



**Αλεξάνδρειο ΤΕΙ Θεσσαλονίκης
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ΤΕ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα:

Διαχείριση έργου οδοποιίας με χρήση της μεθόδου της Δεδουλευμένης Αξίας.

Επιβλέπων Καθηγητής: **Χρυσόστομος Κοϊνάκης**

Εκπόνηση: **Κωνσταντίνος Ζεύλης**

Νοέμβριος 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
1.1 Αντικείμενο της Διπλωματικής	5
1.2 Δομή της εργασίας	6
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ	7
2.1 Η Εγνατία Οδός	7
2.2 Κάθετος Άξονας 60 Θεσσαλονίκη – Σέρρες – Προμαχώνας	9
2.3 Το εξεταζόμενο τμήμα: Α/Κ Ριζιανών – Α/Κ Στρυμονικού	10
2.3.1 Συνοπτική περιγραφή του έργου	12
2.3.2 Φυσικό Περιβάλλον – Περιβαλλοντικές απαιτήσεις	13
3. ΔΕΔΟΥΛΕΥΜΕΝΗ ΑΞΙΑ (EARNED VALUE ANALYSIS)	14
3.1 Γενικά	14
3.2 Βασικά στοιχεία της μεθόδου Δεδουλευμένης Αξίας	15
3.3 Παραγόμενα μεγέθη	16
4. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	20
4.1 Μελέτη Οδοποιίας	20
4.2 Χωματοургικά αρτηρίας	21
4.3 Οπλισμένο Επίχωμα.....	24
4.3.1 Οπλισμένο επίχωμα 1	28
4.3.2 Οπλισμένο επίχωμα 2	30
4.4 Τοίχος Αντιστήριξης	33
4.4.1 Θεμελίωση τοίχου αντιστήριξης.....	34
4.4.1.1 Φρεατοπάσσαλοι Θεμελίωσης.....	36
4.4.1.2 Κεφαλόδεσμος	38
4.4.2 Σώμα τοίχου αντιστήριξης	39
4.5 Οδοστρωσία - Ασφαλτικά.....	42
4.6 Αποχέτευση - Αποστράγγιση	44

4.7	Σήμανση και Ασφάλεια	46
4.8	Έργα Πρασίνου	47
5.	ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΟΥ	48
5.1	Δομική Ανάλυση Εργασιών – Work Breakdown Structure (WBS)	48
5.2	Χρονική Ανάλυση Έργου	50
5.3	Εισαγωγή δεδομένων στο Ms-Project.....	52
5.3.1	Ημερομηνία έναρξης – Ημερολόγιο	52
5.3.2	Εισαγωγή Δραστηριοτήτων	54
5.3.3	Εισαγωγή Πόρων	58
6.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΤΗΣ ΔΕΔΟΥΛΕΥΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ	62
6.1	Ημερομηνία κατάστασης (status date) και δημιουργία γραμμών ελέγχου (baselines).....	63
6.2	Έλεγχος προόδου σε κάθε γραμμή ελέγχου και ποσοστά ολοκλήρωσης.....	65
7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	79
8.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	80

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική πραγματεύεται την διαχείριση ενός τμήματος οδοποιίας της Εγνατίας Οδού. Παρουσιάζονται σημαντικά στοιχεία και ορισμοί που σχετίζονται με την διαχείριση έργων με αναφορές σε μελετητικά, οργανωτικά και κατασκευαστικά ζητήματα που προκύπτουν στο έργο. Δημιουργείται ένα πραγματικό χρονοδιάγραμμα κατασκευής με την χρήση του λογισμικού Ms-Project και στην συνέχεια γίνεται έλεγχος και αξιολόγηση της πορείας του έργου με την πιστοποιημένη μεθοδολογία της Δεδουλευμένης Αξίας (Earned Value Analysis) με την οποία βελτιστοποιούνται κρίσιμα χαρακτηριστικά όπως ο χρόνος και το κόστος ενός έργου, παράγοντες άρρηκτα συνδεδεμένοι με το επάγγελμα του μηχανικού. Παράλληλα με την βοήθεια της Δεδουλευμένης Αξίας γίνεται προσπάθεια πρόβλεψης του συνολικού κόστους, της συνολικής διάρκειας και των αποκλίσεων του έργου στις διάφορες αλλαγές που προέκυψαν στην φάση κατασκευής του. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο για τις λειτουργίες των λογισμικών όσο και για την χρησιμότητα και τις δυνατότητες των μεθοδολογιών που ακολουθούνται για την διαχείριση ενός έργου.

Λέξεις Κλειδιά: Διαχείριση Έργου , Δεδουλευμένη Αξία, Κατασκευή έργου οδοποιίας, Χρονοδιάγραμμα έργου με χρήση Ms-Project.

ABSTRACT

The management of a construction project is undoubtedly a complex and demanding subject but at the same time exciting and interesting. There are many challenges that one has to overcome that require a broad range of knowledge and skills in order to be managed.

This thesis is about the management of a road construction project which is part of Egnatia Odos. There are being presented important elements and definitions that are related to project management with references to research, organizing, and construction issues that are being occurred in the project. A real time schedule of the project is being created using Ms-Project and then its process is being checked and evaluated using the certified Earned Value Analysis technique. Earned Value Analysis helps optimize crucial factors such as duration and cost of a project, factors that are greatly connected with civil engineering. Alongside, an effort is made to forecast the total cost, duration and deviations that occurred from the

changes that took place in the construction phase of the project. The results of this analysis are particularly interesting for the functions and applications of the software and for the use and possibilities of the methodologies that are being practiced for the management of this project.

Key Words: Project Management, Earned Value Analysis, Road Construction Project, Time Schedule using Ms-Project.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα έργα υποδομής πάσης φύσεως είναι καθοριστικά για την αύξηση του βιοτικού επιπέδου και την βελτίωση της κοινωνικής στάθμης σε μια χώρα, για αυτό και τοποθετούνται στην κορυφή των οικονομικών δαπανών των κρατών μαζί με τις δαπάνες για την υγεία, την παιδεία και την άμυνα μιας χώρας. Η συνεχής αύξηση σε ανάγκες για έργα υποδομής καθώς και η ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας δίνουν μια νέα διάσταση στην κατασκευή των τεχνικών έργων, μια διάσταση που απαιτεί ιδιαίτερες ικανότητες και γνώσεις από τον μηχανικό.

“Γιατί η Διαχείριση Έργων είναι σημαντική;» είναι μια πολύ συχνή και ενδιαφέρουσα ερώτηση ιδιαίτερα στον κατασκευαστικό τομέα. Ψάχνοντας μονίμως τρόπους να προπορεύονται και να καλύπτουν τις ανάγκες της σύγχρονης και ανταγωνιστικής κοινωνίας, οι μηχανικοί στρέφονται στην Διαχείριση Έργων για να αποδίδουν σταθερά αποτελέσματα. Με την βοήθεια αυτής εξασφαλίζεται η ολοκλήρωση του έργου στο ελάχιστο δυνατό κόστος, στο προγραμματισμένο χρονικό διάστημα ενώ παράλληλα τηρούνται οι ποιοτικές και τεχνικές προδιαγραφές του που εξασφαλίζουν της αντοχή, την ασφάλεια και τη λειτουργικότητα της κατασκευής του.

1.1 Αντικείμενο της Διπλωματικής

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα «Διαχείριση έργου οδοποιίας με εφαρμογή της μεθόδου της δεδουλευμένης αξίας» εκπονήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος του τμήματος «Πολιτικών Μηχανικών» του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Ιδρύματος της Θεσσαλονίκης.

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί η χρονική και ποσοτική διαχείριση, καθώς και η παρακολούθηση στην πορεία της κατασκευής ενός τμήματος οδοποιίας του κάθετου άξονα 60 της Εγνατίας οδού με εφαρμογή της μεθόδου της δεδουλευμένης αξίας (Earned Value Analysis).

Η εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας αποσκοπεί στην εξοικείωση με το τι είναι η διαχείριση έργου, την κατανόηση της σημασίας της στα έργα, καθώς και από τι εξαρτάται και τι κινδύνους μπορεί να έχει. Επιπλέον δίνεται έμφαση στο λογισμικό πρόγραμμα Ms-Project και τις λειτουργίες του. Ειδικότερα γίνεται αποτίμηση και έλεγχος της πορείας του έργου με την χρήση της διεθνούς αποδεκτής μεθοδολογίας Earned Value Analysis που εστιάζει στην εφαρμογή του χρονικοοικονομικού προγράμματος στο έργο.

Η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων και πληροφοριών έγιναν από την σχετική βιβλιογραφία, το διαδίκτυο, την μελέτη του έργου και μηχανικούς οι οποίοι εργαζόντουσαν στο έργο.

1.2 Δομή της εργασίας

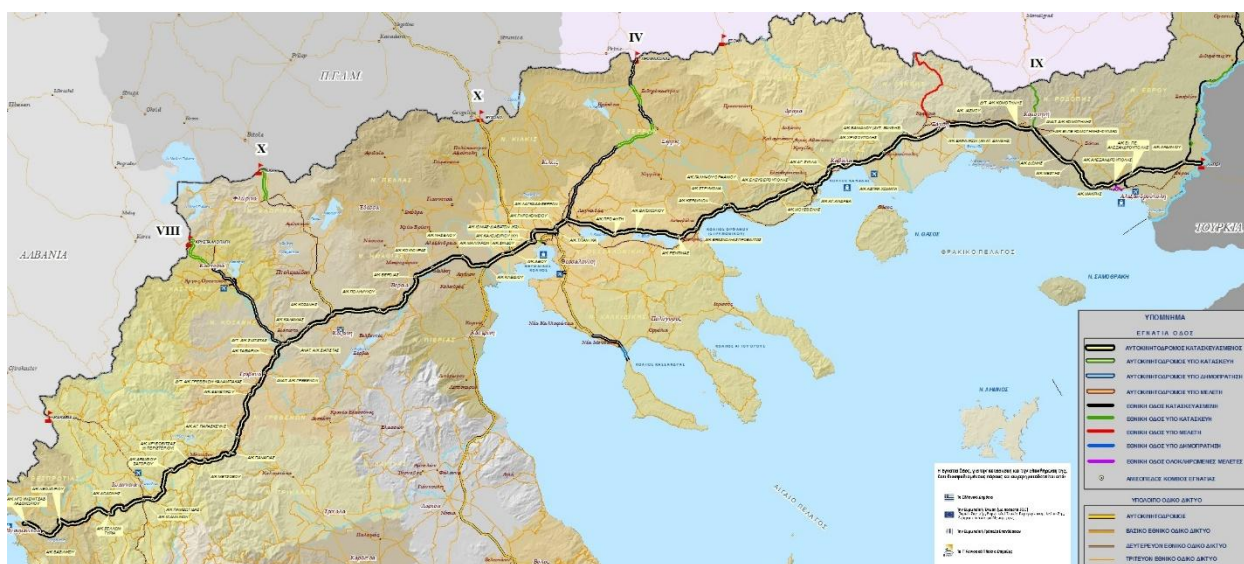
Στο πρώτο εισαγωγικό κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στην διαχείριση έργων, στο αντικείμενο και στην δομή της εργασίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο ακολουθεί μια περιγραφή της Εγνατίας Οδού και του τμήματος που εξετάζεται δίνοντας βασικά δεδομένα για το έργο. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε ορισμούς και στα χαρακτηριστικά της Earned Value Analysis, όπου αναλύονται τα βασικά στοιχεία και τα παραγόμενα μεγέθη της μεθοδολογίας αυτής. Έπειτα, στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια εκτενής αναφορά στην κατασκευή του τμήματος. Περιλαμβάνονται αναλυτικά μελέτες, κατασκευαστικές μέθοδοι και ποσότητες που απαιτήθηκαν για την διεκπεραίωση του έργου συνοδευόμενα από φωτογραφίες που τραβήχτηκαν στο έργο για την καλύτερη κατανόησή του. Στο πέμπτο κεφάλαιο δημιουργείται βήμα βήμα το χρονοδιάγραμμα του έργου και παρουσιάζονται χρήσιμες λειτουργίες του Ms-Project στην διαχείριση και παρακολούθησή έργων. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο μέσω απρόοπτων συμβάντων και αλλαγών, επιβραδύνσεων και επιταχύνσεων, εξετάζεται η αποτελεσματικότητα της κατασκευής του τμήματος με την βοήθεια της EVA. Με βάση τον χρονοπρογραμματισμό του έργου και τον έλεγχο προόδου, παρέχονται τα απαραίτητα στοιχεία προκειμένου να γίνει η περαιτέρω αξιολόγηση και να προκύψουν προβλέψεις και συμπεράσματα.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο περιλαμβάνεται μία γενική περιγραφή του οδικού άξονα της Εγνατίας οδού και αναλυτική παρουσίαση του κάθετου οδικού άξονα 60 Θεσσαλονίκη – Σέρρες - Προμαχώνας.

2.1 Η Εγνατία Οδός

Η Εγνατία οδός είναι ο μεγαλύτερος διεθνών προδιαγραφών αυτοκινητόδρομος στην Ελλάδα και αποτελεί τμήμα της Ευρωπαϊκής Οδού 90. Διασχίζει όλη την βόρεια Ελλάδα ξεκινώντας από την Ηγουμενίτσα, καταλήγοντας στα Ελληνοτουρκικά σύνορα στους Κήπους στον ποταμό Έβρο.



Χάρτης Εγνατίας Οδού

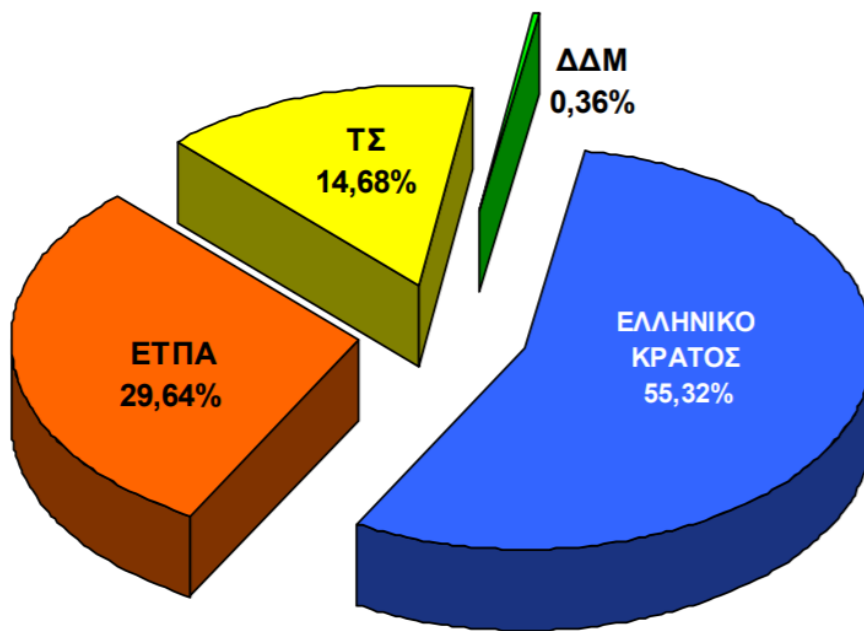
Πηγή: Εγνατία Οδός ΑΕ

Πιο συγκεκριμένα πρόκειται για κλειστό αυτοκινητόδρομο με δύο ρεύματα κυκλοφορίας χωριζόμενα από διαχωριστική νησίδα, τα οποία αποτελούνται από δύο λωρίδες κυκλοφορίας και μία λωρίδα έκτακτης ανάγκης με μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα τα 130 χλμ/ώρα. Το μήκος της φθάνει τα 670 χιλιόμετρα στα οποία προστίθενται άλλα 277 κάθετων αξόνων, όπου

εξασφαλίζουν την σύνδεση της Ελλάδας με την Αλβανία, την Π.Γ.Δ.Μ., την Βουλγαρία και την Τουρκία. Αποτελείται από:

- 63 κόμβους σύνδεσης με το οδικό δίκτυο,
- 350 άνω και κάτω διαβάσεις εισόδου – εξόδου,
- 1650 γέφυρες συνολικού μήκους 40 χιλιομέτρων,
- 73 σήραγγες συνολικού μήκους 50 χιλιομέτρων,
- 11 διασταυρώσεις με το σιδηροδρομικό δίκτυο.

Η κατασκευή της ξεκίνησε το 1994 και ολοκληρώθηκε στο κυριότερο μέρος του το 2009. Τυπικά, στο σύνολό της, η Εγνατία Οδός περατώθηκε τον Μάιο του 2007 με την παράδοση στην κυκλοφορία της γέφυρας Περιστερίου στην περιοχή του Μετσόβου. Ο σπουδαίος και πολυσύνθετος αυτός άξονας χρηματοδοτήθηκε από το Ελληνικό Δημόσιο και την Ευρωπαϊκή Ένωση με συνολικό κόστος που ανέρχεται στα 5,76 δις. €.



Χρηματοδότηση κύριου άξονα Εγνατίας Οδού

Πηγή: Εγνατία Οδός ΑΕ

Η σημασία του έργου σε εθνικό επίπεδο είναι καθοριστική διότι με την κατασκευή της αυξάνονται οι δυνατότητες συμπληρωματικών επενδύσεων σε μεταφορές, βιομηχανία, και τουρισμό. Υπολογίζεται ότι η περιοχή επιρροής της συγκεντρώνει το 36% του συνολικού πληθυσμού της χώρας και το 33% του συνολικού ακαθάριστου εθνικού προϊόντος. Η Εγνατία Οδός και οι κάθετοι άξονές της, αποτελούν τη ραχοκοκαλιά του συστήματος μεταφορών στη Βόρεια Ελλάδα, αφού ενώνει πέντε περιφέρειες, δέκα πρωτεύουσες νομών, τέσσερα λιμάνια, έξι αεροδρόμια και εννιά κάθετους άξονες που διασφαλίζουν την πρόσβαση σε χώρες της

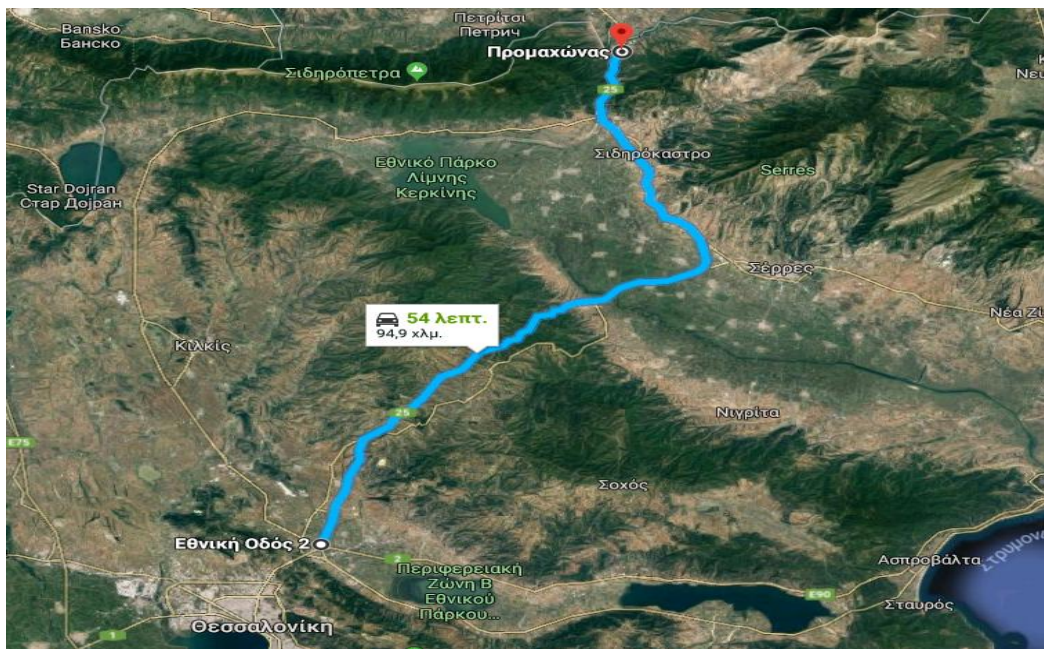
Νοτιοανατολικής Ευρώπης. Πιο αναλυτικά ο γεωστρατηγικής σημασίας αυτοκινητόδρομος μειώνει σημαντικά τις χρονοαποστάσεις και βγάζει από τη γεωγραφική, κοινωνικοοικονομική και πολιτισμική απομόνωση τέσσερις περιφέρειες και δεκαέξι νομούς της χώρας, διευκολύνοντας το εμπόριο και τον τουρισμό, συμβάλλοντας έτσι καθοριστικά στην πολύπλευρη ανάπτυξή τους. Παράλληλα με την Εγνατία Οδό και τους κάθετους άξονες της, η Ελλάδα θα είναι μέρος της περιφερειακής αγοράς των Βαλκανίων συμμετέχοντας ενεργά στην εξαγωγή προϊόντων και υπηρεσιών. Αξίζει να σημειωθεί η ιδιαίτερη πολιτιστική αξία της σύγχρονης οδού, αφού αποτελεί ιστορική συνέχεια της Ρωμαϊκής Εγνατίας Οδού, του μεγάλου δρόμου της αρχαιότητας που ξεκινούσε από την Αδριατική και έφτανε έως την Κωνσταντινούπολη.

Η κατασκευή της Εγνατίας Οδού συνάντησε πολλές τεχνικές δυσκολίες. Ο οδικός άξονας της διασχίζει σημαντικούς ορεινούς όγκους όπως της Πίνδου και του Βερμίου, περιοχές με πολύ έντονο ανάγλυφο, μεγάλο υψόμετρο και αντίξοες κλιματολογικές συνθήκες. Σαν αποτέλεσμα, στα δυσχερή ορεινά τμήματα αυτά, υπήρξε πλήθος γεωλογικών προβλημάτων που καθόρισαν σε μεγάλο βαθμό τις επιλογές χάραξης της οδού αλλά και την υλοποίηση της. Πιο συγκεκριμένα στο κομμάτι της Ηπείρου, που εκτείνεται από το λιμάνι της Ηγουμενίτσας έως την Παναγία και έχει μήκος 123 χιλιόμετρα, τα τεχνικά της οδού αποτελούν το 30% της έκτασής της. Είναι λογικό λοιπόν το ότι αυτό το κομμάτι ενώ αποτελεί λιγότερο από το 20% του συνολικού μήκους της Εγνατίας να απαιτήσει περίπου το 40% του προϋπολογισμού της.

Συγχρόνως η κατασκευή του Έργου στη Δυτική Μακεδονία διατρέχει περιοχές χλωρίδας και πανίδας ιδιαίτερης περιβαλλοντικής σημασίας με σημαντικότερη τον οικότοπο της καφέ αρκούδας. Σε συνεργασία λοιπόν με περιβαλλοντικές οργανώσεις και με την συμβολή ξένων εμπειρογνομόνων, υλοποιήθηκε η χάραξη ενώ παράλληλα τηρήθηκαν στον μέγιστο βαθμό οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις ούτως ώστε να μειωθούν στο ελάχιστον οι επιπτώσεις στον οικότοπο της καφέ αρκούδας.

2.2 Κάθετος Άξονας 60 Θεσσαλονίκη – Σέρρες – Προμαχώνας

Ο Κάθετος Άξονας 60 Θεσσαλονίκη–Σέρρες–Προμαχώνας, μήκους 96 χιλιομέτρων, αποτελεί ένα τμήμα του Διευρωπαϊκού άξονα E79 συνδέοντας την Θεσσαλονίκη με τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Η ολοκλήρωση του άξονα από Θεσσαλονίκη έως Σόφια αποτελεί έργο προτεραιότητας τόσο σε Εθνικό όσο και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.



Κάθετος άξονας 60 Θεσσαλονίκη – Σέρρες – Προμαχώνας Πηγή: Google

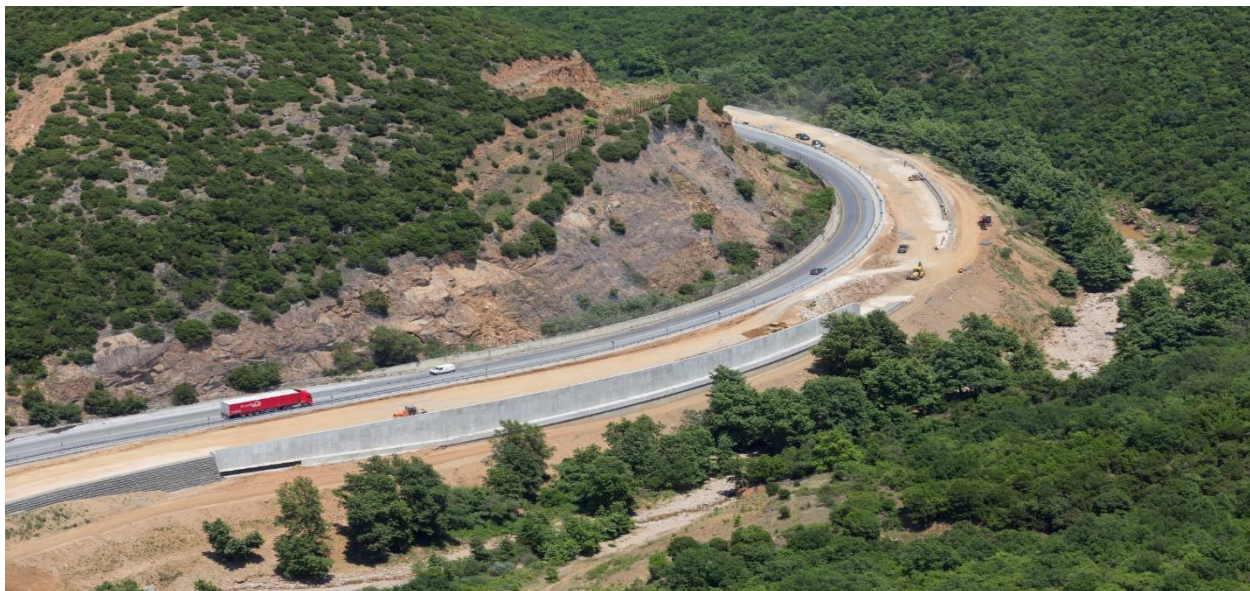
Το συγκεκριμένο τμήμα του οδικού άξονα Θεσσαλονίκη-Σόφια, αποτελεί τη βασική σύνδεση του οδικού δικτύου της χώρας μας με τη Βουλγαρία. Πρόκειται για την Παλαιά Εθνική Οδό Ε-79, που συνδέει τη Θεσσαλονίκη με τα ελληνοβουλγαρικά σύνορα. Με εξαίρεση κάποια τμήματα του οδικού άξονα που κατασκευάζει Εγνατία Οδός Α.Ε. και στα οποία παρατηρείται νέα χάραξη, υπόλοιπος δρόμος διατηρεί την ήδη υφιστάμενη χάραξη του Ε-79 και εκεί τα έργα που πραγματοποιούνται έχουν να κάνουν με την βελτίωση του ήδη υπάρχοντος δρόμου. Αποτελείται από τα εξής επιμέρους τμήματα:

- Τμήμα 60.1.1 Δερβένι-Δορκάδα, μήκους 15,8 χλμ.
- Τμήμα 60.1.2 Δορκάδα-Ριζιανά, μήκους 19,2 χλμ.
- Τμήματα 60.2.1-60.2.2 Ριζιανά-Λευκώνας, μήκους 28,8 χλμ.
- Τμήματα 60.3.1-60.3.2 Μελενεκίτσι-Κ.Αμπέλα, μήκους 10,6 χλμ.
- Τμήμα 60.3.3 Κ.Αμπέλα-Α/Κ Πετριτσίου, μήκους 9,45 χλμ.
- Τμήμα 60.3.4 Α/Κ Πετριτσίου-Προμαχώνας, μήκους 12 χλμ.

2.3 Το εξεταζόμενο τμήμα: Α/Κ Ριζιανών – Α/Κ Στρυμονικού

Το εξεταζόμενο έργο επικεντρώνεται στο τμήμα Α/Κ Ριζιανών έως Α/Κ Στρυμονικού και περιλαμβάνει τις πρόσθετες απαραίτητες εργασίες για την ολοκλήρωση της κατασκευής της αρτηρίας και την επιτυχή ενσωμάτωση της στον Κάθετο άξονα 60. Στο σημείο εκτέλεσης του

έργου πραγματοποιείται βελτίωση και διαπλάτυνση της υφιστάμενης οδού, με σκοπό την κάλυψη των απαιτήσεων και των προδιαγραφών της Εγνατίας Οδού.



Αεροφωτογραφία έργου στην φάση κατασκευής 1.



Αεροφωτογραφία έργου στην φάση κατασκευής 2.

2.3.1 Συνοπτική περιγραφή του έργου

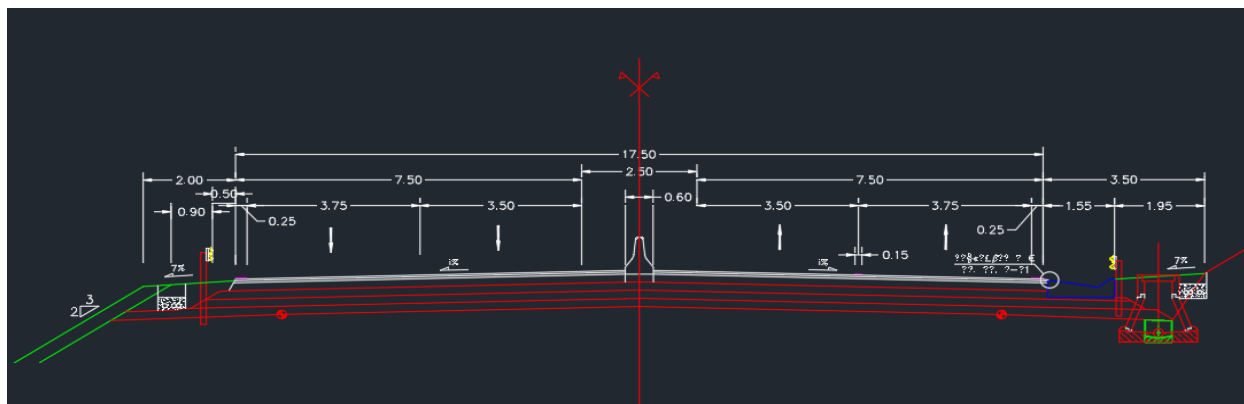
Η αρχή των εργασιών συμπίπτει στο 57^ο χιλιόμετρο της υφιστάμενης Εθνικής οδού Θεσσαλονίκης – Σερρών (Χ.Θ. 0 + 103,00) και τελειώνει στο 58^ο χιλιόμετρο της Εθνικής οδού Θεσσαλονίκης – Σερρών (Χ.Θ. 1 + 072,73) όπου συναρμόζει με το ήδη υπό κατασκευή τμήμα Στρυμονικό – Α/Κ Χριστού. Περιλαμβάνει τις πρόσθετες εργασίες για την κατασκευή τετράιχνου αυτοκινητόδρομου με διαπλάτυνση της Εθνικής οδού και εργασίες ενίσχυσης του ασφαλτικού οδοστρώματος της ήδη υπάρχουσας οδού Θεσσαλονίκης – Σερρών, η οποία διατηρείται σε ένα τμήμα της και λειτουργεί ως συνδετήρια μεταξύ τοπικών κοινοτήτων.

Η εργολαβία πρόκειται κυρίως για τμήμα οδοποιίας ενός χιλιομέτρου. Λόγο της ιδιαίτερης μορφολογίας του ανάγλυφου και προκειμένου να αποφευχθούν εκτεταμένες εκσκαφές και επεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον, κατά την σύνταξη της μελέτης κρίθηκε απαραίτητη η κατασκευή τοίχου αντιστήριξης θεμελιωμένου μέσω κεφαλόδεσμου επί πασσάλων και οπλισμένου επιχώματος, συνολικού μήκους 134 και 395 μέτρων αντίστοιχα. Αναλυτικότερα λοιπόν, στις εργασίες του έργου εκτός από τις βασικές εργασίες οδοποιίας περιλαμβάνονται:

- εργασίες αντιστήριξης των πρανών της αρτηρίας (τοίχος αντιστήριξης και οπλισμένο επίχωμα),
- εργασίες αποχέτευσης όμβριων και αποστράγγισης,
- εργασίες σήμανσης – ασφάλισης,
- ασφατικές εργασίες,
- εργασίες φύτευσης των επιφανειών των αναβαθμών των υφιστάμενων ορυγμάτων για την αποκατάσταση, την οικολογικής και αισθητική βελτίωση της εικόνας του τοπίου.

Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι ο υφιστάμενος κλάδος (αριστερά κατά την φορά της χιλιόμετρησης) θα παραμείνει προσωρινά σε λειτουργία εξυπηρετώντας κυκλοφοριακές ανάγκες μέχρι την ολοκλήρωση της κατασκευής του δεξιού κλάδου και των τεχνικών του.

Η διατομή της αρτηρίας είναι τυπική διατομή αυτοκινητόδρομου για δυσχερή τμήματα χωρίς Λ.Ε.Α., συνολικού πλάτους 17,50 μέτρων. Περιλαμβάνει δύο λωρίδες ανά κατεύθυνση, καθαρού πλάτους κυκλοφορίας 3,50 και 3,75 μέτρων εσωτερική και εξωτερική αντίστοιχα.



Τυπική Διατομή αρτηρίας

2.3.2 Φυσικό Περιβάλλον – Περιβαλλοντικές απαιτήσεις

Για το τμήμα «Ριζιανά – Λευκώνας (2^ο υποτμήμα) » έχει εκπονηθεί μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, η οποία εγκρίθηκε με αριθμό πρωτοκόλλου 101821/27.2.2006 Κοινή Υπουργική Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων. Για την τροποποίηση της προαναφερόμενης, συντάχθηκε φάκελος τροποποίησης, ο οποίος εγκρίθηκε με την υπ' αριθμό 174031/22.07.2014 απόφαση της Γενικής Γραμματείας Περιβάλλοντος του ΥΠΕΚΑ. Τόσο η ΚΥΑ ΕΠΟ όσο και η τροποποίηση της θα περιλαμβάνονται στα παραρτήματα της Ε.Σ.Υ και θα τηρούνται οι περιβαλλοντικοί όροι, ως τροποποιήθηκαν.

Επισημαίνεται ότι οι περιβαλλοντικοί όροι αναφέρονται μεταξύ άλλων και σε ειδικές προβλέψεις προστασίας που αφορούν:

- Αποφυγή ή ελαχιστοποίηση των διαταραχών του περιβάλλοντος.
- Αποφυγή ρύπανσης της ατμόσφαιρας με ρυπαντές, καπνό ή σκόνη.
- Ελαχιστοποίηση ηχορύπανσης σύμφωνα με τους Π.Ο και την σχετική νομοθεσία,
- Ελαχιστοποίηση των οποιωνδήποτε δεσμεύσεων που προκαλεί το έργο για περαιτέρω ανάπτυξη της περιοχής.
- Λήψη κατάλληλων μέτρων προστασίας τυχόν υπάρχουσας βλάστης κατά το στάδιο της κατασκευής, ώστε να μην υπάρξει καμία παρέμβαση στο υπάρχον φυσικό περιβάλλον, εκτός από την απαραίτητη ζώνη για την κατασκευή του έργου, που θα πρέπει αυστηρά να καθορισθεί εκ των προτέρων.
- Πλήρης έλεγχος των κάθε φύσης αποβλήτων για την τήρηση των περιβαλλοντικών όρων.
- Ελαχιστοποίηση παρενοχλήσεως των δικτύων Ο.Κ.Ω.
- Τέλος, για τις αποθέσεις των περισσευμάτων προϊόντων, ο ανάδοχος έχει την υποχρέωση να υποβάλλει μελέτη, όπου θα αναφέρονται αναλυτικά οι χώροι απόθεσης, τα έργα αποκατάστασης και κάθε άλλη λεπτομέρεια σχετικά με την απομάκρυνση και απόθεση των προϊόντων εκσκαφής.

Επίσης, οι περιβαλλοντικοί όροι αναφέρονται στην περιβαλλοντική αδειοδότηση των συνοδών έργων και δραστηριοτήτων και για το λόγο αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψην κατά τη σύνταξη του χρονοδιαγράμματος του έργου, με σαφείς χρονικούς προσδιορισμούς σε σχέση με τις υπόλοιπες δράσεις της οδοποιίας. Σύνοδα έργα και δραστηριότητες του κυρίως έργου αποτελούν: Μόνιμοι ή προσωρινοί χώροι απόθεσης πλεοναζόντων υλικών, εργοταξιακές εγκαταστάσεις και εγκαταστάσεις παρασκευής σκυροδέματος ή ασφαλτομίγματος, δανειοθάλαμοι, λατομεία αδρανών και άλλων υλικών, εγκαταστάσεις κοσκίνησης και κοκκομετρικού διαχωρισμού, και λοιπά.

3. ΔΕΔΟΥΛΕΥΜΕΝΗ ΑΞΙΑ (EARNED VALUE ANALYSIS)

Η γενέτειρα της δεδουλευμένης αξίας είναι το Υπουργείο Εθνικής Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής την δεκαετία του 1960. Τα ογκώδη δεδομένα και τα υπέρογκα κόστη των έργων τους απαιτούσαν έναν νέο πιο αποτελεσματικό τρόπο για να διαχειριστούν. Πιο συγκεκριμένα, ο σκοπός τους ήταν να μπορέσουν να εκτιμήσουν τα αποτελέσματα των έργων τους όσο το δυνατόν νωρίτερα στην διάρκειά τους.

Η δεδουλευμένη αξία είναι ένα χρήσιμο εργαλείο που εξυπηρετεί το τρίγωνο της Διαχείρισης Έργων (σκοπός – χρόνος – κόστος). Καθιστά εφικτό τον υπολογισμό διακυμάνσεων από τα πρώιμα στάδια ενός έργου, χρησιμοποιώντας τις για να εκτιμηθεί το κόστος του έργου κατά την ολοκλήρωση με διάφορους τρόπους που θα εξετασθούν στην πορεία. Επιπλέον δίνει ορατά σημάδια αποτελεσμάτων για το έργο και φέρνει στο φως την πιθανή ανάγκη για διορθωτικά μέτρα εφόσον οι εξελίξεις δεν είναι θετικές. Όλα αυτά κατορθώνονται αναλύοντας σε συστηματικά και μεθοδικά επιλεγμένα χρονικά διαστήματα, την αξία της εργασίας που είχε προγραμματιστεί, την αξία της εργασίας που υλοποιήθηκε και το πραγματικό της κόστος.

Στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται μια περιγραφή της μεθόδου της Δεδουλευμένης Αξίας και παρέχονται ορισμοί με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της.

3.1 Γενικά

Το σύγχρονο περιβάλλον διαχείρισης είναι πιο ανταγωνιστικό από ποτέ. Πάνω από τα μισά έργα που εκτελούνται παγκοσμίως είναι εκτός προϋπολογισμού και χρονοδιαγράμματος. Είναι πασιφανές λοιπόν, ότι χρειάζεται μια μεθοδολογία που να είναι ικανή να παρακολουθεί μεθοδικά την εξέλιξη του έργου και να παρέχει τόσο αρχικά αποτελέσματα σχετικά με την πορεία του όσο και εκτιμώμενα σε βάθος χρόνου. Οι παράγοντες αυτοί είναι καθοριστικοί για την επιτυχία ενός έργου.

Η Δεδουλευμένη Αξία είναι αποδεδειγμένα η πλέον αξιόπιστη και αποτελεσματική μέθοδος διοίκησης ενός έργου. Το πλεονέκτημα της μεθοδολογίας αυτής είναι πως αναγνωρίζει ότι είναι απαραίτητη η ταυτόχρονη αξιολόγηση της προόδου και του κόστους του έργου σε συγκρίσιμες μονάδες, οι οποίες κατ' επέκταση συγκρίνονται με το αρχικό πλάνο επιτρέποντας έτσι την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων. Βασίζεται στην σύγκριση του προϋπολογισθέν κόστους για μια δραστηριότητα (planned value) με την αξία της εργασίας

που έχει ολοκληρωθεί (earned value) και το πραγματικό κόστος της (actual cost). Για την εφαρμογή της απαιτούνται:

- Αναγνώριση των παραδοτέων του έργου.
- Ανάπτυξη ενός χρονοδιαγράμματος για την ολοκλήρωση των παραδοτέων με σαφής αλληλεξαρτήσεις και διάρκειες.
- Αντιστοίχιση πόρων και κόστους για κάθε δραστηριότητα/παραδοτέο.
- Ορισμός χρονικών περιόδων ελέγχου και συχνότητας τους ανάλογα με το έργο.
- Ορισμός ποσοστών ολοκλήρωσης για κάθε δραστηριότητα/παραδοτέο σε κάθε χρονική περίοδο.

3.2 Βασικά στοιχεία της μεθόδου Δεδουλευμένης Αξίας

Η μέθοδος της Δεδουλευμένης Αξίας βασίζεται σε τρία βασικά στοιχεία:

- **Προϋπολογισθέν Κόστος [Planned Value (PV)** ή Budgeted Cost of Work Scheduled (BCWS)]
- **Δεδουλευμένη Αξία [Earned Value (EV)** ή Budgeted Cost of Work Performed (BCWP)]
- **Πραγματικό Κόστος [Actual Cost (AC)** ή Actual Cost of Work Performed (ACWP)]

Προϋπολογισθέν Κόστος (Planned Value)

Με τον όρο Προϋπολογισθέν Κόστος ορίζεται το προϋπολογισθέν χρηματικό ποσό που έχει ανατεθεί για να ολοκληρωθεί μια δραστηριότητα στο προϋπολογισθέν χρονικό διάστημα ανάλυσης. Εκφράζει δηλαδή το προϋπολογισμένο κόστος των δραστηριοτήτων που θα πραγματοποιούνταν σε δοσμένο χρονικό διάστημα με τον αρχικό προγραμματισμό που έχει γίνει και απαντά στην ερώτηση «Πόση δουλειά ήταν προγραμματισμένη να γίνει;». Αποτελεί την βάση ελέγχου της πορείας του έργου αφού μέσω αυτού υπολογίζονται οι τυχόν αποκλίσεις που υπάρχουν. Για τον υπολογισμό του PV στο έργο αθροίζονται οι τιμές του Προϋπολογισθέν Κόστους κάθε επιμέρους δραστηριότητας μέχρι την ημερομηνία ανάλυσης. Το άθροισμα του PV σε όλο το έργο ονομάζεται Budgeted at Completion (BAC) και αντιπροσωπεύει τον αρχικά εκτιμώμενο προϋπολογισμό του έργου.

Δεδουλευμένη Αξία (Earned Value)

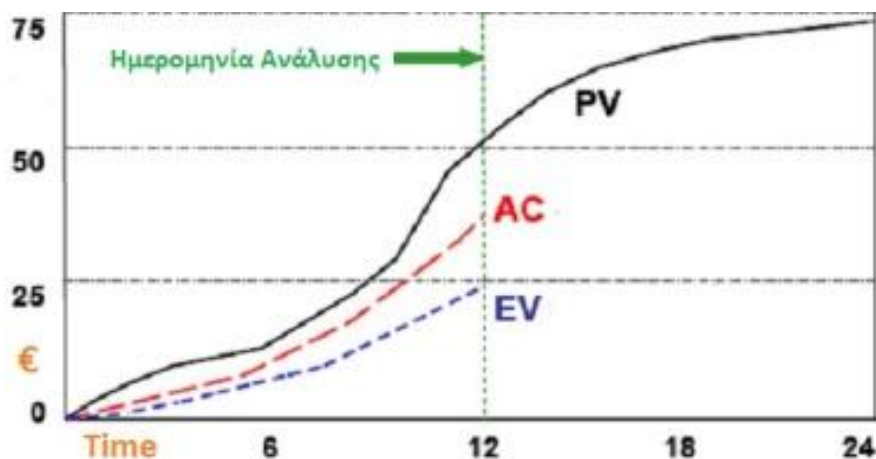
Η Δεδουλευμένη Αξία είναι η αξία που έχει το έργο ή μια δραστηριότητα την χρονική στιγμή του ελέγχου, βάσει του ποσοστού ολοκλήρωσης του έργου ή της δραστηριότητας αντίστοιχα. Εκφράζει το προϋπολογισμένο κόστος των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν στο δοσμένο χρονικό διάστημα και απαντά στην ερώτηση «Πόση δουλειά όντως

πραγματοποιήθηκε;». Στην ιδανική περίπτωση που στο έργο δεν υπάρχουν χρονικές διακυμάνσεις και απρόοπτα από την φάση του προϋπολογισμού στην φάση της εκτέλεσης, η Δεδουλευμένη Αξία και το Προϋπολογισθέν Κόστος παίρνουν ίδιες τιμές. Αντίστοιχα για τον υπολογισμό της PV αρκεί να αθροίσουμε τις τιμές της Δεδουλευμένης Αξίας κάθε επιμέρους δραστηριότητας που έχει ολοκληρωθεί μέχρι την ημερομηνία ανάλυσης.

Πραγματικό Κόστος (Actual Cost)

Το Πραγματικό Κόστος όπως εύκολα συμπεραίνεται είναι το σύνολο των πόρων που έχουν τελικά αναλωθεί για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων μέχρι την ημερομηνία ανάλυσης. Εκφράζει το πραγματικό κόστος των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν στο δοσμένο χρόνο και απαντά στην ερώτηση «Ποιό ήταν το πραγματικό κόστος για την ολοκλήρωση των εργασιών;». Για τον υπολογισμό του AC αθροίζονται οι τιμές του Πραγματικού Κόστους κάθε επιμέρους δραστηριότητας μέχρι την ημερομηνία ανάλυσης.

Έχοντας στην διάθεση μας τις παραπάνω παραμέτρους, μπορεί να γίνει μια αρχική αξιολόγηση της πορείας του έργου μέχρι την ημερομηνία ανάλυσης, απεικονίζοντας τις σε γραφική παράσταση. Μπορούμε έτσι να συλλέξουμε στοιχεία σχετικά με το αν το έργο είναι εντός ή εκτός χρονοδιαγράμματος και προϋπολογισμού και πόσο.



Γράφημα μεθόδου Δεδουλευμένης Αξία. Πηγή: ProjectEngineer

3.3 Παραγόμενα μεγέθη

Τα τρία βασικά στοιχεία της E.V.A. συνδυάζονται μεταξύ τους. Έτσι γίνεται δυνατή η ανάλυση της τρέχουσας πορείας του έργου για να προβλεφθεί η τελική του έκβαση και να

γίνει εκτίμηση του κόστους κατά την ολοκλήρωση. Η εκτίμηση αυτή ονομάζεται Estimate At Completion (EAC).

Τα παραγόμενα μεγέθη της δεδουλευμένης αξίας ομαδοποιούνται σε τρεις κατηγορίες:

- Διακυμάνσεις (Variances)
- Δείκτες (Indexes)
- Προβλέψεις (Forecasts)

Διακυμάνσεις (Variances)

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν η **Απόκλιση Χρονοδιαγράμματος ή Schedule Variance (SV)** που περιγράφει την χρονική διακύμανση στο έργο, η **Απόκλιση Κόστους ή Cost Variance (CV)** που περιγράφει την διακύμανση στο κόστος του έργου και η **Απόκλιση κατά την Ολοκλήρωση ή Variance At Completion (VAC)** που περιγράφει την τελική διακύμανση του έργου. Για τον υπολογισμό των διακυμάνσεων αυτών ισχύει το παρακάτω τυπολόγιο:

- $SV = EV - PV$
- $CV = EV - AC$
- $VAC = BAC - EAC$

Στον υπολογισμό των διακυμάνσεων όταν το αποτέλεσμα έχει θετικό πρόσημο (+) σημαίνει ότι το έργο είναι μπροστά χρονικά ή απαιτήθηκαν λιγότεροι πόροι για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων ενώ όταν έχει αρνητικό (-) το έργο είναι πίσω αντίστοιχα.

Δείκτες (Indexes)

Η κατηγορία αυτή περιέχει τον **Δείκτη Απόδοσης Χρονοδιαγράμματος ή Schedule Performance Index (SPI)** που εκφράζει το πόσο αποτελεσματικά δαπανάται ο διαθέσιμος χρόνος στο έργο, τον **Δείκτη Απόδοσης Κόστους ή Cost Performance Index (CPI)** που εκφράζει το πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιούνται οι διαθέσιμοι πόροι στο έργο και τον **Το Complete Performance Index (TCPI)** που εκφράζει την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα που πρέπει να επιτευχθεί στο έργο ούτως ώστε να ολοκληρωθεί εντός προϋπολογισμού. Για τον υπολογισμό των δεικτών ισχύει το παρακάτω τυπολόγιο:

- $SPI = \frac{EV}{PV}$
- $CPI = \frac{EV}{AC}$
- $TCPI = \frac{(BAC - EV)}{(BAC - AC)}$ ή με άλλα λόγια $TCPI = \frac{\text{εναπομείνουσα εργασία}}{\text{εναπομείναντα χρήματα}}$

Στον υπολογισμό των Δεικτών όταν το αποτέλεσμα είναι μεγαλύτερο της μονάδας (>1) τότε ή εκάστοτε απόδοση του έργου είναι μεγαλύτερη από αυτήν που εκτιμήθηκε ενώ όταν είναι μικρότερη (<1) τότε είναι χαμηλότερη αντίστοιχα.

Προβλέψεις (Forecasts)

Σε αυτή τη κατηγορία εντάσσονται οι δείκτες Time Estimate At Completion (TEAC) που δίνει μια εκτίμηση του εναπομείναντα χρόνου για την ολοκλήρωση του έργου, τον δείκτη Estimate At Completion (EAC) που υποδεικνύει το πιθανό ολικό κόστος του έργου και τον δείκτη Estimate To Complete (ETC) που εκτιμά το εναπομείναν κόστος των δραστηριοτήτων μέχρι την ολοκλήρωση του έργου. Οι προβλέψεις, ανάλογα με τον τύπο του έργου, χρησιμοποιούν διαφορετικό τυπολόγιο. Το τυπολόγιο που χρησιμοποιείται μαζί με τα είδη των προβλέψεων φαίνονται παρακάτω:

- $TEAC = (BAC/SPI) / (BAC/days)$

Οι τύποι που ακολουθούν, χρησιμοποιούνται εάν οι διακυμάνσεις σε ένα έργο πιστεύεται ότι θα συνεχίσουν μέχρι την ολοκλήρωσή του.

- $ETC = EAC - AC$
- $EAC = BAC / CPI$

Αντίστοιχα, σε περίπτωση που υπάρξει μια ανωμαλία στο έργο με σοβαρές διακυμάνσεις αλλά στην πορεία τα πράγματα ομαλοποιηθούν ή έρθουν στους κανονικούς τους ρυθμούς, χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τύποι.

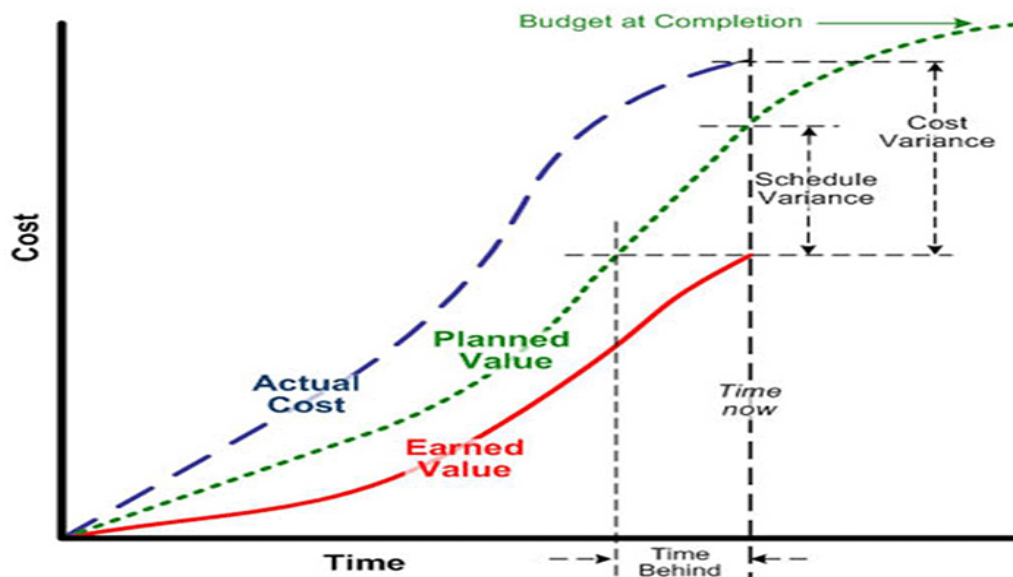
- $EAC = AC + BAC - EV$
- $ETC = BAC - EV$

Τέλος, εάν οι διακυμάνσεις στο έργο έδειξαν πολύ κακές εκτιμήσεις και χρειάζεται εκ νέου μια εκτίμηση εφαρμόζονται οι ακόλουθη τύποι.

- $ETC = \text{Νέα Εκτίμηση}$
- $EAC = AC + \text{Νέα ETC}$

Performance Measures		Schedule		
		$SV > 0 \ \& \ SPI > 1.0$	$SV = 0 \ \& \ SPI = 1.0$	$SV < 0 \ \& \ SPI < 1.0$
Cost	$CV > 0 \ \& \ CPI > 1.0$	Ahead of Schedule Under Budget	On Schedule Under Budget	Behind Schedule Under Budget
	$CV = 0 \ \& \ CPI = 1.0$	Ahead of Schedule On Budget	On Schedule On Budget	Behind Schedule On Budget
	$CV < 0 \ \& \ CPI < 1.0$	Ahead of Schedule Over Budget	On Schedule Over Budget	Behind Schedule Over Budget

Απόδοση του έργου σύμφωνα με τα παραγόμενα μεγέθη της EVA. Πηγή: Project Management Institute



Γραφική παράσταση όλων των μεγεθών και των παραμέτρων της EVA. Πηγή: Project Management Institute

4. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα γενικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα της Διαχείρισης Κατασκευής (Construction Management). Περιγράφονται αναλυτικά οι μελέτες, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και η φάση κατασκευής με οποιεσδήποτε μεθόδους υιοθετήθηκαν προκειμένου να βελτιστοποιηθούν τα οικονομικά, ποιοτικά και χρονικά στοιχεία του έργου.

4.1 Μελέτη Οδοποιίας

Στα πλαίσια υλοποίησης του κάθετου άξονα 60 Δερβένι – Σέρρες – Προμαχώνας της Εγνατίας Οδού, τμήματος Στρυμονικό – Α/Κ Λευκώνα – Α/Κ Χρίστου (60.2.2), στο υπόμνημα από τη Χ.Θ. 0 + 073,72 μέχρι Χ.Θ. 1 + 000,00 εκπονήθηκε μελέτη που οριστικοποιεί τον γεωμετρικό σχεδιασμό του τμήματος αυτού με ταχύτητα μελέτης $V_e=80$ km/h. Το τμήμα του αυτοκινητοδρόμου από Χ.Θ. -0+073,72 έως Χ.Θ. 1+000,00 κατασκευάζεται με την τυπική διατομή διπλού κλάδου σε δυσχερή τμήματα χωρίς Λ.Ε.Α. Το οδόστρωμα με την κεντρική νησίδα και χωρίς τις πλευρικές διαμορφώσεις έχει πλάτος 17,50 μ. όπου κατασκευάζονται δύο λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, πλάτους 3,50μ.(εσωτερική) και 3,75μ. (εξωτερική).

Πλευρικά, σε ευθυγραμμία και στο εσωτερικό καμπύλης, προβλέπεται κατασκευή υπενδεδυμένου τριγωνικού ρείθρου 1:6 πλάτους 1,55μ. σε όρυγμα ή σε υψηλό επίχωμα ($H>4,00\mu.$). Επιπλέον κατασκευή ερείσματος πλάτους 2,00μ., σε όλες περιπτώσεις χαμηλού επιχώματος εντός του οποίου ενσωματώνονται τα μεταλλικά πλευρικά στηθαία ασφαλείας και οι απαιτούμενες σωληνώσεις για οδοφωτισμό και την διέλευση Ο.Κ.Ω, υπό την προϋπόθεση ότι εξασφαλίζεται η αποστράγγιση του οδοστρώματος στο έδαφος. Στον άξονα της οδού προβλέπεται η κατασκευή αμφίπλευρου στηθαίου ασφαλείας από σκυρόδεμα τύπου New Jersey.

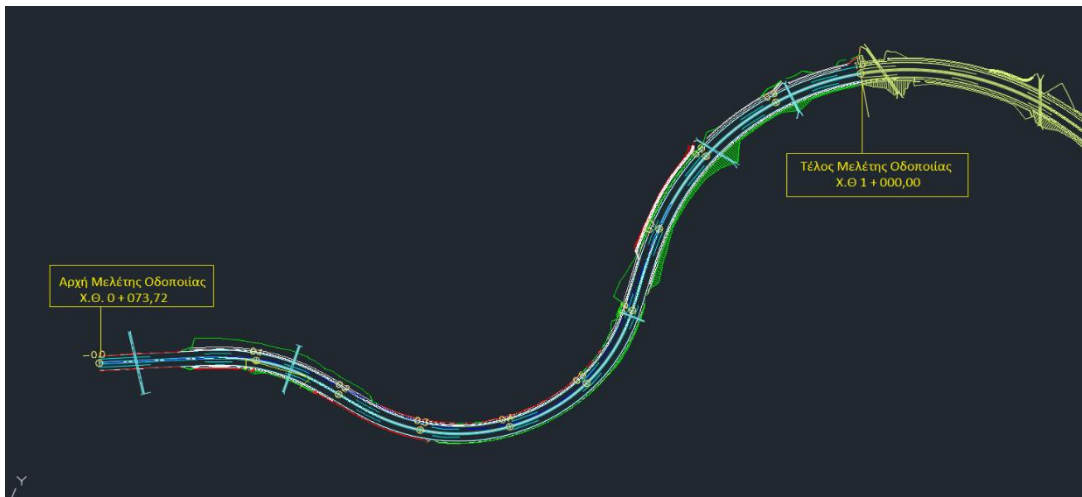
Στον αυτοκινητόδρομο υπάρχουν τρεις ακτίνες οριζοντιογραφικής καμπύλης:

1. K2 , με ακτίνα $R = 203\mu.$ και παράμετρο κλωθοειδούς $A = 102,51\mu.$
2. K3 , με ακτίνα $R = 200\mu.$ και παράμετρο κλωθοειδούς $A = 101,37\mu.$
3. K4 , με ακτίνα $R = 295\mu.$ και παράμετρο κλωθοειδούς $A = 154,58\mu.$

Η ελάχιστη κατά μήκος κλίση της μηκοτομής είναι $i = 2,06\%$ και η μέγιστη $I = 3,30\%$. Οι ελάχιστες ακτίνες κοίλης και κυρτής συναρμογής της μηκοτομής είναι $R = 20.000$ και $R = 30.000$ μέτρα αντίστοιχα.

Για την σύνταξη της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες προδιαγραφές:

1. Οι Οδηγίες Σύνταξης Μελετών Έργων Οδοποιίας (Ο.Σ.Μ.Ε.Ο. - αναθεώρηση Α3) της ΕΟΑΕ. ,
2. οι Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (Ο.Μ.Ο.Ε.) του ΥΠΕΧΩΔΕ (ελληνικοί κανονισμοί) ,
3. οι Γερμανικοί Κανονισμοί RAS-L-1/84, RAS-K-1 και RAL-K-2 ,
4. τα Πρότυπα Κατασκευής Έργων (Π.Κ.Ε.) της ΕΟΑΕ (6-2001) ,
5. οι Τυπικές Διατομές της ΕΟΑΕ (έκδοση 11/98).



Οριζοντιογραφία τμήματος.

4.2 Χωματοουργικά αρτηρίας

Η κατασκευή του αυτοκινητόδρομου κατασκευάζεται πάνω σε επιχώματα από κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών ή δανείων ή μέσα σε ορύγματα. Για την κατασκευή των ορυγμάτων μεγάλη σημασία έχει η συνεκτικότητα του εκσκαπόμενου εδάφους. Η επιτυχής κατασκευή του επιχώματος απαιτεί μεγάλη προσοχή και εξαρτάται από το υπέδαφος στο οποίο εδράζεται το επίχωμα από τη φύση και κατάσταση του υλικού επιχώσεως και από τον τρόπο κατασκευής. Έτσι το υπέδαφος πάνω στο οποίο προβλέπεται να εδρασθεί ένα επίχωμα πρέπει να παρουσιάζει ικανή αντοχή και μικρή εγκάρσια κλίση. Για να εξασφαλισθεί η απαιτούμενη αντοχή του εδάφους εδράσεως, επιβάλλεται η αποστράγγιση και η συμπύκνωσή του και πέρα από την καταλαμβανόμενη ζώνη. Τα πρανή των επιχωμάτων καθώς και τα εκχώματα συμπυκνώνονται με την βοήθεια κατάλληλων μηχανημάτων ώστε ο τρόπος κατασκευής να συμβάλλει αποτελεσματικά στη διάρκεια ζωής τους.

Οι χωματοургικές εργασίες στην παρούσα εργολαβία περιλαμβάνουν επέκταση υφιστάμενων επιχωμάτων καθώς και διάνοιξη νέων ορυγμάτων. Η κατασκευή του

αυτοκινητόδρομου θα γίνει σύμφωνα με τις εγκεκριμένες μελέτες από κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών και δανείων στις θέσεις των επιχωμάτων. Ειδικότερα:

- Πριν από κάθε εργασία εκσκαφής ειδοποιείται η Αρχαιολογική Υπηρεσία σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. έγκρισης των περιβαλλοντικών όρων.
- Απαιτείται η αποψίλωση της περιοχής κατάληψης της οδού και η εκσκαφή φυτικών γαιών σε βάθος που καθορίζει η επίβλεψη και σε απόσταση 2,00μ. από το πόδι του πρανούς επιχώματος. Τα προϊόντα εκσκαφής των φυτικών γαιών αποθηκεύονται για την επένδυση πρανών και πλήρωση νησίδων. Τα τυχόν πλεονάζοντα φυτικά, τα προϊόντα που είναι ακατάλληλα για την κατασκευή επιχωμάτων καθώς και τα προϊόντα καθαιρέσεων θα αποτεθούν σε κατάλληλες θέσεις, σύμφωνα με την Ε.Σ.Υ. και τους Περιβαλλοντικούς Όρους. Απαγορεύονται οι αποθέσεις, έστω και προσωρινώς, σε χώρους προστασίας φυσικού περιβάλλοντος ή προστασίας πολιτιστικής κληρονομιάς.
- Τα επιχώματα κατασκευάζονται σύμφωνα με τις διατομές της μελέτης, τα Π.Κ.Ε., τις Ο.Σ.Μ.Ε.Ο., την Τ.Σ.Υ. και τα λοιπά τεύχη δημοπράτησης, κατά προτεραιότητα από τα κατάλληλα προϊόντα εκσκαφής. Στον αυτοκινητόδρομο το θεμέλιο και η στέψη των επιχωμάτων κατασκευάζονται με υλικά κατηγορίας E3-E4.
- Τα πρανή των επιχωμάτων της αρτηρίας επενδύονται με φυτική γη ελαχίστου πάχους 0,30μ. Η επένδυση θα γίνεται συγχρόνως με την ανύψωση των επιχωμάτων και θα πληροί τις αντίστοιχες προδιαγραφές.
- Η μικρή απαιτούμενη ποσότητα του έργου για αδρανή δεν δικαιολογούσε την εγκατάσταση λατομείου, οπότε θα ληφθούν από υφιστάμενο εμπορικό λατομείο της περιοχής.
- Για τον έλεγχο της συμπύκνωσης όλων των επιχωμάτων συνολικού ύψους από τον πόδα μέχρι το φρύδι άνω των 5 μέτρων, καθώς και όλων των οπλισμένων επιχωμάτων, θα εφαρμοστεί η μέθοδος Συνεχούς Ελέγχου Συμπύκνωσης (CCC). Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την προσαρμογή, πάνω σε δονητικούς οδοστρωτήρες, κατάλληλων διατάξεων μέτρησης της συμπύκνωσης και συνεχούς καταγραφής των αποτελεσμάτων.



Φωτογραφία του έργου στην φάση χωματουργικών εργασιών

Στον πίνακα που ακολουθεί παρέχονται οι ποσότητες των χωματουργικών εργασιών της αρτηρίας του έργου.

Άρθρο	Τύπος	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα
A-1	Εκσκαφές χαλαρών εδαφών	m ³	3756.64
A-2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες -ημιβραχώδες	m ³	26365.72
A-3.1	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών	m ³	100.28
A-9.1	Συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας E1 έως E4	m ³	4265.43
A-9.2	Δάνεια θραυστών επίλεκτων υλικών λατομείου Κατηγ. E4	m ³	2924.52
A-10	Κατασκευή επιχωμάτων	m ³	7189.95
A-12	Κατασκευή στρώσης άμμου -σκύρων μεταβλητού πάχους	m ³	766.77
A-13.1	Επένδυση πρανών με φυτική γη	m ³	3158.48
A-14	Πλήρωση νησίδων με φυτική γη	m ³	2647.78

Πίνακας ποσοτήτων χωματουργικών εργασιών της αρτηρίας.

Οι χωματουργικές εργασίες υλοποιήθηκαν από δύο συνεργεία χωματουργικών τα οποία απαρτίζονται από ένα προωθητήρα, έναν εκσκαφέα, δύο οδοστρωτήρες και πέντε φορτηγά οχήματα.

4.3 Οπλισμένο Επίχωμα

Ως οπλισμένα επιχώματα ή οπλισμένη γη, καλούνται όλα τα επιχώματα τα οποία περιλαμβάνουν οποιονδήποτε τύπου οπλισμό (συρματοκιβώτια, χαλύβδινες λωρίδες, πλέγματα, γεωφάσματα, γεωπλέγματα), είτε στο σύνολο του ύψους αυτών, είτε τοπικά στην βάση ή την στέψη.



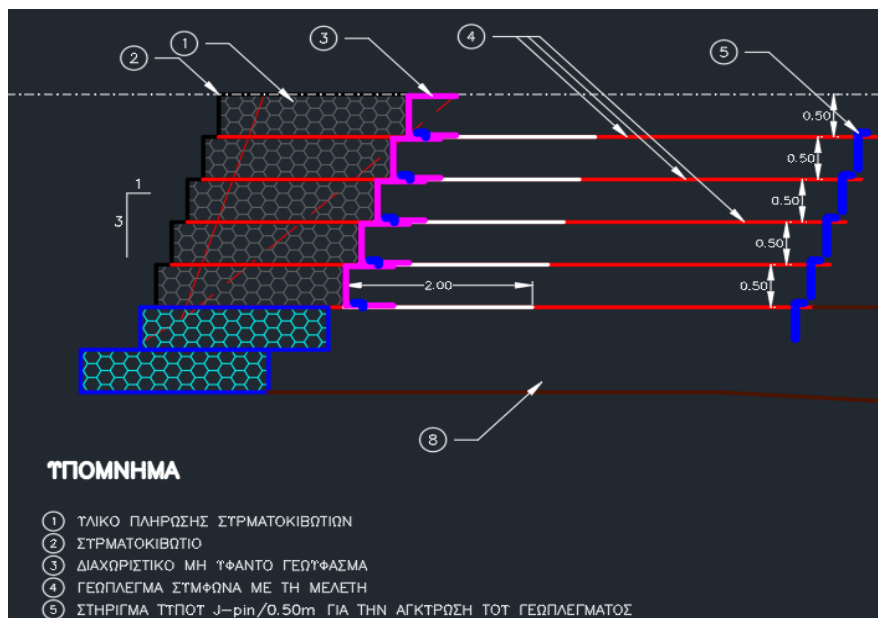
Οπλισμένο επίχωμα / Οπλισμένη γη

Πηγή: Maccaferri Uk

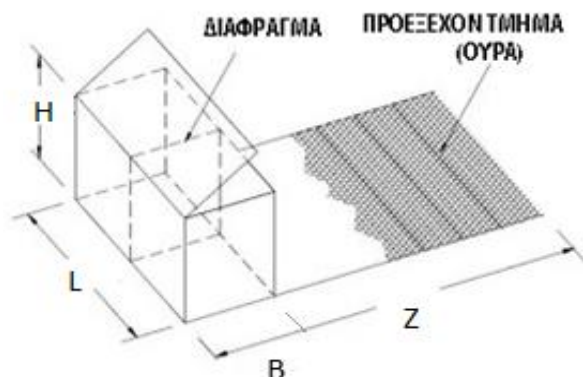
Το οπλισμένο επίχωμα αποτελεί γεωκατασκευή με κάποια ενσωματωμένα υλικά οπλισμού από χάλυβα ή γεωσυνθετικών υλικών, όπως για παράδειγμα τα μεταλλικά πλέγματα, οι μεταλλικές λωρίδες, τα γεωπλέγματα και τα γεωφάσματα, εντός των εδαφικών υλικών επίχωσης για να επιτευχθεί αντιστήριξη κατά την διάρκεια των κατασκευών των στρώσεων των επιχωμάτων. Διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- Στα οπλισμένα επιχώματα ήπιας κλίσης πρανών, που αφορούν την όπλιση στην στέψη ή στην θεμελίωση. Τέτοιες περιπτώσεις είναι όταν θέλουμε να αντιμετωπιστούν οι καθιζήσεις ή για την ενίσχυση της φέρουσας ικανότητας του υπεδάφους.
- Στα οπλισμένα επιχώματα κατακόρυφης ή απότομης κλίσης πρανών, που δεν θα μπορούσαν να ευσταθήσουν χωρίς την ύπαρξη όπλισης. Στην κατηγορία αυτήν υπάγεται το υπό κατασκευή έργο.

Στο υπό εκτέλεση τμήμα, λόγω της κοίτης του γειτνιάζοντος ρέματος και της έντονης κλίσης του φυσικού πρανούς προκειμένου να περιοριστεί η έκταση και το ύψος του φυσικού πρανούς θα κατασκευαστεί οπλισμένο επίχωμα με κλίση πρανών $\alpha:\beta = 3:1$, μεγίστου ύψους $H=9,00\mu$. Το οπλισμένο επίχωμα αποτελείται από συρματοκιβώτια (σαρζανέτ) διαφορετικών διαστάσεων σύμφωνα με την μελέτη. Στις διατομές του οπλισμένου επιχώματος τοποθετείται γεωύφασμα και γεωπλέγματα μήκους τεσσάρων έως εφτά μέτρων τα οποία διαφέρουν ως προς την ονομαστική εφελκυστική αντοχή τους. Για την αγκύρωση του γεωπλέγματος στο επίχωμα επιλέχθηκε στήριγμα τύπου J-pin.



Τομή οπλισμένου επιχώματος



Συρματοκιβώτιο (σαρζανέτ) Πηγή: Panmetal

Τύπος	Μήκος L (m)	Πλάτος B (m)	Ύψος H (m)	Προεξέχον Τμήμα / Ουρά Z (m)
1	2.00	2.00	0.50	0.00
2	2.00	1.00	0.50	2.00

Πίνακας διαστάσεων συρματοκιβωτίων..

Τα συρματοκιβώτια τύπου 1 αποτελούν τις φάτνες θεμελίωσης του οπλισμένου επιχώματος ενώ τα τύπου 2 αποτελούν τις φάτνες επένδυσης της παρειάς του (φάτνες όψης).

Τύπος	Εφελκυστική Αντοχή (kn/m)	Πλάτος (m)
1	40	4.00
2	80	5.00
3	110	7.00

Πίνακας διαστάσεων και αντοχών γεωπλέγματος.

Το οπλισμένο επίχωμα κατασκευάζεται στις παρακάτω χιλιομετρικές θέσεις:

- Χ.Θ. 0 + 106.00 - 0 + 176.60 (Ο.Ε.1),
- Χ.Θ. 0 + 310.00 - 0 + 635.00 (Ο.Ε.2),

όπου διακόπτεται και συναρμώνει με τον υπό κατασκευή τοίχο αντιστήριξης.

Βασική προϋπόθεση για την έναρξη των εργασιών είναι η έγκαιρη προμήθεια των απαιτούμενων υλικών βάσει των τεχνικών απαιτήσεων, προδιαγραφών όπως προβλέπεται στην Τ.Σ.Υ. Με την προσκόμηση των υλικών στο έργο ακολουθεί διαδικασία κατασκευής και επί τόπου τοποθέτησης και πλήρωσης των φατνών με κροκάλα και ολοκληρώνονται μία μία οι φάτνες μέχρι ολοκλήρωσης της κάθε στρώσης. Στην συνέχεια επιχώνεται η εκάστοτε στρώση, συμπυκνώνεται και τοποθετείται το κατάλληλο γεώπλεγμα και γεωύφασμα σύμφωνα με τα προβλεπόμενα της μελέτης. Στο οπλισμένο επίχωμα απασχολούνται δύο συνεργεία, ένα στο Ο.Ε.1 και ένα στο Ο.Ε.2. Λόγο του μικρού μεγέθους του Ο.Ε.1 μετά την αποπεράτωση του, το πρώτο συνεργείο θα μετακινηθεί στο Ο.Ε.2 για την ολοκλήρωση των εργασιών. Το κάθε συνεργείο απαρτίζεται από 10 εργάτες, ένα μικρό φορτωτή, δύο φορτηγά και ένα μικρό οδοστρωτήρα.



Φωτογραφία διαδικασίας πλήρωσης των συρματοκιβωτίων του οπλισμένου επιχώματος.

4.3.1 Οπλισμένο επίχωμα 1

Το Ο.Ε.1 βρίσκεται στην Χ.Θ. 0 + 106.00 - 0 + 176.60 και είναι συνολικού μήκους 70.6 μέτρων. Το ύψος του μεταβάλλεται κατά μήκος του ούτως ώστε να ταυτίζεται υψομετρικά με την ερυθρά της οδού και να παρέχει την κατάλληλη αντιστήριξη. Το μέγιστο ύψος του φτάνει τα 5.50 μέτρα και αποτελείται από 13 στρώσεις συρματοκιβωτίων. Η αναλυτική επιμέτρηση των ποσοτήτων των εργασιών και των χωματουργικών για την κατασκευή του Ο.Ε.1 παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες.



Φωτογραφία συναρμογής οπλισμένου επιχώματος 1 και τοίχου αντιστήριξης.

Άρθρο	Τύπος	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα
A-2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες -ημιβραχώδες	m ³	907.98
A-9.1	Συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας E1 έως E4	m ³	1765.57
A-10	Κατασκευή επιχωμάτων	m ³	1765.57
A-11	Κατασκευή οπλισμένου επιχώματος χωρίς την δαπάνη των φύλλων οπλισμού και των απαιτούμενων δανείων	m ³	1157.14
B-3	Λιθορριπή κοιτοστρώσεων, αναβαθμών κ.λ.π.	m ³	306.38
Γ-3	Στρώση στράγγισης οδοστρώματος	m ³	658.11

Πίνακας ποσοτήτων χωματουργικών εργασιών για το οπλισμένο επίχωμα 1.

				ΦΑΤΝΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ				ΦΑΤΝΕΣ ΟΨΗΣ								
				μήκος x πλάτος x ύψος				μήκος x πλάτος x ύψος								
α/α	Χ.Θ			2,00m x 2,00m x 0,50m				2,00m x 1,00m x 0,50m								
				τεμ	V	A	B kg/m²		τεμ	V	A	B kg/m²	ουρά 2m			
														τεμ	ανα φάτνη	
								2.0					13.0		2,135	1.0
	από	÷	έως		m³	m²	Kgr		m³	m²	Kgr		m²	Kgr		
1η	165.6	÷	176.6	6	12.0	78.0	166.53		0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	
2η	165.6	÷	176.6	6	12.0	78.0	166.53		0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	
3η	160.6	÷	176.6	3	6.0	39.0	83.27		5	5.0	37.5	80.1	5	20.0	42.7	
4η	155.6	÷	176.6	5	10.0	65.0	138.78		6	6.0	45.0	96.1	6	24.0	51.2	
5η	152.6	÷	176.6	5	10.0	65.0	138.78		7	7.0	52.5	112.1	7	28.0	59.8	
6η	147.6	÷	176.6	4	8.0	52.0	111.02		11	11.0	82.5	176.1	11	44.0	93.9	
7η	140.6	÷	176.6	6	12.0	78.0	166.53		12	12.0	90.0	192.2	12	48.0	102.5	
8η	135.6	÷	176.6	6	12.0	78.0	166.53		15	15.0	112.5	240.2	15	60.0	128.1	
9η	128.6	÷	176.6	6	12.0	78.0	166.53		18	18.0	135.0	288.2	18	72.0	153.7	
10η	125.6	÷	176.6	5	10.0	65.0	138.78		25	25.0	187.5	400.3	25	100.0	213.5	
11η	118.6	÷	176.6	5	10.0	65.0	138.78		28	28.0	210.0	448.4	28	112.0	239.1	
12η	118.6	÷	149.6	4	8.0	52.0	111.02		16	16.0	120.0	256.2	16	64.0	136.6	
13η	118.6	÷	130.6	0	0.0	0.0	0.00		21	21.0	157.5	336.3	21	84.0	179.3	
ΣΥΝΟΛΟ				61	122.0	793.0	1,693.06		164	164.0	1,230.0	2,626.1	164	656.0	1,400.6	

Πίνακας χαρακτηριστικών ποσοτήτων για το οπλισμένο επίχωμα 1.

Συνοψίζοντας τον παραπάνω πίνακα, για το Ο.Ε.1 απαιτούνται:

- 225 τεμάχια φατνών (61 Τ.1 και 164 Τ.2),
- 286 κυβικά μέτρα υλικού πλήρωσης φατνών,

- 2,679 τετραγωνικά μέτρα συρματοπλέγματος για κατασκευή των φατνών,
- 5,720 κιλά προμήθειας συρματοπλέγματος,
- 495 μέτρα γεωπλέγματος 80 kn/m πλάτους 5 μέτρων,
- 1096 μέτρα γεωπλέγματος 40 kn/m πλάτους 4 μέτρων και
- 217,5 τετραγωνικά μέτρα γεωυφάσματος έδρασης.

4.3.2 Οπλισμένο επίχωμα 2

Το Ο.Ε.2 βρίσκεται στην Χ.Θ. 0 + 310.00 - 0 + 635.00. Όμοια με το πρώτο, η αφετηρία του ταυτίζεται με το πέρας του τοίχου αντιστήριξης και έχει συνολικό μήκος 325 μέτρα. Το ύψος του είναι επίσης μεταβαλλόμενο, με το μέγιστο να φτάνει τα 9.5 μέτρα και αποτελείται από 30 στρώσεις φατνών.



Φωτογραφία της πορείας κατασκευής του οπλισμένου επιχώματος 2 στο έργο.



Φωτογραφία κατασκευής τελικών στρώσεων του οπλισμένου επιχώματος 2.

Άρθρο	Τύπος	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα
A-11	Κατασκευή οπλισμένου επιχώματος χωρίς την δαπάνη των φύλλων οπλισμού και των απαιτούμενων δανείων	m ³	2672.21
B-3	Λιθορριπή κοιτοστρώσεων, αναβαθμών κ.λ.π.	m ³	2527.76
Γ-3	Στρώση στράγγισης οδοστρώματος	m ³	6021.49

Πίνακας ποσοτήτων χωματουργικών εργασιών για το οπλισμένο επίχωμα 1.

				ΦΑΤΝΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ				ΦΑΤΝΕΣ ΟΨΗΣ			
α/α	Χ.Θ			μήκος x πλάτος x ύψος				μήκος x πλάτος x ύψος			
				2,00m x 2,00m x 0,50m				2,00m x 1,00m x 0,50m			
	από	÷	έως	τεμ	V	A	B kg/m2	τεμ	V	A	B kg/m2
					2.00	13.00	2,135		1.00	7.50	2,135
					m³	m²	Kgr		m³	m²	Kgr
1η	537.0	÷	549.0	12	24.0	156.0	333.1	0	0.0	0.0	0.0
1η	549.0	÷	563.0	14	28.0	182.0	388.6	0	0.0	0.0	0.0
2η	535.0	÷	550.0	9	18.0	117.0	249.8	0	0.0	0.0	0.0
2η	550.0	÷	614.0	58	116.0	754.0	1609.8	0	0.0	0.0	0.0
3η	535.0	÷	551.0	2	4.0	26.0	55.5	7	7.0	52.5	112.1
3η	551.0	÷	617.0	29	58.0	377.0	804.9	6	6.0	45.0	96.1
4η	531.0	÷	552.0	5	10.0	65.0	138.8	8	8.0	60.0	128.1
4η	552.0	÷	624.0	9	18.0	117.0	249.8	31	31.0	232.5	496.4
5η	531.0	÷	553.0	3	6.0	39.0	83.3	9	9.0	67.5	144.1
5η	553.0	÷	641.0	21	42.0	273.0	582.9	32	32.0	240.0	512.4
6η	528.0	÷	554.0	4	8.0	52.0	111.0	11	11.0	82.5	176.1
6η	554.0	÷	642.0	10	20.0	130.0	277.6	35	35.0	262.5	560.4
7η	524.0	÷	555.0	6	12.0	78.0	166.5	12	12.0	90.0	192.2
7η	555.0	÷	650.0	10	20.0	130.0	277.6	43	43.0	322.5	688.5
8η	524.0	÷	650.0	6	12.0	78.0	166.5	57	57.0	427.5	912.7
9η	520.0	÷	651.0	7	14.0	91.0	194.3	62	62.0	465.0	992.8
10η	520.0	÷	640.0	5	10.0	65.0	138.8	60	60.0	450.0	960.8
11η	507.0	÷	621.0	11	22.0	143.0	305.3	56	56.0	420.0	896.7
12η	496.0	÷	606.0	16	32.0	208.0	444.1	49	49.0	367.5	784.6
13η	493.0	÷	593.0	11	22.0	143.0	305.3	48	48.0	360.0	768.6
14η	486.0	÷	584.0	9	18.0	117.0	249.8	46	46.0	345.0	736.6
15η	475.0	÷	565.0	13	26.0	169.0	360.8	41	41.0	307.5	656.5
16η	472.0	÷	544.0	11	22.0	143.0	305.3	36	36.0	270.0	576.5
17η	467.0	÷	533.0	9	18.0	117.0	249.8	33	33.0	247.5	528.4
18η	454.0	÷	514.0	14	28.0	182.0	388.6	25	25.0	187.5	400.3
19η	324.9	÷	447.0	58	116.0	754.0	1609.8	24	24.0	180.0	384.3
20η	324.9	÷	486.0	73	146.0	949.0	2026.1	7	7.0	52.5	112.1
21η	324.9	÷	467.0	81	162.0	1053.0	2248.2	23	23.0	172.5	368.3
22η	324.9	÷	459.0	84	168.0	1092.0	2331.4	33	33.0	247.5	528.4
23η	324.9	÷	438.9	74	148.0	962.0	2053.9	33	33.0	247.5	528.4
24η	324.9	÷	427.0	62	124.0	806.0	1720.8	39	39.0	292.5	624.5
25η	324.9	÷	407.9	4	8.0	52.0	111.0	52	52.0	390.0	832.7
26η	324.9	÷	398.9	3	6.0	39.0	83.3	44	44.0	330.0	704.6

27η	324.9	÷	377.9	3	6.0	39.0	83.3	37	37.0	277.5	592.5	27	108.0	230.6
28η	324.9	÷	366.9	3	6.0	39.0	83.3	29	29.0	217.5	464.4	21	84.0	179.3
29η	324.9	÷	345.9	4	8.00	52.00	111.02	20	20.0	150.0	320.3	11	44.0	93.9
30η	324.9	÷	330.9	7	14.00	91.00	194.29	17	17.0	127.5	272.2	3	12.0	25.6
ΣΥΝΟΛΟ				760	1520.0	9880.0	21093.8	1,065	1065.0	7987.5	17053.3	894	3576.0	7634.8

Πίνακας χαρακτηριστικών ποσοτήτων για το οπλισμένο επίχωμα 2.

Συνοψίζοντας τον παραπάνω πίνακα για το Ο.Ε.2 απαιτούνται:

- 1,825 τεμάχια φατνών (760 Τ.1 και 1065 Τ.2),
- 2,585 κυβικά μέτρα υλικού πλήρωσης φατνών,
- 21,444 τετραγωνικά μέτρα συρματοπλέγματος για κατασκευή των φατνών,
- 45,782 κιλά προμήθειας συρματοκιβωτίων,
- 1,596 μέτρα γεωπλέγματος 110kn/m πλάτους 7 μέτρων,
- 3,495 μέτρα γεωπλέγματος 80kn/m πλάτους 5 μέτρων,
- 5,572 μέτρα γεωπλέγματος 40kn/m πλάτους 4 μέτρων και
- 3215 τετραγωνικά μέτρα γεωυφάσματος έδρασης.

4.4 Τοίχος Αντιστήριξης

Κύριο αντικείμενο της παρούσας εργολαβίας αποτελεί ο σχεδιασμός αντιστηρίξεων από οπλισμένο σκυρόδεμα παραπλεύρως της υπό κατασκευή νέας οδού σε μήκος 134 μέτρα. Το ύψος των γαιών προς αντιστήριξη από το τελικώς διαμορφωμένο έδαφος θεμελίωσης που προκύπτει ως απαίτηση για την κατασκευασιμότητα του έργου, είναι μεταβλητό και κυμαίνεται μεταξύ 6.00 και 10.34 μέτρα.

Στο υπό μελέτη τμήμα δεν είναι δυνατή η εφαρμογή άλλων μεθόδων συγκράτησης των πρανών λόγω της ιδιαίτερης μορφολογίας του ανάγλυφου αλλά και της ύπαρξης υφιστάμενου τοίχου αντιστήριξης που είχε κατασκευασθεί για την αντιστήριξη της προϋπάρχουσας οδού. Μετά από συνεργασία με τον ανάδοχο αλλά και την Εγνατία Οδό, προκρίθηκε η λύση της κατασκευής αντιστηρίξεων από οπλισμένο σκυρόδεμα με την μορφή τοίχων αντιστήριξης θεμελιωμένων με ενδεδειγμένο τρόπο ανάλογα με τις ιδιαίτερες εδαφικές συνθήκες που επικρατούν κατά μήκος του έργου, αλλά και τις φάσεις κατασκευής που απαιτούνται προκειμένου αυτό να είναι κατασκευάσιμο. Επιπρόσθετη απαίτηση αποτέλεσε η κατά το δυνατό μικρότερη όχληση της κυκλοφορίας και της ταυτόχρονης λειτουργίας της οδού. Στο παραπάνω πλαίσιο επιλέχθηκαν διαφορετικές λύσεις αντιστήριξης με διαμορφώσεις της θεμελίωσης επί κεφαλόδεσμου ο οποίος φέρεται από δύο σειρές πασσάλων. Στις περιοχές που απαιτούνται εκσκαφές για την διαμόρφωση ικανής επιφάνειας εργασίας ώστε να είναι δυνατή η διάτρηση του εδάφους και η γενικότερη κατασκευή του έργου, οι πρόσθετες επιφορτίσεις αναλαμβάνονται δια της πύκνωσης των πασσάλων της

εσωτερικής σειράς. Οι εν λόγω πάσσαλοι της εσωτερικής σειράς αναλαμβάνουν επίσης τις επιπρόσθετες επιφορτίσεις στην φάση κατασκευής, όπου αυτές δρουν δυσμενώς, κατά μήκος της υφιστάμενης αντιστήριξης. Λόγω των εκσκαφών για την δημιουργία ικανής επιφάνειας εργασίας, η διάτρηση για την εξωτερική σειρά πασσάλων πραγματοποιείται σε χαμηλότερο υψόμετρο. Η προκύπτουσα υψομετρική διαφορά μεταξύ της εξωτερικής και της εσωτερικής σειράς πασσάλων, καλύπτεται από κατάλληλα οπλισμένο τοίχιο επί του οποίου κατασκευάζεται ο κεφαλόδεσμος και το σώμα του τεχνικού αντιστήριξης.

Στον τοίχο αντιστήριξης απασχολούνται συνολικά τρία συνεργεία. Δύο συνεργεία σιδηροπλισμού και ξυλοτύπων που αποτελούνται από δέκα εργάτες και έναν γερανό επί αυτοκινήτου και ένα συνεργείο μεταφοράς και έγχυσης σκυροδέματος που αποτελείται από μία πρέσα και τέσσερις μπετονιέρες.

4.4.1 Θεμελίωση τοίχου αντιστήριξης

Στην περιοχή κατασκευής του έργου πραγματοποιήθηκε έρευνα των εδαφικών συνθηκών. Έγιναν τέσσερις διερευνητικές γεωτρήσεις κατά μήκος του έργου. Με βάση την συνταχθείσα γεωτεχνική μελέτη, προκύπτει ότι σε βάθος τριών μέτρων από την θέση διάτρησης για την κατασκευή των πασσάλων το έδαφος είναι αμμόδες. Σε μεγαλύτερα βάθη, υπάρχουν στρώματα γνευσίου διαφόρων βαθμών αποσάθρωσης, μετρίως ή εντόνων κατακερματισμένα κατά τόπους εδαφοποιημένα.

Με βάση τα παραπάνω, και κατόπιν διεπιστημονικής συνεργασίας αποφασίστηκε ο σχεδιασμός τοίχων από οπλισμένο σκυρόδεμα και θεμελίωση επί κεφαλόδεσμου ο οποίος φέρεται από δύο σέρας πασσάλων, Δεδομένου ότι η κατασκευή της αντιστήριξης θα πραγματοποιηθεί σε επιμέρους φάσεις ώστε να είναι δυνατή η δημιουργία μια ικανής ζώνης εργασίας επί του εδάφους, η μορφή της θεμελίωσης θα προσαρμόζεται ανάλογα, οδηγώντας σε δύο αντίστοιχες διαμορφώσεις και διακριτά τμήματα, σύμφωνα με τα παρακάτω:

Α) Από Χ.Θ. 0 + 176.60 έως Χ.Θ. 0 + 220.17 τοίχος αντιστήριξης θεμελιωμένος επί κεφαλόδεσμου και δύο σειρές πασσάλων.

Η μελετώμενη αντιστήριξη στο εν λόγω τμήμα θα θεμελιώνεται επί κεφαλόδεσμου διαστάσεων 4.80m x 1.20m (πλάτος και ύψος αντίστοιχα) ο οποίος φέρεται από δύο σειρές πασσάλων διαμέτρου D=0.80m τοποθετημένων ανά δύο μέτρα. Κατά μήκος του εν λόγω τμήματος, η θεμελίωση ακολουθεί την εδαφική κλίση και το υψόμετρο θεμελίωσης κυμαίνεται μεταξύ 133.39m και 130.07m. Το συνολικό ύψος του τοίχου κυμαίνεται μεταξύ 4.81m και 7.24m.

Β) Από Χ.Θ. 0 + 220.17 έως Χ.Θ. 0 + 310.00 τοίχος αντιστήριξης θεμελιωμένος επί κεφαλόδεσμου και δύο σειρές πασσάλων.

Λόγω της ύπαρξης του υφιστάμενου τοίχου αντιστήριξης και λόγω της ανάγκης διαμορφώσεως χώρου εργασίας ικανού εύρους, προβλέπεται στις περιοχές που διαταράσσεται η ισορροπία των γαιών στον πόδα δια εκσκαφής, η αντιστήριξη των γαιών με την πυκνή εσωτερική σειρά πασσάλων διαμέτρου $D=0.80\text{m}$ ανά ένα μέτρο αξονικής απόστασης. Η σειρά κατασκευής στα τμήματα αυτά θα προβλέπει την έμπηξη αρχικά της εσωτερικής σειράς πασσάλων για την αντιστήριξη της προκύπτουσας επιφόρτισης λόγω του υφιστάμενου τοίχου, στην συνέχεια εκσκαφή και διαμόρφωση επαρκούς χώρου εργασίας, έμπηξη της δεύτερης σειράς πασσάλων, κατασκευή τοιχίου μέγιστου ύψους 3.00m και πάχους 0.80m πάνω από την δεύτερη σειρά πασσάλων με σκοπό την δημιουργία επιφάνειας θεμελίωσης του κεφαλόδεσμου και στην συνέχεια κατασκευή του κεφαλόδεσμου και του σώματος του τοίχου. Σημειώνεται ότι το μεταβατικό τοιχίο διαμορφώνεται κατάλληλα (πάχος 1.30m) στην περιοχή διασύνδεσης με τους πασσάλους και σε ύψος 1.20m . Η μελετώμενη αντιστήριξη στο εν λόγω τμήμα θα θεμελιώνεται επί κεφαλόδεσμου διαστάσεων $6.40\text{m} \times 1.20\text{m}$ (ΠxΥ). Κατά μήκος του τμήματος, το υψόμετρο κατασκευής του κεφαλόδεσμου διατηρείται σταθερό στα 130.07m .

Λόγω του μεγάλου μήκους της κατασκευής, ο τοίχος αντιστήριξης χωρίζεται σε 11 φατνώματα περίπου 15 μέτρων το κάθε ένα. Το κάθε φάτνωμα θα κατασκευαστεί και θα σκυροδετηθεί ξεχωριστά. Με τον τρόπο αυτόν εξασφαλίζεται αφενός ο σχηματισμός αρμών συστολοδιαστολής μεταξύ των φατνωμάτων, αφετέρου διευκολύνεται η κατασκευή και γίνεται δυνατή η ταυτόχρονη εργασία σε πολλαπλά μέτωπα του τοίχου.

Ακολουθεί πίνακας με τις ποσότητες των χωματοουργικών εργασιών του τοίχου αντιστήριξης.

Άρθρο	Τύπος	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα
A-2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες	m^3	2,074.31
B-1	Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων πλάτους έως $5,0\text{m}$	m^3	3,587.45
A-9.1	Συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας E1 έως E4	m^3	6,546.48
A-10	Κατασκευή επιχωμάτων	m^3	6,546.48
B-2	Μεταβατικά επιχώματα τεχνικών έργων	m^3	7,983.55

Ποσότητες χωματοουργικών εργασιών για τον τοίχο αντιστήριξης.

4.4.1.1 Φρεατοπάσσαλοι Θεμελίωσης

Ο οπλισμός των φρεατοπασσάλων (κλωβός) προκατασκευάζεται επί τόπου. Έπειτα, εφόσον έχει διαμορφωθεί το απαιτούμενο δάπεδο εργασίας για να εγκατασταθεί το τρυπάνι έμπηξης των φρεατοπασσάλων, γίνεται η γεώτρηση και στην συνέχεια τοποθετείται ο κλωβός και σκυροδετείται. Λόγω του μεγάλου βάθους έμπηξης είναι σημαντικό ο κάθε πάσσαλος να ολοκληρώνεται (γεώτρηση-τοποθέτηση-σκυροδέτηση) την ίδια μέρα για την αποφυγή φαινομένων κατάρρευσης των τοιχωμάτων του φρεατοπασσάλου. Το συνεργείο υπεύθυνο για την έμψη των φρεατοπασσάλων αποτελείται από ένα γεωτρύπανο και έναν φορτωτή.

Το μήκος των πασσάλων καθ'όλο το έργο είναι 13 και 15 μέτρα. Συνολικά στον τοίχο αντιστήριξης τοποθετούνται 207 φρεατοπάσσαλοι συνολικού μήκους 2,903 μέτρων.













Φωτογραφία διαδικασίας διάτρησης φρεατοπασσάλων για τον τοίχο αντιστήριξης,

Φάτνωμα	Μήκος Πασσάλων (m)	Τεμάχια
Φ1	208	16
Φ2	182	14
Φ3	182	14
Φ4	286	20
Φ5	286	20
Φ6	286	20
Φ7	286	20
Φ8	286	20
Φ9	286	20
Φ10	286	20
Φ11	329	23
Σύνολο	2903	207

Τεμάχια και μήκη φρεατοπασσάλων ανά φάτνωμα.

Για την κατασκευή των κλωβών των φρεατοπασσάλων χρησιμοποιήθηκε χάλυβας κατηφορίας B500c. Ο πίνακας οπλισμού των φρεατοπασσάλων παρατίθεται παρακάτω:

Τύπος	Σχήμα Ράβδου	Ø	Όμοια Τεμάχια	Μήκος Τεμαχίου	Βάρος μέτρου	Σύνολο (χγρ)
1		22	3260	14.00	2.984	113,180.48
1'		22	2660	3.92	2.984	27,595.41
2		12	34477	2.17	0.888	60,132.96
2α		10	10030	2.17	0.617	12,384.75
3		18	2593	3.23	1.998	15,699.47
3α		18	564	3.07	1.998	3,287.73
4		22	3520	3.11	2.984	36,367.17
6		22	1140	12.00	2.984	35,808.00
6'		22	1140	4.92	2.984	14,681.28
6α		22	1140	3.16	2.984	10,438.03
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ:						360990,09

Οπλισμός φρεατοπασσάλων τοίχου αντιστήριξης.

Για τον έλεγχο της συνέχειας των φρεατοπασσάλων εφαρμόστηκε έλεγχος ακεραιότητας με ακουστικές μεθόδους (sonic tests).

4.4.1.2 Κεφαλόδεσμος

Μετά το πέρας κατασκευής και του τρίτου φαντώματος πασσάλων ξεκινάνε οι εργασίες κατασκευής του κεφαλόδεσμου θεμελίωσης. Αρχικά διαστρώνεται σκυρόδεμα καθαριότητας για να δημιουργηθεί ικανός χώρος εργασίας για την εγκατάσταση των ξυλοτύπων και ταυτόχρονα να αποφευχθεί η διάβρωση του χάλυβα λόγω επαφής του με το έδαφος. Στην συνέχεια τοποθετούνται οι ξυλότυποι του κεφαλόδεσμου και οι οπλισμοί του, οι οποίοι συνεργάζονται με τις αναμονές των οπλισμών των πασσάλων. Στις επιφάνειες του κεφαλόδεσμου που έρχονται σε επαφή με το έδαφος, εφαρμόζεται επάλειψη με ασφαλικό υλικό για λόγους στεγανοποίησης. Επίσης για την απορρόφηση των συστολοδιαστολών του σκυροδέματος, μεταξύ των φαντωμάτων του τοίχου τοποθετείται κατάλληλο υλικό πλήρωσης του διάκενου.

Για την σκυροδέτηση του κεφαλόδεσμου χρησιμοποιήθηκε σκυρόδεμα καθαριότητας κατηγορίας C12/15 και για την σκυροδέτηση του κορμού του κεφαλόδεσμου σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25. Οι ποσότητες σκυροδέματος στον κεφαλότοιχο φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

		Φάντωμα											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Σύνολο
Τύπος	Σκυρόδεμα Καθαριότητας C12/15 (m^3)	10.59	9.43	11.05	12.36	10.61	10.59	10.58	10.59	10.58	10.56	12.50	119.44
	Σκυρόδεμα C20/25 (m^3)	90.58	86.28	93.52	104.13	103.90	103.70	103.62	103.70	103.62	103.47	121.84	1,118.35

Πίνακας ποσότητας σκυροδέματος κεφαλόδεσμου.

Ο οπλισμός του κεφαλόδεσμου αναφέρεται σε επόμενο πίνακα μαζί με τον οπλισμό της ανωδομής του τοίχου.

Για την αποχέτευση του τοίχου στην πάνω παρειά του κεφαλόδεσμου κατασκευάζεται φίλτρο στραγγιστηρίου διαστάσεων 50x50cm. Τοποθετείται με κλίση προς την χαμηλότερη οριογραμμή και περιέχει διάτρητο τσιμεντοσωλήνα $\Phi 200$. Ο τσιμεντοσωλήνας περιβάλλεται από στραγγιστικό υλικό, ενώ η λειτουργία του στραγγιστηρίου εξασφαλίζεται με την χρήση γεωϋφάσματος. Παράλληλα για την διευκόλυνση της απορροής, μέρος της εδαφικής

πλήρωσης αποτελείται από κατάλληλα διαβαθμισμένη λιθοριππή. Στην βάση, διαστρώνεται άοπλο σκυρόδεμα κλίσεων για την κατάλληλη όδευση των υδάτων απορροής.









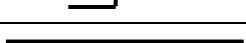
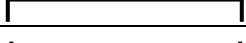
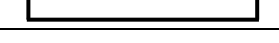

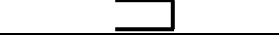
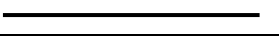


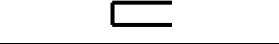

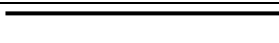
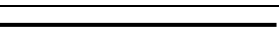
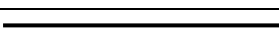
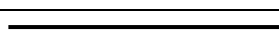
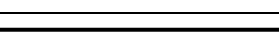
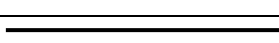




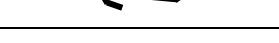


Φωτογραφία κατασκευής τοίχου αντιστήριξης στο έργο.

4.4.2 Σώμα τοίχου αντιστήριξης

Μετά το πέρας της κατασκευής του κεφαλόδεσμου, αρχικά τοποθετούνται οι οπλισμοί που βρίσκονται σε χαμηλό ύψος και συνεργάζονται με τις αναμονές του κεφαλόδεσμου. Έπειτα τοποθετούνται ικριώματα κατά μήκος του τοίχου για την τοποθέτηση του οπλισμού και ξυλοτύπων που βρίσκονται σε μεγαλύτερο υψόμετρο στο σώμα του τοίχου. Τέλος σκυροδετούνται διαδοχικά τα φανώματα. Στις απολήξεις του τοίχου κατασκευάζονται εγκάρσια τοιχία για την σωστή συναρμογή του με το οπλισμένο επίχωμα εκατέρωθεν των παρειών του και τον εγκιβωτισμό του μεταβατικού επιχώματος του τοίχου. Τέλος οι αρμοί του τοίχου μεταξύ των φανωμάτων του σφραγίζονται με πλαστομερή ασφαλτική μαστίχη και

στεγανώνονται με ελαστική ταινία (waterstop) ενώ παράλληλα γίνεται πλήρωση των διακένων με μοριοσανίδες εμποτισμένες με ασφαλτο. Όποια σημεία του τοίχου έρχονται σε επαφή με το έδαφος θα μονώνονται με διπλή ασφαλτική επάλειψη για την αποφυγή διαβρώσεων. Το σύνολο του οπλισμού, το σκυρόδεμα και τα μονωτικά υλικά που απαιτήθηκαν για την κατασκευή του τοίχου φαίνονται στους ακόλουθους πίνακες.

Τύπος	Σχήμα ράβδου	Ø	Όμοια Τεμάχια	Μήκος Τεμαχίου	Βάρος μέτρου	Σύνολο (χγρ)
1		16	1316	3.00	1.578	5179.6
1α		25	1488	7.00	3.853	39395.4
2		14	865	6.83	1.208	6283.2
2α		14	865	2.65	1.208	2755.3
1'		16	15	2.86	1.58	67.7
1α'		25	15	6.10	3.85	352.6
2'		14	15	5.71	1.21	103.5
2α'		14	15	2.55	1.21	46.2
3		25	1474	7.00	3.853	46948.8
4		20	1474	7.00	2.466	35522.4
5		18	452	12.00	1.998	10837.2
5α		18	776	7.00	1.998	10853.2
6		18	452	12.00	1.998	10837.2
6'		18	43	6.05	1.998	519.8
6α		18	64	9.00	1.998	1023.0
6β		18	64	9.00	1.998	1023.0
7		12	377	12.00	0.888	4553.1
7'		12	66	1.90	0.888	145.9
7α		12	135	4.40	0.888	1692.1
7α'		14	13	3.93	1.208	61.7
8		14	353	12.00	1.208	4157.4
8'		12	22	3.67	0.888	71.7
8α		14	139	4.60	1.208	2072.7
8α'		14	13	3.93	1.208	61.7
9		12	862	1.25	0.888	956.8
10		12	2784	0.59	0.888	1594.6
10α		12	2056	0.84	0.888	1800.9
11		12	158	12.00	0.888	1683.6
11'		12	43	5.37	0.888	205.1
12		12	151	11.00	0.888	1239.9

12α		12	7	8.1	0.888	50.4
13		14	5444	3.05	1.208	20057.9
13α		14	5444	1.78	1.208	11705.9
40		12	795	1.00	0.888	706.0
41		12	795	1.25	0.888	949.8
42		12	722	2.05	0.888	1375.6
43		12	68	2.15	0.888	129.8
Σύνολο						227,020.3

Πίνακας οπλισμών τοίχου αντιστήριξης.

		Φάτνωμα											Σύνολο
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Τύπος	Σκυρόδεμα C20/25 (m ³)	45.64	55.34	61.66	62.24	60.41	58.44	55.77	58.44	49.41	45.99	49.84	603.19
	Σκυρόδεμα συναρμογής με Ο.Ε. C20/25 (m ³)	3.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.24	6.49

Πίνακας σκυροδέματος σώματος τοίχου αντιστήριξης.



Φωτογραφίας συναρμογής τοίχου αντιστήριξης με οπλισμένο επίχωμα.

Άρθρο	Φ1	Φ2	Φ3	Φ4	Φ5	Φ6	Φ7	Φ8	Φ9	Φ10	Φ11	Sum
Σφράγιση αρμών με πλαστομερή ασφαλτική μαστίχη (B-15)	0.00	12.92	15.39	15.21	14.99	14.74	14.38	14.02	13.65	13.24	0.00	128.54m
Πλήρωση διακένου αρμών με εύκαμπτες μοριοσανίδες εμποτισμένες με άσφαλτο, πάχους 12 mm (B-16)	0.00	15.18	20.30	20.59	16.68	20.09	19.70	19.31	18.90	18.46	0.00	169.20m²
Στεγάνωση αρμού με ελαστική ταινία (waterstop) (B-17)	0.00	6.42	7.24	7.01	6.79	6.42	6.18	5.82	5.45	5.04	0.00	56.37m

Πίνακας ποσοτήτων για μονώσεις τοίχου αντιστήριξης.

4.5 Οδοστρώσια - Ασφαλτικά

Για το οδόστρωμα του αυτοκινητόδρομου προβλέπονται:

- Βάση οδοστρώσιας της Π.Τ.Π. Ο 155 από θραυστό αμμοχάλικο λατομείου συμπυκνωμένου πάχους 20 εκατοστών σε δύο στρώσεις (10 εκ. + 10 εκ.),
- Υπόβαση οδοστρώσιας της Π.Τ.Π. Ο 150 από θραυστό αμμοχάλικο λατομείου συμπυκνωμένου πάχους 20 εκατοστών σε δύο στρώσεις (10 εκ. + 10 εκ.).

Το οδόστρωμα θα εδράζεται στην στρώση έδρασης που περιλαμβάνει την στρώση στράγγισης ελαχίστου συμπυκνωμένου πάχους 20 εκ. Εν συνεχεία μέχρι συνολικού πάχους 50 εκατοστών κατασκευάζεται στρώση από υλικά κατηγορίας E3-E4. Οι δύο αυτές στρώσεις αποτελούν τη στρώση έδρασης οδοστρώματος (Σ.Ε.Ο.). Όπου λόγω συναρμογής των επικλίσεων ή άλλων λόγων απαιτηθεί πρόσθετο υλικό για την διαμόρφωση της κατάλληλης επιφάνειας για την κατασκευή ασφαλτικών στρώσεων, θα τοποθετηθεί βάση από θραυστό αμμοχάλικο μεταβλητού πάχους σύμφωνα με την τυπική διατομή. Αμέσως μετά την τελική διάστρωση και μόρφωση κάθε στρώσης , θα συμπυκνώνεται σε ολόκληρο το πλάτος. Η συμπύκνωση θα συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί βαθμός πυκνότητας ίσος τουλάχιστον με το 95% της τροποποιημένης εργαστηριακής δοκιμής Proctor.

Οι επιμετρήσεις των ποσοτήτων για τα άρθρα οδοστρώσιας βάσει των τυπικών διατομών της μελέτης φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Άρθρο	Τύπος	Μονάδα μέτρησης	Ποσότητα
Γ-1.1	Επιφάνεια υπόβασης οδοστρωσίας συμπυκνωμένου πάχους 0.10m	m ²	40,064.01
Γ-2.1	Επιφάνεια βάσης οδοστρωσίας συμπυκνωμένου πάχους 0.10m	m ²	34,741.49
Γ-3	Όγκος στρώσης στράγγισης οδοστρώματος	m ³	5,063.16
Γ-4	Όγκος κατασκευής ερεισμάτων	m ³	1,885.93

Πίνακας ποσοτήτων οδοστρωσίας.

Για τα ασφαλτικά της εργολαβίας προβλέπονται:

- Απόξεση (φρεζάρισμα) στρώσεων υφιστάμενου ασφαλτικού οδοστρώματος μέχρι του απαιτούμενου βάθους. Στο ρεύμα Θεσσαλονίκη-Σέρρες στο οποίο δεν υπάρχει ασφαλτικό οδόστρωμα θα γίνει απόξεση για την υψομετρική προσαρμογή της βάσης των ασφαλτικών.
- Συγκολλητική επάλειψη μεταξύ στρώσεων με ασφαλτικό διάλυμα τύπου ME-5 για την καλύτερη συνάφεια αυτών. Για την συγκολλητική επάλειψη χρειάζονται συνολικά τρεις διελεύσεις.
- Κατασκευή ασφαλτικής στρώσης βάσης συμπυκνωμένου πάχους 0.05μ.
- Κατασκευή ισοπεδωτικής ασφαλτικής στρώσης συμπυκνωμένου πάχους 0.05μ.
- Κατασκευή ασφαλτικής στρώσης κυκλοφορίας συμπυκνωμένου πάχους 0.05μ.

Οι ποσότητες τιμολόγησης για τα άρθρα των ασφαλτικών παραθέτονται παρακάτω:

Άθρο	Τύπος	Μονάδα Μέτρησης	Διελεύσεις	Ποσότητα
Δ-1.1	Απόξεση ασφαλικού οδοστρώματος (φρεζάρισμα) σε βάθος έως 4cm	m ²	3	51044.7
Δ-3	Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη	m ²	3	51044.7
Δ-4.1	Ασφαλτική στρώση βάσης συμπακνωμένου πάχους 0,05 m	m ²	1	17014.9
Δ-5	Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση πάχους 0,05 m	m ²	1	17014.9
Δ-6.1	Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας συμπακνωμένου πάχους 0,05 m με χρήση κοινής ασφάλτου	m ²	1	17014.9

4.6 Αποχέτευση - Αποστράγγιση

Βασική αρχή των εν λόγω έργων είναι, αφενός η αποστράγγιση του σώματος της οδού έτσι ώστε να μην είναι δυνατή η συγκέντρωση νερών από διηθήσεις ή άλλες εισροές στο σώμα του δρόμου, αφετέρου η ασφαλής αποχέτευση των όμβριων υδάτων κατά την διάρκεια βροχοπτώσεων .

Γενικά, οι όμβριες απορροές του καταστρώματος των οδών οδεύουν προς τα ερείσματα αυτών. Στις θέσεις αυτές, όταν οι οδοί κατασκευάζονται με διατομή ορύγματος, ή με διατομή επιχώματος με ύψος μεγαλύτερο από 4 μέτρα. , συλλέγονται σε αβαθείς τάφρους ερείσματος και απάγονται προς τους αποδέκτες. Όταν η κλίση δεν επαρκεί για την παροχέτευση των πλημμυρικών νερών τότε η τάφος αποφορτίζεται είτε με φρεάτια υδροσυλλογής σε υπόγειο σύστημα αποχέτευσης είτε με βαθμιδωτό ρείθρο σε τάφρους ποδός. Στις περιπτώσεις επικλίσεων προς τον άξονα της αρτηρίας, τα όμβρια απορρέουν στο πόδι του αμφίπλευρου New Jersey. Τα όμβρια συλλέγονται μέσω σχαρωτών φρεατίων υδροσυλλογής σε αγωγό παράλληλο στον άξονα της αρτηρίας που συνδέει τα φρεάτια και εκβάλλει σε φρεάτιο επίσκεψης του συλλεκτήριου αγωγού αποχέτευσης της κεντρικής νησίδας. Στην αρτηρία τα όμβρια που συλλέγονται στα φρεάτια υδροσυλλογής της κεντρικής νησίδας οδηγούνται, με εγκάρσιους αγωγούς σε υπονόμους τοποθετημένους παράλληλα στο δεξιό ή αριστερό κατά περίπτωση έρεισμα της αρτηρίας.

Τα αποχετευτικά και αποστραγγιστικά έργα της παρούσας εργολαβίας περιλαμβάνουν:

- Κατασκευή τριγωνικής τάφρου για την παραλαβή των ομβρίων συνολικού μήκους 1167m.
- Τοποθέτηση φρεατίων υδροσυλλογής και επίσκεψης.
- Τοποθέτηση αγωγών αποχέτευσης από σωλήνες PCV-U, SDR31 και DN-315mm.
- Κατασκευή στραγγιστηρίων Φ200.
- Κατασκευή οχετών και εγκάρσιων οχετών Φ600.
- Κατασκευή υπενδεδυμένων τραπεζοειδών τάφρων συνολικού μήκους 386.4μ.

Άρθρο	Τύπος	Μονάδα Μέτρησης	Ποσότητα
A-4.1	Διάνοιξη τάφρου σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες	m ³	1233.536
A-10	Κατασκευή επιχωμάτων	m ²	47.04
B-1	Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων και τάφρων	m ³	1314.09
B-2	Μεταβατικά επιχώματα τεχνικών έργων και επιχώματα ζώνης αγωγών	m ³	39.53
B-6.1	C8/10 κοιτοστρώσεων, εξομαλυντικών στρώσεων	m ³	5.22
B-6.2	Περιβλήματα αγωγών από σκυρόδεμα C12/15	m ³	675.79
B-7.1	Κατασκευή τραπεζοειδών τάφρων με σκυρόδεμα C16/20	m ³	144.7812
B-8.1	Κατασκευή επενδεδυμένων τάφρων C20/25	m ³	644.77
B-25.1	Άοπλος πρεσσαριστός τσιμεντοσωλήνας Φ0,60m	m	534.4
B-26.2	Αγωγοί αποχέτευσης από σωλήνες PVC-U, SDR 41, DN 315 mm	m	475.5
B-27.1	Διάτρητοι σωλήνες στραγγιστηρίων Φ0,20m	m	598.7
B-28	Πλήρωση τάφρων αποστραγγίσης	m ³	265.94
B-29.1	Γεωύφασμα στραγγιστηρίων	m ²	1878.27
B-31.1	Φρεάτιο υδροσυλλογής τύπου Φ1N	τεμ	54
B-31.2	Φρεάτιο επίσκεψης υπονόμου τύπου Φ10	τεμ	14
B-31.3	Φρεάτιο επίσκεψης στραγγιστηρίων	τεμ	2

Πίνακας ποσοτήτων εργασιών για την κατασκευή οχετών και στραγγιστηρίων.

4.7 Σήμανση και Ασφάλεια

Στο έργο προβλέπεται η εκτέλεση εργασιών ασφάλειας και οριζόντιας και κατακόρυφης σήμανσης. Τοποθετούνται μεταλλικά στηθαία ασφαλείας στις οριογραμμές της οδού και ο αυτοκινητόδρομος περιφράζεται πλήρως με περίφραξη μέσου ύψους 1.62μ σύμφωνα με την συνταχθείσα μελέτη. Στον άξονα της οδού κατασκευάζεται αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα C20/25 τύπου New Jersey σε όλο το μήκος του αυτοκινητόδρομου. Επιπλέον θα κατασκευαστούν τα οποιαδήποτε έργα σήμανσης και ασφάλειας χρειασθούν κατά την εκτέλεση του έργου για την αποκατάσταση της κυκλοφορίας με παρακαμπτήριους οδούς και για οποιοδήποτε άλλο λόγο ασφαλείας όπως επίσης και προσωρινή σήμανση και διαγράμμιση για τις εκτροπές τις κυκλοφορίας.

Στον ακόλουθο πίνακα συνοψίζονται οι εργασίες σήμανσης και ασφάλισης στο έργο.

Άρθρο	Τύπος	Μονάδα Μέτρησης	Ποσότητα
B-8.1	Κατασκευή κρασπέδων με σκυρόδεμα C20/25	m3	340.55
E-1.1.1	Στηθαίο ασφαλείας ικανότητας συγκράτησης N2, λειτουργικού πλάτους W6	m	1,990.00
E-1.1.2	Στηθαίο ασφαλείας ικανότητας συγκράτησης N2, λειτουργικού πλάτους W5	m	7,011.00
E-1.1.3	Στηθαίο ασφαλείας ικανότητας συγκράτησης N2, λειτουργικού πλάτους W4	m	202.00
E-1.3.1	Μονόπλευρο στηθαίο ασφαλείας ερείσματος, τοποθετούμενο με έμπηξη, ικανότητας συγκράτησης H2, λειτουργικού πλάτους W4	m	1,664.00
E-3.1	Πλευρικές πληροφοριακές πινακίδες με αναγραφές και σύμβολα από μεμβράνη τύπου II	m ²	154.00
E-4.1	Πινακίδα εργοταξιακής σήμανσης	τεμ.	219.00
E-5.1	Στύλος πινακίδων από γαλβανισμένο σιδηροσωλήνα 3"	τεμ	399.00
E-6.1	Περίφραξη τύπου Β ύψους 1,62 m	m	1,151.61
E-7.1	Πλαστικός ανακλαστήρας οδοστρώματος προσωρινός, με δύο ανακλαστικές επιφάνειες	τεμ	522.00
E-8	Αναλάμπον φανός επισήμανσης κινδύνου	τεμ	354.00
E-9.1	Διαγράμμιση οδοστρώματος με ανακλαστική βαφή	m ²	6,628.25

Πίνακας ποσοτήτων εργασιών σήμανσης και ασφάλισης.

4.8 Έργα Πρασίνου

Τα έργα πρασίνου στην παρούσα εργολαβία περιλαμβάνουν την προμήθεια δέντρων, θάμνων και αναρριχώμενων φυτών συγκεκριμένης κατηγορίας και οποιεσδήποτε εργασίες για την μεταφορά, τοποθέτηση, αποθήκευση και συντήρηση μέχρι και την φύτευσή τους. Οι ποσότητες των εν λόγω εργασιών φαίνονται παρακάτω.

Άθρο	Τύπος	Μονάδα Μέτρησης	Ποσότητα
H-1	Δένδρα κατηγορίας Δ1	τεμ	731.00
H-2	Θάμνοι κατηγορίας Θ1	τεμ	1,808.00
H-3	Αναρριχώμενα φυτά κατηγορίας Α1	τεμ	490.00
H-5	Φύτευση φυτών με μπάλα χώματος όγκου 2,00 - 4,00 lt	τεμ	3,029.00
H-6.1	Εγκατάσταση χλοοτάπητα πρανών με υδραυλική υδροσπορά	στρ	52.31
H-7	Σχηματισμός λεκανών άρδευσης διαμέτρου έως 0,40 m	τεμ	12,116.00
H-8	Άρδευση φυτών με βυτίο και χρήση τριτεύοντος δικτύου άρδευσης	τεμ	12,116.00

Πίνακας ποσοτήτων εργασιών έργων πρασίνου.

5. ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΟΥ

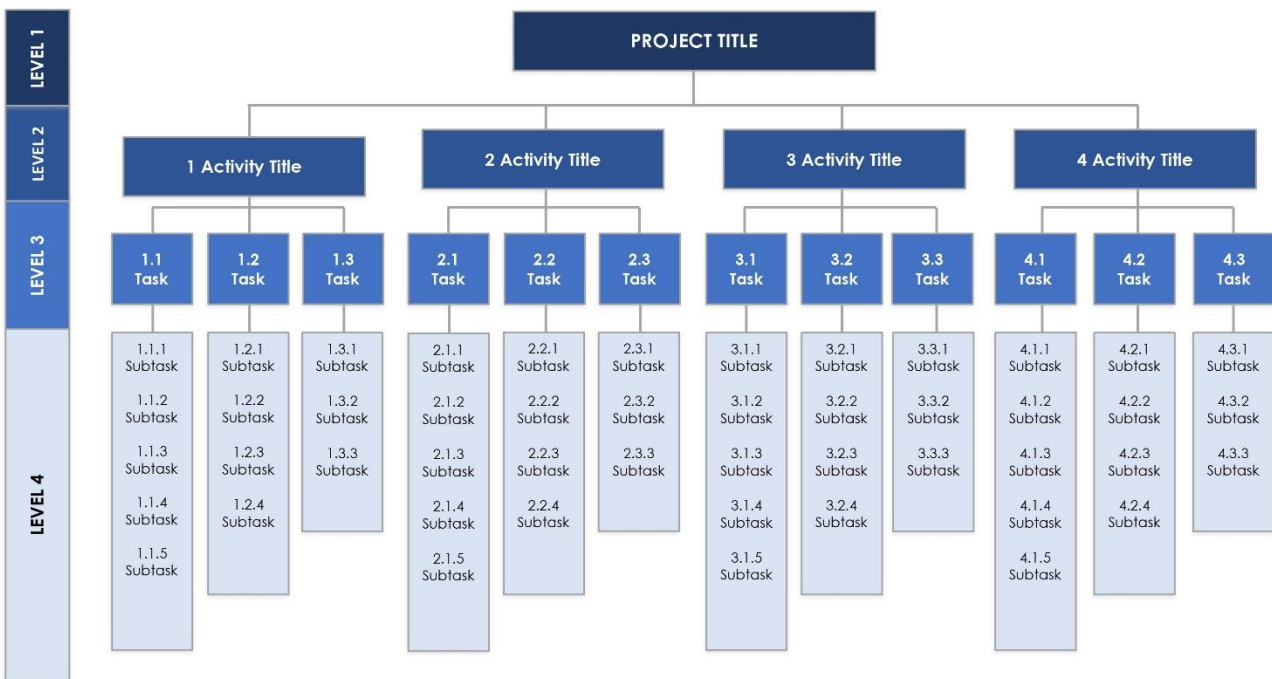
Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται περιγραφή των βημάτων της δημιουργίας του χρονοδιαγράμματος του έργου με την χρήση του λογισμικού MS-Project. Περιλαμβάνει επίσης αναφορές σε τεχνικές λεπτομέρειες, , εξοπλισμό εργοταξίου, ανθρώπινο δυναμικό και οποιαδήποτε άλλη πληροφορία θα χρειαστεί για να γίνουν αντιληπτές οι αλληλοεξαρτήσεις των εργασιών αλλά και η χρονική τους υπόσταση.

5.1 Δομική Ανάλυση Εργασιών – Work Breakdown Structure (WBS)

Η δομική ανάλυση εργασιών σύμφωνα με το PMBOK είναι η διαδικασία της ιεραρχικής υποδιαίρεσης των παραδοτέων και των εργασιών του έργου σε μικρότερα πιο διαχειρίσιμα μέρη. Αυτός είναι ένας τρόπος ούτως ώστε να υπάρχει μια πιο δομημένη και αντιληπτή οπτική στο τι στόχοι πρέπει να επιτευχθούν στο έργο. Η σωστή χρήση του WBS έχει πολλά οφέλη στα έργα κάποια εκ των οποίων είναι:

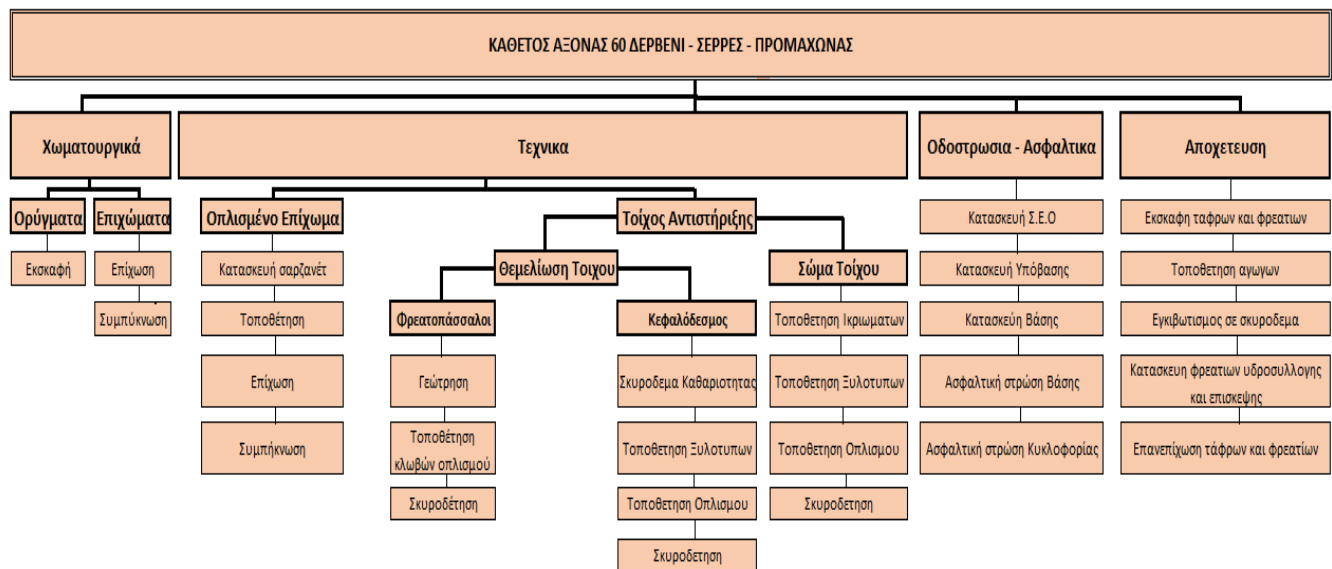
- Βελτιωμένη διαχειρισσιμότητα του έργου
- Εστίαση στους τελικούς στόχους του έργου
- Βοήθεια στην πρόβλεψη αποτελεσμάτων
- Σημαντική μείωση τυχόν παρανοήσεων σχετικά με τους στόχους και τους σκοπούς του έργου
- Αυξημένη απόδοση

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι για να κατασκευαστεί το WBS ενός έργου πρέπει πρώτα να υπάρχει μια σαφή και αναλυτική καταγραφή των στόχων , των απαιτήσεων, των προϋποθέσεων και των περιορισμών του. Τονίζεται ότι στο WBS δεν υπάρχει χρονική διάσταση ή κάποια άλλη μορφή αλληλεξάρτησης μεταξύ των εργασιών-παραδοτέων παρά μόνο μια ιεραρχική δομή.



Παράδειγμα Ιεραρχικής δόμησης έργου WBS Πηγή: PMBOK

Ένα βασικό θέμα που σχετίζεται με το WBS είναι το βάθος της ανάλυσης στην οποία πρέπει να φτάσουμε ή αλλιώς πόσα επίπεδα θα πρέπει να έχει το WBS. Το WBS θα πρέπει να έχει τόσα επίπεδα ούτως ώστε, αφενός να γίνονται σαφείς οι στόχοι του έργου, αφετέρου να μας επιτρέπει την αξιόπιστη εκτίμηση της απαιτούμενης εργασίας και του αντίστοιχου κόστους. Ιδανικά δεν πρέπει να υπάρχει ούτε υπερανάλυση αλλά ούτε και υπεραπλούστευση των εργασιών. Στο διάγραμμα που ακολουθεί γίνεται η δομική ανάλυση του έργου.



Work Breakdown Structure του έργου.

5.2 Χρονική Ανάλυση Έργου

Στο χρονοδιάγραμμα γίνεται προσπάθεια για την όσο το δυνατόν πιο πιστή αναπαραστάση της διάρκειας των δραστηριοτήτων όπως έγιναν στο έργο. Για τον λόγο αυτό, έπειτα από συνενόηση με έμπειρους μηχανικούς, έγιναν παραδοχές παραγωγικότητας συνεργείων και μηχανημάτων. Ενδεικτικά αναφέρονται κάποιες από τις παραγωγικότητες που λήφθηκαν υπ'όψη:

- Συνεργείο χωματοργικών : 1200 m³ / ημέρα / συνεργείο
- Συνεργείο διάτρησης φρεατοπασσάων : 5 τεμ / ημέρα / συνεργείο
- Συνεργείο οπλισμών : 3000 kg / ημέρα / συνεργείο
- Συνεργείο πλήρωσης συρματοκιβωτίων οπλισμένου επιχώματος : 50 τεμ / ημέρα / συνεργείο
- Οι σκυροδετήσεις λόγω του μικρού μεγέθους του διαρκούν μία ημέρα μαζί με την διαδικασία epούλωσης του σκυροδέματος.

Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται οι ποσότητες των πιο σημαντικών εργασιών μαζί με τις διάρκειες τους σύμφωνα με τις παραγωγικότητες που λήφθηκαν υπ'όψη.

Κατηγορία	Έιδος	Μονάδα Μέτρησης	Ποσότητα	Χρόνος (d)
Χωματοουργικά αρτηρίας	Εκσκαφές χαλαρών εδαφών	m3	3756.6	2
	Εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες	m3	26365.7	9
	Κατασκευή στρώσης στράγγισης οδοστρώματος	m3	6679.6	4
	Κατασκευή επιχωμάτων	m3	7189.8	3
Οπλισμένο Επίχωμα 1	Κατασκευή και τοποθέτηση φατνών	m2	2679.0	3
	Πλήρωση φατνών	m3	286.0	10
	Κατασκευή επιχωμάτων οπλισμένου επιχώματος	m3	17565.6	10
Οπλισμένο Επίχωμα 2	Κατασκευή και τοποθέτηση φατνών	m2	21444.0	7
	Πλήρωση φατνών	m3	2585.0	22
	Κατασκευή επιχωμάτων οπλισμένου επιχώματος	m3	2672.2	22
Τοίχος Αντιστήριξης	Εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες τοίχου αντιστήριξης	m3	2074.3	2
	Εκσκαφή θεμελίων τοίχου αντιστήριξης	m3	3587.5	2
	Κατασκευή επιχωμάτων τοίχου αντιστήριξης	m3	6546.5	3
	Κατασκευή κλωβών φρεατοπασσάλων	kg	360990.1	20
	Διάτρηση και Σκυροδέτηση φρεατοπασσάλων	m	2903.0	22
	Τοποθέτηση οπλισμού κεφαλόδεσμου	kg	151346.9	22
	Σκυροδέτηση κεφαλόδεσμου	m3	1185.4	11
	Τοποθέτηση οπλισμού σώματος τοίχου αντιστήριξης	kg	75673.4	28
	Σκυροδέτηση τοίχου αντιστήριξης	m3	603.2	11
	Κατασκευή Μεταβατικών επιχωμάτων τοίχου αντιστήριξης	m3	7983.6	4
Αποχέτευση	Διάνοιξη τάφρου ρε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες	m3	1233.5	6
	Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων και τάφρων	m3	1314.1	3
	Κατασκευή τραπεζοειδών τάφρων με σκυρόδεμα C16/20	m3	144.8	5
	Κατασκευή επενδεδυμένων τάφρων	m3	644.8	5
	Γεωύφασμα στραγγιστηρίων	m2	1878.3	4
Οδοστρωσία	Κατασκευή υπόβασης οδοστρωσίας συμπακνωμένου πάχους 0.10m	m2	40064.0	10
	Κατασκευή επιφάνειας βάσης οδοστρωσίας συμπακνωμένου πάχους 0.10m	m2	34741.5	10
	Κατασκευή στρώσης στράγγισης οδοστρώματος	m3	5036.2	5
	Κατασκευή ερεισμάτων	m3	1885.9	6
Ασφαλτικά	Απόξεση ασφαλτικού οδοστρώματος σε βάθος έως 4cm (φρεζάρισμα)	m2	51044.7	2
	Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη	m2	51044.7	2
	Ασφαλτική στρώση βάσης πάχους 0.05m	m2	17014.9	2
	Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση πάχους 0.05m	m2	17014.9	2
	Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας πάχους 0.05m	m2	17014.9	2
Σήμανση - Ασφάλεια	Κατασκευή κρασπέδων με σκυρόδεμα C20/25	m3	340.6	2
	Στηθαίο ασφαλείας N2 λειτουργικού πλάτους W5	m	7011.0	6
	Περίφραξη τύπου Β ύψους 1.62m	m	1151.6	4
	Διαγράμμιση οδοστρώματος με ανακλαστική βαφή	m2	6628.3	4
Έργα Πρασίνου	Δένδρα κατηγορίας Δ1	τεμ	731.0	2

	Θάμνοι κατηγορίας Θ1	τεμ	1808.0	2
	Αναρριχώμενα φυτά κατηγορίας Α1	τεμ	490.0	2
	Φύτευση φυτών με μπάλα χώματος όγκου 2,00 - 4,00 lt	τεμ	3029.0	3
	Εγκατάσταση χλοοτάπητα πρανών με υδραυλική υδροσπορά	στρ	52.3	2
	Σχηματισμός λεκανών άρδευσης διαμέτρου έως 0,40 m	τεμ	12116.0	3

Πίνακας αντιστοίχισης ποσοτήτων και διάρκειας για τις εργασίες του έργου.

5.3 Εισαγωγή δεδομένων στο Ms-Project

Το χρονοδιάγραμμα που συντάσσεται στα πλαίσια του εξεταζόμενου έργου περιλαμβάνει το σύνολο των δραστηριοτήτων που αφορούν την κατασκευή του αυτοκινητόδρομου του κάθετου άξονα 60 με την χρήση του MS-Project 2016. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ανταπόκριση του χρονοδιαγράμματος στην πραγματική κατασκευή του έργου.

Στο γενικότερο πλαίσιο της εργολαβίας υπήρξαν δραστηριότητες οι οποίες κρίθηκαν ότι δεν εξυπηρετούν τους σκοπούς της ανάλυσης που επιδιώκεται και παραλήφθηκαν (στήσιμο εργοταξίου κτλ.).

5.3.1 Ημερομηνία έναρξης – Ημερολόγιο

Αρχικά ως ημερομηνία έναρξης των εργασιών του έργου ορίζεται η 15/12/2014. Η ημερομηνία έναρξης ορίζεται ή τροποποιείται από το menu: Project > Project Information.

Ορισμός ημερομηνίας έναρξης.

Το επόμενο βήμα είναι να δημιουργηθεί το ημερολόγιο του έργου λαμβάνοντας υπόψη τις ώρες και μέρες εργασίας και τις ισχύουσες στην Ελλάδα αργίες. Η τροποποίηση του ημερολογίου γίνεται από το menu: Tools > Change working time. Στην παρούσα θεωρήθηκαν σαν εργάσιμες μέρες από Δευτέρα μέχρι Σάββατο 8:00π.μ μέχρι 17:00μ.μ και σαν αργίες στην περίοδο κατασκευής του έργου καταχωρήθηκαν:

- Χριστούγεννα 25/12/2014
- Πρωτοχρονιά 1/1/2015
- Άγια Θεοφάνεια 6/1/2015
- Καθαρά Δευτέρα 23/2/2015
- Μεγάλη Παρασκευή 10/4/2015
- Μεγάλο Σάββατο 11/4/2015
- Δευτέρα του Πάσχα 13/4/2015
- Πρωτομαγιά 1/5/2015
- Αγίου Πνεύματος 1/6/2015
- Κοίμηση της Θεοτόκου 15/8/2015
- 28^η Οκτωβρίου 28/10/2015
- 17^η Νοεμβρίου 17/11/2015

Change Working Time

For calendar: Standard (Project Calendar) Create New Calendar ...

Calendar 'Standard' is a base calendar.

Legend:

- ☐ Working
- ☐ Nonworking
- ☒ Edited working hours
- On this calendar:
- ☒ Exception day
- ☒ Nondefault work week

Click on a day to see its working times: 01 January 2000 is nonworking.

January 2000

S	M	T	W	Th	F	S
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Based on:
Exception 'Πρωτοχρονιά' on calendar 'Standard'.

Exceptions

	Name	Start	Finish
1	Πρωτοχρονιά	01-01-2000	01-01-2050
2	Άγια Θεοφάνεια	06-01-2000	06-01-2050
3	Καθαρά Δευτέρα	23-02-2000	23-02-2050
4	25η Μαρτίου	25-03-2000	25-03-2050
5	Πρωτομαγιά	01-05-2000	01-05-2050
6	Αγίου Πνεύματος	01-06-2000	01-06-2050
7	Κοίμηση της Θεοτόκου	15-08-2000	15-08-2050
8	28 Οκτωβρίου	28-10-2000	28-10-2050
9	17 Νοέμβρη	17-11-2000	17-11-2050
10	Χριστούγεννα	25-12-2000	25-12-2050

Details...
Delete

Help Options... OK Cancel

Ημερολόγιο έργου.

Στην συνέχεια επιλέγεται το ημερολόγιο που δημιουργήθηκε από το menu Project Information ως το ημερολόγιο για το τρέχον έργο.

Project Information for 'New Έγγραφο του Microsoft Project'

Start date: 15-12-14 Current date: 13-10-18

Finish date: 11-06-15 Status date: NA

Schedule from: Project Start Date Calendar: Standard

All tasks begin as soon as possible. Priority:

Enterprise Custom Fields

Department:

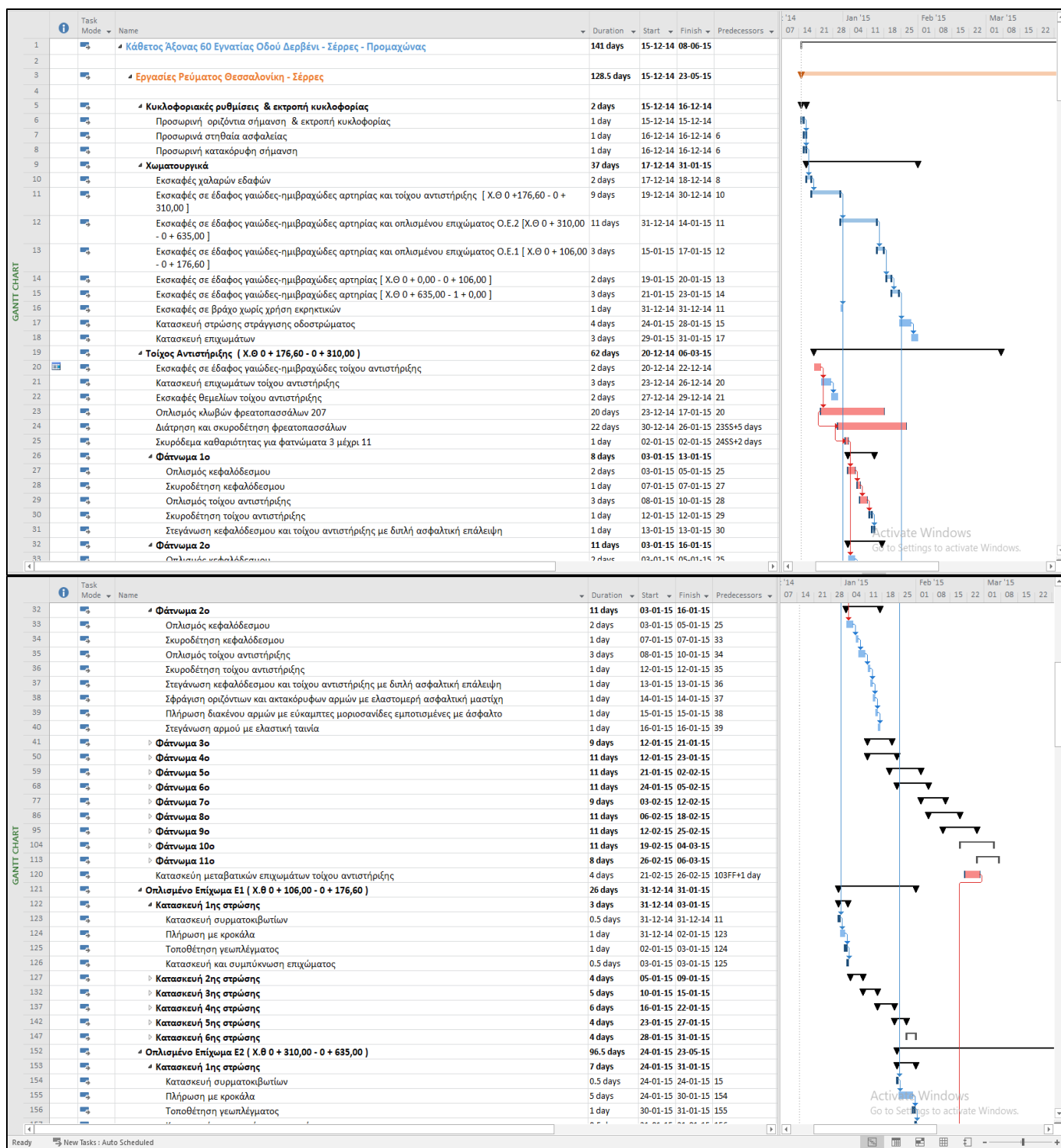
Custom Field Name	Value
-------------------	-------

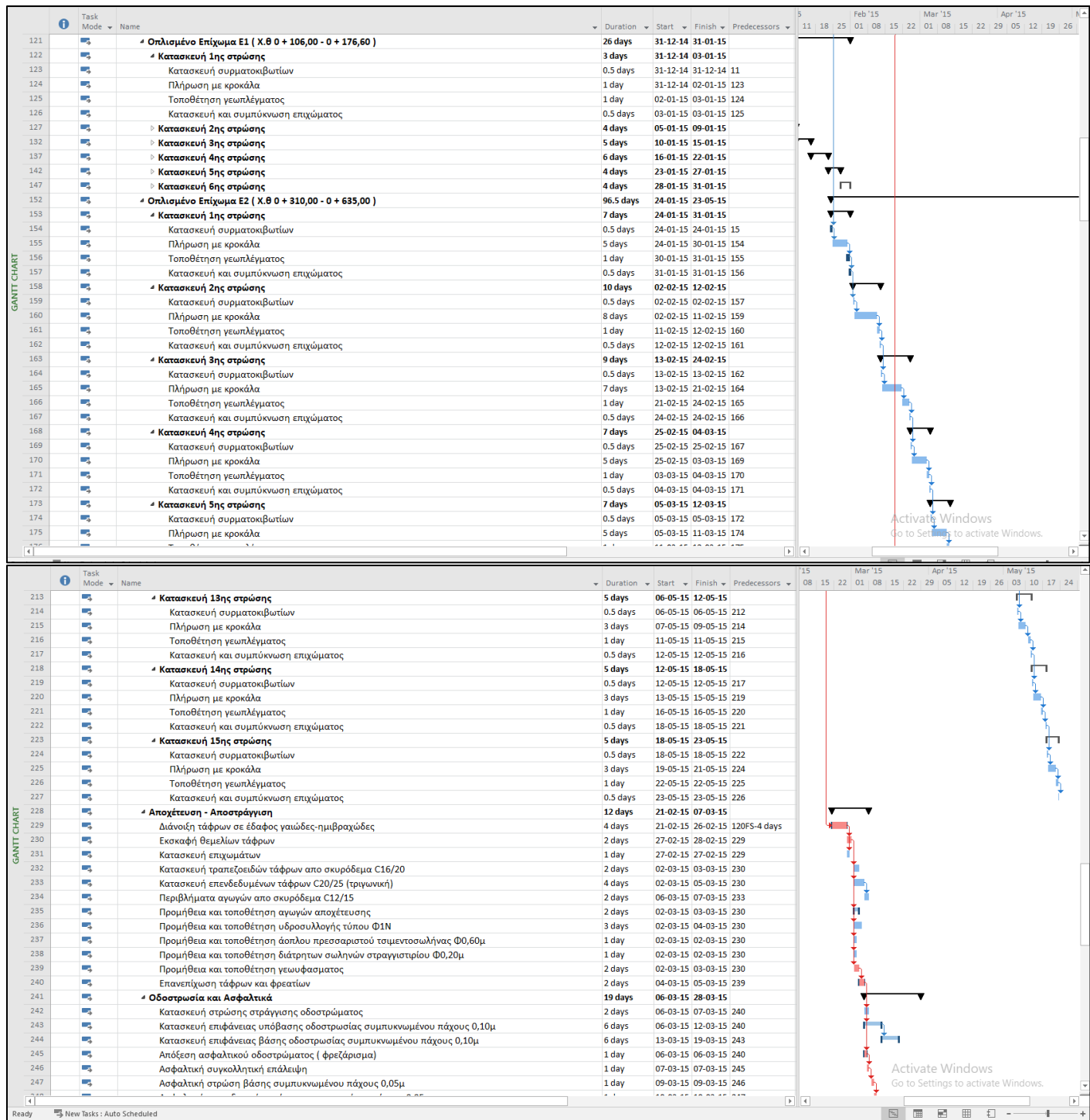
Help Statistics... OK Cancel

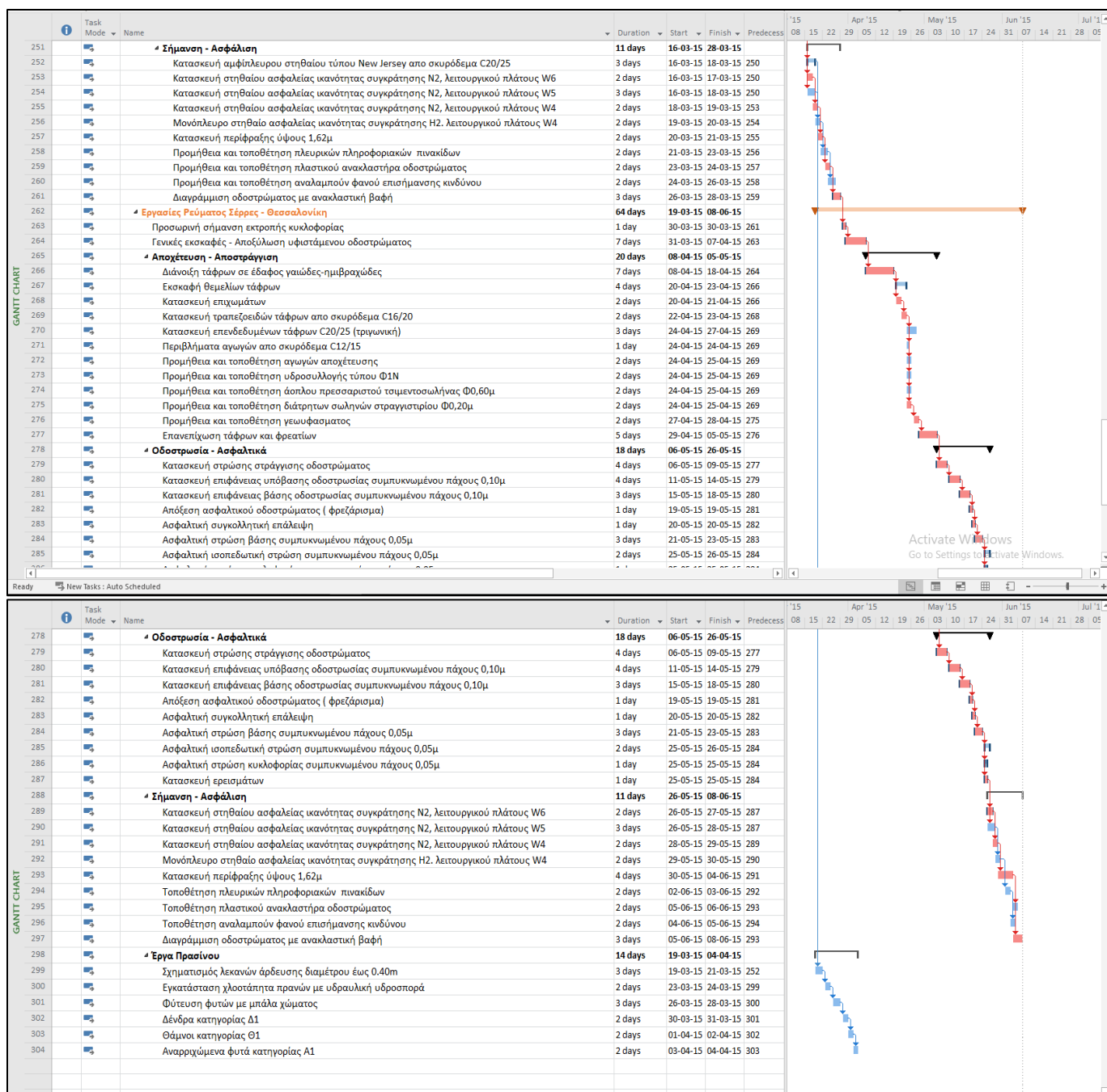
Ημερολόγιο έργου 2.

5.3.2 Εισαγωγή Δραστηριοτήτων

Με βάση ότι έχει αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια για τις δραστηριότητες και τους επιμέρους χρόνους τους εισάγονται οι εργασίες στο Ms-Project κατηγοριοποιημένες με βάση την δομική ανάλυση του έργου (WBS). Στην συνέχεια εισάγονται οι αλληλοεξαρτήσεις τους και προκύπτει η τελική διάρκεια του έργου.







Χρονοδιάγραμμα έργου.

Έχοντας εισάγει την επιλογή της εμφάνισης της κρίσιμης διαδρομής στο λογισμικό (δραστηριότητες με κόκκινη ράβδο στο γράφημα Gantt), παρουσιάζονται οι χρονικά ανελαστικές δραστηριότητες στο έργο. Οι δραστηριότητες δηλαδή που η τυχόν επιμήκυνσή τους θα παρατείνει το έργο. Μελετώντας το διάγραμμα Gantt με την κρίσιμη διαδρομή παρατηρούμε ότι οι ολοκλήρωση των φρεατοπάσσαλων του τοίχου αντιστήριξης μαζί με τις εργασίες για τα αποχετευτικά την οδοστρωσία και τα ασφαλτικά είναι οι πιο χαρακτηριστικές

κρίσιμες δραστηριότητες του έργου. Στις δραστηριότητες αυτές δίνετε έμφαση στην διάρκεια κατασκευής του έργου ούτως ώστε να μην υπάρχουν καθυστερήσεις και να ξεκινούν όσο το δυνατόν συντομότερο.

Έχοντας εισάγει όλες τις δραστηριότητες, τις διάρκειες και τις αλληλοεξαρτήσεις τους προκύπτει η συνολική διάρκεια του έργου. Το έργο με αρχή τις 15/12/14, ολοκληρώνεται στις 09/06/15. Συνολικά για την περάτωση του χρειάζονται 142 εργάσιμες μέρες.

Project Statistics for '01New Έγγραφο του Microsoft Project' X

	Start	Finish
Current	15-12-14	09-06-15
Baseline	NA	NA
Actual	NA	NA
Variance	0d	0d

	Duration	Work	Cost
Current	142d	5,912h	
Baseline	0d	0h	
Actual	0d	0h	
Remaining	142d	5,912h	

Percent complete:
Duration: 0% Work: 0%

Close

Διάρκεια ολοκλήρωσης έργου.


5.3.3 Εισαγωγή Πόρων

Τελευταίο βήμα για την ολοκλήρωση του χρονοδιαγράμματος αποτελεί η εισαγωγή των πόρων της κάθε δραστηριότητας ούτως ώστε να προκύψει το συνολικό κόστος του έργου. Ως πόρος νοείται η ποσότητα που αντιστοιχεί σε κάθε δραστηριότητα μαζί με την τιμολόγηση σύμφωνα με το αντίστοιχο άρθρο του τιμολογίου.

Για να εισάγουμε πόρους στο έργο στο μενού “View > Resource Sheet” και εισάγουμε την περιγραφή της εργασίας. Ξεχωρίζουμε τους πόρους σε δύο βασικές κατηγορίες. Τις ποσότητες των υλικών (materials) και την εργασία (work), όπου το πρώτο είναι η αντίστοιχη ποσότητα με την τιμολόγηση της (€) και το δεύτερο εργασία ανθρώπων, μηχανημάτων ή συνεργείων (€/ώρα). Επιλέγεται το είδος του πόρου που εξυπηρετεί την εκάστοτε δραστηριότητα και στην συνέχεια εισάγεται στο κελί «Std. Rate» η τιμή μονάδας σύμφωνα με το τιμολόγιο μελέτης.

RESOURCE SHEET	i	Resource Name	Type	Max. Units	Std. Rate	Ovt. Rate
1		Εργοδηγός	Work	300%	9.00 €/hr	0.00 €/hr
2		Εργάτες Μονώσεων	Work	300%	6.00 €/hr	0.00 €/hr
3		Συνεργείο Χωματοουργικών (Θ)	Work	100%	220.00 €/hr	0.00 €/hr
4		Συνεργείο διάτρησης φρεατοπασσάλων	Work	100%	170.00 €/hr	0.00 €/hr
5		Συνεργείο σκυροδέματος	Work	200%	160.00 €/hr	0.00 €/hr
6		Συνεργείο σιδηροπλισμού	Work	300%	110.00 €/hr	0.00 €/hr
7		Συνεργείο χωματοουργικών	Work	200%	180.00 €/hr	0.00 €/hr
8		Συνεργείο αποχέτευσης	Work	200%	140.00 €/hr	0.00 €/hr
9		Συνεργείο οπλισμένου επιχώματος	Work	400%	110.00 €/hr	0.00 €/hr
10		Συνεργείο ασφατικών	Work	100%	240.00 €/hr	0.00 €/hr
11		Συνεργείο στηθαίων και σήμανσης	Work	200%	100.00 €/hr	0.00 €/hr
12		Συνεργείο Πρασίνου	Work	100%	100.00 €/hr	0.00 €/hr
13		Συνεργείο Μονώσεων	Work	100%	0.00 €/hr	0.00 €/hr
14		Συνήθη Δάνεια υλικών E1-E4	Material		2.85 €	
15		Χάλυβας B500C	Material		1.05 €	
16		Σκυρόδεμα C20/25	Material		126.00 €	
17		Σκυρόδεμα Καθαριότητας C12/15	Material		82.00 €	
18		Ασφατική Μαστίχη	Material		4.00 €	
19		Εύκαμπτες Μοριοσανίδες	Material		12.10 €	
20		Ελαστική Ταινία Waterstop	Material		12.50 €	
21		Διάτρηση και σκυροδέτηση φρεατοπασσάλων	Material		110.00 €	
22		Βράχος χωρίς χρήση ερηκτικών	Material		8.45 €	
23		Στρώση στράγγισης οδοστρώματος	Material		13.85 €	
24		Προμήθεια Συρματοκιβωτίων	Material		2.50 €	
25		Κατασκευή Συρματοκιβωτίων	Material		2.30 €	
26		Πλήρωση Συρματοκιβωτίων	Material		16.75 €	
27		Γεώπλεγμα αντοχής 40kn/m	Material		6.10 €	
28		Γεώπλεγμα αντοχής 80kn/m	Material		8.20 €	
29		Γεώπλεγμα αντοχής 110kn/m	Material		10.20 €	
30		Κατασκευή και συμπύκνωση οπλισμένου επιχώματος	Material		1.30 €	
31		Τραπεζοειδής τάφροι C16/20	Material		86.00 €	
32		Επενδεδυμένοι τάφροι C20/25	Material		95.00 €	
33		Περιβλήματα αγωγών C12/15	Material		82.00 €	
34		Αγωγοί αποχέτευσης	Material		22.10 €	
35		Διάτρητοι σωλήνες στραγγιστηρίων	Material		18.00 €	
36		Φρεάτιο υδροσυλλογής Φ1N	Material		400.00 €	
37		Άοπλος πρεσσαριστός τιμεντοσωλήνας	Material		70.00 €	

Πόροι έργου.

		Resource Name	Type	Max. Units	Std. Rate	Ovt. Rate
37		Άοπλος πρεσσαριστός τσιμεντοσωλήνας	Material		70.00 €	
38		Γεωύφασμα στραγγιστηρίων	Material		1.50 €	
39		Πλήρωση τάφρων αποστράγγισης	Material		9.00 €	
40		Κατασκευή Υπόβασης	Material		1.87 €	
41		Κατασκευή Βάσης	Material		1.97 €	
42		Απόξεση ασφαλτικών	Material		1.05 €	
43		Συγκολλητική επάλειψη	Material		0.45 €	
44		Ασφαλτική βάση	Material		6.72 €	
45		Ασφαλτική ισοπεδωτική στρώση	Material		6.52 €	
46		Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας	Material		7.22 €	
47		Κατασκευή ερεισμάτων	Material		15.30 €	
48		Κατασκευή NJ	Material		95.00 €	
49		Στηθαίο N2W6	Material		37.50 €	
50		Στηθαίο N2W5	Material		400.00 €	
51		Στηθαίο N2W4	Material		41.50 €	
52		Στηθαίο H2W4	Material		60.00 €	
53		Περίφραξη τύπου Β	Material		12.50 €	
54		Πληροφοριακές πινακίδες	Material		121.00 €	
55		Πλαστικός ανακλαστήρας οδοστρώματος	Material		4.50 €	
56		Αναλαμπόν φανός	Material		40.00 €	
57		Διαγράμμιση οδοστρώματος	Material		3.45 €	
58		Δένδρα κατηγορίας Δ1	Material		3.50 €	
59		Θάμνοι κατηγορίας Θ1	Material		2.30 €	
60		Αναρριχώμενα φυτά Α1	Material		3.50 €	
61		Σχηματισμός λεκάνων άρδευσης	Material		0.20 €	
62		Εγκατάσταση χλοοτάπητα πρανών	Material		1,100.00 €	
63		Φύτευση φυτών με μπάλα χώματος	Material		1.10 €	

RESOURCE SHEET

Πόροι έργου 2.

Τέλος αντιστοιχούμε τους πόρους με τις δραστηριότητες στο διάγραμμα Gantt και εισάγουμε τις ποσότητες της κάθε δραστηριότητας.

	Task Mode	Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names	Add
1		Κάθετος Άξονας 60 Εγνατίας Οδού Δερβένι - Σέρρες - Προμαχώνας	142 days	15-12-14	09-06-15			
2								
3		Εργασίες Ρεύματος Θεσσαλονίκη - Σέρρες	136 days	15-12-14	02-06-15			
4								
5		Κυκλοφοριακές ρυθμίσεις & εκτροπή κυκλοφορίας	2 days	15-12-14	16-12-14			
6		Προσωρινή οριζόντια σήμανση & εκτροπή κυκλοφορίας	1 day	15-12-14	15-12-14		Συνεργείο στηθαίων και σήμανσης	
7		Προσωρινά στηθαία ασφαλείας	1 day	16-12-14	16-12-14	6	Συνεργείο στηθαίων και σήμανσης	
8		Προσωρινή κατακόρυφη σήμανση	1 day	16-12-14	16-12-14	6	Συνεργείο στηθαίων και σήμανσης	
9		Χωματουργικά	43 days	17-12-14	07-02-15		Εργοδότης	
19		Τοίχος Αντιστήριξης (Χ.Θ 0 + 176,60 - 0 + 310,00)	65 days	02-02-15	23-04-15		Εργοδότης, Χάλυβας B500C[227,020]	
120		Οπλισμένο Επίχωμα E1 (Χ.Θ 0 + 106,00 - 0 + 176,60)	26 days	31-12-14	31-01-15		Συνεργείο οπλισμένου επιχώματος[2	
151		Οπλισμένο Επίχωμα E2 (Χ.Θ 0 + 310,00 - 0 + 635,00)	96.5 days	31-01-15	30-05-15		Συνεργείο οπλισμένου επιχώματος[2	
227		Αποχέτευση - Αποστράγγιση	14 days	08-04-15	27-04-15			
228		Διάνοξη τάφρων σε έδαφος γαιώδες-ημιβραχώδες	4 days	08-04-15	15-04-15	119FS-4 days	Συνεργείο χωματουργικών	
229		Εκσκαφή θεμελίων τάφρων	2 days	16-04-15	17-04-15	228	Συνεργείο Χωματουργικών (Θ)	
230		Κατασκευή επιχωμάτων	1 day	16-04-15	16-04-15	228	Συνεργείο χωματουργικών	
231		Κατασκευή τραπεζοειδών τάφρων από σκυρόδεμα C16/20	2 days	22-04-15	23-04-15	229FS+3 days	Συνεργείο σκυροδέματος, Τραπεζοειδ	
232		Κατασκευή επενδεδυμένων τάφρων C20/25 (τριγωνική)	4 days	17-04-15	21-04-15	230	Συνεργείο σκυροδέματος, Επενδεδυμ	
233		Περιβλήματα αγωγών από σκυρόδεμα C12/15	2 days	23-04-15	24-04-15	232FS+1 day	Συνεργείο σκυροδέματος, Περιβλήμα	
234		Προμήθεια και τοποθέτηση αγωγών αποχέτευσης	2 days	24-04-15	25-04-15	231	Συνεργείο αποχέτευσης, Αγωγοί αποχ	
235		Προμήθεια και τοποθέτηση υδροσυλλογής τύπου Φ1N	3 days	22-04-15	24-04-15	232	Συνεργείο αποχέτευσης, Φρεάτιο υδρ	
236		Προμήθεια και τοποθέτηση άοπλου πρεσσαριστού ταμεντοσωλήνας Φ0,60μ	1 day	27-04-15	27-04-15	234	Συνεργείο αποχέτευσης, Άοπλος πρεσσαριστός	
237		Προμήθεια και τοποθέτηση διάτρητων σωληνών στραγγιστρίου Φ0,20μ	1 day	25-04-15	25-04-15	235	Συνεργείο αποχέτευσης, Διάτρητοι σωλήνες	
238		Προμήθεια και τοποθέτηση γεωφασματος	2 days	18-04-15	20-04-15	229	Συνεργείο χωματουργικών	
239		Επανεπίχωση τάφρων και φρεατίων	2 days	21-04-15	22-04-15	238	Συνεργείο χωματουργικών	
240		Οδοστρώση και Ασφαλτικά	33 days	23-04-15	02-06-15			
241		Απόξεση ασφαλτικού οδοστρώματος (φρεζάρισμα)	1 day	23-04-15	23-04-15	239	Συνεργείο χωματουργικών, Απόξεση α	
242		Κατασκευή στρώσης στράγγισης οδοστρώματος	2 days	24-04-15	25-04-15	241	Συνεργείο χωματουργικών, Στρώση σ	
243		Κατασκευή επιφάνειας υπόβασης οδοστρωσίας συμπτυκνωμένου πάχους 0,10μ	6 days	27-04-15	04-05-15	242	Συνεργείο χωματουργικών, Κατασκευή Υπόβασης[40,064]	
244		Κατασκευή επιφάνειας βάσης οδοστρωσίας συμπτυκνωμένου πάχους 0,10μ	6 days	05-05-15	11-05-15	243	Συνεργείο χωματουργικών, Κατασκευή Βάσης[34,742]	

Αντιστοίχιση πόρων δραστηριοτήτων.

Στα στατιστικά του έργου εμφανίζεται πλέον το κόστος του έργου το οποίο ανέρχεται στα 5,967,783.41 €.

Project Statistics for 'Διαχείριση έργου με χρήση Δεδοουλευμένης Αξίας + ΠΟΡΟΙ'

	Start	Finish
Current	15-12-14	09-06-15
Baseline	NA	NA
Actual	NA	NA
Variance	0d	0d

	Duration	Work	Cost
Current	142d	5,904h	5,967,783.41 €
Baseline	0d	0h	0.00 €
Actual	0d	0h	0.00 €
Remaining	142d	5,904h	5,967,783.41 €

Percent complete:

Duration: 0%Work: 0%

Close

Συνολικό κόστος έργου.

6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΤΗΣ ΔΕΔΟΥΛΕΥΜΕΝΗΣ ΑΞΙΑΣ

Η Ε.Υ.Α. συγκρίνει διαφοροποιήσεις και αλλαγές από την φάση του προγραμματισμού στην φάση της υλοποίησης του έργου, ενώ παράλληλα ελέγχει την πρόοδο του με βάση τα προγραμματισθέντα κόστη-χρόνους. Παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε μεγάλα έργα με αλληλοεξαρτήσεις, σημαντικές αποκλίσεις σε διάρκεια και κόστος που εμφανίζουν απρόοπτες καταστάσεις στην εξέλιξή τους. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της είναι η ύπαρξης διαφοροποιήσεων σε αυτές τις φάσεις. Στο πλαίσιο αυτό και για την καλύτερη κατανόηση των δυνατοτήτων της μεθοδολογίας αυτής γίνονται κάποια σενάρια και παραδοχές:

- Στην φάση εκτέλεσης, λόγω των εδαφικών συνθηκών και της έντονης κλίσης των πρανών, κρίθηκε απαραίτητο να αυξηθεί το μήκος του τοίχου αντιστήριξης (περίπου κατά 30%) για την αύξηση του χρόνου ζωής του έργου.
- Λόγω έντονων καιρικών συνθηκών και βροχοπτώσεων στην περιοχή τους χειμερινούς μήνες υπήρξαν γενικές καθυστερήσεις στην κατασκευή του τοίχου, οι οποίες μεγιστοποιούνται στην αρχή των χωματοургικών.
- Κατά την διάρκεια των εκσκαφών των θεμελίων του τοίχου, εντοπίστηκαν αρχαία με αποτέλεσμα να σταματήσουν οι εργασίες και να υπάρξει σημαντική καθυστέρηση στο έργο.
- Κατά την διάρκεια έμπηξης των φρεατοπασσάλων, το γεωτρύπανο παρουσίασε πρόβλημα στην λειτουργία του. Καλέστηκε αμέσως η αρμόδια τεχνική υπηρεσία και το πρόβλημα λύθηκε όσο το δυνατόν συντομότερα, λόγω της κρισιμότητας της εργασίας αυτής για το έργο

Λόγω του μεγέθους του έργου και της πληθώρας των δραστηριοτήτων στο MS-Project κρίθηκε σωστό, για την καλύτερη κατανόησή της, η δεδουλευμένη αξία να εφαρμοστεί μόνο στον τοίχο αντιστήριξης μιας και αποτελεί το πιο ενδιαφέρον αλλά και δαπανηρό κομμάτι του έργου τόσο σε χρονικό όσο και σε χρηματικό πλαίσιο.

Οι αλλαγές των ποσοτήτων πριν και μετά την αύξηση του μήκους του τοίχου αντιστήριξης όπως και οι τελικές διάρκειες φαίνονται στους παρακάτω πίνακες.

			Πριν	Μετά	Διάρκεια (ημέρες)
Μήκος Τ.Α		(m)	134	174	-
Χωματοουργικά	Εκσκαφές σε γαιώδη-ημιβραχώδη	(m)	2074	2903	3
	Κατασκευή Επιχωμάτων	(m3)	6546	8509	8
	Εκσκαφές Θεμελίων	(m3)	3587	4663	6
	Κατασκευή Μεταβατικών Επιχωμάτων	(m3)	7983	10378	10
Φρεατοπάσσαλοι	Αριθμός τεμαχίων	τεμ.	207	270	-
	Οπλισμός	χγρ.	360990	469287	31
	Διάτρηση και Σκυροδέτηση	(m)	1458	3774	27
Κεφαλόδεσμος	Οπλισμός	χγρ.	151346	196750	13
	Σκυροδέτηση	(m3)	1185	1540	11
Σώμα Τ.Α.	Οπλισμός	χγρ.	75673	98374	7
	Σκυροδέτηση	(m3)	609	791	11
Μονώσεις	Σφράγιση αρμών με ασφαλτική μαστίχη	(m)	167	211	-
	Πλήρωση αρμών με μοριοσανίδες	(m2)	220	169	-
	Στεγάνωση αρμού με ελαστική ταινία	(m)	73	56	-

Πίνακας σύγκρισης ποσοτήτων μετά την αύξηση του μήκους του τοίχου αντιστήριξης.

Σκυροδέμα ανά φάτνωμα											
Φάτνωμα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Κεφαλόδεσμος	117	111.8	120.9	135.2	133.9	133.8	133.1	133.5	133.9	133.6	157.3
Σώμα Τ.Α.	58.5	71.5	79.3	80.6	78	75.4	71.5	75.4	63.7	58.5	63.9
Μονώσεις / Στεγανώσεις ανά φάτνωμα											
Φάτνωμα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Σφράγιση αρμών με ασφαλτική μαστίχη	0	16.8	20.0	19.8	19.5	19.2	18.7	18.2	17.7	17.2	0
Πλήρωση αρμών με μοριοσανίδες	0	19.7	26.4	26.8	21.7	26.1	25.6	25.1	24.6	24.0	0
Στεγάνωση αρμού με ελαστική ταινία	0	8.3	9.4	9.1	8.8	8.3	8.0	7.6	7.1	6.6	0

Πίνακας ποσοτήτων ανά φάτνωμα μετά την αύξηση του μήκους τοίχου αντιστήριξης.

6.1 Ημερομηνία κατάστασης (status date) και δημιουργία γραμμών ελέγχου (baselines).

Σημαντικό κομμάτι είναι να καθοριστεί η χρονική στιγμή για την εξέταση της προόδου του έργου. Σε πραγματικές συνθήκες αυτό γίνεται κάθε μήνα, δεκαπενθήμερο ή και βδομάδα.

Στην παρούσα ανάλυση ο έλεγχος της προόδου γίνεται σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους που επελέγησαν με βάση σημαντικά γεγονότα ή ορόσημα για το έργο. Οι χρονικές στιγμές αυτές είναι:

Ημερομηνία Γραμμής Ελέγχου	Ορόσημο
15-12-14	Αρχικά Στάδια Εργασιών
22-12-14	Τέλος Χωματουργικών Εργασιών
09-01-15	Αρχές Εργασιών Θεμελίωσης
18-01-15	Ολοκλήρωση 1/3 του έργου
04-02-15	Ολοκλήρωση 1/2 του έργου
21-02-15	Ολοκλήρωση 2/3 του έργου
02-03-15	Εκτιμώμενη ολοκλήρωση του έργου πριν τις αλλαγές
27-03-15	Ολοκλήρωση του έργου

Πίνακας ορισμού γραμμών ελέγχου για EVA.

Η γραμμή ελέγχου (baseline), καθορίζεται από το μενού Project > Project Information τροποποιώντας την ημερομηνία κατάστασης (status date) ανάλογα με την χρονική στιγμή που θέλουμε να ελέγξουμε.

Project Information for 'TA - Copy'

Start date: 15-12-14 Current date: 17-10-18

Finish date: 02-03-15 Status date: 15-12-14

Schedule from: Project Start Date Calendar: Sta

All tasks begin as soon as possible. Priority: 500

Enterprise Custom Fields

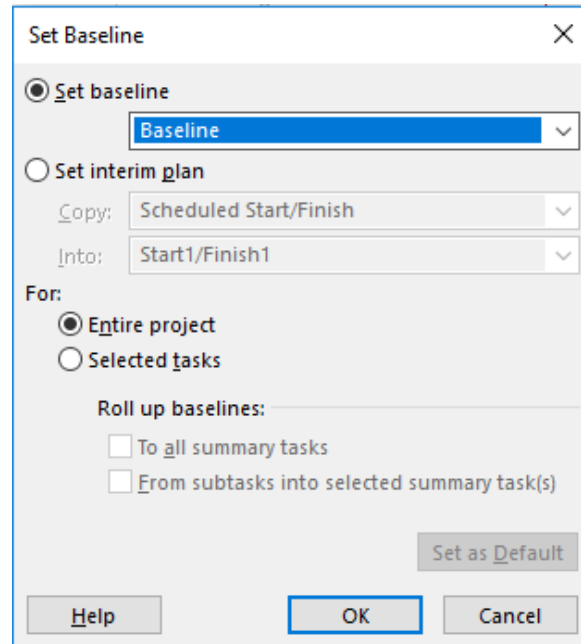
Department:

Custom Field Name Value

Help Statistics... OK Cancel

Αλλαγή ημερομηνίας κατάστασης.

Έπειτα, πάλι από το μενού Project κάνουμε κλικ στο Set Baseline και δημιουργούμε έτσι την γραμμή ελέγχου του έργου. Μπορούμε να ορίσουμε πολλές γραμμές ελέγχου και να ανατρέχουμε σε αυτές σε οποιαδήποτε φάση βρισκόμαστε.

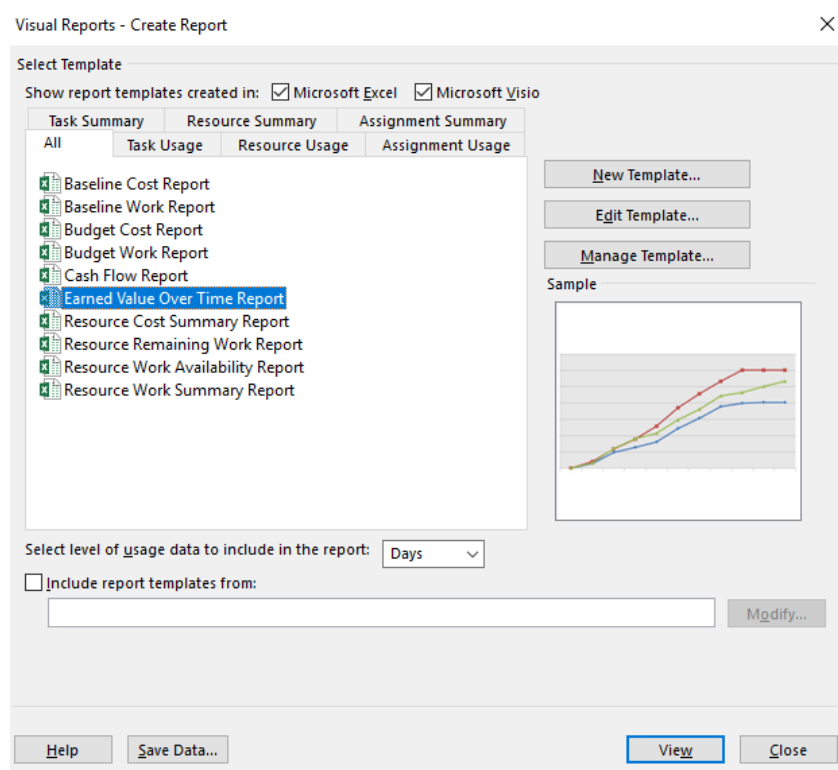


Ορισμός γραμμής ελέγχου.

Η ημερομηνία κατάστασης θα γίνεται ορατή στο έργο σαν μία συνεχόμενη πράσινη γραμμή.

6.2 Έλεγχος προόδου σε κάθε γραμμή ελέγχου και ποσοστά ολοκλήρωσης.

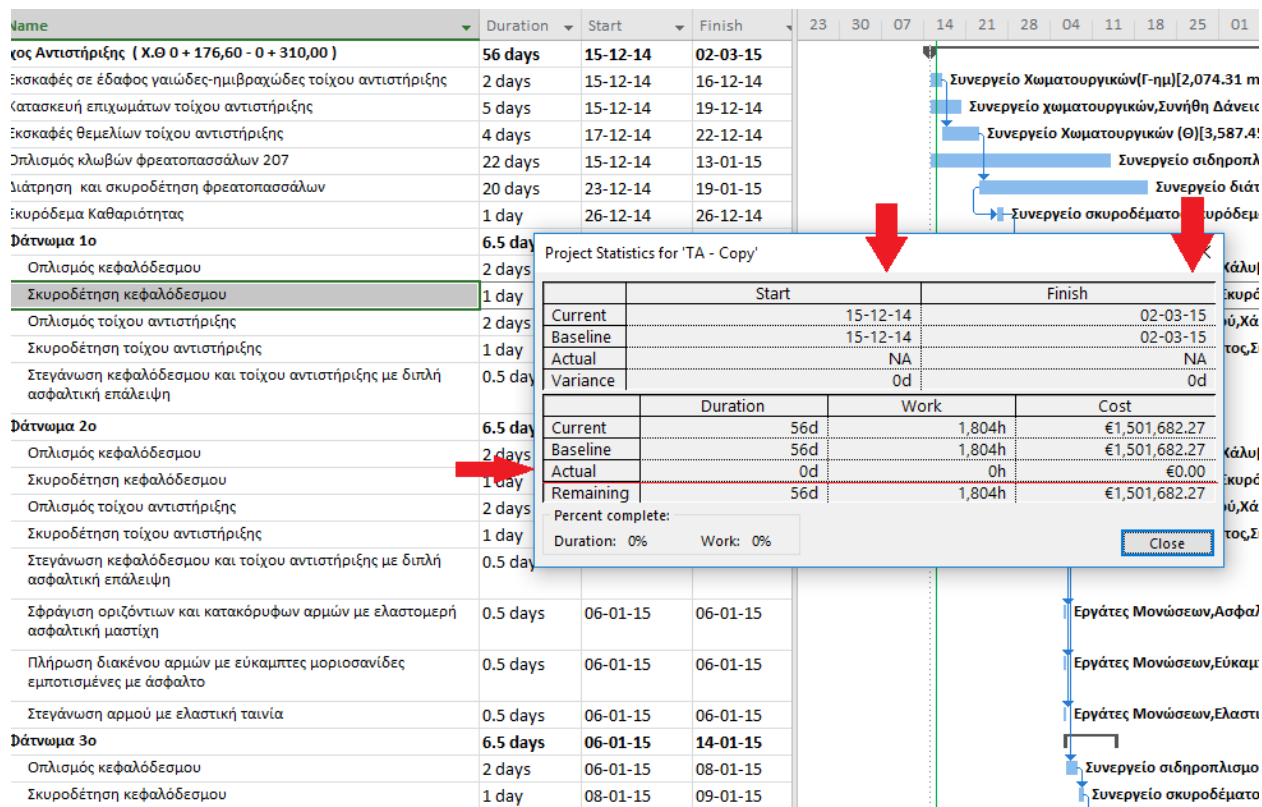
Ούτως ώστε να μπορέσουμε να πάρουμε τα απαραίτητα δεδομένα για την πρόοδο του έργου πρέπει να οριστούν τα ποσοστά ολοκλήρωσης κάθε δραστηριότητας στις baseline που έχουν δημιουργηθεί, με βάση τα πραγματικά στοιχεία του έργου και τις παραδοχές που έχουν γίνει. Τα γραφήματα που ακολουθούν εξάγονται στο Ms-Project από το μενού: Report > Visual Reports και στην συνέχεια επιλέγεται το Earned Value Over Time Report.



Εξαγωγή γραφημάτων Δεδουλευμένης Αξίας στο Ms-Project.

1^η Γραμμή Ελέγχου – Αρχές των Εργασιών 15-12-14 (Μηδενική)

Όπως ήταν αναμενόμενο θέτοντας την γραμμή ελέγχου στην αρχή των εργασιών δεν έχει κανένα αντίκτυπο ή αλλαγή στην διάρκεια και το κόστος του έργου. Όπως είχε προκύψει από το προηγούμενο κεφάλαιο η διάρκεια του τοίχου αντιστήριξης ήταν και παραμένει 56 ημέρες και το κόστος 1,501,682.27 € , ενώ η πραγματοποιηθείσα διάρκεια και το κόστος είναι μηδενικό.



1^η γραμμή ελέγχου.

2^η Γραμμή Ελέγχου – Ολοκλήρωση Χωματουργικών Εργασιών (22-12-14)

Εισάγοντας την δεύτερη γραμμή ελέγχου, πηγαίνουμε στο μενού View > Tables και αλλάζουμε το ήδη επιλεγμένο Entry σε Earned Value από την επιλογή More Tables.



2^η γραμμή ελέγχου

Παρατηρούμε ότι οι μόνες τιμές που έχουμε πάρει για την EVA είναι αυτές του προϋπολογισθέν κόστους. Αυτό είναι λογικό γιατί ακόμα δεν έχουν εισαχθεί ποσοστά ολοκλήρωσης εργασιών. Πρωτού όμως εισαχθούν τα ποσοστά αυτά πρέπει να εισαχθούν οι νέες ποσότητες και διάρκειες για το αυξημένο μήκος του τοίχου αντιστήριξης. Με δεξί κλικ σε κάθε δραστηριότητα ξεχωριστά, στην μάσκα που εμφανίζεται επιλέγουμε Information και στην συνέχεια αλλάζουμε τις διάρκειες και τις ποσότητες της εκάστοτε δραστηριότητες ούτως ώστε να ταυτίζονται με τις παραδοχές που έχουν γίνει. Με αυτόν τον τρόπο παίρνουμε στοιχεία για το πραγματικό κόστος (Actual cost) του έργου. Τέλος εισάγονται τα ποσοστά ολοκλήρωσης.

Στον καινούριο πλέον πίνακα εισάγουμε δύο ακόμα καρτέλες οι οποίες είναι πολύ σημαντικές για τον έλεγχο του έργου με την EVA. Κάνοντας δεξί κλικ στην κεντρική στήλη επιλέγουμε Instert Column και εισάγουμε το SPI (Schedule Performance Index) και το CPI (Cost Performance Index).

Task Name	Planned Value	Earned Value	Actual Cost	SV	SPI	CV	CPI	EAC	BAC	Dec '14	Jan '15							
Τοίχος Αντιστήριξης (Χ.Ι)	€161,202.84	€93,100.18	€126,263.05	(€68,102.66)	0.58	(€33,162.87)	0.74	€2,036,593.41	€1,501,682.27	07	14	21	28	04	11	18	25	01
Εκκαφές σε έδαφος	€3,558.90	€3,558.90	€5,244.80	€0.00	1	(€1,685.90)	0.68	€5,244.80	€3,558.90									
Κατασκευή επιχωμάτων	€31,257.47	€20,317.35	€30,504.92	(€10,940.11)	0.65	(€10,187.57)	0.67	€46,930.78	€31,257.47									
Εκκαφές θεμελίων τσ	€15,332.04	€0.00	€0.00	(€15,332.04)	0	€0.00	0	€20,504.82	€15,332.04									
Οπλισμός κλωβών φρε	€111,054.43	€69,223.93	€90,513.33	(€41,830.50)	0.62	(€21,289.40)	0.76	€532,432.89	€407,199.59									
Διάτρηση και σκυροδ	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€352,930.00	€352,930.00									
Σκυρόδεμα Καθαριότη	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€11,674.08	€11,674.08									
Φάτνωμα 1ο	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€48,225.83	€48,225.83									
Οπλισμός κεφαλόδε	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€17,246.74	€17,246.74									
Σκυροδέτηση κεφα	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€13,293.08	€13,293.08									
Οπλισμός τοίχου αν	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€10,023.37	€10,023.37									
Σκυροδέτηση τοίχοι	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€7,630.64	€7,630.64									
Στεγάνωση κεφαλόδεσμου και	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€32.00	€32.00									
Φάτνωμα 2ο	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€49,379.79	€49,379.79									
Οπλισμός κεφαλόδε	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€17,246.74	€17,246.74									
Σκυροδέτηση κεφα	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€12,751.28	€12,751.28									
Οπλισμός τοίχου αν	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€10,023.37	€10,023.37									
Σκυροδέτηση τοίχοι	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€8,852.84	€8,852.84									
Στεγάνωση κεφαλόδεσμου και	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€32.00	€32.00									
Σφράγιση οριζόντων και	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€83.68	€83.68									
Πλήρωση διακένου αρμών με	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€277.63	€277.63									
Στεγάνωση αρμών με	€0.00	€0.00	€0.00	€0.00	0	€0.00	0	€113.35	€113.35									

Περίοδος ανακαλύψης αρχικών στο έργο

Είναι εδώ

Η Baseline θα έπρεπε να είναι εδώ

Συνεργείο Χωματουργικών(Γ-Η)[2,903 m

Συνεργείο χωματουργικών,Συνήθη Δ

Συνεργείο

Συνεργείο σκυροδέματος

Συνεργείο σιδηροπλ

Συνεργείο σκυροδέ

Συνεργείο σιδηρο

Συνεργείο σκυρο

Εργάτες Μονών

Συνεργείο σιδηροπλ

Συνεργείο σκυροδέ

Συνεργείο σιδηρο

Συνεργείο σκυρο

Εργάτες Μονών

Εργάτες Μονών

Εργάτες Μονών

2^η γραμμή ελέγχου με ποσοστά ολοκλήρωσης.

Παρατηρούμε ότι η γραμμή ελέγχου ενώ θα έπρεπε να είναι στην ολοκλήρωση των χωματουργικών, πλέον βρίσκεται λίγο μετα την μέση της ολοκλήρωσής τους όπως φαίνεται στα αντίστοιχα βέλη. Αυτό οφείλεται στην αυξημένη διάρκεια των εργασιών στην φάση κατασκευής αλλά και σε επιπλέον καθυστερήσεις που υπήρξαν στο έργο.

Από τα δεδομένα της EVA συμπεραίνουμε ότι το έργο έχει καθυστερήσει και υπερβαίνει τον προϋπολογισμό στην συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Πιο συγκεκριμένα η εργασία η

οποία εκτελέσθηκε είχε προγραμματιστεί να κοστίσει 161,220.84€. Από αυτά εκτελέσθηκαν τα 90,100.18€ όπου τελικά κόστισαν 136,260.05€. Οι δείκτες απόδοσης χρονοδιαγράμματος (SPI) και απόδοσης κόστους (CPI) μας δείχνουν ότι ο διαθέσιμος χρόνος του έργου δαπανήθηκε 58% αποτελεσματικά και οι διαθέσιμοι πόροι του έργου 74% αποτελεσματικά. Το εκτιμώμενο κόστος κατά την ολοκλήρωση (EAC) είναι 2,036,593.41€.

(€10,940.11)	0.65	(€10,187.57)	0.67	€46,930.78	€31,257.47	Συνεργείο χωματουργικών, Συνήθη Δάνει
(€15,332.04)	0	€0.00	0	€20,504.82	€15,332.04	Συνεργείο Χωματουργικών (Θ)[4,6
(€41,830.50)	0.65	(€20,200.18)	0.75	€55,100.00	€107,100.00	Συνεργείο σι
€0.00						Συνεργείο
€0.00						γείο σκυροδέματος, Σκι
€0.00						γείο σιδηροπλυσί
€0.00						γείο σκυροδέματο
€0.00						Συνεργείο σιδηροπλυσί
€0.00						Συνεργείο σκυροδέμα
€0.00						Εργάτες Μονώσεων
€0.00						γείο σιδηροπλυσί
€0.00						γείο σκυροδέματο
€0.00						Συνεργείο σιδηροπλυσί
€0.00						Συνεργείο σκυροδέμα
€0.00						Εργάτες Μονώσεων
€0.00	0	€0.00	0	€10,023.37	€10,023.37	
€0.00	0	€0.00	0	€8,852.84	€8,852.84	
€0.00	0	€0.00	0	€32.00	€32.00	

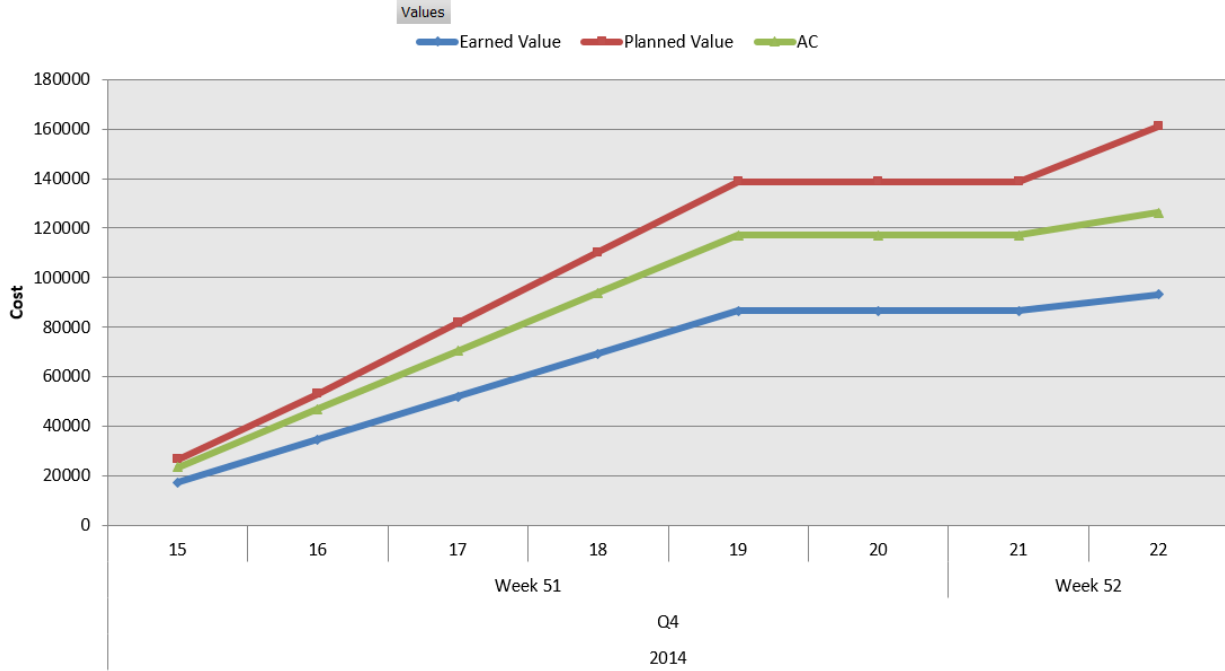
Project Statistics for 'TA - Copy'			
	Start	Finish	
Current	15-12-14	13-03-15	
Baseline	15-12-14	02-03-15	
Actual	15-12-14	NA	
Variance	0d	9d	
	Duration	Work	Cost
Current	65d	2,012h	€1,649,445.89
Baseline	56d	1,804h	€1,501,682.27
Actual	6.24d	175.77h	€126,263.05
Remaining	58.76d	1,836.23h	€1,523,182.84
Percent complete:			
Duration: 10%		Work: 9%	

Πίνακας στατιστικών του έργου στην 2^η γραμμή ελέγχου.

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα στατιστικών το έργο θα διαρκέσει 65 εργάσιμες μέρες (9 ημέρες παραπάνω από την προϋπολογισθέν διάρκεια) και θα κοστίσει 1,649,445.89€ (147,763.72€ παραπάνω).

Παρατηρούμε ότι το εκτιμώμενο κόστος του έργου στην EVA και στο Project Statistics είναι διαφορετικό. Αυτό συμβαίνει διότι η EVA εκτιμάει το κόστος κατά την ολοκλήρωση του έργου θεωρώντας ότι η διακυμάνσεις στο έργο θα συνεχιστούν. Έτσι υπολογίζει το EAC με βάση τον δείκτη απόδοσης κόστους την συγκεκριμένη χρονική στιγμή με την χρήση του τύπου $EAC = BAC / CPI$. Αντίθετα, το κόστος κατά την ολοκλήρωση στο Project Statistics, θεωρεί ότι το έργο έδειξε μια ανωμαλία η οποία όμως δεν θα συνεχιστεί στην πορεία του έργου. Προσθέτει δηλαδή το επιπλέον κόστος από το προγραμματισθέν στον υπάρχον προϋπολογισμό.

Earned Value Over Time Report



Διάγραμμα EVA 2^{ης} γραμμής ελέγχου.

3^η Γραμμή Ελέγχου – Αρχές Εργασιών Θεμελίωσης (09-01-15)

Task Name	Planned Value	Earned Value	Actual Cost	SV	SPI	CV	CPI	EAC	BAC	Dec '14	Jan '15	Feb
	07	14	21	28	04	11	18	25	01	08		
▲ Τοίχος Αντιστήριξης (Χ.Θ 0 + 176,60 - 0 + 310,00)	€844,829.62	€338,721.76	€449,489.19	(€506,107.86)	0.4	(€110,767.43)	0.75	€1,992,757.24	€1,501,682.27			
Εκσκαφές σε έδαφος	€3,558.90	€3,558.90	€5,244.80	€0.00	1	(€1,685.90)	0.68	€5,244.80	€3,558.90			
Κατασκευή επιχωμάτων	€31,257.47	€31,257.47	€46,930.65	€0.00	1	(€15,673.18)	0.67	€46,930.65	€31,257.47			
Εκσκαφές θεμελίων τς	€15,332.04	€15,332.04	€20,504.82	€0.00	1	(€5,172.78)	0.75	€20,504.82	€15,332.04			
Οπλισμός κλωβών φρε	€370,181.45	€223,959.78	€292,837.24	(€146,221.67)	0.61	(€68,877.47)	0.76	€532,432.19	€407,199.59			
Διάτρηση και σκυροδ	€247,051.00	€52,939.50	€69,075.00	(€194,111.50)	0.21	(€16,135.50)	0.77	€460,503.11	€352,930.00			
Σκυρόδεμα Καθαριότη	€11,674.08	€11,674.08	€14,896.68	€0.00	1	(€3,222.60)	0.78	€14,896.68	€11,674.08			
▲ Φάτνωμα 1ο	€48,225.83	€0.00	€0.00	(€48,225.83)	0	€0.00	0	€61,075.45	€48,225.83			
Οπλισμός κεφαλόδε	€17,246.74	€0.00	€0.00	(€17,246.74)	0	€0.00	0	€22,980.30	€17,246.74			
Σκυροδέτηση κεφα	€13,293.08	€0.00	€0.00	(€13,293.08)	0	€0.00	0	€16,622.00	€13,293.08			
Οπλισμός τοίχου αν	€10,023.37	€0.00	€0.00	(€10,023.37)	0	€0.00	0	€12,190.15	€10,023.37			
Σκυροδέτηση τοίχοι	€7,630.64	€0.00	€0.00	(€7,630.64)	0	€0.00	0	€9,251.00	€7,630.64			
Στεγάνωση κεφαλόδεσμου και	€32.00	€0.00	€0.00	(€32.00)	0	€0.00	0	€32.00	€32.00			
▲ Φάτνωμα 2ο	€49,379.79	€0.00	€0.00	(€49,379.79)	0	€0.00	0	€62,563.57	€49,379.79			
Οπλισμός κεφαλόδε	€17,246.74	€0.00	€0.00	(€17,246.74)	0	€0.00	0	€22,980.30	€17,246.74			
Σκυροδέτηση κεφα	€12,751.28	€0.00	€0.00	(€12,751.28)	0	€0.00	0	€15,966.80	€12,751.28			
Οπλισμός τοίχου αν	€10,023.37	€0.00	€0.00	(€10,023.37)	0	€0.00	0	€12,190.15	€10,023.37			
Σκυροδέτηση τοίχοι	€8,852.84	€0.00	€0.00	(€8,852.84)	0	€0.00	0	€10,889.00	€8,852.84			
Στεγάνωση κεφαλόδεσμου και	€32.00	€0.00	€0.00	(€32.00)	0	€0.00	0	€32.00	€32.00			
Σφράγιση	€83.68	€0.00	€0.00	(€83.68)	0	€0.00	0	€99.20	€83.68			

Συνεργείο Χωματοουργικών(Γ-Ημ)[2,903 m3],Εργ

Συνεργείο χωματοουργικών,Ευνήθη Δάνεια

Συνεργείο Χωματοουργικών (Θ)[4,66

Συνεργείο σιδι

Συνεργείο σκυροδέματος,Σκυρ

Συνεργείο σιδηροπλισμού

Συνεργείο σκυροδέματος

Συνεργείο σιδηροπλσι

Συνεργείο σκυροδέμ

Εργάτες Μονώσεις

Συνεργείο σιδηροπλισμού

Συνεργείο σκυροδέματος

Συνεργείο σιδηροπλσι

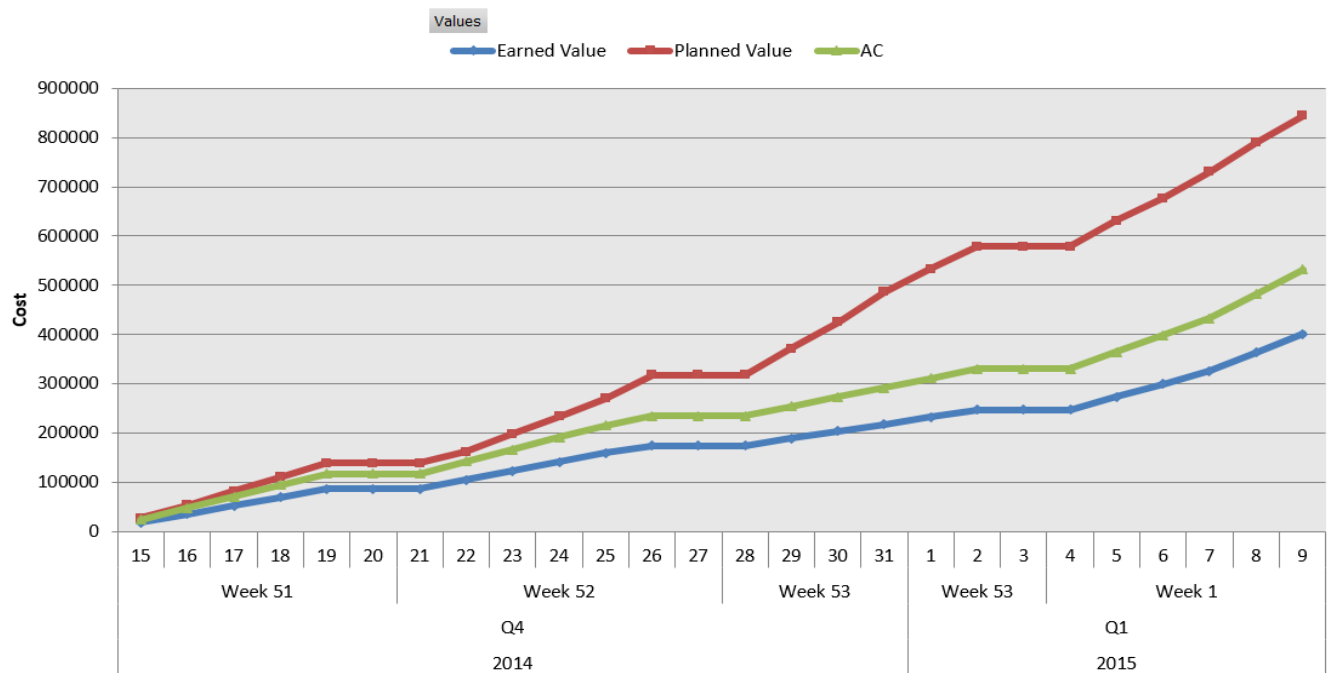
Συνεργείο σκυροδέμ

Εργάτες Μονώσεις

Εργάτες Μονώσεις

3^η γραμμή ελέγχου.

Earned Value Over Time Report



Διάγραμμα EVA 3^{ης} γραμμής ελέγχου.

Σε αυτήν την γραμμή ελέγχου οι δείκτες SPI και CPI είναι 40% και 75%, πράγμα που δείχνει ότι τόσο ο διαθέσιμος χρόνος όσο και οι διαθέσιμοι πόροι δεν αξιοποιήθηκαν αποτελεσματικά, γεγονός το οποίο ήταν αναμενόμενο. Το πλέον εκτιμώμενο κόστος σύμφωνα με την EVA ανέρχεται στα 1,992,757.24€ .

4^η Γραμμή Ελέγχου – Ολοκλήρωση του έργου κατά το 1/3 (18-01-15)

Task Name	Planned Value	Earned Value	Actual Cost	SV	SPI	CV	CPI	EAC	BAC	Dec '14	Jan '15	Feb '15									
										07	14	21	28	04	11	18	25	01	08	15	22
▲ Τοίχος Αντιστήριξης (Χ.Θ 0 + 176,60 - 0 + 310,00)	€1,039,987.69	€601,505.49	€790,442.33	(€438,482.20)	0.58	(€188,936.84)	0.76	€1,973,375.66	€1,501,682												
Εκσκαφές σε έδαφος γ	€3,558.90	€3,558.90	€5,244.80	€0.00	1	(€1,685.90)	0.68	€5,244.80	€3,558.90												
Κατασκευή επιχωμάτων	€31,257.47	€31,257.47	€46,930.65	€0.00	1	(€15,673.18)	0.67	€46,930.65	€31,257.47												
Εκσκαφές θεμελίων τσ	€15,332.04	€15,332.04	€20,504.82	€0.00	1	(€5,172.78)	0.75	€20,504.82	€15,332.04												
Οπλισμός κλωβών φρε	€407,199.59	€328,385.65	€429,380.12	(€78,813.94)	0.81	(€100,994.47)	0.76	€532,433.17	€407,199.59												
Διάτρηση και σκυρόδε	€335,283.50	€130,712.77	€170,555.56	(€204,570.73)	0.39	(€39,842.78)	0.77	€460,508.75	€352,930.00												
Σκυρόδεμα Καθαριότη	€11,674.08	€11,674.08	€14,896.68	€0.00	1	(€3,222.60)	0.78	€14,896.68	€11,674.08												
▲ Φάτνωμα 1ο	€48,225.83	€40,563.19	€51,792.45	(€7,662.64)	0.84	(€11,229.26)	0.78	€61,576.46	€48,225.83												
Οπλισμός κεφαλόδε	€17,246.74	€17,246.74	€22,980.30	€0.00	1	(€5,733.56)	0.75	€22,980.30	€17,246.74												
Σκυροδέτηση κεφα	€13,293.08	€13,293.08	€16,622.00	€0.00	1	(€3,328.92)	0.8	€16,622.00	€13,293.08												
Οπλισμός τοίχου αν	€10,023.37	€10,023.37	€12,190.15	€0.00	1	(€2,166.78)	0.82	€12,190.15	€10,023.37												
Σκυροδέτηση τοίχοι	€7,630.64	€0.00	€0.00	(€7,630.64)	0	€0.00	0	€9,251.00	€7,630.64												
Στεγάνωση κεφαλόδεσμου και	€32.00	€0.00	€0.00	(€32.00)	0	€0.00	0	€32.00	€32.00												
▲ Φάτνωμα 2ο	€49,379.79	€40,021.39	€51,137.25	(€9,358.40)	0.81	(€11,115.86)	0.78	€63,095.03	€49,379.79												
Οπλισμός κεφαλόδε	€17,246.74	€17,246.74	€22,980.30	€0.00	1	(€5,733.56)	0.75	€22,980.30	€17,246.74												
Σκυροδέτηση κεφα	€12,751.28	€12,751.28	€15,966.80	€0.00	1	(€3,215.52)	0.8	€15,966.80	€12,751.28												
Οπλισμός τοίχου αν	€10,023.37	€10,023.37	€12,190.15	€0.00	1	(€2,166.78)	0.82	€12,190.15	€10,023.37												
Σκυροδέτηση τοίχοι	€8,852.84	€0.00	€0.00	(€8,852.84)	0	€0.00	0	€10,889.00	€8,852.84												
Στεγάνωση κεφαλόδεσμου και	€32.00	€0.00	€0.00	(€32.00)	0	€0.00	0	€32.00	€32.00												
Σφράγιση οριζόντιων και	€83.68	€0.00	€0.00	(€83.68)	0	€0.00	0	€99.20	€83.68												
Πλήρωση διακένου αρμών με	€277.63	€0.00	€0.00	(€277.63)	0	€0.00	0	€270.37	€277.63												
Στεγάνωση αρμού μ	€112.25	€0.00	€0.00	(€112.25)	0	€0.00	0	€135.75	€112.25												
▲ Φάτνωμα 3ο	€51,111.99	€0.00	€0.00	(€51,111.99)	0	€0.00	0	€64,800.59	€51,111.99												
Οπλισμός κεφαλόδε	€17,246.74	€0.00	€0.00	(€17,246.74)	0	€0.00	0	€22,980.30	€17,246.74												
Σκυροδέτηση κεφα	€13,663.52	€0.00	€0.00	(€13,663.52)	0	€0.00	0	€17,113.40	€13,663.52												
Οπλισμός τοίχου αν	€10,023.37	€0.00	€0.00	(€10,023.37)	0	€0.00	0	€12,190.15	€10,023.37												

Συνεργείο Χωματουργικών(Γ-ημ)[2,903 m3],Εργοδηγός

Συνεργείο χωματουργικών,Συνήθη Δάνεια Ε1-Ε4[8,1

Συνεργείο Χωματουργικών(Θ)[4,663 m3],Ερ

Συνεργείο σιδηροπλισμ

Συνεργείο σκυροδέματος,Σκυρόδεμα Κι

Συνεργείο σιδηροπλισμού,Χάλυβα

Συνεργείο σκυροδέματος,Σκυρόδε

Συνεργείο σιδηροπλισμού,Χάλυ

Συνεργείο σκυροδέματος,Σκυ

Εργάτες Μονώσεων

Συνεργείο σιδηροπλισμού,Χάλυβα

Συνεργείο σκυροδέματος,Σκυρόδε

Συνεργείο σιδηροπλισμού,Χάλυ

Συνεργείο σκυροδέματος,Σκυ

Εργάτες Μονώσεων

Εργάτες Μονώσεων,Ασφαλτ

Εργάτες Μονώσεων,Εύκαμπτ

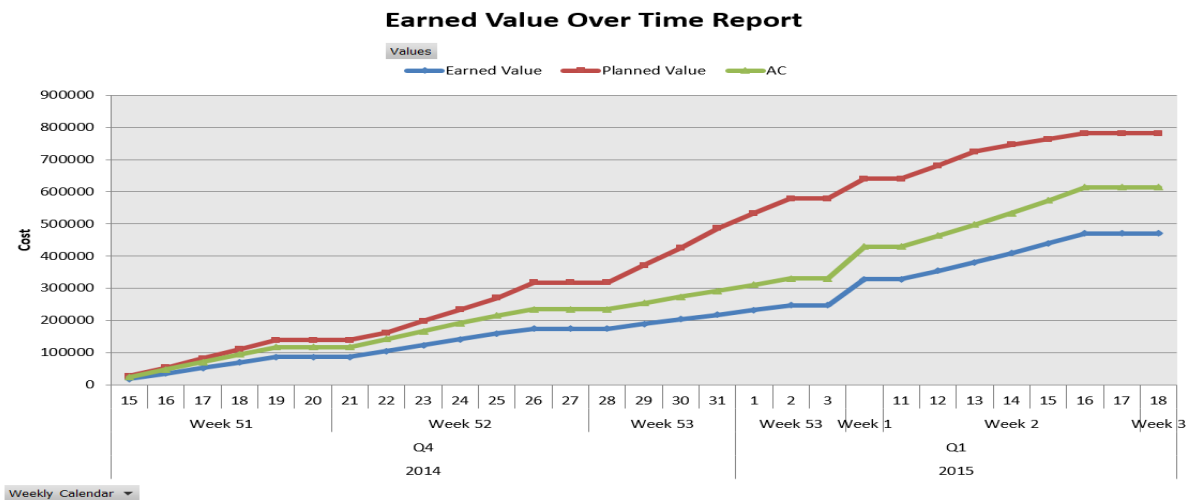
Εργάτες Μονώσεων,Ελαστική

Συνεργείο σιδηροπλισμού,

Συνεργείο σκυροδέματο

Συνεργείο σιδηροπλ

4^η γραμμή ελέγχου.



Διάγραμμα EVA 4^{ης} γραμμής ελέγχου.

Σε αυτήν την φάση των εργασιών πάρθηκαν μέτρα για την όσο το δυνατόν εξισορρόπηση της απόκλισης του χρονοδιαγράμματος. Κάποια συνεργεία εργάστηκαν υπερωριακά και γενικότερη αυξήθηκε η παραγωγικότητα στο έργο. Αυτό γίνεται αντιληπτό από τον πλέον αυξημένο δείκτη απόδοσης χρονοδιαγράμματος SPI ο οποίος πλέον ανέρχεται στο 58% ενώ ο δείκτης απόδοσης κόστους CPI παραμένει σταθερός. Το πλέον εκτιμώμενο κόστος κατά την ολοκλήρωση του έργου είναι 1,973,375.66€.

5^η Γραμμή Ελέγχου – Ολοκλήρωση του έργου κατά το 1/2 (4-02-15)

Task Name	Planned Value	Earned Value	Actual Cost	SV	SPI	CV	CPI	EAC	BAC	30	07	14	21	28	04	11	18	25	01	08	15	22	01	08	
▲ Τοίχος Αντιστήριξης (Χ.0 0 + 176,60 - 0 + 310,00)	€1,265,655.56	€1,035,263.01	€1,350,942.97	(€230,392.55)	0.82	(€315,679.96)	0.77	€1,959,591.13	€1,501,000.00																
Εκκαφές σε έδαφος γ	€3,558.90	€3,558.90	€5,244.80	€0.00	1	(€1,685.90)	0.68	€5,244.80	€3,558.90																
Κατασκευή επιχωμάτων	€31,257.47	€31,257.47	€46,930.65	€0.00	1	(€15,673.18)	0.67	€46,930.65	€31,257.47																
Εκκαφές θεμελίων τ	€15,332.04	€15,332.04	€20,504.82	€0.00	1	(€5,172.78)	0.75	€20,504.82	€15,332.04																
Οπλισμός κλωβών φρε	€407,199.59	€407,199.59	€532,431.35	€0.00	1	(€125,231.76)	0.76	€532,431.35	€407,199.59																
Διάτρηση και σκυροδ	€352,930.00	€300,641.21	€392,277.78	(€52,288.79)	0.85	(€91,636.56)	0.77	€460,505.16	€352,930.00																
Σκυρόδεμα Καθαριότη	€11,674.08	€11,674.08	€14,896.68	€0.00	1	(€3,222.60)	0.78	€14,896.68	€11,674.08																
▷ Φάτνωμα 1ο	€48,225.83	€48,225.83	€61,075.45	€0.00	1	(€12,849.62)	0.79	€61,075.45	€48,225.83																
▷ Φάτνωμα 2ο	€49,379.79	€49,379.79	€62,563.57	€0.00	1	(€13,183.78)	0.79	€62,563.57	€49,379.79																
▷ Φάτνωμα 3ο	€51,111.99	€51,111.99	€64,800.59	€0.00	1	(€13,688.60)	0.79	€64,800.59	€51,111.99																
▷ Φάτνωμα 4ο	€52,471.02	€52,471.02	€66,766.48	€0.00	1	(€14,295.46)	0.79	€66,766.48	€52,471.02																
▷ Φάτνωμα 5ο	€52,249.09	€32,218.14	€41,731.70	(€20,030.95)	0.62	(€9,513.56)	0.77	€67,677.52	€52,249.09																
▲ Φάτνωμα 6ο	€51,965.33	€32,192.94	€41,719.10	(€19,772.39)	0.62	(€9,526.16)	0.77	€67,342.62	€51,965.33																
Οπλισμός κεφαλόδε	€17,246.74	€17,246.74	€22,980.30	€0.00	1	(€5,733.56)	0.75	€22,980.30	€17,246.74																
Σκυροδέτηση κεφα	€14,946.20	€14,946.20	€18,738.80	€0.00	1	(€3,792.60)	0.8	€18,738.80	€14,946.20																
Οπλισμός τοίχου αν	€10,023.37	€0.00	€0.00	(€10,023.37)	0	€0.00	0	€12,190.15	€10,023.37																
Σκυροδέτηση τοίχ	€9,243.44	€0.00	€0.00	(€9,243.44)	0	€0.00	0	€9,243.44	€9,243.44																
Στεγάνωση κεφαλόδεσμου και	€32.00	€0.00	€0.00	(€32.00)	0	€0.00	0	€32.00	€32.00																
Σφράγιση οριζόντιων και	€90.96	€0.00	€0.00	(€90.96)	0	€0.00	0	€108.80	€90.96																
Πλήρωση διακένου αρμών με	€270.37	€0.00	€0.00	(€270.37)	0	€0.00	0	€347.81	€270.37																
Στεγάνωση αρμού μ	€112.25	€0.00	€0.00	(€112.25)	0	€0.00	0	€135.75	€112.25																
▲ Φάτνωμα 7ο	€51,861.67	€0.00	€0.00	(€51,861.67)	0	€0.00	0	€65,322.61	€51,861.67																
Οπλισμός κεφαλόδε	€17,246.74	€0.00	€0.00	(€17,246.74)	0	€0.00	0	€22,980.30	€17,246.74																
Σκυροδέτηση κεφα	€15,188.12	€0.00	€0.00	(€15,188.12)	0	€0.00	0	€18,650.60	€15,188.12																
Οπλισμός τοίχου αν	€10,023.37	€0.00	€0.00	(€10,023.37)	0	€0.00	0	€12,190.15	€10,023.37																
Σκυροδέτηση τοίχ	€8,907.02	€0.00	€0.00	(€8,907.02)	0	€0.00	0	€10,889.00	€8,907.02																
Στεγάνωση κεφαλόδεσμου και	€32.00	€0.00	€0.00	(€32.00)	0	€0.00	0	€32.00	€32.00																

Συνεργείο Χωματουργικών(Γ-ημ)[2,903 m3],Εργοδηγός

Συνεργείο χωματουργικών,Συνήθη Δάναε Ε1-Ε4[8,509 m3],Εργοδηγός

Συνεργείο Χωματουργικών(Θ)[4,663 m3],Εργοδηγός

Συνεργείο σιδηροπλισμού,Χάλυμα Β

Συνεργείο διάτρησης φρε

Συνεργείο σκυροδέματος,Σκυρόδεμα Καθαριότητας (

Συνεργείο σιδηροπλισμού,Χάλ

Συνεργείο σκυροδέματος,Σκυ

Συνεργείο σιδηροπλισμού,Σ

Συνεργείο σκυροδέματος

Εργάτες Μονώσεων

Εργάτες Μονώσεων,Ασφ

Εργάτες Μονώσεων,Εύκα

Εργάτες Μονώσεων,Ελας

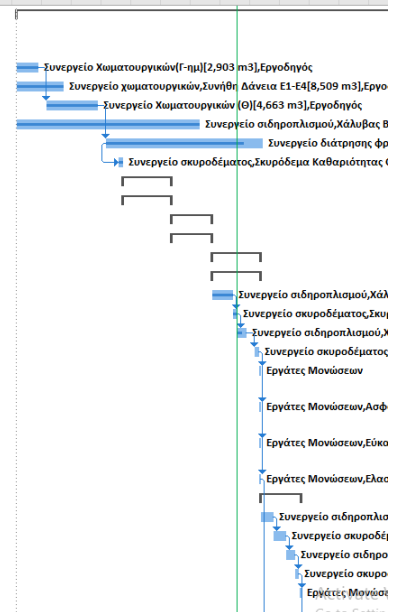
Συνεργείο σιδηροπλ

Συνεργείο σκυροδέ

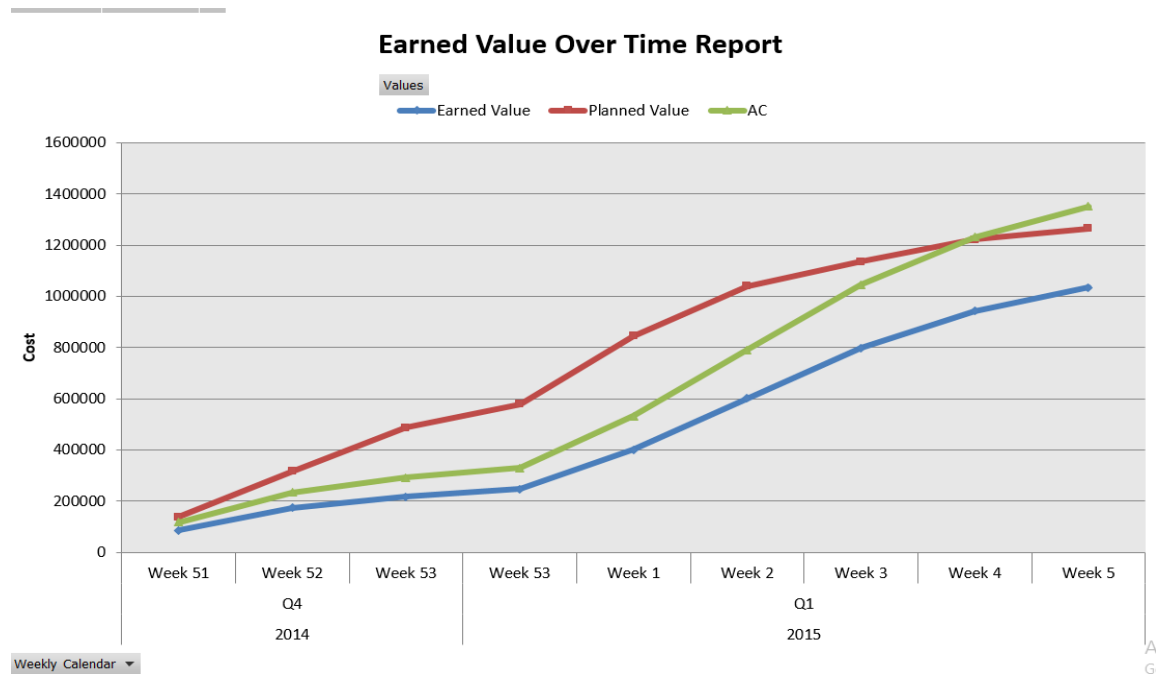
Συνεργείο σιδηρ

Συνεργείο σκυρο

Εργάτες Μονώσ



5^η γραμμή ελέγχου.



Διάγραμμα EVA 5^{ης} γραμμής ελέγχου.

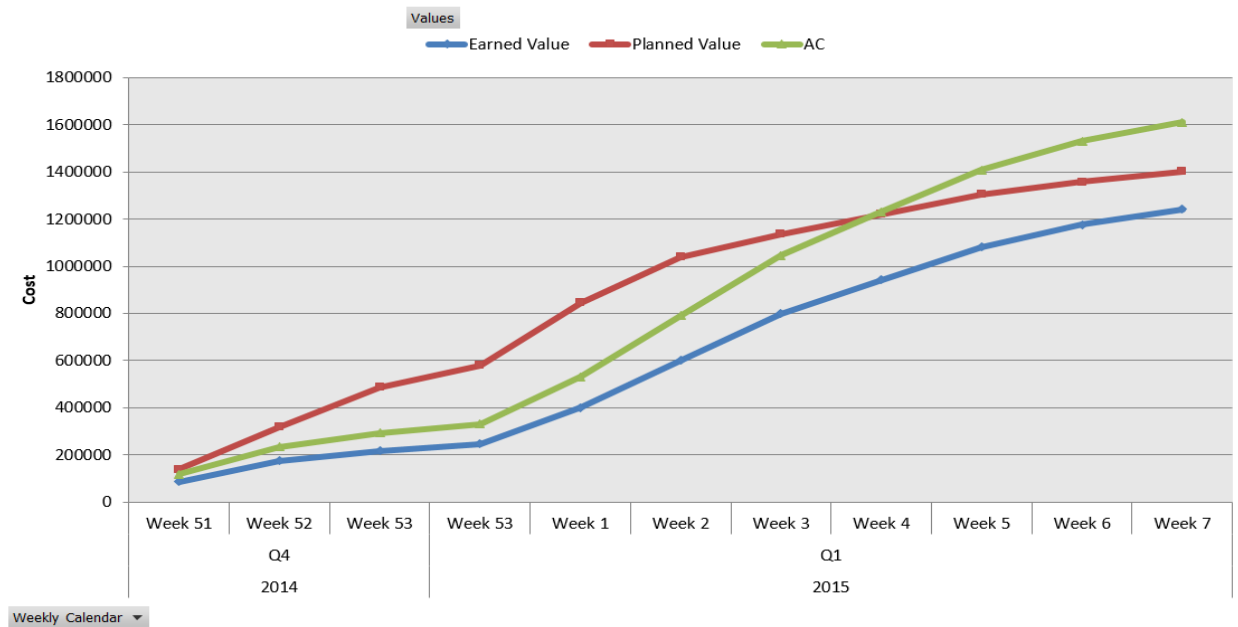
Φτάνοντας στην μέση της διάρκειας του έργου ο δείκτης SPI έχει αυξηθεί σημαντικά. Η τιμή του όπως φαίνεται στο σχήμα είναι 67%, είναι αυξημένος δηλαδή κατά ~30% συγκριτικά με την αρχή του έργου. Ο δείκτης CPI συνεχίζει να αυξάνεται με μικρούς ρυθμούς και αγγίζει πλέον το 77%. Το εκτιμώμενο κόστος ολοκλήρωσης του έργου είναι 1,959,434.77€. Αξίζει να σημειωθεί ότι είναι η πρώτη φάση στο έργο όπου οι τιμές του Actual Cost ξεπερνάνε τις τιμές του Planned Value.

6^η Γραμμή Ελέγχου – Ολοκλήρωση του έργου κατά τα 2/3 (21-02-15)

Task Name	Planned Value	Earned Value	Actual Cost	SV	SPI	CV	CPI	EAC	BAC	Dec '14	Jan '15	Feb '15	Mar '15
Τοίχος Αντιστήριξης (Χ.Θ 0 + 176,60 - 0 + 310,00)	€1,401,708.54	€1,241,222.68	€1,610,629.01	(€160,485.86)	0.89	(€369,406.33)	0.77	€1,948,607.30	€1,501,000.00				
Εκσκαφές σε έδαφος	€3,558.90	€3,558.90	€5,244.80	€0.00	1	(€1,685.90)	0.68	€5,244.80	€3,558.90				
Κατασκευή επιχωμάτων	€31,257.47	€31,257.47	€46,930.65	€0.00	1	(€15,673.18)	0.67	€46,930.65	€31,257.47				
Εκσκαφές θεμελίων τς	€15,332.04	€15,332.04	€20,504.82	€0.00	1	(€5,172.78)	0.75	€20,504.82	€15,332.04				
Οπλισμός κλωβών φρε	€407,199.59	€407,199.59	€532,431.35	€0.00	1	(€125,231.76)	0.76	€532,431.35	€407,199.59				
Διάτρηση και σκυροδ	€352,930.00	€352,930.00	€460,500.00	€0.00	1	(€107,570.00)	0.77	€460,500.00	€352,930.00				
Σκυρόδεμα Καθαριότη	€11,674.08	€11,674.08	€14,896.68	€0.00	1	(€3,222.60)	0.78	€14,896.68	€11,674.08				
Φάτνωμα 1ο	€48,225.83	€48,225.83	€61,075.45	€0.00	1	(€12,849.62)	0.79	€61,075.45	€48,225.83				
Φάτνωμα 2ο	€49,379.79	€49,379.79	€62,563.57	€0.00	1	(€13,183.78)	0.79	€62,563.57	€49,379.79				
Φάτνωμα 3ο	€51,111.99	€51,111.99	€64,800.59	€0.00	1	(€13,688.60)	0.79	€64,800.59	€51,111.99				
Φάτνωμα 4ο	€52,471.02	€52,471.02	€66,766.48	€0.00	1	(€14,295.46)	0.79	€66,766.48	€52,471.02				
Φάτνωμα 5ο	€52,249.09	€52,249.09	€66,208.42	€0.00	1	(€13,959.33)	0.79	€66,208.42	€52,249.09				
Φάτνωμα 6ο	€51,965.33	€51,965.33	€63,777.05	€0.00	1	(€11,811.72)	0.81	€63,777.05	€51,965.33				
Φάτνωμα 7ο	€51,861.67	€51,861.67	€65,322.61	€0.00	1	(€13,460.94)	0.79	€65,322.61	€51,861.67				
Φάτνωμα 8ο	€51,945.27	€51,945.27	€65,851.36	€0.00	1	(€13,906.09)	0.79	€65,851.36	€51,945.27				
Φάτνωμα 9ο	€50,800.99	€4,311.69	€6,095.08	(€46,489.30)	0.08	(€1,783.39)	0.71	€71,813.62	€50,800.99				
Οπλισμός κεφαλόδε	€17,246.74	€4,311.69	€6,095.08	(€12,935.06)	0.25	(€1,783.39)	0.71	€24,380.42	€17,246.74				
Σκυροδέτηση κεφα	€14,936.12	€0.00	€0.00	(€14,936.12)	0	€0.00	0	€18,751.40	€14,936.12				
Οπλισμός τοίχου αν	€10,023.37	€0.00	€0.00	(€10,023.37)	0	€0.00	0	€12,190.15	€10,023.37				
Σκυροδέτηση τοίχ	€8,105.66	€0.00	€0.00	(€8,105.66)	0	€0.00	0	€9,906.20	€8,105.66				
Στεγάνωση κεφαλόδεσμου και	€32.00	€0.00	€0.00	(€32.00)	0	€0.00	0	€32.00	€32.00				
Σφράγιση οριζόντιων και	€86.60	€0.00	€0.00	(€86.60)	0	€0.00	0	€102.80	€86.60				
Πλήρωση διακένου αρμών με	€270.37	€0.00	€0.00	(€270.37)	0	€0.00	0	€330.39	€270.37				
Στεγάνωση αρμού	€100.13	€0.00	€0.00	(€100.13)	0	€0.00	0	€120.75	€100.13				
Φάτνωμα 10ο	€50,329.40	€5,748.91	€7,660.10	(€44,580.48)	0.11	(€1,911.19)	0.75	€67,061.14	€50,329.40				
Οπλισμός κεφαλόδε	€17,246.74	€5,748.91	€7,660.10	(€11,497.83)	0.33	(€1,911.19)	0.75	€22,980.32	€17,246.74				
Σκυροδέτηση κεφα	€14,917.22	€0.00	€0.00	(€14,917.22)	0	€0.00	0	€18,713.60	€14,917.22				
Οπλισμός τοίχου αν	€10,023.37	€0.00	€0.00	(€10,023.37)	0	€0.00	0	€12,190.15	€10,023.37				

6^η γραμμής ελέγχου.

Earned Value Over Time Report



Διάγραμμα EVA 6^{ης} γραμμής ελέγχου.

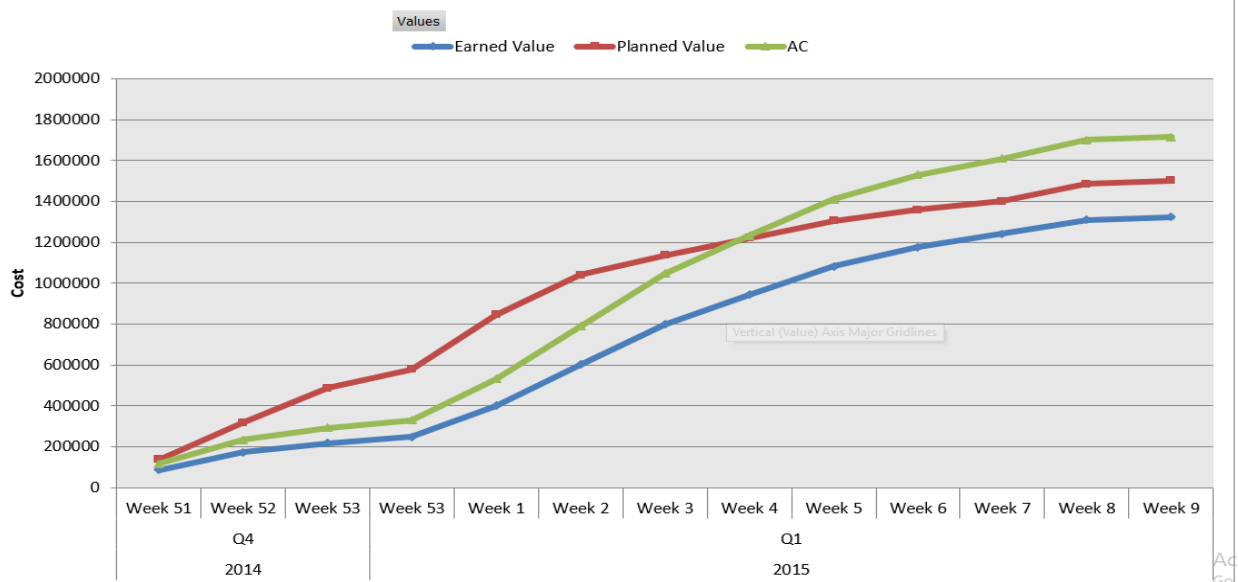
Στην 6^η γραμμή ελέγχου, λόγω των υπερωριακών και αυξημένων ρυθμών του εργοταξίου, συνεχίζονται να παρατηρούνται σημαντικές αυξήσεις στον δείκτη SPI ο οποίος πλέον φτάνει το 89%, σε αντίθεση με τον CPI ο οποίος έχει σταθεροποιηθεί στο 77%. Αυτό συμβαίνει διότι η αύξηση των ποσοτήτων, άρα και του κόστους, στον τοίχο αντιστήριξης είναι αναλογικές. Το πλέον εκτιμώμενο κόστος κατά την ολοκλήρωση είναι 1,948,607.30€.

7^η Γραμμή Ελέγχου – Εκτιμώμενη ολοκλήρωση του έργου πριν τις αλλαγές (02-03-15)

Task Name	Planned Value	Earned Value	Actual Cost	SV	SPI	CV	CPI	EAC	BAC	
Τοίχος Αντιστήριξης (Χ.1)	€1,501,682.27	€1,323,230.38	€1,715,330.73	(€178,451.89)	0.88	(€392,100.35)	0.77	€1,946,662.82	€1,501,682.27	
Εκσκαφές σε έδαφος	€3,558.90	€3,558.90	€5,244.80	€0.00	1	(€1,685.90)	0.68	€5,244.80	€3,558.90	
Κατασκευή επιχωμάτων	€31,257.47	€31,257.47	€46,930.65	€0.00	1	(€15,673.18)	0.67	€46,930.65	€31,257.47	
Εκσκαφές θεμελίων τς	€15,332.04	€15,332.04	€20,504.82	€0.00	1	(€5,172.78)	0.75	€20,504.82	€15,332.04	
Οπλισμός κλωβών φρε	€407,199.59	€407,199.59	€532,431.35	€0.00	1	(€125,231.76)	0.76	€532,431.35	€407,199.59	
Διάτρηση και σκυροδ	€352,930.00	€352,930.00	€460,500.00	€0.00	1	(€107,570.00)	0.77	€460,500.00	€352,930.00	
Σκυρόδεμα Καθαριότη	€11,674.08	€11,674.08	€14,896.68	€0.00	1	(€3,222.60)	0.78	€14,896.68	€11,674.08	
Φάτνωμα 1ο	€48,225.83	€48,225.83	€61,075.45	€0.00	1	(€12,849.62)	0.79	€61,075.45	€48,225.83	
Φάτνωμα 2ο	€49,379.79	€49,379.79	€62,563.57	€0.00	1	(€13,183.78)	0.79	€62,563.57	€49,379.79	
Φάτνωμα 3ο	€51,111.99	€51,111.99	€64,800.59	€0.00	1	(€13,688.60)	0.79	€64,800.59	€51,111.99	
Φάτνωμα 4ο	€52,471.02	€52,471.02	€66,766.48	€0.00	1	(€14,295.46)	0.79	€66,766.48	€52,471.02	
Φάτνωμα 5ο	€52,249.09	€52,249.09	€66,208.42	€0.00	1	(€13,959.33)	0.79	€66,208.42	€52,249.09	
Φάτνωμα 6ο	€51,965.33	€51,965.33	€63,777.05	€0.00	1	(€11,811.72)	0.81	€63,777.05	€51,965.33	
Φάτνωμα 7ο	€51,861.67	€51,861.67	€65,322.61	€0.00	1	(€13,460.94)	0.79	€65,322.61	€51,861.67	
Φάτνωμα 8ο	€51,945.27	€51,945.27	€65,851.36	€0.00	1	(€13,906.09)	0.79	€65,851.36	€51,945.27	
Φάτνωμα 9ο	€50,800.99	€42,206.23	€55,321.85	(€8,594.76)	0.83	(€13,115.62)	0.76	€66,587.45	€50,800.99	
Φάτνωμα 10ο	€50,329.40	€49,862.07	€63,135.05	(€467.33)	0.99	(€13,272.98)	0.79	€63,726.78	€50,329.40	
Οπλισμός κεφαλόδι	€17,246.74	€17,246.74	€22,980.30	€0.00	1	(€5,733.56)	0.75	€22,980.30	€17,246.74	
Σκυροδέτηση κεφα	€14,917.22	€14,917.22	€18,713.60	€0.00	1	(€3,796.38)	0.8	€18,713.60	€14,917.22	
Οπλισμός τοίχου αν	€10,023.37	€10,023.37	€12,190.15	€0.00	1	(€2,166.78)	0.82	€12,190.15	€10,023.37	
Σκυροδέτηση τοίχοι	€7,674.74	€7,674.74	€9,251.00	€0.00	1	(€1,576.26)	0.83	€9,251.00	€7,674.74	
Στεγάνωση κεφαλόμενου και	€32.00	€0.00	€0.00	(€32.00)	0	€0.00	0	€32.00	€32.00	
Σφράγιση οριζόντιων και	€84.96	€0.00	€0.00	(€84.96)	0	€0.00	0	€100.80	€84.96	
Πλήρωση διακένου αρμών με	€255.37	€0.00	€0.00	(€255.37)	0	€0.00	0	€322.40	€255.37	
Στεγάνωση αρμού	€95.00	€0.00	€0.00	(€95.00)	0	€0.00	0	€114.50	€95.00	
Φάτνωμα 11ο	€52,753.79	€0.00	€0.00	(€52,753.79)	0	€0.00	0	€66,893.65	€52,753.79	
Οπλισμός κεφαλόδι	€17,246.74	€0.00	€0.00	(€17,246.74)	0	€0.00	0	€22,980.30	€17,246.74	
Σκυροδέτηση κεφα	€17,231.84	€0.00	€0.00	(€17,231.84)	0	€0.00	0	€21,699.80	€17,231.84	
Οπλισμός τοίχου αν	€10,023.37	€0.00	€0.00	(€10,023.37)	0	€0.00	0	€12,190.15	€10,023.37	
Σκυροδέτηση τοίχοι	€8,159.84	€0.00	€0.00	(€8,159.84)	0	€0.00	0	€9,931.40	€8,159.84	

7^η γραμμή ελέγχου.

Earned Value Over Time Report



Διάγραμμα EVA 7^{ης} γραμμής ελέγχου.

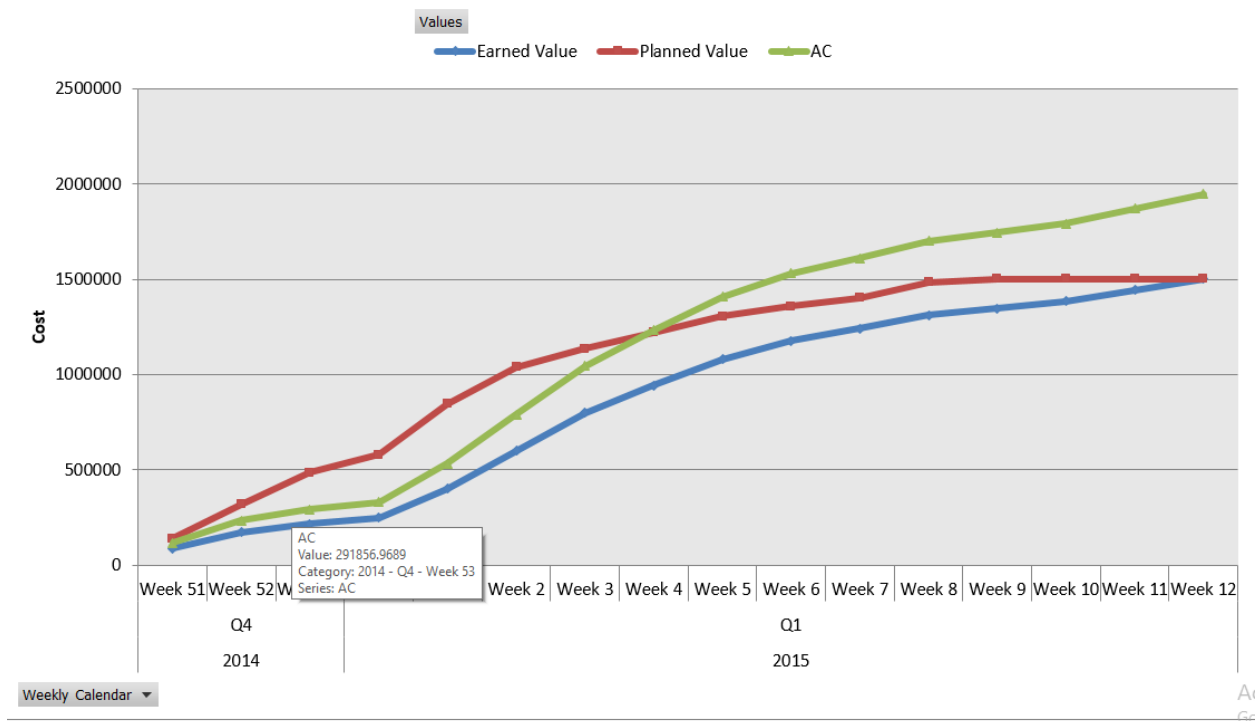
Φτάνοντας στην ολοκλήρωση του έργου οι ρυθμοί στο εργοτάξιο έχουν σταθεροποιηθεί και μαζί τους και οι δείκτες SPI και CPI που βρίσκονται στο 88% και 77% αντίστοιχα. Το εκτιμώμενο κόστος ολοκλήρωσης είναι 1,946,662.82€.

8^η Γραμμή Ελέγχου – Ολοκλήρωση του έργου (27-03-15)

Task Name	Planned Value	Earned Value	Actual Cost	SV	SPI	CV	CPI	EAC	BAC	
Τοίχος Αντιστήριξης (Χ.1)	€1,501,682.27	€1,501,682.27	€1,947,173.42	€0.00	1	(€445,491.15)	0.77	€1,947,173.42	€1,501,682.27	
Εκσκαφές σε έδαφος	€3,558.90	€3,558.90	€5,244.80	€0.00	1	(€1,685.90)	0.68	€5,244.80	€3,558.90	
Κατασκευή επιχωμάτων	€31,257.47	€31,257.47	€46,930.65	€0.00	1	(€15,673.18)	0.67	€46,930.65	€31,257.47	
Εκσκαφές θεμελίων τσ	€15,332.04	€15,332.04	€20,504.82	€0.00	1	(€5,172.78)	0.75	€20,504.82	€15,332.04	
Οπλισμός κλωβών φρε	€407,199.59	€407,199.59	€532,431.35	€0.00	1	(€125,231.76)	0.76	€532,431.35	€407,199.59	
Διάτρηση και σκυροδ	€352,930.00	€352,930.00	€460,500.00	€0.00	1	(€107,570.00)	0.77	€460,500.00	€352,930.00	
Σκυρόδεμα Καθαριότη	€11,674.08	€11,674.08	€14,896.68	€0.00	1	(€3,222.60)	0.78	€14,896.68	€11,674.08	
Φάτνωμα 1ο	€48,225.83	€48,225.83	€61,075.45	€0.00	1	(€12,849.62)	0.79	€61,075.45	€48,225.83	
Φάτνωμα 2ο	€49,379.79	€49,379.79	€62,563.57	€0.00	1	(€13,183.78)	0.79	€62,563.57	€49,379.79	
Φάτνωμα 3ο	€51,111.99	€51,111.99	€64,800.59	€0.00	1	(€13,688.60)	0.79	€64,800.59	€51,111.99	
Φάτνωμα 4ο	€52,471.02	€52,471.02	€66,766.48	€0.00	1	(€14,295.46)	0.79	€66,766.48	€52,471.02	
Φάτνωμα 5ο	€52,249.09	€52,249.09	€66,208.42	€0.00	1	(€13,959.33)	0.79	€66,208.42	€52,249.09	
Φάτνωμα 6ο	€51,965.33	€51,965.33	€63,777.05	€0.00	1	(€11,811.72)	0.81	€63,777.05	€51,965.33	
Φάτνωμα 7ο	€51,861.67	€51,861.67	€65,322.61	€0.00	1	(€13,460.94)	0.79	€65,322.61	€51,861.67	
Φάτνωμα 8ο	€51,945.27	€51,945.27	€65,851.36	€0.00	1	(€13,906.09)	0.79	€65,851.36	€51,945.27	
Φάτνωμα 9ο	€50,800.99	€50,800.99	€65,813.99	€0.00	1	(€15,013.00)	0.77	€65,813.99	€50,800.99	
Φάτνωμα 10ο	€50,329.40	€50,329.40	€63,704.75	€0.00	1	(€13,375.35)	0.79	€63,704.75	€50,329.40	
Φάτνωμα 11ο	€52,753.79	€52,753.79	€66,893.65	€0.00	1	(€14,139.86)	0.79	€66,893.65	€52,753.79	
Κατασκευή μεταβατικ	€116,636.02	€116,636.02	€153,887.20	€0.00	1	(€37,251.18)	0.76	€153,887.20	€116,636.02	

8^η γραμμή ελέγχου.

Earned Value Over Time Report



Διάγραμμα EVA 8^{ης} γραμμής ελέγχου.

Κατά την ολοκλήρωση των εργασιών το Earned Value ταυτίζεται πλέον με το Planned Value. Αυτό είναι λογικό, δεδομένου ότι παρά τις αλλαγές και τα απρόοπτα που συνέβησαν στο έργο, το εργοτάξιο αύξησε τους ρυθμούς του για να παραμείνει εντός χρονοδιαγράμματος. Για αυτό και ο δείκτης SPI πλέον βρίσκεται στο 100%. Το κόστος όμως του έργου αυξήθηκε σημαντικά, έτσι ο δείκτης CPI κατά την ολοκλήρωση του έργου βρίσκεται στο 77%. Τέλος το BAC ταυτίζεται με το Actual Cost δίνοντας μας το πραγματικό κόστος του έργου κατά την ολοκλήρωση το οποίο είναι όπως φαίνεται και παρακάτω **1,947,173.42€**.

Γραμμή Ελέγχου	1	2	3	4	5	6	7	8
Estimate at Completion	-	2,036,593	1,992,757	1,973,375	1,959,434	1,948,607	1,946,662	1,947,173
Δείκτης SPI	-	0.55	0.40	0.58	0.67	0.89	0.88	1.00
Δείκτης CPI	-	0.74	0.75	0.75	0.77	0.77	0.77	0.77

Πίνακας δεδομένων EVA σε κάθε baseline.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διαχείριση έργων στον τομέα της κατασκευής αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία. Οι συνθήκες και μέθοδοι κατασκευής διαφέρουν σε κάθε περίπτωση. Ο ρόλος ενός καλού διαχειρισμού σε κάθε έργο είναι καθοριστικός για την εξέλιξη και την πορεία του, ενώ προϋποθέτει ένα ευρύ πεδίο γνώσεων και δεξιοτήτων. Με βάση την ανάλυση της μελέτης περίπτωσης του έργου οδοποιίας που αναλύθηκε στα κεφάλαια της εργασίας, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η μεθοδολογία της Earned Value Analysis δίνει αξιοποιήσιμα στοιχεία για τον χρόνο και το κόστος στην εξέλιξη του έργου αποτυπώνοντας την πραγματική εξέλιξή του. Αποτελεί ένα εύχρηστο και ευέλικτο εργαλείο που δικαιολογεί πλήρως την πιστοποίησή του σύμφωνα με διεθνή πρότυπα.
- Βασική δυνατότητα της EVA είναι να αξιοποιεί και να αναλύει διακυμάνσεις στην πρόοδο του έργου σήμερα καθιστώντας δυνατή την πρόβλεψη του τελικού αποτελέσματος, ακόμα και από το αρχικό στάδιο κατασκευής.
- Η μέθοδος θα πρέπει να εξετάζεται με ιδιαίτερη προσοχή σε έργα που χρειάζεται επαναπρογραμματισμός στα αρχικά στάδια τους. Οι προβλέψεις και οι διαφορές μπορεί να είναι εντυπωσιακές αλλά ταυτόχρονα μπορεί να οδηγήσουν σε λανθασμένες αξιολογήσεις και προβλέψεις.
- Κατά την πορεία του ελέγχου του έργου ανά τις γραμμές ελέγχου, παρατηρείται η αυξομείωση του δείκτη αποδοτικότητας χρονοδιαγράμματος SPI. Αυτό συμβαίνει λόγω των συνεχών μεταβολών της απόδοσης εξαιτίας των απροβλέπτων στο έργο (εύρεση αρχαίων, έντονες βροχοπτώσεις κτλ). Αντίθετα ο δείκτης απόδοσης κόστους CPI δείχνει πιο σταθεροποιημένος. Αυτό είναι λογικό εφόσον η αύξηση του μήκους του τοίχου αντιστήριξης έγινε στην αρχή του έργου και επηρέασε το κόστος του αναλογικά καθ' όλη την διάρκεια του. Πιο συγκεκριμένα ο δείκτης SPI μεταβάλλεται ~60% στην διάρκεια ελέγχου του έργου ενώ ο CPI ~5%.
- Διαπιστώνεται η χρησιμότητα της σε απρόοπτα που επέρχονται σε ένα έργο με συνέπειες στην διάρκεια και το κόστος του. Μέσω των δεικτών και των διακυμάνσεων επιτρέπει την άμεση επέμβαση και την λήψη μέτρων από τα πρώιμα στάδια του έργου για την έγκαιρη αντιμετώπισή τους. Αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο στην εξέταση απρόβλεπτων σεναρίων στα έργα οδοποιίας.
- Παρατηρείται σε αρκετές δραστηριότητες για την ανάλυση της κατασκευής απαιτείται έρευνα πέρα από τα στοιχεία του έργου (περιγραφικά τιμολόγια,

τεχνική περιγραφή, ΕΤΕΠ) για την σωστή αποτύπωση του τρόπου κατασκευής τους.

- Η ανάλυση ενός πραγματικού έργου βοήθησε στο να γίνουν κατανοητές βασικές αλλά και σύνθετες λειτουργίες του Ms-Project, ιδιαίτερα κατά την εφαρμογή της EVA.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αντώνης Δημητριάδης: Διοίκηση – Διαχείριση Έργου, 4^η έκδοση 2009.
2. Αντώνης Δημητριάδης: Δουλεύοντας με το Ms-Project, 2003.
3. Αθανάσιος Ν. Σταμούλης: Διοίκηση έργων με το Microsoft Office Project, 2013.
4. Project Management Institute: A guide to the project management body of knowledge, PMBOK GUIDE, sixth edition, 2017.
5. Project Management Institute: Practice standard for Earned Value Management, second edition, 2012.
6. Jose Angelo Valle: The use of earned value analysis (EVA) in the cost management of construction projects.
7. Νάκος Α. Νικόλας: Οπλισμένα επιχώματα – Στοιχεία σχεδιασμού, κατασκευής και έλεγχος ευστάθειας, 2017.
8. Θεόδωρος Τζαβέας: Διπλωματική εργασία «Διαχείριση μελέτης και κατασκευής γεφυρών στο τμήμα Παναγία – Γρεβενά της Εγνατίας Οδού. Εφαρμογή του Ms-Project και σύγκριση τεχνικών παρακολούθησης και εκτίμησης του χρόνου στο χρονοδιάγραμμα κατασκευής γέφυρας με προβολοδόμηση»
9. Τσακάλωφ Θεμιστοκλής: Διπλωματική εργασία «Χρονικός προγραμματισμός δημοσίου οικοδομικού έργου με χρήση του λογισμικού Ms-Project.»

Διαδικτυακές πηγές:

10. <http://www.egnatia.eu>
11. https://en.wikipedia.org/wiki/Earned_value_management
12. <https://support.office.com/en-us/article/analyze-project-performance-with-earned-value-analysis-3a7141ee-46c2-4fdc-9710-c283a371c42a>

13. <https://www.pmi.org/learning/library/make-earned-value-work-project-6001>
14. <https://www.pmi.org/learning/library/earned-value-management-systems-analysis-8026>
15. <https://www.planisware.com/glossary/earned-value-management>
16. <https://indzara.com/2016/02/earned-value-management-free-excel-template/>