

2009-12-23

ICS: 93.020

**ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009**

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ  
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ  
HELLENIC TECHNICAL  
SPECIFICATION**



**Εξυγιάνσεις και σταθεροποιήσεις εδαφών με εφαρμογή υδρασβέστου, υδραυλικών  
κονιών, τσιμέντου και ασβεστούχου-ιπτάμενης τέφρας**

**Soil improvement and stabilization using lime, pozzolans, cement and calcareous fly ash**

Κλάση τιμολόγησης: **10**

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

## Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00 «**Εξυγιάνσεις και σταθεροποιήσεις εδαφών με εφαρμογή υδρασβέστου, υδραυλικών κονιών, τσιμέντου και ασβεστούχου ιπτάμενης τέφρας**» 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 1501-02-09-01-00, 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 1501-02-09-01-00 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 φωτοαντιγραφίσις και μικροφίλμ, δίχως γραπτή άδεια από τον εκδότη.

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ Α.Ε.  
Αχαρνών 313, 111 45 Αθήνα

© ΕΛΟΤ

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

**Περιεχόμενα**

Εισαγωγή.....	4
1 Αντικείμενο .....	5
2 Τυποποιητικές παραπομπές.....	5
3 Όροι και ορισμοί .....	7
4 Απαιτήσεις.....	7
4.1 Τσιμέντο.....	7
4.2 Υδράβυστος.....	7
4.3 Ασβεστόχος ιπτάμενη τέφρα (IT).....	7
4.4 Νερό .....	8
4.5 Έδαφος .....	8
5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών .....	8
5.1 Γενικά – μελέτη σύνθεσης.....	8
5.2 Κατασκευή στρώσεων εξυγίανσης.....	9
5.3 Χρήση μονίμων εγκαταστάσεων ανάμιξης.....	15
5.4 Κλιματολογικοί περιορισμοί.....	16
5.5 Συντήρηση στρώσης .....	16
5.6 Δοκιμαστικό τμήμα .....	16
5.7 Απαιτήσεις σταθεροποιημένης στρώσης .....	17
6 Κριτήρια αποδοχής περαιωμένης εργασίας .....	18
6.1 Έλεγχοι και παραλαβή.....	18
6.2 Δοκιμές.....	19
7 Όροι υγείας – ασφάλειας και προστασίας περιβάλλοντος.....	19
7.1 Μέτρα ασφαλείας .....	19
7.2 Μέτρα προστασίας περιβάλλοντος .....	20
8 Τρόπος επιμέτρησης.....	20
Παράρτημα Α [Υπόδειγμα προγράμματος ποιότητας έργου (ΠΠΕ)] .....	22
Βιβλιογραφία.....	24

## Εισαγωγή

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή εντάσσεται στη σειρά των Π.Ε.ΤΕ.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 Π.Ε.ΤΕ.Π 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.

## Εξυγιάνσεις και σταθεροποιήσεις εδαφών με εφαρμογή υδρασβέστου, υδραυλικών κονιών, τσιμέντου και ασβεστούχου ιπτάμενης τέφρας

### 1 Αντικείμενο

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα Προδιαγραφή αφορούν στην εξυγίανση / σταθεροποίηση των εδαφών για την βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων τους με την ανάμιξη αυτών με σχετικά μικρές ποσότητες υδρασβέστου ή / και υδραυλικών κονιών (τσιμέντου ή και ασβεστούχου ιπτάμενης τέφρας), τη συμπύκνωσή τους υπό συνθήκες βέλτιστης υγρασίας και τη συντήρησή τους επί ορισμένο χρονικό διάστημα.

Τα χαρακτηριστικά των υλικών, το βάθος εξυγίανσης και η μέθοδος κατασκευής κατά περίπτωση θα αποτελούν αντικείμενο ειδικής μελέτης που θα συνοδεύεται από τεχνικοοικονομική ανάλυση.

Η εξυγίανση εδαφικών υλικών αποσκοπεί:

1. Στη βελτίωση χαρακτηριστικών εδάφους επί του οποίου θεμελιώνονται τα επιχώματα.
2. Στη βελτίωση των ορίων Atterberg και της φέρουσας ικανότητας της εδαφικής στρώσης (στέψης επιχωμάτων, ή στρώσης έδρασης οδοστρωμάτων), όταν αυτή έχει δυσμενή χαρακτηριστικά (π.χ. μεγάλη πλαστικότητα ή / και μικρές τιμές CBR).
3. Στην εξουδετέρωση της διογκωσιμότητας ορισμένων εδαφικών υλικών και των κινδύνων που συνεπάγεται αυτή για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του έργου. τροποποιήσεων.

Η εφαρμογή τεχνικών εξυγίανσης του εδάφους επιλέγεται μετά από οικονομοτεχνική σύγκριση με άλλες τεχνικές δοκιμές μεθόδους, όταν το συνολικό κόστος του απαιτούμενου οδοστρώματος καθίσταται μικρότερο.

Η τεχνική της σταθεροποίησης με υδράσβεστο, ασβεστούχο ιπτάμενη τέφρα ή / και τσιμέντο είναι συνήθως πλεονεκτική, όταν με χρήση επιτόπιου υλικών το προκύπτον οδόστρωμα είναι μεγάλου πάχους και δεν διατίθενται κοντά στο έργο κατάλληλα εδαφικά υλικά, που να πληρούν τις απαιτήσεις των προδιαγραφών, ενώ η προμήθειά τους από άλλες μακρινές πηγές είναι δαπανηρότερη. Εφαρμόζεται επίσης και σε περιπτώσεις περιβαλλοντικών περιορισμών σχετικά με δανειοθαλάμους / αποθεσιοθαλάμους στην ευρύτερη περιοχή των έργων.

### 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 1501-02-09-01-00:2009

© ΕΛΟΤ

- ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-06-00-00 Quarry sites and borrow areas development and exploitation -- Ανάπτυξη – εκμετάλλευση λατομείων και δανειοθαλάμων.
- ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-07-01-00 Construction of embankments with suitable excavation or borrow materials -- Κατασκευή επιχωμάτων με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων.
- ΕΛΟΤ EN 197-1 Cement-Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements -- Τσιμέντο – Μέρος 1:Σύνθεση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης για κοινά τσιμέντα.
- ΕΛΟΤ 345 Water for concrete mixture and maintenance -- Νερό αναμίξεως και συντηρήσεως σκυροδεμάτων.
- ΕΛΟΤ EN 459-1 Building Lime - Part 1: Definitions, specifications and conformity criteria -- Δομική άσβεστος – Μέρος 1: Ορισμοί, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης.
- ΕΛΟΤ EN 459-2 Building Lime - Part 2: Test methods -- Δομική άσβεστος – Μέρος 2: Μέθοδοι δοκιμής.
- ΕΛΟΤ EN 459-3 Building Lime - Part 3: Conformity evaluation -- Δομική άσβεστος - Μέρος 3: Εκτίμηση της συμμόρφωσης.
- ΕΛΟΤ EN 933-1 Tests for geometrical properties of aggregates – Part 1: Determination of particle size distribution --Sieving method -- Δοκιμές γεωμετρικών ιδιοτήτων των αδρανών – Μέρος 1: Προσδιορισμός του διαγράμματος κοκκομετρίας – Μέθοδος με κόσκινα.
- ΕΛΟΤ EN 933-8 Test for geometrical properties of aggregates - Part 8: Assessment of fines - Sand equivalent test -- Δοκιμές γεωμετρικών ιδιοτήτων των αδρανών - Μέρος 8: Αξιολόγηση λεπτόκοκκου κλάσματος (παιπάλης) – Δοκιμή ισοδύναμου άμμου
- 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 κόνιες. Μέρος 2: Μέθοδοι δοκιμής για τον προσδιορισμό της εργαστηριακής πυκνότητας αναφοράς και της περιεκτικότητας σε νερό. Συμπύκνωση Proctor.
- ΕΛΟΤ EN 13286-4 Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 4: Test methods for laboratory reference density and water content - Vibrating hammer -- Μίγματα μη σταθεροποιημένα και σταθεροποιημένα με υδραυλικές κόνιες - Μέρος 4: Εργαστηριακές μέθοδοι δοκιμής αναφορικά με τη φαινόμενη πυκνότητα και την περιεκτικότητα σε νερό – Δονητική σφύρα.
- ΕΛΟΤ EN 13286-41 Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 41: Test method for the determination of the compressive strength of hydraulically bound mixtures -- Μίγματα μη σταθεροποιημένα και σταθεροποιημένα με υδραυλικές κόνιες - Μέρος 41: Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της αντοχής σε θλίψη σταθεροποιημένων με υδραυλικές κόνιες μιγμάτων.
- ΕΛΟΤ EN 13286-51 Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 51: Method for the manufacture of test specimens of hydraulically bound mixtures using vibrating hammer compaction -- Μίγματα μη σταθεροποιημένα και σταθεροποιημένα με υδραυλικές κόνιες - Μέρος 51: Μέθοδος παρασκευής δοκιμίων από μίγματα σταθεροποιημένα με υδραυλικές κόνιες με συμπύκνωση με δονητική σφύρα

© ΕΛΟΤ

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

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 Εξυγίανση / σταθεροποίηση εδάφους

Είναι η βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων, του υφισταμένου εδαφικού υλικού, σε συγκεκριμένο βάθος, με την ανάμιξή του με υδράσβεστο ή / και τσιμέντο ή ασβεστούχο ιπτάμενη τέφρα, ώστε με τη συμπύκνωσή του υπό συνθήκες βέλτιστης υγρασίας και με τη συντήρησή του για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα να προκύψει ομοιογενής, ανθεκτική στρώση με βελτιωμένα μηχανικά χαρακτηριστικά και αυξημένη φέρουσα ικανότητα.

#### 3.2 Βαθμός θρυμματισμού

Είναι ο λόγος του ξηρού βάρους του μίγματος του εδάφους – ή / και της υδρασβέστου, που διέρχεται από το κόσκινο τετραγωνικής οπής πλευράς 5 mm, προς το ολικό βάρος του δείγματος, αφαιρουμένου του βάρους των χαλικιών, τα οποία συγκρατούνται.

### 4 Απαιτήσεις

Τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά των υλικών εξυγίανσης / σταθεροποίησης του εδάφους έχουν ως εξής:

#### 4.1 Τσιμέντο

Θα είναι σύμφωνο με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 197-1 και σχετ. απόφαση Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ, (βλέπε Βιβλιογραφία).

#### 4.2 Υδράσβεστος

Θα είναι βιομηχανικής παραγωγής παραδιδόμενη σε χάρτινους σάκους ή σε σιλό (σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 459 –1, 459-2, 459-3).

#### 4.3 Ασβεστούχος ιπτάμενη τέφρα (IT)

Θα προέρχεται από τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς της περιοχής Μεγαλόπολης ή Πτολεμαΐδας. Δεδομένου ότι η παραγωγή των σταθμών αυτών δεν είναι σταθερή και δεν υπάρχει μέχρι στιγμής Ελληνικό Πρότυπο για τα υλικά αυτά θα πρέπει κατά τη μελέτη και την προετοιμασία της κατασκευής να εξασφαλισθεί ικανή ποσότητα τέφρας από τον ίδιο σταθμό παραγωγής με σταθερά χαρακτηριστικά. Η Ιπτάμενη τέφρα δεν είναι απαραίτητο να είναι κατεργασμένη, αντιθέτως θα πρέπει να επιδιώκεται να έχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό ελεύθερου CaO, το οποίο είναι και το πλέον δραστικό συστατικό της IT για τη σταθεροποίηση αργιλωδών εδαφικών υλικών.

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

© ΕΛΟΤ

#### 4.4 Νερό

Το νερό θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ 345.

#### 4.5 Έδαφος

Τα εδαφικά υλικά τα οποία προσφέρονται για σταθεροποίηση συνήθως είναι λεπτόκοκκα αργιλώδη εδάφη, με σχετικά μεγάλη πλαστικότητα ή διογκωσιμότητα και με μικρή φέρουσα ικανότητα.

Η ύπαρξη λίθων μεγαλύτερων των 7,5 cm δημιουργεί δυσκολίες στην ανάμιξη και διαμόρφωση της επιφάνειας και προκαλεί φθορές στα αναμικτικά μηχανήματα. Λίθοι διαμέτρου μεγαλύτερης από 7,5 cm πρέπει να απομακρύνονται.

Επισημαίνεται ότι όταν το διερχόμενο από το κόσκινο ASTM No 40 υλικό έχει όριο υδαρότητας μεγαλύτερο από 40 % και ο δείκτης πλαστικότητας ξεπερνά το 15, (όπως αυτά προσδιορίζονται από τις πρότυπες μεθόδους E 105 – 86/6 και E 105 – 86/5 – βλέπε Βιβλιογραφία της παρούσας), η ανάμιξη με τα σταθεροποιητικά υλικά και η θραύση των βύλων παρουσιάζει ιδιαίτερες δυσκολίες.

Το γεγονός αυτό θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη στην περίπτωση σταθεροποίησης με υδράσβεστο ή ασβεστούχο ιπτάμενη τέφρα, γιατί πιθανόν να χρειαστεί εκτός από τη χρήση ισχυρότερων μηχανημάτων ανάμιξης, και εφαρμογή της σταθεροποίησης σε δύο στάδια (αρχική ανάμιξη και μετά την παρέλευση τουλάχιστον 3 ημερών, τελική ανάμιξη και συμπύκνωση). Σημειώνεται ότι στις περιπτώσεις αυτές δεν μπορεί να γίνει σταθεροποίηση μόνον με τσιμέντο και απαιτείται συνδυασμός υδρασβέστου ή ασβεστούχου ιπτάμενης τέφρας και τσιμέντου.

### 5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών

#### 5.1 Γενικά – μελέτη σύνθεσης

Πριν από κάθε εφαρμογή θα προηγείται μελέτη σύνθεσης του μίγματος. Το ποσοστό του ή των σταθεροποιητών (υδρασβέστου ή / και τσιμέντου-ασβεστούχου ιπτάμενης τέφρας ή / και τσιμέντου) και η υγρασία του μίγματος κατά τη συμπύκνωση θα καθορίζεται από τη μελέτη σύνθεσης ανάλογα με το είδος του εδαφικού υλικού και το είδος και τον βαθμό της βελτίωσης των μηχανικών ιδιοτήτων που επιδιώκεται.

Το ελάχιστο ποσοστό της υδρασβέστου θα είναι 2% του τσιμέντου ή της ασβεστούχου ιπτάμενης τέφρας 3% κατά βάρος ξηρού υλικού. Επισημαίνονται τα εξής:

- Η χρήση του τσιμέντου (ως μοναδικού σταθεροποιητή) είναι οικονομικά και τεχνικά πρόσφορη συνήθως για ιλυο-αμμώδη ή ιλυοαμμοχαλικώδη εδαφικά υλικά με μικρά σχετικά ποσοστά αργίλου και μέτρια πλαστικότητα.
- Με τη χρήση (μόνο) υδρασβέστου ή ασβεστούχου ιπτάμενης τέφρας επιτυγχάνονται γενικά σημαντικές βελτιώσεις στα όρια Atterberg σε μεγάλο εύρος εδαφικών υλικών και μέτριες βελτιώσεις στην αντοχή και το CBR αυτών. Χρησιμοποίηση μεγάλων σχετικά ποσοστών υδρασβέστου δεν αυξάνουν αναλογικά το CBR και την αντοχή. Επομένως, αν από τη μελέτη του οδοστρώματος προκύπτει ότι με μεγαλύτερες τιμές CBR (ή αντοχών) από εκείνες που προκύπτουν με τη χρήση του ποσοστού υδρασβέστου που υποδεικνύει η εργαστηριακή μελέτη, το απαιτούμενο οδοστρώμα συμφέρει περισσότερο οικονομικά, τότε πρέπει να εξετασθεί αν η επιζητούμενη περαιτέρω αύξηση μπορεί να επιτευχθεί με χρήση τσιμέντου ως δευτέρου σταθεροποιητή (συνδυασμός δύο σταθεροποιητών).

Εκτός αν τίθενται διαφορετικές ή πρόσθετες απαιτήσεις στην Τεχνική Συγγραφή Υποχρεώσεων του έργου, λόγω των ειδικών απαιτήσεων του έργου και των ιδιοτήτων του εδαφικού υλικού, το μίγμα εδάφους και σταθεροποιητικών συμπυκνωμένο στο 100% της Πρότυπης Δοκιμής Συμπύκνωσης κατά Proctor (E 105-86, Μέθοδος 10) θα έχει τις ελάχιστες τιμές των χαρακτηριστικών του Πίνακα 1.



Πίνακας 1 – Ελάχιστες τιμές χαρακτηριστικών για σταθεροποίηση εδαφικών υλικών

Είδος σταθεροποίησης	Δοκιμή	Ηλικία	Δοκιμία
Με υδράσβεστο	CBR > 5% διόγκωση <2%	28	CBR
Με ασβεστούχο Ιπτάμενη τέφρα	CBR > 5% διόγκωση <2%	28	CBR
Με τσιμέντο, ή με συνδυασμό τσιμέντου και υδρασβέστου ή ασβεστ. Ιππ. Τέφρας	Αντοχή σε θλίψη > 3 MPa	7	Κυλινδρικά H/d=2

Ως ελάχιστη τιμή θεωρείται η χαρακτηριστική τιμή με 10% ποσοστημόριο, δηλ. η τιμή εκείνη για την οποία υπάρχει πιθανότητα να βρεθεί μικρότερη τιμή μόνο 10%.

Κατά την εργαστηριακή μελέτη σταθεροποίησης προσδιορίζεται το ποσοστό του σταθεροποιητή κατ' όγκο ξηρού υλικού ή τα ποσοστά κατ' όγκο του συνδυασμού των σταθεροποιητών, βάσει των οποίων επιτυγχάνονται κατ' ελάχιστον οι τιμές του Πίνακα 1.

Είναι δυνατόν στις περιπτώσεις σταθεροποίησης μόνο με υδράσβεστο ή μόνο με ασβεστούχο ιπτάμενη τέφρα να επιτυγχάνονται τιμές CBR μεγαλύτερες του 5% με ποσοστά σταθεροποιητή τα οποία είναι πρόσφορα από οικονομική και τεχνική άποψη. Στις περιπτώσεις αυτές προδιαγράφεται από τη μελέτη σύνθεσης και η απαιτούμενη χαρακτηριστική τιμή CBR, η οποία αποκαλείται προδιαγραφόμενη τιμή, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο ποιότητας του έργου.

## 5.2 Κατασκευή στρώσεων εξυγίανσης

Η κατασκευή της στρώσης περιλαμβάνει τις εργασίες:

1. Προετοιμασίας.
2. Ανάμιξης.
3. Διάστρωσης.
4. Συμπύκνωσης.
5. Συντήρησης.

Η κατασκευή της στρώσης θα γίνεται σύμφωνα με τα ακόλουθα:

### 5.2.1 Προετοιμασία του εδάφους

Στο προς σταθεροποίηση τμήμα της οδού θα εκτελούνται εργασίες καθαρισμού και εκρίζωσης, μέχρι και αφαίρεσης των φυτικών και άλλων ακατάλληλων υλικών, όπως ορίζεται στην αντίστοιχη Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-01-01-00.

Αν τα μηχανήματα ανάμιξης, που χρησιμοποιούνται, δεν είναι δυνατόν να εκτελέσουν από μόνα τους πλήρη αναμόχλευση των επιτόπου υλικών, θα χρησιμοποιούνται κατάλληλα αναμοχλευτικά μηχανήματα για να επιτυγχάνεται η σωστή ανάμιξη των υλικών στο καθοριζόμενο από τη μελέτη βάθος. Η προδιαβροχή του εδάφους συνήθως διευκολύνει την εργασία αυτή.

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

© ΕΛΟΤ

Στα συνεκτικά εδάφη θρυμματίζονται οι εδαφικοί σβώλοι με απλή ή πολλαπλές διελεύσεις κατάλληλων μηχανημάτων (ισοπεδωτές με υνιά, προωθητές με υνιά) ή και με απλά γεωργικά μηχανήματα (τρακτέρ, φρέζα):

- εφ' όσον με αυτά επιτυγχάνεται το απαιτούμενο αποτέλεσμα,
- μέχρι το μέγεθός τους να μην είναι δυνατό να μειωθεί περισσότερο.

Όταν προβλέπεται από τη σχετική μελέτη, η χρήση συνδυασμού υδρασβέστου και τσιμέντου, ή ασβεστούχου ιπτάμενης τέφρας και τσιμέντου, κατά την προετοιμασία του εδάφους ενσωματώνεται, πριν από τον θρυμματισμό η υδράσβεστος ή αντίστοιχα η ιπτάμενη τέφρα, για την αύξηση της ευθρυπτότητας των βώλων και τη βελτίωση του βαθμού θρυμματισμού, ώστε η ανάμιξη του τσιμέντου να γίνει σε θρυμματισμένο εδαφικό υλικό και να επιτευχθεί ο βαθμός ομοιομορφίας που απαιτείται.

Δεν θα προστίθεται τσιμέντο αν δεν επιτευχθεί βαθμός θρυμματισμού τουλάχιστον ίσος προς 60%. Η περιεχόμενη υγρασία δεν πρέπει να υπολείπεται περισσότερο από 3% της βέλτιστης.

Κατά τη διάρκεια της ανάμιξης θα προστίθεται ομοιόμορφα νερό, με καταιονισμό κατά τα προβλεπόμενα στην παρακάτω παράγραφο 5.2.4, προκειμένου να αποκτήσει το μίγμα τη βέλτιστη υγρασία και να αναπληρωθούν τυχόν απώλειες λόγω εξάτμισης.

Πριν από την έναρξη της συμπύκνωσης το μίγμα πρέπει να είναι ομοιογενές με τη βέλτιστη υγρασία και με βαθμό θρυμματισμού ίσο ή μεγαλύτερο του 80%.

Σαν «Βαθμός θρυμματισμού» ορίζεται ο λόγος του ξηρού βάρους του μίγματος του εδάφους – ή / και της υδρασβέστου, που διέρχεται από το κόσκινο τετραγωνικής σπής πλευράς 5 mm, προς το ολικό βάρος του δείγματος, αφαιρουμένου του βάρους των χαλικιών, τα οποία συγκρατούνται.

Εάν, μετά από 4 διελεύσεις του μηχανήματος σταθεροποίησης δεν έχει επιτευχθεί βαθμός θρυμματισμού τουλάχιστον 60%, τότε η εργασία θα διακόπτεται και η στρώση θα κυλινδρούται με μία διέλευση στατικού οδοστρωτήρα με λείους τροχούς με βάρος ανά μετρικό τόνο ή με μία διέλευση οδοστρωτήρα με ελαστικούς τροχούς και θα διατηρείται υγρή - αν απαιτείται - με 1 ή 2 καταβρέγματα την ημέρα επί 72 ώρες.

Μετά το πέρας της περιόδου των 72 ωρών, το υλικό θα αναμοχλεύεται και θα καταβρέχεται ομοιόμορφα με νερό - αν απαιτείται - ώστε η υγρασία του μίγματος να φθάσει τη βέλτιστη.

Θα γίνονται νέοι έλεγχοι θρυμματισμού (3 έλεγχοι για κάθε 200 m<sup>3</sup> εξυγιανόμενου υλικού) και, εφ' όσον ο βαθμός θρυμματισμού προκύψει τουλάχιστον 60% και έχει επιτευχθεί ομοιογενές μίγμα, θα ακολουθεί συμπύκνωση της στρώσης – (εάν πρόκειται για εξυγίανση μόνο με υδράσβεστο ή ασβεστούχο ιπτάμενη τέφρα) – ή θα γίνεται διανομή της προβλεπόμενης ποσότητας τσιμέντου – (εάν πρόκειται για εξυγίανση με συνδυασμό τσιμέντου και υδράσβέστου ή τσιμέντου και ασβεστούχου ιπτάμενης τέφρας).

Εάν με την παραπάνω διαδικασία δεν επιτευχθεί ο απαιτούμενος βαθμός θρυμματισμού, ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να χρησιμοποιήσει μηχανήματα θρυμματισμού και ανάμιξης υψηλότερης δυναμικότητας.

Εάν στο δοκιμαστικό τμήμα (βλ. παράγραφο 5.6) αποδειχθεί ότι με τα χρησιμοποιούμενα μηχανήματα μπορεί να επιτευχθεί ο απαιτούμενος βαθμός θρυμματισμού, χωρίς τη μεσολάβηση της περιόδου 72 ωρών και εφ' όσον προβλέπεται χρησιμοποίηση και τσιμέντου, τότε μπορεί η διανομή του τσιμέντου να γίνεται αμέσως μετά την ανάμιξη της υδράσβέστου ή της ασβεστούχου ιπτάμενης τέφρας.

Εάν διαπιστωθεί ότι τα μηχανήματα, που χρησιμοποιούνται έχουν την τάση να μεταθέτουν το υλικό, είτε εγκάρσια, είτε κατά μήκος, προκαλώντας με αυτόν τον τρόπο απόμιξη του μίγματος, τότε θα πρέπει να γίνονται τουλάχιστον δύο αντίθετες φορές διελεύσεις, ώστε να επανέρχεται το υλικό στην αρχική, κανονική του θέση.

Στα αμμώδη και χαλικώδη εδάφη συνιστάται να εξετάζεται η δυνατότητα αρχικής ανάμιξης χωρίς τσιμέντο, για την επίτευξη ομοιόμορφου διαβαθμισμένου μίγματος εδάφους. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να διαπιστωθεί και εάν απαιτείται εμπλουτισμός με δάνεια υλικά.

© ΕΛΟΤ

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

Εάν η υγρασία του εδάφους υπερβαίνει τα απαιτούμενα όρια (βέλτιστη υγρασία), θα διακόπτονται οι εργασίες προετοιμασίας ή θα ελαττώνεται η περιεκτικότητα σε νερό, μέσω αερισμού, αναμόχλευσης, ανάμιξης υλικών κλπ. Σε ξηρά συνεκτικά ή αμμώδη εδάφη με φακούς πηλού, πρέπει να γίνεται διαποτισμός τους, την ημέρα πριν από την κατεργασία, για να υποστούν οι υπάρχοντες συνεκτικοί βώλοι επαρκή διύγρυνση.

Κατά τη μορφοποίηση της προς σταθεροποίηση στρώσης, εφ' όσον χρησιμοποιούνται υλικά από το σώμα της οδού, η ανώτατη επιφάνεια αυτής θα διαμορφώνεται σε τέτοιο υψόμετρο, ώστε μετά την συμπίκνωση να επιτυγχάνεται η προβλεπόμενη από τη μελέτη ερυθρά της οδού.

Όταν η σταθεροποίηση γίνεται με προσκόμιση δανείων υλικών, το πάχος της στρώσης θα είναι τέτοιο ώστε μετά τη συμπίκνωση να επιτευχθεί η προβλεπόμενη στάθμη σκάφης κατά τον συντελεστή συμπίκνωσης και να αποφευχθεί κατά τον τρόπο αυτόν η επεξεργασία υποστρώματος σε μεγαλύτερο πάχος από το απαιτούμενο.

Το υπόστρωμα της προς σταθεροποίηση στρώσης θα συμπτυκνώνεται όπως καθορίζεται στην Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-07-01-00 και θα μορφοποιείται όπως προβλέπεται στη μελέτη (στάθμες, κλίσεις). Για τον σκοπό αυτό το εδαφικό υλικό που θα σταθεροποιηθεί – σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιείται υλικό που προέρχεται από το σώμα της οδού – θα απομακρύνεται με ισοπέδωτή (grader) προς τα άκρα της οδού.

Η συμπίκνωση του υποστρώματος μπορεί να παραληφθεί, μετά από έγκριση της Υπηρεσίας, σε περιπτώσεις σταθεροποίησης υπαρχόντων οδών.

### 5.2.2 Προσθήκη υδρασβέστου ή τσιμέντου

Στο αναμοχλευμένο και θρυμματισμένο έδαφος (προύπαρχον ή από δανειοθαλάμους) θα διανέμεται (διασκορπίζεται) η υδράσβεστος, ή η ασβεστούχος ιπτάμενη τέφρα ή το τσιμέντο, ομοιόμορφα, στις προκαθορισμένες ποσότητες, από τη μελέτη σύνθεσης. Η διανομή θα γίνεται με μηχανικό διανομέα (Spreader) που θα προηγείται του αναμικτικού μηχανήματος. Η ακρίβεια διάστρωσης πρέπει να είναι  $\pm 0.3\%$  κατά βάρος ως προς την ποσότητα που προβλέπεται από τη μελέτη. Η ρίψη του υλικού δεν πρέπει να γίνεται από ύψος μεγαλύτερο των 200 mm και το μηχάνημα πρέπει να διαθέτει κατάλληλο πέτασμα για την προστασία του εκχυνόμενου υλικού από τον άνεμο. Η διάστρωση θα σταματάει αν η ταχύτητα του ανέμου υπερβαίνει τα 10 m/sec ή ακόμη τα 5 m/sec, όταν η διάστρωση γίνεται κοντά σε κατοικημένες περιοχές ή περιοχές ευαίσθητες περιβαλλοντικά. Κατά τη διάστρωση του τσιμέντου και ιδιαίτερα της υδρασβέστου θα λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα για την ασφάλεια των εργαζομένων, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στο Σχέδιο Ασφάλειας Υγείας (ΣΑΥ) του έργου.

Είναι δυνατόν να τροφοδοτείται το μηχάνημα ανάμιξης από ειδικό βυτιοφόρο με αιώρημα νερού σταθεροποιητή, έτσι ώστε η διάστρωση να γίνεται συγχρόνως με την ανάμιξη. Οι δοσομετρητές, οι ψεκασθήρες και οι αντλίες του μηχανήματος θα πρέπει να ελέγχονται σε τακτικά χρονικά διαστήματα και να διατηρούνται σε άριστη κατάσταση λειτουργίας. Η ακρίβεια των ενδείξεων των οργάνων θα ελέγχεται και με βάση τα στοιχεία ημερήσιας κατανάλωσης νερού και σταθεροποιητή, σε σχέση με τον όγκο ή την επιφάνεια του τμήματος που σταθεροποιήθηκε. Η ακρίβεια διάστρωσης πρέπει να είναι  $\pm 0.3\%$  κ.β. της ποσότητας του σταθεροποιητή (ή των σταθεροποιητών) που προβλέπεται από τη μελέτη.

Η διανομή με τα χέρια από τους σάκους μπορεί να επιτραπεί από την Υπηρεσία σε ειδικές μόνο περιπτώσεις έργων μικρής έκτασης. Στην περίπτωση αυτή οι σάκοι θα ισοκατανέμονται στη ζώνη της επέμβασης, ανάλογα με τη χωρητικότητά τους και τις προβλεπόμενες ποσότητες ανάμιξης.

### 5.2.3 Ανάμιξη

Ανάλογα με τα χρησιμοποιούμενα μηχανήματα και τη φύση του εδάφους, απαιτούνται μία ή περισσότερες διελεύσεις για να εξασφαλιστεί η ομοιογενής ανάμιξη. Όταν χρησιμοποιούνται ειδικά μηχανήματα πολλαπλών διελεύσεων ή γεωργικά μηχανήματα, θα εκτελούν μία τουλάχιστον διεύεση πριν από την προσθήκη νερού. Με τις επαναλαμβανόμενες ξηρές αναμίξεις υπάρχει το ενδεχόμενο να συγκεντρωθεί το τσιμέντο στο κάτω τμήμα της στρώσης, ιδιαίτερα στα αμμώδη εδάφη. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με την προσθήκη ενός μέρους από την προβλεπόμενη ποσότητα νερού πριν από τη διανομή του τσιμέντου.

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

© ΕΛΟΤ

#### 5.2.4 Προσθήκη νερού

Μετά τη διανομή και την ανάμιξη του τσιμέντου θα προστίθεται η προβλεπόμενη ποσότητα νερού. Το μίγμα εδάφους – υδραυλικών κονιών, κατά την έναρξη της συμπίκνωσης, πρέπει να εμπεριέχει το βέλτιστο ποσοστό υγρασίας, όπως προσδιορίζεται εργαστηριακά. Για τον σκοπό αυτό προσδιορίζεται η περιεχόμενη φυσική υγρασία του εδαφικού υλικού και θα ρυθμίζεται ανάλογα η ποσότητα του νερού που θα προστεθεί στο μίγμα, ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη υγρασία.

Η προσθήκη της απαραίτητης ποσότητας του νερού θα γίνεται ομοιόμορφα, είτε μέσω του ειδικού συστήματος τροφοδοτήσεως του μηχανήματος απλής διελεύσεως, είτε με βυτιοφόρα αυτοκίνητα, με ρυθμιζόμενους καταωνιστήρες (καταβρεκτήρες) και μετρητή νερού.

Οι καταωνιστήρες (καταβρεκτήρες), πρέπει να κινούνται με σταθερή ταχύτητα και όταν απαιτείται να σταματήσουν ή να πραγματοποιήσουν ελιγμούς θα διακόπτεται η παροχή του νερού. Επίσης, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι απώλειες υγρασίας, λόγω εξάτμισης ή απορρόφησης του νερού από το υπέδαφος.

Όταν χρησιμοποιούνται μηχανήματα πολλαπλών διελεύσεων, οι προβλεπόμενες διαδοχικές διελεύσεις θα πρέπει να γίνονται σε όσο το δυνατό συντομότερα χρονικά διαστήματα και όχι μεγαλύτερα των 30 mm. Από την έναρξη της διαβροχής ενός υπό βελτίωση τμήματος μέχρι και την περάτωσή της (επίτευξη της βέλτιστης υγρασίας) δεν πρέπει να παρέλθει διάστημα μεγαλύτερο από 3 ώρες.

#### 5.2.5 Διαμόρφωση επιφάνειας

Η διαμόρφωση της επιφάνειας της στρώσης θα γίνεται πριν ή συγχρόνως με τη συμπίκνωση, είτε με ισοπεδωτή, είτε από το ίδιο το μηχάνημα σταθεροποίησης (εάν είναι εφοδιασμένο με τα σχετικά παρελκόμενα).

#### 5.2.6 Συμπύκνωση

Η συμπίκνωση γίνεται με οδοντωτούς ή ελαστικοφόρους οδοστρωτήρες, σε συνδυασμό με οδοστρωτήρες με λεία τύμπανα ελαχίστου βάρους 5-6 ton.

Οι οδοντωτοί οδοστρωτήρες «ζυμώνουν» το έδαφος, ενεργούν σε βάθος και προκαλούν εισχωρήσεις υπό μορφή οδόντωσης των σταθεροποιούμενων εδαφικών στρώσεων στο υποκείμενο έδαφος. Επιπρόσθετα, οι οδοστρωτήρες του τύπου αυτού συμπυκνώνουν συμπληρωματικά και το υποκείμενο έδαφος, βελτιώνοντας τη συνολική του φέρουσα ικανότητα.

Οι ελαστικοφόροι οδοστρωτήρες επιφέρουν συμπίκνωση στο ανώτερο τμήμα της στρώσης, πάχους 5-8 cm. Το εφαρμοζόμενο έργο συμπίκνωσης εξαρτάται από την πίεση των ελαστικών και το έρμα (στατικό φορτίο). Με κατάλληλες ρυθμίσεις είναι δυνατόν να εξασφαλίσουν τον απαιτούμενο βαθμό συμπίκνωσης και σε στρώσεις μεγαλύτερου πάχους.

Σε καλά διαβαθμισμένα εδάφη αρκεί η χρησιμοποίηση οδοστρωτήρων με λείους κυλίνδρους. Σε μη συνεκτικά εδάφη είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και δονητικός εξοπλισμός.

Η συμπίκνωση της στρώσης θα συνεχίζεται μέχρι να επιτευχθεί πυκνότητα τουλάχιστο ίση με το 100% της μέγιστης λαμβανόμενης πυκνότητας κατά τη μέθοδο ΕΛΟΤ EN 13286-2 (πυκνότητα Proctor, ενέργεια συμπυκνώσεως 0.6 MJ/m<sup>3</sup>), σύμφωνα με την εργαστηριακή μελέτη

Το μίγμα εδάφους – τσιμέντου πρέπει να έχει πριν από τη συμπίκνωση τέτοιο πάχος, ώστε μετά τη συμπίκνωση να προκύπτει το προβλεπόμενο από τη μελέτη πάχος.

Η συμπίκνωση κάθε τμήματος πρέπει να ολοκληρώνεται μέσα σε δύο ώρες από το πέρας της ανάμιξης και της διαβροχής.

Σε περιπτώσεις στρώσεων έδρασης οδών στις οποίες προβλέπεται βαριά κυκλοφορία (αυτοκινητόδρομοι) μετά το πέρας της συμπίκνωσης και μέσα στα χρονικά περιθώρια περάτωσης της συμπίκνωσης (παράγραφος 5.2.8), θα διασκορπίζονται στην επιφάνεια της σταθεροποιημένης στρώσης αδρανή υλικά διαβάθμισης 14/20 mm σε ποσότητα 5-7 kg/m<sup>2</sup> και θα συμπυκνώνονται ελαφρά έτσι ώστε οι κόκκοι να

© ΕΛΟΤ

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

εισχωρήσουν μέχρι το ήμισυ της διαμέτρου τους στο σταθεροποιημένο υλικό και να επικαλύψουν το 60-90% της επιφάνειας. Η εργασία αυτή θεωρείται αναγκαία για να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη συνεργασία της σταθεροποιημένης στρώσης με την υπερκείμενη στρώση.

### 5.2.7 Επεξεργασία της επιφάνειας

Στην περίπτωση που μετά το τέλος της εκτελεσθείσας συμπίκνωσης η επιπεδότητα της επιφάνειας δεν είναι η απαιτούμενη, πρέπει αμέσως να λαμβάνονται διορθωτικά μέτρα. Η αποκατάσταση θα γίνεται πάντοτε με απόξεση τμήματος της επιφάνειας με ισοπεδωτή (grader) και ποτέ με προσθήκη νέου υλικού διότι δεν είναι δυνατόν να συγκολληθούν τα δύο υλικά. Για τον λόγο αυτό συνιστάται το αρχικό πάχος της στρώσης να είναι αυξημένο, έτσι ώστε μετά την απόξεση η τελική επιφάνεια να ικανοποιεί τις απαιτήσεις ομαλότητας και το πάχος της στρώσης να μην υπολείπεται του προδιαγραφόμενου.

### 5.2.8 Χρονική εξέλιξη των εργασιών

Οι εργασίες σταθεροποίησης συνιστάται να γίνονται με γρήγορο ρυθμό και σε εκτεταμένη επιφάνεια, με χρήση ειδικού εξοπλισμού, ούτως ώστε να μην αλλοιώνεται η υγρασία του μίγματος από εξάτμιση. Όταν χρησιμοποιούνται υδράσβεστος ή ασβεστόχυος ιπτάμενη τέφρα, δεν τίθενται ειδικοί περιορισμοί στη χρονική εξέλιξη των εργασιών πλην των παραπάνω αναφερθέντων και της απαίτησης να μη βρίσκεται το μίγμα ασυμπύκνωτο περισσότερο από 6 ώρες για να περιορίζεται η επίδραση του CO<sub>2</sub> στο Ca(OH)<sub>2</sub> του μίγματος.

Αντίθετα, στην περίπτωση χρήσης τσιμέντου ως σταθεροποιητή, οι απαιτήσεις ως προς τη χρονική διαδοχή των εργασιών καθορίζονται από την πήξη του τσιμέντου και είναι οι ακόλουθες:

- Μεταξύ της έναρξης της διαβροχής ενός υπό κατασκευή τμήματος και της περάτωσης αυτής, (δηλαδή της επίτευξης της βέλτιστης υγρασίας), δεν πρέπει να παρέλθουν περισσότερες από 3 ώρες.
- Το υγρό μίγμα εδάφους – τσιμέντου δεν επιτρέπεται να παραμείνει χωρίς να αναμιχθεί περισσότερο από 30 λεπτά.
- Η συμπίκνωση κάθε τμήματος πρέπει να ολοκληρώνεται μέσα σε 2 ώρες από το τέλος της ανάμιξης και διαβροχής.
- Οι κατά μήκος ραφές των σταθεροποιημένων στρώσεων πρέπει να δημιουργούνται, εφ' όσον οι στρώσεις είναι νωπές, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται συγκόλληση των δύο στρώσεων.
- Η ολική διάρκεια των εργασιών από την προσθήκη του τσιμέντου μέχρι το τέλος της συμπίκνωσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 6 ώρες.
- Η προβλεφθείσα περιεκτικότητα σε νερό πρέπει να παρακολουθείται με ιδιαίτερη προσοχή κατά τη διάρκεια επιβράδυνσης της κατασκευής.

Σε περίπτωση συνδυασμού σταθεροποιητών (υδράσβεστος-τσιμέντο ή ασβεστόχυος ιπτάμενη τέφρα-τσιμέντο) προηγείται η ανάμιξη της υδράσβεστου ή της ασβεστόχου ιπτάμενης τέφρας και ακολουθεί η ανάμιξη του τσιμέντου, έτσι ώστε η ανάμιξη του εδαφικού υλικού με τον πρώτο σταθεροποιητή (Ca(OH)<sub>2</sub> ή ιπτάμενης τέφρας) να βοηθήσει στην επίτευξη βαθμού θρυμματισμού 80% κατά την ανάμιξη με το τσιμέντο.

### 5.2.9 Επισημάνσεις κατά την κατασκευή στρώσεων εξυγίανσης

Γενικά η κατασκευή της στρώσης θα γίνει σύμφωνα με τα παραπάνω, με τις ακόλουθες προσθήκες και επισημάνσεις:

#### 5.2.9.1 Προσθήκη και ανάμιξη νερού

Κατά τη διάρκεια της ανάμιξης με υδράσβεστο ή / και τσιμέντο, θα προστίθεται νερό με ομοιόμορφο κατάβρεγμα, έτσι ώστε το μίγμα να έχει ομοιόμορφη υγρασία με τιμή ίση με τη βέλτιστη για συμπίκνωση ή λίγο κατώτερη της βέλτιστης για να διευκολυνθεί ο θρυμματισμός του εδαφικού υλικού και η ανάμιξη του με τους σταθεροποιητές.

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

© ΕΛΟΤ

### 5.2.9.2 Έκθεση υδράσβεστου ή ασβεστούχου ιπτάμενης τέφρας στον αέρα

Η υδράσβεστος ή η ασβεστούχος ιπτάμενη τέφρα δεν πρέπει να μένει εκτεθειμένη στον ατμοσφαιρικό αέρα για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 6 ωρών.

Για τον λόγο αυτόν, το χρονικό διάστημα μεταξύ έναρξης ανάμιξης και έναρξης συμπύκνωσης (προσωρινής, για σφράγιση της στρώσης της παραγράφου 5.2.1, ή οριστικής) δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 6 ώρες.

### 5.2.9.3 Αρμοί προρηγμάτωσης

Αρμοί προρηγμάτωσης δεν απαιτείται να δημιουργηθούν κατά τη σταθεροποίηση του εδάφους.

### 5.2.9.4 Εγκάρσιοι αρμοί εργασίας

Η σύνδεση της στρώσης, που κατασκευάζεται κάθε μέρα, με αυτή που κατασκευάστηκε την προηγούμενη πρέπει να είναι ισχυρή και ανθεκτική.

Για αυτό τον λόγο η διατομή του τέλους του κατασκευασμένου από την προηγούμενη μέρα τμήματος θα μορφοποιείται σε κάθετη προς τον άξονα του δρόμου επιφάνεια, απαλλαγμένη από κάθε χαλαρό ή ασθενές τμήμα.

Η επιφάνεια αυτή θα μορφώνεται με τοποθέτηση στο τέλος του τμήματος που σταθεροποιείται κάθε ημέρα κατάλληλου πλευρικού τύπου ικανών διαστάσεων, που θα συγκρατείται στερεά στην προκαθορισμένη θέση με σιδερένιους πασσάλους ή άλλη κατάλληλη διάταξη. Εννοείται ότι η περιοχή του τμήματος αυτού της κατασκευασμένης στρώσης πρέπει να προφυλάσσεται από την απώλεια υγρασίας μέσω αδιάβροχων πλαστικών φύλλων ή άλλου κατάλληλου συστήματος.

Μετά τη συμπλήρωση των εργασιών προετοιμασίας του εδάφους στο νέο τμήμα, την προσθήκη του ή των σταθεροποιητών, την ανάμιξη και την προσθήκη νερού, ο εν λόγω πλευρικός τύπος μαζί με τη διάταξη που τον συγκρατεί θα αφαιρείται, το νωπό μίγμα θα ωθείται στην επιφάνεια του κατασκευασμένου κατά την προηγούμενη μέρα τμήματος και θα συμπυκνώνεται τοπικά με προσοχή, ώστε να αποφευχθούν φθορές από τα μηχανήματα συμπυκνώσεως πάνω στο προηγούμενο τμήμα.

Πρέπει να δίνεται η δέουσα προσοχή, ώστε να εξασφαλίζεται η συνέχεια της επιφάνειας της στρώσης χωρίς υπερυψώσεις και υποχώρηση στην περιοχή του αρμού. Για αυτό συνιστάται το χαλαρό μίγμα εδάφους – σταθεροποιητή που έχει συγκεντρωθεί πριν από τη συμπύκνωση να είναι λίγο περισσότερο από το απαιτούμενο για την επίτευξη του συμπυκνωμένου πάχους, που έχει καθοριστεί. Το επιπλέον πάχος μπορεί στη συνέχεια εύκολα να αποξεστεί με διαμορφωτή και να ακολουθήσει η τελική συμπύκνωση με οδοστρωτήρα με λείους κυλίνδρους (σιδέρωμα).

Η μορφοποίηση του εγκάρσιου αρμού διακοπής εργασίας μπορεί να γίνει επίσης με αποκοπή, με ειδικό αναμικτικό μηχάνημα (φρέζα), ικανού μήκους από το κατασκευασμένο από την προηγούμενη μέρα τμήματος, ώστε η επιφάνεια του αρμού να βρίσκεται σε τμήμα υγιές, πλήρως συμπυκνωμένο και με το προβλεπόμενο πάχος. Προϋπόθεσή για την εν λόγω λύση είναι η ικανότητα του ειδικού αναμικτικού μηχανήματος (φρέζας), να αποκόπτει σταθεροποιημένο τμήμα χωρίς να ρηγματώνει ή να αποσθρώνει το εναπομένον σταθεροποιημένο τμήμα.

### 5.2.9.5 Κατά μήκος αρμοί εργασίας

Στην περίπτωση σταθεροποίησης του εδάφους κατά λωρίδες η εργασία θα οργανώνεται έτσι ώστε η συμπύκνωση κάθε λωρίδας να γίνεται, ενόσω οι γειτονικές προς αυτήν ολοκληρωμένες λωρίδες είναι ακόμα νωπές, προκειμένου να εξασφαλίζεται πλήρης συγκόλληση των δύο στρώσεων.

Όταν αυτό δεν είναι εφικτό θα διαμορφώνεται αρμός με χρήση κατάλληλου πλευρικού τύπου, όπως ορίζεται για τους εγκάρσιους αρμούς, ώστε να δημιουργηθεί σταθερή διεπιφάνεια κάθετη προς την επιφάνεια της στρώσης απαλλαγμένη από κάθε χαλαρό ή ασθενές τμήμα. Πάνω σε αυτήν τη δημιουργούμενη επιφάνεια, πρέπει να τοποθετείται και να συμπυκνώνεται το υλικό της νέας λωρίδας.

© ΕΛΟΤ

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

### 5.2.9.6 Πάχος συμπτυκνωμένης στρώσης

Το πάχος της συμπτυκνωμένης στρώσης που εξυγιάνεται με υδράσβεστο, ασβεστούχο-ιπτάμενη τέφρα ή τσιμέντο ή με συνδυασμό των σταθεροποιητών αυτών, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 30 cm, προκειμένου να εξασφαλισθεί ο απαιτούμενος βαθμός συμπίκνωσης και η ομοιομορφία της συμπίκνωσης κατά την έννοια του βάρους.

Αν το προβλεπόμενο για εξυγίανση πάχος εδαφικής στρώσης είναι μεγαλύτερο από 30 cm, τότε η εξυγίανση θα γίνεται σε στρώσεις πάχους 15 έως 30 cm.

### 5.2.9.7 Μεγάλα πάχη εξυγίανσης

Όταν απαιτείται η εξυγίανση εδαφικής στρώσης μεγάλου πάχους τότε, με βάση τους περιορισμούς πάχους της προηγούμενης παραγράφου, 5.2.9.5 θα γίνεται εκσκαφή σε τέτοιο πάχος, έτσι ώστε να απομείνει στον πυθμένα προς εξυγίανση, στρώση πάχους όχι μεγαλύτερου από 30 cm. Το υλικό που εκσκάπτεται θα εναποτίθεται στο ένα ή στα δύο άκρα της λωρίδας που εξυγιάνεται. Μετά την αναμόχλευση του υλικού της στρώσης αυτής θα γίνεται διανομή του σταθεροποιητή και ανάμιξη όπως προβλέπεται στις παραγράφους 5.2.1 έως 5.2.9.

Αν προβλέπεται από τη μελέτη συνδυασμός σταθεροποιητών, τότε στην φάση αυτή γίνεται η διανομή του τσιμέντου (παράγραφος 5.2.2), εφ' όσον έχει επιτευχθεί βαθμός θρυμματισμού 80%. Διαφορετικά ακολουθείται η διαδικασία της παραγράφου 5.2.1 και στη συνέχεια η μόρφωση και η συμπίκνωση της στρώσης.

Η στρώση θα διατηρείται υγρή με συχνά καταβρέγματα ή θα επικαλύπτεται με εδαφικό υλικό που θα αποτελέσει την υπερκείμενη στρώση σε πάχος τουλάχιστον ίσο με 10 cm. Πριν από την επικάλυψη η επιφάνεια αυτή θα πρέπει να διαβραχεί επαρκώς.

Η στρώση θα προφυλάσσεται κατά τον τρόπο αυτόν από απώλεια υγρασίας και από κυκλοφορία αυτοκινήτων, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παρούσα.

Μετά την πάροδο του διαστήματος αυτού μπορεί να αρχίσει η εξυγίανση της υπερκείμενης στρώσης με την επαναφορά του απομακρυσμένου πλεονάζοντος υλικού και ανάμιξή του με τον / τους σταθεροποιητή/ες.

Αν η σταθεροποιηθείσα στρώση περιέχει τσιμέντο οι εργασίες σταθεροποίησης της υπερκείμενης στρώσης μπορούν να αρχίσουν μετά παρέλευση 7 ημερών, κατά το οποίο η στρώση θα συντηρείται κατά τα προαναφερθέντα και δεν θα κυκλοφορείται από φορτηγά αυτοκίνητα.

Εναλλακτικά η σταθεροποίηση της υπερκείμενης στρώσης μπορεί να αρχίσει άμεσα (χωρίς διακοπή για συντήρηση), με την προϋπόθεση ότι θα τηρηθούν οι χρονικοί περιορισμοί της παραγράφου 5.2.8 για την κατασκευή και των δύο στρώσεων μαζί. Για το λόγο αυτό τα μήκη κάθε σταθεροποιούμενης στρώσης θα πρέπει να είναι μικρά, ώστε να καταστεί δυνατή η σταθεροποίηση και της υπερκείμενης στρώσης μέσα στους προβλεπόμενους χρονικούς περιορισμούς. Σημειώνεται ότι εφόσον οι σταθεροποιητές είναι υδράσβεστος ή ιπτάμενη τέφρα χωρίς τσιμέντο δεν υπάρχουν χρονικοί περιορισμοί.

## 5.3 Χρήση μόνιμων εγκαταστάσεων ανάμιξης

Όταν η παραγωγή του μίγματος εδαφικού υλικού σταθεροποιητή και νερού γίνεται σε μόνιμες εγκαταστάσεις, θα ακολουθείται η παρακάτω σειρά εργασιών, με τις αναγραφόμενες απαιτήσεις.

- α. Ομοιόμορφη ανάμιξη των κάθε είδους ποσοτήτων εδαφικού υλικού – σταθεροποιητή και νερού, που έχουν προκαθοριστεί από τη μελέτη.
- β. Ταχεία μεταφορά και εκφόρτωση στις οριζόμενες θέσεις προς αποφυγή απώλειας υγρασίας.
- γ. Ομοιόμορφη διάστρωση του υλικού της προς σταθεροποίηση στρώσης, στην επιφάνεια έδρασης, που έχει προηγουμένως προετοιμαστεί, σύμφωνα με όσα αναγράφονται στην παράγραφο 5.2.1.

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

© ΕΛΟΤ

Σε περίπτωση χρησιμοποίησης τσιμέντου:

1. Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την προσθήκη στο μίγμα νερού μέχρι την έναρξη της συμπίκνωσης, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 60 λεπτά.
2. Πρέπει να τηρείται ο χρονικός περιορισμός της συμπίκνωσης ως προς την ολοκλήρωσή της (δύο (2) ώρες).

#### 5.4 Κλιματολογικοί περιορισμοί

Οι εργασίες σταθεροποίησης απαιτείται να εκτελούνται υπό συνήθεις θερμοκρασίες περιβάλλοντος και εφ' όσον δεν υπάρχει ενδεχόμενο παγετού ή βροχής. Η ατμοσφαιρική θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της σταθεροποίησης ως και 24 ώρες μετά από αυτή, πρέπει να μην είναι κατώτερη των 5<sup>0</sup> C και ανώτερη των 35<sup>0</sup> C. Η σταθεροποιημένη στρώση πρέπει να προστατεύεται από τον παγετό επί πέντε (5) μέρες μετά τη διάστρωσή της, με τη χρησιμοποίηση προστατευτικών καλυμμάτων. Η διάστρωση του μίγματος απαγορεύεται να εκτελείται σε παγωμένη επιφάνεια έδρασης. Η διάστρωση του σταθεροποιητή δεν θα γίνεται, όταν επικρατούν δυνατοί άνεμοι (παρασύρουν σημαντικές ποσότητες σταθεροποιητή).

Στην σταθεροποιημένη με τσιμέντο εδαφική στρώση απαγορεύεται η κυκλοφορία οχημάτων για 7 ημέρες. Είναι δυνατό να επιτραπεί ελαφρά εργοταξιακή κυκλοφορία, εφ' όσον δεν προκαλείται φθορά.

#### 5.5 Συντήρηση στρώσης

Η στρώση που περατώθηκε θα προστατεύεται από την απώλεια υγρασίας ως εξής:

- Με συχνά καταβρέγματα ή,
- Με επιμελή διαβροχή της στρώσης και αμέσως μετά, με επικάλυψή της με υλικό της υπερκείμενης στρώσης σε πάχος 10 cm τουλάχιστον και ελαφρά συμπίκνωση,
- Με κάλυψη με αδιάβροχα πλαστικά φύλλα, τα οποία θα επικαλύπτονται στις ενώσεις τους κατά 30 cm τουλάχιστον και θα στηρίζονται με επιμέλεια, ώστε να μην ανασκώνονται από τον άνεμο,
- Με επάλειψη με ασφαλτικό γαλάκτωμα ταχείας διάσπασης με υπόλειμμα σε άσφαλο τουλάχιστον 50%, το οποίο θα ψεκάζεται στην επιφάνεια σε τέτοια ποσότητα, ώστε η ποσότητα της ασφάλτου να είναι 400 g/m<sup>2</sup> επιφάνειας και θα ακολουθεί διασκορπισμός αδρανών υλικών διαβάθμισης 0/4 mm σε ποσότητα 10 kg/m<sup>2</sup>. Τα αδρανή πρέπει να έχουν διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο ανοίγματος 0.063 mm έως 15%.

Επιστάται ιδιαίτερα η προσοχή στη διατήρηση της υγρασίας της σταθεροποιημένης στρώσεως διότι σε περίπτωση ξήρανσης θα διακόπτεται κάθε διαδικασία εξυγίανσης του εδαφικού υλικού.

Η επιφανειακή ξήρανση της στρώσης δημιουργεί σοβαρή επιδείνωση των χαρακτηριστικών του εδαφικού υλικού στην επιφάνεια με αποτέλεσμα να μην μπορεί να επιτευχθεί η συνεργασία με την επικείμενη στρώση, με δυσμενείς συνέπειες στη συμπεριφορά του οδοστρώματος.

Επισημαίνεται ότι όταν εφαρμόζεται μέθοδος συντήρησης με συχνά καταβρέγματα είναι πολύ εύκολο να ξηρανθεί επιφανειακά η στρώση, ιδιαίτερα σε ημέρες που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες ή / και άνεμος.

#### 5.6 Δοκιμαστικό τμήμα

Δέκα ημέρες τουλάχιστον πριν από την έναρξη των εργασιών, ο Ανάδοχος πρέπει να κατασκευάσει τμήμα 450 m<sup>2</sup> ή 70 m<sup>3</sup> (όποιο είναι μεγαλύτερο), με το εδαφικό υλικό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, τους σταθεροποιητές στις αναλογίες που προβλέπει η μελέτη σύνθεσης, το μέγιστο πάχος στρώσης που πρόκειται να εφαρμοσθεί, τον μηχανικό εξοπλισμό και το προσωπικό που θα χρησιμοποιήσει στην κατασκευή του κυρίως έργου εξυγίανσης.



© ΕΛΟΤ

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

Θα πρέπει να γίνουν όλοι οι έλεγχοι που προβλέπονται στην Προδιαγραφή αυτή, για να εξακριβωθεί αν ο Ανάδοχος με τον μηχανικό εξοπλισμό που διαθέτει, μπορεί να κατασκευάσει τη στρώση με το βαθμό θρυμματισμού, το βαθμό συμπίκνωσης, τις απαιτήσεις CBR ή και αντοχές σε θλίψη, τις απαιτήσεις ομοιογένειας μίγματος, ομαλότητας, συντήρησης και γενικά όλες τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής και των λοιπών όρων της μελέτης.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται πυρηνικές μέθοδοι ελέγχου της πυκνότητας επιτόπου (ASTM D2922 και ASTM D 3017), η βαθμονόμηση του οργάνου θα γίνεται στο δοκιμαστικό τμήμα.

Η έναρξη των κυρίως εργασιών θα γίνεται μόνο μετά από γραπτή εντολή της Υπηρεσίας, η οποία θα εκδίδεται μόνο μετά την ολοκλήρωση των ελέγχων του δοκιμαστικού τμήματος.

Αν οι έλεγχοι είναι ικανοποιητικοί, το δοκιμαστικό τμήμα μπορεί να ενταχθεί στο κύριο έργο του Αναδόχου.

### 5.7 Απαιτήσεις σταθεροποιημένης στρώσης

Η σταθεροποιημένη στρώση πρέπει να πληροί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- α. Το συνολικό πάχος της συμπτυκνωμένης σταθεροποιημένης στρώσης δε θα διαφέρει από το συμβατικό πάχος περισσότερο από 15 mm. Οι έλεγχοι πάχους θα διενεργούνται ταυτόχρονα με τον έλεγχο συμπίκνωσης. Αν χρησιμοποιούνται πυρηνικές μέθοδοι τότε οι έλεγχοι πάχους στρώσεως γίνονται με διάνοιξη οπών.

Αρχικά θα γίνονται έλεγχοι πάχους ανά 100 m λωρίδες εξυγίανσης σε τυχαίες θέσεις. Εφ' όσον το πάχος ικανοποιεί την απαίτηση αυτή οι έλεγχοι μπορούν να γίνονται κάθε 300 m. Αν αντιθέτως διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις προς τα τεθέντα όρια οι έλεγχοι θα πυκνώνουν έτσι ώστε να εντοπισθεί ακριβέστερα η περιοχή με μειωμένο πάχος.

Αν το πάχος είναι μικρότερο του συμβατικού και μέχρι - 25 mm η στρώση θα παραλαμβάνεται αλλά εάν η απόκλιση του πάχους είναι μεγαλύτερη, τότε ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος με δικά του έξοδα να αποξηλώσει τη στρώση και να την επανακατασκευάσει με το ίδιο υλικό και τους ίδιους σταθεροποιητές στο ορθό πάχος.

Η διάνοιξη των οπών (τόσο για τον έλεγχο του πάχους, όσο και για τον έλεγχο της συμπίκνωσης) και η επαναπλήρωση αυτών με υλικά κατάλληλα συμπτυκνωμένα, θα εκτελείται με δαπάνες και μέριμνα του Αναδόχου και υπό την επίβλεψη της Υπηρεσίας.

- β. Η πυκνότητα της σταθεροποιημένης στρώσης πρέπει να είναι 100% της μέγιστης πυκνότητας που προσδιορίζεται από τη πρότυπη δοκιμή συμπτυκνώσεως Proctor, σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13286-2 (ενέργεια συμπτυκνώσεως 0.6 MJ/m<sup>3</sup>).

Ο έλεγχος γίνεται πριν περάσουν 12 ώρες από το πέρας των εργασιών συμπίκνωσης, σύμφωνα με την Προδιαγραφή E106-86/2 του ΥΠΕΧΩΔΕ (βλέπε Βιβλιογραφία της παρούσας) σε 5 τουλάχιστον δείγματα ανά ελεγχόμενο τμήμα. Ο μέσος όρος των 5 προσδιορισμών πυκνότητας δεν πρέπει να είναι μικρότερος από το 100% και καμία μεμονωμένη τιμή δεν πρέπει να είναι μικρότερη από το 96% της ως άνω μέγιστης εργαστηριακής τιμής.

Σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται πυρηνικές μέθοδοι ελέγχου της πυκνότητας επιτόπου (ASTM D2922 και ASTM D 3017) το κριτήριο συμμόρφωσης παραμένει το ίδιο, αλλά ο ρυθμός δειγματοληψίας και ελέγχων τουλάχιστον διπλασιάζεται.

- γ. Για περιπτώσεις σταθεροποίησης με υδράσβεστο ή με ασβεστούχο ιπτάμενη τέφρα, πρέπει ο μέσος όρος  $X_6$  έξι δοκιμών CBR να ικανοποιεί την παρακάτω σχέση (1) και οι μεμονωμένες τιμές στην εξάδα τη σχέση (2). Η δοκιμή CBR θα εκτελείται σύμφωνα με την Προδιαγραφή E105-86 Μέθοδος 10 του ΥΠΕΧΩΔΕ (βλέπε Βιβλιογραφία της παρούσας), σε δοκίμια που θα παρασκευάζονται από το επιτόπου μίγμα εδαφικού υλικού σταθεροποιητή και νερού πριν από την έναρξη της συμπίκνωσης και θα συμπτυκνώνονται στο εργαστήριο σύμφωνα με την πρότυπη δοκιμή συμπίκνωσης Proctor (ενέργεια συμπίκνωσης 0.6 MJ/m<sup>3</sup>).

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

© ΕΛΟΤ

$$\bar{X}_6 \geq CBR_{\text{προδ}} + 1.10S \quad (1)$$

$$X_i \geq CBR_{\text{προδ}} - 1 \% \quad (2)$$

- δ. Για τις περιπτώσεις σταθεροποίησης με τσιμέντο ή με συνδυασμό τσιμέντου και υδρασβέστου ή ασβεστούχου ιπτάμενης τέφρας ο μέσος όρος των αντοχών σε θλίψη 6 κυλινδρικών δοκιμίων θα ικανοποιεί τη σχέση (3) και οι μεμονωμένες τιμές των αντοχών στην εξάδα τη σχέση (4). Τα δοκίμια θα παρασκευάζονται από το επιτόπου μίγμα εδαφικού υλικού σταθεροποιητή και νερού πριν από την έναρξη της συμπίκνωσης και θα συμπυκνώνονται στο εργαστήριο σύμφωνα με την πρότυπη δοκιμή συμπίκνωσης Proctor (ενέργεια συμπίκνωσης 0.6 MJ/m<sup>3</sup>).

$$\bar{X}_6 \geq 3 + 1.10S \quad (3)$$

$$X_i \geq 2.5 \text{ MPa} \quad (4)$$

## 6 Κριτήρια αποδοχής περαιωμένης εργασίας

### 6.1 Έλεγχοι και παραλαβή

Εάν δεν καθορίζεται διαφορετικά από τη Μελέτη και τα λοιπά συμβατικά τεύχη θα γίνονται οι ακόλουθοι έλεγχοι:

- Έλεγχος πάχους αναμόχλευσης.
- Έλεγχος φυσικής υγρασίας του υλικού πριν από την προσθήκη νερού.
- Έλεγχος θρυμματισμού πριν από την έναρξη συμπίκνωσης κάθε τμήματος. Θα γίνονται τουλάχιστον 3 έλεγχοι θρυμματισμού σε τυχαία δείγματα μίγματος για κάθε αυτοτελές τμήμα του έργου που πρόκειται να συμπυκνωθεί και τουλάχιστον ένας έλεγχος ανά 100 m<sup>3</sup> εδαφικού υλικού που έχει εξυγιανθεί.
- Σε κάθε αυτοτελές τμήμα του έργου, στο οποίο εκτελούνται εργασίες σταθεροποίησης και ανά 100 m<sup>3</sup> εδαφικού υλικού, που πρόκειται να εξυγιανθεί θα γίνονται τρεις τουλάχιστον έλεγχοι της ποσότητας του σταθεροποιητή που προστίθεται.
- Αν χρησιμοποιείται μηχανικός διανομέας, θα τοποθετείται στην επιφάνεια της στρώσης που πρόκειται να εξυγιανθεί πλαστικό φύλλο ή μουσαμάς ή κατάλληλος υποδοχέας γνωστής επιφάνειας και θα συλλέγεται και θα ζυγίζεται η ποσότητα του σταθεροποιητή που διανεμήθηκε μετά τη διέλευση του διανομέα.
- Αν η διανομή γίνεται με άνοιγμα σάκων θα ελέγχεται η ακρίβεια τοποθέτησης των σάκων
- Έλεγχος πάχους ανάμιξης με κατάλληλο κανόνα. Ο έλεγχος αυτός θα είναι συνεχής, ώστε το πάχος της στρώσης, μετά το πέρας της συμπίκνωσης να είναι το απαιτούμενο.
- Έλεγχος τήρησης των χρονικών περιορισμών της παραγράφου 5.2.8.
- Τρεις τουλάχιστον έλεγχοι υγρασίας μίγματος, πριν από την έναρξη της συμπίκνωσης, από τρία τυχαία δείγματα που λαμβάνονται από το τμήμα που πρόκειται να συμπυκνωθεί και τουλάχιστον από κάθε 100 m<sup>3</sup>.
- Από το μίγμα που είναι έτοιμο για συμπίκνωση ή τουλάχιστον κάθε 100 m<sup>3</sup>, θα λαμβάνονται 6 τυχαία δείγματα από τα οποία θα παρασκευάζονται 6 δοκίμια με συμπίκνωση ίση προς 100% της Πρότυπης δοκιμής συμπίκνωσης.

Τα δοκίμια αυτά θα συντηρούνται και θα δοκιμάζονται όπως προβλέπεται για τη δοκιμή CBR ή τη δοκιμή σε θλίψη.

© ΕΛΟΤ

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

11. Κατά τον έλεγχο της συμπίκνωσης θα προσδιορίζεται και το πάχος της στρώσης που συμπυκνώθηκε. Δεν επιτρέπεται διαφορά μεγαλύτερη από 2.5 cm. σε σχέση με το προβλεπόμενο πάχος της εκάστοτε στρώσης.

12. Έλεγχος τήρησης των απαιτήσεων συντήρησης της στρώσης.

## 6.2 Δοκιμές

Οι δοκιμές των εδαφικών υλικών θα εκτελούνται σύμφωνα με τις παρακάτω μεθόδους (Πίνακας 2):

Πίνακας 2

### Είδος και αντίστοιχη μέθοδος εκτέλεσης δοκιμών ποιοτικού ελέγχου

ΕΙΔΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ
Δειγματοληψία αργών υλικών	Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 932-1
Αναγνώριση και δειγματοληψία εδαφών	Πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 14688-2
Προπαρασκευή διατεταγμένων δειγμάτων εδαφών	Πρότυπα ΕΛΟΤ EN ISO 22475-1 και ΕΛΟΤ EN 13286.51
Κοκκομετρική ανάλυση	Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 933.01-933.08
Όριο υδαρότητας	Προδιαγραφή Ε 105 – 86/5
Όριο πλαστικότητας	Προδιαγραφή Ε 105 – 86/6
Δείκτης πλαστικότητας	Προδιαγραφή Ε 105 – 86/6
Κατάταξη εδαφών	Πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 14688-2
Σχέση υγρασίας – πυκνότητας	Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 13286.02 και ΕΛΟΤ EN 13286.04
Έλεγχος συμπίκνωσης	Προδιαγραφή Ε 106 – 86/2
Δοκιμή σε θλίψη	Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13286-41
Δοκιμή CBR	Προδιαγραφή Ε 105 – 86/12
Δοκιμαστική φόρτιση (Μέθοδος Φορτιζόμενης Πλάκας)	Πρότυπο prEN-ISO 22476-13

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 Μέτρα ασφαλείας

Σε κάθε περίπτωση θα εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο Σχέδιο Ασφάλειας - Υγείας (ΣΑΥ) του έργου.

Επισημαίνονται οι ακόλουθες ελάχιστες απαιτήσεις:

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

© ΕΛΟΤ

- α. Ο απαιτούμενος για την εκτέλεση των έργων μηχανικός εξοπλισμός τόσο του Αναδόχου, όσο και των υπεργολάβων θα είναι επαρκώς συντηρημένος, σύμφωνα με τις οδηγίες των εργοστασίων κατασκευής και θα απασχολούνται μόνον εκπαιδευμένοι χειριστές / οδηγοί, κάτοχοι των αδειών που προβλέπονται από τις κείμενες διατάξεις ανά τύπο μηχανήματος / οχήματος.
- β. Ο μηχανικός εξοπλισμός θα επιθεωρείται από τεχνικούς του Αναδόχου προκειμένου να διαπιστωθεί ότι τα συστήματα πέδησης, τα ελαστικά, οι προβολείς κλπ συστήματα που άπτονται άμεσα της ασφαλείας λειτουργούν ικανοποιητικά.
- γ. Όταν τα χωματουργικά μηχανήματα είναι εκτός λειτουργίας ή ακινητοποιημένα, θα ευρίσκονται σε ασφαλή κατάσταση στάσης, με χαμηλωμένες και εδραζόμενες επί του εδάφους τις εκσκαπτικές, φορτωτικές κλπ εξαρτήσεις τους (π.χ. λεπίδες προωθητών ή ισοπεδωτών, κουβάδες φορτωτών και εκσκαφών, καρότσες ανατρεπομένων αυτοκινήτων).
- δ. Το προσωπικό θα είναι εφοδιασμένο με τα μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) που προβλέπονται από τις ισχύουσες διατάξεις για κάθε τύπο μηχανήματος.
- ε. Οι χειριστές των εκσκαφών θα χρησιμοποιούν υποχρεωτικά σε κάθε περίπτωση τα σταθεροποιητικά πέλματα του μηχανήματος.
- στ. Θα τηρούνται οι προβλεπόμενες από τους περιβαλλοντικούς όρους του έργου διατάξεις για την ανώτατη στάθμη θορύβου στη θέση των αποδεκτών (π.χ. κατοικημένες περιοχές).

## 7.2 Μέτρα προστασίας περιβάλλοντος

Όταν τα υλικά κατασκευής της Σ.Ε.Ο προέρχονται από δανειοθαλάμους, έχουν εφαρμογή οι όροι προστασίας περιβάλλοντος που αναφέρονται στην Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-06-00-00.

Σε κάθε περίπτωση έχουν εφαρμογή οι περιβαλλοντικοί όροι του έργου.

## 8 Τρόπος επιμέτρησης

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

Η επιμέτρηση θα γίνεται κατά κυβικό μέτρο ( $m^3$ ) πλήρους κατασκευής.

Το πάχος της στρώσης θα εξακριβώνεται με χωροστάθμηση της επιφάνειας έδρασης και της τελικής επιφάνειας της εξυγιαντικής στρώσης.

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. Ειδικότερα ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Η σύνταξη μελέτης σύνθεσης, η προμήθεια και μεταφορά επί τόπου του Έργου όλων των απαιτούμενων υλικών (τσιμέντο, υδράσβεστος, νερό, πρόσθετο εδαφικό υλικό αν απαιτείται από τη μελέτη σύνθεσης)
- Η κατασκευή συμπυκνωμένων στρώσεων πάχους έως 0,30 m όπως περιγράφεται στην παρούσα προδιαγραφή.
- Η προμήθεια των απαραίτητων αναλώσιμων ή μη υλικών
- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή τους στο έργο

© ΕΛΟΤ

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

- 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.

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

© ΕΛΟΤ

### Παράρτημα Α (υπόδειγμα ΠΠΕ)

Υπόδειγμα προγράμματος ποιότητας έργου (ΠΠΕ) για τις εξυγιάνσεις / σταθεροποιήσεις εδαφών με εφαρμογή υδραεραεστατού ή / και υδραεραεστατών, τσιμέντου ή / και ασβεστούχου ιπταμένης τέφρας

Α/Α	Αντικείμενο	Ελεγχόμενο Χαρακτηριστικό	Υπεύθυνος Ελέγχου Αναδόχου	Κριτήριο Αποδοχής	Αναφορές – Πρότυπα	Διαδικασία ελέγχου/δοκιμής	Συχνότητα ελέγχου / δειγματοληψιών
1.1	Καθαρισμός - Απομάκρυνση Ακατάλληλων υλικών	Πληρότητα εργασίας - Καταλληλότητα υλικών εκσκαφής	Μηχανικός ή Εργοδηγός Χωματουργικών	Καθαρότητα / Καταλληλότητα επιφανείας	Προδιαγραφή επιχωμάτων	Οπτικός	Τέλος Εργασίας
1.2	Επιτόπου εδαφικά υλικά		Μηχανικός ελέγχου ποιότητας (Μ.Ε.Π.)				
		Κοκκομετρία	Μ.Ε.Π	Παρούσα Προδιαγραφή	ΕΛΟΤ EN 933.01-933.08	Μέτρηση	1/5000 m3
		Όρια Atterberg	Μ.Ε.Π	Παρούσα Προδιαγραφή	E-105, 86/5,6	Μέτρηση	1/1000 m3
		Max Πυκνότητα	Μ.Ε.Π	Παρούσα Προδιαγραφή	EN 13286.02 και ΕΛΟΤ EN 13286.04	Μέτρηση	1/1000 m3
		C.B.R.	Μ.Ε.Π	Παρούσα Προδιαγραφή	E 105 – 86/12	Μέτρηση	1/1000 m3
		φυσική υγρασία	Μ.Ε.Π	Παρούσα Προδιαγραφή	E-105,	Μέτρηση	1/1000 m3
1.3	Προετοιμασία του εδάφους	Ομοιογένεια – Βαθμός θρυμματισμού	Μ.Ε.Π	Ομοιογένεια υλικού – Βέλτιστη υγρασία - Βαθμός θρυμματισμού >80%	Μελέτη σύνθεσης	Μέτρηση	3 έλεγχοι θρυμματισμού / τμήμα και τουλάχιστον κάθε 100 m3
1.4	Προσθήκη υδραεραεστατού ή τσιμέντου	Ποσότητα υδραεραεστατού ή / και τσιμέντου – Επίπεδο υγρασίας – Βαθμός θρυμματισμού	Μ.Ε.Π	Ομοιογένεια διανομής – Βέλτιστη υγρασία - Βαθμός θρυμματισμού >80%, ποσοστά σταθεροποιητών	Μελέτη σύνθεσης	Μέτρηση, με μπουσάκι ή άλλο υποδοχείο ή θέση σάκων (Χειρονακτικά)	3 έλεγχοι / 100 m3 μίγματος

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-09-01-00:2009

© ΕΛΟΤ

Α/Α	Αντικείμενο	Ελεγχόμενο Χαρακτηριστικό	Υπεύθυνος Ελέγχου Αναδόχου	Κριτήριο Αποδοχής	Αναφορές – Πρότυπα	Διαδικασία ελέγχου/ δοκιμής	Συχνότητα ελέγχου / δειγματοληψιών
1.5	Ανάμιξη εδάφους, υδρασβέστου ή / και τσιμέντου και νερού	Ομοιομορφία ανάμιξης – Χρονικό διάστημα έκθεσης στον ατμ. Αέρα	Μ.Ε.Π	Ομοιομορφία ανάμιξης – Χρόνος μεταξύ έναρξης ανάμιξης και έναρξης συμπίκνωσης <δύρες - Χρόνος μεταξύ προσθήκης τσιμέντου και περάτωσης εργασίας ανάμιξης <2ώρες	Μελέτη σύνθεσης	Μέτρηση	3 έλεγχοι / 100 m <sup>3</sup> μίγματος
1.6	Προστασία στρώσης	Διατήρηση υγρασίας	Μ.Ε.Π	Προστατευτικά μέτρα	E-105		
1.7	Προσθήκη νερού	Βέλτιστη υγρασία	Μ.Ε.Π		E-105	Μέτρηση	3 έλεγχοι / 100 m <sup>3</sup> μίγματος
1.8	Δοκιμαστικό τμήμα	Βαθμός θρυμματισμού	Μ.Ε.Π	Ομοιομορφία διανομής – Βέλτιστη υγρασία – Βαθμός θρυμματισμού >80% ποσοστά σταθεροποιητών	Μελέτη σύνθεσης	3 Δοκίμια, Δοκιμές CBR	3 έλεγχοι / 100 m <sup>3</sup> μίγματος
1.9	Μορφοποίηση επιφάνειας	Προγραμματισμένο γεωμετρικό σχήμα	Μ.Ε.Π			Μέτρηση	
1.10	Συμπύκνωση ανώτερης επιφάνειας	Πυκνότητα επί τόπου – Χρόνος περάτωσης συμπίκνωσης – Πάχος	Μ.Ε.Π	Πυκνότητα ίση με το 100% της λαμβανόμενης με τη μέθοδο FALLSHOT-134 – Περάτωση συμπίκνωσης <2ώρες – Πάχος<30cm		Μέτρηση	Πυκνότητα: 3 έλεγχοι / 100 m <sup>3</sup> μίγματος, Πάχος:
1.11	Επεξεργασία επιφάνειας	Επιπέδωση επιφάνειας	Μ.Ε.Π			Μέτρηση	
1.12	Διάταξη αρμών	Επίπεδο / πάχος	Μ.Ε.Π				
1.13	Καιρικοί περιορισμοί	Θερμοκρασία – Καιρικές συνθήκες (πανετός, βροχή, άνεμος)	Μ.Ε.Π	>5°C <35°C	Προδιαγραφή	Μέτρηση	Ανά ημέρα εργασίας
1.14	Συντήρηση	Ασφαλτική επάλειψη συντηρήσεως	Μ.Ε.Π				
1.15	Συμπύκνωση	Πυκν/τα επί τόπου	Μ.Ε.Π	Σ.Α.Ε. (Σημείο Αναμονής Ελέγχου), Προδιαγραφή επιχωμάτων	E-106	Μέτρηση	1/1000m <sup>3</sup>
1.16	Θέση	Γεωμετρία	Τοπικό συνεργείο	Μελέτη εφαρμογής		Μέτρηση	Τέλος εργασίας
1.17	Διαστάσεις	Γεωμετρία	Τοπικό συνεργείο	Μελέτη εφαρμογής		Μέτρηση	Τέλος εργασίας
1.18	Υψόμετρο	Χωροστάθμευση	Τοπικό συνεργείο	Μελέτη εφαρμογής	Προδιαγραφή επιχωμάτων	Μέτρηση	Τέλος εργασίας

## Βιβλιογραφία

- ΕΛΟΤ EN 197-1/ΙΟΥΝΙΟΥ 2000 (Σχετική Απόφαση Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ, ΦΕΚ 917 Β/18.8.01)
- Προδιαγραφή ΥΠΕΧΩΔΕ: Ε 105 – 86/5: Προσδιορισμός ορίου υδαρότητας
- Προδιαγραφή ΥΠΕΧΩΔΕ: Ε 105 – 86/6: Προσδιορισμός ορίου πλαστικότητας
- Προδιαγραφή ΥΠΕΧΩΔΕ: Ε 105 – 86/6: Προσδιορισμός Δείκτη πλαστικότητας
- Προδιαγραφή ΥΠΕΧΩΔΕ: Ε 106 – 86/2: Έλεγχος συμπίκνωσης
- Προδιαγραφή ΥΠΕΧΩΔΕ: Ε 105 – 86/12: Δοκιμή CBR
- ΣΑΥ – ΦΑΥ Υπουργικές Αποφάσεις για καθιέρωση Σχεδίου και Φακέλου Ασφάλειας και Υγείας.
- ASTM D2922 Standard Test Methods for Density of Soil and Soil-Aggregate in Place by Nuclear Methods (Shallow Depth) -- Πρότυπες μέθοδοι ελέγχου πυκνότητας εδάφους και εδάφους-αδρανών με πυρηνικές μεθόδους (μικρού βάθους).
- ASTM D3017 Standard Test Method for Water Content of Soil and Rock in Place by Nuclear Methods (Shallow Depth) -- Πρότυπες μέθοδοι ελέγχου περιεκτικότητας ύδατος εδάφους και βράχων με πυρηνικές μεθόδους (μικρού βάθους).