



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ - ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ**  
**ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ, ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**“ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΣ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ”**

*Διπλωματική Εργασία*

**«ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ  
ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ»**



**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ Δ. ΚΑΡΒΟΥΝΗ**

**ΒΟΛΟΣ 2021**

© 2021 Κωνσταντίνα Καρβούνη

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διαχείριση Έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός» δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων της συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

**Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:**

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων)

**Δρ. Σεραφείμ Πολύζος**

*Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*

Δεύτερος Εξεταστής

**Δρ. Παντελεήμων Κοπελιάς**

*Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*

Τρίτος Εξεταστής

**Δρ. Ευτυχία Ναθαναήλ**

*Καθηγήτρια, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*

## Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο 'Διαχείριση έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός' του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και αφορά την οργάνωση εργοταξίου σιδηροδρομικού έργου. Επιβλέπων της διετέλεσε ο Δρ. Σεραφείμ Πολύζος.

Θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω θερμά τον Δρ. Σεραφείμ Πολύζο για την άρτια συνεργασία του και την ουσιαστική καθοδήγησή του. Καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας αυτής υπήρξε πάντα διαθέσιμος και συνεργάσιμος. Η εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου αυτού του τύπου την εργασία, με οδήγησε στη συλλογή σημαντικής εμπειρίας και γνώσης.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για τη στήριξη τους και τις συμβουλές τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου και ιδιαίτερος στον μπαμπά μου για την ενίσχυση με την γνώση και την εμπειρία του αλλά και για τα στοιχεία μελέτης που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας, καθώς υπήρξε ο επιβλέπων της κατασκευής του σιδηροδρομικού έργου.

Κωνσταντίνα Καρβούνη

Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Οργάνωση εργοταξίου και μελέτη σιδηροδρομικής γέφυρας» εκπονήθηκε στο Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών 'Διαχείριση έργων, Συγκοινωνιακός και Χωρικός Σχεδιασμός' του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Αντικείμενο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση του ζητήματος της οργάνωσης του εργοταξίου ενός συγκοινωνιακού έργου και συγκεκριμένα σιδηροδρομικού καθώς επίσης να αναδείξει την πορεία ενός μεγάλου τεχνικού σιδηροδρομικού έργου.

Αρχικά, στο πρώτο κεφάλαιο υπάρχει η εισαγωγή της παρούσας εργασίας, όπου πραγματοποιείται ένας σύντομος σχολιασμός για τα θέματα που θα εξεταστούν σε κάθε κεφάλαιο. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις βασικές έννοιες και τους ορισμούς που σχετίζονται με τα εργοτάξια. Τα επόμενα κεφάλαια περιλαμβάνουν στοιχεία για τα τεχνικά έργα σιδηροδρόμων, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των σιδηροδρομικών δικτύων, καθώς και την κατάσταση των σιδηροδρόμων στον ελλαδικό χώρο. Έπειτα, περιγράφονται βασικά στοιχεία γεφυρών και γίνεται αναφορά στις σιδηροδρομικές γέφυρες και στα κύρια δομικά τους μέρη. Στη συνέχεια, γίνεται μία προσπάθεια προσέγγισης του θεωρητικού υποβάθρου της οργάνωσης εργοταξίων και στα βασικά ζητήματα που αφορούν κάθε εργοτάξιο. Στα επόμενα κεφάλαια γίνεται περιγραφή των βασικών εργοταξιακών διατάξεων και αναφέρονται τα κύρια μηχανήματα κατασκευής των τεχνικών έργων στα εργοτάξια. Παρουσιάζονται στοιχεία χωροθέτησης εργοταξίου και βασικές αρχές που αφορούν την διάταξη και τις εγκαταστάσεις των εργοταξιακών χώρων καθώς και κατηγορίες τυπικών διατάξεων ανάλογα τη φύση του έργου. Κλείνοντας, μελετάται η περίπτωση της οργάνωσης του εργοταξίου της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26 στην Εκκάρα Δομοκού, όπου περιγράφεται η διαδικασία κατασκευής της και προτείνεται μεθοδολογία χωροθέτησης του εργοταξίου, με επιρροή τόσο στο χρόνο όσο και στο κόστος του έργου.

Η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα και τις προτάσεις για περαιτέρω έρευνα, καθώς και με εκτενή βιβλιογραφία, βάσει της οποίας ολοκληρώθηκε το θεωρητικό κομμάτι της εργασίας.

**Λέξεις Κλειδιά:** Έργο, Διοίκηση/Διαχείριση έργου, Οργάνωση Εργοταξίου, Εγκαταστάσεις Εργοταξίου, Σιδηροδρομικό έργο, Γέφυρα, Σιδηροδρομική γέφυρα, Χωροθέτηση εργοταξίου

## Abstract

The present study entitled "Construction site organization and Railway Bridge planning" was prepared in the Interdepartmental Postgraduate Program "Project Management, Transportation and Spatial Planning" of the University of Thessaly. The object of this study is to investigate the issue of the organization of the construction site of a transport project and in particular a railway project as well as to highlight the course of a major technical railway project.

First of all, in the first chapter there is the introduction of the present work, where a brief commentary is made on the issues that will be examined in each chapter. The second chapter refers to the basic concepts and definitions related to construction sites. The following chapters include data on the technical projects of the railways, the advantages and disadvantages of the railway networks, as well as the condition of the railways in Greece. Next, basic bridge elements are described and reference is made to railway bridges and their main structural parts. Then, an attempt is made to approach the theoretical background of the construction site organization and the basic issues about each different construction site. The following chapters describe the basic construction site provisions and list the main construction machinery of the technical works at the construction sites. Site location elements and basic principles concerning the organization and installations of the construction site as well as categories of standard provisions depending on the nature of the project are presented. In closing, the case of the organization of the construction site of the SG26 Railway Bridge in Ekkara Domokou is studied, where the construction process is described and a methodology for the location of the construction site is proposed, with an impact on both the time planning and the cost of the project.

The study is completed with the conclusions and proposals for further research, as well as with an extensive bibliography, based on which the theoretical part of the dissertation was completed.

**Key Words:** Project, Project Management, Site Organization, Site Facilities, Railway Project, Bridge, Railway bridge, construction site location

## Πίνακας Περιεχομένων

<b>Κατάλογος Πινάκων .....</b>	<b>10</b>
<b>Κατάλογος Σχημάτων – Διαγραμμάτων .....</b>	<b>10</b>
<b>Κατάλογος Εικόνων.....</b>	<b>11</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....</b>	<b>12</b>
<b>ΣΚΟΠΟΣ, ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....</b>	<b>12</b>
1.1. Εισαγωγή.....	12
1.2. Σκοπός και Στόχοι της εργασίας.....	13
1.3. Δομή της εργασίας.....	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....</b>	<b>17</b>
<b>ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ .....</b>	<b>17</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....</b>	<b>21</b>
<b>ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ .....</b>	<b>21</b>
3.1. Ιστορική αναδρομή.....	21
3.2. Το Σιδηροδρομικό Δίκτυο της Ελλάδας.....	25
3.3. Ανάγκες σιδηροδρομικών μεταφορών .....	28
3.4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σιδηροδρόμου .....	29
3.5. Ιδιαιτερότητες.....	30
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....</b>	<b>33</b>
<b>ΓΕΦΥΡΕΣ .....</b>	<b>33</b>
4.1. Γενικά.....	33
4.2. Τύποι Γεφυρών.....	34
4.3. Τύποι Φορέων Καταστρώματος Γεφυρών και Μέθοδοι Κατασκευής τους .....	37
4.4. Σιδηροδρομικές Γέφυρες.....	38
4.4.1. Κύρια δομικά μέρη σιδηροδρομικής γέφυρας.....	39
4.4.2. Εντυπωσιακές σιδηροδρομικές γέφυρες ανά τον κόσμο .....	43
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....</b>	<b>45</b>
<b>ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ .....</b>	<b>45</b>
5.1. Γενικά.....	45
5.2. Είδη Εργοταξίου.....	45
5.3. Οργανόγραμμα Εργοταξίου.....	47
5.4. Δίκτυα παροχών εργοταξίου .....	49
5.5. Ανθρώπινο δυναμικό εργοταξίου .....	50
5.6. Οδικό δίκτυο εργοταξίου.....	51

5.7.	Ασφάλεια στο Εργοταξίο .....	52
5.7.1.	Μέτρα ασφαλείας εργοταξίου .....	53
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 .....</b>		<b>56</b>
<b>ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ.....</b>		<b>56</b>
6.1.	Γραφεία διοίκησης εργοταξίου.....	56
6.2.	Διαμονή προσωπικού .....	57
6.3.	Αποθηκευτικοί χώροι και Υλικά .....	57
6.3.1.	Προγραμματισμός και έλεγχος αποθεμάτων .....	59
6.4.	Εργαστήρια Ποιοτικού Ελέγχου.....	60
6.5.	Εγκαταστάσεις παραγωγής εργοταξίου .....	60
6.5.1	Σταθερά Εγκατεστημένα Μηχανήματα .....	61
6.5.2.	Κινητά Μηχανήματα .....	62
6.6.	Εγκαταστάσεις γενικής χρήσης .....	72
6.7.	Συνεργεία.....	73
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 .....</b>		<b>74</b>
<b>ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ ΚΑΙ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....</b>		<b>74</b>
7.1.	Διάταξη εργοταξιακών εγκαταστάσεων .....	74
7.2.	Σχεδιασμός και Χωροθέτηση των εργοταξιακών εγκαταστάσεων .....	75
7.2.1.	Σφάλματα Χωροθέτησης Εργοταξίων .....	76
7.3.	Κατηγορίες διατάξεων εργοταξιακών εγκαταστάσεων .....	77
7.3.1.	Διάταξη εργοταξίου οικοδομικού έργου .....	77
7.3.2.	Διάταξη εργοταξίου έργων οδοποιίας .....	80
7.3.3.	Διάταξη εργοταξίου λιμενικών έργων .....	83
7.3.4.	Διάταξη εργοταξίου υδραυλικών έργων.....	86
7.3.5.	Διάταξη εργοταξίου ηλεκτρομηχανολογικών έργων.....	87
7.3.6.	Διάταξη εργοταξίου σύνθετων - ασυνήθιστων έργων.....	87
7.3.7.	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα .....	88
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 .....</b>		<b>90</b>
<b>ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΟ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΟ ΕΡΓΟ</b>		
<b>«ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΕΦΥΡΑ ΣΓ26» - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ.....</b>		<b>90</b>
8.1.	Σπουδαιότητα της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26 .....	90
8.2.	Περιγραφή της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26 .....	91
8.3.	Κατασκευή της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26 .....	94
8.3.1	Φάσεις κατά την διαδικασία κατασκευής.....	100
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 .....</b>		<b>104</b>



<b>ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ ΣΤΟ ΕΡΓΟ «ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΕΦΥΡΑ ΣΓ26».....</b>	<b>104</b>
9.1. Επιλογή Θέσης Εργοταξίου Σιδηροδρομικής Γέφυρας.....	104
9.2. Δίκτυα Παροχών Εργοταξίου Σιδηροδρομικής Γέφυρας.....	105
9.3. Χωροθέτηση Εργοταξίου Σιδηροδρομικής Γέφυρας και θέσεις αναγκαίων εργοταξιακών εγκαταστάσεων .....	105
9.3.1. Προτεινόμενη Χωροθέτηση του εργοταξίου .....	106
9.4. Κύρια Μηχανήματα έργου .....	109
9.5. Χρονοδιάγραμμα έργου.....	113
9.6. Κοστολόγηση Τεχνικού Έργου .....	147
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 .....</b>	<b>149</b>
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....</b>	<b>149</b>
10.1. Συμπεράσματα.....	149
10.2. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα .....	150
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>152</b>

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3.1	Νεκροί και τραυματίες ανά 100 εκατ. χιλιομετρικούς επιβάτες και τόνους.....	29
Πίνακας 3.2	Κατανάλωση ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 1999.....	30
Πίνακας 7.1	Εγκαταστάσεις Οικοδομικού Εργοταξίου .....	79
Πίνακας 7.2	Εγκαταστάσεις Εργοταξίου οδοποιίας .....	83
Πίνακας 7.3	Εγκαταστάσεις Εργοταξίου λιμενικού έργου .....	85
Πίνακας 7.4	Χαρακτηριστικά τύπων εργοταξίου.....	89
Πίνακας 9.1	Εγκαταστάσεις Εργοταξίου Προτεινόμενης Χωροθέτησης.....	108

## Κατάλογος Σχημάτων – Διαγραμμάτων

Σχήμα 2.1	Τα βασικά στάδια εκτέλεσης ενός έργου .....	18
Σχήμα 3.1	Ανάπτυξη σιδηροδρομικού δικτύου.....	22
Σχήμα 3.2	Μήκος των εθνικών σιδηροδρομικών δικτύων υψηλής ταχύτητας στην ΕΕ – διαχρονική ανάπτυξη.....	23
Σχήμα 3.3	Επισκόπηση της συγχρηματοδότησης της ΕΕ για σιδηροδρόμους υψηλής ταχύτητας ανά κράτος μέλος (2000-2017) .....	24
Σχήμα 3.4	Συνιστώσες και στοιχεία σιδηροδρομικής υποδομής .....	25
Σχήμα 3.5	Χάρτης ελληνικού σιδηροδρομικού δικτύου .....	27
Σχήμα 4.1	Τύποι Βαθρών Γεφυρών .....	37
Σχήμα 4.2	Τύποι Φορέων Καταστρώματος Γεφυρών .....	38
Σχήμα 4.3	Βασικά στοιχεία γεφυρών .....	40
Σχήμα 4.4	Σκαριφήματα δομικών στοιχείων γέφυρας (αριστερά) και ακρόβαθρου (δεξιά) .	41
Σχήμα 4.5	Δομικά στοιχεία ακρόβαθρου .....	42
Σχήμα 5.1	Παράδειγμα Οργανογράμματος Εργοταξίου (1/2).....	48
Σχήμα 5.2	Παράδειγμα Οργανογράμματος Εργοταξίου (2/2).....	48
Σχήμα 5.3	Παράδειγμα Προσωπικού Εργοταξίου.....	51
Σχήμα 6.1	Τροχοφόρος φορτωτής.....	65
Σχήμα 6.2	Εκσκαφέας - φορτωτής και οι κινήσεις του.....	66
Σχήμα 7.1	Τυπική διάταξη οικοδομικού εργοταξίου .....	79
Σχήμα 7.2	Τυπική διάταξη εργοταξίου οδοποιίας.....	83
Σχήμα 7.3	Τυπική διάταξη εργοταξίου λιμενικού έργου .....	85
Σχήμα 8.1	Τα 3 αμφιέριστα ανοίγματα επί εφεδράνων της ΣΓ26 .....	93
Σχήμα 8.2	Λεπτομέρεια του βάθρου P1 της ΣΓ26 .....	93
Σχήμα 8.3	Οριζοντιογραφία ΣΓ26.....	94
Σχήμα 8.4	Διατομή Κλίνης συναρμολόγησης.....	95
Σχήμα 8.5	Υδραυλικό έμβολο συστήματος προώθησης και Δοκός προώθησης .....	95
Σχήμα 8.6	Εγκάρσιοι οδηγοί προώθησης στα μόνιμα μεσόβαθρα και στην κλίνη.....	96
Σχήμα 8.7	Καλώδια ευστάθειας στις κεφαλές των βάθρων .....	97
Σχήμα 8.8	Κατασκευαστικά σχέδια με τη δημιουργία οπών στα stiffener .....	99

Σχήμα 8.9	Συσκευές σεισμικής μόνωσης τεχνικού .....	100
Σχήμα 9.1	Ρεαλιστική κάτοψη του εργοταξίου και προτεινόμενες θέσεις εργοταξιακών χώρων .....	108
Σχήμα 9.2	Αρχικό Χρονοδιάγραμμα Μεταλλικής Κατασκευής .....	115
Σχήμα 9.3	Τελικό Χρονοδιάγραμμα Μεταλλικής Κατασκευής .....	130
Σχήμα 9.4	Συνολικό χρονοδιάγραμμα έργου .....	146

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 4.1	Τύποι Γεφυρών .....	34
Εικόνα 4.2	Η Γέφυρα της Χρυσής Πύλης στο Σαν Φρανσίσκο .....	35
Εικόνα 4.3	Η Γέφυρα του Ρίου – Αντιρρίου .....	36
Εικόνα 4.4	Η Σιδηροδρομική Γέφυρα Kew, Αγγλία .....	43
Εικόνα 4.5	Η Σιδηροδρομική Γέφυρα Hararanda – Tornio, Σουηδία – Φινλανδία.....	43
Εικόνα 4.6	Η Σιδηροδρομική Γέφυρα Hohenzollern – Κολωνία, Γερμανία.....	44
Εικόνα 4.7	Η Σιδηροδρομική Γέφυρα της διώρυγας της Κορίνθου .....	44
Εικόνα 5.1	Εξοπλισμός Ασφαλείας στο εργοτάξιο .....	54
Εικόνα 6.1	Προωθητής γαιών .....	67
Εικόνα 6.2	Διαμορφωτής γαιών .....	68
Εικόνα 6.3	Μηχανήματα (α) μεταφοράς και (β) άντλησης σκυροδέματος.....	71
Εικόνα 7.1	Εργοτάξιο οικοδομής στο κέντρο της πόλης Τορόντο.....	77
Εικόνα 7.2	Εργοτάξιο Κέντρου Πολιτισμού Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος.....	78
Εικόνα 7.3	Εργοτάξιο Ολυμπίας οδού .....	80
Εικόνα 7.4	Εργοτάξιο Σήραγγας Μακύνειας, Ιόνια Οδός.....	81
Εικόνα 7.5	Εργοτάξιο νέου λιμένα Μυκόνου .....	84
Εικόνα 7.6	Φράγμα θησαυρού στον ποταμό Νέστο .....	86
Εικόνα 7.7	Εργοτάξιο γέφυρας Ρίου – Αντιρρίου .....	87
Εικόνα 8.1	Φωτορεαλιστική απεικόνιση τεχνικού (1/2) .....	91
Εικόνα 8.2	Φωτορεαλιστική απεικόνιση τεχνικού (2/2) .....	92
Εικόνα 8.3	Φωτορεαλιστική απεικόνιση υποστηριγμάτων τόξων .....	97
Εικόνα 8.4	Φωτορεαλιστική απεικόνιση τεχνικού κατά τη φάση κατασκευής (1/3).....	102
Εικόνα 8.5	Φωτορεαλιστική απεικόνιση τεχνικού κατά τη φάση κατασκευής (2/3).....	102
Εικόνα 8.6	Φωτορεαλιστική απεικόνιση τεχνικού κατά τη φάση κατασκευής (3/3).....	103
Εικόνα 9.1	Απεικόνιση θέσης εργοταξίου .....	105
Εικόνα 9.2	Βαρέλα μεταφοράς μπετού στο εργοτάξιο της ΣΓ26.....	109
Εικόνα 9.3	Φορτωτές στο εργοτάξιο της ΣΓ26 .....	110
Εικόνα 9.4	Αυτοκινούμενος γερανός στο εργοτάξιο της ΣΓ26.....	111
Εικόνα 9.5	Καλαθοφόρος γερανός στο εργοτάξιο της ΣΓ26 .....	111
Εικόνα 9.6	Κομπρεσέρ στο εργοτάξιο της ΣΓ26 .....	112
Εικόνα 9.7	Κλαρκ στο εργοτάξιο της ΣΓ26 .....	113
Εικόνα 9.8	Τελική κατασκευή της ΣΓ26.....	148
Εικόνα 9.9	ΣΓ26 πανοραμικά.....	148

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΣΚΟΠΟΣ, ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

#### 1.1. Εισαγωγή

Οι μεταφορές διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη όλων των κλάδων της οικονομίας της σημερινής εποχής της παγκοσμιοποίησης. Οι μεταφορές ως γενικό σύνολο περιλαμβάνουν όλα τα είδη των μετακινήσεων ανθρώπων και ύλης, χρησιμοποιώντας κάθε είδους μέσο, σε κάθε είδους υποδομή και για την εκπλήρωση οποιασδήποτε επιδίωξης. Συνεπώς, έχουν διευκολύνει και επιταχύνει τις μετακινήσεις προσώπων, εμπορευμάτων και κεφαλαίων από ένα κράτος σε άλλο, καθιστώντας πιο εύκολη την επικοινωνία των λαών όλων των κρατών του πλανήτη (Σκάγιαννης Π., 1994).

Ενδεικτικά, παραθέτονται κάποια ποσοστά που αποδεικνύουν τη σημασία των μεταφορών στη σύγχρονη εποχή. Ο τομέας των μεταφορών αντιπροσωπεύει το 7% του ακαθάριστου εθνικού προϊόντος των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), όταν το αντίστοιχο ποσοστό της γεωργίας είναι πολύ μικρότερο και ανέρχεται στα επίπεδα του 3%. Στον κλάδο των μεταφορών της ΕΕ απασχολούνται 6 εκατομμύρια άτομα. Επίσης, οι μεταφορές απορροφούν σημαντικό ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, το οποίο ανέρχεται στο 34% για τις χώρες της ΕΕ και στο 29% για την Ελλάδα (Προφυλλίδης Β., 2004). Ο σιδηρόδρομος εντάσσεται στα μέσα των χειρσαίων μαζικών μεταφορών. Η κίνηση του συγκεκριμένου μέσου πραγματοποιείται μέσω χαλύβδινων τροχών ηλεκτρικά ή μηχανικά σε κλειστή σταθερή τροχιά, η οποία ορίζεται από δύο σιδηροτροχιές παράλληλες μεταξύ τους.

Μία κατηγορία δημόσιου έργου είναι τα σιδηροδρομικά έργα. Ο σιδηρόδρομος αποτελεί ένα μεγάλο θέμα σχολιασμού, επειδή είναι ένα κεφάλαιο το οποίο έκανε για πρώτη φορά την εμφάνιση του τον έκτο αιώνα στον ελλαδικό χώρο. Οι επόμενοι αιώνες που ακολούθησαν δεν έχουν να προσφέρουν κάποια πληροφορία για το θέμα του σιδηροδρόμου, γιατί ήταν κάτι που δεν είχε μελετηθεί και εξελιχθεί όπως έγινε τα επόμενα χρόνια. Το 1520 εμφανίζεται ξανά και πλέον αρχίζει να αποκτά περισσότερη σημασία να γίνονται οι αντίστοιχες ενέργειες, όπου βοήθησαν τον σιδηρόδρομο να αποκτήσει όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά ώστε να γίνει μία από τις επιλογές ταξιδιού τόσο επαγγελματικού χαρακτήρα όσο και ταξιδιού αναψυχής (Πυργίδης, 2009). Το σιδηροδρομικό δίκτυο της Ελλάδας έχει επεκταθεί σε μεγάλο μέρος της ηπειρωτικής χώρας. Συνέχεια πραγματοποιούνται παρεμβάσεις στους ήδη υπάρχοντες σταθμούς με στόχο να προσαρμόσουν τα στοιχεία των σταθμών στο κλίμα της σημερινής εποχής που θα καλύπτει περισσότερο τις ανάγκες των ανθρώπων. Όπως είναι αναμενόμενο το σιδηροδρομικό τεχνικό δίκτυο παρουσιάζει διαφορές σε σχέση με το οδικό τεχνικό δίκτυο της Ελλάδος.

Ο κλάδος των τεχνικών έργων είναι ιδιαίτερα απαιτητικός κατά τις φάσεις μελέτης, κατασκευής αλλά και λειτουργίας. Η διαχείριση εργοταξίου ενός μεγάλου τεχνικού έργου, απαιτεί άτομα κατάλληλα εκπαιδευμένα με γνώσεις και εμπειρία επί του αντικειμένου ώστε να λαμβάνουν κρίσιμες αποφάσεις σε όλα τα στάδια κατασκευής και για θέματα όπως η διαχείριση των πόρων, η διάθεση προσωπικού και εξοπλισμού, οι αλλαγές του χρονοδιαγράμματος, οικονομικά και τεχνικά θέματα.

Η χωροθέτηση εγκαταστάσεων εργοταξίου συνίστανται στην ορθολογική χρήση περιορισμένου χώρου στον οποίο θα τοποθετηθούν προσωρινές εγκαταστάσεις, οι οποίες θα συμβάλλουν στην αποτελεσματική λειτουργία του εργοταξίου. Ο χωροταξικός σχεδιασμός είναι παράγοντας κρίσιμης σημασίας για την αύξηση της παραγωγικότητας στα εργοτάξια. Κακός προγραμματισμός του χώρου συνεπάγεται αυξημένα κόστη μεταφοράς, αναποτελεσματική χρήση των πόρων και διόγκωση του μη παραγωγικού χρόνου, αλλά και αρνητικές επιπτώσεις στην ασφάλεια του εργοταξίου, με ένα μεγάλο ποσοστό ατυχημάτων να οφείλεται σε αυτόν. Σε μία βιομηχανία τόσο μεγάλη όσο η κατασκευαστική και σε μία εποχή που η ανταγωνιστικότητα ολοένα και αυξάνεται, με στόχο την αύξηση της ποιότητας του έργου και τη μείωση του κόστους, το πρόβλημα της βελτιστοποίησης χωροθέτησης εγκαταστάσεων στο εργοτάξιο αναδεικνύεται ολοένα και περισσότερο ως σημαντικό ζήτημα προς επίλυση στη διαχείριση τεχνικών έργων. Κρίνεται επομένως, επιτακτικός ο σχεδιασμός της χωροθέτησης των εγκαταστάσεων εργοταξίου πριν την έναρξη της κατασκευαστικής διαδικασίας για την επίτευξη του βέλτιστου αποτελέσματος της κατασκευής.

## 1.2. Σκοπός και Στόχοι της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά το επιστημονικό πεδίο της Διαχείρισης Έργων και έχει ως σκοπό να αναδείξει την πορεία ενός μεγάλου τεχνικού σιδηροδρομικού έργου, αυτό της κατασκευής της σιδηροδρομικής γέφυρας της Εκκάρας Δομοκού. Η οργάνωση ενός εργοταξίου ενός τέτοιου μεγάλου μεγέθους έργου απαιτεί ειδική γνώση και ορθή διαχείριση. Μελετάται και προτείνεται η κατάλληλη χωροθέτηση του εργοταξίου σύμφωνα με τις ανάγκες του τεχνικού έργου. Η αποτελεσματική διάταξη των εγκαταστάσεων του εργοταξίου είναι παράγοντας ζωτικής σημασίας για την επιτυχία του κατασκευαστικού έργου, καθώς προωθεί την παραγωγικότητά του. Η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων του εργοταξίου συνίσταται στον προσδιορισμό των προσωρινών εγκαταστάσεων που καθίστανται απαραίτητες για την υποστήριξη των κατασκευαστικών διαδικασιών της σιδηροδρομικής γέφυρας, στον καθορισμό του μεγέθους και του σχήματός τους, καθώς και της τοποθέτησής τους στις διαθέσιμες τοποθεσίες εντός των ορίων του εργοταξιακού χώρου. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στα θέματα που τίθενται να αντιμετωπίσει ένας μηχανικός στη φάση σχεδιασμού, λειτουργίας και παραγωγικότητας συνήθων εργοταξιακών διατάξεων ενός τεχνικού έργου. Οι εμπλεκόμενοι φορείς, οφείλουν να εντοπίζουν τους κινδύνους ενός εργοταξίου, αλλά και να διαχειρίζονται με τον καλύτερο δυνατό

τρόπο την οργάνωσή του, η οποία επηρεάζει άμεσα την ποιότητα, την ασφάλεια, το κόστος και τον χρόνο κατασκευής του έργου. Είναι αδήριτη ανάγκη να λαμβάνουν άμεσα αποφάσεις στα κατασκευαστικά ζητήματα εντός του χώρου του εργοταξίου με τελικό αποτέλεσμα ενός άρτια ποιοτικά έργου που θα απευθύνεται στους χρήστες της σιδηροδρομικής γέφυρας την περίοδο λειτουργίας της.

Για την εκπόνηση της εργασίας συγκεντρώθηκαν πληροφορίες από τους μηχανικούς επίβλεψης και τους μηχανικούς του Κύριου του έργου της σιδηροδρομικής γέφυρας, από κατασκευαστές μηχανημάτων έργου, από τεχνικά περιοδικά και από σχετική βιβλιογραφία. Διεκπαιρωθήκε επίσκεψη στους χώρους του εργοταξίου αρκετές φορές σε διάφορες φάσεις κατασκευής του σιδηροδρομικού έργου για τη συλλογή πραγματικών πληροφοριών και φωτογραφικού υλικού.

### **1.3. Δομή της εργασίας**

Για την πληρέστερη κατανόηση του θέματος και την διευκόλυνση των αναγνωστών η εργασία κατανεμήθηκε σε δέκα κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στις μεταφορές και στα σιδηροδρομικά δίκτυα, περιγράφεται το θέμα της διπλωματικής εργασίας, ο στόχος και ο σκοπός της συγγραφής της, καθώς και η δομή που θα ακολουθήσει.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αποσαφηνίζονται οι βασικοί όροι και οι έννοιες που περιλαμβάνονται στην παρούσα εργασία και θα ακολουθήσουν στα επόμενα κεφάλαια.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται μία ιστορική αναδρομή των σιδηροδρόμων, ακολουθούν στοιχεία για το σιδηροδρομικό δίκτυο της Ελλάδας, οι ανάγκες για το σιδηροδρομικό δίκτυο και τις σιδηροδρομικές μεταφορές, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του σιδηρόδρομου και οι ιδιαιτερότητες των σιδηροδρομικών δικτύων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφονται βασικά στοιχεία των κατασκευών των γεφυρών, τα είδη γεφυρών, τους τύπους φορέων καταστρώματος γεφυρών και μέθοδοι κατασκευής τους. Ακόμη εξετάζονται οι σιδηροδρομικές γέφυρες, γίνεται αναφορά στα κύρια δομικά μέρη αυτών και παρουσιάζονται εντυπωσιακές σιδηροδρομικές γέφυρες τόσο στο εξωτερικό όσο και στον ελληνικό χώρο.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια προσέγγισης του θεωρητικού υποβάθρου της οργάνωσης εργοταξίου, όπου εξετάζονται βασικά θέματα που αφορούν τα εργοταξία, γίνεται περιγραφή των ειδών εργοταξίου, του οργανογράμματος που απαιτούν, των δικτύων παροχής που πρέπει να εξασφαλίζει κάθε εργοτάξιο. Μελετάται το ανθρώπινο δυναμικό που απαρτίζει τα εργοτάξια, το οδικό δίκτυο του εργοταξίου και γίνεται αναφορά στον όρο της ασφάλειας που πρέπει να

παρέχεται στον εργοταξιακό χώρο καθώς και στα μέτρα ασφαλείας που είναι απαραίτητο να λαμβάνονται και να τηρούνται.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές εγκαταστάσεις που βρίσκονται στα εργοτάξια. Περιγράφονται τα γραφεία διοίκησης του εργοταξίου, ο χώρος διαμονής του προσωπικού, οι αποθηκευτικοί χώροι και τα υλικά που χρησιμοποιούνται και η διαδικασία προγραμματισμού και ελέγχου των αποθεμάτων. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στα εργαστήρια ποιοτικού ελέγχου που διαθέτουν τα εργοτάξια και στις εγκαταστάσεις παραγωγής εργοταξίων. Οι εγκαταστάσεις παραγωγής εργοταξίου διαχωρίζονται στα σταθερά εγκατεστημένα μηχανήματα και στα κινητά μηχανήματα και κατόπιν αναλύονται οι βασικές κατηγορίες αυτών των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται στα εργοτάξια. Ακόμη, παρουσιάζονται ορισμένες εγκαταστάσεις γενικής χρήσης και τα συνεργεία που συναντώνται στους εργοταξιακούς χώρους.

Το έβδομο κεφάλαιο αναφέρεται στη διάταξη των εργοταξιακών εγκαταστάσεων που ακολουθείται στα τεχνικά έργα και παρουσιάζεται η διαδικασία σχεδιασμού και οι βασικές αρχές χωροθέτησης των εργοταξιακών εγκαταστάσεων καθώς και σφάλματα που παρουσιάζονται κατά τη εφαρμογή αυτών στα εργοτάξια. Στη συνέχεια, περιγράφονται οι κατηγορίες διάταξης των εγκαταστάσεων του εργοταξίου ανάλογα με τον τύπο κάθε έργου. Συγκεκριμένα, αναλύεται η διάταξη εργοταξίου οικοδομικού έργου, η διάταξη εργοταξίου έργου οδοποιίας, η διάταξη εργοταξίου λιμενικού έργου, η διάταξη εργοταξίου υδραυλικού έργου, η διάταξη εργοταξίου ηλεκτρομηχανολογικού έργου και η διάταξη εργοταξίου ασυνήθιστων ή σύνθετων έργων. Παρουσιάζονται και τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα από τις παραπάνω χαρακτηριστικές διατάξεις.

Στο όγδοο κεφάλαιο περιγράφεται η μελέτη περίπτωσης της παρούσας διπλωματικής εργασίας που είναι η σιδηροδρομική γέφυρα ΣΓ26 της Εκκάρας Δομοκού. Αρχικά, αναφέρεται η αναγκαιότητα του εξεταζόμενου έργου και η σπουδαιότητά του και στη συνέχεια ακολουθεί αναλυτική περιγραφή της σιδηροδρομικής γέφυρας. Εξετάζεται ο τρόπος κατασκευής αυτού του απαιτητικού έργου και περιγράφονται οι φάσεις κατά την διαδικασία κατασκευής του.

Στο ένατο κεφάλαιο γίνεται εφαρμογή του θεωρητικού υποβάθρου που εξετάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια στην μελέτη περίπτωσης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Συγκεκριμένα, αναλύεται η κατάλληλη θέση του εργοταξίου που επιλέχθηκε για το έργο της σιδηροδρομικής γέφυρας, παρουσιάζονται τα δίκτυα παροχών του εργοταξίου της γέφυρας και προτείνεται η διάταξη του εργοταξιακού χώρου και η χωροθέτηση των αναγκαίων εργοταξιακών εγκαταστάσεων που απαιτούνταν. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στα κύρια κινητά μηχανήματα που χρησιμοποιήθηκαν στο έργο. Παράλληλα, παρουσιάζεται ο χρονικός προγραμματισμός του έργου και το χρονοδιάγραμμα του έργου, όπου δηλώνεται πότε ξεκινούν οι εργασίες της κατασκευής της γέφυρας και πόση θα είναι η διάρκεια τους καθώς και την τελική ημερομηνία περάτωσης του έργου. Επιπρόσθετα, αναφέρονται στοιχεία

σχετικά με την κοστολόγηση του τεχνικού έργου και την κοστολόγηση του εργοταξίου της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26 της Εκκάρας Δομοκού.

Τέλος, το δέκατο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα συμπεράσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας και τις προτάσεις για περαιτέρω έρευνα και ανάλυση.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

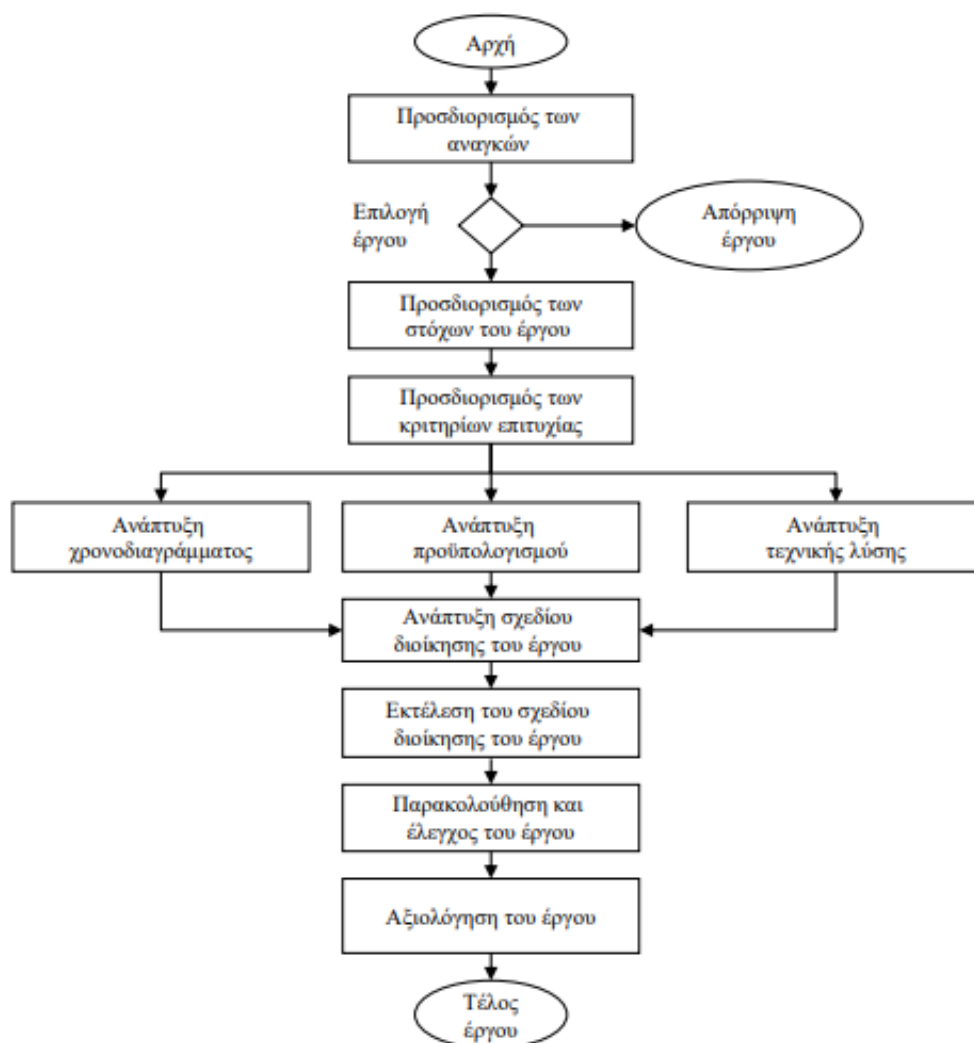
### ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Σ' αυτήν την ενότητα θα αναλυθούν οι έννοιες που αποτελούν ορόσημο για την κατανόηση της εργασίας, καθώς περιλαμβάνονται κατά εξακολούθηση στα επόμενα κεφάλαια.

Αρχικά, θα πρέπει να διευκρινιστούν γενικοί όροι και έννοιες που αφορούν την οργάνωση των εργοταξίων και την κατασκευή ενός συγκοινωνιακού έργου.

Ως *τεχνικό έργο* ορίζεται το πεπερασμένης διάρκειας εγχείρημα κατά το οποίο οικονομικοί, ανθρώπινοι και υλικοί πόροι αλλά και μηχανολογικός εξοπλισμός οργανώνονται και χρησιμοποιούνται με καινοφανή τρόπο τέτοιο ώστε το τελικό αποτέλεσμα να διευκολύνει επωφελείς για το κοινωνικό σύνολο δραστηριότητες (διαβίωση, μεταφορές, επικοινωνία). Κάθε έργο είναι «μοναδικό». Αν ένα τεχνικό έργο, π.χ. μια γέφυρα, κατασκευασθεί σε δυο διαφορετικές τοποθεσίες εφαρμόζοντας τα ίδια σχέδια, υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά (διαφορετικό έδαφος θεμελίωσης, διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες, διαφορετικό περιβάλλον, πιθανόν διαφορετικά συνεργεία που θα το κατασκευάσουν κ.λπ.), τα οποία διαφέρουν για τις δυο περιπτώσεις. (Χασιακός Α., 2018)

Τα βασικά αυτά στάδια εκτέλεσης ενός έργου περιγράφονται γραφικά στο Σχήμα 2.1. Είναι βέβαιο ότι η εικόνα αυτή δεν μπορεί να περιγράψει με ακρίβεια όλα τα στάδια εκτέλεσης ενός έργου, δίνει όμως τα βασικά βήματα ώστε να μπορέσει να κατανοήσει ο αναγνώστης τη γενική εικόνα (Φιτσιλής et al., 2008).



**Σχήμα 2.1** Τα βασικά στάδια εκτέλεσης ενός έργου (Πηγή: Φιτσιλής et al., 2008)

Ως **εργοτάξιο** νοείται ο χώρος (και ευρύτερα ο παραγωγικός μηχανισμός) μέσα ή κοντά στο έργο ο οποίος διαμορφώνεται και εξοπλίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνει την κατασκευαστική διαδικασία βάσει των τεχνικών μεθόδων και των μέσων παραγωγής που έχουν επιλεγεί. Η παραγωγή των δομικών έργων απαιτεί «κινητές εγκαταστάσεις παραγωγής», οι οποίες συγκροτούνται για κάθε έργο ξεχωριστά. Για κάθε νέο έργο απαιτείται η εγκατάσταση νέου εργοταξίου στον τόπο κατασκευής του έργου. (Χασιακός Α., 2018)

Με τον όρο **οργάνωση εργοταξίου** καλείται ο σχεδιασμός που περιλαμβάνει τον καθορισμό των απαιτούμενων για την κατασκευή του έργου εγκαταστάσεων και του τρόπου λειτουργίας των εργοταξιακών χώρων έτσι ώστε το εργοτάξιο να καθίσταται αποδοτικό ενισχύοντας την παραγωγικότητα. (Χασιακός Α., 2018)

Το πρόβλημα της **χωροθέτησης εργοταξίου** ορίζεται γενικά ως ο προσδιορισμός του σχήματος και του μεγέθους των εγκαταστάσεων που πρέπει να τοποθετηθούν, καθώς και των σχετικών θέσεων τους, ώστε αφενός να ικανοποιούνται οι περιορισμοί

ανάμεσά τους και αφετέρου, να λειτουργούν αποτελεσματικά. Γενικά, ο χωροταξικός σχεδιασμός εγκαταστάσεων αφορά το διαμερισμό μιας περιοχής σε κέντρα εργασίας, έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το κόστος αλληλεπίδρασης μεταξύ αυτών των κέντρων.

**Χρονική διάρκεια έργου** καλείται ο συνολικός χρόνος ολοκλήρωσης ενός έργου εξαρτώμενος από επιμέρους εργασίες. Η μονάδα μέτρησης του χρόνου εξαρτάται από την φύση και τα δεδομένα του έργου και συνήθως είναι η εβδομάδα ή ο μήνας. (Πολύζος, Σ., 2018)

Με τον όρο **σιδηροδρομική υποδομή** νοείται η σιδηροδρομική οδός μεταφοράς (ή αλλιώς σιδηροδρομική γραμμή) και το σύνολο των τεχνικών έργων και εγκαταστάσεων που εξασφαλίζουν την κυκλοφορία των συρμών (Πυργίδης Χ., 2009).

Σύμφωνα με το PMBOK (Project Management Body of Knowledge), **Διαχείριση Έργων** ορίζεται ως η διαδικασία κατά την οποία εφαρμόζουμε γνώσεις (knowledge), δεξιότητες (skills), εργαλεία (tools) και τεχνικές (techniques) κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων του έργου με στόχο να ικανοποιήσουμε τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες των συμμετεχόντων. (PMI, 2013) Επομένως, διαχείριση έργων είναι η διαδικασία ενσωμάτωσης όλων όσων πρέπει να γίνουν καθώς το έργο διανύει τον κύκλο ζωής, ώστε να ικανοποιηθούν οι στόχοι του έργου. Συνήθως οι στόχοι του έργου ορίζονται σε συνάρτηση:

- ✓ Του αντικειμένου εργασιών, του χρόνου, του κόστους και της ποιότητας,
- ✓ Των συμμετεχόντων, οι οποίοι έχουν διαφορετικές ανάγκες και προσδοκίες και
- ✓ Των απαιτήσεων.

Στη συνέχεια δίνονται ορισμοί, σύμφωνα με τη νομοθεσία, που αφορούν τη μελέτη και την εκτέλεση των έργων (Κανονιστική διοικητική πράξη 172/2002):

- **Αρμόδιο πρόσωπο:** Κάθε πρόσωπο υπεύθυνο για την ασφαλή διεξαγωγή, έλεγχο και επιθεώρηση της υπό εκτέλεση εργασίας που κατέχει την απαιτούμενη πείρα και γνώσεις.
- **Κύριος του Έργου (ΚτΕ):** Φυσικό ή Νομικό πρόσωπο, για τον οποίο πραγματοποιείται το Έργο.
- **Εργολάβος:** Φυσικό ή Νομικό πρόσωπο, που συμβάλλεται με τον κύριο του έργου και αναλαμβάνει την εκτέλεση ολοκλήρου του έργου ή τμήματός του.
- **Υπεργολάβος:** Φυσικό ή Νομικό πρόσωπο, που συμβάλλεται με εργολάβο ή άλλο υπεργολάβο και αναλαμβάνει την εκτέλεση ολοκλήρου του έργου ή τμήματός του.

- **Μελετητής:** Φυσικό ή Νομικό πρόσωπο, που συμβάλλεται με τον κύριο του έργου ή τον εργολάβο ή τον υπεργολάβο και εκπονεί τη μελέτη ολοκλήρου του έργου ή μέρους του έργου.
- **Ανεκτέλεστο Υπόλοιπο Έργων:** Η αξία του υπολειπόμενου προς εκτέλεση τμήματος των υπογεγραμμένων συμβάσεων σε μία δεδομένη χρονική στιγμή.
- **Αυτοχρηματοδότηση:** Η κάλυψη του κόστους κατασκευής ενός έργου από ιδιωτικούς φορείς με ίδιους πόρους και δανειακά κεφάλαια έναντι της παραχώρησης της εκμετάλλευσης του έργου.
- **Συγχρηματοδότηση:** Μέθοδος κατασκευής έργων ανάλογη με της αυτοχρηματοδότησης, στην οποία όμως το κράτος συνεισφέρει ένα μέρος του συνολικού κόστους προκειμένου να καταστεί οικονομικά βιώσιμο το έργο ή να προσαρμοστούν χαμηλότερα τα τιμολόγια χρήσης.
- **Κοινοπραξία:** Είναι η ένωση κατασκευαστικών εταιριών για την εκτέλεση κάποιου έργου με σκοπό τη διεκδίκηση μεγαλύτερων αξιώσεων λόγω της εξειδίκευσης των εταιρών σε κάποια συγκεκριμένα τμήματα ή τεχνικά ζητήματα του έργου και να περιορίσουν τον συνολικό επιχειρηματικό τους κίνδυνο. Η κοινοπραξία αποτελεί ξεχωριστή νομική οντότητα με διάρκεια ζωής τόση όση και η διάρκεια του έργου. Ως συντονιστής του έργου ορίζεται κάποιο από τα μέλη της κοινοπραξίας έναντι πρόσθετης αμοιβής.

Στη διαδικασία παραγωγής των τεχνικών έργων (π.χ. στην κατασκευή μιας γέφυρας) υπεισέρχονται διάφορα **συνεργεία** (εκσκαφές, κατασκευή καταστρώματος, κ.λπ.), χωρίς να υπάρχει απαραίτητα μεταξύ τους συνεργασία και χωρίς να έχει τη δυνατότητα ο κύριος του έργου (ΚτΕ) να ελέγχει και να κατανοεί απόλυτα τα προβλήματα της κατασκευής (θέματα τεχνικής ποιότητας, οικονομίας της κατασκευής, αρτιότητας, κ.λπ.) (Πολύζος, Σ., 2018)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ

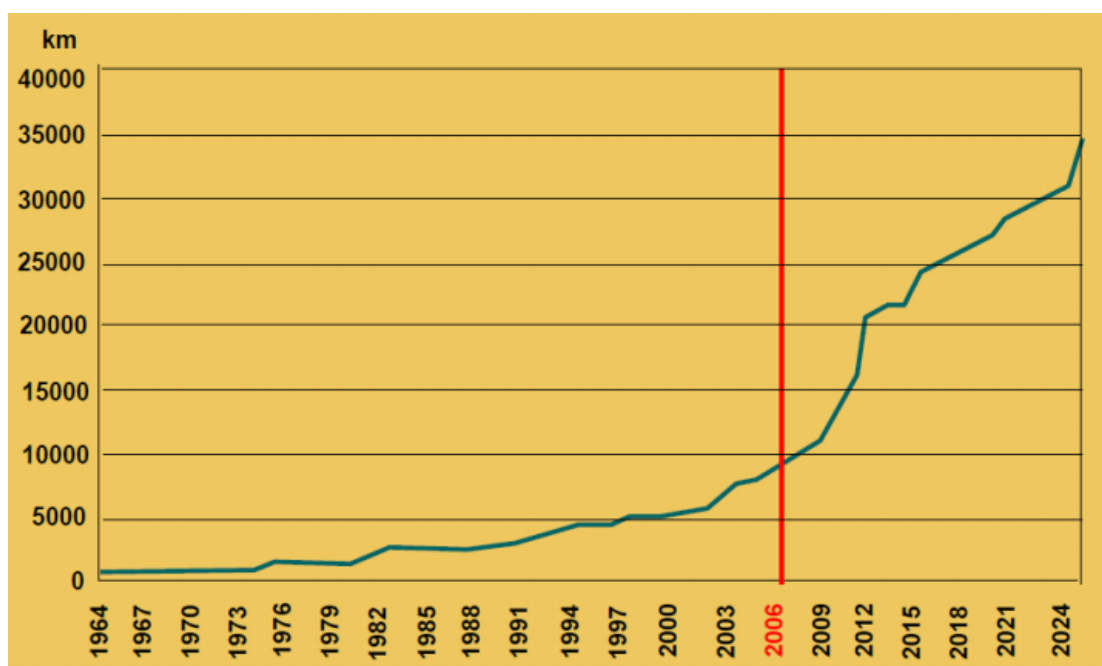
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται μία ιστορική αναδρομή των σιδηροδρόμων γενικότερα, στην συνέχεια ακολουθεί το σιδηροδρομικό δίκτυο της Ελλάδας, οι ανάγκες για σιδηροδρομικό δίκτυο και σιδηροδρομικές μεταφορές, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του σιδηρόδρομου και οι ιδιαιτερότητες των δικτύων.

#### 3.1. Ιστορική αναδρομή

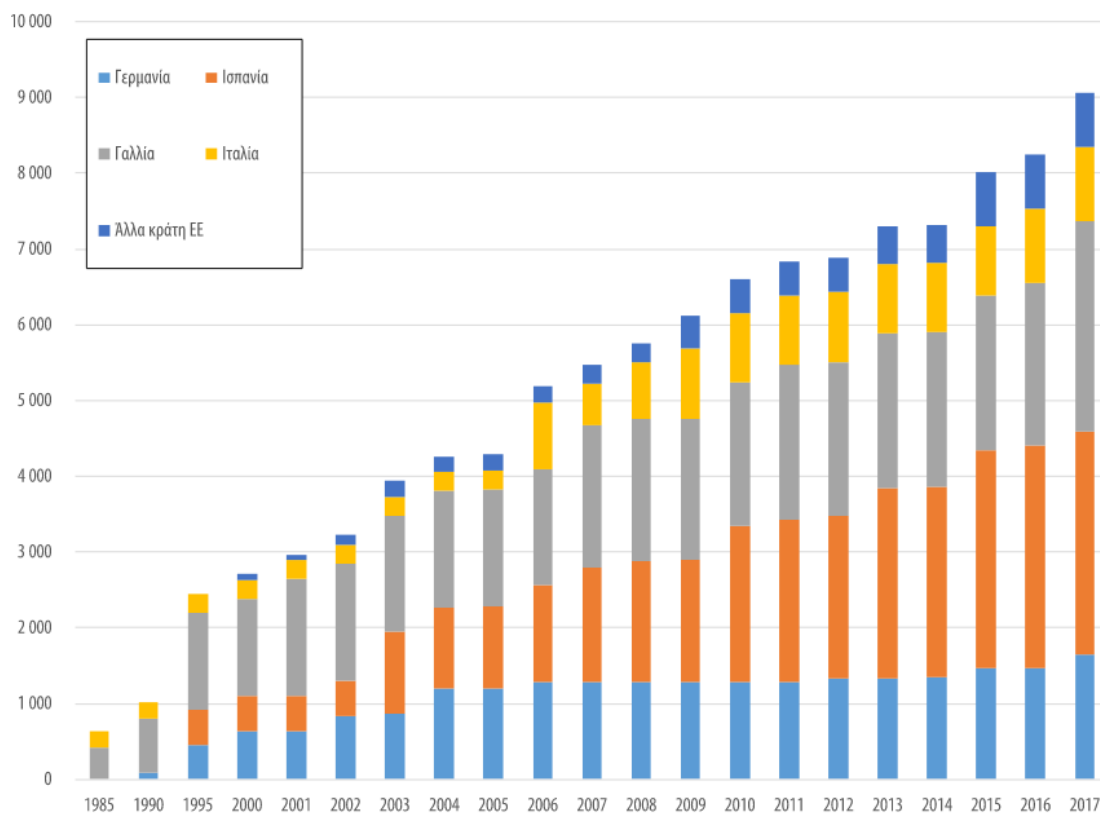
Από την αρχαιότητα δημιουργήθηκε στον άνθρωπο η ανάγκη να μεταφέρει τα εμπορεύματα του. Ο πρώτος λαός που προσπάθησε να εφαρμόσει μία μορφή σιδηρόδρομου ήταν οι Σουμέριοι, ακολούθησαν οι Βαβυλώνιοι, αργότερα οι αρχαίοι Έλληνες και τέλος οι Ρωμαίοι. Στην συνέχεια ακολουθεί μία ολοκληρωμένη παρουσίαση της εξέλιξης του σιδηρόδρομου (Γιαννακίδης, 2014; Προφυλλίδης, 1993):

- Τον 6ο αιώνα π.Χ. στον ελλαδικό χώρο εμφανίζεται ο Δίολκος. Ο Δίολκος ήταν ένας σιδηρόδρομος, ο οποίος είχε μήκος 6 χιλιόμετρα και εξυπηρετούσε στην μεταφορά των πλοίων πέρα από τον Ισθμό της Κορίνθου. Οι σκλάβοι ήταν υπεύθυνοι για να ωθήσουν τα φορτηγά, ώστε να ακολουθήσουν μία διαδρομή σε ασβεστόλιθους. Το χρονικό διάστημα, όπου παρέμεινε σε λειτουργία η Δίολκος ήταν περισσότερο από 1300 χρόνια.
- Το 1520 εμφανίζονται οι πρώτες σιδηροτροχιές στα ορυχεία, ύστερα από ένα τεράστιο χρονικό διάστημα αιώνων, όπου το κομμάτι της μεταφοράς με την μορφή του σιδηροδρόμου είχε ξεχαστεί.
- Το 1630 για πρώτη φορά στα ανθρακορυχεία της Αγγλίας χρησιμοποιούνται ξύλινες τροχιές με σιδερένια επένδυση, ώστε τα φορτία να είναι σε θέση να κινούνται ευκολότερα.
- Το 1814 ο κόσμος των μεταφορών δέχεται αναστάτωση από την ανακάλυψη του Στήβενσον. Ο Στήβενσον ανακάλυψε την ατμομηχανή.
- Το 1825 πραγματοποιείται η κατασκευή του πρώτου σιδηρόδρομου μεταξύ των περιοχών Στόκταν και Ντάρλινγκτον, όπου η έκταση του ήταν 39 χιλιόμετρα.
- Στις 9 Οκτωβρίου 1829 εγκαινιάζεται η πρώτη σιδηροδρομική γραμμή ΛίβερπουλΜαντσεστερ, η οποία προοριζόταν για επιβατική χρήση και το μήκος ήταν 116 χιλιόμετρα και η ωριαία ταχύτητα, όπου μπορούσε να φτάσει ήταν τα 26 χιλιόμετρα.
- Το 1832 εγκαινιάζεται στην Γαλλία η γραμμή Σαιν Ετιέν μέχρι την περιοχή Λυών.

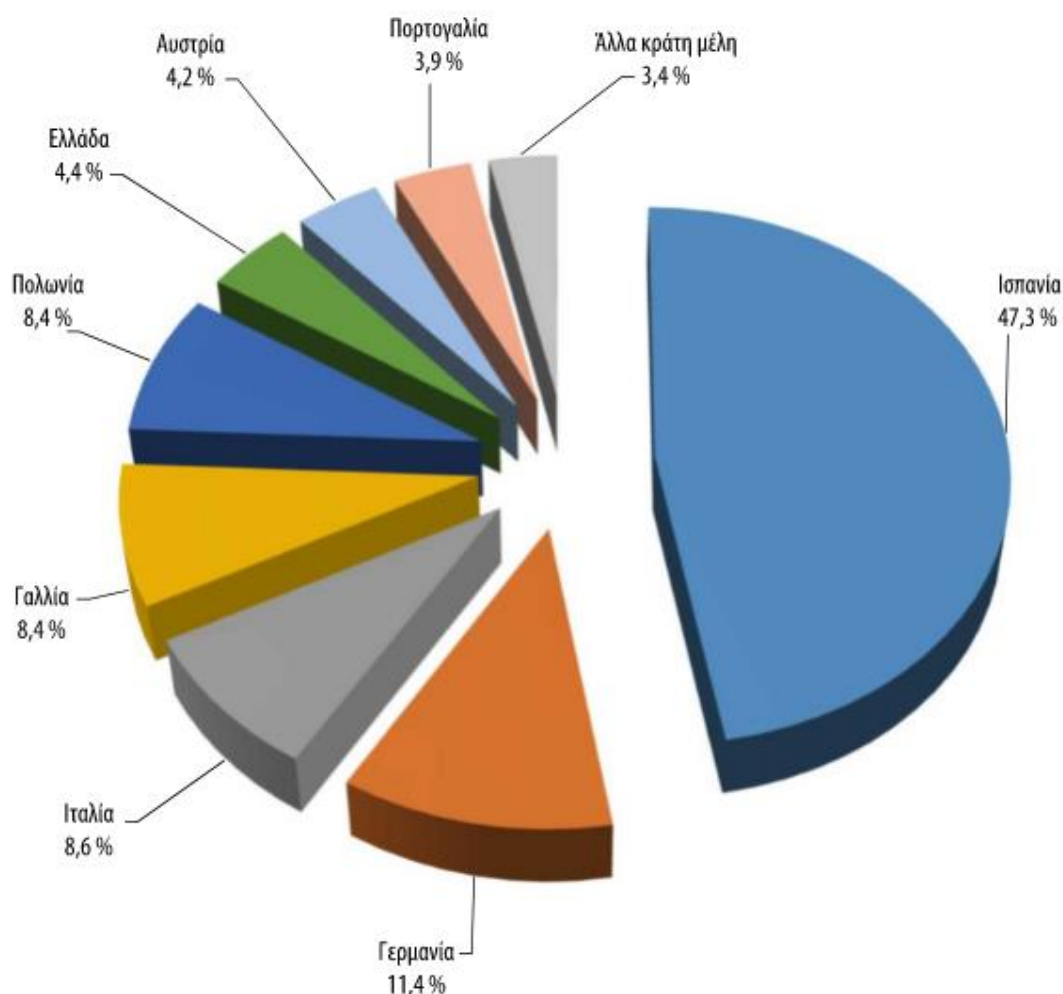
- Το 1835 γίνονται πραγματικότητα οι πρώτες μικρές σιδηροδρομικές διαδρομές στην Γερμανία. Συγκεκριμένα στο Βέλγιο στην περιοχή των Βρυξελλών και του Μαλλίν.
- Το 1855 στον ελλαδικό χώρο η κυβέρνηση Μαυροκορδάτου κατέθεσε το πρώτο νομοσχέδιο, το οποίο ζητούσε την κατασκευή σιδηροδρομικού δικτύου στην Αθήνα και τον Πειραιά.
- Το 1859 κυκλοφορούν τα πρώτα βαγόνια κλινάμαξες.
- Το 1869 ο σιδηρόδρομος εμφανίζεται και πέρα των ευρωπαϊκών συνόρων και φτάνει στην αμερικανική ήπειρο, όπου το δίκτυο της Αμερικής έφτανε τα 5000 χιλιόμετρα σε μήκος.
- Το 1879 υπάρχουν εστιατόρια στα βαγόνια. Παράλληλα την ίδια χρονιά γίνεται παρουσίαση του Γερμανού Ζίμενς για την πρώτη ηλεκτράμαξα στην έκθεση του Βερολίνου.
- Τον Οκτώβριο του 1883 το πολυτελές ΟΡΙΑΝ ΕΞΠΡΕΣ κάνει το παρθενικό του ταξίδι από το Παρίσι στην Κωνσταντινούπολη.
- Το 1905 το έργο του υπερσιβηρικού σιδηρόδρομου ολοκληρώνεται με μήκος 8000 χιλιομέτρων, όπου έτσι πετυχαίνεται η σύνδεση της Πετρούπολης με το Βλαδιβοστοκ.



Σχήμα 3.1 Ανάπτυξη σιδηροδρομικού δικτύου (Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή)



**Σχήμα 3.2** Μήκος των εθνικών σιδηροδρομικών δικτύων υψηλής ταχύτητας στην ΕΕ – διαχρονική ανάπτυξη (Πηγή: EU Statistical Pocketbook 2017· UIC.) *Σημείωση:* Στο διάγραμμα αυτό περιλαμβάνονται μόνο γραμμές (ή τμήματα γραμμών) στις οποίες οι αμαξοστοιχίες μπορούν να υπερβαίνουν τα 250 χλμ./ώρα σε κάποιο σημείο της διαδρομής τους



**Σχήμα 3.3** Επισκόπηση της συγχρηματοδότησης της ΕΕ για σιδηροδρόμους υψηλής ταχύτητας ανά κράτος μέλος (2000-2017) (Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή)

Το 1869 εμφανίζεται στην Ελλάδα το πρώτο σιδηροδρομικό δίκτυο και η διαδρομή του ήταν Αθήνα - Πειραιάς (Μελά και Σλαβάκη, 2013). Στην συνέχεια επεκτάθηκε η γραμμή μέχρι την Ομόνοια και αργότερα έφτασε μέχρι την Κηφισιά. Το 1904 πραγματοποιείται η ηλεκτροκίνηση της γραμμής. Η εδαφική ιδιομορφία όπου παρατηρείται στον ελλαδικό χώρο, είχε ως αποτέλεσμα να μην γίνουν οι ανάλογες εργασίες, ώστε να κατασκευαστεί ένα μεγάλο και ενιαίο πλέγμα σιδηροδρομικών γραμμών. Οι ιδιωτικές εταιρίες είχαν αναλάβει τα πρώτα τρένα της Ελλάδας και η σιδηροδρομική κίνηση-μετακίνηση δηλώνει την ίδρυση του ελληνικού κράτους. Τέλη του 1880 παρουσιάζεται σοβαρότερη προσέγγιση για την δημιουργία σιδηροδρομικού δικτύου στην Ελλάδα. Η αντιπολίτευση ως πρόταση θέτει οι γραμμές του σιδηροδρόμου να έχουν ως κέντρο την πρωτεύουσα και οι ακτίνες να είναι διάφορες πόλεις και λιμάνια της χώρας. Ο στόχος του ελληνικού κράτους ήταν η επιτυχημένη σύνδεση με τα βαλκανικά και τα υπόλοιπα ευρωπαϊκά κράτη. Παράλληλα, προχωράει η κατασκευή και η λειτουργία των πρώτων τρόλεϊ και των υπόγειων ηλεκτροκίνητων σιδηροδρόμων. Την επέκταση των υποδομών αλλά και την πραγματοποίησή

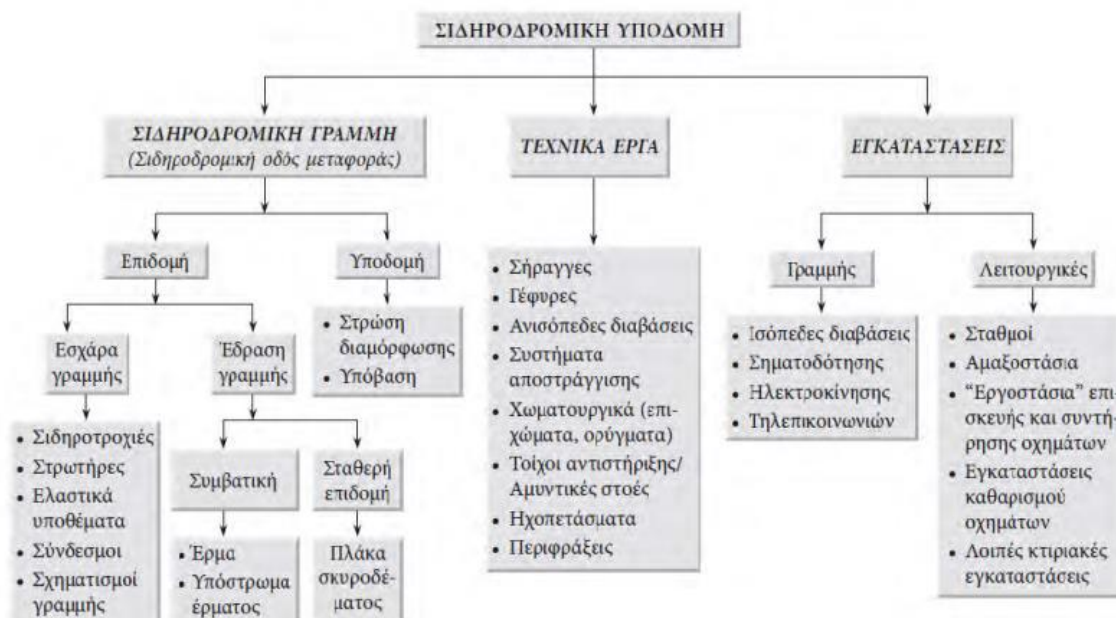


δημοσίων έργων στην την Ελλάδα, κατάφερε να επιτύχει η κυβέρνηση Τρικούπη η οποία, παρόλο που δεν απέκλειε την κατασκευή διεθνούς γραμμής που θα συνέδεε την Ελλάδα με την υπόλοιπη Ευρώπη, έδωσε μεγαλύτερη βαρύτητα στο τοπικό δίκτυο. Στα πλαίσια της ευρύτερης οικονομικής πολιτικής του Τρικούπη, βασικό στοιχείο αποτελούσε η ανάπτυξη της οικονομίας μέσω της εκβιομηχάνισης της χώρας. Την δεκαετία του 1900 ξεκινάει η μαζική παραγωγή ηλεκτραμαξών και η χρήση τους αποκτά σημαντική αξία τόσο για τις εμπορικές μεταφορές όσο και για τις επιβατικές μεταφορές.

### 3.2. Το Σιδηροδρομικό Δίκτυο της Ελλάδας

Οι σιδηροδρομικές μεταφορές κατέχουν σήμερα εξέχουσα θέση στην παγκόσμια οικονομία. Αρκετές φορές ενεργούν συμπληρωματικά με τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς, ενώ για πολλές χώρες αποτελούν τεχνολογία αιχμής. Το σιδηροδρομικό δίκτυο της Ελλάδας εξυπηρετεί τόσο στην μεταφορά του επιβατικού κοινού όσο και των εμπορευμάτων. Η κίνηση του πραγματοποιείται είτε ηλεκτρικά είτε μηχανικά με την βοήθεια χαλύβδινων τροχών (έχει παρατηρηθεί ότι σε κάποια δίκτυα αστικών σιδηροδρόμων γίνεται χρήση τροχών με ελαστικά επιστρώματα). Ο σιδηρόδρομος χαρακτηρίζεται ως μέσο μεταφοράς και αποτελείται από τρεις συνιστώσες (Πυργίδης, 2009):

- Σιδηροδρομική Υποδομή
- Τροχαίο Υλικό
- Εκμετάλλευση



Σχήμα 3.4 Συνιστώσες και στοιχεία σιδηροδρομικής υποδομής (Πηγή: Πυργίδης Χ., 2009)

Τα στοιχεία, τα οποία συνθέτουν, την έννοια της σιδηροδρομικής υποδομής είναι η σιδηροδρομική γραμμή, τα τεχνικά έργα και οι εγκαταστάσεις. Ως σιδηροδρομική υποδομή ορίζεται το άθροισμα των τεχνικών έργων και εγκαταστάσεων και η σιδηροδρομική οδός μεταφοράς. Στην κατηγορία των τεχνικών έργων περιλαμβάνονται υπόγεια τμήματα γραμμής, τα οποία υλοποιούνται είτε με την μέθοδο cut and cover είτε με την μέθοδο cover and cut, ανισόπεδες διαβάσεις, χωματουργικά έργα, αμυντικές στοές κ.τ.λ. Οι εγκαταστάσεις διακρίνονται σε δύο κατηγορίες τις εγκαταστάσεις γραμμής και τις λειτουργικές εγκαταστάσεις.

Οι υποκατηγορίες των εγκαταστάσεων γραμμής είναι η ισόπεδη σιδηροδρομική διάβαση και οι εγκαταστάσεις ηλεκτρικής έλξης. Οι λειτουργικές εγκαταστάσεις έχουν τα αμαξοστάσια και λοιπές κτιριακές εγκαταστάσεις όπως το κτίριο συντήρησης ντιζελοκίνητων αυτοκινηταμαξών.

Η Εθνική Σιδηροδρομική Υποδομή είναι η σιδηροδρομική υποδομή όπου εκτείνεται στον ελλαδικό χώρο και κύριος χρήστης είναι ο Οργανισμός Σιδηροδρόμων Ελλάδος (Ο.Σ.Ε.). Ο Ο.Σ.Ε. είναι υπεύθυνος για τα όρια επέκτασης των σιδηροδρομικών γραμμών όπως επίσης και για της διαδικασίες αναβάθμισης και συντήρησης των υπάρχοντων σιδηροδρομικών υποδομών και επιδομών. Παράλληλα, ο Οργανισμός είναι υποχρεωμένος να ελέγχει τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα και τις ηλεκτροκινήσεις, τις σήραγγες, τις γέφυρες και όλες τις εγκαταστάσεις που εξυπηρετούν στην καλύτερη λειτουργία του δικτύου.



**Σχήμα 3.5** Χάρτης ελληνικού σιδηροδρομικού δικτύου (Πηγή: Ο.Σ.Ε.)

Ο κύριος άξονας του σιδηροδρομικού δικτύου (Σχήμα 3.5) έχει ως αφετηρία την περιοχή του Πειραιά, διατρέχει το κεντρικό τμήμα της Ελλάδας και ο τερματικός του σταθμός είναι τα Σκόπια, μέσω Ειδομένης. Τα επιμέρους τμήματα του κύριου άξονα παρουσιάζονται παρακάτω:

- Πειραιάς-Αθήνα
- Αθήνα-Οινόη-Τιροθέα
- Τιροθέα- Δομοκός
- Δομοκός-Παλιοφάρσαλος-Λάρισα-Πλατύ-Θεσσαλονίκη
- Θεσσαλονίκη-Ειδομένη

Ο κύριος άξονας εμφανίζει διακλαδώσεις όπου βοηθούν στην μετακίνηση και άλλων περιφερειακών πόλεων. Οι διακλαδώσεις αυτές είναι οι εξής: Οινόη-Χαλκίδα, Λιανοκλάδι-Λαμία-Στυλίδα, Παλιοφάρσαλος-Καλαμπάκα, Λάρισα-Βόλος. (ΟΣΕ, 2019.)

### 3.3. Ανάγκες σιδηροδρομικών μεταφορών

Στον τομέα των σιδηροδρομικών μεταφορών, υπάρχουν κάποιες γενικές ανάγκες των διαφόρων εμπλεκομένων, οι οποίες καθορίζουν και το επίπεδο εξυπηρέτησης της σιδηροδρομικής μεταφοράς. Οι ανάγκες αυτές για τα δύο είδη μεταφορών (επιβατικές και εμπορευματικές) είναι:

#### Επιβατικές μεταφορές

- Μικροί χρόνοι μετακινήσεων.
- Αξιοπιστία δρομολογίων.
- Συχνότητα δρομολογίων.
- Χαμηλό κόμιστρο, σε επίπεδο ανταγωνιστικό με τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς.
- Δυναμική άνεση των επιβατών κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.
- Άνεση κατά τη μεταφορά (άνεση χώρου και διαμονής, καθαριότητα, αισθητική συρμών, κλιματισμός).
- Ασφάλεια τόσο κατά τη μεταφορά όσο και στους συρμούς και στους σταθμούς.
- Παροχή ειδικών υπηρεσιών και εξυπηρέτησης (υπηρεσίες συνοδευόμενων αυτοκινήτων, νυχτερινά τρένα, κυλικεία, εστιατόρια κλπ.).

#### Διεθνείς επιβατικές μεταφορές

- Μικρές καθυστερήσεις στους συνοριακούς σταθμούς.
- Εξασφάλιση διαλειτουργικότητας. Για τις υπεραστικές υπηρεσίες που καλύπτουν μετακινήσεις μεταξύ μεγάλων αστικών κέντρων, δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στην ταχύτητα και στην άνεση των επιβατών, ενώ για εκείνες που είναι υψηλών ταχυτήτων και καλύπτουν μετακινήσεις σε αποστάσεις μεγαλύτερες από 300-400 χλμ., δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στην ταχύτητα και στην αξιοπιστία των δρομολογίων.

#### Εμπορευματικές μεταφορές

- Δυνατότητα υλοποίησης μαζικών μεταφορών.
- Χαμηλό κόμιστρο, σε επίπεδο ανταγωνιστικό με τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς.
- Μικροί χρόνοι μεταφοράς.
- Αξιοπιστία δρομολογίων.
- Ασφάλεια τόσο κατά τη μεταφορά όσο και κατά την παράδοση, έναντι κλοπών.
- Δυνατότητα παρακολούθησης του φορτίου κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.
- Δυνατότητα χειρισμού των φορτίων.
- Παροχή ειδικών υπηρεσιών όπως η μεταφορά επικίνδυνων φορτίων, οι συνδυασμένες μεταφορές και οι μεταφορές ειδικών φορτίων.

Διεθνείς εμπορευματικές μεταφορές

- Μικρές καθυστερήσεις στους συνοριακούς σταθμούς.
- Εξασφάλιση διαλειτουργικότητας. (Πυργίδης, 2015. Σαχινίδης, 2016)

**3.4. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σιδηροδρόμου**

Το κυριότερο πλεονέκτημα του σιδηρόδρομου αποτελεί η αποκλειστική, συστηματική και προγραμματισμένη χρήση της οδού-δικτύου το οποίο καθιστά δυνατή την ανάπτυξη υψηλών ταχυτήτων, καθώς και την κίνηση οχημάτων με μεγάλη χωρητικότητα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους, την παροχή ανέσεων στους επιβάτες, τη μείωση της ανάγκης κράτησης θέσεων από τους επιβάτες λόγω της αυξημένης χωρητικότητας και τη δυνατότητα για μαζικές μετακινήσεις. Πιο αναλυτικά, τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι σιδηροδρομικές μετακινήσεις είναι:

- Η μικρή θνησιμότητα στις σιδηροδρομικές μετακινήσεις, σε σύγκριση με αυτή των οδικών μεταφορών. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία για τις χώρες της ΕΟΚ για κάθε έναν θάνατο από σιδηροδρομικό δυστύχημα αντιστοιχούν περίπου 1.300 θάνατοι, οι οποίοι προέρχονται από οδικά δυστυχήματα (Σαμπράκος Ε., 2008)

Στον ακόλουθο πίνακα απεικονίζεται για τις χώρες της ΕΟΚ ο αριθμός των θανάτων που προκλήθηκαν κατά την λειτουργία των μέσων σταθερής τροχιάς αλλά και την πραγματοποίηση των οδικών μεταφορών.

**Πίνακας 3.1** Νεκροί και τραυματίες ανά 100 εκατ. χιλιομετρικούς επιβάτες και τόνους  
(Πηγή: Διονέλης, 1993)

	Οδικές Μεταφορές	Σιδηροδρομικές Μεταφορές
Νεκροί	140	17
Τραυματίες	4270	41

- Η φιλικότητα προς το περιβάλλον, αφού προκαλούν λιγότερη ατμοσφαιρική ρύπανση, καθώς και ηχορύπανση συγκριτικά με τα αυτοκίνητα.
- Η χαμηλότερη κυκλοφοριακή συμφόρηση. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ο σιδηρόδρομος απαιτεί μόλις το 8% της επιφάνειας που χρησιμοποιείται για την κυκλοφορία των αυτοκινήτων.
- Η χαμηλή κατανάλωση καυσίμων, αφού σε κάποιες περιπτώσεις οδικών μεταφορών μπορεί να χρησιμοποιείται η τετραπλάσια ποσότητα καυσίμων σε σύγκριση με εκείνη στις σιδηροδρομικές μεταφορές.

Σύμφωνα με το παραπάνω παρουσιάζεται ο ακόλουθος πίνακας που καταγράφει τον μέσο όρο κατανάλωσης ενέργειας τριών μεταφορικών μέσων σε επίπεδο ΕΕ για το έτος 1999.

**Πίνακας 3.2** Κατανάλωση ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 1999 (Πηγή: Παταργιάς, 2009, <http://www.ergose.gr>)

	Κατανάλωση ενέργειας (Kj / επιβατοχιλιόμετρο)
Σιδηροδρομικές μεταφορές	920
Οδικές μεταφορές	1670
Εναέριες μεταφορές	5860

- Τέλος, η άνεση που προσφέρεται στα ταξίδια, καθώς διατίθενται ευρύχωρα και σε συγκεκριμένες περιπτώσεις με αρκετές δραστηριότητες βαγόνια, που έχουν ως αποτέλεσμα το ταξίδι να πραγματοποιείται πιο ξεκούραστα και διασκεδαστικά.

Ωστόσο, υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα τα οποία δημιουργούν μια κακή εικόνα για το σιδηρόδρομο και καθιστούν τη χρήση του, σε ορισμένες περιπτώσεις, κάπως απρόσιτη για τους επιβάτες. Τα μειονεκτήματα αυτά είναι τα παρακάτω:

- Οι μεταφορές μέσω σιδηροδρόμου δεν είναι τόσο αξιόπιστες από άποψη χρόνου μεταφοράς όσο οι οδικές, καθώς είναι πολύ μικρότερη η δυνατότητα υπολογισμού του. Ορισμένες απρόβλεπτες, μη προγραμματισμένες καθυστερήσεις, αλλά και ο μεγάλος χρόνος αναμονής στα ταξίδια κουράζουν τους επιβάτες και τους προξενούν αρνητικά συναισθήματα. Άλλωστε, όπως έχει παρατηρηθεί, κάποια διεθνή δρομολόγια χρειάζονται το διπλάσιο χρόνο παράδοσης, γεγονός το οποίο μπορεί να οφείλεται στην προτεραιότητα άλλων συρμών, κυρίως επιβατικών, αλλά και σε πολύπλοκες διαδικασίες στα σύνορα (π.χ. λόγω διαφορών στη σηματοδότηση από χώρα σε χώρα, απαιτούνται αλλαγές οδηγών ή βαγονιών κ.ά.)
- Οι διατυπώσεις είναι πιο σύνθετες και περισσότερο χρονοβόρες σε όλα τα επίπεδα. Από άποψη επενδύσεων, για την ανάπτυξη των σιδηροδρομικών μεταφορών απαιτούνται μεγάλες επενδύσεις και υποδομές, γεγονός το οποίο αυξάνει το κόστος και δυσκολεύει την ανάπτυξή τους.
- Οι σιδηροδρομικές μεταφορές δεν μπορούν να πραγματοποιήσουν μεταφορές από πόρτα σε πόρτα (door to door), σε αντίθεση με τις οδικές. (Μπουρούνη, 2013. Τακτικός, 2019)

### 3.5. Ιδιαιτερότητες

Τα τεχνικά σιδηροδρομικά έργα παρουσιάζουν μία συγκεκριμένη κατηγορία ιδιαιτεροτήτων σε σχέση με τα οδικά τεχνικά έργα. Ως πρώτη ιδιαιτερότητα αξίζει να

αναφερθεί η οδός μεταφοράς. Παράλληλα, επιλέγονται συγκεκριμένα γεωμετρικά και αεροδυναμικά χαρακτηριστικά, τα οποία θα είναι ικανά να καλύπτουν συγκεκριμένες ανάγκες. Κατά την διάρκεια κίνησης του σιδηροδρομικού δικτύου παράγεται υψηλό ποσοστό καυσαερίων, οπότε η συνθήκη αυτή δημιουργεί έντονη ανάγκη για αερισμό. Σε χαμηλό επίπεδο βρίσκονται οι ανάγκες για φωτισμό και στο έδαφος παρατηρείται μεταφορά θορύβου και δονήσεων. Εξετάζοντας τα σιδηροδρομικά δίκτυα στο στατικό τμήμα είναι φανερό ότι η φόρτιση που δέχονται ανταποκρίνεται σε μεγαλύτερα κινητά και μόνιμα φορτία σε σύγκριση με τα οδικά, όπως φυσικά θα δεχθούν και μεγαλύτερες δυναμικές καταπονήσεις. Η διατομή, η οποία χρησιμοποιείται είναι τυπική. Οι καθιζήσεις, που είναι σε θέση να δεχθούν τα σιδηροδρομικά έργα είναι μικρότερες των 20 μέτρων (Πυργίδης, 2009). Απαραίτητες ενέργειες που πρέπει να εφαρμόζονται είναι η συντήρηση ορυγμάτων, η παρακολούθηση και φύλαξη γραμμής. Στα σιδηροδρομικά έργα απαιτείται μεγαλύτερο ύψος διέλευσης συγκριτικά με τα οδικά. Είναι σημαντική η αποφυγή ρήξης αντικειμένων στην γραμμή από την άνω οδική γέφυρα. Ακόμα, εφαρμόζεται ειδική χωροθέτηση και είναι αναγκαίο να αποκαταστηθεί η συνέχεια του οδικού δικτύου. Ως προς το κεφάλαιο του ήχου είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι κατά την διάρκεια κίνησης του σιδηρόδρομου εμφανίζεται υψηλό ποσοστό καταπόνησης. Η καταπόνηση προκαλείται από τα κύματα πίεσης και υποπίεσης. Χρειάζεται τοποθέτηση ηχοπετασμάτων, τα οποία διαθέτουν ηχομονωτική ικανότητα.

Στο σιδηροδρομικό δίκτυο υπάρχουν πιθανότητες, οι οποίες είναι ικανές να διαταράζουν την σιδηροδρομική ασφάλεια. Οπότε είναι κατανοητό πως η ασφαλής μεταφορά του έργου θα είναι σε θέση να προσφέρει ορισμένα πλεονεκτήματα. Τα πλεονεκτήματα αυτά σχετίζονται με:

- Την άμεση και σωστή εξυπηρέτηση του κοινού
- Την οικονομική απόδοση
- Την βοήθεια στο γενικό περιβάλλον

Οι ιδιαιτερότητες που επιδρούν στην ασφάλεια του σιδηροδρομικού δικτύου έχουν να κάνουν με τον κλάδο των υποδομών, όπου δεν είναι προσβάσιμοι από τα οδικά μέσα. Επίσης, καιρικά φαινόμενα όπως οι πλευρικοί άνεμοι είναι σε θέση να προκαλέσουν ανατροπή. Η εμφάνιση ταχύτερων και μη τρένων προκαλεί μικρά ποσοστά ασφάλειας. Η καθυστέρηση που θα προκληθεί ώστε να αρχίσει ο σιδηρόδρομος να μετακινείται, επειδή βρισκόταν ακινητοποιημένος δημιουργεί πιθανότητα κινδύνου. Ένα άλλο στοιχείο που μπορεί να προκαλέσει κίνδυνο είναι η εμφάνιση αεροδυναμικών φαινομένων, την στιγμή όπου περνάει ο συρμός. Για την Ευρωπαϊκή Ένωση η ασφάλεια του σιδηροδρομικού δικτύου αποτελεί προτεραιότητα και ακολουθούνται οδηγίες. Στόχος του Ευρωπαϊκού συστήματος είναι τα σιδηροδρομικά δίκτυα να ελέγχονται και να προσαρμόζονται στα δεδομένα ενός συγκεκριμένου τρόπου. Υπάρχουν ορισμένες κατηγορίες περιστατικών, όπου είναι πιθανό να εμφανιστεί κίνδυνος. Οι κατηγορίες αυτές παρουσιάζονται παρακάτω:

- Περιστατικά επί τεχνικών έργων (γέφυρες, σήραγγες, επιχώματα)

- Περιστατικά στις ισόπεδες διαβάσεις
- Περιστατικά στις περιοχές σταθμών/στάσεις
- Περιστατικά επί ανοικτής γραμμής

Υπάρχει το ενδεχόμενο να εμφανιστεί ένα από τα παραπάνω περιστατικά και αυτό θα οφείλεται στην κατασκευή του έργου. Μεγάλο ποσοστό επικινδυνότητας εμφανίζουν οι σήραγγες μεγάλου μήκους. Στην συγκεκριμένη περίπτωση τα αποτελέσματα των επιπτώσεων είναι σοβαρά, απαιτείται άμεση απομάκρυνση από το σημείο όπου συνέβη το περιστατικό και παρουσιάζεται δυσκολία στο σωστικό συνεργείο να προσεγγίσει το αντίστοιχο μέρος. Τα μέτρα ασφαλείας όπου είναι απαραίτητο να ληφθούν είναι τα εξής:

- Στοές διαφυγής
- Ελεύθεροι χώροι διάσωσης
- Φωτισμός ασφαλείας
- Σήμανση
- Πυρόσβεση
- Τηλέφωνα ανάγκης
- Χώροι διάσωσης
- Οδοί πρόσβασης
- Η/Μ συστήματα λειτουργίας/προστασίας

Για τις γέφυρες τα μέτρα που λαμβάνονται ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος είναι τα εξής:

- Πεζοδρόμια για την διακίνηση του προσωπικού
- Προστατευτικό παραπέτασμα για την ασφαλή διακίνηση των πεζών
- Αντιτροχίες προστασίας έναντι εκτροχιασμού κατά μήκος της γραμμής.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

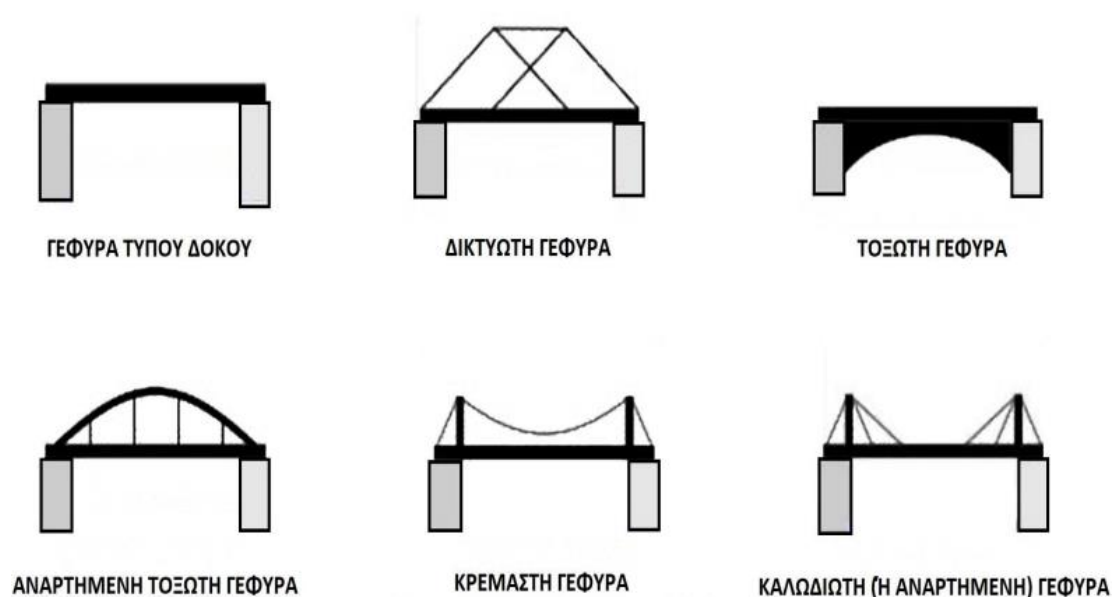
### ΓΕΦΥΡΕΣ

#### 4.1. Γενικά

Γέφυρα είναι ένα κατασκεύασμα που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος για τη διάβαση του πάνω από κάποια φυσικά εμπόδια όπως κάποια ποσότητα νερού, μιά κοιλάδα, έναν δρόμο. Τα υλικά δόμησης μέχρι τον 19ο αιώνα ήταν ξύλο και πέτρες. Οι γέφυρες στον 6ο αιώνα π.Χ. κατασκευάζονταν από ξύλο κυπαρισσιού και κέδρου. Τα σχέδια των γεφυρών ποικίλουν ανάλογα με τη λειτουργία της γέφυρας, τη φύση του εδάφους πάνω στο οποίο κατασκευάζεται και φυσικά τα διαθέσιμα οικονομικά κονδύλια που έχουμε για την κατασκευή της. Τη γνώση για την κατασκευή κυρτών γεφυρών κατείχαν οι Ρωμαίοι στα προχριστιανικά χρόνια και τα υλικά που χρησιμοποιούσαν τότε ήταν φυσικοί λίθοι και σκυρόδεμα. Το 1779 κατασκευάστηκε η πρώτη γέφυρα από χυτοσίδηρο στην Αγγλία, πάνω από τον ποταμό Σέβερν (Severn) γνωστή και ως Ironbridge. Η επόμενη εξέλιξη ήταν η αλυσοδετή κρεμαστή γέφυρα. Με την εξέλιξη του μπετόν δημιουργήθηκαν νέες δυνατότητες στην κατασκευή γεφυρών στις αρχές του 20ού αιώνα. (Ραχμάνη Α., 2012). Γενικά οι γέφυρες διακρίνονται:

- Ανάλογα με τη χρήση ή τον τύπο του φορέα, σε οδικές, σιδηροδρομικές, πεζών και πεζών και ποδηλάτων, υδατογέφυρες κ.λπ.
- Από το υλικό κατασκευής, σε ξύλινες (οι αρχαιότερες), λίθινες (αψιδωτές ή τοξωτές), σχοινένιες, μεταλλικές, τσιμεντένιες ή και σύμμικτες.
- Εκ του τρόπου έδρασής των, που είναι και ο σημαντικότερος λόγος κατάταξής των, σε κινητές και σε σταθερές ή σταθερώς εδραζόμενες.

## 4.2. Τύποι Γεφυρών



Εικόνα 4.1 Τύποι Γεφυρών (Πηγή: Χασιακός Α., 2018)

### Γέφυρα Τύπου Δοκού

Ο τύπος αυτός είναι ο πιο συνήθης για το λόγο ότι η κατασκευή είναι σχετικά απλή. Αποτελείται από οριζόντιες αμφιαρθρωτές δοκούς που υποστηρίζονται στα άκρα τους με στηρίξεις. Όταν τα ανοίγματα είναι περισσότερα από ένα οι ενδιάμεσες υποστυλώσεις είναι γνωστές ως πυλώνες. Οι πρώτες γέφυρες σε δοκούς ήταν απλές κατασκευές που διαπερνούσαν ρέματα και ποτάμια. Στη σύγχρονη εποχή, οι γέφυρες σε δοκούς είναι μεγάλες γέφυρες από δοκούς χάλυβα και χαλύβδινα κιβώτια. Το βάρος ασκείται στο πάνω μέρος της δοκού και μεταφέρεται κατευθείαν προς τα άκρα και ωθεί προς τα κάτω τα βάθρα της γέφυρας. Αποτελείται κυρίως από ξύλο ή μέταλλο. Αυτός ο τύπος γεφυρών είναι πολύ διαδεδομένος στο σιδηροδρομικό δίκτυο της Ελλάδας.

### Κρεμαστή Γέφυρα

Σε αυτόν τον τύπο γέφυρας είναι τα καλώδια που σηκώνουν το βάρος του καταστρώματος κάθετα ως προς το κατάστρωμα. Οι πρώτες γέφυρες έγιναν από σχοινιά ή κλαδιά από μπαμπού. Στις σύγχρονες γέφυρες, τα καλώδια κρέμονται από τους πύργους που είναι συνημμένα σε κιβώτια ή φρεάτια. Τα κιβώτια ή φρεάτια εμφυτεύονται βαθιά στο πάτωμα μιας λίμνης ή ποταμού. Γέφυρα αυτού του τύπου χρησιμοποιείται περισσότερο για τη διάβαση υδάτινων ροών (Ραχμάνη Α., 2012). Η πιο γνωστή κρεμαστή γέφυρα αυτού του τύπου είναι η Γέφυρα της Χρυσής Πύλης στο Σαν Φρανσίσκο.



**Εικόνα 4.2** Η Γέφυρα της Χρυσής Πύλης στο Σαν Φρανσίσκο (Πηγή: Google)

### ***Καλωδιωτή Γέφυρα***

Τα καλώδια σε αυτό τον τύπο γέφυρας είναι λοξά ως προς το κατάστρωμα. Αυτές οι γέφυρες αποδείχτηκαν ιδανικές για μεγαλύτερες αποστάσεις, τόσο τεχνικά όσο και οικονομικά. Σε μια καλωδιωτή γέφυρα, απαιτείται λιγότερο καλώδιο και οι πύργοι που κατέχουν τα καλώδια είναι αναλογικά μικρότεροι. Μια από τις πιο γνωστές αυτού του τύπου που βρίσκεται στην Ελλάδα είναι η γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου που έχει 4 πυλώνες και η απόσταση μεταξύ των πυλώνων είναι 560 μέτρα και είναι η δεύτερη μεγαλύτερη γέφυρα αυτού του τύπου στο κόσμο.



**Εικόνα 4.3** Η Γέφυρα του Ρίου – Αντιρρίου (Πηγή: Google)

### ***Αμφιπροέχουσα Γέφυρα***

Οι αμφιπροέχουσες γέφυρες κατασκευάζονται από προβόλους - οριζόντιες δοκούς που στηρίζονται σε ένα μόνο τέλος. Οι περισσότερες αμφιπροέχουσες γέφυρες αποτελούνται από ένα ζευγάρι συνεχών ανοιγμάτων που εκτείνονται από τις αντίθετες πλευρές των προβλητών ώστε να συναντηθούν στο κέντρο του εμποδίου που η γέφυρα διασχίζει. Οι αμφιπροέχουσες γέφυρες κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας τα ίδια υλικά και τεχνικές, όπως στις γέφυρες σε δοκούς.

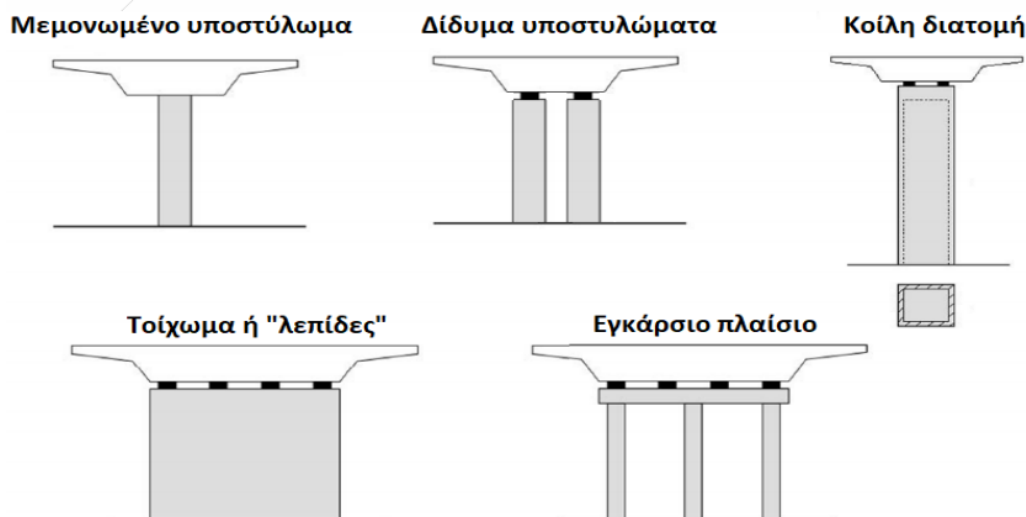
### ***Τοξωτή Γέφυρα***

Οι τοξωτές γέφυρες έχουν στηρίγματα σε κάθε άκρο. Το βάρος της γέφυρας μεταφέρεται και ωθεί τα βάθρα σε κάθε πλευρά.

### ***Κινητή Γέφυρα***

Οι γέφυρες αυτές σχεδιάστηκαν για να διευκολύνουν τη κυκλοφορία των πλοίων που υπό άλλες συνθήκες δεν θα χωρούσαν κάτω από τη γέφυρα λόγω του μεγάλου ύψους τους. Οι κινητές γέφυρες κινούνται με ηλεκτρική ενέργεια και χρησιμοποιούνται και από τον στρατό.

Οι τύποι βαθρών των γεφυρών διαφέρουν ανάλογα την περίπτωση της γέφυρας με τους πιο χαρακτηριστικούς να αποτελούν το μεμονωμένο υποστήλωμα, τα δίδυμα υποστηλώματα, την κοίλη διατομή, το τοίχωμα καθώς και το εγκάρσιο πλαίσιο. (Σχήμα 4.1)

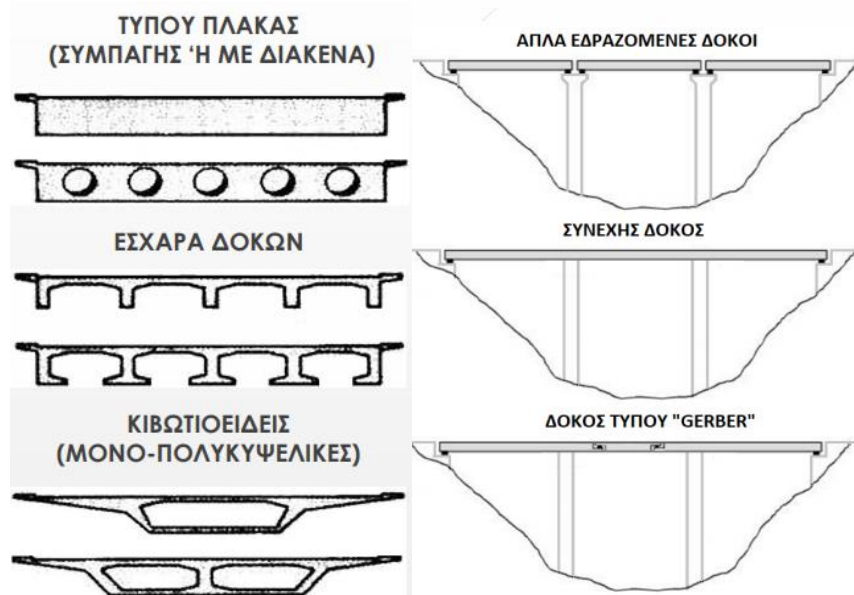


Σχήμα 4.1 Τύποι Βαθρών Γεφυρών (Πηγή: Χασιακός Α., 2018)

### 4.3. Τύποι Φορέων Καταστρώματος Γεφυρών και Μέθοδοι Κατασκευής τους

Οι τύποι φορέων καταστρώματος των γεφυρών χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Τύπου Πλάκας (Συμπαγής ή με Διάκενα)
- Εσχάρα Δοκών
- Κιβωτοειδείς
- Απλά Εδραζόμενες δοκοί: με πλεονεκτήματα ως προς την προκατασκευή, και την αποφυγή διαφορικών καθιζήσεων. Παρόλο αυτά παρουσιάζουν αυξημένες ροπές ανοιγμάτων, υπάρχει κίνδυνος ανατροπής σε σεισμό και έχουν αυξημένα έξοδα συντήρησης (αρμοί – εφέδρανα)
- Συνεχής Δοκός: Σ' αυτήν την κατηγορία επικρατεί ικανοποιητική κατανομή ροπών σε ανοίγματα – στηρίξεις και επαρκής σεισμική απόκριση. Εδώ όμως παρουσιάζονται πιο εύκολα διαφορικές καθιζήσεις βάθρων, καθώς και σεισμικές παραμορφώσεις.
- Δοκός τύπου "Gerber": Κυριαρχεί η ικανοποιητική κατανομή ροπών σε ανοίγματα – στηρίξεις αλλά υπάρχει κίνδυνος ανατροπής σε σεισμό όπως και αυξημένα έξοδα συντήρησης (αρμοί – εφέδρανα)



**Σχήμα 4.2** Τύποι Φορέων Καταστρώματος Γεφυρών (Πηγή: Χασιακός Α., 2018)

Η μέθοδος κατασκευής του καταστρώματος των γεφυρών μπορεί να επιτευχθεί με έναν από τους παρακάτω τρόπους (Χασιακός, Α.,2018):

1. Επί τόπου έγχυση με χρήση σταθερών κριωμάτων
2. Με προκατασκευασμένες δοκούς (μεταλλικές ή προεντεταμένες)
3. Πλήρως προκατασκευασμένο άνοιγμα ( $L_{max} > 500 \text{ m}$ ,  $30 \text{ m} < L_{\text{ανοιγμ.}} < 60 \text{ m}$ )
4. Με προωθούμενο – αυτοφερόμενο κριώμα ( $L_{max} > 500 \text{ m}$ ,  $30 \text{ m} < L_{\text{ανοιγμ.}} < 60 \text{ m}$ )
5. Προβολοδόμηση με σκυροδέτηση ( $L_{max} > 200 \text{ m}$ ,  $70 \text{ m} < L < 200 \text{ m}$ )
6. Προβολοδόμηση με προκατασκευασμένους σπονδύλους (πλάτους 3 - 5 m)
7. Με σταδιακή προώθηση του φορέα της ανωδομής ( $L_{max} > 500 \text{ m}$ ,  $30 \text{ m} < L_{\text{ανοιγμ.}} < 60 \text{ m}$ )

Όπου  $L_{\text{ανοιγμ}}$  το μήκος ανοίγματος του καταστρώματος της γέφυρας και  $L_{max}$  το μέγιστο μήκος του καταστρώματος της γέφυρας.

#### 4.4. Σιδηροδρομικές Γέφυρες

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω μια κατηγορία γεφυρών είναι οι σιδηροδρομικές γέφυρες, γέφυρες δηλαδή που εξυπηρετούν αποκλειστικά τις ανάγκες του σιδηροδρομικού δικτύου. Η σιδηροδρομική γραμμή αποτελείται από δύο χαλύβδινες σιδηροτροχιές, τοποθετημένες σε στρωτήρες. Το κατάστρωμα της γραμμής, ανάλογα

με τις απαιτήσεις και τη μορφολογία του εδάφους ποικίλλει. Για να κατανεμηθεί το φορτίο των συρμών στο έδαφος, οι τροχιές στερεώνονται στους στρωτήρες, που τοποθετούνται πάνω σε υποστηρίγματα από στρώμα λίθων, σε κατάλληλο πάχος. Οι στρωτήρες είναι φτιαγμένοι από ξύλο πρίνου, βελανιδιάς ή οξιάς, εμβαπτισμένο σε αντισηπτικές ουσίες. Πλάτος μιας γραμμής είναι η απόσταση μεταξύ των κεφαλών των σιδηροτροχιών. Λειτουργούν δίκτυα με 30 περίπου διαφορετικά πλάτη από 0,600 m μέχρι 1,676 m. Για να διατηρηθεί η μεγάλη ταχύτητα και στις καμπύλες επιβάλλεται η εξωτερική γραμμή να βρίσκεται πιο ψηλά από την εσωτερική για να εξουδετερωθούν τα αποτελέσματα της φυγόκεντρης δύναμης. Η μέγιστη υπερύψωση όμως δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 22 εκ.

Σκοπός του σχεδιασμού των σιδηροδρομικών γεφυρών είναι ο προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών και των παραμορφώσεων των μελών του φορέα και ο έλεγχος ότι η ένταση και οι παραμορφώσεις βρίσκονται εντός των αποδεκτών ορίων. Για να εξασφαλιστεί η ανθεκτικότητα των σιδηροδρομικών γεφυρών, σχεδιάζονται με σκοπό την ελαχιστοποίηση των καταστροφών λόγω παραμορφώσεων κόπωσης και φθοράς και την εμφάνιση τυχαίων δράσεων κατά τη διάρκεια ζωής τους. Διάρκεια ζωής είναι το χρονικό διάστημα για το οποίο η γέφυρα χρησιμοποιείται για τον επιδιωκόμενο σκοπό της με τη προβλεπόμενη συντήρηση και χωρίς να χρειάζεται σημαντικές επισκευές. Τυπική διάρκεια ζωής μιας σιδηροδρομικής γέφυρας συνήθως θεωρούνται τα 100 έτη. Τα μέρη της κατασκευής στα οποία συνδέονται προστατευτικά κιγκλιδώματα ή στηθαία πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε οι πλαστικές παραμορφώσεις αυτών να μην επηρεάζουν τη συνολική κατασκευή. Επίσης ο σχεδιασμός της γέφυρας πρέπει να εξασφαλίζει ότι όταν επέλθει βλάβη σε κάποιο συστατικό της, όπως για παράδειγμα σε κάποιο εφέντρανο, σε κάποιο καλώδιο λόγω κάποιας τυχηματικής δράσης, η υπόλοιπη δομή θα συνεχίσει να υφίσταται και να μπορεί να αντέξει για τον συνδυασμό αυτής της τυχηματικής δράσης. Σημαντικό είναι να ληφθούν υπόψη τα αποτελέσματα της φθοράς, της διάβρωσης και της κόπωσης του υλικού πράγμα που επιτυγχάνεται με τη σωστή επιλογή δομικών υλικών και συστήματος προστασίας (EN 1993-1-9).

#### **4.4.1. Κύρια δομικά μέρη σιδηροδρομικής γέφυρας**

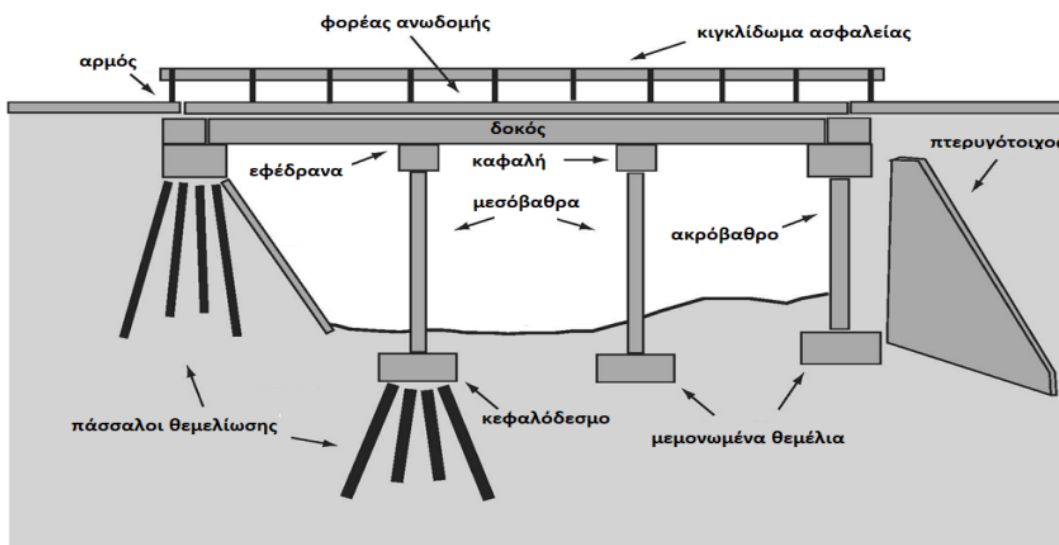
Ο κατασκευαστικός τύπος της σιδηροδρομικής γέφυρας αποτελείται από τρία βασικά τμήματα που παρουσιάζονται παρακάτω.

##### *1. Υποδομή σιδηροδρομικής γέφυρας.*

Η υποδομή – θεμελίωση περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- Τα εφέντρανα που διαβιβάζουν τα φορτία της ανωδομής στα βάθρα.
- Τα βάθρα (μεσόβαθρα και ακρόβαθρα) που μεταβιβάζουν τα φορτία της ανωδομής στη θεμελίωση.
- Τη θεμελίωση που μεταβιβάζει τα φορτία της ανωδομής στο έδαφος.
- Τους πτερυγότοιχους και λοιπούς τοίχους αντιστήριξης.

- Τα απαραίτητα έργα για μετάβαση από τη γέφυρα στην οδό (πλάκες πρόσβασης).
- Τα στηθαία ασφαλείας



Σχήμα 4.3 Βασικά στοιχεία γεφυρών (Πηγή: Χασιακός Α., 2018)

Οι κυριότεροι τύποι θεμελίωσης που εφαρμόζονται στις σιδηροδρομικές γέφυρες είναι είτε επιφανειακή θεμελίωση με πέδιλα είτε βαθιά θεμελίωση με πασσάλους ή φρέατα πάκτωσης. Σε κάθε περίπτωση όμως το σύστημα θεμελίωσης και η αλληλεπίδρασή του με την ανωδομή διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη συνολική στατική συμπεριφορά των γεφυρών και κατά συνέπεια, η επιλογή του συστήματος θεμελίωσης και ο σχεδιασμός – ανάλυση των συστατικών του είναι ιδιαίτερα σημαντικά. Οι κύριες τεχνικές απαιτήσεις σε μια θεμελίωση είναι οι ακόλουθες:

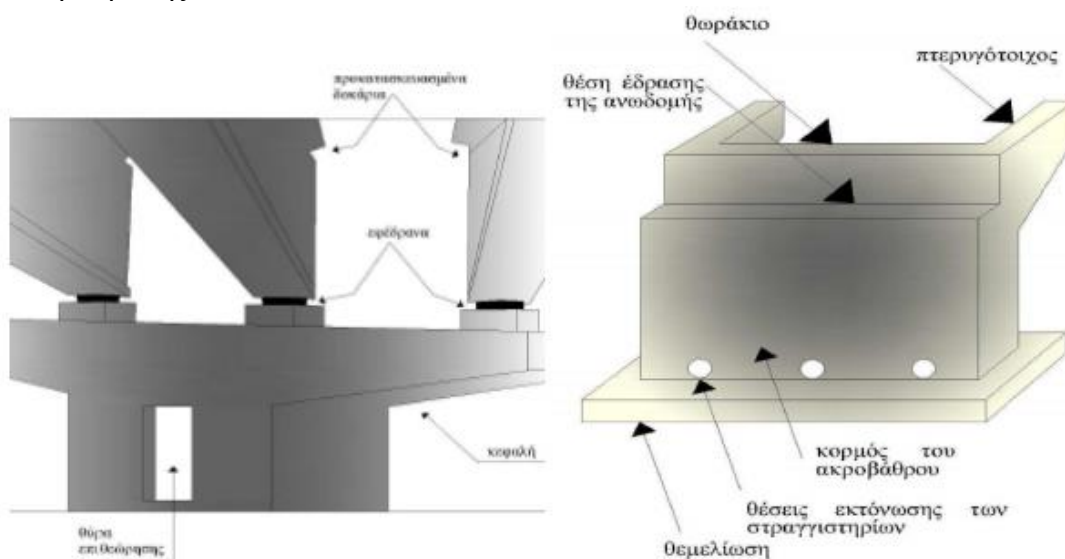
- Να εδράζεται σε κατάλληλο βάθος ώστε να μην επηρεάζεται από τις διάφορες μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος ή από μελλοντική γειτονική κατασκευή.
- Να μην υφίσταται κίνδυνος αστοχίας του εδάφους.
- Να μην πραγματοποιούνται καθιζήσεις σε μέγεθος που να βλάπτουν την ανωδομή.
- Το σύστημα θεμελίωσης πρέπει να προστατεύεται από διάβρωση και φθορά εξαιτίας επιβλαβών υλικών που βρίσκονται στο έδαφος.
- Το σύστημα θεμελίωσης πρέπει να επαρκεί για να αντιμετωπίσει μεταγενεστέρες αλλαγές στη γεωμετρία της κατασκευής και να δύναται εύκολα να τροποποιηθεί αν αλλαγές στην ανωδομή και τη φόρτιση καταστούν απαραίτητες.
- Η θεμελίωση απαιτείται να κατασκευαστεί με το διαθέσιμο προσωπικό εξοπλισμό.

Τα ακρόβαθρα είναι οι ακραίες στηρίξεις του φορέα της γέφυρας, αναλαμβάνοντας με την μορφή κατακόρυφων και οριζόντιων αντιδράσεων μέρος των φορτίσεών του. Επίσης τα ακρόβαθρα λειτουργούν και ως τοίχοι αντιστήριξης, αναλαμβάνοντας τις



ωθήσεις που προέρχονται από το επίχωμα και εξασφαλίζοντας την ασφαλή μεταφορά τους στο έδαφος. Επάνω τους στηρίζονται οι πλάκες πρόσβασης και οι πτερυγότοιχοι, όπου εγκιβωτίζονται τα επιχώματα. Η μορφολογία των ακρόβαθρων είναι τέτοια ούτως ώστε να εξασφαλίζουν τον απαιτούμενο χώρο για την ανάπτυξη των οριζόντιων μετακινήσεων και στροφών γύρω από κατακόρυφο ή και οριζόντιο άξονα του φορέα της γέφυρας. Τα δομικά μέλη των ακρόβαθρων είναι η δοκός έδρασης, το θωράκιο πρόσβασης, ο κεφαλόδεσμος, οι πλευρικοί τοίχοι (ωτίδες), ο κορμός ή σώμα ακρόβαθρου, οι αγκυρώσεις, το πέδιλο και οι πάσσαλοι. Ανάλογα με το είδος της γέφυρας, τις φορτίσεις και το έδαφος τα ακρόβαθρα διακρίνονται σε:

- Ακρόβαθρο με πλήρως αναρτημένο πτερυγότοιχο που χρησιμοποιούνται συνήθως σε μικρά τεχνικά έργα
- Κιβωτιόσχημο ακρόβαθρο, εκπληρώνει όλες τις λειτουργίες, για τις οποίες είναι κατασκευασμένα τα ακρόβαθρα, με γενικότερη εξασφάλιση των μεταβατικών επιχωμάτων.
- Ανοιχτό ακρόβαθρο, δίστηλα ή πολύστηλα πλαίσια αποτελούμενα από δύο ή περισσότερα αντίστοιχα υποστυλώματα σε απόσταση μεταξύ τους.
- Μονολιθικό ακρόβαθρο, φορέας της γέφυρας συνδέεται μονολιθικά με αυτό χωρίς αρμούς διαστολής και εφέδρανα. Συνήθως σ' αυτές τις κατασκευές διαμορφώνονται αρμοί πίσω από τα ακρόβαθρα προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι σχετικές μετακινήσεις ανάμεσα στην γέφυρα και την οδό πρόσβασης.



**Σχήμα 4.4** Σκαριφήματα δομικών στοιχείων γέφυρας (αριστερά) και ακρόβαθρου (δεξιά)  
(Πηγή: Διονυσίου, Α., Μέντης, Π., Παπανικολάου, Β., 2013)

Οι πτερυγότοιχοι είναι στην ουσία τοίχοι αντιστήριξης που εγκιβωτίζουν το μεταβατικό επίχωμα. Η διαφορά τους από τα ακρόβαθρα είναι ότι δεν παραλαμβάνουν κατακόρυφα φορτία. Οι πτερυγότοιχοι κατατάσσονται ανάλογα με την γεωμετρία τους σε ευθείς, λοξούς και αντεπιστροφής και ανάλογα με την δομή τους ως, μονολιθικοί και ανεξάρτητοι.

Όσον αφορά τα μεσόβαθρα, ο βασικός ρόλος τους είναι η μεταφορά των οριζόντιων, αλλά κυρίως των κατακόρυφων φορτίων της γέφυρας στην θεμελίωση. Επίσης είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να υπάρχει η ελάχιστη δυνατή παρεμπόδιση της ροής των εγκάρσιων υδάτων, ή της κυκλοφορίας των διασταυρωνόμενων οδών. Έτσι η μορφή που μπορεί να έχει το μεσόβαθρο μπορεί να είναι, κυκλικής ή ελλειπτικής, τετραγωνικής, ορθογωνικής, εξαγωνικής και οκταγωνικής διατομής. Επίσης ανάλογα με το είδος και το ύψος της γέφυρας οι τύποι των μεσόβαθρων μπορεί να είναι τοιχία, μεμονωμένα υποστυλώματα, πλαίσια, δίστηλα ή πολύστηλα και κολωνοπάσσαλοι. Τα κύρια δομικά μέλη των μεσόβαθρων είναι:

- Κεφαλή ή κεφαλόδεσμος ή δοκός έδρασης (ζύγωμα στην περίπτωση πλαισιακού, πολύστυλου βάθρου)
- Τοιχίο ή υποστύλωμα
- Πέδιλο ή πασσαλόδεσμος
- Πάσσαλοι ή φρέαρ θεμελίωσης.



**Σχήμα 4.5** Δομικά στοιχεία ακρόβαθρου (Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε.)

## 2. Ανωδομή σιδηροδρομικής γέφυρας

Ανάλογα με το ύψος, το μήκος, το μέγιστο άνοιγμα της γέφυρας, το ανάγλυφο του εδάφους, το κόστος και μια σειρά από άλλους παράγοντες, οι μελετητές διαλέγουν την μέθοδο κατασκευής της γέφυρας και γενικότερα την μέθοδο κατασκευής της ανωδομής. Οι μέθοδοι κατασκευής της ανωδομής μπορεί να είναι:

- Μέθοδος προβολοδόμησης
- Μέθοδος σταδιακής προώθησης
- Μέθοδος προωθούμενων-αυτοφερούμενων δοκών
- Μέθοδος προκατασκευασμένων δοκών

## 3. Τα επιπρόσθετα στοιχεία εξυπηρέτησης λειτουργίας της γέφυρας

Στα επιπρόσθετα στοιχεία που εξυπηρετούν την κίνηση και την λειτουργία της γέφυρας καταγράφονται τα εξής :

- Το οδόστρωμα
- Τις μονωτικές στρώσεις
- Τα στηθαία ασφαλείας
- Τα συστήματα αποχέτευσης του καταστρώματος
- Τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό
- Τα στοιχεία διαμόρφωσης των αρμών και τα στοιχεία στήριξης του φορέα.

#### **4.4.2. Εντυπωσιακές σιδηροδρομικές γέφυρες ανά τον κόσμο**

Με την τεχνολογική πρόοδο του τελευταίου αιώνα, υπήρξε μια τεράστια ώθηση στον κατασκευαστικό τομέα και οι παρακάτω σιδηροδρομικές γέφυρες από όλο τον κόσμο μπορούν να χαρακτηριστούν ως θαύματα της μηχανικής.



**Εικόνα 4.4** Η Σιδηροδρομική Γέφυρα Kew, Αγγλία (Πηγή: Google)

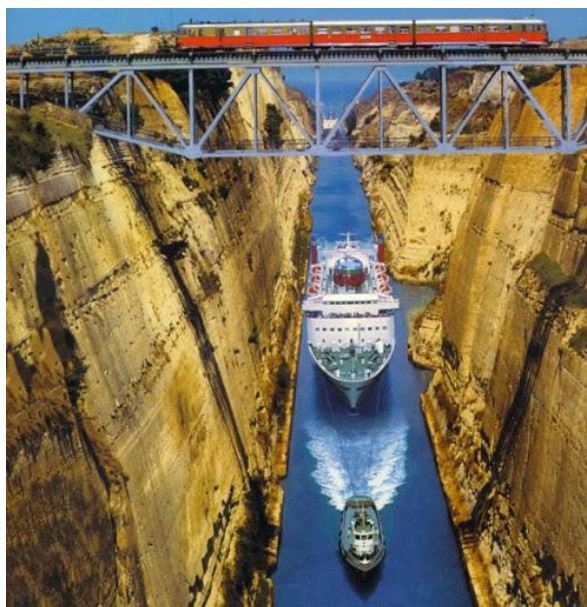


**Εικόνα 4.5** Η Σιδηροδρομική Γέφυρα Harjavalta – Tornio, Σουηδία – Φινλανδία (Πηγή: Google)



**Εικόνα 4.6** Η Σιδηροδρομική Γέφυρα Hohenzollern – Κολωνία, Γερμανία (Πηγή: Google)

Στον Ελληνικό χώρο, μεταλλικές γέφυρες κατασκευάζονται μετά το 1884 και συνδέονται αποκλειστικά σχεδόν με την δημιουργία του Σιδηροδρομικού δικτύου. Στην Πελοπόννησο οι γνωστότερες μεταλλικές σιδηροδρομικές γέφυρες είναι η κοιλαδογέφυρα του Αχλαδόκαμπου, της διώρυγας της Κορίνθου, του Βουραϊκού και του Αλφειού στην Ηλεία. (Ραχμάνη Α., 2012)



**Εικόνα 4.7** Η Σιδηροδρομική Γέφυρα της διώρυγας της Κορίνθου (Πηγή: Google)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ

#### 5.1. Γενικά

Την ανάληψη της κατασκευής ενός έργου από μια δομική εταιρεία ακολουθεί η οργάνωση και ο προγραμματισμός για την υλοποίησή του. Μεταξύ των δραστηριοτήτων της οργάνωσης περιλαμβάνεται η συγκρότηση του εργοταξίου, δηλαδή εκείνες οι ενέργειες και οι εργασίες που πρέπει να αναληφθούν προκειμένου να εξασφαλισθούν για την ανάδοχο εταιρεία τα έργα υποδομής, το προσωπικό, τα μηχανήματα και τα υλικά που είναι απαραίτητα για την παραγωγή του δομικού έργου.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των εργοταξιακών εγκαταστάσεων είναι η προσωρινότητά τους, αφού μετά την ολοκλήρωση του έργου θα αποξηλωθούν και θα μεταφερθούν σε αποθηκευτικό χώρο ή θα συγκροτήσουν ένα νέο εργοτάξιο. (Πολύζος, 2017). Η οργάνωση ενός εργοταξίου περιλαμβάνει ορισμένες δραστηριότητες, οι οποίες είναι απαραίτητες για μια επιτυχή παραγωγή ενός δομικού έργου:

- Την εξεύρεση του κατάλληλου οικοπεδικού χώρου τόσο ως προς τις διαστάσεις, όσο ως προς τη θέση του ως προς το έργο, την κατασκευή των κτιριακών εγκαταστάσεων και των βοηθητικών υποδομών, οι οποίες είναι απαραίτητες για την παραγωγή του δομικού έργου.
- Την επιλογή του κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού και των μηχανολογικών εγκαταστάσεων και την αποτελεσματική του εκμετάλλευση.
- Τον ποσοτικό υπολογισμό των απαιτούμενων υλικών, τα οποία θα διακινηθούν ή θα μετασχηματισθούν στο εργοτάξιο και την τεχνική αξιοποίησή τους.
- Τη διοίκηση του προσωπικού (καθοδήγηση, επίβλεψη, έλεγχος), το οποίο θα εργασθεί εντός του εργοταξίου, αλλά και των εταιρειών ή του προσωπικού που συνδέεται με το έργο (προμηθευτές υλικών, προμηθευτές ανταλλακτικών του μηχανολογικού εξοπλισμού, κ.λπ.).
- Την αποξήλωση όσων βοηθητικών εγκαταστάσεων και υποδομών δεν προβλέπεται να ενσωματωθούν στο έργο, τη μεταφορά του εξοπλισμού και των υλικών που πλεονάζουν και την αποκατάσταση του περιβάλλοντος χώρου.
- Την έντεχνη και εμπρόθεσμη ολοκλήρωση και παράδοση του έργου στον «ιδιοκτήτη» του.

#### 5.2. Είδη Εργοταξίου

Το είδος αλλά και το μέγεθος των εργασιών τις οποίες περιλαμβάνει ένα δομικό έργο, καθορίζει το είδος και το μέγεθος των εγκαταστάσεων ενός εργοταξίου. Τα εργοτάξια κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα συνηθισμένα και τα ασυνήθιστα μεγάλα εργοτάξια. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται τα εργοτάξια που παράγουν συνήθη έργα, όπως τα οικοδομικά έργα, τα έργα οδοποιίας, τα υδραυλικά έργα και τα λιμάνια, ενώ η δεύτερη κατηγορία αφορά κυρίως βιομηχανικά έργα και την κατασκευή ασυνήθιστων έργων που αποτελούνται από ένα σύνολο συνηθισμένων

έργων, αλλά και σύνθετα έργα όπως τα υδροηλεκτρικά, τα φράγματα, τα αεροδρόμια και τα μεγάλα εργοστάσια. Ωστόσο, υπάρχουν πολλές περιπτώσεις όπου τα συνήθη έργα μπορεί να μετατραπούν σε μεγάλα και να προσομοιάζουν με τον αντίστοιχο τύπο εργοταξίου (Λιβιεράτος, 1998). Η σημαντικότερη διαφορά που συναντάται μεταξύ των δύο μεγάλων κατηγοριών εργοταξίων είναι ο απαραίτητος υποστηρικτικός εξοπλισμός για την ολοκλήρωση όλων των επιμέρους εργασιών του υπό κατασκευή έργου. Πιο συγκεκριμένα, ο απαιτούμενος εξοπλισμός ενός συνηθισμένου εργοταξίου είναι απλός ενώ όσο αφορά την περίπτωση των ασυνήθιστα μεγάλων εργοταξίων, εκεί συναντάται εξειδικευμένος και βαρύς εξοπλισμός (Λιβιεράτος, 1998).

Ανάλογα, λοιπόν, με το μέγεθος του έργου τα εργοτάξια διακρίνονται σε μικρά, μεσαία (συνήθη) εργοτάξια και μεγάλα εργοτάξια.

Ανάλογα με τον τύπο του έργου που εξυπηρετούν, τα εργοτάξια διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Εργοτάξια χωματουργικών έργων, στα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως χωματουργικά μηχανήματα, αφού οι ποσότητες υλικών εκσκαφής, μεταφοράς και διάστροφης είναι μεγάλες.
- Εργοτάξια έργων οδοποιίας, στα οποία οι απαιτήσεις για δομικές μηχανές είναι ιδιαίτερα υψηλές, λόγω των μεγάλων ποσοτήτων υλικών που απαιτείται να μεταφερθούν και να ενσωματωθούν στο έργο. Συνήθως, το μηχανοστάσιο του εργοταξίου περιλαμβάνει εκτός από τα συνήθη δομικά μεταφορικά μηχανήματα, συγκροτήματα παραγωγής αδρανών υλικών, συγκρότημα παραγωγής ασφαλτοσκυροδέματος, μηχανήματα οδοποιίας, κ.λπ.
- Εργοτάξια τεχνικών έργων, τα οποία αναφέρονται σε έργα από σκυρόδεμα, π.χ. φράγματα από σκυρόδεμα, γέφυρες, ανισόπεδοι κόμβοι, αρδευτικές διώρυγες, κ.λπ. Συνήθως, πέραν του συνηθούς εξοπλισμού σε δομικά μηχανήματα, απαιτείται εξοπλισμός σε ξυλοτύπους ή σιδεροτύπους, ικριώματα, γερανούς, ανυψωτικά μηχανήματα, κ.λπ.
- Εργοτάξια υπογείων έργων, στα οποία χρησιμοποιούνται διατρητικά μηχανήματα, αεροσυμπιεστές, μηχανήματα μεταφοράς υλικών σε υπόγεια έργα, κ.λπ.
- Εργοτάξια προκατασκευής, τα οποία χαρακτηρίζονται από τη μεταφορά σειράς εργασιών για την παραγωγή επαναλαμβανόμενων δομικών στοιχείων. Η παραγωγή των στοιχείων αυτών γίνεται σε μεταλλικούς σιδερότυπους. Τα απαιτούμενα μηχανήματα στα εργοτάξια αυτά, είναι συνήθως μηχανήματα παραγωγής σκυροδέματος, συστήματα ωρίμανσης σκυροδέματος, μηχανήματα επεξεργασίας δομικού χάλυβα, μεταφορικά οχήματα, ανυψωτικές και φορτωτικές διατάξεις των προκατασκευασμένων στοιχείων, κ.λπ.
- Εργοτάξια υδραυλικών και λιμενικών έργων
- Εργοτάξια ηλεκτρομηχανολογικών εργασιών
- Εργοτάξια βιομηχανικών ενεργειακών έργων
- Εργοτάξια σύνθετων-ασυνήθιστων έργων

Επιπρόσθετα, τα εργοτάξια μπορούν να διακριθούν ανάλογα με ορισμένα δευτερεύοντα κριτήρια όπως είναι ο χαρακτήρας του έργου, δηλαδή αν πρόκειται για δημόσιο ή ιδιωτικό έργο, αν η οργάνωσή τους είναι συγκεντρωτική ή αποκεντρωτική, αν ο διατιθέμενος χώρος είναι εκτεταμένος ή περιορισμένος, καθώς και από τις συνθήκες του εργοταξίου αν π.χ. είναι στεγασμένο ή ανοιχτό.

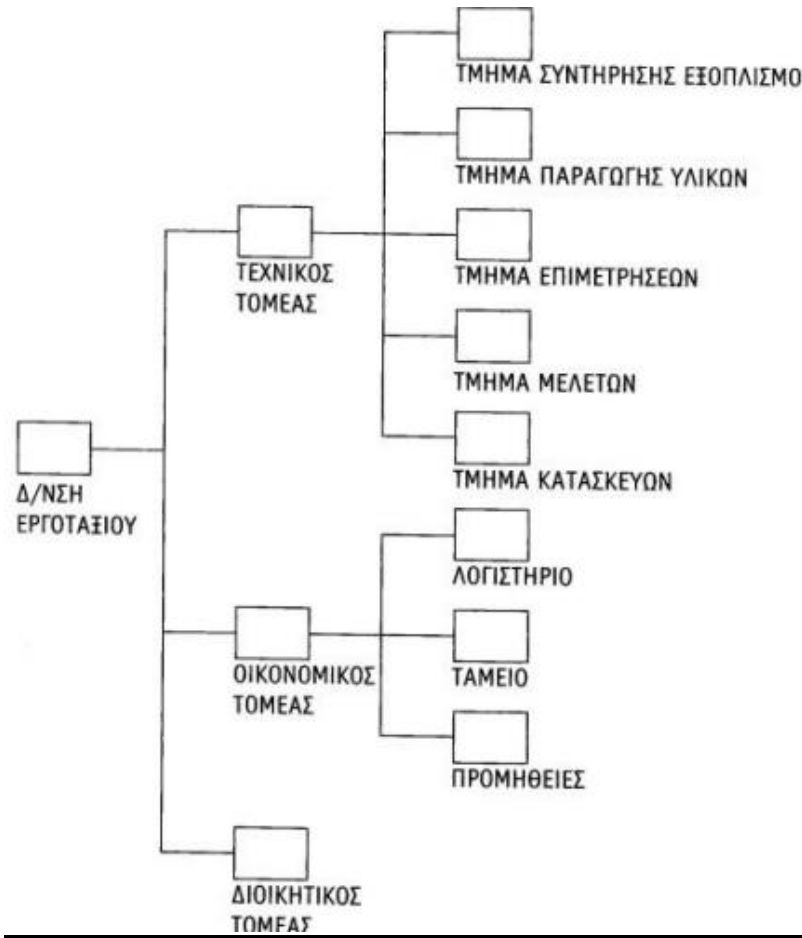
### 5.3. Οργανόγραμμα Εργοταξίου

Οργανόγραμμα είναι η γραφική αναπαράσταση της δομής της οργάνωσης ενός φορέα ή υπηρεσίας. Σε κάθε εργοτάξιο, κάθε οργανόγραμμα απεικονίζει πως οργανώνονται διάφορες ειδικότητες για την κατασκευή του έργου. Ο σκοπός του οργανογράμματος είναι ο προσδιορισμός της ιεραρχίας της διάρθρωσης και των τμημάτων, ο καθορισμός της ροής μεταβίβασης εντολών (↓) και πληροφοριών (↑), καθώς και η γνωστοποίηση των ονομάτων των (επιτελικών) στελεχών του έργου. Οι λόγοι για τους οποίους χρειάζεται το οργανόγραμμα είναι (Τσιπλακούλης, Α. (2019):

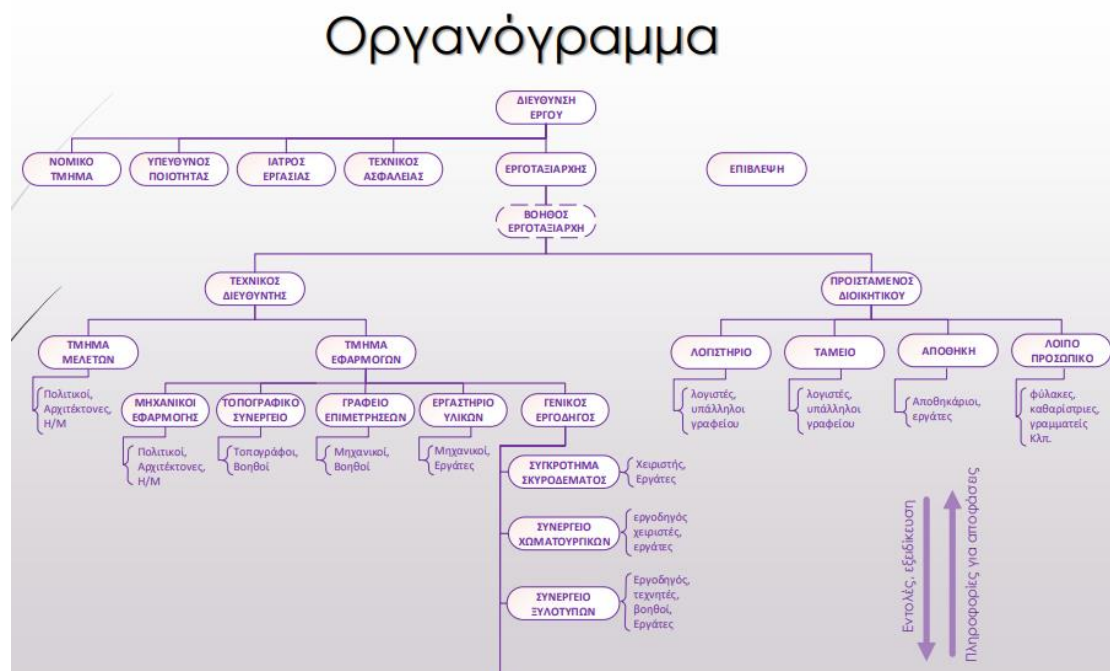
1. Δείχνει τα οργανωτικά λάθη της επιχείρησης και βοηθά στη διόρθωσή τους.
2. Παρουσιάζει ανάγλυφη την εικόνα της επιχείρησης, ως προς: τι επιδιώκει και πως το επιδιώκει, τι κλάδους έχει αναπτύξει, που και πως κατασκευάζει τα προϊόντα, πως και που τα διαθέτει, ποιοι είναι επικεφαλής των σπουδαιότερων υπηρεσιών και εργασιών, τι αρμοδιότητες έχουν, κλπ.
3. Βοηθά τα στελέχη να εντοπίσουν τις αρμοδιότητές τους, καθώς και των άλλων. Επιτρέπει την αποφυγή συγκρούσεων και συντελεί στη συνεργασία μεταξύ των στελεχών.
4. Διευκολύνουν την επικοινωνία και την ενημέρωση μεταξύ των Τμημάτων.
5. Βοηθά την υπηρεσία στην αποφυγή επικαλύψεων και επαναλήψεων των εργασιών.
6. Βοηθά στην ορθή αξιολόγηση των θέσεων και στη διαχείριση των αμοιβών.
7. Επιτρέπει να γίνονται οι σωστές αλλαγές προσαρμογής στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος.

Ένα λειτουργικό οργανόγραμμα θα πρέπει (Χασιακός, Α., 2018):

- Να σχεδιάζεται με βάση τις ανάγκες του έργου
- Η ευθύνη να συγκεντρώνεται σε ένα πρόσωπο
- Η αποκέντρωση της διοίκησης να συνοδεύεται με αυτονομία
- Ο αριθμός επιπέδων διοίκησης να είναι ο μικρότερος δυνατός
- Τα όρια των αρμοδιοτήτων να είναι σαφώς καθορισμένα
- Να μην αλληλεπικαλύπτονται οι αρμοδιότητες
- Κάθε εργαζόμενος να δίνει αναφορά μόνο σε ένα πρόσωπο



Σχήμα 5.1 Παράδειγμα Οργανογράμματος Εργοταξίου (1/2) (Πηγή: Τσιπλακούλης, Α., 2019)



Σχήμα 5.2 Παράδειγμα Οργανογράμματος Εργοταξίου (2/2) (Πηγή: Χασιακός, Α., 2018)



#### 5.4. Δίκτυα παροχών εργοταξίου

Η αυτοτελής και ολοκληρωμένη λειτουργία ενός εργοταξίου προϋποθέτει την ύπαρξη των παροχών, οι οποίες είναι αναγκαίες για τη λειτουργία των κτιριακών εγκαταστάσεων και των μηχανημάτων του έργου. Πολλές φορές, η ύπαρξη των παροχών επηρεάζει καθοριστικά τη θέση των εργοταξιακών εγκαταστάσεων ή του εργοταξίου, αφού χωρίς αυτά δεν είναι δυνατή η λειτουργία πολλών κύριων ή βοηθητικών μηχανημάτων ή ακόμα και των κτηριακών υποδομών. Τα κυριότερα δίκτυα υποδομών, τα οποία απαιτούνται για τα περισσότερα εργοτάξια είναι τα εξής (Πολύζος, 2017):

##### (α) Ύδρευση

Η παροχή ύδρευσης είναι καθοριστική για το εργοτάξιο, καθώς το νερό είναι απαραίτητο για τη λειτουργία του. Στη φάση οργάνωσης του εργοταξίου θα πρέπει να διερευνηθεί η δυνατότητα εξυπηρέτησης από το δίκτυο της περιοχής, και ο υπολογισμός των διαμέτρων, του μήκους του δικτύου και των αποστάσεων σύνδεσης. Στις περιπτώσεις που οι αποστάσεις από το υπάρχον δίκτυο είναι μεγάλες και η σύνδεση οικονομικά ασύμφορη, διερευνάται η δυνατότητα αυτοεξυπηρέτησης, εφόσον υπάρχει επαρκής ποσότητα νερού σε πηγές της περιοχής (επιφανειακή λήψη), η λήψη του είναι εφικτή και η ποιότητα ικανοποιητική ή αν υπάρχει η δυνατότητα λήψης νερού με κατασκευή γεώτρησης (υπόγεια λήψη). Στην περίπτωση αυτοεξυπηρέτησης, πιθανόν να απαιτηθεί η κατασκευή πρόσθετων υποδομών, όπως υδατόπυργος, σωληνώσεις μεταφοράς, αντλιοστάσια, πιεστικά, κ.λπ. Ανάλογα με τη φύση των εργασιών τις οποίες περιλαμβάνει το δομικό έργο, θα πρέπει να υπολογισθεί η απαιτούμενη ποσότητα του νερού. Πέραν της απαιτούμενης ποσότητας για τη λειτουργία των γραφείων, το νερό χρειάζεται για την πλήση σκύρων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σκυροδέματος, το κατάβρεγμα του σκυροδέματος, την πλήση των μηχανημάτων, το κατάβρεγμα των στρώσεων της οδοποιίας πριν από τη συμπύκνωσή τους, κ.λπ. Εκτός του δικτύου ύδρευσης, θα πρέπει σε κάθε εργοτάξιο να κατασκευάζεται δίκτυο αποχέτευσης, το οποίο να οδηγεί τα ακάθαρτα νερά και τα λύματα σε αποδέκτη που είναι αποδεκτός από τη νομοθεσία (βόθροι, σύνδεση με υπάρχον αποχετευτικό δίκτυο, κ.λπ.).

##### (β) Ηλεκτρικό Ρεύμα

Όπως στην περίπτωση της ύδρευσης, έτσι και για την προμήθεια ηλεκτρικού ρεύματος, θα πρέπει να εξετασθεί η σύνδεση του εργοταξίου με το υπάρχον δημόσιο δίκτυο ή η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στο εργοτάξιο. Η δεύτερη περίπτωση συνήθως επιλέγεται όταν δεν υπάρχει σε κοντινή απόσταση από το εργοτάξιο δημόσιο δίκτυο και οι οικονομικές απαιτήσεις για την σύνδεσή του είναι αρκετά μεγάλες. Επιπλέον, η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στο εργοτάξιο επιλέγεται στις περιπτώσεις που το υπάρχον δίκτυο δεν μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις του εργοταξίου σε ηλεκτρικά φορτία ή δεν έχει εξασφαλισμένη σταθερή ροή ρεύματος αλλά και όταν το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο εργοτάξιο είναι μικρότερο από τη συνολική δαπάνη που θα απαιτηθεί για τη λήψη από το δημόσιο

δίκτυο. Το ηλεκτρικό ρεύμα χρησιμοποιείται για ηλεκτροφωτισμό του εργοταξίου και των εγκαταστάσεών του (φωτισμός λειτουργίας, φωτισμός ασφαλείας) και, όταν απαιτείται, για την κίνηση των ηλεκτροκίνητων μηχανών. Στις περιπτώσεις που το εργοτάξιο εργάζεται τις νυχτερινές ώρες, απαιτείται να μελετηθεί επαρκής φωτισμός σε όλες τις θέσεις εργασίας, ώστε να εξασφαλίζεται η δυνατότητα άνετης εργασίας και να περιορίζεται ο κίνδυνος εργατικών ατυχημάτων. Όταν η σύνδεση με το δημόσιο δίκτυο δεν είναι συμφέρουσα, τότε τοποθετούνται ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη (H/Z) στο εργοτάξιο. Ο σταθμός παραγωγής τοποθετείται στο κέντρο βάρους των σημείων κατανάλωσης, για να αποφεύγονται μεγάλες απώλειες ισχύος και πτώσεις τάσης στους αγωγούς. Το μέγεθος της ηλεκτρικής εγκατάστασης εξαρτάται από την ισχύ αιχμής, από το βαθμό συγχρονισμού της λειτουργίας των καταναλωτών, από την ένταση εκκίνησης και από το συντελεστή ισχύος.

#### (γ) Τηλεπικοινωνίες

Οι τηλεπικοινωνίες σε ένα εργοτάξιο είναι εξωτερικές και εσωτερικές. Η εξωτερική σύνδεση του εργοταξίου με τα κεντρικά γραφεία της εταιρείας, τους προμηθευτές, τις υπηρεσίες, κ.λπ., συνήθως εξασφαλίζεται μέσω της σύνδεσης με το τηλεφωνικό δίκτυο της περιοχής. Η εσωτερική σύνδεση εξυπηρετεί την επικοινωνία των γραφείων του εργοταξίου με τα άλλα τμήματα εργασίας (συνεργεία, λατομεία, κ.λπ.). Ειδικότερα, σε έργα τα οποία είναι εκτεταμένα σε μεγάλες αποστάσεις (σήραγγες, οδοποιίες, αρδευτικά έργα) η δυνατότητα ενδοεπικοινωνίας είναι απαραίτητη για την αποφυγή άσκοπων μετακινήσεων του προσωπικού εντός των έργων και την διευκόλυνση του έργου της καθοδήγησης και ελέγχου του προσωπικού από τη διοίκηση.

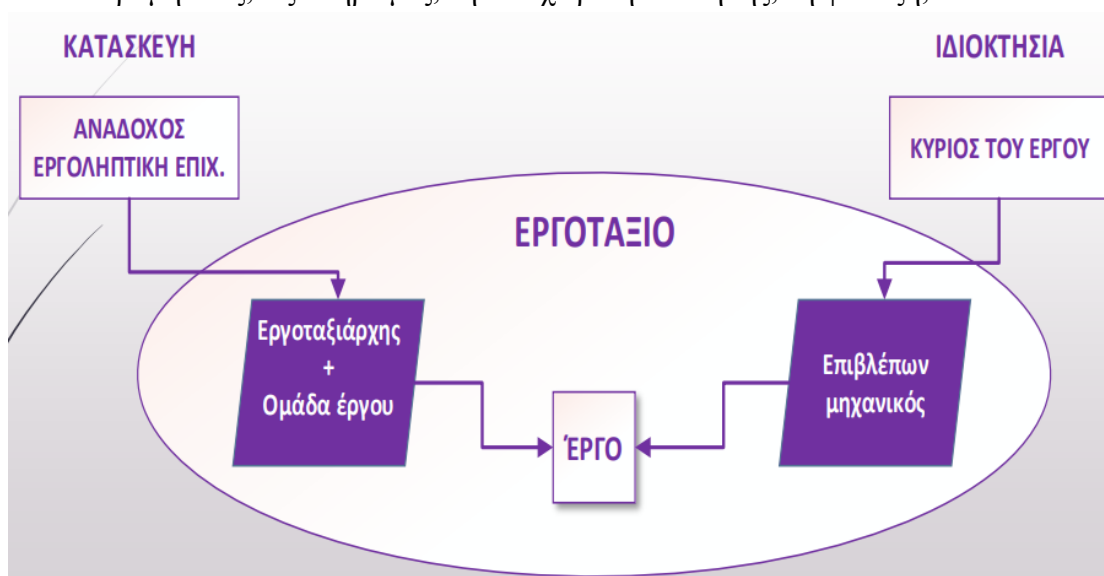
#### (δ) Παροχή πεπιεσμένου αέρα

Ανάλογα με τη φύση των εκτελούμενων εργασιών απαιτείται η εγκατάσταση του μηχανολογικού εξοπλισμού παραγωγής πεπιεσμένου αέρα στο εργοτάξιο. Οι λειτουργίες για τις οποίες είναι απαραίτητη η χρήση πεπιεσμένου αέρα είναι οι διανοίξεις σηράγγων (αερισμός σηράγγων και λειτουργία ειδικών μηχανών εξόρυξης), η λειτουργία αεροσυμπιεστών σε λατομεία, η λειτουργία συστήματος καθαρισμού μηχανημάτων, ο καθαρισμός βραχιδών επιφανειών για τη θεμελίωση φραγμάτων ή τη σκυροδέτηση, οι γεωτρήσεις με κρουστικά γεωτρήματα και εμπήξεις αγκυρίων στήριξης βράχου σε πρηνή ή σήραγγες, οι δονητές πεπιεσμένου αέρα. Στη φάση σχεδιασμού των εργοταξιακών εγκαταστάσεων θα πρέπει να γίνει υπολογισμός των απαιτήσεων σε πεπιεσμένο αέρα, ώστε να προγραμματισθεί ο εξοπλισμός παραγωγής του. Η πίεση λειτουργίας στα δίκτυα είναι 7 βατ, ενώ θα πρέπει να εξετάζεται σχολαστικά η ανταπόκριση της εγκατάστασης στους κανόνες ασφαλείας.

## 5.5. Ανθρώπινο δυναμικό εργοταξίου

Το ανθρώπινο δυναμικό εργοταξίων διαχωρίζεται στο:

- Τεχνικό προσωπικό, το οποίο περιέχει όλους τους εργαζόμενους που απασχολούνται στην παραγωγική διαδικασία (προϊστάμενος του έργου, επιβλέπων μηχανικοί, εργοδηγοί, εργάτες, τεχνικοί ασφαλείας, τεχνίτες, βοηθοί, χειριστές μηχανημάτων, κλπ.). Τα καθήκοντά τους σχετίζονται με την παραγωγή του έργου, την επίβλεψη εργασιών, την εκπόνηση μελετών - επιμετρήσεων - κατασκευαστικών σχεδίων, κλπ.
- Διοικητικό προσωπικό, το οποίο περιλαμβάνει τους εργαζόμενους που υποστηρίζουν την παραγωγή (λογιστές, ταμίες, κλητήρες, αποθηκάριοι, φύλακες, κλπ.). Τα καθήκοντά τους αφορούν τα λογιστικά, τα ασφαλιστικά, τις προμήθειες, τις πληρωμές, την διαχείριση αποθήκης, τη φύλαξη, κλπ



Σχήμα 5.3 Παράδειγμα Προσωπικού Εργοταξίου (Πηγή: Χασιακός, Α., 2018)

## 5.6. Οδικό δίκτυο εργοταξίου

Κάθε εργοτάξιο θα πρέπει να έχει εξασφαλισμένη την ομαλή, ανεμπόδιστη και ασφαλή σύνδεση με το δημόσιο οδικό δίκτυο της περιοχής και να διαθέτει εσωτερικό οδικό δίκτυο. Η σύνδεση με το δημόσιο οδικό δίκτυο πρέπει να γίνεται σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, η οποία προβλέπει για κάθε περίπτωση την τήρηση ειδικών σχεδίων σύνδεσης με την κατασκευή νησίδας ασφαλείας, ζωνών επιβράδυνσης και επιτάχυνσης, κ.λπ., ώστε να εξασφαλίζεται η ομαλή ροή είσοδος - έξοδος των οχημάτων προς το εργοτάξιο. Το εσωτερικό οδικό δίκτυο πρέπει να επιδιώκεται να ικανοποιεί τις εξής αρχές (Πολύζος, Σ., 2018):

- Τα οχήματα μεταφορών να προσεγγίζουν εύκολα στις θέσεις εκφόρτωσης.
- Να υπάρχουν οι απαραίτητες αποστάσεις ασφαλείας από μηχανήματα, κριώματα, ορύγματα, κ.λπ.
- Να επιδιώκεται η κυκλοφορία να γίνεται προς μια κατεύθυνση, ώστε να μειώνονται οι κίνδυνοι ατυχημάτων.

- Οι ακτίνες καμπυλότητας να είναι προσαρμοσμένες στις διαστάσεις των οχημάτων που πρόκειται να κυκλοφορήσουν.
- Οι κατά μήκος κλίσεις του οδικού δικτύου να μην υπερβαίνει το 10%, ενώ για ειδικές περιπτώσεις (ορεινά εργοτάξια) το 15%.

Ο τρόπος κατασκευής του εσωτερικού δικτύου ενός εργοταξίου εξαρτάται από τον κυκλοφοριακό φόρτο που προβλέπεται να έχει και τη χρονική διάρκεια του εργοταξίου. Συνήθως, τα εργοτάξια έχουν ζωή 2-4 χρόνια και όταν τελειώσει η κατασκευή του έργου που εξυπηρετούν εγκαταλείπονται. Στις περιπτώσεις μικρών έργων των οποίων η κατασκευή δεν απαιτεί πολύ χρόνο, η στρώση κυκλοφορίας του οδικού δικτύου του εργοταξίου κατασκευάζεται από αμμοχάλικο. Όταν όμως το εργοτάξιο εξυπηρετεί μεγάλα έργα, θα πρέπει να εξετάζεται οικονομοτεχνικά εάν συμφέρει η ασφαλιτοστρώση του οδικού δικτύου, ώστε να εξασφαλίζεται η ταχύτερη εκτέλεση των μεταφορών, η μείωση των φθορών των μηχανημάτων που κινούνται σε αυτό, η μείωση των ατυχημάτων και η μικρότερη δαπάνη συντήρησης του. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν ασφαλιτοστρώνεται το οδικό δίκτυο, θα πρέπει να γίνεται τακτική συντήρησή του και να διατηρείται σε καλή κατάσταση για τη μείωση των φθορών στα ελαστικά των οχημάτων και των μηχανημάτων.

## 5.7. Ασφάλεια στο Εργοτάξιο

Ο τομέας των κατασκευών βαρύνεται από το κόστος των ατυχημάτων, τα οποία μπορεί να συμβούν στη διάρκεια εκτέλεσης των έργων. Τα ατυχήματα τα οποία συμβαίνουν στις κατασκευές διατηρούν τον υψηλότερο (απόλυτο και σχετικό) βαθμό σε σχέση με τους άλλους τομείς της παραγωγής. Τα παραπάνω επιβάλλουν την λήψη όλων των απαραίτητων μέτρων που θα μειώσουν ή θα εξαλείψουν τα εργατικά ατυχήματα στα εργοτάξια και τα έργα. Είναι σαφές ότι, όσο πιο σύνθετη είναι το έργο, τόσο περισσότερους κινδύνους ενέχει για τους εργαζόμενους. Οι δυνατές συνέπειες ενός ατυχήματος στις κατασκευές είναι:

- Η απώλεια ανθρώπινης ζωής.
- Ολική ή μερική και χρόνια ή παροδική ανικανότητα.
- Απώλεια ή καταστροφή εξοπλισμού και υλικών.
- Δαπάνη χρόνου.

Οι υλικές ζημιές μετά από ένα ατύχημα δεν είναι εύκολο να υπολογισθούν, γιατί εκτός από τις άμεσες δαπάνες, δηλαδή αυτές που με εποπτεία ή μέτρηση μπορούν να υπολογισθούν σε χρήμα, υπάρχουν και οι έμμεσες δαπάνες οι οποίες δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν. Από προσεγγιστικές εκτιμήσεις έχει προκύψει το συμπέρασμα ότι οι έμμεσες δαπάνες είναι περίπου τριπλάσιες των άμεσων. Ως έμμεσες δαπάνες αναφέρονται:

- Η δαπάνη της απώλειας του εργατικού δυναμικού μετά από τραυματισμό, τόσο για το θύμα του τραυματισμού, όσο για τους υπόλοιπους εργαζόμενους που διακόπτουν την εργασία τους.
- Οι δαπάνες αποκατάστασης του ρυθμού εργασίας, η έρευνα για τα αίτια του ατυχήματος, η φροντίδα αντικατάστασης του θύματος, κ.λπ.
- Η δαπάνη αποκατάστασης των υλικών και του εξοπλισμού που έχει φθαρεί.
- Η δαπάνη των καθυστερήσεων στην εξέλιξη του έργου.
- Η δαπάνη νοσηλείων, ασφαλίσεων κ.λπ.

### **5.7.1. Μέτρα ασφαλείας εργοταξίου**

Η ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων στο χώρο των τεχνικών έργων βασίζεται στην καθιέρωση και λειτουργία ενός συστήματος ικανού να συγκρατήσει την πιθανότητα ατυχημάτων, αλλά και την εξέλιξη των επαγγελματικών νόσων κάτω από ένα επίπεδο γενικά αποδεκτό και αιτιολογημένα εφικτό. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει βασικούς άξονες σχεδιασμού και εφαρμογής, που αναφέρονται στη διαμόρφωση ενός πλέγματος το οποίο ορίζεται από: (α) κανόνες, (β) μέτρα προστασίας, (γ) γνώσεις και δεξιότητες, (δ) πρότυπα συμπεριφοράς και (ε) σωστή και αποτελεσματική διαχείριση της πληροφορίας.

Αρμόδιος κατά τον νόμο για τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται στα εργοτάξια και τα έργα είναι ο ανάδοχος εκτέλεσης του έργου, ο οποίος συνήθως μεταβιβάζει την ευθύνη στο διευθυντή του έργου (εργοταξιάρχη).

Για την αποφυγή των εργατικών ατυχημάτων θα πρέπει να γίνεται επισήμανση και εξασφάλιση των επικίνδυνων θέσεων του εργοταξίου με περίφραξη ή τοποθέτηση προστατευτικών μέτρων. Επίσης, πρέπει να γίνεται οριοθέτηση και προστασία της έκτασης του εργοταξίου και των έργων γενικά με περίφραξη και τοποθέτηση άλλων στοιχείων, όπως σταθερές ή κινητές μπάρες, πινακίδες σήμανσης και πληροφοριακές πινακίδες, σηματοδότες, κ.λπ. Στις επί μέρους εργασίες, οι οποίες χαρακτηρίζονται από υψηλή επικινδυνότητα και ειδικότερα εκεί όπου η στατιστική ή η αντίληψη των εμπειρών τεχνικών δείχνει ότι υπάρχει κίνδυνος ατυχήματος, θα πρέπει να λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα για την προστασία των εργαζόμενων. Στα εργοτάξια τα οποία υπάρχει αυξημένος κίνδυνος πυρκαγιάς (πρατήρια καυσίμων, ξυλουργείο, αποθήκες εύφλεκτων υλικών, κ.λπ.) θα πρέπει να τοποθετούνται μόνιμα συστήματα πυρόσβεσης.

Όσον αφορά την πυροπροστασία: Λόγω της λειτουργίας πολλών μηχανημάτων που αναπτύσσουν μεγάλη θερμοκρασία, της χρήσης εργαλείων για συγκόλληση ή αποκόλληση ή και κάποιας πιθανής σύγκρουσης η φωτιά αποτελεί μία από τις κυριότερες αιτίες καταστροφών στο εργοτάξιο. Επομένως, η ύπαρξη της προβλεπόμενης ποσότητας πυροσβεστήρων ή η διαμόρφωση δικτύου που θα παροχετεύει νερό υπό πίεση σε πυροσβεστικούς σταθμούς είναι βασικά προαπαιτούμενα σε ένα κατασκευαστικό έργο.

Σχετικά με τις ιατρικές υπηρεσίες: Ο χώρος του εργοταξίου κρύβει πολλούς κινδύνους και μεγάλες πιθανότητες δημιουργίας ατυχήματος επομένως η ύπαρξη κυτίου πρώτων βοηθειών και ιατρού ή νοσοκόμου κρίνεται αναγκαία. Όσο πιο απομακρυσμένο είναι το εργοτάξιο από αστικό ιστό η νοσοκομείο τόσο σημαντικότερη είναι η ύπαρξη ενός καλά εξοπλισμένου ιατρείου.

Σημαντικό ρόλο σε κάθε εργοτάξιο κατέχει ο Εξοπλισμός Ασφαλείας. Ο βασικός εξοπλισμός για τη προστασία των εργαζομένων είναι τα ειδικά παπούτσια, σκληρά κράνη, γάντια και γυαλιά εργασίας και κρίνεται απαραίτητο να υπάρχουν σε κάθε εργοτάξιο αλλά και να χρησιμοποιούνται σωστά. (Τσιπλακούλης, Α. (2019)



**Εικόνα 5.1** Εξοπλισμός Ασφαλείας στο εργοτάξιο (Πηγή: Τσιπλακούλης, Α., 2019)

Πέραν των παραπάνω μέτρων ασφαλείας, θα πρέπει κυρίως στα μεγάλα εργοτάξια να αναπτύσσεται ένα «πρόγραμμα ασφαλείας» κατά τομέα ή ομάδα εργασίας με συμμετοχή όλων των συνεργαζόμενων. Επίσης, να γίνεται συστηματική άσκηση των εργαζόμενων στην αντιμετώπιση έκτακτων ή δύσκολων περιστατικών, προκειμένου να εξασφαλισθεί η ψυχραιμία και η σταθερότητα στις δύσκολες ώρες και εξάσκηση των εργαζόμενων στην παροχή πρώτων βοηθειών. Επιπλέον, πρέπει να προάγεται και να υποστηρίζεται το πνεύμα οργάνωσης της δουλειάς και να δίνονται κίνητρα με στόχο την τήρηση των κανόνων ασφαλείας και ουσιαστική επιβράβευση των θετικών συμπεριφορών.

Παρόλ' αυτά, η διαφοροποίηση των τεχνικών έργων σε συνδυασμό με την συνεχή εναλλαγή των τρόπων και των συνθηκών εργασίας στα εργοτάξια και τα τεχνικά έργα δεν ευνοούν τη διατύπωση τυπικών κανόνων ασφάλειας για όλα τα έργα.

Για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων στα εργοτάξια θα πρέπει να τηρούνται και να εφαρμόζονται τουλάχιστον οι ελάχιστες απαιτήσεις, οι οποίες περιλαμβάνονται στη σχετική νομοθεσία. Κατά τα στάδια εκπόνησης της μελέτης ενός έργου, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους μελετητές σε συνεργασία με τον κύριο του έργου οι γενικές αρχές πρόληψης σε θέματα υγείας και ασφάλειας. Για κάθε έργο, ο ανάδοχος ορίζει το συντονιστή ασφάλειας και υγείας, ενώ όταν το

εργοτάξιο περιλαμβάνει πολλά συνεργεία, ορίζονται περισσότεροι του ενός συντονιστές. Στα εργοτάξια που ορίζεται συντονιστής ασφάλειας και υγείας και πρόκειται να εκτελεσθούν εργασίες, που ενέχουν κινδύνους για τους εργαζόμενους, ορίζεται για τον ανάδοχο του έργου η υποχρέωση εκπόνησης σχεδίου ασφάλειας και υγείας (ΣΑΥ) και φακέλου ασφαλείας και υγείας (ΦΑΥ). Για τα δημόσια έργα και εφόσον δεν απαιτείται έκδοση οικοδομικής άδειας το σχέδιο και ο φάκελος ασφαλείας και υγείας αποτελούν τμήμα της τεχνικής μελέτης που υποβάλλεται για έγκριση.

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία, τα συνηθέστερα ατυχήματα στα εργοτάξια, είναι πτώσεις από ύψος και τραυματισμοί που οφείλονται σε πτώσεις αντικειμένων και υλικών κατασκευής, εργαλεία που αποβαίνουν επικίνδυνα κατά τη χρήση τους, ηλεκτρισμό, κατολισθήσεις, κακή λειτουργία και κακός χειρισμός μηχανημάτων.

Οι βασικότερες γενικές προδιαγραφές από την υπάρχουσα νομοθεσία για την ασφάλεια στους χώρους εργασίας των εργοταξίων αφορούν κυρίως την αντοχή, καθώς τα τεχνικά έργα πρέπει να έχουν την κατάλληλη δομή και σταθερότητα, αλλά και τα υλικά που χρησιμοποιούνται να εναποτίθενται με ασφάλεια στους χώρους. Ακόμη, σε οποιαδήποτε κατασκευή πρέπει να προβλέπονται οδοί διαφυγής, με κατάλληλη σήμανση έτσι ώστε να οδηγούν το προσωπικό σε ασφαλές μέρος. Επιπρόσθετα, σε κάθε εργοτάξιο πρέπει να προβλέπονται μέτρα για την πυρασφάλεια, τον κατάλληλο φυσικό και τεχνητό αερισμό, την αποφυγή σε έκθεση των εργαζομένων σε έντονους θορύβους, σκόνες, μη κατάλληλες θερμοκρασίες κ.ά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ

Η εκτέλεση ενός τεχνικού έργου προϋποθέτει οργάνωση, συντονισμό και καθοδήγηση όλων των συνεργείων και μηχανημάτων που θα δουλέψουν για το έργο. Η εργοληπτική εταιρεία οργανώνει το χώρο κοντά ή γύρω από την εκάστοτε περιοχή εκτέλεσης του έργου που θα αποτελεί το κέντρο συντονισμού και τη βάση του μηχανολογικού εξοπλισμού και των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν. Πρόκειται για προσωρινές διατάξεις εφόσον το τεχνικό έργο έχει συγκεκριμένη διάρκεια. Στο χώρο των εργοταξίων υπάρχουν κοινές διατάξεις που διαχωρίζονται σε :

- Διατάξεις διοίκησης και υποστήριξης

Περιλαμβάνουν τα εργοταξιακά γραφεία με τον εξοπλισμό τους, τους χώρους αποθήκευσης, τα συνεργεία επισκευών κάποιων μηχανημάτων και τις βοηθητικές εγκαταστάσεις, όπως ιατρεία, χώρους εστίασης, ανάπαυσης του προσωπικού. Οι εγκαταστάσεις αυτές εξυπηρετούν τα άτομα που κατευθύνουν την εκτέλεση και διοικούν το έργο.

- Διατάξεις παραγωγής

Είναι οι εγκαταστάσεις που αποτελούν τον εκτελεστικό μηχανισμό του έργου και κατηγοριοποιούνται σε σταθερές και κινητές. Οι σταθερές διατάξεις παραγωγής λειτουργούν ως βιομηχανικές μονάδες μέσα στο εργοτάξιο και περιλαμβάνουν τα συγκροτήματα παραγωγής (όπως τροφοδοτές υλικών, δεξαμενές, αναμεικτήρες κ.α) τα οποία συναρμολογούνται στην αρχή του έργου και διεκπαιρώνουν τις διάφορες εργασίες ενώ στο τέλος αποσυναρμολογούνται και μεταφέρονται σε άλλο μέρος. Οι κινητές διατάξεις περιλαμβάνουν τις ομάδες εργασίας δηλαδή τα συνεργεία που απαρτίζονται από το ανθρώπινο δυναμικό και τον εξοπλισμό τους.

Παρακάτω ακολουθούν ορισμένες βασικές κατηγορίες εγκαταστάσεων που συναντώνται στα εργοτάξια.

#### 6.1. Γραφεία διοίκησης εργοταξίου

Κάθε εργοτάξιο πρέπει να περιλαμβάνει τις απαιτούμενες κτιριακές εγκαταστάσεις και τον εξοπλισμό τους όπως γραφεία, σχεδιαστήρια, χώρους ηλεκτρονικών υπολογιστών για την άνετη παραμονή και εργασία του προσωπικού, το οποίο θα πρέπει να βρίσκεται πλησίον του εκτελούμενου έργου. Για την εκτίμηση της απαιτούμενης επιφάνειας θεωρείται ότι για κάθε εργαζόμενο άτομο απαιτούνται περίπου 10 τ.μ. Σε ένα συνηθισμένο από πλευράς μεγέθους εργοτάξιο, οι χώροι που περιλαμβάνονται, είναι:

- Γραφείο εργοταξιάρχη ή διευθυντή του έργου



- Γραφείο γραμματείας και του προσωπικού υποστήριξης του έργου
- Γραφεία μηχανικών, τεχνολόγων, εργοδηγών, σχεδιαστών
- Γραφεία των υπολοίπων διοικητικών υπηρεσιών (προμηθειών, λογιστήριο, μισθοδοσίας υπαλλήλων, κ.λπ.)
- Γραφεία για τους επιβλέποντες του έργου

Τα εργοτάξια που είναι εγκατεστημένα εντός πόλης ή σε μία πυκνοκατοικημένη περιοχή, λόγω έλλειψης του διαθέσιμου χώρου διατηρούν τα απολύτως απαραίτητα γραφεία και ορισμένα από τα παραπάνω γραφεία μπορεί να βρίσκονται συγκεντρωμένα σε άλλο κτίριο.

Τα γραφεία συνήθως είναι τα πρώτα που τοποθετούνται σε ένα εργοτάξιο και από τα τελευταία που απομακρύνονται καθώς σε αυτά βρίσκονται τα σχέδια, σημαντικά στοιχεία και αποτελούν το χώρο εργασίας των μηχανικών που παρακολουθούν το έργο. Κρίνεται απαραίτητο να είναι σε κοντινές μεταξύ τους αποστάσεις και κοντά ή εντός της περιοχής του εργοταξίου. Εάν το εργοτάξιο βρίσκεται σε πόλη τότε για λόγους εξοικονόμησης χώρου υπάρχει η λύση ενοικίασης δωματίων σε γύρω κτίρια για τη τοποθέτησή τους. Τα γραφεία μπορεί να περιλαμβάνουν γραφεία εργασίας, γραφείο γενικού εργολάβου, γραφείο υπεργολάβων και γραφεία συμβούλων του έργου.

## 6.2. Διαμονή προσωπικού

Σε μεγάλα κατασκευαστικά έργα είναι αναγκαία η παροχή διαμονής στο προσωπικό κοντά ή δίπλα στο εργοτάξιο. Με αυτό το τρόπο οι εργαζόμενοι δεν σπαταλούν ενέργεια και χρόνο στη καθημερινή μεταφορά τους από και προς το εργοτάξιο, καθώς επίσης αναπτύσσονται ευκολότερα κοινωνικές σχέσεις, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι πιθανότητες το έργο να τελειώσει σε ενωρίτερο χρόνο με λιγότερα προβλήματα. Οι εταιρίες είτε παρέχουν δικά τους διαμερίσματα είτε νοικιάζουν ήδη υπάρχοντα αν το εργοτάξιο βρίσκεται σε πόλη για τους εργαζόμενους. Σε εργοτάξια που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, στα οποία κρίνεται απαραίτητο και αναπόφευκτο το εργατοτεχνικό προσωπικό να διαμένει στο εργοτάξιο, κυρίως, όταν το εργοτάξιο βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από κατοικημένη περιοχή, απαιτείται η κατασκευή χώρων διαμονής του προσωπικού. Σε αρκετές περιπτώσεις, κυρίως σε εργοτάξια του εξωτερικού, κατασκευάζεται οικισμός παραμονής των εργαζομένων.

## 6.3. Αποθηκευτικοί χώροι και Υλικά

Τα δομικά υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στο έργο, αποθηκεύονται σε αποθηκευτικούς χώρους, ανοικτούς ή κλειστούς, υπαίθριους ή στεγασμένους, ανάλογα με την ευαισθησία του υλικού στις καιρικές συνθήκες και τη συνολική του αξία, αφού τα

ακριβά υλικά μπορούν να γίνουν αντικείμενο κλοπής. Επίσης, όταν πρόκειται για επικίνδυνα υλικά όπως εκρηκτικά, καύσιμα ή λιπαντικά, οι αποθήκες θα πρέπει να τηρούν ιδιαίτερες προδιαγραφές ασφαλείας, οι οποίες αφορούν τον τρόπο κατασκευής τους καθώς και μέτρα ασφαλείας για πιθανό ατύχημα. Είναι απαραίτητη η τοποθέτηση πυροσβεστήρων, η κατασκευή αναχωμάτων γύρω από την αποθήκη εκρηκτικών υλών, καθώς και να τηρούνται οι αποστάσεις από τις υπόλοιπες εγκαταστάσεις.

Για την ελαχιστοποίηση των μετακινήσεων οι αποθήκες δομικών υλικών (εκτός από τα επικίνδυνα υλικά) κατασκευάζονται πλησίον των εγκαταστάσεων παραγωγής. Συνήθως, στις στεγασμένες αποθήκες φυλάσσονται εργαλεία, κινητά μηχανήματα, τοπογραφικά όργανα, βοηθητικά υλικά και μικροϋλικά, ανταλλακτικά και αναλώσιμα υλικά, ματισμός εργασίας. Επίσης, φυλάσσονται τα δομικά υλικά που απαιτούν προστασία, όπως τσιμέντα, γύψος, πρόσθετα σκυροδέματος, υλικά ηλεκτρολογικών και υδραυλικών εγκαταστάσεων.

Στους υπαίθριους αποθηκευτικούς χώρους, συνήθως, φυλάσσονται δομικά υλικά που δεν επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες ή δεν μπορούν λόγω όγκου ή αξίας να κλαπούν, όπως τούβλα, τσιμεντόλιθοι, σωλήνες σκυροδέματος, υλικά στεγών, κ.λπ. Η λειτουργία της «αποθήκης» επιβάλλει στον υπεύθυνο μηχανικό ή τεχνικό τα εξής καθήκοντα:

- Τη μέριμνα για τη δημιουργία ασφαλών και επαρκών χώρων αποθήκευσης.
- Την εκλογή, ανανέωση και καθοδήγηση του προσωπικού της αποθήκης.
- Την τήρηση σε συνεργασία με τον αποθηκάριο του βιβλίου της αποθήκης των απαραίτητων στατιστικών στοιχείων που αφορούν την «κίνηση» και την κατανάλωση των υλικών της αποθήκης. Η ατελής τήρηση του βιβλίου της αποθήκης μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στη λειτουργία του εργοταξίου, με συνέπεια καθυστερήσεις σε επί μέρους εργασίες και επιπτώσεις στο χρονοδιάγραμμα και το κόστος του έργου.

Η διακίνηση των απαραίτητων υλικών ενός εργοταξίου απαιτούν πρόσθετες γνώσεις και αποτελούν αντικείμενο πολλών τεχνικών και δεν αφορούν μόνο τον αποθηκάριο ή τον διαχειριστή. Με τον όρο διακίνηση εννοούμε όλες τις διαδικασίες που σχετίζονται με το εργοτάξιο με κυριότερες τις:

- Προγραμματισμός, παραλαβή και αποστολή υλικών.
- Φύλαξη και διατήρηση των υλικών.
- Διαχειριστικός έλεγχος των υλικών.
- Καταγραφές των διακινούμενων υλικών, στατιστική επεξεργασία και αξιοποίηση των στοιχείων των καταγραφών για κοστολογήσεις, σύνταξη προγράμματος, επιλογή προμηθευτών, κ.λπ.

Η ποσότητα και το είδος των υλικών που χρησιμοποιούνται στο έργο καθορίζει και τα μεγέθη των αποθηκών του εργοταξίου. Οι υπολογισμοί των επιφανειών των αποθηκών έχουν ως αφετηρία την ημερήσια κατανάλωση, η οποία προκύπτει από το διάγραμμα χρονικού προγραμματισμού. Επίσης, η χρονική ακολουθία των εργασιών πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στη διαστασιολόγηση των αποθηκών, αφού ο ίδιος χώρος είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για διάφορα υλικά, όταν δεν έχουμε παράλληλη εκτέλεση εργασιών αλλά με χρονική αλληλουχία. Ο καθορισμός των αποθεμάτων ασφαλείας είναι απαραίτητος για τον προγραμματισμό των υλικών, γιατί στις περιπτώσεις καθυστερήσεων των προμηθευτών μπορεί να προκληθεί πρόβλημα στην ομαλή εξέλιξη των εργασιών.

### **6.3.1. Προγραμματισμός και έλεγχος αποθεμάτων**

Ο προγραμματισμός των υλικών του εργοταξίου αποτελεί βασικό συντελεστή για την έγκαιρη ολοκλήρωση του έργου και είναι συνέπεια του προγράμματος που συντάσσεται και εφαρμόζεται. Πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε ένα έργο είναι ιδιοκτησία του κατασκευαστή ή παράγονται σαν πρώτες ύλες στον τόπο του έργου. Τα υλικά αυτά ελέγχονται και προγραμματίζονται πιο εύκολα σε σχέση με τα υλικά, τα οποία προέρχονται από εξωτερικούς προμηθευτές ή τρίτους κατασκευαστές. Όπως όλες οι επιχειρήσεις, έτσι και οι κατασκευαστικές είναι υποχρεωμένες να διατηρούν αποθέματα προϊόντων, πρώτων υλών, υλικών και άλλων αγαθών, τα οποία χρησιμοποιούνται στα έργα και τις παραγωγικές τους δραστηριότητες. Κάθε επιχείρηση επιδιώκει τη διατήρηση ενός τέτοιου ύψους αποθεμάτων, ώστε να ελαχιστοποιούνται τα συνολικά έξοδα που συνεπάγονται. Τέτοια έξοδα είναι το κόστος επενδεδυμένου κεφαλαίου, το κόστος αποθήκευσης, το κόστος διαχείρισης παραγγελιών. Επιπρόσθετα, με την διατήρηση των αποθεμάτων σε υψηλά επίπεδα δεν κινδυνεύει από μείωση της παραγωγής ή την εκτέλεση μιας εργασίας, λόγω της εξάντλησης των αποθεμάτων.

Ο προγραμματισμός και ο έλεγχος των αποθεμάτων μιας επιχείρησης αποσκοπεί στον καθορισμό του «βέλτιστου» ύψους αποθεμάτων κάθε προϊόντος, επιτυγχάνοντας την ικανοποίηση των λειτουργικών αναγκών της επιχείρησης με το μικρότερο δυνατό κόστος. Αποτελεί κατά συνέπεια βασικό παράγοντα διαμόρφωσης του τελικού κόστους παραγωγής και της αποτελεσματικής διαχείρισης κάθε επιχείρησης που αποθηκεύει προϊόντα και υλικά για να τα χρησιμοποιήσει στην παραγωγική διαδικασία.

Στις κατασκευαστικές επιχειρήσεις και τα έργα, η αποθήκευση υλικών, πρώτων υλών και άλλων αγαθών είναι ένα σύνηθες φαινόμενο. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι κατασκευαστικές επιχειρήσεις προμηθεύονται υλικά, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν ή θα ενσωματωθούν σε κάποιο έργο, ενώ σε άλλες περιπτώσεις η επιχείρηση παράγει ένα ενδιάμεσο προϊόν, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια σε ένα έργο που η ίδια η επιχείρηση κατασκευάζει. Μια κατασκευαστική εταιρεία μπορεί να προμηθεύεται π.χ. τσιμέντο, το οποίο θα χρησιμοποιήσει στα έργα της, μπορεί όμως να παράγει η ίδια και να αποθεματοποιεί αδρανή υλικά τα οποία, επίσης, θα

ενσωματωθούν στα έργα που κατασκευάζει. Για τον προγραμματισμό και τον έλεγχο των αποθεμάτων μιας επιχείρησης απαιτείται η τακτική παρακολούθηση των αποθηκών και η καταγραφή των υπαρχόντων προϊόντων. Τη χρονική περίοδο που τα αποθέματα πέφτουν κάτω από ένα προκαθορισμένο όριο, δίνεται η παραγγελία, αφού προηγουμένως υπολογισθεί η οικονομική ποσότητα της παραγγελίας.

#### **6.4. Εργαστήρια Ποιοτικού Ελέγχου**

Συνήθως, ανάλογα με το μέγεθος του έργου και το είδος των εκτελούμενων εργασιών, θα πρέπει να προβλεφθεί η οργάνωση εργαστηρίου ποιοτικού ελέγχου αλλά και διενέργειας των απαραίτητων δοκιμών ελέγχου των χρησιμοποιούμενων στο έργο υλικών κυρίως όταν η απόσταση του έργου από υπάρχοντα εργαστήρια είναι μεγάλη. Για οποιοδήποτε υλικό εισέρχεται στο εργοτάξιο και πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στο έργο κρίνεται απαραίτητο να λαμβάνονται ένα ή περισσότερα τυχαία δείγματα και στη συνέχεια να ελέγχονται. Ο αναγκαίος έλεγχος των υλικών αυτών γίνεται στα εργαστήρια ποιοτικού ελέγχου. Οι δυνατότητες ελέγχου των δοκιμών καθορίζονται ανάλογα με το μέγεθος του εργοταξίου. Στα πολύ μεγάλα εργοτάξια, στα εργαστήρια ποιοτικού ελέγχου μπορούν να εξετασθούν δοκίμια από υλικά όπως σκυρόδεμα, ασφαλικά υλικά, εδαφικά υλικά, αδρανή, δομικός χάλυβας. Σε εργοτάξια μεσαίου μεγέθους τα εργαστήρια ποιοτικού ελέγχου εξετάζουν κυρίως σκυρόδεμα και αδρανή υλικά, ενώ στα μικρά εργοτάξια τα δοκίμια προσκομίζονται σε εξωτερικά εργαστήρια.

#### **6.5. Εγκαταστάσεις παραγωγής εργοταξίου**

Ως εγκαταστάσεις παραγωγής θεωρούνται όλα τα μηχανήματα («μηχανήματα έργου»), τα οποία εξοπλίζουν ένα εργοτάξιο και είναι απαραίτητα για την εκτέλεση των εργασιών. Οι εγκαταστάσεις παραγωγής μπορεί να είναι μεμονωμένα μηχανήματα αυτοτελώς εργαζόμενα ή συγκροτήματα μηχανημάτων που εργάζονται σε συνεργασία μεταξύ τους.

Μια διάκριση που μπορεί να γίνει στα μηχανήματα αυτά, έχει σχέση με τη δυνατότητά τους να μετακινηθούν εντός του εργοταξίου. Έτσι, διακρίνονται σε κινητά μηχανήματα, όταν μπορούν να μετακινηθούν εντός του εργοταξίου ή σταθερά εγκατεστημένα μηχανήματα, όταν λειτουργούν μόνιμα σε σταθερή θέση (π.χ. συγκρότημα παραγωγής ασφάλτου) ή κινούνται σε τροχιές (γερανοί). Τα σταθερά μηχανήματα μεταφέρονται στο εργοτάξιο, αφού αποσυναρμολογηθούν, ενώ συνήθως τα κινητά μεταφέρονται αυτοκινούμενα ή επί πλατφόρμας (Πολύζος, Σ., 2018). Στη φάση κατάρτισης του χρονικού προγράμματος του έργου προσδιορίζεται το είδος και το μέγεθος των μηχανημάτων τα οποία θα απασχοληθούν σε αυτό. Είναι προφανές ότι, πρέπει να επιδιώκεται η βέλτιστη προσέγγιση στην επιλογή των μηχανημάτων, αφού τυχόν αστοχίες μπορεί να έχουν αρνητικές συνέπειες στο κόστος κατασκευής του έργου.

### **6.5.1 Σταθερά Εγκατεστημένα Μηχανήματα**

Σε ένα εργοτάξιο ενός μεγάλου δομικού έργου είναι απαραίτητες οι εγκαταστάσεις μικρών ή μεγάλων συνεργείων κατεργασίας ή παραγωγής δομικών υλικών, τα οποία θα ενσωματωθούν ή θα χρησιμοποιηθούν στο έργο. Θα πρέπει επομένως στη φάση της αρχικής οργάνωσης και του σχεδιασμού του έργου να προβλεφθούν οι κατάλληλοι χώροι εντός του εργοταξίου και να υπολογισθεί το μέγεθος των απαιτούμενων εγκαταστάσεων. Ορισμένες βασικές εγκαταστάσεις μονάδων κατεργασίας υλικών, τις οποίες περιλαμβάνουν τα εργοτάξια δομικών έργων είναι οι εξής:

#### *(α) Συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος*

Επειδή το σκυρόδεμα είναι υλικό μεγάλου ειδικού βάρους, η παραγωγή του δεν πρέπει να απέχει χρονικά από τις κατασκευές στις οποίες θα ενσωματωθεί. Δεδομένου ότι, στα εργοτάξια, συνήθως, διακινούνται μεγάλες ποσότητες σκυροδέματος, η μονάδα παραγωγής επιβάλλεται να είναι πλησίον της θέσης του έργου. Το μέγεθος της μονάδας παραγωγής σκυροδέματος προκύπτει από το πρόγραμμα των εργασιών του σκυροδέματος, όπου καθορίζεται η ανά βάρδια ή ανά εργάσιμη ώρα απαιτούμενη ποσότητα σκυροδέματος. Στις περιπτώσεις που εμφανίζεται «αιχμή» στις απαιτήσεις σκυροδέματος, εξετάζεται το ενδεχόμενο η διαστασιολόγηση της μονάδας να γίνει με κριτήριο την κάλυψη των μέσων απαιτήσεων και οι απαιτήσεις αιχμής να καλυφθούν με έτοιμο σκυρόδεμα, η προμήθεια του οποίου θα γίνει από το εμπόριο.

#### *(β) Λατομείο*

Σχεδόν στο σύνολο των δομικών έργων απαιτούνται αδρανή υλικά, τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σκυροδέματος, την παραγωγή ασφαλτοσκυροδέματος, την κατασκευή βάσης ή υπόβασης σε έργα οδοποιίας, καθώς και στην κατασκευή επιχωμάτων. Η προμήθεια των αδρανών υλικών γίνεται από το ελεύθερο εμπόριο (από υπάρχοντα λατομεία), από άλλο λατομείο, το οποίο πιθανόν λειτουργεί η δομική εταιρεία, ή από λατομείο το οποίο θα εγκαταστήσει η εταιρεία στην περιοχή του έργου. Για την τελευταία επιλογή απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη κατάλληλου χώρου σε περιοχή πλησίον του έργου και η δυνατότητα έκδοσης αδείας εγκατάστασης από τις αρμόδιες υπηρεσίες, αφού περιορισμοί ελάχιστων αποστάσεων από οικισμούς, περιβαλλοντικοί περιορισμοί, κ.λπ. πιθανόν να μην το επιτρέπουν. Το μέγεθος του λατομείου και των συμπληρωματικών εγκαταστάσεων προσδιορίζονται από τις συνολικές απαιτήσεις σε αδρανή υλικά. Κατά κύριο λόγο, ένα εργοταξιακό λατομείο περιλαμβάνει σπαστήρες και κόσκινα, ενώ συμπληρωματικά εργάζονται κινητά μηχανήματα για την εξόρυξη των πετρωμάτων και για τις εσωτερικές μεταφορές (αεροσυμπιεστές, φορτωτές, φορητά αυτοκίνητα, κ.λπ.). Επειδή το κόστος εγκατάστασης ενός λατομείου είναι μεγάλο σε σχέση με τις υπόλοιπες εργοταξιακές εγκαταστάσεις, θα πρέπει να γίνεται σοβαρή οικονομοτεχνική μελέτη πριν από την απόφαση της εταιρείας για την ίδρυσή του. Η επιλογή αυτή συναρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το κόστος παραγωγής των αδρανών, οι αποστάσεις

και το κόστος μεταφοράς από άλλα λειτουργούντα λατομεία, το κόστος προμήθειας και η ποιότητα των αδρανών, κ.λπ.

*(γ) Μηχανήματα επεξεργασίας δομικού σιδήρου*

Για την επεξεργασία και διαμόρφωση του δομικού σιδήρου που απαιτείται για την κατασκευή ενός δομικού έργου, εφόσον η προμήθεια του από το εμπόριο είναι οικονομικά ασύμφορη ή δεν υπάρχουν στην περιοχή ειδικευμένα συνεργεία ικανά να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των εργασιών, θα πρέπει να εγκατασταθεί μονάδα κοπής και κατεργασίας του απαιτούμενου σιδηρού οπλισμού. Υπάρχει η εναλλακτική λύση της κοπής και διαμόρφωσης του οπλισμού από εξωτερικές μονάδες (μάνδρες) και η τοποθέτησή του από συνεργεία της εταιρείας. Το κριτήριο της επιλογής ανάμεσα στις προσφερόμενες εναλλακτικές λύσεις είναι το κόστος κάθε λύσης.

*(δ) Συγκρότημα παραγωγής ασφαλτοσκυροδέματος*

Εφόσον οι απαιτήσεις ενός έργου σε ασφαλτοσκυρόδεμα είναι μεγάλες (κυρίως σε μεγάλα έργα οδοποιίας), θα πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα και η οικονομικότητα της εγκατάστασης μονάδας παραγωγής ασφαλτοσκυροδέματος. Η εγκατάσταση μιας τέτοιας μονάδας είναι αναπόφευκτη, όταν δεν υπάρχουν στην περιοχή του έργου στο ελεύθερο εμπόριο άλλες μονάδες για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες του έργου. Αυτό, συνήθως, παρατηρείται σε απομονωμένες γεωγραφικά περιοχές (μικρά νησιά, ορεινές περιοχές).

*(ε) Ξυλουργείο*

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες ένα έργο περιλαμβάνει την κατασκευή εργασιών που απαιτούν ξυλότυπους, ικριώματα και ενσωμάτωση υλικών από ξύλο, τότε στο εργοτάξιο θα κατασκευασθεί ξυλουργείο, το οποίο θα καλύψει τις παραπάνω ανάγκες. Τα τελευταία χρόνια περιορίζεται η χρήση των ξυλοτύπων ή των ξύλινων ικριωμάτων και υποκαθίσταται με μεταλλότυπους ή μεταλλικά ικριώματα. Για τον λόγο αυτό περιορίζεται η κατασκευή ξυλουργείων στα εργοτάξια και υλοποιείται συνήθως στις περιπτώσεις που υπάρχουν απαιτήσεις στο έργο για ειδικές ξύλινες κατασκευές, των οποίων η κατασκευή λόγω μεγέθους δεν μπορεί να γίνει σε άλλα ξυλουργεία μακριά από το έργο.

### **6.5.2. Κινητά Μηχανήματα**

Τα «κινητά» μηχανήματα αποτελούν βασικούς συντελεστές παραγωγής έργου, ενώ στα τεχνικά έργα η υποκατάσταση των εργατικών χεριών με μηχανήματα βελτιώνει τα επίπεδα της παραγωγικότητας και της ποιότητας του παραγόμενου έργου. Η συνεχής βελτίωση της τεχνολογίας οδηγεί στην κατασκευή πιο αποδοτικών μηχανημάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση επίπονων και σύνθετων εργασιών, περιορίζοντας τη χρήση της εργατικής δύναμης.

Το είδος και η ποσότητα των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των έργων εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά κάθε έργου, του μεγέθους του έργου και της οργάνωσης του εργοταξίου. Γενικά οι παράγοντες που επηρεάζουν το είδος και το μέγεθος των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή των δομικών

έργων είναι οι εξής:

(α) *Το μέγεθος του έργου*

Το μέγεθος του έργου κατά κανόνα προσδιορίζει το μέγεθος ή τον όγκο των επιμέρους εργασιών που θα εκτελεστούν και κατά συνέπεια το είδος των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν. Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του έργου, τόσο περισσότερες σε αριθμό και μεγαλύτερες σε όγκο εργασίες περιλαμβάνει με ανάλογη επίδραση στην επιλογή των μηχανημάτων αναφορικά με την ικανότητα και τον αριθμό τους.

(β) *Ο χρόνος εκτέλεσης του έργου*

Στα δημόσια και τα περισσότερα ιδιωτικά έργα ο συνολικός χρόνος περαίωσης του έργου, αλλά και των επιμέρους εργασιών, καθορίζεται από τη σύμβαση που συνάπτεται μεταξύ του κυρίου του έργου και του αναδόχου. Οι εν λόγω χρονικοί περιορισμοί επηρεάζουν την επιλογή των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν στην εκτέλεση του έργου αναφορικά με το μέγεθος τους, τη μηχανολογική τους κατάσταση και τον αριθμό τους, αφού από την αποδοτικότητά τους εξαρτάται η τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων.

(γ) *Οι κλιματολογικές συνθήκες και η μορφολογία του εδάφους*

Οι κλιματολογικές συνθήκες προσδιορίζουν τη μορφή και χαρακτηριστικά των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν. Για παράδειγμα, οι συνεχείς βροχοπτώσεις είναι δυνατόν να οδηγήσουν στην επιλογή ενός ερπυστριοφόρου αντί ενός ελαστικοφόρου φορτωτικού ή προωθητικού μηχανήματος. Παρόμοια, τα χαρακτηριστικά και η μορφολογία του εδάφους στην περιοχή όπου εκτελείται ένα έργο θα επηρεάσουν το είδος των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν. Για παράδειγμα, διαφορετικά μηχανήματα θα επιλεγούν για εκσκαφές σε βραχώδη από ότι σε γαιώδη εδάφη, σε επικλινή ή επίπεδα εδάφη, σε υγρά ή ξηρά εδάφη κ.λπ. Επιπλέον, η γεωγραφική θέση του έργου και η εγγύτητά του σε πηγές λήψης αδρανών υλικών προσδιορίζουν τον αριθμό και το είδος των μεταφορικών και φορτωτικών μέσων που θα χρησιμοποιηθούν.

(δ) *Τα τεχνικά στοιχεία των μηχανημάτων*

Τα εν λόγω στοιχεία επηρεάζουν την οικονομική τους εκμετάλλευση και αφορούν στην αποδοτικότητα, στην ισχύ, στις ανάγκες συντήρησης, στην απασχόληση προσωπικού και στο βάρος τους. Ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μηχανημάτων και το είδος της τεχνολογίας που έχουν ενσωματωμένη σχετίζεται το είδος του προσωπικού που θα επιλεγεί για το χειρισμό τους.

Τα κινητά μηχανήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των δομικών έργων μπορούν να διακριθούν σύμφωνα με τον Πολύζο (2017) σε:

- a. Μηχανήματα γενικής χρήσης, τα οποία χρησιμοποιούνται στα περισσότερα ή σε μεγάλο αριθμό έργων.
- b. Μηχανήματα ειδικής χρήσης, τα οποία χρησιμοποιούνται για εκτέλεση ειδικών εργασιών σε ορισμένες κατηγορίες έργων.

Για παράδειγμα, ένα φορτηγό αυτοκίνητο ανήκει στην πρώτη κατηγορία, γιατί χρησιμοποιείται στο σύνολο σχεδόν των έργων, ενώ ένα μηχάνημα διάνοιξης σηράγγων μπορεί να καταχωρηθεί στη δεύτερη κατηγορία, αφού χρησιμοποιείται αποκλειστικά για έργα που περιλαμβάνουν κατασκευή σηράγγων. Η καταχώρηση ενός μηχανήματος σε μια από τις παραπάνω κατηγορίες δεν αποτελεί εύκολη υπόθεση,

δεδομένου ότι το ίδιο μηχάνημα μπορεί να χαρακτηριστεί γενικής ή ειδικής χρήσης, ανάλογα με τη περιοχή δραστηριότητας κάθε τεχνικής επιχείρησης. Ένας προωθητής γαιών είναι μηχάνημα γενικής χρήσεως στα έργα οδοποιίας, ενώ για μια οικοδομική επιχείρηση είναι ειδικό μηχάνημα, αφού σπάνια χρησιμοποιείται στα οικοδομικά έργα.

Ένα άλλο κριτήριο ταξινόμησης των μηχανημάτων στις παραπάνω κατηγορίες αποτελεί ο τρόπος κατασκευής τους από τις βιομηχανίες παραγωγής τους. Τα μηχανήματα ειδικής χρήσης δεν κατασκευάζονται «εν σειρά», αλλά ύστερα από συγκεκριμένη παραγγελία του χρήστη, η οποία περιλαμβάνει ειδικές προδιαγραφές. Τα μηχανήματα ειδικής χρήσης αποσκοπούν στην εξυπηρέτηση των αναγκών κατασκευής ενός έργου μεγάλης έκτασης ή για μία εξειδικευμένη εργασία, η οποία δεν καλύπτεται ικανοποιητικά από κάποιο μηχάνημα γενικής χρήσης. Τα μηχανήματα γενικής χρήσης έχουν το βασικό πλεονέκτημα που απορρέει από τη δυνατότητα χρησιμοποίησής τους σε πολλούς τομείς τεχνικών έργων. Επιπλέον, πλεονεκτήματα αποτελούν η εύκολη εξεύρεση χειριστών και τεχνιτών συντήρησης και επισκευών, καθώς και η εύκολη εξασφάλιση ανταλλακτικών. Τα πλεονεκτήματα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι, πρέπει να επιδιώκεται από τους κατασκευαστές των τεχνικών έργων η αγορά και η χρησιμοποίηση στις εργασίες τους μηχανημάτων γενικής χρήσης.

Θα γίνει στη συνέχεια συνοπτική περιγραφή των μηχανημάτων γενικής χρήσης και των εργασιών στις οποίες απασχολούνται στα τεχνικά έργα.

#### **(α) Εκσκαφείς εδάφους**

Ο βασικός προορισμός των μηχανημάτων αυτών είναι η εκσκαφή και η μετακίνηση του εδάφους, καθώς και η απόθεση ή η φόρτωση των προϊόντων εκσκαφής στη σκάφη μεταφορικών μέσων ή σε σωρούς. Το κύριο χαρακτηριστικό των μηχανημάτων αυτών είναι ότι, η εργασία εκσκαφής του εδάφους δεν συνεπάγεται τη μετακίνηση του μηχανήματος, πράγμα που είναι απαραίτητο σε άλλα είδη χωματουργικών μηχανημάτων, όπως είναι για παράδειγμα ο αποξέστης γαιών.

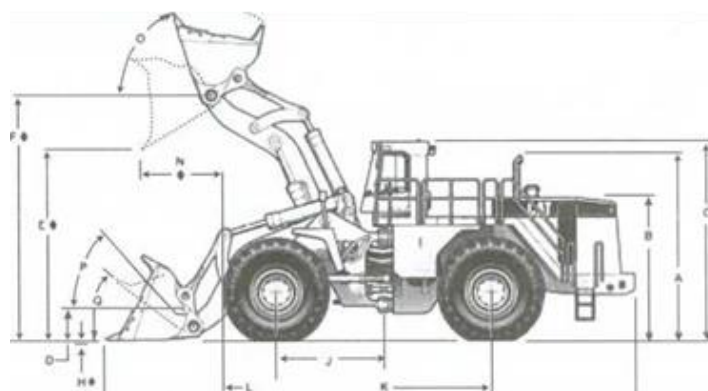
Η απόδοση ενός εκσκαφέα υπολογίζεται από το πηλίκο του όγκου του υλικού που εκσκάπτεται και απομακρύνεται δια του χρόνου που επιτελείται η εργασία αυτή. Κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Εκσκαφείς γενικής χρήσης με περιοδική λειτουργία, οι οποίοι αφού σκάψουν και παραλάβουν το προϊόν της εκσκαφής, το μεταφέρουν, το αδειάζουν και επανέρχονται στο χώρο εκσκαφής για να επαναλάβουν τον ίδιο κύκλο. Χαρακτηρίζονται ως γενικής χρήσης γιατί μπορούν με αλλαγή του εργαλείου εκσκαφής να χρησιμοποιούνται για διαφορετικές εργασίες. Οι εκσκαφείς γενικής χρήσης αποτελούν τα βασικότερα μηχανήματα εκσκαφής του εδάφους και διακρίνονται στις εξής βασικές μορφές:
  - a. Εκσκαφέας με μετωπικό κάδο φορτώσεως
  - b. Εκσκαφέας με ανεστραμμένο κάδο φορτώσεως, τσάπα
  - c. Εκσκαφέας με συρόμενο κάδο
  - d. Εκσκαφέας με διάταξη αρπάγης
2. Εκσκαφείς συνεχούς λειτουργίας, οι οποίοι δεν μετακινούνται, αλλά αδειάζουν το προϊόν της εκσκαφής σε ένα κεκλιμένο επίπεδο ή μία μεταφορική ταινία.
3. Ειδικοί εκσκαφείς, οι οποίοι είναι παρόμοιοι με τους εκσκαφείς γενικής χρήσης με περιοδική λειτουργία, αλλά είναι πολύ μεγάλου μεγέθους και απόδοσης και δεν παράγονται εν σειρά, αλλά κατασκευάζονται σύμφωνα με προδιαγραφές του χρήστη.



## (β) Φορτωτές

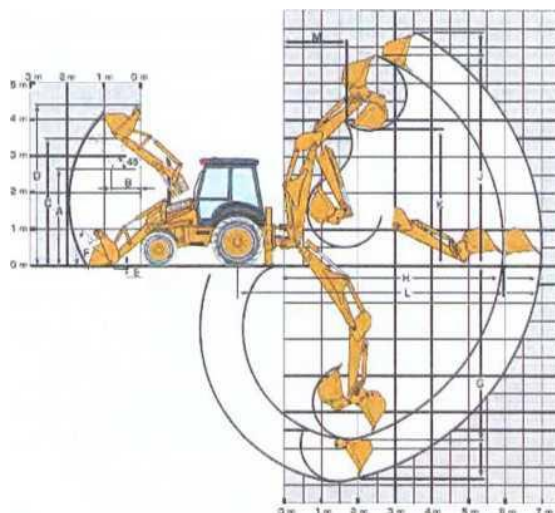
Οι φορτωτές χρησιμοποιούνται για τη φόρτωση γαιών ή υλικών εν γένει σε παρακείμενα μεταφορικά μέσα, τη μεταφορά υλικών σε μικρές αποστάσεις και την εκσκαφή χαλαρών εδαφών. Είναι μηχανήματα απαραίτητα σε όλα σχεδόν τα τεχνικά έργα και συνεπώς τυγχάνουν του ενδιαφέροντος σε όλες τις τεχνικές εφαρμογές. Οι φορτωτές μπορεί να είναι τροχοφόροι ή ερπυστριοφόροι και κάθε είδος από αυτά χρησιμοποιείται ανάλογα με τις συνθήκες στο έδαφος επί του οποίου κινείται και εργάζεται. Το μέγεθος των φορτωτών που χρησιμοποιούνται στα τεχνικά έργα εξαρτάται από τις ανάγκες φόρτωσης και τη διαθεσιμότητα χώρου για ελιγμούς, ενώ η ισχύς του κινητήρα τους κυμαίνεται από 10 έως 260 Ηρ στους ερπυστριοφόρους και από 10 έως 350 Ηρ στους τροχοφόρους.



Σχήμα 6.1 Τροχοφόρος φορτωτής (Πολύζος, Σ., 2018)

Ανάλογα με το πλάτος του κάδου του φορτωτή, το οποίο είναι ίσο με το πλάτος του μηχανήματος, εξασφαλίζεται η ποσότητα φόρτωσης ανά κύκλο και οι σκαπτικές αποδόσεις σε σχετικά χαλαρά εδάφη.

Οι τροχοφόροι φορτωτές (Σχήμα 6.1) διαθέτουν μεγαλύτερη ευελιξία και ταχύτητα κίνησης σε σχέση με τους ερπυστριοφόρους. Για τους λόγους αυτούς χρησιμοποιούνται για φόρτωση ή μεταφορά υλικών στις περιπτώσεις που υπάρχει μεγάλη απόσταση μεταξύ θέσης παραλαβής των υλικών και θέσης φόρτωσης ή απόθεσης. Οι ερπυστριοφόροι φορτωτές χρησιμοποιούνται για βαριές χωματουργικές εργασίες, όπως π.χ. για φόρτωση βραχωδών εδαφών, για εκσκαφή και κίνηση σε χαλαρά και λασπώδη εδάφη, όπου είναι σχετικά μικρή η βύθιση ερπυστριών. Οι τροχοφόροι φορτωτές χρησιμοποιούνται πιο συχνά σε σχέση με τους ερπυστριοφόρους στα τεχνικά έργα, λόγω του μικρότερου κόστους συντήρησής του και της γρήγορης αλλαγής θέσεως εργασίας χωρίς βοηθητικό μεταφορικό μέσο. Για τη μείωση των φθορών και την αύξηση της πρόσφυσης προς το έδαφος τα ελαστικά των τροχοφόρων φορτωτών επενδύονται με προστατευτικές χαλύβδινες αλυσίδες.



**Σχήμα 6.2** Εκσκαφέας - φορτωτής και οι κινήσεις του. (Πολύζος, Σ., 2018)

Για την εκτέλεση των εργασιών εκσκαφής, φόρτωσης, προώθησης γαιών μικρών ποσοτήτων και μεταφοράς τους σε μικρές αποστάσεις έχουν κατασκευαστεί μηχανήματα που έχουν την ικανότητα εκσκαφής και φόρτωσης (εκσκαφείς - φορτωτές, Σχήμα 6.2). Τα μηχανήματα αυτά είναι χρήσιμα για μικρά εργοτάξια, όπου δεν διατίθενται μηχανήματα έργου όλων των κατηγοριών. Είναι μικρά, ευέλικτα, κατάλληλα για εκσκαφές μικρών τάφρων σε έργα που περιλαμβάνουν δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης και τοποθέτησης υπόγειων καλωδίων, καθώς και φόρτωσης ή μεταφοράς υλικών και αντικειμένων. Ένας εκσκαφέας - φορτωτής αποτελείται από το εμπρόσθιο τμήμα, το οποίο φέρει μικρό κάδο χωρητικότητας, κατάλληλο για φόρτωση και απόθεση υλικών και το οπίσθιο τμήμα του, το οποίο φέρει κάδο εκσκαφών, κατάλληλο για εργασίες εκσκαφών μικρού βάθους και πλάτους. Επιπλέον, τα μηχανήματα αυτά μπορούν με τη προσάρτηση υδραυλικών σφυρών να χρησιμοποιηθούν για εργασίες διάσπασης μικρών βράχων, καθώς για την ανύψωση και μετακίνηση διαφόρων αντικειμένων.

### **(γ) Προωθητές γαιών**

Οι προωθητές γαιών αποτελούν ένα από τα βασικά μηχανήματα του εργοταξίου. Φέρουν μετωπικό κοπτήρα για την εκσκαφή του εδάφους και τη προώθησή του προς τη θέση απόθεσης παράλληλα προς το διαμήκη άξονα του μηχανήματος ή υπό κλίση για πλευρική απόθεση. Στην πλειονότητα οι προωθητές που χρησιμοποιούνται στα εργοτάξια, τα οποία περιλαμβάνουν την εκτέλεση χωματουργικών εργασιών, είναι ερπυστριοφόροι. Οι προωθητές (Εικόνα 6.1) έχουν συγκριτικά με τα άλλα εκσκαπτικά μηχανήματα μεγάλη εκσκαπτική ισχύ. Η ακτίνα ενέργειας των προωθητών, δηλαδή η απόσταση μεταφοράς των προϊόντων εκσκαφής, είναι σχετικά μικρή. Η μεταφορά του υλικού εκσκαφής γίνεται μετωπικά ή με μικρή κλίση ως προς τον διαμήκη άξονα του μηχανήματος.



**Εικόνα 6.1** Προωθητής γαιών (Πολύζος, Σ., 2018)

Ο προωθητής είναι στην πραγματικότητα ένας τροχοφόρος ή ερπυστριοφόρος ελκυστήρας, ο οποίος φέρει στο μπροστινό μέρος μία λεπίδα (μαχαίρι). Η λεπίδα μπορεί να ανεβοκατεβαίνει ή να περιστρέφεται με ειδικούς μηχανισμούς, έτσι ώστε να μπορεί να εισδύει στο έδαφος, είτε σε όλο το μήκος της ή στο ένα άκρο. Καθώς ο προωθητής κινείται προς τα εμπρός, εκσκάπτεται ένα σχετικά λεπτό στρώμα εδάφους, το υλικό συσσωρεύεται εμπρός από τη λεπίδα και με τη μετακίνηση του προωθητή μετατοπίζεται και το εκσκαπτόμενο υλικό. Γενικά, οι βασικές χρήσεις των προωθητών γαιών στα εργοτάξια είναι η προώθηση εδαφών ή γαιών σε μικρές αποστάσεις, η απόξεση και καθαρισμός εδαφών, η διάστρωση γαιών, η πλήρωση τάφρων κ.λπ. Οι προωθητές είναι δυνατόν να εξοπλίζονται και με πρόσθετες ειδικές διατάξεις για την ανύψωση, φόρτωση ή απόθεση υλικών, την εκρίζωση δένδρων και τη διάσπαση σκληρών εδαφών. Συγκριτικά με τα δύο είδη προωθητών επισημαίνεται ότι οι ελαστικοφόροι προωθητές έχουν μικρότερη πρόσφυση στο έδαφος, με αποτέλεσμα τη μικρότερη εκμετάλλευση της διατιθέμενης ισχύος του κινητήρα έναντι των ερπυστριοφόρων. Η άσκηση πίεσης των ελαστικοφόρων στο έδαφος είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τους ερπυστριοφόρους προωθητές και για αυτό θεωρείται ακατάλληλη η χρησιμοποίησή τους σε αργιλώδη εδάφη και σε εδάφη που δεν επιτρέπονται μεγάλες πιέσεις. Κατά την εργασία τους σε ανώμαλα εδάφη, οι τροχοφόροι προωθητές ταλαντώνονται περισσότερο γιατί στηρίζονται σε τέσσερα μόνο σημεία, με αποτέλεσμα τη μικρότερη ακρίβεια στην εκτέλεση των εργασιών. Τέλος, δεν ενδείκνυται η χρησιμοποίηση των ελαστικοφόρων προωθητών σε βραχώδη εδάφη λόγω κινδύνου καταστροφής των ελαστικών τους.

#### **(δ) Μηχανήματα ή Οχήματα μεταφοράς υλικών**

Τα μηχανήματα μεταφοράς υλικών χρησιμοποιούνται για τις μεταφορές παντός είδους υλικών εντός και εκτός των εργοταξίων. Τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι το μέγεθος του μεταφερόμενου φορτίου που σχετίζεται άμεσα με την ιπποδύναμη του μηχανήματος, ο τρόπος εκφόρτωσης του μεταφερόμενου υλικού, ο αριθμός των ταχυτήτων που διαθέτει το μηχάνημα και ο αριθμός των κινητήριων τροχών του.

Τα οχήματα μεταφοράς υλικών χρησιμοποιούνται κατά κανόνα περισσότερο σε σχέση με τα άλλα μηχανήματα στη διάρκεια κατασκευής ενός τεχνικού έργου. Σε κάθε έργο θα εργάζεται ένας μικρός ή μεγάλος αριθμός οχημάτων μεταφοράς, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά αδρανών υλικών από λατομεία στο εργοτάξιο, την απομάκρυνση προϊόντων εκσκαφής, τη μεταφορά ασφάλτου για τη διάστρωση οδών, τη μεταφορά κάθε άλλου είδους δομικού υλικού κ.λπ. Η χρήση ενός μηχανήματος εκσκαφής θα συνοδεύεται κατά κανόνα από ένα αριθμό οχημάτων μεταφοράς υλικών.

Τα οχήματα μεταφοράς υλικών διακρίνονται στους εξής τύπους:

- Φορτηγά ανατρεπόμενα τριαξονικά ή τετραξονικά με δυνατότητα μεταφοράς μέχρι 22 - 25 τόνων, τα οποία χρησιμοποιούνται για κάθε είδους μεταφορά υλικών.
- Φορτηγά-ελκυστήρες με δυνατότητα μεταφοράς 38 - 40 τόνων. Χρησιμοποιούνται συνήθως για μεταφορά αδρανών υλικών σε μεγάλες αποστάσεις.
- Αρθρωτά φορτηγά έργων κατάλληλα για εργασία σε αστικές περιοχές, σε εργοτάξια με ανώμαλα και αργιλικά εδάφη, όπου απαιτείται αυξημένη σχέση ισχύος κινητήρα και ικανότητας αναρρίχησης. Η μεταφορική τους ικανότητα είναι 15- 18 τμ<sup>3</sup>.
- Χωματουργικά - λατομικά φορτηγά. Έχουν μεγάλη μεταφορική ικανότητα και ωφέλιμο φορτίο περίπου 60 τόνων.

#### **(ε) Διαμορφωτές γαιών (ισοπεδωτές)**

Ο διαμορφωτής γαιών (Εικόνα 6.2) ανήκει στην κατηγορία των επίπεδων εκσκαφών με πολλές και ποικίλες εφαρμογές στα χωματουργικά έργα. Οι κυριότερες χρήσεις του αφορούν στην απόξεση του εδάφους, τη συντήρηση των προσβάσεων των εργοταξίων, στη διάστρωση των αδρανών υλικών βάσεως, για την κατασκευή τάφρων, στη διαμόρφωση πρανών, και στη διάστρωση ασφαλτοσκυροδέματος σε έργα οδοποιίας. Διακρίνονται σε σχέση με τα άλλα μηχανήματα διάστρωσης υλικών για τη μεγάλη ακρίβεια στην εκτέλεση των εργασιών.



**Εικόνα 6.2** Διαμορφωτής γαιών (Πολύζος, Σ., 2018)

Οι διαμορφωτές γαιών είναι τροχοφόροι και διακρίνονται σε διαξονικούς ή τριαξονικούς, ανάλογα με τον αριθμό των αξόνων των τροχών, καθώς και σε μηχανικής ή υδραυλικής κίνησης, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας της λεπίδας. Στα σύγχρονα

μηχανήματα ο χειρισμός όλων των συστημάτων του ισοπεδωτή γίνεται με υδραυλικά κυκλώματα. Έτσι, επιτυγχάνεται ευκολότερα η αποδοτικότερη χρήση του μηχανήματος, αφού ο χειριστής δεν καταπονείται με τους συνεχείς χειρισμούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας κατασκευής και της παραγωγικής ικανότητας του μηχανήματος. Οι χρησιμοποιούμενοι σήμερα διαμορφωτές είναι στην πλειονότητα τριαξονικοί, στους οποίους οι δύο οπίσθιοι τροχοί είναι κινητήριοι και δέχονται το 70% του συνολικού βάρους του μηχανήματος. Το κυριότερο πλεονέκτημα των τριαξονικών διαμορφωτών γαιών είναι η δυνατότητα εκτέλεσης εργασιών με μεγαλύτερη ακρίβεια, λόγω των μικρότερων κατακόρυφων μετακινήσεων της λεπίδας που προκαλούνται κατά την εργασία. Αυτό οφείλεται στην καλύτερη προσαρμογή των τροχών των οπίσθιων αξόνων στις ανωμαλίες του εδάφους.

Τα κύρια τμήματα του ισοπεδωτή είναι ο μηχανισμός πορείας με το πλαίσιο, ο κινητήρας με τα στοιχεία μεταδόσεως της κινητικής ενέργειας και η περιστροφική στεφάνη με τον κινητό κοπήρα. Η βασική εργασία που εκτελεί στα τεχνικά έργα ο ισοπεδωτής είναι η εξίσωση των ανωμαλιών της επιφάνειας του εδάφους, τόσο σε εργασίες εκσκαφής όσο και σε εργασίες διάστρωσης υλικών σε έργα οδοποιίας. Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι οι διαστάσεις της λεπίδας-κοπήρα, η ισχύς του κινητήρα και το συνολικό βάρος του μηχανήματος, τα οποία βρίσκονται πάντοτε μεταξύ τους σε μία σχετική αναλογία. Ο χειριστής του μηχανήματος ελέγχει την πορεία του κοπήρα, έχει τη δυνατότητα παρέμβασης με χρήση του υδραυλικού χειριστηρίου για την πρόληψη σχηματισμού ανωμαλιών στις περιπτώσεις που ο κοπήρας προσκρούει σε σκληρό αντικείμενο. Η ταχύτητα εργασίας του ισοπεδωτή εξαρτάται από τη φύση του εδάφους και από την απαιτούμενη ακρίβεια ισοπέδωσης. Για να αποφεύγονται τα λάθη του ανθρώπινου παράγοντα πάνω στην επιφάνεια που κατασκευάζεται, χρησιμοποιούνται σήμερα αυτόματα συστήματα εξίσωσης της επιφάνειας.

### **(στ) Μηχανήματα συμπύκνωσης εδαφών**

Για την ομοιόμορφη συμπύκνωση του εδάφους και την ελαχιστοποίηση του όγκου των πόρων του υλικού στην κατασκευή επιχωμάτων, βάσης, υπόβασης, κ.λπ. στα τεχνικά έργα και κυρίως στα έργα οδοποιίας, χρησιμοποιούνται τα μηχανήματα συμπύκνωσης. Έτσι, επιτυγχάνεται η αύξηση της αντοχής όλων των στρωμάτων από την υπόβαση μέχρι τη στρώση κυκλοφορίας στα έργα οδοποιίας και του υπεδάφους σε κάθε άλλη κατασκευή, όπου επιβάλλονται δυναμικά και στατικά φορτία και γενικότερα επιφανειακές πιέσεις. Η εν λόγω αντοχή αποτελεί βασικό παράγοντα που επηρεάζει την εν γένει συμπεριφορά του έργου, από την άποψη της παραμόρφωσης.

Τα μηχανήματα συμπύκνωσης βασίζουν τη δράση τους σε διαδικασίες στατικής επιβολής δύναμης και επιβολής κρουστικών δυνάμεων ή δονήσεων. Οι δομικές μηχανές που επιτυγχάνουν συμπύκνωση εδαφών ή υλικών με την επιβολή στατικής δύναμης ή κρουστικών δυνάμεων και δονήσεων διακρίνονται στους παρακάτω τύπους:

- ✚ Στατικούς οδοστρωτήρες με λείους κυλίνδρους.
- ✚ Στατικούς οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς.
- ✚ Δονητικούς οδοστρωτήρες με λείους κυλίνδρους.
- ✚ Δονητικούς οδοστρωτήρες με κυλίνδρους εμπρός και ελαστικούς τροχούς πίσω.
- ✚ Δονητικούς οδοστρωτήρες με κυλίνδρους που διαθέτουν προεξοχές.

Η συμπίκνωση του εδάφους επιτυγχάνεται με μια ή συνδυασμό των εξής μεθόδων: με «ζύμωμα» του υλικού, με στατική άσκηση βάρους, με άσκηση βάρους με δονήσεις, με κρουστική άσκηση βάρους. Συνήθως, εφαρμόζονται οι τρεις πρώτες μέθοδοι, μέσω της κύλισης επί του εδάφους βαριών κυλίνδρων με τους οποίους είναι εξοπλισμένοι οι οδοστρωτήρες. Οι οδοστρωτήρες μπορεί να είναι αυτοκινούμενοι ή ρυμουλκούμενοι και η ταχύτητά τους κυμαίνεται μεταξύ 2 και 11 Km/h. Η στατική συμπίκνωση του εδάφους ή των υλικών, επιτυγχάνεται με την κύλιση στην επιφάνειά τους των σχετικά μεγάλου βάρους κυλίνδρων των οδοστρωτήρων, με τρόπο ώστε να δημιουργούνται ισχυρές πιέσεις επί αυτών. Η συμπίκνωση με δόνηση επιτυγχάνεται με την ταυτόχρονη επιβολή βάρους και δόνησης στα υπό συμπίκνωση εδάφη και τη δημιουργία πυκνότερου και συμπαγέστερου υποστρώματος. Ο βαθμός συμπίκνωσης είναι συνάρτηση της συνολικής ενέργειας που εφαρμόζεται στο έδαφος και της περιεχόμενη εντός αυτού υγρασίας. Όταν μεταβληθούν η περιεχόμενη στο έδαφος υγρασία και η ενέργεια συμπίκνωσης που ασκείται επί αυτού, μεταβάλλεται η πυκνότητα του εδάφους, ενώ σε κάθε κατηγορία εδάφους αντιστοιχεί μια «βέλτιστη» τιμή υγρασίας, με την οποία αυτό αποκτά τη μέγιστη πυκνότητα για ένα επίπεδο ενέργειας συμπίκνωσης. Ανάλογα με το είδος του κυλίνδρου που φέρουν οι οδοστρωτήρες, διακρίνουμε τους εξής τύπους: Με λείους κυλίνδρους, με δονούμενους κυλίνδρους, με κυλίνδρους που φέρουν προεξοχές (κατσικοπόδαρα), με ελαστικούς τροχούς.

### (ζ) Γερανοί

Στην κατασκευή μεγάλων τεχνικών έργων, αλλά και σε ορισμένες ειδικές κατηγορίες έργων προκύπτει πολλές φορές η ανάγκη ανύψωσης υλικών και εξαρτημάτων. Όταν η ανύψωση αφορά μεγάλα φορτία, υψηλό ύψος και μεγάλη συχνότητα, δεν μπορεί να ικανοποιηθεί από άλλα μη ειδικά μηχανήματα (π.χ. εκσκαφέας, φορτωτής κ.λπ.), θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ανυψωτικά μηχανήματα. Ένας ευρέως διαδεδομένος τύπος ανυψωτικού μηχανήματος είναι ο τηλεσκοπικός γερανός με ανυψωτική ικανότητα από 20 τόνους έως και 1200 τόνους.

Οι γερανοί αυτού του τύπου φέρουν δύο καμπίνες, η μία εκ των οποίων χρησιμοποιείται για την οδήγηση του μηχανήματος και τη μετακίνησή του, ενώ η άλλη ως χειριστήριο του τηλεσκοπικού βραχίονα - μπούμας. Ο βραχίονας των γερανών αποτελείται από επιμέρους τηλεσκοπικά τμήματα κατασκευασμένα από ατσάλι υψηλής αντοχής, ώστε να μπορούν με ασφάλεια να ανυψώσουν τα μεγάλα φορτία. Συνήθως, για κάθε γερανό διατίθεται από την κατασκευαστική του εταιρεία διάγραμμα ανυψωτικής του ικανότητας, το οποίο δείχνει το βάρος που μπορεί ο γερανός να σηκώσει σε κάθε μήκος και κλίση του βραχίονα.

### (η) Μηχανήματα μεταφοράς και άντλησης σκυροδέματος

Στα εργοτάξια των μεγάλων τεχνικών έργων, στα οποία τις περισσότερες φορές υπάρχει ανάγκη παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων σκυροδέματος, εγκαθίστανται συγκροτήματα παραγωγής σκυροδέματος. Στα μικρότερα τεχνικά έργα, όταν οι απαιτήσεις σε σκυροδέμα είναι περιορισμένες, οι τεχνικές εταιρείες αγοράζουν το σκυροδέμα από άλλες εταιρείες της περιοχής του έργου, αλλά για να αποκτήσουν αυτονομία στη μεταφορά και την ενσωμάτωσή του στο έργο χρησιμοποιούν δικά τους μηχανήματα (α) μεταφοράς και (β) άντλησης σκυροδέματος (Εικόνα 6.3).



**Εικόνα 6.3** Μηχανήματα (α) μεταφοράς και (β) άντλησης σκυροδέματος (Πολύζος, Σ., 2018)

Τα μηχανήματα μεταφοράς σκυροδέματος ή μπετονιέρες, περιλαμβάνουν αναμικτήρες σκυροδέματος (βαρέλες) που τοποθετούνται πάνω σε τριαξονικά ή τετραξονικά πλαίσια φορτηγών οχημάτων. Χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και συντήρηση σκυροδέματος από τη θέση φόρτωσης, δηλαδή το παρασκευαστήριο σκυροδέματος, έως τη θέση απόρριψης ή ενσωμάτωσής του στο έργο. Η απόρριψη του σκυροδέματος γίνεται με αναστροφή της φοράς περιστροφής του αναμικτήρα. Στις περιπτώσεις που η ενσωμάτωση του σκυροδέματος του έργου δεν μπορεί να επιτευχθεί με την απόρριψή του από το μηχάνημα μεταφοράς (αδυναμία προσέγγισης, μεγάλη απόσταση) απαιτείται η άντληση του σκυροδέματος. Για το έργο της άντλησης χρησιμοποιούνται οι αντλίες σκυροδέματος, οι οποίες παραλαμβάνουν το ρευστό σκυροδέμα από τη μπετονιέρα και με σύστημα σπαστών σωληνώσεων (αναδιπλούμενων για να καταλαμβάνουν μικρό χώρο), το μεταφέρουν στη θέση διάστρωσης (Εικόνα 6.3.β)

### (θ) Μηχανήματα παραγωγής αδρανών υλικών

Στην πλειονότητα των τεχνικών έργων απαιτείται η χρήση και η ενσωμάτωση στο έργο αδρανών υλικών, αφού τα περισσότερα εξ αυτών απαιτούν την παραγωγή σκυροδέματος ή ασφαλτοσκυροδέματος και υλικού βάσης για την κατασκευή οδών. Τα αδρανή υλικά προέρχονται από πετρώματα (ασβεστόλιθοι, γρανίτης, βασάλτης), τα οποία έχουν τις κατάλληλες ιδιότητες, όπως αντοχή σε θλίψη, αβλαβείς χημικές συνθέσεις με τσιμέντο και νερό, συμπεριφορά σε αρνητικές θερμοκρασίες κ.λπ.

Υπάρχει σε ορισμένες περιπτώσεις η δυνατότητα χρήσης των πετρωμάτων με τη μορφή που βρίσκονται στη φύση, χωρίς να υποστούν κάποια μηχανική επεξεργασία, εφόσον έχουν την κατάλληλη κοκκομετρική διαβάθμιση και είναι καθαρά, δηλαδή

απαλλαγμένα ακατάλληλων προσμίξεων. Τα υλικά αυτά συνήθως λαμβάνονται από την κοίτη ποταμών ή χείμαρρων και το βυθό της θάλασσας ή από παράκτιες περιοχές. Στις περιπτώσεις που τα υλικά προέρχονται από ορυχεία ή λατομεία, τότε απαιτείται η θραύση τους σε κατάλληλα μεγέθη (σκύρο, γαρμπίλι, ρύζι, άμμος κ.λπ.) και η διαβάθμισή τους σύμφωνα με τις απαιτήσεις των τεχνικών προδιαγραφών.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των αδρανών υλικών, τα οποία επηρεάζουν την αντοχή του παραγόμενου σκυροδέματος, είναι η κοκκομετρική διαβάθμιση, το ποσοστό της παιπάλης, η καθαρότητα και η μορφή των κόκκων.

## 6.6. Εγκαταστάσεις γενικής χρήσης

Εκτός από τις εγκαταστάσεις παραγωγής, σε ένα εργοτάξιο είναι αναγκαίο να προγραμματισθούν ορισμένες εγκαταστάσεις γενικής χρήσης, οι οποίες είναι απαραίτητες για την κατασκευή του έργου. Βέβαια, όπως και στις άλλες περιπτώσεις, το μέγεθος και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του έργου επηρεάζουν την αναγκαιότητα και το μέγεθος των εγκαταστάσεων αυτών, οι οποίες περιλαμβάνουν τις μεταφορές προσώπων και υλικών, το πρατήριο καυσίμων και τις συμπληρωματικές του μονάδες (πλυντήριο, λιπαντήριο, κ.λπ.) και τους γερανούς φορτοεκφορτώσεων υλικών.

### (α) Μεταφορές προσώπων και υλικών

Ανάλογα με τη γεωγραφική θέση του εργοταξίου, θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για τη μεταφορά των εργαζόμενων στο εργοτάξιο και τη διάθεση των ανάλογων μεταφορικών μέσων. Επίσης, θα πρέπει να διατεθούν τα κατάλληλα μεταφορικά μέσα για τη διακίνηση του προσωπικού εντός του εργοταξίου και από το εργοτάξιο προς τις διάφορες θέσεις, όπου εκτελούνται οι επί μέρους εργασίες (ειδικά όταν πρόκειται για εκτεταμένο έργο) ή τις απομακρυσμένες εγκαταστάσεις (δανειοθάλαμοι, λατομεία, κ.λπ.).

Εκτός από τις μεταφορές προσώπων, το εργοτάξιο περιλαμβάνει και μεταφορές υλικών, ο όγκος των οποίων πολλές φορές αποτελεί ένα μεγάλο ποσοστό στο σύνολο των εκτελούμενων εργασιών (π.χ. στα έργα οδοποιίας). Οι μεταφορές υλικών μπορεί να γίνονται εντός ή εκτός του εργοταξίου. Για τις μεταφορές χρησιμοποιούνται φορτηγά οχήματα, όταν πρόκειται για αδρανή υλικά, ρυμουλκούμενα οχήματα ή πλατφόρμες, όταν πρόκειται για μεταφορές μηχανημάτων, ειδικά βυτιοφόρα, όταν πρόκειται για μεταφορές καυσίμων, κ.λπ.

### (β) Πρατήριο καυσίμων - Πλυντήριο οχημάτων

Επειδή στα μεγάλα εργοτάξια η κατανάλωση καυσίμων από τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι μεγάλη, εγκαθίσταται πρατήριο καυσίμων για την αποφυγή μετακινήσεων εκτός του εργοταξίου και τη μείωση του κόστους των καυσίμων και λιπαντικών. Ο αριθμός και το είδος των μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται στο εργοτάξιο προσδιορίζει το μέγεθος της κατανάλωσης σε καύσιμα και κατά συνέπεια



τον όγκο των δεξαμενών, οι οποίες θα πρέπει να εγκατασταθούν. Εκτός του πρατηρίου καυσίμων στο εργοτάξιο εγκαθίστανται συνήθως συνεργείο επισκευής ελαστικών, λιπαντήριο και πλυντήριο των οχημάτων και των μηχανημάτων του εργοταξίου.

## 6.7. Συνεργεία

Η οργάνωση των δομικών εταιρειών με την απόκτηση των δομικών μηχανημάτων και των μηχανημάτων γενικής χρήσης, επιβάλλει τη συγκρότηση των απαραίτητων συνεργείων για τη συντήρηση και την επισκευή του μηχανολογικού εξοπλισμού. Το μέγεθος και ο βαθμός εξοπλισμού ενός εργοταξιακού συνεργείου, εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- Την ύπαρξη άλλων ικανών και αξιόπιστων συνεργείων στην περιοχή του έργου, τα οποία λειτουργούν σε ικανοποιητικές για την εταιρεία τιμές.
- Τη θέση του εργοταξίου και την απόστασή του από άλλα εργοτάξια και συνεργεία που διαθέτει η εταιρεία και τα οποία μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες του υπό μελέτη εργοταξίου.
- Την ηλικία και την κατάσταση των μηχανημάτων τα οποία θα μεταφερθούν για τις ανάγκες του εργοταξίου.

Ανάλογα με το είδος των μηχανημάτων και τις απαιτήσεις του εργοταξίου, οι εργασίες, οι οποίες μπορούν να γίνουν στα εργοταξιακά συνεργεία, αφορούν στη συντήρηση και επισκευή των μηχανημάτων, των εγκαταστάσεων και των δικτύων, τις σιδηρουργικές και μηχανουργικές εργασίες, την κατασκευή και συντήρηση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων και παροχών, κ.λπ. Έτσι, το εργοταξιακό συνεργείο μπορεί να περιλαμβάνει συνεργείο επισκευής οχημάτων, ηλεκτρολογείο, μηχανουργείο, κ.λπ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ ΚΑΙ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

#### 7.1. Διάταξη εργοταξιακών εγκαταστάσεων

Η ορθή επιλογή και η τοποθέτηση των μέσων παραγωγής στον εργοταξιακό χώρο με βάση λεπτομερή σχεδιασμό και προγραμματισμό, αποτελεί παράγοντα επιτυχίας των στόχων του έργου. Η οργάνωση του εργοταξίου ήταν μέχρι πριν κάποιο χρονικό διάστημα ο τομέας στον οποίο είχε δοθεί η λιγότερη σημασία στην κατασκευαστική βιομηχανία και θεωρούνταν ως κάτι που θα συνέβαινε κατά τη διάρκεια του έργου. Παρά τη σπουδαιότητά της, η διάταξη των εγκαταστάσεων συχνά παραμελείται και το πρόβλημα αντιμετωπίζεται από τους μηχανικούς εμπειρικά καθώς προχωρά η κατασκευή. Πρέπει στο σημείο αυτό όμως να γίνει αντιληπτό ότι η οργάνωση του εργοταξίου ουσιαστικά αντιπροσωπεύει τις συνθήκες στις οποίες θα εργάζεται το προσωπικό καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου κατασκευής, καθιστώντας έτσι επιτακτική την ανάγκη για προεργασία πριν την έναρξη της κατασκευαστικής δραστηριότητας. Επιπλέον, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι το κόστος εργασίας αποτελεί το 50 με 60% του συνολικού κόστους του έργου, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η ελεύθερη και ανεμπόδιστη κίνηση του προσωπικού μέσα στο εργοτάξιο μπορεί να αποφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη.

Το εργοτάξιο πρέπει να έχει τέτοια διάταξη που να διευκολύνει την ανάπτυξη των εργασιών που γίνονται εντός αυτού. Τα γενικά στοιχεία, τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη στη μελέτη της εργοταξιακής διάταξης, έχουν σχέση με:

- Το μέγεθος του έργου και το χρόνο παράδοσής του, παράγοντες που θα διαμορφώσουν το μέγεθος και την ισχύ του μηχανολογικού εξοπλισμού.
- Τις χρηματοοικονομικές δυνατότητες της δομικής επιχείρησης, οι οποίες θα διαμορφώσουν τις επιλογές στην οργάνωση του έργου και την προμήθεια ή όχι νέου εξοπλισμού.
- Το είδος του έργου. Ένα οικοδομικό έργο είναι περισσότερο συγκεντρωμένο από ένα έργο οδοποιίας.
- Τις συνθήκες μεταφοράς στους χώρους του εργοταξίου, οι οποίες προσδιορίζουν το βάρος και τις διαστάσεις των μηχανημάτων και την επιλογή μεταξύ ελαστικοφόρων και ερπυστριοφόρων μηχανημάτων.
- Η θέση του έργου. Στις πόλεις υπάρχει το πρόβλημα στενότητας του χώρου ενώ σε ακατοίκητες περιοχές υπάρχει η «πολυτέλεια» να χρησιμοποιούνται οι απαραίτητοι ελεύθεροι χώροι.
- Η ροή της εργασίας. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πως θα γίνει η κατασκευή για να εξασφαλιστεί ελεύθερη προσπέλαση, μεταφορά και κυκλοφορία,

ανεμπόδιστη εργασία ανθρώπων και μηχανημάτων, ορθολογιστική αποθήκευση υλικών ώστε να μπορούν να γίνονται ταυτόχρονα οι διάφορες εργασίες της κατασκευής χωρίς να εμποδίζει η μία την άλλη.

## 7.2. Σχεδιασμός και Χωροθέτηση των εργοταξιακών εγκαταστάσεων

Η αποδοτική χωροθέτηση των εγκαταστάσεων του εργοταξίου αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχημένη ολοκλήρωση ενός έργου. Η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων στο εργοτάξιο έχει σημαντική επίδραση στην εξοικονόμηση παραγωγικού χρόνου και κόστους, ιδίως σε μεγάλα έργα, καθώς και στην ασφάλεια των εργασιών και στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κατασκευαστικής διαδικασίας. Η εργοταξιακή χωροθέτηση συνίσταται στον προσδιορισμό των προσωρινών εγκαταστάσεων που απαιτούνται για την υποστήριξη των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων, τον καθορισμό του σχήματος και του μεγέθους τους και την τοποθέτησή τους σε κατάλληλες τοποθεσίες εντός των ορίων του εργοταξίου. Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορες χώρες αποδίδουν στην ανεπαρκή οργάνωση του εργοταξίου ένα ποσοστό της τάξης του 20% των ατυχημάτων και μεγάλη σπατάλη υλικών και εργασίας.

Υπάρχουν δύο γενικοί στόχοι οι οποίοι πρέπει να ικανοποιηθούν για αποδοτική οργάνωση του εργοταξίου. Πρώτον, ο σχεδιασμός του εργοταξίου πρέπει να γίνει με τρόπο τέτοιο ώστε να μεγιστοποιείται η αποδοτικότητα των εργασιών και συνεπώς η παραγωγικότητα του προσωπικού. Έτσι επιτυγχάνεται συντόμευση της διάρκειας των εργασιών και μείωση του κόστους. Δεύτερον, η τελική διάταξη πρέπει να δημιουργεί ένα ασφαλές εργασιακό περιβάλλον έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το κλίμα ανασφάλειας και ο κίνδυνος ατυχημάτων και συνεπώς να βελτιστοποιείται η ποιότητα των εργασιών και η παραγωγικότητα του προσωπικού. (Παπαδάκη Ι., 2016).

Ο σχεδιασμός της εγκατάστασης του εργοταξίου προϋποθέτει τη διεξοδική διερεύνηση των εξής επί τόπου στοιχείων:

- Της θέσης, στην οποία θα εγκατασταθεί το εργοτάξιο και η απόστασή της από το έργο. Επιδιώκεται πάντοτε η πλησιέστερη δυνατή θέση από τον τόπο εκτέλεσης του έργου, έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι μετακινήσεις του προσωπικού και των υλικών και να υπάρχει η δυνατότητα άμεσης και καλύτερης εποπτείας των εκτελούμενων εργασιών από τη διοίκηση. Η θέση στην οποία θα εγκατασταθεί το εργοτάξιο επηρεάζεται καθοριστικά από τη μορφή του διατιθέμενου εδάφους και την έκταση του προσφερόμενου χώρου. Η επιδίωξη για ελαχιστοποίηση του κόστους εγκατάστασης των εργοταξιακών εγκαταστάσεων επιβάλλει τον περιορισμό των εργασιών διευθέτησης και ισοπέδωσης του χώρου, όπου αυτές θα κατασκευαστούν. Επίσης, όταν ο διατιθέμενος χώρος δεν επαρκεί, όπως συνήθως συμβαίνει στα έργα που εκτελούνται σε αστικές περιοχές, εξετάζεται η δυνατότητα κατασκευής ορισμένων εγκαταστάσεων σε άλλη περιοχή.
- Των καιρικών συνθηκών, οι οποίες επικρατούν στην περιοχή όπου θα εκτελεσθεί το έργο. Εάν οι καιρικές συνθήκες δεν ευνοούν την εργασία του προσωπικού (κυρίως όταν πρόκειται για έργα που κατασκευάζονται σε ορεινές και δυσπρόσιτες περιοχές), πιθανόν ένα μέρος των εγκαταστάσεων να χωροθετηθεί σε άλλη περιοχή.
- Των συνθηκών υπεδάφους, οι οποίες επηρεάζουν την επιλογή των πρώτων μηχανημάτων που θα διατεθούν για διευθετήσεις χώρων, κατασκευές δρόμων,

εκσκαφές θεμελίων κ.λπ. Αν στην περιοχή του έργου υπάρχει ανωμαλία στο έδαφος τότε θα χρειαστεί να κατασκευαστούν αποθήκες και συνεργεία σε κάποια άλλη περιοχή όπως επίσης και τους δρόμους που θα οδηγούν σε αυτά.

- Των δυνατοτήτων στέγασης του προσωπικού, από όπου θα προσδιορισθεί και η αναγκαιότητα κατασκευής καταλυμάτων διαμονής του προσωπικού.
- Των πηγών λήψης υλικών, από τη θέση των οποίων επηρεάζεται το κόστος μεταφοράς, το κόστος λειτουργίας του εργοταξίου, το μέγεθος των αποθηκευτικών χώρων κ.λπ.
- Τα μέτρα υγιεινής και της ασφάλειας των εργαζομένων κατά την εργασία.
- Την άμβλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά τη λειτουργία του.

Όσον αφορά την επιλογή της θέσης των εργοταξιακών εγκαταστάσεων ακολουθούνται ορισμένες βασικές αρχές Χωροθέτησης:

- ❖ Επιλογή, κατά το δυνατόν, τοποθεσιών με ομαλό εδαφικό ανάγλυφο και άνεση χώρου.
- ❖ Τοποθέτηση των εγκαταστάσεων με τρόπο ώστε να περιορίζονται οι μετακινήσεις και να μην διασταυρώνονται οι ροές.
- ❖ Εγκατάσταση σταθερών διατάξεων κοντά στις πηγές λήψης ή στις θέσεις ενσωμάτωσης των τελικών προϊόντων στο έργο.
- ❖ Οι ανυψωτικοί γερανοί να διαθέτουν την απαιτούμενη ανυψωτική ικανότητα και η ακτίνα δράσης τους να καλύπτει τη μεγαλύτερη δυνατή επιφάνεια.
- ❖ Τα συνεργεία επισκευής και συντήρησης να προσεγγίζονται εύκολα από τα οχήματα.
- ❖ Ο μηχανισμός διοίκησης να τοποθετείται σε επιτελική και παράλληλα ήσυχη τοποθεσία.
- ❖ Οι εγκαταστάσεις διαβίωσης να χωροθετούνται μακριά από το μέτωπο των εργασιών.
- ❖ Οι μετακινήσεις του προσωπικού να διεξάγονται από τις δευτερεύουσες εισόδους και η παραγωγική διαδικασία να εξυπηρετείται από τις κύριες.
- ❖ Οι βοηθητικοί χώροι για το προσωπικό (καντίνες, WC κλπ.) να βρίσκονται σε θέσεις όπου μειώνεται ο μη παραγωγικός χρόνος.
- ❖ Τα φυλάκια και οι κεντρικές εισοδοί να βρίσκονται στα όρια του εργοταξίου κοντά στις προσβάσεις.

### **7.2.1. Σφάλματα Χωροθέτησης Εργοταξίων**

Παρόλα αυτά, μπορούν να προκύψουν σφάλματα κατά την χωροθέτηση των εργοταξίων. Αυτά, αφορούν κυρίως σφάλματα ως προς τα υλικά και σφάλματα λόγω μη τήρησης των κανόνων ασφαλείας.

Ως προς τα υλικά του εργοταξίου:

- ❖ Εναποτίθενται μακριά από τις θέσεις εργασίας όπου απαιτούνται
- ❖ Εμποδίζουν τη ροή ανθρώπων και μηχανημάτων
- ❖ Τοποθετούνται σε επικίνδυνες θέσεις ή θέσεις που θα εκτελεσθούν εργασίες
- ❖ Βρίσκονται μακριά από την εμβέλεια των ανυψωτικών γερανών

- ❖ Προσκομίζονται νωρίτερα του επιθυμητού καταλαμβάνοντας άσκοπα χώρο
- ❖ Αποθηκεύονται σε εμφανή σημεία με κίνδυνο να καταστούν στόχος κλοπής

Ως προς τη μη τήρηση των κανόνων ασφαλείας:

- ❖ Μη διάθεση επαρκών χώρων στις εγκαταστάσεις
- ❖ Μη τήρηση επαρκούς πλάτους στους εργοταξιακούς δρόμους
- ❖ Δημιουργία σωρών μεγάλου ύψους κοντά σε εγκαταστάσεις ή διαδρόμους
- ❖ Τοποθέτηση εγκαταστάσεων εντός της εμβέλειας των γερανών

### 7.3. Κατηγορίες διατάξεων εργοταξιακών εγκαταστάσεων

Κάθε τύπος έργου απαιτεί τη διαφορετική χρήση τόσο των μηχανημάτων όσο και της διάταξης του εργοταξίου. Όπως προαναφέρθηκε, το είδος αλλά και το μέγεθος των εργασιών τις οποίες περιλαμβάνει ένα δομικό έργο, καθορίζει το είδος και το μέγεθος των εγκαταστάσεων ενός εργοταξίου. Υπάρχουν περιπτώσεις που αφορούν ίδιο τύπο εργοταξίου αλλά μπορεί να εμφανιστούν διαφοροποιήσεις λόγω συγκεκριμένων συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή. Παρ'όλα αυτά ανάλογα με το είδος του έργου ο χώρος του εργοταξίου εμφανίζει κοινά χαρακτηριστικά και όμοιου τύπου διατάξεις. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι βασικές κατηγορίες εργοταξιακών διατάξεων.

#### 7.3.1. Διάταξη εργοταξίου οικοδομικού έργου

Τα εργοτάξια των οικοδομικών έργων είναι η πιο κοινή κατηγορία εργοταξίου τα οποία στήνονται για την κατασκευή μικρών ή μεγάλων κτιρίων (π.χ. μονοκατοικία ή ξενοδοχείο αντίστοιχα) και ιδιωτικών (π.χ. πολυκατοικία) ή δημοσίων (π.χ. νοσοκομεία).



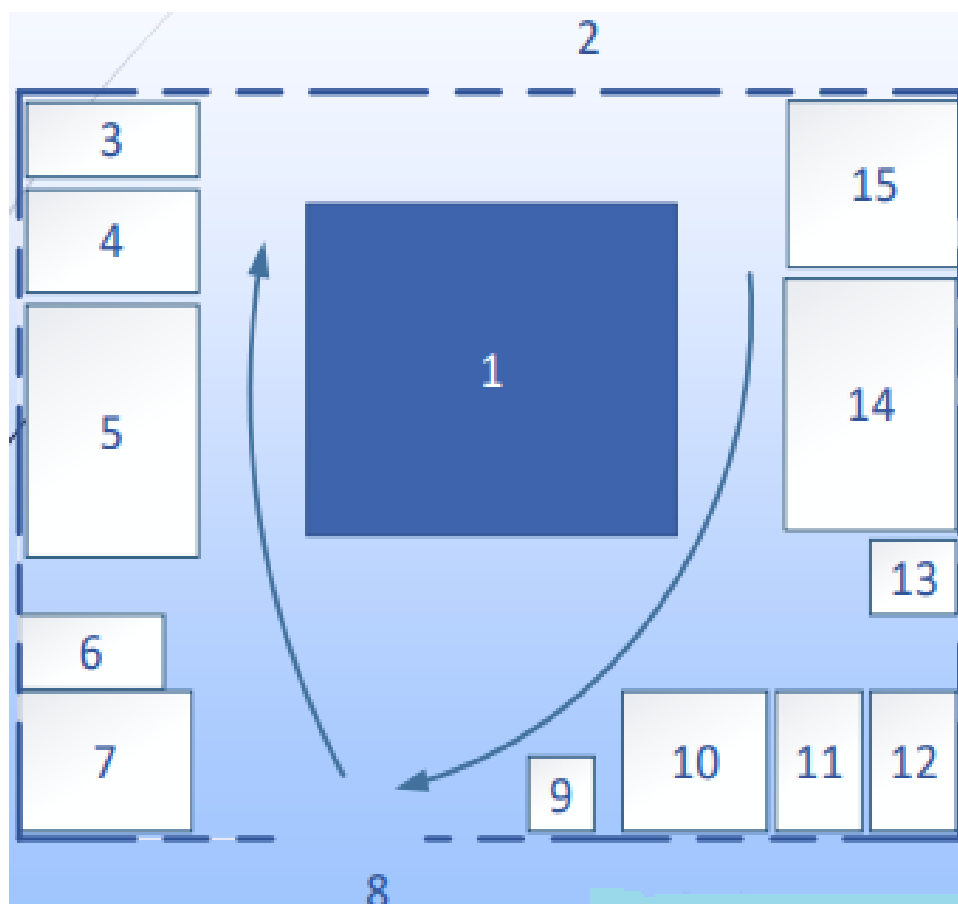
Εικόνα 7.1 Εργοτάξιο οικοδομής στο κέντρο της πόλης Τορόντο (Πηγή: Google)



**Εικόνα 7.2** Εργοτάξιο Κέντρου Πολιτισμού Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος (Πηγή: ΤΕΡΝΑ Α.Ε)

Στις περισσότερες περιπτώσεις είναι μικρά καθώς συνήθως λαμβάνουν χώρα σε αστικό περιβάλλον. Σε κάθε περίπτωση πάντως για την ανέγερση ενός κτιρίου δεν απαιτείται εκτεταμένο εργοτάξιο. Ένα χαρακτηριστικό των οικοδομικών εργοταξίων είναι το σύνολο περιορισμών που πρέπει να τα διέπει όσον αφορά την ασφάλεια των εργαζομένων αλλά και του περιβάλλοντα χώρου, καθώς συνήθως αναπτύσσονται εντός του πολεοδομικού ιστού. Εξαιτίας της ηχορρύπανσης από την κατασκευή του οικοδομικού έργου και τη λειτουργία των μηχανημάτων πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για τα κτίρια περιμετρικά του χώρου του εργοταξίου αλλά και των διερχομένων έξω από το χώρο αυτό. Παράλληλα, σε συνδυασμό με τα παραπάνω, η επιλογή ενός ωραρίου εργασιών ενός εργοταξίου οικοδομικού έργου αποτελεί σημαντικό περιορισμό στην διάταξη και το χρονικό προγραμματισμό της κατασκευής καθώς δεν μπορεί να λειτουργεί συνεχόμενα, σεβόμενο τους κατοίκους γύρω από αυτό και τις ώρες κοινής ησυχίας, περιορίζοντας σε μεγάλο βαθμό την ευελιξία του ωραρίου (Λιβιεράτος, 1998). Οι εργασίες που πραγματοποιούνται σε ένα οικοδομικό εργοτάξιο αφορούν χωματουργικές εργασίες (εκσκαφές και επιχώσεις θεμελίων), εργασίες φέροντος οργανισμού (ξύλοτυποι, σιδηροί οπλισμοί, σκυροδέματα), αρχιτεκτονικές εργασίες, εργασίες αποπεράτωσης (οπτοπλινθοδομές, επιχρίσματα, επενδύσεις δαπέδων) και ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες. Η ανάθεση μεγάλου μέρους των εργασιών γίνεται σε εξειδικευμένα συνεργεία υπεργολάβων με την εργολήπτρια εταιρία να επωμίζεται τον συντονισμό του έργου τους. Πέραν των χωματουργικών εργασιών, για την εκτέλεση των εργασιών (συνήθως από εξειδικευμένους υπεργολάβους) απαιτείται, ως επί το πλείστον, ελαφρύς μηχανολογικός εξοπλισμός όπως ικριώματα, ανυψωτικά μηχανήματα, εργαλεία χειρός (φτυάρια, αξίνες, καροτσάκια). Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι τα τεχνικά απρόοπτα είναι, σε γενικό βαθμό, ελάχιστα και η επιρροή των καιρικών συνθηκών είναι σχετικά μικρή, ιδίως μετά την αποπεράτωση του φέροντος οργανισμού.

Παρακάτω παρουσιάζεται η τυπική διάταξη του οικοδομικού εργοταξίου και ο πίνακας επεξήγησης της αρίθμησης των εγκαταστάσεών του.



**Σχήμα 7.1** Τυπική διάταξη οικοδομικού εργοταξίου (Πηγή: Χασιακός Α., 2018)

**Πίνακας 7.1** Εγκαταστάσεις Οικοδομικού Εργοταξίου (Πηγή: Χασιακός Α., 2018)

1.	Χώρος Εγκατάστασης έργου	9.	Φυλάκιο
2.	Περίφραξη	10.	Εργοταξιακά γραφεία
3.	Αποθήκη τσιμέντου	11.	Χώροι Υγιεινής – W.C.
4.	Συγκρότημα σκυροδέματος	12.	Αποδυτήρια
5.	Υπαίθρια αποθήκη αδρανών	13.	Κλειστή αποθήκη
6.	Υπόστεγο	14.	Εγκατάσταση κοπής – διαμόρφωσης σιδηρού σπλισμού
7.	Εγκαταστάσεις συντήρησης-επισκευών	15.	Υπαίθρια αποθήκη κριωμάτων και ξυλοτύπων
8.	Είσοδος		

### **7.3.2. Διάταξη εργοταξίου έργων οδοποιίας**

Τα εργοτάξια έργων οδοποιίας ανήκουν στην κατηγορία των έργων υποδομής και είναι εκείνα που στήνονται για την κατασκευή, συντήρηση ή ανακατασκευή αστικών, επαρχιακών και εθνικών οδών. Διακρίνονται για την πολυπλοκότητα, το μεγάλο ανθρώπινο δυναμικό που απαιτείται για την εκτέλεσή τους και την ανάγκη για τη χρησιμοποίηση πολλών και εξειδικευμένων μηχανημάτων έργου. Ένα εργοτάξιο έργων οδοποιίας συνήθως έχει μεγάλη έκταση και γι' αυτό το λόγο υπάρχει ελευθερία στην επιλογή των διατάξεών του αλλά και μεγάλη διασπορά των εγκαταστάσεων καθ' όλο το μήκος της υπό κατασκευή οδού. Σε πολλές περιπτώσεις είναι μακριά σχετικά από το σημείο εκτέλεσης των εργασιών, μπορεί να αναπτύσσεται γραμμικά και σε μήκος χιλιομέτρων, συνεπώς δεν υπόκεινται σε πολλούς χωρικούς περιορισμούς εξαιτίας του απεριόριστου διαθέσιμου χώρου. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό είναι ότι υπάρχει έντονη η έκθεση στις καιρικές συνθήκες (κρύο, βροχή, χιόνι) λόγω εργασίας στην ύπαιθρο και υπόκεινται μόνο σε περιβαλλοντικούς περιορισμούς (π.χ. προστασία επιφανειακών υδάτων).



**Εικόνα 7.3** Εργοτάξιο Ολυμπίας οδού (Πηγή: Άκτωρ ΑΤΕ)





**Εικόνα 7.4** Εργοτάξιο Σήραγγας Μακύνειας, Ιόνια Οδός (Πηγή: ΤΕΡΝΑ ΑΕ)

Όσο αφορά την οργάνωση του είναι αποκεντρωτική, δηλαδή οι αρμοδιότητες των εργασιών είναι μοιρασμένες σε επιμέρους στελέχη του έργου (Λιβιεράτος, 1998). Οι κύριες δραστηριότητες που πραγματοποιούνται είναι χωματουργικές εργασίες όπως εκσκαφές, επιχωματώσεις, διακίνηση χωματισμών, τεχνικά έργα (οχετοί, τάφροι, φρεάτια, στηθαία, γεφυρίδια, γέφυρες, τοιχία αντιστήριξης), εργασίες οδοστρωσίας (κατασκευή βάσης - υποβάσης), ασφαλτικές εργασίες (κατασκευή ασφαλτικών στρώσεων κυκλοφορίας), εργασίες ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (ηλεκτροφωτισμός, φωτεινή σηματοδότηση) καθώς και εργασίες που αφορούν τη σήμανση (πινακίδες σήμανσης, διαγραμμίσεις).

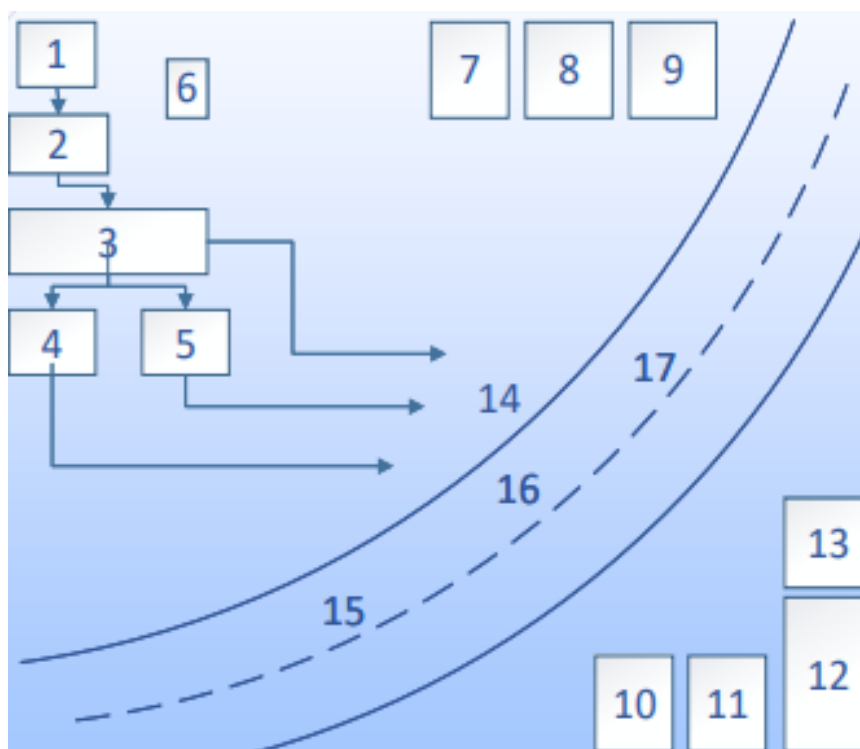
Ένα εργοτάξιο αυτού του τύπου αποτελείται από τον μηχανισμό διοίκησης και υποστήριξης, καθώς και τον μηχανισμό σταθερής και κινητής παραγωγής. Πιο αναλυτικά, όσον αφορά το μηχανισμό διοίκησης και συγκεκριμένα τη θέση του στο εργοτάξιο, αυτή εξαρτάται κυρίως από τις συνθήκες και τα χαρακτηριστικά που επικρατούν στη συγκεκριμένη περιοχή που πρόκειται να κατασκευαστεί το οδικό έργο, ώστε να διευκολύνεται η συνεργασία μεταξύ αυτού και των δύο παραγωγικών μηχανισμών. Επίσης, ο μηχανισμός διοίκησης και υποστήριξης περιλαμβάνει ως προσωρινές εγκαταστάσεις τα γραφεία, τις κεντρικές αποθήκες των υλικών και των ανταλλακτικών, καθώς και τα κύρια συνεργεία επισκευών του μηχανολογικού εξοπλισμού (Λιβιεράτος, 1998). Η θέση αυτού του μηχανισμού συνήθως επιλέγεται κοντά σε κάποια διασταύρωση με το υπάρχον οδικό δίκτυο έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ευκολότερη πρόσβαση από και προς το εργοτάξιο (Λιβιεράτος, 1998).

Ο σταθερός μηχανισμός παραγωγής του εργοταξίου έργου κατασκευής οδού περιλαμβάνει μια σειρά από μεγάλες σταθερές εγκαταστάσεις. Χρησιμοποιούνται εξοπλισμοί για παραγωγή αδρανών υλικών (λατομείο, θραυστήρες), ασφαλτικού (ξηραντήριο, ζυγιστήριο, αποθήκη αδρανών -ασφάλτου, αναμικτήρας) και σκυροδέματος (ζυγιστήριο, αποθήκη αδρανών, σιλό τσιμέντου, αναμικτήρας) και

εργαστήριο ελέγχου της κοκκομετρικής σύνθεσης, ενώ παράλληλα υπάρχουν και κάποιες εγκαταστάσεις παραμονής του προσωπικού, αποθήκες και πρόχειρο συνεργείο επισκευών.

Από την άλλη πλευρά, όσο αφορά τον κινητό μηχανισμό παραγωγής, είναι αυτός που κυρίως χρησιμοποιείται για την κατασκευή της οδού και αποτελείται από ένα σύνολο ατόμων χωρισμένων σε ομάδες εργασίας για την υποστήριξη των απαιτήσεων του έργου. Χρησιμοποιούνται όλα τα είδη των μηχανημάτων όπως μηχανήματα εκσκαφής και διαμόρφωσης εδαφών, ισοπεδωτές, φορτηγά οχήματα και προωθητές γαιών, γερανοί συνήθως κινητοί και τηλεσκοπικοί, μπετονιέρες και αντλίες για τις σκυροδετήσεις, οδοστρωτήρες διαφόρων μεγεθών, ασφαλικά μηχανήματα (ασφαλτοδιανομείς, οδοστρωτήρες), επεξεργαστής απορριμμάτων, μεταφορικές ταινίες, καθώς και μηχανήματα βοηθητικά όπως γεννήτριες. Παράλληλα συνήθως κρίνεται συμφέρον οικονομικά η εγκατάσταση και χρησιμοποίηση ιδιόκτητων συγκροτημάτων σκυροδέματος, ασφαλικών καθώς και σπαστηροτριβεία. Λόγω του μεγάλου όγκου υλικών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν κρίνεται απαραίτητη και η εύρεση χώρου για την εναπόθεσή τους αλλά και για τη στάθμευση μηχανημάτων και οχημάτων. Ένα εκτεταμένο δίκτυο νερού και ηλεκτροδότησης αναπτύσσεται για να καλύψει τις ανάγκες του εργοταξίου. Τέλος, είναι πολύ πιθανή η εμφάνιση τεχνικών απροόπτων, καθώς η κατασκευή σχετίζεται με το έδαφος και υπάρχει περίπτωση αυτό να αποδειχθεί διαφορετικής σύστασης από την προβλεπόμενη ή να κατολισθήσει (Λιβιεράτος, 1998).

Παρακάτω παρουσιάζεται η τυπική διάταξη του εργοταξίου οδοποιίας και ο πίνακας επεξήγησης της αρίθμησης των εγκαταστάσεών του.



Σχήμα 7.2 Τυπική διάταξη εργοταξίου οδοποιίας (Πηγή: Χασιακός Α., 2018)

Πίνακας 7.2 Εγκαταστάσεις Εργοταξίου οδοποιίας (Πηγή: Χασιακός Α., 2018)

1.	Λατομείο	9.	Ανοιχτή αποθήκη
2.	Θραυστήρας	10.	Χώροι Υγιεινής – W.C.
3.	Υπαίθρια αποθήκη αδρανών	11.	Αποδυτήρια
4.	Συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος	12.	Γραφεία
5.	Συγκρότημα παραγωγής ασφαλτικού	13.	Κλειστή αποθήκη
6.	Εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου υλικών	14.	Μέτωπο εργασιών
7.	Συνεργείο επισκευής οχημάτων	15.	Κινητό συνεργείο ασφαλτοστρώσεων
8.	Χώρος στάθμευσης μηχανημάτων	16.	Κινητό συνεργείο τεχνικών έργων
		17.	Κινητό συνεργείο χωματουργικών εργασιών

### 7.3.3. Διάταξη εργοταξίου λιμενικών έργων

Τα λιμενικά έργα σχετίζονται με την κατασκευή λιμένων, μαρίνων, υποθαλάσσιων αγωγών και διαφοροποιούνται από τις υπόλοιπες κατηγορίες έργων στο γεγονός ότι μέρος των εργασιών εκτελούνται μέσα στην θάλασσα. Ο μηχανισμός διοίκησης και ο κινητός μηχανισμός βρίσκονται στην ίδια θέση με την κατασκευή (Λιβιεράτος, 1998).

Σχετικά με τις διατάξεις παραγωγής αδρανών και σκυροδέματος σημειώνεται ότι δεν έχει κάποια διαφορά με τους αυτούς των υπόλοιπων τύπων εργοταξίου, όμως στην περίπτωση του λιμενικού έργου απαιτείται και πλωτά μέσα και είναι απαραίτητος ο προσεκτικός σχεδιασμός διάταξης των συγκεκριμένων εγκαταστάσεων μέσα στο εργοτάξιο έτσι ώστε η ανύψωση των υλικών από τη θάλασσα να γίνεται όσο το δυνατόν με μεγαλύτερη ευκολία.

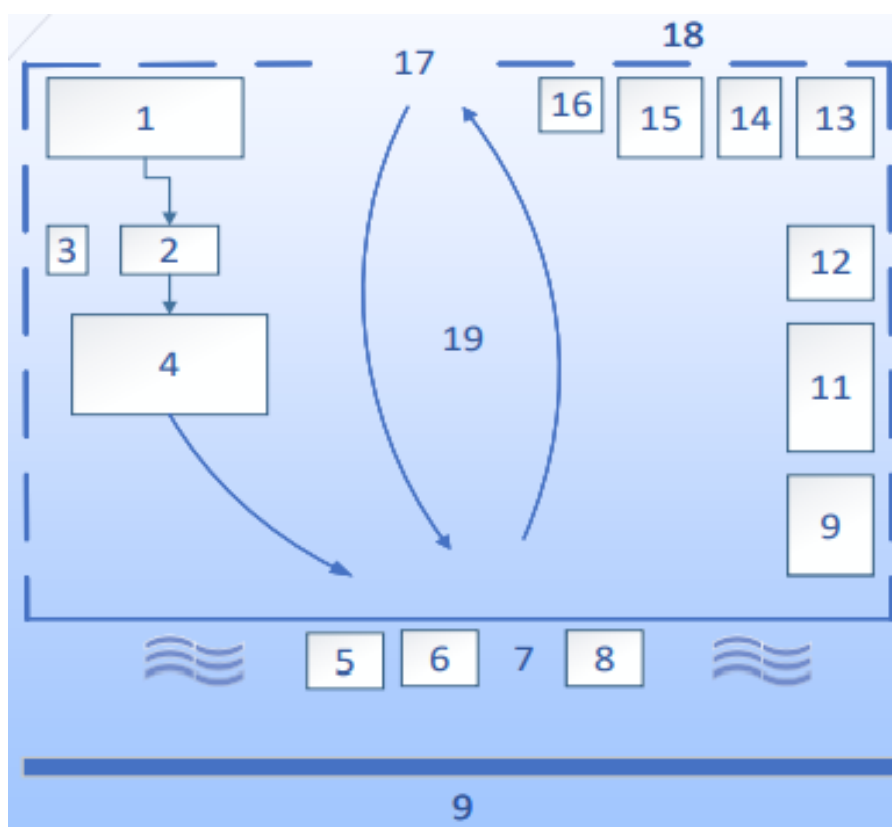


**Εικόνα 7.5** Εργοτάξιο νέου λιμένα Μυκόνου (Πηγή: Ακτωρ ΑΤΕ)

Ο απαιτούμενος εξοπλισμός για την ολοκλήρωση ενός λιμενικού έργου είναι εξειδικευμένος και η συντήρησή του δεν μπορεί να γίνει στο χώρο του εργοταξίου, εκτός από μικρές επεμβάσεις και την καθημερινή απαιτούμενη συντήρηση. Ο εξειδικευμένος αυτός εξοπλισμός των λιμενικών έργων αφορά τεχνικά μέσα όπως πλωτά μέσα μεταφοράς αδρανών, και κυρίως πλωτούς εκσκαφείς οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως γερανοί τοποθέτησης των ογκολίθων (Λιβιεράτος, 1998). Επιπρόσθετα, εξαιτίας των συνθηκών που επικρατούν σε ένα εργοτάξιο λιμενικών έργων υπάρχουν επιπλέον κόστη λόγω ζημιών που μπορεί να προκληθούν στα υλικά και στον εξοπλισμό από τα χημικά στοιχεία του θαλασσινού νερού. Άλλο σημαντικό θέμα που έχει να αντιμετωπίσει ο σχεδιασμός ενός εργοταξίου λιμενικού έργου είναι η έκθεση στα καιρικά φαινόμενα, ιδίως όταν οι εργασίες εκτελούνται εντός της θάλασσας. Θα πρέπει να υπάρχει κάποιο ασφαλές σημείο στο οποίο θα μετακινηθούν τα πλωτά μέσα και θα σταθμεύσουν σε περίπτωση κακών καιρικών συνθηκών. Ένα ακόμα ζήτημα είναι η συνεχής αύξηση των θαλάσσιων εμπορικών μεταφορών με αποτέλεσμα την απαίτηση μεγάλων πλοίων άρα και λιμενικών έργων μεγάλης έκτασης και βάθους. Αυτό οδηγεί στην απομάκρυνση των εργοταξίων από την ακτή και σε υψηλή έκθεση στις συνθήκες που επικρατούν στους ωκεανούς. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι τα εργοτάξια των λιμενικών έργων υπόκεινται σε αυστηρούς περιορισμούς σχετικούς με την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Οι κύριες δραστηριότητες των λιμενικών έργων αφορούν εκβαθύνσεις λιμενολεκάνης, κατασκευή κρηπιδότοιχων, κατασκευή μόλων, κυματοθραυστών (από φυσικούς ή τεχνητούς ογκολίθους), διαμόρφωση προβλήτας (εκσκαφές, επιχώσεις σκυροδέματα, ασφαλτικά) καθώς και ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Παρακάτω παρουσιάζεται η τυπική διάταξη του εργοταξίου λιμενικού έργου και ο πίνακας επεξήγησης της αρίθμησης των εγκαταστάσεών του. Παρατηρείται ότι οι εγκαταστάσεις παραγωγής του έργου τοποθετούνται πλησίον του χώρου κατασκευής, ενώ οι βοηθητικές εγκαταστάσεις που εξυπηρετούν το ανθρώπινο δυναμικό είναι πιο απομακρυσμένες.



**Σχήμα 7.3** Τυπική διάταξη εργοταξίου λιμενικού έργου (Πηγή: Χασιακός Α., 2018)

**Πίνακας 7.3** Εγκαταστάσεις Εργοταξίου λιμενικού έργου (Πηγή: Χασιακός Α., 2018)

1.	Υπαίθρια αποθήκη αδρανών	10.	Συνεργείο επισκευών
2.	Συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος	11.	Εγκατάσταση διαμόρφωσης σιδηρού οπλισμού
3.	Εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου υλικών	12.	Κλειστή αποθήκη
4.	Χώρος κατασκευής τεχνητών ογκολίθων	13.	Αποδυτήρια
5.	Πλωτός εκσκαφέας	14.	Χώροι Υγιεινής – W.C.
6.	Πλωτή πλατφόρμα	15.	Γραφεία
7.	Μέτωπο εργασιών	16.	Φυλάκιο

8.	Φορηγίδα μεταφοράς	17.	Είσοδος
9.	Κυματοθραύστης	18.	Περίφραξη
		19.	Διακίνηση υλικών (αδρανών, ογκολίθων κλπ)

#### **7.3.4. Διάταξη εργοταξίου υδραυλικών έργων**

Τα υδραυλικά έργα αφορούν όλο το φάσμα διαχείρισης και εκμετάλλευσης των υδάτων (αστικά δίκτυα ύδρευσης – αποχέτευσης, αντιπλημμυρικά έργα, φράγματα, ταμιευτήρες). Αν και μικρότερα σε μέγεθος μοιάζουν σε δομή, εξοπλισμό και συνθήκες λειτουργίας με αυτά των έργων οδοποιίας διαφοροποιούμενα μόνο στο αμιγώς υδραυλικό σκέλος των εργασιών (συγκροτήματα κατασκευής οχετών, συνεργεία συγκόλλησης αγωγών, κλπ)



**Εικόνα 7.6** Φράγμα θησαυρού στον ποταμό Νέστο (Πηγή: Άκτωρ ΑΤΕ)

Τα υδραυλικά έργα έχουν το μηχανισμό διοίκησης και υποστήριξης όπως οι τύποι οικοδομικών εργοταξίων και εργοταξίων οδοποιίας, ένα μηχανισμό παραγωγής αδρανών ή προκατασκευασμένων στοιχείων και το μηχανισμό εκτέλεσης του έργου. Η διαφορά που εντοπίζεται στα υδραυλικά έργα είναι ο βαρύς μηχανολογικός εξοπλισμός που απαιτείται για την υποστήριξη των εργασιών της κατασκευής. (Λιβιεράτος, 1998). Επιπρόσθετα, ένα πρόβλημα με το οποίο έρχεται αντιμέτωπο ένα εργοτάξιο υδραυλικού έργου στην ύπαιθρο είναι η δυσκολία στις οδούς πρόσβασης προς αυτό (αγροτικοί χωματόδρομοι), μιας και η κατασκευή μπορεί να λαμβάνει χώρα σ'ένα κάμφο, ή ένα ποτάμι, αυτό συνεπάγεται ότι τα γραφεία του εργοταξίου πρέπει να αλλάζουν θέση ακολουθώντας την πρόοδο του έργου, ανεξάρτητα από τις αποθήκες υλικών και τα συνεργεία μικροεπισκευών που δεν μετακινούνται εύκολα λόγω μεγάλου κόστους επανατοποθέτησης τους (Λιβιεράτος, 1998)

### **7.3.5. Διάταξη εργοταξίου ηλεκτρομηχανολογικών έργων**

Τα εργοτάξια ηλεκτρομηχανολογικών έργων εξυπηρετούν την κατασκευή μηχανολογικών και ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων όπως συστήματα ηλεκτροφωτισμού, ύδρευσης, θέρμανσης, κλιματισμού, εξαερισμού, αυτοματισμών, τηλεπικοινωνιών, πυροπροστασίας. Οι εργασίες εκτελούνται από εξειδικευμένα συνεργία υπό καλές συνθήκες και δεν απαιτούνται πρόσθετες διατάξεις πέραν αυτών της διοίκησης, συνήθως τα έργα αυτά συνδυάζονται με έργα πολιτικού μηχανικού.

Τα εργοτάξια ηλεκτρομηχανολογικών έργων λειτουργούν κυρίως σε κλειστούς εσωτερικούς χώρους με αποτέλεσμα να μην επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, εκτός από την περίπτωση που το τεχνικό έργο αφορά διανομή και μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας, όπου στη συγκεκριμένη περίπτωση αφορά εργοτάξιο σε εξωτερικό περιβάλλον.

### **7.3.6. Διάταξη εργοταξίου σύνθετων - ασυνήθιστων έργων**

Τα μεγάλα ασυνήθιστα εργοτάξια αφορούν έναν αυτόνομο παραγωγικό μηχανισμό, καταλαμβάνουν σημαντική έκταση και λειτουργούν μεγάλα χρονικά διαστήματα (Λιβιεράτος, 1998). Συχνά τα έργα, ιδίως τα μεγαλύτερου μεγέθους, περιλαμβάνουν διαφόρων τύπων εργασίες με αποτέλεσμα να μην είναι ευδιάκριτη η κατάταξη τους σε μια από τις παραπάνω κατηγορίες. Σε αυτές τις περιπτώσεις τα εργοτάξια διαμορφώνονται συνθετικά, τέτοια παραδείγματα έργων είναι ένα έργο οδοποιίας ή ένα σιδηροδρομικό έργο που συνοδεύεται από κατασκευή σηράγγων ή γεφυρών, ένα φράγμα που απαιτεί ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες αντλιοστασίων και αγωγών μεταφοράς.



**Εικόνα 7.7** Εργοτάξιο γέφυρας Ρίου – Αντιρρίου (Πηγή: Vinci S.A.)

Το συγκεκριμένο είδος εργοταξίου απαιτεί εξειδικευμένο και βαρύ εξοπλισμό για την υποστήριξη όλων των εργασιών της κατασκευής και πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις. Και στην περίπτωση των μεγάλων ασυνήθιστων εργοταξίων, διακρίνονται ο μηχανισμός διοίκησης και υποστήριξης, ο σταθερός και ο κινητός παραγωγικός μηχανισμός (Λιβιεράτος, 1998). Ξεκινώντας μια λεπτομερή περιγραφή για το μηχανισμό διοίκησης και υποστήριξης, αυτός περιλαμβάνει τα γραφεία του εργοταξίου, τα οποία θα πρέπει να βρίσκονται σε τέτοια θέση ώστε να υπάρχει όσο το δυνατόν καλύτερη ορατότητα στο έργο, ενώ παράλληλα θα πρέπει να εξασφαλίζεται ένα ήρεμο περιβάλλον εργασίας και συγκέντρωσης μακριά από θορύβους των υπόλοιπων εργασιών και μηχανημάτων στο χώρο του εργοταξίου, τις εγκαταστάσεις διαμονής του προσωπικού, οι οποίες τοποθετούνται μακριά από την παραγωγή, και τέλος τις αποθήκες υλικών και ανταλλακτικών (Λιβιεράτος, 1998). Ο σταθερός παραγωγικός μηχανισμός περιλαμβάνει διάφορες μεγάλες εγκαταστάσεις ανάλογα με το είδος και τις απαιτήσεις του έργου, ενώ ο κινητός παραγωγικός μηχανισμός εμφανίζει μεγάλες διαφορές από τη μια κατηγορία εργοταξίου στην άλλη, ενώ αλλάζει χαρακτηριστικά και διάταξη κατά την πρόοδο του έργου, καθώς εξαρτάται πλήρως από το χρονοδιάγραμμα της κατασκευής (Λιβιεράτος, 1998).

Τέλος, υπάρχουν έργα με πρωτοτυπία στο αντικείμενο στα οποία δεν εφαρμόζονται συμβατικές μέθοδοι κατασκευής και δεν απασχολούνται συνήθη τεχνικά μέσα. Εδώ, η προηγούμενη γνώση και εμπειρία είναι περιορισμένη και οι αποφάσεις διαμόρφωσης των εργοταξίων λαμβάνονται με γνώμονα τις ιδιαιτερότητες του έργου και τις ανάγκες που ανακύπτουν συνάδοντας πάντα με τις γενικές αρχές της χωροθέτησης.

### **7.3.7. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα**

Κάθε τεχνικό έργο έχει τα δικά του ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και απαιτήσεις και επομένως χρειάζεται διαφορετικό σχεδιασμό διάταξης των εγκαταστάσεων στο χώρο του εργοταξίου. Οι διαφορετικές απαιτήσεις οδηγούν σε προσαρμογές στον τρόπο εφαρμογής των τυπικών διατάξεων του κάθε εργοταξίου.

Στον Πίνακα 7.4 παρουσιάζονται συνοπτικά όλα τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες ανάλογα με τον τύπο του εργοταξίου.



**Πίνακας 7.4** Χαρακτηριστικά τύπων εργοταξίου (Πηγή: Ίδια Επεξεργασία)

<b>Τύπος Εργοταξίου</b>	<b>Οργάνωση</b>	<b>Διαθεσιμότητα Χώρου</b>	<b>Μηχανολογικός Εξοπλισμός</b>	<b>Συνθήκες Εργοταξίου</b>	<b>Τεχνικά απρόοπτα</b>
Οικοδομικό εργοτάξιο	Συγκεντρωτική	Περιορισμένη	Απλός	Καλές	Λίγα
Εργοτάξιο οδοποιίας	Αποκεντρωτική	Απεριόριστη	Εξειδικευμένος	Κακές	Αρκετά
Λιμενικό εργοτάξιο	Αποκεντρωτική	Περιορισμένη	Εξειδικευμένος και βαρύς	Κακές	Πολλά
Υδραυλικό εργοτάξιο	Αποκεντρωτική	Απεριόριστη	Εξειδικευμένος	Κακές	Αρκετά
Η/Μ εργοτάξιο	Αποκεντρωτική	Περιορισμένη	Απλός	Καλές	Λίγα
Σύνθετο εργοτάξιο	Αποκεντρωτική	Απεριόριστη	Εξειδικευμένος και βαρύς	Κακές	Πολλά

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΤΟ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΟ ΕΡΓΟ «ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΕΦΥΡΑ ΣΓ26» - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

#### 8.1. Σπουδαιότητα της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26

Σκοπός του έργου της γραμμής Τιθορέας-Δομοκού είναι η αλλαγή της μονής γραμμής, η οποία έχει μήκος 122 χιλιόμετρα, με την νέα διπλή σιδηροδρομική γραμμή υψηλών ταχυτήτων, που έχει σχεδιασθεί για ταχύτητες 160-200 χλμ/ώρα και με έκταση 106 χιλιόμετρα. Το έργο θα προσφέρει:

- Να ελαττωθεί ο χρόνος της διαδρομής Αθήνα-Θεσσαλονίκη κατά μία ώρα περίπου
- Να πραγματοποιηθούν επενδύσεις τόσο σε αυτό το τμήμα όσο και στο ΠΑΘΕ/Π, διότι πρόκειται για τμήμα που εξυπηρετεί στον εκσυγχρονισμό του σιδηροδρομικού τμήματος Αθήνας-Θεσσαλονίκης
- Να αυξηθεί η ανταγωνιστικότητα, επειδή θα βελτιωθεί το τμήμα παροχών υπηρεσιών
- Να υπάρξουν περιβαλλοντικά και ενεργειακά οφέλη
- Η σηματοδότηση και εφαρμογή συστήματος ETCS θα παρέχει περισσότερη ασφάλεια στην κυκλοφορία των συρμών
- Ο Ο.Σ.Ε. θα αποκτήσει κέρδος, επειδή θα μειωθεί το κόστος λειτουργίας (αντικατάσταση ντιζελοκίνησης με ηλεκτροκίνηση)
- Λόγω μεταφορικού έργου θα προκληθεί αύξηση των εσόδων για τον Ο.Σ.Ε.

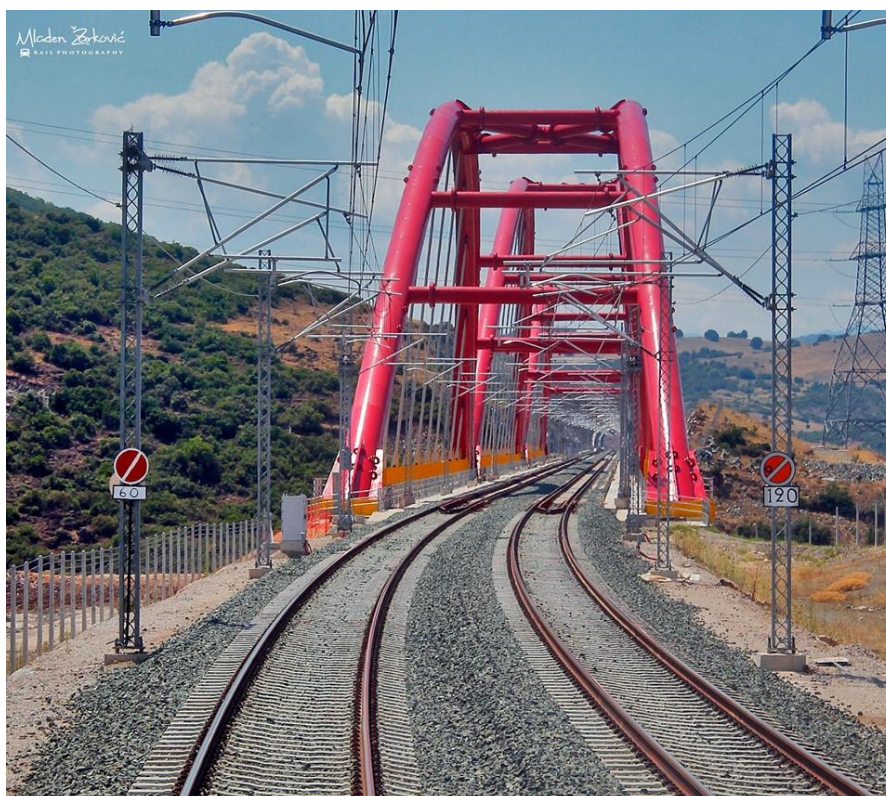
Η σύμμικτη τοξωτή Σιδηροδρομική Γέφυρα ΣΓ 26, της Νέας Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής Υψηλών Ταχυτήτων του τμήματος Τιθορέα – Δομοκός βρίσκεται στο 259χλμ του σιδηροδρομικού διαδρόμου Αθήνα-Θεσσαλονίκη στη περιοχή Εκκάρια Φθιώτιδας, σε ένα από τα πιο απόμερα σημεία του Μπράλου. Η Σιδηροδρομική γέφυρα ΣΓ26 αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα έργα της νέας διπλής σιδηροδρομικής γραμμής υψηλών ταχυτήτων του τμήματος Τιθορέα – Δομοκός στη Χ.Θ. 40+631. Η σιδηροδρομική γραμμή υψηλών ταχυτήτων θα πραγματοποιεί την διαδρομή Θεσσαλονίκη – Αθήνα σε 3 ώρες και 20 λεπτά και ολοκληρώνει τα έργα 30 και πλέον ετών στο σιδηροδρομικό διάδρομο Αθήνα-Θεσσαλονίκη που θα διαθέτει σε όλο το μήκος του διπλή γραμμή με ηλεκτροκίνηση και σηματοδότηση.

Η μελέτη εφαρμογής και η μελετητική υποστήριξη κατά την κατασκευή του τεχνικού εκπονήθηκε από την “Ι. Μαυράκης και συνεργάτες γραφείο τεχνικών μελετών Α.Ε.”. Ο ΚτΕ είναι η ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε. και σύμβουλος του ΚτΕ είναι ο Σ.

Σταθόπουλος, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός. Η κατασκευή πραγματοποιείται από την Κοινοπραξία ΤΙΘΟΡΕΑ-ΔΟΜΟΚΟΣ: Α.Δ. 635 (ΑΚΤΩΡ, J&P ΑΒΑΞ, ΤΕΡΝΑ Α.Ε.) υπό τη διεύθυνση του κυρίου Α. Χρυσίνα. Τη διοίκηση του έργου άσκησε η Διεύθυνση έργων, της ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε. με Διευθυντές του έργου τους κ. Κ. Βενετσανάκο και Δ. Τσοτσρορό., Δ. Καρβούνη (Επιβλέπων), Ε. Γεωργίου (Σύμβουλος) και Κ. Μακαρίτη (Μελετητής).

## 8.2. Περιγραφή της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26

Η ΣΓ26 είναι γέφυρα διπλής σιδηροδρομικής γραμμής, η οποία κατασκευάζεται πάνω από το ενεργό ρήγμα της Εκκάρας. Πρόκειται για χαλύβδινη τοξωτή γέφυρα τριών ανοιγμάτων που κατασκευάστηκε με τη μέθοδο της τμηματικής προώθησης. Αποτελείται από τρία αμφιέριστα τόξα πάνω σε βάθρα οπλισμένου σκυροδέματος και το βάθος της μισγάγγειας που γεφυρώνει ξεπερνά τα 70 m. Οι κύριες διαμήκεις δοκοί (ελκυστήρες), τα τόξα και οι αναρτήρες είναι χαλύβδινοι, ενώ οι εγκάρσιες διαδοκίδες σύμμικτες με την πλάκα κυκλοφορίας των συρμών. Λόγω της πολυπλοκότητας του έργου, η μελέτη εφαρμογής περιλαμβάνει πληθώρα αναλύσεων, ελέγχων, σχεδίων κοπής και κατασκευαστικών λύσεων που προέκυψαν κατά την εξέλιξη της κατασκευής.



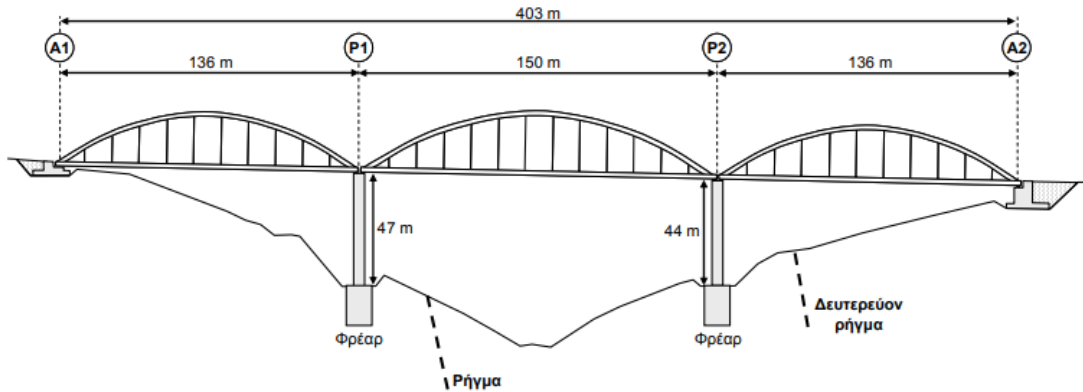
Εικόνα 8.1 Φωτορεαλιστική απεικόνιση τεχνικού (1/2) (Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε)



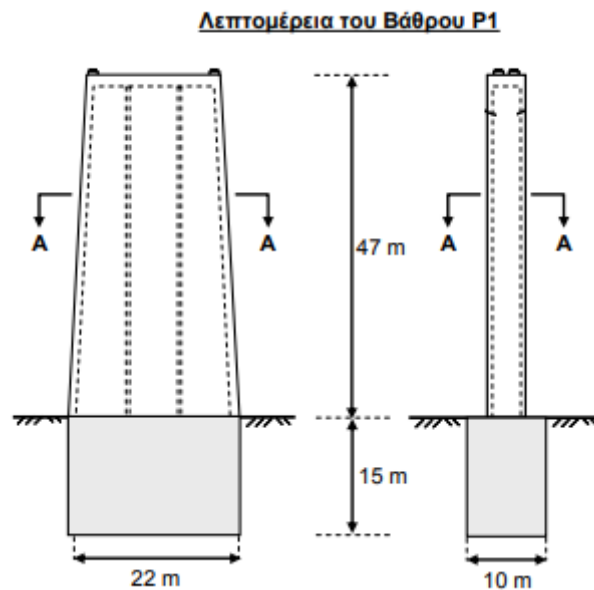
**Εικόνα 8.2** Φωτορεαλιστική απεικόνιση τεχνικού (2/2) (Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε)

Η κοιλαδογέφυρα ΣΓ26, συνολικού μήκους 404.8m, αποτελείται από τρία ισοστατικά τόξα μήκους 126.85/151.10/126.85 m με ολικό πλάτος διατομής 18.025 m. Ο άξονας της γέφυρας είναι ευθύγραμμος με σταθερή κατά μήκος κλίση 1.99%. Πρόκειται για μια χαλύβδινη γέφυρα όπου το κατάστρωμα αποτελείται από δύο κύριες δοκούς κιβωτοειδούς διατομής από δομικό χάλυβα S355, ύψους 2.90 m και πλάτους 1.90 m, με διαπλάτυνση στην περιοχή των στηρίξεων έως 3.30 m. Οι κύριες δοκοί συνδέονται μεταξύ τους με εγκάρσιες μεταλλικές διαδοκίδες διατομής I, ύψους 1.705 m, οι οποίες ενσωματώνονται μέσω διατμητικών ήλων στην πλάκα σκυροδέματος C45/55 μεταβλητού πάχους 30-44 cm. Τα τόξα έχουν κοίλη κυκλική διατομή εξωτερικής διαμέτρου  $\varnothing 1800$  πάχους 60mm ως 80mm και συνδέονται με το κατάστρωμα μέσω ολόσωμων αναρτήρων κυκλικής διατομής διαμέτρου  $\varnothing 180$  από δομικό χάλυβα S355. Τα μεσόβαθρα (P1, P2) έχουν ύψος  $H=45.50$  m, από οπλισμένο σκυρόδεμα C35/45, έχουν μεταβλητή διατομή κιβωτίου διαστάσεων 18.20x5.00m στην κεφαλή και 22.60x5.00m στη βάση, με τρία διάκενα στο εσωτερικό τους. Θεμελιώνονται σε φρέατα διαστάσεων 10.00x24.00x18.00m στα οποία υπάρχουν επίσης τρία διάκενα. Στα άκρα της γέφυρας υπάρχουν ακρόβαθρα οπλισμένου σκυροδέματος C25/30 που θεμελιώνονται σε πασσάλους. Το κατάστρωμα της γέφυρας είναι σύμμικτο και αποτελείται από δύο κύριες μεταλλικές δοκούς. Επί των ανωτέρω σκυροδετούνται πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος (C45/55) στις οποίες διαστρώνεται η επιδομή της διπλής σιδηροδρομικής γραμμής (σκυρογραμμή). Το πλάτος του καταστρώματος είναι 16.13 μέτρα. Η έδραση του καταστρώματος επί των βάθρων πραγματοποιείται μέσω εφεδράνων τριβής τύπου εκκρεμούς FPS (friction pendulum system), τα οποία μαζί με τους διαμήκεις και εγκάρσιους υδραυλικούς αποσβεστήρες αποτελούν το σύστημα σεισμικής μόνωσης της γέφυρας. Στη διεπιφάνεια σύνδεσης της ανωδομής του τεχνικού με τα μεσόβαθρα και τα

ακρόβαθρα εφαρμόστηκαν συσκευές σεισμικής μόνωσης (εφέδρανα τριβής με σφαιρική επιφάνεια ολίσθησης και ιξώδεις υδραυλικοί αποσβεστήρες). Στις θέσεις των ακροβάθρων υπάρχουν διατμητικές κλείδες (shear key) που απαγορεύουν την εγκάρσια μετακίνηση του καταστρώματος.



**Σχήμα 8.1** Τα 3 αμφιέρειστα ανοίγματα επί εφεδράνων της ΣΓ26 (Πηγή: Αναστασόπουλος, Ι., Γκαζέτας, Γ., Μάλιος, Ι., 2008)



**Σχήμα 8.2** Λεπτομέρεια του βάθρου P1 της ΣΓ26 (Πηγή: Αναστασόπουλος, Ι., Γκαζέτας, Γ., Μάλιος, Ι., 2008)

Συνολικά, ο φορέας της Σ.Γ.26 αποτελείται από:

- το κατάστρωμα πλάτους 18,02μ. το οποίο είναι σύμμικτης κατασκευής και το οποίο κατασκευάζεται με την μέθοδο της σταδιακής προώθησης,

- τα τρία ζεύγη μεταλλικών τόξων κοίλης κυκλικής διατομής, παραβολοειδούς μορφής. Τα δύο ακραία έχουν μήκος 126,85 m, έκαστο και το ενδιάμεσο έχει μήκος 151,10 m. Η σχέση του ύψους προς το μήκος της γέφυρας είναι  $H/L = 0,20$ .
- καλώδια ανάρτησης που συνδέουν το κατάστρωμα με τα χαλύβδινα τόξα.

Το ύψος μεταξύ του καταστρώματος και κοίτης της υποκείμενης χαράδρας είναι περίπου 70μ.



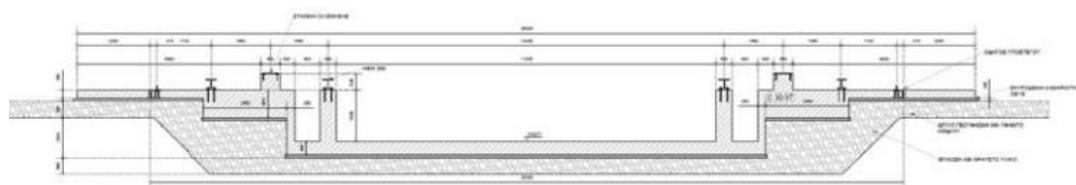
Σχήμα 8.3 Οριζοντιογραφία ΣΓ26 (Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε., 2018)

### 8.3. Κατασκευή της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26

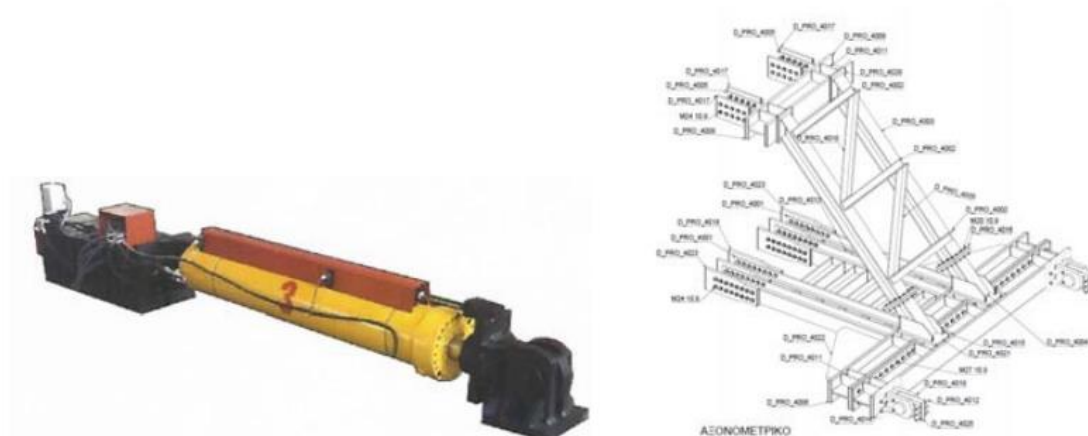
Η μέθοδος κατασκευής που επιλέχθηκε είναι η **σταδιακή προώθηση** του καταστρώματος (χωρίς τα τόξα) σε έξι φάσεις από το ακρόβαθρο A2 προς το A1, κατά την έννοια αύξησης της κλίσης. Για τη μείωση του εν προβόλω μήκους κατά την προώθηση, προβλέπονται στη φάση κατασκευής έξι προσωρινά μεσόβαθρα (TP1-TP6), δύο ανά άνοιγμα, μέγιστου ύψους 70 m. Το ρύγχος προώθησης επιτρέπει τη διόρθωση του κατακόρυφου βέλους του μπροστινού σημείου του καταστρώματος κατά την προσέγγιση στα μεσόβαθρα. Μετά την ολοκλήρωση της προώθησης του συνεχούς φορέα και την τοποθέτηση των μόνιμων εφεδράνων, αποκόπτεται το κατάστρωμα μεταξύ των ανοιγμάτων με αφαίρεση των περιμετρικών ελασμάτων και μορφώνεται το τελικό στατικό σύστημα που είναι τρία αμφιέριστα τόξα αρθρωτά συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω πείρων μεταφοράς τεμνουσών και αξονικών. Ακολουθεί η ανέγερση των τόξων επί προσωρινών ικριωμάτων, επί της πλάκας του καταστρώματος, η τοποθέτηση και προένταση των καλωδίων ανάρτησης, η απομάκρυνση των προσωρινών μεσοβάθρων, το σφράγισμα των αρμών μεταξύ των πλακών, η τοποθέτηση των αποσβεστήρων στα βάθρα και οι τελικές εργασίες στο κατάστρωμα (έρμα, σιδηροδροχιές, πεζοδρόμια, κλπ). Κρίσιμη παράμετρος στην ανέγερση αποτελεί η τοποθέτηση της κεντρικής κλείδας. Ενδεικτικά περιγράφονται παρακάτω η μελέτη προώθησης του καταστρώματος, ο σχεδιασμός των προσωρινών δικτυωτών μεσοβάθρων, η διαδικασία ανέγερσης των τόξων, η μεθοδολογία τάνυσης των αναρτήρων, η μελέτη σεισμικής μόνωσης και τα σχέδια κοπής των μεταλλικών στοιχείων της γέφυρας.

- Κλίνη συναρμολόγησης – Σύστημα προώθησης

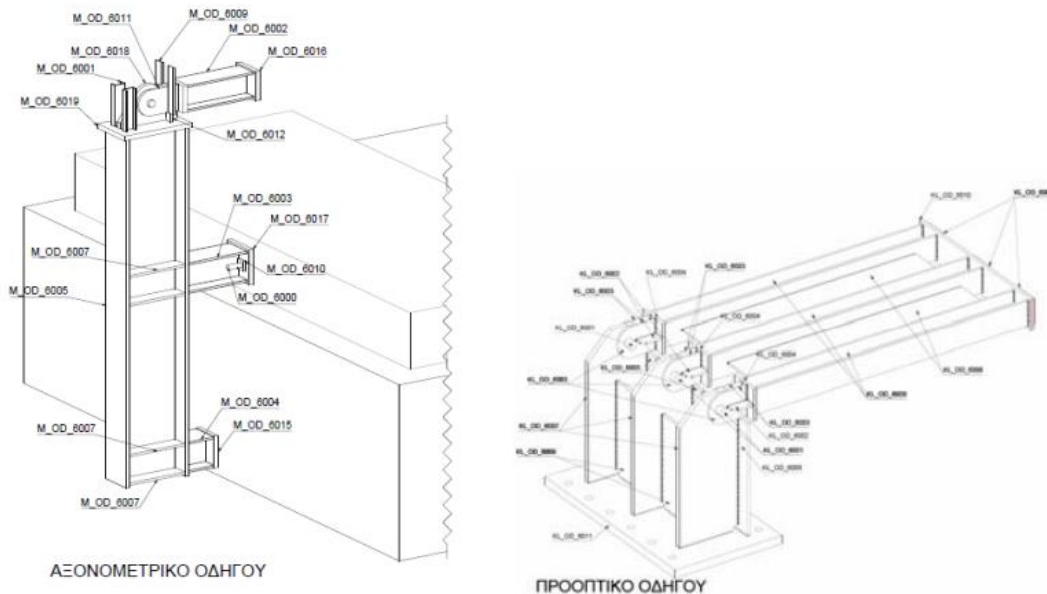
Η συναρμολόγηση του μεταλλικού καταστρώματος πραγματοποιείται στην κλίνη συναρμολόγησης οπλισμένου σκυροδέματος πίσω από το ακρόβαθρο Α2, από όπου ξεκινά και η προώθηση. Οι διαστάσεις της κλίνης οπλισμένου σκυροδέματος είναι 116.1x28.325 m<sup>2</sup>. Η επιφάνεια ολίσθησης αποτελείται από ελαστομεταλλικά εφέδρανα με TEFLON επί της άνω επιφάνειας. Για τη μείωση της τριβής μεταξύ του TEFLON και της μεταλλικής επιφάνειας του καταστρώματος χρησιμοποιείται συνεχώς λιπαντικό υλικό. Το σύστημα προώθησης αποτελείται από τέσσερα υδραυλικά έμβολα και το συγκρότημα αντλιών λαδιού-πίνακα ελέγχου. Τα έμβολα διαθέτουν μηχανισμό πέδησης που δίνει τη δυνατότητα ακινητοποίησης-αγκύρωσης επί των τεσσάρων δοκών HEM 300 που παγιώνονται επί της κλίνης. Το άκρο του εμβόλου διαθέτει στέλεχος σύνδεσης με τη δοκό προώθησης που συνδέεται με τις κύριες δοκούς του καταστρώματος. Λόγω της μικροτομικής κλίσης 1.99% διατάσσεται μηχανισμός σταθεροποίησης της υπό προώθηση κατασκευής ο οποίος αφαιρείται με την έναρξη της προώθησης και επανατοποθετείται με το πέρας της. Στην κλίνη και στα βάθρα, τοποθετούνται οδηγοί προώθησης για την εγκάρσια συγκράτηση της διατομής κατά τη διάρκεια της προώθησης.



**Σχήμα 8.4** Διατομή Κλίνης συναρμολόγησης (Πηγή: Μαυράκης Ι., 2018)



**Σχήμα 8.5** Υδραυλικό έμβολο συστήματος προώθησης και Δοκός προώθησης (Πηγή: Μαυράκης Ι., 2018)

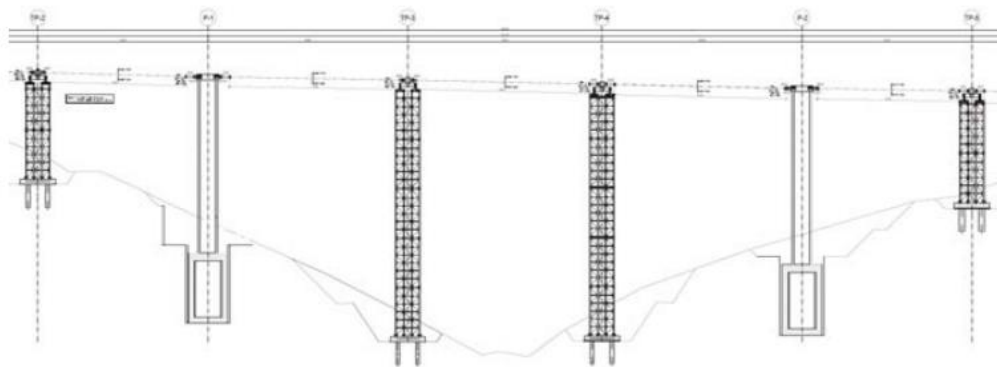


**Σχήμα 8.6** Εγκάρσιοι οδηγοί προώθησης στα μόνιμα μεσόβαθρα και στην κλίνη (Πηγή: Μαυράκης Ι., 2018)

- Προσωρινά μεσόβαθρα - Καλώδια ευστάθειας

Κάθε πύργος των προσωρινών μεσοβάθρων αποτελείται από ένα κάναβο 16 υποστυλωμάτων από τετραγωνικές κοιλοδοκούς, σε απόσταση 2.00m. Η δικτύωση υλοποιείται με την προσθήκη οριζόντιων και διαγώνιων στοιχείων σε αποστάσεις 2.00m τα οποία αποτελούνται επίσης από τετραγωνικές κοιλοδοκούς. Στην κεφαλή κάθε πύργου αλλά και σε ενδιάμεσες στάθμες ανά 12.00m καθ' ύψος τοποθετούνται οριζόντια διαφράγματα που συνδέουν άκαμπτα τους δύο πύργους, κάθε προσωρινού μεσοβάθρου, μεταξύ τους. Για την ασφαλή μεταφορά των οριζόντιων φορτίων αλλά και την ενίσχυση των διαφραγμάτων τοποθετούνται διαγώνιοι σύνδεσμοι που αποτελούνται από ράβδους (RODS) Ø26.5mm. Στην κεφαλή των προσωρινών μεσοβάθρων τοποθετούνται τα καλώδια ευστάθειας 19T15 με σκοπό την ανάληψη των οριζόντιων φορτίων τριβής κατά την προώθηση του φορέα. Τα καλώδια ευστάθειας συνδέουν τις κεφαλές των μόνιμων και προσωρινών βάθρων ώστε να περιοριστούν οι εντάσεις και οι μετακινήσεις σε αυτά. Η εντατική και παραμορφωσιακή κατάσταση βάθρων και καλωδίων καταγράφεται συνεχώς κατά τη διαδικασία προώθησης και ελέγχεται η σύμπτωση των καταγραφών με τις εκτιμηθείσες κατά τη μελέτη τιμές.





**Σχήμα 8.7** Καλώδια ευστάθειας στις κεφαλές των βάθρων (Πηγή: Μαυράκης Ι., 2018)

- Ανέγερση τόξων - Αναρτήσεις

Η ανέγερση των τόξων γίνεται με χρήση γερανών οι οποίοι τοποθετούν τα τμήματα των τόξων επί των προσωρινών κριωμάτων που έχουν στηθεί πάνω στο κατάστρωμα. Ύστερα από την προώθηση και την σκυροδέτηση της πλάκας του καταστρώματος δημιουργείται μία συνεχής σύμμικτη κατασκευή για την ανέγερση των τόξων. Τα τόξα του τεχνικού θα κατασκευαστούν από χάλυβα και το κατάστρωμα θα αποτελείται από μεταλλικές εγκάρσιες διαδοκίδες πάνω στις οποίες θα σκυροδετηθεί πλάκα σκυροδέματος, επομένως, η διατομή του καταστρώματος θα είναι σύμμικτη. Οριζοντιογραφικά η χάραξη της γέφυρας είναι σε ευθεία και έχει μία σταθερή κατά μήκος κλίση ίση με 1,99%. Κάτω από την γέφυρα υπάρχουν δύο μισγάγγειες που συγκλίνουν στην ευρύτερη περιοχή του τεχνικού.



**Εικόνα 8.3** Φωτορεαλιστική απεικόνιση υποστηριγμάτων τόξων (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

Η νταλικά μεταφέρει το τμήμα του υπό ανέγερση τόξου. Στη θέση που πρόκειται να γίνει η ανέγερση, γίνεται η εναπόθεση του κομματιού στο κατάστρωμα. Η νταλικά επιστρέφει με όπισθεν για να μεταφέρει το αντίστοιχο απέναντι τμήμα του τόξου και το εναποθέτει επίσης στο κατάστρωμα. Ακολουθεί η ανύψωση εναλλάξ των δύο τμημάτων του τόξου από τους γερανούς, η τοποθέτησή τους στα ικριώματα και η τελική χωροθέτησή τους. Στη συνέχεια, η νταλικά μεταφέρει το επόμενο τμήμα του υπό ανέγερση τόξου και ακολουθεί η διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω μέχρι την ολοκλήρωση της τοποθέτησης όλων των τμημάτων τόξου πάνω στα ικριώματα. Η συγκόλληση μεταξύ δύο διαδοχικών τμημάτων τόξου γίνεται μετά την τοποθέτηση του μεθεπόμενου τμήματος πάνω στα ικριώματα. Πριν την τοποθέτηση του νέου τμήματος, τα δύο προηγούμενα κομμάτια συνδέονται μεταξύ τους με οδηγούς. Μετά την ολοκλήρωση της ανέγερσης των τόξων, απομακρύνονται τα προσωρινά ικριώματα και ακολουθεί η κατά φάσεις τοποθέτηση και ένταση των αναρτήρων. Μετά από την τάνυση κάθε νέου αναρτήρα, γίνεται προσαρμογή των τανύσεων των ήδη τοποθετημένων αναρτήρων. Για την υλοποίηση ευθύγραμμου καταστρώματος μετά το πέρας της κατασκευής του έργου, υπάρχουν δύο δυνατότητες. Η πρώτη περίπτωση είναι το crown jacking όπου με την επιβολή θλιπτικής δύναμης στη στέψη του τόξου επιτυγχάνεται παραμόρφωση του καταστρώματος η οποία μηδενίζεται μετά το πέρας της κατασκευής και η δεύτερη περίπτωση, που εφαρμόστηκε στη συγκεκριμένη γέφυρα, είναι η προπαραμόρφωση των τόξων με υπερύψωση. Με στόχο την ευθυγραμμία του καταστρώματος μετά την ολοκλήρωση του έργου, πραγματοποιείται η μελέτη προπαραμορφώσεων θεωρώντας την κατά φάσεις τοποθέτηση και προένταση των αναρτήρων. Όταν κατασκευασθούν και τα τόξα κόβεται το κατάστρωμα στις περιοχές των μεσοβάθρων, τοποθετούνται τα καλώδια ανάρτησης και προεντείνονται έτσι ώστε με τον τελικό εφελκυσμό τους να αναιρέσουν τις βυθίσεις του καταστρώματος από τα ίδια βάρη και τα μόνιμα πρόσθετα φορτία. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι κατάλληλη λόγω:

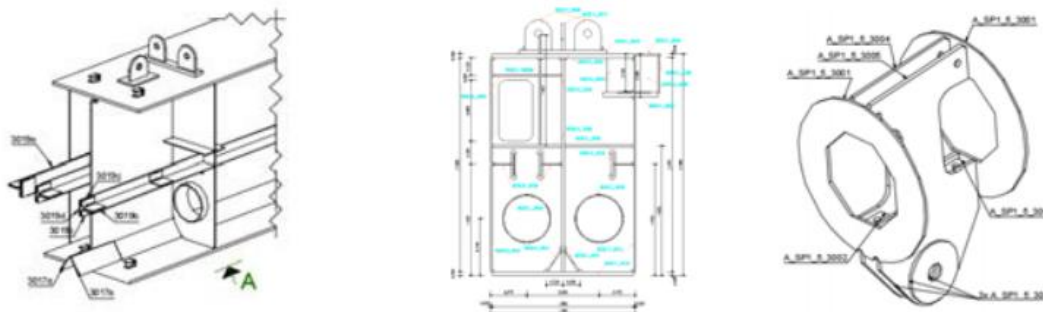
- Της γεωμετρίας του καταστρώματος
- Της ευθυγραμμίας της χάραξης της γέφυρας σε κάτοψη και
- Λόγω της ομοιομορφίας της κλίσης κατά μήκος ολόκληρου του τεχνικού έργου.

Πάνω στο κατάστρωμα θα κατασκευαστεί διπλή σιδηροδρομική γραμμή με όλα τα απαραίτητα στοιχεία που χρειάζεται για την λειτουργία της όπως έρμα, στρωτήρες, σιδηροτροχιές, στύλοι ηλεκτροκίνησης κ.τ.λ.

- Διατάξεις προσπέλασης στο εσωτερικό των διατομών

Στις μεταλλικές κατασκευές που υπόκεινται σε δυναμική φόρτιση είναι κρίσιμης σημασίας η δυνατότητα ελέγχου των συνδέσεων για τον εντοπισμό πιθανών φαινομένων κόπωσης, ώστε να ληφθούν εγκαίρως τα κατάλληλα μέτρα. Εκτός αυτού, η ορθή εκτέλεση και ο έλεγχος ποιότητας μετωπικών συγκολλήσεων πλήρους

διείσδυσης, προϋποθέτει την προσπέλαση και στις δύο πλευρές της συγκολλούμενης επιφάνειας. Για τους παραπάνω λόγους, αποφασίστηκε η διαμόρφωση μόνιμων οδών προσπέλασης στο εσωτερικό των ελκυστήρων και των τόξων με την πρόβλεψη οπών με ενισχυτικούς δακτυλίους στα διαφραγματικά στοιχεία.

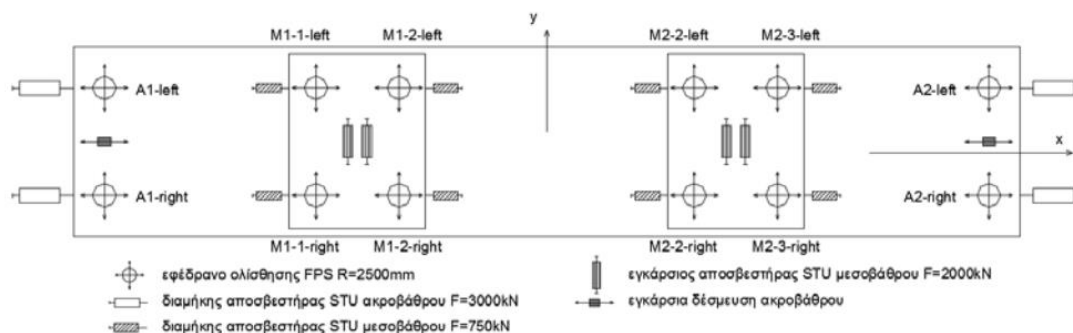


**Σχήμα 8.8** Κατασκευαστικά σχέδια με τη δημιουργία οπών στα stiffener (Πηγή: Μαυράκης Ι., 2018)

- Σύστημα Σεισμικής Μόνωσης

Σύμφωνα με τη Γεωλογική Μελέτη, η περιοχή της γέφυρας ΣΓ26 δομείται από κυρίως σερπεντινωμένους περιδοτίτες και δευτερευόντως από ηφαιστειακά πετρώματα και σχηματισμούς της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης. Το τεχνικό τέμνεται από πιθανά ενεργά ρήματα που σχετίζονται με τη σεισμική διάρρηξη της Εκκάρας. Η μέγιστη αναμενόμενη τεκτονική μετατόπιση στη θέση του τεχνικού είναι της τάξης των 20-30cm κατά την κατακόρυφη διεύθυνση και 10-15cm κατά την οριζόντια διεύθυνση. Η σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού ανέρχεται σε 0.39g, με πιθανότητα μη υπέρβασης 90% σε χρονικό διάστημα 100 ετών. Για τη μείωση των σεισμικών φορτίων και μετακινήσεων στα δομικά στοιχεία της γέφυρας, κρίθηκε απαραίτητη η εφαρμογή συστήματος σεισμικής μόνωσης. Η απόσβεση της σεισμικής ενέργειας επιτυγχάνεται μέσω των εφεδράνων εκκρεμούς τριβής FPS (friction pendulum system) και των υδραυλικών αποσβεστήρων STU (shock transmission unit) που συνδέουν την ανωδομή με τα βάθρα και έχουν μη γραμμική συμπεριφορά. Η μείωση της σεισμικής απόκρισης που επιτυγχάνεται με τους μονωτήρες οφείλεται στην αύξηση της ιδιοπεριόδου και της απόσβεσης της κατασκευής. Ο έλεγχος των μονωτήρων πραγματοποιήθηκε με εφαρμογή μη γραμμικών αναλύσεων χρονοϊστορίας (inelastic time history analyses) στο σύστημα της γέφυρας. Πραγματοποιήθηκαν ανελαστικές αναλύσεις χρονοϊστορίας (inelastic time history) για 7 ζεύγη καταγραφών και τα αποτελέσματα μετακινήσεων και εντατικών μεγεθών προέκυψαν από το μέσο όρο των αντίστοιχων τιμών κάθε ανάλυσης. Οι φυσικές καταγραφές λήφθηκαν από τη βάση δεδομένων PEER Ground Motion Database (University of California, Berkeley) και έγινε η διαδικασία αναγωγής τους ώστε να είναι συμβατά με το ελαστικό φάσμα του ΕΑΚ για σεισμική επιτάχυνση 0.39g (ημισυνθετικά επιταχυνσιογραφήματα). Από την ιδιομορφική ανάλυση του

συστήματος για τις κατώτερες τιμές παραμέτρων σχεδιασμού η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος προκύπτει  $T_1=2.51\text{sec}$  κατά τη διαμήκη διεύθυνση ενώ κατά την εγκάρσια διεύθυνση είναι  $T_2=2.36\text{sec}$ . Οι μέγιστες μετακινήσεις των συσκευών μόνωσης προέκυψαν από τη σεισμική μετάθεση μετά από τεκτονική μετακίνηση (dE+dτεκ.). Στα ακρόβαθρα η μέγιστη μετακίνηση κατά τη διαμήκη διεύθυνση είναι  $\pm 316\text{mm}$  ενώ στα μεσοβάθρα είναι  $\pm 260\text{mm}$ .



**Σχήμα 8.9** Συσκευές σεισμικής μόνωσης τεχνικού (Πηγή: Μαυράκης Ι., 2018)

### **8.3.1 Φάσεις κατά την διαδικασία κατασκευής**

Συνολικά, η διαδικασία κατασκευής διαιρείται σε 25 φάσεις. Αυτές είναι:

1. Εργασίες εκσκαφής και θεμελίωσης του κάθε ακρόβαθρου, μεσοβάθρου και προσωρινού μεσοβάθρου.
2. Επιτόπου σκυροδέτηση της πρώτης φάσης στα ακρόβαθρα, ανέγερση των οριστικών μεσοβάθρων, κατασκευή των προσωρινών υποστηριγμάτων στο χώρο κατασκευής του καταστρώματος.
3. Συναρμολόγηση τμήματος του καταστρώματος μήκους 104,50 m. Επί τόπου σκυροδέτηση 4 πλακών μήκους 11,10 m η καθεμία. Συναρμολόγηση του ρύγχους στον πρόβολο.
4. Προώθηση για 45,60 m.
5. Συναρμολόγηση τμήματος του καταστρώματος μήκους 48,50 m. Επί τόπου σκυροδέτηση 4 πλακών μήκους 11,10 m η καθεμία.
6. Προώθηση για 45,60 m.
7. Προώθηση για 38,00 m.
8. Συναρμολόγηση τμήματος του καταστρώματος μήκους 79,80 m. Επί τόπου σκυροδέτηση 7 πλακών μήκους 11,10 m η καθεμία.
9. Προώθηση για 47,05 m

10. Προώθηση για 53,20 m
11. Συναρμολόγηση τμήματος του καταστρώματος μήκους 94,10 m. Επί τόπου σκυροδέτηση 8 πλακών μήκους 11,10 m η καθεμία.
12. Προώθηση για 48,5 m
13. Προώθηση για 43,25 m
14. Συναρμολόγηση τμήματος του καταστρώματος μήκους 80,25 m. Επί τόπου σκυροδέτηση 7 πλακών μήκους 11,10 m η καθεμία
15. Προώθηση για 47,95 m
16. Τελική προώθηση για 35,65 m
17. Αποσυναρμολόγηση του ρύγχους
18. Επί τόπου σκυροδέτηση 5 πλακών μήκους 11,10 m η καθεμία
19. Αλλαγή εφεδράνων σε ακρόβαθρα και μεσόβαθρα. Αποκοπή καταστρώματος
20. Κατασκευή των προσωρινών υποστηριγμάτων στο κατάστρωμα. Συναρμολόγηση των τόξων.
21. Απομάκρυνση των προσωρινών υποστηριγμάτων
22. Προένταση των αναρτήρων και απομάκρυνση των προσωρινών μεσοβάθρων
23. Σύζευξη οπλισμού στους αρμούς. Σφράγισμα των αρμών μεταξύ των πλακών
24. Τοποθέτηση των αποσβεστήρων στα ακρόβαθρα και στα μεσόβαθρα.
25. Έδρα, σιδηροτροχιές και εργασίες τελειωμάτων.

Όταν η προώθηση ολοκληρωθεί είναι απαραίτητη η αλλαγή των προσωρινών εφεδράνων στα μεσόβαθρα και στα ακρόβαθρα με τα τελικά. Για το σκοπό αυτό, είναι απαραίτητο να ανυψωθεί το κατάστρωμα στα συγκεκριμένα σημεία 5 cm χρησιμοποιώντας ανυψωτήρες (γρύλλους) πάνω από τα διαφράγματα.

Αφού το κατάστρωμα εδρασθεί στα οριστικά εφέδρανα (ολοκλήρωση της προώθησης του καταστρώματος), κατόπιν αποκόπτεται πάνω από την θέση των οριστικών μεσοβάθρων. Η δομική διαμόρφωση αντιστοιχεί με μία συνεχή δοκό τριών ανοιγμάτων ίσου μήκους. Μια τοξωτή γέφυρα αντιστέκεται στα κατακόρυφα φορτία με τον εφελκυσμό του καταστρώματός της κατ' αυτό τον τρόπο επιμηκύνεται το κατάστρωμα και έχουμε μετακίνηση στα άκρα του καταστρώματος στους αρμούς με τα ακρόβαθρα.

Παρακάτω παρουσιάζεται φωτογραφικό υλικό από τις επισκέψεις στο έργο κατά την διάρκεια της κατασκευής.



**Εικόνα 8.4** Φωτορεαλιστική απεικόνιση τεχνικού κατά τη φάση κατασκευής (1/3) (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



**Εικόνα 8.5** Φωτορεαλιστική απεικόνιση τεχνικού κατά τη φάση κατασκευής (2/3) (Πηγή: Ίδια Επεξεργασία)



**Εικόνα 8.6** Φωτορεαλιστική απεικόνιση τεχνικού κατά τη φάση κατασκευής (3/3) (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

Συμπερασματικά, η κατασκευή ενός τεχνικού τόσο μεγάλης κλίμακας όπως η σιδηροδρομική γέφυρα ΣΓ26 αποτελεί πρόκληση για το μηχανικό τόσο σε μελετητικό όσο και σε κατασκευαστικό επίπεδο. Η κατασκευαστική διαδικασία εμπεριέχει σημαντικό βαθμό δυσκολίας και πολυπλοκότητας καθώς συναρτάται από συνεχή δυναμική μεταβολή απρόβλεπτων παραγόντων όπως οι θερμοκρασιακές μεταβολές, ο άνεμος κλπ. Οι προκλήσεις στην κατασκευή της είναι επίσης πολύ μεγάλες, καθώς βρίσκεται ακριβώς πάνω από ένα σεισμικό ρήγμα που δίνει μεγάλους σεισμούς, με τον τελευταίο να καταγράφεται το 1954 με 7 βαθμούς Ρίχτερ. Η κατασκευή της θεωρείται μοναδική στο είδος της, είναι έργο εξαιρετικής πολυπλοκότητας και μεγέθους με ιδιαίτερες μελετητικές και κατασκευαστικές απαιτήσεις. Στην ήδη δύσκολη αποστολή, αν προσθέσουμε και το γεγονός ότι το τεχνικό διατέμνει ενεργά ρήγματα, με εκτιμώμενες σχετικές μετακινήσεις 20 – 30 cm σε κατακόρυφη διεύθυνση και 10 –15 cm σε οριζόντια διεύθυνση, τότε καταλαβαίνουμε γιατί αυτή η γέφυρα αποτελεί ένα από τα κατασκευαστικά επιτεύγματα.

Η αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν κατά την υλοποίηση του έργου απαιτεί συνεχή ενασχόληση και προσαρμογή αποφάσεων στις πραγματικά εξελισσόμενες καταστάσεις ώστε να κυλάει ομαλά η λειτουργία του εργοταξίου. Για την επιλογή της καταλληλότερης λύσης, καθοριστικοί παράγοντες είναι το κόστος, η χρονική διάρκεια που απαιτείται και οι διαθέσιμες δυνατότητες παραγωγής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

### ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ ΣΤΟ ΕΡΓΟ «ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΕΦΥΡΑ ΣΓ26»

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο αναλύεται το τεχνικό έργο του Οργανισμού Σιδηροδρόμων Ελλάδος που αφορά «Σιδηροδρομική Γέφυρα ΣΓ26 Εκκάρας Δομοκού» και προτείνεται μεθοδολογία ως προς την χωροθέτησή του. Συγκεκριμένα, μελετάται ως προς:

- την Οργάνωση Εργοταξίου και τον προτεινόμενο τρόπο χωροθέτησής του
- τα Κύρια Μηχανήματα του έργου
- τον Χρονικό προγραμματισμό
- την Κοστολόγηση του έργου

#### 9.1. Επιλογή Θέσης Εργοταξίου Σιδηροδρομικής Γέφυρας

Με την ανάθεση του έργου και την υπογραφή της σύμβασης, η εργοληπτική εταιρεία έπρεπε να διαμορφώσει τον χώρο γύρω από την περιοχή όπου θα κατασκευαζόταν το τεχνικό σιδηροδρομικό έργο. Κύριος σκοπός της ήταν να χρηματοδοτεί και να παρακολουθεί την εξέλιξη των εργασιών σε όλες τις φάσεις κατασκευής. Για αυτόν τον λόγο, η σωστή επιλογή θέσης του εργοταξίου ήταν απαραίτητη για την επιτυχία του έργου. Παρακάτω, μελετάται και προτείνεται μια σωστή χωροθέτηση και διάταξη των εργοταξιακών χώρων του έργου σύμφωνα με το θεωρητικό υπόβαθρο που προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Η συνολική έκταση του τεχνικού έργου είναι περίπου στα 10 στρέμματα, συμπεριλαμβανομένου και την σιδηροδρομική γέφυρα. Η έκταση των εργοταξιακών χώρων κατά την διάρκεια κατασκευής του έργου εκτιμήθηκε γύρω στα 5 με 6 στρέμματα. Η θέση του εργοταξίου επιλέχθηκε να βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από τον βασικό χώρο εργασιών που είναι η κλίνη προώθησης, γιατί εκεί γίνεται η κατασκευή των τμημάτων της γέφυρας και έπειτα ακολουθούσε η προώθηση στα βάρθρα, χωρίς να δημιουργεί ιδιαίτερα προβλήματα όχλησης και ρύπανσης. Βασική παράμετρος ήταν να μειώνονται τα κόστη μετακινήσεων των υλικών και των μηχανημάτων κατά την διάρκεια κατασκευής. Σε ορισμένα σημεία διαμορφώθηκε ο χώρος του εργοταξίου, καθώς υπήρχαν απότομες θέσεις με υψομετρικές διαφορές, για τον λόγο αυτό και επιπεδοποιήθηκε στα επικίνδυνα σημεία. Ο κίνδυνος ατυχήματος στην περιοχή λόγω της κυκλοφορίας οχημάτων ήταν μειωμένος. Στην συγκεκριμένη περιοχή της Εκκάρας στην Φθιώτιδα ο χώρος που πραγματοποιήθηκαν οι εργασίες ήταν χώρος καλλιέργειας βαμβακιού. Ο Κύριος του Έργου νοίκιασε τον απαιτούμενο χώρο για την διάρκεια των εργασιών. Με το πέρας των εργασιών



αποκαταστάθηκε πλήρως ο χώρος στην αρχική του μορφή και αποδόθηκε στους ιδιοκτήτες.



**Εικόνα 9.1** Απεικόνιση θέσης εργοταξίου (Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε.,2018)

## **9.2. Δίκτυα Παροχών Εργοταξίου Σιδηροδρομικής Γέφυρας**

Από τις πρώτες εργασίες για την εγκατάσταση του εργοταξίου, είναι η μέριμνα για τα απαραίτητα δίκτυα υποδομής όπως το φως, το νερό, το τηλέφωνο στους χώρους του εργοταξίου. Η ύπαρξη αυτών των παροχών είναι υποχρεωτική για την λειτουργία των κτιριακών εγκαταστάσεων αλλά και των μηχανημάτων του έργου.

Όσον αφορά την ύδρευση, υπήρξε σύνδεση στο υπάρχον δίκτυο της περιοχής. Τα γραφεία του προσωπικού, οι χώροι διαμονής και το μαγειρίο ήταν συνδεδεμένα με το δίκτυο ύδρευσης. Παρόλ' αυτά, ανοίχτηκε γεώτρηση για παραγωγή νερού για το παρασκευαστήριο.

Σχετικά με το ηλεκτρικό ρεύμα στο εργοτάξιο μελέτης, υπήρξε σύνδεση του εργοταξίου με το δημόσιο δίκτυο. Επίσης, υπήρξε παραγωγή ρεύματος στο εργοτάξιο με γεννήτριες με πετρέλαιο, καθώς και εγκατάσταση υποσταθμού παροχής ρεύματος και ηλεκτροπαραγωγικού ζεύγους σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, ώστε να υπάρχει εξασφαλισμένη ροή ρεύματος ανά πάσα στιγμή.

Η σύνδεση των τηλεπικοινωνιών στο εργοτάξιο μελέτης καλύφθηκε με τη σύνδεση με το τηλεφωνικό δίκτυο της περιοχής και τη χρήση κινητών τηλεφώνων.

## **9.3. Χωροθέτηση Εργοταξίου Σιδηροδρομικής Γέφυρας και θέσεις αναγκαίων εργοταξιακών εγκαταστάσεων**

Η εργοταξιακή χωροθέτηση συνίσταται στην ορθολογική χρήση περιορισμένου χώρου, όπου θα τοποθετηθούν εγκαταστάσεις οι οποίες θα συμβάλλουν στην αποτελεσματική λειτουργία του εργοταξίου, πληρώντας ταυτόχρονα τυχόν

περιορισμούς. Όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, οι προσωρινές εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν, εκτός των εγκαταστάσεων παραγωγής, αποθηκευτικούς χώρους, κτίρια διοίκησης και εγκαταστάσεις εξυπηρέτησης των εργαζομένων, εξοπλισμό, χώρους εργασίας, καθώς και δρόμους πρόσβασης και μετακίνησης προς και εντός του εργοταξίου. Γίνεται επομένως αντιληπτό ότι ο καλός σχεδιασμός είναι κρίσιμης σημασίας για την αύξηση της παραγωγικότητας στο εργοτάξιο, δεδομένου ότι ο ανεπαρκής προγραμματισμός του χώρου συνεπάγεται διόγκωση του μη παραγωγικού χρόνου και αυξημένα κόστη μεταφοράς, καθώς και αναποτελεσματική χρήση των πόρων σε συνδυασμό με αυξημένο κίνδυνο ατυχημάτων.

### **9.3.1. Προτεινόμενη Χωροθέτηση του εργοταξίου**

Το εργοτάξιο της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26 ανήκει στην κατηγορία των σύνθετων εργοταξίων και γι' αυτό το λόγο παρουσιάζει ιδιαιτερότητες ως προς την χωροθέτησή του. Αρχικά θα πρέπει η διάταξη του εργοταξίου να προβλέπει τη διευκόλυνση της ανάπτυξης και της ροής των εργασιών σ' αυτό, καθώς επίσης και να επιτρέπει την αποσύνθεσή του μετά την ολοκλήρωσή του. Σύμφωνα με τη θεωρία της χωροθέτησης των εργοταξίων όπως επίσης και με τα χαρακτηριστικά της διάταξης των σύνθετων – ασυνήθιστων εργοταξίων που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο, προτείνεται η διάταξη του εργοταξίου να έχει ως εξής:

1. Ο βασικός χώρος εργασιών είναι η κλίνη **προώθησης**, γιατί εκεί γίνεται η κατασκευή των τμημάτων της γέφυρας και έπειτα ακολουθούσε η προώθηση στα βάθρα. Ο βασικός χώρος, λοιπόν, κρίνεται απαραίτητο να είναι δίπλα στην γέφυρα.
2. Οι **είσοδοι / έξοδοι** στο εργοτάξιο είναι δύο. Από την πάνω πλευρά εισέρχονται τα φορτηγά και οι βαρέλες ώστε να φτάνουν στις κλίνες προώθησης πιο γρήγορα και να μην δημιουργούν τυχόν εμπλοκές στον υπόλοιπο χώρο του εργοταξίου.
3. Τα **γραφεία του εργοταξίου** επιλέχθηκαν να βρίσκονται κοντά στην είσοδο για να είναι ασφαλείς οι επισκέπτες και να μην εμποδίζουν τις εργασίες των συνεργείων. Τα γραφεία είναι προτιμότερο να εδραιώνονται κοντά στην είσοδο του εργοταξίου και για λόγους επικοινωνίας με εξωτερικούς παράγοντες. Για παράδειγμα, κάποιος που εισέρχεται στο εργοτάξιο της γέφυρας για γραφειοκρατικούς λόγους να μην χρειαστεί να διανύσει όλο το έργο για να φτάσει στα γραφεία. Τα γραφεία είναι τα πρώτα που τοποθετούνται στο εργοτάξιο και από τα τελευταία που απομακρύνονται καθώς σε αυτά βρίσκονται τα σχέδια, σημαντικά στοιχεία και αποτελούν το χώρο εργασίας των μηχανικών που παρακολουθούν το έργο. Είναι ο σύνδεσμος ανάμεσα στο εργοτάξιο και στην κεντρική διοίκηση του κατασκευαστικού φορέα. Επιπλέον, κατέχουν την ουσιαστική ευθύνη για την υλοποίηση της μελέτης (επίβλεψη εργασιών, σύνταξη τυχόν τροποποιητικών, κλπ.) και ασχολούνται με την παρακολούθηση του έργου (επιμέτρηση των εργασιών, σύνταξη στοιχείων για τη διαχείριση του εξοπλισμού, την

απασχόληση του προσωπικού, κλπ.). Επίσης, εκεί τηρείται το αρχείο του έργου και ενημερώνεται άμεσα στα κεντρικά γραφεία της εταιρίας. Τα **γραφεία επίβλεψης** του εργοταξίου της ΣΓ26 τοποθετήθηκαν σε κοντινές αποστάσεις με τα **γραφεία του Αναδόχου** ώστε να διευκολύνεται η απαραίτητη επικοινωνία στην περιοχή του εργοταξίου.

4. Κοντά με τα γραφεία του αναδόχου τοποθετήθηκε το **εργαστήριο του Αναδόχου**, όπου πραγματοποιούνταν η θραύση των δοκιμίων, και γινόταν ο έλεγχος του σκυροδεμάτος και του εδάφους συμπίκνωσης.
5. Κάτω από τα γραφεία επίβλεψης, εγκαταστήθηκε ο **υποσταθμός παροχής ρεύματος** που κατασκευάστηκε για τις ανάγκες του έργου.
6. Το **συγκρότημα μπετού** τοποθετήθηκε σε απομακρυσμένο σημείο σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους του εργοταξίου.
7. Οι **αποθήκες των υλικών** πρέπει να βρίσκονται κοντά στους τόπους κατεργασίας τους για να μην υπάρχουν περιττές μεταφορές. Για αυτό το λόγο επιλέχθηκαν να βρίσκονται δίπλα στο συγκρότημα μπετού. Για να είναι λειτουργική η εργοταξιακή αποθήκη, η τοποθεσία που επιλέχθηκε για την εγκατάστασή της ήταν τέτοια ώστε να είναι εύκολα προσβάσιμη (κοντά στο οδικό δίκτυο), κοντά στον τόπο χρήσης των υλικών, αλλά και σε ασφαλές σημείο (έναντι κλοπών, καταστροφών κλπ.) Το μέγεθος της αποθήκης σχεδιάστηκε με τρόπο ώστε να υπάρχει επάρκεια χώρου, λειτουργική ταξινόμηση των υλικών και περιορισμός των άσκοπων μετακινήσεων τόσο κατά μήκος, όσο και καθ' ύψος, με λιγότερους ελιγμούς και διασταυρώσεις των μέσων μέσα στο εργοτάξιο.
8. Το **Συνεργείο συντήρησης του εξοπλισμού και επισκευής των μηχανημάτων** εγκαταστήθηκε δίπλα στις αποθήκες των υλικών.
9. Ο **χώρος κατεργασίας σιδηρού οπλισμού** τοποθετήθηκε δίπλα στον βασικό χώρο εργασιών που είναι η κλίνη προώθησης, ώστε να μεταφέρονται με ευκολία τα μεταλλικά τμήματα του έργου.
10. Κοντά στο χώρο κατεργασίας σιδηρού οπλισμού, επιλέχθηκε να εγκατασταθεί ο **χώρος δεξαμενής και αποθήκευσης καυσίμων**.
11. Οι **χώροι διαμονής** του προσωπικού τοποθετήθηκαν σε πιο απομακρυσμένο σημείο σε σχέση με τους χώρους συγκροτήματος μπετού και τους χώρους κατεργασίας σιδηρού οπλισμού ώστε να εξασφαλίζονται όσο το δυνατόν καλύτερες και υγιεινότερες συνθήκες διαβίωσης (θέρμανση, εξαερισμός, φωτισμός, κλπ.).
12. Οι **χώροι υγιεινής** και το **εστιατόριο – μαγειρείο** εγκαταστήθηκαν δίπλα στους χώρους διαμονής του προσωπικού ώστε να επιτυγχάνεται η εύκολη και γρήγορη πρόσβασή τους.

Όλα τα παραπάνω αποτυπώνονται στην παρακάτω κάτοψη με τις προτεινόμενες θέσεις των εργοταξιακών εγκαταστάσεων.



Σχήμα 9.1 Ρεαλιστική κάτοψη του εργοταξίου και προτεινόμενες θέσεις εργοταξιακών χώρων

Πίνακας 9.1 Εγκαταστάσεις Εργοταξίου Προτεινόμενης Χωροθέτησης

1	Είσοδος / Έξοδος Εργοταξίου (Φορτηγά – Βαρέλες – Βαρέα Οχήματα)	7	Φυλάκιο - Κουβούκλιο box για Φύλακες	13	Συνεργείο Εξοπλισμού & Συντήρησης Μηχανημάτων
2	Είσοδος / Έξοδος Εργοταξίου	8	Γραφεία Αναδόχου	14	Χώρος Κατεργασίας Σιδηρού Οπλισμού
3	Χώρος Διαμονής Προσωπικού	9	Υποσταθμός ΔΕΗ		
4	Χώρος Υγιεινής Προσωπικού	10	Εργαστήρια Αναδόχου	15	Χώρος Δεξαμενής – Αποθήκης Καυσίμων
5	Μαγειρείο - Εστιατόριο	11	Συγκρότημα Μπετού		
6	Γραφεία Επίβλεψης	12	Αποθήκες Υλικών		

#### 9.4. Κύρια Μηχανήματα έργου

Το εργοτάξιο της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26 χαρακτηρίζεται ως μεγάλο εργοτάξιο και διακρίνεται για την πολυπλοκότητα, το μέγεθος του ανθρώπινου δυναμικού που απαιτείται για την εκτέλεσή τους και την ανάγκη για τη χρησιμοποίηση πολλών και εξειδικευμένων μηχανημάτων. Οι εγκαταστάσεις εργοταξίου, όπως προαναφέρθηκε, διακρίνονται σε σταθερές εγκαταστάσεις, οι οποίες είναι ο σταθερός μηχανισμός παραγωγής, και σε κινητές, δηλαδή τα μηχανήματα. Σε εργοτάξια τέτοιων έργων υποδομής χρησιμοποιούνται πολλά είδη μηχανημάτων όπως: μηχανήματα εκσκαφής και διαμόρφωσης εδαφών, φορητά οχήματα και dumpers, γερανοί κινητοί και τηλεσκοπικοί, μπετονιέρες και αντλίες για τις σκυροδετήσεις, καθώς και μηχανήματα βοηθητικά όπως αεροσυμπιεστές και γεννήτριες. Λόγω του μεγέθους του έργου κρίθηκε οικονομικά συμφέρουσα η εγκατάσταση και χρήση ιδιόκτητων συγκροτημάτων σκυροδέματος. Στο εργοτάξιο της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα μηχανήματα που παρουσιάζονται παρακάτω. Όλες οι εικόνες των ακόλουθων μηχανημάτων πάρθηκαν από τις επισκέψεις στο εργοτάξιο της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26.

- **Παρασκευαστήριο μπετού**

Εγκαταστήθηκε συγκρότημα παρασκευής σκυροδέματος κατά τη διάρκεια κατασκευής της σιδηροδρομικής γέφυρας. Το κινητό παρασκευαστήριο σκυροδέματος προσφέρει αυτονομία, ευελιξία, οικονομία, αξιοπιστία και αποδοτικότητα, βελτιστοποιώντας έτσι την παραγωγή σκυροδέματος της εταιρείας που επένδυσε σε τέτοιου είδους μηχανολογικό εξοπλισμό.

- **Βαρέλα μεταφοράς μπετού**

Πρόκειται για όχημα με περιστρεφόμενο κάδο το οποίο χρησιμοποιείται για τη μεταφορά έτοιμου σκυροδέματος



**Εικόνα 9.2** Βαρέλα μεταφοράς μπετού στο εργοτάξιο της ΣΓ26 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

- **Φορτωτές**

Χρησιμοποιήθηκαν για την φόρτωση μεταφορικών οχημάτων κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου, την τροφοδοσία αποθηκών αδρανών συγκροτημάτων (σκυροδέματος, ασφαλτικού), την μεταφορά χύδην υλικού για μικρή απόσταση, καθώς και για τη διαμόρφωση, ισοπέδωση, και τον καθαρισμό επιφανειών εδάφους.



**Εικόνα 9.3** Φορτωτές στο εργοτάξιο της ΣΓ26 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

- **Εκσκαφείς - Τσάπα**

Πρόκειται για το εξάρτημα αυτοκινούμενου χωματουργικού μηχανήματος που χρησιμοποιήθηκε για τις εκσκαφές του τεχνικού.

- **Φορτηγά αυτοκίνητα**

Χρησιμοποιούνται για μεταφορά μεγάλων φορτίων και σε ανώμαλους δρόμους εντός και εκτός εργοταξίου, ή είναι ανατρεπόμενα οχήματα που χρησιμοποιούνται για τη διακίνηση υλικών του τεχνικού έργου.

- **Γερανοί**

- Αυτοκινούμενος γερανός

Ελαστιχοφόροι ή ερπυστριοφόροι χρησιμοποιούνται ευρέως στο τεχνικό έργα για την ανύψωση (σχετικά μεγάλων) βαρών.

- Καλαθοφόρος γερανός

Χρησιμοποιούνται για την δημιουργία επιφάνειας εργασίας σε μεγάλα ύψη.



**Εικόνα 9.4** Αυτοκινούμενος γερανός στο εργοτάξιο της ΣΓ26 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)



**Εικόνα 9.5** Καλαθοφόρος γερανός στο εργοτάξιο της ΣΓ26 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

- **Οδοστρωτήρας μονού τομπάνου**

Είναι μικρότερος, πιο ευέλικτος και βαρύτερος στο μέτωπο όπου βρίσκεται το τύμπανο. Χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για συμπύκνωση εδαφών και στρώσεων οδοστρωσίας.

- **Ισοπεδοτής – Γκρέιντερ**

Χρησιμοποιείται για επιφανειακή απόξεση, διάστρωση – ισοπέδωση υλικών, διαμόρφωση πρανών και διάνοιξη τάφρων, προώθηση (χαλαρών) εδαφών, και εκχιονισμούς κατά την διάρκεια εργασιών τον χειμώνα.

- **Κομπρεσέρ**

Κατάλληλο για συμπυκνώσεις τάφρων και δυσπρόσιτων επιφανειών.



**Εικόνα 9.6** Κομπρεσέρ στο εργοτάξιο της ΣΓ26 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

- **Κλαρκ**

Χρησιμοποιήθηκε για μικρές μεταφορές μέσα στο εργοτάξιο, όχι πολύ βαρέων αντικειμένων.





**Εικόνα 9.7** Κλαρκ στο εργοτάξιο της ΣΓ26 (Πηγή: Ίδια επεξεργασία)

### **Παρατηρήσεις για τα μηχανήματα του έργου**

- Η δαπάνη για την απασχόληση των μηχανημάτων έργων είναι υψηλή και θα πρέπει να διασφαλίζεται η αδιάκοπη λειτουργία τους και να περιορίζονται οι σταλίες.
- Πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις ασφαλείας και τις συνιστώμενες οδηγίες χρήσης του κατασκευαστή.
- Ο χειρισμός τους έγινε από εξουσιοδοτημένους (διπλωματούχους) οδηγούς-χειριστές, να φέρουν πινακίδες και να συνοδεύονται από άδεια και αποδεικτικά πληρωμής ασφάλειας και τελών κυκλοφορίας.
- Τα φορτηγά να μην υπερφορτώνονται και είναι σκεπασμένα κατά τη μεταφορά λεπτοκόκκου υλικού.
- Τα ανυψωτικά μηχανήματα να συνοδεύονται από καρτέλα συντήρησης και πιστοποιητικά ανυψωτικής ικανότητας.
- Τα μηχανήματα έργων που δεν έχουν την ικανότητα να αποπτύσουν μεγάλη ταχύτητα πρέπει να είναι εφοδιασμένα με αναλάμποντα φανό και τριγωνική μεταλλική πινακίδα στην πίσω πλευρά.

### **9.5. Χρονοδιάγραμμα έργου**

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της Διαχείρισης του προς μελέτης έργου με τη βοήθεια του Microsoft Project. Αρχικά περιγράφεται το λογισμικό όπου και χρησιμοποιήθηκε και στη συνέχεια καταγράφονται τα αποτελέσματα που σχετίζονται με το χρονοδιάγραμμα του έργου.

Το Microsoft Project είναι ένα προϊόν λογισμικού διαχείρισης έργων, το οποίο αναπτύχθηκε από τη Microsoft. Έχει σχεδιαστεί με σκοπό να βοηθήσει τον υπεύθυνο του έργου στην εκπόνηση ενός σχεδίου, στην αντιστοίχιση πόρων σε εργασίες, στην

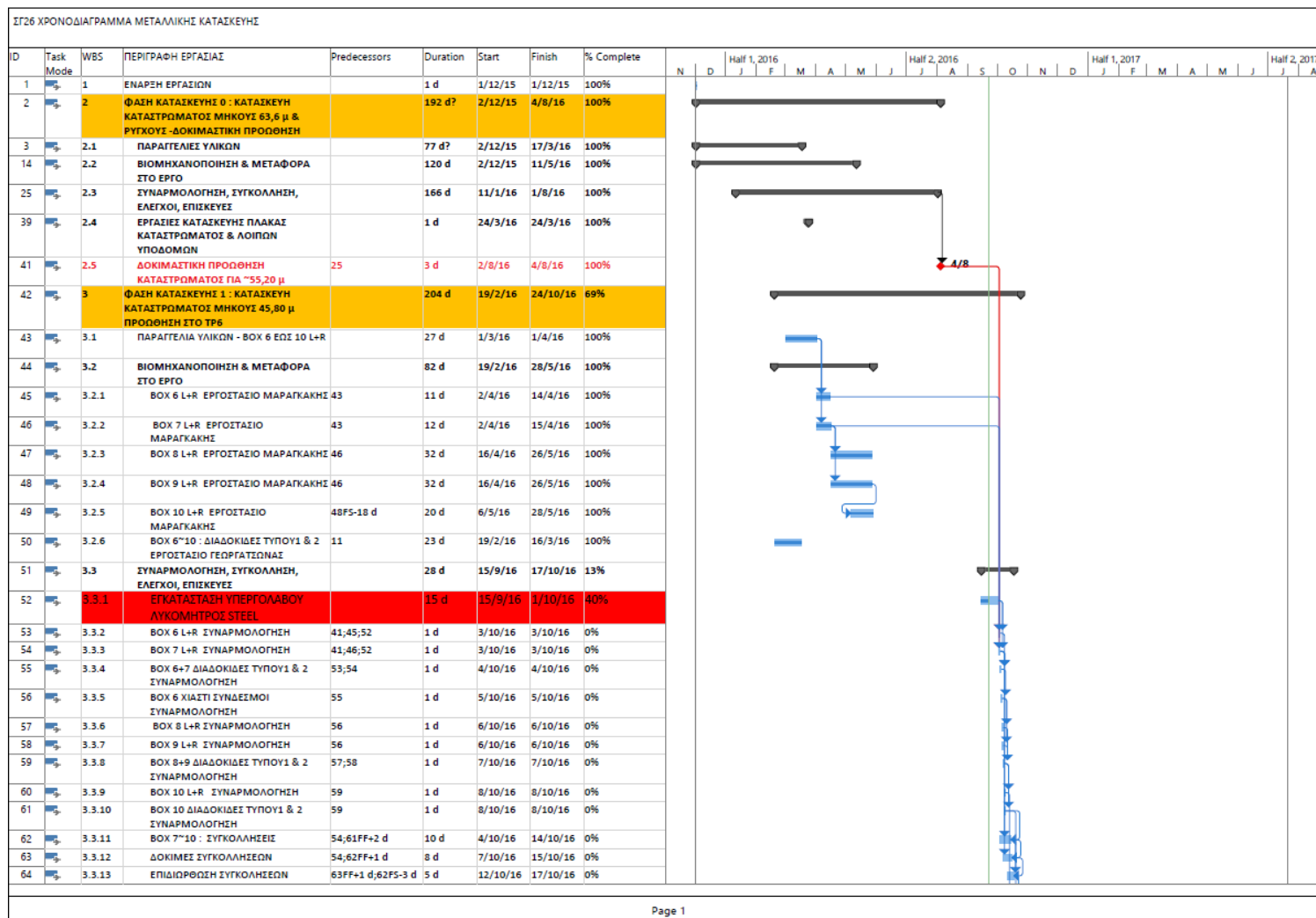
παρακολούθηση της προόδου του έργου, στη διαχείριση του προϋπολογισμού και στην ανάλυση φόρτου εργασίας. (Σαρακηνού Ι., 2018) Αρχικά, καταχωρήθηκαν οι δραστηριότητες και η αντίστοιχη χρονική τους διάρκεια. Επιπλέον καταγράφηκαν οι άμεσες προηγούμενες κάθε δραστηριότητας, καθώς και οι σχέσεις αλληλεξάρτησης μεταξύ τους.

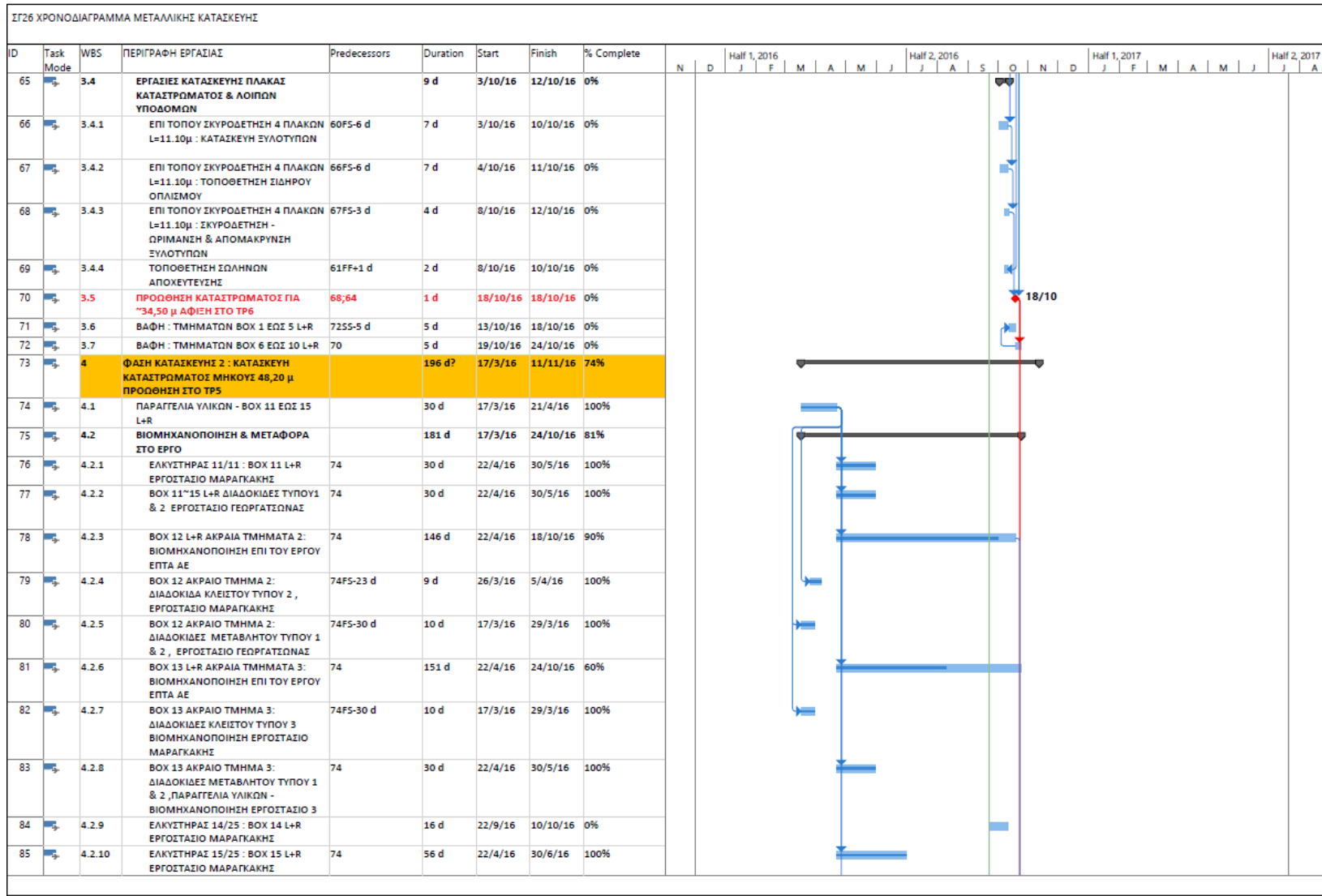
Από την υπογραφή της Σύμβασης το 2013, καταρτήθηκε από τον Παραχωρησιούχο το Χρονοδιάγραμμα του έργου για έγκριση. Η σύνταξή του έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος MS Project όπως προαναφέρθηκε. Στο Χρονοδιάγραμμα Έργου περιλαμβάνονται οι φάσεις του έργου, η χρονική κατανομή πόρων και εργασιών και η αλληλουχία των εργασιών. Πιο συγκεκριμένα, για το εργοτάξιο της ΣΓ26, σχεδιάστηκε ένα χρονοδιάγραμμα για εσωτερικό έλεγχο, που περιελάμβανε τις εργασίες που αφορούσαν την μεταλλική κατασκευή της γέφυρας αποκλειστικά. Η ανάγκη τήρησης του Χρονοδιαγράμματος στην περίπτωση της γέφυρας ήταν μεγάλης σημασίας, καθώς το έργο κατασκευαζόταν κάτω από ιδιαίτερες γεωλογικές συνθήκες. Η ορθή οργάνωση του εργοταξίου, η σωστή χωροθέτηση των εργοταξιακών εγκαταστάσεων και η επιλογή των κατάλληλων μηχανημάτων είναι παράγοντες που οδηγούν στην τήρηση του χρονοδιαγράμματος του έργου. Σε ένα έργο όμως μπορεί να προκύψουν καθυστερήσεις. Οι τροποποιήσεις των Μελετών του τεχνικού, άλλαζαν και το Χρονοδιάγραμμα. Εγκρίθηκε παράταση των εργασιών από τον Κύριο του Έργου για αιτιολογημένους λόγους στην κατασκευή της σιδηροδρομικής γέφυρας. Το αρχικό χρονοδιάγραμμα προέβλεπε αποπεράτωση των εργασιών τον Ιούλιο του 2017 (Σχήμα 9.2), όμως λόγω καθυστερήσεων έγινε επανυπολογισμός του Χρονοδιαγράμματος, με τελική ημερομηνία παράδοσης τον Ιανουάριο του 2018 (Σχήμα 9.3)

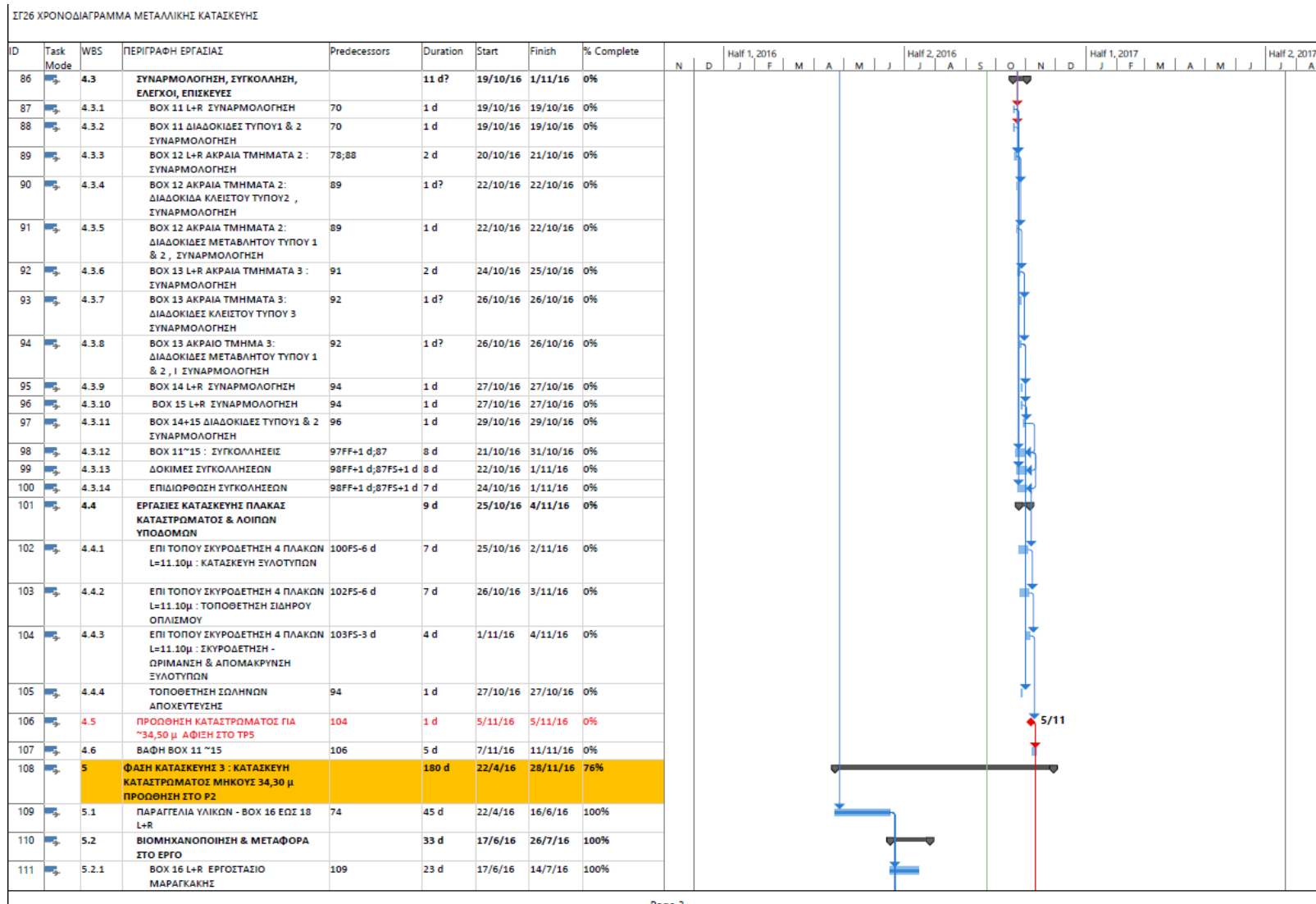
Οι διαχειριστές του προγραμματισμού του έργου καλούνται να συνδυάσουν παράγοντες όπως χρόνος, ποιότητα, κόστος, συνεργασία προσωπικού, επίλυση τεχνικών θεμάτων, παραγωγικότητα. Εάν οι διαχειριστές έχουν την απαραίτητη εμπειρία και την ικανότητα να προβλέψουν όλους τους αστάθμητους παράγοντες του έργου τότε η λύση δίνεται εύστοχα μέσω της χρήσης της κρίσιμης διαδρομής, εάν όχι τότε εισέρχεται στον υπολογισμό ο παράγοντας της αβεβαιότητας. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η κρίσιμη διαδρομή εφόσον το έργο που αναλύθηκε έχει ήδη ολοκληρωθεί οπότε και έχουν συμπεριληφθεί όλες οι πραγματοποιηθείσες αλλαγές.

Στις επόμενες σελίδες ακολουθεί το αρχικό Χρονοδιάγραμμα της Μεταλλικής Κατασκευής (Σχήμα 9.2) και αμέσως μετά το τελικό Χρονοδιάγραμμα της Μεταλλικής Κατασκευής (Σχήμα 9.3) και το συνολικό χρονοδιάγραμμα του έργου (Σχήμα 9.4)

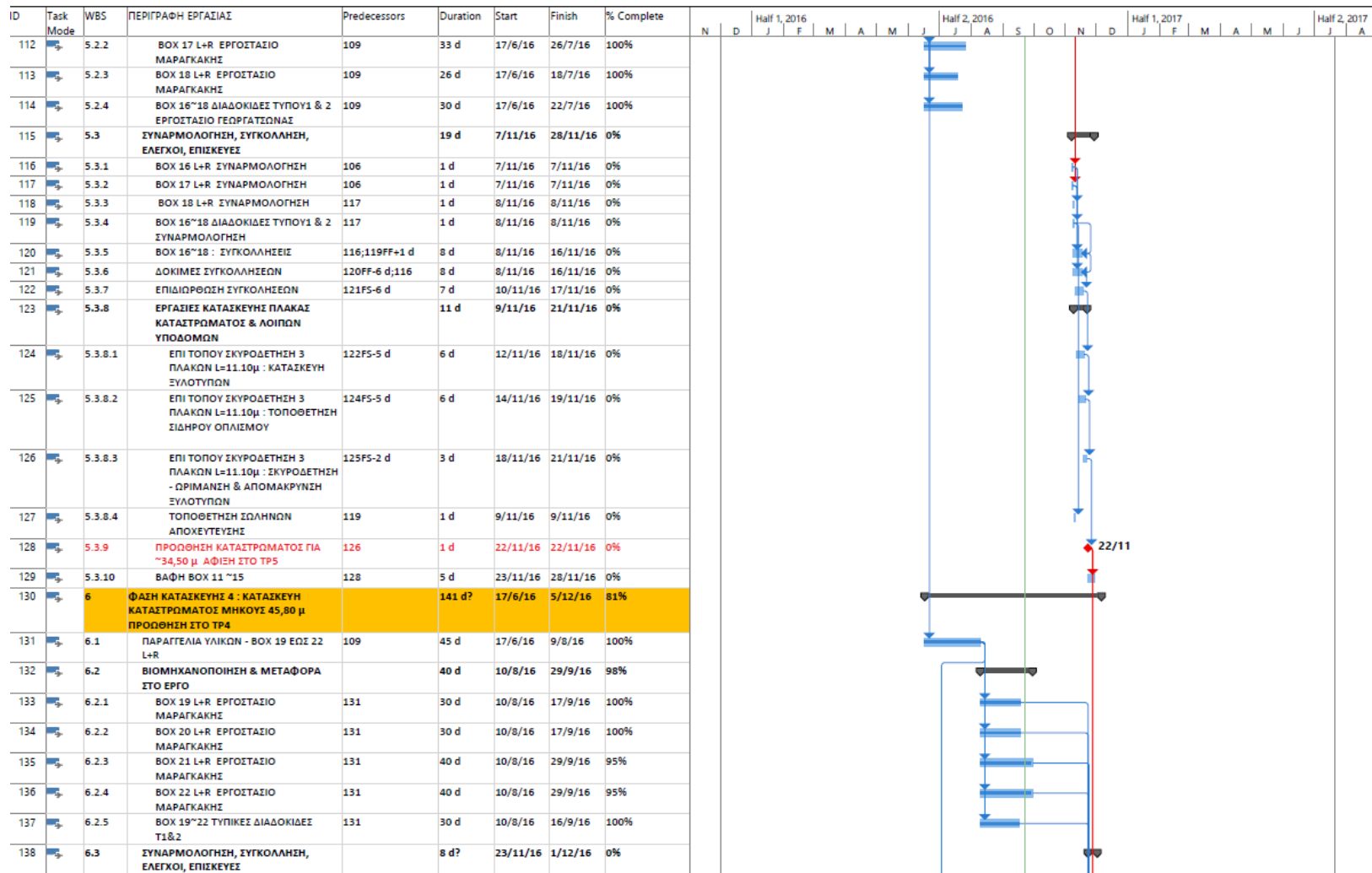
Σχήμα 9.2 Αρχικό Χρονοδιάγραμμα Μεταλλικής Κατασκευής (Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε, 2018)





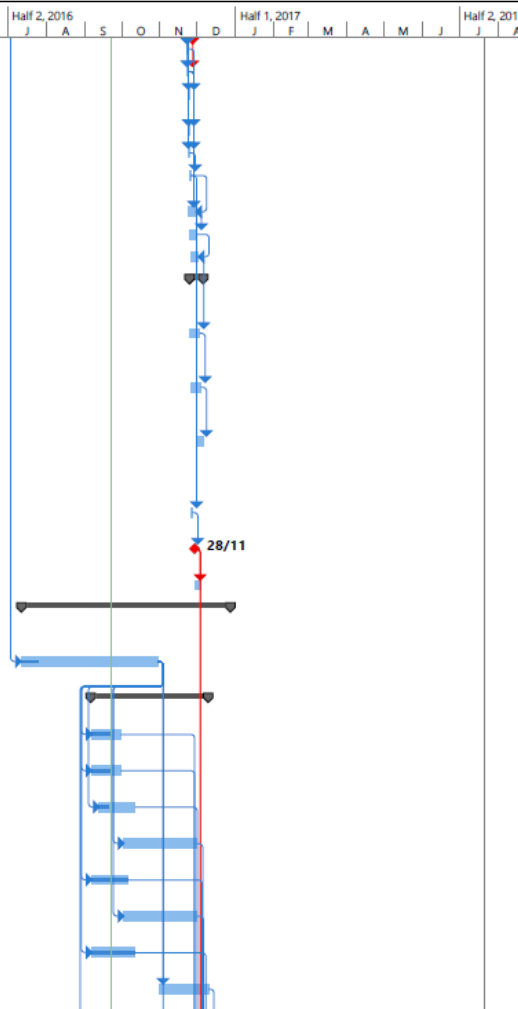


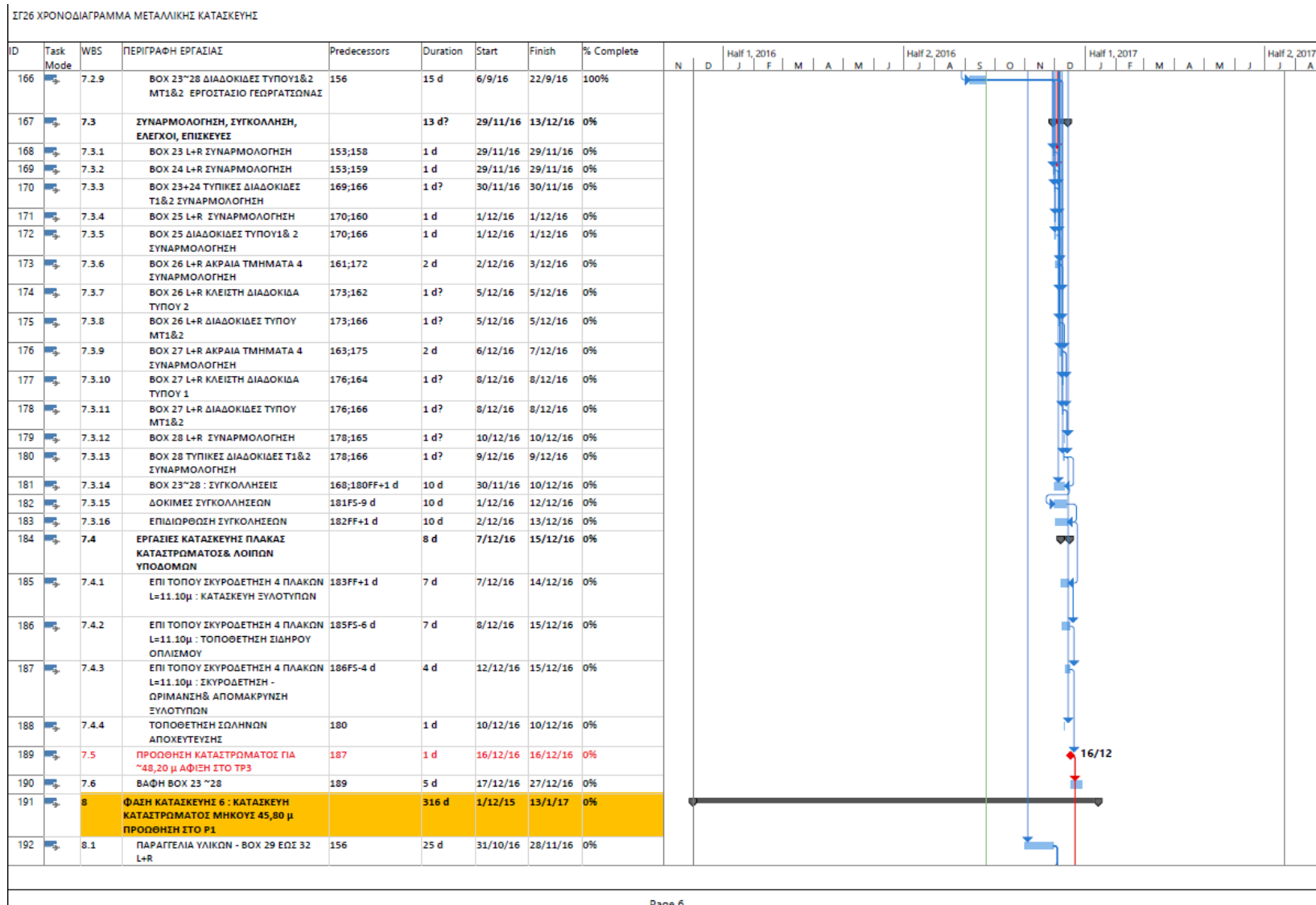
ΣΓ26 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



ΣΤ26 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

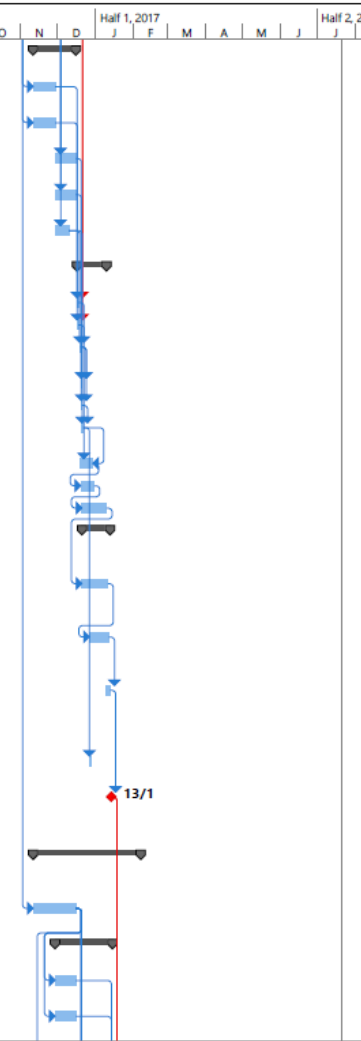
ID	Task Mode	WBS	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Predecessors	Duration	Start	Finish	% Complete	Timeline																					
									N	D	Half 1, 2016					Half 2, 2016					Half 1, 2017					Half 2, 2017				
											J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
139		6.3.1	ΒΟΧ 19 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	128;133	1 d	23/11/16	23/11/16	0%																						
140		6.3.2	ΒΟΧ 20 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	128;134	1 d?	23/11/16	23/11/16	0%																						
141		6.3.3	ΒΟΧ 19+20 ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ Τ1&2 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	140;137	1 d?	24/11/16	24/11/16	0%																						
142		6.3.4	ΒΟΧ 21 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	140;135	1 d?	24/11/16	24/11/16	0%																						
143		6.3.5	ΒΟΧ 22 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	140;136	1 d?	24/11/16	24/11/16	0%																						
144		6.3.6	ΒΟΧ 19~22 ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ Τ1&2 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	143	1 d	25/11/16	25/11/16	0%																						
145		6.3.7	ΒΟΧ 19~22 : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	139;144FF+1 d	5 d	24/11/16	29/11/16	0%																						
146		6.3.8	ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	145F5-4 d	5 d	25/11/16	30/11/16	0%																						
147		6.3.9	ΕΠΙΔΙΩΡΘΩΣΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	146FF+1 d	5 d	26/11/16	1/12/16	0%																						
148		6.4	ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ & ΛΟΙΠΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ		9 d	25/11/16	5/12/16	0%																						
149		6.4.1	ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΝ 4 ΠΛΑΚΩΝ L=11.10μ : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΛΟΤΥΠΩΝ	147F5-6 d	7 d	25/11/16	2/12/16	0%																						
150		6.4.2	ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΝ 4 ΠΛΑΚΩΝ L=11.10μ : ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	149F5-6 d	7 d	26/11/16	3/12/16	0%																						
151		6.4.3	ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΝ 4 ΠΛΑΚΩΝ L=11.10μ : ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΝ - ΟΡΙΜΑΝΣΗ & ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΣΥΛΟΤΥΠΩΝ	150F5-3 d	4 d	1/12/16	5/12/16	0%																						
152		6.4.4	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΩΛΗΝΩΝ ΑΠΟΧΕΥΤΕΥΣΗΣ	144	1 d	26/11/16	26/11/16	0%																						
153		6.5	ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ~57,00 μ ΑΦΙΞΗ ΣΤΟ ΤΡ4	152	1 d?	28/11/16	28/11/16	0%																						
154		6.6	ΒΑΦΗ ΒΟΧ 19~22	153	5 d	29/11/16	3/12/16	0%																						
155		7	ΦΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 5 : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΜΗΚΟΥΣ 59,60 μ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΣΤΟ ΤΡ3		136 d?	12/7/16	27/12/16	26%																						
156		7.1	ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ ΥΛΙΚΩΝ - ΒΟΧ 23 ΕΩΣ 28 L+R	131F5-25 d	90 d	12/7/16	29/10/16	13%																						
157		7.2	ΒΙΟΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΣΗ & ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΕΡΓΟ		81 d	6/9/16	9/12/16	37%																						
158		7.2.1	ΒΟΧ 23 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΜΑΡΑΓΚΑΚΗΣ	156F5-45 d	20 d	7/9/16	29/9/16	60%																						
159		7.2.2	ΒΟΧ 24 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΜΑΡΑΓΚΑΚΗΣ	156F5-45 d	20 d	7/9/16	29/9/16	60%																						
160		7.2.3	ΒΟΧ 25 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΜΑΡΑΓΚΑΚΗΣ	156F5-40 d	25 d	13/9/16	11/10/16	25%																						
161		7.2.4	ΒΟΧ 26 L+R ΑΚΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ 4 ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	156F5-45 d	50 d	3/10/16	30/11/16	0%																						
162		7.2.5	ΒΟΧ26 ΚΛΕΙΣΤΗ ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΤΥΠΟΥ2 ΜΑΡΑΓΚΑΚΗΣ	156	25 d	7/9/16	5/10/16	100%																						
163		7.2.6	ΒΟΧ 27 L+R ΑΚΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ 5 ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	156F5-23 d	50 d	3/10/16	30/11/16	0%																						
164		7.2.7	ΒΟΧ27 ΚΛΕΙΣΤΗ ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΤΥΠΟΥ1 ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΜΑΡΑΓΚΑΚΗΣ	156	30 d	7/9/16	11/10/16	100%																						
165		7.2.8	ΒΟΧ 28 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	156	35 d	31/10/16	9/12/16	0%																						



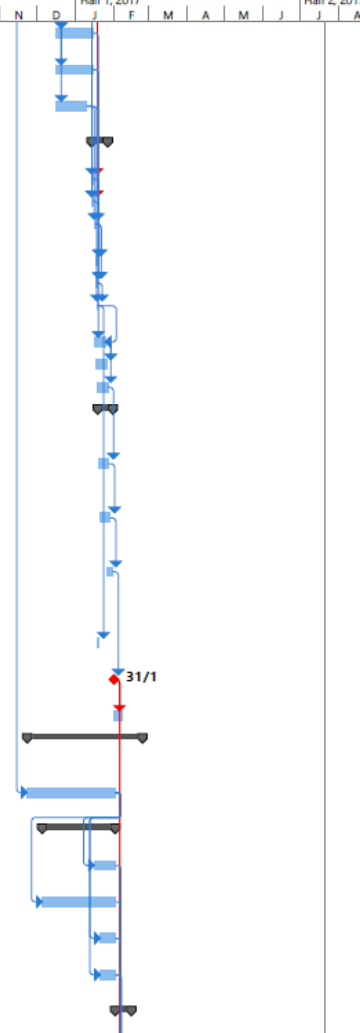


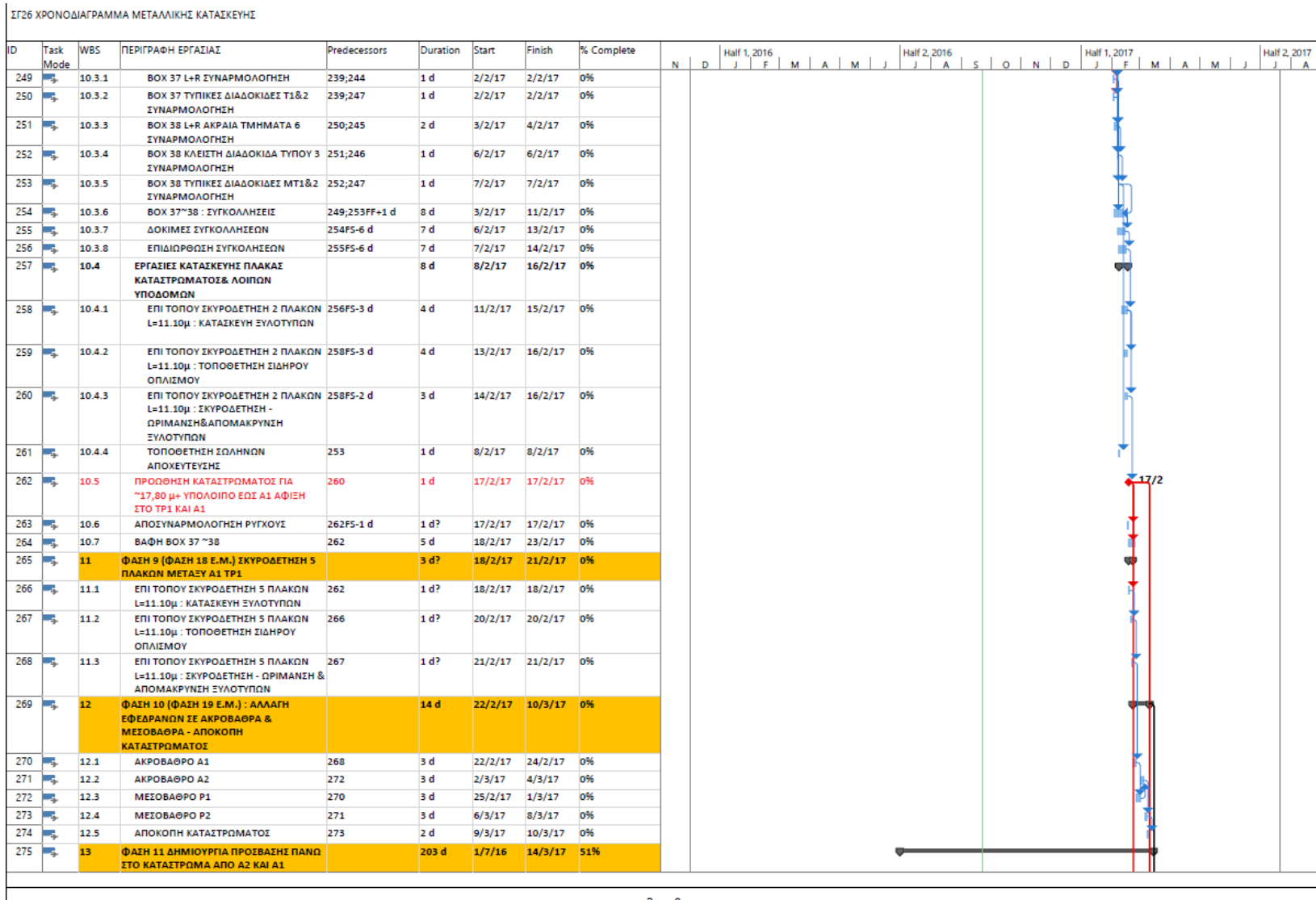


ΣΓ26 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ																															
ID	Task Mode	WBS	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Predecessors	Duration	Start	Finish	% Complete	N	D	Half 1, 2016					Half 2, 2016					Half 1, 2017					Half 2, 2017					
											J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
193		8.2	<b>ΒΙΟΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΣΗ &amp; ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΕΡΓΟ</b>		30 d	11/11/16	15/12/16	0%																							
194		8.2.1	BOX 29 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	192F5-15 d	15 d	11/11/16	28/11/16	0%																							
195		8.2.2	BOX 30 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	192F5-15 d	15 d	11/11/16	28/11/16	0%																							
196		8.2.3	BOX 31 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	192	15 d	29/11/16	15/12/16	0%																							
197		8.2.4	BOX 32 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	192	15 d	29/11/16	15/12/16	0%																							
198		8.2.5	BOX 29~32 ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ ΤΥΠΟΥ1&2 ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	192	10 d	29/11/16	9/12/16	0%																							
199		8.3	<b>ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ, ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ, ΕΛΕΓΧΟΙ, ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ</b>		9 d	17/12/16	9/1/17	0%																							
200		8.3.1	BOX 29 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	189;194	1 d	17/12/16	17/12/16	0%																							
201		8.3.2	BOX 30 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	189;195	1 d	17/12/16	17/12/16	0%																							
202		8.3.3	BOX 29+30 ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ T1&2 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	201;198	1 d	19/12/16	19/12/16	0%																							
203		8.3.4	BOX 31 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	202;196	1 d	20/12/16	20/12/16	0%																							
204		8.3.5	BOX 32 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	202;197	1 d	20/12/16	20/12/16	0%																							
205		8.3.6	BOX 31+32 ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ T1&2 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	204;198	1 d	21/12/16	21/12/16	0%																							
206		8.3.7	BOX 29~32 : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	200;205FF+1 d	6 d	19/12/16	29/12/16	0%																							
207		8.3.8	ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	206F5-5 d	6 d	20/12/16	30/12/16	0%																							
208		8.3.9	ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	207F5-5 d	6 d	21/12/16	9/1/17	0%																							
209		8.4	<b>ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ&amp; ΛΟΙΠΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ</b>		9 d	21/12/16	12/1/17	0%																							
210		8.4.1	ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΝ 4 ΠΛΑΚΩΝ L=11.10μ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΛΟΤΥΠΩΝ	208F5-6 d	7 d	21/12/16	10/1/17	0%																							
211		8.4.2	ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΝ 4 ΠΛΑΚΩΝ L=11.10μ - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	210F5-6 d	7 d	27/12/16	11/1/17	0%																							
212		8.4.3	ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΝ 4 ΠΛΑΚΩΝ L=11.10μ - ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ - ΟΡΙΜΑΝΣΗ&ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΣΥΛΟΤΥΠΩΝ	211F5-3 d	4 d	9/1/17	12/1/17	0%																							
213		8.4.4	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΙΔΗΡΩΝ ΑΠΟΧΕΥΤΕΥΣΗΣ	205	1 d	27/12/16	27/12/16	0%																							
214		8.5	<b>ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ~45,80 μ ΑΦΙΕΝ ΣΤΟ Ρ1</b>	212	1 d	13/1/17	13/1/17	0%																							
215		8.6	ΒΑΦΗ BOX 29 ~32		1 d	1/12/15	1/12/15	0%																							
216		9	<b>ΦΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 7 : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΜΗΚΟΥΣ 45,80 μ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΣΤΟ ΤΡ2</b>		64 d	11/11/16	6/2/17	0%																							
217		9.1	ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ ΥΛΙΚΩΝ - BOX 29 ΕΩΣ 32 L+R	192F5-15 d	30 d	11/11/16	15/12/16	0%																							
218		9.2	<b>ΒΙΟΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΣΗ &amp; ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΕΡΓΟ</b>		30 d	29/11/16	14/1/17	0%																							
219		9.2.1	BOX 33 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	217F5-15 d	15 d	29/11/16	15/12/16	0%																							
220		9.2.2	BOX 34 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	217F5-15 d	15 d	29/11/16	15/12/16	0%																							



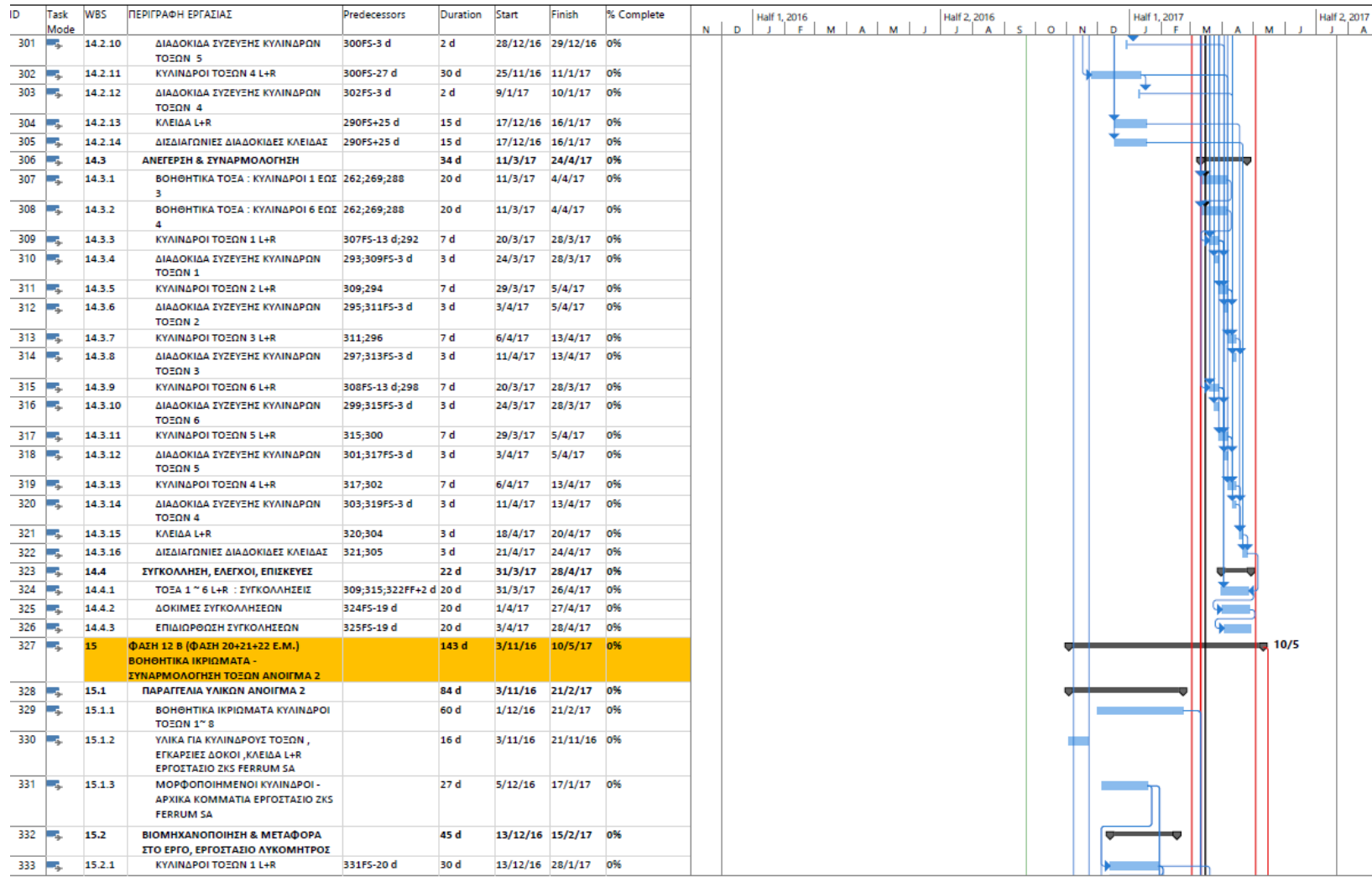
ΣΓ26 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ																															
ID	Task Mode	WBS	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Predecessors	Duration	Start	Finish	% Complete	N	D	Half 1, 2016					Half 2, 2016					Half 1, 2017					Half 2, 2017					
											J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
221		9.2.3	BOX 35 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	217	15 d	16/12/16	14/1/17	0%																							
222		9.2.4	BOX 36 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	217	15 d	16/12/16	14/1/17	0%																							
223		9.2.5	BOX 33~326 ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ ΤΥΠΟΥ1&2 ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	217	10 d	16/12/16	9/1/17	0%																							
224		9.3	ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ, ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ, ΕΛΕΓΧΟΙ, ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ		11 d	14/1/17	26/1/17	0%																							
225		9.3.1	BOX 33 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	214;219	1 d	14/1/17	14/1/17	0%																							
226		9.3.2	BOX 34 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	214;220	1 d	14/1/17	14/1/17	0%																							
227		9.3.3	BOX 33+34 ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ Τ1&2 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	226;223	1 d	16/1/17	16/1/17	0%																							
228		9.3.4	BOX 35 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	227;221	1 d	17/1/17	17/1/17	0%																							
229		9.3.5	BOX 36 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	227;222	1 d	17/1/17	17/1/17	0%																							
230		9.3.6	BOX 35+36 ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ Τ1&2 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	229;223	1 d	18/1/17	18/1/17	0%																							
231		9.3.7	BOX 33~36 : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	225;230FF+1 d	8 d	16/1/17	24/1/17	0%																							
232		9.3.8	ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	231F5-7 d	8 d	17/1/17	25/1/17	0%																							
233		9.3.9	ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	231F5-5 d	7 d	19/1/17	26/1/17	0%																							
234		9.4	ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ& ΛΟΙΠΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ		10 d	19/1/17	30/1/17	0%																							
235		9.4.1	ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ 4 ΠΛΑΚΩΝ L=11.10μ : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΛΟΤΥΠΩΝ	233F5-6 d	7 d	20/1/17	27/1/17	0%																							
236		9.4.2	ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ 4 ΠΛΑΚΩΝ L=11.10μ : ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	235F5-6 d	7 d	21/1/17	28/1/17	0%																							
237		9.4.3	ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ 4 ΠΛΑΚΩΝ L=11.10μ : ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ - ΠΡΗΜΑΝΣΗ&ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΣΥΛΟΤΥΠΩΝ	236F5-3 d	4 d	26/1/17	30/1/17	0%																							
238		9.4.4	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΩΛΗΝΩΝ ΑΠΟΧΕΥΤΕΥΣΗΣ	230	1 d	19/1/17	19/1/17	0%																							
239		9.5	ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ~45,80 μ ΑΦΙΞΗ ΣΤΟ Ρ1	237	1 d	31/1/17	31/1/17	0%																							
240		9.6	ΒΑΦΗ BOX 33 ~36	239	5 d	1/2/17	6/2/17	0%																							
241		10	ΦΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 8 : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΜΗΚΟΥΣ 17,80 μ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΣΤΟ ΤΡ1 & Α1		69 d?	23/11/16	23/2/17	0%																							
242		10.1	ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΑ ΥΛΙΚΩΝ - BOX 37 ΕΩΣ 38 L+R	217F5-20 d	50 d	23/11/16	1/2/17	0%																							
243		10.2	ΒΙΟΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΣΗ & ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΕΡΓΟ		40 d	5/12/16	1/2/17	0%																							
244		10.2.1	BOX 37 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	242F5-15 d	15 d	16/1/17	1/2/17	0%																							
245		10.2.2	BOX 38 ΑΚΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ 6 L+R ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	242F5-40 d	40 d	5/12/16	1/2/17	0%																							
246		10.2.3	BOX 38 ΚΛΕΙΣΤΗ ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΤΥΠΟΥ 3 ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	242F5-10 d	10 d	21/1/17	1/2/17	0%																							
247		10.2.4	BOX 37~38 ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ ΤΥΠΟΥ Τ1&2, ΜΤ1&2 ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΥΚΟΜΗΤΡΟΣ	242F5-10 d	10 d	21/1/17	1/2/17	0%																							
248		10.3	ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ, ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ, ΕΛΕΓΧΟΙ, ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ		11 d	2/2/17	14/2/17	0%																							



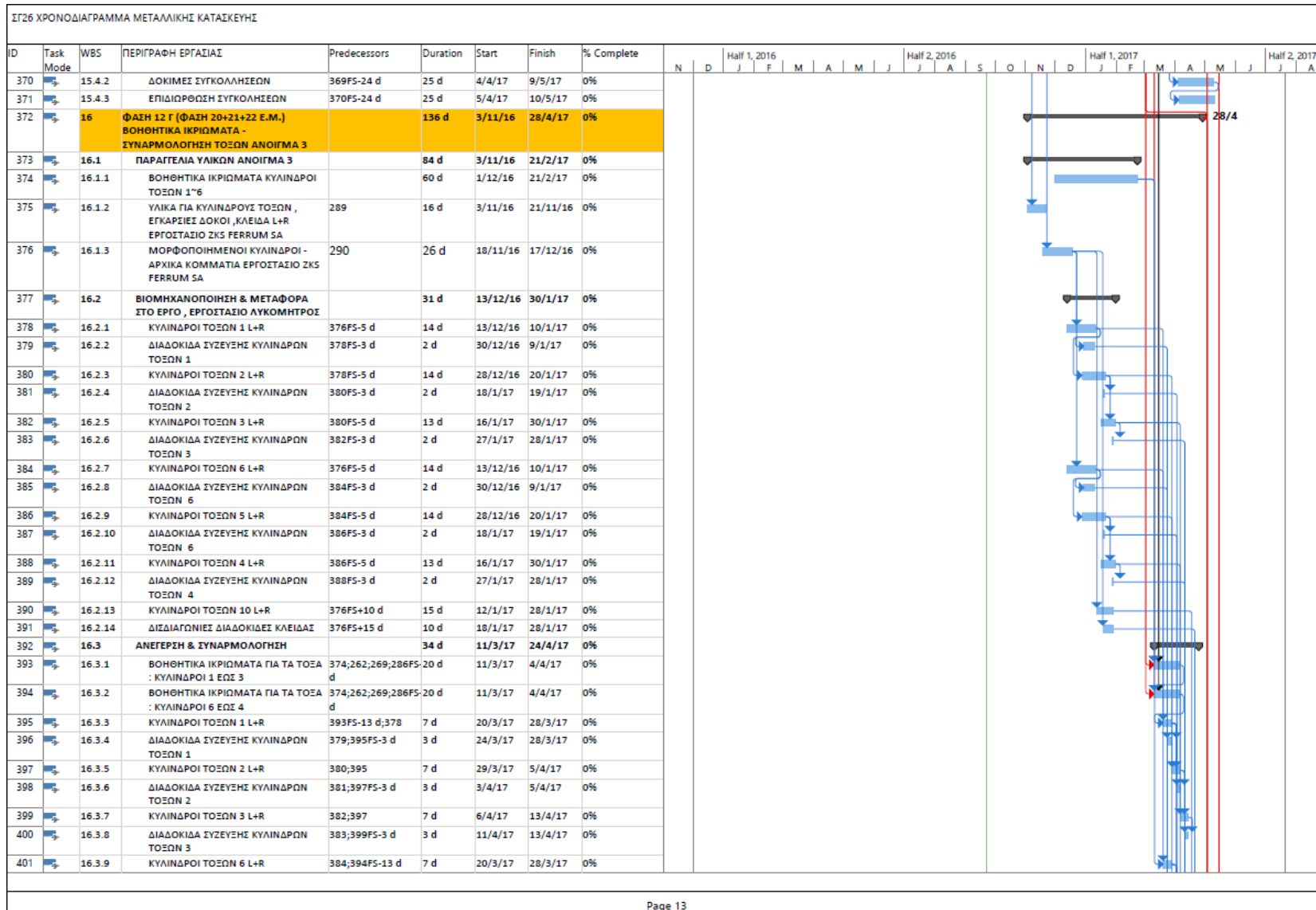




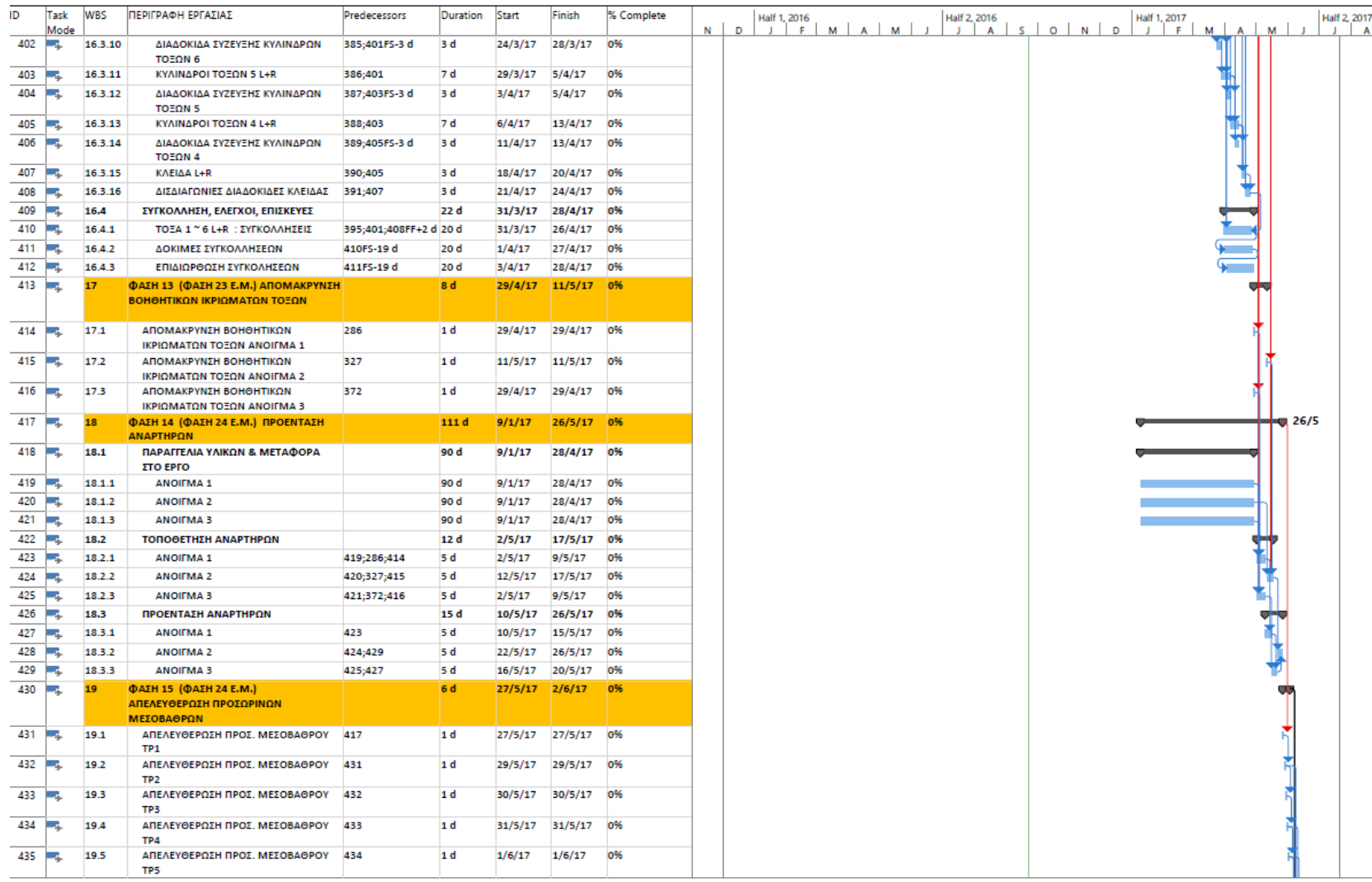
ΣΓ26 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



ΣΓ26 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ								
ID	Task Mode	WBS	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Predecessors	Duration	Start	Finish	% Complete
334		15.2.2	ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΣΥΖΕΥΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΤΟΣΩΝ 1	333FS-3 d	2 d	26/1/17	27/1/17	0%
335		15.2.3	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 2 L+R	333FS-25 d	30 d	19/12/16	3/2/17	0%
336		15.2.4	ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΣΥΖΕΥΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΤΟΣΩΝ 2	335FS-3 d	2 d	1/2/17	2/2/17	0%
337		15.2.5	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 3 L+R	335FS-25 d	30 d	29/12/16	9/2/17	0%
338		15.2.6	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 4 L+R	337FS-25 d	30 d	12/1/17	15/2/17	0%
339		15.2.7	ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΣΥΖΕΥΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΤΟΣΩΝ 4	338FS-3 d	2 d	13/2/17	14/2/17	0%
340		15.2.8	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 8 L+R	331FS-20 d	30 d	13/12/16	28/1/17	0%
341		15.2.9	ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΣΥΖΕΥΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΤΟΣΩΝ 8	340FS-3 d	2 d	26/1/17	27/1/17	0%
342		15.2.10	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 7 L+R	340FS-25 d	30 d	19/12/16	3/2/17	0%
343		15.2.11	ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΣΥΖΕΥΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΤΟΣΩΝ 7	342FS-3 d	2 d	1/2/17	2/2/17	0%
344		15.2.12	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 6 L+R	342FS-25 d	30 d	29/12/16	9/2/17	0%
345		15.2.13	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 5 L+R	344FS-25 d	30 d	12/1/17	15/2/17	0%
346		15.2.14	ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΣΥΖΕΥΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΤΟΣΩΝ 5	345FS-3 d	2 d	13/2/17	14/2/17	0%
347		15.2.15	ΚΛΕΙΔΑ L+R	331FS+10 d	15 d	30/1/17	15/2/17	0%
348		15.2.16	ΔΙΣΔΙΑΓΩΝΙΕΣ ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ ΚΛΕΙΔΑΣ	331FS+10 d	15 d	30/1/17	15/2/17	0%
349		15.3	<b>ΑΝΕΓΕΡΣΗ &amp; ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ</b>		41 d	11/3/17	3/5/17	0%
350		15.3.1	ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΤΟΣΑ : ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ 1 ΕΩΣ 4	329;262;269;372FS-25 d	25 d	11/3/17	10/4/17	0%
351		15.3.2	ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΤΟΣΑ : ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ 8 ΕΩΣ 5	329;262;269;372FS-25 d	25 d	11/3/17	10/4/17	0%
352		15.3.3	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 1 L+R	333;350FS-18 d	7 d	20/3/17	28/3/17	0%
353		15.3.4	ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΣΥΖΕΥΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΤΟΣΩΝ 1	334;352FS-3 d	3 d	24/3/17	28/3/17	0%
354		15.3.5	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 2 L+R	335;352	7 d	29/3/17	5/4/17	0%
355		15.3.6	ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΣΥΖΕΥΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΤΟΣΩΝ 2	336;354FS-3 d	3 d	3/4/17	5/4/17	0%
356		15.3.7	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 3 L+R	337;354	7 d	6/4/17	13/4/17	0%
357		15.3.8	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 4 L+R	338;356	7 d	18/4/17	25/4/17	0%
358		15.3.9	ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΣΥΖΕΥΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΤΟΣΩΝ 4	339;357FS-3 d	3 d	22/4/17	25/4/17	0%
359		15.3.10	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 8 L+R	340;351FS-18 d	7 d	20/3/17	28/3/17	0%
360		15.3.11	ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΣΥΖΕΥΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΤΟΣΩΝ 8	341;359FS-3 d	3 d	24/3/17	28/3/17	0%
361		15.3.12	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 7 L+R	342;359	7 d	29/3/17	5/4/17	0%
362		15.3.13	ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΣΥΖΕΥΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΤΟΣΩΝ 7	343;361FS-3 d	3 d	3/4/17	5/4/17	0%
363		15.3.14	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 6 L+R	344;361	7 d	6/4/17	13/4/17	0%
364		15.3.15	ΚΥΛΙΝΔΡΟΙ ΤΟΣΩΝ 5 L+R	345;363	7 d	18/4/17	25/4/17	0%
365		15.3.16	ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΣΥΖΕΥΣΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΤΟΣΩΝ 5	346;364FS-3 d	3 d	22/4/17	25/4/17	0%
366		15.3.17	ΚΛΕΙΔΑ L+R	347;365	3 d	26/4/17	28/4/17	0%
367		15.3.18	ΔΙΣΔΙΑΓΩΝΙΕΣ ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ ΚΛΕΙΔΑΣ	348;366	3 d	29/4/17	3/5/17	0%
368		15.4	<b>ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ, ΕΛΕΓΧΟΙ, ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ</b>		27 d	3/4/17	10/5/17	0%
369		15.4.1	ΤΟΣΑ 1 ~ 8 L+R : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	352;367FF+2 d;359	25 d	3/4/17	8/5/17	0%



ΕΓ26 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

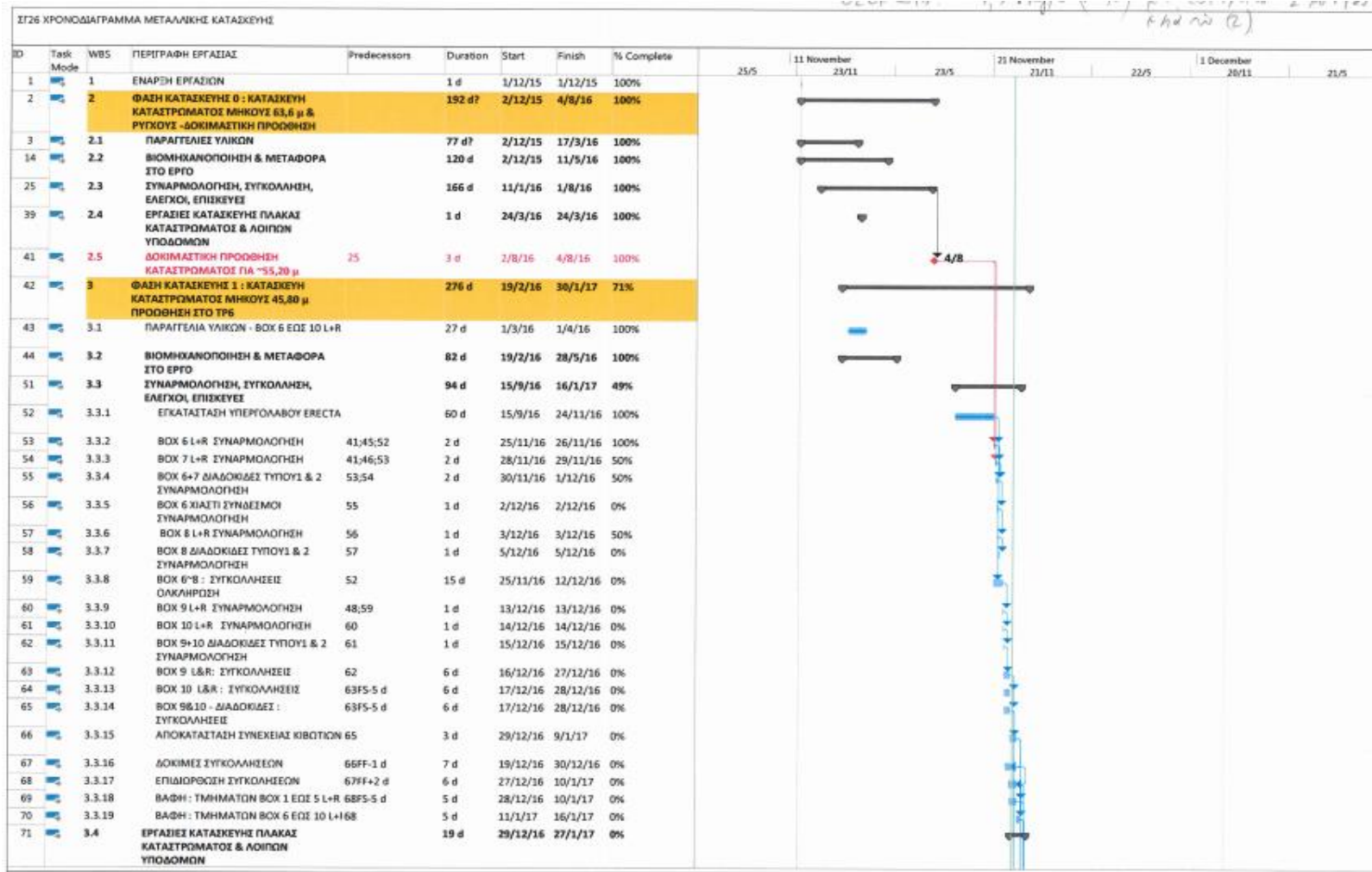


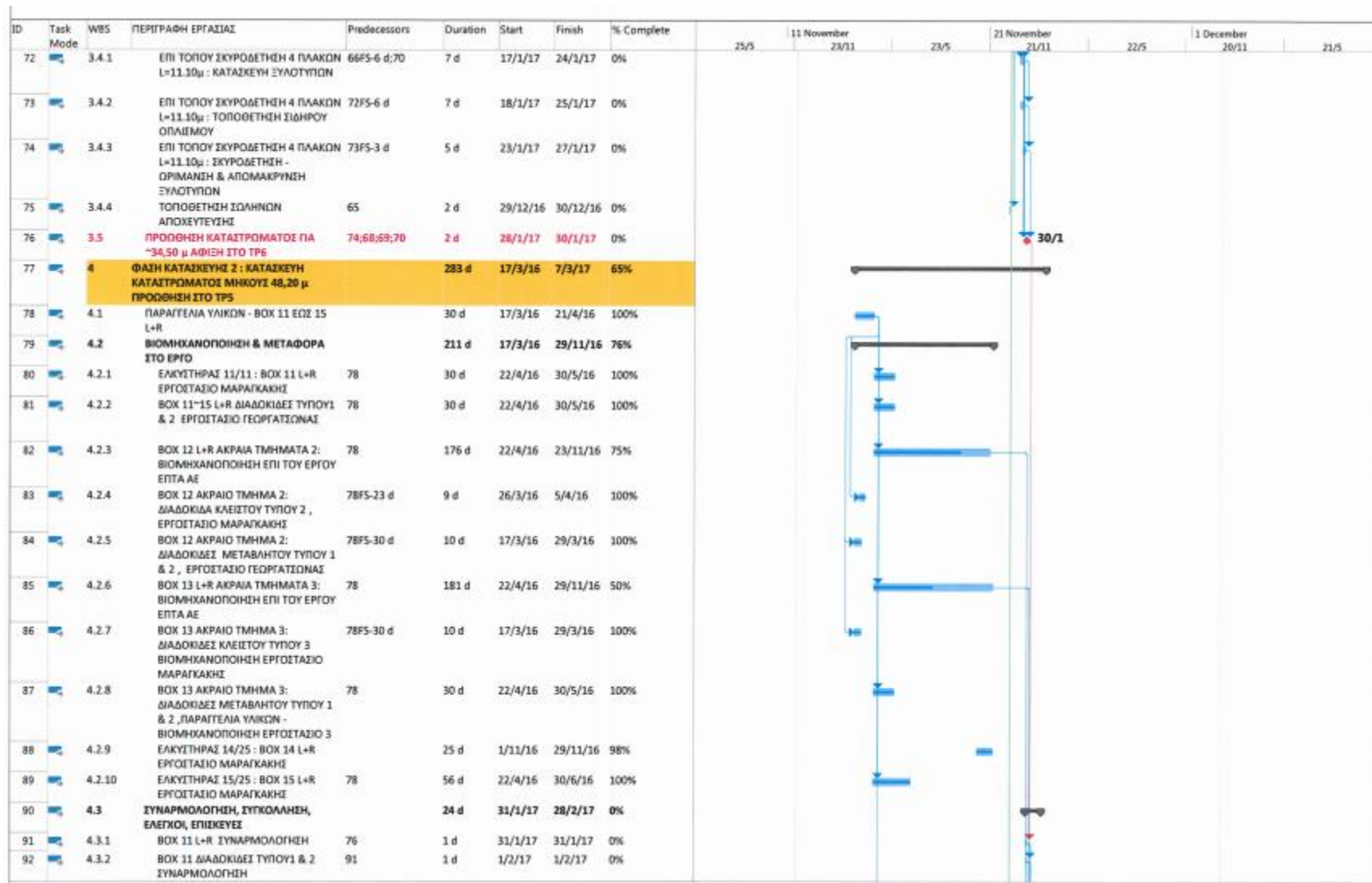


ΣΓ26 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

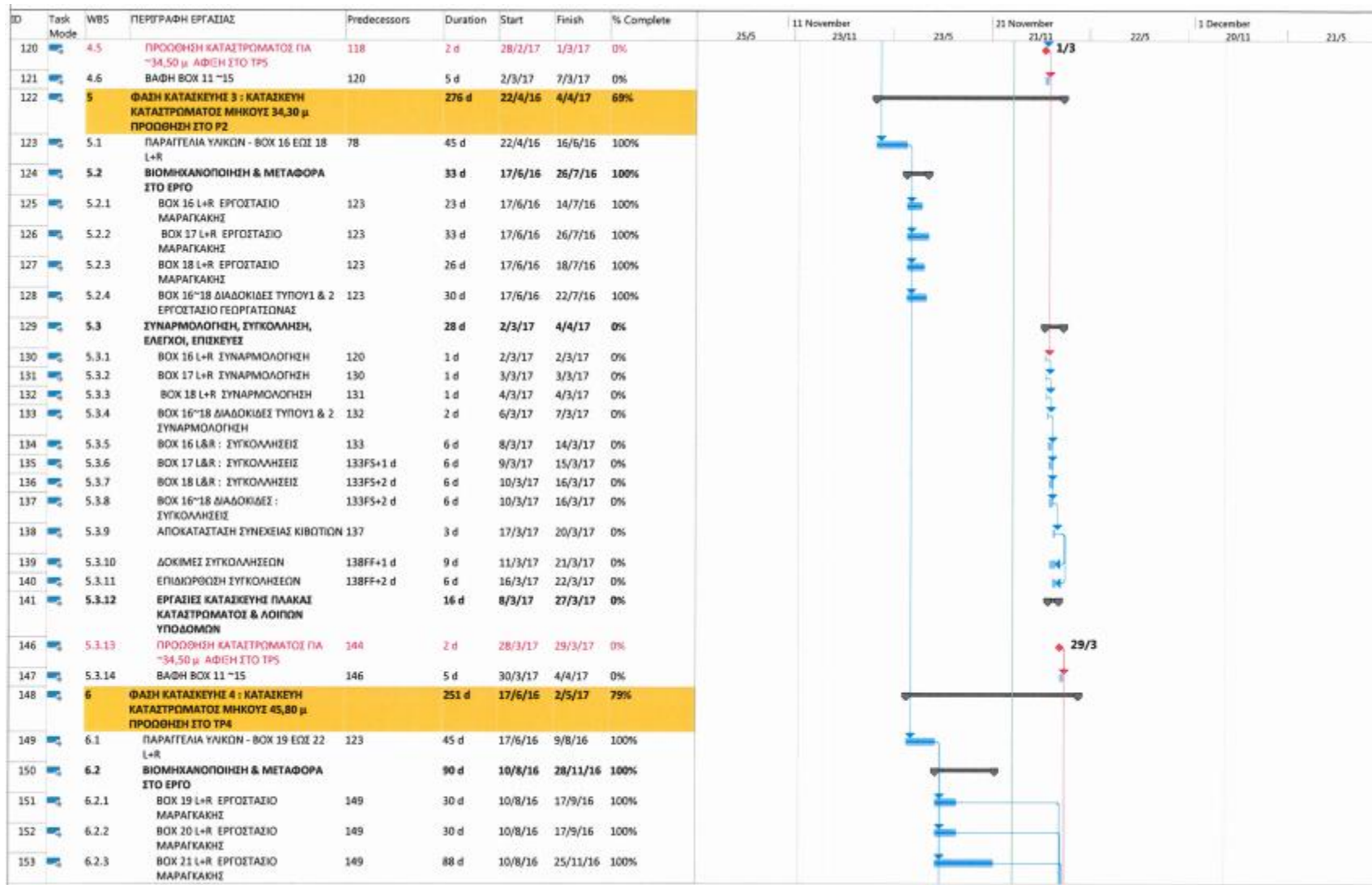
ID	Task Mode	WBS	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Predecessors	Duration	Start	Finish	% Complete	Calendar																					
									N	D	Half 1, 2016					Half 2, 2016				Half 1, 2017					Half 2, 2017					
											J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
436		19.6	ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΠΡΟΣ. ΜΕΣΟΒΑΘΡΟΥ ΤΡ6	435	1 d	2/6/17	2/6/17	0%																						
437		20	ΦΑΣΗ 16 ΒΑΦΗ ΤΟΞΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ & ΥΠΟΛΟΙΠΑ		8 d	25/5/17	2/6/17	0%																						
438		20.1	ΑΝΟΙΓΜΑ 1	432FF+1 d	5 d	25/5/17	30/5/17	0%																						
439		20.2	ΑΝΟΙΓΜΑ 2	434FF+1 d	5 d	27/5/17	1/6/17	0%																						
440		20.3	ΑΝΟΙΓΜΑ 3	435FF+1 d	5 d	29/5/17	2/6/17	0%																						
441		21	ΦΑΣΗ 17 (ΦΑΣΗ 25 Ε.Μ.) ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΡΜΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ		6 d	3/6/17	9/6/17	0%																						
442		21.1	ΑΝΟΙΓΜΑ 1 ΣΥΖΕΥΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ	430	5 d	3/6/17	8/6/17	0%																						
443		21.2	ΑΝΟΙΓΜΑ 1 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ	442F5-4 d	5 d	5/6/17	9/6/17	0%																						
444		21.3	ΑΝΟΙΓΜΑ 2 ΣΥΖΕΥΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ	430	5 d	3/6/17	8/6/17	0%																						
445		21.4	ΑΝΟΙΓΜΑ 2 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ	444F5-4 d	5 d	5/6/17	9/6/17	0%																						
446		21.5	ΑΝΟΙΓΜΑ 3 ΣΥΖΕΥΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ	430	5 d	3/6/17	8/6/17	0%																						
447		21.6	ΑΝΟΙΓΜΑ 3 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΝΕΧΕΙΑΣ	446F5-4 d	5 d	5/6/17	9/6/17	0%																						
448		22	ΦΑΣΗ 18 (ΦΑΣΗ 26 Ε.Μ.) ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΩΝ ΣΤΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ ΚΑΙ ΣΤΑ ΑΚΡΟΒΑΘΡΑ		4 d?	22/6/17	26/6/17	0%																						
449		22.1	A1 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΩΝ ΔΙΑΜΗΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	453	1 d?	22/6/17	22/6/17	0%																						
450		22.2	P1 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΩΝ ΔΙΑΜΗΚΗ & ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	449	1 d	23/6/17	23/6/17	0%																						
451		22.3	P2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΩΝ ΔΙΑΜΗΚΗ & ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	450	1 d	24/6/17	24/6/17	0%																						
452		22.4	A2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΩΝ ΔΙΑΜΗΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	451	1 d	26/6/17	26/6/17	0%																						
453		23	ΦΑΣΗ 19 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΡΜΩΝ ΣΤΑ ΑΚΡΟΒΑΘΡΑ ΚΑΙ ΣΤΑ ΜΕΣΟΒΑΘΡΑ		10 d	10/6/17	21/6/17	0%																						
454		23.1	A1 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΡΜΩΝ	443	10 d	10/6/17	21/6/17	0%																						
455		23.2	P1 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΡΜΩΝ	445	3 d	10/6/17	13/6/17	0%																						
456		23.3	P2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΡΜΩΝ	445	3 d	10/6/17	13/6/17	0%																						
457		23.4	A2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΡΜΩΝ	447	10 d	10/6/17	21/6/17	0%																						
458		24	ΦΑΣΗ 20 (ΦΑΣΗ 27 Ε.Μ.) ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΩΝ ΚΑΙ ΛΟΙΠΑ ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΑ		469 d	1/12/15	20/7/17	0%																						
459		24.1	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΩΝ	454	20 d	22/6/17	14/7/17	0%																						
460		24.2	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ	459F5-1 d	4 d	14/7/17	18/7/17	0%																						
461		24.3	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΤΑΣΙΑΣ ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗΣ	460	2 d	19/7/17	20/7/17	0%																						
462		24.4	ΛΟΙΠΑ ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΑ		5 d	1/12/15	5/12/15	0%																						
463		25	ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ	458F5-1 d	1 d	20/7/17	20/7/17	0%																						

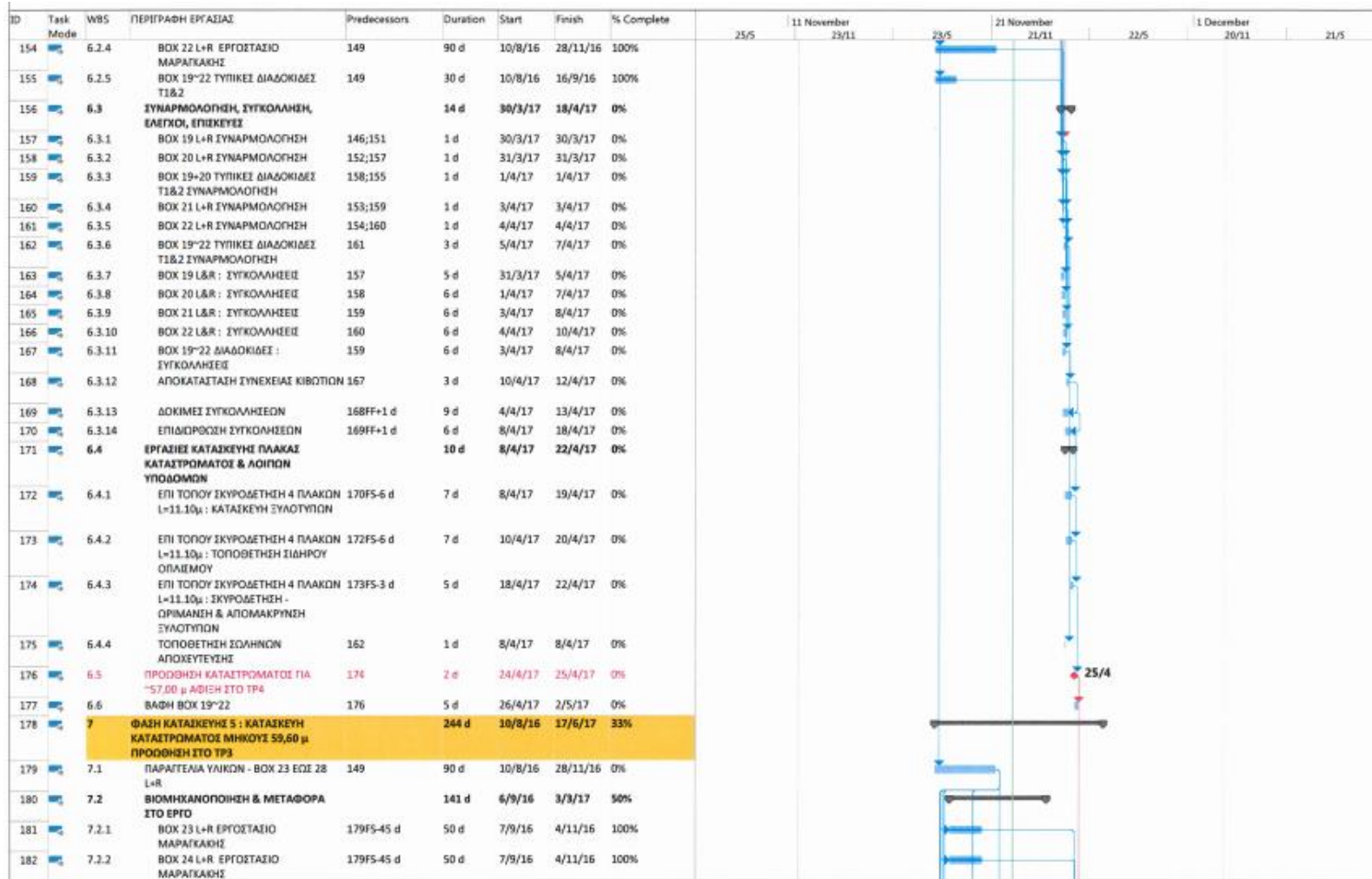
Σχήμα 9.3 Τελικό Χρονοδιάγραμμα Μεταλλικής Κατασκευής (Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε, 2018)

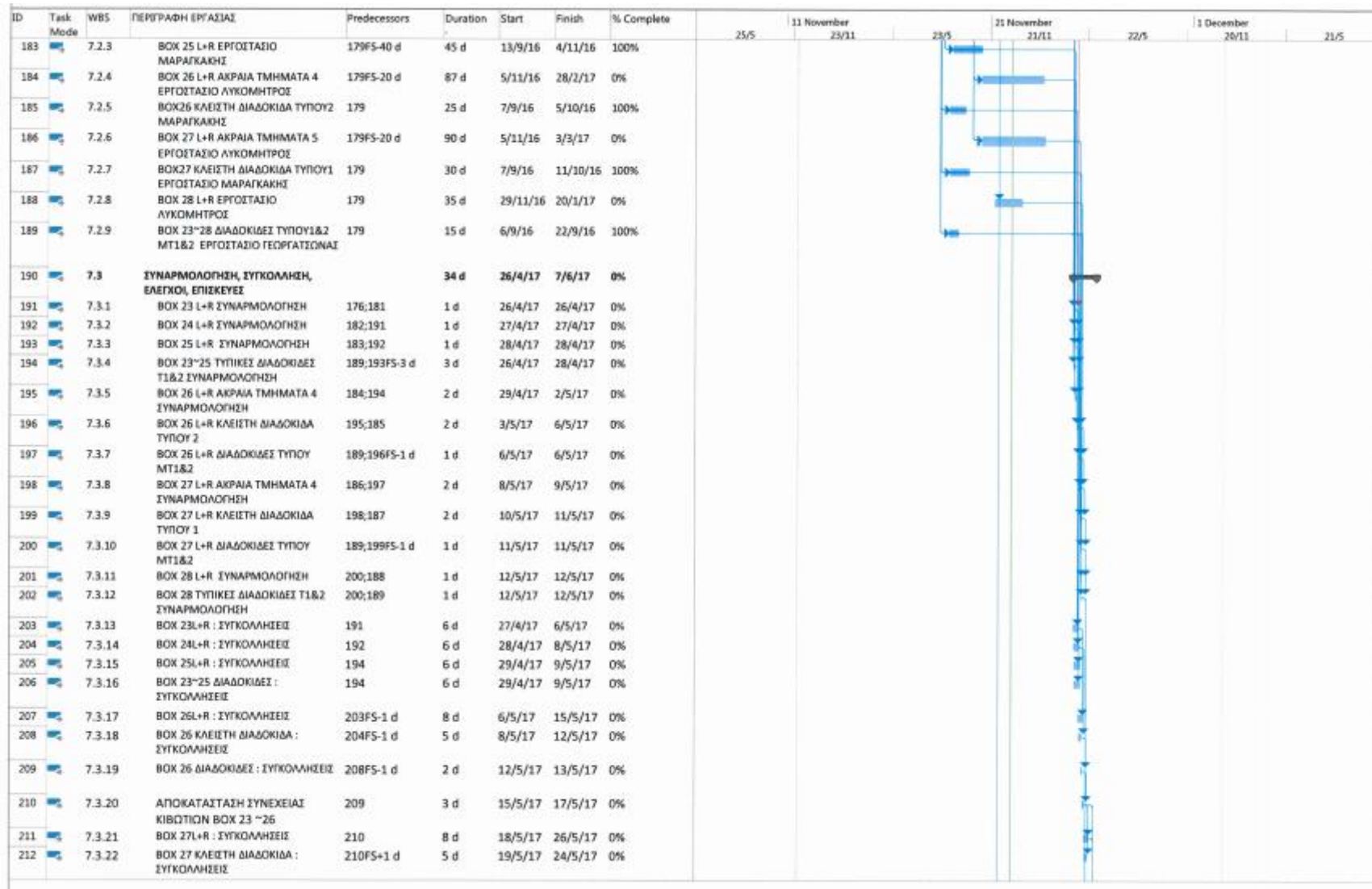


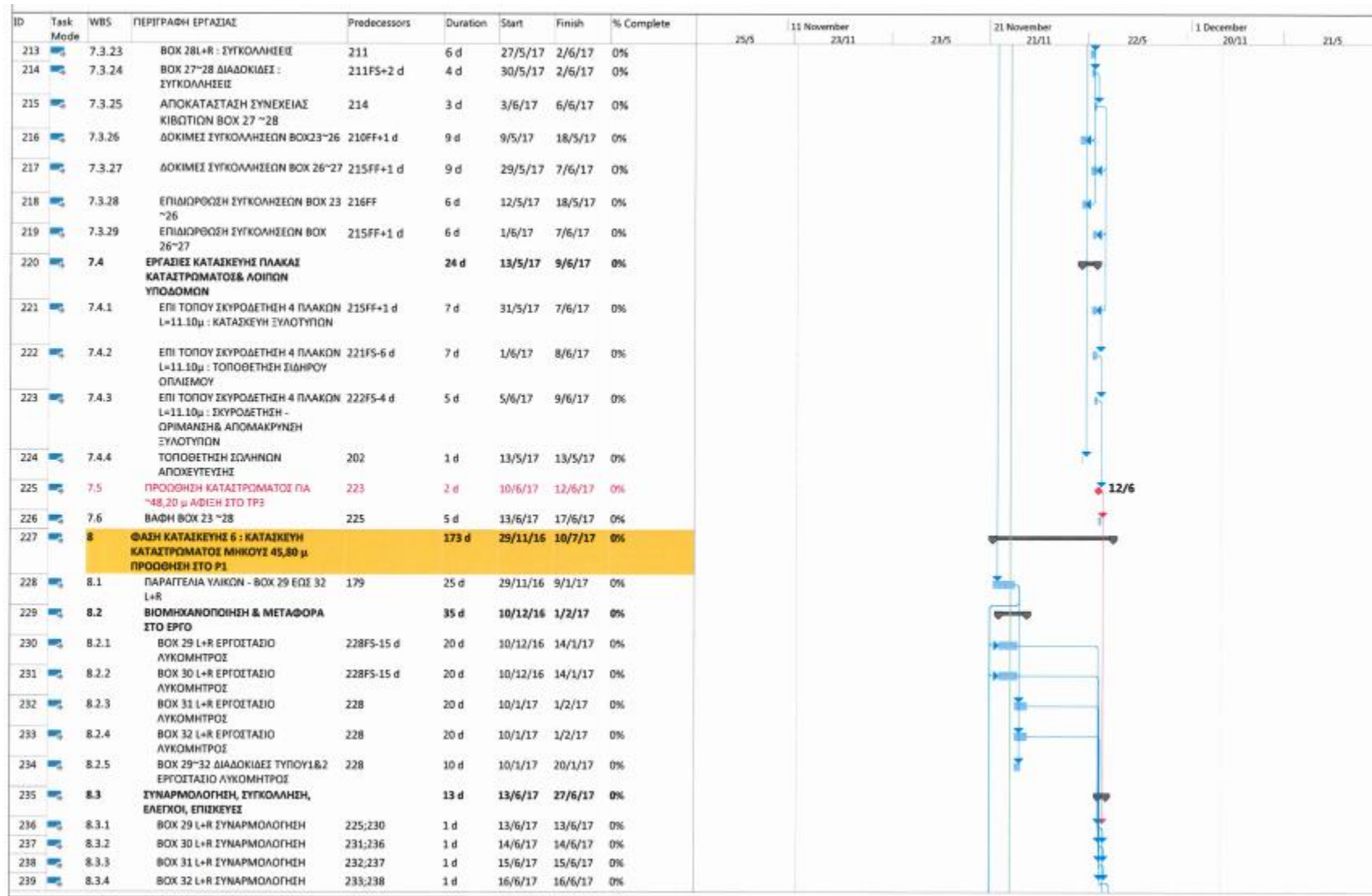


ID	Task Mode	WBS	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Predecessors	Duration	Start	Finish	% Complete	25/5	11 November 23/11	23/5	21 November 21/11	22/5	1 December 20/11	21/5
93		4.3.3	BOX 12 L+R ΑΚΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ 2 : ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	82,92	2 d	2/2/17	3/2/17	0%							
94		4.3.4	BOX 12 ΑΚΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ 2: ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ2 , ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	93	2 d	4/2/17	6/2/17	0%							
95		4.3.5	BOX 12 ΑΚΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ 2: ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΤΥΠΟΥ 1 & 2 , ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	94FS-1 d	1 d	6/2/17	6/2/17	0%							
96		4.3.6	BOX 13 L+R ΑΚΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ 3 : ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	95,85	2 d	7/2/17	8/2/17	0%							
97		4.3.7	BOX 13 ΑΚΡΑΙΑ ΤΜΗΜΑΤΑ 3: ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ 3 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	96	2 d	9/2/17	10/2/17	0%							
98		4.3.8	BOX 13 ΑΚΡΑΙΟ ΤΜΗΜΑ 3: ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΤΥΠΟΥ 1 & 2 , ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	97FS-1 d	1 d	10/2/17	10/2/17	0%							
99		4.3.9	BOX 14 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	98	1 d	11/2/17	11/2/17	0%							
100		4.3.10	BOX 15 L+R ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	99	1 d	13/2/17	13/2/17	0%							
101		4.3.11	BOX 14+15 ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ ΤΥΠΟΥ1 & 2 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	100	1 d	14/2/17	14/2/17	0%							
102		4.3.12	BOX 11 L&R : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	91	6 d	1/2/17	7/2/17	0%							
103		4.3.13	BOX 11 ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	102SS+1 d	2 d	2/2/17	3/2/17	0%							
104		4.3.14	BOX 12 L&R : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	102SS+1 d	7 d	2/2/17	9/2/17	0%							
105		4.3.15	BOX 12 ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	102SS+2 d	5 d	3/2/17	8/2/17	0%							
106		4.3.16	BOX 13 L&R: ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	103	7 d	4/2/17	11/2/17	0%							
107		4.3.17	BOX 13 ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	106SS+1 d	5 d	6/2/17	10/2/17	0%							
108		4.3.18	BOX 14 L&R : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	105FS-1 d	6 d	8/2/17	14/2/17	0%							
109		4.3.19	BOX 14 ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	107	2 d	11/2/17	13/2/17	0%							
110		4.3.20	BOX 15 L&R : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	108	6 d	15/2/17	21/2/17	0%							
111		4.3.21	BOX 15 ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ : ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	108	2 d	15/2/17	16/2/17	0%							
112		4.3.22	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΝΧΕΙΑΣ ΚΙΒΩΤΙΩΝ 110		3 d	22/2/17	24/2/17	0%							
113		4.3.23	ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	112FF+1 d	13 d	11/2/17	25/2/17	0%							
114		4.3.24	ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΝ	112FF+2 d	7 d	20/2/17	28/2/17	0%							
115		4.4	<b>ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ &amp; ΛΟΙΠΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ</b>		10 d	15/2/17	25/2/17	0%							
116		4.4.1	ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΝ 4 ΠΛΑΚΩΝ L=11.10μ : ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΥΛΟΤΥΠΩΝ	112SS-6 d	7 d	15/2/17	22/2/17	0%							
117		4.4.2	ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΝ 4 ΠΛΑΚΩΝ L=11.10μ : ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΙΔΗΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ	116FS-6 d	7 d	16/2/17	23/2/17	0%							
118		4.4.3	ΕΠΙ ΤΟΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΝ 4 ΠΛΑΚΩΝ L=11.10μ : ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ - ΟΡΙΜΑΝΣΗ & ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΥΛΟΤΥΠΩΝ	117FS-3 d	5 d	21/2/17	25/2/17	0%							
119		4.4.4	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΙΩΦΗΝΩΝ ΑΠΟΧΕΥΤΕΥΣΗΣ	111	1 d	17/2/17	17/2/17	0%							

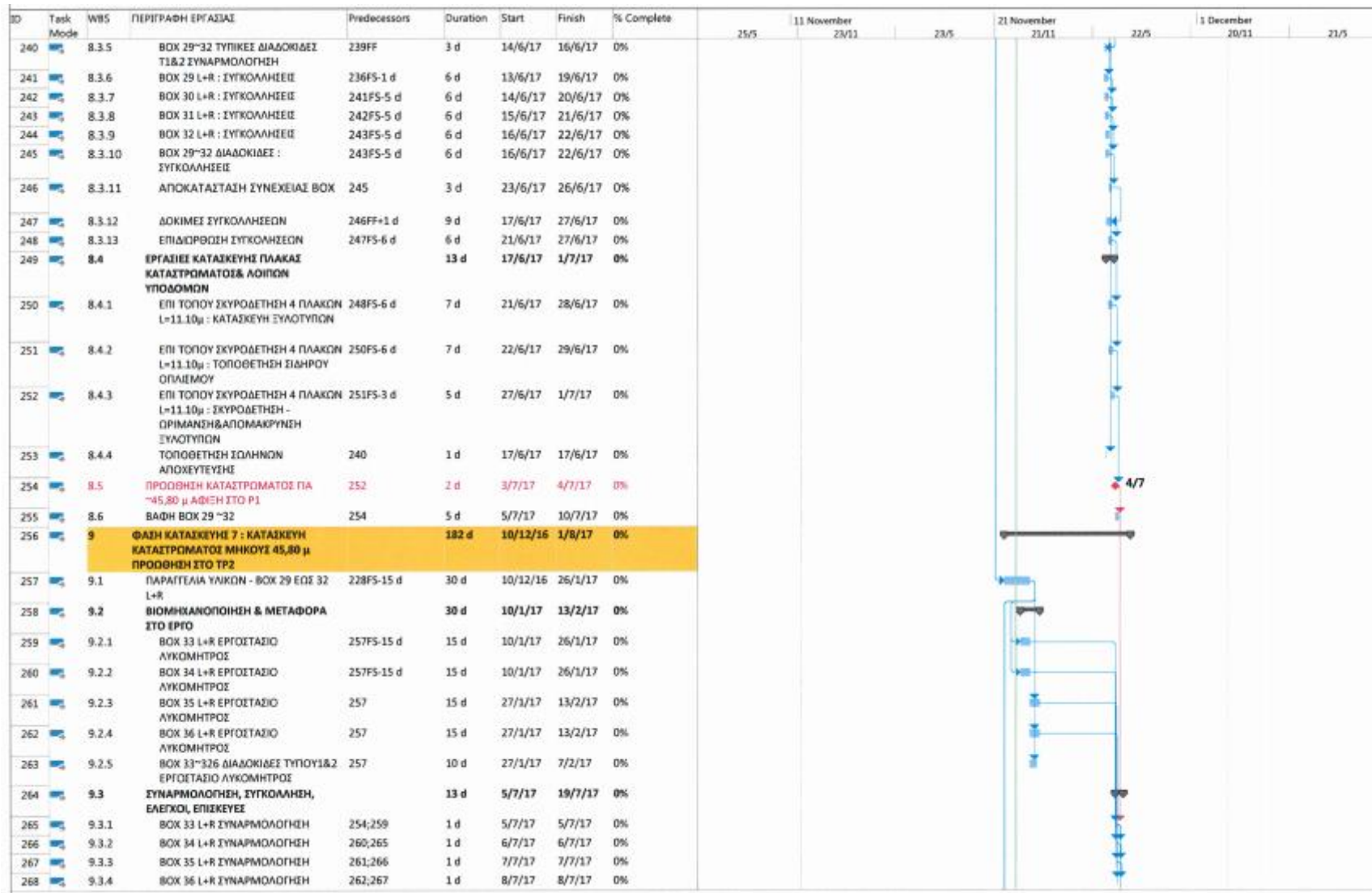


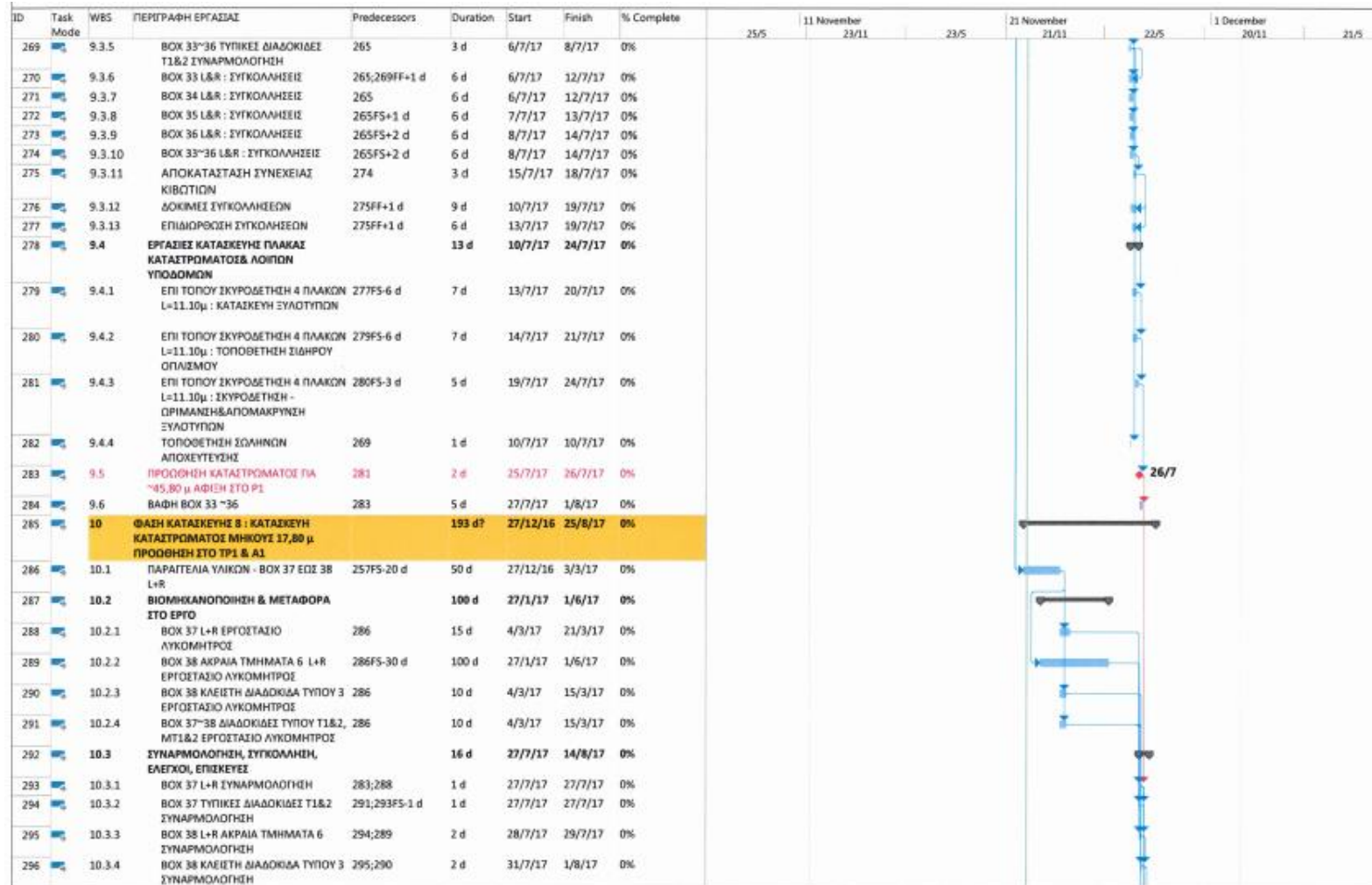


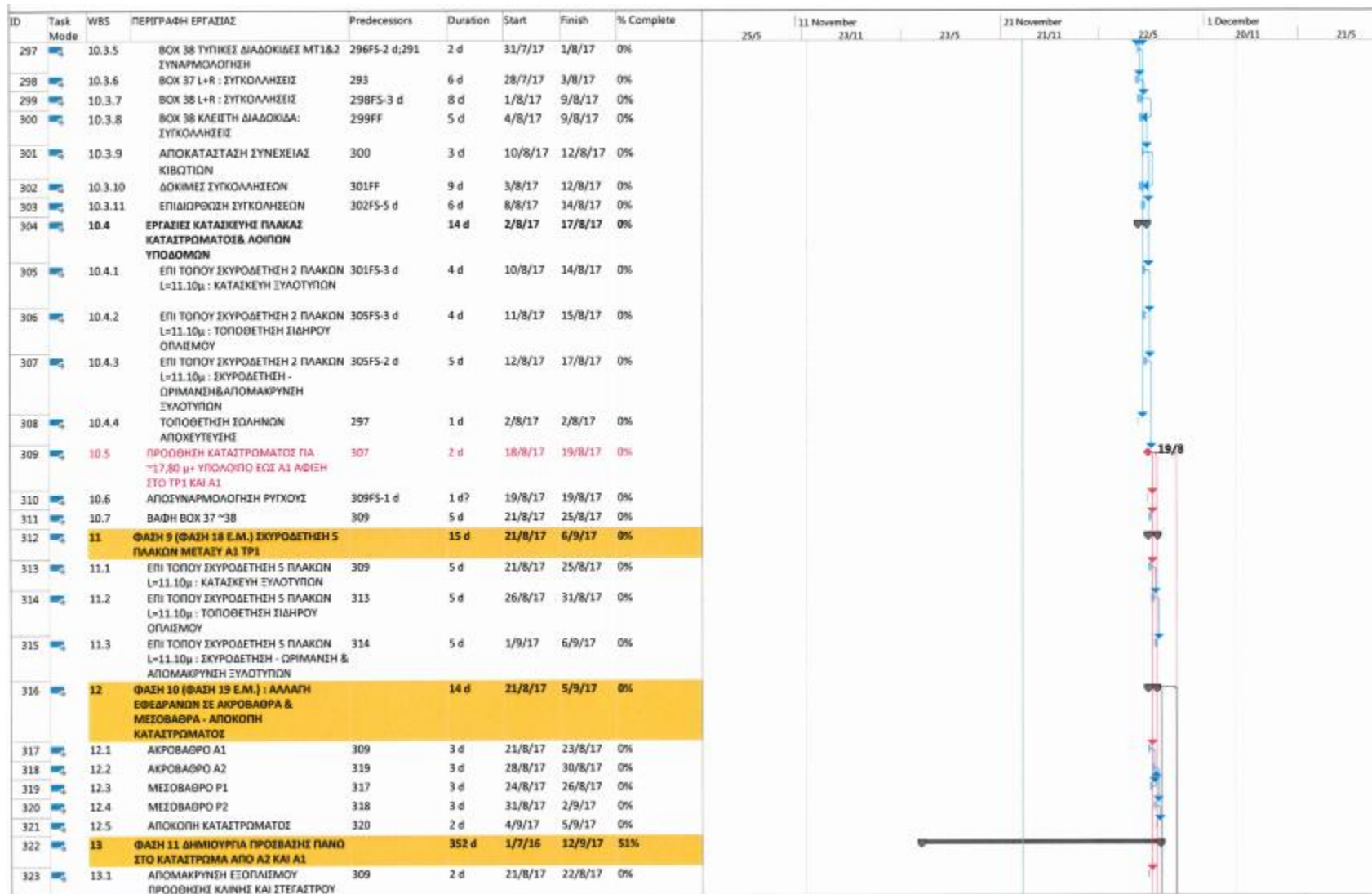


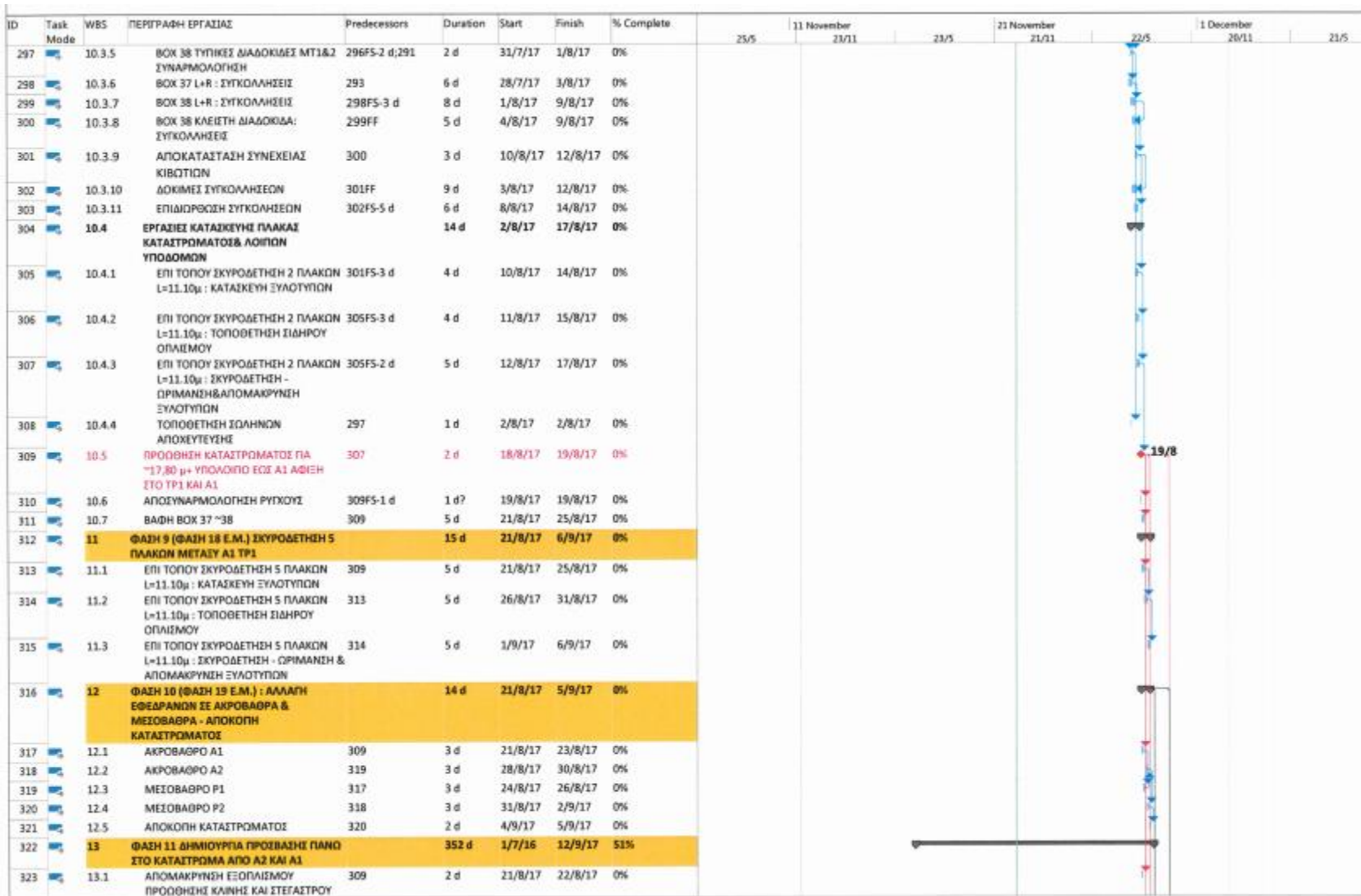


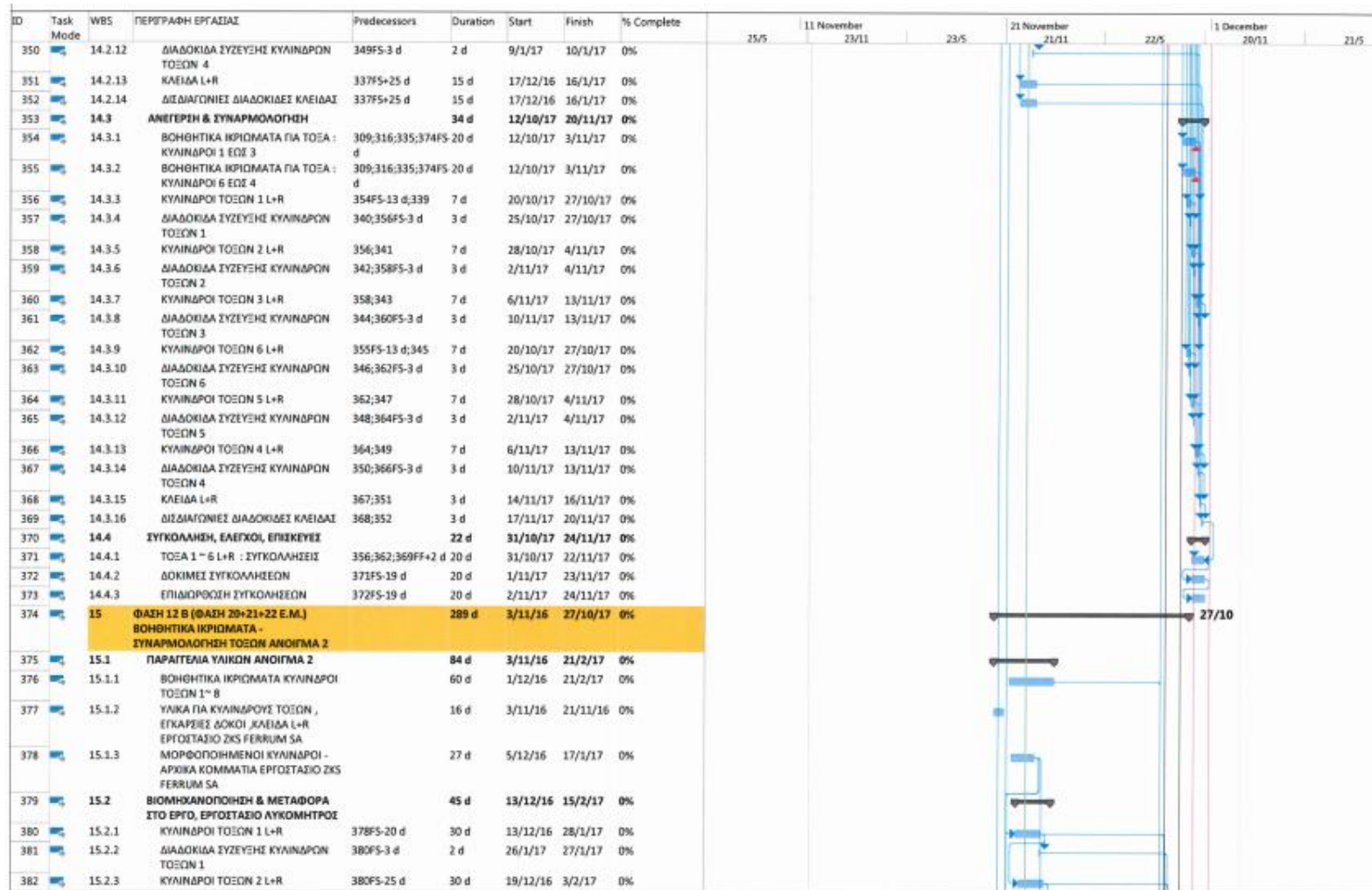


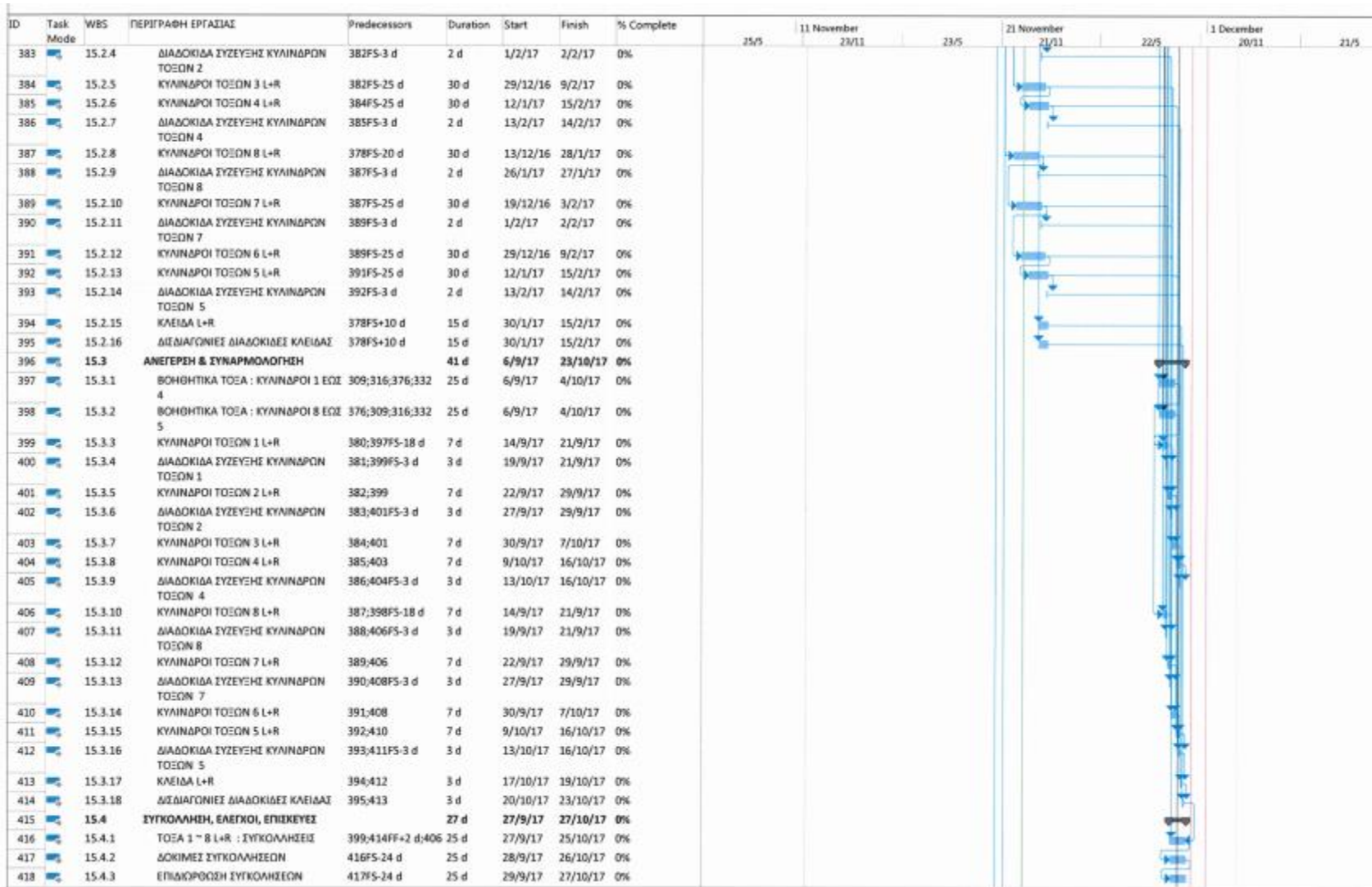


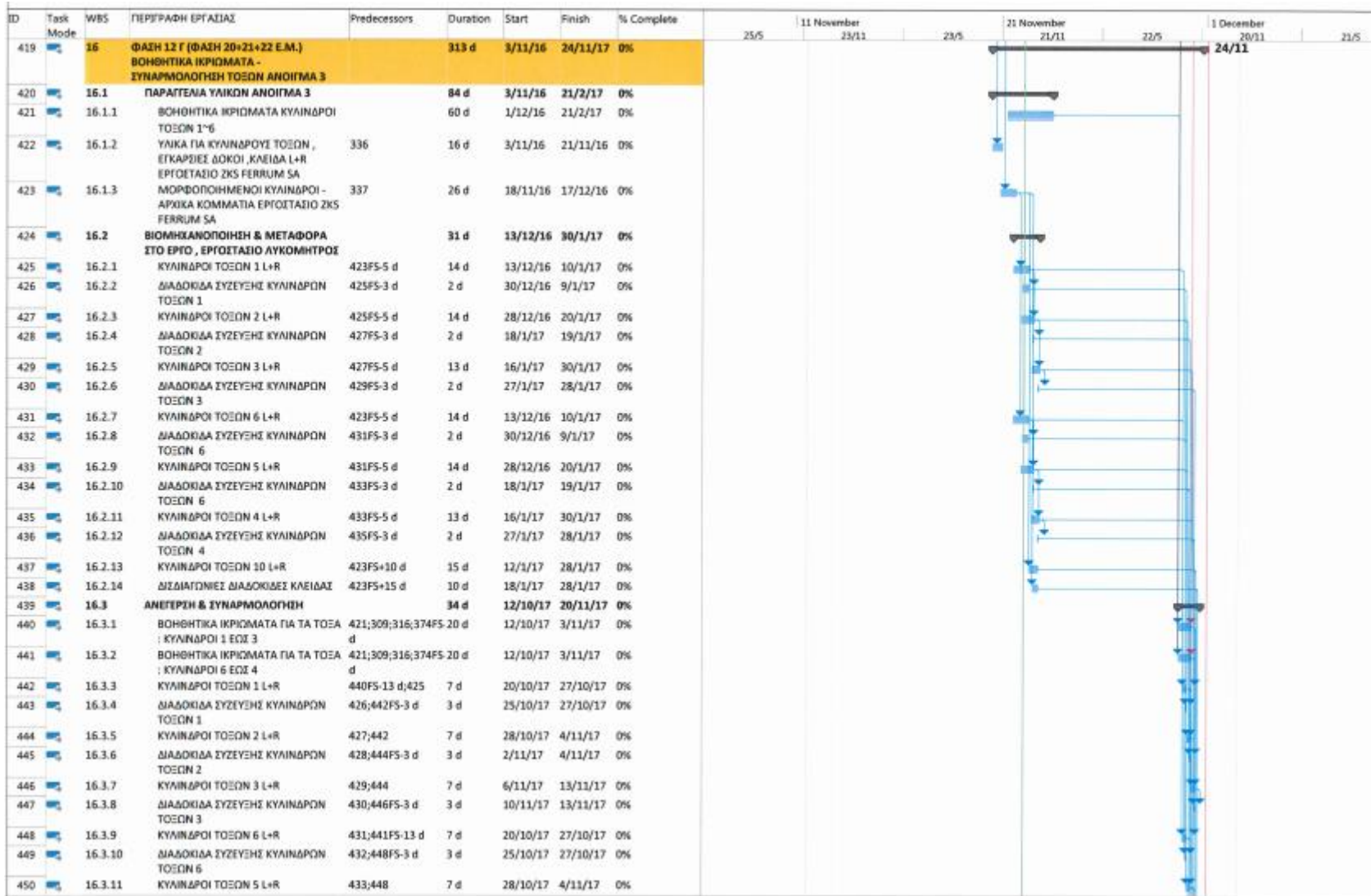


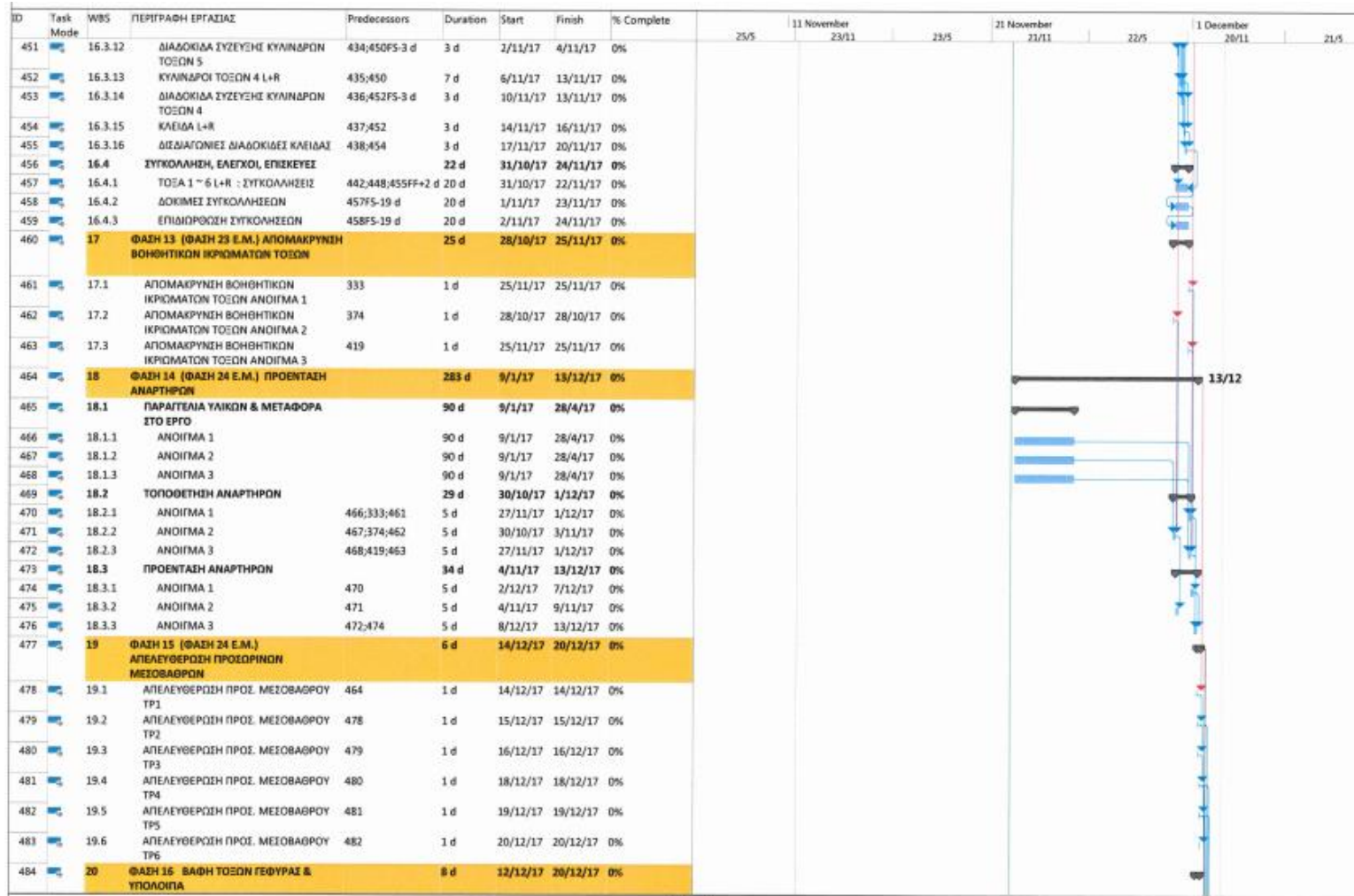




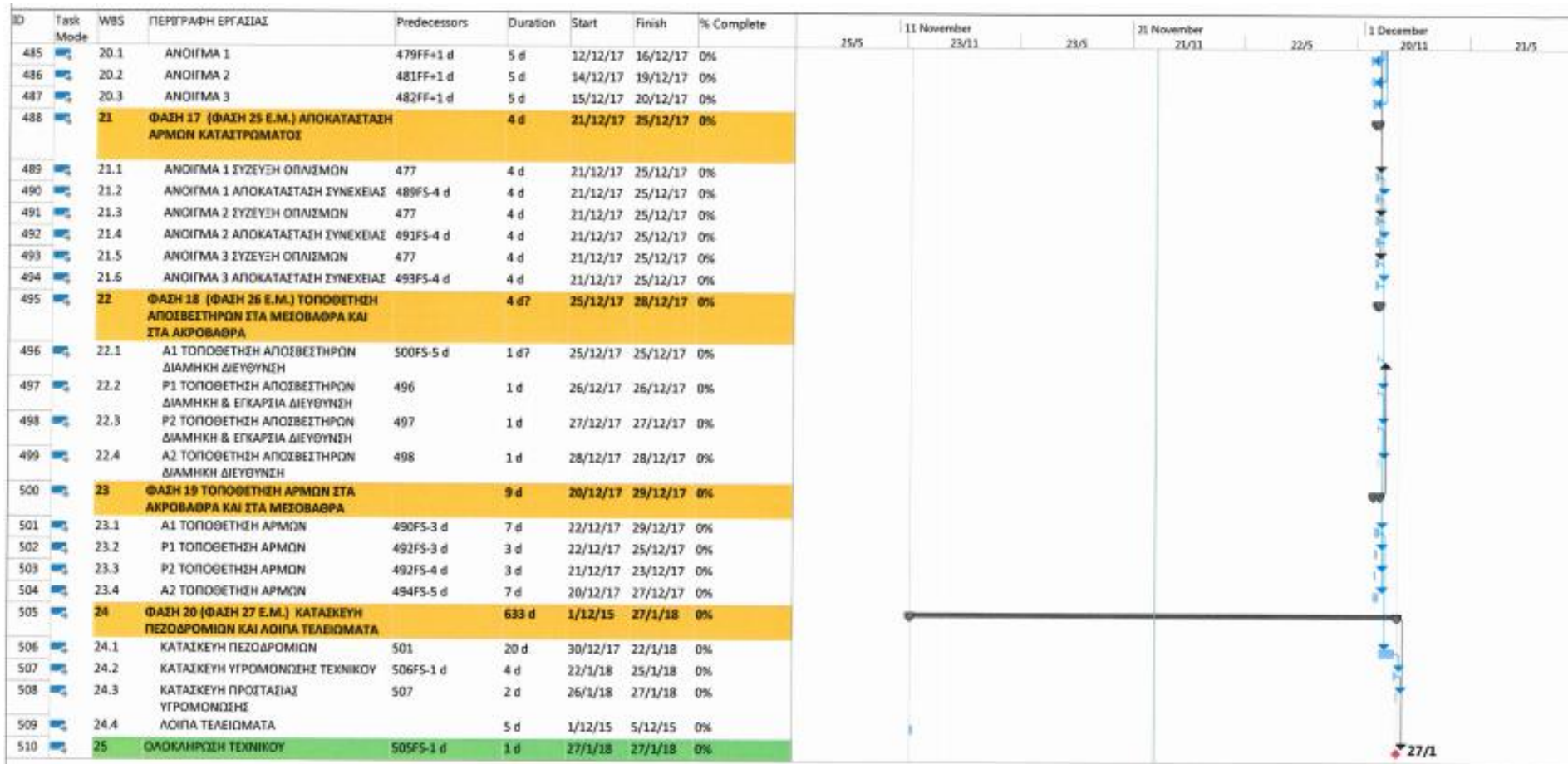




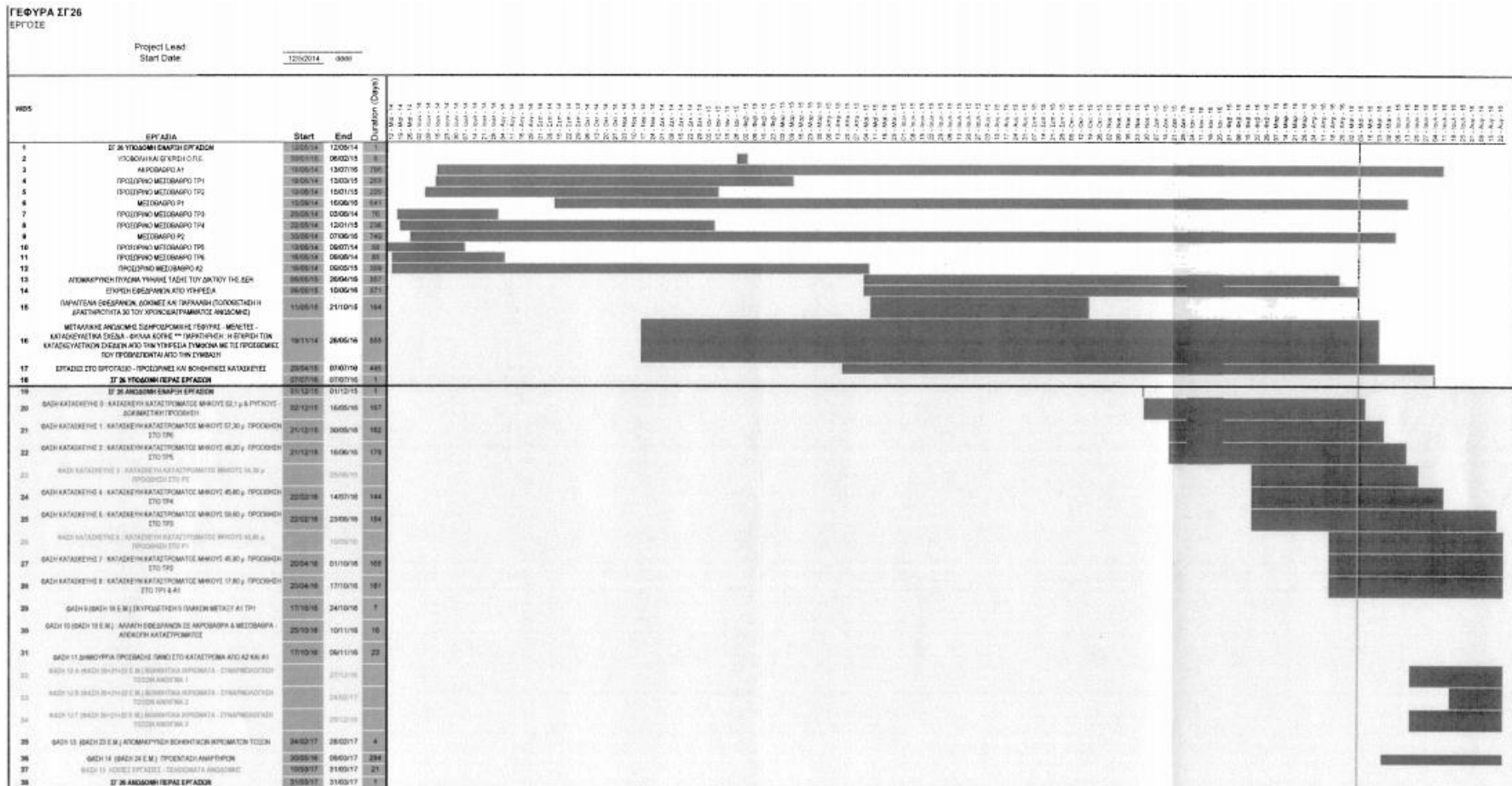








Σχήμα 9.4 Συνολικό χρονοδιάγραμμα έργου (Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε, 2018)



## 9.6. Κοστολόγηση Τεχνικού Έργου

Η παγκοσμιοποίηση και ο ανταγωνισμός που παρατηρούνται στον τομέα της αγοράς, κατευθύνουν τις επιχειρήσεις να εφαρμόσουν νέα συστήματα διοίκησης και διαδικασίες παραγωγής. Η εισαγωγή νέων δεδομένων αποσκοπεί σε μειώσεις εργατικού κόστους, αποθεμάτων και ελαττωματικών μονάδων κατά την διάρκεια της παραγωγής, καθώς και σε αύξηση πωλήσεων, παραγωγικής δυναμικότητας και συνδυασμό μέγιστης ποιότητας με ελάχιστο δυνατό κόστος. Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω προκύπτει ότι η κοστολόγηση έχει καθοριστικό ρόλο στην τελική διαμόρφωση του προϊόντος. Η κοστολόγηση αποτελεί ένα σημαντικό κεφάλαιο για την εκπόνηση ενός έργου. Στην κοστολόγηση παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι εργασίες, που υλοποιούνται καθώς και οι ποσότητες και οι τιμές της κάθε εργασίας, όπου πολλαπλασιάζονται μεταξύ τους και δίνεται η δαπάνη για την εκάστοτε εργασία.

Τα είδη του κόστους διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, οι οποίες είναι το κόστος στον τομέα της εργασίας, του κεφαλαίου και των επιχειρηματικών υπηρεσιών. Το κόστος του έργου κατασκευής χωρίζεται στο άμεσο και το έμμεσο κόστος. Το άμεσο κόστος αναφέρεται στις δραστηριότητες, όπου πρέπει να γίνουν ώστε να υλοποιηθεί το έργο. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται τα υλικά, τα εργατικά, τα μηχανήματα και οι υπερβολάβοι. Ενώ, το έμμεσο κόστος σχετίζεται με το γενικό έργο και την εργολαβική επιχείρηση. Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται τα γενικά έξοδα του έργου και του εργοταξίου. Η σχέση χρόνου-κόστους κατασκευής δηλώνει το σύνολο των εργασιών που εφαρμόστηκαν, ώστε να ολοκληρωθεί το έργο. Η συνθήκη αυτή είναι απαραίτητη, διότι θα παρατηρηθεί αν αξιοποιήθηκαν επαρκώς και κατάλληλα οι απαιτούμενες ενέργειες. Βέβαια, μία ολοκληρωμένη άποψη προσφέρουν και τα διαγράμματα χρόνου κατασκευής, όπου προσεγγίζουν με ακρίβεια τα αποτελέσματα κάθε δραστηριότητας, της κατασκευής, του έμμεσου κόστους και του συνολικού. Ένα τεχνικό έργο, το οποίο προορίζεται για τον δημόσιο φορέα, είναι απαραίτητο να εφαρμοστεί μία τυποποιημένη διαδικασία, στην οποία περιλαμβάνονται τρία βήματα. Το πρώτο βήμα είναι η προμέτρηση, όπου σε αυτό το στάδιο καταγράφεται ο αριθμός των εργασιών, που πρέπει να υλοποιηθούν. Το δεύτερο βήμα είναι η ανάλυση τιμών, δίνονται οι τιμές των εργασιών και το τελευταίο βήμα είναι ο προϋπολογισμός του έργου.

Το κόστος της κατασκευής της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26 ανέρχεται στα 45 εκατομμύρια ευρώ. Το κόστος εγκατάστασης του εργοταξίου συμπεριλαμβανόμενο το κόστος των μηχανημάτων υπολογίστηκε περίπου στο 1 εκατομμύριο ευρώ. Τα έξοδα για μια σωστή εγκατάσταση μπορεί να φαίνονται υπερβολικά, είναι όμως απαραίτητα για την καλή λειτουργία του εργοταξίου.



**Εικόνα 9.8** Τελική κατασκευή της ΣΓ26 (Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε, 2018)



**Εικόνα 9.9** ΣΓ26 πανοραμικά (Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε, 2018)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

#### 10.1. Συμπεράσματα

Η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων του εργοταξίου αποτελεί εξαιρετικά σημαντικό τομέα της Διαχείρισης Έργων. Δεν υπάρχει προκαθορισμένο σχέδιο εργοταξίου για κάθε έργο, καθώς αυτό δημιουργείται βάσει των αναγκών και των προτεραιοτήτων του κάθε έργου. Οι βασικές παράμετροι είναι η διάρκεια του έργου, η ποιότητά του, το κόστος και η ασφάλεια. Ανάλογα με που δίνουν έμφαση οι διαχειριστές και σύμφωνα με τη θέση του έργου επιλέγεται η βέλτιστη διάταξη των εγκαταστάσεων, υπάρχουν όμως κάποια όρια στην επιλογή της χωροθέτησης τα οποία είναι αυστηρά και η αγνόησή τους θέτει εμπόδια στην λειτουργία του εργοταξίου. Επίσης κατά τη λειτουργία του εργοταξίου πρώτος και αυστηρός κανόνας οφείλεται να θεσπίζεται η ασφάλεια του προσωπικού και η διατήρηση των κανόνων υγιεινής.

Τα βασικότερα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι ότι η σχεδίαση των εργοταξιακών διατάξεων είναι ένα πολυσύνθετο ζήτημα και εξαρτάται από τη φύση του έργου, το μέγεθος και τον όγκο των εργασιών και από την περιοχή εκτέλεσής του. Η επιτυχημένη σχεδίαση μιας εργοταξιακής διάταξης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που έχουν να κάνουν με την ορθή και λειτουργική επιλογή της θέσης του εργοταξίου, των διάφορων εγκαταστάσεων συγκροτημάτων αλλά ακόμη και από την ορθή επιλογή των μηχανημάτων έργων. Κατά τη σχεδίαση των εργοταξιακών εγκαταστάσεων πρέπει να ακολουθούνται κάποιες βασικές αρχές που έχουν να κάνουν εκτός των άλλων με την οικονομική μελέτη λειτουργίας των εγκαταστάσεων αλλά και την διερεύνηση της αναγκαιότητάς τους. Οι διάφορες μεθοδολογίες της διάταξης των εργοταξίων που έχουν ερευνηθεί λαμβάνουν διαφορετικά αποτελέσματα ανάλογα με τον τύπο εργοταξίου που θα αναπτυχθεί και λαμβάνουν υπόψιν παράγοντες που έχουν να κάνουν με την οργάνωση του εργοταξίου, τη διαθεσιμότητα του χώρου, τον μηχανολογικό εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί, τις συνθήκες που επικρατούν στο εργοταξίο, καθώς και τα τεχνικά απρόοπτα που ενδέχεται να αναπτυχθούν μέσα σ' αυτό. Μέσα από την εργασία αναδεικνύεται η ανάγκη για την σωστή σχεδίαση μιας εργοταξιακής διάταξης που θα επηρεάζει το κόστος και το χρόνο εκτέλεσης ενός έργου.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, αναλύθηκε η κατασκευή της σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26 της Εκκάρας Φθιώτιδας σε τεχνικό αλλά και σε μεθοδολογικό και χρονικό επίπεδο. Αναλύθηκε η οργάνωση του εργοταξίου αλλά και οι φάσεις κατασκευής που διέπουν το έργο. Προτάθηκε μία λύση ως προς την χωροθέτηση των εργοταξιακών θέσεων του τεχνικού σύμφωνα με το θεωρητικό υπόβαθρο. Στο συγκεκριμένο έργο διαμορφώθηκαν το εργοτάξιο για να καλυφθούν οι εργασίες όλων

των κατηγοριών. Το εργοτάξιο της Σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26 ανήκει στην κατηγορία των ασυνήθιστων – σύνθετων εργοταξίων και διαμορφώθηκε αποκλειστικά για την κατασκευή ενός μεγάλου τεχνικού έργου που εντάσσεται στο έργο της Νέας Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής Υψηλών Ταχυτήτων του τμήματος Τιθορέα – Δομοκός. Για την άρτια κατασκευή του, απαιτήθηκαν πολλές ειδικότητες επιστημόνων και ο χρόνος παράδοσης επηρεάστηκε από πολλούς αστάθμητους παράγοντες που ήταν δύσκολο να εντοπιστούν εξαρχής και να αξιολογηθούν. Επομένως, η κατασκευή ενός τεχνικού τόσο μεγάλης κλίμακας όπως η σιδηροδρομική γέφυρα ΣΓ26 αποτελεί πρόκληση για το μηχανικό τόσο σε μελετητικό όσο και σε κατασκευαστικό επίπεδο. Η αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν κατά την υλοποίηση του έργου απαιτεί συνεχή ενασχόληση και προσαρμογή αποφάσεων στις πραγματικά εξελισσόμενες καταστάσεις ώστε να κυλάει ομαλά η λειτουργία του εργοταξίου. Για την επιλογή της καταλληλότερης λύσης, καθοριστικοί παράγοντες που εξετάστηκαν είναι το κόστος, η χρονική διάρκεια που απαιτείται και οι διαθέσιμες δυνατότητες παραγωγής τόσο σε εγκαταστάσεις όσο και σε μηχανήματα.

Το βασικό πόρισμα που εξάγεται από την παρούσα εργασία είναι ότι λόγω των πολλών διαφορετικών μορφών εργοταξίων και την πληθώρα τύπων και μεγέθους μηχανημάτων έργων και των εγκαταστάσεων εργοταξίου, απαιτείται μεγάλη προσοχή από τους μηχανικούς κατά τη σχεδίαση και την διαμόρφωση του εργοταξίου και την επιλογή όλων παραμέτρων που καθορίζουν την σωστή οργάνωση ενός εργοταξίου. Από την ανάλυση που προέκυψε από την αξιολόγηση της λύσης της οργάνωσης του εργοταξίου της Σιδηροδρομικής γέφυρας ΣΓ26 διαπιστώθηκε ότι το προτεινόμενο μοντέλο χωροθέτησης μπορεί να ανταποκριθεί επιτυχώς σε ένα πλήθος διαφορετικών περιορισμών και απαιτήσεων, από την πιο απλή μορφή του προβλήματος έως την πιο σύνθετη. Σε κάθε περίπτωση εφαρμογής η τελική διάταξη τηρούσε όλους τους περιορισμούς και τις προτιμήσεις και διαμορφωνόταν με γνώμονα την θεωρία και τις βασικές αρχές χωροθέτησης των εργοταξίων.

Η δομή της εργασίας επιτρέπει την εύκολη κατανόηση του αντικειμένου. Πριν προχωρήσει κανείς στην οργάνωση του οποιουδήποτε εργοταξίου τεχνικού έργου, μέσα από την παρούσα εργασία, μπορεί να αντλήσει πληροφορίες για όλα τα κομμάτια του παζλ που συνθέτουν μία επιτυχημένη εργοταξιακή διάταξη. Μια τέτοια διάταξη θα διευκολύνει την εκτέλεση του έργου και θα διασφαλίσει την επίτευξη των στόχων για έγκαιρη και οικονομικά επιτυχημένη περαίωση του έργου.

## 10.2. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Η παρούσα εργασία με τη δομή που περιγράφηκε παραπάνω αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τους μηχανικούς που θα κληθούν να σχεδιάσουν ένα εργοτάξιο. Και αυτό διότι, η εργασία παρέχει συγκεντρωμένα όλα εκείνα τα στοιχεία που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν για την οργάνωσή του. Επιπλέον περιγράφονται οι βασικές εγκαταστάσεις των εργοταξίων και τα βασικά μηχανήματα που χρησιμοποιούνται

δίνοντας την ευκαιρία σε μηχανικούς και σπουδαστές να έχουν συγκεντρωμένες τεχνικές πληροφορίες για τους εργοταξιακούς χώρους και για μία πληθώρα μηχανημάτων έργων και την ευκολία σύγκρισης αυτών μεταξύ τους.

Για να γίνουν οι μελλοντικές έρευνες πιο χρήσιμες στην πράξη πρέπει να κινηθούν προς την κατεύθυνση ανάπτυξης μεθοδολογιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων χωρίς την υπόθεση μη ρεαλιστικών περιοριστικών θεωρήσεων. Πιστεύεται ότι το δυναμικό των μεταερευτικών στον κλάδο της Διαχείρισης Έργων είναι υψηλό αλλά πρέπει να γίνουν προσπάθειες για τη βελτίωσή τους αλλά και για την ανάπτυξη νέων, πιο φιλικών στο χρήστη πακέτων λογισμικού διαχείρισης έργων.

Ως συνέχεια της παρούσας μελέτης θα μπορούσαν να εξετασθούν και άλλοι τύποι εργοταξιακών διατάξεων πιο απαιτητικών έργων όπως σήραγγες, λιμενικά έργα που περιγράφηκαν με ιδιαιτερότητες ως προς την εργοταξιακή χωροθέτηση καθώς επίσης και ενεργειακά έργα αλλά και άλλοι τύποι μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση ιδιαίτερων εργασιών. Όσον αφορά το αντικείμενο της μελέτης της κατασκευής μιας σιδηροδρομικής γέφυρας, δεν ήταν δυνατόν στα περιορισμένα πλαίσια της παρούσας εργασίας να εξετασθούν διεξοδικά όλες οι μεθοδολογίες κατασκευής της. Ως συνέχεια των όσων παρουσιάστηκαν θα μπορούσε να γίνει περαιτέρω έρευνα με το διαφορετικό τρόπο κατασκευής αλλά και οργάνωσης εργοταξίου ενός σιδηροδρομικού έργου και να αξιολογηθούν και άλλες προτάσεις υπολογισμού. Όσον αφορά τις προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση του προβλήματος χωροθέτησης, προτείνεται και η μελέτη της χρήσης ενός λογισμικού χωροθέτησης, όπου κάθε τοποθεσία και εγκατάσταση έχει διαφορετικό σχήμα και θα καθορίζεται από τον εκάστοτε χρήστη με αποτέλεσμα την πιο ακριβή τοποθέτηση των εργοταξιακών χώρων.

Συμπερασματικά, η κατάλληλη χωροθέτηση των εργοταξίων συνεπάγεται με ταχύτερη παράδοση των έργων, διατηρώντας τη ποιότητα και το κόστος αναλλοίωτα, αυξάνοντας έτσι την εμπιστοσύνη των δημόσιων και διοικητικών φορέων και του κοινού προς τον αρμόδιο κατασκευαστή αναπτύσσοντας την επιθυμία για την κατασκευή επεκτάσεων ή νέων έργων. Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η παρούσα εργασία μπορεί να αποτελέσει την βάση για περαιτέρω έρευνα πάνω στο σημαντικό αντικείμενο της οργάνωσης των εργοταξίων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνόγλωσσα

Αναστασόπουλος Ι., Γκαζέτας Γ., Μάλιος Ι. (2008) “Μεγάλη Σιδηροδρομική Γέφυρα Δομοκού (ΣΓ26): Σχεδιασμός έναντι Σεισμικής Διάρρηξης”, 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής & Τεχνικής Σεισμολογίας, Άρθρο 1956.

Γιαννακίδης, Χ., (2014). *Ιστορική αναδρομή. Η Γέννηση του σιδηροδρόμου και η εξέλιξη του.* Σιδηροδρομικά Νέα.

Διονέλης, Χ. (1993): Η Ανάπτυξη των Σιδηροδρόμων σε σχέση με τον παράγοντα Περιβάλλον

Διονυσίου, Α., Μέντης, Π., Παπανικολάου, Β. (2013) *Προγραμματισμός των εργασιών για την κατασκευή γέφυρας της ΤΡΑΙΝΟΣΕ. Κοστολόγηση και Εφαρμογή των μέτρων ασφαλείας. Κοστολόγηση της κατασκευής. Προγραμματισμός εργασιών. Διαμόρφωση και επίλυση δικτύου. Διαμόρφωση πίνακα χρόνων δραστηριοτήτων και μετατροπή δικτύου σε διάγραμμα Gantt.* Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

Δρίβας, Σ., Ζορμπά, Κ., Κουκουλάκη, Θ. (2000). *Μεθοδολογικός οδηγός για την εκτίμηση και πρόληψη του επαγγελματικού κινδύνου.* ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ, Αθήνα.

ΕΡΓΟΣΕ ΑΕ (2005): «*Συνοπτική Παρουσίαση της Εταιρείας ΕΡΓΟΣΕ και των σημαντικών έργων*», Τεχνικά Χρονικά: Διμηνιαία Έκδοση ΤΕΕ, Νοέμβριος – Δεκέμβριος 2005: Τεύχος 6

Ευρωκώδικας 4: Σχεδιασμός σύμμικτων κατασκευών από χάλυβα και σκυρόδεμα

Θάνος, Γ., Κιόχος, Π., Παπανικολάου, Γ. (2002). *Χρηματοδότηση των επιχειρήσεων.* Συγχρονή Εκδοτική Ε.Π.Ε.

Κανονιστική διοικητική πράξη 172/2002, Παράρτημα Τρίτο της Επίσημης Εφημερίδας της Δημοκρατίας Αρ. 3592 της 5ης Απριλίου 2002, Διοικητικές Πράξεις

Καστρινάκης, Α. (2002). *Διεύθυνση Κατασκευών Τεχνικών Έργων.* Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Κιουντουζής, Ε. (1999). *Διαχείριση έργων Πληροφορικής.* Εκδόσεις Σταμούλη

Λιβιεράτος, Α. Δ. (1998). ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟΥ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ. ΑΘΗΝΑ: ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μαυράκης, Γ., Μαυράκης Ι., «*ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΣΓ26*»

Μελά, Ε., Σλαβάκη, Ε. (2013). *Η εφεύρεση του τρένου.* Atlas wiki.

Μπουρούνη, Κ. (2013). «*Σιδηρόδρομοι και τουρισμός - πολιτικές και σχέδια ανάπτυξης*». Πανεπιστήμιο Πειραιώς



- Παναγιωτοπούλου, Κ. (2018). «Οργάνωση και Κοστολόγηση ενός Σιδηροδρομικού Έργου». Διπλωματική Εργασία, ΑΕΙ Πειραιά
- Παπαδάκη, Ι. (2016). Πολυκριτηριακή Βελτιστοποίηση Χωροθέτησης Εγκαταστάσεων Εργοταξίου με χρήση Γενετικών Αλγορίθμων, Διατριβή Διπλώματος Ειδίκευσης. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών
- Πολύζος, Σ. (2017) *Διοίκηση και Διαχείριση Έργων Μέθοδοι και Τεχνικές*
- Πολύζος, Σ. (2018) “*Προγραμματισμός και Οργάνωση των Έργων Μέθοδοι και Τεχνικές*”, 2η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα
- Προφυλλίδης, Β. (1993). *Σιδηροδρομική*, Τόμος 1ος. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη - Γιαπούλη.
- Προφυλλίδης, Β. (2004). *Οικονομική των Μεταφορών*, Αθήνα: Εκδόσεις Γιαχούδη
- Πυργίδης, Χ. (2009) *Συστήματα Σιδηροδρομικών Μεταφορών*. Εκδόσεις ΖΗΤΗ.
- Ραχμάνη, Α. (2012) *Μελέτη Σύμμικτης Συνεχούς Γέφυρας Κιβωτοειδούς Διατομής*. Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο
- Σαμπράκος, Ε. (2008): *Ο Τομέας των Μεταφορών και οι Συνδυασμένες Εμπορευματικές Μεταφορές*, Αθήνα - Πειραιάς: Αθ. Σταμούλης.
- Σαρακηνού, Ι. (2018) «*Project Management: Διαχείριση Μελέτης Έργου Οδοποιίας στο MS Project*», Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Σαχνίδης, Η. (2016). «*Η ολιστική προσέγγιση του Shift2rail για την έρευνα στον σιδηρόδρομο - Αποκωδικοποίηση του πολυετούς σχεδίου δράσης*». Α.Π.Θ
- Σκάγιαννης, Π. (1994). *Πολιτική Προγραμματισμού των Υποδομών*, Αθήνα – Πειραιάς: Αθ. Σταμούλης
- Τακτικός, Κ. (2019) «*Έξυπνα συστήματα Σιδηροδρομικού Δικτύου*». Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Τάντση, Ε. (2020) *Χωροθέτηση εργοταξιακών εγκαταστάσεων με βάση την εφοδιαστική αλυσίδα του εργοταξίου*, Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Τσιπλακούλης, Α. (2019) «*Οργάνωση και Προγραμματισμός έργου Αστικού Μετρό: Η περίπτωση του μετρό Θεσσαλονίκης*». Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Φιτσιλής, Π., Σταμέλος, Ι., & Ξένος, Μ. (2009), *Προγραμματισμός Έργων Πληροφορικής – Αντικειμενοστρεφείς Μεθοδολογίες*, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
- Χασιακός, Α. (2018) *Υλικό Μαθήματος: Οργάνωση Εργοταξίου*. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

**Ξενόγλωσση**

Aripov, N., Aliyev, R., Baratov, D., Ametova, E. (2015) *Features of Construction of Systems of Railway Automatics and Telemechanics at the Organization of High-Speed Traffic in the Republic of Uzbekistan*, 9th International Scientific Conference Transbaltica 2015

Atkinson, R., (1999). *Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria*. International Journal of Project Management 17, 337– 342.

Bena, A., Berchialla, P., Debernardi, ML., Pasqualini, O., Farina, E., Costa, G. (2011) *Impact of organization on occupational injury risk: Evidence from high-speed railway construction*, First published: 15 February 2011

Le'sniak, A. and Janowiec, F. (2019) *Risk Assessment of Additional Works in Railway Construction Investments Using the Bayes Network*, September 2019

PMI, (2013). *A guide to the project management body of knowledge* 5th Edition (PMBOK guide). Project Management Institute, Inc, Newtown Square, Pennsylvania

Rodrigue Jean-Paul, Fifth edition (2020), *“The geography of Transport Systems”*, New York: Routledge.

Shen, Z., Zhang, M., Liu, Y., and Jiang, C., *Research on the influence mechanism of safety risk factors on traffic organization of high-speed railway construction*, School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing, 100044, China. Railway No.3 Engineering Group Co.,Ltd, Taiyuan, Shanxi, 030001, China

Sun, Q., Feng, X., Bian, K. (2011) *Operation and Organization Management of High-speed Railway in Japan*, Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, Published by Elsevier B.V.

Tanner, P., & Bellod, JL. (2006) *Salto del Carnero Railway Bridge, Saragossa, Spain*, Structural Engineering International

Vladimir A Klyachin, Yakovleva Ekaterina, (2018), *“Geometry of transport networks in the region”*, Conference: International Scientific Conference "Competitive, Sustainable and Secure Development of the Regional Economy: Response to Global Challenges

Yan, B., Dai, G., Hu, N. (2015) *Recent development of design and construction of short span high-speed railway bridges in China*, Publisher: Elsevier

Yanfang, W. (2012). *Research on cost strategies in railway construction business based on value chain analysis*. Management Science and Engineering, 6(3), 59-62. Retrieved from <http://ezproxy.loyno.edu/login?url=http://search.proquest.com/docview/1282287327?accountid=12168>

### **Ηλεκτρονικές πηγές**

ΕΡΓΟΣΕ-ΕΡΓΑ ΟΣΕ Α.Ε. <https://www.ergose.gr/>

Ευρωπαϊκή Επιτροπή [https://ec.europa.eu/info/index\\_el](https://ec.europa.eu/info/index_el)

ΟΣΕ Α.Ε. <https://www.ose.gr>

Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών <http://www.yme.gr/>

Global Railway Review <https://www.globalrailwayreview.com>

Hellenic Statistical Authority (ELSTAT), online reports at <https://www.statistics.gr/>

Network Rail <https://www.networkrail.co.uk>

Wikipedia <https://en.wikipedia.org>