

**ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-02-05-00:2009**

---

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ  
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ**

---

**HELLENIC TECHNICAL  
SPECIFICATION**

---



**Έργα αντιστηρίξεως από οπλισμένη γη**

---

**Retaining structures with reinforced earth**

---

Κλάση τιμολόγησης: 12

## Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-02-05-00 «**Έργα αντιστηρίξεως από οπλισμένη γή**» 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 1501-11-02-05-00, ανέλαβε η Ειδική Ομάδα Έργου ΕΟΕ ΣΤ της ΕΛΟΤ ΤΕ 99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», τη γραμματεία της οποίας έχει η Διεύθυνση Τυποποίησης του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

Το κείμενο της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-02-05-00 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 φωτοαντιγραφής και μικροφίλμ, δίχως γραπτή άδεια από τον εκδότη.

## Περιεχόμενα

<b>Εισαγωγή</b>	<b>4</b>
<b>1 Αντικείμενο</b>	<b>5</b>
<b>2 Τυποποιητικές παραπομπές</b>	<b>5</b>
<b>3 Όροι και ορισμοί</b>	<b>7</b>
<b>3.1 Ταξινόμηση και χαρακτηριστικά των έργων αντιστήριξης από οπλισμένη γη</b>	<b>7</b>
<b>4 Απαιτήσεις</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Απαιτήσεις ενσωματούμενων υλικών</b>	<b>10</b>
<b>5 Κατασκευή αντιστηρίξεων από οπλισμένη γή</b>	<b>16</b>
<b>5.1 Κατασκευή τοίχου αντιστήριξης από οπλισμένη γή</b>	<b>16</b>
<b>5.2 Κατασκευή στραγγιστηρίων</b>	<b>21</b>
<b>5.3 Ανοχές</b>	<b>24</b>
<b>6 Δοκιμές και έλεγχοι</b>	<b>24</b>
<b>6.1 Αποδοχή τελειωμένου έργου αντιστηρίξεως από οπλισμένη γή</b>	<b>25</b>
<b>7 Όροι και απαιτήσεις υγείας – ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος</b>	<b>25</b>
<b>7.1 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών</b>	<b>25</b>
<b>7.2 Μέτρα υγιεινής - ασφάλειας</b>	<b>25</b>
<b>8 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών</b>	<b>26</b>
<b>9 Βιβλιογραφία</b>	<b>28</b>

## Εισαγωγή

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

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

# Έργα αντιστηρίξεως από οπλισμένη γή

## 1 Αντικείμενο

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα Προδιαγραφή, αφορούν στην κατασκευή έργων αντιστηρίξεως από οπλισμένη γή (reinforced soil) με πιθανή ταυτόχρονη λειτουργία τους και ως έργων ανάληψης εξωτερικών φορτίων θεμελίωσης κατασκευών (π.χ. ακρόβαθρα γεφυρών). Ενδεικτικές περιπτώσεις εφαρμογής έργων αντιστήριξης από οπλισμένη γή δείχνονται στο σχήμα 1.

Η παρούσα Προδιαγραφή δεν αφορά τον οπλισμό φυσικών εδαφικών υλικών (π.χ. ηλώσεις, βλητρώσεις και αγκυρώσεις φυσικών πηλινών) και την ενίσχυση εδαφικών υλικών με πασσάλους, μικροπασσάλους, διαφραγματικούς τοίχους ή ενεματώσεις.

## 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 EN 10025.01	Hot rolled products of structural steels - Part 1 : General technical delivery conditions - Προϊόντα θερμής έλασης για χάλυβες κατασκευών - Μέρος 1: Γενικοί τεχνικοί όροι παράδοσης
ΕΛΟΤ EN 10025.02	Hot rolled products of structural steels - Part 2 : Technical delivery conditions for non-alloy structural steels - Προϊόντα θερμής έλασης για χάλυβες κατασκευών - Μέρος 2: Τεχνικοί όροι παράδοσης για μη κεκραμένους χάλυβες κατασκευών
ΕΛΟΤ EN 10025.03	Hot rolled products of structural steels - Part 3 : Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steel Προϊόντα θερμής έλασης για χάλυβες κατασκευών - Μέρος 3: Τεχνικοί όροι παράδοσης για εξομαλυσμένους/εξομαλυσμένους ελασμένους συγκολλησίμους λεπτόκοκκους χάλυβες κατασκευών
ΕΛΟΤ EN 10025.04	Hot rolled products of structural steels - Part 4 : Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels - Προϊόντα θερμής έλασης για χάλυβες κατασκευών - Μέρος 4: Τεχνικοί όροι παράδοσης για θερμομηχανικά ελασμένους συγκολλησίμους λεπτόκοκκους χάλυβες κατασκευών
ΕΛΟΤ EN ISO 10321 “	Geotextiles - Tensile test for joints/seams by wide-width method (ISO 10321:1992) -- Γεωυφάσματα. Δοκιμή εφελκυστικής αντοχής συδέσεων με την μέθοδο κατά πλάτος”.
ΕΛΟΤ EN ISO 1461 E2	Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods - Επικαλύψεις με γαλβανισμό εν θερμώ ετοιμών προϊόντων από σίδηρο και χάλυβα - Προδιαγραφές και μέθοδοι δοκιμών

ΕΛΟΤ EN 10080	Steel for the reinforcement of concrete - Weldable reinforcing steel – General Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος - Συγκολλησιμοί χάλυβες - Γενικές απαιτήσεις
ΕΛΟΤ EN 10218.01	Steel wire and wire products - General - Part 1 : Test methods - Χαλύβδινα σύρματα και συρμάτινα προϊόντα - Γενικά - Μέρος 1: Μέθοδοι δοκιμών
ΕΛΟΤ EN 10218.02	Steel wire and wire products - General - Part 2: Wire dimensions and tolerances - Χαλύβδινα σύρματα και προϊόντα συρμάτων - Γενικά - Μέρος 2: Διαστάσεις και ανοχές συρμάτων
ΕΛΟΤ EN 10223-3	Χαλύβδινα σύρματα και προϊόντα σύρματος για φράκτες. - Μέρος 3: Εξαγωνικά χαλύβδινα συρματοπλέγματα δομικών έργων.
ΕΛΟΤ EN 10244-1	Χαλύβδινα σύρματα και προϊόντα συρμάτων. Επικαλύψεις χαλύβδινων συρμάτων με μη σιδηρούχα μέταλλα. - Μέρος 1: Γενικές αρχές.
ΕΛΟΤ EN 10244-2	Χαλύβδινα σύρματα και προϊόντα συρμάτων. Επικαλύψεις χαλύβδινων συρμάτων με μη σιδηρούχα μέταλλα. - Μέρος 2: Επικαλύψεις ψευδαργύρου ή κραμάτων ψευδαργύρου.
ΕΛΟΤ EN 10326	Continuously hot -dip coated strip and sheet of structural steels - Technical delivery conditions - Επικαλυμμένα χαλυβδόφυλλα και χαλυβδοταινίες κατασκευών με συνεχή εμβάπτιση εν θερμώ - Τεχνικοί όροι παράδοσης
ΕΛΟΤ EN 13251/A1	Geotextiles and geotextile-related products - Required characteristics for use in earthworks, foundations and retaining structures - Γεωυφάσματα και προϊόντα σχετικά με γεωυφάσματα - Απαιτούμενα χαρακτηριστικά για χρήση σε χωματουργικά έργα, θεμελιώσεις και κατασκευές αντιστήριξης
ΕΛΟΤ EN 12224	Geotextiles and geotextile-related products - Determination of the resistance to weathering - Γεωυφάσματα και προϊόντα σχετικά με γεωυφάσματα - Προσδιορισμός της αντοχής σε μεταβολές των καιρικών συνθηκών
ΕΛΟΤ EN 12225	Geotextiles and geotextile-related products - Method for determining the microbiological resistance by a soil burial test - Γεωυφάσματα και προϊόντα σχετικά με γεωυφάσματα - Μέθοδος προσδιορισμού της αντίστασης στη δράση μικροβίων με ταφή
ΕΛΟΤ EN ISO 10722	Geosynthetics - Index test procedure for the evaluation of mechanical damage under repeated loading - Damage caused by granular material - Γεωσυνθετικά - Μεθοδολογία δοκιμής εκτίμησης της μηχανικής φθοράς υπό επαναλαμβανόμενη φόρτιση - Φθορά από κοκκώδη υλικά
ΕΛΟΤ EN ISO 12957.01	Geosynthetics - Determination of friction characteristics - Part 1: Direct shear test - Γεωσυνθετικά - Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών τριβής - Μέρος 1: Δοκιμή άμεσης διάτμησης
ΕΛΟΤ EN ISO 12957.02	Geosynthetics - Determination of friction characteristics - Part 2: Inclined plane test - Γεωσυνθετικά - Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών τριβής - Μέρος 2: Δοκιμή σε κεκλιμένο επίπεδο
ISO 13431	Geotextiles and geotextile-related products -- Determination of tensile creep and creep rupture behaviour
ΕΛΟΤ EN 14475.	Execution of special geotechnical works - Reinforced fill - Εκτέλεση ειδικών γεωτεχνικών έργων - Οπλισμένο επίχωμα

ΕΛΟΤ EN 1997-1	Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules -- Ευρωκώδικας 7: Γεωτεχνικός σχεδιασμός - Μέρος 1: Γενικοί κανόνες.
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-07-01	Construction of embankments with suitable excavation or borrow materials - Κατασκευή επιχωμάτων με κατάλληλα προϊόντα εκσκαφών ή δανειοθαλάμων
ΕΛΟΤ EN 863	Protective clothing - Mechanical properties - Test method: Puncture resistance - Προστατευτική ενδυμασία. Μηχανικές ιδιότητες. Δοκιμή αντοχής σε διάτρηση.
ΕΛΟΤ EN 397 A/1	Industrial safety helmets (Amendment A1: 2000) - Κράνη προστασίας.
ΕΛΟΤ EN 388 E2	Protective gloves against mechanical risks -- Γάντια προστασίας έναντι μηχανικών κινδύνων
ΕΛΟΤ EN ISO 20345	Safety Footwear for Professional Use - Υποδήματα ασφαλείας για επαγγελματική χρήση

### 3 Όροι και ορισμοί

Η παρούσα Προδιαγραφή δεν κάνει χρήση όρων και ορισμών, οι οποίοι να είναι αναγκαίοι για την κατανόηση και εφαρμογή του κειμένου της.

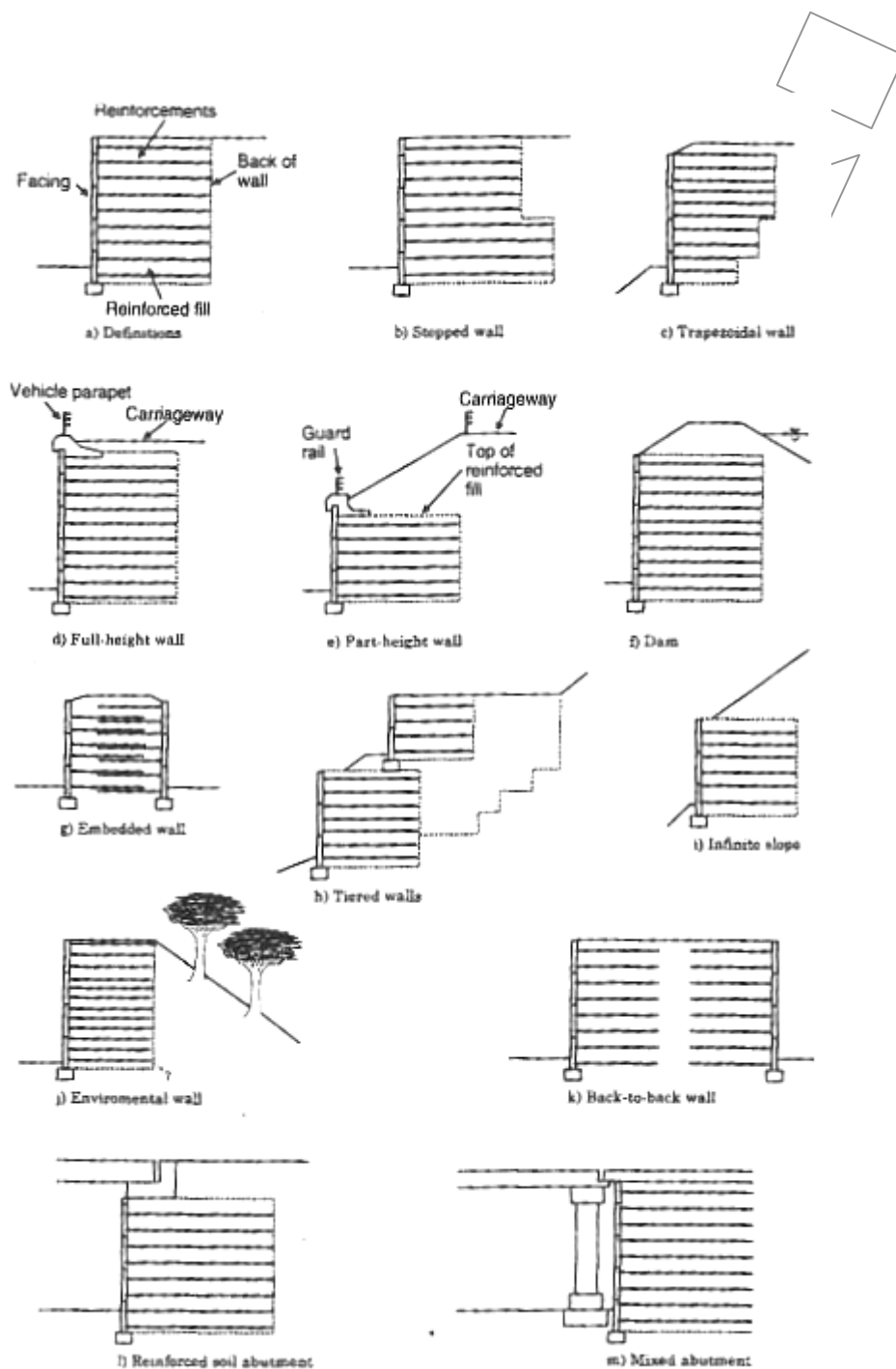
#### 3.1 Ταξινόμηση και χαρακτηριστικά των έργων αντιστήριξης από οπλισμένη γη

##### 3.1.1 Ταξινόμηση με βάση τις συνέπειες από μία πιθανή αστοχία των έργων αντιστήριξης

Οι κατασκευές αντιστήριξης με οπλισμένη γη είναι δυνατόν να διαχωρισθούν σε επιμέρους κατηγορίες, αναλόγως των συνεπειών, που θα ήταν δυνατόν να προκληθούν από μία πιθανή αστοχία και από την τεχνική διάρκεια ζωής της κατασκευής. Οι κατηγορίες αυτές συνοψίζονται στον Πίνακα 1 :

**Πίνακας 1 - Κατηγορίες έργων αντιστήριξης με οπλισμένη γη (ΕΛΟΤ EN 14475, ΕΛΟΤ EN 1997-1)**

Τεχνική διάρκεια ζωής	Σπουδαιότητα από ενδεχόμενη αστοχία		
	1(περιορισμένες συνέπειες)	2 (μέτριες συνέπειες)	3 (σοβαρές συνέπειες)
0 Βοηθητικά έργα κατά την κατασκευή (2-5 έτη)			
1 Προσωρινό έργο (10 έτη)			
2. Αντικαταστάσιμα στοιχεία (25έτη)			
3 Δευτερεύουσας σημασίας κατασκευές (25έτη)			
4. Συνήθη έργα (50 έτη)			
5. Σημαντικά έργα (100έτη)			



Σχήμα 1 - Περιπτώσεις έργων αντιστηρίξεως από οπλισμένη γη

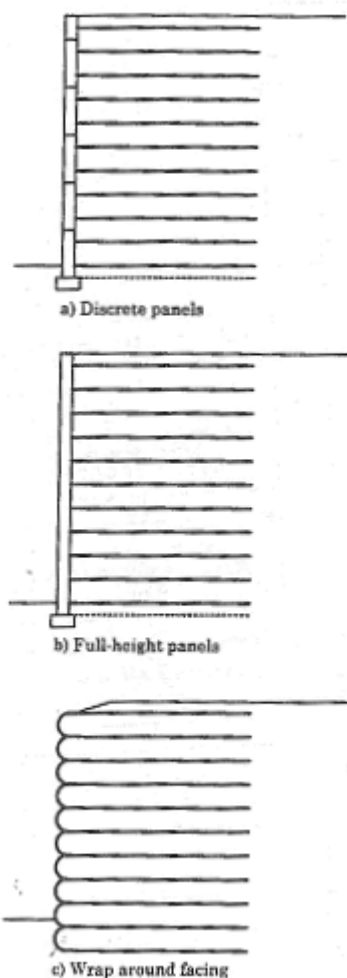
### 3.1.2 Χαρακτηριστικά των έργων αντιστήριξης από οπλισμένη γή

Η κατασκευή έργων αντιστηρίξεως από οπλισμένη γη (reinforced soil) έχει σκοπό ενίοτε την πιθανή ταυτόχρονη λειτουργία τους και ως έργων ανάληψης εξωτερικών φορτίων θεμελίωσης διάφορων κατασκευών (π.χ. ακρόβαθρα γεφυρών) (Σχήμα 1).

Τα έργα αντιστηρίξεως με οπλισμένη γη κατασκευάζονται με την ενσωμάτωση υλικών οπλισμού από χάλυβα ή γεωσυνθετικά υλικά (δηλ. μεταλλικές λωρίδες, μεταλλικά πλέγματα, γεωϋφάσματα και γεωπλέγματα) σε εδαφικά υλικά επίχωσης κατά τη διάρκεια της κατασκευής των στρώσεων της επίχωσης. Στην επιφάνεια του διαμορφωμένου πρανούς (με γωνία ως προς την οριζόντιο  $\geq 70^\circ$ ) κατασκευάζεται επιφανειακή άκαμπτη ή εύκαμπτη επικάλυψη για την εξωτερική αγκύρωση του οπλισμού αλλά και για αισθητικούς λόγους (διαμόρφωση ομαλής επιφάνειας). Η άκαμπτη επικάλυψη μπορεί να αποτελείται από



ένα συνεχές στοιχείο (σε όλο το ύψος αντιστήριξης) ή από διακριτά στοιχεία (σε επιμέρους τμήματα του συνολικού ύψους αντιστήριξης) από σκυρόδεμα, εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, μεταλλικά φύλλα, μεταλλικά πλέγματα, ξύλο ή από συνδυασμό των ανωτέρω (Σχήμα 2a, 2b). Η εύκαμπτη επικάλυψη περιλαμβάνει στοιχεία, τα οποία συνιστούν περιελισσόμενες επεκτάσεις των στρώσεων των συνθετικών στοιχείων οπλισμού, οι οποίες περιβάλλουν εξωτερικώς τα υλικά της επίχωσης (Σχήμα 2c). Στα εύκαμπτα στοιχεία επικάλυψης περιλαμβάνονται επίσης και οι επικαλύψεις συρματοκιβώτια με ή χωρίς αγκύρωση στο σώμα του αντιστηριζόμενου εδάφους, καθώς και υβριδικές κατασκευές με ανοικτά προκατασκευασμένα τεμάχια και φύτευση.



**Σχήμα 2 - Τύποι επιφανειακής κάλυψης έργων αντιστήριξης από οπλισμένη γή.**

Με τους ανωτέρω τρόπους μπορούν να διαμορφωθούν τοίχοι αντιστήριξης με κατακόρυφη ή πολύ απότομη κλίση ( $\geq 70^\circ$ ), δηλαδή πιο απότομη από την ευσταθή κλίση του ελεύθερου (ανυποστήρικτου) πρανούς. Τονίζεται ότι λόγω της διαμόρφωσης των επιχωμάτων με πολύ απότομα πρανή, οι τάσεις που ασκούνται στη θεμελίωση του επιχώματος είναι αυξημένες και συνεπώς οι έλεγχοι ευστάθειας και παραμορφώσεων του εδάφους θεμελίωσης αποκτούν εξαιρετική σημασία. Τα ανωτέρω επιτείνονται και από το γεγονός ότι επιχώματα από οπλισμένη γή συνήθως κατασκευάζονται σε εντόνως επικλινή εδάφη ή σε μαλακά και συμπιεστά εδάφη.

Οι παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν τη διαχρονική συμπεριφορά ενός έργου αντιστήριξης με οπλισμένη γη παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Οι εν λόγω παράγοντες εξαρτώνται από την ακολουθούμενη μεθοδολογία κατασκευής, από τα χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων εδαφικών υλικών επίχωσης και των στοιχείων οπλισμού, αλλά και από την επίδραση εξωγενών παραγόντων, όπως είναι οι εξωτερικές φορτίσεις και η ανάπτυξη υδατικών πιέσεων πόρων.

**Πίνακας 2 - Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαχρονική συμπεριφορά έργων αντιστήριξης με οπλισμένη γη.**

Στοιχεία οπλισμού	Εδαφικά υλικά	Τεχνολογία κατασκευής
Σύνθεση Ανθεκτικότητα Τύπος Ιδιότητες επιφανείας Διαστάσεις Αντοχή Ακαμψία	Μέγεθος και σχήμα κόκκων Κοκκομετρία Όρια συνεκτικότητας Ορυκτολογική σύσταση Ανθεκτικότητα	Μέθοδος κατασκευής Εργασίες συμπίκνωσης Διαχείρισης
Διάταξη στοιχείων οπλισμού	Κατάσταση εδαφικών υλικών	Έργο αντιστήριξης με οπλισμένη γη
Τοποθέτηση Αποστάσεις Προσανατολισμός	Πυκνότητα Εντατική κατάσταση Βαθμός κορεσμού Συνθήκες στραγγίσεως	Γεωμετρία Συνθήκες θεμελίωσης Χρήση

## 4 Απαιτήσεις

### 4.1 Απαιτήσεις ενσωματούμενων υλικών

Τα ενσωματούμενα ή χρησιμοποιούμενα υλικά είναι:

- **Εδαφικά υλικά επίχωσης.** Τα υλικά αυτά πρέπει να ικανοποιούν τα κριτήρια αποδοχής της παρούσης τεχνικής προδιαγραφής και τις απαιτήσεις της μελέτης ως προς την προέλευση, κοκκομετρική διαβάθμιση, πλαστικότητα, χημικές και ηλεκτροχημικές ιδιότητες, αντοχή, αλλά και υγρασία συμπίκνωσης και τρόπο συμπίκνωσης (πάχος στρώσεων, επιθυμητή πυκνότητα και μέθοδο συμπίκνωσης).
- **Οπλισμός.** Στοιχεία οπλισμού από μεταλλικές (συνήθως χαλύβδινες) ταινίες ή ράβδους ή πλέγματα ή και από γεωσυνθετικά υλικά (πολυμερή) με την μορφή ταινιών ή πλεγμάτων. Τα γεωσυνθετικά πολυμερή στοιχεία οπλισμού μπορεί να είναι γεωυφάσματα (woven geotextiles) ή γεωπλέγματα (geogrids) ή γεωδίκτυα (geonets). Τα υλικά κατασκευής των στοιχείων οπλισμού θα πρέπει να ικανοποιούν τα κριτήρια αποδοχής της παρούσης τεχνικής προδιαγραφής και τις απαιτήσεις της μελέτης ως προς: (α) την ποιότητα και την αντίστοιχη αντοχή τους σε εφελκυσμό, διάτμηση, κάμψη και διάβρωση (ειδικά για τα μεταλλικά στοιχεία), αλλά και ως προς τη μακροχρόνια συμπεριφορά των αντιστοιχών ιδιοτήτων (ειδικά για τα πολυμερή στοιχεία) και (β) την ανάπτυξη του μηχανισμού της αλληλεπίδρασης τους με το περιβάλλον εδαφικό υλικό.
- **Υλικά επιφανειακής επικάλυψης.** Στοιχεία επιφανειακής επικάλυψης (facing elements) για την εξωτερική αγκύρωση και προστασία του οπλισμού αλλά και για λειτουργικούς και αισθητικούς λόγους (διαμόρφωση ομαλής επιφάνειας). Τα στοιχεία επικάλυψης είναι: (α) εύκαμπτα στοιχεία από συνθετικά υλικά (πολυμερή) ή συρματόπλεγμα που περιβάλλουν εξωτερικώς τα υλικά της επίχωσης είτε (β) άκαμπτα στοιχεία από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ή προκατασκευασμένα στοιχεία από σκυρόδεμα, μεταλλικά φύλλα ή πλέγματα, ξύλο ή συνδυασμό των ανωτέρω. Επισημαίνεται ότι στα εύκαμπτα στοιχεία περιλαμβάνονται και οι επικαλύψεις με συρματοκιβώτια (gabions). Στοιχεία επικάλυψης απαιτούνται σε οπλισμένα επιχώματα με κλίση πρηνούς άνω των 70 μοιρών.

Όλα τα ενσωματούμενα υλικά και προϊόντα θα ακολουθούν τα σχετικά Πρότυπα και, όπου δεν υφίστανται τέτοια θα πρέπει να ικανοποιούν τα κριτήρια αποδοχής της παρούσας Προδιαγραφής.

#### 4.1.1 Εδαφικά υλικά επίχωσης

Για όλες τις κατηγορίες έργων αντιστηρίξεως από οπλισμένη γη του Πίνακα 1, τα υλικά αυτά είναι συνήθως κοκκώδη, με καλή κοκκομετρική διαβάθμιση και δεν προέρχονται από εύθρυπτα υλικά (εκτός εάν τούτο αντιμετωπίζεται στη μελέτη με κατάλληλο τρόπο διάστρωσης, ύφανσης και συμπίκνωσης). Γενικά τα υλικά θα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-07-01 για τα άοπτα επιχώματα. Η χρήση και αργιλικών υλικών επίχωσης, θα υπόκειται στους περιορισμούς που προβλέπει το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14475.

Τα υλικά επίχωσης θα ακολουθούν τις απαιτήσεις της μελέτης ως προς την προέλευση, κοκκομετρική διαβάθμιση, αντοχή σε παγετό, πλαστικότητα, ελάχιστη γωνία διατμητικής αντοχής (γωνία τριβής), υγρασία συμπίκνωσης και τρόπο διάστρωσης και συμπίκνωσης (πάχος στρώσεων, επιθυμητή πυκνότητα και πιθανώς την μέθοδο συμπίκνωσης). Σημειώνεται ότι στην περίπτωση χρήσης γεωσυνθετικών υλικών οπλισμού (πολυμερή) η μέγιστη διάσταση των εδαφικών κόκκων και η τραχύτητά τους αποτελούν σημαντικούς παράγοντες αποδοχής (λόγω πιθανότητας πρόκλησης μηχανικής φθοράς στον οπλισμό). Επιπλέον, τα υλικά επίχωσης θα πρέπει να έχουν φυσικές, χημικές, ηλεκτρο-χημικές, βιολογικές και μηχανικές ιδιότητες συμβατές με τα υλικά οπλισμού και επιφανειακής επικάλυψης ώστε να αποφευχθούν μακροχρόνιες δυσμενείς επιδράσεις στον οπλισμό. Σε περίπτωση όπου τούτο δεν είναι εφικτό, ο οπλισμός και η επικάλυψη θα προστατεύονται κατάλληλα. Λόγω των ανωτέρω απαιτήσεων, συχνά υλικά που είναι κατάλληλα για συνήθη επιχώματα δεν είναι κατάλληλα για την κατασκευή οπλισμένων επιχωμάτων.

Ο Πίνακας 3 καθορίζει τις ηλεκτροχημικές ιδιότητες των υλικών επίχωσης σε συνδυασμό με τους διάφορους τύπους χρησιμοποιούμενου μεταλλικού οπλισμού. Επισημαίνεται ότι ο Πίνακας 3 προτείνεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14475.

Επιπλέον ο Πίνακας 4 δίνει πληροφοριακά κριτήρια αποδοχής εδαφικών υλικών επίχωσης για διάφορους τύπους έργων αντιστήριξης από οπλισμένη γη (αναλόγως της γωνίας του αντιστηριζόμενου πρανούς και του τύπου της επιφανειακής επικάλυψης). Ο εν λόγω Πίνακας προέρχεται από τους Ελβετικούς Κανονισμούς SN 670 010 "Κριτήρια αποδοχής εδαφικών υλικών επίχωσης για διάφορους τύπους έργων αντιστήριξης από οπλισμένη γή" και οι προτεινόμενες τιμές της γωνίας εσωτερικής τριβής ( $\phi'$ ) των εδαφικών υλικών επίχωσης συνιστούν ισοδύναμες τιμές λαμβανομένης υπόψη και της συνοχής των.

Στην περίπτωση πιθανότητας κυκλοφορίας υπόγειου νερού, θα ελέγχεται και η αντίστοιχη συμβατότητα των ιδιοτήτων του φυσικού εδάφους που βρίσκεται σε επαφή με την επίχωση. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην επαρκή συμπίκνωση των υλικών επίχωσης στις περιπτώσεις άκαμπτων στοιχείων επιφανειακής επικάλυψης, επειδή τυχόν μεταγενέστερες καθιζήσεις ή/και άλλες παραμορφώσεις του επιχώματος θα προκαλέσουν εμφανείς βλάβες στα στοιχεία της επικάλυψης.

Πίνακας 3 - Ηλεκτροχημικές ιδιότητες των υλικών επίχωσης σε συνδυασμό με τους διάφορους τύπους μεταλλικού οπλισμού σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14475

STEEL REINFORCEMENTS				Strips,				Welded meshes, ladders, rods		Woven wire meshes	
Criteria based on corrosivity				Non-coated "black" steel	Continuously hot-dip galvanised (35 µm)	Hot dip galvanised (70 µm)	Zinc/Aluminium coated (Zn65Al15, thermal spray coated 70 µm)	Non coated black steel	Hot dip galvanised (70µm)	Zinc/Aluminium coated (Zn65Al15, hot dip coated 35µm)	Zinc/Aluminium coated (Zn65Al15, hot dip coated 35µm) + polymer coated (PVC/PU or PE, 0.5 mm)
Notes											
Commonly used sizes				3 to 6 mm	3 mm thick	4 to 6 mm thick		bars Ø8 to 12 mm	mm to	Wire φ 2 mm to 3 mm	
Usual field of application – Class of structure (related to design life)				(1)	Class 3 or 4	Class 4	Class 4 or 5	Class 4	Class 4 or 5	Class 1	Class 4 for steep slopes up to 70°
Electro-chemical characteristics compatible with routine design				(2)							
ENVIRONMENT	Land based, out of water	pH	(3)	5 to 10	5 to 10	5 to 10	A (6)	5 to 10	5 to 10	5 to 10	3 to 10
		Resistivity Ω cm	(4)	> 1 000	> 1 000	> 1 000		> 1 000	> 1 000	> 1 000	B (7)
		Chlorides Cl	ppm	(5)	< 200	< 200		< 200	< 200	< 200	
		Sulfates SO <sub>4</sub>	ppm	(6)	< 1 000	< 1 000		< 1 000	< 1 000	< 1 000	
	In fresh water (8)	pH	(3)	5 to 10	5 to 10	5 to 10	A (6)	5 to 10	5 to 10	5 to 10	3 to 10
		Resistivity Ω cm	(4)	> 3 000	> 3 000	> 3 000		> 3 000	> 3 000	> 3 000	B (7)
		Chlorides Cl	ppm	(5)	< 100	< 100		< 100	< 100	< 100	
		Sulfates SO <sub>4</sub>	ppm	(6)	< 500	< 500		< 500	< 500	< 500	
Non-routine, unusual design											
ENVIRONMENT	Marine environment, or fill of marine origin			Specific study required. Thicker strips or larger bars generally needed			pH 5 to 10. No other requirement	Specific study required. Larger bars generally needed		C	Specific study required
	Industrial waste fills, & environments of high aggressivity			Specific study required				Specific study required			Specific study required

Key :



Material not normally used



Test not relevant



Material not normally applicable

Πίνακας 4 - Κριτήρια αποδοχής εδαφικών υλικών επίχωσης σύμφωνα με τους Ελβετικούς Κανονισμούς SN 670 010

Konstruktionstyp Art der Verkleidung	Verdichtungs- Anforderungen		Bodentypen Klassifikation nach SN 670 010 (1998) Minimaler Winkel der Gesamtscherfestigkeit $\varphi^{*1)}$			
			GW, GP, GM, SW	GC, GM-ML, GM-GC, SP	GC-CL, SC <sup>2)</sup> , SM-ML <sup>2)</sup>	CL, ML <sup>2)</sup>
			$\varphi' \geq 35^\circ$	$\varphi' \geq 32.5^\circ$	$\varphi' \geq 30^\circ$	$\varphi' \geq 27.5^\circ$
Stützkonstruktionen:						
Harte Verkleidungen <i>Ακαμνη επένδυση</i>						
Neigung 80 ... 90° <i>Γωνία</i>						
Fundamentauflasten	> 60	> 45	+++	+	o	o
Verkehrsaufasten	> 50	> 40	+++	++	o	o
Flexible Verkleidungen <i>Ευκαμνη επένδυση</i>						
Neigung 75 ... 85° <i>Γωνία</i>						
Fundamentauflasten <i>Βεβαίωση</i>	> 50	> 40	+++	++	o	o
Verkehrsaufasten <i>Κυκλοφορία</i>	> 40	> 30	+++	+++	+	o
Steilböschungen 65 ... 75°:						
Harte Verkleidungen						
H ≥ 3 m, mit Verkehr <i>Κυκλοφορία</i>	> 40	> 30	+++	+++	+	o
H < 3 m, mit Verkehr	> 30	> 25	+++	+++	++	o
Flexible Verkleidungen						
H ≥ 3 m, ohne Verkehr	> 25	> 20	+++	+++	++	o
H < 3 m, ohne Verkehr	> 20	> 15	+++	+++	++	+
Steilböschungen 55 ... 65°:						
Flexible Verkleidungen						
H ≥ 3 m, mit Verkehr	> 20	> 15	+++	+++	++	+
H < 3 m, mit Verkehr	> 20	> 15	+++	+++	++	+
H ≥ 3 m, ohne Verkehr	> 15	> 12	+++	+++	+++	++
H < 3 m, ohne Verkehr	> 10	> 8	+++	+++	+++	++
Steilböschungen 45 ... 65°:						
Weiche Verkleidungen						
H ≥ 3 m, mit Verkehr	> 20	> 15	+++	+++	++	+
H < 3 m, mit Verkehr	> 15	> 12	+++	+++	++	+
H ≥ 3 m, ohne Verkehr	> 15	> 12	+++	+++	+++	++
H < 3 m, ohne Verkehr	> 10	> 8	+++	+++	+++	++
Eignung als Schüttmaterial:	+++	gut bis sehr gut geeignet <i>(επιλέκτο)</i>	+	bedingt geeignet <i>(οριακά αποδεκτό)</i>	o	nicht geeignet <i>(δεν ενδείκνυται)</i>
	++	mässig geeignet <i>(αποδεκτό)</i>				

#### 4.1.2 Οπλισμός.

Τα στοιχεία οπλισμού θα πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της μελέτης ως προς την αντοχή, παραμορφωσιμότητα και μακροχρόνια ερπυστική συμπεριφορά (έτσι ώστε να λειτουργούν ικανοποιητικά κατά την εκδήλωση παραμορφώσεων των υλικών επίχωσης), καθώς επίσης και ως προς τη διαβρωσιμότητα και ανθεκτικότητα (durability).

Εξαιτίας του έως τώρα σημαντικού χρόνου χρήσης του χάλυβα εντός εδαφικών σχηματισμών, για την κατασκευή πασσάλων και αγωγών, είναι δυνατόν να καθορισθούν επαρκώς οι απαιτήσεις αντιστάθμισης των μεταλλικών στοιχείων οπλισμού. Ωστόσο, η μακροχρόνια ερπυστική συμπεριφορά των στοιχείων οπλισμού από πολυμερή υλικά (εντός των εδαφικών υλικών επίχωσης) κρίνεται ότι δεν είναι επαρκώς καθορισμένη, παρόλο που διάφοροι τύποι των εν λόγω στοιχείων έχουν ενσωματωθεί τα τελευταία χρόνια σε σημαντικό αριθμό έργων αντιστήριξης.

Επισημαίνεται ότι σε περίπτωση χρησιμοποίησης στοιχείων οπλισμού συγκεκριμένης εταιρείας είναι αναγκαίο να γίνεται αναφορά σε πιστοποιητικά έγκρισης, τα οποία θα καθορίζουν τις κρίσιμες ιδιότητές τους και θα περιγράφουν με σαφήνεια και λεπτομέρεια όλους τους αναγκαίους ποιοτικούς ελέγχους (μέσω κατάλληλων δοκιμών) καθορισμού αυτών των ιδιοτήτων.

Ο Πίνακας 5 που ακολουθεί συνοψίζει τους σημαντικότερους παράγοντες, οι οποίοι θα πρέπει να ελέγχονται για κάθε τύπο στοιχείου οπλισμού, πριν τη χρησιμοποίησή τους σε έργα αντιστήριξης από οπλισμένη γη.

**Πίνακας 5 - Παράγοντες στοιχείων οπλισμού προς έλεγχο και διερεύνηση.**

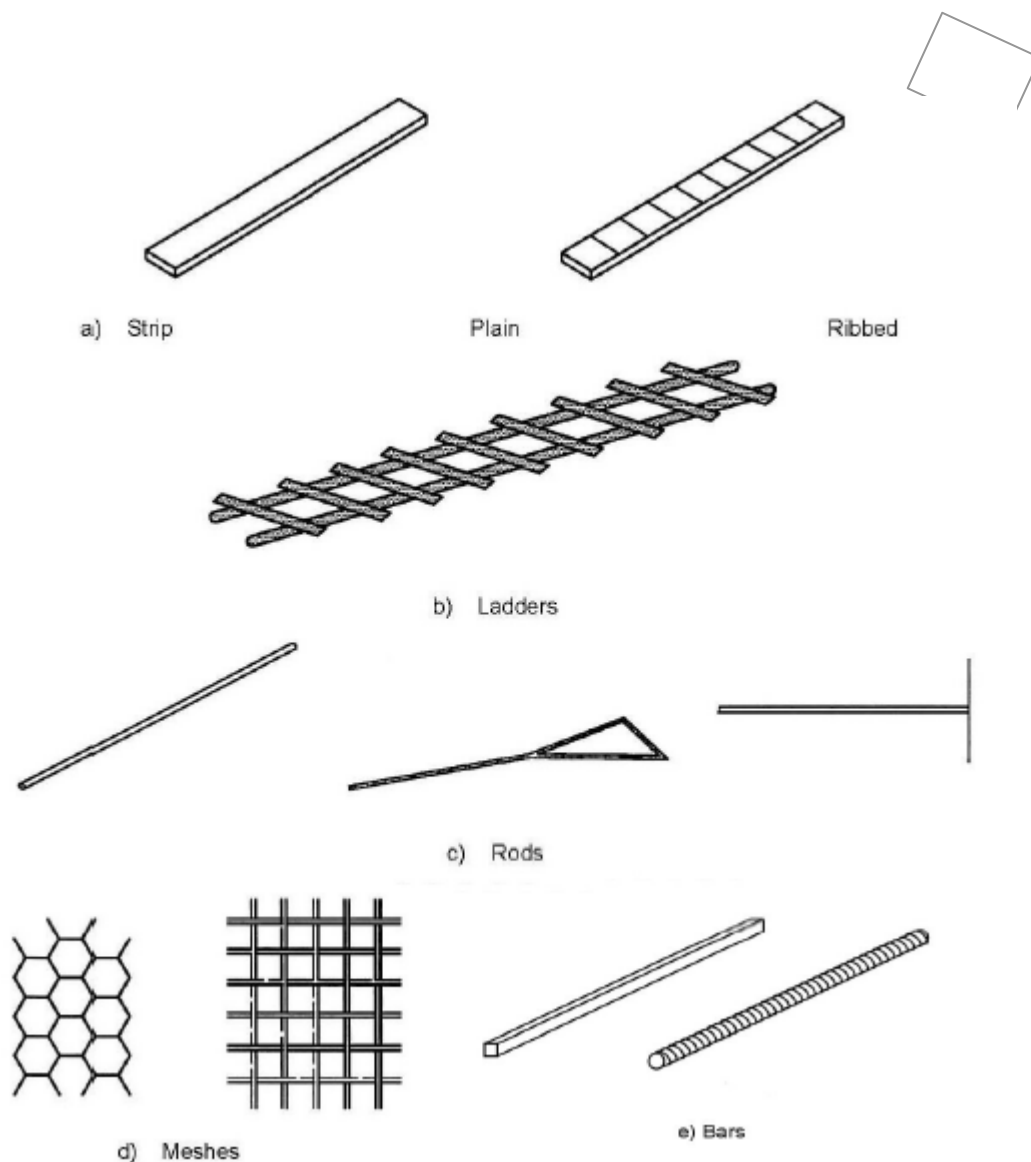
<b>1. Φυσικές και μηχανικές ιδιότητες:</b> Λεπτομερής περιγραφή του υλικού κατασκευής και της σχετικής τεχνικής βιβλιογραφίας. Δεδομένα βραχυχρόνιας και μακροχρόνιας συμπεριφοράς: οριακή τιμή και τιμή σχεδιασμού της εφελκυστικής αντοχής, Διαθέσιμα διαγράμματα τάσεων παραμορφώσεων, Τιμή του μέτρου Ελαστικότητας, Ερπυσμός, Ευκαμψία, Εκτασιμότητα, Κόπωση (υπό στατικές και δυναμικές συνθήκες φόρτισης), Συντελεστής τριβής με το περιβάλλον εδαφικό υλικό.
<b>2. Ανθεκτικότητα</b>
<b>3. Συμπεριφορά κατά την τοποθέτηση και χρήση:</b> Διαχείριση, αποθήκευση Πρόκληση ζημιών Μεταφορά Επίδραση επί των στοιχείων επιφανειακής κάλυψης
<b>4. Συνδυασμός των παραγόντων 1, 2 και 3</b>
<b>5. Κατασκευαστικές λεπτομέρειες (π.χ. συνδέσεις) και επίδραση τους στους παράγοντες 1 και 2</b>
<b>6. Διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου κατά την παραγωγή</b>
<b>7. Έκθεση σε εξωγενείς περιβαλλοντικούς παράγοντες (πριν την κατασκευή) (π.χ. μακροχρόνιες και βραχυχρόνιες επιδράσεις σε υπεριώδη ακτινοβολία)</b>

Οι χαλύβδινοι οπλισμοί θα είναι ράβδοι, λωρίδες ή χαλύβδινα πλέγματα (σχήμα 3). Ο βαθμός προστασίας θα εξαρτάται από τις απαιτήσεις της τεχνικής διάρκειας ζωής της κατασκευής. Τα συρματοπλέγματα θα είναι γαλβανισμένα με κράμα Zn95Al5 και επικάλυψη από PVC. Ανοξείδωτοι χάλυβες θα χρησιμοποιούνται μόνο αν προβλέπεται στη μελέτη και για ειδικές κατασκευές. Γενικά οι χαλύβδινοι οπλισμοί θα συμμορφώνονται με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 10025.01, ΕΛΟΤ EN 10025.02, ΕΛΟΤ EN 10025.03, ΕΛΟΤ EN 10025.04, ΕΛΟΤ EN ISO 1461 E2, ΕΛΟΤ EN 10080, ΕΛΟΤ EN 10218.01, ΕΛΟΤ EN 10218.02, ΕΛΟΤ EN 10223-3, ΕΛΟΤ EN 10244-1, ΕΛΟΤ EN 10244-2, ΕΛΟΤ EN 10326

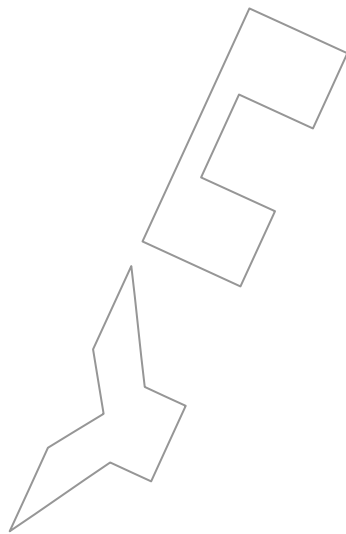
Στην περίπτωση γαλβανισμένων μεταλλικών στοιχείων, θα ελέγχεται το πάχος της επινικέλωσης.

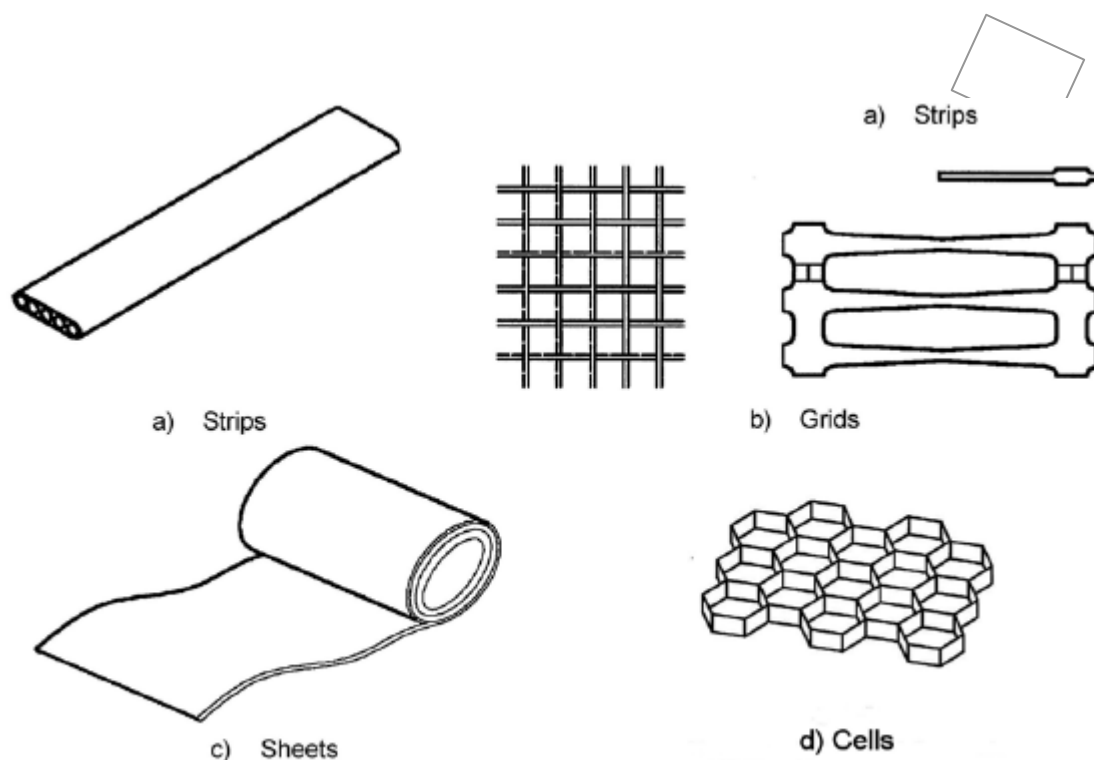
Τα συνθετικά στοιχεία οπλισμού θα πρέπει να προστατεύονται από την παρατεταμένη έκθεσή τους στο φως και ιδιαιτέρως στην ηλιακή ακτινοβολία και τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες με αποθήκευση σε κλειστούς στεγασμένους χώρους με ικανοποιητική μόνωση (κατά την θερινή περίοδο). Η κάλυψή τους με εδαφικό υλικό θα γίνεται σε σύντομο χρόνο μετά την τοποθέτηση του οπλισμού, για τους παραπάνω λόγους. Μεταλλικά στοιχεία οπλισμού θα προστατεύονται από την οξείδωση με αποθήκευσή τους σε ξηρούς και αεριζόμενους χώρους σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Οι συνθετικοί οπλισμοί είναι πολυμερικές λωρίδες, πολυμερικά φύλλα ή πολυμερικά γεωπλέγματα (σχήμα 4), πολυεστερικής ή πολυαιθυλενικής σύστασης, ενώ δεν αποκλείονται και άλλες συστάσεις. Γενικά οι πολυμερικοί οπλισμοί θα συμμορφώνονται με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 13251/A1, ΕΛΟΤ EN 12224, ΕΛΟΤ EN 12225, ΕΛΟΤ EN ISO 10722, ΕΛΟΤ EN ISO 12957.01, ΕΛΟΤ EN ISO 12957.02, ISO 13431



Σχήμα 3 - Τύποι χαλύβδινων οπλισμών έργων αντιστήριξης από οπλισμένη γη.





**Σχήμα 4 - Τύποι πολυμερικών οπλισμών έργων αντιστήριξης από οπλισμένη γή.**

#### 4.1.3 Υλικά επιφανειακής κάλυψης.

Τα στοιχεία επικάλυψης θα πρέπει να έχουν την απαραίτητη αντοχή και ευκαμψία, έτσι ώστε να επιτρέπουν:

- Τη διαμόρφωση επιφανειών με τις απαιτούμενες ανοχές ως προς την κατακορυφότητα και οριζοντιογραφική απόκλιση
- Τη δυνατότητα ανάληψης των αναμενόμενων διαφορικών μετακινήσεων χωρίς πρόκληση βλαβών σε αυτά και στις συνδέσεις τους με τον οπλισμό.

Σε κάθε περίπτωση χρήσης στοιχείων επικάλυψης, τα υλικά κατασκευής των θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις ανθεκτικότητας του Προτύπου . ΕΛΟΤ EN 14475 όπως συνοψίζεται και στον πίνακα 6.

Οι συνδέσεις του οπλισμού με τα στοιχεία επικάλυψης θα γίνονται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή του συστήματος. Σε κάθε περίπτωση, το στοιχείο επικάλυψης θα πρέπει να μπορεί να παραλάβει (με την απαιτούμενη βάση των κανονισμών ασφάλειας) φορτίο τουλάχιστον ίσο με την φέρουσα ικανότητα του οπλισμού που συνδέεται με αυτό

## 5 Κατασκευή αντιστηρίξεων από οπλισμένη γή

### 5.1 Κατασκευή τοίχου αντιστήριξης από οπλισμένη γή

#### 5.1.1 Διαμόρφωση του υποβάθρου για τη θεμελίωση του τοίχου αντιστήριξης

Η κατασκευή του τοίχου αντιστήριξης από οπλισμένη γη αρχίζει με τη διαμόρφωση της επιφάνειας θεμελίωσης στο εύρος που απαιτείται για την κατασκευή της βάσης της επίχωσης και την τοποθέτηση της κατώτερης στρώσης του οπλισμού. Η επιφάνεια αυτή εκσκάπτεται και διαμορφώνεται με ομαλές επιφάνειες στην απαιτούμενη κλίση και με τους ενδιάμεσους αναβαθμούς όπως προβλέπονται στη μελέτη (όπου προβλέπονται αναβαθμοί). Η στάθμη της θεμελίωσης θα είναι αυτή που προβλέπεται στη μελέτη. Στην περίπτωση όπου στη στάθμη αυτή δεν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις της μελέτης (π.χ. λόγω διαφοράς των γεωτεχνικών συνθηκών μεταξύ μελέτης και επιτόπου κατάστασης), θα τροποποιείται η μελέτη (εφόσον



απαιτείται) και θα εφαρμόζονται οι νέες απαιτήσεις της μελέτης (π.χ. με περαιτέρω εκσκαφή, βελτίωση του εδάφους θεμελίωσης με την τοποθέτηση γεωπλέγματος ή εξυγιαντικής στρώσης, κλπ). Η τελική στάθμη θεμελίωσης θα υγραίνεται (εφόσον απαιτείται) και θα συμπυκνώνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης. Τυχόν θύλακες ακατάλληλων υλικών θα απομακρύνονται και θα αντικαθίστανται με υλικά επιχώματος. Συνήθως, στη θέση θεμελίωσης της επιφανειακής επικάλυψης (facing) διαμορφώνεται τάφος εντός της οποίας κατασκευάζεται θεμέλιο από σκυρόδεμα για την έδραση των αυξημένων φορτίων της επικάλυψης και την μείωση των καθιζήσεων, καθώς και για τη διαμόρφωση επίπεδης επιφάνειας για την συναρμολόγηση των στοιχείων της επικάλυψης. Η κατασκευή αυτού του θεμελίου θα γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Μελέτης.

**Πίνακας 6. Απαιτήσεις για τα στοιχεία επένδυσης (ΕΛΟΤ EN 14475)**

REQUIREMENTS	FACING SYSTEMS					
	Concrete panel	Segmental block wall	Welded steel mesh facing	Woven steel mesh facing and gabions	Semi elliptical steel facing	Wrap around facing
Concrete quality	EN 206	EN 771-3				
Steel reinforcement (in panel)	EN 10080/ EN 1992-1-1					
Dimension tolerances	a	a				
Compressive strength at installation	a	a				
Surface quality	a	a				a
Steel quality			EN 10079/ EN 10080	EN 10218-1&2 EN 10223-3	EN 10025-2	a
Galvanizing quality			EN ISO 1461	EN 10244-1&2	EN ISO 1461	
Organic coating quality				EN 10245-1,2&3		
a: Requirements are needed but no relevant standard is available						

### 5.1.2 Κατασκευή και συμπύκνωση των εδαφικών στρώσεων της επίχωσης

Η κατασκευή και συμπύκνωση των στρώσεων της επίχωσης θα γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης και τις γενικές απαιτήσεις των Τεχνικών Προδιαγραφών Διάστρωσης και Συμπύκνωσης επιχώσεων των χωματουργικών έργων. Πέραν αυτών, θα ισχύουν και τα εξής :

- Η απόθεση, διάστρωση, εξομάλυνση και συμπύκνωση των υλικών της επίχωσης θα γίνεται με διεύθυνση παράλληλη προς την πρόσοψη (επικάλυψη) του τοίχου. Η επιφάνεια των στρώσεων της επίχωσης θα διαμορφώνεται με ελαφρά κλίση (2-4%) έτσι ώστε τα νερά της βροχής να μη λιμνάζουν αλλά να απορρέουν ελεγχόμενα προς κατάλληλο αποδέκτη.
- Στην περίπτωση υλικών επίχωσης με υψηλό ποσοστό λεπτοκόκκου κλάσματος, κατά την κατασκευή θα λαμβάνονται υπόψη οι υπερπιέσεις πόρων λόγω της συμπύκνωσης. Στις περιπτώσεις αυτές και όταν η συμπύκνωση γίνεται σε υψηλό ποσοστό υγρασίας, θα λαμβάνεται μέριμνα για τυχόν παραμορφώσεις της επικάλυψης (facing) επειδή τα υλικά αυτά συμπεριφέρονται ως πλάστιμα λόγω των φορτίων της συμπύκνωσης (π.χ. με μείωση των φορτίων της συμπύκνωσης με χρήση ελαφρότερων μηχανημάτων ή ελαφρά μείωση της υγρασίας συμπύκνωσης).

- Κατά τη διάστρωση των πρώτων στρώσεων του οπλισμού (επί του φυσικού εδάφους) με παρουσία νερού, τα στοιχεία του οπλισμού θα πρέπει να έχουν προ-συναρμολογηθεί ώστε να διευκολύνεται η τοποθέτησή τους. Στην περίπτωση συνθετικών πλεγμάτων ελαφρότερων από το νερό, θα πρέπει να προβλέπεται σύστημα πόντισης στον πυθμένα του σκάμματος (π.χ. με σποραδικά βάρη). Στην περίπτωση όπου το φυσικό έδαφος είναι πολύ συμπιεστό, θα τοποθετείται αρχικώς μια εξυγιαντική στρώση εδαφικού υλικού (πιθανώς επί διαχωριστικού γεωυφάσματος) και επ' αυτής θα τοποθετείται η πρώτη στρώση του οπλισμού.

### 5.1.3 Τοποθέτηση του οπλισμού σε κάθε στρώση

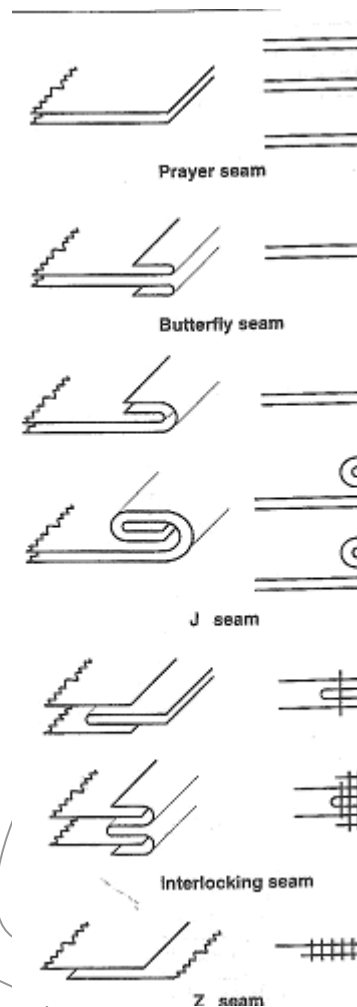
Μετά την ολοκλήρωση της συμπύκνωσης του υλικού μέχρι τη στάθμη τοποθέτησης μιας ζώνης οπλισμού, θα τοποθετούνται οι οπλισμοί (ράβδοι, λωρίδες ή πλέγματα) και θα συνδέονται με τα στοιχεία της επικάλυψης (στην περίπτωση άκαμπτης επικάλυψης) με τρόπο σύμφωνο με τις απαιτήσεις της μελέτης και τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Μετά τη σύνδεση με τα στοιχεία της επικάλυψης, οι οπλισμοί θα τανύονται ελαφρώς ώστε η διάστρωσή τους να μην περιλαμβάνει «κυματισμούς». Η διάστρωση των στοιχείων του οπλισμού θα γίνεται από ανθρώπους ή/και με τη χρήση ειδικών ελαφρών ελαστικοφόρων οχημάτων.

Τα στοιχεία του οπλισμού κατά την κύρια διεύθυνση φόρτισης (κάθετα στον όψη του τοίχου) θα πρέπει να είναι συνεχή χωρίς ενώσεις (ματίσματα) σε όλο το απαιτούμενο μήκος τους. Ωστόσο, κατά την εγκάρσια διεύθυνση (κατά το μήκος του τοίχου) είναι αναπόφευκτη η ασυνέχεια του οπλισμού και η δημιουργία αρμών. Οι αρμοί αυτού του τύπου για μεταλλικά πλέγματα θα διαμορφώνονται με επικάλυψη των γειτονικών στρώσεων τους σε πλάτος σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Μελέτης. Στην περίπτωση όπου δεν υπάρχει σχετική πρόβλεψη της μελέτης και για την περίπτωση χρήσης γεωπλεγμάτων ή γεωυφασμάτων η ελάχιστη επικάλυψη καθορίζεται σε 0.30 m, ενώ για την περίπτωση χρήσης μεταλλικών πλεγμάτων είναι δυνατόν να προβλέπεται σύνδεση μεταξύ τους, (π.χ. με συγκόλληση) έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής ανάληψη των αναπτυσσομένων εφελκυστικών φορτίων. Στην περίπτωση χρήσης ισότροπων πλεγμάτων (δηλαδή με την ίδια αντοχή και στις δύο διευθύνσεις) το μήκος αγκύρωσης είναι προφανώς το ίδιο και στις δύο διευθύνσεις. Οι αρμοί (συνδέσεις) μεταξύ των στρώσεων οπλισμού από πολυμερή υλικά διαχωρίζονται στις προκατασκευασμένες και σε εκείνες οι οποίες υλοποιούνται κατά τη διάρκεια των εργασιών κατασκευής. Τυπικές συνδέσεις γεωυφασμάτων, στις περιπτώσεις όπου απαιτείται η μεταφορά φορτίου, είναι οι συρραφές του σχήματος 5. Ο συνηθέστερος τρόπος σύνδεσης δύο στρώσεων γεωπλεγμάτων υλοποιείται με επικάλυψη τους και ταυτόχρονη χρήση ράβδου διαμέσου των οπών τους (Κόμβος τύπου "bodkin", Σχήμα 6). Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται έτσι ώστε η χρησιμοποιούμενη ράβδος (α) να είναι κατάλληλης διατομής και αντοχής, για να αποφεύγονται φαινόμενα υπερβολικών παραμορφώσεων και (β) να έχει διαστάσεις συμβατές με τις διαστάσεις των οπών των γεωπλεγμάτων.

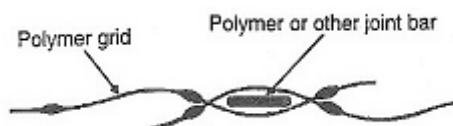
Επισημαίνεται ότι οι διαμορφώσεις των προ-αναφερθεισών συνδέσεων θα πρέπει να γίνεται, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή μηχανική αντοχή και ανθεκτικότητά τους. Σε μόνιμες κατασκευές αντιστήριξης, οι ποιοτικοί έλεγχοι των συνδέσεων θα πρέπει να γίνονται κατά ΕΛΟΤ EN ISO 10321

Στην περίπτωση εύκαμπτης επικάλυψης της όψης του τοίχου (με αναδίπλωση των στρώσεων του οπλισμού στην πρόσοψη του τοίχου), κατά την διάστρωση του πλέγματος του οπλισμού θα αφήνεται επαρκές μήκος οπλισμού στο άκρο της πρόσοψης για την μεταγενέστερη αναδίπλωση και αγκύρωσή του σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης. Κατά την αναδίπλωση του οπλισμού, οι δημιουργούμενες ακτίνες καμπυλότητας θα είναι συμβατές με τις τεχνικές προδιαγραφές του υλικού ώστε να αποφευχθεί η ρηγμάτωσή του. Στις περιπτώσεις όπου το αναδιπλούμενο υλικό της επικάλυψης της όψης είναι διαφορετικό από το υλικό του οπλισμού του επιχώματος, η σύνδεση των δύο υλικών θα γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, ώστε να εξασφαλίζεται η απαραίτητη εφελκυστική αντοχή αγκύρωσης του οπλισμού της επίχωσης. Τέλος, στην περίπτωση εύκαμπτης επικάλυψης με αναδίπλωση των στρώσεων του οπλισμού στην πρόσοψη του τοίχου, κατά τη διάστρωση των εδαφικών στρώσεων μέχρι την αναδίπλωση και αγκύρωση του οπλισμού επικάλυψης, απαιτείται η τοποθέτηση κάποιου συστήματος προσωρινής υποστήριξης του υλικού της πρόσοψης (στο ανυποστήρικτο ύψος) είτε με εξωτερική αντιστήριξη, π.χ. με εξωτερική σκαλωσιά (σχήμα 7) είτε με εσωτερική αυτο-υποστήριξη, π.χ. με την τοποθέτηση σάκων πληρωμένων με εδαφικό υλικό στην πρόσοψη, οι οποίοι υποστηρίζουν προσωρινά το όπισθεν αυτών υλικό της επίχωσης μέχρι την ολοκλήρωση του απαιτούμενου πάχους επίχωσης και την αναδίπλωση του οπλισμού επικάλυψης.

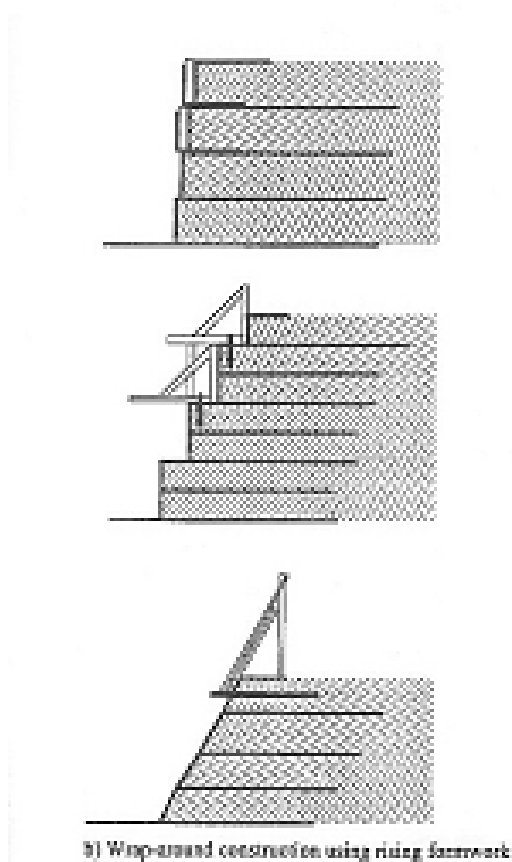
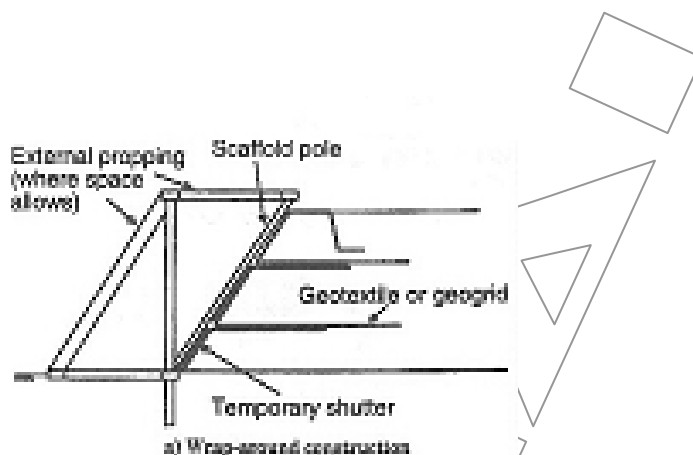
Η διαδικασία τοποθέτησης του οπλισμού και της διάστρωσης της επόμενης στρώσης υλικού επίχωσης, θα γίνεται με τρόπο, ώστε τα χρησιμοποιούμενα μηχανήματα για την τοποθέτηση του οπλισμού και τη διάστρωση της επόμενης στρώσης της επίχωσης, να μην κυκλοφορούν στον ήδη τοποθετημένο οπλισμό, πριν διαστρωθεί επ' αυτού η επόμενη στρώση επίχωσης.



Σχήμα 5 - Τύποι συρραφών γεωϋφασμάτων.



Σχήμα 6 - Σύνδεση γεωπλεγμάτων τύπου "Bodkin".



**Σχήμα 7 - Σύστημα εξωτερικής αντιστήριξης πρόσοψης τοίχου αντιστήριξης από οπλισμένη γή.**

Κατά τη διαδικασία τοποθέτησης του οπλισμού καθώς και της διάστρωσης και συμπίκνωσης του υλικού επίχωσης, θα δίνεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να αποφευχθούν βλάβες (μετακινήσεις, παραμορφώσεις, ρηγματώσεις, κλπ) των ήδη τοποθετημένων στοιχείων της επικάλυψης πέραν των προβλεπόμενων κατασκευαστικών ανοχών της μελέτης και των απαιτήσεων του κατασκευαστή. Μηχανήματα με φορτίο τροχού άνω των 350 kg (3.5 kN) δεν θα προσεγγίζουν την πρόσοψη του τοίχου ή το ελεύθερο άκρο απότομου πρανούς (στην περίπτωση τοίχων με εύκαμπτη επικάλυψη) σε απόσταση μικρότερη του ενός μέτρου. Η προσέγγιση βαρέων μηχανημάτων (γερανών, κλπ) επί του επιχώματος σε απόσταση μικρότερη από 1.5 φορές το κατασκευασθέν ύψος του τοίχου θα γίνεται μετά από έλεγχο της ευστάθειας.

Η ελάχιστη απόσταση προσέγγισης των βαρέων μηχανημάτων συμπίκνωσης (οδοστρωτήρες) από την πρόσοψη του τοίχου θα πρέπει να καθορίζεται στη μελέτη αλλά σε καμία περίπτωση δεν θα είναι μικρότερη του ενός μέτρου. Η συμπίκνωση του υλικού της επίχωσης στο τμήμα όπου δεν επιτρέπεται η πρόσβαση των βαρέων μηχανημάτων συμπίκνωσης θα γίνεται με ένα από τους ακόλουθους τρόπους: (α) χειροκίνητη ή ελκόμενη δονητική πλάκα (vibro-tamper/vibrating plate compactor) μάζας έως 1000 kg,

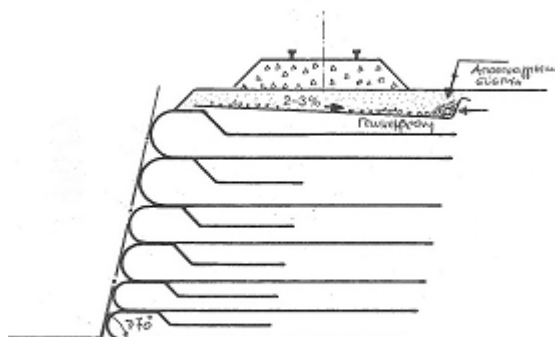
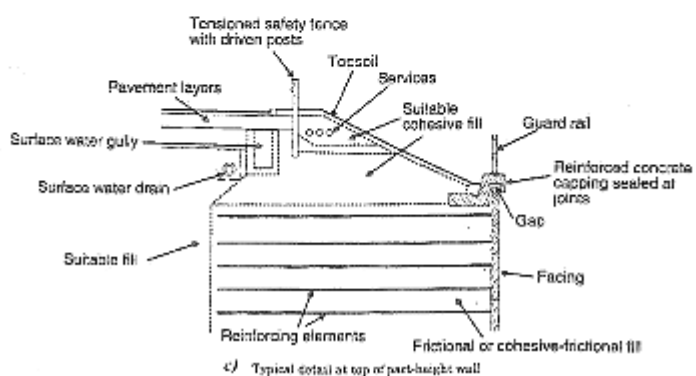
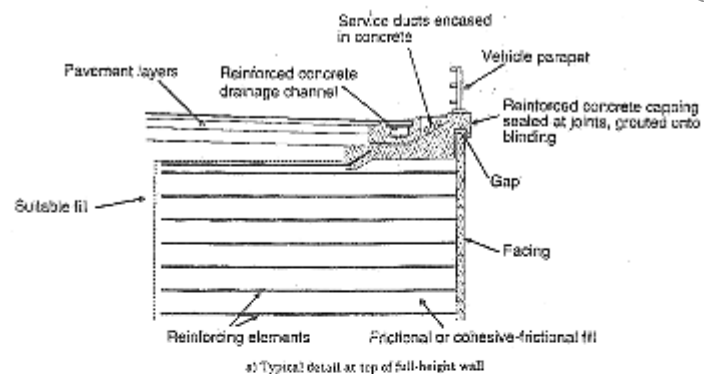
(β) ελκόμενο ή αυτοκινούμενο δονητικό οδοστρωτήρα απλού τυμπάνου μάζας έως 1300 kg ανά τρέχον μέτρο τυμπάνου και συνολικής μάζας έως 1500 kg.

#### 5.1.4 Κατασκευή της επικάλυψης

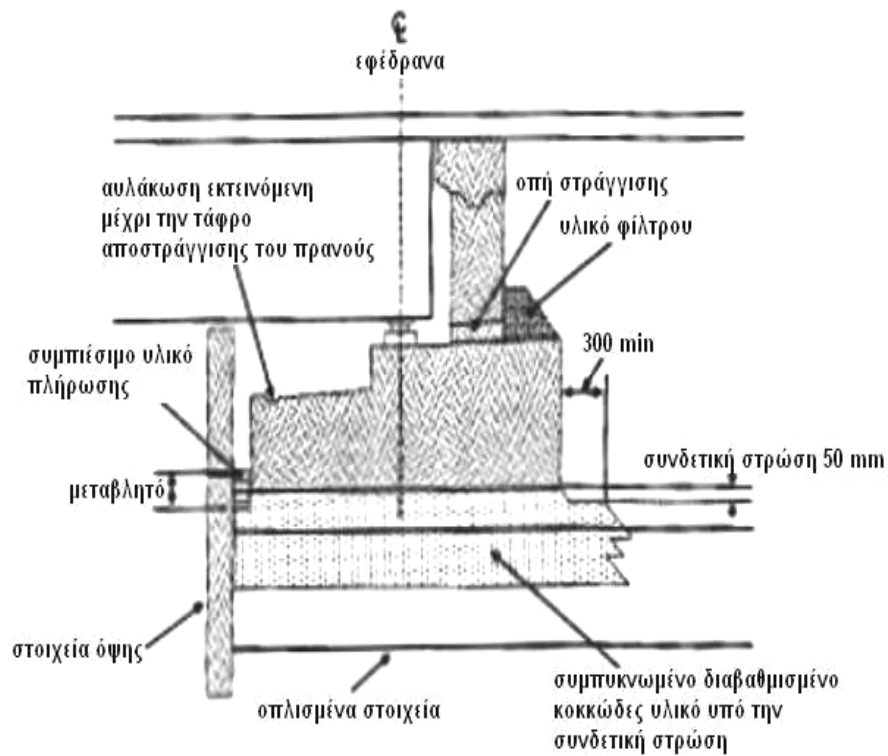
Η τοποθέτηση των άκαμπτων στοιχείων της επικάλυψης (facing) θα προηγείται της διάστρωσης και συμπύκνωσης της επίχωσης με διαφορά στάθμης τουλάχιστον 15 cm (δηλαδή τα στοιχεία της πρόσοψης θα είναι σε στάθμη τουλάχιστον 15 cm υψηλότερα από τη στάθμη της επίχωσης). Η κατώτερη στρώση των στοιχείων αυτών θα περιλαμβάνει και ημι-στοιχεία (δηλαδή στοιχεία με το ήμισυ του πλήρους ύψους) ώστε να μορφωθεί ο κάνναβος συμπλοκής των στοιχείων της επικάλυψης σύμφωνα με τη μελέτη και τις οδηγίες του κατασκευαστή.

#### 5.2 Κατασκευή στραγγιστηρίων

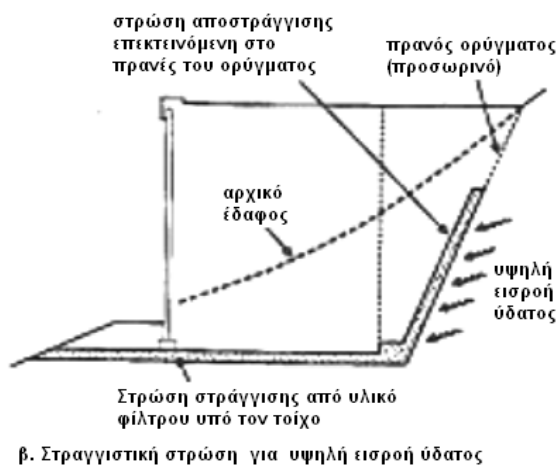
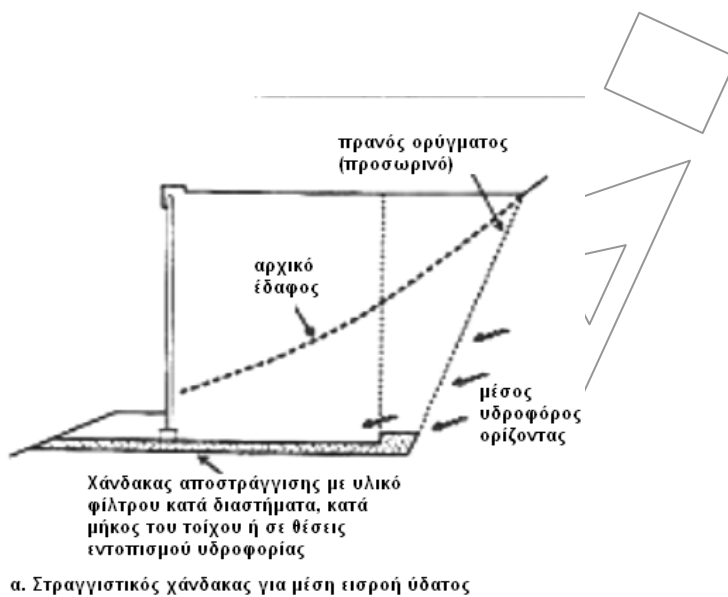
Η αποστράγγιση της κατασκευής είναι απαραίτητη για την αποφυγή ανάπτυξης υδατικών πιέσεων και απομείωσης των χαρακτηριστικών αντοχής του οπλισμού. Στις περιπτώσεις έργων αντιστήριξης αυτοκινητοδρόμων ή σιδηροδρομικών γραμμών πλήρους ύψους (έως και το οδόστρωμα ή τη στάθμη τοποθέτησης του έρματος της επιδομής), η αποστράγγιση των επιφανειακών νερών είναι δυνατόν να υλοποιείται με στεγανό κανάλι στην άκρη του οδοστρώματος (δες σχήμα 8α) ή μέσω της διάταξης του σχήματος 8β (για την αποφυγή διείσδυσης των νερών εντός του εδαφικού υλικού επίχωσης). Στις περιπτώσεις έργων αντιστήριξης μερικού ύψους θα πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια αποστράγγισης των επιφανειακών νερών της παρειάς του διαμορφούμενου πρανούς με πρόσθετη αποστράγγιση στο πάνω τμήμα της επικάλυψης (σχήμα 6γ). Σε κατασκευές στήριξης ακροβάθρων γεφυρών πρόνοια αποστράγγισης των όποιων διαρροών εκ του καταστρώματος θα υλοποιείται με την κατασκευή του σχήματος 9. Στην περίπτωση όπου αναμένεται διήθηση υπόγειου νερού από το φυσικό έδαφος (πίσω από το επίχωμα) προς το οπλισμένο επίχωμα, στη μελέτη θα πρέπει να προβλέπεται η κατασκευή διαχωριστικής αποστραγγιστικής στρώσης στην παρειά και στη βάση του επιχώματος που έρχεται σε επαφή με το φυσικό έδαφος ώστε να αποστραγγίζονται οι τυχόν υπόγειες διηθήσεις και να απάγονται ασφαλώς σε κάποιον αποδέκτη (σχήμα 10).



Σχήμα 8 - Αποστράγγιση επιφανειακών απορροών σε έργα αντιστήριξης επιχωμάτων οδοποιίας με οπλισμένη γη.



**Σχήμα 9 - Αποστράγγιση επιφανειακών απορροών σε έργα στήριξης ακροβάθρων γεφυρών με οπλισμένη γη**



Σχήμα 10 - Αποστράγγιση υπογείων νερών σε έργα αντιστήριξης με οπλισμένη γη

### 5.3 Ανοχές

Κατά την κατασκευή και συμπίκνωση των στρώσεων της επίχωσης θα ισχύουν και τα εξής :

- Η μέγιστη διάσταση κόκκου του υλικού επίχωσης δεν θα υπερβαίνει τα  $\frac{2}{3}$  του πάχους της κάθε στρώσης μετά τη συμπίκνωση
- Το πάχος των εδαφικών στρώσεων μετά τη συμπίκνωση θα είναι ίσο ή υπο-πολλαπλάσιο της καθ' ύψος απόστασης μεταξύ των διαδοχικών στρώσεων του οπλισμού, της οποίας η μέγιστη τιμή δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0.90 m

## 6 Δοκιμές και έλεγχοι

Για τον ποιοτικό έλεγχο των κατασκευασμένων έργων αντιστήριξης από οπλισμένη γη, απαιτούνται οι παρακάτω δοκιμές και έλεγχοι:

- Έλεγχος Πρωτοκόλλων Παραλαβής των ενσωματούμενων υλικών.
- Έλεγχος Φακέλου Στοιχείων και Δοκιμών.



- Περιοδικός έλεγχος ευστάθειας των κατασκευασμένων επιχωμάτων

### 6.1 Αποδοχή τελειωμένου έργου αντιστηρίξεως από οπλισμένη γή

- Συμφωνία της κατασκευής με τα υψόμετρα και την οριζοντιογραφική θέση της μελέτης και εντός των ανοχών της μελέτης.
- Χρήση κατάλληλων υλικών επίχωσης, διάστρωση και συμπύκνωσή τους κατά τις προδιαγραφές.
- Χρήση υλικών οπλισμού και στοιχείων επικάλυψης σύμφωνα με τις προδιαγραφές.
- Ορθή τοποθέτηση του οπλισμού και των στοιχείων επικάλυψης της πρόσοψης, επαρκής σύνδεσή τους, επαρκής αγκύρωση του οπλισμού. Παραμορφώσεις της όψης του τοίχου εντός των ανοχών της μελέτης και των απαιτήσεων λειτουργικότητας.
- Κατασκευή του συστήματος αποστράγγισης σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης.

## 7 Όροι και απαιτήσεις υγείας – ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος

### 7.1 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών

- Κατά περίπτωση, συνθήκες εργασίας σε περιορισμένο χώρο ή και σε ύψος από την επιφάνεια του εδάφους.
- Κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.
- Κίνδυνος βραχυκυκλώματος και πυρκαγιάς ή επέκταση της πυρκαγιάς σε υδραυλικά λάδια.
- Κίνδυνος εργασίας με πεπιεσμένο αέρα.
- Κίνδυνος μεταφοράς βαριών αντικειμένων.
- Εργασία σε συνθήκες θορύβου.

### 7.2 Μέτρα υγιεινής - ασφάλειας

Είναι υποχρεωτική η συμμόρφωση προς τα παρακάτω νομικά κείμενα, που είναι σχετικά με την ασφάλεια και υγιεινή των εργαζομένων σε τεχνικά έργα.

- Π.Δ. 305/96 "Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας που πρέπει να εφαρμόζονται στα προσωρινά ή κινητά εργοτάξια, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 92/57/ΕΟΚ" (ΦΕΚ 212Α/29-8-96), σε συνδυασμό με την υπ' αριθμ. 130159/7-5-97 Εγκύκλιο του Υπουργείου Εργασίας και την ΕΓΚΥΚΛΙΟ 11 (Αρ. Πρωτ. Δ16α/165/10/258/ΑΦ/19-5-97) του ΥΠΕΧΩΔΕ, σχετικά με το εν λόγω Π.Δ.
- Π.Δ.1073/16-9-81 "Περί μέτρων ασφαλείας κατά την εκτέλεση εργασιών εις εργοτάξια οικοδομικών και πάσης φύσεως έργων αρμοδιότητας Πολιτικού Μηχανικού"
- Π.Δ. 396/94 ΦΕΚ:221/Α/94 «Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας για τη χρήση από τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 89/656/ΕΟΚ». Υποχρεωτική επίσης είναι η χρήση μέσων ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) κατά την εκτέλεση των εργασιών. Οι ελάχιστες απαιτήσεις είναι οι εξής:

Πίνακας 7 - ΜΑΠ

Είδος ΜΑΠ	Σχετικό Πρότυπο
Προστατευτική ενδυμασία	ΕΛΟΤ EN 863
Προστασία χεριών και βραχιόνων	ΕΛΟΤ EN 388
Προστασία κεφαλιού	ΕΛΟΤ EN 397:
Προστασία ποδιών	ΕΛΟΤ EN ISO 20345

- Π.Δ. 85/91 (ΦΕΚ 38/Α91) σχετικά με την προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους στο θόρυβο κατά την εργασία σε συμμόρφωση προς την οδηγία 86/188/ΕΟΚ.
- Π.Δ 397/94 (ΦΕΚ 221/Α/94) Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας κατά την χειρωνακτική διακίνηση φορτίων που συνεπάγεται κίνδυνο ιδίως για την ράχη και την οσφυϊκή χώρα των εργαζομένων σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 90/269/ΕΟΚ.
- Όλες οι επί μέρους μηχανικές διατάξεις θα συμμορφώνονται προς τα ισχύοντα Πρότυπα για την Ασφάλεια των Μηχανών

## 8 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών

Η επιμέτρηση, όταν απαιτείται, γίνεται σε κυβικά μέτρα κατασκευασμένου οπλισμένου εδαφικού υλικού επίχωσης, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης και της παρούσας Προδιαγραφής.

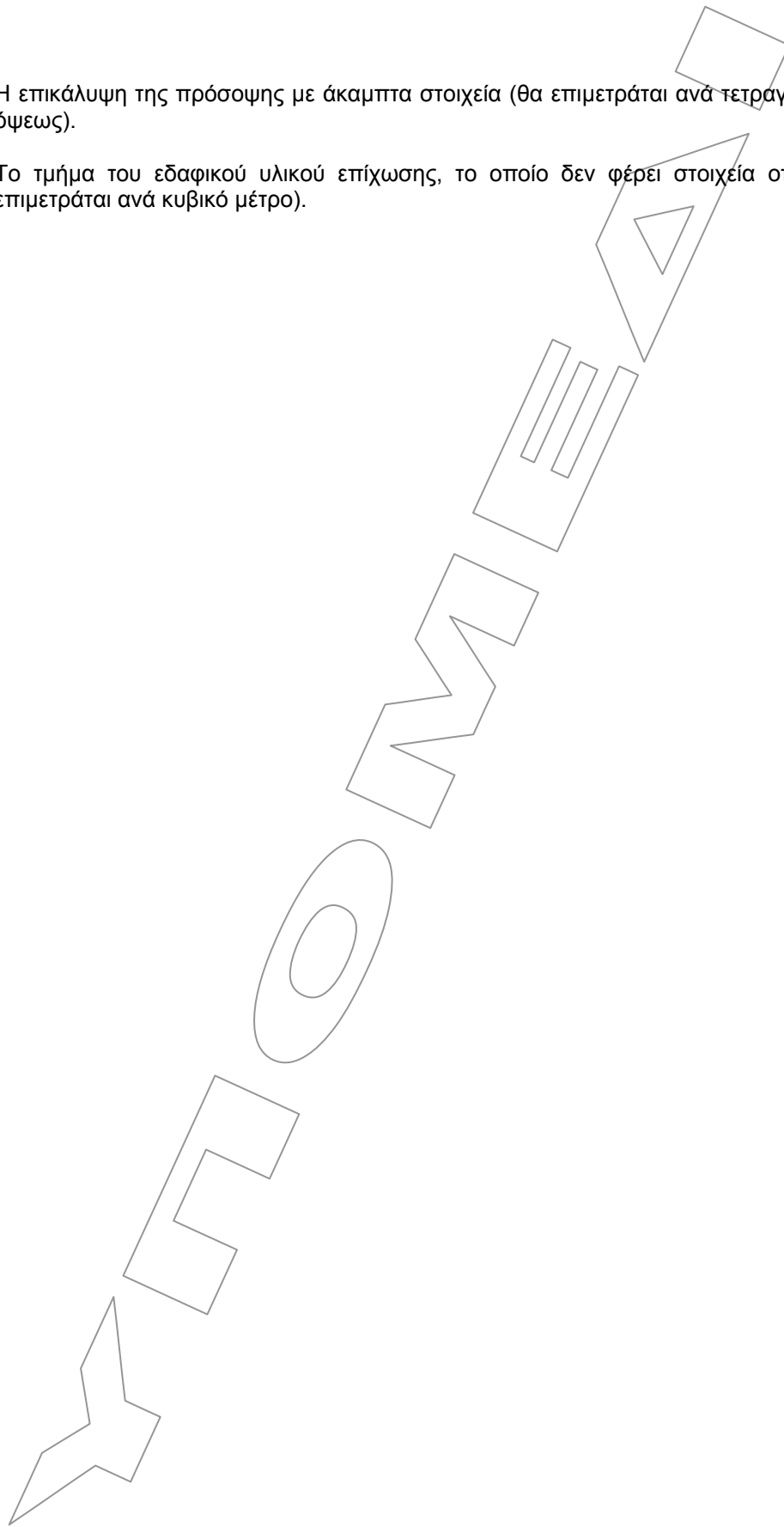
Δεν επιμετρώνται χωριστά, διότι είναι ενσωματωμένες, όλες οι αναγκαίες εργασίες καθώς και τα πάσης φύσεως υλικά και εξοπλισμός, η εξασφάλιση και η κατανάλωση της ενέργειας, καθώς και κάθε άλλη συμπαραγομαρτούσα δράση απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη κατά τα ανωτέρω κατασκευή οπλισμένου εδαφικού υλικού επίχωσης έργων αντιστήριξης. Ειδικότερα, ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Η προμήθεια όλων των απαραίτητων υλικών, μικρουλικών και αναλώσιμων
- Η μεταφορά από οποιαδήποτε απόσταση και προσωρινή αποθήκευσή τους
- Η ενσωμάτωσή τους στο έργο
- Φθορά και απομείωση των υλικών και η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού
- Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού με όλα τα εξαρτήματα ή και εργαλεία
- Η επικάλυψη της πρόσοψης με εύκαμπτα στοιχεία
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων κ.λ.π. 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.

Πέραν τούτων, θα επιμετρώνται χωριστά:

- Τα χρησιμοποιούμενα στοιχεία οπλισμού (θα επιμετρώνται με το χιλιόγραμμα βάρους).

- Η επικάλυψη της πρόσοψης με άκαμπτα στοιχεία (θα επιμετρώνται ανά τετραγωνικό μέτρο όψεως).
- Το τμήμα του εδαφικού υλικού επίχωσης, το οποίο δεν φέρει στοιχεία οπλισμού (θα επιμετρώνται ανά κυβικό μέτρο).



## Βιβλιογραφία

BS 8006:1995 «Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills -- Κανόνες για την ενίσχυση/οπλισμό εδαφικών υλικών και λοιπών υλικών επίχωσης»

Ελβετικός Κανονισμός SN 670 010 “ Κριτήρια αποδοχής εδαφικών υλικών επίχωσης για διάφορους τύπους έργων αντιστήριξης από οπλισμένη γη”