

ΤΕΙ ΛΑΡΙΣΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΡΓΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ»

Διερεύνηση των προγνωστικών μεθόδων της Earned Value Analysis με χρήση της τεχνικής Monte Carlo

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γκιρλή Δήμητρα

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Καζαντζή Βασιλική

ΛΑΡΙΣΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ: 2014-2015

Περιεχόμενα

Κατάλογος Πινάκων.....	4
Κατάλογος Σχημάτων	6
Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	7
Κατάλογος Συντομογραφιών	21
Πρόλογος.....	24
Περίληψη.....	25
Abstract	26
Κεφάλαιο 1 : ΕΡΓΟ.....	27
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	27
1.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	27
1.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΟΣ ΕΠΙΤΥΧΗΜΕΝΟΥ ΕΡΓΟΥ	30
Κεφάλαιο 2: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ	33
2.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ	33
2.2. ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	34
2.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ.....	34
2.4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ	34
2.4.1. Η Φάση Προσδιορισμού του Έργου.....	36
2.4.2. Η Φάση Διατύπωσης του Έργου	36
2.4.3. Η Φάση Σχεδιασμού του Έργου.....	36
2.4.4. Η Φάση Υλοποίησης και Ελέγχου της Πορείας του Έργου.....	37
2.4.5. Η Φάση Ολοκλήρωσης του Έργου.....	38
2.5. ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΑ ΜΕΡΗ-ΦΟΡΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟ	38
Κεφάλαιο 3: EARNED VALUE ANALYSIS	40
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΕΡΔΙΣΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ (EARNED VALUE ANALYSIS – EVA).....	40
3.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΕΡΔΙΣΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ (EARNED VALUE ANALYSIS – EVA).....	41
3.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΕΡΔΙΣΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ(EARNED VALUE).....	42
3.4. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΕΡΔΙΣΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ(EARNED VALUE).....	43
3.5. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΤΥΧΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	44
3.6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	45
3.7. ΜΕΤΡΙΚΕΣ	55

3.8. ΜΕΤΡΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	59
3.8.1. Μετατροπή των μέτρων συμπεριφοράς χρόνου SV και SPI σε μονάδες χρόνου με τους δείκτες SV(t) και SPI(t).....	61
3.9. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ	65
3.9.1. Δείκτες Χρόνου	65
3.9.2. Δείκτες Κόστους	67
3.10. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΕΛΘΟΝΤΟΣ.....	69
3.11. ΟΡΟΛΟΓΙΕΣ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΕΚΔΟΧΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ	71
3.11.1. Η μέθοδος Σχεδιασμένης Αξίας(Planned Value)	74
3.11.2. Η μέθοδος Κερδισμένης Διάρκειας ED (Earned Duration).....	74
3.11.3. Η μέθοδος Κερδισμένου Χρονοδιαγράμματος ES (Earned Schedule)	75
Κεφάλαιο 4 : ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ	78
4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	78
4.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ	78
4.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ	80
4.4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΕΡΓΩΝ	81
4.5. ΤΥΠΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ	84
Κεφάλαιο 5 : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	86
5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	86
5.2. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	87
5.3. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ.....	87
5.3.1. Ιστορία της Προσομοίωσης.....	87
5.3.2. Περιγραφή Προσομοίωσης.....	88
5.3.3. Πλεονεκτήματα Προσομοίωσης.....	89
5.3.4. Εφαρμογή Προσομοίωσης.....	90
5.3.4.1. Τυχαιοί Αριθμοί.....	93
5.3.4.1.1. Μέθοδοι παραγωγής τυχαίων αριθμών	94
5.3.4.1.2. Γεννήτρια Τυχαίων Αριθμών	95
5.3.4.2. Θεωρία Πιθανοτήτων	99
5.3.4.2.1. Τριγωνική Κατανομή	100
Κεφάλαιο 6 : ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	101
Κεφάλαιο 7 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.....	114
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	128
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	133

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3.1: Δείκτες απόδοσης EVM και υποθέσεις

Πίνακας 3.2: Βασικά Ερωτήματα Διαχείρισης Έργου

Πίνακας 3.3: Ερμηνείες των βασικών μέτρων απόδοσης της EVM(Earned Value Management)

Πίνακας 3.4 : Ορολογία που χρησιμοποιείται στα επιστημονικά άρθρα

Πίνακας 3.5: Ορολογία που χρησιμοποιείται στο βιβλίο του Mario Vanhoucke , ‘‘Measuring Time’’(2009)

Πίνακας 6.1 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.2 : Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Πίνακας 6.3 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.4: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Πίνακας 6.5 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.6: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Πίνακας 6.7 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.8: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Πίνακας 6.9 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.10: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Πίνακας 6.11 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.12 : Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Πίνακας 6.13 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.14: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Πίνακας 6.15 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.16: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Πίνακας 6.17 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.18: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Πίνακας 6.19 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.20: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Πίνακας 6.21 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.22: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Πίνακας 6.23 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.24: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Πίνακας 6.25 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.26: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Πίνακας 6.27 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.28: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Πίνακας 6.29 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.30: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Πίνακας 6.31 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.32: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Πίνακας 6.33 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.34: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Πίνακας 6.35 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.36: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Πίνακας 6.37 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.38: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Πίνακας 6.39 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.40: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Πίνακας 6.41 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.42: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Πίνακας 6.43 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.44: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Πίνακας 6.45 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.46: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Πίνακας 6.47 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

Πίνακας 6.48: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Πίνακας 7.1 : Παρουσίαση Τιμών Πιθανοτήτων εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV κάθε έργο

Πίνακας 7.2 : Παρουσίαση Τιμών Πιθανοτήτων εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV στα Κτιριακά Έργα.

Πίνακας 7.3 : Παρουσίαση Τιμών Πιθανοτήτων εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV στα Έργα Οδοποιείας

Πίνακας 7.4 : Παρουσίαση Τιμών Πιθανοτήτων εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV στα Υδραυλικά Έργα.

Πίνακας 7.5 : Παρουσίαση Τιμών Πιθανοτήτων εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV στα έργα Αποχέτευσης.

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1 : Αντικειμενικοί στόχοι ενός έργου

Σχήμα 2.1 : Δείγμα γενικότερου κύκλου ζωής

Σχήμα 3.1 : Η S - καμπύλη του αναπτυσσιακού μοντέλου Gompertz

Σχήμα 3.2: Βασικές σχέσεις κόστους – χρόνου για τις μεταβλητές AC , PV, EV

Σχήμα 3.3 : Σχέσεις κόστους – χρόνου για τις μεταβλητές AC , PV, EV για 4 διαφορετικά σενάρια

Σχήμα 3.4 : Συμβατική προσέγγιση EVM

Σχήμα 3.5: Η έννοια Κερδισμένου Χρονοδιαγράμματος ES

Σχήμα 4.1 : Διάκριση κινδύνων κατά φύση και προέλευση

Σχήμα 4.2: Παράγοντες αβεβαιότητας έργου

Σχήμα 4.3 : Εξέλιξη αβεβαιότητας κατά τη διάρκεια του έργου

Σχήμα 4.4: Δομή και χαρακτηριστικά κινδύνων

Σχήμα 5.1 : Μαθηματικά μοντέλα

Σχήμα 5.2 : Υποθετική Βάση μοντελοποίησης

Σχήμα 5.1: Η γραφική παράσταση της ομοιόμορφης κατανομής

Σχήμα 5.2: Συνάρτηση συσσωρευμένης πιθανότητας CDF για μετατροπή ενός τυχαίου αριθμού ομοιόμορφης κατανομής σε ψευδοτυχαίο αριθμό μιας οποιαδήποτε συνεχούς κατανομής

Σχήμα 5.3 : Γραφική παράσταση τριγωνικής κατανομής

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 6.1 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.2 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.3 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.4 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.5 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.6 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.7 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.9 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.10 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.11: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.12: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.13 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.14 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.15: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.16 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.17: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.18 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.19 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.20: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.21: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.22 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.23 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.24: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.25 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.26 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.27: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.28: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.29 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.30 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.31: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Κατάλογος Συντομογραφιών

A

AC-Actual Cost: Πραγματικό Κόστος.

AD-Actual Duration: Η Πραγματική Διάρκεια του Έργου.

AT-Actual Time: Η Πραγματική Διάρκεια του Έργου.

C

CPI-Cost Performance Index: Δείκτης Επίδοσης Κόστους.

CR-Critical Ratio: Αναλογία Κρισιμότητας.

CV-Cost Variance: Μεταβλητή Κόστους.

E

EAC(t)-Time Estimate at Completion: Η Εκτιμώμενη Συνολική Διάρκεια του έργου κατά την ολοκλήρωση.

EAC(t)_{PV}-Time Estimate at Completion: Η Εκτιμώμενη Συνολική Διάρκεια του έργου κατά την ολοκλήρωση με τη μέθοδο «Σχεδιασμένης Αξίας».

EAC(t)_{ED}-Time Estimate at Completion: Η Εκτιμώμενη Συνολική Διάρκεια του έργου κατά την ολοκλήρωση με τη μέθοδο «Αποκτημένης Διάρκειας».

EAC(t)_{ES}-Time Estimate at Completion: Η Εκτιμώμενη Συνολική Διάρκεια του έργου κατά την ολοκλήρωση με τη μέθοδο «Αποκτημένου Χρονοδιαγράμματος».

EAC-Estimate at Completion: Το Εκτιμώμενο Συνολικό Κόστος του έργου κατά την ολοκλήρωση.

ED-Earned Duration: Η Αποκτηθείσα Διάρκεια του Έργου.

EDAC-Estimate of Duration at Completion: Εκτιμώμενη Διάρκεια μέχρι την Ολοκλήρωση.

ES-Earned Schedule: Αποκτημένο Χρονοδιάγραμμα.

EV-Earned Value: Αποκτηθείσα Αξία.

ETC-Estimate to Complete: Το Εκτιμώμενο Ποσό που απομένει για την Ολοκλήρωση.

P

PCWR-Planned Cost of Work Remaining: Το Σχεδιασμένο Κόστος της Εναπομείνουσας Εργασίας.

PD-Planned Duration: Η Σχεδιασμένη Διάρκεια του Έργου.

PDWR-Planned Duration of Work Remaining: Η Σχεδιασμένη Διάρκεια της Εναπομείνουσας Εργασίας.

PF-Performance Factor: Παράγοντας Απόδοσης.

PMBOK-Project Management Body of Knowledge: Βιβλίο Γνώσης της Διοίκησης και Διαχείρισης Έργων.

PMI-Project Management Institute: Ινστιτούτο Διοίκησης και Διαχείρισης Έργων.

PV-Planned Value: Σχεδιασμένη Αξία.

R

RD-Real Duration: Η Αληθινή Διάρκεια του Έργου καθορίζεται χρονικά στο τέλος του έργου.

S

SAC-Schedule at Completion: Το Χρονοδιάγραμμα κατά την Ολοκλήρωση του έργου.

SCI- Schedule Cost Index: Δείκτης Κόστους και Χρονοδιαγράμματος.

SCI(t)-Schedule Cost Index: Δείκτης Κόστους και Χρονοδιαγράμματος σύμφωνα με το χρόνο.

SPI-Schedule Performance Index: Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος

SPI(t)-Schedule Performance Index Time: Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος σύμφωνα με το χρόνο.

SV-Schedule Variance: Μεταβλητή Χρονοδιαγράμματος.

SV(t)-Schedule Variance: Μεταβλητή Χρονοδιαγράμματος σύμφωνα με το χρόνο.

T

TCSPI-To Complete Schedule Performance Index: Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος για την Ολοκλήρωση.

TCSPI(t)-To Complete Schedule Performance Index: Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος για την Ολοκλήρωση σύμφωνα με το χρόνο.

TETC-Time estimate to complete: Εκτιμώμενος Χρόνος για την Ολοκλήρωση του Έργου.

TEAC-Time estimate at Completion: Εκτιμώμενος Χρόνος κατά την Ολοκλήρωση του Έργου.

TV-Time Variance: Μεταβλητή του Χρόνου.

V

VAC-Variance at Completion: Η Διακύμανση κατά την ολοκλήρωση.

Πρόλογος

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική με τίτλο <<Διερεύνηση των προγνωστικών μεθόδων της Earned Value Analysis με χρήση της τεχνικής Monte Carlo>> εκτελέστηκε στα πλαίσια απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη <<Διοίκηση και Διαχείριση Έργων και Προγραμμάτων >> της σχολής <<Διοίκησης και Οικονομίας>>.

Το συγκεκριμένο θέμα διαπραγματεύεται βασικά ερευνητικά ερωτήματα που αφορούν τη διερεύνηση των προγνωστικών μεθόδων της Earned Value Analysis με χρήση μιας τεχνικής ,ονομαζόμενη προσομοίωση Monte Carlo και τα οποία δεν έχουν ερευνηθεί στο παρελθόν.

Πρώτα απ' όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου , κ. Βασιλική Καζαντζή και τον κ. Κλεάνθη Συρακούλη για την πολύτιμη βοήθεια τους και την καθοδήγηση τους κατά τη διάρκεια της δουλειάς μου. Επίσης ευχαριστώ πολύ τους γονείς μου ,Ελένη και Απόστολο Γκιρλή για την συμπαράσταση τους στην προσπάθεια εκπλήρωσης των στόχων μου.

Περίληψη

Στη σημερινή εποχή η τεχνολογία μεταβάλλεται ραγδαία, ο ανταγωνισμός γίνεται πιο σκληρός και οι οικονομικές συνθήκες συνεχώς γίνονται όλο και πιο ασταθείς , με αποτέλεσμα οι επιχειρήσεις να αλλάζουν τα συστήματα διοίκησης. Ένας νέος επιστημονικός τομέας που εμφανίζεται δυναμικά είναι η διοίκηση και διαχείριση έργων. Με την πάροδο του χρόνου η διοίκηση και διαχείριση έργων έχει γίνει κύρια συνιστώσα για τη διατήρηση πλεονεκτικής-ανταγωνιστικής θέσης της επιχείρησης και έχει πλέον καταστεί συνώνυμη της επιβίωσης.

Οι επενδυτικές αποφάσεις διακρίνονται από αβεβαιότητα , το μέγεθος της οποίας συναρτάται από το είδος της επένδυσης και τα γενικότερα χαρακτηριστικά της. Ο βαθμός αβεβαιότητας μπορεί να ποικίλλει και ο μελετητής επιδιώκει την ελαχιστοποίησή της. Οπότε, αν σε περίπτωση τα αποτελέσματα και οι συνέπειες που επιφέρει η λήψη μιας απόφασης παρουσιάζουν αβεβαιότητα ,τότε γίνεται χρήση της θεωρίας πιθανοτήτων και για να αξιολογηθούν πρέπει να γίνει ο συνυπολογισμός της.

Στην παρούσα Διπλωματική έχει γίνει κριτική βιβλιογραφική επισκόπηση σε ξενόγλωσσα άρθρα επιστημονικών περιοδικών και περιγράφεται ό,τι έχει ερευνηθεί μέχρι στιγμής, όσον αφορά τη μέθοδο Κερδισμένης Αξίας (Earned Value Analysis) , η οποία αποτελεί μια μέθοδο διαχείρισης και ελέγχου των έργων . Επιπλέον η παρούσα Μελέτη εστιάζει σε ένα κύριο ερευνητικό ερώτημα που αφορά την εξέλιξη της παραμέτρου EV(Earned Value) σε σχέση με την PV(Planned Value) ,βρίσκοντας τις πιθανότητες της εξέλιξης των σχέσεων τους. Για να επιτευχθεί αυτό, θα εφαρμοστεί ένα βασικό εργαλείο , που έχει χρησιμοποιηθεί από τις επιχειρήσεις για την κατανόηση και την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας, που ονομάζεται προσομοίωση Monte Carlo . Η τεχνική της προσομοίωσης είναι μια επαναληπτική μέθοδος για την εκτίμηση ενός ντετερμινιστικού μοντέλου, στο οποίο προσπαθούμε να ακολουθήσουμε την εξάρτηση από το χρόνο ενός μοντέλου, στο οποίο η αλλαγή ή η ανάπτυξη δεν προχωράει με κάποιο αυστηρά προκαθορισμένο τρόπο(δηλαδή με κάποιες εξισώσεις) , αλλά με ένα στοχαστικό τρόπο που εξαρτάται από μια ακολουθία τυχαίων αριθμών ,που παράγονται κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης .Θα γίνει εφαρμογή σε 24 έργα της περιφέρειας Θεσσαλίας, χρησιμοποιώντας την τριγωνική κατανομή και θα προκύψουν τα αντίστοιχα αποτελέσματα ,χρησιμοποιώντας το πακέτο λογισμικού XLSim[®] .

Abstract

Nowadays, technology is changing rapidly, competition is becoming all the more harder and the financial conditions are getting more and more unstable. This has as a result the fact that businesses are changing their administration policies all the time. A new scientific field which appears vigorously is Project Management. Over the time, Project Management has become the main component for the maintenance of an advantageous competitive position of the business and has also become a synonym of survival so far.

The investment decisions show signs of uncertainty, the size of which depends on the kind of the investment and its general characteristics. The extent of uncertainty may vary and the researcher aims at its minimization. So, if the results and the consequences which the decision making process brings about show uncertainty, then the use of the theory of probability takes place and to co estimate them, we must make use of its co estimation.

In the present thesis, a thorough critical bibliographical conspectus in foreign articles from scientific magazines has been made, and whatever has been researched to this day is described in detail, as regards the method of Earned Value Analysis, which is a method of Project Administration and Management. Moreover, the study presented hereafter, focuses on a main investigative question which concerns the evolution of the parameter EV (Earned Value) in relation to PV(Planned Value), finding the possibilities of the evolution in their relations.

To achieve this, a basic tool which has been used by businesses for the comprehension and the encounter of the uncertainty will be implemented, which is called Monte Carlo simulation. The technique of simulation, which is a repetitive method for the estimation of a deterministic model, in which we try to follow the time dependence of a model, in which the change or development does not advance using a strictly determined way (in other words using some equations), but in a thoughtful way which depends on a series of random numbers which are produced during simulation.

Implementation will be carried out in 24 different projects of the “District of Thessaly”, using the triangular distribution and the results will come out by using the XLSim* software.

Κεφάλαιο 1 : ΕΡΓΟ

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορική εξέλιξη του πολιτισμού και της ανθρώπινης κοινωνίας συνδέεται άμεσα με τη υλοποίηση έργων ,δηλαδή επιτευγμάτων με τα οποία άνθρωποι και οικονομικοί πόροι συνδυάζονται με σκοπό την επίτευξη ενός καλού αποτελέσματος. Κρίνεται σημαντικό να υπάρχει μεθοδική οργάνωση και σωστή διαχείριση για να επιτύχει ένα έργο ,ανεξάρτητα από το είδος του. Μάλιστα αποτελεί σημαντική δεξιότητα να μπορεί κάποιος να οργανώνει και να διαχειρίζεται σωστά ένα έργο.

Στη σημερινή εποχή η τεχνολογία μεταβάλλεται ραγδαία, ο ανταγωνισμός γίνεται πιο σκληρός και οι οικονομικές συνθήκες συνεχώς γίνονται όλο και πιο ασταθείς , με αποτέλεσμα οι επιχειρήσεις να αλλάζουν τα συστήματα διοίκησης. Ένας νέος επιστημονικός τομέας που εμφανίζεται δυναμικά είναι η διοίκηση και διαχείριση έργων. Ο τομέας αυτός απαιτεί την ανάπτυξη και την εφαρμογή μεθοδολογιών ,εργαλείων και επιστημονικών μεθόδων, πράγμα που σημαίνει γνώσεις και τεχνικές σε πολλά επιστημονικά πεδία. Η συνεισφορά της διοίκησης έργου γίνεται όλο και μεγαλύτερη στις επιχειρήσεις που θέλουν να διατηρήσουν την ανταγωνιστικότητά τους , κάτι που απαιτεί τη συνεχή βελτίωση της. Με την πάροδο του χρόνου η διοίκηση και διαχείριση έργων έχει γίνει κύρια συνιστώσα για τη διατήρηση πλεονεκτικής-ανταγωνιστικής θέσης της επιχείρησης και έχει πλέον καταστεί συνώνυμη της επιβίωσης.

Οι μέθοδοι και οι τεχνικές διαχείρισης έργων έχουν σχεδιαστεί για να βοηθήσουν τους υπεύθυνους να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις ενός έργου, να παρέχουν τις σωστές οδηγίες για την εφαρμογή των τεχνικών διαχείρισης σε όλες τις φάσεις διαχείρισης ενός έργου ,από τη σύλληψη έως την ολοκλήρωση. Οι μεθοδολογίες διαχείρισης έργων ενσωματώνουν το σκοπό ,την ποιότητα, το χρόνο ,το κόστος ,τον κίνδυνο , το ανθρώπινο δυναμικό και τη διαχείριση της επικοινωνίας.

1.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Από τη στιγμή που κάποιες ανθρώπινες δραστηριότητες μπορούν να θεωρηθούν έργα , θα πρέπει να διασαφηνίσουμε τι θεωρείται έργο και τι όχι, από την οπτική διαχείρισης έργων. Αν και ο όρος «έργο» ακούγεται εύκολο σαν όρος ,στην πραγματικότητα δεν

είναι. Στον επιστημονικό χώρο του Project Management ή αλλιώς της «Διοίκησης και της Διαχείρισης Έργων και Προγραμμάτων» έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για να διασαφηνιστεί ο ορισμός του έργου καθώς και τα χαρακτηριστικά του. Αυτοί οι ορισμοί μεταξύ τους παρουσιάζουν κάποια κοινά σημεία . Σύμφωνα με το PMBOK(1996) ο ορισμός του έργου που δόθηκε με τα μοναδικά του χαρακτηριστικά είναι ο εξής :«*έργο είναι μια προσωρινή προσπάθεια που αναλαμβάνεται για να δημιουργηθεί ένα μοναδικό προϊόν ή υπηρεσία*». Το «**προσωρινό**» σημαίνει ότι κάθε έργο έχει καθορισμένο τέλος και το «**μοναδικό**» ότι το προϊόν ή αντίστοιχα ή υπηρεσία διαφέρει κατά διακριτό τρόπο από όλα τα παρόμοια προϊόντα ή υπηρεσίες. Μια άλλη διαφορετική εκδοχή είναι αυτή του Turner J.R. (2008) « *Έργο είναι μια προσπάθεια στην οποία άνθρωποι ,υλικοί και χρηματοοικονομικοί πόροι οργανώνονται με ένα νέο τρόπο προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στην εκτέλεση εργασιών με συγκεκριμένες προδιαγραφές ,σε χρονικούς και οικονομικούς περιορισμούς έτσι ώστε να επιτευχθεί κάποιο ωφέλιμο αποτέλεσμα που καθορίζεται από ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια*».

Για την καλύτερη κατανόηση του έργου απαιτείται η κατανόηση του περιβάλλοντός του. Όλα τα έργα έχουν δύο κοινά χαρακτηριστικά (Verzuh,2002) :

- Κάθε έργο έχει αρχή και τέλος. Η ημερομηνία έναρξης ίσως είναι συγκεχυμένη καθώς μια ιδέα μετεξελισσεται σε έργο και δεν μπορείς να γνωρίζεις το πότε. Ενώ η ημερομηνία για το τέλος ενός έργου είναι σαφώς καθορισμένη για να μπορούν όλοι όσοι συμμετέχουν να συμφωνούν για το πότε έχει ολοκληρωθεί.
- Κάθε έργο είναι μοναδικό προϊόν. Μπορεί το αποτέλεσμα που θα επιφέρει το έργο να είναι απτό ,μπορεί όμως και άυλο. Το πιο ενδιαφέρον στη διαχείριση ενός έργου βρίσκεται στο γεγονός ότι οι επιχειρήσεις που παρέχουν υπηρεσίες έχουν να ασχοληθούν με πολλά έργα και μπορούν να τα διαχειριστούν με τα ίδια εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν και από επιχειρήσεις που παράγουν απτά προϊόντα.

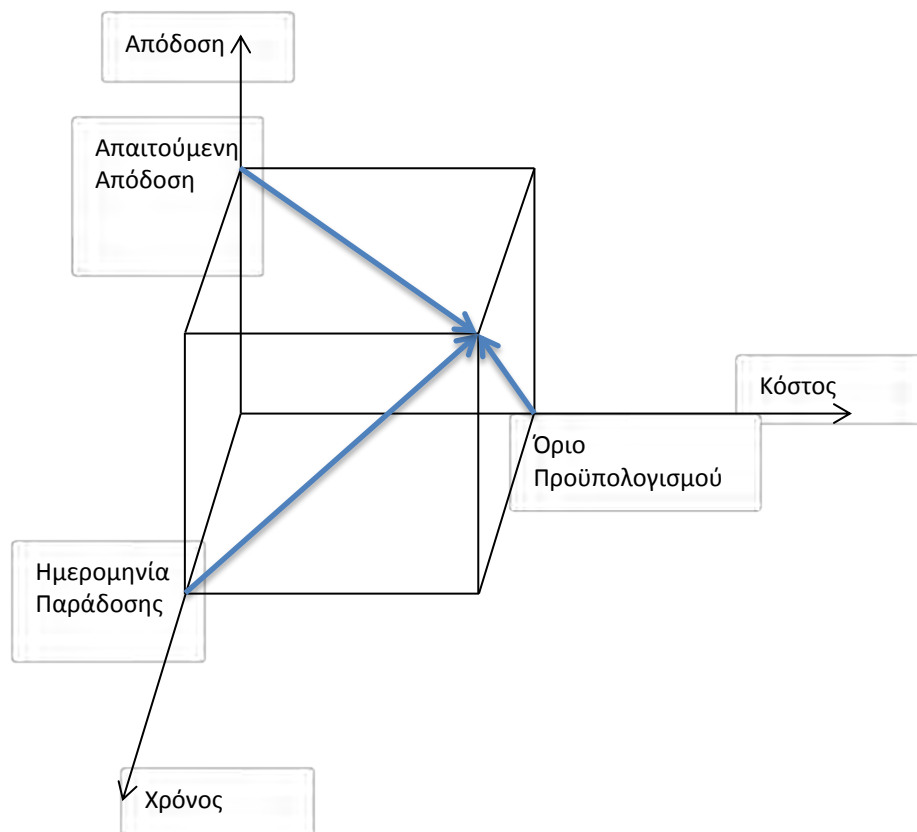
Στη βιβλιογραφία λοιπόν αναφέρεται το έργο με τα εξής βασικά χαρακτηριστικά του (Συρακούλης 2013) :

- Αποτελείται από μια σειρά αλληλοεξαρτώμενων δραστηριοτήτων
- Έχει συγκεκριμένο σημείο έναρξης και σημείο περάτωσης

- Έχει καλά τεκμηριωμένους στόχους
- Παράγεται ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα
- Οι δραστηριότητες είναι μοναδικές με μικρό όγκο και μεγάλη ποικιλία
- Για να ολοκληρωθεί ένα έργο κρίνεται απαραίτητο η ανάλωση απαραίτητου χρόνου ,χρήματος και ανθρώπινων και υλικών πόρων.

Οι αντικειμενικοί στόχοι ενός έργου είναι τρεις (Σχήμα 1.1) :

- Ποιότητα (προδιαγραφές, απόδοση)
- Χρόνος
- Κόστος



Σχήμα 1.1 : Αντικειμενικοί στόχοι ενός έργου

(Πηγή : Meredith,Mantel,2006)

Οι τρεις αυτοί παράμετροι είναι άρρηκτα συνδεδεμένες, με αποτέλεσμα οποιαδήποτε υπέρβαση συμβεί σε κάποια από αυτές να μπορεί να καλυφθεί από προσαρμογή μιας εκ των υπολοίπων ,με σκοπό πάντα την επιτυχή παράδοση του έργου. Για παράδειγμα αν ένα έργο χρειαστεί να παραδοθεί σε μικρότερο χρονικό διάστημα από την αρχική πρόβλεψη, τότε είναι βέβαιο ότι θα χρειαστεί μεγαλύτερο κόστος με ενδεχόμενη κατώτερη απόδοση (προδιαγραφές) δηλαδή ποιότητα. Οι έμπειροι διευθυντές έργων θα πρέπει να γνωρίζουν πολύ καλά αν κάποια πλευρά πρέπει να παραμείνει σταθερή ,αλλά να είναι και σε θέση να διακρίνουν αν κάποια συνιστώσα από αυτές πρέπει να περικοπεί για να προκύψει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Αντιθέτως αν κάποιοι από αυτούς δεν μπορούν να αντιληφθούν την πραγματικότητα ,επιμένουν στη σταθερότητα των όσων έχουν προγραμματισθεί ,δηλαδή να παραδοθεί το έργο στην ώρα του , με όλες τις προδιαγραφές και χωρίς επιπλέον κόστος. Αυτό όμως στη συνέχεια θα αποδειχθεί ανέφικτο και τα έργα θα παραχθούν καθυστερημένα και εκτός προϋπολογισμού.

Συμπερασματικά ,σε αυτά τα τρία στοιχεία γίνεται κάποιος συμψηφισμός ,που δεν είναι τίποτα άλλο παρά η ιεράρχηση των στόχων του έργου. Ο συμψηφισμός είναι σημαντικός και υπάρχουν δύο περιπτώσεις που θα επηρεάσει τις αποφάσεις. Η πρώτη είναι στη διάρκεια του σχεδιασμού. Για παράδειγμα αν ο πελάτης δηλώσει ότι δεν δεχθεί διαπραγματεύσεις για κάποιες δραστηριότητες του έργου ,τότε οι πόροι και το κόστος πρέπει να αξιοποιηθούν σύμφωνα με αυτό το στόχο. Και δεύτερον ο συμψηφισμός θα επηρεάσει και τις αποφάσεις κατά την εκτέλεση του έργου. Δηλαδή αν ο σημαντικός στόχος είναι η επίτευξη μια συγκεκριμένης απόδοσης του κόστους ,τότε όπου υπάρχουν προβλήματα θα πρέπει να παίρνονται σημαντικές αποφάσεις για το χρόνο και την ποιότητα για να υπάρξει συμβιβασμός και να επιτευχθεί έτσι ο στόχος. Αυτός ο στόχος όμως δείχνει να είναι κακός ιδίως στα σημεία που υπάρχει αβεβαιότητα.(Maylor,2003)

Σύμφωνα με κάποιους διαχειριστές έργων (project managers) , κυρίως μεγάλων τεχνικών έργων ,σε αυτά τα τρία χαρακτηριστικά του έργου (χρόνος, κόστος, απόδοση) θα πρέπει να προστίθενται και σαν τέταρτο χαρακτηριστικό και το αντικείμενο (scope) του έργου .

1.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΟΣ ΕΠΙΤΥΧΗΜΕΝΟΥ ΕΡΓΟΥ

Τα βασικά στοιχεία που συνθέτουν ένα επιτυχημένο έργο είναι τα εξής (Verzuh 2003):

- Η έγκαιρη παράδοση , κατά την οποία ένα έργο πρέπει να παραδοθεί στην ώρα του, καθώς μερικά έργα θεωρούνται άχρηστα αν υπάρξει καθυστέρηση στη παράδοση.
- Η τήρηση του προϋπολογισμού, στην οποία το έργο πρέπει να ικανοποιεί τις εκτιμήσεις του κόστους κατά την πρόβλεψη , καθώς πολλά έργα υπερβαίνουν τον προϋπολογισμό και κοστίζουν στις επιχειρήσεις πολύ περισσότερο από αυτό που προσφέρουν.
- Η υψηλή ποιότητα ,η οποία είναι δύσκολος σαν όρος και αναφέρεται στο αποτέλεσμα του έργου. Το αποτέλεσμα αυτό έχει δύο συνιστώσες, τη λειτουργικότητα και τις επιδόσεις. Η λειτουργικότητα έχει σχέση με αυτό που κάνει το προϊόν ,ενώ οι επιδόσεις σχετίζονται με το πόσο καλά αποδίδει η λειτουργικότητα. Και η λειτουργικότητα και οι επιδόσεις πρέπει να προσδιορίζονται στα πρώτα στάδια του έργου και το πώς προσδιορίζονται εξαρτάται από το τι προϊόν κατασκευάζεται ή ποια υπηρεσία παρέχεται.

Σύμφωνα με τους Pandremmenou et.al(2013) τα κριτήρια επιτυχίας είναι εξαρτημένες μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για να αξιολογήσουν την επιτυχία ενός έργου. Τα κριτήρια χωρίζονται σε κατηγορίες όπως υποκειμενικά και αντικειμενικά, μετρήσιμα και μη μετρήσιμα, ποιοτικά και ποσοτικά. Η αρχική κατάταξη των κριτηρίων ήταν στην αρχή σύμφωνα με το τρίγωνο ποιότητας (χρόνος , κόστος, ποιότητα) αλλά αργότερα χωρίστηκαν σε μικρο και σε μακρο- επίπεδο. Στο μικρο-επίπεδο ανήκουν τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν δηλαδή κόστος ,χρόνος και ποιότητα. Ενώ στο μακρο-επίπεδο τα κριτήρια επιτυχίας είναι οι πελάτες ενός έργου, η ικανοποίηση των ενδιαφερόμενων μερών και το μερίδιο αγοράς που κατέχει η επιχείρηση. Σχετικά με το άρθρο των Pandremmenou et.al(2013 αναφέρεται στον Adhazie et.al 2008) επισημαίνεται ότι τα κριτήρια επιτυχίας εντάσσονται σε μη απτά όπως η τήρηση του συμφωνημένου επιπέδου ασφάλειας στο έργο, η χρήση εξοπλισμού με υψηλής τεχνολογίας προδιαγραφές και το επίπεδο ελέγχου του κινδύνου κατά τη διάρκεια του έργου. Σε αντίθεση με τους Thomas και Fernandez(2008) οι οποίοι αναφέρονται στο άρθρο τους στη διάκριση των κριτηρίων σύμφωνα με : α) την προοπτική της Διαχείρισης Έργων β) την προοπτική της τεχνικής της αξιολόγησης γ) το επιχειρησιακό επίπεδο. Από αυτές τις κατηγορίες η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει συνεχώς την παρακολούθηση του χρόνου, τον προϋπολογισμό , την ικανοποίηση του χορηγού του έργου ,του πελάτη και των άλλων ενδιαφερόμενων μερών. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει την ικανοποίηση του πελάτη σχετικά με τις

τεχνικές προδιαγραφές από τα παραδοτέα του έργου. Και η τελευταία αφορά τα κριτήρια σχετικά με την επιχειρησιακή λειτουργία και τη βιωσιμότητα.

Κεφάλαιο 2: ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ

2.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ

Η Διοίκηση - Διαχείριση Έργου δεν είναι κάτι το νέο. Οι πυραμίδες και τα υδραγωγεία της αρχαιότητας ασφαλώς απαιτούσαν τις δεξιότητες να συντονίζει και να προγραμματίζει κάποιος, δεξιότητες που ανήκουν στο ρόλο του διαχειριστή του έργου. Η “σύγχρονη” διαχείριση έργου ορίστηκε σε μεγάλο βαθμό στη δεκαετία το 1950 , με τα μεγάλα αμυντικά προγράμματα του ψυχρού πολέμου. Πρόσφατα η διαχείριση έργου ξέφυγε από τον τομέα των κατασκευαστικών και αεροδιαστημικών έργων και έχει κάνει αισθητή την παρουσία της σε κάθε κλάδο, από την περίθαλψη στη μεταποίηση και από το λογισμικό στους φυσικούς πόρους. Ο κόσμος της εργασίας αλλάζει και ο ρυθμός της αλλαγής αυξάνεται . Αυτή η αλλαγή αυξάνει τη ζήτηση για έργα , επειδή τα έργα αποτελούν το μέσο για να προσαρμοστούν οι οργανισμοί στις μεταβαλλόμενες συνθήκες και να ανταγωνιστούν με σκοπό την επιβίωση τους στην αγορά. Η συμβολή των έργων είναι μεγάλη γιατί χωρίς αυτά δεν θα μπορούσαμε να επανασχεδιάσουμε ένα οργανισμό, να εκτιμήσουμε την κατεύθυνση μια εταιρείας σε μια νέα αγορά ή να παράγουμε ένα νέο προϊόν. Οπότε η αύξηση έργων συνεπάγεται και αυξανόμενη ανάγκη για διαχειριστές έργου. Αν οι διαχειριστές έργου έχουν όραμα, μπορούν να παρακινήσουν , να συσπειρώσουν ανθρώπους και τότε να μπορέσουν να καταφέρουν πολλά πράγματα. Δεν χωράει αμφιβολία ότι καλύτεροι ηγέτες θεωρούνται οι καλύτεροι διαχειριστές έργου (Verzuh,1999)

Επομένως Διοίκηση και Διαχείριση Έργου είναι η εφαρμογή των γνώσεων ,ικανοτήτων ,εργαλείων και τεχνικών προκειμένου να επιτευχθούν οι απαιτήσεις που έχει ένα έργο. Η Διοίκηση του Έργου πραγματοποιείται με τη χρήση διαδικασιών όπως έναρξη του έργου (initiating), σχεδιασμό(scheduling), εκτέλεση (executing), έλεγχο(controlling) και κλείσιμο(closing). Η ομάδα έργου διευθύνει τις εργασίες των έργων ,οι οποίες περιλαμβάνουν (PMBOK,2000):

- Ανταγωνιστικές απαιτήσεις για : εύρος, χρόνος, κόστος, κίνδυνος και ποιότητα
- Ενδιαφερόμενα μέρη με διαφορετικές ανάγκες και συμφέροντα
- Συγκεκριμένες απαιτήσεις

Είναι γενικά αποδεκτό ότι όσα περισσότερα γνωρίζεις για το έργο σου ,τόσο καλύτερα μπορείς να το διαχειριστείς.

Ορισμένες φορές ,με τον όρο διοίκηση έργου ,κάποιοι οργανισμοί θέλουν να δώσουν μια οργανωτική προσέγγιση σε επιχειρηματικές λειτουργίες. Ορθότερα καλείται Διοίκηση μέσω Έργων και αποδίδεται όταν οι λειτουργίες της επιχείρησης μπορούν να χωριστούν σε τμήματα και αυτά να αντιμετωπίζονται ως ξεχωριστά έργα.

2.2. ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Καθώς τα έργα είναι μοναδικές εργολαβίες ,έχουν ένα βαθμό αβεβαιότητας. Οι οργανισμοί που είναι υπεύθυνοι για την εκτέλεση έργων ,συνήθως διαιρούν ένα έργο σε αρκετές φάσεις για να βελτιώσουν τον διοικητικό έλεγχο και να συνδέσουν το έργο με τις τρέχουσες λειτουργίες του οργανισμού. Όλες οι φάσεις συνολικά ενός έργου αναφέρονται σαν κύκλος ζωής του έργου.(PMBOK,2000)

2.3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ

Κάθε έργο χαρακτηρίζεται κατά την ολοκλήρωση του από ένα ή περισσότερα παραδοτέα. Το παραδοτέο είναι ένα επιβεβαιωμένο αποτέλεσμα ,για παράδειγμα σαν μια μελέτη σκοπιμότητας ,ένα λεπτομερές σχέδιο ή ένα πρωτότυπο δείγμα. Τα παραδοτέα και κατά συνέπεια οι φάσεις του έργου, είναι απόρροια μια σειράς σχεδιασμένων γεγονότων με σκοπό να εξασφαλιστεί ο σωστός ορισμός του προϊόντος ή αντίστοιχα της υπηρεσίας. Μετά την ολοκλήρωση μιας φάσης του έργου ,ακολουθεί ανασκόπηση των παραδοτέων όπως επίσης και της πορείας του έργου μέχρι εκείνη τη στιγμή για να καθοριστεί αν το έργο θα περάσει σε επόμενη φάση και τέλος για να ανιχνευθούν και να διορθωθούν έγκαιρα τα λάθη.(PMBOK,2000)

2.4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

Ο κύκλος ζωής εξυπηρετεί τον καθορισμό της έναρξης και του τέλους του έργου. Με δεδομένο ότι ένα έργο στοχεύει στη διαχείριση μιας αλλαγής , κάθε επιχείρηση που διαπιστώνει μια ευκαιρία στην αγορά την οποία επιθυμεί να την εκμεταλλευτεί , θα πρέπει να ξεκινήσει μια εκτίμηση αναγκαιότητας ή μια μελέτη σκοπιμότητας για να αποφασίσει αν θα προχωρήσει στην υλοποίηση της ή όχι.(PMBOK,2000)

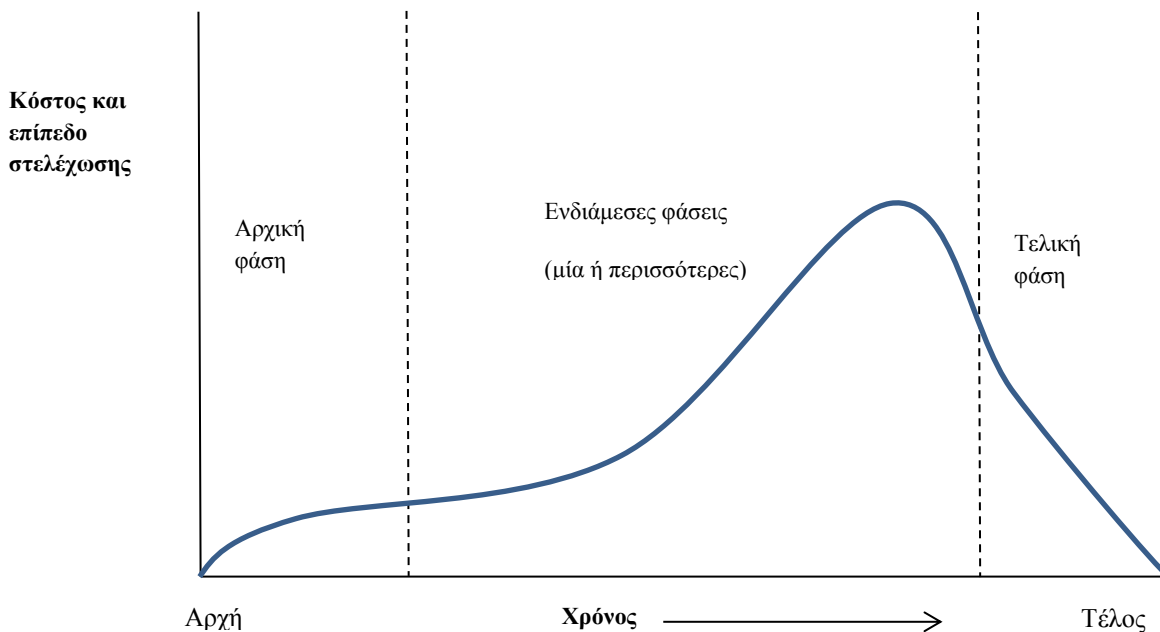
Σύμφωνα με το PMBOK (2000) μια άλλη χρησιμότητα από το καθορισμό του κύκλου ζωής του έργου ,είναι η γεφύρωση του έργου με άλλες ενέργειες πριν την έναρξη και

μετά το τέλος του και κατά συνέπεια η σύνδεση του με τις λοιπές τρέχουσες λειτουργίες της επιχείρησης ή του οργανισμού.

Το να αντιληφθούμε σε ποια ακριβώς φάση του κύκλου ζωής βρισκόμαστε ,αποτελεί βασικό ζήτημα όταν ασχολούμαστε με τη διαχείριση ενός συγκεκριμένου έργου. Οι φάσεις σε ένα κύκλο του έργου ποικίλουν από έργο σε έργο ανάλογα με τη φύση του. Τα παραδοτέα της κάθε φάσης είθισται να εγκρίνονται πριν την έναρξη της επόμενης ,όμως μερικές φορές μια μεταγενέστερη φάση μπορεί να αρχίσει πριν το κλείσιμο της προηγούμενης και μόνο αν είναι καθορισμένα και αποδεκτά τα επίπεδα των κινδύνων. Σε γενικές γραμμές σύμφωνα με το PMBOK(2008) ο κύκλος ζωής περιλαμβάνει :

- Ποιές είναι οι τεχνικές εργασίες που απαιτούνται να γίνουν σε κάθε φάση
- Ποια παραδοτέα προκύπτουν από κάθε φάση και πώς ελέγχεται και αντίστοιχα πιστοποιείται το κάθε ένα
- Ποιος φορέας θα εμπλακεί σε κάθε φάση
- Πώς ελέγχεται και πιστοποιείται η ολοκλήρωση κάθε φάσης

Όπως παρατηρείται και στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 2.1) ,τόσο το κόστος όσο και οι εμπλεκόμενοι πόροι είναι σε χαμηλό επίπεδο κατά την αρχικοποίηση ,κορυφώνονται σε κάποιες από τις ενδιάμεσες φάσεις και μειώνονται κατακόρυφα όταν το έργο τελειώνει.



Σχήμα 2.1 : Δείγμα γενικότερου κύκλου ζωής

(Πηγή: PMBOK,1996)

2.4.1. Η Φάση Προσδιορισμού του Έργου

Στη φάση αυτή προσδιορίζονται οι ανάγκες του έργου που πρέπει να αντιμετωπιστούν αλλά και ο λόγος για τον οποίο πρέπει να σχεδιαστεί το έργο. Ο προσδιορισμός των αναγκών γίνεται από τον πελάτη και σε αυτή τη φάση δεν τίθεται ζήτημα χρονικού ή οικονομικού προγραμματισμού καθώς το αποτέλεσμα εξαρτάται από τον πελάτη και δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως. Ακόμη αυτή η φάση περιλαμβάνει τις διαβουλεύσεις με τον κύριο του έργου, την ανάλυση προβλημάτων που υπάρχουν και την καταγραφή των επιλογών για να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα. Έτσι παίρνεται η τελική απόφαση που είναι συναφής με κάθε τι που αφορά το έργο και έτσι προκύπτει και η ανάγκη για ιδέες που θα μελετηθούν στη φάση διατύπωσης του έργου. Ουσιαστικά αυτή η φάση αφορά την αντίληψη για το ποιους στόχους πρέπει να ικανοποιεί το έργο. (Συρακούλης, 2013)

2.4.2. Η Φάση Διατύπωσης του Έργου

Σε αυτή τη φάση του έργου γίνεται προσπάθεια να αποτυπωθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια τα αντικείμενα με τα οποία ασχολείται το έργο μας αλλά και με το περιβάλλον στο οποίο θα εξελιχθεί, δηλαδή ποιοι είναι οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν θετικά ή αρνητικά την εξέλιξη του. Απαιτείται κατανόηση του τι μπορεί να επιτευχθεί στα πλαίσια του έργου, δηλαδή πιο συγκεκριμένα απαιτείται μια ολιστική προσέγγιση η οποία να διασφαλίζει ότι έχουμε αντιληφθεί όλους τους αλληλοεξαρτώμενους στόχους για την επίτευξη της αλλαγής.

2.4.3. Η Φάση Σχεδιασμού του Έργου

Όπως λέει και ένα παλιό ρητό “ Αν δεν έχεις σχέδιο, τότε σχεδιάζεις την αποτυχία σου”. Όπως αναφέρει ο Maylor(2003) η σχεδίαση του έργου είναι σημαντική φάση, αφενός γιατί δίνει την ευκαιρία στον υπεύθυνο να καταστρώσει σχέδια για να βελτιστοποιηθεί το σύστημα του έργου και αφετέρου γιατί μπορεί να αποφύγει προβλήματα που ίσως δημιουργηθούν στην πορεία της διαδικασίας. Η διαδικασία σχεδιασμού αποτελείται από τέσσερις φάσεις οι οποίες είναι : ο εντοπισμός των συνιστωσών των δραστηριοτήτων, ο καθορισμός της λογικής σειράς τους, εκτίμηση για το χρόνο και τους πόρους και τέλος η παρουσίαση του σχεδίου που θα προκύψει με πιο κατανοητό τρόπο.

Σε κάθε έργο απαιτείται η εξισορρόπηση των τριών βασικών παραγόντων εύρος, κόστος και χρόνος για αυτό θα πρέπει κάθε διαχειριστής να συνδυάζει το κάθε ένα από αυτά για να διαχειριστεί την αλληλεπίδραση μεταξύ τους, με σκοπό την επιτυχή ολοκλήρωση του

έργου. Για να γίνει ο σχεδιασμός αποτελεσματικός θα πρέπει όσοι ασχολούνται με το έργο να τον γνωρίζουν ,να τον εμπιστεύονται, να ενδιαφέρονται άμεσα για αυτόν και να τον χρησιμοποιούν σαν οδηγό τους (Συρακούλης,2013).

2.4.4. Η Φάση Υλοποίησης και Ελέγχου της Πορείας του Έργου

Σε άρθρο του ο Cioffi(2006) αναφέρει ότι : «αν δεν μπορείς να το μετρήσεις, δεν μπορείς να το διαχειριστείς». Πιο συγκεκριμένα αυτό σημαίνει ότι σε ένα έργο θα πρέπει να έχεις μετρήσιμες μεταβλητές ,γιατί μόνο έτσι θα μπορείς να το διαχειριστείς καλύτερα και με αυτό τον τρόπο να γίνει πιο αποδοτικό και υλοποιήσιμο. Οι μεταβλητές αυτές είναι η ποιότητα ,το κόστος και ο χρόνος. Θα μπορούσαμε να αναφέρουμε και τους πόρους που είναι διαθέσιμοι σε δεδομένες χρονικές στιγμές για να παραμείνει εφικτό το χρονοδιάγραμμα.

Πώς πάνε τα πράγματα; Φαίνεται μια πολύ απλή ερώτηση ,όμως αν συλλογιστούμε το γεγονός ότι ένα έργο μπορεί να αποτύχει ή να του δοθεί παράταση ,τότε γίνεται σαφές ότι μάλλον δεν είναι και τόσο εύκολη. Η φάση εκτέλεσης του έργου αποτελεί πολύπλοκο καθήκον ακόμη και για τα πιο μικρά έργα, αν θέλουμε να εφαρμόσουμε τον έλεγχο με αποτελεσματικό τρόπο. Βασική μέθοδο αποτελεί το σύστημα ελέγχου με ανατροφοδότηση. Αυτό συνεπάγεται τη παρακολούθηση του έργου σε επίπεδο δραστηριοτήτων ,τη διαπίστωση τυχόν αποκλίσεων από την επιθυμητή απόδοση και τη λήψη διορθωτικών μέτρων στη συνέχεια. Για το αν το σύστημα είναι σταθερό ή όχι ,αυτό καθορίζεται από τη φύση της ανατροφοδότησης και έτσι η ενημέρωση αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την παροχή ανατροφοδότησης. Όπως προαναφέρθηκε ο έλεγχος εστιάζεται στις μεταβλητές ποιότητα, κόστος , χρόνος (Maylor,2003).

Όσον αφορά τον έλεγχο του οικονομικού αντικείμενου θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις δαπάνες και στην περιγραφή τους, στις συγκριτικές εκτιμήσεις του κόστους ολοκλήρωσης και σε επιπλέον δαπάνες. Από την πλευρά του ελέγχου του χρόνου ιδιαίτερη προσοχή αξίζει να σημειωθεί στο φυσικό αντικείμενο και στο πώς συλλέγονται πληροφορίες για τα ορόσημα του έργου, την αξία και την ποσότητα του φυσικού αντικείμενου και την παράδοση –παραλαβή των παραδοτέων. Επιπλέον για την επίτευξη των αρχικών προδιαγραφών του έργου θα πρέπει να γίνεται έλεγχος των εισροών και εκροών ,να εντοπίζονται οι λόγοι των καθυστερήσεων και να προκύπτουν οι πληρωμές έπειτα από μια συνεργασία με την οικονομική υπηρεσία του έργου (Συρακούλης,2013).

2.4.5. Η Φάση Ολοκλήρωσης του Έργου

Σύμφωνα με τον Maylor(2003) η κατάσταση την οποία πρέπει να αποφύγει ο διαχειριστής του έργου είναι εκείνη που ένα έργο περνάει το 90% του χρόνου ζωής του ολοκληρωμένο κατά 90%. Το να ολοκληρωθούν οι δραστηριότητες είναι πολύ σημαντικό ,για να μπορούν οι πόροι να αποδεσμευθούν για άλλες εργασίες και να ελαχιστοποιηθεί το κόστος που δημιουργείται στη φάση του κλεισίματος. Στο σημείο αυτό τίθεται ένα ερώτημα : “πώς κλείνει ένα έργο;” Η απάντηση σε αυτό το ερώτημα δίνεται από δύο βασικές αρχές που ισχύουν. Η πρώτη είναι ότι πρέπει να δηλωθεί με θετικό αποτέλεσμα ότι το έργο έχει κλείσει ,αντί να σβήσει μόνο του. Και η δεύτερη είναι ότι πρέπει να αξιοποιηθούν οι γνώσεις που αποκτήθηκαν από την πράξη, κάτι το οποίο επιτυγχάνεται μέσω της επανεξέτασης και της διαδικασίας εσωτερικού ελέγχου. Αυτό είναι δυνατό με την ανατροφοδότηση των γνώσεων για τις διαδικασίες που έλαβαν χώρα στο έργο και των τεχνικών γνώσεων. Ένα έργο σίγουρα κοστίζει πολλά χρήματα στον οργανισμό και στα άτομα ,οπότε δίνεται η ευκαιρία με το κλείσιμο του να καρπωθούν τα οφέλη από αυτήν την επένδυση.

Συμπεραίνοντας, το κλείσιμο ενός έργου σημαίνει ότι κλείνουν όλα τα συστήματα, έχει διασφαλιστεί ότι όλες οι διαδικασίες έχουν ολοκληρωθεί και είναι όλα έτοιμα για να προετοιμαστεί η διαδικασία της επανεξέτασης. Η συμβολή των εσωτερικών ελέγχων είναι ο έλεγχος για το αν όντως έχει υπάρξει συμμόρφωση προς τη διαδικασία ,δηλαδή αν όλα όσα ειπώθηκαν να γίνουν ,έγιναν με τον τρόπο που πραγματοποιήθηκε η συμφωνία. Και ο ρόλος των επανεξετάσεων είναι μια ευκαιρία να βελτιωθεί η διαδικασία και ειδικά οι πτυχές¹ με τις οποίες έγινε η διαχείριση του έργου.

2.5. ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΑ ΜΕΡΗ-ΦΟΡΕΙΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟ

Τα εμπλεκόμενα μέρη είναι πρόσωπα ,φορείς, εταιρείες ή οργανισμοί οι οποίοι είτε ενδιαφέρονται ενεργά για το έργο είτε έχουν έννομο ενδιαφέρον που μπορεί να συμβάλλει θετικά ή αρνητικά την έκβαση του ή τα αποτελέσματα του. Ο ρόλος της ομάδας εργασίας είναι ο εντοπισμός αυτών των μελών ,για να εκτιμήσουν τις απαιτήσεις τους και στη συνέχεια να χειριστούν και να επηρεάσουν εκείνους που εγγυώνται την

¹ Κόστος ,χρόνος και ποιότητα.

επιτυχή περάτωση του έργου. Ο εντοπισμός αυτών μερών αποτελεί μια δύσκολη διαδικασία και συνήθως μέσα σε αυτό τον κατάλογο ανήκουν(PMBOK,2000) :

- Ο διευθυντής του έργου (project manager) , ο οποίος διοικεί το έργο
- Ο πελάτης που στην περίπτωση αυτήν είναι ή ένα πρόσωπο ή ένας οργανισμός
- Ο οργανισμός που φέρει εις πέρας το έργο
- Η ομάδα εργασίας
- Ο χορηγός του έργου ,ο οποίος συμβάλλει είτε οικονομικά είτε με προμήθεια εξοπλισμού για την εκτέλεσή του.

Επιπλέον υπάρχουν πολλά διαφορετικά ενδιαφερόμενα και εμπλεκόμενα μέρη στο έργο με διαφορετικά ονόματα και σε διαφορετικές κατηγορίες όπως εσωτερικοί και εξωτερικοί ,ιδιοκτήτες και χρηματοδότες ,πωλητές και εργολάβοι ,κυβερνητικοί οργανισμοί ,κοινωνικές ομάδες που επηρεάζονται από αυτό καθώς επίσης και η κοινωνία στο σύνολο της. Όπως προαναφέρθηκε ο χειρισμός των εμπλεκόμενων μερών είναι δύσκολος αφού ο καθένας θέλει να εξυπηρετήσει τα δικά του συμφέροντα τα οποία μπορεί να συγκρούονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα ένας ιδιοκτήτης που θέλει να αξιοποιήσει μια ακίνητη περιουσία ενδιαφέρεται να ολοκληρωθούν έγκαιρα τα οικοδομήματα του, οι δημόσιοι φορείς ενδιαφέρονται να μεγιστοποιήσουν τα έσοδα τους από την είσπραξη φόρων, οι οικολογικές οργανώσεις απαιτούν εγγυήσεις για τη μη επιβάρυνση του περιβάλλοντος ενώ οι κάτοικοι της περιοχής ενδιαφέρονται να μετακινηθεί το έργο σε άλλη τοποθεσία. Συμπερασματικά προκύπτει ότι τα διάφορα προβλήματα που δημιουργούνται πρέπει να λύνονται προς όφελος του πελάτη και ταυτόχρονα θα πρέπει να εξυπηρετούν το σύνολο των εμπλεκόμενων μερών ,κάτι το οποίο καλείται να φέρει εις πέρας ο διαχειριστής του έργου(project manager) (PMBOK,2000).

Κεφάλαιο 3: EARNED VALUE ANALYSIS

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΕΡΔΙΣΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ (EARNED VALUE ANALYSIS – EVA)

Η μέθοδος της κερδισμένης αξίας αρχίζει και γίνεται πιο διαδομένη με την πάροδο του χρόνου. Οι μακρινές της ρίζες εντοπίζονται από τη βιομηχανική επανάσταση και συνεχώς εξελίσσονται. Ενώ η χρήση της μεθόδου κερδισμένης αξίας ξεκίνησε στο Υπουργείο Άμυνας στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, διαδόθηκε σε εμπορικές επιχειρήσεις και σε κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο. Το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ (U.S. Department of Defense) αποφάσισε να εφαρμόσει τη μέθοδο της Ανάλυσης Κερδισμένης Αξίας για τη μέτρηση των επιδόσεων κατά την ολοκλήρωση των έργων, μέσω της παρακολούθησης του χρόνου του έργου και του κόστους. Η συμβολή της Pert/Cost στη NASA το 1963 παρείχε έναν απλό ορισμό της κερδισμένης αξίας. Το 1967 το Υπουργείο Άμυνας (DoD) ίδρυσε τα κριτήρια Κόστους/Χρονοδιαγράμματος για τον έλεγχο του συστήματος (Cost/Schedule Control Criteria C/SCSC) για να τυποποιήσει τις απαιτήσεις του εργολάβου για την αναφορά της απόδοσης του κόστους και του χρονοδιαγράμματος στα μεγάλα συμβόλαια. Το αποτέλεσμα ήταν η επίσημη εκδοχή της έννοιας «Κερδισμένης Αξίας (Earned Value)» για τη διαχείριση κόστους και χρονοδιαγράμματος σε επιλεγμένα νέα έργα. Το C/SCSC εφαρμόστηκε πάνω από 30 χρόνια. Παρόλο που μερικοί άνθρωποι θεωρούν αυτά τα πρότυπα ιδανικά για όλες τις ιδιωτικές επιχειρήσεις, πολλοί είναι αυτοί στον ιδιωτικό τομέα που έχουν δυσκολία στη χρήση αυτών των κριτηρίων, ιδιαίτερα σε εμπορικά έργα. Πιστεύουν ότι υπάρχουν πολλές απαιτήσεις που κάνουν τη χρήση τους μη καθολική, κάτι το οποίο δεν ισχύει από τη στιγμή που η απόδοση κερδισμένης αξίας παρέχει ένα σταθερό εργαλείο διαχείρισης του έργου. Όταν εφαρμόζεται σωστά, μπορεί να δώσει προειδοποιητικά μηνύματα στον διαχειριστή του έργου για το αν το έργο οδεύει σε υπέρβαση του κόστους. Το 1995, μια ιδιωτική βιομηχανία που εκπροσωπείται από μια Βιομηχανική Ένωση Εθνικής Ασφάλειας (National Security Industrial Association (NSIA)) εκτίμησε τη χρήση των κριτηρίων της μεθόδου Earned Value και διαπιστώθηκε ότι είναι αποδεκτά στη διαχείριση έργου. Το βιομηχανικό αυτό πρότυπο ονομάστηκε Σύστημα Διαχείρισης Κερδισμένης Αξίας (Earned Value Management System (EVMS)). Το Υπουργείο Άμυνας (DoD) επικύρωσε αυτή τη σημαντική εξέλιξη το Δεκέμβριο του 1996 (Nagrecha, 2002).

Ακόμη σύμφωνα με τον Webb(2003) όταν η μέθοδος της κερδισμένης αξίας θεωρήθηκε κατάλληλη για την ολοκληρωμένη διαχείριση του έργου από τον διαχειριστή του έργου ,τότε έγινε πιο προσαρμόσιμη σε ευρύτερο φάσμα. Ασκήθηκε κριτική στο παρελθόν που οφειλόταν στην άκαμπτη και δογματική προσέγγιση της , ωστόσο πιο πρόσφατα κερδίζει έδαφος παγκοσμίως λόγω του ότι οι βασικές αρχές της είναι πολύ καλές τεχνικές διαχείρισης έργου. Οι βασικές αυτές αρχές είναι εύκολο να τις καταλάβει κανείς με την κοινή λογική και να τις εφαρμόσει σε διαφορετικά περιβάλλοντα και επιχειρήσεις. Μερικές φορές θεωρείται εσφαλμένη λόγω των διακυμάνσεων στους υπολογισμούς και της εξειδικευμένης ορολογίας, αλλά παρόλα αυτά ενισχύει την καλή διαχείριση του έργου μέσω της ανάπτυξης ολοκληρωμένης βάσης προγραμματισμού και των τεχνικών ελέγχου του έργου. Επίσης ένα δύσκολο σημείο στη χρήση της είναι να κερδίσει αποδοχή από όλα τα μέρη σε ένα οργανισμό. Αλλά όποιος έχει ζήσει τη διαδικασία τα διδάγματα που θα κερδίσει από τη διαχείριση κερδισμένης αξίας θα τον κάνουν να αλλάξει τον τρόπο στάσης του απέναντι στη μέθοδο. Όποιος διαχειριστής έχει χρησιμοποιήσει τη μέθοδο της κερδισμένης αξίας για να διαχειριστεί ένα έργο, πάντα θα θέλει να τη χρησιμοποιεί στη διαχείριση του και σε οποιοδήποτε άλλο έργο διαχειριστεί ο ίδιος.

3.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΕΡΔΙΣΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ (EARNED VALUE ANALYSIS – EVA)

Η ενασχόληση με τη μέθοδο Κερδισμένης Αξίας (Earned Value Analysis) αποτελεί ανέκαθεν ένα τομέα στον οποίο επαγγελματίες έχουν την ευκαιρία να διαχειρίζονται και να ελέγχουν έργα. Τα συστήματα διαχείρισης Κερδισμένης Αξίας (Earned Value Management) ασχολούνται με τον έλεγχο και τη ρύθμιση του αρχικού χρονοδιαγράμματος του έργου κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του, λαμβάνοντας υπόψιν το εύρος του έργου, την παράδοσή του στο χρόνο και το συνολικό προϋπολογισμό του. Η μεθοδολογία EVM(Earned Value Management) αποτελεί μια ολοκληρωμένη τεχνική διαχείρισης που βρίσκει εφαρμογή στον προγραμματισμό και στη χρήση πόρων, στα χρονοδιαγράμματα και στη μέτρηση απόδοσης του έργου. Δεν αποτελεί κάτι τελείως νέο καθώς η χρήση της εντοπίζεται από τη δεκαετία του 1960. Είναι ένα πολύ γνωστό και αποδεκτό σύστημα διαχείρισης που ενσωματώνει το κόστος, το χρονοδιάγραμμα και τις τεχνικές επιδόσεων και υπολογίζει τις αποκλίσεις και τις αποδόσεις των δεικτών του κόστους και του χρονοδιαγράμματος ενός έργου. Στηρίζεται σε βασικές μετρικές για να

μετρήσει και να αξιολογήσει την “υγεία” (κατάσταση) του έργου. Οι μετρικές αυτές παρέχουν προειδοποιητικά σημάδια για την πορεία του έργου με στόχο την ανίχνευση προβλημάτων ή την εκμετάλλευση ευκαιριών. Παρά το γεγονός ότι τα συστήματα αυτά έχουν αποδειχθεί ότι παρέχουν αξιόπιστες πληροφορίες για το κόστος ενός έργου, συχνά αποτυγχάνουν στο να προβλέψουν και την τελική διάρκεια του.

Η χρήση αυτής της μεθοδολογίας γίνεται ιδιαίτερα σημαντική καθώς δίνει απαντήσεις στους διαχειριστές του έργου για κάποια βασικά ερωτήματα. Σύμφωνα με τον Vanhoucke (2009) τα βασικά ερωτήματα που απαντάει η μέθοδος είναι τα εξής:

- ❖ Ποιά είναι η διαφορά ανάμεσα στο προϋπολογισμένο και πραγματικό κόστος.
- ❖ Ποιά είναι η κατάσταση του έργου, δηλαδή είναι μπροστά από το χρονοδιάγραμμα ή υπάρχει κάποια καθυστέρηση.
- ❖ Βάσει της πρόσφατης απόδοσης του έργου, πόσος είναι ο αναμενόμενος χρόνος και το αναμενόμενο κόστος για το υπόλοιπο του έργου.

3.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΕΡΑΙΣΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ(EARNED VALUE)

Ο Nagrecha (2002 αναφέρεται στους Flemming και Koppelman 1996,σελ.22) επισημαίνει τα οφέλη της χρήσης της μεθόδου σε δημόσιες συμβάσεις για τρεις δεκαετίες. Τα πλεονεκτήματα είναι τα εξής :

1. Αποτελεί ένα ενιαίο σύστημα ελέγχου που παρέχει αξιόπιστα δεδομένα
2. Ενσωματώνει εργασία, χρονοδιάγραμμα και κόστος χρησιμοποιώντας μια αναλυτική δομή εργασιών (WBS).²
3. Η σχετική βάση δεδομένων με έργα που έχουν ολοκληρωθεί είναι χρήσιμη για συγκριτική ανάλυση.
4. Ο αθροιστικός δείκτης απόδοσης κόστους (CPI) παρέχει από νωρίς προειδοποιητικά μηνύματα.
5. Ο δείκτης απόδοσης χρονοδιαγράμματος (SPI) παρέχει από νωρίς προειδοποιητικά μηνύματα.
6. Το CPI είναι ένας προγνωστικός δείκτης του τελικού κόστους του έργου.

² Το WBS(Work Breakdown Structure) είναι μια τεχνική με την οποία το έργο αναλύεται σε επιμέρους δραστηριότητες και καθορίζει την ιεραρχία των δραστηριοτήτων του έργου.

7. Χρησιμοποιεί μια μέθοδο βασισμένη σε δείκτες για να προβλέψει το τελικό κόστος του έργου.
8. Ο “ κατά την ολοκλήρωση (to –complete)” δείκτης απόδοσης επιτρέπει την αξιολόγηση της προβλεπόμενης τελικής διάρκειας.
9. Το περιοδικό (π.χ εβδομαδιαίως ή μηνιαίως) CPI είναι ένα σημείο αναφοράς.
10. Η διαχείριση εξαιρουμένου της αρχής μπορεί να μειώσει την υπερφόρτωση των πληροφοριών.

3.4. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΕΡΔΙΣΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ(EARNED VALUE)

Τα πλεονεκτήματα και τα οφέλη της Ανάλυσης Κερδισμένης Αξίας είναι εμφανή και σημαντικά για τους Διαχειριστές του έργου που την επιλέγουν. Αντίθετα ,αν και μετά από 40 χρόνια η συγκεκριμένη μέθοδος δεν εφαρμόζεται ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο Vanhoucke (2009 αναφέρεται στους Flemming και Koppelman 2004) επισημαίνει τους λόγους που η EVM(Earned Value Management) δεν είναι αποδεκτή σε πολλά έργα και είναι οι εξής :

1. Το εμπόδιο με τη γλώσσα : Η Ανάλυση Κερδισμένης Αξίας έχει πολύπλοκη αγγλική ορολογία και δεν χρησιμοποιείται από τους Διαχειριστές των έργων ανά τον κόσμο. Δεν έχει παγιωθεί η επίσημη μετάφραση σε πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας , κάτι που δημιουργεί δυσκολία στην εφαρμογή της.
2. Η εφαρμογή : Υπάρχει μια δυσκολία εφαρμογής της μεθόδου σε μικρά έργα ,καθώς χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε μεγάλα και σημαντικά έργα και όχι σε μικρά ή μεσαίας κλίμακας με τα οποία ασχολείται η πλειοψηφία των επιχειρήσεων στις οποίες ασχολούνται οι Διαχειριστές έργων.
3. Η πολιτική της στρουθοκαμήλου : Ο διαχειριστής του έργου, όπως και ο Μηχανικός εσκεμμένα παραβλέπει το πραγματικό κόστος του έργου για να κρύψει ή να αναβάλλει μεγάλες αποκλίσεις του προϋπολογισμού ,γιατί σε αντίθετη περίπτωση αν τέτοιες αποκλίσεις γίνουν γνωστές στους υπόλοιπους εμπλεκομένους μπορεί να δημιουργηθεί κλίμα απαισιοδοξίας στο έργο εις βάρος του.

Επομένως οι παραπάνω λόγοι αποτελούν εμπόδιο στη χρήση της μεθόδου. Παρόλα αυτά όμως, μειονεκτήματα υπάρχουν και κατά την χρήση της τα οποία δεν μπορούν να παραβλεφθούν και είναι τα εξής (Vanhoucke, 2009) :

1. Στην εφαρμογή της δεν παρέχει λύσεις στον Διαχειριστή του έργου για τα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από τις προβλέψεις. Μπορεί να φαίνεται ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα στο έργο, το οποίο να επηρεάζει είτε το κόστος είτε το χρόνο ολοκλήρωσης, αλλά να είναι αποκλειστική ευθύνη του Διαχειριστή του έργου να τα εντοπίσει, να αναγνωρίσει το που οφείλονται και να προβεί σε έγκαιρες αποφάσεις για άμεσες διορθώσεις.
2. Η χρήση της μπορεί να αμφισβητηθεί για ιδιαίτερα πολύπλοκα έργα λόγω των εργασιών που επαναλαμβάνονται προκειμένου να διορθωθούν. Και έτσι να μειωθεί η ακρίβεια των μεθόδων, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένες αποφάσεις από τον Διαχειριστή του έργου.

3.5. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΤΥΧΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Είναι κοινώς αποδεκτό ότι η μέθοδος Κερδισμένης Αξίας μπορεί να έχει επιτυχή αποτελέσματα κατά την εφαρμογή στα έργα. Οι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την επιτυχία ενός έργου χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες και είναι οι εξής (Turner, 2008):

Θεμελιώδη στοιχεία

- Ευθυγράμμιση έργου με την επιχείρηση
- Επίτευξη δέσμευσης και αφοσίωσης της Διοίκησης, της Ομάδας Έργου και όλων των υπολοίπων εμπλεκόμενων μερών (stakeholders)
- Δημιουργία κοινού οράματος, με μια αίσθηση της αποστολής

Προγραμματισμός

- Χρήση πολλαπλών επιπέδων μέσω της αναλυτικής δομής εργασιών
- Χρήση απλών εργαλείων ανά φύλλο ένα επίπεδο
- Ενθάρρυνση της δημιουργικότητας, με την εξουσιοδότηση στους εμπειρογνώμονες μέσω των αποτελεσμάτων
- Ρεαλιστική εκτίμηση

Οργάνωση και εφαρμογή

- Διαπραγμάτευση της διαθεσιμότητας των πόρων
- Συμφωνία συνεργασίας
- Ορισμός της ευθύνης της διαχείρισης
- Απόκτηση δέσμευσης των φορέων παροχής πόρων ,μέσω της κοινής αποστολής
- Ορισμός διαύλων επικοινωνίας

Έλεγχος

- Ενσωμάτωση σχεδίων και αναφορών
- Επισημοποίηση της διαδικασίας μέσω :
 - Των καθορισμένων χρονικών διαστημάτων
 - Του καθορισμένου προγράμματος (ατζέντα)
 - Των καθορισμένων κριτηρίων
 - Της ελεγχόμενης συμμετοχής
- Χρησιμοποιείτε την εξουσία όπως ο διαχειριστής του έργου (project manager)

3.6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Έχουν γίνει διάφορες κριτικές που βασίζονται στη χρήση της Earned Value Management. Σε άρθρο των Kim et al. (2003) εφαρμόστηκε μια έρευνα για πάνω από δύο χρόνια για την καλύτερη εφαρμογή της μεθόδου σε διαφορετικούς τύπους οργανισμών και έργων (δημόσια ή ιδιωτικά και μικρά ή μεγάλα). Τα δύο ευρήματα είναι ότι πρώτον η μεθοδολογία κέρδισε ευρύτερη αποδοχή μειώνοντας τα προβλήματα και δεύτερον βελτίωσε τις χρήσεις της λαμβάνοντας υπόψιν τους τέσσερις παράγοντες (τους χρήστες της μεθοδολογίας, την μεθοδολογία ,το περιβάλλον του έργου και τη διαδικασία υλοποίησης). Παρόλα αυτά ,σε επόμενα έτη άρχισαν να εφαρμόζουν τις μεθόδους σε διαφορετικά είδη έργων για να προκύψουν συμπεράσματα καθώς δεν είναι όλα όμοια μεταξύ τους ή δεν ενέχουν τον ίδιο κίνδυνο.

Ο Flemming και ο Koppelman(2003) ασχολήθηκαν κυρίως από την πλευρά του κόστους του έργου καθώς δεν ήταν ακόμη διαδομένη η πρόβλεψη της τελικής διάρκειας. Οι

Fleming and Koppelman(2003) που ασχολήθηκαν με τη μεθοδολογία αυτή, συζητώντας κυρίως το θέμα από τη μεριά του κόστους εξηγούν τους λόγους που η χρήση της σε διάφορα έργα είναι πιο σπάνια. Αναφέρουν ότι δεν είναι εύκολη η χρήση της ορολογίας από τους project manager και την ομάδα του έργου, ότι αναπτύχθηκε αποκλειστικά για μεγάλα έργα και όχι για μικρά και μεσαία έργα και τέλος ότι σε μερικά έργα οι διαχειριστές δεν δίνουν σημασία στο πραγματικό κόστος του έργου για να κρύψουν ή να αναβάλλουν τις αποκλίσεις στον προϋπολογισμό.

Σε άρθρο τους , οι Vandervoorde και Vanhoucke (2006) εισάγουν το γνωστό σύστημα διαχείρισης έργων το οποίο ενσωματώνει το κόστος, το χρονοδιάγραμμα και τις τεχνικές επίδοσης. Υπολογίζει τις διακυμάνσεις στο κόστος και στο χρονοδιάγραμμα και προβλέπει την τελική διάρκεια και τελικό κόστος του έργου. Η πρόβλεψη του κόστους ήταν διαδεδομένη σε αντίθεση με την πρόβλεψη της τελικής διάρκειας του έργου με την οποία άρχισε να γίνεται αντικείμενο απασχόλησης σε πιο πρόσφατες έρευνες. Στο άρθρο τους ,οι Vandervoorde και Vanhoucke συγκρίνουν τον δείκτη διακύμανσης χρονοδιαγράμματος (SV) και το δείκτη απόδοσης χρονοδιαγράμματος (SPI) με τους νέους δείκτες οι οποίοι είναι η διακύμανση του χρονοδιαγράμματος (Schedule Variance- SV(t)) και ο δείκτης απόδοσης χρονοδιαγράμματος (Schedule Performance Index SPI(t)). Με τον Δείκτη Διακύμανσης Χρονοπρογραμματισμού (Schedule Variance- SV) ο διαχειριστής του έργου βρίσκει τη διαφορά στο χρονοδιάγραμμα ,δηλαδή κατά πόσο βρίσκεται ένα έργο μπροστά ή πίσω στο χρόνο σε σχέση με τον αρχικό χρονοπρογραμματισμό, ενώ με τον Δείκτη Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος (Schedule Performance Index - SPI) ελέγχεται πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιείται ο χρόνος. Ο Δείκτης Διακύμανσης Χρονοπρογραμματισμού σύμφωνα με το Χρόνο (Schedule Variance- SV(t)) συγκρίνει τη <<Σχεδιασμένη Διάρκεια(PD) >> με τον <<Πραγματικό Χρόνο>> σε μια χρονική στιγμή προκειμένου να ελεγχθεί αν το έργο βρίσκεται μπροστά ή πίσω σε σχέση με τον αρχικό προγραμματισμό. Και τέλος ο Δείκτης Επίδοσης Χρονοπρογραμματισμού σύμφωνα με το Χρόνο (Schedule Performance Index Time SPI(t)) βασίζεται και αυτός στη μέτρηση χρόνου όπως και ο Δείκτης Διακύμανσης Χρονοπρογραμματισμού.

Στη συνέχεια του άρθρου παρουσιάζεται μια γενική φόρμα χρονοδιαγράμματος που ισχύει σε διάφορες καταστάσεις του έργου με σύγκριση των τριών μεθόδων πρόβλεψης της τελικής διάρκειας και τέλος εφαρμόζεται η κάθε μέθοδος σε δραστηριότητες έργου . Επισημαίνουν ότι οι Δείκτες Διακύμανσης Χρονοπρογραμματισμού (Schedule Variance

(SV)) και Απόδοσης Χρονοδιαγράμματος (Schedule Performance Index (SPI)) κρίνονται **αναξιόπιστοι**, χάνουν την ικανότητα τους να προβλέπουν και έτσι οι διαχειριστές δεν έχουν την ικανότητα να γνωρίζουν για το πώς να κινηθούν στην επόμενη φάση του έργου. Γι' αυτό και ο Lipke(2003) σε άρθρο του, εισήγαγε τον δείκτη Κερδισμένου Χρονοδιαγράμματος (Earned Schedule (ES)). Κατέληξαν ότι η εισαγωγή καμπύλων μάθησης³ οδηγεί σε πιο ρεαλιστικά αποτελέσματα για την ακρίβεια της πρόβλεψης των τριών μεθόδων. Συμπέραναν ότι η μέθοδος Κερδισμένου Χρονοδιαγράμματος (Earned Schedule (ES)) έδωσε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα για τη συνολική διάρκεια του έργου, σε σύγκριση με τη μέθοδο Σχεδιασμένης Αξίας (Planned Value –PV), και της Κερδισμένης Διάρκειας (Earned Duration (ED)). Συνίστανται και οι τρεις για την αρχή ή τη μέση ενός έργου, αλλά για το τελικό στάδιο του έργου η μέθοδος Κερδισμένου Χρονοδιαγράμματος ES παρέχει πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα.

Στη συνέχεια του άρθρου τους συνιστούν αυτές τις μεθόδους τουλάχιστον από πλευράς κόστους ή σε υψηλότερα επίπεδα από την αναλυτική δομή εργασιών και έρχονται σε αντίθεση με τον Jacob ο οποίος υποστηρίζει ότι η πρόβλεψη χρονοδιαγράμματος θα πρέπει να γίνεται μόνο σε επίπεδο δραστηριότητας. Πιστεύουν ότι κάποιες καθυστερήσεις σε δραστηριότητες μπορούν να καλυφθούν από κάποιες άλλες και έτσι να μην υπάρξουν κάποια πιθανά προβλήματα. Με προβλέψεις που έγιναν σε τρία πραγματικά έργα έδειξαν η πρόβλεψη της διάρκειας με αυτές τις μετρικές σε υψηλότερα επίπεδα της αναλυτικής δομής εργασιών (WBS) παρέχουν έγκαιρα προειδοποιητικά σήματα.

Ο Vanhoucke (2009) αναφέρει ότι παρόλο που το σύστημα διαχείρισης παρείχε αξιόπιστες πληροφορίες, είχε μια αδυναμία στο να μπορεί να προβλέπει τη συνολική διάρκεια του έργου. Σε μια πρόσφατη έρευνά του προσπάθησε να προβλέψει την τελική διάρκεια του έργου με μεγαλύτερη ακρίβεια χρησιμοποιώντας τον p-παράγοντα κατά τη διάρκεια ζωής του έργου. Ο p- παράγοντας μετρά την τήρηση του χρονοδιαγράμματος και, βασίζεται στην έννοια Κερδισμένου Χρονοδιαγράμματος (Earned Schedule ES)) και υπολογίζεται ως εξής :

³ Η καμπύλη μάθησης απεικονίζει τη σχέση της αυξανόμενης εμπειρίας παραγωγής προς την αύξηση της παραγωγικότητας και τη μείωση του κόστους παραγωγής.

$$P = \frac{\sum_{i \in N} \min(PV_{i,ES}, EV_{i,AT})}{\sum_{i \in N} PV_{i,ES}},$$
 όπου N είναι ο αριθμός των δραστηριοτήτων σε ένα έργο, $PV_{i,ES}$ η Σχεδιασμένη Αξία (Planned Value - PV) μιας δραστηριότητας i σε μια χρονική στιγμή ES και $EV_{i,AT}$ η Κερδισμένη Αξία (Earned Value - EV) μιας δραστηριότητας την πρόσφατη χρονική στιγμή AT. Δεδομένου ότι ο αριθμητής παίρνει το ελάχιστο της Σχεδιασμένης Αξίας PV στη μονάδα χρόνου ES και της Κερδισμένης Αξίας EV που συμβαίνει στον πραγματικό χρόνο, ο p- παράγοντας παίρνει τιμές ανάμεσα στο μηδέν και στο ένα. Συνεπώς ο παράγοντας αυτός μετρά σε τι βαθμό η Κερδισμένη Αξία – EV είναι σύμφωνη με το χρονοδιάγραμμα βάσης (100% σημαίνει τέλεια τήρηση χρονοδιαγράμματος).

Σε άρθρο των Lipke et al. (2009) αναφέρεται η αδυναμία της μεθόδου στην πρόβλεψη της τελικής διάρκειας του έργου. Για το λόγο αυτό χρησιμοποίησαν τεχνικές ανάλυσης χρονοδιαγράμματος, στατιστικές μεθόδους για την επίτευξη του στόχου, μεθόδους ελέγχου και την έννοια του κερδισμένου χρονοδιαγράμματος (ES). Εφάρμοσαν αυτές τις μεθόδους σε 12 έργα χρησιμοποιώντας κανονική κατανομή με όρια εμπιστοσύνης, τυπική απόκλιση και ένα αριθμό παρατηρήσεων. Κατέληξαν ότι οι τιμές για τα υψηλά όρια αλλά και για τα χαμηλά τόσο για το κόστος όσο και για το χρονοδιάγραμμα παρέχουν αξιόπιστες πληροφορίες. Σε διάφορα επίπεδα εμπιστοσύνης που χρειάστηκαν, παρατηρήθηκε ότι όσο αυξάνονταν τα επίπεδα, αυξάνονταν και η πιθανότητα να εμφανιστεί το αποτέλεσμα της υπόθεσης H_0 . Δηλαδή αυξάνοντας το επίπεδο εμπιστοσύνης, αυξάνεται και η πιθανότητα να αποκτήσουμε το αποτέλεσμα της υπόθεσης H_0 . Το Sign Test χρησιμοποιήθηκε για να αξιολογήσει την τάση του δείγματος να είναι ίσο, μικρότερο ή μεγαλύτερο από ένα δεύτερο δείγμα.

Μερικοί επαγγελματίες της EVM έχουν την πεποίθηση ότι η διάρκεια του έργου μπορεί να προβλεφθεί από την ανάλυση του χρονοδιαγράμματος του δικτύου (network schedule) και όχι από ένα δείκτη. Η ανάλυση αυτήν όμως είναι μια επαχθής δραστηριότητα και μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες για την ομάδα του έργου. Για αυτό και οι Lipke et.al(2003) στο άρθρο τους υποστηρίζουν ότι το ES προσφέρει αξιόπιστα αποτελέσματα τα οποία απλοποιούν σε μεγάλο βαθμό την τελική διάρκεια και την πρόβλεψη της ημερομηνίας ολοκλήρωσης. Ένα ερώτημα όμως που τίθεται στο άρθρο αυτό είναι ότι εφαρμόστηκε η έρευνα σε χαμηλού κινδύνου έργα. Από τη στιγμή που δεν περιελάμβανε και υψηλού κινδύνου έργα πως θεωρούνται αξιόπιστα τα αποτελέσματα; Μια συλλογή από έργα χαμηλού, μεσαίου και υψηλού κινδύνου ίσως να οδηγούσε σε πιο αξιόπιστα

αποτελέσματα. Το κόστος της έρευνας χαρακτηρίστηκε από χαμηλό έως μέτριο και η διάρκεια από χαμηλή έως μεγάλη, κάτι το οποίο οδηγεί και πάλι σε όχι τόσο αξιόπιστα αποτελέσματα από τη στιγμή που το δείγμα των 12 έργων δεν θεωρείται τόσο αντικειμενικό.

Οι Pajares και Lopez-Paredes (2011) προσπάθησαν να ενσωματώσουν την μεταβλητότητα του έργου και την ανάλυση του κινδύνου μέσα στο πλαίσιο της μεθόδου. Χρησιμοποίησαν μια συνάρτηση πιθανότητας και μια κατανομή για να θέσουν τα επίπεδα μέγιστης υπέρβασης τόσο στη διάρκεια όσο και στο κόστος. Κατά τη διάρκεια του έργου μπορεί κάποιες αλλαγές να αλλάξουν την αναμενόμενη μεταβλητότητα και να οδηγήσουν το έργο έξω από τα επίπεδα εμπιστοσύνης. Εισήχθηκε η έννοια της γραμμής βάσης του κινδύνου (risk baseline) που αντιπροσωπεύει τον εναπομείναντα κίνδυνο για να ολοκληρωθούν οι υπόλοιπες δραστηριότητες του έργου. Χρησιμοποιήθηκε η προσομοίωση Monte Carlo για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας στο έργο. Έγινε προσομοίωση για διαφορετικές τιμές κόστους και διάρκειας. Αυτό παρέχει την κατανομή πιθανότητας τόσο στο κόστος όσο και στη διάρκεια. Δηλαδή με τη μεθοδολογία αυτήν ήταν ικανοί να απαντήσουν για το ποια ήταν η πιθανότητα να τελειώσει το έργο σε λιγότερο από 18 μήνες.

Είναι χρήσιμο να προσδιοριστεί τόσο το Cost Risk Baseline όσο και το Schedule Risk Baseline σύμφωνα με τους Pajares και Lopez-Paredes (2011). Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του έργου, υπερεκτιμήσεις του κόστους αλλά και καθυστερήσεις λαμβάνουν χώρα, αλλά αν όλα είναι όπως έχουν σχεδιαστεί τότε οι υπερεκτιμήσεις ή οι καθυστερήσεις θα είναι μέσα στα όρια της σχεδιασμένης μεταβλητότητας που σχεδιάστηκε από το risk baseline.

Εισήχθησαν σε αυτό το άρθρο δύο “αναχαιτιστές” που κάνουν χρήση προειδοποιητικών μηνυμάτων τόσο για το κόστος και για τη διάρκεια (CPBf(Cost Project Buffer), SPBf(Schedule Project Buffer)). Ο αναχαιτιστής CPBf(Cost Project Buffer) είναι η διαφορά μεταξύ της μέγιστης τιμής κόστους σε ένα επίπεδο εμπιστοσύνης(ccl%) και της μέσης τιμής κόστους, ενώ αντίστοιχα, ο αναχαιτιστής SPBf(Schedule Project Buffer) αποτελεί τη διαφορά της μέγιστης διάρκειας σε επίπεδο εμπιστοσύνης(scl%) και της μέσης διάρκειας. Και τα δύο υπολογίσθηκαν για να λαμβάνουν υπόψη τις στατιστικές ιδιότητες των κατανομών πιθανότητας και για το κόστος και για τη διάρκεια του έργου. Χρησιμοποίησαν 100.000 προσομοιώσεις για να βγάλουν αποτελέσματα. Κατέληξαν ότι

όταν οι δύο δείκτες που εισήχθηκαν σαν προειδοποιητικά μηνύματα για το έργο είναι αρνητικοί, βοηθούν τους διαχειριστές να δούνε τις διορθωτικές αλλαγές που χρειάζεται το έργο.

Σε ένα άλλο άρθρο οι Caron et al.(2013) εφάρμοσαν την μπεϋζιανή θεωρία σε ένα έργο πετρελαίου και φυσικού αερίου. Για να παραχθεί μια ακριβής εκτίμηση στην ολοκλήρωση ,θα έπρεπε η εφαρμογή της μεθόδου να στηρίζεται σε βασικές πηγές πληροφοριών : τα αρχεία δεδομένων που συλλέγονται κατά τη διάρκεια της δουλειάς που έχει γίνει και τις γνώμες των εμπειρογνώμων για τη δουλειά που απομένει να γίνει. Έτσι αυτή η μέθοδος θα μπορούσε να γίνει ένα πολύτιμο εργαλείο που θα βελτιώνει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετικά με τον έλεγχο του έργου. Παρατηρήθηκε η ευρωστία του μοντέλου ιδίως σε πρώιμη φάση του έργου, όταν τα δεδομένα του έργου είναι ελάχιστα ή λίγο αξιόπιστα όπως επίσης και η ικανότητα του να μπορεί να προσδιορίσει ένα μελλοντικό σενάριο που πρόκειται να αντιμετωπίσει το έργο. Εδώ παρατηρείται ότι ενώ σε προηγούμενες έρευνες χρειάζονταν περίπου 12 έργα για την εφαρμογή των μεθόδων ,σε αυτήν χρησιμοποίησαν μόνο ένα έργο για να προκύψουν κάποια συμπεράσματα. Σε αυτό το σημείο τίθεται ένα ερώτημα για το αν όντως μπορεί να εφαρμοστεί αυτό το μοντέλο που προτείνουν και σε άλλες βιομηχανίες καθώς εφαρμόστηκε μόνο σε ένα έργο φυσικού αερίου και πετρελαίου.

Σε άρθρο των Aliverdi et.al (2013) χρησιμοποιήθηκαν διαγράμματα στατιστικά για την παρακολούθηση των δεικτών. Και κατέληξαν ότι τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά και έτσι ενισχύθηκε η ικανότητα της μεθόδου σε σύγκριση με τη παραδοσιακές τεχνικές. Υποστηρίζεται στο άρθρο αυτό ότι ο συνδυασμός της EV με στατιστικές μεθόδους (διαγράμματα ποιοτικού ελέγχου) βελτιώνει την ικανότητα της μεθόδου και παρέχει ένα πιο αξιόπιστο έλεγχο στο έργο, καθώς θα παρακολουθούνται οι δείκτες και οι τυχόν διακυμάνσεις τους. Βοηθά η έρευνά τους να βρουν σημαντικές αλλαγές στο χρόνο και στο κόστος εκ των προτέρων. Επισημαίνουν ότι η ανάλυση των πληροφοριών στατιστικώς είναι πιο σημαντική σε υψηλής προτεραιότητας έργα ή κρίσιμα. Η εφαρμογή της περιορίζεται σε δεδομένα που δεν είναι **αλληλοεξαρτώμενα**, για να μην μπορούν να επηρεάσουν άλλες μετρήσεις.

Για την έρευνα αυτήν χρησιμοποιήθηκαν διαγράμματα ελέγχου XmR ή ImR τα οποία θεωρούνται πιο χρήσιμα για το σκοπό της έρευνας καθώς βρίσκουν σημαντικές αλλαγές στο χρόνο και στο κόστος εκ των προτέρων. Οι λόγοι χρήσης αυτών των διαγραμμάτων

είναι πρώτον ότι οι δείκτες π.χ SPI και CPI ότι είναι ποσοτικοί και μπορούν να πάρουν συνεχείς τιμές και δεύτερον ότι οι δείκτες αυτοί και άλλοι παρατηρούνται εβδομαδιαίως ή μηνιαίως. Έτσι ο αριθμός των μετρήσεων είναι περιορισμένος. Οπότε στο σημείο αυτό τίθεται το ερώτημα για το αν επαρκούν οι μετρήσεις αυτές για να είναι αντικειμενικά τα διαγράμματα ή απαιτείται μεγαλύτερο δείγμα.

Σε ένα άλλο μεγάλης σημασίας άρθρο, οι Narbaev και De Marco (2013) πρότειναν ένα μοντέλο ανάπτυξης Gompertz μέσω μιας μη γραμμικής καμπύλης παλινδρόμησης. Υπάρχουν πολλές μέθοδοι που μπορούν να υπολογίσουν την Εκτίμηση Κόστους κατά την Ολοκλήρωση (CEAC) και ταξινομούνται είτε με βάση τους δείκτες (IB) είτε με βάση τεχνικές παλινδρόμησης. Γενικά οι μέθοδοι που βασίζονται στους δείκτες (IB) έχουν έναν περιορισμό σύμφωνα με τον οποίο εξαρτώνται από παλιές πληροφορίες και υποθέτουν ότι ο εναπομείναντας προϋπολογισμός ρυθμίζεται από ένα δείκτη απόδοσης. Επίσης ο δεύτερος περιορισμός τους είναι ότι παρέχουν αναξιόπιστες προβλέψεις κόστους νωρίς σε ένα έργο λόγω λίγων διαθέσιμων δεδομένων. Κάποιοι συγγραφείς όπως οι Caron και άλλοι (2013), Naeni και άλλοι (2011), Pajares και Lopez-Paredes (2011) ενσωμάτωσαν κάποιες τεχνικές διαχείρισης κινδύνου για να εξετάσουν την αβεβαιότητα σαν μια πιθανή πηγή διαρθρωτικών αλλαγών στο κόστος και στο χρονοδιάγραμμα στο περιβάλλον του έργου.

Για να ξεπεραστούν αυτές οι δύο αδυναμίες των παραδοσιακών μεθόδων (IB) και να παραχθεί πιο αξιόπιστη Εκτίμηση Υπολογισμού Κόστους (CEAC) οι τεχνικές παλινδρόμησης θεωρήθηκαν εναλλακτικές λύσεις στις παραδοσιακές μεθόδους IB. Οι τεχνικές παλινδρόμησης βελτιώνουν την ακρίβεια της Εκτίμησης Υπολογισμού Κόστους (CEAC), κυρίως επειδή μπορούν να χρησιμοποιούν ένα συνδυασμό από δεδομένα EVM με δεδομένα Κερδισμένου Χρονοδιαγράμματος (ES) και παρέχουν πιο αξιόπιστες προβλέψεις από νωρίς σε ένα έργο.

Πολλές έρευνες ενσωμάτωσαν τις έννοιες παλινδρόμησης σε IB προσεγγίσεις σε έργα άμυνας (U.S defense) τα οποία είναι πολύπλοκα και με μεγάλο προϋπολογισμό. Η δεύτερη μέθοδος με την παλινδρόμηση ξεπερνά τους περιορισμούς της IB και χρησιμοποιεί μια εξίσωση κλασικού τύπου IB που έχει τροποποιηθεί με το ένα αναπτυξιακό μοντέλο Gompertz για να ενσωματώσει ένα παράγοντα βασισμένο στο Κερδισμένο χρονοδιάγραμμα (ES) με στόχο την εύρεση του αναμενόμενου χρόνου ολοκλήρωσης.

Σε κεφάλαιο του άρθρου τους αναλύεται η προσέγγιση που βασίζεται σε δείκτη, η προσέγγιση που βασίζεται στη παλινδρόμηση, στην S-καμπύλη και στο αναπτυξιακό μοντέλο Gompertz. Κάνοντας μια επεξήγηση στην κάθε προσέγγιση αξίζει να αναφέρουμε ότι ο υπολογισμός του Κόστους κατά την Ολοκλήρωση(CEAC) με βάση δείκτη γίνεται από μια εξίσωση που αποτελείται από δύο παράγοντες. Ο ένας είναι το AC(x) που είναι το πραγματικό κόστος των εκτελούμενων εργασιών σε πραγματικό χρόνο (AT) και ο δεύτερος παράγοντας είναι η διαφορά του προϋπολογισμού κατά την Ολοκλήρωση (BAC) και της κερδισμένης αξίας (EV) η οποία διαφορά ρυθμίζεται από ένα δείκτη απόδοσης κόστους προϋπολογισμένων πόρων (PI).

$$CEAC(x) = AC(x) + (BAC-EV(x)) / PI(x)$$

Η επιλογή ενός επιθυμητού PI εξαρτάται από την κατάσταση του έργου και συσχετίζεται με τον κίνδυνο. Υπάρχουν τέσσερις δείκτες που μπορούν να διορθώσουν τον εναπομείναντα προϋπολογισμό, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.1), με διαφορετικές υποθέσεις που συνδέονται με την πραγματική απόδοση του έργου. Αναφέρεται στο άρθρο ότι ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος είναι το CPI, που υποθέτει ότι οι παρελθούσες επιδόσεις του κόστους είναι ο καλύτερος διαθέσιμος δείκτης μελλοντικών αποτελεσμάτων κόστους ενώ ο Anbari(2003) αναφέρει ότι η εκτίμηση που λαμβάνει υπόψιν και τον παράγοντα CPI και τον SPI, είναι μια ένδειξη της συνολικής υγείας του έργου και αποτελεί ανώτατο όριο Εκτίμησης υπολογισμού Κόστους κατά την Ολοκλήρωση (CEAC) και αντανακλά την διακύμανση του κόστους και την πρόοδο χρονοδιαγράμματος.

Πίνακας 3.1: Δείκτες απόδοσης EVM και υποθέσεις

<i>Δείκτες απόδοσης EVM και παραδοχές (PMI, 2011)</i>		
Δείκτης απόδοσης	Τύπος PI	Υπόθεση ως προς τη Μελλοντική απόδοση του κόστους
Δείκτης απόδοσης κόστους, CPI	EV/AC	Ο ίδιος όπως και στις προηγούμενες επιδόσεις κόστους
Κρίσιμος Δείκτης	CPI × SPI	Επηρεασμένος από τη προηγούμενη απόδοση χρονοδιαγράμματος
Σύνθετος Δείκτης	0.8CPI + 0.2SPI	Επηρεασμένος με αναλογία και από την απόδοση κόστους αλλά και χρονοδιαγράμματος
Κινητή Μέση Τιμή	$\sum_{i=1}^{n=3} EV / \sum_{i=1}^{n=3} AC$	Το ίδιο με τα τρία τελευταία χρονικά σημεία. Ο δείκτης CPI είναι ο λόγος των ποσών των τριών περιόδων που ξεκινούν με την πιο πρόσφατη περίοδο και πηγαίνουν προς το παρελθόν

(Πηγή : Narbaev και De Marco (2013))

Η προσέγγιση IB απαιτεί σταθερότητα του δείκτη PI για να παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα αφού βασίζεται σε παρελθοντικά δεδομένα. Αναφέρεται στο άρθρο ότι σε έρευνα που έχει διεξαχθεί (Anbari 2003) διαπιστώθηκε ότι η αθροιστική αξία του CPI σταθεροποιείται από τη στιγμή που το έργο έχει ολοκληρωθεί κατά 20% και η πρόβλεψη δεν διαφέρει περισσότερο από 10% μέχρι τη στιγμή ολοκλήρωσης. Αυτοί που ασχολήθηκαν με τη μεθοδολογία EVM αυτό το γενίκευσαν και αμφισβητήθηκε στο κατά πόσο ισχύει για μεγάλης κλίμακας έργα και με μεγάλη διάρκεια. Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ότι οι παραδοσιακές μέθοδοι IB είναι για πολύπλοκα και μεγάλα έργα και αμφισβητήθηκε η εφαρμογή τους στα μικρού μεγέθους και μικρής διάρκειας. Αντίθετα το προτεινόμενο εργαλείο πρόβλεψης ανταποκρίνεται σε μικρά, μεσαία έργα. Ρωτήθηκαν οι συγγραφείς κατά πόσο υφίσταται αυτή η σταθερότητα του PI και διαπίστωσαν ότι τα περισσότερα έργα με μικρό σχετικά προϋπολογισμό και μικρές διάρκειες έχουν πετύχει τη σταθερότητα αυτού του δείκτη από το δεύτερο κίόλας μισό του έργου.

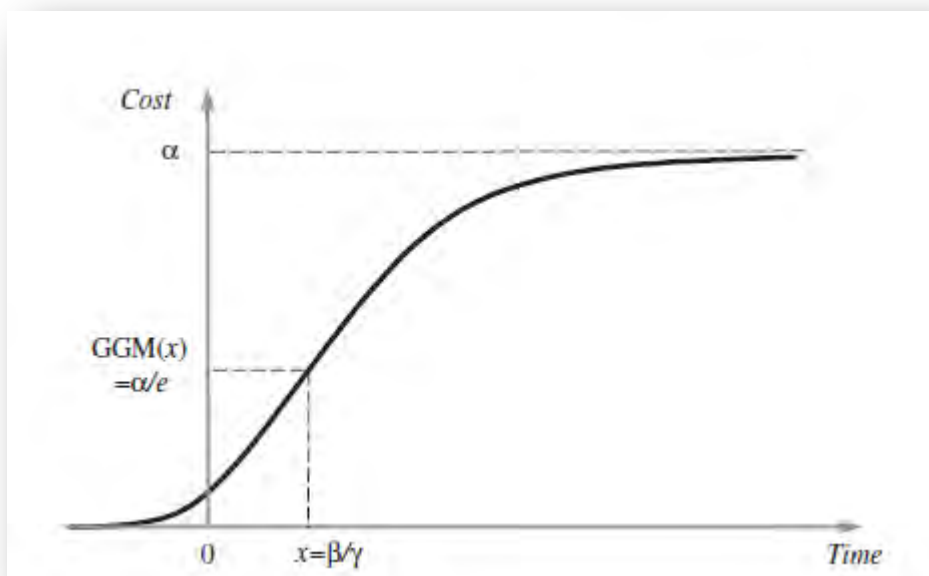
Αναφερόμενοι στη προσέγγιση με παλινδρόμηση, το κύριο χαρακτηριστικό της είναι η γραμμική ή μη γραμμική στατιστική σχέση μεταξύ της εισόδου και των αποτελεσμάτων μέσω των παραμέτρων τους. Έχει υποστηριχθεί ότι οι μέθοδοι της παλινδρόμησης

παρέχουν καλύτερες εκτιμήσεις νωρίς στη ζωή του έργου ,σε σχέση με την προσέγγιση IB που κρίνεται αναξιόπιστη.

Σχετικά με τις S-καμπύλες χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν γραφικά την αθροιστική πρόοδο της εργασίας συναρτήσει του χρόνου. Οι καμπύλες αυτές έχουν χαμηλότερο ρυθμό στην αρχή και στο τέλος (σταθερό σχήμα) και πιο έντονο ρυθμό στη μέση (πιο απότομο σχήμα). Παράδειγμα αυτών των καμπυλών αποτελούν οι καμπύλες που χρησιμοποιούνται για την εμφάνιση των AC,EV,PV ενός έργου πάνω στον άξονα του χρόνου. Ο καθορισμός μιας παραμετροποιημένης εξίσωσης S-καμπύλης γίνεται με μη γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης και απαιτούνται αρχικές τιμές παραμέτρων και μια προσέγγιση με τον αλγόριθμο ελαχίστων τετραγώνων. Και μια δεύτερη υπόθεση που πρέπει να γνωρίζουμε είναι ότι τα παρατηρηθέντα σημεία γύρω από την καμπύλη ακολουθούν κατανομή Gauss. Ανακεφαλαιώνοντας η μη γραμμική παλινδρόμηση προσεγγίζει τις τιμές των παραμέτρων με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων, ελαχιστοποιώντας το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων από τις αναμενόμενες και τις πραγματικές τιμές.

Επιπλέον όσον αφορά την προσέγγιση με το αναπτυξιακό μοντέλο Gompertz(GGM) έχει βρει ευρεία εφαρμογή και ανήκει στην οικογένεια σιγμοειδών μοντέλων δηλαδή η γραφική του αναπαράσταση είναι μια καμπύλη S. Η εξίσωση του μοντέλου αυτού είναι :

$GGM(x) = ae^{-(\beta - \gamma x)}$, όπου α είναι μια μελλοντική ασυμπτωτική τιμή του μοντέλου που αντιπροσωπεύει το τελικό κόστος που δεν επιτυγχάνεται ποτέ καθώς ο χρόνος τείνει στο άπειρο. Επίσης η παράμετρος β είναι το σημείο τομής με τον άξονα yy' το οποίο αντιπροσωπεύει το αρχικό μέγεθος του προϋπολογισμού και το γ είναι μια παράμετρος κλίμακας που διέπει το ρυθμό αύξησης του κόστους (GR). Στη συνέχεια παρουσιάζεται η γραφική παράσταση του προτύπου Gompertz (GGM) (Σχήμα 3.1). Το μοντέλο αυτό χαρακτηρίζεται από ένα σημείο καμπής περίπου στο 1/3 της συνολικής ανάπτυξης ($GGM(x) = a/e$) κατά το χρόνο ($x=\beta/\gamma$) στον οποίο η τιμή του ρυθμού ανάπτυξης $GR(a\gamma/e)$ είναι η μεγαλύτερη. Το GR αυξάνει μονότονα πριν τη σταθερή πτώση του στο μηδέν. Την τιμή του μηδενός την πλησιάζει καθώς το έργο ολοκληρώνεται και η εργασία που απομένει όλο και λιγοστεύει.



Σχήμα 3.1 : Η S - καμπύλη του αναπτυξιακού μοντέλου Gompertz

(Πηγή : Narbaev και De Marco (2013))

Σαν **ερευνητικά ερωτήματα** αναφέρουν ότι πρώτον θα ήταν σκόπιμο να μπορέσουν κάποιοι να ενσωματώσουν τη δοσμένη μέθοδο υπολογισμού Εκτίμησης Κόστους κατά την Ολοκλήρωση (CEAC) με την αβεβαιότητα και το κίνδυνο για να είναι σε θέση να συλλάβουν σημαντικά έκτατα γεγονότα, καθώς πιθανές διαρθρωτικές ενέργειες μπορούν να επηρεάσουν το περιβάλλον του έργου. Και δεύτερον ένα άλλο σημείο που χρήζει έρευνα είναι η μείωση του αριθμού των παραμέτρων καθώς, με αυτόν τον τρόπο θα είναι πιο εύκολη η εφαρμογή της μεθόδου.

3.7. ΜΕΤΡΙΚΕΣ

Γνωρίζουμε ότι για τη μέτρηση της προόδου ενός έργου απαιτείται ένα σταθερό χρονικό πλαίσιο αναφοράς και πρέπει να γίνεται σε όλες τις φάσεις ζωής ενός έργου. Οι φάσεις αυτές έχουν αναλυθεί λεπτομερώς σε προηγούμενο κεφάλαιο και είναι οι εξής:

1. Η φάση προσδιορισμού του έργου
2. Η φάση διατύπωσης του έργου
3. Η φάση σχεδιασμού του έργου

4. Η φάση υλοποίησης και ελέγχου της πορείας του έργου
5. Η φάση ολοκλήρωσης του έργου

Το χρονοδιάγραμμα καθορίζει τους χρόνους έναρξης και περάτωσης κάθε δραστηριότητας και κατ' επέκταση μια εκτιμώμενη αξία κάθε δραστηριότητας τόσο σε όρους κόστους όσο και χρόνου. Η σχεδιασμένη διάρκεια (PD) ισοδυναμεί με συνολική διάρκεια του έργου που υπολογίζεται με τη μέθοδο CPM. Ο πραγματικός χρόνος AT (ή εναλλακτικά, η πραγματική διάρκεια AD) ορίζει τον αριθμό των χρονικών μονάδων για τις οποίες το έργο βρίσκεται σε εξέλιξη μέχρι την τρέχουσα χρονική στιγμή. Η πραγματική διάρκεια RD ορίζει την πραγματική τελική διάρκεια του έργου μετά την εκτέλεση. Και τέλος ο προϋπολογισμός κατά την ολοκλήρωση, BAC, είναι το άθροισμα όλων των προϋπολογισθέντων δαπανών κάθε μεμονωμένης δραστηριότητας.

Για τη μέτρηση της απόδοσης του έργου χρειάζονται τρεις βασικοί παράμετροι οι οποίες είναι η σχεδιασμένη αξία (Planned Value (PV)), το πραγματικό κόστος (Actual Cost(AC)) και η αποκτηθείσα αξία (Earned Value (EV)).

PV – Planned Value : Η σχεδιασθείσα αξία είναι το προϋπολογισμένο κόστος της σχεδιασμένης εργασίας (BCWS) που σχεδιάζουμε με τη CPM.

Δηλαδή περιλαμβάνει τις σχεδιασμένες εργασίες του έργου και τον εγκεκριμένο συνολικό προϋπολογισμό του.

AC –Actual Cost : Το πραγματικό κόστος αναφέρεται σαν το πραγματικό κόστος της εργασίας που έχει εκτελεστεί (ACWP) και είναι το αθροιστικό πραγματικό κόστος τη δεδομένη χρονική στιγμή AT.

EV – Earned Value : Η κερδισμένη αξία αναπαριστά το κόστος που προϋπολογίστηκε για την εργασία που επιτεύχθηκε κάποια χρονική στιγμή AT (BCWP) και είναι ίσο με το συνολικό προϋπολογισμό για κάθε δραστηριότητα πολλαπλασιασμένο με την επί τις εκατό (%) πρόοδό της τη δεδομένη στιγμή.

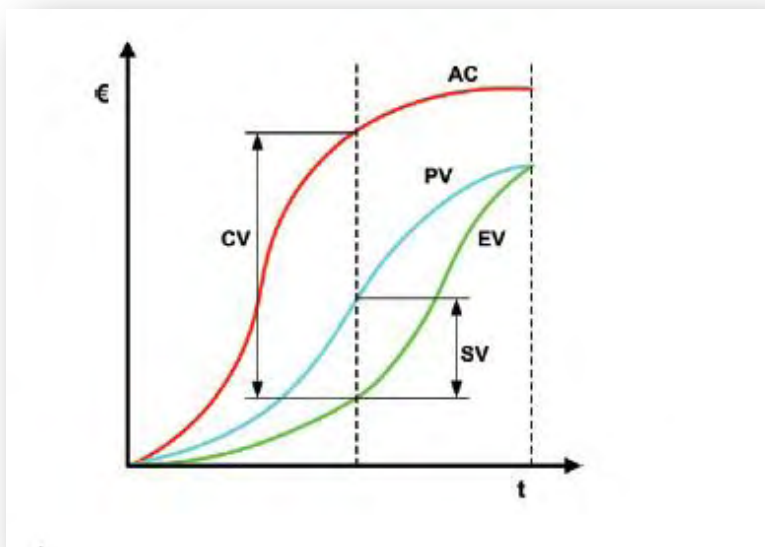
Οι παραπάνω μετρικές αποτελούν τα βασικά στοιχεία της μεθόδου καθώς με αυτά υπολογίζονται οι σχετικοί δείκτες για να απαντηθούν τα ερωτήματα που αφορούν το κόστος και το χρόνο για να γίνουν προβλέψεις στο μέλλον. Τα ερωτήματα αυτά και οι δείκτες που δίνουν απαντήσεις στα ερωτήματα είναι συγκεντρωμένα στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2: Βασικά Ερωτήματα Διαχείρισης Έργου

ΕΡΩΤΗΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΡΓΟΥ	ΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΕΡΑΙΣΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ
Ερωτήσεις από πλευράς Χρόνου	Ανάλυση Χρονοδιαγράμματος και Πρόβλεψη
Το έργο είναι μπροστά ή πίσω από το χρονοδιάγραμμα;	Διακύμανση Χρονοδιαγράμματος(SV)
Πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιείται ο χρόνος ;	Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος(SPI)
Πότε είναι πιθανό να τελειώσει η εργασία;	Η Εκτιμώμενη Συνολική Διάρκεια του έργου κατά την Ολοκλήρωση(EAC _t)
Ερωτήσεις από πλευράς Κόστους	Ανάλυση Κόστους και Πρόβλεψη
Το έργο βρίσκεται πάνω ή κάτω από τον προϋπολογισμό;	Διακύμανση Κόστους (CV)
Πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιούνται οι πόροι ;	Δείκτης Επίδοσης Κόστους (CPI)
Πόσο αποτελεσματική πρέπει να είναι η χρήση των εναπομεινάντων πόρων ;	Δείκτης Επίδοσης για την Ολοκλήρωση(TCPI)
Πόσο πιθανό είναι να κοστίσει το έργο ;	Το Εκτιμώμενο Συνολικό Κόστος του έργου κατά την Ολοκλήρωση(EAC)
Είμαστε πάνω ή κάτω από τον προϋπολογισμό;	Η Διακύμανση κατά την Ολοκλήρωση (VAC)
Πόσο είναι το κόστος της εναπομείνουσας εργασίας;	Εκτιμώμενο Ποσό για την Ολοκλήρωση (ETC)

(Πηγή : Practise Standard for Earned Value Management ,2005)

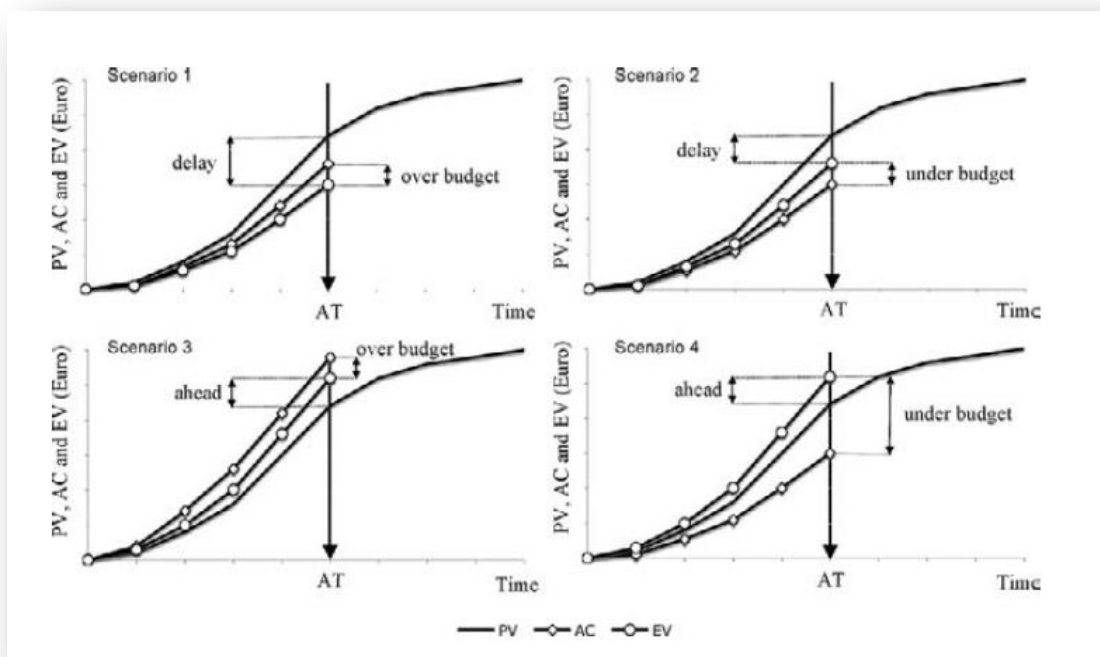
Το σχήμα (Σχήμα 3.2) που ακολουθεί αποτελεί μια γραφική παράσταση των βασικών - παραμέτρων(AC,PV,EV) και της διακύμανση κόστους(Cost Variance - CV) και της διακύμανση χρονοδιαγράμματος(Schedule Variance - SV) τα οποία θα αναλυθούν στη συνέχεια περαιτέρω και σε αυτό το σημείο της διπλωματικής θα χρειαστούν για να αναλυθούν κάποια συμπεράσματα από τα παρακάτω σενάρια.



Σχήμα 3.2: Βασικές σχέσεις κόστους – χρόνου για τις μεταβλητές AC , PV, EV

(Πηγή : Acebes et al. ,2013).

Βάσει αυτών των τριών παραμέτρων προκύπτουν τέσσερα σενάρια σχέσης κόστους–χρόνου που παρουσιάζονται διαγραμματικά παρακάτω στους άξονες του χρόνου και του κόστους αντίστοιχα.



Σχήμα 3.3 : Σχέσεις κόστους – χρόνου για τις μεταβλητές AC , PV, EV για 4 διαφορετικά σενάρια

(Πηγή: Vanhoucke,2009)

Παρατηρώντας τα σενάρια συμπεραίνουμε ότι όταν $AC > EV$ έχουμε υπέρβαση κόστους και όταν $PV > EV$ έχουμε καθυστέρηση στο έργο. Αντίστοιχα, όταν έχουμε $AC < EV$ το έργο είναι κάτω στο κόστος και όταν $PV < EV$ το έργο είναι μπροστά στο χρόνο. Αναλυτικότερα, στο πρώτο σενάριο υπάρχει καθυστέρηση και υπέρβαση κόστους, στο δεύτερο σενάριο υπάρχει πάλι καθυστέρηση αλλά είναι κάτω από το κόστος, στο τρίτο σενάριο το έργο βρίσκεται μπροστά στο χρόνο και υπάρχει υπέρβαση στο κόστος σε αντίθεση με το τέταρτο που είναι μπροστά στο χρόνο και κάτω από το κόστος.

3.8. ΜΕΤΡΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Η Earned Value μεθοδολογία, που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο και την παρακολούθηση ενός έργου, βασίζεται στις τρεις βασικές παραμέτρους. Η συμπεριφορά του έργου ,τόσο σε όρους χρόνου όσο και κόστους, προσδιορίζεται από τη σύγκριση αυτών των βασικών παραμέτρων PV, EV, AC με τη χρήση τεσσάρων γνωστών μέτρων απόδοσης. Τα μέτρα απόδοσης είναι τα εξής :

SV Διακύμανση Χρονοδιαγράμματος (Schedule Variance($SV=EV-PV$))

SPI Δείκτης Απόδοσης Χρονοδιαγράμματος (Schedule Performance Index ($SPI=EV/PV$))

CV Διακύμανση Κόστους (Cost Variance($CV=EV-AC$))

CPI Δείκτης Απόδοσης Κόστους (Cost Performance Index($CPI=EV/AC$))

Κάνοντας μια λεπτομερή ερμηνεία της μεθοδολογίας και της εφαρμογής των μέτρων αυτών αξίζει να αναφέρουμε ότι όταν το $CV < 0$ και το $CPI < 1$ το έργο είναι πάνω από τον προϋπολογισμό, έχουμε δηλαδή υπέρβαση κόστους αφού το προϋπολογισμένο κόστος για τις εργασίες που έχουν υλοποιηθεί είναι λιγότερο από το πραγματικό κόστος για το σύνολο εργασιών. Όταν το $SV < 0$ και $SPI < 1$, το έργο παρουσιάζει καθυστέρηση καθώς το σχεδιασμένο κόστος για το σύνολο των εργασιών είναι μεγαλύτερο από προϋπολογισμένο κόστος για τις εργασίες που έχουν υλοποιηθεί. Οι θετικές τιμές των SV, CV δείχνουν ότι το έργο είναι μπροστά στο χρόνο και κάτω από τον προϋπολογισμό, μας δείχνουν δηλαδή πόσες λιγότερες χρηματικές μονάδες ξοδεύτηκαν και πόσο χρονικό διάστημα νωρίτερα υλοποιήθηκε το έργο. Οι μεταβλητές και οι διακυμάνσεις αναλύονται ,στο πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 3.3) , βοηθώντας το διαχειριστή του έργου να παρακολουθεί την εξέλιξη του έργου. Η γραφική παράσταση του PV είναι το baseline (γραμμή βάσης) του κόστους το έργο.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ		ΧΡΟΝΟΣ					
		SV>0 και SPI(t)>1		SV=0 και SPI(t)=1		SV<0 και SPI(t)<1	
ΚΟΣΤΟΣ	CV>0 και CPI>1	Μπροστά στο χρονοδιάγραμμα Κάτω από τον προϋπολογισμό	στο	Πάνω χρονοδιάγραμμα Κάτω από τον προϋπολογισμό	στο	Πίσω χρονοδιάγραμμα Κάτω από τον προϋπολογισμό	στο
	CV=0 και CPI=1	Μπροστά στο χρονοδιάγραμμα Εντός προϋπολογισμού	στο	Πάνω χρονοδιάγραμμα Εντός προϋπολογισμού	στο	Πίσω χρονοδιάγραμμα Εντός προϋπολογισμού	στο
	CV<0 και CPI<1	Μπροστά στο χρονοδιάγραμμα Πάνω από τον προϋπολογισμό	στο	Πάνω χρονοδιάγραμμα Πάνω από τον προϋπολογισμό	στο	Πίσω χρονοδιάγραμμα Πάνω από τον προϋπολογισμό	στο

Πίνακας 3.3: Ερμηνείες των βασικών μέτρων απόδοσης της EVM(Earned Value Management)

(Πηγή : Practise Standard for Earned Value Management ,2005)

Σύμφωνα με τον Vanhoucke (2009) τα παραπάνω μέτρα χρησιμοποιούνται σε επίπεδο έργου και όχι σε επίπεδο δραστηριότητας. Οι Book (2006a,b), Jacob (2006) , & Kane(2004) ασκούν κριτική στην προσέγγιση αυτή και θεωρούν ότι αυτά τα μέτρα είναι αξιόπιστα σε επίπεδο δραστηριότητας και όχι έργου. Για παράδειγμα όταν υπάρξει μια καθυστέρηση σε μη κρίσιμη δραστηριότητα μπορεί να ληφθεί ως λάθος σήμα σε επίπεδο έργου και να ληφθούν λανθασμένες διορθωτικές ενέργειες , ενώ ουσιαστικά να μην υπάρχει πρόβλημα όσο η δραστηριότητα καταναλώνει το περιθώριο της.

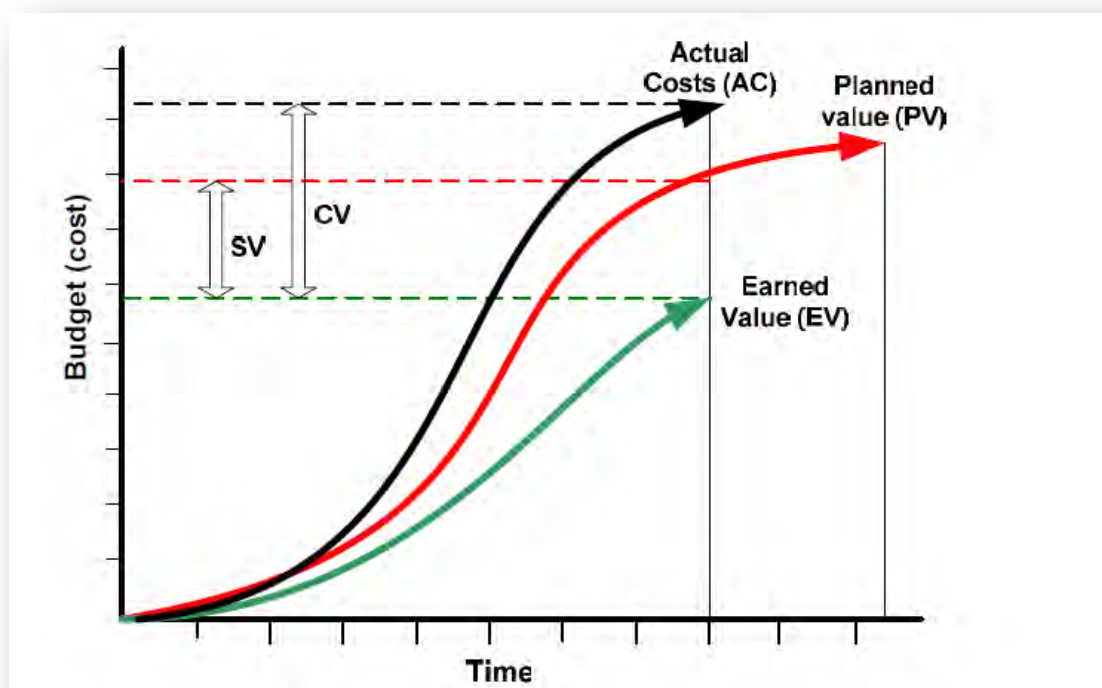
Από τη βιβλιογραφία τρεις μέθοδοι έχουν προταθεί για τη μέτρηση συμπεριφοράς στο χρόνο : η μέθοδος σχεδιασμένης αξίας (planned value method) από τον Anbari(2003), η μέθοδος κερδισμένου χρόνου (earned duration method) από τους Jacob και Kane(2004) που αποδίδουν τους SV και SPI από χρηματικές μονάδες σε χρονικές μονάδες και τέλος προτάθηκε και η μέθοδος κερδισμένου χρονοδιαγράμματος (earned schedule method) από τον Lipke (2003) με την οποία γίνεται απευθείας μετατροπή των μέτρων συμπεριφοράς χρόνου (SV(t) και SPI(t))σε μονάδες χρόνου.

3.8.1. Μετατροπή των μέτρων συμπεριφοράς χρόνου SV και SPI σε μονάδες χρόνου με τους δείκτες SV(t) και SPI(t)

Ερευνητές της απόδοσης ενός έργου καταλήγουν σε ομοφωνία στο γεγονός ότι τα συστήματα διαχείρισης Κερδισμένης Αξίας (Earned Value Management) είναι ένα πολύ καλό εργαλείο για τον υπολογισμό της απόδοσης του κόστους. Σε μερικά σημεία όμως οι απόψεις τους αποκλίνουν σχετικά με την ικανότητα της EVM (Earned Value Management) να παρέχει αξιόπιστους δείκτες απόδοσης χρονοδιαγράμματος. Σύμφωνα με τον Corovic(2006-2007) οι ερευνητές αμφισβητούν τη χρήση του δείκτη απόδοσης χρονοδιαγράμματος (SPI) για πρόβλεψη κατά την ολοκλήρωση του έργου, αλλά οι περισσότεροι από αυτούς δεν αμφισβητούν την αξιοπιστία και τη χρήση του κατά τα πρώτα δύο τρίτα του έργου. Σύμφωνα με έρευνες που έκανε ο ίδιος κατέληξε ότι οι δείκτες απόδοσης χρονοδιαγράμματος δεν είναι αξιόπιστοι και είναι εσφαλμένοι για ολόκληρο τον κύκλο ζωής του έργου για τα περισσότερα εμπορικά έργα με μια μη γραμμική καμπύλη αθροιστικού κόστους. Αναφέρει πώς σκοπός της εργασίας τους, είναι

να ολοκληρώνεται ένα έργο (το εύρος των εργασιών του) στο χρόνο του και μέσα στο αρχικό προϋπολογισμό του.

Η έννοια της EVM παρουσιάζεται γραφικά στο σχήμα που θα ακολουθήσει στη συνέχεια (Σχήμα 3.4). Το σχήμα αποτελεί ένα διάγραμμα με δύο διαστάσεις στο οποίο ο οριζόντιος είναι ο άξονας του χρόνου και ο κάθετος ο άξονας του κόστους. Η απόδοση του κόστους βασίζεται στη διαφορά μεταξύ της Earned Value(κερδισμένης αξίας-EV) και του Actual Cost(πραγματικού κόστους-AC) σε μια δεδομένη χρονική στιγμή και αυτό προβάλλεται στον κάθετο άξονα, τον άξονα του κόστους. Με την ίδια λογική η απόδοση του χρονοδιαγράμματος υπολογίζεται από τη διαφορά μεταξύ της Earned Value(κερδισμένης αξίας-EV) και του Planned Value(σχεδιασμένης αξίας-PV) σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Αυτή η διαφορά θα έπρεπε να προβάλλεται στον οριζόντιο άξονα , τον άξονα του χρόνου αλλά η EVM εκφράζει το αποτέλεσμα σε αξία και το παρουσιάζει στον κάθετο άξονα, τον άξονα του κόστους.(Corovic(2006-2007))



Σχήμα 3.4 : Συμβατική προσέγγιση EVM

(Πηγή : Corovic , 2006-2007)

Στο άρθρο του ο Corovic(2006-2007) αναφέρει ότι αυτό το λάθος έχει σημαντικές επιπτώσεις και επηρεάζει την απόδοση χρονοδιαγράμματος με τέτοιο τρόπο ώστε να καθιστά άχρηστους τους δείκτες και παραπλανητικούς. Για παράδειγμα αν αναφέρεις σε ένα Διαχειριστή του έργου(project manager) ότι ένα έργο έχει καθυστέρηση 500.000€ ,τότε θα σε ρωτήσει πόσους μήνες ή μέρες είναι η καθυστέρηση; Ένας ακόμη δείκτης που επηρεάζεται είναι ο δείκτης απόδοσης χρονοδιαγράμματος (SPI) που ισούται με το λόγο της Earned Value (Κερδισμένης Αξίας-EV) προς το Planned Value (Σχεδιασμένης αξίας-PV). Κατά την ολοκλήρωση του έργου ,αν το έργο έχει ολοκληρωθεί όπως είχε προγραμματιστεί, πρέπει η τιμή της Earned Value (Κερδισμένης Αξίας-EV) και της Planned Value (Σχεδιασμένης αξίας-PV) να είναι ίσες. Στο τέλος όμως του έργου η τιμή της PV παραμένει σταθερή ενώ η τιμή της EV θα αυξάνεται μέχρι την πραγματική ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου. Δηλαδή αν το έργο ολοκληρώνεται στους 15 μήνες και το EV στους 15 αυτούς μήνες έχει φτάσει στο 60% αυτό σημαίνει ότι απομένει ακόμη ένα ποσοστό 40% για ολοκλήρωση. Σε αυτό το διάστημα που θα μεσολαβήσει το PV θα παραμένει ίδιο ενώ το EV θα αυξάνεται μέχρι τη στιγμή που τιμή της EV και της PV γίνουν ίσες. Συμπεραίνοντας έχουμε ότι κατά την ολοκλήρωση του έργου οι τιμές των EV και PV θα είναι ίσες και έτσι θα φαίνεται ότι το έργο ολοκληρώθηκε στην ώρα του παρόλο όμως που υπήρχε μια καθυστέρηση μη ορατή.

Η ερμηνεία και η συμπεριφορά των δεικτών απόδοσης SV ,SPI έχει επικριθεί πολλές φορές από διάφορους συγγραφείς. Ο πρώτος κύριος λόγος είναι το SV μετριέται σε νομισματικές μονάδες και όχι σε μονάδες χρόνου και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προκύπτουν διάφορες παρερμηνείες. Ένας δεύτερος λόγος είναι όταν το $SV = 0$ (ή $SPI=1$), αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα είτε ότι το έργο έχει ολοκληρωθεί είτε ότι το έργο εκτελείται σύμφωνα με το σχεδιασμό. Και τρίτον κατά το τέλος του έργου , το SV συγκλίνει πάντα στο 0 δείχνοντας ότι υπάρχει μια τέλεια απόδοση του έργου ακόμη και αν το έργο έχει καθυστέρηση. Ομοίως και το SPI συγκλίνει στο 1 δείχνοντας ότι το έργο έχει απόδοση 100% ακόμη και αν αυτό έχει καθυστέρηση. Σύμφωνα με τους Vandevoorde και Vanhoucke (2006) οι δείκτες αυτοί σε κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή κρίνονται αναξιόπιστοι γιατί χάνουν την ικανότητά τους να προβλέψουν τι συμβαίνει στο έργο και συνεπώς οι διαχειριστές των έργων δεν μπορούν να γνωρίζουν για το πώς να κινηθούν στο επόμενο στάδιο του έργου.

Προκειμένου να ξεπεραστούν αυτές οι ανωμαλίες με αυτούς τους δείκτες ο Lipke (2003) εισήγαγε την έννοια του κερδισμένου χρονοδιαγράμματος ES. Η αθροιστική αξία του κερδισμένου χρονοδιαγράμματος ES βρίσκεται με τη χρήση της EV για να προσδιοριστεί σε ποια χρονική στιγμή t η αύξηση της σχεδιασμένης αξίας PV συναντά την EV αυξημένη κατά ένα κλάσμα, με αριθμητή τη διαφορά της EV, τη δεδομένη χρονική στιγμή, με τη σχεδιασμένη αξία που ενσωματώνεται και παρονομαστή τη διαφορά της σχεδιασμένης αξίας που είχε προγραμματιστεί στις δύο αυτές χρονικές στιγμές. Δηλαδή βρίσκουμε τη χρονική στιγμή t , έτσι ώστε $EV \geq PV_t$ και $EV < PV_{t+1}$ και υπολογίζουμε το κερδισμένο χρονοδιάγραμμα από τον τύπο

$$ES = t + (EV - PV_t) / (PV_{t+1} - PV_t), \quad \text{όπου } ES \text{ το κερδισμένο χρονοδιάγραμμα}$$

EV την κερδισμένη αξία στη δεδομένη στιγμή

PV_t τη σχεδιασμένη αξία για τη στιγμή t

Οπότε με τη χρήση της έννοιας του κερδισμένου χρονοδιαγράμματος μπορούν να κατασκευαστούν οι δύο δείκτες που χαρακτηρίζονται από την αξιοπιστία τους ως εναλλακτικοί των SV, SPI ως εξής :

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

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

Συμπερασματικά, το SV(t) εκφράζεται σε μονάδες χρόνου και όταν προκύπτει $SV(t) < 0$ (> 0) υποδηλώνει τον αριθμό μονάδων που το έργο υστερεί (ή είναι μπροστά) από την αναμενόμενη απόδοσή του. Το τελικό SV(t) δείχνει την πραγματική διαφορά του χρόνου σε αντίθεση με το SV που καταλήγει πάντα μηδέν. Ομοίως και ο δείκτης SPI(t) ο οποίος αντανακλά τη τελική απόδοση του χρονοδιαγράμματος του έργου, ενώ η τιμή του SPI είναι πάντα ίσο με 1.

Η πλειοψηφία των ερευνών όπως και η έρευνα του Corovic(2006-2007) δείχνει ότι τα αποτελέσματα σχετικά με την απόδοση του χρονοδιαγράμματος που λαμβάνονται με τη βοήθεια του κερδισμένου χρονοδιαγράμματος (Earned Schedule-ES) είναι καλύτερα από τη συμβατική EVM.

3.9. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ

3.9.1. Δείκτες Χρόνου

Ο Δείκτης Διακύμανσης Χρονοδιαγράμματος (Schedule Variance)

(Είμαστε μπροστά ή πίσω από το Χρονοδιάγραμμα)

Με το Δείκτη Διακύμανσης Χρονοδιαγράμματος ο Διαχειριστής του έργου μπορεί να ελέγξει αν το έργο βρίσκεται μπροστά ή πίσω από το χρονοδιάγραμμα. Αν η τιμή είναι θετική βρίσκεται μπροστά , ενώ αν η τιμή του είναι αρνητική υπάρχει καθυστέρηση.

π.χ . $SV = EV - PV = 30 - 46 = -16$, που σημαίνει ότι υπάρχει καθυστέρηση δεκαέξι μονάδων.

Επίσης το SV μπορεί να εκφραστεί και με ποσοστό, διαιρώντας τη Διακύμανση Χρονοδιαγράμματος (SV) με τη Σχεδιασμένη Αξία(PV):

π.χ. $SV\% = -16/46 \approx -34,8\%$, που σημαίνει ότι 34,8% της σχεδιασμένης εργασίας δεν έχει πραγματοποιηθεί.

Ο Δείκτης Απόδοσης Χρονοδιαγράμματος (Schedule Performance Index)

(Πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιείται ο χρόνος;)

Με το Δείκτη Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος ο Διαχειριστής του έργου μπορεί να ελέγξει πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιείται ο χρόνος στο έργο.

π.χ. $SPI = EV/PV = 30/46 \approx 0,65$, που σημαίνει ότι ο χρόνος χρησιμοποιείται αποτελεσματικά κατά 65% . Αυτό σημαίνει πώς για κάθε οχτώ ώρες εργασίας , η πραγματική δουλειά αντιστοιχεί σε 5 ώρες και 20 λεπτά εργασίας.

Εκτιμώμενη Συνολική Διάρκεια κατά την Ολοκλήρωση (Πότε είναι πιθανό να τελειώσει η εργασία;)

Η διάρκεια όπως είχε σχεδιαστεί το έργο ήταν 12 μήνες και ο προϋπολογισμός ήταν 140.

$$EAC(t) = (BAC/SPI)/(BAC/months) = (140/0,65)/(140/12) \approx 18,5$$

Άρα ο διαχειριστής του έργου γνωρίζει τώρα ότι θα χρειαστούν άλλοι 6,5 μήνες για να ολοκληρωθεί το έργο.

Ο Δείκτης Διακύμανσης Χρονοπρογραμματισμού σύμφωνα με το Χρόνο(Schedule Variance(t))

Όπως προαναφέραμε ,κατά την ολοκλήρωση του έργου ,αν το έργο έχει ολοκληρωθεί όπως είχε προγραμματιστεί πρέπει η τιμή της Earned Value (Κερδισμένης Αξίας-EV) και της Planned Value (Σχεδιασμένης αξίας-PV) να είναι ίσες. Στο τέλος όμως του έργου η τιμή της PV παραμένει σταθερή ενώ η τιμή της EV θα αυξάνεται μέχρι την πραγματική ημερομηνία ολοκλήρωσης του έργου. Δηλαδή αν το έργο ολοκληρώνεται στους 12 μήνες και το EV στους 12 αυτούς μήνες έχει φτάσει στο 65% αυτό σημαίνει ότι απομένει ακόμη ένα ποσοστό 35% για ολοκλήρωση. Σε αυτό το διάστημα που θα μεσολαβήσει το PV θα παραμένει ίδιο, ενώ το EV θα αυξάνεται μέχρι τη στιγμή που τιμή της EV και της PV γίνουν ίσες. Συμπεραίνοντας έχουμε ότι κατά την ολοκλήρωση του έργου οι τιμές των EV και PV θα είναι ίσες , το $SV = 0$ και το $SPI=1$ οπότε θα φαίνεται ότι το έργο ολοκληρώθηκε στην ώρα του παρόλο όμως που υπήρχε μια καθυστέρηση μη ορατή.

Οπότε με τη χρήση της έννοιας του κερδισμένου χρονοδιαγράμματος κατασκευάστηκαν οι δύο δείκτες που χαρακτηρίζονται από την αξιοπιστία τους ως εναλλακτικοί των SV ,SPI ως εξής :

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

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

Στο τυχαίο παράδειγμα που περιγράφεται στη Διπλωματική έχουμε 12 μήνες τελική διάρκεια όπως είχε σχεδιαστεί ενώ το έργο θα χρειαστεί 18,5 μήνες περίπου . Αυτό προέκυψε από το γεγονός ότι αφού στους 12 μήνες το SPI ήταν 65%, για να φτάσει το SPI ήταν 100%, θα πρέπει να διαιρέσουμε το 12 με το 0,65 και έτσι θα προκύψει περίπου 18,5 μήνες. Άρα υπάρχει καθυστέρηση περίπου 6,5 μήνες.

Υπολογίζοντας τα μέτρα κατά την ολοκλήρωση έχουμε :

$$SV(t) = ES - AT = 12 - 18,5 = - 6,5 \text{ μήνες}$$

$$SPI(t) = ES/AT = 12/18,5 \approx 0,65$$

$$SV = EV - PV = 140 - 140 = 0$$

$$SPI = EV/PV = 140/140 = 1$$

3.9.2. Δείκτες Κόστους

Δείκτης Διακύμανσης Κόστους(Cost Variance)

(Είμαστε κάτω από τον προϋπολογισμό ή πάνω;)

Με το Δείκτης Διακύμανσης Κόστους ο Διαχειριστής του έργου μπορεί να ελέγξει αν το έργο βρίσκεται πάνω ή κάτω του σχεδιασμένου προϋπολογισμού.

π.χ. $CV=EV - AC= 30-40 = -10$, που σημαίνει αρνητική κατάσταση δηλαδή 10 μονάδες πάνω από τον προϋπολογισμό.

Αυτός ο Δείκτης εκφράζεται και σαν ποσοστό και υπολογίζεται :

$CV\%=CV/EV= -10/30\approx 33\%$, δηλαδή 33% πάνω από τον προϋπολογισμό.

Δείκτης Επίδοσης Κόστους(Cost Performance Index)

(Πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιούνται οι πόροι;)

Με το δείκτη αυτόν ο Διαχειριστής του Έργου μπορεί να ελέγξει το πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιούνται οι πόροι. Δηλαδή δίνει μια ξεκάθαρη ένδειξη του πόσο κοστίζει η εργασία που έχει ολοκληρωθεί σε μια χρονική στιγμή στο έργο.

π.χ. $CPI=EV/AC=30/40= 0,75$, που σημαίνει ότι υπάρχει 75% αποτελεσματικότητα στη χρήση πόρων. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε ευρώ που ξοδεύεται στο έργο ,η πραγματική του αξία σε εργασία είναι αξίας 0,75 ευρώ.

Δείκτης Επίδοσης Κόστους και Χρονοδιαγράμματος (Schedule Cost Performance Index)

(Πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιούμε τους πόρους ;)

Ο Δείκτης Επίδοσης Κόστους και Χρονοδιαγράμματος βασίζεται στους δείκτες CPI,SPI προκειμένου να δείξει την συνολική επίδοση των χρησιμοποιούμενων πόρων και του χρόνου που έχει δαπανηθεί στο έργο.

π.χ. $SCI= CPI*SPI= 0,75*0,65 \approx 0,49$,δηλαδή υπάρχει 49% αποτελεσματικότητα στη χρήση χρόνου και πόρων στο έργο.

Δείκτης Επίδοσης για την Ολοκλήρωση (To – Complete Performance Index)

(Πόσο αποτελεσματική πρέπει να είναι η χρήση των εναπομεινάντων πόρων ;)

Με το Δείκτη Επίδοσης κατά την Ολοκλήρωση ο Διαχειριστής του έργου γνωρίζει την τιμή της επίδοσης που θα πρέπει να επιτευχθεί , προκειμένου να ολοκληρωθεί το έργο σύμφωνα με τον αρχικό προϋπολογισμό (BAC).

π.χ. $TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC) = (140 - 30) / (140 - 40) = 1,1$,που σημαίνει ότι η απόδοση πρέπει να βελτιωθεί από την τιμή 0,75 του CPI στη τιμή 1,1 του TCPI για την απόδοση της εναπομείνουσας εργασίας. Δηλαδή πρέπει η τιμή του CPI να αγγίξει την τιμή του 1,1 για να τελειώσει το έργο σύμφωνα με τον αρχικό προϋπολογισμό κατά την ολοκλήρωση.

Εκτιμώμενο Συνολικό Κόστος του έργου κατά την Ολοκλήρωση (Estimated Cost at Completion)

(Πόσο θα κοστίσει πιθανόν το έργο;)

Με αυτόν το Δείκτη γίνεται πρόβλεψη του τελικού κόστους.

π.χ. $EAC = BAC / CPI = 140 / 0,75 = 186,7$, όπου η αθροιστική απόδοση του CPI πιθανόν να παραμένει ίδια για τη διάρκεια του έργου για να ισχύσει αυτό το αποτέλεσμα που έδωσε ο τύπος.

Η Διακύμανση κατά την Ολοκλήρωση (Variance at Completion)

(Είμαστε πάνω ή κάτω από τον προϋπολογισμό;)

Αυτός ο Δείκτης θα ενημερώσει την ομάδα του έργου αν το έργο θα τελειώσει πάνω ή κάτω από τον προϋπολογισμό.

π.χ. $VAC = BAC - EAC = 140 - 186,7 = -46,7$, δηλαδή το έργο θα κοστίσει επιπλέον 46,70 μονάδες.

Εκτιμώμενο Ποσό για την Ολοκλήρωση (Estimate to Complete)

(Πόσο είναι το κόστος της εναπομείνουσας εργασίας;)

Αυτός ο Δείκτης δείχνει πόσο θα κοστίσει η εργασία που έχει απομείνει.

$$ETC=(BAC-EV)/CPI=(140-30)/0,75=146,7$$

Όντως αφού το έργο είχε Εκτιμώμενο Ποσό για την Ολοκλήρωση 146,7 και πραγματικό κόστος AC 40, είναι λογικό να προκύψει Εκτιμώμενο Συνολικό Κόστος του έργου κατά την Ολοκλήρωση 186,7.(EAC=AC+ETC)

3.10. ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΕΛΘΟΝΤΟΣ

Εισάγεται η έννοια του χρονοδιαγράμματος – κόστους της οποίας ο τύπος είναι $SCI=SPI \cdot CPI$ (χρησιμοποιώντας το κλασικό SPI) και $SCI(t)=SPI(t) \cdot CPI$ (χρησιμοποιώντας το SPI(t)). Γενικά είναι σημαντικό η πρόβλεψη της τελικής διάρκειας και του τελικού κόστους ενός έργου καθώς μπορούν να βοηθήσουν τους διαχειριστές ενός έργου να προβούν σε διορθωτικές κινήσεις πριν δημιουργηθούν έντονα προβλήματα. Άρα οι μετρικές που χρησιμοποιούνται σε όλες τις μεθόδους, σχεδιάστηκαν για την πρόβλεψη και των δύο παραμέτρων. Συνεχίζοντας για την πρόβλεψη **τελικού κόστους** σε ένα έργο χρησιμοποιούμε σε δεδομένη χρονική στιγμή τη σχέση: $EAC= AC+PCWR$ όπου EAC το εκτιμώμενο κόστος στην ολοκλήρωση, AC το πραγματικό κόστος στη δεδομένη στιγμή και το PCWR το σχεδιασμένο κόστος για την εργασία που απομένει να γίνει. Αντίστοιχα για τη πρόβλεψη της **τελικής διάρκειας** ισχύει η σχέση $EAC(t)= AD+PDWR$ όπου EAC(t) η εκτιμώμενη διάρκεια για την ολοκλήρωση, AD ή AT η πραγματική διάρκεια ή ο πραγματικός χρόνος μέχρι εκείνη τη χρονική στιγμή και το PDWR η σχεδιασμένη διάρκεια για την εργασία που απομένει να γίνει.

Σύμφωνα με τον Vandevorde και Vanhoucke (2006) και τον Anbari (2003) οι καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί ένα έργο είναι έξι και είναι οι εξής:

1. Η πρώτη κατάσταση είναι να είναι η εκτιμώμενη διάρκεια για την ολοκλήρωση σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό, ανεξάρτητα από τη επίδοση του έργου. Αυτό κρύβει κίνδυνο και ενδέχεται να δημιουργηθούν προβλήματα που δεν έχουν λύση.
2. Η δεύτερη κατάσταση είναι η νέα PDWR η οποία καλείται η με βάση το σχεδιασμό διάρκεια που απαιτείται για την εργασία που απομένει να γίνει. Οι αρχικές συνθήκες δεν ισχύουν για την εναπομείνουσα εργασία και οι δείκτες μέτρησης της επίδοσης δεν είναι χρήσιμοι ,οπότε απαιτείται νέος σχεδιασμός.
3. Η τρίτη κατάσταση είναι αρκετά υψηλή PDWR ,κάτι το οποίο σημαίνει ότι υπάρχουν μη αντιστρέψιμα προβλήματα ποιότητας ,τα οποία αποτελούν επιπλέον

χρόνο για τον εντοπισμό τους. Τα ενδιαφερόμενα μέρη έχουν χάσει το ενδιαφέρον για το έργο και αν τελικά το έργο τελειώσει θα είναι από θαύμα.

4. Η τέταρτη κατάσταση είναι η PDWR να είναι σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό και το παρελθόν να μην αποτελεί καλό στοιχείο πρόγνωσης. Οπότε τα προβλήματα του παρελθόντος δεν επηρεάζουν το μέλλον του έργου και όλα θα γίνουν σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό.
5. Η πέμπτη κατάσταση είναι να είναι η PDWR σύμφωνα με την τάση του SPI ,που σημαίνει ότι τα δεδομένα του παρελθόντος είναι χρήσιμα για την πρόγνωση και η εργασία που απομένει να γίνει βασίζεται σε διορθώσεις.
6. Και τέλος η έκτη κατάσταση του έργου είναι να είναι η PDWR σύμφωνα με την τάση του SCI , κάτι το οποίο σημαίνει ότι τα δεδομένα κόστους και χρόνου από το παρελθόν είναι χρήσιμα για την πρόγνωση . Ο συγκεκριμένος δείκτης είναι το αποτέλεσμα του πολλαπλασιασμού των Δεικτών “Επίδοσης Κόστους” και “Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος” ($SCI = SPI * CPI$) και αποτελεί κρίσιμο δείκτη.

Οπότε η πρώτη κατάσταση είναι το έργο να είναι σε ιδανική κατάσταση και έτσι δεν απαιτείται ιδιαίτερη πρόγνωση καθώς εξελίσσεται ομαλά και σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό. Στη δεύτερη και τρίτη κατάσταση δεν απαιτούνται προβλέψεις για το έργο καθώς υπάρχουν αλλαγές και μη αντιστρέψιμα προβλήματα. Οπότε στη συνέχεια θα ασχοληθούμε με τα τρία τελευταία σενάρια που μπορούν να εμφανιστούν σε ένα έργο στα οποία οι μέθοδοι θα αφορούν έργα που η εναπομείνουσα διάρκειά τους είτε θα είναι σύμφωνη με τον αρχικό σχεδιασμό ,είτε θα ακολουθεί την τρέχουσα τάση SPI είτε την τρέχουσα τάση του δείκτη SCI.

Οι ενέργειες που πραγματοποιούνται είναι λογικό πώς θα έχουν αντίκτυπο στη μελλοντική πορεία του έργου. Ο Vanhoucke(2009) για να προσαρμόσει την επίδοση του παρελθόντος στη μελλοντική επίδοση χρησιμοποίησε τον παράγοντα επίδοσης PF. Πιο συγκεκριμένα :

- Όταν ισχύει η σχέση $PF=1$ σημαίνει ότι η μελλοντική συμπεριφορά θα είναι απόλυτα συνδεδεμένη με την απόδοση που είχαμε στον αρχικό σχεδιασμό (απόδοση 100%). Στη συγκεκριμένη περίπτωση η « Σχεδιασμένη Διάρκεια της Εναπομείνουσας Εργασίας (PDWR)» θεωρείται πώς είναι σύμφωνη με τον αρχικό σχεδιασμό του έργου και η επίδοση του παρελθόντος δεν αποτελεί καλό δείκτη πρόβλεψης του μέλλοντος. Τα προβλήματα και οι ευκαιρίες ανήκουν στο

παρελθόν ,δεν επηρεάζουν το μέλλον και έτσι η Εναπομείνσα Εργασία θα πραγματοποιηθεί όπως έχει σχεδιαστεί.

- Όταν ισχύει η σχέση $PF=SPI$ η μελλοντική απόδοση θα ακολουθεί το «Δείκτη επίδοσης χρονοδιαγράμματος». Σε αυτή την περίπτωση « Σχεδιασμένη Διάρκεια της Εναπομείνσας Εργασίας (PDWR)» ακολουθεί το «Δείκτη Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος SPI» και θεωρείται πως η επίδοση χρονοδιαγράμματος του παρελθόντος αποτελεί καλό δείκτη πρόβλεψης της αντίστοιχης μελλοντικής επίδοσης. Τα προβλήματα και οι ευκαιρίες του παρελθόντος φαίνεται να επηρεάζουν το μέλλον και η εναπομείνσα εργασία θα πρέπει να διορθωθεί προκειμένου να αντιμετωπιστούν τυχόν προβλήματα.
- Όταν ισχύει η σχέση $PF=SCI$ η μελλοντική απόδοση θα ακολουθεί το «Δείκτη Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος και Κόστους SCI». Σε αυτή την περίπτωση η « Σχεδιασμένη Διάρκεια της Εναπομείνσας Εργασίας (PDWR)» ακολουθεί το «Δείκτη Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος SCI» και θεωρείται πως η Επίδοση Χρονοδιαγράμματος και Κόστους του παρελθόντος αποτελεί καλό δείκτη πρόβλεψης της αντίστοιχης μελλοντικής επίδοσης. Ο Δείκτης αυτός είναι αποτέλεσμα του πολλαπλασιασμού των Δεικτών « Επίδοσης του Κόστους» και «Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος»($SCI=SPI \cdot CPI$)

3.11. ΟΡΟΛΟΓΙΕΣ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΕΚΔΟΧΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

Στα επιστημονικά άρθρα χρησιμοποιούνται διαφορετικές ορολογίες για την εφαρμογή της μεθόδου Earned Value ,κάτι το οποίο περιπλέκει την εφαρμογή της, ειδικά σε περιπτώσεις που υπάρχει πάνω από μια ορολογία για τις ίδιες μετρικές και τους ίδιους δείκτες(βλέπε πίνακα 3.4) . Για αυτό και ο Vanhoucke (2009) δημιούργησε μια ενιαία βάση ορολογιών και τύπων για να συνδέσει όλες τις ορολογίες που εμφανίζονται στη δημοσιευμένη βιβλιογραφία, κατά την εφαρμογή των τριών αυτών μεθοδολογιών. , όπως φαίνεται και στον πίνακα 3.5.

Πίνακας 3.4 : Ορολογία που χρησιμοποιείται στα επιστημονικά άρθρα

	Μέθοδος Σχεδιασμένης Αξίας Anbari(2003)	Μέθοδος Αποκτηθείσας Διάρκειας Jacob(2003)	Μέθοδος Αποκτημένου Χρονοδιαγράμματος Lipke(2003)
Ορόσημο-Έναρξη	SAC(Schedule at Completion) Το Χρονοδιάγραμμα κατά την Ολοκλήρωση του Έργου	ED Earned Duration Η Σχεδιασμένη Διάρκεια του έργου	PD Planned Duration Η Σχεδιασμένη Διάρκεια του έργου
Κατάσταση του έργου (Διάρκεια)	PV_{rate} Αναλογία Σχεδιασμένης Αξίας(BAC/PD) AT Πραγματικός Χρόνος Δείκτης Επίδοσης SPI Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος(EV/PV) SV Δείκτης Διακύμανσης Χρονοδιαγράμματος(EV-PV) TV Δείκτης Διακύμανσης Χρόνου(SV/ PV_{rate}) CR Αναλογία Κρισιμότητας	ED Αποκτηθείσα Διάρκεια (AD/SPI) AD Πραγματική Διάρκεια του Έργου SPI Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος (EV/PV) SV Δείκτης Διακύμανσης Χρονοδιαγράμματος(EV-PV) - -	ES Αποκτημένο Χρονοδιάγραμμα AT Πραγματικός Χρόνος SPI(t) Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος (Χρόνου) (ES/AT) SV(t) (ES-AT) - SCI(t) Δείκτης Κόστους Χρονοδιαγράμματος
Μετρικές Τελικής Διάρκειας Έργου	TEAC(t)=AT+TETC TETC Εκτιμώμενος Χρόνος για την Ολοκλήρωση του Έργου TETC Εκτιμώμενος Χρόνος του Έργου κατά την Ολοκλήρωση - -	EDAC=AD+UDR UDR Μη αποκτημένη Διάρκεια μέχρι την ολοκλήρωση EDAC Εκτιμώμενη Διάρκεια μέχρι την ολοκλήρωση -	EAC(t)= AT + PDWR PDWR Σχεδιασμένη Διάρκεια για την Εναπομείνουσα Εργασία EAC(t) Η Εκτιμώμενη Συνολική Διάρκεια του έργου κατά την Ολοκλήρωση IEAC(t) Ανεξάρτητη Εκτίμηση κατά την Ολοκλήρωση
Εκτιμώμενοι Δείκτες	-	TCSPI Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος για την Ολοκλήρωση -	SPI(t) to go Ο Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος για την Ολοκλήρωση, σύμφωνα με τη Σχεδιασμένη Διάρκεια του Έργου(PD) To complete SPI(t) Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος για την Ολοκλήρωση, σύμφωνα με το πιο πρόσφατα αναθεωρημένο Πρόγραμμα του Έργου(LRS)

(Πηγή : Vancoucke , 2009)

Πίνακας 3.5: Ορολογία που χρησιμοποιείται στο βιβλίο του Mario Vanhoucke , “Measuring Time”(2009)

	Μέθοδος Σχεδιασμένης Αξίας Anbari(2003)	Μέθοδος Αποκτηθείσας Διάρκειας Jacob(2003)	Μέθοδος Αποκτημένου Χρονοδιαγράμματος Lipke(2003)
Ορόσημο- Έναρξη	SAC(Schedule at Completion) Το Χρονοδιάγραμμα κατά την Ολοκλήρωση του Έργου	ED Earned Duration Η Σχεδιασμένη Διάρκεια του έργου	PD Planned Duration Η Σχεδιασμένη Διάρκεια του έργου
Κατάσταση του έργου (Διάρκεια)	PV_{rate} Αναλογία Σχεδιασμένης Αξίας(BAC/PD) AT Πραγματικός Χρόνος Δείκτης Επίδοσης SPI Χρονοδιαγράμματος(EV/PV) SV Δείκτης Διακύμανσης Χρονοδιαγράμματος(EV-PV) TV Δείκτης Διακύμανσης Χρόνου(SV/ PV_{rate}) CR Αναλογία Κρισιμότητας	ED Αποκτηθείσα Διάρκεια (AD/SPI) AD Πραγματική Διάρκεια του Έργου SPI Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος (EV/PV) SV Δείκτης Διακύμανσης Χρονοδιαγράμματος(EV-PV) - -	ES Αποκτημένο Χρονοδιάγραμμα AT Πραγματικός Χρόνος SPI(t) Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος (Χρόνου) (ES/AT) SV(t) (ES-AT) - SCI(t) Δείκτης Κόστους Χρονοδιαγράμματος
Μετρικές Τελικής Διάρκειας Έργου	EAC(t)=AD+PDWR EAC(t) _{PV1} Εκτίμηση της διάρκειας για την Ολοκλήρωση του Έργου για PF=1 EAC(t) _{PV2} Εκτίμηση της Διάρκειας για την Ολοκλήρωση του Έργου για PF=SPI EAC(t) _{PV3} Εκτίμηση της Διάρκειας για την Ολοκλήρωση του Έργου για PF=SCI	EAC(t)=AD+(PD-ED)/PF EAC(t) _{ED1} Εκτίμηση της διάρκειας για την ολοκλήρωση του Έργου για PF=1 EAC(t) _{ED2} Εκτίμηση της διάρκειας για την Ολοκλήρωση του Έργου για PF=SPI EAC(t) _{ED3} Εκτίμηση της Διάρκειας για την Ολοκλήρωση του Έργου για PF= SCI	EAC(t)=AD+(PD-ES)/PF EAC(t) _{PD1} Εκτίμηση της Διάρκειας για την Ολοκλήρωση του Έργου για PF=1 EAC(t) _{PD2} Η Εκτίμηση της Διάρκειας για την Ολοκλήρωση του Έργου για PF=SPI EAC(t) _{PD3} Εκτίμηση της Διάρκειας για την Ολοκλήρωση του Έργου για PF=SPI
Εκτιμώμενοι Δείκτες	-	TCSPI Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος για την Ολοκλήρωση -	TCSPI(t) Ο Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος για την Ολοκλήρωση, σύμφωνα με τη Σχεδιασμένη Διάρκεια του Έργου(PD) TCSPI(t) _{LRS} Ο Δείκτης Επίδοσης Χρονοδιαγράμματος για την Ολοκλήρωση, σύμφωνα με το πιο πρόσφατα αναθεωρημένο Πρόγραμμα του Έργου(LRS)

(Πηγή : “Measuring Time”,2009)

3.11.1. Η μέθοδος Σχεδιασμένης Αξίας(Planned Value)

Η μέθοδος προτάθηκε από τον Anbari(2003) και δεν δίνει κατευθείαν εκτίμηση για την υπολειπόμενη διάρκεια (PDWR) αλλά βασίζεται στο ρυθμό της σχεδιασμένης αξίας (planned value rate) που ισούται με τη συνολική σχεδιασμένη αξία ανά χρονική περίοδο, δηλαδή $PV_{RATE} = BAC/PD$, όπου BAC είναι ο συνολικός προϋπολογισμός (budget at completion) και PD η σχεδιασμένη διάρκεια του έργου. Η μέθοδος υποθέτει ότι η διακύμανση στο χρονοδιάγραμμα(SV) μπορεί να μεταφραστεί σε χρονικές μονάδες μετά τη διαίρεση της με το ρυθμό της σχεδιασμένης αξίας, δίνοντας ουσιαστικά τη χρονική διακύμανση TV ως εξής:

$$TV = SV / PV_{RATE} = SV * PD / BAC = (EV - PV) * PD / BAC$$

Σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του έργου οι σχέσεις που δίνουν την πρόγνωση είναι:

EAC(t) όταν η διάρκεια της υπολειπόμενης εργασίας είναι σύμφωνα με το σχεδιασμό

$$EAC(t)_{PV1} = PD - TV$$

EAC(t) όταν η διάρκεια της υπολειπόμενης εργασίας ακολουθεί την τάση SPI

$$EAC(t)_{PV2} = PD / SPI$$

EAC(t) όταν η διάρκεια της υπολειπόμενης εργασίας ακολουθεί την τάση SCI

$$EAC(t)_{PV3} = PD / SCI$$

3.11.2. Η μέθοδος Κερδισμένης Διάρκειας ED (Earned Duration)

Η μέθοδος προτάθηκε αρχικά από τον Jacob(2003) και συμπληρώθηκε από το τους Jacob και Kane (2004). Η κερδισμένη διάρκεια ED ορίζεται ως το γινόμενο της πραγματικής διάρκειας AD με το δείκτη συμπεριφοράς του χρονοδιαγράμματος SPI, δηλαδή $ED = AD * SPI$.

Όταν το $SPI = 1$ τότε κερδισμένη διάρκεια δεν υφίσταται.

Όταν το $SPI < 1$ τότε έχουμε κερδισμένη διάρκεια μικρότερη από την πραγματική, δηλαδή δεν πάει καλά το χρονοδιάγραμμα ως προς τη διάρκεια.

Όταν το $SPI > 1$ υφίσταται κερδισμένη διάρκεια.

Η αναδρομική σχέση για την πρόγνωση είναι : $EAC(t)_{ED} = AD + (PD - ED) / PF$

Ο παράγοντας απόδοσης PF χρησιμοποιείται για την προσαρμογή της μελλοντικής συμπεριφοράς του έργου. Συγκεκριμένα ,όταν $PF=1$ σημαίνει ότι η μελλοντική συμπεριφορά θα είναι απόλυτα συνδεδεμένη με την απόδοση που είχαμε στον αρχικό σχεδιασμό (απόδοση 100%). Όμως η μελλοντική απόδοση μπορεί να είναι διορθωμένη σύμφωνα με την τρέχουσα τάση του δείκτη SPI ή του δείκτη $SCI = CPI * SPI$.

Έτσι προκύπτουν τρεις μέθοδοι πρόγνωσης :

$PF=1$:όταν η διάρκεια των υπολειπόμενων εργασιών είναι σύμφωνα με το σχεδιασμό

$$EAC(t)_{ED1} = AD + (PD - ED) = PD + AD * (1 - SPI)$$

$PF=SPI$ όταν η διάρκεια των υπολειπόμενων εργασιών ακολουθεί την τάση SPI

$$EAC(t)_{ED2} = AD + (PD - ED) / SPI = PD / SPI$$

$PF=SCI$ όταν η διάρκεια των υπολειπόμενων εργασιών ακολουθεί την τάση SCI

$$EAC(t)_{ED3} = AD + (PD - ED) / SCI = PD / SCI + AD * (1 - 1 / CPI)$$

Όταν οι δραστηριότητες δεν έχουν ολοκληρωθεί και ο πραγματικός χρόνος ήδη είναι μεγαλύτερος από αυτόν που σχεδιάστηκε ($AD > PD$) ,τότε στις παραπάνω σχέσεις, ο PD θα αντικατασταθεί με τον AD και οι σχέσεις θα είναι:

$$EAC(t)_{ED1} = AD + (AD - ED) = AD * (2 - SPI)$$

$$EAC(t)_{ED2} = AD + (AD - ED) / SPI = AD / SPI$$

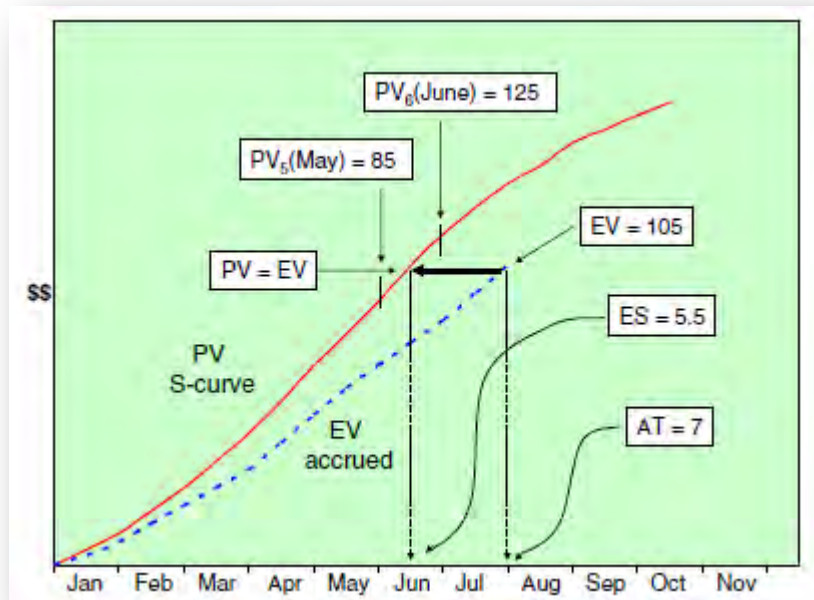
$$EAC(t)_{ED3} = AD + (AD - ED) / SCI = AD * (1 - 1 / CPI + 1 / SCI)$$

Μια επιπλέον μετρική προτάθηκε από τον Jacob(2003) για την εκτίμηση της επιπλέον προσπάθειας που θα χρειαστεί για να ολοκληρωθεί το έργο στα προκαθορισμένα πλαίσια. Η μετρική καλείται δείκτης απόδοσης για την ολοκλήρωση (To Complete Schedule Performance Index-TCSPI) και υπολογίζεται ως εξής: $TCSPI = (PD - ED) / (PD - AD)$

3.11.3. Η μέθοδος Κερδισμένου Χρονοδιαγράμματος ES (Earned Schedule)

Ο Lipke(2003) εισήγαγε την έννοια του Κερδισμένου Χρονοδιαγράμματος ES με το οποίο αναγνωρίζεται το χρονικό σημείο στο οποίο η Κερδισμένη Αξία θα πρέπει να έχει

αποκτηθεί. Αφού αναγνωρισθεί αυτό το χρονικό σημείο ,είναι εύκολος ο υπολογισμός της μελλοντικής επίδοσης του Χρονοδιαγράμματος. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα διάγραμμα (Σχήμα 3.5) που βοηθά περισσότερο στη κατανόηση του Κερδισμένου Χρονοδιαγράμματος ES.



Σχήμα 3.5: Η έννοια Κερδισμένου Χρονοδιαγράμματος ES

(Πηγή : Lipke , 2009)

Η γενική σχέση είναι: $EAC(t)_{ES} = AD + (PD - ES) / PF$

Οι μέθοδοι πρόγνωσης είναι :

$PF=1$: η διάρκεια των υπολειπόμενων εργασιών είναι σύμφωνη με τον αρχικό σχεδιασμό

$$EAC(t)_{ES1} = AD + (PD - ES)$$

$PF=SPI(t)$: η διάρκεια των υπολειπόμενων εργασιών ακολουθεί την τάση του $SPI(t)$

$$EAC(t)_{ES2} = AD + (PD - ES) / SPI(t)$$

$PF=SCI(t)$: η διάρκεια των υπολειπόμενων εργασιών ακολουθεί την τάση του $SCI(t)$

$$EAC(t)_{ES3} = AD + (PD - ES) / (CPI * SPI(t)) = AD + (PD - ES) / SCI(t)$$

Ο δείκτης απόδοσης για την ολοκλήρωση (To Complete Schedule Performance Index-TCSPI(t)) υπολογίζεται ως: $TCSPI(t) = (PD-ES)/(PD-AD)$

Κεφάλαιο 4 : ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαχείριση κινδύνων υπεισέρχεται ενσυνείδητα ή ασυνείδητα σχεδόν σε κάθε πεδίο επιστημονικής διεργασίας. Κάποια πεδία εφαρμογής είναι η νομική επιστήμη, η εφοδιαστική αλυσίδα ,το περιβάλλον , τα οικονομικά ζητήματα όπως επίσης και η ασφάλεια και υγιεινή της εργασίας. Ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής διάφορα είδη ρίσκου έχουν προσδιοριστεί και ερευνηθεί όπως επιχειρηματικό ρίσκο, οικονομικό ρίσκο , επενδυτικό ρίσκο, πολιτικό ρίσκο και κοινωνικό ρίσκο. Η διαχείριση κινδύνου στα έργα αποτελεί ένα πεδίο επιστημονικής ενασχόλησης που βρίσκεται σε δυναμική εξέλιξη. Η ενασχόληση με αυτό το τομέα της διαχείρισης κινδύνου ξεκίνησε από τη βεβαιότητα ότι όλα τα έργα περιέχουν κινδύνους και επιπλέον από το ότι το πόσο επιτυχημένο είναι ένα έργο ,βρίσκεται σε αναλογία με την αρχική έκθεση του σε κινδύνους.

(Κηρυττόπουλος,2006)

4.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

Σύμφωνα με το PMI (2004), «Κίνδυνος είναι ένα αβέβαιο γεγονός ή κατάσταση που, σε περίπτωση που προκύψει , έχει θετική ή αρνητική συνέπεια σε κάποιο στόχο του έργου». Άρα το πρώτο σημαντικό στοιχείο που αντλούμε από τον ορισμό είναι ότι ο κίνδυνος είναι ένα γεγονός αβέβαιο για το οποίο κανείς δεν μπορεί να γνωρίζει κατά πόσο θα συμβεί ή όχι. Ένα δεύτερο στοιχείο είναι ότι μπορεί να έχει θετική ή και αρνητική συνέπεια. Συνεπώς οι κίνδυνοι διαχωρίζονται σε απειλές ή ευκαιρίες ανάλογα με το αν επηρεάζουν αρνητικά ή θετικά αντίστοιχα, τους στόχους του έργου. Επιπλέον μια άλλη διάκριση των κινδύνων είναι οι εγγενείς αβεβαιότητες και οι αμιγείς κίνδυνοι. Η εγγενής αβεβαιότητα προκύπτει από τη διακύμανση ενός μεγέθους γύρω από μια μέση τιμή (όπως συμβαίνει στη κανονική κατανομή) και είναι δύσκολο να μοντελοποιηθεί και να ελεγχθεί. Από την άλλη πλευρά οι αμιγείς κίνδυνοι δεν ανήκουν στις συνήθεις καθημερινές αβεβαιότητες (όπως ένα ατύχημα) οι οποίοι δημιουργούν καθυστέρηση και θα μπορούσαν ωστόσο υπό προϋποθέσεις να ελεγχθούν. Ο Turner (1999) διαχώρισε τους κινδύνους σε δύο είδη . Στους ασφαλίσιμους κινδύνους που μπορούν να έχουν μόνο αρνητική επίπτωση (π.χ. ατύχημα) και στους επιχειρηματικούς κινδύνους που μπορεί να έχουν είτε θετική είτε αρνητική έκβαση (π.χ. τιμές καυσίμων) .(Κηρυττόπουλος,2006)

Σύμφωνα με τους Flanagan και Norman(2003) η έννοια του κινδύνου υφίσταται όταν αυτός που λαμβάνει την απόφαση αποτιμά την πιθανότητα ενός γεγονότος που μπορεί να προκύψει. Κάθε ρίσκο συνδέεται με τη μαθηματική ανάλυση της πιθανότητας και αντιπροσωπεύεται με μια ποσοτική έκφραση. Ενώ η αβεβαιότητα ορίζεται ως μια κατάσταση που δεν στηρίζεται σε προηγούμενα ιστορικά δεδομένα και δεν εφαρμόζεται καμία θεωρία πιθανοτήτων για να αποτιμηθεί το αβέβαιο γεγονός. Αποτελεί μια γενικότερη έννοια σε σχέση με τον κίνδυνο και συνεπώς στον κίνδυνο προσδίδονται ποσοτικά χαρακτηριστικά.

Κάνοντας μία σύντομη περιγραφή των εννοιών του Ρίσκου και της Αβεβαιότητας επισημαίνουμε ότι σαν Ρίσκο θεωρείται η μέτρηση των απωλειών που αναγνωρίζεται σαν ένα αποτέλεσμα από μια απόφαση που έχει παρθεί. Ενώ η Αβεβαιότητα αφορά οποιοδήποτε αποτέλεσμα κάποιας διαδικασίας το οποίο δεν είναι γνωστό τη στιγμή που παίρνεται η απόφαση(Byrne,1995).Δηλαδή δείχνει μια κατάσταση στην οποία το πρόσωπο δεν μπορεί να περιγράψει ,να καθορίσει ή και να προβλέψει αιτιοκρατικά ή και αριθμητικά τη κατάσταση λόγω έλλειψης πληροφόρησης (Zimmerman,2000). Υπάρχει διαφορά μεταξύ της πληροφόρησης που κατέχει εκείνη τη στιγμή η επιχείρηση με την πληροφόρηση που απαιτείται για να εκτελεστεί το έργο.

Το αποτέλεσμα μιας εκτίμησης είναι βέβαιο μόνο αν μπορούμε να προσδιορίσουμε με ακρίβεια το μέλλον, δεδομένου ότι είναι αδύνατον. Άρα πάντα θα υπάρχει το στοιχείο του ρίσκου στο ότι η πραγματική τιμή θα διαφέρει από την προβλεπόμενη κατά την εκτίμησης της μεταβλητής. Για αυτό και όπως θα συμβεί στη συνέχεια της διπλωματικής η μέτρηση της τιμής που μας ενδιαφέρει θα γίνει μετά από περιορισμένο αριθμό επαναλήψεων για να μπορούμε να αλλάξουμε τις τιμές των εισαγόμενων μεταβλητών , επαναπροσδιορίζοντας κάθε φορά την τιμή που παράγεται έτσι ώστε να εξάγουμε κάποια πιθανά αποτελέσματα . Το μοντέλο το οποίο θα χρησιμοποιηθεί είναι αυτό της προσομοίωσης , το οποίο δίνει μεγαλύτερο αριθμό επαναλήψεων. (Byrne,1995)

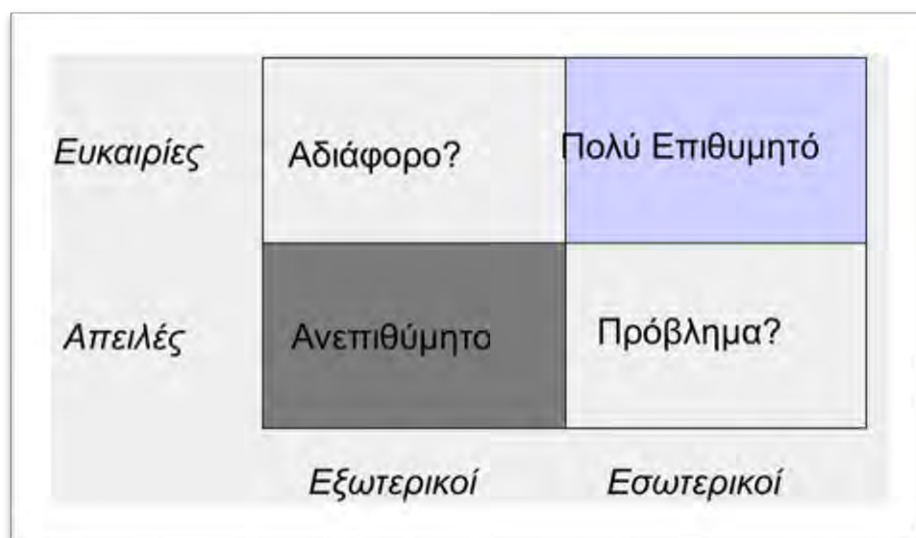
Οι μεταβλητές στις οποίες γίνεται μια εκτίμηση ,χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες :

- i. Ελεγχόμενες μεταβλητές , οι οποίες αποκτούν σταθερές τιμές ή καθορισμένες ή οι τιμές τους μπορούν να μεταβληθούν μέσα σε ένα γνωστό εύρος
- ii. Απρόβλεπτες μεταβλητές που δεν ελέγχονται και αποκτούν αβέβαιες τιμές
- iii. Εξαρτώμενες μεταβλητές των οποίων οι τιμές τους εξαρτώνται από τιμές άλλων μεταβλητών του συστήματος και μπορούν εν μέρει να ελεγχθούν.

4.3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Η αναλυτική κατηγοριοποίηση κινδύνων αποτελεί εργαλείο εντοπισμού κινδύνων. Ο διαχωρισμός των κινδύνων γίνεται κατά τη φύση τους και την προέλευση τους. Ως προς τη φύση τους οι κίνδυνοι μπορεί να είναι ευκαιρίες ή απειλές, επηρεάζοντας θετικά ή αρνητικά αντίστοιχα, κάποιους από τους στόχους του έργου. Όσο αφορά την προέλευση τους διαχωρίζονται σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς. Η τελευταία διάκριση, δηλαδή εσωτερικών με εξωτερικών, εξαρτάται από το αν ο οργανισμός που εκτελεί το έργο, είναι σε θέση να επηρεάσει ή όχι με κάποιες συγκεκριμένες ενέργειες την πιθανότητα εμφάνισης του κινδύνου. Αν μπορεί να επηρεάσει τότε είναι εσωτερικός, αν όχι τότε κατά πάσα πιθανότητα πρόκειται για εξωτερικό κίνδυνο. Συμπεραίνοντας, η πιθανότητα να προκύψει εξωτερικός κίνδυνος δεν μπορεί να αλλάξει από κάποια ενέργεια του οργανισμού.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα σχήμα (Σχήμα 4.1) στο οποίο συνδυάζονται οι δύο καταστάσεις και δημιουργείται μια εικόνα του οργανισμού για κάθε κίνδυνο. Παρατηρώντας το σχήμα, κάνοντας αναφορά στις εσωτερικές ευκαιρίες η εικόνα του οργανισμού είναι ιδιαίτερα θετική καθώς μπορεί να τις επηρεάσει, σε αντίθεση με τις εξωτερικές απειλές με τις οποίες ο οργανισμός είναι δύσκολο να μπορέσει να μετριάσει την πιθανότητα να εμφανιστούν αρνητικές συνέπειες. Οι εξωτερικές ευκαιρίες και οι εσωτερικές απειλές είναι ενδιάμεσες καταστάσεις. Όσο αφορά τις εξωτερικές ευκαιρίες είναι κάτι αδιάφορο και υπάρχουν λίγα να γίνουν, ενώ οι εσωτερικές απειλές είναι σημεία προβληματισμού και θα πρέπει να εξαλειφθούν (Κηρυττόπουλος, 2006)



Σχήμα 4.1 : Διάκριση κινδύνων κατά φύση και προέλευση

(Πηγή: Κηρυττόπουλος,2006)

Στη βιβλιογραφία επίσης υπάρχουν και άλλες κατηγορίες κινδύνων (Kliem & Ludin,1997, Chapman & Ward,1997, et.al) που διαχωρίζονται σε κινδύνους που μπορούμε να αποδεχθούμε ή όχι (υποκειμενικό κριτήριο), σε κινδύνους που έχουν άμεση χρονική επίπτωση ή όχι και σε κινδύνους που συμβαίνουν άπαξ ή επαναλαμβανόμενοι κατά την διάρκεια εκτέλεσης του έργου. Επίσης πέρα από την κατηγοριοποίηση των κινδύνων σύμφωνα με τη φύση και την προέλευση τους χωρίζονται και κατά τομείς επίδρασης όπως διοικητικοί, τεχνικοί, οικονομικοί, περιβαλλοντικοί, πολιτικοί κ.ά (Κηρυττόπουλος,2006).

4.4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΕΡΓΩΝ

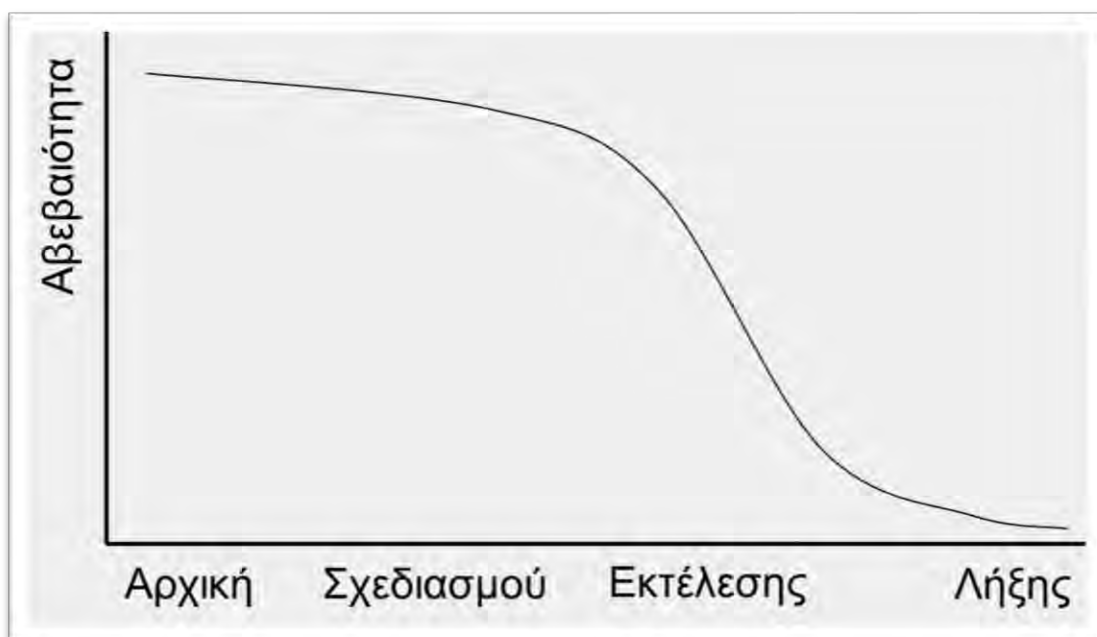
Η προέλευση των κινδύνων καθώς και το μέτρο επίδρασης τους στη Διοίκηση Έργων αποτελεί ένα συνηθισμένο ερώτημα. Οι τρεις βασικές μεταβλητές ενός έργου είναι το κόστος, ο χρόνος και η ποιότητα όπως παρατηρείται στο επόμενο σχήμα. Αποτελεί ιδιαίτερο δύσκολο η ισορροπία μεταξύ αυτών των τριών μεταβλητών και αποτελεί καθήκον για το διευθυντή του έργου. Όλα ή τα περισσότερα έργα έχουν μια συγκεκριμένη απαίτηση για την ποιότητα του προϊόντος που παράγεται, το οποίο προϊόν ζητείται σε καθορισμένο χρόνο και εντός καθορισμένου προϋπολογισμού. Είναι δύσκολο να γίνει μια απόλυτη εκτίμηση σχετικά με το κόστος και το χρόνο υλοποίησης. Το μόνο που μπορεί να καθοριστεί απόλυτα είναι η απαιτούμενη ποιότητα (ή απόδοση για τα τεχνολογικά συστήματα). Είναι πολλοί οι παράγοντες αβεβαιότητας που εμποδίζουν την απόλυτη εκτίμηση του κόστους και του χρόνου. Ειδικά όταν καλείται ο υποψήφιος ανάδοχος ενός έργου να δεσμευθεί για την προσφορά του, η αβεβαιότητα έχει την μέγιστη τιμή της καθώς τα στοιχεία είναι ελάχιστα, για αυτό και αναγκάζεται να δεσμευθεί για το χρόνο και το κόστος με καθορισμένη ποιότητα και να προσπαθήσει να το τηρήσει όπως είχε δεσμευθεί. Σε αυτό το σημείο ξεκινά η διαδικασία διαχείρισης έργων.



Σχήμα 4.2: Παράγοντες αβεβαιότητας έργου

(Πηγή: Κηρυττόπουλος,2006)

Παρατηρώντας το επόμενο σχήμα (Σχήμα 4.2) φαίνεται το πώς εξελίσσεται η αβεβαιότητα σε όλες τις φάσεις του έργου. Κατά την Αρχική φάση που είναι η φάση του σχεδιασμού και σχετίζεται με τη σύλληψη της ιδέας δηλαδή το τι θέλουμε να κάνουμε και με τη μελέτη σκοπιμότητας, η αβεβαιότητα έχει τη μέγιστη τιμή της. Κατά τη φάση του Σχεδιασμού στην οποία σίγουρα θα εκτελεστεί το έργο , προσδιορίζεται η απαιτούμενη απόδοση και ποιότητα και περιγράφεται ο τρόπος για να επιτευχθεί το αποτέλεσμα , παρατηρείται μείωση της αβεβαιότητας. Αντίστοιχα σημαντική μείωση της αβεβαιότητας παρατηρείται και στη φάση Εκτέλεσης η οποία φάση στοχεύει στη τελική παραγωγή του προϊόντος που επιθυμούμε. Και τέλος στη φάση της Λήξης η αβεβαιότητα τείνει να εκμηδενιστεί καθώς πλέον το έργο παραλαμβάνεται από τον Κύριο του Έργου και μαζί με τον ανάδοχο βγάζουν κάποια συμπεράσματα με την πορεία του έργου για να βελτιωθούν και να χρησιμοποιήσουν τη γνώση για μελλοντικά έργα.



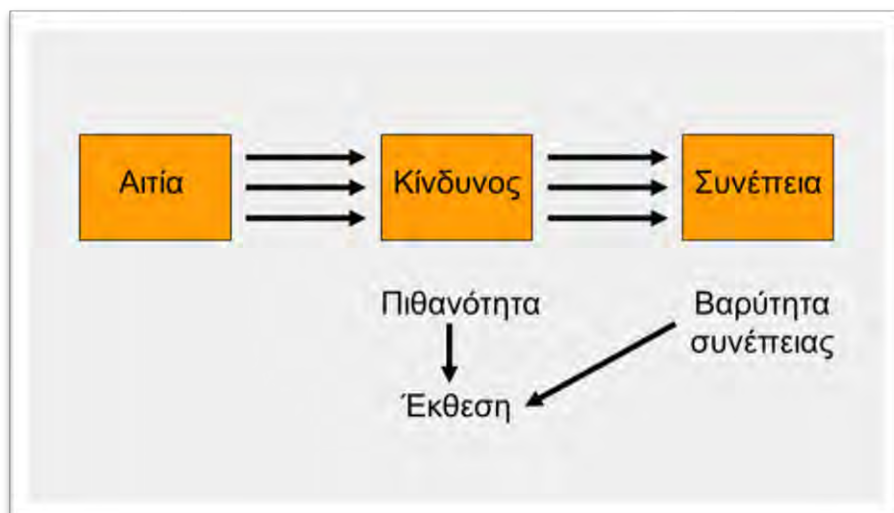
Σχήμα 4.3 : Εξέλιξη αβεβαιότητας κατά τη διάρκεια του έργου

(Πηγή: Κηρυττόπουλος,2006)

Κάθε φάση υλοποίησης του έργου περιλαμβάνει συγκεκριμένου τύπου αβεβαιότητες ,οι οποίες καθιστούν αναγκαία τη διαχείριση κινδύνων. Κατά την αρχική φάση έχουμε τον υπολογισμό του επιχειρηματικού κινδύνου ο οποίος υπολογίζεται με μαθηματικά μοντέλα. Παρόλα αυτά όμως ο επιχειρηματικός κίνδυνος εμπεριέχει και κινδύνους οι οποίοι δεν μπορούν να μετρηθούν ποσοτικά αλλά ποιοτικά, όπως για παράδειγμα κίνδυνοι που αφορούν στρατηγικά θέματα (π.χ. είσοδος εταιρείας σε μια αγορά). Στην επόμενη φάση , τη φάση του Σχεδιασμού ξεκινά η διαδικασία διαχείρισης κινδύνου ,εντοπίζοντας και αναλύοντας τους κινδύνους ,βρίσκοντας και τρόπους αντιμετώπισης τους. Όσο πιο γρήγορα εντοπιστούν οι κίνδυνοι ,τόσο καλύτερο θα είναι καθώς τόσο περισσότεροι κίνδυνοι θα αποφευχθούν. Στη φάση της εκτέλεσης του έργου γίνεται η παρακολούθηση τους ,ενώ εντοπίζονται και αναλύονται νέοι κίνδυνοι. Αποτελεί την πιο σημαντική φάση του έργου καθώς η ομάδα του έργου έρχεται αντιμέτωπη με ευκαιρίες και απειλές στις οποίες πρέπει να αντιδράσει άμεσα. Και στην τελευταία φάση Λήξης του έργου η ομάδα του έργου συγκεντρώνεται για να συζητηθούν οι ελλείψεις και οι επιτυχείς αντιδράσεις για να μπορέσει η ομάδα να βελτιώσει την ωριμότητά της σχετικά με τη διαχείριση κινδύνων.

4.5. ΤΥΠΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ

Κάθε κίνδυνος ανεξάρτητα από τη φύση του, την προέλευσή του και τον τρόπο που επιδρά στο έργο έχει μια συγκεκριμένη δομή. Ο κίνδυνος δημιουργείται όταν υπάρξουν αιτίες και σε περίπτωση που συμβεί, επιφέρει κάποιες συνέπειες στους στόχους το έργου. Κάθε στοιχείο δομής του κινδύνου (αιτία ,κίνδυνος ,συνέπεια) έχει και κάποια χαρακτηριστικά (πιθανότητα, βαρύτητα , έκθεση). Παρατηρώντας και το σχήμα που ακολουθεί οι αιτίες αποτελούν τα δεδομένα στοιχεία του έργου . Για να χαρακτηριστεί ένα στοιχείο ως αιτία θα πρέπει να μην υπάρχει αμφιβολία για τη βεβαιότητά του καθώς η αιτία είναι ένα γεγονός το οποίο μάλλον θα οδηγήσει στην εμφάνιση κινδύνου. Ένας κίνδυνος μπορεί να προέρχεται από μία ή και πολλές αιτίες και αντίστοιχα μια αιτία μπορεί να προκαλεί έναν αλλά και περισσότερους κινδύνους. Ο κίνδυνος αποτελεί ένα αβέβαιο γεγονός και φέρει μία πιθανότητα εμφάνισης. Αυτό ήταν το πρώτο χαρακτηριστικό του κινδύνου, το δεύτερο είναι η έκθεση του έργου στον κίνδυνο , το οποίο περιγράφει τη σημαντικότητα του κινδύνου για το έργο. Η έκθεση γενικά προκύπτει από το γινόμενο της πιθανότητας εμφάνισης του κινδύνου με τη βαρύτητα της συνέπειας. Και το τρίτο στοιχείο είναι η συνέπεια που περιγράφεται από το χαρακτηριστικό της βαρύτητας της συνέπειας και δείχνει πόσο σημαντική είναι η συνέπεια ενός κινδύνου σε σχέση με τους στόχους του έργου. Τα χαρακτηριστικά της πιθανότητας εμφάνισης , της βαρύτητας της συνέπειας και της έκθεσης περιγράφονται είτε ποσοτικά με στοιχεία κόστους και χρόνου είτε με ποιοτική ανάλυση μέσω σχετικών κλιμάκων.(Κηρυττόπουλος,2006)



Σχήμα 4.4: Δομή και χαρακτηριστικά κινδύνων

(Πηγή: Κηρυττόπουλος, 2006)

Κεφάλαιο 5 : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αναφορά σε ένα βασικό εργαλείο που έχει χρησιμοποιηθεί από τις επιχειρήσεις για την κατανόηση και την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας. Υπάρχουν πολλές θεωρίες οι οποίες φανερώνουν την προσπάθεια του ανθρώπου να εκλογικεύσει την έννοια της <<αβεβαιότητας>> , έτσι ώστε μέσα από θεωρητικά και πρακτικά μοντέλα να μπορέσουν να απαντήσουν σε καίρια ζητήματα και καθημερινά προβλήματα. Αξιοπιστία πρόβλεψης ενός μοντέλου είναι η πιθανότητα βελτιστοποίησης της εκτίμησης με μεγαλύτερη ακρίβεια. Η πιθανότητα είναι η έννοια που δίνει αριθμητική υπόσταση και ποσοτικοποιεί την αξιοπιστία ,εισάγοντας παράλληλα τα μαθηματικά στην ανάλυση και στη διερεύνηση της.

Στην παρούσα Διπλωματική θα μελετηθούν ερευνητικά ερωτήματα τα οποία δεν έχουν ερευνηθεί στη μέχρι τώρα βιβλιογραφία. Σκοπός της είναι η *προσέγγιση βελτιστοποίησης της εκτίμησης με τη χρήση πιθανοτήτων. Δηλαδή δεδομένων των τιμών της Planned Value και σε κάθε χρονική στιγμή t της τιμής της Earned Value ίσης για παράδειγμα με κ , ποια είναι η πιθανότητα τη χρονική στιγμή $t+1$ η Earned Value να λάβει τιμή ίση με λ , όπου $\lambda \geq \kappa$* . Δηλαδή θα βρεθεί η πιθανότητα για την οποία η τιμή της EV θα είναι μικρότερη από το PV , η πιθανότητα για την οποία θα αποκτούν ίσες τιμές και η τιμή της πιθανότητας για την οποία αντίστοιχα το EV θα είναι μεγαλύτερο από το PV. Έχει ήδη πραγματοποιηθεί κριτική επισκόπηση της βιβλιογραφίας και στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθούν δευτερογενή δεδομένα από έρευνες. Θα γίνει εφαρμογή σε 24 έργα από διαφορετικές κατηγορίες στα οποία θα χρησιμοποιηθεί σαν μεθοδολογία η προσομοίωση Monte Carlo η οποία είναι μια επαναληπτική μέθοδος για την εκτίμηση ενός ντετερμινιστικού μοντέλου, χρησιμοποιώντας τυχαία σύνολα αριθμών ως εισόδους που ακολουθούν μια προκαθορισμένη συνάρτηση κατανομής πιθανότητας. Χρησιμοποιείται συνήθως όταν ένα μοντέλο είναι πολύπλοκο ,μη γραμμικό ή περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό παραμέτρων. Στα επόμενα υποκεφάλαια θα γίνει μια ενδελεχής ανάλυση του όρου της προσομοίωσης , της ιστορικής εξέλιξης της, των πλεονεκτημάτων της καθώς και μια ανάλυση των βημάτων που απαιτούνται για την επίτευξη των αποτελεσμάτων των ερευνητικών ερωτημάτων.

Επίσης τα έργα, θα αναλυθούν στα επόμενα κεφάλαια της παρούσας Διπλωματικής και θα προκύψουν τα συμπεράσματα ανά κατηγορία ομοειδών έργων.

5.2. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Ο κύριος στόχος αυτής της Διπλωματικής Εργασίας είναι η μελέτη της μεθόδου << Earned Value >> απαντώντας κάποια βασικά ερευνητικά ερωτήματα:

1)Συνοπτική διερεύνηση των προγνωστικών μεθόδων της Earned Value Management Analysis.

2)Θα γίνει προσέγγιση βελτιστοποίησης της εκτίμησης με τη χρήση πιθανοτήτων. Δηλαδή δεδομένων των τιμών της Planned Value και σε κάθε χρονική στιγμή t της τιμής της Earned Value ίσης για παράδειγμα με κ , ποια είναι η πιθανότητα τη χρονική στιγμή $t+1$ η Earned Value να λάβει τιμή ίση με λ , όπου $\lambda \geq \kappa$?

3)Θα εξεταστεί αν μπορούν να επαληθευτούν τα παραπάνω για μια σειρά ομοειδών έργων.

4)Θα εξεταστεί η εξέλιξη της παραμέτρου EV σε σχέση με την PV σε έργα που ανήκουν στην ίδια χρονολογική περίοδο.

5.3. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

5.3.1. Ιστορία της Προσομοίωσης

Η μέθοδος της προσομοίωσης έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε προβλήματα στις φυσικές επιστήμες και πιο πρόσφατα στην οικονομία, το marketing ,τις προμήθειες την διαχείριση κινδύνου ,την στρατηγική και την χρηματοδότηση. (Savage , 2003) Η χρήση της εστιάζεται κυρίως όταν αναλυτικές μέθοδοι ή δεν είναι διαθέσιμες ή είναι διαθέσιμες αλλά οι μαθηματικές διαδικασίες είναι πολύπλοκες και έτσι η προσομοίωση παρέχει απλούστερη μέθοδο. Η ονομασία της μεθόδου προέρχεται από την πρωτεύουσα του Μονακό, λόγω της ρουλέτας ,μίας απλής γεννήτριας τυχαίων αριθμών. Η ονομασία και η συστηματική ανάπτυξη της Monte Carlo χρονολογείται από το 1944. Μέχρι τότε ήταν περιορισμένη η χρήση των μεθόδων. Για παράδειγμα στο δεύτερο μισό του δέκατου ένατου αιώνα μια ομάδα ανθρώπων εκτελούσαν πειράματα ,στα οποία έριξαν μια βελόνα κατά τυχαίο τρόπο σε ένα πίνακα με παράλληλες ευθείες γραμμές και πρόεκυψε η τιμή $PI=3,14$ από τις παρατηρήσεις από τον αριθμό των τομών της βελόνας και των γραμμών.

Ένας απολογισμός αυτής της εύθυμης εκτροπής είναι ένα έγγραφο από το A.Hall (A.Hall,1873 “ Σε ένα πειραματικό προσδιορισμό του PI ”). Σύμφωνα με τον Eckhardt ,ο Ulam εφηύρε την μέθοδο Monte Carlo το 1946, ενώ μελετούσε τις πιθανότητες να κερδίσει ένα παιχνίδι καρτών της πασιέντζας. Εντούτοις , ο Metropolis « αποδίδει το μικρόβιο αυτής της στατιστικής μεθόδου στον Enrico Fermi , ο οποίος χρησιμοποίησε κάποιες ιδέες 15 χρόνια νωρίτερα». Σύμφωνα με τους ισχυρισμούς , ο Nick Metropolis επινόησε το όνομα Monte Carlo ενώ σύμφωνα με τον Winston (1996) αναφέρει ότι ο όρος επινοήθηκε από τους μαθηματικούς Ulam και Neumann στο έργο σκοπιμότητας της ατομικής βόμβας από προσομοιώσεις της πυρηνικής διάσπασης. Η μέθοδος δημοσιεύθηκε στο περιοδικό του Αμερικάνικου Στατιστικού Συνδέσμου και από τότε η χρήση της έγινε πιο ευρεία .Δημοφιλέστερη έγινε με την προσέλευση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και την εκλαΐκευση των ταχύτερων υπολογιστικών μηχανών κάτι το οποίο βοήθησε στην επίλυση σύνθετων προβλημάτων (Muntean,2004).

Σύμφωνα με τον Savage (2003) ,30 χρόνια νωρίτερα η προσομοίωση προτάθηκε σαν ένα αναλυτικό εργαλείο για την επιχείρηση από τον David Hertz(1979) ενώ οι Simon ,Atkinson, Shevokas το πρότειναν σαν μια έξυπνη τεχνική για να διδάξει κανείς στατιστική. Στη συνέχεια οι Efron , Tibshirani και άλλοι χρησιμοποίησαν την προσομοίωση για να διευρύνουν το θεωρητικό πλαίσιο του τομέα της Στατιστικής. Πρόσφατα πακέτα λογισμικών όπως το XLSim[®] , το @RISKTM και το Crystal Ball[®] εξέλιξαν την προσομοίωση Monte Carlo στα υπολογιστικά φύλλα. Στη παρούσα Διπλωματική χρησιμοποιήθηκε το πακέτο XLSim[®] , το οποίο αποτελεί ένα απλό πακέτο προσομοίωσης Monte Carlo για Excel 97 και έπειτα.

5.3.2. Περιγραφή Προσομοίωσης

Με τον όρο προσομοίωση εννοούμε μια τεχνική μίμησης ενός πραγματικού συστήματος κατά την εξέλιξη του στο χρόνο και το μοντέλο του πραγματικού συστήματος ορίζεται εκείνο το μη πραγματικό σύστημα ,στο οποίο η λειτουργία του προσεγγίζει σε ικανοποιητικό βαθμό το πραγματικό σύστημα.

Σε μια προσομοίωση Monte Carlo προσπαθούμε να ακολουθήσουμε την εξάρτηση από το χρόνο ενός μοντέλου στο οποίο η αλλαγή ή η ανάπτυξη δεν προχωράει με κάποιο αυστηρά προκαθορισμένο τρόπο(δηλαδή με κάποιες εξισώσεις) , αλλά με ένα

στοχαστικό τρόπο που εξαρτάται από μια ακολουθία τυχαίων αριθμών που παράγονται κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης (Landau & Binder, 2009).

Η τεχνική της προσομοίωσης Monte Carlo υπήρχε από τις αρχές δεκαετίας του 1940 , όπου εφαρμόστηκε στην έρευνα για την πυρηνική σύντηξη. Η αύξηση της τεχνολογίας των υπολογιστών οδήγησε στην πιο ευρεία χρήση της τεχνικής εφόσον οι υπολογιστές είναι σε θέση να εκτελέσουν εκατομμύρια προσομοιώσεις πολύ πιο αποτελεσματικά και γρήγορα. Αυτό αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα , διότι αυτή η τεχνική μπορεί να προσφέρει μια κατά προσέγγιση απάντηση γρήγορα και σε υψηλό επίπεδο ακρίβειας ,επειδή όσο πιο πολλές προσομοιώσεις εκτελούμε ,τόσο πιο ακριβής είναι η προσέγγιση αυτή.(Pengelly,2002)

Οι μέθοδοι Monte Carlo χρησιμοποιούνται για να επιλυθούν πολύπλοκα συστήματα στα οποία οι αναλυτικοί ή αριθμητικοί υπολογισμοί είναι δύσκολο ή αδύνατο να εφαρμοστούν. Στην παρούσα διπλωματική η εύρεση της πιθανότητας που ζητείται είναι σχετικά εύκολο στη λύση του, όμως η εφαρμογή της για εκατοντάδες σενάρια ή χιλιάδες και με διαφορετικές κατανομές κάθε φορά, αποτελεί κάτι το αδύνατο. Όταν χρειάζεται να πραγματοποιηθεί ένας υπολογισμός ,μια πρόβλεψη ή να παρθεί μια απόφαση όπου υπάρχει αβεβαιότητα σε ικανοποιητικό βαθμό τότε χρησιμοποιείται η προσομοίωση Monte Carlo. Δηλαδή σε εκείνο το σημείο έρχονται να δώσουν λύση οι μέθοδοι Monte Carlo οι οποίες παρέχουν προσεγγιστικές λύσεις σε μια ποικιλία μαθηματικών προβλημάτων με την εκτέλεση πειραμάτων στατιστικής δειγματοληψίας. Αυτές οι μέθοδοι μπορούν να οριστούν και σαν στατιστικές μέθοδοι προσομοίωσης , όπου η στατιστική προσομοίωση ορίζεται να είναι οποιαδήποτε μέθοδος η οποία χρησιμοποιεί ακολουθίες τυχαίων αριθμών για την εκτέλεση της. Έτσι οι μέθοδοι Monte Carlo είναι μια συλλογή από διαφορετικές μεθόδους που βασίζονται στην εκτέλεση της ίδιας διαδικασίας. Αυτή η διαδικασία εμπλέκει τη διενέργεια πολλών προσομοιώσεων με τη χρήση τυχαίων αριθμών και την πιθανότητα να πάρουμε μια προσεγγιστική λύση στο πρόβλημα. Η ανάλυση του σφάλματος της προσέγγισης κρίνεται σημαντικό να ληφθεί υπόψη κατά την αξιολόγηση των απαντήσεων στις μεθόδους αυτές. (Pengelly,2002)

5.3.3. Πλεονεκτήματα Προσομοίωσης

Η προσομοίωση Monte Carlo προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα τα οποία είναι τα εξής :

- Δεν είναι απαραίτητος ο επακριβής υπολογισμός των κατανομών των μεταβλητών του προτύπου .
- Υπάρχει η δυνατότητα να μοντελοποιηθούν οι συσχετισμοί και οι αλληλεξαρτήσεις.
- Όσο περισσότερες επαναλήψεις συμβαίνουν, τόσο μεγαλύτερο επίπεδο ακρίβειας θα έχουμε.
- Πολύπλοκα μαθηματικά μπορούν να συμπεριληφθούν χωρίς κάποια ιδιαίτερη δυσκολία.
- Αποτελεί μία ευρέως αποδεκτή τεχνική που παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα.
- Η διερεύνηση της συμπεριφοράς του μοντέλου αποτελεί ένα εύκολο κομμάτι.
- Είναι εφικτή οποιαδήποτε αλλαγή στο μοντέλο σε αμελητέο χρόνο και τα αποτελέσματα να συγκριθούν με τα προηγούμενα μοντέλα.

(Κωσταντίνος Κασκαβέλης ,2009)

5.3.4. Εφαρμογή Προσομοίωσης

Η προσομοίωση Monte Carlo μπορεί να θεωρηθεί ένας μεθοδικός τρόπος για να γίνει η λεγόμενη υποθετική ανάλυση. Σύμφωνα με το σχήμα που ακολουθεί τα μοντέλα εξαρτώνται από παραμέτρους εισόδου ,τα οποία μέσω μια διαδικασίας εφαρμογής μαθηματικών μοντέλων ,καταλήγουν σε ένα ή περισσότερα αποτελέσματα.

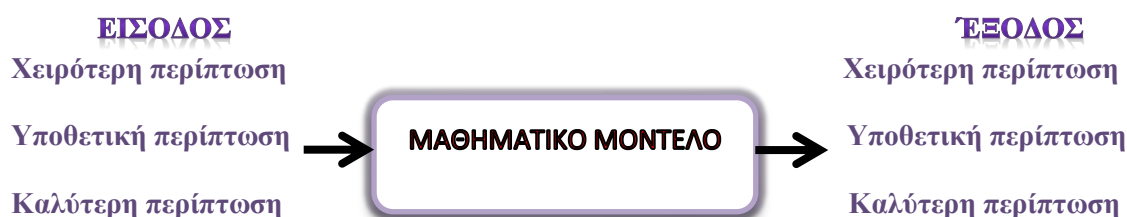


Σχήμα 5.1 : Μαθηματικά μοντέλα

(Πηγή: Raychaudhuri ,2008)

Οι παράμετροι εισόδου για τα μοντέλα εξαρτώνται από διαφορετικούς εξωτερικούς παράγοντες. Λόγω αυτών των παραγόντων , ρεαλιστικά μοντέλα υπόκεινται σε κίνδυνο από την συστηματική διακύμανση των παραμέτρων εισόδου. Ένα ντετερμινιστικό (αιτιοκρατικό) μοντέλο που δεν εξετάζει τις διακυμάνσεις αυτές , συχνά καλείται σαν μια

περίπτωση βάσης, από τη στιγμή που οι τιμές αυτών των παραμέτρων εισόδου είναι οι πιο πιθανές τιμές τους. Ένα αποτελεσματικό πρότυπο πρέπει να λαμβάνει υπόψιν τους κινδύνους που συνδέονται με τις διάφορες παραμέτρους εισόδου. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι πειραματιστές αναπτύσσουν διάφορες εκδοχές του μοντέλου, οι οποίες περιλαμβάνουν την υποθετική περίπτωση, το καλύτερο δυνατό σενάριο και το χειρότερο δυνατό σενάριο για τις τιμές των παραμέτρων εισόδου.



Σχήμα 5.2 : Υποθετική Βάση μοντελοποίησης
(Πηγή: Raychaudhuri ,2008)

Στη προσομοίωση Monte Carlo προσδιορίζουμε μια στατιστική κατανομή την οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σαν πηγή για κάθε μία από τις παραμέτρους εισόδου. Στη συνέχεια αντλούμε τυχαία δείγματα από κάθε κατανομή, τα οποία αναπαριστούν τις τιμές των παραμέτρων εισόδου. Για κάθε σύνολο παραμέτρων εισόδου υπάρχει και ένα σενάριο σαν αποτέλεσμα στη πορεία προσομοίωσης. Στη συνέχεια συλλέγουμε τις τιμές εξόδου από μια σειρά προσομοιώσεων και στο τέλος εκτελούμε την στατιστική ανάλυση των τιμών των παραμέτρων εξόδου για να ληφθούν αποφάσεις για αυτό που θα προκύψει.

Η προσομοίωση Monte Carlo καταργεί την ανεπάρκεια στην ανάλυση σεναρίων, εκφραζόμενη με ένα περιορισμένο αριθμό σεναρίων και κατανομών πιθανότητας. Η προσομοίωση επιτρέπει στον οικονομικό διευθυντή να αναπτύξει μια κατανομή πιθανότητας από πιθανά αποτελέσματα, λαμβάνοντας υπόψη μια κατανομή πιθανοτήτων για κάθε μεταβλητή που μπορεί να αλλάξει. Επιπλέον η προσομοίωση αποτελεί μια αναβαθμισμένη ανάλυση σεναρίων, αλλά αντί για ένα μικρό αριθμό σεναρίων, τα πακέτα λογισμικό αναπαράγουν από μερικές εκατοντάδες έως αρκετές χιλιάδες σενάρια, όπου μπορούν να προσομοιώνουν όχι μόνο δείκτες αλλά και ολόκληρα μοντέλα προσομοίωσης με στόχο την πρόβλεψη κάποιας κατάστασης. Η προσομοίωση Monte Carlo αντιλαμβάνεται με τα βασικά της βήματα ως εξής (Karanovic, Gjosevska, 2012):

1. Καθορισμός των βασικών μεταβλητών που έχουν επίπτωση στην πρόβλεψη και στην απαιτούμενη συνάρτηση.

Μεταβλητές οι οποίες μπορούν να προβλεφθούν σε μια απαιτούμενη συνάρτηση είναι EV , K.Π.Α, IRR,... κ.ά.

Στη παρούσα διπλωματική εργασία οι βασικές μεταβλητές στις οποίες θα γίνει πρόβλεψη είναι η EV(Earned Value) και η PV(Planned Value).

2. Προσδιορισμός των τιμών των βασικών μεταβλητών και της κατανομής τους (κανονική, τριγωνική ,ομοιόμορφη κ.ά).

Οι στατιστικές κατανομές περιγράφουν τα ποικίλα αποτελέσματα των τυχαίων μεταβλητών , καθώς και την πιθανότητα εμφάνισης αυτών των αποτελεσμάτων. Όταν οι τυχαίες μεταβλητές παίρνουν μόνο διακριτές τιμές , τότε εφαρμόζονται αντίστοιχα διακριτές κατανομές πιθανότητας, όπως για παράδειγμα η διωνυμική κατανομή , η Poisson κατανομή , η εκθετική κατανομή κ.ά. Από την άλλη πλευρά , όταν οι τυχαίες μεταβλητές παίρνουν συνεχείς τιμές , οι κατανομές πιθανότητας ονομάζονται συνεχείς. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν οι κανονικές, οι εκθετικές ,οι κατανομές γάμμα, οι τριγωνικές κατανομές κ.ά. Στην παρούσα διπλωματική εφόσον οι τιμές που θα μελετήσουμε είναι συνεχείς καθώς και για λόγους που θα αναφερθούν σε επόμενη υποενότητα , η κατάλληλη κατανομή είναι η τριγωνική.

Συμπερασματικά οι τιμές των μεταβλητών θα δοθούν από τη γεννήτρια τυχαίων μεταβλητών της τριγωνικής κατανομής η οποία χρησιμοποιεί για κάθε χρονική στιγμή τη μέγιστη ,πιο πιθανή και ελάχιστη τιμή της.

3. Προσδιορισμός και υπολογισμός της αμοιβαίας συσχέτισης των βασικών μεταβλητών, αν υπάρχει.

Στη παρούσα διπλωματική θα μελετηθούν όπως προαναφέρθηκε οι μεταβλητές EV(Earned Value) και PV(Planned Value) και θα βρεθεί η πιθανότητα συσχέτισης τους. Δηλαδή δεδομένων των τιμών της Planned Value και σε κάθε χρονική στιγμή t της τιμής της Earned Value ίσης για παράδειγμα με κ , ποια είναι η πιθανότητα τη χρονική στιγμή $t+1$ η Earned Value να λάβει τιμή ίση με λ , όπου $\lambda \geq \kappa$.

4. Καθορισμός της προβλεπόμενης και της απαιτούμενης συνάρτησης.

Σε μια προσομοίωση κρίνεται απαραίτητο ο καθορισμός των κατάλληλων μέτρων και αν χρειάζεται , πρέπει να γραφεί και μία εξίσωση. Στη Διπλωματική αυτή δεν υπάρχει

εξίσωση, καθώς γίνεται μελέτη της εξέλιξης μια παραμέτρου και συγκεκριμένα της ΚαθΕV(Earned Value). Υπάρχουν τρία σενάρια που μελετώνται ,τα οποία είναι η εύρεση της πιθανότητας κάθε χρονική στιγμή του κάθε έργου όταν $EV < PV$, όταν $EV = PV$ και όταν $EV > PV$.

5. Συνδυασμός καθορισμένων βασικών τιμών ,και υπολογισμός των αναμενόμενων και απαιτούμενων συναρτήσεων.

Σε κάθε πίνακα ,από κάθε έργο που έχει μελετηθεί, οι τιμές που παίρνει το κάθε σενάριο ,προκύπτουν από δεδομένα που ήταν γνωστά σε κάθε έργο. Μόνο στη στήλη $EV > PV$ οι τιμές που δόθηκαν ήταν στη διάθεση επιλογής του εκτιμητή. Κάθε προσομοίωση Monte Carlo αποτελείται από πολλαπλές επαναλήψεις και το ζήτημα του αριθμού των επαναλήψεων απαιτεί στατιστική ανάλυση. Όσο πιο μεγάλος είναι ο αριθμός των επαναλήψεων , τόσο πιο ακριβές είναι τα αποτελέσματα. Θα πρέπει να σταματήσει να τρέχει το πρόγραμμα της προσομοίωσης όταν επιτευχθεί το επιθυμητό σφάλμα.

6. Επανάληψη της προηγούμενης διαδικασίας αρκετές εκατοντάδες με χιλιάδες φορές.

Η προσομοίωση αρχίζει να αντιπροσωπεύει την πραγματικότητα μόνο όταν έχει επιτευχθεί η σταθερότητα του αποτελέσματος. Ως εκ τούτου , διακρίνουμε μια περίοδο εκκίνησης κατά την οποία τα αποτελέσματα από τα δεδομένα δεν είναι ακόμη έγκυρα. Το μήκος της προσομοίωσης πρέπει να είναι ικανοποιητικό για να φθάσει το σύστημα την σταθερότητα.

7. Ανάλυση του αποτελέσματος που προκύπτει από την ανάλυση Monte Carlo.

5.3.4.1. Τυχαίοι Αριθμοί

Η τυχαιότητα είναι νόμος της φύσης

και όχι αποτέλεσμα αδυναμίας εκτέλεσης δύσκολων

και πολύπλοκων υπολογισμών.

Θεωρητικά τυχαίος αριθμός είναι μια συγκεκριμένη τιμή σε μια τυχαία μεταβλητή. Είναι αποδεκτό το γεγονός ότι με τον τρόπο που δουλεύουν οι υπολογιστές , το να παραχθούν

τυχαίοι αριθμοί είναι αδύνατο. Έτσι χρησιμοποιούμε τους λεγόμενους ψευδοτυχαίους αριθμούς. Οι αριθμοί που δημιουργούνται με κάποια μέθοδο, καλούνται ψευδοτυχαίοι αριθμοί, οι οποίοι πρέπει να ικανοποιούν κάποια τεστ τυχαιότητας. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι η παραγωγή αριθμού, εφαρμόζοντας κάποια μαθηματική συνάρτηση σε ένα αριθμό που παράχθηκε προηγουμένως. Άρα αυτό συνεπάγεται ότι θα πρέπει να παραχθεί ο πρώτος αριθμός x_0 που καλείται σπόρος (seed) και αποτελεί κάτι το πολύ σημαντικό για την ακολουθία των αριθμών που θα παραχθούν. Ο ρόλος των τυχαίων αριθμών είναι να προσομοιωθούν διάφορες στοχαστικές συμπεριφορές στη φύση. Για αυτό και έχουν κατασκευαστεί μαθηματικά μοντέλα, ονομαζόμενα κατανομές. Με τον τρόπο αυτόν εξασφαλίζεται ότι οι ψευδοτυχαίοι έχουν παρόμοιες ιδιότητες με τους τυχαίους αριθμούς.

5.3.4.1.1. Μέθοδοι παραγωγής τυχαίων αριθμών

Υπάρχουν πολλοί τρόποι που μπορούν να παραχθούν τυχαίοι αριθμοί, όπως για παράδειγμα η καταγραφή του αποτελέσματος με την ρίψη ενός ζαριού. Η πραγματοποίηση μιας τέτοιας διαδικασίας όμως θεωρείται μη εφικτή σε έναν υπολογιστή. Ο Κοντογιάννης (2007 αναφέρεται στους Forsythe και Moler, 1977) και επισημαίνει ότι οι κατηγορίες μεθόδων παραγωγής αριθμών είναι τρεις και είναι οι εξής :

α) Η πρώτη μέθοδος είναι η ρίψη ζαριού όπως αυτή που προαναφέρθηκε, η οποία παρουσιάζει δυσκολία στο να μπορέσει να γραφεί ένα πρόγραμμα στον υπολογιστή που να χρησιμοποιεί μια τέτοια διαδικασία. Η φυσική διαδικασία δεν μπορεί να αναπαραχθεί.

β) Η δεύτερη μέθοδος είναι η παραγωγή τυχαίων αριθμών εκτός προγράμματος στην οποία παράγονται οι τυχαίοι αριθμοί και στη συνέχεια γίνεται η αποθήκευσή τους σε κάποιο αποθηκευτικό μέσο για μετέπειτα χρήση από κάποιο πρόγραμμα. Δηλαδή πολλά χρόνια πριν είτε έριχναν ζάρια, είτε τραβούσαν μπαλάκια, με τη διαφορά ότι κατέγραφαν το αποτέλεσμα για περαιτέρω χρήση. Ένα γνωστό παράδειγμα που αναφέρεται σε σχολικό βιβλίο της Γ' Λυκείου αποτελεί η ρίψη ενός συμμετρικού και ομογενούς νομίσματος. Καταγράφεται το Κ όταν το αποτέλεσμα είναι “κεφαλή” και Γ όταν το αποτέλεσμα είναι “γράμματα”. Μετά από συνεχόμενες ρίψεις και καθώς το πλήθος αυξάνονταν η πιθανότητα να εμφανιστεί “κεφαλή” άρχισε να σταθεροποιείται γύρω από το 0,5. Το εμπειρικό αυτό εξαγόμενο ονομάστηκε στατιστική ομαλότητα ή νόμος των μεγάλων αριθμών. Σημαντικό μειονέκτημα όμως αυτής της μεθόδου αποτελεί η μεγάλη απαίτηση της μεθόδου για μνήμη, καθώς ένας μεγάλος πίνακας πρέπει να

αποθηκευτεί στον υπολογιστή. γ) Και η τρίτη και τελευταία μέθοδος είναι η χρήση κάποιου αλγορίθμου , ως μέρος του προγράμματος, που να παράγει τυχαίους αριθμούς. Τέτοιοι αριθμοί είναι εύκολο να παραχθούν , όποτε χρειαστεί και επειδή δεν μπορεί να είναι τυχαίοι εφόσον παράγονται από κάποιο αλγόριθμο , ονομάζονται ψευδοτυχαίοι. Οι αλγόριθμοι που παράγουν αυτούς τους τυχαίους αριθμούς ονομάζονται γεννήτριες τυχαίων αριθμών και αποτελούν τη μέθοδο που χρησιμοποιείται εδώ και λίγα χρόνια για την προσομοίωση.

5.3.4.1.2. Γεννήτρια Τυχαίων Αριθμών

Η παραγωγή ψευδοτυχαίων αριθμών βασίζεται σε μεθόδους παραγωγής αριθμών ομοιόμορφα κατανομημένων στο (0,1), αφού από αυτούς τους αριθμούς προκύπτει οποιαδήποτε ακολουθία αριθμών. Η πιο συνηθισμένη είναι η αναδρομική , κατά την οποία , αφού γίνει η επιλογή του πρώτου αριθμού ή σπόρου(seed) , χρησιμοποιείται μια συνάρτηση $x_{k+1} = f(x_k)$ η οποία εμφανίζει τον επόμενο αριθμό. Μετά από την παραγωγή κάποιων αριθμών η συνάρτηση θα αρχίσει να επαναλαμβάνει την ίδια ακολουθία αριθμών. Το πλήθος αυτών των αριθμών μέχρι να ξεκινήσει η επανάληψη ονομάζεται περίοδος και η συνάρτηση με την οποία επιτυγχάνεται η ακολουθία των αριθμών των ψευδοτυχαίων αριθμών είναι η εξής : $x_{k+1} = (ax_k + c) \bmod m$, $k \geq 0$. Οι τέσσερις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι το m το οποίο είναι το ακέραιο θετικό υπόλοιπο (modulus) , το a το οποίο είναι ο πολλαπλασιαστής(multiplier) με τις τιμές του να ανήκουν στο διάστημα $0 \leq a < m$, το c το οποίο είναι η προσάυξηση(increment) με τιμές να ανήκουν στο διάστημα $0 \leq c < m$ και το x_0 να αποτελεί την αρχική τιμή ή τον σπόρο (starting value - seed) και να ανήκει στο $0 \leq x_0 < m$.(Gentle, 2003)

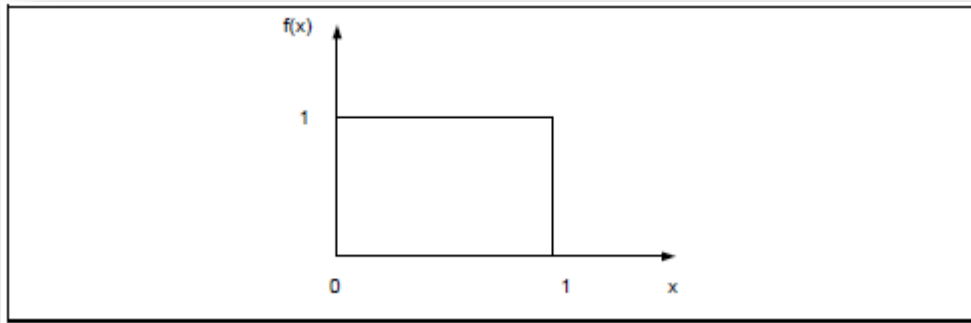
Για παράδειγμα αν οι αριθμοί που θα επιλεγθούν είναι οι $m=9$, $x_0= 7$, $a=7$, $c =7$ τότε η ακολουθία που θα προκύψει είναι : 2,3,1,5,8,0,2,3,1,5,8,0,2,3,.....

Είναι φανερό ότι η περίοδος αυτών των αριθμών είναι πέντε, καθώς πέντε αριθμούς επαναλαμβάνονται οι αριθμοί.

Σαν βάση για να δημιουργηθεί μια μεγάλη γκάμα κατανομών ικανή να προσομοιώνει διάφορες συμπεριφορές , αποτελεί η ομοιόμορφη κατανομή που μπορεί να παραχθεί εύκολα από οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού. Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας που ακολουθεί την ομοιόμορφη κατανομή είναι:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & \text{διαφορετικά} \end{cases} \quad (1)$$

και παριστάνεται γραφικά όπως φαίνεται παρακάτω.

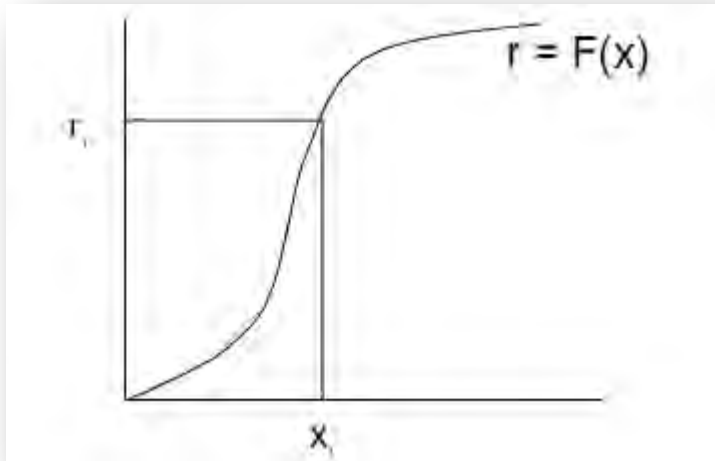


Σχήμα 5.1: Η γραφική παράσταση της ομοιόμορφης κατανομής

(Πηγή: Gentle, 2003)

Πολλές από τις κατανομές είναι διακριτές και περιγράφουν γεγονότα με ακέραιες τιμές και μερικές επίσης είναι συνεχείς, γιατί περιγράφουν φαινόμενα στα οποία μπορεί να προκύψει οποιαδήποτε πραγματική τιμή σε ένα διάστημα χωρίς να είναι μόνο ακέραια. Για να προσομοιώσουμε ένα μοντέλο είναι σημαντικό να παράγουμε δείγματα που ακολουθούν μία από αυτές τις κατανομές. Η πιο διαδεδομένη είναι η τεχνική της αντίστροφης μεταμόρφωσης (inverse transform technique) η οποία χρησιμοποιείται όταν είναι εύκολη η συσσωρευμένη συνάρτηση πιθανότητας ή CDF, έτσι ώστε να είναι δυνατόν να υπολογιστεί η αντίστροφη της f^{-1} και κάποιες άλλες τεχνικές είναι η τεχνική της αποδοχής - απόρριψης (acceptance – rejection) και η τεχνική polar. Η τεχνική της αντίστροφης μεταμόρφωσης μπορεί να εφαρμοστεί σε αρκετές κατανομές όπως η εκθετική, η τριγωνική αλλά και κάποιες άλλες. Στη παρούσα διπλωματική η κατανομή την οποία θα χρησιμοποιήσουμε είναι η συνεχής τριγωνική και οι λόγοι θα αναφερθούν σε επόμενο υποκεφάλαιο. Τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουμε για να βρούμε την αντίστροφη μιας συνεχούς συνάρτησης είναι τα εξής :

1^ο Βήμα : Υπολογίζεται η συνάρτηση συσσωρευμένης πιθανότητας CDF της τυχαίας μεταβλητής x , $F(x)$.



Σχήμα 5.2: Συνάρτηση συσσωρευμένης πιθανότητας CDF για μετατροπή ενός τυχαίου αριθμού ομοιόμορφης κατανομής σε ψευδοτυχαίο αριθμό μιας οποιαδήποτε συνεχούς κατανομής.

(Πηγή: Gentle, 2003)

2^ο Βήμα : Τίθεται $F(x) = r$ στο πεδίο τιμών της συνάρτησης

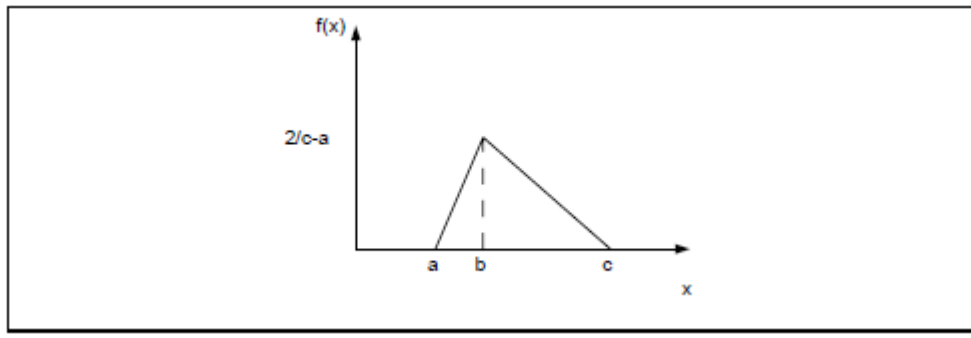
3^ο Βήμα : Λύνεται η εξίσωση $F(x) = r$ ως προς x

4^ο Βήμα : Παράγονται ομοιόμορφα κατανεμημένοι αριθμοί $r_1, r_2, r_3, \dots$ στο $(0,1)$ και υπολογίζονται οι επιθυμητές κατανεμημένες τιμές που προκύπτουν από τον τύπο $x_i = F^{-1}(r_i)$

Πιο συγκεκριμένα η συνάρτηση πιθανότητας της συνεχούς τριγωνικής κατανομής (triangular) είναι :

$$F(x) = \begin{cases} \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)}, & a \leq x \leq b \\ \frac{2(c-x)}{(c-b)(c-a)}, & b \leq x \leq c \\ 0, & \text{διαφορετικά} \end{cases} \quad (2)$$

Η γραφική παράσταση της τριγωνικής κατανομής παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί :



Σχήμα 5.3 : Γραφική παράσταση τριγωνικής κατανομής

(Πηγή: Gentle, 2003)

Η αθροιστική ή αλλιώς συσσωρευτική συνάρτηση πιθανότητας που προκύπτει είναι :

$$F(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq a \\ \frac{(x-a)^2}{(b-a)(c-a)} & , a < x \leq b \\ 1 - \frac{(c-x)^2}{(c-b)(c-a)} & , b < x \leq c \\ 1 & , x > c \end{cases} \quad (3)$$

Οπότε θέτοντας την συνάρτηση πιθανότητας ίση με r και λύνοντας ως προς x προκύπτει η αντίστροφη συνάρτηση η οποία εκφράζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$F^{-1}F(x) = x = \begin{cases} \sqrt{(b-a)(c-a) * r} + a & , a \leq r \leq \frac{b-a}{c-a} \\ c - \sqrt{(1-r)(c-b)(c-a)} & , \frac{b-a}{c-a} < r \leq c \end{cases} \quad (4)$$

Άρα έτσι μπορεί να δημιουργηθεί η ζητούμενη ακολουθία $x_1, x_2, x_3, \dots$ με βοήθεια της $r_1, r_2, r_3, \dots$ που προκύπτει από την `activity.random.nextDouble()` με το ακόλουθο τμήμα κώδικα :

```
r = activity.random.nextDouble()
```

```
if( r ≤ ((most likely – min)/(max – min)))
```

```
{time = Math.sqrt(((most likely-min)*(max-min))*r) + min ;}
```

```
else
```

```
{time = max – Math.sqrt((1-r)*(max-most likely)*(max-min));}
```

Επισημαίνεται ότι το b (η τιμή της *most likely*) είναι η πιο πιθανή τιμή στη τριγωνική κατανομή, το a είναι η ελάχιστη πιθανή τιμή και το c είναι η μέγιστη πιθανή τιμή.

5.3.4.2. Θεωρία Πιθανοτήτων

Η θεωρία πιθανοτήτων είναι ένα από τα πολυχρησιμοποιούμενα εργαλεία στη μέτρηση της αβεβαιότητας. Ο αντικειμενικός σκοπός είναι να εκτιμήσουμε τα εξαγόμενα μέσω μιας συνάρτησης κατανομής πιθανότητας. Οι κατανομές, όπως είναι ήδη γνωστό χωρίζονται σε διακριτές και συνεχείς.

Στις διακριτές κατανομές, ο αριθμός των αποτελεσμάτων σε μία μέτρηση είναι πεπερασμένος και οι τιμές των αποτελεσμάτων είναι διακριτές. Για παράδειγμα τα πιθανά αποτελέσματα από τη ρίψη ενός ζαριού είναι παράδειγμα διακριτής κατανομής. Το κέντρο της κατανομής υπολογίζεται ως η μέση τιμή και αποδίδεται με το σύμβολο μ .

$$\mu = \sum_{i=1}^N X_i P(X_i),$$

όπου $P(X_i)$ είναι η πιθανότητα να έχουμε το αποτέλεσμα X_i και N είναι ο αριθμός των μετρήσεων. Το εύρος χαρακτηρίζεται από τη διακύμανση και υπολογίζεται με βάση την εξίσωση

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^N (X_i - \mu^2) P(X_i)$$

Και αντίστοιχα το σ είναι η τυπική απόκλιση της κατανομής και είναι συνήθως ευθέως ανάλογη του εύρους.

Στις συνεχείς κατανομές οι ποσότητες τις οποίες μετράμε δεν είναι διακριτές. Μπορούν να πάρουν τιμές μέσα από ένα διάστημα. Για παράδειγμα το ύψος του ανθρώπου είναι συνεχής μεταβλητή. Επειδή υπάρχει μη πεπερασμένος αριθμός αποτελεσμάτων, η πιθανότητα κάθε συγκεκριμένου αποτελέσματος θα καταλήγει το μηδέν. Για αυτό το λόγο και η εύρεση της πιθανότητας σε μια συνεχής κατανομή αντιστοιχίζεται σε μία κλάση τιμών. Όπως ισχύει στις διακριτές κατανομές, ότι η συνολική πιθανότητα ισούται με 100%, έτσι ισχύει και στις συνεχείς κατανομές. Η εύρεση της πιθανότητας στις συνεχείς κατανομές δίνεται από το εμβαδόν της περιοχής κάτω από την $p(x)$ μεταξύ των X_1 και της X_2 .

5.3.4.2.1. Τριγωνική Κατανομή

Στην παρούσα Μελέτη θα χρησιμοποιηθεί η Τριγωνική Κατανομή. Δηλαδή στις τιμές των παρατηρήσεων θα προκύψουν αποτελέσματα με εύρεση πιθανότητας μέσω της Τριγωνικής Κατανομής. Η επιλογή αυτής της συγκεκριμένης κατανομής μεταξύ άλλων πολλών, πέρα από την ευρεία χρήση της σε πολλά επιστημονικά άρθρα ύστερα από βιβλιογραφική επισκόπηση, έγινε για το λόγο ότι είναι περισσότερο προσαρμοσμένη στη λογική διαδικασία του εκτιμητή, καθώς απαιτεί από αυτόν να παρέχει τρεις απόλυτες τιμές: την πιο πιθανή, τη μέγιστη και την ελάχιστη. Πρόκειται για μια κλειστή κατανομή η οποία μπορεί να είναι συμμετρική ή ασύμμετρη. Είναι πολύ χρήσιμη σαν εργαλείο διότι οι απαιτήσεις της σε πληροφορία καθρεφτίζουν την πιθανή λογική διαδικασία ενός ειδικού, στην περίπτωση αυτή του εκτιμητή. Παρ' αυτά όμως το πλεονέκτημα της Τριγωνικής Κατανομής το οποίο είναι η απλότητα της είναι και το μειονέκτημα της. Στην πραγματικότητα οι παρατηρούμενες τιμές τείνουν προς μία Κανονική Κατανομή και έτσι με το να επιβάλουμε σαφή όρια στο εύρος τιμών υποδεικνύει ότι οι παρατηρούμενες τιμές δεν συγκεντρώνονται γύρω από τη μέση τιμή και έτσι τα αποτελέσματα πιθανόν να εκτείνονται σε μεγαλύτερη περιοχή. Σε όρους Στατιστικής, η Τριγωνική Κατανομή τυπικά υπερεκτιμά τη διακύμανση.

Κεφάλαιο 6 : ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα σενάρια τα οποία θα εξετάζονται στα παρακάτω έργα θα είναι τρία. Το πρώτο αποτελεί η περίπτωση οι τιμές EV (Earned Value) να αποκτούν τιμές μικρότερες της PV(Planned Value) ,το δεύτερο είναι η περίπτωση οι τιμές EV και PV να αποκτούν ίσες τιμές και η τελευταία η περίπτωση οι τιμές της EV(Earned Value) να είναι μεγαλύτερες της PV(Planned Value). Πιο αναλυτικά θα βρίσκεται η πιθανότητα ένα έργο να είναι καθυστερημένο , όταν θα έχουμε το $EV < PV$, καθώς η κερδισμένη αξία θα είναι μικρότερη της προγραμματιζόμενης. Στη συνέχεια θα βρίσκεται η πιθανότητα εξέλιξης του έργου όταν το $EV = PV$ και στο τέλος η πιθανότητα το έργο να εξελίσσεται με τέτοιο ρυθμό ώστε η προγραμματισμένη αξία να είναι μικρότερη της κερδισμένης. Θα βρίσκεται σε κάθε χρονική στιγμή η πιθανότητα κάθε σεναρίου και οι επαναλήψεις που θα γίνονται θα είναι 1000. Ο αριθμός των επαναλήψεων είναι αρκετά μεγάλος για να προκύψει ακριβές αποτέλεσμα. Σε κάθε έργο ,για κάθε χρονική στιγμή θα εμφανίζεται ένα αθροιστικό διάγραμμα στο οποίο θα σχολιάζονται οι πιθανότητες που θα προκύπτουν καθώς και ένας πίνακας με τη μέση τιμή, την απόκλιση των τιμών ,ένα σφάλμα , την μέγιστη τιμή της παρατήρησης που μελετάται καθώς και την μικρότερη για όλες τις χρονικές στιγμές του κάθε έργου. Η παρατήρηση στην οποία θα γίνεται προσομοίωση της εξέλιξης της EV θα είναι στη στήλη << τυχαία παράμετρος τριγωνικής EV_i >> η οποία θα προκύπτει κάθε φορά με βάση την γεννήτρια της τριγωνικής κατανομής. Τα έργα είναι χωρισμένα σε κατηγορίες. Οι κατηγορίες των έργων που έχουν μελετηθεί είναι οι εξής : Κτιριακά, Οδοποιίες, Υδραυλικά και Αποχετεύσεις. Σε αυτό το σημείο θα σχολιαστεί ένα Κτιριακό έργο ενδελεχώς για κάθε χρονική στιγμή και τα υπόλοιπα θα βρίσκονται στο παράρτημα , λόγω πολλών διαγραμμάτων που προέκυψαν.

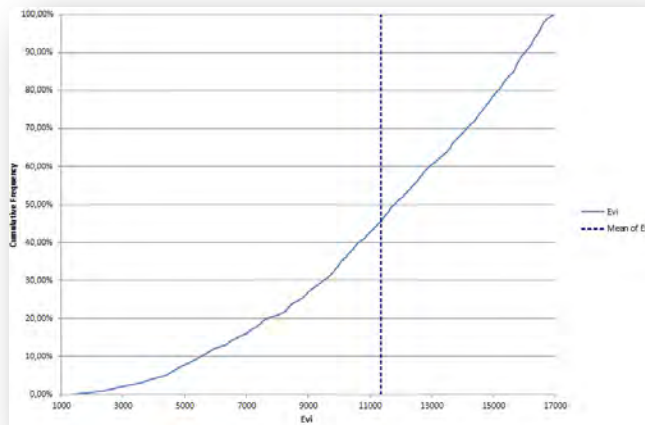
Κατηγορία έργων : Κτιριακά

Έργο 1: 20ο Δημοτικό Σχολείο Νέας Ιωνίας

			ΣΕΝΑΡΙΑ			Evi
PV	AC	EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
16769,93	11.056,50	423,71	423,71	16769,93	17000	11244,82
43696,08	33.213,92	3316,54	3316,54	43696,08	44560	22862,70
68016,47	44.645,24	6939,25	6939,25	68016,47	69870	48092,81
101758,5	63.052,15	14662,02	14662,02	101758,5	112340	88584,68
119088,4	80.985,07	22039,30	22039,30	119088,4	123450	101619,05
171451,9	97.694,80	38276,93	38276,93	171451,9	187690	150814,21
216292	117.159,77	57908,48	57908,48	216292	223900	206320,79
314510,9	142.048,71	102093,07	102093,07	314510,9	323450	208237,31
396138,2	166.953,36	151135,02	151135,02	396138,2	402340	188023,27
444807,8	191.871,36	195031,96	195031,96	444807,8	445360	295201,24
491106,6	217.619,96	244229,31	244229,31	491106,6	498700	437084,31
523760,2	242.537,96	290292,25	290292,25	523760,2	525460	369714,90
557502,2	266.965,41	340114,23	340114,23	557502,2	569500	446812,43
599390,6	290.924,36	398486,19	398486,19	599390,6	607980	599813,33
632035,5	313.200,68	452363,32	452363,32	632035,5	645600	509707,03
671617,5	337.867,31	518550,91	518550,91	671617,5	680670	556711,38
753944,5	361.996,05	623686,63	623686,63	753944,5	756500	742122,12
838400,7	386.929,08	741320,87	741320,87	838400,7	840350	793822,40
838400,7	411.057,82	787549,34	787549,34	838400,7	845350	814862,28
838400,7	435.990,85	835318,76	835318,76	838400,7	850460	845009,44
838400,7	437.599,43	838400,65	838400,65	838400,7	867500	852009,74

Πίνακας 6.1 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

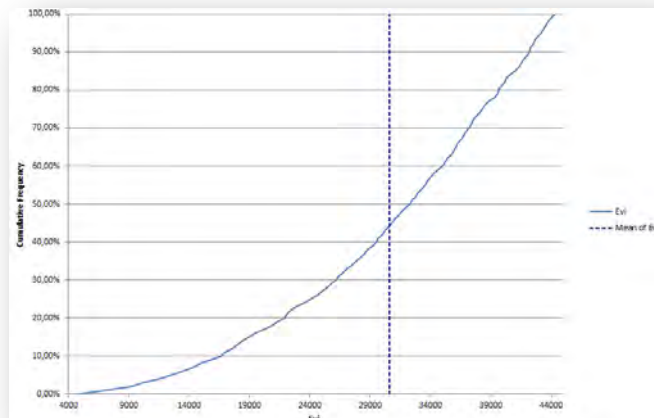
1^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.1 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 99% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 99% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 1% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

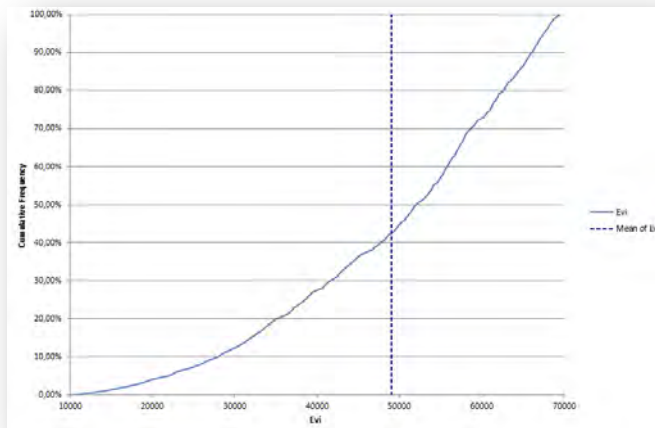
2^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.2 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 97% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 97% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 3% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

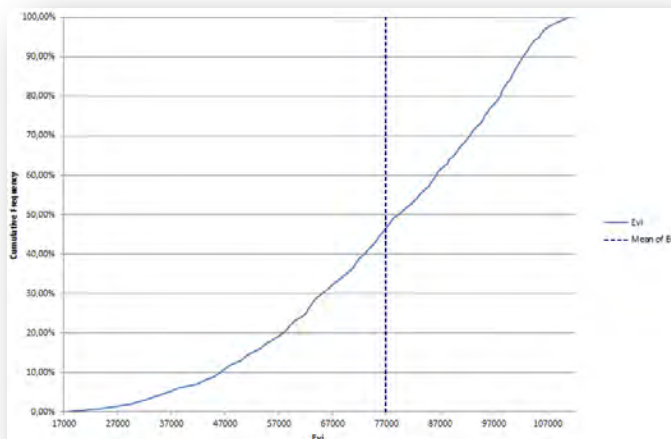
3^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.3 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 98% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 98% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 2% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

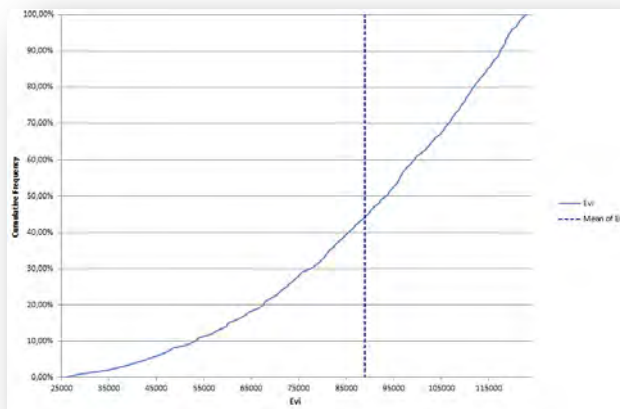
4^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.4 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 89% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 89% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 11% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

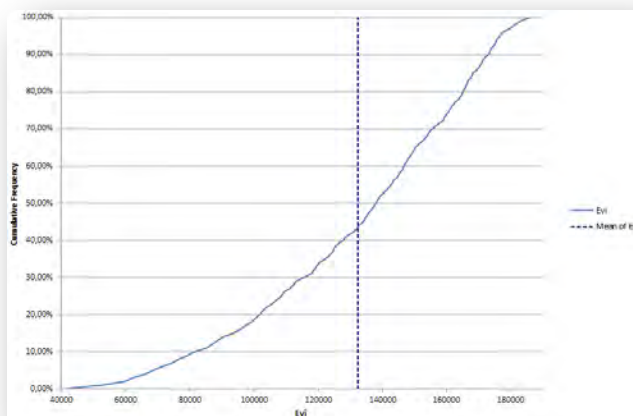
5^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.5 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 94% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 94% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 6% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

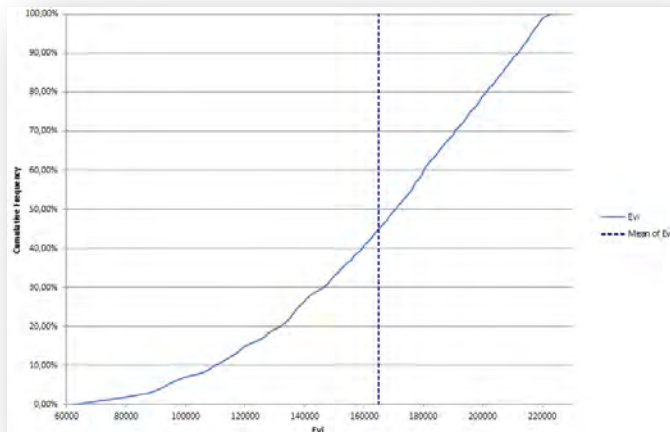
6^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.6 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 89% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 89% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 11% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

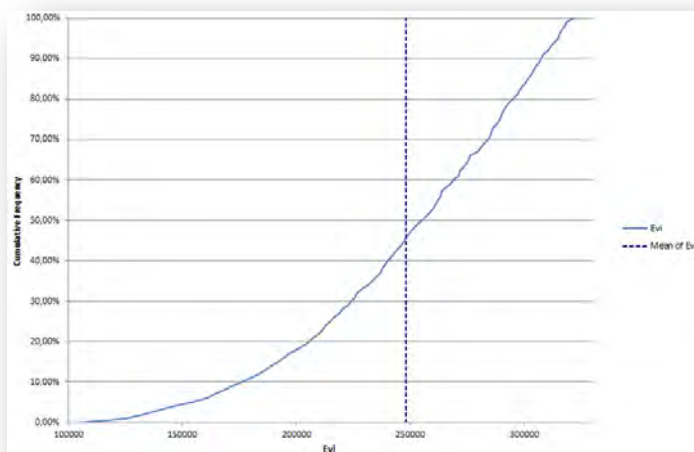
7^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.7 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 95% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 95% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 5% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

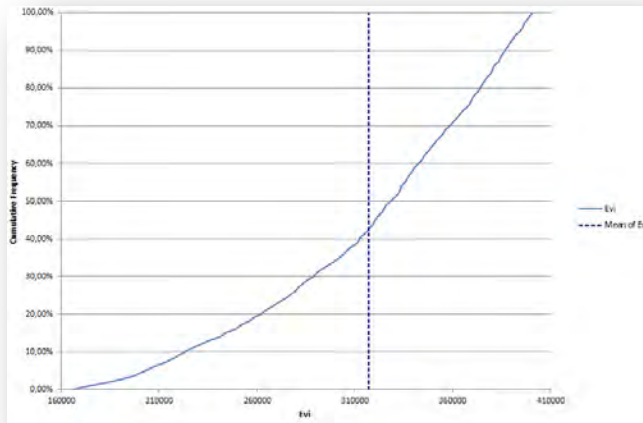
8^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.8 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 95% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 95% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 5% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

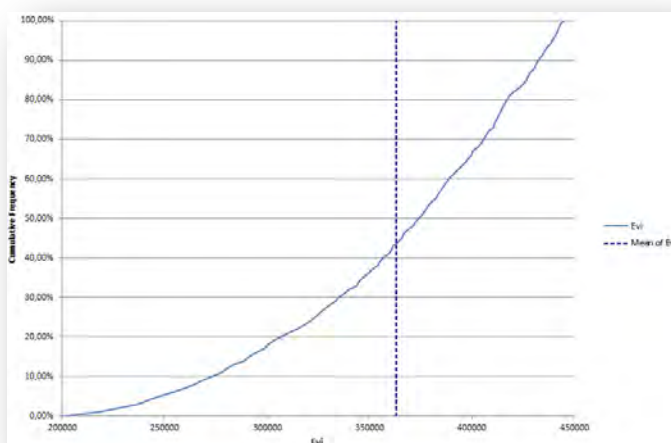
9^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.9 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 97% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 97% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 3% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

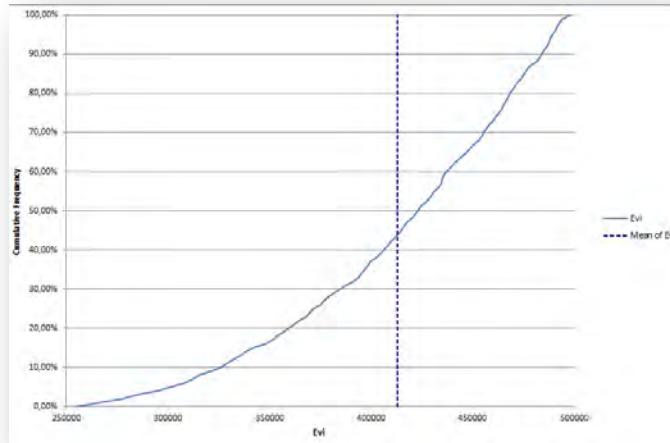
10^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.10 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 100% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 100% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόλις 0% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

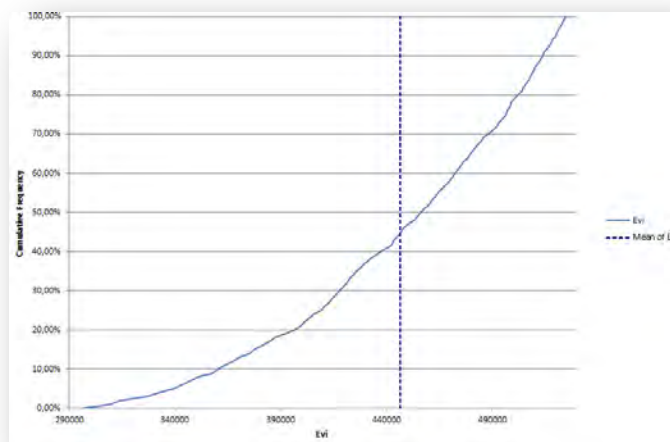
11^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.11 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 95% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 95% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 5% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

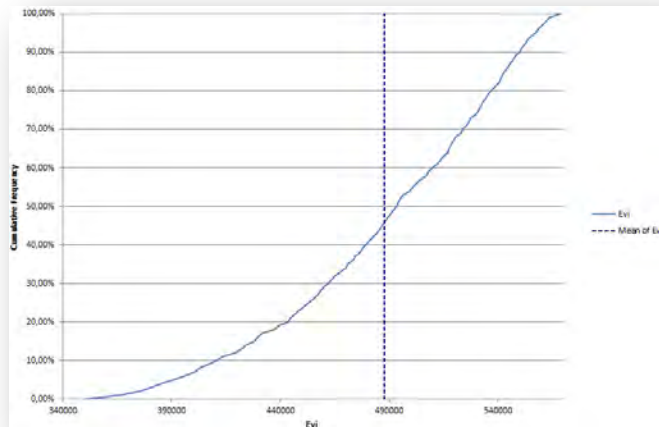
12^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.12 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 99% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 99% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 1% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

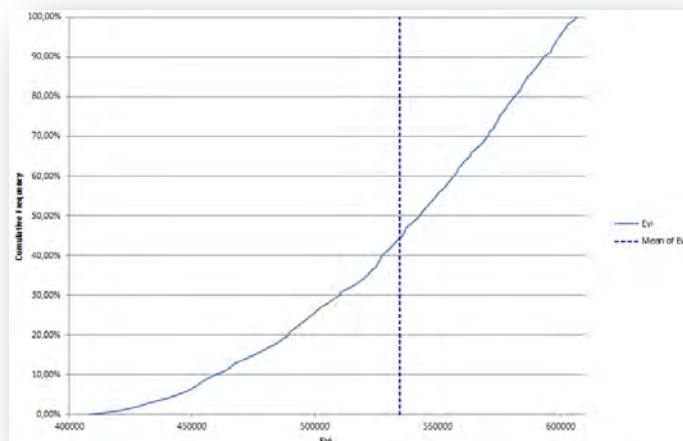
13^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.13 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 95% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 95% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 5% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

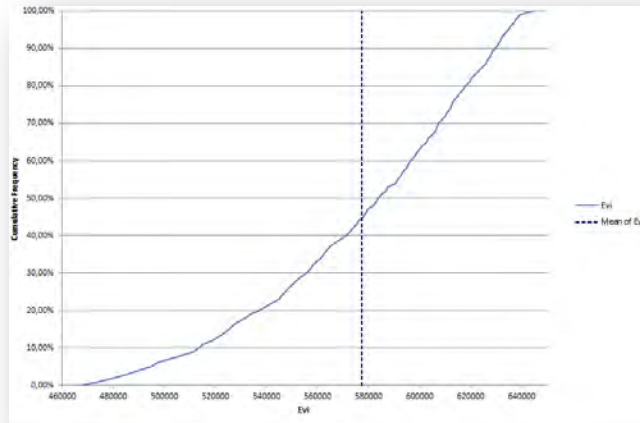
14^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.14 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 95% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 95% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 5% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

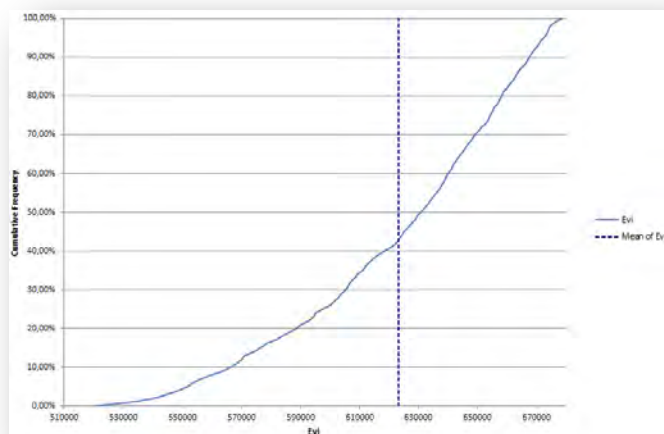
15^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.15 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 93% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 93% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 7% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

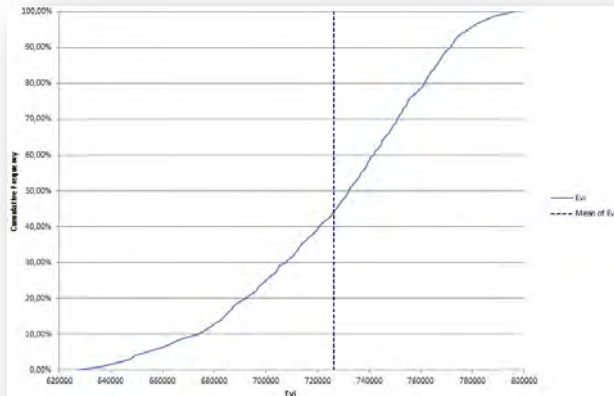
16^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.16 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 95% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 95% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 5% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

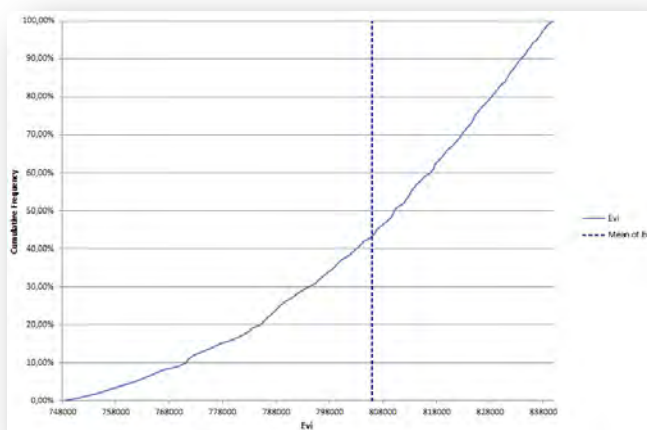
17^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.17 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 75% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 75% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόλις 25% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

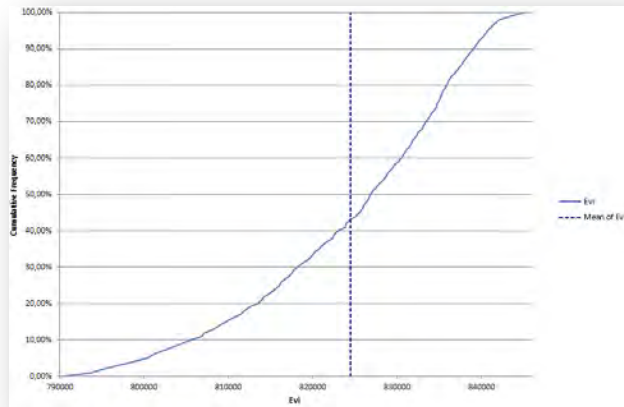
18^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.18 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 98% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 98% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 2% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

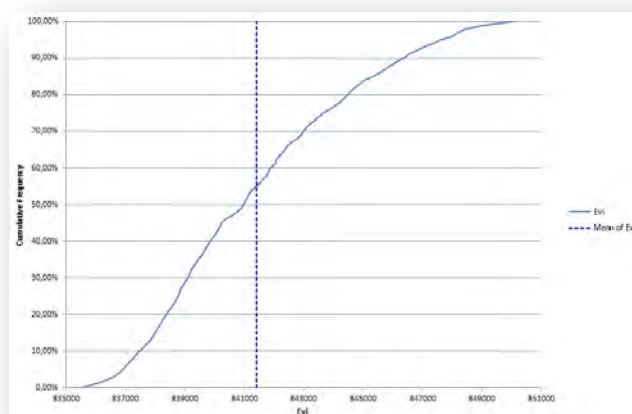
19^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.19 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 88% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 88% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόνο 12% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

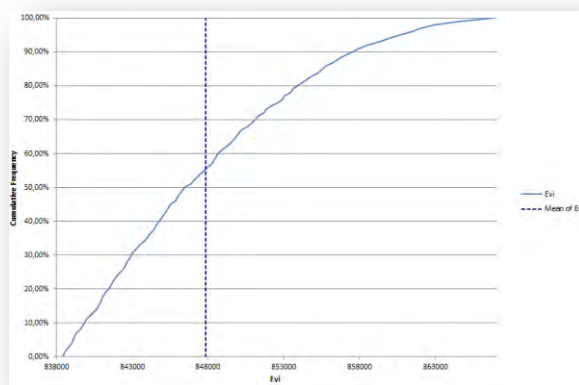
20^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.20 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 21% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 21% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόλις 79% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

21^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.21 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Από το σχήμα παρατηρείται ότι περίπου το ποσοστό 0% είναι η πιθανότητα (αθροιστικά) το $EV < PV$, στο 0% οι τιμές γίνονται ίσες και απομένει μόλις 100% το οποίο αντιστοιχίζεται στη τιμή της πιθανότητας το $EV > PV$.

Παρουσιάζεται στη συνέχεια για κάθε χρονική στιγμή μια μέση τιμή ,η τιμή της απόκλισης, η τιμής σφάλματος καθώς και η μέγιστη και ελάχιστη τιμή.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Average	11350,89	30603,01	49036,09	76866,4	88929,72	132488,9	165096,6	248136,2	316979,4	362839,2	413067
Std Dev	3829,102	9533,14	14336,75	21383,3	23971,92	33597,49	37658,13	49437,53	59363,17	59237,35	58810,8
Std Err	121,0868	301,4644	453,3678	676,1994	758,0588	1062,446	1190,855	1563,352	1877,228	1873,249	1859,761
Max	16952,45	44314,46	69498,33	111057,3	123023,1	185969,9	222811,5	321710,9	401012	444986,6	498012,5
Min	1348,297	4583,409	10281,22	17323,17	25341,35	40570,89	61872,02	104347,5	165269,4	200150,2	254515

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
446375,4	487727,1	534717,6	577181,6	623137,9	711938	806022,3	824528,7	841405,9	847833,6
57060,71	51206,21	48829,75	43239,82	37473,24	31029,06	23311,02	12585	3305,351	6693,12
1804,418	1619,283	1544,132	1367,363	1185,008	981,2251	737,1591	397,9725	104,5244	211,655
524997	569276,5	606917	644527,5	678524,4	755982,7	839862,6	845151,9	850153,7	866872,3
295249,5	349605,5	407370,9	466986,8	519406,2	626104	748233,9	790253,9	835463,2	838418,6

Πίνακας 6.2 : Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Κεφάλαιο 7 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Στη σημερινή εποχή η τεχνολογία μεταβάλλεται ραγδαία, ο ανταγωνισμός γίνεται πιο σκληρός και οι οικονομικές συνθήκες συνεχώς γίνονται όλο και πιο ασταθείς , με αποτέλεσμα οι επιχειρήσεις να αλλάζουν τα συστήματα διοίκησης. Ένας νέος επιστημονικός τομέας που εμφανίζεται δυναμικά είναι η διοίκηση και διαχείριση έργων. Ο τομέας αυτός απαιτεί την ανάπτυξη και την εφαρμογή μεθοδολογιών ,εργαλείων και επιστημονικών μεθόδων, πράγμα που σημαίνει γνώσεις και τεχνικές σε πολλά επιστημονικά πεδία. Η συνεισφορά της διοίκησης έργου γίνεται όλο και μεγαλύτερη στις επιχειρήσεις που θέλουν να διατηρήσουν την ανταγωνιστικότητα τους , κάτι που απαιτεί τη συνεχή βελτίωσή της. Με την πάροδο του χρόνου η διοίκηση και διαχείριση έργων έχει γίνει κύρια συνιστώσα για τη διατήρηση πλεονεκτικής-ανταγωνιστικής θέσης της επιχείρησης και έχει πλέον καταστεί συνώνυμη της επιβίωσης.

Τα έργα χαρακτηρίζονται πολύπλοκα και η σωστή απόφαση για την πραγματοποίηση ή όχι μιας επένδυσης ενός έργου παίζει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της βιωσιμότητας της επιχείρησης ή του οργανισμού και την αύξηση της αποτελεσματικότητας της οικονομίας. Οι φορείς που είναι υπεύθυνοι για την αξιολόγηση μια επένδυσης ,αντιμετωπίζουν μεγάλο αριθμό προβλημάτων και είναι αρμόδιοι για την επιλογή της καλύτερης εναλλακτικής μεταξύ πολλών εναλλακτικών. Οι επενδυτικές αποφάσεις διακρίνονται από αβεβαιότητα , το μέγεθος της οποίας συναρτάται από το είδος της επένδυσης και τα γενικότερα χαρακτηριστικά της. Ο βαθμός αβεβαιότητας μπορεί να ποικίλλει και ο μελετητής επιδιώκει την ελαχιστοποίησή της. Οπότε, αν σε περίπτωση τα αποτελέσματα και οι συνέπειες που επιφέρει η λήψη μιας απόφασης παρουσιάζουν αβεβαιότητα ,τότε γίνεται χρήση της θεωρίας πιθανοτήτων και για να αξιολογηθούν πρέπει να γίνει ο συνυπολογισμός της. Όπως έχει περιγραφεί και στα προηγούμενα κεφάλαια η παρούσα Διπλωματική εστιάζει σε ένα κύριο ερευνητικό ερώτημα που αφορά την εξέλιξη της παραμέτρου EV(Earned Value) σε σχέση με την PV(Planned Value) ,βρίσκοντας τις πιθανότητες της εξέλιξης των σχέσεων τους. Με την ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής θα παρέχεται η δυνατότητα σε ένα Διαχειριστή έργου να διαπιστώνει το βαθμό ακρίβειας της προόδου του κάθε έργου με την βοήθεια των παραμέτρων EV, PV στα πλαίσια βέβαια της αβεβαιότητας. Για να επιτευχθεί αυτό, έχει εφαρμοστεί ένα βασικό εργαλείο , που έχει χρησιμοποιηθεί από τις επιχειρήσεις για την κατανόηση και την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας, που ονομάζεται προσομοίωση Monte Carlo. Στο προηγούμενο κεφάλαιο έχει γίνει εφαρμογή σε 24 έργα της περιφέρειας Θεσσαλίας, χρησιμοποιώντας την

τριγωνική κατανομή και προέκυψαν τα αντίστοιχα αποτελέσματα ,χρησιμοποιώντας το πακέτο λογισμικού XLSim®. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν συνοπτικοί πίνακες διερεύνησης της πιθανότητας εξέλιξης των παραμέτρων και θα αξιολογηθούν αυτά τα αποτελέσματα για να προκύψουν τα αντίστοιχα συμπεράσματα.

Πίνακας Αποτελεσμάτων των Έργων									
Ποσοστό Ολοκλήρωσης Έργου	33,3%			33,3%			33,3%		
Εξέλιξης της EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	EV<PV	EV=PV	EV>PV
	Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV			Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV			Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV		
1)20ο Δημοτικό Σχολείο Νέας Ιωνίας	01/10/2000-01/06/2001			01/07/2001-01/01/2002			01/02/2002- 01/08/2002		
	88,9-98,9%	0,1 - 0,2%	1- 11%	94,9 -99,6%	0,1-0,3%	0,2- 5%	0-97,8%	0,2-0,6%	2 – 99,4%
2) Ανέγερση 1 ^{ου} Δημοτικού Σχολείου Γιάννουλης	01/09/2002-01/01/2003			01/02/2003- 01/05/2003			01/06/2003-01/09/003		
	97,8-99,9%	0,1-0,2%	0-2%	91,4- 97,8%	0,2- 0,6%	2 - 8%	0- 90,5%	0,5-0,8%	9 - 99,2%
3) Ανέγερση 23 ^{ου} Δημοτικού Σχολείου Λάρισας	01/11/2002 – 01/04/2003			01/05/2003-01/09/2003			01/10/2003-01/03/2004		
	95,8-98,9%	0,1-0,2%	1-4%	96,5-98,7%	0,3-0,5%	1-3%	0-97,4%	0,4 - 0,6%	2 - 99,6%
4)Διαμόρφωση Περιβάλλοντος Χώρου Συγκροτήματος Κτιρίων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο πεδίο άρεως Βόλου	01/01/2003-01/11/2003			01/12/2003-01/08/2004			01/09/2004-01/04/2005		
	92,7-98,6%	0,3-0,4%	1-7%	90,8-99,6%	0,2-0,4%	0-9%	0-88,7%	0,3-0,7%	11-99,7%
5)7 ^ο και 22 ^ο Δημοτικά Σχολεία	01/10/2002-01/05/2003			01/06/2003-01/02/2004			01/03/2004-01/08/2004		
	97,7-99,8%	0,2-0,3%	0-2%	97,9-99,9%	0,1%	0-2%	0-87,8%	0-0,2%	12-100%
6) Βελτίωση δασικού δρόμου Σπηλιά-Μέχρι Διασταύρωση προς Καταφύγιο Κισσάβου Δ. Νέσσωνος	01/06/2005-01/06/2006			01/07/2006 -01/06/2007			01/07/2007 – 01/07/2008		
	93,9-99,9%	0-0,1%	0-6%	79,8-99,4%	0,2-0,6%	0-20%	0- 95,9%	0-0,1%	4-100%
7) Διάνοιξη Δασικού Δρόμου Γ´ Κατηγορίας “Θηλικάκια – Καλόγηρος” Νήσου Σκοπέλου	01/03/2004 – 01/06/2005			01/07/2005 – 01/10/2006			01/11/2006 – 01/11/2008		
	93,8-98,8%	0-0,2%	1-6%	67,7-97,8%	0,2 - 0,3%	2-32%	0-55,9%	0-0,1%	44-100%
8) Βελτίωση Δασικού Οδικού Δικτύου & Κατασκευής Τεχνικών Έργων Παν/κου Δάσους Περουλίου	01/08/2003 – 01/03/2004			01/04/2004-01/11/2004			01/12/2004-01/06/2005		
	87,5-97,8%	0,2-0,5%	2- 12%	88-98,7%	0-0,3%	1-12%	0 – 89,9%	0-0,1%	10-100%
9) Βελτίωση Οδικής Σύνδεσης από Οικισμό Γκολφάρι έως οικισμό Πύργος	01/04/2004 – 01/10/2004			01/11/2004- 01/05/2005			01/06/2005-01/11/2005		
	94 – 100%	0%	0-6%	86,9-96,9%	0-0,1%	3-13%	0-81%	0-1%	18-100%
10)Οδός Καροπλέσι – Ιταμός	01/10/2002-01/03/2003			01/04/2003 – 01/08/2003			01/09/2003 – 01/01/2004		
	94 -98,7%	0-0,3%	1-6%	94-98,6%	0-0,4%	1-6%	0-93,8%	0-2,2,%	4-100%
11) Δρόμος Κρανιά –	01/11/2003 – 01/02/2004			01/03/2004 – 01/05/2004			01/06/2004 – 01/08/2004		

Ραψάνη	90,8-97,9%	0,1-0,2%	2-9%	52,5-91,4%	0,5-0,6%	8-47%	0,5-49%	1-1,5%	50-98%
12) Κατασκευή Δρόμου Καλύβια Θέση Τουρτοφωλιά	01/08/2000 – 01/12/2000			01/01/2001 – 01/05/2001			01/06/2001 – 01/10/2001		
	88 – 98,9%	0-0,1%	1-12%	77,5 –98,7%	0,3-0,5%	1-22%	0-72,4%	0-0,6%	27-100%
13) Ε.Ο Λαρίσης – Φαρσάλων	01/10/2002-01/10/2003			01/11/2003-01/11/2004			01/12/2004 – 01/12/2005		
	0 - 98,9%	0%	1,1–100%	81,9-95,8%	0,1-0,2%	4-18%	0-81%	0-1%	18-100%
14) Κατασκευή Γέφυρας Γόννων	1/10/2002 – 01/05/2003			01/06/2003 – 01/01/2004			01/02/2004-01/09/2004		
	91,9-100%	0-0,1%	0-8%	77,7-98,6%	0,3-0,4%	1-20%	0-90,2%	0-0,8%	9-100%
15) Βελτίωση Μεταφορά και Διανομή νερού για Άρδευση στα αγροκτήματα Αηδόνας – Γλυκομηλιάς - Παλαιοχωρίου – Χρυσομηλιάς και Καλογριάνης Δήμου Κλείνου	01/09/2005 – 01/03/2006			01/04/2006 – 01/10/2006			01/11/2006 – 01/04/2007		
	79,8-98,9%	0,1-0,2%	1-20%	74,4-98,7%	0,3-0,6%	1-25%	0-66,2%	0-0,8%	33-100%
16) Αξιοποίηση Υφιστάμενων Κρατικών Γεωτρήσεων – Αρδευτικό έργο Περδικοράχης	01/10/2004 – 01/01/2005			01/02/2005 – 01/04/2005			01/05/2005 – 01/07/2005		
	88,7-97,6%	0,3-0,4%	2-11%	78,8– 97,3%	0,2-0,7%	2-21%	0-71,5%	0-0,5%	28-100%
17) Αντικατάσταση Δικτύου Ύδρευσης Σωληνώσεων Δ.Δ	01/07/2004 – 01/10/2004			01/11/2004 – 01/02/2005			01/03/2005 – 01/06/2005		
	85,7-96,5%	0,3-0,5%	3-14%	82,7-96,3%	0,3-0,7%	3-17%	0-57,4%	0-0,6%	42-100%
18) Υποδομές Αναβάθμισης Ποιότητας Νερού Δήμου Πολυδάμαντα (Αγωγός και Δεξαμενή Ύδρευσης Αγίας Τριάδας)	01/10/2005 – 01/01/2006			01/02/2006 – 01/04/2006			01/05/2006 – 01/07/2006		
	80,5 -98,7%	0,3-0,5%	1-19%	80,2– 90,3%	0,7-0,8%	9-19%	0-63,1%	0-0,9%	36-100%
19) Εξωτερικό Δίκτυο Ύδρευσης Δ/Δ ΚΑΛΟΜΟΙΡΑΣ Ματονερίου	01/08/2002 – 01/02/2003			01/03/2003 – 01/08/2003			01/09/2003 – 01/02/2004		
	91,7-94,6%	0,3-0,4%	5-8%	96,4-96,2%	0,6-0,8%	3%	0-92,1%	0-0,9%	7-100%
20) Ύδρευση Δήμου Παλαμά	01/09/2002 – 01/04/2003			01/03/2003 – 01/12/2003			01/01/2004 – 01/07/2004		
	84,6-98,5%	0,4-0,5%	1-15%	78,3-98,4%	0,6-0,7%	1-21%	0-81,3%	0-0,7%	18-100%
21) Φράγμα Λογγά Νομού Τρικάλων (Ολοκλήρωση Εργασιών)	01/09/2001 - -1/01/2002			01/02/2002 – 01/05/2002			01/06/2002 – 01/09/2002		
	88,7-98,6%	0,3-0,4%	1-11%	84,3-88,4%	0,6-0,7%	11-15%	0-94,1%	0-0,9%	5-100%
22) Δίκτυο Αποχέτευσης και Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Γαβριάνης	01/02/2004 – 01/11/2004			01/12/2004 – 01/09/2005			01/10/2005 – 01/07/2006		
	92,6– 98,7%	0,3– 0,4%	1-7%	86,5-98,3%	0,5-0,7%	1-13%	0-84,3%	0-0,7%	15-100%
23) Αποχέτευση Ακάθαρτων Υδάτων Δ.Δ. Γιάννουλης	01/11/2005 – 01/05/2006			01/06/2006 – 01/12/2006			01/01/2007 – 01/06/2007		
	95,7-98,6%	0,3-0,4%	1-4%	92,4-98,2%	0,6-0,8%	1-7%	0-98,1%	0-0,9%	1-100%
24) Επέκταση Βιολογικού Καθαρισμού Τυρνάβου	01/11/2003 – 01/10/2004			01/11/2004 – 01/09/2005			01/10/2005 – 01/08/2006		
	88,7-98,6%	0,3-0,4%	1-11%	87,3-99,7%	0,3-0,7%	0-12%	0-94,2%	0-0,8%	5-100%

Πίνακας 7.1 : Παρουσίαση Τιμών Πιθανοτήτων εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV κάθε έργο

Στον Πίνακα 7.1 παρουσιάζονται οι πιθανότητες εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV για κάθε έργο. Τα αποτελέσματα αυτά συνοψίστηκαν μετά από τις χιλιάδες προσομοιώσεις που εκτελέστηκαν για κάθε έργο ξεχωριστά και για κάθε χρονική στιγμή. Στο συγκεκριμένο πίνακα χωρίστηκε το κάθε έργο σε τρία στάδια και αυτό εξηγείται από το ποσοστό ολοκλήρωσης που αναγράφεται στην αρχή του πίνακα. Σε κάθε στάδιο εκτέλεσης του κάθε έργου, εμφανίζεται η πιθανότητα το $EV < PV$, το $EV = PV$ και αντίστοιχα η πιθανότητα εμφάνισης της $EV > PV$.

Όπως παρατηρούμε στον πίνακα, στο πρώτο στάδιο του έργου, δηλαδή όταν το ποσοστό ολοκλήρωσης βρίσκεται μόλις στο 33%, τα 23 από τα 24 έργα παρουσιάζουν μεγάλη πιθανότητα το EV να είναι μικρότερο από το PV. Αυτό σημαίνει ότι και τα 23 αυτά έργα έχουν καθυστέρηση στην εξέλιξη του έργου, καθώς το προγραμματιζόμενο κόστος για τις εργασίες είναι μεγαλύτερο από το κερδισμένο κόστος, που αναφέρεται σε ποσοστό της προόδου του έργου εκείνη τη χρονική στιγμή. Η πιθανότητα μπορεί να παρουσιαστεί σε ένα εύρος 80-100%, κάτι το οποίο δείχνει την τιμή της πιθανότητας σε αυτό το στάδιο να κορυφώνεται. Αυτό δικαιολογείται στα έργα, γιατί στην αρχική φάση των έργων επικρατεί μεγάλο ποσοστό αβεβαιότητας και αυτό συμβαίνει γιατί οι Διαχειριστές των Έργων είναι αισιόδοξοι για την πορεία του έργου. Υπάρχει και ένα έργο στον πίνακα <<Ε.Ο Λαρίσης – Φαρσάλων>> το οποίο παρουσιάζει μικρή πιθανότητα στη εξέλιξη της $EV < PV$ σε κάποια χρονική στιγμή της πρώτης φάσης ολοκλήρωσης, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα και αυτό δείχνει ότι υπήρξε υπέρβαση του προγραμματισμένου κόστους κάποια χρονική στιγμή. Στη συνέχεια παρατηρούμε σε όλα τα έργα μια πολύ μικρή τιμή της πιθανότητας της εξέλιξης της $EV = PV$ της τάξης 0-0,5%, που δηλώνει ένα πολύ μικρό ποσοστό το έργο να είναι πάνω στο χρονοδιάγραμμα και εντός προϋπολογισμού. Και τέλος, η πιθανότητα εξέλιξης $EV > PV$ κατά το πρώτο στάδιο ολοκλήρωσης είναι λογικό ότι θα είναι σχετικά μικρή στα 23 έργα, εφόσον στην αρχή υπήρχε μια μεγάλη καθυστέρηση. Η πιθανότητα κυμαίνεται σε εύρος 0-14%, κάτι το οποίο δηλώνει μικρή πιθανότητα να είναι τα έργα μπροστά στο χρονοδιάγραμμα και αντίστοιχα πάνω από τον προϋπολογισμό. Το έργο <<Ε.Ο Λαρίσης – Φαρσάλων>> είναι λογικό στην παρούσα φάση να έχει μικρή πιθανότητα $EV > PV$, καθώς από την αρχή είχε ξεκινήσει με μικρότερη καθυστέρηση σε σχέση με τα υπόλοιπα.

Συνεχίζοντας με το δεύτερο στάδιο ολοκλήρωσης των έργων, δηλαδή στο 2/3 του έργου, σε άλλα έργα αρχίζει να υπάρχει μια μικρή μείωση της πιθανότητας εξέλιξης $EV < PV$ και σε άλλα λίγο μεγαλύτερη. Η πιθανότητα εξέλιξης της $EV = PV$ παραμένει σχετικά μικρή της τάξης 0-

0,7% και αντίστοιχα η πιθανότητα της $EV > PV$ σε κάποια από τα έργα αρχίζει να αυξάνεται , δείχνοντας ότι τα έργα αρχίζουν να εξελίσσονται πιο ομαλά. Δηλαδή σε άλλα έργα μειώνεται αρκετά η πιθανότητα τα έργα να είναι πίσω στο χρονοδιάγραμμα και αντίστοιχα αυξάνεται αρκετά η πιθανότητα να είναι μπροστά στο χρονοδιάγραμμα και σε άλλα το αντίστροφο. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι σε αυτή τη φάση εξέλιξης των έργων , παρατηρείται σταδιακή μείωση της αβεβαιότητας σε όλα τα έργα.

Και τέλος στο τελευταίο στάδιο ολοκλήρωσης των έργων , η πιθανότητα $EV < PV$ αρχίζει και μειώνεται αισθητά, φτάνοντας περίπου το εύρος 0-95% . Η μεγάλη τιμή της πιθανότητας στο εύρος που δόθηκε , οφείλεται στην αρχή της τρίτης φάσης και από εκεί και έπειτα μειώνεται σταδιακά, αγγίζοντας την τελευταία χρονική στιγμή σε όλα τα έργα την τιμή 0%. Παρατηρείται μια μικρή αύξηση της πιθανότητας $EV = PV$ με εύρος 0,1-1,5%. Η πιθανότητα αντίστοιχα της $EV > PV$ αγγίζει μεγάλες πιθανότητες με εύρος περίπου 2-100%. Από αυτό εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα έργα επιταχύνουν για να ολοκληρωθούν την τελευταία χρονική στιγμή. Η μικρότερη τιμή του εύρους εξηγείται από το γεγονός ότι στη αρχή της τελευταίας φάσης , όπως ειπώθηκε και πριν, υπήρχαν μεγάλες τιμές για την εξέλιξη της $EV < PV$ καθώς τότε άρχιζαν και μειώνονταν. Είναι λογικές οι παρατηρήσεις στο τρίτο στάδιο ολοκλήρωσης του έργου , καθώς είναι η φάση Λήξης του έργου και σε αυτή τη φάση η αβεβαιότητα τείνει να εκμηδενιστεί.

Ένα άλλο συμπέρασμα που προκύπτει στην παρούσα ανάλυση από χρονολογίες των έργων , είναι στα έργα με χρονική διάρκεια **2001-2002**. Στις χρονολογίες αυτές , τα έργα που πραγματοποιήθηκαν είναι τα εξής : 20ο Δημοτικό Σχολείο Νέας Ιωνίας , Φράγμα Λογγά Νομού Τρικάλων (Ολοκλήρωση Εργασιών). Στο πρώτο στάδιο ολοκλήρωσης και στα δύο έργα, για τη πιθανότητα $EV < PV$ έχουμε ακριβώς το ίδιο εύρος 88,7-98,9%, όπως επίσης και για τη πιθανότητα $EV = PV$ 0,1-0,4% και αντίστοιχα για την πιθανότητα $EV > PV$, που είναι 1-11%. Άρα στο πρώτο στάδιο και τα δύο έργα εξελίσσονται με την ίδια πρόοδο. Και στο δεύτερο στάδιο , αν παρατηρήσει κανείς εξελίσσονται ομοίως με μικρές αποκλίσεις τάξης 10 % στη πρόοδο του κάθε έργου, και αυτό επίσης συμβαίνει και στη τρίτη φάση εκτέλεσης τους με σχεδόν μηδαμινή απόκλιση στις τιμές των πιθανοτήτων. Άρα παρατηρούμε ότι τα έργα που πραγματοποιήθηκαν σε αυτές τις χρονολογίες , παρουσιάζουν ομοιομορφία στη πρόοδο της εξέλιξης τους , χρησιμοποιώντας την τριγωνική κατανομή στην εξαγωγή των συμπερασμάτων τους.

Επιπλέον ένα άλλο συμπέρασμα που προκύπτει από χρονολογίες των έργων είναι στα έργα με χρονική διάρκεια **2002-2004**. Σε αυτά τα έργα ανήκουν τα εξής : Ανέγερση 23ου Δημοτικού Σχολείου Λάρισας , 7ο και 22ο Δημοτικά Σχολεία , Οδός Καροπλέσι – Ιταμός ,Δρόμος Κρασιά – Ραψάνη , Κατασκευή Γέφυρας Γόννων , Εξωτερικό Δίκτυο Ύδρευσης Δ/Δ ΚΑΛΟΜΟΙΡΑΣ Ματονερίου , Ύδρευση Δήμου Παλαμά. Παρατηρήθηκε ότι στο πρώτο στάδιο η πιθανότητα $EV < PV$ αποκτά τιμές στο διάστημα (85-97%) , του οποίου η απόκλιση χαρακτηρίζεται σχετικά μικρή, η πιθανότητα εξέλιξης της $EV = PV$ να είναι στο διάστημα (0,1 – 0,4%) που θεωρείται πολύ μικρή , όπως επίσης η πιθανότητα ,αντίστοιχα, της $EV > PV$ είναι στο εύρος των τιμών 0-15%. Άρα η εξέλιξη της EV πρώτο στάδιο ολοκλήρωσης των έργων παρουσιάζει ομοιομορφία σε όλα τα έργα της κατηγορίας αυτής. Στο δεύτερο στάδιο η πιθανότητα $EV < PV$ αποκτά τιμές στο διάστημα (78-100%) , η πιθανότητα εξέλιξης της $EV = PV$ να είναι στο διάστημα (0 – 0,7%) που θεωρείται πολύ μικρή , όπως επίσης η πιθανότητα ,αντίστοιχα, της $EV > PV$ είναι στο εύρος των τιμών 0-21%. Σε όλα τα έργα παρατηρήθηκαν μικρές αποκλίσεις μεταξύ τους, εκτός από το έργο <<Κατασκευή Γέφυρας Γόννων>> , το ποίο παρουσίασε μικρότερη πιθανότητα σε σχέση με τα υπόλοιπα , για αυτό και η πιθανότητα έφτασε στο 78%. Στο τρίτο στάδιο η πιθανότητα $EV < PV$ αποκτά τιμές στο διάστημα (0- 97,5%) , η πιθανότητα εξέλιξης της $EV = PV$ να είναι στο διάστημα (0 – 2,2%) που θεωρείται πολύ μικρή , όπως επίσης η πιθανότητα ,αντίστοιχα, της $EV > PV$ είναι στο εύρος των τιμών 2-100%. Σαν απόκλιση είναι αρκετά μεγάλη , γιατί όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο δεν ξεκινούν όλα τα έργα με την ίδιο πρόοδο στο τρίτο στάδιο ολοκλήρωσης. Όλα όμως ξεκινούν την τρίτη φάση εκτέλεσης τους με μεγάλη πιθανότητα με εύρος 85-95% και σιγά σιγά αρχίζει σταδιακά να μειώνεται ,φθάνοντας στο 0% και να καταλήγουν στη τιμή της πιθανότητας η $EV > PV$ να τείνει στο 100% .Άρα βλέπουμε ότι η τριγωνική κατανομή με τη χρήση της προσομοίωσης Monte Carlo περιγράφει την εξέλιξη της παραμέτρου σε αυτή τη κατηγορία έργων σε όλα τα στάδια ολοκλήρωσης με μικρή απόκλιση, εκτός από το έργο << Κατασκευή Γέφυρας Γόννων>> , που στην αρχή του δεύτερου σταδίου, παρουσίασε μεγάλη απόκλιση στη τιμή της εξέλιξης της $EV < PV$, σε σύγκριση με τα υπόλοιπα που παρουσίαζαν απόκλιση μόλις 5%.

Στη συνέχεια παρατηρώντας τα έργα που ανήκουν στα χρονικά έτη **2004 – 2008**, θα σχολιαστεί το αν έχουν μια ομοιόμορφη εξέλιξη στη πρόοδο τους σε κάθε στάδιο εξέλιξης τους. Στις χρονολογίες αυτές ανήκουν τα εξής έργα: Βελτίωση δασικού δρόμου Σπηλιά-Μέχρι Διασταύρωση προς Καταφύγιο Κισσάβου Δ. Νέσσωνος , Διάνοιξη Δασικού Δρόμου Γ ' Κατηγορίας "Θηλικάκια – Καλόγηρος" Νήσου Σκοπέλου, Υποδομές Αναβάθμισης Ποιότητας Νερού Δήμου Πολυδάμαντα (Αγωγός και Δεξαμενή Ύδρευσης Αγίας Τριάδας) , Βελτίωση

Μεταφορά και Διανομή νερού για Άρδευση στα αγροκτήματα Αηδόνας – Γλυκομηλιάς - Παλαιοχωρίου – Χρυσομηλιάς και Καλογριάνης Δήμου Κλείνου ,Αποχέτευση Ακάθαρτων Υδάτων Δ.Δ. Γιάννουλης. Όποτε παρατηρώντας τον πίνακα, προκύπτει ότι κατά την πρώτη φάση ολοκλήρωσης τα 3 από τα 5 έργα ξεκινούν με πιθανότητα εύρους 94-99,9% σε αντίθεση με τα άλλα δύο τα οποία ξεκινάνε 80-99,9%. Αυτό σημαίνει ότι τα τρία έργα είχα μεγαλύτερο ποσοστό καθυστέρησης σε σύγκριση με τα άλλα 2 και η απόκλιση μεταξύ τους είναι σχετικά μεγάλη. Συνεχίζοντας στη δεύτερη φάση ολοκλήρωσης , υπάρχει ανομοιομορφία στη εξέλιξη των έργων. Άλλα έργα συνεχίζουν να έχουν αρκετά μεγάλο ποσοστό καθυστέρησης σε αντίθεση με κάποια άλλα τα οποία αρχίζουν να εξελίσσονται πιο σταδιακά και να βελτιώνεται η πρόοδος τους. Δεν υπάρχει ομοιομορφία μεταξύ τους στις αποκλίσεις. Και τέλος στη τελευταία φάση ολοκλήρωσης τους ,τα 3 από αυτά ξεκινούν με πιθανότητα εύρους 65-67% με μικρή απόκλιση μεταξύ τους σε αντίθεση με τα άλλα 2 τα οποία συνεχίζουν να παρουσιάζουν μεγάλες πιθανότητες εύρους 95,9-98%. Όλα όμως καταλήγουν στο 0% την τελευταία χρονική στιγμή της εξέλιξης τους

Πίνακας Αποτελεσμάτων των Έργων									
Ποσοστό Ολοκλήρωσης Έργου	33,3%			33,3%			33,3%		
Εξέλιξης της EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	EV<PV	EV=PV	EV>PV
	Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV			Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV			Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV		
<u>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΩΝ : ΚΤΙΡΙΑΚΑ</u>									
1)20ο Δημοτικό Σχολείο Νέας Ιωνίας	01/10/2000-01/06/2001			01/07/2001-01/01/2002			01/02/2002- 01/08/2002		
	88,9-98,9%	0,1 - 0,2%	1- 11%	94,9 -99,6%	0,1-0,3%	0,2 - 5%	0-97,8%	0,2-0,6%	2 – 99,4%
2) Ανέγερση 1 ^ο Δημοτικού Σχολείου Γιάννουλης	01/09/2002-01/01/2003			01/02/2003- 01/05/2003			01/06/2003-01/09/003		
	97,8-99,9%	0,1-0,2%	0-2%	91,4- 97,8%	0,2- 0,6%	2 - 8%	0- 90,5%	0,5-0,8%	9 - 99,2%
3) Ανέγερση 23 ^ο Δημοτικού Σχολείου Λάρισας	01/11/2002 – 01/04/2003			01/05/2003-01/09/2003			01/10/2003-01/03/2004		
	95,8-98,9%	0,1-0,2%	1-4%	96,5-98,7%	0,3-0,5%	1-3%	0-97,4%	0,4 - 0,6%	2 - 99,6%
4)Διαμόρφωση Περιβάλλοντος Χώρου Συγκροτήματος Κτιρίων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο πεδίο άρεως Βόλου	01/01/2003-01/11/2003			01/12/2003-01/08/2004			01/09/2004-01/04/2005		
	92,7-98,6%	0,3-0,4%	1-7%	90,8-99,6%	0,2-0,4%	0-9%	0-88,7%	0,3-0,7%	11-99,7%
5)7 ^ο και 22 ^ο Δημοτικά Σχολεία	01/10/2002-01/05/2003			01/06/2003-01/02/2004			01/03/2004-01/08/2004		
	97,7-99,8%	0,2-0,3%	0-2%	97,9-99,9%	0,1%	0-2%	0-87,8%	0-0,2%	12-100%

Πίνακας 7.2 : Παρουσίαση Τιμών Πιθανοτήτων εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV στα Κτιριακά Έργα.

Παρατηρώντας τον πίνακα 7.2 , η κατηγορία Κτιριακά έργα παρουσιάζει στην πρώτη φάση ολοκλήρωσης ,πιθανότητα εξέλιξης EV<PV στο διάστημα (88,9 – 99,9%) , πιθανότητα εξέλιξης EV=PV να είναι στο διάστημα (0 ,1– 0,4%) που θεωρείται πολύ μικρή , όπως επίσης πιθανότητα ,αντίστοιχα, της EV>PV να είναι στο εύρος των τιμών 0-11%. Στο πρώτο στάδιο εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV , παρατηρείται ομοιομορφία στα αποτελέσματα των πιθανοτήτων , κάτι που δείχνει ότι όλα τα έργα είχαν μια μικρή απόκλιση της τάξης περίπου 10% , μια σχετικά μικρή απόκλιση, οπότε η εξέλιξη της προόδου των έργων περιγράφεται από την τριγωνική κατανομή ομοίως σε όλα τα έργα. Συνεχίζοντας με τη δεύτερη φάση ολοκλήρωσης των έργων , παρατηρούμε και εκεί όμοια αποτελέσματα με μέγιστη απόκλιση

μεταξύ τους περίπου 8 %. Παρατηρείται ότι τα έργα συνεχίζουν να παρουσιάζουν μεγάλη πιθανότητα καθυστέρησης , καθώς εξελίσσονται στο χρόνο με όμοιο όμως αποτέλεσμα. Και τέλος στη φάση Λήξης των έργων , είναι λογικό ότι παρουσιάζουν μεγάλη πιθανότητα καθυστέρησης στην αρχή της φάσης , όμως σταδιακά αυτή η πιθανότητα καθυστέρησης στην εξέλιξη τους μειώνεται και αυξάνεται με μεγάλους ρυθμούς η πρόοδος του έργου μέχρι να ολοκληρωθεί η πραγματοποίησή του. Πάλι τα αποτελέσματα σε όλα τα έργα είναι όμοια με μέγιστη απόκλιση περίπου 10%, που κρίνεται σχετικά μικρή. Άρα συμπεραίνουμε ότι η εξέλιξη των Κτιριακών έργων μπορεί να περιγραφεί χρησιμοποιώντας την τριγωνική κατανομή με την τεχνική προσομοίωσης Monte Carlo, και στα τρία στάδια ολοκλήρωσης των έργων .

Πίνακας Αποτελεσμάτων των Έργων									
Ποσοστό Ολοκλήρωσης Έργου	33,3%			33,3%			33,3%		
Εξέλιξης της EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	EV<PV	EV=PV	EV>PV
	Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV			Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV			Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV		
<u>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΩΝ : ΟΔΟΠΟΙΕΣ</u>									
6) Βελτίωση δασικού δρόμου Σπηλιά-Μέχρι Διασταύρωση προς Καταφύγιο Κισσάβου Δ. Νέσσωνος	01/06/2005-01/06/2006			01/07/2006 -01/06/2007			01/07/2007 – 01/07/2008		
	93,9-99,9%	0-0,1%	0-6%	79,8-99,4%	0,2-0,6%	0-20%	0- 95,9%	0-0,1%	4-100%
7) Διάνοιξη Δασικού Δρόμου Γ ´ Κατηγορίας “Θηλικάκια – Καλόγηρος” Νήσου Σκοπέλου	01/03/2004 – 01/06/2005			01/07/2005 – 01/10/2006			01/11/2006 – 01/11/2008		
	93,8-98,8%	0-0,2%	1-6%	67,7-97,8%	0,2 - 0,3%	2-32%	0-55,9%	0-0,1%	44-100%
8) Βελτίωση Δασικού Οδικού Δικτύου & Κατασκευής Τεχνικών Έργων Παν/κου Δάσους Περουλίου	01/08/2003 – 01/03/2004			01/04/2004-01/11/2004			01/12/2004-01/06/2005		
	87,5-97,8%	0,2-0,5%	2- 12%	88-98,7%	0-0,3%	1-12%	0 – 89,9%	0-0,1%	10-100%
9) Βελτίωση Οδικής Σύνδεσης από Οικισμό Γκολφάρι έως οικισμό Πύργος	01/04/2004 – 01/10/2004			01/11/2004- 01/05/2005			01/06/2005-01/11/2005		
	94 – 100%	0%	0-6%	86,9-96,9%	0-0,1%	3-13%	0-81%	0-1%	18-100%
10)Οδός Καροπλέσι – Ιταμός	01/10/2002-01/03/2003			01/04/2003 – 01/08/2003			01/09/2003 – 01/01/2004		
	94 -98,7%	0-0,3%	1-6%	94-98,6%	0-0,4%	1-6%	0-93,8%	0-2,2,%	4-100%
11) Δρόμος Κρανιά – Ραψάνη	01/11/2003 – 01/02/2004			01/03/2004 – 01/05/2004			01/06/2004 – 01/08/2004		
	90,8-97,9%	0,1-0,2%	2-9%	52,5-91,4%	0,5-0,6%	8-47%	0,5-49%	1-1,5%	50-98%
12) Κατασκευή Δρόμου Καλύβια Θέση Τουρτοφωλιά	01/08/2000 – 01/12/2000			01/01/2001 – 01/05/2001			01/06/2001 – 01/10/2001		
	88 – 98,9%	0-0,1%	1-12%	77,5 –98,7%	0,3-0,5%	1-22%	0-72,4%	0-0,6%	27-100%
13) Ε.Ο Λαρίσης – Φαρσάλων	01/10/2002-01/10/2003			01/11/2003-01/11/2004			01/12/2004 – 01/12/2005		
	0 - 98,9%	0%	1,1–100%	81,9-95,8%	0,1-0,2%	4-18%	0-81%	0-1%	18-100%
14) Κατασκευή Γέφυρας Γόννων	1/10/2002 – 01/05/2003			01/06/2003 – 01/01/2004			01/02/2004-01/09/2004		
	91,9-100%	0-0,1%	0-8%	77,7-98,6%	0,3-0,4%	1-20%	0-90,2%	0-0,8%	9-100%

Πίνακας 7.3 : Παρουσίαση Τιμών Πιθανοτήτων εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV στα Έργα Οδοποιίες.

Παρατηρώντας τον πίνακα 7.3 , η κατηγορία έργα Οδοποιίες παρουσιάζει στην πρώτη φάση ολοκλήρωσης σε 8 από τα 9 έργα ,πιθανότητα εξέλιξης $EV < PV$ στο διάστημα (88 – 99,9%) , πιθανότητα εξέλιξης $EV = PV$ να είναι στο διάστημα (0 – 0,5%) που θεωρείται πολύ μικρή , όπως επίσης πιθανότητα ,αντίστοιχα, της $EV > PV$ να είναι στο εύρος των τιμών 0-12%. Σε αυτά τα έργα τα αποτελέσματα είναι όμοια και εξελίσσονται με τον ίδιο τρόπο παρουσιάζοντας μόλις απόκλιση στις τιμές της τάξης το πολύ 10 %. Όμως υπάρχει ένα έργο , ονομαζόμενο Ε.Ο Λαρίσης – Φαρσάλων, που παρουσιάζει μεγάλη απόκλιση από τα άλλα καθώς εμφανίζει αρχική πιθανότητα καθυστέρησης 0%. Αυτό δείχνει ότι η πρόοδος του είναι μεγαλύτερη από την προγραμματισμένη. Συνεχίζοντας με την δεύτερη φάση ολοκλήρωσης των έργων, παρατηρούμε ανομοιομορφία στην εξέλιξη των έργων καθώς το εύρος των τιμών ποικίλλει από έργο σε έργο με εύρος 68 – 99%. Στην παρούσα φάση αυτών των έργων δεν περιγράφεται η εξέλιξη τους με όμοιο τρόπο. Μεγάλες αποκλίσεις όμως υπάρχουν και στη τελευταία φάση ολοκλήρωσης των έργων , σε άλλα να μειώνεται πολύ η πιθανότητα τους σε σχέση με την δεύτερη φάση , που σημαίνει βελτίωση στη πρόοδο του έργου και σε άλλα να ξεκινούν την τελευταία φάση με μεγάλη πιθανότητα καθυστέρησης. Όπως συμπεραίνεται , η τριγωνική κατανομή στη κατηγορία αυτή δεν περιγράφει την εξέλιξη των έργων με ομοιόμορφο τρόπο, παρότι στην αρχική φάση υπήρχε μια σχετική ομοιομορφία στα 8 από τα 9 έργα.

Πίνακας Αποτελεσμάτων των Έργων									
Ποσοστό Ολοκλήρωσης Έργου	33,3%			33,3%			33,3%		
Εξέλιξης της EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	EV<PV	EV=PV	EV>PV
	Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV			Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV			Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΩΝ : ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ									
15) Βελτίωση ,Μεταφορά και Διανομή νερού για Άρδευση στα αγροκτήματα Αηδόνας – Γλυκομηλιάς - Παλαιοχωρίου – Χρυσομηλιάς και Καλογριάνης Δήμου Κλείνου	01/09/2005 – 01/03/2006			01/04/2006 – 01/10/2006			01/11/2006 – 01/04/2007		
	79,8-98,9%	0,1-0,2%	1-20%	74,4-98,7%	0,3-0,6%	1-25%	0-66,2%	0-0,8%	33-100%
16) Αξιοποίηση Υφιστάμενων Κρατικών Γεωτρήσεων – Άρδευτικό έργο Περιδικοράχης	01/10/2004 – 01/01/2005			01/02/2005 – 01/04/2005			01/05/2005 – 01/07/2005		
	88,7-97,6%	0,3-0,4%	2-11%	78,8– 97,3%	0,2-0,7%	2-21%	0-71,5%	0-0,5%	28-100%
17) Αντικατάσταση Δικτύου Ύδρευσης Σωληνώσεων Δ.Δ	01/07/2004 – 01/10/2004			01/11/2004 – 01/02/2005			01/03/2005 – 01/06/2005		
	85,7-96,5%	0,3-0,5%	3-14%	82,7-96,3%	0,3-0,7%	3-17%	0-57,4%	0-0,6%	42-100%
18) Υποδομές Αναβάθμισης Ποιότητας Νερού Δήμου Πολυδάμαντα (Αγωγός και Δεξαμενή Ύδρευσης Αγίας Τριάδας)	01/10/2005 – 01/01/2006			01/02/2006 – 01/04/2006			01/05/2006 – 01/07/2006		
	80,5 -98,7%	0,3-0,5%	1-19%	80,2– 90,3%	0,7-0,8%	9-19%	0-63,1%	0-0,9%	36-100%
19) Εξωτερικό Δίκτυο Ύδρευσης Δ/Δ ΚΑΛΟΜΟΙΡΑΣ Ματονερίου	01/08/2002 – 01/02/2003			01/03/2003 – 01/08/2003			01/09/2003 – 01/02/2004		
	91,7-94,6%	0,3-0,4%	5-8%	96,4-96,2%	0,6-0,8%	3%	0-92,1%	0-0,9%	7-100%
20) Ύδρευση Δήμου Παλαμά	01/09/2002 – 01/04/2003			01/03/2003 – 01/12/2003			01/01/2004 – 01/07/2004		
	84,6-98,5%	0,4-0,5%	1-15%	78,3-98,4%	0,6-0,7%	1-21%	0-81,3%	0-0,7%	18-100%
21) Φράγμα Λογγά Νομού Τρικάλων (Ολοκλήρωση Εργασιών)	01/09/2001 - -1/01/2002			01/02/2002 – 01/05/2002			01/06/2002 – 01/09/2002		
	88,7-98,6%	0,3-0,4%	1-11%	84,3-88,4%	0,6-0,7%	11-15%	0-94,1%	0-0,9%	5-100%

Πίνακας 7.4 : Παρουσίαση Τιμών Πιθανοτήτων εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV στα Υδραυλικά Έργα

Παρατηρώντας τον πίνακα 7.4, η κατηγορία έργα Υδραυλικά παρουσιάζει στην πρώτη φάση ολοκλήρωσης πιθανότητα εξέλιξης EV<PV στο διάστημα (80– 98,9%) , πιθανότητα εξέλιξης EV=PV να είναι στο διάστημα (0 ,1– 0,5%) που θεωρείται πολύ μικρή , όπως επίσης πιθανότητα ,αντίστοιχα, της EV>PV να είναι στο εύρος των τιμών 1-20%. Παρατηρείται ομοιομορφία στην αρχική φάση των έργων, δηλαδή το ποσοστό προόδου των έργων δεν παρουσιάζει μεγάλη απόκλιση το πολύ 10%. Ακολουθώντας στο δεύτερο στάδιο ολοκλήρωσης των έργων οι αποκλίσεις στις τιμές αυξάνονται σχετικά σε μεγάλο βαθμό και

ποικίλλουν από έργο σε έργο. Κάτι παρόμοιο συμβαίνει και στο τρίτο στάδιο ολοκλήρωσης των έργων ,στο οποίο πάλι παρουσιάζονται αποκλίσεις μεγάλες αλλά και ανομοιομορφία στα αποτελέσματα. Οπότε προκύπτει σε αυτήν την κατηγορία, ότι στην αρχική φάση των έργων παρατηρείται ομοιομορφία στα αποτελέσματα, όμως στη συνέχεια τα αποτελέσματα ποικίλλουν και στο δεύτερο στάδιο ολοκλήρωσης αλλά και στο τελευταίο. Οπότε δεν μπορούμε να πούμε ότι η τριγωνική κατανομή μπορεί να περιγράψει με ακρίβεια την εξέλιξη αυτής της κατηγορίας των έργων.

Πίνακας Αποτελεσμάτων των Έργων									
Ποσοστό Ολοκλήρωσης Έργου	33,3%			33,3%			33,3%		
Εξέλιξης της EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	EV<PV	EV=PV	EV>PV
	Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV			Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV			Πιθανότητα εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV		
<u>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΩΝ : ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΙΣ</u>									
22) Δίκτυο Αποχέτευσης και Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Γαβριάνης	01/02/2004 – 01/11/2004			01/12/2004 – 01/09/2005			01/10/2005 – 01/07/2006		
	92,6– 98,7%	0,3– 0,4%	1-7%	86,5-98,3%	0,5-0,7%	1-13%	0-84,3%	0-0,7%	15-100%
23) Αποχέτευση Ακάθαρτων Υδάτων Δ.Δ. Γιάννουλης	01/11/2005 – 01/05/2006			01/06/2006 – 01/12/2006			01/01/2007 – 01/06/2007		
	95,7-98,6%	0,3-0,4%	1-4%	92,4-98,2%	0,6-0,8%	1-7%	0-98.1%	0-0,9%	1-100%
24) Επέκταση Βιολογικού Καθαρισμού Τυρνάβου	01/11/2003 – 01/10/2004			01/11/2004 – 01/09/2005			01/10/2005 – 01/08/2006		
	88,7-98,6%	0,3-0,4%	1-11%	87,3-99,7%	0,3-0,7%	0-12%	0-94,2%	0-0,8%	5-100%

Πίνακας 7.5 : Παρουσίαση Τιμών Πιθανοτήτων εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV στα έργα Αποχέτευσης.

Παρατηρώντας τον πίνακα 7.5, η κατηγορία έργα Αποχέτευσης παρουσιάζει στην πρώτη φάση ολοκλήρωσης πιθανότητα εξέλιξης EV<PV στο διάστημα (89– 98,7%) , πιθανότητα εξέλιξης EV=PV να είναι στο διάστημα (0 ,3– 0,4%) που θεωρείται πολύ μικρή , όπως επίσης πιθανότητα ,αντίστοιχα, της EV>PV να είναι στο εύρος των τιμών 1-11%. Οπότε προκύπτει μια όμοια εξέλιξη των έργων στο πρώτο στάδιο ολοκλήρωσης τους , άρα μέχρι στιγμής η τριγωνική κατανομή μπορεί να περιγράψει την εξέλιξη των έργων. Συνεχίζοντας στο δεύτερο στάδιο ολοκλήρωσης των έργων , παρατηρείται εύρος στις τιμές της EV<PV περίπου 87-99,7% , οπότε προκύπτουν πάλι όμοια αποτελέσματα με μικρές αποκλίσεις και αν παρατηρήσεις κανείς και το τελικό στάδιο ολοκλήρωσης θα δει ότι και εκεί οι αποκλίσεις είναι σχετικά μικρές με εύρος τιμών στις πιθανότητες ,το έργο να βρίσκεται πίσω στο χρονοδιάγραμμα ,περίπου 10%. Στη συνέχεια σταδιακά οι τιμές στις πιθανότητες θα αρχίζουν να μειώνονται μέχρι τα έργα να φθάσουν στην περάτωση τους. Άρα η τριγωνική κατανομή στη συγκεκριμένη κατηγορία των έργων θεωρείται ικανή να περιγράψει την εξέλιξη της προόδου τους καθ' όλη τη διάρκεια ζωής των έργων.

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Με την ολοκλήρωση της Διπλωματικής, προκύπτουν κάποια μελλοντικά ερευνητικά ερωτήματα που χρήζουν έρευνα. Είναι δυνατή η αξιοποίηση ευρημάτων και συμπερασμάτων της παρούσας έρευνας ,έτσι ώστε να ακολουθήσει περαιτέρω έρευνα για την βελτίωση της αξιοπιστίας των προγνωστικών μεθόδων. Πιο συγκεκριμένα ,να αναδειχθούν και άλλες κατανομές , με τις οποίες θα γίνει εύρεση της πιθανότητας της εξέλιξης της EV σε σχέση με την PV, και να προκύψει σύγκριση αυτών , με στόχο την ανάδειξη της πιο αξιόπιστης κατανομής.

Επίσης μπορεί να μελετηθεί η στάση των εμπλεκόμενων μερών των έργων , απέναντι στην αξιολόγηση των έργων ,καθώς και οι απόψεις τους – εισηγήσεις τους επί του θέματος για την καλύτερη αντιμετώπιση της κατάστασης. Να διερευνηθεί ίσως για ποιο λόγο η κατηγορία έργων Οδοποιίες και Υδραυλικά δεν μπορεί να περιγραφεί με την τριγωνική κατανομή.

Και τέλος, ένα ακόμη μελλοντικό ερευνητικό ερώτημα, αποτελεί η διερεύνηση της εξέλιξης της EV σε έργα μεγάλης κλίμακας ,μεσαίας ή μικρής κλίμακας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Acebes, F., Pajares, J., Galan, J.M. & Paredes, A.L.(2013), “Beyond Earned Value Management: A Graphical Framework”, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 74, 181-189.
- Aliverdi, R., Naeni, L. M. & Salehipour, A.(2013), “ Monitoring project duration and cost in a construction project by applying statistical quality control charts ”, *International Journal of Project Management*, 31, 411-423.
- Byrne, P.(1995), “Fuzzy Analysis – A vague way of dealing with uncertainty in real estate analysis”, *Journal of Property Valuation and Investment* ,13(3), 22-25. Διαθέσιμο από το : [http://books.google.gr/books?id=XuKRAGAAQBAJ&pg=PA125&lpg=PA125&dq=Byrne+P.\(1995\),+%E2%80%9CFuzzy+Analysis+%E2%80%93+A+vague+way+of+dealing+with+uncertainty+in+real+estate+analysis%E2%80%9D,&source=bl&ots=o3Ajj52CZK&sig=eOLGv9n_jmueGmgGNxtGwviTRvk&hl=el&sa=X&ei=eRwwVOzZFMnkaLSJgaAL&ved=0CCIQ6AEwAQ#v=onepage&q=Byrne%20P.\(1995\)%20%E2%80%9CFuzzy%20Analysis%20%E2%80%93%A+vague%20way%20of%20dealing%20with%20uncertainty%20in%20real%20estate%20analysis%E2%80%9D%2C&f=false](http://books.google.gr/books?id=XuKRAGAAQBAJ&pg=PA125&lpg=PA125&dq=Byrne+P.(1995),+%E2%80%9CFuzzy+Analysis+%E2%80%93+A+vague+way+of+dealing+with+uncertainty+in+real+estate+analysis%E2%80%9D,&source=bl&ots=o3Ajj52CZK&sig=eOLGv9n_jmueGmgGNxtGwviTRvk&hl=el&sa=X&ei=eRwwVOzZFMnkaLSJgaAL&ved=0CCIQ6AEwAQ#v=onepage&q=Byrne%20P.(1995)%20%E2%80%9CFuzzy%20Analysis%20%E2%80%93%A+vague%20way%20of%20dealing%20with%20uncertainty%20in%20real%20estate%20analysis%E2%80%9D%2C&f=false) [Ανακτήθηκε στις 22 Ιουνίου 2014]
- Caron, F., Ruggeri, F. & Merli, A.(2013), “A Bayesian Approach to Improve Estimate at Completion in Earned Value Management ”, *Project Management Journal*, 44(1), 3-16.
- Corovic, R. (2006-2007), “ Why EVM Is Not Good for Schedule Performance Analyses (and how it could be...) ”, *The Measurable News*. Διαθέσιμο από το : <http://www.earnedschedule.com/Docs/Why%20EVM%20is%20not%20Good%20for%20Schedule%20Performance%20Analyses%20-%20Corovic.pdf> [Ανακτήθηκε στις 25 Ιουνίου 2014]
- Cioffi, D. F.(2005), “ A tool for managing projects: an analytic parameterization of the S –curve ”, *International Journal of Project Management*, 23, 215-222.
- Cioffi, D.F.(2006), “ Designing Project Management: A scientific notation and an improved formalism for earned value calculations”, *International Journal of Project Management*, 24, 136 - 144.
- Elshaer, R.(2013), “Impact of sensitivity information on the prediction of project's duration using earned schedule method ”, *International Journal of Project Management*, 31, 579-588.
- Flanagan, R. & Norman, G.(2003). *Risk Management and Construction*, Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- French, N. & Gabrielli, L.,(1991). *The Uncertainty of Valuation*. 63. Διαθέσιμο από το : <http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/356354.pdf> [Ανακτήθηκε στις 25 Ιουλίου 2014]

Gentle,J.E.(2003). Random Number Generation and Monte Carlo Methods. 2^η εκδ.. Springer. Springer Science Business Media, Inc. Διαθέσιμο από το :<http://dis.unal.edu.co/~gjhernandezp/sim/hidden/Statistics%20and%20Computing%20-%20Springer%20-%20J.E.Gentle%20-%20Random%20number%20generation%20and%20Monte%20Carlo%20methods.pdf> [Ανακτήθηκε στις 20 Απριλίου 2014]

Hardie, N.(2001), “The prediction and control of project duration: a recursive model”, *International Journal of Project Management*, 19, 401-409.

Henderson, K. & Zwikael, D. O.(2008). *Does Project Performance Stability Exist? ...a re-examination of CPI and evaluation of SPI(t) stability*. Διαθέσιμο από το : <http://www.earnedschedule.com/Docs/Does%20Project%20Performance%20Stability%20Exist%20to%20Henderson%20Zwikael.pdf> [Ανακτήθηκε στις 20 Ιουνίου 2014].

Henderson,(2007).*Earned Schedule:A Breakthrough Extension to Earned Value Management*, Proceedings of PMI Global Congress Asia Pacific 2007. Διαθέσιμο από το : <http://earnedschedule.com/Docs/Earned%20Schedule%20a%20-%20Breakthrough%20Extension%20to%20EVM%20-%20Henderson.pdf> [Ανακτήθηκε στις 23 Σεπτεμβρίου 2013]

Karanovic, G., & Gjosevska, B. (2012, June 8-9). “Analysis of Risk and Uncertainty using Monte Carlo simulation and its influence on Project realization”.*The International Conference on Economics and Administration*.

Kastor,A. και Sirakoulis ,K.(2009). *The effectiveness of resource levelling tools for Resource Constraint Project Scheduling Problem*, *International Journal of Project Management* ,27 ,493-500.

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*, 21, 375-382.

Landau ,D.P. & Binder,K.(2009). *A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics*.3^η εκδ., Cambridge University Press.

Lipke , W.(2004) , “Independent Estimates at Completion – Another Method ”Crosstalk ,The Journal of Defense Software Engineering. Διαθέσιμο από το : <http://www.crosstalkonline.org/storage/issue-archives/2004/200410/200410-Lipke.pdf>

Lipke , W., (2008), “Project Duration Forecasting: Comparing Earned Value Management Methods to Earned Schedule”, *Crosstalk ,The Journal of Defense Software Engineering*, 10-15.

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*, 27, 400-407.

Maylor, H.(2005). Διαχείριση Έργων .3^η εκδ .Εκδόσεις : Κλειδάριθμος.

Meredith, J.R. and S.J. Mantel Jr.(2009). *Project Management: “A Managerial Approach (7th ed)”*, New York: John Wiley & Sons.

Muntean,C.,(2004), “The Monte Carlo Simulation Technique Applied in the Financial Market” *Faculty of Economic Sciences*.

Narbaev, T. & De Marco, A.(2013),“An Earned Schedule-based regression model to improve cost estimate at completion”, *International Journal of Project Management*, 32(6),1007-1018.Διαθέσιμο από το :
http://www.researchgate.net/profile/Alberto_De_Marco/publication/260292616_An_Earned_Schedulebased_regression_model_to_improve_cost_estimate_at_completion/file/72e7e5360874a420a8.pdf [Ανακτήθηκε στις 10 Ιουνίου 2014].

Nagrecha ,S. (2002) , An introduction to Earned Value Analysis. Διαθέσιμο από το :
http://www.pmiglc.org/COMM/Articles/0410_nagrecha_eva-3.pdf [Ανακτήθηκε στις 10 Απριλίου 2014].

Pajares,J.&López-Paredes,A.(2011), “An extension of the EVM analysis for project monitoring: The Cost Control Index and the Schedule Control Index” ,*International Journal of Project Management*, 29, 615-621.

Pandremmenou, H., Sirakoulis, K. & Blanas, N.(2013), “Success Factors in the Management of Investment Projects: A Case Study in the Region of Thessaly”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*,74, 438-447.

Pengelly, J.,2002. Monte Carlo Methods. Διαθέσιμο από το :
http://www.cs.otago.ac.nz/cosc453/student_tutorials/monte_carlo.pdf?q=methods
[Ανακτήθηκε στις 23 Αυγούστου 2014]

Project Management Institute (2008). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Pennsylvania: Project Management Institute.

Project Management Institute (2004). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Pennsylvania: Project Management Institute.

Project Management Institute (1996). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Pennsylvania: Project Management Institute.

Project Management Institute(2005). *Practise Standard for Earned Value Management*. Pennsylvania: Project Management Institute.

Raychaudhuri, S.(2008). “ *Introduction to Monte Carlo Simulation*. Oracle Crystal Ball Global Business Unit. Διαθέσιμο από το : <http://www.informs-sim.org/wsc08papers/012.pdf> [Ανακτήθηκε στις 10 Οκτωβρίου 2013].

Savage, S. (2003). *Decision making with insight*. Brooks/Cole: Thomson Learning, Inc.

Thomas, G.& Fernández, W. (2008). “*Success in IT projects: A matter of definition* ” *International Journal of Project Management* ,26(7),733-742. Διαθέσιμο από το : <http://blog.budzier.com/2008/10/20/an-experimental-investigation-of-factors-influencing-perceived-control-over-a-failing-it-project-jani-2008/>

Turner , J.R.(2009) .*The Handbook of Project-based Management*. The Mc Graw Hill. Διαθέσιμο από το : <http://213.55.83.214:8181/Management/02949.pdf>. [Ανακτήθηκε στις 15 Οκτωβρίου 2013].

Ulam, S., & Metropolis, N. (1949). “*The Monte Carlo Method*”, *Journal of the American Statistical Association*, 44(247), 335-341. Διαθέσιμο από το : <http://home.gwu.edu/~stroud/classics/MetropolisUlam49.pdf> [Ανακτήθηκε στις 25 Οκτωβρίου 2013].

Verzuh,E.(1999). Εισαγωγή στη Διαχείριση Έργων(project management). Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Verzuh, E.(2003) *The Fast Forward MBA in Project Management* : John Wiley & Sons Publications , Inc.

Verzuh, E.(2003) . *The Portable MBA in Project Management*. Canada : John Wiley & Sons, Inc. Διαθέσιμο από το : http://educationcity.weebly.com/uploads/4/4/5/1/4451099/john_wiley_and_sons_the_portable_mba_in_project_management.pdf [Ανακτήθηκε στις 20 Ιουνίου 2014]

Vandevoorde,S.&Vanhoucke,M.(2006),“A comparison of different project duration forecasting methods using earned value metrics”,*International Journal of Project Management*, 24,289-302.

Vanhoucke, M. (2009). *Measuring Time: Improving Project Performance Using Earned Value Management*. Springer Science+ Business Media.

Verzuh, E.(2003) . *The Portable MBA in Project Management*. Canada : John Wiley & Sons, Inc.

Webb ,A.(2003). *Using Earned Value : A Project Manager's Guide*. England : Gower. Διαθέσιμο από το: [http://books.google.gr/books?id=o3ERGDtZ9GsC&pg=PA11&hl=el&vq=%22d\)+Analysis+1\)+Identify+at+the+cost+account+level+on+a+monthly+basis+using+data+from,+or+reconcilable+with,+the%22&source=gbs_quotes_r&cad=6#v=onepage&q=%22d\)%20Analysis%201\)%20Identify%20at%20the%20cost%20account%20level%20on%20a%20monthly%20basis%20using%20data%20fro](http://books.google.gr/books?id=o3ERGDtZ9GsC&pg=PA11&hl=el&vq=%22d)+Analysis+1)+Identify+at+the+cost+account+level+on+a+monthly+basis+using+data+from,+or+reconcilable+with,+the%22&source=gbs_quotes_r&cad=6#v=onepage&q=%22d)%20Analysis%201)%20Identify%20at%20the%20cost%20account%20level%20on%20a%20monthly%20basis%20using%20data%20fro)

[m%2C%20or%20reconcilable%20with%2C%20the%22&f=false](#) [Ανακτήθηκε στις 20 Ιουνίου 2014]

Zimmerman ,H-J., ‘‘An application – oriented view of modeling uncertainty’’, European Journal of Operational Research , 122, 190-195.

Κασκαβέλης,Κ. (2009), *Ανάλυση κινδύνου στην Ευρωπαϊκή αγορά φυσικού αερίου με προσομοίωση Monte Carlo* , Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Κηρυττόπουλος, Κ.(2006). *Η οπτική του μάνατζμεντ*. Εκδόσεις : Κλειδάριθμος.

Συρακούλης, Σ.(2013), *Χρονικός Προγραμματισμός I &II, Σύντομες Σημειώσεις*

Κοντογιάννης, Α.(2007). *Ανάπτυξη περιβάλλοντος προσομοίωσης μέσω διαδικτύου (web based simulation environment) : για εκπαιδευτικούς σκοπούς*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.

Σίσκος ,Ε.,(2011). *Ανάπτυξη μοντέλου Μαθηματικού Προγραμματισμού για την προσομοίωση επιχειρησιακών αποφάσεων με έμφαση στην αντιμετώπιση της αβεβαιότητας*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική . Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

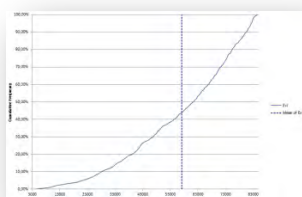
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Έργο 2: Ανέγερση 1^{ου} Δημοτικού Σχολείου Γιάννουλης

			ΣΕΝΑΡΙΑ			Evi
PV	AC	EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
83.071,92	33.418,74	1909,607	1909,607	83.071,92	85000	65248,14
281.166,50	113.109,58	21875,73	21875,73	281.166,50	292340	179070,26
489.911,33	190.229,74	64105,53	64105,53	489.911,33	492340	269070,11
831.305,75	269.920,58	154346,4	154346,4	831.305,75	835460	441801,13
1.211.226,27	349.611,42	291279,9	291279,9	1.211.226,27	1234000	1108157,72
1.260.248,27	421.590,24	365465,4	365465,4	1.260.248,27	1278690	1270181,28
1.260.248,27	501.281,07	434547,2	434547,2	1.260.248,27	1298000	784934,48
1.260.248,27	578.401,24	501400,7	501400,7	1.260.248,27	1300290	1258329,40
1.260.248,27	658.092,08	570482,5	570482,5	1.260.248,27	1312340	1212189,00
1.260.248,27	774.435,81	671337,8	671337,8	1.260.248,27	1324560	1208389,98
1.260.248,27	1.113.704,55	965440,9	965440,9	1.260.248,27	1326780	1103462,40
1.260.248,27	1.387.728,56	1202985	1202985	1.260.248,27	1334560	1316717,51
1.260.248,27	1.453.785,78	1260248	1260248	1.260.248,27	1450000	1271427,33

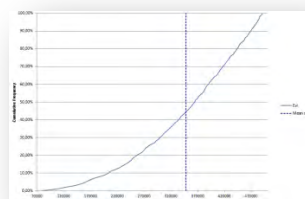
Πίνακας 6.3 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :



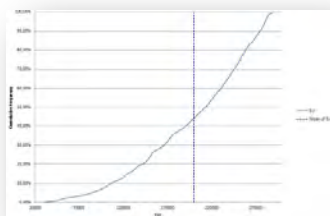
Διάγραμμα 6.22 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



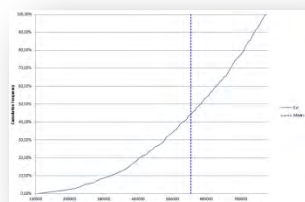
Διάγραμμα 6.24 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



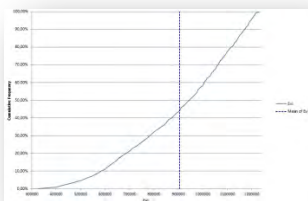
Διάγραμμα 6.23 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



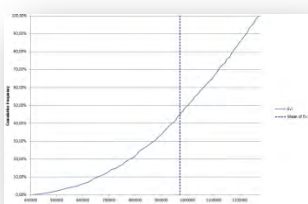
Διάγραμμα 6.25 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



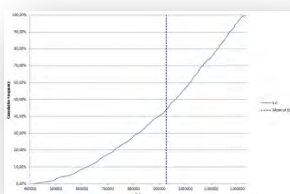
Διάγραμμα 6.26 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



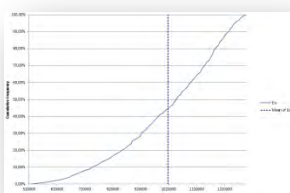
Διάγραμμα 6.27 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



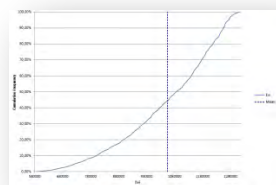
Διάγραμμα 6.28 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



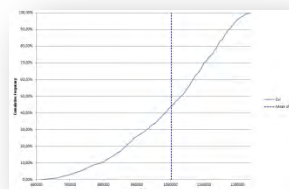
Διάγραμμα 6.29 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



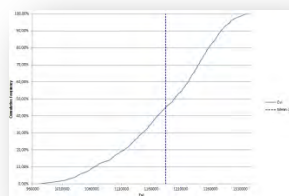
Διάγραμμα 6.30 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



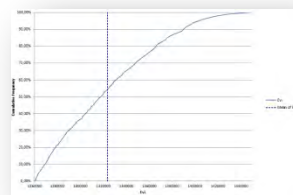
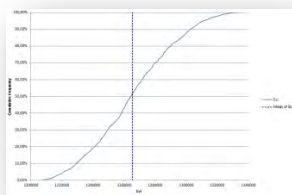
Διάγραμμα 6.31 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.32 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.33 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.34 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Average	201109,3	199842,5	348437,9	614747,1	905190,8	971362,2	985810,1	1017128	1054026	1083460	1185109	1265554	1323608
Std Dev	61252,13	62826,26	98751,62	159346,7	219615,6	208861,7	204417,1	181151,3	170829,3	144803,8	79241,33	27076,43	44776,93
Std Err	1936,962	1986,741	3122,8	5038,986	6944,854	6604,786	6464,238	5728,509	5402,098	4579,098	2505,831	856,2318	1415,971
Max	290525,8	290944,8	491526,9	834828,2	1231150	1273834	1294105	1295310	1311724	1319643	1320035	1331789	1447278
Min	26074,99	28136,65	76505,7	162426,2	307273,9	401302	462840,2	521561,4	583056,5	688043,4	968380,7	1206196	1260312

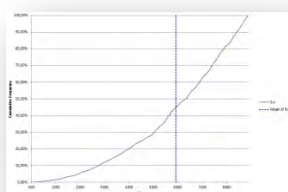
Πίνακας 6.4 : Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Έργο 3 : Ανέγερση 23^{ου} Δημοτικού Σχολείου Λάρισας

			ΣΕΝΑΡΙΑ			Evi
PV	AC	EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
9.126,65	10.176,76	85,67	85,67	9.126,65	9200	7124,32
35.198,98	20.692,74	671,81	671,81	35.198,98	36570	19977,80
53.665,77	57.840,03	2863,03	2863,03	53.665,77	54360	34992,90
71.050,60	111.118,83	7282,08	7282,08	71.050,60	72000	23790,08
141.839,45	175.855,72	23006,65	23006,65	141.839,45	145600	138790,19
226.050,91	238.504,33	49728,16	49728,16	226.050,91	234500	212133,54
319.676,45	306.664,07	90421,86	90421,86	319.676,45	320900	160696,35
394.197,84	379.953,73	138148,08	138148,08	394.197,84	400500	324063,87
491.007,48	456.269,37	206637,59	206637,59	491.007,48	496700	473133,08
580.034,34	544.961,97	291554,54	291554,54	580.034,34	587900	579452,91
663.984,80	630.793,52	386318,28	386318,28	663.984,80	669899	649123,13
743.732,85	725.732,85	497844,43	497844,43	743.732,85	750900	534128,15
814.526,91	817.579,72	614236,26	614236,26	814.526,91	830900	636339,22
886.447,01	911.271,63	745075,93	745075,93	886.447,01	890000	855813,14
937.676,09	1.006.551,47	870540,00	870540,00	937.676,09	956700	905398,71
985.600,07	1.079.929,12	981738,63	981738,63	985.600,07	989000	985470,62
1.028.566,40	1.084.176,77	1028566,40	1028566,40	1.028.566,40	1123400	1064941,84

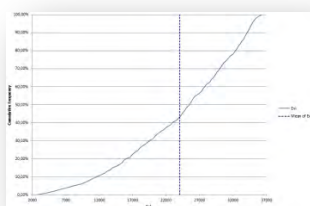
Πίνακας 6.5 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :



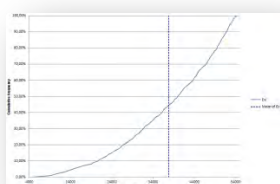
Διάγραμμα 6.35 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



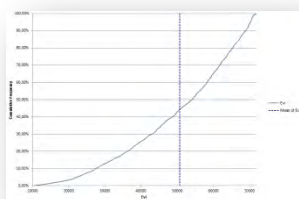
Διάγραμμα 6.36 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



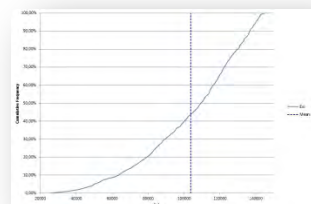
Διάγραμμα 6.37 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



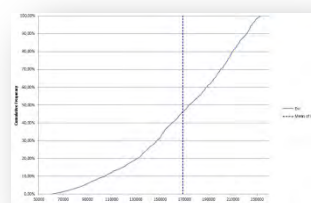
Διάγραμμα 6.38 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



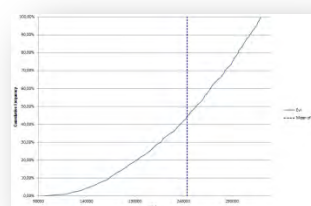
Διάγραμμα 6.39 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



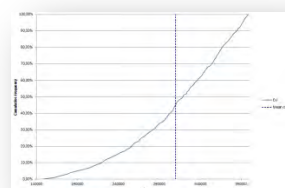
Διάγραμμα 6.40 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



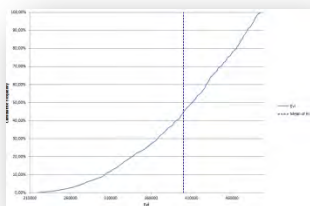
Διάγραμμα 6.41 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :

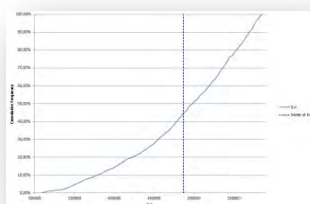


Διάγραμμα 6.42 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

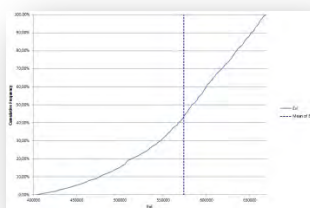
9^η χρονική στιγμή :



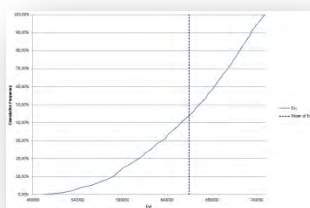
Διάγραμμα 6.44 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV
10^η χρονική στιγμή :



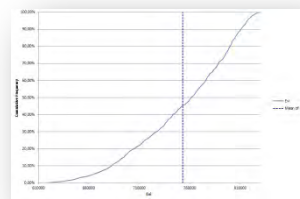
Διάγραμμα 6.45 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV
11^η χρονική στιγμή :



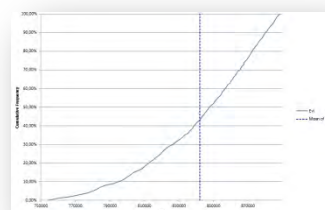
Διάγραμμα 6.46 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV
12^η χρονική στιγμή :



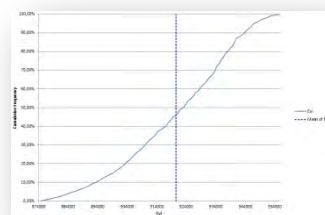
Διάγραμμα 6.47 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV
13^η χρονική στιγμή :



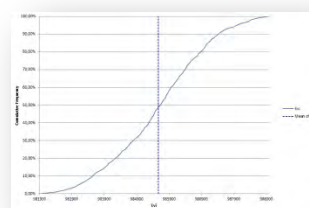
Διάγραμμα 6.48 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV
14^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.49 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV
15^η χρονική στιγμή :

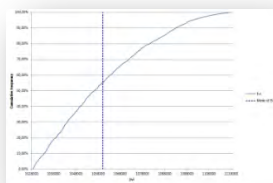


Διάγραμμα 6.50 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV
16^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.51 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV
17^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.52 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Average	6227,789	24046,04	37811,33	50746,78	103788,9	168676,5	243926,1	310105	399849
Std Dev	2094,815	8389,741	11872,17	15226,21	27572,08	42918,91	54143,26	61107,89	65958,56
Std Err	66,24388	265,3069	375,431	481,495	871,9058	1357,215	1712,16	1932,401	2085,793
Max	9182,427	36309,8	54268,22	71847,97	144670,5	232929	320354,7	399075,5	495865,8
Min	313,7895	2569,605	4639,484	10063,11	24969,48	59976,8	92554,02	146039,5	216342,1

10	11	12	13	14	15	16	17
486890,9	574113,1	664425,1	752950,6	842211,5	920545,3	985572	1060221
69627,37	64712,32	59210,98	48852,46	32411,48	18800,47	1450,924	22112,95
2201,811	2046,383	1872,416	1544,85	1024,941	594,523	45,88224	699,2728
585991,8	668796,6	749653,1	829464,8	888720,9	955905,2	988968,2	1118268
308618,8	402099,2	499574,5	617445,8	754182,7	874444,7	981911,5	1028600

Πίνακας 6.4 : Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

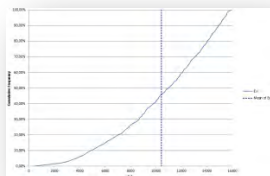
Έργο 4 : Διαμόρφωση Περιβάλλοντος Χώρου Συγκροτήματος Κτιρίων του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο πεδίο άρεως Βόλου

PV	AC	EV	ΣΕΝΑΡΙΑ			Ενι
			EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
15637,65	1.174,29	14,82	14,82	15637,65	16000	13683,80
74502,92	10.928,33	656,99	656,99	74502,92	75600	70381,98
130500,80	39.810,21	4192,19	4192,19	130500,80	135600	106416,95
185558,36	69.611,65	10423,09	10423,09	185558,36	198700	87725,81
242451,16	103.620,34	20272,30	20272,30	242451,16	245300	182131,13
309707,39	136.531,97	34120,84	34120,84	309707,39	310900	289355,92
379205,48	170.540,66	52183,88	52183,88	379205,48	389000	371301,36
450935,94	204.549,35	74429,79	74429,79	450935,94	467800	253926,89
520352,51	237.460,98	99706,56	99706,56	520352,51	530900	517938,49
592082,96	271.469,67	129699,32	129699,32	592082,96	600000	345160,09
661499,53	316.538,04	168962,09	168962,09	661499,53	678900	411858,40
696913,74	377.843,86	212483,51	212483,51	696913,74	700900	691059,32
732327,94	440.049,88	260040,71	260040,71	732327,94	740000	732570,78
765457,35	499.032,12	308235,98	308235,98	765457,35	770900	579429,41
800871,56	562.082,09	363242,33	363242,33	800871,56	810340	489242,75
835143,37	623.098,20	419905,31	419905,31	835143,37	856700	643014,30
870557,57	686.148,17	482002,44	482002,44	870557,57	898700	823658,59
904829,38	747.164,28	545527,47	545527,47	904829,38	910900	836084,43
940243,58	810.214,25	614715,38	614715,38	940243,58	967800	964807,33
975657,79	873.264,23	687506,83	687506,83	975657,79	980000	846222,10
1009929,60	936.063,91	762834,68	762834,68	1009929,60	1100200	972916,67
1045343,80	1.001.020,46	844376,10	844376,10	1045343,80	1340000	1026129,09
1079615,61	1.063.881,63	926821,91	926821,91	1079615,61	1410000	1056791,64
1115029,81	1.110.666,09	999318,25	999318,25	1115029,81	1456700	1072408,57

1142781,62	1.149.614,73	1060106,25	1060106,25	1142781,62	1530000	1253787,70
1154167,05	1.184.794,14	1103431,55	1103431,55	1154167,05	1536700	1249327,84
1166772,34	1.223.742,78	1152152,84	1152152,84	1166772,34	1539000	1343758,37
1172058,43	1.239.270,67	1172058,43	1172058,43	1172058,43	1540000	1307473,90

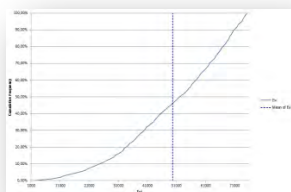
Πίνακας 6.7 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :



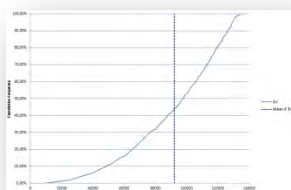
Διάγραμμα 6.53 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



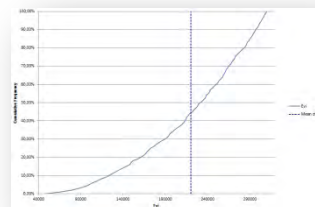
Διάγραμμα 6.54 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



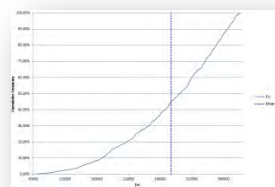
Διάγραμμα 6.55 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



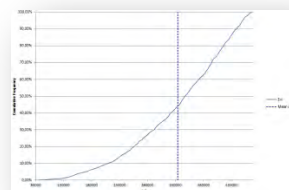
Διάγραμμα 6.58 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



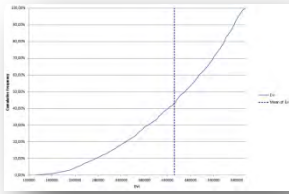
Διάγραμμα 6.59 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



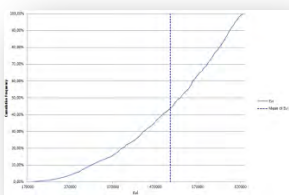
Διάγραμμα 6.60 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



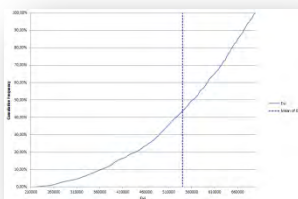
Διάγραμμα 6.62 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



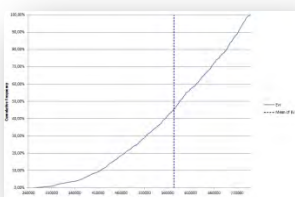
Διάγραμμα 6.63 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



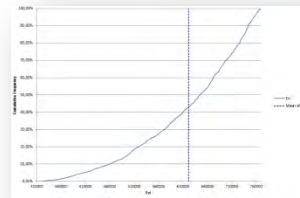
Διάγραμμα 6.64 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



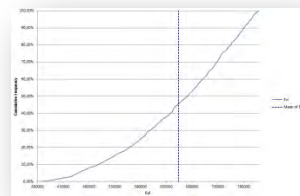
Διάγραμμα 6.65 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :



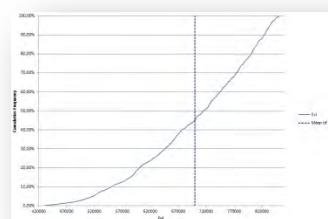
Διάγραμμα 6.66 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :



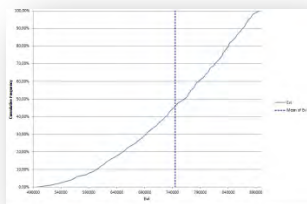
Διάγραμμα 6.67 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή :



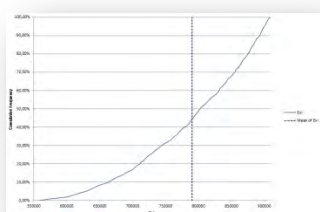
Διάγραμμα 6.68 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

17^η χρονική στιγμή :



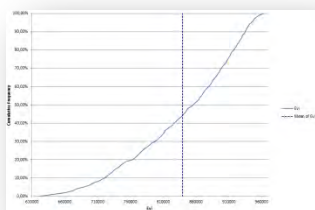
Διάγραμμα 6.69 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή :



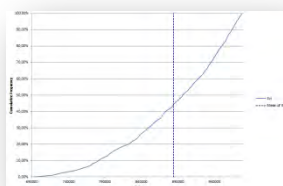
Διάγραμμα 6.70 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

19^η χρονική στιγμή :



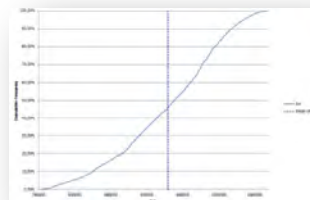
Διάγραμμα 6.71 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

20^η χρονική στιγμή :



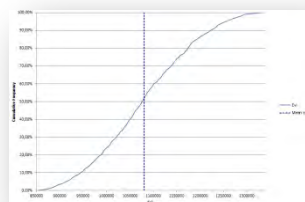
Διάγραμμα 6.72 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

21^η χρονική στιγμή :



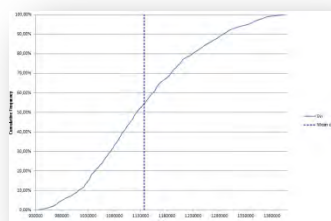
Διάγραμμα 6.73 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

22^η χρονική στιγμή :



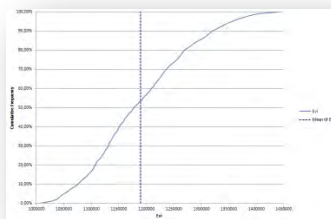
Διάγραμμα 6.74 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

23^η χρονική στιγμή :



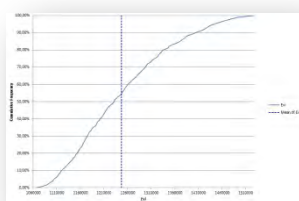
Διάγραμμα 6.75 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

24^η χρονική στιγμή :



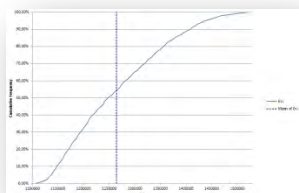
Διάγραμμα 6.76 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

25^η χρονική στιγμή :



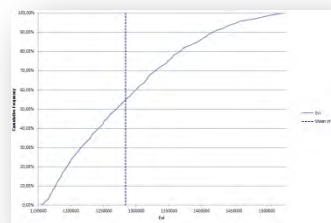
Διάγραμμα 6.77 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

26^η χρονική στιγμή :



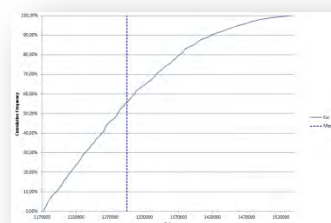
Διάγραμμα 6.78 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

27^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.79 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

28^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.80 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Average	10442,52	49691,71	92061,37	132170	168523,6	220526,2	277028,9	334569	385418,7	445470,3	504660,4	540089,7	573879,6	621270,2	653792,4
Std Dev	3692,994	17527,52	29281,83	42926,48	53030,25	64120,6	75256,33	86622,3	99933,82	111335,9	119231,1	115427,8	111425,6	108478,7	104023,1
Std Err	116,7827	554,2689	925,9728	1357,455	1676,964	2027,671	2379,814	2739,238	3160,185	3520,749	3770,419	3650,148	3523,587	3430,397	3289,501
Max	15951,03	75384,01	135340,9	197358,4	245179,8	310337	386547,9	466658,2	528205,4	599239,4	676498,8	698878,4	738510,2	769357,6	808708,1
Min	349,2464	1782,167	8541,11	12058,72	21407,54	48250,57	60788,19	80436,44	105641,9	138363,1	176808,4	218402	267698,8	314896,7	384568,9

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
700140,7	745291,5	790210,8	839377,4	884180,2	959486,9	1080263	1136784	1190042	1247223	1264579	1284074	1294396
101176,7	98153,57	86239,77	81582,9	68400,26	72183,18	102410,7	103101,6	92275,18	104111,1	96574,2	91290,67	85798,39
3199,488	3103,889	2727,141	2579,878	2163,006	2282,633	3238,512	3260,36	2917,998	3292,281	3053,944	2886,865	2713,183
851694,7	895857,2	909691	963960,7	977583,7	1097659	1332219	1405931	1445312	1528649	1521369	1525392	1536681
426707,9	493402,7	555823,7	619002,9	690180,1	782330,3	852625,8	932867,4	1005060	1065710	1106777	1155332	1172062

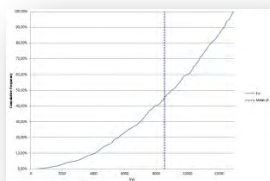
Πίνακας 6.8: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Έργο 5: 7^ο και 22^ο Δημοτικά Σχολεία

PV	AC	EV	ΣΕΝΑΡΙΑ			Evi
			EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
12.896,10	338,84	3,34	3,34	12.896,10	13000	9649,56
66.470,06	7.959,86	404,77	404,77	66.470,06	67000	32860,35
121.829,81	40.040,80	3731,90	3731,90	121.829,81	124560	33382,94
177.189,56	69.017,13	9355,53	9355,53	177.189,56	180900	43684,89
227.191,92	102.098,52	17745,39	17745,39	227.191,92	230000	221145,54
303.198,50	134.910,11	31292,83	31292,83	303.198,50	310900	256698,86
417.847,12	168.815,41	53963,83	53963,83	417.847,12	420900	367168,09
507.410,44	201.765,83	78321,37	78321,37	507.410,44	510900	424138,43
614.578,46	237.546,97	111686,35	111686,35	614.578,46	615460	570202,00
734.699,15	278.484,83	156525,23	156525,23	734.699,15	735400	721229,61
865.857,53	322.426,72	213575,15	213575,15	865.857,53	870900	546663,54
995.451,91	377.439,10	287435,52	287435,52	995.451,91	998600	720009,27
1.181.875,53	450.339,62	407178,80	407178,80	1.181.875,53	1200300	899263,46
1.318.054,56	522.561,58	526919,32	526919,32	1.318.054,56	1320450	1251658,23
1.415.004,01	600.531,94	650080,35	650080,35	1.415.004,01	1423560	1193660,61
1.425.342,71	667.989,06	728386,53	728386,53	1.425.342,71	1435600	989387,19
1.425.342,71	759.063,12	827695,23	827695,23	1.425.342,71	1438900	1035295,06
1.425.342,71	862.511,83	940497,44	940497,44	1.425.342,71	1500900	1455179,13
1.425.342,71	944.012,42	1029367,06	1029367,06	1.425.342,71	1535600	1353362,96
1.425.342,71	1.023.780,04	1116347,02	1116347,02	1.425.342,71	1543500	1500156,17
1.425.342,71	1.112.248,84	1212814,89	1212814,89	1.425.342,71	1549000	1493059,38
1.425.342,71	1.200.543,82	1309093,22	1309093,22	1.425.342,71	1589000	1535746,22
1.425.342,71	1.307.153,95	1425342,71	1425342,71	1.425.342,71	1600450	1543402,09

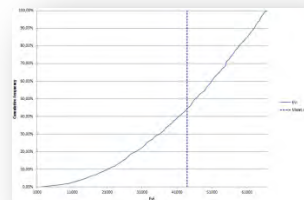
Πίνακας 6.9 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής

1^η χρονική στιγμή :



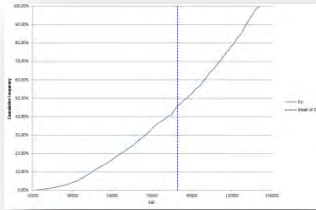
Διάγραμμα 6.81 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



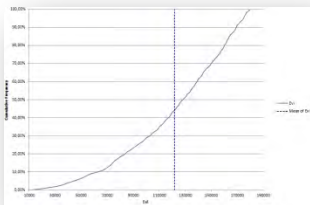
Διάγραμμα 6.82 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



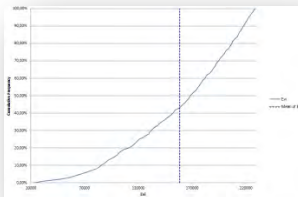
Διάγραμμα 6.83 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



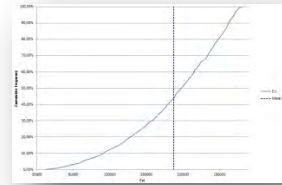
Διάγραμμα 6.84 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



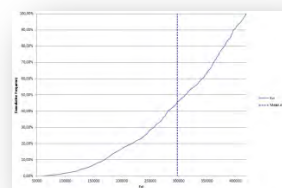
Διάγραμμα 6.85 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



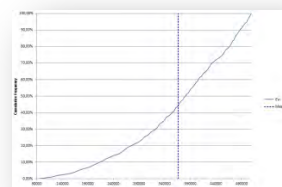
Διάγραμμα 6.86 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



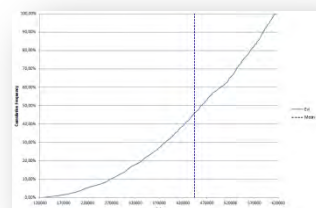
Διάγραμμα 6.87 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



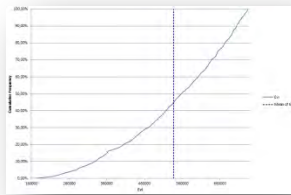
Διάγραμμα 6.88 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



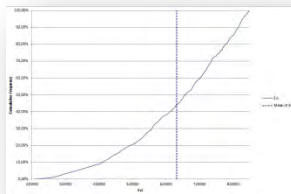
Διάγραμμα 6.89 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



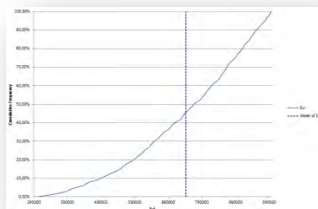
Διάγραμμα 6.90 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



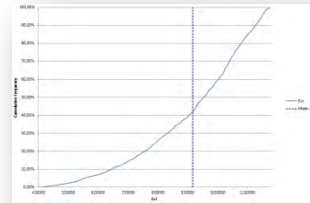
Διάγραμμα 6.91 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



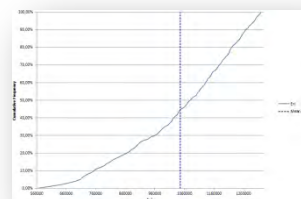
Διάγραμμα 6.92 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



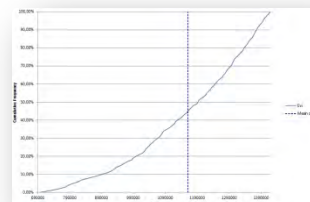
Διάγραμμα 6.93 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :



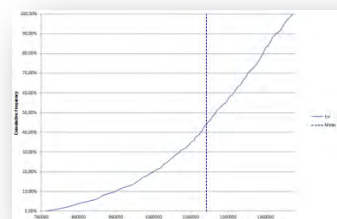
Διάγραμμα 6.94 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :



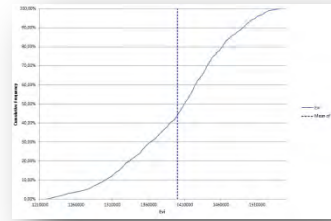
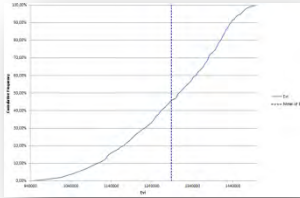
Διάγραμμα 6.95 : Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.96 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή :

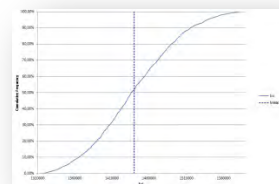
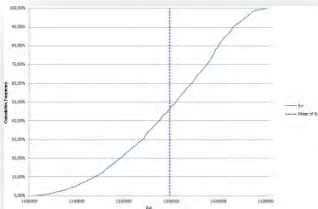


Διάγραμμα 6.101 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

22^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.98 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

19^η χρονική στιγμή :

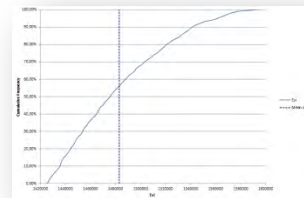
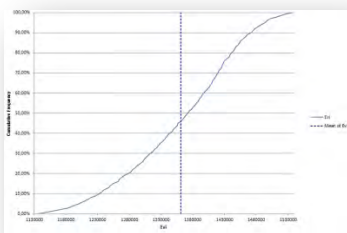


Διάγραμμα 6.102 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

23^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.99 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

20^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.103 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.100 : Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

21^η χρονική στιγμή :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Average	8655,488	43981,42	82741,32	121615,8	158735,5	217073,5	297904,6	366282,7	444433,8	537325	651829,2
Std Dev	3058,232	15553,64	28499,78	40180,8	50034,54	64195,61	86345,56	100753,9	119701,2	139651,8	152522,6
Std Err	96,70978	491,8493	901,2421	1270,628	1582,231	2030,043	2730,486	3186,117	3785,283	4416,176	4823,189
Max	12989,01	66814,79	124089,9	180006,4	228837	310743,5	419043,9	509672,6	614462,7	734758,9	867930,2
Min	294,5401	1710,748	10480,63	10656,35	22465,04	38658,6	57353,23	90727,72	123298	166455,7	228475,3

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
743244,8	936745,3	1045674	1161035	1201802	1230386	1288634	1327087	1361118	1399862	1439836	1483103
172269,6	179821,7	187913,7	182140,7	160869,7	147079	125940,5	110919,7	89255,25	70497,49	56519,54	40522,96
5447,644	5686,462	5942,352	5759,794	5087,146	4651,045	3982,587	3507,588	2822,499	2229,326	1787,305	1281,448
997051,6	1196580	1320171	1419912	1433703	1438241	1498101	1534498	1537038	1541964	1581135	1594538
299689,8	427034,3	561283,8	693789,1	767503,5	828101,6	942647,8	1035839	1134870	1218383	1317890	1425387

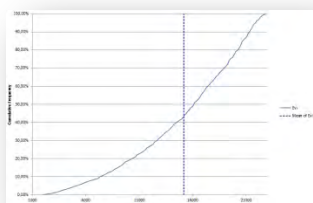
Πίνακας 6.10: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV.

Έργο 6 : Διάνοιξη Δασικού Δρόμου Γ΄ Κατηγορίας “Θηλικάκια – Καλόγηρος” Νήσου Σκοπέλου

			ΣΕΝΑΡΙΑ			Ενι
PV	AC	EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής Κατανομής
22214,37	6652,64	499,2738	499,2738	22214,37	23000	13390,49
43712,16	13090,67	1933,192	1933,192	43712,16	44000	39672,07
65926,53	19743,31	4397,349	4397,349	65926,53	67000	32488,00
87424,31	26181,34	7732,766	7732,766	87424,31	88000	55746,59
109638,7	32833,98	12161,81	12161,81	109638,7	110000	70756,56
131853,1	39486,61	17589,39	17589,39	131853,1	132450	120439,95
153350,8	45924,65	23792,65	23792,65	153350,8	156700	43822,55
177741,2	52577,28	31571,64	31571,64	177741,2	178900	97806,79
201344,9	59015,32	40143,58	40143,58	201344,9	210000	167097,59
225735,2	65667,95	50079,92	50079,92	225735,2	234560	165527,65
250125,6	72320,59	61112,63	61112,63	250125,6	265400	212311,46
272155,7	78329,42	72019,99	72019,99	272155,7	273400	264746,31
296546,1	84982,05	85139,31	85139,31	296546,1	300200	154359,69
320149,7	92193,77	99716,13	99716,13	320149,7	324500	291123,78
344540,1	99889,19	116270,4	116270,4	344540,1	356000	312709,34
368143,7	107336,37	133498,1	133498,1	368143,7	376000	260978,99
392534,1	115031,79	152547,8	152547,8	392534,1	400000	272803,35
416924,5	122727,21	172865,8	172865,8	416924,5	423450	419350,94
419030,3	130174,40	184281,5	184281,5	419030,3	425400	362414,93
421206,3	137869,82	196189,1	196189,1	421206,3	435600	279666,86
421206,3	145317,00	206786,4	206786,4	421206,3	436500	407720,24
421206,3	153012,42	217737	217737	421206,3	437060	333656,52
421206,3	160707,84	228687,6	228687,6	421206,3	438900	288189,50
421206,3	167658,54	238578,5	238578,5	421206,3	440900	286968,00
421206,3	175353,96	249529,1	249529,1	421206,3	445600	400657,55
421206,3	182801,15	260126,5	260126,5	421206,3	449800	417449,96
421206,3	190496,57	271077,1	271077,1	421206,3	456000	369325,73
421206,3	197943,75	281674,4	281674,4	421206,3	459800	326995,23
421206,3	205639,17	292625	292625	421206,3	459999	452195,63
421206,3	213334,59	303575,6	303575,6	421206,3	460000	385923,18
421206,3	220781,77	314173	314173	421206,3	462300	418889,89
421206,3	228477,20	325123,6	325123,6	421206,3	463450	445688,20
421206,3	235924,38	335721	335721	421206,3	475600	402952,02
421206,3	243619,80	346671,6	346671,6	421206,3	478900	456180,78
421206,3	251315,22	357622,2	357622,2	421206,3	480900	413365,59
421206,3	258265,92	367513	367513	421206,3	482340	429517,04
421206,3	265961,34	378463,6	378463,6	421206,3	485670	399763,84
421206,3	273408,53	389061	389061	421206,3	486700	454056,93
421206,3	281103,95	400011,6	400011,6	421206,3	490700	440252,69
421206,3	288551,13	410609	410609	421206,3	491200	436261,24

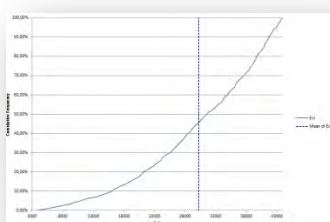
421206,3	295998,31	421206,3	421206,3	421206,3	493450	424326,97
423390	295998,31	423390	423390	423390	495600	440137,97
428759,6	295998,31	428759,6	428759,6	428759,6	495230	433429,90
432124,6	295998,31	432124,6	432124,6	432124,6	495460	433660,37
432124,6	295998,31	432124,6	432124,6	432124,6	495500	457305,07
432124,6	295998,31	432124,6	432124,6	432124,6	496570	436734,25
432124,6	295998,31	432124,6	432124,6	432124,6	497689	467736,58

1^η χρονική στιγμή :



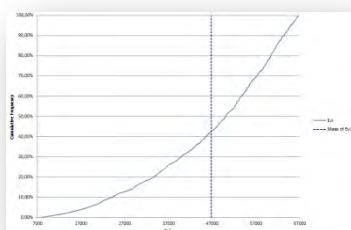
Διάγραμμα 6.104: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



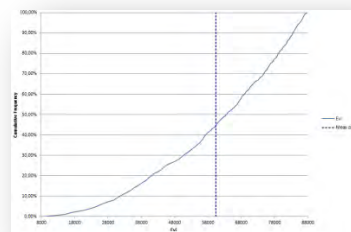
Διάγραμμα 6.105: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



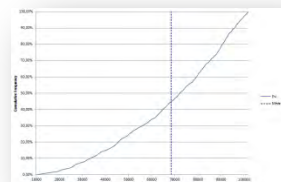
Διάγραμμα 6.106: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



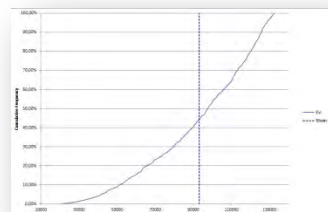
Διάγραμμα 6.107: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



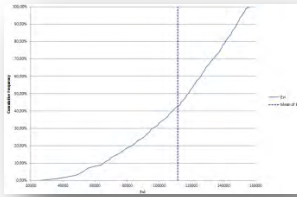
Διάγραμμα 6.108: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



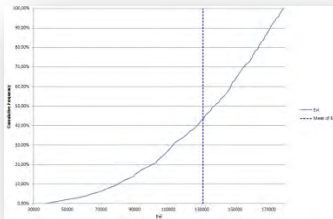
Διάγραμμα 6.109: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



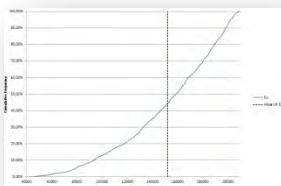
Διάγραμμα 6.110: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



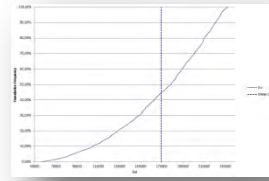
Διάγραμμα 6.111: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



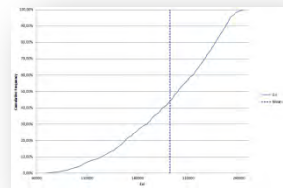
Διάγραμμα 6.112: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



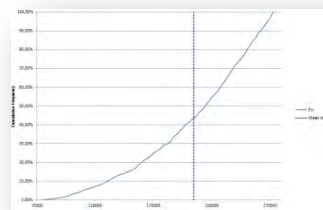
Διάγραμμα 6.113: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



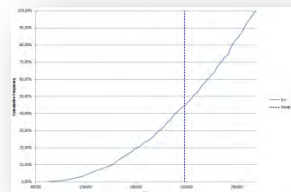
Διάγραμμα 6.114: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



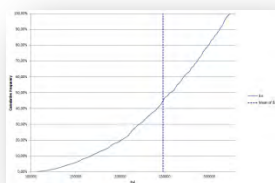
Διάγραμμα 6.115: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



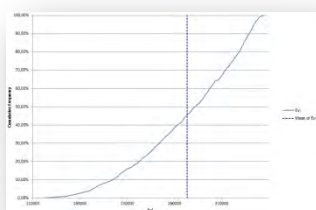
Διάγραμμα 6.116: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :



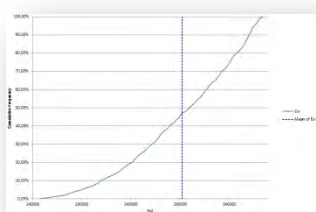
Διάγραμμα 6.117: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :



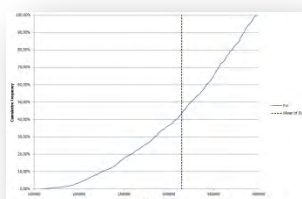
Διάγραμμα 6.118: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή :



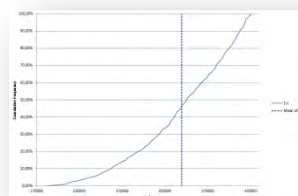
Διάγραμμα 6.119: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

17^η χρονική στιγμή :



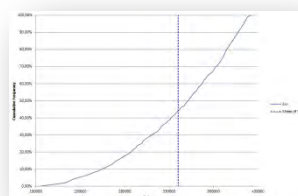
Διάγραμμα 6.120: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή :



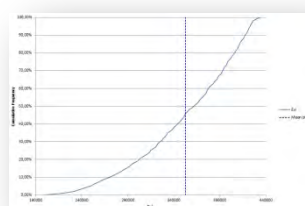
Διάγραμμα 6.121: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

19^η χρονική στιγμή :



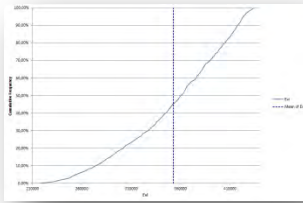
Διάγραμμα 6.122: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

20^η χρονική στιγμή :



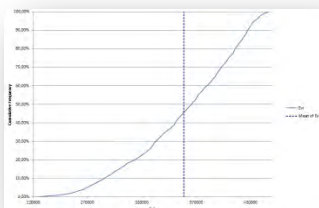
Διάγραμμα 6.123: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

21^η χρονική στιγμή :



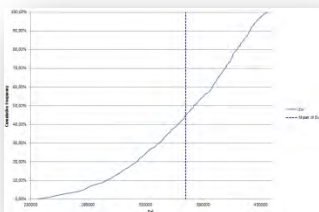
Διάγραμμα 6.124: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

22^η χρονική στιγμή :



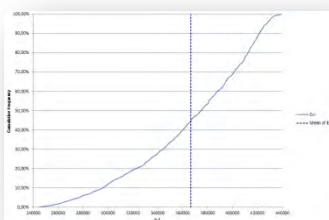
Διάγραμμα 6.125: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

23^η χρονική στιγμή :



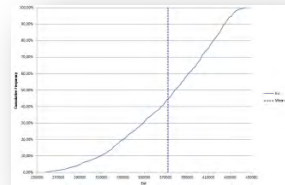
Διάγραμμα 6.126: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

24^η χρονική στιγμή :



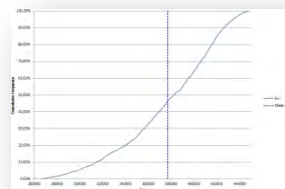
Διάγραμμα 6.127: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

25^η χρονική στιγμή :



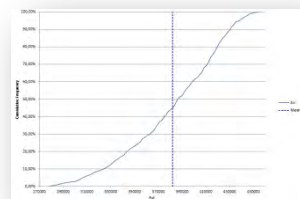
Διάγραμμα 6.128: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

26^η χρονική στιγμή :



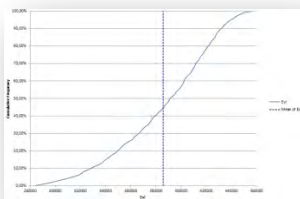
Διάγραμμα 6.129: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

27^η χρονική στιγμή :



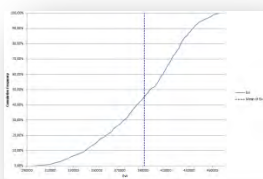
Διάγραμμα 6.130: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

28^η χρονική στιγμή :



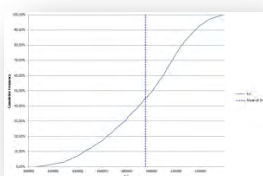
Διάγραμμα 6.131: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

29^η χρονική στιγμή :



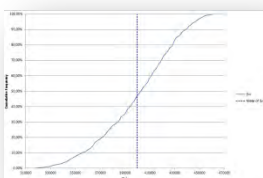
Διάγραμμα 6.132: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

30^η χρονική στιγμή :



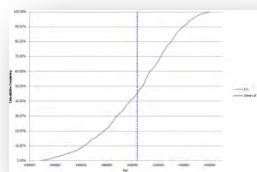
Διάγραμμα 6.133: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

31^η χρονική στιγμή :



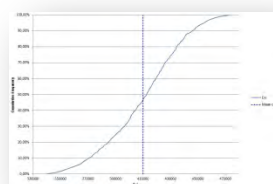
Διάγραμμα 6.134: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

32^η χρονική στιγμή :



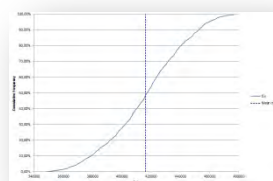
Διάγραμμα 6.135: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

33^η χρονική στιγμή :



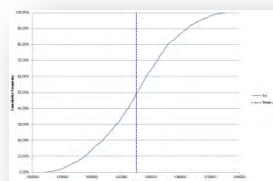
Διάγραμμα 6.136: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

34^η χρονική στιγμή :



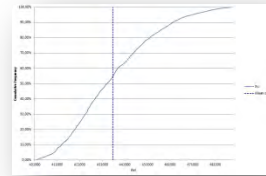
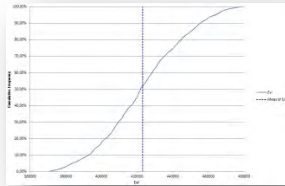
Διάγραμμα 6.137: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

35^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.138: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

36^η χρονική στιγμή :

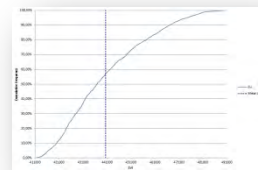
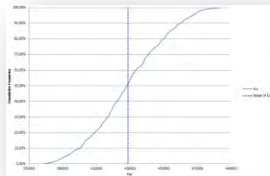


Διάγραμμα 6.142: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

40^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.139: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

37^η χρονική στιγμή :

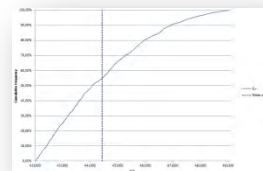
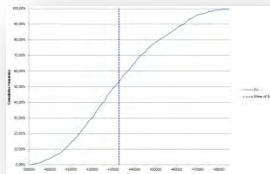


Διάγραμμα 6.143: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

41^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.140: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

38^η χρονική στιγμή :

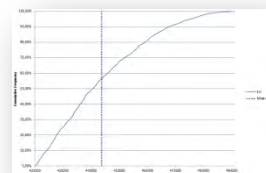


Διάγραμμα 6.144: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

42^η χρονική στιγμή :

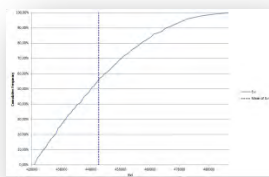
Διάγραμμα 6.141: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

39^η χρονική στιγμή :



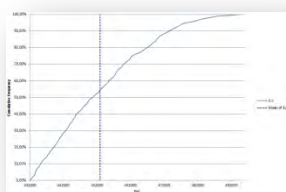
Διάγραμμα 6.145: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

43^η χρονική στιγμή :



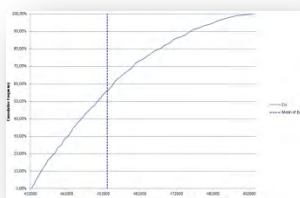
Διάγραμμα 6.146: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

44^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.147: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

45^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.148: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.150: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Average	15185,85	30245,85	46737,26	60403,28	76346,33	93076,65	111594,5	130911,9	152127,8	169423	192093	204666,3	228175,8	248087,7	273512,7
Std Dev	5184,218	9862,566	14555,73	19305,99	23099,32	27647,84	31061,4	34361,66	38900,74	43199,19	46382,91	48548,26	49817,69	53057,93	54511,44
Std Err	163,9394	311,8817	460,2927	610,5091	730,4646	874,3013	982,2479	1086,611	1230,15	1366,078	1466,757	1535,231	1575,374	1677,839	1723,803
Max	22880,39	43861,2	66770,31	87807,19	109883,2	132264	156278,2	178609	209722,3	232188,8	264849,7	273019,8	299825,1	324130,1	354397,6
Min	1827,768	3531,658	7379,49	8523,365	18145,16	19988,4	24505,14	36768,87	42805,15	55514,18	67317,37	72994,16	88463,94	104984,4	119595,5

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
292011,6	314688,4	339463,6	340097,7	352807,7	352709,1	358675,8	364951,2	366499,6	372317,6	376889,2	382068,9	385856,5	391303,7	395301,8
55779,71	57966,81	56281,83	57740,15	54581,86	52882,83	48865,51	47344,15	47316,26	43867,56	41844,54	40282,21	38975,76	35181,34	33533,54
1763,909	1833,072	1779,788	1825,904	1726,03	1672,302	1545,263	1497,153	1496,272	1387,214	1323,24	1273,835	1232,522	1112,532	1060,424
374580,8	398431,9	421111,9	422161,3	433699,8	434669,6	436765,2	436219,9	439456,8	444591,7	448367,8	454604,2	456101,1	455751,3	458674,2
146418,6	157046,8	179941	182402,9	198928,5	215554,2	222454,4	235115,4	243169,6	256036,5	266001,4	277769,4	283474,4	294984,7	305162

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
399646,4	403600,9	410220,2	416312,6	420161,1	423187,5	428918,3	432692,8	435669,3	440439	445361,2	446752,4	450656,5	452905,9	453035,7	453229,5	453959,4
30900,87	28827,47	27923,23	26961,91	25519,18	23441,31	22270,23	20672,86	18736,77	17762,8	17173,22	16473,31	15602,6	14377,94	15138,2	15658,47	15569,04
977,1713	911,6047	883,0102	852,6105	806,9872	741,2793	704,2465	653,7333	592,5086	561,7092	543,0648	520,9318	493,3977	454,6703	478,7121	495,1642	492,3363
461258,5	460962,8	473864	477773,9	480340,9	479100,6	483362,8	485116	488321	490450,9	491549,5	493496,1	494677,6	495016,6	493347	495645,3	495962,4
316214,8	328171,8	339210,7	347924,1	358999,7	369941	378588,7	390136	401580,7	411367,1	421243,4	423462,9	428762,2	432133,4	432204,4	432136,5	432160,3

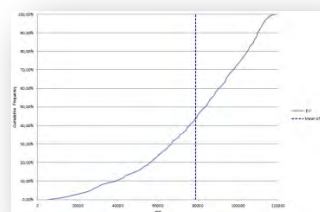
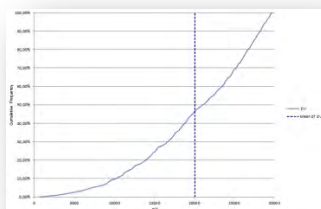
Πίνακας 6.12: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Έργο 7: Βελτίωση δασικού δρόμου Σπηλιά-Μέχρι Διασταύρωση προς Καταφύγιο Κισσάβου Δ. Νέσσωνος

PV	AC	EV	ΣΕΝΑΡΙΑ			EV _i
Cum Budgeted Cost	Cum Actual Cost	0	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία παράμετρος Τριγωνικής
29406,5	17220,8	228,613514	228,61	29406,50	30000	23153
112279,35	65752,13	3332,84376	3332,84	112279,35	120000	105878
195152,21	114283,47	10068,4387	10068,44	195152,21	200000	131383
308471,75	173969,95	24226,7343	24226,73	308471,75	320000	286648
425568,6	235645,97	45272,5371	45272,54	425568,60	430000	277345
538888,14	310610,72	75564,9337	75564,93	538888,14	545000	405266
538888,14	310610,72	75564,9337	75564,93	538888,14	545000	374736
538888,14	310610,72	75564,9337	75564,93	538888,14	545000	525990
573522,75	387951,56	100446,172	100446,17	573522,75	580000	516683
709064,71	532696,05	170518,14	170518,14	709064,71	710000	668012
831828,97	672771,36	252642,713	252642,71	831828,97	840000	595241
958685,36	817515,84	353816,035	353816,03	958685,36	980000	780513
1081596,43	960708,08	469096,214	469096,21	1081596,43	1100000	759250
1188997,84	1111041,04	596370,849	596370,85	1188997,84	1200000	1002891
1340981,89	1221641,25	739557,322	739557,32	1340981,89	1350000	1038072
1460008,49	1297703,26	855334,553	855334,55	1460008,49	1500000	1076266
1563256,33	1346186,23	950037,131	950037,13	1563256,33	1600000	1458222
1641945,41	1393105,24	1032637,47	1032637,47	1641945,41	1700000	1383157
1641945,41	1406249,93	1042380,95	1042380,95	1641945,41	1700000	1607727
1641945,41	1419394,62	1052124,44	1052124,44	1641945,41	1750000	1291990
1642166,75	1496694,26	1109572,25	1109572,25	1642166,75	1760000	1235536
1642166,75	1582276	1173018,16	1173018,16	1642166,75	1770000	1446672
1706451,78	1665097,04	1282740,51	1282740,51	1706451,78	1780000	1566205
1772879,65	1750678,78	1401170,43	1401170,43	1772879,65	1800000	1674562
1837164,69	1833499,82	1520667,28	1520667,28	1837164,69	1840000	1807791
1903592,56	1919081,56	1649197,51	1649197,51	1903592,56	1950000	1908346
1970020,43	2004663,3	1782860,69	1782860,69	1970020,43	1976000	1846463
1970020,43	2087484,33	1856518,13	1856518,13	1970020,43	1980000	1952749
1970020,43	2173066,07	1932630,82	1932630,82	1970020,43	1988000	1957319
1970089,9	2215107,26	1970089,9	1970089,90	1970089,90	1990000	1970160
1970269,37	2215107,26	1970269,37	1970269,37	1970269,37	1999000	1988704
1970448,85	2215107,26	1970448,85	1970448,85	1970448,85	2000000	1974116
1970616,74	2215107,26	1970616,74	1970616,74	1970616,74	2010000	1971105
1970796,22	2215107,26	1970796,22	1970796,22	1970796,22	2015000	2008071
1970969,9	2215107,26	1970969,9	1970969,90	1970969,90	2020000	1991711
1971149,37	2215107,26	1971149,37	1971149,37	1971149,37	2025000	1996455
1971323,06	2215107,26	1971323,06	1971323,06	1971323,06	2033000	2020623
1971340,43	2215107,26	1971340,43	1971340,43	1971340,43	2040000	1974588

Πίνακας 6.13 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :

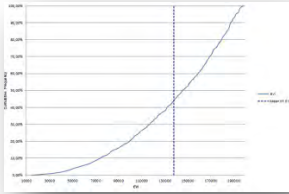


Διάγραμμα 6.152: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.151: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

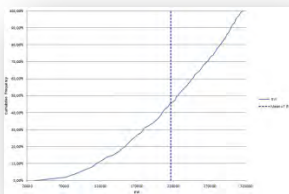
3^η χρονική στιγμή :

2^η χρονική στιγμή :



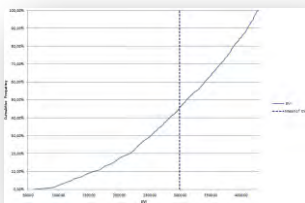
Διάγραμμα 6.153: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή:



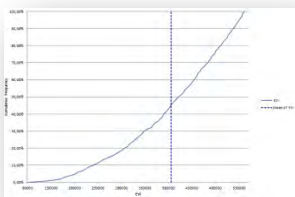
Διάγραμμα 6.154: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή:



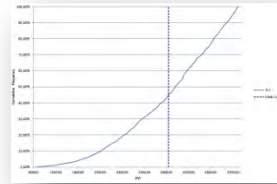
Διάγραμμα 6.155: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



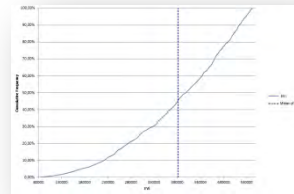
Διάγραμμα 6.156: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



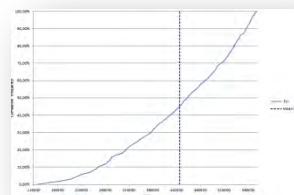
Διάγραμμα 6.157: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



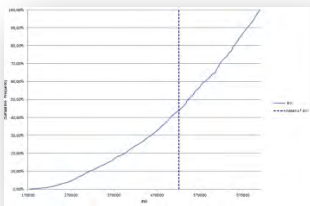
Διάγραμμα 6.158: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



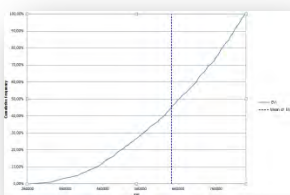
Διάγραμμα 6.159: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



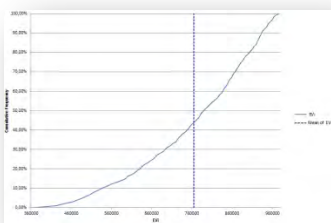
Διάγραμμα 6.160: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή:



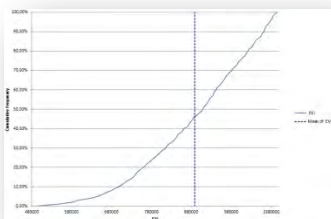
Διάγραμμα 6.161: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή:



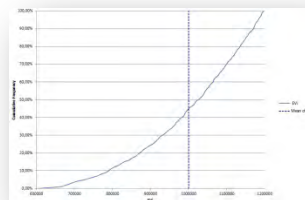
Διάγραμμα 6.162: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή:



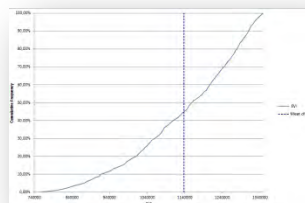
Διάγραμμα 6.163: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή:



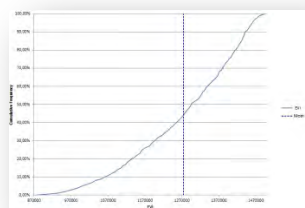
Διάγραμμα 6.164: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή:



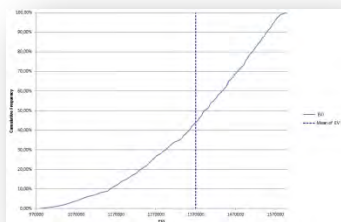
Διάγραμμα 6.165: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή:



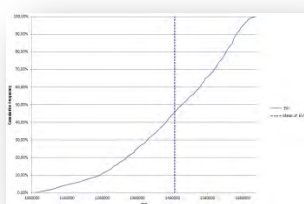
Διάγραμμα 6.166: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

17^η χρονική στιγμή:



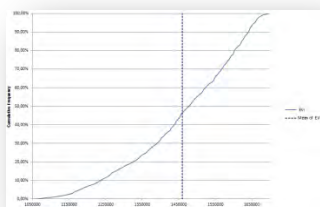
Διάγραμμα 6.167: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή:



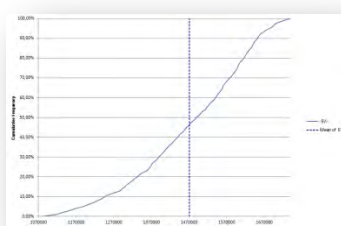
Διάγραμμα 6.168: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

19^η χρονική στιγμή:



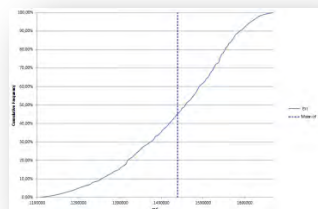
Διάγραμμα 6.169: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

20^η χρονική στιγμή:



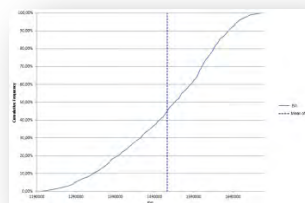
Διάγραμμα 6.170: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

21^η χρονική στιγμή:



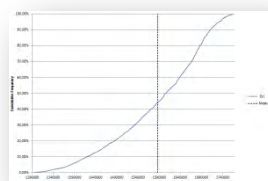
Διάγραμμα 6.171: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

22^η χρονική στιγμή:



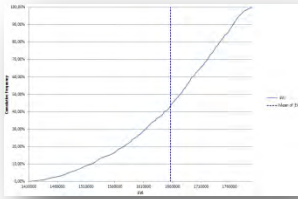
Διάγραμμα 6.172: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

23^η χρονική στιγμή:



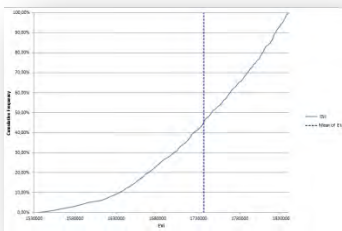
Διάγραμμα 6.173: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

24^η χρονική στιγμή:



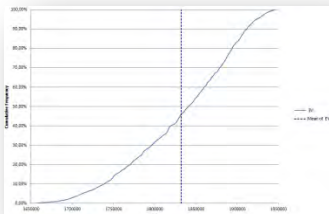
Διάγραμμα 6.174: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

25^η χρονική στιγμή:



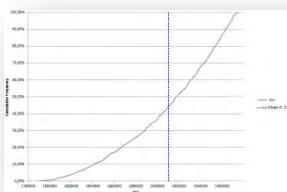
Διάγραμμα 6.175: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

26^η χρονική στιγμή:



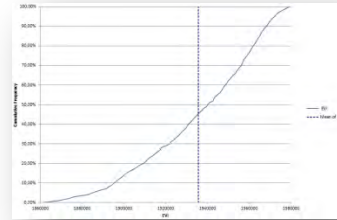
Διάγραμμα 6.176: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

27^η χρονική στιγμή:



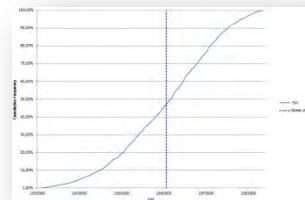
Διάγραμμα 6.177: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

28^η χρονική στιγμή:



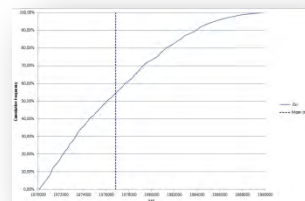
Διάγραμμα 6.178: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

29^η χρονική στιγμή:



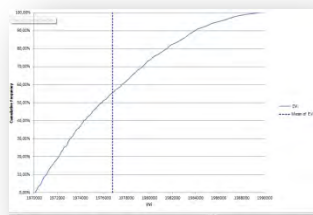
Διάγραμμα 6.179: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

30^η χρονική στιγμή:



Διάγραμμα 6.180: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

31^η ,32^η ,33^η ,34^η ,35^η ,36^η ,37^η ,38^η χρονική στιγμή:



Διάγραμμα 6.181: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της ΕV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Average	20070	78870	138076	216707	298787	385741	384366	381711,5	416177	520946	642675	764996	765831	888300	1138194
Std Dev	6864	26749	42920	68023	92336	109035	106239	110960,9	115462	133428	137359	145154	145960	137114	143877,4
Std Err	217	846	1357	2151	2920	3448	3360	3508,892	3651	4219	4344	4590	4616	4336	4549,802
Max	29806	118906	198875	316089	429548	542986	543299	543623,1	579156	709613	838653	976237	978844	1095362	1346902
Min	533	4981	14529	28865	59421	80731	85404	80558,68	117912	173445	264212	363298	369752	485742	749896,8

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1274338	1370596	1466481	1460279	1471755	1528521	1522997	1586694	1657212	1736483	1832290	1910212	1935700	1963597	1976855
144584	148163,6	151035	148311	151978	126288	128578	109399	91239	72718	65568	45299	27622	11506	4748
4572	4685,344	4776,148	4690	4806	3994	4066	3460	2885	2300	2073	1432	873	364	150
1495958	1597983	1697383	1697281	1738745	1759801	1762324	1765673	1799510	1839665	1946504	1974867	1979640	1986567	1989790
873876	976389,8	1064850	1057985	1078882	1195152	1198352	1290748	1410283	1533975	1653783	1787508	1861060	1933930	1970096

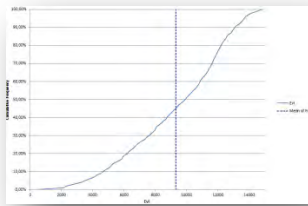
Πίνακας 6.14: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την ΕV .

Έργο 8: Βελτίωση Δασικού Οδικού Δικτύου & Κατασκευής Τεχνικών Έργων Παν/κου Δάσους Περούλιου

			ΣΕΝΑΡΙΑ			ΕVι
PV	AC	EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
12512,6	211,32	3,777902	3,777902	12512,6	15000	12482,1714
73487,4	32.586,12	3421,433	3421,433	73487,4	75000	29040,52457
136494,7	66.040,09	12879,11	12879,11	136494,7	140000	14325,05081
197469,5	108.745,67	30681,35	30681,35	197469,5	200000	180965,9296
197469,5	108.745,67	30681,35	30681,35	197469,5	210000	92168,95411
197469,5	108.745,67	30681,35	30681,35	197469,5	213000	156194,9303
197469,5	108.745,67	30681,35	30681,35	197469,5	215000	115884,2207
197469,5	108.745,67	30681,35	30681,35	197469,5	220000	161345,8338
258444,3	151.451,24	55924,53	55924,53	258444,3	260000	211778,0194
321451,6	195.580,34	89826,26	89826,26	321451,6	350000	180462,4052
382426,4	238.285,91	130199,3	130199,3	382426,4	390000	365551,9174
445433,7	282.415,01	179735,3	179735,3	445433,7	450000	378113,9026
489970	326.544,10	228598,8	228598,8	489970	500000	482509,1172
533069,7	369.249,68	281233,2	281233,2	533069,7	550000	362369,992
577606	413.378,77	341147,6	341147,6	577606	580000	553318,3934
620705,7	456.084,35	404476,6	404476,6	620705,7	630000	612778,862
620705,7	500.213,44	443612,3	443612,3	620705,7	640000	456671,0558
620705,7	544.342,54	482748	482748	620705,7	645000	605679,6318
620705,7	584.201,07	518096,4	518096,4	620705,7	650000	545882,196
620705,7	628.330,17	557232,1	557232,1	620705,7	654000	613721,8569
620705,7	671.035,74	595105,4	595105,4	620705,7	657000	620579,3625
620705,7	699.610,61	620446,9	620446,9	620705,7	660000	620825,7062
620705,7	699.902,43	620705,7	620705,7	620705,7	665000	641658,3713

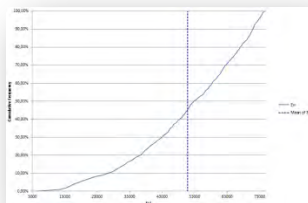
Πίνακας 6.15 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :



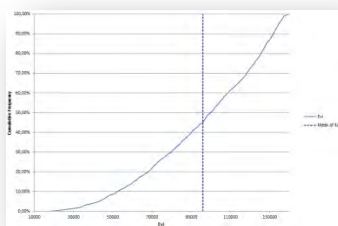
Διάγραμμα 6.182: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



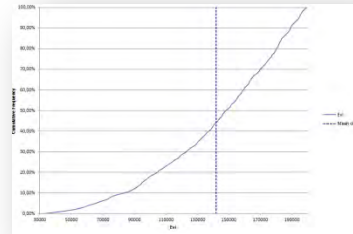
Διάγραμμα 6.183: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



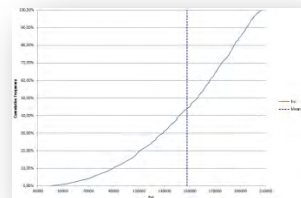
Διάγραμμα 6.184: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



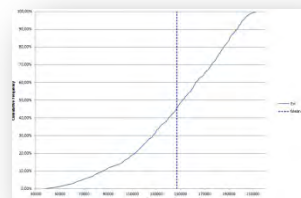
Διάγραμμα 6.185: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



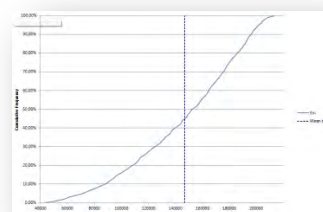
Διάγραμμα 6.186: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



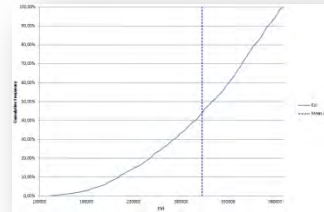
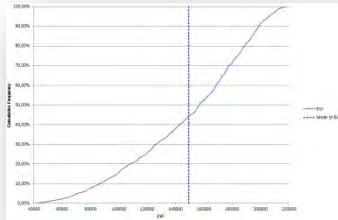
Διάγραμμα 6.187: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.188: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :

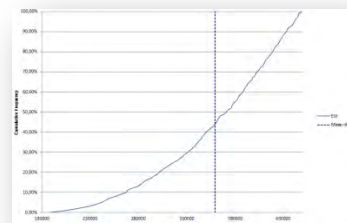
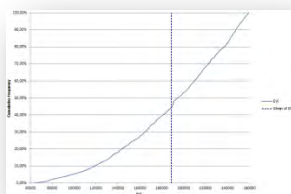


Διάγραμμα 6.192: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.189: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :

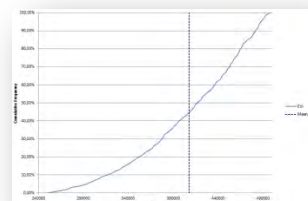
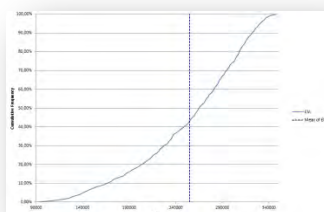


Διάγραμμα 6.193: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.190: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :

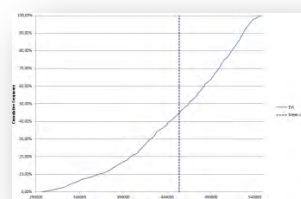


Διάγραμμα 6.194: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :

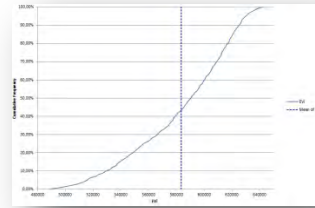
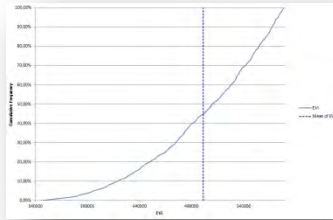
Διάγραμμα 6.191: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.195: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :

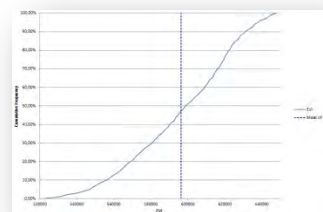
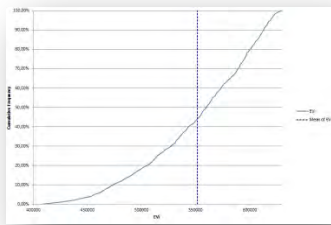


Διάγραμμα 6.199: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

19^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.196: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή :

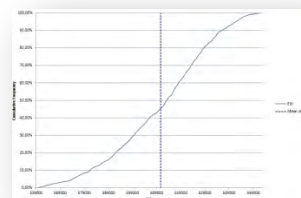
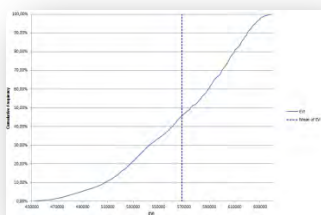


Διάγραμμα 6.200: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

20^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.197: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

17^η χρονική στιγμή :

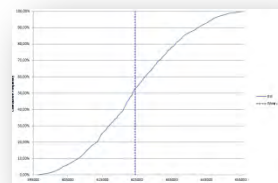


Διάγραμμα 6.201: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

21^η χρονική στιγμή :

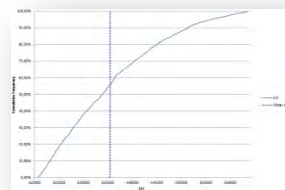
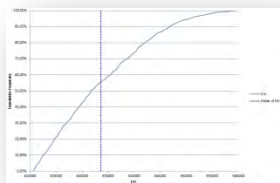
Διάγραμμα 6.198: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.202: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

22^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.204: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.203: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

22^η χρονική στιγμή :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Average	9322	50814	95903	141860	147938	146903	146835	149336	188943	254807	302824
Std Dev	3195	16783	29523	39790	39506	40708	40785	42035	48163	57946	59015
Std Err	101	531	934	1258	1249	1287	1290	1329	1523	1832	1866
Max	14808	74568	139520	199267	206964	212521	213897	218227	259608	347938	389004
Min	275	3726	17813	31970	38284	35992	42727	40334	62641	91866	137901

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
359477	408035	453884	501478	550941	568579	583508	596323	610610	624545	633618	635491
62353	60982	61701	55361	51448	43099	35947	28572	20438	12736	9148	10574
1972	1928	1951	1751	1627	1363	1137	904	646	403	289	334
449665	498734	546975	579284	628251	638720	642557	648026	652361	655647	659473	663747
185973	249146	296017	345366	411071	450758	487895	520971	559593	595907	620556	620709

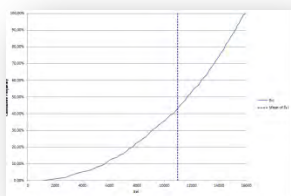
Πίνακας 6.16: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Έργο 9 : Οδός Καροπλέσι – Ιταμός

			ΣΕΝΑΡΙΑ			Evi
PV	AC	EV	EV<PV	EV =PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
15798,41	14530,28	326,78	326,78	15798,41	16000	12182,74
31087,20	29945,31	1325,19	1325,19	31087,20	32400	27998,57
46885,61	58461,55	3901,92	3901,92	46885,61	47200	24591,97
46885,61	72447,50	4835,39	4835,39	46885,61	47860	28688,25
46885,61	100915,72	6735,45	6735,45	46885,61	48240	43596,49
62684,02	156704,63	13983,21	13983,21	62684,02	64520	49068,66
150882,39	210693,90	45254,20	45254,20	150882,39	154260	143982,53
268761,29	266482,80	101953,99	101953,99	268761,29	276300	180747,18
383700,23	323015,89	176434,82	176434,82	383700,23	385400	203744,05
486672,07	383185,82	265469,24	265469,24	486672,07	489340	476671,30
589643,90	443098,12	371927,31	371927,31	589643,90	600000	514019,06
640382,54	493597,83	449967,42	449967,42	640382,54	667090	492353,77
734117,16	537062,70	561253,05	561253,05	734117,16	743200	721213,66
734117,16	587776,82	614251,43	614251,43	734117,16	745300	689232,75
734117,16	698245,93	729696,29	729696,29	734117,16	789320	734611,43
734117,16	702476,26	734117,16	734117,16	734117,16	800320	751783,77

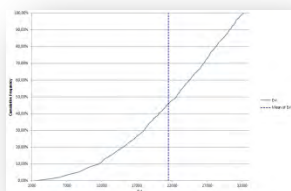
Πίνακας 6.17: Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :



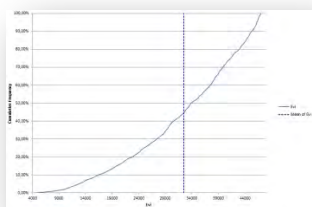
Διάγραμμα 6.205: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



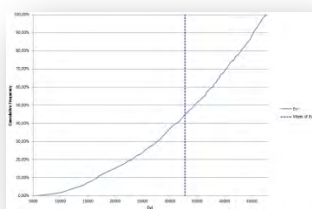
Διάγραμμα 6.206: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



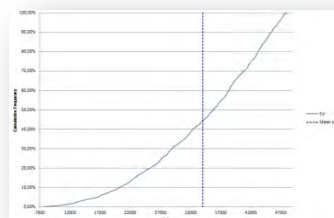
Διάγραμμα 6.207: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



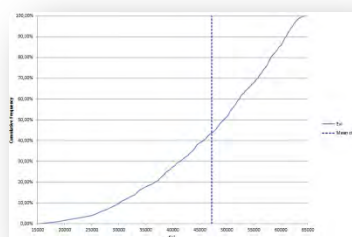
Διάγραμμα 6.208: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



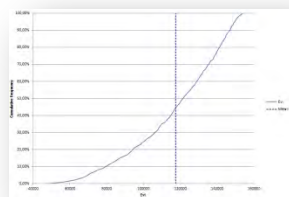
Διάγραμμα 6.210: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



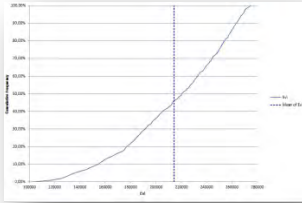
Διάγραμμα 6.211: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



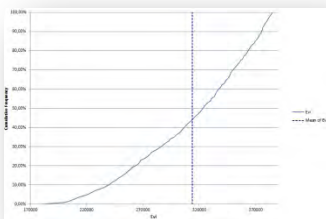
Διάγραμμα 6.212: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



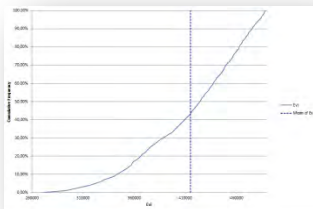
Διάγραμμα 6.213: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



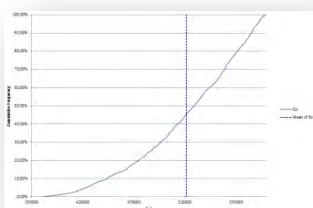
Διάγραμμα 6.214: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



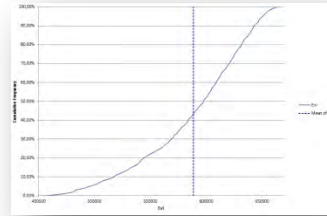
Διάγραμμα 6.215: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



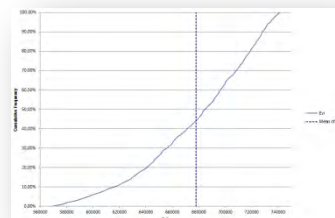
Διάγραμμα 6.216: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



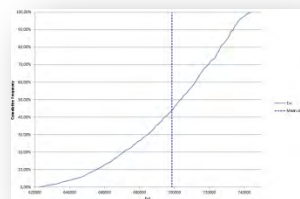
Διάγραμμα 6.217: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



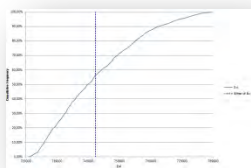
Διάγραμμα 6.218: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :

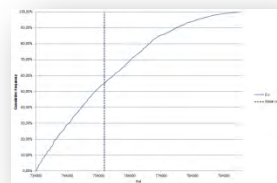


Διάγραμμα 6.219: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.220: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV



Διάγραμμα 6.221: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

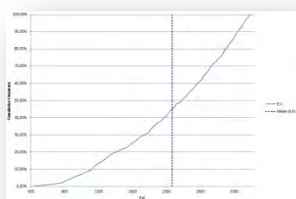
16^η χρονική στιγμή :

Έργο 10: Δρόμος Κρανιά – Ραψάνη

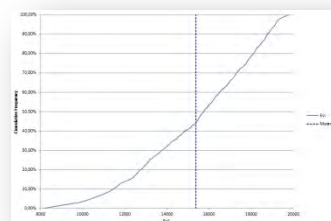
PV	AC	EV	ΣΕΝΑΡΙΑ			Ενι
			EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
3486,24	18601,5	218,479	218,479	3486,24	3542	1742,95
18925,28	121811,6	7766,683	7766,683	18925,28	19870	18826,01
34364,32	169891,3	19669,05	19669,05	34364,32	35260	25282,42
48807,30	204095,7	33560,09	33560,09	48807,30	50230	46493,98
64246,35	218358,9	47263,27	47263,27	64246,35	65320	59200,07
124572,15	248985,5	104496	104496	124572,15	142320	130005,42
187856,94	264340,3	167299,7	167299,7	187856,94	198700	180567,02
261685,60	280207	247037,7	247037,7	261685,60	276300	256643,16
291077,60	294393,3	288696,3	288696,3	291077,60	300230	290188,86
341881,41	296821,6	341881,4	341881,4	341881,41	358420	350596,57

Πίνακας 6.19: Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :



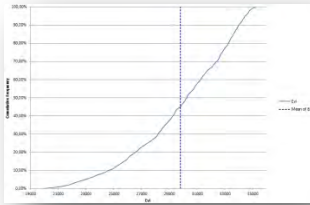
Διάγραμμα 6.222: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV



Διάγραμμα 6.223: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

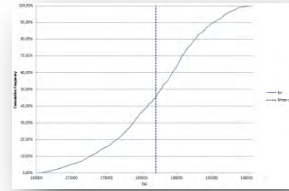
3^η χρονική στιγμή :

2^η χρονική στιγμή :



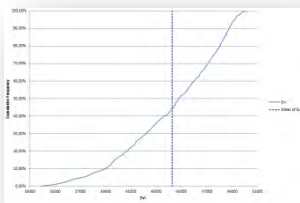
Διάγραμμα 6.227: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



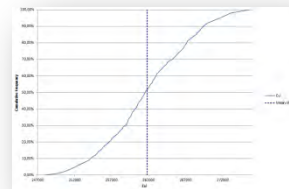
Διάγραμμα 6.224: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



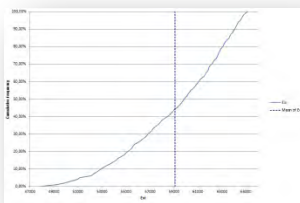
Διάγραμμα 6.228: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



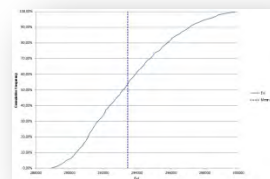
Διάγραμμα 6.225: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



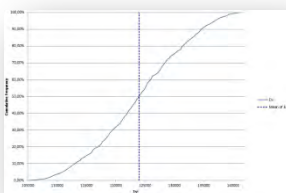
Διάγραμμα 6.229: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.226: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

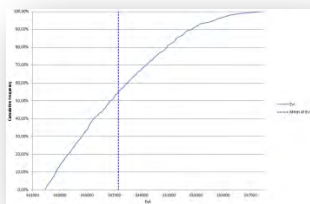
6^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.230: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.231: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Average	2385,854	15378,04	29795,29	44255,75	59105,52	123974	185055,2	261808,8	293453,7	347299,8
Std Dev	803,0078	2761,801	3527,383	3833,587	4155,719	7862,682	6492,966	5770,194	2520,097	3741,976
Std Err	25,39334	87,3358	111,5456	121,2287	131,4154	248,6398	205,3256	182,4696	79,69247	118,3317
Max	3541,587	19766,39	35184,51	50114,43	65160,68	141082,7	198565,5	275672,8	299893,4	357852,3
Min	303,5023	8104,155	19949,46	33689,16	47728,95	105025,8	168202,8	247827,1	288893,5	341911,3

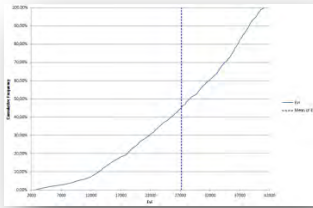
Πίνακας 6.20: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV .

Έργο 11 : Κατασκευή Γέφυρας Γόννων

PV	AC	EV	ΣΕΝΑΡΙΑ			Ενι
			EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
40242,95	19978,77	883,61	883,61	40242,95	41200	31033,07
113322,32	56451,74	7030,63	7030,63	113322,32	123409	39315,80
192754,58	94183,82	19951,81	19951,81	192754,58	200130	144563,13
272873,58	131915,89	39560,33	39560,33	272873,58	282300	146161,72
345239,13	165996,47	62982,54	62982,54	345239,13	346200	147474,81
425358,12	203728,55	95237,49	95237,49	425358,12	426320	297525,98
502892,64	240243,46	132778,62	132778,62	502892,64	510230	492982,77
583011,64	278196,94	178250,55	178250,55	583011,64	598300	471618,31
660546,15	318032,92	230874,81	230874,81	660546,15	667300	559241,22
740665,15	359196,77	292385,37	292385,37	740665,15	750230	690212,89
820784,15	400360,62	361145,01	361145,01	820784,15	853400	512292,36
895734,18	440196,61	433338,36	433338,36	895734,18	900340	654068,77
895734,18	480269,97	472787,38	472787,38	895734,18	910230	513641,16
895734,18	518847,69	510764,06	510764,06	895734,18	923400	649563,91
895734,18	558711,34	550006,64	550006,64	895734,18	930400	834856,71
895734,18	598574,99	589249,22	589249,22	895734,18	945360	778483,09
895734,18	635866,79	625960,01	625960,01	895734,18	967800	830883,21
895734,18	675730,44	665202,59	665202,59	895734,18	970600	820272,76
895734,18	714308,17	703179,28	703179,28	895734,18	982340	831903,14
895734,18	754171,82	742421,85	742421,85	895734,18	998600	884759,62
895734,18	792749,55	780398,54	780398,54	895734,18	1000230	937987,00
895734,18	833415,63	820431,05	820431,05	895734,18	1080903	994335,01
895734,18	881571,12	867836,28	867836,28	895734,18	1115000	944074,42
895734,18	909910,55	895734,18	895734,18	895734,18	1232450	1015371,30

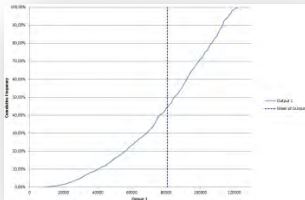
Πίνακας 6.21 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :



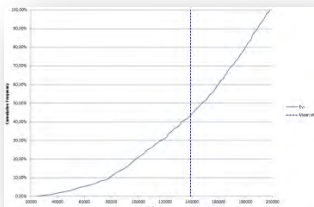
Διάγραμμα 6.232: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



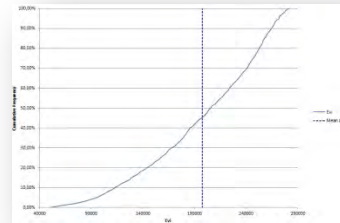
Διάγραμμα 6.233: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



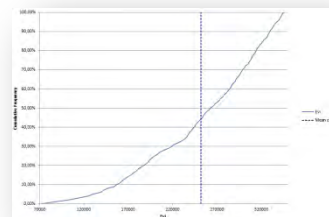
Διάγραμμα 6.234: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



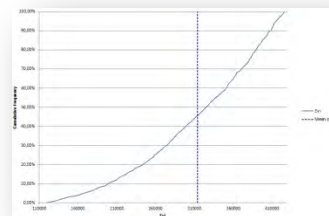
Διάγραμμα 6.235: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



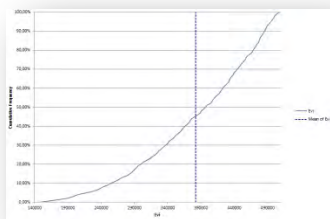
Διάγραμμα 6.236: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



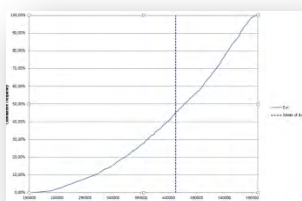
Διάγραμμα 6.237: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



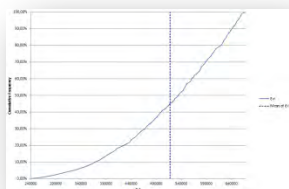
Διάγραμμα 6.238: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



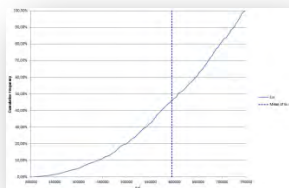
Διάγραμμα 6.239: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



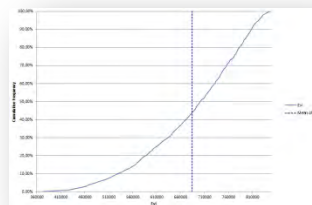
Διάγραμμα 6.240: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



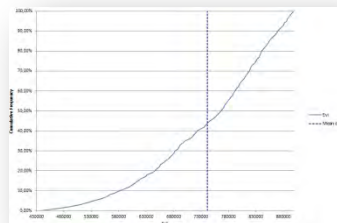
Διάγραμμα 6.241: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



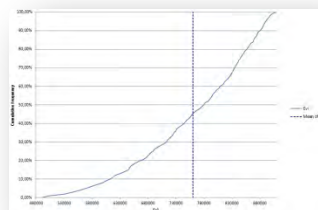
Διάγραμμα 6.242: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



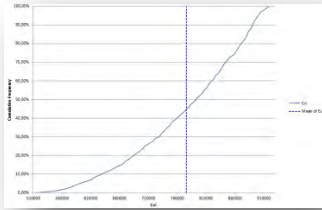
Διάγραμμα 6.243: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



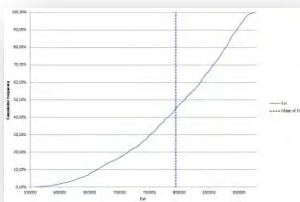
Διάγραμμα 6.244: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :



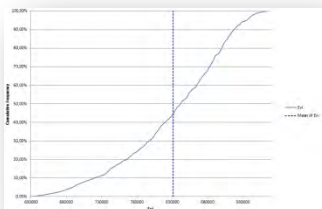
Διάγραμμα 6.245: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :



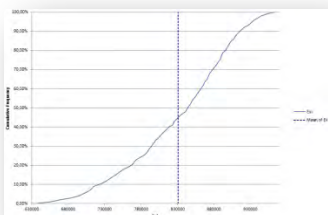
Διάγραμμα 6.246: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή :



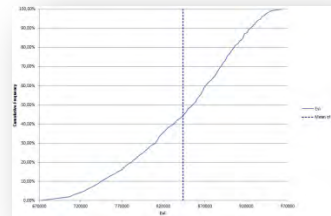
Διάγραμμα 6.247: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

17^η χρονική στιγμή :



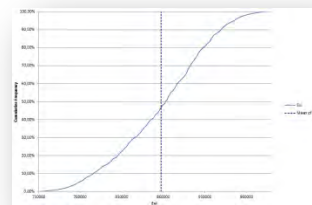
Διάγραμμα 6.248: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή :



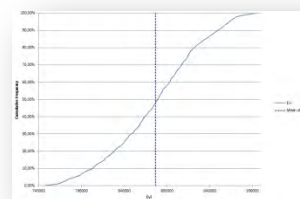
Διάγραμμα 6.249: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

19^η χρονική στιγμή :



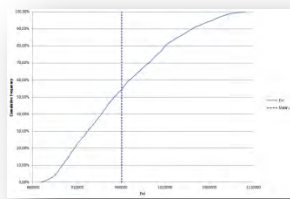
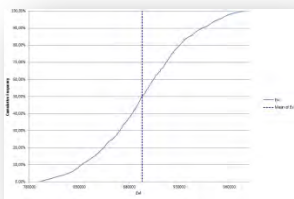
Διάγραμμα 6.250: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

20^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.251: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

21^η χρονική στιγμή :

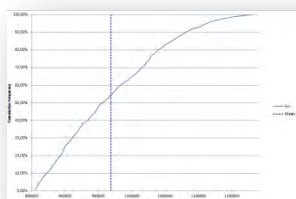
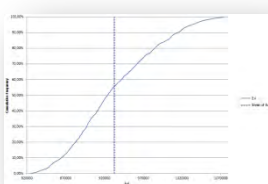


Διάγραμμα 6.252: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.254: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

22^η χρονική στιγμή :

24^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.253: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.255: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

23^η χρονική στιγμή :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Average	27187,5	80879,45	133859,3	201296,8	249808,4	318299,7	385047,2	455743	518939,1	597512,7	676805,9	746212,8
Std Dev	9611,925	26645,25	42494,91	55526,55	66691,54	77486,35	87125,35	98658,53	98093,18	107353,5	113238,6	108119,6
Std Err	303,9558	842,5968	1343,807	1755,904	2108,972	2450,334	2755,145	3119,857	3101,979	3394,815	3580,92	3419,043
Max	41125,1	122171,6	199425,8	282024,5	345303,9	425667,8	508396,7	596178,8	666796,6	749389,5	850325,9	899791
Min	2460,744	12239,35	33088,82	43603,57	66890,26	106500,3	149106,2	190977,9	251286,7	298754,7	373416,9	453661,9

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
759971,1	778090,3	793136,7	807326,1	832542,6	846406,8	861446,5	880056	893028,2	932822,8	960601,7	1008906
103140,2	92278,78	85082,61	80656,17	73463,32	65524,05	58789,89	53422,86	43982,75	55845,3	54868,49	78434,15
3261,578	2918,111	2690,548	2550,572	2323,114	2072,053	1859,1	1689,379	1390,857	1765,984	1735,094	2480,306
909692,1	921196	928109,3	934326,2	965757,3	964925,4	976623,3	994432,8	994475	1075691	1102096	1220837
482464,8	532575,2	562442,5	598316,2	626957	672199,9	703819,9	747256,2	789328,4	824499,7	868779	895828,6

Πίνακας 6.22: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV.

Έργο 12 : Ε.Ο Λαρίσης – Φαρσάλων

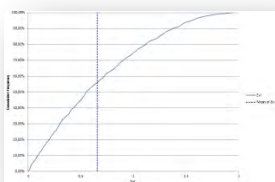
PV	AC	EV	ΣΕΝΑΡΙΑ			Ενι
			EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
0,00	331,2	0	0	0,00	2	0,21
680,15	15880,35	3,195991	3,195991	680,15	790	710,55
4334,49	78226,69	100,3307	100,3307	4334,49	4560	2723,29
11171,83	147705,8	488,2728	488,2728	11171,83	13420	9706,66
109844,93	210461	6840,573	6840,573	109844,93	110900	84779,57
198969,02	274233,9	16145,35	16145,35	198969,02	200230	100540,67
304573,48	298675,4	26917,35	26917,35	304573,48	310980	301394,92
608004,37	326558,5	58750,08	58750,08	608004,37	625605	500997,83
921549,62	372810,4	101659,4	101659,4	921549,62	943200	877224,16
1225040,15	435374,7	157817,2	157817,2	1225040,15	1300000	1010120,17

1345498,18	517436,6	206006,6	206006,6	1345498,18	1444500	1084521,45
1419388,80	597161,8	250803,8	250803,8	1419388,80	1520230	1329123,76
1490895,85	692229	305378,1	305378,1	1490895,85	1574000	1396326,24
1564671,38	795999,3	368533,2	368533,2	1564671,38	1689700	1593146,58
1636067,05	903228,5	437259,8	437259,8	1636067,05	1879000	1781402,09
1709842,58	1010458	511228,5	511228,5	1709842,58	1869000	1697333,61
1789838,79	1112123	588989,2	588989,2	1789838,79	1890230	1875479,42
1865075,29	1226345	676783,7	676783,7	1865075,29	1980230	1818232,08
1945500,51	1327320	764095,5	764095,5	1945500,51	2000234	1566609,92
2174331,02	1404464	903601,8	903601,8	2174331,02	2234500	958660,37
2449797,46	1496197	1084576	1084576	2449797,46	2490340	2436840,30
2716377,89	1589021	1277205	1277205	2716377,89	2890400	2303859,98
3101194,05	1679232	1540921	1540921	3101194,05	3240000	3097669,66
3506610,33	1765591	1831971	1831971	3506610,33	3647600	3415659,01
3572000,05	1860697	1966654	1966654	3572000,05	3723000	3612794,76
3572000,05	1969139	2081271	2081271	3572000,05	3809800	3673255,30
3572000,05	2086685	2205510	2205510	3572000,05	3890000	3666551,12
3572000,05	2204356	2329883	2329883	3572000,05	3894500	2824814,12
3572000,05	2310640	2442219	2442219	3572000,05	3898900	2546773,36
3572000,05	2428312	2566591	2566591	3572000,05	3900400	3158858,60
3572000,05	2543244	2688068	2688068	3572000,05	3980450	3281731,89
3572000,05	2666606	2818455	2818455	3572000,05	3989004	3647790,03
3572000,05	2793596	2952676	2952676	3572000,05	4004004	3312777,42
3572000,05	2944353	3112018	3112018	3572000,05	4123000	3684605,23
3572000,05	3085728	3261443	3261443	3572000,05	4132450	3602673,17
3572000,05	3214443	3397488	3397488	3572000,05	4135400	3639255,25
3572000,05	3345161	3535650	3535650	3572000,05	4149000	3659926,32
3572000,05	3378992	3571407	3571407	3572000,05	4534560	3743098,26
3572000,05	3379553	3572000	3572000	3572000,05	4600000	3653689,83

Πίνακας 6.23 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής

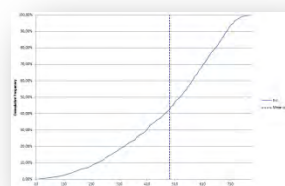
1^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.258: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV



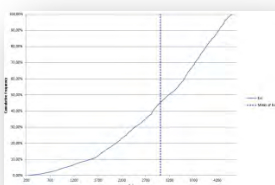
Διάγραμμα 6.256: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :

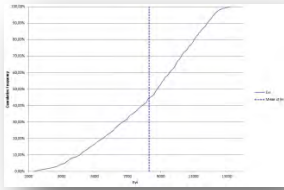


Διάγραμμα 6.257: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :

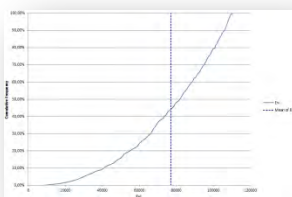


4^η χρονική στιγμή :



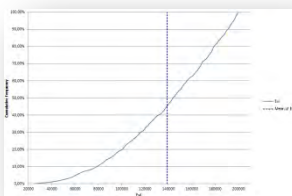
Διάγραμμα 6.259: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



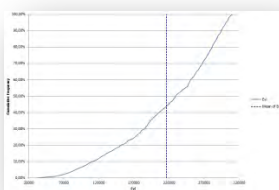
Διάγραμμα 6.260: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



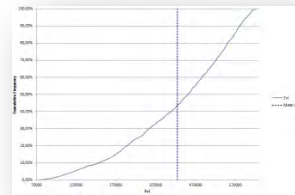
Διάγραμμα 6.261: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



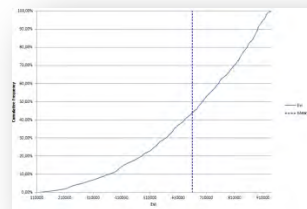
Διάγραμμα 6.262: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



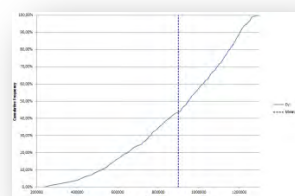
Διάγραμμα 6.263: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



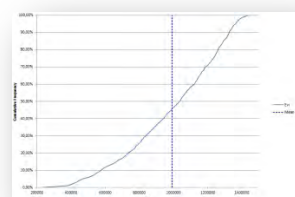
Διάγραμμα 6.264: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



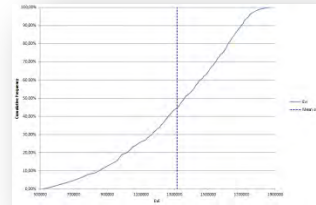
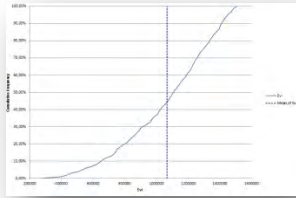
Διάγραμμα 6.265: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



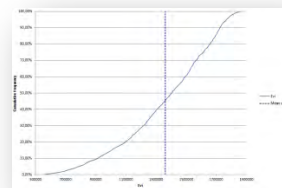
Διάγραμμα 6.266: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



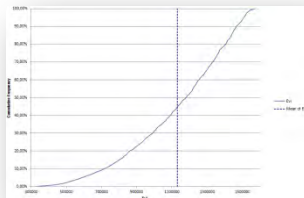
Διάγραμμα 6.270: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή :



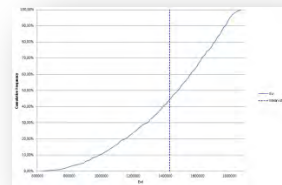
Διάγραμμα 6.267: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



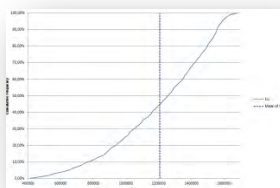
Διάγραμμα 6.271: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

17^η χρονική στιγμή :



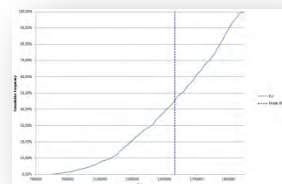
Διάγραμμα 6.268: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.272: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή :

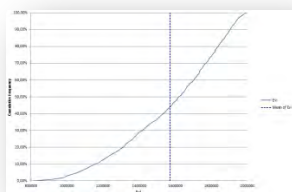


Διάγραμμα 6.269: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :

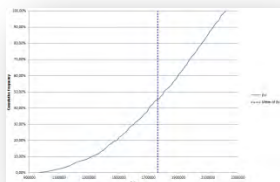
Διάγραμμα 6.273: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

19^η χρονική στιγμή :



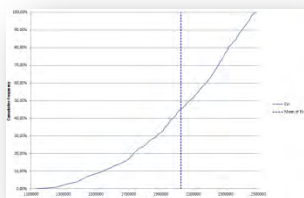
Διάγραμμα 6.274: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

20^η χρονική στιγμή :



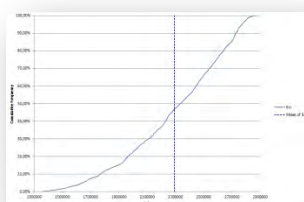
Διάγραμμα 6.275: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

21^η χρονική στιγμή :



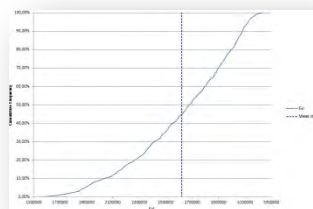
Διάγραμμα 6.276: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

22^η χρονική στιγμή :



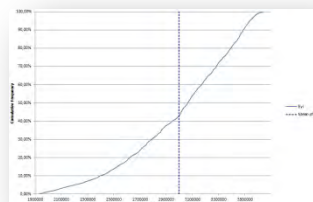
Διάγραμμα 6.277: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

23^η χρονική στιγμή :



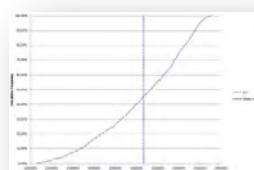
Διάγραμμα 6.278: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

24^η χρονική στιγμή :



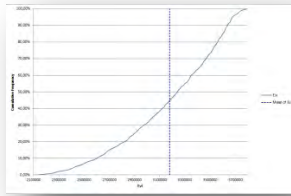
Διάγραμμα 6.279: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

25^η χρονική στιγμή :



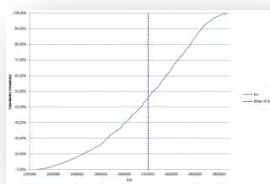
Διάγραμμα 6.280: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

26^η χρονική στιγμή :



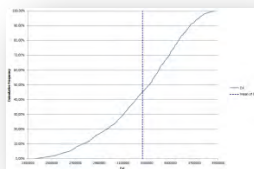
Διάγραμμα 6.281: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

27^η χρονική στιγμή :



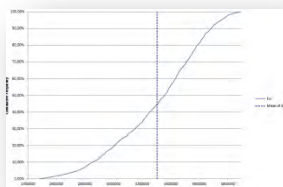
Διάγραμμα 6.282: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

28^η χρονική στιγμή :



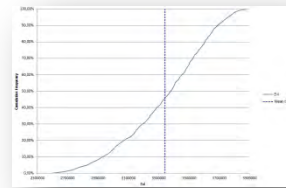
Διάγραμμα 6.283: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

29^η χρονική στιγμή :



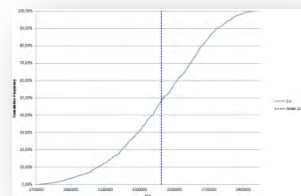
Διάγραμμα 6.284: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

30^η χρονική στιγμή :



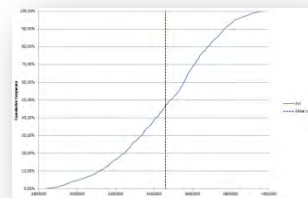
Διάγραμμα 6.285: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

31^η χρονική στιγμή :



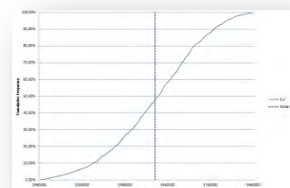
Διάγραμμα 6.286: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

32^η χρονική στιγμή :



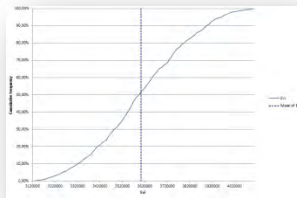
Διάγραμμα 6.287: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

33^η χρονική στιγμή :



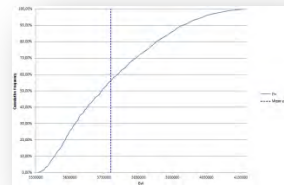
Διάγραμμα 6.288: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

34^η χρονική στιγμή :



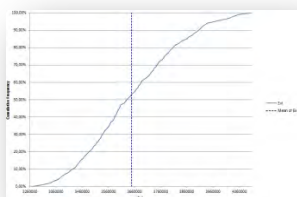
Διάγραμμα 6.291: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

37^η χρονική στιγμή :



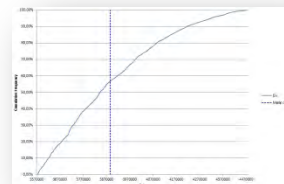
Διάγραμμα 6.289: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

35^η χρονική στιγμή :



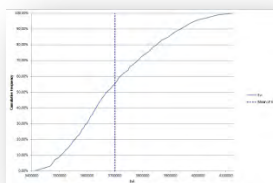
Διάγραμμα 6.292: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

38^η χρονική στιγμή :



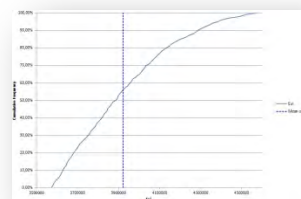
Διάγραμμα 6.290: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

36^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.293: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

39^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.294: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Average	0,701709	492,7317	3006,144	8300,492	77152,3	138733,6	216722,8	424657,5	660699,8	899388,2	992272,9	1065742	1130839
Std Dev	0,484773	175,0183	1021,91	2864,541	24285,36	41957,06	67999,87	133816,7	199142,9	259903	276276,8	283739,4	284361
Std Err	0,01533	5,534565	32,31564	90,58475	767,9705	1326,799	2150,345	4231,655	6297,45	8218,855	8736,64	8972,629	8992,286
Max	1,949935	783,6815	4515,164	13231,71	110665,2	200135,3	310572,8	622164,2	939916,1	1298950	1440639	1510806	1570770
Min	0,000285	11,88015	209,673	1271,078	8226,943	23732,71	29939,39	74268,55	115987	236086,4	219098,8	259181,1	318097,3

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1206778	1316608	1362283	1426601	1566007	1571150	1762759	2024257	2293013	2621333	2997793	3067948	3178677	3202810	3263799	3305570	3341181
297252,6	319968,4	303244	291237	283318,6	278312,9	305335,3	318509,7	354548,5	387184,5	410468,8	405133,1	391599,1	373077,1	334060,1	311528,4	283727,2
9399,954	10118,29	9589,419	9209,723	8959,322	8801,027	9655,55	10072,16	11211,81	12243,85	12980,16	12811,43	12383,45	11797,73	10563,91	9851,394	8972,242
1679937	1865983	1863115	1875722	1999410	1991840	2221426	2484138	2862823	3235409	3642411	3701836	3791301	3876043	3870455	3892765	3876655
404782,6	509121,1	542683,5	611469,3	797531,6	808730,8	951894,8	1122200	1347922	1563145	1930349	2047593	2120018	2244854	2352832	2466763	2592312

31	32	33	34	35	36	37	38	39
3424535	3461595	3502344	3603865	3649816	3700937	3750416	3886717	3921815
261770,6	245352,4	212353,9	210500,7	179329,7	159078,1	141863,2	222611	243361,5
8277,912	7758,723	6715,219	6656,615	5670,904	5030,49	4486,109	7039,578	7695,766
3956658	3963633	3961335	4109403	4106409	4127173	4143734	4479914	4576794
2701001	2829434	2966449	3122221	3269060	3408413	3536090	3573571	3572701

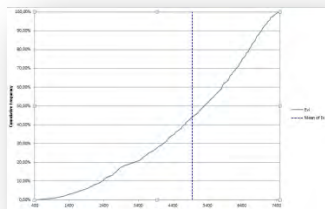
Πίνακας 6.24: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Έργο 13 : Βελτίωση Οδικής Σύνδεσης από Οικισμό Γκολφάρι έως οικισμό Πύργος

			ΣΕΝΑΡΙΑ			Evi
PV	AC	EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαιά Παράμετρος Τριγωνικής
7196,57	3623,91	64,99	64,99	7196,57	7500	5901,848431
36905,54	18160,12	1670,04	1670,04	36905,54	37000	32139,96089
65656,16	38216,49	6252,35	6252,35	65656,16	68000	46751,28464
95365,13	58941,42	14006,42	14006,42	95365,13	100000	95309,7507
144690,49	79666,34	28723,14	28723,14	144690,49	150000	136704,113
212919,01	99722,72	52908,51	52908,51	212919,01	220000	129666,4603
288072,14	120447,6	86460,27	86460,27	288072,14	300000	187406,3468
346425,67	140504	121287,44	121287,44	346425,67	350000	281550,7059
350926,00	164796	144105,01	144105,01	350926,00	360000	338434,7137
350926,00	187585,4	164033,17	164033,17	350926,00	355000	320448,0825
350926,00	208169,5	182032,80	182032,80	350926,00	357000	232863,4067
350926,00	230959	201960,97	201960,97	350926,00	360000	295977,6748
350926,00	253013,4	221246,29	221246,29	350926,00	365000	317192,6462
350926,00	275802,8	241174,45	241174,45	350926,00	366600	287016,296
350926,00	300024,3	262354,75	262354,75	350926,00	370000	331949,0241
350926,00	333354,9	291500,60	291500,60	350926,00	372000	330790,9912
350926,00	367309,8	321192,22	321192,22	350926,00	380000	353183,8195
350926,00	383569,8	335410,76	335410,76	350926,00	386300	365962,8102
350926,00	398200,6	348204,59	348204,59	350926,00	392000	376755,6803
350926,00	401312,8	350926,00	350926,00	350926,00	400000	374558,6811

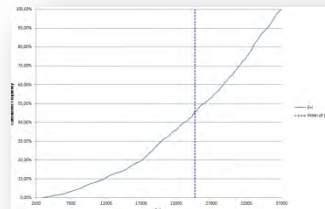
Πίνακας 6.25 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :



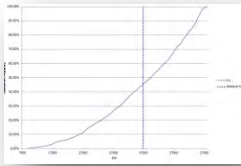
Διάγραμμα 6.295: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



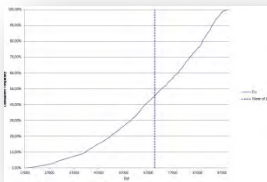
Διάγραμμα 6.296: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



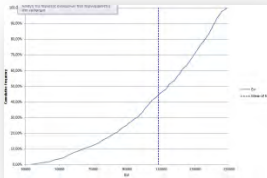
Διάγραμμα 6.297: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



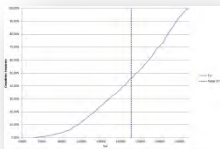
Διάγραμμα 6.298: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



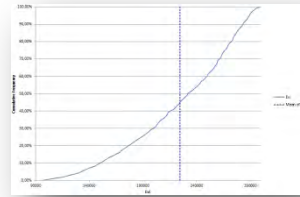
Διάγραμμα 6.299: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



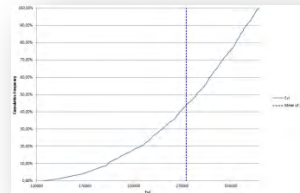
Διάγραμμα 6.300: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



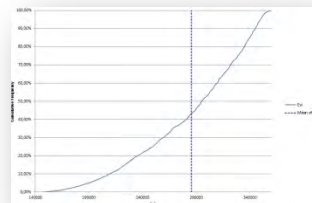
Διάγραμμα 6.301: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



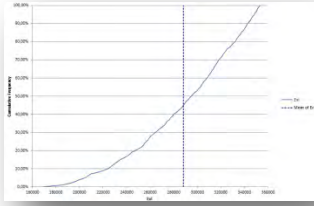
Διάγραμμα 6.302: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



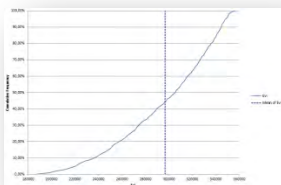
Διάγραμμα 6.303: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



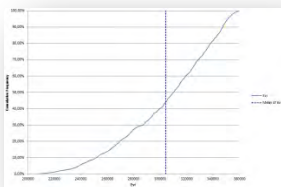
Διάγραμμα 6.304: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



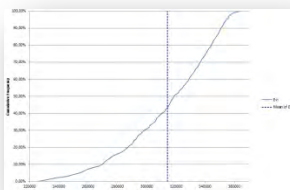
Διάγραμμα 6.305: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



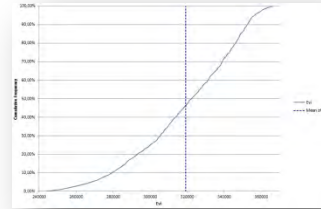
Διάγραμμα 6.306: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



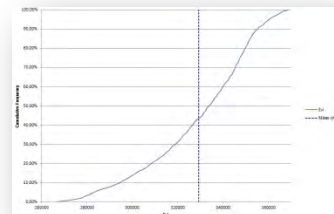
Διάγραμμα 6.307: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :



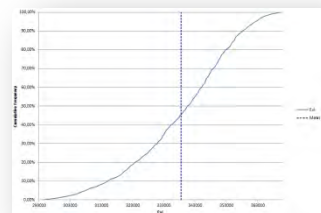
Διάγραμμα 6.308: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.309: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

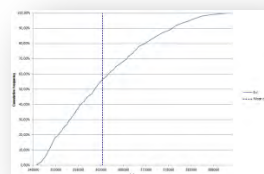
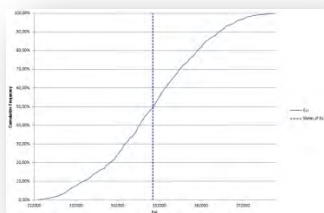
16^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.310: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

17^η χρονική στιγμή :

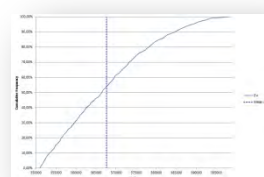
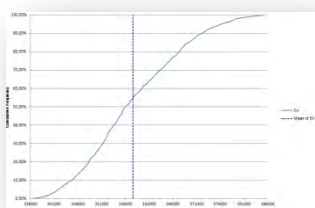
19^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.311: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.313: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.312: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.314: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Average	4964,985	24658,16	46858,49	69734,47	108524,5	160794,4	224614,6	274305	285403,8	288268,8
Std Dev	1724,462	8576,308	14559,09	19665,45	28535,87	37825,09	49718,18	53207,91	50847,68	44487,61
Std Err	54,53227	271,2067	460,3989	621,8761	902,3834	1196,134	1572,227	1682,582	1607,945	1406,822
Max	7470,209	36972,96	67983,11	99524,45	149004	218637,3	299427,2	349441	359332,9	353588,7
Min	409,0962	2920,696	7975,02	17763,84	32688,87	59841,72	95868,83	124638,4	146193,8	167416,9

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
296666,5	304252,4	314354,7	319165,5	329332,4	338495,9	350403,3	357614	363379	367635,9
40903,48	35591,27	31477,48	27772,98	23149,68	16257,88	11788,48	10370,13	10096,53	11363,19
1293,482	1125,495	995,4053	878,2588	732,057	514,1192	372,7845	327,9325	319,2804	359,3356
356713	359747,7	364452,2	366324,3	369021,2	370391,1	379858,7	385355,2	391343,4	398451,5
185878,6	207208,4	225194	243005,7	266190,8	293872,8	322525,2	336364,5	348711,6	350971

Πίνακας

6.26: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

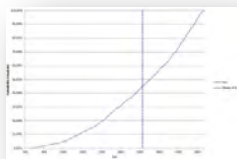
Έργο 14: Κατασκευή Δρόμου Καλύβια Θέση Τουρτοφωλιά

PV	AC	EV	ΣΕΝΑΡΙΑ			EV _i
			EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
4842,18	13798,25	181,034	181,034	4842,18	5000	4184
22938,78	51161,51	3179,867	3179,867	22938,78	23000	18292
41638,61	89770,21	10128	10128	41638,61	45500	14930
84883,16	127133,5	29239,95	29239,95	84883,16	85200	67271
129569,20	165742,2	58187,55	58187,55	129569,20	132300	121440
148269,02	204127,9	82006,44	82006,44	148269,02	150000	136569
148269,02	204127,9	82006,44	82006,44	148269,02	153200	133190

148269,02	204127,9	82006,44	82006,44	148269,02	153400	140043
150468,84	302487	123324,3	123324,3	150468,84	158200	143687
155015,14	332640,3	139715,4	139715,4	155015,14	159700	152548
176356,18	359597,1	171831,2	171831,2	176356,18	178000	174576
213726,46	369066,6	213726,5	213726,5	213726,46	220000	214682
271720,64	369066,6	271720,6	271720,6	271720,64	283000	278029
299152,96	369066,6	299153	299153	299152,96	301200	300808
325670,86	369066,6	325670,9	325670,9	325670,86	330000	329232

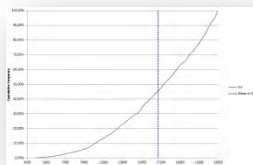
Πίνακας 6.27 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής

1^η χρονική στιγμή :



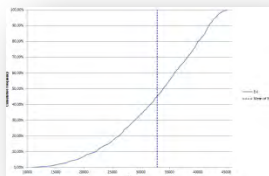
Διάγραμμα 6.315: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



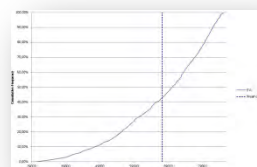
Διάγραμμα 6.316: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



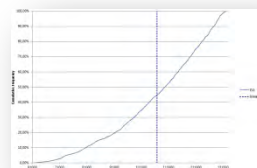
Διάγραμμα 6.317: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



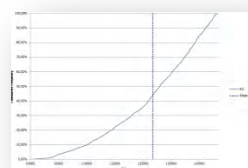
Διάγραμμα 6.318: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



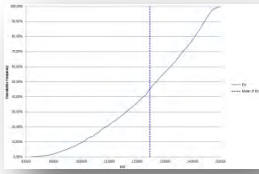
Διάγραμμα 6.319: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



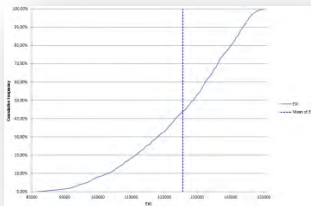
Διάγραμμα 6.320: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



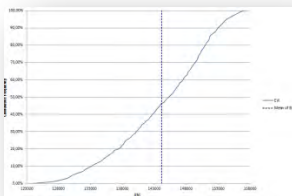
Διάγραμμα 6.321: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



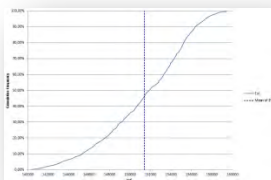
Διάγραμμα 6.322: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



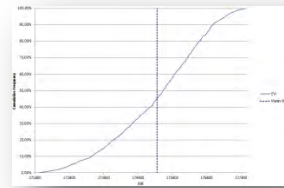
Διάγραμμα 6.323: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



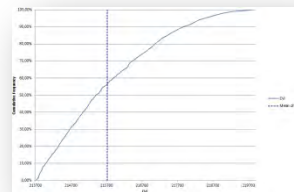
Διάγραμμα 6.324: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



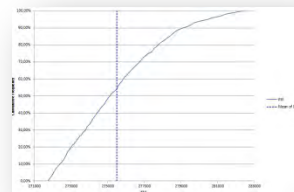
Διάγραμμα 6.325: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



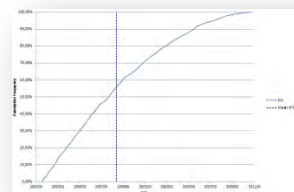
Διάγραμμα 6.326: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.327: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

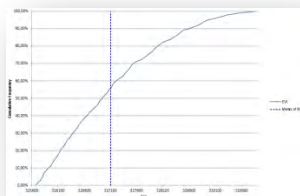
14^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.328: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.329: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Average	3376	16709	32856	67195	106796	126575	127646	128590	144150	151398	175355	215720	275502	299838	327105,4
Std Dev	1126	4511	7591	13096	17165	15708	16271	15355	7425	4253	1347	1450	2552	473	999,5438
Std Err	36	143	240	414	543	497	515	486	235	135	43	46	81	15	31,60835
Max	4975	22954	45218	85166	132196	149575	152817	153335	157168	159543	177950	219834	282451	301076	329890,7
Min	369	3599	10484	29885	61072	83312	83953	83859	123805	140226	171880	213729	271724	299153	325673,4

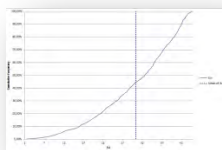
Πίνακας 6.28: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Έργο 15 : Βελτίωση ,Μεταφορά και Διανομή νερού για Άρδευση στα αγροκτήματα Αηδόνας – Γλυκομηλιάς - Παλαιοχωρίου – Χρυσομηλιάς και Καλογριάνης Δήμου Κλείνου

PV	AC	EV	ΣΕΝΑΡΙΑ			Ενι
			EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
42,75	14380,22	1,66	1,66	42,75	45	20,11
2075,77	29752,18	166,69	166,69	2075,77	2560	1635,36
53945,97	44628,27	6497,85	6497,85	53945,97	54600	51911,24
107545,2	60028,24	17423,96	17423,96	107545,2	110900	96109,63
159997,9	76735,92	33137,01	33137,01	159997,9	163450	122241,38
207452,8	97231,94	54441,32	54441,32	207452,8	213400	194511,41
259992,2	122854,4	86208,76	86208,76	259992,2	270900	210387,80
308849,5	147708,1	123126,51	123126,51	308849,5	312400	208945,24
359335,3	173516,3	168283,09	168283,09	359335,3	365700	219286,66
408192,5	198544,6	218737,66	218737,66	408192,5	409800	275102,44
409821,1	224407,2	248217,03	248217,03	409821,1	410900	332133,71
409821,1	250269,9	276823,68	276823,68	409821,1	411230	399777,58
409821,1	275298,2	304507,55	304507,55	409821,1	423400	408020,90
409821,1	301160,8	333114,21	333114,21	409821,1	435600	409430,91
409821,1	326189,2	360798,08	360798,08	409821,1	436500	381165,93
409821,1	349434,6	386509,86	386509,86	409821,1	440900	421390,93
409821,1	357866,2	395836,05	395836,05	409821,1	443560	424352,06
409821,1	363855,9	402461,25	402461,25	409821,1	456000	437635,97
409821,1	370303,1	409592,55	409592,55	409821,1	467800	443826,38
409821,1	370509,7	409821,11	409821,11	409821,1	468000	440016,74

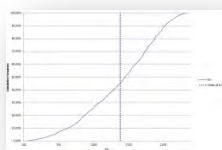
Πίνακας 6.29 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής

1^η χρονική στιγμή :



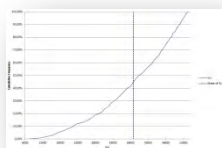
Διάγραμμα 6.330: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



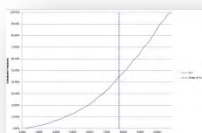
Διάγραμμα 6.331: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



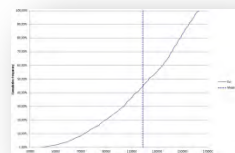
Διάγραμμα 6.332: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



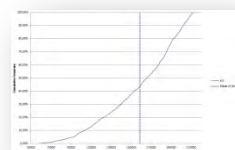
Διάγραμμα 6.333: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



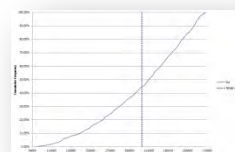
Διάγραμμα 6.334: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



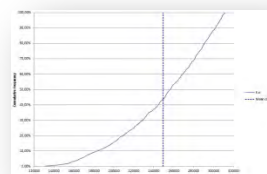
Διάγραμμα 6.335: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



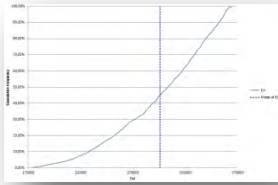
Διάγραμμα 6.336: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



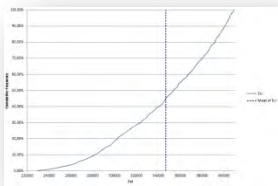
Διάγραμμα 6.337: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



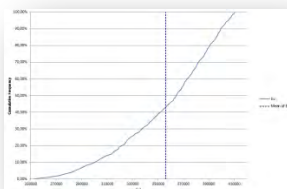
Διάγραμμα 6.338: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



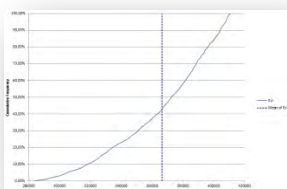
Διάγραμμα 6.339: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



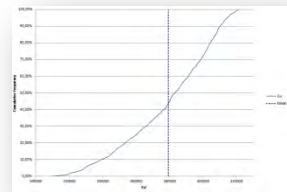
Διάγραμμα 6.340: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



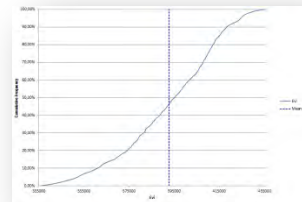
Διάγραμμα 6.341: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



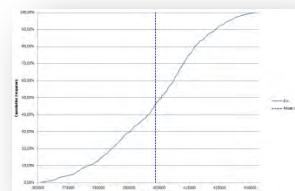
Διάγραμμα 6.342: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :



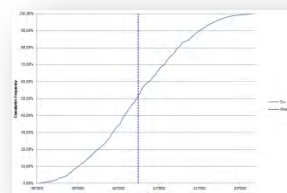
Διάγραμμα 6.343: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :



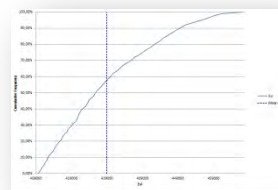
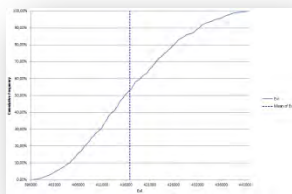
Διάγραμμα 6.344: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.345: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

17^η χρονική στιγμή :

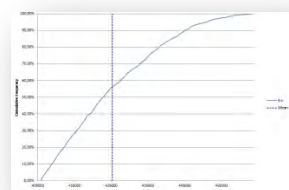
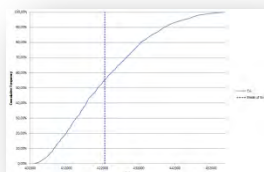


Διάγραμμα 6.348: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

20^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.346: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.349: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.347: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

19^η χρονική στιγμή :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Average	30,40958	1604,336	38822,54	79402,08	118868,9	158672,3	203018,8	249480,8	295657,6	346901,6
Std Dev	9,920326	519,4332	11062,66	21073,45	30745,89	36875,6	43446,74	43508,06	46361,92	44707,76
Std Err	0,313708	16,42592	349,832	666,4011	972,2704	1166,109	1373,907	1375,846	1466,093	1413,783
Max	44,76498	2527,351	54457,9	110316,9	163209,3	212642,1	268774,5	311564,3	364513,6	409556,4
Min	2,002992	182,4331	8565,998	22760,24	38967,21	56721,95	92883,47	127445,4	172545,2	227083,5

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
356111,2	366428,4	379308,1	392736,4	401810,4	411951,4	416819,8	422626,6	428917,7	429351,3
37396,64	31800,32	26526,91	21791,38	15520,38	10906,57	10107,57	11580,12	13893,96	13680,13
1182,586	1005,614	838,8546	689,104	490,7976	344,8961	319,6296	366,1954	439,3655	432,6038
410423,6	410952,6	421516,7	435167,3	435007,7	440266,9	441892,5	455667,7	467545,3	467833,6
251075,8	282603,6	308926,6	335467,3	363040,5	387164,3	396247,9	402983,1	409734,2	409918,1

Πίνακας 6.30: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

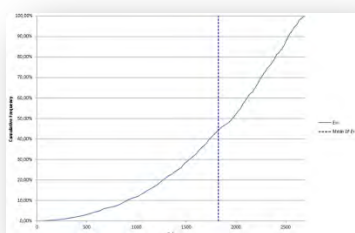
Έργο 16 : Αξιοποίηση Υφιστάμενων Κρατικών Γεωτρήσεων – Αρδευτικό έργο Περιδοράχης

ΣΕΝΑΡΙΑ						Evi
PV	AC	EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
2630,13	2092,74	20,6	20,6	2630,13	2700	2245,32

14670,97	31223,08	1714,5	1714,5	14670,97	15400	8668,05
27113,17	61324,43	6223,2	6223,2	27113,17	29800	16519,62
39555,38	91425,78	13535,4	13535,4	39555,38	41200	21176,47
50793,49	118614,1	22549,8	22549,8	50793,49	53450	48577,58
112650,2	148715,4	62702,7	62702,7	112650,2	123400	88173,15
172511,5	177845,8	114831,1	114831,1	172511,5	173400	136386,04
232065,2	207947,1	180617,9	180617,9	232065,2	250900	223447,34
289697,7	237077,5	257059,3	257059,3	289697,7	297800	281915,76
291618,8	267178,8	291618,8	291618,8	291618,8	300900	293948,93

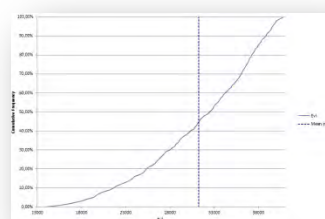
Πίνακας 6.31 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής

1^η χρονική στιγμή :



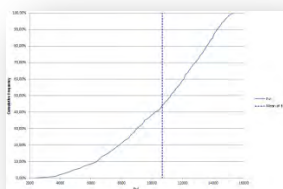
Διάγραμμα 6.350: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



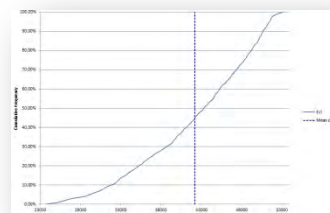
Διάγραμμα 6.353: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



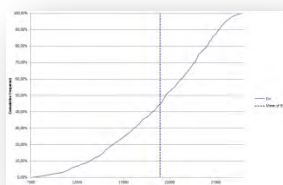
Διάγραμμα 6.351: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



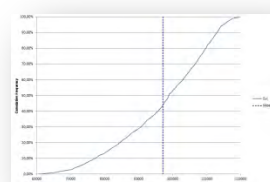
Διάγραμμα 6.354: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



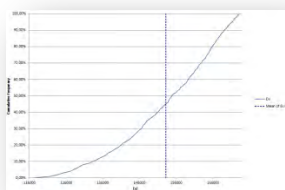
Διάγραμμα 6.352: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



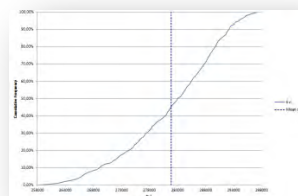
Διάγραμμα 6.355: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



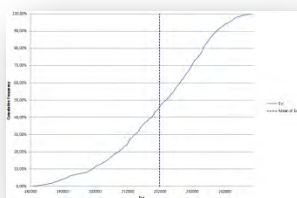
Διάγραμμα 6.356: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



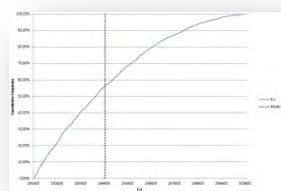
Διάγραμμα 6.358: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.357: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.359: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Average	1823,988	10679,05	20949,67	31278,41	42199,27	100116	153139	221893,8	281886,1	294650,1
Std Dev	611,0649	3021,185	5253,892	6399,799	7119,668	13317,01	13364,26	14800,47	8584,837	2218,264
Std Err	19,32357	95,53826	166,1427	202,3794	225,1437	421,1208	422,615	468,0319	271,4764	70,14766
Max	2689,703	15292,29	29710,69	40887,36	53170,45	122818,7	173077	250379	297284,1	300641,9
Min	42,14176	2131,137	7037,605	13854,68	23546,58	63259,49	116877,2	182352,8	258093,8	291619,5

Πίνακας 6.32:

Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Κατηγορίες Έργων : Υδρεύσεις

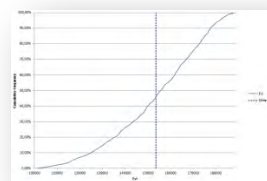
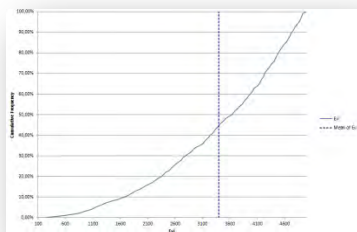
Έργο 17 : Αντικατάσταση Δικτύου Ύδρευσης Σωληνώσεων Δ.Δ

PV	AC	EV	ΣΕΝΑΡΙΑ			Ενι
			EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
4944	7068	85	85	4944	5000	4372,87
62154	83614	12683	12683	62154	64500	50576,03
124318	160159	48592	48592	124318	127680	99271,01
184685	237107	106869	106869	184685	198900	153318,67
234974	310826	178243	178243	234974	245600	224543,59
267688	352150	230055	230055	267688	272400	257710,35
299190	370253	270347	270347	299190	300240	297862,67
328671	385629	309319	309319	328671	330490	324975,44
356352	394440	343033	343033	356352	367890	354254,82
356352	401472	349149	349149	356352	360900	353319,57

356352	407262	354184	354184	356352	367890	358354,15
356352	409755	356352	356352	356352	370890	369262,77

Πίνακας 6.33 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής

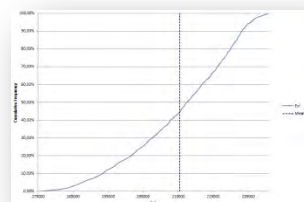
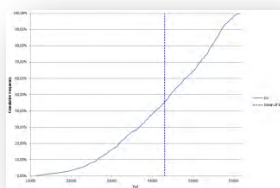
1^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.364: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.361: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

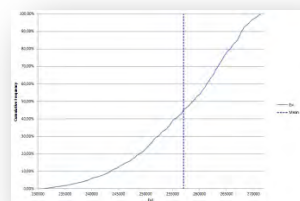
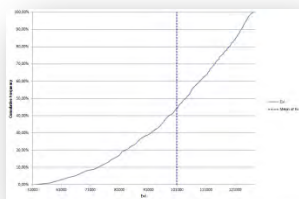
2^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.365: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.362: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :

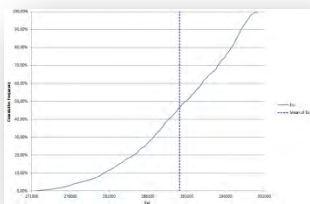


Διάγραμμα 6.366: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.363: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

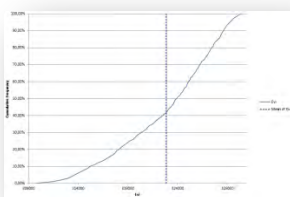
4^η χρονική στιγμή :

7^η χρονική στιγμή :



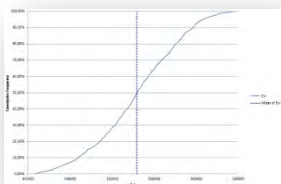
Διάγραμμα 6.367: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



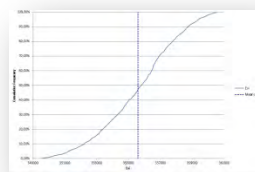
Διάγραμμα 6.368: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



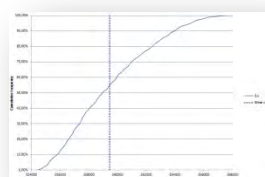
Διάγραμμα 6.369: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



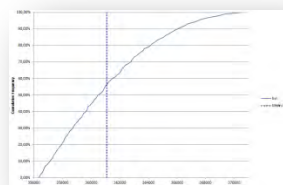
Διάγραμμα 6.370: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.371: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.372: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Average	3393,328	46031,59	100798,5	162527,4	219478,4	257027,8	290077,8	322868,2	355920,1	355600,5	359469,3	361097,3
Std Dev	1154,709	11705,69	18513,74	19941,83	14965,24	9287,986	6700,384	4894,04	5050,258	2426,068	3046,358	3349,409
Std Err	36,51511	370,1666	585,456	630,616	473,2425	293,7119	211,8847	154,7631	159,7032	76,71901	96,3343	105,9176
Max	4987,176	64367,04	127497	197412,2	244973	271389,8	300066,7	330360,5	367720,5	360583,5	367703,4	370511,3
Min	198,056	13821,92	51632,16	109601	179431,6	230807,7	271141	309568	343820,6	349396,6	354425,4	356353

Πίνακας 6.34:

Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

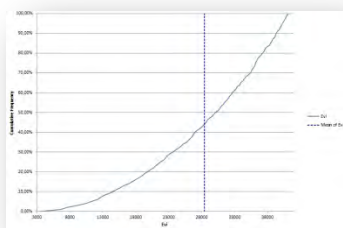
Έργο 18: Υποδομές Αναβάθμισης Ποιότητας Νερού Δήμου Πολυδάμαντα (Αγωγός και Δεξαμενή Υδρευσης Αγίας Τριάδας)

			ΣΕΝΑΡΙΑ			Ev _i
PV	AC	EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
40938,47	18601,5	2565,57	2565,57	40938,47	41340	5010,06

137673,59	121811,6	56499,41	56499,41	137673,59	145600	116568,55
158327,61	169891,3	90621,72	90621,72	158327,61	160900	137393,54
209895,55	204095,7	144325,01	144325,01	209895,55	223450	199440,52
231887,28	218358,9	170589,48	170589,48	231887,28	244560	235239,89
243010,97	248985,5	203847,06	203847,06	243010,97	250900	218491,25
258131,36	264340,3	229883,98	229883,98	258131,36	260900	238209,84
258131,36	280207	243682,43	243682,43	258131,36	265700	257719,08
258131,36	294393,3	256019,60	256019,60	258131,36	271320	262502,63
258131,36	296821,6	258131,36	258131,36	258131,36	297690	281675,68

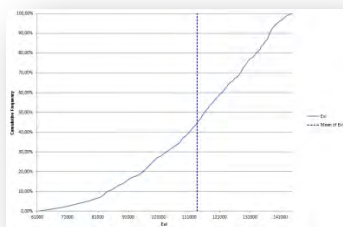
Πίνακας 6.35 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής

1^η χρονική στιγμή :



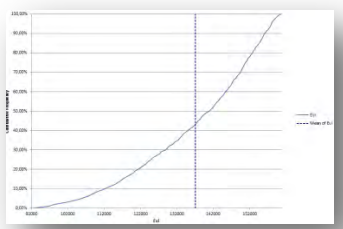
Διάγραμμα 6.373: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



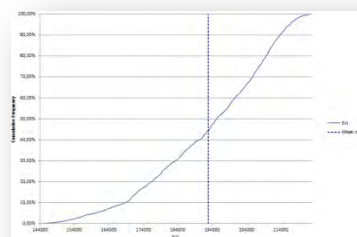
Διάγραμμα 6.374: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



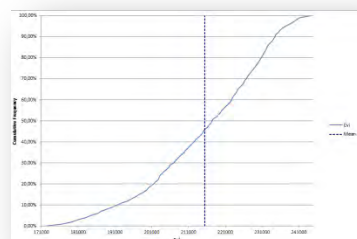
Διάγραμμα 6.375: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



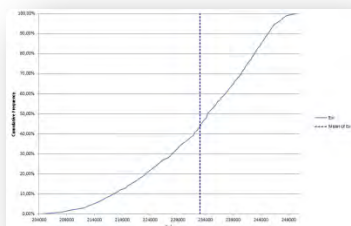
Διάγραμμα 6.376: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



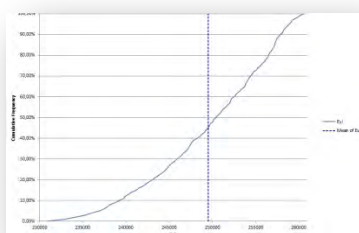
Διάγραμμα 6.377: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



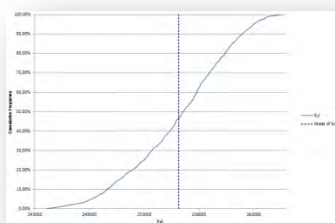
Διάγραμμα 6.378: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



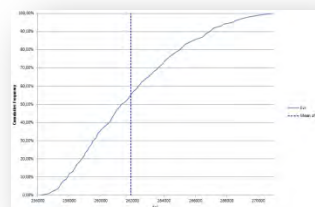
Διάγραμμα 6.379: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



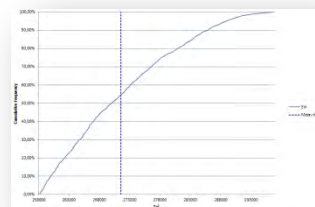
Διάγραμμα 6.380: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.381: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.382: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Average	28457,97	113704,8	137131,5	192926,5	215438,8	233033,4	249542,7	256148,6	261922,1	271582,1
Std Dev	9190,53	19738,95	16608,53	17590,95	16136,13	10331,03	6986,611	4564,922	3359,592	9513,106
Std Err	290,6301	624,2004	525,2078	556,2746	510,2691	326,6959	220,936	144,3555	106,2396	300,8308
Max	41211,38	144843,9	160602,6	222672,8	244312,8	250461,5	260557,1	265580,1	270916,6	296861,2
Min	3330,668	61009,76	92226,11	144908,1	171745,4	204281,2	230673,8	243948,8	256180,9	258162,5

Πίνακας 6.36: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

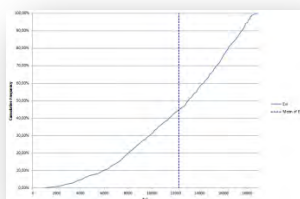
Έργο 19 : Εξωτερικό Δίκτυο Ύδρευσης Δ/Δ ΚΑΛΟΜΟΙΡΑΣ Ματονερίου

			ΣΕΝΑΡΙΑ			Evi
PV	AC	EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος

						Τριγωνικής
18003	6.946	271	271	18003	19000	10378,30
43469	37.009	3491	3491	43469	45600	33613,28
75220	68.546	11190	11190	75220	78600	71289,75
106678	94.081	21781	21781	106678	110900	79088,23
130297	113.527	32102	32102	130297	135400	119994,24
130297	132.973	37601	37601	130297	137800	113585,34
130297	150.536	42568	42568	130297	140300	111780,82
133118	171.051	49416	49416	133118	142300	98321,58
142025	194.228	59866	59866	142025	145600	79704,73
168205	219.757	80221	80221	168205	170800	149026,83
206467	244.613	109606	109606	206467	210900	177018,92
247896	272.281	146484	146484	247896	256900	220829,69
288917	301.394	188979	188979	288917	294200	215408,32
326789	331.282	234946	234946	326789	334500	270286,55
365648	362.831	287920	287920	365648	376800	359432,11
397195	393.140	338887	338887	397195	400900	363652,74
413932	423.825	380733	380733	413932	423400	415317,85
418367	454.912	413037	413037	418367	430900	423716,21
419981	460.782	419981	419981	419981	443560	423957,82

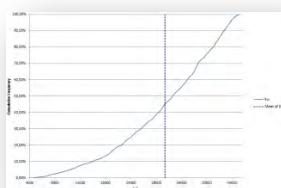
Πίνακας 6.37 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής

1^η χρονική στιγμή :



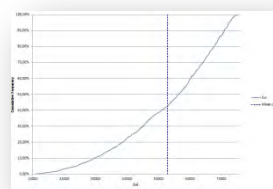
Διάγραμμα 6.383: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



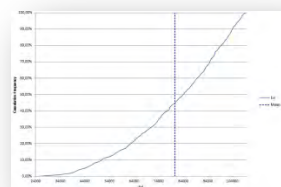
Διάγραμμα 6.384: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



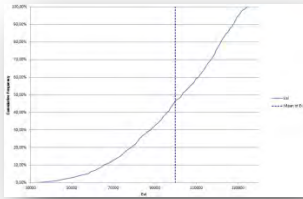
Διάγραμμα 6.385: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



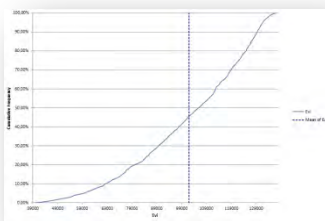
Διάγραμμα 6.386: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



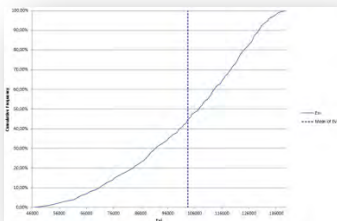
Διάγραμμα 6.387: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



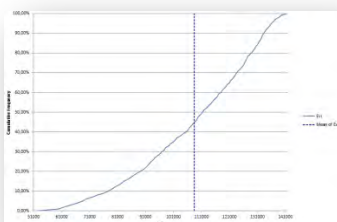
Διάγραμμα 6.388: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



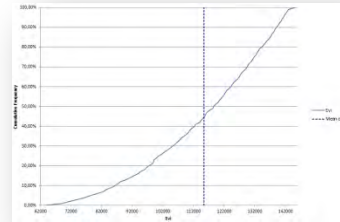
Διάγραμμα 6.389: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



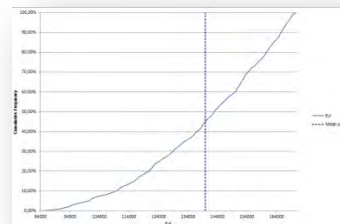
Διάγραμμα 6.390: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



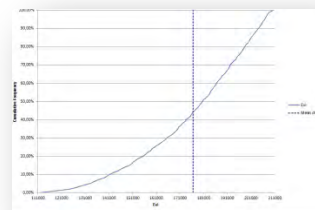
Διάγραμμα 6.391: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



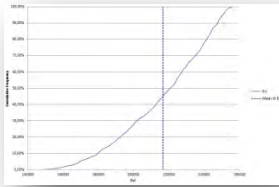
Διάγραμμα 6.392: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



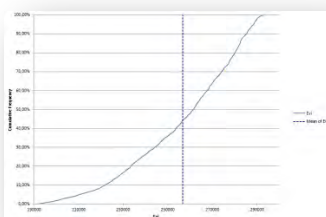
Διάγραμμα 6.393: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



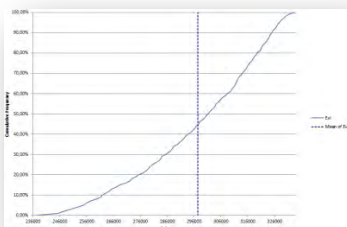
Διάγραμμα 6.394: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



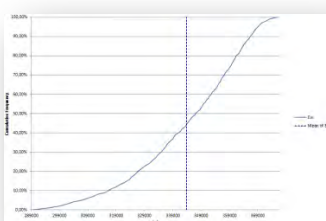
Διάγραμμα 6.395: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :



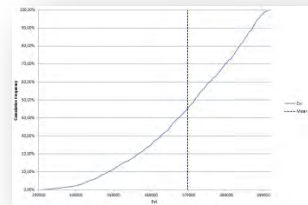
Διάγραμμα 6.396: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :



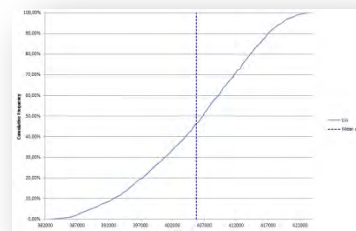
Διάγραμμα 6.397: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή :



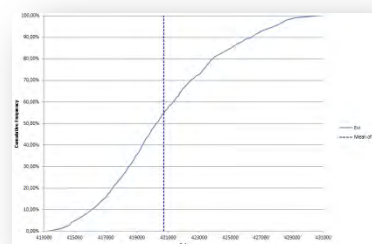
Διάγραμμα 6.398: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

17^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.399: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

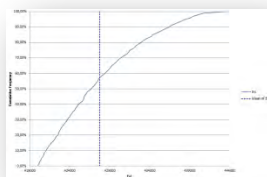
18^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.400: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

19^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.401: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Average	12629,14	30748,54	55956,03	80680,38	99814,06	102075,8	103492,9	108420	115438	139941,2
Std Dev	4267,692	9734,436	15490,86	19536	23227,99	23083,95	21991,42	21070,95	19630,25	21057,71
Std Err	134,9563	307,8299	489,864	617,7825	734,5334	729,9784	695,4296	666,3221	620,763	665,9033
Max	18995,86	45408,65	78219,9	109245,3	134818,3	137182,8	139456,7	141543,4	145355,2	170529,8
Min	459,4819	4359,692	13623,8	24802,22	32874,36	39826,33	46178,51	51948,63	62845,19	84541,42

11	12	13	14	15	16	17	18	19
176518,2	216712,2	256684,8	297419	343931,1	378749	405755,7	420737,9	427738,7
23032,77	25363,01	24221,74	23137,04	19184,76	14140,22	9065,677	3730,674	5622,819
728,36	802,0487	765,9588	731,6574	606,6753	447,153	286,6819	117,9743	177,8091
210434,3	256068,4	292914,4	333597,4	376097	400506,2	423115,5	430704,7	443533,2
111822,1	148716,9	191312,3	236419,6	289063,1	339465,8	382668,2	413227,3	419983,2

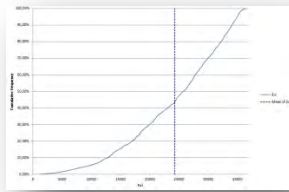
Πίνακας 6.38: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Έργο 20 : Ύδρευση Δήμου Παλαμά

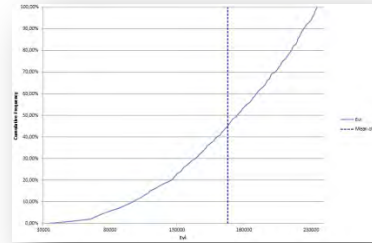
PV	AC	EV	ΣΕΝΑΡΙΑ			Ενι
			EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
35329,95	21.477	491	491	35329,95	36500	9460,47
106265,8	81.014	5567	5567	106265,8	110900	68604,98
186161,1	148.194	17841	17841	186161,1	198700	184540,39
233689,1	196.014	29623	29623	233689,1	235600	164549,84
283453,9	246.584	45201	45201	283453,9	289000	130533,46
347484,7	313.124	70365	70365	347484,7	350600	279086,35
420809,5	387.776	105529	105529	420809,5	456700	118895,93
494435,6	460.019	147093	147093	494435,6	500900	375878,42
570515,9	535.864	197709	197709	570515,9	580900	557887,67
639671,5	615.263	254521	254521	639671,5	645600	472453,08
711132,4	697.309	320687	320687	711132,4	725400	460372,52
782593,3	779.355	394436	394436	782593,3	798000	678812,87
851748,9	858.755	473027	473027	851748,9	867000	758097,49
919583,7	940.801	559492	559492	919583,7	924300	826474,13
985230,2	1.020.201	650022	650022	985230,2	998000	846245,35
1022590	1.065.955	704929	704929	1022590	1100900	1018221,58
1063882	1.116.525	768187	768187	1063882	1230900	1161996,42
1120905	1.186.360	859984	859984	1120905	1300900	1128795,64
1188740	1.268.407	975103	975103	1188740	1324500	1240622,83
1254387	1.347.806	1093361	1093361	1254387	1345600	1286089,24
1312688	1.429.852	1213829	1213829	1312688	1365700	1298355,67
1364171	1.509.252	1331483	1331483	1364171	1370900	1349027,44
1367500	1.546.305	1367500	1367500	1367500	1380900	1368957,17

Πίνακας 6.39 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :

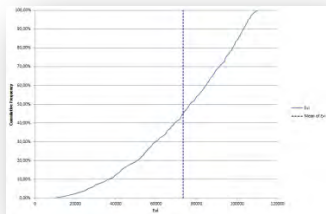


Διάγραμμα 6.402: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

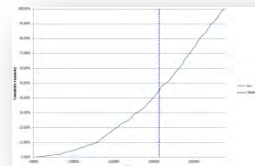


Διάγραμμα 6.405: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :

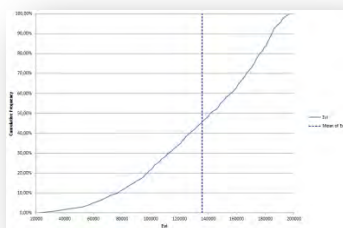


Διάγραμμα 6.403: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

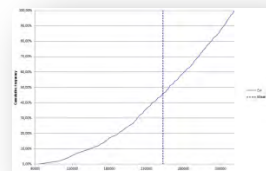


Διάγραμμα 6.406: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :

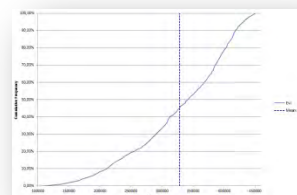


Διάγραμμα 6.404: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV



Διάγραμμα 6.407: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

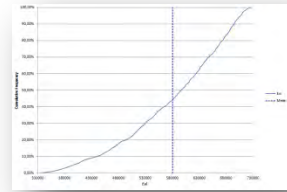
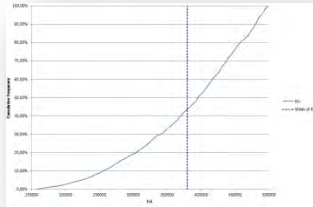
4^η χρονική στιγμή :



7^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.408: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :

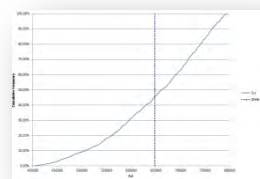
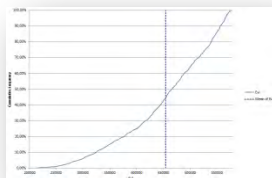


Διάγραμμα 6.412: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.409: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :

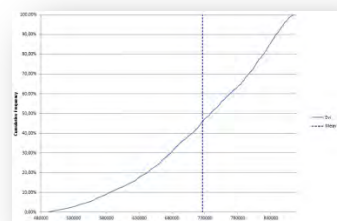
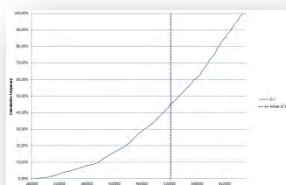


Διάγραμμα 6.413: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.410: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :

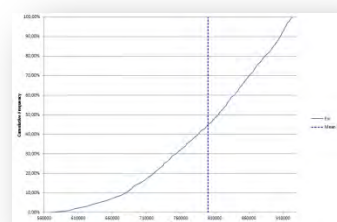


Διάγραμμα 6.414: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :

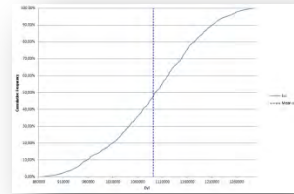
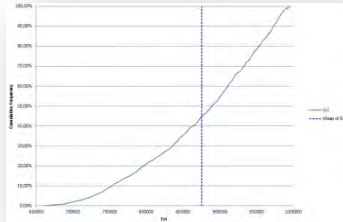
Διάγραμμα 6.411: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.415: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :

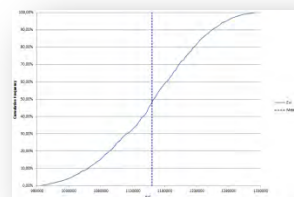
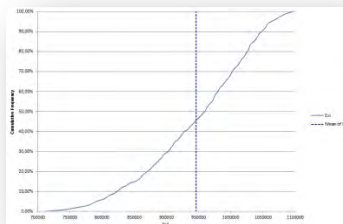


Διάγραμμα 6.419: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

19^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.416: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή :

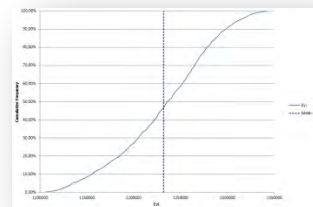
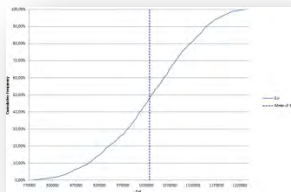


Διάγραμμα 6.420: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

20^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.417: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

17^η χρονική στιγμή :

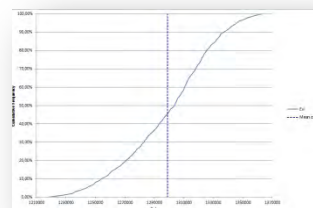


Διάγραμμα 6.421: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

21^η χρονική στιγμή :

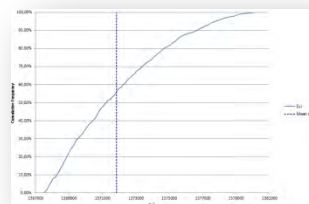
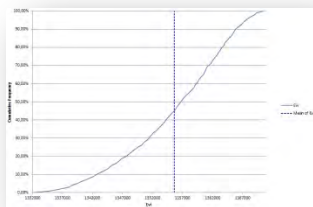
Διάγραμμα 6.418: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.422: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

22^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.424: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.423: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

23^η χρονική στιγμή :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Average	24231,2	73284,82	135925,1	167957,9	206345,9	252646	328474,4	380101,4	454510,6	512476,8	580524,6	647988,7
Std Dev	8285,084	24879,72	41307,62	47854	55029,33	66269,76	78877,12	83191,71	85800,43	92339,12	95458,89	96110,13
Std Err	261,9974	786,7658	1306,262	1513,276	1740,18	2095,634	2494,314	2630,753	2713,248	2920,019	3018,675	3039,269
Max	36285,78	110304	196976,9	234890,5	288169,7	349859,2	450474	499329,6	577366	644846,9	724555	795419,6
Min	1099,014	9576,018	21177,97	33406,34	50766,49	83909,29	108615,3	156360,8	207984	260023,3	333614,1	401271

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
726564	800286,3	875414,1	946101,4	1027482	1091555	1160329	1231977	1298956	1355616	1371852
93778,04	85467,38	80519,47	83871,13	94537,12	92216,74	72497,62	52621,91	30849,24	8621,128	3102,33
2965,522	2702,716	2546,249	2652,238	2989,526	2916,149	2292,576	1664,051	975,5387	272,624	98,10428
865890,4	923783	995726,8	1096466	1230510	1294654	1321968	1342816	1362842	1370605	1380171
489755,3	569569,3	658096,8	709777,2	773781,8	864635,3	984238,5	1102622	1217459	1332120	1367500

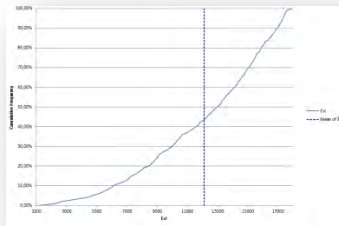
Πίνακας 6.40: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Έργο 21 : Φράγμα Λογγά Νομού Τρικάλων (Ολοκλήρωση Εργασιών)

PV	AC	EV	ΣΕΝΑΡΙΑ			Ενι
			EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
17391,11	35406,89	705,789	705,789	17391,11	18000	17248,36
109089,7	135190	16903,94	16903,94	109089,7	110900	39492,95
203950,3	232659,3	54388,18	54388,18	203950,3	205900	163511,79
301972,9	352996,5	122179,4	122179,4	301972,9	320900	282323,68
301972,9	352996,5	122179,4	122179,4	301972,9	324500	142347,16
301972,9	352996,5	122179,4	122179,4	301972,9	329800	193209,14
301972,9	352996,5	122179,4	122179,4	301972,9	330290	309607,54
301972,9	352996,5	122179,4	122179,4	301972,9	335460	269955,26
405389,1	490252,5	227798,9	227798,9	405389,1	425600	256502,61
553073,6	623081	394991	394991	553073,6	560700	486541,64
656669,7	760337	572285,7	572285,7	656669,7	670900	613140,36
760265,7	857853,1	747546,3	747546,3	760265,7	770900	760063,40
763681,6	872449,3	763681,6	763681,6	763681,6	764500	763731,60

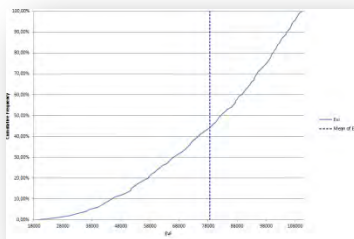
Πίνακας 6.41 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :



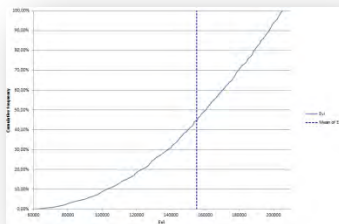
Διάγραμμα 6.425: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



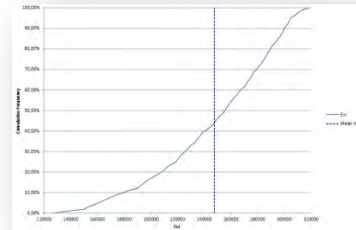
Διάγραμμα 6.426: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



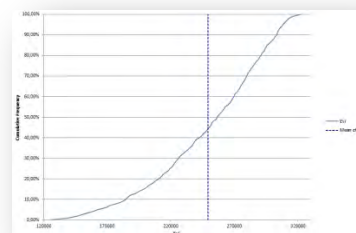
Διάγραμμα 6.427: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



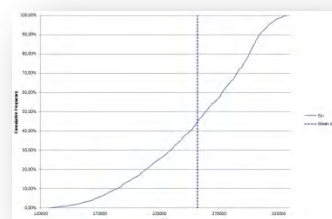
Διάγραμμα 6.428: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



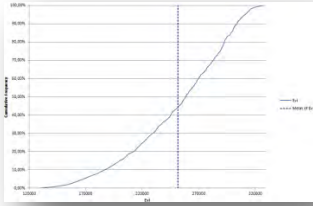
Διάγραμμα 6.429: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



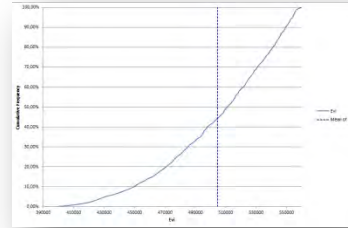
Διάγραμμα 6.430: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



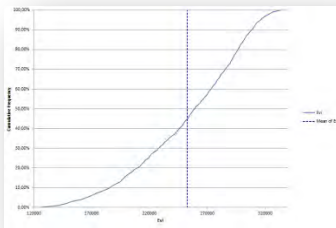
Διάγραμμα 6.431: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



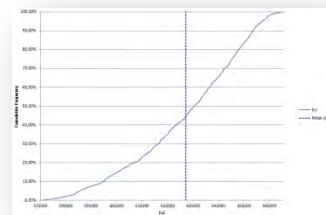
Διάγραμμα 6.434: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



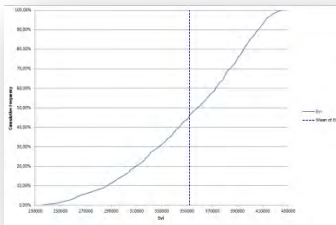
Διάγραμμα 6.432: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



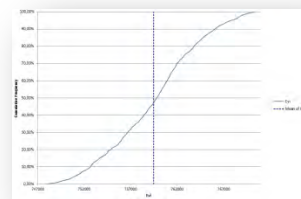
Διάγραμμα 6.435: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



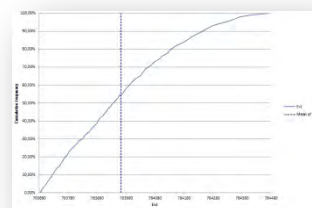
Διάγραμμα 6.433: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.436: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.437: Σωρευτικό Διάγραμμα

Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Average	11999,31	78628,23	155190,3	247486,7	249380,3	251877,7	251612,7	252694	351893,6	504489	632173,9	759476,2	763961,7
Std Dev	4039,407	22345,62	34778,03	44778,46	44501,08	45697,3	44135,62	46679,04	45096,17	37552,74	22003,14	4933,522	190,8281
Std Err	127,7373	706,6305	1099,778	1416,019	1407,248	1445,076	1395,691	1476,121	1426,066	1187,522	695,8004	156,0117	6,034515
Max	17910,66	110488,8	205256,8	318706,8	322560,1	326148,1	327517,6	333909	424661,6	559770	670307,3	770409,9	764471,6
Min	1285,651	18693,79	60355,97	125634,6	123641,6	126104,8	128504,6	125048,8	233506,3	398230,3	575243,7	747836,9	763681,9

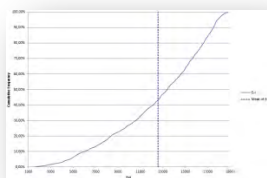
Πίνακας 6.42: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Έργο 22: Δίκτυο Αποχέτευσης και Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων Γαβριάνης

			ΣΕΝΑΡΙΑ			Ενι
PV	AC	EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Τριγωνική Παράμετρος
17759,78	7655,81	471,11	471,11	17759,78	18900	8688,15
43511,05	17913,07	2700,60	2700,60	43511,05	44350	42035,35
68431,64	27839,46	6600,97	6600,97	68431,64	69800	59915,38
94182,91	38096,72	12432,25	12432,25	94182,91	95690	94641,94
119103,5	48023,1	19818,22	19818,22	119103,5	120900	87369,95
144854,8	58280,36	29251,28	29251,28	144854,8	145600	137398,44
170606	68537,62	40514,77	40514,77	170606	172300	169626,06
185331,9	73112,04	46949,28	46949,28	185331,9	189700	158859,93
200548,6	77838,94	54088,68	54088,68	200548,6	209800	201101,91
225469,1	87765,32	68564,61	68564,61	225469,1	230900	180001,23
239316,3	98022,58	81280,88	81280,88	239316,3	240900	169839,69
249850,9	108279,8	93738,60	93738,60	249850,9	254600	119280,38
252229,7	117544,5	102727,87	102727,87	252229,7	254600	190357,57
252229,7	127801,7	111692,20	111692,20	252229,7	256700	224104,13
252229,7	137728,1	120367,35	120367,35	252229,7	258900	178789,58
252229,7	147985,4	129331,67	129331,67	252229,7	260300	221902,68
252229,7	157911,8	138006,82	138006,82	252229,7	261200	204921,05
252229,7	168169	146971,14	146971,14	252229,7	263400	175058,46
252229,7	178426,3	155935,47	155935,47	252229,7	264500	256566,26
252229,7	188352,7	164610,62	164610,62	252229,7	265600	254842,10
252229,7	198609,9	173574,95	173574,95	252229,7	266700	252552,92
252229,7	208536,3	182250,10	182250,10	252229,7	267500	234289,35
252229,7	218793,6	191214,42	191214,42	252229,7	268799	252950,94
252229,7	229050,8	200178,75	200178,75	252229,7	269890	235478,18
252229,7	238315,5	208275,56	208275,56	252229,7	270800	237624,37
252229,7	248572,7	217239,88	217239,88	252229,7	275600	251478,90
252229,7	258499,1	225915,03	225915,03	252229,7	276800	257829,70
252229,7	268756,4	234879,36	234879,36	252229,7	279890	266224,59
252229,7	278682,7	243554,51	243554,51	252229,7	280400	253715,83
252229,7	288609,1	252229,66	252229,66	252229,7	289790	253308,62

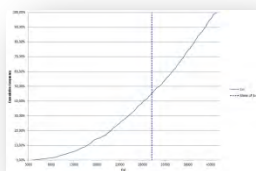
Πίνακας 6.43 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :



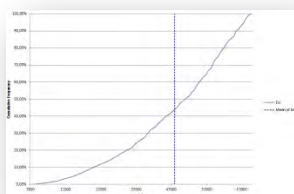
Διάγραμμα 6.438: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



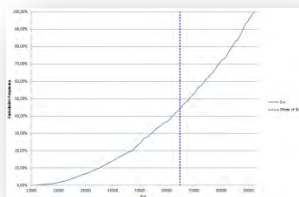
Διάγραμμα 6.439: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



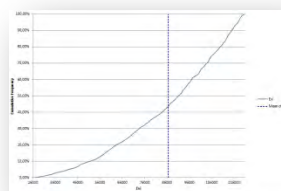
Διάγραμμα 6.440: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



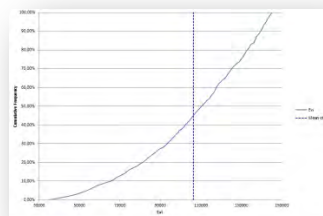
Διάγραμμα 6.441: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



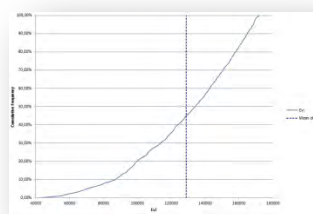
Διάγραμμα 6.442: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



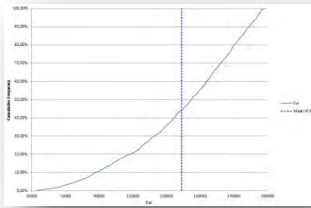
Διάγραμμα 6.443: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



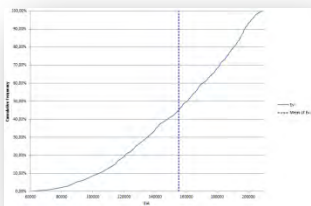
Διάγραμμα 6.444: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



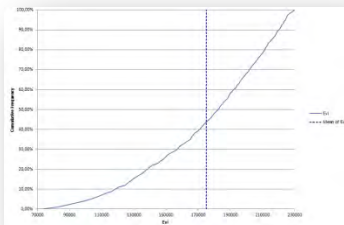
Διάγραμμα 6.445: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



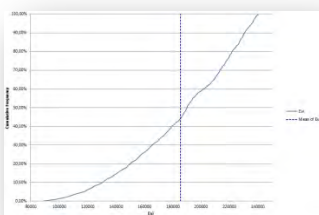
Διάγραμμα 6.446: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



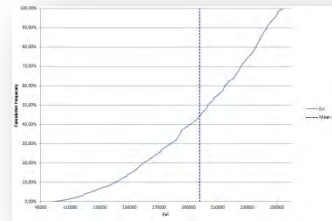
Διάγραμμα 6.447: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



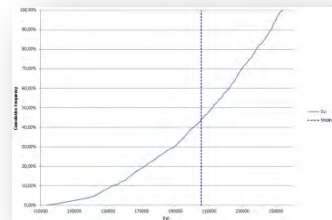
Διάγραμμα 6.448: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



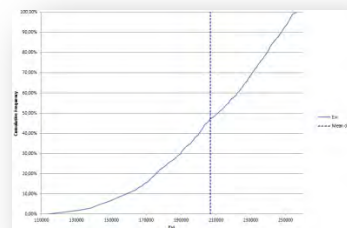
Διάγραμμα 6.449: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



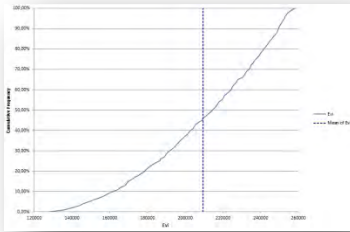
Διάγραμμα 6.450: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :



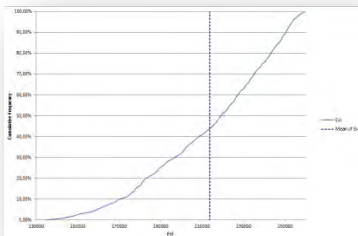
Διάγραμμα 6.451: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :



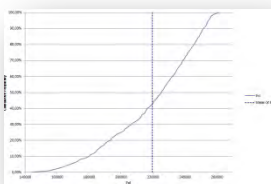
Διάγραμμα 6.452: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή :



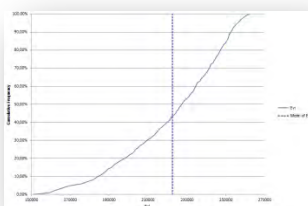
Διάγραμμα 6.453: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

17^η χρονική στιγμή :



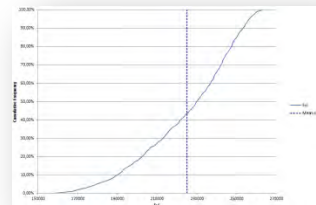
Διάγραμμα 6.454: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή :



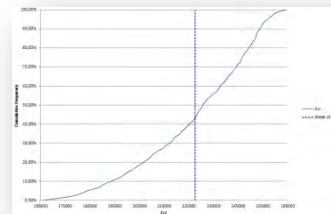
Διάγραμμα 6.455: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

19^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.456: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

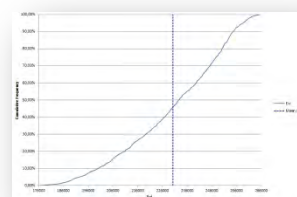
20^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.457: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

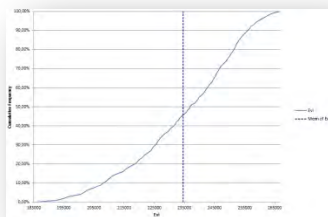
EV

21^η χρονική στιγμή :



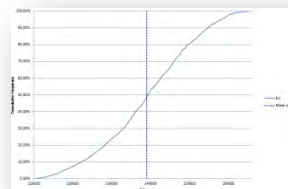
Διάγραμμα 6.458: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

22^η χρονική στιγμή :



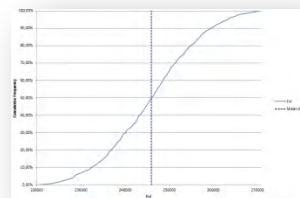
Διάγραμμα 6.462: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

26^η χρονική στιγμή :



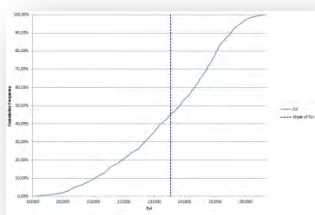
Διάγραμμα 6.463: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

27^η χρονική στιγμή :



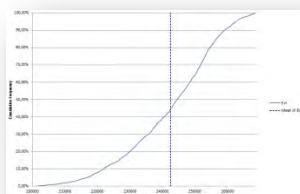
Διάγραμμα 6.459: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

23^η χρονική στιγμή :



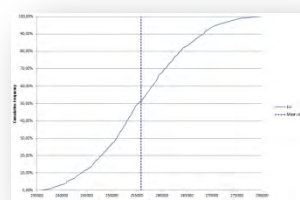
Διάγραμμα 6.460: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

24^η χρονική στιγμή :



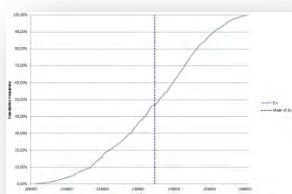
Διάγραμμα 6.464: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

28^η χρονική στιγμή :



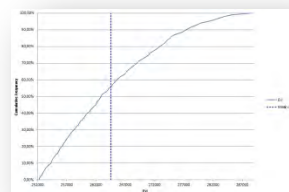
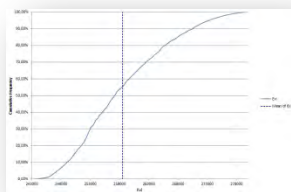
Διάγραμμα 6.461: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

25^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.465: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

29^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.466: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.467: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

30^η χρονική στιγμή :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Average	12570,84	30047,11	47942,13	67716,91	86644,62	106306,8	128950,8	139133,3	155120,3	175114,8	185628,1	197584	205417,9	206820,1	209610
Std Dev	4232,026	9687,377	14934,01	19791,32	23689,26	27440,89	30155,99	33240,03	35428,08	37899,78	37384,46	38620,29	34573,33	33413,28	32493,95
Std Err	133,8284	306,3417	472,2548	625,8564	749,1202	867,7571	953,6161	1051,142	1120,334	1198,496	1182,2	1221,281	1093,305	1056,621	1027,549
Max	18799,85	44265,36	69605,17	95470,98	120711,6	145183,7	172102,9	188536,5	208913	229952,3	240333,5	254029,8	253860,8	256345,7	258375,3
Min	1448,441	3546,157	7798,904	13650,55	26464,23	34987,56	41547,97	51798,99	60052,6	72651,34	87760,17	98493,16	112783,3	112901,5	127327,7

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
213789,8	219695,6	222596,7	225060,3	227584	230338,9	234573,8	237352,2	242499,6	243658,9	248046,2	251933,8	255860,7	258537,4	264543,6
30098,64	27172,33	26250,52	24006,58	22696,63	20586,79	17955,22	16698,14	14078,05	13113,14	11904,77	10183,75	8912,677	7911,654	8723,288
951,8026	859,2646	830,1145	759,1547	717,7306	651,0114	567,794	528,0415	445,187	414,6738	376,462	322,0384	281,8436	250,1885	275,8546
259784,6	261073,4	262322,1	263275,6	264433,7	265457,8	266715,7	268292,8	268644,3	269338,2	274632,3	276521,8	279491,2	279373,3	288594,8
134009,2	142224,2	150371,6	157567,1	165358,6	176326,3	185483,4	192256,5	200682,1	209682,5	219185	226190,5	235978,4	243607,3	252238,2

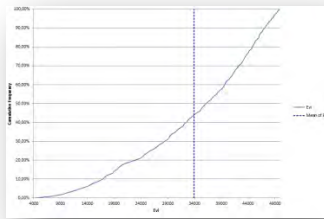
Πίνακας 6.44: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Έργο 23: Αποχέτευση Ακάθαρτων Υδάτων Δ.Α. Γιάννουλης

			ΣΕΝΑΡΙΑ			Ενι
PV	AC	EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Παράμετρος Τριγωνικής
49231,33	63820,25	1775,52	1775,52	49231,33	50000	44098,72
112821,80	160239	10216,15	10216,15	112821,80	115400	110608,16
178533,61	256657,7	25894,08	25894,08	178533,61	181300	180653,86
243055,78	343745,6	47213,83	47213,83	243055,78	245600	145248,09
318225,77	440164,3	79154,62	79154,62	318225,77	320900	277190,82
390970,91	533472,7	117864,44	117864,44	390970,91	400900	307912,35
464019,56	629891,4	165168,84	165168,84	464019,56	470900	462354,40
528932,02	723199,8	216164,48	216164,48	528932,02	530900	334192,69
592522,49	819889,2	274527,71	274527,71	592522,49	612340	418324,21
656112,96	920503,7	341295,28	341295,28	656112,96	670900	557849,38
717652,12	1017872	412794,09	412794,09	717652,12	723400	522685,25
781242,59	1118487	493790,74	493790,74	781242,59	790900	746316,14
842781,76	1215856	579059,62	579059,62	842781,76	845600	751937,89
906372,23	1316470	674285,34	674285,34	906372,23	910900	799855,17
969962,70	1417084	776742,21	776742,21	969962,70	970800	967790,42
1070496,43	1433313	867066,24	867066,24	1070496,43	1100900	1061103,63
1181801,65	1552087	1036541,89	1036541,89	1181801,65	1289000	1145310,54
1289516,37	1667030	1214776,91	1214776,91	1289516,37	1320900	1287000,82
1337231,11	1722215	1301427,20	1301427,20	1337231,11	1379800	1312503,18
1383406,66	1769595	1383406,66	1383406,66	1383406,66	1409000	1387718,43

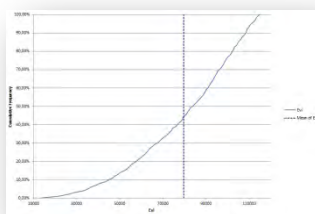
Πίνακας 6.45 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής

1^η χρονική στιγμή :



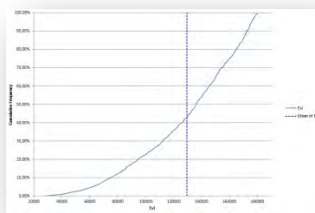
Διάγραμμα 6.468: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



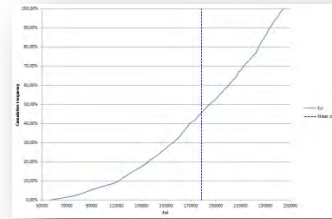
Διάγραμμα 6.469: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



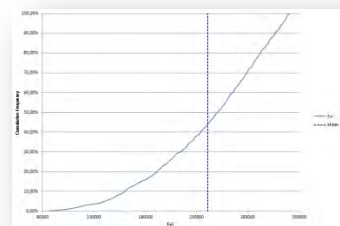
Διάγραμμα 6.470: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



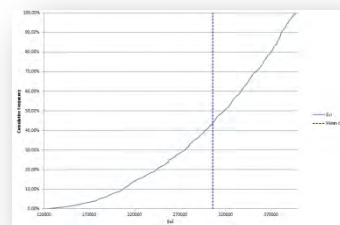
Διάγραμμα 6.471: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



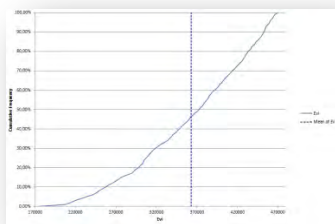
Διάγραμμα 6.472: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



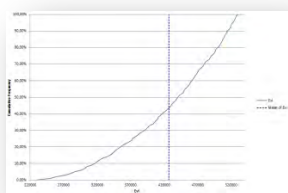
Διάγραμμα 6.473: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



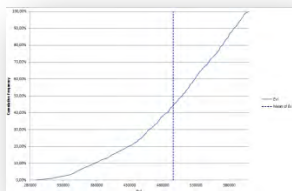
Διάγραμμα 6.474: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



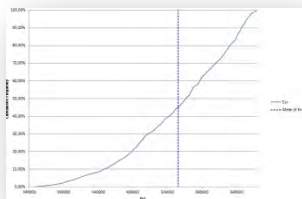
Διάγραμμα 6.475: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



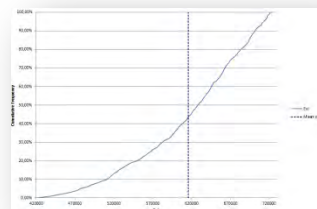
Διάγραμμα 6.476: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



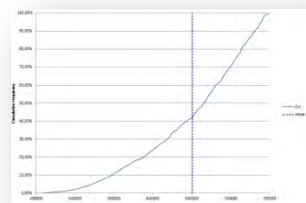
Διάγραμμα 6.477: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



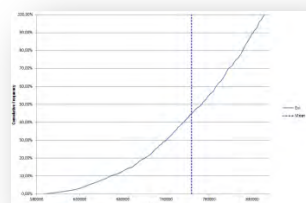
Διάγραμμα 6.478: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



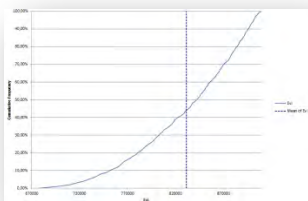
Διάγραμμα 6.479: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



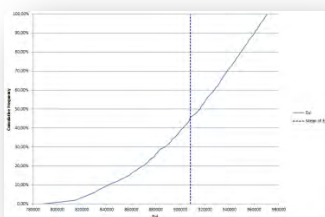
Διάγραμμα 6.480: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :



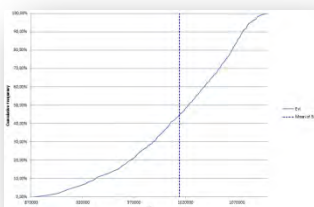
Διάγραμμα 6.481: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :



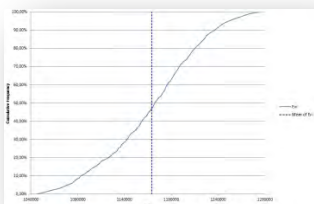
Διάγραμμα 6.482: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή :



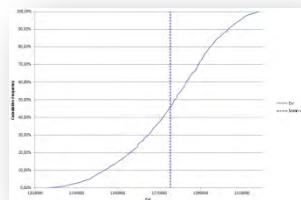
Διάγραμμα 6.483: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

17^η χρονική στιγμή :



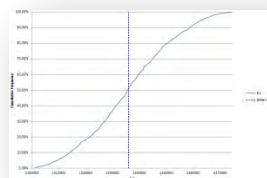
Διάγραμμα 6.484: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή :



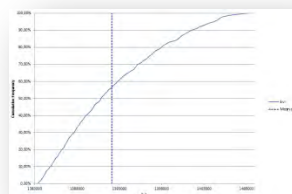
Διάγραμμα 6.485: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

19^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.486: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

20^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.487: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Average	34226,02	79677,95	129478,9	178631,3	241028,1	305922,5	362671,5	427331,7	495813	555545,2
Std Dev	10973,19	23830,55	36202,52	46499,12	54722,46	65893,63	71348,28	74159,49	76473,82	75604,87
Std Err	347,0026	753,5882	1144,824	1470,431	1730,476	2083,739	2256,231	2345,129	2418,314	2390,836
Max	49826,8	114946,6	180847	245064,9	320645,5	398078,8	470014	530677,6	609473,6	669636,4
Min	3678,193	12261,6	27451,62	56068,31	83212,44	121454	172097,8	226740,4	283917,4	345365,9

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
615819,9	690674,7	759813,7	831481,1	908110,6	1014064	1169280	1275490	1339045	1392135
71953,99	68157,47	61110,61	54352,18	43148,77	53146,77	51872,36	21938,02	16223,41	6211,705
2275,385	2155,328	1932,487	1718,767	1364,484	1680,648	1640,348	693,741	513,0292	196,4314
721734,8	789951,5	844707,2	909873,4	970657,1	1099520	1284184	1318144	1377767	1408217
420078	495817,6	587243,2	676255	786689,4	871620,1	1045200	1216406	1303888	1383407

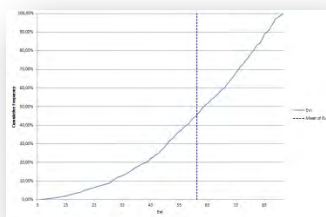
Πίνακας 6.46: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV

Έργο 24 : Επέκταση Βιολογικού Καθαρισμού Τυρνάβου

ΣΕΝΑΡΙΑ						Evi
PV	AC	EV	EV<PV	EV=PV	EV>PV	Τυχαία Τριγωνική Παράμετρος
86,36	3357,97	0,30	0,30	86,36	90	75,43
3221,07	18315,87	60,98	60,98	3221,07	3290	2717,56
8678,23	36017,79	323,08	323,08	8678,23	8900	6345,63
22208,59	55491,21	1273,80	1273,80	22208,59	22540	12980,23
36126,47	85033,38	3175,20	3175,20	36126,47	38900	33558,61
50508,28	114575,1	5981,49	5981,49	50508,28	54600	37431,20
64969,51	145101,5	9744,01	9744,01	64969,51	65700	33263,37
79912,77	176339,1	14565,36	14565,36	79912,77	80900	77980,94
94856,03	208618,1	20453,76	20453,76	94856,03	95600	75122,44
111053,9	240897	27651,69	27651,69	111053,9	120900	84336,34
127791,8	272134,6	35945,39	35945,39	127791,8	128900	63326,05
148126,2	304413,5	46607,13	46607,13	148126,2	156900	145995,78
186107	335651,2	64566,53	64566,53	186107	189700	178942,40
225125,1	369744,4	86036,32	86036,32	225125,1	230900	188787,01
261586,1	403837,6	109188,70	109188,70	261586,1	278900	227749,39
304097,3	434631,4	136612,39	136612,39	304097,3	310890	268959,95
347356,2	468724,6	168286,46	168286,46	347356,2	350890	292450,14
392057	501718	203313,07	203313,07	392057	395600	359337,56
493316,6	540333,3	275514,13	275514,13	493316,6	499800	331736,67
594815,1	583017	358442,60	358442,60	594815,1	600900	499960,38
696313,6	628150,7	452090,28	452090,28	696313,6	700900	633678,91
789719,8	675349,5	551261,94	551261,94	789719,8	790560	674889,28
886181,5	709519,8	649895,68	649895,68	886181,5	897600	799114,83
967483,5	744829,2	744829,18	744829,18	967483,5	986900	927190,79
967483,5	803200,1	803200,13	803200,13	967483,5	978600	967190,24
967483,5	899915,4	899915,35	899915,35	967483,5	987600	925560,18
967483,5	934408	934408,03	934408,03	967483,5	990800	969380,52
967483,5	939015	939014,99	939014,99	967483,5	997800	971892,59
967483,5	944001	944001,00	944001,00	967483,5	978900	965034,89
967483,5	948826,2	948826,18	948826,18	967483,5	980900	958488,20
967483,5	953812,2	953812,20	953812,20	967483,5	987900	968005,77
967483,5	958637,4	958637,37	958637,37	967483,5	990860	985263,23
967483,5	963623,4	963623,39	963623,39	967483,5	998340	966246,18
967483,5	967483,5	967483,53	967483,53	967483,5	1000300	968868,31

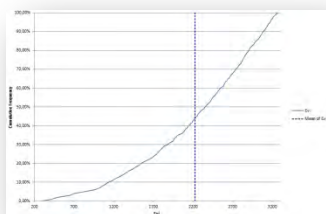
Πίνακας 6.47 : Παρουσίαση των τιμών PV,AC,EV για κάθε σενάριο κάθε χρονικής στιγμής.

1^η χρονική στιγμή :



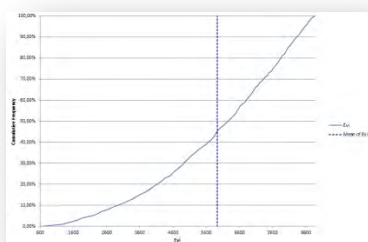
Διάγραμμα 6.488: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

2^η χρονική στιγμή :



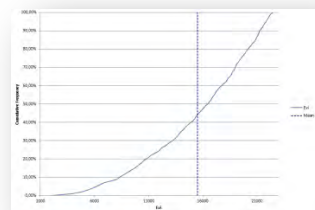
Διάγραμμα 6.489: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

3^η χρονική στιγμή :



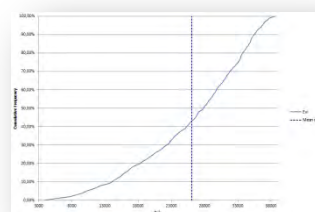
Διάγραμμα 6.490: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

4^η χρονική στιγμή :



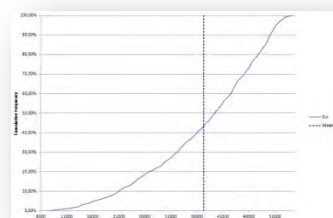
Διάγραμμα 6.491: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

5^η χρονική στιγμή :



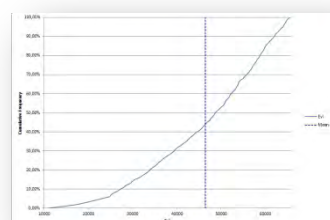
Διάγραμμα 6.492: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

6^η χρονική στιγμή :



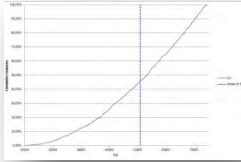
Διάγραμμα 6.493: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

7^η χρονική στιγμή :



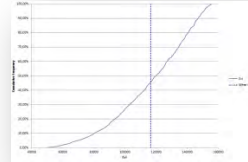
Διάγραμμα 6.494: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

8^η χρονική στιγμή :



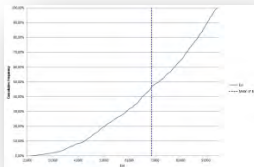
Διάγραμμα 6.498: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

12^η χρονική στιγμή :



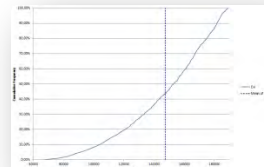
Διάγραμμα 6.495: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

9^η χρονική στιγμή :



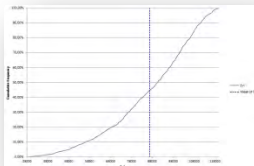
Διάγραμμα 6.499: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

13^η χρονική στιγμή :



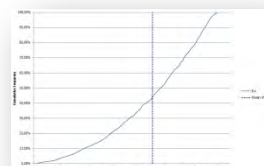
Διάγραμμα 6.496: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

10^η χρονική στιγμή :



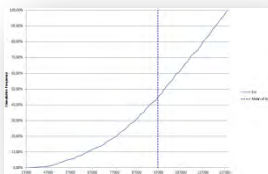
Διάγραμμα 6.500: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

14^η χρονική στιγμή :



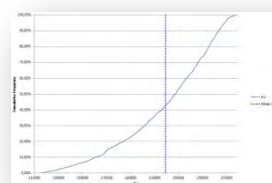
Διάγραμμα 6.497: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

11^η χρονική στιγμή :



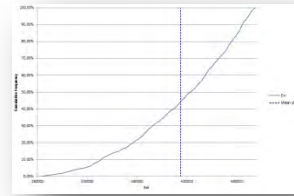
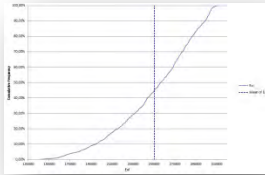
Διάγραμμα 6.501: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

15^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.502: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

16^η χρονική στιγμή :

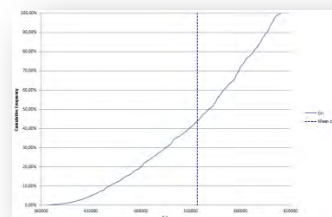
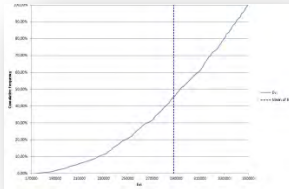


Διάγραμμα 6.506: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

20^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.503: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

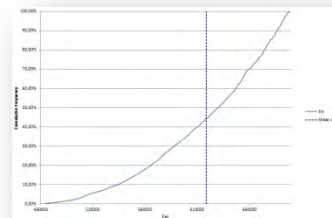
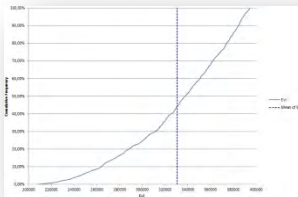
17^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.507: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.504: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

18^η χρονική στιγμή :

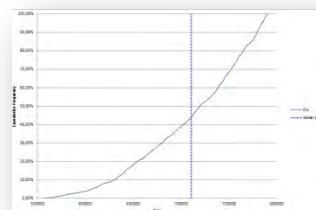


Διάγραμμα 6.508: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

Διάγραμμα 6.505: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

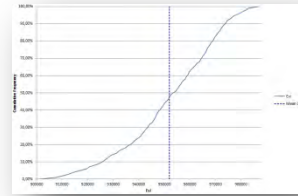
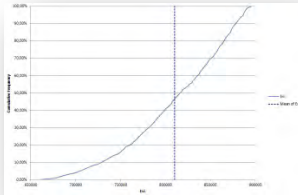
19^η χρονική στιγμή :

22^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.509: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

23^η χρονική στιγμή :

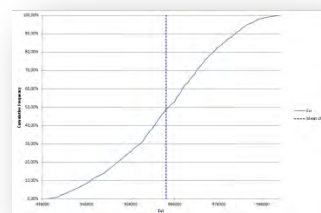
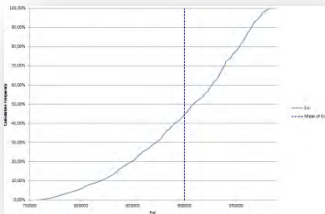


Διάγραμμα 6.513: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

27^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.510: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

24^η χρονική στιγμή :

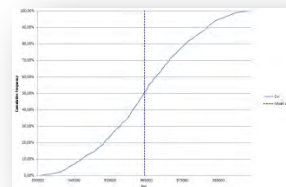
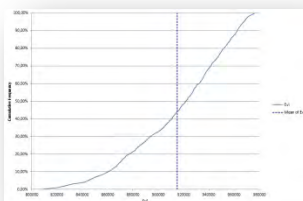


Διάγραμμα 6.514: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

28^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.511: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

25^η χρονική στιγμή :

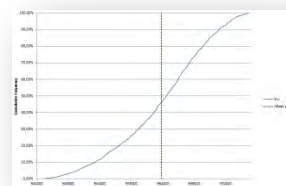


Διάγραμμα 6.515: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

29^η χρονική στιγμή :

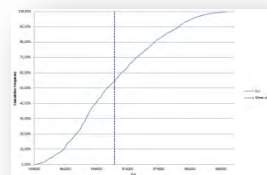
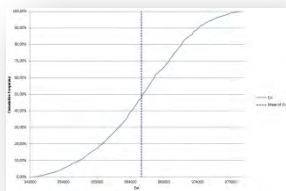
Διάγραμμα 6.512: Σωρευτικό Διάγραμμα
Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

26^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.516: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

30^η χρονική στιγμή :

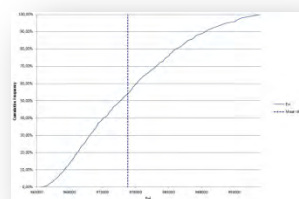
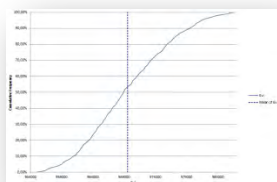


Διάγραμμα 6.519: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

33^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.517: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

31^η χρονική στιγμή :

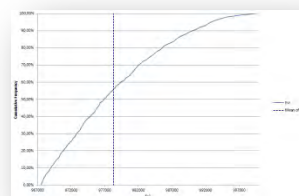


Διάγραμμα 6.520: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

34^η χρονική στιγμή :

Διάγραμμα 6.518: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

32^η χρονική στιγμή :



Διάγραμμα 6.521: Σωρευτικό Διάγραμμα Πιθανότητας για την εξέλιξη της EV

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Average	59,36088	2226,036	5935,937	15526,41	26078,25	37374,35	46391,79	57022,24	69622,55	86870,2	96700,73	116611,2	147316,6	180681	219185,3	250457,2
Std Dev	20,49055	725,3985	1986,94	4881,096	8201,558	10939,38	13002,74	15649,79	18265,96	20511,02	21317,21	25009,86	29019,81	34024,49	38654,43	38786,61
Std Err	0,647968	22,93911	62,83256	154,3538	259,356	345,9337	411,1828	494,8899	577,6205	648,6155	674,1093	790,8812	917,6871	1075,949	1222,36	1226,54
Max	89,69051	3270,312	8877,983	22481,12	38687,8	54368,38	65603,13	80730,48	95385,37	119708,2	128565,2	155852,2	188957,9	230291,6	278418,4	310295,4
Min	3,444499	289,612	617,0046	1899,329	3794,466	6955,812	10845,02	16080,74	21821,12	28171,23	37283,49	48769,37	66536,39	91064,9	115291	139046,2

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
288228	330662,2	423792,3	516628,3	618717,6	710722	810355,2	900101	915168,6	951933,3	964099,9	968557,4	963761,6	965655,2	969575	971905,4	976840,6	978337,9
42766,94	44851,33	52650,62	57768,58	57723,03	56926,29	55979,57	55002,24	38899,42	18271,82	11841,28	12442,18	7277,404	6642,086	6939,039	6888,837	8002,614	7752,783
1352,409	1418,324	1664,959	1826,803	1825,363	1800,167	1770,229	1739,324	1230,108	577,8058	374,454	393,4561	230,1317	210,0412	219,4317	217,8441	253,0649	245,1645
349606,9	394821	498706,5	600387,3	698968,7	790143	895923,2	982943,6	976728,3	987131,6	989773,4	997246	977671,6	980522,8	986559,4	990186,8	996973,5	999494,3
172058,6	206837,1	282474,9	364792,2	460946,4	556913,3	658461,5	757675,1	807238,8	900730,4	936844,6	939397,1	944831,9	949345,2	954913	959112,5	963769,1	967503,6

Πίνακας 6.48: Παρουσίαση μέσης τιμής, σφάλματος, απόκλισης καθώς και μια μέγιστη και ελάχιστη τιμή για την EV.