



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ**

**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

---

Προγραμματισμός  
και Διαχείριση  
των ελληνικών  
δημοσίων έργων  
με τη μέθοδο της  
Παραγόμενης  
Αξίας

---

**ΜΑΥΡΙΚΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ**

---

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2013

Επιβλέπων: Ι.Π. Παντουβάκης, Αναπλ. Καθηγητής

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

**Υπογραφή \_\_\_\_\_**

*Στους γονείς μου,  
στο Γιώργο, το Λουκά και το Γιώργο*

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>6</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Εισαγωγή.....</b>	<b>8</b>
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής .....	8
1.2 Έργο .....	8
1.3 Διοίκηση – διαχείριση έργων.....	9
1.4 Ιστορία της Earned Value Method .....	10
1.5 Μέθοδος της Διαχείρισης της Παραγόμενης Αξίας – Earned Value Method (EVM) .....	11
1.6 Στόχοι διπλωματικής .....	12
1.7 Σχολιασμός για τη φύση της εργασίας .....	12
1.8 Δομή της διπλωματικής εργασίας .....	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....</b>	<b>14</b>
2.1 Εισαγωγή .....	14
Περιγραφή τρόπου λειτουργίας της μεθόδου της Παραγόμενης Αξίας.....	16
2.2 WBS – OBS .....	17
2.3 Οι θεμελιώδεις παράμετροι της Μεθόδου της Παραγόμενης Αξίας.....	19
2.4 Τα παραγόμενα μεγέθη της Μεθόδου της Παραγόμενης Αξίας .....	21
2.5 Τρόποι υπολογισμού του κόστους κατά την ολοκλήρωση .....	27
2.6 Μέθοδοι παρουσίασης των πληροφοριών της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας .....	29
2.7 Τα βήματα της ανάλυσης της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας .....	30
Λοιπή βιβλιογραφία .....	35
Συμπεράσματα .....	47

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Μοντέλο εφαρμογής της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας στα ελληνικά τεχνικά έργα .....</b>	<b>48</b>
3.1 Ισχύουσα ελληνική νομοθεσία .....	48
3.2 Χρήση της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας με τα ελληνικά δεδομένα.....	57
3.3 Παραδείγματα εφαρμογής της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας σε δημόσια έργα .....	60
Παράδειγμα 1.....	61
Παράδειγμα 2.....	62
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>65</b>
<b>Αναφορές.....</b>	<b>69</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση της μεθόδου Διαχείρισης της Παραγόμενης Αξίας (Earned Value Management - EVM) για τον χρονικό και οικονομικό προγραμματισμό των Ελληνικών δημοσίων τεχνικών έργων, καθώς και την παρακολούθηση και αξιολόγησή τους. Σκοπός της είναι η περιγραφή του τρόπου εφαρμογής της στα ελληνικά δημόσια έργα (από την πλευρά του αναδόχου του έργου) στηριζόμενη στην ελληνική ισχύουσα νομοθεσία και η εξαγωγή συμπερασμάτων για την αποτελεσματικότητα και τη χρησιμότητά της.

Στα πλαίσια της εργασίας έγινε εκτενής βιβλιογραφική έρευνα, σε βιβλιοθήκες αλλά και στο διαδίκτυο, με σκοπό τη συλλογή πληροφοριών για τα στοιχεία της μεθόδου και εφαρμογές της σε πραγματικά έργα. Παράλληλα η βιβλιογραφική ανασκόπηση είχε σα στόχο τη συλλογή πληροφοριών για τον τρόπο που εξελίσσεται η μέθοδος με την πάροδο των χρόνων, τα πλεονεκτήματά και τα μειονεκτήματά της, και ποιοι τρόποι εφαρμογής προτείνονται ώστε να βελτιωθούν τυχόν αδυναμίες της.

Στη συνέχεια αναπτύσσονται τα κυριότερα σημεία της Ελληνικής νομοθεσίας που αναφέρονται στην κατασκευή και διαχείριση των δημοσίων έργων και γίνεται η αντιστοίχιση των κανονισμών της νομοθεσίας με τα στοιχεία της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας για να αναδειχθεί ο τρόπος εφαρμογής της υπό το Ελληνικό κανονιστικό και νομοθετικό πλαίσιο.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν αφορούν την ανάδειξη των λόγων που κάνουν τη μέθοδο ιδιαίτερα δημοφιλή όλα αυτά τα χρόνια στον κατασκευαστικό τομέα, αλλά και ποια στοιχεία καταστούν δυσχερή την εφαρμογή της στην πράξη, με έμφαση στην εμπειρία από τον Ελληνικό χώρο.

## **ABSTRACT**

Subject of the Diploma Thesis at hand is the presentation of the Earned Value Method (EVM) for the temporal and financial programming of public-funded engineering projects in Greece, as well as for their monitoring and evaluation. The aim of this study is to describe the application of the Earned value Method method in Greek engineering projects from the Contractor's point of view, in the light of the pertaining Greek legislative and regulatory framework, to draw conclusions on the effectiveness and applicability of the method.

An extensive literature survey was conducted, in libraries and on the web, to collect data on the elements of the method, and its application in real-world projects. In parallel, the literature survey focused on collecting information regarding the evolution of the method with time, its advantages and disadvantages, and modifications proposed for improving possible drawbacks.

Accordingly, relevant components of the Greek laws and regulations regarding the construction and management of public-funded engineering projects are correlated to the elements of the Earned value Method method, in order to outline the application of the EVM method under the Greek legislative and regulatory framework.

Findings of this study focus on outlining the reasons for the popularity of this method over the years in the construction sector, but also which elements of the method render its application arduous, emphasizing on the local experience.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Εισαγωγή**

### **1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής**

Η παρούσα διπλωματική έχει σαν αντικείμενο την κατανόηση της λειτουργίας της Μεθόδου της Παραγόμενης Αξίας (Earned Value Method – EVM) και τη χρησιμότητά της στη διαχείριση και τον προγραμματισμό στα ελληνικά δημόσια τεχνικά έργα.

### **1.2 Έργο**

Ως έργο ορίζεται (Project Management Institute – PMI 2005) μία προσωρινή προσπάθεια που αναλαμβάνεται προκειμένου να δημιουργηθεί ένα μοναδικό προϊόν, υπηρεσία ή αποτέλεσμα. Προσωρινό γιατί κάθε έργο έχει συγκεκριμένο πέρας το οποίο είναι τη στιγμή που επιτυγχάνονται οι στόχοι που έχουν τεθεί, και μοναδικό γιατί το αντικείμενο ή το αποτέλεσμα του έργου διαφέρουν από τα παρόμοιά του.

Ως τεχνικό έργο (Υ.Α. 50516/104) νοείται το αποτέλεσμα ενός συνόλου οικοδομικών εργασιών ή εργασιών πολιτικού μηχανικού που προορίζεται να πληροί αυτό καθαυτό μια οικονομική ή τεχνική λειτουργία.

Πιο συγκεκριμένα ως τεχνικό έργο νοείται κάθε κατασκευή δομική και ηλεκτρομηχανολογική ή άλλης φύσεως κατασκευή που συνδέεται με οποιονδήποτε τρόπο με το έδαφος ήτοι κάθε ανέγερση και συναρμολόγηση νέου έργου και κάθε επέκταση, ανακαίνιση, επισκευή, διαρρύθμιση, συντήρηση και λειτουργία υφισταμένου ή νέου έργου καθώς και κάθε άλλη εργασία τεχνικής ή ερευνητικής φύσεως και κάθε συναφής δραστηριότητα που απαιτεί τεχνική γνώση, μελέτη και επέμβαση.



Σε κάθε έργο υπάρχουν περιορισμοί στην εκπόνησή του. Τέτοιοι περιορισμοί μπορεί να είναι τα χρονικά όρια, ο προϋπολογισμός του έργου, οι διαθέσιμοι πόροι, η ποιότητα και πολλοί άλλοι. Αυτοί οι περιορισμοί κάνουν πιο δύσκολη την πορεία του έργου κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα να είναι περισσότερες οι διαδικασίες και οι δραστηριότητες που πρέπει να ακολουθηθούν. Για παράδειγμα πρέπει να δοθεί προσοχή στην τήρηση των χρονικών ορίων, στην εξασφάλιση της ποιότητας των πόρων που θα χρησιμοποιηθούν, στην πρόβλεψη λαθών κατά την πορεία του έργου. Αν θέλουμε να αναφέρουμε εν συντομία τους βασικούς περιορισμούς για ένα έργο, τότε αυτοί είναι ο χρόνος, το κόστος και το αντικείμενο του έργου. Αν μεταβληθεί κάτι σ' αυτή την τριάδα, τότε αλλάζουν και δεδομένα των άλλων δύο περιορισμών.

### **1.3 Διοίκηση - διαχείριση έργων**

Την αρχή της διαχείρισης σαν ένα οργανωμένο γνωστικό αντικείμενο την έκανε ο Φρέντερικ Τέιλορ (Frederic Taylor). Η πρώτη προσπάθεια προγραμματισμού κάποιου έργου με στόχο το βέλτιστο αποτέλεσμα ήταν το 19<sup>ο</sup> αιώνα σ' ένα εργοστάσιο χυτοσιδήρου στις Η.Π.Α. με υπεύθυνο τον F. W. Taylor, ο οποίος τότε ήταν αρχιμηχανικός σ' εκείνο το εργοστάσιο και σήμερα θεωρείται "πατέρας" της διαχείρισης (Παντουβάκης 2003).

Παρ'όλα αυτά, μόνο τα τελευταία 40 χρόνια γίνονται εντατικές προσπάθειες για να αντιμετωπιστεί η διαχείριση των έργων σαν ένα ξεχωριστό επιστημονικό πεδίο. Μεγάλη συμβολή σ' αυτή την κατεύθυνση ήταν η αποτελεσματική εφαρμογή διαχείρισης έργου στη δημιουργία του πυραυλικού συστήματος Polaris του Αμερικανικού Ναυτικού (1950). Είχε σαν αποτέλεσμα την καλύτερη, από οικονομική άποψη, εκμετάλλευση των πόρων και κατ' επέκταση την απόδοση κερδών.

Μία καλή προσέγγιση του τι είναι διαχείριση (διοίκηση) έργου είναι ότι συνυπάρχει με τα έργα από την πρώτη φορά που οι άνθρωποι προσπάθησαν να πετύχουν κάτι. Αυτό πάει πολύ πίσω χρονικά, πριν ακόμη από τους ιστορικούς χρόνους. Για παράδειγμα έργα μεγάλου μεγέθους όπως ήταν ο Παρθενώνας απαιτούσαν για την κατασκευή τους μεγάλες ποσότητες υλικών αλλά και ανθρώπινου δυναμικού. Γι' αυτό

και ήταν απαραίτητο να υπάρχει ένα σύστημα σχεδιασμού, ελέγχου και διοίκησης. Στην ουσία η διοίκηση προσπαθεί να δώσει απαντήσεις σε ερωτήματα που αφορούν στα "γιατί", "τι", "πώς", "ποιος", "πόσο κοστίζει" και "πότε" του έργου από τη στιγμή της σύλληψης της αναγκαιότητάς του μέχρι και την ολοκλήρωσή του.

Για τον ορισμό της διοίκησης έργου έχουν γίνει πολλές αναφορές. Το Ινστιτούτο Διαχείρισης Έργων (Project Management Institute - PMI 2005) δίνει τον εξής ορισμό. Διοίκηση έργου χαρακτηρίζεται η εφαρμογή γνώσεων, δεξιοτήτων, εργαλείων και τεχνικών στις δραστηριότητες του έργου ώστε να επιτευχθούν οι απαιτήσεις του έργου. Η διοίκηση του έργου επιτυγχάνεται με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων κατά την έναρξη, σχεδιασμό, εκτέλεση, έλεγχο και λήξη του έργου. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η διοίκηση έργου υπάρχει σε όλες τις φάσεις της ζωής ενός έργου.

Για να λειτουργήσει το σύστημα της διοίκησης σε ένα έργο, πρέπει να υπάρχει μία δομή και μία ιεραρχία. Στο ανώτερο επίπεδο αυτής της ιεραρχίας βρίσκεται ο διευθυντής του έργου. Είναι ο άνθρωπος ο οποίος έχει αναλάβει να φέρει σε πέρας το έργο, επιτυχώς και σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό. Ίσως ακούγεται πολύ απλό αλλά στην πραγματικότητα είναι πολυσύνθετο το έργο του. Στις αρμοδιότητές του είναι να κατανοήσει τι ακριβώς χρειάζεται το εκάστοτε έργο και να προσδιορίσει τους στόχους για την επίτευξή του. Είναι υπεύθυνος να ορίσει ποιες δραστηριότητες πρέπει να γίνουν, πως θα καταμεριστούν οι εργασίες στους ανθρώπους που θα αναλάβουν να τις κάνουν, να κάνει έναν σωστό χρονικό προγραμματισμό για την ολοκλήρωση του έργου και να εκτιμήσει τους πόρους (υλικούς και οικονομικούς) που θα χρειαστούν για το έργο. Φυσικά όλα αυτά για να πετύχει, συνεργάζεται με μία ομάδα ανθρώπων, την ομάδα του έργου.

### **1.4 Ιστορία της Earned Value Method**

Η μέθοδος της Παραγόμενης Αξίας (Earned Value Method) είναι μια από τις πιο γνωστές μεθόδους προγραμματισμού και παρακολούθησης ενός έργου. Η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας πρωτοχρησιμοποιήθηκε τη δεκαετία του '60 όταν στην αρχική της μορφή χρησιμοποιήθηκε από το υπουργείο άμυνας των ΗΠΑ (Kwak και Anbari

2011). Η μέθοδος στην οποία στηρίχθηκε ήταν η PERT-COST η οποία θεωρήθηκε δύσκολη στη χρήση και καθόλου προσαρμόσιμη στις ανάγκες των έργων. Έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη για μια νέα μέθοδο η οποία θα μπορούσε να καλύψει τις ανάγκες των πολλών διαφορετικών προγραμμάτων που χρησιμοποιούνταν από το υπουργείο. Με τη συμβολή ειδικών, το 1967, δημιουργείται μια νέα μέθοδος 35 κριτηρίων, η Cost/ Schedule Control Systems Criteria. Η C/SCSC θεωρείται κομβικό σημείο στην ιστορία της παρακολούθησης έργων καθώς καταδεικνύει την αρχή της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας. Κατά τις δεκαετίες '70 και '80, η μέθοδος εξελίσσεται και χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο κυρίως από ειδικούς διότι θεωρείται ένα οικονομικό εργαλείο ελέγχου και όχι μια ολοκληρωμένη μέθοδος διοίκησης έργου. Κατά τη δεκαετία του '90 η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας επαναπροσδιορίζεται ως μέθοδος διοίκησης έργου και δημιουργείται το πρότυπο EVM, ANSI/EIA 748-98 Earned Value Management Systems.

### ***1.5 Μέθοδος της Διαχείρισης της Παραγόμενης Αξίας – Earned Value Method (EVM)***

Η μέθοδος της διαχείρισης της Παραγόμενης Αξίας είναι ένα εργαλείο που ενσωματώνει τεχνικές παραμέτρους και παραμέτρους κόστους και χρόνου ενός προγράμματος (PMI 2005). Αρχικά χρειάζεται να γίνει ένας προγραμματισμός στον οποίο θα ορίζονται οι πόροι που θα χρησιμοποιηθούν στο έργο, τα καθήκοντα που πρέπει να εκτελεστούν και οι άνθρωποι που αναλαμβάνουν το κάθε καθήκον. Κατά τη διάρκεια του έργου ελέγχεται αν ακολουθείται ο αρχικός προγραμματισμός που έγινε και να μετρηθεί και το αντίστοιχο κόστος της εργασίας που εκτελέστηκε. Από τις πληροφορίες που προκύπτουν μετά τον έλεγχο, ο διαχειριστής του έργου μπορεί να εκτιμήσει την μετέπειτα πορεία του έργου και να κάνει τυχόν ενέργειες έγκαιρα ώστε να προλάβει κάποια πιθανή ζημιά.

Η μέθοδος παραγόμενης Αξίας τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και πιο διαδεδομένη γιατί είναι πολύ απλή στη χρήση της και πολύ αποτελεσματική (Czarnigowska και λοιποί 2011). Δίνει τη δυνατότητα σ' αυτόν που τη χρησιμοποιεί, με λίγα στοιχεία (την προγραμματισμένη αξία, την παραγόμενη αξία και το

πραγματικό κόστος) να έχει μία πλήρη εικόνα του έργου μέχρι τη στιγμή που θα κάνει έλεγχο και να μπορέσει να προλάβει πράγματα τα οποία σε διαφορετική περίπτωση δεν θα τα λάμβανε υπόψη.

### **1.6 Στόχοι διπλωματικής**

Στόχοι της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι, μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που έγινε, η περιγραφή του τρόπου λειτουργίας της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας και του τρόπου εφαρμογής της στα ελληνικά δημόσια έργα. Στόχος είναι να γίνει μία αντιστοιχία των στοιχείων της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας με τους κανονισμούς της ισχύουσας ελληνικής νομοθεσίας και η εξαγωγή συμπερασμάτων για τις αδυναμίες της εφαρμογής της μεθόδου και για τα δυνατά της σημεία.

### **1.7 Σχολιασμός για τη φύση της εργασίας**

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι κυρίως βιβλιογραφική. Συλλέχθηκαν πληροφορίες από την εγχώρια αλλά και τη διεθνή βιβλιογραφία με σκοπό να γίνει γνωστός ο τρόπος που αντιμετωπίζεται η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας, για ποιους λόγους προτιμάται από τους διευθυντές των έργων, ποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζει και τι προτείνεται για την καλύτερη και αποτελεσματικότερη λειτουργία της.

Επίσης έγινε μία αναδρομή τους ελληνικούς νόμους που ισχύουν για την κατασκευή και τη διαχείριση των δημοσίων τεχνικών έργων. Με βάση αυτούς τους κανονισμούς, έγινε μία προσπάθεια αντιστοιχίας των στοιχείων και δεικτών της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας με τους ελληνικούς νόμους με σκοπό να βγουν συμπεράσματα για τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να αντιμετωπίζεται και να χρησιμοποιείται η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας στην Ελλάδα.

Τέλος έγινε ανάλυση των συμπερασμάτων που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική έρευνα που έγινε.

## **1.8 Δομή της διπλωματικής εργασίας**

### **Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή**

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία συνοπτική αναφορά στη διαχείριση των έργων και στην μέθοδο της Παραγόμενης Αξίας.

### **Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση**

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μία περιγραφή των σημαντικότερων στοιχείων που προκύψαν από τη βιβλιογραφική έρευνα που έγινε. Περιγράφεται αναλυτικά ο τρόπος λειτουργίας της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας και τα κυριότερα χαρακτηριστικά της. Επίσης επισημαίνονται τα βασικότερα σημεία της ανασκόπησης που έγινε τα οποία αφορούν στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου, στον τρόπο που αντιμετωπίζεται από τους διευθυντές των έργων, στις τυχόν δυσλειτουργίες τις και στις προτάσεις που έχουν γίνει για τη βελτίωσή της.

### **Κεφάλαιο 3: Μοντέλο εφαρμογής της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας στα ελληνικά τεχνικά έργα**

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η νομοθεσία του ελληνικού κράτους σε ότι αφορά τα δημόσια έργα και τη διαχείρισή τους. Επίσης γίνεται αντιστοιχία της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας με τους ισχύοντες κανονισμούς ώστε να προκύψει ο τρόπος εφαρμογής της με τα ελληνικά δεδομένα.

### **Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα**

Στο τελευταίο κεφάλαιο, καταγράφονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Βιβλιογραφική ανασκόπηση**

Σ' αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά τη βιβλιογραφική έρευνα που έγινε. Δίνεται λεπτομερώς ο τρόπος που λειτουργεί η μέθοδος της Διαχείρισης της Παραγόμενης Αξίας, τα χαρακτηριστικά και τα στοιχεία της.

### **2.1 Εισαγωγή**

Η Μέθοδος της Παραγόμενης Αξίας είναι ένα μέσο που χρησιμοποιούν οι διευθυντές ενός έργου για να προγραμματίσουν και στη συνέχεια να ελέγχουν την πορεία κάποιου έργου. Είναι χρήσιμη γιατί ανάγει την πρόοδο πολλών καθηκόντων στη συνολική πρόοδο όλου του έργου. Αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιείται ενιαία μονάδα μέτρησης (είτε χρηματικές μονάδες είτε εργατοώρες). Το σημαντικότερο όμως πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δίνει τη δυνατότητα στους διευθυντές να ελέγχουν την πρόοδο του έργου ανά τακτά χρονικά διαστήματα κατά την εκτέλεσή του και να κάνουν διορθωτικές κινήσεις αν χρειαστεί για να μην βγει το έργο εκτός προγράμματος ή έστω να υπάρχουν μικρές αποκλίσεις (PMI 2005).

Οι διευθυντές του έργου πρέπει να γνωρίζουν πολύ καλά όλες τις λεπτομέρειες του έργου και να ενημερώνονται συνέχεια για το τι πραγματικά συμβαίνει. Τι ποσότητα του έργου χρησιμοποιείται, πόση ποσότητα μένει να πραγματοποιηθεί, ποιος είναι υπεύθυνος για την κάθε εργασία και το κάθε καθήκον στο έργο. Και φυσικά πρέπει να παίρνουν έγκαιρα αποφάσεις για να διορθώσουν τα τυχόν κακώς κείμενα που προκύπτουν κατά τη διάρκεια του έργου.

Δεν είναι απαραίτητο ότι αν δεν χρησιμοποιηθεί κάποια μέθοδος προγραμματισμού σε ένα έργο, θα πέσει έξω στον προϋπολογισμό. Όταν όμως χρησιμοποιείται, είναι ένα πολύ βασικό και βοηθητικό εργαλείο για τους διευθυντές. Βλέπουν πως εξελίσσεται το έργο οποιαδήποτε στιγμή θελήσουν κατά τη διάρκειά του. Ελέγχουν αν η πραγματική πρόοδός του είναι κοντά στην προγραμματισμένη και πόση

απόκλιση έχει. Αν παρατηρηθούν σημαντικές αποκλίσεις, τότε οι διευθυντές έχουν τη δυνατότητα να κάνουν αλλαγές είτε αυτές αφορούν τον προγραμματισμένο χρόνο είτε το κόστος των πόρων που χρησιμοποιούνται, με σκοπό να μειωθούν οι αποκλίσεις και η πρόοδος του έργου να έρθει όσο πιο κοντά γίνεται στην αρχικά σχεδιασμένη.

Η Μέθοδος της Παραγόμενης Αξίας είναι μία τέτοια μέθοδος προγραμματισμού. Οι επιχειρήσεις του κατασκευαστικού κλάδου χρησιμοποιούν κατά κόρον τη Μέθοδο της Παραγόμενης Αξίας γιατί έχει παρατηρηθεί ότι βελτιώνεται αισθητά η πρόοδος του έργου, είναι πολύ πιο εύκολη η διαχείρισή του και προλαμβάνονται οι ζημιές που προκύπτουν στην πορεία λόγω του ότι γίνεται πολύ τακτικά έλεγχος της προόδου και οι διευθυντές ξέρουν ανά πάσα στιγμή τι συμβαίνει. Σιγά σιγά και οι επιχειρήσεις άλλων κλάδων αρχίζουν να χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο έτσι ώστε να διαχειρίζονται πιο αποδοτικά τα έργα που αναλαμβάνουν (PMI 2005).

Κάποιες βασικές ερωτήσεις που μπορούν να απαντηθούν με βάση τη μέθοδο Παραγόμενης Αξίας και βοηθούν να κατανοηθεί πλήρως η εικόνα του έργου ανά πάσα στιγμή είναι οι εξής (PMI 2005):

- ***Είμαστε μπροστά ή πίσω από το χρονοδιάγραμμα;***
- ***Πόσο αποδοτικά χρησιμοποιούμε τον χρόνο μας;***
- ***Πότε είναι πιθανό να ολοκληρωθεί το έργο;***
- ***Αυτή τη στιγμή είμαστε κάτω ή πάνω από τον προϋπολογισμό;***
- ***Πόσο αποδοτικά χρησιμοποιούμε τους πόρους μας;***
- ***Πόσο είναι πιθανό να κοστίσει η εναπομένουσα εργασία;***
- ***Πόσο είναι πιθανό να κοστίσει ολόκληρο το έργο;***
- ***Πόσο κάτω ή πάνω από τον προϋπολογισμό θα είμαστε στο τέλος;***

Για να λειτουργήσει αυτή η μέθοδος, χρειάζονται κάποια στοιχεία. Αρχικά χρειάζεται το WBS και το OBS (των οποίων ο ορισμός θα γίνει στο επόμενο χωρίο) που είναι η δομή ανάλυσης των εργασιών και της οργάνωσης αντίστοιχα. Έτσι φαίνεται πως καταμερίζονται οι επιμέρους εργασίες και οι αντίστοιχες ευθύνες για τα διάφορα καθήκοντα του έργου και φυσικά πως οργανώνονται όλα αυτά. Έπειτα ο

χρόνος που εκτιμάται ότι θα ολοκληρωθεί η κάθε δραστηριότητα. Επίσης οι πόροι που χρησιμοποιούνται για να εκτελεστούν οι διάφορες εργασίες του έργου. Και φυσικά το κόστος των πόρων που χρησιμοποιούνται. Έχοντας αυτά τα στοιχεία, μπορεί να γίνει ένα πλάνο του έργου. Μπορεί να υπολογιστεί το πόσο προβλέπεται ότι θα κοστίσει το έργο και σε πόσο χρόνο θα ολοκληρωθεί. Επίσης εκτιμάται ο χρόνος ολοκλήρωσης της κάθε δραστηριότητας ξεχωριστά και το κόστος του κάθε πόρου που χρησιμοποιείται. Αφότου γίνει αυτός ο σχεδιασμός του έργου, έχουν οι διευθυντές στα χέρια τους τον προγραμματισμό του έργου. Στη συνέχεια και με βάση αυτόν το σχεδιασμό, ξεκινάει η εκτέλεση του έργου. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, καταγράφονται όλα τα στοιχεία που αφορούν τον πραγματικό χρόνο στον οποίο ολοκληρώνεται η κάθε δραστηριότητα και το κόστος της. Επίσης καταγράφονται στοιχεία για το αν ολοκληρώθηκε η εκάστοτε δραστηριότητα και αν χρησιμοποιήθηκαν οι διάφοροι πόροι που είχαν προβλεφθεί.

Συνοπτικά, η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας χρησιμοποιείται για (Kim 2003):

1. Την εκτίμηση του κόστους και του χρόνου ολοκλήρωσης
2. Τον προσδιορισμό των επιπτώσεων του κόστους και του χρόνου στα διάφορα προβλήματα
3. Την ακριβή απεικόνιση της οικονομικής κατάστασης του έργου
4. Τον εντοπισμό των προβλημάτων από τις πηγές τους
5. Την απεικόνιση της χρονικής κατάστασης του έργου
6. Την δυνατότητα έγκαιρης ενημέρωσης των έργων
7. Τον προσδιορισμό προβλημάτων που δεν παρουσιάστηκαν νωρίτερα

### ***Περιγραφή τρόπου λειτουργίας της μεθόδου της Παραγόμενης Αξίας***

Κατά το σχεδιασμό του έργου, πρέπει να δημιουργηθεί μία βάση αναφοράς μέτρησης της απόδοσης (Performance Measurement Baseline - PMB). Αυτή η PMB περιλαμβάνει το αρχικό χρονοδιάγραμμα του έργου, το προϋπολογισμένο κόστος της

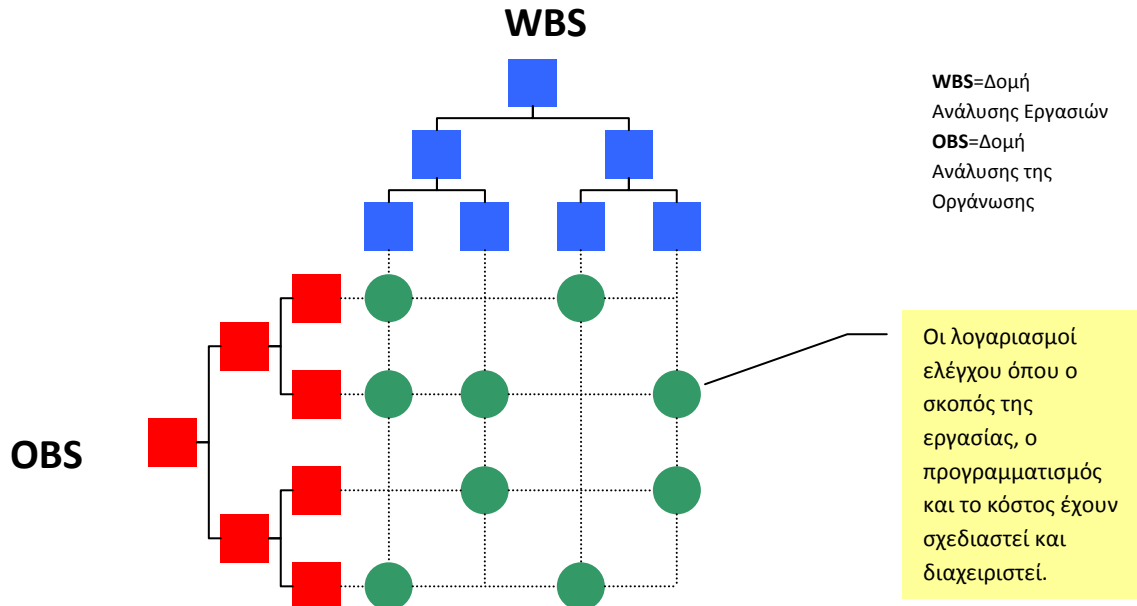


κάθε δραστηριότητας καθώς και το WBS του έργου το οποίο θα εξηγηθεί στη συνέχεια. Αυτή η βάση αναφοράς, πρέπει να μένει ακέραια καθ'όλη τη διάρκεια του έργου και να προσαρμόζεται κάθε φορά στα καινούρια δεδομένα.

## 2.2 WBS – OBS

### Δομή Ανάλυσης Εργασιών – Work Breakdown Structure (WBS)

Πριν ξεκινήσει κάποιο έργο, ο διευθυντής αναλαμβάνει την ανάλυση των εργασιών. Δηλαδή φτιάχνει ένα πλάνο όπου εκεί ορίζει ποιες δραστηριότητες πρέπει να γίνουν και ποιοι άνθρωποι είναι κατάλληλοι για να τις αναλάβουν (Παντουβάκης 2003, PMI 2005). Έτσι ορίζονται και τα πεδία δραστηριότητας του καθενός και οι ευθύνες που θα έχει ο καθένας (Σχ.1).



Σχήμα. 1: Σχέση μεταξύ Δομής Ανάλυσης Εργασιών και Δομής Ανάλυσης Οργάνωσης(PMI 2005)

Αυτή η ανάλυση των εργασιών, μπορεί να είναι πολύ απλή και να αναφέρει συνοπτικά τις δραστηριότητες και τις ευθύνες των εργαζομένων, αλλά μπορεί να είναι και αρκετά πολύπλοκη και να δείχνει αναλυτικά το τι πρέπει να γίνει. Η πολυπλοκότητα αυτής της ανάλυσης εξαρτάται από τις επιθυμίες της διοίκησης, τις ανάγκες του πελάτη και τις ομάδες χρηστών του αποτελέσματος του έργου.

Το WBS διαμορφώνεται σε επίπεδα. Στο πρώτο επίπεδο αναφέρεται ο τίτλος του έργου. Στο επόμενο επίπεδο αναφέρονται οι βασικές δραστηριότητες που πρέπει να γίνουν. Μετά, οι βασικές δραστηριότητες αναλύονται στις επιμέρους δραστηριότητες (υποδραστηριότητες). Ένα WBS δεν πρέπει να είναι πολύ σύντομο αλλά ούτε και πάρα πολύ αναλυτικό. Γι' αυτό η ανάλυση θα πρέπει να γίνεται σε 3 έως 4 επίπεδα όπου θα είναι ξεκάθαρο το τι ακριβώς πρέπει να γίνει αλλά χωρίς περιττές λεπτομέρειες. Είναι το κρισιμότερο στοιχείο για το σχεδιασμό ενός έργου.

Το κάθε διάγραμμα WBS διέπεται από συγκεκριμένες αρχές.

- Κάθε κομμάτι εργασίας πρέπει να εμφανίζεται μόνο σε ένα σημείο του WBS.
- Το περιεχόμενο ενός στοιχείου του WBS είναι το άθροισμα των στοιχείων που βρίσκονται από κάτω (δηλαδή στο από κάτω επίπεδο)
- Κάθε στοιχείο του WBS είναι υπευθυνότητα ενός μόνο ατόμου, έστω κι αν εργάζονται σε αυτό πολλά άτομα
- Το WBS θα πρέπει να συμφωνεί με τον τρόπο με τον οποίο θα υλοποιηθεί στην πραγματικότητα το έργο, διαφορετικά δεν έχει πρακτική χρησιμότητα
- Τα μέλη της ομάδας του έργου θα πρέπει να συμμετέχουν στην ανάπτυξη του WBS για να εξασφαλιστεί αυτή η συνέπεια.
- Κάθε στοιχείο του WBS θα είναι επαρκώς τεκμηριωμένο ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή κατανόηση του αντικειμένου του έργου που περιλαμβάνεται ή όχι σε αυτό το στοιχείο

#### *Δομή Ανάλυσης Οργάνωσης – Organization Breakdown Structure (OBS)*

Η ανάλυση της οργάνωσης έχει να κάνει κυρίως με τις σχέσεις που δημιουργούνται ανάμεσα στους ανθρώπους που εργάζονται για το έργο και την ιεραρχία που υπάρχει. Από το OBS φαίνεται ποιοι άνθρωποι συνεργάζονται για την κάθε δραστηριότητα και

τι σχέση έχουν μεταξύ τους (Σχ.1) (Παντουβάκης 2003, PMI 2005, Fleming - Koppelman 1999) (για παράδειγμα ποιος επιβλέπει, ποιος είναι υπεύθυνος, ποιους επιβλέπει κτλ).

### **2.3 Οι θεμελιώδεις παράμετροι της Μεθόδου της Παραγόμενης Αξίας**

Η μέθοδος της Παραγόμενης Αξίας βασίζεται σε 3 θεμελιώδεις παραμέτρους (PMI 2005) όπως θα δούμε αναλυτικά παρακάτω.

#### *Προγραμματισμένη Αξία - Budgeted Cost of Work Scheduled (BCWS)*

Είναι η αξία του έργου που παρουσιάζεται κατά τον προγραμματισμό του. Η αριθμητική τιμή του αντιπροσωπεύει την εργασία που έχει προϋπολογισθεί και είναι προγραμματισμένη να γίνει, και είναι το καθορισμένο επίπεδο αναφοράς κατά το οποίο μετριέται η πραγματική πρόοδος του έργου. Χρησιμοποιείται και ο όρος **Planned Value (PV)**. Η Προγραμματισμένη Αξία παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έργου εκτός από ορισμένες περιπτώσεις που αλλάζει ριζικά το αντικείμενο ή η έκταση του έργου. Η Προγραμματισμένη Αξία στο τέλος του έργου είναι στην ουσία ο προϋπολογισμός του έργου κατά την ολοκλήρωσή του (**Budget At Completion - BAC**). Η Προγραμματισμένη Αξία δείχνει τους σωρευτικούς πόρους του προϋπολογισμού σε όλο το χρονοδιάγραμμα του έργου.

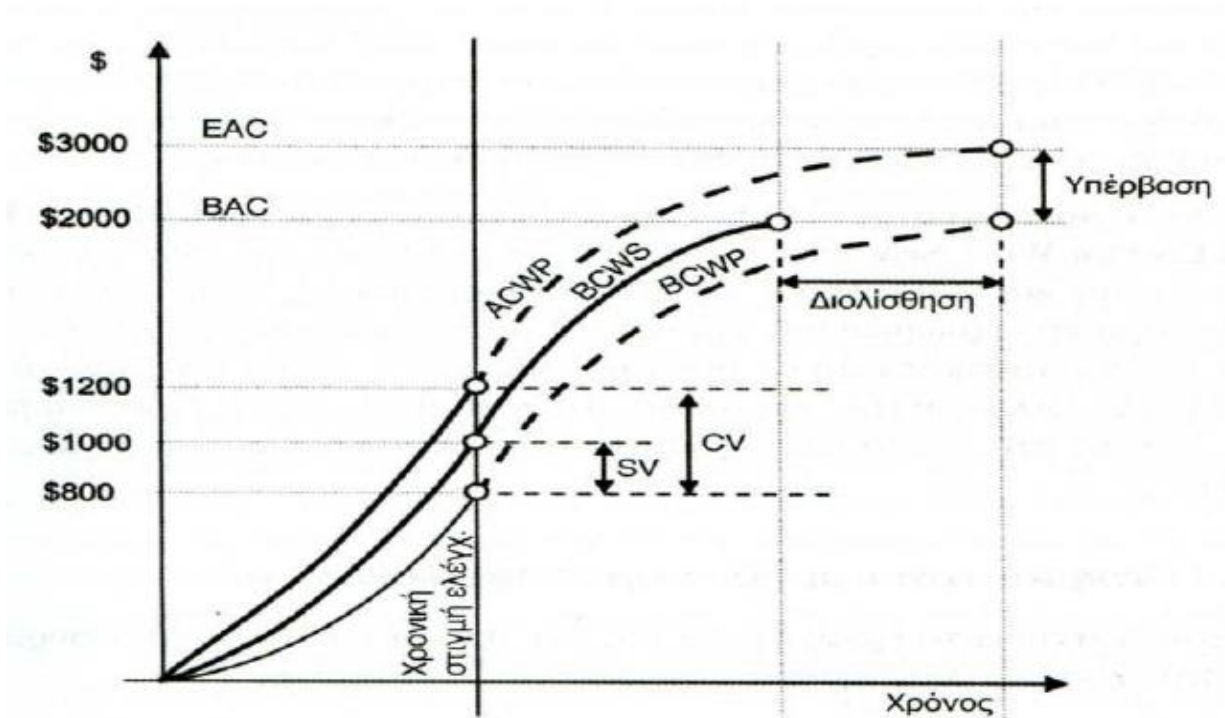
#### *Παραγόμενη Αξία - Budgeted Cost of Work Performed (BCWP)*

Είναι η προγραμματισμένη αξία της εργασίας που έχει γίνει μέχρι τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή που κάνουμε τον έλεγχο. Είναι στην ουσία ένα στιγμιότυπο της προόδου της εργασίας σε κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Χρησιμοποιείται και ο όρος **Earned Value (EV)**. Δείχνει το μέγεθος της εργασίας που έχει πραγματοποιηθεί μέχρι εκείνη τη στιγμή.

### Πραγματικό Κόστος - Actual Cost of Work Performed (ACWP)

Είναι η πραγματική αξία της εργασίας που έχει γίνει μέχρι τη συγκεκριμένη στιγμή που κάνουμε τον έλεγχο. Χρησιμοποιείται και ο όρος Actual Cost (AC). Δείχνει στην ουσία τους πόρους που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση των εργασιών μέχρι τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Στο πιο κάτω διάγραμμα (Σχ.2) φαίνονται οι καμπύλες της Προγραμματισμένης Αξίας, της Παραγόμενης Αξίας και του Πραγματικού Κόστους. Για παράδειγμα στο σημείο που το AC είναι μεγαλύτερο από την EV τότε το κόστος είναι μεγαλύτερο απ' αυτό που είχε σχεδιαστεί αρχικά.



Σχήμα 2: Προγραμματισμένη Αξία, Παραγόμενη Αξία και Πραγματικό Κόστος (PMI 2005)

Με αυτά τα στοιχεία στη διάθεσή τους, οι διευθυντές του έργου μπορούν να έχουν μία πλήρη εικόνα του και να κάνουν οποιονδήποτε έλεγχο θέλουν. Από τη στιγμή που ξεκινάει το έργο, μπορούν να ελέγξουν όποια στιγμή θελήσουν την πρόοδό του. Την στιγμή που θα κάνουν έλεγχο, θα κοιτάξουν σε ποιο σημείο βρίσκεται το έργο. Δηλαδή θα συγκρίνουν τον πραγματικό χρόνο που έχει διαρκέσει μέχρι τότε το έργο και το πραγματικό του κόστος με τα αντίστοιχα που είχαν εκτιμηθεί κατά τον προγραμματισμό του και θα διαπιστώσουν αν υπάρχουν τυχόν αποκλίσεις.

## **2.4 Τα παραγόμενα μεγέθη της Μεθόδου της Παραγόμενης Αξίας**

Τα παραγόμενα μεγέθη είναι διακυμάνσεις, δείκτες και προβλέψεις για το κάθε έργο. Αυτά τα μεγέθη χωρίζονται σε 2 κατηγορίες. Αυτά που προκύπτουν μελετώντας την πρόοδο του έργου σχετικά με το χρόνο και αυτά μελετώντας την πρόοδο του έργου σχετικά με το κόστος (PMI 2005).

### **Πρόγραμμα ανάλυσης και προγραμματισμού**

#### **i. Διακύμανση του προγράμματος (Είμαστε μπροστά ή πίσω από το πρόγραμμα;)**

Η Διακύμανση του προγράμματος (*Schedule Variance - SV*) προσδιορίζει το αν το έργο βρίσκεται μπροστά ή πίσω από το πρόγραμμα που είχε αρχικά γίνει. Υπολογίζεται αφαιρώντας τη Προγραμματισμένη Αξία από την Παραγόμενη Αξία. Δηλαδή:

$$SV = EV - PV$$

Αν η SV είναι θετική σημαίνει ότι το έργο προχωράει πιο γρήγορα απ' ό,τι είχε προγραμματιστεί ενώ αν είναι αρνητική, το έργο έχει καθυστερήσει. Σ' αυτή την περίπτωση οι διευθυντές του έργου μπορούν να λάβουν μέτρα για το διορθώσουν. Αν η τιμή είναι μηδενική τότε το έργο εξελίσσεται όπως είχε προγραμματιστεί αρχικά.

Η Διακύμανση του προγράμματος υπολογίζεται και ως ποσοστό από τον τύπο

$$SV\% = SV / PV$$

**ii. Δείκτης απόδοσης του προγράμματος (Πόσο αποδοτικά χρησιμοποιούμε το χρόνο;)**

Ο Δείκτης απόδοσης του προγράμματος (*Schedule Performance Index - SPI*) παρουσιάζει το πόσο αποδοτικά έχει χρησιμοποιηθεί ο χρόνος στην πορεία του έργου. Υπολογίζεται διαιρώντας την Παραγόμενη Αξία με την Προγραμματισμένη Αξία. Δηλαδή:

$$SPI = EV / PV$$

Αν ο SPI είναι μεγαλύτερος από 1, τότε το έργο είναι μπροστά από τον αρχικό προγραμματισμό ενώ αν είναι μικρότερος από 1, το έργο είναι πίσω από τον αρχικό προγραμματισμό. Αν ο SPI είναι ίσος με 1, τότε το έργο εξελίσσεται όπως είχε προγραμματιστεί αρχικά. Ο SPI εκφρασμένος σε ποσοστιαίες μονάδες δείχνει το ποσοστό του χρόνου που στην πραγματικότητα έχει χρησιμοποιηθεί αποδοτικά.

**iii. Εκτίμηση κατά την ολοκλήρωση (Πότε είναι πιθανό ότι θα ολοκληρώσουμε την εργασία;)**

Ονομάζεται *Εκτίμηση κατά την ολοκλήρωση (Estimate at Completion - EAC)* και είναι μία εκτίμηση που μπορούν να κάνουν οι διευθυντές του έργου για το ποιος θα είναι ο συνολικός χρόνος που θα ολοκληρωθεί το έργο αν ισχύουν οι παρούσες συνθήκες και η πρόοδος του έργου συνεχίζει με τους ίδιους ρυθμούς. Υπολογίζεται από τον τύπο:

$$EAC = (BAC / SPI) / (BAC / months)$$

$$EAC = months / SPI$$

**Ανάλυση κόστους και πρόβλεψη**

**i. Διακύμανση του κόστους (Είμαστε πάνω ή κάτω από τον προϋπολογισμό;)**

Η Διακύμανση του κόστους (*Cost Variance - CV*) προσδιορίζει αν το έργο βρίσκεται πάνω ή κάτω από τον προϋπολογισμό που προέκυψε από τον αρχικό προγραμματισμό. Υπολογίζεται αφαιρώντας το Πραγματικό Κόστος από τη Προγραμματισμένη Αξία. Δηλαδή:

$$CV = PV - AC$$

Αν η CV είναι μεγαλύτερη από το μηδέν, τότε το κόστος του έργου είναι λιγότερο απ' αυτό που προέβλεπε ο προϋπολογισμός που προέκυψε από τον αρχικό προγραμματισμό, ενώ αν είναι μικρότερη από το μηδέν το κόστος είναι αντίστοιχα περισσότερο. Αν είναι ίση με το μηδέν τότε το κόστος είναι αντίστοιχα ίσο.

Η Διακύμανση του κόστους υπολογίζεται και ως ποσοστό από τον τύπο

$$CV\% = CV / EV$$

**ii. Δείκτης απόδοσης του κόστους (Πόσο αποδοτικά χρησιμοποιούμε τους πόρους μας;)**

Ο Δείκτης απόδοσης του κόστους (*Cost Performance Index - CPI*) είναι ένας δείκτης που παρουσιάζει το πόσο αποδοτικά έχουν χρησιμοποιηθεί οι πόροι στην πορεία του έργου. Υπολογίζεται διαιρώντας τη Παραγόμενη Αξία με το Πραγματικό Κόστος, δηλαδή:

$$CPI = EV / AC$$

Αν ο CPI είναι μεγαλύτερος από 1, τότε το κόστος του έργου είναι μικρότερο απ' αυτό που είχε αρχικά προϋπολογισθεί, ενώ αν είναι μικρότερος από 1, το κόστος είναι αντίστοιχα μεγαλύτερο. Αν είναι ίσος με τη μονάδα, τότε δεν έχουμε αποκλίσεις του κόστους.

**iii. Δείκτης εκτίμησης για την ολοκλήρωση (Πόσο αποδοτικά πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τους υπόλοιπους πόρους μας;)**

Ο Δείκτης εκτίμησης για την ολοκλήρωση (*To Complete Performance Index - TCPI*) είναι ένας δείκτης ο οποίος επιτρέπει στους διευθυντές του έργου να κάνουν αλλαγές και να αλλάξουν τον αρχικό προγραμματισμό (για το έργο που έχει απομείνει) ώστε το έργο να ολοκληρωθεί και να μην υπερβεί τον αρχικό προϋπολογισμό. Δίνεται από τον τύπο

$$TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$$

**iv. Εκτίμηση κατά την ολοκλήρωση (Πόσο θα κοστίζει πιθανότατα το έργο;)**

Η *Εκτίμηση κατά την ολοκλήρωση (Estimate at Completion - EAC)* δείχνει το πραγματικό κόστος του έργου αν συνεχίσει η πρόοδός του με τις παρούσες συνθήκες. Υπολογίζεται από τον τύπο:

$$EAC = BAC / CPI$$

**v. Διακύμανση κατά την ολοκλήρωση (Θα είμαστε πάνω ή κάτω από τον προϋπολογισμό;)**

Η *Διακύμανση κατά την ολοκλήρωση (Variance at Completion - VAC)* δείχνει αν το κόστος του έργου στο τέλος του θα έχει απόκλιση από τον αρχικό προϋπολογισμό. Υπολογίζεται από τον τύπο:

$$VAC = BAC - EAC$$

Η Διακύμανση κατά την ολοκλήρωση εκφρασμένη σε ποσοστό είναι:

$$VAC\% = VAC / BAC$$

Αν η VAC είναι θετική, το τελικό κόστος θα είναι μικρότερο απ' αυτό που είχε εκτιμηθεί αρχικά ενώ αν είναι αρνητική θα είναι αντίστοιχα μεγαλύτερο.

**vi. Εκτίμηση κατά την ολοκλήρωση (Πόσο θα κοστίζει η εναπομένουσα εργασία;)**

Μία *Εκτίμηση κατά την ολοκλήρωση (Estimate to Complete - ETC)* είναι αυτή που βασίζεται στη διαχείριση και λαμβάνει υπόψη την απομένουσα εργασία και την προσθέτουμε στο πραγματικό κόστος για να εξάγουμε την EAC.

$$EAC = AC + ETC$$

Θα γίνει πιο κάτω αναλυτική περιγραφή του τρόπου υπολογισμού του κόστους κατά την ολοκλήρωση.



Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 1) δείχνει τι υποδεικνύουν τα μέτρα απόδοσης της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας για ένα έργο σε σχέση με το πρόγραμμα σχεδιασμένης εργασίας και τους πόρους προϋπολογισμού.

Πίνακας 1: Ερμηνεία των Βασικών Μέτρων Απόδοσης της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας (PMI 2005)

Μέτρα Απόδοσης		Πρόγραμμα		
		<b>SV &gt; 0 &amp; SPI &gt; 1.0</b>	<b>SV = 0 &amp; SPI = 1.0</b>	<b>SV &lt; 0 &amp; SPI &lt; 1.0</b>
Κόστος	<b>CV &gt; 0 &amp; CPI &gt; 1.0</b>	Μπροστά από το Πρόγραμμα Κάτω από τον Προϋπολογισμό	Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Κάτω από τον Προϋπολογισμό	Πίσω από το Πρόγραμμα Κάτω από τον Προϋπολογισμό
	<b>CV = 0 &amp; CPI = 1.0</b>	Μπροστά από το Πρόγραμμα Σύμφωνα με τον Προϋπολογισμό	Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Σύμφωνα με τον Προϋπολογισμό	Πίσω από το Πρόγραμμα Σύμφωνα με τον Προϋπολογισμό
	<b>CV &lt; 0 &amp; CPI &lt; 1.0</b>	Μπροστά από το Πρόγραμμα Πάνω από τον Προϋπολογισμό	Σύμφωνα με το Πρόγραμμα Πάνω από τον Προϋπολογισμό	Πίσω από το Πρόγραμμα Πάνω από τον Προϋπολογισμό

Όλοι αυτοί οι δείκτες, οι διακυμάνσεις και οι εκτιμήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να απαντηθούν τα βασικά ερωτήματα διαχείρισης που αναφέρθηκαν στην εισαγωγή. Ο παρακάτω Πίνακας (Πίνακας 2) δείχνει πιο συγκεντρωμένα τη σχέση μεταξύ αυτών των ερωτημάτων για τη διαχείριση του έργου και των μέτρων απόδοσης της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας (PMI 2005).

**Πίνακας 2: Μέθοδος Παραγόμενης Αξίας και Βασικές Ερωτήσεις Διαχείρισης του Έργου (PMI 2005)**

<b>Ερώτηση Διαχείρισης Έργου</b>	<b>Μέτρα Απόδοσης της ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ</b>
<b>Πώς κάνουμε σύμφωνα με το χρόνο ;</b>	<b>Ανάλυση του Προγράμματος και Πρόβλεψη</b>
<i>Είμαστε μπροστά ή πίσω από το πρόγραμμα;</i>	<i>Διακύμανση του Προγράμματος (SV)</i>
<i>Πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιούμε το χρόνο;</i>	<i>Δείκτης της Απόδοσης του Προγράμματος (SPI)</i>
<i>Πότε είναι πιθανό ότι θα τελειώσουν οι εργασίες;</i>	<i>Εκτιμώμενος Χρόνος στην Ολοκλήρωση (EACt)</i>
<b>Πώς κάνουμε σύμφωνα με το κόστος ;</b>	<b>Ανάλυση του Κόστους και Πρόβλεψη</b>
<i>Είμαστε κάτω ή πάνω από τον προϋπολογισμό;</i>	<i>Διακύμανση του Κόστους (CV)</i>
<i>Πόσο αποδοτικά χρησιμοποιούμε τους πόρους μας;</i>	<i>Δείκτης της Απόδοσης του Κόστους (CPI)</i>
<i>Πόσο αποδοτικά χρησιμοποιούμε τους εναπομένοντες πόρους μας;</i>	<i>Δείκτης της Απόδοσης για την Ολοκλήρωση (TCPI)</i>
<i>Πόσο είναι πιθανό ότι θα κοστίσει το έργο;</i>	<i>Εκτίμηση κατά την Ολοκλήρωση (EAC)</i>
<i>Θα είμαστε κάτω ή πάνω από τον προϋπολογισμό;</i>	<i>Διακύμανση κατά την Ολοκλήρωση (VAC)</i>
<i>Πόσο θα κοστίσουν οι εναπομείναντες εργασίες;</i>	<i>Εκτίμηση για την Ολοκλήρωση (ETC)</i>

## **2.5 Τρόποι υπολογισμού του κόστους κατά την ολοκλήρωση**

Για να υπολογιστεί το κόστος του έργου κατά την ολοκλήρωσή του, θα πρέπει να είναι γνωστοί οι λόγοι για τους οποίους παρατηρήθηκε απόκλιση από τον αρχικό σχεδιασμό και αναλόγως να γίνει μία εκτίμηση του κόστους (Υψηλάντης).

1. Αν τη στιγμή που γίνεται ο έλεγχος διαπιστωθεί ότι το έργο εξελίσσεται όπως είχε σχεδιαστεί με μικρές μόνο αποκλίσεις, τότε οι διευθυντές του έργου μπορούν να μην επέμβουν στον αρχικό σχεδιασμό και το έργο να συνεχιστεί όπως και μέχρι πριν τον έλεγχο. Το τελικό κόστος και ο χρόνος ολοκλήρωσης θα είναι πολύ κοντά στα αρχικά εκτιμημένα. Τότε το τελικό κόστος δίνεται από τον τύπο

$$EAC = BAC / CPI$$

2. Αν τη στιγμή που γίνεται ο έλεγχος διαπιστωθούν μεγάλες αποκλίσεις στο κόστος και στο χρόνο, τότε υπάρχουν διάφορες λύσεις στις οποίες θα καταφύγουν οι διευθυντές. Υπάρχει περίπτωση να είχε γίνει λανθασμένη εκτίμηση του κόστους του έργου στην αρχή και αυτό να διαπιστώθηκε αργότερα, ας πούμε στον πρώτο έλεγχο που έγινε. Τότε πρέπει οι διευθυντές να διορθώσουν τη λάθος υπόθεση που είχαν κάνει αρχικά, ορίζοντας ένα νέο ποσό (κόστος για την ολοκλήρωση του έργου, Estimate to Complete – ETC) το οποίο σαφώς και θα απέχει αισθητά από το αρχικά εκτιμώμενο. Και έτσι το συνολικό κόστος στην ολοκλήρωση του έργου θα διαφέρει από το αρχικό. Τότε το τελικό κόστος θα δίνεται από τον τύπο

$$EAC = AC + ETC$$

3. Μία άλλη περίπτωση απόκλισης από τον αρχικό σχεδιασμό που μπορεί να συναντήσουμε κατά τη διάρκεια ενός έργου είναι οι διάφορες ανωμαλίες που μπορεί να προκύψουν. Με τον όρο ανωμαλίες εννοούμε λάθη, κακές εκτιμήσεις, απρόβλεπτες εξελίξεις στο έργο. Τέτοιου είδους ανωμαλίες παρατηρούνται σε τυχόν έλεγχο που θα γίνει και οι διευθυντές φροντίζουν να μην ξανασυμβεί κάτι παρόμοιο στη συνέχεια του έργου. Δηλαδή συναντώνται μόνο μία φορά και δεν αναμένεται να ξανασυναντηθούν. Αυτές οι ανωμαλίες έχουν ως αποτέλεσμα να επηρεαστεί ο προγραμματισμός που είχε γίνει και τα τελικά μεγέθη να διαφέρουν. Σε αυτή την περίπτωση, οι διευθυντές μπορούν να συνεχίσουν το έργο από κει και πέρα με βάση τον σχεδιασμό που είχε γίνει από το σημείο που έγινε ο έλεγχος και μετά. Τότε το τελικό κόστος δίνεται από τον τύπο

$$EAC = AC + ( BAC - EV )$$

4. Υπάρχει και μία άλλη περίπτωση. Ότι δηλαδή το έργο θα εξελίσσεται με βάση το ίδιο πλάνο σε όλη τη διάρκειά του. Για το χρονικό διάστημα όμως από τον έλεγχο που έγινε και μετά, το υπόλοιπο του προϋπολογισμού θα επηρεάζεται από το δείκτη απόδοσης του κόστους. Οπότε το τελικό κόστος και ο χρόνος ολοκλήρωσης θα είναι ανάλογα με την πορεία του έργου μέχρι τότε που έγιναν οι πρώτες μετρήσεις. Τότε το τελικό κόστος δίνεται από τον τύπο

$$EAC = AC + ( BAC - EV ) / CPI$$

## **2.6 Μέθοδοι παρουσίασης των πληροφοριών της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας**

Η Μέθοδος της Παραγόμενης Αξίας μπορεί να προσφέρει ένα μεγάλο εύρος χρήσιμων πληροφοριών για τους διάφορους παράγοντες που εμπλέκονται σε κάποιο έργο. Παρ' όλα αυτά, το επίπεδο, η πολυπλοκότητα και ο τύπος των πληροφοριών ποικίλει από τον ένα παράγοντα στον άλλο. Ο πελάτης (ο ιδιοκτήτης) χρειάζεται απλά μία αναφορά ανά τακτά χρονικά διαστήματα η οποία δεν θα είναι λεπτομερής. Αρκεί να ξέρει αν το έργο κυλάει σύμφωνα με τον αρχικό προγραμματισμό και σε επίπεδο κόστους αλλά και χρόνου. Σε αντίθεση με τον πελάτη, ο διαχειριστής του έργου, χρειάζεται πιο τακτικές αναφορές για την πρόοδο του έργου και με περισσότερες λεπτομέρειες ώστε να μπορέσει να κάνει προσαρμογές στο έργο όπου χρειάζεται.

Έχουν αναπτυχθεί αρκετές μέθοδοι για την παρουσίαση των πληροφοριών της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας. Οι κυριότερες και πιο συχνά χρησιμοποιούμενες απ' αυτές περιλαμβάνουν (PMI 2005):

- Καμπύλες S
- Πίνακες
- Ιστογράμματα

### **Καμπύλες S**

Οι καμπύλες S χρησιμοποιούνται για να παρουσιάσουν τα σωρευτικά μέτρα απόδοσης της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας. Η κλασική καμπύλη S απεικονίζεται σε ένα σύστημα αξόνων X-Y όπου στον κατακόρυφο άξονα (Y) είναι οι πόροι του έργου και στον οριζόντιο (X) η χρονική διάρκεια. Η απεικόνιση με κάποια καμπύλη S είναι πολύ αποτελεσματική γιατί μπορεί κάποιος με μία ματιά να δει την ολική (μέχρι εκείνη τη στιγμή) εκτέλεση του έργου ή κάποιου τμήματος αυτού.

### **Πίνακες**

Μία απεικόνιση σε μορφή πίνακα μπορεί να είναι αποτελεσματική καθώς δίνει στο διαχειριστή του έργου και σε κάθε άλλο ενδιαφερόμενο λεπτομερή εικόνα για την κάθε συνιστώσα του έργου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μία φυσική συνέχεια σε μία Καμπύλη S για να παρέχει περισσότερη λεπτομέρεια στο πού βρίσκεται το έργο σε κάποια δεδομένη χρονική στιγμή.

### **Ιστογράμματα**

Τα ιστογράμματα μπορούν να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για να συγκρίνουμε πληροφορίες όπως τη Προγραμματισμένη Αξία με την Παραγόμενη Αξία.

## **2.7 Τα βήματα της ανάλυσης της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας**

Στα προηγούμενα χωρία αναφέρθηκαν και επεξηγήθηκαν οι παράμετροι και τα παραγόμενα μεγέθη της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας. Έχοντας γνώση αυτών, θα αναλυθεί ο τρόπος που εφαρμόζεται και λειτουργεί η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας. Υπάρχουν 5 βήματα για να εφαρμοστεί η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας και 4 βήματα για να χρησιμοποιηθεί (Wilkins 1999). Αυτά τα βήματα χρησιμοποιούνται σε όλων των ειδών τα έργα στα οποία εφαρμόζεται η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας.

### *1. Εγκατάσταση της Δομής Ανάλυσης Εργασιών (WBS)*

Έγινε αναφορά για τον προσδιορισμό και τη λειτουργία του WBS νωρίτερα.

### *2. Προσδιορισμός των δραστηριοτήτων*

Το σύνολο των εργασιών του έργου απαιτεί σχεδιασμό και η εκτέλεσή τους απαιτεί έλεγχο. Η ολοκληρωμένη διαχείριση του εύρους των εργασιών, του σχεδιασμού και του κόστους απαιτεί, ότι ένα μεμονωμένο άτομο ή μία ομάδα διανομής των προϊόντων θεωρούνται υπεύθυνοι για την εργασία που ομαδοποιείται σε κάθε τμήμα ελέγχου. Ένα άτομο ή μία ομάδα μπορεί να είναι υπεύθυνη για περισσότερα από ένα τμήματα ελέγχου, αλλά κάθε τμήμα ελέγχου πρέπει να διαχειρίζεται μόνο από έναν διαχειριστή ή ομάδα τμήματος ελέγχου. Το WBS δίνει το πλαίσιο για τον προσδιορισμό των συνιστωσών ενός έργου. Η κάθε δραστηριότητα αντιστοιχεί σε κάποιο στοιχείο του WBS. Με την ολοκλήρωση αυτού του βήματος, έχουμε τον προγραμματισμό των δραστηριοτήτων του έργου, συνήθως σε ένα διάγραμμα CPM.

### *3. Κατανομή των δαπανών*

Το τρίτο βήμα είναι ο προσδιορισμός και η κατανομή των δαπανών που θα χρησιμοποιηθούν για κάθε δραστηριότητα. Μιας και η κάθε δραστηριότητα αντιπροσωπεύει μία τετελεσμένη προσπάθεια μέσα στο έργο, έχει χρονική διάρκεια και απαιτεί τη δαπάνη κάποιων πόρων. Ο επαγγελματίας θα πρέπει να αποφασίσει αν θα χρησιμοποιήσει μόνο εργασιακούς πόρους, όπως οι εργατοώρες, ή αν θα χρησιμοποιήσει χρηματικές μονάδες και έτσι να παρουσιάσει όλες τις δαπάνες του έργου στο πρόγραμμα. Αυτές οι επιλογές περιλαμβάνουν γραμμική εξάπλωση καθ' όλη τη διάρκεια της δραστηριότητας ή χρήση μια καμπύλης για να προσεγγιστεί η αναμενόμενη δαπάνη κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της δραστηριότητας. Αυτές οι καμπύλες έχουν απεριόριστη ποικιλία σχημάτων.

### *4. Προγραμματισμός των δραστηριοτήτων*

Το τέταρτο βήμα είναι ο υπολογισμός του χρονοδιαγράμματος των δραστηριοτήτων. Αυτό το βήμα γενικά παρέχει την εξάπλωση των πόρων καθ' όλη τη χρονική διάρκεια του έργου. Παράγει την κλασική καμπύλη-S του πλάνου του έργου ή της αναφοράς. Στην μέθοδο Παραγόμενης Αξίας, η πρόοδος όλων των εργασιών πρέπει να μετρείται. Η μέτρηση της ποσότητας του εύρους των εργασιών που έχουν ολοκληρωθεί σχεδιάζεται στο επίπεδο καθήκοντος σε συνδυασμό με τη βάση μέτρησης της απόδοσης. Μία τεχνική της EV επιλέγεται για κάθε καθήκον και βασίζεται στις χρονικές και φυσικές ποιότητες της εργασίας. Η αντικειμενική

μέτρηση της φυσικής προόδου στα καθήκοντα με απτά αποτελέσματα είναι ανώτερη απ' όλες τις άλλες μετρήσεις. Οι υποκειμενικές εκτιμήσεις της προόδου θεωρούνται υποδεέστερες. Τα καθήκοντα τα οποία μπορούν να ολοκληρωθούν σε μία περίοδο αναφορών προόδου απαιτούν μόνο μία μέτρηση και προτιμώνται. Τα καθήκοντα τα οποία εκτείνονται σε αρκετές περιόδους αναφορών πρέπει να μετρούνται αντικειμενικά με ορόσημα αντιπροσωπεύοντας ενδιάμεσα, απτά αποτελέσματα.

#### *5. Σύνοψη, σχεδιασμός και ανάλυση*

Το τελικό βήμα είναι η σύνοψη και ο σχεδιασμός των διαθέσιμων πληροφοριών και μετά η ανάλυση αυτών των πληροφοριών. Σκοπός είναι να επιβεβαιωθεί ότι η δαπάνη των πόρων είναι σωστά σχεδιασμένη. Αυτό περιλαμβάνει ανάλυση των ατομικών πόρων για να διαπιστωθεί αν η μέγιστη απαίτηση κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε περιόδου είναι διαθέσιμη. Αυτό το βήμα περιλαμβάνει επίσης ανασκόπηση των χρηματοροών για να διαπιστωθεί αν το οικονομικό πλάνο για το έργο υποστηρίζει το χρονοδιάγραμμα. Τρίτον, παρέχει μία ανασκόπηση για να είναι σίγουρο ότι όλοι οι πόροι του έργου και οι δαπάνες που προϋπολογίστηκαν είναι στο σύνολό τους μέσα στο πρόγραμμα. Φυσικά υπονοείται ότι οποιαδήποτε διόρθωση τυχών ανωμαλιών που θα παρουσιαστούν κατά τη διάρκεια αυτού του βήματος, είναι μέρος του βήματος αυτού.

Όταν ολοκληρωθούν αυτά τα 5 βήματα, η ομάδα του έργου θα έχει το υπόβαθρο και τη δυνατότητα να διεξάγει περιοδική ανάλυση της προόδου του έργου και της απόδοσής του. Αυτή η διαδικασία εξηγείται στα παρακάτω 4 βήματα.

#### *6. Ενημέρωση του χρονοδιαγράμματος*

Το πρώτο βήμα στην περιοδική διαδικασία είναι η ενημέρωση του χρονοδιαγράμματος με την πρόοδο της εκάστοτε περιόδου. Οι δραστηριότητες του χρονοδιαγράμματος του έργου αναφέρονται όταν ξεκινάνε, όταν τελειώνουν ή με μία παραμένουσα διάρκεια, όπως ενδείκνυται. Το ποσοστό ολοκλήρωσης των ημιτελών εργασιών θα πρέπει και αυτό να αναφέρεται. Ο επαγγελματίας θα πρέπει να αποφεύγει την αντικειμενικότητα εδώ. Για τη φυσική εργασία, μπορεί να είναι εύκολο να προσδιοριστεί το ποσοστό ολοκλήρωσής της. Για την εργασία που είναι προσπάθεια ανθρώπων και δεν είναι εύκολη η μέτρησή της, πιθανόν να χρειαστεί να εφαρμοστούν ειδικοί κανόνες. Ένας βασικός κανόνας είναι το να αναφέρεται το



ποσοστό ολοκλήρωσης σύμφωνα με τα ολοκληρωμένα ορόσημα μέσα σε μία δραστηριότητα. Για παράδειγμα, αν η δραστηριότητα είναι η δημιουργία μιας μελέτης, η πρόοδος θα πρέπει να αναφέρεται ως εξής: 10% όταν έχει ολοκληρωθεί η προκαταρτική έρευνα και η μελέτη του παρελθόντος, 20% όταν ολοκληρώνεται η προμελέτη και πηγαίνει στη σύνταξη, 40% όταν τυπώνεται το πρώτο προσχέδιο, 50% όταν αξιολογείται το πρώτο προσχέδιο, 60% όταν ολοκληρώνεται το δεύτερο προσχέδιο, 75% όταν ολοκληρώνεται η αξιολόγηση του πελάτη, 90% όταν η τελική μελέτη ολοκληρώνεται και 100% όταν η μελέτη εκδίδεται για την κατασκευή. Το κλειδί για τον προσδιορισμό αυτού του κανόνα είναι ότι το κάθε ορόσημο είναι διακριτό, και η επίτευξή του αναγνωρίζεται εύκολα από τις εν λόγω ενδείξεις. Ένας δεύτερος βασικός κανόνας ο οποίος είναι αποτελεσματικός όταν το έργο έχει πολλές δραστηριότητες είναι η χρήση του 50-50. Σ' αυτόν τον κανόνα, η κάθε δραστηριότητα θεωρείται ως 50% ολοκληρωμένη όταν έχει αναφερθεί η ημερομηνία έναρξής της και ως 100% ολοκληρωμένη όταν αναφέρεται η ημερομηνία πέρατός της. Η αναφορά της προόδου παρέχει τη βάση για τους υπολογισμούς της Παραγόμενης Αξίας.

#### *7. Εισαγωγή του Πραγματικού Κόστους*

Το δεύτερο βήμα στην περιοδική διαδικασία είναι η εισαγωγή του πραγματικού κόστους στο χρονοδιάγραμμα. Αυτή η πληροφορία προκύπτει από τα δελτία και τα τιμολόγια του έργου. Είτε η πληροφορία εισάγεται χειροκίνητα είτε ηλεκτρονικά, είναι θέμα επιλογής που εξαρτάται από το βαθμό της ολοκλήρωσης του οικονομικού λογιστικού συστήματος της εταιρίας και του συστήματος ελέγχου του έργου. Σε οποιαδήποτε περίπτωση, είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί ποιες δαπάνες κατανέμονται σε ποιες δραστηριότητες. Με τη σωστή ολοκλήρωση των οικονομικών και λογιστικών συστημάτων του έργου, αυτή η διαδικασία διευκολύνεται σε σημείο αυτοματοποίησης.

#### *8. Υπολογισμός, Εκτύπωση και Σχεδιασμός*

Το επόμενο βήμα στην περιοδική διαδικασία είναι ο υπολογισμός της Παραγόμενης Αξίας και η εκτύπωση των αναφορών και ο σχεδιασμός των διαγραμμάτων για την ανάλυση. Αυτό παρέχει τη βασική αξία για τη διαδικασία της Παραγόμενης Αξίας. Σ' αυτό το στάδιο γίνονται και οι υπολογισμοί διακύμανσης κόστους και χρόνου, οι

δείκτες απόδοσης, οι εκτιμήσεις στην ολοκλήρωση και τα ποσοστά ολοκλήρωσης των ανώτερων στοιχείων του WBS. Οι ορισμοί αυτών των μεγεθών έχουν δοθεί πιο πάνω.

Ένας ακόμη υπολογισμός είναι αξιοσημείωτος μιας και γίνεται δυνατός από την Παραγόμενη Αξία. Αυτός είναι το ποσοστό ολοκλήρωσης στα πιο πάνω επίπεδα του WBS. Καθώς η διαδικασία τυπικά καταγράφεται στο επίπεδο της κάθε δραστηριότητας (στο κατώτερο επίπεδο του WBS), οι υπεύθυνοι του έργου στα ανώτερα επίπεδα του WBS χρειάζεται να γνωρίζουν τις ίδιες πληροφορίες όπως και οι «διοικητές των δραστηριοτήτων». Η διαδικασία περιλαμβάνει την κύλιση προς τα πάνω επίπεδα, των πληροφοριών μέσα στο WBS. Οι προϋπολογισμοί και τα κόστη είναι εύκολο να κυλίσουν προς τα πάνω επίπεδα. Αυτό γίνεται προσθέτοντας τις αξίες των χαμηλότερων στοιχείων για να προκύψει η αξία του παρόντος στοιχείου. Παρ' όλα αυτά, για να ολοκληρωθεί η κύλιση προς τα πάνω επίπεδα του ποσοστού ολοκλήρωσης, χρησιμοποιείται η Παραγόμενη Αξία. Μιας και η Παραγόμενη Αξία σχετίζεται άμεσα με το ποσοστό ολοκλήρωσης, μπορεί να προστεθεί η Παραγόμενη Αξία των χαμηλότερων δραστηριοτήτων για να προκύψει η αξία της παραγόμενης δραστηριότητας.

#### *9. Ανάλυση και Αναφορά*

Το τελικό βήμα στη διαδικασία ανάλυσης της Παραγόμενης Αξίας είναι η ανάλυση των πληροφοριών και η αναφορά των αποτελεσμάτων αυτής της ανάλυσης. Οι διευθυντές του έργου πρέπει να αποφασίσουν που βρίσκονται τα προβλήματα και ποιες ενέργειες πρέπει να γίνουν ή συνίστανται. Μία φτωχή εκτέλεση μπορεί να ζητάει ανάκαμψη καθώς και ένας φτωχός προγραμματισμός μπορεί να ζητάει ανασχεδιασμό. Είναι κρίσιμο ότι η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας παρέχει την καλύτερη πιθανή ανατροφοδότηση σε αυτούς που πρέπει να πάρουν τις αποφάσεις και να αναλάβουν τις δράσεις. Απλές μετρήσεις μόνο μπορεί να μην είναι αρκετές, ειδικά αν οι αποφάσεις και οι πράξεις φαίνεται να καλύπτονται από εγγύηση. Τα σχέδια και οι τάσεις σε περιοδικές και σωρευτικές πληροφορίες πρέπει να παρουσιάζονται σε πίνακες και γραφήματα για ανασκόπηση και θα πρέπει να παρέχονται επεξηγήσεις και ερμηνείες από τους διευθυντές οι οποίοι έχουν αυτές τις πληροφορίες και την επίγνωση.

## **Λοιπή βιβλιογραφία**

Στο άρθρο “ Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes”, παρουσιάζουν οι Lipke, Zwikael, Henderson, Anbari την μέθοδο διαχείρισης της Παραγόμενης Αξίας, η οποία παρέχει τρόπους πρόβλεψης του τελικού κόστους των έργων. Οι προϋπάρχουσες μέθοδοι, με εξαίρεση μία, σε μεγάλο βαθμό δεν έχουν βελτιωθεί και παραμένουν ελλιπείς ως προς την ακρίβεια. Αν και η εφαρμογή της μεθόδου είναι σαφέστατη για το σύνολο του έργου, παρ' όλα αυτά δεν περιλαμβάνει προβλέψεις για τη συνολική διάρκεια των τμημάτων των έργων.

Το παραπάνω άρθρο πραγματεύεται την ανάπτυξη μιας αξιόπιστης μεθόδου πρόβλεψης της συνολικής διάρκειας και του συνολικού κόστους ενός έργου, παρέχοντας στους project managers όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζονται για την λήψη αποφάσεων. Για την σωστή λειτουργία και την επίτευξη των στόχων της παραπάνω μεθόδου χρησιμοποιούνται μια αναγνωρισμένη μέθοδος διαχείρισης έργου, μία πρόσφατη τεχνική ανάλυση αποδοτικότητας χρονοδιαγράμματος και τα μαθηματικά της Στατιστικής «Ανάλυση Παραγόμενης Αξίας» (Earned Value Management), «Παραγόμενος Χρόνος» (Earned Schedule) και στατιστικές μέθοδοι πρόβλεψης και εξέτασης.

Στο άρθρο “A model for effective implementation of Earned Value Management methodology”, παρουσιάζουν οι EunHong Kim, William G. Wells Jr. και Michael R. Duffey ένα μοντέλο βασισμένο σε έρευνα δύο ετών που εστιάζει στην καλύτερη εφαρμογή της μεθόδου της παραγόμενης Αξίας σε διάφορους τύπους οργανισμών και έργων. Από την έρευνα προέκυψαν τα εξής πορίσματα:

- 1) Η μέθοδος της Παραγόμενης Αξίας παρουσιάζει μία ευνοϊκότερη οπτική όσον αφορά την εξάλειψη των προβλημάτων και τη βελτίωση των υποδομών και για αυτό το λόγο τυγχάνει μεγαλύτερης αποδοχής
- 2) Η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά ως προς την αποδοτικότητα και την αποδοχή σε διάφορους τύπους οργανισμών και έργων, εφόσον προσεγγιστούν ευρύτερα και συνεκτιμηθούν τέσσερις παράγοντες

(χρήστες της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας, μεθοδολογία Παραγόμενης Αξίας, περιβάλλον έργου και διαδικασία εφαρμογής)

Επιπλέον, η μέθοδος της Παραγόμενης Αξίας επιτρέπει μια πιο ακριβή μέτρηση τόσο της αποδοτικότητας ενός έργου όσο και της προόδου αυτού λόγω της κρισιμότητας της στην ανάλυση και τον έλεγχο αποδοτικότητας του έργου. Οι Leila Moslemi Naeni, Shahram Shadrock και Amir Salehipour προτείνουν ένα ασαφές (fuzzy) μοντέλο αντιμετώπισης της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας του οποίου τα πλεονεκτήματα αφορούν την εξέλιξη των δεικτών της μεθόδου και την εκτίμηση της διάρκειας και του κόστους του έργου. Το μοντέλο αυτό είναι πολύ χρήσιμο στην αξιολόγηση της προόδου ενός έργου όταν υπάρχει αβεβαιότητα δεδομένου ότι η αποδοτικότητα είναι συνυφασμένη με την καθημερινή ανθρώπινη δραστηριότητα (Moslemi Naeni και λοιποί 2010).

Οι τρεις σημαντικοί παράγοντες οι οποίοι συναντώνται σε όλες τις μεθόδους μέτρησης της απόδοσης προκειμένου να αξιολογηθεί ένα κατασκευαστικό έργο, είναι οι εξής: σκοπός, πρόγραμμα και προϋπολογισμός. Προκειμένου οι διευθυντές του έργου (project managers) να καταφέρουν στα πλαίσια της αντικειμενικής μέτρησης της απόδοσης -λαμβάνοντας δηλαδή υπ' όψιν όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία για τους τρεις παράγοντες-κλειδιά, χωρίς να υστερούν σε ταχύτητα και ορατότητα- να κάνουν τις προβλέψεις προόδου και κόστους του έργου, χρησιμοποιούν εδώ και δεκαετίες την μέθοδο Παραγόμενης Αξίας. Έχουν έτσι, τη δυνατότητα να κάνουν ένα ικανοποιητικό χρονοδιάγραμμα και προγραμματισμό κόστους στην αρχή της μελέτης. Στη συγκεκριμένη μελέτη, στόχος είναι να προταθούν μέθοδοι και προεκτάσεις για την εφαρμογή των αρχών της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας, οι οποίες συνδέονται άρρηκτα με τις ανάγκες των managers οι οποίοι συγκεκριμένα, είναι οι επιβλέποντες έργων, στα οποία η ανεπιθύμητη αύξηση του κόστους οφείλεται κυρίως σε καθυστερήσεις στα χρονοδιαγράμματα και στα απρόβλεπτες αλλαγές εντολών. Οι τρεις κατευθύνσεις των προεκτάσεων αυτών, είναι οι εξής: (1) Ανάλυση των χαρτοφυλακίων των κατασκευαστικών έργων, (2) Ενσωμάτωση της ανάλυσης σε μία καινοτόμου χαρακτήρα pay-for-performance πρακτική ανθρώπινων πόρων και (3) Χρήση της regression analysis για την ανάπτυξη των βασικών καμπυλών earned value. Στη μελέτη αυτή, παρουσιάζεται σε έναν ικανοποιητικό βαθμό, μια γκάμα από ήδη χρησιμοποιούμενες μεθόδους μέτρησης της απόδοσης, οι οποίες

χρησιμοποιούνται για γρήγορη αξιολόγηση χαρτοφυλακίων και έργων, με ιδιαίτερη έμφαση στον καθορισμό μίας μεθόδου η οποία ουσιαστικά παράγει τυποποιημένες καμπύλες planned value. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται για ανάλυση και επίβλεψη σημαντικών έργων και έργων αποκατάστασης/μετατροπής, από την US General Services Administration's Public Buildings Service, κάτι που την καταδεικνύει αποτελεσματική και έγκυρη (Alvarado και λοιποί 2004).

Οι δημιουργία εργολαβιών και η επιτυχία τους επηρεάζονται άμεσα από τη χρήση των μεθόδων της Παραγόμενης Αξίας. Πιο συγκεκριμένα, η WBS της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας, συνεισφέρει θετικά στη δημιουργία εργολαβιών, ενώ γενικά η επιτυχία μιας εργολαβίας αποδεικνύεται ότι είναι αρκετά πιθανή στην περίπτωση χρήσης των μεθόδων Παραγόμενης Αξίας και πιο θετικά φαίνεται να επηρεάζει τις εργολαβίες μοντέλου cost-plus παρά του fixed-price. Η διαφορετική αυτή συνεισφορά, είναι έντονη κυρίως στις περιοχές σχεδιασμού του χρονοδιαγράμματος και σχεδιασμού των πληρωμών. Δύο πολύ σημαντικά εργαλεία της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας τα οποία αποδείχθηκε ότι συνδράμουν σημαντικά στη γενική διαχείριση των εργολαβιών –και των δύο προαναφερθέντων μοντέλων cost-plus και fixed-price- είναι η καμπύλη S και οι μετρήσεις της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας. Ειδικότερα για το δεύτερο (τις μετρήσεις της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας) αποδεικνύεται από τις διάφορες εφαρμογές στα δύο μοντέλα εργολαβιών, ότι σε γενικές γραμμές η επιρροή τους δεν είναι διαφορετική, με εξαίρεση στο κομμάτι της αξιολόγησης και της επεξεργασίας των αιτημάτων πληρωμής. Από τα συγκεκριμένα πορίσματα που έχουν εξαχθεί ανά καιρούς από την εφαρμογή της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας, ωφελημένοι φαίνεται να βγαίνουν οι εταιρικοί και κυβερνητικοί σχεδιαστές πολιτικών και προφανώς οι επαγγελματίες αναλυτές και υπερασπιστές της χρήσης της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας. Η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας λοιπόν, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν για όλα τα έργα ανεξάρτητα από τον τύπο της εργολαβίας, όχι μόνο διότι η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας συνεισφέρει θετικά στην ανάπτυξη και διαχείριση μιας εργολαβίας εν γένει, αλλά επίσης και για τη κομβικής σημασίας συνεισφορά της στην επιτυχία του έργου. Οι πιθανότητες για έγκυρη πρόβλεψη της προόδου της εργολαβίας αυξάνονται, όσο αυξάνονται τα «δεδομένα εισόδου» της μελέτης της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας, δηλαδή για παράδειγμα τα κόστη της εργολαβίας. Για το κάθε μοντέλο εργολαβίας τώρα, ο μηχανισμός της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας θα πρέπει να χρησιμοποιείται με τα αντίστοιχα εργαλεία/μεθόδους τα οποία επηρεάζουν θετικά την ανάλυση του συγκεκριμένου

μοντέλου εργολαβίας. Πιο συγκεκριμένα, σε fixed-price εργασίες, έμφαση πρέπει να δίνεται στο σχεδιασμό της πολιτικής πληρωμών, μετριάζοντας το ρίσκο της απόδοσης της αυτής πολιτικής, με χρήση μιας WBS, καθώς επίσης και χρήση των μετρικών της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας προκειμένου να είναι αποδοτική η αξιολόγηση και η επεξεργασία των αιτημάτων πληρωμής. Αντίστοιχα με τις εργασίες fixed-price, στις cost-plus η χρήση της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας έγκυται περισσότερο στο σχεδιασμό των χρονοδιαγραμμάτων με τη χρήση WBS προκειμένου να μετριάσει το οικονομικό ρίσκο (Marshall και λοιποί 2008).

Τα βασικά πλεονεκτήματα χρήσης της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας (Chen 2008) είναι:

- Αντικειμενική μέτρηση της προόδου του έργου.
- Ευκολία στην κατανόηση των δεικτών και των στοιχείων της μεθόδου από όλους όσους εμπλέκονται στο έργο.
- Αποτελεί προειδοποίηση για καθυστερήσεις ή υπερβάσεις κόστους και δίνει τη δυνατότητα για έγκαιρες διορθωτικές κινήσεις
- Δυνατότητα πρόβλεψης του τελικού κόστους του έργου μέσω του δείκτη Estimate At Completion - EAC (Εκτίμηση κατά την ολοκλήρωση).

Τα σαφή πλεονεκτήματα της χρήσης της μεθόδου είναι αδιαμφισβήτητα. Θα πρέπει παρ' όλα αυτά να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στα παρακάτω.

1. *Δεδομένα της μεθόδου:* Η ομάδα έργου θα πρέπει να μη στηρίζεται αποκλειστικά στα αποτελέσματα της μεθόδου. Ενδέχεται ένα έργο να καθυστερεί σε όλες τις δραστηριότητες που βρίσκονται στον κρίσιμο δρόμο αλλά επειδή στις υπόλοιπες δραστηριότητες η απόδοση είναι ικανοποιητική, αυτό το πρόβλημα να μην εμφανίζεται στους δείκτες της μεθόδου. Η μέθοδος του κρίσιμου δρόμου πρέπει οπωσδήποτε να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την μέθοδο Παραγόμενης Αξίας.
2. *Λάθος τρόπος μέτρησης της πραγματικής προόδου των εργασιών (του εκτελεσμένου έργου):* Η ορθή εφαρμογή της μεθόδου απαιτεί και σωστό τρόπο μέτρησης του εκτελεσμένου έργου. Για κάθε τύπο εργασιών (μελέτη,

προμήθεια, ανέγερση) απαιτείται και διαφορετικός τρόπος μέτρησης της προόδου.

3. *Λάθος προσδοκίες από τη μέθοδο:* Η μέθοδος από μόνη της δε μπορεί να αποτρέψει την αποτυχία ενός έργου. Για αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιείται απλώς ως μηχανισμός έγκαιρης προειδοποίησης των θεμάτων του έργου.
4. *Ακαμψία της Διοίκησης να αναθεωρήσει τη βάση αναφοράς του έργου:* Ακόμη και στην περίπτωση που εφαρμόζεται η μέθοδος με τον καλύτερο δυνατό τρόπο είναι πιθανό να μην αποδίδει τα αναμενόμενα αποτελέσματα επειδή η διοίκηση αδυνατεί να αναγνωρίσει ότι η βάση αναφοράς του έργου πρέπει να μεταβληθεί. Αυτό μπορεί να συμβαίνει είτε γιατί έχει αλλάξει το εύρος του έργου είτε γιατί έχει γίνει μια μεγάλη αναθεώρηση στον προϋπολογισμό ή ακόμη και στο χρονοδιάγραμμα.
5. Η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας δεν έχει σχεδιαστεί για να ελέγχει την επίτευξη του προκαθορισμένων επιπέδων ποιότητας, αλλά μόνο για τη μέτρηση της απόδοσης κόστους και του χρονοδιαγράμματος. Συνεπώς, η επίτευξη των στόχων ποιότητας είναι εντελώς εκτός των ορίων και των δυνατοτήτων της μεθόδου (Jarnagan 2009).

Παρ' όλο που η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας έχει επιτύχει στην ποσοτική έκφραση και ανάλυση της απόδοσης του κόστους του έργου, είναι δύσκολη η παρακολούθηση της απόδοσης του χρονικού προγραμματισμού του έργου. Η δυσκολία αυτή συναντάται για τους εξής λόγους:

- Οι δείκτες χρονικού προγραμματισμού της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας εκφράζονται σε μονάδες κόστους και όχι σε μονάδες χρόνου. Επειδή η βασική μονάδα μέτρησης είναι το κόστος, οι δείκτες προγραμματισμού του χρόνου απαιτούν μεγάλο χρονικό διάστημα εξοικείωσης όταν πρόκειται να εφαρμοστεί η μέθοδος.
- Λόγω των παραπάνω, είναι δύσκολο να συγκριθούν με τους χρονικούς δείκτες του έργου όπως την κρίσιμη διαδρομή (critical path) και την ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου.
- Ο βασικότερος λόγος είναι ότι στο τέλος του έργου οι χρονικοί δείκτες προγραμματισμού της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας προσεγγίζουν το 1. Η παραγόμενη αξία ισούται πάντα με την τελική προγραμματισμένη αξία του έργου

(PV), και επομένως με το κόστος του έργου κατά την ολοκλήρωσή του, BAC. Συνεπώς, η χρονική απόκλιση του έργου (SV) πάντα επιστρέφει στο μηδέν και ο Δείκτης απόδοσης χρονοδιαγράμματος (SPI) επιστρέφει πάντα στη μονάδα, ανεξάρτητα από τη διάρκεια του έργου και την καθυστέρηση του χρονοδιαγράμματος.

Δεν έχει λοιπόν νόημα ο προσδιορισμός δεικτών χρονικού προγραμματισμού για τα έργα των οποίων οι εργασίες συνεχίζουν να εκτελούνται και μετά το πέρας της αρχικά εκτιμώμενης χρονικής διάρκειας.

Για να ξεπεραστεί η παραπάνω αδυναμία της μεθόδου ο Lipke (2003, 2005) προτείνει τη μέθοδο του Παραγόμενου Χρόνου (Earned Schedule).

Στην τρέχουσα πρακτική της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας, η διακύμανση του προγράμματος και η απόδοση του προγράμματος είναι και τα δύο μέτρα του εύρους εργασιών. Η εργασία αντιπροσωπεύεται από το προϋπολογισθέν κόστος όπως καταγράφεται στη βάση μέτρησης της απόδοσης. Η διακύμανση του προγράμματος της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας είναι η διαφορά μεταξύ της εκτελεσμένης εργασίας και της προγραμματισμένης εργασίας, και ο δείκτης της απόδοσης του προγράμματος είναι η αναλογία της εκτελεσμένης εργασίας προς την προγραμματισμένη εργασία.

$$SV = EV - PV \quad \text{και} \quad SPI = EV / PV$$

Αυτές οι μετρήσεις της SV και του SPI είναι χρήσιμοι δείκτες και χρήσιμες για πρόβλεψη της απόδοσης και των αποτελεσμάτων. Αλλά, επειδή είναι βασισμένοι στην εργασία και όχι στο χρόνο, μπορούν να συμπεριφέρονται με τρόπους που δεν είναι κανονικά αναμενόμενο από τους προγραμματισμένους δείκτες και τις προβλέψεις. Υπάρχει μία αναδυόμενη πρακτική στην μέθοδο Παραγόμενης Αξίας (Lipke 2003) η οποία χρησιμοποιεί τις μετρήσεις που βασίζονται στο χρόνο της διακύμανσης του προγράμματος και του προγράμματος απόδοσης σαν εναλλακτικές ή συμπληρωματικές στις παραδοσιακές μετρήσεις που βασίζονται στην εργασία. Αυτή η νέα μέθοδος αποφεύγει τα προβλήματα της μεθόδου που βασίζεται στην εργασία. Ενώ η παραδοσιακή μέθοδος που βασίζεται στην εργασία συγκρίνει την



εκτελεσμένη εργασία και την προγραμματισμένη εργασία σε μία χρονική στιγμή, η μέθοδος που βασίζεται στο χρόνο συγκρίνει τον πραγματικό χρόνο με τον προγραμματισμένο χρόνο για την εκτελεσμένη εργασία. Έτσι εισάγεται η έννοια του Παραγόμενου Χρόνου (Earned Schedule – ES). Για να βρεθεί ο Παραγόμενος Χρόνος, ακολουθείται η εξής διαδικασία. Στο διάγραμμα που παρουσιάζεται η καμπύλη-S της Προγραμματισμένης Αξίας, παρουσιάζεται και η καμπύλη της Παραγόμενης Αξίας μέχρι τη στιγμή που γίνεται ο έλεγχος. Εκείνη τη χρονική στιγμή, αν φέρουμε μια ευθεία γραμμή από το τέλος της καμπύλης της Παραγόμενης Αξίας παράλληλη στον άξονα του χρόνου, το σημείο στο οποίο τέμνει την καμπύλη της Προγραμματισμένης Αξίας, είναι ο Παραγόμενος Χρόνος. Έτσι λοιπόν, ο Παραγόμενος Χρόνος βρίσκεται αν προσδιορίσουμε σε ποιο χρόνο της αύξησης της Προγραμματισμένης Αξίας συμβαίνει η Παραγόμενη Αξία. Οι αντίστοιχες μετρήσεις για την απόδοση του χρόνου είναι:

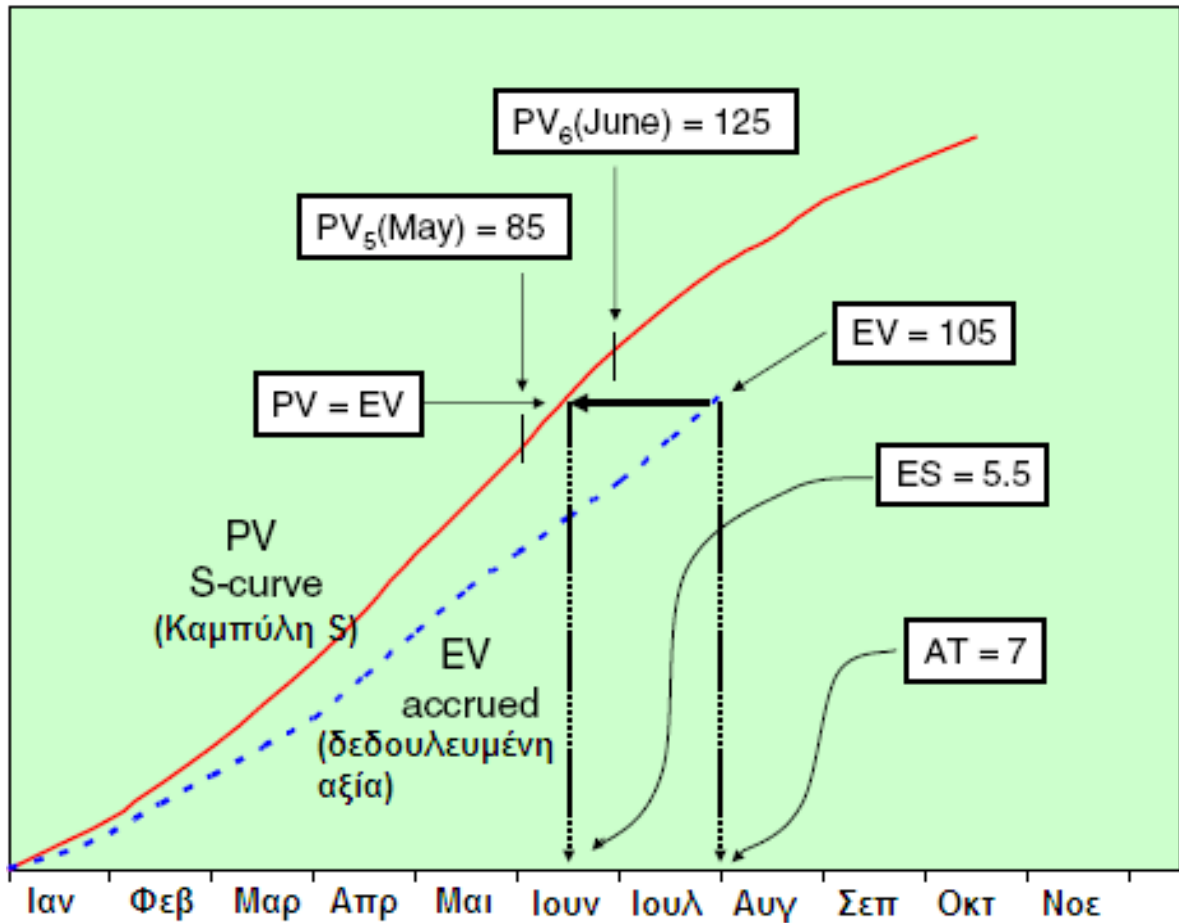
$$SV(t) = ES - AT$$

$$SPI(t) = ES / AT$$

Όπου AT είναι ο πραγματικός χρόνος (Actual Time)

Σε αντίθεση με τη Διακύμανση του Προγράμματος (SV) που εκφράζεται σε μονάδες κόστους, η ποσότητα SV(t) εκφράζεται σε μονάδες χρόνου, που είναι πιο εύκολο να ερμηνευτεί. Όταν  $SV(t) < 0$  (ή  $> 0$ ) δείχνει τον αριθμό των μονάδων χρόνου που το έργο καθυστερεί (ή είναι πιο μπροστά) από την αναμενόμενη απόδοσή του.

Ο Παραγόμενος Χρόνος (ES) έχει δύο παραμέτρους στον υπολογισμό του. Η μία παράμετρος είναι ο αριθμός των αυξήσεων του χρόνου στο διάγραμμα για τις οποίες η Παραγόμενη Αξία είναι μεγαλύτερη ή ίση με την Προγραμματισμένη Αξία. Αυτή η παράμετρος ονομάζεται “C”. Η δεύτερη παράμετρος είναι η “I”. Ο υπολογισμός της γίνεται με γραμμική παρεμβολή. Στο διάγραμμα, η τομή για  $PV=EV$  περιγράφει το χρόνο ο οποίος δεν ευθυγραμμίζεται ακριβώς σε κάποια αρχή αύξησης χρόνου, βρίσκεται ανάμεσα. Η τιμή της παρεμβολής υπολογίζεται από τον τύπο  $I = (EV - PV_C) / (PV_{C+1} - PV_C)$ , όπου το C περιγράφηκε νωρίτερα. Επομένως το I είναι η ποσότητα του Παρόντος δεδουλευμένου Χρόνου μεταξύ της αύξησης της καμπύλης της Προγραμματισμένης Αξίας από C σε C+1. Συνεπώς, ο παραγόμενος χρόνος υπολογίζεται από τον τύπο  $ES = C + I$  (Σχ. 3).



Σχήμα 3: Καμπύλες Παραγόμενης και Προγραμματισμένης Αξίας (Lipke 2003)

Ο τρόπος που λειτουργεί η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας είναι συγκεκριμένος και τυποποιημένος όπως περιγράφηκε νωρίτερα. Η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας έχει παρατηρηθεί ότι ενώ παρέχει έγκυρες εκτιμήσεις για την παρακολούθηση της απόδοσης του κόστους εντός ορισμένων παραδοχών του έργου, πολλές φορές παρουσιάζει δυσκολία στην εκτίμηση της συνολικής διάρκειας ολοκλήρωσης του έργου. Είναι ζωτικής σημασίας για τους διευθυντές των έργων να έχουν τη δυνατότητα εκτίμησης της συνολικής διάρκειας του εκάστοτε έργου. Επιπλέον, οι διευθυντές των έργων πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να προβλέψουν το πέρας του έργου σε κάθε περίοδο ελέγχου, και να αλλάζουν όποτε είναι απαραίτητο την πρόβλεψη αυτή χωρίς να χρειάζεται να αναλύουν την κάθε δραστηριότητα (Lipke και Henderson, 2003).

Η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας (Earned Value Method) μέχρι τώρα έχει βοηθήσει στην έγκαιρη και εντός προϋπολογισμού ολοκλήρωση πολλών έργων μεγάλου μεγέθους και στην αποφυγή ζημιών και συγκρούσεων κατά τη διάρκεια των έργων. Επίσης, με τη σωστή εφαρμογή της, βοηθά στην παροχή αντικειμενικών εκτιμήσεων και προσφέρει τη δυνατότητα για έλεγχο του κόστους και της διάρκειας των έργων, ενώ γενικά ως μέθοδος έχει αποδείξει τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η εφαρμογή της και η χρήση της συνεχίζει να επεκτείνεται σε αρκετούς τομείς. Σαν μέθοδος απαιτεί μεγαλύτερη οργάνωση και μεθοδικότητα στο σχεδιασμό και την υλοποίηση του έργου, που είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για την επιτυχία οποιουδήποτε σχεδίου. Η χρήση της επιτρέπει στους διευθυντές έργων καλύτερη διαχείριση των ταμειακών ροών, καλύτερες πελατειακές σχέσεις και ορθή διαχείριση των περιορισμών του έργου (Kwak και Anbari 2012).

Η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας έχει εξελιχθεί σε θεμελιώδη μέθοδο για την παρακολούθηση και αξιολόγηση των επιδόσεων και της προόδου του έργου κατά τη διάρκεια των προηγούμενων χρόνων. Η σημαντικότητα της χρήσης της και ο ουσιώδης ρόλος της γίνονται σαφή αν κάποιος παρακολουθήσει τις πληροφορίες που παρέχει το Practice Standard του Project Management Institute, αλλά και οι απαιτήσεις και τα πρότυπα της κυβέρνησης των ΗΠΑ. Παρ' όλα αυτά, η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας δίνει μία περιορισμένη εικόνα της κατάστασης του έργου, δεδομένου ότι χρησιμοποιεί δεδομένα και δείκτες που βασίζονται στο κόστος. Αυτή η στενή εστίαση είναι και η αδυναμία της. Προφανώς οι δείκτες και οι προβλέψεις της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας (Earned Value Method) είναι ανάλογοι της ποιότητας των πληροφοριών στις οποίες βασίζονται. Επίσης, η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας δίνει στοιχεία μόνο για την εσωτερική διαδικασία του έργου δηλαδή, την επιτυχία εκτέλεσης του έργου σε σχέση με το κόστος, το χρονοδιάγραμμα και το εύρος του, ενώ δεν ασχολείται με την απόδοση των αποτελεσμάτων του έργου και τις επιπτώσεις των αποτελεσμάτων αυτών στην κοινωνία, το περιβάλλον, κλπ. Αυτό θα μπορούσε να θεωρηθεί και πλεονέκτημα της μεθόδου, δηλαδή ότι επιτρέπει την εύκολη κατανόηση των σχετικών εννοιών της και τον περιορισμό της διαδικασίας αξιολόγησης των επιδόσεων σε ποσοτικά συστατικά (Bower και Finegan 2009).

Σε κάποιο βαθμό, το γεγονός ότι η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας είναι πολύ δημοφιλής, μπορεί να οφείλεται στην ευκολία διαχείρισης των δεδομένων για τα

οποία απαιτούνται μόνο τέσσερις βασικές αριθμητικές πράξεις και στους δείκτες κόστους και χρόνου των οποίων η σημασία γίνεται εύκολα αντιληπτή (Czarnigowska και λοιποί 2011).

Λόγω του γεγονότος ότι για να συλλέξει κάποιος όλες αυτές τις πληροφορίες που χρειάζονται για να εφαρμόσει την μέθοδο Παραγόμενης Αξίας, θα χρειαστεί χρόνο και κόπο διότι η διαδικασία δεν είναι πολύ απλή, υπάρχουν κάποιες προϋποθέσεις που πρέπει να τηρούνται (Jarnagan 2009):

- 1) Προσωπικό με εμπειρία και οργάνωση που θα περιλαμβάνει:
  - Τουλάχιστον ένα μηχανικό ο οποίος θα γνωρίζει πολύ καλά τη μέθοδο Παραγόμενης Αξίας, ρόλο που συνήθως τον έχει ο διευθυντής του έργου (project manager).
  - Ένα μηχανικό κόστους (cost engineer)
  - Έναν ειδικό για το χρονοδιάγραμμα (planner/ scheduler).
  - Αναφορές προόδου κόστους και χρονοδιαγράμματος οι οποίες θα συνοδεύονται και από προβλέψεις για τις επόμενες περιόδους.
  - Λογισμικό κατάλληλο για την εφαρμογή της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας το οποίο θα μπορεί να προσαρμόζεται στις συνεχείς αλλαγές των δεδομένων και θα έχει τη δυνατότητα παραγωγής αναλύσεων σύμφωνα με διαφορετικά σενάρια.
  
- 2) Διευθυντικά στελέχη ανώτερης τάξης με εκπαίδευση πάνω στην μέθοδο Παραγόμενης Αξίας σε τέτοιο βαθμό ώστε να συμφωνούν στην αναγκαιότητα της χρήση της και οι οποίοι θα μπορούν να κατανοούν πλήρως τη φύση των δεδομένων που λαμβάνουν. Ο διευθυντής του έργου θα πρέπει να είναι ικανός να διαβάζει και να ερμηνεύει τη μέθοδο Παραγόμενης Αξίας εκθέσεις ακριβώς όπως ένα στέλεχος μπορεί να διαβάσει έναν ισολογισμό της εταιρείας. Φυσικά, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, θα πρέπει να υπάρχει τεχνική υποστήριξη, η οποία θα μπορεί να ανταποκριθεί στην επεξήγηση των δεδομένων.

- 3) Ένα χρηματοοικονομικό σύστημα πληροφόρησης το οποίο θα παρέχει δεδομένα εγκαίρως τόσο λεπτομερώς όσο απαιτεί το έργο. Ένα ολοκληρωμένο και αξιόπιστο σύστημα πρέπει να μπορεί να παρέχει αξιόπιστα στοιχεία μέσα σε μία με δύο εβδομάδες μετά το κλείσιμο των λογιστικών βιβλίων στο τέλος του μήνα.
- 4) Χρονοδιάγραμμα σύμφωνα με τη μέθοδο κρίσιμης διαδρομής (CPM) που θα αποτυπώνει όλο το εύρος του έργου και θα αποτελείται από όλες τις δραστηριότητες με πραγματικές διάρκειες συνοδευόμενες από σωστές σχέσεις.
- 5) Μια καλά καθορισμένη δομή διαχείρισης με σαφώς καθορισμένες ευθύνες και αρμοδιότητες. Μία πιθανή έλλειψη τέτοιας δομής, όπου δεν υπάρχει ευθύνη για τα αποτελέσματα ή όταν ο διευθυντής του έργου δεν μπορεί να επιβληθεί σε μία ομάδα έργου, υποβαθμίζει την μέθοδος Παραγόμενης Αξίας σε απλή συλλογή στατιστικών στοιχείων.

Στα κατασκευαστικά έργα όταν γίνεται χρήση της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας, σημαντική και συχνή είναι η χρήση του δείκτη *Εκτίμηση κατά την Ολοκλήρωση* (Estimate At Completion - EAC). Όταν όμως στο έργο, η εύρεση του EAC στηρίζεται μόνο στα δεδομένα τη στιγμή που γίνεται ο έλεγχος και δεν λαμβάνει υπ' όψιν πιθανή επιρροή της εξέλιξης, από παρελθοντικές ή όχι καταστάσεις, τότε τα πορίσματα της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας δεν είναι τα πλέον ορθά. Για αυτό το λόγο, έχει προταθεί από τον Howes (2000) μια μέθοδος διάσπασης του έργου σε χρονικά "πακέτα εργασίας" (work packages) σε καθένα από τα οποία εφαρμόζεται η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας ξεχωριστά (Work Packages Method). Τα αποτελέσματα υποβάλλονται σε μία λογική χρονική ανάλυση και οι μεταβολές που προκύπτουν σε σχέση με το προϋπολογισμένο κόστος και τον εκτιμώμενο χρόνο, συνεκτιμώνται ανάλογα με τις σχέσεις ανάμεσα στα πακέτα εργασίας και προκύπτουν οι δείκτες «Εκτίμηση για την Ολοκλήρωση» (Estimate To Complete - ETC) καθώς και η «Εκτίμηση κατά την Ολοκλήρωση» (Estimate At Completion - EAC). Είτε κάνοντας χρήση της κλασσικής μεθόδου Παραγόμενης Αξίας είτε της μεθόδου πακέτων εργασίας (WPM), έχει παρατηρηθεί ότι σημαντικές διαφοροποιήσεις, είτε θετικές είτε αρνητικές, σε εργασίες που έχουν ολοκληρωθεί, δεν διαφαίνονται σε εργασίες που

δεν έχουν ακόμα ξεκινήσει. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζονται σημαντικά οι δείκτες ETC και EAC (Howes 2000).

Έχοντας αντιληφθεί το μειονέκτημα της μεθόδου να διαφαίνεται η καθυστέρηση του έργου και προσπαθώντας να το επιλύσουν ή να το μετριάσουν, οι Siu και Lu (2011) πρότειναν κάποιες διορθωτικές σχέσεις για την εξαγωγή πιο αντικειμενικών τιμών των planned value, earned value και actual value, στις οποίες λαμβάνεται υπ' όψιν η καθυστέρηση που προκύπτει. Αυτές οι σχέσεις είναι οι ακόλουθες:

- $Delayed\ Activity\ PV = (PV / Day) * Duration\ from\ Early\ Start\ to\ Data\ Date$
- $Delayed\ Activity\ EV = Delayed\ Activity\ PV * Percentage\ of\ Work\ Completed$
- $Delayed\ Activity\ AC = AC * (PTE * Cost / Day)$

όπου PTE = project time extension, δηλαδή η διάρκεια της καθυστέρησης.

Με αυτές τους τις διορθώσεις, οι Siu και Lu θεωρούν ότι η χρονική και οικονομική παρακολούθηση του έργου γίνεται πιο αποτελεσματικά και με μικρότερο σφάλμα.

Η ενίσχυση της συμβατικής μεθόδου Παραγόμενης Αξίας με την ενσωμάτωση τριών πρόσθετων αξόνων, πιστεύεται από τους Bower και Finegan ότι απλοποιεί και βελτιώνει την μέθοδο Παραγόμενης Αξίας. Αυτοί οι τρεις βασικοί άξονες είναι οι εξής: (1) Η διασφάλιση του κόστους / μεταφορά του κινδύνου που αναλαμβάνεται μέσω των συμβάσεων προμηθειών, (2) Η λήψη των μετρήσεων για την εκτίμηση της προόδου να μη γίνεται σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα, αλλά μετά την ολοκλήρωση της κάθε φάσης του έργου και (3) Ο συνδυασμός των παραπάνω σε ένα απλοποιημένο και ενιαίο μοντέλο. Στη μελέτη τους, οι Bower και Finegan, υποστηρίζουν ότι η υλοποίηση των τριών αυτών κατευθυντήριων γραμμών, επιτυγχάνεται με τη μέθοδο PAVA και ειδικά σε έργα με μεγάλο αντικείμενο προμηθειών (Bower και Finegan 2009).

Εκτός των άλλων προτάσεων, έχει προταθεί και ένα διαδικτυακό σύστημα για την επίβλεψη και αλλαγή σε πραγματικό χρόνο των παραμέτρων του έργου. Το εμπλεκόμενο στην ανάλυση το έργου, προσωπικό, έχει πρόσβαση στα δεδομένα του έργου και στις εκθέσεις προόδου μέσω ειδικών λογαριασμών. Στα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος, συγκαταλέγονται η βελτιστοποίηση της αποθήκευσης των

δεδομένων, αλλά και η ενσωμάτωση όλων των σχετικών με το εύρος του έργου δεδομένων, το κόστος και η, σε πραγματικό χρόνο, τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων. Τα γραφήματα προόδου που προκύπτουν συνεχώς, ακολουθούν τη μέθοδο Παραγόμενης Αξίας και παρουσιάζονται στο δίκτυο της επιχείρησης σε πραγματικό χρόνο, για την άμεση πρόσβαση σε αυτά, των διευθυντών του έργου (project managers). Τέλος, το προτεινόμενο ηλεκτρονικό σύστημα, αποτελεί ένα απλό, ευέλικτο και προσιτό στους χρήστες, περιβάλλον παρακολούθησης, τροποποίησης και ενημέρωσης των δεδομένων του έργου (κυρίως χρονοδιάγραμμα και κόστος) (Chou et al. 2010).

Ο συνδυασμός των εργαλείων των μεθόδων Παραγόμενης Αξίας και RSA (Schedule Risk Analysis), δίνει τη δυνατότητα στους υπεύθυνους managers, να λαμβάνουν αποφάσεις για το αν και πότε πρέπει να γίνουν διορθωτικές κινήσεις, με σκοπό να επέλθει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα με το μικρότερο δυνατό οικονομικό ρίσκο (Vanhouke 2011).

### **Συμπεράσματα**

Το βασικό συμπέρασμα που προκύπτει από το παρόν κεφάλαιο είναι ότι η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας, αν και θεωρείται χρήσιμο εργαλείο για τους διευθυντές των έργων, παρ'όλα αυτά προτείνονται τρόποι για τη βελτίωσή της.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Μοντέλο εφαρμογής της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας στα ελληνικά τεχνικά έργα**

### **3.1 Ισχύουσα ελληνική νομοθεσία**

Η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας εφαρμόζεται σε όλων των ειδών τα έργα για τα οποία υπάρχει χρονοδιάγραμμα και έχει γίνει αρχικός σχεδιασμός. Στην περίπτωσή μας, μας απασχολεί ο τρόπος που εφαρμόζεται η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας στα ελληνικά δημόσια έργα.

Δημόσια Έργα είναι έργα υποδομής της χώρας που καλύπτουν βασικές ανάγκες του κοινωνικού συνόλου, συμβάλλουν στην ανάπτυξη των παραγωγικών δυνατοτήτων, στην αύξηση του εθνικού προϊόντος, στην ασφάλεια της χώρας και γενικά αποσκοπούν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του λαού. Από τεχνική άποψη, Δημόσια είναι όλα τα έργα που εκτελούν οι Δημόσιοι Φορείς και συνδέονται με οποιονδήποτε τρόπο με το έδαφος, το υπέδαφος ή τον υποθαλάσσιο χώρο, όπως και τα πλωτά τμήματα των τεχνικών έργων. Ως Έργο νοείται κάθε νέα κατασκευή ή επέκταση ή ανακαίνιση ή επισκευή ή συντήρηση και η οικονομικά ή τεχνικά αυτοτελής λειτουργία, καθώς και κάθε σχετική ερευνητική εργασία, που απαιτεί τεχνική γνώση και επέμβαση. (Ν. 3669/08 αρ. 1).

Το στοιχείο που θα μας απασχολήσει ως επί το πλείστον είναι το κόστος του έργου, γιατί για να εφαρμοστεί η μέθοδος της Παραγόμενης Αξίας πρέπει να έχουμε στα χέρια μας στοιχεία κόστους και χρόνου (όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο). Τώρα λοιπόν θα δούμε ποιο είναι αυτό το κόστος σε ένα έργο και πως προκύπτει (Παντουβάκης 2003, Στόκος 2007).

Το κόστος του έργου είναι όλες οι δαπάνες σε σύνολο που γίνονται για την κατασκευή του έργου. Χωρίζεται σε άμεσο και έμμεσο κόστος. Άμεσο είναι το κόστος για οτιδήποτε γίνεται για την άμεση κατασκευή του έργου ενώ έμμεσο είναι το κόστος για οτιδήποτε άλλο αφορά το έργο όπως είναι η οργάνωση των γραφείων,



η έκδοση των απαραίτητων αδειών, η λειτουργία των εργοταξίων κτλ. Για παράδειγμα το προσωπικό που θα εργαστεί για το έργο και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν εντάσσονται στο άμεσο κόστος ενώ οι υπολογιστές στα γραφεία και η μεταφορά των μηχανημάτων στο εργοτάξιο εντάσσονται στο έμμεσο κόστος.

Το άμεσο κόστος χωρίζεται σε σταθερό και κόστος χρήσης. Σταθερό είναι αυτό που παραμένει σταθερό κατά τη διάρκεια του έργου ενώ το κόστος χρήσης είναι ανάλογο της χρήσης που γίνεται.

Το κόστος του έργου, στη φάση του προγραμματισμού, εκτιμάται και στην πορεία ελέγχεται για να διαπιστωθεί αν ακολούθησε την πορεία του σχεδιασμού και αν όχι, πόσο απέκλινε. Κατά τη διάρκεια του έργου, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος και το μεταβάλλουν. Τέτοιοι παράγοντες είναι πιθανό να οφείλονται στον κατασκευαστή αλλά και να είναι απρόβλεπτοι.

Οι παράγοντες που σχετίζονται με τον κατασκευαστή έχουν να κάνουν κυρίως με την οργάνωση και με τους ανθρώπους με τους οποίους συνεργάζεται ο κατασκευαστής για το έργο. Για παράδειγμα η οργάνωση του εργοταξίου, η αποθήκευση των υλικών, οι συνεργασίες με τους υπεργολάβους, η χρηματοδότηση του έργου από τα κεντρικά γραφεία, η ενοικίαση μηχανημάτων κτλ. Οι απρόβλεπτοι παράγοντες δεν περνάνε από το χέρι κάποιου και δεν γίνεται να εκτιμηθούν. Τέτοιοι παράγοντες είναι οι καιρικές συνθήκες, η διαθεσιμότητα του προσωπικού, ο ανταγωνισμός στην αγορά κτλ. Όλοι αυτοί οι παράγοντες είναι δυνατό να επηρεάσουν το κόστος του έργου. Ειδικά οι απρόβλεπτοι παράγοντες δεν ελέγχονται και ο μόνος τρόπος για να εκτιμηθούν είναι από στατιστικά προηγούμενων αντίστοιχων περιπτώσεων.

Στη φάση του προγραμματισμού ενός έργου περιγράφονται λεπτομερώς όλες οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν για την υλοποίησή του. Η περιγραφή του τρόπου κατασκευής του, οι δραστηριότητες (αναλυτικά) που πρέπει να γίνουν, ποιος θα είναι υπεύθυνος για κάθε τι στο έργο και ποιες είναι οι αρμοδιότητές του, πόσο θα κοστίζει το έργο και πως θα προκύψει αυτό το κόστος, ποιοι πόροι θα χρειαστούν και σε ποια ποσότητα καθώς και με ποιον τρόπο θα πληρωθούν οι εργαζόμενοι στο έργο. Όλα

αυτά περιγράφονται στα λεγόμενα συμβατικά τεύχη ενός έργου. Τα τεύχη αυτά περιλαμβάνουν:

- Πλήρη μελέτη και σχέδια
- Τεχνική περιγραφή
- Χρονοδιάγραμμα έργου
- Ανάλυση τιμών
- Προμέτρηση εργασιών
- Προϋπολογισμός
- Τιμολόγιο
- Γενική συγγραφή υποχρεώσεων
- Τεχνική συγγραφή υποχρεώσεων
- Ειδική συγγραφή υποχρεώσεων

Όλα τα συμβατικά τεύχη των δημοσίων έργων καθώς και όλοι οι κανονισμοί που ισχύουν για την κατασκευή τους και την περάτωσή τους, υπάρχουν καταγεγραμμένα στην υπάρχουσα ελληνική νομοθεσία. Ο νόμος που περιέχει όλους αυτούς τους κανονισμούς είναι ο Ν. 3669/08.

Στην *τεχνική περιγραφή* αποτυπώνεται ο τρόπος με τον οποίο θα γίνει το έργο. Είναι πιο σύντομη από την μελέτη του έργου. Σε αυτή υπάρχουν στοιχεία για την τοποθεσία του έργου, τον σκοπό του και πως θα πρέπει να είναι το έργο όταν θα έχει ολοκληρωθεί. Υπάρχουν στοιχεία για τις επιμέρους δραστηριότητες που θα γίνουν (όχι όσο αναλυτικά περιγράφονται στη μελέτη) και στοιχεία για το προβλεπόμενο κόστος του έργου (όχι αναλυτικά πως προκύπτει το κόστος αλλά το τελικό ποσό).

Σε κάθε σύμβαση κατασκευής έργου ορίζεται προθεσμία για την ολοκλήρωσή του, συνολική και κατά τμήματα. Ο ανάδοχος με βάση την ολική και τις τμηματικές προθεσμίες, συντάσσει και υποβάλλει στη διευθύνουσα υπηρεσία το *χρονοδιάγραμμα* κατασκευής του έργου. Το χρονοδιάγραμμα εγκρίνεται από την υπηρεσία, αποτελώντας πλέον συμβατικό στοιχείο, λαμβάνοντας υπ' όψη τις δυνατότητες χρονικής κατανομής των πιστώσεων, οπότε είναι πιθανή η τροποποίηση της προταθείσας σειράς και διάρκειας εργασιών, μέσα στα όρια των συμβατικών

προθεσμιών. Το χρονοδιάγραμμα αναπροσαρμόζεται όταν μεταβάλλονται οι προθεσμίες, το αντικείμενο ή οι ποσότητες των εργασιών.

Το εγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα αποτελεί το αναλυτικό πρόγραμμα κατασκευής του έργου, αναλύοντας ανά μονάδα χρόνου (το πολύ ανά ημερολογιακό τρίμηνο) τις εργασίες που προβλέπεται να εκτελεσθούν. Συντάσσεται σε μορφή τετραγωνικού πίνακα και συνοδεύεται από γραμμικό διάγραμμα Gantt και σχετική έκθεση. Σε σημαντικά έργα μπορεί να προβλέπεται η σύνταξη τευχών ή διαγραμμάτων με τη μέθοδο της δικτυωτής ανάλυσης.

Η συνολική προθεσμία υπολογίζεται με βάση την αρχική συμβατική προθεσμία και τις τυχόν εγκεκριμένες παρατάσεις. Μέσα στη προθεσμία αυτή πρέπει να έχουν τελειώσει όλες οι επί μέρους εργασίες του έργου και οι τυχόν προβλεπόμενες από τη σύμβαση δοκιμές.

Παράταση της συνολικής ή των τμηματικών προθεσμιών εγκρίνεται από την προϊσταμένη αρχή, ύστερα από αίτηση του αναδόχου και γνωμοδότηση της διευθύνουσας υπηρεσίας: α) Είτε "με αναθεώρηση", όταν η καθυστέρηση δεν οφείλεται σε αποκλειστική υπαιτιότητα του αναδόχου ή προκύπτει από αύξηση του αρχικού συμβατικού αντικειμένου. β) Είτε "χωρίς αναθεώρηση", όταν η παράταση κρίνεται σκόπιμη για το έργο, έστω και αν η καθυστέρηση μέρους των υπολειπόμενων εργασιών οφείλεται αποκλειστικά στον ανάδοχο.

Ο προϋπολογισμός του έργου προκύπτει από το άθροισμα όλων των δαπανών που θα γίνουν. Οι δαπάνες αυτές υπολογίζονται στη φάση του προγραμματισμού και ονομάζεται η διαδικασία προμέτρηση. Είναι στην ουσία η εκτίμηση του κόστους για το έργο και με βάση την προμέτρηση γίνεται έρευνα αγοράς για την προμήθεια των υλικών, των μηχανημάτων, των παρεχόμενων υπηρεσιών κτλ. Στην προμέτρηση φαίνεται η ποσότητα αλλά και ο χρόνος εκτέλεσης της κάθε δραστηριότητας και κατ' επέκταση από την προμέτρηση είναι εύκολο μετά να εκτιμηθεί και ο χρόνος ολοκλήρωσης του έργου. Εν τέλει βέβαια ο προϋπολογισμός θα είναι μειωμένος γιατί ο κάθε εργολάβος προσπαθεί να πετύχει την καλύτερη έκπτωση ώστε να αναλάβει ο ίδιος το έργο άρα ο εργοδότης θα δώσει λιγότερα χρήματα από αυτά που προγραμματίστηκαν.

Στη γενική συγγραφή των υποχρεώσεων αναφέρονται σε μορφή άρθρων, οι υποχρεώσεις που έχει ο ανάδοχος του έργου. Στα δημόσια έργα, ο ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να καταθέσει στον εργοδότη εγγύηση για το έργο. Η εγγύηση αυτή δίνεται με σκοπό να εξασφαλιστεί ο εργοδότης σε περίπτωση ζημιάς. Η εγγύηση αυτή δίνεται είτε με προκαταβολή από τον ανάδοχο προς τον εργοδότη είτε με εγγυητική επιστολή από κάποια τράπεζα. Αναφέρεται επίσης ο νόμος των δημοσίων έργων που ισχύει, οι προθεσμίες που πρέπει να τηρήσει ο ανάδοχος και οι ποινές που θα υποστεί αν δεν τις τηρήσει, ότι τα υλικά και τα μηχανήματα που θα χρησιμοποιήσει ο ανάδοχος πρέπει να είναι καλής ποιότητας, ότι πρέπει να πληρώνεται η ασφάλεια των υπαλλήλων και ορίζει και τον τρόπο που θα γίνονται οι πληρωμές τους.

Στην τεχνική συγγραφή των υποχρεώσεων αναφέρονται λεπτομερώς οι τεχνικές προδιαγραφές που πρέπει να ακολουθηθούν όπως τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, οι μέθοδοι που θα εφαρμοστούν και ο τρόπος που θα γίνουν οι επιμετρήσεις.

Οι επιμετρήσεις είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι στην πορεία του έργου. Είναι οι μετρήσεις όλων των υλικών και των μηχανημάτων που χρησιμοποιήθηκαν και όλων των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν. Οι επιμετρήσεις, γίνονται με τον ίδιο τρόπο όπως και οι προμετρήσεις και αυτό ορίζεται στην τεχνική συγγραφή των υποχρεώσεων. Από τις επιμετρήσεις προκύπτει ο όγκος των εργασιών που έγιναν και των υλικών που καταναλώθηκαν και έτσι μπορεί να γίνει η κοστολόγηση αυτών.

Από τη στιγμή που θα ξεκινήσει το έργο, ξεκινάει και η κοστολόγησή του. Είναι μία πολύπλοκη διαδικασία, κυρίως για τα δημόσια έργα που είναι μεγάλα σε μέγεθος. Οι εργασίες που γίνονται, τις περισσότερες φορές είναι εργασίες που έχουν ξαναεκτελεσθεί σε παλαιότερα έργα και άρα υπάρχουν στα αναλυτικά τιμολόγια που ισχύουν σε κάθε περίοδο. Ανάλογα με τη φύση των εργασιών, υπάρχουν τιμολόγια για τα οικοδομικά έργα (Αναλυτικό Τιμολόγιο Οικοδομικών Έργων - ΑΤΕΟ), για τα έργα οδοποιίας (ΑΤΟΕ) κτλ. Το κάθε ένα από αυτά, χωρίζεται σε ξεχωριστά άρθρα για την κάθε επιμέρους εργασία (εργασίες σκυροδετήσεων, ασφαλτοστρώσεων, εκσκαφών κτλ). Έτσι λοιπόν, κατά την τιμολόγηση, η κάθε εργασία έχει τον δικό της κωδικό. Τα αναλυτικά τιμολόγια εκδίδονται από το κράτος και ορίζουν τις τιμές των αντίστοιχων εργασιών.

Κατά τη διάρκεια κατασκευής ενός έργου, μετά την εκτέλεση διακριτών εργασιών, γίνεται επιμέτρηση των ποσοτήτων των εκτελεσθέντων εργασιών από κοινού από τον επιβλέποντα και τον εκπρόσωπο του αναδόχου, τα οποία καταγράφονται σε επιμετρητικά φύλλα. Στη συνέχεια ο ανάδοχος συντάσσει τις επιμετρήσεις σε διακριτά μέρη, όπως περιγράφονται στον προϋπολογισμό της μελέτης του έργου. Οι επιμετρήσεις συνοδεύονται από συνοπτική περιγραφή της κάθε εργασίας με ένδειξη του αντίστοιχου άρθρου του τιμολογίου ή των πρωτοκόλλων κανονισμού τιμών μονάδας νέων εργασιών και τα αναγκαία επιμετρητικά σχέδια, στοιχεία και διαγράμματα.

Οι επιμετρήσεις, υπόκεινται σε έλεγχο και πιθανή διόρθωση από τη διευθύνουσα υπηρεσία σε τρίμηνη προθεσμία, ο οποίος ολοκληρώνεται με σχετική εγκριτική απόφαση. Αν οι υποβληθείσες επιμετρήσεις παρουσιάζουν σημαντικές ελλείψεις, επιστρέφονται στον ανάδοχο για συμπλήρωση/διόρθωση και επανυποβολή μέσα σε ένα μήνα.

Ακολούθως, σε τακτά χρονικά διαστήματα, ο ανάδοχος συντάσσει ανακεφαλαιωτικό λογαριασμό εκτελεσμένων εργασιών, βασιζόμενος στις εγκεκριμένες επιμετρήσεις εργασιών και στα πρωτόκολλα παραλαβής αφανών εργασιών. Απαγορεύεται να περιλαμβάνονται στο λογαριασμό μη επιμετρημένες εργασίες. Για τμήματα του έργου που δεν ήταν δυνατή η σύνταξη επιμετρήσεων κατά διακριτά και αυτοτελώς επιμετρήσιμα τμήματα του έργου, κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται να περιλαμβάνονται στο λογαριασμό εργασίες βάσει προσωρινών επιμετρήσεων, ποσού μέχρι 20% της αξίας του συνόλου των εργασιών του λογαριασμού.

Ημιτελείς εργασίες μπορεί να περιληφθούν στο λογαριασμό με προσωρινή τιμή μειωμένη, μόνο αν είναι σε ολοκληρωμένο ενδιάμεσο στάδιο. Στο λογαριασμό μπορεί να περιληφθούν, επίσης, υλικά επί τόπου (εργοτάξια ή αποθήκες), σε ποσότητες που δεν υπερβαίνουν τις απαιτούμενες για το έργο. Τα υλικά επί τόπου περιλαμβάνονται σε χωριστό πεδίο του λογαριασμού και τιμολογούνται με μειωμένη τιμή (κόστος υλικού χωρίς εργατικά κόστη τοποθέτησης) χωρίς ποσοστά γενικών εξόδων και οφέλους.

Στους λογαριασμούς περιλαμβάνονται επίσης αναθεώρηση τιμών, εγκεκριμένες αποζημιώσεις κάθε είδους, αντίτιμο απολογιστικών εργασιών που εκτελέστηκαν μέσω της εργολαβίας, μειώσεις λόγω απόσβεσης ή τόκων τυχόν ληφθείσας προκαταβολής, κάθε άλλη εγκεκριμένη δαπάνη ή ποινή προς τον ανάδοχο και ποσοστό γενικών εξόδων και οφέλους του εργολάβου (συνήθως 18%). Το σύνολο μειώνεται κατά το ποσοστό έκπτωσης της δημοπρασίας. Από κάθε νεότερο λογαριασμό αφαιρούνται τα ποσά που πληρώθηκαν με τους προηγούμενους λογαριασμούς, ποσά που δεν αντιστοιχούν σε εγκεκριμένες επιμετρήσεις ή ποσά που αφορούν σε λάθη εγκεκριμένων λογαριασμών.

Ο λογαριασμός ελέγχεται από τη διευθύνουσα υπηρεσία, σε μηνιαία προθεσμία. Αν ο υποβληθείς λογαριασμός παρουσιάζει σημαντικές ελλείψεις, επιστρέφεται στον ανάδοχο για συμπλήρωση/διόρθωση. Ο επιβλέπων του έργου βεβαιώνει ότι οι ποσότητες είναι σύμφωνες με τις επιμετρήσεις, οι τιμές σύμφωνες με τη σύμβαση και τις σχετικές διατάξεις και γενικά ότι έχουν γίνει στο λογαριασμό όλες οι περικοπές ποσών, που προκύπτουν από το νόμο και την εφαρμογή της σύμβασης.

Ο εγκεκριμένος λογαριασμός αποτελεί την πιστοποίηση για την πληρωμή του αναδόχου («πληρωτέο εργολαβικό αντάλλαγμα»). Οι λογαριασμοί πληρωμής συνοδεύονται από:

- τον ανακεφαλαιωτικό συνοπτικό πίνακα εκτελεσθέντων εργασιών από την αρχή του έργου,
- παραστατικά στοιχεία τυχόν απολογιστικών εργασιών,
- τον συνοπτικό πίνακα υπολογισμού της αναθεώρησης
- αποφάσεις που αναγνωρίζουν αποζημιώσεις ή επιβάλλουν ποινικές ρήτρες ή περικοπές ή άλλες απαιτήσεις του εργοδότη.

Ο ανάδοχος πληρώνεται το εργολαβικό αντάλλαγμα τμηματικά, με βάση τις πιστοποιήσεις των εργασιών που έχουν εκτελεσθεί μέσα στα όρια του χρονοδιαγράμματος εργασιών. Σύμφωνα με τη Νομοθεσία, αν από τον ανάδοχο κατασκευασθούν εργασίες πέρα από τις προβλεπόμενες στο χρονοδιάγραμμα, ο

κύριος του έργου έχει το δικαίωμα να αναβάλει την πληρωμή των επιπλέον εργασιών, ώστε να συμπέσει με τα προβλεπόμενα στο χρονοδιάγραμμα. Το συγκεκριμένο δικαίωμα του κυρίου του έργου, αν γίνει χρήση του, πρέπει να ληφθεί υπ' όψη στη διαδικασία της παρούσας εργασίας, καθώς δεν επιτρέπει πληρωμή πιθανής επιμετρημένης προπορείας εκτέλεσης εργασιών από τον ανάδοχο και αντίστοιχα προπορεία του πραγματικού κόστους (Actual Cost).

Με την ολοκλήρωση του συνόλου του έργου και των προβλεπόμενων δοκιμών, ο επιβλέπων αναφέρει στη διευθύνουσα υπηρεσία την περαίωση των εργασιών και ο προϊστάμενός της εκδίδει βεβαίωση περάτωσης εργασιών.

Μέσα σε έξι μήνες από τη περάτωση του έργου διενεργείται η Προσωρινή Παραλαβή του από την επιτροπή παραλαβής, η οποία παραλαμβάνει το έργο ποσοτικά και ποιοτικά, ελέγχοντας τις τελικές επιμετρήσεις. Στη συνέχεια ο ανάδοχος συντάσσει και υποβάλλει "προτελικό λογαριασμό", με βάση τις ποσότητες του σχετικού πρωτόκολλου.

Ο χρόνος εγγύησης των έργων ορίζεται γενικά σε δεκαπέντε μήνες. Η Οριστική Παραλαβή γίνεται μετά την προσωρινή παραλαβή και μέσα σε δύο μήνες από την πάροδο του χρόνου εγγύησης. Μετά τη διενέργεια της οριστικής παραλαβής και την έγκριση του πρωτοκόλλου ο ανάδοχος συντάσσει και υποβάλλει "τελικό λογαριασμό", με τον οποίο γίνεται εκκαθάριση του εργολαβικού ανταλλάγματος και όλων των αμοιβαίων απαιτήσεων που έχουν σχέση με την εκτέλεση της σύμβασης.

Το έργο, γενικά, εκτελείται σύμφωνα με τη σύμβαση και τα *τεύχη και σχέδια* που τη συνοδεύουν. Αν, κατά την εκτέλεση του έργου, προκύψει ανάγκη εκτέλεσης συμπληρωματικών εργασιών που δεν περιλαμβάνονται στο αρχικά ανατεθέν έργο και οι οποίες κατέστησαν αναγκαίες λόγω απρόβλεπτων περιστάσεων, ο φορέας κατασκευής του έργου έχει το δικαίωμα, να συνάπτει σύμβαση με τον ανάδοχο του έργου, με την προϋπόθεση ότι οι συμπληρωματικές εργασίες δεν μπορούν τεχνικά ή οικονομικά να διαχωριστούν από την κύρια σύμβαση ή οι εργασίες αυτές, είναι απόλυτα αναγκαίες για την τελειοποίηση της. Το συνολικό ποσό των συμπληρωματικών συμβάσεων δεν μπορεί να υπερβαίνει το ποσοστό του πενήντα τοις εκατό (50%) του ποσού της αρχικής σύμβασης.

Κάθε σύμβαση επόμενη της αρχικής συνοδεύεται από *Ανακεφαλαιωτικό Πίνακα Εργασιών* (Α.Π.Ε.) που περιλαμβάνει την περιγραφή και τις τιμές μονάδας των εργασιών, τις ποσότητές τους, καθώς και τις δαπάνες του προϋπολογισμού της αρχικής σύμβασης, της αμέσως προηγούμενης και της προς κατάρτιση νέας. Περιλαμβάνει ακόμη και τις δαπάνες των απρόβλεπτων, καθώς και την προβλεπόμενη δαπάνη για αναθεώρηση και Φόρο Προστιθέμενης Αξίας (Φ.Π.Α.).

Με τα ποσά των απρόβλεπτων δαπανών (απρόβλεπτα) που περιλαμβάνονται στην αρχική σύμβαση καλύπτονται δαπάνες που προκύπτουν από εφαρμογή νέων κανονισμών ή νέων υποχρεωτικών κανόνων, από προφανείς παραλείψεις ή σφάλματα της προμέτρησης της μελέτης ή από απαιτήσεις για την αρτιότητα και λειτουργικότητα του έργου. Βασική προϋπόθεση είναι να μην τροποποιείται το "βασικό σχέδιο" του έργου, δηλαδή η όλη κατασκευή, καθώς και τα βασικά διακριτά στοιχεία της που προβλέπονται από την αρχική σύμβαση. Για τη διάθεση των απρόβλεπτων δαπανών συντάσσεται Α.Π.Ε., ο οποίος δεν μπορεί να συμπεριλάβει συμπληρωματικές εργασίες, οι οποίες κατέστησαν αναγκαίες λόγω απρόβλεπτων περιστάσεων. Τα ποσά των απρόβλεπτων δαπανών ανέρχονται σε ποσοστό 9% ή 15% επί του προϋπολογισμού της υπηρεσίας, χωρίς το συνυπολογισμό των κονδυλίων αναθεώρησης και Φ.Π.Α., ανάλογα με το συνολικό προϋπολογισμό του έργου και επανυπολογίζονται κατά την υπογραφή της σύμβασης, ανάλογα με την προσφερθείσα έκπτωση.

Οι συμβατικές ποσότητες εργασιών μίας σύμβασης εκτέλεσης δημόσιου έργου επιτρέπεται, υπό προϋποθέσεις, να μειωθούν και η δαπάνη που εξοικονομείται ("επί έλασσον δαπάνη") να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση άλλων εργασιών της ίδιας εργολαβίας, έως ποσοστού 20% της συμβατικής δαπάνης ομάδας εργασιών του έργου ή 10% της δαπάνης της αρχικής σύμβασης, αλλιώς η υπέρβαση των παραπάνω ποσοστών μειώνει ισόποσα τη δαπάνη της σύμβασης. Για τη χρήση των "επί έλασσον δαπανών" απαιτείται η σύμφωνη γνώμη του τεχνικού συμβουλίου, μετά από εισήγηση του φορέα υλοποίησης, συνοδευόμενη από τη σύμφωνη γνώμη της αρμόδιας Διαχειριστικής Αρχής, εφόσον πρόκειται για έργο συγχρηματοδοτούμενο από πόρους της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Οι Ανακεφαλαιωτικοί Πίνακες Εργασιών και τα Πρωτόκολλα Κανονισμού Τιμών Μονάδας Νέων Εργασιών που τους συνοδεύουν συντάσσονται από τη διευθύνουσα υπηρεσία, υπογράφονται από τον ανάδοχο και εγκρίνονται από την προϊσταμένη αρχή.

### **3.2 Χρήση της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας με τα ελληνικά δεδομένα**

Η εφαρμογή της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας με βάση την ισχύουσα νομοθεσία θα πρέπει να είναι εύχρηστη και βολική ώστε να μπορεί εύκολα ο διευθυντής του εκάστοτε έργου να την ενσωματώνει στη διαχείριση του και γενικότερα να προτιμάται η χρήση της.

Η επιδίωξη της εφαρμογής της μεθόδου είναι η παρακολούθηση υλοποίησης της Σύμβασης και των τροποποιήσεών της, με χρήση των δεδομένων της δαπάνης εργασιών και του χρονοδιαγράμματος εκτέλεσης του έργου. Έτσι, στις Εντολές Πληρωμής που αξιοποιούνται κατά την εφαρμογή, ενσωματώνεται το ποσό Γενικών Εξόδων και Οφέλους Εργολάβου (ΓΕ & ΟΕ) 18%, όπου απαιτείται, αλλά δεν λαμβάνονται υπ' όψη:

- αναθεώρηση (είτε ως πρόβλεψη μελέτης και σύμβασης, είτε απολογιστικά, στον τακτοποιητικό τελικό Α.Π.Ε. και στο Πρωτόκολλο Οριστικής Παραλαβής).
- ποσά απολογιστικών εργασιών, καθώς δεν τιμολογούνται με προβλέψιμο τρόπο (π.χ. κόστος ασφάλτου)
- προκαταβολή
- κρατήσεις (που αντικαθιστούν Εγγυητικές Επιστολές Κρατήσεων)
- ποσά στρογγυλοποίησης λογαριασμού
- ΦΠΑ των λογαριασμών.

Για να προκύψουν τα μεγέθη και οι δείκτες της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας θα πρέπει να γίνει αντιστοίχιση του συστήματος της μεθόδου της Παραγόμενης Αξίας με

τα δεδομένα που προκύπτουν από την ελληνική νομοθεσία σε ότι αφορά τα δημόσια έργα και τη διαχείρισή τους.

- Καμπύλη Απόδοσης Αναφοράς (Performance Measurement Baseline - PMB): Η καμπύλη απόδοσης αναφοράς προκύπτει ως αθροιστική καμπύλη κόστους S από το υποβληθέν από τον Ανάδοχο χρονοδιάγραμμα εργασιών και κόστους και τροποποιείται με κάθε τροποποίηση της Σύμβασης (Α.Π.Ε. ή παράταση). Άρα αν με κάποιον Α.Π.Ε. υπάρξουν για παράδειγμα εργασίες οι οποίες δεν είχαν συμπεριληφθεί αρχικά στον προϋπολογισμό, υπολογίζονται στη συνέχεια και αλλάζει η καμπύλη S.
- Προϋπολογισθέν Κόστος Ολοκλήρωσης (Budgeted At Completion - BAC): Η συνολική δαπάνη εργασιών της Σύμβασης, χωρίς την πρόβλεψη Απροβλέπτων. Εμπεριέχει τα ΓΕ & ΟΕ 18%.
- Προγραμματισμένη Αξία (Planned Value – PV): Η προσφορά του αναδόχου σε συνάρτηση με το υποβληθέν χρονοδιάγραμμα, απ' όπου προκύπτει η Καμπύλη Απόδοσης Αναφοράς PMB. Η Προϋπολογισμένη Αξία PV τροποποιείται σε κάθε τροποποίηση σύμβασης (ΑΠΕ ή παράταση).
- Πραγματικό Κόστος (Actual Cost - AC): Η συνολική δαπάνη εργασιών που φαίνεται αναλυτικά στους λογαριασμούς, με ΓΕ & ΟΕ.
- Παραγόμενη Αξία (Earned Value - EV): Το κόστος εργασιών που αποτυπώνονται στις Αναλυτικές Επιμετρήσεις και τα Π.Π.Α.Ε. που συνοδεύουν τους λογαριασμούς. Συνήθως ταυτίζεται με το πραγματικό κόστος AC, καθώς οι λογαριασμοί συντάσσονται με βάση τις προηγηθείσες επιμετρήσεις. Απαγορεύεται να τιμολογηθούν μη επιμετρημένες ποσότητες, δηλ. να εγκριθούν προ-πιστοποιήσεις εργασιών. Αντίθετα, οι ποσότητες των αναλυτικών επιμετρήσεων δύναται να υπερβαίνουν τις πιστοποιημένες ποσότητες των εντολών πληρωμής, με συνηθέστερη αιτία την αναμονή έγκρισης των επιπλέον ποσοτήτων ή, σπανιότατα, τη δυνατότητα μη πληρωμής πιθανής επιμετρημένης προπορείας εκτέλεσης εργασιών (Ν. 3669/08, Αρθ. 53).

Σε αυτές τις περιπτώσεις λοιπόν η Παραγόμενη Αξία είναι ίση σε τιμή με το πραγματικό Κόστος (EV=AC). Έτσι ο δείκτης απόκλισης κόστους CV και ο δείκτης

απόδοσης κόστους CPI δεν έχουν ενδιαφέρον για την εξαγωγή συμπερασμάτων για την αξιολόγηση του έργου. ( $CV = EV - AC$  και  $CPI = EV / AC = 1$ )

- Εκτίμηση κατά την ολοκλήρωση (Estimate At Completion - EAC): Το εκτιμώμενο συνολικό κόστος των εργασιών του έργου κατά την ολοκλήρωσή του, με ενσωματωμένη την εγκεκριμένη μέχρι τότε ανάλωση απροβλέπτων, χωρίς το υπόλοιπο της πρόβλεψης. Τροποποιείται ακολουθώντας τη συνολική δαπάνη εργασιών των Α.Π.Ε. Επί της ουσίας, ταυτίζεται με τη συνολική δαπάνη εργασιών της Σύμβασης (με Γ.Ε. & Ο.Ε.)
- Πραγματικός Χρόνος (Actual Time - AT): Πραγματική χρονική διάρκεια από την έναρξη του έργου μέχρι την ημερομηνία του ελέγχου (Χρονικές Περίοδοι)
- Παραγόμενος Χρόνος (Earned Schedule – ES): Η χρονική διάρκεια που είχε προϋπολογιστεί στο χρονοδιάγραμμα για την πραγματική εργασία (κόστος) που έχει εκτελεστεί (Χρονικές Περίοδοι)
- Υλικά επί τόπου που πιστοποιούνται και τιμολογούνται στους λογαριασμούς, περιλαμβάνονται στο Πραγματικό Κόστος AC και στην Παραγόμενη Αξία EV, με βάση το Ειδικό Πρωτόκολλο καθορισμού τιμών μονάδας αποζημίωσης υλικών επί τόπου ή αποθηκευμένων σε εγκεκριμένες αποθήκες, που συνοδεύει το συγκεκριμένο λογαριασμό. Η τιμή κάθε εργασίας αναλύεται προκαθορισμένα σε υλικά-εργασία και έτσι η προμήθεια υλικών/εξοπλισμού αποτελεί συγκεκριμένο ποσοστό της τιμολογούμενης τιμής κάθε εργασίας. Τα υλικά αποτελούν συνήθως το μεγαλύτερο μέρος της τιμής κάθε εργασίας και έτσι η δέσμευσή τους για το έργο, έστω και ως μη ενσωματωμένα, λαμβάνεται υπ' όψη, προσεγγιστικά, στην Παραγόμενη Αξία EV. Η τιμολόγηση των Υλικών επί τόπου δεν περιλαμβάνει Γ.Ε. & Ο.Ε. 18%. Στις επόμενες χρονικές περιόδους, εφ' όσον ενσωματωθούν και τιμολογηθούν σε εργασίες, δηλ. στο Πραγματικό Κόστος AC και στην Παραγόμενη Αξία EV, δεν λαμβάνονται υπ' όψη και πάλι στα «Υλικά επί τόπου», ώστε να μην προσμετρηθούν δύο φορές.
- Χρονική Περίοδος Ελέγχου θεωρείται το ημερολογιακό τρίμηνο, καθώς αυτή είναι η περίοδος που υποχρεωτικά αναφέρονται όλα τα χρονοδιαγράμματα που κατατίθενται από τους αναδόχους. Αν ένας λογαριασμός εγκρίνεται τις πρώτες 10 ημέρες ενός τριμήνου, αντιστοιχίζεται

στο προηγούμενο ημερολογιακού τρίμηνο, καθώς τότε ολοκληρώθηκαν οι εργασίες που τιμολογούνται σε αυτόν.

- Δομή Ανάλυσης Εργασιών (WBS): η κατανομή των εργασιών των ομάδων έργου. Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται είναι ο Προϋπολογισμός Μελέτης του έργου, τα Χρονοδιαγράμματα Εργασιών, οι Ανακεφαλαιωτικοί Πίνακες Εργασιών, οι Επιμετρήσεις Εργασιών και οι λογαριασμοί. Δεν θα ήταν καθόλου χρήσιμο να υπάρχουν χαμηλότερα επίπεδα στο WBS (π.χ. υποεργασίες) και επιπλέον, θα προσέθετε μεγάλο διαχειριστικό φόρτο, καθώς θα απαιτούνταν νέοι υπολογισμοί των βασικών μεγεθών σε κάθε τροποποίηση σύμβασης (ΑΠΕ ή Παράταση) για τον καθορισμό της Καμπύλης Απόδοσης Αναφοράς PMB. Η εφαρμογή της μεθόδου σε ψηλά επίπεδα δομικής ανάλυσης WBS είναι αποδεκτή, και μάλιστα θεωρείται ως η μόνη υλοποιήσιμη πρακτική (Vandevoorde & Vanhoucke 2006, Chen & Zhang 2012). Αντίθετα, ακόμη υψηλότερο επίπεδο δομικής ανάλυσης WBS (π.χ. οικοδομικά – H/M) δεν θα προσέφερε καμία δυνατότητα ανάλυσης και παρακολούθησης της υλοποίησης του έργου.

Οι δείκτες της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας που έχουν νόημα στα ελληνικά δημόσια έργα και βοηθούν στην εξαγωγή συμπερασμάτων είναι η διακύμανση του προγράμματος (SV) και ο δείκτης απόδοσης του προγράμματος (SPI).

Ο SV δείχνει σε χρηματικές μονάδες (μονάδες κόστους) την απόκλιση μεταξύ της προγραμματισμένης και της πραγματικής προόδου του έργου.

Όταν  $SPI > 1$  τότε το έργο βρίσκεται πιο μπροστά από την προγραμματισμένη πρόοδό του στη χρονική στιγμή του ελέγχου. Αντίθετα όταν  $SPI < 1$  τότε υπάρχει καθυστέρηση στην εκτέλεση των προγραμματισμένων εργασιών. Όταν  $SPI = 1$  τότε το έργο κυλάει με βάση τον προγραμματισμό.

### **3.3 Παραδείγματα εφαρμογής της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας σε δημόσια έργα**

Πιο κάτω θα αναφερθούν 2 παραδείγματα εφαρμογής της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας σε δημόσια έργα. Το ένα είναι ελληνικό έργο και το δεύτερο είναι ένα έργο στη Μαλαισία.

## Παράδειγμα 1

Το πρώτο από τα 2 παραδείγματα είναι από το έργο της Εγνατίας Οδού και αφορά την κατασκευή μίας γέφυρας στο κομμάτι της Εγνατίας Οδού ανάμεσα στην Παναγιά και στα Γρεβενά, στο δυτικό κομμάτι του αυτοκινητοδρόμου. Οι πληροφορίες είναι από ένα παράδειγμα μελέτης που παρουσιάστηκε στο συνέδριο “Advancing Project Management for the 21<sup>th</sup> century” στο Ηράκλειο της Κρήτης το 2010 με εισηγητές τους Τζαβέα Θ., Κατσαβούνη Σ. και Καλφακάκου Γ. Σκοπός της μελέτης είναι να εξετάσει τη δυνατότητα των μεθόδων της Παραγόμενης Αξίας και του Παραγόμενου Χρόνου να απεικονίσουν αποτελεσματικά και επαρκώς την απόδοση ενός έργου που έχει καθυστερήσει εξαιτίας της εγγενούς πολυπλοκότητας τους αλλά και απρόβλεπτων παραγόντων. Επίσης αυτή η μελέτη θέλει να δείξει κατά πόσο οι δύο αυτές μέθοδοι είναι ικανές να δώσουν μία επαρκή πρόβλεψη για την τελική συνολική διάρκεια του έργου.

Στη μελέτη του έργου του πρώτου παραδείγματος, οι δραστηριότητες του έργου δεν ξεκινούν ταυτόχρονα διότι το έργο είναι πολύ μεγάλο σε μέγεθος και πολύ πολύπλοκο. Επίσης έχει διαμορφωθεί και Δομή Ανάλυσης Εργασιών τεσσάρων επιπέδων ώστε να σπάσει το έργο σε μικρότερα κομμάτια τα οποία μπορούν πιο εύκολα να εποπτεύονται και να διαχειρίζονται. Η προγραμματισμένη συνολική διάρκεια του έργου ήταν 129 εβδομάδες. Παρατηρήθηκε αρχικά μία αργή πρόοδος του έργου και ακολούθησε μία σημαντική επιτάχυνση. Η πραγματική συνολική διάρκεια του έργου ήταν 145,2 εβδομάδες. Οι παράγοντες που επηρέασαν την απόδοση του προγράμματος ήταν απρόβλεπτοι και απαιτούσαν την επανάληψη ορισμένων εργασιών. Οι παράγοντες αυτοί είναι κοινοί για τα κατασκευαστικά έργα. Για παράδειγμα διαφορές από τις αρχικά εκτιμώμενες γεωτεχνικές συνθήκες, όχι καλά εξειδικευμένο προσωπικό, προβλήματα με τον εφοδιασμό του εξοπλισμού, κακή σκυροδέτηση και ατυχήματα πυρκαγιάς είναι οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση.

Τα συμπεράσματα από τη μελέτη αυτή είναι ποικίλα. Σε έργα όπως το συγκεκριμένο που συχνά βρίσκονται πίσω από τον αρχικό προγραμματισμό, είναι σημαντικό να υπάρχουν δείκτες προόδου από νωρίς, πριν την ολοκλήρωση των 2/3 του συνολικού έργου. Έγιναν 3 αναλύσεις. Η πρώτη ανάλυση έγινε χωρίζοντας το έργο σε 9 περιόδους ελέγχου και παρουσιάστηκαν τα διαγράμματα της Παραγόμενης Αξίας και του Παραγόμενου Χρόνου σε σύγκριση με την Προγραμματισμένη Αξία. Παρατηρήθηκε ότι η τιμή του Παραγόμενου Χρόνου συγκλίνει πιο γρήγορα στην πραγματική διάρκεια του έργου. Κατά τη δεύτερη ανάλυση, έγινε αναθεώρηση της βάσης μέτρησης κατά την τρίτη περίοδο ελέγχου όπου και είχε ολοκληρωθεί το 10% του έργου και οι μετρήσεις έγιναν με γνώμονα τη νέα βάση. Παρατηρήθηκε από αυτή την ανάλυση ότι βελτιώθηκαν αισθητά οι δείκτες του Παραγόμενου Χρόνου. Επίσης η πρόβλεψη της ολοκλήρωσης του έργου με τους δείκτες του Παραγόμενου Χρόνου ήταν πολύ πιο κοντά στην πραγματική τιμή της σε αντίθεση με την πρόβλεψη με τους δείκτες της Παραγόμενης Αξίας. Στην τρίτη ανάλυση μελετήθηκε ξεχωριστά μία συγκεκριμένη δραστηριότητα του έργου της οποίας η προγραμματισμένη διάρκεια ήταν 48.2 εβδομάδες. Παρατηρήθηκε ότι ο δείκτης SPI του Παραγόμενου Χρόνου αυξανόταν πιο ομαλά τείνοντας να φτάσει τη μονάδα σε αντίθεση με αυτόν της Παραγόμενης Αξίας. Επίσης η τιμή του Παραγόμενου Χρόνου συγκλίνει στην πραγματική τιμή στο 50% της ολοκλήρωσης του έργου ενώ η Παραγόμενη Αξία κάνει το ίδιο μετά το 80%.

Παρατηρήθηκε λοιπόν μία υπεροχή των δεικτών του Παραγόμενου Χρόνου διότι τα αποτελέσματά τους ήταν πιο αξιόπιστα καθ' όλη τη διάρκεια του έργου και όχι μόνο στην αρχή του. Οι συγγραφείς του άρθρου κατέληξαν ότι και οι δύο μέθοδοι μπορούν να δώσουν αξιόπιστα αποτελέσματα στα αρχικά στάδια κάποιου έργου. Οι δείκτες της Μεθόδου της Παραγόμενης Αξίας μπορούν να χρησιμοποιούνται σαν σημάδια ώστε να προλάβει κάποιος το εκάστοτε πρόβλημα που πιθανώς να προκύψει.

## Παράδειγμα 2

Το δεύτερο παράδειγμα εφαρμογής της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας είναι το "Larut Tunnel" το οποίο είναι μέρος του έργου "Electrified Double Track Project"

στο Δυτικό τμήμα της Μαλαισίας. Το έργο αυτό είναι δημόσιο και χρηματοδοτείται από την κυβέρνηση. Αναμένεται η ολοκλήρωσή του μέσα στο 2013. Η εφαρμογή της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας σε αυτό το έργο παρουσιάστηκε το 2011 στο International Conference on Management and Service Science στη Σιγκαπούρη με εισηγητές τους Faris Khamidi M., Ali W. και Idrus A.

Για να δημιουργηθεί το WBS του έργου, το έργο χωρίστηκε σε επίπεδα όπως βλέπουμε στο παρακάτω σχήμα (Σχ.5). Έτσι είναι πιο εύκολο να προγραμματιστεί το έργο και να φανούν ξεκάθαρα ποιες είναι οι δραστηριότητες από τις οποίες αποτελείται πόσο καιρό είναι προγραμματισμένο να διαρκέσει η καθεμία.

S.No.	Task Name	Duration	Start	Finish	2008				2009				2010			
					Q1 '08	Q2 '08	Q3 '08	Q4 '08	Q1 '09	Q2 '09	Q3 '09	Q4 '09	Q1 '10	Q2 '10		
1	Larut Tunnel	639 days	Fri 3/7/08	Wed 5/26/10	[Gantt bar spanning from Fri 3/7/08 to Wed 5/26/10]											
2	Civil & Structural works	639 days	Fri 3/7/08	Wed 5/26/10	[Gantt bar spanning from Fri 3/7/08 to Wed 5/26/10]											
3	South Portal	626 days	Fri 3/7/08	Sat 5/8/10	[Gantt bar spanning from Fri 3/7/08 to Sat 5/8/10]											
4	Preparation & Mobilization	53 days	Fri 3/7/08	Mon 4/28/08	[Gantt bar spanning from Fri 3/7/08 to Mon 4/28/08]											
9	Excavation Works	94 days	Tue 4/29/08	Thu 7/31/08	[Gantt bar spanning from Tue 4/29/08 to Thu 7/31/08]											
53	Drainage works	7 days	Thu 7/31/08	Wed 8/6/08	[Gantt bar spanning from Thu 7/31/08 to Wed 8/6/08]											
54	Portal Works	435 days	Thu 9/18/08	Sat 5/8/10	[Gantt bar spanning from Thu 9/18/08 to Sat 5/8/10]											
59	Noth Portal	491 days	Sat 8/2/08	Wed 5/26/10	[Gantt bar spanning from Sat 8/2/08 to Wed 5/26/10]											
60	Preparation & Mobilization	69 days	Sat 8/2/08	Wed 10/22/08	[Gantt bar spanning from Sat 8/2/08 to Wed 10/22/08]											
65	Excavation Works	111 days	Mon 10/20/08	Wed 3/18/09	[Gantt bar spanning from Mon 10/20/08 to Wed 3/18/09]											
81	Portal Works	356 days	Wed 1/21/09	Wed 5/26/10	[Gantt bar spanning from Wed 1/21/09 to Wed 5/26/10]											
87	Mined Tunnel Construction (L = 338.4 m)	126 days	Thu 10/9/08	Fri 3/27/09	[Gantt bar spanning from Thu 10/9/08 to Fri 3/27/09]											
93	Final Lining	267 days	Mon 3/30/09	Mon 4/5/10	[Gantt bar spanning from Mon 3/30/09 to Mon 4/5/10]											
99	Mechanical & Electrical Works	131 days	Tue 12/1/09	Wed 5/26/10	[Gantt bar spanning from Tue 12/1/09 to Wed 5/26/10]											
100	Service Installtion	123 days	Tue 12/1/09	Fri 5/14/10	[Gantt bar spanning from Tue 12/1/09 to Fri 5/14/10]											
101	Utilities	106 days	Tue 12/1/09	Sat 4/24/10	[Gantt bar spanning from Tue 12/1/09 to Sat 4/24/10]											
105	System Installation	36 days	Thu 4/1/10	Fri 5/14/10	[Gantt bar spanning from Thu 4/1/10 to Fri 5/14/10]											
110	Track Works	20 days	Sat 5/1/10	Wed 5/26/10	[Gantt bar spanning from Sat 5/1/10 to Wed 5/26/10]											
111	Track Formation	20 days	Sat 5/1/10	Wed 5/26/10	[Gantt bar spanning from Sat 5/1/10 to Wed 5/26/10]											

**Σχήμα 4. WBS (Khamidi, Ali, Idrus 2011)**

Στην συγκεκριμένη ανάλυση, μελετάται το έργο κατά την περίοδο από τον Μάιο του 2008 μέχρι τον Μάιο του 2010 (2 χρόνια). Για την περίοδο αυτή υπολογίστηκαν οι τιμές της Παραγόμενης Αξίας, της Προγραμματισμένης Αξίας και του Πραγματικού Κόστους και παρουσιάστηκαν οι Καμπύλες - S σε ένα κοινό διάγραμμα. Παρατηρήθηκε ότι το έργο βρισκόταν τον Μάιο του 2010 πίσω από τον αρχικό προγραμματισμό. Αυτό έδειξε η συνεχής αρνητική τιμή του SV καθ' όλη τη διάρκεια αυτών των 2 χρόνων καθώς και η τιμή του SPI που βρισκόταν συνεχώς κάτω από τη μονάδα με μία αυξητική παρ' όλα αυτά τάση.

Όσον αφορά το κόστος, ο δείκτης CV είναι αρνητικός συνέχεια και δείχνει μία αρνητική εικόνα για το κόστος του έργου αυτά τα δύο χρόνια. Ο δείκτης CPI είναι συνεχώς μικρότερος της μονάδας κάτι που σημαίνει ότι η απόδοση του κόστους ήταν

μικρότερη από την εκτιμώμενη. Αυτό δείχνει ότι η εταιρία που είχε αναλάβει το έργο ξόδευε περισσότερα χρήματα απ' ότι αυτά που κέρδιζε σε εκείνο το χρονικό διάστημα.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Στόχος της διπλωματικής ήταν η ανάλυση της μεθόδου της Παραγόμενης Αξίας για τη χρονική και οικονομική παρακολούθηση και αξιολόγηση ενός τεχνικού έργου. Πιο συγκεκριμένα, ασχοληθήκαμε με τη διαχείριση των ελληνικών δημοσίων έργων και πως αυτή μπορεί να γίνει με τη χρήση της μεθόδου της Παραγόμενης Αξίας λαμβάνοντας υπόψιν τους κανονισμούς της ελληνικής νομοθεσίας για την κατασκευή και διαχείριση των τεχνικών έργων.

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που έγινε, αναπτύχθηκε ο τρόπος λειτουργίας της μεθόδου της Παραγόμενης Αξίας. Η μέθοδος αυτή (Earned Value method - EVM) χρησιμοποιείται εδώ και χρόνια για την παρακολούθηση της πορείας των έργων και για την αξιολόγησή τους. Η διεθνής βιβλιογραφία έδειξε ότι η μεθοδολογία Παραγόμενης Αξίας θεωρείται ισχυρό εργαλείο στα χέρια του διευθυντή του έργου, αρκεί να χρησιμοποιείται ορθά. Αναφέρθηκαν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της έτσι όπως προέκυψαν από την ανασκόπηση. Αυτό που κάνει ιδιέταιρη εντύπωση είναι ότι αν και θεωρείται χρήσιμη μέθοδος, παρ'όλα αυτά από πολλούς γίνεται η πρόταση για συνδυασμό της μεθόδου με άλλες μεθόδους ή για εισαγωγή νέων δεικτών στην ήδη υπάρχουσα μέθοδο με σκοπό την βελτίωσή της και την μεγαλύτερη αποτελεσματικότητά της.

Επίσης έγινε μία προσέγγιση της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας με τη χρήση των κανονισμών της ελληνικής νομοθεσίας για τα δημόσια έργα. Από την αντιστοίχιση των στοιχείων της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας με τις ισχύουσες διατάξεις, προέκυψαν συμπεράσματα που θα αναλύσουμε παρακάτω.

1. Δεν μπορούμε να πούμε με σιγουριά σε ποια έργα αυστηρά μπορεί να εφαρμοστεί η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας γιατί αρκετοί υποστηρίζουν ότι είναι χρήσιμη ακόμη και στα μικρά έργα ενώ άλλοι θεωρούν ότι βοηθάει ουσιαστικά μόνο όταν το έργο είναι μεγάλο και πολύπλοκο και αποτελείται από πολλές διαφορετικές εργασίες. Το σίγουρο είναι ότι θα πρέπει να γίνεται με προσοχή και οργάνωση η συλλογή των στοιχείων για την εφαρμογή της συνδυάζοντας σωστά και με βάση τις αρχές της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας

τις διαθέσιμες πληροφορίες. Για παράδειγμα, αν ένα έργο είναι μεγάλο και το χρονοδιάγραμμα του οποίου είναι εκτενές και αποτελείται από πολλές διαφορετικές δραστηριότητες οι οποίες συνδέονται με διαφορετικές σχέσεις μεταξύ τους, τα στοιχεία που πρέπει να έχει κάποιος στη διάθεσή του για να δημιουργήσει την Καμπύλη-S της Προγραμματισμένης Αξίας (που είναι η βάση παρακολούθησης του έργου), θα πρέπει να συλλεχθούν με προσοχή και να αναλυθούν διεξοδικά διότι υπάρχουν λεπτομέρειες που χρήζουν προσοχής.

2. Ανάλογα με τις αλλαγές που προκύπτουν κατά την πορεία του έργου με τους ΑΠΕ που εγκρίνονται ανά τρίμηνο και με τις παρατάσεις της χρονικής διάρκειας του έργου, αναπροσαρμόζεται η Καμπύλη-S της Προγραμματισμένης Αξίας του έργου ώστε να τις ενσωματώσει. Για παράδειγμα είναι πολύ πιθανό σε κάποιο έργο με τον ΑΠΕ να εγκριθούν ποσότητες ή εργασίες οι οποίες δεν υπήρχαν στον προηγούμενο ΑΠΕ. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να ξαναγίνει ο προγραμματισμός του υπολειπόμενου έργου με τα καινούρια δεδομένα για να ενσωματωθούν στην Καμπύλη του κόστους.
3. Είναι απαραίτητο οι υπάρχει εξειδικευμένο προσωπικό που θα γνωρίζει καλά την μέθοδο. Αυτό είναι απαραίτητο γιατί η μέθοδος είναι απλά ένα προειδοποιητικό σήμα για τις παρεκλίσεις που θα παρουσιαστούν στο μέλλον στο έργο. Δεν βοηθάει από μόνη της στον τρόπο με τον οποίο θα γίνουν οι διορθωτικές κινήσεις. Έτσι είναι δουλειά των διευθυντών του έργου να γνωρίζουν σε βάθος τη λειτουργία τους και να είναι σε θέση, όταν παρουσιάζονται αλλαγές (π.χ. με νέες αναθεωρήσεις), να αλλάζουν τη βάση αναφοράς του έργου ώστε το υπολειπόμενο κομμάτι του, να μπορεί να αξιολογηθεί σωστά.
4. Ο συνδυασμός της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας με άλλες μεθόδους όπως αυτή του Παραγόμενου Χρόνου (Earned Schedule) ή με την ανάλυση του ρίσκου ή εκφρασμένη με ασαφή σύνολα, την κάνει ισχυρό εργαλείο στα χέρια των διευθυντών του έργου. Έγινε σαφές από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση ότι αν και η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας θεωρείται λειτουργική μέθοδος για την παρακολούθηση του έργου, παρ'όλα αυτά, τα τελευταία χρόνια γίνονται

συστηματικές προσπάθειες για τη βελτίωσή της. ο συνδυασμός της με άλλες μεθόδους της επιτρέπουν να διευρύνει το φάσμα της λειτουργίας της και να παρέχει περισσότερες πληροφορίες και πιο ακριβείς στους διευθυντές των έργων.

5. Ο δείκτης EAC που είναι μία εκτίμηση του κόστους κατά την ολοκλήρωση του έργου, λαμβάνει υπόψιν τα δεδομένα για το έργο που ισχύουν μόνο τη στιγμή που γίνεται ο έλεγχος και όχι πιθανές επιρροές από το παρελθόν του έργου γι'αυτό και πολλές φορές, αυτή η εκτίμηση είναι λανθασμένη.
6. Ένα πολύ βασικό μειονέκτημα που έχει παρατηρηθεί από την εφαρμογή της μεθόδου είναι ότι δεν είναι σε θέση να δώσει όσο το δυνατόν ακριβέστερη εκτίμηση για τον χρόνο ολοκλήρωσης του έργου. Αυτό δυσκολεύει πολύ τους διευθυντές του έργου γιατί, το να έχουν στα χέρια τους μία έγκυρη εκτίμηση για την ολοκλήρωση του έργου, τους βοηθάει να αξιολογήσουν την κατάσταση και να πράξουν αναλόγως.
7. Ένας τρόπος για να γίνει η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας πιο αποτελεσματική είναι να λαμβάνουν οι διευθυντές των έργων όσο περισσότερα δεδομένα μπορούν για να την εφαρμόσουν. Όσο πιο πολλά δεδομένα για το κόστος και το χρόνο έχει στα χέρια του κάποιος, τόσο πιο ορθά θα είναι τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την εφαρμογή της μεθόδου.
8. Η μέθοδος Παραγόμενης Αξίας επικεντρώνεται στην εσωτερική διαδικασία του έργου, σε ότι έχει να κάνει με το χρονοδιάγραμμα και το κόστος και δεν δίνει πληροφορίες για την απόδοση των αποτελεσμάτων, για τις επιπτώσεις του έργου κτλ. Αυτό, αν και φαίνεται να είναι περιοριστικό για την εφαρμογή της, παρ'όλα αυτά μπορεί να θεωρηθεί και σαν θετικό στοιχείο γιατί την κάνει πιο εύκολη στην κατανόηση και στη χρήση. Άλωστε οι δείκτες που χρησιμοποιεί είναι πολύ εύκολο να κατανοηθούν γι'αυτό και είναι εύκολη στη χρήση της.
9. Στα δημόσια έργα που υπάρχουν περιορισμοί λόγω της νομοθεσίας, κάποιος από τους δείκτες της μεθόδου Παραγόμενης Αξίας δεν δίνουν αποτελέσματα

χρήσιμα στον διευθυντή του έργου έτσι μειώνεται η λειτουργικότητά της. Για παράδειγμα, όπως είδαμε στο κεφάλαιο 3, δεν έχει νόημα ο δείκτης CV γιατί ισούται πάντα με το μηδέν λόγω του ότι η Παραγόμενη Αξία είναι πάντα ίση σε τιμή με το Πραγματικό Κόστος.

## Αναφορές

Alvarado, C., Silverman, R., Wilson, D., 2004, 'Assessing the performance of construction projects: Implementing earned value management at the General Services Administration', *Journal of Facilities Management*, Vol. 3, No. 1

Bower, C. D., Finegan D. A., 2009, 'New approaches in project performance evaluation techniques', *International Journal of Managing Projects in Business*, Vol. 2, No. 3, pp. 435 – 444

Chen, T. M., 2008, 'The ABCs of Earned Value Application', *AACE International Transactions*, pp. 1

Chou, J. S., Chen, H.-M., Hou, C.-C., Lin, C.-W., 2010, 'Visualized EVM system for assessing project performance', *Automation in Construction*, Vol. 19, pp. 596 – 607

Czarnigowska, A., Jaskowski, P., Biruk, S., 2011, 'Project performance reporting and prediction: Extensions of Earned Value Management', *International Journal of Business and Management Studies*, Vol. 3, No. 1, pp. 11 - 20

Fleming, Q., Koppelman, J., 1999, 'Earned Value Project Management...An Introduction', *The Journal of Defense Software Engineering*, pp. 10 - 14

Howes, R., 2000, 'Improving the performance of Earned Value Analysis as a construction project management tool', *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 7, No. 4, pp. 399 – 411

Jarnagan, H. P., 2009, 'Lessons Learned in Using Earned Value Systems', *AACE International Transactions*

Khamidi, M. F., Ali, W., Idrus, A., 2011, 'Application of Earned Value Management System on an Infrastructure Project: A Malaysian Case Study', *2011 International Conference on Management and Service Science*, Vol. 8, pp. 5

Kim, E., Wells, Jr., W. G., Duffey, M. R., 2003, 'A model for effective implementation of Earned Value Management methodology', *International Journal of Project Management*, Vol. 21, No. 5, pp. 375 - 382

Kwak, Y. H., Anbari F. T., 2012, 'History, practices, and future of earned value management in government: Perspectives from NASA', *Project Management Journal*, Vol. 43, No. 1, pp. 77 – 90

Lipke, W., Zwikael, O., Henderson, K., Anbari, F., 2009, 'Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes', *International Journal of Project Management*, Vol. 27, No. 4, pp. 400 – 407

Lipke, W., 2005, 'Connecting Earned Value to the Schedule', *2005 Spring IPM Conference*, pp. 46

Lipke, W., Henderson, K., 2003, "'Earned Schedule", The Concept, Initial Evaluation and Potential Benefits', *2003 Fall IPM Conference*, pp. 31

Marshal, A., Ruiz, P., Bredillet, C.N., 2008, 'Earned value management insights using inferential statistics', *International Journal of Managing Projects in Business*, Vol. 1, No. 2, pp. 288 – 294

Naeni, L. M., Shadrokh, S., Salehipour, A., 2011, 'A fuzzy approach for the earned value management', *International Journal of Project Management*, Vol. 29, No. 6, pp. 764 – 772

Project Management Institute, 'Practise Standard for Earned Value Management', 2005, pp. 54

Siu, M.-F., Lu, M., 2011, 'Scheduling simulation based techniques for earned value management on resource constrained schedules under delayed scenarios', *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference*, pp. 3455 – 3466

Vanhoucke, M., 2011, 'On the dynamic use of project performance and schedule risk information during project tracking', *Omega*, Vol. 39, pp. 416 – 426

Wilkins, T., 1999, 'Earned Value, Clear and Simple'

Νόμος 3669/2008 (ΦΕΚ Α' 116)

Παντουβάκης, Π., 2003, 'Προγραμματισμός και έλεγχος έργων', Εκδόσεις Ε.Μ.Π.

Παντουβάκης, Π., 2003, 'Θεωρία και Πράξη στη Διαχείριση Έργου', pp. 1-13

Π.Δ. 609/1985 (ΦΕΚ Α' 223/24)

Στόκος, Π., 2007, 'Εγχειρίδιο Κατασκευαστή', *Εκδόσεις Παπασωτηρίου*

Τζαβέας, Θ., Κατσαβούνη Σ., Καλαφακάκου, Γ., 2010, 'Analysis of Project Performance of a Real Case Study and Assessment of Earned Value and Earned Schedule Techniques for the Prediction of Project Completion Date', *International Conference in Project Management*, pp. 8

Υψηλάντης, Π., 'Η Μέθοδος της Παραχθείσας Αξίας'