

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΥΝΟΨΗ ΤΩΝ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ
ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΕΡΓΟΥ ΣΕ ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΑΣ**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ: ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΝΤΕΛΕΗΜΩΝ ΚΟΠΕΛΙΑΣ

Η παρούσα Διπλωματική εργασία υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για την απόκτηση του Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού.

ΒΟΛΟΣ 2024

© 2024 Γρηγόριος Καράγιαννης

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων) [Δρ. Παντελεήμων Κοπελιάς](#)
[Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,](#)
[Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας](#)

Δεύτερος Εξεταστής [Δρ. Αθανάσιος Θεοφιλάτος](#)
[Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο](#)
[Θεσσαλίας](#)

Τρίτος Εξεταστής [Δρ. Γρηγόριος Τσινίδης](#)
[Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο](#)
[Θεσσαλίας](#)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Παρούσα Διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος σπουδών του ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, του τμήματος πολιτικών μηχανικών ,υπό την εποπτεία του καθηγητή κυρίου Παντελεήμων Κοπελιά, του τμήματος πολιτικών μηχανικών, τον οποίο ευχαριστώ θερμά για την επιστημονική του καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας όσο και για την ανάθεση του θέματος καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές του σαν αποτέλεσμα την καλύτερη δυνατή παρουσίαση της εργασίας αυτής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται κυρίως στην εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών βάση των ΕΤΕΠ καθώς και στην αναλυτική περιγραφή των μηχανήματων έργου . Η εργασία αυτή έχει σαν σκοπό την κατανόηση των χωματουργικών εργασιών, τον λόγο που χρειάζεται η εκτέλεση τους καθώς και η κατασκευή αυτών των έργων στο που αποσκοπεί.

Το πρώτο κεφάλαιο μας αναφέρεται στα χωματουργικά έργα και πιο συγκεκριμένα θα δοθεί ο ορισμός των χωματουργικών έργων με αποτέλεσμα να μας εισάγει στην σπουδαιότητα-κατασκευή αυτών των έργων. Εν συνεχεία θα γίνει μια ιστορική αναδρομή για να δούμε την εξέλιξη των δρόμων και στο ποσό έχει βελτιωθεί σήμερα. Τελειώνοντας θα γίνει μια αναφορά στα επιχώματα και στα ορύγματα από τα οποία αποτελούνται τα χωματουργικά έργα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα γίνει μια σύνοψη των ελληνικών τεχνικών προδιαγραφών-ΕΤΕΠ όπου θα αναφέρονται οι προκαταρκτικές εργασίες που πρέπει να εφαρμοστούν κατά την εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών. Επίσης θα μας εισάγει στις βασικότερες μεθόδους εκσκαφής των ορυγμάτων καθώς και την διαχείριση των υλικών που θα προκύψουν από εκσκαφές για την αξιοποίηση τους σε αποθεσιοθαλάμους. Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στην κατασκευή επιχωμάτων με καταλληλά προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων καθώς και πως γίνεται η επένδυση των πρανών και η πλήρωση των νησίδων με φυτική γη. Τελειώνοντας θα αναφερθούμε στην προστασία των πρανών των οδικών έργων με την χρήση λιθορροπών.

Το τρίτο κεφάλαιο θα αναφέρεται στα μηχανήματα έργου που αποτελούν τον βασικό παράγοντα στην εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών. Ειδικότερα, στις χωματουργικές εργασίες θα συναντήσουμε πολλών ειδών μηχανήματα όπως οι εκσκαφείς, οι προωθητές, οι φορτωτές, οι διαμορφωτές και τέλος οι χωματοσυλλέκτες. Θα γίνει εκτενής περιγραφή των μηχανήματων για την πλήρη κατανόηση τους και την μεγάλη βοήθεια που μας παρέχουν σε έργα οδοποιίας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα γίνει εισαγωγή στην συμπύκνωση με αποτέλεσμα να δοθούν οι κυριότεροι παράγοντες που την επηρεάζουν. Επίσης θα γίνει αναλυτική περιγραφή όλων των οδοστρωτήρων καθώς και τα χαρακτηριστικά αυτών σε ένα χωματουργικό έργο.

Στο τελευταίο κεφάλαιο θα γίνει η μια πλήρης ανάλυση στα μετρά προστασίας βάση των ΕΤΕΠ όσο αναφορά την υγεία - ασφάλεια που θα πρέπει να παίρνει ένας μηχανικός καθώς και ότι αφορά στην προστασία του περιβάλλον.

Abstract

SUMMARY OF EARTHWORKS AND OF PROJECT MACHINES IN ROAD CONSTRUCTION

This thesis mainly refers to the implementation of the earthworks based on the greek technical specifications-(ETEP) and the detailed description of the project machinery. The purpose of this work is to understand the earthworks, the reason for their execution and the construction of these works in which it is intended.

The first chapter refers to earthworks and more specifically the definition of earthworks will be given, thus introducing us to the importance-construction of these works. Then there will be a historical background to see the development of the roads and the amount has improved today. Finally, a reference will be made to the embankments and trenches of which the earthworks consist.

In the second chapter, a summary of the Greek technical specifications-(ETEP) will be provided, indicating the preliminary work to be carried out in the construction of the earthworks. It will also introduce us to the most basic methods of excavation of trenches as well as the management of materials that will result from excavations for their utilization in depositories. Then there will be reference to the construction of embankments with suitable excavation products or loanboards as well as how the slopes are lined and the islets filled with topsoil. Finally, we will refer to the protection of the slopes of the road works with the use of stones.

The third chapter will refer to the work machinery which is the main factor in the execution of earthworks. In particular, in the earthworks we will meet many kinds of machines such as excavators, pushers, loaders, shapers and finally Earth collectors. We will make extensive descriptions of the machines for their full understanding and the great help they give us in road construction projects.

In the fourth chapter an introduction will be made to condensation, with the result that the principal factors affecting it are given. There will also be a detailed description of all road rollers as well as their characteristics in an earthworks.

In the last chapter a complete analysis will be done on the protection measures regarding health-safety that an engineer should take as well as on the protection of the environment.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΡΓΑ	8
1.1 Η σημασία των Χωματοουργικών έργων στον χώρο της οδοποιίας	8
1.2. Τα στάδια εκτέλεσης των χωματοουργικών εργασιών στην οδοποιία.....	8
1.3. Ιστορική αναδρομή στα χωματοουργικά έργα της οδοποιίας	9
1.4 Όρυγμα	10
1.5 Επίχωμα	10
2. ΣΥΝΟΨΗ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΕΤΕΠ	12
2.1 Εισαγωγή	12
2.2 Προκαταρκτικές εργασίες κατά την εκτέλεση των χωματοουργικών εργασιών κατά ΕΤΕΠ 02-01.	14
2.2.1 Καθαρισμός, εκχέρωση & κατεδαφίσεις κατά την εκτέλεση των χωματοουργικών εργασιών	14
2.2.2 Κοπή και εκρίζωση δένδρων και θάμνων	15
2.2.3 Διαχείριση των προϊόντων που προκύπτουν από τον καθαρισμό ή την καθαίρεση τους	16
2.2.4 Αφαίρεση επιφανειακού στρώματος εδαφικού υλικού κατά ΕΤΕΠ.....	16
2.2.5 Διαχείριση των προϊόντων μετά την αφαίρεση επιφανειακού στρώματος εδαφικού υλικού κατά ΕΤΕΠ.....	17
2.3 ΕΤΕΠ Εκσκαφές	17
2.3.1 Γενικές εκσκαφές οδοποιίας & υδραυλικών έργων	17
2.3.2Οι βασικότερες μέθοδοι εκσκαφής των ορυγμάτων	19
2.3.3 Εκσκαφή με εκρηκτικά.....	20
2.3.4 Η αποστράγγιση κατά την εκσκαφή των ορυγμάτων.....	20
2.3.5 Ειδικές περιπτώσεις κατά την εκσκαφή των ορυγμάτων	21
2.3.6 Διαχείριση υλικών από εκσκαφές και αξιοποίηση σε αποθεσιοθαλάμους κατά ΕΤΕΠ ..	21
2.3.7 Η διαλογή των προϊόντων εκσκαφής	21
2.3.8 Η προσωρινή απόθεση των προϊόντων εκσκαφής.....	22
2.3.9 Η οριστική απόθεση των προϊόντων εκσκαφής.....	22
2.4 ΕΤΕΠ Επιχώματα/Επενδύσεις	23
2.4.1 Κατασκευή επιχωμάτων με καταλληλά προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων	23
2.4.2 Κατασκευή γαιωδών και βραχώδων επιχωμάτων	23
2.4.3 Διάστρωση γαιωδών και βραχώδων επιχωμάτων	24
2.4.4 Ειδικές απαιτήσεις που χρειάζονται για την δημιουργία των επιχωμάτων	25
2.4.5 Η επένδυση των πρανών και η πλήρωση των νησίδων με φυτική γη	26

2.4.6 Προετοιμασία της επιφάνειας	27
2.4.7 Διάστρωση με φυτική γη-Συντήρηση	27
2.4.8 Προστασία των πρανών οδικών έργων με την χρήση λιθορροπών	28
2.4.9 Προετοιμασία της επιφάνειας και τοποθέτηση της λιθορροπής	28
3. ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΡΓΟΥ.....	30
3.1 Τα μηχανήματα έργου στον χώρο των χωματουργικών εργασιών.....	30
3.2 Εκσκαφείς	30
3.3 Προωθητές.....	33
3.4 Φορτωτές.....	36
3.5 Ισοπεδωτές-Διαμορφωτές.....	38
3.6 Χωματοσυλλέκτες	40
3.7 Χωματουργικό όχημα(φορτηγό)	41
4. ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ-ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΤΗΡΩΝ	43
4.1 Εισαγωγή - Ο ορισμός της συμπύκνωσης	43
4.2 Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την συμπύκνωση	44
4.2.1 Οι συνθήκες συμπύκνωσης	44
4.2.2 Τα κυριότερα μετρά για την εξασφάλιση της βέλτιστης υγρασίας του εδάφους	45
4.2.3 Πως επηρεάζουν οι καιρικές συνθήκες την συμπύκνωση.....	46
4.2.4 Συμπύκνωση ανάλογα με το πάχος της στρώσης και ανάλογα με το είδος του εδάφους	46
4.3 Οδοστρωτήρες και είδη.....	47
4.3.1 Στατικοί οδοστρωτήρες με λείους κυλίνδρους(τύμπανα)	47
4.3.2 Στατικοί οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς.....	48
4.3.3 Οδοστρωτήρες με την χρήση δοντιών κοινώς (Κατσικοπόδαρο)	49
4.3.4 Οδοστρωτήρες με την χρήση δόνησης.....	50
5. ΤΑ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΕΤΕΠ.....	52
5.1 Τα απαραίτητα μετρά για την προστασία του περιβάλλοντος	52
5.2 Οι εργασιακοί κίνδυνοι κατά την λειτουργία των χωματουργικών μηχανημάτων.....	53
5.3 Μέτρα αντιμετώπισης για την αποφυγή ατυχημάτων κατά την χρήση των χωματουργικών μηχανημάτων	53
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΗ ΣΥΝΟΨΗ	55

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΕΡΓΑ

1.1 Η σημασία των Χωματουργικών έργων στον χώρο της οδοποιίας

Με την έξαρση της τεχνολογικής προόδου τις τελευταίες δεκαετίες έχει επηρεαστεί έντονα η σύγχρονη οδοποιία με αποτέλεσμα να έχει μεταβάλλει αισθητά όλο τον φιλοσοφικό της προσανατολισμό καθώς τείνει συνεχώς στον επαναπροσδιορισμό του ρολού και της σημασίας ενός Χωματουργικού Έργου στα πλαίσια της κατασκευής του.

Πιο συγκεκριμένα λόγω αυτής της τεχνολογικής εξέλιξης παρατηρούμε πλέον ότι στα εργοτάξια έχει αυξηθεί ο ρυθμός των εργασιών σε τέτοιο βαθμό που πραγματικά πρόκειται για ένα μικρό θαύμα στο χώρο της οδοποιίας και αυτό οφείλεται κυρίως σε δυο(2) λόγους. Την ακρίβεια των εργασιών και την ταχύτητα εκτέλεσης τους. Επίσης με την χρήση νέων προγραμμάτων έχουμε την δυνατότητα να σχεδιάσουμε και να μελετήσουμε από τον υπολογιστή ένα χωματουργικό έργο καθώς και να επεξεργαστούμε όλες τις απαραίτητες διορθώσεις για την πλήρη αποφυγή λαθών σε ένα μεγάλο ποσοστό κατά την εκτέλεση του πραγματικού έργου με αποτέλεσμα την ταχύτερη εργασία χωρίς το παραμικρό εμπόδιο. Άλλο ένα τεχνολογικό επίτευγμα είναι η ύπαρξη εργαστηριακού εξοπλισμού για την μελέτη και τον έλεγχο πριν την εκτέλεση των εργασιών καθώς και την αποφυγή αστοχιών κατά την συντήρηση ή την κατασκευή ενός έργου. Επομένως καταλήγουμε ότι όλη αυτή η τεχνολογία μέσω της επιστήμης ωθεί τον κλάδο του μηχανικού σε νέες προοπτικές και βοηθά έμπρακτα στην εκτέλεση και την κατασκευή ενός χωματουργικού έργου σε πραγματικά πολύ γρήγορο χρονικό διάστημα. (Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

1.2. Τα στάδια εκτέλεσης των χωματουργικών εργασιών στην οδοποιία

Η εκτέλεση των έργων στην οδοποιία αρχίζει με τις χωματουργικές εργασίες οι οποίες αποτελούν το πρώτο στάδιο εκτέλεσης τους. Στην συνέχεια εκτελούνται σε διαφορά στάδια αλλά πρακτικά φτάνουν μέχρι το τελευταίο στάδιο του έργου με τις επιχωματώσεις τάφρων, την επένδυση πρανών αλλά και της εκτέλεσης εργασιών οδοστρώσις. Σε μεγάλα σημαντικά έργα η διάρκεια εκτέλεσης των χωματουργικών μόνο μπορεί να ξεπεράσει τα δυο χρόνια λόγω των πολλών τεχνικών που πρέπει να γίνουν και τις κατάλληλες διαμορφώσεις που πρέπει να γίνουν στο έργο. Οι χωματουργικές εργασίες είναι αυτές οι οποίες έχουν ως κύριο υλικό εργασίας το έδαφος και πιο συγκεκριμένα τις υποκατηγορίες του εδάφους οι οποίες είναι βάση της μορφής τους γαιώδης εδάφη, ημιβραχώδες -βραχώδες εδάφη.

Σε αντίθεση με τα παραπάνω ο βασικός φορέας μιας οδού είναι το οδόστρωμα το οποίο κατανέμει και μεταφέρει όλα τα φορτία που φέρει στο εκάστοτε έδαφος. Αντίστοιχα βέβαια πρέπει να τονίσουμε ότι εάν η διατομή βρίσκεται σε όρυγμα η επίχωμα θα πρέπει να πραγματοποιηθούν κάποιες ενέργειες και να εκτελεσθούν προκειμένου να ολοκληρωθεί η τελική στρώση της επιφάνειας των οδοστρωμάτων.

Σαν βασικό αρχικό κομμάτι στις χωματουργικές εργασίες πέρα από την μελέτη κατασκευής είναι η φάση της εκρίζωσης των δέντρων, των θάμνων και γενικά της εκχέρσωσης της φυσικής γης που εμποδίζουν την ομαλή διεξαγωγή των εργασιών. Επίσης σημαντικές είναι και οι κατασκευές των ορυγμάτων που σκοπό έχουν την ανταπόκριση του έργου στο ύψος της μηκοτομής. Επομένως η εκσκαφή των ορυγμάτων είναι ένα

σημαντικό κομμάτι και πρέπει να πραγματοποιείται με ειδικό εξοπλισμό καθώς και με τις κατάλληλες μεθόδους από ειδικό εξειδικευμένο προσωπικό.

Το επόμενο στάδιο των εργασιών είναι μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής και η εναπόθεση τους σε αποθεσιοθαλάμους για αποθήκευση ή σε αποκατάσταση σημείων με επιχώσεις. Η μεταφορά των υλικών γίνεται κυρίως με ανατρεπόμενα φορτηγά ή με αλλά μέσα μεταφοράς που χρησιμεύουν στην φόρτωση-εκφόρτωση των υλικών. Στην συνέχεια ακολουθεί η διάστρωση των υλικών με διαμορφωτές και η συμπύκνωση αυτών με οδοστρωτήρες σε στρώσεις. Ακόμη, σαν χωματουργικές εργασίες νοούνται οι κάθε είδους επιχωματώσεις των εκάστοτε τεχνικών έργων. (Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

1.3. Ιστορική αναδρομή στα χωματουργικά έργα της οδοποιίας

Τα χωματουργικά έργα οδοποιίας έκαναν την εμφάνισή τους από την αρχαιότητα. Στην αρχή οι δρόμοι ήταν κυρίως χωμάτινοι και αποτελούνταν από μονοπάτια. Αργότερα για την ανάπτυξη και την εξέλιξη των πόλεων κατασκευάστηκαν νέοι δρόμοι από λίθους ή πέτρες όπου για να πραγματοποιηθεί αυτή είναι η διαδικασία έπρεπε πρώτα να αντιμετωπιστεί το έδαφος ώστε να παρέχει κάποια ισορροπία. Αυτή η διαδικασία της ισορροπίας αποτέλεσε την αρχική φάση των χωματουργικών εργασιών και αυτό το διαπιστώνουμε από τις διάφορες εκσκαφές που γίνονταν στο σημείο του δρόμου είτε από την απομάκρυνση διαφορών χωμάτινων ή βραχωδών μαζών και όλα αυτά αποτελούσαν χωμάτινες εργασίες. Επομένως συμπεραίνουμε ότι από τα αρχαία χρόνια πραγματοποιούνταν ένα είδος χωματουργικών εργασιών. (Πηγή: "Εκτέλεση Χωματουργικών εργασιών σε έργα οδοποιίας" Μπεσύρης Χρήστος.)

Με την εφεύρεση των αυτοκινήτων έχει αλλάξει ριζικά όλοι οι επιστημονική προσέγγιση αλλά και η κατασκευή των δρόμων. Στο εξής οι δρόμοι πρέπει να κατασκευάζονται από το στάδιο της μελέτης έως το στάδιο της κατασκευής με μεγαλύτερη προσοχή με αποτέλεσμα τον σωστό σχεδιασμό και την αποτροπή οποιασδήποτε καταστροφής η οποία θα επιφέρει μεγάλα προβλήματα. Το φορτίο των αυτοκινήτων παίζει ένα σημαντικό ρόλο στα χωματουργικά έργα γι' αυτό πρέπει να αντιμετωπιστεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο με αποτέλεσμα να μην τα επηρεάζει. Επομένως συμπεραίνουμε ότι πρέπει από την αρχή του σχεδιασμού να τηρηθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα με αποτέλεσμα όταν τοποθετηθεί η βάση και η υπόβαση του οδοστρώματος να έχουμε τις επιθυμητές μηχανικές αντοχές.

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας η οποία έχει βοηθήσει πολύ τον τομέα των χωματουργικών σε πολλά στάδια όπως για παράδειγμα στην εκτέλεση των έργων με την εφεύρεση των μηχανών εργοταξίου έχει αντικαταστήσει σε έναν μεγάλο βαθμό τον αριθμό του ανθρώπινου δυναμικού και έχει βοηθήσει σε σημαντικό βαθμό στη γρήγορη εκτέλεση των έργων σε μικρότερο χρονικό διάστημα καθώς με τη βοήθεια των μηχανημάτων μπορούμε πιο εύκολα να εργαστούμε σε δυσκολότερα σημεία.

Επομένως σήμερα εφόσον έχουμε στη διάθεσή μας αυτή τη μηχανική υποστήριξη μπορούμε να τη χρησιμοποιούμε σε κάθε είδους εργασίες φόρτωσης ή διαμόρφωσης υλικών σε ένα χωματουργικό έργο. Καταλήγοντας συμπεραίνουμε ότι η τεχνολογία έχει βοηθήσει επαναστατικά μέσω των μηχανημάτων στην εκτέλεση των κατασκευών σε έργα οδοποιίας.

(Πηγή: "Εκτέλεση Χωματουργικών εργασιών σε έργα οδοποιίας" Μπεσύρης Χρήστος.)

1.4 Όρυγμα

Σε αυτό το κεφάλαιο θα κάνουμε μια πλήρη ανάλυση του προβλήματος όσον αφορά τα ορύγματα και τα επιχώματα με αποτέλεσμα την πλήρη κατανόησή τους για το σκοπό και τον στόχο που έχουν στις χωματουργικές εργασίες.

Αρχικά με τον όρο όρυγμα θα λέγαμε ότι είναι οι φυσικές τομές του εδάφους οι οποίες βρίσκονται σε χαμηλότερο υψόμετρο από το φυσικό έδαφος και αυτό διότι τα ορύγματα πρέπει να είναι κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ανταποκρίνονται πλήρως με το ύψος μιας μηκοτομής ενός δρόμου και αυτό επιτυγχάνεται κυρίως με τη χρήση των χωματουργικών εργασιών. Επίσης απαραίτητη προϋπόθεση για τη δημιουργία των ορυγμάτων είναι η εκσκαφή η οποία εφόσον πραγματοποιηθεί με τη χρήση μηχανημάτων προϋποθέτει και τη μεταφορά για αποθήκευση όλων των εδαφικών υλικών ή τη χρησιμοποίησή τους για τη δημιουργία επιχωμάτων. Για την κατασκευή των ορυγμάτων βασική προϋπόθεση εκτός από τη χρήση των χωματουργικών είναι και το κομμάτι των τεχνικών έργων το οποίο είναι σημαντικό γιατί πρέπει τα ορύγματα να έχουν απόκτηση την απαραίτητη μηχανική αντοχή. (πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστάσιος Κ.)

Αυτή η μηχανική αντοχή περιλαμβάνει είτε στέψη του ορύγματος μέχρι και στήριξη των πρανών και αυτό αποτελεί την κυριότερη δουλειά των τεχνικών έργων όσο και των χωματουργικών εργασιών.

Τελειώνοντας στο κομμάτι των τεχνικών έργων περιλαμβάνονται και οι εργασίες αποστράγγισης είτε υπόγειων νερών είτε επιφανειακών.

Από το αρχικό στάδιο κατασκευής ενός ορύγματος ο εκάστοτε μελετητής ή εργοστασιάρχης μηχανικός σε ένα έργο καλείται αρχικά και στο πλαίσιο κατασκευής ενός ορύγματος να βρει έναν τρόπο εκσκαφής πάντα με τη χρήση των κατάλληλων μηχανημάτων. Άλλο ένα σημαντικό κομμάτι που θα αντιμετωπίσει είναι η μεταφορά καθώς και η αποθήκευση των υλικών για πιθανή χρήση στο μέλλον ή η άμεση χρήση τους κατά τη δημιουργία ενός επιχώματος. Σημαντικά στάδια κατά την δημιουργία των ορυγμάτων είναι πχ το θέμα των κλίσεων των πρανών που αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι κυρίως του γεωτεχνικού τομέα αλλά και γενικότερα της απομάκρυνσης των ομβρίων υδάτων καθώς και της σταθεροποίησης των πρανών για την ασφαλή διέλευση των οχημάτων. Καταλήγοντας διαπιστώνουμε ότι τα ορύγματα αποτελούν ένα σημαντικό μέρος των χωματουργικών έργων με αποτέλεσμα όταν ακολουθούνται όλα τα απαραίτητα μέτρα να έχουμε και το επιθυμητό αποτέλεσμα στην κατασκευή ενός έργου.

1.5 Επίχωμα

Με τον ορό επίχωμα νοείται κάθε υπερυψωμένη κατασκευή η οποία αποτελείται από φυσικό έδαφος, μίγματα εδάφους ή και από αδρανή υλικά τα οποία εάν διαστρωθούν και συμπυκνωθούν σωστά θα αποκτήσουν την κατάλληλη στρώση με το απαιτούμενο πάχος με αποτέλεσμα την σωστή συμπίκνωση (πηγή:

<https://ikee.lib.auth.gr/record/71723/files/gri-2007-312.pdf>)

Τα επιχώματα ανάλογα με το είδος των υλικών τους διακρίνονται σε 3 μεγάλες κατηγορίες οι οποίες διακρίνονται σε :

- α) αργιλώδη ,
- β) βραχώδη ,

- γ) γαιώδη

ενώ ανάλογα με το ύψος τους διακρίνονται σε :

- α) χαμηλά ,
- β) ψηλά.

Πηγή: <https://ikee.lib.auth.gr/record/319697/files/Thomou%20Zaganidis.pdf>

Ο ρόλος των επιχωμάτων στην οδοποιία είναι σημαντικός και αυτό διότι για την δημιουργία ενός δρόμου θα πρέπει να αντιμετωπίσουμε αρκετά προβλήματα μέχρι την ολοκλήρωση του. Ένα από τα κυριότερα προβλήματα που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε είναι η επάρκεια των υλικών καθώς αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια για τη δημιουργία επιχωμάτων συνεπώς τα υλικά που θα επιλέξουμε πρέπει να είναι κατάλληλα για χρήση. Επίσης ένα ακόμα πρόβλημα που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε είναι η διάσθρωση αυτών των υλικών καθώς η συμπίκνωση τους η οποία πραγματοποιείται κυρίως με κατάλληλα μηχανήματα έργου.

Τελειώνοντας άλλο ένα σημαντικό κομμάτι που μας απασχολεί κυρίως στα επιχώματα είναι η επένδυση των πρανών η οποία πρέπει να πραγματοποιείται με μεγάλη προσοχή για να μην έχουμε πιθανές αστοχίες με αποτέλεσμα να αποκτήσει την κατάλληλη μηχανική αντοχή. Άρα συμπεραίνουμε ότι ο ρόλος των επιχωμάτων στην οδοποιία είναι πολύ σημαντικός και αυτό γιατί μια πιθανή αστοχία μπορεί να επιφέρει μεγάλα προβλήματα στην κατασκευή τους.

2. ΣΥΝΟΨΗ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΕΤΕΠ

2.1 Εισαγωγή

Αρχικά ο Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης (ΕΛΟΤ) ως αυτοτελής λειτουργική μονάδα του Εθνικού Συστήματος Υποδομών Ποιότητας (Ε.Σ.Υ.Π) είναι ο εθνικός φορέας τυποποίησης της Ελλάδας, που έχει ως αποτέλεσμα να είναι θεσμοθετημένος και ο μοναδικός εκπρόσωπος της Ελλάδας σε όλες τις Ευρωπαϊκές αλλά και Διεθνείς διαδικασίες όσον αφορά την ευθύνη και την λειτουργία των διαδικασιών τυποποίησης καθώς και την εκπόνηση-διαχείριση όλων των ελληνικών προτύπων και προδιαγραφών της Ελλάδας.

Οι Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ) είναι τυποποιητικά έγγραφα τα οποία έχουν εκδοθεί από τον (ΕΣΥΠ / ΕΛΟΤ) μετά την υπογραφή συμβάσης μεταξύ του ΕΛΟΤ και του ΥΠΕΧΩΔΕ που πραγματοποιήθηκε το 2009. Πιο συγκεκριμένα οι ΕΤΕΠ αναφέρονται κυρίως στις μεθόδους κατασκευής συγκεκριμένων εργασιών αλλά και ποιοτικού ελέγχου που πραγματοποιούνται σε διάφορα τεχνικά έργα και όλα αυτά προήλθαν από τα κείμενα των Προσωρινών Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών (Π.Ε.Τ.Ε.Π) που είχαν ήδη προετοιμαστεί από το (ΥΠΕΧΩΔΕ) και νυν σήμερα (ΥΠΕΝ).

Σαν ιστορικά στοιχεία οι ΕΤΕΠ εκδοθήκαν από τον ΕΛΟΤ ως Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές τον Δεκέμβριο του 2009 και στις 30 Ιουλίου του 2012, με την υπό Αριθμό ΔΙΠΑΔ/ΟΙΚ/273, εγκρίθηκαν (440) Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ) με υποχρεωτική την εφαρμογή τους σε όλα τα Δημοσιά Έργα. Μετά την υποχρεωτική εφαρμογή τους διαπιστώθηκε ότι σε ορισμένες προδιαγραφές υπήρχαν προβλήματα στο τεχνικό περιεχόμενο και κυρίως σε ότι αφορά την συμβατότητα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Επίσης στην έκθεση του ΟΟΣΑ στον τομέα των δομικών προϊόντων και κατασκευών που πραγματοποιήθηκε το 2014 εντοπίστηκαν και παρουσιάστηκαν προβλήματα που είχαν εντοπιστεί στις ΕΤΕΠ.

Στα τέλη του 2016 ο ΕΛΟΤ υλοποίησε με επιτυχία το έργο του πραγματοποιώντας την αναθεώρηση 70 Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών (ΕΤΕΠ) που είχε σαν αποτέλεσμα την επιτυχή ολοκλήρωση του. Το συγκεκριμένο έργο πέραν της αναθεώρησης των 68 προδιαγραφών και της δημιουργίας 2 νέων ΕΤΕΠ περιλάμβανε και το έλεγχο των υπολοίπων 372 (ΕΤΕΠ) με σκοπό την συμβατότητα τους σύμφωνα με τα ισχύοντα Ευρωπαϊκά και Διεθνή Πρότυπα.

(πηγή: http://193.218.125.20/B_PROSK_EKDHL_ENDIA_ETEP.pdf)

Γενικότερα και βάση των ΕΤΕΠ θα γίνει αναφορά της λίστα των Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών που αφορούν τα Έργα Οδοποιίας:

ΛΙΣΤΑ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΑΣ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΕΤΕΠ		
	05-01.	Τεχνικά έργα και γέφυρες
1	05-01-02-01	Προκατασκευασμένες προεντεταμένες δοκοί
2	05-01-02-02	Προβολοδόμηση γεφυρών με σπονδύλους σκυροδέματος επί τόπου
3	05-01-02-03	Κατασκευή φορέων γεφυρών με προκατασκευασμένους σπονδύλους
4	05-01-05-01	Ελαστομεταλλικά εφέδρανα
5	05-01-06-00	Αρμοί συστολο-διαστολής γεφυρών
6	05-01-07-01	Στεγάνωση καταστρώματος γεφυρών με συνθετικές μεμβράνες
7	05-01-08-00	Σύστημα αποχέτευσης γεφυρών
8	05-01-09-02	Στήριξη στηθαίων ασφαλείας και ιστών οδοφωτισμού επί γεφυρών ή τοίχων

	05-02.	Λοιπά τεχνικά έργα
9	<u>05-02-01-00</u>	Κράσπεδα, ρείθρα και τάφροι ομβρίων καταστρώματος οδών επενδεδυμένες με σκυρόδεμα
10	<u>05-02-02-00</u>	Πλακοστρώσεις - Λιθοστρώσεις πεζοδρομίων και πλατειών
11	<u>05-02-03-00</u>	Αντιρρυπαντική επάλειψη
12	<u>05-02-04-00</u>	Ηχοπετάσματα οδών
13	<u>05-02-05-00</u>	Αντιθαμβωτικές διατάξεις οδών
14	<u>05-02-06-00</u>	Βαθμιδωτά ρείθρα πρανών και φρεάτια εισροής-εκροής αυτών
15	<u>05-02-07-00</u>	Φράχτες ανάσχεσης βραχοπτώσεων
	05-03.	Οδοστρώματα
16	<u>05-03-01-00</u>	Στρώση έδρασης οδοστρώματος από ασύνδετα εδαφικά υλικά
17	<u>05-03-02-01</u>	Στρώση έδρασης οδοστρώματος και επιχωμάτων από σταθεροποιημένα εδαφικά υλικά με υδράσβεστο
18	<u>05-03-02-02</u>	Στρώση έδρασης οδοστρώματος από σταθεροποιημένα εδαφικά υλικά με τσιμέντο
19	<u>05-03-03-00</u>	Στρώσεις οδοστρώματος από ασύνδετα αδρανή υλικά
20	<u>05-03-05-01</u>	Στρώσεις οδοστρώματος από τσιμεντόδετο αμμοχάλικο (ΚΘΑ)
21	<u>05-03-07-00</u>	Οδόστρωμα από κυλινδρούμενο σκυρόδεμα
22	<u>05-03-08-00</u>	Κατασκευή στρώσης ερείσματος από μίγμα αδρανών και φυτικής γής
23	<u>05-03-11-01</u>	Ασφαλτική προεπάλειψη
24	<u>05-03-11-04</u>	Ασφαλτικές στρώσεις κλειστού τύπου
25	<u>05-03-12-01</u>	Αντιολισθηρή στρώση ασφαλτικού σκυροδέματος
26	<u>05-03-12-04</u>	Αντιολισθηρή στρώση από ασφαλτική σκυρομαστίχη
27	<u>05-03-14-00</u>	Απόξεση (φρεζάρισμα) ασφαλτικού οδοστρώματος
28	<u>05-03-16-00</u>	Ανακατασκευή στρώσεων οδοστρώματος με βαθιά ψυχρή ανακύκλωση και προσθήκη ασφαλτού(CIR)
29	<u>05-03-17-00</u>	Στρώσεις οδοστρώματος από τσιμεντόδετο ανακυκλωμένο μίγμα φρεζαρισμένων ασφαλτικών
30	<u>05-03-18-01</u>	Ασφαλτική επάλειψη προστασίας σταθεροποιημένων στρώσεων οδοστρώματος
	05-04.	Σήμανση
31	<u>05-04-01-00</u>	Αφαίρεση υφιστάμενης οριζόντιας σήμανσης
32	<u>05-04-03-00</u>	Ανακλαστήρες οδοστρώματος
33	<u>05-04-04-00</u>	Οριοδείκτες οδού
34	<u>05-04-05-00</u>	Αφαίρεση πινακίδων και ιστών κατακόρυφης σήμανσης, ή/και επανατοποθέτηση αυτών
35	<u>05-04-07-00</u>	Διατάξεις στήριξης πινακίδων κατακόρυφης σήμανσης
36	<u>05-04-08-00</u>	Πινακίδες μεταβλητών μηνυμάτων (PMM)
	05-05.	Ασφάλιση οδών
37	<u>05-05-05-00</u>	Δείκτες οριοθέτησης απαλλοτριωμένης ζώνης
38	<u>05-05-06-00</u>	Μόνιμη περίφραξη οδών
	05-07.	Οδοφωτισμός κλπ
39	<u>05-07-01-00</u>	Υποδομή οδοφωτισμού
40	<u>05-07-02-00</u>	Ιστοί οδοφωτισμού και φωτιστικά σώματα
41	<u>05-07-04-00</u>	Υποδομή τηλεφωνοδότησης οδών

Πίνακας 1. Αναλυτική λίστα που αφορούν τα Έργα Οδοποιίας βάση των ΕΤΕΠ

(πηγή: https://sate.gr/html/ETEP_2.aspx)

Σε αυτήν την λίστα αναφέρονται οι κυριότερες Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ) που βάση των οποίων θα πρέπει να εκτελείται κάθε Δημόσιο Τεχνικό Έργο.

Ειδικότερα και βάση των ΕΤΕΠ θα γίνει αναφορά της λίστα των Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών που αφορούν τις Χωματουργικές Εργασίες:

ΛΙΣΤΑ ΤΩΝ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΕΤΕΠ		
	02-01.	Προκαταρτικές εργασίες εκτέλεσης χωματουργικών
1	<u>02-01-01-00</u>	Καθαρισμός, εκχέρσωση και κατεδαφίσεις στη ζώνη εκτέλεσης των εργασιών
2	<u>02-01-02-00</u>	Αφαίρεση επιφανειακού στρώματος εδαφικού υλικού
	02-02.	Εκσκαφές
3	<u>02-02-01-00</u>	Γενικές εκσκαφές οδοποιίας και υδραυλικών έργων
4	<u>02-03-00-00</u>	Γενικές εκσκαφές κτιριακών έργων
5	<u>02-04-00-00</u>	Εκσκαφές θεμελίων τεχνικών έργων
6	<u>02-05-00-00</u>	Διαχείριση υλικών από εκσκαφές και αξιοποίηση αποθεσιοθαλάμων
7	<u>02-06-00-00</u>	Ανάπτυξη - εκμετάλλευση λατομείων και δανειοθαλάμων
	02-07.	Επιχώματα / Επενδύσεις
8	<u>02-07-01-00</u>	Κατασκευή επιχωμάτων με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων
9	<u>02-07-02-00</u>	Επανεπιχώσεις σκαμμάτων θεμελίων τεχνικών έργων
10	<u>02-07-03-00</u>	Μεταβατικά επιχώματα
11	<u>02-07-04-00</u>	Οπλισμένα επιχώματα
12	<u>02-07-05-00</u>	Επένδυση πρανών - πλήρωση νησίδων με φυτική γή
13	<u>02-07-06-00</u>	Λιθορριπές προστασίας πρανών οδικών έργων
	02-08.	Ειδικές απαιτήσεις εκσκαφών
14	<u>02-08-00-00</u>	Αντιμετώπιση δικτύων ΟΚΩ κατά τις εκσκαφές
	02-09.	Εξυγιάνσεις / Σταθεροποιήσεις εδαφών
15	<u>02-09-01-00</u>	Εξυγιάνσεις και σταθεροποιήσεις εδαφών με εφαρμογή υδρασβέστου, τσιμέντου

Πίνακας 2. Αναλυτική λίστα Χωματουργικών Εργασιών βάση των ΕΤΕΠ

(πηγή: https://sate.gr/html/ETEP_2.aspx)

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναφορά των βασικότερων Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών (ΕΤΕΠ) και θα πραγματοποιηθεί μια σύνοψη βάση των χωματουργικών εργασιών.

Βάση του Πίνακα 2. θα αναφερθούμε στις παρακάτω προδιαγραφές:

Αναλυτικά χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω κωδικοί των ΕΤΕΠ:

02-01. → 02-01-01-00, 02-01-02-00

02-02. → 02-02-01-00, 02-05-00-00, 02-06-00-00

02-07. → 02-07-01-00, 02-07-05-00, 02-07-06-00

2.2 Προκαταρτικές εργασίες κατά την εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών κατά ΕΤΕΠ 02-01.

2.2.1 Καθαρισμός, εκχέρσωση & κατεδαφίσεις κατά την εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει σύνοψη των χωματουργικών εργασιών βάση των ΕΤΕΠ γι' αυτό θα παρουσιάσουμε τις προκαταρτικές εργασίες που πρέπει να γίνουν πριν την εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών (εκσκαφών-επιχώσεων). Πιο συγκεκριμένα οι εργασίες που αναφέρονται στην παρούσα προδιαγραφή (02-01-01-00) αφορά κυρίως τις προκαταρτικές εργασίες και περιλαμβάνονται στις επιμέρους εργασίες που πρέπει να εκτελούνται πριν την είσοδο των χωματουργικών και αυτές είναι οι εξής:

- Καθαρισμός: Όσον αφορά τον καθαρισμό πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να απομακρυνθούν κάθε είδους εγκαταστάσεις, καλλωπιστικά φυτά ή μπάζα και αυτό γίνεται είτε με την χρήση ελαφρού εξοπλισμού είτε με χειρωνακτική υποβοήθηση.
- Καθαυρέσεις: Θεωρούνται οι πάσης φύσεως κατεδαφίσεις που πραγματοποιούνται στο εύρος της κατάληψης ενός εργοταξίου για την πραγματοποίηση του έργου.
- Αποψιλώσεις: Σαν αποψίλωση θεωρείται κάθε είδους κοπή & εκρίζωση δένδρων, θάμνων σε όλο τον χώρο εργασίας του έργου με σκοπό τον καλύτερο δυνατό χώρο για την δημιουργία εργοταξίου.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-01-01-00.pdf>)

2.2.2 Κοπή και εκρίζωση δένδρων και θάμνων

Σύμφωνα με την εκάστοτε μελέτη οι εργασίες κοπής ή πιθανής εκρίζωσης δένδρων και θάμνων θα γίνεται εξ'ολοκλήρου σε όλο το εύρος στο οποίο πρόκειται να πραγματοποιηθούν χωματουργικές εργασίες. Πιο συγκεκριμένα στα συγκοινωνιακά έργα η αποψίλωση πρέπει να πραγματοποιείται τουλάχιστον 2,0 μετρά πιο μακριά από το εκάστοτε όρυγμα ή από τον πόδα του ορύγματος. Επίσης η αφαίρεση των ριζών των εκάστοτε χωματουργικών έργων πρέπει οπωσδήποτε να φτάνει το 1 μετρό κάτω από την εκσκαφή των χωματουργικών έργων αλλά σε περίπτωση μεγαλύτερων έργων οδοποιίας θα πρέπει να γίνει πλήρη αποκοπή δέντρων μέχρι την απόσταση των 3 μέτρων από τα εξωτερικά όρια των εκάστοτε ερεισμάτων.

Σε ορισμένες περιπτώσεις κατ' εξαίρεση για διάφορους περιβαλλοντικούς ή αισθησιακούς λόγους μπορεί να υπάρξει η διατήρηση ορισμένων δένδρων με την προϋπόθεση όμως να δέχονται σε τακτά χρονικά διαστήματα ειδικό κλάδεμα με αποτέλεσμα να μην δημιουργείται πρόβλημα στην κύρια οδό.

Κατά την δημιουργία τυχόν κοιλοτήτων που δημιουργούνται κατά την εκρίζωση των δένδρων πρέπει να πραγματοποιείται η άμεση αποκατάσταση με καταλληλά προϊόντα επίχωσης καθώς και συμπίκνωσης αυτού με αποτέλεσμα την άμεση αποκατάσταση και την αποτροπή ζημιών που μπορεί να δημιουργηθούν στο οδόστρωμα.

Κατά την έναρξη των εργασιών για την κοπή ή την εκρίζωση των δένδρων θα πρέπει να συντάσσεται πρακτικό κοπής το οποίο πρέπει να είναι υπογεγραμμένο από την εκάστοτε υπηρεσία ή το εκάστοτε δασαρχείο της περιοχής με αποτέλεσμα να μας καθορίζουν τα κάτωθι:

- Πρέπει τα δέντρα, εκτός του εύρους κατάληψης πρέπει να κοπούν ή να διατηρηθούν
- Πρέπει τα δέντρα που ενδέχεται να εκριζωθούν να αποθηκεύονται και να συντηρούνται για πιθανή επαναφύτευση. (Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-01-01-00.pdf>)



Εικόνα 1. Κοπή και εκρίζωση δένδρων (πηγή: προσωπικό αρχείο)

2.2.3 Διαχείριση των προϊόντων που προκύπτουν από τον καθαρισμό ή την καθαίρεση τους

Σε κάθε χωματουργικό έργο όλα τα προϊόντα που προκύπτουν είτε από τον καθαρισμό είτε λόγω της καθαίρεσης τους πρέπει να μεταφέρονται σε κάποιους προβλεπόμενους χώρους όπου θα προορίζονται για την οριστική απόθεση τους και αυτό θα πραγματοποιείται πάντα βάση των περιβαλλοντικών όρων που θα εφαρμόζονται στο τρέχον έργο. Γενικά τέτοιου είδους προϊόντα απαγορεύονται για την κατασκευή επιχωμάτων βάσει της μελέτης. Επίσης όλα τα προϊόντα που θα προκύπτουν από την κοπή ή την εκρίζωση των δένδρων θα πρέπει να περνάνε από έναν διαχωρισμό με τον οποίο θα προκύπτει εάν είναι αξιοποιήσιμα ή μη.

Όσο αφορά τα μεγαλύτερα φυτά καθώς και τα δένδρα θα πρέπει να μεταφύτευονται με προσοχή ώστε να διατηρηθεί άθικτο το ριζικό σύστημα τους και να έχει επάρκεια στην ποσότητα χώματος. Επίσης σημαντικό είναι οι ρίζες με το χώμα που τις περιβάλλει να καλύπτονται με λινάτσες με αποτέλεσμα την διατήρηση της υγρασίας. Τελειώνοντας όλα τα υπόλοιπα προϊόντα τα οποία είναι μη αξιοποιήσιμα θα πρέπει να συγκεντρώνονται και να προορίζονται για οριστική απόθεση στους προβλεπόμενους αποσιοθαλαμους.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-01-01-00.pdf>)

2.2.4 Αφαίρεση επιφανειακού στρώματος εδαφικού υλικού κατά ΕΤΕΠ

Η παρούσα προδιαγραφή (02-01-02-00) βάση των ΕΤΕΠ αναφέρεται κυρίως στους όρους και τις προϋποθέσεις που πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν κατά την εκτέλεση των εκσκαφών, επιφανειακών χάλαρων εδαφών π.χ.(φυτικών γαιών, οργανικών εδαφών) καθώς και οποιοδήποτε ακαταλλήλων για την κατασκευή ενός έργου υλικών.

Πιο συγκεκριμένα η παρούσα προδιαγραφή θα αναφέρεται κυρίως:

- Στην εκσκαφή επιφανειακών χάλαρων εδαφών
- Στην μεταφορά και διαχείριση των προϊόντων εκσκαφής
- Καθώς και στις ποιοτικές προϋποθέσεις εκτέλεσης της εργασίας

Στην παρούσα προδιαγραφή με τον όρο χαλαρά εδάφη νοούνται οι φυτικές γαίες, η τύρφη καθώς και κάθε είδους οργανικά υλικά τα οποία είναι ακατάλληλα για την

κατασκευή ενός έργου. Ενδεικτικά για να γίνει ο διαχωρισμός και θα δοθούν τα κάτωθι παραδείγματα ακατάλληλων υλικών.

Επομένως τα ακόλουθα είναι:

- Θιξοτροπικά εδαφικά υλικά π.χ(αργιλικά υλικά)
- Ρυπογόνα υλικά π.χ(βιομηχανικά απόβλητα που περιέχουν ρύπους)
- Διαλυτά εδαφικά υλικά τα οποία περιέχουν ορυκτό αλάτι ή κομμάτια γύψου
- Εδαφικά υλικά που περιέχουν οργανικά υλικά σε μεγάλο ποσοστό άνω των 5 κ.β.

Βάση της μελέτης πριν την έναρξη των εργασιών για την εκτέλεση των γενικών εκσκαφών πρέπει να προηγηθεί η εκσκαφή και η αφαίρεση του εκάστοτε επιφανειακού στρώματος εδαφικού υλικού που αποτελείται από χαλαρό έδαφος σε όλο το μήκος και το πλάτος του. Αυτό το επιφανειακό εδαφικό υλικό σύμφωνα πάντα βάση των προδιαγραφών πρέπει να αφαιρείται και να διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες εκσκαφές και θα φυλάσσεται σε σωρούς βάση της διαχείρισης των προϊόντων.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-01-02-00.pdf>)

2.2.5 Διαχείριση των προϊόντων μετά την αφαίρεση επιφανειακού στρώματος εδαφικού υλικού κατά ΕΤΕΠ

Κατά την εκτέλεση των εργασιών βασική προϋπόθεση είναι να γίνεται ο διαχωρισμός των προϊόντων και ανάλογα με την καταλληλότητα τους να συγκεντρώνονται για να επαχρησιμοποιηθούν. Παραδείγματος χάριν η φυτική γη είναι κατάλληλη για να ξαναχρησιμοποιηθεί σε ένα έργο για την επένδυση των πρανών ή την πλήρωση των νησίδων και βέβαια για να γίνει αυτό πρέπει να διαχωρίζεται από τα ακατάλληλα προϊόντα καθώς και πρέπει να καθαρίζεται και από ρίζες ή λίθους με αποτέλεσμα να φυλάσσεται σε κατάλληλο χώρο ενός εργοταξίου ή ακόμα και να φορτώνεται για να τοποθετηθεί σε έναν κατάλληλο χώρο όπου θα ορίζεται από την εκάστοτε υπηρεσία.

Όσον αφορά την φυτική γη που δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί άμεσα πρέπει να συγκεντρώνεται και να τοποθετείται σε σωρούς όπου η βάση τους θα είναι περίπου 3 μέτρα και το ύψος να μην υπερβαίνει τα 1,3 μέτρα. Σε περίπτωση που έχουμε να κάνουμε με μεγαλύτερες ποσότητες μπορεί να αυξηθεί το πλάτος των πελμάτων από τις σωρούς χωρίς όμως να υπερβαίνει το 1 μέτρο το ύψος τους. Τελειώνοντας τα ακατάλληλα προς επαναχρησιμοποίησι προϊόντα υλικά θα πρέπει να απομακρύνονται από το εργοτάξιο και θα αποτίθενται σε κατάλληλους χώρους στους οποίους θα ορίζει η μελέτη η αλλιώς η εκάστοτε υπηρεσία σύμφωνα πάντα με τους όρους της απόθεσης των προϊόντων υλικών.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-01-02-00.pdf>)

2.3 ΕΤΕΠ Εκσκαφές

2.3.1 Γενικές εκσκαφές οδοποιίας & υδραυλικών έργων

Η παρούσα προδιαγραφή (02-02-01-00) βάση των ΕΤΕΠ αναφέρεται κυρίως στους όρους που πρέπει να τηρούνται κατά την εκτέλεση των γενικών εκσκαφών τόσο στα έργα οδοποιίας όσο και στα υδραυλικά έργα. Πιο συγκεκριμένα σαν γενικές εκσκαφές θέλουμε να ορίσουμε όλες εκείνες τις εκσκαφές και τις εξορύξεις οι οποίες πραγματοποιούνται σε οποιοδήποτε βάθος πάντα όμως πρέπει να πληρούνται οι συνθήκες ότι το πλάτος πρέπει να είναι μεγαλύτερο των 5 μέτρων ενώ η κάτοψη μας πρέπει να είναι μεγαλύτερη των 100 τετραγωνικών.

Επίσης για να θεωρήσουμε μια εκσκαφή γενική πρέπει να έχουμε και τον κατάλληλο μηχανικό εξοπλισμό δηλαδή πρέπει να χρησιμοποιούνται περισσότερα χωματουργικά μηχανήματα στο εκάστοτε έργο π.χ(εκσκαφείς, προωθητές, χωματοσυλλεκτες)και όχι μόνο ένας εκσκαφέας. Οποιαδήποτε άλλου είδους εκσκαφή όπως χάνδακων, θεμέλιων δεν θεωρείται γενική εκσκαφή και δεν εντάσσεται στην παρούσα προδιαγραφή.



Εικόνα 2 .Εκσκαφές- Επανεπιχώσεις (πηγή: <https://stamou-xomatourgika.gr/ekskafe/>)

Στο αντικείμενο της παρούσας προδιαγραφής εντάσσονται τα κάτωθι:

- Η εκτέλεση πάσης φύσεως γενικών εκσκαφών που περιλαμβάνει ένα έργο,
- Η διαμόρφωση των πρανών καθώς και η συμπίκνωση του πυθμένα των ορυγμάτων,
- Η φόρτωση των προϊόντων εκσκαφής σε φορτηγά για μεταφορά προς απόθεση η επανεπίχωση,
- Η λήψη όλων των απαραίτητων μέτρων προστασίας του προσωπικού κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Γενικότερα όμως οι γενικές εκσκαφές ανάλογα με το έδαφος διακρίνονται σε:

- Εκσκαφές χάλαιων εδαφών:(Σε αυτή την κατηγορία των γενικών εκσκαφών συμπεριλαμβάνονται και οι εκσκαφές ιλυωδών εδαφών).
- Εκσκαφές γαιών και ημιβράχου:(Σε αυτή την κατηγορία των γενικών εκσκαφών δεν απαιτείται απαραίτητως η χρήση εκρηκτικών ή κρουστικού εξοπλισμού).
- Εκσκαφές βράχου:(Σε αυτή την κατηγορία των γενικών εκσκαφών είναι απαραίτητη η χρήση εκρηκτικών ή κρουστικού εξοπλισμού).

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-02-01-00.pdf>)

2.3.2 Οι βασικότερες μέθοδοι εκσκαφής των ορυγμάτων

Αρκετές φορές για την κατασκευή ενός ορύγματος απαιτείται και ένας διαφορετικός τρόπος εκσκαφής με αποτέλεσμα να φέρουμε το έδαφος μας στο ύψος της μηκοτομής. Βέβαια ο τελικός τρόπος επιλογής της εκσκαφής εξαρτάται άμεσα και από το είδος του εδάφους δηλαδή εάν είναι γαιώδες ή βραχώδες και την εγκάρσια κλίση του εδάφους. Στην περίπτωση που έχουμε να κάνουμε με βραχώδη εδάφη μια λύση είναι η εκσκαφή δια εκρηκτικών ενώ εάν έχουμε να αντιμετωπίσουμε μια αρκετά μεγάλη κλίση η μονή λύση είναι η εκσκαφή με εγκάρσια προσβολή. Επίσης ο τρόπος εκσκαφής των ορυγμάτων εξαρτάται από το βάθος των εκχωμάτων, την διάταξη των στρωμάτων αλλά και από τα μηχανήματα που έχουμε στην διάθεση μας.

Σε κάθε χωματουργικό έργο πριν την πραγματοποιήσει οποιασδήποτε εκσκαφής πρέπει να γίνεται η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδους γι' αυτό θα αναφέρουμε αναλυτικά τις κυριότερες μεθόδους εκσκαφής των ορυγμάτων. Σε κάθε έργο μπορούν να γίνουν παραλλαγές ανάλογα με τις απαιτήσεις του σύμφωνα πάντα με την κρίση του μηχανικού ή του εκάστοτε εργοστασιάρχη.

- Εκσκαφή κατά στρώματα-μετωπική: κατά την χρήση αυτής της μεθόδου πραγματοποιείται σταδιακά η εκσκαφή κατά οριζόντιες στρώσεις οι οποίες έχουν πάχος 2(m) μέτρων και πραγματοποιείται σε ολόκληρο το μήκος και το πλάτος της οδού. Η εκσκαφή ανάλογα το μηχάνημα μπορεί να πραγματοποιηθεί και από την άνω επιφάνεια της στρώσης αλλά και από το ίδιο επίπεδο με τα οχήματα μεταφοράς.
- Εκσκαφή κατά μέτωπο: κατά την χρήση αυτής της μεθόδου πραγματοποιείται η εκσκαφή κατά μέτωπο σε ολόκληρο το πλάτος του ορύγματος.
- Εκσκαφή δια εκρηκτικών: κατά την χρήση αυτής της μεθόδου θέλει ιδιαίτερη προσοχή καθώς μπορεί άθελα μας να πραγματοποιηθεί κατάρρευση άλλων κατασκευών. Συνήθως χρησιμοποιείται για το σπάσιμο βράχων όπου το συναντάμε κυρίως στην κατηγορία των βραχώδων εδαφών. Η λειτουργία είναι σχετικά απλή ανοιγουμε μια οπή στο έδαφος και τοποθετούμε μέσα την εκρηκτική ύλη.
- Εκσκαφή κατά δώματα: κατά την χρήση αυτής της μεθόδου αρχικά σκάπτεται μια τομή στην μια πλευρά του ορύγματος η οποία αποτελεί την κυρία οδό για την μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής. Στην συνέχεια η εκσκαφή προεκτείνεται κατά μέτωπο και συγχρόνως γίνεται η κατασκευή δωμάτων σε αποστάσεις 1,5-3,0(m) τα οποία θα αποτελούν παραπλήσιους οδούς για την μεταφορά προϊόντων εκσκαφής και τελικά θα συναντηθούν με την πρώτη τομή στην αρχή του ορύγματος.
- Εκσκαφή κατά βαθμίδες: κατά την χρήση αυτής της μεθόδου το όρυγμα σκάβεται κατά μήκος και κατά πλάτος σε βαθμίδες. Οι βαθμίδες αυτές έχουν ύψος 3 με 4 μέτρα και στον προποδα θα φορτώνονται όλα τα προϊόντα εκσκαφής για την μεταφορά τους στα επιχώματα.

(Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστάσιος Κ.)



Εικόνα 3. Εκσκαφές ορυγμάτων (πηγή: <https://www.barlosergon.gr/drastiriotites-ve/>)

2.3.3 Εκσκαφή με εκρηκτικά

Η εκσκαφή με εκρηκτικά είναι μια μέθοδος κατά την οποία ο ανάδοχος του εκάστοτε έργου πριν την χρήση της πρέπει να υποβάλει στην εκάστοτε υπηρεσία έκθεση κατά την οποία θα αναφέρει την μεθοδολογία εκτέλεσης των εκβραχισμών με την χρήση εκρηκτικών. Πιο συγκεκριμένα οι εργασίες πρέπει να πραγματοποιούνται με τέτοιον τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση των υπερεκσκαφών με αποτέλεσμα την αποφυγή δημιουργίας ακανόνιστων πρανών και την μη χαλάρωση του εδάφους για να μην το καθίσταται ασταθές. Όσον αφορά των εκβραχισμό με εκρηκτικά πρέπει να γίνεται με έμπειρο και καταλληλά εκπαιδευμένο προσωπικό καθώς επίσης και οι εργασίες ανατινάξεων θα πρέπει να εκτελούνται με ιδιαίτερη προσοχή πάντα βάση της νομοθεσίας και λαμβάνοντας τα προβλεπόμενα μέτρα προστασίας για την ασφάλεια του προσωπικού, των κατασκευών και γενικώς κάθε γειτονικής δημοσίας ή ιδιωτικής περιουσίας.

Επίσης η ποσότητα και το είδος των εκρηκτικών που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να εξασφαλίζουν τη μη χαλάρωση της βραχώμαζας εκτός των θεωρητικών γραμμών εκσκαφής. Επιπλέον δεν πρέπει να επιτρέπεται η πυροδότηση εκρηκτικών σε μικρότερη απόσταση των 30 μέτρων για την διασφάλιση μη πρόκλησης ζημιών. Τελειώνοντας εάν ένα έργο έχει αυξημένες απαιτήσεις για την διαμόρφωση των πρανών η υπηρεσία έχει την δυνατότητα να απαιτήσει ελεγχόμενη περιμετρική ανατίναξη.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-02-01-00.pdf>)

2.3.4 Η αποστράγγιση κατά την εκσκαφή των ορυγμάτων

Άλλο ένα σημαντικό κομμάτι που θέλει ιδιαίτερη προσοχή κατά την εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών είναι η αποστράγγιση του πυθμένα του ορύγματος. Αυτές οι αποστραγγίσεις αφορούν κυρίως το νερό που συγκεντρώνεται στα πρανή τα οποία με την σειρά τους το οδηγούν στο σκάμμα του ορύγματος. Επομένως αυτό το νερό πρέπει να απομακρυνθεί για την συνέχιση των εργασιών της εκσκαφής και μια λύση είναι να μεταφερθούν προσωρινά σε τάφρους αποστράγγισης. Επίσης άλλος ένας λόγος που πρέπει να γίνει η απομάκρυνση του νερού είναι η προστασία της επιφάνειας του εδάφους αλλά και η άμεση μετακίνηση των φορτηγών που μεταφέρουν τα προϊόντα της εκσκαφής ή ακόμα και στην μετακίνηση του προσωπικού. Επίσης πρέπει να τονίσουμε ότι σε περίπτωση συνεκτικού εδάφους δεν πρέπει να διαποτίζονται νερά στο έδαφος. Το αυτό ισχύει και για τα προσωρινώς αποθηκευμένα προϊόντα εκσκαφής που προορίζονται για χρήση στο έργο. Ο ανάδοχος του έργου σύμφωνα πάντα με την νομοθεσία πρέπει να λαμβάνει τα προβλεπόμενα μέτρα προστασίας του έργου από τυχόν βροχοπτώσεις και να εκτελεί τις εργασίες εφαρμόζοντας σωστές πρακτικές κατά την εκτέλεση των εκσκαφών.

Τελειώνοντας πρέπει να τονίσουμε ότι σε περίπτωση που προκύψει κάποιου είδους ζημιά στο τμήμα του ορύγματος θα θεωρείται κακοτεχνία και την αποκλειστική ευθύνη θα έχει ο ανάδοχος.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-02-01-00.pdf>)

2.3.5 Ειδικές περιπτώσεις κατά την εκσκαφή των ορυγμάτων

Στην εκσκαφή των ορυγμάτων υπάρχουν και οι ειδικές περιπτώσεις που έχουν να κάνουν με την εκσκαφή που πρόκειται να πραγματοποιηθεί σε απότομες πλάγιες. Σε αυτήν την ειδική περίπτωση πρέπει να υποβάλλεται στην αρμόδια υπηρεσία ειδική μελέτη καθώς πρέπει να λαμβάνονται και τα απαραίτητα μετρά για την προστασία των χαμηλότερων τμημάτων του πρανούς. Όπως για παράδειγμα από τις καταπτώσεις βράχων οι οποίοι λόγω της μεγάλης και απότομης κλίσης μπορούν ευκολά να μετακινηθούν από τα ανάντη προς τα κατόντη του εκάστοτε πρανούς.

Επίσης άλλο ένα σημαντικό κομμάτι που μπορεί να θέλει ιδιαίτερη προσοχή είναι οι κατολισθήσεις οι οποίες λόγω των εκσκαφών μπορεί να δημιουργηθούν γιατί το έδαφος διαταράσσεται με αποτέλεσμα να χάνεται η ισορροπία σε συνδυασμό με τις μεγάλες βαρυτικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στις απότομες πλάγιες. Όλα αυτά αποτελούν και κατά κάποιο τρόπο μετρά προστασίας που πρέπει να λαμβάνονται κατά τις κατολισθήσεις ή τις καταπτώσεις βράχων.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-02-01-00.pdf>)

2.3.6 Διαχείριση υλικών από εκσκαφές και αξιοποίηση σε αποθεσιοθαλάμους κατά ΕΤΕΠ

Η παρούσα προδιαγραφή (02-05-00-00)βάση των ΕΤΕΠ αναφέρεται στον καθορισμό των απαιτήσεων και των όρων διαχείρισης των υλικών που προκύπτουν από τις εκσκαφές των έργων. Πιο συγκεκριμένα περιλαμβάνονται τα εξής αντικείμενα:

- Η διαλογή των προϊόντων εκσκαφής,
- Η προσωρινή απόθεση των αξιοποιημένων προϊόντων εκσκαφής
- Η διάστρωση των προϊόντων εκσκαφής στους αποθεσιοθαλάμους

Επίσης επισημαίνεται ότι η ύπαρξη πλεονασματικού ισοζυγίου χωματισμών που μπορεί να υπάρχουν σε ένα έργο όπως για παράδειγμα η ύπαρξη των εκσκαφών να είναι περισσότερες από τις επίχωσεις δεν συνεπάγεται κατ' ανάγκην ότι το σύνολο των αναγκών σε υλικά επίχωσεις μπορεί να καλυφθεί από τα προϊόντα των εκσκαφών. Γι' αυτό σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται η χρήση και η εκμετάλλευση των δανειοθαλάμων.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-05-00-00.pdf>)

2.3.7 Η διαλογή των προϊόντων εκσκαφής

Η διαλογή των προϊόντων εκσκαφής πρέπει να γίνεται μετά την αφαίρεση των επιφανειακών στρώσεων φυτικής γης με αποτέλεσμα να επιλέγονται σύμφωνα πάντα με τα φυσικά και εδαφολογικά τους χαρακτηριστικά και θα μετακινούνται προς:

- α) τις θέσεις όπου πρόκειται να πραγματοποιηθεί η κατασκευή των επιχωμάτων μέσω απλής προωθήσεις με τους προωθητές ή μέσω της φόρτωσης σε φορτηγά,
- β) τις θέσεις για οριστική απόθεση εφόσον προκύψουν πλεονάζοντα η ακατάλληλα δια χρήση,
- γ) τις θέσεις για προσωρινή απόθεση εφόσον αυτά θα ενταχθούν στο έργο.

Επισημαίνεται ότι εάν σε περίπτωση από τις εκσκαφές του έργου προκύψουν πλεονάζοντα προϊόντα εκσκαφής δεν θα επιμετράται η προμήθεια των υλικών από δανειοθαλάμους

στην περίπτωση που ο ανάδοχος επιλέξει απευθείας μεταφορά τους σε αποθεσιοθαλάμους. Επιπλέον εάν ένα μέρος των προϊόντων εκσκαφής απαιτεί πρόσθετη επεξεργασία για να την ενσωμάτωση στο έργο όπως για παράδειγμα κοσκίνισμα για επανεπίχωση τότε πρέπει οι εργασίες να εκτελούνται σύμφωνα με την μελέτη. (Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-05-00-00.pdf>)

2.3.8 Η προσωρινή απόθεση των προϊόντων εκσκαφής

Οι χώροι προσωρινής απόθεσης των κατάλληλων προϊόντων που προκύπτουν από τις εκσκαφές για την μετέπειτα χρήση τους στο έργο θα πρέπει να ευρίσκονται εντός του εργοταξίου ή σε κατάλληλες θέσεις που προβλέπονται βάση της μελέτης. Επίσης ο ανάδοχος του έργου έχει την δυνατότητα να αξιοποιήσει προϊόντα εκβραχισμού για την παραγωγή θραυστών υλικών τα οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του έργου. Εάν η αξιοποίηση των βραχώδων προϊόντων που προκύψουν από τις εκσκαφές έχουν ως αποτέλεσμα την ανάγκη απόληψης προσθέτων υλικών δανειοθαλάμων για την κατασκευή των επιχωμάτων τότε αυτά πρέπει να εφαρμόζονται σύμφωνα με την μελέτη.

Επιπλέον μετά την προωθήσει των υλικών πρέπει να προβλέπεται πλήρης αποκατάσταση των χώρων προσωρινής απόθεσης με αποτέλεσμα να επαναφέρονται στην αρχική τους κατάσταση. Σε περίπτωση που οι χώροι προσωρινής απόθεσης των προϊόντων βρίσκονται εντός του εργοταξίου τότε για την αποκατάσταση τους πρέπει να προβλέπονται και οι περιαντολογικοί όροι του έργου.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-05-00-00.pdf>)

2.3.9 Η οριστική απόθεση των προϊόντων εκσκαφής

Η οριστική απόθεση των προϊόντων εκσκαφής πρέπει να γίνεται στους προβλεπόμενους αποθεσιοθαλάμους πάντα βάση της μελέτης καθώς και πρέπει να τηρούνται οι περιβαλλοντικοί όροι του έργου. Εάν δεν καθορίζεται διαφορετικά από την μελέτη για την επιλογή και την εκμετάλλευση των αποθεσιοθαλάμων θα ισχύουν τα κάτωθι:

- Η εναπόθεση δεν πρέπει να δημιουργεί εμπόδια με αποτέλεσμα την διακοπή της φυσικής απορροής των υδάτων,
- Απαγορεύεται η απόθεση των υλικών σε περιοχές οι οποίες είναι χαρακτηρισμένες ως δασικές σύμφωνα πάντα με τις κείμενες διατάξεις,
- Τα πρανή πρέπει να διαμορφώνονται με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν ηπιότερες κλίσεις 3 προς 2(β:υ) για την αποφυγή προβλημάτων κυρίως της ευστάθειας,
- Πρέπει να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα για την αποκατάσταση του αποθεσιοθαλάμου με φυτεύσεις για την ένταξη του στο φυσικό περιβάλλον,
- Σημαντικό είναι οι θέσεις που θα επιλέγονται να μην είναι ορατές από οικισμούς, χώρους αρχαιολογικού ενδιαφέροντος ή περιοχές με ιδιαίτερα φυσικού κάλλους καθώς και τουριστικές περιοχές,

Επιπλέον για να γίνει φυσική επαναβλάστηση η οποία αποτελεί την καλύτερη προσεγγιστική λύση θα πρέπει μετά την απόθεση των προϊόντων εκσκαφής να διαστρώνεται η τελική επιφάνεια με φυτική γη. Σε περίπτωση που οι χώροι απόθεσης προβλέπονται βάση των περιβαλλοντικών όρων αλλά δεν έχει εξασφαλιστεί η απαιτούμενη αδειοδότηση για την αξιοποίησή τους τότε η υπηρεσία καλείται να δώσει λύση σε αυτά τα θέματα πάντα με βάση την εισήγηση του αναδόχου. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην περίπτωση που έχουμε για απόθεση βραχώδη προϊόντα ή προϊόντα από αποξήλωση σκυροδεμάτων τα οποία πρέπει να επικαλύπτονται με

γαιώδεις στρώσεις πάχους τουλάχιστον 0,5 μέτρων με αποτέλεσμα να γίνει η εξασφάλιση των συνθήκων επαναβλάστησης.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-05-00-00.pdf>)

2.4 ΕΤΕΠ Επιχώματα/Επενδύσεις

2.4.1 Κατασκευή επιχωμάτων με καταλληλά προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων

Η παρούσα προδιαγραφή (02-07-01-00) βάση των ΕΤΕΠ αναφέρεται κυρίως στους ορούς που πρέπει να πληρούν τα υλικά τα οποία προορίζονται για την κατασκευή των επιχωμάτων καθώς επίσης και ο τρόπος με τον οποίο θα πραγματοποιηθεί η μεταφορά τους στο χώρο της κατασκευής αλλά και ο τρόπος με τον οποίο θα πραγματοποιείται η κατασκευή αυτών καθώς επίσης και κάθε σχετική εργασία που αφορά την κατασκευή νέων επιχωμάτων η συμπλήρωση των υφιστάμενων. Πιο συγκεκριμένα κατά την εκτέλεση των εκσκαφών ο ανάδοχος του έργου υποχρεούται να λαμβάνει τα απαραίτητα μετρά τα οποία θα αφορούν κυρίως στην συλλογή των κατάλληλων προϊόντων εκσκαφών για να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή επιχωμάτων ή άλλου είδους ωφέλιμων για το έργο κατασκευών.

Επομένως τα καταλληλά προϊόντα που προκύπτουν από τις εκσκαφές θα πρέπει να αποτίθενται σε προσωρινούς χώρους με αποτέλεσμα όταν έρθει η ώρα να επαναχρησιμοποιηθούν να μεταφέρονται πιο ευκολά στις προκαθορισμένες θέσεις. Στην περίπτωση που ο ανάδοχος του έργου αμελήσει ή δεν του καταστεί δυνατή η αξιοποίηση των κατάλληλων προϊόντων εκσκαφής τότε υποχρεούται να εξασφαλίσει με δίκες του δαπάνες τις απαραίτητες ποσότητες δάνειων που απαιτούνται σε ένα έργο.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-07-01-00.pdf>)

2.4.2 Κατασκευή γαιωδών και βραχώδων επιχωμάτων

Για την κατασκευή των επιχωμάτων (βραχώδων ή γαιωδών) πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν ένα σύνολο από στάδια/διεργασίες οι οποίες είναι οι εξής:

- α) Αρχικά πρέπει να γίνει προετοιμασία της επιφάνειας έδρασης του επιχώματος,
- β) Στην συνέχεια πρέπει να γίνει η κατασκευή ενός δοκιμαστικού τμήματος,
- γ) Ακολουθεί η διάστρωση των υλικών για την δημιουργία των επιχωμάτων,
- δ) & Τέλος η συμπίκνωση τους πρέπει να γίνεται σε στρώσεις

Όλα αυτά αποτελούν βασική μέθοδο για την δημιουργία ενός επιχώματος αλλά πριν την διάστρωση και την συμπίκνωση των υλικών πρέπει να γίνει ο καθαρισμός και η εκρίζωση όλων των προϊόντων φυτικής γης π.χ.(ρίζες, θάμνους, δένδρα) σ'όλο το βάθος που απαιτείται για την κατασκευή τους πάντα με τα κατάλληλα υλικά βάση προδιαγραφών.

Για να γίνεται ο διαχωρισμός των κατάλληλων από τα μη κατάλληλα υλικά θα δοθούν ορισμένα παραδείγματα μη κατάλληλων υλικών για την αναγνώριση και την απομάκρυνση τους από την διάστρωση των υλικών που προωθούνται για την δημιουργία των επιχωμάτων. Επομένως τα ακόλουθα είναι:

- Θιξοτροπικά εδαφικά υλικά π.χ(αργιλικά υλικά)
- Ρυπογόνα υλικά π.χ(βιομηχανικά απόβλητα)
- Διαλυτά εδαφικά υλικά τα οποία περιέχουν ορυκτό αλάτι ή κομμάτια γύψου

- Εδαφικά υλικά που περιέχουν οργανικά υλικά σε μεγάλο ποσοστό άνω των 5 κ.β.

Σε περίπτωση που είναι αναγκαία η κατασκευή των επιχωμάτων σε ασταθές ή διαταραγμένο έδαφος στο οποίο μπορεί να υπάρχει και μαλακή άργιλος πριν την πραγματοποίηση των επιχωμάτων πρέπει να προβλέπεται ο καθαρισμός και η απομάκρυνση του σύμφωνα με τις ειδικές προδιαγραφές. Επίσης σε αυτήν την κατηγορία για την κατασκευή βραχώδους επιχώματος θα πρέπει να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα για την εξυγίανση της στρώσης έδρασης με την χρήση της στερεοποίησης ή την απομάκρυνση του υπάρχοντος υλικού. Γενικότερα εάν ένα έδαφος έχει μαλακώσει από την βροχή τότε πρέπει να απαγορεύεται η διάστρωση των υλικών πριν αυτό στεγνώσει αλλά στην περίπτωση αυτή πρέπει να συμβουλευτούμε την υπηρεσία για το εάν θα χρειαστεί αντικατάσταση του υλικού ή εάν θα πραγματοποιηθεί επανασυμπύκνωση μέχρι να αποκτήσει την βέλτιστη.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-07-01-00.pdf>)

2.4.3 Διάστρωση γαιωδών και βραχώδων επιχωμάτων

Αφού πραγματοποιηθεί η κατάλληλη προετοιμασία της επιφάνειας θεμελιώσεις θα ακολουθήσει η διάστρωση των υλικών τα οποία πρέπει να είναι κατάλληλα σύμφωνα με τα όσα έχουν ειπωθεί.

Επομένως όλα τα υλικά πριν την πραγματοποίησή της διάστρωσης πρέπει να αξιολογούνται με τέτοιο τρόπο ώστε τα καλύτερης ποιότητας υλικά να διαστρώνονται στις ανώτερες στρώσεις των επιχωμάτων και ιδιαίτερα στις στρώσεις έδρασης. Επίσης ένα ακόμη σημαντικό κομμάτι είναι ότι πριν από κάθε επόμενη στρώση πρέπει να συμπυκνώνεται καταλληλά η προηγούμενη με αποτέλεσμα μην υπάρχει κανένα πρόβλημα όσο αφορά την υγρασία. Αρα και κατά την εκτέλεση των εργασιών η επιφάνεια των στρώσεων πρέπει να είναι επίπεδη και να έχει την απαραίτητη κλίση (4%) για την πλήρη εξασφάλιση απορροής των υδάτων αλλά και την μη υπερβολική διαβροχή του εκάστοτε επιχώματος.

Σε ειδικές περιπτώσεις όπου θα έχουμε αργιλικά υλικά πρέπει:

- Τα υλικά κάθε στρώσης πρέπει να είναι ομοιόμορφα με παρόμοια χαρακτηριστικά σε διαφορετική περίπτωση πρέπει να αναμειγνύονται με άλλα υλικά εκσκαφής. Εάν έχουμε οργανικά υλικά πρέπει να συλλέγονται και να απομακρύνονται επιτόπου με την κατάλληλη διαλογή.
- Κατά την κατασκευή ενός επιχώματος πρέπει να λαμβάνεται ειδική μεριμνά με σκοπό την προστασία αυτού από την διαβροχή. Επομένως καταλαβαίνουμε ότι η διάστρωση του υλικού πρέπει να γίνεται σε περίοδο όπου το επιτρέπουν οι καιρικές συνθήκες. Επίσης η επιφάνεια μεταξύ των στρώσεων θα πρέπει να έχει την απαραίτητη εγκάρσια κλίση για την εξασφάλιση της απορροής των υδάτων. Σε περίπτωση που η υποκείμενη στρώση μαλακώσει από την διαβροχή δεν πρέπει να πραγματοποιείται η διάστρωση της επόμενης μέχρι την αποκατάσταση των απαιτούμενων ιδιοτήτων της.
- Όσο η διάστρωση όσο και η συμπύκνωση πρέπει να πραγματοποιούνται σε στρώσεις, οι οποίες θα πρέπει να είναι ομοιόμορφες, συνεχής και παράλληλες προς την υποδομή. Το πάχος τους δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0,25 μέτρα ώστε να επιτυγχάνεται ο απαιτούμενος βαθμός συμπύκνωσης σε όλο το πάχος της.

- Αν προκύψει υγρασία διαφορετική της επιδιωκόμενης τότε πρέπει να διορθώνεται αυτή πάντα βάση της βέλτιστης υγρασία αναλόγως είτε μέσω ύγρανσης είτε μέσω ξήρανσης.

Σε περίπτωση που ο ανάδοχος ενός έργου χρησιμοποιήσει την μέθοδο κατασκευής αργιλικών επιχωμάτων πρέπει πριν την πραγματοποιήσει του να κατασκευάσει ένα δοκιμαστικό επίχωμα που θα έχει ως στόχο:

- α) Την καλύτερη επιλογή όσο αφορά τον μηχανισμό εξοπλισμού συμπίκνωσης με αποτέλεσμα την ομοιόμορφη κατανομή της υγρασίας αλλά και τον μέγιστο απαιτούμενο βαθμό της συμπίκνωσης.
- β) Τον προσδιορισμό του απαιτούμενου αριθμού διελεύσεων που θα έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη δυνατή συμπίκνωση.
- γ) Τον προσδιορισμό του μέγιστου αριθμού από το επιτρεπόμενο πάχος με αποτέλεσμα την αποφυγή της μειωμένης διατμητικής αντοχής αλλά και την ομοιόμορφη συμπίκνωση.

Στην κατηγορία διάστρωσης βραχώδων επιχωμάτων η διάστρωση τους γίνεται σε στρώσεις ομοιόμορφου πάχους και πάντα παράλληλες ως προς την επιφάνεια έδρασης. Γι' αυτό πάντα πρέπει να προβλέπεται και η κατάλληλη κλίση με σκοπό την άμεση αποστράγγιση των υδάτων. Έτσι το τελικώς διαστρωθέν υλικό πρέπει να έχει κατ' ελάχιστη περιεκτικότητα λεπτοκόκκων υλικών 30% - 40% με αποτέλεσμα να περιβάλλονται οι χονδρόκοκκες μάζες με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτονται τα κενά μεταξύ των λίθων. Σε περίπτωση που έχουμε χαλαρό πάχος στις μεταξύ στρώσεις αυτό οφείλεται κυρίως από το είδος των υλικών που διατίθενται για συμπίκνωση και για τα βραχώδη υλικά θα έπρεπε η στρώση να είναι μικρότερη των 40 εκατοστών. Γι' αυτό και μετά από άδεια της αρμόδιας υπηρεσίας πρέπει να επιτρέπεται η χρήση μεγαλύτερου χαλαρού πάχους για την κάθε στρώση με την προϋπόθεση όμως να υπάρχουν τα καταλληλά μηχανήματα για την επίτευξη ομοιόμορφης πυκνότητας σε όλο το πάχος της στρώσης.

Για τα βραχώδη επιχώματα πρέπει να αναφερθούμε και στον ακόλουθο εξοπλισμό που χρησιμοποιείται κατά την εργασία της συμπίκνωσης και αυτός είναι ο εξής:

- α) Οδοστρωτήρες με κυλίνδρους που περιέχουν προεξοχές (κοινώς με την χρήση κατσικοπόδαρου),
- β) Στατικούς οδοστρωτήρες αποτελούμενη με ειδικούς σίδηρους ράβδους
- γ) Βαρεία δονητικοί οδοστρωτήρες ρυμουλκούμενη η αυτοκινούμενη

Όλα αυτά τα μηχανήματα είναι σημαντικά σε τέτοιου είδους εργασίες.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-07-01-00.pdf>)

2.4.4 Ειδικές απαιτήσεις που χρειάζονται για την δημιουργία των επιχωμάτων

Σε κάθε έργο υπάρχουν και κάποιες βασικές απαιτήσεις που πρέπει να τηρούνται με αποτέλεσμα την πραγματοποίησή του. Όσο αφορά την δημιουργία των επιχωμάτων που αποτελούν σημαντικό κομμάτι των χωματοεργασιών θα πρέπει να γίνει αναφορά των κυριότερων απαιτήσεων και αυτές είναι οι εξής:

Α) Οι κλιματικοί περιορισμοί που καθορίζουν την συνέχιση της κατασκευής μας: Πιο συγκεκριμένα ενδέχεται η υπηρεσία να σταματήσει προσωρινά την συνέχιση των

εργασιών λόγω των εντόνων καιρικών συνθήκων διότι θα επηρεαστεί έντονα η κατασκευή μας καθώς τα γαιώδη επιχώματα δεν κατασκευάζονται υπό αντίξοες συνθήκες με θερμοκρασίες μικρότερες των 2°C ή υπό έντονες βροχοπτώσεις.

Β) Η κυκλοφορία οχημάτων σε ημιτελές γαιώδες επιχώμα: Όταν ένα χωματουργικό έργο είναι υπό κατασκευή καλό θα είναι να μην υπάρχει η έναρξη κυκλοφορίας οχημάτων μέχρι την πραγματοποίησή της τελικής συμπίκνωσης. Πιο σκόπιμη είναι η παράδοση ενός τμήματος του συνολικού έργου με αποτέλεσμα να δοθεί στην κυκλοφορία το ολοκληρωμένο τμήμα των επιχωμάτων.

Γ) Τα πρανή: Ένα ακόμα σημαντικό κομμάτι είναι η κλίση των πρανών των εκάστοτε επιχωμάτων τα οποία εξαρτώνται άμεσα με το ύψος καθώς και με την φύση του εδάφους σε συνάρτηση με το εδαφικό υλικό. Γι' αυτό θα δοθεί ένας πίνακας βάσει του οποίου κάθε περίπτωση θα πρέπει το ύψος του πρανού να έρχεται σε συνάρτηση με την κλίση του.

Περίπτωση	Ύψος πρανού επιχώματος (σε m)	Κλίση πρανού [ύψος προς βάση]
Κατά γενικό κανόνα (εφ' όσον το επιτρέπει το έδαφος)	Έως 1,5	1:3
	από 1,5 έως 3,0	1:2
	άνω των 3,00	2:3
Βραχώδη προϊόντα		1:1
Σε περίπτωση κινδύνου διαβρώσεως		1:3

Εικόνα 4. Κλίσεις πρανών (υ:β) (πηγή: https://sate.gr/html/ETEP_2.aspx)

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-07-01-00.pdf>)

2.4.5 Η επένδυση των πρανών και η πλήρωση των νησίδων με φυτική γη

Η παρούσα προδιαγραφή (02-07-05-00) βάση των ΕΤΕΠ αναφέρεται κυρίως στις απαιτήσεις που χρειάζονται να παρθούν για την επένδυση των πρανών σε ένα χωματουργικό έργο καθώς και στην πλήρωση των νησίδων με φυτική γη. Όσο αναφορά την επένδυση των πρανών των επιχωμάτων καθώς και την πλήρωση των νησίδων των έργων οδοποιίας αποσκοπούν κυρίως στην εξασφάλιση της υποδομής για συνθήκες φυσικής βλάστησης αλλά και φυτεύσεις και επομένως για την βέλτιστη ένταξη των τεχνικών έργων στο φυσικό τους περιβάλλον. Η επένδυση των πρανών και η πλήρωση των νησίδων εντάσσονται στα έργα οδοποιίας και κυρίως στην ειδική κατηγορία των ειδικών χωματουργικών εργασιών.



Εικόνα 5. Επένδυση των πρανών (πηγή: <https://www.terra-nova.gr/ependysi-pranon>)

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-07-05-00.pdf>)

2.4.6 Προετοιμασία της επιφάνειας

Κατά την προετοιμασία της επιφάνειας τα πρανή των οποίων πρόκειται να διαστρωθεί η φυτική γη θα πρέπει να έχουν τραχεία επιφάνεια για την εξασφάλιση της επαρκούς πρόσφυσης. Σε περίπτωση όπου οι κλίσεις είναι έντονες θα πρέπει να γίνει εφαρμογή των τεχνικών ενίσχυσης και σταθεροποίησης με την χρήση γεωσυνθετικών πάντα βάση της προβλεπόμενης μελέτης. Επίσης σε επιφάνειες όπου προβλέπεται η χρήση και διάστρωση φυτικής γης θα πρέπει να διαμορφώνεται πάντα βάση της μελέτης γι' αυτό θα αναφέρουμε τα κάτωθι:

- Περίπτωση εφαρμογής επι αναβαθμών ορυγμάτων: Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει οι επιφάνειες υποδοχής των φυτών να διαμορφώνονται με τις κατάλληλες κοιλότητες και μικρούς λάκκους με αποτέλεσμα την μείωση της απόπλυσης του υλικού πριν την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος της νέα βλάστησης.
- Περίπτωση εφαρμογής επι ερεισμάτων οδών καθώς και μη υπερυψωμένων νησίδων: Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να συνίσταται η παρεμβολή φίλτρου από αδιαπέρατο αργιλικό υλικό για να αποφεύγεται η απόπλυση των λεπτοκόκκων υλικών της φυτικής γης και της εισχώρησης αυτών στις υποκείμενες στρώσεις.

Οι επιφάνειες στις οποίες πρόκειται να διαστρωθεί η φυτική γη εξαιρουμένων των πρανών των ορυγμάτων και των επιχωμάτων θα πρέπει να αναμοχλεύονται δηλ. να γίνεται επαναφορά της παλιάς επιφάνειας στην περίπτωση που έχει πραγματοποιηθεί συμύκνωση κατά την εκτέλεση προηγούμενων εργασιών για την χρήση διέλευσης των οχημάτων.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-07-05-00.pdf>)

2.4.7 Διάστρωση με φυτική γη-Συντήρηση

Στα πρανή όπου οι κλίσεις είναι 1:1 θα πρέπει να διαστρώνεται φυτική γη σε πάχος περίπου 0,30 μέτρων πάντα κάθετα προς την επιφάνεια πλην όμως κάποιος

διαφοροποίησης από την μελέτη. Αυτή η στρώση θα πρέπει να συμπυκνώνεται ελαφρά με την χρήση ρυμουλκούμενου μεταλλικού κυλίνδρου ή κάποιου αλλού πρόσφορου μέσου. Στην περίπτωση όπου η κλίση θα είναι μεγαλύτερη του 1:1 δεν θα πρέπει να τοποθετείται φυτική γη στα πρανή χωρίς την χρήση-εφαρμογή των γεωσυνθετικών ή και ακόμα εάν χρειάζεται θα γίνει και η δημιουργία αναβαθμών(όλα αυτά όμως αποτελούν αντικείμενο της φυτοτεχνικής μελέτης).

Όσο αναφορά το ύψος των πρανών στην περίπτωση που υπερβαίνει τα 6 μετρά όπως στις περιπτώσεις των πρανών των επιχωμάτων των συγκοινωνιακών έργων θα πρέπει να εκτελούνται κατά ζώνες ύψους τουλάχιστον έως 6 μέτρων παράλληλα με την άνοδο του εκάστοτε επιχώματος. Επίσης τα πρανή των ορυγμάτων που διαμορφώνονται στις κλίσεις 1:1 είναι κυρίως είτε γαιώδη είτε ημιβραχώδη με αποτέλεσμα να ευνοούν την επαναβλάστηση πάνω στο ίδιο το εδαφικό υλικό.

Όσο αναφορά το πάχος στρώσης των νησίδων θα πρέπει να είναι σύμφωνα με την μελέτη το ελάχιστο 0,40 μετρά. Στην περίπτωση όπου προβλέπεται η προσθήκη κηπευτικού χώματος θα πρέπει κατά την τελική στρώση να γίνει σωστή προσαρμογή σε σχέση με την στέψη των στηθαίων ασφαλείας. Κατά την διάστρωση με φυτική γη θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή ρυπογόνων ουσιών που προκύπτουν από τα καύσιμα ή τα λιπαντικά των εκάστοτε μηχανημάτων. Τελειώνοντας θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην περίπτωση των βροχοπτώσεων δεν θα πρέπει να γίνεται διάστρωση φυτικής γης διότι το υπόστρωμα θα είναι υγρό.

Τα πρανή και όλες οι υπόλοιπες επιφάνειες οι οποίες έχουν διαστρωθεί με φυτική γη θα πρέπει να προστατεύονται από εναποθέσεις άχρηστων υλικών καθώς και από την δράση των ομβρίων υδάτων. Γι' αυτό μέχρι να πραγματοποιηθεί η ολοκλήρωση της κατασκευής των προβλεπόμενων έργων αποχέτευσης/αποστραγγίσεις θα πρέπει να λαμβάνονται τα απαραίτητα μετρά αποφυγής της απόπλυσης των πρανών από τα συγκεκριμένα όμβρια ύδατα μέσω της προσωρινής διάνοιξης τάφρων υδροσυλλογής. Επίσης μέχρι την εκτέλεση των φυτοτεχνικών εργασιών εάν αυτές προβλέπονται από την μελέτη θα πρέπει ο ανάδοχος του έργου να αναλάβει την συντήρηση και την αποκατάσταση τυχόν ζημιών καθώς και απωλειών υλικού που πιθανώς να προκύψουν από την επένδυση των πρανών με φυτική γη. Παραδείγματα των ζημιών αυτών είναι οι ζημιές των νεκροφάγων που χρίζουν αποκατάσταση και ο καθαρισμός από απορρίμματα ή άχρηστα υλικά που έχουν αποθεθεί.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-07-05-00.pdf>)

2.4.8 Προστασία των πρανών οδικών έργων με την χρήση λιθορροπών

Οι εργασίες που αναφέρονται στην παρούσα προδιαγραφή (02-07-06-00) αφορούν κυρίως την προστασία των πρανών των εκάστοτε συγκοινωνιακών οδικών έργων με την χρήση των λιθορροπών. Πιο συγκεκριμένα σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται όλες οι απαιτήσεις για τα χαρακτηριστικά της ενσωμάτωσης των υλικών, της κατασκευής των λιθορροπών καθώς επίσης και όλους τους ελέγχους ποιότητας και μέτρων ασφάλειας που πρέπει να λαμβάνονται κατά την εκτέλεση των εργασιών. Όσο αναφορά τις λιθορροπές προστασίας κατασκευάζονται στις θέσεις που τα πρανή των συγκοινωνιακών οδικών έργων υπόκεινται στην δράση των κυματισμών σύμφωνα πάντα με την καθοριζόμενη μελέτη. (Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-07-06-00.pdf>)

2.4.9 Προετοιμασία της επιφάνειας και τοποθέτηση της λιθορροπής

Για την προετοιμασία της επιφάνειας πριν την διάστρωση των λιθορροπών θα πρέπει να κατασκευάζεται η λεγομένη ζώνη φίλτρου (εφόσον αυτή προβλέπεται από την μελέτη) επάνω στην επιφάνεια που πρόκειται να προστατευθεί η οποία θα πρέπει να έχει

διαμορφωθεί σύμφωνα με τις κλίσεις που ορίζονται από την μελέτη. Στην συνέχεια αυτή η επιφάνεια θα πρέπει να συμπυκνωθεί με δονητικούς οδοστρωτήρες οι οποίοι θα κινούνται στην στέψη του πρανούς. Όσο αναφορά την προετοιμασία του πρανού και την τοποθέτηση της λιθορροπής αυτά θα καθορίζονται από την μελέτη. Γενικότερα όμως στην περίπτωση που η εφαρμογή της λιθορροπής γίνεται ταυτόχρονα με την κατασκευή των επιχωμάτων τότε δεν απαιτείται προσθετή συμπύκνωση της επιφάνειας του πρανού.

Όσο αναφορά την τοποθέτηση των λιθορροπών θα πρέπει πάντα να κατασκευάζονται σύμφωνα με της διαστάσεις και κλίσεις που θα καθορίζονται από τα σχέδια των τυπικών διατομών που θα δίνονται με την μελέτη. Όλα τα υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να μεταφέρονται από τις θέσεις εξόρυξης προς τις προβλεπόμενες θέσεις ενσωμάτωσης. Γενικότερα δεν απαιτείται η συμπίεση του υλικού αλλά πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την τοποθέτηση του καθώς πρώτα πρέπει να κατανέμονται ομοιόμορφα οι μεγαλύτεροι λίθοι επάνω στη επιφάνεια του πρανού και στην συνέχεια να τοποθετούνται οι λίθοι μικρότερου βάρους με αποτέλεσμα να γίνεται και το γέμισμα των κενών που προκύπτουν από του μεγαλύτερους λίθους έτσι ώστε να αποκτήσουμε το ομοιόμορφο και συμπαγές αποτέλεσμα που επιθυμούμε. Επίσης ιδιαίτερη μέριμνα θα πρέπει να λαμβάνεται για την αποφυγή μετατόπισης του υλικού του υποστρώματος (φίλτρου) κατά την διαδικασία τοποθέτησης των λίθων. Με εξαίρεση όμως τους λίθους πλήρωσης, όλοι οι υπόλοιποι λίθοι θα πρέπει να τοποθετούνται με τέτοιον τρόπο ώστε η μεγαλύτερη έδρα τους να είναι παράλληλη στο πρανές του αναχώματος. Η τοποθέτηση των λιθορροπών θα πρέπει να γίνεται κατά την διάρκεια κατασκευής του αναχώματος σε συγκεκριμένες ζώνες μέγιστου ύψους έως 5,0 μέτρων.

Επίσης κατά την τοποθέτηση των λιθορροπών θα πρέπει να αποφεύγεται η θραύση ή η ρηγμάτωση των λίθων με αποτέλεσμα να μην επηρεαστεί η συμπεριφορά της λιθορροπής προστασίας. Τελειώνοντας απαγορεύεται η ρίψη του υλικού των λιθορροπών από τα ανώτερα τμήματα των πρανών προς τα κατώτερα. (Πηγή:

<https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-07-06-00.pdf>)



Εικόνα 6.Κατασκευή λιθορροπής

(πηγή: <https://ypodomes.com/tag/kataskeyi-lithorripis/>)

3. ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΕΡΓΟΥ

3.1 Τα μηχανήματα έργου στον χώρο των χωματουργικών εργασιών

Στις μέρες μας σχεδόν όλες οι κατασκευαστικές εργασίες στηρίζονται έως ένα ποσοστό σε μηχανήματα για την ολοκλήρωση ενός έργου. Στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι η κατανόηση των εργασιών αλλά και ο σκοπός των μηχανημάτων έργου με αποτέλεσμα την πλήρη κατανόησή τους. Επίσης θα προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε τις αποδόσεις που δίνει ένα μηχάνημα με αποτέλεσμα την πλήρη οργάνωσή του σε ένα εργοτάξιο. Τα μηχανήματα έργου έχουν βοηθήσει τον άνθρωπο σε μεγάλο βαθμό και για την γρήγορη εκτέλεση ενός έργου αλλά και για τον μικρό χρόνο εργασίας που παρέχουν.

Τα κυριότερα μηχανήματα που θα συναντήσουμε στην οδοποιία αλλά πιο συγκεκριμένα στον χώρο των χωματουργικών έργων είναι οι εξής:

1. Εκσκαφείς
2. Προωθητές,
3. Φορτωτές
4. Ισοπεδωτές ή Διαμορφωτές
5. Χωματοσυλλέκτες
6. Χωματουργικό όχημα



Εικόνα 7.:Χωματουργικά μηχανήματα έργου

(πηγη:<https://gobhma.gr/ta-teli-kykloforias-me-doseis-kai-gia-t/>)

3.2 Εκσκαφείς

Ο εκσκαφέας αποτελεί ένα σημαντικό μηχάνημα στον χώρο των χωματουργικών εργασιών. Από την ονομασία τους μας γίνεται αντιληπτό ότι η κυρία χρήση τους είναι να σκάβουν εδάφη σε αρκετά μεγάλο με βάθος και στην συνέχεια να τα αδειάζουν τα υλικά

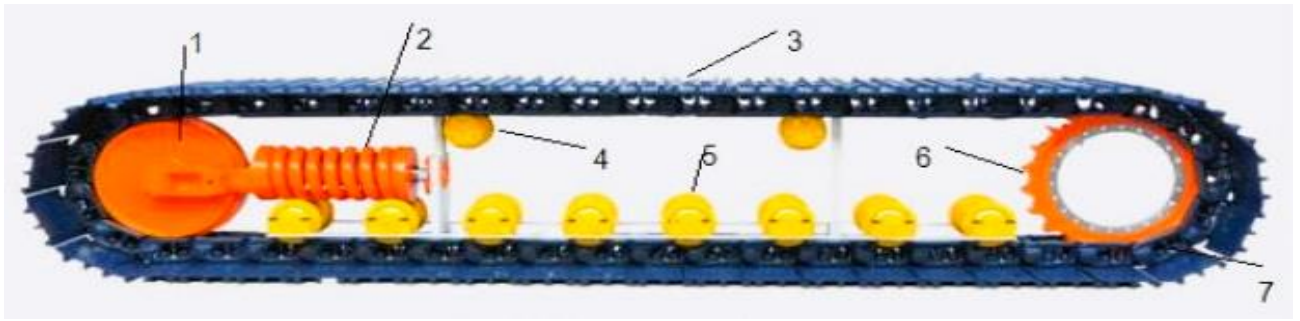
εκσκαφής σε φορτηγά για την μεταφορά τους σε προσωρινούς χώρους αποθήκευσης. Επίσης οι εκσκαφείς έχουν βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό τόσο στην αποτελεσματικότητα ενός έργου όσο και τον ίδιο τον άνθρωπο διότι τα παλαιότερα χρόνια για την δημιουργία ενός έργου χρησιμοποιούσαν κυρίως το ανθρώπινο δυναμικό με τη χρήση απαρχαιωμένου εξοπλισμού όπως για παράδειγμα τις τσουγκράνες, τις τσάπες και τέλος τους γκασμάδες, κλπ. Με την έξαρση της τεχνολογίας αυτό είχε αλλάξει ριζικά καθώς έχει δοθεί ένα σύγχρονο και με μεγάλες δυνατότητες μηχάνημα.



Εικόνα 8.:Ερπυστριοφόρος Εκσκαφέας R-938.

(πηγή:<https://www.tsekouras.gr/product/erpystriforos-ekskafeas-r-938-litronic/>)

Όσον αφορά τον τρόπο κίνησης των εκσκαφών διακρίνονται σε ερπυστριοφόρους και ελαστικοφόρους. Η κύρια διαφορά ενός είναι ότι οι ερπυστριοφόροι κινούνται με μεταλλικές ερπύστριες ενώ οι ελαστικοφόροι κινούνται επι των ελαστικών τροχών. Ενός το κυριότερο πλεονέκτημα των ερπυστριοφόρων εκσκαφών είναι ότι λόγω της κατασκευής τους δεν ασκούν αρκετά μεγάλη πίεση στο έδαφος με αποτέλεσμα όλοι αυτή η δύναμή να κατανέμεται σε μεγαλύτερο πλάτος ενώ το κυριότερο πλεονέκτημα των ελαστικοφόρων εκσκαφών είναι ότι μπορούν να κινούνται ευκολότερα και με μεγαλύτερες ταχύτητες σε σχέση με των ερπυστριοφόρων εκσκαφών λόγω των ελαστικών τροχών.



Εικόνα 9. Τα μέρη της ερπύστριας

Η ερπύστρια αποτελείται από:

- 1) Τροχός Τάνυσης
- 2) Τον Μηχανισμό Τάνυσης
- 3) Τα πέδιλα
- 4) Τροχοί στήριξης
- 5) Τροχοί κύλισης
- 6) Κινητήριος οδοντωτός τροχός
- 7) Ερπύστρια (με τα πέδιλα)

(πηγή: <http://eureka.teithe.gr>)

Ανάλογα με τις χωματουργικές εργασίες ενδέχεται να υπάρχουν ορισμένες παραλλαγές ανάλογα με το είδος των εκσκαφών και αυτή είναι:

α) Εκσκαφείς με μετωπικό κάδο εκφόρτωσης (shovel).

- Εκσκαφέας με μετωπικό κάδο εκφόρτωσης (shovel): Χρησιμοποιείται ευρέως στα χωματουργικά έργα και ανήκει στην κατηγορία των ερπυστριοφόρων καθώς με κάδο κάνει την εκσκαφή σκληρών εδαφών καθώς και την φόρτωση ενός σε φορτηγά. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα είναι ότι έχει τον κάδο μετωπικά με αποτέλεσμα να σπρώχνει με φορά προς τα εμπρός όλα τα πιθανά εμπόδια με σκοπό την πλήρη διαμόρφωση στον χώρο της εργασίας.

β) Εκσκαφείς με ανεστραμμένο κάδο φόρτωσης (backhoe).

- Εκσκαφέας με ανεστραμμένο κάδο φόρτωσης (backhoe): Είναι ο συνηθέστερος τύπος εκσκαφέα που χρησιμοποιούμε σε ένα έργο. Εφαρμόζεται κυρίως για την διάνοιξη τάφρων και φρεατίων αλλά χρησιμοποιείται ευρέως για χαμηλές στάθμες από την στάθμη έδρασης τους.

γ) Εκσκαφείς με συρόμενο κάδο (dragline).

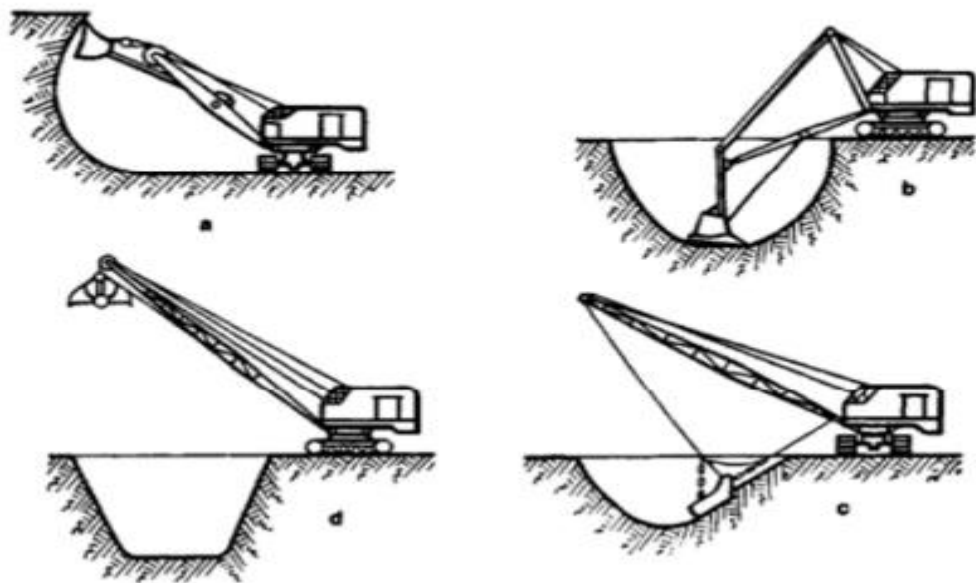
- Εκσκαφέας με συρόμενο κάδο (dragline): Ο συγκεκριμένος εκσκαφέας έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με τον γερανό διότι ο κάδος του κρέμεται από το ζεύγος των συρματόσχοινων και μέσω αυτών δουλεύει. Χρησιμοποιείται κυρίως για εξόρυξη αδρανών υλικών από ποταμιά ή για τις εργασίες που έχουν σχέση με το νερό για παράδειγμα κατασκευή διωρύγων. Τέλος το κύριο πλεονέκτημα τους είναι η μεγάλη ακτίνα εργασίας που προσφέρει ενώ το μειονέκτημα τους είναι η χαμηλή ισχύς εκσκαφής τους.

δ) Εκσκαφείς με αρπάγη ή αλλιώς αχιβάδα (clamshell).

- Εκσκαφείς με αρπάγη ή αλλιώς αχιβάδα (clamshell): Διαφέρει τελείως από τις κατηγορίες και αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι δεν αποτελείται από κάδο αλλά αντί αυτού έχει αρπάγη η οποία χρησιμοποιείται κυρίως σε εργασίες θεμελιώσεων, μεταφοράς φερτών υλικών ή τεμαχίων ενώ είναι καταλληλότερος για εργασίες σε υψηλότερη ή χαμηλότερη στάθμη από την στάθμη έδρασης. Το κυριότερο μειονέκτημα είναι ή μη χρήση της αρπάγης σε μαλακά εδάφη.

(Πηγή: <https://ikee.lib.auth.gr/record/324189/files/Polyzos.pdf>)

Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε αναλυτικά την χρήση των τεσσάρων εκσκαφών ανάλογα με τον τρόπο εκσκαφής:



Εικόνα 10 Μέθοδοι εκσκαφής ανάλογα με το είδος μηχανήματος

- Εκσκαφέας με μετωπικό κάδο εκφόρτωσης (shovel)
- Εκσκαφέας με ανεστραμμένο κάδο φόρτωσης (backhoe)
- Εκσκαφέας με συρόμενο κάδο(dragline):
- Εκσκαφείς με αρπάγη ή αλλιώς αχιβάδα (clamshell)

(πηγή: <http://eureka.teithe.gr>)

3.3 Προωθητές

Οι προωθητές γαιών(μπουλντόζες) είναι οι πιο βασικές και χρήσιμες χωματουργικές μηχανές και χρησιμοποιούνται ευρέως για την κατασκευή πολλών τεχνικών έργων. Από την ονομασία τους και μόνο μας γίνεται αντιληπτό ότι είναι ένα μηχάνημα που προωθεί το περιττό χώμα και βοηθάει στην ευθυγράμμιση του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα πρόκειται

για έναν ελκυστήρα (τροχοφόρο η ερπυστριοφόρο) ο οποίος φέρει στο μπροστινό μέρος μια λεπίδα κοινώς(μαχαίρι).

(Πηγή :Παναγιωτόπουλος Β. Νικόλαος, 1997. Δομικά Μηχαναί)

Οι προωθητές ανάλογα με το είδος τους διακρίνονται σε ερπυστριοφόρους λόγω του ότι κινούνται με την χρήση ερπυστριών αλλά και σε τροχοφόρους λόγω του ότι κινούνται με την χρήση ελαστικών τροχών. Επιπλέον οι προωθητές αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι για τα χωματουργικά έργα και αυτό διότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα πλήθος εργασιών μέσα στο εργοτάξιο αλλά και γενικά σε έργα οδοποιίας. Ωστόσο μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε κύριες εργασίες όσο και σε δευτερεύουσες. Μία από τις κυριότερες εργασίες για τις οποίες χρειάζονται οι προωθητές είναι η επιφανειακή εκσκαφή των σκληρών εδαφών και η μετακίνηση τους σε κοντινές αποστάσεις για μελλοντική χρήση. Στην κατασκευή ενός δρόμου μπορεί να συναντήσουμε διάφορα εμπόδια όπως δέντρα ή θάμνους τα οποία μέσω των προωθητών γίνεται η λεγόμενη εκρίζωση των δέντρων και ή εκχέρσωση των μικρών θάμνων με αποτέλεσμα την συνέχιση του έργου. Επιπλέον με τη χρήση των προωθητών μπορούμε να δημιουργήσουμε επιχώματα με τη χρήση των υπαρχόντων υλικών που υπάρχουν στο εργοτάξιο καθώς χρησιμοποιούνται και στην διάνοιξη βοηθητικών δρόμων μέσα σε αυτό.

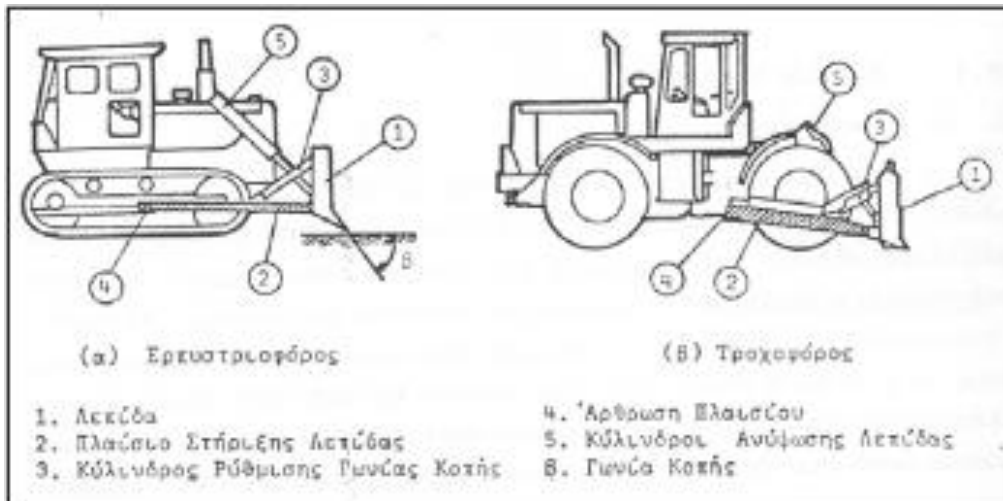


Εικόνα 11. Ερπυστριοφόρος Προωθητής (πηγή:<https://www.tsekouras.gr/product-category/mixanimata/>)

Όσο αναφορά την κατασκευή των προωθητών φέρουν ένα μετωπικό κοπτήρα ο οποίος σκάβει και προωθεί τα υλικά σε κάποιο σημείο για πιθανή προσωρινή αποθήκευση. Ενός παρατηρούμε και στην παραπάνω εικόνα στην μπροστινή όψη ο προωθητής έχει μια λεπίδα η οποία είναι υπό γωνιά που μπορεί να φτάσει έως και 125 μοίρες και ανάλογα με την τοποθεσία αποθήκευσης των υλικών μπορεί να στρίψει είτε δεξιά είτε αριστερά.

Ένας ερπυστριοφόρος προωθητής αποτελείται από:

- α) το σκάφος,
- β) το χειριστήριο,
- γ) το σύστημα πορείας,
- δ) τον κινητήρα,
- ε) τα στοιχεία μετάδοσης ενός κινητικής ενέργειας
- στ) τα σκαπτικά εργαλεία.



Εικόνα 12. Συστήματα ανάρτησης ερπυστριοφόρων & τροχοφόρων προωθητών

Από όλα τα παραπάνω το σύστημα πορείας έχει ιδιαίτερη σημασία για την οικονομική εκμετάλλευση του μηχανήματος, λόγω των αυξημένων καταπονήσεων και φθορών που δέχεται κατά την λειτουργία του. Επίσης από τα σκαπτικά εργαλεία τα κυριότερα είναι η μετωπική λεπίδα, η λεπίδα γενικής χρήσης, και η λεπίδα ώθησης. (Πηγή: Εφραιμίδης Ι. Χάρης, 1998. Δομικές Μηχανές, Αθήνα, 1998).

Τα πλεονεκτήματα των ελαστικοφόρων προωθητών έναντι των ερπυστριοφόρων:

- Οι ελαστικοφόροι είναι περισσότερο ευκίνητοι. Υπάρχουν τροχοφόροι προωθητές που μπορούν να κάνουν απευθείας αλλαγή πορείας 180° σε χώρο ίσο με το πλάτος τους.
- Αναπτύσσουν αρκετά μεγάλες ταχύτητες που έχει σαν αποτέλεσμα την μεταφορά υλικών σε αποστάσεις μέχρι 150m.
- Ο χειρίστης του μηχανήματος καταπονείται λιγότερο κατά την λειτουργία του.
- Λόγω των ελαστικών τροχών μπορούν να κινούνται στο οδικό δίκτυο χωρίς να χρειάζονται να μεταφερθούν με άλλα μέσα.
- Έχουν την εξειδικευμένη δυνατότητα να εργαστούν σε εδάφη με πυριτιούχα άμμο χωρίς να φθαρθούν τα λάστιχα σε έναντι θέση με τις ερπύστριες που θα φθείρουν τα εξαρτήματα της.

Τα μειονεκτήματα των ελαστικοφόρων προωθητών έναντι των ερπυστριοφόρων:

- Έχουν μικρότερη πρόσφυση στο έδαφος που έχει ως αποτέλεσμα την μικρότερη δυνατή εκμετάλλευση της ισχύος του κινητήρα.
- Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε βραχώδη εδάφη λόγω του κίνδυνου καταστροφής των ελαστικών.
- Ασκούν μεγαλύτερη πίεση στο έδαφος σε σχέση με τους ερπυστριοφόρους προωθητές και για αυτό θεωρείται ακατάλληλη η χρησιμοποίησή τους σε λασπώδη εδάφη και σε εδάφη που δεν επιτρέπονται μεγάλες πιέσεις.
- Κατά την πραγματοποίηση εργασιών σε ανώμαλα και ασταθή εδάφη οι τροχοφόροι προωθητές ταλαντώνονται περισσότερο διότι στηρίζονται σε 4 μόνο σημεία με αποτέλεσμα την μικρότερη ακρίβεια κατά την εκτέλεση των εργασιών.

(Πηγή: Καραρίζος Β. Πλούταρχος, 1999.)

3.4 Φορτωτές

Οι φορτωτές είναι μια κατηγορία μηχανήματων με άμεσο γενικό ενδιαφέρον στον χώρο των χωματουργικών εργασιών και από την ονομασία τους μας γίνεται αντιληπτό ότι χρησιμοποιούνται για την φόρτωση διάφορων υλικών σε χωματουργικά οχήματα(φορτηγά)μέσω των οποίων γίνεται και η μεταφορά των υλικών σε ένα έργο. Συνήθως οι φορτωτές βρίσκονται σε μεγάλα έργα όπου υπάρχει μεγάλος όγκος υλικών και κυρίως σε λατομεία όπου χρησιμεύουν για την μεταφορά των υλικών εκσκαφής σε κοντινές κυρίως αποστάσεις ή στην φόρτωση αυτών σε χωματουργικά οχήματα (φορτηγά). Το μέγεθος τους ποικίλει ανάλογα με τις υπάρχουσες ανάγκες και η ισχύς του κινητήρα για τους ερπυστριοφόρους κυμαίνεται από 10-260 Hp(Ιππους) ενώ η ισχύς του κινητήρα για τους τροχοφόρους κυμαίνεται από 10-350 Hp(Ιππους).

(Πηγή: Εφραιμίδης Ι. Χάρης, 1998. Δομικές Μηχανές, Αθήνα, 1998).



Εικόνα 13. Ελαστιχοφόρος Φορτωτής

(πηγή: <https://www.tsekouras.gr/product/elasticoforos-fortotis-l-580/>)

Όσο αναφορά τα γενικά χαρακτηριστικά ενός φορτωτή μπορούμε να πούμε ότι διαφέρει κατά πολύ από τους εκσκαφείς γενικής χρήσης και ο λόγος είναι διότι ενός φορτωτή έχει μεγάλο πλάτος του κάδου το οποίο σε ορισμένες περιπτώσεις είναι ίσο με το πλάτος του μηχανήματος. Αυτό το χαρακτηριστικό του είναι σημαντικό διότι μπορεί γρήγορα και σε λιγότερο χρόνο να απομακρύνει μεγάλες ποσότητες υλικών σε σύγκριση με έναν εκσκαφέα όπου χρειάζεται πολύ περισσότερο χρόνο καθώς και περισσότερη εργασία για να φτάσει την απόδοση του φορτωτή. Επίσης ανάλογα με την εργασία του και το έδαφος ο φορτωτής εξοπλίζεται με σύστημα πορείας το οποίο αποτελείται είτε από ερπύστριες είτε από ελαστικούς τροχούς. (Πηγή: Εφραιμίδης Ι. Χάρης, 1998. Δομικές Μηχανές, Αθήνα, 1998).

Οι φορτωτές με βάση το είδος των τροχών τους διακρίνονται σε 2 κατηγορίες:

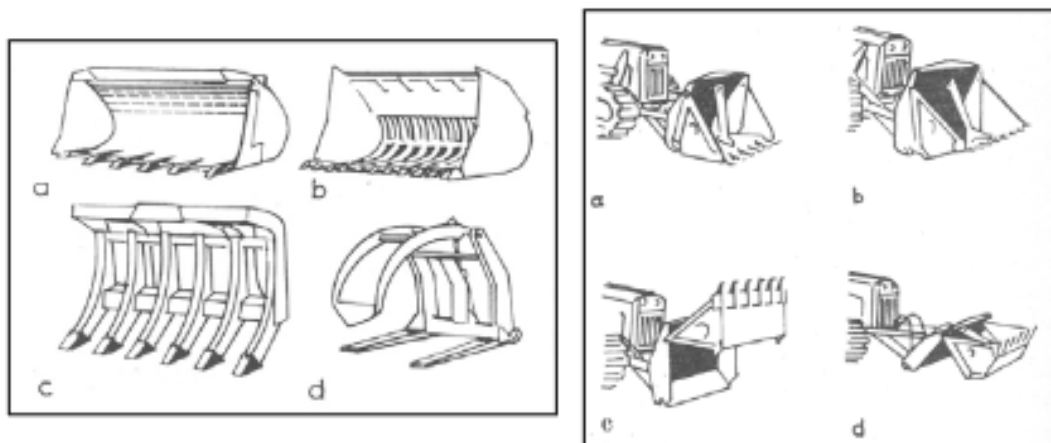
- α) τους ελαστικοφόρους,
- β) τους ερπυστριοφόρους.

Στους ελαστικοφόρους ο φορτωτής κινείται επι το ελαστικών τροχών ενώ στους ερπυστριοφόρους κινείται επι μεταλλικών ερπυστριών.

Οι ερπυστριοφόροι φορτωτές θεωρούνται καταλληλότεροι για βαριές χωματουργικές εργασίες όπως για παράδειγμα την φόρτωση πετρωμάτων ή σε εδάφη χαλαρά και λασπώδη που λόγω των ερπυστριών έχουν σχετικά μικρότερη βύθιση. Επιπλέον ένα θετικό των φορτωτών με ερπύστριες είναι ότι ο βαθμός των ολισθήσεων είναι μικρότερος με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη ισχύ του μηχανήματος κατά την εργασία. Αντίθετα οι ελαστικοφόροι φορτωτές λόγω του λάστιχου έχουν καλύτερη πρόσφυση με το έδαφος και αρά μεγαλύτερη απαιτούμενη ώθηση σε εν' αντιθέση με τους ερπυστριοφόρους που λόγω της ερπύστριας είναι πιο αργή. Από πλευράς κόστους οι ελαστικοφόροι φορτωτές είναι πιο οικονομική και διαθέτουν πιο φτηνά ανταλλακτικά σε περίπτωση συντήρησης. Η χωρητικότητα του κάδου στους ερπυστριοφόρους φτάνει περίπου τα 3 κυβικά μετρά ενώ στους ελαστικοφόρους φτάνει τα 2 κυβικά μετρά. (Πηγή: Γαβριηλίδης Θ. Σάββας, 1995. Χωματουργικά Μηχήματα)

Επιπλέον στους ερπυστριοφόρους φορτωτές ο κάδος που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί έχει ειδική διαμόρφωση ανάλογα πάντα με τις εκάστοτε εργασίες. Πιο συγκεκριμένα εκτός από τον κοινό κάδο με λεία ακμή που είναι καταλλήλως κυρίως για χαλαρά εδάφη υπάρχουν και τα παρακάτω είδη κάδων όπως φαίνονται και στην εικόνα 13.

- a) Κάδος για την φόρτωση βαρέων υλικών,
- b) Κάδος για την φόρτωση λίθων,
- c) Κάδος για την εκρίζωση των δένδρων, για την διάσπαση βραχώδων εδαφών,
- d) Κάδος για την φόρτωση κορμών δένδρων σε δασικές εργασίες.



Εικόνα 14. Τα τέσσερα είδη κάδων με σιαγόνες.

(Πηγή: Γαβριηλίδης Θ. Σάββας, 1995. Χωματουργικά Μηχανήματα)

3.5 Ισοπεδωτές-Διαμορφωτές

Άλλο ένα σημαντικό μηχάνημα που χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως πέρα των εκσκαφών και των προωθητών που προαναφέραμε είναι οι διαμορφωτές (γκρέιντερ). Οι διαμορφωτές αποτελούν μια ξεχωριστή κατηγορία μηχανημάτων με τους οποίους μπορούμε να εκτελέσουμε συγκεκριμένες εργασίες στον χώρο της οδοποιίας. Από το ονομασία τους καταλαβαίνουμε ότι οι διαμορφωτές χρησιμοποιούνται κυρίως στην διαμόρφωση μιας οδού αλλά αυτές οι εργασίες είναι απαραίτητες για την έκβαση ενός χωματουργικού έργου. Στις μέρες μας με την ανάπτυξη της τεχνολογίας υπάρχουν στην αγορά υπερσύγχρονες μηχανές που πραγματικά αποτελούν το θεμέλιο λίθο για την πραγματοποίησι των χωματουργικών έργων.

Οι διαμορφωτές (γκρέιντερ) ανήκουν στην κατηγορία των επίπεδων εκσκαφών και χρησιμοποιούνται στα χωματουργικά έργα κυρίως για την διάστρωση των αδρανών υλικών (E4,3A), για την απόξεση του εδάφους, για την συντήρηση των προσβάσεων σε ένα εργοτάξιο καθώς επίσης και για την διαμόρφωση των επιφανειών στα εκάστοτε έργα. Η ικανότητα αυτή οφείλεται κυρίως στην λεπίδα(κοινώς μαχαίρι) που αποτελείται στο μηχάνημα ενδιάμεσα στους εμπρόσθιους και οπίσθιους τροχούς. Το μήκος μιας λεπίδα του μηχανήματος κυμαίνεται μεταξύ των 2,5-5,0 μέτρων ενώ το ύψος του κυμαίνεται από 0,50-0,75 μετρά. Κατα την χρήση του μηχανήματος αυτή η λεπίδα έρχεται σε επαφή με το έδαφος και ανάλογα με την ισχύ του εκάστοτε μηχανήματος ωθεί τα υλικά που υπάρχουν με αποτέλεσμα την τελική διαμόρφωση του χώρου.

(Πηγή: Καραρίζος Β. Πλούταρχος, 1999. Οι δυνατότητες των ισοπεδωτών (Graders))

Ένα παράδειγμα για την πλήρη κατανόηση στον χώρο εργασίας είναι: Αρχικά τα φορτηγά μεταφέρουν προϊόντα εκχώματος και με την χρήση των ανατροπών τα ρίχνουν στο έργο. Στην συνέχεια οι ισοπεδωτές διαστρώνουν τα υλικά ενός περιοχής και προσπαθούν να τα φέρουν σε μια ευθεία. Τελειώνοντας με την χρήση των συμπυκνωτών(οδοστρωτήρων) τα συμπυκνώνουμε έως ότου πάρουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Οι ισοπεδωτές-διαμορφωτές είναι πάντοτε τροχοφόροι και ανάλογα πάντα με τον αριθμό των αξόνων των τροχών κατατάσσονται σε δυο(2) κατηγορίες:

- Τους διαξονικούς,
- Τους τριαξονικούς

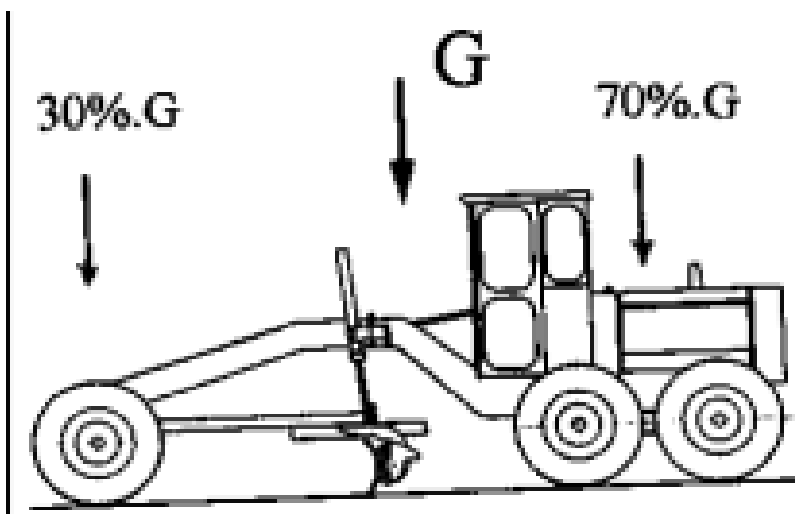
ενώ ανάλογα με την λειτουργία κίνησης της λεπίδας τους κατατάσσονται σε:

- υδραυλικά,
- μηχανικά.

Στα σύγχρονα μηχανήματα ο χειρισμός όλων των συστημάτων είναι κυρίως με την χρήση υδραυλικού κυκλώματος και αυτό διότι είναι πιο ευκολότερο στην χρήση, πιο παραγωγικό και ο χειρίστης δεν καταπονείται συνεχώς κατά την λειτουργία του. (Πηγή: Εφραιμίδης Ι. Χάρης, 1998. Δομικές Μηχανές, Αθήνα, 1998).

Στην κατηγορία των τριαξονικών διαμορφωτών στους οποίους υπάγονται το 90% των μηχανών διαμόρφωσης του εδάφους, οι δυο οπίσθιοι κινητήριοι τροχοί δέχονται το 70% του συνολικού βάρους του μηχανήματος ενώ το εμπρόσθιο τμήμα μόνο το 30% και αυτό το παρατηρούμε και στην παρακάτω εικόνα 13.

33



Εικόνα 15. Κατανομή βάρους σε τριαξονικό ισοπεδωτή-διαμορφωτή.

Το κυριότερο πλεονέκτημα των τριαξονικών διαμορφωτών γαιών είναι η μεγαλύτερη ακρίβεια εργασίας διότι κατά την εργασία προκαλούνται μικρότερες κατακόρυφες μετακινήσεις της λεπίδας. Και αυτό οφείλεται στο ότι οι οπίσθιοι τροχοί προσαρμόζονται καλύτερα σε ανώμαλα εδάφη. Στην αντίθετη περίπτωση με τους διαξονικούς διαμορφωτές γαιών όλοι οι τροχοί είναι κινητήριοι με αποτέλεσμα το βάρος να κατανέμεται σχεδόν ομοιόμορφα στους τροχούς (Περίπου το 45% στον εμπρόσθιο και το 55% στον οπίσθιο) και η δύναμη πρόσφυσης των τροχών να είναι μεγαλύτερη από τους τριαξονικούς για το βάρος αυτού του μηχανήματος. (Πηγή: Γαβριηλίδης Θ. Σάββας, 1995. Χωματοουργικά Μηχανήματα)

Όσο αναφορά τον μηχανολογικό εξοπλισμό των διαμορφωτών-ισοπεδωτών εκτός της λεπίδας (κοινώς μαχαίρι) που χρησιμοποιείται για την διάστρωση και την διαμόρφωση των υλικών περιλαμβάνει και τον μηχανισμό πορείας με το πλαίσιο όπου αποτελείται από 3 άξονες (οι δυο (2) κινητήριοι πίσω και ο ενός (1) μπροστά). Αυτοί οι άξονες παρέχουν στο μηχανήμα την δυνατότητα μιας μικρής περιστροφής σε περίπτωση που αυτό πρέπει να κινηθεί επάνω σε μια ανωμαλία εδαφών. Επίσης σημαντικό ρολό ως προς τον μηχανολογικό εξοπλισμό αποτελεί ο κινητήρας γιατί μέσω αυτού γίνεται η μετάδοση της ισχύος στους τροχούς. (Πηγή: Εφραιμίδης Ι. Χάρης, 1998. Δομικές Μηχανές, Αθήνα, 1998)



Εικόνα 16. Ισοπεδωτής-Διαμορφωτής(γκρέιντερ)

(πηγή:<https://www.komatsu.eu/en/product-archive/motor-graders/gd675-6>)

Ο Ισοπεδωτής-Διαμορφωτής που προαναφέραμε αποτελεί ένα σημαντικό ρόλο στον χώρο των χωματουργικών εργασιών. Πιο συγκεκριμένα όπως παρατηρούμε και στην παραπάνω εικόνα η κυριότερη εργασία των ισοπεδωτών είναι να ισοπεδώνουν δηλ. εάν έχουμε μια ποσότητα χώματος συγκεντρωμένη σε κάποιο σημείο και αυτή η ποσότητα πρέπει με κάποιο τρόπο να διαστρωθεί σε ένα τμήμα ενός έργου τότε σίγουρα αυτό είναι δουλειά για έναν διαμορφωτή και βέβαια αυτό πρέπει να διαστρωθεί σωστά δηλαδή πρέπει όλες οι στρώσεις να έχουν το ίδιο πάχος με αποτέλεσμα να συμπυκνωθεί σωστά.

Στις μέρες μας κυκλοφορούν υπερσύγχρονα μηχανήματα που παρέχουν την χρήση laser και αυτό με την σειρά του βοηθάει τον χειριστή του μηχανήματος σαν οδηγός με σκοπό το επιθυμητό αποτέλεσμα σε ένα χωματουργικό έργο.

Τελειώνοντας παρατηρούμε ότι ισοπεδωτής-διαμορφωτής είναι ένα χρήσιμο μηχάνημα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εργασίες όλο τον χρόνο. Παραδείγματος χάρη τους καλοκαιρινούς μήνες μπορεί να βοηθήσει στη συντήρηση των επαρχιακών-βοηθητικών δρόμων καθώς με την λεπίδα του μπορεί να απομακρύνει μικρά φυσικά εμπόδια όπως για παράδειγμα θάμνους, χόρτα κλπ. Αλλά μπορεί και να διαστρώσει υλικά για την συντήρηση του. Τους χειμερινούς μήνες σε περιόδους χιονοπτώσεων μπορεί να βοηθήσει στην απομάκρυνση του χιονιού από το οδόστρωμα με αποτέλεσμα την διάνοιξη του δρόμου σε οχήματα ή και σε άλλα μηχανήματα.

3.6 Χωματοσυλλέκτες

Άλλο ένα σπουδαίο και σημαντικό μηχάνημα που χρησιμοποιείται ευρέως στον χώρο των χωματουργικών εργασιών είναι ο χωματοσυλλέκτης. Ο χωματοσυλλέκτης χρησιμοποιείται κυρίως σε έργα οδοποιίας γι' αυτό είναι και ιδιαίτερα χρήσιμος. Πιο συγκεκριμένα ο χωματοσυλλέκτης είναι ένα μηχάνημα που η βασική του εργασία είναι η εκσκαφή, μεταφορά και τέλος η διάστρωση των υλικών. Επομένως συμπεραίνουμε ότι μπορεί να φτάσει έως ένα βαθμό ενός δυνατοτήτες του εκσκαφέα αλλά υπό ορισμένες

προϋπόθεσης. Βασική προϋπόθεση αποτελεί το είδος του εδάφους δηλαδή εάν το έδαφος είναι χαλαρό ή σκληρό. Σε περίπτωση χαλαρού εδάφους ο χωματοσυλλέκτης μπορεί να αναλάβει μια εκσκαφή χωρίς την βοήθεια κάποιου άλλου μηχανήματος σε αντίθετη περίπτωση ενός δηλ. σε σκληρό έδαφος εκεί ο χωματοσυλλέκτης έχει ένα βασικό μειονέκτημα με αποτέλεσμα να χρειάζεται την βοήθεια του προωθητή.



Εικόνα 17. Χωματοσυλλέκτης

(Πηγή:<https://www.forconstructionpros.com/equipment/earthmoving/ graders-scrappers/product/22093560/caterpillar-cat-caterpillar-651-wheel-tractor-scraper>)

Επομένως συμπεραίνουμε ότι ο χωματοσυλλέκτης είναι ένα σημαντικό μηχάνημα που χρησιμεύει στην εκτέλεση των χωματουργικών έργων και συνεπώς χρησιμοποιείται ευρέως στα εργοτάξια καθώς έχει την δυνατότητα να παράγει έργο σε αρκετές εργασίες καθώς μπορεί να αντικαταστήσει έως ένα βαθμό αλλά μηχανήματα. Απλώς βασική προϋπόθεση είναι ότι σε περίπτωση εκσκαφής ενός υπό κατασκευή δρόμου πρέπει να εργάζεται μόνο σε χαλαρά εδάφη καθώς στα σκληρά δεν μπορεί να λειτουργήσει.

3.7 Χωματουργικό όχημα(φορτηγό)

Σε κάθε χωματουργικό έργο η μεταφορά των υλικών που προκύπτουν από τις εκσκαφές πρέπει να μεταφέρονται με την χρήση ελαστικοφόρων μεταφορικών οχημάτων (Trucks).Όσον αφορά τα χωματουργικά μηχανήματα διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο απόθεσης του υλικού (π.χ: εμπρόσθια/οπίσθια ανατροπή).Η συνηθέστερη μέθοδος είναι με την χρήση της οπίσθιας ανατροπής και αυτό διότι έχει ένα πλεονέκτημα σε σχέση με τους υπολοίπους τύπους μηχανήματος. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ότι το 80-100% του συνολικού φορτιού ενεργεί επι των κινητήριων τροχών που έχει σαν αποτέλεσμα στην αύξηση της ελκτικής δύναμης.

Στην περίπτωση όμως που εκτελείται μια εργασία εκσκαφής-μεταφοράς υλικού με την χρήση των εκσκαφών- φορτωτών θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στο κομμάτι ισορροπίας μεταξύ του όγκου του πτύουν του εκσκαφέα με τον όγκο της σκάφης του οχήματος. Με λίγα λόγια θα πρέπει το σύνολο των φορτώσεων να είναι μεγαλύτερο από

την χωρητικότητα της σκάφης του οχήματος και το βάρος του υλικού δεν πρέπει να ξεπερνά το επιτρεπόμενο. Τελειώνοντας εμπειρικά ο αριθμός των φορτώσεων για την πληρώσει της σκάφης του οχήματος πρέπει να κυμαίνεται από 4 έως 6.

(Πηγή: <https://www.kleidarithmos.gr/main/books/46072/18/>)



Εικόνα 18.Φορτηγο

(Πηγή:<https://www.youtruck.gr/fakelos-ergotaxiaka-fortiga-man-tgs/>)

4. ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ-ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΤΗΡΩΝ

4.1 Εισαγωγή- Ο ορισμός της συμπίκνωσης

Με τον όρο συμπίκνωση ονομάζουμε την δια μηχανικών μέσων αναδιάταξη του πλέγματος των κόκκων σε μια πιο πυκνότερη δομή. Πιο συγκεκριμένα η συμπίκνωση αποτελεί σημαντικό κομμάτι των χωματουργικών εργασιών διότι έχει ευρεία χρήση τόσο σε εργασίες ορυγμάτων όσο και σε εργασίες επιχωμάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η συμπίκνωση του εδάφους είναι μια διεργασία καθοριστική για την ποιοτική επάρκεια διάφορων κατασκευών όπως π.χ οδοποιίας, έργων υποδομής καθώς και αεροδρομίων. Επίσης η συμπίκνωση ενός εδάφους είναι σημαντική στα χωματουργικά έργα διότι μια σωστή συμπίκνωση μειώνει κατά πολύ την παραμόρφωση και αυτό οφείλεται κυρίως στην δομή του με αποτέλεσμα να είναι αδύνατον να δεχθεί οποιαδήποτε παραμόρφωση.

(Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

Επίσης μέσω της συμπίκνωσης το έδαφος αποκτά κάποια χαρακτηριστικά τα οποία αποδεικνύονται μέσω μελετών:

α) αύξηση της διατμητικής αντοχής: λόγο της αύξησης της διατμητικής αντοχής, το έδαφος δεν πραγματοποιείται σε διάτμηση.

β) αύξηση της φέρουσας ικανότητας: λόγο της αύξησης της φέρουσας ικανότητας το έδαφος αποκτά τέτοια δομή που του είναι αδύνατον να δεχθεί οποιαδήποτε καθίζηση και γενικότερα οποιαδήποτε παραμόρφωση.

γ) μείωση της διαπερατότητας: λόγο της μειωμένης διαπερατότητας των κόκκων του εδάφους δεν είναι εύκολη η είσοδος του νερού σε ένα επίχωμα με αποτέλεσμα την δημιουργία ζημιών και αυτό οφείλεται στην συμπίκνωση.

Βάση των παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι η συμπίκνωση αποτελεί σημαντικό κομμάτι των χωματουργικών έργων κατά την δημιουργία των στρώσεων πριν την ρίψη ασφαλικού. Επομένως η συμπίκνωση χρησιμοποιείται σε όλα τα έργα υποδομής με αποτέλεσμα την καλύτερη μηχανική συμπεριφορά καθώς και τη μείωση της παραμόρφωσης του εκάστοτε εδάφους ,την αποτροπή των καθιζήσεων και γενικότερα κάθε είδους αστοχίας. Η συμπίκνωση αποτελεί μια από τις παλαιότερες μεθόδους καθώς και μία από τις οικονομικότερες μεθόδους όσον αφορά τις εν χρήσει τεχνικές με αποτέλεσμα να είναι μια από τις σημαντικότερες μεθόδους σταθεροποίησης ενός εδάφους. Αξίζει να σημειωθεί ότι η συμπίκνωση δεν επηρεάζει όλα τα εδαφικά υλικά με τον ίδιο τρόπο. Σε ορισμένες περιπτώσεις η υπερβολική συμπίκνωση είναι ανεπιθύμητη διότι το ενδεχόμενο της διόγκωσης είναι περισσότερο επικίνδυνο και από την αύξηση της διατμητικής αντοχής.

Ανέκαθεν το τελευταίο στάδιο σε ένα επίχωμα είναι η διάστρωση των υλικών η οποία γίνεται σε στρώσεις και βέβαια είναι απαραίτητη η συμμετοχή μηχανήματων όπως είναι ο οδοστρωτήρας. Ο οδοστρωτήρας αποτελεί σημαντικό κομμάτι της συμπίκνωσης καθώς χωρίς την βοήθεια του δεν θα είχαμε μια σταθερή βάση αλλά μια βάση εύκολη σε παραμορφώσεις.

(Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

4.2 Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την συμπίκνωση

4.2.1 Οι συνθήκες συμπίκνωσης

Για την εκτέλεση της συμπίκνωσης μιας εδαφικής μάζας ο μηχανικός μπορεί να προκαθορίσει ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα τρεις(3) βασικούς παράγοντες:

- α) την υγρασία που περιέχει το εδαφικό υλικό,
- β) την ενέργεια της συμπίκνωσης
- γ) τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η συμπίκνωση.

Κάθε ένας από αυτούς τους βασικούς παράγοντες επηρεάζει κυρίως τις ιδιότητες της εδαφικής δομής που υπόκειται σε συμπίκνωση και ιδιαίτερα:

- Την διαπερατότητα,
- Την συμπιεστότητα,
- Την αντοχή και τους νομούς τάσεων – παραμορφώσεων.

Ο βέλτιστος συνδυασμός αυτής της τριάδας εξαρτάται κυρίως από την φύση αλλά και το είδος του εκάστοτε έργου. Ανάλογα το έργο ο μηχανικός είναι αυτός που θα επιλέξει την επιθυμητή την υγρασία των υλικών καθώς από το στάδιο της μελέτης έως το στάδιο της κατασκευής θα πρέπει να διευρύνεται η επίδραση των συνθήκων συμπίκνωσης με αποτέλεσμα την σωστή επιλογή των κατάλληλων μηχανήματων για την δημιουργία και επίτευξη της κατασκευής ενός οδικού έργου.

(Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

Η συμπίκνωση εμπειρικά αλλά και βάση πειραματικών μελετών επηρεάζεται από δυο τινά. Το πρώτο καθοριστικό κριτήριο είναι η υγρασία όπου το κάθε έδαφος για να συμπτυκνωθεί πρέπει να έχει μια συγκεκριμένη υγρασία. Το δεύτερο καθοριστικό κριτήριο είναι η ξηρή πυκνότητα γδ όπου και αυτήν σε ένα βαθμό επηρεάζει σημαντικά την συμπίκνωση. Ο τελείως συγχρονισμός τους δηλ. υγρασίας και ξηρής πυκνότητας γδ μας δίνουν το επιθυμητό αποτέλεσμα για μια τελειά συμπίκνωση. Αυτό έχει αποδειχθεί πειραματικά βάση διάφορων συγκρίσεων που έχουν πραγματοποιηθεί με υγρασίες υπό καθορισμένη ενέργεια συμπίκνωσης.

Επίσης άλλο ένα σημαντικό κομμάτι για την μέγιστη δυνατή υγρασία την έχει το νερό καθώς το κάθε έδαφος πριν από κάποια συμπίκνωση πρέπει να έχει την επιθυμητή ποσότητα νερού για να απόκτηση και αυτό την μέγιστη συμπίκνωση κάτω από προκαθορισμένη ενέργεια συμπίκνωσης. Βάση την ύπαρξης αυτού του νερού δημιουργείται η βέλτιστη επιθυμητή υγρασία. Αυτή η βέλτιστη υγρασία παρέχει την απαιτούμενη επιθυμητή υγρασία με αποτέλεσμα το υλικό να είναι όσο το δυνατόν πιο εργάσιμο με σκοπό την απομάκρυνση του αέρα από την μάζα του. Μια από τις εξαιρέσεις γίνεται με την καθαρή άμμο καθώς η φυσική υγρασία είναι μικρότερη της βέλτιστης με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η συμπίκνωση. Αρα γίνεται αντιληπτό ότι στόχος της συμπίκνωσης είναι η υγρασία των υλικών να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στην βέλτιστη επιθυμητή υγρασία. Σε περίπτωση που οι τιμές της φυσικής υγρασίας είναι μεγαλύτερες της βέλτιστης επιθυμητής τα περισσότερα κυρίως εδαφικά υλικά δεν μπορούν να αποκτήσουν πυκνή δομή με αποτέλεσμα το νερό να εμποδίζει την προσέγγιση των στέρεων κόκκων. Επομένως αυτή η υγρασία επηρεάζει κατά πολύ την συμπίκνωση.

Από την στιγμή που έγινε αντιληπτό για το ποια υγρασία επηρεάζει τα επιχώματα θα πρέπει να δοθούν και κάποια συμπεράσματα ως προς την ενέργεια συμπίκνωσης. Αρχικά η ενέργεια συμπίκνωσης παίζει καθοριστικό ρόλο για το κάθε ένα υλικό με αποτέλεσμα

εάν αυτό έχει υψηλότερη ενέργεια χρειάζεται μεγαλύτερο και αυστηρότερο έλεγχο της περιεχομένης υγρασίας.

Και αυτό βέβαια πραγματοποιείται με την βοήθεια μηχανήματων έργων αλλά κυρίως του οδοστρωτήρα. Τελειώνοντας η ενέργεια συμπίκνωσης πρέπει να είναι προκαθορισμένη με αποτέλεσμα να χρειάζεται να ρυθμίσουμε την υγρασία που πρέπει να έχει το έδαφος με στόχο να φτάσουμε στο επίπεδο της βέλτιστης. Εάν το κάνουμε αυτό δηλ. να πέτυχουμε την βέλτιστη υγρασία να φτάσει την μέγιστη ξηρή πυκνότητα τότε θα πετύχουμε την καλύτερη δυνατή συμπίκνωση που είναι επιθυμητή σε κάθε έργο.

(Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

4.2.2 Τα κυριότερα μετρά για την εξασφάλιση της βέλτιστης υγρασίας του εδάφους

Αρχικά όπως έχει γίνει αντιληπτό ο ρόλος της υγρασίας σε ένα έδαφος είναι καθοριστικός διότι με τον τρόπο αυτόν πραγματοποιείται μία σωστή συμπίκνωση. Επίσης για να θεωρήσουμε μια συμπίκνωση πετυχημένη πρέπει τα επίπεδα της να κυμαίνονται κοντά στη βέλτιστη. Έτσι σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούν τα κυριότερα μέτρα που μας εξασφαλίζουν τη βέλτιστη υγρασία του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα στο πλαίσιο εκτέλεσης της συμπίκνωσης σημαντικό θέμα είναι η ρύθμιση της υγρασίας.

Γι' αυτό τα επιμέρους ζητήματα που χρειάζονται να αντιμετωπισθούν είναι:

- Η ποσότητα του νερού,
- Ο ρυθμός διάβροχης,
- Η μέθοδος και ο εξοπλισμός διάβροχης,
- Η επίδραση των κλιματικών συνθηκών.

Μια πρώτη περίπτωση που μπορεί να συναντήσουμε είναι όταν έχουμε στρώση υλικού του οποίου η υγρασία να μην είναι βέλτιστη με αποτέλεσμα να μην μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα η συμπίκνωση αλλά να ακολουθήσει διαβροχή του υλικού μέχρι να αποκτήσει την ζητούμενη υγρασία.

(Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

Όσο αναφορά την διαβροχή αυτή πραγματοποιείται με δυο (2) τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι με επι τόπου διαβροχή ενώ ο δεύτερος τρόπος σε ειδικούς χώρους π.χ. δανειοθάλαμους. Εάν έχουμε χονδρόκοκκα υλικά η καλύτερη μέθοδος είναι με την επι τόπου διαβροχή του υλικού διότι δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Αφού ολοκληρωθεί η διαβροχή στην συνέχεια πρέπει να γίνει η ανάμιξη των υλικών με κατάλληλους διαμορφωτές με αποτέλεσμα ολόκληρη η στρώση να αποκτήσει την απαιτούμενη υγρασία. Σε περίπτωση που έχει διαστρωθεί το υλικό με την χρήση υδροφόρας γίνεται η διαβροχή σε ολόκληρη την επιφάνεια της στρώσης του υλικού. Βέβαια καλό είναι να μην πραγματοποιείται ο δεύτερος τρόπος κυρίως σε συνεκτικά εδάφη καθώς η διαβροχή μπορεί μεν να δώσει κάποια υγρασία στην επιφάνεια αλλά μπορεί να μην φθάσει στο βάθος της με αποτέλεσμα να εφαρμόσουμε λάθος τακτική και να δημιουργήσουμε προβλήματα. Επομένως καταλαβαίνουμε το πόσο σημαντικό είναι το υλικό το οποίο πρόκειται να συμπτυκνωθεί να έχει την υγρασία κοντά στην βέλτιστη.

(Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

Μια άλλη περίπτωση που μπορεί να συναντήσουμε είναι όταν έχουμε στρώση υλικού του οποίου η υγρασία είναι μεγαλύτερη της βέλτιστης οπότε και σε αυτήν την περίπτωση είναι να πιθανόν να έχουμε σοβαρό πρόβλημα κατά την συμπίκνωση. Ωστόσο μπορεί να μην βρίσκεται σε αρκετά μεγαλύτερο επίπεδο από την βέλτιστη αλλά λόγω της μεγάλης ποσότητας νερού να δημιουργεί και πάλι πρόβλημα στην συμπίκνωση του εδάφους.

Σε περίπτωση μεγαλύτερης βέλτιστης υγρασίας υπάρχουν οι τρόποι αντιμετώπισης:

- Η ξήρανση του εδάφους με ειδικά χημικά προσθετά όπως είναι ο μη σβησμένος ασβέστης,
- Ο υδράσβεστος,
- Η προσθήκη στεγνού εδάφους,
- Με φυσικό αερισμό πριν την συμπίκνωση του.

(Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

4.2.3 Πως επηρεάζουν οι καιρικές συνθήκες την συμπίκνωση

Όπως έχουμε αναφέρει μέχρι στιγμής για την σωστή συμπίκνωση ενός εδάφους είναι απαραίτητο το έδαφος να έχει αποκτήσει μια συγκεκριμένη υγρασία η οποία παίζει καθοριστικό ρόλο στα χωματουργικά έργα.. Όσον αφορά τις καιρικές συνθήκες θέλουν ιδιαίτερη προσοχή όταν είναι να πραγματοποιηθεί συμπίκνωση κυρίως τους καλοκαιρινούς αλλά και τους χειμερινούς μήνες. Πιο συγκεκριμένα τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω των υψηλών θερμοκρασιών τα εδάφη αποκτούν μεγάλη ξηρασία με αποτέλεσμα σε περίπτωση συμπίκνωσης να χρειάζονται ομοιόμορφη διαβροχή σε ολόκληρη την έκταση και επιφανεια τους πριν την πραγματοποιήσει μιας συμπίκνωσης με αποτέλεσμα να έχει αποκτήσει την βέλτιστη υγρασία το έδαφος. Σε αντίθετη περίπτωση τους χειμερινούς μήνες πρέπει να διακόπτεται η εκτέλεση των εργασιών συμπίκνωσης κυρίως σε περιόδους εντόνων βροχοπτώσεων διότι τα εδάφη έχουν υπερβολική ποσότητα νερού με αποτέλεσμα η υγρασία να είναι μεγαλύτερη της βέλτιστης. Τελειώνοντας στην περίπτωση όπου ένα έδαφος έχει μικρότερη ή μεγαλύτερη υγρασία βάση των όσων έχουν αναφέρει πρέπει να φτάσει την βέλτιστη υγρασία πριν πραγματοποιηθεί η συμπίκνωση του εδάφους.

(Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

4.2.4 Συμπύκνωση ανάλογα με το πάχος της στρώσης και ανάλογα με το είδος του εδάφους

Σε κάθε χωματουργικό έργο ένας μηχανικός πρέπει να λαμβάνει τα απαραίτητα μέτρα με αποτέλεσμα να μην βρεθεί σε δύσκολες καταστάσεις. Γι' αυτό σε αυτήν την ενότητα που γίνεται αναφορά των συμπεκνώσεων θα δοθούν οι απαραίτητες διαδικασίες που πρέπει να εκτελούνται σε περιπτώσεις όπου θα έχει να κάνει με το πάχος των στρώσεων καθώς και με το είδος των εδαφών.

Πιο συγκεκριμένα όσο αναφορά το πάχος των στρώσεων είναι σημαντικό στις συμπεκνώσεις με αποτέλεσμα να έχουμε μια ομοιόμορφη συμπίκνωση σε όλο το βάθος της με στόχο την τέλεια συμπίκνωση. Επίσης ένα σημαντικό κομμάτι για την αποτελεσματική συμπίκνωση καθώς και για το τελικό πάχος της στρώσης το δίνουν οι οδοστρωτήρες. Σε περίπτωση που έχουμε να συμπεκνώσουμε μεγάλα πάχη χρησιμοποιούνται αποκλειστικά οδοστρωτήρες λείου κυλίνδρου με χρήση δόνησης ενώ σε μικρά πάχη δεν χρησιμοποιείται η δόνηση. Υπάρχουν ακόμα και ελαστικοφόροι φορτωτές οι οποίοι χρησιμοποιούνται μόνο σε συγκεκριμένες περιπτώσεις όπου έχουμε μόνο συνεκτικά εδάφη καθώς είναι ακατάλληλοι για τα κοκκώδη εδάφη.

Άλλο ένα σημαντικό κομμάτι που μας απασχολεί στις συμπεκνώσεις είναι το είδος του εδάφους. Ανάλογα με το είδος του εδάφους μπορεί να χρειαστεί να κάνουμε προσθήκη δοντιών στον κύλινδρο του οδοστρωτήρα με αποτέλεσμα να έχει χρήση(κατσικοπόδαρου).Αυτό χρησιμοποιείται κυρίως σε μέτρια συνεκτικά εδάφη. Η πιο δύσκολη περίπτωση που μπορεί να συναντήσουμε είναι η συμπίκνωση αργιλικού εδάφους διότι η υγρασία του είναι μεγαλύτερη της βέλτιστης οπότε και σε αυτήν την περίπτωση

πάλι πρέπει να γίνει η χρήση οδοστρωτήρα με προσθήκη δοντιών(κοινώς κατσικοπόδαρο). Τελειώνοντας για αμμώδη μη συνεκτικά εδάφη γίνεται η χρήση της συμπίκνωσης με δόνηση. Σε όλες τις περιπτώσεις το τελικό επιθυμητό αποτέλεσμα είναι να έχουμε ομοιόμορφες στρώσεις και αποτελεσματικές λύσεις σε όλο το πάχος των στρώσεων.

(Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

4.3 Οδοστρωτήρες και είδη

Ένα εξίσου σημαντικό κομμάτι στον χώρο των χωματουργικών έργων καθώς και στην οδοποιία είναι η συμπίκνωσή. Η συμπίκνωση γίνεται κυρίως με την χρήση ειδικών μηχανήματων όπως είναι οι οδοστρωτήρες. Οι οδοστρωτήρες γενικά έχουν ευρεία χρήση στον χώρο των χωματουργικών καθώς χρησιμοποιούνται σε αρκετά τα στάδια μιας κατασκευής π.χ στην υπόβαση, στην βάση αλλά και στην συμπίκνωση του ασφαλικτού μίγματος. Οι οδοστρωτήρες ανέκαθεν ήταν και θα είναι οι πιο πολύτιμοι συνεργάτες σε έργα που έχουν σχέση με την οδοποιία διότι δίνουν την απαραίτητη και ομοιόμορφη συμπίκνωση σε όλο το έδαφος με αποτέλεσμα την πιο πυκνή δομή της σε όλη την κατασκευή.

Γενικά πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα κατά την κατασκευή με αποτέλεσμα να υπάρχει αντοχή στον βάρος του οδοστρώματος όσο και στο βάρος των οχημάτων που θα κινηθούν πάνω σε αυτό. Ένα απαραίτητο μετρώ που πρέπει να παρθεί είναι η δημιουργία κατάλληλων θεμέλιων με σκοπό την αντοχή του υπερκείμενου βάρους της κατασκευής. Επομένως είναι απαραίτητη μια σωστή συμπίκνωση για να μην δημιουργηθούν αστοχίες στην κατασκευή μας π.χ. καθιζήσεις.

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες οδοστρωτήρων :

- α) Στατικοί οδοστρωτήρες με λείους κυλίνδρους(Τύμπανα).
- β) Στατικοί οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς.
- γ) Οδοστρωτήρες με την χρήση δοντιών (Κατσικοπόδαρο)
- δ) Οδοστρωτήρες με την χρήση δόνησης.

Αυτές είναι οι κυριότερες κατηγορίες οδοστρωτήρων που χρησιμοποιούνται σε χωματουργικά έργα στον τομέα της οδοποιίας. Επομένως πρέπει με την χρήση τους να γίνεται η σωστή συμπίκνωση των εδαφών με αποτέλεσμα την βέλτιστη υγρασία. Καταλήγοντας συμπεραίνουμε ότι οι οδοστρωτήρες παίζουν σπουδαίο και καθοριστικό ρόλο στο κομμάτι της συμπίκνωσης με αποτέλεσμα να μας δίνουν την απαραίτητη ενέργεια που μας είναι απαραίτητη για μια τέλεια συμπίκνωση και αποφυγή σφαλμάτων αυτής.

(Πηγή: Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

4.3.1 Στατικοί οδοστρωτήρες με λείους κυλίνδρους(τύμπανα)

Στις μέρες μας υπάρχουν συγκεκριμένα είδη οδοστρωτήρων που χρησιμοποιούνται για συμπίκνωση και αυτά εξαρτώνται ανάλογα πάντα με το είδος της εργασίας τους αλλά και από το είδος του εδάφους που πρόκειται να συμπτυκνωθεί. Πιο συγκεκριμένα αυτού του είδους οι οδοστρωτήρες συνήθως αποτελούνται από δίδυμους μεταλλικούς κυλίνδρους(μπρος-πίσω) οι οποίοι κατά την διάρκεια της συμπίκνωσης στόχο έχουν ένα

ομοιόμορφο και επιθυμητό αποτέλεσμα. Ένα από τα χαρακτηριστικά τους είναι ότι μπορούν να κινούνται ταυτόχρονα και οι δυο τροχοί ή μόνο ο ένας εκ των δυο. Καταλήγοντας πρέπει να αναφέρω ότι οι οδοστρωτήρες με λείους κυλίνδρους είναι κατάλληλοι για κάθε κατηγορία εδαφών αρκεί το πάχος της στρώσης να είναι μικρό. Επίσης συνήθως αυτοί οι οδοστρωτήρες αποτελούνται από τρεις(3) τροχούς και το βάρος τους κυμαίνεται από 8 έως 18 Ton αλλά σε περίπτωση δίδυμων τροχών το βάρος τους μπορεί να κυμανθεί από 6 έως 22 Ton. (Πηγή: <http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream/handle/>)



Εικόνα 19 Στατικός οδοστρωτήρας με λείους κυλίνδρους(τύμπανα)

(πηγή: <https://www.bigrentz.com/blog/types-of-rollers>)

4.3.2 Στατικοί οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς

Οι στατικοί οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς αποτελούν μια ειδική κατηγορία οδοστρωτήρων. Πιο συγκεκριμένα αυτό το είδος των οδοστρωτήρων εδράζεται επι ελαστικών τροχών με αποτέλεσμα να δημιουργούν μια μορφή συμπίκνωσης. Επίσης αποτελείται από ένα (1) μπροστινό άξονα καθώς και από ένα (1) οπίσθιο και ο καθένας τους φέρει από 4 έως και 9 τροχούς οι οποίοι είναι τοποθετημένοι με τέτοιο τρόπο ώστε τα κενά που αφήνουν οι εμπρόσθιοι να καλύπτονται από τους οπίσθιους. Αυτού του είδους οι οδοστρωτήρες έχουν δημιουργηθεί έτσι ώστε να αντέχουν βάρος το οποίο κυμαίνεται από 14 έως 17 Ton καθώς και να δέχονται επιπρόσθετο βάρος έως 10 τόνους.



Εικόνα 20 Στατικός οδοστρωτήρας με ελαστικούς τροχούς

(πηγή: <https://www.bigrentz.com/blog/types-of-rollers>)

Οι στατικοί οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα. Το βασικό αυτό πλεονέκτημα οφείλεται καθαρά στους ελαστικούς τροχούς και αυτό διότι κατά την συμπίκνωση εκτός των κατακόρυφων δυνάμεων που ασκούνται στο έδαφος προστίθενται και οι οριζόντιες δυνάμεις οι οποίες έχουν την δυνατότητα να ενεργούν προς όλες τις διευθύνσεις, πράγμα που είναι απαραίτητο για ομοιόμορφη συμπίκνωση και για αύξηση της πυκνότητας. Επομένως οι οριζόντιες και οι κατακόρυφες δυνάμεις σε συνδυασμό με την ελαστικότητα των τροχών δίνουν ικανοποιητικά αποτελέσματα κατά την πραγματοποίηση της. Επιπλέον άλλο ένα σημαντικό πλεονέκτημα που παρέχουν οι ελαστικοί τροχοί είναι ότι λόγω της μεγάλης επιφάνειας επαφής κατά την συμπίκνωση το έδαφος διεισδύει τάσης σε μεγαλύτερο βάθος. Τελειώνοντας οι στατικοί οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς είναι καταλληλότερη και αποδοτικότερη σε συνεκτικά εδάφη όπου το πάχος της στρώσης είναι δυνατό να ξεπεράσει τα 30cm ανάλογα με το βάρος του μηχανήματος.

(<http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream/handle/>)

4.3.3 Οδοστρωτήρες με την χρήση δοντιών κοινώς (Κατσικοπόδαρο)

Εκτός των οδοστρωτήρων που έχουμε αναφέρει μέχρι στιγμής υπάρχει και ένα ακόμα είδος οδοστρωτήρων οι οποίοι έχουν στον μπροστινό άξονα δόντια με αποτέλεσμα να θεωρείται οδοστρωτήρας με κατσικοπόδαρα. Αυτού του είδους οι οδοστρωτήρες είναι εξίσου σημαντικοί αλλά πριν γίνει αναλυτική αναφορά θα πρέπει να γίνει η περιγραφή του συγκεκριμένου μηχανήματος. Ο συγκεκριμένος οδοστρωτήρας είναι ρυμουλκούμενος με αποτέλεσμα να αποτελείται από ένα μεταλλικό τύμπανο το οποίο περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα όπως γίνεται και με τους περισσότερους οδοστρωτήρες απλώς η σημαντική διαφορά με τους κοινούς είναι ότι επάνω στο τύμπανο φέρουν μεταλλικά δόντια τα οποία είναι κατασκευασμένα από σκληρό χάλυβα.



Εικόνα 21 Οδοστρωτήρες με την χρήση δοντιών κοινώς (Κατσιοκοπόδαρο)

(https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Seabees_compactor_roller.jpg)

Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την συμπύκνωση μιας εδαφικής στρώσης είναι:

1. Οι διαστάσεις των δοντιών.
2. Το πάχος της εδαφικής στρώσης,
3. Η πίεση των δοντιών,
4. Ο αριθμός διελεύσεων.

Εφόσον αναφέραμε την βασική διαφορά με τους κοινούς οδοστρωτήρες πρέπει να προσέξουμε σε αρχική φάση τους παράγοντες που επηρεάζουν την συμπύκνωση ενός εδάφους, τις διαστάσεις των μεταλλικών προεξοχών των δοντιών, την πίεση που δέχονται, το πάχος της κάθε εδαφικής στρώσης καθώς και τον αριθμό των διελεύσεων για να συμπυκνωθεί σωστά το έδαφος και να αποκτήσει την βέλτιστη υγρασία. Οι οδοστρωτήρες με την χρήση κατσιοκοπόδαρου είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι κατά την διάρκεια της πρώτης συμπύκνωσης διεισδύουν τα δόντια στο έδαφος με αποτέλεσμα με τις επαναλαμβανόμενες στρώσεις το έδαφος από χαλαρό να αποκτήσει την απαιτούμενη φέρουσα ικανότητα. Επίσης τα δόντια λειτουργούν και ως “οδηγοί” διότι όταν γίνουν οι απαραίτητες διέλευσης τα δόντια δεν θα εισχωρούν άλλο στο έδαφος ή σε περίπτωση εισχωρήσεις το έδαφος συμπυκνώνεται καλύτερα. Αυτού του είδους οι οδοστρωτήρες με την χρήση δοντιών(κατσιοκοπόδαρα) είναι ιδανική για συμπύκνωση λεπτοκόκκων εδαφών. Καταλήγοντας πρέπει να τονίσουμε ότι οι οδοστρωτήρες με την χρήση δοντιών είναι μεν κατάλληλοι για την συμπίεση συνεκτικών αργιλικών εδαφών και μιγμάτων άμμου αλλά όχι όμως μόνο άμμου ή μόνο χαλικιού.

4.3.4 Οδοστρωτήρες με την χρήση δόνησης

Ένα ακόμα σπουδαίο μηχάνημα με μεγάλη σημαντικότητα στον τομέα των χωματουργικών είναι οι οδοστρωτήρες με την χρήση δόνησης. Υπάρχουν δυο τύποι αυτών των μηχανήματων. Ο πρώτος τύπος αποτελείται από 2 κύλινδρους (έναν εμπρόσθιο και έναν οπίσθιο), ενώ ο δεύτερος τύπος αποτελείται από ένα κύλινδρο και δυο ελαστικούς τροχούς πίσω. Και οι δυο περιπτώσεις παρουσιάζουν αρκετό ενδιαφέρον αλλά δεν έχουν και οι δυο (2) την ίδια χρήση ως προς τα εδάφη που πρέπει να συμπυκνωθούν. Για παράδειγμα εάν έχουμε ένα μη συνεκτικό έδαφος πρέπει να γίνεται χρήση οδοστρωτήρα με ένα κύλινδρο καθώς και μικρό εύρος δόνησης σε αντίθεση με τα συνεκτικά εδάφη όπου

γίνεται η χρήση σε μεγαλύτερο εύρος δόνησης. Επιπλέον η χρήση δόνησης είναι σημαντική καθώς λόγω της ταλάντωσης που υφίσταται το εκάστοτε έδαφος οι κόκκοι μετακινούνται και διατάσσονται με τέτοιο τρόπο ώστε να γεμίζουν τα κενά με αποτέλεσμα την αύξηση της πυκνότητας. Τελειώνοντας μας γίνεται αντιληπτό ότι οι οδοστρωτήρες με την χρήση δόνησης έχουν ευρεία χρήση σε μεγάλα χωματουργικά έργα με αποτέλεσμα να γίνεται κατανοητή η σημαντικότητά τους.



Εικόνα 22: Οδοστρωτήρας με ένα κύλινδρο και δυο ελαστικούς τροχούς
(Πηγή: <https://vcequipment.gr>)

5. ΤΑ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΕΤΕΠ

5.1 Τα απαραίτητα μετρά για την προστασία του περιβάλλοντος

Αρχικά σε κάθε χωματουργικό έργο που πραγματοποιείται σε μια οδό, ο μηχανικός ο οποίος είναι υπεύθυνος του έργου έχει την αποκλειστική ευθύνη γι' αυτό πρέπει να πάρει τα κατάλληλα μετρά προστασίας. Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφέρουμε τα απαραίτητα μετρά προστασίας όσον αφορά το περιβάλλον καθώς και θα αναφερθούμε στους εργασιακούς κινδύνους που μπορούν να παρουσιαστούν σε ένα χωματουργικό έργο. Επιπλέον θα παρουσιαστούν και τα απαραίτητα μετρά αντιμετώπισης για την αποφυγή ατυχημάτων κατά την χρήση των χωματουργικών μηχανημάτων.

Συνήθως κατά την πραγματοποίηση των εργασιών είναι πιθανό να εμπλακούμε στο φυσικό περιβάλλον με αποτέλεσμα να το διαταράσσουμε. Και αυτό γίνεται διότι για την πραγματοποίησή ενός δρόμου πρέπει να απομακρυνθεί ένα τμήμα πυκνής βλάστησης ή ακόμα και θάμνοι ή δέντρα με αποτέλεσμα όλα αυτά να έχουν δυσάρεστες συνέπειες στο οικοσύστημα. Όλες αυτές οι συνέπειες γίνονται πιο αισθητές όταν ένα οδικό έργο πρέπει να πραγματοποιηθεί σε ημιορεινές- ορεινές περιοχές με αποτέλεσμα να διαταράσσεται ακόμα περισσότερο το φυσικό περιβάλλον το οποίο αποτελεί πρωταρχικό στόχο. Όλα αυτά αποτελούν απειλή για το φυσικό περιβάλλον γι' αυτό θα γίνει αναφορά των κυριότερων μέτρων που μπορούν να παρθούν με αποτέλεσμα την ομαλή λύση στο γενικό πρόβλημα.

Πρώτο και σημαντικό μέλημα μας είναι η μη εμπλοκή μας στο φυσικό περιβάλλον αλλά στην περίπτωση που είναι υποχρεωτική πρέπει να φροντίσουμε για την αποκατάστασή του, σε σημείο που να το επιτρέπει το έργο μας. Επίσης εάν προκύψουν διαταραγμένα εδάφη είναι αναγκαία η επανεγκατάστασή τους με βλάστηση π.χ (θάμνους, δέντρα) με αποτέλεσμα την ομαλή σύνδεση του οδικού έργου με το φυσικό περιβάλλον. Σε κάθε περίπτωση όμως πρέπει να γίνεται η κατασκευή του δρόμου με όσο το δυνατόν πιο οικολογικό τρόπο με αποτέλεσμα να προσφέρουμε προστασία στο περιβάλλοντα χώρο.

Ένα σημαντικό κομμάτι που αφορά άμεσα την προστασία του περιβάλλοντος είναι η εναπόθεση των πλεοναζόντων προϊόντων εκσκαφής τα οποία πρέπει να γίνονται με γνώμονα την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε χώρους απόθεσης.

Γι' αυτό θα γίνει αναλυτική αναφορά όλων των απαιτήσεων που πρέπει να ακολουθούνται για την σωστή εναπόθεση:

- Απαγορεύεται η απόθεση πλεοναζόντων προϊόντων εκσκαφής σε οποιαδήποτε σημείο πλην της καθορισμένης θέσης που είναι αποδέκτη και καθορίζεται βάση των περιβαλλοντικών όρων καθώς και από την αρμόδια υπηρεσία του έργου.
- Σύμφωνα με της διατάξεις του κώδικα οδικής κυκλοφορίας πρέπει κατά την μεταφορά υλικών τα φορτηγά αυτοκίνητα να είναι υποχρεωτικά με κάλυμμα στην καρότσα όταν διακινείται μέσω οικισμών ή αστικών περιοχών.
- Πρέπει να λαμβάνεται ειδική πρόνοια-μέριμνα για την αποφυγή ζημιών (εάν αυτές υπάρξουν) καθώς και μετρά επανόρθωσης αυτών κατά την διέλευση βαρέων οχημάτων.
- Πρέπει να λαμβάνεται ειδική πρόνοια-μεριμνά για την αποφυγή κατακρημνίσεων από προϊόντα εκσκαφής καθώς και οποιαδήποτε μεταφοράς ιλύος κατά την

μεταφορά φορτηγών αυτοκινήτων.(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-01-01-00.pdf>)

5.2 Οι εργασιακοί κίνδυνοι κατά την λειτουργία των χωματουργικών μηχανημάτων

Κατά την λειτουργία των χωματουργικών μηχανημάτων σε ένα εργοτάξιο γίνεται διακίνηση των προϊόντων εκσκαφής δηλ.(φόρτωση- μεταφορά- διάσπρωση- διαμόρφωση)με αποτέλεσμα όλα αυτά να απαιτούν απαραίτητη προσοχή από το προσωπικό που χειρίζεται τα μηχανήματα έργου καθώς αποτελούνται από εργασίες υψηλού βαθμού εκμηχάνισης. Γι' αυτό τον λόγο θα γίνει αναλυτική αναφορά όλων των εργασιακών κινδύνων που είναι πολλή πιθανό να συμβούν κατά την εκτέλεση των χωματουργικών έργων.

Οι εργασιακοί κίνδυνοι που μπορεί να παρουσιαστούν σε ένα χωματουργικό έργο είναι οι εξής:

- Η ελλιπής συντήρηση των χωματουργικών μηχανημάτων.
- Η ελλιπής σήμανση σε χώρους του εργοταξίου.
- Ο εσφαλμένος χειρισμός-έλεγχος των οδηγών/χειριστών ενός μηχανήματος έργου.
- Η αδυναμία των χειριστών να επισημάνουν από την θέση οδήγησης ,τα άτομα που κινούνται στην περιοχή ελιγμών κοινώς (νεκρή ζώνη) με αποτέλεσμα την δημιουργία ατυχημάτων.
- Οι μηχανικές βλάβες που αφορούν κυρίως το σύστημα πέδησης κοινώς (φρένο).
- Οι αδυναμία των χειριστών στο άκουσμα προειδοποιητικών κρουνών η ανακοινώσεων για πιθανές επικίνδυνες κατάστασης

Όλα αυτά αποτελούν εργασιακούς κινδύνους οι οποίοι παρουσιάζονται κατά κόρον στον χώρο των χωματουργικών και την πλήρη ευθύνη σε κάποιο πιθανό ατύχημα την έχει ο μηχανικός ο οποίος θεωρείται και ο κύριος του έργου και θα λογοδοτήσει σε περίπτωση αυτού.

(Πηγή: <https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-01-01-00.pdf>)

5.3 Μέτρα αντιμετώπισης για την αποφυγή ατυχημάτων κατά την χρήση των χωματουργικών μηχανημάτων

Ωστόσο υπάρχουν και τα απαραίτητα μετρά αντιμετώπισης με τα οποία μπορεί να αποτραπεί ένα ατύχημα κατά την δημιουργία ενός χωματουργικού έργου.

Τα απαραίτητα αυτά μετρά για την αποφυγή ατυχήματος είναι τα εξής:

- Όλα τα χωματουργικά μηχανήματα βάση της νομοθεσίας πρέπει να έχουν τοποθετημένο στην πίσω πλευρά των μηχανημάτων καθώς και των φορτηγών προειδοποιητική πινακίδα με αποτέλεσμα να εφίσταται η προσοχή στο προσωπικό

καθώς σε περίπτωση πορείας όλα τα υπόλοιπα οχήματα. Επίσης μιας και έγινε αναφορά της πορείας του μηχανήματος πρέπει πάντα είτε να συνοδεύεται από υπηρεσιακό όχημα το οποίο θα έχει προειδοποιητικό φάρο για την ασφάλεια των υπολοίπων οδηγών καθώς και του χειριστή ειδάλλως με την συνοδεία της αστυνομίας.

- Απαραίτητη είναι η τοποθέτηση σε όλα τα μηχανήματα έργου ακουστικός εξοπλισμός σήματος οπού θα προειδοποιεί το προσωπικό αλλά και τα υπόλοιπα μηχανήματα όταν αυτό κινείται με οπίσθια πορεία.
- Άμεση καθοδήγηση των χειρίστων ή των οδηγών φορτηγών για την εκφόρτωση υλικών που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από το έργο καθώς και στην άμεση τοποθέτηση προστατευτικών μέσων.
- Απαραίτητος προσωπικός εξοπλισμός όλου του προσωπικού όπως: προστατευτικό κράνος, φωσφορούχο γιλέκο, ειδικά παπούτσια εργασίας καθώς και ειδικά γάντια εργασίας.
- Εφαρμογή εργοταξιακής σήμανσης κατά την εισόδου-έξοδο του μηχανήματος από το εργοτάξιο.
- Υποχρεωτικός έλεγχος των χειρίστων-οδηγών στο πλήρη έλεγχο του μηχανήματος πριν την χρήση του καθώς και η λειτουργία του φρένου-χειρόφρενου πριν την λειτουργία του για την ομαλή διεξαγωγή των εργασιών και την πλήρη ασφάλεια του.

Όλα αυτά αποτελούν λύσεις – μέτρα αντιμετώπισης για την ομαλή διεξαγωγή των εργασιών και την σωστή λειτουργία των χωματουργικών μηχανημάτων.

(Πηγή:<https://sate.gr/html/pdfDocuments/02-01-01-00.pdf>)

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΗ ΣΥΝΟΨΗ

Στην παρούσα Διπλωματική εργασία έγινε πλήρης αναφορά στην εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών βάση των ελληνικών τεχνικών προδιαγραφών(ΕΤΕΠ) καθώς και η αναλυτική περιγραφή των μηχανήματων έργου. Πιο συγκεκριμένα μέσω αυτής της διπλωματικής εργασίας ο αναγνώστης αποκτά τις βασικότερες γνώσεις όσον αφορά τα χωματουργικά έργα καθώς περιγράφεται αναλυτικά η σημασία τους και τα στάδια εκτέλεσης σε ένα χωματουργικό έργο οδοποιίας. Επίσης βάση των ελληνικών τεχνικών προδιαγραφών (ΕΤΕΠ) πραγματοποιείται μια σύνοψη των χωματουργικών εργασιών. Στην αρχή γίνεται μια εισαγωγή στις βασικότερες προκαταρκτικές εργασίες που πρέπει να γίνουν πριν την είσοδο των χωματουργικών μηχανήματων στην συνέχεια γίνεται αναλυτική περιγραφή διάφορων μεθόδων εκσκαφής και τέλος αναφέρονται μέθοδοι κατασκευής επιχωμάτων/επενδύσεων βάση των (ΕΤΕΠ).Επιπλέον γίνεται αναλυτική περιγραφή όλων των μηχανήματων έργου όπως για παράδειγμα: οι εκσκαφείς ,οι προωθητές, οι φορτωτές κ.λ.π και εκεί γίνεται η αναλυτική περιγραφή τους όσον αφορά την σημαντικότητα τους , τον λόγο ύπαρξης τους σε ένα χωματουργικό έργο καθώς και πως αυτά τα μηχανήματα έχουν βοηθήσει κατά πολύ τον άνθρωπο όσον αφορά τον χρόνο εκτέλεσης ενός έργου. Επίσης στην παρούσα διπλωματική έχει γίνει αναφορά στην συμπίκνωση, στον τρόπο που πρέπει να πραγματοποιείται, στις συνθήκες συμπίκνωσης καθώς επίσης γίνεται αναφορά των κυριότερων μέτρων για να εξασφαλίσουμε την βέλτιστη υγρασία. Επιπλέον γίνεται εκτενής περιγραφή όλων των τύπων των οδοστρωτήρων καθώς και των χαρακτηριστικών τους που τα διαφοροποιούν ανάλογα με το είδος του εδάφους που πρόκειται να συμπυκνωθεί. Τελειώνοντας γίνεται αναφορά στα απαραίτητα μετρά που πρέπει να παρθούν κατά την εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος. Καταλήγοντας αναφέρονται αναλυτικά οι εργασιακοί κίνδυνοι που μπορεί να εμφανιστούν κατά την λειτουργία και χρήση των χωματουργικών μηχανήματων καθώς τα απαραίτητα μετρά αντιμετώπισης για την αποφυγή αυτών των κινδύνων.

Βιβλιογραφικές αναφορές

1.Ελληνικές τεχνικές προδιαγραφες-ΕΤΕΠ

Αναλυτικά χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω κωδικοί των ΕΤΕΠ:

Πηγή: https://sate.gr/html/ETEP_2.aspx

02-01→02-01-01-00, 02-01-02-00

02-02→02-02-01-00, 02-05-00-00,02-06-00-00

02-07→02-07-01-00, 02-07-05-00,02-07-06-00

2.Βιβλίο, Οδοποιία, Η Κατασκευή των οδικών έργων - Μουρατίδης Αναστ. Κ.)

3.(΄Εκτέλεση Χωματουργικών εργασιών σε έργα οδοποιίας΄΄ Μπεσύρης Χρήστος)

4.(Πηγή: Καραρίζος Β. Πλούταρχος, 1999. Οι δυνατότητες των ισοπεδωτών (Graders))

5.(Πηγή: Εφραιμίδης Ι. Χάρης, 1998. Δομικές Μηχανές, Αθήνα, 1998).

6.(Πηγή: Γαβριηλίδης Θ. Σάββας, 1995. Χωματουργικά Μηχανήματα)

7.(Πηγή: <https://ikee.lib.auth.gr/record/71723/files/gri-2007-312.pdf>)

8.(Πηγή:<https://ikee.lib.auth.gr/record/319697/files/Thomou%20Zaganidis.pdf>)

9.(Πηγή: <https://ikee.lib.auth.gr/record/324189/files/Polyzos.pdf>)