



---

**ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ**

**ΠΕΤΕΠ 11-01-03-00**

- 
- 11 Γεωτεχνικά Έργα
  - 01 Βαθείς Θεμελιώσεις
  - 03 Μικροπάσσαλοι**
  - 00 -

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

### **Πίνακας μεταβολών, αναθεωρήσεων, ενημερώσεων, συμπληρώσεων**

<i>Περιγραφή</i>	<i>Ημερομηνία</i>	<i>Παρατηρήσεις</i>
Πρώτη έκδοση	05/2006	Κείμενο 2 <sup>ης</sup> ΟΔΕ/ΙΟΚ, όπως διαμορφώθηκε μετά από παρατηρήσεις Επιτροπής στελεχών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ

*Η εκάστοτε τελευταία έκδοση, αντικαθιστά όλες τις προηγούμενες, οι οποίες πρέπει να καταστρέφονται.*

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ</b> .....	<b>1</b>
1.1. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΙΣΧΥΟΝΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΩΝ ΚΕΙΜΕΝΩΝ.....	3
1.2. ΟΡΙΣΜΟΙ.....	4
1.3. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΩΝ.....	5
1.3.1. Γενικά.....	5
1.3.2. Γεωτεχνικές έρευνες.....	6
<b>2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ</b> .....	<b>7</b>
2.1. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ.....	7
2.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΩΝ.....	7
2.2.1. Οπλισμός.....	7
2.2.2. Τσιμέντο.....	7
2.2.3. Αδρανή.....	7
2.2.4. Νερό.....	7
2.2.5. Πρόσθετα και Πρόσμικτα.....	8
2.2.6. Τσιμεντένεμα.....	8
2.2.7. Μίγμα τσιμεντένεματος-άμμου ή γαρμπιλόδεμα.....	8
2.3. ΑΝΤΙΔΙΑΒΡΩΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ.....	8
<b>3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ – ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> .....	<b>9</b>
3.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	9
3.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	9
3.3. ΔΙΑΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΟΠΩΝ.....	10
3.4. ΕΜΠΗΞΗ ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΩΝ.....	10
3.5. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΩΝ.....	11
3.6. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΜΑΤΟΣ - ΠΛΗΡΩΣΗ ΟΠΗΣ.....	11
<b>4. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ</b> .....	<b>13</b>
<b>5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ – ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ</b> ....	<b>13</b>
5.1. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	13
5.2. ΜΕΤΡΑ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	13
<b>6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> .....	<b>15</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1<sup>ο</sup></b> .....	<b>16</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2<sup>ο</sup></b> .....	<b>17</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3<sup>ο</sup></b> .....	<b>18</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4<sup>ο</sup></b> .....	<b>19</b>

ΣΧΕΔΙΟ

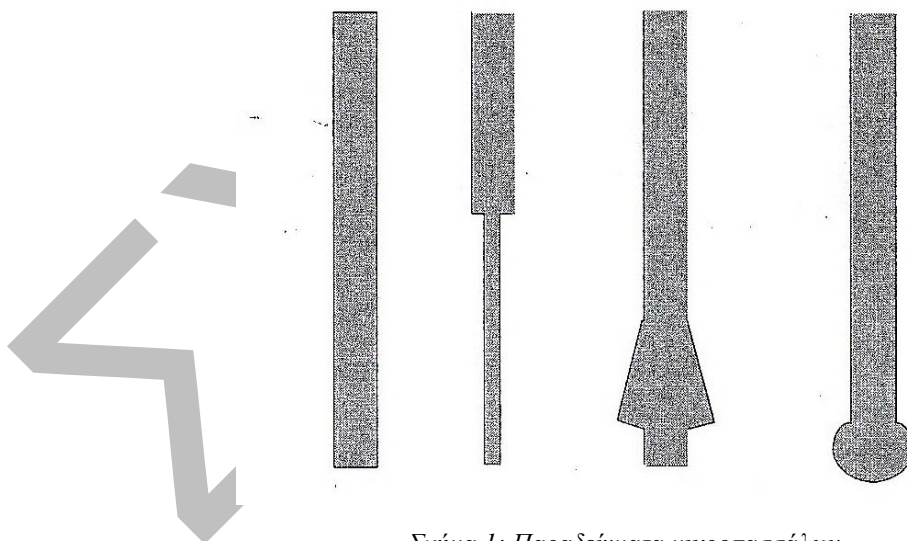
## 1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα ΠΕΤΕΠ αφορούν στην κατασκευή μικροπιασσάλων των παρακάτω κατηγοριών :

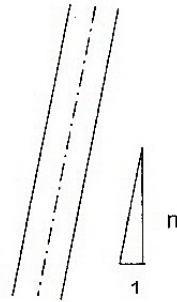
- Μικροπιάσσαλοι που κατασκευάζονται με αφαίρεση του εδαφικού υλικού και έχουν διάμετρο μέχρι 300 mm, και
- Μικροπιάσσαλοι που κατασκευάζονται με έμπηξη στο έδαφος και έχουν διάμετρο μέχρι 150 mm. ή συνδυασμού των ανωτέρω.

Ανάλογα με τα γεωμετρικά τους στοιχεία, οι μικροπιάσσαλοι διακρίνονται σε :

- ομοιόμορφης διατομής σε όλο το μήκος τους,
- μεταβαλλόμενης διατομής (π.χ. με διαπλάτυνση της έδρασης, με τοπικές διευρύνσεις του κατακόρυφου φρέατος εκσκαφής ή με τηλεσκοπική συνεχή μεταβολή των διαστάσεων του φρέατος εκσκαφής των) (σχήμα 1). Δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός όσον αφορά το μήκος, την κλίση (σχήμα 2), την ευκαμψία, τη διαπλάτυνση έδρασης και την πλευρική διεύρυνση.



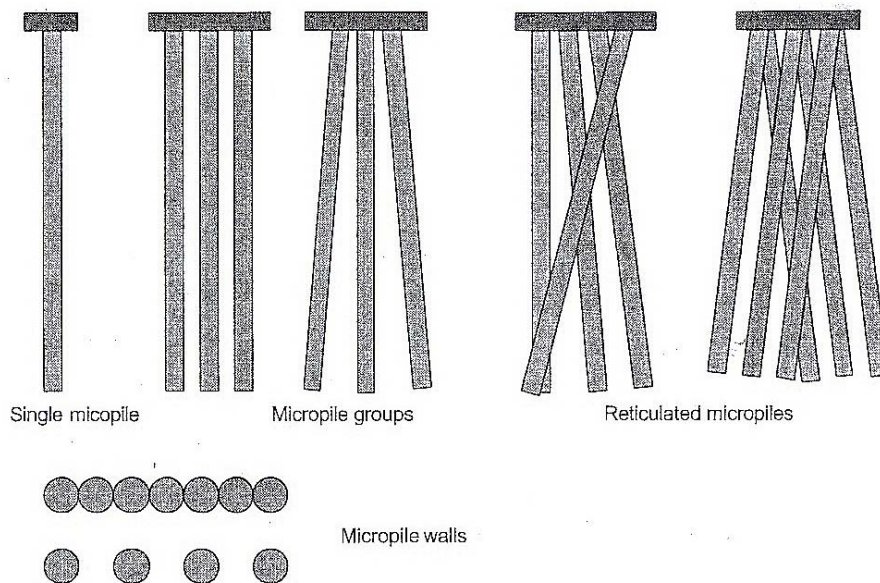
Σχήμα 1: Παραδείγματα μικροπιασσάλων.



Σχήμα 2: Ορισμός κλίσης μικροπασσάλων.

Οι όροι της παρούσης ΠΕΤΕΠ καλύπτουν τις ακόλουθες διατάξεις μικροπασσάλων, (σχήμα 3) :

- Μεμονωμένους πασσάλους
- Ομάδες πασσάλων
- Πασσαλοτοιχίες



Σχήμα 3: Διατάξεις μικροπασσάλων

Τα υλικά κατασκευής των μικροπασσάλων μπορεί να είναι σίδηρος ή άλλο υλικό σπλισμού, τσιμεντένεμα, σκυρόδεμα ή συνδυασμό των παραπάνω.

Οι μικροπασσαλοί είναι δομικά στοιχεία που έχουν ως σκοπό να μεταφέρουν φορτία στο έδαφος, και συνεπώς βελτιώσουν την θεμελίωση με αύξηση της φέρουσας ικανότητας και μείωση των παραμορφώσεων. Τυπικά, εφαρμόζονται στις παρακάτω περιπτώσεις :

- Όταν έχουμε περιορισμένο χώρο ή όταν το ελεύθερο ύψος εργασίας είναι μικρό.
- Θεμελίωση νέων κατασκευών σε ανομοιόμορφα εδάφη ή βραχώδεις σχηματισμούς.
- Υποθεμελίωση παλαιών κατασκευών.

- Κατασκευή τοίχου αντιστήριξης
- Βελτίωση και ενίσχυση του εδάφους θεμελίωσης ή πρανών.
- Ανάληψη φορτίων (uplift) σε κατασκευές υπό άνωση κλπ.

### 1.1. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΙΣΧΥΟΝΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΩΝ ΚΕΙΜΕΝΩΝ

Οι προδιαγραφές και τα κείμενα, τα οποία έχουν κανονιστική αναφορά στην παρούσα ΠΕΤΕΠ είναι τα εξής:

EN 14199:2005	Execution of special geotechnical works - Micropiles -- Εκτέλεση ειδικών γεωτεχνικών έργων. Μικροπιάσσαλοι.
EN 197-1:2000	Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements -- Τσιμέντο. Μέρος 1: Σύνθεση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης για τα κοινά τσιμέντα
EN 206-1:2000	Concrete Part 1 : Specification, performance production and conformity -- Σκυρόδεμα - Μέρος 1: Προδιαγραφή, επίδοση, παραγωγή, συμμόρφωση.
EN 791:1995	Drill rigs - Safety -- Γεωτρύπανα. Ασφάλεια.
EN 1008:2002	Mixing water for concrete - Specification for sampling, testing and assessing the suitability of water, including water recovered from processes in the concrete industry, as mixing water for concrete -- Νερό ανάμιξης σκυροδέματος - Προδιαγραφή για δειγματοληψία, έλεγχο και αξιολόγηση της καταλληλότητας του νερού.
EN 1536:1999	Execution of special geotechnical work - Bored piles -- Εκτέλεση ειδικών γεωτεχνικών έργων. Πιάσσαλοι δι' εκσκαφής.
EN 1537:1999	Execution of special geotechnical work - Ground anchors -- Εκτέλεση ειδικών γεωτεχνικών εργασιών - Αγκυρώσεις.
EN 1991-1-1:2002	Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings -- Ευρωκώδικας 1: Δράσεις σε δομήματα - Μέρος 1-1 : Γενικές δράσεις - Πυκνότητες, ίδια βάρη και φορτία εκμετάλλευσης κτιρίων.
EN 1992-1-1:2004	Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings - Ευρωκώδικας 2: Σχεδιασμός δομημάτων από σκυρόδεμα -Μέρος 1-1: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια.
EN 1994-1-1:2004	Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings -- Ευρωκώδικας 4: Σχεδιασμός σύμμεικτων κατασκευών από χάλυβα και σκυρόδεμα - Μέρος 1-1: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια
EN 1997-1:2004	Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules -- Ευρωκώδικας 7: Γεωτεχνικός σχεδιασμός - Μέρος 1: Γενικοί κανόνες.
EN 10025-1:2004	Hot rolled products of structural steels - Part 1: General technical delivery conditions. -- Δομικοί χάλυβες θερμής εξέλασης. Μέρος 1: Γενικοί τεχνικοί όροι παράδοσης.
prENV 10081-4:2002	Steel for the reinforcement of concrete - Weldable reinforcing steel - Part 4: Technical delivery conditions for class C (will replace ENV 10080:1995) -

Χάλυβες οπλισμού σκυροδεμάτων. Συγκολλησιμος νευροχάλυβας. Μέρος 4: Τεχνικοί όροι παράδοσης για χάλυβες κατηγορίας C (αντικαθιστά το πρότυπο ENV 10080:1995).

- EN 10210-1:1994 Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain structural steels - Part 1: Technical delivery requirements -- Θερμικώς επεξεργασμένες κοιλοδοκοί από μη κραματικό λεπτόκοκκο δομικό χάλυβα. Μέρος 1: Τεχνικές απαιτήσεις παράδοσης.
- EN 12620:2002 Aggregates for concrete - Αδρανή σκυροδεμάτων
- EN 445:1996 Grout for prestressing tendons - Test methods -- Ενέματα προεντεταμένων τενόντων - Μέθοδοι δοκιμής.
- EN 447:1996 Grout for prestressing tendons - Specification for common grout -- Ενέματα προεντεταμένων τενόντων - Προδιαγραφή για συνήθη ενέματα.
- EN 934-2:2001 Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling -- Πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων - Μέρος 2 : Πρόσθετα σκυροδέματος - Ορισμοί απαιτήσεις, συμμόρφωση, σήμανση και επισήμανση.

Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Κ.Τ.Σ. /1997)

Κανονισμός Τεχνολογίας Χάλυβα (Κ.Τ.Χ. /2000)

Προδιαγραφές για τα κοινά τσιμέντα (ΦΕΚ/917/Β/17.7.01)

Κανονισμός προκατασκευασμένων στοιχείων εκ σκυροδέματος (όπως στους πασσάλους κλπ)

## 1.2. ΟΡΙΣΜΟΙ

**Μικροπάσσαλος :** Εύκαμπτο δομικό στοιχείο εντός του εδάφους που αποσκοπεί στην ανάληψη φορτίων. Είναι πάσσαλος μικρής διαμέτρου, (έως 300 mm για κατασκευή με εκσκαφή και έως 150 mm για κατασκευή με έμπηξη).

**Λειτουργικός μικροπάσσαλος:** Πάσσαλος, ο οποίος ενσωματώνεται στο έργο επιτελώντας την λειτουργία ανάληψης φορτίων της ανωδομής.

**Προκαταρκτικός μικροπάσσαλος:** Μικροπάσσαλος, ο οποίος υλοποιείται πριν την έναρξη των κύριων εργασιών κατασκευής των μικροπασσάλων, με σκοπό τη διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων σχετικά με την καταλληλότητα του επιλεγέντος τύπου μικροπασσάλου ή/και την επιβεβαίωση της επάρκειας του γενικού σχεδιασμού του μικροπασσάλου, δηλ. των διαστάσεων και της φέρουσας ικανότητάς του.

**Δοκιμαστικός μικροπάσσαλος:** Μικροπάσσαλος, ο οποίος υλοποιείται με σκοπό την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της αξιοπιστίας της επιλεγείσης μεθόδου κατασκευής για συγκεκριμένη εφαρμογή.

**Μικροπάσσαλος δοκιμαστικής φόρτισης:** Μικροπάσσαλος, ο οποίος υπόκειται σε δοκιμή ανάληψης φορτίων με σκοπό τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών αντοχής και παραμορφωσιμότητας του εν λόγω πάσσάλου, αλλά και του περιβάλλοντος εδαφικού υλικού.

**Διάμετρος φρέατος μικροπασσάλου:** Η διάμετρος του τμήματος του μικροπασσάλου μεταξύ της κεφαλής και της βάσης του. Για την περίπτωση μικροπασσάλων δι' εκσκαφής, με τη χρήση προσωρινής σωλήνωσης υποστήριξης των τοιχωμάτων της οπής των, η εν λόγω διάμετρος ισούται με την εξωτερική διάμετρο της σωλήνωσης, ενώ για την περίπτωση μικροπασσάλων δι' εκσκαφής,



χωρίς τη χρήση υποστήριξης των τοιχωμάτων της οπής των, ισούται με τη μέγιστη διάμετρο του χρησιμοποιηθέντος διατρητικού εργαλείου.

**Διευρυμένη έδραση/«αιχμή» πασσάλου:** Η έδραση/«αιχμή» του μικροπασσάλου, η οποία έχει μεγαλύτερες διαστάσεις από εκείνες του φρέατος του μικροπασσάλου.

**Δοκιμή στατικής φόρτισης:** Δοκιμή φόρτισης, κατά την οποία επί της κεφαλής του μικροπασσάλου ασκείται κατακόρυφο ή/και πλευρικό φορτίο, αποσκοπώντας στην εκτίμηση της φέρουσας ικανότητάς του.

**Δοκιμή σταθερού φορτίου:** Δοκιμή στατικής φόρτισης, κατά την οποία η κάθε βαθμίδα σταθερού φορτίου ασκείται κατά στάδια, έως ότου η προκαλούμενη μετακίνηση του μικροπασσάλου είτε να σταματήσει τελείως, είτε εξισωθεί με μία συγκεκριμένη προκαθορισμένη τιμή.

**Δοκιμή σταθερού ρυθμού μετακίνησης (διείσδυσης):** Δοκιμή στατικής φόρτισης, κατά την οποία μετράται η τιμή του εξωτερικά επιβαλλόμενου φορτίου για την οποία επιτυγχάνεται σταθερός ρυθμός μετακίνησης (διείσδυσης) του μικροπασσάλου εντός του εδάφους.

**Δοκιμή δυναμικής φόρτισης:** Δοκιμή φόρτισης, κατά την οποία επί της κεφαλής του μικροπασσάλου ασκείται δυναμικό φορτίο, αποσκοπώντας στην εκτίμηση της φέρουσας ικανότητάς του.

### **1.3. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΩΝ**

#### **1.3.1. Γενικά**

Οι προϋποθέσεις κινητοποίησης και εγκατάστασης του απαιτούμενου εξοπλισμού για την εκτέλεση μιας εργασίας κατασκευής μικροπασσάλων είναι οι ακόλουθες :

- Ύπαρξη επαρκών γεωτεχνικών στοιχείων του εδάφους στην περιοχή κατασκευής των μικροπασσάλων (βλ. Παράγραφο 4.2 της παρούσης ΠΕΤΕΠ).
- Γνώση όλων των απαραίτητων πληροφοριών που αφορούν τις επικρατούσες συνθήκες στην περιοχή κατασκευής των πασσάλων, δηλαδή έκταση και όρια της περιοχής, τοπογραφική αποτύπωση της περιοχής, δυνατότητα πρόσβασης ή άλλοι περιορισμοί.
- Πληροφορίες σχετικά με την ύπαρξη, την ακριβή θέση και την κατάσταση παρακείμενων υφιστάμενων κατασκευών (π.χ. κτίρια, δρόμοι, δίκτυα κοινής ωφέλειας), υπογείων κατασκευών και στοιχείων θεμελίωσης καθώς και τυχόν αρχαιολογικών ευρημάτων.
- Πληροφορίες σχετικά με την ύπαρξη ρυπογόνων ουσιών εντός των σχηματισμών ή με πιθανούς κινδύνους, οι οποίοι είναι δυνατόν να επηρεάσουν την μέθοδο κατασκευής των μικροπασσάλων, τις επιλογές ως προς την απόρριψη των υλικών εκσκαφής από την περιοχή κατασκευής των, ή την ασφάλεια του προσωπικού.
- Ικανοποίηση των νομικών και περιβαλλοντικών περιορισμών (π.χ. πιθανή ρύπανση, περιορισμοί υπερβολικού θορύβου, περιορισμοί των προκαλούμενων ταλαντώσεων και της γενικότερης όχλησης στα γειτονικά κτίσματα).
- Πληροφορίες σχετικά με παράλληλες δραστηριότητες οι οποίες είναι δυνατόν να επηρεάσουν τις εργασίες κατασκευής των μικροπασσάλων (π.χ. αποστραγγίσεις, υπόγειες εκσκαφές, ανοικτές εκσκαφές).
- Μελέτη των μικροπασσάλων, συμπεριλαμβανομένου του συνόλου των αναγκαίων υπολογισμών και των σχετικών απαραίτητων κατασκευαστικών σχεδίων.

- Ιδιαίτερα στην περίπτωση έργων υποθεμελίωσης, είναι απαραίτητη η σαφής γνώση των γεωμετρικών στοιχείων της θεμελίωσης, η σύσταση του υλικού των καθώς και οι επιτρεπόμενες παραμορφώσεις.
- Περιγραφή της μεθοδολογίας εκτέλεσης των εργασιών κατασκευής των μικροπασσάλων με σαφή και λεπτομερή αναφορά: (α) στον κατάλογο των μηχανημάτων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, (β) στη σύνθεση του τεχνικού προσωπικού, με ορισμό του επικεφαλής, ο οποίος θα πρέπει να είναι εργοδηγός βεβαιωμένης πείρας σε παρόμοιες εργασίες και (γ) στο πρόγραμμα διαδοχής και χρονικής διάρκειας εκσκαφής και σκυροδέτησης των μικροπασσάλων, ούτως ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα στις όμορες κατασκευές.

### 1.3.2. Γεωτεχνικές έρευνες

Οι γεωτεχνικές έρευνες θα πρέπει να εκτείνονται σε ικανό βάθος, έτσι ώστε να προσφέρουν επαρκή στοιχεία (αντοχής και παραμορφωσιμότητας) για όλες τις γεωτεχνικές ενότητες, οι οποίες εκτιμάται ότι επηρεάζουν την κατασκευή και την λειτουργία των μικροπασσάλων. Η εκτέλεση των παραπάνω ερευνών θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις και τις γενικές αρχές που αναφέρονται στο EN 1997-1:2004. Επιπλέον, για τον τελικό καθορισμό των ποσοτήτων των προς εκτέλεση αναγκαίων γεωτεχνικών ερευνών είναι απαραίτητη η συνεκτίμηση της υπάρχουσας σχετικής εμπειρίας κατασκευής μικροπασσάλων σε ανάλογες γεωτεχνικές συνθήκες ή/και των γεωτεχνικών πληροφοριών στην ευρύτερη περιοχή των εργασιών.

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στις ακόλουθες γεωτεχνικές συνθήκες της περιοχής κατασκευής των μικροπασσάλων:

- Παρουσία χαλαρών ή μαλακών εδαφικών στρώσεων με πιθανά προβλήματα αστάθειας κατά την κατασκευή των μικροπασσάλων.
- Χονδρόκοκκοι σχηματισμοί ή εδαφικοί σχηματισμοί μεγάλης διαπερατότητας, οι οποίοι είναι δυνατόν να προκαλέσουν απώλεια ενεμάτων κατά την κατασκευή.
- Στρώσεις κροκάλων και λατύπων, οι οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν δυσκολίες κατά την εκσκαφή και εξ αυτού να απαιτηθεί η εφαρμογή μεθόδων με χρήση ειδικών διατρητικών μηχανημάτων.
- Παρουσία φέροντος σχηματισμού ικανού πάχους.
- Συστηματική στάθμη υπογείου υδροφόρου ορίζοντα.
- Παρουσία αρτεσιανού ή επικρεμάμενου υδροφόρου ορίζοντα.
- Στρώσεις εντός των οποίων είναι δυνατόν να αναπτυχθεί καθεστώς μεγάλων υδραυλικών κλίσεων σε περιπτώσεις υπόγειας ροής.
- Δυνατότητα εκδήλωσης χημικής δράσης του υπογείου ύδατος ή του εδάφους επί των υλικών των μικροπασσάλων.
- Ποιότητα του βραχώδους υποβάθρου (εφόσον υπάρχει) με έμφαση: (α) στην αντοχή του, (β) στο βαθμό κερματισμού και αποσάθρωσης του, (γ) στην παρουσία ασθενών ζωνών και (δ) στην παρουσία ανοικτών ή κλειστών διακλάσεων ή εγκοίλων.
- Προβλήματα γενικευμένης αστάθειας

## 2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

### 2.1. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

Τα υλικά τα οποία ενσωματώνονται στους μικροπασσάλους περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους. Τα ενσωματούμενα υλικά θα πρέπει να ικανοποιούν τα αντίστοιχα ευρωπαϊκά πρότυπα και τις απαιτήσεις που απορρέουν από τα αναφερόμενα στην παρούσα ΠΕΤΕΠ. Κάθε πρόθεση για αλλαγή των αρχικώς εγκεκριμένων πηγών τροφοδοσίας των ενσωματούμενων υλικών θα πρέπει να δηλώνεται εγκαίρως και να αιτιολογείται καταλλήλως. Υλικά τα οποία έχουν απορριφθεί μετά τη διενέργεια των σχετικών ελέγχων καταλληλότητας θα πρέπει να απομακρύνονται από την περιοχή των εργασιών.

### 2.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΩΝ

#### 2.2.1. Οπλισμός

Οι μικροπασσαλοι μπορούν να έχουν ως οπλισμό :

- Χαλύβδινες ράβδους σιδηροοπλισμού (κλωβούς), σύμφωνα με τον κανονισμό τεχνολογίας χάλυβα Κ.Τ.Χ. 2000 και τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές prENV 10081-4:2002.
- Σιδηροσωλήνες ραφής ή τούμπο, σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές EN 10210-1:1994 ή EN 10219-2:1997.
- Δοκούς από μορφοσίδηρο παντός τύπου, σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκές προδιαγραφές EN 10025-1:2004.

Εάν χρησιμοποιηθούν μούφες ή σύνδεσμοι θα πρέπει να μην επηρεάζουν την αντοχή του οπλισμού του μικροπασσάλου.

#### 2.2.2. Τσιμέντο

Οι τύποι τσιμέντου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή των μικροπασσάλων ορίζονται στο EN 197-1:2000, εδάφιο 5.1. Ο εκάστοτε χρησιμοποιούμενος τύπος τσιμέντου θα προσδιορισθεί από τη μελέτη σύνθεσης, βάσει αιτιολογημένης πρότασης.

#### 2.2.3. Αδρανή

- Τα αδρανή πρέπει να είναι σύμφωνα με το EN 206-1:2000.
- Είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στρογγυλεμένα αδρανή (όχι θραυστά), ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται σωλήνας (tremie) ή πρέσα για τη σκυροδέτηση.
- Ο μέγιστος κόκκος των χρησιμοποιούμενων αδρανών δεν θα πρέπει να έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 16 mm.
- Στο αμμοτσιμεντένεμα τα αδρανή θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις :
  1.  $D_{85} \leq 4 \text{ mm}$
  2.  $D_{100} \leq 8 \text{ mm}$

#### 2.2.4. Νερό

Οι ιδιότητες του χρησιμοποιούμενου ύδατος πρέπει να είναι σύμφωνες με όσα σχετικώς αναφέρονται στη προδιαγραφή EN 206-1:2000. Το πόσιμο νερό είναι κατάλληλο.

### 2.2.5. Πρόσθετα και Πρόσμικτα

Τα πρόσθετα και πρόσμικτα πρέπει να είναι σύμφωνα με τη προδιαγραφή EN 206-1:2000. Εφόσον απαιτηθεί η χρήση τους, το είδος και οι ποσότητες θα προσδιορισθούν από τη μελέτη σύνθεσης.

### 2.2.6. Τσιμεντένεμα

- Το υλικό πλήρωσης των μικροπασσάλων είναι δυνατόν να αποτελείται από μίγμα, τσιμέντου και νερού με την προσθήκη (εάν χρειάζεται) ορισμένων πρόσθετων υλικών.
- Η αναλογία νερού τσιμέντου (C/W) δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 0.55
- Ειδική πρόνοια θα πρέπει να ληφθεί κατά τη μελέτη σύνθεσης ώστε να εξασφαλισθεί η κατάλληλη εργασιμότητα. Η κάθιση μετά από 2 ώρες θα πρέπει να είναι μικρότερη από 3%.
- Η αντοχή 28 ημερών κυλινδρικού δοκιμίου σε ανεμπόδιση θλίψη θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 25 MPa.

### 2.2.7. Μίγμα τσιμεντενέματος-άμμου ή γαρμπιλόδεμα

- Το υλικό πλήρωσης των μικροπασσάλων είναι δυνατόν να αποτελείται από μίγμα άμμου, τσιμέντου και νερού ή γαρμπιλόδεμα με την προσθήκη (εάν χρειάζεται) ορισμένων πρόσθετων υλικών.
- Η αναλογία νερού τσιμέντου (C/W) δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 0.60.
- Τα αδρανή θα είναι σύμφωνα με τα ανωτέρω αναφερθέντα.
- Ειδική πρόνοια θα πρέπει να παρθεί κατά την μελέτη σύνθεσης για να εξασφαλισθεί η κατάλληλη ρευστότητα του μίγματος του σκυροδέματος, κατά τρόπο που να αποφεύγεται το ξέπλυμα και οι αποφράξεις των σωλήνων σκυροδέτησης.
- Η αντοχή 28 ημερών κυλινδρικού δοκιμίου σε ανεμπόδιση θλίψη θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 25 MPa.
- Η περιεκτικότητα σε τσιμέντο δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 400 kg/m<sup>3</sup> σκυροδέματος για οποιονδήποτε τύπο και οποιασδήποτε κατηγορία αντοχής του σκυροδέματος.

## 2.3. ΑΝΤΙΔΙΑΒΡΩΤΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Ο Ανάδοχος θα υποβάλλει στην Υπηρεσία προς έγκριση, έγκαιρα και οπωσδήποτε πριν από την έναρξη των εργασιών, πλήρη στοιχεία για τον τύπο και τα υλικά των μικροπασσάλων που προτίθεται να χρησιμοποιήσει, μαζί με πιστοποιητικά του κατασκευαστή για τη διατιθέμενη αντιδιαβρωτική προστασία όπως αυτή απαιτείται από τη μελέτη.

Τα χαλύβδινα στοιχεία των μικροπασσάλων θα προστατεύονται με τρόπο ώστε να παρεμποδίζεται η διάβρωσή τους κατά την τεχνική διάρκεια ζωής τους με τους ακόλουθους τρόπους (εκτός εάν αυτό προσδιορίζεται διαφορετικά στην μελέτη):

- Θα υπάρχει μία ελάχιστη επικάλυψη του οπλισμού, που θα επιτυγχάνεται με κατάλληλους αποστάτες. Η ελάχιστη επικάλυψη μπορεί να ληφθεί ως 30 mm στην περίπτωση τσιμεντενέματος, 40 mm στην περίπτωση μίγματος τσιμεντενέματος και χονδρόκοκκου άμμου και 50 mm στην περίπτωση γαρμπιλόδεματος.
- Θα υπολογίζεται μία μείωση του πάχους της διατομής του οπλισμού σύμφωνα με τον πίνακα του παραρτήματος Α.

Εάν υπάρχει πιθανότητα παράτασης της τεχνικής διάρκειας ζωής τους ή εφόσον οι μικροπασσαλοι βρίσκονται σε έντονα διαβρωτικό εδαφικό περιβάλλον, θα λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα αντιδιαβρωτικής προστασίας σύμφωνα με τη Μελέτη, ή τις οδηγίες και την έγκριση της Υπηρεσίας.

### **3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ – ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

#### **3.1. ΓΕΝΙΚΑ**

Η κατασκευή των μικροπασσάλων απαιτεί ιδιαίτερη γνώση και εμπειρία με εξειδικευμένο κατά περίπτωση εξοπλισμό.

Οι φάσεις κατασκευής των μικροπασσάλων με εκσκαφή περιλαμβάνουν:

1. Διάτρηση οπής έως το επιθυμητό βάθος κατασκευής των μικροπασσάλων.
2. Τοποθέτηση του οπλισμού.
3. Παραγωγή τσιμεντενέματος ή γαρμπιλοδέματος και πλήρωση της οπής με αυτό με βαρύτητα ή/και ενίοτε με πίεση (όπως π.χ. στη μέθοδο με τσιμεντένεση με βαλβιδωτούς σωλήνες “tube a manchette”).

Πριν από την έναρξη των εργασιών, θα πρέπει να υποβάλλεται προς έγκριση η μέθοδος κατασκευής των μικροπασσάλων, η οποία θα περιέχει κατ' ελάχιστον τα παρακάτω στοιχεία :

1. Σκοπός των εργασιών κατασκευής των μικροπασσάλων.
2. Συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών του εδάφους.
3. Η προτεινόμενη μέθοδος κατασκευής των μικροπασσάλων η οποία κρίνεται ως κατάλληλη για τις αναμενόμενες γεωτεχνικές συνθήκες ή άλλες συνθήκες του εργοταξιακού χώρου (π.χ. εμπόδια όμορων κατασκευών, καθ' ύψος περιορισμοί, κλπ).
4. Σχηματική εγκατάσταση του εξοπλισμού και της διαχείρισης των άχρηστων υλικών.
5. Αλληλουχία της κατασκευής των μικροπασσάλων ώστε να μην επηρεάζονται μικροπασσαλοι που ήδη έχουν κατασκευαστεί και να αποφεύγονται πιθανές καθιζήσεις όμορων οικοδομών.
6. Διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου.
7. Μέτρα απαραίτητα για την εξασφάλιση της κατακορυφότητας της οπής, η γενικότερα, την επίτευξη της επιθυμητής κλίσης.
8. Κατασκευαστικά σχέδια και τεχνικές εκθέσεις.

#### **3.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

Για την εκτέλεση των εργασιών κατασκευής μικροπασσάλων είναι απαραίτητος ο παρακάτω εξοπλισμός (κατά περίπτωση αναλόγως του είδους του κατασκευαζόμενου πασσάλου):

1. Υδραυλικό γεωτρύπανο για την εκτέλεση της διάτρησης
2. Αεροσυμπιεστής σε περίπτωση διάτρησης με κρούση και αέρα.
3. Ειδικά στελέχη συνεχούς έλικας όταν ακολουθείται αυτή η μέθοδος.
4. Κοπτικά εξαρτήματα, όπως τρίφτερα με νύχια ή βίδια για χαλαρά εδάφη και σφυριά σκληρά εδάφη. Συμπληρωματικά μπορεί να απαιτηθεί η χρήση συστήματος τύπου ODEX για την προσωρινή σωλήνωση της οπής.
5. Σε περίπτωση χρήσης μπεντονιτικού αιωρήματος για την στήριξη των τοιχωμάτων της οπής απαιτούνται αναμικτήρας, αναδευτήρας και αντλίες κυκλοφορίας του μπεντονίτη.
6. Για τη σκυροδέτηση του μικροπασσάλου απαιτείται παρασκευαστήριο και αντλία τσιμεντενέματος ή αντλία αμμο-τσιμεντενέματος ή γαρμπιλοδέματος.

7. Ηλεκτροσυγκολλήσεις για την επεξεργασία του σιδηρού οπλισμού ή σιδηροδοκών.
8. Βοηθητικός εξοπλισμός όπως αντλίες νερού, δεξαμενές κλπ.

### **3.3. ΔΙΑΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΟΠΩΝ**

Η διάτρηση των οπών θα γίνεται στις θέσεις, κλίσεις, μήκη, βάθη και ανοχές αποκλίσεων που προβλέπονται από τη Μελέτη, ή όπως απαιτηθεί από τις επιτόπου συνθήκες και με την έγκριση της Υπηρεσίας. Η διάτρηση θα γίνεται με περιστροφικό (rotary drilling) ή κρουστικο-περιστροφικό εξοπλισμό (down-the-hole rotary-percussive drilling) επαρκούς ακαμψίας, ώστε να τηρούνται οι ανοχές αποκλίσεων που προβλέπονται στη Μελέτη. Εάν το έδαφος είναι κοκκώδες ή και χαλαρό, και διαπιστώνονται καταπτώσεις των τοιχωμάτων του διατρήματος, τότε χρειάζεται να ληφθούν τα παρακάτω μέτρα αντιστήριξης των τοιχωμάτων είτε με κατάλληλο μπεντονιτικό αιώρημα είτε εναλλακτικά, με προσωρινή σωλήνωση. Στον συνημμένο πίνακα του Παραρτήματος Β δίδονται πληροφοριακά οι διάφορες μέθοδοι διάτρησης. Στην περίπτωση όπου κατά τη διάτρηση των οπών συμβαίνουν καταπτώσεις των τοιχωμάτων, η διάτρηση της οπής θα γίνεται με συνεχή σωλήνωση.

Σε περίπτωση που κατά την διάτρηση χρησιμοποιείται αέρας, θα πρέπει η εργασία να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε παραμόρφωση ή ρηγμάτωση του εδάφους.

Κατά τη διάτρηση των οπών, δεν θα γίνεται χρήση νερού όταν ο καθαρισμός των οπών από τα προϊόντα της διάτρησης μπορεί να γίνει ευχερώς με πεπιεσμένο αέρα. Ειδικότερα, στις περιπτώσεις όπου οι εδαφικοί σχηματισμοί είναι ευαίσθητοι στο νερό (π.χ. συνεκτικά εδάφη, διογκούμενοι σχηματισμοί κλπ.), η χρήση νερού κατά τη διάτρηση της οπής θα πρέπει να αποφεύγεται ή να περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατόν, ώστε να αποφεύγεται η χαλάρωση του εδάφους και η συνακόλουθη μείωση της πρόσφυσης μεταξύ του τσιμεντένματος και του περιβάλλοντος εδάφους.

Στην περίπτωση διάτρησης των οπών σε υδατοπερατά στρώματα υπό υδραυλική πίεση, θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ταπείνωσης ή εξισσορότησης της υδατικής πίεσης ώστε να αποφεύγεται η υδραυλική διάβρωση των οπών μέχρι την πλήρωσή τους με τσιμεντένεμα, αλλά και η απόπλυση του ενέματος. Είναι δυνατόν να προβλέπεται δάπεδο εργασίας υψηλότερα από την στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα.

Εάν δεν προβλέπεται διαφορετικά στη Μελέτη, η ανοχή στην τοποθέτηση της κεφαλής του διατρητικού στελέχους θα είναι έως 50 mm και η απόκλιση από την κατακόρυφο έως 2% του μήκους του μικροπασσάλου. Πληροφοριακά στοιχεία των επιτρεπόμενων αποκλίσεων δίδονται στον πίνακα Γ.

Σε όλες τις οπές των μικροπασσάλων θα τηρείται Αρχείο Διάτρησης στο οποίο θα καταγράφονται όλα τα απαραίτητα διατρητικά στοιχεία (ταχύτητα διάτρησης, χρώμα επιστρέφοντος νερού, συμπεριφορά των διατρητικών στελεχών, παρουσία μαλακού υλικού αν υπάρχει, τυχόν καταπτώσεις τοιχωμάτων, κλπ.).

### **3.4. ΕΜΠΗΞΗ ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΩΝ**

Η έμπηξη των μικροπασσάλων θα γίνεται σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Προδιαγραφή EN 12699:2000. Η μέθοδος που θα ακολουθηθεί εξαρτάται από τις γεωτεχνικές συνθήκες, τις απαιτήσεις της μελέτης και του περιβάλλοντος. Στον Πίνακα του Παραρτήματος Δ της παρούσας Προδιαγραφής δίδονται πληροφοριακά οι διάφορες μέθοδοι έμπηξης μικροπασσάλων.

### 3.5. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΩΝ

Στους μικροπασσάλους χρησιμοποιούνται δύο είδη οπλισμού:

- Κλωβός οπλισμού που αποτελείται από κατά μήκος ράβδους και σπείρες σε σχήμα κυλινδρικού κλωβού.
- Ολόσωμος οπλισμός που αποτελείται από χαλυβδοσωλήνα (με ραφή ή τούμπο), ή σιδηροδοκό σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης, ο οποίος τοποθετείται ομόκεντρα στο διάτρημα.

#### 1. Οπλιση μικροπασσάλων με κλωβό :

Για την επίτευξη σταθερής και ελεγχόμενης διαμέτρου, η μόρφωση των κλωβών γίνεται με τη βοήθεια οδηγών (στεφανιών) από χάλυβα St-III ή St-IV, που τοποθετούνται εσωτερικά των διαμήκων ράβδων του οπλισμού, σε αποστάσεις της τάξεως των 2,00 έως 3,00 m ώστε να εμποδίζουν τις παραμορφώσεις του κλωβού.

Είναι ουσιαστικής σημασίας η διατήρηση κάποιας ελάχιστης απόστασης μεταξύ των διαμήκων ράβδων (και των σπειρών), για να μπορεί το υλικό που εγχύεται εντός της οπής, να καλύψει πλήρως τον κλωβό οπλισμού και να έλθει σε πλήρη επαφή με τις εδαφικές παρειές της διάτρησης. Επίσης, δεν πρέπει να αγνοείται το γεγονός ότι το αμμο-τσιμεντένεμα έχει μεν πλαστικότητα λόγω προσθήκης πλαστικοποιητικών και είναι λεπτόκοκκο από τη σύνθεσή του, δεν μπορεί όμως για τεχνικούς λόγους να δονηθεί με τη βοήθεια π.χ. δονητή μάζας (συνήθως σκυροδέτηση υπό το νερό ή το αιώρημα). Με βάση τα παραπάνω, το κενό μεταξύ των διαμήκων ή των εγκαρσίων ράβδων δεν πρέπει να είναι μικρότερο των 4 cm. Θα πρέπει επίσης ο μεγαλύτερος κόκκος των αδρανών του γαρμπιλοδέματος να είναι μικρότερος από το  $\frac{1}{4}$  της απόστασης μεταξύ των διαμήκων ράβδων του οπλισμού.

Η ακαμψία του κλωβού οπλισμού που απαιτείται ώστε να εξασφαλίζεται η ανύψωση και τοποθέτησή του μέσα στην οπή χωρίς υπερβολικές παραμορφώσεις, επιτυγχάνεται με ηλεκτροσυγκόλληση (τσιμπίματα) ορισμένων επαφών των διαμήκων ράβδων με τις σπείρες.

Στην περίπτωση πασσάλου μεγάλου μήκους, χρειάζεται να ηλεκτροσυγκολληθούν επί τόπου σε κατακόρυφη θέση, δύο ή περισσότεροι προκατασκευασμένοι κλωβοί (μάτισμα).

Πριν από τον τοποθέτηση του οπλισμού εντός της οπής, θα πρέπει να προστεθούν οι απαραίτητοι αποστάτες (πλαστικοί ή από κονίαμα ή χαλύβδινοι) για να εξασφαλισθεί η σωστή ομόκεντρη θέση των οπλισμών μέσα στο φρέαρ. Συνήθως τοποθετούνται αποστάτες ανά 3 m περίπου αξονικά, με 3 έως 4 αποστάτες στο ίδιο επίπεδο, κάθετα στον άξονα του κλωβού.

#### 2. Οπλιση μικροπασσάλων με ολόσωμη διατομή :

Οι μικροπασσαλοι μπορούν να οπλισθούν με χαλυβδοσωλήνα ή σιδηροδοκό. Τέτοιος οπλισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε διάμετρο μικροπασσάλου. Στην περίπτωση χρήσης οπλισμού από χαλυβδοσωλήνα, όταν η στήλη του οπλισμού συναρμολογείται σε δύο ή περισσότερα τεμάχια (λόγω μεγάλου μήκους του πασσάλου), στη θέση της επιμήκυνσης τοποθετούνται κολάρα κυλινδρικά ή διαιρούμενα ημικυλινδρικά, τα οποία ηλεκτροσυγκολλούνται κατάλληλα. Στην περίπτωση οπλισμού με σιδηροδοκούς, η συγκόλληση μεταξύ των τεμαχίων γίνεται μέσω τεμαχίων λαμαρίνας (λαπάτσες) κατάλληλων διαστάσεων.

### 3.6. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΜΑΤΟΣ - ΠΛΗΡΩΣΗ ΟΠΗΣ

Η πλήρωση της οπής ενός μικροπασσάλου είναι δυνατόν να γίνεται με μία από τις παρακάτω μεθόδους :

- Πλήρωση της οπής με ένεμα δια βαρύτητας.

- Απλή τσιμεντένεση της οπής του μικροπασσάλου διαμέσου της προσωρινής σωλήνωσης
- Απλή τσιμεντένεση κατά τη διάρκεια της διάτρησης της οπής του μικροπασσάλου
- Απλή ή πολλαπλή τσιμεντένεση διαμέσου βαλβιδωτού σωλήνα (tube a manchette)

Η μέθοδος που θα εφαρμοσθεί εξαρτάται από τις απαιτήσεις της μελέτης και τις συναντώμενες εδαφικές συνθήκες. Κάθε μια από τις μεθόδους αυτές απαιτεί τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού.

Η παραγωγή του τσιμεντενέματος γίνεται με την βοήθεια αναμικτήρα ενώ το ένεμα συντηρείται σε ένα αναδευτήρα ικανής χωρητικότητας έως ότου διοχετευθεί μέσω αντλίας στην οπή του μικροπασσάλου. Είναι δυνατόν επίσης να χρησιμοποιηθεί και έτοιμο κονίαμα (αμμοτσιμεντένεμα) που παραδίδεται επί τόπου μέσα σε «βαρέλες». Η διοχέτευση του υλικού στην οπή γίνεται μέσω εμβολοφόρου αντλίας κονιάματος και ενός ελαστικού σωλήνα μικρότερης διαμέτρου από εκείνη που χρησιμοποιείται συνήθως για το κοινό σκυροδέμα.

Στην περίπτωση κατασκευής μικροπασσάλων σε σχηματισμούς μεγάλης περατότητας όπου αναμένονται σημαντικές απώλειες ενέματος κατά την πλήρωση των οπών (όπως π.χ. σε έντονα ρηγματωμένους, καρστικοποιημένους ή πορώδεις βράχους ή σε μή-συνεκτικούς σχηματισμούς μεγάλης περατότητας), είναι δυνατόν να εφαρμόζεται προ-ενεμάτωση (pre-grouting) της οπής. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά η φέρουσα ικανότητα των μικροπασσάλων και να μειωθεί η απώλεια ενέματος κατά την πλήρωση της οπής λόγω μεγάλης απορρόφησης του εδάφους. Η μέθοδος αυτή συνήθως απαιτείται εάν εντός της οπής εκτελεσθεί δοκιμή εισπίεσης νερού (Lugeon) με πίεση 1 bar στο μήκος του μικροπασσάλου και η απώλεια νερού υπερβαίνει τα 5 λίτρα το λεπτό για χρονική περίοδο 10 λεπτών.

Πριν από την τοποθέτηση του οπλισμού εντός της οπής και την πλήρωση με ένεμα, θα ελέγχεται ότι η οπή έχει το απαιτούμενο μήκος και είναι καθαρή χωρίς εμπόδια (π.χ. από υλικά καταπτώσεων των τοιχωμάτων). Η τοποθέτηση του οπλισμού και η πλήρωση της οπής με τσιμεντένεμα ή γαρμπιλόδεμα μπορεί να γίνει με δύο εναλλακτικούς τρόπους :

- Τοποθέτηση του οπλισμού πριν την πλήρωση της οπής με τσιμεντένεμα, όπου τοποθετείται ο οπλισμός στην οπή με τους κατάλληλους αποστάτες και στην συνέχεια γίνεται η πλήρωση της οπής. Το υλικό διοχετεύεται μέσω ενός κατάλληλου ελαστικού σωλήνα, ο οποίος συνδέει τον κάδο παραγωγής ενέματος ή κονιάματος με τον πυθμένα της διάτρησης, όπως ακριβώς γίνεται στην περίπτωση των έγχυτων πασσάλων με τους εμβαπτισμένους σωλήνες (TREMIE PIPES). Η πλήρωση με ένεμα προχωρεί μέχρις ότου ξεχειλίσει τη διάτρηση και εμφανισθεί τελικά υλικό καλής ποιότητας, εκτός εάν η κεφαλή του μικροπασσάλου προβλέπεται πολύ χαμηλότερα της στάθμης του δαπέδου εργασίας, οπότε η σκυροδέτηση προχωρεί μέχρι μία στάθμη υψηλότερα της κεφαλής κατά τουλάχιστον 0,50 m. Στην περίπτωση όπου η διάτρηση της οπής έχει γίνει με σωλήνωση, η σωλήνωση θα αφαιρείται ταυτοχρόνως με την πλήρωση της οπής, αφού βέβαια έχει γίνει η αρχική πλήρωση της μέχρι το δάπεδο εργασίας. Εάν κατά την πλήρωση εφαρμόζεται απλή πίεση τότε , η αφαίρεση της σωλήνωσης θα γίνεται σε μικρά βήματα, συνήθως δύο μέτρα.
- Πλήρωση της οπής με τσιμεντένεμα κατά την διάτρηση, ενώ ο οπλισμός αποτελεί τα στελέχη της διατρητικής στήλης. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής θα πρέπει η εισπίεση τσιμεντενέματος να γίνεται με σταθερή παροχή και πίεση η οποία προσαρμόζεται ανάλογα από τις συνθήκες του εδάφους.
- Πλήρωση της οπής μέσω διάτρητου στελέχους συνεχούς ελικοειδούς αρίδας (continuous flight auger) και εν συνεχεία τοποθέτηση του οπλισμού εντός της οπής.
- Η πλήρωση της οπής γίνεται με την βοήθεια βαλβιδωτού σωλήνα που είτε αποτελεί και τον οπλισμό του μικροπασσάλου, (εάν είναι μεταλλικός), είτε εισάγεται μέσα στην οπή μαζί με τον



κανονικό οπλισμό. Η εισπίεση του τσιμεντενέματος είναι δυνατόν να γίνεται σε μία ή πολλές φάσεις.

- Σκυροδέτηση του μικροπασσάλου με γαρμπιλόδεμα σύμφωνα με την τεχνική προδιαγραφή εγχύτων πασσάλων.

#### **4. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ**

- Συμμόρφωση με τα κριτήρια της μελέτης και του προτύπου EN 14199:2005.
- Έλεγχος Πρωτοκόλλων Παραλαβής ενσωματωμένων υλικών.
- Έλεγχος Φακέλου Στοιχείων και Δοκιμών. Το περιεχόμενο του Φακέλου περιγράφεται στο εδάφιο 10 του EN 14199:2005.

#### **5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ – ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

##### **5.1. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

- Κίνδυνος από χρήση ουσιών. Τα διάφορα πρόσμικτα είναι συνήθως επιβλαβή. Απαιτείται η χρήση προστατευτικών γυαλιών για τα μάτια και τα λοιπά εκτεθειμένα μέρη του σώματος.
- 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.
- Κίνδυνος τραυματισμού κατά την εκτέλεση δοκιμών.
- Εργασία σε συνθήκες θορύβου.

##### **5.2. ΜΕΤΡΑ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

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

- Π.Δ.1073/16-9-81 "Περί μέτρων ασφαλείας κατά την εκτέλεση εργασιών εις εργοτάξια οικοδομικών και πάσης φύσεως έργων αρμοδιότητας Πολιτικού Μηχανικού"
- Υπουργική Απόφαση Δ7/Α/Φ114080/732/96 Ενσωμάτωση των διατάξεων της οδηγίας 92/104/ΕΟΚ "περί των ελάχιστων προδιαγραφών για την βελτίωση της προστασίας της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων στις υπαίθριες ή υπόγειες εξορυκτικές βιομηχανίες" στον Κανονισμό Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΦΕΚ 771/Β)
- "Κανονισμός Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων" (ΦΕΚ 59Β/11.5.65) και (ΦΕΚ 293Β/11.5.63) κλπ.
- 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. 396/94 (ΦΕΚ:221/Α/94) "Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας για τη χρήση από τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 89/656/ΕΟΚ".

Οι ελάχιστες απαιτήσεις του εξοπλισμού ατομικής προστασίας είναι οι εξής:

- Προστατευτική ενδυμασία: EN 863:1995: Protective clothing - Mechanical properties - Test method: Puncture resistance - Προστατευτική ενδυμασία. Μηχανικές ιδιότητες. Δοκιμή αντοχής σε διάτρηση.
- Προστασία χεριών και βραχιόνων: EN 388:2003: Protective gloves against mechanical risks -- Γάντια προστασίας έναντι μηχανικών κινδύνων.
- Προστασία κεφαλιού: EN 397:1995: Industrial safety helmets (Amendment A1:2000) -- Κράνη προστασίας.
- Προστασία ποδιών: EN 345-2:1996: Safety Footwear for Professional Use - Part 2. Additional Specifications Superseded by EN ISO 20345:2004 - Υποδήματα ασφαλείας για επαγγελματική χρήση (αντικαταστάθηκε από το πρότυπο EN ISO 20345:2004).

Επίσης θα ισχύουν:

- 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

Για την διακίνηση των πεζών θα κατασκευάζεται διάδρομος διέλευσης πεζών με αντιολισθηρή επιφάνεια στην περιοχή όπου γίνονται εργασίες διάνοιξης ή άλλες συνοδές εργασίες. Οι διάδρομοι θα πρέπει να προστατεύονται από εναπόθεση διαρροών, κυρίως μπεντονίτη, που δημιουργούν ολισθηρή επιφάνεια εργασίες διάνοιξης.

Για την διαρρύθμιση των μηχανών και λοιπών εγκαταστάσεων, στην περίπτωση που πιθανολογείται η ύπαρξη εκρήξιμης ατμόσφαιρας θα ισχύουν οι προβλέψεις της Οδηγίας 94/9/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Μαρτίου 1994 σχετικά με την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών μελών για τις συσκευές και τα συστήματα προστασίας που προορίζονται για χρήση σε εκρήξιμες ατμόσφαιρες (Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 100 της 19/04/1994 σ. 0001 – 0029), αλλά και αυτές του Π.Δ. 42/2003 (ΦΕΚ44/Α/21-02-2003) "Σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις για την βελτίωση της προστασίας και της ασφάλειας των εργαζομένων οι οποίοι είναι δυνατόν να εκτεθούν σε κίνδυνο από εκρηκτικές ατμόσφαιρες σε συμμόρφωση με την οδηγία 1999/92/ΕΚ της 16-12-1999 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.

Όλες οι επί μέρους μηχανικές διατάξεις θα συμμορφώνονται προς τα Πρότυπα για την Ασφάλεια των Μηχανών (Κατάλογος ΕΛΟΤ όπως κάθε φορά ισχύει).

Για την διαχείριση των παντός είδους χρησιμοποιούμενων υλικών θα εφαρμόζονται οι εκάστοτε ισχύουσες διατάξεις όπως τροποποιούνται και προσαρμόζονται στην τεχνική πρόοδο. Ενδεικτικά ισχύουν και θα εφαρμόζονται:

- Π.Δ. 77/93 (ΦΕΚ 34/Α/93) "Για την προστασία των εργαζομένων από φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες και τροποποίηση και συμπλήρωση του Π.Δ. 307/86 (135/Α) σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 88/642/ΕΟΚ".

- Π.Δ. 399/94 (ΦΕΚ 221/Α/94) “Προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που συνδέονται με την έκθεση σε καρκινογόνους παράγοντες κατά την εργασία σε συμμόρφωση με την οδηγία του Συμβουλίου 90/394/ΕΟΚ” και οι τροποποιήσεις του με τα Π.Δ.127/2000 (ΦΕΚ 111/Α/2000) και Π.Δ. 43/2003 (ΦΕΚ 44/Α/21-2-2003)
- Π.Δ.90/1999 (ΦΕΚ 94/Α/99) Καθορισμός οριακών τιμών έκθεσης και ανωτάτων οριακών τιμών έκθεσης των εργαζομένων σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά την διάρκεια της εργασίας τους σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 91/322/ΕΟΚ και 96/94/ΕΚ της Επιτροπής και τροποποίηση και συμπλήρωση του Π.Δ. 307/86 (135/Α) όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 77/93 (ΦΕΚ 34/Α/93).
- Π.Δ.338/2001 (ΦΕΚ 227/Α/2001) Προστασία της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων κατά την εργασία από κινδύνους οφειλόμενους σε χημικούς παράγοντες.
- Π.Δ.339/2001 (ΦΕΚ 227/Α/2001) Τροποποίηση του Π.Δ. 307/86 (135/Α) Προστασία της υγείας των εργαζομένων που εκτίθενται σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά την διάρκεια της εργασίας τους.

## 6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η επιμέτρηση για την προμήθεια και εγκατάσταση μικροπασσάλων θα γίνεται σε τρέχοντα μέτρα μήκους των πασσάλων που πραγματικά κατασκευάστηκαν πλήρως σύμφωνα με τη μελέτη και έγιναν αποδεκτά από την Υπηρεσία. Στην επιμέτρηση θα περιλαμβάνονται και οι μικροπάσσαλοι που χρησιμοποιούνται σε δοκιμαστικές φορτίσεις.

Στην επιμέτρηση περιλαμβάνονται όλες οι εργασίες, υλικά και εξοπλισμός για την προμήθεια και εγκατάσταση μικροπασσάλων, την μεταφορά τους επί τόπου του έργου, την αποθήκευσή τους στον εργοταξιακό χώρο συμπεριλαμβανομένων και όλων των εξαρτημάτων τους, την μεταφορά τους μέχρι τη θέση ενσωμάτωσης στο έργο, την επιτυχή διάτρηση των οπών για την τοποθέτηση του οπλισμού, την πλήρωση της οπής καθώς και την τυχόν απαιτούμενη ενδιάμεση πλήρωση και εισπίεση της οπής με τιμεντένεμα, την τυχόν απαιτούμενη επαναδιάτρηση και χρήση προσωρινής σωλήνωσης ή μπεντονιτικού αιωρήματος όταν απαιτείται.

Η προμήθεια, κατεργασία, τοποθέτηση του οπλισμού θα επιμετρώνται ξεχωριστά σε χιλιόγραμμα βάρους έτοιμου και τοποθετημένου πραγματικά οπλισμού και ειδικότερα:

- Χιλιόγραμμα βάρους χαλυβδοσωλήνων μέ, ή χωρίς, ραφή.
- Χιλιόγραμμα βάρους σιδηρού οπλισμού.
- Χιλιόγραμμα βάρους δοκών από μορφοχάλυβα.
- Χιλιόγραμμα βάρους κοίλων χαλύβδινων ράβδων.

Μούφες, σύνδεσμοι, επικαλύψεις και άλλα απαραίτητα υλικά θα είναι ανηγμένα στην τιμή του οπλισμού.

Στην επιμέτρηση του οπλισμού περιλαμβάνονται όλες οι εργασίες, υλικά, προσωπικό και εξοπλισμός για προμήθεια των υλικών, μεταφορά επί τόπου του έργου, διαμόρφωση και επεξεργασία για την απόληψη στοιχείων έτοιμων για τοποθέτηση στο διάτρημα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1<sup>ο</sup>

### ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΩΝ ΕΞΑΙΤΙΑΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ

(ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΑΠΟ prEN 1993-5:2003 new draft 12-04-2003)

#### Guidance on corrosion rates

Loss of steel thickness (mm) due to corrosion for piles and sheet piles in soils, with or without groundwater (= Table 4-1 of prEN 1993-5 : 2003)

Required design working life	5 years	25 years	50 years	75 years	100 years
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schist, ...)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Polluted natural soils and industrial grounds	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Aggressive natural soils (swamp, marsh, peat, ...)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Non-compacted and non-aggressive fills (clay, schist, sand, silt, ...)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Non-compacted and aggressive fills (ashes, slag, ...)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75

**Notes:**

- 1) The values given are only for guidance. Local conditions should be considered and suitable values taking into account local conditions should be given in the National Annex.
- 2) Corrosion rates in compacted fills are lower than those in non-compacted ones. In compacted fills the figures in the table should be divided by two.
- 3) The values given for 5 and 25 years are based on measurements, whereas the other values are extrapolated.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2°

### ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΩΝ

(ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΑΠΟ PREN 1993-5:2003 NEW DRAFT 12-04-2003)

Table – Execution methods of drilled micropiles

Drilling method	Reinforcement type	Filling/Grouting method	Grout type	Options
Rotary / flush drilling Percussion drilling Grab, chisel or bailer boring	Reinforcement cage	Filling, concreting	Grout mortar or concrete	Casing
		Single step grouting through temporary casing	Grout or mortar	
	Bearing element	Filling,concreting	Grout, mortar or concrete	Casing
		Single step grouting through : - temporary casing ; - bearing element ; - tube à manchettes.	Grout	
		Multi-stage grouting through: - tubes-à-manchettes - special valves - post-grouting tubes	Grout	Enlarged base
		Grouting during drilling	Grout	Multi-stage grouting through bearing element
Permanent casing (with or without reinforcement cage)	Filling or concreting	Grout, mortar or concrete	Enlarged base	
Continuous flight auger drilling	Reinforcement cage Bearing element	Grouting/Concreting through the hollow stem of the auger	Grout mortar or concrete	

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3<sup>ο</sup>

### ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΩΝ

(ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΑΠΟ PREN 1993-5:2003 NEW DRAFT 12-04-2003)

Οι ακόλουθες τιμές των γεωμετρικών κατασκευαστικών ανοχών μπορούν να θεωρηθούν ως τυπικές για συνήθεις εφαρμογές:

1. Οριζοντιογραφική θέση της κεφαλής των μικροπασσάλων (στη στάθμη του επιπέδου εργασίας): έως 5 εκατοστά του μέτρου.
2. Απόκλιση από τον θεωρητικό άξονα του μικροπασσάλου:
  - i. Κατακόρυφοι μικροπάσσαλοι : έως 2% του μήκους.
  - ii. Σχεδόν κατακόρυφοι μικροπάσσαλοι (κλίση έως 4:1) : έως 4% του μήκους.
  - iii. Κεκλιμένοι μικροπάσσαλοι (κλίση ηπιότερη από 4:1) : έως 6% του μήκους.
3. Ακτίνα καμπυλότητας κατά τον άξονα του πασσάλου : μεγαλύτερη από 200 m.
4. Γωνιακή απόκλιση μεταξύ δύο τμημάτων στη θέση της επαφής : έως 1/150 ακτίνα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4<sup>ο</sup>

### ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΜΠΗΞΗΣ ΜΙΚΡΟΠΑΣΣΑΛΩΝ

(ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ ΑΠΟ PREN 1993-5:2003 NEW DRAFT 12-04-2003)

Table --Execution methods of driven micropiles

Driving method	Material (casing)	Cross section / Reinforcement	Options / Grouting
A.2.1 Prefabricated	Reinforced concrete	Solid	Shaft grouting
	Steel or cast iron	Open end tube	Shaft grouting
		Closed end tube	Filling with grout ,mortar or concrete, with or without shaft grouting
		Profiles	Shaft grouting
A.2.2 Cast in place	Temporary casing	Reinforced cage	Filling, concreting Single step grouting through casing
		Bearing element	Filling, concreting Single step grouting through - casing - bearing element - tube-à-manchettes Multi-stage grouting through - tube-à-manchettes - special valves - post-grouting tubes
	Permanent casing	Reinforcement cage	Concreting, with or without base enlargements

