

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α7

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ.



ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΠΕΤΕΠ 02-07-01-00

- 02 Χωματοουργικά
- 07 Επιχώματα/ Επιχώσεις
- 01 Κατασκευή επιχωμάτων με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων**
- 00 -

Αρχική Έκδοση - Μάιος 2006
1^η Αναθεώρηση – Ιανουάριος 2016

Το έργο της σύνταξης των ΠΕΤΕΠ υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του «Προγράμματος Δράσεων για τον εκσυγχρονισμό της παραγωγής των Δημοσίων Έργων» (Action Plan του ΥΠΕΧΩΔΕ), υπό την εποπτεία και καθοδήγηση της 2ης Ομάδας Διοίκησης Έργου (2η ΟΔΕ) το 2006.

Η 1^η Αναθεωρημένη Έκδοση της παρούσας ΠΕΤΕΠ πραγματοποιήθηκε από τη Δ/ση Οδικών Υποδομών της Γενικής Δ/σης Συγκοινωνιακών Υποδομών της Γενικής Γραμματείας Υποδομών.

Πίνακας μεταβολών, αναθεωρήσεων, ενημερώσεων, συμπληρώσεων

Περιγραφή	Ημερομηνία	Παρατηρήσεις
Πρώτη έκδοση	05/2006	Κείμενο 2 ^{ης} ΟΔΕ/ΙΟΚ, όπως διαμορφώθηκε μετά από παρατηρήσεις Επιτροπής στελεχών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ
Δεύτερη έκδοση	01/2016	Πρώτη Αναθεώρηση, όπως πραγματοποιήθηκε από τη Δ/ση Οδικών Υποδομών/ ΓΓΥ/ Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ.

Η εκάστοτε τελευταία έκδοση, αντικαθιστά όλες τις προηγούμενες, οι οποίες παύουν να ισχύουν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	Αντικείμενο	1
1.1.	Ορισμοί	1
1.2.	Πεδίο εφαρμογής	3
1.3.	Τμήματα επιχωμάτων	4
2.	Υλικά	4
2.1.	Προμήθεια και μεταφορά κατάλληλων υλικών για κατασκευή επισωμάτων	4
2.2.	Γαιώδη υλικά για την κατασκευή επιχωμάτων οδικών έργων	5
2.3.	Γαιώδη υλικά για την κατασκευή της στρώσης έδρασης του οδοστρώματος	7
2.4.	Υλικά γαιωδών επιχωμάτων σιδηροδρομικών έργων	8
2.5.	Υλικά βραχωδών επιχωμάτων οδικών και σιδηροδρομικών έργων	12
3.	Μέθοδος εκτέλεσης εργασιών	14
3.1.	Κατασκευή γαιωδών και βραχωδών επιχωμάτων	14
3.2.	Διάστρωση επιχωμάτων	15
3.3.	Συμπύκνωση επιχωμάτων οδικών και σιδηροδρομικών έργων	18
3.4.	Δοκιμαστικά επιχώματα	23
3.5.	Ειδικές απαιτήσεις για την κατασκευή των επιχωμάτων	23
3.6.	Απαιτήσεις υψομετρικής ακρίβειας στρώσεων επιχωμάτων	25
4.	Έλεγχος ποιότητας	28
4.1.	Έλεγχοι και παραλαβή	28
4.2.	Δοκιμές	31
5.	Όροι Υγιεινής, Ασφάλειας & προστασίας περιβάλλοντος	32
5.1.	Εργασιακοί κίνδυνοι – Ληπτέα μέτρα για τον προορισμό τους	32
5.2.	Μέτρα προστασίας περιβάλλοντος	33
6.	Επιμέτρηση και πληρωμή	33
6.1.	Γενικοί όροι	33
6.2.	Κατασκευή επιχωμάτων με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων	34
6.3.	Κατασκευή επιχωμάτων με βραχώδη υλικά	34

Κατασκευή επιχωμάτων με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων

ΠΕΤΕΠ
02-07-01-00

1. Αντικείμενο

Στην παρούσα περιγράφονται οι όροι τους οποίους θα πληρούν τα υλικά κατασκευής των επιχωμάτων, 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.).

Σημειώνεται ότι:

- η επίσημη ονομασία στην Ελληνική των Ευρωπαϊκών Προτύπων (EN), που αναφέρονται στην παρούσα, παρέχεται στην Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ αρ. C 378/6/13-11-2015, μέσω του «http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ%3AJOC_2015_378_R_0003»
- τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα είναι κείμενα αναφοράς που παρέχουν κανόνες, κατευθυντήριες οδηγίες ή χαρακτηριστικά για τις δραστηριότητες ή τα αποτελέσματα αυτών, οι οποίες είναι κοινής και επαναλαμβανόμενης χρήσης
- επειδή, συχνά εκδίδονται νεώτερα EN, αυτά θα υπερισχύουν των αναφερομένων EN στην παρούσα, με την προϋπόθεση ότι δεν αλλοιώνονται οι απαιτήσεις της παρούσας, αλλιώς:
 - α. στα συμβατικά τεύχη έργου προς διακήρυξη θα δηλώνεται ο τρόπος κατάλληλης αναπροσαρμογής των απαιτήσεων της παρούσας
 - β. σε έργα που βρίσκονται σε εξέλιξη θα εφαρμόζονται τα τυχόν υπερισχύοντα νεώτερα EN, λαμβάνοντας υπόψη τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να επέρχονται και επηρεάζουν την ποιότητα και το οικονομικό αντικείμενο του έργου

1.1. Ορισμοί

1.1.1. Γενικά

- **Επίχωμα:** νοείται γενικά η υπερυψωμένη (από το υφιστάμενο έδαφος) κατασκευή, που δημιουργείται με διάστρωση και συμπύκνωση κατάλληλων εδαφικών υλικών, προϊόντων εκσκαφών ή δανείων, σε στρώσεις πάχους τέτοιου, ώστε με τα μέσα συμπύκνωσης που διατίθενται, να επιτυγχάνεται η απαιτούμενη συμπύκνωση. Η κατασκευή υλοποιείται σε τμήματα κατάλληλων διαστάσεων, ώστε να μπορεί να γίνει χρήση μηχανικού εξοπλισμού υψηλής απόδοσης.
- **Γαιώδη επιχώματα:** είναι αυτά που κατασκευάζονται με διάστρωση και συμπύκνωση γαιωδών υλικών, που προέρχονται από γαιώδεις και ημιβραχώδεις εκσκαφές ορυγμάτων ή εκσκαφές δανειοθαλάμων.
- **Βραχώδη επιχώματα:** είναι αυτά που κατασκευάζονται με διάστρωση και συμπύκνωση βραχωδών υλικών, που προέρχονται κατά κύριο λόγο από εκσκαφές σε βράχο.

- 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 ασβέστου ή υδαρούς πολτού ασβέστου), συμπύκνωσή του υπό συνθήκες βέλτιστης υγρασίας και συντήρηση του για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα.
- 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.
- Συνεκτικά εδάφη: είναι τα εδάφη με διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο (ISO 565) ανοίγματος βρόχου 0,063 mm μεγαλύτερο από 34% κατά βάρος και δείκτη πλαστικότητας $PI > 7$.
- Μη συνεκτικά εδάφη – κοκκώδη εδάφη: Είναι τα εδάφη με διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο (ISO 565) ανοίγματος βρόχου 0,063 mm ίσο ή μικρότερο του 34% κατά βάρος και δείκτη πλαστικότητας $PI < 7$.
- Χαλαρό πάχος στρώση επιχώματος: είναι το προς συμπύκνωσης πάχος της εκάστοτε διαστρωνομένης στρώσης.

1.1.2. Οδικά έργα

Στρώση Έδρασης Οδοστρώματος (ΣΕΟ): είναι το αμέσως κάτω του οδοστρώματος διαμορφωμένο και συμπυκνωμένο (σύμφωνα με την Προδιαγραφή αυτή) έδαφος ή υλικό επίχωσης, το οποίο εκτείνεται σε βάθος που επηρεάζεται από το μέγεθος των κυκλοφορούντων φορτίων.

Στρώση Στράγγισης Οδοστρώματος (ΣΣΟ) ή στρώση Αντιπαγετικής Προστασίας (ΑΠ): είναι η αμέσως κάτω του οδοστρώματος κατάλληλα συμπυκνωμένη στρώση από ασύνδετο υλικό, η οποία έχει σκοπό να διευκολύνει την αποστράγγιση των υδάτων που τυχόν συγκεντρώνονται κάτω από το οδόστρωμα.

Η ΣΣΟ αποτελεί μέρος της στρώσης έδρασης του οδοστρώματος και κατασκευάζεται όταν κρίνεται απαραίτητη από τη μελέτη λόγω υδρογεωλογικών και κλιματολογικών συνθηκών. Αυτή χρησιμεύει και για την προστασία του οδοστρώματος από επίδραση παγετού (αφορά σε ελάχιστες περιοχές της χώρας με υψόμετρο > 1000 m).

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.

1.1.3. Σιδηροδρομικά έργα

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).

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

Στρώση διαμόρφωσης: είναι η ανώτερη στρώση της υποδομής που συμπυκνώνεται σε μεγαλύτερο βαθμό συμπύκνωσης 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.

1.1.4. Κατηγορία οδών σύμφωνα με ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ

Για τους σκοπούς της παρούσας, 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 (Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων του ΥΠΕΧΩΔΕ) ως εξής:

Πίνακας 1-1 Κατηγορίες οδών σύμφωνα με ΟΜΟΕ-ΛΚΟΔ

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

1.2. Πεδίο εφαρμογής

Περιλαμβάνεται:

- Η κατασκευή των πάσης φύσεως επιχωμάτων
- Η προμήθεια και μεταφορά επί τόπου της κατασκευής των αναγκαίων κατάλληλων υλικών, προϊόντων εκσκαφών ή δανείων

1.3. Τμήματα επιχωμάτων

Τα επιχώματα οδικών και σιδηροδρομικών έργων αποτελούνται από τα τμήματα που αναφέρονται στον επόμενο Πίνακα 1-2.

Πίνακας 1-2 Τμήματα Επιχωμάτων Οδικών και Σιδηροδρομικών Έργων

Όνομασία	Γαιώδη Επιχώματα	Βραχώδη Επιχώματα
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 σε 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 ΣΕΟ, 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 (ΣΕΟ).
Στέψη σε 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".

2. Υλικά

2.1. Προμήθεια και μεταφορά κατάλληλων υλικών για κατασκευή επισωμάτων

Τα υλικά κατασκευής θα λαμβάνονται κατ' αρχήν από τα προϊόντα εκσκαφής ορυγμάτων, ή/ και σηράγγων και μόνον όταν αυτά είναι ακατάλληλα, δεν επαρκούν, ή δεν είναι δυνατός ο συντονισμός των εργασιών ορυγμάτων - σηράγγων - επιχωμάτων με το εγκεκριμένο πρόγραμμα εκτέλεσης των έργων. Σε αυτή την περίπτωση, θα γίνεται δανειοληψία για την προμήθειά υλικών από δανειοθαλάμους που θα εγκρίνει η Υπηρεσίας.

2.2. Γαιώδη υλικά για την κατασκευή επιχωμάτων οδικών έργων

Για την κατασκευή επιχωμάτων επιτρέπεται η χρήση γαιωδών υλικών από προϊόντα εκσκαφής ορυγμάτων, ή σηράγγων ή και από επιχώματα που καθαιρούνται.

Ως υλικά επιχωμάτων προτιμώνται αυτά που κατατάσσονται στις κατηγορίες A-1, A-2-4, A-2-5 και A-3 κατά AASHTO, σύμφωνα με το ASTM D 3282-93 e1 «Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes» (βλέπε Πίνακα 2-1).

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

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

Σε περίπτωση έλλειψης επαρκών ποσοτήτων υλικών όλων των ανωτέρω κατηγοριών, υλικά της κατηγορίας A-5 μπορεί να χρησιμοποιούνται μόνον μετά από ειδική μελέτη, που καθορίζει τους όρους αυτής της δυνατότητας.

Δεν επιτρέπεται η χρήση ως υλικών 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 στο φούρνο, είναι κατά 75% μικρότερο από το όριο υδαρότητάς του πριν από τη ξήρανση
- Λεπτόκοκκα εδάφη, που παρουσιάζουν τάση διόγκωσης >100 kPa, σε συνδυασμό με παραμόρφωση ελεύθερης διόγκωσης >3% κατά τη δοκιμή CBR (βλέπε παράγραφο 4.2)
- 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

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

Πίνακας 2-1 Κατηγορίες υλικών κατά AASHTO M 145

Γενική κατάταξη	Κοκκώδη υλικά (35% λιγότερο διερχόμενα από κόσκινο Νο200)							Ιλυσαργιλικά Υλικά (με ποσοστό διερχομένων σε ποσοστό μεγαλύτερο από 35% από κόσκινο N200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	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 (2,00 mm)	50 μεγ.											
No40 (0,425 mm)	30 μεγ.	50 μεγ.	51 ελαχ.									
No200 (0,075 mm)	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 μεγ.	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 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

2.3. Γαιώδη υλικά για την κατασκευή της στρώσης έδρασης του οδοστρώματος

Τα γαιώδη υλικά για τη στρώση έδρασης του οδοστρώματος σε επιχώματα οδικών έργων, από πλευράς καταλληλότητας αυτών, κατατάσσονται στις 5 κατηγορίες (E0, E1, E2, E3 και E4) που δίδονται στον επόμενο Πίνακα 2-2.

Εφόσον δεν ορίζεται αλλιώς από τη μελέτη, είναι δυνατή η κατασκευή της στρώσης έδρασης με υλικά κατηγορίας E3 και E4.

Απαγορεύεται γενικά να χρησιμοποιούνται τα Υλικά κατηγορίας E0 για τη στρώση έδρασης, χωρίς προηγουμένως να υποστούν κατάλληλη επεξεργασία (βελτίωση).

Το πάχος του οδοστρώματος καθορίζεται από τη μελέτη, ανάλογα και με το είδος του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για τη στρώση έδρασης.

Πίνακας 2- 2 Κατηγορίες Γαιωδών Εδαφικών Υλικών
(Δεν περιλαμβάνονται τα προϊόντα βραχωδών ορυγμάτων)

#	Κατηγορία εδαφικού υλικού	Χαρακτηριστικά υλικού	Όρια Atterberg	Μέγιστη πυκνότητα κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης kg/m ³	CBR ⁽¹⁾	Περιεκτικότητα σε οργανικά ⁽³⁾	Παρατηρήσεις ως προς τη δυνατότητα χρησιμοποίησης τους για επιχώματα
1	2	3	4	5	6	7	8
1	E4	Μέγιστος κόκκος <80 mm Διερχόμενο % από το κόσκινο ΕΛΟΤ EN 933-2 ανοίγματος 0,063 mm <25%	LL<30 και PI<10		>20 και μηδενική διόγκωση ⁽²⁾	0%	Επίλεκτο II
2	E3	Μέγιστος κόκκος <80 mm Διερχόμενο % από κόσκινο ΕΛΟΤ EN 933-2 ανοίγματος 0,063 mm <25%	LL<30 και PI<10		>10 και μηδενική διόγκωση ⁽²⁾	0%	Επίλεκτο I
3	E2	Μέγιστος κόκκος <100 mm Διερχόμενο % από το κόσκινο ΕΛΟΤ EN 933-2 ανοίγματος 0,063 mm <35%	LL<40	>19.4	>5 και διόγκωση ⁽²⁾ <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 ⁽²⁾ <3%	<3%	Αποδεκτό

#	Κατηγορία εδαφικού υλικού	Χαρακτηριστικά υλικού	Όρια Atterberg	Μέγιστη πυκνότητα κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης kg/m ³	CBR ⁽¹⁾	Περιεκτικότητα σε οργανικά ⁽³⁾	Παρατηρήσεις ως προς τη δυνατότητα χρησιμοποίησής τους για επιχώματα	
1	2	3	4	5	6	7	8	
5	E0	Εδαφικό υλικό που δεν ανήκει στις άλλες κατηγορίες.						Ακατάλληλο, εφόσον 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 (E 105-86 Μέθοδος 5)

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

Κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Η τιμή CBR προσδιορίζεται σύμφωνα με τη Μέθοδο 12 των Προδιαγραφών Εργαστηριακών Δοκιμών Εδαφομηχανικής (E 105-86) επί δοκιμών, τα οποία συμπυκνώνονται στο 90% της μέγιστης πυκνότητας της Τροποποιημένης Δοκιμής Συμπύκνωσης (E 105-86 Μέθοδος 11 - Προδιαγραφή ΥΠΕΧΩΔΕ – βλέπε Βιβλιογραφία), 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».

2.4. 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 2-3.
 - 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 2-3:
 - 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 2-3 θα τηρεί τους ακόλουθους περιορισμούς:

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

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

(ii) Στο 100% των δοκιμών θα 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 2-3.
- 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), κατασκευάζεται με υλικό κατηγορίας ΣΕ 3. Επ' 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 2-3, ανάλογα με τα γεωτεχνικά τους χαρακτηριστικά και τις τοπικές υδρογεωλογικές και υδρολογικές συνθήκες (όπως παρουσιάζονται πιο κάτω).

Πίνακας 2-3 Κατηγορίες και Υποκατηγορίες Γαιωδών Εδαφικών Υλικών για τα Σιδηροδρομικά Έργα

# Υποκατηγορίας	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Υδροεωλογικές και υδρολογικές συνθήκες ⁽⁹⁾	Κατηγορία εδαφικού υλικού	Παρατηρήσεις ως προς τη δυνατότητα χρήσης τους για επιχώματα
0.1	Οργανικά υλικά (περιεκτικότητα σε οργανικά υλικά $\geq 30\%$ κ.β.).			
0.2	Λεπτόκοκκα εδαφικά υλικά, (με διερχόμενο ποσοστό ⁽¹⁾ από το κόσκινο ΕΛΟΤ EN 933-2 ανοίγματος 0,063 mm ⁽²⁾ μεγαλύτερο του 16% κ.β.) που είναι ταυτοχρόνως διογκωμένα και υγρά (και επομένως μη συμπυκνώσιμα).			
0.3	Θιξοτροπικά εδαφικά υλικά (π.χ. υπερευαίσθητη άργιλος).	-	ΣΕ 0	Ακατάλληλο
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 ⁽¹⁾ , από το κόσκινο ΕΛΟΤ EN 933-2 ανοίγματος 0,063 mm ⁽²⁾ μεγαλύτερο από 40% κ.β. ⁽¹⁾ Με L.L. > 35 ⁽²⁾ Με L.L. ≤ 35 που δεν τηρούν τις πρόσθετες απαιτήσεις της υποκατηγορίας 1.1.β			
1.1.β	Εδαφικά υλικά με διερχόμενο ποσοστό ⁽¹⁾ από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm ⁽²⁾ μεγαλύτερο από 40% κ.β., με L.L. ≤ 35 και επιπλέον με: - Μέγιστη ξηρά πυκνότητα ⁽⁶⁾ $\gamma_d > 1,7 \text{ t/m}^3$ - CBR ⁽⁷⁾ > 5 - Διόγκωση (κατά τη δοκιμή CBR) $\leq 2\%$ - Περιεκτικότητα σε οργανικά ⁽⁸⁾ $\leq 2\%$		ΣΕ 1	Κακό
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 ⁽¹⁾ από το κόσκινο ΕΛΟΤ EN 933-2 ανοίγματος 0,063 mm ⁽²⁾ μεταξύ 16% και 40% κ.β.			
1.4	Αποσαθρώσιμος βράχος (π.χ. μη εξαλλοιωμένος σχιστόλιθος μικρού βαθμού ευθρυπτότητας και ξηράς πυκνότητας $\gamma_d < 1,7 \text{ t/m}^3$).	Κακές	ΣΕ 1	Κακό

# Υποκατηγορίας	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Υδρογεωλογικές και υδρολογικές συνθήκες ⁽⁹⁾	Κατηγορία εδαφικού υλικού	Παρατηρήσεις ως προς τη δυνατότητα χρήσης τους για επιχώματα
1.5	Μαλακός βράχος (π.χ. Δείκτης Microdeval ⁽⁴⁾ παρουσία νερού MDE>40 και απώλεια κατά Los Angeles ⁽³⁾ LA>40).	Καλές	ΣΕ 2	Μέτριο
2.1	Εδαφικά υλικά με διερχόμενο ποσοστό ⁽¹⁾ από το κόσκιο ΕΛΟΤ EN 933-2 ανοίγματος 0,063 mm ⁽²⁾ μεταξύ 5% και 16% κ.β.			
2.2	Εδαφικά υλικά κακής διαβάθμισης (Cu ^(5≤6)) με διερχόμενο ποσοστό από το κόσκιο ΕΛΟΤ EN 933-2 ανοίγματος 0,063 mm ⁽²⁾ μικρότερο του 5% κ.β.	Κακές	ΣΕ 2	Μέτριο
2.3	Μέτρια σκληρός βράχος (δείκτης Microdeval ⁽⁴⁾ παρουσία νερού 25 < MDE ≤ 40 και απώλεια κατά Los Angeles ⁽³⁾ 30 < LA ≤ 40).	Καλές	ΣΕ 3	Καλό
3.1	Εδαφικά υλικά με διερχόμενο ποσοστό ⁽¹⁾ από το κόσκιο ΕΛΟΤ EN 933-2 ανοίγματος 0,063 mm ⁽²⁾ μικρότερο από 5% κ.β.			
3.2	Σκληρός βράχος (δείκτης Microdeval ⁽⁴⁾ παρουσία νερού MDE ≤ 25 και απώλεια κατά Los Angeles ⁽³⁾ LA ≤ 30).		ΣΕ 3	Καλό

Παρατηρήσεις

- (1) Τα αναφερόμενα ποσοστά αφορούν το κλάσμα του εδαφικού υλικού που είναι μικρότερο από 60 mm
- (2) Κόσκιο ΕΛΟΤ EN 933-2. 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 d₆₀ και d₁₀ 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 (CBR), που προσδιορίζεται σύμφωνα με τη μέθοδο 12 των Προδιαγραφών Εργαστηριακών Δοκιμών Εδαφομηχανικής (Ε 105-86) επί δοκιμών συμπυκνωθέντων στο 95% της μέγιστης πυκνότητας της Τροποποιημένης Δοκιμής Συμπύκνωσης (Μέθοδος 11 Ε 105-86) με τη βέλτιστη υγρασία και μετά από υδρεμπτισμό 4 ημερών.
- (8) Προσδιορίζεται με τη μέθοδο της «υγρής οξείδωσης» (Μέθοδος AASHTO T 194).
- (9) Οι υδρογεωλογικές και υδρολογικές συνθήκες χαρακτηρίζονται «καλές», αν η ανωτέρα στρώση του υπόψη εδάφους δεν υπόκειται σε επιβλαβή επίδραση του υψηλότερου υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, οπότε η στάθμη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα υπολογίζεται για δυσμενείς καιρικές συνθήκες, που αντιστοιχούν σε βροχόπτωση 10-ετίας και εισρόφηση 2 mm/h.

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

- α. Εάν η Ανώτατη Στάθμη των Υπόγειων Υδάτων (ΑΣΥΥ) 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 όμβριων λειτουργεί κανονικά.

Αν έστω και μία από τις τρεις αυτές συνθήκες δεν πληρούται, τότε οι υδρογεωλογικές και υδρολογικές συνθήκες χαρακτηρίζονται «κακές».

2.5. Υλικά βραχωδών επιχωμάτων οδικών και σιδηροδρομικών έργων

2.5.1. 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 εφόσον προβλέπεται από τη μελέτη είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται και υλικά προερχόμενα από δανειοθαλάμους.

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

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

2.5.2. 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, διαβάσες, 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 προηγούμενου Πίνακα 2-3).

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 τη συμπύκνωση (Υποκατηγορίες 0.4 και 1.2 του Πίνακα 2-3).

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 μάργες, σχιστόλιθοι, υλικά του φλύσχη, κλπ.

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

2.5.3. Κοκκομετρική διαβάθμιση

1. Το υλικό θα ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- Η μέγιστη διάσταση κόκκων (D) του υλικού προκειμένου περί οδικών έργων δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 2/3 του πάχους της συμπυκνωμένης στρώσης.
- Η μέγιστη διάσταση κόκκων (D) του υλικού, προκειμένου περί σιδηροδρομικών έργων δεν επιτρέπεται να 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 εφόσον διατίθενται μηχανήματα συμπύκνωσης ικανότητας (άνω των 40 kN ανά μέτρο γραμμικού φορτίου).

2. Οι ανωτέρω απαιτήσεις αφορούν το μη συμπυκνωμένο υλικό, το οποίο ελέγχεται πριν από τη διάστρωση του προς εξακρίβωση της τήρησης αυτών, διότι κατά τη διάστρωση και τη συμπύκνωση το υλικό μπορεί να υποστεί αλλαγές που θα μεταβάλλουν την αρχική κοκκομετρική διαβάθμιση.

3. Η κοκκομετρική καμπύλη του υλικού θα πληροί τις απαιτήσεις του ακόλουθου Πίνακα 2-4:

Πίνακας 2-4 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 3.4.

2.5.4. Μορφή κόκκων

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

$$\frac{L + G}{2E} \geq 3$$

όπου :

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

G = η ελάχιστη διάμετρος κυκλικής βρόχου 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** μπορεί να προσδιορίζονται προσεγγιστικά (δεν είναι υποχρεωτικό να μετρούνται σε τρεις κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις).

Το ποσοστό ακατάλληλης μορφής κόκκων δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει το 30%.

3. Μέθοδος 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 αποτίθενται σε προσωρινούς χώρους, απ' όπου αργότερα, μεταφέρονται στις καθορισμένες θέσεις (βλ. ΠΕΤΕΠ περί διαχείρισης προϊόντων εκσκαφών).

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

3.1. 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

3.1.1. Προετοιμασία της επιφάνειας έδρασης γαιωδών επιχωμάτων

Πριν από τη διάστρωση και συμπύκνωση των υλικών των επιχωμάτων 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 κατασκευάζεται μέρος του θεμελίου του επιχώματος, από κατάλληλα υλικά σύμφωνα με την παρούσα.

Ως ακατάλληλα επιφανειακά υλικά, τα οποία 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 τη 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, 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 και/ ή ευπαθή στο νερό, το τμήμα του θεμελίου των επιχωμάτων κατασκευάζεται από ευχερώς αποστραγγιζόμενα υλικά (κατηγοριών E2, E3, E4 ή A1.A2 κατά AASHTO ή βραχώδη προϊόντα ορυγμάτων), σε συνδυασμό με αποστραγγιστικές στρώσεις για την αποφυγή ανόδου του νερού των τριχοειδών. Παράλληλα εξασφαλίζεται η λειτουργία «φίλτρου» μεταξύ του θεμελίου και του υπερκείμενου πυρήνα του επιχώματος.

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

Όταν τα επιχώματα εδράζονται σε έδαφος έντονης 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 κατασκευάζονται επίσης και στις περιπτώσεις διαπλάτυνσης επιχωμάτων, καθώς και στις περιπτώσεις κατασκευής του επιχώματος σε δυο φάσεις.

Όταν είναι αναγκαία η κατασκευή βραχώδους επιχώματος απ' ευθείας σε εδάφη ασταθή, διαταραγμένα ή πάνω σε μαλακές αργίλους 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 συμπυκνώνεται επιμελώς σε πυκνότητα ίση κατ' ελάχιστο προς το 90% της μέγιστης πυκνότητας, που επιτυγχάνεται κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης (Proctor modified): ΕΛΟΤ EN 13286-2.

Αυτή η συμπίκνωση, σε περίπτωση που δεν υπάρχει ειδική γεωτεχνική μελέτη, 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 ΣΣΟ), τότε η τυχόν υπάρχουσα παλαιά ασφαλτική στρώση ανακυκλώνεται (φρεζάρισμα, απομάκρυνση, ενσωμάτωση ή επαναχρησιμοποίηση του υλικού), σύμφωνα με τους όρους της εκάστοτε σύμβασης.

3.2. Διάσθρωση επιχωμάτων

3.2.1. Διάσθρωση γαιωδών επιχωμάτων

Μετά την προετοιμασία της επιφάνειας θεμελίωσης ακολουθεί η διάσθρωση 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 αξιολογούνται, ώστε τα καλύτερης ποιότητας υλικά να διαστρώνονται στις ανώτερες στρώσεις των επιχωμάτων και ιδιαίτερα στη στρώση έδρασης.

Δεν διαστρώνεται οποιαδήποτε 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 μέσων συμπίκνωσης, για τα γαιώδη υλικά θα είναι μικρότερο των 30 cm. Είναι δυνατό, μετά από έγκριση της Υπηρεσίας, να επιτραπεί και μεγαλύτερο πάχος στρώσεων, εφόσον 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 θα παίρνει όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας των υπό κατασκευή επιχωμάτων και ορυγμάτων από την επίδραση των όμβριων και λοιπών αναβλύσεων νερών. Προς τούτο, είναι απαραίτητη, η διαμόρφωση επαρκών τάφρων και χανδάκων αποστράγγισης.

Επισημαίνεται ότι το κόστος αυτών των μέτρων θεωρείται ανηγμένο στο κόστος κατασκευής των επιχωμάτων.

3.2.2. 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 προκύπτουν από την εκσκαφή, συλλέγονται επιτόπου με κατάλληλη διαλογή και απομακρύνονται. Ευμεγέθη συμπαγή αργιλικά τεμάχια (συσσωμάτωμα), που προκύπτουν από την εκσκαφή θρυμματίζονται σε ικανοποιητικό βαθμό, ώστε να αποφεύγεται η ανομοιομορφία και ο κίνδυνος απώλειας της δομής αυτών των τεμαχίων σε περίπτωση διαβροχής, μετά την κατασκευή.
- Κατά την κατασκευή του επιχώματος λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την προστασία από διαβροχή. Το υλικό διαστρώνεται 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 έχει την απαραίτητη εγκάρσια κλίση για την εξασφάλιση της απορροής. Εάν η υποκείμενη στρώση έχει μαλακώσει από διαβροχή δεν επιτρέπεται η διάστρωση της επόμενης πριν από την αποκατάσταση των απαιτούμενων ιδιοτήτων. Αυτή η αποκατάσταση μπορεί να επιτευχθεί, είτε με αναμόχλευση και επανασυμπύκνωση με διέλευση κασικοπόδαρου, είτε σε περίπτωση έντονης διαβροχής με απόξεση και επανασυμπύκνωση του χαλαρού τμήματος.
- Η διάστρωση και συμπίκνωση 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 πρέπει να επαληθευθεί στο δοκιμαστικό επίχωμα.

- Αν η υγρασία του υλικού είναι διαφορετική της επιδιωκόμενης τιμής, τότε 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:
 - 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.
 - Τον προσδιορισμό του απαιτούμενου αριθμού διελεύσεων προκειμένου να επιτυγχάνεται ο μέγιστος βαθμός συμπίκνωσης.
 - 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 κλπ.).

Το Δοκιμαστικό Επίχωμα έχει διαστάσεις 20 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 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 ενδείκνυται για τον τύπο των υλικών και του εξοπλισμού. Το πάχος των στρώσεων 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 κλπ.
- Περιγραφή των ελέγχων του βαθμού συμπίκνωσης (μετρήσεις της επί τόπου πυκνότητας και υγρασίας, χωροστάθμιση επιφανειών σε σχέση με τον αριθμό διελεύσεων κλπ.)

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 είναι πέντε. Έλεγχοι της επιτόπου πυκνότητας και υγρασίας 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 βρόχο που 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, αποτελέσματα και συμπεράσματα με βάση τα οποία θα

οριστικοποιηθεί η μέθοδος κατασκευής των επιχωμάτων, σε ό, τι αφορά τον απαιτούμενο εξοπλισμό, τον αριθμό διελεύσεων και το πάχος των στρώσεων.

3.2.3. Διάστρωση βραχωδών επιχωμάτων

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

Το τελικώς διαστρωμένο υλικό θα έχει ελάχιστη περιεκτικότητα λεπτόκοκκων υλικών 30-40%, ώστε να δύναται αυτά να περιβάλλουν τις χονδροκόκκες βραχώδεις 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 επιτρέπεται 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 μέσων συμπίκνωσης, θα είναι για τα βραχώδη υλικά μικρότερο των 40 cm. Είναι δυνατό, μετά από έγκριση της Υπηρεσίας, να επιτραπεί και μεγαλύτερο χαλαρό πάχος στρώσεων, εφόσον 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 πληρούνται οι ακόλουθες συνθήκες:

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

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.

3.3. Συμπύκνωση επιχωμάτων οδικών και σιδηροδρομικών έργων

3.3.1. Γενικές αρχές συμπίκνωσης

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

1. Συμπύκνωση του υλικού σε ισοπαχείς στρώσεις, για ομοιόμορφη τελική συμπεριφορά του επιχώματος
2. Κατάλληλη κοκκομετρία του υλικού (συστηματική αφαίρεση υπερμεγέθων 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 εφαρμόζεται η τροποποιημένη δοκιμή συμπίκνωσης Proctor (ΕΛΟΤ EN 13286-2).

Η συμπύκνωση της Επιφάνειας Έδρασης του επιχώματος εκτείνεται σε βάθος τουλάχιστον 40 cm και σε πλάτος 2 m πέρα από το πόδι 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 συμπύκνωσης εξαρτάται από την κατηγορία του προς συμπύκνωση εδάφους. Ο αριθμός διελεύσεων εξαρτάται από τον τύπο του μηχανήματος, την ικανότητα αυτού και το πάχος της προς συμπύκνωση στρώσης.

Η συμπύκνωση γίνεται με διάφορες μεθόδους ανάλογα με το υλικό. Για άμμους και χαλίκια η συμπύκνωση μπορεί να γίνει με δόνηση, διαβροχή ή κυλίνδρωση. Για μετρίως συνεκτικά εδάφη μπορούν να χρησιμοποιηθούν συμπυκνωτές με αεροθαλάμους ή με δόντια (κασικοπόδαρα). Η συμπύκνωση 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 συμπυκνωτές με δόντια, κυρίως όταν η φυσική υγρασία είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από το όριο πλαστικότητας. Για φυσικά αμμώδη μη συνεκτικά εδάφη, η συμπύκνωση μπορεί να γίνει με δονητικό συμπυκνωτή ή με δυναμική συμπύκνωση.

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

Κατά το τελευταίο στάδιο της συμπύκνωσης της ανώτερης στρώσης απαιτούνται συμπυκνωτές με λείους κυλίνδρους.

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

Όταν η περιεχόμενη υγρασία του διαστρωθέντος υλικού δεν είναι η βέλτιστη προς συμπύκνωση, γίνεται διαβροχή κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη ύγρανση του υλικού (εάν απαιτείται αύξηση της υγρασίας) ή εάν απαιτείται μείωση της υγρασίας 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 συμπύκνωση των υλικών εκτελείται σε εποχή ξηρασίας ή υψηλών θερμοκρασιών, το υλικό κάθε στρώσης αναμοχλεύεται και διαβρέχεται ομοιόμορφα πριν από τη συμπύκνωση, μέχρι να επιτευχθεί η βέλτιστη περιεχόμενη υγρασία, η οποία πρέπει να διατηρείται καθ' όλη τη διάρκεια της συμπύκνωσης.

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

Σε ειδικές περιπτώσεις και εφόσον 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 συμπύκνωση υπό συνθήκες περιεχόμενης υγρασίας ανώτερης της βέλτιστης. Λόγω των ανωτέρω, κατά την διάρκεια συνεχούς βροχόπτωσης απαγορεύεται η εκτέλεση εργασιών συμπύκνωσης.

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

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

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

3.3.2. Μέθοδοι ελέγχου συμπύκνωσης

Η συμπύκνωση της σκάφης των χωματουργικών, και όλων των στρώσεων του επιχώματος, συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί πυκνότητα τουλάχιστον ίση με τα ποσοστά των εργαστηριακών τιμών (ΕΛΟΤ EN 13286-2) ανάλογα με το ύψος του επιχώματος. Για το λόγο αυτό κατά τη διάρκεια των εργασιών θα εκτελούνται έλεγχοι συμπύκνωσης και από τα αποτελέσματά τους ορίζεται ο απαιτούμενος αριθμός διελεύσεων κατά περίπτωση υλικού. Εναλλακτικά, συνιστάται η χρήση οργάνων μέτρησης της πυκνότητας επιτόπου με τη μέθοδο των ραδιοϊσοτόπων σύμφωνα με το ASTM D 6938-10 «Standard Test Method for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)». Κατά τους ελέγχους συμπύκνωσης δεν επιτρέπεται η διόρθωση της εργαστηριακής πυκνότητας Proctor, επειδή αυτή θα έχει ήδη γίνει κατά τη δοκιμή Proctor στο εργαστήριο. Στις περιπτώσεις αυτές, απαιτείται βαθμονόμηση για το εκάστοτε υλικό, που μπορεί να γίνεται κατά την κατασκευή του δοκιμαστικού τμήματος.

Η κατασκευή διακόπτεται όσες φορές διαπιστώνονται μη ικανοποιητικά αποτελέσματα, λόγω βροχής, ύγρυνσης των υλικών, παγετού ή προβλημάτων στη λειτουργία του εξοπλισμού.

Στις περιπτώσεις σημαντικών έργων (π.χ. οδοί κατηγορίας AI, AII, BI, BII, βλ. προηγούμενο Πίνακα 1-1, παρ 1.2.4), και εφόσον διατίθενται τα απαιτούμενα όργανα, πέραν της κατασκευής των δοκιμαστικών τμημάτων, η συμπύκνωση θα ελέγχεται με τη μέθοδο δοκιμαστικής φόρτισης πλάκας. Κατά τη μέθοδο αυτήν, η αντοχή του εδάφους προσδιορίζεται από το μέτρο παραμόρφωσης (E), από την εξίσωση:

$$E=1,5P R/S \quad (1)$$

Όπου:

P [MN/m²] = εφαρμοζόμενη φόρτιση

R [m] = η ακτίνα της φορτιζόμενης κυκλικής πλάκας

S [m] = η καθίζηση της πλάκας

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) ενδείκνυται η χρήση πλάκας διαμέτρου 60 cm. Οι πλάκες φόρτισης Ø60 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 επιτρέπεται να είναι μεγαλύτερος από 2,20. Η απαίτηση αυτή δεν αφορά σε βραχώδη εδάφη.

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

Είδος εδάφους	E2 [MN/m ²]
Συνεκτικά εδάφη	30
Στρώσεις έδρασης από συνεκτικά εδάφη	45
Μη συνεκτικά εδάφη	60
Στρώσεις έδρασης από μη συνεκτικά εδάφη	120

Το μέτρο παραμόρφωσης E_{v2}, συσχετίζεται με τον δείκτη CBR (σύμφωνα με το prEN ISO 22476-13), ως εξής:

	Είδος εδάφους	Ελάχιστη τιμή E _{v2} , [MN/m ²]			
		CBR≥20	CBR≥10	CBR≥5	CBR≥3
1	Συνεκτικά εδάφη διερχόμενο ποσοστό από κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm μεγαλύτερο από 34%	45	35	25	18
2	Κοκκώδη εδάφη διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο ISO 565 ανοίγματος 0,063 mm μέχρι 34%	60	47	33	24

3.3.3. Απαιτήσεις συμπίκνωσης γαιωδών επιχωμάτων

#	Κατηγορία έργου	Χαρακτηριστικά επιχώματος	Ελάχιστη ξηρά φαινόμενη πυκνότητα [%]
1	Όλες οι οδοί	Για κάθε ύψους επιχώματος	≥90
2	AI, AII, BI, BII	Επιχώματα h > 10 m	≥95
3	Όλες οι οδοί	Στρώση έδρασης οδοστρώματος	
4	Σιδηροδρομικά έργα	Γαιώδη υλικά	

3.3.4. 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 από την εξίσωση:

Όπου η σχετική πυκνότητα (D_r) ορίζεται από την εξίσωση:

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

όπου:

e = πραγματικός δείκτης πόρων του υλικού

e_{\max} = δείκτης πόρων που αντιστοιχεί στην ελάχιστη πυκνότητα

(δοκιμή προσδιορισμού ελάχιστης πυκνότητας ASTM D4254-00 «Standard Test Methods for Minimum Index Density and Unit Weight of Soils and Calculation of Relative Density»)

e_{\min} = δείκτης πόρων που αντιστοιχεί στη μέγιστη πυκνότητα

(δοκιμή προσδιορισμού μέγιστης πυκνότητας ASTM D4253-00 «Standard Test Methods for Maximum Index Density and Unit Weight of Soils Using a Vibratory Table»)

Όταν προβλέπεται συμπίκνωση 90%, τότε εφαρμόζεται σχετική πυκνότητα τουλάχιστον 65%

Όταν προβλέπεται συμπίκνωση 95% Proctor, τότε εφαρμόζεται σχετική πυκνότητα τουλάχιστον 70%

3.3.5. Απαιτήσεις συμπίκνωσης βραχωδών επιχωμάτων

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

Ως κατάλληλος εξοπλισμός, θεωρούνται:

- 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 αυτού.
- Στατικοί οδοστρωτήρες, με κυλίνδρους αποτελούμενους από δικτύωμα σιδηρών ράβδων (Grid Rollers) βάρους 5,0-12,0 γραμμικού στατικού φορτίου 80 kg/cm.
- Οδοστρωτήρες αυτοκινούμενοι, με προεξοχές επί των κυλίνδρων (κατσικοπόδαρα)

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

Τμήμα επιχώματος	Μέγιστη υποχώρηση μεταξύ δύο διαδοχικών διελεύσεων του οδοστρωτήρα [mm]	
	Οδικά έργα (με συμπύκν. 90% της τροποπ. δοκιμής Proctor)	Οδικά και Σιδηροδρ. έργα (με συμπύκν. 95% της τροποπ. δοκιμής Proctor)

Θεμέλιο, πυρήνας	10,0	7,0
Μεταβατικό τμήμα	5,0	3,0

Για τον έλεγχο χρησιμοποιούνται χαλύβδινοι μάρτυρες ελέγχου υποχωρήσεων, διαστάσεων 40x40 cm από λαμαρίνα, πάχους τουλάχιστον 15 mm, με κατάλληλη διαμόρφωση έδρασης, της εγκρίσεως της Υπηρεσίας. Οι μάρτυρες τοποθετούνται στις θέσεις υψομετρικών ελέγχων της παραγρ. 3.6 (ανοχές των περατωμένων επιφανειών βραχωδών επιχωμάτων) και μετά την ολοκλήρωση της συμπύκνωσης της ελεγχόμενης στρώσης αφαιρούνται, προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν.

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

3.3.6. Απαιτήσεις συμπύκνωσης «Στρώσης Διαμόρφωσης» σιδηροδρομικών έργων

Η «στρώση διαμόρφωσης» των Σιδηροδρομικών Έργων συμπυκνώνεται σε ξηρά πυκνότητα τουλάχιστον ίση προς το 98% της μέγιστης πυκνότητας που επιτυγχάνεται κατά την τροποποιημένη δοκιμή συμπύκνωσης (ΕΛΟΤ EN 13286-2).

Σε περιπτώσεις κατασκευής «στρώσης διαμόρφωσης» από «ελευθέρως στραγγιζόμενα» υλικά, για τα οποία η τροποποιημένη δοκιμή συμπύκνωσης (ΕΛΟΤ EN 13286-2) δεν παρέχει σαφή καμπύλη, για τον προσδιορισμό της μέγιστης πυκνότητας, θα εφαρμόζεται συμπύκνωση με «σχετική πυκνότητα» (Dr) τουλάχιστον 76%.

Το «μέτρο παραμόρφωσης» E2 κατά τη δεύτερη φόρτιση της δοκιμής φορτιζόμενης πλακός (σύμφωνα με DIN 18134 ή NF P94 118.1 ή prEN ISO 22476-13 και E 106-84/4) θα είναι ίσο με 80 MN/m³.

3.4. Δοκιμαστικά επιχώματα

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

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

Με εξαίρεση τις περιπτώσεις επαρκούς εμπειρίας επί της προτεινόμενης μεθόδου, για την έγκρισή της από την Υπηρεσία γίνεται επί τόπου δοκιμή υπό πραγματικές συνθήκες. Προς τούτο, κατασκευάζεται δοκιμαστικό επίχωμα με όγκο όχι μικρότερο των 1000 m³, και 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 χρησιμοποιούνται τα προβλεπόμενα προς ενσωμάτωση στο έργο υλικά.

3.5. Ειδικές απαιτήσεις για την κατασκευή των επιχωμάτων

3.5.1. 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 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).

3.5.2. Κυκλοφορία οχημάτων στο κατασκευαζόμενο γαιώδες επίχωμα

Επί των υπό κατασκευή στρώσεων επιχώματος δεν επιτρέπεται η κυκλοφορία οχημάτων μέχρι να ολοκληρωθεί η συμπύκνωσή τους. Αν αυτό είναι αναπόφευκτο, οι κινήσεις προγραμματίζονται κατά τρόπο ώστε να μην δημιουργούνται τροχοσυλακώσεις.

Ακόμη και τα ολοκληρωμένα τμήματα των επιχωμάτων δεν επιτρέπεται να κυκλοφορούνται συστηματικά.

3.5.3. Καθορισμός ανωτάτης τιμής επιτρεπόμενων καθιζήσεων

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

Τα εν λόγω θέματα αναφέρονται επιγραμματικά και δεν αποτελούν αντικείμενο της παρούσας.

3.5.4. Πρανή

Οι εφαρμοζόμενες κλίσεις στα πρανή των επιχωμάτων εξαρτάται από το ύψος αυτών, τη φύση του υπεδάφους και του υλικού κατασκευής αυτών.

Εάν δεν καθορίζεται διαφορετικά στη Μελέτη, τότε εφαρμόζονται τα καθοριζόμενα στον Πίνακα 3-4.

Πίνακας 3-4 Κλίσεις πρανών επιχωμάτων (υ : β)

Περίπτωση	Ύψος πρανού επιχώματος (Υ) [m]	Κλίση πρανού [ύψος : βάση]
Κατά γενικό κανόνα (εφόσον το επιτρέπει το έδαφος)	$Y \leq 1,5$	1:3
	$1,5 < Y \leq 3,0$	1:2
	$3,00 < Y$	2:3
Με χρήση βραχωδών προϊόντων	ανεξαρτήτου ύψους	1:1
Σε περίπτωση κινδύνου διάβρωσης	ανεξαρτήτου ύψους	1:3

Σε περιπτώσεις επιχωμάτων ύψους μεγαλύτερου από 10,0 m, όπως και σε ειδικές περιπτώσεις μικρότερου ύψους (ασταθή εδάφη, υψηλός υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας, μαλακά εδάφη με κινδύνους υποχωρήσεων κλπ.), εφαρμόζονται οι υποδείξεις από μελέτη ευστάθειας επιχωμάτων με υπολογισμό γενικευμένης και εσωτερικής ευστάθειας, σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς.

3.5.5. Ζώνες φίλτρων βραχωδών επιχωμάτων

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

Αντίστοιχα, όταν προβλέπεται από τη Μελέτη, ζώνη φίλτρου κατασκευάζεται και στη 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:

$$\alpha. \frac{D 15\% (\text{αμμοχάλικου})}{D 85\% (\text{υπεδάφους})} \leq \dots 5$$

$$\beta. \frac{D 15\% (\text{αμμοχάλικου})}{D 15\% (\text{υπεδάφους})} \geq 5$$

$$\gamma. \frac{D 50\% (\text{αμμοχάλικου})}{D 50\% (\text{υπεδάφους})} \leq 25$$

όπου:

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

3.6. Απαιτήσεις υψομετρικής ακρίβειας στρώσεων επιχωμάτων

3.6.1. Γενικά - ανοχές στάθμης χωματουργικών

Η τελική επιφάνεια του επιχώματος διαμορφώνεται σύμφωνα με τις προβλεπόμενες από τη μελέτη κατά μήκος κλίσεις και επικλίσεις, τις εγκάρσιες κλίσεις και με υψομετρικές ανοχές ± 3 cm.

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

Στην περίπτωση όπου η επιφάνεια στη στάθμη των χωματουργικών παραμένει εκτεθειμένη αρκετό χρονικό διάστημα, ιδιαίτερα κατά τη χειμερινή περίοδο, επανασυμπυκνώνεται πριν από την έναρξη κατασκευής των υπερκειμένων στρώσεων και επανελέγχου για το βαθμό συμπύκνωσης.

3.6.2. 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 επαυξάνει το ύψος στέψης, είτε εφ' άπαξ, είτε με διαδοχικές συμπληρώσεις, όσο θα απαιτείται για την αντιστάθμιση των κάθε είδους υποχωρήσεων.

Ο απολεσθείς από αυτές τις υποχωρήσεις όγκος δεν επιμετράται ιδιαίτερως.

3.6.3. Ανοχές των περατωμένων επιφανειών βραχωδών επιχωμάτων

Ισχύουν όσα αναφέρονται στις παραγράφους 3.6.1 και 3.6.2, και επιπλέον τα ακόλουθα:

Οι περατωμένες επιφάνειες του πυρήνα (στα γαιώδη επιχώματα) και του μεταβατικού τμήματος (στα βραχώδη επιχώματα) ελέγχονται με τοπογραφικά όργανα, με ακρίβεια εκατοστού ± 1 cm, στον άξονα και τα άκρα εγκαρσίων διατομών ανά αποστάσεις μικρότερες από 20 cm κατά μήκος της οδού.

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 απαιτήσεις:

1. Αν το ημίθροισμα των ακραίων τιμών προκύπτει θετικό, 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 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, εκσκάπτεται η τελευταία κατασκευασθείσα στρώση και ανακατασκευάζεται στο σωστό πάχος.

Αν δεν πληρούται η δεύτερη συνθήκη 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.

3.6.4. Στάθμη Άνω Επιφάνειας Χωματοουργικού (ΑΕΧ)

Ισχύουν τα αναφερόμενα στην παρ. 3.6.1 και επί πλέον τα ακόλουθα:

Οι ΑΕΧ των οδικών και σιδηροδρομικών έργων 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 επιτρέπεται να παρουσιάζουν αποκλίσεις μεγαλύτερες από τις αναφερόμενες στον ακόλουθο Πίνακα 3-5.

Πίνακας 3-5 Μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση υψομέτρων ΑΕΧ

Κατηγορία έργου	Μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση υψομέτρου [mm]
Οδικά έργα [με προβλεπόμενη κατασκευή, επί της ΑΕΧ, φέρουσας στρώσης με συνδετικό υλικό (άσφαλτο, τσιμέντο)]	± 20

Οδικά έργα (στις υπόλοιπες περιπτώσεις)	± 30
Σιδηροδρομικά έργα	± 25

3.6.4.1. Οδικά έργα

Όσον αφορά στα οδικά έργα:

1. Αν δεν προβλέπεται: Στρώση Στράγγισης Οδοστρώματος (ΣΣΟ), Στρώση Αντιπαγετικής Προστασίας (ΣΑΠ) από ασύνδετο υλικό, ή Ισοπεδωτική στρώση βραχωδών ορυγμάτων, η ΑΕΧ ταυτίζεται με την άνω επιφάνεια της Στρώσης Έδρασης Οδοστρώματος (ΣΕΟ).
2. Αν προβλέπεται κατασκευή ΣΣΟ ή ΣΑΠ, η ΑΕΧ ταυτίζεται με την επιφάνεια έδρασης της ΣΣΟ ή της ΣΑΠ.
3. Στις περιπτώσεις που απαιτείται κατασκευή Ισοπεδωτικής Στρώσης Βραχωδών Ορυγμάτων (ΙΣΒΟ), τότε οι απαιτήσεις ακριβείας υψομέτρων και ομαλότητας της ΑΕΧ αναφέρονται στην άνω επιφάνεια της ΙΣΒΟ, ενώ η κατασκευή της ΙΣΒΟ κατά τα λοιπά γίνεται σύμφωνα με την Προδιαγραφή Υποβάσεων Οδοστρωμάτων (βλ. ΠΕΤΕΠ 05-03-03-00).
4. Η ΑΕΧ δεν επιτρέπεται 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 κλπ.)
 - ±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 επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 2,0 m.

3.6.4.2. Σιδηροδρομικά έργα

Για τα σιδηροδρομικά έργα, η ΑΕΧ ταυτίζεται με την άνω επιφάνεια της Στρώσης Διαμόρφωσης (βλέπε και παρ. 3.6.4).

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 3.5.

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

3.6.5. Ομαλότητα στρώσης διαμόρφωσης σιδηροδρομικών έργων

Η ΑΕΧ σιδηροδρομικών έργων θα ελέγχεται με 3-μετρο κανόνα κάθετα προς τον άξονα της σιδηροδρομικής γραμμής.

Οι μετρήσεις γίνονται με συχνότητα 100 μετρήσεων ανά 1000 m μήκους, από τις οποίες μέχρι 25 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.

4. Έλεγχος ποιότητας

Οι εργαστηριακοί έλεγχοι ποιότητας θα γίνονται, είτε στο διαπιστευμένο για αυτούς τους ελέγχους εργοταξιακό εργαστήριο (εάν προβλέπεται η εγκατάσταση και λειτουργία του, στα συμβατικά τεύχη του έργου), ή σε διαπιστευμένο για αυτούς τους ελέγχους ιδιωτικό εργαστήριο της εγκρίσεως της Υπηρεσίας ή εργαστήριο του ΥΠΕΧΩΔΕ στην περιοχή εκτέλεσης των εργασιών. Οι δαπάνες εκτέλεσης των προβλεπόμενων στην παρούσα εργαστηριακών δοκιμών περιλαμβάνονται ανηγμένες στις τιμές μονάδας των επιμετρούμενων εργασιών.

4.1. Έλεγχοι και παραλαβή

4.1.1. Έλεγχοι

Σκοπός και είδος ελέγχων

Οι έλεγχοι αποσκοπούν στην εξακρίβωση:

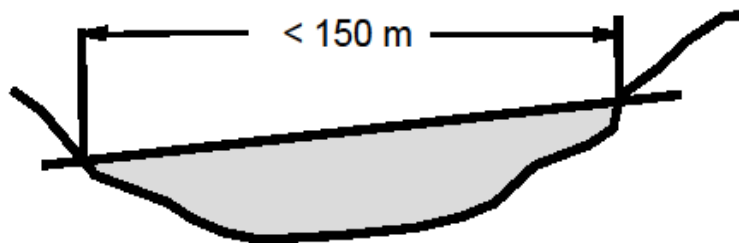
- της καταλληλότητας των υλικών κατασκευής επιχώματων
- της περιεχόμενης υγρασίας κατά τη συμπίκνωση

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

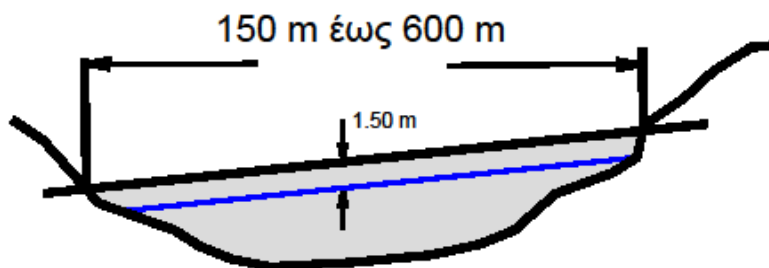
Έκταση ελέγχων

Ο αριθμός των δοκιμών συμπίκνωσης επιχώματος, με τη μέθοδο κώνου άμμου, προσδιορίζεται ανάλογα με το μήκος του επιχώματος ως εξής:

α. Για επιχώματα μήκους μικρότερου των 150 m, απαιτείται μια δοκιμή για κάθε 2000 m³ συμπυκνωμένου υλικού, και επιπλέον μια δοκιμή ανά στρώση πάχους 0,15 m, ξεκινώντας από τη δεύτερη στρώση.



β. Για επιχώματα μήκους από 150 m έως και 600 m, απαιτείται μια δοκιμή για κάθε 2000 m³ συμπυκνωμένου υλικού, και επιπλέον δύο δοκιμές ανά στρώση πάχους 0,15 m, σε κάθε μια από τις μέχρι δέκα ανώτερες στρώσεις, δηλαδή για εκείνες που αποτελούν το ανώτερο μέχρις 1,50 m του επιχώματος.



Ειδικότερα για τη στρώση έδρασης του οδοστρώματος 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 (E 106-86/2), γύψου, είτε ισοδύναμου υγρού (ρευστού) ή και ανάλογων, συμπεριλαμβανομένων και των μεθόδων προσδιορισμού της πυκνότητας με ραδιοϊσότοπα σύμφωνα με το ASTM D 6938-10 και θα εκφράζεται ως ποσοστό μέγιστης εργαστηριακής πυκνότητας (τιμή Proctor) που λαμβάνεται με τη μέθοδο ΕΛΟΤ EN 13286-2.

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

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

4.1.2. Ιδιαίτεροι έλεγχοι χωματουργικών

1. Έλεγχος επιχωμάτων

Κατά την έναρξη των χωματουργικών εργασιών εξακριβώνεται η συμπίκνωση την οποία επιτυγχάνει ο Ανάδοχος με τον τρόπο εργασίας που έχει επιλέξει (εξοπλισμός συμπίκνωσης, αριθμός διελεύσεων αυτών, πάχη στρώσεων) στα χρησιμοποιούμενα είδη εδαφικών υλικών.

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

Σε περιπτώσεις χονδρόκοκκων εδαφών και προϊόντων βραχωδών ορυγμάτων δεν είναι δυνατός ο προσδιορισμός της συμπίκνωσης με τη δοκιμή ΕΛΟΤ EN 13286-03, θα εφαρμόζεται η μέθοδος Φόρτισης Πλάκας, όταν πρόκειται για σοβαρά έργα (π.χ. οδοί κατηγορίας AI, AII, BI, BII, βλ. Πίνακα 1-1, παράγρ. 1.2.4).

Ιδιαίτερη προσοχή στον έλεγχο της συμπύκνωσης 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 συμπύκνωσης με διεισδυόμετρο. Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των διεισδυομετρήσεων απαιτούνται συγκριτικές εργαστηριακές δοκιμές και συνήθεις δοκιμές συμπύκνωσης.

2. Έλεγχος στρώσης έδρασης

Η απόσταση μεταξύ των διαφόρων θέσεων ελέγχου εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες. Στην περίπτωση ομοιόμορφων συνθηκών γίνονται έλεγχοι ανά λωρίδα κυκλοφορίας και ανά αποστάσεις που δεν θα υπερβαίνουν τα 50 m, προκειμένου για έλεγχο με τη μέθοδο της άμμου (E106-86/2) 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 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 (E 106-86/2), είτε με πυρηνικές μεθόδους (ASTM D 6938-10) εκφρασμένες ως βαθμός συμπύκνωσης, ήτοι ως ποσοστό (%) της μέγιστης εργαστηριακής πυκνότητας κατά την τροποποιημένη δοκιμή Proctor (ΕΛΟΤ EN 13286-2), θα ικανοποιούν τα ακόλουθα κριτήρια αποδοχής:

- Μεμονωμένες τιμές

Καμία μεμονωμένη τιμή (X_i) δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη από το προδιαγραφόμενο στη & 3.3.3 ποσοστό (X_{π}), ελαττωμένη κατά τρεις εκατοστιαίες μονάδες για συνεκτικά εδάφη και κατά πέντε εκατοστιαίες μονάδες για μη συνεκτικά εδάφη.

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

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

- Μέσες τιμές

Ο μέσος όρος πέντε διαδοχικών γειτονικών τιμών (X_5) δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερος από το προδιαγραφόμενο στην παρ 3.3.3. ποσοστό (X_{π}).

$$X_5 > X_{\pi}$$

Εάν ένα ή και τα δύο από τα παραπάνω κριτήρια αποδοχής δεν ικανοποιούνται ο Ανάδοχος θα 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 (D_r), 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.

4.1.3. 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.

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

Στο πρωτόκολλο παραλαβής 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 και εφόσον 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 γίνεται επανέλεγχος και συμπεριλαμβάνεται το όλο ιστορικό στο εν λόγω πρωτόκολλο.

4.2. Δοκιμές

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

Πίνακας 4-1 Πρότυπα εκτέλεσης δοκίμων ποιοτικού ελέγχου

Είδος δοκιμής	Ισχύον πρότυπο	Παλαιότερα πρότυπα
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 933-01	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 14688-1 &2 AASHTO: M -145 ASTM D 3892	
Σχέση υγρασίας – πυκνότητας	EN 13286-2:2004	E 106-86/2/ΥΠΕΧΩΔΕ
Δοκιμαστική φόρτιση (Μέθοδος Φορτιζόμενης Πλάκας)	DIN 18134 ή NF P94118.1 ή prEN ISO 22476-13 ή E 106-84/4	
Έλεγχος Πυκνότητας	E 106-86/2 ASTM D 6938-10	
Δοκιμή CBR	EN 13286-47	

Κατά τη διάρκεια των κατασκευών, 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 D_r 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 επί μέρους αποτέλεσμα να είναι μικρότερο από την απαιτούμενη σχετική πυκνότητα (D_r), όχι όμως περισσότερο από 10% του προσδιοριζόμενου κάτω ορίου αυτής.
3. 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.

5. Όροι Υγιεινής, Ασφάλειας & προστασίας περιβάλλοντος

5.1. Εργασιακοί κίνδυνοι – Ληπτέα μέτρα για τον προορισμό 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 φορητών προειδοποιητικής πινακίδας που 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 ενεργοποιείται κατά την οπισθοπορεία.
- Υποχρέωση των οδηγών/ χειριστών να ασφαλίζουν πλήρως τον εξοπλισμό όταν δεν λειτουργεί: εφαρμογή χειρόφρενου, καταβιβασμός των κουβάδων εκσκαφών και φορτωτών στο έδαφος, απαγόρευση ακινητοποίησης ανατρεπομένου αυτοκινήτου με υπερυψωμένη την καρότσα κ.ο.κ.
- Καθοδήγηση οδηγών φορητών 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, αμμοχαλκοστρώσεις).

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 περί ελαχίστων μέτρων ασφάλειας στα εργοτάξια.

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

5.2. Μέτρα προστασίας περιβάλλοντος

Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών ο Ανάδοχος θα 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 κλπ.)
- Προστασία χλωρίδας γύρω από τους χώρους εκτέλεσης των έργων
- Χρήση μηχανημάτων έργων αντιρρυπαντικής τεχνολογίας για τη μείωση των ρυπογόνων εκπομπών

6. Επιμέτρηση και πληρωμή

6.1. Γενικοί όροι

Στην τιμή μονάδας συμπεριλαμβάνονται ανηγμένα όλες οι εργασίες, καθώς και τα πάσης φύσεως υλικά και εξοπλισμός, η εξασφάλιση και η κατανάλωση της ενέργειας, καθώς και κάθε άλλη συμπαρομαρτούσα

δράση απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη κατά τα ανωτέρω εργασίας. Ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, περιλαμβάνονται τα εξής:

- Η κατασκευή όλων των τμημάτων του επιχώματος και της στρώσης έδρασης οδοστρώματος (εάν προβλέπεται).
- Η συμπύκνωση του εδάφους έδρασης των συνήθων επιχωμάτων, μετά την τυχόν αφαίρεση των ακατάλληλων γαιών και τη συμπλήρωση κοιλωμάτων. (Η αφαίρεση των ακατάλληλων εδαφικών στρώσεων επιμετράται ιδιαίτερα).
- Η συμπύκνωση της επιφάνειας της «στρώσης έδρασης» με ελαστικοφόρο οδοστρωτήρα ή οδοστρωτήρα με λείους κυλίνδρους, ώστε να διαμορφωθεί λεία επιφάνεια επαρκώς αποστραγγιζόμενη.
- Η συμπύκνωση λωρίδας εδάφους πλάτους μέχρι 2,0 m εκατέρωθεν των ποδών του επιχώματος.
- 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.
- Η συγκέντρωση των απορριμμάτων πάσης φύσεως που προκύπτουν κατά την εκτέλεση των εργασιών και τη μεταφορά τους προς οριστική απόθεση.
- Η εκτέλεση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων κλπ. για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την παρούσα, καθώς και των τυχόν διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά) εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.

6.2. Κατασκευή επιχωμάτων με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων

Η επιμέτρηση της εργασίας κατασκευής επιχώματος γίνεται σε κυβικά μέτρα έτοιμης κατασκευής συμπυκνωμένου επιχώματος με λήψη στοιχείων αρχικών και τελικών διατομών, με μερίμνα και δαπάνες του Αναδόχου, σύμφωνα με τις οδηγίες της Υπηρεσίας και παρουσία εκπροσώπων της.

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 ιδιαίτερος. Για την επιμέτρηση οποιουδήποτε άλλου μεταφορικού έργου ισχύουν τα προβλεπόμενα στα συμβατικά τεύχη.

6.3. Κατασκευή επιχωμάτων με βραχώδη υλικά

Τα βραχώδη επιχώματα επιμετρώνται σε κυβικά μέτρα συμπυκνωμένου όγκου με λήψη στοιχείων διατομών εκτέλεσης και αναλυτικούς υπολογισμούς.

Η στρώση στέψης του επιχώματος (στρώση φίλτρου) θα συνυπολογίζεται με τον όγκο του επιχώματος από βραχώδη υλικά, εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά στη μελέτη και τα λοιπά συμβατικά τεύχη.

Διευκρινίζεται ότι στις εργασίες της παρούσας δεν περιλαμβάνονται τα μεταβατικά επιχώματα των τεχνικών έργων (γεφυρών, ημιγεφυρών, τοίχων, οχετών, αγωγών, κτλ.).