



---

**ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ**

**ΠΕΤΕΠ 11-03-01-00**

- 
- 11 Γεωτεχνικά Έργα
  - 03 Βελτιώσεις Εδαφών
  - 01 Δυναμική Συμπύκνωση**
  - 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>
<b>2. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ</b> .....	<b>1</b>
2.1. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ.....	2
<b>3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ</b> .....	<b>3</b>
3.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	3
3.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	3
3.3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	3
<b>4. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ</b> .....	<b>5</b>
4.1. ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ.....	5
4.2. ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ.....	5
<b>5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ – ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ</b> .....	<b>6</b>
5.1. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	6
5.2. ΜΕΤΡΑ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	6
<b>6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> .....	<b>8</b>

ΣΧΕΔΙΟ

## 1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η παρούσα Τεχνική Προδιαγραφή περιλαμβάνει τις εργασίες βελτίωσης των χαρακτηριστικών του εδάφους με την μέθοδο της Δυναμικής Συμπύκνωσης. Η μέθοδος της Δυναμικής Συμπύκνωσης του εδάφους συνίσταται στην διαδοχική ελεύθερη πτώση, με προκαθορισμένο πρόγραμμα, μιας σφύρας βάρους 10 έως 40 τόνων από ένα ύψος 8 έως 30 m επί της επιφανείας του εδάφους που πρόκειται να συμπυκνωθεί. Από την πτώση αυτή δημιουργούνται κρουστικά κύματα και εισάγονται στο έδαφος υψηλές πιέσεις, που έχουν ως αποτέλεσμα την μείωση των εδαφικών πόρων μέσω αναδιάταξης των κόκκων (στην περίπτωση ξηρών ή μερικώς κορεσμένων εδαφών) ή μέσω της ανάπτυξης υψηλών υπερπίεσεων πόρων (μερικής ρευστοποίησης) και επακόλουθης αποτόνωσής τους (στερεοποίηση).

Η συμπύκνωση του εδάφους επιτυγχάνεται με ένα αριθμό κρούσεων της σφύρας σε κάθε θέση, μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται επαρκές χρονικό διάστημα, ώστε να υπάρξει η δυνατότητα εκτόνωσης της υπερπίεσης των πόρων από την προηγούμενη κρούση. Η ενέργεια που εισάγεται στο έδαφος με κάθε κρούση της σφύρας είναι ίση με το γινόμενο του βάρους της σφύρας επί το ύψος πτώσεως:

$$E = B \times h$$

Η μέθοδος της δυναμικής συμπύκνωσης εφαρμόζεται κυρίως σε χαλαρούς και συμπιεστούς εδαφικούς σχηματισμούς, με σχετικώς εύκολη δυνατότητα στράγγισης. Η τεχνική είναι ιδιαίτερα πρόσφορη για την βελτίωση των ιδιοτήτων τεχνητών επιχώσεων με τυχαία απόρριψη, επειδή πέραν της επιτυγχανόμενης συμπύκνωσης, αναιρείται στο μεγαλύτερο ποσοστό η ανομοιογένεια των υλικών αυτών.

Λόγω των δονήσεων που προκαλούνται από την πτώση του βάρους, πριν την εφαρμογή της μεθόδου θα πρέπει να διερευνηθεί η πιθανότητα δυσμενών επιρροών σε παρακείμενα κτίσματα.

## 2. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ

Οι ειδικές απαιτήσεις πριν την εφαρμογή της Δυναμικής Συμπύκνωσης περιλαμβάνουν:

1. Επαρκή στοιχεία εκ της γεωτεχνικής διερεύνησης των απαντώμενων σχηματισμών στην περιοχή εφαρμογής της δυναμικής συμπύκνωσης (βλ. παράγραφο 3 της παρούσης ΠΕΤΕΠ). Επισημαίνεται ότι η απαιτούμενη γεωτεχνική έρευνα θα πρέπει να περιλαμβάνει αναλυτική περιγραφή των γεωτεχνικών στρώσεων συμπεριλαμβανομένου και των τιμών των απαραίτητων γεωτεχνικών παραμέτρων σε όλη την έκταση της ζώνης εφαρμογής της μεθόδου.
2. Είναι απαραίτητο να γίνεται σαφής αναφορά στα δομικά χαρακτηριστικά των γειτονικών κτιρίων και άλλων έργων (π.χ. δίκτυα κοινής ωφέλειας) προκειμένου να διερευνηθεί η πιθανότητα δυσμενούς επηρεασμού τους από την εφαρμογή της μεθόδου.
3. Οι προβλεπόμενες μελλοντικές κατασκευές στην περιοχή όπου πρόκειται να εφαρμοσθεί Δυναμική Συμπύκνωση καθορίζουν τον τρόπο και την ένταση της επιβολής της μεθόδου (ανάλογα με την επιφάνειά τους, τα φορτία τους και την ευαισθησία τους σε διαφορικές καθιζήσεις).

4. Τις δραστηριότητες του Πίνακα 1 που ακολουθεί, οι οποίες συνδυάζονται άμεσα με τη μελέτη και την εφαρμογή της δυναμικής συμπύκνωσης. Επισημαίνεται ότι η σειρά με την οποία παρουσιάζονται οι εν λόγω δραστηριότητες στον Πίνακα 1 δεν αντιπροσωπεύει αναγκαστικά και τη χρονική αλληλουχία τους.

*Πίνακας 1. Προτεινόμενος κατάλογος δραστηριοτήτων για τη μελέτη και εφαρμογή της δυναμικής συμπύκνωσης*

<b>α/α</b>	<b>Δραστηριότητα</b>
1	Διάθεση των στοιχείων της γεωτεχνικής διερεύνησης.
2	Απόφαση επί της μεθόδου κατασκευής και αρχικές δοκιμαστικές εφαρμογές της μεθόδου.
3	Απόκτηση όλων των αναγκαίων νομικών εξουσιοδοτήσεων από τις Αρχές και από τρίτα φυσικά ή νομικά πρόσωπα.
4	Σχεδιασμός και Μελέτη της μεθόδου.
5	Προσδιορισμός όλων των σχετικών φάσεων κατασκευής.
6	Εκτέλεση των αρχικών δοκιμαστικών πεδίων (εάν απαιτείται) και των επιτόπου ή/και των εργαστηριακών δοκιμών.
7	Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των αρχικών δοκιμαστικών εφαρμογών.
8	Επιλογή του καταλληλότερου κανάβου εφαρμογής της μεθόδου και άλλων παραμέτρων, (ύψος πτώσεως, βάρος σφύρας, κλπ).
9	Οδηγίες για την μεθοδολογία κατασκευής και την ακολουθούμενη χρονική αλληλουχία των εργασιών κατασκευής.
10	Προδιαγραφές εκτέλεσης των αναγκαίων μετρήσεων για την πιθανή επίδραση των εργασιών στις γειτονικές κατασκευές (δηλ. είδος, ακρίβεια και συχνότητα μετρήσεων) και ερμηνείας των σχετικών καταγραφών.
11	Επίβλεψη των εργασιών εφαρμογής της δυναμικής συμπύκνωσης και καθορισμός των απαιτήσεων ποιοτικού ελέγχου.
12	Καταγραφή των επιδράσεων των εργασιών κατασκευής επί των γειτονικών κατασκευών και παρουσίαση των αποτελεσμάτων.
13	Ποιοτικός έλεγχος του αποτελέσματος της εφαρμογής της μεθόδου, (δοκιμές, τοπογραφικές μετρήσεις).

## **2.1. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ**

Η βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών του εδάφους με τη μέθοδο της δυναμικής συμπύκνωσης θα πρέπει να βασίζεται στα διερευνηθέντα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά πριν και μετά την εφαρμογή της μεθόδου. Οι αναγκαίες γεωτεχνικές έρευνες θα πρέπει να εκτελούνται σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τις συστάσεις του EN 1997-1:2004 “ Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules -- Ευρωκώδικας 7: Γεωτεχνικός σχεδιασμός - Μέρος 1: Γενικοί κανόνες”. Οι γεωτεχνικές αυτές έρευνες μπορεί να είναι :

1. Δοκιμές πενετρομέτρου με στατικό ή δυναμικό κώνο.
2. Δοκιμές πρότυπων δοκιμών διείσδυσης (SPT)
3. Δοκιμές πρεσσιομέτρου.
4. Δοκιμαστικές φορτίσεις πλάκας κλπ.
5. Γεωφυσικές δοκιμές.

6. Διερευνητικές διατρήσεις πιθανού εντοπισμού αερίων στις χωματερές όπου πολλές φορές εφαρμόζεται η μέθοδος.

### **3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

#### **3.1. ΓΕΝΙΚΑ**

Η μέθοδος της δυναμικής συμπύκνωσης απαιτεί εξειδικευμένη γνώση και εμπειρία δεδομένου ότι απαιτείται ιδιαίτερα βαρύς ανυψωτικός γερανός ενώ η ανύψωση και η ελεύθερη πτώση του βάρους απαιτεί ιδιαίτερα έμπειρους χειρισμούς.

Οι φάσεις της εφαρμογής της μεθόδου περιλαμβάνουν:

1. Αξιολόγηση της υπάρχουσας γεωτεχνικής έρευνας
2. Επιλογή των φάσεων και των παραμέτρων των πτώσεων (ύψος πτώσεως, βάρος σφύρας, αριθμός κρούσεων, αριθμός φάσεων, χρόνος αναμονής μεταξύ των φάσεων και κλίση των σημείων εφαρμογής).
3. Συνήθως εκτελείται δυναμική συμπύκνωση σε δοκιμαστικό πεδίο (εντός της περιοχής ενδιαφέροντος) προκειμένου να οριστικοποιηθούν τα χαρακτηριστικά της μεθόδου.
4. Εφαρμογή της μεθόδου κατά φάσεις.
5. Έλεγχος του αποτελέσματος στην τελική κατάσταση (και συχνά στις ενδιάμεσες φάσεις).

#### **3.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

Για την εκτέλεση της δυναμικής συμπύκνωσης είναι απαραίτητος ο παρακάτω εξοπλισμός :

1. Χωματουργικά μηχανήματα για την εκτέλεση των πάσης φύσεως χωματουργικών εργασιών πριν, κατά, και μετά την Δυναμική Συμπύκνωση. Τα μηχανήματα αυτά είναι εκσκαφείς, φορτωτές, φορητά αυτοκίνητα, προωθητές (bulldozer), διαμορφωτήρες (grader) κλπ.
2. Ερπυστριοφόροι ανυψωτικοί γερανοί με ανυψωτική ικανότητα άνω των 50 τόνων και με επαρκές μήκος μπόυμας ώστε να είναι δυνατή η ανύψωση της σφύρας μέχρι το ανώτατο ύψος πτώσεως που απαιτείται για την ορθή εκτέλεση της εργασίας. Η ανυψωτική ικανότητα του γερανού πρέπει να είναι μεγάλη για τον πρόσθετο λόγο ότι πρέπει να είναι σε θέση να αναλάβει τους ισχυρούς κραδασμούς που προκαλούνται από την ταχεία ανύψωση και στην συνέχεια ελεύθερη πτώση της σφύρας.
3. Χαλύβδινες σφύρες βάρους 10 έως 20 τόνων ικανών διαστάσεων (π.χ. 2 x 3 m), τετραγωνικής ή κυκλικής διατομής.
4. Εξοπλισμό για την εκτέλεση των γεωτεχνικών εργασιών ελέγχου μετά την εφαρμογή της μεθόδου, (π.χ. διατρητικά μηχανήματα, πενετρόμετρα, πρεσσοσίμετρα κλπ)

#### **3.3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

Πριν από την έναρξη της Δυναμικής Συμπύκνωσης, προετοιμάζεται ο χώρος εργασίας με την εκτέλεση χωματουργικών εργασιών διαμόρφωσης και επιπέδωσης (εκσκαφές, επιχωματώσεις, μεταφορές χωμάτων, κλπ). Σκοπός αυτών των εργασιών είναι η διαμόρφωση ομαλού, επιπέδου και κατά το δυνατό οριζοντίου δαπέδου εργασίας για τη διευκόλυνση των κινήσεων των μηχανημάτων. Όταν οι προς συμπύκνωση αποθέσεις είναι πολύ χαλαρές ή όταν η Στάθμη Υδροφόρου Οριζοντα ευρίσκεται πολύ κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, είναι δυνατόν να

απαιτηθεί η διάστρωση μίας στρώσης κοκκώδους υλικού πάχους περίπου 1 μ. («κουβέρτα») προκειμένου να αποτραπούν τυχόν απρόοπτες βυθίσεις του βαρέος μηχανικού εξοπλισμού. Στις προκαταρκτικές εργασίες περιλαμβάνεται και η εγκατάσταση τοπογραφικού δικτύου χωροσταθμίσεως του εδάφους πριν και κατά τη διάρκεια εκτελέσεως της δυναμικής συμπύκνωσης ώστε να παρακολουθείται η επιτυγχανόμενη συμπίεση. Πρέπει επίσης να εγκατασταθεί κανάβος αξόνων με κατάλληλες εξασφαλίσεις, ώστε να είναι ευχερής η επαναχάραξη επί του εδάφους των σημείων στα οποία επεβλήθη η κρουστική ενέργεια της σφύρας και να υλοποιηθούν οι θέσεις των επόμενων φάσεων της μεθόδου.

Η εδαφική έκταση που πρόκειται να υποβληθεί σε δυναμική συμπύκνωση χωρίζεται σε επί μέρους περιοχές αναλόγως των χρήσεων, με αντίστοιχες απαιτήσεις, και των κατασκευών που πρόκειται να θεμελιωθούν επάνω σ' αυτές, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Μελέτης. Σε περίπτωση κτιρίων, η αντίστοιχη περιοχή περιλαμβάνει και ένα πλάτος 5 περίπου μέτρων έξω από τις οριογραμμές των θεμελίων του κτιρίου. Επίσης, στην περίπτωση κτιρίων, τα σημεία επιβολής των κρούσεων (δηλαδή τα σημεία του κανάβου των θέσεων πτώσεως του βάρους) κατά την πρώτη φάση της δυναμικής συμπύκνωσης επιλέγονται συνήθως στις θέσεις των υποστηλωμάτων των κτιρίων. Ο κανάβος των θέσεων πτώσεως βαίνει γενικά πυκνότερος από φάση σε φάση, έτσι ώστε αρχικά να συμπυκνώνονται οι βαθύτερες εδαφικές στρώσεις και στην συνέχεια οι επιφανειακές. Σε κάθε μία από τις ζώνες αυτές προδιαγράφονται τα κριτήρια αποδοχής (επάρκειας) της συμπύκνωσης, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης και τα αποτελέσματα της αρχικής εφαρμογής της δυναμικής συμπύκνωσης στο δοκιμαστικό πεδίο.

Όπως αναφέρεται σε επόμενες παραγράφους, η επιβολή της κρουστικής ενέργειας στο έδαφος γίνεται σε διαδοχικές «φάσεις». Με την επιλογή του ενδεδειγμένου χρονικού διαστήματος τόσο μεταξύ δύο διαδοχικών κρούσεων της σφύρας σε μία θέση πτώσεως, όσο και μεταξύ δύο διαδοχικών διελεύσεων (φάσεων), επιτυγχάνεται η συνολική υποχώρηση (άρα και συμπύκνωση) του εδάφους. Στην περίπτωση όπου οι προς συμπύκνωση σχηματισμοί είναι κορεσμένοι με νερό, θα πρέπει μεταξύ των φάσεων να μεσολαβεί αρκετός χρόνος (έως και τρεις εβδομάδες) για την εκτόνωση των υπερπλίσεων πόρων που αναπτύσσονται λόγω της (διαμητικής) παραμόρφωσης του εδάφους. Κατά τη διάρκεια εκτελέσεως των εργασιών συμπύκνωσης είναι επίσης απαραίτητη η εκτέλεση χηματουργικών εργασιών, κυρίως μεταξύ των διαδοχικών φάσεων συμπύκνωσης, προκειμένου να αποκαθίσταται η ομαλότητα του δαπέδου εργασίας, που έχει διαταραχθεί από τη δημιουργία κοιλοτήτων («κρατήρων») στις θέσεις πτώσεως της σφύρας. Οι κοιλότητες αυτές πληρούνται με κατάλληλο υλικό (π.χ. αμμοχάλικο) μετά από κάποιο αριθμό πτώσεων της σφύρας σε μία θέση, ώστε στην επόμενη επανάληψη της μεθόδου η επιφάνεια του εδάφους να έχει επιπεδωθεί.

Μετά την ολοκλήρωση της κάθε φάσεως, γίνεται η χάραξη του (πυκνότερου) κανάβου των θέσεων πτώσεως της επόμενης φάσης, κατά την οποία η εισαγόμενη ενέργεια ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας εδάφους είναι κατά κανόνα μικρότερη από αυτήν της προηγούμενης φάσης.

Κατά την τελική φάση της Δυναμικής Συμπύκνωσης, που ονομάζεται «φάση σιδερώματος», η πτώση της σφύρας γίνεται από σχετικά μικρότερο ύψος (5 έως 8 μέτρα) σε συνεχή κανάβο θέσεων πτώσεως που παρουσιάζουν αλληλοκάλυψη κατά 10% περίπου (συνεπώς, οι διαστάσεις του κανάβου είναι ελαφρώς μικρότερες από τις διαστάσεις κατόψεως της σφύρας). Με την τελική αυτή φάση επιδιώκεται η ομοιόμορφη συμπύκνωση των επιφανειακών εδαφικών στρωμάτων της θεμελίωσης.

Η επιφάνεια του εδάφους, όπως διαμορφώνεται μετά την τελική φάση της Δυναμικής Συμπύκνωσης, δεν είναι πάντα κατάλληλη για την έδραση των θεμελίων του υπό κατασκευή έργου, επειδή τα κρουστικά κύματα που δημιουργούνται από την πτώση της σφύρας σε ένα σημείο προκαλούν χαλάρωση του επιφανειακού στρώματος στην γειτονική περιοχή. Γι' αυτό μετά την



ολοκλήρωση του «σιδερώματος» απαιτείται η τελική συμπύκνωση της επιφανείας ή και η συμπλήρωση του επιχώματος με κάποιες εδαφικές στρώσεις από επίλεκτα υλικά με κλασικές μεθόδους (χρήση δονητικού οδοστρωτήρα).

Σε όλες τις φάσεις των εργασιών θα πρέπει να παρακολουθούνται οι επιπτώσεις της δυναμικής συμπύκνωσης στις γειτονικές κατασκευές από τους κραδασμούς που προκαλούνται. Συνήθως, η μέθοδος εφαρμόζεται σε αποστάσεις τουλάχιστον 20-25 μέτρα από γειτονικές κατασκευές, για την αποφυγή ζημιών από τους κραδασμούς αλλά και από τα εδαφικά υλικά που μπορεί να εκσφενδονισθούν κατά την πρόσκρουση της σφύρας. Σε μικρότερες από τις ανωτέρω αποστάσεις, η δυναμική συμπύκνωση μπορεί να εφαρμοστεί με πρόγραμμα πτώσεων που αντιστοιχεί σε μειωμένη ενέργεια ανά πτώση σφύρας και αύξηση του αριθμού των πτώσεων, ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Βεβαίως, με την μείωση της ενέργειας πτώσεως ανά πρόσκρουση, μειώνεται το βάθος επιρροής της βελτίωσης και συνεπώς η αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι μειωμένη εάν απαιτείται βελτίωση σε μεγάλο βάθος. Για τον έλεγχο των επιπτώσεων της δυναμικής συμπύκνωσης στις γειτονικές κατασκευές θα πρέπει να εγκατασταθούν όργανα μέτρησης των δονήσεων σύμφωνα με τις απαιτήσεις που αναφέρονται στο DIN 4150-2/3 «DIN 4150-2:1999-06 - Vibrations in buildings - Part 2: Effects on persons in buildings - DIN 4150-3:1999-02 - Vibration in buildings - Part 3: Effects on structures. -- Δονήσεις επί κτιρίων. Μέρος 2: Επιπτώσεις στους ενοίκους. Μέρος 3: Επιπτώσεις στις κατασκευές». Είναι δυνατόν επίσης, για τον περιορισμό της επιρροής των δονήσεων στα γειτονικά κτήρια, να απαιτηθεί η εκσκαφή περιμετρικής τάφρου που να διαχωρίζει τις υπό συμπύκνωση περιοχές από τις υφιστάμενες κατασκευές, ώστε να γίνεται ανάκλαση των κρουστικών κυμάτων.

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

##### **4.1. ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ**

Για τον υπολογισμό του βέλτιστου αριθμού κρούσεων (κτύπων) σε κάθε φάση, πριν από την έναρξη της κυρίως εργασίας σε διάφορες θέσεις του έργου, θα γίνεται δοκιμαστικό πεδίο εφαρμογής της μεθόδου. Κατά την διάρκεια των δοκιμών, θα καταγράφεται για κάθε επιβαλλόμενη κρουστική ενέργεια, η μεταβολή των καθιζήσεων με τον αριθμό των κρούσεων και με τον χρόνο, και εφόσον απαιτείται, η μείωση της πίεσεως των πόρων με τον χρόνο. Μετά το πέρας των εργασιών συμπύκνωσης και με την βοήθεια γεωτεχνικών ερευνών θα επιλεγεί το τελικό πρόγραμμα εφαρμογής της μεθόδου.

Από τα αποτελέσματα αυτά και ανάλογα με τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά που θα διαπιστωθούν από θέση σε θέση, είναι δυνατόν να προσαρμόζεται το πρόγραμμα εφαρμογής της Δυναμικής Συμπύκνωσης.

##### **4.2. ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ**

Σκοπός των ελέγχων που γίνονται μεταξύ των φάσεων εφαρμογής της Δυναμικής Συμπύκνωσης, αλλά και μετά την τελική φάση, είναι να αποδειχθεί η υλοποίηση της επιθυμητής βελτίωσης των χαρακτηριστικών του εδάφους και η ικανοποίηση των απαιτήσεων της Μελέτης. Οι ποιοτικοί έλεγχοι συνήθως περιλαμβάνουν τις εξής δοκιμές και μετρήσεις :

- Χωροστάθμηση, ώστε να υπολογιστούν τα υψόμετρα της επιφάνειας του εδάφους μετά τη συμπύκνωση (λαμβανομένου υπόψη και του όγκου των πρόσθετων υλικών επίχωσης που χρησιμοποιούνται για την πλήρωση των «κρατήρων»), οπότε, θα προκύψει η μέση ποσοστιαία μεταβολή του όγκου του εδάφους, (εκτιμώντας ένα μέσο βάθος επιρροής της συμπύκνωσης).

- Γεωτεχνικές έρευνες, (πρεσσιόμετρα, δοκιμές SPT, δοκιμές πενетроμέτρου, δοκιμαστικής φόρτισης πλάκας, κλπ) ώστε να διαπιστωθεί άμεσα η βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών του εδάφους.
- Καταγραφές των οργάνων μέτρησης δονήσεων στα γειτονικά κτίρια, σχετικά με το μέγεθος των δονήσεων που προκαλούνται.
- Χρονοδιάγραμμα εργασιών που θα περιλαμβάνει την απαιτούμενη χρονική διάρκεια μεταξύ των διαδοχικών φάσεων.
- Κατασκευαστικά σχέδια περιοχών εφαρμογής της μεθόδου ανάλογα με την επιβαλλόμενη ενέργεια.

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

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

- 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 μεταφοράς βαριών αντικειμένων.
- Εργασία σε συνθήκες θορύβου.
- Εργασία κάτω από ανυψωτικά μηχανήματα.
- Κίνδυνος εκσφενδονισμού υλικού από την πτώση της σφύρας στο έδαφος
- Πρόκληση δονήσεων σε γειτονικές κατασκευές.

### **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).
- 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 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».

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
- Γάντια προστασίας έναντι μηχανικών κινδύνων: EN 388:2003 Protective gloves against mechanical risks
- Κράνη προστασίας: EN 397:1995:Industrial safety helmets (Amendment A1:2000)
- Υποδήματα ασφαλείας: 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».

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 εφαρμογή της δυναμικής συμπύκνωσης επιμετράται ανά τετραγωνικό μέτρο βελτιωμένης επιφάνειας και λαμβάνεται υπόψη το μέγεθος της εφαρμοζόμενης ενέργειας στην επιφάνεια αυτή (περίπτωση ελαφριάς και βαριάς συμπύκνωσης). Στην επιμέτρηση περιλαμβάνονται το κόστος του εξοπλισμού και του προσωπικού που απαιτείται για την εφαρμογή της μεθόδου, καθώς και (ανηγμένες) όλες οι εργασίες του δοκιμαστικού πεδίου, οι γεωτεχνικές έρευνες και οι μετρήσεις που απαιτούνται για τον έλεγχο της επιτυγχανόμενης συμπύκνωσης. Τα χρησιμοποιούμενα υλικά επίχωσης (π.χ. για την πλήρωση των κρατήρων) θα επιμετρώνται ξεχωριστά ανά κυβικό μέτρο ( $m^3$ ) και θα πληρώνονται ξεχωριστά.

