

**ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-07-01-00:2009**

---

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ  
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ  
HELLENIC TECHNICAL  
SPECIFICATION**

---



**Κατασκευή επιχωμάτων με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων**

---

**Construction of embankments with suitable excavation or borrow materials**

---

**Κλάση τιμολόγησης: 15**

## Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-07-01-00 «**Κατασκευή επιχωμάτων με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων**» βασίζεται στην Προσωρινή Εθνική Τεχνική Προδιαγραφή (ΠΕΤΕΠ) που συντάχθηκε από το Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών (ΙΟΚ) υπό την εποπτεία της 2<sup>ης</sup> Ομάδας Διοίκησης Έργου (2<sup>η</sup> ΟΔΕ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ).

Την επεξεργασία και την έκδοση της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-07-01-00, ανέλαβε η Ειδική Ομάδα Έργου ΕΟΕ Ε της ΕΛΟΤ ΤΕ 99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», την γραμματεία της οποίας έχει η Διεύθυνση Τυποποίησης του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

Το κείμενο της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-07-01-00 εγκρίθηκε την 23<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2009 από την ΕΛΟΤ ΤΕ 99 σύμφωνα με τον κανονισμό σύνταξης και έκδοσης Ελληνικών Προτύπων και Προδιαγραφών.

© ΕΛΟΤ 2009

Όλα τα δικαιώματα έχουν κατοχυρωθεί. Εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά, κανένα μέρος αυτού του Προτύπου δεν επιτρέπεται να αναπαραχθεί ή χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε μορφή ή με οποιοδήποτε τρόπο, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, περιλαμβανομένων φωτοαντιγράφων και μικροφίλμ, δίχως γραπτή άδεια από τον εκδότη.

## Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	4
1 Αντικείμενο .....	5
2 Τυποποιητικές παραπομπές.....	5
3 Όροι και ορισμοί .....	6
4 Απαιτήσεις.....	9
4.1 Προμήθεια και μεταφορά κατάλληλων υλικών για κατασκευή επιχωμάτων .....	9
4.2 Γαιώδη υλικά για την κατασκευή επιχωμάτων οδικών έργων .....	9
4.3 Γαιώδη υλικά για την κατασκευή της στρώσης έδρασης του οδοστρώματος .....	12
4.4 Υλικά γαιωδών επιχωμάτων σιδηροδρομικών έργων .....	13
4.5 Υλικά βραχωδών επιχωμάτων οδικών και σιδηροδρομικών έργων.....	17
5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών .....	19
5.1 Κατασκευή γαιωδών και βραχωδών επιχωμάτων .....	19
5.2 Διάστρωση επιχωμάτων.....	20
5.3 Συμπύκνωση επιχωμάτων οδικών και σιδηροδρομικών έργων .....	23
5.4 Δοκιμαστικά επιχώματα.....	28
5.5 Ειδικές απαιτήσεις για την κατασκευή επιχωμάτων .....	28
5.6 Απαιτήσεις υψομετρικής ακρίβειας στρώσεων επιχωμάτων .....	29
6 Κριτήρια αποδοχής περαιωμένης εργασίας .....	32
6.1 Έλεγχοι και παραλαβή.....	32
6.2 Δοκιμές.....	35
7 Όροι υγείας – ασφάλειας και προστασίας περιβάλλοντος.....	36
7.1 Εργασιακοί κίνδυνοι – ληπτέα μέτρα για τον περιορισμό τους .....	36
7.2 Μέτρα προστασίας περιβάλλοντος .....	37
8 Τρόπος επιμέτρησης.....	37
Βιβλιογραφία.....	39

## Εισαγωγή

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή εντάσσεται στη σειρά των Π.Ε.Τ.Ε.Π που έχουν προετοιμασθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ και το ΙΟΚ και οι οποίες πρόκειται να εφαρμοστούν στην κατασκευή των δημοσίων τεχνικών έργων στην χώρα, με σκοπό την παραγωγή έργων άριτων και ικανών να ανταποκριθούν και να ικανοποιήσουν τις ανάγκες που υπέδειξαν την κατασκευή τους και να αποβούν επωφελή για το κοινωνικό σύνολο.

Ο ΕΛΟΤ ανέλαβε την υποχρέωση να επεξεργασθεί και να εκδώσει τις ΠΕΤΕΠ ως Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΛΟΤ ΤΠ - ΕΤΕΠ) σύμφωνα με τις διαδικασίες που προβλέπονται στον Κανονισμό σύνταξης και έκδοσης Ελληνικών Προτύπων και Προδιαγραφών και στον Κανονισμό σύστασης και λειτουργίας Τεχνικών Οργάνων Τυποποίησης.

# Κατασκευή επιχωμάτων με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων

## 1 Αντικείμενο

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα Προδιαγραφή αφορούν στους όρους τους οποίους πρέπει να πληρούν τα υλικά κατασκευής των επιχωμάτων και ο τρόπος μεταφοράς τους επί τόπου της κατασκευής, ο τρόπος κατασκευής αυτών και κάθε σχετική εργασία που αφορά στην κατασκευή νέων επιχωμάτων ή συμπλήρωση υφισταμένων.

Η Προδιαγραφή αναφέρεται στα επιχώματα οδικών και σιδηροδρομικών έργων που κατασκευάζονται από συνήθη υλικά. Δεν περιλαμβάνονται τα επιχώματα που κατασκευάζονται από ειδικά ελαφρά υλικά (π.χ. ιπτάμενη τέφρα, σκωρίες, αφρώδες ελαφροσκυρόδεμα, διογκωμένη πολυστερίνη, διογκωμένη άργιλο ή σχιστόλιθο, κυψελωτές κατασκευές, ελαστικά αυτοκινήτων, απορρίμματα πλαστικού κλπ.).

## 2 Τυποποιητικές παραπομπές

Η παρούσα Προδιαγραφή ενσωματώνει, μέσω παραπομπών, προβλέψεις άλλων δημοσιεύσεων, χρονολογημένων ή μη. Οι παραπομπές αυτές αναφέρονται στα αντίστοιχα σημεία του κειμένου και κατάλογος των δημοσιεύσεων αυτών παρουσιάζεται στη συνέχεια. Προκειμένου περί παραπομπών σε χρονολογημένες δημοσιεύσεις, τυχόν μεταγενέστερες τροποποιήσεις ή αναθεωρήσεις αυτών θα έχουν εφαρμογή στην παρούσα όταν θα ενσωματωθούν σε αυτή, με τροποποίηση ή αναθεώρησή της. Όσον αφορά τις παραπομπές σε μη χρονολογημένες δημοσιεύσεις ισχύει η τελευταία έκδοσή τους.

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-05-00-00	Management of excavation materials and exploitation of dumping sites -- Διαχείριση υλικών από εκσκαφές και αξιοποίηση αποθεσιοθαλάμων
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-05-03-03-00	Road pavement layers with unbound aggregates -- Στρώσεις οδοστρώματος από ασύνδετα αδρανή υλικά
ΕΛΟΤ EN 1097-1	Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 1: Determination of the resistance to wear (micro-Deval). -- Δοκιμές για τον προσδιορισμό των μηχανικών και φυσικών ιδιοτήτων των αδρανών - Μέρος 1: Προσδιορισμός της αντίστασης σε φθορά.
ΕΛΟΤ EN 1097-2	Tests for mechanical and physical properties of aggregates – Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation. -- Δοκιμές για τον προσδιορισμό των μηχανικών και φυσικών ιδιοτήτων των αδρανών - Μέρος 2: Μέθοδοι προσδιορισμού της αντίστασης σε θρυμματισμό.
ΕΛΟΤ EN 13286-2	Unbound and hydraulically bound mixtures – Part 2: Test methods for the determination of the laboratory reference density and water content - Proctor compaction. -- Μίγματα μη σταθεροποιημένα και σταθεροποιημένα με υδραυλικές κονίες. Μέρος 2: Μέθοδοι δοκιμής για τον προσδιορισμό της εργαστηριακής πυκνότητας αναφοράς και της περιεκτικότητας σε νερό. Συμπύκνωση Proctor.
ΕΛΟΤ EN 13286-3	Unbound and hydraulically bound mixtures – Part 3: Test methods for laboratory reference density and water content – Vibrocompaction with

controlled parameters. -- Μίγματα μη σταθεροποιημένα και σταθεροποιημένα με υδραυλικές κονίες – Μέρος 3: Εργαστηριακές μέθοδοι δοκιμής αναφορικά με τη φαινόμενη πυκνότητα και την περιεκτικότητα σε νερό - Δονητική θλίψη υπό ελεγχόμενες παραμέτρους.

ΕΛΟΤ EN ISO 14688-2 Geotechnical investigation and testing - Identification and classification of soil - Part 2: Principles for a classification -- Γεωτεχνικές έρευνες και δοκιμές - Ταυτοποίηση και ταξινόμηση εδαφών - Μέρος 2: Αρχές ταξινόμησης

ΕΛΟΤ EN 932-1 Tests for general properties of aggregates - Part 1: Methods for sampling -- Δοκιμές για τον προσδιορισμό των γενικών ιδιοτήτων των αδρανών - Μέρος 1: Μέθοδος δειγματοληψίας

ΕΛΟΤ EN ISO 22475-1 Geotechnical investigation and testing -- Sampling methods and groundwater measurements -- Part 1: Technical principles for execution -- Γεωτεχνικές έρευνες και δοκιμές - Μέθοδοι δειγματοληψίας και μετρήσεις υπόγειου νερού - Μέρος 1: Τεχνικές αρχές εκτέλεσης εργασιών

prEN-ISO 22476-13 Geotechnical investigation and testing -- Part 13: plate loading test -- Γεωτεχνικές έρευνες και δοκιμές . Μέρος 13: Δοκιμή φορτιζόμενης πλάκας.

### 3 Όροι και ορισμοί

#### 3.1 Γενικά

##### 3.1.1 Επίχωμα

Είναι η υπερυψωμένη κατασκευή που δημιουργείται με διάστρωση και συμπίκνωση κατάλληλων εδαφικών υλικών, προϊόντων εκσκαφών ή δανείων, σε στρώσεις πάχους τέτοιου, ώστε, με τα μέσα συμπίκνωσης που διατίθενται, να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη συμπίκνωση. Η κατασκευή υλοποιείται σε τμήματα κατάλληλων διαστάσεων, ώστε να μπορεί να γίνει χρήση μηχανικού εξοπλισμού υψηλής απόδοσης.

##### 3.1.2 Γαιώδη επιχώματα

Είναι τα επιχώματα που κατασκευάζονται με διάστρωση και συμπίκνωση γαιωδών υλικών, που προέρχονται από γαιώδεις και ημιβραχώδεις εκσκαφές ορυγμάτων ή εκσκαφές δανειοθαλάμων.

##### 3.1.3 Βραχώδη επιχώματα

Είναι τα επιχώματα που κατασκευάζονται με διάστρωση και συμπίκνωση βραχωδών υλικών, που προέρχονται κατά κύριο λόγο από εκσκαφές σε βράχο.

##### 3.1.4 Εξυγίανση εδαφικών υλικών έδρασης επιχωμάτων με σταθεροποίηση υδραυλικών

Είναι η βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων εδαφικού υλικού, με την ανάμιξή του, (σε σχετικά μικρές ποσότητες) με υδραυλικές κονίες (τσιμέντου ή / και ιπτάμενης τέφρας) ή με άσβεστο (υπό διάφορες μορφές όπως, κόνεως υδρασβέστου ή κόνεως μη σβησμένης άσβεστου ή υδαρούς πολτού άσβεστου), συμπίκνωσή του υπό συνθήκες βέλτιστης υγρασίας και συντήρησή του για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα.

##### 3.1.5 Χαλαρά εδάφη

Είναι οι φυτικές γαίες, η ιλύς, η τύρφη, τα οργανικά εδάφη καθώς και τα εδάφη που έχουν προέλθει από επιχωματώσεις με ανομοιογενή υλικά.

##### 3.1.6 Συνεκτικά εδάφη

Είναι τα εδάφη με διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο (ISO 565) ανοίγματος οπής 0.063 mm μεγαλύτερο από 34% κ.β και δείκτη πλαστικότητας (πλαστικότητας),  $PI > 7$ .

### 3.1.7 Μη συνεκτικά εδάφη –κοκκώδη εδάφη

Είναι τα εδάφη με διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο (ISO 565) ανοίγματος οπής 0.063 mm ίσο ή μικρότερο του 34% κ.β. και δείκτη πλαστικότητας (πλαστικότητας),  $PI < 7$ .

### 3.1.8 Χαλαρό πάχος στρώση επιχώματος

Είναι το προς συμπίκνωση πάχος της εκάστοτε διαστρωνομένης στρώσης.

## 3.2 Οδικά έργα

### 3.2.1 Στρώση Έδρασης Οδοστρώματος (Σ.Ε.Ο.)

Είναι το αμέσως κάτω του οδοστρώματος διαμορφωμένο και συμπτυκνυμένο σύμφωνα με την Προδιαγραφή αυτή έδαφος ή υλικό επίχωσης, το οποίο εκτείνεται σε βάθος που επηρεάζεται από το μέγεθος των κυκλοφορούντων φορτίων.

### 3.2.2 Στρώση Στράγγισης Οδοστρώματος (Σ.Σ.Ο.) ή στρώση Αντιπαγετικής Προστασίας (Α.Π.)

Είναι η αμέσως κάτω του οδοστρώματος κατάλληλα συμπτυκνυμένη στρώση από ασύνδετο υλικό, η οποία έχει σκοπό να διευκολύνει την αποστράγγιση των υδάτων που τυχόν συγκεντρώνονται κάτω από το οδόστρωμα.

Η Σ.Σ.Ο. αποτελεί μέρος της στρώσης έδρασης του οδοστρώματος και κατασκευάζεται όταν κρίνεται απαραίτητη από τη μελέτη λόγω υδρογεωλογικών και κλιματολογικών συνθηκών.

Η Σ.Σ.Ο. χρησιμεύει και για την προστασία του οδοστρώματος από επίδραση παγετού.

Σημειώνεται ότι στρώση αντιπαγετικής προστασίας σπανίως είναι απαραίτητη για τις ελληνικές συνθήκες και θα κατασκευάζεται μόνο μετά από μελέτη του κλίματος της περιοχής που θα περιλαμβάνει κλιματολογικά στοιχεία τουλάχιστον πενταετίας.

## 3.3 Σιδηροδρομικά έργα

### 3.3.1 Επιδομή

Είναι η κύρια φέρουσα στρώση που δέχεται και κατανέμει στις υποκείμενες στρώσεις τα φορτία των συρμών και υπόκειται σε ανακαινίσεις κατά ορισμένα χρονικά διαστήματα. Η επιδομή περιλαμβάνει, εκτός από τους στρωτήρες και τις σιδηροτροχιές, το έρμα και το υπόστρωμα (με τις πρόσθετες τυχόν αναγκαίες στρώσεις θεμελίωσης και διαχωρισμού).

### 3.3.2 Υποδομή

Είναι το αμέσως κάτω από την επιδομή, έδαφος ή στρώση μορφωμένη με υλικό επίχωσης, που μορφώθηκε και συμπτυκνύθηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις της παρούσας και τους λοιπούς συμβατικούς όρους.

### 3.3.3 Στρώση διαμόρφωσης

Είναι η ανώτερη στρώση της υποδομής που συμπτυκνύεται σε μεγαλύτερο βαθμό συμπίκνωσης και ενίοτε κατασκευάζεται με υλικό ανώτερης κατηγορίας από το υπόλοιπο υλικό της υποδομής. Ο σκοπός της στρώσης διαμόρφωσης είναι η αύξηση της φέρουσας ικανότητας της υποδομής στην ανώτερή της στρώση.

## 3.4 Κατάταξη οδικών έργων ανάλογα με τη σπουδαιότητα τους

Για τους σκοπούς της παρούσας Προδιαγραφής τα οδικά έργα, εκτός αν άλλως προσδιορίζεται η κατάταξή τους με ειδική αναφορά σε όρους δημοπράτησης ή άλλη έγγραφη κατάταξη από την Υπηρεσία, κατατάσσονται βάσει ΟΜΟΕ/3 ως εξής:

Πίνακας 1 – Λειτουργικά χαρακτηριστικά οδών

Ομάδα οδών	Κατηγορία οδού	
	Χαρακτηρισμός οδού	
1	2	
<b>A</b> οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός σχεδίου (υπεραστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση παρόδιων ιδιοκτησιών. <u>Σημείωση:</u> Η κατηγορία AI αφορά οδούς σύνδεσης ευρύτερων περιοχών και οι οποίες δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	<b>A I</b>	Αυτοκινητόδρομος
	<b>A II</b>	Οδός ταχείας κυκλοφορίας
	<b>A III</b>	Οδός μεταξύ νομών / επαρχιών
	<b>A IV</b>	Οδός μεταξύ επαρχιών / οικισμών
	<b>A V</b>	Οδός μεταξύ μικρών οικισμών
	<b>A VI</b>	Συλλεκτήρια οδός
<b>B</b> οδοί που διατρέχουν περιοχές εντός σχεδίου (ημιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση παρόδιων ιδιοκτησιών. <u>Σημείωση:</u> Οι οδοί κατηγορίας BI και BII δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες.	<b>B I</b>	Δευτερεύουσα οδός Αγροτική οδός
	<b>B II</b>	Τριτεύουσα οδός Δασική οδός
	<b>B III</b>	Αστικός αυτοκινητόδρομος
	<b>B IV</b>	Αστική οδός ταχείας κυκλοφορίας
<b>Γ</b> οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός* ή εντός σχεδίου (περιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με δυνατότητα στην εξυπηρέτηση παρόδιων ιδιοκτησιών.	<b>Γ III</b>	Αστική αρτηρία
	<b>Γ IV</b>	Κύρια συλλεκτήρια οδός
<b>Δ</b> οδοί σε περιοχές εντός σχεδίου (αστικές) με βασική λειτουργία στην πρόσβαση.	<b>Δ IV</b>	Συλλεκτήρια οδός
	<b>Δ V</b>	Τοπική οδός
<b>Ε</b> οδοί σε περιοχές εντός σχεδίου (αστικές) με βασική λειτουργία στην παραμονή.	<b>Ε V</b>	Τοπική οδός
	<b>Ε VI</b>	Τοπική οδός κατοικιών

\*νοούνται περιπτώσεις που επιτρέπεται η δόμηση από την ισχύουσα νομοθεσία επιτρέπεται η δόμηση

### 3.5 Τμήματα επιχωμάτων

Τα επιχώματα οδικών και σιδηροδρομικών έργων αποτελούνται από τα τμήματα που δίδονται στον παρακάτω Πίνακα 2.



Πίνακας 2 – Τμήματα επιχωμάτων οδικών και σιδηροδρομικών έργων

ΟΝΟΜΑΣΙΑ		ΓΑΙΩΔΗ ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ	ΒΡΑΧΩΔΗ ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ
Θεμέλιο		Το τμήμα που βρίσκεται κάτω από την αρχική επιφάνεια του εδάφους, μετά την εκρίζωση, τον καθαρισμό των ακατάλληλων υλικών και την κατάλληλη διαμόρφωση της επιφανείας ώστε να αγκυρώνεται το επίχωμα στο υποκείμενο έδαφος και επιπλέον στρώση πάχους 0,30 m, πάνω από την αρχική επιφάνεια του φυσικού εδάφους.	Το κατώτερο μέρος του επιχώματος πάχους 0,30 m σε επαφή με το έδαφος στην αρχική του επιφάνεια (όταν δεν υπάρχουν επιφανειακά ακατάλληλα υλικά) και το τμήμα κάτω από αυτή, (μετά από τον ενδεχομένως απαιτούμενο καθαρισμό, εκρίζωση, ή / και απομάκρυνση ακατάλληλων υλικών) και διαμόρφωση αναβαθμών για αγκύρωση.
Πυρήνας		Το τμήμα του επιχώματος μεταξύ θεμελίου και στέψης.	Το τμήμα του επιχώματος μεταξύ θεμελίου και μεταβατικού τμήματος.
Μεταβατικό τμήμα			Το τμήμα μεταξύ πυρήνα και στέψης, όπου η διαβάθμιση του υλικού των στρώσεων που το αποτελούν, πληροί ορισμένες απαιτήσεις (φίλτρο) και τοποθετείται για την αποφυγή διείσδυσης του υλικού της στέψης στο υποκείμενο βραχώδες τμήμα. Το πάχος του είναι 1,0 m, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στους λοιπούς όρους δημοπράτησης.
Στέψη	Οδικό έργο	Το μέρος του επιχώματος κάτω από τη Στρώση Έδρασης του Οδοστρώματος (Σ.Ε.Ο.), που εκτείνεται σε βάθος, από την πάνω επιφάνεια της Σ.Ε.Ο., ίσο προς 0,80 - 1,00 m σύμφωνα με την εκάστοτε μελέτη.	Το μέρος του επιχώματος πάνω από το μεταβατικό τμήμα που κατασκευάζεται από γαιώδη υλικά όπως στα γαιώδη επιχώματα και αποτελεί (ολόκληρο ή μέρος του) τη Στρώση Έδρασης του Οδοστρώματος (Σ.Ε.Ο.).
	Σιδηροδρομικό έργο	Το μέρος του επιχώματος κάτω από τη "Στρώση Διαμόρφωσης" που εκτείνεται σε βάθος, (από την άνω επιφάνεια της "Στρώσης διαμόρφωσης"), ίσο προς 1,00 m.	Το μέρος του επιχώματος πάνω από το μεταβατικό τμήμα, που κατασκευάζεται από γαιώδη υλικά, όπως στα γαιώδη επιχώματα και ταυτίζεται με τη "στρώση διαμόρφωσης".

## 4 Απαιτήσεις

### 4.1 Προμήθεια και μεταφορά κατάλληλων υλικών για κατασκευή επιχωμάτων

Τα υλικά κατασκευής θα λαμβάνονται κατ' αρχήν από τα προϊόντα εκσκαφής ορυγμάτων, ή / και σηράγγων και μόνον όταν αυτά είναι ακατάλληλα ή δεν επαρκούν ή δεν είναι δυνατός ο συντονισμός των εργασιών ορυγμάτων - σηράγγων - επιχωμάτων, με το πρόγραμμα εκτέλεσης των έργων (στην περίπτωση αυτήν απαιτείται έγγραφη έγκριση της Υπηρεσίας, εκτός αν προβλέπεται ρητά στους όρους Δημοπράτησης ότι τα προϊόντα μετά ορυγμάτων μιας περιοχής δεν είναι υποχρεωτικό να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή επιχωμάτων), θα γίνεται δανειοληψία για την προμήθειά τους, έπειτα από έγγραφη έγκριση της Υπηρεσίας.

### 4.2 Γαιώδη υλικά για την κατασκευή επιχωμάτων οδικών έργων

Για την κατασκευή επιχωμάτων είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν γαιώδη υλικά από τα προϊόντα εκσκαφής ορυγμάτων, ή σηράγγων ή ακόμη και από επιχώματα που καθαιρούνται.

Προτιμητέα για χρήση ως υλικά επιχωμάτων είναι αυτά που κατατάσσονται στις κατηγορίες A-1, A-2-4, A-2-5 και A-3, σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 14688-2 (βλέπε Πίνακα 3).

Εάν δεν υπάρχουν επαρκείς διαθέσιμες ποσότητες των ανωτέρω υλικών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν υλικά κατηγορίας A-2-6, A-2-7 και A-4.

Εάν δεν υπάρχουν επαρκείς διαθέσιμες ποσότητες και των ανωτέρω υλικών μπορούν να χρησιμοποιηθούν υλικά κατηγορίας A-6 ή A-7.

Τέλος, σε περίπτωση έλλειψης επαρκών ποσοτήτων υλικών όλων των ανωτέρω κατηγοριών, υλικά της κατηγορίας A-5 μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνον μετά από την σύνταξη ειδικής μελέτης.

- Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν ως υλικά επιχωμάτων τα ακόλουθα:
- Τυρφώδη ή οργανικά εδάφη, με ποσοστό σε οργανικά υλικά  $>5\%$  κ.β. ή όταν το όριο υδαρότητας του εδάφους μετά από ξήρανσή του στον φούρνο, είναι κατά 75% μικρότερο από το όριο υδαρότητας του πριν από την ξήρανση.
- Λεπτόκοκκα εδάφη που παρουσιάζουν τάση διόγκωσης  $>100$  kPa, σε συνδυασμό με παραμόρφωση ελεύθερης διόγκωσης  $>3\%$  κατά την δοκιμή CBR (βλ. παράγραφο 6.2).
- Θιξοτροπικά εδάφη (π.χ. υπερευαίσθητη άργιλος), καθώς και εδάφη με περιεχόμενο ποσοστό διατομικής γης ή φυλλαρίων μαρμαρυγίας μεγαλύτερο του 20%.
- Εδάφη που περιέχουν υδατοδιαλυτά ορυκτά, όπως ορυκτό αλάτι ή γύψο, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 2%.
- Ρυπογόνα υλικά (π.χ. βιομηχανικά υποπροϊόντα που περιέχουν ρύπους).

Η κατασκευή του επιχώματος και ειδικότερα ο τρόπος συμπίκνωσης καθορίζονται από την μελέτη, ανάλογα με το είδος του υλικού που χρησιμοποιείται για το σώμα του επιχώματος.

Πίνακας 3 – Κατηγοριοποίηση εδαφών, εδαφικών υλικών και αδρανών για την κατασκευή έργων οδοποιίας

Κατάταξη κατά ΕΛΟΤ EN ISO 14688-2												
Γενική κατάταξη	Κοκκώδη υλικά (35% λιγότερο διερχόμενα από κόσκινο N200)							Ιλυσαργιλικά Υλικά (με ποσοστό διερχομένων σε ποσοστό μεγαλύτερο από 35% από κόσκινο N200)				
	A-1			A-2							A-7	
Κατάταξη κατά ομάδες *	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6
Ανάλυση κοσκίνων: ποσοστό % διερχομένων:												
No10 (2,00mm)	50 μεγ.											
No40 (0,425mm)	30 μεγ.	50 μεγ.	51 ελαχ.									
No200 (0,075mm)	15 μεγ.	25 μεγ.	10 μεγ.	35 μεγ.	35 μεγ.	35 μεγ.	35 μεγ.	36 ελαχ.	36 ελαχ.	36 ελαχ.	36 ελαχ.	
Χαρακτηριστικά κλάσματος διερχομένου από το κόσκινο N40 (0,425 mm)												
Όριο υδαρότητας				40 μεγ.	41 ελαχ.	40 μεγ.	41 ελαχ.	40 ελαχ.	41 ελαχ.	40 μεγ.	41 ελαχ.	
Δείκτης πλαστικότητας	6 μεγ.		NP	10 μεγ.	10 μεγ.	11 ελαχ.	11 ελαχ.	10 μεγ.	10 μεγ.	11 ελαχ.	11 ελαχ. †	
Δείκτης Ομάδας ‡	0		0	0	4 μεγ.			8 μεγ.	12 μεγ.	16 μεγ.	20 μεγ.	
Συνήθεις τύποι σημαντικών επιμέρους υλικών που αποτελούν το σύνολο του εδαφικού υλικού	Λιθώδη τεμάχια αμμοχάλικων και άμμου		Λεπτά υλικά	Ιλυσαργιλικά αμμοχάλικα και άμμος				Ιδιώδη εδάφη			Αργιλικά εδάφη	
Γενική κατάταξη σε υποκατηγορίες	Εξαιρετικά έως καλά							Αποδεκτά έως πτωχά				

\*: Διαδικασία κατάταξης: Εφόσον υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα δοκιμών προχωρούμε από αριστερά προς τα δεξιά στον ανωτέρω πίνακα, και βρίσκουμε την κατάλληλη ομάδα με τη διαδικασία της απόρριψης. Η πρώτη ομάδα από τ' αριστερά στην οποία η δοκιμή ταιριάζει, είναι και η σωστή στην κατάταξη.

†: Ο δείκτης πλαστικότητας της υποομάδας A-7-5 είναι μικρότερος ή ίσος από 11 πλην 30. Ο δείκτης πλαστικότητας της υποομάδας A-7-6 είναι μεγαλύτερος από 11 πλην 30.

‡: Βλέπε τον τύπο κατάταξης ομάδων για την μέθοδο κατάταξης

### 4.3 Γαιώδη υλικά για την κατασκευή της στρώσης έδρασης του οδοστρώματος

1. Τα γαιώδη υλικά για την στρώση έδρασης του οδοστρώματος σε επιχώματα οδικών έργων, από πλευράς καταλληλότητας αυτών, κατατάσσονται στις 5 κατηγορίες (Ε0, Ε1, Ε2, Ε3 και Ε4) που δίδονται στον Πίνακα 4.
2. Εφόσον δεν ορίζεται αλλιώς από τη μελέτη, είναι δυνατή η κατασκευή της στρώσης έδρασης με υλικά κατηγορίας Ε3 και Ε4.
3. Τα Υλικά κατηγορίας Ε0, απαγορεύεται γενικά να χρησιμοποιούνται για την στρώση έδρασης, χωρίς προηγουμένως να υποστούν κατάλληλη επεξεργασία (βελτίωση).
4. Το πάχος του οδοστρώματος καθορίζεται από την μελέτη ανάλογα και με το είδος του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για την στρώση έδρασης.

**Πίνακας 4 – Κατηγορίες γαιωδών εδαφικών υλικών**

A/A	Κατηγορία εδαφικού υλικού	Χαρακτηριστικά υλικού	Όρια Atterberg	Μέγιστη πυκνότητα κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης $Mg/m^3$	CBR <sup>(1)</sup>	Περιεκτικότητα σε οργανικά <sup>(3)</sup>	Παρατηρήσεις ως προς τη δυνατότητα χρησιμοποίησής τους για επιχώματα
1	2	3	4	5	6	7	8
1	E4	Μέγιστος κόκκος <80 mm Διερχόμενο % από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm <25%	LL<30 και PI<10		>20 και μηδενική διόγκωση <sup>(2)</sup>	0%	Επίλεκτο II
2	E3	Μέγιστος κόκκος <80 mm Διερχόμενο % από κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm <25%	LL<30 και PI<10		>10 και μηδενική διόγκωση <sup>(2)</sup>	0%	Επίλεκτο I
3	E2	Μέγιστος κόκκος <100 mm Διερχόμενο % από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm <35%	LL<40	>19.4	>5 και διόγκωση <sup>(2)</sup> <2%	<1%	Κατάλληλο
4	E1	Γαιώδες υλικό με μέγιστη διάσταση κόκκου D<150 mm Περιεκτικότητα σε κόκκους 150>D>100 mm μέχρι 25%	LL<40 ή LL<65 και PI<(0,6x LL-9)	>16.0	>3 και διόγκωση <sup>(2)</sup> <3%	<3%	Αποδεκτό
5	E0	Εδαφικό υλικό που δεν ανήκει στις άλλες κατηγορίες.					Ακατάλληλο, εφ' όσον δεν υπάρξει μελέτη βελτίωσής του για χρήση.

Όπου :

- (1) CBR = Τιμή του Καλιφορνιακού Λόγου Φέρουσας Ικανότητας.
- (2) Κατά τη δοκιμή CBR.
- (3) Θα προσδιορισθεί με τη μέθοδο της "υγρής οξείδωσης" (AASHTO T-194).

LL = Όριο Υδαρότητας (Ε 105-86 Μέθοδος 5)

PI = Δείκτης Πλαστιμότητας (Ε 105-86 Μέθοδος 6)

Κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm (το πλησιέστερο προς το κόσκινο Νο 200 κατά AASHTO ανοίγματος βροχίδας 0,074 mm)  
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Η τιμή CBR προσδιορίζεται σύμφωνα με τη Μέθοδο 12 των Προδιαγραφών Εργαστηριακών Δοκιμών Εδαφομηχανικής (Ε 105-86) επί δοκιμίων, τα οποία συμπυκνώνονται στο 90% της μέγιστης πυκνότητας της Τροποποιημένης Δοκιμής Συμπύκνωσης (Ε 105-86 Μέθοδος 11), με τη βέλτιστη υγρασία και μετά από υδρεμποτισμό 4 ημερών. Κατ' εξαίρεση επί φυσικώς συγκολλημένων εδαφών και για έργα σε όρυγμα, για τον υπολογισμό της φέρουσας ικανότητας της "υποκείμενης στρώσης" οδοστρωμάτων θα γίνεται συμπληρωματικά και προσδιορισμός του CBR με δοκιμή "επί τόπου".

#### 4.4 Υλικά γαιωδών επιχωμάτων σιδηροδρομικών έργων

Τα εδάφη κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες, ανάλογα με την δυνατότητα χρησιμοποίησής τους ως υλικών επιχωμάτων ή στρώσης διαμόρφωσης σιδηροδρομικών έργων:

1. Υλικά που δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται για την κατασκευή σιδηροδρομικών επιχωμάτων ή "στρώσης διαμόρφωσης" σιδηροδρομικών έργων, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.

- Υλικά "ακατάλληλα" (κατηγορίας ΣΕ 0) των υποκατηγοριών 0.1 έως και 0.6.
- Υλικά "κακά" (κατηγορίας ΣΕ 1) των υποκατηγοριών 1.1.α και 1.2.

2. Υλικά που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται υπό προϋποθέσεις για την κατασκευή "στρώσης διαμόρφωσης" (μόνο σε περίπτωση ορυγμάτων) ή επιχωμάτων:

I. Αυτά είναι τα ακόλουθα υλικά, σύμφωνα με τον Πίνακα 5:

- Υλικά "κακά" (κατηγορίας ΣΕ 1), υποκατηγορίας 1.1.β.
- Υλικά των υποκατηγοριών 1.3, 1.4 και 1.5.
- Υλικά των υποκατηγοριών 2.1 και 2.2.

II. Οι προϋποθέσεις υπό τις οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτά τα υλικά είναι οι ακόλουθες:

- Η περιεχόμενη, κατά τη συμπύκνωση, υγρασία των υλικών των υποκατηγοριών 1.1.β και 1.3 του Πίνακα 5 πρέπει να τηρεί τους ακόλουθους περιορισμούς:

(i) Στο 80% των δοκιμών ποιοτικού ελέγχου θα πρέπει να ισχύει:

$$W_{op} - 2\% < W < W_{op}$$

(ii) Στο 100% των δοκιμών θα πρέπει να ισχύει:

$$W_{op} - 3\% < W < W_{op} + 1\%$$

Όπου  $W_{op}$  = Ποσοστό βέλτιστης υγρασίας στην τροποποιημένη δοκιμή Proctor

$W$  = Ποσοστό υγρασίας του δείγματος

- Θα γίνεται χρήση σε επιχώματα μικρού και μέσου ύψους ( $H \leq 10m$ ).
- Θα γίνεται κατασκευή της "στέψης" των επιχωμάτων από υλικά ανώτερης κατηγορίας.

3. Υλικά που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση για την κατασκευή επιχωμάτων, ή “στρώσης διαμόρφωσης”, σύμφωνα με τον Πίνακα 5.

- Υλικά της υποκατηγορίας 2.3.
- Υλικά “καλά” (κατηγορίας ΣΕ 3) των υποκατηγοριών 3.1 και 3.2.

Προκειμένου περί κοκκώδους υλικού, η μέγιστη διάσταση ( $D_{max}$ ) κόκκου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή της στρώσης διαμόρφωσης σιδηροδρομικών έργων είναι ίση προς 200 mm.

4. Σε περίπτωση κατά την οποία τα γαιώδη επιχώματα σιδηροδρομικών έργων εδράζονται επί κορεσμένου εδάφους, η κατώτερη στρώση του γαιώδους επιχώματος (θεμέλιο), θα κατασκευάζεται με υλικό κατηγορίας ΣΕ 3. Έπ’ αυτής πλέον θα γίνεται η κατασκευή των τμημάτων του πυρήνα και της στέψης με κατάλληλα, για τα σχετικά τμήματα υλικά και σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στη μελέτη του έργου.

Για την κατασκευή της υποδομής των σιδηροδρομικών έργων τα εδαφικά υλικά κατατάσσονται στις κατηγορίες ΣΕ 0 έως ΣΕ 3, σύμφωνα με τον Πίνακα 5, ανάλογα με τα γεωτεχνικά τους χαρακτηριστικά και τις τοπικές υδρογεωλογικές και υδρολογικές συνθήκες (όπως παρουσιάζονται πιο κάτω).

Πίνακας 5 – Κατηγορίες και υποκατηγορίες γαιωδών εδαφικών υλικών για τα σιδηροδρομικά έργα

α/α Υποκα- τηγορίας	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Υδρογεωλογ ικές και υδρολογικές συνθήκες <sup>(9)</sup>	Κατηγορία εδαφικού υλικού	Παρατηρήσεις ως προς τη δυνατότητα χρησιμοποίησή ς τους για επιχώματα
0.1	Οργανικά υλικά (περιεκτικότητα σε οργανικά υλικά $\geq 30\%$ κ.β.).	-	ΣΕ 0	Ακατάλληλο
0.2	Λεπτόκοκκα εδαφικά υλικά, (με διερχόμενο ποσοστό <sup>(1)</sup> από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm <sup>(2)</sup> μεγαλύτερο του 16% κ.β.) που είναι ταυτοχρόνως διογκωμένα και υγρά (και επομένως μη συμπικνωσίμα).			
0.3	Θιξοτροπικά εδαφικά υλικά (π.χ. υπερευαίσθητη άργιλος).			
0.4	Εδάφη με περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτά στοιχεία (π.χ. ορυκτό αλάτι ή γύψο).			
0.5	Ρυπαντικά υλικά (π.χ. βιομηχανικά υποπροϊόντα).			
0.6	Μίγματα εδαφικών υλικών με οργανικά υλικά (περιεκτικότητα σε οργανικά υλικά $>5\%$ και $<30\%$ κ.β.).			
1.1.α	Εδαφικά υλικά με διερχόμενο ποσοστό <sup>(1)</sup> , από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm <sup>(2)</sup> μεγαλύτερο από 40% κ.β. ( <sup>1</sup> ) Με L.L. $> 35$ ( <sup>2</sup> ) Με L.L. $\leq 35$ που δεν τηρούν τις πρόσθετες απαιτήσεις της υποκατηγορίας 1.1.β	-	ΣΕ 1	Κακό
1.1.β	Εδαφικά υλικά με διερχόμενο ποσοστό <sup>(1)</sup> από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm <sup>(2)</sup> μεγαλύτερο από 40% κ.β., με L.L. $\leq 35$ και επιπλέον με: - Μέγιστη ξηρά πυκνότητα <sup>(6)</sup> $\gamma_d > 1,7 \text{ t/m}^3$ - CBR (7) $> 5$ - Διόγκωση (κατά τη δοκιμή CBR) $\leq 2\%$ - Περιεκτικότητα σε οργανικά <sup>(8)</sup> $\leq 2\%$			
1.2	Εύκολα αποσαθρώσιμος βράχος [π.χ. Μάργες, ή εξαλλοιωμένος σχιστόλιθος, (με ξηρά πυκνότητα $\gamma_d < 1,7 \text{ t/m}^3$ και υψηλό βαθμό ευθρυπτότητας)].	-	ΣΕ 1	Κακό
1.3	Εδαφικά υλικά με διερχόμενο ποσοστό <sup>(1)</sup> από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm <sup>(2)</sup> μεταξύ 16% και 40% κ.β.	Κακές	ΣΕ 1	Κακό
1.4	Αποσαθρώσιμος βράχος (π.χ. μη εξαλλοιωμένος σχιστόλιθος μικρού βαθμού ευθρυπτότητας και ξηράς πυκνότητας $\gamma_d < 1,7 \text{ t/m}^3$ ).			

α/α Υποκα- τηγορίας	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Υδρογεωλογ- ικές και υδρολογικές συνθήκες <sup>(9)</sup>	Κατηγορία εδαφικού υλικού	Παρατηρήσεις ως προς τη δυνατότητα χρησιμοποίησή ς τους για επιχώματα
1.5	Μαλακός βράχος (π.χ. Δείκτης Microdeval <sup>(4)</sup> παρουσία νερού MDE>40 και απώλεια κατά Los Angeles <sup>(3)</sup> LA>40).	Καλές	ΣΕ 2	Μέτριο
2.1	Εδαφικά υλικά με διερχόμενο ποσοστό <sup>(1)</sup> από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm <sup>(2)</sup> μεταξύ 5% και 16% κ.β.	Κακές	ΣΕ 2	Μέτριο
2.2	Εδαφικά υλικά κακής διαβάθμισης (Cu <sup>(5)≤6</sup> ) με διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm <sup>(2)</sup> μικρότερο του 5% κ.β.			
2.3	Μέτρια σκληρός βράχος (δείκτης Microdeval <sup>(4)</sup> παρουσία νερού 25 < MDE ≤ 40 και απώλεια κατά Los Angeles <sup>(3)</sup> 30 < LA ≤ 40).	Καλές	ΣΕ 3	Καλό
3.1	Εδαφικά υλικά με διερχόμενο ποσοστό <sup>(1)</sup> από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm <sup>(2)</sup> μικρότερο από 5% κ.β.	Καλές	ΣΕ 3	Καλό
3.2	Σκληρός βράχος (δείκτης Microdeval <sup>(4)</sup> παρουσία νερού MDE ≤ 25 και απώλεια κατά Los Angeles <sup>(3)</sup> LA ≤ 30).			

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- (1) Τα αναφερόμενα ποσοστά αφορούν το κλάσμα του εδαφικού υλικού που είναι μικρότερο από 60 mm
- (2) Κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm
- (3) ΕΛΟΤ EN 1097-2.
- (4) Microdeval (MDE) παρουσία νερού: ΕΛΟΤ EN 1097-1.
- (5) Cu: Συντελεστής ανομοιομορφίας διαβάθμισης.  $Cu = d_{60}/d_{10}$ , όπου d<sub>60</sub> και d<sub>10</sub> οι διαστάσεις ανοιγμάτων κόσκινου σε mm που αντιστοιχούν σε διερχόμενα ποσοστά κ.β. 60% και 10% αντίστοιχα.
- (6) Κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης ΕΛΟΤ EN 13286-2.
- (7) Τιμή του Καλιφορνιακού Λόγου Φέρουσας Ικανότητας (C.B.R.) ,που προσδιορίζεται σύμφωνα με τη μέθοδο 12 των Προδιαγραφών Εργαστηριακών Δοκιμών Εδαφομηχανικής (E 105-86) επί δοκιμών συμπτκνωθέντων στο 95% της μέγιστης πυκνότητας της Τροποποιημένης Δοκιμής Συμπύκνωσης (Μέθοδος 11 E 105-86) με την βέλτιστη υγρασία και μετά από υδρεμπτισμό 4 ημερών.
- (8) Θα προσδιορισθεί με τη μέθοδο της “υγρής οξείδωσης” (Μέθοδος AASHTO T 194).
- (9) Οι υδρογεωλογικές και υδρολογικές συνθήκες χαρακτηρίζονται “καλές”, αν πληρούνται οι ακόλουθες συνθήκες:  
Αν η ανωτέρα στρώση του υπόψη εδάφους δεν υπόκειται σε επιβλαβή επίδραση του υψηλότερου υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. (Αυτή η στάθμη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα θα υπολογίζεται για δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Συνθήκες βροχόπτωσης 10ετίας και εισρόφηση 2 mm ανά ώρα).

Για την κατασκευή της υποδομής νέου σιδηροδρομικού δικτύου, η συνθήκη αυτή θεωρείται ότι πληρούται:

- α. Εάν η Ανώτατη Στάθμη των Υπόγειων Υδάτων (Α.Σ.Υ.Υ.) απέχει από την στάθμη έδρασης του στρωτήρα τουλάχιστον 1,60 m.
- β. Εάν δεν υφίσταται επιβλαβής εισροή νερού στην “υποδομή” (εγκάρσια, κατά μήκος, ή κατακόρυφη).
- γ. Εάν τα όμβρια αποχετεύονται σωστά από την “υποδομή” και εάν το εγκάρσιο και κατά μήκος σύστημα απαγωγής των ομβρίων λειτουργεί κανονικά.



Αν έστω και μία από τις τρεις αυτές συνθήκες δεν πληρούται, τότε οι υδρογεωλογικές και υδρολογικές συνθήκες πρέπει να χαρακτηρίζονται “κακές”.

## **4.5 Υλικά βραχωδών επιχωμάτων οδικών και σιδηροδρομικών έργων**

### **4.5.1 Προέλευση – διαχείριση υλικών**

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή βραχωδών επιχωμάτων, προέρχονται από εκσκαφές ή κατ’ εξαίρεση, μετά από έγκριση της Υπηρεσίας, ή εφ’ όσον προβλέπεται από τη μελέτη είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται και υλικά προερχόμενα από δανειοθαλάμους.

Σε κάθε περίπτωση, πριν αρχίσει η εκσκαφή των βραχωδών υλικών θα απομακρύνονται τα επιφανειακά εδαφικά υλικά ή η αποσπασμένη επιφανειακή στρώση βράχου που κρίνεται ως ακατάλληλη. Επίσης, θα απομακρύνονται τα τυχόν ακατάλληλα εδαφικά υλικά που εμφανίζονται μέσα στο βραχώδη σχηματισμό καθ’ όλη τη διάρκεια της εκσκαφής των βραχωδών υλικών.

Η εκσκαφή θα γίνεται έτσι ώστε η κοκκομετρία και η μορφή των παραγομένων βραχωδών υλικών να είναι εντός των ορίων των απαιτήσεων για τα βραχώδη επιχώματα.

### **4.5.2 Ποιότητα πετρώματος**

Τα πετρώματα από τα οποία προέρχονται τα βραχώδη υλικά διακρίνονται σε κατάλληλα, ακατάλληλα και σε εκείνα που απαιτούν ειδική μελέτη.

Στα κατάλληλα πετρώματα περιλαμβάνονται οι γρανίτες, πορφυρίτες, γρανοδιορίτες, απλίτες, γάβροι, διαβάσεις, οφίτες, ανδεσίτες, βασάλτες, ασβεστόλιθοι, δολομίτες, μάρμαρα, ρυόλιθοι, δακίτες κ.α. (Προσδιορισμός τιμών Los Angeles και Microdeval, για υποκατηγορίες 1.5, 2.3 και 3.2 του Πίνακα 5).

Στα ακατάλληλα πετρώματα περιλαμβάνονται οι σερπεντινίτες, οι φυλλίτες, οι ανυδρίτες, ο γύψος, οι διαλυτοί βράχοι και τα πετρώματα γενικά που αποσυντίθενται με την έκθεσή τους στις επιδράσεις του καιρού, ή που θραύονται σε σημαντικό βαθμό, ή κονιοποιούνται με την συμπύκνωση (Υποκατηγορίες 0.4 και 1.2 του Πίνακα 5).

Στα πετρώματα που απαιτούν ειδική μελέτη / διαχείριση, περιλαμβάνονται όλοι οι βράχοι που δεν κατατάσσονται σε καμία από τις δύο προηγούμενες κατηγορίες. Σ’ αυτή την ομάδα περιλαμβάνονται ενδεικτικά οι παρακάτω βράχοι:

Περιδοτίτες, τραχείτες, φωνόλιθοι, ηφαιστειακά λατυποπαγή και κροκαλοπαγή, γνεύσιοι αμφιβολίτες, γραουβάκες, ασβεστόμαργες, σαθρές μάρμες, σχιστόλιθοι, υλικά του φλύσχη, κτλ.

Για τη χρησιμοποίηση βραχωδών υλικών σε επιχώματα ο Ανάδοχος πρέπει να προσκομίσει στην Υπηρεσία εργαστηριακά στοιχεία, τα οποία θα αποδεικνύουν ότι τα βραχώδη υλικά που προτίθεται να χρησιμοποιήσει βρίσκονται μέσα στα επιτρεπόμενα όρια της παρούσας Προδιαγραφής.

### **4.5.3 Κοκκομετρική διαβάθμιση**

1. Το υλικό θα ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- Η μέγιστη διάσταση κόκκων (D) του υλικού προκειμένου περί οδικών έργων δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2/3 του πάχους της συμπυκνωμένης στρώσης.
- Η μέγιστη διάσταση κόκκων (D) του υλικού, προκειμένου περί σιδηροδρομικών έργων δεν θα υπερβαίνει το 1/2 του πάχους της συμπυκνωμένης στρώσης.
- Η περιεκτικότητα κατά βάρος των διερχομένων από το κόσκινο των 22,4 mm θα είναι μικρότερη από 25%, και των διερχομένων από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm θα είναι μικρότερη από 7%.

- Η μέγιστη διάσταση ( $D_{max}$ ) κόκκου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή επιχωμάτων είναι ίση με:
  - Προκειμένου περί οδικών έργων με υλικά επιχωμάτων μη ευαίσθητα στο νερό (αμιγώς κοκκώδη): 800 mm
  - Προκειμένου περί σιδηροδρομικών έργων με υλικά επιχωμάτων μη ευαίσθητα στο νερό (αμιγώς κοκκώδη): 600 mm
  - Προκειμένου περί οδικών και σιδηροδρομικών έργων με υλικά επιχωμάτων ευαίσθητα στο νερό (εδάφη με περιεκτικότητα σε αργιλικό υλικό): 500 mm

Οι παραπάνω διαστάσεις  $D_{max}$  νοούνται ως οι μέγιστες δυνατές και αφορούν τα πλέον κατάλληλα υλικά και μόνο εφ' όσον διατίθενται μηχανήματα συμπίκνωσης ικανότητας άνω των 40 kN ανά μέτρο γραμμικού φορτίου.

2. Οι ανωτέρω απαιτήσεις αφορούν το μη συμπτυκνωμένο υλικό, το οποίο θα ελέγχεται πριν από τη διάστρωσή του προς εξακρίβωση της τήρησης αυτών, διότι κατά τη διάστρωση και την συμπίκνωση το υλικό μπορεί να υποστεί αλλαγές που θα μεταβάλλουν την αρχική κοκκομετρική διαβάθμιση.
3. Η κοκκομετρική καμπύλη του υλικού θα πρέπει επιπλέον να πληροί τις απαιτήσεις του ακόλουθου Πίνακα 6:

**Πίνακας 6 – Κοκκομετρική καμπύλη υλικών βραχωδών επιχωμάτων**

#	Διάσταση κόκκου (κόσκινο)	Ποσοστό διερχόμενο κατά βάρος [%]
1	2	3
1	D	90 - 100
2	D/4	45 - 60
3	D/16	25 - 45
4	D/64	15 - 35

Όπου D = Η μέγιστη διάσταση κόκκου.

4. Η Υπηρεσία μπορεί να απαιτήσει μεταβολή των παραπάνω ορίων, με βάση τα συμπεράσματα και τις παρατηρήσεις από την κατασκευή του Δοκιμαστικού Επιχώματος, για το οποίο γίνεται αναφορά στην παρακάτω παράγραφο 5.4.

#### 4.5.4 Μορφή κόκκων

Ακατάλληλη θεωρείται η μορφή που έχουν οι κόκκοι, όταν ισχύει η σχέση:

$$\text{Error!} \geq 3$$

όπου :

L = η μέγιστη απόσταση μεταξύ δύο παράλληλων επιπέδων που εφάπτονται στον κόκκο.

G = η ελάχιστη διάμετρος κυκλικής στήλης δια της οποίας μπορεί να διέλθει ο κόκκος.

E = η ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο παραλλήλων επιπέδων που εφάπτονται στον κόκκο.

Οι τιμές L, G και E μπορούν να προσδιορίζονται προσεγγιστικά (δεν είναι υποχρεωτικό να μετρούνται σε τρεις κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις).

Το ποσοστό ακατάλληλης μορφής κόκκων δεν θα υπερβαίνει το 30%.

## 5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών

Ο Ανάδοχος υποχρεούται κατά την εκτέλεση των πάσης φύσεως εκσκαφών να λαμβάνει μέτρα, ώστε το σύνολο των κατάλληλων προϊόντων εκσκαφών να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή επιχωμάτων ή άλλων ωφέλιμων κατασκευών.

Τα κατάλληλα υλικά εκσκαφής θα αποτίθενται σε προσωρινούς χώρους, απ' όπου αργότερα, θα μεταφέρονται στις καθορισμένες θέσεις (βλ. Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-05-00-00).

Σε περίπτωση που λόγω υπαιτιότητας του Αναδόχου δεν καταστεί δυνατή η αξιοποίηση των κατάλληλων προϊόντων εκσκαφών, τότε ο Ανάδοχος υποχρεούται να εξασφαλίσει με δικές του δαπάνες αντίστοιχες ποσότητες δανείων.

### 5.1 Κατασκευή γαιωδών και βραχωδών επιχωμάτων

Η κατασκευή των επιχωμάτων περιλαμβάνει κατά σειρά τα ακόλουθα στάδια / διεργασίες:

1. Προετοιμασία της επιφάνειας έδρασης του επιχώματος.
2. Κατασκευή Δοκιμαστικού Τμήματος.
3. Διάστρωση υλικών επιχωμάτων.
4. Συμπύκνωση κατά στρώσεις.

#### 5.1.1 Προετοιμασία της επιφάνειας έδρασης γαιωδών επιχωμάτων

Πριν από τη διάστρωση και συμπύκνωση των υλικών των επιχωμάτων θα γίνεται ο καθαρισμός, η εκρίζωση και η απομάκρυνση των επιφανειακών ακατάλληλων υλικών ή φυτικής γης (θάμνοι, ρίζες, ριζόχωμα, φυτική γη με υψηλό ποσοστό οργανικών κλπ.) σ' όλο το βάθος που απαιτείται και θα κατασκευάζεται μέρος του θεμελίου του επιχώματος, από κατάλληλα υλικά σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή.

Ως ακατάλληλα επιφανειακά υλικά, τα οποία πρέπει να απομακρύνονται πριν από τη διάστρωση των υλικών του επιχώματος, θεωρούνται τα ακόλουθα:

- Εδαφικά υλικά που περιέχουν οργανικά υλικά σε ποσοστό μεγαλύτερο από 5 κ.β.
- Θιξοτροπικά εδαφικά υλικά (π.χ. ρέουσα άργιλος)
- Διαλυτά εδαφικά υλικά (π.χ. έδαφος που περιέχει ορυκτό αλάτι ή γύψο)
- Ρυπογόνα υλικά (π.χ. βιομηχανικά απόβλητα)

Εάν είναι αναγκαία η κατασκευή επιχώματος απ' ευθείας σε ασταθή, διαταραγμένα εδάφη, η επάνω σε μαλακές αργίλους, θα λαμβάνονται μέτρα για την σταθεροποίηση ή απομάκρυνση του υλικού αυτού, σύμφωνα με ειδική γεωτεχνική μελέτη. Αν μέχρι βάθους 1,0 m από τη στάθμη έδρασης του επιχώματος υπάρχει βράχος, τότε μπορεί να απομακρύνεται το υπερκείμενο του βράχου υλικό και η έδραση του επιχώματος να γίνεται κατ' ευθείαν πάνω στο βράχο, πάντοτε μετά από σχετική έγκριση της Υπηρεσίας.

Σε πυθμένες κοιλάδων και υγρές πλαγιές πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια για την αποστράγγιση και γενικά για τον περιορισμό και απαγωγή των επιφανειακών υδάτων (ρυάκια κλπ), καθώς και των πηγαίων και υπόγειων υδάτων. Σε εδάφη κορεσμένα ή / και ευπαθή στο νερό, το τμήμα του θεμελίου των επιχωμάτων πρέπει να κατασκευάζεται από ευχερώς αποστραγγιζόμενα υλικά (κατηγοριών E2, E3, E4 ή A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> κατά AASHTO ή βραχώδη προϊόντα ορυγμάτων), σε συνδυασμό με αποστραγγιστικές στρώσεις για την αποφυγή ανόδου του νερού των τριχοειδών. Παράλληλα θα εξασφαλίζεται η λειτουργία «φίλτρου» μεταξύ του θεμελίου και του υπερκείμενου πυρήνα του επιχώματος.

Γενικά απαγορεύεται η διάστρωση υλικών σε έδαφος το οποίο έχει μαλακώσει από τη βροχή ή την κυκλοφορία. Στις περιπτώσεις αυτές, κατά την κρίση της Υπηρεσίας, το υλικό είτε θα αντικαθίσταται είτε θα επανασυμπυκνώνεται μετά τον περιορισμό του ποσοστού υγρασίας για την επίτευξη βέλτιστης συμπίκνωσης.

Όταν τα επιχώματα εδράζονται σε έδαφος υψηλής εγκάρσιας κλίσης (π.χ.  $i \geq 20\%$ ) ή σε ήδη κατασκευασμένα επιχώματα, απαιτείται, κλιμακωτή εκσκαφή της επιφάνειας έδρασης (αναβαθμοί), σύμφωνα με τη μελέτη εφαρμογής ή τις εντολές της Υπηρεσίας.

Βαθμίδες αγκύρωσης θα κατασκευάζονται επίσης και στις περιπτώσεις διαπλάτυνσης επιχωμάτων καθώς και στις περιπτώσεις κατασκευής του επιχώματος σε δυο φάσεις.

Όταν είναι αναγκαία η κατασκευή βραχύδους επιχώματος απ' ευθείας σε εδάφη ασταθή, διαταραγμένα ή πάνω σε μαλακές αργίλους θα λαμβάνονται μέτρα για την εξυγίανση της στρώσης έδρασης, με στερεοποίηση ή απομάκρυνση του υπάρχοντος υλικού. Όταν υπάρχει βράχος κοντά στη στάθμη έδρασης του επιχώματος αυτού, μπορεί να απομακρύνεται το υπερκείμενο του βράχου υλικό και η έδραση του επιχώματος να γίνεται κατ' ευθείαν πάνω στον βράχο, μετά από σχετική έγκριση της Υπηρεσίας.

Η επιφάνεια έδρασης του επιχώματος θα συμπευκνώνεται επιμελώς σε πυκνότητα ίση κατ' ελάχιστο προς το 90% της μέγιστης πυκνότητας, που επιτυγχάνεται κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης (Proctor modified): ΥΠΕΧΩΔΕ Ε105-86 Μέθοδος 11 Πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 13286-2. Αναλυτικότερα έχουν εφαρμογή τα εξής:

**ΜΕΘΟΔΟΣ Α :** Για εδαφικό υλικό με ποσοστό κόκκων μικρότερο ή ίσο προς 7% 6% σε κόκκους μεγαλύτερους από 4mm συγκρατούμενο (προσαρμογή κατ' εκτίμηση από άνοιγμα 4.76 σε 4 mm).

**ΜΕΘΟΔΟΣ Δ :** Για εδαφικό υλικό με ποσοστό 8% σε κόκκους μεγαλύτερους από 4 mm διερχόμενο από το κόσκινο ανοίγματος 19 mm 100%.

Η συμπίκνωση αυτή, σε περίπτωση που δεν υπάρχει ειδική γεωτεχνική μελέτη, θα εκτείνεται σε βάθος τουλάχιστον 40 cm και σε πλάτος 2 m πέραν από το πόδι του επιχώματος, ή μέχρι το όριο απαλλοτρίωσης, όταν υπάρχουν σχετικοί περιορισμοί πλάτους.

Σε κατασκευές επιχωμάτων υπερύψωσης παλαιών υφιστάμενων οδών, όταν η διαφορά στάθμης μεταξύ των επιφανειών κύλισης παλαιάς και νέας οδού είναι μικρότερη από το συνολικό πάχος του προτεινομένου οδοστρώματος, (συμπεριλαμβανομένης και της τυχόν Στρώσης Στράγγισης Οδοστρώματος Σ.Σ.Ο.), τότε η τυχόν υπάρχουσα παλαιά ασφαλτική στρώση θα ανακυκλώνεται (φρεζάρισμα, απομάκρυνση, ενσωμάτωση ή επαναχρησιμοποίηση του υλικού), σύμφωνα με τους όρους της εκάστοτε σύμβασης.

## 5.2 Διάστρωση επιχωμάτων

### 5.2.1 Διάστρωση γαιωδών επιχωμάτων

Μετά την προετοιμασία της επιφάνειας θεμελίωσης ακολουθεί η διάστρωση των στρώσεων του επιχώματος με τα κατάλληλα υλικά, σύμφωνα με τα οριζόμενα στα αντίστοιχα κεφάλαια της παρούσας.

Οι στρώσεις θα είναι συνεχείς, παράλληλες προς την άνω επιφάνεια του επιχώματος και ομοιόμορφου πάχους, τέτοιου ώστε, με τον υπάρχοντα εξοπλισμό, να επιτυγχάνεται ο απαιτούμενος βαθμός συμπίκνωσης σε όλο το πάχος.

Τα διάφορα υλικά που προορίζονται για την κατασκευή επιχωμάτων θα αξιολογούνται, ώστε τα καλύτερης ποιότητας υλικά να διαστρώνονται στις ανώτερες στρώσεις των επιχωμάτων και ιδιαίτερα στη στρώση έδρασης.

Δεν θα διαστρώνεται καμία στρώση αν δεν έχει επαληθευθεί ότι η υποκείμενη στρώση συμμορφώνεται προς τις απαιτήσεις συμπίκνωσης και σταθερότητας. Αν η υποκείμενη στρώση έχει μαλακώσει από υπέρβαση υγρασίας, (π.χ. λόγω διήθησης υδάτων), δεν επιτρέπεται η διάστρωση της επόμενης.

Τα επιχώματα επί εδαφών μικρής φέρουσας ικανότητας αποτελούν αντικείμενο ειδικής μελέτης. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στη μη υπέρβαση του ορίου αντοχής του εδάφους (με κατάλληλη διαστασιολόγηση του πάχους των πρώτων στρώσεων) για να προστατευθεί το έδαφος από τις φορτίσεις των οχημάτων μεταφοράς υλικού και των μηχανημάτων συμπίκνωσης.

Το χαλαρό πάχος των στρώσεων εξαρτάται από το είδος των διατιθέμενων υλικών και μέσω συμπίκνωσης, θα είναι δε για τα γαιώδη υλικά μικρότερο των 30 cm. Είναι δυνατό, μετά από έγκριση της Υπηρεσίας, να επιτραπεί και μεγαλύτερο πάχος στρώσεων, εφ' όσον διατίθενται τα κατάλληλα μηχανήματα για την επίτευξη ομοιόμορφης πυκνότητας σε όλο το πάχος της στρώσης και με την προϋπόθεση ότι έχει κατασκευασθεί επιτυχώς δοκιμαστικό τμήμα.

Κατά την εκτέλεση των εργασιών, η επιφάνεια των στρώσεων θα είναι επίπεδη και θα έχει την απαραίτητη εγκάρσια κλίση (4% κατ' ελάχιστο) για την εξασφάλιση της απορροής των νερών χωρίς κίνδυνο διάβρωσης ή υπερβολικής διαβροχής του σώματος του επιχώματος (εν γένει παράλληλη ανύψωση ως προς την επίκλιση της στέψης του επιχώματος).

Ο Ανάδοχος πρέπει να παίρνει όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας των υπό κατασκευή επιχωμάτων και ορυγμάτων από την επίδραση των ομβρίων και λοιπών αναβλύσεων νερών. Προς τούτο είναι απαραίτητη, η διαμόρφωση επαρκών τάφρων και χανδάκων αποστράγγισης.

Επισημαίνεται ότι τα μέτρα αυτά περιλαμβάνονται στην επιμέτρηση κατασκευής των επιχωμάτων.

#### 5.2.2 Πρόσθετες απαιτήσεις στην περίπτωση αργιλικών υλικών κατηγορίας A-6, A-7 ή E0

- Τα υλικά κάθε στρώσης θα είναι ομοιόμορφα με παρόμοια χαρακτηριστικά, αλλιώς θα αναμιγνύονται με κατάλληλο μηχανικό εξοπλισμό. Οργανικά υλικά που θα προκύπτουν από την εκσκαφή θα πρέπει να συλλέγονται επιτόπου με κατάλληλη διαλογή και να απομακρύνονται. Ευμεγέθη συμπαγή αργιλικά τεμάχια (συσσωματώματα) που θα προκύπτουν από την εκσκαφή θα πρέπει να θρυμματίζονται σε ικανοποιητικό βαθμό, ώστε να αποφεύγεται η ανομοιομορφία και ο κίνδυνος απώλειας της δομής των τεμαχίων αυτών σε περίπτωση διαβροχής, μετά την κατασκευή.
- Κατά την κατασκευή του επιχώματος θα πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την προστασία από διαβροχή. Η διάστρωση του υλικού θα πραγματοποιείται όταν οι καιρικές συνθήκες το επιτρέπουν και εντός μικρού χρονικού διαστήματος, ώστε να αποφεύγεται η παρατεταμένη έκθεση της προς συμπίκνωση στρώσης στην ηλιακή ακτινοβολία. Η επιφάνεια μεταξύ των στρώσεων θα πρέπει να έχει την απαραίτητη εγκάρσια κλίση για την εξασφάλιση της απορροής. Εάν η υποκείμενη στρώση έχει μαλακώσει από διαβροχή δεν θα γίνεται διάστρωση της επόμενης πριν την αποκατάσταση των απαιτούμενων ιδιοτήτων. Η αποκατάσταση αυτή μπορεί να επιτευχθεί είτε με αναμόχλευση και επανασυμπύκνωση με διέλευση καταικοπόδαρου, είτε σε περίπτωση έντονης διαβροχής με απόξεση και επανασυμπύκνωση του χαλαρωμένου τμήματος.
- Η διάστρωση και συμπίκνωση θα γίνεται σε στρώσεις, που θα είναι συνεχείς, παράλληλες προς την υποδομή και ομοιόμορφου αρχικού πάχους (προ της συμπίκνωσης), όχι μεγαλύτερου του 0,25 m, ώστε να επιτυγχάνεται ο απαιτούμενος βαθμός συμπίκνωσης σε όλο το πάχος. Η απαίτηση αυτή θα πρέπει να επαληθευθεί στο δοκιμαστικό επίχωμα.
- Αν η υγρασία του υλικού είναι διαφορετική της επιδιωκόμενης τιμής, τότε θα διορθώνεται με κατάλληλη ύγρανση ή και ξήρανση.

Για τη βελτιστοποίηση της μεθόδου κατασκευής αργιλικών επιχωμάτων, ο Ανάδοχος, πριν από την έναρξη κατασκευής επιχωμάτων από αργιλικά υλικά, θα κατασκευάσει Δοκιμαστικό Επίχωμα με στόχο:

1. Την επιλογή του κατάλληλου μηχανικού εξοπλισμού συμπίκνωσης ώστε να επιτυγχάνεται αφ' ενός θρυμματισμός και ομογενοποίηση του διαστρωμένου υλικού, ομοιόμορφη κατανομή υγρασίας και ο μέγιστος απαιτούμενος βαθμός συμπίκνωσης.

2. Τον προσδιορισμό του απαιτούμενου αριθμού διελεύσεων προκειμένου να επιτυγχάνεται ο μέγιστος βαθμός συμπίκνωσης.
3. Τον προσδιορισμό του μέγιστου επιτρεπόμενου πάχους στρώσεων, ώστε να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη συμπίκνωση καθ' ύψος του επιχώματος και η αποφυγή επιφανειών μειωμένης διατμητικής αντοχής (λείες επιφάνειες, συγκέντρωση υγρασίας κτλ.).

Το Δοκιμαστικό Επίχωμα θα έχει διαστάσεις 20 m x 40 m και θα κατασκευασθεί αποκλειστικά από αργιλικά εδαφικά υλικά εκσκαφής κατηγορίας A-6, A-7 ή E0. Ο Ανάδοχος θα υποβάλει στην Υπηρεσία για έγκριση Μεθοδολογία κατασκευής και ελέγχων παρακολούθησης των προτεινόμενων μεθόδων που θα πρέπει να περιέχει κατ' ελάχιστον:

- Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των εδαφικών υλικών που θα χρησιμοποιηθούν και η προέλευσή τους (Όρια Atterberg, φυσικά υγρασία, χαρακτηριστικά υγρασίας – ξηρής πυκνότητας της τροποποιημένης δοκιμής Proctor, διατμητική αντοχή από δοκιμές CUPP συμπυκνωμένων δειγμάτων στο 95% της μέγιστης ξηρής πυκνότητας της τροποποιημένης δοκιμής Proctor).
- Τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του εξοπλισμού από τα οποία να διαπιστώνεται η καταλληλότητά του.
- Περιγραφή των διεργασιών κατασκευής, όπως Μεταφορά – Διάστρωση – Διαβροχή ή Ξήρανση – Συμπύκνωση.
- Τα πάχη στρώσεων που θα δοκιμασθούν και τα οποία θα ενδείκνυται για τον τύπο των υλικών και του εξοπλισμού. Το πάχος των στρώσεων θα σχετίζεται με τον τύπο του εξοπλισμού, π.χ. οδοντωτό τύμπανο – μήκος οδόντων.
- Τον τρόπο παρακολούθησης και καταγραφής των στοιχείων κατασκευής του δοκιμαστικού επιχώματος, όπως πάχος στρώσεων, αριθμός διελεύσεων, έλεγχος της υγρασίας συμπίκνωσης κτλ.
- Περιγραφή των ελέγχων του βαθμού συμπίκνωσης (μετρήσεις της επί τόπου πυκνότητας και υγρασίας, χωροστάθμιση επιφανειών σε σχέση με τον αριθμό διελεύσεων κτλ.).

Ο Ανάδοχος έχει την επιλογή να δοκιμάσει στην ίδια θέση Δοκιμαστικού Επιχώματος διαφορετικά εδαφικά υλικά, διαφορετικό μηχανικό εξοπλισμό όπως και διαφορετικά πάχη στρώσεων. Ο ελάχιστος αριθμός στρώσεων για κάθε μία από τις παραμέτρους αυτές θα είναι πέντε (5). Έλεγχοι της επιτόπου πυκνότητας και υγρασίας θα γίνονται σε κάθε συμπυκνωμένη στρώση όπως και μέτρηση του πάχους πριν και μετά τη συμπίκνωση. Σημειώνεται ότι έλεγχος της πυκνότητας επί τόπου θα γίνεται σε οπή που θα έχει βάθος μεγαλύτερο από το βάθος της συμπυκνωμένης στρώσης κατά τουλάχιστον 5 cm έτσι ώστε να ελέγχεται η πυκνότητα σε όλο το πάχος της στρώσης συμπεριλαμβανομένης και της διεπιφάνειας μεταξύ των στρώσεων.

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών και ελέγχων του Δοκιμαστικού Επιχώματος ο Ανάδοχος θα υποβάλλει Έκθεση με όλα τα στοιχεία, αποτελέσματά και συμπεράσματα με βάση τα οποία θα οριστικοποιηθεί η μέθοδος κατασκευής των επιχωμάτων, σε οτιδήποτε αφορά τον απαιτούμενο εξοπλισμό, τον αριθμό διελεύσεων και το πάχος των στρώσεων.

### 5.2.3 Διάστρωση βραχυδών επιχωμάτων

Η διάστρωση των βραχυδών επιχωμάτων θα γίνεται σε επάλληλες στρώσεις ομοιόμορφου πάχους, παράλληλες στην επιφάνεια έδρασης. Γι αυτό και η αρχική επιφάνεια πρέπει να μορφώνεται με κατάλληλη κλίση που να επιτρέπει άμεση απόστράγγιση / αποχέτευση.

Το τελικώς διαστρωμένο υλικό θα έχει ελάχιστη περιεκτικότητα λεπτόκοκκων υλικών 30-40%, ώστε να δύναται αυτά να περιβάλλουν τις χονδρόκοκες βραχύδεις μάζες με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποκλείεται ο σχηματισμός κενών μεταξύ των λίθων. Γενικώς, το ύψος των λίθων (διαφορά ύψους κορυφής από τη βάση) δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2/3 του πάχους της εκάστοτε στρώσης.

Το υλικό κάθε στρώσης θα εκφορτώνεται στο έργο πάνω σε τμήμα ήδη διαστρωμένο της ίδιας στρώσης και κοντά στο άκρο προώθησης (μέτωπο κατασκευής). Από τη θέση αυτή θα προωθείται μέχρι το μέτωπο κατασκευής και θα διαστρώνεται πέραν αυτού με τρόπο που να ελαχιστοποιείται ο διαχωρισμός του. Το πάχος θα ανταποκρίνεται προς την ικανότητα συμπίκνωσης των μηχανημάτων που διατίθενται, ώστε να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη συμπίκνωση.

Το χαλαρό πάχος των στρώσεων εξαρτάται από το είδος των διατιθέμενων υλικών και μέσω συμπίκνωσης, θα πρέπει δε να είναι για τα βραχύδη υλικά μικρότερο των 40 cm. Είναι δυνατό, μετά από έγκριση της Υπηρεσίας, να επιτραπεί και μεγαλύτερο χαλαρό πάχος στρώσεων, εφ' όσον διατίθενται τα κατάλληλα μηχανήματα για την επίτευξη ομοιόμορφης πυκνότητας σε όλο το πάχος της στρώσης και στο δοκιμαστικό τμήμα έχει αποδειχθεί ότι ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της Προδιαγραφής αυτής.

Μεταξύ δύο διαδοχικών στρώσεων πρέπει να πληρούνται οι ακόλουθες συνθήκες:

$$\frac{D_{15\%}}{S_{85}} < 5 \text{ και } \frac{D_{50}}{S_{50}} < 25$$

όπου:

$D_x$  = Το άνοιγμα του κόσκινου, από το οποίο διέρχεται το x% κατά βάρος του υλικού της κάτω στρώσης.

$S_x$  = Το άνοιγμα του κόσκινου, από το οποίο διέρχεται το x% κατά βάρος του υλικού της άνω στρώσης.

### 5.3 Συμπύκνωση επιχωμάτων οδικών και σιδηροδρομικών έργων

#### 5.3.1 Γενικές αρχές συμπίκνωσης

Για την επίτευξη βέλτιστων αποτελεσμάτων κατά τη διαδικασία συμπίκνωσης επιχωμάτων πρέπει να εξασφαλίζονται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

1. Συμπύκνωση του υλικού σε ισοπαχείς στρώσεις, για ομοιόμορφη τελική συμπεριφορά του επιχώματος.
2. Κατάλληλη κοκκομετρία του υλικού (συστηματική αφαίρεση υπερμεγεθών κόκκων από το προσκομιζόμενο υλικό, πριν από την συμπίκνωση της στρώσης).
3. Επιλογή του καταλλήλου εξοπλισμού συμπίκνωσης, ως προς το βάρος, πλάτος, τις δυνατότητες εφαρμογής δόνησης και καθορισμός βάσει των στοιχείων αυτών, του αριθμού διελεύσεων που απαιτούνται για την προβλεπόμενη συμπίκνωση.

Για τον προσδιορισμό του βαθμού συμπίκνωσης θα εφαρμόζεται η τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης Proctor (Ε 105-86 Μέθοδος 11), και ιδιαίτερα:

- Μέθοδος Α: Για εδαφικό υλικό με συγκρατούμενο ποσοστό στο κόσκινο ανοίγματος 4 mm μικρότερο ή ίσο προς 7%.
- Μέθοδος Δ: Για εδαφικό υλικό με συγκρατούμενο διερχόμενο ποσοστό στο κόσκινο ανοίγματος 19 mm 8% 100%.

Η συμπίκνωση της επιφάνειας έδρασης του επιχώματος θα εκτείνεται σε βάθος τουλάχιστον 40 cm και σε πλάτος 2 m πέρα από το πρόδι του επιχώματος ή κατ' ελάχιστο μέχρι το όριο απαλλοτρίωσης, (όταν υπάρχουν σχετικοί περιορισμοί πλάτους).

Σε περίπτωση που απαντώνται ασταθή εδάφη, ο τρόπος θεμελίωσης του επιχώματος στις θέσεις αυτές θα καθορίζεται βάσει εδαφοτεχνικής μελέτης.

Ο τύπος των μηχανημάτων που θα χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη του απαιτούμενου βαθμού συμπίκνωσης εξαρτάται από την κατηγορία του προς συμπίκνωση εδάφους. Ο αριθμός διελεύσεων εξαρτάται από τον τύπο του μηχανήματος, την ικανότητα αυτού και το πάχος της προς συμπίκνωση στρώσης.

Η συμπίκνωση γίνεται με διάφορες μεθόδους ανάλογα με το υλικό. Για άμμους και χαλίκια η συμπίκνωση μπορεί να γίνει με δόνηση, διαβροχή ή κυλίνδρωση. Για μετρίως συνεκτικά εδάφη μπορούν να χρησιμοποιηθούν συμπτυνωτές με αεροθαλάμους ή με δόντια (κατασκοπόδαρα). Η συμπίκνωση της αργίλου είναι δύσκολη, ιδιαίτερα εάν η φυσική υγρασίας της είναι μεγαλύτερη από τη βέλτιστη (η οποία βρίσκεται κοντά στο όριο πλαστικότητας). Τα καλύτερα αποτελέσματα δίνουν οι συμπτυνωτές με δόντια, κυρίως όταν η φυσική υγρασία είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από το όριο πλαστικότητας. Για φυσικά αμμώδη μη συνεκτικά εδάφη, η συμπίκνωση μπορεί να γίνει με δονητικό συμπτυνωτή ή με δυναμική συμπίκνωση.

Η συμπίκνωση θα αρχίζει παράλληλα προς τον άξονα της οδού και στα μεν ευθύγραμμα τμήματα από έξω προς τα μέσα, ενώ στις καμπύλες (με επίκλιση) από την χαμηλότερη προς την υψηλότερη στάθμη. Σε κάθε διαδρομή του οδοστρωτήρα οι οπίσθιοι τροχοί θα πρέπει να επικαλύπτουν πλήρως το ίχνος της προηγούμενης διέλευσής τους.

Κατά το τελευταίο στάδιο της συμπίκνωσης της ανώτερης στρώσης απαιτούνται συμπτυνωτές με λείους κυλίνδρους.

Η συμπίκνωση των υλικών (συνεκτικών ή μη) θα γίνεται υπό ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας ελαφρώς χαμηλότερο της βέλτιστης. Για το λόγο αυτό θα λαμβάνονται μέτρα προσαρμοζόμενα προς τις εκάστοτε κλιματολογικές και καιρικές συνθήκες.

Όταν η περιεχόμενη υγρασία του διαστρωθέντος υλικού δεν είναι η βέλτιστη προς συμπίκνωση, θα γίνεται διαβροχή κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη ύγρανση του υλικού (εάν απαιτείται αύξηση της υγρασίας) ή εάν απαιτείται μείωση της υγρασίας θα γίνεται ξήρανση αυτού με αερισμό ή ανάμιξη με στεγνά εδαφικά υλικά ή με χημικά πρόσθετα όπως με μη σβησμένο ασβέστη, υδράσβεστο κλπ. μετά από σχετική έγκριση της Υπηρεσίας.

Ειδικότερα στην περίπτωση μη συνεκτικών εδαφών, εάν η διάστρωση και η συμπίκνωση των υλικών εκτελείται σε εποχή ξηρασίας ή υψηλών θερμοκρασιών, το υλικό κάθε στρώσης θα αναμοχλεύεται και θα διαβρέχεται ομοιόμορφα πριν από τη συμπίκνωση, μέχρι να επιτευχθεί η βέλτιστη περιεχόμενη υγρασία, η οποία πρέπει να διατηρείται καθ' όλη τη διάρκεια της συμπίκνωσης.

Στην περίπτωση συνεκτικών εδαφών, εάν η περιεχόμενη υγρασία είναι υπερβολική και ανώτερη της βέλτιστης, τότε, θα επιδιώκεται η μείωση της περιεχόμενης υγρασίας μέχρι τη βέλτιστη με αναμόχλευση και αερισμό, με τη βοήθεια ειδικών μηχανικών μέσων.

Σε ειδικές περιπτώσεις και εφ' όσον αυτό εγκρίνεται από την Υπηρεσία, η ελάττωση της περιεχόμενης υγρασίας είναι δυνατό να επιτευχθεί με προσθήκη κατάλληλων υλικών (π.χ. ασβέστη ή υδρασβέστου).

Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται να εκτελείται συμπίκνωση υπό συνθήκες περιεχόμενης υγρασίας ανώτερης της βέλτιστης. Λόγω των ανωτέρω, κατά την διάρκεια συνεχούς βροχόπτωσης απαγορεύεται η εκτέλεση εργασιών συμπίκνωσης.

Κάθε στρώση θα συμπτυνώνεται τουλάχιστον στον καθοριζόμενο ελάχιστο βαθμό συμπίκνωσης και θα ελέγχεται συνεχώς κατά το στάδιο της κατασκευής, με μέριμνα του Αναδόχου και παρουσία της Υπηρεσίας. Όταν δεν επιτυγχάνονται ικανοποιητικά αποτελέσματα, λόγω βροχής, αυξημένης υγρασίας των υλικών, παγετού ή βλάβης μηχανημάτων κλπ, θα διακόπτεται η εκτέλεση των εργασιών.

Στις περιπτώσεις μεγάλων επιχώσεων, εάν προβλέπεται από την μελέτη, τα επιχώματα θα διαπλάτυνονται αναλόγως του ύψους τους, μέχρι ενός μέτρου σε κάθε πλευρά, για να επιτευχθεί ο απαιτούμενος βαθμός συμπίκνωσης σε ολόκληρο το πλάτος τους.

Όταν τα επιχώματα κατασκευάζονται χωρίς διαπλάτυνση, θα πρέπει να μειώνεται το πάχος διάστρωσης των υλικών προς συμπίκνωσή τους, σε πλάτος περίπου 2,0 m από την επιφάνεια του πρανούς και να χρησιμοποιούνται ελαφρότερα μηχανήματα (ενεργούνται από έξω προς τα μέσα) προκειμένου να εξασφαλίζεται η επίτευξη του απαιτούμενου βαθμού συμπίκνωσης.



### 5.3.2 Μέθοδοι έλεγχου συμπίκνωσης

Η συμπίκνωση της σκάφης των χωματοургικών, και όλων των στρώσεων του επιχώματος, θα συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί πυκνότητα τουλάχιστον ίση με τα ποσοστά των εργαστηριακών τιμών (ΥΠΕΧΩΔΕ 105-86 Μέθοδος 11, ΕΛΟΤ EN 13286-2) ανάλογα με το ύψος του επιχώματος. Για τον λόγο αυτό κατά τη διάρκεια των εργασιών θα εκτελούνται έλεγχοι συμπίκνωσης και από τα αποτελέσματά τους θα ορίζεται ο απαιτούμενος αριθμός διελεύσεων κατά περίπτωση υλικού. Εναλλακτικά συνιστάται η ευρεία χρήση οργάνων μέτρησης της πυκνότητας επιτόπου με τη μέθοδο των ραδιοϊσοτόπων σύμφωνα με τα Πρότυπα ASTM D2922-04 και ASTM D3017-04. Στις περιπτώσεις αυτές θα απαιτείται βαθμονόμηση για το εκάστοτε υλικό, πράγμα που μπορεί να γίνει κατά την κατασκευή του δοκιμαστικού τμήματος.

1. Η κατασκευή θα διακόπτεται όσες φορές διαπιστώνονται μη ικανοποιητικά αποτελέσματα, λόγω βροχής, ύγρυνσης των υλικών, παγετού ή προβλημάτων στη λειτουργία του εξοπλισμού.
2. Στις περιπτώσεις σημαντικών έργων (π.χ. κατηγοριών I και II της παρ 3.4), και εφ' όσον διατίθενται τα απαιτούμενα όργανα, πέραν της κατασκευής των δοκιμαστικών τμημάτων, η συμπίκνωση θα ελέγχεται με τη μέθοδο δοκιμαστικής φόρτισης πλάκας. Κατά τη μέθοδο αυτήν η αντοχή του εδάφους προσδιορίζεται από το μέτρο παραμόρφωσης (E), σύμφωνα με τη σχέση:

$$E = 1,5P \cdot R/S \text{ [MN/m}^2\text{]} \quad (1)$$

Όπου  $P$  = η εφαρμοζόμενη φόρτιση σε N

$R$  = η ακτίνα της φορτιζόμενης κυκλικής πλάκας σε m

$S$  = η καθίζηση της πλάκας σε m

Οι τιμές του μέτρου παραμόρφωσης που προκύπτουν κατά τη δεύτερη φόρτιση χαρακτηρίζονται ως E2. Σε εδάφη υψηλής αναμενόμενης φέρουσας ικανότητας (π.χ. όταν περιέχονται λίθοι μεγαλύτεροι των 150 mm), θα ενδείκνυται η χρησιμοποίηση πλάκας διαμέτρου 60 cm. Οι πλάκες φόρτισης Φ 60 cm είναι κατάλληλες και για μαλακά συνεκτικά εδάφη, για τη μείωση πλάγιας διαρροής εδαφικών υλικών κατά τη δοκιμή που αλλοιώνει το αποτέλεσμα.

Ο λόγος της τιμής δεύτερης φόρτισης προς την τιμή της πρώτης φόρτισης E2:E1 δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 2,20. Η απαίτηση αυτή δεν αφορά τα βραχώδη εδάφη.

Ο βαθμός συμπίκνωσης θα πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να προκύπτουν κατ' ελάχιστον τα ακόλουθα αποτελέσματα με τη μέθοδο της φορτιζόμενης πλάκας (μέσος όρος τουλάχιστον δύο δοκιμών).

**Πίνακας 7 – Ελάχιστη αντοχή συμπτυκνωμένου εδάφους**

Είδος εδάφους	E2 τιμή σε (MN/m <sup>2</sup> )
Για συνεκτικά εδάφη	30
Για στρώσεις έδρασης από συνεκτικά εδάφη	45
Για μη συνεκτικά εδάφη	60
Για στρώσεις έδρασης από μη συνεκτικά εδάφη	120

3. Το μέτρο παραμόρφωσης E2, κατά τα ανωτέρω, συσχετίζεται με τον δείκτη CBR (σύμφωνα με το Πρότυπο prEN-ISO 22476-13) ως εξής:

Πίνακας 8 – Συσχετισμός CBR και μέτρου παραμόρφωσης εδαφών

	Είδος εδάφους	Ελάχιστη τιμή $E_{v2}$ , (MN/m <sup>2</sup> ) για			
		CBR $\geq$ 20	CBR $\geq$ 10	CBR $\geq$ 5	CBR $\geq$ 3
(1)	Για Συνεκτικά εδάφη [διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm μεγαλύτερο από 34% κ.β.]	45	35	25	18
(2)	Για Κοκκώδη εδάφη [διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm μέχρι 34% κ.β.]	60	47	33	24

### 5.3.3 Απαιτήσεις για τη συμπίκνωση γαιωδών επιχωμάτων

- Γενικώς τα επιχώματα οδικών έργων (στέψη, πυρήνας, θεμέλιο), εφ' όσον δεν γίνεται ιδιαίτερη μνεία στη μελέτη, θα εξασφαλίζεται ελάχιστη ξηρά φαινόμενη πυκνότητα τουλάχιστον ίση με το 90% της μέγιστης πυκνότητας που επιτυγχάνεται κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης Proctor.
- Για τα υλικά της Στρώσης Έδρασης Οδοστρώματος, εφ' όσον δεν γίνεται ιδιαίτερη μνεία στη μελέτη, θα εξασφαλίζεται ελάχιστη ξηρά φαινόμενη πυκνότητα τουλάχιστον ίση με το 95% της μέγιστης πυκνότητας που επιτυγχάνεται κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης Proctor.
- Για επιχώματα ύψους ( $H > 10$  m) μεγαλύτερου από 10 m, σε οδικά έργα μεγάλης σπουδαιότητας (βλ. παρ. 3.4 κατηγορίες π.χ. I και II), θα εφαρμόζεται συμπίκνωση με ελάχιστη ξηρά φαινόμενη πυκνότητα τουλάχιστον ίση με το 95% της μέγιστης πυκνότητας που επιτυγχάνεται κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης Proctor.
- Για επιχώματα σιδηροδρομικών Έργων από γαιώδη υλικά, οι στρώσεις θα συμπεκνώνονται σε ξηρά φαινόμενη πυκνότητα τουλάχιστον ίση προς το 95% της μέγιστης πυκνότητας που επιτυγχάνεται κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης Proctor.

### 5.3.4 Συμπύκνωση επιχωμάτων από «ελευθέρως στραγγιζόμενα» υλικά

Σε περιπτώσεις κατασκευής επιχωμάτων από "ελευθέρως στραγγιζόμενα" υλικά με ποσοστό κόκκων μικρότερων από 0,6 mm μέχρι 30% κ.β. και ποσοστό λεπτοκόκκου κλάσματος (διερχόμενου από το κόσκινο ανοίγματος 0.063 mm) μέχρι 6% κ.β., για τα οποία η τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης Proctor δεν παρέχει σαφή καμπύλη για τον προσδιορισμό της μέγιστης πυκνότητας, ο προσδιορισμός της απαιτούμενης πυκνότητας θα γίνεται με βάση τη σχετική πυκνότητα ( $D_r$ ), η οποία ορίζεται ως εξής:

Όπου η σχετική πυκνότητα ( $D_r$ ) ορίζεται ως:

$$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \times 100$$

όπου:

$e$  = ο πραγματικός δείκτης πόρων του υλικού

$e_{\max}$  = ο δείκτης πόρων που αντιστοιχεί στην ελάχιστη πυκνότητα (δοκιμή προσδιορισμού ελάχιστης πυκνότητας σύμφωνα με το Πρότυπο ASTM D4254-00)

$e_{\min}$  = ο δείκτης πόρων που αντιστοιχεί στην μέγιστη πυκνότητα (δοκιμή προσδιορισμού μέγιστης πυκνότητας σύμφωνα με το Πρότυπο ASTM D4253-00)

- Γενικώς θα εφαρμόζεται σχετική πυκνότητα τουλάχιστον 65%, όταν προβλέπεται συμπίκνωση 90%.
- Σχετική πυκνότητα τουλάχιστον 70%, όταν προβλέπεται συμπίκνωση 95% Proctor.

### 5.3.5 Απαιτήσεις για την συμπίκνωση βραχωδών επιχωμάτων

Η μέθοδος συμπίκνωσης που θα επιλεγεί πρέπει να διασφαλίζει την επίτευξη του απαιτούμενου βαθμού συμπίκνωσης. Προς τούτο, θα επιλέγεται ανάλογα με την κοκκομετρία του υλικού και το πάχος της στρώσης, ο τύπος του εξοπλισμού συμπίκνωσης και ο αριθμός διελεύσεων του. Όταν προβλέπεται σημαντικό επίχωμα (βλ. παράγραφο 3.4) από τη μελέτη του έργου, η εφαρμοστέα μεθοδολογία θα προσδιορίζεται με βάση τα συμπεράσματα που θα συνάγονται κατά την κατασκευή του.

Κατάλληλος εξοπλισμός, θεωρείται ο ακόλουθος:

1. Βαρείς δονητικοί οδοστρωτήρες ρυμουλκούμενοι ή αυτοκινούμενοι στατικού γραμμικού φορτίου τουλάχιστον 40 kg/cm. Ως στατικό γραμμικό φορτίο ορίζεται το φορτίο που αντιστοιχεί στο τύμπανο δια του πλάτους του.
2. Στατικοί οδοστρωτήρες με κυλίνδρους αποτελούμενους από δικτύωμα σιδηρών ράβδων (Grid Rollers) βάρους 5,0-12,0 ton γραμμικού στατικού φορτίου 80 kg/cm.
3. Απαιτούμενοι οδοστρωτήρες με κυλίνδρους με προεξοχές (κατσικοπόδαρα αυτοκινούμενα-Self-propelled tamping rollers).

Γενικώς η συμπίκνωση θα θεωρείται ότι ολοκληρώθηκε όταν μεταξύ δύο διαδοχικών διελεύσεων του εξοπλισμού συμπίκνωσης, η υποχώρηση δεν θα υπερβαίνει τις ακόλουθες τιμές:

**Πίνακας 9 – Κριτήριο αποδοχής συμπτυκνωμένου εδάφους**

Τμήμα επιχώματος	Μέγιστη υποχώρηση μεταξύ δύο διαδοχικών διελεύσεων του οδοστρωτήρα (mm)	
	Οδικά έργα (με συμπτύν. 90% της τροποπ. δοκιμής Proctor)	Οδικά και Σιδηροδρ. έργα (με συμπτύν. 95% της τροποπ. δοκιμής Proctor)
Θεμέλιο, πυρήνας	10,0	7,0
Μεταβατικό τμήμα	5,0	3,0

Για τον έλεγχο θα χρησιμοποιούνται χαλύβδινοι μάρτυρες ελέγχου υποχωρήσεων, διαστάσεων 40x40 cm από λαμαρίνα, πάχους τουλάχιστον 15 mm, με κατάλληλη διαμόρφωση έδρασης, της εγκρίσεως της Υπηρεσίας. Οι μάρτυρες θα τοποθετούνται στις θέσεις υψομετρικών ελέγχων της παραγράφου 5.6 (ανοχές των περατωμένων επιφανειών βραχωδών επιχωμάτων) και μετά την ολοκλήρωση της συμπίκνωσης της ελεγχόμενης στρώσης θα αφαιρούνται, προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για τη συμπίκνωση σε ποσοστό 95% της τροποποιημένης δοκιμής Proctor, απαιτούνται έως 12 διελεύσεις φορτίου των 40 kg/cm, ενώ για βαθμό συμπίκνωσης 90% Proctor συνήθως αρκούν 6 διελεύσεις.

### 5.3.6 Απαιτήσεις για τη συμπίκνωση της «Στρώσης Διαμόρφωσης» σιδηροδρομικών έργων

Η «στρώση διαμόρφωσης» των Σιδηροδρομικών Έργων θα συμπτυκνώνεται σε ξηρά πυκνότητα τουλάχιστον ίση προς το 98% της μέγιστης πυκνότητας που επιτυγχάνεται κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης (Ε 105-86, Δοκιμή 11).

Σε περιπτώσεις κατασκευής "στρώσης διαμόρφωσης" από "ελευθέρως στραγγιζόμενα"\* υλικά, για τα οποία η τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης (E 105-86 Δοκιμή 11) δεν δίνει σαφή καμπύλη για τον προσδιορισμό της μέγιστης πυκνότητας, θα εφαρμόζεται συμπίκνωση με "σχετική πυκνότητα" (Dr) τουλάχιστον 76%.

Το "μέτρο παραμόρφωσης" E2 κατά τη δεύτερη φόρτιση της δοκιμής φορτιζόμενης πλακός (σύμφωνα με το Πρότυπο prEN-ISO 22476-13) στις περιπτώσεις αυτές θα είναι 80 MN/m<sup>3</sup>.

## 5.4 Δοκιμαστικά επιχώματα

Ο Ανάδοχος θα προτείνει γραπτώς στην Υπηρεσία τη μέθοδο που προτίθεται να εφαρμόσει για κάθε τύπο υλικού.

Όταν προβλέπεται από τη μελέτη, η κατασκευή δοκιμαστικών επιχωμάτων έχουν εφαρμογή τα ακόλουθα:

Με εξαίρεση τις περιπτώσεις επαρκούς εμπειρίας επί της προτεινόμενης μεθόδου, για την έγκρισή της από την Υπηρεσία θα γίνεται επί τόπου δοκιμή υπό πραγματικές συνθήκες. Προς τούτο θα κατασκευάζεται δοκιμαστικό επίχωμα με όγκο όχι μικρότερο των 1.000 m<sup>3</sup>, και θα εξετάζεται η καταλληλότητα της προτεινόμενης μεθόδου ή οι απαιτούμενες αναπροσαρμογές της με βάση δειγματοληψίες, εργαστηριακές δοκιμές και έλεγχο των επιφανειακών παραμορφώσεων με τοπογραφικές μεθόδους. Για την κατασκευή του δοκιμαστικού επιχώματος θα χρησιμοποιούνται τα προβλεπόμενα προς ενσωμάτωση στο έργο υλικά.

## 5.5 Ειδικές απαιτήσεις για την κατασκευή επιχωμάτων

### 5.5.1 Κλιματικοί περιορισμοί κατασκευής

Η Υπηρεσία έχει τη δυνατότητα να απαγορεύσει προσωρινά τις εργασίες αν κρίνει ότι οι καιρικές συνθήκες είναι αντίξοες και επηρεάζουν δυσμενώς την κατασκευή.

Τα γαιώδη επιχώματα δεν θα κατασκευάζονται υπό θερμοκρασία περιβάλλοντος μικρότερη από 2°C ή υπό βροχή (μπορεί να προκληθεί παραμόρφωση ή αναμόχλευση της επιφανειακής στρώσης από την κίνηση των βαρέων μηχανημάτων μεταφοράς και διάστρωσης).

### 5.5.2 Κυκλοφορία οχημάτων στο κατασκευαζόμενο γαιώδες επίχωμα

Επί των υπό κατασκευή στρώσεων επιχώματος δεν πρέπει να κυκλοφορούν οχήματα μέχρι να ολοκληρωθεί η συμπίκνωσή τους. Αν αυτό είναι αναπόφευκτο, οι κινήσεις θα προγραμματίζονται κατά τρόπο ώστε να μην δημιουργούνται και αυλακώσεις τροχών.

Σκόπιο επίσης είναι να μην κυκλοφορούν συστηματικά ακόμη και τα ολοκληρωμένα τμήματα των επιχωμάτων.

### 5.5.3 Καθορισμός ανώτατης τιμής επιτρεπόμενων καθιζήσεων

Το μέγεθος της μακροχρόνιας καθίζησης και η εξέλιξή της συναρτήσει του χρόνου, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις υψηλών επιχωμάτων σημαντικών έργων, και βάσει αυτών θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα επιτάχυνσης της καθίζησης (π.χ. επιφόρτιση, αποστράγγιση της θεμελίωσης).

Τα θέματα αυτά αναφέρονται επιγραμματικά και δεν αποτελούν αντικείμενο της παρούσας Προδιαγραφής.

### 5.5.4 Πρανή

Η εφαρμοστέα κλίση των πρανών των επιχωμάτων εξαρτάται από το ύψος αυτών και από τη φύση του υπεδάφους και του εδαφικού υλικού κατασκευής.

Εάν δεν καθορίζεται διαφορετικά στη Μελέτη, έχουν εφαρμογή τα καθοριζόμενα στον πίνακα 10.

Πίνακας 10 – Κλίσεις πρανών επιχωμάτων (υ:β)

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

Σε περιπτώσεις επιχωμάτων ύψους μεγαλύτερου από 10 μέτρα, όπως και σε ειδικές περιπτώσεις μικρότερου ύψους (ασταθή εδάφη, υψηλός υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας, μαλακά εδάφη με κινδύνους υποχωρήσεων κλπ.), συνιστάται να συντάσσεται μελέτη ευστάθειας επιχωμάτων με υπολογισμό γενικευμένης και εσωτερικής ευστάθειας, σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς.

#### 5.5.5 Ζώνες φίλτρων βραχωδών επιχωμάτων

Εάν προβλέπεται από τη Μελέτη, επί της επιφανείας των επιχωμάτων που κατασκευάζονται με βραχώδη προϊόντα, θα διαμορφώνεται ισοπεδωτική στρώση (στρώση φίλτρου) με αμμοχαλικώδη διαβαθμισμένα υλικά, συμπυκνωμένου πάχους έως 10 cm. Η στρώση φίλτρου θα κατασκευάζεται μετά την πλήρη συμπίκνωση του επιχώματος σε στάθμες και επικλίσεις, σύμφωνα με τη μελέτη.

Αντίστοιχα, και εάν προβλέπεται από τη Μελέτη, ζώνη φίλτρου θα κατασκευάζεται και στην στάθμη έδρασης του επιχώματος, για την αποφυγή διείσδυσης της αργίλου του υπεδάφους εντός του σώματος επιχώματος.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση του υλικού κατασκευής του φίλτρου θα ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

α.	$\frac{D_{15\%}(\text{αμμοχάλικου})}{D_{85\%}(\text{υπεδάφους})} \leq \dots 5$
β.	$\frac{D_{15\%}(\text{αμμοχάλικου})}{D_{15\%}(\text{υπεδάφους})} \geq 5$
γ.	$\frac{D_{50\%}(\text{αμμοχάλικου})}{D_{50\%}(\text{υπεδάφους})} \leq 25$

όπου :  $D_a\%$  = το άνοιγμα των βροχίδων (οπών) του κόσκινου από το οποίο διέρχεται ποσοστό  $a\%$  κατά βάρος του υλικού.

### 5.6 Απαιτήσεις υψομετρικής ακρίβειας στρώσεων επιχωμάτων

#### 5.6.1 Γενικά - ανοχές στάθμης χωματουργικών

Η τελική επιφάνεια του επιχώματος θα διαμορφώνεται σύμφωνα με τις προβλεπόμενες από τη μελέτη μηχανομηκτικές κλίσεις και επικλίσεις με υψομετρικές ανοχές  $\pm 3$  cm.

Οι εγκάρσιες κλίσεις εάν δεν καθορίζεται διαφορετικά στη Μελέτη, θα είναι στα συνεκτικά μεν εδάφη τουλάχιστον 4%, ενώ στα μη συνεκτικά τουλάχιστον 2%.

Τυχόν ανωμαλίες της επιφάνειας πέραν των ανωτέρω ορίων θα αποκαθίστανται, με αναμόχλευση, προσθήκη ή αφαίρεση υλικού και εκ νέου μόρφωση και συμπύκνωση.

Στην περίπτωση που η επιφάνεια στη στάθμη των χωματοургικών παραμένει εκτεθειμένη αρκετό χρονικό διάστημα, ιδιαίτερα κατά τη χειμερινή περίοδο, θα επανασυμπυκνώνεται πριν από την έναρξη κατασκευής των υπερκειμένων στρώσεων.

### 5.6.2 Υποχωρήσεις επιχωμάτων και επιχωματώσεων διαμόρφωσης χώρων

Οι διαστάσεις, κλίσεις, και τα υψόμετρα των επιχωμάτων οδών, σιδηροδρομικών έργων και επιχωματώσεων διαμόρφωσης χώρων κλπ., που αναγράφονται στα σχέδια της μελέτης, αναφέρονται σε περαιωμένη κατασκευή των έργων, αφού δηλαδή θα έχουν ολοκληρωθεί οι αναμενόμενες συνιζήσεις του υλικού επιχωμάτων – επιχωματώσεων διαμόρφωσης χώρων, καθώς και οι καθιζήσεις του εδάφους θεμελιώσεως αυτών, από το φορτίο της ανωδομής.

Ο Ανάδοχος υποχρεούται να προσδώσει, είτε εφ' άπαξ, είτε με διαδοχικές συμπληρώσεις, τόση επαύξηση στο ύψος στέψης, όση θα απαιτηθεί για την αντιστάθμιση των κάθε είδους υποχωρήσεων.

Ο απολεσθείς από τις υποχωρήσεις αυτές όγκος δεν επιμετρώνεται ιδιαίτερος.

### 5.6.3 Ανοχές των περατωμένων επιφανειών βραχώδων επιχωμάτων

Ισχύουν όσα αναφέρονται στις παραγράφους 5.6.1 και 5.6.2, και επιπλέον τα ακόλουθα:

Οι περατωμένες επιφάνειες του πυρήνα (στα γαιώδη επιχώματα) και του μεταβατικού τμήματος (στα βραχώδη επιχώματα) θα ελέγχονται με τοπογραφικά όργανα, με ακρίβεια εκατοστού, στον άξονα και τα άκρα εγκάρσιων διατομών που δεν θα απέχουν μεταξύ τους περισσότερο από 20 cm.

Θα υπολογίζονται οι διαφορές μεταξύ των πραγματικών υψομέτρων και των αντίστοιχων θεωρητικών, και θα προσδιορίζονται οι ακραίες τιμές αυτών των διαφορών, ανά τμήμα μήκους τουλάχιστον 100 m. Οι διαφορές που αντιστοιχούν σε σημεία που βρίσκονται πάνω από τη θεωρητική επιφάνεια θα λαμβάνονται με θετικό πρόσημο.

Ισχύουν οι παρακάτω απαιτήσεις:

1. Αν το ημίθροισμα των ακραίων τιμών προκύπτει θετικό, θα πρέπει να είναι μικρότερο του 1/5 του πάχους της τελευταίας στρώσης.
2. Αν το ημίθροισμα των ακραίων τιμών προκύπτει αρνητικό, η απόλυτη τιμή του θα πρέπει να είναι μικρότερη του 1/2 του πάχους της τελευταίας στρώσης.
3. Η ημιδιαφορά των ακραίων τιμών πρέπει να είναι μικρότερη των 5 cm για την επιφάνεια του πυρήνα και των 3 cm για την επιφάνεια του μεταβατικού τμήματος.

Αν δεν πληρούται η πρώτη συνθήκη, θα εκσκάπτεται η τελευταία κατασκευασθείσα στρώση και θα ανακατασκευάζεται στο σωστό πάχος.

Αν δεν πληρούται η δεύτερη συνθήκη θα κατασκευάζεται συμπληρωματική στρώση.

Αν δεν πληρούται η τρίτη συνθήκη θα προστίθεται απισωτική στρώση με ελάχιστο πάχος όχι μικρότερο των 15 cm επί του πυρήνα ή των 10 cm επί του μεταβατικού τμήματος, αποτελούμενη από κοκκώδες υλικό καλά διαβαθμισμένο, με μηχανικά χαρακτηριστικά όχι κατώτερα απ' αυτά του υλικού του βραχώδους επιχώματος.

### 5.6.4 Στάθμη Άνω Επιφάνειας Χωματοургικού (Α.Ε.Χ.)

Ισχύουν τα αναφερόμενα στην παράγραφο 5.6.1 και επί πλέον τα ακόλουθα:

Οι Α.Ε.Χ. των οδικών και σιδηροδρομικών έργων πρέπει να διαμορφώνονται σύμφωνα με τα υψόμετρα, τις κατά μήκος κλίσεις και τις εγκάρσιες κλίσεις που προβλέπονται από τη μελέτη.

Οι ανοχές των υψομέτρων, ως προς τα θεωρητικά, δεν πρέπει να παρουσιάζουν αποκλίσεις μεγαλύτερες από τις αναφερόμενες στον ακόλουθο πίνακα 11 :

**Πίνακας 11 – Μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση υψομέτρων Α.Ε.Χ.**

Κατηγορία έργου	Μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση υψομέτρου (mm)
Οδικά έργα [με προβλεπόμενη κατασκευή, επί της Α.Ε.Χ., φέρουσας στρώσης με συνδετικό υλικό (άσφαλτο, τσιμέντο)]	± 20
Οδικά έργα (στις υπόλοιπες περιπτώσεις)	± 30
Σιδηροδρομικά έργα	± 25

#### 5.6.4.1 Οδικά έργα

Όσον αφορά τα οδικά έργα:

1. Αν δεν προβλέπεται Στρώση Στράγγισης Οδοστρώματος (Σ.Σ.Ο.), Στρώση Αντιπαγετικής Προστασίας (Σ.Α.Π.) από ασύνδετο υλικό, ή Ισοπεδωτική στρώση βραχωδών ορυγμάτων, η Α.Ε.Χ. ταυτίζεται με την άνω επιφάνεια της Στρώσης Έδρασης Οδοστρώματος (Σ.Ε.Ο.)
2. Αν προβλέπεται κατασκευή Σ.Σ.Ο. ή Σ.Α.Π., η Α.Ε.Χ. ταυτίζεται με την επιφάνεια έδρασης της Σ.Σ.Ο. ή της Σ.Α.Π.
3. Στις περιπτώσεις που απαιτείται κατασκευή Ισοπεδωτικής Στρώσης Βραχωδών Ορυγμάτων (Ι.Σ.Β.Ο.), τότε οι απαιτήσεις ακριβείας υψομέτρων και ομαλότητας της Α.Ε.Χ. αναφέρονται στην άνω επιφάνεια της Ι.Σ.Β.Ο., ενώ η κατασκευή της Ι.Σ.Β.Ο. κατά τα λοιπά θα γίνεται σύμφωνα με την Προδιαγραφή Υποβάσεων Οδοστρωμάτων (βλέπε Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-05-03-03-00).
4. Η ΑΕΧ δεν πρέπει να παρουσιάζει αποκλίσεις σε σχέση με τα θεωρητικά υψόμετρα της επιφάνειας μεγαλύτερες από:
  - ±20 mm όταν πρόκειται να γίνει κατασκευή επ' αυτής, φέρουσας στρώσης με συνδετικό υλικό (άσφαλτο, τσιμέντο κτλ).
  - ±30 mm στις υπόλοιπες περιπτώσεις.
5. Η απαιτούμενη πυκνότητα των χωροσταθμικών σημείων ελέγχου καθορίζεται ως εξής:
  - Θα χωροσταθμούνται τα χαρακτηριστικά σημεία της διατομής (κορυφογραμμές, άκρα διατομής, τυχόν χαμηλά σημεία) και τυχόν αναγκαία επί πλέον σημεία, ώστε η μέγιστη απόσταση μεταξύ αυτών ανά διατομή να μην υπερβαίνει τα 10,0 m.
  - Η απόσταση μεταξύ των διατομών ελέγχου δεν θα υπερβαίνει τα 2,00 m.

#### 5.6.4.2 Σιδηροδρομικά έργα

Για τα σιδηροδρομικά έργα η Α.Ε.Χ. ταυτίζεται με την άνω επιφάνεια της Στρώσης Διαμόρφωσης (βλέπε και παράγραφο 5.6.4).

Ο έλεγχος των υψομέτρων θα γίνεται σε κάρναβο 10,0 m. κατά μήκος και 3,0 m εγκάρσια. Η επιφάνεια θεωρείται αποδεκτή, όταν το πολύ μία ανά δέκα κατά μήκος μετρήσεις και το πολύ μία ανά εγκάρσια γραμμή του καννάβου βρίσκεται εκτός των ορίων του Πίνακα 11.

Επιπρόσθετα οι ως άνω εκτός ορίων μετρήσεις, δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα καθοριζόμενα όρια ανοχών περισσότερο από 5 mm.

### 5.6.5 Ομαλότητα Στρώσης Διαμόρφωσης Σιδηροδρομικών Έργων

Η Α.Ε.Χ. σιδηροδρομικών έργων θα ελέγχεται με τρίμετρο κανόνα κάθετα προς τον άξονα της σιδηροδρομικής γραμμής.

Οι μετρήσεις θα γίνονται με συχνότητα 100 μετρήσεων ανά 1.000 m μήκους, από τις οποίες μέχρι 25 θα λαμβάνονται σε αποστάσεις 3 m μεταξύ τους.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση ( $e_{max}$ ) στην ανοχή ομαλότητας της Άνω Επιφάνειας Χωματοουργικών (που αντιστοιχεί στην άνω επιφάνεια της στρώσης διαμόρφωσης) θα είναι 20 mm.

## 6 Κριτήρια αποδοχής περαιωμένης εργασίας

Οι εργαστηριακοί έλεγχοι ποιότητας θα γίνονται είτε στο εργοταξιακό εργαστήριο (εάν προβλέπεται η εγκατάσταση και λειτουργία του, στα συμβατικά τεύχη του έργου), ή σε αναγνωρισμένο ιδιωτικό εργαστήριο της εγκρίσεως της Υπηρεσίας ή εργαστήριο του ΥΠΕΧΩΔΕ στην περιοχή εκτελέσεως των εργασιών. Οι δαπάνες εκτέλεσης των προβλεπομένων στην παρούσα Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ εργαστηριακών δοκιμών περιλαμβάνονται ανηγμένες στις τιμές μονάδας των επιμετρούμενων εργασιών.

### 6.1 Έλεγχοι και παραλαβή

#### 6.1.1 Έλεγχοι

##### Σκοπός και είδος ελέγχων

Οι έλεγχοι αποσκοπούν στην εξακρίβωση:

- της καταλληλότητας των υλικών κατασκευής επιχωμάτων
- της περιεχόμενης υγρασίας κατά τη συμπύκνωση

Τα αποτελέσματα των ελέγχων θα συγκρίνονται ως προς τις απαιτήσεις της παρούσας.

##### Έκταση ελέγχων

Σε κάθε περίπτωση θα γίνεται ένας τουλάχιστον έλεγχος ανά 150 m επιχώματος ή κάθε 50m<sup>3</sup> συμπυκνωμένου υλικού.

Ειδικότερα για την στρώση έδρασης του οδοστρώματος θα γίνεται κατ' ελάχιστον ένας έλεγχος ανά λωρίδα κυκλοφορίας μήκους 50,0 m.

Η πυκνότητα του συμπυκνωμένου υλικού της στρώσης θα προσδιορίζεται βάσει του ξηρού φαινομένου βάρους σε αδιατάρακτα δείγματα εδάφους ή με τη βοήθεια των μεθόδων άμμου (ΥΠΕΧΩΔΕ 106-86/2), γύψου, είτε ισοδύναμου υγρού (ρευστού) ή και ανάλογων, συμπεριλαμβανομένων και των μεθόδων προσδιορισμού της πυκνότητας με ραδιοϊσότοπα σύμφωνα με τα Πρότυπα ASTM D2922-04, ASTM D3017-04) και θα εκφράζεται ως ποσοστό μέγιστης εργαστηριακής πυκνότητας (τιμή Proctor) που λαμβάνεται με τη μέθοδο ΥΠΕΧΩΔΕ Ε-105-Μέθοδος 11.

Στην περίπτωση προσδιορισμού της πυκνότητας επιτόπου με τη μέθοδο των ραδιοϊσοτόπων, οι συσκευές πρέπει να είναι βαθμονομημένες για τα συγκεκριμένα υλικά επιτόπου, ενώ μια τουλάχιστον μέτρηση ανά 10 διαδοχικές θα εκτελείται με τις κλασικές μεθόδους (μέθοδος άμμου) για τον έλεγχο της βαθμονόμησης.



Τα αποτελέσματα της δοκιμών συμπίκνωσης θα συγκρίνονται με τα δεδομένα της πρότυπης εργαστηριακής συμπίκνωσης υλικού, το οποίο προήλθε από το προϊόν που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο υλικό δεδομένου ότι η εργαστηριακή πυκνότητα μπορεί να μεταβάλλεται από θέση σε θέση, λόγω αλλαγής της κοκκομετρικής σύνθεσης του χρησιμοποιούμενου υλικού.

Οι θέσεις δειγματοληψίας θα διανέμονται ομοιόμορφα στην επιφάνεια ελέγχου, κατά την κρίση της Υπηρεσίας, ο δε έλεγχος συμπίκνωσης θα περιλαμβάνει ολόκληρο το πάχος της εξεταζόμενης στρώσης.

Οι παράμετροι αντοχής εδάφους μπορούν να προσδιοριστούν και με δοκιμή φόρτισης πλάκας. Στην περίπτωση αυτή θα εκτελούνται δοκιμές φόρτισης πλάκας σε δύο γειτονικές θέσεις.

### 6.1.2 Ιδιαίτεροι έλεγχοι χωματουργικών

#### 1. Έλεγχος επιχωμάτων

Κατά την έναρξη των χωματουργικών εργασιών θα εξακριβώνεται η συμπίκνωση την οποία επιτυγχάνει ο Ανάδοχος με τον επιλεγθέντα απ' αυτόν τρόπο εργασίας (μηχανήματα συμπίκνωσης, αριθμός διελεύσεων οδοστρωτήρων, πάχη στρώσεων) στα χρησιμοποιούμενα είδη εδαφικών υλικών.

Εάν διαπιστωθεί βαθμός συμπίκνωσης μικρότερος του απαιτούμενου, ο Ανάδοχος θα πρέπει να αλλάξει τον τρόπο εργασίας, ώστε να πετύχει τις προβλεπόμενες στην παρούσα Προδιαγραφή τιμές συμπίκνωσης.

Σε περιπτώσεις χονδρόκοκκων εδαφών και προϊόντων βραχωδών ορυγμάτων δεν είναι δυνατός ο προσδιορισμός της συμπίκνωσης με τη δοκιμή ΥΠΕΧΩΔΕ Ε 105-86 (Μέθοδος 11 του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 13286-03), και θα εφαρμόζεται η μέθοδος Φόρτισης Πλάκας, όταν πρόκειται για σοβαρά έργα (π.χ. κατηγοριών I και II).

Ιδιαίτερη προσοχή στον έλεγχο της συμπίκνωσης απαιτείται σε περιπτώσεις μεταβολής του είδους του εδάφους, υγρών καιρικών συνθηκών ή λόγω αποκλίσεων από τον καθορισμένο τρόπο εργασίας.

Σε περιπτώσεις λεπτόκοκκων εδαφών συνιστάται ο έλεγχος της συμπίκνωσης με δεισδουόμετρο. Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των δεισδουομετρήσεων απαιτούνται συγκριτικές εργαστηριακές δοκιμές και συνήθεις δοκιμές συμπίκνωσης.

#### 2. Έλεγχος στρώσης έδρασης

Η απόσταση μεταξύ των διαφόρων θέσεων ελέγχου εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες. Στην περίπτωση ομοιόμορφων συνθηκών θα γίνονται έλεγχοι ανά λωρίδα κυκλοφορίας και ανά αποστάσεις που δεν θα υπερβαίνουν τα 50 m, προκειμένου για έλεγχο με τη μέθοδο της άμμου (Ε106-86/2) και τα 25 m αν ο έλεγχος γίνεται με πυρηνικές μεθόδους.

Σε περίπτωση που οι κανόνες αποδοχής του εδαφίου 3 της παραγράφου αυτής δεν ικανοποιούνται οι έλεγχοι πυκνώνουν (ανά 25 m ή 12 m αντίστοιχα) για να εντοπισθεί με ακρίβεια η περιοχή με ελαττωμένη πυκνότητα και να ληφθούν τα απαιτούμενα διορθωτικά μέτρα.

#### 3. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων ελέγχων

Οι τιμές ξηρής πυκνότητας του επιτόπου συμπυκνωμένου υλικού που προσδιορίζονται είτε με τη μέθοδο της άμμου (ΥΠΕΧΩΔΕ Ε106-86/2), είτε με πυρηνικές μεθόδους (ASTM D2922-04, ASTM D3017-04) εκφρασμένες ως βαθμός συμπίκνωσης, ήτοι ως ποσοστό (%) της μέγιστης εργαστηριακής πυκνότητας κατά την τροποποιημένη δοκιμή Proctor (ΥΠΕΧΩΔΕ Ε 105-86 μέθοδος 11), θα πρέπει να ικανοποιούν τα ακόλουθα κριτήρια αποδοχής:

- Μεμονωμένες τιμές

Καμία μεμονωμένη τιμή ( $X_i$ ) δεν θα είναι μικρότερη από το ποσοστό ( $X_{\pi}$ ), ελαττωμένη κατά τρεις εκατοστιαίες μονάδες για συνεκτικά εδάφη και κατά πέντε εκατοστιαίες μονάδες για μη συνεκτικά εδάφη.

$$X_i > X_{\pi} - 3 \text{ (συνεκτικά εδάφη)}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 5$$

$$X_i > X_{\pi} - 5 \text{ (μη συνεκτικά-κοκκώδη εδάφη)} \quad i = 1, 2, 3, \dots, 5$$

- Μέσες τιμές

Ο μέσος όρος πέντε διαδοχικών γειτονικών τιμών ( $X_5$ ) δεν θα είναι μικρότερος από το ποσοστό ( $X_{\pi}$ ).

$$X_5 > X_{\pi}$$

Εάν ένα ή και τα δύο από τα παραπάνω κριτήρια αποδοχής δεν ικανοποιούνται ο Ανάδοχος πρέπει να λάβει χωρίς καθυστέρηση τα κατάλληλα μέτρα για την επίτευξη του απαιτούμενου βαθμού συμπύκνωσης, με πρόσθετη συμπύκνωση, απομάκρυνση πολύ υγρών εδαφών, διύγρυνση πολύ ξηρών εδαφών, ανακατασκευή του επιχώματος, διόρθωση της κοκκομετρικής διαβάθμισης των εδαφών κλπ σε όλο το τμήμα που αντιπροσωπεύεται από τις παραπάνω δοκιμές.

Αν ο αριθμός των δοκιμών ελέγχων ( $N$ ) κάθε στρώσης (ή θέσης ελέγχου) είναι  $5 \leq N < 10$ , τότε επιτρέπεται, κάθε φορά, ένα (1) επί μέρους αποτέλεσμα να είναι μικρότερο από την απαιτούμενη σχετική πυκνότητα ( $Dr$ ), όχι όμως περισσότερο από 10% του προσδιοριζόμενου κάτω ορίου αυτής.

Οι τιμές δοκιμών φόρτισης πλάκας μπορούν να βρίσκονται μέχρι 10% κάτω των τιμών φέρουσας ικανότητας των προδιαγραφών, ανάλογα με τα παραπάνω.

### 6.1.3 Καταχώρηση των αποτελεσμάτων ελέγχων

Οι θέσεις ελέγχου θα σημειώνονται επί σχεδίων οριζοντιογραφιών της οδού.

Η διεξαγωγή των ελέγχων πρέπει να καταχωρείται στο ημερολόγιο του Εργοταξίου.

Τα αποτελέσματα των ελέγχων θα τηρούνται στο Αρχείο Ποιότητας του Έργου.

### 6.1.4 Παραλαβή

Ιδιαίτερα παραλαμβάνονται:

- Οι χωματουργικές εργασίες, ως προς την τήρηση των γεωμετρικών στοιχείων των διατομών της οδού και την επίτευξη της προβλεπόμενης συμπύκνωσης.
- Η στάθμη των χωματουργικών πριν από την κατασκευή των υπερκείμενων στρώσεων.
- Εκάστη των ειδικών, υπερκείμενων στρώσεων, όπως στρώση προστασίας κατά του παγετού, στρώσεις φίλτρου κλπ).

Προς τούτο, θα γίνεται αναπασσάλωση του άξονα της οδού, οριζοντιογραφικώς (σαν αφετηρία επανασήμανσης) και θα λαμβάνονται στοιχεία ανά διατομή, με διπλή γεωμετρική χωροστάθμιση ή ταχυμετρικά με εξάρτηση από μόνιμες χωροσταθμικές αφετηρίες. Υποχρεωτικά θα λαμβάνονται διατομές σε χαρακτηριστικά σημεία των οριζοντιογραφικών και μηκοτομικών καμπυλών. Τα παραπάνω στοιχεία θα λαμβάνονται από τοπογραφικό συνεργείο του Αναδόχου κατ' αντιπαράσταση με εκπρόσωπο της Υπηρεσίας, θα ελέγχονται από τον Επιβλέποντα Μηχανικό και θα θεωρούνται από τον Προϊστάμενο της Υπηρεσίας. Βάσει δε αυτών θα συντάσσονται οι επιμετρητικοί πίνακες και θα συντάσσεται το προβλεπόμενο πρωτόκολλο παραλαβής εργασιών, το οποίο θα υπογράφεται από την Υπηρεσία και τον Ανάδοχο.

Στο πρωτόκολλο παραλαβής θα περιλαμβάνεται και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων ελέγχου στις διάφορες ζώνες του επιχώματος.

Οι ως άνω παραλαβές αφορούν την επιμέτρηση των εργασιών και είναι ανεξάρτητες των διαδικασιών προσωρινής ή οριστικής παραλαβής του έργου κατά τις διατάξεις της Συγγραφής Υποχρεώσεων.

Στην περίπτωση διαπίστωσης μη συμμορφώσεων της κατασκευής, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στην παρούσα Προδιαγραφή και εφ' όσον η κατασκευή δεν απορριφθεί από την Υπηρεσία στο ως άνω πρωτόκολλο θα καθορίζεται λεπτομερώς η έκταση και η προθεσμία αποκατάστασης των ατελειών. Μετά την

εκτέλεση των σχετικών εργασιών θα γίνεται επανέλεγχος και θα συμπεριλαμβάνεται το όλο ιστορικό στο εν λόγω πρωτόκολλο.

## 6.2 Δοκιμές

Οι δοκιμές θα εκτελούνται σύμφωνα με τα ακόλουθα πρότυπα (και τυχόν νεότερα σχετικά Ευρωπαϊκά Πρότυπα που θα τεθούν σε εφαρμογή μελλοντικά).

**Πίνακας 12 – Πρότυπα εκτέλεσης δοκιμών ποιοτικού ελέγχου**

ΕΙΔΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΙΣΧΥΟΝ ΠΡΟΤΥΠΟ	ΠΑΛΑΙΟΤΕΡΑ ΠΡΟΤΥΠΑ
Δειγματοληψία αργών υλικών	ΕΛΟΤ EN 932-1	
Αναγνώριση και δειγματοληψία εδαφών	ΕΛΟΤ EN ISO 14688-2	
Προπαρασκευή διατεταγμένων δειγμάτων εδαφών	ΕΛΟΤ EN ISO 22475-1	
Κοκκομετρική ανάλυση	ΕΛΟΤ EN 933-02	AASHTO T - 27
Όριο υδαρότητας	E 105-86/5/ΥΠΕΧΩΔΕ	AASHTO T - 89
Όριο πλαστικότητας	E 105-86/6/ΥΠΕΧΩΔΕ	AASHTO T - 90
Δείκτης πλαστικότητας	E 105-86/6/ΥΠΕΧΩΔΕ	AASHTO T - 91
Κατάταξη εδαφών	ΕΛΟΤ EN ISO 14688-2	
Σχέση υγρασίας – πυκνότητας	ΕΛΟΤ EN 13286-2	ΥΠΕΧΩΔΕ E 106-86/2
Έλεγχος συμπίκνωσης	ΕΛΟΤ EN 13286-03	AASHTO T - 147
Δοκιμαστική φόρτιση (Μέθοδος Φορτιζόμενης Πλάκας)	prEN-ISO 22476-13	
Έλεγχος Πυκνότητας με πυρηνικές μεθόδους	ASTM D2922-04, ASTM D3017-04	
Δοκιμή CBR	AASHTO T <sub>193</sub> και ASTM D1883	

Κατά την διάρκεια των κατασκευών, θα εκτελούνται ποιοτικοί έλεγχοι επί μέρους υλικών και κατασκευών σύμφωνα με το εγκεκριμένο από την Υπηρεσία Πρόγραμμα Ποιότητας Έργου (ΠΠΕ).

Στα πλαίσια των ελέγχων συμπίκνωσης με τη μέθοδο της σχετικής πυκνότητας Dr επιτρέπονται οι παρακάτω αποκλίσεις:

1. Αν ο αριθμός των δοκιμών ελέγχων (N) κάθε στρώσης (ή θέσης ελέγχου) είναι  $N < 5$  τότε, όλα τα επί μέρους αποτελέσματα πρέπει να βρίσκονται μέσα στα επιτρεπόμενα όρια.
2. Αν ο αριθμός των δοκιμών ελέγχων (N) κάθε στρώσης (ή θέσης ελέγχου) είναι  $5 \leq N < 10$ , τότε επιτρέπεται, κάθε φορά, ένα (1) επί μέρους αποτέλεσμα να είναι μικρότερο από την απαιτούμενη σχετική πυκνότητα (Dr), όχι όμως περισσότερο από 10% του προσδιοριζόμενου κάτω ορίου αυτής.

Αν ο αριθμός των δοκιμών ελέγχων (N) κάθε στρώσης (ή θέσης ελέγχου) είναι  $N \geq 10$ , τότε κάθε φορά ποσοστό 90% των αντιπροσωπευτικών δοκιμών που πραγματοποιούνται σε διαδοχικές θέσεις πρέπει να βρίσκεται μέσα στα επιτρεπόμενα όρια.

Εάν διαπιστωθεί μη συμμόρφωση της κατασκευής με τα ανωτέρω, η Επίβλεψη έχει την δυνατότητα να αποδεχθεί την κατασκευή υπό όρους και να ορίσει τα διορθωτικά μέτρα που θα λάβει ο Ανάδοχος, χωρίς ιδιαίτερη αποζημίωση του εκ του λόγου αυτού.

## 7 Όροι υγείας – ασφάλειας και προστασίας περιβάλλοντος

### 7.1 Εργασιακοί κίνδυνοι – ληπτέα μέτρα για τον περιορισμό τους

Η διακίνηση προϊόντων εκσκαφών (φόρτωση - μεταφορά - διάστρωση) αποτελεί εργασία υψηλού βαθμού εκμηχάνισης.

Η πιθανότητα ατυχημάτων κατά τη λειτουργία των χωματουργικών μηχανημάτων και την διακίνηση των χωματουργικών αυτοκινήτων είναι μη αμελητέα.

Επισημαίνονται οι ακόλουθοι κίνδυνοι:

- Αδυναμία των χειριστών να επισημάνουν από τη θέση οδήγησης άτομα κινούμενα στην περιοχή ελιγμών του οχήματος (νεκρές ζώνες).
- Αδυναμία των χειριστών / οδηγών βαρέως εξοπλισμού να ακούσουν προειδοποιητικές φωνές ή ήχους ανακοίνωσης επικινδύνων καταστάσεων.
- Μηχανικές βλάβες, κυρίως όσον αφορά τα συστήματα πέδησης.
- Πλημμελής συντήρηση του εξοπλισμού.
- Σφάλματα ή αδεξιότητα οδηγών / χειριστών.

Στα ληπτέα μέτρα περιλαμβάνονται ενδεικτικά τα ακόλουθα:

- Τοποθέτηση επί της πίσω πλευράς των μηχανημάτων και εργοταξιακών φορτηγών προειδοποιητικής πινακίδας που θα εφιστά την προσοχή του προσωπικού να μην πλησιάζει προς τον χώρο ελιγμών εξοπλισμού σε λειτουργία.
- Τοποθέτηση σε όλα τα μηχανήματα και οχήματα διάταξης ακουστικών σημάτων που θα ενεργοποιείται κατά την οπισθοπορεία.
- Υποχρέωση των οδηγών / χειριστών να ασφαλίζουν πλήρως τον εξοπλισμό όταν δεν λειτουργεί: εφαρμογή χειρόφρενου, καταβίβασμός των κουβάδων εκσκαφών και φορτωτών στο έδαφος, απαγόρευση ακινητοποίησης ανατρεπόμενου αυτοκινήτου με υπερυψωμένη την καρότσα κ.ο.κ.
- Καθοδήγηση οδηγών φορτηγών κατά την εκφόρτωση υλικών πλησίον τεχνητών ή φυσικών πρανών ή / και τοποθέτηση προστατευτικών μέσων (π.χ. κορμών δένδρων).
- Εφαρμογή εργοταξιακής σήμανσης για την κίνηση των χωματουργικών σχημάτων στους χώρους του εργοταξίου και κατά μήκος των εργοταξιακών οδών.
- Συντήρηση των εργοταξιακών οδών, ώστε να εξασφαλίζουν ικανοποιητική βατότητα για την ασφαλή διακίνηση των οχημάτων (επούλωση λάκκων – ιχνών τροχών, αμμοχαλικοστρώσεις).

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να τηρούνται με κάθε αυστηρότητα τα καθοριζόμενα στο Σχέδιο Ασφάλειας και Υγείας (ΣΑΥ) του έργου και τις διατάξεις του ΠΔ 305/96.

Ο εξοπλισμός πάσης φύσεως θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να συντηρείται, σύμφωνα με τις οδηγίες του αντίστοιχου εργοστασίου κατασκευής. Ο χειρισμός του θα γίνεται μόνον από προσωπικό που κατέχει την απαραίτητη, κατά νόμο, άδεια / δίπλωμα.

## 7.2 Μέτρα προστασίας περιβάλλοντος

Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών ο Ανάδοχος πρέπει να λαμβάνει όλα τα μέτρα, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι διαταραχές και οχλήσεις στο περιβάλλον, όπως ενδεικτικά:

- Μέτρα μείωσης του θορύβου στα αποδεκτά από τις ισχύουσες διατάξεις όρια (προσωρινά ηχοπετάσματα, προγραμματισμός κατάλληλων μεθόδων κατασκευής).
- Μέτρα περιορισμού δημιουργίας σκόνης (κατάβρεγμα μεταφερόμενων υλικών εκσκαφής και χρησιμοποιούμενων μη ασφαλοστρωμένων οδών, συστηματικός καθαρισμός οδοστρωμάτων κτλ.).
- Προστασία χλωρίδας γύρω από τους χώρους εκτέλεσης των έργων.
- Χρήση μηχανημάτων έργων αντιρρυπαντικής τεχνολογίας για τη μείωση των ρυπογόνων εκπομπών.

## 8 Τρόπος επιμέτρησης

Η επιμέτρηση των εργασιών γίνεται με βάση επιμετρητικά σχέδια και πίνακες, λαμβανομένων υπόψη των στοιχείων της μελέτης.

Η κατασκευή επιχώματος επιμετράται σε κυβικά μέτρα (m<sup>3</sup>) έτοιμης κατασκευής συμπτυκνωμένου επιχώματος με λήψη στοιχείων αρχικών και τελικών διατομών.

Δεν επιμετρώνται χωριστά, διότι είναι ενσωματωμένες, όλες οι αναγκαίες εργασίες καθώς και τα πάσης φύσεως υλικά και εξοπλισμός, η εξασφάλιση και η κατανάλωση της ενέργειας, καθώς και κάθε άλλη συμπαραγομαρτούσα δράση απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη κατά τα ανωτέρω εκτέλεση της εργασίας κατασκευής επιχωμάτων με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων. Ειδικότερα ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Η κατασκευή όλων των τμημάτων του επιχώματος και της στρώσης έδρασης οδοστρώματος (εάν προβλέπεται).
- Η συμπίκνωση του εδάφους έδρασης των συνήθων επιχωμάτων, μετά την τυχόν αφαίρεση των ακατάλληλων γαιών και την συμπλήρωση κοιλωμάτων. (Η αφαίρεση των ακατάλληλων εδαφικών στρώσεων επιμετράται ιδιαίτερα).
- Η συμπίκνωση της επιφάνειας της "στρώσης έδρασης με ελαστικοφόρο οδοστρωτήρα ή οδοστρωτήρα με λείους κυλίνδρους, ώστε να διαμορφωθεί λεία επιφάνεια επαρκώς αποστραγγιζόμενη.
- Η προμήθεια των απαραίτητων αναλώσιμων ή μη υλικών
- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή τους στο έργο
- Η ενσωμάτωση ή η χρήση τους στο έργο
- Η φθορά και απομείωση των υλικών και η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού.
- Η διάθεση και απασχόληση του απαιτούμενου προσωπικού, εξοπλισμού και μέσων για την εκτέλεση των εργασιών σύμφωνα με τους όρους της παρούσας Προδιαγραφής.

- Η συγκέντρωση των απορριμμάτων πάσης φύσεως που προκύπτουν κατά την εκτέλεση των εργασιών και την μεταφορά τους προς οριστική απόθεση.
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων κλπ για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή, καθώς και των τυχόν διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά) εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.

Επισημαίνεται ότι η μεταφορά των προϊόντων εκσκαφών που προέρχονται από εργασίες στο ίδιο το έργο, συμπεριλαμβάνεται στα άρθρα των γενικών εκσκαφών και ως εκ τούτου δεν επιμετράται ιδιαίτερως. Για την επιμέτρηση οποιουδήποτε άλλου μεταφορικού έργου ισχύουν τα προβλεπόμενα στα συμβατικά τεύχη.

Διευκρινίζεται ότι στο αντικείμενο της παρούσας Προδιαγραφής δεν περιλαμβάνονται τα μεταβατικά επιχώματα των τεχνικών έργων (γεφυρών, ημιγεφυρών, τοίχων, οχέων, αγωγών, κτλ).

## Βιβλιογραφία

- ΟΜΟΕ/3 - Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων του ΥΠΕΧΩΔΕ
- Ε 105-86 - Προδιαγραφές Εργαστηριακών Δοκιμών Εδαφομηχανικής ΥΠΕΧΩΔΕ
- ΠΔ 305/96 - Ελληνική Νομοθεσία σε θέματα Υ&Α
- ASTM D1883 *Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory - Compacted Soils* -- Πρότυπη εργαστηριακή δοκιμή CBR – Συμπυκνωμένα εδάφη.
- ASTM D3282-93 - *Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes* -- Πρότυπη διαδικασία κατηγοριοποίησης εδαφών και μιγμάτων εδαφικών υλικών και αδρανών για την κατασκευή έργων οδοποιίας.
- ASTM D2922-04 - *Standard Test Methods for Density of Soil and Soil-Aggregate in Place by Nuclear Methods (Shallow Depth)* -- Πρότυπη επιτόπου δοκιμή συμπίκνωσης εδαφικών υλικών και μιγμάτων εδάφους – αδρανών με πυρηνικές μεθόδους (μικρού βάθους).
- ASTM D3017-04 - *Standard Test Method for Water Content of Soil and Rock in Place by Nuclear Methods (Shallow Depth)*. -- Πρότυπη δοκιμή επιτόπου προσδιορισμού της περιεκτικότητας σε νερό του εδαφικού υλικού και του βράχου με πυρηνικές μεθόδους (μικρού βάθους).
- ASTM D4254-00 - *Standard Test Methods for Minimum Index Density and Unit Weight of Soils and Calculation of Relative Density* – Πρότυπη μέθοδος προσδιορισμού ελαχίστου δείκτη πυκνότητας και ειδικού βάρους εδαφών και προσδιορισμός της σχετικής πυκνότητας.