γιατί πριν γίνουν οι εκσκαφές το τεχνικό γραφείο κάνει κάποιες γεωτρήσεις ώστε να εντοπίσει το υλικό που θα εξορύξει (καθώς είναι πιθανό να υπάρχει μέσα στην κατασκευή κάποιος βράχος που θα δυσκολέψει θα καθυστερήσει και θα ακριβύνει το αρχικό στάδιο του έργου). Γενικά οι γεωτρήσεις αυτές λέγονται αλλιώς αναγωγές του σταδίου των χωματουργικών αναγωγικές προμελέτες γίνονται σε κάθε στάδιο. Όπως γίνεται σε κάθε πρόβλημα το να το ανάγουμε σε πολλά απλουστέρα βοηθάει στην επίλυση του. Τώρα αυτές οι προσμετρήσεις και οι προϋπολογισμοί από την μια μας βοηθάνε να μειώσουμε το ρίσκο (πχ περισσότερες γεωτρήσεις μικρότερη πιθανότητα να βρεθεί σκληρή πέτρα που θα καθυστερήσει και θα υπερκοστολογήσει την κατασκευή) από την άλλη έχουν ένα ρίσκο κοστολογικό και χρονικό αφού όσο περισσότερες γίνουν τόσο παραπάνω τις χρεώνεται το γραφείο και καθυστερεί το κτίσιμο. Για τους λόγους αυτούς ο μηχανικός που

έχει αναλάβει το έργο πρέπει να βρει την χρυσή τομή, δηλαδή να κάνει τόσες προσμετρήσεις σε κάθε στάδιο όσες χρειάζονται για να ξέρει την έκβαση του έργου αλλά και όχι πάρα πολλές σε σημείο να κοστίσει παραπάνω η προμελέτη από την ίδια την κατασκευή».

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Κλείνοντας να αναφερθεί ότι, κατά την εκτέλεση του έργου είναι σύνηθες φαινόμενο να υπάρχει απόκλιση από τον προγραμματισμό και συγκεκριμένα επιτάχυνση ή καθυστέρηση του έργου και υπέρβαση ή (σπανιότερα) μείωση του κόστους του έργου. Οι αποκλίσεις αυτές μπορούν να εκτιμηθούν με καταγραφή και επεξεργασία των οικονομικών μεγεθών του έργου (με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ενοποίηση των παραμέτρων χρόνου και κόστους σε μια συνδυασμένη παράμετρο). Για παράδειγμα, αν υπάρχει καθυστέρηση του έργου, σε δεδομένη χρονική στιγμή που γίνεται ο έλεγχος θα έχει εκτελεστεί μικρότερο ποσοστό έργου από αυτό που προβλέπει ο προγραμματισμός στην αντίστοιχη περίοδο.

«Τελικά η κοστολόγηση είναι συνάρτηση του που βρισκόμαστε και τι ανάγκες προσπαθούμε μέσω αυτής να ικανοποιήσουμε. Γνωρίζουμε ότι δεν μπορεί να υπάρχει απόλυτη ακρίβεια. Προσπαθούμε απλά να βρούμε κάτι ανάλογο και στην συνέχεια να το προσαρμόσουμε στα δεδομένα μας.»³

³ Μουστάκης Βασίλης, *Πρακτικός Οδηγός Οικονομικής Ανάλυσης*, Εκδ. Τζιόλα, 2013, Σελ. 148

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗΣ

ΕΙΚΟΝΑ 1

(ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ CBR)

(ΑΠΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ CBR ΑΠΟ ΤΗΝ ESTEEM Software Inc.) [Kim et al, 2004]

ΕΙΚΟΝΑ 2

(ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ CBR) (Το μοντέλο αυτό αναπτύχθηκε στην Κορέα και έχει συλλέξει στοιχεία από 580 κατοικίες 1997-2002)

ΕΙΚΟΝΑ 3

(ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PERT)

https://en.wikipedia.org/wiki/Program_evaluation_and_review_technique

ΕΙΚΟΝΑ 4

(ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΕΝΟΣ ΕΡΓΟΥ)

<http://ebooks.edu.gr/modules/ebook>

ΕΙΚΟΝΑ 5

(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ – ΤΕΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΟ 1^ο ΕΡΓΟ) (ΑΠΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ EXCEL)

ΕΙΚΟΝΑ 6

(ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΑΡΤΟΚΛΙΒΑΝΟΣ) (ΑΠΟ ΕΡΕΥΝΑ ΑΓΟΡΑΣ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ Α')

ΕΙΚΟΝΑ 7

(ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ – ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ - 2^ο ΕΡΓΟ) (ΑΠΟ ΑΡΧΕΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ Β')

ΕΙΚΟΝΑ 8

(ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ – ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ - 2^ο ΕΡΓΟ) (ΑΠΟ ΑΡΧΕΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ Β')

ΕΙΚΟΝΑ 9

(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ – ΤΕΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΟ 2^ο ΕΡΓΟ) (ΑΠΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ EXCEL)

ΕΙΚΟΝΑ 10

(ΟΨΗ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ 3^ο ΕΡΓΟ)
(ΑΠΟ ΑΡΧΕΙΟ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ Β')

ΕΙΚΟΝΑ 11

(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ – ΤΕΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΟ 3^ο ΕΡΓΟ) (ΑΠΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ EXCEL)

ΕΙΚΟΝΑ 12

(ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ – ΤΕΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΟ 4^ο ΕΡΓΟ) (ΑΠΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ EXCEL)

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

BIBΛΙΑ

Anthony G. McGrew, Michael John Wilson, *"Decision Making: Approaches and Analysis"*, Manchester University Press, 1982

M. Skitmore, V. Marston, *"Cost Modelling"*, Cib, 2005

Prof. Frank Harris, Prof. Ronald McCaffer, *"Modern Construction Management"*, Wiley, 1975

Khosrowshahi and Kaka, *"Early Estimation of Project Determinants: Predictions through Establishing"*, De Gruyter, 1996

Thomas L. Saaty, *"The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation"*, McGraw-Hill, 1980

Seydel and Olson, *"Commercial Management of Projects: Defining the Discipline"*, Wiley, 1990

David Lowe, *"Commercial Management: Theory and Practice"*, Wiley, 2000

Leni Sagita Riantini Supriadi, Low Sui Pheng, *"Business Continuity Management in Construction"*, Springer, 2001

Lagaros, Nikos D., *"Design Optimization of Active and Passive Structural Control Systems"*, IGI, 1992

John Kelly, Roy Morledge, Sara J. Wilkinson, *"Best Value in Construction"*, Wiley, 1996

Noor Amila Wan Abdullah Zawawi, "*Engineering Challenges for Sustainable Future*", CRC, 2001

Burke, Project Management: Planning and Control, 1997

Μουστακής Βασίλης, "*Πρακτικός Οδηγός Οικονομικής Ανάλυσης*", Εκδ. Τζιόλα, 2013

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

https://el.wikipedia.org/wiki/Διάγραμμα_Περτ

https://el.wikipedia.org/wiki/Διοίκηση_και_Διαχείριση_Έργου

<http://ebooks.edu.gr/modules/ebook>

https://en.wikipedia.org/wiki/Program_evaluation_and_review_technique